

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

その4 軸伸び防止と補修性の検討

正会員 五十嵐 泉\*  
同 島崎 和司\*\*

RC構造 損傷制御 耐震設計  
X型梁 付着 補修

1. はじめに

前報<sup>1)2)</sup>では、地震時のエネルギー吸収能力に富み損傷が低減され修復性が良好な部材の開発をめざし、アンボンドX型配筋梁に関する実験的研究を行い、横拘束筋を適量設置することにより繰返し時の耐力低下が少なくひび割れ幅が小さくなること、また、部材端部より内側に入った位置にゴムを挿入したものは梁中央部の損傷がほとんど見られなくなることを示した。

本研究では、さらに、アンボンドX型配筋梁の性能向上をめざし、芯鉄筋配置による軸伸び低減の検討、補修性の検討、材料の強度比とせん断ひび割れの関係について考察する。

2. 実験概要

試験体を図1、表1に示す。試験体は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スタブを有する。全ての試験体に4本の平行筋と8本のX型主筋を配筋した。X型筋にはアンボンド処理を容易とするため丸鋼(SS400)を使用し、焼入れを施した後、梁接合部で異形鉄筋にNKE溶接を施した。10には、軸伸び防止を目的とした芯鉄筋(2-D16)を梁中心に配置した。加力サイクルは前報と同様に、層間変形角(R)=1/700を1回、1/400を3回、1/200を3回、1/100を6回、1/67を3回、1/40を3回とした。

12は、1/100まで加力後に、ひび割れ部分をエポキシ樹脂注入工法で補修し、養生を経て1/400(1回)から再加力を行った。図2に加力装置を示す。

3. 実験結果及び考察

3.1 ひび割れ状況

各試験体の曲げひび割れは、R=1/700で、10,11はゴム挿入付近、12は梁端部に発生した。10は、R=1/200で芯鉄筋による付着割裂ひび割れが発生し、R=1/100で急激に増加した。ゴム挿入試験体は加力最終まで梁中央部にせん断ひび割れが発生しなかった。12はR=1/100までの加力で梁端部にひび割れが集中した。図3に各試験体のR=1/100時のものと写真1に最終状態におけるひび割れ状況を示す。

3.2 荷重～変形関係

10,11試験体の荷重～変形関係を図4に示す。両試験体ともR=1/40まで最大荷重が増加したが、10はR=1/40の繰返し加力途中にX型筋が溶接部近傍で破断し耐力が急激に低下した。11はR=1/100でX型筋が

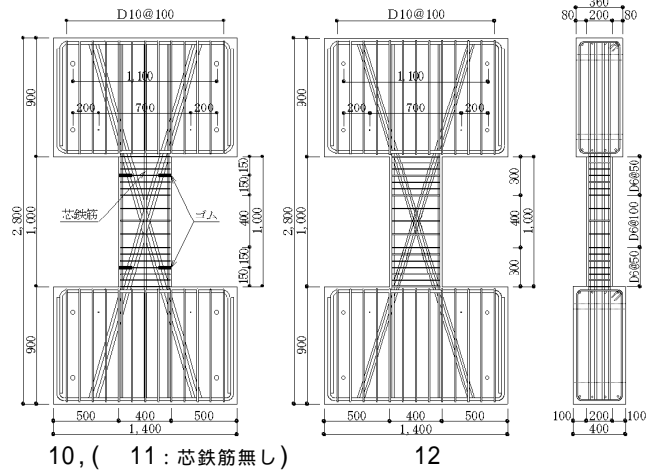


図1 試験体配筋図

表1 試験体一覧

試験体	10	11	12
断面			
b × D (mm)	200 × 400		
Fc (N/mm <sup>2</sup> )	48 (試験時: s=64)		
主筋	X型筋	4-19 (SS400, 386:溶接部)	4-16 (SS400, 370: ")
	平行筋	2-D10 (SD345, 370)	2-D16 (USD658, 657)
	芯鉄筋	2-D16 (SPR785, 849)	-
横補強筋	端部	2-D6@50 (SD295, 308)	
	中央	2-D6@100 ( " , " )	
X型筋の付着	無		
ゴムの有無	有	有	無

