

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

正会員 ○ 島崎 和司^{*1}
同 五十嵐 泉^{*2}

RC 構造、損傷制御、耐震設計、X 型梁

1. はじめに

鉄筋コンクリート造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、また、阪神大震災以降、大地震後も建物を使えるという要求が強くなってきている。その為には、RC 部材の修復性が良好である事が必要である。コアタイプの建物では、靱性に劣る短スパン梁が存在する。これを X 型配筋にすることにより平行配筋と比べ、せん断耐力の上昇、せん断補強筋の減少、せん断破壊の防止、付着割裂破壊の防止、変形性能の向上などが期待できる。しかし、RC 部材に埋め込まれた X 型の鉄筋を降伏させてエネルギー吸収を行わせようとする、コンクリートが圧縮に効くために鋼材は、もっぱら引張降伏のみすることになる。そのため、残留変形が累積することになり、地震後の修復に支障をきたすことが考えられる。

本研究では、地震後の修復性が良好でエネルギー吸収能力に優れたアンボント X 型配筋梁¹⁾の改良型の実験的研究を行い、その効果を検討する。

2. 実験概要

図 1 に示すような、8 階建 CFT 構造の中心部分にコアを有する建物をプロトタイプ建物とした。コア部分を地震力に対する抵抗要素として RC 造耐力壁、外周フレーム部分を鉛直力が支配的な CFT 柱とした。この建物の、静的、動的解析により、試験体の鉄筋量、必要耐震性能(最大変形と繰り返し回数)を定めた。

試験体を、図 2、表 1 に示す。1/3 スケールで、梁断面が 200mm×400mm、内法寸法が 1000mm で、左右に主筋定着用のスタブを有する以下の 3 種とした。

- 1) 一般的なボンドされた X 型試験体、
- 2) X 型異形鉄筋にワックスを塗布し、プラスチックプレートで巻いて付着を除去したアンボント X 型試験体、
- 3) 2 の端部で X 型配筋が圧縮降伏できるように工夫した試験体。この試験体のみ平行配筋として中央部上下に 2-D16 (USD685) が付加されている。主筋は SD390 (降伏強度 476N/mm²)、せん断補強筋は SD295 (降伏強度 372N/mm²) とし、 $F_c=48\text{N/mm}^2$ (試験時 54N/mm²) とした。

加力装置、加力サイクルを図 3、4 に示す。

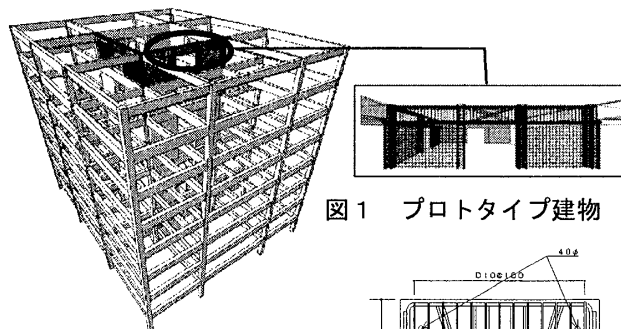


図 1 プロトタイプ建物

図 2 試験体配筋図

表 1 試験体一覧

試験体	No. 1	No. 2	No. 3
断面			
$b \times D$ (mm)	200 × 400	200 × 400	200 × 400
F_c (N/mm ²)	48	48	48
主筋	2-D16 X 型筋 Pt (%)	2-D16 4-D16 1.51	4-D16 4-D16 2.01
横補強筋	2-D6 @150	2-D6 @150	2-D6 @150

