

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3 新設開口の影響

WPC 構造 静載荷実験	既存構造物 繰返し載荷	壁開口
-----------------	----------------	-----

正会員 ○見波 進 ^{*1}	正会員 高木次郎 ^{*4}
同 和田芳宏 ^{*2}	同 堀 富博 ^{*5}
同 北山和宏 ^{*3}	

1. はじめに

本論では無開口および開口新設のみで補強を施していない試験体について実験結果を述べ、開口設置の影響について考察する。

2. 試験体

図1に試験体形状、配筋図の詳細を示す。基準となる無開口試験体のW5、対象とする階にのみ開口を設け上下階に開口が無いN5S、各階に開口を有するタイプのN5Mの3試験体である。壁筋は縦横筋共に4φ、6φ交互を100mm間隔でシングル配筋とし、スラブは6φを100mm間隔でシングル配筋とした。既存PCa壁に開口を開けたままの状態を想定し開口補強筋は設けていない。前報で述べたとおり、2SLから反曲点までの高さHの水平加力方向の壁長さWに対する比H/W(せん断スパン比)が、W5およびN5Sは1.85、N5Mは1.17となる加力形式とした。

3. 実験結果

試験体3体の最大耐力、初期剛性(R=+0.025%時の割線剛性)と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 直交壁のひび割れはいずれの試験体においても接合部周辺に集中し、その他横ひび割れや部分的な圧壊が発生したが耐力低下の主要因ではなかった。

W5ではPCa壁板の損傷はSB付近に集中し、接合部周辺とPCa壁板隅部にひび割れが発生した程度の軽微なものであった。同じせん断スパン比のN5Sはこれに加えて圧縮側で斜めひび割れ、引張側で横ひび割れが発生した。しかし、いずれも耐力低下の要因ではなかった。

上下階にも開口を有するN5MはPCa壁板の上部に斜めひび割れが見られた他は開口上部梁状のPCa壁板に縦ひび割れが発生したが、壁のせん断破壊は耐力低下の要因ではなかった。

(2) 水平接合部(SB) 3試験体ともSBが破断した。SBはコンクリートに定着する鉄筋をフレア溶接した鋼板がPCa壁板に埋め込まれており、それらを現場溶接することで上下階のPCa壁板を接合する(続報その4の水平接合部要素実験に概要を述べる)。SB破断は引張側SBの鋼板同士の隅肉溶接の破断、または鋼板に溶接した定着用鉄筋の破断を指す。N5Sは2SLに続いて3SLのSBの損傷に至った。終局状態は3体ともSBの降伏、破断による曲げモ

ードと判断した。

(3) 鉛直接合部 鉛直接合部はPCa壁板に埋め込まれたダボ筋を相互に溶接し、鉛直方向には曲げ補強筋となる鉛直接合筋を上下階に連続して配し、PCa壁板間の間隙をコンクリートで充填したいわゆるウエットジョイントで、壁板小口にはコッターを設けシアキーとしてせん断力を伝達する(続報その4の解析モデル参照)。

全試験体で鉛直接合筋がR=0.1%程度で降伏した。せん断スパン比(H/W)が大きいW5、N5Sでは、鉛直接合部に大きな引張力が作用し接合部コンクリートの横ひび割れ発生後に鉛直接合筋が降伏し、W5では破断に至った。一方、H/Wが小さいN5Mは、せん断力が卓越するため鉛直接合部とPCa壁板の間にせん断ずれが発生したが、鉛直接合筋の損傷は軽微であった。

3.2 荷重変形関係

W5の正加力時最大耐力(R=0.20%、101kN)のとき2SLの引張側のSBは部分的な降伏であった。その後SBの隅肉溶接に亀裂が発生し耐力が低下し、以降直交壁を含む引張側SB隅肉溶接に順次亀裂が入り、次第に隅肉溶接の破断に至り耐力が段階的に低下した。負側加力時最大耐力(R=-0.20%、103kN)時も同様2SL引張側SBの降伏は部分的であり、R=-0.5%時のSB亀裂発生までは耐力低下は緩やかであった。このように正負ともに耐力低下の主要因はSB溶接の亀裂、破断であったが、正側は隅肉溶接量の不足により、負側と比較して耐力低下が顕著であった。

