

超高強度繊維補強コンクリートと無機系グラウト材の付着特性

太平洋セメント(株)中央研究所 正会員○小幡浩之

石川工業高等専門学校 正会員 西澤辰男

(独)土木研究所 正会員 佐々木巖

首都大学東京 フェロー 國府勝郎

1. はじめに

著者らは、超高強度繊維補強コンクリート¹⁾（以下、UFC）を用いたホワイトトッピング工法^{2),3),4)}の研究を進めている。本工法では PCa パネルの接着仕様の確立が技術課題の一つとなっており、既報³⁾において UFC とコンクリートの二面せん断特性について報告している。本研究は UFC と無機系グラウト材の付着特性に主眼を置くものであり、UFC パネルの凹凸キャラクタや打設方法およびプライマ処理などが付着強度に与える影響を検討した。

2. 試験概要

(1) 使用材料および養生方法：UFC¹⁾はプレミックス、水、減水剤および鋼繊維 2%を練混ぜ、所定の熱養生を行った。グラウト材は、セメントを主材料とした無収縮タイプとした。付着試験時のグラウト材の圧縮強度は、 57.2N/mm^2 であった。プライマは、固形分濃度 50%の SBR エマルジョンを使用した。プライマを塗布する水準では、UFC 基板に 150g/m^2 （ディンプルなし）、 300g/m^2 （ディンプルあり）の量を塗布した後にグラウト材を打設した。

(2) 供試体：UFC 基板は図-1 に示すように、接着性の改善のための凹凸を設けた。既報³⁾において複合供試体のせん断強度は、せん断面の各材料の面積率によって決まることが報告されており、UFC とグラウト材の二面せん断強度から、UFC33%（単位面積当たりの凹凸面積： $n\pi d^2/4L^2$ ）の面積率が最適と考えられた。しかしながら、面積率が同一でも凹凸の比表面積が付着強度に与える影響が少なくないと考えられたので、2 種類の凸成形タイプ（凸タイプ I： $d=19\text{mm}$, $h=5\text{mm}$, 凸タイプ II： $d=9\text{mm}$, $h=5\text{mm}$ ）を試作した。また、比較のために骨材散布タイプ（単粒度砕石 1310 を 7kg/m^2 を散布）と凹成形タイプ（ $d=10\text{mm}$, $h=3\text{mm}$ ）を用いた。付着試験に供する供試体は、UFC 基板に厚さ 20mm のグラウト材を打設したものとした。図-2 に示すようにグラウトの打設方法によって、正打ちと逆打ちの供試体を作製した。逆打ちの供試体は、 $\phi 32\text{mm}$ の孔を設け、グラウトを注入した。グラウト打込み後、 20°C の温度条件で7日間の気中養生後、付着試験を行った。

(3) 付着試験：図-3 に示すように、ダイヤモンドカッターで UFC 基材に達する深さまで $40\text{mm}\times 40\text{mm}$ の切込みを入れ、そこにエポキシ樹脂接着剤で鋼製アタッチメントを取り付け、建研式の引張試験機によって引張载荷を行った。試験数は、6～8 箇所/水準とした。UFC 基板の凹凸、グラウトの打設方法、プライマ処理の有無などを変化させた 15 水準について試験を行った。

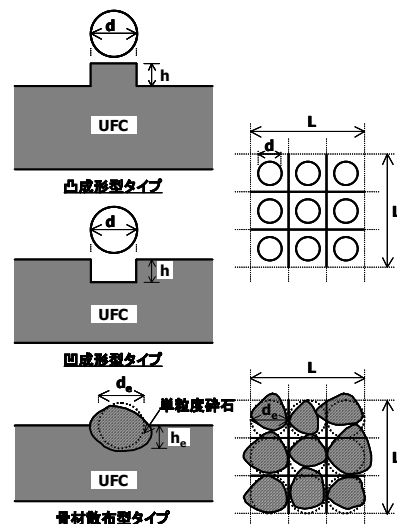


図-1 UFC 基板の凹凸

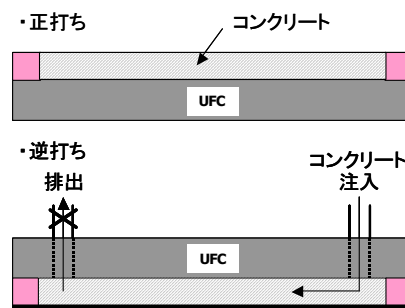


図-2 グラウトの打設方法

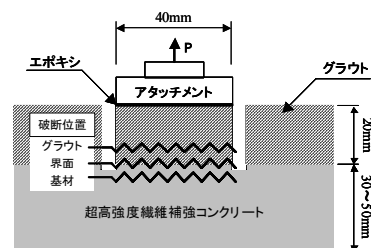


図-3 付着試験

キーワード：超高強度繊維補強コンクリート，コンクリート舗装，付着強度，ホワイトトッピング
〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 TEL 043-498-3852 FAX 043-498-3849

