

超高強度繊維補強モルタルの合理的な左官工法の検討

鹿島建設(株) 正会員 ○中村真人 小林 聖 曾我部直樹 岩本拓也 山野辺慎一
カジマ・リノベイト(株) 正会員 前山篤史 松本 隆

1. 既往の耐震補強技術の開発について

橋脚に地震力が作用すると、RC 橋脚の基部には大きな曲げモーメントが生じ、同部分の軸方向鉄筋が降伏することで塑性ヒンジが形成される。軸方向鉄筋の降伏後、さらに曲げ変形が進むと、同部分のコンクリートの圧縮破壊や軸方向鉄筋の座屈および破断によって、曲げ耐力が低下して終局を迎える。筆者らは、RC 橋脚の新たな耐震性向上技術として図-1 に示すような超高強度繊維補強モルタル（以下超高強度 FRM と称す）を用いた高耐震性 RC 橋脚を開発している¹⁾。本工法を既設構造物に適用するため、構造物の表層部をはつり出したのち、超高強度 FRM で打ち替える方法を検討しているが、流動性の高い材料を「流し込み」により施工する場合、型枠の設置、材料圧送用の機械などが必要となり、広い作業面積が必要となる。そこで、小規模な作業面積で重機などを使用せずに施工可能な左官工法を検討²⁾している。本報告では 1 回の左官厚さをこれまでの 5 倍に相当する 100mm とし、一括で施工する方法（以下一括施工方法と称す）について実験的検討を行い、生産性が向上することおよび補助型枠が有効であることについて紹介する。

2. 合理的な左官工法の概要

既存の超高強度 FRM のモルタルフロー(0 打)は 250mm 程度と流動性が高く、鉛直面への塗り付けを可能とするためには材料を自立させることが必要となる。これまでに、無機系増粘材(VA)を超高強度 FRM に添加してモルタルフロー(0 打)を 100mm 程度とすることで鉛直面への塗り付けが可能であることを確認している²⁾。また、鉛直面に施工する際の塗り付け厚さが大きくなると「材料のだれ」が生じることが確認されており、1 層の塗り付け厚さを 20mm 以下とし、さらに次層を打ち重ねるまでに 1 時間程度の間隔をあけることでだれを防止する必要があることが分かっている。しかし、この手法では、最終塗り付け厚さを 100mm とした場合、20mm×5 層で塗り重ねるのに 4 時間の待機時間が発生し、生産性が低いことが課題であった。そこで、超高強度 FRM を所定の厚さまで塗り付けた後に、外部から写真-1 に示すような簡易的な型枠(補助型枠)で超高強度 FRM を支える方法の検討を行った。

3. 一括施工方法の実験的検討

実際の一括施工方法を模擬した試験体を作製し、超高強度 FRM を塗り付ける実験を行った。配合を表-1 に示す。無機系増粘材の添加量は 24kg/m³ とし、モルタルフロー(15 打)を 110±10mm で管理した。

試験体の概要を図-2 に示す。厚さ 150mm の型枠に 50mm の基盤コ

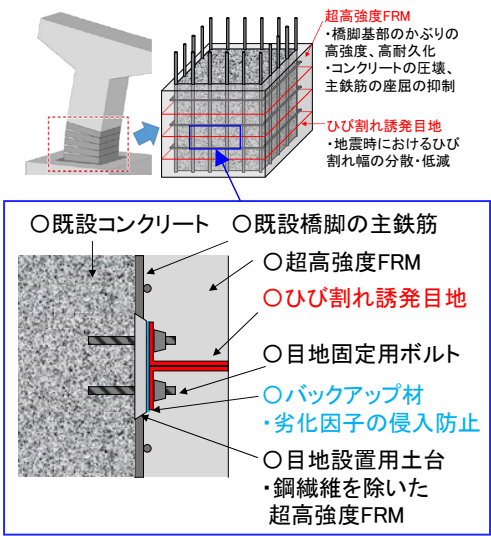


図-1 既設橋脚の耐震補強の概略



写真-1 補助型枠の概要

表-1 配合							
W/B (%)	Air (%)	単位量 (kg/m ³)			SP (kg)	VA (kg)	SF (vol%)
		W	B	S			
15.2	2.0	195	1287	898	32.2	21	2.5

B：特殊結合材，密度 2.98 g/cm³
S：専用骨材，表乾密度 2.62g/cm³
SP：特殊高性能減水剤 VA：無機系増粘材
SF：専用鋼繊維，密度 7.85 g/cm³

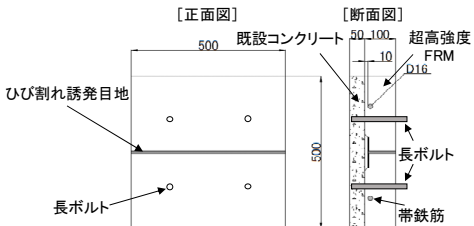


図-2 試験体概要

キーワード：超高強度繊維補強モルタル，左官，無機系増粘材，補修，補強

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2 丁目 1 9 - 1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL 042-489-8023

