

既存壁式プレキャスト鉄筋コンクリート構造集合住宅の耐震壁への開口新設手法 その5 耐震補強の効果

正会員 ○和田芳宏*1

同 見波 進*2

同 北山和宏*3

同 高木次郎*4

WPC 構造 耐震補強 壁開口
静載荷実験 繰返し載荷

1. はじめに

本論では新設開口に補強を施した試験体について実験結果を述べ、補強効果について考察する。

2. 試験体

図1に試験体形状、配筋、補強部詳細を示す。(a)が RC 補強, (b)が S 補強試験体である。補強案を 1/2 スケールに縮小するに当り可能な限り近い断面の材料を選定した。

3. 結果と考察

最大耐力, 初期剛性および破壊モードについて表 1 に, 最終ひび割れ状況と荷重変形関係を図 2, 図 3 に示す。

3.1 破壊性状

(1) PCa 壁板ひび割れ状況 せん断スパン比(H/W)が大きい場合, 接続筋補強を行った試験体(C5S, S5S)では, 補強筋の定着部である上階あるいは下階の壁に顕著な横ひび割れが発生した。これは補強柱の引張力が定着していた補強梁や定着板を介し壁板に作用したためであると考

えられる。なお梁補強試験体(B5S)の補強鉄骨梁下の斜めひび割れの多くは初期ひび割れであり, 載荷中においても大きなひび割れには伸展しなかった。H/W が小さい試験体(C5M, S5M)は補強により耐力が上昇したため, PCa 壁板がせん断破壊し最終的な損傷が大きかった。

(2) 水平接合部(SB) せん断スパン比(H/W)が大きい試験体は SB の損傷, 破断が支配的であった。H/W の小さい C5M, S5M では SB の損傷は小さかった。

(3) 鉛直接合部 鉛直接合筋については S5M を除く全試

表 1 実験結果一覧

試験体	せん断スパン比	最大耐力(kN)		初期剛性(kN/mm)	破壊モード
		正加力	負加力		
C5S(RC 補強上下開口無)	1.85	154	139	190	F
S5S(S 補強上下開口無)		124	117	97	F
B5S(S 梁補強上下開口無)		113	106	64	F
C5M(RC 補強上下開口有)	1.17	289	271	189	FS
S5M(S 補強上下開口有)		220	235	101	S

破壊モード(F:SB 破断, S:PCa 板せん断破壊, FS:SB 降伏後 PCa 板せん断破壊), 初期剛性: R=+0.025%時の割線剛性, 耐震壁のせん断スパン比: H/W, H: 2SL から反曲点までの高さ, W: 耐震壁長さ(部材芯寸法)

