

自己充てん型耐硫酸コンクリートのフレッシュ性状と充てん後の一体性 [耐硫酸コンクリートの天井部断面修復工への適用性—その1—]

(株)宇部三菱セメント研究所 正会員○佐々木彰, 高橋俊之, 五十嵐秀明

大成建設(株)土木技術研究所 正会員 宮原茂禎, 正会員 新藤竹文, 正会員 大脇英司

前日本下水道事業団 稲毛克俊, 正会員 須賀雄一

1. はじめに

下水道施設のコンクリートは、生物反応で生成された硫酸による侵食で、早期に劣化することが知られている。著者らは、これまでに従来コンクリートの10倍以上の耐硫酸性と自己充てん性をもつ耐硫酸コンクリートを開発し¹⁾、新設および壁面の既設劣化部の断面修復工への適用性を検討した²⁾。本報告では、下水道施設において特に激しい劣化が生じやすい天井面劣化の断面修復工への同コンクリートの適用を目指し、フレッシュ性状および充填後の既設部との一体性を評価した結果を示す。

2. 試験方法

使用材料を表1に、コンクリートの配合を表2に示す。耐硫酸コンクリートは、増粘効果を有する耐硫酸性付与剤を用いた併用系であり、高密度配筋かつ狭窄部への充てんを考慮し粗骨材最大寸法を13mmとした。また、断面修復工における既設コンクリートとの一体性の向上および収縮ひび割れの防止を目的に膨張材を添加して試験を実施した。自己充てん性の目標は高流動コンクリート施工指針のランク1とし、フレッシュ性状の目標値は、同指針の併用系高流動コンクリート目標値の目安を採用し、目標スランプフローを70±5cm、50cmフロー到達時間を5～20秒およびU型充てん高さを300mm以上とした。また、同指針を参考に粗骨材絶対容積を285L/m³とした。フレッシュ性状の確認は、JIS A 1150:2001「コンクリートのスランプフロー試験」およびJSCE-F 511-1999「高流動コンクリートの充てん装置を用いた間隙通過試験方法(案)」(U型容器, 障害R1)に準拠して行った。また、配合Exp15でコンクリートのフレッシュ性状の経時変化およびポンプ圧送後のコンクリートのフレッシュ性状を測定した。圧

表1 使用材料

記号	材料	種類・品質
W	練混ぜ水	水道水
N	セメント	普通ポルトランドセメント (密度 3.16g/cm ³ , プレーン比表面積 3290cm ² /g)
S-M	細骨材	山砂(表乾密度 2.64g/cm ³ , 粗粒率 2.83)
S-Ls		石灰石砕砂(表乾密度 2.69 g/cm ³ , 粗粒率 2.93)
G-Ss	粗骨材	硬質砂岩砕石(表乾密度 2.71g/cm ³ , 粗粒率 6.73)
G-Ls		石灰石砕石(表乾密度 2.71 g/cm ³ , 粗粒率 6.23)
Lsp	混和材	石灰石微粉末 (密度 2.67g/cm ³ , プレーン比表面積 4190cm ² /g)
Exp		生石灰系膨張材
Ad1	混和剤	AE減水剤
Ad2		耐硫酸性付与剤



写真1 ポンプ圧送の状況

表2 コンクリートの配合

記号	骨材種類	粗骨材絶対容積(m ³ /m ³)	単位量(kg/m ³)					
			W	C	Exp	Lsp	Ad1	Ad2
既設版	S-M,G-Ss	0.391	155	280	—	—	0.700	—
無添加	S-Ls,G-Ls	0.285	170	310	—	290	1.500	24
Exp10				300	10			
Exp15				295	15			
Exp20				290	20			

充てん口(既設版全面に接するまで打設)

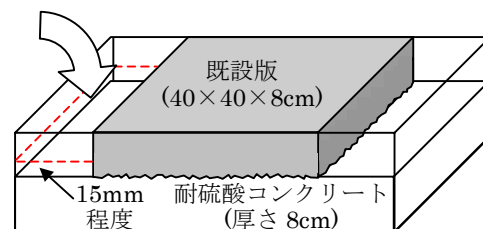


図1 充てん型枠

キーワード 断面修復, 自己充てん, フレッシュ性状の経時変化, ポンプ圧送, 耐硫酸性, コンクリート
連絡先 〒755-8633 山口県宇部市大字小串字1-6 (株)宇部三菱セメント研究所 TEL0836-22-6157

