

軽量鉄骨構造の剛性および耐力に およぼす仕上材および筋違の効果

建設省建築研究員

研究員 黒正清治

1 まえがき

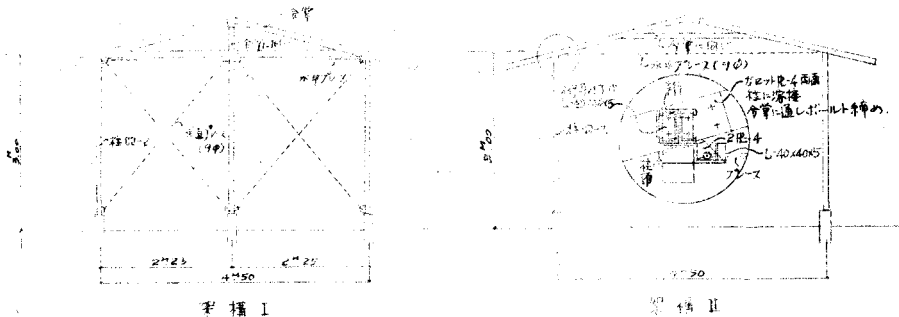
軽量鉄骨造は、振りや応力集中に対して弱く、局部的な変形や破壊を生じ易く、またこれで架構を組んだ場合にも剛性が小さいが、実際の建物では仕上材や筋違によりこの欠点が補われている。この仕上材や筋違の効果、すなわち軽量鉄骨に囲まれた壁としての働きを調査し、できれば木造建築同様、壁に耐力や剛性をもたせる設計法ならびに構法を採用する目的で、実際建物および模型試験体に水平加力を行い、実験的研究を行った。

2 実物実験

2.1 実験家屋

東京都葛飾区金町にある都営住宅を対象として行い、仕上げの前後における張間水平方向の剛性変化を調べた。第1図に示したように、架構は2種あり、柱、梁材としては、 $75 \times 45 \times 15 \times 2.3$ のC型鋼を用い、梁柱接合部は柱材に溶接されたガセットプレートを通じて現場でボルト締めされている。ブレースは水平、鉛直共9φ鉄筋をターンバックルでしめ、基礎は現場打コンクリート布基礎で、基礎下に6~10尺の短杭を打込んでいる。地盤は、湿泥地上にロームで盛土したものである。

図1

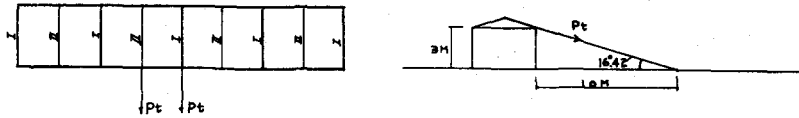


第1図 実験家屋架構詳細

2.2 実験方法

第2図に示すごとく壁面から10mはなして荷重支持点を作り、テンションメーターをつけたワイヤロープを用いて柱頭に加力し、変形は、ダイヤルゲージ、トランシット、歪測定はホイットモア歪計等を使用して測定した。

図 2



第2図 実験家屋加力方法

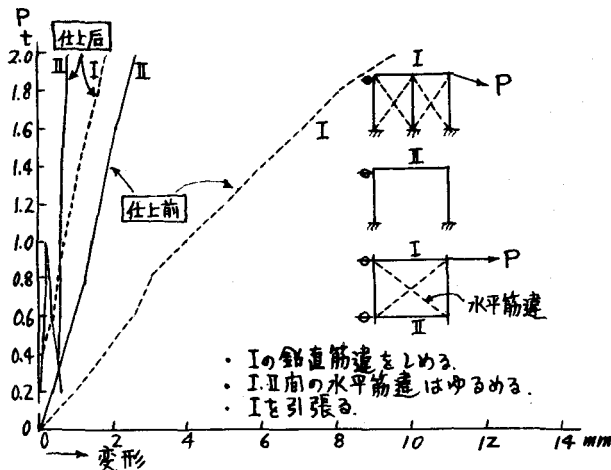
2.3 実験内容

実験は鉄骨の全部が組立つたときと、仕上げ（木毛セメント板、押入 — 表面モルタル塗、屋根 — 波形スレート葺、木造間柱、桁行壁石膏ボード釘止め、床板張り、）完成后、（但し天井はなし）に行つた。これにより架構Ⅰの剛性、架構Ⅱの剛性、水平筋違、母屋、仕上材の剛性に及ぼす影響を求めた。

