

輕量不燃書庫の試作

—— 星野昌一・坪井善勝・若林 實 ——

薄鋼板の折曲材を骨格として作られた壁パネルと小屋パネルで輕量不燃組立家屋をつくる研究は、III型IV型をへてVI型で一應實用化の域に達したが、この工法を、さらに防火性を要求される2階建アパートや學校、病院などに用いる研究が進められており、その一つの試みとして、不燃書庫という特殊形式について、組立不燃構造の特色を最も端的に活かそうとしたものである。

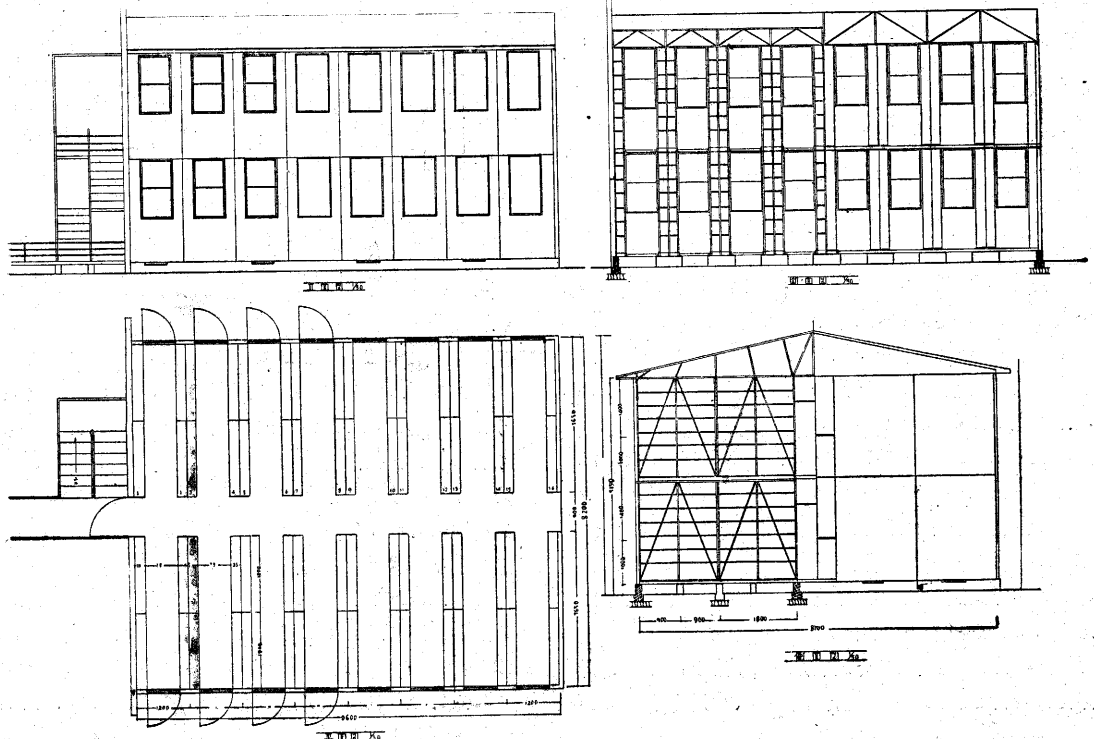
1. 試作書庫の特色

集積された文化財を火災から保護するために、書庫を不燃化する必要性は何人もみとめるところであるが、在來のように鋼製書架を鐵筋コンクリート建物の内部におく場合、書架が荷重として建物に支持される形式をとると、構造的にも經濟的にも不利であり、自立書架の形式をとつた場合にも建物と相互に支えあう形式をとらない

のが普通であり、本の荷重が特に大きいので、全體として相當な重構造となり、書架だけで坪8~9萬圓、建物とも13~15萬圓というのが一應の標準と考えられる。それにコンクリートの熱容量が大きいので、急に暖かくて多濕になるような天候のとき、壁や書架に結露して、本の保存性を害する場合が多かつた。ここに試作している書庫はこれらの點を改良して、次の特色をもっている。(第1圖参照)

1) 書架自體が本を支えると共に壁體又は柱の役をなし、書棚支持枠、斜材共に熔接またはリベット接合されて一體として作用するように計畫されているので、自在棚をもつた自立書架の場合にくらべて構造上はるかに有利となる。(在來の支柱は L65×65×5mm 程度のものを主骨材としているが、これでは厚1.6mmの枠板が支柱をかねている。)

