

RC 構造 損傷制御 耐震壁
耐震設計 X 型配筋 付着

1. はじめに

建物の構造設計において、性能設計が志向されるようになり、阪神大震災以降、大地震後でも建物を使えるという要求が強くなっている。その為には、RC 部材の修復性が良好であることが必要である。図 1 に示したようなコアタイプの建物において、これまでに、デボンド X 型配筋を用いた境界梁を用いることにより、損傷を低減した部材とすることが出来ることを示した¹⁾²⁾。このようなシステムにおいては、コア壁部分が地震力のほとんどを負担することになる。この為、コア壁の場合は、地震時に下層部に大きなせん断力が作用し、脚部に大きな曲げモーメントが作用して損傷が大きくなることが予想され、コア壁の損傷制御構法の開発が望まれる。

耐震壁の性能向上を目指して、45 度配筋や、PCa とプレストレストの組み合わせ、壁主筋のボンドの除去などが提案されている³⁾⁶⁾。これらの多くは、耐震壁の靱性性能向上を目的としており、設計変形レベルでのクラックなどの損傷低減を目的としたものは見当たらない。本研究では耐震壁にブレース状のデボンド X 型鉄筋を内蔵させた試験体と、在来配筋の試験体との損傷の比較を行い、大地震後の損傷低減型耐震壁の可能性について検討する。

2. 実験概要

試験体は、図 1 に示したプロトタイプ建物の予備解析より脚部コア壁のモーメント反曲点位置を求め、下部 2.5 層分を取り出したものとし、約 1/5 スケールで壁断面 120mm×900mm、壁部高さ 1800mm とした。上下に主筋定着用スタブを有する。断面配筋を図 2、表 1 に示す。W2X 試験体はデボンド X 型筋を有する試験体であり、W1P は比較のための一般的な配筋による試験体である。

一般的な平行配筋梁は図3a)に示すように、左側から水平力が作用した時、左側面に引張力が生じ多くの曲げクラックが発生し、中央部には斜めクラックが生じる。デボンドX型筋壁では、図3b)に示すように、引張力は鉄筋(T)のみで抵抗し、壁左側面には引張力が生じず、クラックが脚部のみに集中して発生すると想定し、総クラック長が大幅に減少することを期待した。

加力は試験体に軸力392kN ($\sigma_0=0.1\sigma_B$) で一定に保持した状態で耐震壁頂部に水平力を与え、変位制御で正負繰返載荷とした。加力サイクルは変形角をR=1/700を1回、

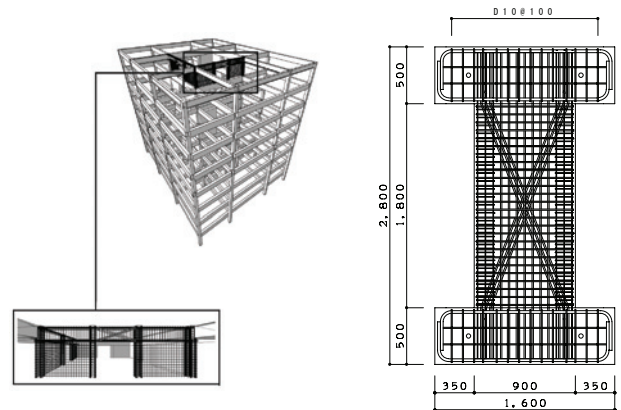


図 1 プロトタイプ建物

図 2 試験体概要

表 1 試験体一覧

試験体	W1P プロトタイプ		W2X X型配筋タイプ	
	断面(壁脚部)			
b×D(mm)	120×900			
$\sigma_B(N/mm^2)$	44			
縦筋	端部	6-D13 ($\sigma_y=371N/mm^2$)	6-D6 ($\sigma_y=368N/mm^2$)	
	中央部	14-D13 ($\sigma_y=371N/mm^2$)	14-D13 ($\sigma_y=371N/mm^2$)	
X型筋			12-D13 ($\sigma_y=371N/mm^2$)	
横補強筋	2-D10@70 ($\sigma_y=387N/mm^2$)			
端部拘束筋(閉鎖型)	2-D6@70 ($\sigma_y=368N/mm^2$)			

