

# 定着金物を用いた連続繊維シートによるRC構造物補強工法の開発

## その3 実大既存梁のあと施工開孔への適用実験

既存梁 炭素繊維シート 開孔補強  
定着金物 実大実験

正会員 ○藤本 効\*1 同 中村洋行\*2  
同 福山 洋\*3 同 浅野芳伸\*4  
同 高橋茂治\*5 同 加藤貴久\*6  
同 鈴木英之\*7 同 上田正生\*8

### 1. はじめに

本論では、あと施工貫通孔を設けた梁の補強効果検証を目的として行なった加力実験に関して報告する。

### 2. 試験体

本実験に用いた梁は、既存中層建物の上層部を想定した実大モデルであり、図1に示すように梁せいD=625、幅B=400の断面寸法のものである。せん断性状確認のため試験体のせん断スパン比を1.68に設定するとともに、主筋にSD490材を用いている。

開孔は試験体中央部に設け、その開孔径は190.7φ(D/3.28)である。なお、開孔はあと施工を想定しているため、開口部に位置するせん断補強筋は切断されている。

補強方法は、開発した連続繊維シート補強工法または鋼管挿入によるもの、及び両者を組合せたものである。開孔及びその補強は、厚さ120mmのスラブを想定して行なった。また、定着金物を固定するボルトは、M20の全ねじボルトを用いた。

補強に使用した連続繊維シートは、目付け量300g/m<sup>2</sup>炭素繊維シート(以下、CFシート)であり、1層貼りとした。また、鋼管はSTK490を使用した。

