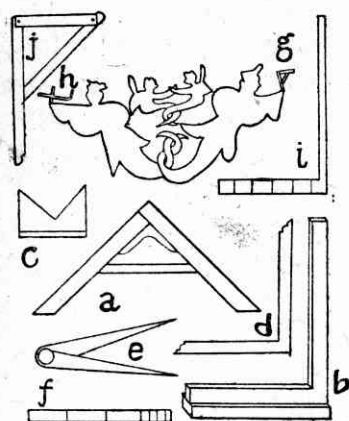




指金と Steel Square

生産技術史研究室



第1圖 定規、コンパス、物指の歴史的資料

a, b, c: エジプト. d, e, f: ローマ.
g, h: 漢時代. i: 元時代. j: 中國
土俗.



第2圖 ゴシック時代の
建築家(石工長)
E de Montreuil の像

教会建築の現場の下小屋で羊皮紙に設計
している。重要な設計図、現寸圖な
どは板や直接に石にも書かれた。

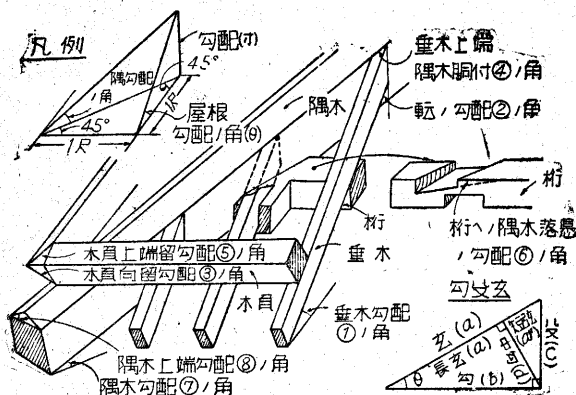
幾何や圖計算是構築や機構の技術家にとって大切なものであるが、まして現実に設計に基いて間違いなく工作し組立て、木の一片、鐵の一塊を建築や機械などに變えることによって人間の發展に役立たせる生産の技術的過程においては重要かつ基本的な意味がある。その故にそれらに必要な道具である物指、定規、コンパスの三者は幾何學とともにきわめて古い歴史をもっている。既にエジプトの新王朝の時代(B. C. 1580~1150)にL型やA型の定規を見出し、ローマの建築家の肖像畫にもそれらが添えられている。さらに物指とコンパスはローマの左官が使用していたことも知られている。東洋では孟子(B. C. 4世紀)の言行録に「聖人既に目刀を竭す。之に繼ぐに規矩準繩を以つてす。以つて方員平直を爲す」とあり、規はコンパスで員即ち圓形を描く道具、矩は直角の定規で方形を描く道具である。漢の畫象石(1世紀)をみると、中國神話の天地創造の圖に伏羲、女媧の男女兩神が方圓地方を表わすために、手に方々規と矩即ちコンパスと直角の定規を持つている(第1圖)。一方中國の尺度の變遷についても周の時代即ち紀元前3世紀以前迄遡ることができる。因みに周の1尺は今日の日本の尺度で7.538寸と推算されている。これら中國の道具と技術は飛鳥奈良時代に日本にも傳えられた。

幾何學はエジプトに萌し、ギリシャのピタゴラス(B. C. 6世紀)派はアクロポリスの丘にそびえたパルテノンの神殿に審美的な構圖を捧げた。黄金分割や二乗して始めて整数比を得るプロポーションは歴史上に稀な規矩をのこした。直角定規とコンパスによつて作圖され、或る意味では物指は使用されなかつたともいえる。ついでユークリッドの幾何學原本(B. C. 300年)があらわされたのはアレキサンドリア時代で、ローマ建築はこの幾何學の上に築かれたのである。ローマのヴァイトルヴィウス(B. C. 1世紀)が建築に柱の太さを單位とするプロポーション即ち比例並びに相似の原理を規矩としていて

いるところをみるとローマ時代には尺度がきわめて重要な位置を占めていたことがわかり、一方半圓形アーチやトンネル式のヴォールト、圓形ドームの發明者であるローマ人は、立體的なそれらの交叉において幾何圖を充分知つていたと考えられる。

ヨーロッパの石造構法はゴシック建築(13~15世紀)できわめて巧妙且つ精密となり、今日の投影畫法の基礎を開いた。その幾何圖法を Stereotomy と呼び石截術とか規矩術とか譯されている。従つて中世、近世を通じて製圖が構築現場での主要な基準を與えていたのでめつて切石の各面の現寸大の木製の型枠が圖面によつてつくられ、職人達の手によつてこれにあわせて石が刻まれた。(第2圖)。木造の骨組の場合は部材の長さ、各部材間の角度等が問題であり、この場合は圖面によつて長さは物指で部材の上に設けられ、角度は bevel で移された。投影圖法の理論體系はフランスの數學者 Gaspard Monge (1764-1818) により樹立され製圖に革命をもたらした。そして今日に引きつがれ現代の技術における現寸圖として存在している。しかも他方木造の屋根(石造、煉瓦造の建築でも屋根は木造であつた)は切妻造、寄棟造が一般で、屋根の傾斜が一定ならば規矩は一定してくる理であるから、いちいち圖面によらなくても、尺度其の他の目盛ある指金や Steel Square によつて、便利な規矩が棟梁によつて工夫されていた。船は屋根を裏返したものと考えれば屋根の規矩が適用され得る理當で、日本の船大工もこうした指金を使用した。この場合傾斜は勾配と呼ばれ直角三角形の tangent で示される。この段階で規矩術について比較してみると東西所を異にしているが、その原理は一つであることがわかる。

