

学位論文

性能確保の視点から見た日中における超高層ビル
カーテンウォールの設計プロセスに関する比較研究
—技術主体に着目して

李 燕

目次

目次 I

第1章 序論	1
1.1 研究の背景と目的	1
1.2 研究の内容と方法	3
1.3 論文の構成	5
1.4 調査概要	6
1.4.1 文献調査	6
1.4.2 ヒアリング調査	6
1.4.3 事例調査	8
1.5 用語定義	14
1.6 性能確保の視点	17
1.6.1 建築性能	17
1.6.2 建築性能論	21
1.6.3 建築性能確保に影響を与える要因	24
1.6.4 超高層ビルのCW設計プロセスの性能確保の流れ	27
1.7 本論文に関連する既往研究及び本論文の位置づけ	29
1.7.1 カーテンウォール産業に関する国際比較研究	29
1.7.2 基準・性能規定化に関する研究	29
1.7.3 建築性能確保・品質確保に関する研究	29
1.7.4 カーテンウォール技術に関する研究	30
1.7.5 外壁設計プロセス、設計組織に関する研究	31
1.7.6 建築生産システムに関する研究	31
1.7.7 中国における建築の開口部に関する研究	31
第2章 CW関連の基準類における性能要求	33
2.1 CW関連の基準類の概要	33
2.1.1 世界からみた日本と中国のCWの基準	33
2.1.2 CW関連の基準類の概要	34
2.1.3 CWの基準類の関連性	38
2.1.4 CWの基準類の章立て	40
2.2 CWの基準類における性能項目の比較分析	42
2.2.1 法的な最低限の性能項目およびそれ以上の性能項目	43
2.2.2 CW基準類における性能項目の共通点と相違点	43
2.2.3 共通点と相違点が生じる原因の考察	44
2.3 CWの基準における主要な性能要求内容	45
2.3.1 耐火性能	45
2.3.2 耐風圧性能	48
2.3.3 耐震性能	49
2.3.4 水密性能	50
2.3.5 気密性能	51
2.3.6 断熱性能	51
2.4 小結	53

第3章 CWの性能確保に関わる生産システム	55
3.1 超高層ビルCWに関わる発注方式	60
3.1.1 CW工事請負契約の種類から見る発注方式	60
3.1.2 CW専門工事業者の選定方法から見る発注方式	62
3.1.3 仕様書と数量明細書の位置付けから見る発注方式	62
3.2 CWの設計プロセスの特徴	63
3.2.1 日本における超高層ビルCWの設計プロセスの特徴	63
3.2.2 中国における超高層ビルCW設計プロセスの特徴	65
3.3 各技術主体の役割と主体間の関係	67
3.3.1 各技術主体の役割及び業務範囲、責任区分	67
3.3.2 各技術主体間の関係	78
3.3.3 技術主体の価値観	82
3.4 共通点・相違点と原因	83
3.4.1 建築生産システムの成立経緯から見た原因	84
3.4.2 CW技術の発展史におけるCW技術の導入の位置付けから見た原因	87
3.4.3 CW発注書類に数量書有無の原因	91
3.4.4 CW発注書類にCW設計図有無の原因	92
3.4.5 技術主体有無の原因	92
3.4.6 技術主体役割相違の原因	95
3.4.7 技術主体価値観相違の原因	97
3.5 小結	98
第4章 CWの性能設定と仕様書	101
4.1 性能設定の技術主体と性能設定方法	101
4.1.1 CWの性能設定の技術主体	102
4.1.2 性能設定方法と参照資料	103
4.1.3 CWの性能設定を行う技術主体が異なる原因	106
4.2 仕様書	107
4.2.1 全体構成	107
4.2.2 性能項目	114
4.2.3 性能値	117
4.3 小結	122
第5章 CW関連の設計の手法と設計図書	125
5.1 CWの設計プロセス	125
5.1.1 設計段階及び各主体の参入時期	128
5.1.2 設計段階、設計期間の実態、原因	131
5.2 情報提供と意見交換	133
5.2.1 中国事例の各設計段階における情報提供と意見交換の概要	133
5.2.2 日本事例の各設計段階における情報提供と意見交換の概要	140
5.2.3 日中の意見交換と検討会の場における詳細	143
5.3 設計図書	148
5.3.1 発注図書	148
5.3.2 CW基本設計図書	154
5.3.3 CW施工図書	155
5.4 CW関連の確認体制	162
5.4.1 各段階の確認体制	162
5.4.2 各技術主体にみる確認体制	168

5.5	CW 設計段階の技術主体の実態と原因	172
5.6	小結	174
第6章 CW 性能の検証・確認		177
6.1	基準類で定められた検証・確認	177
6.1.1	設定性能確認書	177
6.1.2	性能検証書類	178
6.1.3	機構説明書類	179
6.1.4	基準が規定する CW 性能の検証・確認	180
6.1.5	実態の検証・確認手法となった原因	181
6.2	事例における検証・確認	181
6.2.1	試験検証	181
6.2.2	性能試験及び実施する技術主体	186
6.2.3	試験の承認、確認	186
6.2.4	計算書検証	187
6.2.5	実態の体制となった原因	188
6.3	小結	190
第7章 CW 製作段階、施工段階の検査・確認体制		191
7.1	日中の制度や基準類で定められたものの比較	191
7.1.1	制度で定められたもの	191
7.1.2	基準類で定められたもの	192
7.1.3	制度と基準類で定められたものが相違する原因	198
7.2	CW 製作段階の検査・確認体制	199
7.2.1	CW 製作時 CW メーカーの業務範囲	199
7.2.2	CW 製作プロセス及び検査・確認体制	201
7.2.3	実態の体制となった原因	204
7.3	CW 施工段階の検査・確認体制	204
7.3.1	事例における CW 施工段階の各主体の役割	204
7.3.2	CW 施工段階での CW に関わる設計変更	206
7.3.3	日本における CW 工事検査・確認体制	209
7.3.4	中国における CW 工事検査・確認体制	211
7.3.5	実態の体制となった原因	213
7.4	小結	215
第8章 結論		217
8.1	本研究の結論	217
8.2	本研究の到達点と今後の研究課題	231
参考文献		233
謝辞		237

第1章 序論

1.1 研究の背景と目的

日本の建設業が蓄積してきた技術力と性能確保レベルは世界的に高い評価を受けている。つまり、高度な技術と性能確保レベルは、日本建設業が優位性を持つ要因と言える。しかし、日本では、近年、国内の投資減少に伴い建設市場の競争が激しくなり、コストダウンの要望が高くなってきていると言える。コストは性能確保と連動していると考えられるため、変化する建設環境において、元の性能確保レベルをどのように維持するかは重要な課題である。

一方、日本の隣国である中国の建設産業は、経済発展、都市化の進行、建設投資の増加に伴い、高成長を継続している（図 1-1、図 1-2）。超高層ビルの外装に用いられるカーテンウォール（Curtain Wall, 以下「CW」と略記）に着目してみても、2012年にはCW生産量は1億平方メートルに達しており、中国の年間CW生産量は、世界の年間CW生産量の75%を占めている（図 1-3）。

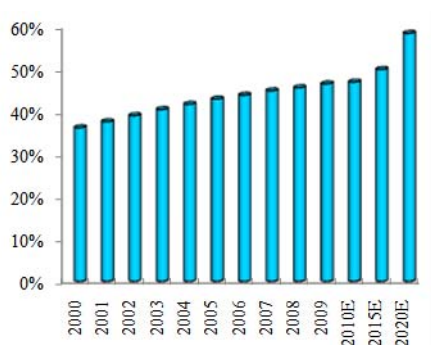


図 1-1 中国における都市化率の推移
出典：中国国家统计局

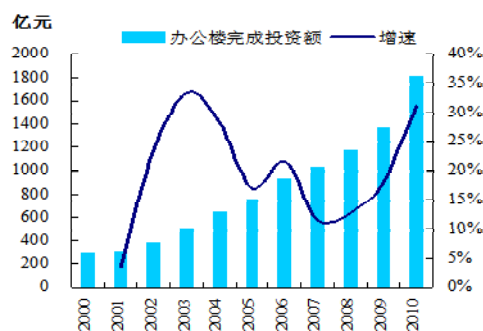


図 1-2 中国におけるオフィスビル投資推移
出典：中国国家统计局

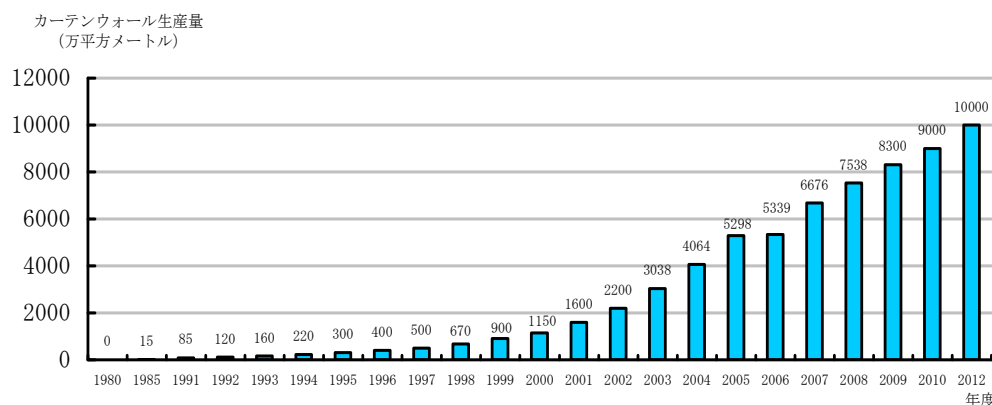


図 1-3 中国におけるカーテンウォール生産量の推移

統計データ出典：

<http://www.alwindoor.com/info/2011-12-10/29593-1.htm>

<http://www.alwindoor.com/info/2014-4-1/36635-1.htm>

劉正権、建築カーテンウォール検測、中国計量出版社、2007、p12 のデータから整理

超高層ビルの外装に用いられる CW は、多様な性能が求められるだけでなく、建物全体の構造計画、設備計画とも関連しており、それに対応した性能確保が重要な課題であることから、他の外壁構法より高度な技術力と確実な性能確保が必要であると言える。しかし、超高層ビルにおける CW 設計プロセスは複雑であり、その設計プロセスにおける各主体の役割と主体間の情報交換のプロセスが重要であるにも関わらず、その詳細は把握されていない。

現在の中国における CW 生産システムでは、建築設計段階での建築設計者と CW メーカー間の意見交換が少なく、CW 生産情報の伝達が円滑に行われていないことから、CW 設計性能の確保に問題があると考えられている。また、CW 設計性能を確保するための意思決定体制が整っておらず、基本的に設計チームの経験や個人の能力に左右されるため、CW 設計における性能確保は不安定であると指摘されている¹。

このような状況から、近年の中国では下記のように落下事故などが頻繁に報告されている。

2010年8月31日、広州市珠江新城華成路の札幌陽光大廈の16階から約1平方メートルの大きさの窓ガラスが合金の窓枠と共に落下し、ビル1階のコンビニ前の交差点付近の歩道を歩いていた30歳くらいの女性を直撃した。
出典：<http://www2.explore.ne.jp/news/articles/14877.html?r=sh> 2010年09月01日掲載

2011年3月30日昼ごろ、北京中関村のマイクロソフト・アジア太平洋研究センターの工事中のビル外壁ガラス窓が工事中に落下し、重さ数百キロの強化ガラスが14階から地面に落ちる事件があった。
出典：http://www.excite.co.jp/News/chn_soc/20110401/Searchina_20110401085.html 2011年4月1日19時34分掲載

2011年5月18日上海市内で、高層ビルの窓ガラスや外壁ガラスが落下し、破片になって地上に降り注ぐ事故が計3回発生していたことが分かった。上海陸家嘴時代金融中心大廈では午後0時50分ごろ、46階部分の約4平方メートルの外壁ガラスが地上に落下した。同日午後1時ごろには延安西路昭化東路で、住居ビル12階からガラスが落下した。午後5時ごろには、陝西北路科恩国際センタービルから外壁ガラスが落下した。ガラスに問題があることが分かり、交換作業中に落下させた事例もあった。中国新聞社が報じた。
出典：http://news.searchina.ne.jp/disp.cgi?y=2011&d=0530&f=national_0530_144.shtml 2011年5月30日15時13分掲載

2011年7月26日(火)、上海市普陀区曹楊路にある長城ビルの高層階で、ガラス壁が突然破裂し、強風に煽られて、粉々に割れたガラスの破片が落下するという事故が発生した。
18日(月)には時代金融中心の43階で、20日(水)にはIFCモール(国金中心)8階でガラス壁が破裂して落下していた。
出典：<http://www.shvoice.com/watch/news/15002.html> 2011年8月5日掲載

上記のように、CW の安全性能や水密性能などが確保できていないために、落下事故や雨漏りの事故が起きたと考えられることから、CW の性能確保に問題があり、詳細に把握されていない CW 設計プロセスに起因するものと推測される。

CW の使用量がますます増加している中で、品質を如何に向上させ、信頼される性能を確保するかという問題が顕在化している。そこで、日本と中国の国際比較を通じて、共通点と相違点及びそれを生じる原因を明らかにし、両国の建設業の性能確保に対する示唆を探す必要がある。

そこで、本研究では、日本と中国の超高層ビルの CW の設計プロセスにおける技術主

¹李燕，金容善，劉暢，名取発，清家剛：中国におけるカーテンウォールの生産システムに関する実態考察—上海と大連の現地調査を通じて，日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1 分冊，pp.971-972，2012

体のうち所属する人や組織、専門知識、図書や技術主体間の情報提供と意見交換、確認体制の実態を把握し（目的Ⅰ）、共通点と相違点を明らかにし、それを引き起こす原因を分析する（目的Ⅱ）。これら上記のプロセスを総括し、最後に、両国の建築生産システムを維持した上で、CW 設計プロセスの性能確保のより合理的なあり方を示すための基礎資料を構築することを目的とする。

1.2 研究の内容と方法

本研究では、日本と中国の CW 性能と関連している設計・照合・検証行為に着目する。「CW の性能は何か」、「CW 性能は何を参照して誰が設定するか」、「どのタイミングでどのように CW の性能設定と CW 設計を検討するのか」、「どのタイミングでどのような実験で CW 性能を検証するのか」などを性能確保の視点から、CW 設計プロセスにおける各主体の「指示」、「設計」、「立案」、「確定」、「照合」、「検証」、「承認」などの行為と、各技術主体が所有する専門知識と仕事のやり方を考察する。

具体的な本研究の内容・方法は、以下の 6 点である。

①日中の CW の基準と標準仕様書を収集し、強制力のある内容、選択内容、標準仕様を整理する。文献調査とヒアリング調査で、共通点や相違点が存在する原因を分析し、それらが CW の性能確保に与える影響に対する考察を行う。(2 章) (主な調査方法—文献調査、ヒアリング調査)

②CW 設計プロセスは、どういう生産システムの中で行われているのかを明らかにする。契約書類の特徴、主体間の関係の特徴、技術主体の価値観の特徴はどうなっているかを考察する。(3 章) (主な調査方法—文献調査、ヒアリング調査)

③性能設定を行う際に、性能を正しく設定するか、最低限の性能設定であるか、それ以上の性能設定であるか、意匠と性能のバランスをどのように実現しているか、漏れ項目があるかどうか、性能とコストのバランスも考慮しているかを考察する。(4 章) (主な調査方法—事例調査、ヒアリング調査)

④建築設計段階と CW 設計段階、性能と意匠の合致程度やコストの検討、誰が適切なカーテンウォール設計図と仕様書設定の専門知識・経験をどのように有しているのか、総合的な検討は、誰がどのように担保しているかを明らかにする。設計図書に関する確認体制とその書類などはどのようになっているか、誰が専門知識・経験をどのように持っているかを考察する。(5 章) (主な調査方法—事例調査、ヒアリング調査)

⑤CW 性能検証・確認はどのように行うかを考察する。(6 章) (主な調査方法—事例調査、ヒアリング調査)

⑥製作時、施工段階の CW 性能確保のための確認体制を明らかにし、誰が専門知識・経験をどのように持っているかを考察する。(7 章) (主な調査方法—事例調査、ヒアリ

ング調査)

研究対象とする建築プロジェクトは日本と中国における民間の超高層ビルプロジェクトとする。ビルの外装に用いられる CW の中で、超高層ビルの CW に対する耐風圧性能や水密性能などの要求は最も高く、中高層ビルより高度な技術力と性能確保レベルが求められていることから、超高層ビルの性能確保は重要な課題であると思われる。

研究対象とする資料は超高層ビルの CW に関わる基準、仕様書、図面などである。

ヒアリング対象とする技術主体は、CW 設計プロセスに関わる建築設計事務所、CW コンサルタント会社、総合請負業者、CW メーカーの専門家である。調査概要については、次節において詳しく説明する。

また、プロジェクトが国際化しつつあり、単純にあるプロジェクトが「日本のプロジェクトである」、あるいは「中国のプロジェクトである」、と断定できない場合がある。その場合、具体的にそのプロジェクトの施主、メーカー、設計者、コンサルタントがどの国からの主体であるかを説明する。

なぜ技術主体に着目するのか

超高層ビルの CW 設計プロセスにおいて、技術主体（設計事務所、CW コンサルタント、総合請負業者、検査機関、CW メーカー）は法規・基準・規格、設計資料などに基づき、CW の性能確保ための「指示」、「設計」、「立案」、「確定」、「照合」、「承認」などを行う。したがって、技術主体の立場、専門知識・経験、仕事のやり方は設計プロセスにとっても重要な影響を与えている。そこで、本論文では、技術主体に着目する。

技術主体に着目する際に、性能確保のための専門知識・経験の保有と各技術主体の役割分担がどうなっているかについて、以下の二点を明らかにする必要がある。

- ①技術主体の中で、誰がいつ、どのような性能確保の専門知識・経験を持っているか。
- ②両国の技術主体の役割分担の違いは何か。違いがあれば、本質的な差異は何か。特定の仕事内容の実行者が異なる場合、異なる実行者の立場、専門知識・経験について、差異があるか。それらの差異を生じる原因は何か。

1.3 論文の構成

本論文は8章によって構成されている。

1章は序論であり、研究の着目点、研究の目的を予め説明する。研究の内容・方法、論文の構成、調査概要、用語定義、性能確保の視点、既往研究との関係を示す。

2章では、文献調査とヒアリング調査結果に基づき、日中におけるカーテンウォール性能設定に影響するCWの基準類の概要、基準・公的な仕様書における性能項目、主な性能要求内容に関する実態を比較し、共通点、相違点を明らかにし、その原因を考察する。

3章では、文献調査とヒアリング調査の結果に基づき、日本と中国における超高層ビルCW性能確保に関わる生産システムの中のCW発注契約方式、各技術主体の役割と主体間の関係、CW設計プロセスの特徴に関する実態を把握し、共通点と相違点を明らかにし、その原因を考察する。

4章では、ヒアリング調査と仕様書に対する調査結果に基づき、日本と中国におけるCW性能を設定する技術主体、性能設定方法、CW仕様書の全体構成、性能項目、性能値の実態を明らかにし、その実態を生じる原因を分析する。

5章では、具体的な事例を通じたヒアリングとCW関連の設計図書に対する調査結果に基づき、日中におけるCW関連の設計の手法（情報提供と意見交換、確認体制）と設計図書に関する実態を明らかにし、その実態を生じる原因を考察する。

6章では、基準の中のCW性能の証明・説明・確認に関する規定に対する調査と事例に対するヒアリング調査結果に基づき、CW性能の証明・説明・確認の実態を把握し、その原因を考察する。

7章では、基準の中のCW検査に関する内容に対する調査、ヒアリング調査と事例調査の結果に基づき、制度や基準類で定められたもの、CW性能確保のためのCW製作段階、施工段階の検査・確認体制の実態を把握し、その原因を考察する。

8章の結論では、本論文の全体の統括を行い、本論文の成果として、1章において設定した目的に対して2章から7章までに得た成果をそれぞれまとめ、性能確保に与える影響について触れ、本論文の結びとする。

1.4 調査概要

本研究では、日本と中国の超高層ビルの CW の設計プロセスにおける技術主体うち所属する人や組織、専門知識、図書や技術主体間の情報提供と意見交換、確認体制の実態を把握するために、文献調査、ヒアリング調査、事例調査を行った。それぞれの調査の概要を、以下に説明する。

1.4.1 文献調査

文献調査は、日本と中国の公的な CW の基準類及び仕様書、研究論文や各事例の仕様書を対象とする。具体的には、両国における各種基準に関連する資料を収集し、その内容を考察した。関連する資料は、以下に示すとおりである。

最新版の日本と中国の CW 法規・基準・規格・工事標準仕様書の各性能要求項目・基準値、公的部門による CW 工事標準仕様書、建築設計事務所の特記仕様書、建築雑誌、論文、政府行政管理部門の資料、日本と中国の事例の CW 設計に関わる建築意匠設計図、仕様書、CW 設計図、製作時、施工時、完成時の議事録チェックリストなど。

表 1-1 各章における文献調査

CW に関わる法規・基準・規格(2章、6章、7章)
既往の調査報告書(3章)
標準工事契約約款、事例における契約書類(3章)
CW 仕様書における各性能要求項目・性能値(4章)
事例における CW 設計に関わる建築設計図書、CW 設計図書、議事録(5章)
事例における CW 試験に関わる図書、計算書(6章)
事例における CW 検査・確認に関わる書類(7章)

1.4.2 ヒアリング調査

ヒアリング調査先は両国の建築設計事務所、CW コンサルタント会社、総合請負業者、CW メーカーの設計者、CW 専門家(合計 39 名)である。ヒアリング内容は、日本と中国の CW の基準の共通点と相違点及びその原因、更に日本と中国の各事例における CW 設計プロセスに関する内容である。具体的には、各事例における各技術主体の参入時期、各設計段階の設計期間、各種検討・チェックの時期と実施主体、CW 設計内容の意見交換会や情報提供などである。調査は、2010 年から 2013 年にわたり、下記、表 1-3 に示す日程において調査を行った。

表 1-2 ヒアリング調査一覧表

国	調査名称	ヒアリング相手
中国	中国における CW コンサルタント調査(2社)	CW コンサルタント会社 Co2 社の日本人専門家(1人)
		CW コンサルタント会社 Co1 社の専門家(1人)
	中国における建築設計事務所調査(3社)	中国における日本の建築設計事務所 Ar6 社の建築設計者(2人)
		中国の建築設計院 Ar1 社の建築設計者(1人)、Ar2 社の建築設計者(2人)、Ar4 社の建築設計者(1人)

国	調査名称	ヒアリング相手
	中国におけるCW工場調査(2社)	中国のCWメーカーの専門家(1人)
		中国における日本のCWメーカーの専門家(3人)
	中国におけるCW現場調査(4つの現場)	中国の総合請負業者の現場管理者(2つの現場、3人)
		中国のCWメーカーの現場管理者(4つの現場、6人)
中国のCWメーカーの設計部門調査(1社)	中国のCWメーカーの設計部門(1人)	
日本	日本の建築設計事務所調査(1社)	日本の建築設計事務所 Ar6 社の建築設計者、CW 専門家(6人)
	日本の総合請負業者調査(1社)	日本の総合請負業者の技術者(2人)
	日本のCWメーカー製作部門調査(2社)	日本のメーカーMa-B社の工場の技術者(4人)
		日本のメーカーMa-A社の工場の技術者(4人)
日本のCWメーカー設計部門調査(1社)	メーカーMa-A社研究所の専門家(1人)	

表 1-3 調査一覧表

調査名称	ヒアリング相手	時間	場所	テーマ
中国におけるCWコンサルタント調査	CW コンサルタント会社Co2社の日本人専門家	2010年12月24日	CW コンサルタントの打ち合わせ室	契約関係、責任分担、設計プロセス、仕様、設計性能確保
	CW コンサルタント会社Co1社の専門家	2012年3月16日	CW コンサルタントの打ち合わせ室	コンサルタントの業務範囲、各段階での役割
	CW コンサルタント会社Co1社の専門家	2013年2月20日	CW コンサルタントの打ち合わせ室	コンサルタントによる設計情報の提供
	CW コンサルタント会社Co1社の専門家	2014年1月12日	CW コンサルタントの打ち合わせ室	中国事例におけるCW設計プロセスでのチェック、承認、確認
中国における建築設計事務所調査	中国における日本の建築設計事務所の建築設計者	2010年12月24日	建築設計事務所の打ち合わせ室	CW設計プロセス、性能定め
	中国の建築設計院の建築設計者	2011年9月13日	中国の建築設計院の打ち合わせ室	中国事例におけるCW設計プロセスでの各主体の参入時期、建築設計の設計組織の特性、
	中国の建築設計院B社とC社の建築設計者	2012年3月1日	中国の建築設計院の打ち合わせ室	設計活動の間の関係、情報提供、やりとり、建築図の量と構成、図面調査
	中国の建築設計院D社の建築設計者	2012年4月1日	中国の建築設計院の打ち合わせ室	事例の初歩設計、施工図設計の図面の量と構成
	中国の建築設計院B社の建築設計者	2013年3月31日	中国の建築設計院の打ち合わせ室	中国事例におけるCW設計プロセスでのチェック、承認、確認
中国におけるCW工場調査	中国のCWメーカーの専門家	2010年12月24日	上海の工場	性能試験、契約関係、品質標準、材料の耐久性、CW製作図のスケール、CW設計の変遷
	中国における日本のCWメーカーの専門家	2010年12月25日	上海の工場	中国での材料の選定、調達、工場の生産管理と検査、試作
中国におけるCW現場調査	中国のCWメーカーの現場管理者	2010年12月24日	上海の作業所	現場の組織構成、品質管理、職人教育の仕組み
	中国の総合請負業者、CWメーカーの現場管理者	2011年9月9日	上海の作業所	契約関係、総合請負業者の役割、建材の選定、調達、品質管理、コンサルタントの役割、施主の確認内容
	中国の総合請負業者、CWメーカーの現場管理者	2011年9月13日 2012年12月29日	大連の作業所	契約関係、材料調達、施工精度、品質標準、監理工程師の監理内容、頻度 コンサルタントの監理内容、頻度、意見内容
中国のCWメーカーの設計部門調査	中国のCWメーカーの設計部門	2012年3月7日 2012年5月14日 2012年12月28日 2013年11月29日	中国のCWメーカーの設計部門の打ち合わせ室	事例のCW発注図書、CW初歩設計図、CW施工図設計の設計期間、設計図面の量と構成
日本の総合請負業者調査	日本の総合請負業者の技術者	2010年9月1日	大学研究室	日本の建築生産の特色、強み、脆弱性 仮に日本の建築の質が世界の中で高いのだとすると、それは何故だと考えられるか
日本の建築設計事務所調査	日本の建築設計事務所Ar6社の建築設計者	2010年12月1日 2011年9月26日	日本の建築設計事務所Ar6社の打ち合わせ室	CW設計図面の作り方、CW性能の決め方、発注方式
	日本の建築設計事務所Ar6社の建築設計者	2011年9月29日、 2011年11月1日、 2011年11月21日	日本の建築設計事務所Ar6社の打ち合わせ室	CW設計仕様の変遷
	日本の建築設計事務所Ar6社の建築設計者	2013年4月25日	日本の建築設計事務所Ar6社の打ち合わせ室	CW設計プロセスでの各主体の参入時期、建築設計の設計組織の特性
	日本の建築設計事務所Ar6社の建築設計者	2013年6月5日	日本の建築設計事務所Ar6社の打ち合わせ室	設計活動の間の関係、情報提供、やりとり

調査名称	ヒアリング相手	時間	場所	テーマ
	日本の建築設計事務所 Ar6 社の建築設計者	2013 年 7 月 17 日	日本設計 Ar6 社の打ち合わせ室	建築図の量と構成、 図面調査
日本の CW メーカー 製作部門 調査	日本のメーカー Ma-B 社の工場の技術者	2012 年 3 月 15 日	メーカー Ma-B 社の工場	鋳造、押出、表面処理、カーテンウォール加工、組み立てなどの見学
	日本のメーカー Ma-A 社の工場の技術者	2013 年 5 月 1 日	メーカー Ma-A 社の工場	金属ファスナー、鋳造、大型押出、表面処理、カーテンウォールラインなどの見学
日本の CW メーカー 設計部門 調査	メーカー Ma-A 社研究所の専門家	2013 年 7 月 28 日	メーカーの中央研究所打ち合わせ室	超高層ビル設計プロセスでの情報提供、やりとり、メーカーの設計組織の特性
	メーカー Ma-A 社研究所の専門家	2013 年 10 月 2 日	大学研究室	CW 基本図、実施設計図の設計期間、図面の量と構成
	メーカー Ma-A 社研究所の専門家	2013 年 10 月 15 日	メーカーの中央研究所打ち合わせ室	CW 基本図、実施設計図の図面調査、設計プロセスでの日中の異なること、CW 設計時、製作時、施工時の確認体制

現地調査は日本と中国の CW 工場、事例の施工現場の実態を調査した。調査は、2010 年 12 月、2011 年 9 月、2012 年 3 月、2013 年 5 月に実施した。

1.4.3 事例調査

1.3.3.1 事例調査の目的

事例調査の目的は、日本と中国における超高層ビルの CW の設計プロセスの実態を明らかにすることである。具体的には、各技術主体（風洞試験室、建築設計事務所、CW コンサルタント、CW メーカー、総合請負業者）の CW 性能確保に関わる役割及び所有している専門知識や経験、意見交換、検査確認体制を明らかにすることを目的とする。

1.3.3.2 事例調査の方法

事例調査の方法は以下のとおりである。

(1). 日本と中国でのヒアリング調査をもとに、超高層ビルの CW の設計プロセスの典型的な事例を抽出する。

(2). (1) で抽出した事例における各技術主体へのヒアリング調査から、建築設計段階と CW 設計段階、施工段階における各技術主体の役割、責任分担関係を明らかにする。

(3). (1) で抽出した事例における各技術主体へのヒアリング調査や図面調査から、CW 設計プロセスにおける設計情報の提供・伝達・フィードバック、各種図面の内容及び数量を明らかにする。性能確保のために各技術主体が所有すべき専門知識や経験を分析する。

本研究では、日本と中国の事例における CW 設計プロセスについて、①各技術主体の役割や責任分担関係、②CW 設計プロセスに設計情報の提供・伝達・フィードバック、③性能確保のために各技術主体が所有すべき専門知識や経験という三つの視点から詳細に分析を行う。

前節で、ヒアリング調査については述べたが、各事例に関するヒアリング調査は、大

手建築設計事務所(日本1社、中国3社、海外1社)の建築設計者、CW コンサルタント会社(中国2社)と大手CW メーカー(日本1社、中国2社)のCW 専門家に対して行った。規模で比較できるものとして、日本における 2003 年～2013 年の間に竣工した 8 件 (JP1-JP8) の事例と中国における 2003 年～2013 年の間に竣工した 5 件の事例 (CH1-CH5) を抽出した。本研究での議論は、日本と中国におけるこれらの 13 例を捉えたものである。一般化は慎重にされなければならないが、これらの日本と中国の沿岸部における 13 事例は問題を深く探求するためのケーススタディ (in depth case study) となる。以下に、日本の事例と中国の事例について概要を説明する。

日本における事例の概要

日本における事例調査は、主に両国における沿岸部の都市の超高層ビル事例を取り上げた。沿岸部の都市を取り上げた理由は、沿岸部の都市の経済発展レベルは他の地域より高く、コストが高い超高層ビルの建設量もより多い点にある。



図 1-4 日本における事例の所在

表 1-4 日本における事例の概要

事例	所在	気候	高さ	階数	延べ床面積	CW 工事発注方式	CW コンサルタント	パタン	関連章
事例 JP1	東京都	太平洋側気候	160m	地上 46 階	約 12.2 万㎡	総合請負業者一括請負発注	なし	A	4 章～8 章
事例 JP2	東京都	太平洋側気候	199.70m	地上 38 階	約 19.8 万㎡	総合請負業者一括請負発注	なし	A	5 章～8 章
事例 JP3	東京都	太平洋側気候	143.2m	地上 27 階	約 10.4 万㎡	総合請負業者一括請負発注	なし	A	5 章～8 章
事例 JP4	愛知県	太平洋側気候	170m	地上 36 階	約 4.9 万㎡	総合請負業者一括請負発注	なし	A	5 章～8 章
事例 JP5	大阪府	瀬戸内海式気候	178.6m	地上 38 階	約 29.5 万㎡	総合請負業者一括請負発注	なし	A	5 章～8 章
事例 JP6	栃木県	太平洋側気候	81.63m	地上 15 階	約 7.5 万㎡	総合請負業者一括請負発注	なし	B	5 章～8 章
事例 JP7	大阪府	瀬戸内海式気候	69.6m	地上 16 階	約 0.47 万㎡	総合請負業者一括請負発注	なし	B	5 章～8 章
事例 JP8	愛知県	太平洋側気候	116m	地上 25 階	約 2.2 万㎡	総合請負業者一括請負発注	なし	A	4 章

日本における事例の特徴およびそれらの事例を選ぶ理由

日本における事例は、その特徴から主に二種類に分類される。パタン A は高さが 100m 以上で、規模が比較的大きい事例である。パタン B は高さが 60m 以上、100m 以下で、規模が比較的小さい事例である。

日本における大手建築設計事務所と大手 CW メーカーへのヒアリング調査により、後述の中国事例と対照できるような事例を抽出した。

中国における事例の概要

中国の事例は CH1 から CH5 までの五事例を扱うが、主要な事例としては CH1, CH2, CH3 の三事例を対象とする。

表 1-5 中国における事例の概要

事例	所在	気候	高さ	階数	延べ床面積	CW 工事発注方式	CW コンサルタント	パタン	関連章
事例 CH1	大連市	海洋性の特徴も兼ね備える暖温帯大陸性モンスーン気候	280m	地上 62 階	約 48.8 万㎡	分離発注	ある	一	3 章～8 章
事例 CH2	青島市	温帯夏雨気候	198m	地上 50 階	約 9.5 万㎡	分離発注	なし	二	3 章～8 章
事例 CH3	上海市	温暖湿潤気候	62.7m	地上 15 階	約 3.6 万㎡	総合請負業者一括請負発注	なし	三	3 章～8 章
事例 CH4	天津市	大陸季節風型気候	134.5m	地上 27 階	約 23 万㎡	分離発注	ある	一	4 章
事例 CH5	南京市	亜熱帯季節風型気候	106m	地上 27 階	約 18.9 万㎡	分離発注	ある	一	4 章



図 1-5 中国の主な 3 事例の所在

表 1-6 中国における三つの事例の概要

事例	事例 CH1	事例 CH2	事例 CH3
用途	オフィスビル	住宅	オフィスビル
所在	大連	青島	上海
構造	鉄骨造	鉄骨造	鉄骨造
階数	62 階	50 階	15 階
高さ	280m	198m	62.7m
工期	2009 年 9 月～2014 年	2005 年 2 月～2008 年 2 月	2010 年 6 月～2011 年 9 月
CW 構法	ユニット式のバックマリオン ガラス CW、金属パネル CW	ユニット式のバックマリオン 2 辺 SSG、ガラス CW、金属パネル CW	ユニット式の半バックマリオン ガラス CW、金属パネル CW
CW 契約方式	分業請負契約	分業請負契約	一式請負契約
CW メーカー の選定者	施主	施主	総合請負業者
CW に関わる 技術主体	風洞試験室、建築設計事務所、 CW コンサルタント、CW メーカー、 総合請負業者、監理会社	風洞試験室、建築設計事務所、 メーカー、総合請負業者、監理会社	建築設計事務所、CW メーカー、 総合請負業者、監理会社
CW コンサル タントの参 加	CW コンサルタントあり	CW コンサルタントなし	CW コンサルタントなし
ヒアリング 先	建築設計担当者、CW コンサル タント担当者、CW 詳細設計担 当者、CW 施工担当者、施主側の プロジェクト担当者	建築設計担当者、CW 詳細設計担 当者	総合請負業者の施工管理担当者

事例	事例 CH1	事例 CH2	事例 CH3
写真	 <p>(写真撮影：筆者)</p>	 <p>(写真来源：建物の建築設計事務所)</p>	 <p>(写真撮影：筆者)</p>

中国における主となる事例の選定理由及び事例の位置付け

CW 設計性能の確保において、超高層ビルの CW 設計に対する要求は、中高層ビルの CW より高いと認識されている。したがって、本研究では超高層ビル CW 設計を取り上げる。

超高層ビルのうち、建物高さが 100m 以上の事例と 60m~100m の事例の両方を取り上げる。それらを、CW コンサルタントの有無、CW 工事発注方式の違い、立地所在都市の気候の違いによって分類する。

中国における大手 CW メーカー Ma1 社へのヒアリング調査によると、大規模プロジェクトの場合、近年、事例 CH1 のように CW コンサルタントの参入がある事例が多数である。Ma1 社が参入した多くの大規模超高層ビルプロジェクトの中で、約 70%-80% のプロジェクトが事例 CH1 のように CW コンサルタントが参入している。これに対して、事例 CH2 のように CW メーカーが CW 発注図を設計するのは特例である。

また、事例 CH3 のように CW コンサルタントが参入しないケースとして、小規模プロジェクトがある。CW コンサルタントへのヒアリング調査によると、近年では多数の大規模プロジェクトは CW コンサルタントが参入する。これらのプロジェクトは、中国の大都市（北京、上海、広州）や沿岸部都市（大連、青島など）、各省（province）の省都に所在することが多い。

事例 CH1 の技術主体とヒアリング対象の概要

事例概要：

CH1 の事例は超高層オフィスビル 2 棟（80 階、62 階）、住宅タワー 3 棟、多層商業ビル 1 棟（5 階）、地下 4 階の建物群により構成される事例である。3 棟の住宅タワーは第一期に設計、建設され、2 棟の超高層オフィスビルは第二期に設計、建設された。地上：350820.83 平方米、地下：137394.97 平方米、総延床面積：488215.8 平方米、敷地面積：28335.31 平方米である。本研究では第二期に建てられた超高層オフィスビルのうち、一棟の CW の設計プロセスを研究対象とする。

事例に関わる各技術主体の概況：

建築設計事務所 Ar1 は海外の会社であり、米国トップ3の大手建築設計事務所である。

建築設計事務所 Ar2 は中国国内の会社であり、中国における大手組織系設計事務所である。

CW コンサルタント Co1 社は中国における外資系コンサルタントである。

(中国の CW コンサルタント Co1 社の位置付け:中国では、CW コンサルタント会社は約 30~40 社があり、内 10 社程度が有名であり、ほとんどは外資会社である。CW コンサルタント Co1 社はその中のトップ 3 である。CW コンサルタント Co1 社の得意な分野は超高層ビルの CW コンサルティングである。)

CW メーカー Ma1 は中国における大手 CW メーカーである。

ヒアリング対象：

海外の建築設計事務所 Ar1 の建築士、中国国内の建築設計事務所 Ar2 の建築士、CW メーカー Ma1 の CW 設計士、施主側のプロジェクト代表、CW コンサルタント Co1 社の技術指導者 (Technical Director)

図面調査対象：

建築初步設計図、建築施工図、CW 方案設計図、CW 発注図 (CW 発注用詳細設計図)、CW 施工図

事例 CH2 の技術主体とヒアリング対象の概要

事例概要：

本プロジェクトは超高層住宅タワー 2 棟 (地上 50 階、低層部 2 階、地下 3 階) の建物群により構成される。敷地面積は、10,100 平方メートルであり、総延べ床面積は、95368 平方メートルである。高さは、198 メートルである。本研究では超高層住宅タワーのうち、一棟の CW の設計プロセスを研究対象とする。

事例に関わる技術主体の概況：

建築設計事務所 Ar4 は中国国内における大手組織系設計事務所である。CW メーカー Ma1 は中国における大手 CW メーカーである。

ヒアリング対象：

中国国内の建築設計事務所 Ar4 の建築士、CW メーカー Ma1 の CW 設計士

図面調査対象：建築方案設計図、建築施工図、CW 方案設計図、CW 発注図、CW 施工図

事例 CH3 の技術主体とヒアリング対象の概要

事例概要：

本プロジェクトは鉄骨造オフィスである。地上 15 階、地下 2 階である。

事例 CH3 に関わる技術主体の概況：

建築設計事務所 Ar5 は中国における大手組織系設計事務所である。

CW メーカー Ma2 は中国における大手 CW メーカーである。CW コンサルタントはない。

ヒアリング対象：総合請負業者の技術者

図面調査対象：建築施工図、CW 施工図

1.5 用語定義

本論文で用いられる主な用語の定義を以下にまとめて示す。

性能

建築の分野において、性能とは、特定の目的に対して建築が有する物理的な性質がどの程度のものか、ということを示す。本論では、CW に関わる性能に着目する。具体的には、耐火性能、耐風圧性能、耐震性能、水密性能、気密性能、断熱性能・日射遮蔽性能などである。

性能確保

関連する技術主体における、CW 性能の設定、CW 設計図と仕様書の検討、実験による CW 性能の検証などの行為によって、目的とする性能を実現することを示す。

技術主体

技術 (technology) は「自然に人為を加えて人間の生活に役立てるようにする手段。また、そのために開発された科学を実際に応用する手段。」(大辞林 第三版)である。特定の技術を持っている専門家の組織 (subject who has expert technical knowledge) が「技術主体」である。技術者個人が保有する技術と組織的に保有する技術の双方が、「技術主体が保有する技術」となる。

カーテンウォール

カーテンウォールとは、「工場生産された部材で構成される建物の非耐力外壁」のことであり、材料によってメタルカーテンウォールとプレキャストコンクリートカーテンウォールに分類される。前者はアルミニウムを中心とした金属系材料を主要部材とするものであり、後者は主要構成部材にコンクリート系材料を用いたカーテンウォールである²。(以下「CW」と略記)

超高層建物 high-rise building;skyscraper

「超高層建物」の定義は統一されていない。社団法人日本建築学会が編集した『建築学用語辞典』(岩波書店;第2版、1999)での定義は「もともとわが国における高さが31m以上の建物を指したが明確な定義はない。現在では15階程度以上の建物、100m以上の建物を指すことが多い」。そこで、本論文では、15階程度以上の建物を超高層ビルとする。

²清家剛, 建築用プレキャストコンクリート化技術の適応性の向上に関する研究, 東京大学博士論文, 1998

建築生産システム (Building Construction System)

生産システムとは、建築生産物のエンドユーザーに対する、発注者、設計者、施工者等の各主体による建設生産物を提供するプロセス（各主体の選定及び事業の実施）及び各主体相互の関係性の総体ととらえる³。

生産組織

一つの建築プロジェクトに直接関与する関係各主体が形成する全体を、一つのゆるやかな組織として捉える⁴。

仕様

性能諸元のこと。スペック。Specification。複雑な工業製品において、その内部の構造の詳細でなく、外観を除く製品の性質としてユーザーに提示されるもの。

仕様は、「材料・製品・工具・設備などについて要求する特定の形状、構造、寸法、成分、能力、性能、製造方法、試験方法などを定めたもの」と JIS Z8101 で定義されている。これらの内容は、設計図には表現しにくいものであるが、使用する材料や工法、建物の各部分に要求される機能や性能などは、設計意図を具現するために非常に重要な事項であり、これらを文書の形に表したものが仕様書である。設計図を補完するものであるため、仕様書の作成は設計者の業務である⁵。

仕様の表現形式には、工法を規定したものと品質性能を規定したものがある。

標準仕様書

公的機関や業界団体が監修する仕様書は、どの工事にも共通して使えることを前提として編集されているため、個別の工事で変更する可能性がある部分については、仕様の特定はなされていない。このような仕様書を本研究では標準仕様書とする。

特記仕様書

個々の工事について、共通（標準）仕様書を補完する細かな指示がなされた仕様書を特記仕様書という。

設計プロセス

設計プロセスは、狭義的に言うと、建築設計段階での設計プロセスであるが、広義的に言うと、最初の設計イメージ段階から建築物が竣工するまでのプロセスを指す。本研究では、建築設計段階から竣工までの設計プロセスにおける各主体の「指示」「立案」

³国土交通省建設産業政策研究会、『建設産業政策 2007』報告書、p15

⁴古川修、永井規男、江口禎著、建築生産システム、彰国社 1982. 10 新建築学大系 / 新建築学大系編集委員会編 44、p285

⁵松村秀一、建築生産、第二版、市ヶ谷出版社、東京、2010. 10、p170

「確定」「照合」「検証」「承認」などの行為と各技術主体が所有する専門知識と仕事のやり方を考察する。

契約方式

契約相手の選択から契約締結に至るまでの方式⁶を示す。

⁶社団法人日本建築学会, 建築学用語辞典, 岩波書店; 第2版, 1999. p195

1.6 性能確保の視点

1.6.1 建築性能

中国の古典『尚書』の中の「水、火、金、木、土、谷、惟修。正徳、利用、厚生、惟和。」という記述は、建築と土木の有用性が必要と指摘した。古ローマの建築家ウィトルウィウスは、『建築十書』という世界最古の建築書のなかで、有用さ *utilitas*、耐久力 *firmitas*、美しさ(魅力) *venustas* という建築3原則を指摘した。この「有用さ」とは、建築物の「機能」(function) のことである。建物は機能を実現するために、様々な「要求性能」の実現が必要である。

人間の要求と要求機能、要求性能の関係を図1-6で表す。この図から見ると、建築の使用者、所有者、管理者、施工者、社会が建物に対する要求を持っている。このような要求を定性的に、「要求機能」(Functional Requirement) で表す。例えば、使用者にとっては、安全に対する要求機能、室内環境の快適さに対する要求機能、雨・雪・風・光・音に対する遮蔽の要求機能が挙げられる。一方、所有者にとっては、コストの合理性、長期的な寿命、資産価値の持続などの要求機能が、管理者にとっては、維持管理の容易さや費用の低減などの要求機能が、施工者にとっては、施工の容易性などの要求機能がある。また、社会的には、近隣や環境への配慮が要求される。

このような要求機能を満たす基準を、定量的に要求性能 (Performance Requirement) で表す。安全についての機能を例とすると、耐震性能、耐風圧性能、耐火性能などが「要求性能」として挙げられる。また、遮蔽機能を例とすると、気密性、断熱性、遮音性などが挙げられる。施工の利便性を例とすると、生産性が挙げられる。

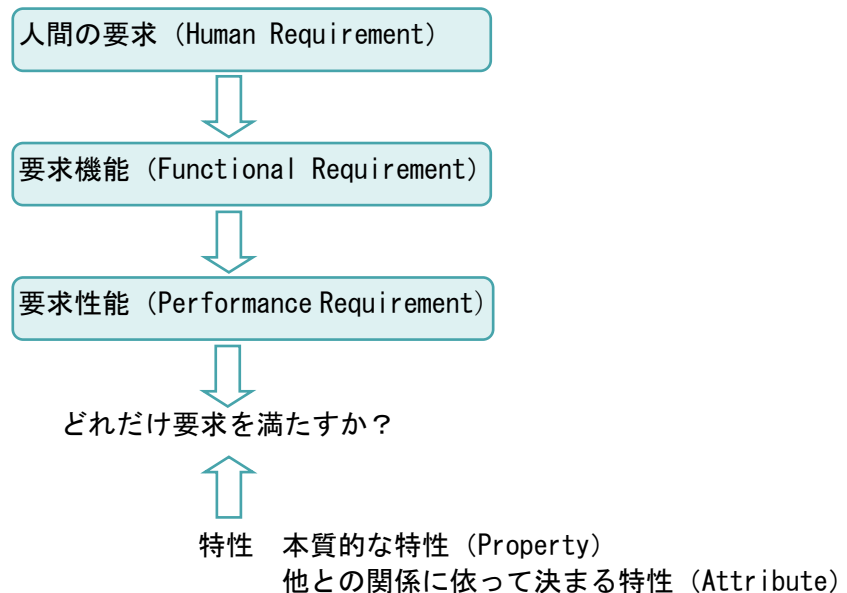


図1-6 人間の要求と要求機能、要求性能の関係

出典：建築材料設計研究会, 性能から見た建築材料設計用教材, 彰国社 (1996/10), p11

この図に筆者の理解を加えると、図1-7になる。要求機能を実現するために要求性能値を定め、要求性能値を実現するために性能設計や仕様書設計を行う。性能設計の際は、

材料工法の仕様を実験や計算により決める。標準仕様書がある場合、標準仕様書に記載された材料工法の仕様を転記して、要求仕様を定める。要求仕様を詳細図設計、施工図設計で具体的な設計案にする。このような設計案を施工し、人間の要求を満たす実際の建築になる。

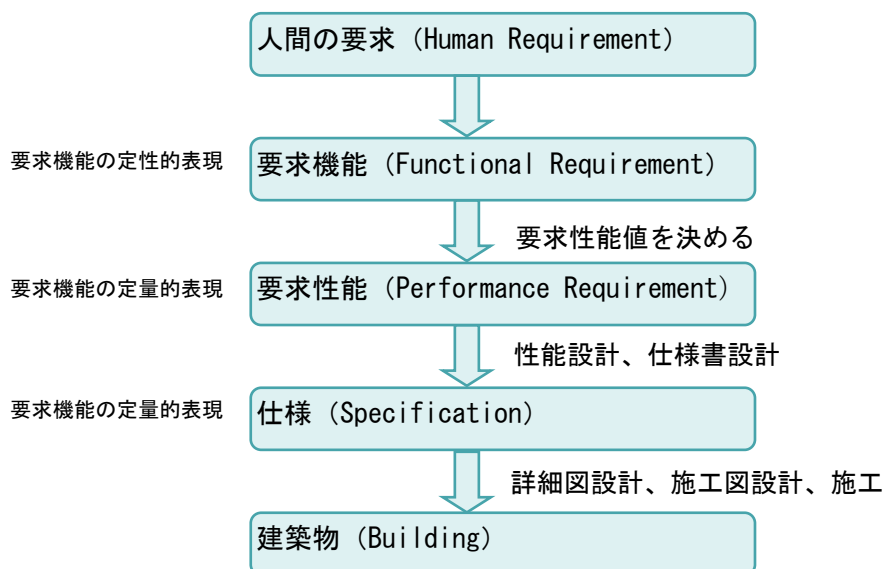


図 1-7 建物要求性能の実現フロー

日本で一般的な建築の部位の性能項目を明らかにするために、日本の工業規格に対する文献調査をした。日本工業規格『JIS 0030-1994 建築の部位別性能分類』において、建築の部位の性能のうち一般に主要と考えられるものについて示した。主に光、日射、熱、音、水、空気などの作用因子を制御するための性能と建物の存続と安全に関する性能がある。具体的な項目は表 1-7 でまとめる。

表 1-7 建築の部位の性能のうち一般に主要と考えられる性能

性能項目	性能項目の意味	備考
反射性	光を反射する程度	作用因子を制御するための性能
断熱性	常温における熱の貫流に対する抵抗の程度	
遮音性	空気伝ばん音を遮る程度	
衝撃音遮断性	歩行などによって起こる発音が直下階の室内に伝わらない程度	
吸音性	音を吸収する程度	
防水性	雨水などの水を通さない程度	
防湿性	湿気を通さない程度	
気密性	気圧差によって生じる空気の透過に対する抵抗の程度	建物の存続と安全に関する性能
耐分布圧性	各部位にかかる分布荷重による曲げ力に耐える程度	
耐衝撃性	衝突物などによって起こる衝撃力に耐える程度	
耐局圧性	局部圧縮荷重に耐える程度	
耐摩耗性	摩耗に耐える程度	
耐火性	火災に耐える程度	
難燃性	燃えにくさの程度及び燃焼によって起こる煙や有毒ガスを発生させない程度	
耐久性	経年によって起こる変質変形などに耐える程度	

出典：日本工業規格、『JIS 0030-1994 建築の部位別性能分類』， p2

「性能」は「品質」と関連していて、江口禎⁷の文にあるように、設計条件としての性能は狙いの品質、つまり設計品質であり、設計監理や施工管理を経て実現される性能は出来栄の品質、つまり製造品質である。建築生産過程、特に施工や検査といった狭い意味での生産プロセスを考えると「性能」の問題は「品質」の問題になる。「性能」という概念は、「品質」という概念より、公的な性格である。なぜならば、品質管理運動の影響下にある品質概念はユーザー（顧客、買手）指向の傾向を強めているからである。「性能」はユーザーあるいは設計者と生産者だけを指向せず、より客観的にあるいは科学的に、「機能」という目的を定量的に把握するときや、「機能」を実現する手段が目的に合うかどうかを検証するときに使用する概念である。ゆえに、「性能」は「機能」を実現する手段としての能力、「性能」は「品質」の一部であると考えられる。

性能を考察する際に、性能体系の構成、性能項目の選定、性能のグレーディング、性能評価の方法に着目する必要がある。

性能はレベル的に把握する際に、地域、建築群、建築空間 (building space)、建築要素 (部位、building element)、構成材 (building component)、部材、材料(material) という順番でマクロからマイクロへ移る。

CIB のW31 (委員会名 : Master list of Properties) はマスターリストをもとにして性能リストを以下のように作っている。建築 (building)、部位 (building element)、構成材 (component)、材料(material)

Wright は性能の段階を図 1-8 のようにまとめた。この図から見ると、「性能の要求」は「何を」、「何故」、「どこで」、「誰のために」、「いつ」を具体的に説明するものである。「性能法規」、「性能基準」、「性能仕様」はより厳格に性能に対する要求を一般化して提出するものである。

⁷江口禎. 機能・性能・品質の概念上の相互関係. 建築雑誌 vol. 95, No. 1163, pp. 18-23, 日本建築学会, 1980. 4

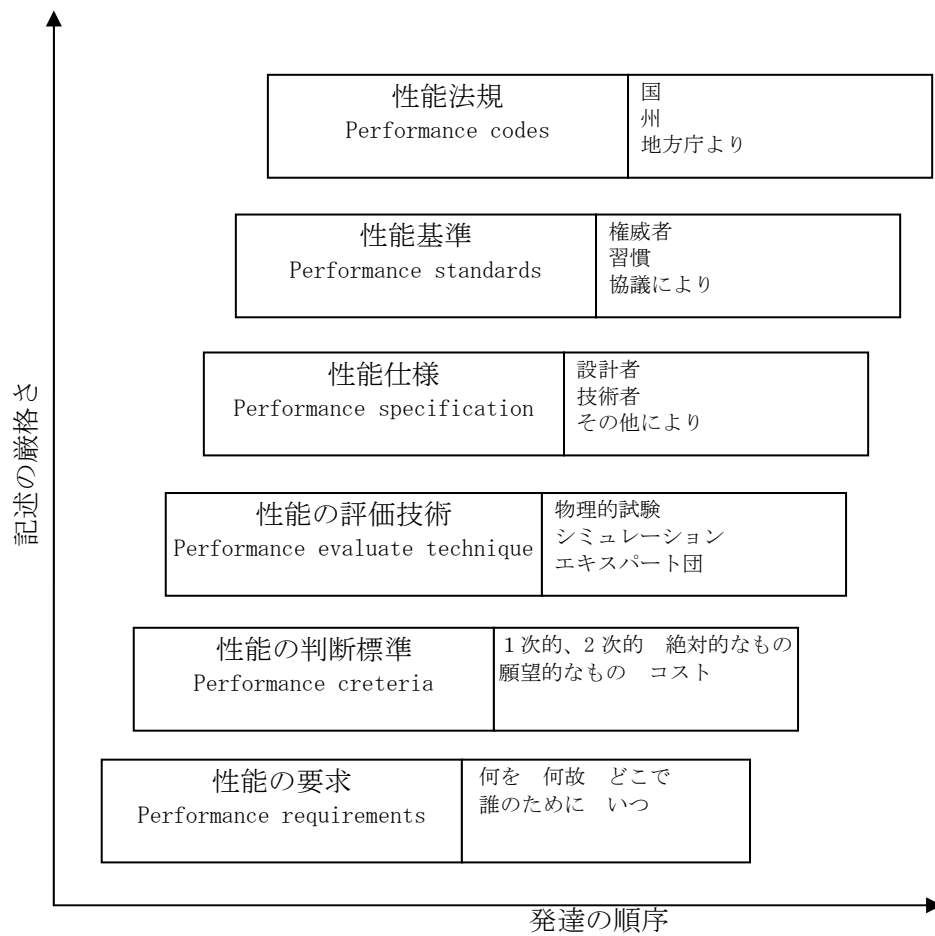


図 1-8 性能の段階 (Performance hierarchy)

出典 : Wright, J.R, Ideas about the Performance Concept, Build International
July/August, vol. 3, pp. 207-208, 1970

1.6.2 建築性能論

欧米では、1930年代から建築性能論の研究が始まった。1930年、英国建築研究所は要求性能に基づいて健康と安全を検討した。1946年、米国規格協会は建築性能委員会を発足、性能試験方法の整備に着手し始めた。1975年、CIB（International Council for Research and Innovation in Building and Construction、建築研究国際協議会：ヨーロッパの先進国の建築技術研究所を中心に1953年に設立された国際的な建築技術の研究機構）のW60（建築性能委員会）は「性能概念と用語」を刊行した。1976年、ノルディック建築規準委員会（NKB、北欧5カ国の建築規制当局で構成する機構）は表1-8に示すNKB 5レベルシステム（目的、機能、性能、検証方法、適合みなし仕様）を発表した。その後、表1-9に示すように欧米やオセアニアの国々は、建築規制を仕様規定から性能規定へ転換した。性能規定の特徴は、要求性能中心の記述である。利点は、目標とする性能が社会的にわかりやすいこと、性能を実現する手段や方法の選択は自由であることである。課題は性能評価が複雑さとなること、高度な技術が必要であること、技術者の責任が仕様規定より大きくなることが挙げられる。

日本では、1950年代、「建築学の発達によって、音、熱、光等の分野は、以前に比べて、かなり精度の高い性能が把握できるようになったし、力学的分野や火災の分野では、もっと実用的な方法で性能が行政の中に取り込まれている」⁸。このような背景で、新建材、新材料の登場に伴い、1957年から建築性能論の研究が始まった。例えば、早稲田大学の田村恭が「Building Elements の評価」⁹を建築雑誌に発表した。その内容では、英国建築学会の図書委員会（The Text and Reference Books Committee of R. I. B. A）が編纂した Building Element¹⁰という本のアイデアに啓発を受けて、建築単位（Building Element、建築要素）の区分、建築単位の具備すべき各基本事項（性能項目）の重視すべき程度を四つのランクで評価した。

表 1-8 NKB5 レベル

レベル 1	Goal	目標
レベル 2	Functional Requirement	機能的要求事項（定性的要件）
レベル 3	Operative Requirement	実際的要求事項（定量的要件）
レベル 4	Verification	検証方法
レベル 5	Example of Acceptable Solutions	適合みなし解の例

表 1-9 諸外国における建築規制の性能規定化

1985年	英国（新法の施行）
1992年	ニュージーランド（新法に基づく新基準の施行）
1996年	ノルウェー（改正技術規則の施行）
1997年	オーストラリア（性能化したモデルコードの発行）
2001年	米国（性能化したモデルコードの発行）
2005年	カナダ（性能化したモデルコードの発行）
2006年	スペイン（新技術基準の施行）

出典：http://www.mlit.go.jp/common/000162169.pdf

⁸内田祥哉. 住宅と性能. 建築雑誌 vol. 95, No. 1163, pp. 4-8, 日本建築学会, 1980. 4

⁹田村恭, Building Elements の評価, 建築雑誌 vol. 72, No. 845, pp. 9-16, 日本建築学会, 1957. 4

¹⁰Richard Llewelyn Davies & D. J. Petty. Building Elements. Architectural Press., London, 1956

表 1-10 性能規定と仕様規定の比較

	性能規定	仕様規定
特徴	要求する性能中心の記述	材料、形状、寸法等を具体的に記述
利点	社会的わかりやすさ 手段の選択の自由 代替性がある（多様な技術）	具体的 誰でもわかる 適合性審査がやさしい
課題	性能評価が煩雑 高度な技術が必要 技術者の責任増大	目的が不明 代替性がない 技術進歩への対応が不備

出典：芦田義則、性能規定化について、http://www.ejcm.or.jp/new_ronbun/jcmh/H/H1210seinou.htm

表 1-11 欧米における建築性能論史

1930 年	英：英国建築研究所（Building Research Establishment） 要求性能に基づいて健康と安全を検討
1946 年	米：米国規格協会（ASTM） 建築性能委員会を発足、性能試験方法の整備に着手
1965 年	建築研究国際協議会（CIB） W45（人間の要求委員会）発足
1972 年	RILEM-ASTM-CIB 性能シンポジウム開催
1975 年	CIB W60（建築性能委員会） 「性能概念と用語」刊行
1976 年	ノルディック建築規準委員会（NKB） NKB 5 レベルシステム（目的、機能、性能、検証方法、適合みなし仕様）発表
1980 年	ISO：建築性能に関する最初の規制制定 ISO6240-1980 Performance Standards in building- Contacts and presentation
1984 年	英：要求事項をまとめた建築法を導入
1991 年	英：建築性能法規体系の整備

注：東京大学建築材料計画講義の「建築の機能・性能・品質」部分の内容を参照した

1957 年、東京大学の内田祥哉が関わっている『軽量鉄骨建築構法研究委員会報告』に「建築性能」というテーマが扱われていた。1959 年に、内田が BE 論（部位別性能論）の研究発表を開始し、Building Element の定義¹¹と Building Element の性能の種類¹²を論じた。その中で、「性能論は、構法論と並ぶ BE 論の柱であり、BE を単位とした構法の「目的」を示すものである」¹²と指摘した。また、BE 論において抽象性とスケールの欠如¹³があると指摘された。モジュラーコーディネーションの概念とコスト・マネジメントを BE 論に総合することを契機として、内田祥哉は設計論としていた BE 論を生産論である構法計画論へ展開していた。BE 論の研究目標は構法のデータベース化から構法開発へ移行した。新構法の登場に伴い、生産の方法（工法）も変化があるので、内田研究室の原は『Building Element の基礎論』¹⁴の中で、構法の決定理論を設計理論と生産理論に分類していた。内田研究室の野城が指摘するするように、「BE 論は建築の各部位の機能を明確に記述し、将来日本の製造業のバイタリティが生み出していくであろう、製造物を建築に迎えるための準備であり、性能論はその条件を一般的、抽象的に規定するための道具であったと考えられる」¹⁵。

¹¹内田祥哉, 宇野英隆, 井口洋佑. Building Element の定義に就て. 日本建築学会研究報告 No. 48, pp. 81-84, 1959. 6

¹²内田祥哉, 宇野英隆, 井口洋佑. Building Element の性能の種類に就て, 日本建築学会研究報告 No. 48, pp. 85-88, 1959. 6

¹³戸田穰, 権藤智之, 平井ゆか. 建築構法学・構法計画学の成立・発展史の研究. 一オーラルヒストリーと文献史学による戦後住宅史 -, p204, 住研総研究論文集 No. 39, 2012

¹⁴原広司, Building Element の基礎論, 東京大学博士論文, 1965

¹⁵野城智也, システムとしての外壁構法論, p1, 東京大学博士論文, 1984

1950年代から1980年代には、性能の定量化やそれに基づく設計・生産目標の設定などを主な課題とした。たとえば、1957年の『軽量鉄骨建築構法研究委員会報告』、1964年の『軽量パネルの開発と部位別性能の標準化』、『プレファブ建築に関する建築材料、建築部材などの性能標準に関する研究』、『住宅性能標準設定に関する研究』が挙げられる。1973年以後は、多様な性能の中の最も適したものを選ぶための指標や情報のあり方、評価の方法なども、研究開発の大きなテーマとなった。たとえば、1973年建設省の『住宅性能総合評価システム』、1993年建設省の『防・耐火性能評価技術の開発』が挙げられる。

内田が言うように、現場作業への機械の導入やプレファブ化が急激に進んだ結果として、建物の組み立て方が根本的に考え直されるようになり、トータルなビルディングシステムとしてのトータルな性能での比較が必要になる¹⁶。性能問題が、部位別性能（切り取られた分析的なアプローチ）からトータルな性能（まとめられた総合的なアプローチ）へと展開する。深尾¹⁷や野城は生産論としての「サブシステム化」論を展開してきた。「サブシステム化」論では、建築の構成材などのモノを考察するだけではなく、構成材の相互関係などの抽象的な要素も含めて、「システム」がどのように「システムの目的」と結びつくかを考察した。

性能に関する法規について、2000年、日本は欧米の影響を受けて、建築基準法を改正し、「性能規定化」を実施した。従来の「仕様規定」は方法を規定しているために自由度がなくなるが、「性能規定」は要求を満たす方法を選定する自由度がある。住宅の品質確保の促進等に関する法律（住宅性能表示制度）は住宅に対する性能要求項目やグレーディングを提言した。

以上のように、日本における性能論は建築材料学、建築構法学（特に工業化住宅研究）の分野で展開してきたことを明らかにした。建築構法学の分野では、新建材による構法の多様化により、部位別性能論が展開した。その中では、ビルディングシステムの多様化により、「トータルな性能」に関する研究が展開された。モジュラーコーディネーションの概念とコスト・マネジメントをBE論に総合することを契機として、設計論であったBE論は、生産論である構法計画論へと展開していった。同時に、住宅産業側の影響を受け、住宅産業の技術開発を促進した。

¹⁶内田祥哉, 住宅と性能, 建築雑誌, vol. 95, No. 1163, pp. 4-8, 日本建築学会, 1980. 4

¹⁷深尾精一, 建築生産のサブシステム化に関する研究, 東京大学博士論文, 1976

表 1-12 日本における建築性能論史

1957 年	早稲田大学内田祥哉：「Building Elements の評価」を建築雑誌に発表
1957 年	日本軽量鉄骨建築協会：軽量鉄骨建築構法研究委員会報告
1959 年	東京大学内田祥哉：「Building Element」の研究発表開始
1960 年	建設省建築研究所：「材料設計の研究」に着手し、建築に要求される性能という概念導入し、要求性能を実現する手法を提案した
1962 年	東京大学内田祥哉：ビルディングエレメントに関する研究
1964 年	強化プラスチック協会：軽量パネルの開発と部位別性能の標準化
1964 年	プレファブ建築協会：プレファブ建築に関する建築材料、建築部材などの性能標準に関する研究
1966 年	建築雑誌「建築の性能」特集
1968 年	建築センターに建築性能委員会を発足
1970 年	白山和久：住宅性能標準設定に関する研究
1973 年	建設省：総プロ「住宅性能総合評価システム」
1980 年	建築雑誌「住宅と性能」特集
1993 年	建設省：総プロ「防・耐火性能評価技術の開発」
1998 年	建設省：総プロ「新建築構造体系の開発」
2000 年	建築基準法改正（性能規定化） 住宅の品質確保の促進等に関する法律（住宅性能表示制度）

注：表を作成する際、東京大学建築材料計画講義の「建築の機能・性能・品質」部分の内容を参照した

1.6.3 建築性能確保に影響を与える要因

前節は今までの建築性能論が論じた内容をまとめた。論じた内容の中では、性能の体系化、階層化、部位別性能、トータルな性能、性能の評価、性能規定と仕様規定の比較に関する内容が多いことがわかる。しかし、性能要求の提出者、実施者、承認者や性能要求設定から性能評価までのプロセスに対する研究は少なかった。そこで、本研究は建築性能確保に影響を与える要因を分析する。

建築性能確保に影響を与える要因は「どのような社会環境（生産システム）にあるか（Where）」、「建築性能は何か（What）」、「建築性能確保に関わる主体は誰か（Who）」、「建築性能はどのタイミングでどのように検討、検証されるか（How）」、「建築性能はどの程度確保されているか（How much）」が挙げられる。

「どのような社会環境であるか（Where）」

各国では、それぞれ異なる建築生産システム、契約関係、発注方式で建築生産活動を実施している。国の法規、商習慣等の要因によって、建築生産システムや契約関係、発注方式にはいくつかのバリエーションがある。そのような地域性は建築設計施工活動の背景として存在しているので、建築設計施工活動をする各技術主体の性能確保に関わる役割分担と責任範囲に影響を与える。

「建築性能は何か（What）」

性能という概念にはレベルがあり、最も厳格であるのは公的な性能要求である。たとえば、性能法規で要求する耐震性能、耐火性能、安全性能は建築性能確保に対する最低限の要求である。また、性能標準、標準性能仕様も公的な性格を帯びている。公的な性能要求以外には個別的な性能要求があり、それは性能仕様書、設計図面によって示される。

「建築性能確保に関わる主体は誰か(Who)」

性能要求設定から性能評価までのプロセスにおいて、各活動の実行者つまり各技術主体の役割、実力、各技術主体のコミュニケーションは、建築性能確保に重要な影響を与える。関連する各技術主体は業務実行者として、性能確保のために様々な意思決定プロセスに参加し、建築性能確保に影響を与える。建築設計プロセスに係る技術主体として、建築設計者、コンサルタント、総合請負業者、専門工事業者、監理者が挙げられる。それぞれの技術主体は専門知識・経験を持って、設計プロセスに関わる情報、意見を提供し、他の技術主体や設計プロセスの性能確保に影響を与える。

各技術主体にはそれぞれの立場がある。たとえば、CW 設計プロセスにおいて、意匠設計者は美学などの立場から、CW の形態や性能について立案や指示を行う(ありよう)。CW コンサルタントと CW メーカーは工学的な立場から検討・助言を行い、実現できるものへとアプローチする(やりよう)。従って、CW 設計プロセスは、専門知識を持っている各技術主体が、各自の立場から設計情報提供、問題検討、合意形成、検証確認を行う意思決定プロセスと言える。

建築設計プロセスにおいて、法制度、基準、社内の参考資料だけで設計内容が決められることはなく、技術主体が持っている専門知識・経験も建築性能確保に影響を与える。つまり、経験が高い技術主体と経験が浅い技術主体が定める設計内容の性能確保レベルには差があると考えられる。建築設計プロセスにおいては、技術主体内部や他の技術主体による照合がある。このような照合は設計内容が施主の要求、基準に合うかどうか、維持管理に問題があるかどうかなどの性能確保に関わる内容に対する検査行為である。照合する技術主体の立場、照合の内容、照合の時期は建築性能確保に大きな影響を与える。

「建築性能はどのタイミングでどのように検討、検証されるか(How)」

建物の設計プロセスで行われる性能確保のための意見交換、検討、検証などの行為はどのタイミングで、どのような形態で実施されるかにより建築性能確保に影響を与える。

「建築性能はどの程度確保されているか(How much)」

技術主体による性能要求提出から、評価・承認までの活動はどの程度に実施されているかを指す。

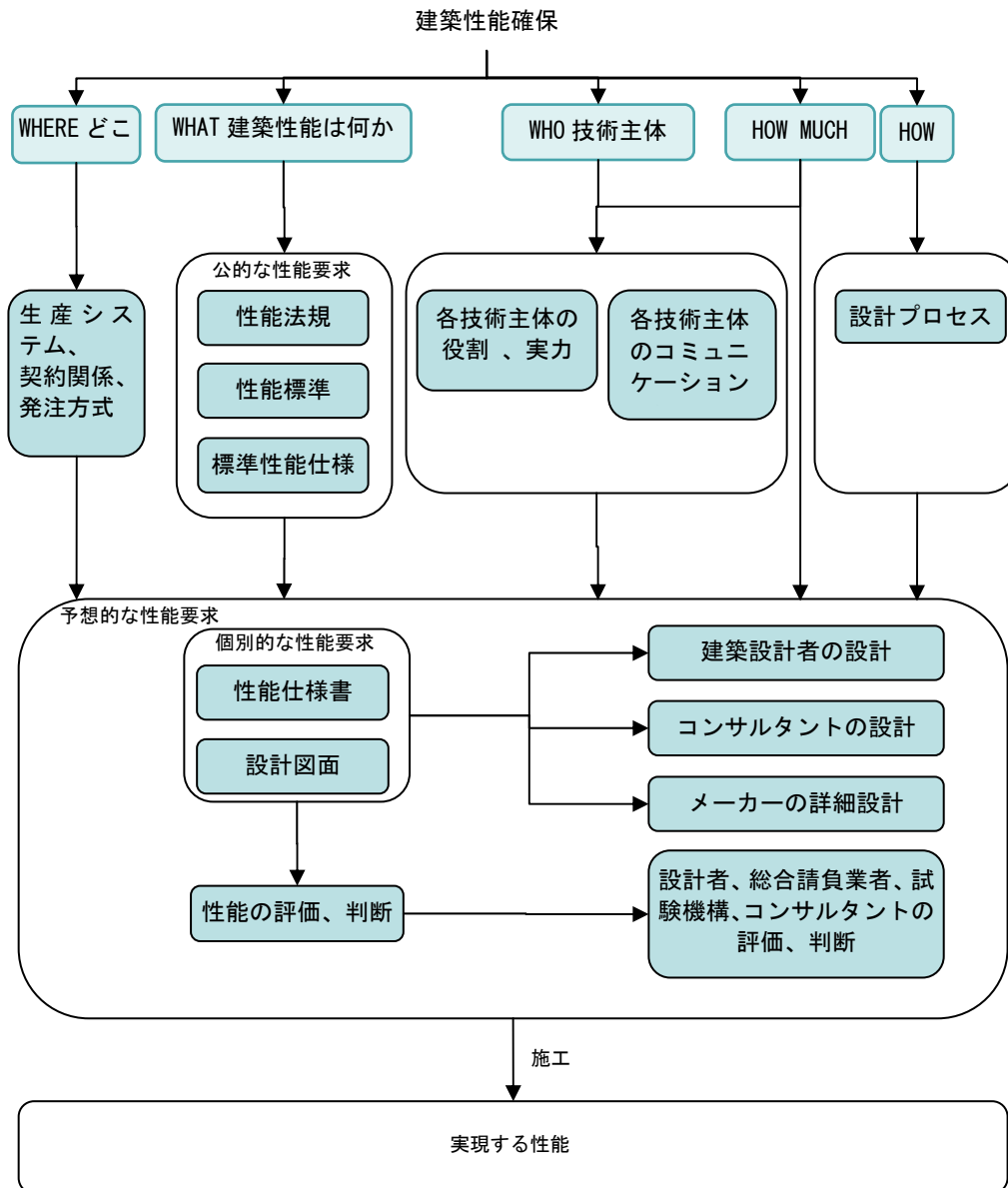


図 1-9 建築性能確保に影響を与える要因

1.6.4 超高層ビルの CW 設計プロセスの性能確保の流れ

建築性能確保をより具体的に分析するために、超高層ビルの CW 設計プロセスを一つの例として、詳細に述べる。

まず、生産システムの発注・契約方式は、CW 設計プロセスの各主体の性能確保に関わる役割や責任範囲をマクロレベルで限定する。その他、超高層ビルの CW 設計性能確保について重要なこととして、以下の五点が挙げられる。それぞれについて説明する。

- ①法規・基準・規格の整備
- ②CW 要求性能の設定
- ③建築意匠設計図と CW 詳細設計図及び仕様書の作成
- ④CW 性能の証明、説明、確認
- ⑤製作時、施工時の確認体制

1) 性能法規・基準・規格の整備

CW 性能法規・基準・規格は、国や学会をはじめとした公的な機関などが、CW 性能確保のために提出する公的な性能要求である。CW 性能法規は CW に対する最低限の性能要求を規定する。CW の基準・規格の中の項目は性能グレーディングを作って、設計者は施主の要求や建物の所在、設計経験により、適切な性能値を設定する。CW 性能法規・基準・規格は CW の性能設定のベースであるので、法規・基準・規格の項目の整備の程度、性能グレーディング、規定している最低限性能値の適当さはそれぞれの個別的な建物の性能設定に大きく影響を与える。そこで、性能確保の視点から、CW 性能法規・基準・規格の整備の程度に対する考察は必要である。

2) CW 要求性能の設定の性能確保

CW 要求性能は、設計者あるいは CW コンサルタントによって設定される。単に法規・基準・規格が規定する最低限の性能値を選定するだけではなく、敷地の気候条件や施主の要求、標準仕様などの設計資料、社内技術基準を参照した上で、個人に蓄積された経験により、CW の性能設定を行う。要求性能を設定する際に、性能を正しく設定しているか、最低限の設定に留めるかそれ以上の設定にするか、バランスのよい性能設定になっているか、漏れ項目があるか、コストを考慮しているかは性能の設定者の専門知識・経験によって異なり、CW 性能確保に影響を与える。そこで、CW 性能確保を分析する時、適切な CW 要求性能設定するために設計者が所有すべき設計資料と専門知識・経験に対する考察が必要である。

3) 設計段階の CW 性能確保

建築意匠設計図および仕様書を作成する際に、設計者はメーカーあるいはコンサルタントの協力を得て、性能と合致する意匠設計を行う。CW 性能確保を分析する際には、建築意匠設計図および仕様書の作成段階で検討される項目である、性能と意匠の合致程度やコストの検討を考察する必要がある。超高層ビルの CW 詳細設計段階で重

要なのは、デザインと性能を実現するための適切なカーテンウォール設計図と仕様書の作成(プロジェクトごとの計画)についての専門知識や経験と総合的な検討である。そこで、日中両国では、適切なカーテンウォール設計図と仕様書についての専門知識や経験を誰がどのように持っているか、総合的な検討を誰がどのように担保しているかを明らかにする。このために中国のCW 詳細設計段階での設計指針、各技術主体の専門知識や経験と確認体制を考察する必要がある。

4) CW 性能の検証、確認

CW 詳細設計後に、設計した図面の内容が CW 性能を確保できるかについての検証、確認がある。検証、確認を実施する技術主体の立場、専門知識や経験は CW 性能確保に影響を与える。そこで、CW 性能確保に着目し、設計図書に関する確認体制とその書類などはどのようになっているか、誰が専門知識や経験をどのように持っているかを考察する必要がある。

5) 製作時、施工時の確認体制

図面が CW 性能を確保した上で、製作時、施工時の確認も CW 性能確保に影響を与える。そこで、製作時、施工時の CW 性能確保のための確認体制、専門知識や経験を誰がどのように持っているかを考察する必要がある。

1.7 本論文に関連する既往研究及び本論文の位置づけ

カーテンウォールの設計・施工に関わる既往研究を把握するために、近年の建築大会論文集、学術梗概集、技術報告書、学位論文の中から本研究の研究対象と関連するものを選定した。本論文に関連する既往研究の概要は以下のようになる。

1.7.1 カーテンウォール産業に関する国際比較研究

英国 CTCW (Centre for window and cladding technology)¹⁸は国際比較の視点から英国、欧州、日本、米国のファサード産業を産業特徴と産業構造、教育とトレーニング、標準と品質管理の三つの面から纏め、各国の特徴を記述した。本論文では、グローバルな視点から CW に関わる契約関係や契約図書などを比較する際、この報告書に載った欧米の CW 産業の事情を参照した。

1.7.2 基準・性能規定化に関する研究

平石久廣¹⁹は性能規定化の経緯を説明する際、「性能規定化の基本的な枠組みを考えるにあたって当初モデルとして参考にしたのは、ニュージーランドで採用された階層式のシステムであった。概略的に記述すると、それらの階層は「目的」、「機能要求」、「性能要求」、「検証法」、「適合みなし仕様」から構成されている。性能規定化にあたってもっとも重視した課題は、これらの上位三つ目までをどのように記述するか、言い換えれば、要求性能をどのように記述するか、ということであった。」という内容を指摘した。

五條渉²⁰は、「性能規定ではグレーが残り、専門家判断は不可避である」と指摘した。

長井宏憲²¹は性能規定を導入した公的な規格を対象として、仕様規定から性能規定への変遷を概説する。性能規定導入後の標準仕様書（性能仕様書）への流れを検討する。また、性能規定型の材料設計の問題点と課題について検討した。

1.7.3 建築性能確保・品質確保に関する研究

名取発²²は建築の外壁及び開口部の詳細設計について、各種の情報伝達の実態を明らかにした上で、建築設計者による品質確保のための情報伝達のあり方を提案した。この研究は窓の詳細設計を中心に考察した。本論文では、国際比較を通じて、CW 設計プロセスを考察しようとしており、具体的な研究の対象と研究の視点が異なる。

李玥ら²³は中国の建築プロジェクトの品質確保について、プロジェクトマネジメントの観点から、品質確保に関する主体の法制度上課せられた役割や品質責任の分担関係を

¹⁸Centre for window and cladding technology, A comparative study of the façade industry in the UK, Europe, Japan and the USA, 1992

¹⁹平石久廣, 性能規定化にかかわって, 建築雑誌, 2004年1月号, p28

²⁰五條渉, 建築法制委員会連続シンポジウム, 2004年8月

²¹長井宏憲, 建築外壁材料の性能指向型選定手法に関する研究, 東京大学博士論文, 2005

²²名取発, 詳細設計における品質確保のための情報伝達に関する研究, 東京大学博士論文, 1998

²³李玥、古阪秀三、金多隆, 中国における建築プロジェクトの品質確保に関する研究：中国と日本における建築プロジェクトマネジメントの比較研究 その4, 日本建築学会計画系論文集 (622), pp.175-180, 2007-12-30

明らかにした。その結果を日本のプロジェクトにおける法制度、分担関係と比較した。この論文の論述「プロジェクト推進段階では設計者の品質確保の責任は極端に少ない。現場に常駐設計者が配置しても、品質管理活動は着工前段階に限定され、設計図書との照合が主な業務である。」「『建設工程監理制度』、『建設工程品質管理条例』など、中国は日本より品質確保に関する制度が整備されている。中国品質確保のレベルが低い状況から出発したために、法制度に依存したと言える。一方、日本の品質確保のレベルが高い状況の下で法整備が行われたため、具体的な法制度が希薄である。」「日本と中国はいずれも総合工事業者主導の品質管理である。中国の指導監督型工事監理に対して、日本では自主管理確認型の工事監理である。」「中国の指導監督型工事監理に対して、日本では、自主管理確認型工事監理であり、マネジメント業務と適合性確認業務の混同が生じている。そのため、設計者が同時に工事監理者となり、工事監理業務と併せて、不足設計業務を行う場合も少なからずある。」「日本の建設業では、総合工事業者の弱体化、工事監理の業務の曖昧さ、現場の技術者・技能者の不足などによって、建築物の品質が全体に低下傾向にあり、品質確保の問題がにわか表面化することになり、今後の推移が注目される。」は本研究の参考とする。また、この論文は「中国の建築プロジェクトの品質管理は総合工事業者主導型である。工事の実施段階で品質確保に関する業務の過半は総合工事業者が担当する。専門工事業者は工事实施の事実上の担当者であるが、品質確保の責任は総合工事業者が負う。」「中国では一式請負方式が建築プロジェクトの調達方式の基本である。日本では、設計施工一貫方式、設備工事等の分離発注、CM方式といった多様な発注方式が採用され、品質責任の分担も多様化したいる。」と指摘した。この論文において、責任分担の調査は鉄筋工事、型枠工事、コンクリート工事を調査対象とした。これは中国における超高層ビルCW工事の通常の実行関係と異なるので、本研究では、中国における超高層ビルプロジェクトのCW性能確保に関わる責任分担関係を調査する。

1.7.4 カーテンウォール技術に関する研究

清家剛²⁴は適応性の向上の観点から、PCa 化技術の受け手となる設計者及び施工者に関わる調査、PCa 化技術を提供する PCa 部材製造業者の属性と技術に関わる調査、PCa 化技術の属性の中で特殊な CW 技術に関わる調査を行い、新しい技術を開発する能力の乏しい中小規模の生産組織に対する工業化技術の適応性向上の評価項目を提案した。本論文では、性能確保の観点から日本と中国の CW 設計プロセスを考察しようとしており、具体的な研究の対象と研究の視点が異なる。

齋藤孝輔²⁵はガラスファサード技術の発展とエンジニアリング、事例概要、エンジニアリングを担う組織別にみる可能性、外周壁における環境調整機能の高度化、ガラスフ

²⁴清家剛, 建築用プレキャストコンクリート化技術の適応性の向上に関する基礎的研究, 東京大学博士論文, 1998

²⁵齋藤孝輔他, 日本におけるファサードエンジニアリング, 日本建築学会大会分冊講演梗概集. E-1, 2003, pp. 695-696, 2003-07-30

ファサードを持つ事務所建築におけるエンジニアリングの実態の五つの面から日本におけるファサードエンジニアリングを考察した。この論文は、カーテンウォールコンサルタントに関連する内容に注目したが、日本のカーテンウォール性能確保については触れていない。本論文では、国際比較を通じて、CW 設計プロセスの性能確保を考察しようとしており、具体的な研究の対象と研究の視点が異なる。

1.7.5 外壁設計プロセス、設計組織に関する研究

古屋正次²⁶は軒高 45 メートル以下の中高層建築物について、乾式外壁材の現状、中高層建築物の外壁構法の現状、設計プロセス調査の概要および結果、設計プロセスの分析、設計プロセスの今後のあり方を論じた。