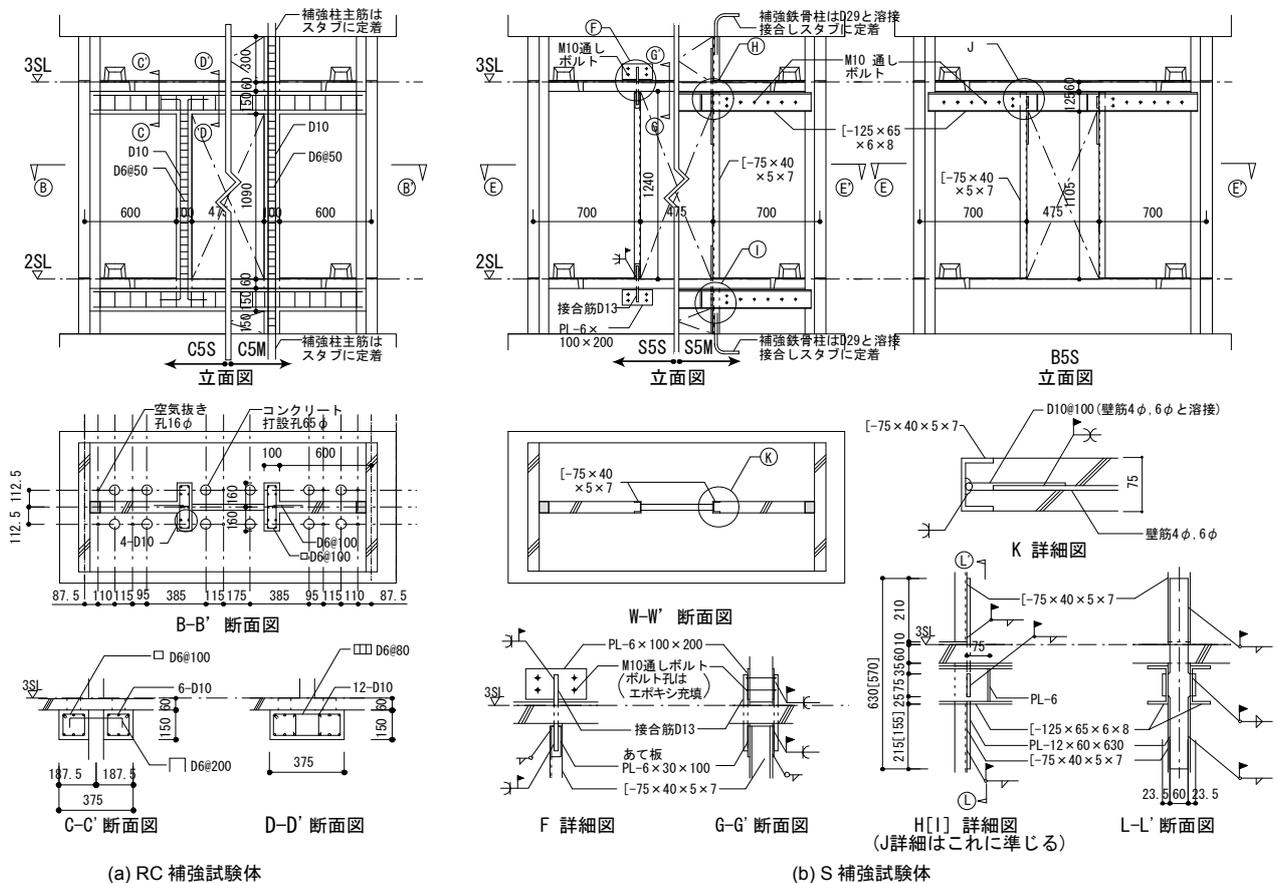


図 1 補強試験体

験体で $R=0.1\%$ 程度で降伏した。せん断スパン比(H/W)が大きい場合は、鉛直接合部に大きな引張力が作用し鉛直接合筋が降伏した。一方、H/W が小さい場合は、せん断力が卓越するため鉛直接合部と PCa 壁板の間に顕著なせん断ずれが観察された。

(4) 補強部材 C5S では補強柱の主筋が柱脚で降伏し、輪切り状のひび割れがいくつか発生したが、耐力低下の主要因ではなかった。C5M では補強柱の引張によって輪切り状のひび割れが多数発生し主筋が全体的に降伏した。C5M, S5M とも PCa 壁板のせん断ひび割れが拡幅したことで膨張し、直交壁と補強柱が面外に曲げ変形した。S 補強試験体の鉄骨の降伏はみられなかった。

3.2 荷重変形関係

せん断スパン比の大きい試験体(C5S, S5S, B5S)は早い段階での鉛直接合筋の降伏の後、SB の降伏により最大耐力に達した。さらに変形の増大とともに SB の溶接の亀裂あいは破断で耐力が低下し曲げ破壊した。

C5M は PCa 壁板に $R=0.05\%$ 時から斜めひび割れ数多く発生し、最大耐力時において 2SL の SB がすべて降伏しており、その後 PCa 壁のせん断破壊に至った。このことから破壊モードは SB 降伏後の PCa 壁板のせん断破壊とした。S5M は載荷終了まで鉛直接合筋と SB がほとんど降伏しなかった。 $R=0.1\%$ 時から壁板に斜めひび割れが発生し、 $R=0.5\%$ 時に最大耐力に至った。破壊モードは PCa 壁板のせん断破壊であった。

4. 補強の効果

C5S, S5S は同じ加力モードである無補強 N5S に比べ剛性が 3.6 倍, 1.9 倍, 耐力が 1.5 倍, 1.2 倍と向上した。その一方で補強接続筋を定着した上下階の PCa 壁板に損傷が集中したことから、補強部材の定着方法に改良の余地があると考えられる。補強が当該階で収まる方法とした B5S では、耐力は N5S と同等であったが、エネルギー吸収能力の改善がみられたことから、開口設置前後で耐力とエネルギー吸収能力を確保するための方法として有効であると考えられる。

せん断スパン比の小さい場合では、無補強試験体 N5M が SB 降伏による曲げ破壊であったのに対し、補強試験体 C5M, S5M は壁のせん断破壊となった。それぞれ補強により剛性が 4.7 倍, 2.5 倍, 耐力が 2.1 倍, 1.6 倍となった。

5. まとめ

本実験で得られた知見を以下に示す。

- 1) せん断スパン比が大きい試験体は補強により開口のない試験体を上回る耐力が確認できた。しかし、補強接続筋を定着した上下階の PCa 壁板の損傷が顕著で、定着方法に改善の必要がある。
- 2) 当該階のみで補強が収まる梁補強方法は耐力とエネルギー吸収能力の確保に有効である。
- 3) せん断スパン比が小さい場合、補強効果が確認できた