試験体一覧を表1に、使用材料の力学的特性を表2に示す。

なお、試験体No.1は加力実験終了後、損傷後の復旧効果確認実験試験体に転用した(その結果は、その5で報告する)。

### 3. 実験方法

試験体への加力は、図2に示すように4本の鉛直アクチュエーターで上下スタブの平行を維持し水平力を载荷する建研式加力装置を用いて、正負交番繰返し载荷を行

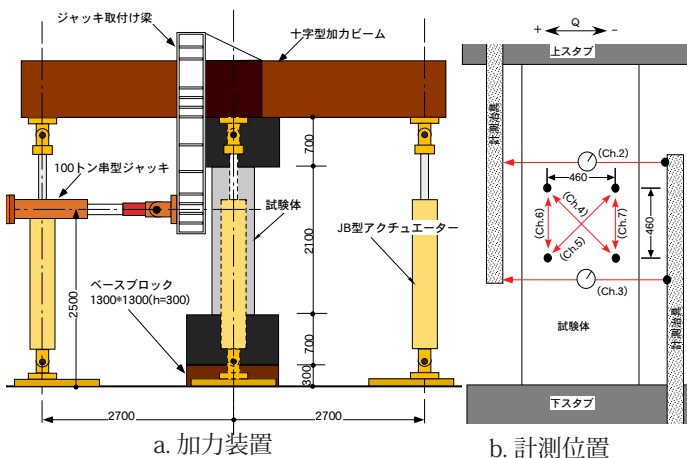


図2 加力装置と計測位置

なった。载荷は原則として変位制御とし、最大耐力から20%以上耐力が低下した時点で終了とした。加力プログラムを図3に示す。

測定項目は、上下スタブ間の加力方向相対変位、開孔部周囲のせん断変形、主筋、あばら筋、CFシート、CFRP

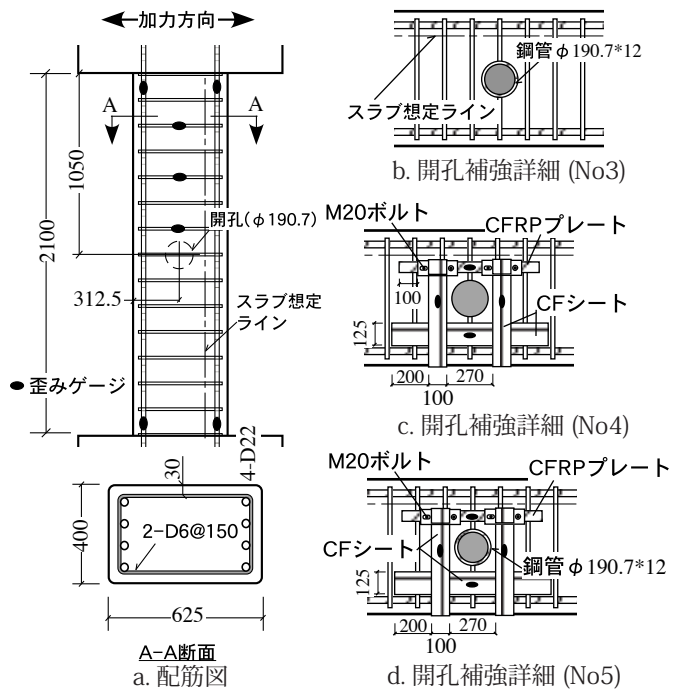


図1 試験体形状

表1 試験体及び実験結果一覧

記号	開孔	鋼管補強	CF補強	最大耐力	破壊モード
No.1	なし	なし	なし	-272kN	せん断破壊
No.2	なし	なし	なし	178kN	開孔部のせん断破壊
No.3	有り	有り	なし	266kN	
No.4	190.7φ	なし	有り	282kN	
No.5		有り	(1層)	397kN	

試験体諸元: b×D=400×625mm、せん断スパン比 a/D=1.68  
主筋(上下共) 4-D22(SD490) p<sub>f</sub>=0.67%  
あばら筋 2-D6(SD295A) @150 p<sub>w</sub>=0.11%

表2 材料の力学的特性 (N/mm<sup>2</sup>)

主筋	D22(SD490)	降伏強度	523
あばら筋	D6(SD295A)	降伏強度	331*1
鋼管	STK490	降伏強度	342
コンクリート			
圧縮強度 <sup>*2</sup>			
No.1	No.2	No.3	No.4
27.7	28.7	29.7	30.3
CFシート		厚さ 0.167 mm	引張強度 3400*3
CFRPプレート		50 × 1.2 mm	引張強度 2400*3

\*1: 0.2% オフセット法による、\*2: 供試体3体の平均値、\*3: カタログ値

プレートの歪みである。

#### 4. 実験結果

各試験体の最大耐力と破壊モードを表1に示す。全ての試験体は、せん断破壊により最大耐力が決定し、その時点で主筋は降伏していなかった。また、開孔を有する試験体は、開孔部周辺でせん断破壊を生じた。各試験体のせん断力  $Q$  と変形角  $R$  の関係を図 4.1 ~ 4.5 に示す。

無開孔である試験体 No.1 は、1/400 変形時にせん断亀裂が発生し、負側加力 1/200 変形時にスタブ端から約 1.5D の範囲がせん断破壊した。あと施工開孔を設けた試験体 No.2 は、1/800 変形時において開孔周辺にせん断亀裂が発生し、1/400 変形時に開孔周辺部がせん断破壊した。最大耐力は、無開孔の約 65% に低下した。

鋼管のみで補強した試験体 No.3 は、変形角 1/400 に向かう途中で開孔周辺にせん断亀裂が発生し、1/200 変形時に開孔周辺部がせん断破壊した。最大耐力は、無開孔とほぼ同じとなった。

CF シート補強した試験体 No.4 は、1/800 変形時に開孔周辺にせん断亀裂が発生し、1/100 変形に到達する直前に開孔周辺部がせん断破壊した。最

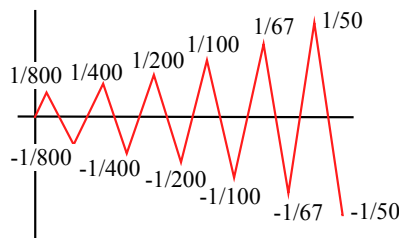


図3 加力プログラム

大耐力は、無開孔試験体とほぼ同じである。

CF シートと鋼管補強を組合せた試験体 No.5 は、変形角 1/400 に向かう途中で開孔周辺にせん断亀裂が発生し、1/100 変形時に開孔周辺部がせん断破壊し、その後急激な耐力低下を示した。最大耐力は、無開孔試験体に比べ高い値を示した。

#### 5. 考察

各試験体のせん断力 - 変形角関係における変形角 1% までの包絡線 (正側のみ) を図 5 に示す。初期剛性は、全ての試験体でほぼ同じであり、顕著な違いは見られなかった。

補強した試験体の最大耐力は、無開孔試験体と同等またはそれ以上を示しており、本補強工法による耐力回復効果が認められる。

補強試験体におけるせん断亀裂発生後 (1/800 ~ 1/400 の変形角) の挙動は、No.5 試験体を除きほぼ無開孔試験体と同じである。

#### 6. まとめ

提案する補強工法を適用した実大梁試験体の加力実験を行い以下の知見を得た。

- 当該補強工法を適用することにより、あと施工貫通孔を設けた梁の耐力は回復する。
- CF シートと鋼管を併用した補強は、単独に使用した場合に比べより高い補強効果が得られる。