小栗新²⁷ある 1 物件に関して、施工段階における意思決定や情報伝達のプロセス、打ち合わせ等の議事録をもとに明らかにしている。

1.7.6 建築生産システムに関する研究

池尚昱²⁸は日本と韓国における既存と将来的な発注方式をモデル化し、各主体間の関係、主体別業務と責任を比較分析し、各発注方式の位置づけをした。この論文の生産体制に対する分析方法は本研究で参考とする。

小栗新²⁹は日本の建築の特質、日本の建築組織内のコミュニケーション、国際化プロジェクトにおける建築生産組織のあり方を論述した。この論文はヨーロッパ、北米国、南アメリカ、アジア、オセアニアの 31 社の建設会社へのアンケート調査結果を分析し、日本における建築生産組織に特徴的な点を契約方式、施工者の選定、設計図書、情報提供でまとめた。これらの内容は本研究の参考となる。

朝原広樹ら³⁰は契約約款、コスト、生産体制について「曖昧さ」の所在を指摘し、それらがいかに機能しているかを考察した。不完全な分業体制は柔軟な生産を生み出す。また、契約書体系を整備することによって、柔軟な生産というメリットを残したまま日本型システムを変革することができるという結論を出した。

1.7.7 中国における建築の開口部に関する研究

名取発³¹は、ヒアリング調査及び視察を通じて、上海のサッシについて「法規・政策・基準類」、「製造・構法」、「設計・施工プロセス」、「集合住宅の事情」四つの面から、現状に対する分析を行い、問題点を整理し、解決策を考察した。この研究は集合住宅のサ

²⁶ 古屋正次, 中高層建築物の外壁設計プロセスに関する研究, 東京大学修士論文, 1991

²⁷ 小栗新ら, 施工段階における設計プロセスに関する研究, 第 5 回建築生産と管理技術シンポジウム, pp. 95-100, 1989

²⁸ 池尚昱, 建設プロジェクトにおける発注方式に関する研究, 東京大学博士論文, 1997

²⁹ 小栗新, 建築生産組織の日本の特質に関する研究, 東京大学修士論文, 1990

³⁰ 朝原広樹, 金多隆, 古阪秀三, 建築生産システムにおける「曖昧さ」の所在, 学術講演梗概集. F-1, 都市計画, 建築経済・住宅問題 2001, pp. 1095-1096, 2001-07-31

³¹ 名取発, 清家剛, 秋元孝之, 井上朝雄, 秋田典子, 呉東航, 中国上海におけるアルミサッシ構法に関する現状調査: 中国におけるサッシ・カーテンウォールに関する研究, 日本建築学会大会分冊講演梗概集. E-1, 2007, pp. 763 - 764, 2007-07-31

ッシを中心に議論した。本論文では、上海だけではなく、もっと広い範囲の中国の沿岸部の都市における CW の設計プロセスに対する研究である。研究対象と研究範囲は異なる。

松延晋³²は、中国上海ではここ数年、高層ビルからのガラスの落下事故が多発している原因を日本と対照して分析した。この論文の「日本の高層ビルで使用しない開閉窓が中国の高層ビルに使用されている。」、「中国の SSG 構法に対する認識は日本と異なっている。」、「日本で制限してきた強化ガラスの高所使用が中国では制限されていない。」という観点を、本論文では参照した。

馬啓元³³は、中国における SSG 構法 CW のシーリング材脱落によるガラスの落下事故の原因を事例で分析した。それはガラスとシーリング材の間の接着力の設計値の不足、経年によるシーリング材の劣化、間違った種類のシーリング材の採用、CW メーカーがガラスを調達する時にシーリング材と接着寸法に対する要求条件をガラスメーカーに提出しなかったなどが挙げられる。本論文では、このような観点を参照した。

顔朝輝³⁴は、マリオン CW 漏水、CW 可動部の漏水、ユニット CW の漏水、CW と躯体の取り合わせ部の漏水の事例に対する分析を行い、原因及び解決方を提出した。

以上既往研究の検討から、本論文の位置づけを明らかにした。

³²松延晋, ガラス・カーテンウォール禁じた上海、日本との違いは, <http://ameblo.jp/cad/entry-11160563302.html>, 2012年2月10日

³³馬啓元, 隠框幕墙中空玻璃脱胶坠落事故分析, www.alwindoor.com 2011年5月19日

³⁴顔朝輝, よくあるガラスカーテンウォール漏水の主な原因の分析及び解決方, (顔朝輝, 玻璃幕墙漏水主要原因分析及解決方), 门窗幕墙信息, pp. 31~42

第2章 CW 関連の基準類における性能要求

CW 関連の基準類は CW の性能設定の基礎であり、基準・公的な標準仕様書の項目、性能グレーディング、規定する最低限性能値が適当であるかは、各建物の性能設定に大きく影響を与える。

そこで、第2章では、日本と中国における CW の基準類を詳細に整理することにより、共通点と相違点を考察し、また、それらが生じた原因を明らかにする。まず、1節では、世界における日中の CW の基準の位置づけを概観した後、日本と中国の CW の基準を整理する。2節では、CW の基準・公的な標準仕様書における性能に関する項目を整理し、日中の性能項目の共通点と相違点、それを生じさせた原因について考察する。3節では、CW の基準に関する主要な性能要求の内容を詳細に整理する。以上、本章では CW に関連する基準について、性能に関わる要求を比較し分析する。

本章での調査方法は、両国において CW の性能を規定している法規・基準・規格をウェブや文献により調査し、加えて、日本の建築設計事務所 Ar6 社の CW 専門家、中国の CW コンサルタント会社 Co1 社の CW 専門家への2人にヒアリング調査により行った。

本研究において基準類とは、法規・基準・規格・公的な標準仕様書・指針を指している。本研究は、CW に着目していることから、CW に関する基準類の中の基準・公的な標準仕様書を主な調査対象とする。

2.1 CW 関連の基準類の概要

2.1.1 世界からみた日本と中国の CW の基準

まず、世界からみた日本と中国の CW の基準が、どのような位置付けであるかを明らかにするために、日本、中国に加え CW 関連の基準が存在する欧米諸国の基準について概要を、文献調査とヒアリング調査から把握した。

日本では、1967年公表された「CW 性能基準」が CW の性能に関する考え方を示している³⁵。これは、米国における CW の基準を参照し、性能基準の設定がなされている。次に、日本の基準と要求性能は、他国の水準と比較すると、どのような水準になっているのか考察すると、1992年に英国の CTCW (Centre for window and cladding technology)³⁶が建築部品に対する基準について、ドイツ、フランス、日本、米国間の比較を行い、これによるとドイツとフランスの要求は、日本、米国よりも高いことが示されている。

中国の CW の基準は、中国の国家標準³⁷によると、CW の基準を定める際、ドイツの CW の基準 DIN18516.1~5-1999、欧州の CW の基準 prEN13830-2000、prEN14091-2000、prEN13049-2000 と英国の CW の基準 BS EN 12600-2002、日本の CW の基準 JASS14-1996

³⁵清家剛, 建築用プレキャストコンクリート化技術の適応性の向上に関する基礎的研究, 東京大学博士論文, 1998, p156

³⁶ Centre for window and cladding technology, A comparative study of the façade industry in the UK, Europe, Japan and the USA, 1992, Part1, p26

³⁷ 『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』(2007年版)(編集:中国建築科学研究院、中国建築標準設計研究院 発行:中国建設部)

を参照したことが明記されている。

中国のCWの基準に関しては、他国との比較研究はみられないが、ヒアリング調査によると、欧州のCWの基準は最も厳しく、米国のCWの基準より要求内容が多いとのことであった。中国のCWの基準における構造安全性能の要求は、欧米諸国のCWの基準よりも高く設定されているが、CWの基準の中に、人によって異なる解釈がされる可能性がある部分が存在する。

以上より、世界における日本と中国のCWの基準の位置付けを明らかにした。日本のCWの基準は、主に米国の基準が参照されている。一方で、中国のCWの基準は、主に欧米と日本の基準が参照されていることが分かる。

2.1.2 CW 関連の基準類の概要

ここでは、日本と中国のCWの基準類の概要を整理する。まず、日本におけるCWに関する基準類と、各基準類における性能項目を表2-1に示した。この表に沿い、法規、規格、基準について説明していく。

表 2-1 日本における性能別カーテンウォールに関する基準類

法規・規格・基準 性能項目	建築基準法	日本工業規格基準法 (JIS)	カーテンウォール性能基準 2013 (JCMA)	工事標準仕様書 (JASS)	その他指針等
耐火性能	建築基準法施行令第107条(耐火時間) 建築基準法施行令第112条第10項目(準耐火構造) 建設省告示第1399号(耐火構造の構造方法)	—	○	JASS14 カーテンウォール工事	カーテンウォール耐火設計指針
耐風圧性能	建築基準法施行令第82条の4 平成12年建設省告示第1458号	JIS A 4706:2012 (サッシ) JIS A 1515(建具の耐風圧試験方法)	◎	JASS14 カーテンウォール工事	建築物荷重指針・同解説
耐震性能	—	—	◎	JASS14 カーテンウォール工事 JASS8 防水工事(シーリング材について)	非構造部材の耐震設計指針・同解説および耐震設計施工要領
耐温度差性能	—	—	○	JASS14 カーテンウォール工事	—
荷重の組み合わせを考慮した安全性	建築基準法施行令第8節	—	—	JASS14 カーテンウォール工事	—
水密性能	—	JIS A 4706 JIS A 1517(建具の水密性試験方法)	◎	JASS14 カーテンウォール工事	外壁接合部の水密設計および施工に関する技術指針・同解説
気密性能	—	JIS A 4706 JIS A 1516(建具の気密性試験方法)	◎	JASS14 カーテンウォール工事	—
遮音性能	—	JIS A 4706 JIS A 1416(実験室における建築部材の空気音遮断性能の測定方法)	◎	JASS14 カーテンウォール工事	—

法規・規格・基準 性能項目	建築基準法	日本工業規格基準法 (JIS)	カーテンウォール性能基準 2013 (JCMA)	工事標準仕様書 (JASS)	その他指針等
断熱性能・日射 遮蔽性能	—	JIS A 4706 JIS A 4710:2004 (建具の断熱性試験 方法)	◎	JASS14 カーテンウォール 工事	—

注：「◎」は性能グレードである

①法規

表 2-1 に整理したように、日本における CW の性能要求に関わる建築基準法律上の条項は、5 つ存在する。

耐火性能は、建築基準法施行令第 107 条に規定されている。この中で、建築物各部位の所要耐火時間の規定があるが、CW が該当する非耐力壁に対しては、延焼のおそれのある部分は 1 時間、それ以外は 30 分となっている。建設省告示第 1399 号は耐火構造の構造方法を定めている。

耐風圧性能は、建築基準法施行令第 82 条の 4 に規定されている。その中で、平成 12 年建設省告示第 1458 号により、想定する暴風時の風圧力の算定方法を規定している。

荷重の組み合わせを考慮した安全性は、建築基準法施行令第 8 節において規定している。

以上、安全に関わる性能要求に関連すると考えられる上記項目においては、建築基準法による法的強制力がある項目とあっており、その他 CW に関わる基準や標準仕様書に引用されている。

②規格

次に、表 2-1 の規格に関しては、日本工業規格 JIS が CW を含む建具に対する性能要求や性能試験の方法を規定している。

③基準

次に、表 2-1 における基準に着目する。『カーテンウォール性能基準 2013』は「定量化された性能の評価で結びつけるという基準の作成」を目指し、策定した CW の性能基準である。ここでは、性能基準、CW の構造設計手法、CW の耐火設計手法、性能試験の要領が記載されている。うち性能要求については、必須項目が 9 つ記載されている。耐風圧性能、耐震性能、水密性能、気密性能、遮音性能、断熱性能・日射遮蔽性能、耐火性能、耐久性能と耐温度差性能である。等級など定量的な表示がされているものは、耐風圧性能、耐震性能、水密性能、気密性能、遮音性能、断熱性能・日射遮蔽性能の 6 つである。

一方で、同基準において、個別に検討する性能は耐火性能、耐久性能と耐温度差性能である。耐火性能は、2000 年の建築基準法の性能規定化により、従来の仕様規定による耐火構造とする方法に加え、性能規定とされる耐火性能検証法が定められた。また、その検証方法の選定については、建築設計者に任される。耐久性能は、基準制定者は耐久性能の評価が難しく、基準を設けるのが容易ではないことが、同基準の解説に記述さ

れている。耐温度差性能は、構造の安全性、防水シールの破損による水密性や部材の歪みによる意匠性に影響を与えると、同基準の解説に記述されている。

性能基準と標準仕様書に関しては、表 2-1 に加え、表 2-2 に内容を整理し記した。『カーテンウォール性能基準 2013』は性能要求に関し定められた基準である。

④標準仕様書

表 2-2 に示すように、日本国内における公的な標準仕様書は二つある。『公共建築工事標準仕様書』は契約で使われ、そのカーテンウォール部分は、性能、材料、製作、施工に対する要求を規定している。『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』は教科書的な工事標準仕様書であり、総合的に「性能」、「材料」、「製作」、「施工」、「検査」などの内容を規定している。「検査」についての内容は JASS14 だけに含まれていることがわかる。

表 2-2 日本におけるカーテンウォールに関わる基準・標準仕様書

	基準・標準仕様書	内容
基準	『カーテンウォール性能基準 2013』（2013 年版） （社団法人 カーテンウォール防火・開口部協会）	共通事項、性能基準、カーテンウォール構造設計の考え方、 カーテンウォール耐火設計の考え方、性能試験要領
標準仕様書	『公共建築工事標準仕様書』（平成 22 年版） （国土交通省大臣官房庁営繕部）	基本要品質、性能、各種カーテンウォールの材料、形状及び 仕上げ、製作、取付け、養生
	『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』（2012 年版） （社団法人 日本建築学会）	総則、性能、材料、施工図書の作成、製作、施工、検査

日本では、上記で整理した法規、基準、規格、標準仕様書以外にも、カーテンウォールに関連する設計指針はいくつかある。それぞれの設計指針は、カーテンウォール性能確保に対する具体的な技術助言を提供しているものとなる。例えば、『カーテンウォール耐火設計指針』（（社）カーテンウォール・防火開口部協会 2003 年）、『建築物荷重指針・同解説』（日本建築学会 2004 年）、『非構造部材の耐震設計指針・同解説および耐震設計・施工要領』（日本建築学会 2003 年）、『外壁接合部の水密設計および施工に関する技術指針・同解説』（日本建築学会 2008 年）である。

次に、中国における CW に関する基準について説明していく。

中国における CW に関連する基準を表 2-3 に、内容別に整理し、更に性能別に表 2-3 に整理した。基準は大きく分類すると二種類、国家標準(National Standards) (GB)と業界標準(JGJ)に分けられる。中国の国家標準 GB は国の基準であり、日本の法令や JIS に相当する。うち、「GB」がついているものは強制力がある基準とあり、「GB/T」がついているものは推奨されている基準である。また、業界標準(JGJ)のうち、「JGJ」と記されるものは強制力がある建築工程技術規範、「JGJ/T」と記されるものは強制力がない推奨建築工程技術規範である。

表 2-3 中国におけるカーテンウォールに関する基準類

	基準・規格	カーテンウォールに関わる内容	
国家標準 (国の基準)	『GB50009-2012 建築構造荷載規範』(2012年版) (Load code for the design of building structures) (編集:中国住房と城郷建設部)	風圧荷重計算方法 荷重組み合わせの計算方法	
	『GB50011-2010 建築抗震設計規範』(2010年版) (Code for seismic design of buildings) (公表:中国住房と城郷建設部、中国国家品質監督檢驗檢疫総局)	非構造部材耐震設計の基本設計要求	
	『GB50016-2006 建築設計防火規範』(2006年版) (Code of Design on Building Fire Protection and Prevention) (編集:中国公安部。批准:中国建設部)	耐火性能基準	
	『GB50045-95 高層民用建築防火規範』(2005年版) (Code for fire protection design of tall buildings) (編集:中国公安部。批准:中国建設部)	耐火性能基準	
	『GB50176-93 民用建築熱工設計規範』(2005年版) (Thermal design code for civil building) (編集:中国建設部。批准:中国建設部)	気密性能、断熱性能・日射遮蔽性能	
	『GB50189-2005 公共建築節能設計標準』(2005年版) (Design standard for energy efficiency of public building) (公表:中国建設部、中国国家品質監督檢驗檢疫総局)	気密性能、断熱性能・日射遮蔽性能	
	『GB 50057-2010 建築物防雷設計規範』(2010年版) (Design code for protection of Structures against lightning) (編集:中国機械工業連合会 批准:中国建設部 発行:中国住房と城郷建設部、中国国家品質監督檢驗檢疫総局)	避雷対策	
	『GB 50210-2001 建築裝飾裝修工程品質檢查規範』 (2001年版) (Technical Code for Building Decoration and Fitment Engineering) (編集:中国建築科学研究院。発行:中国建設部)	検査項目	
	GB/T 推奨類	『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』(2007年版) (『Curtain Wall for building』) (編集:中国建築科学研究院、中国建築標準設計研究院 発行:中国建設部)	共通要求、各構法のカーテンウォール 専項要求、試験方法、検査規則、 標識、使用説明書、包装、運送、貯蔵
		『GB/T 15227-2007 建築カーテンウォール気密、水密、抗風圧性能 検測方法』(2007年版) (Test method of air permeability, watertightness, wind load resistance performance for curtain wall) (発行:中国国家品質監督檢驗檢疫総局、中国国家标准化管理委員会)	カーテンウォール気密性能、水密性能、 耐風圧性能の検査方法
業界標準 (業界の基準と規格)	JGJ 強制類	『JGJ102-2003、J280-2003 ガラスカーテンウォール工程技術規範』 (2003年版) (『Technical Code for Glass Curtain Wall Engineering』) (編集:中国建築科学研究院。批准:中国建設部)	材料、建築設計の要求、構造設計の 要求、製作、施工、工事検査と引き 渡す、メンテナンス
		『JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技術 規範』(2001年版) (『Technical Code for Metal and Stone Curtain Wall Engineering』) (編集:中国建築科学研究院。批准:中国建設部)	材料、性能と構法、構造設計、製作、 施工、工程検査と引き渡す、メンテ ナンス
	JGJ/T 推奨類	『JGJ134-2010 夏熱冬冷地区居住建築節能設計標準』(2010年 版) (Design standard for energy efficiency of residential buildings in hot summer and cold winter zone) (発行:中国住 房と城郷建設部)	気密性能、断熱性能・日射遮蔽性能
		『JGJ26-2010 厳寒と寒冷地区居住建築節能設計標準』(2010年版) (Design standard for energy efficiency of residential buildings in severe cold and cold zone) (発行:中国住房と城郷建設部)	気密性能、断熱性能・日射遮蔽性能
		『JGJ75-2012 夏熱冬暖地区居住建築節能設計標準』(2012年版) (Design standard for energy efficiency of residential buildings in hot summer warm winter zone) (発行:中国住房と城郷建設部)	気密性能、断熱性能・日射遮蔽性能
	JGJ/T 推奨類	『JGJ/T16-2008 民用建築電気設計規範』(2008年版) (Code for electrical design of civil buildings)	避雷対策
		『JGJ132/T-2009 居住建築節能検測標準』(2009年版) (Energy Efficiency Test Standard for Residential Buildings) (発行: 中国住房と城郷建設部)	気密性能、断熱性能・日射遮蔽性能
		『JGJ/T 139-2001 ガラスカーテンウォール工程品質検査標準』(2001 年版) (『Standard for testing of engineering quality of glass curtain wall』) (編集:国家建築工程品質安全監督檢驗センター 批准:中国建設 部)	材料の現場検査、防火検査、防雷検査、 接合部及び接合検査、組み立て 品質検査

まず、国家標準について説明していく。表 2-3 に示すように、強制力がある国家標準は 8 つある。『GB50009-2012 建築構造荷載規範』(2012 年版)、『GB50011-2010 建築抗震設計規範』(2010 年版)、『GB50016-2006 建築設計防火規範』(2006 年版)、『GB50045-95 高層民用建築防火規範』(2005 年版)、『GB50176-93 民用建築熱工設計規範』(2005 年版)、『GB50189-2005 公共建築節能設計標準』(2005 年版)、『GB 50210-2001 建築裝飾裝修工程品質検査規範』、『GB 50057-2010 建築物防雷設計規範』(2010 年版)である。

『GB50016-2006 建築設計防火規範』(2006 年版)、『GB50045-95 高層民用建築防火規範』(2005 年版)は、CW の耐火性能基準を定めたものである。『GB50057-2010 建築物防雷設計規範』(2010 年版)は、CW の避雷対策を、『GB50210-2001 建築裝飾裝修工程品質検査規範』(2001 年版)は CW の検査要求を規定するものである。

一方、CW に関わる推奨性国家標準は二つ、『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』(2007 年版)と『GB/T 15227-2007 建築カーテンウォール気密、水密、抗風圧性能検測方法』(2007 年版)が中国では存在している。前者は、CW の「性能」、「施工」、「検査」についての要求を規定し、後者は、CW の性能試験方法を規定している。

次に業界標準について説明していく。CW について、「JGJ」がつく強制力がある業界標準は 5 つある。『JGJ102-2003、J280-2003 ガラスカーテンウォール工程技術規範』(2003 年版)、『JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技術規範』(2001 年版)、『JGJ134-2010 夏熱冬冷地区居住建築節能設計標準』(2010 年版)、『JGJ26-2010 厳寒と寒冷地区居住建築節能設計標準』(2010 年版)、『JGJ75-2012 夏熱冬暖地区居住建築節能設計標準』(2012 年版)である。JGJ102 は、ガラス CW の材料、建築設計、構造設計、製作、施工、工程検査と引き取り、メンテナンスに対する要求を規定している。JGJ133 は、ガラス CW の材料、性能と構法、構造設計、製作、施工、工程検査と引き取り、メンテナンスに対する要求を規定している。JGJ134、JGJ26、JGJ75 は、居住建築の省エネ設計基準を規定している。

一方、「JGJ/T」がつく推奨されている業界標準は、『JGJ/T 139-2001 ガラスカーテンウォール工程品質検査標準』(2001 年版)、『JGJ/T16-2008 民用建築電気設計規範』(2008 年版)、『JGJ132/T-2009 居住建築節能検測標準』(2009 年版)である。JGJ/T 139 は、ガラスカーテンウォールの材料現場検査、防火検査、防雷検査、接合部及び接合検査、組み立て品質検査に対する要求を規定している。JGJ/T16 は、CW の避雷対策を規定している。JGJ132/T は、居住建築の断熱性能、日射遮蔽性能の検測方法を規定している。

2.1.3 CW の基準類の関連性

前項においては、CW の基準の概要を整理した。基準や公的な標準仕様書においては、CW に関わる主な規定が記されていた。本項では日中の CW に関する基準や公的な標準仕様書について、規定されている内容を考察して、両国間の基準の関連性を明らかにする。

両国の基準や公的な仕様書の内容を調べて、対照できる部分が存在する場合、その基

準の間に線で結ぶ。上記、手法により日本と中国のCWに係わる基準・標準仕様書の関連性を図 2-1 に示す。

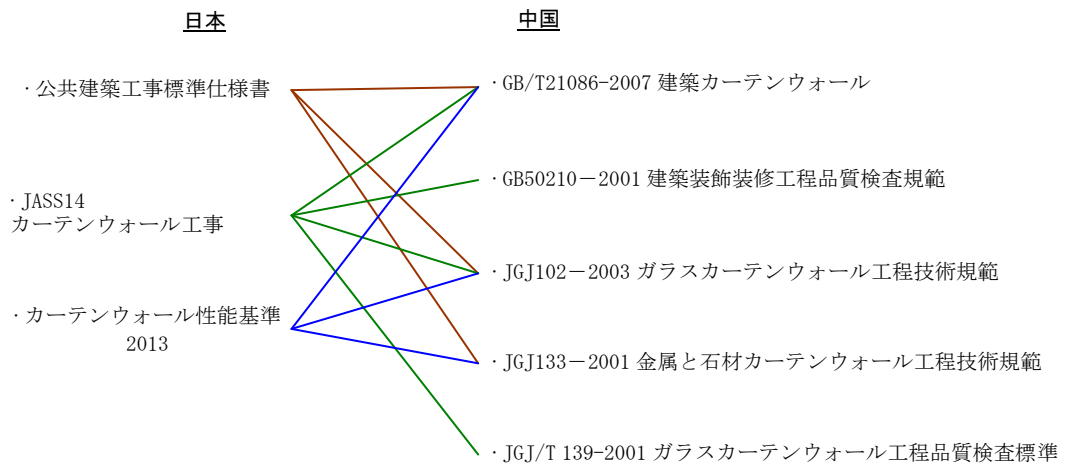


図 2-1 日本と中国のCWに係わる基準・標準仕様書の関連性

まず、日本の『公共建築工事標準仕様書』（平成 22 年版）はカーテンウォール工事の材料、形状および仕上げ、製作、施工についての内容を規定している仕様書である。中国の『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』（2007 年版）、『JGJ102-2003 ガラスカーテンウォール工程技術規範』（2003 年版）、『JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技術規範』（2001 年版）の内容に対応していることが分かる。

次に、日本の『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』（2012 年版）は性能、材料、施工図書の作成、製作、施工、検査についての内容を規定している。中国の『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』（2007 年版）、『GB 50210-2001 建築裝飾裝修工程品質検査規範』（2001 年版）、『JGJ102-2003 ガラスカーテンウォール工程技術規範』（2003 年版）、『JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技術規範』（2001 年版）、『JGJ/T 139-2001 ガラスカーテンウォール工程品質検査標準』（2001 年版）の内容に対応するといえる。

日本の『カーテンウォール性能基準 2013』（2013 年版）は性能、構造設計、試験についての内容を規定している。中国の『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』（2007 年版）、『JGJ102-2003 ガラスカーテンウォール工程技術規範』（2003 年版）、『JGJ133-2001（2001 年版）、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技術規範』（2001 年版）の内容に対応していることが分かる。

また、各基準の主要内容から見ると、日本のCWに関連する要求は、主に『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』（2012 年版）に規定されているが、中国の場合は「性能要求」、「施工要求」、「工事検査要求」とテーマ別に分冊して規定されている傾向がある。日本の大手建築設計事務所の中国支社における建築設計者へのヒアリング調査によると、その原因は法規が頻繁に変わるため、部分的な修正を簡便化するためであるとのことであった。

2.1.4 CWの基準類の章立て

次に、本項では日中におけるCWに関連する基準を規定している資料の主な構成要素を比較することにより、両国の基準で規定されている要素の共通点と相違点を明らかにすることを目的とする。日中のCWに関する基準を規定している資料の主な構成要素を表2-4に示す。

表 2-4 日中カーテンウォールに関わる基準類の章立て比較

国	基準類	性能	材料	形状および仕上げ	施工図書の作成	建築設計	構造設計	製作	施工	検査	試験	サイン、使用説明	包装、運輸、保管	保養・補修
日 本	公共標仕	▼	○	○				○	○					
	JASS14	○	○		○			○	○	○				
	協会性能	○					○				○			
中 国	GBCW	○	○	○ (外観品質)				○ (取り付け品質要求)		○	○	○	○	
	GB50210									○				
	JGJ102	○ (建築設計)	○			○	○	○	○	○				○
	JGJ133	○	○				○	○	○	○				○
	JGJ139									○				

注：公共標仕：『公共建築工事標準仕様書』平成22年版、JASS14：『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』2012年版、協会性能：『カーテンウォール性能基準 2013』2003年版、GB CW：『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』2007年版、GB50210：『GB 50210-2001 建築裝飾裝修工程品質検査規範』2001年版、JGJ102：『JGJ102-2003 ガラスカーテンウォール工程技術規範』2003年版、JGJ133：『JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技術規範』2001年版、JGJ139：『JGJ/T 139-2001 ガラスカーテンウォール工程品質検査標準』2001年版
「▼」は他の基準の値を引用する。

日中の基準を規定している資料の構成要素を比較すると、共通している要素は、性能基準、材料、形状および仕上げ（外観品質）、構造設計、施工、検査、試験であることがわかる。

異なる点にみてもみると、日本の基準にある「施工図書の作成」という要素が、中国の資料にはないことがわかる。独立した要素としての記述はなされていないが、中国の基準『JGJ102-2003 ガラスカーテンウォール工程技術規範』の「施工」の章において、日本の施工計画書に相当する「施工組織設計」が要求されているほか、「検査」の章における「性能検証書類」の要求が明文化されている。他方、日本の場合、「施工図書の作成」の章に内容、種類、設定性能確認書等の作成、性能検証書類、機構説明書類、施工図等の作成の要求が規定されている。

次に、両国の異なる点として基準の有無について考察すると、中国の基準にはあるが、日本の基準にはない内容として、建築設計、サイン、使用説明、包装、運輸、保管、保養・補修である。例えば、中国の基準の「保養・補修」という章に『CW使用管理説明書』の内容、検査・修理・清潔の注意点、建物竣工後CWに対する全面検査の期日を規定している。しかし、日本の基準において、類似した内容の記載はない。

他方、中国の基準では「建築設計」という章に「一般規定」、「性能と検測要求」、「構法要求」、「安全規定」の内容を記述しているが、日本の基準では「性能」、「試験」という単独の章に記載されている。「サイン」、「使用説明」、「包装」、「運輸」、「保管」につ

いての内容は日本の基準の章立てにはないが、「製作」という章に含まれている。

以上のように、日中におけるCWの基準の章立てから、基準が示す分野について整理し比較した。両国の基準の主な構成要素として多少異なる部分があるものの、主要部分については双方とも章として存在している。また、章として構成されていない場合でも、同様の内容が他の章に組み込まれていることがあるといえる。

しかし、両国の比較において、主な相違点は、日本の基準に記載されている「施工図書の作成」は、中国の基準においては詳細な規定がないことがあげられる。

2.2 CWの基準類における性能項目の比較分析

日本と中国におけるCWの性能に関わる主な法規・基準・公的な標準仕様書において、性能項目を如何に設定しているか、実態を明らかにするために、両国の法規・基準・公的な標準仕様書の項目を表2-5にまとめた。以下、これについて記述する。

表2-5 日中カーテンウォールに関する基準の性能項目設定に関する比較

国	基準名	性能																						
		必須の性能項目												その他										
		耐風圧性能	耐震性能	水密性能	気密性能	耐火性能	耐温度差性能	遮音性能	断熱・日射遮蔽性能	耐久耐用性能	結露防止	常時構造安全性(荷重支持性能)	荷重組合せを慮た安全性	耐衝突性能	光学性能(光透過性能)	摩擦音の防止	風切り音対策	避雷対策	ゴンドラ・エレベーターの組み込み	光・電波の反射防止	積雪・落雪対策	排煙設備の設置	非常用進入口の設置	
日本	建築基準法施行令・建設省告示	●				●						●	●											
	公共建築工事標準仕様書	●	●	●	●	●	●	●	●															
	建築工事標準仕様書	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	
	JASS14 カーテンウォール工事	■	■	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■	■	■	■	■	
	等級表示	●	●	●			●	●																
	基準値表示	◆	◆				◆	◆			●													
	性能確認方法表示	▲	▲	●	●		▲	▲																
中国	CW性能基準 2013	●	●	●	●	●	●	●	●															
	等級表示	●	●	●	●		●																	
	GB50016 建築設計防火規範					●																●	●	
	GB50045 高層民用建築防火規範					●																	●	●
	GB50009 建築構造荷重規範	●									●	●												
	GB50057 建築物防雷設計規範																●							
	GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール	●	●	●	●	●		●	●		●		●	●			●							
	等級表示	●	●	●	●			●	●				●	●										
	基準値表示	◆	◆	◆	◆			◆	◆		◆		◆	◆										
	性能確認方法表示	□	□	□	□			□			▲													
GB/T 18091 ガラスカーテンウォール光学性能														●	◆	▼								
GB50210-2001																								
JGJ102-2003 ガラスCW工程技術規範	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●		●											
JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材CW工程技術規範	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼																
JGJ139/T-2001	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●									●			

注：公共建築工事標準仕様書：国土交通省、『公共建築工事標準仕様書』平成22年版、JASS14：日本建築学会、『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』2012年版、CW性能基準2013：カーテンウォール防火・開口部協会、『カーテンウォール性能基準2013』2013年版、GB50016：『GB50016-2006 建築設計防火規範』2006年版、GB50045：『GB50045-95 高層民用建築防火規範』2005年版、GB50057：『GB 50057-2010 建築物防雷設計規範』2010年版、GB/T CW：『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』2007年版、GB50210：『GB 50210-2001 建築裝飾裝修工程品質検査規範』2001年版、GB/T 18091：『GB/T 18091-2000 ガラスカーテンウォール光学性能』2000年版、JGJ102：『JGJ102-2003 ガラスカーテンウォール工程技術規範』2003年版、JGJ133：『JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技術規範』2001年版、JGJ139/T：『JGJ/T 139-2001 ガラスカーテンウォール工程品質検査標準』2001年版

「●」は性能項目の記載が存在することを示す。「■」は「性能要求は特記による」ということを示す。「▲」は「性能値は計算による」ということを示す。「□」は、性能確認を試験で行う項目。「□」は性能確認を特記に記入すれば、試験を行う。「▼」は他の基準の値を引用する。「◆」は具体的な性能基準値の提示がある。「●」は基準の「性能」部分がないが、基準の他の部分に存在する。(たとえば、「防火設計」、「構造設計」部分)

2.2.1 法的な最低限の性能項目およびそれ以上の性能項目

日本の法規である建築基準法では、耐火性能、耐風圧性能、常時の構造安全性能、荷重の組み合わせを考慮した安全性を定めており、法律として規定されているものは、これら安全に関わる最低限の性能要求であると言える。それ以外の性能要求は JCMA 協会性能基準 2013 と JASS14 によって、補完的に定められている。

一方で、表 2-5 の下部に示したように、中国では、耐風圧性能、耐震性能、耐火性能、常時の構造安全性能、荷重の組み合わせを考慮した安全性能、断熱性能、気密性能、断熱性能・日射遮蔽性能、避雷についての要求は、強制力のある国家標準 (GB) により定められている。具体的に、『GB50016 建築設計防火規範』、『GB50045 高層民用建築防火規範』で、耐火性能を規定している。『GB50009 建築構造荷重規範』で、耐風圧性能、耐震性能、常時の構造安全性能、荷重の組み合わせを考慮した安全性能性能を規定している。それ以外の性能要求は、推奨的な性能を示している国家標準 (GB/T) や業界標準 (JGJ) によって規定されている。例えば、『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』では、「耐風圧性能」、「耐震性能」、「水密性能」、「気密性能」、「耐火性能」、「遮音性能」、「断熱性能・日射遮蔽性能」、「常時の構造安全性能」、「耐衝突性能」、「光学性能」、「風切音対策」について規定している。

2.2.2 CW 基準類における性能項目の共通点と相違点

日本と中国の性能項目について、必須項目から共通点と相違点を述べていく。

まず、表 2-5 に示すように、日本の CW の性能基準で、必須項目は 9 つ存在する。「耐風圧性能」、「耐震性能」、「水密性能」、「気密性能」、「遮音性能」、「断熱性能・日射遮蔽性能」、「耐火性能」、「耐温度差性能」、「耐久耐用性能」である。また、必須項目以外にも、「結露防止」、「常時の構造安全性能 (荷重支持性能)」、「荷重の組み合わせを考慮した安全性」、「摩擦音の防止」、「風切り音対策」、「避雷対策」、「ゴンドラガイドレールの組込み」、「光・電波の反射防止」、「積雪・落雪対策」、「排煙設備の設置」、「非常用進入口の設置」という性能について要求項目があることがわかる。また、JCMA による『カーテンウォール性能基準 2013』では必須項目として耐風圧性能、耐震性能、水密性能、気密性能、遮音性能、断熱性能・日射遮蔽性能に対する要求を等級で表示しているが、耐火性能、耐温度差性能、耐久耐用性能は個別に検討する性能であり、等級による性能要求は求められていない。更に、公共標仕と JASS14 は、性能値設定に設計者の判断が必要である場合には、「特記による」と表示している。

一方で、表 2-5 の下部に示すように中国における CW の性能基準は、必須項目として 11 個存在する。必須項目としては、「耐風圧性能」、「耐震性能」、「水密性能」、「気密性能」、「遮音性能」、「断熱性能・日射遮蔽性能」、「耐火性能」、「荷重支持性能」、「耐衝突性能」、「光学性能」、「避雷」である。

以上のように、多数の重要度が高い安全性能、室内環境の維持調整に関わる性能項目は両国の基準・公的な標準仕様書に記載されていることが確認された。日本と中国の性

性能項目を比較すると、日本の基準には「耐衝突性能」、「光学性能」が含まれていない。日本では記載があるが、中国では含まれない項目としては「耐温度差性能」、「耐久耐用性能」、「荷重の組み合わせを考慮した安全性」、「結露防止対策」、「摩擦音防止対策」、「風切り音対策」、「ゴンドラガイドレールの組込み」、「光・電波の反射防止」、「積雪・落雪対策」、排煙設備の設置、「非常用進入口の設置」がある。うち、日本における CW の性能基準における必須項目は「耐温度差性能」と「耐久耐用性能」である。

中国における CW の基準・公的な標準仕様書では、性能基準値や性能等級を表示しているが、性能確認方法が明示されていない。一方で、日本における CW の基準の中で、存在しない項目は「耐衝突性能」、「光学性能」である。

2.2.3 共通点と相違点が生じる原因の考察

前項では、日中の CW の基準・公的な標準仕様書の性能項目の共通点と相違点を明らかにしたが、本項では、これらを引き起こす原因及び CW の性能確保に与える影響について考察する。

①日本と中国における CW の基準における項目の比較から、両国の相違点が確認された。具体的には、中国の CW の基準には、日本にはみられない「耐衝突性能」の項目が存在している点があげられる。このような基準内の項目の相違点は、国として基準を制定する際に、参照とした基準が影響を与えていると推測される。日本の基準は、米国の基準を参照しており、中国の基準は、ドイツなど欧州の基準を参照している。「耐衝突性能」の項目についてみると、ドイツなどの欧州の基準においてその項目が確認されるものの、米国の基準において、その項目は確認できない。以上より、米国における CW の基準と欧州における CW の基準の相違点が、日本と中国における CW の基準の相違点に影響を与えた可能性は、十分にあると考えられる。

②法制度及び国による強制力のある基準の影響に関して、そもそも両国の法制度や強制力をもつ国家基準と CW の基準の関係性には相違点がある。日本では、法制度において記載する性能項目を CW の基準にも載せているのに対し、中国では、国による強制基準に記載する性能項目は、遵守の必要性が認識されていると考えられ、CW の基準に重複した記載はなされていない。これは両国における CW の基準の性能項目に相違を引き起こす要因となっていると考えられ、具体的な例を挙げると、日本の消防法、建築基準法施行令と中国の強制性防火規範(基準に当たる)は消防関連の性能を規定しているのに対し、日本の建築基準法と中国の強制性構造荷重規範(基準に当たる)は構造安全性能を規定している。日本における CW の基準には性能項目が記載されるが、中国における CW の基準においては全面的に規定していない。従って、両国の基準において性能項目に差異はあるが、性能確保の観点から考えると、CW の基準の記載がないことが性能を下げることには直結しないと考えられる。

③基準の運用の影響に関して、CW の基準の位置付けの相違によって、両国における CW の基準の性能項目が異なる。具体的に、日本では、「耐衝突性能」、「光学性能」はガラスメーカーの検討範囲であり CW の基準には記載はないが、大手ガラスメーカーのカタログに載せられている。一方で、中国では、これらは CW メーカーの検討範囲であり、CW の基準に載せられている。また、基準制定者が「性能」部分に入るべき項目に対する判断には、両国で違いがある。「常時の構造安全性能」、「荷重の組み合わせを考慮した安全性」、「耐温度差性能」は、日本の基準の「性能」部分に規定されているが、中国の基準では「安全規定」や「構造設計」部分に規定されている。「結露防止対策」、「摩擦音防止対策」、「風切り音対策」、「ゴンドラガイドレールの組込み」、「光・電波の反射防止」、「積雪・落雪対策」は、日本の基準の「性能」に規定されているが、中国の基準には規定されていない。但し、中国における CW メーカー設計要領には、CW の基準に載せられていない性能項目(結露防止)の記述があり、摩擦音防止対策、耐温度差性能、耐久性については、CW 詳細設計時に CW メーカーが検討するため、項目の相違が CW 性能確保に直接的に影響を及ぼすとは言い切れない。

以上のように、日本と中国における CW の基準においては性能項目に相違点がある。これは基準の制定時、参照とした基準に相違点である場合と、両国の基準運用制度の在り方に違いがあるからであると言える。本項の分析から、中国における CW の基準に記載されていない項目について、国の上位基準である国家基準において記載がある場合もあり CW の基準に明記することが、必ずしも基準の改善点であるとはいえないことが分かる。法律や基準が性能に与える影響を、考察する際、CW の基準・公的な標準仕様書に特化せず、国の法制度や強制力を持つ基準を包括的に比較する必要性があることが指摘できる。

2.3 CW の基準における主要な性能要求内容

前節では、日本と中国における CW の基準について性能項目の有無を比較した。基準は、建物のカーテンウォール性能設定時に、設計者が参照し、性能等級に対する選択をする。また、性能確認方法についても設計者の判断によって定められる。このことから、適切な性能設定となるかは、設計者の判断に左右されると言える。

従い本節では、日本と中国の CW の基準において要求される性能の内容について、耐火性能、耐風圧性能、耐震性能、水密性能、気密性能、断熱性能の項目を詳細に比較していく。

2.3.1 耐火性能

まず、日本と中国における CW の基準である耐火性能に着目し、耐火時間、準耐火構造の設置、火災防火層、室内防火区画の取り合いの観点から詳細に比較をしていく。

耐火時間

耐火時間について、日本と中国の基準の比較を表 2-6 に示す。

表 2-6 耐火時間についての比較

	日本	中国
耐火時間	延焼のおそれのある部分は 1 時間、延焼のおそれのある部分以外は 30 分 上階延焼は 60 分または 120 分 (出典：建築基準法施行令第 107 条 2005 年版) 耐火材の耐火時間(延焼の恐れのある部分 1 時間 それ以外 30 分) 耐火材間ジョイント-延焼の恐れのある部分 1 時間の遮炎性能。 CW の支持金物(ファスナー、ブラケット) - 延焼の恐れのある部分 1 時間の耐火性能 それ以外 30 分 (出典：『カーテンウォール性能基準 2013』 2003 年版)	非耐力壁の耐火等級： 一級 1 時間 (不燃材料) 二級 1 時間 (不燃材料) 三級 0.5 時間 (不燃材料) 四級 なし(燃焼体) (出典：『GB50016-2006 建築設計防火規範』 2006 年版 p27 第 5.1.1 項)

日本と中国の基準値に大きな差異はみられないものの、細かな部分では異なる箇所がある。日本と中国の基準で異なる箇所をみると、日本の基準では、延焼のおそれのある部分とそれ以外、上階延焼と外部延焼を分けて、耐火時間の基準値を規定している。その中で、延焼のおそれのある部分の耐火時間の基準値は、中国の一般的な耐火時間の基準値よりも短い時間となっている。他方、上階延焼の耐火時間の基準値は、中国の一般的な耐火時間基準値より長い時間となっている。以上より、両基準に大きな差はないものの、日本の基準は、部位別、部品別に CW の耐火性能を規定しており、中国における耐火性能の規定より詳細な項目を設けていることが特徴であると言える。

日本の『カーテンウォール耐火設計指針』((社)カーテンウォール・防火開口部協会 2003 年)では、耐火材の支持方法、耐火材、耐火材間ジョイント、CW の支持金物の耐火性能の基準値について、延焼のおそれのある部分とそれ以外の部分に分けて、詳細な技術的な助言がある。中国の基準や設計指針では、そのような詳細な記述はなされていないことから、中国における CW の性能基準は、CW の中の耐火材間ジョイント、支持金物の耐火時間について部品別に詳細に記述することが望まれる。

準耐火構造の設置

次に、日中の基準における準耐火構造の設置についての比較を表 2-7 に示す。

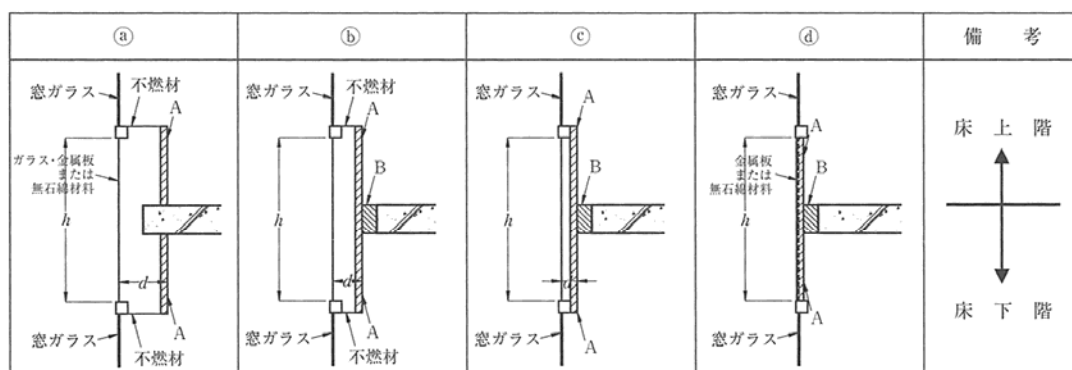
表 2-7 準耐火構造の設置についての比較

	日本	中国
準耐火構造	床もしくは室内の防火区画壁に接する部分を含み、90cm 以上をこの準耐火構造としなければならないと規定されている。また、第 10 項のただし書きには、「外壁面から 50cm 以上突き出した準耐火構造のひさし、床・袖壁その他に類するもので、防火上有効に遮られる場合はこの限りではないとされている。 (出典：建築基準法施行令第 112 条 第 10 項 2005 年版)	全面ガラス CW の場合、毎階耐火時間 1 時間以上、高さ 80cm 以上の「防火層」としなければならない。 『GB50045-95 高層民用建築防火規範』(2005 年版) 第 3.0.8.2 項、 『JGJ/T 139-2001 ガラスカーテンウォール工程品質検査標準』 p16)

上記基準を比較すると、日本基準の準耐火構造の高さ寸法は 900 mm で、中国より 100 mm 高い。また、設置方法は二つ挙げられている。以上より、日本は中国より準耐火構造の寸法要求は厳しいが、設置方法を選択する自由度が設けられている。

火炎防止層

火炎防止層は、ガラスのCWが金物で躯体に取り付けられた際、生じる隙間を適切な不燃材料で完全にふさぎ、その隙間部分から内部延焼を防止するために設けられるものである（図 2-2）。日中の基準における火炎防止層について、耐火性能基準、層間ふさぎ、スパンドレル部分の処理について比較した。その結果を表 2-8 に示す。



【注】： 火炎防止層 部位 A および部位 B h ：火炎防止層高さ □：無目
 ①③の外壁材料は②と同じ d は40cm未満である

図 2-2 火炎防止層のイメージ図

注：部位 A および部位 B は火炎防止層

出典：『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』（2012 年版）（社団法人日本建築学会）p40

表 2-8 火炎防止層についての比較

		日本	中国
火炎防止層	耐火性能基準	加熱時間： 外部延焼—延焼のおそれのある部分は 60 分、延焼のおそれのある部分以外分は 30 分 上階延焼あるいは下階延焼—60 分または 120 分 加熱温度：ISO 834 耐火標準加熱曲線に基づく加熱温度 裏面温度：試験体裏面の温度上昇 平均 140K 以下 最高 180K 以下 （出典：JASS14 2012 年版 p41）	全面ガラス CW の場合、毎階耐火時間 1 時間以上、高さ 80cm 以上の「防火層」としなければならない。 （出典：『GB50045-95 高層民用建築防火規範』2005 年版、第 3.0.8.2 項）
	層間ふさぎ	通常床の延長として考え、床端部に取り付けられた鋼板等の曲げものの上にモルタル、ロックウールなどを詰める。技術的助言では具体的に、厚さ 1.6mm 以上の鋼板の上に厚さ 50mm 以上のモルタル、コンクリート又はロックウールで覆ったものとしている。 （出典：JASS14 2012 年版 p41）	CW と床や室内間仕切り壁の隙間に防火材でふさぎこむ。 （出典：『GB50016-2006 建築設計防火規範』2006 年版、第 7.2.7 項、『GB50045-95 高層民用建築防火規範』2005 年版、第 3.0.8.3 項） 厚さが 1.5mm 以上の耐熱鋼板を採用しなければならない、アルミ材は禁止である （出典：『JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技術規範』、2001 年版）
	スパンドレル部分の処理	メタル CW の場合では、スパンドレル部分の処理に関し、それ自体では耐火性がないため、耐火構造にする必要がある。そのために設置されるものが、バックアップウォールである。通称、耐火パネルと呼ばれ、メタル CW に組み込まれることが多い。この場合、その外に位置する CW 部分は不燃材を用いるのがよい。 （出典：JASS14 2012 年版 p42）	「防火層」（火炎防止層）のシーリング材は防火シーリング材を採用しなければならない、防火シーリング材は指定性能評価機関からの防火報告が必要。 （出典：『JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技術規範』、2001 年版）

火炎防止層の耐火性能確保について、日本の標準仕様書である JASS14 の解説において、層間ふさぎの具体的な仕様に関する事項が、技術的助言として明記されている。中国の基準では、層間ふさぎの主な必須材料及び寸法だけが明記され、仕上げ材に対する技術的助言はない。以上のように、日本の基準は、詳細に規定されていることから、火炎防止層を採用する際、混乱を招きにくい仕様書となっていると言える。また、日本の基準のみが、加熱温度と裏面温度を規定し、火炎防止層のシーリング材に対しては中国のみが要求を規定している。

CW と室内防火区画の取合い

CW と室内防火区画の取合いについて、日本と中国の違いを表 2-9 に示す。

表 2-9 CW と室内防火区画の取合いについての比較

	日本	中国
CW と間取り壁の取合い	室内防火区画と CW が取り合う垂直方向の隙間についても、当該防火区画壁に要求される耐火性能（60 分または 120 分）と同等の性能が要求される。 （出典：JASS14 2012 年版 p45）	CW と間取り壁の間を防火材でふさぎこむ。 （出典：『GB50016-2006 建築設計防火規範』）

CW と間取り壁の取合いについて、日本 JASS14 は隙間部の耐火性能基準値を明確に規定し、中国基準は隙間部をふさぎこむことのみを規定している。

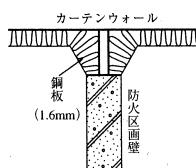


図 2-3 室内防火区画とカーテンウォールの間の隙間部

出典：『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』（社団法人日本建築学会）（2012 年版）p45

以上のように、CW の耐火性能について、日本は、部位別、部品別（延焼のおそれのある部分、延焼のおそれのある部分以外、耐火材、耐火材間ジョイント、CW の支持金物）に CW の耐火性能を規定し、中国の CW の基準の耐火性能の規定より、詳細であると言える。

2.3.2 耐風圧性能

次に、耐風圧性能について、たわみ率と性能グレードの観点から、詳細に日中の比較をしていく。

CW 耐風圧性能たわみ率

たわみ率の規定について、表 2-10 に示す。日本は、たわみ率について支点距離 4m を境に別々で規定しているが、中国は支点距離に関わらず同一のたわみ率により規定している。そのため、支点間距離 4.0m 以下の場合、中国のアルミ型材のたわみ率の基準値は、日本より低く、4.0m を超える場合は日本より高い。

たわみ量については、中国の基準は支点間距離 4.5m 以下の場合と支点間距離 4.5m

以上の場合を分け規定している。近年の超高層オフィスビルでは、4.0mを超える階高が一般的となるので、支点間距離 4.0m以下の場合と別で支点間距離 4.0mを超える場合の性能設定は合理的であるといえる。

従い、中国の基準のたわみ率基準値の設定を、支点間距離 4.0mで場合分けする必要があると考えられ、また、中国の基準における支点間距離 4.0mを超える場合のたわみ率については適切に基準値を設定する必要がある。また、中国の国家標準と業界標準の基準値は、現在、異なることから設定を一致させることで、基準を統一化する必要性を指摘できる。

表 2-10 日本と中国における CW の基準に耐風圧性能たわみ率の基準値の比較

項目	日本	中国	
支点間距離 4.0 m 以下の場合	たわみ率	1/150 以下 (JASS14 2012 年版、p46)	アルミ形材 1/180 鋼形材 1/250 (出典：『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』 p6) アルミ形材 1/180 鋼形材 1/300 (出典：『JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技術規範』)
	たわみ量	20mm 以下 (JASS14 2012 年版、p46)	アルミ形材 20mm 鋼形材 15mm (出典：『JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技術規範』)
支点間距離 4.0 m を超える場合	たわみ率	1/200 (JASS14 2012 年版、p46)	アルミ形材 1/180 鋼形材 1/250 (出典：『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』 p6) アルミ形材 1/180 鋼形材 1/300 (出典：『JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技術規範』)
	たわみ量	—	アルミ形材、鋼形材 20mm 30mm (支点間距離 4.5m を超える場合は 30mm を選択) (出典：『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』) アルミ形材 20mm 鋼形材 15mm (出典：『JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技術規範』)

CW の耐風圧性能グレード

日本と中国の耐風圧性能グレードを表 2-11 と表 2-12 で示す。耐風圧性能要求は、両国が等級で規定している。

表 2-11 日本における耐風圧性能グレード

性能グレード	1	2	3
風圧力 (N/m ² , Pa)	平成 12 年建設省告示第 1458 号による値	日本建築学会「建築物荷重指針・同解説」の設計用再現期間 100 年を用いた値	日本建築学会「建築物荷重指針・同解説」の設計用再現期間 300 年を用いた値

(出典：『カーテンウォール性能基準 2003』 2003 年版 p6)

表 2-12 中国における建築 CW 耐風圧性能分級

分級	1	2	3	4	5	6	7	8	9
値	1.0<P3	1.5<P3	2.0<P3	2.5<P3	3.0<P3	3.5<P3	4.0<P3	4.5<P3	P3>5.0
P3/kPa	<1.5	<2.0	<2.5	<3.0	<3.5	<4.0	<4.5	<5.0	
a									

注 1：9 級の場合、P3 の試験値を記入すること。注 2：P3 は正負風圧試験値の絶対値の中より小さい値。

(出典：『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』 p6)

2.3.3 耐震性能

次に、耐震性能の観点から日中の要求性能を比較する。日本の層間変位追従性能グレード（カーテンウォール部材が脱落しない限界）を表 2-13 に、中国の性能グレードを表 2-14 に示す。

表 2-13 日本における層間変位追従性能グレード(面内変形で部材が落下しない限界*)

性能グレード	1	2	3	4
層間変形角 (ラジアン)	1/200	1/150	1/120	1/100

[注] *: 面外方向の変形については、面内方向の変形に追従可能であれば十分に追従できるとして、特に設定はされていない。また、ほとんど補修なしに継続使用に耐える限界は、全グレード共通で 1/300 とされている。(出典:『カーテンウォール性能基準 2003』p9, JASS14 2012年版 p60)

表 2-14 中国における平面変形性能分級

性能グレード	1	2	3	4	5
分級値 γ	$\gamma < 1/300$	$1/300 \leq \gamma < 1/200$	$1/200 \leq \gamma < 1/150$	$1/150 \leq \gamma < 1/100$	$\gamma \geq 1/100$

[注]: 分級値 γ は層間変位角である。(出典:『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』2007年版 p6)

層間変位ラジアン角について、日本では $H \leq 31$ 、 $31 < H \leq 60$ 、 $H > 60$ (Hは建物の高さである)と三つに分類し規定している。中国も三つに分類しているが、 $H \leq 150$ 、 $150 < H \leq 250$ 、 $H > 250$ と日本の規定値と異なる。(表 2-15)建物高さが同様である場合、日本の層間変位ラジアン角の基準値は、中国より大きい値となる。

表 2-15 CW 耐震性能基準値の比較

項目	日本				中国			
	構造類型	層間変位ラジアン角(建物の高さH/m)			構造類型	層間変位ラジアン角		
		H \leq 31	31<H \leq 60	H>60		H \leq 150	150<H \leq 250	H>250
躯体構造の最大層間変位ラジアン角	RC	1/200	1/150	1/120~1/100	フレーム	1/550	-	-
					スラブ柱耐力壁	1/800	-	-
					フレーム-耐力壁、フレーム-中央チューブ構造	1/800	線形補間	-
					Tube-in-tube Structure	1/1000	線形補間	1/500
					壁式RC造	1/1000	線形補間	-
	Frame Supported ShearWall	1/1000	-	-				
S造	1/150~1/100	1/200~1/100	S造	1/300				
出典	(出典:『カーテンウォール性能基準 2003』)				(出典:『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』P8)			

2.3.4 水密性能

日本と中国の水密性能の要求内容を詳細に比較する。水密性能グレードを表 2-16 と表 2-17 に示した。水密性能要求は、両国が等級で規定している。

表 2-16 日本における CW 水密性能グレード

性能グレード	1	2	3	4	5
FIX部 (圧力差 Pa)	975 未満	975	1500	$P \times 0.5$ か かつ 最低値 1500	$P \times 0.75$ か かつ 最低値 2250
可動部 (圧力差 Pa)	525 未満	525	750	1000	1500

P: 耐風圧性能に用いた最大正圧値 (Pa) (出典:『カーテンウォール性能基準 2003』2003年版 p15)

表 2-17 中国における CW 水密性能グレード

性能グレード		1	2	3	4	5
分級指標値	固定部	$500 \leq \Delta P < 700$	$700 \leq \Delta P < 1000$	$1000 \leq \Delta P < 1500$	$1500 \leq \Delta P < 2000$	$\Delta P \geq 2000$
ΔP /Pa	可動部	$250 \leq \Delta P < 350$	$350 \leq \Delta P < 500$	$500 \leq \Delta P < 700$	$700 \leq \Delta P < 1000$	$\Delta P \geq 1000$

注: 5級の場合 ΔP の試験値を記入すること (出典:『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』2007年版 p6)

2.3.5 気密性能

次に、日本と中国の気密性能を比較するために、気密性能グレードを表 2-19 と表 2-20 に示した。可動部以外の気密性能を実験・測定するのは難しく、可動部以外のジョイントの通風量は極めて小さいことから、日本の基準は、カーテンウォールに組み込まれた可動部の気密性を気密性能等級線で表示している。一方、中国の基準では、可動部と CW 全体に分けて気密性能を表示している。中国における CW の気密性能を設定する際、地域別、気候別で規定する省エネ設計規範と省エネ設計標準の要求を満たす必要があると明らかにした。

表 2-18 日本における気密性能グレード

性能グレード	1	2	3
等級 (等級線)	JIS 等級 A-3 A-3 等級線	JIS 等級 A-4 等級線 A-4 等級線	0.5 等級 0.5 等級線
	内外圧力差 10N/m^2 の場合、 通気量 $q=8\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$; 内外圧力差 100N/m^2 の場合、 通気量 $q=80\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$	内外圧力差 10N/m^2 の場合、 通気量 $q=2\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$; 内外 圧力差 100N/m^2 の場合、通 気量 $q=20\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$	内外圧力差 10N/m^2 の場合、 通気量 $q=0.5\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$; 内 外圧力差 100N/m^2 の場合、 通気量 $q=5\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$

根拠：『カーテンウォール性能基準 2003』2003 年版、p20

表 2-19 中国における気密性能グレード

性能等級	1	2	3	4
可動部	$4.0 \geq q_L > 2.5$	$2.5 \geq q_L > 1.5$	$1.5 \geq q_L > 0.5$	$q_L \leq 0.5$
CW 全体	$4.0 \geq q_A > 2.0$	$2.0 \geq q_A > 1.2$	$1.2 \geq q_A > 0.5$	$q_A \leq 0.5$

注：q の単位は $\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ 出典：『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』2007 年版、p7

2.3.6 断熱性能

日本と中国の断熱性能グレードを表 2-20 と表 2-21 で示す。日本における断熱性能グレードの単位は「 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ 」であるが、中国における断熱性能グレードの単位は「 $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 」であり、逆数による表示である。本研究は日中の比較が目的であるため、表 2-22 に、日本の単位に統一した中国の断熱性能グレードを示すこととした。

中国では、CW の断熱性能の設定時に、地域別、気候別（夏熱冬冷地区、厳寒と寒冷地区、夏熱冬暖地区で分けている）で規定する省エネ設計規範と省エネ設計標準の要求を満たす必要がある。性能値設定は、窓部とカーテンウォール全体について規定している。

日本では、窓部について規定せず、腰壁部は性能値を設定している。空調負荷計算は、改めてカーテンウォール全体の平均断熱性能を別途に算出する必要がある。

表 2-20 日本における CW 断熱性能グレード

性能グレード	1	2	3	4	5
等級 (熱貫流抵抗 $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$)	JIS 等級 H-1 (0.215 以上)	JIS 等級 H-2 (0.246 以上)	JIS 等級 H-3 (0.287 以上)	JIS 等級 H-4 (0.344 以上)	JIS 等級 H-5 (0.430 以上)

(出典：『カーテンウォール性能基準 2003』2003 年版 p25)

表 2-21 中国における CW 断熱性能グレード

分級番号	1	2	3	4	5	6	7	8
分級指標値 $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$K \geq 5.0$	$5.0 > K \geq 4.0$	$4.0 > K \geq 3.0$	$3.0 > K \geq 2.5$	$2.0 > K \geq 1.5$	$2.0 > K \geq 1.5$	$1.5 > K \geq 1.0$	$K < 1.0$

注：8 級の場合、K の値を記入すること (出典：『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』2007 年版、p7)

表 2-22 中国における CW 断熱性能グレード

分級	1	2	3	4	5	6	7	8
分級指標値 m ² ・K/W	0.2	$0.2 < \frac{1}{K} \leq 0.25$	$0.25 < \frac{1}{K} \leq 0.33$	$0.33 < \frac{1}{K} \leq 0.4$	$0.4 < \frac{1}{K} \leq 0.5$	$0.5 < \frac{1}{K} \leq 0.67$	$0.67 < \frac{1}{K} \leq 1$	$\frac{1}{K} > 1$

筆者が上記の表より編集

このような基準の違いに関し、日本の建築設計事務所 Ar6 社の CW 専門家からは、空調負荷計算への利便性から見ると、中国の断熱性能の規定の方が合理的であるとの意見がきかれた。

日本の協会性能基準では、断熱性能基準値を規定する部位は空調負荷計算への利便性がないということから、基準規定における性能検証の利便性の不足は、実務者から基準制定者へのフィードバック不足が原因であるとわかった。

以上のように、CW の基準・公的な標準仕様書における主要な性能要求の実態を比較したことで、日本のみが CW の耐火性能規定を、部位別、部品別に規定していることがわかった。また、断熱性能基準値を規定する部位について、中国の基準では、窓部と CW 全体を規定していることから空調負荷計算に利便性があるのに対し、日本の基準では、CW 全体について規定していないことから、日本の断熱性能の基準値を規定する部位では、空調負荷計算ができないことが、詳細な比較により分かった。

2.4 小結

2章では、日中両国のCWの基準・公的な標準仕様書について文献調査および専門家へのヒアリング調査結果から性能に関わる要求を明らかにしてきた。具体的には、CWの基準の概要、性能項目、性能値に関する内容の共通点と相違点の実態を把握し、これを生じる原因を考察した。以上の考察により、本章で明らかになった点は、以下の通りである。

①日本と中国のCWの基準や標準仕様書の概要を把握した。日本のCWの基準は主に米国の基準を参照し、中国のCWの基準は主に欧米と日本の基準を参照している。

日本では、CWに関連する公的な基準類は、法規、規格、基準、標準仕様書がある。中国では、国による強制基準・推奨基準、業界による強制基準・推奨基準がある。日本におけるCWの基準・公的な標準仕様書は主に三つ、中国におけるCWの基準・公的な標準仕様書は、主に5つ存在する。うち、性能要求に関する規定は、中国の『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』（2007年版）、『JGJ102-2003 ガラスカーテンウォール工程技术規範』（2003年版）、『JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技术規範』（2001年版）にみられる。

②CWの基準・公的な標準仕様書において、重要度が高い安全性能、室内環境の維持調整に関わる必須性能項目は、両国が同様に載せていることが確認された。一方で、重要度が、低い性能項目は相違点があることを明らかにした。具体的には、中国におけるCWの基準に記載があり、日本の基準類に存在しない項目として、「耐衝突性能」、「光学性能」があり、これらは大手ガラスメーカーのカタログに記載されている。

日本におけるCWの性能基準として9つの必須項目の中に「耐温度差性能」と「耐久耐用性能」があるが、中国におけるCWの基準の「性能」部分には、これらの項目は含まれていない。日本におけるCWの基準の中で必須項目以外の性能項目があるが、中国におけるCWの基準に検討すべき項目として含まれていない項目もある。このように中国におけるCWの基準に含まれない項目においても、例えば「排煙設備の設置」、「非常用出入口の設置」は、GB50045-95_2005『高層民用建築設計防火規範』に、「荷重の組み合わせを考慮した安全性」は、GB50009-2012『建築構造荷重規範』に記載がある。「結露防止対策」は、中国における実際のCW詳細設計時に考慮されていることが分かった。

③CWの基準類における主要な性能要求の実態に関しては、日本は中国と異なり、CWの耐火性能規定は部位別、部品別に規定している。また、中国におけるCWの基準について断熱性能基準値を規定する部位は空調負荷計算に利便性があるのに対し、日本の断熱性能基準値を規定する部位は、空調負荷計算に利便性のない範囲となっていることが分かった。

以上のように両国におけるCWの基準については、共通点と相違点がみられた。両国のCWの基準が、このような体系となった原因について、本研究では、以下に示す4点

が関連している可能性があることを指摘した。具体的には、他国の影響、法制度の影響、基準運用の相違である。

①両国ともに他国の基準を参照していることから、両国の基準における共通点と相違点についても、他国の基準間の共通点と相違点を反映していると考えられる。両国が参照する各国間において共通のCW性能項目があるため、両国に共通CW性能項目が存在することになったと推測される。具体的には、日本は米国の基準を参照し、中国は欧州の基準を参照したため、米国基準と欧州基準の共通点と相違点が、日本と中国のCWの基準の共通点と相違点につながったと考えられる。

②法制度及び強制力を持つ国家基準の影響に関して、そもそも両国の法制度や強制力を持つ国家基準とCWの基準の関係には相違点がある。日本では法制度において記載する性能項目をCWの基準にも明記しているのに対し、中国では強制力を持つ国家基準に記載する性能項目は、遵守の必要性が認識されていると考えられ、CWの基準を重複して記載していない。両国の基準において性能項目に差異はあるものの、性能確保の観点から考えると、CWの基準の記載がないことが性能を下げることに直結しないと考えられる点を指摘した。

③基準運用の影響に観点から、基準運用の相違点を考察すると、CWの基準の位置付けや実務者から基準制定者へのフィードバックの相違を生じていると考えられる。

CWの基準の位置付けの相違によって、CWの基準の性能項目や規定内容の詳細さの程度が異なる。具体的に、両国の基準制定者によって性能項目を記載すべき箇所が「性能」であるのか、「安全規定」であるか、または「構造設計」であるかといった判断は、各国の理解によるものであると考えられる。

また、日本ではガラスメーカーがCWの耐衝撃性能、光学性能を検討するなど、CWメーカーとガラスメーカーの国内における業務的な位置付けにより、両国の性能項目の相違を生じさせていると考えられる。しかし、関連メーカーが設計要領において扱うことから、CWの基準性能項目の相違が必ずしもCWの性能確保に影響を及ぼすとは言えない。

更に、実務者から基準制定者へのフィードバックがない状態では性能検証利便性の欠如が課題となるといえる。

第3章 CWの性能確保に関わる生産システム

建築業界における生産システムとは、建築生産物のエンドユーザーに対する、発注者、設計者、施工者等の各主体による建築生産物を提供するプロセス（各主体の選定及び事業の実施）及び各主体相互の関係性の総体であると、一般には建築産業界において捉えられている³⁸。各国の建築生産システムには、それぞれの地域性が存在しており、各国の建築生産における活動は、それぞれ異なる発注契約方式による契約関係や、契約に関わっていない仕事のやり方によって補完されながら行われている。このように国によって異なる建築生産システムの主体間の関係が、建築設計及び施工業務の背景として存在しているため、建築設計及び施工業務をする各技術主体の性能確保に関わる役割分担と責任範囲に影響を与えていると考えられる。

具体的に、本研究が対象とするCWについてみると、関連する各技術主体の役割と責任区分は、「誰がCWの設計プロセスで性能を設定するか」、「誰がCWの性能を検討するか」、「誰がCWの設計を承認するか」などといった生産システムに関わる部分と関連している。

そこで本章では、日中の超高層ビルにおけるCWの性能確保に関わる生産システムについて、CWの発注契約方式、CWの設計プロセス、各技術主体の役割と主体間の関係、に関する実態を把握する。これにより日中の共通点と相違点を明らかにし、その原因を考察する。

調査方法は、建築生産システムに関わる既往研究に基づいた文献調査と、建築設計事務所、CWコンサルタント会社、総合請負業者、CWメーカーへのヒアリング調査及び現場調査である。

本章の具体的な流れとしては、文献調査とヒアリング調査で得られた情報を基に、CWの性能確保に関わる生産システムについて詳しく述べて行く。導入部として、まず、世界における日中CWの生産システムの位置づけを行う。具体的には、入札・契約や、CWコンサルタント、設計責任所在、CWの仕様規定、品質責任や共通品質標準要求など、CWの共通仕様書など幅広い点から日中の概観を把握する。これらを通し日本及び中国のCWの生産システムの特徴を整理する。次に、日本の建築生産の特色、強み、脆弱性を整理する。

次に、1節では日中のCWの発注方式について、CWの工事請負契約の種類による分類、CW専門工事業者の選定方法による分類、仕様書と数量明細書の位置付けによる分類から詳細に説明していく。2節では、各技術主体の役割と主体関係として、技術主体の役割及び業務範囲や責任区分、技術主体間の関係、技術主体の価値観について詳細に説明する。また3節では、設計プロセスについて、日本と中国の実態を詳細に説明する。こ

³⁸出典：国土交通省建設産業政策研究会、『建設産業政策2007』報告書、p15

れらを踏まえ4節では、日中の共通点と相違点について、建築生産システムの成立過程、技術発展史における技術導入の位置づけ、CW発注書類に数量書とCW設計図の有無、技術主体やその役割・価値観の観点から、原因を考察していく。

世界中における日中のCW生産システムの位置付け

日本と中国におけるCWの生産システムを俯瞰的に把握するためには、世界における日中のCW生産システムの位置付けを把握する必要がある。そこで、既往文献をもとに世界における日中のCW生産システムの位置付けを明らかにする。

英国CTCW (Centre for window and cladding technology)³⁹は国際比較の視点から英国、欧州(ベルギー、ドイツ、英国)、日本、米国のファサード産業を「産業特徴と産業構造」、「教育とトレーニング」、「標準と品質管理」の3つの面から纏め、各国の特徴を記述した。その報告書において、CWメーカー、建築設計者、CWコンサルタントへのヒアリング調査の結果を通じて、日本、欧州、米国の相違点を整理している。本研究は、日中のCWの性能確保に着目し論じるため、既往文献が記述する内容を整理した上で、文献で記述されていなかった中国の位置付けも加える。主な内容を以下に説明していく。

● 入札・契約

欧米諸国では入札方式でCW工事を契約する。英国の入札リストは最も長く、欧米のその他の国の施主と建築設計者は、発注前に、品質、外観、性能に対する要求を明確にしている。日本では、契約は協議(negotiation)により実現する。

契約方式は、一式総価定額契約(fix price, lump sum contract)が一般的に採用されている。英国と米国は、訴訟を好む(litigious)国であるが、その他多くの欧州諸国は、法的手段で問題を解決するケースは少ない。

日本における契約(一括発注の場合)は、協議に基づき決定するが、欧米ではあまりみられない。また、日本のCWメーカーが入札の際に提出する書類の情報量は少ないと思われる。

中国についてみると、欧米と近い特徴があり入札方式で契約する。これは日本と異なる。しかし、中国における契約方法では、中国では単価契約はあるが、日本や欧米と同様である一式総価定額契約が採用される場合が多く見られる。

● CWコンサルタント(cladding consultant)の有無

英国CTCWの報告書によると、米国と英国の建築設計者はCWの設計に際し、CWコンサルタントを雇用して、CWの性能設定とCWの設計を行う。この報告書が調査した全ての事例では、施主と建築設計者の要求に応じて、問題発生リスクを削減するためにCWコンサルタントが雇用され、更に一つ確認する段階(tier of verification)が設け

³⁹ Centre for window and cladding technology, A comparative study of the façade industry in the UK, Europe, Japan and the USA, 1992

られる。

大規模プロジェクトの場合、中国のやり方は米国、英国と近く、CW コンサルタントが雇用される。

● 設計責任の所在

日本では、建築士が外壁の仕様を設定し、CW メーカーがCWの詳細設計を行う。これに対し米国と英国は、建築士が外壁コンサルタントを雇用して、CWの詳細設計をさせる。特に、米国では、CW コンサルタントにCW設計に関わる責任があり、英国では、建築士が建築設計に関わるすべての責任を負うものの、CW コンサルタントにCWに関わる設計内容を確認させるなど、リスクを低減している⁴⁰。この調査はベルギー、ドイツ、日本、英国、米国での調査結果に基づいており、「日本のみ、CW コンサルタントが存在してない。」という報告をしている⁴¹。

● CWの仕様設定

世界においてCWの仕様は、性能仕様(performance specification、性能規定)と指定仕様(prescriptive specification、仕様規定)の二種類に分類される。

建築設計者がCWの仕様を設定する際、性能規定による仕様が世界の広い範囲で採用されており、一部の設計業務と責任は建築設計者ではなくCWメーカーが担うことになる。他方、実務上、仕様規定と性能規定を混合して利用する場合も存在する。

CW コンサルタントは、CWの設計や詳細設計を行い、仕様規定によりCWに対する具体的な要求を提出し、それに相関する設計責任を負っている。

欧米の大手建築設計事務所には、CW 専門家が所属しており、数人のCW 専門家でプロジェクトのCWを検討する。しかし、500人以上の建築設計事務所でも、CW 専門家の人数は5-6人以下であるため、大手建築設計事務所は外部CW コンサルタントの協力を受ける場合もある。一方、中小規模建築設計事務所は、一般的にCW 専門家がいなかったことから、外部コンサルタントに協力をしてもらうこととなる。

日本では、性能規定による仕様が増えている背景がある。これは設計の責任を担わせるためではなく、設計業務を担わせるためである。CW コンサルタントを雇用する場合は少なく、建築設計者は、メーカーが設計した設計図書をチェックする責任を負って、それを相応する技術能力も持っている。日本の大手建築設計事務所は、CWの設計及び詳細設計を行う技術能力や、メーカーのCW 施工図をチェックする技術能力(technically competent)があり、外部CW コンサルタントの協力を受ける場合が少ない。日本の小規模建築設計事務所が小規模プロジェクトの建築設計を実施する際には、社内にCW 専門家がいなかったため、その場合、メーカーの協力が必要となっている。

また、日本では、大規模プロジェクトの場合、複数のCW メーカーがJVを作るケース

⁴⁰ Centre for window and cladding technology, A comparative study of the facade industry in the UK, Europe, Japan and the USA, 1992. p24

⁴¹ Centre for window and cladding technology, A comparative study of the facade industry in the UK, Europe, Japan and the USA, 1992. p39

がある。この際、一つのCWメーカーは、先に参考CW設計図を作成し、建築設計者はそれを一部分の規定仕様として使用する。他のCWメーカーは、これに基きCW施工図を作成する。

一方で、中国の大規模プロジェクトの場合、やり方は米国、英国と近く、CWコンサルタントがCWの仕様を設定する。

● 品質責任期限と共通品質標準要求

CWの欠陥問題に対する定義は、国によって異なる。多くの国では、結露と漏水を重大な欠陥問題とし、メーカーの10年の責任期限を設定している。特に欧州では品質保証期限が最も長い。ヒアリング調査した日本におけるCWメーカーは、性能保証を行っていないが、通常はメーカーが費用を負担し、協議で欠陥部分を補修する。

欧州諸国、特にフランスとドイツでは、建築部品に対する共通品質標準要求が非常に高い。日本と米国は、建築材料に対する共通品質標準要求は低い。欧州諸国がより高品質を追求する原因として、欧州のメーカーは10年品質期限で責任を低減するために、品質と耐久性を向上する要望があることが挙げられ、更により良いCW設計者となるための訓練が存在する。

一方で、中国では、CWの設計使用年限は25年であり、ガラスやシーリング材の品質保証年限は10年である。これは欧米と近い設定である。

● 建築設計事務所やCWコンサルタントのCW共通仕様書

前述の報告書が調査した大手建築設計事務所やCWコンサルタントには、社内CWの共通仕様書がある。社内共通仕様書での性能値は、国の性能基準より高い場合が多い。

中国では、日本や欧米と異なり、大手建築設計事務所では社内共通仕様書がない。日本と異なるが、欧米と近い特徴がある点として、CWコンサルタント会社に社内共通仕様書があるところであると言える。

日本の建築生産の特色、強み、脆弱性

これまで本章の導入部として、世界における日中の生産システムを概観してきた。さらに日本の建築生産の特色を明らかにするために、既往研究に対する文献調査と総合請負業者へのヒアリング調査により、日本建築生産の強みと脆弱性についてまとめる。

既往研究⁴²によると、日本では、「各種契約形態に対応した契約約款は整備されておらず、一般的に契約はあまり重視されてない。建築プロジェクトに参加する主体の業務範囲はオーバーラップする部分が多く、業務範囲は曖昧である、また、主体間の関係は協調的と言える。」と述べられている。

また、主体に関しては、「建設産業に関する主体として、日本では、建築工事の複雑化、大規模化の中で、総合請負業者が極めて発達してきたに対して、英国・シンガポールでは、日本の総合請負業者に相当するような総合力を持ったコントクターはほとんど見られない。英国では、アーキテクト、エンジニア、QS (Quantity Surveyor) など

の職能が確立されており、建築工事の複雑化、大規模化とともに、業務の分業化が進められてきたと言える。」と述べられている。

契約観念に関して、日本では「契約に関する問題が発生しても、紛争や訴訟によるうとはしない」、「契約書の作成も儀式的なものとして捉える」⁴²と述べられている。

総合請負業者の役割として、文献調査⁴³によると、日本では、建築施工図（平面詳細図、総合図、躯体図などが含まれている）は総合請負業者により設計される。日本のものづくりのやり方の特徴は総合建設会社による図面作成がある。英米では総合請負業者は図面を描かないことが知られており、中国、韓国と比べて、日本では躯体図と呼ばれる図面は総合請負業者が作成する点が特徴であるとされる。

「仮に日本の建築の質が世界の中で高いのだとすると、それは何故だと考えられるか」を調査テーマとして、日本の総合請負業者2社へのヒアリング調査⁴⁴を行った研究では、以下の結果が示された。

①日本の総合請負業者の発展の過程が海外とは異なる。

②発注・契約方式に関して、米国では、CM（コンストラクション・マネジメント、Construction Management）方式が採用されており、躯体とCW別で発注し、品質管理はサブコンが実施する。日本では一式で請け負うことから、全て総合請負業者の責任となり、サブコン専用度が高い。

③施工者の選定方法に関して、海外では、競争入札で工事業者を決めるが、日本では特命工事がある。日本の競争入札は本当の意味での競争とは言えず、契約図面は少ない。

④仕事に対する価値観については、日本では「いい仕事をしないと次の仕事がこない」という理念や価値観がある。他国に日本のシステム持ち込むには、本来の日本の仕事に対する価値観がないとうまくいかない。

⑤管理のレベルとしては、日本の工場と現場は細かく管理していて、信頼性は高い。

⑥今後、高い品質で作り続ける際の問題点として、国内建設市場が小さくなっていくことがあげられる。最近、コストは発注段階で低くなっており、職人の高齢化、職人給料の上昇に伴い、サブコンが潰れるケースがある。

⁴² 村田達志, 古阪秀三, 金多隆, 建築プロジェクトマネジメントにおける主体間の関係性に関する国際比較研究--契約約款の比較に基づく片務性・協調関係の分析, 日本建築学会計画系論文集 (562), pp. 237-244, 2002

⁴³ 平沢岳人, 部品概念に立脚した建築設計生産情報の操作理論研究, 東京大学博士論文, 1993
古阪秀三, 日中韓台の建築プロジェクトにおける品質確保のしくみに関する比較研究. -鉄筋 工事・鉄骨工事を例に-, 総研リポート-(7), pp. 7-18, 2012-05
片田匡貴他, 建築生産プロセスにおける躯体図の役割—自由記述式のアンケートを用いた分析, 学術講演梗概集 2014, pp. 83-84, 2014-09-12

⁴⁴ ヒアリング調査期日:2010年9月1日 調査場所:大学研究室

3.1 超高層ビル CW に関わる発注方式

本章では CW の性能確保に関わる生産システムに着目している。本節では、まず日本と中国における超高層ビル CW に関わる発注契約方式を明らかにしていく。具体的には、日本の建築設計事務所 Ar6 社の CW 専門家、日本の建築設計事務所 Ar6 社の中国支社の建築設計者、中国大手 CW メーカー Ma1 社の専門家へのヒアリング調査を行った。

これにより、発注・契約方式は以下に示すようにいくつかの分類方法があることがわかった。本節においては、各発注・契約方式の特徴について記述していく。

- ① 工事請負契約の種類により分類する場合、一括発注方式（一式請負、総合請負）、分離発注方式（分離請負）、定額請負方式、単価請負方式がある。
- ② CW 請負業者の選定方法による分類する場合、指名協議方式、競争入札方式がある。
- ③ 仕様書と数量明細書の位置付けによる分類する場合、性能発注方式、仕様発注方式、数量発注方式がある。

3.1.1 CW 工事請負契約の種類から見る発注方式

まず、工事請負契約の種類による分類から発注方式を整理していく。日本の建築設計事務所 Ar6 社の CW 専門家へのヒアリング調査によると、日本での超高層ビル CW 工事がよく採用する発注方式は二種類がある。それは、民間プロジェクトで採用されている「一括発注方式」（「総合請負業者一式請負方式」）と公共プロジェクトで採用されている「分離発注方式」（「分離請負方式」）である。

一括発注方式（民間工事で採用されている発注方式）

一括発注方式は、日本における民間工事で一般的に採用される発注方式であり、施主が総合請負業者にプロジェクト全体を一括発注することを指している。通常、CW 工事の発注は総合請負業者が行うため、CW 工事業者は建築総合請負業者の下に入る。まれに、CW は別途工事で分離発注、直接契約しているというものもないわけではないが、非常に少ない。

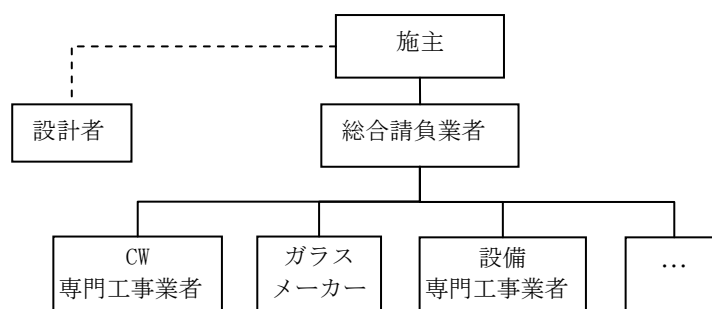


図 3-1 日本における一括発注方式（設計・施工分離の場合）

分離発注方式（公共工事で採用されている発注方式）

分離請負方式は日本における公共工事で採用される場合が多い。分離発注の場合、各専門工事のコストが明確になるため、コストを削減できる。また、総合請負業者が取る経費が少なくなるので、全体の工事費は安くなる。これに対し、一括発注方式だと、各

工事の費用を別々で計算、契約することができず、コストが明確ではない。実際は、分離発注は一括発注よりコストを削減できない場合もある。

分離発注方式について日本の現状をみてみると、民間で分離発注を採用した個別の事例としては、日本で超高層ビル初期に開発された新宿三井ビルが挙げられる。これは画期的な試みであったが、その後、分離発注は、日本における民間プロジェクトで採用されることは少なくなった。原因は品質トラブルが発生した際に、各工事専門業者の責任区分が難しい点にある。例えば、雨漏りが起きた際、それが CW メーカーの責任か、CW を取り付けるための鉄骨メーカーの責任か、それとも空調のエアの取入口を取り付ける設備メーカーの責任となるのか、事故発生時における責任区分が難しく、詳細に責任の所在を判断することは困難であると言える。そのような、責任の所在を判断する手間を避けるために、日本では民間のプロジェクトで分離発注という発注方式を採用する例は少ないと考えられている。