2.4 実験結果

架構Ⅰの壁仕上げ材（木毛セメント板モルタル塗）の剛性効果を示したのが第3図である。母屋、鉛直筋違を含めた架構Ⅰの剛性は 248 Kg/mm 、これに前記仕上げを施すと、 877 Kg/mm と剛性が増大する。

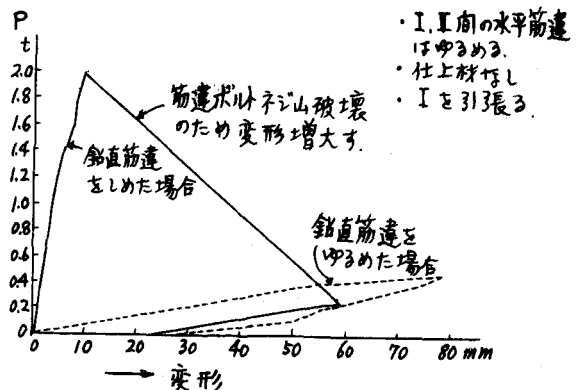
図 3



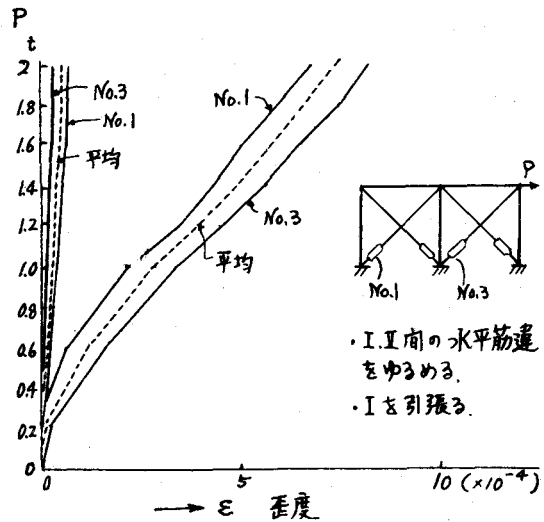
第3図 荷重、柱頭水平変位図
(仕上材の効果)

架構Ⅰの鉛直筋違の剛性効果を示したのが第4図で、筋違が無ければ、 8 Kg/mm の所、筋違を入ると 248 Kg/mm と約30倍の剛性に増大する。

第4図 荷重、柱頭水平変位図
(鉛直筋違の効果)

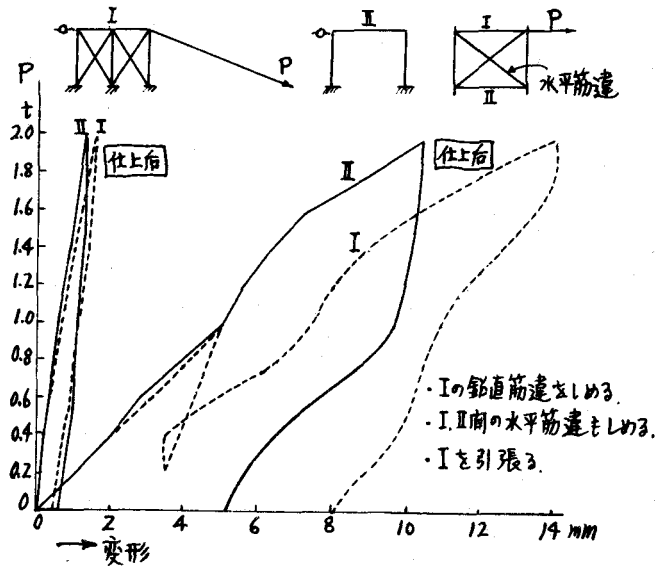


架構Ⅰの鉛直筋違応力が仕上材によつて如何に変化する
 かを示したのが第5図で、仕
 上前には、荷重の小さい間は
 架構が抵抗し、荷重が大きくな
 ると、殆ど筋違が力を負担
 する。これに対し、仕上後は
 筋違の分担率は45%に低下
 し残りは仕上材を有する架構
 で負担される。



