

[123] 鉄筋コンクリート造建物の耐震補強方法に関する研究

正会員 ○清水 泰 (東京都立大学工学部)  
 正会員 東 洋一 (東京都立大学工学部)  
 正会員 速藤 利根穂 (東京都立大学工学部)  
 牧田 敏郎 (東京都立大学工学部)

1. 序

過去に経験した多数の地震動災害や、今までに行なわれて来た建築構造物の耐震診断法に関する多方面の研究は、耐震性能上に大きな不安を有する鉄筋コンクリート造建物の存在が決して少なくない事を示している。<sup>1)~6)</sup> 現在、この種の構造物に対する効果的な耐震補強方法についての必要性が大いに高まっており、各研究機関に於いて多数の研究が進められている。<sup>7)~12)</sup> しかしながら、これらの研究は単層単スパンの補強骨組に対する研究が多く、建物の多層に渡って補強を施す場合の研究例は極めて少ない。筆者等も、従来単層単スパンの補強骨組に関して研究を重ねて来たが、今回、上記の様な現状を考慮して、今までに研究して来た補強方法の内、特に補強効果が良好であった6種類の補強方法を選び、さらにこれに多少の改良を加え、この補強方法を三層骨組の全層に渡って施した場合の補強効果を実験し、これと上記の単層補強骨組と比較検討を行なった。

2. 試験体及び補強方法

試験体は図1及び表1に示す約<sup>1</sup>/<sub>7</sub>規模の三層一スパン鉄筋コンクリート造骨組8体である。(比較のための単層単スパンの試験体は文献8),9)

表1. 試験体一覧

を参照)試験体の内訳は無補強既存骨組が1体、後打ちの増設壁が1体、プレキャスト板付加骨組が3体、鉄骨により補強した骨組が2体、比較のための一体打ち耐震壁が1体である。

三層一スパン		単層単スパン
No.1-3F	無補強既存骨組	77-No.1
No.2-3PW	後打ち増設壁(壁筋比 $P_s = 0.25\%$ )	77-No.2
No.3-3C2A	プレキャスト板付加, そで壁型	78-No.3
No.4-3C4	プレキャスト板付加, 4枚充てん型	78-No.5
No.5-3C4O	プレキャスト板付加 スリットウォール型	78-No.6
No.6-3SB	鉄骨ブレース付加	78-No.7
No.7-3SF	鉄骨骨組付加	78-No.8
No.8-3FW	一体打ち耐震壁(壁筋比 $P_s = 0.25\%$ )	78-No.10