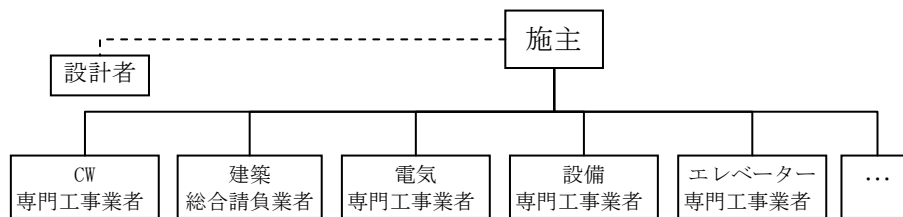


図 3-2 日本における分離発注方式 (CM 方式)

分離発注方式について中国の現状をみてみると、中国における大規模な CW のプロジェクトは分離発注という方式が多い。CW 工事の金額は膨大で、総合請負業者の管理費も高い。分離発注方式は、総合請負業者が取る工事管理の経費を削減できるため、中国における大規模な CW 工事の発注は、施主から分離発注という発注方式がよく採用される。また、発注範囲について中国では、「建物群の中の各建物を別々で発注する」、あるいは「一棟の建物の低層部と高層部を分けて発注する」場合があるが、「一棟の建物で日本のように面で分けて発注する」ことは少ないと思われる。

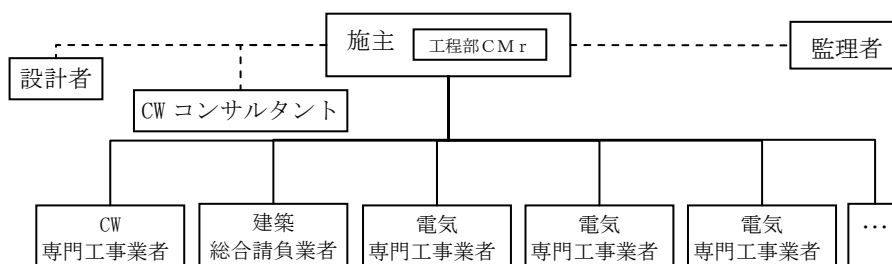


図 3-3 中国における CW 工事分離発注方式

また、分離発注方式において、日本の建築設計事務所 Ar6 社の CW 専門家へのヒアリング調査により CW 工事の実態を把握すると、日本では、施主と総合請負業者の間には一括請負契約をすることが多いことから、CW メーカーは総合請負業者と契約を結ぶ。特

殊な場合、施主（建築家）の指名による CW メーカーが総合請負業者と契約を結ぶこともある。

中国では、施主と CW メーカーの間に分離発注の契約を結ぶ。

また、中国における大手 CW メーカー Ma1 社の CW 専門家へのヒアリング調査により CW 工事の実態を把握すると、中国の場合は入札金額が大きいので、CW メーカーは施主と直接契約する。現在、CW メーカーは建築総合請負業者と契約する場合もあるが、あまり多くはない。躯体施工者が現場協力する場合には、協力謝金を建築総合請負業者（躯体施工者）に支払う。

CW コンサルタントが入る中国のケースとして、大規模プロジェクトであれば、施主はコンサルタントに依頼するケースが多く、施主と CW コンサルタントが契約を結ぶ。CW メーカーが CW コンサルタントに依頼しない場合には、CW メーカーはコンサルタントと契約関係がない。

日本における多数の民間プロジェクトの CW 工事の発注方式は性能発注、一式総価定額契約（Lump-sum Fixed Price Contract）である。

中国における CW コンサルタント Co1 社へのヒアリング調査によると、大規模超高層ビル CW プロジェクトの場合、95%以上のプロジェクトは一式総価定額契約（Lump-sum Fixed Price Contract、中国語で「総価包干合同」）を採用する。建物の中の工事量不明の部分では、単価契約（Remeasured BQ/Unite Price Contract、中国語で「単価合同」）を採用する場合がある。

以上のように、現状、大規模超高層ビル CW プロジェクトの場合、日本では一括発注方式が採用されることに対して、中国では分離発注が採用されることが多い。また、日本と中国の両国ともに、一式総価定額契約が採用されていることが明らかになった。

3.1.2 CW 専門工事業者の選定方法から見る発注方式

次に、CW 専門工事業者の選定方法による分類から日中の発注方式を整理する。Ar6 社の CW 専門家へのヒアリング調査によると、日本では、指名協議方式で総合請負業者が CW 専門工事業者を選定することに対して、中国では、競争入札方式で施主が CW 専門工事業者を選定する。

3.1.3 仕様書と数量明細書の位置付けから見る発注方式

さらに、CW に関わる仕様書と数量明細書の位置付けによる分類から日中の発注方式を整理する。日本の大手建築設計事務所 Ar6 社の中国支社の建築設計者、中国における CW コンサルタント Co1 社へのヒアリング調査で実態を把握した。

日本における多数の民間プロジェクトの CW 工事の発注方式は、性能発注である。性能発注の場合、実際に契約の中で性能を規定しており、仕様書は数量書より CW 工事全

体の品質を確保することができると思われる。

中国における一部の CW 工事の発注は、数量明細書が重要視されている（中国語で「工程量清單招標」、英語で Bill of quantities tender）。一般的な発注の場合、図面、数量明細書（工事量リスト）、標準（参照する国家基準あるいは業界基準）といった三要件で行うが、その中でも工事量は最も重要視されている。

中国における CW コンサルタント Co1 社へのヒアリング調査によると、大規模超高層ビルの CW プロジェクトの場合、性能発注を採用する。

以上のように、日本における多数の大規模プロジェクトと中国における大規模プロジェクトでは、性能発注方式を採用し、中国における一部のプロジェクトは数量発注を採用することがわかった。性能発注は、性能確保の視点から有利であることを明らかにした。

3.2 CW の設計プロセスの特徴

ここでは、日本と中国における CW の設計プロセスの実態を把握するために、Ar6 社の CW 専門家と中国の CW コンサルタントにヒアリング調査を行った。日本と中国についてそれぞれ特徴を説明していく。

3.2.1 日本における超高層ビル CW の設計プロセスの特徴

まず日本の CW 設計プロセスの特徴を説明する。日本では、建築設計の段階は「企画計画、基本設計、実施設計」の三段階に分類される。

企画計画段階では、建物のデザインを行う。

基本設計段階では、材料や色をを検討する。後半には、建物の大まかなデザインや、仕上げの材料を決定し、建設コストを照合する。この基本設計の段階から、建築設計者は CW メーカーに相談する。しかし日本では独立した CW コンサルタントが少ないので、CW メーカーが仕事を取るために、基本設計段階で設計者に協力をし、営業設計、営業協力をする。建築設計者としても、二、三社の CW メーカーと話を進めながら設計する。

実施設計では、より細かい CW 詳細図を検討する。CW について建築設計者は基本的な外装デザインの図面を作成し、仕様も決める。それを基に、CW メーカーは施工図と製作図を作成する。即ち、実施設計の図面は CW メーカーの協力を得て作成することとなり、これを基に各メーカーが見積書を出す。その後、製作図、施工図がメーカーにより作られる。

通常、建築設計者が描く立面図は立面に関わる設計意図を表す。そして、建築設計者が CW メーカーに意向を伝えて、実現方法については CW メーカーに相談する。細かな詳細図は、殆ど設計者は書かないが、マリオンやメンバーなどのカーテンウォール部材を細く見せたいというような設計者の意図を図面として表すようにする。

日本におけるCWの性能の決め方は、欧米、中国、他のアジア諸国と比べると、大きくは変わらない。構造、安全性能の設定は国の基準に即して定める。建築設計者が書く図面は基本的な外装デザインが表現されており、仕様も建築設計者が決める。建築実施設計の図面はメーカーの協力がないと作成が難しい。建築実施設計の中のCW部分の図面の詳細さの程度は、中国や米国の事例におけるCWコンサルタントが描く図面より低い。建築実施設計図によって、各メーカーが見積もり書を出す。建築設計者による詳細な図面はないので、各CWメーカーにより見積もりは異なる場合が多い。メーカーを選定した後、CW製作図、CW施工図がメーカーにより作られる。

日本の建築実施設計のCWの発注用図で最も基本的な機能は、図面の設計情報にしたがって積算できることであるが、図面内容だけでは、現場で図面通りのものを作ることは出来ない。中国の実施設計図は、現場で図面通りものを作ることが出来る詳細な図面である。もちろん、工事業者には更に詳細な図面が渡されるが、原則として図面通りで出来上がる英国方式である。中国の建築設計院（日本の建築設計事務所にあたる）が出す建築施工図設計は、日本の実施設計図と多少違うが、図面の深度は殆ど同様である。ただし、確実性は高い。

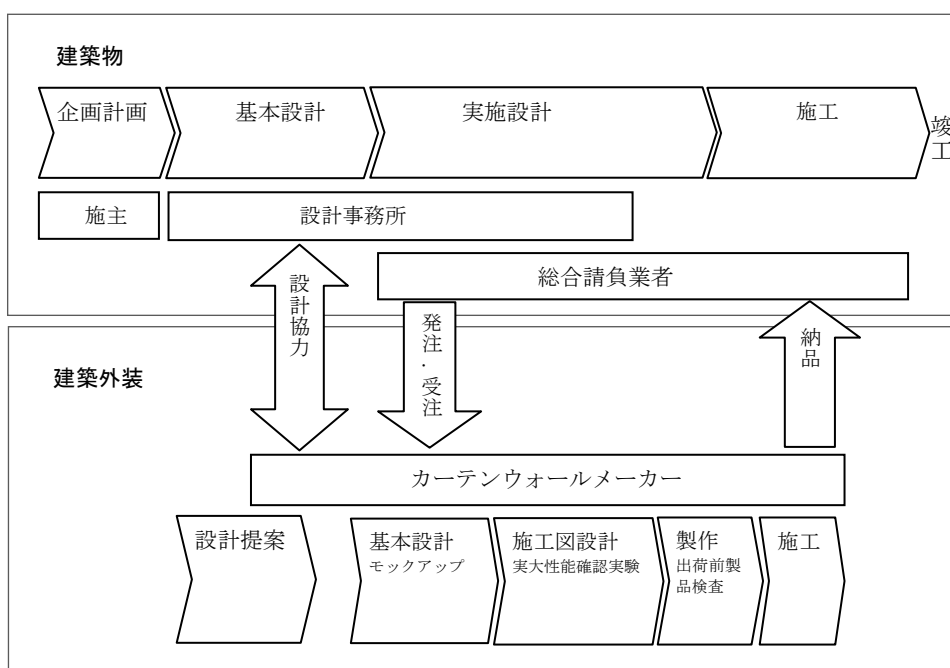


図 3-4 日本におけるカーテンウォール設計・施工フロー

(出典：メーカーからの資料)

3.2.2 中国における超高層ビル CW 設計プロセスの特徴

次に、中国における CW の設計プロセスの特徴を説明していく。中国における建築設計の段階は、方案設計、初步設計、施工图設計がある。細かく分けると、概念設計、方案設計、初步設計、拡大初步設計、施工图設計となる。(図 3-5 日中の建築設計段階の対照関係を表す。)

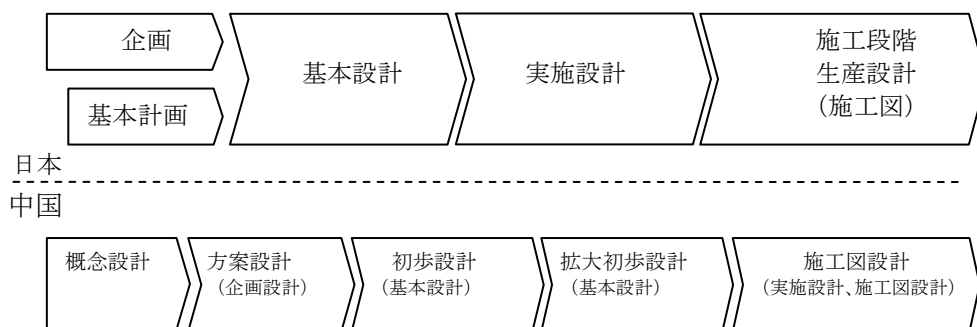


図 3-5 日本と中国の建築設計の段階
(出典: 建築設計事務所 Ar6 社からの資料)

外装の設計に関しては、建築方案設計（企画設計）段階では意匠設計の担当だが、拡大初步設計（日本で言う基本設計）と建築施工图設計（日本で言う実施設計）の段階では、総責任者と主要な設計者、経験のある設計者が協同して実施設計を行う。コンセプトの実現が保証される手法として、コンペから施工が終わるまでを通し、一人の建築士と固定した施工会社が行うという方法がある。その際、メインの責任者は施主とコミュニケーションをとり、様々な調整をする。

性能値についての確定時期はプロジェクトによる。まず、施主が性能についての希望を出して、ランクを付ける。建築士は建築方案設計段階では、『設計説明』の箇所に仕様を大まかに書く。これは一応が数値はあるが、細かくは設定されていない。その後、CW コンサルタント会社との相談し、「拡大建築初步設計」段階で、細かい『設計説明』（仕様書）を書く段階で CW 部を計算して決める。

建築拡大初步設計の設計作業の段階で、CW の性能を決定するということは特にはなく、ガラスの厚さ、断面は、特に決まっていない。図面はあるが、調整状態である。

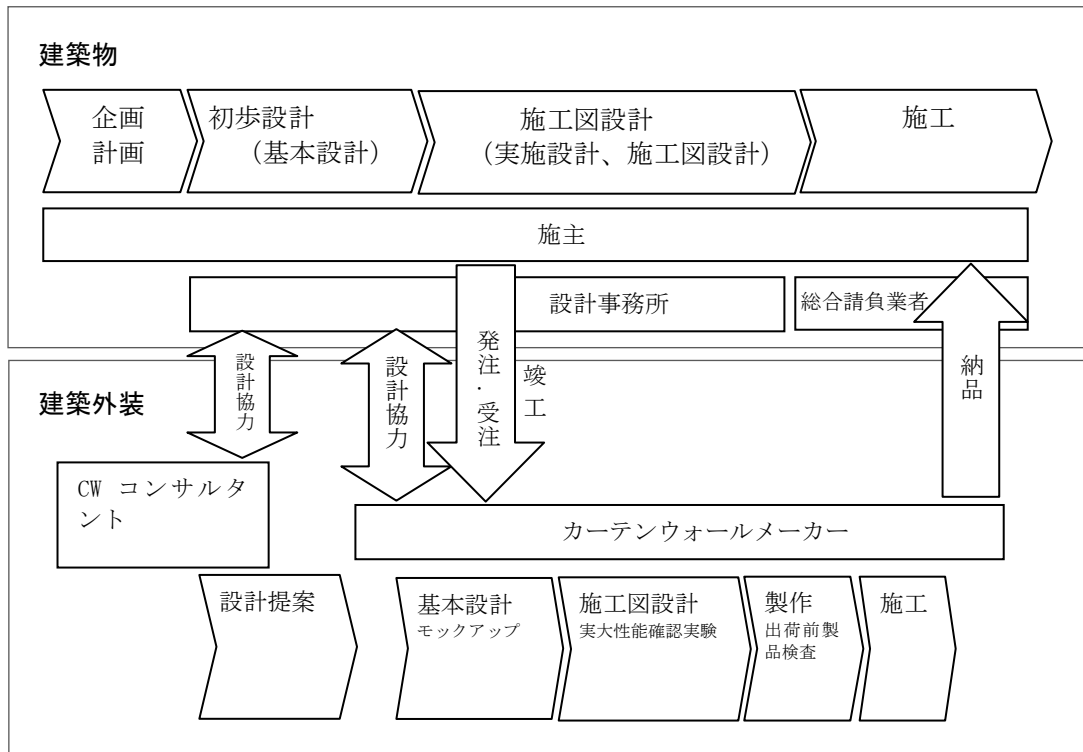


図 3-6 中国におけるカーテンウォール設計・施工フロー

(出典：メーカーからの資料を整理)

プロジェクト規模が中小で、設計期間も短く、図面的にも複雑ではないプロジェクトの場合、普通の伝統的な方法に加え、処々問題があれば意匠を変え、実現できるかどうか、どのぐらいの金額がかかるか、構造的に可能かどうかを専門の担当者に聞く方法をとる。

プロジェクト規模が中規模以上で、施主が CW について特別な要求やプレゼンテーションを要求する場合は、専門の CW のコンサルタント会社に依頼して図面等の設計のガイドブックのようなものを書いてもらう。

中国の場合、基本設計まで海外の建築設計事務所で行い、実施設計は中国である場合があり、ヨーロッパ・米国形式の図面が標準であって、それを中国の方式に直す作業も CW コンサルタント会社と相談して行う。

中国における建築設計者は詳細な CW の工事仕様書 (Curtain Wall Specification) を作成せず、CW コンサルタントあるいは CW メーカーが CW の仕様書を作る。また、建築設計段階で、建築設計者と CW メーカー間のコミュニケーションが少ない。

3.3 各技術主体の役割と主体間の関係

本節では、CW の性能確保に関わる生産システムについて、各技術主体の役割と主体間の関係から整理していく。具体的には日本と中国における CW 関連の各技術主体の役割及び業務範囲、責任区分、主体間の関係の実態を明らかにするために、日本と中国における公的な標準設計契約書、標準工事請負契約書、標準工事監理契約書に対する調査、関連実務者へのヒアリング調査を行った。調査の結果を、以下に説明していく。

3.3.1 各技術主体の役割及び業務範囲、責任区分

3.3.1.1 施主の役割

ここでは、各技術主体のうち、施主がどのような役割を担うかについて説明していく。日本における民間プロジェクトの施主は、契約金額、建物イメージ、規格的な設計条件以外には、CW の性能や発注に関して責任がない。通常一括発注で総合請負業者と契約し、プロジェクト全般な統括管理を総合請負業者に任せる場合が多い。従って、日本における施主は、中国の工事発注者、CM（コンストラクション マネージメント）のような機能を持っていない。

一方、中国では施主の会社の中に工程管理部という部門があり、施主は発注者の全権を工程管理部に委任する。工程管理部は、プロジェクトの企画から竣工まで、一切のプロジェクトマネジメントを行い、必要により設計者やコンサルタントや施工者をコンペや入札で募り仕事を進める。また、工事入札から業者決定、現場の資材調達（主に鉄筋、コンクリートのような主要建材）に至るまで、CM のような動きをしている。CW について、CW コンサルタントの決定、CW メーカーの決定、CW の主資材（アルミ型材、ガラス）のメーカーと規格の選定などは、施主側の仕事範囲である⁴⁵。このように、施主は発注者、CM の機能を果たしており、施主の専門レベル、統括能力は CW 最終の出来上がりの性能と品質に大きな影響を与え得ると言える。

以上のように、日本と中国における施主の役割に、違いがあるとわかった。

3.3.1.2 建築設計者・工事監理者の役割

設計・監理についての業務範囲の日中比較

ここでは、建築設計者・工事監理者の役割を明らかにするにあたり、まず、設計・監理についての業務範囲について日中の現状を把握する。

日本における建築設計業務範囲を明らかにするために、『四会連合協定 建築設計業務委託契約書』（平成 19 年 6 月版）に記載された建築設計業務の内容では、規格から基本設計、実施設計までを業務とする。

⁴⁵日本建築学会、ガラス建築—意匠と機能の知識、2009 という本の pp. 90-91 では、日本の建築設計会社が参入したワン・ルージャーツィプロジェクトを例として、以下の記述がある—「一言で言えば、クライアント自体がコンストラクション・マネジメント会社となりプロジェクトを推進していく。このプロジェクトでも、クライアント自身が、ビル設計から竣工までの一切のプロジェクトマネジメントを行い、必要により設計者や施工者をコンペや入札で募り仕事を進めた。また工事入札から業者決定そして現場の資材調達に至るまでは CM のような動きをしている。したがって、ガラス建築を支えるための外装エンジニアリング会社の決定、外装メーカーの決定、ガラスメーカーの決定（ガラスの調達）などは、クライアント側の大きな仕事であり、ガラス建築の性能と品質はクライアント側の体制によって決まるといっていいだろう。」

中国では、中国建設部と国家工商行政管理総局が公表した『GF-2000-0209 建設工程設計契約書(範文)』(『建設工程设计合同』)の模範文書によると、設計事務所の業務内容は「設計図書の提供、施主と施工者へ設計内容の説明、設計にかかわる問題の解決、単項完了検査への参加、完了検査への参加」である。

また、ヒアリング調査によると、中国には、建築設計事務所の業務範囲に方案設計、初步設計、施工図設計が含まれている。また、通常の業務内容に、設計条件の整理、法令上の諸条件の調査・打合せ、上下水道・ガスの供給状況の調査・折衝、設計方針の策定、工事費概算書の作成が含まれている。

以上のことをまとめると、表 3-1 のようになる。日本は建築設計業務範囲に「調査・企画業務」、「設計と図面作成などの設計業務」が含まれており、中国は設計業務だけではなく、「施主と施工者への設計内容の説明」、「設計にかかわる問題の解決」、「完了検査」も含まれている。

表 3-1 建築設計業務範囲の比較

	日本	中国
調査・企画業務	○	
設計と図面作成	○	○
施主と施工者へ設計内容の説明	○	○
設計にかかわる問題の解決		○
単項完了検査の参加		○
完了検査の参加		○

注:日本では、「設計と図面作成」業務において、建築基本設計、建築実施設計が含まれている。中国では、「設計と図面作成」業務において、建築方案設計、建築初步設計、建築施工図設計が含まれている。

監理業務内容について、日本では『四会連合協定 建築設計業務委託契約書』(平成 19 年 6 月版)および『民間(旧四会)連合協定工事請負契約約款』(平成 22 年 7 月版)を参照し、中国では、1988 年から、建設部(日本の国土交通省にあたり)の『建設監理の展開についての通知』(《关于开展建设监理工作的通知》)の公表に伴い、実施された工事監理政策において、工事監理を実行する人、「登録工程監理師という資格」が必要である。中国での監理業務は主に施工監理と判明した。

中国の住房および城郷建設部と国家工商行政管理総局が公表した『GF-2012-0202 建設工程契約書(範文)』(《建设工程监理合同》)の模範文書によると、監理についての業務範囲が記される。

日中における監理の共通点、相違点を明らかにするために、業務類型、業務内容について表 3-2 のように比較した。

表 3-2 日本における設計事務所による監理と中国における監理会社による監理内容の比較

業務類型	業務内容	日本	中国
工事請負契約に技術的に協力する業務	施工者選定についての助言	○	△
	見積用図書の作成	○	—
	工事請負契約の準備への技術的助言	○	—

業務類型	業務内容	日本	中国	
	見積徴収事務への協力	○	—	
	見積書内容の検討	○	—	
	代替提案(VE)の評価	○	—	
監理業務	監理業務方針の協議等	監理業務方針の協議	○	△
		監理業務の担当者の通知	○	△
		施工者との協議等	○	△
		監理計画書の作成		○
	設計意図の把握等のための業務	設計図書の見直し	○	△
		施工者からの質疑書・提案書の検討・報告	○	△
		請負代金内訳書・工程表の承認	○	○
	設計意図及び設計内容を施工者に正確に伝えるための業務等	施工者との打合せ及び図面等の作成	○	—
	着工	着工状況審査		○
		着工令の通達		○
	ポーズ	ポーズ令、再開令の通達		○
	施工図等を設計図書に照らして検討及び承認する業務	施工図等の検討・承認	○	△
		施工請負者が作成する施工図、製作見本、見本施工などが設計図書の内容に適合しているか否かを検討し、承認する	○	
		支給材料・貸与品の検査等	○	△
	施工計画を検討し助言する業務	施工計画の検討・助言	○	▲
		施工計画等の特別の検討・助言	○	▲
	施工会社管理体制に対する審査	サブコン資格の審査		○
		施工会社の管理制度、組織と従業員資格の審査		○
		施工会社の安全管理員の手配の審査		○
		施工会社の試験室の審査		○
	現場管理	施工請負者は、工事現場に搬入した工事材料または建築設備の機器を工事現場外に持ち出すときは、監理者の承認をうける。	○	—
		監理者は、施工用機器について明らかに適当でないと認められるものがあるときは、施工請負者に対してその交換を要求することができる。	○	—
	工事の確認及び報告	工事と設計図書・工事請負契約との合致の確認・報告	○	○
		測量成果の審査		○
		材料、部品、設備の品質保証書の確認		○
		施工後外面から明視することのできない工事の立会い検査		○
		安全、品質問題点が存在する可能性があるところの検査		○
工事の完了検査等		○	○	
条件変更による設計変更	大規模の設計変更の場合、委託者と協議する	○	—	
	軽微な設計変更の場合、施工者に対して必要な指示を行う	○	—	
施工者による設計変更	施工者による工程変更申し込みの審査		○	
工事費支払審査を行う業務	工事費支払請求の審査	○	○	
	最終支払請求の審査	○	○	
	工事支払いに関する証明書		○	
官公庁等の検査の立会い等	官公庁等の検査の立会い等	○	△	
監理業務完了手続き	完了検査申し込みの審査		○	
	工事請負契約の目的物の引渡しの立会い	○	○	
	工事監理報告書等の提出	○	○	
	工事品質評価報告		○	
	完了検査意見		○	
関連工事の調整を行う業務等	関連工事の調整を行う業務等	○	○	
	部分使用・部分引渡しの手続きを行う業務	○	○	

○：契約書に記入されている
△：契約書に記入されていないが、ヒアリング調査による該当業務がある。
▲：似ている内容があるが、完全に同様ではない

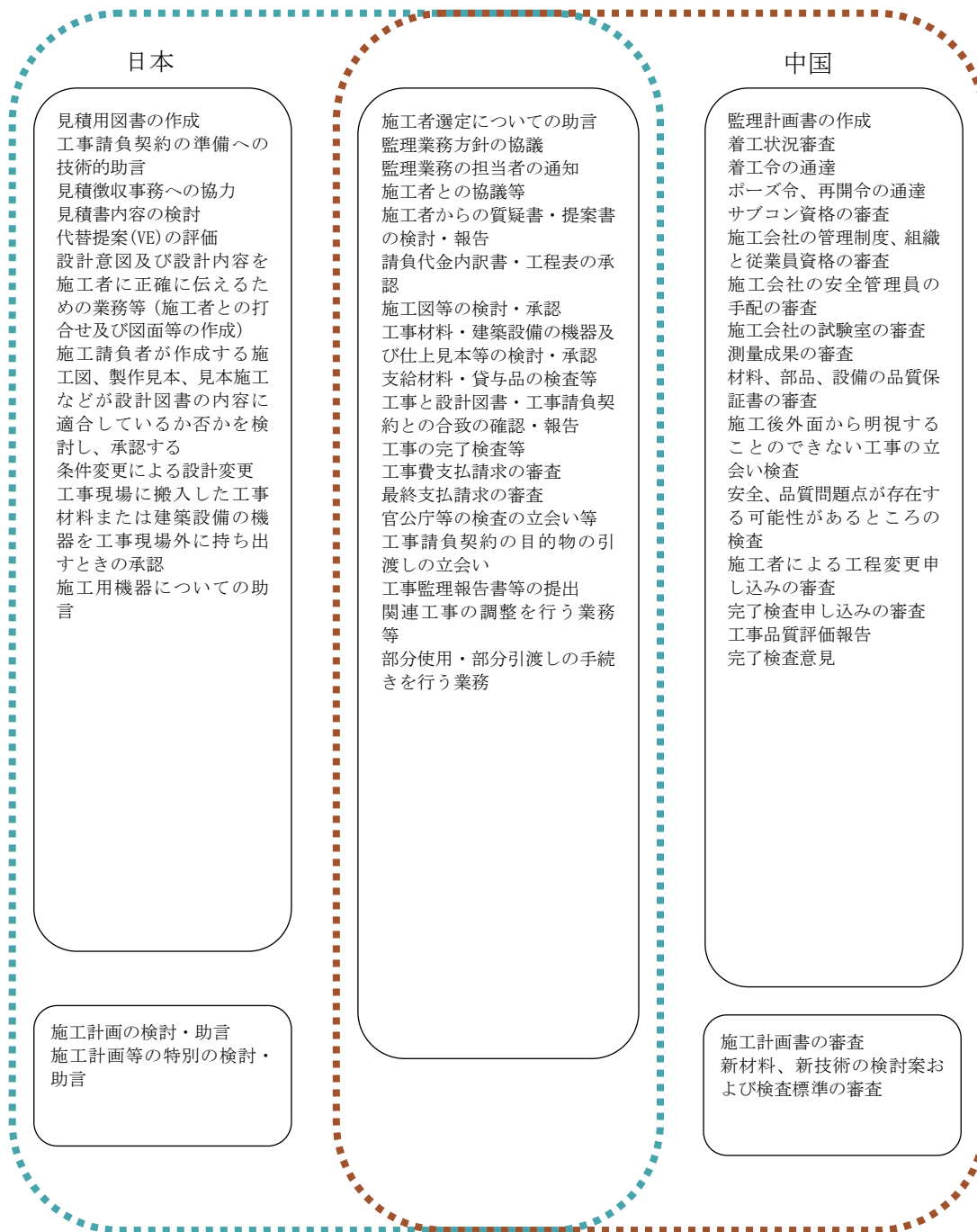


図 3-7 日中における「監理」の共通点と相違点

表 3-2 と図 3-7 からみると、日本で建築士が行う「建築監理」と中国で監理エンジニアが行う「監理」の共通の業務内容は「監理業務方針の協議等、設計意図の把握等のための業務、施工図等を設計図書に照らして検討及び承認する業務、工事費支払審査を行う業務、官公庁等の検査の立会い等、監理業務完了手続き、関連工事の調整」である。

上記の業務について、日本で建築士が行う「建築監理」に含まれているが、中国で監理エンジニアが行う「監理」に含まれていない内容は、工事請負契約に技術的に協力する業

務、設計意図及び設計内容を施工者に正確に伝えるための業務、条件変更による設計変更、工事現場の工事材料と機器の搬出の承認、施工用機器についての助言である。

一方で、中国の監理会社は、主に工事監理の業務を行う。見積用図書を作成などの工事請負契約に技術的に協力する業務、設計意図及び設計内容を施工者に正確に伝えるための業務、条件変更による設計変更に関する業務は、主に建築設計者やCWコンサルタントが行う。

中国で監理エンジニアが行う「監理」に含まれているが、日本で建築士が行う「建築監理」に含まれていない内容は、主に施工者資格、組織、管理体制、施工品質に関する検査と見られる。これらの内容は施工監理にかかわる内容である。

類似する点があるが、完全に同様ではない業務は以下のとおりである。

表 3-3 日本と中国における監理業務の中の施工計画に関わる内容の比較

日本	中国
施工計画の検討・助言	施工計画書の審査
施工計画等の特別の検討・助言	新材料、新技術の検討案および検査標準の審査

施工計画に対して、日本の建築設計事務所の監理者は重点的に検討や助言を行う。中国の監理エンジニアは審査を行う。両国での「監理」の注目点が違っていると見られる。以上のことから、日本での建築監理と中国での監理の関係を、以下の表でまとめた。

表 3-4 監理業務の比較

	日本での監理		中国での監理	
	建築設計事務所 の監理者による 監理	中国での監理 エンジニアによる 監理	建築設計事務所 の建築士による 監理	
工事請負契約に技術的に協力する業務	○			
建築設計意図及び設計内容を施工者に正確に伝えるための業務等	○			○
施工監理	○	○		

建築設計者

次に、日本と中国における建築設計者の役割を明らかにするために、四会連合協定の内容に対する調査、Ar6社のCW専門家、Ar6社中国支社の建築設計者へヒアリング調査を行った。

まず日本の現状について説明していく。四会連合協定によると、日本における建築設計者の役割は、設計業務と監理業務の二種類がある。設計業務に、チームの組織、調査、企画、基本設計、実施設計がある。監理業務に、チームの組織、工事請負の技術協力、監理がある。建築設計者は、施工現場で拒否権を持っている。

CW について、建築設計者は基本的な外装デザインの図面を作成し、仕様も決める。それを基に、CW メーカーは CW 施工図と CW 製作図を作成する。即ち、実施設計の図面は CW メーカーの協力を得て作成することとなり、これを基に各メーカーが見積もり書を出す。その後、CW 製作図、CW 施工図がメーカーにより作られる。

建築設計者は CW 仕様設定に対する責任を持っている。例えば、耐風圧性能の設定が甘かったために大きい台風が来た時にガラスが割れた、あるいは弱い地震なのに CW が壊れたなどである。その時の設定の仕方や、仕様書の数値の間違ひは建築設計者の責任となる。

Ar6 社では、建築設計者が、設計と監理の両方を担当する。収まりから、仕様性能が合っているかまでを一貫して見ている。大規模な現場では設計者は設計監理としてついていても、経済的に可能であるが、小規模な現場では、設計者は CW 分科会のみ参加する。

Ar6 社以外の大手組織建築設計事務所は、監理と設計が厳格に分かれている。Ar7 社、Ar8 社では、CW 専門家は監理部門の中におり、CW を専門にしている人が CW コンサルとして、監理を担当する。つまり、設計者はデザインだけを担当する。このように、建築設計事務所の社内における設計と監理の役割が分離されることが多い。

大手設計会社の CW 設計体制の中に、外装委員会という組織がある。外装委員会は資料を提供する、CW 仕様を照合する、メーカーが提供する図面をレビューするとといった責任を持っている。また、総合請負業者の CW の専門家は現場にサポートをつけるべきということが設計者により仕様書の中に組み込まれている。

次に中国の現状について説明する。中国の建築設計者の主な役割は、設計段階での設計図書の作成（概念設計、方案設計、初步設計、拡大初步設計、施工図設計）である。通常、建築設計事務所は監理業務を行わない。建築設計者はスケッチをして、CW の図面の一部として提出し、建築図においても併用する。要点のみ伝えることが目的であり、形式はあまり重要ではないとされている。建築図では、設計意図を表現できる典型的な細部のスケッチ（縮尺は 1/20 程度）を出し、窓周り、パラペットあたりの設計意図を図面で表現する。平面図では、開閉の部分表現し、外に見せる枠の位置など、設計意図のポイントを入れる。CW メーカーは建築設計者のこのような図面から CW の施工図を作成する。

また仕様についてみると、建築設計者は CW の仕様を作成しない。CW のコンサルタントが作る CW の仕様を承認する責任もない。日系建築設計事務所中国支社は日本のやり方を引き継いでおり、CW の仕様は品質が絡むため、重要だとの認識があり、確認されることが多い。しかし中国現地の建築設計事務所はこのような試みはしていない。

また、中国現地の建築設計事務所は CW に対する省エネに関連する性能要求、風洞試験のデータを CW コンサルタントあるいは CW メーカーへ提出する。

以上のように、日中における建築設計者の業務範囲と責任範囲が異なる。中国の建築設計者は建築施工図を作成するが、日本の設計者は建築施工図を作成しない。日本における建築設計者の業務範囲は監理業務も含まれていて、CW の仕様も決定する。これに対し、中国の建築設計者は CW の仕様の全般の性能を決定しないが、CW の断熱性能・日射遮蔽性能のみは、国の省エネ基準に基づき要求を提出する。

工事監理者

日本建築士法第 2 条第 6 項（告示 1206）によると、工事監理者の業務内容は「その者の責任において、工事を設計図書と照合し、それが設計図書のとおりを実施されているかいないかを確認すること」とされている。そのため、日本では建築設計者、総合請負業者、専門工事業者以外の独立する工事監理者はおらず、建築設計事務所の建築設計者が工事監理の職能を担う。

一方、中国の「工程建設工程監理規定」の第 1 章第三条によると、工事監理者の業務内容は「発注者に依頼され、法制度、法規、契約によって、工事を監理、管理することである。」とされている。そのため、中国では、工事監理者がおり、プロジェクトの進捗、安全、品質について監督責任を持っている。

また、「日本の工事監理は施工者の高い管理能力を背景とした自主管理確認型工事監理が中心であるに対し、中国の工事監理は施工者の管理能力の充実を目的とした指導型工事監理であるといえる。」⁴⁶と述べられている。

3.3.1.3 総合請負業者の役割

日本と中国の総合請負業者の役割を明らかにするために、Ar6 社、Co2 社、へのヒアリング調査を行った。その結果を以下に説明していく。

まず日本における総合請負業者は、プロジェクト全般に対する統合機能を持っている。民間プロジェクトの場合、総合請負業者は施主から一括請負し、各工事業者と契約し、専門工事業者に対する管理の責任と権限を持ちながら、プロジェクト全体の品質管理を行う。専門工事業者と元請業者、そして同一工事の専門工事業者間の関係は協力性が強いと言われる。

施主はあくまで総合請負業者との契約でしかないので、工事上何かトラブルがあった場合、基本的には全て総合請負業者の責任となる。工事契約は施主と施工者（総合請負業者）が一括請負契約し、総合請負業者の下に CW メーカーが参入するので、工事上、或いは製品としての欠陥がある場合、責任は請け負う施工会社にある。また、施工会社と CW メーカーとの間での契約内容によって、金額分担がどのようになるかは明らかではないが、設計者や施主にとって、責任は明確である。

⁴⁶ 齋藤 隆司、古阪 秀三、金多 隆、李 玥、工事監理に関する国際比較研究, Journal of architecture and planning (594), pp. 109-115, 2005-08-30

次に中国について説明する。中国における総合請負業者のやり方は日本と異なる。中国の総合請負業者は躯体しか作らず、あくまでもコンクリート、鉄骨、RC などに関する工事を請け負う。中国の総合請負業者は、日本の構造設計に近いと言われ、主な役割は躯体構造を作ることである。CW メーカーが躯体以外に関し、総合請負業者から指示を仰ぐということはない。分離請負の場合、CW について業界の方は、中国における総合請負業者が品質責任を持っていないという認識が存在する。

以上のように、日本と中国における総合請負業者の業務範囲や立場が異なっていることがわかった。また、日本における総合請負業者と CW 専門工事業者の間の関係によって、日本の CW メーカーの独立性は中国メーカーより低いとわかった。

3.3.1.4 CW コンサルタントの役割

ここでは、日中の CW のコンサルタントの役割について明らかにしていく。日本における大手建築設計事務所 Ar6 社の CW 専門家、中国における CW コンサルタント会社 Co 社と Co1 社の専門家へ、ヒアリング調査を行った。⁴⁷

まず日本の実態について説明していく。日本における大手建築設計事務所 Ar6 社の CW 専門家へのヒアリング調査によると、日本では、CW コンサルタントはあまりみられない。中国の CW コンサルタントが担う業務は、基本的に日本における CW メーカーの業務の一部である。日本に CW コンサルタントは少ないが、複雑なプロジェクトや海外のプロジェクトでは、CW コンサルタントが参加する場合がある。例えば、海外の CW メーカーは仕事を決定する前に、施主や設計者に協力することは殆どない。そのため、発注用の図面は CW メーカーではなく、CW コンサルタントが参加し、CW 設計図面を作成することとなる。

次に中国の実態を説明する。中国では、大規模プロジェクトの場合、施主あるいは建築設計者が CW コンサルタントに業務を依頼するが多い。中国の CW メーカーは、日本の CW メーカーと異なり、自社が仕事を取れることが不確定の場合、業務協力することはない。従って、必須の発注用 CW 図面を作る際に、CW メーカーは関係しない。厳密に工事費を算出できるような CW の設計図を作成するためにはコンサルタントの協力がないと難しい。

CW コンサルタント会社 Co1 社の専門家へのヒアリングにより、以下の実態を把握した。

中国の CW コンサルタントは、CW 発注前、施主から依頼を受けて、CW 方案設計、CW

⁴⁷ 注: Ar6 社の CW 専門家は、日本でのプロジェクト以外に、中国でのプロジェクトを参入したことがある。Co2 社の CW 専門家は、日本で仕事経験があり、中国で勤めている専門家である。Co1 社の専門家は外資系 CW コンサルタント会社の専門家である。

深化設計及び仕様書作成、発注用 CW 設計図設計及び仕様書作成などの業務を行う。具体的に、以下の業務内容がある。

①CW 方案設計（日本の基本設計に近い）

通常、CW コンサルタントは「建築深化設計」段階で、「建築方案設計」を元に CW 方案設計を行う。CW の構法（方立方式又はユニット方式）を選定したり、主要部品の初歩寸法（方立の幅、奥寸法、ガラスの厚み、構造シーリング材の幅）を決める等の業務である。

②CW 深化設計（日本の実施設計に近い）及び仕様書作成

CW 深化設計の業務は方案設計の主要内容の深化、コスト分析、材料の初期確定、断熱計算(省エネルギー規範や LEED 認証の要求確認)、標準接合部詳細図の作成、初歩 CW 工事仕様書の作成が挙げられる。

③発注用 CW 設計図設計及び仕様書作成

非標準接合部詳細図の作成と CW の工事仕様書の作成が、CW の発注図設計で行われる。

そのほか、CW の発注前後、発注段階では入札前の質疑応答、入札図書のチェックや評価報告書の作成を行い、CW の施工段階では性能試験の監督、施工図と計算書の審査、材料の審査、工場加工組立と現場取り付けの検査を行う。

次に、CW コンサルタントの種類、業務内容に関して、中国上海における CW コンサルタント会社 Co2 社の中の CW 専門家へヒアリング調査をした。調査結果について CW コンサルタントの種類、業務内容、施工段階から以下のようにまとめた。

CW コンサルタントの種類に関しては、メーカー側が依頼するコンサルタント、施主と契約していてメーカーをサポートするコンサルタント、施主だけをサポートするコンサルタントも存在する。業務の質も内容も大きく異なる。

CW コンサルタントの業務内容に関して、基本的に、施主から、依頼を受けて、仕様書作成、CW 基本設計図面作成、入札審査、CW 施工図審査、現場施工技術監督などの業務を行う。入札施工図を作成する時、施主から指示を受けるものは、施主が建っている建物の全ての情報である。コンサルタントの業務内容は取引先が、CW コンサルタントにどこまで業務を依頼するかによるが、取引先が CW を入札するため設計図を依頼した場合、CW コンサルタントは CW 入札図を描ける。その後、コストを抑えるために、CW 施工図で変更する。また、CW コンサルタントは国家標準 GB に基づいて、CW の工事入札の条件や CW の特記仕様書を作る。施主の代行として、CW コンサルタントは入札の前に工場視察などの業務も行う。

CW の施工段階で、CW コンサルタントは、製品検査、現場の管理や進捗状況を確認して、施主に報告する。CW コンサルタントは、一応現場管理をしているが、管理していない箇所も存在する。

3.3.1.5 CW メーカーの役割

日本と中国における CW メーカーの役割の実態を明らかにするために、日本の建築設計事務所 Ar6 社の CW 専門家、中国の CW コンサルタント会社 Co2 社の CW 専門家、CW メーカー Ma1 社の CW 専門家へヒアリング調査を行った。その結果について、設計段階、試験・政策・施工段階、責任の所在、独立性の観点から以下に整理した。

設計に関して、日本では、CW メーカーは CW 工事発注の前にプロジェクトに参入し、設計協力を行う。施工段階に、CW 基本設計図、CW 施工図を設計する。中国では、CW メーカーは CW 工事発注段階でプロジェクトに参入し、入札用 CW 設計図、CW 施工図を設計する。

試験、製作、施工に関して、日本では、CW の性能試験もメーカー社内で行う。CW メーカーは型材生産、CW 組み立て、CW 取付けを一社で実施する一貫生産体制である。中国では、CW の性能試験は CW メーカー以外の政府試験機構で行う。アルミ型材メーカー、CW 組立及び取付けメーカーが分かれている。中国の CW メーカーは工場で作る CW を現場に運び、取り付ける。中国の CW メーカーは日本のメーカーのような現場管理は行わない。

責任所在に関しては、日中の CW メーカーは、CW の設計責任、完成責任、品質保証の責任を負っているといえる。CW 仕様を適切に設定した後、日本における CW メーカーは CW 生産者として、CW 品質について責任を持っている。例えば、耐風圧性能が 300kg で設計され、300kg を超えないような台風が来た際に CW が壊れたとすれば、生産者（CW メーカー、施工者）の責任である。中国で CW メーカー以外の設計者あるいは CW コンサルタントが CW 設計図面を作る場合、性能に問題がある時や、事故が起こった時にはメーカーが責任を取る。

CW メーカーの独立性に関して、日本では、サブコンの専用度は高いので、CW メーカーの独立性は中国より低い。

3.3.1.6 QS の役割

日本と中国における QS (Quantity Surveyor) の有無及び QS の役割を明らかにするために、既往研究に対する文献調査、CW コンサルタントに対するヒアリング調査を行った。その結果を、以下に示す。

まず「Chartered Quantity Surveyor」とは、「Quantity Surveyor」あるいは略称で「QS」と呼ばれている。日本の建築コスト管理士が様々な職域で、様々な立場で業務を遂行しているのに比べると、QS は独立した専門職能として発注者側に立っていることが、日英の大きな相違点となっている⁴⁸。

中国は英国の QS 制度の影響を受け、独立職能を持っている Quantity Surveyor や造価エンジニア (Cost Engineer) が導入され、発注者や入札者による工事量リスト (Bill of Quantity、数量明細書) が重視されている。

⁴⁸日本建築積算協会, “Chartered Quantity Surveyor” と “R I C S” について, www.bsij.or.jp/news/20140226/pdf/qs_risc.pdf

中国のCW コンサルタント会社 Co1 社の CW 専門家ヒアリング調査によると、QS の役割は以下ようになる。

- ①発注用 CW 設計図に基づいて、発注用 CW 工事量リストを作成する。
- ②CW 工事契約書における技術要求部分以外の約款を決める。
- ③入札する際に提供される工事量リストを照合する。
- ④工事費支払を管理する。

以上のように、本項では 3.3.1.1 から 3.3.1.6 にかけて、各技術主体の役割について詳細に説明してきた。各主体の役割を以下の表に示す。日中の相違点は、監理会社の有無、CW コンサルタントの有無、QS の有無、建築設計者の役割の相違、総合請負業者の役割の相違、CW メーカー役割と立場の相違と挙げられる。

表 3-5 各技術主体の役割の比較

	日本	中国
企画・調査		
設計	基本設計	建築設計事務所
	実施設計	建築設計事務所
	施工図設計	総合請負業者
	CW 詳細設計	CW メーカー
発注協力	建築設計事務所	建築設計事務所、CW コンサル、QS
建築設計意図及び設計内容を施工者に正確に伝えるための業務等	建築設計事務所	建築設計事務所、CW コンサル
施工監理		監理会社 K、CW コンサル
CW 施工	CW メーカー	CW メーカー

3.3.1.7 各主体業務内容と責任

これまで、各技術主体の役割について詳細に説明してきた。ここでは、日本と中国の各主体の業務内容と責任について、整理し比較していく。日本における各主体業務内容と責任を表 3-6 に、中国における各主体業務内容と責任を表 3-7 に示した。

表 3-6 日本における各主体業務内容と責任

各主体	業務内容	責任
施主	設計の委託、建物全体発注意思表示	総合請負業者に支払
設計者	企画、計画、設計段階で設計図書作成、工事監理、CW仕様書作成	設計図書内容 工事を設計図書と照合し、それが設計図書のとおりを実施されているかを確認すること CW仕様設定の責任
監理者	—	—
総合請負業者	プロジェクト全般の統括管理 施工計画、施工管理、一部工事、施工図作成	プロジェクト全般の品質保証 工期・工費・施工品質・安全の総合責任 サブコンに支払いの責任
CW コンサルタント	—	—
CW 専門工事業者	工事遂行	CW の設計責任、完成責任、CW の品質保証

表 3-7 中国における各主体業務内容と責任

各主体	業務内容	責任
施主	設計の委託、建物全体発注意思表示、CW 工事の発注、企画から完成までプロジェクト全般に対する管理	総合請負業者、CW 専門工事業者に支払
設計者	企画、計画、設計段階で設計図書作成、建築施工図作成	設計図書内容、工事を設計図書と照合し、それが設計図書のとおりを実施されているかを確認すること
監理者	発注者に依頼され、法制度、法規、契約によって、工事を監理、管理すること 工事の進捗、安全、品質管理	施工品質・安全・進捗に対する監督責任
総合請負業者	プロジェクト全般の統括管理、施工計画、施工管理、一部工事(躯体工事)の遂行	プロジェクト全般の品質保証 工期・工費・施工品質・安全の総合責任
CW コンサルタント	発注用 CW 仕様書、CW 図面作成 CW 施工現場監督	CW 仕様設定の責任 技術承認確認
QS	契約約款 発注用数量書の作成 工事費確認	契約約款に関する責任 工事費確認に関する責任
CW 専門工事業者	CW 施工図作成 工事遂行 材工調達	CW の設計責任、完成責任、CW の品質保証

CW の仕様設定の正確性に関する責任は、日本で建築設計者が負うのに対して、中国では CW コンサルタントが責任を負っている。CW の仕様設定の正確性以外の CW の設計責任は、日本と中国では CW メーカーが負っている。CW の施工責任は、日本では総合請負業者と CW メーカーが負っていることに対して、中国では、CW メーカーのみが責任を負うことがわかる。

表 3-8 日中における CW 品質についての責任区分

	CW 仕様設定の正確性	CW 仕様設定の正確性以外の CW 品質責任 (CW 設計・施工責任)
日本	建築設計者	総合請負業者、CW メーカー
中国	CW コンサルタント	CW メーカー

3.3.2 各技術主体間の関係

本項では、各主体間の関係を明らかにするために、各主体間の関係の実態、関係の意味、各主体別の得失を整理した。以下に説明していく。

3.2.2.1 各主体間の関係

日本における各主体間の関係を表 3-9 と図 3-8 にまとめた。日本では、施主と建築設計者の間に委託契約をする。施主と総合請負業者の間に請負契約をする。建築設計者と総合請負業者の間に業務協力をする。建築設計者と CW 専門工事業者の間にも業務協力をする。総合請負業者と CW 専門工事業者の間に請負契約関係、管理関係がある。

表 3-9 日本における各主体間の関係

	施主	設計者	総合請負業者	CW 専門工事業者
施主	—	委託契約	請負契約	—
建築設計者	委託契約	—	業務協力、監督	業務協力、監督
総合請負業者	請負契約	業務協力	—	請負契約、管理関係
CW 専門工事業者	—	業務協力	—	—

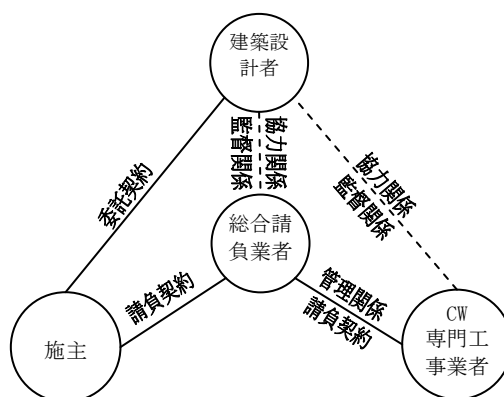


図 3-8 日本における各主体間の関係

表 3-10 中国大規模プロジェクトにおける各主体間の関係

	施主	設計者	監理者	総合請負業者	CW コンサルタント	CW 専門工事業者
施主	—	委託契約	委託契約	請負契約	委託契約	請負契約
設計者	委託契約	—	—	業務協力	—	業務協力
CW コンサルタント	委託契約	業務協力	—	—	—	監督関係
監理者	委託契約	—	—	—	—	監督関係
総合請負業者	請負契約	業務協力	業務協力	—	—	業務協力、弱い管理関係
CW 専門工事業者	請負契約	業務協力	管理関係	業務協力	監督関係	—

また、中国における各主体間の関係について、表 3-10、図 3-9 にまとめた。中国では、大規模プロジェクトの場合、施主と建築設計者や CW コンサルタント、監理者の間に委託契約をする。施主と総合請負業者の間では、請負契約をする。更に、施主と CW 専門工事業者の間に CW 工事の請負契約をする。建築設計者は、総合請負業者と協力関係と弱い管理関係があり、建築設計者と CW コンサルタントの間には協力関係がある。CW コンサルタントと CW 専門工事業者の間をみると監督関係があり、また監理者と総合請負業者や CW 専門工事業者の間にも監督関係があることがわかる。

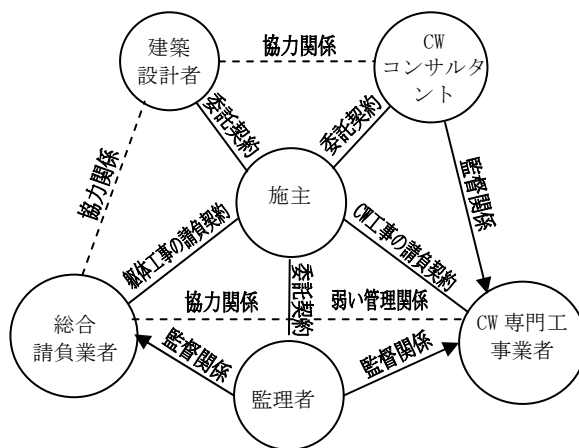


図 3-9 中国における建築生産システムの各主体間の関係

3.2.2.2 各主体間の関係性

日本と中国における各主体間の関係性を明らかにしてきたが、この関係性についてまず日本に関し、表 3-11 にまとめた。表の左側は各主体間であり、右側は関係性を示す。

表 3-11 日本における各主体間の関係性

各主体間	関係性
施主－設計者	設計の委託
施主－総合請負業者	信頼の基での請負関係
施主－CW 専門工事業者	表面関係なし
建築設計者－総合請負業者	本来ならば立場は対立（監理）、仕事は協力（設計と施工の整合性）であるので、場合によってはお互いに協力かつ対立する。
総合請負業者－CW 専門工事業者	従属的共生関係、役割分担関係
建築設計者－CW 専門工事業者	監理関係、設計協力

日本では、施主と建築設計者の間には、設計委託の関係がある。施主と総合請負業者の間には、信頼の基での請負契約関係がある。また、施主と CW 専門工事業者の間に、表面関係は存在していない。建築設計者と総合請負業者の間には、場合によってはお互いに協力かつ対立する関係がある。設計施工整合性に関して、意見交換で協力し、設計意図との照合に関しては、対立関係がある。総合請負業者と CW 専門工事業者の間に、従属的共生関係がある。建築設計者と CW 専門工事業者の間に、監理関係、設計協力関係がある。

表 3-12 中国における各主体間の関係性

各主体間	関係性
施主－設計者	設計の委託
施主－CW コンサルタント	CW 発注図書、CW 設計施工に対する監督の委託
施主－監理者	工事監理の委託
施主－総合請負業者	請負関係
施主－CW 専門工事業者	請負関係
建築設計者－総合請負業者	場合によってはお互いに協力かつ対立する。

各主体間	関係性
建築設計者－CW コンサルタント	協力関係
総合請負業者－CW 専門工事業者	仕事協力、安全、進捗に関する管理関係
建築設計者－CW 専門工事業者	場合によってはお互いに協力かつ対立する。
監理者－CW 専門工事業者	監督関係、対場は対立
CW コンサルタント－CW 専門工事業者	監督関係、対場は対立

同様に、中国における各主体間の関係性について表 3-12 にまとめた。表の左側が各主体間、右側が関係性を示している。中国では、施主と建築設計者の間は、設計委託の関係がある。施主と総合請負業者の間に請負契約関係である。施主と CW 専門工事業者の間に、請負契約関係である。建築設計者と総合請負業者の間に、場合によってはお互いに協力かつ対立する。設計施工整合性に関して、意見交換で協力し、設計意図との照合に関して、対立関係がある。建築設計者と CW コンサルタントの間に、協力関係があり、総合請負業者と CW 専門工事業者の間にも、主には協力関係がある。また、安全、進捗に関する管理関係がある。建築設計者と CW 専門工事業者の間では、場合によってはお互いに協力かつ対立する。建築設計図と CW 施工図の整合性に関して、意見交換で協力し、設計意図との照合に関して、対立関係がある。監理者と CW 専門工事業者の間には、対立の立場が存在し、監督関係である。CW コンサルタントと CW 専門工事業者の間についても、対立の立場が存在し、監督関係である。

3.2.2.3 各主体別得失

各主体の関係による各主体別得失について説明する。まず日本における各主体別損失を表 3-13 にまとめた。横軸は「得」、「失」であり、縦軸は各主体である。

表 3-13 日本における各主体別得失

各主体	得	失
施主	信頼維持、手間簡単、責任明確	—
建築設計者	建物全般の性能確保に対するコントロールは強い 施工段階も監督、管理ができる	設計に関する責任範囲はより大きい。監理に関する責任を負う。
総合請負業者	プロジェクトに対する統括管理ができる	リスクの負担大
CW 専門工事業者	信頼維持、手間簡単	独立性が低く、自分の能力を本当の使用者にアピールできない 総合請負業者に弱い立場

日本の場合、以下の特徴がみられた。

- ①施主にとっては、信頼が維持できる、手間が少ない、トラブルが発生する際に責任が明確である、という利点がある。
- ②建築設計者にとって、建物全般の性能確保に対して支配力が強く、施工段階でも監督、管理ができる。設計に関する責任範囲はより大きい。監理に関する責任を負う。
- ③総合請負業者にとって、プロジェクトに対する統括管理ができる。リスクの負担はより大きい。
- ④CW 専門工事業者にとって、総合請負業者との信頼関係が維持でき、下請契約の手間も簡単である。しかし、CW 専門工事業者の独立性が低く、自分の能力を本当の使用者

にアピールできない。総合請負業者に弱い立場を持っている。

表 3-14 中国における各主体別得失

各主体	得	失
施主	工事費の削減 プロジェクトに対するコントロールは強い 自分の意思をプロジェクト完成まで表現可能	施主の責任が重い トラブルがある場合、責任区分は困難
設計者	建築設計図書作成だけに責任を持っている	建物全般の性能確保に対するコントロールは弱い
監理者	第三方からの監督、管理ができる	工事の品質だけ監督する
総合請負業者	リスクはより低い、責任範囲はより小さい	プロジェクトに対する統括管理は弱い
CW 専門工事業者	技術水準反映、実力で競争できる	自社以外の管理・監督は不足

次に、中国における各主体別損失について表 3-18 にまとめた。中国の場合には以下の特徴がみられる。

- ①施主にとって、工事費の削減が可能であり、プロジェクトに対する支配力が強まる。自分の意思をプロジェクト完成まで表現可能である。しかし、施主の責任が重い。トラブルがあった場合、責任区分を明確にするのは困難である。
- ②建築設計者にとって、建築設計図書作成だけに責任を持っている。しかし、建物全般の性能確保に対する支配力は弱い。
- ③総合請負業者にとって、責任範囲はより小さく、リスクはより低い。しかし、主に進捗と安全に関して、CW 専門工事業者に対する管理責任がある。プロジェクトに対する統括管理は弱い。
- ④CW 専門工事業者にとって、自社の技術水準を反映し、実力で競争できる。しかし、自社以外の管理・監督の権利は小さい。

3.3.3 技術主体の価値観

本項では、技術主体の価値観の実態を明らかにするために、契約に対する重要視の程度、品質確保に対する重要視の程度、出来た成果物の信頼性、性能確保に関わる仕事習慣について整理していく。既往研究に対する文献調査と Ar6 の CW 専門家、建築設計者へのヒアリング調査を行った。その結果を以下に示す。

契約に対する重要視の程度に関してみると、日本では記載事項が曖昧な契約書が存在している。各種契約形態に対応した契約約款は整備されておらず、一般的に契約はあまり重視されていない。これに対して、中国では、一般的に契約が非常に重視されている。

次に、性能確保に対する重要視の程度に関して、雨漏りに対する認識、水平性に対する認識を例として述べる。Ar6 社の CW 専門家へのヒアリング調査によると、超高層ビルの CW 性能確保レベルは、CW メーカーとコンサルタントが持っている CW の性能確保に関わる専門知識や経験や能力によって変わるところが多少あるが、文化の差異、価値

観と絡んでいるところも存在すると思われる。

たとえば、CW から水が漏れてしまうと、日本では重大な欠陥だとみなされるが、中国ではそのような認識はされない。

平さに対する認識に関して、金属のパネルを平らに作成するのは難しい。特に太陽光線が斜めに当たった箇所には、凸凹した歪みが見えてしまう。平坦さを表す単位にフラットネスがあるが、そのような数値を設定したからといって、実際にその通り作成出来るわけではない。日本ではCW 設計段階で、フラットネスを確保するために、パネルの裏打材の選択を工夫しているのに対して、中国ではそのような工夫をしていない場合がある。

中国のメーカーは、現在のように発展していくと、米国のCW と比較すると性能が確保されると考えられるが、日本と比較すれば改善されうる点は多い。特に、金属工事の部分では差が大きく、ガラスについても粗さが指摘できる。

また、Ar6 社の中国支社の建築設計者へのヒアリング調査によると、中国では、基本的に仕様書、発注書に記載されていない高品質のものはつukらない。その原因は、高品質化によるコストアップが挙げられる。一方、仕様書、発注書に記載されていない高品質なものを作るのは、日本メーカーのみの特徴であり、中国では技術的に高品質なものを作成が不可能ではないが、日本と比較すると、品質レベルの差が存在すると思われる。

信頼性に関しては、Ar6 社の中国支社の建築設計者の意見によると、中国では施工精度より信頼性が問題点である。性能は、クリアランスを確保できるか、厳密に吸収できるかに関する問題点があると思われる。中国のシーリング材は粗悪な品質ではないと思われるが、たとえば、シーリング材 10 本中、8 本しか使えないという可能性は否定できない。また、Co2 社の CW 専門家によると、中国のガラスの自爆率(the Rate of Self-explosion)は高く、信頼性に問題ある。

性能確保に関わる仕事習慣に関しては、日本では、シールの責任は基本的にCW メーカーが担い、CW 使用期限が記載されるが、中国では使用期限の記載が必要であるという発想がない。また、日本の現場では部品を厳重に養生しているが、中国の現場で、養生は簡素である。

以上のように、日本と中国における技術主体が契約に対する重要視の程度、性能確保に対する重要視の程度、出来た成果物の信頼性、性能確保に関わる仕事習慣が違うことがわかった。

3.4 共通点・相違点と原因

本章ではこれまで日中におけるCW の性能確保に関わる生産システムについて、発注・契約方式や、技術主体の役割と主体間の関係、設計プロセスを詳細に説明してきた。これまでで得られた日中の共通点・相違点を以下のようにまとめた。

共通点一

CW の施工図設計は CW メーカーが担当する。CW の設計責任、完成責任、品質保証の責任は、CW メーカーが負っている。

相違点一

①発注契約方式の相違

日本の民間の CW 工事は総合請負業者一括請負契約が多いことに対し、中国の大規模 CW 工事は分離発注による契約が多い。小規模 CW 工事は総合請負業者一括請負契約が存在する。日本では、性能発注による契約の採用、工事量明細書が重視されていないことに対し、中国では、大規模 CW 工事は性能発注による契約を採用し、小規模 CW 工事は数量発注が存在する。また、規模と関係なく、数量明細書が重視されている。

②各主体の役割と主体間の関係、技術主体価値観の相違

日本では建築設計事務所が監理を行うことや、CW メーカーが設計協力を行うこと、独立している QS がいないことに対して、中国では工程監理会社、CW コンサルタント、独立している QS が存在する。

また日本では、CW 専門工事業者選定、資材調達、品質管理は主に総合請負業者によって実施されることに対し、中国では施主によるそれらの仕事への関与度合いはより大きい。

更に、日本では、建築設計者が CW 仕様設定や CW 施工図の技術妥当性照合を行うことに対して、中国の建築設計者はこれらの役割を果たしておらず、CW コンサルタントが実施している。

技術主体の役割分担・責任区分では、日本の建築設計者が建築実施設計まで実施しているのに対して、中国の建築設計者は建築施工図設計まで実施する。日本の総合請負業者の業務範囲と責任範囲は中国より大きい。

主体間の関係としては、日本の CW メーカーと総合請負業者の間に強い協力関係を持っているのに対して、中国の CW メーカーの独立性はより高い。日本では、契約を重視する程度は中国より低い。品質確保を重視する程度は中国より高い。

以上のように、日中における CW の性能確保に関わる生産システムについて、共通点と相違点を明らかにした。本節では、これらの共通点と相違点が生じた原因について、建築生産システムの成立過程、技術発展史における CW の技術の位置づけ、発注書類、技術主体の有無や役割、価値観の観点から考察していく。

3.4.1 建築生産システムの成立経緯から見た原因

日本と中国における建築生産システムの相違点が存在する原因を考察する際に、両国における建築生産システムが成立する経緯を解明する必要がある。そこで、西洋での建築生産システムの成立経緯を概観し、日中の建築生産システムの成立の経緯を述べてい

く。

西洋における現代的な建築士制度の確立は、建築士団体の存在した英国での発展経緯からみられる。1761年の芸術家協会の設立、1768年の王立芸術アカデミーを経て、1791年に建築家クラブが創立された。更に1834年に英国建築家協会が創立され、1866年、その組織は王立英国建築士会（Royal Institute of British Architects、RIBA）と呼ばれるようになった。一方、十八世紀後半以後、建築家が伝統的に担ってきたほかのさまざまな役割と切離そうとする動きが起きてきた⁴⁹。1782年「建築家」の同義語である「首席サヴェイヤー」称号の廃止、1792年建築家クラブに対する「サヴェイヤーズクラブ」の設立、1818年土木技術師協会の発足が挙げられる。

産業革命以後、新材料、新構法の登場、建築規模の拡大に伴い、19世紀初、英国の人口増加による大規模な都市開発や急速な住宅建設を背景として、英国では総合請負業者が勃興し、それに相応する一括定額請負制度が普及した⁵⁰。その後建築の複雑化、大規模化により、コンサルタントが登場した。

19世紀末まで、日本と中国の建築生産システムには建築士が存在せず、建造活動は大工、棟梁(中国で設計と施工を一緒に行う人は「大匠」、「都料匠」と呼ばれる)が主導する生産体制で行なわれていた。19世紀末～20世紀の初期では、西洋の産業革命の影響に伴い、現代建築生産体制や現代建築教育が日本と中国に導入された。

日本は欧米の影響を受けて、明治維新から西洋の政治制度や文化を導入し、社会封建性の特色が薄くなった。欧米建築技術導入や新興工商業施設建設需給の急劇な拡大に伴い、建築業界の仲間制が無力化し、棟梁は企業としての総合請負業者へ転換した。これにより総合請負業者の生産技術力、管理力が向上し、相応する一括請負制度が十九世紀末(1892年)から普及し、定着してきた。日本では、CW技術を導入する際に、一時的に欧米の分離請負契約方式の影響を受けたことがあるが(たとえば、1974年に建てられた新宿三井ビルディングは分離請負契約方式を採用した。)CM会社がなく、総合請負業者の技術力がより高い日本では、トラブルが発生する際の責任を明確するために、CW技術が定着した後、民間のプロジェクトは主に一括請負契約を採用している。

一方、中国の建築生産システムの成り立ちは20世紀初期の欧米の建築技術の導入にみられる。米国の建築士(たとえば、1914年Henry Killam Murphyは米国から中国へ渡った)や米国で専門教育を受けた留学生は建築設計事務所を開いた。日本、米国、フランスから帰国した留学生は中国で現代建築教育を開始した。建築設計者は設計、監理、契約管理の役割を果たし、欧米の建造技術を身に付けた専門施工者の組織が生まれた。

1950年代-1970年代、中国での建築生産関係はソ連計画経済の影響を受け図3-10が示しているように、社会主義計画経済型建築生産システムとなっていた。社会主義国有化

⁴⁹参考文献:スピロ・コストフ(著)、鈴木博之(訳)建築全史—背景と意味、住まいの図書館出版局、1990

スピロ・コストフ(編)、楨文彦(訳)、建築家—職能の歴史、日経マグローヒル社、1981

周暉、建築プロフェッションに関する研究—その小史と現状、東京大学修士論文、2000、p16

⁵⁰参考文献:佐藤彰(著)、建築における近代—一九世紀欧米の建築家・建築産業に関する研究、中央公論美術出版、2010.2

建設業を考える会(著)、につぼん建設業物語—近代日本建設業史、講談社、1992.9

三浦忠夫(著)、日本の建築生産—組織の発生・体系の合理化を解明する、彰国社、1977.7

の実施に伴い、建築生産システムの中の建築設計者、施工者は主に国営の組織となった。1955年以後には、個人建築設計事務所は少なくなる。図3-11が示しているように、その時の大型公共プロジェクトでは「工程指揮部型」の管理調達方法が採用され、中小型公共プロジェクト、民間プロジェクトでは「施主自己管理型」（日本の公共工事で行われている分離発注方式と近い）の管理調達方法が採用された⁵¹。1984年以後、社会主義市場経済改革に伴い、外国借款プロジェクトが出現し、請負制度、出来高賃金制競争入札方式が導入された。1992年、工程建設監理制度が導入された。国有事業単位（役所と近い性質を持っている組織）としての建築設計院は企業への改革も進んでいる。1997年『中華人民共和国建築法』が公表され、その中に施工許可、各主体の資質、発注・請負、工事監理、安全管理、品質管理、法律責任について規定している。その中の「発注・請負」部分は、「施工総合請負の場合、建物の躯体の施工は必ず施工総合請負業者が実施する」と「総合請負業者は総合請負契約に対して責任を負っている。下請負業者は総合請負業者に対して責任を負っている。総合請負業者と下請負業者は施主に対して連帯責任を負っている。」が規定されている。

中国の大きな転換点としては、1999年『中華人民共和国入札法』の公表がある。2000年、中国建設部令第86号『建設工程監理範囲規模標準規定』、『建設工程質量管理条例』が公表された。『建设工程质量管理条例』（中国国務院批准、2000年）は、発注者（中国語で「建设单位」）、調査設計者（中国語で「勘察设计单位」）、施工者（中国語で「施工单位」）、工事監理者（中国語で「工程监理单位」）、政府の行政管理部門の品質管理に関わる責任と義務を規定している。2003年『建設工程安全生産管理條例』が公表された。2014年、『建筑工程五方責任主体項目負責人質量終身責任追究暫行辦法』（建築工事五つ主体のプロジェクト責任者品質終身責任に関する規定）（住房城郷建設部、2014年8月）は建築工事の発注者のプロジェクト責任者、調査企業のプロジェクト責任者、設計企業のプロジェクト責任者、施工企業のプロジェクト責任者、監理会社のプロジェクト責任者はプロジェクト設計使用期以内の品質責任を負うことを規定している。

⁵¹李玥、古阪秀三、金多隆、吉田 義正. 中国建築生産システムの現状と問題点—中国と日本における建築プロジェクトマネジメントの比較研究 その1, 日本建築学会計画系論文集(582), pp. 101-108, 2004年

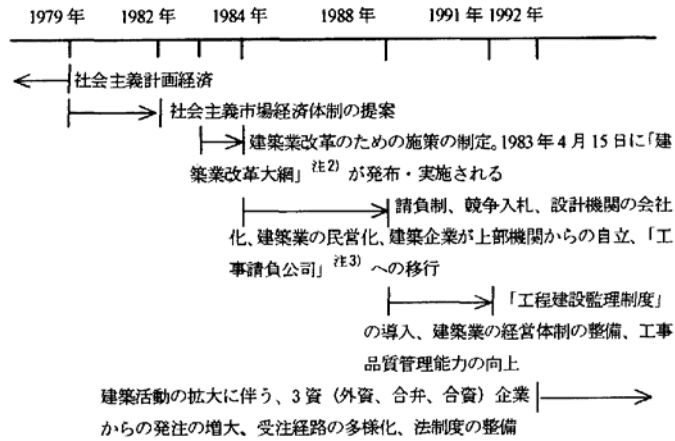


図 3-10 中国の建築生産システムの改革⁵²

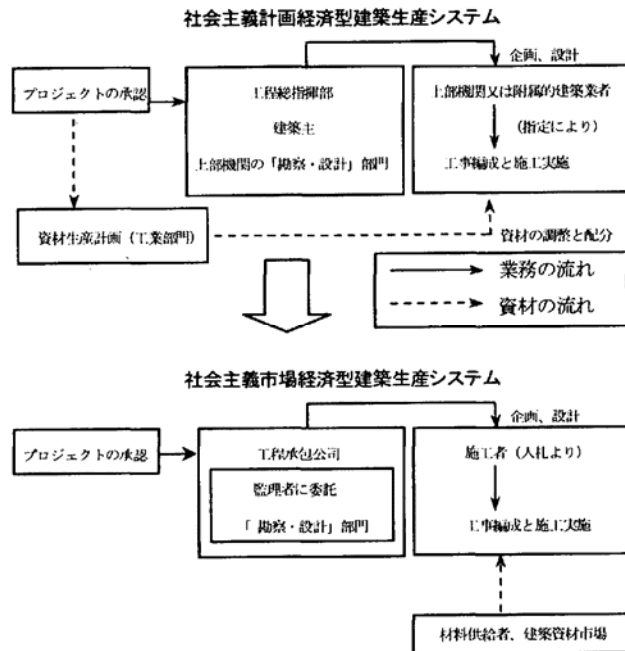


図 3-11 中国の建築生産システムの変遷⁵³

以上のように、日本と中国における建築生産システムが成立する経緯から、日本と中国の建築生産システムにおける発注・契約方式、中国の監理制度は欧米の影響を受けたことがわかった。両国における建築生産システムの相違点の一部が存在する原因を明らかにした。

3.4.2 CW 技術の発展史における CW 技術の導入の位置付けから見た原因

次に、世界各国の CW の発展過程と日本や中国に導入された概略を既往の文献⁵⁴を参

⁵² 社団法人 ベターリビング: 中国住宅ハンドブック 住宅供給制度・建築・住宅部品関連制度, pp. 121-124, p138, 1988年9月

⁵³ 社団法人 ベターリビング: 中国住宅ハンドブック 住宅供給制度・建築・住宅部品関連制度, pp. 121-124, p138, 1988年9月

⁵⁴ 参考文献: カーテンウォール工業会, カーテンウォールってなんだろう, 1995

考にし、日本や中国における CW 技術の導入の位置付けを述べる。

表 3-15 は世界範囲の CW 技術の発展史における日中の CW 技術の導入の位置付けを表す。この表を見ると、CW の起源は 1850 年代で、英国のクリスタルパレス(J. パクストン、1851)が源流と言われている。この建物は工業化生産方式で大量生産するプレキャスト鋳鉄部品とガラスを採用し、現場で組み立てるものである。工期は 3 か月で、折衷主義建築の工期の 1/40 である。1950 年代の米国における超高層ビルの発達とともに、今日的なカーテンウォールが超高層に採用されたのは 1950 年の国際連合本部ビル(W. K. ハリソン他)のアルミ方立 CW である。その後、米国においては、ステンレスを採用されたレバー・ハウス(S. O. M.、1952)、ブロンズ」を主材料とするカーテンウォールを採用されたシーグラム・ビル(ミース・ファンデル・ローエ、1958 年)など様々な新構法や新材料 CW が登場した。

表 3-15 CW 技術の発展史における日中の CW 技術の導入の位置付け

地域・国	年	代表的な建物、基準公表
欧米	1851	クリスタルパレス, 英国 (鉄とガラスで作った CW)
	1918	ハリディー・ビル, 米国 (米国で初めての CW)
	1950	国際連合本部ビル, 米国 (アルミを採用した)
	1952	レバー・ハウス, 米国 (ステンレスを採用した)
	1958	シーグラム・ビル, 米国 (ブロンズを採用した)
日本	1967	日本の「CW 性能基準」を公表した
	1968	霞が関三井ビル, 東京, 日本 (日本ではじめて超高層ビルに CW を採用した)
	1971	京王プラザホテル, 東京, 日本
	1974	新宿三井ビル, 東京, 日本
	1980s	Alcan 会社 (カナダ) と日本の新日軽の協力 YKKが米国のCW技術者を雇用了
中国	1985	日本の最初の業界基準 JASS14-1985 を公表した
	1985	中国, 北京長城ホテル(ベルギーの会社による設計、製作した CW 部品) 上海聯誼ビル
	1987	中国, 上海ヒルトンビル 日本不二サッシが設計、製作及び取り付け指導を担当した 中国国内での最初の CW 性能試験事例であり、試験設備は日本本田株式会社によって設計製造された。
	1994	ドイツからの ALCOBOND アルミ複合パネル生産加工設備を輸入した 中国メーカーはドイツからの CW 設計者を雇用了
	1996	中国メーカーはドイツ CW メーカーのサブコンとして、上海浦東国際金融ビルプロジェクトに参入した
	1996	中国の最初の業界基準 JGJ102-96 を公表した
2007	中国の CW 国家基準 GB/T 21086-2007 を制定する際に、ドイツ、欧州、英国、日本の CW の基準を参照した	

プレコンシステム協会「ファサードをつくる」編纂委員会、ファサードをつくる—PCa コンクリート技術と変遷。プレコンシステム協会、東京、2005

清家剛、建築用プレキャストコンクリート化技術の適応性の向上に関する基礎的研究、東京大学博士論文、1998、p156

Centre for window and cladding technology, A comparative study of the façade industry in the UK, Europe, Japan and the USA, 1992, part I, p3, p11

1960年代、日本の建物高さ制限の撤廃による建築物の高層化に伴い、日本で初めて31メートルを超えた建物であるホテルニューオータニ(大成建設、1964年)が建設された。CWが100メートルを超える超高層ビルでの採用は、霞が関三井ビル(山下寿郎建築事務所、1968年)である。当時は、日本にCW技術が蓄積されておらず、アルミサッシメーカーの業界団体の社団法人日本カーテンウォール工業会(現・一般社団法人カーテンウォール・防火開口部協会)の活動で、盛んに米国の情報をとりいれていた。例えば、「米国視察団報告書」(1966年)、「米国カーテンウォール関係カタログ集」(1969年)は米国におけるCWに関わる情報をまとめた。1967年公表された「CW性能基準」はCWの性能に関する考え方を示している。その後1980年代、日本のCWメーカーはカナダのCWメーカーと協力したことがある。米国のCW専門家は、日本の代表的なCWメーカーでCW設計者として勤めたことがある。したがって、CW導入期には、日本は米国の影響を受けたと言える。

次に、中国でのCW技術の位置づけについて説明していく。中国では、1980年代から超高層ビルCW技術の発展が始まった。1990年以前、中国における高い性能要求のCWプロジェクトはほとんど海外の会社が設計、製作、施工指導を行った。ガラスCW構法は当時の主要なCW構法である。CWが最初に超高層ビルに採用された事例は北京長城ホテル(Becket International、1985)である。この事例は、ベルギーのCWメーカーによる設計、製作したCWの部品を採用した。部品の組立は北京ドア窓会社(中国語で、「北京门窗公司」)が行い、取り付けは北京第六建築公司が行った。CWの面積は約23000平方メートル、うち82%は工場で組み立てられた。この建物は中国最初の中国国内でのCW性能試験を行った事例である。その後、上海ヒルトンビル(香港協建建築師有限公司、1987年⁵⁵)はメタルCWを採用した。このビルのメタルCWは日本不二サッシが設計、製作及び取り付け指導を担当した。地元の上海紅光建築用金物工場(中国語で、「上海紅光建築五金厂」)は取り付け作業を担当した。その後も、1990年代後半までに、多数のCWプロジェクトが海外CWメーカーにより設計、製作された。

1990年代後半以後、多数のCWプロジェクトが中国国内のCWメーカーにより設計、製作、施工された。中国国内の大手メーカーの一社の起業は1993年である。1994年、そのメーカーはドイツからCW設計の専門家を雇用した。ドイツからALCOBONDアルミ複合パネル生産加工設備を輸入した。1996年6月、その中国メーカーはCW技術研究所を成立し、社内標準を制定し、ユニット構法CWの研究開発を始めた。その間、上海へ現地視察に行った。しかし、視察だけでは設計製作の要領を把握できなかった。その後、その中国メーカーはドイツCWメーカーが請け負った上海浦東国際金融ビルプロジェクトにCW取り付けサブコンとして参加し、ユニット構法CWの取り付けを行った。そのプロジェクト後には、中国メーカーは国内の初のユニット構法CWを開発した。1997年の北京紡織品ビルプロジェクトで、ユニット構法CWに関する技術を本格的に把握した。

1997年と2000年中国建設部(日本の国土交通省にあたる)による全国CW工事品質検

⁵⁵梁其家, 上海静安-希尔顿酒店钢结构配合工程施工, [中] 建築技術, 1987, vol. 12

査によると、ある省市における30%~50%のCWは不合格だと判定された。⁵⁶そのため、CW品質を確保するために、中国建設部は若干のCWに関わる基準や行政令を公表した。1996年、中国建設部は『カーテンウォール建築工程施工企業資質等級標準』を公表した⁵⁷。1997年、中国建設部は建監〔1997〕167号『建築カーテンウォール工程管理の強化に関する暫時施行規定』を公表した。2000年、中国建設部は建監〔2000〕126号『建築カーテンウォール工程設計専門資質管理暫時施行方法』を公表した。

基準に関しては、中国のCWの基準(2007年版)を定める時、ドイツのCWの基準DIN18516.1~5-1999、欧州のCWの基準 prEN13830-2000、prEN14091-2000、prEN13049-2000と英国のCWの基準BS EN 12600-2002、日本のCWの基準JASS14-1996を参照した。

次に、中国におけるCW性能試験について述べる。1980年以前、中国でCW性能試験を行うことはなかった。1980年代初期、中国建築科学研究院物理所だけがCW性能試験を行う能力を持っていた。最初の試験事例は中国最初のCW事例—北京長城ホテルである。その試験設備は日本の本田株式会社によって設計製造された。試験部品の最大寸法は3×4.5M、最大風圧は10kPaである。1980年代中後期、中国の多数のCW性能試験は海外で行われた。1980年代末期、各省(「省」は日本の「県」にあたる)でカーテンウォール性能試験が始まった。性能試験は中国建築科学研究院以外、省における建築科学研究院でも行うことができるようになった。2000年以前、建築CW性能試験は各地の品質監督所、建築科学院、建設庁の監督にしたがって行われた。2000年以後、全国でCW性能試験を行うことができる場所は100ヶ所以上に達して、試験の水準や試験の行政管理は混雑してきた⁵⁸。試験報告の権威や、専門性が損失して、CWの品質の不確実性が増加したことが指摘された。現在試験水準が確保できる試験機構は、国家及び省における試験機構であると思われる。例えば、国家建築工程品質監督検閲センター(中国建築科学研究院に所属する)、広東省建築科学研究院(広東省建築工程安全品質監督所)である。

以上のように、中国におけるCW設計製作施工に関わる技術はベルギー、日本、ドイツから導入したこと、CWの基準については、ドイツ、欧州、英国、日本の基準を参照したことを明らかにした。

日本においてCW導入期は、米国や欧州の影響を受けた。中国においてCW導入期は、ベルギー、日本、ドイツの影響を受けた。しかし、日本のCW発注方式は米国、欧米と異なっている。

その原因は、CW技術を導入する以前から、日本の生産システムは米国や欧州と異なっており、CW技術の導入は日本の本来の建築生産システム(一括請負方式など)に大きな影響を与えなかったことが理由であると考えられる。CW技術を導入する以前から、日本の民間プロジェクトは総合請負業者一括請負契約が多数で、CW技術を導入した後

⁵⁶黄圻, 中国カーテンウォール産業発展30年, <http://www.alwindoor.com/>, 2011年12月

⁵⁷劉正權, 建築カーテンウォール検測, 中国計量出版社, 2007, p13

⁵⁸王洪濤, 中国門窓カーテンウォール検測技術30年, <http://www.alwindoor.com/info/2011-12-10/29594-1.htm>, 2011年12月

も、仕事習慣や分離発注の利点、欧米との相違によって、その生産システムの特徴は続いている。CW 技術を導入する前に、中国の民間プロジェクトも総合請負業者一括請負契約（1984 年以後）が多数で、CW 技術を導入した後、CW 技術の複雑性の増加やプロジェクトの大規模化に伴い、他国の影響を受けて、欧米で採用された分離発注方式が導入された。

以上から、業界の状況、仕事習慣も CW 発注・契約方式に影響を与えるといえる。

3.4.3 CW 発注書類に数量書有無の原因

中国では、CW 発注書類に数量書が存在するケースが多いが、日本では、CW 発注書類に数量書が存在しないケースが多い。その原因を考察していく。

まず、中国で BOQ (Bill of Quantity: 数量明細書) 発注という発注方式が導入される原因を述べる。

①以前の計画経済時代の定額積算方式による発注は、政府による指令性定額により積算する。現在の市場経済に合わないことが原因と考えられる。

②以前の計画経済時代の定額積算方式による発注は、価格と量に関するリスクが施主側にあった。しかし BOQ 発注（中国語で「工程量清單招標」）では、発注者に「量」についてのリスクを、入札者に「価格」についてのリスクを負わせることで、発注者側のリスクが定額積算発注より低減できる。

