

V-206

鋼繊維入り高流動コンクリートを用いた立坑閉塞工事

佐藤工業(株) 中央技術研究所 正会員 津田 達也*1
 武甲鉱業(株) 村上 莊二*2
 佐藤工業(株) 関東支店 高塚 正彦*3

1. はじめに

これまで採石供給に利用されていた立坑がベンチ切り下げのために使用できなくなるため、新立坑の掘削完了に伴い旧立坑の断面約 30m²、長さ 350m の空間を閉塞することになった。閉塞方法は、旧立坑の中間部に厚さ約 10m の閉塞コンクリートを打設 (378.5m³) し、その上部に採石を充填する方法が採用された (図-1)。本施工においての課題は、①短期施工、②坑内作業の不可、③コンクリート圧送途中で 70m 自由落下、④底版コンクリートのひび割れ防止などである。これらの課題は、①、②対策として、締固め不要、低ブリーディングである高流動コンクリートの適用、③対策として材料分離装置の設置、④対策として鋼繊維の混入によって対処することにした。なお、鋼繊維を混入する位置は、ひび割れ発生によってコンクリートの剥落が予測される下部として、その他は鋼繊維無しとした。

本報告は、事前に行った室内実験より高流動コンクリートの配合選定および品質確認を行い、その結果をふまえた本施工の結果を報告するものである。

2. 要求品質

本施工の高流動コンクリート品質は、表-1 に示すように設定した。なお、スランプフローの設定は、70m 自由落下の際の材料分離を防止するため 60±5cm と設定したが、鋼繊維を混入すると高流動コンクリートの粘性が増し配管閉塞が考えられたので、鋼繊維入りコンクリートについては 65±5cm と設定した。

3. 配合選定のための室内試験

配合選定のための室内試験は、表-2 に示す測定項目について行った。使用材料を表-3 に、暫定配合を表-4 に示す。試験結果は、30 分後においても鋼繊維入り、無し共に要求品質のフレッシュ性を十分満

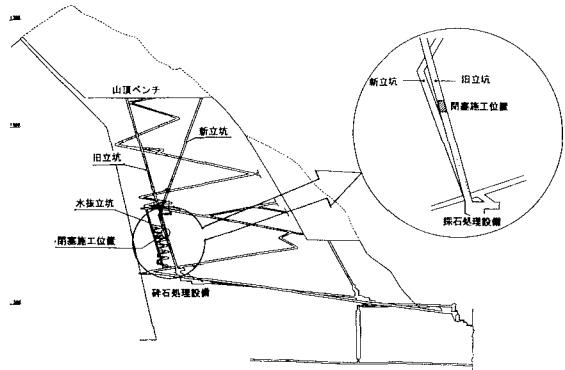


図-1 打設箇所

表-1 コンクリートの要求品質

測定項目	要求品質
スランプフロー	荷卸し時 鋼繊維入り 65±5cm 鋼繊維無し 60±5cm
空気量	4.5±1.5%
設計基礎強度 (材齢 28 日)	21N/mm ²

表-2 室内試験結果

測定項目	測定値			
	鋼繊維入り		鋼繊維無し	
	5 分後	30 分後	5 分後	30 分後
スランプフロー (cm)	58.0	64.5	54.5	60.0
空気量 (%)	5.7	5.7	6.0	5.9
コンクリート温度 (°C)	10.0	10.0	9.0	9.0
ブリーディング率 (%)	—		0	
凝結時間 (時間)	—		始発 23:00 終結 28:30	
圧縮強度 (材齢 28 日) (N/mm ²)	—		43.2	

表-3 使用材料

使用材料	記号	仕 様
セメント	C	高炉 B 種セメント、比重 3.05
細骨材	S	皆野町産硬質砂岩系砕砂、比重 2.64
粗骨材	G	横瀬町産石灰石系砕砂、比重 2.71、実積率 60.5%
鋼繊維	SF	φ 0.8mm × 30mm
増粘剤	VA	セルロースエーテル系
高性能 AE 減水剤	Ad.1	ポリカルボン酸エーテル系と架橋ポリマーの複合体
AE 助剤	Ad.2	変性アルキルカルボン酸化合物系陰イオン界面活性剤

keywords : 立坑閉塞, 鋼繊維, 高流動コンクリート, 自由落下, 材料分離

*1〒243-0211 神奈川県厚木市三田 47-3 tel 0462-41-2172 fax 0462-41-4784

*2〒151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷 5-27-9 tel 03-3341-7441 fax 03-3357-3317

*3〒101-0032 東京都千代田区岩本町 1-2 tel 03-3862-0123 fax 03-3862-5860

足することが確認できた。なお、鋼繊維入りの配合は、鋼繊維無しの場合の s/a を 68.0% にすることで要求品質のフレッシュ性を満足するものとなった。以上の結果より、表-4 の示方配合を決定した。