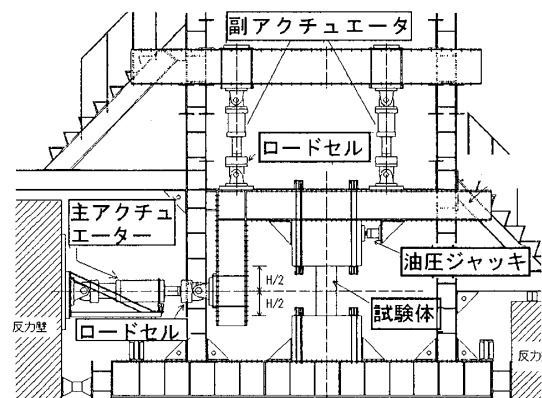
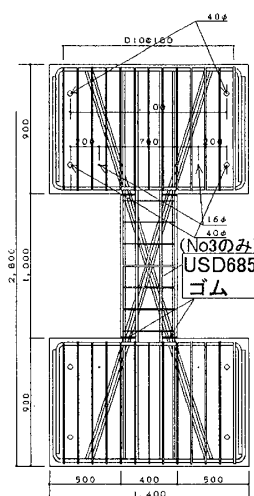


図 3 加力装置

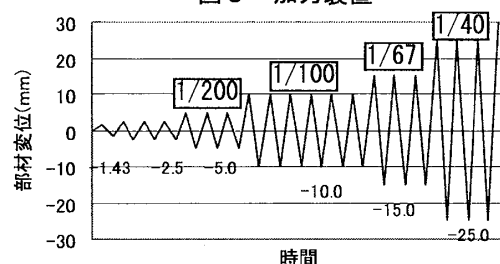


図 4 加力サイクル

Experimental study of a diagonally reinforced beam with well reparability

SHIMAZAKI Kazushi, IGARASHI Izumi

3. 実験結果

各試験体とも 1/700 のサイクルで、曲げひび割れ、1/400 のサイクルで、曲げせん断ひび割れが発生した。No.1 は 1/400 のサイクルで、No.3 は 1/100 のサイクルで中央部にせん断ひび割れが発生した。No.2 は端部にひび割れが集中し、終局まであまり増えなかった。1/100 におけるひび割れ状況を図 5 に、1/67 におけるひび割れ状況を写真 1 に示す。

各試験体の荷重—全体変形関係を図 6 に示す。各試験体の荷重—変形関係には 1/67 まで大きな差は見られず、繰返しによる耐力の低下はあまり見られない。部材角 $R=1/40$ の大変形まで最大荷重を維持したが、繰返し加力時に耐力が低下した。

4. 考察

図 6 中に各実験の包絡線の比較を示す。No.1 と No.2 は、まったく同様の傾向を示している。No.3 は、断面端部に切欠きがあり、有効せいが小さく、1/100 までの剛性が低くなっているが、それ以降、付加した芯鉄筋が効いて、耐力の上昇が見られる。

同図中には、平行配筋と X 型配筋を別々に算定して加え合わせた計算値を示した。平行配筋の降伏時の剛性低下率は、以下の菅野式(短柱式)²⁾によった。

$$\alpha_y = (-0.0836 + 0.159 \cdot a/d) (d/D)^2$$

鉄筋の材料強度は、鉄筋の実降伏点強度とした。実験値とよく対応しており、この算定式により、部材としての復元力特性を定めることが可能である。

図 7 に各試験体の曲げ・せん断変形の割合を示す。アンボンド X 型筋の方がせん断変形の割合が少く、特に中央部にせん断クラックの生じなかった No.2 で、せん断変形成分が小さくなっている。

図 8 に各試験体の軸方向変形を示す。No.1,2 では X 筋が降伏する 1/100 から軸伸びが顕著であるが、端部を断面欠損させた No.3 では、軸伸びの累積がない。

5. まとめ

アンボンド X 型筋を用いることによって、エネルギー吸収能力に富んで修復性に優れた部材の可能性が示せた。より修復性を高めるためには、せん断補強筋比や X 型筋の座屈防止筋としての横拘束筋量の検討が必要である。また、No.3 は軸伸びがないので、制震用のダンパーとして用いることができる可能性が高い。