第5図 荷重、筋違歪度図
 (仕上材の効果)

架構ⅠとⅡの間の水平筋
 違の剛性効果を示したのが
 第6図で、架構Ⅱの変形は
 このため架構Ⅰの変形に接
 近する。水平筋違の剛性は
 8.3 Kg/mmで、架構Ⅱの8
 Kg/mmの約1.0倍である。



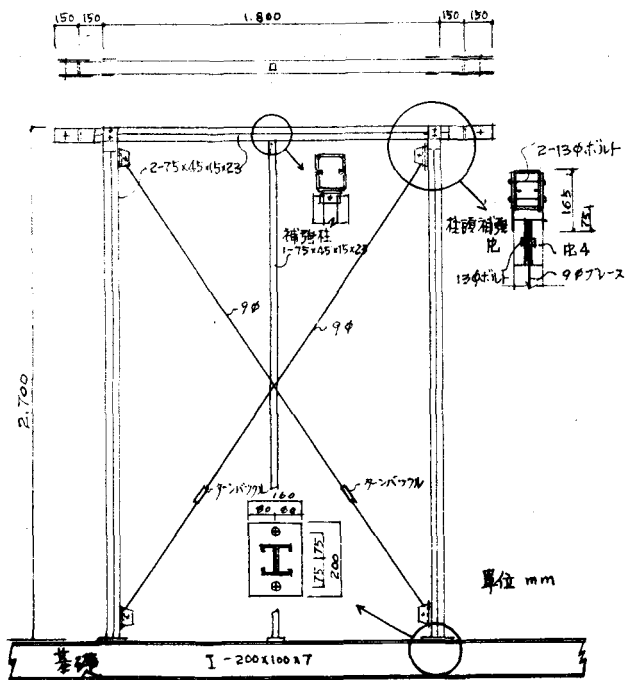
第6図 荷重、柱頭水平変位図
 (水平筋違の効果)

以上は各種実験の中から主な結果を示したのであるが、筋違ならびに仕上材の剛性に及ぼす効果の
 極めて大であることが判明した。

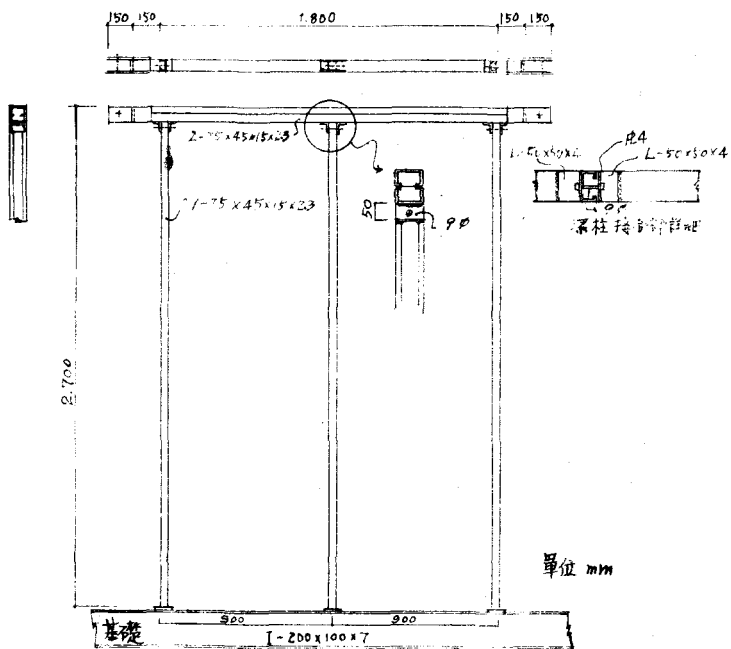
3 模型実験

3.1 試験体

模型試験体は第7、8図に示す如く、スパン1.8m、高さ2.7mのフレームで、実物実験の家屋と
 同一部材(柱は×に組んである)を使用し、梁と柱の接合部なども同様の組み方としてある。試験体



第7図 模型試験体 (A,B,C,D型) 詳細図



第8図 模型試験体 (E型) 詳細図

の種類は第1表に示すように合計17種類である。フレキシブルボードは、柱に直接4mmのビス（15cm間隔）で両面からビスどめしてあり、石膏ボードは、柱に0.6mmのMバーに15cm間隔でビスどめしてある。木毛セメント板は柱に溶接された鉄板で押えられ、その上に二層のモルタルが塗られ、塗厚は片面18mmである。また、使用鋼材の性質を第2表に示す。

