

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6 高強度芯鉄筋と鋼繊維補強コンクリートの効果

正会員 五十嵐 泉*
同 島崎 和司**

RC構造 損傷制御 耐震設計
X型配筋梁 デボンド 鋼繊維補強コンクリート

1. はじめに

前報¹⁾²⁾では、デボンドX型配筋梁に関する実験的研究を行い、梁端部付近の側面にゴムを挿入しデボンド芯鉄筋を配置(以下、Aタイプ)した試験体は、コンクリートに付着割裂ひび割れを発生させず、軸伸びが小さく、芯鉄筋が曲げ応力の一部を負担して耐力が上昇すること、芯鉄筋無配置の試験体より等価粘性減衰定数が増加したことを示した¹⁾。またゴム無挿入で芯鉄筋無配置(以下、Bタイプ)の試験体でも、コンクリート引張強度に対する梁のせん断強度の比率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が容易な梁部材となることを示した²⁾。

本報ではさらに、デボンドX型配筋梁の性能向上をめざし、Aタイプ試験体の芯鉄筋にPC鋼棒を用い、Bタイプ試験体では梁部分を鋼繊維補強コンクリート(以下、SFRC)とした場合の効果について検討する。

2. 実験概要

試験体の概要を図1、表1に示す。試験体寸法は前報と同一とし、すべての試験体に8本のX型主筋を配筋し、梁部X型筋はデボンド処理を容易とするため丸鋼を使用し、梁とスタブの接合部で異形鉄筋とNKE溶接で接続した。Aタイプでは、軸伸びと付着割裂ひび割れ防止を目的としてデボンド芯鉄筋(PC鋼棒、B種1号、17)を梁中心に配置した。Bタイプの19には、コンクリートの引張強度増大を目的として、梁部分をSFRC(鋼繊維混入率1%)とした。加力サイクルは前報と同様に、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。

3. 実験結果及び考察

3.1 ひび割れ状況

図2にR=1/100時のひび割れ状況を示す。各試験体の曲げひび割れは1/700で梁とスタブの接合部に発生した。Aタイプでは、その後1/200までひび割れにほとんど変化がなく端部のみに集中したが、加力最終まで部材中央部にはせん断及び付着割裂ひび割れは発生しなかった。前報の14¹⁾では1/40時に接合部が20mm程度開口したが、16は15mm、芯鉄筋にプレストレスを導入した17は10mmまで減少した。Bタイプでは、曲げせん断ひび割れが1/400で発生し、部材中央部のせん断ひび割れは、19が1/200、18が1/100時に発生した。両者のせん

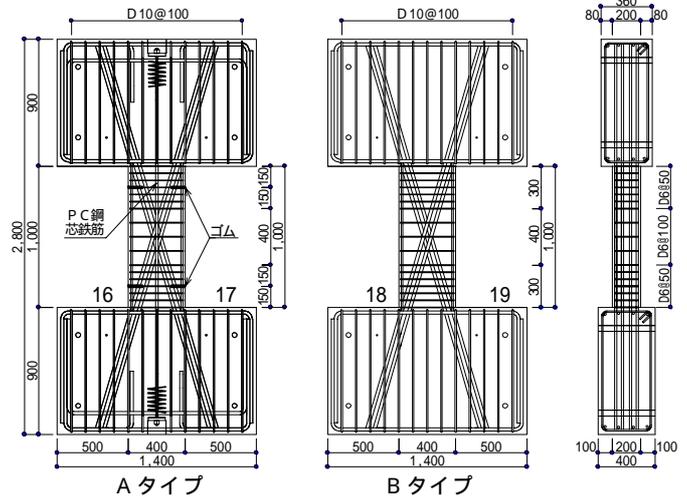


図1 試験体の配筋

表1 試験体一覧

試験体	Aタイプ		Bタイプ	
	16	17	18	19
梁端部断面				
b x D (mm)	200 x 400			
σ_c (N/mm ²)	43	60	43(鋼繊維補強)	
主筋	X型筋	4-19 (SNR490B, 370)	4-16	4-19
	平行筋	無	2-D16 (SD390, 469)	
芯鉄筋	2-17 (PC鋼棒B1, 930)		無	
横補強筋	端部	2-D6@50 (SD295, 349), Pw = 0.8 %		
	中央	2-D6@100(" , "), Pw = 0.4 "		
X型筋の付着	デボンド			
芯鉄筋	付着	デボンド		
	プレストレス	無	100kN/1本	
ゴム挿入の有無	有		無	

σ_c : 試験時コンクリート強度、()内は棒鋼の材質と降伏耐力(N/mm²)を示す。

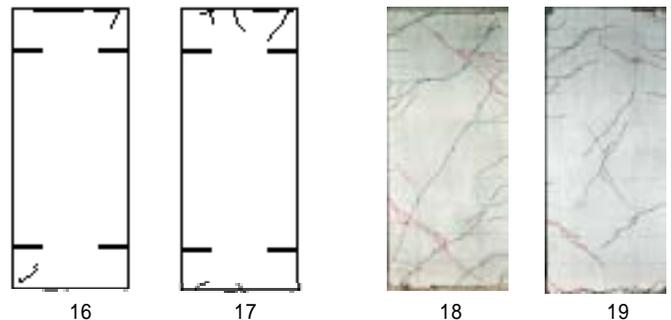


図2 R=1/100時のひび割れ状況

断ひび割れ最大幅は、18の4mmに対してSFRCとした19が0.08mmと小さい。接合部の開口幅では、18の8.5mmに対して19が20mmと大きい。これは19の梁部分の剛性が加力最終まで保たれたことにより接合部に変形が集中したためと考えられる。