( )内は棒鋼の材質と降伏点(N/mm<sup>2</sup>)を示す。

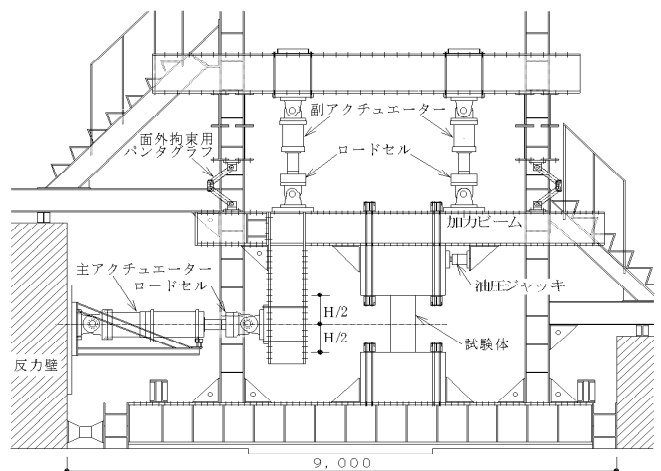


図2 加力装置

降伏しそれ以降の荷重増加がゆるやかとなった。芯鉄筋を配置した 10は 11に比較して各層間変形角での最大荷重が高い値を示した。

### 3.3 芯鉄筋の効果

X型筋をトラスとして算定した耐力値は、11は計算値と同程度の値となったが、10の計算値は芯鉄筋を平行筋に加算することで実験値に近い値となる。

10は、X型筋の圧縮側鉄筋が梁全域で圧縮歪を示し、軸伸びもR=1/40で11より40%程度小さい値を示した。図5に水平変位～軸伸び関係を示す。

### 3.4 ひび割れ補修後の加力結果

12試験体の補修前と補修後の荷重～変形関係を図6に示す。補修後のR=1/400変形では初期剛性までは回復しないが、R=1/200から補修前の剛性まで回復した。R=1/40で最大荷重に達し、減力途中で梁中央に大きなせん断ひび割れが発生した。

### 3.5 芯鉄筋とゴム挿入の無い標準試験体の損傷評価

#### 1) $b/y$ とせん断ひび割れの関係

コンクリート圧縮強度  $b$  とX型主筋の引張強度  $y$  の比と、試験体にせん断クラック発生時の層間変形角の関係を前報までの結果を含め図7に示す。 $b/y$  が同値でもX型主筋がボンドのものは小変形で梁中央部にせん断ひび割れが発生する。アンボンド試験体では、 $b/y$  の値が大きい程より大きな変形まで梁中央部にせん断ひび割れは発生しない。

#### 2) $\sqrt{b}$ の比較

せん断応力を  $=Q/bD$ 、コンクリート引張強度を  $\sqrt{b}$  に比例するとして、R=1/100、1/40での  $\sqrt{b}$  の値を図8に示す。アンボンドである 5,6,12を比較すると、R=1/40でせん断ひび割れが発生した 12は、R=1/100で発生した 5,6に対して  $\sqrt{b}$  は小さい値になった。 $\sqrt{b}=0.5 \sim 0.7$  付近にR=1/100の変形でせん断ひび割れが発生する境界があると思われる。この境界を越えないような設計をすることで梁中央部のひび割れを抑えることが可能になると考えられる。

### 4. まとめ

芯鉄筋を配置した試験体は軸伸びが小さく耐力が上昇する。設計で想定されるR=1/100程度での損傷ならばどの試験体でも補修して十分に使用可能である。ゴム無挿入試験体でも  $b/y$  の値が大きい程及び  $\sqrt{b}$  をある値以下とすることで梁中央部のひび割れを防ぎ補修の容易な梁部材となると考えられる。

