

RC 橋脚の耐震補強における吹付け可能な超高強度繊維補強モルタルの適用性

カジマ・リノベイト(株) 正会員 ○前山篤史

鹿島建設(株) 正会員 曾我部直樹 岩本拓也 小林 聖 フェロー 山野辺慎一

1. はじめに

既設の RC 橋脚において地震時に塑性化する部分のかぶりを、ひび割れ誘発目地を含む場所打ち可能な超高強度繊維補強モルタル(以下、超高強度 FRM と称する)で置換することで、橋脚の断面寸法を変えずに耐震性能を向上させる耐震補強工法(以下、本工法と称する)

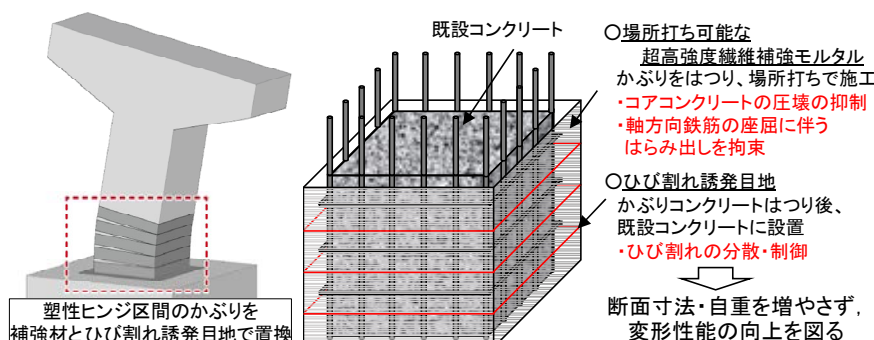


図-1 耐震補強工法の概要

を開発している（図-1）¹⁾。本工法に関する既往の研究¹⁾では、こて塗り方式による施工を行うことを想定して、超高強度 FRM の配合、施工方法および補強効果の検討を行ってきた。こて塗り方式は、型枠を必要とせず、簡易な人力作業による施工が可能であることから、河川内や都市内高架橋などの狭隘な箇所に設置された比較的、断面が小さな RC 橋脚の補強に適している。これに対し、大断面の RC 橋脚のように補強範囲が広い場合には、こて塗り方式と同様に型枠を必要とせずに、広範囲に効率よく超高強度 FRM を施工できる吹付け方式が優れていると考えられる。ここでは、本工法における超高強度 FRM の場所打ち方法として、吹付け方式の適用性について検証をした内容について報告する。

2. 吹付け方式による超高強度 FRM の場所打ち方法

吹付け可能な超高強度 FRM については、既往の研究²⁾により、配合、吹付け方法に関する検討が進められており、施工においては同検討で得られた知見を活用できる。一方、本工法では、100N/mm²を超える圧縮強度と高い曲げじん性を有する超高強度 FRM によるかぶりが、地震時の曲げ圧縮応力度を負担してコアコンクリートの圧壊を抑制できることと、軸方向鉄筋の座屈に伴うはらみ出しを拘束できることが、既設 RC 橋脚の変形性能を向上させるための前提となる。すなわち、既往の研究¹⁾で検証された補強効果を期待するためには、かぶりに吹き付けられた超高強度 FRM の圧縮強度と曲げ特性が、こて塗り方式によるものと同等以上であることが求められる。

3. 吹付け可能な超高強度 FRM の適用性

吹付け可能な超高強度 FRM の本工法における適用性を明らかにするために、RC 橋脚の補強部に吹き付けられた超高強度 FRM の圧縮強度および曲げ特性について検証を行った。なお、検証で用いた超高強度 FRM は、基本となる配合を若干、修正することで、吹付けやこて塗りによる場所打ちを可能としたものである²⁾。

(1) 壓縮強度

圧縮強度については、横拘束鉄筋が露出するまでかぶりを除去した RC 橋脚の表面を模擬したコンクリート版（図-2）に、厚さ 100mm で超高強度 FRM を吹き付けた試験体から、試験体の厚さと直交する方向に削孔して採取したコア（ $\phi 50 \times 100 \text{mm}$ ）を用いて検証した。

表-1 に、採取したコアの圧縮強度を示す。なお、同表には、こて塗り方式による超高強度 FRM の圧縮強度についても併せて示す。吹付け方式による圧縮強度は、こて塗り方式よりも高いこと、および何れの方法においても本工法で必要とする 100N/mm^2 以上であることが確認された。

キーワード：耐震補強、RC 橋脚、超高強度繊維補強モルタル、吹付け

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-6707

(2) 曲げ特性

本工法で補強された部分では、軸方向鉄筋の座屈に伴うはらみ出しを、横拘束鉄筋と場所打ちされた超高強度 FRM が一体となって拘束する。そこで、既往の橋脚模型実験¹⁾における試験体の補強部を模擬した要素試験体に対する曲げ実験によって、軸方向鉄筋の拘束効果に影響する補強部の曲げ特性を検証することとした。試験体は、50×120mm の長方形断面を有する長さ 600mm の梁部材であり、断面の中央に横拘束鉄筋に相当する SD295 D6 鉄筋を配置している（図-3）。断面寸法は、既往の橋脚模型実験の試験体における補強厚さと、横拘束鉄筋の配置間隔に基づいて設定した。試験ケースは、超高強度 FRM の打込み方法を、こて塗り方式、吹付け方式とした 2 ケースであり、各ケースで 3 体ずつ試験体を製作した。なお、こて塗り方式では、鉄筋位置で打重ね部を設けて 2 層塗りとし、吹付け方式では、連続的に吹き付けて製作した。実験では、図-3 に示す条件で載荷を行い、載荷荷重、たわみを計測することで、曲げ特性を評価した。