▽: 最大耐力 ●: SB 降伏(特記なきは 2SL) ○: 鉛直接合筋降伏
◆: SB 破断 ◇: 鉛直接合筋破断 □: 壁せん断ひび割れ

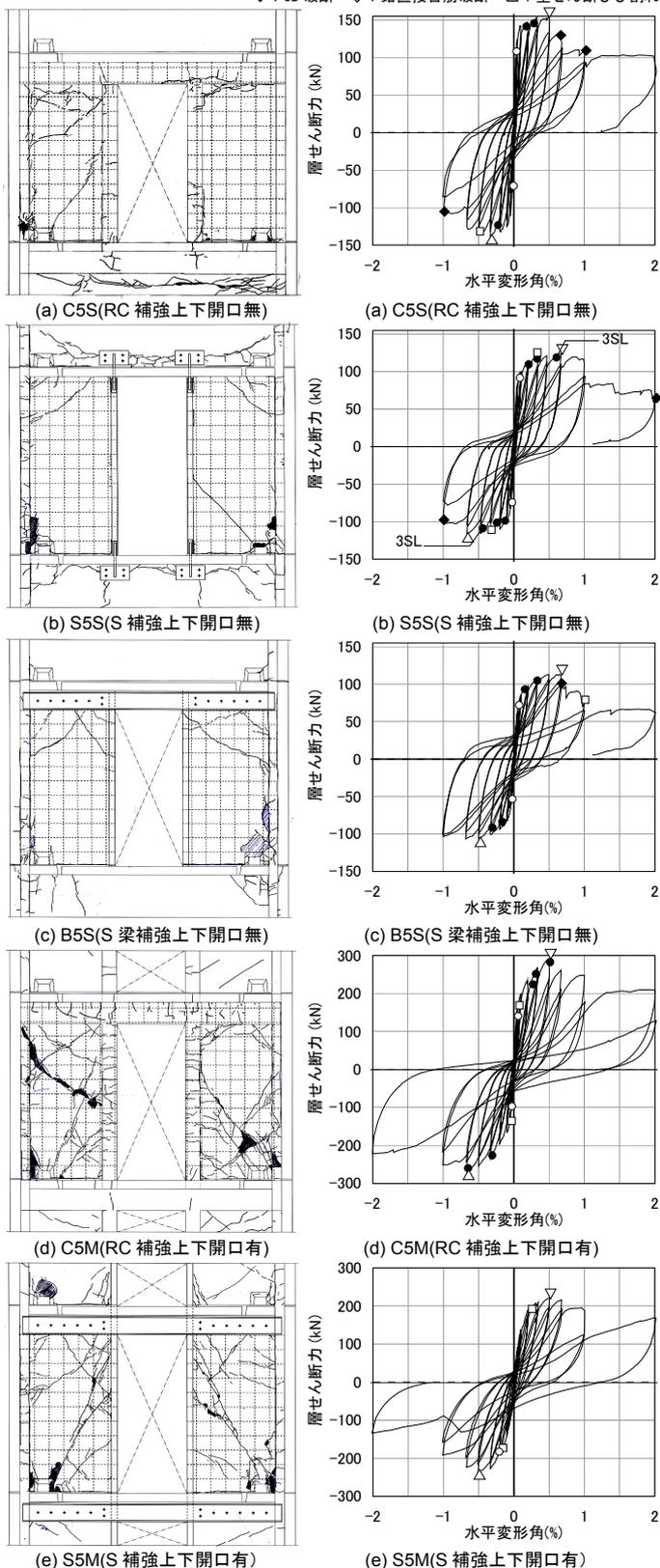


図2 最終ひび割れ状況

図3 荷重変形関係

ものの、補強により水平せん断力が高くなり、PCa 壁板のせん断破壊に至った。

*1 清水建設(株) 修士(工学)

*2 首都大学東京都市環境学部建築都市コース 助教・博士(工学)

*3 首都大学東京都市環境学部建築都市コース 教授・工博

*4 首都大学東京都市環境学部建築都市コース 准教授・Ph.D.

*1 Shimizu Corporation, M.Eng.

*2 Assistant Prof., Div. of Architecture and Urban Studies, Tokyo Metropolitan Univ., Dr.Eng.

*3 Prof., Div. of Architecture and Urban Studies, Tokyo Metropolitan Univ., Dr.Eng.

*4 Associate Prof., Div. of Architecture and Urban Studies, Tokyo Metropolitan Univ., Ph.D.