

繊維シート複合パネルにより補強した RC 梁の耐衝撃性に関する基礎的検討

九州大学 学生会員 ○栗山 尚人
九州大学大学院 フェロー会員 園田 佳巨

九州大学大学院 正会員 玉井 宏樹
大成建設(株) 正会員 小尾 博俊

1. はじめに

近年、既設 RC 構造物の補修・補強工法に関する多くの研究が遂行されてきているが、衝撃荷重の作用が想定される防護構造物に対しても劣化損傷による耐衝撃性能の低下を明らかにした上で適切な補修・補強を施す必要があると言える。そこで、本研究では、既にトンネル覆工のリニューアル等の補修・補強や柱部材の耐震補強¹⁾への適用実績のある繊維シート複合パネルによる補強工法の耐衝撃性用途での適用を明らかにするために、本工法により補強した RC 梁の耐衝撃性向上効果に関して実験を通して基礎的な検討を実施した。

2. 補強工法の概要

繊維シート複合パネルとは、炭素繊維シート（厚さ 1mm）を 2 枚のフレキシブルボード（厚さ 3mm の繊維強化セメント板）でサンドイッチした薄肉・軽量の成形パネルである（図-1 参照）。このパネルは軽量であり、電動ドリルやカッターを用いて現地でパネルの穴あけも可能であるため大型重機が使えないような場所での施工も容易であり、また、RC 部材の曲げ性能や RC 柱の耐震性能の向上や耐水性・耐凍害性を有している。

3. 衝撃実験の概要

3.1 供試体概要

基準となる供試体の寸法および配筋を図-2 に示す。供試体は幅 100mm、高さ 120mm の複鉄筋矩形断面を有する長さ 1200mm の RC 梁である。せん断余裕度は 2.46 であり、曲げ破壊が先行するように断面設計を行った。JIS に基づき測定したコンクリートの圧縮強度と静弾性係数はそれぞれ 45.5MPa と 30.3GPa である。基準供試体の引張側主鉄筋を電食により腐食させた供試体を劣化供試体、さらにその劣化供試体を前述の工法により補強した供試体を補強供試体と呼ぶこととする。補強供試体の製作には、前処理として、腐食ひび割れに補修材を注入後、プライマーを塗布した後にエポキシ樹脂によりパネルを設置した。なお、補強仕様の影響を検討する目的で、図-3 に示すように RC 梁の上面・底面・3 面にそれぞれパネルを設置した 3 種類の補強供試体を

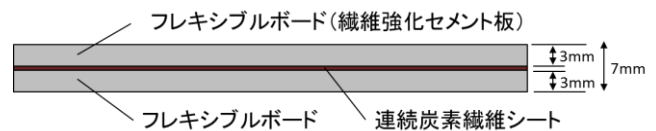


図-1 繊維シート複合パネルの断面図

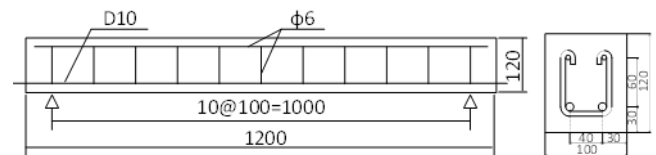


図-2 供試体の寸法及び概要図（単位：mm）

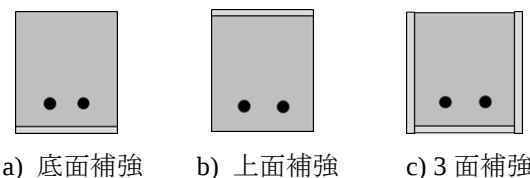


図-3 補強供試体の区分（供試体の断面図）



写真-1 供試体設置状況（底面補強供試体の場合）

製作した。また、純粋に補強効果のみを比較する目的で劣化していない健全供試体に対しても上面・底面補強を施した補強供試体を製作した。

3.2 荷重方法及び荷重ケース

落錘式衝撃試験装置を用いて、重量 100kg の鋼製重錘を衝突速度 1m/s 及び 3m/s で終局に至るまで繰り返し衝撃荷重した。なお、RC 梁の累積残留変位が純スパン長の 1%である 10mm を超えた時を終局と定義したが、終局に至る前に衝突部の圧縮破壊が顕著になった場合などはその時点で荷重を終了した。供試体の設置状況を写真-1 に示す。計測項目は重錘衝撃力応答、スパン中央の鉛直変位応答とした。

4. 実験結果及び考察

4.1 補強による変位応答への影響

衝突速度 3m/s の単発衝突時の変位応答の比較図を図-4 に示す。この図より、無補強の供試体では単発衝突時に終局に至るが、底面補強することにより、残留変位は約 1/3 に抑えることができ、補強効果は大きいことが確認できた。上面補強については底面補強程の効果は見られないといえる。

