

コンクリートの表面粗さと表面被覆材の付着強度に関する検討

東急建設株式会社 正会員 ○鈴木将充, 正会員 前原 聡
正会員 早川健司, 正会員 伊藤正憲

1. はじめに

コンクリート構造物の長寿命化を目的として、表面被覆工法が数多く施工されている。この表面被覆工法の施工工程の中では、コンクリート表面の脆弱部や汚れ、有害物質等の除去を目的として素地調整工が行われている。その方法は多様であり、施工方法によってコンクリート表面の粗さが異なる。これまでに、表面の粗さが表面被覆材や断面修復材の付着強度に影響を及ぼすことが報告^{1) 2)}されているが、検討事例は少なく、表面粗さの程度や表面被覆材の種類、対象構造物の強度などが表面被覆材の付着性に及ぼす影響についての知見は少ないと考えられる。

そこで、本研究では、コンクリートの表面粗さと表面被覆材の付着強度の関係について実験的に検討を行った。なお、本研究では、既設構造物を想定してコンクリートの圧縮強度を3水準に変化させた。また、表面被覆材はコンクリートとの接着機構が異なる無機系、有機系の2種類を用いた。有機系表面被覆材は、中性化抑制を目的とした上塗り材の単層による塗布工法を対象とした。

2. 試験方法

2.1 試験体諸元

表1に使用材料、表2にコンクリートの配合、表3に試験条件を示す。コンクリートの圧縮強度は、粉体の容積を一定とし、セメントと石灰石微粉末の割合を変化させて設定した。圧縮強度は3水準とし、それぞれ付着試験時の圧縮強度は強度レベル1:13.4N/mm²、強度レベル2:29.6N/mm²、強度レベル3:39.1N/mm²であった。試験用基板として、300mm×300mm×60mmの平板を製作した。なお、付着試験は型枠底面を対象とした。

素地調整方法は、現場での実績等を考慮して、水拭きのみ清掃、150番研磨紙、ワイヤーブラシ、カップサンダー、バキュームブラストの5種類とした。150番研磨紙およびワイヤーブラシは、一定方向の凹凸がつかないように無作為に削った。カップサンダーは、ダイヤモンドドライカッターを用いて行った。バキュームブラストは、研削材をアルミナA-#20、圧送圧力を0.5MPaに設定して行った。素地調整後の清掃は、全てエアブロー後に水洗い、試験用基板の表面乾燥後に被覆材を施工した。

無機系表面被覆材は、ポリマーセメントペーストを使用し、素地調整後の試験用基板に水湿しを行った後に、4.2kg/m²を1回塗りの左官で施工した。

表1 使用材料

種類	記号	諸元
セメント	C	早強, 密度 3.14g/cm ³
石灰石微粉末	LP	密度 2.71g/cm ³
細骨材	S	山砂, 表乾密度 2.62g/cm ³ , F.M.2.47
粗骨材	G	碎石, 表乾密度 2.66g/cm ³ , F.M.6.46, G _{max} 20mm
AE減水剤	Ad	標準型I種

表2 コンクリートの配合

強度レベル	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
			W	C	LP	S	G	Ad
1	120.6	48.0	170	141	135	872	959	0.72
2	77.6	48.0	170	219	68	872	959	0.72
3	59.0	48.0	170	288	0	872	959	0.72

表3 試験条件

試験用基板	素地調整方法	表面被覆材	評価試験
コンクリート平板 300×300×60mm 圧縮強度3水準	清掃(水拭き) 150番研磨紙 ワイヤーブラシ カップサンダー バキュームブラスト	無機系 (ポリマーセメントペースト) 有機系 (水系アクリル)	表面粗さ 付着試験

有機系表面被覆材は、水系アクリル樹脂を使用し、素地調整後の試験用基板に0.30kg/m²を2回塗りの刷毛で施工した。表面被覆材塗布後、試験材齢まで温度20°C、相対湿度60%の恒温恒湿室で養生を行った。

2.2 表面粗さ

表面粗さは、素地調整後の試験用基板にシリコンゴムを40mm×40mm以上となる大きさに塗布して表面の凹凸を転写し、3D形状測定機を用い、測定範囲を40mm×40mmで行った。今回の試験では、表面粗さを面粗さとしてJIS B 0601製品の幾何特性仕様(GPS)を参考に算術平均粗さSaを算出し、n=3の平均値を用いた。なお、全ての強度レベルで算術平均粗さSaは、清掃<150番研磨紙<ワイヤーブラシ<カップサンダー<バキュームブラストの順で大きくなった。

2.3 付着試験

付着試験は、試験体に鋼製治具(40mm×40mm、厚さ12mm)を接着し、24時間養生後にJIS A 6909建築用仕上塗材、JSCE-K 531表面被覆材の付着強さ試験方法を参考に行い、付着強度を求めた。試験材齢は各表面被覆材塗布後、7日とした。

キーワード: 表面被覆, 素地調整, 表面粗さ, 付着性, 付着強度
連絡先 〒252-0244 神奈川県相模原市中央区田名 3062-1 東急建設株式会社 技術研究所 土木研究グループ Tel:042-763-9507