日本の大工が、常用している指金、或は米國の steel square は L 型の定規で、加えて各種の尺度や數表が目盛つてあるのが特徴となつてゐる。その沿革は明らかでないが、上記の古代に既に使用されていた直角の定規に

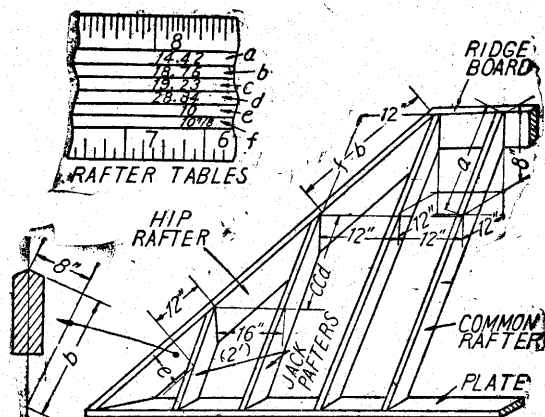


第3圖 日本の屋根軒の規矩

- ①勾 配 $c/b \quad \tan\theta$ ⑤長玄の勾配 $a'/b \quad \sec\theta$
 ②轉の勾配 $b/c \quad \cot\theta$ ⑥半勾配 $c/2b \quad \tan\theta/2$
 ③中勾の勾配 $d/b \quad \sin\theta$ ⑦隅勾配 $c/\sqrt{2}b \quad \tan\theta/\sqrt{2}$
 ④底の勾配 $a/b \quad \cos\theta$ ⑧隅中勾の勾配
 $c/\sqrt{2}b \times \sqrt{2}b/b \times \sqrt{2b^2 + c^2} \quad \tan\theta/\sqrt{2 + \tan^2\theta}$

物指の尺度が後世さらに加えられたものに相違ない。しかも目盛の各種とその用法が高度に發達したのは座やギルドを組織した中世の職人の親方の間からでた棟梁が與つて力があり、以後近世技術に連なる過程においてであつて、もちろん機械時代以前の手工業の技術に外ならない。

日本の大工の古くから使用している指金は鋼又は眞鍮製で曲尺の目盛がもられ、物指と三角定規の役目も、計算器の役目をもはたす大變便利なもので、その用法は中世以來棟梁の經驗によるものであつたが、江戸幕府の大棟梁平内廷臣（1791—1856）によつて理論的に體系づけられた。廷臣は當時江戸の三大和算家の一人で矩術要解（1838）、算法直術正解（1840）、矩術新書（1848）、の著書が傳へられており、指金による乗除、開平、開立の方法は矩術新書で説いている（第5圖）。規矩術は和算におけるいわゆる勾爰玄の應用であつて、ピタゴラスの定理と直角三角形の相似の定理によつて基礎づけられていることはもちろんである。もつとも日本へのピタゴラスの定理の輸入は秀吉の朝鮮の役以後で中國から傳えられ、その證明は延寶2年（1674）、の和算書に見られる。勾爰玄の勾配のたてかたは西洋數學の三角法に相當し、指金による圖計算の根本で、兩者の對照と規矩法の應用は別表（第3圖）の如くである。江戸時代の末期に大成された指金による日本の規矩術は白木造とできるだけ釘を使用しない構法において精緻をきわめ同時に眞價を發揮し得たものであつた。明治以降近代數學の導入によつて和算は全く衰滅したにもかかわらず、大工の技術として今



第4圖 米國の勾配 8/12 の規矩 (Townsend
“steel square” による)

- a: Length of main rafter per foot run
- b: Length of hip or valley per foot run
- c: Difference in length of jaks 16 inches centres
- d: Difference in length of jaks 2 inches centres
- e: Side cut of jacks use the marks
- f: Side cut of hip or valley use the marks

日なお算盤とならんで存在の意義を有していることは注目すべきことがらである。

そこで眼を轉じて日本について木造建築の多いカナダやアメリカの規矩術を尋ねてみると、そこにも同じような大工技術を見出すことができる。現に用いられている steel square は 1 呎に 2 呎の L 字形の直角定規で、吋目盛の外に日本の裏目に相當する目盛は吋毎に數表で表わされている點が異つている。最も特徴とするところは吋の目盛毎の垂木、隅木、谷木に關する 6 通りの數表が用意されていることで、これ等を利用して不連續的ではあるが、1 呎に對する吋勾配毎の數種の規矩を簡單に見出すことができ（第 4 圖）實用的にはこの程度でまず支障ないと考えられる。さらに材木の積量 FBM を計算できるように數表も添えられてある。十進法でない呎時に よる場合は特にこの steel square の便利さが想像される。

物指、定規、コンパスと幾何學の歴史は古い。それらは抽象された幾多の原理の発見をもたらすと同時にこれらと平行して指金や steel square と規矩の科學的な技術を生みだした。これによつて一層正確に工作が可能となり且つ職人の手間と時間の多くがはぶかれた。機械時代の今日これらの技術は一見時代遅れのように思われるが、依然設計圖と現場工作の間に横たわる問題でありまた作業能率や勞働の生産性の立場からも充分とり上げらるべき問題である。むしろ營々と築き上げて來た東西幾多の職人の經驗を経て洗練された科學的技術である點覺重さるべきであらう。

第5圖 江戸幕府大棟梁平内廷臣の指金算の原理