これらの補強に用いた部材は影込みアンカーボルトを取付け金物を用いて既存骨組の梁に取り付け

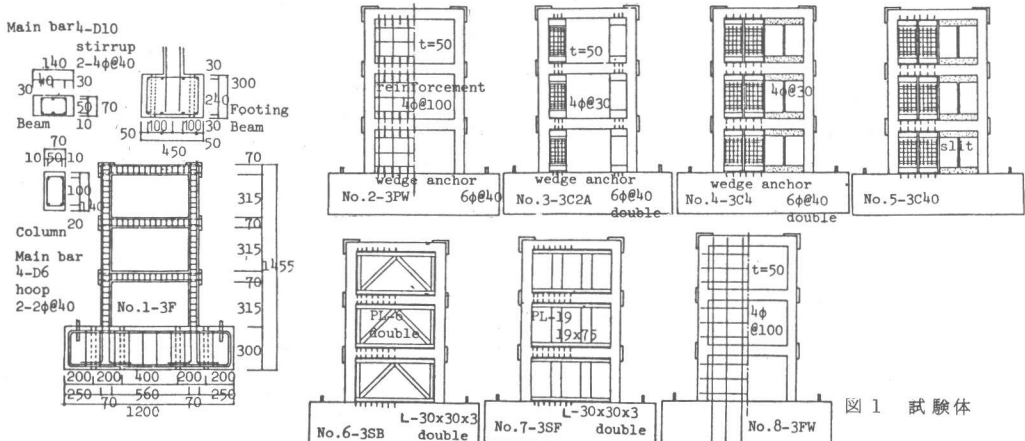


図1 試験体

た。ここで、プレキャスト板の取り付けに際しては、No.5-3040の縦目地を除くプレキャスト板周辺部の目地部に膨張モルタルを充てんし、又、鉄骨取り付け金物と影込アンカーボルトは溶接する事により補強材と骨組の一体性を確保する事に努めた。図2にこれら取り付け部の詳細を示す。試験体製作に使用した諸材料の試験結果を表2に示す。

### 3. 加力方法及び測定方法

図3に示す加力装置を用い、3台の油圧ジャッキを連動させ、外力分布を等分布とし、柱の軸方向力を一定値（軸力  $N = 3.0 \text{ ton}$ 、軸方向応力度  $\sigma_0 = 30.0 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ ）に保った状態で正負交番のくり返し静加力実験を行なった。荷重履歴は一層部分の部材角で制後し、 $R = \frac{1}{500}$  で1回、 $R = \frac{1}{200}$  と  $\frac{1}{100}$  で各4回くり返した後、正側で押し切る事を計画した。測定は変位測定用ゲージホルダーを試験体基礎部に固定し、各層の柱、梁中心線の交点6か所に於ける水平・鉛直変位を測定した他、鉄筋等の歪を測定した。

### 4. 実験結果

各試験体の荷重・変位曲線と最終破壊状況を図4に示す。なお、同図にはそれぞれの試験体に相当する単層単スパンの補強骨組の実験結果を比較して示した。又、実験結果の一覧を単層の試験体と比較して表3に示す。

各試験体の荷重・変位曲線を見ると単層単スパン補強骨組では部材角  $\frac{1}{100}$  前後で圧縮側柱のせん断破壊を生じて耐力が低下するものが多かったが、三層の補強骨組では部材角  $\frac{1}{50}$  を越す大変形下でも耐力低下を生じないものが多かった。これらの試験体の内、耐力の上昇が顕著であったものは単層、三層両試験体共後打ち壁補強とプレキャスト板4枚挿入補強及び鉄骨による補強であったが、これらの補強方法は建物の強度を増加させる補強方法として有効であろう。さらに、三層の試験体でプレキャスト板4枚挿入したものと、鉄骨骨組で補強したものは変形能力も大きく、建物の強度のみならず変形性能も合せ向上させる事が期待できよう。

次に、No.4-304とNo.5-3040とを比較してみると今回の実験では縦目地に膨張モルタルを入れなかったNo.5の方が耐力、変形性能共に下回っており、縦目地の有無による影響が見受けられた。尚、これらに相当する単層単スパンの補強骨組は78-No.5とNo.6とであるが、この両者の比較では縦目地に膨張モルタルを入れなかったNo.6の方が耐力は大幅に下回ったものの変形性能はより勝れている結果となった。又、ブレースで補強した単層単スパン補強骨組（78-No.7）では接合部で影込みアンカーボルトの各個撃破が生じ、加力途中で一度耐力の低下を生じてしまった。今回、No.6-3SB等鉄骨で補強した接合部では、影込アンカーボルトと鉄骨材とを溶接する事によりこの現象を防ぐ事ができた。そこで壁付加補強のNo.3-302Aでは単層の78-No.3と同様、耐力の上昇はあまり認められなかったが、変形性能の改善には有効であった。

図4の荷重変位曲線中には文献9)に示す解析手法で補強骨組の弾塑性解析を行なった結果も合せ示したが、これらの解析結果は比較の実験結果に近い値となった。しかし、一部鉄骨ブレース等の評価に多少問題が有り実験結果と食い違い所も出てしまった。

