

## CFRP 格子筋と吹付けモルタルを用いた補強における界面のせん断付着挙動

首都大学東京大学院 学生会員 ○張 軍雷、正会員 宇治 公隆  
 首都大学東京大学院 正会員 大野 健太郎、正社員 上野 敦

### 1. はじめに

近年、既設コンクリート構造物の補修・補強において、CFRP 格子筋を配置し、ポリマーセメントモルタルを吹付ける工法が注目されている。この工法は、コンクリートの梁や壁面など部材側面を対象としたせん断補強工法としても有効であると考えられるが、その効果は定量的に示されていない。本研究では、コンクリート部材に CFRP 格子筋と吹付けモルタルを適用して補強した界面のせん断付着挙動を把握することを目的に、CFRP 格子筋引抜き試験を行い、せん断付着応力分担域の移行特性を検討した。また、載荷試験中の破壊過程の検討を行うため、アコースティック・エミッション(AE)法を適用し、検出 AE 波形に SiGMA (simplified Green's functions for moment tensor analysis) 解析を行い、付着界面での破壊機構について検討した。

### 2. 実験概要

#### 2.1 供試体

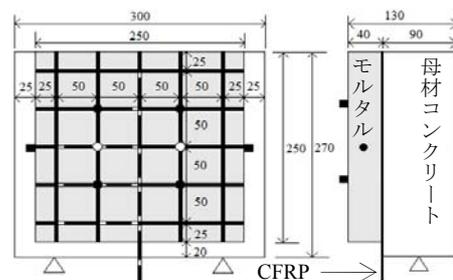
供試体は、300×270×90mm の母材コンクリート平板 ( $f_c=44.6\text{N/mm}^2$ ) に、CFRP 格子筋とポリマーセメントモルタル ( $f_c=33.2\text{N/mm}^2$ ) で構成される補修材 (250×250×40mm) を適用して作製した。表-1 に供試体諸元を、図-1 に供試体例を示す。供試体のパラメータは、母材コンクリートの表面処理方法、CFRP 格子筋の断面積、格子間隔、およびプライマーの有無とした。また、疲労挙動の基礎的検討のため漸増繰返し載荷 (4kN, 8kN, 12kN で 5 回ずつ繰返し後終局まで) 用の供試体 (No.5) を作製した。

表-1 引抜き試験供試体諸元

No	補強筋断面積 mm <sup>2</sup>	間隔 mm	プライマー	表面処理	載荷方法
1	CR6 17.5mm <sup>2</sup>	50	有	ブラスト	単調載荷
2		100			
3	50	漸増繰返し載荷			
4	100				
5		CR8 26.4mm <sup>2</sup>		ディスクサンダー	単調載荷
6	無	ブラスト			
7					

#### 2.2 引抜き試験方法

実験は、土木学会「引抜き試験による鉄筋とコンクリートの付着強度試験方法(案)(JSCE-G503)」を参考に、モルタル中央部分から延長させた CFRP 格子筋の 1 本に対し引張荷重を作用させ、母材コンクリートと補修材のせん断付着挙動について検討した。載荷時に、図-1 に示す位置で格子筋のひずみを測定した。また、供試体内部での破壊進行過程を考察するために、供試体表面部に AE センサを配置した。



□ ひずみゲージ ○ コンクリートのAEセンサ位置 ● モルタルのAEセンサ位置  
 図-1 引抜き試験供試体(格子筋間隔 50mm)

### 3. 結果および考察

#### 3.1 破壊形態

図-2 に各供試体の最大荷重、破壊形態およびひび割れ状況を示す。供試体の破壊形態は CFRP 格子筋の抜出し、モルタルとコンクリートの剥離、および抜出しを伴うモルタルの割裂、の 3 種類であった。供試体 No.3 の耐荷力が最も大きく、供試体 No.2 の耐荷力が最も小さい。ディスクサンダーで処理した供試体 No.6 は、ブラストで処理した供試体 No.4 より耐荷力が 1 割ほど大きい。プライマーを塗布していない供試体 No.7 は最大荷重 8.78kN 時に剥離した。これらのことから、本実験の範囲では、CFRP 格子筋の断面積が大きく (CR8)、格子筋間隔が狭く (50mm)、付着界面にプライマーを塗布することで、高いせん断付着強度が得られた。