2) 棚は垂直力に對しては枠材の坐屈防止の役をなし、水平力に對しては斜材と共に荷重の均等傳達と枠の曲り

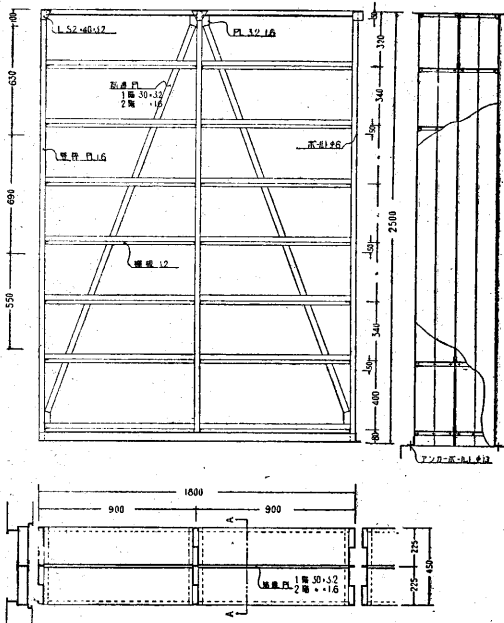


第 1 圖 輕量不燃書庫の平面、立面、斷面圖

を防ぐ役をなしている。そのために原則として固定式になつていて、構造を単純化しているが、かなり面倒な工作をした調節式のものでも実際に書庫として使用中に段の高さをかえることはほとんどない。この試作のものでも必要により一段おきに高さを調節しうるようにも考えられている。

3) 書棚は全部均一な断面形をもつていて、折曲 L 材によつて、共通な形をもつた折曲材による枠板にリベット接ぎされているから、部材の形式が主要部は 2 種類、補助材が 2 種類というように簡単化されている。

4) 書架は裏表両面用で棚を 7 段もつものを標準とし上下 2 段で 2 階建の書架が構成されるように考えられている。(各部仕様、第 2 圖参照)



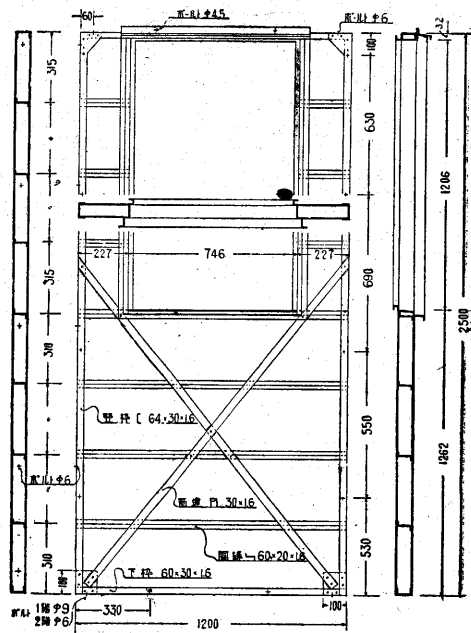
第 2 圖 書架平面、立面、断面圖

5) 通路の床は、750 mm へだてて向いあつた 2 列の書架の中間に、それらの地覆板に支えられた厚さ 4.5 mm のチエッカープレートでできており、4'×8' の板からむだなく切断されるように、組合せが考えられている。中通路のみは幅を 900 mm とする。

5) 壁パネルは書架の中心から中心までの距離を単位幅として、高さは書架と同じで、パネル枠組はチャンネル形の折曲材で、中央上部に窓枠を溶接してとりつけ、壁體部は斜材が横架材、枠組と共に結合されていて、全體として書架列間の變形を防ぐ一部の力を受持つように考えられている。(第 3 圖参照)

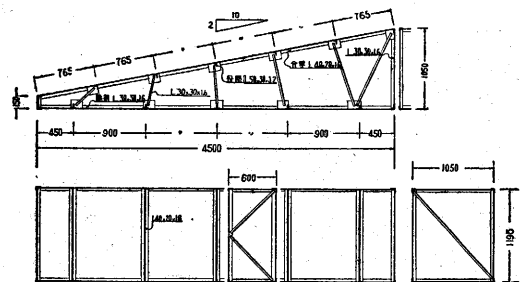
7) 開口部は折曲材による簡易な上下窓と、L 形折曲材に支持された 1.6 mm 厚の鋼板防火戸をもつていて、書庫の防火性を高めている。