表2 使用材料試験結果

モルタル $c^{\sigma_B}$ $\text{kg/cm}^2$	鉄筋及び鉄骨	$s^{\sigma_y}$ $\text{kg/cm}^2$	$s^{\sigma_m}$ $\text{kg/cm}^2$	at $\text{cm}^2$
試験体用 144	2φ	2520	3370	0.0315
充てん用 246	4φ	4180	4850	0.124
$c^{\sigma_B}$ : 圧縮強度	D6	3700	5550	0.32
$s^{\sigma_y}$ : 降伏点強度	D10	3850	5630	0.71
$s^{\sigma_m}$ : 最大強度	PL-6	3550	5060	—
at : 断面積	PL-19	3700	5010	—
	L-30×30×3	4070	5390	—

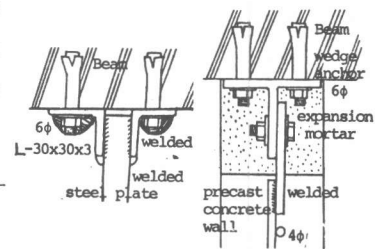


図2 接合部詳細

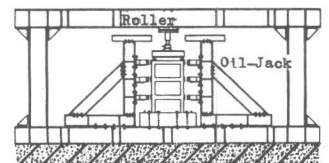
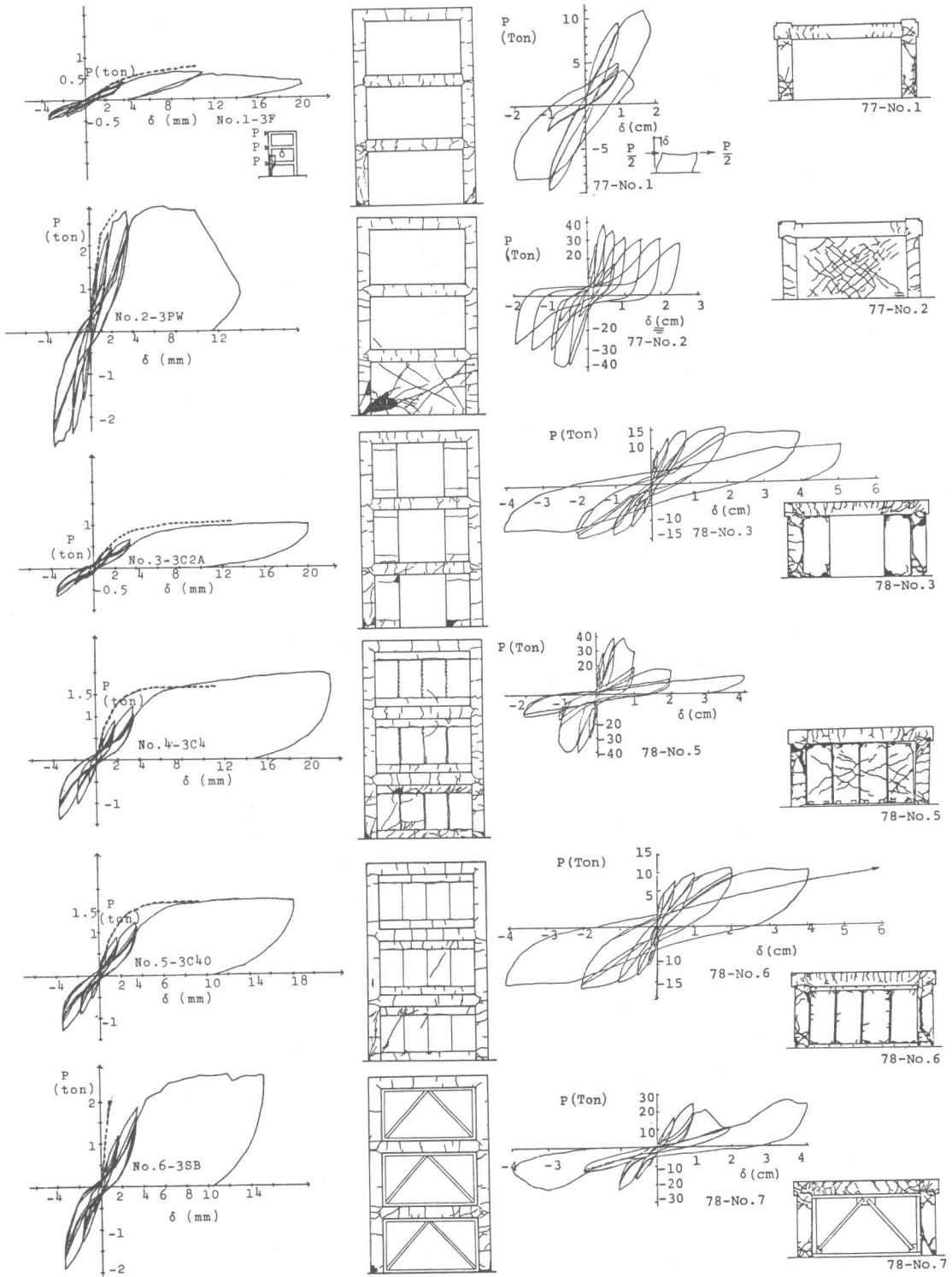