キーワード せん断補強, CFRP 格子筋, 吹付けモルタル, AE 法, SiGMA 解析

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL 042-677-2777

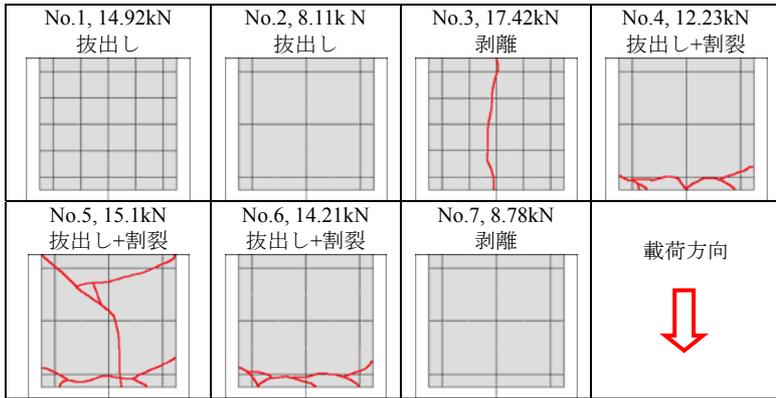


図-2 最大荷重、破壊形態およびひび割れ状況

3.2 破壊過程

図-3, 図-4 に引張力を作用させた供試体 No.3, No.4 における CFRP 縦筋のひずみ分布を示す. 供試体下部から上部にかけてひずみが減少している.

図-5 に供試体 No.3 の SiGMA 解析結果を示す. 荷重域 0-5kN 時では, 供試体の下部の引張荷重を与えた縦筋周辺に AE 発生源が集中していることがわかる. すなわち, この部分で主としてせん断付着応力を負担していたと考えられる. また, 5-10kN および 10kN-15kN 時では, 供試体の中央部および上部で AE 発生源が多く標定されている. 15kN-終局時では, 縦筋全体に AE 発生源が分布していることから, 広範囲でせん断付着応力を負担していたと推察される. 終局直前にひび割れが縦筋に沿って発生し, 吹付けモルタルと母材コンクリートの付着力が十分確保できず, 連鎖的に剥離したと考えられる. 図-6 に供試体 No.4 の SiGMA 解析結果を示す. 荷重域 0-5kN 時では, 供試体の下部に AE 発生源が分布している. 5-10kN 時では, 供試体の下部および縦方向筋周辺に AE 発生源が多く標定されている. 10kN-終局時では, 供試体の全体に AE 発生源が標定されている. 縦筋が抜け出す前に, 広い範囲で横筋および横筋下のモルタルが荷重に抵抗していると考えられる.

4. まとめ

- (1) 格子筋引抜き試験において, 格子筋の種類, 間隔, プライマーの有無により, 供試体の破壊形態は, CFRP 格子筋の拔出し, モルタルとコンクリートの剥離, および拔出しを伴うモルタルの割裂, の3種類に分類された.
- (2) CFRP 格子筋のひずみが大きい部分では, AE 発生源が多く同定され, ひずみ分布と AE 発生源の位置標定領域が対応する結果を得た.
- (3) せん断付着応力分担域は, 低荷重域では, 引張荷重作用点付近のモルタルおよび供試体中央の CFRP 格子点付近であり, その後, 抵抗域が上方へ移行し, 破壊直前では, 供試体の付着界面全体に及ぶことが明らかとなった.