③以前の計画経済時代の定額積算方式より、入札する際に、各施工者のコスト管理と技術の優位性を発揮できる。

④中国が WTO に加入以後、国際化の傾向に伴い、中国の大規模プロジェクトは英国の QS 制度の影響を受け、施主側の BOQ は入札 BOQ の査照参照物として使用される。

⑤同様の設計図書、積算基準に基づいているにもかかわらず、入札者によって異なる数量明細書を提出する可能性がある。このため、施主側が統一的な数量明細書のフォーマットを提供することで、工事発注図に対する理解の誤差を回避でき、入札者に公平な競争ベースを提供できる。

⑥数量書は施主側コストコントロールの根拠として使用できる。入札者が記入した数量明細書を施主側が記入した数量明細書と比較することによって、入札者による工事量積算の人為ミスの有無が査照できる。入札者が記入した総合単価と契約書類の中の BOQ（数量明細書）は工事費分割支払う際の根拠として利用できる。施主による変更、入札質疑応答による変更以外、工事量変更による精算額の増額を回避できる。

次に、日本の CW 発注書類に数量明細書が存在しない原因を述べる。

社会風土や仕事習慣の影響を受けて、日本では独自の建築生産システムが存在しており、総合請負業者と CW メーカーの間の長期信頼関係が存在しているので、曖昧な契約書類で仕事を実施する。「発注書類に数量明細書を明記しない」ことや、「性能発注で数量明細書は参照だけで、契約書類にいない」という仕事習慣がある。

このように、CW 発注書類における数量書の有無は、他国の影響に加えて、国内の社会風土、仕事習慣の影響を受けていると考えられる。

3.4.4 CW 発注書類に CW 設計図有無の原因

次に、CW 発注書類における設計図の有無に関する原因について説明する。日本には独自の建築生産システムが存在しており、総合請負業者と CW メーカーの間の長期信頼関係が存在しているため、曖昧な契約書類で仕事を実施する。中国の大規模プロジェクトでは、欧米の影響を受け、発注段階でより精確な工事量計算ができるために、発注用 CW 設計図が必要である。

3.4.5 技術主体有無の原因

本項では、技術主体の有無に関する原因として、工程監理会社や CW コンサルタント、QS の有無から考察していく。

3.4.5.1 工程監理会社有無の原因

日本と中国で工程監理会社の有無は、主に他国の影響による行政管理制度の相違が原因であると挙げられる。

『四会連合協定 建築設計・監理業務委託契約書』（平成 19 年 6 月版）には「監理業務」が記載されているので、日本では建築設計事務所の業務範囲に「監理」が含まれていると見られる。

一方、中国では、1989 年から他国の影響を受け、第三者による工事監理制度の導入により、工程監理会社が存在してきた。1989 年以後、改革開放政策に伴い、外国借款プロジェクト対応のため、第三者による工事監理制度が導入された。1989 年には『建設監理試行規定』が公表され、1995 年それを代行する『工程建設監理規定』が公表された。2000 年には中国建設部令第 86 号『建設工程監理範囲規模標準規定』、『建設工程質量管理条例』が公表された。『建设工程质量管理条例』（中国国务院批准、2000 年）は、発注者（中国語で「建设单位」）、調査設計者（中国語で「勘察設計単位」）、施工者（中国語で「施工単位」）、工事監理者（中国語で「工程監理単位」）、政府の行政管理部門の品質管理に関わる責任と義務を規定している。2003 年には『建设工程安全生产管理条例』が公表された。

2014 年、『建筑工程五方责任主体项目负责人质量终身责任追究暂行办法』（建築工事五主体のプロジェクト責任者品質終身責任に関する規定）（住房城鄉建設部、2014 年 8 月）は建築工事の発注者のプロジェクト責任者、調査企業のプロジェクト責任者、設計企業のプロジェクト責任者、施工企業のプロジェクト責任者、監理会社のプロジェクト責任者はプロジェクト設計使用期における品質責任を負うことを規定している。

日本と中国では、工事監理を行う主体は異なるが、各主体間の工事監理に関わる役割の隙間はないので、工程監理会社の有無は両国における CW 性能確保の相違に影響を与えていない。

3.4.5.2 CW コンサルタント有無の原因

中国ではCW コンサルタントがあり、日本ではCW コンサルタントがない原因を考察すると、以下のようにまとめられる。

- ①中国は欧米の影響を受けた。欧米では、CW コンサルタントが存在する。
- ②責任分担の面から見ると、日本では建築設計事務所が建築設計に関わるすべての責任を負っている。そのために、日本の建築設計事務所にCW 専門知識を持っている技術者が存在していて、CW に関わる設計内容に対する確認、承認がある。
- ③日本のCW メーカーが仕事を取るために、基本設計段階で設計者に様々な協力をし、営業設計、営業協力をする。建築設計者は、2-3社のメーカーと意見交換して進める。実施設計の図面もメーカーの協力により作成される。これを基に、各メーカーが見積書を出す。日本のCW メーカーが建築設計段階で果している役割は欧米、中国でのCW コンサルタントが建築設計段階で果している役割にあたると言える。

このように、他国の影響、仕事習慣の相違によって、日中ではCW コンサルタントの有無の相違が生じる。

また両国の相違点が性能確保に与える可能性がある影響について述べていく。まず日本の建築設計事務所は、CW メーカーの図書を照合する責任と技術能力を持っている。日本のCW メーカーは、建築設計段階の設計協力を行うが、各主体間の役割に隙間はない。

中国では、建築設計事務所は、メーカーの図書を照合する責任と技術能力を持っていない。中国のメーカーは、建築設計段階の設計協力を行わない場合が存在する。(このことについて、中国は欧米と似ている。)CW コンサルタントがいなければ、各主体間の役割の隙間が存在していると考えられる。したがって、日本では、CW コンサルタントがいなくても、CW の性能確保に影響を与えることはないが、中国では、CW コンサルタントがいなければ、CW の性能確保に不利な影響を与えることがあると考えられる。

中国における建築設計事務所の建築設計者へのヒアリング調査⁵⁹によると、中国ではCW コンサルタントの有無と関係なく、CW 詳細設計、気密性能、水密性能確保に関わる責任は建築設計者の責任範囲に含まれておらず、CW コンサルタントあるいはCW メーカーが負う。建築設計者はCW 詳細設計図に対して、意匠に関わる設計内容だけを照合する。建築設計者の立場から見ると、建築設計段階でCW コンサルタントの参入の有無は、CW の最終の性能確保に影響がない。

中国におけるCW メーカーMa1社(事例CH1と事例CH2のCW メーカー)へのヒアリング調査⁶⁰によると、新しいCW 技術を採用する場合、CW コンサルタントは重要な役割を果たす。事例CH1と事例CH2、事例CH3はすでに定着しているCW 技術を採用しているので、CW コンサルタントの有無はCW 設計品質に大きな影響を与えないという考え方が

⁵⁹ ヒアリング調査期日:2015年1月24日

⁶⁰ ヒアリング調査期日:2012年3月8日

業界に存在する。

次に、各段階における役割分担から、CW コンサルタントの有無がCWの性能確保に与える影響を考察する。表 3-16 に、日本と中国の事例における CW 施工図設計から取り付け検査までの各主体の役割を示した。事例は、中国の事例（CH1, CH2, CH3）と日本の事例（JP1-JP7）である。

表 3-16 日本と中国の事例における CW 施工図設計から取付け検査までの各主体の役割

立案、確定、チェック、承認、検査	パタン 1 事例 CH1	パタン 2 事例 CH2, CH3	パタン A 事例 JP1-JP7
CW 施工図立案、確定	CW メーカー	CW メーカー	CW メーカー
CW 施工図の技術妥当性チェック	CW コンサルタント	なし	建築設計者、総合請負業者
CW 施工図技術妥当性承認	CW コンサルタント	なし	建築設計者、総合請負業者
CW 施工図意匠承認	建築設計者	建築設計者	建築設計者
CW 製作検査	CW コンサルタント	なし	建築設計者、総合請負業者
CW 施工中受け入れ検査	CW メーカー	CW メーカー	CW メーカー 総合請負業者 工事監理者
CW 施工中取付け検査	CW メーカー CW コンサルタント 工事監理者	CW メーカー 工事監理者	CW メーカー 総合請負業者 工事監理者

まず CW の発注図の設計段階では、CW コンサルタントの有無に関して各事例をみると、事例 CH1 では、CW コンサルタントは CW の仕様書、発注用の CW 設計図の立案者と確定者である。CW コンサルタントが仕様書を設定する際に、製作精度や施工精度に対する要求は国の基準より高い場合が存在する。事例 CH2 では CW メーカーは CW 仕様書、発注用 CW 設計図の立案者と確定者である。事例 CH3 では建築設計者が設計する建築施工図が CW 発注用図として使用されている。

次に CW の施工図の設計段階では、CW コンサルタントの有無に関して各事例をみると、事例 CH1 では、CW コンサルタントは CW 施工図のチェック主体、図書承認主体である。事例 CH2、事例 CH3 では CW 施工図の技術の妥当性をチェック、承認する主体ではないので、各主体間の役割の隙間が存在する。

最後に CW の製作施工段階では、CW コンサルタントの有無に関して各事例をみると、事例 CH1 では、CW コンサルタントは監理会社の他に、CW 製作施工を検査する役割を果たしている。事例 CH2、CH3 は監理会社（監理会社の検査項目は少ない）の他に、CW 製作施工を検査する役割を果たしている技術主体はないので、各主体の間の役割の隙間が存在する。

以上のように、中国では、業界の建築設計者、メーカーは CW コンサルタントの有無は CW 最終の性能確保に影響を与えないという観点があるが、各段階における役割分担から見ると、CW コンサルタントの有無は CW 最終の性能確保に影響を与える可能性が存在する。

3.4.5.3 QS 有無の原因

日中の QS の有無の原因に関する考察をする。中国は英国の QS 制度の影響を受けたために、独立職能を持っている Quantity Surveyor や造価エンジニア (Cost Engineer) が導入され、発注者や入札者による数量明細書 (Bill of Quantity、工事量リスト) が重視されている。日本では、他国の影響を受けていないために、QS が存在しない。このように、他国の影響は、QS 有無の相違を生じるといえる。

3.4.6 技術主体役割相違の原因

本項では、技術主体の役割が日中においてことなる原因について、施主、建築設計者や工事監理者、総合請負業者、CW メーカーのそれぞれの役割から考察していく。

3.4.6.1 施主の役割及び両国差異の原因

日中において施主の役割が異なってくる原因は、他国の影響による契約関係の相違と仕事習慣の相違が挙げられる。

契約関係の相違に関して、日本では一式請負契約を採用しており、中国の大規模プロジェクトは、欧米における契約方式の影響を受けて、分業請負契約を採用している。

このような契約関係の相違によって、中国の総合請負業者の業務範囲は日本の総合請負業者より小さく、安全やスケジュールを中心に CM 的な役割を果たしている。CW 専門工事業者の選定、資材選定は、中国では総合請負業者の業務範囲外になる。そこで、施主は CM の役割の一部を果たしている。また、1949 年—1978 年の計画経済時代に、中国における施主はプロジェクトにより大きく関与し、施工業者選定、資材調達、品質管理などについて、プロジェクトに参入した。このような仕事習慣は現在の仕事のやり方に影響を与えていると考えられる。

3.4.6.2 建築設計者・工事監理者の業務範囲相違の原因

次に、建築設計者や工事監理者の業務範囲の日中での違いを引き起こす原因について考察する。建築設計者・工事監理者の業務範囲の相違点が発生する原因は、他国の影響、国の法制度や行政管理制度の影響、仕事習慣の影響であると考えられる。他国の影響に関して、中国は米国の影響を受けたため、CW の仕様設定、CW 施工図の技術妥当性照合は、建築設計者の業務範囲外である⁶¹。日本では、CW の仕様設定、CW の施工図の技術妥当性照合は建築設計者の業務範囲内である。法制度の影響に関して、日本の『四会連合協定』は、「監理」を建築設計者の業務範囲にするのに対して、中国の『中華人民共和国建築法』、中国建設部令第 86 号『建設工程監理範囲規模標準規定』、『建設工程質量管理條例』、『建設工程安全生産管理條例』では、中国における監理体制や監理を行う主体を規定しており、監理を行うのは資質を持っている監理会社である。仕事習慣に関し

⁶¹ Centre for window and cladding technology, A comparative study of the façade industry in the UK, Europe, Japan and the USA, part1, 1992 の p24 では「Architects, particularly in the USA and the UK, seek to limit their liability by employing cladding consultants to specify design curtainwall. In the USA, there is often a transfer of liability from the architect to the consultant whilst in the UK the architect still takes full responsibility for all aspect of design.」という記述がある。

て、中国では建築設計者は工事監理を行う仕事習慣がない。

3.4.6.3 総合請負業者の業務範囲・立場相違の原因

次に、総合請負業者の業務範囲と立場が異なる原因について考察する。総合請負業者の業務範囲が相違する原因は、主に他国の影響や業界の状況による契約関係の相違であると考えられる。理由として、大規模プロジェクトでは、中国は欧米の分離請負契約関係の影響を受けて、CW 工事分離請負契約を採用しており、総合請負業者は CW に関わる品質確保責任を持っていない。また、中小規模プロジェクトでは、一括請負契約であり、総合請負業者と CW 専門工事業者は連帯責任を持っているが、仕事習慣によって、中国の総合請負業者の中に CW に関する専門知識を持っている人が存在しない場合が多い。

日本と中国における総合請負業者の立場が相違する原因は二つあり、一つは、契約関係の相違であると思われる。契約関係の相違によって、総合請負業者の権限と立場が異なる。もう一つは、日本の総合請負業者はより長い歴史を持っており、より高い技術力や管理能力を持っていると考えられる。

技術力が高い総合請負業者が強い管理権限を持っているれば、CW メーカーの設計施工に対する批判的な照合や検査、CW 工事と関連工事間の協調は、CW 性能確保に有利である。

また、建築施工図を作成する技術主体についての相違の原因は、主に法制度と仕事習慣の相違であるといえる。中国の法制度では、建築施工図は必ず設計資質を持っている建築設計院や建築設計事務所により設計される。総合請負業者は建築施工図を描く資質を持ってない。

更に、独立性については、躯体図、総合図の有無の相違の原因は、総合請負業者の仕事習慣の相違であると推測される。建築施工図を描くことや建築施工図の中の躯体図、総合図を描くのは日本独自の仕事習慣であり、既往研究⁶²でそれらの図面の役割が述べられている。

3.4.6.4 CW メーカーの役割・独立性の相違の原因

CW メーカーの役割と独立性が日中で異なることについて原因を考察する。まず、日本と中国における CW メーカーの役割が異なっている原因を述べる。他国の影響による契約関係の相違によって、中国では大規模プロジェクトの場合、CW コンサルタントが日本における CW メーカーの役割の一部を果たしており、CW メーカーの業務範囲は日本より小さい。中国で CW メーカーは建築設計段階で設計協力を行わず、日本では CW メーカーは建築設計段階で設計協力を行うというように、両国において CW メーカーの役割が異なる。

更に契約関係の相違と仕事習慣の相違によって、中国の CW メーカーの独立性はより高く、メーカー自身の技術力は直接アピールできる。総合請負業者の CW に対する管理

⁶²片田匡貴他、建築生産プロセスにおける躯体図の役割—自由記述式のアンケートを用いた分析、学術講演梗概集 2014, 83-84, 2014-09-12

が甘くても、CW メーカーは自主管理で CW 性能確保の関連活動を実施する。

3.4.7 技術主体価値観相違の原因

技術主体の価値観に関して、日本と中国では、契約を重要視する程度、品質確保を重要視する程度が相違するという実態がわかった。そのような実態を生じる原因について述べていく。

社会風土の相違によって、社会における主体間の信頼関係は異なってくる。それは技術主体の価値観に影響し、技術主体が契約、品質確保を重視する程度は異なってくると考えられる。契約を重視する程度の低さや主体の業務範囲の曖昧さは人為的な不確定性を上げ、CW 性能確保に不利であるが、日本における CW 性能確保は日本型の生産システムの信頼性に依存すると推測される。

このように、社会風土が技術主体の価値観に影響を与えるとわかった。

3.5 小結

3章では、日本と中国における超高層ビル CW の性能確保に関わる生産システムの実態及び原因を明らかにすることを目的とし、文献調査とヒアリング調査を行うことで、発注契約方式、設計プロセス、技術主体の役割と主体間の関係について考察を行った。

これらを通し、日中における発注契約方式、設計プロセス、各主体の役割及び責任区分、技術主体価値観に相違点があることがわかった。以下に詳しく説明する。

①発注契約方式の実態としては、日本の民間の CW 工事は総合請負業者一括請負発注が多いが、中国の大規模 CW 工事は分離発注による契約が多い。中国の小規模 CW 工事は総合請負業者一括請負契約をする。これらが日中の契約関係の相違点であるとわかった。また発注において、日本では性能発注を実施し、数量明細書を重要視しない。中国では、大規模 CW 工事は性能発注を実施し、小規模 CW 工事は数量発注が存在する。いずれも発注書類における数量明細書を重視するといえる。

②設計プロセスの実態として、日本では、建築設計の段階は「企画計画、基本設計、実施設計」の三段階に分類される。建築基本設計段階から、CW メーカーは設計協力を行う。中国における建築設計の段階は、方案設計、初歩設計、施工図設計がある。細かく分けると、概念設計、方案設計、初歩設計、拡大初歩設計、施工図設計となる。初歩設計段階から、CW コンサルタントは設計協力を行う。

③各主体の役割及び責任区分の実態に関しては、CW コンサルタントの有無、QS の有無に関する相違点が存在することが明らかになった。また、施主、建築設計者、工事監理者の役割についても異なる点があることがわかった。

④技術主体の価値観の実態に関しては、日中は契約書類、品質確保に対する重要度が異なるとわかった。日本は契約書類における内容の具体性に対して重要視しないことに対し、中国は契約書類を重要視している実態があった。日本は品質確保を重要視し、完成品の信頼性が高いことに対して、中国では仕様書、発注書には書かれていない高品質なものは作らない場合が多い。

また、日本と中国における超高層ビルカーテンウォール性能確保に関わる生産システムの実態が上記のようにことなることに関し、それを引き起こす原因は他国の影響、法制度の影響、社会風土・商習慣、業界の状況・仕事習慣の相違であると推測されることがわかった。以下に詳しく説明していく。

①他国の影響としては、欧米の発注契約方式そのものや、もしくは欧米コンサルタントの中国プロジェクトへの参入は、中国の発注契約方式に影響を及ぼしたと考えられる。

1979 年以前中国はソ連の計画経済を実施し、建築生産活動は行政管理部門の指示に従って行う。1979 年からの社会主義市場経済改革に伴い、公平性、透明性を向上するために、請負契約方式、出来高賃金制競争入札方式が導入された。1980 年代における外国借款プロジェクトの実施による欧米の工事監理体制の導入は中国の工事監理に関する行政管理制度の制定に影響を及ぼしたと推測できる。また、欧米請負方式が、中国

の請負に関する行政管理制度に影響を及ぼした可能性についても指摘できる。一方、工業革命以後、新材料、新構法の登場、建築規模の拡大に伴い、十九世紀初から英国は総合請負業者が勃興し、それに相応する一括定額請負制度が普及された。日本は欧米の影響を受けて、明治維新から西洋の政治制度や文化を導入し、社会封建性が弱まっていった。欧米建築技術導入や新興工商業施設建設需給の急劇な拡大に伴い、建築業界の仲間制が無力化し、棟梁は企業としての総合請負業者へ転換をはかった。これにより総合請負業者の生産技術力、管理力が向上し、それに相応する一括請負制度が十九世紀末(1892年)から普及され、定着してきた。日本では、CW 技術導入する際に、一時的に欧米の分離請負契約方式の影響を受けたことがあるが、CW 技術が定着した後は、民間のプロジェクトは主に一括請負契約を採用するようになった。

②法制度に関して、中国の建築法と入札法は、建築工事の発注と請負、工事監理制度について規定し、発注契約方式に影響を与えたと推測できる。

③商習慣、業界の状況に関しては、業界が各種発注契約方式の優・欠点に対する観点、従来契約制度の定着状態は発注契約方式に影響を及ぼす。日本の業界は分業請負方式が民間プロジェクトで建設費用を抑える機能を認めていない一方で、中国の業界は分離発注方式が建設費用を抑える機能があるという認識があるために、両国における発注契約方式に違いが生じたといえる。日本における CW 技術導入期の発注契約方式の定着に対し、中国における CW 技術導入期では生産システムの改革が実施されている。これによって、日本では総合請負業者一括発注と中国分離発注の相違が生じた可能性は指摘できる。

④仕事習慣に関しては、仕事習慣は契約に関わっていない仕事のやり方に影響を及ぼしたと推測できる。中国で建築設計者は多数の CW 性能を設定しないという仕事習慣が、契約に関わっていない仕事のやり方に影響を及ぼす。日本で建築設計者は建築士法に従って建築物の質の向上に寄与するので、多数の CW 性能を設定する。

⑤社会風土の相違は社会における技術主体の間の協調性や信頼関係の相違を生じて、契約書類の技術情報の曖昧さへの対応に影響を及ぼす。日本では、技術主体間の信頼関係があり、信頼関係を維持するために、契約書類の技術情報が曖昧であっても、契約書類の技術情報の範囲以外の内容にも対応する。中国では、社会における主体間の信頼関係は日本と比べると弱いと言え、契約書類の技術情報が曖昧であれば、十分に対応しない可能性が存在する。以上のことは技術主体の価値観に影響する。

⑥業界の状況は行政管理制度の相違を生じる。中国業界の品質確保の問題が存在することによって、中国の工事監理に関する行政管理制度が制定された。中国 CW 発展初期における性能試験の水準のばらつき状況によって、CW 性能試験を行う主体に関する行政管理制度が制定された。また、材料メーカーの自主品質管理の水準のばらつき状況によって、材料関連の国家基準が制定されること以外に、材料検査を行う主体ややり方に関する行政管理制度が制定された。日本は CW メーカーや材料メーカーの JIS (日本工業規格) にしたがって、材料品質を確保できるシステムを構築しているので、政府による JIS 以外の行政管理制度は制定されなかった。

第4章 CWの性能設定と仕様書

序論で述べたように、CWの要求性能は建築設計者あるいはCWコンサルタントによって設定される。CWの要求性能は、単純に、基準類が規定する最低限の性能値を選定するだけではなく、事例ごとの敷地の気候条件や施主の要求により、建築設計者あるいはCWコンサルタントは標準仕様などの設計資料、社内技術基準を参照しながらも、個人に蓄積された経験を基に設定される。事例において要求性能を設定する際には、「性能を正しく設定しているか」、「最低限の設定に留めるか、それ以上の設定にするか」、「バランス」や、「漏れ項目」の有無、「コスト」の取り入れ方は、性能の設定者の専門知識や経験によって異なり、CWの性能確保に影響を与える。つまり、各国におけるCWの性能確保の手法を明らかにするためには、具体的な日本・中国の事例について、性能設定と仕様書の実態、その実態になる原因について考察する必要があるといえる。

従って、本章では、日本と中国におけるCWの性能を設定する技術主体、性能設定方法やCWの仕様書の全体構成、性能項目、性能値の実態について、日本と中国の事例から明らかにし、現状のようになった原因について分析する。

本章は、下記に示す2節で構成する。

まず1節において、性能設定を担う技術主体と性能設定方法について明らし、日中において技術主体が異なる原因を考察する。

次に、2節において、日中の事例として、日本の設計事務所の仕様書、中国のCWコンサルタントの仕様書、中国のCWメーカーの仕様書について全体構成や性能項目を詳細に比較し、共通点と相違点を明らかにし、その原因を考察する。また、事例ごとの性能値についても詳細に整理する。

本章で記載しているデータは、対象とした事例で使用されたCWの仕様書の内容と、対象事例に関係する建築設計事務所、CWコンサルタント会社、CWメーカーへのヒアリング調査、更に各国の現状に関するヒアリング調査に基づいたものである。

本章で考察する事例は、日本の1事例、中国の4事例を対象に考察している。以下、その概要を記述する。

日本の事例としては、日本の建築設計事務所 Ar6 社が設計した日本での建物（事例 JP8）である。

中国の事例としては、日本の建築設計事務所 Ar6 社が中国で設計した1事例（事例 CH4）、及び、その他中国の3事例（事例 CH1, 事例 CH2, 事例 CH3）を対象とする。

4.1 性能設定の技術主体と性能設定方法

本節では、日本と中国におけるCWの性能設定の実態を明らかにするために、CWの性能設定に関係している技術主体と、各事例における性能設定の方法について詳細に比較していく。

4.1.1 CWの性能設定の技術主体

仕様とは、一般的には「性能諸元のこと、スペック、Specification」と定義されている。本章では、技術主体による性能設定方法からCWの性能確保への実態と課題を明らかにすることを目的としていることから、仕様を作成主体ごとに分類している。具体的には、設計者の仕様、CWコンサルタントの仕様、CWメーカーの仕様、公的機関の仕様、総合請負業者の仕様である。

本項では、CWの性能設定を行う主体に着目し、比較していく。

まず、日本におけるCWの性能設定を行う主体について述べる。日本では、大手建築設計事務所が参入する場合、建築設計者がCWの仕様書を立案し、確定することがヒアリング調査で確認された。日本の建築設計者がCWの仕様書を設定する際に、CWの基準を参照しながら、社内の仕様書も参照する。これら設定時に用いられる社内の主要書類は、往々にして、国土交通省の公共建築工事標準仕様書（CW部分）より厳しい基準となっている。そのため、日本の建築設計者が設定するCWの仕様書は、CWの基準より厳しいと言える。

一方、中国では、建築設計事務所内にCWに関わる部門がない場合が多い⁶³。この場合、発注用の設計図書準備段階で、CWに関わる仕様書や図面は、施主からCWコンサルタントあるいはCWメーカーに委託される。特に、図面のみをメーカーに委託し、契約を他メーカーと結ぶ際などは、CW設計料金が必要となる。一般的に、中国における超高層ビルCWの仕様は、大規模のプロジェクト場合、CWコンサルタントが入り、CWの仕様を設定する。中小規模プロジェクトではCWコンサルタントが参入しない場合もあり、CWメーカーがCWの仕様を設定するケースもある。

次に、日中における建築設計者が設定するCW性能項目の共通点、相違点を明らかにするために、各事例の得られた仕様書や設計図書から、CWの性能に関わる項目を表4-1に整理した。日本の建築設計事務所Ar6社のCW特記仕様書の性能項目、及び中国3事例（事例CH1, 事例CH2, 事例CH3）の建築設計図書中のCWに関わる項目を表4-1に示す。

⁶³東京大学大学院新領域創成科学研究科清家剛研究室「中国サッシ・カーテンウォール市場」研究会現地調査報告書、2007年、p24の記述内容によると、中国では、個別の大手建築設計事務所にはCW部門があることが記されている。主にCW部門は、建築士とメーカーとの間のブリッジを果たしており、業務内容としてはコンペ時に、エレベーション設計に直接参加し協同で方案を作成している。エレベーション設計時には、構法システムの選定、建築設計方案への関与、建築士のアイデアに基づくサポートし、コスト、予算などにへの言及を行う。建築施工段階では、CW施工図の作成を主な業務とし、変更箇所の図面、詳細図の変更、審査を行う。その際にはモックアップを作成し試験することも業務として行っている。

表 4-1 日本と中国における建築設計者による性能設定の比較

性能項目	国		中国		
	日本	日本の Ar6 社の CW 特記仕様書	事例 CH1	事例 CH2	事例 CH3
耐風圧性能	○		○		
層間変位追従性能	○				
慣性力に対する安全性能	○				
鉛直相対変位追従性能	○				
水密性能	○				
気密性能	○			○	○
耐火性能	○				
耐温度差性	○				
熱安定性	○				
遮音性能	○				
断熱性能・日射遮蔽性能	○		○	○	○
結露対策	○				
耐久性	○				
ガラス等常時掛かる鉛直荷重を支える部材の撓み	○				
撥音、摩擦音対策	○				
維持管理用ゴンドラに接触する部材の安全性	○				
避雷対策	○				
遮光性能					○

表 4-1 で示しているように、日本の建築設計事務所は CW に関わる多くの性能を定めているのに対し、中国における建築設計事務所は一部の性能しか定められていないことが把握できる。

つまり、日本の建築設計事務所の役割には、CW に関わる性能項目全般に設定及び設計することが含まれているが、中国の建築設計事務所の役割は、性能項目全般にまで及んでいないと言える。これは日中の建築設計者の役割の相違点の一つであると言える。

4.1.2 性能設定方法と参照資料

本項では、日中の CW の性能設定の方法と、設定の際の参照資料を説明していく。

まず、日本の設計事務所 Ar6 社へのヒアリング調査によると、日本で超高層ビルについて CW の性能設定を行う際、建築設計者は建築設計事務所が所有する内部向けの社内仕様書を参照し、CW の性能設定を行う。即ち、建築設計事務所の特記仕様書により、性能設定が行われる。特記仕様書には特定標識(たとえば「※」、「○」)がつく項目があり、その場合、設計会社の標準的な仕様に従う。建物の種類によって、仕様書の各種数値が変わってくる。

日本の大手建築設計事務所 Ar6 社の仕様書は、建設省の公共工事共通仕様書(カーテンウォール部分)より多少厳しい性能が設定されており、CW の設計において、標準仕様を作成する際、社内の仕様書を参照するため、社内の仕様書が標準仕様になる。

中国では日本と異なり、基本的に、CW の仕様書は中国の国家標準『GB/T 21086-2007

建築カーテンウォール』(2007年版) (『Curtain Wall for building』) (編集: 中国建築科学研究院、中国建築標準設計研究院 発行: 中国建設部) の規定に基づいて設定される。

中国における CW コンサルタント会社 Co1 社の中の専門家へのヒアリング調査によると、社内の仕様書が標準仕様になる。社内の仕様書は、基本的に国家標準 GB/T 21086-2007 の規定と一致している。実務上、具体的な事例によって、加工精度と取付け精度に対する要求は国家標準より厳しい場合が存在する。

一般的に、多くのプロジェクトで、CW の基本性能は国の基準を満たすよう設定される。性能を高めれば、コストが上がることから基準を満たすことが重視される。しかし、基準より高い性能を設定する場合、例えば、施主が緑建築(又はグリーンビルディング、英 Green building) を要求すれば、コンサルタントは通常の性能標準より高い性能を設定し、コストの積算も提出する。

気密性能、水密性能は相関する基準に基づいて計算し、性能値を決める。耐風圧性能は風洞試験の結果により設定される。一般的に、水密性能は風圧荷重の 75%、固定部の水密性能値は 700pa 以上とする。気密性能は 3 級以上とする。CW 平面変位は躯体層間変位の 3 倍とする。

また、中国の CW コンサルタント会社 Co2 社は、日本の建築設計事務所が建築基本設計を担当する中国でのプロジェクトを担当している。プロジェクトの建築実施設計は、中国の建築設計事務所が行い、CW メーカーは中国のメーカーである。Co2 社の専門家は日本で勤めた経験があり、中国の現状にも精通している。

以下に性能設定方法の各項目について、得られたヒアリング調査の結果をまとめた。性能設定、コストコントロール、仕様設定、入札書類内容、入札仕様の可能範囲について詳細に説明する。

性能設定

性能設定は図面で記さなければならないため、中国においても日系の建築事務所が建築基本設計を行う場合、基本的に、建築設計事務所が指定した性能設定を遵守する。

CW 標準仕様書は中国の国家標準『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』(2007年版) (『Curtain Wall for building』) (編集: 中国建築科学研究院、中国建築標準設計研究院 発行: 中国建設部) の規定に基づいて設定される。入札の条件といった特記仕様書は CW コンサルタントが作成する。日本からの専門家が務める CW コンサルタント会社 Co 社の CW の特記仕様書は、日本の大手建築設計事務所 Ar6 社の社内基準に基づいて作る。遮音性能、水密性能について、建築設計事務所 Ar6 社の仕様は中国の GB より多少高く設定されていることから、Ar6 社の仕様が適用される。

コストのコントロール

コストのコントロールは施主とのやりとりで決定する。つまり、施主が予算金額を大まかに指定するといえる。

仕様設定

仕様やデザインは、可能であればコンサルタントが建築設計事務所と相談をするが、コンサルタントに全て任せ、施主と交渉する場合もある。

基本的には、CW コンサルタントが施主に代わりコストとデザインのバランス、性能とのバランスを検討するが多い。日中を比較すると、日本の仕様は高く設定されているが、中国は低い設定が多いといえる。例えば中国のコンサルタント会社 Co2 社は、中国のスペックにあわせるという理解を取りながら設計する。

入札書類の内容

-入札書類は主に、CW 専用の入札図、仕様書、CW 概要、見積もり、詳細図である。詳細図の提出は、一部となる場合もある。

入札仕様の可能範囲

日本にはない入札仕様が、中国では図面の形で出来る。たとえば、日本では、形や大きさについて、製作限界寸法が全て決められ、安全性のため、ワイド 1200mm、高さ 900 mm 以上の突き出し窓は、禁止されている。しかし中国は、より大きいワイド 1500mm、高さ 2000mm に近い突き出し窓があり、強化ガラスが用いられる。)

ガラスとシーリング材の接着面の寸法設定については、日本であれば、幅は 25mm、奥行きは 30mm が一般的である。中国では、ガラスとシーリング材の接着面が薄くなければならない場合が存在する。ガラスとシーリング材の接着面の寸法は、幅で 15 mm、奥行き 6mm で設計される事例が存在する。

アルミの型材の断面寸法設定について、中国の型材の断面寸法の最低値は、全て 3mm としている。これは、国家標準 GB/T5237 『建築用アルミ型材』(中国語で GB/T5237 《铝合金建筑型材》)で全て決められているためである。日本であれば、1.2mm や 1.6 mm で作り、強度圧を受けるところだけを厚くしている。

中国では、基本的に Low-E ガラスを採用しなければならない。さらに、両側とも強化ガラスである必要がある。普通ガラスには、フィルムを貼らなければならない。これらは、2010 年から省エネルギー政策が厳しくなったことで要求されている。、Low-E ガラスを用いた場合の断熱性能の計算値は、政策で求められている性能値を満たせないため、採用も少なくなり、近年は、ほぼ銀のシルバー塗装、しかもダブルシルバー塗装になっている。

以上のように、日本と中国では、気候、国の法規、基準が異なるため、CW の仕様設定の内容にも違いがあることがわかった。

また、具体的にみると、中国の型材の断面寸法の最低値を全て 3mm としている要因としては、一部のメーカーが生産するアルミ型材の断面の寸法精度が高くないことが考えられる。このような事業者から出荷されるアルミ型材の寸法は、設定寸法より薄い場合があり、国家標準は製作精度不足によるアルミ材の強度低下を防ぐために、寸法基準値を安全側に厚く設定していると推測できる。

日系設計会社の建築設計者へのヒアリング調査において得られた CW の仕様設定の実態については、以下に、まとめる。

中国での CW の性能基準と日本での性能基準は異なる内容が多く存在している。仕様、ガラスの飲み込み、クリアランス、層間変位の基準等が異なる。

一方、日本は地震国で、全ての部品が揺れに追従出来なければならず、例えばファスナーは、日本では面外変位の場合、ピンであることが要求される。中国では、ユニット方式でない場合、ルーズが二つあれば問題ないと認識されている。しかし、ルーズの部分に多少スペースがあれば問題ないが、一旦地震が発生すると、もとの位置に戻せない可能性がある。

以上のように、日中における CW の性能設定の主体、設計方法、参照資料に関する実態を明らかにした。

4.1.3 CW の性能設定を行う技術主体が異なる原因

前項では、日本と中国における CW の性能設定について、技術主体や性能設定の方法を分析してきた。日本と中国における CW の性能設定を行う主体が、異なる原因は 3 つあげられると考えられる。

1 つ目は、他国影響による契約関係の違いである。中国は欧米の影響を受けて、CW コンサルタントという技術主体が契約関係に存在している。日本では、技術主体の中に CW コンサルタントが存在する 경우가少ない。

2 つ目は、仕事習慣による技術主体の責任範囲の違いである。中国では、建築設計事務所は CW の仕様設定を行う習慣がなく、責任もあまり求められない。一方で、日本では建築設計事務所は CW 仕様設定に関わる責任を持っている。

3 つ目は、技術主体内の人と組織の違いである。中国における多くの建築設計事務所では、CW の性能設定の専門知識を持っている技術者がいないことに対して、日本の建築事務所では、CW の性能設定の専門知識を持っている技術者や技術検討チームが存在している。

4.2 仕様書

本節では、日中において実際使用されている CW の仕様書の内容を把握するために、主に日本と中国の事例について、日本の特記仕様書、中国のプロジェクト毎の仕様書を比較する。具体的には、上述した日中における各仕様書について、全体の構成と、仕様書内の性能項目、性能値について比較する。

全体構成と性能項目については、日本の設計事務所の仕様書、中国の CW コンサルタントの仕様書、中国の CW メーカーの仕様書について整理し、両国の共通点と相違点を明らかにし、その原因を考察する。

また性能値は、各事例の耐風圧性能値、耐震性能値、水密性能値、気密性能値、断熱性能値を詳細に示し、考察を加える。

4.2.1 全体構成

4.2.1.1 日本の設計事務所の仕様書（特記仕様書）

まず、仕様書の全体構成について、日本の設計事務所の仕様書に着目する。ヒアリング調査から、日本の場合、建築設計者による特記仕様書により、CW の性能設定が決定されるとのことであった。つまり、各建築プロジェクトの特記仕様書は、その建築プロジェクトにおける CW の具体的な性能要求であると言える。その中で、特記仕様書に記載されている各種性能において、性能を選択する箇所があり、設計者が性能ランクや性能値などを選択することによって要求する CW の性能値が変わってくる。特定標識が付いているところは建築設計事務所の標準的な仕様、性能基準となるが、建築設計者による指定がなければ、基本的には特定標識のように定めている。

一方で、日本の大手建築設計事務所のカーテンウォール特記仕様書を例として、以下の特徴が挙げられる。

カーテンウォール特記仕様書の章立ては 3 節で構成されており、「一般事項」、「メタルカーテンウォール」、「PC カーテンウォール」となっている。各節の項目の種類は以下のとおりである。

第 1 節：「一般事項」に、基本要件品質として、性能発注、該当部位、品質管理、検査、技術委員会の設置、見本について記述されている。「性能」の中に、各種性能値と性能試験を実施するかどうか記述されている。

第 2 節：「メタルカーテンウォール」に、材料、形状及び仕上げ、施工図作成基準、製作基準、施工基準が具体的に記述されている。

第 3 節：「PC カーテンウォール」に、材料、形状及び仕上げ、製作、取り付け、ガラスの取り付け、施工図作成基準、製作基準、施工基準が具体的に記述されている。

例えば、日本で使用されている特記仕様書として、日本の Ar6 社の建築設計者による CW 特記仕様書では、情報量は A1 サイズ 1.5 枚で、記載される項目は表 4-2 に示すとおり

りである。

表 4-2 日本の Ar6 社の建築設計者による CW 特記仕様書の主な項目

類型	項目	
基本品質要求	性能発注 該当部位 品質管理 検査 技術委員会 見本	
性能	耐風圧性能 層間変位追従性能 慣性力に対する安全性能 鉛直相対変位追従性能 水密性能 気密性能 耐火性能 耐温度差性 熱安定性 遮音性能 断熱性能・日射遮蔽性能 結露対策 耐久性 ガラス等常時掛かる鉛直荷重を支える部材の撓み 撥音、摩擦音対策 維持管理用ゴンドラに接触する部材の安全性 避雷対策	
	実大試供体による性能試験	試験項目 供試体の寸法、 耐風圧試験要求 層間変位追従試験要求 水密試験要求 等圧性能確認試験要求 試験の順序 試験計画書の内容 試験結果の報告
材料	金属材料の要求 目地シールに用いる不定形弾性シーリング材の要求 シーリング材接着性試験 ガスケット材料の形状寸法 断熱材料 摩擦低減材料 耐火材料	
形状及び仕上げ	製品の寸法許容差 表面処理及び仕上げ 着色塗装の種類、厚さ、仕様、 ガラス溝の寸法形状	
施工図作成基準	水密設計 メンテナンス 清掃に対する配慮 接触腐食に対する配慮 カーテンウォールに接続する設備用ダクト等の接続用チャンバー カーテンウォールを支持する部材 ガスケットのクロス部分の処理	
製作基準	材料及び部品、製作上の一般事項、製作上の注意事項（機械加工後の表面処理等）	
施工基準	検査済票の表示、施工計画（施工計画書を監理者に提出すること等）、運搬・保管、主要部材の取り付け、ガラスの取り付け、施工中の養生、現場表面仕上げ、補修・取り替え	

以上から、本研究で対象とした日本の建築設計会社による CW の特記仕様書における項目は、『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』（2012 年版）（社団法人日本建築学会）の項目と一致していると見られる。

4.2.1.2 中国のCWコンサルタントの仕様書

次に仕様書の全体構成について、中国のCW コンサルタントの仕様書の内容について記述する。ヒアリング調査によると、中国における超高層ビルのCWの仕様書(カーテンウォールスペック)を事例として、以下の特徴が挙げられる。

仕様の3分の1程は、中国で使用される法規のリンクが示されている。図面の『設計説明』で、リンクしている法規リストが示されている。また、各プロジェクトに合わせた表現で、各要求性能値を明記している。たとえばガラスに関する仕様書では、どのような箇所にどのようなガラスを使うか、ガラスの物理パラメータが明記されている。

具体的なプロジェクトに関わらず、中国のCWの仕様書に共通する部分は、日本での共通仕様書と特記仕様書との中間に位置するものであり、日本の特記仕様書とは異なる。要するに、共通仕様書より情報量が少なく、内容は限定的であるが、日本の特記仕様書が記述する内容の範囲はより広い。更に、特記仕様書の内容だけでなく、標準的な内容も入っており、積算事務所に出す際に、積算しやすくする工夫がされている。

日本CWメーカーの目から見ると、一般的に、海外の仕様はアルミ肉厚等、細かく記載されている。表4-3に中国事例(CH1)のCWコンサルタントによる仕様書の項目を、表4-4に中国事例(CH4)のそれを、表4-5に中国事例(CH5)のそれを示した。

表 4-3 中国事例 CH1 の CW コンサルタントによる CW 仕様書の項目

類型	項目
一般説明	一般規定と要求、仕事範囲、仕事範囲外の関連性ある仕事、基準および規範、システム説明、修繕用材料提供、性能と試験要求、提出資料、品質確保、資格、規定要求、モックアップ試験、現場試験、運送納品、施工環境要求、現場測量、協調、保証
材料	材料メーカー、材料、部品、ガラス、シーリング材、石材、石材アンカー、石材加工、加工と製作、避雷措置
施工	検査、取付け、許容誤差、現場品質管理、製作メーカーが現場での協力、養生、清潔、完成後の保護、現場でのガラス取付け、ごみ処理、保修期限、メンテナンス マニュアル、石材取付け

注:情報量—A4 サイズ 153 頁、A3 サイズ 14 頁

表 4-4 中国事例 CH4 の CW コンサルタントによる CW 仕様書の項目

類型	項目	
前書き	概要、管理および設計チーム、入札文件と確認	
システム説明		
仕事範囲	工程範囲、仕事内容	
入札要求	全体規則、説明、入札文件	
申告	概要、カーテンウォール模型と試験見本	
	カーテンウォール設計要求および文件	設計説明、施工図、先付け金物の配置図、性能試験模型図、部品組立施工図、視覚模型図、計算書、政府向け申告レポート、その他レポート
基準および規範	全体規則、設計	
設計要求	設計耐用年数、構造設計要求	
	構造変位および施工誤差に対する要求	躯体構造変位、躯体構造施工偏差
	性能要求	耐風圧性能、水密性能、気密性能、断熱性能、遮音性能、平面内変形性能、防雷設計および等電位接合、通風要求、防火要求、防腐要求
	接続固定要求	
	外観要求	外形、表面処理、外部シーリング材、養生および交換
材料およびシステム部品	ガラス	概要、推薦商品
	アルミ材	概要、材料要求、加工精度、推薦商品
	アルミ板システム	概要、加工要求
	アルミ合金防風雨ブラインド	ブラインド引渡前に提示する製品データ、受注後の施工図に記すべきもの、見本、品質保証、在庫および操作、推薦メーカー、実施
	アルミ合金材料表面処理	概要、材料要求、品質コントロール
	繊維強化珪酸塩系パネル	概要、繊維強化珪酸塩系パネル性能指標
	鋼材、天然石材、シーリング材、ガスケット、バックアップ材、防鳥網、構造継手、手動開閉窓および扉、金物およびその他部品、防火遮熱材料、配管、窓洗滌機	
加工および組立	概要、工場組立、アルミ材塗装、ガラス、耐気候密封剤および密封シーリング、構造シーリング材、防水板、加工誤差、材料保護、工場視察	
取り付け	概要	
	誤差	躯体建築構造、現場寸法チェック、現場検査、取り付けの正確性
	検査および検定	
	固形部品	
	後付けアンカー	全体規則、アンカーの保護、位置誤差限界、先付け金物の修正
	溶接	
	ガラス	概要、外観チェック基準
ガスケット、断熱材料、シーリング材のつなぎ、維持と交換、運搬、取り付けおよび保存、保護と洗浄		
模型と検証	カーテンウォール模型、	
	カーテンウォール試験	試験装置、試験方法、試験レポート、性能試験
	現場漏水試験	
	シーリング材試験	相性、粘着力
	シリコンシーリング材	
	溶接試験	
	アルミ材表面皮膜	概要、フッ素塗装
後付けボルト試験		
品質保証	現場品質管理コントロールシステム	全体規則、仕上げ
	レポート	
保証	下請負契約、取り付け時のその他材料および製造工芸	

注:情報量-A4サイズ 132頁

表 4-5 中国事例 CH5 の CW コンサルタントによる CW 仕様書の項目

類型	項目		
概述	簡介、一般規定、工事範囲、説明		
参照規範と標準	一般説明、設計基準、材料基準、部品基準、性能試験基準、溶接基準、検査基準、品質確保基準		
提出資料	入札際の提出資料、落札後施主とコンサルタントへの提出資料、計画書、施工図と構造計算書、追加提出資料、大量製作前と取付け前の提出資料と提出先、模型試験体、竣工後の提出資料		
性能要求と試験	性能要求	一般要求、躯体部材寸法の許容誤差、コンクリート構造設計の変位、接合部設計の変位、基準の中の設計荷重、	
		設計荷重を受ける際の性能標準	一般規定
			アンカー
			支持材
			パネル部材
		地震荷重を受ける際の性能標準	
	外壁部品の性能基準		
	外壁材料の性能基準		
	試験	一般要求、性能試験体施工記録図、試験室	
		性能試験	一般規定、試験フロー、試験標準
石材試験		一般規定、試験フロー、試験標準、取付け安全性試験	
現場試験		水密試験、シーリング材試験、アンカー試験、現場溶接試験	
他の試験と証明		シーリング材メーカーの試験、構造シーリング材の実験室試験、強化ガラスの heat soak 試験	
材料			
部品			
加工と組み立て			
現場取付け			
竣工検査			
注:情報量-A4サイズ 94 頁			

また、発注用の仕様書における入札応募書類の内容は以下のように要求されている：

- ①. 設計説明
- ②. 規範応用
- ③. 設計計算書：構造計算、熱計算、接合計算など。計算書は中国一級建築士のサインが必要
- ④. 入札応募設計図面：CW システムの平面図、立面図、断面図、接合部のディテール図、熱、建築、取付けに対する配慮、熱計算、排水に関わるディテール図、先付け金物の配置とディテール図、フレームの接合部のディテール図、躯体との接合方法、避雷設計
- ⑤. 施工組織設計（施工計画）
- ⑥. 採用する材料
- ⑦. 試験計画
- ⑧. 他の資料：施工取付け方法と手順、工程スケジュール、品質管理計画、試験機構の名前、完成した実績、施工中の実績、主要成員の履歴書

情報量は A4 サイズで 96 ページに亘り、日本の特記仕様書は A4 で 6 ページ程度で、中国の CW の発注用仕様書の情報量は、日本より多い。

内容は CW の発注から竣工まで全てのフェーズの要求事項を記述しているのに対し、

日本の特記仕様書は主に基本要件品質、性能及び性能試験、材料、施工図作成基準、製作基準、施工基準に関する内容の記述になっている。中国の仕様書は、それらの内容以外、入札要求、申告要求、基準及び規範についての内容も含まれている。

中国における CW 試験は政府機関により行われ、事前に、提出すべき図面、計算書類、模型は発注用の仕様書に記述している。

4.2.1.3 中国の CW メーカーの仕様書

次に、中国の CW メーカーによる仕様書に着目する。中国におけるメーカーによる CW の仕様書は、主に、以下 7 つに大別できる。設計根拠、設計基準、選定材料のメーカー及び規格、施工要求、一般説明、CW システムの部位、性能設計のパラメータ（耐風圧性能、水密性能、気密性能、断熱性能・日射遮蔽性能、層間変位追従性能、耐衝撃性能、避雷設計）である。情報量は A3 サイズ 14 ページである。

4.2.1.4 全体構成の共通点・相違点と原因

これまで日本と中国の具体的な事例における CW の仕様書の内容構成を把握した。両国の共通点と相違点がどのようにして出来たのか、その原因について考察をする。

まず、両国の共通点として、「主な性能値」、「材料要求」、「製作要求」、「施工要求」がみられた。これらは、両国における CW の基準にそれらの項目が規定されていることにより、共通項目として存在するといえる。

一方で、両国の相違点としては、以下のことがわかった。

①日本の CW 仕様書は「性能発注」、「技術委員会の有無」が表示されている。施工図作成基準について、水密設計、メンテナンス、清掃に対する配慮、カーテンウォールに接続する設備用ダクト等の接続用チャンバー、カーテンウォールを支持する部材、ガスケットのクロス部分の処理に対する要求を明示している。中国における CW の仕様書では、そのような項目は記載されていない。

この相違が生じた原因として、日本では「性能発注」が普及していることがあげられる。また、「技術委員会」は、大手組織建築設計事務所が参入する大規模プロジェクトで多く設置されている。したがって、両国の CW の仕様書に「性能発注」、「技術委員会の有無」についての内容に異なる点が存在する。

日本の JASS14 では、「施工図作成基準」が明示されているが、中国における CW の基準では、そのような内容について明示されていない。

②中国の事例の CW コンサルタントによる CW の仕様書は「各段階の提出資料に対する

要求」、「材料、施工に対する要求」を詳細に示している。

中国事例の CW コンサルタントによる CW の仕様書と、CW メーカーによる CW の仕様書は「プロジェクト概要」、「設計根拠」、「仕事範囲」、「参照する基準」、「関連する試験と検査基準」が明示されるが、日本の CW の仕様書では、そのような項目はない。

両国の違いとして、中国 CW コンサルタントによる CW の仕様書は、欧米の影響を受けてきたと考えられる。欧米の社会風土は日本と異なり、社会における主体の間の信頼関係は希薄であると考えられ、それ故、不確定性を削減するためには、契約書類の中の仕様書において詳細に記述しなければならないと考えられる。一方、日本の社会における主体間の信頼関係はより強く、曖昧な部分を帯びる CW の仕様書であっても、信頼関係により仕事を実施する習慣が存在していると考えられる。

③品質管理について、日本の CW の特記仕様書では、「CW 計画方針書」、請負者が作成し監理者が承認する書類、請負者が施工者の自主的な品質管理を確認し監理者に報告する、「請負者による製品検査と取付け検査」が表示されている。

中国 CW コンサルタントある事例における CW の仕様書では、建築設計者、CW コンサルタント、施主が「工場、現場材料と施工」に対する視察の権利、「試験及び取り付けプロセスの処置方法は建築設計者と CW コンサルタントの同意を得る必要がある」を明示している。

中国の CW コンサルタントなしの事例では、CW メーカーが作成する CW の仕様書に、品質管理の仕組みに関わる内容は無い。「CW 施工組織設計書」では、社内の品質管理の仕組みを説明している。

相違点としては、日本では、「総合請負業者による検査」が特記仕様書に明確に表示されているが、中国では CW の仕様書に記載されていない。

また、日本では総合請負業者が CW メーカーの自主検査を確認し監理者に報告することが仕様書に明記されているが、中国ではそのような記載はない。

これらは、両国の契約関係の相違が原因で引き起こされたと考えられる。契約関係の相違によって、一括請負契約である日本の総合請負業者の CW 品質確保に関わる責任と権限はより大きく、分業請負契約である中国の責任と権限はより小さい。

④情報量の差は、中国の CW コンサルタントによる CW の仕様書の情報量は中国メーカーによる CW の仕様書や日本の建築設計者による CW の仕様書の情報量より多い。このように、国もしくは作成主体によって、CW の仕様書の情報量が異なることがわかった。

情報量が異なる原因は、中国のCWコンサルタントが欧米、特に、ドイツと米国からの影響を強く受けているからであると考えられる。欧米におけるCWの仕様書は、各内容ともに詳細に規定されているので、中国のCWコンサルタントのCWの仕様書は、欧米と同様な特徴を持つと言える。

また、性能確保に与える影響として、日本でCWの仕様書の情報量は少ないにも関わらず、性能確保が可能となっている要因としては、日本型の生産システムによると考えられる。一方で、中国におけるCWの仕様書の情報量が多いのは、中国型の生産システムによる性能確保に適した点があるからであると考えられる。

4.2.2 性能項目

4.2.2.1 日本の設計事務所が考慮するCWの性能項目

次に、両国の具体的事例の仕様書における性能項目の比較をしていく。まず、日本における設計事務所が考慮するCWの性能項目に着目する。

日本では、建築設計事務所の特記仕様書の中で明記されているCWの性能項目は、プロジェクトごとのCWの仕様書の中のCWの性能項目と一致している。

具体的な項目は、耐風圧性能、水密性能、層間変位追従性能、慣性力に対する安全性能、鉛直相対変位性能、耐火性能、気密性能、断熱性能、遮音性能、耐温度差性能、耐久性、結露対策、熱安定性、撥音・摩擦音対策、避雷対策である。

4.2.2.2 中国のCWコンサルタントの性能項目

次に、中国のCWコンサルタントによる性能項目に着目する。CWコンサルタントによるCWの仕様書における性能要求は表4-6に示すとおりである。⁶⁴

表4-6 事例CH1のCWコンサルタントによるCW仕様書における性能項目

性能項目	性能値
耐風圧性能	標準部負風圧 4.0kN/M ² (kPa) , コーナー部正風圧 6.6 kN/M ² (CW 構造性能要求はCW コンサルタントが建築構造設計者の資料によって定める。)
水密性能	ASTM E331, ASTM E1105, AAMA501.1 に従う試験、排水経路の設置
気密性能	固定部 q ≤ 0.0182m ³ /min /m ² 可動部 q ≤ 0.0232m ³ /min /m ²
断熱性能・日射遮蔽性能	(建築設計者により設定される。)
垂直層間変位追従性能	L/710mm
耐衝撃性能	—
遮音性能	—
避雷性能	電気メーカーと協力により定められる。
防火性能	ASTM E119
結露防止性能	AAMA1503 に従う試験、 シャドー ボックスの設置

⁶⁴中国事例 CH1 では、CWの断熱性能・日射遮蔽性能、防火性能は建築設計者が国の基準によって設定する。建築設計者が設計する「建築施工図」(日本の建築実施設計図にあたる)の『設計説明』(日本の『工事仕様書』にあたる)のCW性能に関する要求は以下のとおりである。主に、CW防火設計要求、CW及びトップライトの設計基準、ガラス庇のガラス種類と耐火時間、各部CWの断熱性能(伝熱参考値)であるといえる。

4.2.2.3 中国のCWメーカーの性能項目

次に、中国のCWメーカーの性能項目に着目する。中国の事例CH1では、CWメーカーの入札図におけるCWの仕様書における性能設計は、表4-7に示すとおりとなっている。

表4-7 事例CH1のCWメーカーによるCW仕様書の性能項目

性能項目	性能値
耐風圧性能	4.5KPa \leq P $<$ 5.0 KPa
水密性能	固定部分 1500 Pa \leq Δ P $<$ 2000 Pa 可動部 700 Pa \leq Δ P $<$ 1000 Pa
気密性能	CW全体 1.5 \geq q $>$ 0.5m ³ /m ² /h 可動部 1.2 \geq q $>$ 0.5m ³ /m ² /h
断熱性能	可視部分 1.5 \leq K $<$ 2.0W/(m ² ·k) 非可視部分 K $<$ 1.0W/(m ² ·k)
層間変位追従性能	1/300 \leq γ $<$ 1/200
耐衝撃性能	室内 900N·m、室外 500N·m (2/2級)
遮音性能	-
避雷性能 (設置平面グリッド寸法)	10 \times 10mあるいは8 \times 12m

中国の事例CH2では、CWの断熱性能・日射遮蔽性能、気密性能は建築設計者が国の基準によって設定する。また、CWメーカーの入札図書におけるCW仕様書の性能項目は表4-8に示すとおりである。

表4-8 事例CH2のCWメーカーの入札図書におけるCW仕様書における性能項目

性能項目	性能値
耐風圧性能	p \geq 5 KPa
水密性能	固定部分 1600 Pa \leq Δ P $<$ 2500 Pa 可動部 350 Pa \leq Δ P $<$ 500Pa
気密性能	固定部分 0.01 $<$ q \leq 0.05 可動部分 0.5 $<$ q \leq 1.5
断熱性能	1.25 $<$ K \leq 2.0W/(m ² ·k)
層間変位追従性能	1/150 \leq γ $<$ 1/100
耐衝撃性能	280 $>$ F \geq 140 (N·M/S)
遮音性能	Rw \geq 40Db
避雷性能 (設置平面グリッド寸法)	10 \times 10mあるいは8 \times 12m

また、中国の事例CH3では⁶⁵、CWメーカーは国の基準に基づいて、CWの耐風圧性能、水密性能、層間変位追従性能、耐衝撃性能、遮音性能、避雷性能を定める。性能値設定は表4-9で示す。

表4-9 CWメーカーの設計図書におけるCW仕様書の性能項目

性能項目	性能値
耐風圧性能	普通部：支持構造 1.162 KPa、パネル 1.939 KPa； コーナ一部：支持構造 2.186 KPa、パネル 2.962 KPa
水密性能	固定部分 1000 Pa \leq Δ P $<$ 1500 可動部 500 Pa \leq Δ P $<$ 700Pa
気密性能	CW全体 1.5 \geq q $>$ 0.5 可動部 1.2 \geq q $>$ 0.5
断熱性能	2.0 \leq K $<$ 2.5W/(m ² ·k)
層間変位追従性能	1/200 \leq γ $<$ 1/150
耐衝撃性能	室内 900N·m、室外 500N·m (2/2級)
遮音性能	30 Db \leq Rw $<$ 35Db
避雷性能 (設置平面グリッド寸法)	45米以上のCWユニットは避雷引導線を設置すること

注：事例CH3 (15階、62.7米)

⁶⁵中国の事例CH3では、建築設計者はCWの断熱性能、遮光性能、気密性能要求を定める。

4.2.2.4 性能項目の共通点、相違点、及び原因

日中における CW の仕様書の中の性能項目の共通点、相違点を把握するために、各事例における CW の仕様書の中の性能項目を整理してきた。これらを基に、日本の事例の仕様書（JP1, JP6）と中国の CW コンサルタントの事例の仕様書（CH1）、中国メーカーの事例仕様書（CH1, CH2, CH3）について、各性能項目の記載の有無を整理した。その内容を表 4-10 に示す。両国の仕様書の性能項目は、CW の基準の性能項目と一致していることから、仕様書の差異の原因は基準の中の性能項目の違いにより生じていると考えられる。

表 4-10 日中の事例における CW 仕様書の中の性能項目

性能項目	日本の Ar6 社の CW 仕様書 事例 JP1、JP6	中国 CW コンサルタントの CW 仕様書 事例 CH1	中国メーカーの CW 仕様書 事例 CH1	中国メーカーの CW 仕様書 事例 CH2	中国メーカーの CW 仕様書 事例 CH3
耐風圧性能	○	○	○	○	○
水密性能	○	○	○	○	○
層間変位追従性能	○	○	○	○	○
慣性力に対する安全性能	○	—	—	—	—
鉛直相対変位性能	○	○	—	—	—
耐火性能	○	○	○	○	○
気密性能	○	○	○	○	○
断熱性能	○	○	○	○	○
遮音性能	○	—	—	○	○
耐温度差性能	○	—	—	—	—
耐久性	○	—	—	—	—
結露対策	○	—	—	—	—
熱安定性	○	—	—	—	—
撥音・摩擦音対策	○	—	—	—	—
避雷対策	○	—	○	—	—
光学性能	—	—	—	—	○
荷重支持性能	—	○	—	—	○
耐衝突性能	—	—	○	○	○
ガラス性能	—	○	—	—	—
石材性能	—	○	—	—	—

4.2.3 性能値

4.2.3.1 耐風圧性能値

ここでは、日本と中国の事例において設定されている各性能値を、詳細に整理していく。まず、耐風圧性能値について、日本と中国の比較をする。

日本の建築設計事務所 Ar6 社が設計した日本での建物（事例 JP8）は、耐風圧性能グレードの第2グレードに設定されている。最大正圧：3300KN/m²、最大負圧 4580 KN/m²である。

日本の同様の設計事務所が、中国で設計した建物（事例 CH4）は主な部分が第3グレードと設定され（120mのところの標準風圧荷重値：2,375KN/m²）、隅部が第6級と設定された（134.5mのところの標準風圧荷重値：3,733KN/m²）。

また、日本の建築設計事務所の CW 専門家へのヒアリングによると、上海、北京、天津、無錫地域の耐風圧性能は日本の CW に比べ、性能値の設定は低いとことが聞かれた。このことから、日本における超高層ビルカーテンウォールの耐風圧性能の設定値は、中国より高いと考えられる。

これらの耐風圧性能値相違の原因は、日本と中国における風に関する自然環境、風速、風圧の違いがあり、建物に作用する負荷が異なるからであると考えられる。具体的に、耐風圧性能値を設定する際、日本では建築基準法を参照し、中国では強制力がある国家構造規範を参照する。建築基準法や国家構造規範に基本風圧⁶⁶基準値が載せられている。図 4-1 の中国基本風圧分布図が示しているように、台風が多い東南部の沿海の厦門、福州の基本風圧は 0.9KN/M² (N=50)、他の沿海部の大連の基本風圧は 0.65KN/M² (N=50)、青島の基本風圧は 0.60KN/M² (N=50)、上海の基本風圧は 0.55KN/M² (N=50)、天津の基本風圧は 0.50KN/M² (N=50)、内陸の無錫の基本風圧は 0.50KN/M² (N=50)、北京の基本風圧は 0.45KN/M² (N=50)、南京の基本風圧は 0.40KN/M² (N=50)、成都の基本風圧は 0.30KN/M² (N=50) である。中国の上海、北京、天津、無錫地域の基本風圧は台風が多い日本より低いので、耐風圧性能値は、日本より低い値となっている。つまり、風に関する自然環境の相違によって、両国の超高層ビルの耐風圧性能値の違いが存在するといえる。

⁶⁶基本風圧（reference wind pressure）は風荷重の基準値、普通は平らで広々とした場所に10m高さのところの10min平均風速の観測データを確率統計で得る50年一回の最大風速を、（空気密度を考えて上で）、特定の計算方法で得る風圧。（計算方法は、GB50009-2012 建築構造荷載規範（2012年版）の第D.2.2条に載せている。）



図 4-1 中国基本風圧分布図

出典： GB50009-2012 建築構造荷重規範(2012 年版) (編集：中国建設部) 附图 D. 5. 3

4. 2. 3. 2 耐震性能値

次に、耐震性能値についてみていく。日本の建築設計事務所 Ar6 社が設計した日本での事例 JP8) の層間変位追従性能は、以下のように定められている。

- ・ほとんどの補修の必要なしに継続使用に耐える限界 $-1/300$
- ・シーリングの補修のみで継続使用に耐える限界 $-1/200$
- ・カーテンウォールの部材に破損、脱落を生じない限界 $-1/75$

また、同様の日本の設計事務所が設計する中国での事例 (CH4) の層間変位追従性能は以下のように定められている。

$$1/300 \leq \gamma < 1/200$$

更に、日本の同様の設計事務所の CW 専門家へのヒアリングによると、上海、北京、天津、無錫地域では、大地震の発生確率が低く、層間変位追従性能の設定値は日本より低い。具体的には、「 $1/300 \sim 1/200$ で CW の主要部位の破損なし」とされている。この値自体は、日本の CW と大きな差はないが、詳細に規定されていないことから、CW のシステムとして層間変位追従に対する詳細設計の考え方はわかりにくいといえる。台風、地震のような自然災害がなくとも、四季や一日における気温変化により熱伸縮があるので、それらの要素についても層間変位追従性能に対する詳細設計を照合する必要があると考えられる。

以上から、両国における超高層ビル層間変位追従性能の設定値が異なる原因は、地震

に関する自然環境の相違であるといえる。具体的に、日本では地震の発生確率が高い地域が多く、中国では地震の発生確率が高い地域と地震の発生確率が低い地域が両方存在している（図 4-2）。上海、北京、天津、無錫地域の地震発生確率は日本より低く、国による強制国家構造荷重規範に載せられている地震基本震度（中国語で「地震基本烈度」、英語で「Basic earthquake intensity」）や設計基本地震加速度は日本と異なり、層間変位追従性能の設定値も日本より低い。従って、地震に関する自然環境の相違によって、両国の超高層ビルの層間変位追従性能値に違いが生じたといえる。

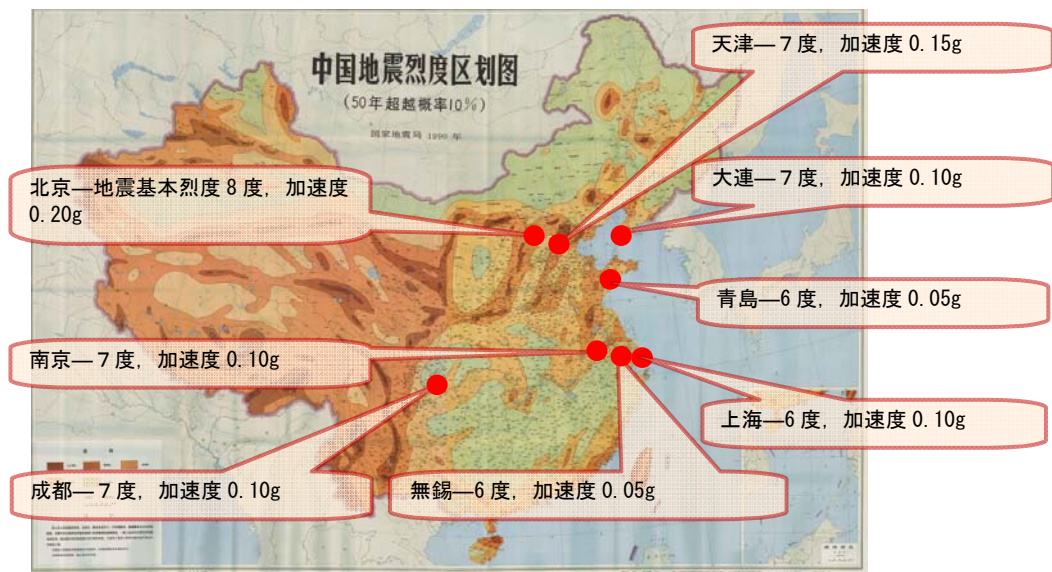


図 4-2 中国地震烈度区划图（1990 年版）
（出典：中国国家地震局）

4.2.3.3 水密性能値

次に、水密性能値についてみていく。日本の建築設計事務所 Ar6 社が設計した日本での事例（JP8）は FIX 部 1650Pa, 可動部 660Pa の性能値が設定された。

日本の同様の設計事務所が設計した中国の事例（CH4）は、第 2 章の表 2-18 中の第 3 級固定部 $1000\text{Pa} \leq \Delta P < 1500\text{Pa}$ 、可動部 $500\text{Pa} \leq \Delta P < 700\text{Pa}$ の性能値が設定された。以上の事例の性能値から見ると、水密性能について、日中の基準値は同様のレベルである。

また、水密に係わるディテールについて、日本の建築設計事務所の CW 専門家へのヒアリングでは、日本の CW と比較し、漏水に対するディテールに不安があることが述べられておりといえ、長期にわたる性能維持に問題点があると指摘できる。

4.2.3.4 気密性能値

ここでは、気密性能値について整理する。日本の建築設計事務所 Ar6 社が設計した日本での事例（JP8）は「内外圧力差 10N/m^2 の場合、可動部 $q_L = 0.5$ 、非可動部 $q = 0.1$ ；内外圧力差 100N/m^2 の場合、可動部 $q_L = 5.0$ 以下、非可動部 $q = 1.0$ 以下」に性能値が設定された。

日本の同様の設計事務所が設計する中国の事例（CH4）は、第3級「可動部 $1.5 > q_L > 0.5$ 、CW 全体 $1.2 > q_A > 0.5$ 」に性能値が設定された。

以上より、建物高さや所在する自然環境が似ている日本と中国の超高層ビルに設定される気密性能値は大きな差がないと見られる。

4.2.3.5 断熱性能値

最後に、断熱性能値について整理する。日本の建築設計事務所 Ar6 社が設計した日本での事例（JP8）は「窓を除くパネル腰壁部の熱貫流抵抗値： $0.42 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 」に設定されている。

日本の同様の設計事務所が設計する中国の事例（CH4）は、「 $2.0 > K \geq 1.5$ 」（グレード6、 $0.5 < \frac{1}{K} \leq 0.67$ ）という性能グレードに設定されており、中国の断熱性能値は日本より1～2グレード高いと見られる。

断熱性能値設定が異なるので、仕様も異なる。特に中国の断熱性能の設定値が高いので、CW の仕様は複層ガラスになっている場合が多い。一方で、日本では北部以外に複層ガラスはなかなか採用されず、大部分の建築においてシングルガラスを採用していると考えられる。

このように、日中で断熱性能値の設定が異なる原因を考察する。中国では、断熱性能値設定する際に、省エネルギーに関する法律や国による強制基準を参照する必要がある。それらの基準値は CW の基準値より高いため、省エネルギー基準値に従って計算された断熱性能値は日本より高い設定値となる。また、図 4-3 が示しているように、中国では各地域で気候が異なる。省エネルギー基準値は、各地域の気候によって設定されるため、各地域で断熱性能値が異なる。したがって、省エネルギー関連の法律、国家基準、気候の違いによって、両国における断熱性能値が異なっているといえる。

表 4-11 中国における建築省エネ基準

法規・基準種類	法令・基準名
法規	『中華人民共和国省エネ法』（中国語で、中华人民共和国节约能源法）（初版は1998年公表され、最新版は2007年公表される）
国家標準 GB 強制類	『GB50176-93 民用建築熱工設計規範』（Thermal design code for civil building）（編集：中国公安部。批准：中国建設部）（2005年版）
	『GB50189-2005 公共建築省エネ設計標準』（Design standard for energy efficiency of public building）（公表：中国建設部、中国国家品質監督檢驗檢疫総局）（2005年）
業界標準強制類	『JGJ134-2010 夏熱冬冷地区居住建築省エネ設計標準』（Design standard for energy efficiency of residential buildings in hot summer and cold winter zone）（発行：中国住房と城郷建設部）（2010年版）
	『JGJ26-2010 厳寒と寒冷地区居住建築省エネ設計標準』（Design standard for energy efficiency of residential buildings in severe cold and cold zone）（発行：中国住房と城郷建設部）（2010年版）
	『JGJ75-2012 夏熱冬暖地区居住建築省エネ設計標準』（Design standard for energy efficiency of residential buildings in hot summer warm winter zone）（発行：中国住房と城郷建設部）（2012年版）

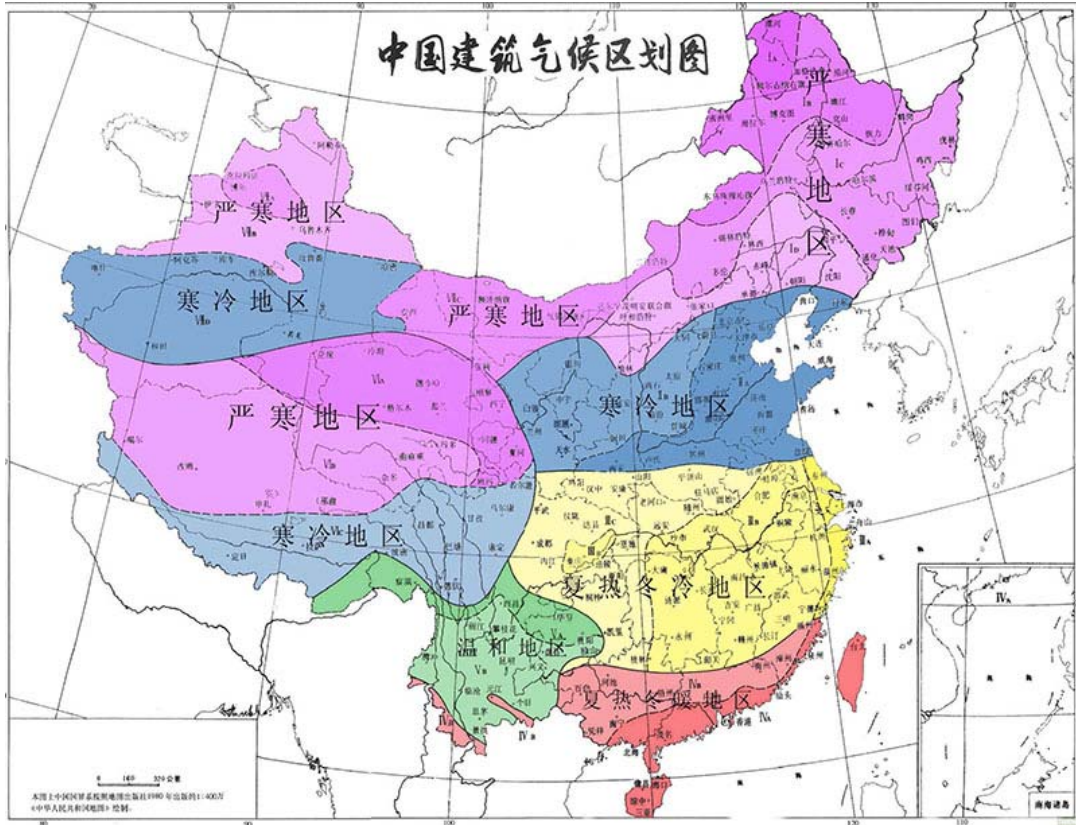


图 4-3 中国气候区划图

出典：GB50352-2005 民用建筑设计通则（編集：中国建设部）（2005 年版）付録 A

4.3 小結

4章では、CWの仕様における性能設定と仕様書についての共通点や相違点及びその原因を明らかにするために、日中の事例におけるCWの仕様書と建築設計事務所、CWコンサルタント会社、CWメーカーにおける仕様設定の方法についてのヒアリング調査を行った。

実態に関して、性能設定の技術主体と性能設定方法の実態、仕様書の全体構成、性能項目、性能値の共通点・相違点が明らかになった。

①本章の分析から、性能を設定する技術主体として、日本では建築設計事務所がCWの仕様設定を行い、CWメーカーに仕様書内容を確認する。一方で、中国では、建築設計事務所は、CWの性能項目を部分的に設定するに留まり、CWコンサルタントやCWメーカーが、主なCWの仕様設定を行う。建築設計事務所は、CWコンサルタントあるいはCWメーカーによるCWの仕様書を承認する業務をしない。その代わりとして、中国のCWコンサルタントがCWメーカーのCWの仕様書を承認する。またCWコンサルタントがない場合は、CWメーカーのCWの仕様書を承認する技術主体は存在しない。

②本章の分析から、CWの性能設定方法として、日本では、建築設計者は建築設計事務所が所有する内部向けの社内仕様書を参照し、CWの性能設定を実施する。社内仕様書は公的な共通仕様書より厳しい内容である。一方、中国では、このような設定はせず、CWの仕様書を国家標準の規定に基づき設定する。CWコンサルタント会社は、社内の仕様書が標準仕様になり、この仕様書は国家標準の規定と一致している。実務上、具体的な事例によって、加工精度と取付け精度に対する要求は国家標準より厳しい場合が存在する。

③本章の分析から、CWの仕様書の全体構成、性能項目、性能値に関して、以下のことがわかった。全体構成に関しては、両国の共通点として「主な性能値」、「材料要求」、「製作要求」、「施工要求」があげられた。相違点として、日本は「性能発注」、「技術委員会の有無」を表示し、施工図作成基準については、水密設計などの要求を明示している。一方、中国では、CWコンサルタントによるCWの仕様書で「各段階の提出資料に対する要求」、「材料、施工に対する要求」を細かく表示している。

中国のCWコンサルタントによるCWの仕様書及び、CWメーカーによるCWの仕様書では「プロジェクト概要」、「設計根拠」、「仕事範囲」、「参照する基準」、「関連する試験と検査基準」が明示されていることに対して、日本のCWの仕様書はそうした項目はない。また、日本では、総合請負業者による検査が特記仕様書に明確に表示されており、これは中国のCWの仕様書には記載されていない。

情報量の差について、中国のCWコンサルタントによるCWの仕様書の情報量は、中国メーカーによるCWの仕様書や、日本の建築設計者によるCWの仕様書の情報量より多い。

以上より、国や作成主体によって、CWの仕様書の情報量が異なることがわかった。

性能項目に関して、両国の仕様書の性能項目はCWの基準の中の性能項目と一致していることがわかった。性能値に関して考察すると、耐震性能、耐風圧性能と断熱性能以外、中国でのCWの性能値選択に日本との大きな差はないと判断できる。性能値選択の差異以外に、詳細設計上の考え方や性能維持に配慮したディテールの適切さも性能確保に影響を与える。従って、今後は詳細設計上の考え方や、性能維持に配慮したディテールの適切さがどのように性能確保に影響を与えるかの実態を把握する必要がある。

また本章を通し明らかになった日中におけるCWの仕様と仕様設定についての相違は、公的なCWの基準や公的な標準仕様書の項目の相違、他国の影響、法制度の相違、社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣、自然環境、知識運用・組織管理が原因であるといえると思われる。具体的に各項目を以下に説明していく。

①他国からの影響として、欧米の中国への影響が指摘できる。具体的には、欧米のCWの工事発注仕様書の情報量は多く、中国の発注方式の発注書類の特徴はこれに類すると思われる。また、欧米ではCWコンサルタントがCWの性能設定の専門知識を持っていることも、中国でのCWコンサルタントの役割に関連があると考えられる。更に、欧米の分離請負契約方式による総合請負業者の仕事範囲が日本と異なり、中国はこれらについて欧米と類似した特性がみられた。他国の影響による発注契約方式の相違は、技術主体の業務範囲の分担が異なり、仕様書に記載する検査主体が異なる原因となると考えられる。

②法制度及び国による強制基準に関して、両国の省エネルギー法と省エネルギー基準の規定の違いは、CW断熱性能の性能値選択に影響を及ぼしていると考えられる。日本と比較して、高く設定されている中国の省エネルギー基準値は、CW断熱性能値の高さに反映されたと思われる。

③社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣に関して、中国における建築設計事務所はCWの性能設定という業務を業務範囲として捉えていない仕事習慣がある一方、日本は、建築設計事務所が建築士法が規定する責任範囲に従って、業務範囲として扱う特性がみられた。これは契約に関わらない業務内容及び、主体間の関係の相違によって生じると考えられる。

④基準の運用の点からみると、CWの基準や公的な標準仕様書の中の性能項目の相違は、CWの仕様書の性能項目に違いを生じさせたと思われる。両国の基準の「性能」部分に記載されない性能項目は、各事例におけるCWの仕様書にも記載がない。

⑤自然環境の影響としては、耐風圧性能、耐震性能、断熱性能に関する性能項目は両国において一致している。しかし、風、地震、気温など条件が異なることから、耐風圧性能、耐震性能、断熱性能の性能値を設定する際の根拠としての基本風圧、地震基本震度、省エネルギー基準値などに異なる値が設定されている。

⑥知識運用・組織管理に関して、専門知識や経験の書類化の程度、組織の編成と管理は、技術主体者の専門知識や経験と組織管理に影響を及ぼす。専門知識や経験の書類への反映の程度は、会社の共通用特記仕様書の整備程度に反応される。例えば、会社の実績事例で発見された問題の再発を防止するために、会社独自の要求内容が社内共通用特記仕様書に載せられている。また、組織の編成と管理は、技術主体の中の検討体制に影響を与える。技術主体における組織の編成は、特記仕様書の中の「技術委員会の設置」という項目の有無と関連していると考えられる。

以上、本章において明らかになった CW の仕様書内の相違点は、日中の両国の CW の性能確保についても異なる状況を生み出し、性能確保への影響があると考えられることがわかった。

第5章 CW 関連の設計の手法と設計図書

超高層ビルの建築設計段階には、建築設計者は CW メーカーあるいはコンサルタントの協力を得ながらも、性能と合致する建築意匠設計を行い、コストを検討する。性能と意匠あるいは性能とコストのバランスに関する検討は、CW の性能の確保に影響を与える項目であるといえる。

また、CW 設計段階では、与えたデザインと性能を実現するために適切な専門知識や経験、具体的には CW の設計図と仕様書の作成（プロジェクトごとの計画）に関する専門知識や経験が必要である。この技術主体の設計に関する専門知識や経験は、CW の設計図書を考察することによって判断することが可能であると考えられる。

そこで本章では、CW の性能確保に関わる項目として、日中における CW 関連の設計の手法（本研究においては、情報提供や意見交換、確認体制について「やり方」と記す）と設計図書に関する実態を明らかにし、その実態を生じる原因を考察する。

調査方法は、日中で選定した事例（中国の事例：CH1, CH2, CH3, 日本の事例 JP1-JP7）に関わった建築設計事務所、CW コンサルタント会社、総合請負業者、CW メーカーへのヒアリング調査、及び同様に日中の事例における CW 関連の設計図書の調査である。

本章の具体的な構成として、各調査に基づき CW の設計プロセス、情報提供と意見交換、設計図書、確認体制、技術主体に着目し、下記に記した 6 節により構成することとした。

まず 1 節では、CW の設計プロセスを明らかにするために、設計段階の各主体の参入時期や設計期間の実態を整理し、それを生じる原因について考察する。2 節では、情報提供と意見交換を明らかにするために、中国事例（CH1, CH2, CH3）と日本事例について実態を把握する。3 節では、設計図書の内容を明らかとするために、発注図書の構成、発注用の CW の設計図書や CW の基本設計図書、CW の施工図について実態を整理し、それを生じる原因を考察する。4 節では、CW の関連の確認体制を明らかにするために、建築設計者や CW コンサルタント、総合請負業者、CW メーカーについて整理する。5 節では、CW 性能確保の専門知識をもつ技術主体について整理する。これらをもとに 6 節では、小結として日中の実態とそれを生じる原因について考察し、CW 関連の設計の手法と設計図書の実態を明らかにする。

5.1 CW の設計プロセス

本節では、CW の設計プロセスについて説明していく。まず日中の事例の詳細に入る前に、中国の事例の特徴について軽く触れておく。図 5-1 は、中国の事例（CH1, CH2, CH3）の設計プロセスにおける主体を表す図である。図の中には、プロセスの全体の流れと各主体の業務内容を示し、それらを時系列で整理した。