図3 加力装置



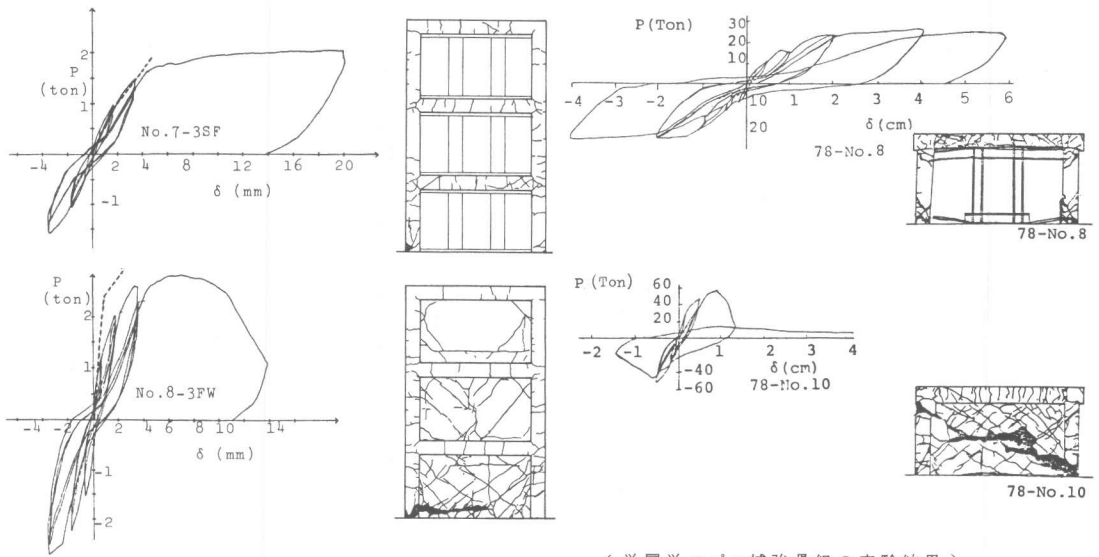
荷重・変位曲線

最終破壊状況

荷重・変位曲線

最終破壊状況

図 4 - 1 荷重・変位曲線及び最終破壊状況



(単層単スパン補強骨組の実験結果)

図4-2 荷重・変位曲線及び最終破壊状況

5. 結び

プレキャスト板や鉄骨ブレース等を既存の鉄筋コンクリート造骨組の全層に渡って挿入付加する補強方法に關して実験を行ない、その結果を単層単スパンの実験結果と比較検討した結果、複数のプレキャスト板や鉄骨ブレース等を簡単な施工方法で既存骨組の全層に挿入付加する方法でもかなり建物の耐震性能を改善する事が可能である事や、単層のものに比べて、多層のものでは強度に加えて変形性能も改善でき得る事を確認した。