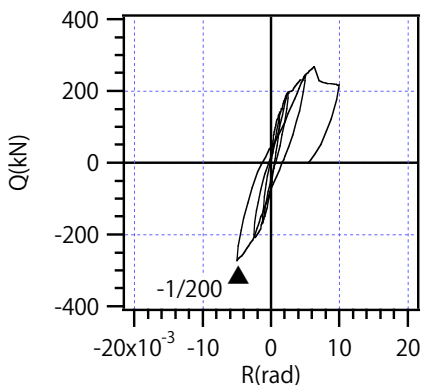


図 4.1 せん断力 - 変形角関係 (No.1)

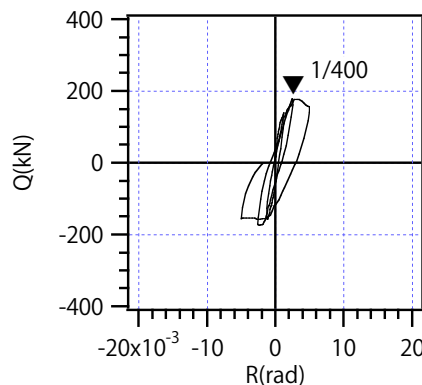


図 4.2 せん断力 - 変形角関係 (No.2)

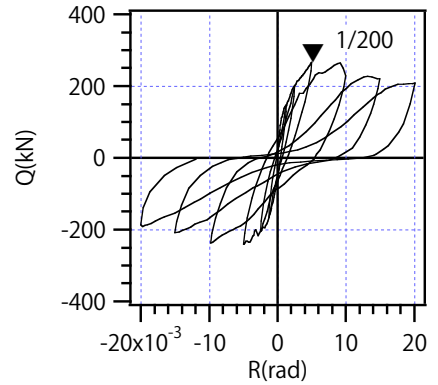


図 4.3 せん断力 - 変形角関係 (No.3)

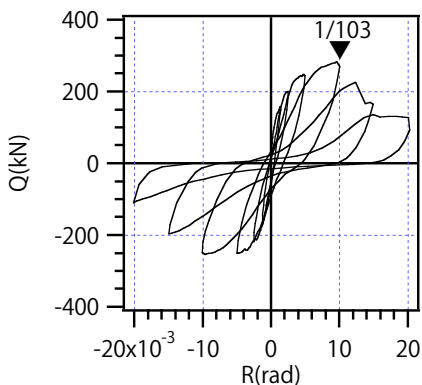


図 4.4 せん断力 - 変形角関係 (No.4)

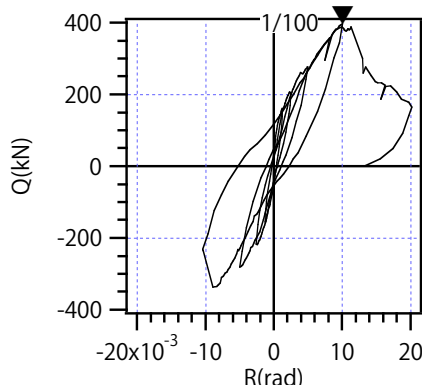


図 4.5 せん断力 - 変形角関係 (No.5)

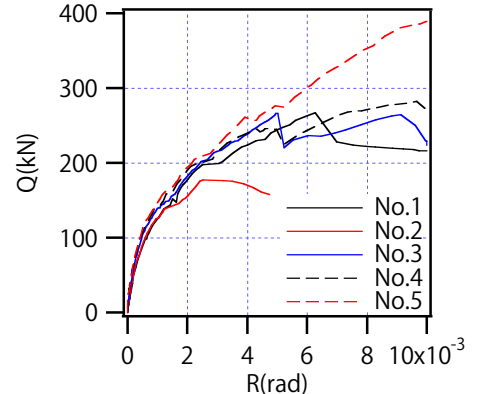


図 5 包絡線の比較

\*1 (財) ベターリビング 博士 (工学) \*2 (株) コンステック  
 \*3 (独) 建築研究所 工博 \*4 (株) 奥村組  
 \*5 川口テクノソリューション (株) \*6 三菱化学産資 (株)  
 \*7 安藤建設 (株) 博士 (工学) \*8 北海道大学大学院教授 工博

\*1 Center for Better Living, Dr.Eng \*2 Constec Engineering  
 \*3 Building Research Institute, Dr.Eng \*4 Okumura Corporation  
 \*5 Kawaguchi Techno Solution \*6 Mitsubishi Chemical Functional Products  
 \*7 ANDO Corporation, Dr.Eng \*8 Professor, Hokkaido Univ., Dr.Eng