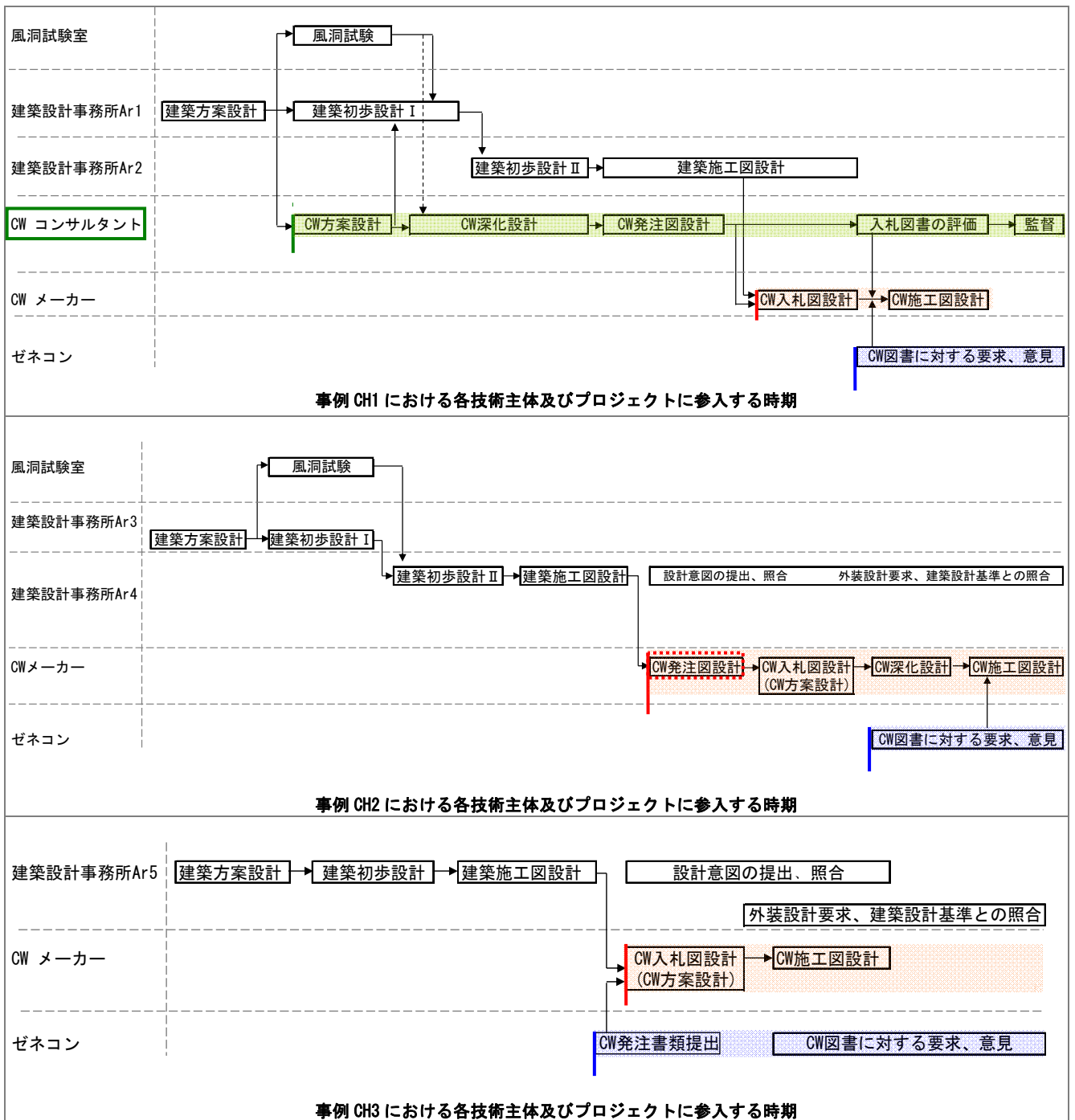


図 5-1 中国の事例における各技術主体及びプロジェクトに参入時期

ここで本研究において選定した中国の三つの事例の選定理由は、序論において述べてあるが、図 5-1 に基づいて、更に詳しく各事例の特徴を記述する。具体的には、以下の 4 点において特徴が説明できる。

1. CW 工事の発注・契約方式が異なっている

規模が比較的大きい事例 CH1 と事例 CH2 では、CW の工事の発注方式は分離発注で、施主と CW メーカーが契約をする。また、規模が比較的小さい事例 CH3 では一括請負発注で総合請負業者と CW メーカーが契約している。大規模プロジェクトで分離発注がよ

く採用されている理由は、CW 工事費用が膨大で、総合請負業者の管理費も高く、総合請負業者の管理費を削減できるなどの理由が挙げられる。

2. 参加する技術主体が異なっている

事例 CH1 に参加する技術主体は建築設計者、CW コンサルタント、CW メーカー、総合請負業者、風洞試験室である。事例 CH2 は建築設計者、CW メーカー、総合請負業者、風洞試験室が参入している。事例 CH3 は建築設計者、CW メーカー、総合請負業者が参入している。そこで、事例 CH1 と事例 CH2、CH3 の相違点は CW コンサルタントがプロジェクトに参入しているかどうかである。

上記2つのプロジェクトにおいて、CW コンサルタントが参入している理由としては、超高層ビルプロジェクトの場合、建築設計者は CW に関わる専門知識が不足し、建築設計段階で CW メーカーからの設計協力も得られないので、CW に関わる専門知識を持つ技術者からの協力と CW 設計に関わる責任分担が必要だからだと考えられる。

中国の大手 CW メーカー Ma1 社へのヒアリング調査によると、Ma1 社が参入した多くの大規模超高層ビルプロジェクトの中で、約 70%-80% のプロジェクトが事例 CH1 のように、CW コンサルタントが参入している。

3. 各技術主体がプロジェクトに参入する時期が異なっている

事例 CH1 においては、CW コンサルタントは建築初步設計段階からプロジェクトに参入し、CW 方案設計、CW 深化設計、CW の発注図⁶⁷設計の図面と CW の仕様書を作成し、CW メーカーからの図面をチェックする。CW メーカーは CW の入札図段階で参入し、CW の入札図⁶⁸、CW の施工図を作成している。総合請負業者は施工段階から CW 設計プロセスに参入し、CW の施工図と他の専門工事業者の施工図の矛盾点、解決方を提出し、CW 工事進捗について要求をする。

事例 CH2 において、CW メーカーは建築施工図段階の後、CW の発注図作成段階から CW 設計プロセスに参入し、CW の発注図、CW の入札図、CW の施工図を作成する。総合請負業者は CW 施工図設計段階から CW 設計プロセスに参入し、CW 施工図と他の専門工事業者の施工図の矛盾点、解決方を提出し、CW 工事進捗に対する要求を提出する。

事例 CH3 において、CW メーカーは CW の入札図作成段階で参入し、CW の入札図、CW の施工図を作成する。

以上のように、事例 CH1 と事例 CH3 では CW メーカーは CW の入札図作成段階で参入する。事例 CH2 では CW メーカーが CW 発注図段階で参入する。

事例 CH1 と事例 CH3 において、CW メーカーがプロジェクトに参入する時期が CW 入札図段階であるのは、中国で CW メーカーが建築設計段階から協力する機会が少ないためと考えられる。事例 CH2 において、CW メーカーは CW 発注図段階から、プロジェクトに参入している。その原因は、大規模プロジェクトの場合、CW 工事発注する際に CW 発注

⁶⁷CW 発注図：CW 工事発注時の積算のため作られる CW 設計図である。平面図、割付け図、CW 標準部と非標準部の接合部詳細図などの図面が含まれている。中国語で「幕墙招標図」。

⁶⁸ CW 入札図：入札用 CW 基本設計図である。中国語で「幕墙招標図」。

図が要ることが関連すると考えられる。CW コンサルタントが参加しない場合には、CW メーカーはCW 専門技術者としてCW 発注図作成の役割を果たす必要があるために発注段階から参入すると思われる。

4. その他

3つの事例の設計プロセスにおいて、建築設計者のCW コンサルタントに対する意見は主に設計意図、外装設計要求、建築設計基準との照合であり、CW の性能確保に対する意見はほとんどない。これは、建築設計事務所はCW 設計に関わる設計責任はなく、CW 専門知識を持っている技術者が所属していないためと考えられる。中国ではCW の性能確保の専門知識や経験を持つ技術主体は、主にCW コンサルタントとCW メーカーである。

事例 CH1 と事例 CH2 において、総合請負業者のCW 工事に対して要求される点は、主に施工進度についてである。しかし事例 CH3 においては、総合請負業者はCW 工事発注書類を提供する。

事例によって総合請負業者が提供する情報が異なる理由は、主に契約関係の違いによると思われる。事例 CH1 と事例 CH2 は施主からの分離発注を採用しており、事例 CH3 は一括発注を採用し、総合請負業者からCW 工事を発注する。事例 CH1 では、施主はCW コンサルタントが作成したCW 発注図で発注するが、事例 CH2 では、CW メーカーはCW 発注図を作成し、施主がCW メーカーが作ったCW の発注図を基に発注する。事例 CH3 では、総合請負業者はCW 発注書類を準備する。

このように、CW の設計プロセスについて、中国の3つの事例の特徴を説明してきた。本章ではこれらの事例について、設計段階及び各主体の参入の時期、設計期間について実態を明らかにし、それを生じる原因について考察していく。

5.1.1 設計段階及び各主体の参入時期

中国の事例における各技術主体がプロジェクトに参入する時期について、表 5-1 にまとめた。技術主体は、建築設計事務所、CW コンサルタント、風洞試験室、CW メーカー、総合請負業者、監理会社である。この表からみると、事例 CH1 では、CW コンサルタントが参入する場合、CW メーカーはCW 入札図段階から参入する。事例 CH2 では、CW コンサルタントが参入しない大規模プロジェクトの場合、CW メーカーは積算のための発注用のCW 設計図設計段階から参入する。事例 CH3 では、CW コンサルタントが参入しない小規模プロジェクトの場合、CW メーカーはCW 入札図段階から参入する。この分析によって、CW コンサルタントの有無やプロジェクトの規模は、CW メーカーの参入時期と関連していると明らかにした。

表 5-1 各技術技術主体がプロジェクトに参入する時期

技術主体	事例 CH1	事例 CH2	事例 CH3
建築設計事務所	建築方案設計から 建築初步設計 II から	建築方案設計から 建築初步設計 II から	建築方案設計から
CW コンサルタント	建築方案設計段階の後 建築初步設計段階から	なし	なし
風洞試験室	建築初步設計 I から	建築初步設計 I から	なし
CW メーカー	CW コンサルタントにより CW 発注図が 完成された後、CW 入札図段階から	建築施工図が完成された 後、CW 発注図段階から	建築施工図が完成された後、CW 入札図段階から
総合請負業者	施工段階から	施工段階から	CW 工事発注図書準備段階から
監理会社	施工段階から	施工段階から	施工段階から

中国の事例 CH1 の各技術主体の参入する時期を図 5-2 にまとめた。横軸は CW 設計プロセスにおける各設計段階で、縦軸はプロジェクトに参入する各主体である。建築設計事務所は建築施工図設計までを実施する。CW コンサルタントは、建築初步設計段階から、設計協力をし、CW 方案図設計、CW 深化設計、CW の発注図設計までを行う。また、CW メーカーは CW 入札図設計、CW 施工図設計を行い、総合請負業者は主に進捗管理、施工協力を行う。CW コンサルタントと監理会社は施工段階で、検査、確認、承認を行う。

	建築概念設計	建築初步設計		建築施工図設計	施工段階			
	建築方案設計 6ヶ月	I 7ヶ月	II 2ヶ月	10ヶ月	CW 発注図設計 4ヶ月	CW 入札図 1ヶ月	CW 施工図 27ヶ月	CW 施工段階
施主	設計条件提出	意見提出		意見提出	意見提出	意見提出	意見提出	意見提出
建築設計事務所 Ar1								
建築設計事務所 Ar2				建築施工図設計	照合	照合	照合	設計変更対応
風洞試験室		試験						
CW コンサルタント		CW 方案設計		CW 深化設計	CW 発注図	図面検査	図面検査、承認	検査、確認、承認
CW メーカー						CW 入札図	CW 施工図設計	CW 施工
総合請負業者								進捗管理、施工協力
監理会社								検査、確認、承認
政府の試験機構								試験

図 5-2 事例 CH1 における各主体の参入時期

	建築基本計画 12ヶ月	建築基本設計 12ヶ月	建築実施設計 12ヶ月		申請 確認認定 4ヶ月	施工段階			
			I	II		建築施工図設計 (15~18ヶ月)			CW 施工 32ヶ月
施主	設計条件提出	意見提出	意見	意見提出	申請	意見提出	意見提出	意見提出	意見提出
建築設計事務所	建築基本計画	建築基本設計	建築	実施設計	申請	照合	照合	照合	監理、確認、承認
風洞試験機構		試験							
CW メーカー		設計協力		設計協力			CW 基本図作成	CW 実施図作成	CW 施工
総合請負業者						鉄骨、躯体図設計	外装の躯体図設計	照合	検査、確認、承認

注：*は入札前の CW 基本図設計、コスト計算であり、1ヶ月かかる。

図 5-3 事例 JP1 における各主体の参入時期

次に、日本の事例について説明する。日本で調査した 7 件の事例 (JP1-JP7) では、外装デザインの基本設計段階から、CW メーカーがプロジェクトに参入し、設計情報提供と性能・仕様の検討を行う。建築実施設計は I と II の 2 段階に分かれている。建築実施設計 I では、建築設計事務所が平面図、立面図、断面図、矩計図など建築概要を設計する。建築実施設計 II は I と比べてより詳細な設計を行う。風洞試験がある場合、建築

基本設計段階で行う。

物件の施工段階では総合請負業者は建築施工図を作成する。総合請負業者の施工図は、鉄骨、躯体図が先行し、外装部分の躯体施工図関係はCWメーカーを決定した後、CWの基本設計とほぼ平行し行われる。その時に、実施設計もスタートし、実大試験にて性能を確認してCWの基本構成を決定され、CWの実実施設計に反映させる。

例として、事例JP1の各主体の参入時期を図5-3に表す。横軸はCW設計プロセスにおける各設計段階を、縦軸はプロジェクトに参入する各主体を示している。事例JP1の各主体の参入時期には、以下の特徴がある。

- ① 建築設計段階で、CWメーカーによる設計協力がある。
- ② CW詳細設計は建築施工図設計と並行して行われる。
- ③ CW施工段階で、建築設計者は監理、確認、承認の役割を果す。

以上から、日本における代表的な事例と中国における代表的な事例のCW設計プロセスの各主体の参入時期を比較すると、以下のことが言える。

- ① 日本の事例では、中国の事例とは異なりCWコンサルタントが参加しない。建築設計の時点で、建築設計事務所の設計者は、設計の実現可能性などについてCWメーカーの設計部門と意見交換会を行い、CWに関わる設計情報の提供や意見交換をする。
- ② 中国のCWメーカーは日本の事例と異なり、建築基本設計段階でプロジェクトに参入することがなく、建築設計者により建築施工図を作成する段階の終盤から、プロジェクトに参入する。
- ③ 日本では、建築設計者による建築施工図設計段階はなく、建築設計者が実施設計までを行う。代わりに、総合請負業者が施工段階で建築施工図設計を行う。中国では、建築施工図は建築設計事務所が設計し、外装部分の躯体施工図関係の図面については、CWメーカーが建築設計事務所の構造設計者との意見交換を行う。日本の事例と異なり、CWメーカーが総合請負業者と設計情報をやり取りする場面はほとんどない。
- ④ 日本の事例では、中国の事例と異なり、建築監理会社、政府の試験機構が参入することはない。
- ⑤ 中国の事例CH1のCW発注は杭工事の後で行う。日本の大手建築設計事務所Ar6社へのヒアリング調査では、事例JP1ではCW工事発注は建築実施設計の後、かつ杭工事の前に行った。日本の大手CWメーカーMa1によると、日本では、一般的に、CW工事発注は工事着工前後で行う。コスト交渉が厳しいと発注が遅れる傾向にあるが、製品納期が遅れることは無いために設計期間が不十分となることが有る。設計作業に関わる現場意見交換会は、契約前であっても事前に開始する事がある。このように、中国事例のCW発注時期は日本事例より遅いと明らかにした。

5.1.2 設計段階、設計期間の実態、原因

次に、設計段階と設計期間について説明していく。表 5-2 に日本と中国の事例における各設計段階の設計期間を示す。表における縦軸は各設計段階である。

表 5-2 日本と中国の超高層ビル事例における設計期間

日本の事例 JP1 の設計期間		中国の事例 CH1 の設計期間		
建築基本企画	12 ヶ月	建築概念設計	3 ヶ月	
建築基本設計	12 ヶ月	建築方案設計	3 ヶ月	
建築実施設計	12 ヶ月	建築初步設計	I	7 ヶ月
申請認定	4 ヶ月		II	2 ヶ月
建築施工図設計（総合請負業者より）	15～18 ヶ月	建築施工図設計（建築設計者より）	10 ヶ月	
—	—	CW 方案設計（日本の CW 基本設計に近い）	6 ヶ月	
—	—	CW 深化設計（CWDD）	5 ヶ月	
—	—	CW 発注図設計	4 ヶ月	
入札前の CW 基本図設計、コスト計算	1 ヶ月	CW 入札図設計	1 ヶ月	
CW 基本図設計	3～6 ヶ月	—	—	
CW 実施図設計（CW 施工図設計）	12 ヶ月	CW 施工図設計（施工しながら設計を行う）	27 ヶ月	

表 5-3 中国と日本の設計段階の対照リスト

日本	中国
建築基本計画	建築概念設計
建築基本設計	建築方案設計
建築基本設計	建築初步設計（日本の建築基本設計より図面内容は少し多い）
建築実施設計+α	建築施工図設計（日本の建築実施設計より図面内容は少し多い）

表 5-3 では中国と日本の各設計段階の対照関係についてまとめた。これらにより明らかになったのは以下の点である。

- ①表 5-2 が示しているように、日本の事例の建築基本企画、建築基本設計、建築実施設計、建築施工図設計の設計期間は中国の事例より長いと見られる。仕事スピードや設計内容の詳細さの程度、設計プロセスの検討事項の量について、日中の差異があると推測できる。設計内容の詳細さの程度、設計プロセスの検討事項の量は、CW の性能確保に影響を与えるので、今後は、事例における設計内容の詳細さの程度、設計プロセスの検討事項の量について実態を把握する必要がある。
- ②CW 発注前の CW 方案設計、CW 深化設計の設計期間については、中国の事例では数ヶ月の設計期間がある。日本では、中国の事例と異なり CW 発注前において CW を単独で、詳細に設計する期間は設けられていない。その原因としては日本では、CW の設計を開始する時に、正式な発注、契約が行われない場合が多く、正式な契約図、発注図がないことが挙げられた。
- ③日本の事例における CW メーカーの入札前の CW 基本図設計、コスト計算の設計期間は中国の事例と同様と見られる。
- ④日本では、総合請負業者による建築施工図の中の鉄骨、躯体等の内容は外装に先行して設計される。建築施工図設計の後半は CW の施工図設計と平行で行い、建築施工図

の設計期間はCW 施工図設計より長い。中国では、建築設計者による建築施工図設計（日本の建築実施図にあたり、図面内容は日本の建築実施図より少し多い）はCW 施工図設計と前後で行なわれる。したがって、CW 施工図設計の設計期間は建築施工図の設計期間より長い場合がある。

以上のように、設計段階、設計期間の実態に関して、中国の事例において建築設計段階の設計期間は日本より短いことが明らかになった。また、中国の事例では建築設計者による建築施工図作成段階とCW の施工図設計段階の関係は前後関係であり、日本の事例では、総合請負業者による建築施工図作成段階とCW の施工図設計段階の関係は平行関係であるとわかった。

実態を生じる原因

これまで日中の設計プロセスについて、設計期間の相違点があることを指摘してきた。ここで、このような実態を引き起こすと考えられる原因について考察していく。

設計期間は、プロジェクトの規模、複雑さの程度、国が定める基準設計期間、施主の要望、要求される設計品質と設計完成度と関連する。規模や複雑さの程度に近い日中のプロジェクトにおいて、設計期間に相違点が生じる主な原因は、仕事習慣、業界の状況の相違であると考えられる理由を、以下に説明していく。

中国で、施主は建設投資を早めに回収するために建物の設計・施工期間を短縮し、建物の竣工日を早めにする要望が強く、要求する設計期間は短い傾向がある。施主の要求に応じて、業界の建築設計事務所やCW メーカーの設計部門はより短期間で仕事を完成する習慣がある。

日中における建築施工図作成段階とCW 施工図設計段階の関係相違の原因は、建築設計行政管理制度と仕事習慣の相違にあると推測できる。日本と中国は本来、近代欧米の建築技術の導入に伴い、建築設計と施工分離制の採用が多くなっていた。中国では、1949年からのソ連計画経済体制の影響を受け、建築設計院は建築施工図作成まで設計を行っていた背景から、総合請負業者は図面を書く資格を持ってない。建築設計院の建築設計者は、詳細図を書く専門知識や時間がない場合、政府による建築設計標準図集に載せている最低限の性能を満たす詳細図を引用されるため、企業独自の建築設計標準図集は存在しない。このような仕事のやり方は、現在まで続いている。従って、中国での建築施工図は日本の建築実施設計図より確実性が高いが、日本の建築施工図より完成度と図面内容に対する検討の詳細さの程度が低い場合が多い。

5.2 情報提供と意見交換

本章では、CW の性能確保に向けて、設計の手法と設計図書の実態を明らかにすることを目的とする。前節においては、主に CW の設計プロセスから、日中の実態把握と原因を考察した。本節では、情報提供と意見交換の観点から、主に設計の手法について各設計段階における情報提供と意見交換の概要を中国と日本において整理し、更に日中の意見交換と検討会の場における詳細実態を把握していく。

5.2.1 中国事例の各設計段階における情報提供と意見交換の概要

中国の事例における情報提供と意見交換について、本項で説明していく。まず、中国の事例 CH1 について、図面情報の提供と意見交換を各設計プロセスで説明していく。具体的には、建築方案設計段階、建築初步設計段階、建築施工図設計段階、CW 方案設計段階、CW 深化設計段階、CW 発注図書設計段階、CW 入札図設計段階、CW 施工図設計段階である。

建築方案設計段階

建築方案設計段階においては、建築設計者は建築方案設計と設計意図 (design intention) を提出する。

この段階では、建物全体について、建物と自然環境、都市環境の関係、建物の敷地内の配置、建物の外観イメージ、建物の構造システム (耐力壁、柱の位置、外壁と柱の関係)、建物の空間 (内部空間の寸法、内部空間の用途、各階の階高) を提案する。

CW について、ガラスの種類、サッシ色付け、サッシの割付、金属パネルの種類、入り口の位置を設計する。

建築初步設計段階(建築基本設計段階)

建築初步設計段階では、建築設計事務所 Ar1 による建築初步設計 I と建築設計事務所 Ar2 による建築初步設計 II を順に行う。

建築初步設計 I と平行しているのは CW コンサルタントによる CW 方案設計、CW 初步設計の前半と風洞試験である。

CW 方案設計は建築方案設計の図面及び建築設計者の設計意図に基づいて行う。検討内容は以下ようになる。

- ① CW 構法の選定 (方立方式やユニット方式)
- ② 主要部品の初期寸法 (方立の幅、奥寸法、ガラスの厚み、構造シーリング材の幅等)
- ③ 建築設計の不合理的な箇所 (意匠と性能の対立等) をチェックする

建築初步設計 I の初期 (25%DD) の段階で、CW コンサルタントは 100% の CW 方案設計を完成する。

その後、CW 深化設計を行う。この段階で建築設計者は建築設計エスキス、設計意図などを CW コンサルタントに渡す。CW コンサルタントはそれに対応する意見を提出し、

図面を作成する。意見は主に CW 割付のモジュール、寸法、材料、支持部材の配置についての内容である。

建築初步設計 I の中期 (50%DD) の段階で、風洞試験の結果を建築設計者と CW コンサルタントへ提出する。

建築初步設計 I の後、建築初步設計 II を行う。建築初步設計 II では平面図、立面図、断面図、タワー一部立面図、断面図、低層部立面図、断面図を設計する。

建築設計者の CW に関わる設計情報提供は以下のような内容である。

①省エネ計算を行う

中国は国土が広大なので、各省ごとに定めた国家の省エネ要求を満たすように計算をし、設計に反映してもらう。外壁断熱性能・日射遮蔽性能要求を提出する。

②防火の要求を示す

設計規範に従って、上下層のスパンドレル部分は 800 mm というように、数値を決める。また断熱材の耐火等級を決め、更に層間のすきまをふさぐことを確認する。

③表面の風圧状況の提供

風洞実験を通じて、表面の風圧状況を計算し、CW コンサルタントに提供する。高層部の揺れに備えて CW と躯体の衝突を和らげる工夫をする。

建築初步設計 II と平行しているのは CW 深化設計の後半である。CW 深化設計で CW 設計を良化、深化させ、コスト分析、材料選定、断熱計算を行う。標準部の詳細図、更に初步 CW 仕様書 (初稿の CW 仕様書) を作成する。

建築設計者による建築施工図設計段階

建築施工図の設計段階では、各階の階高、スラブ高、CW のガラスの種類を検討する。

建築施工図設計と平行して、CW コンサルタントは CW 発注図設計を行う。また、非標準部の詳細設計図と CW 仕様書を作成する。CW 発注図の中に、CW 深化設計段階での標準部詳細図、建築初步設計 I の建築平面図、立面図、断面図も含まれている。また、施主は CW 主材料の要求ブランドを発注図書の一部として提出する。

CW 方案設計段階(日本の CW 基本設計にあたる)

CW コンサルタントによる CW 方案設計、CW 初步設計の前半は建築初步設計 I と平行して行われている。CW 方案設計は建築方案設計の図面及び建築設計者の設計意図に基づいて行う。検討内容は以下ようになる：

- ① CW 構法の選定 (方立方式、あるいはユニット方式)
- ② 主要部品の初步寸法 (方立の幅、奥寸法、ガラスの厚み、構造シーリング材の幅)
- ③ 建築設計の不合理的な箇所 (意匠と性能の対立等) の照合

CW 深化設計段階

CW 方案設計後には、CW 深化設計を行う。CW 深化設計は建築初步設計の後半と平行して行なわれている。この段階で建築設計者は建築設計エスキス、設計意図などを CW コンサルタントに渡し、CW コンサルタントはそれに対応する意見を提出し、図面を作成する。意見は主に CW 割付のモジュール、寸法、材料、支持部材の配置についての内容である。

建築初步設計 I の中期（50%DD）の段階で、風洞試験の結果を建築設計者と CW コンサルタントへ出す。

建築初步設計 II の段階で、建築設計者が CW に関わる設計情報提供は以下のようになる：

①省エネ計算を行う

国の中の気候分区ごとに定めた国家の省エネ要求を満たすように計算をし、設計に反映してもらう。外壁断熱性能・日射遮蔽性能要求を提出する。

②防火の要求を示す

設計規範に従って、上下層のスパンドレル部分は 800 mm ということを決める。また、断熱材の耐火等級を決め（最近、幾度の火災を経て、公共安全庁が断熱材の要求を厳しくした）、層間のすきまをふさぐことを確認する。

③表面の風圧状況を提供する

風洞実験を通じて表面の風圧状況を計算し、CW コンサルタントに提供する。高層部の揺れに備えて CW と躯体の衝突を和らげる工夫をする。

CW 深化設計では、CW 設計の最適化、コスト分析、材料選定、断熱計算、標準部の詳細図の作成、初步 CW 仕様書（初稿の CW 仕様書）の作成を行う。

CW 発注図書設計段階

CW コンサルタントによる CW の発注図設計は、建築施工図設計と平行して行われた。非標準部の詳細設計図と CW の仕様書を作成した。CW 発注図書の中に、CW 深化設計段階での標準部詳細図、建築初步設計 I の建築平面図、立面図、断面図も含まれている。また、施主は CW 主材料の要求ブランドを発注図書の一部として提出する。

CW コンサルタントによる CW の仕様書での検討項目は、以下のとおりである：

一般説明 (General) — 一般規定及び要求、仕事範囲、関連している仕事、基準及び標準、システム説明、材料準備、性能要求及び試験方法、提出資料、品質保証、資格、規定、モックアップ試験、現場検査、運送と貯蔵、施工環境要求、協力、保証

材料 (Products) — メーカー、材料、部材、ガラス、シーリング材、石材

施工 (Execution) — 検査、組立と取り付け、許容差、現場品質管理、メーカーの現場に対するサービス、保護及び清潔、養生、現場ガラス工事、ゴミの処理、補修期限、メンテナンス マニュアル、石材の取り付け

CW 入札図設計段階

CW 入札図設計段階では、CW メーカーが CW 発注図書に基づいて、CW 入札図を作成する。

CW コンサルタントは CW 発注段階で、メーカーからの質問に回答する。完成した CW 入札図書を照合し、評価報告書を作る。

CW 施工図設計段階

CW 施工図設計段階では、CW メーカーは CW 入札図に基づいて CW の取り付け方法を検討する。CW 施工図書を完成したあと、CW コンサルタントは CW 施工図と計算書を照合する。

以上の設計プロセスをまとめると、中国の事例 (CH1) における CW 設計プロセスのモデルを以下の図のように示すことが出来る。これにより、事例 CH1 における CW 設計は、建築設計と平行しているとわかる。

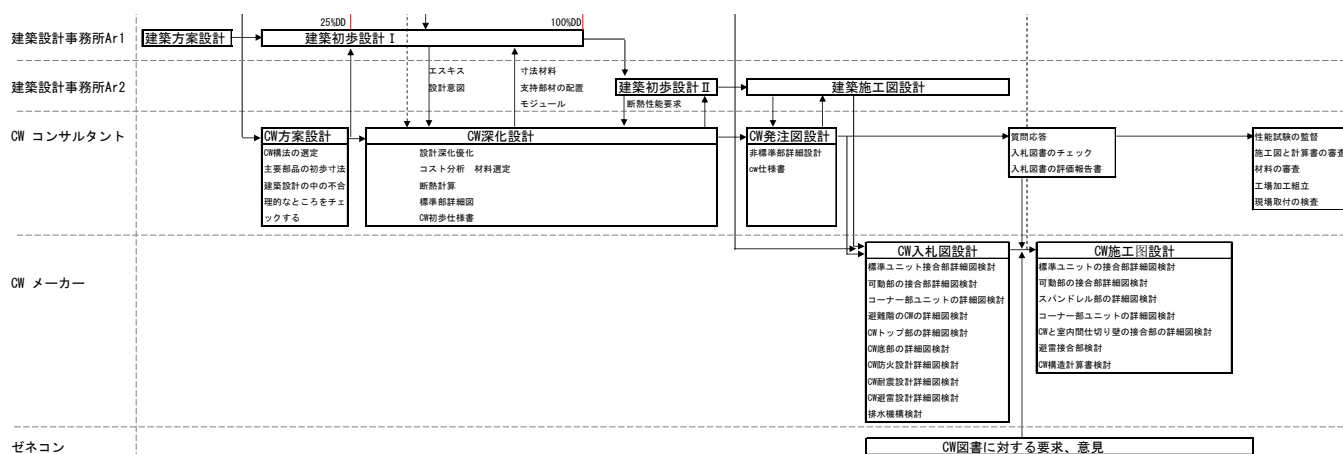


図 5-4 事例 CH1 における CW 設計プロセスのモデル

本項では、中国の事例 (CH1, CH2, CH3) に基づいて、設計プロセスにおける情報提供の実態を明らかにした。中国事例 CH1 では、CW コンサルタントが建築設計段階で性能確保、コストに関わる意見を建築設計者に提供する一方で、中国事例 CH2、CH3 では、建築設計段階で性能確保、コストに関わる意見を提供する技術主体は存在しないことが明らかになった。

このような実態を招く原因について以下に考察していく。

中国では近年、CW コンサルタントによる大規模プロジェクトへの参入が多くなっている。また、事例 CH2 の建設時期は事例 CH1 より早く、事例 CH3 の規模は事例 CH1 より小さい特徴がある。そのため、中国の事例 CH2、CH3 では、建築設計段階で性能確保、コストに関わる意見を提供する技術主体は存在しない。

それが性能確保に与える影響に関して、建築設計段階で性能確保やコストに関わる意見を提供する技術主体が存在しないことは、CW 性能確保に不利である。

【三つの事例における各段階の情報提供についての実態】

事例 CH2、事例 CH3 においては、建築方案設計段階、建築初步設計段階に CW コンサルタントあるいは CW メーカーによる CW 設計に関わる詳細図検討、仕様書検討、CW 断熱計算はなく、詳細なコスト分析を行った書類は作られていないとわかった。

事例 CH3 では、CW 発注する時 CW 詳細設計図はないとわかった。

事例 CH2、事例 CH3 では、各技術主体間の情報提供は、主に設計段階が終わった後の審査会議で行うことが明らかになった。

表 5-4 に、三つの中国の事例における設計情報の提供内容について、事例ごとに比較した。

表 5-4 中国の事例における建築設計者による建築施工図の中の CW に関わる内容の比較

図面類型	施工図の中の CW と関わる内容	事例 CH1	事例 CH2	事例 CH3
平面図、立面図、断面図	敷地の配置	○	○	○
	柱、耐力壁の位置	○	○	○
	外壁と軸線の距離	○	○	○
	柱の断面形状	○	○	○
	CW ユニット間の継ぎ目の位置	○	○	○
	ルーバーの位置 ガラリの位置	○	○	○
	スカイガーデンの位置	○	×	×
	トップライトの範囲	○	×	×
	立面のイメージ	○	○	○
	立面の割付	○	○	○
	建物の最高点の高さ、各階の階高	○	○	○
	各部位のガラスの種類	○	○	○
	ガラスとアルミ型材の色	×	○	×
	低層部の広告パネルと装飾パネルの位置	○	×	×
	詳細図があるべき部位	○	○	○
	可動部分の位置	×	×	○
	清掃用ゴンドラの計画	×	×	×
詳細図	CW を支持する柱、耐力壁の位置	○	○	○
	CW と柱の接合部の位置	○	○	○
	CW 横材の位置	○	○	○
	トップライトの勾配	○	×	×
	トップライトの屋上排水溝の位置	○	×	×
	ガラスの位置	○	○	○
	アルミパネルの位置	○	○	○
	CW の構法	○	×	×
	CW 割付寸法	○	×	○
	ガラスの種類	○	×	○
	ガラスの厚さ	○	×	○
	CW と床の接合部の詳細図	○	○	×
	CW と地面の接合部の詳細図	○	○	○
	CW 最上部の詳細図	○	○	○
	CW ユニットの平面詳細図、立面詳細図、断面詳細図	×	×	○
	CW ユニットの割付寸法	×	×	○
	バックマリオン (Hidden frame) の位置、横材の位置	○	○	○

図面類型	施工図の中の CW と関わる内容	事例 CH1	事例 CH2	事例 CH3
	アルミ型材サッシの幅	×	×	○
	アルミパネルの厚みと表面処理	○	×	○
建築施工図の 図面に CW に対 する要求	アルミ型材の表面処理方法	×	×	○
	断熱性能値	×	×	○
	遮光性能値	×	×	○
	主要支承アルミ部材の最小厚み	×	×	○
	扉と CW に対する気密性能等級要求	×	○	○
	断熱アルミ材の採用	○	○	○
設計説明書	強化ガラス採用の位置	○	○	○
	CW 防火設計要求	○	○	×
	CW トップライトの設計基準	○	×	×
	ガラス庇のガラス種類と耐火時間	○	○	×
	CW の断熱性能	×	○	×
	各部 CW の断熱性能	○	○	×
	CW の部位説明	○	○	×
	CW の気密性能	×	○	○
	CW の伝熱参考値、アルミ型材の伝熱参考値、ガラスの伝熱参考値(熱貫流値)	×	○	○
	CW に断熱アルミ型材を採用すること	×	○	○
	ガラスの種類、厚み	×	○	○
	不可視部分のバックアップ材の種類	×	○	○
	可視部分と不可視部分の割合	×	○	○

事例における建築設計者による建築施工図(日本における建築実施設計図に当たる)の内容を表でみると、三つの事例全てに記載されている項目は、敷地の配置、柱、耐力壁の位置、外壁と軸線の距離、柱の断面形状、CW ユニット間の継ぎ目の位置、ルーバーの位置、ガラリーの位置、立面のイメージ、立面の割付、建物の最高点の高さ、各階の階高、各部位ガラスの種類、詳細図であることがわかる。

また、いずれにも記載されていない項目は、「清掃用ゴンドラの計画」である。事例 CH1 のみが記載されている項目は スカイガーデンの位置、トップライトの範囲、低層部の広告パネルと装飾パネルの位置、トップライトの勾配、トップライトの屋上排水溝の位置、CW の構法、CW トップライトの設計基準であることがわかる。

また、建築施工図設計段階において、事例 CH1 の建築施工図では CW の構法類型を検討したのに対し、事例 CH2、事例 CH3 に CW の構法類型についての記載はなかった。この原因は、事例 CH1 の建築施工図段階での CW コンサルタントの参入が挙げられる。この CW 構法類型が記載される原因は、CW コンサルタントによって建築設計者に情報提供や CW 構法類型を検討されていることである。

表 5-5 中国事例の各主体による意見提供

	事例 CH1	事例 CH2	事例 CH3
建築設計者が CW メーカーに与える意見	設計意図との照合の意見 建築設計基準との照合の意見	設計意図との照合の意見 建築設計基準との照合の意見	設計意図との照合の意見 建築設計基準との照合の意見
CW コンサルタントが建築設計者に与える意見	建築方案設計図に不合理なところを指摘する CW 構法の選定 CW 主要部品の初歩寸法、材料、支持部材についての提案	なし	なし

	事例 CH1	事例 CH2	事例 CH3
	建築初歩設計に対し、CW 割付モジュール、寸法、材料、支持部材の配置についての意見を提出する		
CW コンサルタントが CW メーカーに与える意見	入札図書の評価 CW 性能試験の監督の意見 CW 施工図と計算書の審査意見 CW 材料の審査意見 工場加工組立、現場取り付けの検査意見	なし	なし
CW メーカーが建築設計者や CW コンサルタントに与える意見	建築施工図に実際の CW 加工技術、取り付け技術と合わないところの指摘	建築施工図に実際の CW 加工技術、取り付け技術と整合しない部分の指摘	建築施工図に実際の CW 加工技術、取り付け技術と整合しない部分の指摘

下記、表 5-6 は、中国 3 つの事例の設計プロセスにおける情報伝達と意見提供をまとめたものである。3 つの事例では建築設計者が CW メーカーに与える意見は一致しており、また CW メーカーが建築設計者に与える意見のタイプは一致していると分かった。事例 CH2、CH3 では、建築設計段階で、意匠と性能の合致性、性能とコストのバランスについての照合がないので、建築設計段階での CW 性能確保に不利であることがわかる。以上より、事例 CH1 の情報伝達モデルはより合理的と判断できる。

表 5-6 中国事例の設計プロセスにおける情報伝達と意見提供

段階	事例 CH1		事例 CH2		事例 CH3
建築方 案設計 段階 の後	Ar1→Co1 CW 外観イメージ 平面配置、柱と耐力壁の位置 各階のスラブ高	Co1→Ar1 建築設計図に不合理的なところ についてを提出 する	なし		なし
建築初歩 設計段階	Ar1→Co1 Ar1→Ar2 CW 外観イメージ 主な構造部品、 建物部品の位置 CW と躯体の位 置関係 主な建築設備の 位置 建築平面と空間 の防火区画 各階のスラブ高	Co1→Ar1 CW 構法の選定 CW 主要部品の 初歩寸法、材料、 支持部材につい ての提案 (意見交換会頻 度：電話会議、 webex 会議 週 1 回)	Ar3→Ar4 CW 外観イメージ 主な構造部品、建 物部品の位置 CW と躯体の位置関 係 主な建築設備の位 置 建築平面と空間の 防火区画 各階のスラブ高	なし	なし
	Ar2→Co 局部立面図、断 面図の検討、省 エネ計算の行 い、防火要求の 提出、建物表面 風圧状況の提供 断熱性能・日射 遮蔽性能要求	Co→Ar2 CW 割付モジュ ール、寸法、材 料、支持部材の 配置についての 意見 CW 設計深化優 化、コスト分析 材料選定、断熱 計算、標準部詳 細図設計 (意見交換会頻 度：電話会議、 webex 会議 週 1 回)	なし	なし	なし
建築施工 図段階					

段階	事例 CH1		事例 CH2		事例 CH3	
建築施工 図段階後 の CW 発注 段階	Ar2→Ma 各階のスラブ 高、階高、各部 位ガラスの種 類、軸線位置、 CW を支持する 柱の位置、CW と 柱の接合部の位 置、CW 横材の位 置、隣接する横 材の距離	Co→Ma 標準部詳細図設 計、非標準部詳 細図設計、CW 仕 様書 Cli→Ma 発注書類 工期、コスト、 品質要求	Ar4→Ma 各階のスラブ高、階高、各部位ガラス の種類、軸線位置、CW を支持する柱の 位置、CW と柱の接合部の位置、CW 横材 の位置、隣接する横材の距離 Cli→Ma 発注書類 工期、コスト、品質要求		Ar5→Ma 各階のスラブ高、階高、各部位ガ ラスの種類、軸線位置、CW を支 持する柱の位置、CW と柱の接合 部の位置、CW 横材の位置、隣接 する横材の距離 Ge→Ma 発注書類 工期、コスト、品質要求	
	Ma→Ar1、Ar2、 Co、Cli 発注図書に不明 なところ、調整 する必要がある ところの指摘	Ar1、Ar2、Co、 Cli→Ma 質疑応答	Ma→Ar3、Ar4、Cli 発注図書に不明な ところ、調整する 必要があるところ の指摘	Ar3、Ar4、Cli→Ma 質疑応答	M→Ar5、Ge、Cli 発注図書に不明 なところ、調整す る必要があると ころの指摘	Ar5、Ge、Cli →Ma 質疑応答
CW 入札審 査会議	Ar1、Ar2→Ma Co→Ma Ge→Ma 意見提出		Ar3、Ar4→Ma Ge→Ma 意見提出		Ar5→Ma Ge→Ma 意見提出	
施工段階	Ar1、Ar2、Co、Ge、Ma、K 現場会議月 1 回 Ge、Ma、K 監理会議 週 1 回		Ar3、Ar4、Ge、Ma、K 現場会議月 1 回 Ge、Ma、K 監理会議 週 1 回		A5、Ge、Ma、K 現場会議月 1 回 Ge、Ma、K 監理会議 週 1 回	
注：Co-consultant Ma-maker Cli-client Ge-general contractor Ar-architecture K-監理工程師						

5.2.2 日本事例の各設計段階における情報提供と意見交換の概要

前項では、中国の事例における情報提供と意見交換について詳細に分析した。本項では、日本の事例における情報提供と意見交換について、各設計段階に着目して述べる。

日本では、建築設計者による建築施工図設計段階はなく、建築設計者が建築実施設計までを行い、中国の事例のように CW コンサルタントが入る場合は少ない。大規模な現場でない限り、CW コンサルタントは主体にならない。設計の時点で、CW メーカーの設計部門は建築設計者に対して、建築設計案の実現可能性について意見を提出する。各設計段階における情報提供と意見交換について、建築基本設計の段階、建築実施設計の段階、建築施工図設計の段階、CW 基本図設計の段階、CW 実施設計図の段階において説明していく。

建築基本設計段階

建築設計者は、CW の外観イメージ、一部性能の検討、概算見積もり、耐風圧性能、耐震性能設定についての情報を提供する。

この段階に関して、建築設計事務所へのヒアリング調査によると、超高層ビルの建築基本設計において CW メーカーは建築設計者と 1~2 回の意見交換会で設計側のイメージを伝える。

CW メーカーへのヒアリング調査によると、建築基本設計段階では、外装のデザイン、システムに関する基本方針についての意見交換会が主となる。これまでは、デザイン(基本構成)とコストの比較検討が主であったが、近年は、熱環境の要求性能(PAL 値等)が

高まり、それを含めた検討を行うこともある。この段階で、CW メーカーは建築設計事務所の意匠設計者だけではなく、熱計算を担当する設計者とも意見交換会を行う。

意見交換会は、CW の設計図面・コスト情報の提供の場合は1～2回となるが、設計者のデザイン協力から行う場合は、さらに複数回の意見交換会が繰り返され、十数回以上に及ぶこともある。

建築申請の時点で、CW に関わる必要な情報は層間変位などの性能値である。

建築実施設計段階

建築実施設計段階では、CW メーカーがプロジェクトに参入する。CW メーカーの選定は、主に建築設計者の個人的な繋がりによる。建築と構造、設備については実施設計の序盤に終える。実施設計はⅠとⅡの2段階からなり、実施設計Ⅰでは、平面図、立面図、断面図、矩計図を設計し、実施設計ⅡはⅠと比べて長期間に及ぶ。

実施設計段階の、CW に関わる建築設計内容は、平面図、立面図、断面図、矩計図、CW の基本断面図（スケール 1/20）である。特記仕様書では、CW 構法（ユニット構法やノックダウン構法）の決定、遮音性能、断熱性能、耐震性能値の設定がされる。

日本における建築設計事務所 Ar 6 社へのヒアリング調査によると、超高層ビルの建築実施設計段階で、CW メーカーと建築設計者との意見交換会は3～4回ある。この段階の意見交換会は、図面のやりとりが中心である。

日本における CW メーカー Ma-A 社へのヒアリング調査によると、CW メーカーが CW 提案設計図を作成し、デザイン及び性能に関する仕様まで明確にする。施工会社が見積もりできるレベルの情報までの図面情報、性能情報を提供する。

CW メーカーが提供する図面を活用して設計者は建築意匠図を作成するが、近年はメーカーが建築意匠図の「外装詳細図」を作成するケースが多くなり、その図は直接建築図書となることがある。また、合わせて「見積もり」が要求される。これは設計見積もりと位置付けられる。

日本では、海外で多く見られる CW コンサルタントが建築図の外装詳細図の作成・仕様書を作成するということが一般的でない。日本での発注形態は、基本的に「性能発注」であり、建築図・建築意匠図は外装の基本的な考え・性能を示す例として位置づけられる。そのため海外の入札図のように CW コンサルタントによって外装が各部位の詳細図まで作成され数十から百数十ページが作成されることはなく、日本では外装詳細図が数ページ、建築意匠図に記載されるのみである。その中に、CW 基本断面図は2～3枚がある。

一方、その他の国では、建築図のとおりで作る。日本で多く採用されている性能発注は、必ずしも建築図のとおり作られているわけではない。

このように、日本では、建築実施設計段階で CW を発注しており、発注用 CW 設計図はないと明らかにした。

建築施工図設計段階

次に建築施工図の設計段階における情報提供と意見交換について述べる。

日本における CW メーカーMa-A 社へのヒアリング調査によると、総合請負業者が建築施工図を作成する段階で、CW メーカーと総合請負業者との設計情報交換は、主に仕様確認、CW 基本納まり図、デザイン、性能についての協議である。また、コストの増減についても確認される。近年では、総合請負業者が受注にあたって VE を前提としている場合、VE の検討も行われる。大規模なプロジェクトだと、必ず現場定例会議があり、もう一度設計事務所の方から CW メーカーに考えを伝える。現場定例会議に基づいて、CW メーカーが図面の検討を行い、再度現場に反映されている。

CW メーカーの設計について述べると、まず、CW メーカーは自社による設計案を作成し、総合請負業者施工図室との意見交換会を行い、調整や修正を行う。図面は CW メーカーが描く。性能の考え方については建築設計者、総合請負業者に確認を行う。CW メーカーだけではなく、材料メーカー（ガラス、PC）も含めて、総合請負業者がとりまとめを行いながら、躯体と鉄骨の仕様決定と調整を行う。そしてそれらの技術主体が一堂に会して、全ての事項について調整する。建築設計者は自分の経験に照らして収まりや鉄骨は適当かななどを照合し、照合後の再図面化は総合請負業者の施工図室が行う。

CW 基本図設計

次に日本の事例に基づき、CW 基本図設計段階の情報提供と意見交換について述べる。

日本における CW メーカーMa-A 社へのヒアリング調査によると、CW 基本図設計段階では、メーカーと総合請負業者、建築設計者との意見交換は、主に、工事現場の定例会議で行われる。仕様確認、基本納まり図、デザインと性能について協議し、またコスト増減を確認する。また、VE の検討が行われる。

CW 実施設計図設計段階

次に、日本の事例に基づき、CW 実施設計図の設計段階での情報提供と意見交換について述べる。

日本における CW メーカーMa-A 社へのヒアリング調査によると、CW 実施設計図設計段階で、CW メーカーと総合請負業者、建築設計者との意見交換は、工事現場の定例会議の時に行なう。各部の納まり図やデザイン、性能について協議する。また、コスト増減の確認を行うほか、鉄骨工事や躯体工事の確認、PC やゴンドラなど関連する工事との調整・協議が必要となる。

また、スケジュールにあるホールドポイントに対して、図面の量などを、設計者、総合請負業者、CW メーカーの間でやりとりをし、図面の承認後、CW メーカーにそれを渡す。

日本では、CW の実施設計図（CW 施工図）を描く段階で細かい総合請負業者との意見交換があるが、このようなやりとりがないと作成出来ない現状がある。

5.2.3 日中の意見交換と検討会の場における詳細

本節では、CW 関連の設計の手法と設計図書について、日本と中国の事例から情報提供と意見交換の実態を説明してきた。本項では、意見交換と検討会について述べて行く。

中国の事例 CH1 の外部専門家審査会で、建築設計事務所以外の専門家が建築初步設計Ⅱに対して述べた審査意見を専門種類別に集計した。図 5-5 に示す。

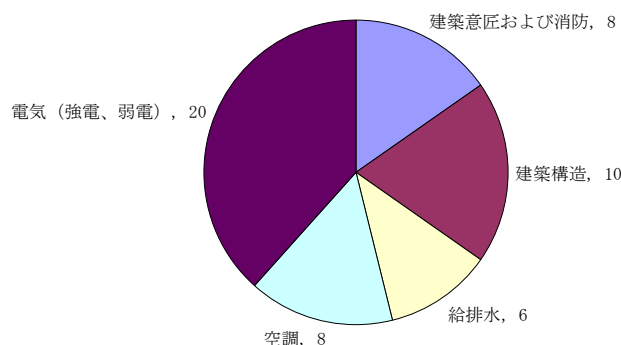


図 5-5 事例 CH1 の建築初步設計Ⅱに対する審査意見の集計

建築初步設計Ⅱに対する審査意見の種類では、電気、構造、建築意匠および消防、空調、給排水の順に審査意見が述べられたことがわかる。これにより、事例 CH1 の建築初步設計Ⅱに対する審査意見の中に、CW に直接関連している内容はないことが確認できる。

また、事例 CH1 に関し、CW 工事発注段階における各主体の間の意見交換書類を精査した。その結果は以下のとおりである。

CW 工事発注段階に CW メーカーが CW 発注用設計図書(建築設計者による建築設計図と CW コンサルタントによる発注用 CW 設計図を含む)に対して提出する意見の種類を以下に示す。

- ① 構造部品の増設の提案
- ② 構造安全性確保検討が必要との指摘
- ③ 室内側部品(手摺)の増設の提案
- ④ 特殊部品(取り外しできる CW ユニット)の位置、数量への指摘
- ⑤ 具体的な部位における仕様、材料仕様、構法、寸法が不明のと指摘(ガラスの種類、規格、アルミパネルの材質、仕様、表面処理、割付寸法、目地の幅など)
- ⑥ 施工範囲が不明であるとの指摘
- ⑦ 割付寸法の不合理性などの指摘(割付け寸法がガラスの最大寸法を超える際など)
- ⑧ 図面のミス(座標など)の指摘
- ⑨ 調整の必要性の指摘(躯体構造部品と CW の位置関係など)
- ⑩ 追加図面提供の要請
- ⑪ 基準値の選定についての質疑

次に、発注段階で CW メーカーによる意見の傾向を把握するため、中国の事例 CH1 における CW 工事発注段階での CW メーカーによる意見を内容別に集計した。結果を以下に

示す。

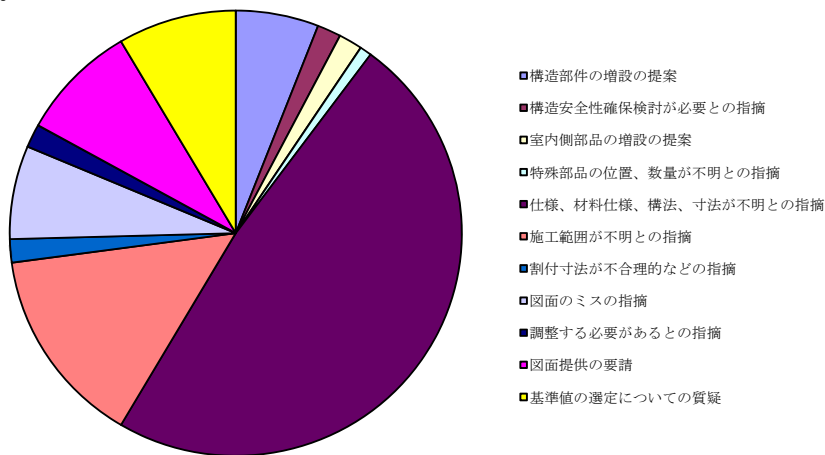


図 5-6 中国事例 CH1 における CW 工事発注段階で CW メーカーによる意見の集計

この図より、発注段階で CW メーカーが提出する意見の中に「具体的な部位における仕様、材料仕様、構法、寸法が不明の指摘」が半数近くを占め、「施工範囲が不明の指摘」と続くことがわかる。

次に、日本における詳細について説明する。日本における大手建築設計事務所 Ar6 社へのヒアリング調査によると、日本の場合、CW メーカーの質疑は CW 分科会の中で、総合請負業者からやりとりをする。通常は、CW メーカーからの意見に、「構造部品の増設の提案」、「構造安全性確保検討が必要との指摘」、「施工範囲が不明」、「図面ミス」にあたる意見はない。メーカーは総合請負業者から発注図書を受け取った後、三日から一週間ぐらいの期間内で設計を行うという厳しい状況である。また、細部を現場で決め、入札金額は経験値によって提示され、それに返答をせねばならない。発注時間がある場合は、総合請負業者が VE 提案をする場合がある。

日本の大手 CW メーカーへのヒアリング調査によると、CW の発注段階では、建築図で特記仕様書にて性能・規格等が示されるものもあるが、記載が無い場合は、国土交通省による『公共建築標準工事仕様書』や建築学会による『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』とされ、「性能発注」に対してメーカー側が適切な設定をして見積もることになる。そのため、見積もりの条件書にて、不明な部分の数量、数値、性能、材料を表示する。質問内容について、基本的に中国と同様な質問をするが、詳細な部分については CW メーカーが記載しないので、CW メーカーは質問より確認する内容が必然的に多くなる。これは質問票として出す場合もあるし、出さない場合もある。

日本では、その他の国のケースのように、仕様書は厚く、質問があれば、具体的日時を提示されるわけではなく、また入札は行われぬ。多くの場合は、メーカーが総合請負業者に問い合わせをする。総合請負業者が複社の CW メーカーを指名して、指名されるメーカーが出した入札金額などでメーカー選定を行う。

中国事例 CH1 の CW 工事を発注する際に、CW メーカーの意見と質疑を応答する技術主体を集計した、以下、結果を図 5-7 に示す。

この図が示すように、CW メーカーの意見と質疑に応える技術主体は建築設計事務所

Ar1、建築設計事務所 Ar2、CW コンサルタント、施主である。その中で、建築設計事務所 Ar1（概念性建築方案設計、建築方案設計、建築初步設計 I を行う技術主体）、CW コンサルタントが答える場合が多く、建築設計事務所 Ar2(建築初步設計 II、建築施工図設計を行う技術主体)、施主と続く。

建築設計事務所 Ar2 と施主は、CW メーカーの意見と質疑に応える場合、比較的に少ないことを示している。総合請負業者や監理会社は、CW 発注段階に CW メーカーの意見と質疑に応える場合はないと見られる。

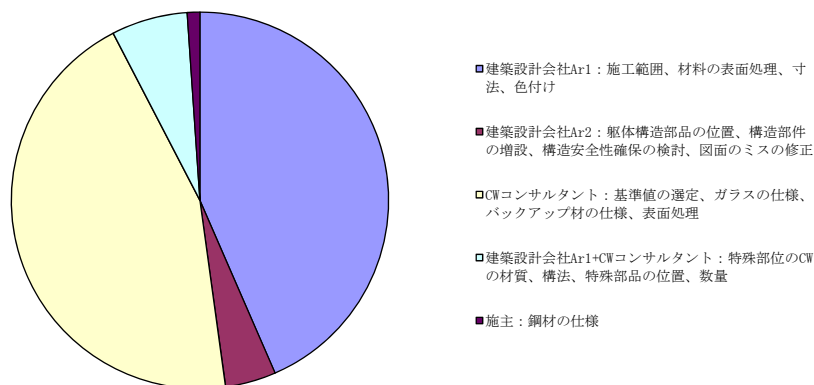


図 5-7 中国事例 CH1 における各技術主体が対応する CW メーカーの質疑の件数の集計

日本の大手建築設計事務所 Ar6 社へのヒアリング調査によると、日本の場合は、施工範囲、材料の表面処理、寸法、色付けの決定は設計時点で行う。中国の CW コンサルが対応している質疑（基準値の選定、ガラスの規格、バックアップ材の規格、表面処理）はない。CW 割付けは CW 分科会で検討し、仕様再確認についても調整を行う。

日本の大手 CW メーカー Ma-A 社へのヒアリング調査によると、日本では、総合請負業者を決定してから、メーカーを決定する。原則として見積もり依頼のあった総合請負業者に対し、数量及び仕様に関する質疑を出す。製品の品質上の問題がない限り、その情報どおり見積もりを行う。CW 基本設計から CW 実施設計(CW 施工図)まで、現場定例会議という形で定期的に(毎週 1 回程度)意見交換会が行われ、建築設計事務所、総合請負業者のほかに CW メーカーとそれに関連する業者が参加して、意匠、性能、納まり等の検討・確認が行われる。

以上のように、日中における CW 発注段階では、CW メーカーが提出する意見が異なり、また、メーカーからの質疑に対する対応をする技術主体が異なると明らかにした。このような実態となった原因について、以下に考察していく。

発注段階で CW メーカーが提出する意見が異なる原因として、発注・契約方式による発注図書の特徴の相違、更に技術主体の人員と組織の相違が関係していると考えられる。中国の事例が採用する発注・契約方式は、より精確な積算をするための発注図が必要である。従って、日本で発注する際に表現しない設計内容が、中国では発注用図に表現さ

れているといえる。

また、発注用図面の設計を担当している建築設計者や CW コンサルタントの専門知識、検討、照合、合議の充実さの程度、組織における設計要領の整備の程度は、発注用図面の設計内容の正確性、合理性、完成度に影響すると考えられる。CW メーカーは発注用図面に従って意見を提出している。発注用図面の設計内容に性能確保に関連する問題点があれば、発注する際に CW メーカーが提出する意見に含まれている。

次に、発注段階でメーカーからの質疑に対し、対応をする技術主体の相違は、発注・契約方式による契約関係の相違が原因となっていると推測できる。中国は、欧米の影響を受けた背景から、契約関係に CW コンサルタントという技術主体が存在しており、CW コンサルタントは CW メーカーに対する技術指導や監督な役割を果たしている。日本では、一括請負発注で総合請負業者が CW メーカーを管理する。このような契約関係に違いが存在するため、発注段階でメーカーからの質疑に対する対応を実施する技術主体が異なってくると考えられる。

次に、日本の事例について説明していく。日本における CW 設計プロセスの各技術主体間の設計情報交換の実態を把握するために、事例 7 件に対するヒアリング調査から、意見交換・検討会の主体・頻度と情報提供に着目・分析し、**エラー！参照元が見つかりません**。その結果をまとめた。

建築基本設計段階では、建築設計者と CW メーカーの間、外装の設計、システムに関する基本方針についての意見交換会が行われる。この意見交換会では、CW 基本構成の設計とコストの比較検討が主であったが、近年は熱環境の要求性能が高まり、それを含めた検討を行うこともある。この場合、メーカーは、建築設計事務所の意匠設計者の他、熱計算を担当する設備設計者とも意見を交換する。また、CW の設計図面・コスト情報を提供する場合は 1~2 回の意見交換会となり、設計者のデザインイメージ作りから、設計協力まで行う。さらに複数回の検討会が繰り返され、十数回以上に及ぶこともある。

建築実施設計段階では、CW メーカーが提案図を作成し、デザイン及び性能に関する仕様まで明確にする。施工者が見積もりできるレベルの情報までの図面情報、性能情報を提供する。CW メーカーが提供する図面を参考にして設計者は建築意匠図を作成する。この段階で、建築設計者と CW メーカーの間の検討会は 3~4 回ある。

施工段階の CW 基本図作成段階では、CW メーカー、総合請負業者、建築設計者の間でほぼ週 1 回の定例会がある。この段階では、CW メーカーがサンプル提出、モックアップの結果について提出を行う。実大試験作図、試験計画書作成段階の 1 回の意見交換会では、試験の日程、場所、参加者、試験項目、各試験の測定箇所を検討する。

CW 実施図 (CW 製作図・施工図) 作成段階の週 1 回の現場定例会議で検討する内容は、仕様確認、基本納まり図、デザイン、性能を中心とした、性能確保や意匠確認についてである。一般性能のほかに、CW 部品への積雪による落雪の検討、風切音、結露などの事項が検討されることがある。また、コストの増減の確認も行う。近年、総合請負業者も受注にあたって VE を前提としている場合があり、VE の検討が行われる。そのほか、

鉄骨工事や躯体工事の確認、PC やゴンドラなど関連する工事との調整・協議が必要となる。この段階の現場定例会議で、基本部だけでなく各部位の詳細まで検討し図面化する。そうすると、CW 取り付け段階で、大きな問題を生じることはなく、マイナートラブルは CW 工事現場担当者間、総合請負業者との検討で解決できる。

表5-7は日中両国の2事例のCW設計図設計段階での意見交換会についての表である。中国の事例では、日本のように、建築基本設計段階と建築実施設計段階で、建築設計者とCWメーカーとの意見交換会がなく、建築設計者とCWコンサルタントとの意見交換会があると見られる。

CW基本図設計、CW施工図設計段階では、日本の事例において建築設計者が参加する意見交換会の頻度は中国の頻度より高い。現場定例会議でシールの規格や、排水経路などを図面で表現して検討する。CWメーカーが参加する意見交換会についても、日本の方の頻度が高いと見られる。CW取り付け段階では、中国の意見交換会で参加頻度が高い主体はCWメーカー、総合請負業者、監理会社であり、日本の意見交換会で参加頻度が高い主体は建築設計事務所、CWメーカー、総合請負業者である。

意見交換会に参加する技術主体の違いは、契約関係の相違が原因であると考えられる。意見交換会の頻度の差異は仕事習慣と関連していると考えられる。

表5-7 日中における設計段階での意見交換会の主体と頻度の比較

事例 主体	日本 (事例 JP1)				中国 (事例 CH1)							
	建築設計事務所	CWメーカー	総合請負業者	意見交換会回数	建築設計事務所 Ar1	建築設計事務所 Ar2	CWコンサルタント	CWメーカー	総合請負業者	監理会社	意見交換回数	
建築基本設計段階 (中国で建築方案设计、初步設計段階)				1~2回+ 回数							週1回電話会議あるいは WebEx 会議、50%、100%ホールドポイントに、技術検討会がある	
建築実施設計段階 (中国で建築施工図設計段階)				3~4回							不定期 3~4回	
CW 方案設計段階 (建築設計段階と平行)				-							不定期 3~4回 (事例にける CW 方案設計は建築初步設計と平行)	
CW 深化設計段階		-		-							不定期 3~4回 (事例にける CW 深化設計は建築初步設計と平行)	
CW 発注図設計段階 (発注用 CW 設計図設計段階)		-		-							1回	
モックアップ (Visual Mook Up) 作図段階				1回							1回	
CW 基本図設計段階 (建築施工段階)				定期 週1回							-	
実大試験作図、試験計画書作成段階				1回							1回	
CW 実施図設計段階 (CW 施工図設計段階)				定期 週1回							不定期	
												不定期
CW 取り付け段階				定期 週1回							不定期	
												定期 月1~2回
												定期 週1回

5.3 設計図書

5.3.1 発注図書

本節では、各事例の設計図書について、発注図書、発注後のCW基本設計図書、CW施工図の実態を把握する。まず、本項では、発注図書の構成について説明していく。

5.3.1.1 発注図書の構成

中国の事例CH1では、CWメーカーに渡した建築設計者による建築施工図(日本の建築実施設計図にあたる)はA0サイズの図面107枚(他に、A0サイズ仕様書1枚)である。事例CH1では、建築施工図にCWに関わる詳細図の中の全てではなく、一部分の詳細図だけをメーカーに渡したと判明した。

日本における大手建築設計事務所Ar6社へのヒアリング調査によると、日本では、CWメーカーに渡す建築実施設計図の中のCWに関わる図面の量は、中国の半分程度である。また、発注用のCW設計図はない場合が多い。現場に入ると数量が多く、図面を描く場合が多い。(例えば、日本の事例JP1で、総合請負業者やメーカーによる建築施工図の中のCWに関わる詳細図はA1サイズの図面2534枚がある。事例JP6はA1サイズの図面3807枚がある。)

表 5-8 中国の事例におけるCW発注図書の図面種類と量に関する比較

事例	建築設計説明	平立断面図	建築設計詳細図	構造設計説明	配置図	構造部材	構造詳細図	他の構造図	平面割付図	断面割付図	立面割付図	部分割付図	CW詳細図	アンカー図	ブラケット図	図ユニット番号	組み合わせ図	標準ユニット	方立位置図	仕様書			
事例 CH1	建築施工図(意匠)			建築施工図(構造)				CW詳細設計図書						-	-	-	-	-	-	-	-		
	A0	A0	A0	A0	A0	A0	A0	A0	A0	A0	A0	A0	A0	-	-	-	-	-	-	-	A4		
	1枚	89枚	18枚	1089枚				32枚	4枚	23枚	44枚	131枚 389個	-	-	-	-	-	-	-	-	167枚		
事例 CH2	建築施工図(意匠)			構造施工図(構造)				CW詳細設計図書										-	-	-	-	-	-
	A0	A0、A1	A0、A1	A0	A0	A0	A0	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3		
	2枚	24枚	17枚	約450枚				21枚	6枚	2枚	39枚	85枚 85個	5枚	6枚	26枚	2枚	6枚	10枚	-	-	-		
事例 CH3	建築施工図(意匠)			構造施工図(構造)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	A1	A0、A1	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	3枚	15枚	11枚	約50枚				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

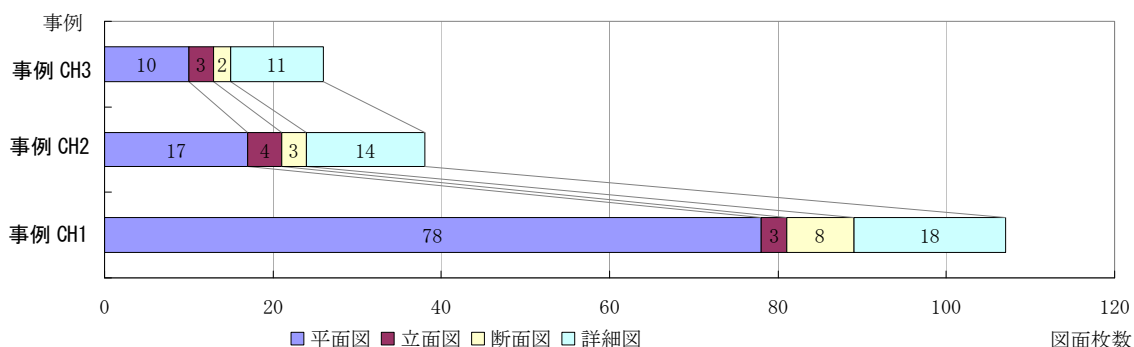


図 5-8 中国事例におけるCWメーカーに渡したCWに関わる建築施工図の図面情報量

表 5-9 CW 工事発注する時入札者に渡した図面

図面類型	事例 CH1	事例 CH2	事例 CH3
建築設計者による建築施工図（日本の建築実設計図にあたる）	一部分の建築施工図 A0 サイズ 107 枚	一部分の建築施工図 A0、A1、A2 サイズ 41 枚	一部分の建築施工図 A0、A1 サイズ 26 枚
CW コンサルタントによる発注用 CW 詳細設計図	図 A0 サイズ 236 枚 仕様書 A4 サイズ 167 枚	—	—
CW メーカーによる発注用 CW 詳細設計図	—	図 A3 サイズ 209 枚 仕様書 A3 サイズ 10 枚	—

以上のように、両国の CW 発注用建築設計図において、CW に関わる詳細図の情報量が異なることがわかった。このような実態を生じる原因について以下に考察していく。

各国の仕事習慣は、契約に関わっていない仕事のやり方に相違点を生じさせ、契約発注書類の特徴が異なってくる。これにより、発注用の建築設計図の CW に関わる詳細図の情報量が異なる現状が生じると考えられる。

5.3.1.2 発注用の CW 設計図及び仕様書の内容と量

次に、本項では発注用の CW 設計図書について、日中の現状を述べて行く。日本では、発注用の CW 設計図はない場合が多い。中国では、大規模プロジェクトの場合、CW コンサルタントあるいは CW メーカーが作成する発注用の CW 設計図書がある。

中国の 3 つの事例について、CW コンサルタントあるいは CW メーカーが作成する発注用 CW 設計図の内容と数量を把握した結果を、下の表 5-10 に示した。

CW 設計図の有無について、事例 CH3 では発注用の CW 設計図図面はなく（建築設計図を CW 発注用図とする）、事例 CH1、事例 CH2 は CW 設計図図面が存在していることがわかった。

CW 詳細図のスケールについては、事例 CH1 では全ての詳細図を 1/3 のスケールで作成しているのに対して、事例 CH2 ではスケールは 1/15～1/2 で作成していることがわかった。

表 5-10 三つの事例における CW の発注用 CW 設計図書の情報量の比較

	事例 CH1	事例 CH2	事例 CH3
建物規模	80 階、62 階 約 48.8 万 m ²	50 階（2 棟） 約 9.5 万 m ²	15 階 約 9 万 m ²
CW 詳細設計図の情報量	(CW コンサルタントによる)	(CW メーカーによる)	なし (建築施工図を CW 発注図として使用している)
	平面図 1/500、1/200 32 枚	平面（割付）図 1/150 21 枚	
	断面図 1/500 4 枚	断面（割付）図 1/700 6 枚	
	立面図 1/500 23 枚	立面割付図 1/700 4 枚	
部分割付図（平面、立面、断面） 1/50 44 枚	部分割付図（平面、立面、断面） 1/200 48 枚		
詳細図 1/3 (389 個)	詳細図 1/15～1/2 (85 個)		
材料書 A0 サイズ 2 枚	アンカー図 5 枚 ブラケット図 6 枚 ユニット番号図 1/20 26 枚 標準ユニットの組み合わせ図 1/15 2 枚 方立図 6 枚		
合計： A0 サイズ 236 枚； 他： 仕様書 A4 サイズ 167 枚	合計： A3 サイズ 209 枚 他： 仕様書 A3 サイズ 10 枚	—	

CW 詳細図の図面のサイズについては、事例 CH1 は A0 サイズにし、事例 CH2 は A3 サ

イズであった。事例 CH1 の 1 枚の CW 詳細図の図面に 2 個～4 個の詳細図が配置されており、事例 CH2 では 1 枚の CW 詳細図の図面に 1 個詳細図が配置されていた。両事例の中の CW 詳細図の量を正確に把握するためには、サイズの異なる図面の枚数を比較するのではなく、図面の中の詳細図の個数を比較する方がより合理的だと考えられる。

CW 設計図の中の詳細図の設計内容は、設定した CW 安全性能、水密性能、気密性能、断熱性能などの性能値の実現と緊密に関連している。そこで、CW 設計図の中の詳細図の構成を考察する必要がある。

図 5-9 は、3 つの事例における CW 発注図の CW 詳細図図面の標準部詳細図と非標準部詳細図の個数比較を示したものである。この図をみると、事例 CH1 の中の非標準部詳細図の数量と事例 CH2 の数量の差は、大きかった。その原因の一つは、事例 CH1 の発注用 CW 図は CW コンサルタントにより設計され、事例 CH2 の発注用の CW 図は CW メーカーにより設計される点にあると考えられる。このように異なる技術主体の仕事習慣の相違によって、非標準部詳細図の量が異なることが明らかになった。

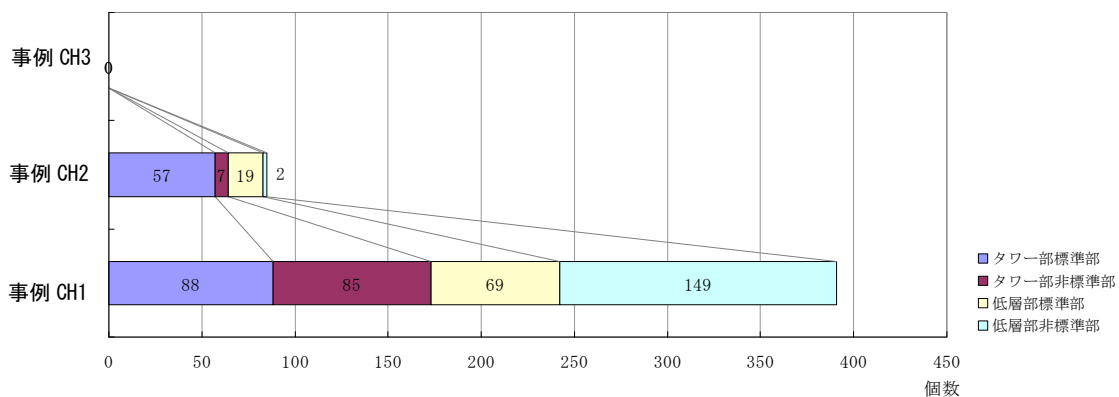


図 5-9 中国三つの事例における発注用 CW 設計図の中に CW コンサルタントあるいは CW メーカーによる CW 詳細図図面の中の標準部詳細図と非標準部詳細図の個数

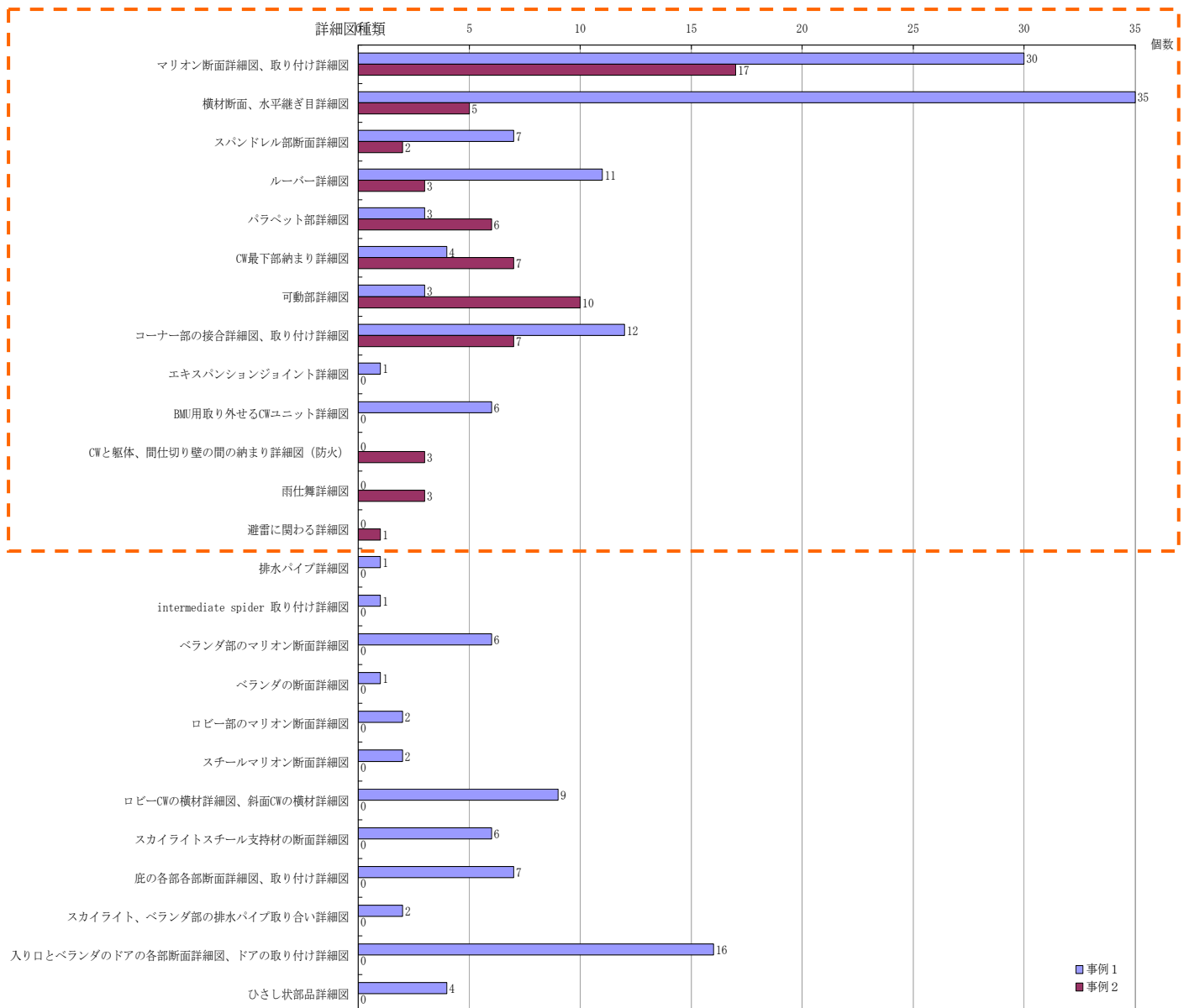


図 5-10 事例 CH1 と事例 CH2 のタワー部 CW 詳細図の比較

注： 枠内の詳細図は両事例で存在している
 枠外の詳細図は事例 CH1 にのみ存在している

図 5-10 は、事例 CH1 と事例 CH2 のタワー部 CW 詳細図の種類と数量を比較したものである。

この図から、事例 CH1 の図面数量が事例 CH2 より多い詳細図は、マリオン断面詳細図、取り付け詳細図、横材断面、水平継ぎ目詳細図、スパンドレル部断面詳細図、ルーバー詳細図、コーナー部の接合詳細図、取り付け詳細図であることがわかる。

事例 CH2 の方が事例 CH1 より数量が多い詳細図は、パラペット部詳細図、CW 最下部納まり詳細図、可動部詳細図である。

事例 CH1 にあり、事例 CH2 にない詳細図は、エキスパンションジョイント詳細図、BMU (ゴンドラ) 用の取り外せる CW ユニット詳細図である。

事例 CH2 にあり、事例 CH1 にない詳細図は、CW と躯体、間仕切り壁の間の納まり詳

細図（防火）、雨仕舞詳細図、避雷に関わる詳細図である。

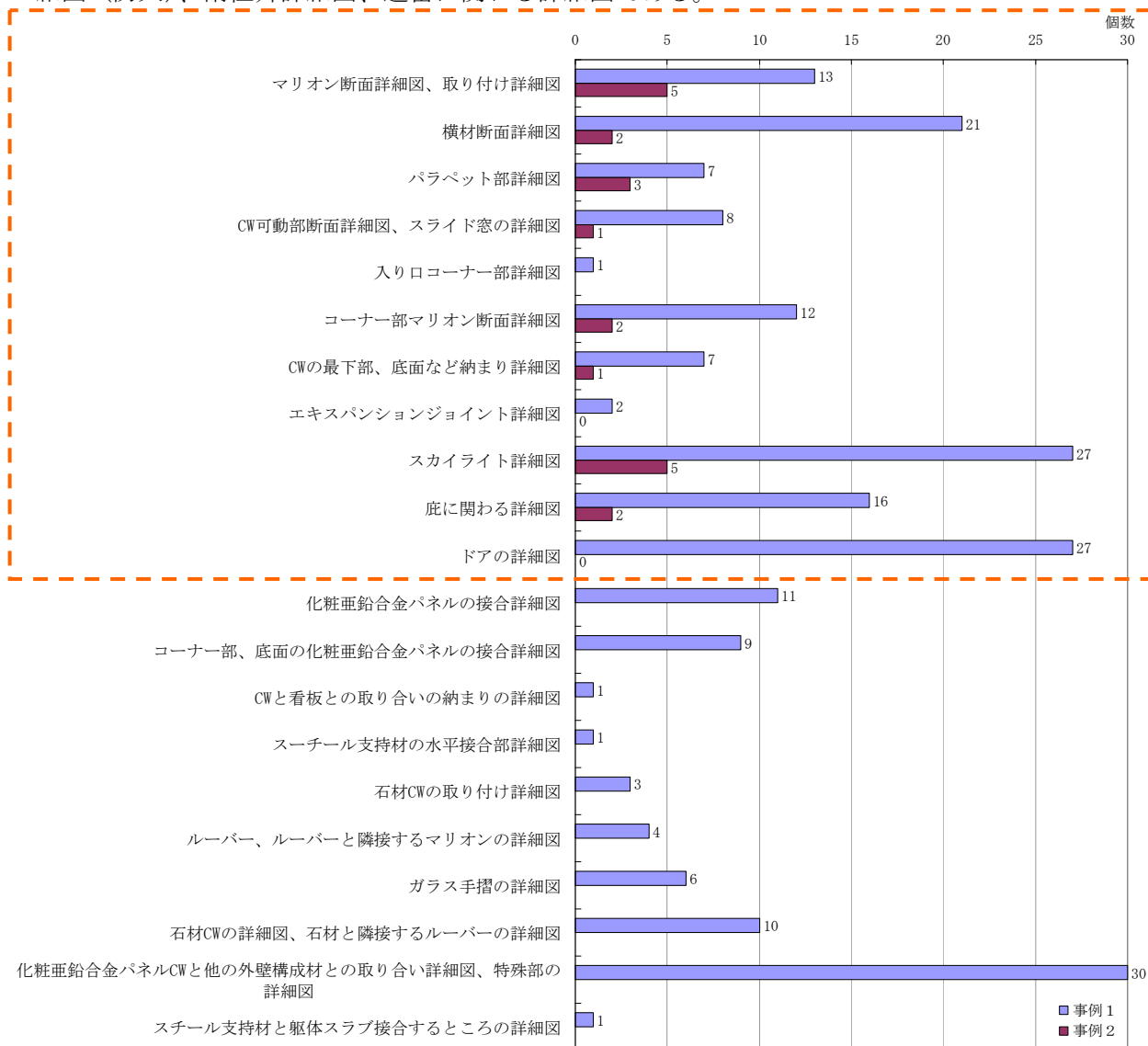


図 5-11 事例 CH1 と事例 CH2 の低層部 CW 詳細図の比較



注：  枠内の詳細図は両事例で存在している
 枠外の詳細図は事例 CH1 にのみ存在している

図 5-11 は事例 CH1 と事例 CH2 の低層部 CW 詳細図の種類と数量の比較である。

この図から見ると、事例 CH1 が事例 CH2 より図面数量が多い詳細図は以下である：マリオン断面詳細図、取り付け詳細図、横材断面詳細図、パラペット部詳細図、CW 可動部断面詳細図、スライド窓の詳細図、コーナー部マリオン断面詳細図、CW の最下部、底面など納まり詳細図、スカイライト詳細図、庇に関わる詳細図

また、事例 CH1 にあって、事例 CH2 にはない詳細図は以下である：

入り口コーナー部詳細図、エキスパンションジョイント詳細図、ドアの詳細図

5.3.1.3 発注用の CW 設計図に関する実態、原因

以上のように、中国の発注用 CW 設計図書について整理してきた。これにより明らかになった実態は、以下の通りである。

中国で発注用 CW 設計図は存在するが、日本は存在しない。中国では一部の発注用 CW 設計図の完成度が低いことから、性能確保や加工性、施工性に対する考慮の欠落があると、日本の建築設計事務所の CW 専門家と中国の CW メーカーに指摘された。

このような実態を引き起こした原因を考察していく。

● 発注用 CW 設計図の有無の原因

中国では欧米の影響を受けて、数量明細書は発注において重要な位置付けを持っている。より精確な数量明細書を作成するために、発注図書に発注用 CW 設計図の存在が必要である。一方で、日本では、発注図書に数量明細書がいらないので、積算用の発注用 CW 設計図も存在しなくても構わない。

● 中国において一部の性能確保の検討が欠如している発注用 CW 設計図が存在する原因

- ①発注用 CW 設計図の主な目的は、より精確な積算ができ、コストコントロール面の不確定性を低減できることである。性能確保のための CW 設計図ではなく、CW 施工図としての位置付けも持っていない。
- ②多数の発注用 CW 設計図を設計する CW コンサルタントは CW 設計能力がなく、法規レベルで CW 設計の性能確保の責任を持っていない。
- ③発注用 CW 設計の設計市場には不健全性があり、明確な発注用 CW 設計図の設計資質に対する法規制限がないため、業界に存在する CW コンサルタントは玉石混交が現状で、専門知識や設計経験が不足する CW コンサルタントが存在する。
- ④発注用 CW 設計の設計料はより低いため、CW 設計能力と設計経験を有する実力のある CW メーカーは発注用 CW 設計図業務をする意向は低い。
- ⑤法規基準レベルで、発注用 CW 設計図の性能確保や完成度に対する明確な要求は存在しない。