(謝辞) 本研究は九州芸工大助教授・大久保全陸博士の業績に負う所が大である。ここに深く謝意を表します。  
 本実験は昭和54年度文部省科学研究費(自然災害特別研究2)によって行なったものである。  
 (参考文献) 1) 日本建築学会: 1968年十勝沖地震災害調査報告, 1968.12 2) 広沢雅也, 後藤哲郎: 十勝沖地震における罹災建物の補修概況, コンクリートジャーナル, 1969.8 3) 広沢雅也: 既存鉄筋コンクリート造建物の耐震性判定基準(建設省建築研究所案), 建築技術, 1973.11 4) 広沢雅也: わが国における既存公共建物の耐震診断, コンクリート工学, 1975.12 5) 建設省住宅局建築指導課監修: 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準及び耐震改修設計指針解説, 日本建築防協会, 1977.4 6) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート造校舎の耐震診断方法及び補強方法, 1975.6 7) 山口育雄, 菅野俊介, 東端泰夫, 長嶋俊雄, 藤村 勝: 既存中低層RC建物の耐震補強方法に関する研究, 竹中技術研究報告第21号, 1979.4 8) 東洋一, 大久保全陸, 清水 泰: 鉄筋コンクリート造建物の耐震補強法に関する実験的研究, 第1回コンクリート工学年次講演会, 1979.5 9) 東洋一他: RC建物の耐震補強法に関する実験的研究(その1)~(その9), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 1975.10~1980.9 10) 黒正清治他: 既存RC建物の耐震補強に関する実験的研究(その1)~(その6), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 1979.9 11) 広沢雅也, 宮野尾一雄, 清水 泰: 後打ち鉄筋コンクリート造有開口耐震壁の水平加力試験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 1978.9 12) 遠藤利根穂: 壁の増設による建物耐震補強のための後打ち壁破壊実験, 日本建築学会関東支部研究報告集, 1977.7

表3 実験結果一覧

試験体	三層一スパン骨組				単層単スパン骨組				
	Ke t/cm	Pm ton	$\frac{Pm \text{ No. } i}{Pm \text{ No. } 1}$	$\delta_m$ mm	試験体	Ke t/cm	Pm ton	$\frac{Pm \text{ No. } i}{Pm \text{ No. } 1}$	$\delta_m$ mm
Na. 1 - 3 F	6	1.95	1.00	9.4	77 - No. 1	2.2	10.7	1.00	1.65
Na. 2 - 3 P W	15.0	8.64	4.43	7.0	77 - No. 2	4.55	40.0	3.74	0.47
Na. 3 - 3 C 2 A	13	3.03	1.55	16.8	78 - No. 3	14.1	15.7	1.47	2.00
Na. 4 - 3 C 4	4.5	5.85	3.00	21.2	78 - No. 5	4.93	40.0	3.74	0.73
Na. 5 - 3 C 4 O	5.5	5.22	2.68	14.9	78 - No. 6	14.4	16.0	1.50	2.00
Na. 6 - 3 S B	4.5	7.95	4.08	12.0	78 - No. 7	7.4	26.1	2.44	3.54
Na. 7 - 3 S F	3.5	6.03	3.12	18.8	78 - No. 8	4.4	26.2	2.45	4.00
Na. 8 - 3 F W	15.5	8.64	4.43	7.0	78 - No. 10	60.0	58.0	5.42	0.87

Ke : 初期剛性 (一層せん断力 / 一層頂部変形) ton / cm, Pm : 最大荷重 (一層せん断力) ton

$\delta_m$  : 最大荷重時一層頂部変形 mm