8) 小屋組は III 型、IV 型などと同じ形式の箱形小屋



第 3 圖 壁パネル平面、立面、断面圖

組パネルを用い、両側が書架にのるように考えられているので、部材を節約して、トラスの形でなく、束立式の簡易な形式とした。この箱形のパネルを中央で 2 個つないで建物の幅になるようにしている。(第 4 圖参照)



第 4 圖 小屋組平面、立面圖

9) 屋根葺はアルミ (3 S 合金) 板を用い、アルミの特性を生かして上方に 3 角形に突出したリップをもち、リップ部で接合および装着ができるように考えられている。

10) 母屋はアルミ型板の長さ (2400 mm) に適するように等間隔に配された折曲 L 材 (50×30×3.2) からなり合掌材に溶接し、水平梁材、垂直斜材、束材と共に箱形の小屋パネルを構成するように考えられている。

11) 天井は小屋パネルの陸梁に當る L 材に支持される強化木毛セメント板で構成される。

12) 内壁は強化木毛セメント板を壁パネルの内側にはめ込み、窓臺の水返し枠と鐵製 L 形幅木によつて取付ける。

13) 外壁は防火性を要する場合は、壁パネルに溶接された Z 形および L 形横架材にとりつけたリブラスにモルタル塗とし、それ程外部から火熱をうけるおそれのない

部分はリブ付鐵板又はアルミ板により輕量化をはかる。

14) 書架と基礎とは徑 13 mm の埋込ボルトにより、地覆板と床板にかけた橢圓形の穴を通じて結合し、上下の書架および壁と基礎とは徑 9 mm のボルトを用いて結合する。壁パネル相互、小屋パネル相互、小屋と書架などは徑 6 mm のビスでしめる。

15) 使用した鋼板の厚さは 3.2, 1.6, 1.2 mm の3種と厚 4.5 mm の床板で、すべて折曲材によつて主要部は 4.5~6 mm のリベット接ぎ、その他一般には隅肉熔接によつて各パネル毎に組立てて輸送し、現場で組立てる。

2. 長所と短所

この構造の長所と考えられるものを以下に述べる。

1) 輕量組立構造であるから、工期は迅速で、必要により解體移設も可能で、全重量は普通のコンクリート造の場合の約 1/5 で基礎工事もはるかに簡単にすむ。(地盤がやや軟弱でもよい。)

2) 所要鋼材量は書架とも 400kg/坪 であり、普通の鋼製書架と鐵筋コンクリート造を用いた場合の鐵量の約 2/3 ですむ。

3) 全體の熱容量が少ないので気温との温度差が少いから結露する心配が少く、書架としての機能性が高い。

4) 工費は普通の鋼製書架とコンクリート外壁をもつものにくらべて 3/5 程度であり、坪當り 5 萬圓程度の節約が可能である。

5) 壁體自身の耐火性はコンクリート造のものよりややおとるが、間口部の防火性はすぐれているので、結局防火性はおとらないと考えることができる。

6) コンクリート造やブロック造のものより耐震性がすぐれ、木造モルタル塗とは比較にならない防火性と耐用性をもっている。

この構造の缺點を考えられる点とその対策をあげれば次の通りである。

1) 床が鋼板であるから音がしやすい。これを防ぐには上靴を用いるかマットを用いる。

2) コンクリート造にくらべて温度變化がやや大きい。しかし一面これが外気温との差が少いことを意味し書架の最大缺點である結露を防ぐことになる。また窓が各通路毎についているから通風は良好で、夏季は開放すれば外気温と同じになり不利にはならない。冬季夜間寒いことは避けられないが、夜間の使用は少ないと考えられるから、これは大いした弊害をとまなわない。

3. 各部仕様

(イ) 書架 間口 1800, 奥行 450, 高さ 2500 mm とし、両端および中央に 1.6 mm 鋼板で形成された枠板を配し、これに 1.2 mm 鋼板を折曲げて作った棚板を 7

段宛所定の位置に 1.6 mm 鋼板折曲材で鎮止し、中心部に斜材 (30×3.2) を配し、棚板とも相互に結合する。枠材基部両側には 3.2 mm 鋼板折曲材を水平に横架して、床板を支持するようにし、かつ上下書架の繋結に役立たせるものとする。書架は 2 連宛上下 2 段に相互に結合して一つの壁面の單位を構成し、一端は壁パネル、上端は小屋パネルで結合される。

