

PCaPC 部材を耐震要素に用いた中間層免震構造の設計と施工 (その2) PCaPC 耐震壁の縮小モデル実験

プレキャストプレストレスト耐震壁 載荷実験
荷重変形関係せん断スパン比

正会員 ○濱野 輝久^{*1} 城戸 隆宏^{*2}
同 渡邊 秀仁^{*1} 大川 郁夫^{*1}
菊田 繁美^{*1} 竹中 啓之^{*1}

1. はじめに

本報(その2)は、プレキャストプレストレスト耐震壁の縮小モデル実験の概要および結果について報告する。

2. 実験計画、試験体、加力方法

試験体の概要を図1に、壁部の断面を図2に示す。試験体は1階部分のプレキャストプレストレスト耐震壁の2/3縮小モデルとした。円形鋼管(Φ114.3, 厚さ22mm, STKM-20A)を左右に内蔵した幅1510mm, 壁厚200mmのプレキャストコンクリート壁を、壁心に配した6本のPC鋼棒を用いて上下のスタブに圧着した。壁両端のPC鋼棒は鋼管内を貫通している。左右の鋼管には225mmピッチでリブを溶接し、リブにはU字筋(D13(SD295A))を溶接した。壁筋は、縦横ともにD10(SD295A)を150ピッチで配筋し、両側面端部と中央には巾止め筋(D10(SD295A))を、また両側面端部にはコ形筋(D6(SD295A))を設けた。PC鋼棒はB種1号(Φ23)を使用し、鋼管内を貫通させた壁両端以外は、壁内に埋め込んだシース管(内径32mm)を貫通させた。PC鋼棒は、規格降伏荷重の58%の緊張力で締め付けた。シース管の端部にはスパイラル筋を設置し補強した。壁部のコンクリートはFc=60N/mm²、壁上下の目地グラウトは隙間を20mmとし、壁コンクリートと同強度のモルタルを打設した。また、PC鋼棒緊張後、シース管と鋼管にはモルタルを充填してPC鋼棒にモルタルとの付着力が発生するようにした。実験に使用した材料の素材試験結果を表1に示す。

試験体の加力状況を写真1に示す。試験体の加力は実際の設計応力状態を再現するために、連層耐震壁のせん断スパン比約2.65とした加力装置を用いた。加力スケジュールを図3に示す。加力の制御は、壁部分の水平変形角(R)で行った。試験体には、設計軸力として一定圧縮力1105kNを作用させた。

3. 実験結果

3.1 PC鋼棒緊張力導入時の壁の応力状態

PC鋼棒緊張時における壁内鋼管の上中下部分および壁中央部と両端部の縦筋に貼付したひずみゲージの値の推移を図4に示す。図は、縦軸にひずみ値、横軸にPC鋼棒の締め付け順序を示す。PC鋼棒の締め付けは片側から順に行った。6本のPC鋼棒の緊張が完了した時点の鋼管のひずみは圧縮ひずみで80~100μ, 壁縦筋のひずみは圧縮ひずみで90~117μとなり、鋼管部分が若干低い値となっ

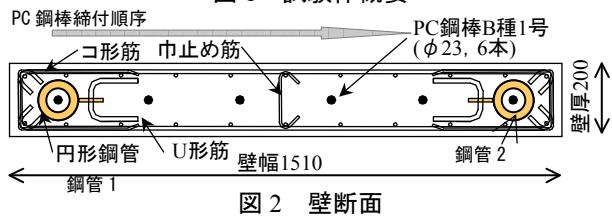
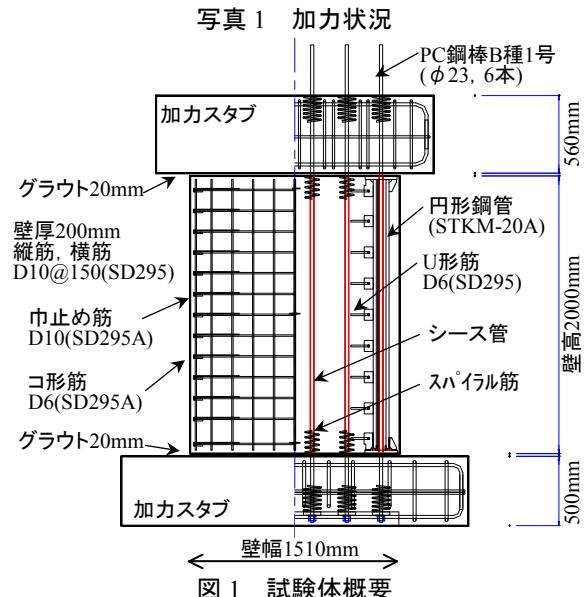


