

ポリマーセメントモルタルの付着強度に与えるコンクリート表面粗さの影響

Effect of Roughness of Concrete Surface on Bond Strength of Polymer Cement Mortar

北海道大学工学部土木工学科 ○学生員 川崎裕史 (Yuji Kawasaki)

北海道大学大学院工学研究科 正員 古内 仁 (Hitoshi Furuuchi)

北海道大学大学院工学研究科 正員 上田多門 (Tamon Ueda)

1. まえがき

近年、ポリマーセメントモルタル（以下、PCM と表記）の施工性能の向上に伴い、橋梁等の補強に湿式吹付けによる下面増厚補強工法を用いる例が増えている。

下面増厚工法は気候の影響を受けず、施工時に交通規制をする必要が無いという利点があるが、材料となる PCM の付着特性については定量的な評価方法は確立されていない。この研究では基盤コンクリートの表面粗さと PCM の付着強度の関係について基礎的な実験を行い、前年度に行われた実験結果¹⁾とあわせて検討を行った。

2. 実験概要

2.1 引張付着強度（接着強さ）試験

JIS A 1171「ポリマーセメントモルタルの試験方法」²⁾に準拠して試験を行った。供試体は、図-1に示すように辺長 100mm の立方体の基盤コンクリートに PCM を厚さ 30mm となるように打ち継いで作製した。接着面積は、60mm×60mm を確保し PCM 硬化後にエポキシ系樹脂により接着治具を取り付けた。接着面の周囲に反力を取り、接着治具に引張力を与えて試験を実施した。

2.2 セン断付着強度試験

JCI-SPC3「ポリマーセメントモルタルのせん断強さ試験方法(案)」³⁾に準拠して試験を行った。供試体は、図-2に示すように 70×70×100mm の基盤コンクリートに同一寸法となるように PCM を打ち継いで作製した。供試体には、専用の鋼製治具を取り付け、接着面に一面せん断力が作用するように载荷を行った。

2.3 実験変数

変数は基盤コンクリート接着面の表面粗さであるが、供試体の表面処理深さ（はつり深さ）を制御した。供試体数は、各試験で 12 個ずつである。前年度の研究では、表面粗さに対して数種類の JIS 粗さパラメータを用いて検討したが、スキューネス以外のパラメータについては大きな違いが見られなかった¹⁾。このため、今年度は JIS 粗さパラメータの 1 つである「算術平均粗さ」を用いて検討を行う。算術平均粗さ R_a は、粗さ曲線からその平均線の方法に基準長さだけ抜き取り、この抜き取り部分の平均線から測定曲線までの偏差の絶対値を合計し、平均した値である。

2.4 供試体作製方法

基盤コンクリートの表面処理には、ウォータージェット工法（以下 WJ 工法）を用いた。

前年度の研究では、深くはつる場合は WJ 工法、浅くはつる場合はショットブラスト工法（以下 SB 工法）を

用いたが、SB 工法では深くはつっても粗さがあまり出ず、異なる工法を同じように粗さで評価できるか疑問が残った。今回は WJ 工法で浅くはつり、粗さと付着強度の関係を調べ、前年度のデータと比べた。

供試体は、基盤コンクリートを WJ 工法で表面処理をした後、プライマーを塗布し、1 日後に PCM をコテ塗りによって打ち継いで作製した。

2.5 材料特性

基盤コンクリートの配合は表-1のとおりである。セメントは早強ポルトランドセメントを使用し、粗骨材には川砂利（最大寸法 20mm）を使用した。今回使用した PCM は、セメント、細骨材、粉末ポリマーなどがあらかじめ調整混合されたもので、コテ塗りまたは吹付け工法いずれの施工にも対応した材料である。なお、試験時におけるコンクリートの圧縮強度は 37.5～42.7N/mm²、PCM の圧縮強度は 24.5～32.5N/mm²であった。

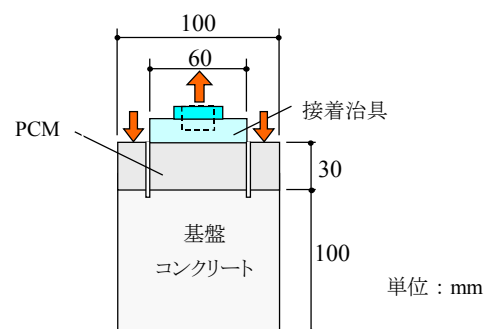


図-1 引張付着(接着)試験用供試体

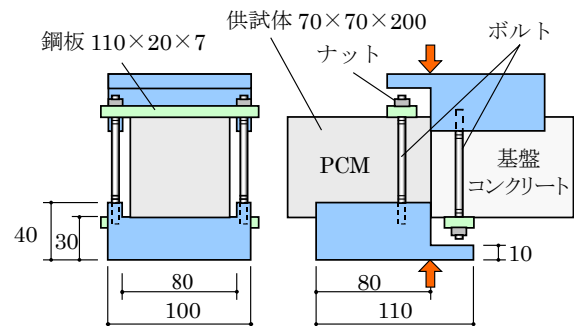


図-2 セン断付着試験用供試体

表-1 基盤コンクリートの配合
単位量 (kg/m³)

W	C	S	G	A
163	326	701	1137.5	1838.5

3. 考察

3.1 表面処理深さ（はつり深さ）と表面粗さの関係

表面処理施工前と施工後に触針式三次元計測器で基盤コンクリート面の粗さを計測した。

引張付着試験用供試体に対しては、測定範囲を 70×70mm、せん断付着試験用供試体に対しては 60×60mm とした。X 軸および Y 軸方向スキャンピッチは、いずれの試験の供試体に対してもはつり前 5.0mm、はつり後 1.0mm に設定した。