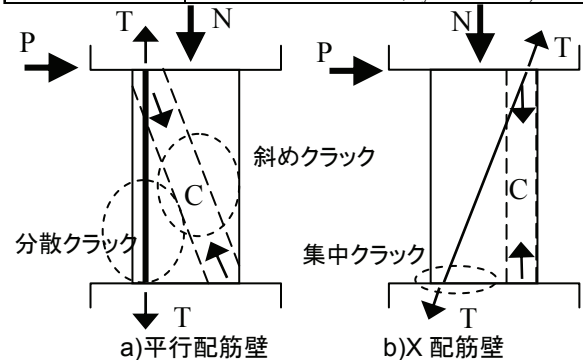


図 3 耐荷機構モデル

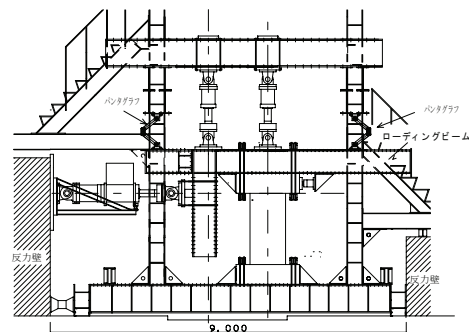


図 4 加力装置

1/400を3回、1/200を3回、1/100を6回、1/67を3回とし、1/33まで1方向に加力した。加力装置を図4に示す。

3. 実験結果

試験体のひび割れ状況を図5に示す。R=1/700のサイクルで曲げクラックが発生し、曲げせん断ひび割れは、W1PではR=1/400、W2XではR=1/200で発生した。W1Pでは斜めの曲げせん断クラックが目立つが、W2Xでは水平クラックが多い。R=1/100の時に下端部の被りコンクリートの圧壊の兆候が見られ、R=1/33では下端部圧縮端での圧壊は生じているものの、最後まで軸力は保持されたことから変形能力は十分であるといえる。R=1/100の時に生じたクラック幅は脚部位外ではW1Pでは0.2mm、W2Xでは0.05mmであり、損傷低減の効果が得られたといえる。

水平力-変形関係を図6に示す。部材角 R=1/67まで最大荷重を維持し、その後耐力は徐々に低下した。図7に包絡線の比較を示す。図中には全塑性モーメントの計算値も示した。W1Pでは大変形時でも全塑性モーメントの値を保持したが、W2Xでは、計算値を下回った。図8にW1Pの両端縦筋、W2XのデボンD X型鉄筋の歪分布を示す。W1Pでは、圧縮鉄筋も降伏して耐力にフルに寄与しているが、W2XのデボンD X型圧縮鉄筋は、降伏歪の1/4程度となっている。W2XのX型圧縮鉄筋の応力度を降伏強度の1/4として算定した補正全塑性モーメントを図7中に示したが、実験値と良い対応を示している。W2Xでは、圧縮コンクリートの負担が大きく、R=1/40で試験体端部のD6の縦筋が座屈して耐力が低下した。

図9に等価粘性減衰定数を示す。R=1/100以降、W2XのX型鉄筋が、圧縮側で降伏しないため、履歴性状が逆S字型のスリップ性状を示し、エネルギー吸収能力が低い結果となっている。

4. まとめ

耐震壁にデボンD X型筋を挿入することにより損傷低減の効果が得られることが分かった。しかし、圧縮側での負担が少なく、大変形時の靱性確保やエネルギー吸収能力に課題があることがわかった。

【謝辞】

本実験は平成17年度神奈川大学建築学科重点研究費により、教務技術職員五十嵐泉氏、卒論生の関真一郎君、鈴木健太君他多くの学生諸氏の協力を得た。関係各位に感謝します。