● 専門知識や経験が不足している CW コンサルタントが存在する原因

①政府行政管理の死角があり、現在は、CW メーカーに対する能力評価システムは健全であるが、CW コンサルタント会社に対する能力評価システムが欠落していて、CW コンサルタント業務を行うことのできる行政管理規定は存在しない。

②一部外資系 CW コンサルタントは、海外での実績や経験が多いが、中国で業務をする時期は短く、中国の基準や定着した加工、施工実態を熟知していない。

③一部の地元の CW コンサルタントは CW メーカーより実績や経験が少ない。

5.3.2 CW 基本設計図書

5.3.2.1 中国の事例 CH1 の入札用 CW 基本設計図書の内容と量

本項では、発注後の CW 基本設計図書について詳細に記載していく。

まず、中国の事例 CH1 において CW メーカーが提出する CW 入札用の CW 基本設計図書の内容を下の表に示す。図面中には、平面図、立面割付図、局部立面割付図、典型割り付け図、典型アイソメ図、立面番号図、接合部詳細図、排水機構図、材料書が存在する。仕様書には、CW 性能値（耐風圧性能、水密性能、気密性能、断熱性能・日射遮蔽性能、層間変位追従性能、耐衝撃性能、避雷設計）が提示される。

表 5-11 事例 CH1 の CW メーカーによる CW 入札図の内容（62 階建棟）

図面名称	図面類型	縮尺	図面大きさ	枚数	内容
平面図		1/250	A3	64	CW の割付寸法、軸線位置、柱、耐力壁の位置、主要な柱間距離、耐力壁間距離、外壁と軸線の距離、柱の断面形状
立面割付図		1/1300	A3	2	CW システム種類、各 CW システムの位置、ガラス種類、立面の割付、建物の最高点のスラブ高、各階のスラブ高、層高
局部立面割付図		1/500	A3	8	CW システム種類、各 CW システムの位置、ガラス種類、立面の割付、建物の最高点のスラブ高、各階のスラブ高、層高、詳細図の索引
典型割り付け図	平面、立面、断面	1/200	A3	18	平面、立面、断面上の割付寸法、詳細図の索引
典型アイソメ図		1/35 1/40 1/50	A3	9	典型割り付けアイソメ図ーガラス種類、CW の割付寸法、CW と床、梁の関係、 典型接合部アイソメ図ーアルミマリオン、ガラス、シーリングの位置関係 ファスナー調整機能アイソメ図ーファスナー調整方法の説明
立面番号図		1/1300 1/250	A3 A3	3 22	各部位のガラス種類を表示している図面
接合部詳細図	平面、断面	1/2 1/2.5 1/4 1/5 1/10 1/25	A3	71	標準ユニットの接合部詳細図（平面、断面）、 可動部の接合部詳細図（平面、断面）、 コーナー部ユニットの詳細図、 柱と隣接する CW の詳細図（平面、断面）、 避難階の CW の詳細図（平面、断面） CW トップ部の詳細図（平面、断面） CW 底部の詳細図（平面、断面） トップライト部の CW 詳細図（平面、断面） CW 防火設計詳細図 CW 耐震設計詳細図 CW 避雷設計詳細図
排水機構図	アイソメ図		A3	7	防水システムの構成、雨押さえの位置、steel core-insert の位置、排水経路（front chamber 排水、rear chamber 排水、スパンドレル部の結露水の排水）
材料書	—	—	A3	14	材料名、材料の規格、断面寸法、厚み、表面処理
説明書 （仕様書）	—	—	A3	14	設計根拠、設計基準、選定材料のメーカー及び規格、施工要求、一般説明、CW システムの部位別分ける方、性能設計のパラメータ（耐風圧性能、水密性能、気密性能、断熱性能・日射遮蔽性能、層間変位追従性能、耐衝撃性能、避雷設計）

5.3.2.2 日中における CW 基本設計図書の共通点・相違点

これまで、本節では発注後の CW 基本設計図書について、中国の事例を中心に説明してきた。しかし、日本においては CW 入札時に CW 基本設計図書は作成しない。中国の入札用 CW 基本設計図書にあたる日本の CW 基本設計図書とを比較し、両国の共通点と相違点について明らかにする。

日本における大手 CW メーカー Ma-A 社へのヒアリング調査によると、高層部のみの CW 基本設計図の平均値は、60 枚程度であるという。

中国の CW 基本図と比較すると、日本のものは中国のものと概ね同様であると思われるが、相違点は、以下のようにまとめられる。

- ①日本の CW 基本図割付図にはユニット配置図（ユニットの番号を表明する）がある。その番号は、取り付け済確認や納まり検査する際使われる。
- ②耐火関係（30 分、20 分耐火ボードということを加えたこと）の図面もある。
- ③日本では、中国の事例のような細かい縮尺を使わず、CW メーカーの図面は基本的に A1 で 1/1、1/2 である。姿図の縮尺は 1/200 である。
- ④枚数の構成は中国のものと大きく異なる。日本の CW 基本図において、接合部の納まりはあまり記載しない。現場定例会議でシールの規格や排水経路などを図面で表明して意見交換する。

計算書・説明書などについては、計算書は中国のものと概ね同じぐらいの量である。日本の CW 説明書や仕様書は、中国の CW 説明書や仕様書と比べると、量は多くなく、通常は A1 の図面の表紙に 2 枚、3 枚程度である。日本では、CW 図面に、材料書とを添付しないケースが多い。この場合、材料の規格、表面処理などは仕様書に記載する。選定材料の規格、メーカーなどを製作要領書に記入する。

以上のように、日中の CW 基本設計図書の共通点と相違点を明らかにした。

5.3.3 CW 施工図書

5.3.3.1 CW 施工図書の内容と量

以上、本項では中国の事例 CH1 について、CW 施工図書の内容と量について整理してきた。事例における CW 施工図の中の内容を表 5-12 で比較した。三つの事例の CW 施工図全てに記載されている項目は、CW の割付寸法、軸線位置、柱、耐力壁の位置、主要な柱間距離、耐力壁間距離、外壁と軸線の距離、柱の断面形状、躯体付け金物の位置、CW システム種類、各 CW システムの位置、ガラス種類、立面の割付、建物の最高点のスラブ高、各階のスラブ高、階高、平面、立面、断面上の割付寸法、詳細図の索引、CW 最上部の詳細図、コーナー部ユニットの詳細図、スパンドレル部の詳細図、可動部の接合部詳細図、標準ユニットの接合部詳細図である。

表 5-12 事例における CW 施工図の中の内容の比較

図面類型	CW 施工図内容		事例 CH1	事例 CH2	事例 CH3
平面図、立面図、断面図	CW の割付寸法		○	○	○
	軸線位置		○	○	○
	柱、耐力壁の位置		○	○	○
	主要な柱間距離		○	○	○
	耐力壁間距離		○	○	○
	外壁と軸線の距離		○	○	○
	柱の断面形状		○	○	○
	躯体付け金物の位置		○	○	○
	CW システム種類		○	○	○
	各 CW システムの位置		○	○	○
	ガラス種類		○	○	○
	立面の割付		○	○	○
	建物の最高点のスラブ高、各階のスラブ高、階高		○	○	○
	平面、立面、断面上の割付寸法		○	○	○
	清掃用ゴンドラの計画		×	×	×
	詳細図の索引		○	○	○
詳細図	標準ユニットの接合部詳細図		○	○	○
	可動部の接合部詳細図		○	○	○
	スパンドレル部の詳細図		○	○	○
	コーナー部ユニットの詳細図		○	○	○
	CW と室内間仕切り壁の接合部の詳細図		○	×	×
	CW と低層部の接合部の詳細図		○	○	×
	CW と地面の接合部の詳細図		○	○	×
	CW のガラリ部の詳細図		○	○	×
	CW 最上部の詳細図		○	○	○
	避雷接合部		○	○	×
材料表	-		○	×	×
計算書	-		○	○	○
CW 施工図 設計説明書 (仕様書)	根拠 基準	設計根拠	○	○	○
		設計基準	○	○	○
		性能試験基準	○	○	○
		引渡検査基準	×	×	○
	選定材料のメーカー及び規格		○	○	○
	加工、施工要求		○	×	○
	CW システムの部位別分け方		○	○	○
	性能設計	耐風圧性能	○	○	○
		水密性能	○	○	○
		気密性能	○	○	○
		断熱性能	○	○	○
		平面内変形性能(層間変位追従性能)	○	○	○
		遮音性能	×	○	○
		耐衝撃性能	○	○	○
		光学性能	×	×	○
	承重性能	×	×	○	
	主な機能設計 説明	防水機能設計	×	○	×
		耐風圧と安全性設計	×	○	×
		断熱結露防止設計	×	○	×
		腐食防止設計	×	○	○
避雷設計		○	○	○	
防火設計		○	○	○	
耐震設計	×	○	×		

また、全ての事例に記載がない項目は、清掃用ゴンドラの計画であり、事例ごとに記載の有無が分かれている項目は、CW と室内間仕切り壁の接合部の詳細図、CW と低層部の接合部の詳細図、CW と地面の接合部の詳細図、CW のガラリ部の詳細図、避雷接合部である。

以上のように、事例によって記載されている項目が異なる原因を考察した。

事例 CH3 の CW 施工図に CW のガラリ部の詳細図はないが、建築施工図に関する詳細図があると確認した。

事例 CH3 の CW 施工図に避雷接合部詳細図はないが、施工現場に避雷接合部があることを確認した。

事例 CH1 の CW 施工図書の内容と量

中国の三つの事例の比較をしてきたが、中国の事例 CH1 の CW 施工図の内容と量について詳細に説明する。下の表に示す。仕様書には、CW 性能値（耐風圧性能、水密性能、気密性能、断熱性能・日射遮蔽性能、層間変位追従性能、耐衝撃性能、避雷設計）の項目が存在する。図面には、平面図、立面割付図、局部立面割付図、接合部詳細図があり、その他、材料書、計算書がある。

図面内容を調査した結果によると、CW 施工図中には、CW 清掃計画、標準ユニットの組み合わせ図はないとわかった。

表 5-13 事例 CH1 の CW メーカーによる CW 施工図の内容（62 階建棟の 8F-14F 部分）

図面名称	図面類型	縮尺	判型	枚数	内容
平面図		1/250	A3	18	CW の割付寸法、軸線位置、柱、耐力壁の位置、主要な柱間距離、耐力壁間距離、外壁と軸線の距離、柱の断面形状
立面割付図		1/600	A1	8	CW システム種類、各 CW システムの位置、ガラス種類、立面の割付、建物の最高点のスラブ高、各階のスラブ高、層高
部分割付図	平面、立面、断面	1/250	A3	8	平面、立面、断面上の割付寸法、詳細図の索引
接合部詳細図	平面、断面	1/4 1/6 1/2.5	A3	32	標準ユニットの接合部詳細図（平面、断面）、可動部の接合部詳細図（平面、断面）、スパンドレル部の詳細図（平面、断面）、コーナー部ユニットの詳細図、CW と室内間仕切り壁の接合部の詳細図（平面） 避雷接合部
材料書	—	—	A3	4	
計算書	—	—	A4	88	
説明書 （仕様書）	—	—	A3	14	設計根拠、設計基準、選定材料のメーカー及び規格、施工要求、一般説明、CW システムの部位別分ける方、性能設計のパラメータ（耐風圧性能、水密性能、気密性能、断熱性能・日射遮蔽性能、層間変位追従性能、耐衝撃性能、避雷設計）

5.3.3.2 日本のCW施工図書の内容と量

次に、日本のCW施工図書の内容と量について整理していく。

日本の大手CWメーカーへのヒアリング調査によると、建築施工図におけるCWの部分はCWメーカーが作成するCW施工図である。事例JP1の規模の場合、日本における超高層ビルの高層部のCW施工図の平均図面量はA1版500枚～800枚があり、80階規模の超高層ビルの高層部のCW施工図の平均図面量はA1版1000枚～1600枚である。縮尺は1/1である。実大実験用図面はA1版15～20枚程度ある。大型プロジェクトでは、部位ごと、面ごとにメーカーが異なる場合が多く、メーカー1社で全てを受注するといったケースは稀である。事例JP1の規模の場合、上記に低層部などを加えると、全般の施工図の総量の平均値で1000～1500枚程度となる。1990年代の新宿、大阪の超高層ビノレではCWJVという形をとりメーカー数社がJVを組んで施工図を作成し4000～5000枚程度の事例もある。

表 5-14 日本の事例のCW施工図書の量(CWメーカーによる作成する図面)

事例	高さ	階数	延べ床面積	CW施工図	計算書・技術検討書	製作要領書	施工要領書	実大試験体図・報告書	その他
JP1	160m	46階	約 12.2 万㎡	A1 2956 枚	—	—	—	—	—
JP2	199.70m	38階	約 19.8 万㎡	A1 542 枚 (南西面タワー部のみ)	A4 40 枚	A4 92 枚	A4 69 枚	A1 53 枚 (図) 報告書: A4&3 98 枚 (報告書)	—
JP3	143.2m	27階	約 10.4 万㎡	A1 502 枚 (タワー部のみ)	A4 198 枚	A4 67 枚	A4 46 枚	A1 50 枚 A4&3 150 枚 (報告書)	—
JP4	170m	36階	約 4.9 万㎡	A1 255 枚 (タワー部のみ)	A1 24 枚 (施工図に組み込む)	A4 147 枚	A4 500 枚	A1 46 枚 (図) A4 168 枚 (報告書) A4 31 枚 (製作用、施工用に割付座標位置などのデータ)	インナーサッシ試験体図: 46 枚 フィードバック図: 4 枚 外周部 CW 仕口試験結果: 7 枚
JP5	178.6m	38階	約 29.5 万㎡	A1 324 枚 (タワー部のみ)	A4 250 枚	A4 70 枚	A4 61 枚	A1 38 枚	基本図 A1 38 枚
JP6	81.63m	15階	約 7.5 万㎡	A1 3807 枚	—	—	—	—	—
JP7	69.6m	16階	約 0.47 万㎡	A1 98 枚 (タワー部のみ)	A4 53 枚	A4 70 枚	—	A1 28 枚	基本図 A1 37 枚

事例JP2-JP5、JP7では、メーカーMa1のCWの施工範囲は、タワー部のみになる。そのため施工図枚数は多くないが、プロジェクトの全体では、低層部、アネックスや店舗など施工図枚数が増えることがある。施工図は高層部で繰り返しのパターンが多く施工図枚数は多くなりませんが、下部は様々な納まり、種類が多く、施工図枚数が増える。

5.3.3.3 日本と中国のCW施工図書の内容と量の比較

以上、中国と日本の事例をもとに、CW施工図書の内容と量について詳しく説明してきた。両国の事例におけるCW施工図書の量の比較を以下の表5-15、表5-16に示す。日中の相違点には、日本の事例におけるCW施工図の枚数は中国の事例より多いことが挙げられる。中国の事例では、日本のような「製作要領書」はない。中国のCWメーカーへのヒアリング調査によると、CW施工図書の中で、「製作要領書」は作成されず、メーカー社内の製作品質管理体制によって製作を行うことがわかった。

表 5-15 日本の事例の CW 施工図書の量

事例	高さ	階数	延べ床面積	CW 施工図	計算書・技術検討書	製作要領書	施工要領書	実大試験体図・報告書	その他
JP1	160m	46階	約 12.2 万㎡	A1 2956 枚	あり	あり	あり	あり	仕様書 A1 1 枚
JP2	199.70m	38階	約 19.8 万㎡	A1 542 枚 (タワー部南西面)	A4 40 枚	A4 92 枚	A4 69 枚	あり	仕様書 A1 3 枚
JP3	143.2m	27階	約 10.4 万㎡	A1 502 枚 (タワー部)	A4 198 枚	A4 67 枚	A4 46 枚	あり	仕様書 A1 1 枚
JP4	170m	36階	約 4.9 万㎡	A1 255 枚 (タワー部)	A1 24 枚 (施工図に組み込む)	A4 147 枚	A4 500 枚	A1 46 枚 A4 168 枚 (報告書) A4 31 枚 (data)	インナーサッシ試験体図: 46 枚 フィードバック図: 4 枚 外周部 CW 仕工試験結果: 7 枚 仕様書 A1 2 枚
JP5	178.6m	38階	約 29.5 万㎡	A1 324 枚 (タワー部)	A4 250 枚	A4 70 枚	A4 61 枚	A1 38 枚	基本図 A1 38 枚 仕様書 A1 1 枚
JP6	81.63m	15階	約 7.5 万㎡	A1 3807 枚	あり	あり	あり	あり	あり
JP7	69.6m	16階	約 0.47 万㎡	A1 98 枚 (タワー部)	A4 53 枚	A4 70 枚	A1 28 枚	基本図 A1 37 枚	仕様書 A1 8 枚

表 5-16 中国の事例 CW 施工図書の数量

事例	高さ	階数	延べ床面積	CW 施工図	計算書・技術検討書	製作要領書	施工要領書	実大試験体図・報告書	その他
CH1	280m	62階	約 9 万㎡ (タワー部)	A3 67 枚 (調査の時点での完成した 8F-14F の図面、未完成図面約 30 枚ある)	A4 88 枚 (8F-14F) A4 約 350 枚 (建物全般)	—※	(施工組織設計) A4 約 100 枚	A4 約 40-50 枚	材料書 A3 4 枚 仕様書 A3 14 枚
CH2	198m	50階	約 9.5 万㎡	A3 60 枚	A4 約 200 枚	—※	(施工組織設計) A4 約 100 枚	A4 約 40-50 枚	仕様書 A3 8 枚
CH3	62.7m	15階	約 9 万㎡	A2 56 枚	—	—	(施工計画書) A4 223 枚	あり	仕様書 A2 8 枚

注:『施工要領書』は中国の『施工組織設計』あるいは『施工計画書』という書類にあたる。『仕様書』は中国の『CW 設計説明』という書類にあたる。
※製作要領書はないが、メーカー社内の製作品質管理体制によって製作を行う。

下の表 5-17, 表 5-18 では、日本と中国の事例に関して、CW 施工図及び仕様書の内容と種類別の量を比較した。

施工図の種類については日本の方が多く、平面図、部分平面図、立面図、展開図、部分立面図、平面割付図、立面割付図、部分割付図、姿図、矩計図、ガラス厚図、型材リスト、型材図、内視図、アイソメ図、立面番号図、ユニット符号図、ファスナー符号図、詳細図、排水機構図、ゴム図が存在する。

中国における CW 施工図には主に四種類あり、それは平面図、立面図、部分割付図、接合部詳細図である。

中国における CW メーカーへのヒアリング調査によると、CW 施工図では型材図、ゴム図がないが、メーカー社内では「型材開模図」、「ゴム開模図」(中国語専門用語)がある。CW 施工図の中の詳細図では、アンカー詳細図(アンカーとブラケットの細部を表現する図面)はないが、社内用のアンカーとブラケットについての設計図がある。したがって、日本と中国における CW 施工図の種類は排水機構図の有無であるといえる。排水機構図は要求される CW 水密性能を実現できるかどうかについての検討の結果を表すために、不可欠である。中国の CW 施工図の中に、排水機構図を加えるべきであると指摘出来る。

縮尺については、日本の事例における詳細図の縮尺には、1/1、1/2、1/3、1/4、1/5、1/10、1/15 が存在する。中国の事例では、1/2、1/2.5、1/4、1/6 が存在する。日中の差異は、日本の事例が、1/1 の縮尺を採用する点である。大きい縮尺で表す CW 設計図面が表現する設計情報は小さい縮尺より多いと推測できる。中国の CW 施工図の重要な部分で大きい縮尺を採用すべきであると指摘出来る。

また、日本における大手 CW メーカーへのヒアリング調査によると、中国の CW 施工図

では、図面が表現する躯体部分の内容の確実性は低い。日本の CW 施工図は、躯体に関する情報(たとえば、鉄筋コンクリートの中の配筋の位置)も正確に記されている。躯体の詳細な設計情報は CW 取付け後の耐震性能、耐風圧性能、躯体と CW 間の水密性能、気密性能と関連しているため、CW を隣接する躯体と合わせて検討するのは合理的と考えられる。中国の CW 施工図では、CW と隣接する躯体の状況を確実に表現すべきであると指摘できる。

表 5-17 日本の事例の CW 施工図の構成

図面	事例 JP1			事例 JP2			事例 JP3			事例 JP4			事例 JP5			事例 JP7							
	所在: 東京			所在: 東京			所在: 東京			所在: 名古屋			所在: 大阪			所在: 大阪							
	縮尺	判型	枚数	縮尺	判型	枚数	縮尺	判型	枚数	縮尺	判型	枚数	縮尺	判型	枚数	縮尺	判型	枚数					
平面図	—	—	—	1/200	A1	59	1/200	A1	6	1/100	A1	2	1/150	A1	10	1/200	A1	5					
部分平面図	1/10	A1	4	—	—	—	1/1, 1/5, 1/20	A1	12	1/4, 1/10	A1	10	—	—	—	—	—	—					
立面図, 展開図	1/400	A1	4	1/500	A1	7	1/300	A1	17	1/400	A1	5	1/300, 1/500	A1	9	1/200	A1	3					
部分立面図	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1/100	A1	1	—	—	—					
平面割付図	1/150	A1	17	—	—	—	1/2, 1/10	A1	1	—	—	—	1/50, 1/100	A1	27	1/50,	A1	8					
立面割付図	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
部分割付図	—	—	—	1/30, 1/100	A1	4	—	—	—	1/50, 1/60	A1	93	—	—	—	—	—	—					
姿図	1/20, 1/100	A1	552	1/10,	A1	69	1/20, 1/50	A1	55	1/20, 1/30	A1	24	1/20	A1	38	1/20	A1	15					
				1/20,									1/10						A1	7	1/10	A1	1
				1/30,									1/30						A1	2	1/30	A1	8
				1/60,									1/50						A1	8	1/50	A1	8
				1/500									1/100						A1	6	1/100	A1	6
矩計図	—	—	—	1/30	A1	34	1/5, 1/20	A1	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
ガラス厚図	—	—	—	1/500	A1	4	1/100, 1/200	A1	8	1/400	A1	2	—	—	—	—	—	—					
型材リスト	1/2	A1	5	1/2	A1	13	—	—	A1	8	1/2	A1	4	1/2	A1	7	1/2	A1	2				
型材図	1/1	A1	118	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
内視図	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1/2, 1/10, 1/20	A1	4	1/10	A1	1	1/10	A1	1					
アイソメ図	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1/1, 1/2, 1/5	A1	6	1/1, 1/2, 1/3	A1	8					
立面番号図、ユニット番号図、ファスナー番号図	1/50	A1	94	1/100, 1/200	A1	30	1/125, 1/150, 1/200	A1	10	1/100	A1	17	—	—	—	—	—	—					
詳細図	1/1, 1/2, 1/3, 1/10, 1/15	A1	1358	1/1, 1/1.5, 1/2, 1/4, 1/5	A1	308	1/1, 1/2, 1/3, 1/5, 1/10	A1	345	1/1, 1/2, 1/4, 1/5, 1/10, 1/20	A1	85	1/1, 1/2, 1/3, 1/5, 1/10	A1	197	1/1, 1/2, 1/5, 1/10	A1	41					
排水機構図	1/20	A1	1	—	—	—	—	—	A1	2	—	—	1/2, 1/10, 1/20	A1	3	—	—	—					
ゴム図	1/1	A1	216	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
材料書	—	—	—	—	A1	4	—	—	—	—	—	—	—	A1	7	—	—	A1	0				
説明書(仕様書)	—	A1	1	—	A1	3	—	—	A1	1	—	A1	2	—	A1	1	—	A1	10				
その他	—	A1	164	—	0	0	—	—	A1	25	—	A1	26	1/500, 1/100	A1	1	—	A1	4				
合計	—	A1	2534	—	A1	542	—	—	A1	502	—	A1	279	—	A1	324	—	A1	98				

表 5-18 中国の事例の CW 施工図(計算書以外)の構成

図面	事例 CH1(ST2 棟 8 - 14F)			事例 CH2			事例 CH3		
	縮尺	判型	枚数	縮尺	判型	枚数	縮尺	判型	枚数
平面図	1/250	A3	18 枚	1/150	A3	14 枚	—	—	—
部分平面図	—	—	—	—	—	—	—	—	—
立面図, 展開図	1/600	A1	8 枚	1/700	A3	2 枚	—	—	—
部分立面図	—	—	—	—	—	—	—	—	—
平面割付図	—	—	—	—	—	—	—	—	—
立面割付図	—	—	—	—	—	—	—	—	—
部分割付図	1/250	A3	8 枚	1/200	A3	2 枚	1/150	A2	11 枚
姿図	—	—	—	—	—	—	—	—	—
矩計図	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ガラス厚図	—	—	—	—	—	—	—	—	—
型材リスト	—	—	—	—	—	—	—	—	—
型材図	—	—	—	—	—	—	—	—	—
内視図	—	—	—	—	—	—	—	—	—
アイソメ図	—	—	—	—	—	—	—	—	—
立面番号図、ユニット番号図、ファスナー番号図	—	—	—	—	—	—	—	—	—
詳細図	1/4, 1/6, 1/2.5	A3	33 枚	1/2	A3	49 枚	1/2, 1/4	A2	45 枚
排水機構図	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ゴム図	—	—	—	—	—	—	—	—	—
材料書	—	A3	4 枚	—	—	—	—	—	—
説明書	—	A3	14 枚	—	A3	8 枚	—	A2	8 枚
合計	—	A1, A3, A4	76 枚	—	A3	75 枚	—	A2	64 枚

注: 立面図, 展開図は中国語の「立面图」にあたる。部分割付図は中国語の「大样图」, 「分格图」にあたる。詳細図は中国語の「节点图」にあたる。

日本と中国の事例における基準階 CW 施工図の種類及び数量に関する比較を表 5-30 で行う。日本の事例には図面があり、中国の事例にはない図面種類は、埋め込みファスナー割付図、等圧区画図、ガラス溝図、アルポリリップパネル詳細図、アルポリリップ押え詳細図、定風量換気装置詳細図、方立下部ブラケット落下防止対策図、方立取り付け軌跡図、レセプタピン取付け図である。「等圧区画図」は水密性能確保に関連する。「ガラス溝図」、「方立下部ブラケット落下防止対策図」は CW 安全性確保に関連する。「レセプタピン取付け図」は耐久耐用性能確保に関連する。以上から、中国の CW 施工図では、「等圧区画図」、「ガラス溝図」、「方立下部ブラケット落下防止対策図」、「レセプタピン取付け図」を加えるべきであると指摘できる。

表 5-19 日本と中国の事例における基準階 CW 施工図の種類と数量に関する比較

図面	事例 CH1 (ST2 棟 8 - 14 階)				事例 JP1 (28-42 階)		
	縮尺	判型	枚数	枚数	縮尺	判型	枚数
表紙	-	-	-	-	-	A1	1
設計説明	-	A3	14	14	-	-	-
平面割り付け図	1/250	A3	7	7	1/150	A1	1
立面図 (姿図)	1/600	A3	4	4	1/100	A1	51
部分立面図	1/250	A3	4	4	1/20	A1	
標準ユニットの接合部平面図	1/2.5	A3	1	13	1/1	A1	31
標準ユニットの接合部縦断面図	1/2.5	A3	1				
可動部の接合部平面図	1/2.5	A3	1				
可動部の接合部縦断面図	1/2.5	A3	1				
スパンドレル部平面図	1/4	A3	1				
スパンドレル部縦断面図	1/6	A3	1				
スパンドレル部のコーナー部接合部平面図	1/4	A3	2				
スパンドレル部のコーナー部接合部縦断面図	1/6	A3	1				
コーナー部ユニットの接合部平面図	1/4	A3	2				
柱部ユニットの接合部平面図	1/4	A3	1				
CW と室内間仕切り壁の接合部の平面図	1/4	A3	1				
避雷接合部	1/4	A3	1	1	-	-	-
埋め込みファスナー割付図	-	-	-	-	1/20	A1	5
等圧区画図	-	-	-	-	1/20	A1	1
ガラス溝図	-	-	-	-	1/2	A1	2
アルポリリップパネル詳細図、アルポリリップ押え詳細図	-	-	-	-	1/1	A1	4
定風量換気装置詳細図	-	-	-	-	1/1、1/2、1/10	A1	16
方立下部ブラケット落下防止対策図	-	-	-	-	1/1	A1	3
方立取り付け軌跡図	-	-	-	-	1/4	A1	1
レセプタピン取付け図	-	-	-	-	1/1	A1	1

5.3.3.4 CW 施工図に関する実態、原因

以上のように、本節では CW 施工図について中国と日本の実態を詳細に把握し、両国の比較を行ってきた。これにより明らかになった特徴を以下に説明していく。

中国の企業に勤めている日本人 CW 専門家へのヒアリング調査によると、一部分の中国の CW メーカーの入札図面の内容の中に、性能確保の面で潜在的な危険性があることがわかった。

また、日本における大手 CW メーカーの CW 専門家に中国の CW 施工図を示して行ったヒアリング調査結果によると、中国の CW 施工図では、図面が表現する躯体部分の内容の確実性は低いことがわかった。日本の CW 施工図は、躯体に関する情報(たとえば、鉄筋コンクリートの中の配筋の位置)も正確に記されている。躯体の詳細な設計情報は CW 取付け後の耐震性能、耐風圧性能、躯体と CW 間の水密性能、気密性能と関連している

ため、CW を隣接する躯体と合わせて検討するのは合理的と考えられる。

次に、中国の大手 CW メーカーMa1 社の職員訓練資料によると、施工図の設計要領が存在することが明らかになった。割付図、詳細図の設計要領、耐震性能確保のための設計要領、防火性能確保のための設計要領、防雷性能確保のための設計要領、採光性能確保のための設計要領、通風、断熱、遮音、盗難防止、結露防止の設計方法と計算方法、アンカー設置の注意事項（躯体配筋との関係を考える必要があることなど）、隠蔽部設計要領、構造計算の要領が訓練資料に載せている。水密性能確保、熱伸縮、水による汚れ、排水、メンテナンス計画についての設計要領は載せてないと確認した。

更に、事例に対する図面調査によると、日中の相違点は、日本の事例における CW 施工図の枚数は中国の事例より多いことが挙げられる。

上述のような実態を生じる原因について、以下の点があげられる。

- ①図面の作成期間は短く、十分な検討をしなかった。
- ②CW メーカーの図面作成要領は整備されていない。水密性能確保、熱伸縮、水による汚れ、排水、メンテナンス計画についての設計要領は説明不足である。
- ③CW メーカーの人材訓練体制(会社の教育体制と大学の教育体制)は未整備である。

5.4 CW 関連の確認体制

本章は、CW の設計の手法及び設計図書について実態を把握し、CW の性能確保の日中の相違点とそれを引き起こす原因について考察してきた。本節では、CW 関連の確認体制について詳細に整理し、実態を把握していく。

5.4.1 各段階の確認体制

5.4.1.1 建築設計段階の確認体制

日本における大手建築設計事務所へのヒアリング調査によると、建築設計事務所は、基本設計、実施設計段階のホールドポイントごとにデザインレビューを行う。その際に図面の確実性、CW 性能値の合理性、施主の希望に合うかを照合する。建築基本設計、建築実施設計の CW 性能が確保できているかどうかという視点での照合は設計会社で外装委員会が行い、その CW が実現できるかを照合する。設計者は形と外観について照合し、CW だけのデザインレビューは行わない。多くの時間をかけずに、およそ 2 時間、3 時間ぐらい程度で、限られた情報を元に経験を加味して、情報の中で危ない箇所を判断する。詳細設計は別途実施しているので、おおむねの設計方針のみを、設計段階の外装委員会は行う。

日本では、建築基本設計図、建築実施設計図を照合する際に、チェックシートはなく、照合方法は個人の専門知識や経験による。建築設計者が総合請負業者による建築施工図や、メーカーによる CW 設計図を検討、審査、承認する際のチェックシートはない。

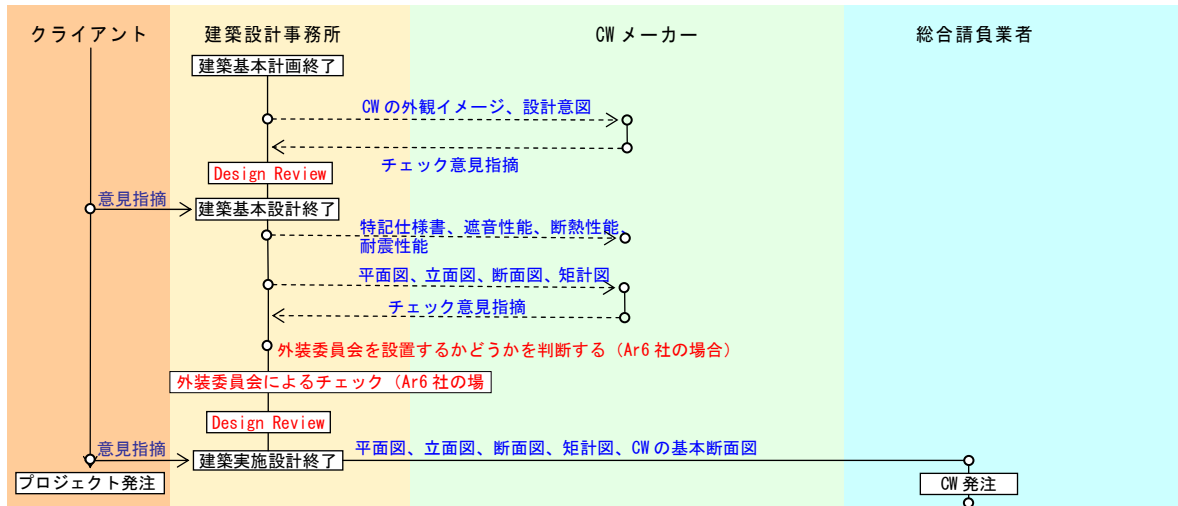


図 5-12 日本の事例の建築設計図設計段階における CW の設計プロセス

一方で、中国の事例では、建築設計事務所の中に、「外装委員会」のような組織がない。建築設計段階の末に「外部専門家審査会」があるが、CW の審査に係る意見はなく、「建築施工図合同審査会」でも同様である。

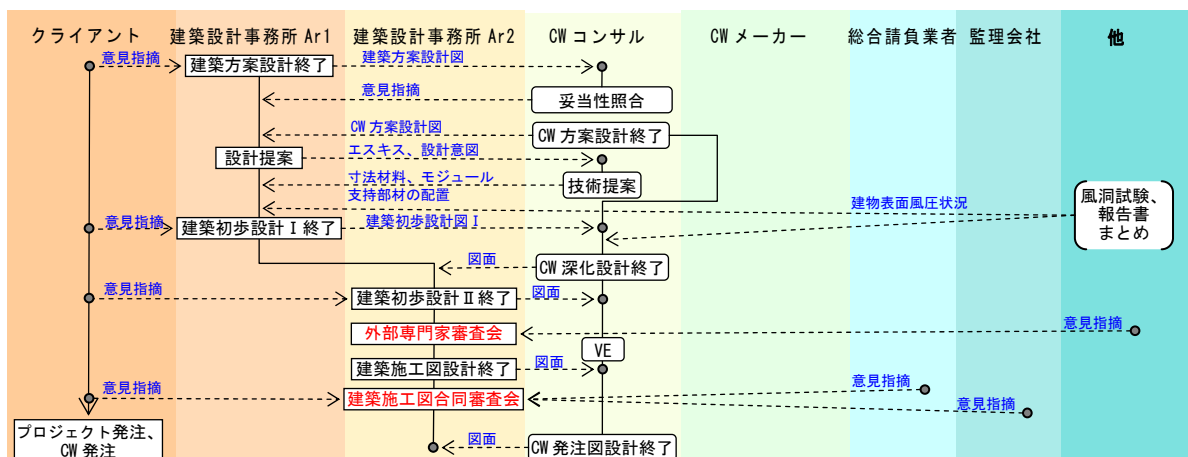


図 5-13 中国の事例の建築設計図設計段階における CW 設計プロセス

5. 4. 1. 2 CW 設計図及び仕様書の作成段階の確認体制

CW 設計図及び仕様書の作成段階に着目する。日本の CW 設計図及び仕様書の作成段階では、週一回の現場定例会議で CW 分科会による照合や検討が行われる。(図 5-14) 現場の CW 分科会のメンバーは、建築設計事務所の意匠設計者、外装委員会、現場監理責任者、総合請負業者の技師長、技術グループ担当者、所長、工務課長、工事課長、工事担当、施工図室担当、協力会社 (CW メーカー、ガラスメーカー、シーリングメーカー、演出照明施工者、ゴンドラメーカーなど) の代表者である。中国の事例では、組織的な検討体制がなく、CW コンサルタントの技術者による照合のみである。

下の図は日本の事例における CW 設計段階での確認体制を示している。赤い文字部分は CW 分科会が関与する照合・確認活動である。

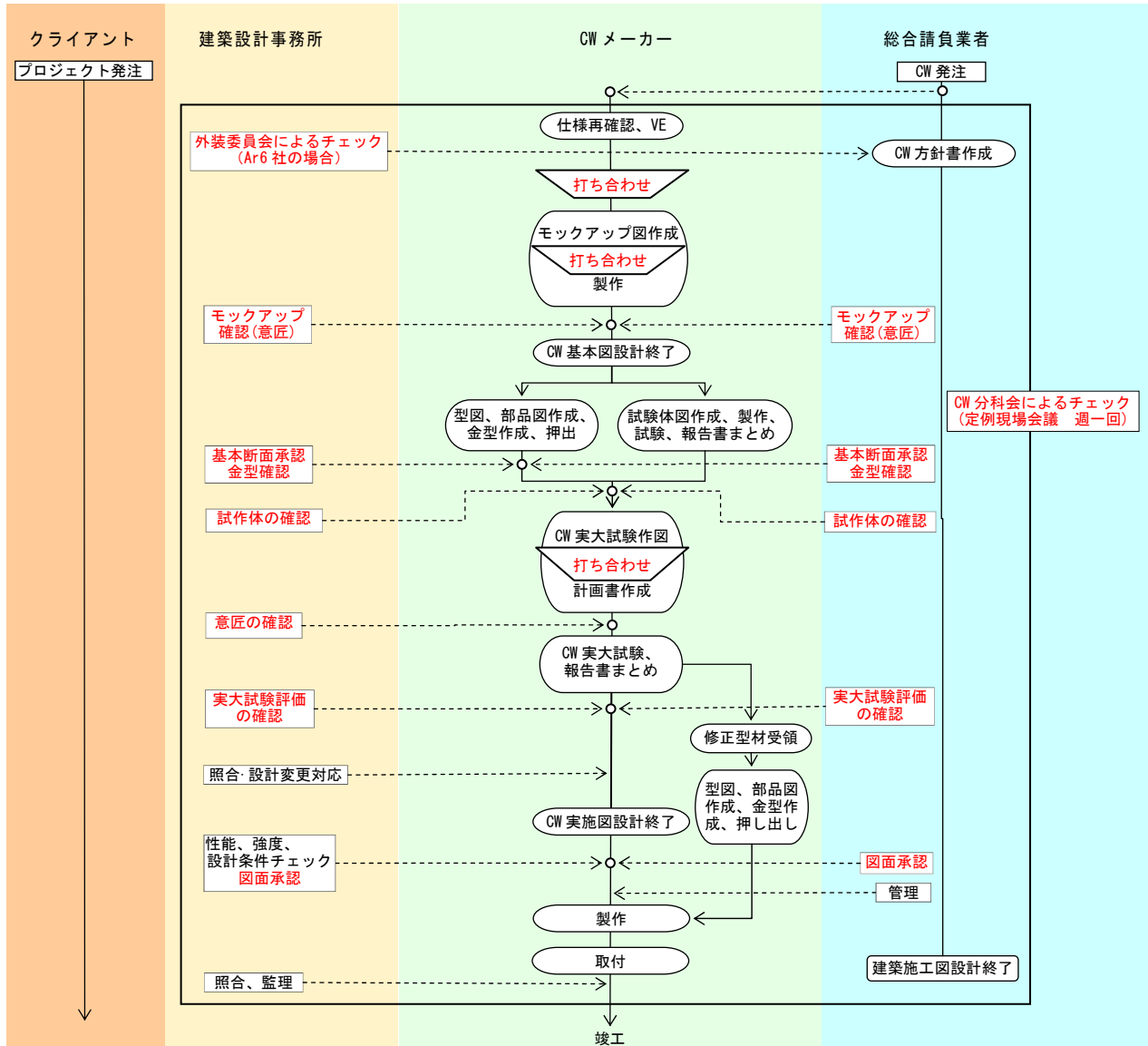


図 5-14 日本の事例における CW 設計段階での確認体制

日本における事例では、CW 発注から CW 性能試験まで 9 ヶ月間かかった場合がある。この日本の事例で時間がかかった原因は、CW 発注から CW 性能試験に至るまでの期間、様々な事項に関する検討が行われたためである。ある事例の一年間の間の検討資料は A3 サイズの紙で高さ約 1m にも及ぶ。

また、総合請負業者は設計会社、メーカー、施工者と共に外装技術の検討を行う。「要求性能値の設定」の後の CW 基本設計段階で、以下の検討を行う。

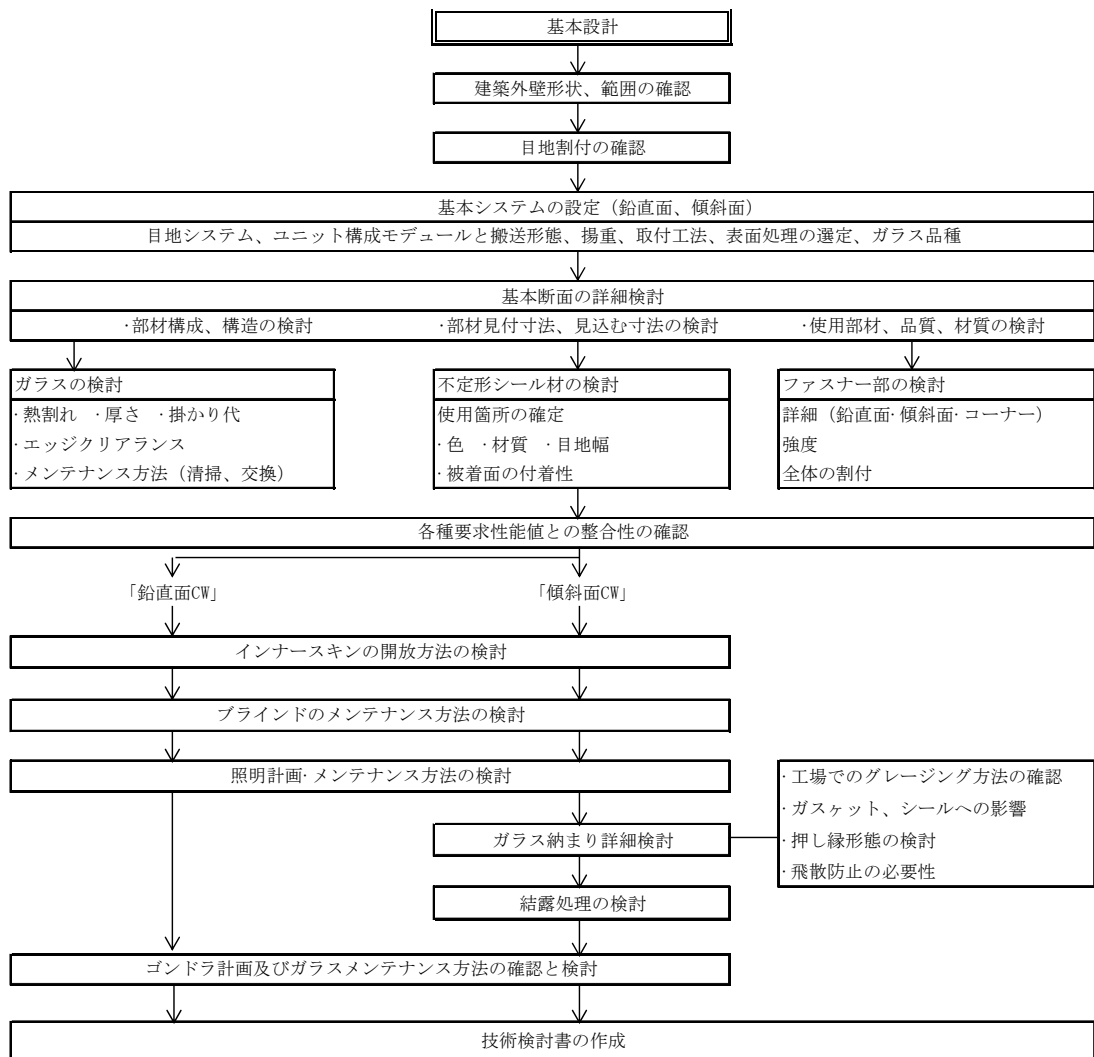


図 5-15 日本におけるアルミ CW 基本設計に技術検討フロー
(参考資料：日本における設計事務所から資料の整理)

CW 基本設計と同時に、実物大試験、モックアップによる検討を行う。実物大試験の場合、検討項目は以下のとおりである。

試験項目の検討 → 試験値の検討 → 試験体範囲、取り付け方法検討 → 計測器設置位置検討 → 試験計画書作成

モックアップの場合、検討項目は以下のとおりである。

モックアップの範囲設定 → モックアップ場所設定 → モックアップ図の作成 → 各見本提出 → ブラインド色決定、アルミ、その他色決定、ガラス決定、照明計画 → モックアップ図承認 → モックアップの実施 → ディテール、色調決定

CW 施工図設計段階では、主にコーナー部カーテンウォールと最上部、最下部の基本断面、仕様を検討する。コーナー部については、部材構成、インナースキンの構造検討の後、ガラスグレージング構法の検討を行う。また、設備計画に沿った部材構成の検討も行う。最上部、最下部については、内装設備取り合いの検討の後、雨仕舞処理・軒天、笠木取り合いの検討を行う。

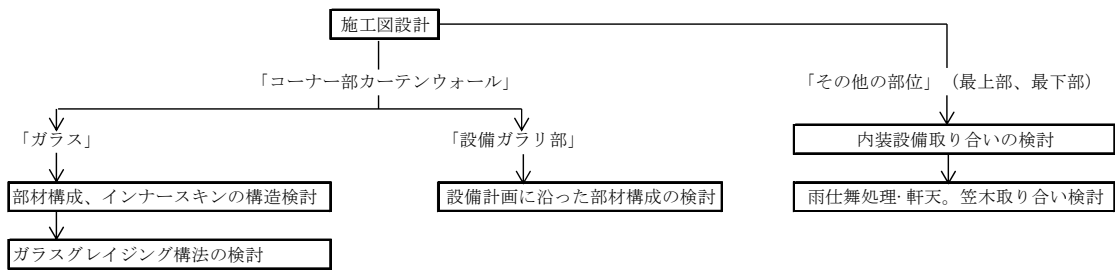


図 5-16 日本における CW 施工図設計検討フロー
 (参考資料：日本における設計事務所から資料整理)

CW 技術検討のフローは以下のようなになる。

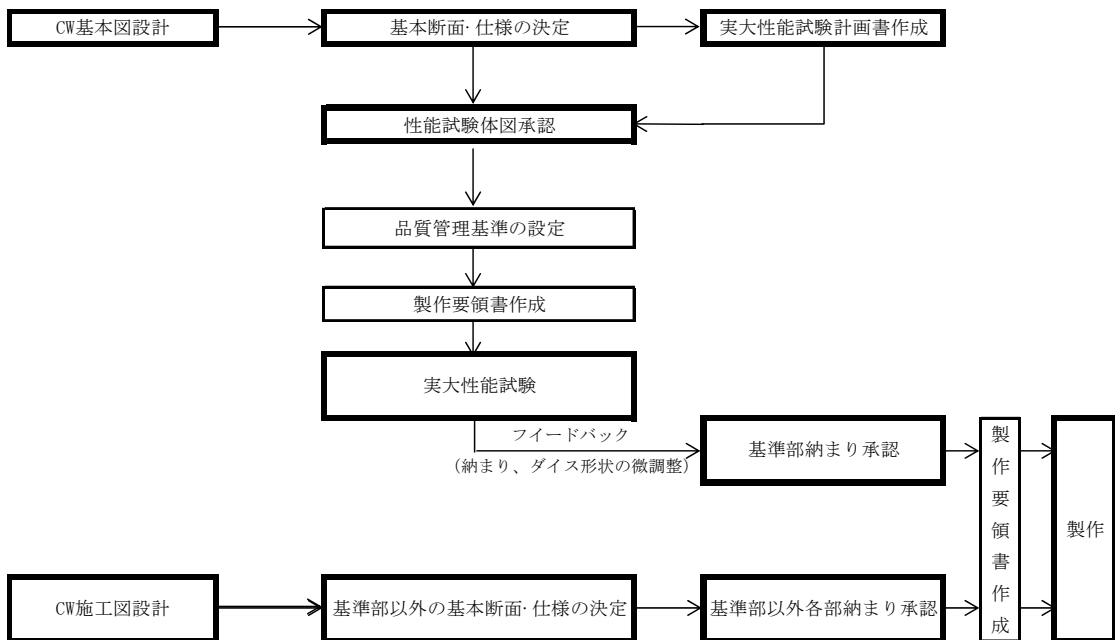


図 5-17 日本における外装技術検討フロー
 (参考資料：日本における設計事務所から資料整理)

図 5-17 は、現場に入ってから日本における外装技術検討のフローである。現場の状況に応じて、関係者が一つ一つ検討を行うことがわかる。このように、日本は現場に入ってから、再び検討を行うことがわかった。

図 5-18 は、中国の事例における CW 設計段階での確認体制を示す。赤い文字部分は各主体が関与する照合・確認活動である。

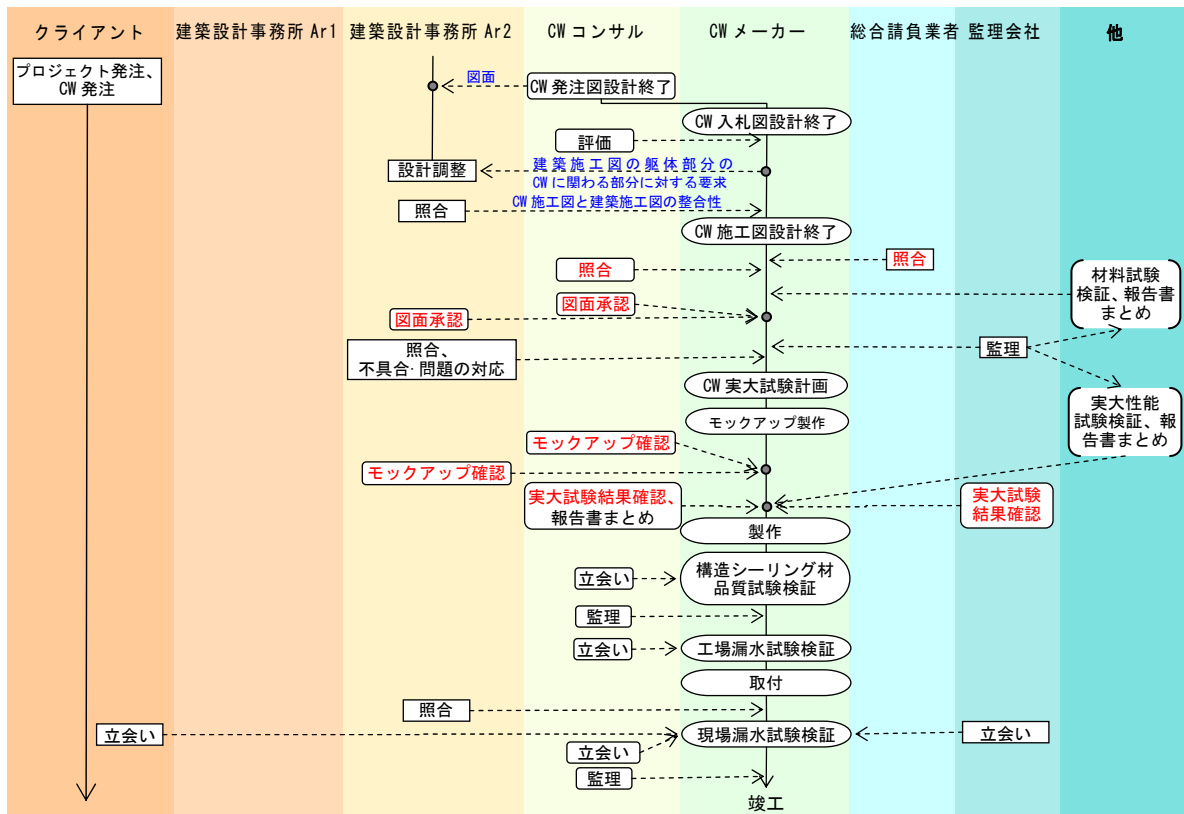


図 5-18 中国の事例における CW 設計段階での確認体制

以上、中国と日本の CW 関連の確認体制について概観を把握した。次項からは、各技術主体の確認体制として、建築設計者、CW コンサルタント、総合請負業者、CW メーカーについて整理する。

5. 4. 1. 3 照合の時期、実施主体

表 5-20 はヒアリング調査から、事例の設計プロセスにおける照合についてをまとめた。この表から見ると、建築設計段階と CW 詳細設計段階では、図面照合の回数と時期について、日本と中国は同様であると見られ、異なるのは照合の主体と方法である。建築設計事務所での照合は、日本の事例は組織的な照合（デザインレビュー、外装委員会による照合）をし、中国の事例では、設計チームリーダー個人の照合をする。

施工段階の最初の照合について、日本の事例と中国の事例が異なる。日本の事例では、建築設計事務所の外装委員会による総合請負業者が作る CW 方針書に対する照合があるが、中国の事例では、この時期の照合はない。

表 5-20 設計段階における設計図書の照合主体・方法・事項

設計段階	日本の事例			中国の事例		
	照合主体	照合方法	照合事項	照合主体	照合方法	照合事項
建築基本設計段階	建築設計事務所のデザインレビューチーム	組織的なデザインレビュー	建物全体の建築設計	建築設計事務所では、各専門リーダーと設計プロジェクター	個人の専門知識や経験による照合	建物全体の建築設計
	建築設計事務所の外装委員会	組織的なデザインレビュー	CW に関わる設計図書	CW コンサルタント	図面照合	CW に関わる設計図書
	CW メーカー	図面照合	CW システムに関する基本方針	設計会社外部の専門家、政府都市計画、消防、環境部門	審査会で図面照合	建物全体の建築設計

設計段階	日本の事例			中国の事例		
	照合主体	照合方法	照合事項	照合主体	照合方法	照合事項
建築実施設計段階	建築設計事務所のデザインレビューチーム	組織的なデザインレビュー	建物全体の建築設計	建築設計事務所では、各専門リーダーと設計プロジェクトリーダー	個人の専門知識や経験により照合	建物全体の建築設計
	建築設計事務所の外装委員会	組織的なデザインレビュー	CW に関する設計図書	CW コンサルタント	図面照合	CW に関する設計図書
	CW メーカー	図面照合	性能に関する仕様	施主、総合請負業者、監理会社	合同審査会	建物全体の建築設計
施工段階の最初	建築設計事務所の外装委員会	図書照合	総合請負業者の CW 方針書	なし	なし	なし
CW 基本設計	CW メーカーの技術開発部門	組織的なデザインレビュー	自社の設計図面	CW メーカーの設計プロジェクトリーダー	個人の専門知識や経験により照合	自社の設計図面
CW 実施設計	CW メーカーの技術開発部門	組織的なデザインレビュー	自社の設計図面	CW メーカーの設計プロジェクトリーダー	個人の専門知識や経験により照合	自社の設計図面
CW 実施図設計終了後	建築設計事務所	図面照合	CW 性能、強度、設計条件	CW コンサルタント	図面照合	CW 性能、強度、設計条件

上記のような相違点が生じる原因を考察すると、以下のことがわかる。

5.4.2 各技術主体にみる確認体制

5.4.2.1 建築設計者、CW コンサルタントの確認体制

まず建築設計者及び CW コンサルタントの確認体制について、中国から整理していく。中国の建築設計事務所では、CW 設計図設計段階に CW 性能確保の専門知識や経験を持つ設計者や専門技術者がいないため、CW 性能確保に関わる照合が行われない。

CW 設計図設計の最初の段階(施工段階の最初)の照合については、日本の事例と中国の事例で相違点がみられる。日本の事例では、建築設計事務所の外装委員会により、総合請負業者が作る CW 方針書に対する照合があるのに対し、中国の事例では、この時期の照合が行われない。

中国における3つの事例では、建築設計者は、CW コンサルタント、CW メーカーの CW 設計図に対して、主に設計意図との照合に関わる意見を出していることがわかった。

次に、日本の建築設計者の CW 設計図に対する照合行為を把握するために、事例調査を行った。

取り上げる事例は、中国の天津において、日系大手建築設計事務所が地元の建築設計院と協力して建築設計を行う事例 CH4 である。日系設計会社は建築基本設計を、地元の建築設計院は建築実施設計を担当した。また、ドイツ系の CW コンサルタントが、CW 発注用の仕様書を指定し、設計図面を作成した。

この日本の建築設計事務所が参入している中国のプロジェクトへの事例調査によると、日本の建築設計者は、設計意図との照合以外にも CW コンサルタント、CW メーカーの作成する図面に対して、以下のような意見を出している事が分かった。

また、日本では、建築設計者が持っている CW に関わる専門知識や経験が CW 設計の質に関わっている。建築設計者の専門知識や経験が不足する場合には、特記仕様書に書かれているスペックを追うだけとなり、建築設計者が行うのは建築デザインのみになる。

建築設計者をサポートし、設計要素を照合するために、設計のコンサルタントが入る。

表 5-21 事例における日系建築設計事務所が中国の CW コンサルタントによる CW 設計図面に対する指摘事項

指摘事項の類型	CW 設計図面に対する指摘事項
水密性能確保	水切りを設けること（三カ所） 排水機構を設けること 水勾配を設置すること 笠木相互のジョイントが不明（排水機構を設けるべき） 排水ドレインの詳細不明 屋上ガーデンにおける灌水及び排水の考え方が不明 排水溝近くの勾配の配慮 防水層の納まりが不明（材料、ディテール、防水期間等） 排水溝の上部に植栽があり、落葉によるドレインのつまりに注意要（金網） SUS 板相互の接合部が不明（ふさがないと雨水がたれる。）
断熱性能確保	室内断熱仕様が不明
強度検討	メンテナンスの為にキャットウォーク荷重をどのように見ているか、ステイの強度十分かを検討する必要がある ショップフロント SUS 建具のビスとめという方式を検討する必要がある（強度確認のこと） 熱伸縮に対する配慮 天端のビスとめはアルミパネルの熱伸縮でビス頭が切れる。あるいは、アルミパネルが凸凹になる。
耐久耐用性能確保	壁面の清掃計画が不明（清掃計画によって、ディテールに影響ある） 隙間があるところに鳥の巣に対する配慮が必要 屋上緑化部のメンテナンスに対する配慮不足 シール材の耐久性の配慮が必要
フラットネスの確保	見本確認—SUS 鏡面仕上げ部が採用する裏打ち材によって、フラットネス異なってくる実物見本での確認要。（フラットネスの確保不明）
落雪に対する配慮	屋上ディテールは落雪への対応が必要
結露防止	結露対策が必要（ディテール図に結露に対する配慮はない） 複層ガラスの小口を保護すること（複層ガラスの小口が湿潤状態になっていると、中空層で結露しやすい） ガラスの中空層での結露に対するメーカー保証の措置確認
接合部のディテールの詳細さの程度	方立の床、天井取り付け部の詳細が不明 パネル相互の詳細不明 貫通部の詳細が不明 横方向継ぎ目ジョイント詳細が必要 ダクトとガラのジョイントが不明（空調、CW どちらの工事か） 一部分の接合部は原寸詳細図が必要 支持金物の材質寸法記入のこと
ディテールの整合性	照明計画との整合性検討要（照明計画によって、ディテール変更になる）
施工性	外装部品の縁のラインをそろえるのは相当難しい 複層ガラスの固定によってシール部が断面欠損している
責任区分	屋上ガーデンにおける植栽スペースの下地鉄骨工事の責任者が不明
図面の合理性	水平仕切の必要性を検討するべき

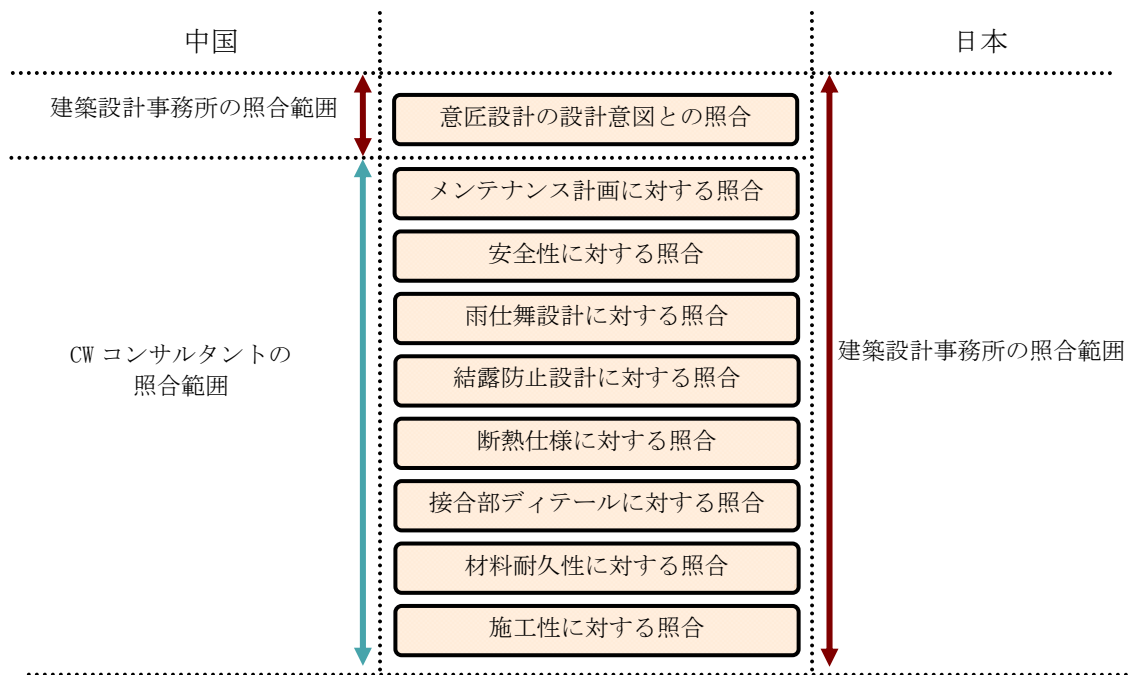


図 5-19 建築設計者が CW 設計図に対する照合行為についての日中比較

図 5-19 が示しているように、中国における CW コンサルタントは CW メーカーによる CW 施工図に対する照合を行う。したがって、性能確保に関わる部分は CW コンサルタントが照合すると言える。

以上のように、中国の建築設計者が CW 設計図に対して行う照合は意匠に関わる内容だけで、性能確保に関わる照合は行われないと判明した。中国の建築設計事務所は、性能確保に関する CW 設計図の照合機能を持っていないため、大規模プロジェクトの場合、CW コンサルタントが参入し、性能確保のため図面照合を行っている。しかし、中国では、図面照合機能を持っている CW コンサルタントがプロジェクトに参加しない場合、性能確保に関する CW 設計図の照合を行う主体がないため、CW 設計図の性能確保に不利と考えられる。日本では CW コンサルタントが少ないため、建築設計事務所は CW 設計性能確保のために、CW メーカーの作成する CW 設計図に対する照合を行う。また、日本の建築設計事務所には、CW 設計に関わる専門知識や経験を持っている専門家が存在する。

そこで、日本の建築設計事務所では、意匠に関してだけでなく、性能に関しても CW 設計図の照合が行われていることがわかる。これは日中間の、建築設計者による CW 設計図に対する照合の相違点である。また、現時点で、日本の建築設計事務所が CW コンサルタントの図面に対して行っている指摘事項から見ると、中国に一部の CW コンサルタント、CW メーカーは、性能確保のための専門知識や経験が不足していると考えられる。

設計組織構成の差異

中国の設計組織では日本の事例のようなデザインレビューグループや外装委員会が設置されていないので、設計プロセスにおいて、デザインレビューの段階で CW に関わる

内容の検討と外装委員会による CW に関わる内容の照合がない。

事例における建築設計チームの組織構成をヒアリング調査し、以下の図をまとめた。の上の部分は日本の事例の建築設計事務所の中の事例に直接関連しているチームの組織構成を表す。建築設計段階では、建築設計チーム、外装委員会とデザインレビューグループがある。施工段階に入ると、品質監理は設計チームの中の一人で行われる。それ以外に、外装委員会がある。

の下部の中国の事例と比較すると、相違点は2つが見られる。

- ①日本の設計チームには、外装委員会とデザインレビューグループがある。外装委員会は建築設計段階と施工段階で、CW 設計に関わる照合を行う。デザインレビューグループは建築基本設計段階と建築実施設計段階で、CW を含む建築設計全体に対するレビューを行うが、中国の設計チームに、そのようなグループはみられない。
- ②施工段階に入ると、日本では品質監理は設計チームのメンバーによって行われる。中国では建築設計チームのメンバーではなく、別の監理会社が行う。

以上のように、設計チームの組織構成の違いは、日中における CW 設計プロセスのデザインレビューと外装委員会による照合が異なるのが原因であると考えられる。

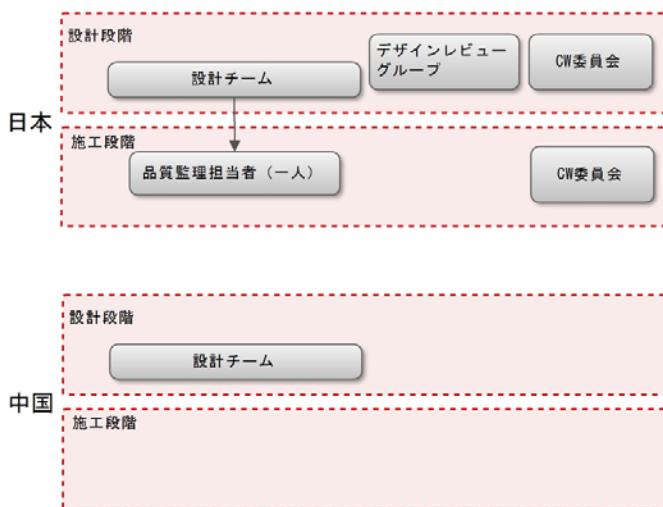


図 5-20 日本の事例 JP1 と中国の事例 CH1 における設計チームの組織の比較

まず、建築設計段階での CW 設計プロセスでは、日本と中国では設計に対するレビュー体制が異なっている。日本の組織系建築設計事務所では、大規模物件においては「外装委員会」等が設けられ、設計プロセスにおける検討を全て担い、デザインレビュー、検査、承認を行う。この一連のシステム化された体制によって、CW の設計品質を確保することが実現されていると考えられる。しかし中国では、日本のような CW 性能確保のための確認体制がなく、基本的に設計チームの経験値や、個人の能力に依っているため、CW 設計における品質確保は不安定であると考えられる。

5.4.2.2 総合請負業者の確認体制

日本では、CW 設計段階で、総合請負業者が CW に対する検討を実施する。まず、メーカーが図面を描く。性能の考え方については建築設計者、総合請負業者に確認を行う。CW メーカーだけではなく、材料メーカー（ガラス、PC）も含めて、総合請負業者がとりまとめを行い、躯体と鉄骨の仕様決定と調整を行う。それら技術主体が一堂に会して、全ての事項を調整する。建築設計者は自分の経験に照らして収まりや鉄骨は大丈夫であるか、などを照合する。照合後の再図面化は総合請負業者の施工図室が行う。

日本における大手建築設計事務所へのヒアリング調査によると、CW 設計図設計段階から竣工まで、総合請負業者は CW に関わる専門知識や経験を持っていて、CW に関わる検討書類を作成する。CW 検討書類の構成は、CW 方針書、検討体制、スケジュール、検討フロー、荷重算定、熱性能検討、仕様書などである。また、日本の総合請負業者は CW 設計図書に対する照合の視点は主に三つある。進捗度管理（工務の担当は押える）、施工性の検討、内装との取り合いの検討である。中国では、総合請負業者は、日本のような CW に対する図面検討体制がなく、社内に CW に関わる専門知識や経験も持っている人は存在しない。

5.4.2.3 CW メーカーの確認体制

次に、CW メーカーの確認体制について述べて行く。CW メーカーの中の設計者の特性を把握するために、ヒアリング調査を行った。中国における事例 CH1 の中の 62 階建のビルのメーカーの設計部門では、設計チームは 5 人程で、設計者、照合者、承認者が含まれる。日本の場合、メーカーの設計部は大体 15 名～20 名程度で、一つのチームは 3～4 人程度である。図面に対する指示、指導、照合をするのは設計部長あるいはチームリーダーである。設計品質確保の取り組みについては、デザインレビューなどがある。会社の技術開発部門は状況によって、CW メーカーの技術開発部門は組織的なデザインレビューで自社の CW 設計図面を照合することがわかった。

5.5 CW 設計段階の技術主体の実態と原因

本章では、CW 関連の設計の手法及び設計図書について詳細に日中の状況を整理してきた。本節では、CW 性能確保の専門知識を持つ技術主体について、その実態とそれを生じる原因について考察する。

CW 設計図及び仕様書作成段階での CW 性能確保の専門知識を持っている技術主体の実態

日本では、CW メーカー、総合請負業者、建築設計者が CW 性能確保の専門知識を持っている。中国では、CW メーカー、CW コンサルタントが CW 性能確保の専門知識を持っていること明らかにした。

日本では、CW メーカーが CW の施工図を立案し、総合請負業者と意見交換を行い、調整及び修正をする。性能の考え方については、建築設計者と総合請負業者が承認を行う。各メーカーの間の調整ととりまとめは総合請負業者が行い、建築設計者が照合を行った

後、再図面化は総合請負業者が行う。

中国では、CW メーカーがCWの施工図を立案し、CW コンサルタントが性能の考え方について承認を行う。建築設計者は外装設計要求を満たすか、建築設計基準に合うかを照合する。CWと躯体のとりまとめはCWメーカーと建築設計事務所の中の構造設計者や鉄骨メーカーの間で行う。総合請負業者はCW施工図設計段階での照合、確立などに関与しない傾向がある。

したがって、日本では、CWメーカーが立案者であり、性能確保については建築設計者が照合者と承認者であり、総合請負業者は承認者と確立者であると言える。総合請負業者はCWと躯体のとりまとめ役である。一方、中国では、CWメーカーが立案者であり、性能確保についてはCWコンサルタントが照合者と承認者であり、CWメーカーが確立者である。

両国におけるCW性能確保の専門知識を持っている技術主体の共通点は、CWメーカーがCW施工図の立案者である点である。相違点としては、日本では、図面照合は建築設計者が行い、詳細の調整や他の工事の施工図とのとりまとめ、CW施工図の確立は総合請負業者が行う点である。一方、日本と異なり中国では、図面照合はCWコンサルタントが行う。

両国におけるCWの性能確保の専門知識を持っている技術主体に差異がある原因

このように、日中におけるCWの性能確保の専門知識を持つ技術主体の観点から見ると、日中の生産体制の差異にあると言える。日本は独特な生産体制を持っているのに対し、中国は欧米型の生産体制の影響が見られる。日本の総合請負業者がCW施工図設計の照合、とりまとめ、確立に関与する原因は、総合請負業者が建築施工図の作成者、CWメーカーなどのサブコンの管理者であり、建築施工図の設計責任を負っているからである。中国では、大規模プロジェクトの場合、欧米のような分離発注を採用し、建築設計者は建築施工図の設計者であり、建築施工図の設計責任を負っている。また、総合請負業者は建築施工図を作らない。

5.6 小結

5章では、CW 関連の設計の手法と設計図書の実態を明らかにし、更に、その実態が引き起こされる原因について考察し、性能確保に与える影響を明らかにしてきた。

日中の CW 関連の設計の手法と設計図書に関して、CW の設計プロセスにおける設計段階とその設計期間、情報提供と意見交換の相違、設計図書の内容、確認体制、専門知識を持っている技術主体について、日中の共通点と相違点を明らかにした。具体的には、以下のとおりである。

①設計段階とその設計期間の実態に関して、中国の事例の建築設計段階の設計期間は、日本より短いことがわかった。中国の事例では、建築設計者による建築施工図作成段階と CW 施工図設計段階の関係は前後関係であり、日本の事例では、総合請負業者による建築施工図作成段階と CW 施工図設計段階の関係は平行関係であるといえる。

②建築設計段階における情報提供、意見交換の実態に関して、大規模プロジェクトの場合、CW コンサルタントが参入することが多く、設計協力をするようになった。それに対して小規模プロジェクトの場合、CW コンサルタントが参入することは少なく、性能確保に関する情報提供や設計協力は存在しない。一方日本では、プロジェクト規模と関係なく、CW メーカーが建築設計段階で性能確保、コストに関わる意見を建築設計者に提供する。また、中国の事例では、日本と異なり、建築基本設計段階と建築実施設計段階で建築設計者と CW メーカーの間の意見交換会がなく、建築設計者と CW コンサルタントの間に意見交換会があると見られる。CW 詳細設計段階での設計プロセスの情報提供・意見交換に関して、日本では、現場定例会議において、メーカー、総合請負業者、建築設計者と一緒に、シール規格、排水経路を検討する。中国では、メーカーが問題点を発見する際、建築設計事務所の構造設計者と協議する。

③CW 性能確保の専門知識を持っている技術主体に関して、日本では、建築設計事務所の CW 専門家や外装委員会、CW メーカーと総合請負業者が専門知識を持っており、中国では、CW コンサルタントと CW メーカーが持っていることがわかった。

④設計図書の実態に関しては、日本では建築設計者が建築実施設計までを行い、中国では建築設計者が建築施工図設計までを行うことがわかった。日本の事例では、CW 発注する際に CW メーカーに渡す建築実施設計図の CW に関わる図面の量は、中国の事例で発注する際に CW メーカーに渡す建築施工図（建築設計者による）より少ない。日本の建築実施設計図は、特定細部に対する設計に着目し、詳細な仕様を図面に記述しない場合が存在するが、中国の建築施工図は設計内容の全面性がより高い。

発注用 CW 設計図に関しては、日本では存在しないことに対して、中国大規模プロジェクトでは発注用 CW 設計図が存在する。しかし、中国で一部分の発注用の CW の設計図は完成度が低く、性能確保や中国での加工性、施工性に対する考慮の欠落があることを明らかにした。

中国の CW 施工図では、図面が表現する躯体部分の内容の確実性は低いといえる。CW メーカーの設計要領では、水密性能確保、熱伸縮、水による汚れ、排水、メンテナンス

計画についての設計要領は載せてない。日本の事例における CW 施工図の枚数は中国の事例より多い。

④建築設計段階での確認体制に関しては、日本では、大規模プロジェクトの場合、組織建築設計事務所の「外装委員会」あるいは「技術委員会」が建築設計段階で照合を行う。アトリエ系建築設計事務所の場合あるいは小規模プロジェクトの場合、そのような確認体制は存在しない。中国では、建築設計事務所内部の CW 性能確保に関する照合はなく、大規模プロジェクトの場合には CW コンサルタントが照合する。また小規模プロジェクトの場合、建築設計者あるいは CW コンサルタントによる CW 性能確保に関する照合は存在しない。

CW 詳細設計段階での確認体制に関して、日本では CW 分科会で組織的な照合がある。中国では、CW コンサルタントによる発注用 CW 設計図は CW コンサルタント内部で照合する。CW メーカーによる CW 施工図は CW メーカー内部での照合と CW コンサルタントが照合を行う。

以上のように、設計段階における設計の手法と設計図書の相違点が存在することを述べてきたが、これらを引き起こす原因は、他国の影響、社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣、知識運用・組織管理の相違であると推測される。以下に説明していく。

①中国は欧米の影響を受けた背景から、大規模プロジェクトの CW 工事の発注契約方式や行政管理制度が日本とは異なっている。また、同じく欧米の影響から、中国はにおける大規模プロジェクトの主体間の関係が日本と相違していると考えられる。これにより、技術主体の業務範囲と分担や責任と権限の配分が異なり、専門知識を持つ技術主体や建築設計段階における情報提供と意見交換に日本との相違点を生じた可能性は指摘できる。

②社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣に関しては、業界の状況・仕事習慣は契約に関わっていない仕事のやり方に相違点を生じさせ、契約発注書類の特徴や、主体間の関係が異なる背景になったと考えられる。これにより、発注用建築設計図の外壁に関わる詳細図の情報量、専門知識を持っている技術主体や建築施工図を作成する技術主体、設計の確認体制が異なってくる。また、契約に関わっていない仕事のやり方は、設計手順に影響を与えて、建築設計段階における情報提供と意見交換、建築施工図段階と CW 施工図段階の時期、設計期間の相違を生じさせたと推測できる。更に、業界の状況・仕事習慣は行政管理制度にも影響し、主体間の関係の相違点を生じさせ、建築施工図を作成する技術主体が異なる背景となったと考えられる。

③知識運用・組織管理に関して、専門知識や経験を文書類へ反映させる程度は、発注用 CW 設計図の適当性、CW 施工図の完成度や確実性に相違点を生じさせたと考えられる。また、大学・業界・民間企業(CW コンサルタント、CW メーカー)の教育訓練の体制は、CW 設計図を作成する人が描く図面の完成度と確実性にも影響を与えたと推測できる。更に、組織の編成と管理は、技術主体の中の専門知識を持つ人の有無や CW 設計段階での確認体制に影響を与えている。

第6章 CW性能の検証・確認

CW の設計プロセスにおいては、CW 設計を完成した後は、設計図面の内容により、CW の性能を確保できるかについての検証、確認を行う。この検証・確認は技術主体によって実施されることから、技術主体の立場や専門知識・経験は CW の性能確保に影響を与えるといえる。

そこで、本章では、日中の CW の性能の検証と確認について、基準類で定められた内容と事例における CW の性能の検証・確認の実態を明らかにし、その実態を生じる原因を考察する。

本章は主に CW の基準類に関する文献調査と、日中の事例 (CH1, JP1) に関する検証・確認に関する書類の文献調査および関係者へのヒアリング調査によって進める。1 節では、基準類で定められた検証・確認として、設定性能確認書、性能検証書類、機構説明書類、基準が規定する CW 性能の検証・確認について詳細に記述することで、日中の CW 性能の検証・確認の実態を把握し、その原因を考察する。次に、2 節では、各事例において試験検証、性能試験と技術主体、試験の承認・確認、計算書検証について実態を把握し、それを生じる原因を考察する。これにより日中における CW の性能確保において、CW の性能の検証・確認がいかになされているか明らかにする。

6.1 基準類で定められた検証・確認

まず、基準類で定められた検証・確認について説明していく。日本では、JASS14 の「施工図書」部分が CW 性能の検証、確認に関わる書類を規定する。中国では、業界標準 JGJ102 と JGJ133 が、「検収」(中国語で「工程驗収」)という部分において検収のため必要とする CW の性能の検証・確認書類について規定している。

6.1.1 設定性能確認書

日本の『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』(2012 年版)(社団法人日本建築学会)では、設定性能確認書を要求している。この設定性能確認書は、施工者が設計図書に記載された性能を承認し、法令の遵守事項とともに記するものとなる。更に、施工にあたっての性能を監理者と協議し、結果を設定性能確認書としてまとめたものである。JASS14 の解説部分に設定性能確認項目の例が提示され、設定性能確認書で性能確認の具体内容が明記されている。中国の基準ではそのような確認書は規定されていない。

表 6-1 JASS14 が提示した設定性能確認項目の例

性能項目	確認項目
耐火性能	耐火構造とする範囲 延焼のおそれのある部分の有無および範囲 火炎防止層の構成方法、層間ふさぎの方法 パネル間ジョイントの処理 室内防火区画とカーテンウォールとの取合い
常時の構造安全性能	カーテンウォールの自重に対する構造安全性の確認
耐風圧性能	設計用風圧力の設定根拠・算定基準（風洞実験によるのか、建設省告示 1458 号、または本会「建築物荷重指針・同解説」によるのか、再現期間の設定など）
耐震性能	大、中地震時の設計用水平震度および鉛直震度の設定値と目標性能 大・中地震時の層間変位と目標性能
耐温度差性能	特記の主旨（建物の立地・気候条件）、部材の年間温度差
荷重の組合せに対する安全性能	応力の組合せによる、もっとも不利となる応力
水密性能	可動部、FIX 部の性能、等圧方式の限界性能
気密性能	可動部、FIX 部の性能
遮音性能	開口部を含めた総合透過損失とガラスの遮音性能との比較
断熱性能・日射遮蔽性能	空調負荷の低減の観点からの性能確認
結露防止対策	結露防止の検討・条件、結露水の処理方法
耐久・耐用性能	表面仕上げ、シーリング材、接触腐食、メンテナンスの方針、清掃方法
その他の性能	撥音防止、風切り音対策、避雷対策など

出典：『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』（2012 年版）（社団法人日本建築学会）p190

6.1.2 性能検証書類

日本の『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』（2012 年版）（社団法人日本建築学会）では、設定性能確認書の要求の他に、施工者が作成する性能検証書類を規定している。（表 6-2）

表 6-2 JASS14 が提示した性能検証書類

性能検証書類の類型	性能検証書類
各種計算書	① 耐風圧計算書 ② 慣性力に対する安全性能計算書 ③ 層間変位追従性能確認計算書 ④ 耐温度差性能確認計算書 ⑤ 組合せ荷重に対する安全確認計算書 ⑥ 気密性能計算書（試験成績書） ⑦ 遮音性能計算書（試験成績書） ⑧ 断熱性能計算書 ⑨ 結露計算書 ⑩ ガラス熱割れ計算書
各種試験成績書	材料試験、部品試験（JIS 適合品は、これを省略することができる。）
性能証明書	合成耐火構造の認定等
見本品	使用する型材、型材の仕上げ見本、ガラス、仕上げ材、附属部品（ハンドル、丁番等）および色調見本品
写真・記録	試験写真・記録

注：『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』（2012 年版）（社団法人日本建築学会）p190-191 の内容による整理

一方で、中国の業界標準 JGJ102 は、ガラス CW を検取する際に必要とする書類を、以下のように規定している。

- ① CW 竣工図あるいは施工図、構造計算書、設計変更書類及びその他の種類
- ② 材料、部品、部材の出荷品質合格書、性能試験報告書、現場に入る際の検取記録と再検査報告
- ③ 輸入品の構造シーリング材の商品検査証明書；国家指定検測機構による構造シーリング材適合性（中国語で「相容性」）試験と剥離接着性（中国語で「剥離粘結性」）試験報告書
- ④ 後付けアンカーの現場引抜き検出報告

- ⑤ CW の耐風圧性能、気密性能、水密性能及びその他の設計要求の中の性能試験報告
- ⑥ シーリング材注入、養生環境の温度、湿度記録；構造シーリング材混合性試験記録、引張試験記録
- ⑦ 避雷装置検測試験記録
- ⑧ 竣工後見えない部分(中国語で「隠蔽工程」)検収書類
- ⑨ CW 部材、組件の製作記録；カーテンウォール取付け施工記録
- ⑩ テンションロッド・システム(tension rod system) プレストレス引張記録
- ⑪ 水濡れ試験(中国語で「淋水試験」)記録
- ⑫ 他の品質保証資料

また、中国の業界標準 JGJ133 は、金属 CW と石材 CW を検収する際に必要とする書類を、以下のように規定している。

- ① 設計図面、計算書、書類、設計変更の書類
- ② 材料、部品、部材の出荷品質合格書、構造シーリング材の適合性(中国語で「相容性」)試験と物理性能検験報告書
- ③ 石材の凍結融解試験報告
- ④ 金属パネル表面塗装の物理性能試験報告書
- ⑤ 竣工後見えない部分(中国語で「隠蔽工程」)検収書類
- ⑥ 施工取付け自己検査記録
- ⑦ プレキャスト部材(中国語で「预制构件」)の出荷品質合格書
- ⑧ 他の品質保証資料

このように、日本の基準で要求する性能検証書類を中国のそれと比較すると、以下のことが見える。

日本の基準類は、計算書の種類を詳細に規定している。具体的に、以下に挙げる各種計算書が JASS14 で規定されている。耐風圧計算書、慣性力に対する安全性能計算書、層間変位追従性能確認計算書、耐温度差性能確認計算書、組合せ荷重に対する安全確認計算書、気密性能計算書(試験成績書)、遮音性能計算書(試験成績書)、断熱性能計算書、結露計算書、ガラス熱割れ計算書である。中国の基準では「計算書」あるいは「構造計算書」を要求していて、計算書の具体的な名称は記述してない。また日本の断熱性能計算書にあたる「省エネー計算書」は建築設計段階で要求されている。この「構造計算書」、「省エネー計算書」以外の計算書について、中国では明確な要求はない。