送は写真1に示すスクイーズ式ポンプ（管径4インチ，吐出量4m³/h）を用い，約2mの立上りを設け実施した。なお，圧送は練上り後45分から開始した。さらに図1のように，既設天井部を模擬したコンクリート版（以下，既設版と称する）を設置した充てん型枠に，表2の無添加以下の4配合のコンクリートを充てんした。耐硫酸コンクリートが既設版の下面全体に接した時に充てんを終了し，既設版の下面の高さとなるまで余分を取り除いた。ここで充てん型枠の既設版は，一般的なコンクリートによって製作し，修復面の凹凸の影響を確認するため，遅延剤を散布して洗い出した場合（粗度大）と硬化後にワイヤーブラシで目荒らしした場合（粗度小）の2種類とした。なお，耐硫酸コンクリートの材齢28日において，建研式接着力試験器を用いて付着強度を測定するとともに，破断面において5mm以上の空隙の面積率を測定した。

3. 試験結果

耐硫酸コンクリートのフレッシュ性状を表3に示す。膨張材の添加，無添加および添加量の違いに関わらず，高流動コンクリート施工指針の自己充てん性のランク1を満足した。また，充てん型枠への打込みでは，いずれの配合でも充てん口側のコンクリート上面が既設版の下面から上方15mm程度（図1の破線部）で耐硫酸コンクリートが既設版の全面に接し，高い自己充てん性を示した。フレッシュ性状の試験結果を表4に示す。練上りから60分までは，フレッシュ性状に大きな変化は生じなかった。また，ポンプ圧送前後のスランプフローにもほとんど変化がなく，スランプフローの保持性が高いことがわかった。スランプフローの状況を写真2に示す。真円に近く粗骨材が外周部まで達しており材料分離のない均一性を示した。付着強度および空隙率を図3に示す。粗度大よりも粗度小の方が付着強度が高い値を示した。粗度大では，既設版の凹部に気泡が残り易く，付着面の空隙率がやや大きくなったことで，付着強度が低い値を示したと考えられる。また，今回の試験では膨張材添加量の違いによって付着強度に明確な差は生じなかった。

4. まとめ

本研究では，天井下面の断面修復を想定した場合について耐硫酸コンクリートのフレッシュ性状およびポンプ圧送前後のフレッシュ性状の測定による充てん性の評価を行った。その結果，耐硫酸コンクリートは，良好な充てん性を有し，フレッシュ性状の経時変化が小さく，ポンプ圧送前後のフレッシュ性状にほとんど差がないことを確認した。また，充てん型枠に充てんしたコンクリートの付着強度は，1.5～2.5N/mm²程度と一体性は良好であると評価されるが，修復面の凹凸が大きいと小さな値を示す傾向にあることがわかった。

参考文献

- 1) 佐々木彰ほか，骨材岩種と水セメント比がコンクリートの耐硫酸性に与える影響，土木学会第61回年次学術講演会概要集，2006
- 2) 宮原茂禎ほか，耐硫酸性に優れるコンクリートの施工性に関する検討，土木学会第61回年次学術講演会概要集，2006

表3 膨張材添加量とフレッシュ性状

配合	スランプフロー (cm)	50cm フロー 到達時間 (秒)	空気量 (%)	充てん 高さ (U型) (mm)	コンクリート 温度 (°C)
無添加	67.5	7.5	5.5	358	21.0
Exp10	69.3	7.4	5.4	359	21.0
Exp15	68.3	8.7	5.0	358	21.5
Exp20	67.4	7.9	4.3	358	21.0

表4 フレッシュ性状の試験結果

測定 時期	スランプ フロー (cm)	50cm フロー 到達 時間 (秒)	空気量 (%)	充てん 高さ (U型) (mm)	コンクリート 温度 (°C)
練上り	73.5	10.6	5.3	360	17.6
30 分後	76.0	9.8	4.8	357	17.4
60 分後	73.5	11.9	4.0	356	16.3
90 分後 (圧送後)	72.5	9.1	—	—	—



写真2 スランプフロー (Exp15 練上り)

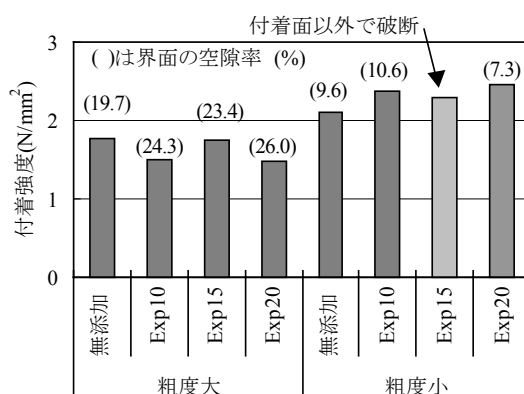


図3 付着強度および空隙率