(ロ) 壁パネル 幅 1200 mm, 骨格厚さ 60 mm, 高さ 2500 mm とし、周囲は鋼板折曲 L 材 (60×30×1.6 mm) で枠組を作り、窓面の外部には折曲 L 材 (30×30×3.2 mm) による枠および斜材に 1.6 mm 鋼板を張つた防火扉をもち、内部に折曲材 (15×25×1.6 mm) を枠とした半固定、下半上げ下げ窓を持つ窓枠を設ける。窓下と腰壁中央には折曲材 (20×60×1.2 mm) を通し、さらにその中間に折曲材 (40×20×1.6 mm) を通して壁材の支持臺とする。腰壁部分に枠組を相互に X 字形に結合する斜材 (30×3.2) を銲接してパネルの應力變形を防止する。

(ハ) 小屋パネル 幅 1200 mm, 長さ 4500, 最高部の高さ 1050 mm, 厚さ 1.6 mm 折曲鋼板 L 材で構成された勾配 0.20 片流れ箱形小屋組とし、合掌と陸梁は鋼板折曲 L 材 40×20×1.6 mm, 束と方仗は 30×30×1.6 mm とし、相互に隅肉熔接 (有効長 60mm 以上) で結合し、主要材の取付部は 1.6 mm 添板を銲接したものに熔接する。母屋は 50×30×3.2 mm, ふれどめ斜材は 30×30×1.6 mm とする。軒先は 150×30×1.2 の L 材で包む。

(ニ) 床パネル 書架間通路は幅 750 mm, 長さ 1200 mm 3 枚, 中通路は幅 900 mm, 長さは 1200 mm を單位とし、4.5 mm 厚鋼板 4'×8' を使用所要の寸法に切斷して所要個所に穴あけの上書架の取付用 L 材にアンカーボルトで書架と共に締付ける。

(ホ) 塗装 小屋パネル・壁パネル骨格・床パネル下面はジंकクロメート防錆塗料 2 回塗、書架・壁パネル窓枠および建具・2 階床パネル下面は、組立を終つた後、見えがかりはすべて灰青色フタル酸樹脂上塗塗料を 2 回塗とする。

(ヘ) 建方 コンクリート布基礎は幅 150 mm および 90 mm, 高さ 600 mm, 地上高 450 mm とし、所定の位置にアンカーボルトを用い埋モルタルで固定する。書架相互、壁パネル、小屋パネル、床パネルの取付は指定寸法のビス、またはボルトでゆるみなく結合するものとする。小屋パネルにはアルミリブ付型板の山部で母屋に亜鉛鍍したフックボルト (φ 4 mm) 及座金で締付け固定し、上下端は亜鉛引鋼製クリップ (厚 1.6, 幅 26 mm) を用いて亜鉛引ビス φ 4 mm 留とする。

(ト) 外装 壁パネル外面に # 24 リブラス張りの上 1:2 モルタル厚 2.5 cm 塗りつけ、白セメント吹付

淡緑色仕上とする。

(チ) 内装 木毛セメント板(厚 12 mm)を所定の寸法に切断の上表面を 1:2 モルタルで目つぶしの上に淡緑プaster (白セメント 20% 入)仕上とする。

(リ) 配線 電気配線はすべて配管工事とし電線が構造用金物と接触することは絶対に起らないようにする。

4. 所要資材および勞務

1) 鋼材

種 別	書架	壁	小屋	床	計
1.2 mm	123	10	—	—	133
1.6 mm	125	12	22	—	159
3.2 mm	36	11	8	—	55
4.5 mm	—	—	—	96	96
附 屬 金 物	4	1	1	1	7
計	288	34	31	97	450

註: この數値は工作による切屑を含んでいるから實使用量は この 値の 90% 程度である。

2) リプラス 壁下地用として B3 號で 16 kg, A3 號では 14 kg を要する。(≠ 24)

3) アルミ材 0.5 mm 厚型板 5 kg

4) セメント 基礎用 60 kg, 壁用 15 kg, 計 75 kg. (妻壁を含まず)

5) 内装板 木毛セメント板厚 12 mm のもの 4 m².

6) ガラス 厚 3 mm のもの 0.3 m².

7) 塗料 下塗用 4 kg, 上塗用 6 kg, 計 10 kg.