3. 試験結果

3.1 無機系表面被覆材

図1に表面粗さと付着強度の関係を、図2に圧縮強度と付着強度の関係を示す。強度レベル1では、表面粗さによらず破壊形態は全て基板破壊であり、付着強度は基板の引張強度が支配的であった。強度レベル2では、表面粗さが大きくなると付着強度が小さくなり、破壊形態は表面粗さが小さい範囲の一部で被覆材の破壊が発生しているが基板での破壊が支配的であった。なお、表面粗さ90 μm 程度での基板破壊は、コンクリート表層の細骨材やペースト部で引張破壊している状況であった。強度レベル3では、表面が粗くなると付着強度が小さくなり、破壊形態は表面の粗さが小さい範囲で被覆材の破壊が支配的で、表面の粗さが大きくなると基板破壊となることが確認された。表面粗さ8 μm 程度以上での基板破壊は、強度レベル2同様にコンクリート表層で引張破壊している状況であった。圧縮強度と付着強度の関係は、圧縮強度レベル1から強度レベル2にかけて付着強度が増加しているが強度レベル2から強度レベル3にかけて付着強度の増加が小さいのは基板の引張強度が無機系表面被覆材の引張強度より大きくなり、被覆材での破壊が支配的となったためと考えられる。

3.2 有機系表面被覆材

図3に表面粗さと付着強度の関係を、図4に圧縮強度と付着強度の関係を示す。強度レベル1では、概ね基板破壊となり、表面粗さが付着強度に及ぼす影響は明確でなかった。強度レベル2,3では、表面粗さが大きくなると付着強度が小さくなり、破壊形態は表面粗さが小さいところで界面破壊が発生し、表面粗さが大きいと基板破壊となった。強度レベル2,3の表面粗さ8 μm 程度以上での基板破壊は、コンクリート表層で引張破壊している状況であった。圧縮強度と付着強度の関係については、圧縮強度の増加に従い付着強度も増加することが確認された。

3.3 考察

付着試験の結果より、無機系表面被覆材の強度レベル3の被覆材破壊したものは、被覆材の引張強度の影響を受けており、被覆材の引張強度が大きいと基板破壊に移行して付着強度は大きくなると考えられる。その場合、表面粗さと表面被覆材の付着強度は無機系、有機系ともに同様の関係を示すものと考えられる。これは、表面粗さが大きくなるに従い、細骨材が露出する表面積が大きくなり、付着試験の一軸引張力で基板側の細骨材とペースト界面が引張破壊して見掛けの付着強度が小さくなるのが要因の一つであるとされる。

4. おわりに

本研究では、既設構造物を想定してコンクリートの圧縮強度を3水準設定したが、強度レベル1においても、平均付着強度は一般的に品質管理基準とされている1.0N/mm²以上^(例えば)発現しているため、実用上、要求される付着性の性

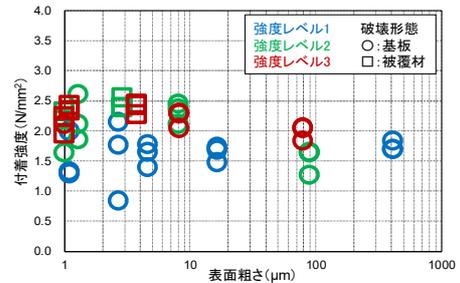


図1 表面粗さと付着強度の関係 (無機系)

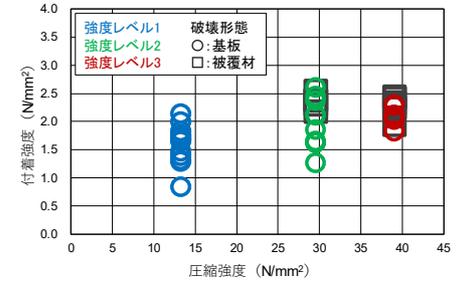


図2 圧縮強度と付着強度の関係 (無機系)

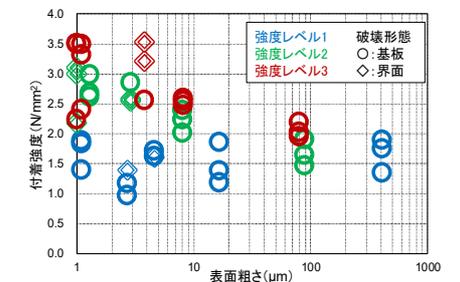


図3 表面粗さと付着強度の関係 (有機系)

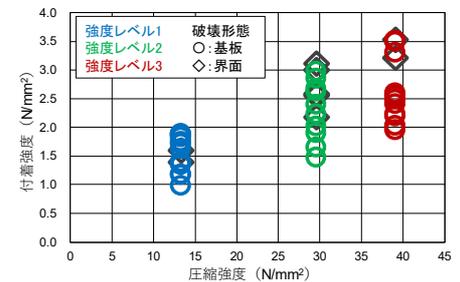


図4 圧縮強度と付着強度の関係 (有機系)

能を満足している。また、表面粗さが小さい場合でも付着強度が発現していることから、新設構造物のように表層の劣化で脆弱化していない状態であれば、素地調整工による除去深さを小さくでき、簡単な処理で対応できる可能性も考えられる。

ただし、既設構造物のなかで、経年劣化により表層が脆弱化している場合や、有害物質など付着を阻害するものが表層にある場合には、表面の粗さや圧縮強度によらず、付着強度が発揮されないため、これらを確実に除去することが必要となる。

今後は、長期的な付着性確保の観点から、実環境を想定した付着性について検討を行う予定である。

<参考文献>

- 久保淳一郎, 田中宏昌, 森川昌司, 長谷川昌明: コンクリート表面保護工の長期耐久性に関する実験報告, コンクリート工学年次論文集, Vol.23, No.2, 2001.7
- 片平博, 古賀裕久, 渡辺博志: 付着面の表面粗さと断面修復材の付着強度の関係, 土木技術資料平成27年7月号, pp.30-pp.33, 2015.7
- 土木研究所: コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル (案), 2016.8