表1 材料試験結果

コンクリート	割線剛性 (×10 ³ N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	割裂強度 (N/mm ²)
壁コンクリート	0.373	67.0	3.8
目地グラウト	0.254	69.5	—
充填グラウト	0.114	37.0	—
鉄筋	ヤング係数 (×10 ⁵ N/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
D6(SD295A)	2.17	499	621
D10(SD295A)	2.19	427	587
STKM-20A	2.01	408※	639

※0.2%オフセット

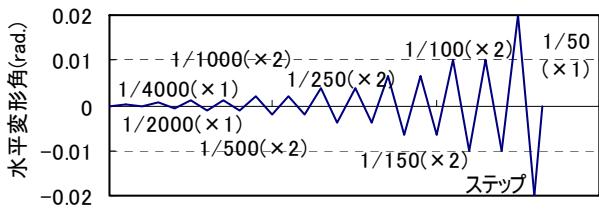


図3 加力スケジュール

たがほぼ一様な応力が壁断面に作用していると考えられる。また、設計プレストレス力が作用したときのコンクリート断面に生じるひずみの計算値は圧縮ひずみ 120.4 μ となるので、概ね想定した応力値が壁に作用していると考えられる。なお、PC 鋼棒緊張時の U 字筋および壁縦筋のひずみはともに 20~40 μ 程度と僅かであった。

3.2 水平載荷時の状況

水平荷重と水平変形角との関係を図 5 に示す。図中には、免震構造レベル 2 時の設計水平力(391kN)を示す。1/500rad.までの加力で壁部分に目視で確認できるひび割れ等の損傷は見られなかった。1/100rad.で壁下端目地部の開きが見られ、1/100rad.で壁下端に圧壊が見られたが、壁は端部以外ほとんどひび割れは見られなかった。水平荷重変形角関係は、1/50rad.まで耐力低下のない PCaPC 部材特有の原点指向型の弾塑性履歴を示した。また、設計水平力に対して最大耐力(608kN, R=1/50rad.)は 1.55 倍の余裕度を持つことが分かった。水平載荷時の PC 鋼棒のひずみ値は、壁両端部の鋼管内を貫通している鋼棒は 1/150rad.時に降伏ひずみに達した。また、コンクリート内の PC 鋼棒も 1/150~1/100rad.で降伏し、1/100rad.時点ですべての PC 鋼棒が降伏ひずみに達した。水平載荷時の鋼管のひずみ値を図 6、壁端部縦筋のひずみ値を図 7 に示す。鋼管および壁縦筋は、柱脚部での圧縮ひずみが大きくなったものの 1/50rad.の大変形時にも降伏には至らず、弾性状態であった。壁筋・U 字筋も最大変形時に 100~150 μ 程度と僅かなひずみしか発生しなかった。設計荷重時(水平荷重 391kN, R=1/1000rad.)における各部位の降伏ひずみに対する割合は、PC 鋼棒で 68%，鋼管で 33%，壁筋で 27%，U 字筋で 4% であった。