前年度と今回のデータを合わせたはつり深さと粗さの関係を図-3に示す。なお、今回のデータは、WJ 工法におけるデータのうち平均はつり深さが 3mm 以下のものであるが、この研究の後に行う予定の疲労試験供試体のデータも用いた。図中の実線および破線は、各工法に対する近似線（双曲線）である。この結果から、はつり深さの小さい領域でも WJ 工法では SB 工法よりも同じはつり深さで 2 倍程度の粗さであることが示された。

3.2 表面粗さと付着強度の関係

前年度の研究では、粗さが大きくなると表面積が増えることによって引張付着強度が増加するが、ある程度以上になると、破壊時に粗骨材が抜けやすくなることによって引張付着強度が低下することが示されていた。一方、せん断付着強度は、粗さの増加とともに大きくなる傾向が示されていた。図-4および図-5は、昨年度のデータに今回のデータ（WJ 工法、 $R_a < 1.0$ より小さい供試体）を加えて示したものである。これらの結果から、引張付着、せん断付着ともに SB 工法での同程度の粗さの場合とほぼ同じ強度となることが示された。したがって、異なる表面処理工法によって得られた基盤コンクリートの表面性状を JIS 粗さパラメータによって評価することで、PCM の付着強度をある程度推定することが可能である。前年度に得られた関係式を今回のデータを加えて再帰帰した結果（図中の実線）を以下に示す。

$$\sigma_{b\max} / f_t = \sigma_0 / f_t (1 + 0.709R_a)(1 - 0.275R_a) \quad (1)$$

$$\tau_{b\max} / f_t = 0.153R_a + \tau_0 / f_t \quad (2)$$

ここに、 $\sigma_{b\max}$: 引張付着強度

$\tau_{b\max}$: せん断付着強度

σ_0 : 表面未処理のときの引張付着強度

τ_0 : 表面未処理のときのせん断付着強度

f_t : 基盤コンクリートの引張強度

$\sigma_0 / f_t = 0.710$ (本研究の PCM の場合)

$\tau_0 / f_t = 2.012$ (")

4. まとめ

- (1) 表面処理深さ（はつり深さ）の小さい領域でも、ウォータージェット工法ではショットブラスト工法よりも同じはつり深さで 2 倍程度の粗さであることが示された。
- (2) 異なる表面処理工法によって得られた基盤コンクリートの表面性状を JIS 粗さパラメータである算術平均粗さによって評価することで、ポリマーセメントモルタルの付着強度をある程度推定することが可能である。

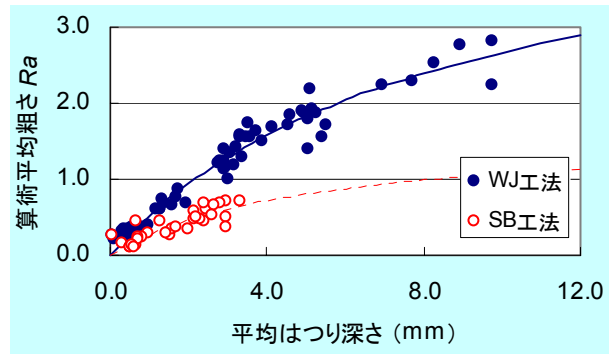


図-3 はつり深さと粗さの関係

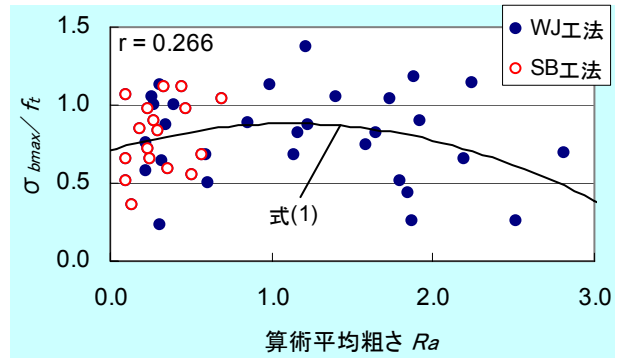


図-4 粗さと引張付着強度の関係

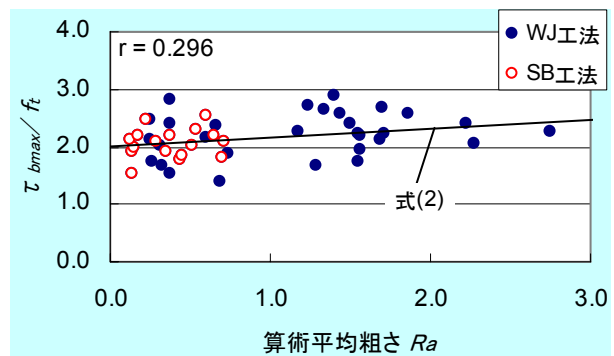


図-5 粗さとせん断付着強度の関係

謝辞：本研究において、PCM の打ち継ぎ施工では BASF コンストラクションシステムズ 吉住 彰氏から多大なご協力をいただきました。また、ウォータージェット施工では北海道リナック技研 山村 鋭治氏にご助力いただきました。ここに感謝の意を表します。

なお、本研究は平成 17 年度日本学術振興会科学研究費補助金（基盤研究(C)，課題番号 17560417）の一部で行ったものです。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- (1) 古内仁，酒井亮，上田多門：ポリマーセメントモルタルの付着特性に与える界面粗度および粗骨材寸法の影響，コンクリート工学年次論文集，28，2006
- (2) JIS A 1171 ポリマーセメントモルタルの試験方法，日本規格協会，2000.3
- (3) JCI 基準集（1977～2002 年度），日本コンクリート工学協会，2004.4