3.2 水平力～水平変位関係

図3に各試験体の水平力～水平変位関係を示す。各試験体とも1/100まで水平力が増加し、その後はBタイプは水平力がほぼ一定値となり安定した挙動を示した。SFRCとした19は水平力が大きく紡錘形履歴曲線を示した。Aタイプはその後の加力でも水平力が増加し、芯鉄筋にプレストレスを導入した17は水平力が大きい。

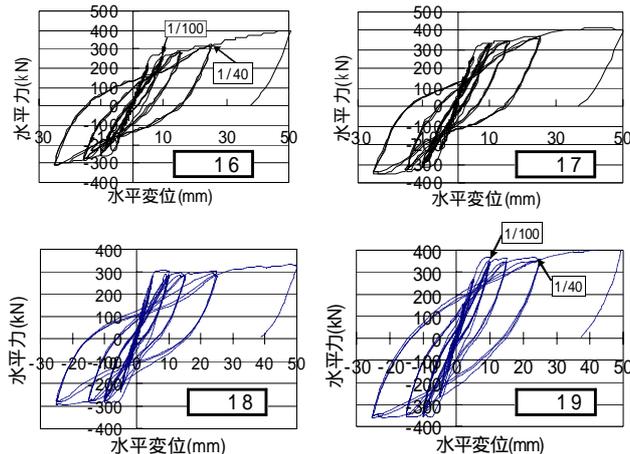


図3 水平力～水平変位

3.3 軸伸びの比較

Aタイプの軸伸びは、前報の14¹⁾と同程度に小さいが、残留軸伸びの比較(図4参照)では芯鉄筋にプレストレスを導入した17が最も小さな値を示した。

3.4 包絡線の比較

図5に包絡線の比較を示す。X型筋をトラスと仮定した水平耐力計算値1より両試験体とも高い値を示した。また芯鉄筋を曲げ補強筋として加算した計算値2に対しては、16は1/40でもこの値に達しないが、17は1/67時に上回った。プレストレスの有無が両者の耐力差になったと考えられる。

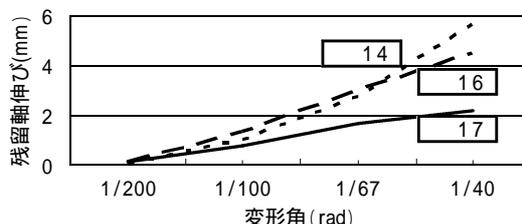


図4 残留軸伸びの比較

3.5 芯鉄筋の歪度

図6に芯鉄筋の歪度を示す。17は1/40以降1/20にかけて降伏歪を超えて急激に歪が増加しプレストレスの効果が失われ、同様に16が1/20で降伏したことから両者の最終耐力がほぼ同値になったと考えられる。

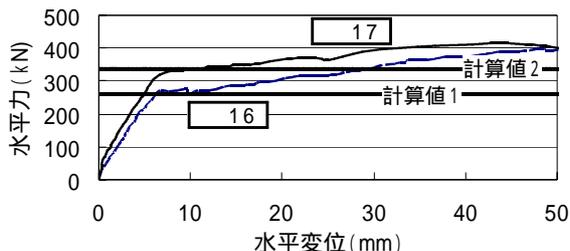


図5 包絡線の比較

3.6 等価粘性減衰定数の比較

図7に等価粘性減衰定数を示す。芯鉄筋にPC鋼を用いたAタイプは、前報の14¹⁾と比較してエネルギー吸収能力が飛躍的に高くなった。またBタイプの18,19は同程度の値を示した。

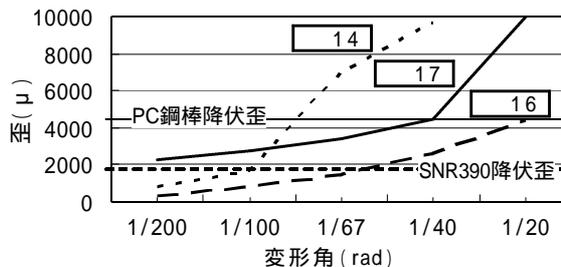


図6 芯鉄筋の歪度

4. まとめ

A、B両タイプの試験体について以下の知見を得た。

- 1) Aタイプの芯鉄筋にデボンドPC鋼棒を用いると、接合部開口幅と残留軸伸びが減少し、耐力とエネルギー吸収能力の向上が認められた。プレストレスを導入するとさらに良好となり、1/40変形でもほとんど補修をしないで使用できると思われる。
- 2) Bタイプの梁部をSFRCとすることで、部材中央部のせん断ひび割れ幅が微細となり、大変形後も補修を必要としない梁部材を設計できる可能性が示された。

謝辞：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)」により行い、卒論生の阿部俊幸、奥山宏之君の協力を得ました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 五十嵐、島崎：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5、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-2、2004年
- 2) 五十嵐、島崎：同題、その4、同学会大会学術講演梗概集、C-2、2003年

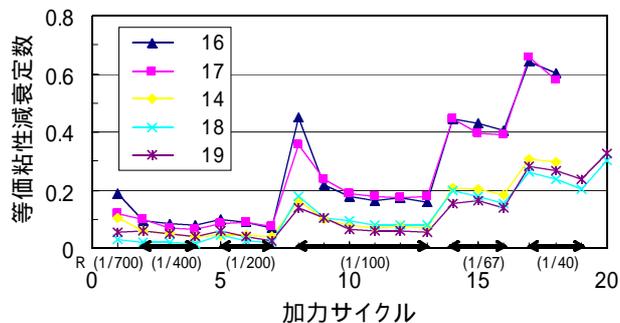


図7 等価粘性減衰定数の比較

* 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.