第1表 試験体記号説明

フレーム	仕 上 げ な し	4 mm厚フレキシ ブルボード		7.5 mm厚 木毛セメ ント板モ ルタル塗	6 mm厚 石膏ボー ド縦貼り
		横 貼 り	縦 貼 り		
	A0	B			
	B0	B1 (H)	B1 (V)	B2	B3
	C0				
	D0	D1 (H)	D1 (V)	D2	D3
	E0	E1 (H)	E1 (V)	E2	E3

第2表 使用鋼材の性質

鋼 材		降 伏 点 t / cm ²	引張強さ t / cm ²	最終伸率 %
7.5×4.5×1.5×2.3		—	4.60	31.8
PL	4.5	2.60	3.70	34.7
PL	6	2.98	4.48	28.7

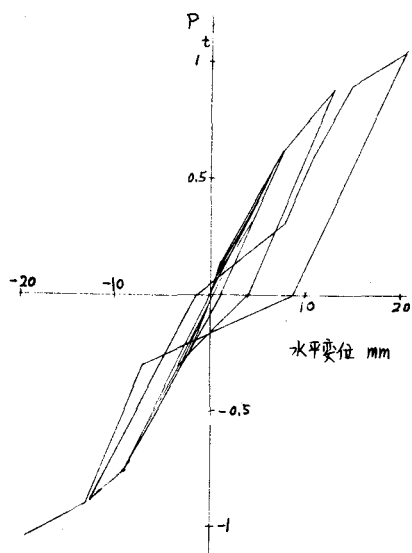
3.2 実験方法

加力方法は、試験体梁端にワイヤロープをとりつけ、チェーンブロックで水平に引張り、テンションメーターで荷重を測定した。各種実験を同一条件下で行うため、 $\frac{1}{2}$ φのアンカーボルトには1本当たり0.6tのイニシャルテンションがかかるように締め付けた後実験を行った。

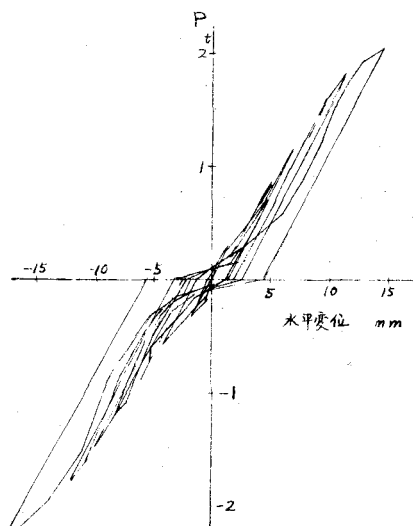
3.2 実験結果

a. 剛 性

荷重 — 水平変位曲線の一例を示したのが第 9 , 10 である。筋違あるいは木毛セメント板モル

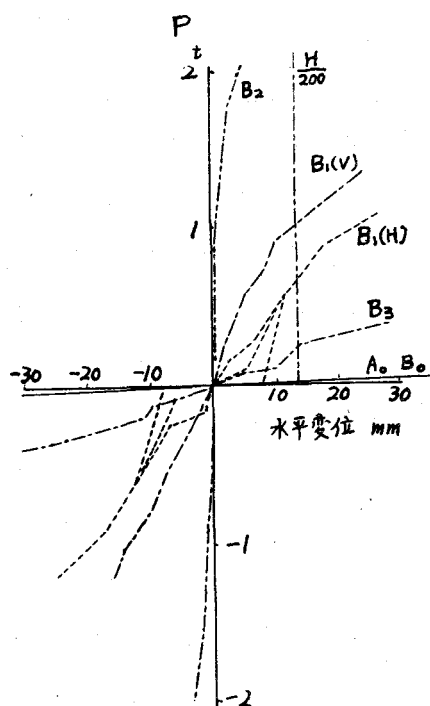


第 9 図 荷重、柱頭水平変位図
(E 型試験体)