4. まとめ

免震建物に採用する壁内に円形鋼管を内蔵したプレキャストプレストレス耐震壁について、PC 鋼棒緊張時の壁の応力状態と水平載荷時の状況を実験により確認した。PC 鋼棒緊張時には壁断面に概ね想定した応力がほぼ一様に作用していることが分かった。また、水平載荷実験により、壁の水平耐力は免震構造レベル 2 時の設計水平力に対して 1.55 倍の余裕を持ち、PC 鋼棒、鋼管、鉄筋等も弾性状態であることが確認できた。

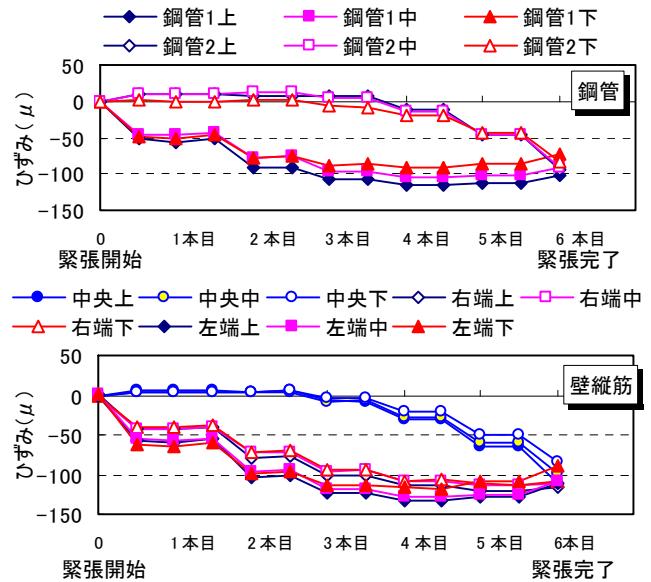


図4 PC 鋼棒緊張時の鋼管と壁縦筋のひずみの推移

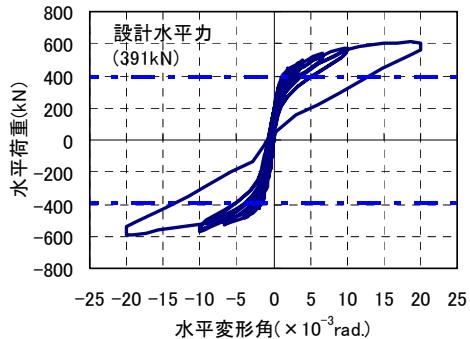


図5 水平荷重－変形角関係

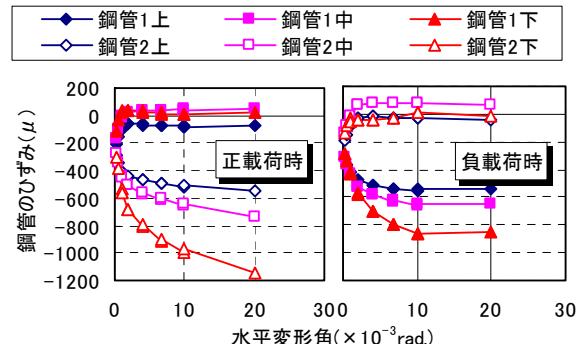


図6 水平載荷時の鋼管ひずみの推移

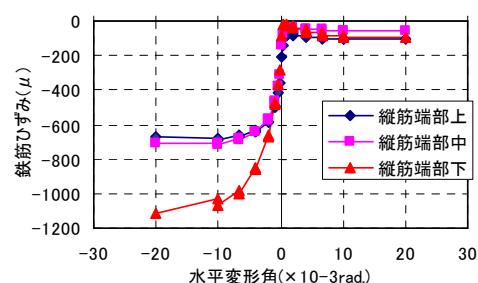


図7 水平載荷時の壁端部縦筋ひずみの推移

1)戸田建設株式会社

2)株式会社山下設計本社構造設計部

1) Toda Corporation

2) YAMASHITA SEKKEI INC. Structural Design Dept.