図-4 に、載荷荷重とたわみの関係を示す。最大荷重は、こて塗り方式よりも吹付け方式の方が大きい傾向が確認された。また、最大荷重のばらつきも、吹付け方式の方が少ないように見受けられる。これは、図中の写真に示すように、吹付け方式の方が、こて塗り方式に比べて曲げひび割れの分散性が良好であったためであり、連続的に吹き付けることで、鉄筋位置において打重ね部を設けたこて塗り方式よりも、鉄筋との一体性が向上したことが要因と考えられる。以上より、吹付け方式による補強部は、こて塗り方式と同等以上の曲げ特性を実現できることが確認された。

4. まとめ

RC 橋脚の耐震補強における超高強度 FRM の場所打ち方法として、吹付け方式を適用した際の補強部の強度について検証を行った。その結果、既往の研究¹⁾で検討してきたこて塗り方式と同等以上の強度を実現でき、本工法において吹付け方式が適用できることが確認された。今後、補強工事の施工条件や規模に応じて、適切な場所打ち方法が選択できるように、施工、品質管理の方法について検討していく予定である。

参考文献

- 1) 岩本ら：場所打ち可能な UFC で耐震補強した RC 橋脚模型試験体の正負交番載荷実験，コンクリート工学年次論文集，Vol.42，No.2，pp.811-816，2020。
- 2) 小林ら：吹付け可能な超高強度繊維補強コンクリートの配合検討，土木学会第 76 回年次学術講演会，2021。（投稿中）

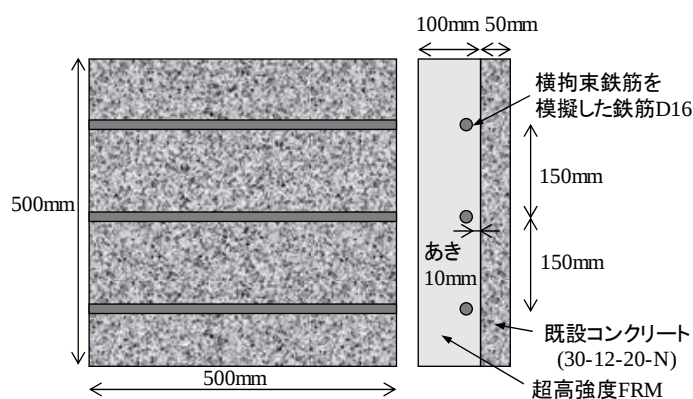


図-2 コア採取用の試験体

表-1 圧縮強度試験の結果

No.	吹付け方式	こて塗り方式
	圧縮強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)
1	155.4	139.9
2	155.9	145.1
3	160.9	139.1
平均	157.4	141.4

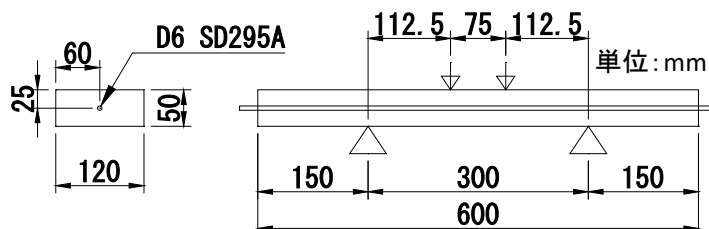


図-3 曲げ試験体および載荷条件

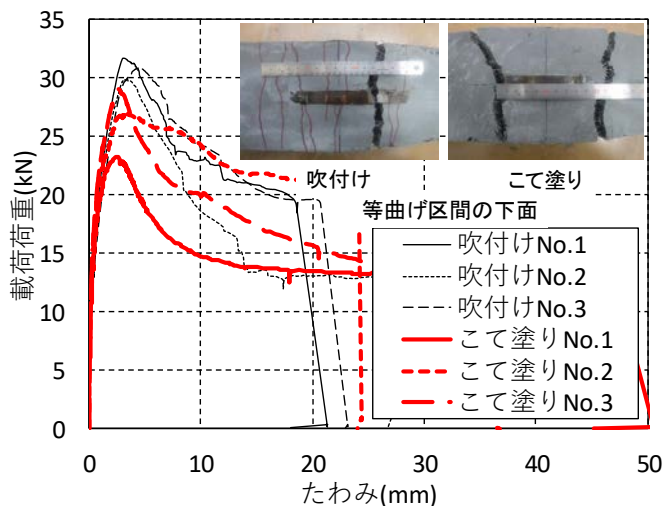


図-4 載荷荷重とたわみの関係