4.2 補強による耐繰返し衝撃性能への影響

衝突速度 1m/s の繰返し衝突実験の結果として、累積残留変位と繰返し回数の関係を図-5 に示す。図-5(a) は劣化程度の影響、図-5(b) は底面補強の影響、図-5(c) は補強仕様の影響をそれぞれ比較した図である。まず、図-5(a) より無補強の健全供試体が終局に至る繰返し回数は 84 回であるのに対し、発錆などによる質量減少率で定義される腐食率が 12.8% の劣化供試体では 14 回で終局に至り、耐衝撃性が著しく低下することが確認できた。一方、図-5(b) に示すようにそれらに対して底面補強を施した供試体は繰返し回数 80 回時の累積残留変位は 1mm にも達しておらず、補強前の劣化度合いによらずパネル補強による耐衝撃性の大幅な向上が認められた。次に、図-5(c) より前述の 3m/s の単発衝突の場合と同様に、上面補強は底面補強や 3 面補強ほどの耐衝撃性能の向上は見られないが、80 回衝突時の衝突部の状況を図-6 に示すように、衝突部の圧縮破壊防止には有効であることが認められた。

補強供試体の破壊形態を把握するために、衝突速度 1m/s の衝突条件下では繰返し回数 80 回の载荷後に、载荷速度を漸増させて破壊に至るまで繰返し载荷を行ったところ、補強仕様に関わらず、炭素繊維シートとフレキシブルボードの接着面において剥離が生じることが確認できた。従って、この接着部の付着力を高めるよう改良することで、更なる耐衝撃性能の向上が期待できるものとする。

5. 結論

本研究で得られた成果を以下に列挙する。

- 1) 繊維シート複合パネルによる補強は RC 梁の底面または 3 面を補強することで RC 梁の耐衝撃性能を大きく向上でき、その傾向は補強前の劣化程度に拠らないことが確認できた。
- 2) 上面補強は、RC 梁の変形性能にはさほど効果を発揮しないが、衝突部の圧縮破壊の防止には有効である。

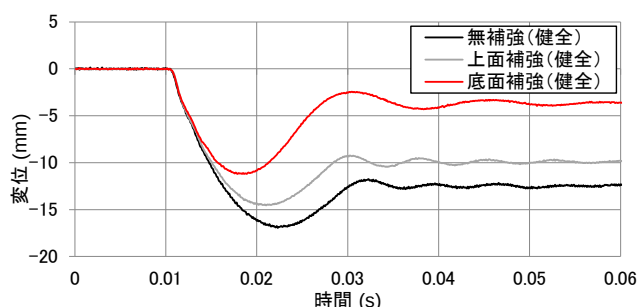
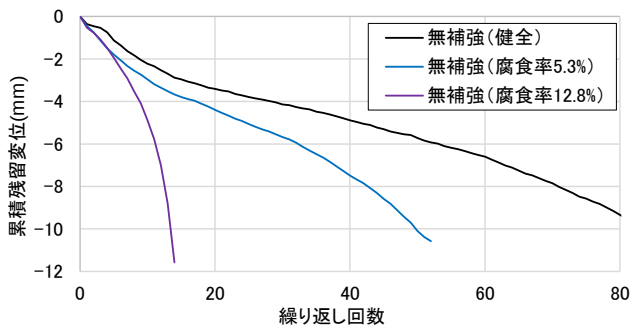
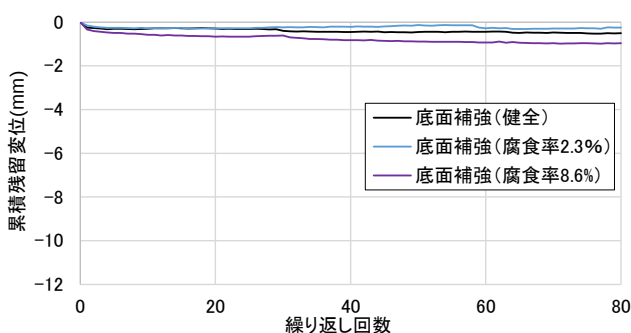


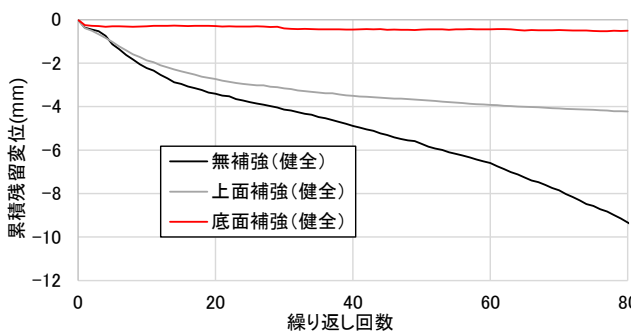
図-4 衝突速度 3m/s の単発衝突時の変位応答



a) 腐食程度の影響



b) 底面補強による影響



c) 補強仕様による影響

図-5 累積残留変位と繰返し回数の関係



a) 無補強

b) 上面補強

図-6 80回衝突時の衝突部の状況

参考文献

- 1) 鈴木三馨, 岡本修一, 新藤竹文, 竹井勝美: CF 複合パネルによる柱部材の耐震補強工法の開発, コンクリート工学年次論文報告集, vol.37, No.2, pp925-930, 2015