【参考文献】

- 1) 島崎和司：損傷低減を目的としたエネルギー吸収型 X 型配筋 RC 梁の開発, 日本建築学会構造系論文集, No.562, 2002.12
- 2) 島崎和司：アンボンD X 型配筋 RC 梁の損傷評価, 日本建築学会構造系論文集, No.604, 2006.6
- 3) S. L. Wood, et. Al, "Cyclic Behavior of Reinforced Concrete Structural Walls with Diagonal Web Reinforcement," ACI Structural Journal, 2001.7-8,
- 4) Y. C. Kurama et. Al, "Seismic Response Evaluation of Unbonded Post-Tensioned Precast Walls," ACI Structural Journal, 2002.9-10,
- 5) 江崎他：RC 造耐震壁の靱性を高めるための補強法に関する実験的研究, 日本建築学会構造系論文集, No.502, 1997.12,
- 6) 勅使河原他：降伏機構分離型鉄筋コンクリート造耐震壁

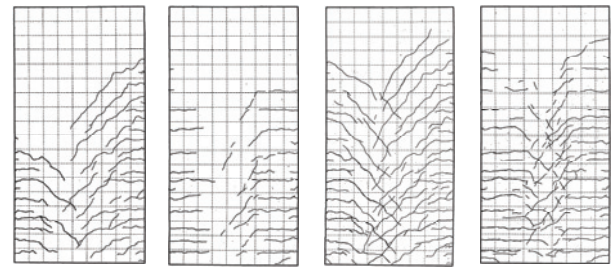


図5 各サイクル時のひび割れ状況

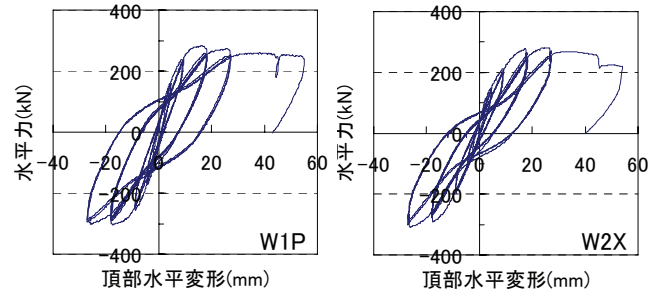


図6 水平力-変形関係

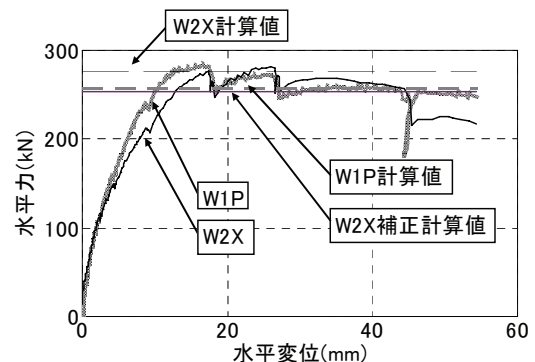


図7 復元力の包絡線

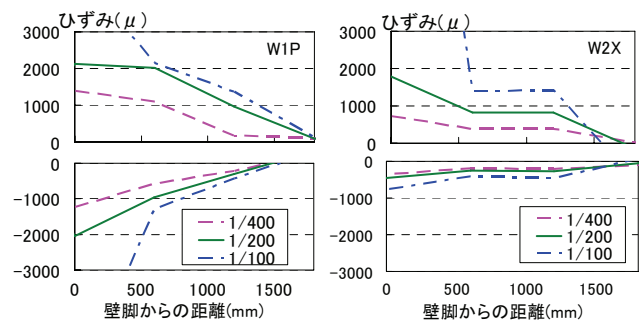


図8 主筋の歪分布

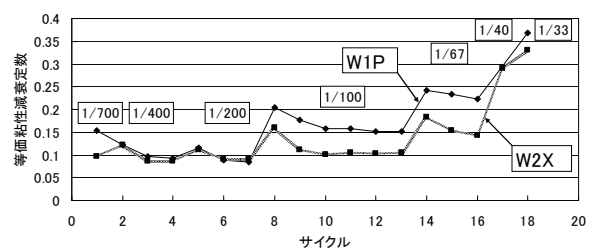


図9 等価粘性減衰定数

の基本耐震性能, 日本建築学会構造系論文集, No.593, 2005.7

*1 神奈川大学 工学部 建築学科 教授 博士 (工学)

*1 Professor, Kanagawa University, Dr. Eng.