

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

鹿島建設(株) 正会員 ○小林 聖 高木智子 渡邊有寿 曾我部直樹 柳井修司 山野辺慎一
 カジマ・リノベイト(株) 正会員 白木 浩 松本 隆

1. はじめに

国土強靱化が進められる中、既設橋脚は建設後 50 年以上経過しているものも多く、速やかな耐震補強が求められているが、特に市区町村が管理する比較的規模の小さい橋梁では補強が後れを取ることも多い。この理由としては、補強作業が複雑であることと、作業スペースが十分に確保できない場所にあること等が挙げられる。筆者らは超高強度繊維補強コンクリート(UFC)に着目し、UFCを現地で練り混ぜて塗り付けるだけで耐震性を向上させ、かつメンテナンスフリーを実現する工法について検討を進めている。ここでは、UFCを左官工法に展開するために実施した実験結果について報告する。

2. 検討概要

本検討では、UFCのうちエトリンガイト生成系のもの(AFt系UFC)を使用した。まず、最も簡易な工法として、構造物表層部のみをはつり取り、AFt系UFCに打ち替える工法(表層打替え)について、次に、抜本的な補強を想定し、鉄筋をはつり出したうえで、AFt系UFCに打ち替える工法(有筋部打替え)について検討した。最後に、施工の良否(実務作業者の技量)に左右されず生産性の向上にも寄与する施工機械についても考案した。

3. 表層打替え工法の検討

AFt系UFCのモルタルフロー(0打)は250mm程度と流動性が高い。塗仕上げ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ので、無機系増粘材(VA)に着目し、添加量を水準として平板へのAFt系UFCの塗付け実験により「材料のだれ」の有無を確認した。配合を表-1に示す。平板は300×300×厚さ150mmとし、基盤コンクリート(普通30 12 20N)を厚さ50mmまで打ち込んだ。その後、打継ぎ処理(目粗し)を施し、型枠を付けたまま鉛直に設置して、AFt系UFCを厚さ100mmで塗り付けた。

実験結果を表-2に示す。無機系増粘材の添加量を15kg/m³としたCase1では、AFt系UFCがだれて平滑に仕上げることができなかった。これに対し、無機系増粘材の添加量を21kg/m³としたCase2では、AFt系UFCがだれることなく平滑に仕上げることができた。以上より、無機系増粘材の添加量を調整し、モルタルフロー(15打)を110±10mm程度とすることで、だれることなく鉛直面に塗り付けることが可能であると判断した。養生は20℃封緘とし、無機系増粘材を添加したAFt系UFCの圧縮強度はUFC指針²⁾の値(150N/mm²以上)を満足しており、曲げ強度は25N/mm²程度、既設コンクリートとの付着強度は3回の平均が2.6N/mm²であり高い性能を維持していることが確認できた。

4. 有筋部打替え工法の検討

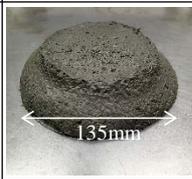
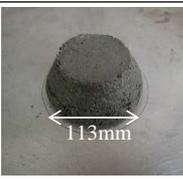
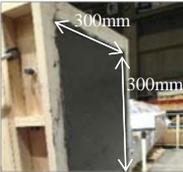
UFC指針では、UFC部材の引張鋼材として異形鉄筋を使用しないことを原則としている。しかし、既設構造物の補強という観点からは、一般に既設構造物の配筋をそのまま使用してコンクリートを打ち替

表-1 配合

Case	W/B (%)	Air (%)	単位量 (kg/m ³)			SP (kg)	VA (kg)	SF (vol%)
			W	B	S			
1	15.2	2.0	195	1287	898	29.6	15	2.5
2	15.2	2.0	195	1287	898	29.6	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

表-2 実験結果

Case	1	2
VA	15 kg/m ³	21 kg/m ³
JIS モルタル フロー (15打)		
仕上げ 状態		
圧縮強度	166 N/mm ²	171 N/mm ²
曲げ強度	24.8 N/mm ²	24.7 N/mm ²
付着強度	—	2.6 N/mm ²

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート, 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19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL 042-489-8023

えることになる。AFt系UFCを打替え部材として使用する場合には、自己収縮によるひび割れの他にも、単位容積質量(2,500kg/m³程度)が一般的な断面修復材よりも大きいため、時間の経過に伴いだれが生じ、水平方向に配置された鉄筋下端に隙間ができることが懸念された。そこで、実際に鉄筋を配置した試験体を用いて、鉄筋部の付着およびだれについて検証した。