従って、日本の基準類において、計算書に対する要求は中国より具体的かつ明確であることを明らかにした。

6.1.3 機構説明書類

日本の『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』(2012年版)(社団法人日本建築学会)では、施工者が耐震、耐風圧、排水などの設定性能確認書に示された性能を満たすための機構を明示した機構説明書類を作成することが規定されている。一方で、中国の基準で、これに対する要求は規定されてない。機構説明書類は、性能確保できるかどうかを照合する際に重要な手段であるといえ、中国の基準に、機構説明書類に対する要求を加える必要があると指摘できる。

6.1.4 基準が規定する CW 性能の検証・確認

CW の性能は、計算あるいは実大試験結果により検証する。日本では、基準により計算方法が提示される性能項目は、耐風圧性能、耐震性能、耐温度差性能、断熱性能・日射遮蔽性能である。設計者によって指定された性能検証項目は耐風圧試験、層間変位追従性試験、水密性能試験、気密性能試験、遮音性能試験、断熱性能試験である。

中国では、必須の性能検証項目は、耐風圧性能、水密性能、気密性能、断熱性能・日射遮蔽性能、遮音性能、平面内変形性能である。設計者によって指定された性能検証項目は、現場漏水試験、振動台耐震性能試験、耐衝突性能試験、光学性能、支承力性能、避雷機能である。

以上のように、中国では、基準で規定する必須の性能試験項目がある。基準の中に、計算により確認する性能項目は明確に提示されていない。一方で、日本では、基準の中に、計算により確認する性能項目は明確に提示されている。しかし、必須の性能試験項目は基準に明記されておらず、性能試験の実施や試験項目は建築設計事務所の特記仕様書によって指定される。

表 6-3 日本と中国の基準が CW 性能の検証・確認に対する要求

確認項目	日本	中国
耐風圧性能	部材の構造計算により確認 耐風圧性能確認試験を行う場合は、特記による。	必須の型式検査項目と竣工検査項目である。 試験は GB/T15227 の規定による。
耐震性能	主要部材の構造計算、固定部のクリアランスの計算などにより確認する 層間変位に対する追従性能試験を行う場合は、特記による。	平面内変形性能は必須の型式検査項目と竣工検査項目である。 平面内変形性能試験は GB/T18250 の規定による。 振動台耐震性能は設計者あるいは施主の要求による型式検査項目と竣工検査項目であり、設計者あるいは施主の要求による試験を行う。
水密性能	特記により性能値の確認が必要な場合、JIS A 1517 に定める水密試験に準じた試験によって確認する。	必須の型式検査項目と竣工検査項目である。 水密性能試験は GB/T15227 の規定による。 現場漏水試験は設計者あるいは施主の要求による中間検査項目と竣工検査項目であり、設計者あるいは施主の要求による試験を行う。
気密性能	特記により性能値の確認が必要な場合、JIS A 1516 に定める気密試験に準じた試験によって確認する。	必須の型式検査項目と竣工検査項目である。 試験は GB/T15227 の規定による。
遮音性能	特記により性能値の確認が必要な場合、JIS A 1416 に定める音響透過損失測定試験によって行うか、または計算による。	必須の型式検査項目である。設計者あるいは施主の要求による竣工検査項目である。 試験は GB/T15227 の規定による。
断熱性能・日射遮蔽性能	断熱性能値 R は JIS A 4710 に規定されている試験によって求めるか、または計算による。	必須の型式検査項目である。設計者あるいは施主の要求による竣工検査項目である。 計算による。性能要求が高い建物は現場断熱性能試験を行う。
耐火性能	-	-
耐温度差性能	-	-
耐久耐用性能	-	-
耐衝突性能		設計者あるいは施主の要求による竣工検査項目である。 設計者あるいは施主の要求による試験を行う。
光学性能(光と色の透過性能)	-	設計者あるいは施主の要求による型式検査項目と竣工検査項目である。
常時の構造安全性能(荷重支持性能)		設計者あるいは施主の要求による竣工検査項目である。
避雷機能		設計者あるいは施主の要求による中間検査項目と竣工検査項目である。
風切り音対策	風切り音に対する事前確認(実大実験)を行う場合は、特記による。	-

確認項目	日本	中国
実大試験	設定性能を確認するための実大による性能試験の実施および実施する場合の試験項目と供試体形状は、特記による。	GB/T15227 の規定による。
総合性能試験以外の性能-各種取付け金物、支持金物類の耐力確認試験、換気口の通気量確認試験、開閉部の耐久性試験	総合性能試験以外の性能を確認するための試験の実施は特記による。	-
実物による確認	仕上がり状態を確認するための実大見本の製作は特記による。	-

注:中国では、建物は耐震要求がある場合と多層、高層鉄骨造ビルの場合、平面内変形性能は必須竣工検査項目である。

6.1.5 実態の検証・確認手法となった原因

以上のように、基準類や制度で定められた検証・確認の実態に関して、以下のことが明らかになった。中国の基準には、設定性能確認書類、機構説明書類に対する要求、各種計算書に対する具体的な要求はない。また、計算により確認する性能項目は、明確に提示してない。一方、日本の JASS14 は、設定性能確認書類、機構説明書類に対する要求を詳細的に規定している。一方で、必須の性能試験項目は規定されておらず、性能試験実施の有無や試験項目は設計者によって指定される。

このような実態となった原因は、基準の位置付けの相違であると考えられる。基準の位置付けの相違によって、日本と中国における CW の基準制定者が基準に載せるべき内容に対する判断が異なる。このため、両国における CW の基準が性能確保ための検証書類、必須性能試験項目に対する要求が異なる。

性能確保に与える影響に関して、基準の中に詳細な強制力を持つ規定がなければ、確認書類、機構説明書類、計算確認の欠落による性能検証の不足によって性能確保の不確実性が増加するといえる。

6.2 事例における検証・確認

6.2.1 試験検証

本節では、事例における検証・確認の実態を明らかにするために、中国の事例 (CH1) と日本の事例 (JP1) に着目していく。まず、試験検証について日中の特徴を整理する。図 6-1 と図 6-2 は、日本と中国の事例における試験及び試験対する確認を表す(図の中の赤字部分)。横軸は各技術主体、縦軸はプロジェクトの進め手順である。図 6-1 が示しているように、日本の事例では、建築設計者はモックアップ確認、試作体の確認、実大試験体に対する意匠の確認、実大試験評価に対する確認を行う。CW メーカーはモックアップ図の作成、モックアップ製作、試験体図作成、製作、試験、報告書まとめ、CW 実大試験作図、計画書作成、CW 実大試験報告書まとめを行う。総合請負業者はモックアップ確認、試作体の確認、実大試験評価に対する確認を行う。図 6-2 が示しているように、中国の事例では、建築設計事務所はモックアップ確認を行う。CW コンサルタントはモックアップ確認、実大試験確認を行い、構造シーリング材品質試験、工場漏水試験、現場漏水試験の立ち合い検査を行う。CW メーカーは CW 実大試験計画、モックアッ

プ製作、構造シーリング材品質試験、工場漏水試験、現場漏水試験を行う。監理会社は実大試験結果確認、現場漏水試験の立ち合い検査を行う。

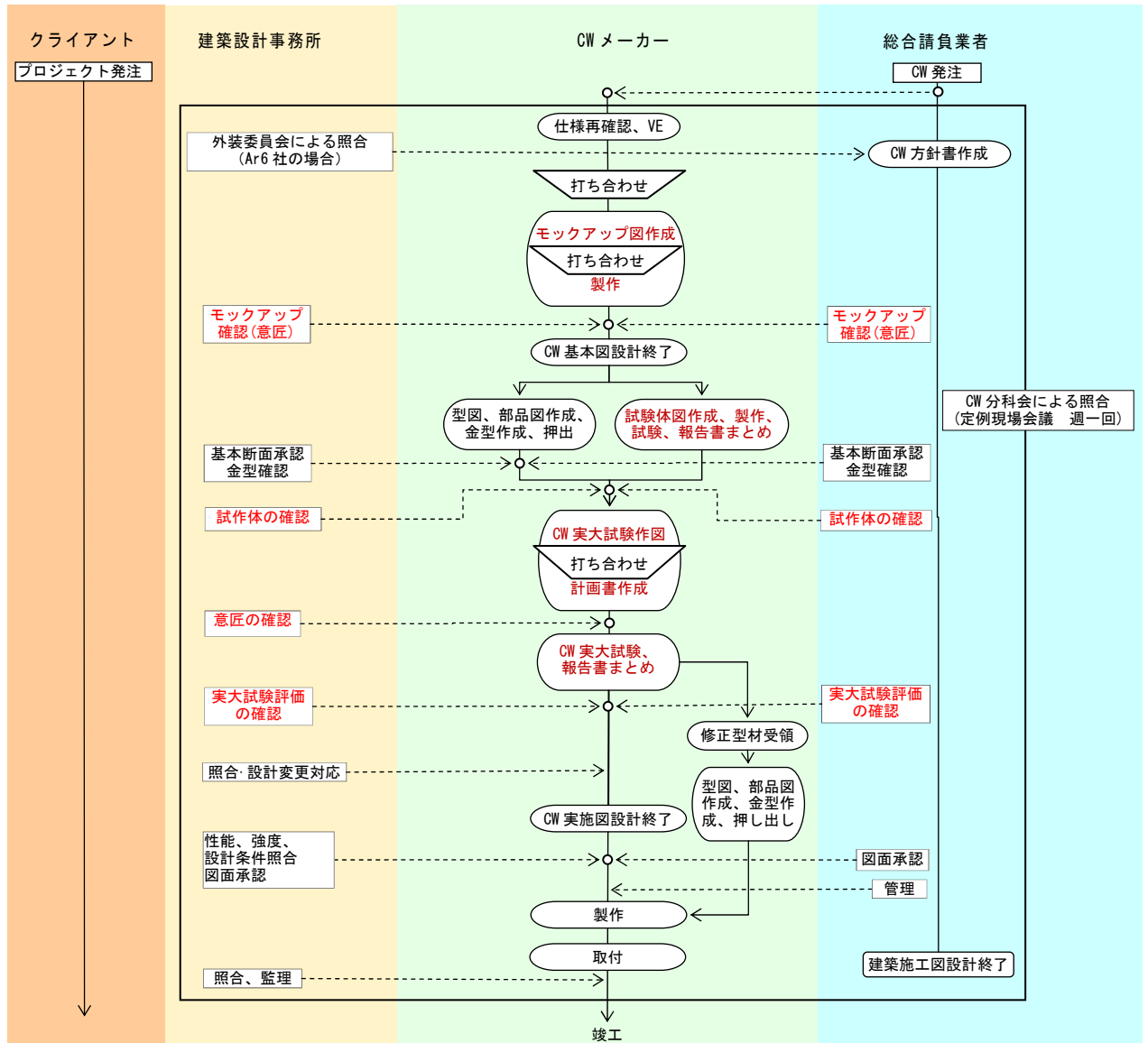


図 6-1 日本の事例における CW 性能試験と確認

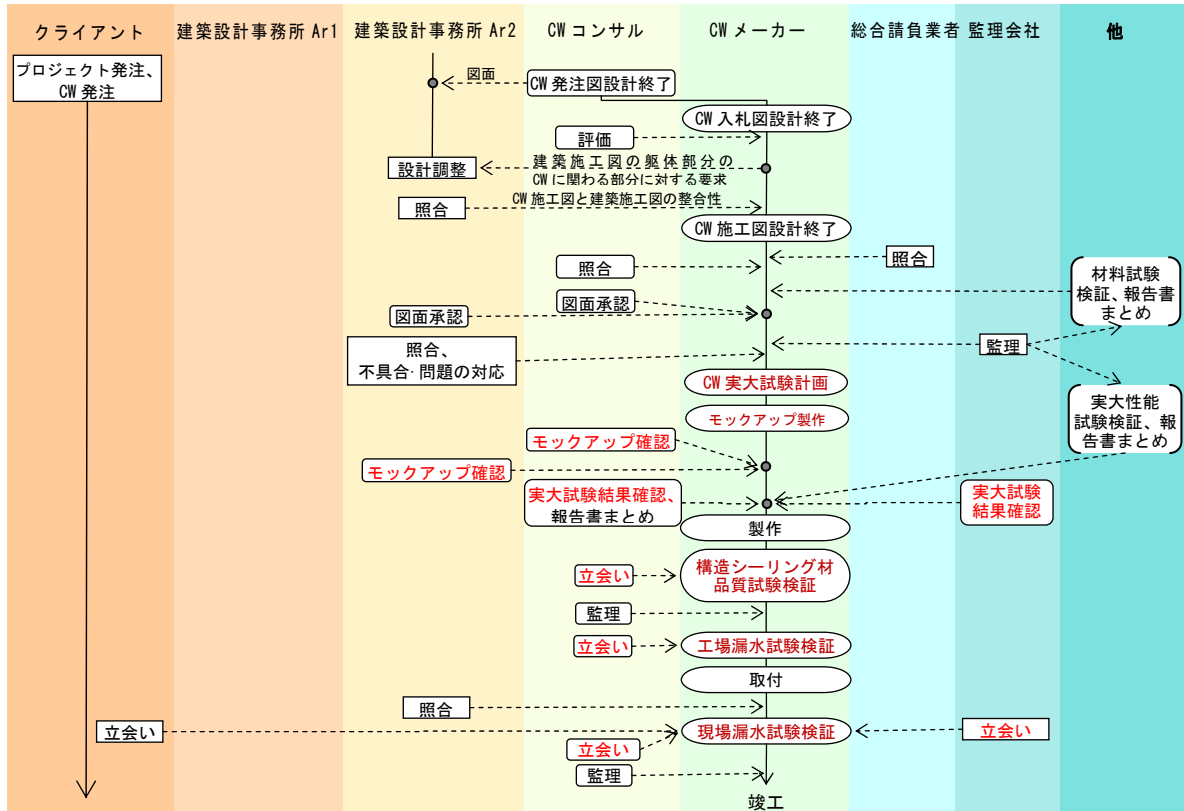


図 6-2 中国の事例における CW 性能試験と確認

表 6-4 日中における CW 設計プロセスの試験に関する比較

試験名称		日本（事例 JP1）	中国（事例 CH1）
モックアップ	ある・なし	○（木製 Visual Mook Up）	○（アルミ製 Visual Mook Up）
	時期	CW 基本図設計段階	CW 施工図設計完成後
	指示主体	建築設計事務所、総合請負業者	建築設計事務所、CW コンサルタント
	支払主体	CW メーカー	CW メーカー
	実施主体	CW メーカー	CW メーカー
	承認主体	建築設計事務所、総合請負業者	建築設計事務所、CW コンサルタント
実大試験	ある・なし	○	○
	時期	CW 実施図設計段階	CW 施工図設計完成後
	指示主体	建築設計事務所、総合請負業者	CW コンサルタント
	支払主体	CW メーカー	CW メーカー
	実施主体	CW メーカー	公的試験機構
	実施場所	CW メーカーの試験場	公的試験機構
承認主体	建築設計事務所、総合請負業者	CW コンサルタント、監理会社	
ユニット CW 工場 で組み立て段階 のシーリング材 試験*	ある・なし	なし	○
	時期	—	工場製作段階で毎回シーリングポンプが運転する前
	指示主体	—	CW コンサルタント
	支払主体	—	CW メーカー
	実施主体	—	CW メーカー
目的、内容	—	シーリング材の均質性を検証する	
ユニット CW 工場 で組み立て段階 の漏水試験	ある・なし	なし	○
	時期	—	工場製作段階で CW ユニットが組み立てられた後
	指示主体	—	CW コンサルタント
	支払主体	—	CW メーカー

試験名称		日本（事例 JP 1）	中国（事例 CH1）
	実施主体	—	CW メーカー
	目的、内容	—	CW ユニットの水密性能を検証する
施工段階での材料試験	アルミ材、ガラス、シーリング材試験	なし	○
	時期	—	施工段階の最初
	実施主体	—	公的試験機構
施工段階での水漏試験	ある・なし	なし	○
	時期	—	CW を取り付けた後
	実施主体	—	CW メーカー
	目的、内容	—	取り付けた後の CW の水密性能を検証する

注：中国の CW 工場や CW 施工現場では、毎回、注入構造シーリング材ポンプを使い始める時、構造シーリング材の均質性実験と引っ張り破断実験を行う。

表 6-4 は、これらの日本と中国の事例を CW 設計プロセスにおける試験についてまとめたものである。日本では、モックアップと実大試験は CW 基本設計段階で実施する。モックアップと実大試験の結果により、CW 設計を調整する。中国では、モックアップと実大試験は CW 施工図設計が終わった後に行う。また、中国の事例では、CW 基本設計段階に木材でモックアップを製作する日本とは異なり、CW 施工図設計がほぼ完成した後に、アルミ材でモックアップを製作する。これは、実大試験や意匠確認のためのモックアップの役割に対する認識に差異があるためと思われる。試験の結果に基づき、設計を検討する必要があるため、中国の CW 設計プロセスにおいても、モックアップと実大試験の後に、設計調整を加える必要があると考えられる。

次に、両事例の指示主体に着目する。日本の事例と中国の事例では、モックアップと実大試験の指示主体が異なる。日本の事例は、建築設計事務所、総合請負業者がモックアップと実大試験を指示する。一方、中国の事例では、建築設計事務所、CW コンサルタントがモックアップを指示し、CW コンサルタントが実大試験を指示する。その原因は発注契約方式の相違によって、契約関係が異なり、技術主体の役割区分と責任分担が異なるためであると考えられる。

中国のユニット CW が工場で組み立てられる段階でのシーリング材試験は、日本では存在しない。（中国の CW 工場や CW 施工現場では、注入構造シーリング材ポンプを使い始める際、構造シーリング材の均質性試験と引っ張り破断試験を毎回行う。試験方法と写真を図 6-3、図 6-4、図 6-5 に示す。）その原因には、業界の行政管理規定の違いがあると考えられる。中国の CW 工場で行うシーリング材試験は SSG 構法のシーリング材の試験であり、日本では、1993 年以降、業界の規定により、SSG 構法をほとんど使わないため、SSG 構法用の同種類のシーリング材は現在使用されていない。（2013 年からは、日本でも SSG 構法が使えるようになる。）そのため、中国の工場で行われるシーリング材試験は、日本では行われていない。



图 D.3 蝴蝶试验

图 6-3 構造シーリング材の均質性試験の試験方法

出典：『GB16776-2005 建築用シーリング材』、P16



图 6-4 構造シーリング材の引っ張り破断試験の試験方法

出典：『GB16776-2005 建築用シーリング材』、P16



图 6-5 事例 CH1 における構造シーリング材の均質性試験と引っ張り破断試験試験の写真

写真提供：事例 CH1 の CW メーカー

日本では、実大試験は CW メーカーの試験場で行い、材料品質試験は建材メーカー社内で行う。中国では、実大試験、建材品質試験は必ず公共の試験機関で行う。これは、国の業界行政管理制度の違いの影響があるためと思われる。

CW 製作、施工段階では、日本では工場での漏水試験、現場での漏水試験は行わない。一方、中国では、漏水試験を行う。中国の CW の基準の規定によると、工場での漏水試験、現場での漏水試験を実施するか否かは施主や設計者の判断に委ねられている。事例 CH1 の CW コンサルタントは、工場での漏水試験、現場での漏水試験の実施を定めた。

また、日本と中国では、業界が試験の検証効果に対する認識の差異があることがわかった。日本の CW メーカーは、CW 水密性能確保に最も重要なのは、CW が取り付けされた後の水密性能を確保することであるという認識があり、工場で CW ユニット部品を水が入っているタンクに入れ、水密性能を検証する中国の試験方法は、CW の水密性能確保に対する全面的な検証ではないと指摘している。

施工段階での材料試験については、日本では公的な試験は存在しないことに対して、中国では、プロジェクトごとに、CW に関わる鋼材、アルミ材、ガラス、シーリング材などに対する材料品質試験を政府の試験機構に実施しなければならない。

6.2.2 性能試験及び実施する技術主体

ここでは、性能試験及び実施する技術主体について考察する。中国における建築設計者 Ar6 社へのヒアリング調査によると、中国は海外と同様、すべてのプロジェクトにおいて、施工を始める前に、気密性能、水密性能、耐震性能の試験を行わなければならない。CW 製品の性能試験は指定される政府の検測センターで行う。CW メーカー工場の中では、検査や簡単な材料性能検証だけを行う。たとえば、構造シーリング材の均質性実験と引っ張り破断実験などは工場で行う。

立ち合い検査をするかどうかは、それぞれのプロジェクトの重要度による。日本の場合は、立ち合い検査を行い、現場写真を現場管理所の中に掲載する。一方、中国では、コンサルタントは立ち会うものの、設計者の立ち合いは義務ではなく、日本のような綿密な立ち合い検査は行われない。

中国のモックアップ試験は、日本と同様に、CW メーカーの工場で実施するが、日本と比較するとより粗い部分がある。

日本における CW メーカー Ma-A 社へのヒアリング調査によると、実大試験、モックアップは総合請負業者が主体となって行われるもので、CW メーカーはその供試体を提供する形になる。実大試験の試験場はメーカーの CW 試験場(大型風洞試験)がガラスメーカーの保有する試験設備で実施される。公共の試験機関で CW の実大試験を行うことは殆ど無い。実大試験、モックアップをする際の意見交換会メンバーは、施主(必要に応じて)、建築設計事務所、総合請負業者、CW メーカー、(試験対応業者)である。意見交換の内容は、日程、場所、参加者、試験項目、各試験の測定箇所についてである。実験内容は、CW の強度、水密性、層間変位を含む。また、その際にはじめて、実物を用いた意匠確認試験(実物と同じ材料で作って)を行う。

JASS14 で規定する CW 性能試験以外に、CW メーカー Ma1 社が独自に行う CW の性能試験は、大型フィン等に対する静的荷重試験、結露実験、遮音試験、風切音検証である。

6.2.3 試験の承認、確認

ここでは、日中における事例の CW 設計プロセスの承認、確認の実施主体、項目と時期に対するヒアリング調査から、以下の実態を明らかにした。

表 6-5 に日本と中国の事例の CW 設計プロセスにおける確認、承認についてまとめた。この表を見ると、中国の事例では、CW 基本設計段階での試作体確認、金型承認(中国の事例では基本断面承認だけがある)、実大試験前の意匠の確認はない。また、建築設計事務所、総合請負業者からの承認項目は日本より少ない。CW コンサルタントが、日本の建築設計事務所の一部の承認、確認項目を確認する。

表 6-5 事例における試験の承認、確認の比較

承認、確認	日本（事例 JP1）		中国（事例 CH1）			
	建築設計事務所からの承認	総合請負業者からの承認	建築設計事務所からの承認	総合請負業者からの承認	CW コンサルタントからの承認	監理からの承認
CW 基本設計段階での試作体確認	○	○	—	—	—	—
モックアップ確認（木製 Visual Mook Up）	○	○	—	—	—	—
モックアップ確認（アルミ製 Visual Mook Up）	—	—	○	—	○	—
基本断面承認、金型承認	○	○	—	—	○	—
実大試験前の意匠の確認	○	—	—	—	—	—
実大試験結果の確認	○	○	—	—	○	○
CW 実施設計図の図面承認	○	○	○	—	○	—

注：中国では、CW 施工図照合する際、CW コンサルタントが CW 基本断面を承認する、単独で金型を承認しない）

6.2.4 計算書検証

ここでは、日本と中国における事例の CW 計算書の数量を把握した。調査結果を表 6-6 と表 6-7 に示す。プロジェクトによって、計算書の情報量が異なるとわかった。

表 6-6 日本の事例における CW 計算書の量

事例	高さ	階数	延べ床面積	計算書・技術検討書
JP1	160m	46 階	約 12.2 万㎡	あり
JP2	199.70m	38 階	約 19.8 万㎡	A4 40 枚
JP3	143.2m	27 階	約 10.4 万㎡	A4 198 枚
JP4	170m	36 階	約 4.9 万㎡	A1 24 枚(施工図に組み込む)
JP5	178.6m	38 階	約 29.5 万㎡	A4 250 枚
JP6	81.63m	15 階	約 7.5 万㎡	あり
JP7	69.6m	16 階	約 0.47 万㎡	A4 53 枚

表 6-7 中国の事例における CW 計算書の数量

事例	高さ	階数	延べ床面積	計算書・技術検討書
CH1	280m	62 階	約 9 万㎡（タワー部）	A4 88 枚(8F-14F) A4 約 350 枚(建物全般)
CH2	198m	50 階	約 9.5 万㎡	A4 約 200 枚
CH3	62.7m	15 階	約 9 万㎡	—

中国における事例 CH1 の CW 構造計算書に関して内容の確認を行った。調査結果を表 6-8 に示す。日本のメーカー Ma-A 社へのヒアリング調査によると、日本では 1 番～3 番の項目はガラスメーカーが計算する。また 4 番～12 番の項目については、日本の事例は中国の事例と同様である。

表 6-8 中国の事例 CH1 における CW 計算書の中の項目

	CW 計算書の中の項目
1	ペアガラスの設計計算
2	ガラス接合の設計計算
3	Carrier Glass の設計計算
4	無目の設計計算
5	組合無目（オス・メス）の設計計算
6	マリオンの設計計算
7	ファスナーの接合の検証計算
8	オス・メス枠の接合の検証計算
9	可動扉の枠の設計計算
10	コーナー部マリオンの設計計算
11	コーナー部の CW ファスナーの接合の検証計算
12	Sky Garden 部の CW ファスナーの接合の設計計算

したがって、性能確保の視点からみると、日本の事例における構造計算書の項目は中国の事例と大きな差はないと確認した。

6.2.5 実態の体制となった原因

以上、本節では日本と中国の事例における検証と確認の実態について整理してきた。

実大試験の専門知識を持っている技術主体の実態に関しては、日本では建築設計事務所、総合請負業者、CW メーカーが実大試験の専門知識を持っているのに対して、中国ではCW コンサルタント、CW メーカー、政府のCW 性能試験センターが実大試験の専門知識を持っていることがわかった。この違いを生じさせた原因としては、契約関係の違いによる責任範囲の相違、業界の状況による行政管理制度の相違である可能性が指摘できる。日本では、総合請負業者一式請負契約で、総合請負業者と施主の間に契約し、CW メーカーは総合請負業者の下に入る。それによって、総合請負業者はCW に関連する責任を負う。中国における大規模プロジェクトの場合、分離発注でCW メーカーは施主と契約する。それによって、CW に関連する責任は主にCW メーカーが負う。したがって、日本では総合請負業者は、実大試験の専門知識を持っていることに対し、中国では総合請負業者はそれの専門知識を持ってない。日本では実大試験を行う主体に対する行政管理制度がないことに対し、中国では実大試験を行うことができる機構に対する資格に関する規定がある。

確認の実態に関しては、中国の事例ではCW 基本設計段階での試作体確認がなく、総合請負業者による承認項目が日本より少ないとわかった。

中国の事例において、CW 基本設計段階での試作体確認がない原因としては、中国の仕事習慣、及びCW メーカーがCW 設計にかかる労力が、日本と異なるためであると考えられる。また、金型承認、実大試験前の意匠の確認がない原因としては、中国の建築設計者、CW コンサルタントの仕事習慣が日本と異なるためであると考えられる。更に、建築設計事務所からの承認項目が日本より少ない原因には、仕事習慣の違いによる主体の責任範囲の相違があると推測出来る。

次に、総合請負業者による承認項目が日本より少ない原因としては、契約関係の相違による主体の責任範囲の相違があるためと見られる。日本の事例 JP1 では、CW メーカーが総合請負業者と契約するが、中国の事例 CH1 では、CW メーカーが施主と契約する。従って、日本の総合請負業者の責任範囲は中国より大きく、日本の事例では、総合請負業者が承認する項目が多い。

次に、実大試験を行う時期については、日本事例はCW 施工図設計中に行うのに対して、中国事例 CH1 はCW 施工図完成した後に行うことがわかった。中国事例 CH1 の実大試験を行う時期は一部が欧米国家と似ている。その原因を以下のように考察する。

- ①中国で実大試験を行う時期に関する明確な規定はなく、厳格な業界管理は存在せず、施工を開始した後、実大試験を行う事例も存在する。
- ②一般的に要求工期は短いため、CW 施工図も設計期間は短く、施工図設計期間に実大試験及び十分な検討を行う可能性はより低い。
- ③業界が実大試験の役割に対する認識の差がある。日本では、実大試験結果に基づき、

CW 設計を検討するのに対し、中国では、実大試験は一般的に設定した性能要求に満たすことができ、試験結果に基づき、CW 設計を修正する必要性は低いという認識が存在する。従って、実大試験を行う時期は相違するといえる。以上より、日本は試験結果に基づき CW 設計を検討する余地が大きく、より合理的であると考えられる。

日中の材料検査の相違点としては、中国で材料の第三者検査が存在することに対して、日本では材料の第三者検査はなく、材料の品質安定性は材料メーカー自身が確保していることである。材料検査が日中で異なる原因としては、両国の業界の生産状況の差異であるとわかった。日本では JIS にしたがって、材料品質を確保できるシステムを構築している。中国では、すべての材料メーカーの品質管理レベルは一致しておらず、国による第三者検査が必要である。これらが性能確保に与える影響に関しては、材料検査の方法は異なるが、最終的に各国の生産状況に応じて採用される有効な性能確保手段となっているといえる。

6.3 小結

6章では、CW性能の検証・確認に関わる実態とその原因を明らかにするために、文献調査、事例調査、ヒアリング調査を行い、CWの性能確保について論じてきた。

CW性能の検証・確認の実態として、日中間での基準類で定められたものの相違、事例における検証・確認の相違（実大試験を行う時期の相違、材料検査体制の相違、実大試験の専門知識を持っている技術主体の相違、実大試験を行う主体の相違、試験確認主体の相違、確認項目の相違）があることが明らかになった。以下の点が、具体的に明らかになった相違点である。

- ①中国の基準には、設定性能確認書類、機構説明書類に対する要求各種計算書の具体的な要求はない。また、計算により確認する性能項目は明確に提示していない。日本の基準では、必須の性能試験項目は規定されておらず、性能試験実施の有無や試験項目は設計者によって指定される。
- ②実大試験を行う時期に関しては、日本の事例はCW施工図設計段階に行うのに対し、中国の事例はCW施工図完成した後に行う点が異なる。
- ③材料検査について日中の主な相違点としては、日本では材料の第三者検査はなく、材料の品質安定性は、JIS規格の適切な運用によって確保されていると考えられる。
- ④実大試験の専門知識を持つ技術主体は、日本では、建築設計事務所、総合請負業者、CWメーカーである。中国では、CWコンサルタント、CWメーカー、政府のCW性能試験センターであり、全般的に異なることが分かる。
- ⑤試験確認主体・確認項目としては、日本では、建築設計事務所と総合請負業者が基本断面承認、金型承認、実大試験評価の確認、図面承認を実施する。一方、中国では、CWコンサルタントはモックアップ確認、実大試験結果確認を実施する。
- ⑥日本の事例における構造計算書の項目は、中国の事例と大きな差異はないと確認した。

以上、日中のCW性能の検証・確認に関わる実態について、主に相違点を述べた。このような相違点を生じた原因を考察すると、他国の影響、社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣の相違である可能性が指摘できる。指摘事項は以下のとおりである。

- ①他国の影響として考えられるのは、中国は欧米の影響を受けた背景があり、大規模プロジェクトのCW工事の発注・契約方式は、日本と異なっている点にある。日中では発注・契約方式が異なるため、主体間の関係性の相違を生じさせ、技術主体の役割分担と責任区分が異なることで、実大試験の専門知識を持つ技術主体が異なり、これは試験確認主体が相違する原因となったと考えられる。
- ②社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣に関しては、各国の業界の状況・仕事習慣により行政管理制度と契約に関わっていない仕事のやり方が異なってくる。これにより、技術主体が担う業務範囲の分担や、各技術主体の責任と権限の配分が異なってくる。これにより、実大試験の専門知識を持つ技術主体が相違する実態を生じさせ、更に実大試験を行う主体の相違、試験確認主体の相違、確認項目の相違、材料検査体制の相違、実大試験を行う時期の相違を生じさせる原因となったと考えられる。

第7章 CW 製作段階、施工段階の検査・確認体制

本研究は、日中における CW の性能確保をするために、日中の CW の設計プロセスの実態を明らかにすることを目的としている。前章では、実際の CW の製作及び施工前について CW の性能に関する検証と確認について考察をした。CW の性能については、製作段階や施工段階における検査・確認においても、CW の性能に影響を与えると考えられる。そこで本章では、制度や基準で定める検査・確認と、各事例における製作段階、施工段階の CW の性能確保のための検査・確認体制の実態を明らかにし、その実態を生じた原因を考察する。

調査は、制度や基準類に関する文献調査と、各事例のヒアリング調査により行った。

本章の流れとして、1 節では、日中の制度や基準で定められたものについて詳細に記述し、日中において相違点が生じる原因を考察する。2 節では、CW 製作段階の検査・確認体制として、日中の CW メーカーの業務範囲と製作プロセス及び検査・確認体制について実態を把握し、それを生じる原因を考察する。3 節では、CW 施工段階の検査・確認体制として、各主体の役割や設計変更、日中の工事検査や確認体制について実態を把握し、それを生じる原因を考察する。以上より、制度や基準で定める検査・確認と各事例における工事現場での CW の性能確保のための検査・確認体制から、CW の性能確保について明らかにしていく。

7.1 日中の制度や基準類で定められたものの比較

7.1.1 制度で定められたもの

まず、日本において制度で定められた内容について記載していく。日本の『四会連合協定 建築監理業務委託書』（平成 19 年 6 月版）では、建築設計者による建築監理の業務内容の中に、「大規模の設計変更の場合、委託者と協議する」、「軽微な設計変更の場合、施工者に対して必要な指示を行う」、「工事の完了検査等」の 3 点が記載されている。また、『民間（旧四会）連合協定工事請負契約約款』（平成 22 年 7 月版）では、建築設計事務所の監理者の業務について、「工事の完成を確認し、契約の目的物の引渡しに立ち会うこと」、「施工請負者は、工事現場に搬入した工事材料または建築設備の機器を工事現場外に持ち出すとき、監理者の承認をうける」、「監理者は、施工用機器について明らかに適当でないと認められるものがあるときは、施工請負者に対してその交換を求められることができる」などの項目が記載されている。

一方で、中国の制度で定められている内容としては、中国建設部と国家工商行政管理総局により公表されている『GF-2000-0209 建設工程設計契約書（範文）』（《建设工程設計合同》）の模範文書において、設計事務所の業務内容の中に「設計にかかわる問題の解決」、「単項完了検査への参加」、「完了検査への参加」が記載されている。

また、中国では 1988 年から建設部（日本の国土交通省にあたり）の『建設監理の展開についての通知』（《关于开展建设监理工作的通知》）の公表に伴い、工事監理政策が

実施され、工事監理を実行する人は、登録工程監理師という資格が必要であると明文化されている。更に、中国の住房および城郷建設部と国家工商行政管理総局が公表した『GF-2012-0202 建設工程契約書(範文)』(《建设工程监理合同》)の模範文書によると、監理者の業務範囲は「安全、品質について問題点が存在する可能性があるところ」、「施工後外面から明視することのできない工事、単項工事の完了検査」などと記載されている。

以上の内容を踏まえ、日中における監理の共通点、相違点を明らかにするために、部分の業務類型、業務内容を比較した。その結果を表 7-1 に示す。

表 7-1 CW 施工段階で日本における設計事務所による監理と中国における監理会社による監理内容の比較 (部分)

業務類型	業務内容	日本	中国
工事の確認及び報告	工事と設計図書・工事請負契約との合致の確認・報告	○	○
	測量結果の審査		○
	材料、部品、設備の品質保証書の確認		○
	施工後外面から明視することのできない工事の立会い検査		○
	安全、品質問題点が存在する可能性があるところの検査		○
	工事の完了検査等	○	○
条件変更による設計変更	大規模の設計変更の場合、委託者と協議する	○	
	軽微な設計変更の場合、施工者に対して必要な指示を行う	○	
施工者による工程変更	施工者による工程変更申し込みの審査		○
監理業務完了手続き	完了検査申し込みの審査		○
	工事請負契約の目的物の引渡しの立会い	○	○
	工事監理報告書等の提出	○	○
	工物品質評価報告		○
	完了検査意見		○

この表が示しているように、「工事の確認及び報告」、「施工者による設計変更」、「監理業務完了手続き」について、中国の監理会社による検査と確認の項目が多いことがわかる。このことから、中国における監理会社は、日本の建築設計事務所が確認する項目より、多くの項目を確認していることがわかった。また、「条件変更による設計変更」について、日本の建築設計事務所における監理者が行うことに対して、中国の監理者が行わず施工者による変更が行われていることを明らかにした。

7.1.2 基準類で定められたもの

7.1.2.1 基準類における検査項目の分類方法

次に、基準類で定められた検査項目についてみていく。日本と中国におけるメタル CW (ガラス CW、金属パネル CW が含まれている) の検査項目の分類方法は、異なっている。日中における CW の基準に記載される検査項目の比較を、表 7-2 に示す。

日本における CW の基準は「製作過程の検査」と「施工過程の検査」に分かれている。以下、それらの検査内容を記述する。

「製作過程の検査」においては、材料検査、製作検査、製品検査が含まれている。

「施工過程の検査」においては、取り付け基準墨、躯体付け金物取り付け位置、目地の幅・通り・段差、主要部材取り付け位置、取付け用金物の取付け状況、ガラス取り付け状況、付属部品取り付け状況、シーリング工事、表面仕上げ (現場施工の場合)、火煙防止層、止水ラインの確認という項目が含まれている。このような分類方法は、製作過

程と施工過程の中間生産物を順に照合することに適応している。

一方で、中国におけるCWの基準は「性能」、「材料」、「防火」、「避雷」、「接合部」、「取り付け品質」と分類されている。このような分類方法は引き渡す時の完成品を部位別に検査することに適応している。このように、日中の分類方法は異なるが、具体的な要求項目は概ね一致している。また、日本における検査は、施工中においても品質管理が行われるのに対し、中国における検査は、完成時のみの性能を確保するような品質管理が行われる傾向にあると考えられる。

表 7-2 日中のカーテンウォール基準に検査項目に関する比較

国	基準名	製作過程の検査		施工過程の検査
		メタルCW	PC CW	
日本	公共標仕	—	—	—
	JASS14	1. 材料検査 (金属主材料の化学成分と機械的性質、組立て用部品の形状、寸法、取り付け金物の形状、寸法、ガラスの品種、寸法、傷) 2. 製作検査 (材料の切断、加工寸法、表面処理皮膜および皮膜厚さ、表面塗装および塗装厚さ、組み立て寸法、対角寸法、ガラスの取り付け精度、取付け時の傷の有無) 3. 製品検査 (製品の形状、寸法、見掛け部の外観、接合部の目違い、すき間シーリングなどの状態)	1. 材料検査 (セメント、骨材、水、鉄筋、先付け金物、先つけ材料、表面仕上げ材料) 2. 製作検査 (型枠、配筋、先付け金物、先つけ材料、表面仕上げ材料、コンクリート、打設、脱型時強度) 3. 製品検査 (コンクリートの強度、形状・寸法、取り付け位置、表面仕上げ)	1. 取り付け基準墨 2. 躯体付け金物取り付け位置 3. 目地の幅・通り・段差 4. 主要部材取り付け位置 5. 取付け用金物の取付け状況 6. ガラス取り付け状況 7. 付属部品取り付け状況 8. シーリング工事 9. 表面仕上げ (現場施工の場合) 10. 火煙防止層 11. 止水ラインの確認
	協会性能	—	—	—
中国	GBCW	種類：型式検証、中間検証、引渡し検証 検証項目： CW 性能 (耐風圧性能、水密性能、現場水密試験、断熱性能・日射遮蔽性能、遮音性能、平面内変形性能、振動台耐震性能、耐衝突性能、光学性能、荷重性能、避雷機能) 材料検査 (金属材料、シーリング材料、付属金物部品、ファスナー) 各構法 CW の特定検査項目 (材料、部品の製作品質、部品の取り付ける品質、外観品質、構法要求など)		
	GB50210	一般規定 (技術書類、材料および性能指数、隠蔽部分工事の検査、検査範囲の区分、検査数量、CW およびファスナーの荷重能力、剛度、躯体に対する変位能力、シーリング材の性能と有効期限、主要部品の断面厚さ、シーリング材の粘着幅、シーリング材注入の環境、火煙防止層の設置、先付け金物の数量・規格・位置・防腐処理、取り付けの堅固程度、ファスナーの断面厚さ、躯体付け金物、主柱上のボルトの大きさ、絶縁スペーサーの設置、構造継手の機能、維持と清潔要求) ガラス CW 工事の主控項目、一般項目 金属パネル工事の CW 主控項目、一般項目 石材 CW 工事の主控項目、一般項目		
	JGJ102	(検査の上引き渡す) 一般規定 (技術書類、隠蔽部分工事の検査、外観検査) フレーム支持ガラスカーテンウォール (frame supported glass curtain wall) の要求 全面ガラスカーテンウォール (full glass curtain wall) の要求 DPG カーテンウォール (point supported glass curtain wall) の要求		
	JGJ133	(検査の上引き渡す) 清潔、技術書類、外観、 抜取検査一雨漏り、金属パネル表面品質、アルミ型材表面品質、石材表面品質、メタル CW 構造部品の取り付け品質、石材パネルの取り付け品質、CW 取り付け品質)、 抜取検査の検査数量		
	JGJ139	材料 (一般規定、アルミ型材、鋼材、ガラス、シーリング材、金物等付属材、品質保証資料) 防火 (一般規定、検査項目、品質保証資料) 避雷 (一般規定、検査項目、品質保証資料) 接合部 (一般規定、検査項目、品質保証資料) 取付け品質 (一般規定、検査項目、品質保証資料)		

注：公共標仕：『公共建築工事標準仕様書』平成 22 年版、JASS14：『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』2012 年版、協会性能：『カーテンウォール性能基準 2013』2013 年版、GB CW：『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』2007 年版、GB50210：『GB 50210-2001 建築裝飾裝修工程品質検査規範』2001 年版、JGJ102：『JGJ102-2003 ガラスカーテンウォール工程技術規範』2003 年版、JGJ133：『JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技術規範』2001 年版、JGJ139：『JGJ/T 139-2001 ガラスカーテンウォール工程品質検査標準』2001 年版

7.1.2.2 基準類における寸法許容差の基準値

次に、日中における基準類に記載されている寸法許容差の基準値についてみていく。寸法許容差としては、CW 製品の寸法精度、CW 躯体付け金物の取付け位置の寸法精度、CW 部材の取付け位置の寸法精度などの項目が挙げられ、これらは建物の水密性能、気密性能、断熱性能と緊密に関連している。寸法の精度が低ければ、部材と部材、部材と部品の上に隙間が生じ、建物の水密性能、気密性能、断熱性能の確保に障害となる。

以上より、両国において、性能確保において寸法許容差がどの程度重要視されているのかを把握するためには、日本と中国の基準における寸法許容差の基準値を考察する必要がある。具体的には、CW 製品の寸法許容差やCW 躯体付け金物の取り付け位置の寸法許容差、CW 部材の取り付け位置の寸法許容差について、日本の基準値は『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』（2012 年版）、中国の基準値については『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』（2007 年版）、『JGJ102-2003、J280-2003 ガラスカーテンウォール工程技术規範』（2003 年版）より、基準値を引用し、それらを整理して、両国において寸法誤差がどの程度許容されているのか把握し、考察を加えることとする。

CW 製品寸法許容差の基準値

CW 製品寸法許容差の基準値として、日本のメタル CW の製品許容差を表 7-3 に、中国のそれを表 7-4 に示す。日本の場合、形材は「長さ」、「曲り」、「ねじれ」3つの項目で規定されていることが分かる。中国の CW の基準に形材の「曲り」、「ねじれ」の許容差は規定されていない。パネル材については、日本の JASS14 は「辺長」、「見込み深さ」、「対角線長の差」、「平面度」で寸法許容差の基準値を規定しているのに対し、中国の基準で、「辺長」、「対角線長の差」、「平面度」という項目があるが、「見込み深さ」寸法許容差の基準値は規定されてない。

表 7-3 日本におけるメタル CW (アルミ合金鋳物によるものは除く) 製品許容差 (単位: mm)

区分		項目		許容差
単 一 材	形	長 長さ	1.5m 以下	±1.0
			1.5m を超え 4m まで	±1.5
			4m を超えるもの	±2.0
	材	曲 曲り	長さ 1m につき	2.0
			ねじれ	長さ 0.3m につき
		パ ネ ル 材	辺 辺長	1.5m 以下
1.5m を超え 4m まで	±2.0			
4m を超えるもの	+2.0, -3.0			
見 見込み深さ			±1.0	
	対 対角線長の差		3.0	
	平 平面度		2/1000	
組 立 ユ ニ ツ ト	外 外法寸法	1.5m 以下	±2.0	
		1.5m を超え 4m まで	+2.0, -3.0	
		4m を超えるもの	+2.0, -4.0	
		対 対角線長の差		3.0

根拠：『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』2012 年版、P19

表 7-4 中国におけるメタル CW 製品許容差 (単位 : mm)

区分		項目			許容差
単 一 材	型材	主要縦材			±1.0
		主要横材			±0.5
	パネル材	普通ガラス	辺長	2m 以下	±1.5
				2m を超えるもの	±0.5
			対角線長の差	2m 以下	≤2.0
				2m を超えるもの	≤3.0
		強化ガラス	平面度		2/1000
		合わせガラス	辺長	2m 以下	±2.0
				2m を超えるもの	±2.5
			対角線長の差	2m 以下	≤2.5
				2m を超えるもの	≤3.5
		複層ガラス	辺長	1m 以下	±2.0
	1m 以上 2m 以下			+2.0、-3.0	
	2m を超えるもの			±3.0	
対角線長の差	2m 以下		≤2.5		
		2m を超えるもの	≤3.5		
組立ユニット	外法寸法	2m 以下		±1.5	
		2m 以上		±2.0	
	対角線長の差	2m 以下		≤2.5	
		2m 以上		≤3.5	

根拠：『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』2007 年版、P12

『JGJ102-2003、J280-2003 ガラスカーテンウォール工程技術規範』2003 年版、P68

上記 2 つの表を整理し、表 7-5 に日中の比較表を作成した。この表から、中国と日本の CW の基準で、製品寸法許容差の基準値は大きな差がないことがわかる。

表 7-5 日本と中国の CW の基準における組立ユニット製品許容差の比較 (単位 : mm)

	日本	中国
外法寸法	1.5m 以下の場合 ±2 1.5m を超えて 4 m まで +2.0、-3.0 4 m を超え +2.0、-4.0	≤2m ±1.5 >2m +2.0
対角線長の差	3.0	≤2m ≤2.5 >2m ≤3.5
根拠	『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』2012 年版、P19	『JGJ102-2003、J280-2003 ガラスカーテンウォール工程技術規範』2003 年版、P68

また、日本における CW の基準において、ガラス取り付けの納まりに関連するエッジクリアランスに対する要求 (表 7-6 と表 7-7) は、部位別、接着材構法別で規定されている。中国における CW の基準での標準値は (表 7-8) 部位別、接着材構法別ではなく、一つの数値で規定している。不定形シーリング材構法納まりの基準値については、日本における CW の基準でエッジクリアランス値と面クリアランス値は中国の基準値より大きい。

中国における構造用シーリング材 (Structural sealant) の寸法に対する標準値は以下である (表 7-6)。日本における CW の基準では、構造用シーリング材の寸法に対する標準値は決められていない。その原因は安全性を確保するために、構造用シーリング材に対する要求は厳しく、使用時には別の基準で構造用シーリング材を規定している。

表 7-6 日本における不定形シーリング材構法の納まり寸法標準

種類	板厚 (mm)	面クリアランス	エッジクリアランス			かかり代
			上部	左右	下部	
透明複層ガラス	6+A+6	5	6	5	7	15
	8+A+8	7	8	8	8	17
	10+A+10	7	8	8	8	19
	12+A+12	7	8	8	8	21

根拠：『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』2012年版、P177

表 7-7 日本におけるグレージングガスケット構法の納まり寸法標準

種類	板厚 (mm)	面クリアランス	エッジクリアランス			かかり代
			上部	左右	下部	
透明複層ガラス	6+A+6	3	3	3	7	15
	8+A+8	7	8	8	8	17
	10+A+10	—	—	—	—	—
	12+A+12	—	—	—	—	—

根拠：『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』2012年版、P180

表 7-8 中国におけるサッシ溝とクリアランス寸法標準

種類	板厚 (mm)	面クリアランス	エッジクリアランス	かかり代
透明複層ガラス	6+A+6	≥5	≥5	≥17
	8+A+8 以上	≥6	≥5	≥18

根拠：『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』2007年版、P15

表 7-9 中国における構造シーリング材の寸法に対する要求

厚み	≥6mm	≤12mm
幅	≥7mm	≤2 倍の厚み

根拠：『GB/T 21086-2007 建築カーテンウォール』2007年版、P10

CW 躯体付け金物の取付け位置の寸法許容差の基準値

次に、CW 躯体付け金物の取り付け位置の寸法許容差は、鉛直方向で日本と中国の許容差は同様であり、水平方向について中国における基準の寸法許容差は厳しいことが表 7-10 及び表 7-11 から分かる。

表 7-10 日本における CW 躯体付け金物の取り付け位置の寸法許容差

鉛直方向	±10mm
水平方向	±25mm

根拠：『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』2012年版、P26

表 7-11 中国における CW 躯体付け金物の取り付け位置の寸法許容差

スラブ高 (鉛直方向)	±10mm
位置 (水平方向)	±20mm

根拠：『JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技术規範』2012年版、P42

CW 部材の取付け位置の寸法許容差の基準値

日本と中国の CW の基準における CW 部材の取付け位置の寸法許容差の基準値を把握するために、日本の『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』(2012年版)(社団法人日本建築学会)、中国の『JGJ102-2003 ガラスカーテンウォール工程技术規範』(2003年版)、『JGJ/T 139-2001 ガラスカーテンウォール工程品質検査標準』(2001年版)、『JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技术規範』(2001

年版)を参照し、CW 部材の取付け位置の寸法許容差に関わる規定を抽出した。以下、表 7-12 から表 7-13 に示す。

表 7-12 日本におけるメタル CW 部材の取付け位置の寸法許容差の基準値 (単位 : mm)

目地の幅の許容差	±3
目地芯の通りの許容差	2
目地両側の段差の許容差	2
各階の基準墨から各部材までの距離の許容差	±3

根拠 : 『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』2012 年版、P 27

表 7-13 中国におけるガラス CW の主要縦部材取付位置許容差の基準値 (単位 : mm)

項目		許容差
部材全体の鉛直度	CW 高さ (H) (m)	≤10
	H ≤ 30	
	60 ≤ H < 30	≤15
	90 ≤ H < 60	≤20
	H > 90	≤25
縦部材の直線度		≤2.5
隣接縦部材高さ許容差		≤3
同階部材高さ許容差		≤5
隣接縦部材の距離許容差		≤2
部材外表面平坦度 (b - cw の幅)	近隣の三つの部材	≤2
	b ≤ 20m	≤5
	b ≤ 40m	≤7
	b ≤ 60m	≤9
	b > 60m	≤10

根拠 : 『JGJ102-2003 ガラスカーテンウォール工程技術規範』2003 年版、P 25

表 7-14 中国におけるガラス CW の主要横部材取付位置許容差の基準値 (単位 : mm)

項目		許容差
縦部材の水平度	l ≤ 2m	≤2
	l > 2m	≤3
隣接横部材の距離許容差	s ≤ 2m	≤1.5
	s > 2m	≤2
隣接横部材端部高さの許容差		≤1
隣接横部材の高さの許容差	b ≤ 35m	≤5
	b > 35m	≤7

根拠 : 『JGJ102-2003 ガラスカーテンウォール工程技術規範』2003 年版、P 25

表 7-15 中国におけるガラス CW の割付枠の対角線許容差の基準値 (単位 : mm)

項目		許容差
縦部材の水平度	l _d ≤ 2m	≤3
	l _d > 2m	≤3.5

根拠 : 『JGJ102-2003 ガラスカーテンウォール工程技術規範』2003 年版、P 25

表 7-16 中国における SSG ガラス CW の目地の許容差の基準値 (単位 : mm)

項目	許容差
目地の幅の許容差	≤2
目地芯の通りの許容差	≤2.5
目地両側の段差の許容差	≤1

根拠 : 『JGJ/T 139-2001 ガラスカーテンウォール工程品質検査標準』、2001 年版、P 27

表 7-17 中国における金属パネル・石材 CW 取付位置の寸法許容差の基準値 (単位 : mm)

項目		許容差
縦目地及び地面垂直度	CW 高さ (H) (m)	≤10
	H ≤ 30	
	60 < H < 30	≤15
	90 < H < 60	≤20
	H > 90	≤25
CW 平面度 (平坦度)		≤2.5
縦目地の直線度		≤2.5
横目地の直線度		≤2.5
目地幅の許容差		±2
隣接パネル間の目地の段差		≤1.0

根拠 : 『JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技術規範』2001 年版、P 44

表 7-18 中国におけるユニット式金属パネル・石材 CW 取り付け位置許容差の基準値 (単位 : mm)

項目		許容差
同階ユニット部品	幅 ≤ 35m	≤3.0
隣接部品の中のパネル表面の段差		≤1.0
部品間のインターフェースの接続長さ		±1.0
部品間のインターフェースが溝の底との距離		±1.0

根拠 : 『JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技術規範』2001 年版、P 44

上記の表 7-12、表 7-16、表 7-18 から、日中 CW の基準の取り付け許容差の相違点をまとめたものを、以下の表 7-19 に示す。数値を比較すると、中国と日本における CW の基準をみると、取り付けに対する精度要求については近いといえる。一方、目地の幅の許容差、目地両側の段差の許容差の要求については、中国がより厳しいことがわかった。目地心の通りの許容差の要求については、日本がより厳しいといえる。

表 7-19 日本と中国の CW の基準における CW 部材の取り付け位置の寸法許容差の基準値の比較 (単位 : mm)

	日本	中国	
		金属パネル・石材 CW	SSG 構法ガラス CW
目地の幅の許容差	±3	±2	≤2
目地心の通りの許容差	2	≤2.5	≤2.5
目地両側の段差の許容差	2	≤1.0	≤1
根拠	『建築工事標準仕様書 JASS14 カーテンウォール工事』2012 年版、P 27	『JGJ133-2001、J113-2001 金属と石材カーテンウォール工程技術規範』P 44	『JGJ/T 139-2001 ガラスカーテンウォール工程品質検査標準』、2001 年版、P 27

7.1.3 制度と基準類で定められたものが相違する原因

前項まで述べたように、日本と中国の制度で定められた CW 製作時、施工時の確認を行う技術主体や確認内容が相違すること、日本と中国の基準類で寸法許容差の基準値に関する規定項目に相違点があることがわかった。以下に、それらの原因を考察する。

日本と中国の制度で定められた CW 製作時、施工時、完成時の確認を行う技術主体や確認内容が相違する原因は、他国の影響、業界の状況が異なることによるものであると考えられる。その理由として、中国の監理体制や監理エンジニア制度の導入が、欧米の影響を受けたことがあげられる。1980 年代以前、中国では監理エンジニア制度はなく、改革開放に伴い、外国借款プロジェクトへの対応として、工程監理体制が導入された。また、中国国内の建築業界の品質確保の問題によって、監理体制や監理エンジニア制度が導入された背景がある。

さらに、日本と中国の基準類で寸法許容差の基準値に関する規定項目が相違する原因

としては、基準の位置付けの相違であると考えられる。基準の位置付けの相違によって、寸法許容差の基準値に関する詳細さの程度は異なっているといえる。

7.2 CW 製作段階の検査・確認体制

本節では、CW 製作段階の検査・確認体制について説明する。CW メーカーの CW 部品製作プロセスに関する実態を把握するために、日本の CW 工場と中国の CW 工場での現地調査及びヒアリング調査を行った。これら調査により、CW メーカーの業務範囲、CW 製作プロセスと検査・確認体制を明らかにする。

7.2.1 CW 製作時 CW メーカーの業務範囲

日本側の CW 専門家へのヒアリング調査によると、中国の CW メーカーの CW 製作時の業務範囲は日本のメーカーとほぼ同様であるが、相違点としては、以下の点が挙げられる。

まず、CW 材料の調達である。中国では、日本のように総合請負業者が、ガラスの調達を行わず、CW メーカーがガラスを調達する。

中国では、CW メーカーはアルミ型材の生産をせず、CW 設計、製作業務のみを行う。しかし、日本では設計、製作、生産を一貫して行う体制をとっており、日本における大手 CW メーカー Ma-A 社は、アルミ型材の生産から工作機械の製造まで全てを行っている。

また中国では、日本と異なり、CW メーカーは、入り口のドアやアルミのドアはドア専門の会社が製造する。しかし、日本製品と同等の水密、気密性能はない。

中国では、型材及び型材の塗装について電着皮膜がないため、全て焼き付け塗装で、焼付けラインは容易で、車の焼付けと同様で、そのまま窯に入れ焼く。通常、皮膜は 40 ミクロンから 70 ミクロンの間の厚みであっても、一部が 20 ミクロンもしくは 90 ミクロンである場合もあるなど、厚みが均一ではない。また、皮膜や塗装に亀裂があるケースもある。

中国の CW メーカー、加工組みメーカーは、基本的に加工後の塗装は行わない。大規模プロジェクトは別として、一般的なプロジェクトの場合、材料を先に塗装をした後に加工し、粉体塗装などはせずに出荷する。一方で、加工後の塗装を必要としているのは、日本のメーカーの特徴である。

窓、CW の加工及び施工をする会社は、中国国内に約 5800 社あるが、日本のような加工フローで加工後の塗装をする会社は、ほとんどない。中国では、全て押し出し工場で塗装を行い、加工後の塗装をしない。また、製作過程における材料検査の要求は低く、型材は凸凹があっても廃棄しない。このことから、日本の CW メーカーの受け入れ検査は、中国より厳しいと言える。



図 7-1 日本におけるアルミ型材生産フロー
(出典：メーカーのパフレット)

日中における CW メーカーの業務範囲の比較を、以下、表 7-20 にまとめた。

表 7-20 日中における CW メーカーの業務範囲の比較

CW 製作時の業務範囲	日本	中国
型材の押し出し業務	する	しない
入りロドア、アルミドアの設計、製作、取り付け	する	しない
ガラスの調達、取り付け	しない	する



図 7-2 中国 CW 工場の作業風景 (撮影: 筆者)

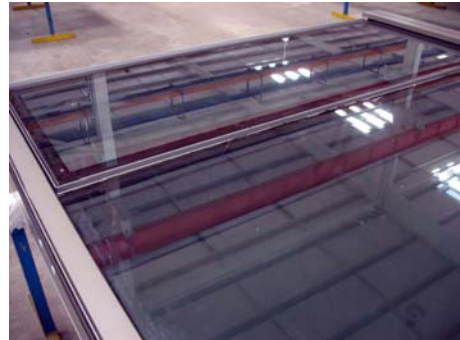


図 7-3 中国 CW 工場の作業風景 (撮影: 筆者)



図 7-5 作業場のユニット部品の中のカセット (撮影: 筆者)



図 7-4 シーリング材を注入する設備 (撮影: 筆者)



図 7-6 シーリング材を注入する設備の部屋の外観 (撮影: 筆者)

7.2.2 CW 製作プロセス及び検査・確認体制

日本のCW製作時のプロセス及び検査確認体制を明らかにするために、大手CWメーカーMa-A社の中国蘇州工場において現地調査を行った。把握した内容は、以下のとおりである。

工場の概要：

工場の敷地面積は約40万平米、従業員の数は1450人で、うち日本人は8人である。第一部品工場、第二部品工場、カーテンウォール工場の3工場が併設した形になっている。CW工場は年間20万平米のユニットCWを生産している。工場の面積は28,500平米で、CW工場の社員数は520人である。

CW製作プロセス：

中国の華南地区でのアルミ押し出しメーカーから材料を入荷する。受け入れ検査後は、切断、加工し、部品つけ、組み立てを行い、最終的にユニット完成品で出荷する。

まず、型材、部品、ガラスの受け入れ検査を行う。CWのユニットを構成するために、アルミ型材、ガラスなど様々な主材がある。アルミ型材については、受け入れ検査、塗装を行い完成品となる。出荷前には傷、皮膜などの検査を行う。ガラスのカットはガラスメーカーの工場で実施し、加工まで行う。次に塗装として、デザイン、用材、付層関係、粉体関係を10m材まで対応できる設備で行う。塗装ラインでは、材料の受け入れ検査を行う。更に皮膜検査をし、粉層、最終的に出てきた製品を検査する。塗装の品質管理項目は、外観、枠厚、色調である。材料性能試験としては、伏着性能試験、塩分濃度試験、耐久性試験、溶剤性試験を行う。設備自体は簡単にできるが、塗装は管理面で全体に対する大きな影響を与えられられる。

次に、試作について説明する。蘇州工場は、作業員と様々な設備を用いて稼働しているが、試作なしで本生産になるとミスや漏れが発生する。このため、プロジェクトの立ち上げ時に、試作を一回作成する。内容はCW押出の生産技術、精密施設の設計技術を用い、初めに押出し、加工、部品、組み立て関係までの全ての工程を一連に行う。その後、量産準備や改善、設計の一部と仕様変更及び、量産前の最終的のデザインレビューといったことを行い、双方に確認しながら最終の生産活動に入るというコンセプトでCWの事業を進める。

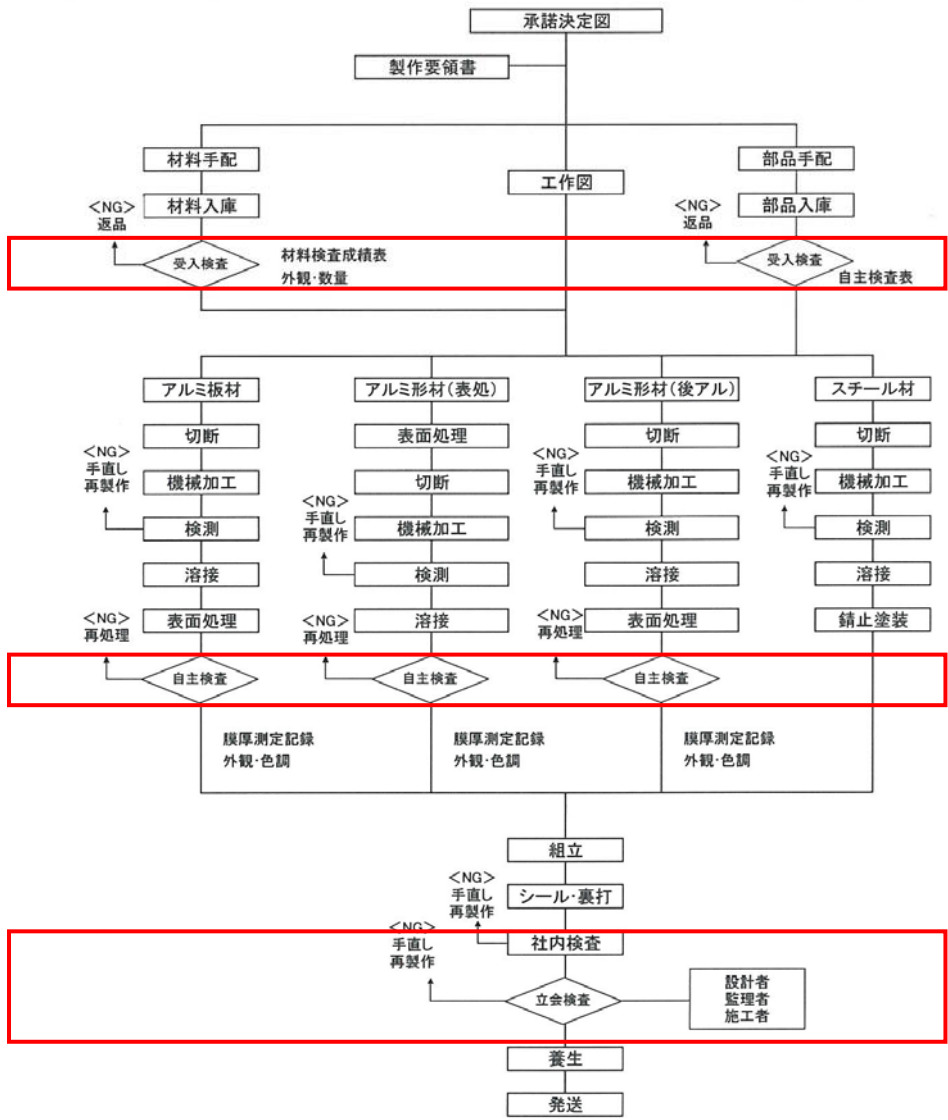


図 7-7 工場の製作プロセス

日系メーカーの工場における CW 部品加工フローを図 7-8 に示す。

まず全数検査として、傷、曲がり、とび、高度、電着アルマイトを検査する。その後、形材を切断し、塗装工程、金具と穴上げを行う。その後、加工工程の材料について傷とバリを再検査する。枠つけ作業指示書の作成は、管理後に、前処理を行う。前処理は材料の合格基準を示す為に見本を用意する。その後、焼付け、焼付け温度の測定をし、本生産に入る。仕上げ工程後にシーリングを注入し、完成品の汚れ防止のためにコーティングを行う。

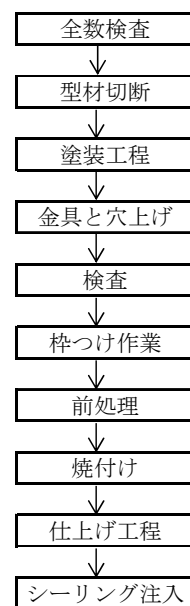


図 7-8 日系メーカーの CW 部品加工フロー (出典：メーカーの説明から整理)

次に、中国のある大手 CW メーカーの仕事の流れを図 7-9 に示す。中国の CW メーカーはガラスの調達までを扱うことがわかり、日本の CW メーカーと異なる特徴である。

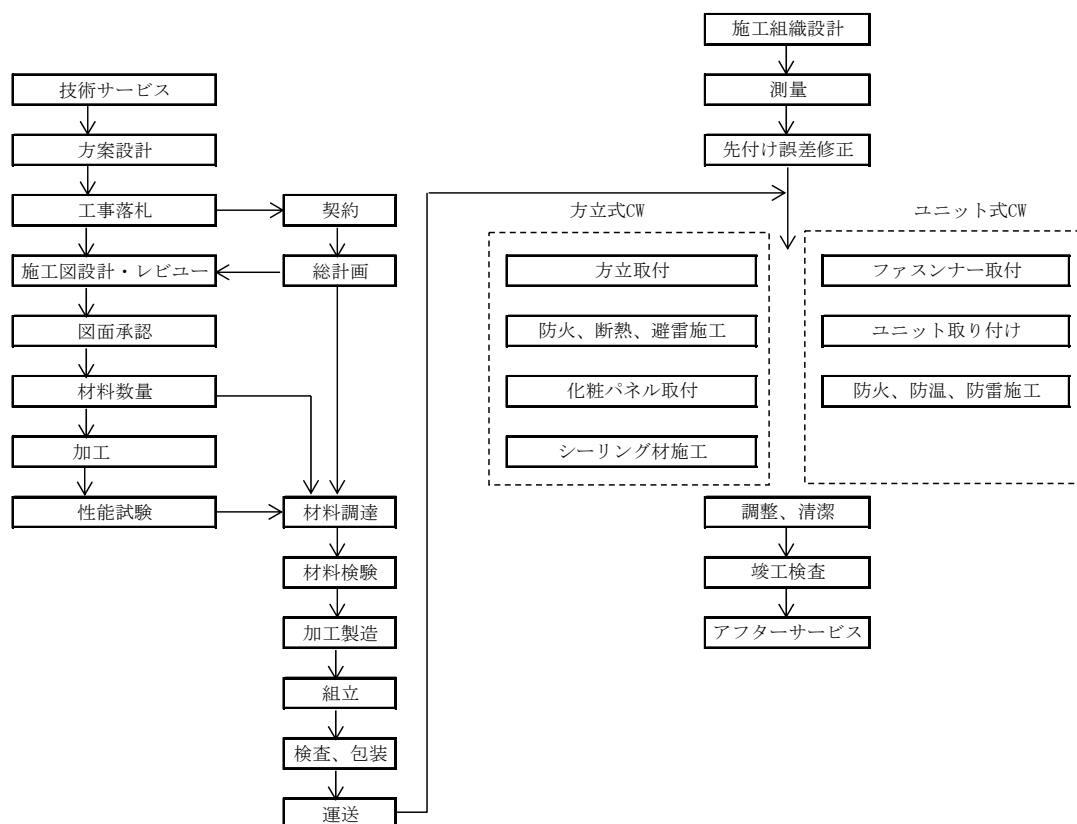


図 7-9 中国における CW メーカー Ma1 社の生産の流れ
(出典：CW メーカー Ma1 のパンフレットから整理)

日本の CW メーカーの場合、製作後に施主、建築設計者、総合請負業者が参加する立ち会い検査が行われ、現場写真がある種の証拠写真として、工事現場の管理事務所に保管するのが一般的である。一方、中国では製作後に立ち会い検査を行うかどうかは、そのプロジェクトの重要度による。CW コンサルタントは立ち会いが、建築設計者の立ち会いは必須ではない。また、写真による検査は行われない。以上が、実態調査による結果である。

次に、文献調査により、上記事項を補完する。既往調査報告書⁶⁹によると、日本では CW 製作工場の品質確保は単に国の品質確保フローの基準によって達成することではなく、チームワークと会社への献身(commitment to a company)で均質な品質(uniformity of quality)を達成することであると述べられている。作業は、次の作業員が照合し、問題があれば前工程に戻される。一方、欧州大陸の CW 製作工場の品質確保は TQM(総合的品質管理、Total Quality Management)で達成する。米国では、CW コンサルタントが QAS(Quality Assurance Services、品質確保業務)を行い、製作工場検査と取付けプロセスに対する視察を行う。

⁶⁹ Centre for window and cladding technology, A comparative study of the façade industry in the UK, Europe, Japan and the USA, Part II, pp.24-26, 1992

7.2.3 実態の体制となった原因

前節で述べたように、日本では一貫生産体制が広く採用されており、アルミ押出からCW 部品組み立てまでを一つのメーカーで行う。アルミ型材の機械加工後には、表面処理があり、この体制は材料の耐久性能を確保するに有利である。日本のメーカーの受け入れ検査や自主検査で不良品と判断されるものは、中国メーカーより数量が多い。また、建築設計者や総合請負業者が工場立ち合い検査を行っている。一方で、中国ではアルミ押出とCW 部品組み立ては異なる工場で行い、アルミ型材機械加工後に表面処理をしない。CW コンサルタントは工場立ち合い検査を行うが検査がない場合もある。

これらの実態を生じた原因を、以下に考察する。商習慣の相違によって、日本は一貫生産の優れた点を認識していると考えられる。CW 業界だけではなく、他のものづくり業界においても一貫生産が広く採用されている。

また、他国の影響としては、中国は欧米の影響を受けた背景から、コスト低減が可能な経営の専門分業化方式を採用する。更に、社会風土の特徴は、技術主体の価値観や技術主体の組織管理に違いを、引き起こしていると考えられる。技術主体による工場立ち合い検査による品質の均質性の確保を重視する程度が異なり、両国において工場立ち合い検査の位置付けが異なっていると推測される。

7.3 CW 施工段階の検査・確認体制

前節では、CW の製作段階の検査・確認体制の実態を把握してきた。本節では、CW の施工段階における検査・確認体制について、各事例における各主体の役割、設計変更、工事検査と確認体制について述べていく。

7.3.1 事例におけるCW 施工段階の各主体の役割

まず事例における各主体の役割について説明する。各事例の関係者へのヒアリング調査から、日本と中国におけるCW 施工段階において検査確認を行う技術主体を比較した。その結果を表7-21にまとめる。日本はCW メーカー、建築設計事務所、総合請負業者が技術主体であり、中国はCW メーカー、監理会社、CW コンサルが技術主体である。

表 7-21 CW 施工段階で主な検査確認を行う技術主体の比較

日本			中国		
CW メーカー	建築設計事務所	総合請負業者	CW メーカー	監理会社	CW コンサル

日本のCW メーカーMa-A社へのヒアリング調査によると、一般的に日本では、施主は監理を建築設計事務所に委託する。建築設計事務所の検査は、施主の検査より厳しく、監理機能を持たない施主も存在する。施主の検査意見は、最も優先される。施主が大手デベロッパーである場合、その監理は、主に、以下の三つの内容がある。①材料調達先の検査、②工場でのCW 製品立会い検査、③CW 取り付け検査である。

CW 施工段階での各主体の役割について、ヒアリング調査をもとに下の表 7-22 にまとめる。

表 7-22 に示すように、日本の事例 (JP1) と中国の事例 (CH1) では CW 施工段階での照合、確認、検査、指示を異なる主体が行っている。中国の事例では建築設計事務所、総合請負業者が実施する照合、確認、検査、指示などは、日本の事例より少ないと見られる。しかし、中国の建築監理会社に着目してみると、CW 施工段階の各種照合、確認、検査、指示など多くの業務をこなしていると考えられる。その要因としては、契約関係、分業体制が日中で異なることが影響していると考えられる。また、総合請負業者の CW 工事に対する管理の内容とレベルに関しても、日本と中国は異なることを確認した。

表 7-22 日本と中国の事例における施工段階で各主体の役割の比較

事例 施工段階 の各主体の役割	日本 (事例 JP1)				中国 (事例 CH1)						
	施主	建築設計 事務所 Ar6	総合請 負業者	CW メーカー	施主	建築設計 事務所 Ar1	建築設計 事務所 Ar2	CW コンサ ルタント	CW メーカー	総合請 負業者	監理 会社
建築施工図設計			○				○				
Project 全体施工計画照合		○									○
材料、機械保管使用の検査			○				○				○
施工機械操作員資格の確認			○								○
工期に影響を与える指示	○		○		○						○
契約金額に影響を与える指示	○				○						○
工物品質標準に影響を与える指示	○	○			○		○				○
設計変更の検討	○	○			○		○				
工場組み建て検査		○	○	○			○	○			○
現場材料部品検査、調整指示		○	○	○			○	○			○
取り付け検査		○	○	○			○	○			○
防火避雷、竣工後見えない部分の検査	(日本では、取り付け検査に含まれている)							○	○		○

次に施工チームに着目すると、中国の事例では、現場施工チームの管理層 (作業員以外のメンバー) は 8 人おり、構成メンバーは Project Manager (以下、PMr と省略する)、PMr アシスタント、安全担当者、品質担当者、材料担当者、技術担当者などである。一方、日本の事例では、現場施工チームは現場管理者として・施工管理担当及びそのアシスタント (大型プロジェクトのみ) と職長で基本的に構成されている。中国のような個別の管理者は通常おらず、施工管理者がそれらを兼務しオフィスの品質管理、施工技術、購買・業務をサポートする形で対応している。

また、中国の事例の CW 施工段階で、CW メーカーの設計部門の設計者は一ヶ月ごとに現場で会議を開き、CW 設計と取り付けに関わる問題点の検討をしている。しかし日本の場合、CW メーカーの設計部門が行う CW 施工段階での役割は少ない。主に、初品施工段階の確認を実施し、課題が発生した際に対応する。

7.3.2 CW 施工段階での CW に関わる設計変更

CW 施工段階における設計変更の実態を把握するために、両国の事例における設計変更の内容および変更の原因、情報の伝達方向について、ヒアリング調査を行った。

最初に、中国の事例について記述する。事例 CH1、事例 CH2 の CW メーカーの設計者へのヒアリング調査によると、施工段階において CW に関わる設計変更は、2 種類ある(図 7-10)。変更の範囲が小さい場合は、CW メーカーの現場の技術者が問題点を提出し、CW メーカーの設計者がその問題点を検討し変更図面を作成する。変更の範囲が大きい場合は、CW メーカーの現場の技術者が問題点を提出し、CW メーカーの設計部の設計者がその問題点を検討し、変更図面を作成する。その後、建築設計院(日本での建築設計事務所に当たる)がその変更図面を検討し、設計変更シートを作成する。

事例 CH1 における CW に関わる設計変更の内容は主に CW 部品の設置についてである。設計変更の理由は、建築意匠設計の変更や躯体施工誤差があげられる。現場では、躯体施工誤差の範囲は 2cm~10cm である。

事例 CH1 の CW メーカー Ma1 社の現場管理者へのヒアリング調査によると、CW の施工段階に現場の技術者が設計ミスを発見した際に、設計変更の要請を提出する。設計変更は建築設計院が検討する。設計変更について、各技術主体が会議を開いて検討することはほとんどない。建築監理エンジニアは設計変更について指摘や検討をせず、CW の工事の進捗と品質についてのみ指摘する。

事例 CH2 の CW メーカーの設計部の設計者へのヒアリング調査によると、事例 CH2 における CW に関わる設計変更の内容は主に、CW 部品の設置、位置、寸法についてである。設計変更の原因は VE の視点からコストを低減するためであり、更に建築意匠設計の変更、躯体施工誤差があげられる。

次に、事例 CH3 では CW メーカーへのヒアリングが出来なかったため、総合請負業者へのヒアリング調査により内容を把握した。事例 CH3 の総合請負業者によると、事例 CH3 では、施工段階に、CW に関わる設計変更の内容として、以下の点が挙げられた。

- ① 建築の意匠設計が変更するため、ガラス色付け、アルミパネル色付けと規格の変更を行った。
- ② 地方の建築防火設計に関する行政管理規定の改定のため、断熱構法および防火層間ふさぎ材料の変更を行った。
- ③ 水密性能、気密性能の確保についてを検討した後、可動部の面積と数量を変更した。
- ④ VE の視点からコストを低減するため、設計変更を行った。

また、事例 CH3 の設計変更のプロセスは 2 つある。

- ① 現場で直接解決できる問題点である場合、現場の CW 施工者は問題点および解決

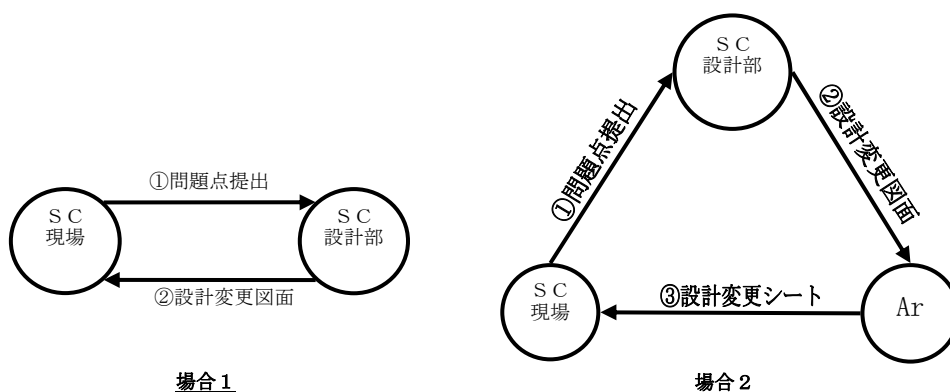
提案を総合請負業者に提出する。総合請負業者は『技術査定シート』を作成し、建築設計事務所が『技術査定シート』を審議し、承認した後に現場に送る。

- ② 現場で直接解決できない問題点である場合、現場の CW 施工者は問題点を総合請負業者に提出し、総合請負業者はその問題点について、建築設計事務所へ転送する。建築設計事務所が検討した後に設計変更シートを作成し、現場に送る。

以上のヒアリング結果を表 7-23、図 7-10、図 7-11 にまとめる。

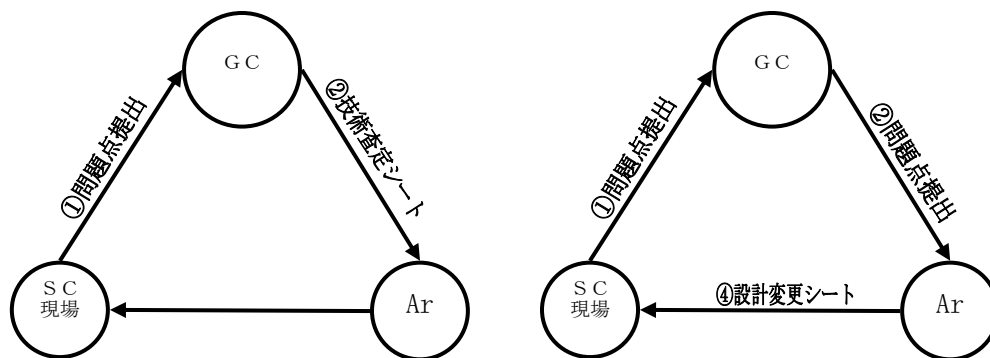
表 7-23 中国の事例における CW 設計変更

項目	事例 CH1	事例 CH2	事例 CH3
設計変更の内容	CW 部品の設置、位置	CW 部品の設置、位置、寸法	外観-ガラス色付け アルミパネル色付けと規格 断熱構法および防火層間ふさぎ材料 可動部の面積と数量
設計変更の原因	建築意匠設計の変更 躯体施工誤差 設計のミス	VE の視点からコストを低減するため 建築意匠設計の変更 躯体施工誤差	VE の視点からコストを低減するため 建築意匠設計の変更 地方の建築防火設計規定の変化 水密性能、気密性能の確保のため
変更の検討プロセスに情報の伝達方向	①ケース 1：現場の CW 施工者は問題点を提出→CW メーカーの設計部は問題を検討し、設計変更図面を作成→現場 ②ケース 2：現場の CW 施工者は問題点を提出→CW メーカーの設計部は問題を検討し、設計変更図面を作成→建築設計事務所は設計変更シートを作成する→現場	①ケース 1：現場の CW 施工者は問題点を提出→CW メーカーの設計部は問題を検討し、設計変更図面を作成→現場 ②ケース 2：現場の CW 施工者は問題点を提出→CW メーカーの設計部は問題を検討し、設計変更図面を作成→建築設計事務所は設計変更シートを作成する→現場	①ケース 1：現場の CW 施工者は問題点を総合請負業者に提出→総合請負業者は CW 施工者が作った『技術査定シート』を建築設計事務所へ転送→建築設計事務所が審議し、承認する→現場 ②ケース 2：現場の CW 施工者は問題点を総合請負業者に提出→建築設計事務所が検討する→建築設計事務所は設計変更シートを作成する→現場



説明：Ar-建築設計事務所、SC-CW メーカー

図 7-10 事例 CH1 と事例 CH2 における CW 設計変更の検討プロセスに情報の伝達方向



説明：Ar-建築設計事務所、SC-CWメーカー、GC-総合請負業者

図 7-11 事例 CH3 における CW 設計変更の検討プロセスに情報の伝達方向

次に、設計変更について、日本の CW メーカー Ma-A 社の専門家にヒアリングを行った結果、日本の事例では、以下のような実態が明らかになった。

VE による変更は、予め、設計事務所、施工業者と打合せし VE 変更の承認を受ける必要があり、承認なしに CW 部品の設置、位置、寸法を変更することはない。VE 変更が認められて初めて施工図の設計に入り、施工図承認時も予め、設計事務所、総合請負業者の照合を受ける。これを図面にフィードバックし施工図の承認を得るため、ミスが生じにくいと考えられる。

工事期間中に突然規格が変更されるということはあまりない。理由として、規定が変更され施行されるまで時間があり、規格の変更に該当するのか、あるいは旧規格で適用させるのかを予め検討することが挙げられる。

図面段階での照合は、承認申請段階での設計変更はあるが、通常取り付け開始後の設計変更は少ない。設計ミスや施主からの指示がある場合は、追加工事を行う。設計、施工、CW 業者の協議により行われるが、施工図設計段階でも現場定例会議で設計者、総合請負業者、関連業者の検討・照合が行われる。基本部に加え各部位の詳細まで検討し図面化するため、施工段階で大きな問題が生じることは無いと考えられる。マイナートラブルは担当者と総合請負業者間での検討で解決が出来るため、各技術主体が会議で対応することは殆どない。CW 施工段階での設計に関わる課題については、総合請負業者との意見交換会で解決される。

設計調整要請がある場合、CW メーカーの設計主担当者もしくは PMr は、現場の状況を考慮した上で、建築設計事務所へ設計調整要請を提出する。メーカー Ma-A 社では Project Management 制(以下、PM 制と省略する)を採用し、PMr は営業、設計、施工の全段階において資金や工程を管理する。大規模プロジェクトの場合、一物件あたり一名の PMr を担当するが、小規模プロジェクトでは一人の PMr で二つの物件を担当する。