本研究は、文部省学術フロンティア・横浜市産官学共同研究総合プロジェクト「地震・台風災害の制御・低減に関する研究 (TEDCOM)」(研究代表者：大熊武司)の一環として行い、神奈川大学・卒論生の伊藤努、山田裕理、原田和行君の協力を得ました。ここに関係者及び卒論生の諸君に感謝します。

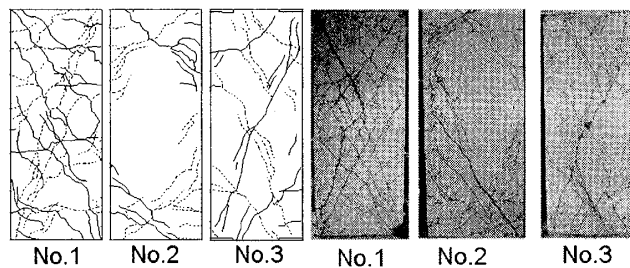


図 5 1/100 時ひび割れ図 写真 1 1/67 時ひび割れ

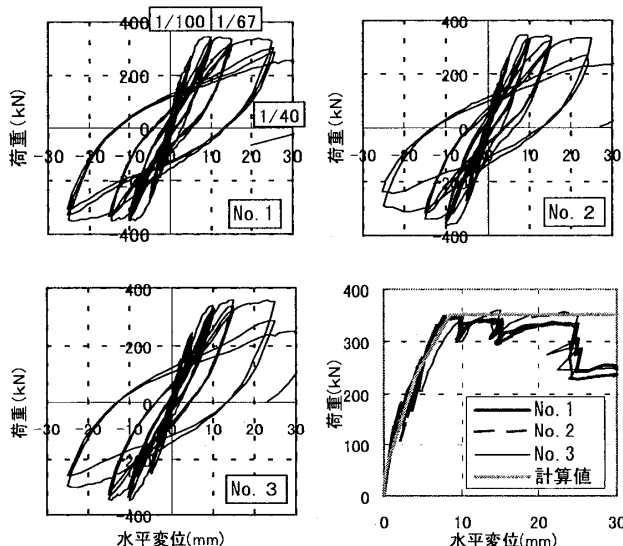


図 6 荷重—変形関係

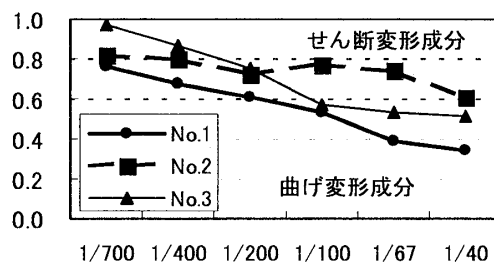


図 7 曲げとせん断変形の比

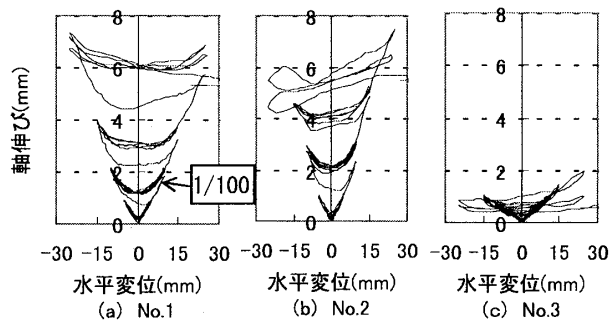


図 8 軸伸び変形

参考文献

- 1) 島崎和司、「鉄筋コンクリート梁の X 型配筋構造及び鉄筋コンクリート構造体」、特許公報、特公平 6-99960、1994.12
- 2) 菅野俊介他、「鉄筋コンクリート短柱の崩壊防止に関する総合研究(その 18)」、AIJ 大会梗概集、1974

1 神奈川大学工学部建築学科 助教授 博士(工学)

2 神奈川大学工学部建築学科 主任技術員

Associate Prof., Kanagawa University, Dr. Eng.
Kanagawa University