3. 試験結果および考察

付着試験結果の全水準を図-4 に示す。既報⁴⁾では、FEM 解析によって UFC とグラウト材の界面に作用する応力について検討を行った結果、0.6MPa 程度の引張応力が作用するとしている。グラウトが逆打ちされる場合でも、凹凸を設けることやプライマ処理を行うことによって、この値を満足できることが明らかとなった。各要因が付着強度に与える影響を以下に示す。

(1) **グラウト材の打設方法の影響**：グラウトの打設方法のみが異なる試験水準より、正打ちと逆打ちの付着強度の関係を求めた（図-5）。凹タイプのディンプルパターンの場合にはグラフの傾きは 0.25 程度であったが、骨材散布タイプ凸成形タイプでは 0.6 程度となっており、グラウトの充填性に優れることが確認された。

(2) **凹凸キャラクタの影響**：試験で得られた結果の比表面積と付着強度の関係を図-6 に示す。比表面積は、凹凸が無いものを $1\text{m}^2/\text{m}^2$ とし、凹凸成形タイプについては凹凸を円柱形、骨材散布タイプについては骨材を等価球に置換え球径の 1/2 まで沈降していると仮定し、単位面積当たりの表面積として算出した。

付着部の凹凸面積率（単位面積当たりの凹凸面積： $n\pi d^2/4L^2$ ）が同一でも比表面積が異なれば付着強度も異なると考えられたが、実験で設定した範囲内では明確な差異が認められなかった（図-4、6 プライマなしの水準）。この理由は、破壊位置がグラウト・基板位置であったためであり、これらの結果より、付着強度に与える凹凸径の影響が小さいことが示唆された。

(3) **プライマの影響**：いずれの場合でもプライマを用いることで付着強度の向上が認められ、その効果が確認された（図-6）。プライマの効果のメカニズムについては十分に解明されていないが、微視的な凹凸へのプライマ充填が、付着強度向上に大きく貢献していると考えられる。

4. まとめ

UFC と無機系グラウト材の付着試験を行った結果、各要因が付着強度に与える影響を把握できるとともに、目標とする強度が得られることが確認された。

謝辞：本研究は、平成 17 年度学術振興会科学研究費補助金（研究代表者：国立石川工業高等専門学校教授 西澤辰男）の助成を受けました。また、実験の実施にあたっては長岡技術科学大学大学院生 小野君の協力を得ました。ここに記して深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 土木学会編：超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針（案），コンクリートライブラリー113，2004.9
- 2) Nishizawa, T., Obata, H., Sasaki, I. and Kokubu, K. : Dynamic Behavior of Ultra-thin Whitetopping Structure with High Strength Concrete Under Traffic Load, International Conference on Best Practices for ULTRATHIN and THIN Whitetoppings, pp.151-175, 2005.5
- 3) 小幡浩之，西澤辰男，佐々木 巖，國府勝郎：UFRC-コンクリート複合部材の界面におけるせん断特性，土木学会第 60 回年次学術講演会講演概要集，5-109，pp.217-218，2005.9
- 4) 西澤辰男，小幡浩之，佐々木 巖，國府勝郎：高強度繊維補強コンクリートを用いた超薄層ホワイトトッピングの粘弾性的挙動，土木学会第 60 回年次学術講演会講演概要集，5-107，pp.213-214，2005.9

基材		凹凸なし (型枠面)		凸タイプⅠ φ 19mm, h=5mm		凸タイプⅡ φ 9mm h=5mm		凹タイプ φ 10mm, h=3mm		骨材散布タイプ 砕石 1310, 7kg/m ²									
グラウト		グラウトⅠ																	
		正	正	正	正	逆	正	正	逆	正	正	逆							
付着強度 (N/mm ²)		3.1  プライマ なし 0.0		3.2 	1.3 	1.7 	逆	3.3 	1.2 	2.4 	逆	2.8 	1.7 	0.7 	逆	2.0 	1.4 	1.6 	逆
破壊位置	グラウト	○		○		○		○		○		○		○		○		○	
	界面		○		○			○			○		○			○		○	
	基材				○			○								○			

プライマあり プライマなし

■ プライマあり ■ プライマなし

図-4 付着試験結果

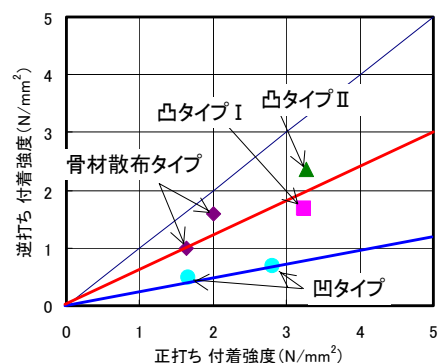


図-5 正打ちと逆打ちの付着強度の関係

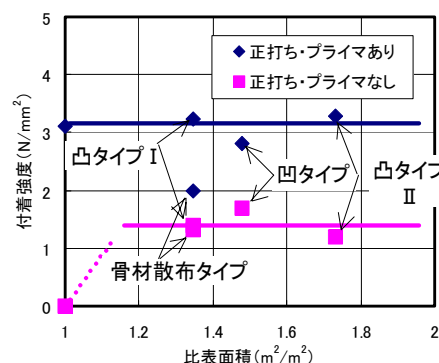


図-6 比表面積と付着強度の関係