7.3.3 日本における CW 工事検査・確認体制

前項までに、事例における各主体をまとめ、CW 施工段階での設計変更について詳細に説明してきた。本項では、日本の CW 工事検査と確認体制について述べていく。

日本における CW 工事の管理は、主に総合工事業者（総合請負業者）が実施する。外装工事の管理体制に関する資料を建築設計事務所 Ar6 社へのヒアリング調査より入手した。その管理体制を図 7-6 に示す。

図 7-6 に示すように、建築設計事務所の現場監理チームと外装委員会、演出照明設計者、アルミ CW メーカー、ガラス施工者、ガラスメーカー、PCCW メーカー、シーリングメーカー、ブラインドメーカーなどの担当者あるいは代理が総合請負業者に協力している。また、総合請負業者の技術研究所の専門家も入っている。この要因として、総合請負業者の CW 専門家は、現場をサポートすると仕様書に記載されているからである。

CW メーカーは検査表を作成し、総合請負業者の現場担当者と意匠設計者の承認をもらう。CW メーカーが工事するにあたり、施工図、製作要領書（製作の方法や手順に関する管理基準）、施工要領書の 3 つの要件があり、承認が必要である。

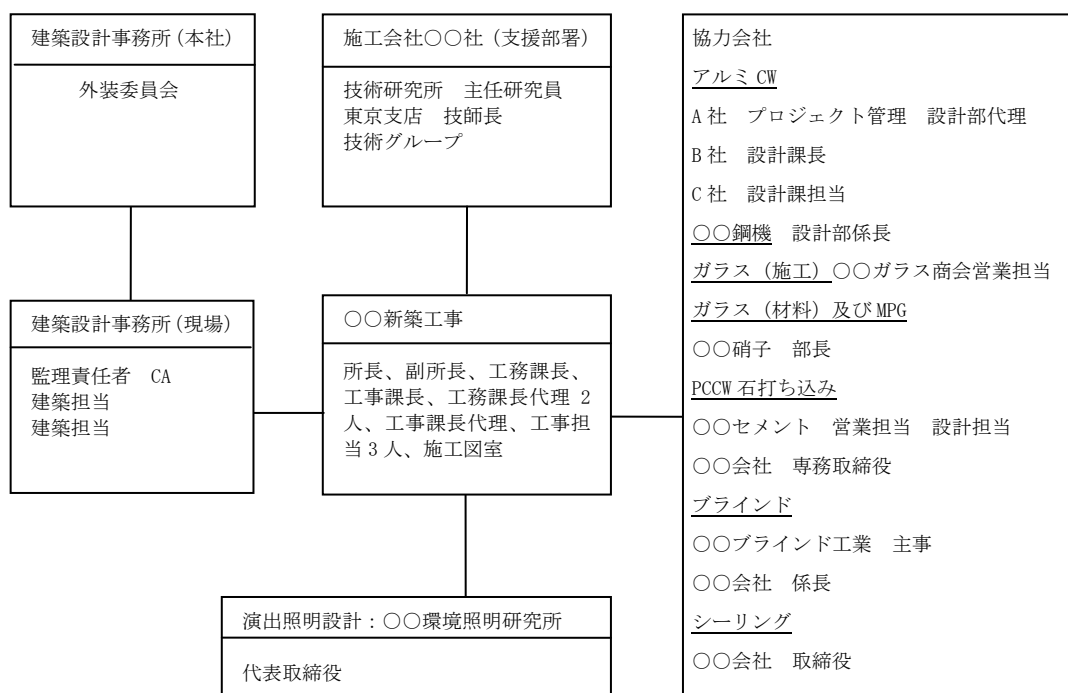


図 7-12 外装工事の管理体制

(参考資料：日本における建築設計事務所 Ar6 社の提供資料)

品質確保に関わる確認事項は、以下に示す通りである。

- ① 躯体及び鉄骨の確認：躯体の誤差、鉄骨精度・位置、埋め込みファスナー位置
- ② 受入検査(目視・スケール)(検査表あり)：外観上のキズ・破損、部材の取り付け状況、数量・仕様の確認
- ③ 取り付け精度検査(目視・スケール)(検査表あり)：面内・面外、固定状況、外観状況
- ④ 本締め確認(目視・スケール)(検査表あり)：締め付け確認、HTB トルク・マーキング確認、固定ビス確認
- ⑤ 立会い検査(目視・スケール)(検査表あり)：レベル、面内・面外、取り付け・固定状況、外観状況

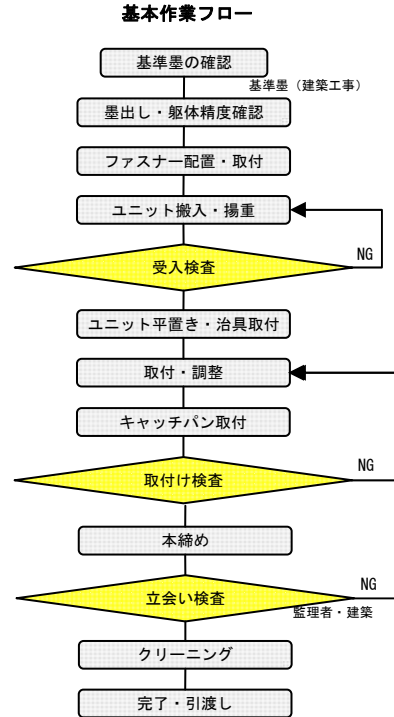


図 7-13 日本における CW 施工品質管理検査フロー
出典：メーカーによる資料

検査フロー

(1) 受入検査

- ① 受入検査は現場搬入後、荷捌階にて実施する。
- ② ユニットの傷やガラスのズレ・割れ・破損、ガasketの外れ、工場シールのシール切れ等について確認する。
- ③ 検査は施工協力会社による自主検査完了後、工事担当者による抜取検査を実施する。
抜取率は工事着手時の全数 100%とし、抜取検査

結果により抜取率を低減する方式（最終約 5%）とする。現場検査状況(問題がない状況)により、抜取率を関係者と協議の上決定する。

- ④ 上記検査完了後、抜取検査表を提出し確認を受け、必要に応じて工事監理者による立会い検査を受検するものとする。

(2) 取り付け精度検査

- ① 自主検査記録表を用いて施工協力会社による取り付け精度等の全数検査を実施する。その後、工事担当者による抜取検査(50%)を実施する。現場検査状況(問題がない状況)により、抜取率を関係者と協議の上決定する。

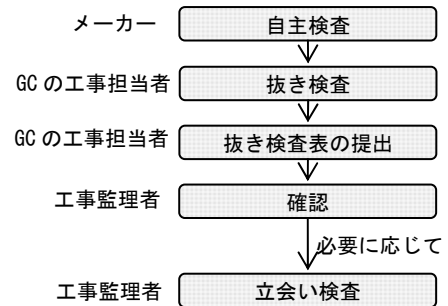


図 7-14 日本における受入検査フロー

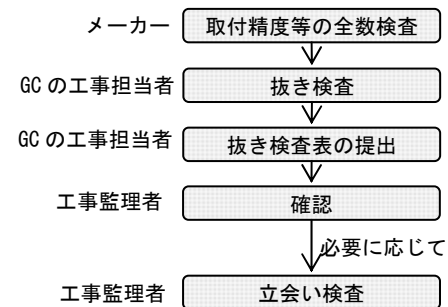


図 7-15 日本における取付け検査フロー

- ② 上記検査完了後、抜取検査表を工事監理者へ提出し確認を受け、必要に応じて、工事監理者による立会い検査を受検するものとする。

表 7-24 CW 施工段階で日本の CW メーカーの管理シート

管理シート	検査・確認項目	記入者
製品受入検査表	アルミ、ガラス、キャスト・ステン材、レインバリア、シール	総合請負業者の現場管理責任者、現場責任者、検査責任者、建築品質担当者、メーカー施工管理担当
受入検査要領	CWユニット数量、アルミの傷・破損、ガラスの傷・破損、化粧ボードの傷・破損・脱落、ユニットフック、ボルト・ナット、各所シールの打設状況、ウインドバリアの傷・破損・取り付け状況、レインバリアの傷・破損・取り付け状況	建築担当者、職長、メーカー担当
施工検査表 (取付け時・完成時)	確認-取り付け精度(高さ、出入り、寄り、目地)、HTB 締付け状況、キャッチパン取り付け、レインバリアの状況、ガスケットの状況、傷の有無 検査-キズ・打痕等、清掃(汚れ・拭き残し)	総合請負業者の現場管理責任者、現場責任者、検査責任者 メーカー施工管理担当
取付け自主検査要領	各ユニットの取り付け精度、ユニット固定ボルトの固定状況、HTB の固定状況、ウインドバリアの密着状況、レインバリアの組み合わせ状況、キャッチパンの取り付け状況、傷・欠陥、クリーニング状態	

7.3.4 中国における CW 工事検査・確認体制

次に、本項では中国における CW 工事検査と確認体制について整理していく。

中国での CW 検査は、主に CW メーカー社内で行う。中国における CW メーカーの組織図を以下の図 7-16 に示す。CW メーカー内部の総経理、総エンジニア、CW 工事プロジェクトマネージャーは総責任者である。また、プロジェクトエンジニアとプロジェクト副マネージャーが CW 工事の全般を統括管理している。通常、技術員、計画員、施工員、質検員、安全員、材料員、会計は具体的な部分を管理している。また、CW 工事業者は施主、総合請負業者、建築設計事務所、内装業者と協力をしている。

CW コンサルタントは月一回、施工現場へ行き、検査を行い、検査レポートを作成する。

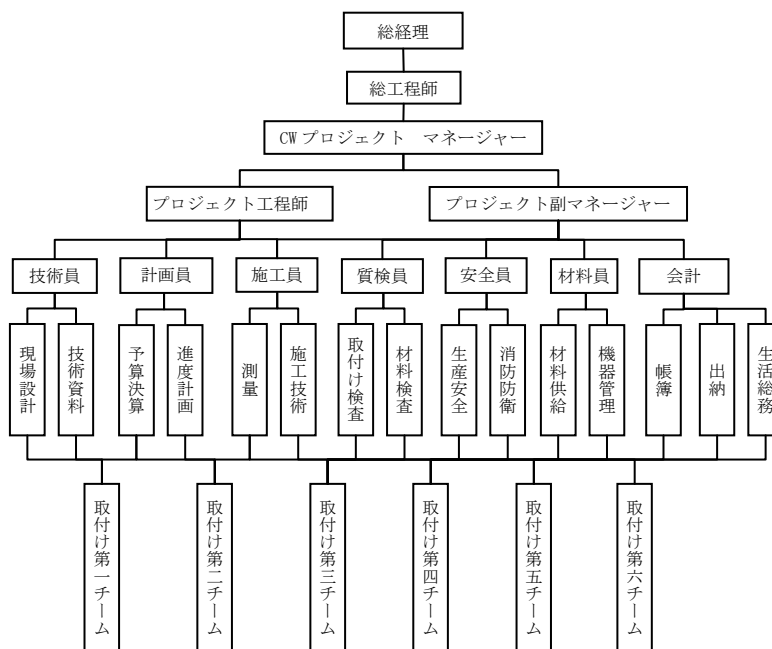


図 7-16 中国における CW メーカー組織図

(資料出典：中国における CW メーカーからの資料整理)

中国大手 CW メーカーの内部で、品質に関わる管理シートは、表 7-25 に示すような種類がある。

表 7-25 中国の CW メーカーの施工段階で管理シート

種類	管理シート	記入者
受入自主検査	材料検査シート	メーカーの PMr
	材料入庫検査シート	メーカーの PMr、安全品質検査員
	材料運送、保管品質問題シート	メーカーの PMr、取り付けチーム担当者、統計員
	材料入庫統計表	メーカーの PMr、取り付けチーム担当者、統計員
	余る材料の倉庫帰すシート	取り付けチーム材料担当者
取付け自主検査	技術情報伝えシート	メーカーの PMr→取り付け作業チーム
	先付け金物検査シート	メーカーの検査人、取り付けチーム担当者、メーカーの PMr
	ファスナー、溶接、腐食防止検査シート	
	最上部、最下部、避雷検査シート	
	仕上げ検査シート	
	シーリング工事検査シート	
	養生検査記録シート	メーカーの品質検査員
	取り付けチームの品質担当者の毎日検査シート	
	工事取り付け品質問題意見シート	メーカーの PMr
	モックアップ説明シート	メーカーの PMr→取り付け作業チーム
	モックアップ検査シート	メーカーの PMr
	毎週品質会議記録シート	メーカーの PMr
	安全品質監理部によるお知らせシート	メーカーの安全管理部、取り付けチーム担当者、メーカーの PMr
完成時検査	部分工事竣工検査シート	—
	部分工事竣工検査申し込みシート	—
	竣工検査申し込みシート	—

中国では、受け入れ検査（中国語で「材料検査」）は、日本のように総合請負業者や建築設計事務所が参加することはなく、CW メーカーの PMr や安全品質検査員、取り付けチーム担当者、統計員のみで行う。受け入れ検査要領は明記されておらず、全数検査か、抜取検査かについても明記されていない。監理会社の監理者は、材料メーカーの品質証明書だけを確認する。取付け時の検査について、日本のように総合請負業者が参加することはなく、CW メーカーの自主検査を中心に実施する。

取付け検査項目は明記されているが、全数検査か、抜取検査かについては明記されていない。監理会社の監理者は、竣工後見えない部分の検査を行う。CW コンサルタントは一月ごとに、CW 現場取り付け品質（ファスナーの溶接寸法と品質、調整用ボルトの取り付け位置、部品の養生）、20%MPI testing of structural fillet welds の検査報告書の確認、ファスナーの鉄骨材のメッキ厚みの検査、ボルトと座金の寸法検査を行う。

また、中国の事例（CH1）での監理について、日本との比較を表 7-26 に示す。

表 7-26 中国事例での監理と日本事例での監理の比較

国	中国の事例 CH1		日本の事例 JP1～JP7
監理主体	監理会社	CW コンサルタント	設計事務所の監理部門、施主の監理部門
監理根拠	国の基準、CW 仕様書	CW 仕様書、国の基準	CW 仕様書、国の基準及び自社仕様
監理範囲	工場組み立て、現場取り付け	工場組み立て、現場取り付け	工場組み立て、現場取り付け
頻度	毎日	一ヶ月ごとに	初品及び定期検査（中国より頻度は低い）

国	中国の事例 CH1		日本の事例 JP1～JP7
提出書類	監理日誌、監理報告書、竣工後見えない部分の検査シート、分項工事の完了検査シート	工場と現場検査報告書 (factory and jobsite inspection report)	工場製品検査と施工検査報告書
検査確認承認項目	CW 主材料 (鉄骨材、アルミ型材、シーリング材) の品質確認 竣工後見えない部分の工事の検査	工場試験 (flood test) の実施、強化ガラス heat soak 処理の記録書類の確認、 アルミ型材機械加工図の照合、CW ユニットにガスケットの寸法、 CW 現場取り付け品質 (ファスナーの溶接寸法と品質、調整用ボルトの取り付け位置、部品の養生)、 20%MPI testing of structural fillet welds の検査報告書の確認、ファスナーの鉄骨材のメッキ厚みの検査、ボルトと座金の寸法検査	・購買品、材料、業者の品質検査と承認 ・施工状態でのCWの納まり、品質確認

両国における CW 工事検査・確認体制の実態に関して、以下のことがわかった。

- ①日本では、CW メーカーの全数自主検査以外に、総合請負業者は受け入れ検査から取り付け検査、完了検査まで細かく抜き取り検査、承認を行う。検査確認項目は検査表に載せており、総合請負業者の承認をもらう必要がある。
- ②中国では大規模プロジェクトの場合、CW メーカーの自主検査が中心である。中国の CW メーカーの CW 工事自主検査の範囲は、日本より比較的少ない。
- ③中国の監理会社と CW コンサルタントによる検査頻度は、日本の設計事務所と施主の監理部門より多い。しかし、中国の監理会社の検査頻度は多いが、検査項目でみると少なく、また専門知識を持ってない。それに比べ、中国の CW コンサルタントはより高い専門知識を持っている。検査の根拠は、国と業界の CW の基準と仕様書 (技術規格説明書) である。
- ④事例 CH3 の CW メーカーの施工検査表では、検査項目は載せているが、全数検査か抜き検査かといった詳細な標記はない。また総合請負業者の検査確認欄もない。検査の根拠は、国と業界の基準である。
- ⑤事例 CH3 の総合請負業者へのヒアリング調査によると、原則上総合請負業者は CW 材料の品質、品質証明資料、部品の品質、現場の取り付け品質、施工進度、安全などに関して、毎日検査や管理を行う。検査の根拠は、国と業界の基準である。
- ⑥完成時、中国の事例 CH1 では、政府の品質監督機構、監理会社、CW コンサルタント、総合請負業者は検査に参加する。中国の事例 CH2、3 では、政府の品質監督機構、監理会社、総合請負業者は検査に参加する。

7.3.5 実態の体制となった原因

本節では、CW 施工段階での検査・確認体制について詳細に実態を把握してきた。

まず両国における設計変更の実態は、日本では図面段階で照合し、承認申請の段階で設計変更がある。一般的に、取り付けが始まってから、設計変更ということはあまりないことがわかった。一方で、中国では、取り付け開始後の設計変更がある場合があることがわかった。そのような日中の差異を生じる原因は、取り付けの前に、十分な検討を行ったかどうかであると考えられる。この検討が十分になされたかどうかという点は、

各技術主体の価値観や、仕事習慣と関連しているといえる。

次に、両国における施工段階での検査の役割を果たす主体の実態として相違点を明らかにしたが、これが生じる原因は主体間の関係性の相違だと推測できる。この主体間の関係性とは、他国の影響や、法制度の影響、仕事習慣と関連している項目である。

また、日本と中国における CW 施工段階の検査・確認体制の実態として相違点を明らかにしたが、このような違いは、主体間の関係性の相違、技術主体の人と組織の相違が原因であると考えられる。主体間の関係性は、他国の影響、法制度の影響、仕事習慣と関連しており、技術主体の人と組織が異なることは、組織の編成・管理と関連していると推測出来る。

日本と中国における CW の施工検査の頻度・範囲についても違いがみられたが、これは技術主体の価値観、技術主体の人と組織の相違が原因であると考えられる。技術主体の価値観とは、それぞれの社会風土による社会の主体間の信頼関係と関連している。また技術主体の人と組織が異なることは、組織の編成・管理と関連していると推測出来る。

中国における CW メーカーの CW の工事自主検査の範囲が、日本より小さい原因の一つは、CW メーカー企業のコストアップの回避である。中国において、ガラスとシーリング材の品質保証期間は 10 年間であるものの、CW の一般的な保修期間は 5 年である。日本では、契約書に載せる保証期間と関係なく、竣工後に性能に問題が生じた際には、保証することが多い。そのような場合、メーカーの企業経営のコストは上げるが、長期的な信頼関係の維持に有利である。長期に亘る性能確保の実現には、CW メーカーは製作、施工時の検査を重要視している。

性能確保に与える影響に関して、CW の工事自主検査、第三者検査の範囲が小さい場合には、CW 品質の均質性 (uniformity of quality) は確保できなく、CW 性能確保の不確実性が高くなるといえる。

7.4 小結

7章では、CW 製作段階・施工段階における検査・確認体制の実態と、その原因について考察してきた。これらが性能確保に与える影響を明らかにするために、文献調査、事例調査、ヒアリング調査を行った。

実態としては、制度で定められた CW 製作時、施工時の確認、製作フローと検査体制、施工段階の検査体制、施工検査頻度・範囲が、日中における相違点であることがわかった。具体的に、以下に説明する。

①製作フローと検査体制に関しては、日本ではアルミ型材生産と CW 組み立ては一貫生産体制であるのに対し、中国ではアルミ型材生産と CW 組み立ては分業生産体制である。日本ではアルミ型材の機械加工後の表面処理が存在するが、中国にはない場合が存在する。また、日本では建築設計者による工場立ち合い検査があるが、中国では行わない場合がある。

②施工段階の検査体制に関しては、日本では CW メーカー自主検査と総合請負業者による検査が行われることに対し、中国ではメーカー自主検査と CW コンサルタント、監理者による検査が行われる。

③工検査頻度・範囲に関しては、日本におけるメーカーの自主検査と総合請負業者による検査の範囲は中国と比べ、より広い。

上記のように、日中の CW 製作段階・施工段階の検査・確認体制に相違点があることが明らかになった。これらの違いが生じる原因として、他国の影響、社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣、知識運用と組織管理の相違があげられると推測できる。具体的に以下に説明する。

①他国の影響に関して、中国は欧米の影響を受けた背景から、大規模プロジェクトの CW 工事の発注・契約方式は日本とは異なっている。発注・契約方式の違いによって主体間の関係の相違が生じ、技術主体の責任範囲は異なってくる。これによって、施工段階の検査体制の相違が生じると考えられる。

②社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣に関しては、それぞれの社会風土・商習慣が社会主体の間の信頼関係に影響を与えていると考えられる。これにより、各主体が契約や品質確保を重視する度合いが異なってくる。また、施工時における検査頻度・範囲の相違も生じて来る。更に、それぞれの社会風土が異なることにより、社会主体の主体間の信頼関係は異なる。これが技術主体（CW メーカー）が、製作フローにおける品質確保を重視する度合いに影響を与えたと考えられる。これによって、製作フローと検査体制の相違（生産体制、アルミ型材の機械加工後に表面処理の有無、工場立ち合い検査の有無）、施工検査頻度・範囲の相違が生じたと推測できる。

③知識運用・組織管理に関しては、それぞれの組織の編成と管理の特徴は CW 製作段階と施工段階の検査体制に影響を与えたと考えられる。

第8章 結論

本論文では、日本と中国の超高層ビルのCWの設計プロセスにおける技術主体のうち所属する人、組織の専門知識、作成する図書や、技術主体間の情報提供と意見交換の実態及び確認体制の実態を把握し（目的Ⅰ）、共通点と相違点を明らかにした。さらにその原因について分析した（目的Ⅱ）。これらを踏まえて、両国の建築生産システムを維持した上で、CW設計プロセスの性能確保のためのより合理的なあり方を考察するための基礎資料を構築した。

8.1 本研究の結論

本研究では、各章において、日本と中国の超高層ビルCWの設計プロセスにおける実態を明らかにし、それぞれの原因について分析した。2章では日本と中国におけるCWの基準類として、国・学会・業界が定める公的な性能要求を整理し、3章では生産システムにおける発注契約、CWの設計プロセスの特徴、各技術主体の役割と主体間の関係に関する実態を明らかにした。4章では、各事例において仕様書に規定される性能の実態を明らかにし、5章では実際の設計プロセスのCW関連の設計手法（情報提供と意見交換、確認体制）と設計図書の実態を明らかにした。また、6章では性能の検証や確認に着目し、7章では実際の製作・施工段階の実態を明らかにしてきた。

本節では、各章で得られたデータについて、さらに原因の考察を行う。各章で明らかになった「実態」を比較・考察し、「共通する事項、相違する事項」を導き、更に、それらの原因について考察を加え、「二次的な原因」を示した上で、その根源となる「根本的な原因」を明らかにし、各要素の関係性を明らかにした。その結果を、図8-1に示す。

各章の小結において記述した「実態」に「共通する事項、相違する事項」を整理した。それらの「共通する事項、相違する事項」を生じさせる直接的な原因として、各章の考察で得られた項目は、以下に記述する13項目となる。「各国のCWの基準における基本的な性能項目が共通していること」、「米国や欧州の基準の影響」、「発注契約方式」、「契約に関わっていない仕事のやり方」、「社会における主体間の信頼関係」、「行政管理制度」、「CWの基準と法制度・強制力のある国家基準の関係」、「CWの基準の位置付け」、「実務者から基準制定者へのフィードバック」、「CWに関わる各種物理的負荷の違い」、「専門知識・経験の技術主体の内部向け文書類への反映具合」、「大学・業界・企業の教育訓練の体制」、「組織の編成と管理」である。

更に、各直接的な原因を引き起こしたと考えられる「根本的な原因」は、以下に記述する6項目となる。「他国の影響」、「法制度・強制力のある国家基準の影響」、「社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣」、「基準の運用」、「自然環境の相違」、「知識運用と組織管理の相違」である。これら相互の関係性について考察をし、図8-1に示すよう各関係性を明らかにすることができた。これらの分析について、各章ごとに、その内容を

詳しく記述していく。

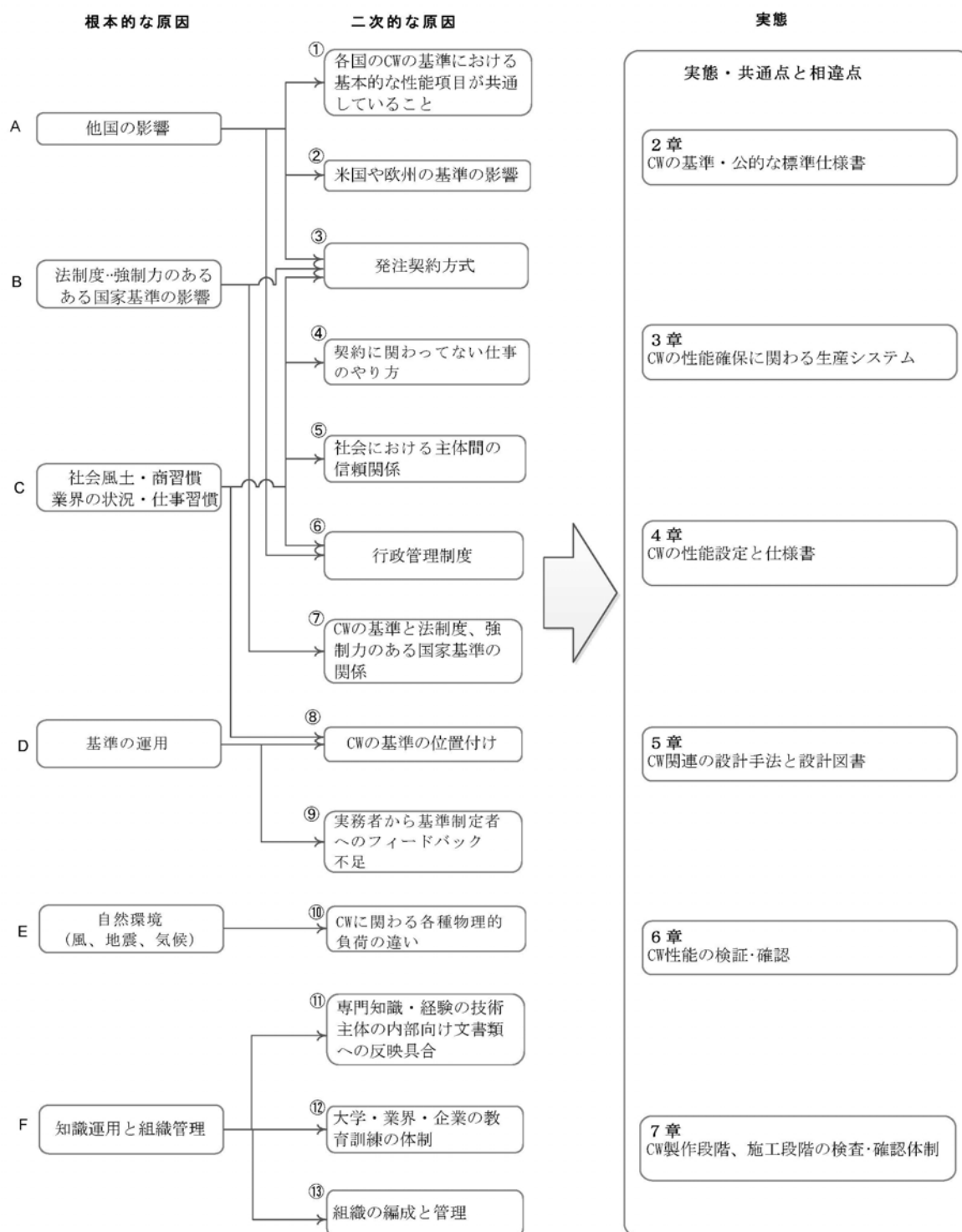


図 8-1 本論文における実態と原因の関係図

2章では、両国におけるCWの基準で規定されている項目の共通点と相違点を把握し、その原因を考察した。

2章

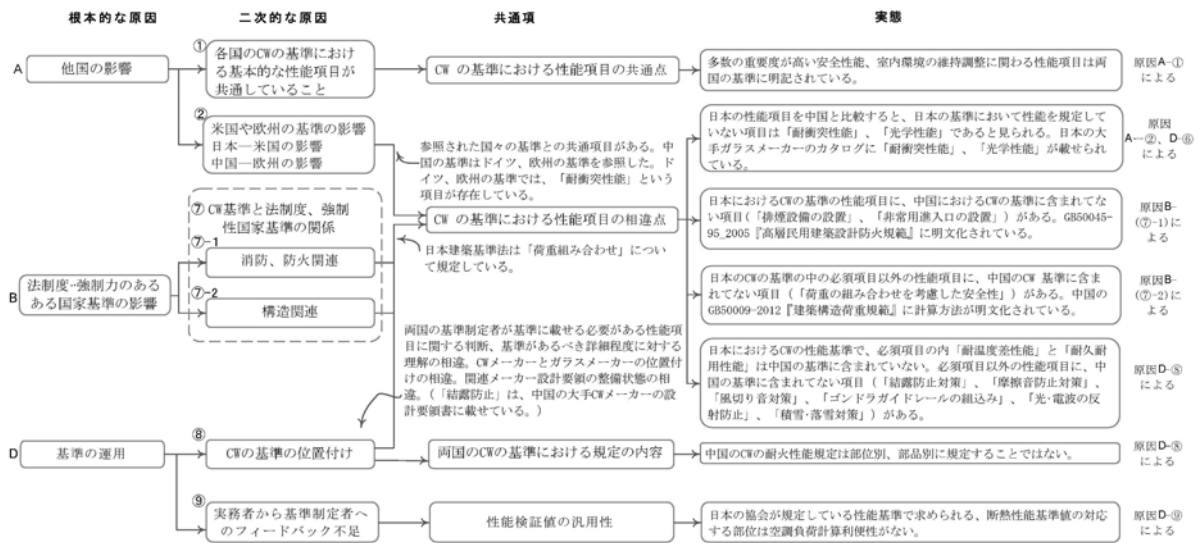


図 8-2 2章における実態と原因の関係図

ここでは、現状、日中におけるCWの基準類の共通点や相違点を考察することで、その成立過程を考察し、各項目がどのような理由によって成立し、現状の体制になったかを、関係図を作成し明らかにすることを目的とした。

関係図の作成方法を以下に、記述する。

初めに、対象とした『実態(基準類など)』の共通点及び相違点を抽出する。次に、抽出された各項目を考察し、その『共通項』を整理する。更に、それら整理した共通項の成立要件を考察し『二次的な原因』、『根本的な原因』を整理する。上記で整理した各要素の関係性を体系化し、CWの実態に関する関係図を作成した。

以上の流れにより、CWの基準類について整理及び考察したものを図8-2に示す。図8-2は、2章で考察した両国におけるCW基準・公的な標準仕様書の実態と、その原因の関係性を示している。

図の右側は、日本と中国におけるCWの基準・公的な標準仕様書で示されている性能要求の実態である。それら実態の『共通項』として、「CWの基準における性能項目の共通点と相違点」、「両国のCWの基準における規定の内容」や「性能検証値の汎用性」が存在すると考えた。これらの『共通項』が生じた要因を考察すると、『二次的な原因』として5つの項目が考えられる。それらは、「各国のCWの基準における基本的な性能項目が共通していること」、「米国や欧州の基準の影響」、「CWの基準と消防、構造関連の法制度や強制力のある国家基準の間の関係性」、「CWの基準の位置付け」、「実務者から基準制定者へのフィードバック不足」である。更に、これらの『二次的な原因』を考察すると、3つの『根本的な原因』が考えられる。これらは、図の左側に示している「他国の影響」、「法制度・強制力のある国家基準の影響」、「基準の運用」である。

以上より、『根本的な原因』から派生して生じる『二次的な原因』と、それにより生じる『共通項』との関係性を体系化した。

『共通項』と『二次的な原因』の関係に関しては、以下のことがわかった。まず、「CWの基準における性能項目の共通点」は、「各国のCWの基準における基本的な性能項目が共通していること」により引き起こされた実態であることが分かる。また、「CWの基準における性能項目の相違点」は、「米国、欧州のCWの基準の影響」、「CWの基準と消防、構造関連の法制度及び強制力のある基準の間の関係の相違」、「CWの基準の位置付けの相違」が原因として引き起こされた実態であると考えられる。更に、「CWの基準における規定の内容」は、「CWの基準の位置付け」の影響を受けており、「性能検証値の汎用性」は、「実務者から基準制定者へのフィードバック」の影響を受けたと考えられる。

また、『二次的な原因』と『根本的な原因』の関係に関して詳しくみると、「各国のCWの基準における基本的な性能項目が共通」していることや、「米国、欧州のCWの基準の影響（日本が米国のCWの基準に影響を受けていること、中国が欧州のCWの基準に影響を受けている）」ため、「他国の影響」であると考えられる。「CWの基準と消防、構造関連の法制度及び強制力のある基準の間の関係の相違」は、両国における「法制度・強制力のある国家基準の影響」があると考えられる。更に、「CWの基準の位置付け」、「実務者から基準制定者へのフィードバック」は、「基準の運用」により引き起こされたと考えられる。

以上、CWの基準類の成立要件の体系化により、基準類の違いがどのような要因によって生じたのか明らかにすることができた。

3章では、日本と中国における超高層ビルCWの性能確保に関わる生産システムの実態及び原因を考察した。上述している2章の考察と同様に、関係図を作成した。

図8-3は3章における実態と原因の関係を示している。この図の右側は、日本と中国における超高層ビルCWの性能確保に関わる生産システムの実態である。これら実態の『共通項』としては、「日中における発注図書・契約図書の特徴」、「主体間の関係」、「技術主体の価値観」が存在するとわかった。これら『共通項』を引き起こした『二次的な原因』は、4つあるといえる。それらは「発注契約方式の相違」、「契約に関わっていない仕事のやり方の相違」、「契約書類の技術情報の曖昧さへの対応の相違」、「行政管理制度の相違」である。これら『二次的な原因』を生じた要素を考察すると、3つの要素があげられる。これら『根本的な原因』は、「他国の影響」、「法制度の影響」、「社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣の影響」である。

以上より、『根本的な原因』から派生して生じる『二次的な原因』と、それにより生じる『共通項』との関係性を体系化した。

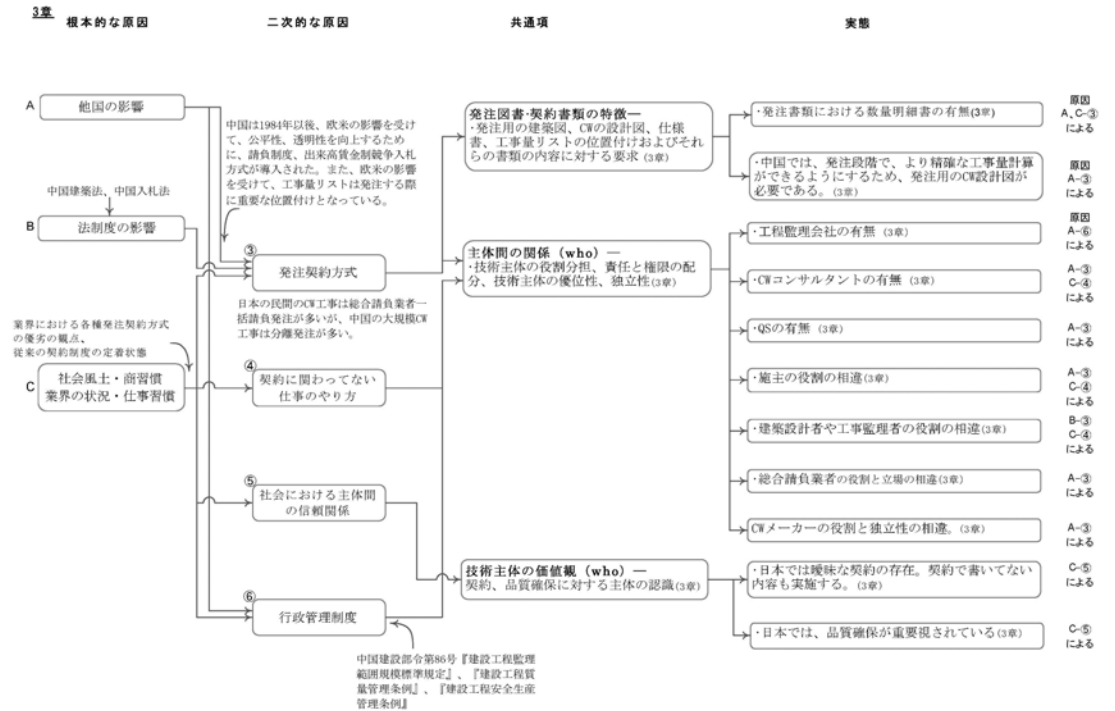


図 8-3 3章における実態と原因の関係図

『共通項』と『二次的な原因』の関係性に関して、以下のことがわかった。「発注図書・契約図書の特徴の相違」は、「発注契約方式」に強い影響を受けており、「技術主体間の関係」は、「発注契約方式」、「契約に関わっていない仕事のやり方」、「行政管理制度」が影響を与えていると考えられる。また、「技術主体の価値観」は、「契約書類の技術情報の曖昧さへの対応」により生じたと考えられる。

次に、『二次的な原因』と『根本的な原因』の関係性に関しては、「発注契約方式」は「他国の影響」、「法制度の影響」、「社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣の影響」との関係があり、「契約に関わっていない仕事のやり方」は、「社会風土の影響」であるといえる。「社会における主体間の信頼関係」は、「社会風土」であり、行政管理制度は、「他国の影響」、「業界の状況の影響」を受けているという構成になっていることがわかった。

4章から7章については、プロセスごとに、実態を引き起こす原因を考察した。

4章では、CWの性能設定と仕様書についての実態、その原因を明らかにした。

図 8-4 は 4章における実態と原因の関係を示している。この図の右側は、性能設定を行う技術主体における CW の仕様と仕様設定のやり方の実態である。実態としては、「性能を設定する技術主体の相違」、「建築設計事務所や CW コンサルタント社内共通仕様書の有無の相違」、「仕様書の「ゼネコンによる検査」、「補修、取り替え」、「技術委員会の設置」という内容の有無の相違」、「発注用仕様書の内容と情報量の相違」、「断熱性能、耐風圧性能、耐震性能について、両国の事例の性能値の差異がある。それ以外、両国における性能項目の性能値には差異がほとんどない。」があるとわかった。これらの実態を生

じる原因を考察すると、5つの『共通項』があることがわかる。「発注図書・契約書類の特徴の相違」、「主体間の関係の相違」、「基準における性能項目の相違点」、「性能値の選択の相違」、「技術主体の人と組織の相違」である。これらの『共通項』が生じた要因を考察すると、9つの『二次的な原因』が存在する。これらは、「発注契約方式の相違」、「契約に関わっていない仕事のやり方の相違」、「行政管理制度の相違」、「CWの基準と法制度・強制力のある国家基準の関係の相違」、「CWの基準の位置付けの相違」、「CWに関わる各種物理的負荷の違い」、「専門知識・経験の技術主体の内部向け文書類への反映具合」、「大学・業界・企業の教育訓練の体制」、「組織の編成と管理」である。

これら『二次的な原因』を生じる『根本的な原因』として、6つが影響を与えたと考えられる。「他国の影響」、「法制度・強制力のある国家基準の影響」、「社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣の影響」、「基準の運用の相違」、「自然環境」、「知識運用と組織管理の相違」である。

4章

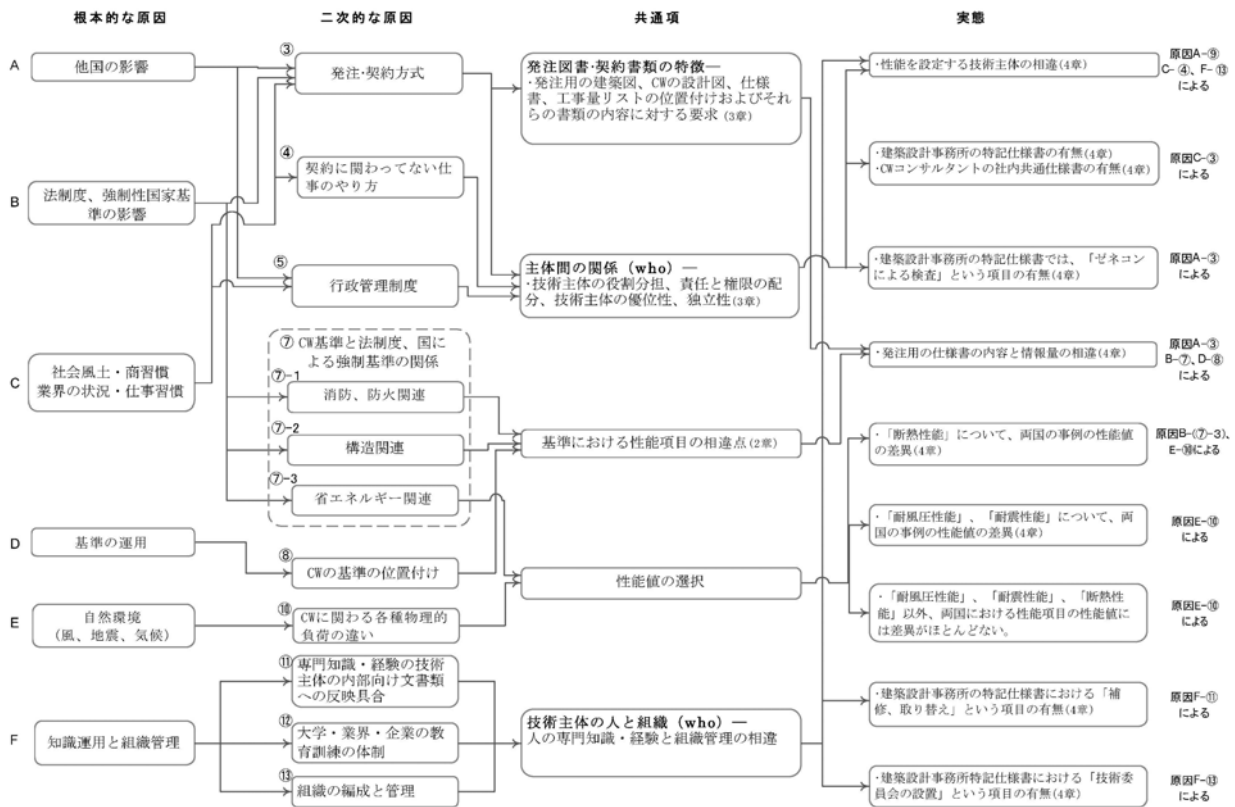


図 8-4 4章における実態と原因の関係図

図 8-4 にみるように『根本的な原因』から派生した『二次的な原因』、『共通項』とそれが生じる『実態』の関係性を体系化した。

『実態』と『共通項』の関係に関して、以下のことがわかった。まず、「性能を設定する技術主体の相違」は、「主体間の関係の相違」、「技術主体の人と組織」に影響を受けたと考えられる。「建築設計事務所や CW コンサルタントにおける社内共通仕様書の有無の相違」、仕様書に「ゼネコンによる検査」という項目の有無は、いずれも「主体間の関

係の相違」が原因で生じたと考えられる。また、「発注用仕様書の内容と情報量の相違」は、「基準における性能項目の相違」、「発注図書・契約書類の特徴の相違」が原因で引き起こされたと分かる。「断熱性能、耐風圧性能、耐震性能について、両国の事例の性能値の差異がある。それ以外、両国における性能項目の性能値には差異がほとんどない。」は、「性能値選択の相違」が原因である。建築設計事務所の特記仕様書では、「補修、取り替え」、「技術委員会の設置」という項目の有無は、「技術主体の人と組織」によって生じたと考えられる。

また、『共通項』と『二次的な原因』における要素の関係性を考察すると、以下のことがわかった。まず、「発注図書・契約書類の特徴」は「発注契約方式」によって生じたと考えられる。「主体間の関係」の違いは「契約に関わっていない仕事のやり方」、「行政管理制度」により生じる。また、「基準における性能項目の相違」は「CWの基準と法制度・強制力のある国家基準の間の関係」、「CWの基準の位置付け」により引き起こされ、「性能値の選択の相違」は「CWの基準と省エネルギー関連の法制度・強制力のある国家基準の間の関係」、「CWに関わる各種物理的負荷の違い」が原因である。「技術主体の人と組織」の違いは「専門知識・経験の技術主体の内部向け書類への反映具合」、「大学・業界・企業の教育訓練の体制」、「組織の編成と管理」によって生じたと考えられる。

『二次的な原因』と『根本的な原因』に関して、以下のことがわかった。まず、「CWの基準の位置付け」は「基準の運用」によって、「発注契約方式」は「他国の影響」、「法制度の影響」、「社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣の影響」によって引き起こされた。「契約に関わっていない仕事のやり方」は、「社会風土の影響」によって生じたと考えられる。また、「行政管理制度」の違いは「他国の影響」、「業界の状況の影響」によって引き起こされたと考えられるとしている。「CWの基準と省エネルギー関連の法制度・強制力のある国家基準の間の関係」は、「法制度・強制力のある国家基準」の影響を受けている。「CWの基準の位置付け」は、「基準の運用」が原因である。「CWに関わる各種物理的負荷の違い」は、「自然環境の相違」が原因である。更に、「専門知識・経験の設計図書類への反映の程度」、「大学・業界・企業の教育訓練の体制」、「組織の編成と管理」は、「知識運用と組織管理」と関係している。

5章では、設計段階における日中のCW関連の設計の手法（情報提供と意見交換、確認体制）と設計図書に関する実態と、その『実態』を生じる原因を明らかにした。

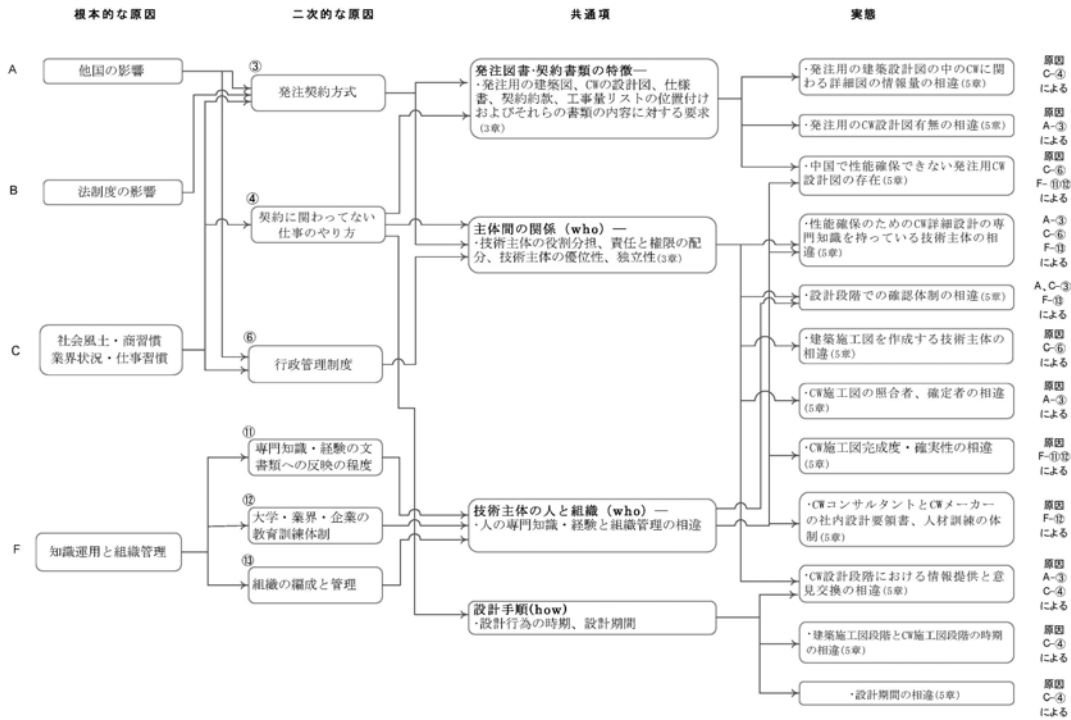


図 8-5 5章における実態と原因の関係図

図 8-5 は、設計段階における日中における CW 関連の設計の手法と設計図書に関する『実態』、『共通項』、『二次的な原因』、『根本的な原因』の間の関係性を示している。この図の右側は『実態』を示しており、それらは「発注用建築設計図の中の CW に関わる詳細図の情報量の相違」、「発注用 CW 設計図有無の相違及び発注用 CW 設計図の性能確保面の問題点」、「性能確保のための CW 詳細設計の専門知識を持っている技術主体の相違」、「CW 設計段階での確認体制の相違」、「建築施工図を作成する技術主体の相違」、「CW 施工図の照合者、確定者の相違」、「CW 施工図完成度・確実性の相違」、「CW コンサルタントと CW メーカーの社内設計要領書」、「人材訓練の体制の相違」、「CW 設計段階における情報提供と意見交換の相違」、「建築施工図段階と CW 施工図段階の時期の相違」、「設計期間の相違」である。これらの実態を生じる原因を解くと、4 つの共通項がある。「発注図書・契約書類の特徴の相違」、「主体間の関係の相違」、「技術主体の人と組織の相違」、「設計手順の相違」である。

これらの『共通項』が生じた要因を考察すると、6 つの『二次的な原因』が存在する。これらは「両国における発注契約方式の相違」、「契約に関わっていない仕事のやり方の相違」、「行政管理制度の相違」、「専門知識・経験の技術主体の内部向け文書類への反映具合」、「大学・業界・企業 の教育訓練の体制」、「組織の編成と管理の相違」が挙げられる。

これらの『二次的な原因』を生じる『根本的な原因』は 4 つがあると指摘した。具体的には「他国の影響」、「法制度の影響」、「社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣の影響」、「知識運用と組織管理の相違」である。

図 8-5 にみるように『根本的な原因』から派生した『二次的な原因』、『共通項』とそ

れが生じる『実態』の間の関係性を体系化した。

『実態』と『共通項』の関係は、「発注用建築設計図の中のCWに関わる詳細図の情報量の相違」、「発注用CW設計図有無の相違」は、「発注図書の特徴の相違」によって生じており、それらの『共通項』であるといえる。「中国で性能確保に関係ない発注用CW設計図」が生じた要因として、「発注図書の特徴の相違」と「技術主体の人と組織の相違」が共通項であると考えられる。「性能確保のためのCW詳細設計の専門知識を持っている技術主体の相違」と「CW設計段階での確認体制の相違」は、「主体間の関係の相違」と「技術主体の人と組織の相違」といった『共通項』によって引き起こされたと考えられ、また、「建築施工図を作成する技術主体の相違」、「CWの施工図の照合者、確定者の相違」は、「主体間の関係の相違」が生じた原因であるといえる。「CWの施工図完成度・確実性の相違」、「CWコンサルタントとCWメーカーの社内設計要領書」、「人材訓練の体制」は、「技術主体の人と組織」が『共通項』であり、「設計段階における情報提供と意見交換の相違」は「主体間の関係性」と「設計手順の相違」が共通の実態である。「建築施工図段階とCW施工図段階の時期の相違、設計期間の相違」は、「設計手順の相違」が『共通項』である。

また、『共通項』と『二次的な原因』の関係性について、以下のことがわかった。「発注図書の特徴の相違」は、「発注・契約方式」が『二次的な原因』として機能しており、「主体間の関係」は、「発注・契約方式」、「契約に関わっていない仕事のやり方」、「行政管理制度」が『二次的な原因』として影響していると考えられる。また、「技術主体の人と組織」は「専門知識・経験の技術主体の内部向け文書類への反映具合」、「大学・業界・企業の教育訓練の体制」、「組織の編成と管理」が『二次的な原因』であり、「設計手順」は「契約に関わっていない仕事のやり方」が『二次的な原因』として機能としたと考えられる。

『二次的な原因』と『根本的な原因』に関して、以下のことがわかった。まず、発注契約方式は「他国の影響」、「法制度の影響」、「社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣の影響」が『根本的な原因』として機能したといえ、「契約に関わっていない仕事のやり方」は「社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣の影響」が『根本的な原因』である。「行政管理制度」は「他国の影響」、「業界の状況の影響」が『根本的な原因』と考えられ、「専門知識・経験の技術主体の内部向け文書類への反映具合」、「大学・業界・企業の教育訓練の体制」、「組織の編成と管理」は、「知識運用と組織管理」が『根本的な原因』であると考えられる。

6章では、CW性能の検証・確認に関わる実態、原因を明らかにした。

図8-6は、日中におけるCW性能の検証・確認に関わる『実態』、『共通項』、『二次的な原因』、『根本的な原因』の関係性を示している。

この図の右側では、『実態』を示しており、「実大試験の専門知識を持っている技術主体の相違」、「実大試験を行う主体の相違」、「試験確認主体の相違」、「確認項目の相違」、

「材料検査体制の相違」、「実大試験を行う時期の相違」、「中国におけるCWの基準では、性能確認書、機構説明書類の有無に対する要求はない。性能検証書類に対する要求は、日本の基準の方が詳細に規定されている。」が『実態』であることがわかった。

これらの『実態』を生じた原因を考察すると、3つの『共通項』が考えられる。「主体間の関係の相違」、「設計手順の相違」、「CWの基準における性能確認・検証書類、性能確保のための機構説明書類に対する要求の有無と内容の相違」である。これら『共通項』を生じた要因を考えると、4つの『二次的な原因』が存在することがわかる。「両国における発注契約方式の相違」、「契約に関わっていない仕事のやり方の相違」、「行政管理制度の相違」、「CWの基準の位置付けの相違」である。

これらの『二次的な原因』を生じた要素を考察すると、『根本的な原因』は「他国の影響」、「法制度の影響」、「社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣の影響」であることが考えられる。

『根本的な原因』が派生して生じた『二次的な原因』、『共通項』と、具体的な『実態』の関係性を体系化した。具体的な『実態』と『共通項』の関係性は、「実大試験の専門知識を持っている技術主体の相違」、「実大試験を行う主体の相違」、「試験確認主体の相違」、「確認項目の相違」、「材料検査体制の相違」といった『実態』は、「主体間の関係の相違」が『共通項』として考えられる。また、「実大試験を行う時期の相違」は、「設計手順の相違」が『共通項』であり、「中国におけるCWの基準では、性能確認書、機構説明書類の有無に対する要求はない。性能検証書類に対する要求は、日本の基準の方が詳細に規定されている。」の実態は、「CWの基準における性能確認・検証書類、性能確保のための機構説明書類に対する要求の有無と内容の相違」が『共通項』であるといえる。

『共通項』と『二次的な原因』の関係性は、以下のことがわかった。「発注図書の特徴の相違」は「発注契約方式の相違」が『二次的な原因』であり、「主体間の関係」は、「契約に関わっていない仕事のやり方」、「行政管理制度」が『二次的な原因』となったと考えられる。また、「設計手順」は「契約に関わっていない仕事のやり方」が『二次的な原因』であり、「CWの基準における性能確認書、機構説明書類に対する要求の有無、性能検証書類に対する要求の内容の相違」は、「CWの基準の位置付け」が『二次的な原因』となったと考えられる。

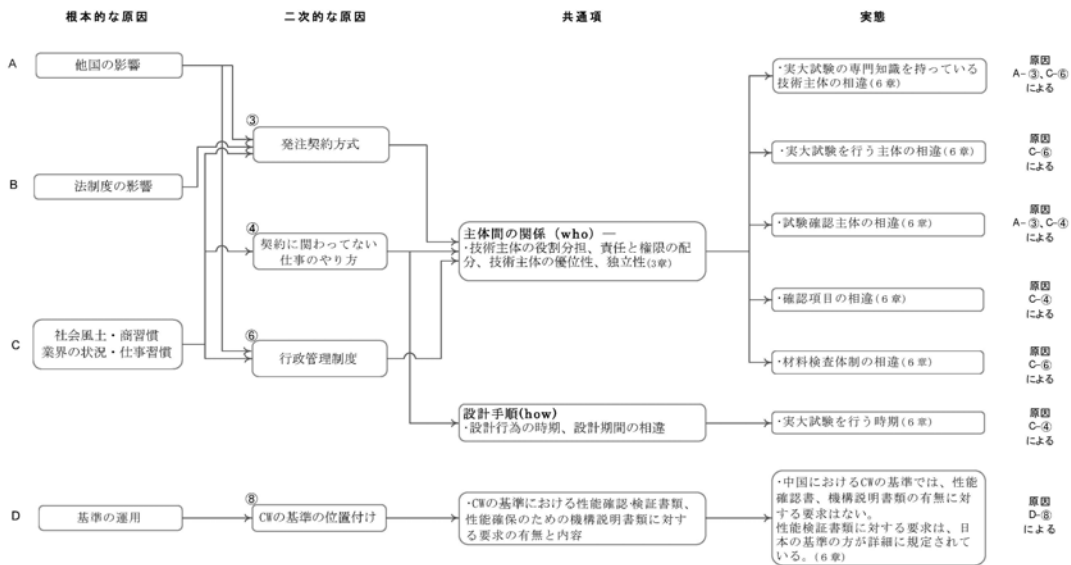


図 8-6 6章における実態と原因の関係図

次に、『二次的な原因』と『根本的な原因』の関係性は、以下のことがわかった。「発注契約方式」は「他国の影響」、「法制度の影響」、「社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣の影響」が『根本的な原因』となり生じたと考えられ、「契約に関わっていない仕事のやり方」は、「社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣の影響」が『根本的な原因』となったと考えられる。また、「行政管理制度」は「他国の影響」、「業界の状況の影響」が、「CWの基準の位置付け」は「基準の運用」が『根本的な原因』となり生じたと考えられる。

7章では、CW 製作段階・施工段階・完成時の検査・確認体制の実態、実態の原因を明らかにした。

図 8-7 は、日中における CW 製作段階・施工段階・完成時の検査・確認体制の『実態』、『共通項』、『二次的原因』、『根本的な原因』の関係性を示している。

この図の右側に具体的な『実態』を示しており、それらは「製作フローと検査体制の相違」、「施工段階の検査体制の相違」、「施工検査頻度・範囲の相違」、「日本におけるCWの基準では、寸法許容差に関する規定項目が中国の基準より多い。」である。これらの実態を整理すると、「主体間の関係の相違」、「技術主体の価値観」、「技術主体の人と組織の相違」、「CWの基準における寸法許容差に関する規定の内容」以上4つの『共通項』となる。また、これらの共通項を生じた要因を考察すると、8つの『二次的な原因』により生じたと考えられる。これらは「発注契約方式の相違」、「契約に関わっていない仕事のやり方の相違」、「社会における主体間の信頼関係」、「行政管理制度の相違」、「CWの基準の位置付け」「専門知識・経験の技術主体の内部向け文書類への反映具合」、「大学・業界・企業の教育訓練の体制」、「組織の編成と管理の相違」である。更に、これら『二次的な原因』を生じさせた要素を考察すると、「他国の影響」、「法制度の影響」、「社

会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣の影響」、「基準の運用」、「知識運用と組織管理」、以上4つ『根本的な原因』が考えられる。

『根本的な原因』が派生して生じた『二次的な原因』、『共通項』と、具体的な『実態』の関係性を体系化した。具体的な『実態』を考察して『共通項』を整理すると、「製作フローと検査体制の相違」、「施工検査頻度・範囲の相違」といった『実態』は、「技術主体の価値観の相違」、「技術主体の人と組織の相違」が『共通項』として挙げられる。次に、「施工段階の検査体制の相違」といった『実態』は、「主体間の関係の相違」、「技術主体の人と組織の相違」が『共通項』として挙げられる。「日本におけるCWの基準では、寸法許容差に関する規定項目は中国の基準より多いこと」といった『実態』は、「CWの基準における寸法許容差に関する規定の内容」が『共通項』として考えられる。

7章

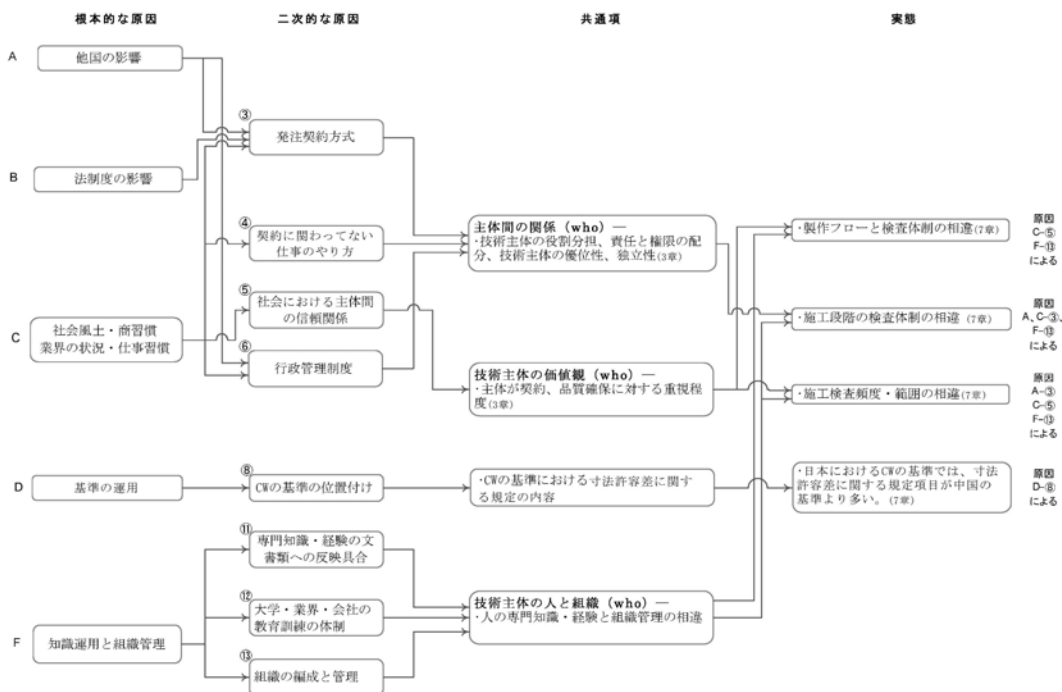


図 8-7 7章における実態と原因の関係図

『共通項』と『二次的な原因』の関係性をみると、「主体間の関係」といった『共通項』は、「契約に関わっていない仕事のやり方」、「行政管理制度」が『二次的な原因』となったと考えられる。「技術主体の価値観」といった『共通項』は「社会における主体間の信頼関係」が、「技術主体の人と組織」といった『共通項』は、「専門知識・経験の技術主体の内部向け文書類への反映具合」、「大学・業界・企業の教育訓練の体制」、「組織の編成と管理」が『二次的な原因』であると考えられる。また、「CWの基準における寸法許容差に関する規定の内容」といった『共通項』は、「CWの基準の位置付け」が『二次的な原因』となったと考えられる。

『二次的な原因』と『根本的な原因の関係』に関しては、以下のことがわかった。ま

ず、「発注契約方式」といった『二次的な原因』は、「他国の影響、法制度の影響」、「社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣の影響」といった『根本的な原因』によって引き起こされたと考えられる。「契約に関わっていない仕事のやり方」、「社会における主体間の信頼関係」といった『二次的な原因』は、「社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣の影響」といった『根本的な原因』によって生じたと考えられる。「行政管理制度は、「他国の影響」、「業界の状況の影響」が『根本的な原因』であり、「専門知識・経験の技術主体の内部向け文書類への反映具合」、「大学・業界・企業の教育訓練の体制」、「組織の編成と管理」は、「知識運用と組織管理の影響」が『根本的な原因』によって生じたと考えられる。また、「CW の基準の位置付け」は、「基準の運用」が『根本的な原因』によって生じたと考えられる。

以上のように、本論文は、目的Ⅰを達成するために、日本と中国における CW の基準、超高層ビル CW に関わる生産システムの実態、日本と中国の超高層ビルの CW の設計プロセスにおける技術主体の中の人、専門知識、図書や技術主体間の情報提供と意見交換、確認体制の実態を把握した。

目的Ⅱを達成するためには、それぞれの実態に影響を与えたと推測される原因として、主に、大きく 6 つ、「①他国の影響、②法制度・強制力のある国家基準の影響、③社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣、④基準の運用、⑤自然環境の相違、⑥知識運用と組織管理の相違」の項目を導き出した。

「①他国の影響」について記述すると、日本は、主に米国の CW の基準の影響を受けているのに対して、中国は、主に欧州の CW の基準の影響を受けているため、日中の CW の基準の相違点を生じる原因となっている。中国は、欧米における CW 発注契約方式や建築監理体制の影響を、強く受けたと考えられる。一方で、日本は、CW の導入期においては、米国の影響を受けていたと考えられるが、独自の発展を遂げ中国と異なるものになったと考えられる。

「②法制度及び強制力のある基準の影響」について記述すると、両国における法制度と強制力のある基準と CW の基準の関係性の違いは、CW の基準における性能項目に影響を与えている。中国における監理に関する法制度は、両国における監理体制の差異に影響を与えていると考えられる。

「③社会風土・商習慣・業界の状況・仕事習慣」について記述すると、CW の技術導入をする際、既存の建築設計及び施工に関する発注契約方式は、両国における CW 発注契約方式に影響を与えている。業界内における仕事習慣は、契約に関わっていない仕事のやり方に影響を与え、社会風土は社会における主体間の信頼関係と技術主体の価値観に影響を与えていると考えられる。

「④基準運用」に関しては、各国における CW に期待する性能項目が異なり、基準の位置付けが異なるため、CW の基準における性能項目や規定内容について相違点が生じていると考えられる。

「⑤自然環境の影響」に関しては、風、地震、気温などの違いが CW に関わる各種負

荷の相違を生じ、CW の耐風圧性能、耐震性能、断熱性能の性能値に影響を与えていると考えられる。

「⑥知識運用・組織管理」に関しては、専門知識や経験の技術主体の内部向け文書類への反映具合が発注用の CW 設計図、CW 施工図の完成度などに影響を与える。大学・業界・企業(CW コンサルタント、CW メーカー)における教育訓練の体制や、組織の編成と管理は、技術主体の中の専門知識を持っている人の有無、CW の性能確保ための確認体制などに違いを生じさせていると考えられる。また、本研究で得られた知見より、建築生産システムを維持した上で、日中における CW の性能確保を向上させるために行うべきこととして、日本での実務者から CW の基準制定者へのフィードバックや、中国での CW コンサルタントに対する行政管理制度、CW の基準の位置付け、知識運用・組織管理面の改善などの必要性を上げることができる。

8.2 本研究の到達点と今後の研究課題

本研究では、日本と中国の比較を通じ、超高層ビルの CW の設計プロセスにおける技術主体の中の人、専門知識、図書や技術主体間の情報提供と意見交換、確認体制の実態、共通点と相違点、その原因及び性能確保に与える影響について議論した。以下に、今後の研究課題について述べる。

研究の国際的な展開

本研究は、日本と中国の比較から CW の性能確保を論じてきた。中国が CW 技術を導入する際には、日本の他にも欧米の影響も受けたことを本研究において論じた。性能確保の観点では、対象を欧米など他国へ広めた国際比較を行うことは、今後の研究課題である。

CW の性能確保への課題

本研究は、中国における一部分の CW コンサルタントの専門知識や経験が不足していると指摘した。今後の CW 性能確保のための課題としては、どのように不足している専門知識や経験を向上させるか、更には人材育成のあり方を探求することが求められる。

本研究の限界

本研究は、性能確保の視点から、CW の設計図書を用いて、CW 設計図の構成、種類、各種類の図面数量、基準階 CW 施工図の図面種類などについて議論したが、非標準部の図面表現内容の分析は不足している。今後の課題としては、CW 設計図の中の非標準部詳細図における性能確保の関わる内容に対するより詳細な分析の必要がある。

参考文献

【単行本】

1. Richard Llewelyn Davies & D.J. Petty . Building Elements. Architectural Press. , London, 1956
2. 三浦忠夫(著), 日本の建築生産—組織の発生・体系の合理化を解明する, 彰国社, 1977.
3. スピロ・コストフ(編), 榎文彦(訳), 建築家—職能の歴史, 日経マグローヒル社, 1981.
4. 古川修, 永井規男, 江口禎著, 建築生産システム, 彰国社 1982.
5. スピロ・コストフ(著), 鈴木博之(訳) 建築全史—背景と意味, 住まいの図書館出版局, 1990.
6. 建設業を考える会(著), にっぽん建設業物語—近代日本建設業史, 講談社, 1992.
7. カーテンウォール工業会, カーテンウォールってなんだろう, 1995.
8. 東京建築士会, 建築設計実務のチェックシート: 企画から竣工までのデータファイル. 彰国社, 2008.
9. プレコンシステム協会「ファサードをつくる」編纂委員会, ファサードをつくる—PCaコンクリート技術と変遷. プレコンシステム協会, 東京. 2005.
10. [中]劉正権, 建築カーテンウォール検測, 中国計量出版社, 2007.
11. 日本建築学会, ガラス建築—意匠と機能の知識, 2009.
12. 松村秀一, 建築生産, 第二版. 市ヶ谷出版社, 東京. 2010.
13. 佐藤彰(著), 建築における近代— 一九世紀欧米の建築家・建築産業に関する研究, 中央公論美術出版, 2010.
14. 日本建築学会, 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 〈14〉カーテンウォール工事, 第3版. 日本建築学会, 東京. 2012.

【学位論文】

15. 剣持吟, 開口部論, 東京大学博士論文, 1965
16. 原広司, Building Element の基礎論, 東京大学博士論文, 1965
17. 大野勝彦, 部品化建築論, 東京大学博士論文, 1971
18. 深尾精一, 建築生産のサブシステム化に関する研究, 東京大学博士論文, 1976
19. 野城智也, システムとしての外壁構法論, 東京大学博士論文, 1984
20. 池尚昱, 建設プロジェクトにおける発注方式に関する研究, 東京大学博士論文, 1997
21. 清家剛, 建築用プレキャストコンクリート化技術の適応性の向上に関する基礎的研究, 東京大学博士論文, 1998
22. 名取発, 詳細設計における品質確保のための情報伝達に関する研究, 東京大学博士論文, 1998
23. 王瑤慧, アジア地域における鉄筋コンクリート構工法に関する国際比較研究, 東京大学博士論文, 2003
24. 長井宏憲, 建築外壁材料の性能指向型選定手法に関する研究, 東京大学博士論文, 2005
25. 井上朝雄, ビルディングスキンにおけるエンジニアリングのあり方に関する研究, 東京大学博士論文, 2006
26. 小西武志, 超高層建築における外周壁の研究, 東京大学修士論文 1975
27. 清家剛, 中低層都市型ビルにおける外壁サブシステム研究, 東京大学修士論文, 1989
28. 小栗新, 建築生産組織の日本的特質に関する研究, 東京大学修士論文, 1990
29. 古屋正次, 中高層建築物の外壁設計プロセスに関する研究, 東京大学修士論文, 1991
30. 松村謙, 専門工事業者の生産設計プロセスに関する研究, 東京大学修士論文, 1994
31. 周暉, 建築プロフェッションに関する研究—その小史と現状, 東京大学修士論文

文, 2000.

32. 魏慧艶, 建築工事における品質管理の日中比較研究, 東京大学修士論文, 2002
33. 椎田宗樹, ダブルスキンのエンジニアリングからみる環境配慮型ファサードの開発プロセスに関する研究, 東京大学修士論文, 2009
34. 妹尾悠貴, 環境配慮型外皮の設計プロセスに関する研究-技術主体に着目して, 東京大学修士論文, 2011

【報告書】

35. Centre for window and cladding technology, A comparative study of the façade industry in the UK, Europe, Japan and the USA, 1992
36. 東京大学大学院新領域創成科学研究科清家剛研究室「中国サッシ・カーテンウォール市場」研究会現地調査報告書, 2007
37. 国土交通省建設産業政策研究会, 『建設産業政策 2007』報告書, 2007

【論文・雑誌等】

38. Arditi, D., Gunaydin, H. M., Factors that affect process quality in the life cycle of building projects. *Journal of Construction Engineering and Management* 124, pp.194-203. 1998.
39. Baldwin, A.N., Austin, S.A., Hassan, T.M., Thorpe, A.. Modelling information flow during the conceptual and schematic stages of building design. *Construction Management & Economics* 17, pp.155-167, 1999.
40. Flynn, B.B., Schroeder, R.G., Sakakibara, S., The impact of quality management practices on performance and competitive advantage. *Decision Sciences* 26, pp.659-691, 1995.
41. Gann, D., Salter, A., Whyte, J, Design Quality Indicator as a tool for thinking. *Building Research & Information* 31, pp.318-333, 2003.
42. Saraph, J.V., Benson, P.G., Schroeder, R.G., An instrument for measuring the critical factors of quality management. *Decision sciences* 20, pp.810-829. , 1989.
43. Wright, J.R, Ideas about the Performance Concept, *Build International* July/August, vol. 3, pp. 207-208, 1970.
44. 田村恭, Building Elements の評価, 建築雑誌 vol. 72, No. 845, pp. 9-16, 日本建築学会, 1957.
45. 内田祥哉, 宇野英隆, 井口洋佑. Building Element の定義に就て. 日本建築学会研究報告 No. 48, pp. 81-84, 1959.
46. 内田祥哉, 宇野英隆, 井口洋佑. Building Element の性能の種類に就て, 日本建築学会研究報告 No. 48, pp. 85-88, 1959.
47. 内田祥哉, 住宅と性能, 建築雑誌, vol. 95, No. 1163, pp. 4-8, 日本建築学会, 1980.
48. 江口禎. 機能・性能・品質の概念上の相互関係. 建築雑誌 vol. 95, No. 1163, pp. 18-23, 日本建築学会, 1980.
49. 社団法人ベターリビング, 中国住宅ハンドブック 住宅供給制度・建築・住宅部品関連制度, pp. 121-124, p138, 1988
50. 小栗新ら, 施工段階における設計プロセスに関する研究, 第5回建築生産と管理技術シンポジウム, pp. 95-100, 1989
51. 奥貫勝博, 石村峻司, 鹿島裕一, 大山信一, 生産情報の伝達手法に関する実験的研究: その2 CADによる意匠図作成作業に関する分析. 学術講演梗概集. A, 材料施工, 防火, 海洋, 情報システム技術, pp. 1559-1560, 1993.
52. 大山信一, 石村峻司, 吉川慎太郎, 長谷芳春, 鹿島裕一, 生産情報の伝達手法に関する実験的研究: その1 実験の目的と予備調査. 学術講演梗概集. A, 材料施工, 防火, 海洋, 情報システム技術, pp. 1557-1558, 1993.
53. 渡辺治男, 石村峻司, 吉川慎太郎, 大山信一, 生産情報の伝達手法に関する実験的研究: その4 設計CADデータの施工図での利用. 学術講演梗概集. A, 材料施工, 防火,

- 海洋, 情報システム技術, pp. 1563-1564, 1993.
54. 石村峻司, 長谷芳春, 鹿島裕一, 大山信一, 生産情報の伝達手法に関する実験的研究: その3 設計総合図の作成. 学術講演梗概集. A, 材料施工, 防火, 海洋, 情報システム技術, pp. 1561-1562, 1993.
 55. 清家剛他, PC カーテンウォールの設計体制に関する調査研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集. E, 建築計画, 農村計画 1993, pp. 863-864, 1993.
 56. 金多隆, 古坂秀三, 長岡弘明, 木本健二, 岡本啓照. 建築生産プロセスの構造化分析. 日本建築学会計画系論文集, pp. 187-194, 1996.
 57. 峰政克義, 伊藤健司, 古坂秀三. 建築プロジェクトにおける生産情報の確定過程. 日本建築学会計画系論文集 pp. 187-194, 1997.
 58. 高橋栄人, 古坂秀三, 専門家における職能の現代的意義とその行方(建築経済・住宅問題). 日本建築学会近畿支部研究報告集 1999. 計画系 pp. 885-888, 1999.
 59. 清家剛, 名取発, 佐久間信輔, サッシの性能を確保するための設計に関する研究その1 サッシに関する諸問題の整理, 日本建築学会大会学術梗概集 1999, pp. 651-652, 1999
 60. 佐久間信輔, 清家剛, 名取発, サッシの性能を確保するための設計に関する研究その2 民間設計組織に対する調査, 日本建築学会大会学術梗概集 1999, pp. 653-654, 1999
 61. 名取発, 清家剛, 佐久間信輔, サッシの性能を確保するための設計に関する研究その3 公的設計機関に対する調査, 日本建築学会大会学術梗概集 1999, pp. 655-656, 1999
 62. 高橋栄人, 古坂秀三, 建築プロセスの開示・帰属責任の明確化に有効な建築プロジェクト組織の編成方法に関する基礎的検討. 学術講演梗概集. F-1, 都市計画, 建築経済・住宅問題, pp. 1293-1294, 2000.
 63. 高橋栄人, 建築プロジェクトにおける関係専門家の帰属責任(法的リスク)のマネジメントに関する検討(建築生産システム, 建築経済・住宅問題). 学術講演梗概集. F-1, 都市計画, 建築経済・住宅問題 2001, pp. 1101-1102. 2001.
 64. 朝原広樹, 金多隆, 古坂秀三, 建築生産システムにおける「曖昧さ」の所在, 日本建築学会大会学術講演梗概集. F-1, 都市計画, 建築経済・住宅問題 2001, pp. 1095-1096, 2001.
 65. 村田達志, 古坂秀三, 金多隆, 建築プロジェクトマネジメントにおける主体間の関係性に関する国際比較研究—契約約款の比較に基づく片務性・協調関係の分析, 日本建築学会計画系論文集 (562), pp. 237-244, 2002.
 66. 関谷浩史, 岡井敦, 問題解決型組織編成による建築設計プロセスに関する研究: 強調設計環境における合意形成の可能性について(参加・コラボレーション、その他, 建築計画 I). 学術講演梗概集. E-1, 建築計画 I, pp. 629-630, 2003.
 67. 高橋栄人, 建築設計等に関する契約の法的性質に関する検討(建築経済・住宅問題). 日本建築学会関東支部研究報告集 II, pp. 321-324, 2003.
 68. 高橋栄人, わが国の建築プロジェクトの生産システムにおける関係的契約と完備契約(建築経済・住宅問題). 日本建築学会近畿支部研究報告集, 計画系 pp. 717-720. 2003.
 69. 齋藤孝輔他, 日本におけるファサードエンジニアリング, 日本建築学会大会分冊講演梗概集. E-1, 2003, pp. 695-696, 2003
 70. 平石久廣, 性能規定化にかかわって, 建築雑誌, 119(1513), p28, 2004
 71. 河岸俊輔, 清家剛, 大久保康路, 七戸俊介, 環境配慮型建築の設計プロセスに関する研究 その2: 環境性能チェックシートの運用(サステナブルビルディング, 建築計画 I). 学術講演梗概集. E-1, 建築計画 I, pp. 737-738, 2004.
 72. 七戸俊介, 清家剛, 大久保康路, 河岸俊輔. 環境配慮型建築の設計プロセスに関する研究 その1: 組織形態及び共同作業を中心として(サステナブルビルディング, 建築計画 I). 学術講演梗概集. E-1, 建築計画 I, pp. 735-736, 2004.
 73. 千葉文彦, 清家剛, メタルカーテンウォールの性能評価性能設計, 日本建築学会大会学術講演梗概集. A-1, 材料施工 2005, pp. 1083-1086, 2005.
 74. 清家剛, カーテンウォールの性能設計の変遷(建築部位の性能評価と性能設計(2), 材

- 料施工) 日本建築学会大会学術梗概集 2005, pp. 1079~1082, 2005.
75. 齋藤 隆司、古阪 秀三、金多 隆、李 玥, 工事監理に関する国際比較研究, *Journal of architecture and planning* (594), pp. 109-115, 2005.
 76. 李玥、古阪秀三、金多隆, 中国における建築プロジェクトの品質確保に関する研究, 日本建築学会計画系論文集(622), pp. 175-180, 2007-12-30, 2007.
 77. 渡邊法美, リスクマネジメントの視点から見たわが国の公共工事入札・契約方式の特性分析と改革に関する一考察, *土木学会論文集 F Vol. 62* (2006) No. 4. pp. 684-703, 2006
 78. 名取発, 清家剛, 秋元孝之, 井上朝雄, 秋田典子, 呉東航, 中国上海におけるアルミサッシ構法に関する現状調査: 中国におけるサッシ・カーテンウォールに関する研究, 日本建築学会大会分冊講演梗概集. E-1, pp. 763-764, 2007.
 79. 曾我志津保, 杉山幸司, 高口洋人, 2010. 40531 建築物のサステイナブル・デザインプロセスに関する研究: その 1 環境配慮建築物の DSM による分析(デザインプロセス・BIM, 環境工学 I). 学術講演梗概集. D-1, 環境工学 I, pp. 1087-1088. 2010.
 80. 黄圻, 中国カーテンウォール産業発展 30 年, <http://www.alwindoor.com/>, 2011
 81. 王洪涛, 中国におけるドア窓カーテンウォール検測技術 30 年, <http://www.alwindoor.com/>, 2011
 82. 戸田穰, 権藤智之, 平井ゆか. 建築構法学・構法計画学の成立・発展史の研究. 一オーラルヒストリー と文献史学による戦後住宅史 -, 住研総研究論文集 No. 39, p204, 2012.
 83. 古阪秀三, 日中韓台の建築プロジェクトにおける品質確保のしくみに関する比較研究.-鉄筋 工事・鉄骨工事を例に. 総研レポート-(7), pp. 7-18, 2012.
 84. 日本建築積算協会, Chartered Quantity Surveyor” と “R I C S” について, www.bsij.or.jp/news/20140226/pdf/qs_risc.pdf, 2014.
 85. 片田匡貴他, 建築生産プロセスにおける躯体図の役割—自由記述式のアンケートを用いた分析, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 83-84, 2014.

謝辞

本論文の作成にあたり、数多くの方々からご指導、ご助言そしてご協力を頂きました。

まず初めに、貴重な勉強と研究の機会を与えて頂いただけでなく、丁寧なご指導、ご助言を頂いた清家剛先生は、研究の方針や進め方を多岐渡って教えて頂き、言葉では言い尽くせないほどのお心遣いを公私両面で頂きました。心より御礼を申し上げます。

また、論文の審査にあたり、思考の方法、論を展開する方法などについて、貴重なご助言を下された野城智也先生、小澤一雅先生、野口貴文先生、藤田香織先生にも心から御礼を申し上げます。

そして、本研究の調査にあたり、倉斗道夫、千葉文彦、松島潤、小田康弘、平館孝雄、大野二郎、宮崎淳、多賀洋、富松太基、茅晓東、范悦、葛海瑛、周暉、角陸順香、蘇晓丹、趙成中、蘇志偉、楊曉琳、馬黎涵、王周陽、劉庆剛、楊士杰、張紅国、戴奇、全ての方々のお名前を挙げてお礼を申し上げることができないほど数多くの日本と中国における建築設計事務所、総合請負業者、CW コンサルタント会社、CW 専門工事業者、大学の方々に、ここに深く感謝の意を表します。

松村秀一先生には、自分が興味を持っている研究を進む勇気を頂きましたことを心より感謝申し上げます。

名取発先生、金容善研究員には、論文に対する助言、日本語校正など、いつもあたたかくご指導をいただき、心から感謝の念を表します。

日本語添削をしていただいた、佐々木留美子、磯部孝行、荻野晋也、石川種俊、北村俊平、竹村由紀、豊川裕里、伊藤篤司、藤原和典、原田優作、松本直之、朝光拓也、茨木彰人、劉暢、林弘倫、タンチーシャン、ここに記して厚く謝意を表します。

児玉陽子、王瑋慧、魏慧艳、廖硃岑、伍止超、渡部昌弘、廖昱嘉、蔡宜君、張懷謙、佐藤利昭、三木優彰、渡邊史郎、吳道彪、趙雨、妹尾悠貴、後藤礼美、善野浩一、西濱惇矢、建築専攻事務係の馬場雅夫、高橋弘子、藤本あかり、木村麻衣子、これらの方々のご支援とご協力の御蔭で、調査及び論文作成を順調に進めることができました。

王建国先生、王静先生、金承協先生、姜涌先生、日暮武・時子ご夫婦、楊熹微、楊賀、晁丁丁には、様々な形でご協力を頂き、有難うございました。

最後に、応援してくれた家族・親戚・友達に対して心より感謝の意を表したいと思います。

李燕