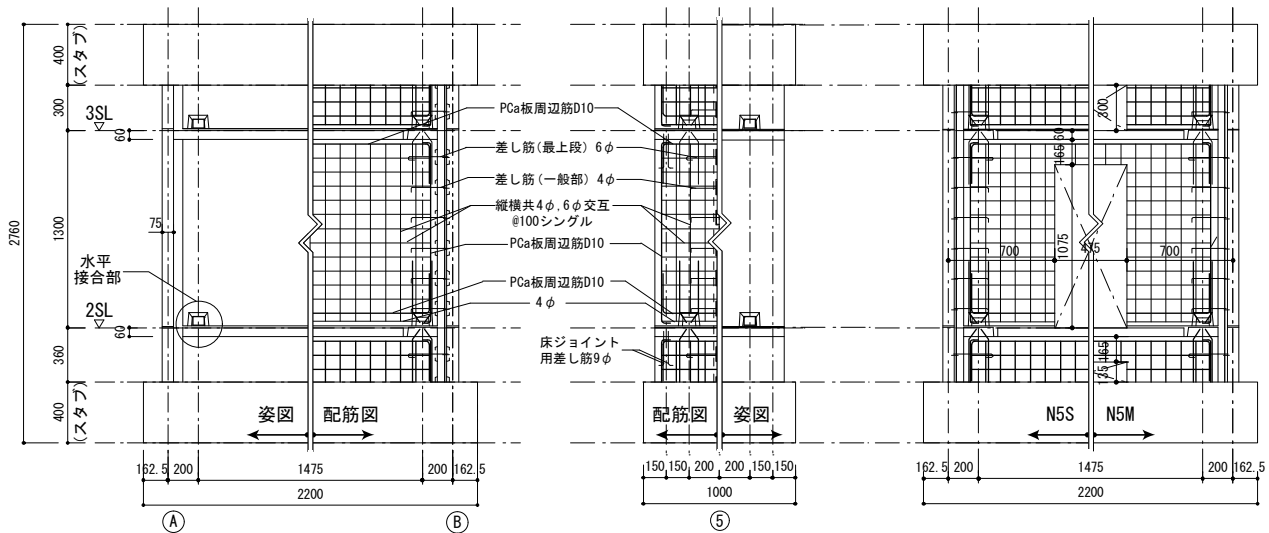
N5Sは正負加力時ともに最大耐力は2SLのSBが降伏後に3SLのSBが降伏したことで発生した。耐力低下の要因は3SLのSB溶接破断であった。

N5Mは最大耐力は正負加力時ともに2SLのSBが順次降伏に至った。またR=1%時にSBの溶接に亀裂が入り耐力が低下し始めるまで各サイクルのピーク時耐力はほぼ一定を保った。

4. 考察

4.1 無開口壁の耐震性能

WPC造建築物の耐震診断指針¹⁾の第2次耐震診断法に則り、曲げ終局時のせん断力Q_{mu}を算出した。Q_{mu}は引張鉄筋とみなす鉄筋の総断面積に降伏応力度と中立軸からの距離を乗じたものと、軸力による傾斜復元力を合算して求めた。使用した材料特性を用いて算出したQ_{mu}は83kNであった。この値を図3(a)中に破線で示す。W5の実験結果と比較すると第2次耐震診断による無開口耐震



(a) 無開口試験体(W5)

(b) 直交壁

(c) 無補強試験体

(d) スラブ
図1 無開口および開口無補強試験体

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	破壊モード(F:SB 破断) 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(部材寸法)
		正加力	負加力			
W5(無開口)	1.85	101	103	166	F	
N5S(無補強上下開口無)		105	110	53	F	
N5M(無補強上下開口有)	1.17	136	132	40	F	