ンクリートを事前に打ち込み、打継面には目粗しを施した。超高強度 FRM は 20mm ずつ塗り付け、写真-2 に示す専用機械により締め固め²⁾、待機せずに次層の塗り付けを行った。試験体の厚さ 100mm まで塗り付けた後、表面は金ゴテにより仕上げを行った。仕上げ直後に全体が下がり、はらみ出すことで上端から 5mm 程度だれが確認された。ここで写真-3 に示すように、超高強度 FRM を塗り付けた上から補助型枠を被せて設置し、事前に既設コンクリートに設置したステンレス製の長ボルトに補助型枠を絞めつけて固定した。補助型枠固定後、上面にオーバーフローした超高強度 FRM を除去するために、型枠の上端は 20mm 程度隙間を空けて設置した。補助型枠を用いてだれを支えることで、硬化後に上端の隙間が生じないことが確認された。また、100mm を一括で塗り付けることで、打重ね時に待機する必要がなくなり、生産性が向上することを確認した。さらに、補助型枠を設置した場合は型枠設置面の仕上げが不要となることから、仕上げ作業を行う面積が減少し、作業時間の短縮が可能であると確認できた。これらの結果より、超高強度 FRM の一括塗り付けと補助型枠の使用により、従来工法よりも短時間で施工可能であることが分かった。

この実験時の歩掛をもとに、図-3 に示すような橋脚基部をモデルに施工時間の試算を行った。なお、今回のモデルでは、3 名の作業員で補強区間を 4 面とし、塗り付け厚は 100mm、ひび割れ誘発目地は 180mm 間隔で 6 セット設置することを想定した。また、試算する要因としては、「打込み」「仕上げ」「養生」について着目し施工時間を試算した。試算した結果を表-2 に示す。従来工法 6.83 時間に対し一括施工方法を用いることで、作業中の待機時間が減少し 3.43 時間となり、施工時間を約半減できることが分かった。

4. おわりに

今回の実験的検討により、厚さ 100mm に対して超高強度 FRM を一括で塗り付けることができた。また一括施工により、従来工法に比べて施工時間が半減することが分かった。今後は実施工に向けて、具体的な施工方法について検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 山野辺慎一，曾我部直樹，家村浩和，高橋良和：高性能塑性ヒンジ構造を適用した高耐震性RC橋脚の開発，土木学会論文集，Vol.64，No.2，pp.317-332，2008
- 2) 小林聖ほか：超高強度繊維補強コンクリートの左官工法への展開に関する実験的検討，土木学会第 73 回年次学術講演会，2018.8



写真-2 専用機械の概要

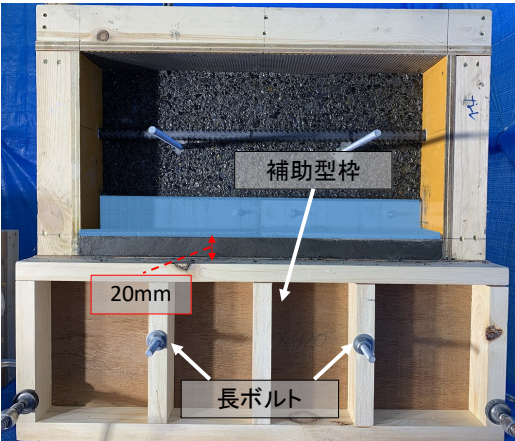


写真-3 補助型枠の設置状況

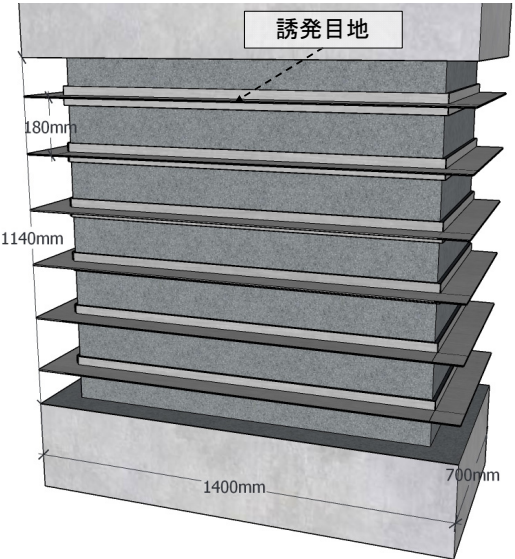


図-3 実規模橋脚モデル

表-2 実規模橋脚モデルにおける試算結果

項目	施工数量	従来工法	一括施工
打込み	約 1.2m ³	2.5 時間+4 時間（待機時間）=6.5 時間	2.5 時間
仕上げ	7 区間(目地:6箇所)	※打込みに含む	5 分（上端のみ）×7 区間=0.58 時間
養生	4 面	5 分×4 面=0.33 時間（フィルム貼付け）	3 分（上端のみ）×7 区間=0.35 時間
合計		6.83 時間	3.43 時間