本研究は、神奈川大学における文部科学省学術フロンティア・横浜市産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)により、大学院生の佐藤宏貴君、卒業生の香取直樹、吉野芙美君の協力を得ました。

### 参考文献

- 1)2) 島崎和司、五十嵐泉：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、その1、2、3、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-2、2001、2002年

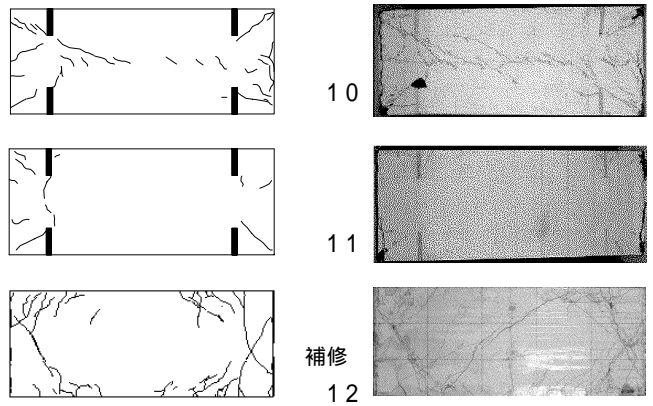


図3 1/100時ひび割れ

写真1 最終状態

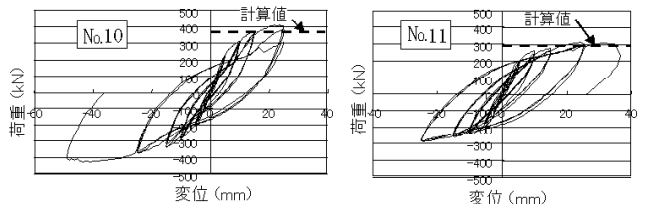


図4 荷重～変形関係

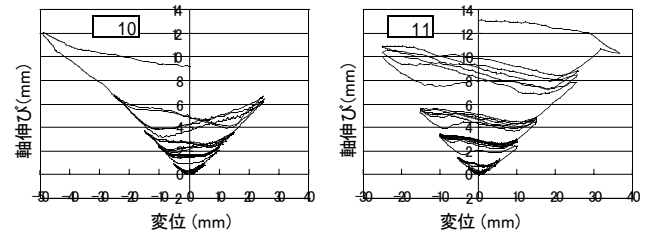


図5 水平変位～軸伸び関係

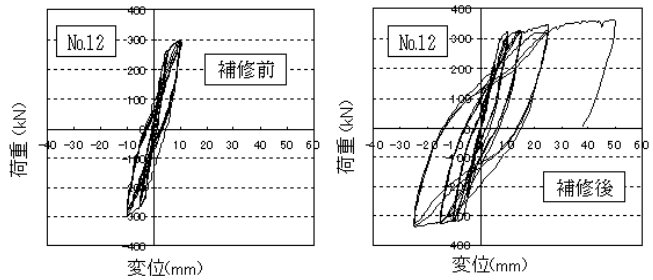


図6 補修試験体の荷重～変形関係

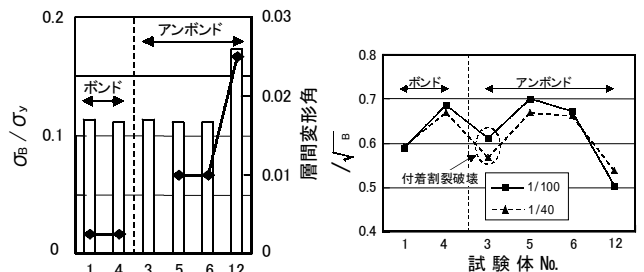


図7  $b/y$  とひび割れの関係

図8  $\sqrt{b}$  の比較

\* 神奈川大学工学部建築学科 主任技術員  
\*\* 神奈川大学工学部建築学科 助教授 博士(工学)

\* Chief Technician, Kanagawa Univ.,  
\*\* Associate Prof., Kanagawa Univ., Dr. Eng.