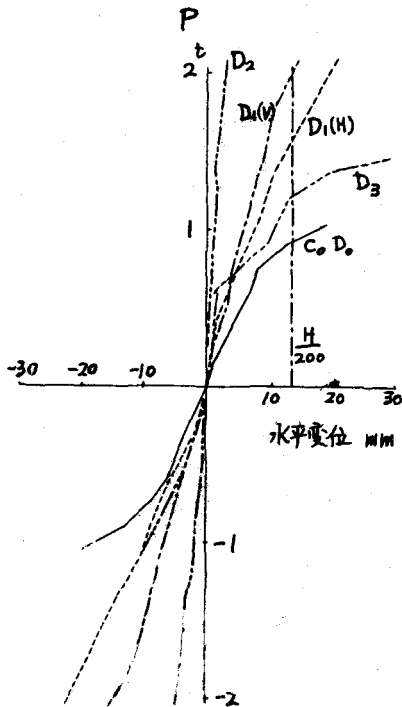


第 10 図 荷重、柱頭水平変位図
(D₁(V) 試験体)

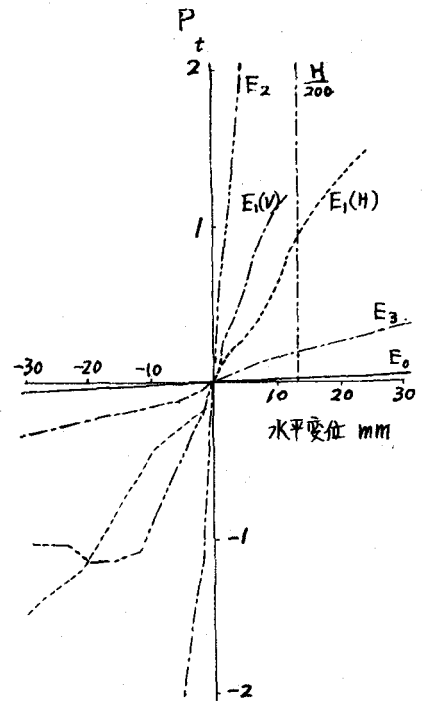
タル塗りは残留変形も少ないが、ボード類を貼つたものは残留変形も大きい。正負各荷重段階の最大荷重とその時の変位について、A、B、C、D、E 型に関してまとめたのが第 11, 12, 13 図で、それぞれ仕上材の効果を示している。剛性の一番弱いのが、フレームのみ、次が石膏ボード貼り、フレキシブルボード縦貼り、横貼り、の順で、一番強いのが木毛セメント板モルタル塗りである。



第 11 図 荷重、柱頭水平変位図
(A, B 型試験体)



第12図 荷重、柱頭水平変位図
(C, D型試験体)



第13図 荷重、柱頭水平変位図
(E型試験体)

b. 筋違の応力

荷重1 tの時の筋違の歪度と、仕上材による筋違応力の低下率を示すと第3表となる。

第3表 仕上材によるブレース応力の低下率

記号	荷重1 tにおける ブレースの歪度	ブレース歪度 百分率
D0	1070×10^{-6}	100
D1 (H)	$600 \times "$	56
D1 (V)	$440 \times "$	41
D2	$10 \times "$	1
D3	$1010 \times "$	94
C0	$1040 \times "$	97

c. 耐力

第4表に耐力、および水平変位が高さの $\frac{1}{200}$ ($=13.5$ mm, 仕上材が損傷しない限度) における荷重を示した。表中不等号で示したのは、加力装置の関係で2.1 t以上加力できなかった場合と、

フレームを何回も実験に使用するため、水平変位を高さの $\frac{1}{50}$ で制限、それ以上変形させなかつた場合とを示している。

第4表 耐 力 表

* Hは高さ

記 号	最大耐力 (Kg)	水平変位 H/200* における荷重 (Kg)
A0	(>50)	20
B0	(>60)	20
B1 (H)	1390	680
B1 (V)	1350	1050
B2	(>2100)	(>2100)
B3	(>616)	240
C0	1170	900
D0	1145	920
D1 (H)	(>2100)	1550
D1 (V)	(>2100)	1960
D2	(>2100)	(>2100)
D3	1750	1170
E0	(>54)	10
E1 (H)	1550	930
E1 (V)	1150	1200
E2	(>2100)	(>2100)
E3	(>367)	200