8) 所要勞務 (人時)

種 別	書架	壁	小屋	床	計
プレス加工	53	6	4	1	64
組立加工	150	50	10	1	211
塗 装	2	0.5	0.1	0.1	2.7
計	205	56.1	14.1	2.1	277.7

註: この値は原産によつて 2/3 以下に低下するものと思われる。(1952. 5. 7 星野)

5. 強度試験について

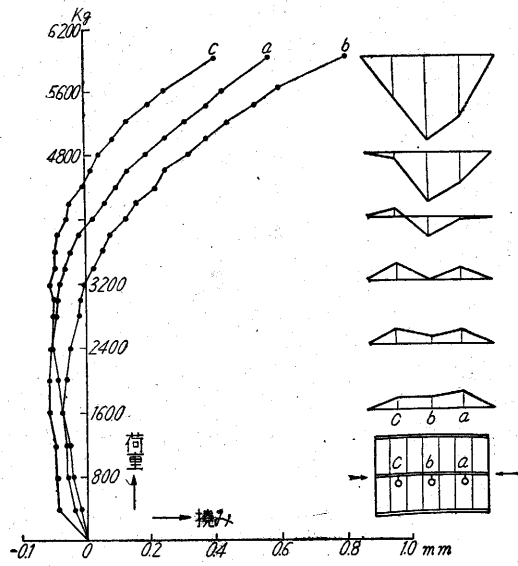
この書庫のような薄板を曲げた材で, 特殊な組立て方をした構造では, ふつうの鐵骨構造と同じようなつもりで接合部その他を設計すると, 局部挫屈その他思わぬ障害が起りやすい。このような構造物の設計には強度試験を併行して行うことが必要で, 計算よりむしろ實驗によつて寸法を決めてゆく方が近道であり, 確實な方法であ

らう。實驗の順序は, まず薄板を曲げて作った L や [のような材を試験し, 次にこれらを組合せたパネルの試験を行い, 最後には, パネルを組合せて建物としたときの試験を行うべきである。以下にのべる實驗は上述の 2 番目のもので, 組立てられた建物の試験は近々行う豫定である。なお本實驗は川名康君が擔當し, 加壓装置と測定装置は田野新, 小出孝, 片岡豊吉の三君の創意によるところが多い。

(1) 書棚の試験

書棚に書物をのせたときの撓みの測定を行つた(口繪第 1 圖)。のせた書物は重いと思われるもので, 1 m 當りの重量は 50 kg 程度のものである。棚の中央の撓みは 1.5~1.8 mm 以下, スパンとの比率は 1/500~1/600 以下で, この種のものとして充分の剛性があるものと思われる。なお棚中央下側の伸びを測定したところ, 曲げによる引張應力度は 540 kg/cm² であつた。従つて長期間に次第に撓みが増してゆく心配はない。

(2) 中枠の直壓試験



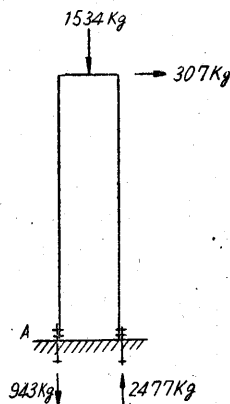
第 5 圖

書架の枠は建物の柱として設計されているので, 重要な構造部材である。1 階 2 階の書籍の重量により, 1 階の書架の中枠には 1530 kg, 側枠には 765 kg づつの直壓が加はることになる。これに對し, 口繪第 2 圖のように中柱だけに直壓力を加えた。荷重は装置の關係上 6000 kg までかけたが, 側枠に直壓力を加えなかつたので, 實際の荷重状態より挫屈しにくい。従つてこれを修正すれば, 設計應力の 1.3 倍まで加壓したことになる(附記参照)。第 5 圖は荷重と撓みとの關係を示すものである。

(3) 書架の水平力試験

地震力に對して抗抵するものは, 基礎で固定された片持梁としての書架と, 外壁パネルであるが, 水平力が全部書架にかかるものとするれば, 書架の中枠には第 6 圖の

ような力加わる。基礎との接合部A点附近の状態を調べるために、口繪第3圖に示すように水平力を加えた。この場合 250 kg まで水平力を加えたから、A点の反力は 1390 kg で、設計荷重状態の 1.5 倍まで試験したことになるが、何ら障害はなかつた。荷重と柱頭の水平移動との關係は第7圖に示す。