▽: 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

壁の終局耐力の評価は実験の最大耐力の 8 割程度とやや過小であったが、安全側の評価になった。

4.2 開口設置の影響

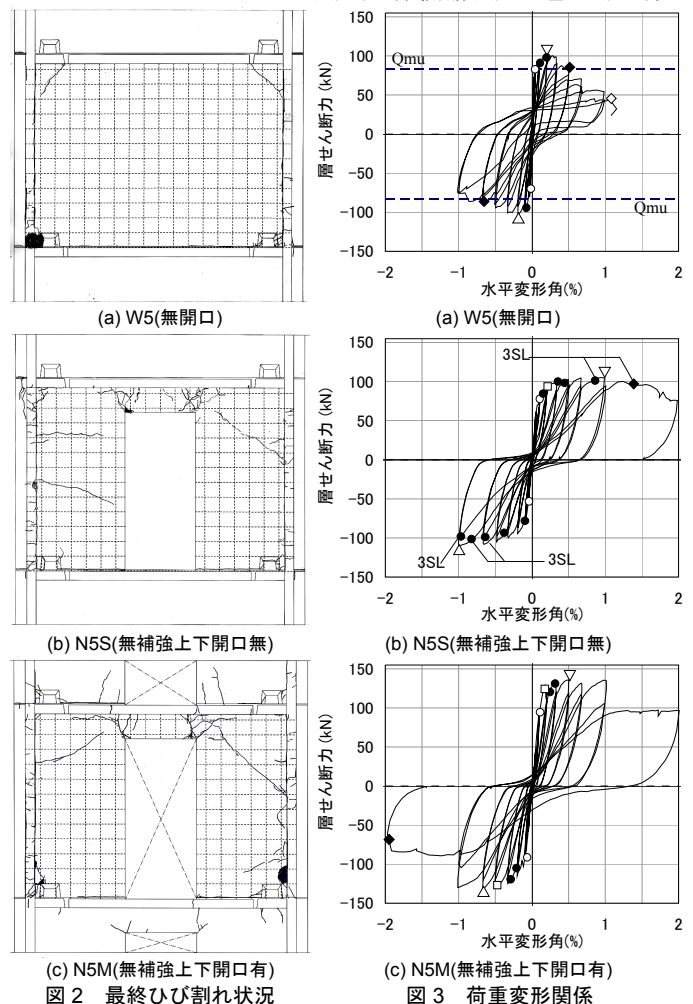
せん断スパン比(H/W)の大きい試験体である N5S(開口有り)を W5(無開口)と比較すると、最大耐力にはほぼ差がなく、変形能は大きくなった。初期剛性は無開口時の 3 割程度に低下した。また、復元力特性は無開口に比べ開口を設けた場合はスリップ性状を呈しエネルギー吸収能力が劣ることが分る。各階に開口のある N5M は H/W が小さいために、最大耐力は無開口試験体(W5)の 1.3 倍程度になったが、その分 PCa 壁板の損傷が若干大きかった。

5. まとめ

本実験で得られた知見を以下に示す。

- 1) 無開口および開口付き耐震壁ともに、鉛直接合筋降伏後の水平接合金物の降伏により最大耐力となり、曲げ破壊により終局状態となった。
- 2) 第2次耐震診断による無開口耐震壁の終局耐力の評価は実験の最大耐力の 8 割程度とやや過小評価である。
- 3) せん断スパン比の大きい試験体は開口設置により耐力にほぼ差がなかったが、剛性の大幅な低下と履歴曲線が逆 S 字型となりエネルギー吸収能の低下がみられた。

参考文献 1) 日本建築防災協会: 既存壁式プレキャスト鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断指針, 第2版3刷, 2008



(c) N5M(無補強上下開口有)
図2 最終ひび割れ状況

(c) N5M(無補強上下開口有)
図3 荷重変形関係

*1 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)
*2 清水建設(株) 修士(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.
*5 住宅総合研究財団

*1 Assistant Prof., Div. of Architecture and Urban Studies, Tokyo Metropolitan Univ., Dr.Eng.
*2 Shimizu Corporation, M.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.
*5 Housing Research Foundation