参考文献: 1) 大野健太郎ほか: CFRP 格子筋とポリマーセメントモルタルで補強した供試体の界面破壊性状の AE 法による考察, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, 第12巻, pp23-30, 2012. 11

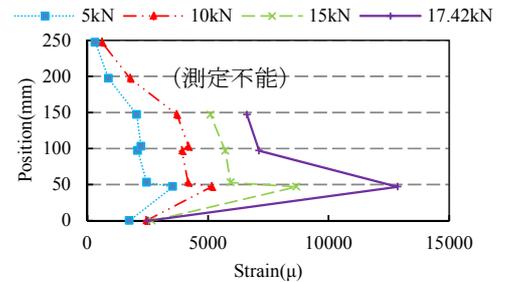


図-3 供試体 No.3 の縦筋ひずみ分布

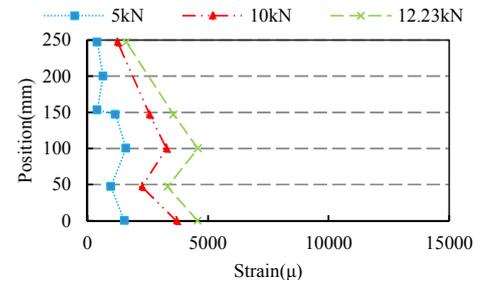


図-4 供試体 No.4 の縦筋ひずみ分布

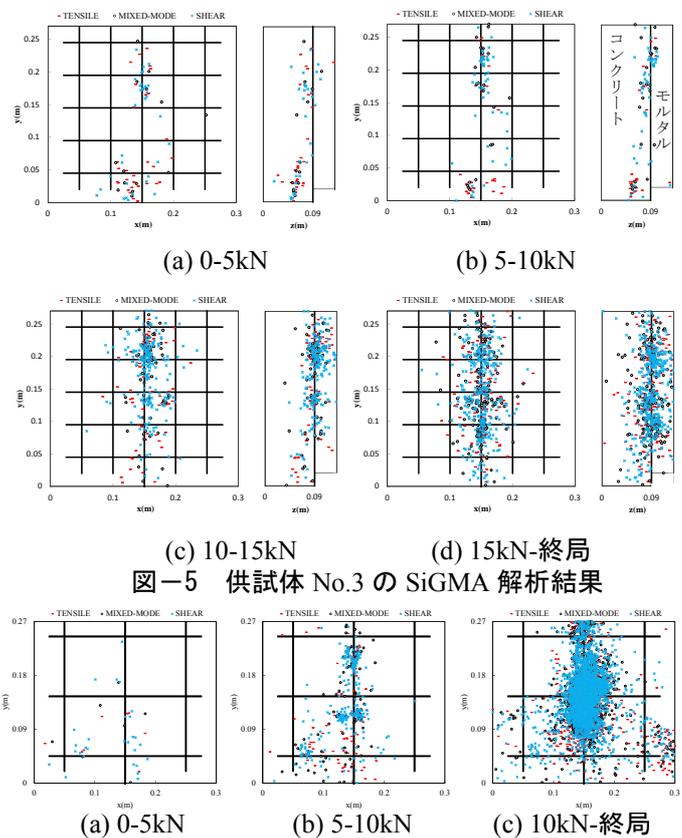


図-5 供試体 No.3 の SiGMA 解析結果

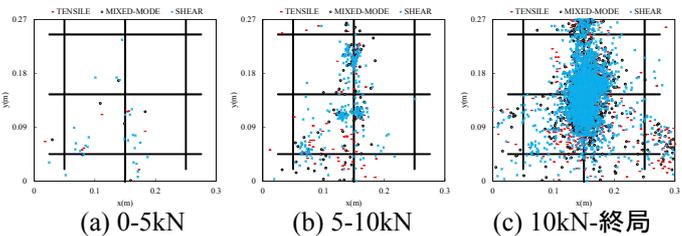


図-6 供試体 No.4 の SiGMA 解析結果