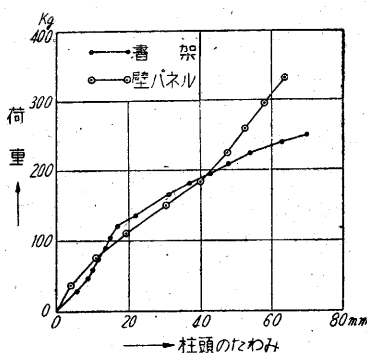


第 6 圖

(4) 外壁パネルの水平力試験

地震荷重によつて建物に加わ

る水平力の一部は、外壁パネルにも分擔されるが、この割合は書架の剛性と、外壁パネルの剛性の比率によつて決る。この試験では口繪第4圖(a)のA点のアンカー法は不良であるから、



第 7 圖

(6) 圖のように改めた。變更後の荷重と撓との關係を第7圖に示す。同圖によれば、書架の枠と外壁パネルとは同じ位の剛性をもつことが認められる。(外壁に外装材をはれば剛性や強度はさらに高まる。)

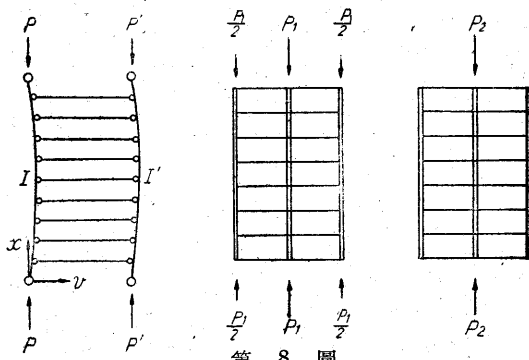
以上の實驗によつて部分的改良を加えれば充分の剛性と強度があることを認めた。これらのパネルを組立てて

建物としたときの性質は、今後の實驗によつて確めるつもりである、

(5) 附 記

第8圖(a)において、断面 2 次モーメントが I, I' の 2 材が、それぞれ軸力 P と P' とを受け、材の全長にわたつて伸縮のない多數の繋材で結合されているものとする。このとき P 材の限界荷重は P/P と I/I とに關係する。

繋材に働く軸力を q_x とすれば P, P' 材の微分方程式はそれぞれ



第 8 圖

$$EI \frac{d^4 v}{dx^4} + P \frac{d^2 v}{dx^2} - q_x = 0, \quad EI' \frac{d^4 v}{dx^4} + P' \frac{d^2 v}{dx^2} + q_x = 0$$

兩式を加えて

$$EI \left(1 + \frac{I'}{I}\right) \frac{d^2 v}{dx^2} + P \left(1 + \frac{P'}{P}\right) \frac{d^2 v}{dx^2} = 0$$

これは I が $1 + \frac{I'}{I}$ 倍に、 P が $1 + \frac{P'}{P}$ 倍になつた材の方程式に外ならない。すなわち限界荷重は

$$P_E = \frac{\pi^2 EI}{(\kappa L)^2}, \quad \kappa^2 = \left(1 + \frac{P'}{P}\right) / \left(1 + \frac{I'}{I}\right)$$

上式によつて第8圖(a)と(b)とに示す荷重状態における限界荷重を求めると $P_{1E}/P_{2E} = 1/3$ 。すなわち $P_2 = 6000$ kg は $P_1 = 2000$ kg に相當する。(1952.5.7・坪井 若林)

“生産研究” 第 4 卷 第 6 號 (6 月號)

正 誤 表

頁	段	行	種 別	正	誤
7			題 名	不良住宅地區の	不良住宅區の
10	左		見出し	3. 不良住宅	3. 不良性住宅
"	右	下 2	"	350	35°
"	"	4. 給水	表	位置、形式、使用關係	位置、形成使用關係
"	"	炊事	"	水栓、立流し	水、立流し
"	"	5. 施設	"		
11	"	項目 C	第 4 表	中央値	中值央
"	"		第 6 圖	$R + \delta R$ $C + \delta C$	$R - \delta R$ $C - \delta C$
27	左		第 1 圖	g	y
"	"		"	V_m	W_m
"	"		"	ϕ ポーラスカーボン黒鉛質	ϕ ポーラスカーボン炭素質
29	"		第 4 圖	20 40 60 (孔径 μ)	40 80 120 (孔径 μ)
"	"		第 6 圖	5	50
"	右	1	(5) 式	dr_H	dr
"	"		第 5 表	濾過	爐過
30	"		第 1 表	Fe_2O_3	Fe_2O_3
"	左		第 2 圖	魚肉	角肉