試験体の概要を図-1に示す。型枠は500×500×厚さ100mmとし、基盤コンクリートを50mm打ち込んだ。表面は目粗しを施し、10mmの隙間を確保して鉄筋(D16)を150mm間隔で水平方向に配置した。塗付け厚さは、20mm、35mm、および50mmの3水準とし、AFt系UFCの無機系増粘材の添加量は前述の21kg/m³とした。塗付け状況を写真-1に示す。

切断後の試験体を写真-2に示す。塗付け厚さを20mmとした場合は、鉄筋周りにだれは確認されず、密実に充填されていた。一方、塗付け厚さを35mm以上とした場合は、鉄筋下部に空隙が生じた。塗付け箇所に鉄筋等が存在する場合は、塗付け厚さを20mmより厚くするとその下部でだれが生じ、鉄筋との一体性が損なわれる恐れが示唆された(写真-3)。

この検討結果を踏まえて、現状では鉄筋までを塗り付ける工程と残りを塗り付ける工程に分けることで確実に施工できると判断し、その手順で塗仕上げ実験を行った。試験体は前述の実験と同じとし、全体の塗付け厚さを100mmとした。1層目は水平方向に配置した鉄筋を隠すまで(20mm)とし、2層目との付着を確実に確保するためのこぎり状のこてで鋼繊維を起こすように表面をかき乱した(写真-4)。翌日に2層目(残りの80mm)の塗仕上げを行った。試験体のカット断面を写真-5に示す。AFt系UFCは密実に充填されており、打重ね線や鉄筋下端のだれも確認されなかった。今後は、既設コンクリートと1層目、1層目と2層目の付着強度を確認する予定である。

5. 施工機械の検討

左官工法は人力による施工であるため、実務作業者の熟練度や経験に左右されると言われている。特に無機系増粘剤を添加したAFt系UFCは粘性が高く、その影響が大きくなる可能性がある。そこで、機械化施工による品質の確保と施工の効率化を志向して、電動ドリルに専用治具を設置した施工機械を考案し、その適用性を検討した。施工状況を写真-6に、試験体のカット断面を写真-7に示す。考案した施工機械により50mmの塗付け厚さでも鉄筋下部に空隙がなく密実に充填でき、品質の確保と生産性の向上を両立できる可能性が示唆された。

6. おわりに

今回の実験的検討により、AFt系UFCの左官工法への展開について目処を立てた。今後はサンプル数を増やし、施工の確実性を確認するとともに、機械化施工による塗付け厚さの増大についても検討を行う予定である。なお、今回の検討では、有筋部材に適用した場合の収縮に起因するようなひび割れは発生しなかったが、今後はその詳細を検証する予定である。

参考文献

- 1) サクセム研究会：サクセム設計・施工マニュアル(案)，2014.3
- 2) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)，2004.9

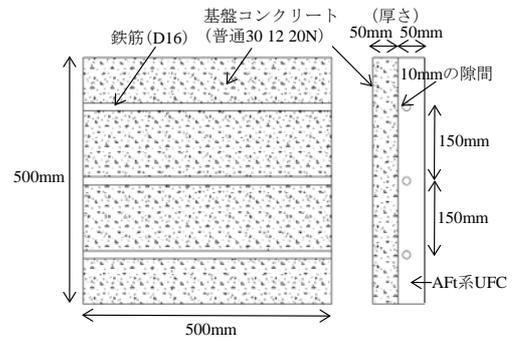


図-1 試験体の概要



写真-1 塗付け状況

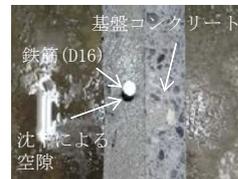


写真-3 鉄筋周りのだれ 写真-2 切断後の試験体

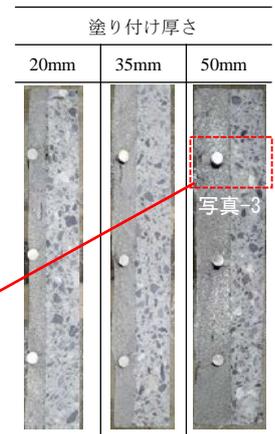


写真-4 目粗し状況

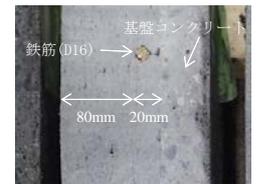


写真-5 カット断面



写真-6 施工状況



写真-7 カット断面