仕上げの種類別、水平変位が $\frac{H}{200}$ となつた時の仕上げされた試験体の耐力から、仕上げされてない試験体の耐力を差引いて、仕上材の負担耐力を示したのが第5表で、フレキシブルボード横貼りでは630~920Kg、縦貼りでは1030~1190Kg、石膏ボード縦貼りでは、190~250Kgとなつている。

第5表 仕上材の耐力におよぼす効果 (水平変位 H/200)

記 号	仕 上 材 の 耐 力 (Kg)
B1 (H)	B1 (H) - B0 = 680 - 20 = 660
D1 (H)	D1 (H) - D0 = 1550 - 920 = 630
E1 (H)	E1 (H) - E0 = 930 - 10 = 920

記 号	仕 上 材 の 耐 力 (Kg)
B ₁ (V)	B ₁ (V) - B ₀ = 1 0 5 0 - 2 0 = 1 0 3 0
D ₁ (V)	D ₁ (V) - D ₀ = 1 9 6 0 - 9 2 0 = 1 0 4 0
E ₁ (V)	E ₁ (V) - E ₀ = 1 2 0 0 - 1 0 = 1 1 9 0
B ₃	B ₃ - B ₀ = 2 4 0 - 2 0 = 2 2 0
D ₃	D ₃ - D ₀ = 1 1 7 0 - 9 2 0 = 2 5 0
E ₃	E ₃ - E ₀ = 2 0 0 - 1 0 = 1 9 0

水平変位が $\frac{H}{200}$ の時の筋違の負担耐力を同様計算すると第6表の如くなり、大凡870～930Kgとなっている。また、仕上材と筋違は同時に働き、この変形以内では耐力の重ね合せができると言よう。

第6表 プレースの耐力におよぼす効果 (水平変位 $H/200$)

記 号	プ レ ー ス の 耐 力 (Kg)
D ₀	D ₀ - B ₀ = 9 2 0 - 2 0 = 9 0 0
D ₁ (H)	D ₁ (H) - B ₁ (H) = 1 5 5 0 - 6 8 0 = 8 7 0
D ₁ (V)	D ₁ (V) - B ₁ (V) = 1 9 6 0 - 1 0 5 0 = 9 1 0
D ₃	D ₃ - B ₃ = 1 1 7 0 - 2 4 0 = 9 3 0

4 結 論

実物実験ならびに模型実験結果から得られる結論を要約すると次の如くなる。

- (1) 実際の軽量鉄骨造の建物では、剛性および耐力におよぼす仕上材の効果は大きく、例えば、構造計算上、水平力のすべてを負担すると考えられている鉛直筋違は、実際には、この15%程度の応力が生じているにすぎない。
- (2) 模型実験結果からも仕上材の効果が極めて大であることが立証され、9mmφ筋違の負担耐力約900Kgに比べ、フレキシブルボード両面ビスどめでは殆ど同程度の耐力が期待でき、石膏ボード両面貼りではその約 $\frac{1}{4}$ の耐力が期待できる。
- (3) 模型実験で行ったような通常のボード取付構法の場合、水平変位が高さの $\frac{1}{200}$ に達しなければ、ボードに目に見える損傷はあらわれないことから、軽量鉄骨造の変形制限はこの程度が適当であろう。
- (4) 木毛セメント板モルタル塗り試験体の実験結果からわかるように、モルタルが両面に塗られれば、モルタル壁として抵抗しており、軽量鉄骨として計算する必要はないと思われる。
- (5) ボード類は、鉄骨への取付構法が、剛性および耐力に大きな影響を与えると考えられるので、この取付方法の改良研究が必要である。

上記結果から、軽量鉄骨造においては、従来鉄骨造で行われている構法を踏襲するよりも、これを

仕上材の枠に使用し、パネルを作り、これを組立てるのが、特質を生かし、かつ、建築の工業化に適した方法と考えられる。このため、パネル接合法について、剛性、耐力はもとより、雨仕舞、防火上の見地からも、研究を行う必要があろう。現在この接合方法には、溶接、接着剤接合、ボルト接合、ドライブイット接合等が考えられ、天井、屋根、床等を形成するパネルとの接合等に今後の研究が進められることを期待する。