4. 実施工

本施工は、4 日間に分けて行われ、最初の 2 日間は鋼繊維入り高流動コンクリート（約 140m³）を、残りの 2 日間は鋼繊維無しの高流動コンクリート（約 240m³）を打設した。コンクリートは、2.5m³ をアジテータ車に積載して打設箇所まで約 30 分かけて運搬した。鋼繊維入り高流動コンクリートについては、鉱山の坑口で鋼繊維をベルトコンベアを使用して直接アジテータ車に投入し、ドラムを 2 分間高速回転することにより十分に混合させた。打設方法は、図-2 に示すとおりである。鋼繊維入り、鋼繊維無し高流動コンクリートの圧送性は、第 1 ポンプ、第 2 ポンプ共に良好であり閉塞を起こすようなことはなかった。コンクリートの配管内 70m 自由落下については、材料分離装置の設置により材料分離を起こさず、良質なコンクリートが得られた。また、コンクリートの充填性も目視ながら隅々まで流動し、充填しているのが確認された。

5. 品質管理試験結果

品質管理は表-5 に示す測定項目について行った。圧縮強度の供試体は、荷卸し箇所まで 1 日 1 回採取し、養生はすべて標準養生とした。また、鋼繊維入りの曲げ強度、曲げタフネス試験用の供試体については、1 日目のみ採取した。品質試験結果は、フレッシュ時、硬化後時共にすべて要求品質を満足することができた。さらに、曲げ靱性についても鋼繊維を混入させた効果が十分に得られた。また、打設後の閉塞コンクリートの充填状況確認のためボーリングを行ったが、その際採取したコアを観察すると粗骨材や鋼繊維は一樣に分布しているのが確認できた（写真-1）。

6. まとめ

今回の施工では、実績の少ない鋼繊維入りの高流動コンクリートの打設、コンクリート圧送途中の 70m 自由落下等の問題が懸念されたが、共に問題なく施工することができた。また、本施工は、今後の立坑閉塞工事の参考になるものと考えられる。

表-4 示方配合

	Gmax (mm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³)							
					W	C	S	G	SF	VA	Ad.1	Ad.2
鋼繊維 入り	20	4.5± 1.5	55.0	68.0	180	327	1199	580	80	0.35	C× 1.7%	C× 0.01%
鋼繊維 無し	20	4.5± 1.5	55.0	54.7	180	327	964	820	—	0.35	C× 1.7%	C× 0.01%

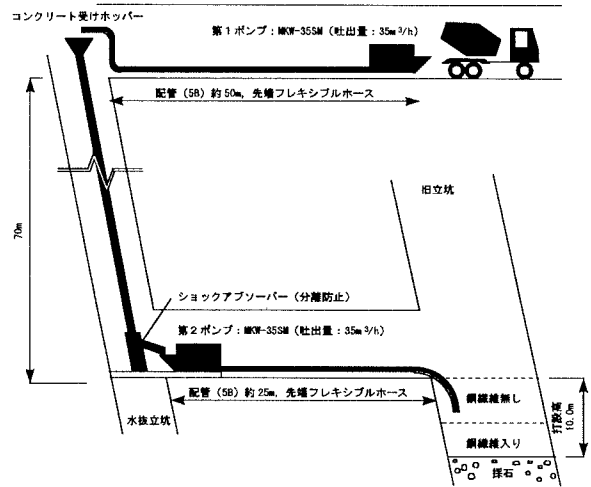


図-2 打設方法

表-5 品質管理試験結果

測定項目	測定値	
	鋼繊維入り	鋼繊維無し
スランプフロー (cm)	62.5~70.0	55.0~65.0
空気量 (%)	3.0~5.2	3.0~4.4
圧縮強度 (材齢 28 日) (N/mm ²)	32.6~39.4	40.4~41.2
曲げ強度 (材齢 28 日) (N/mm ²)	8.30~9.53	—
曲げ靱性係数 (材齢 28 日) (N/mm ²)	5.71~7.86	—

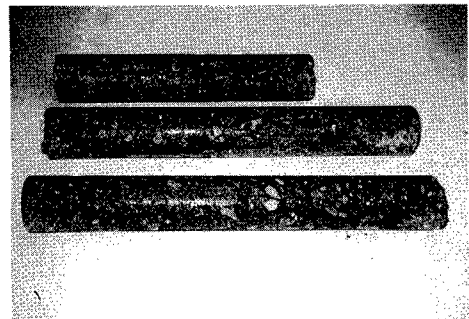


写真-1 鋼繊維および粗骨材分布状況