

短繊維補強コンクリートによるまくらぎ直結軌道の試験施工

鉄建建設 正会員 ○川又 篤, 松岡 茂
 鉄道総合技術研究所 正会員 村本勝己, 高橋貴蔵
 北武コンサルタント 正会員 渡邊忠朋, 関根悦夫
 クラレ 正会員 小川敦久, 飯田江理夫

1. はじめに

有機繊維による短繊維補強コンクリートは、短繊維で補強されているため鉄筋をなくすことが可能である。この短繊維補強コンクリートを直結系軌道に適用し無筋とした場合、腐食環境下での長期耐久性が向上するとともに、鉄筋組立作業が不要となるため施工の効率化が図れる。そこで、これまで、短繊維補強コンクリートをスラブ軌道やまくらぎ直結軌道等の直結系軌道に適用するため、各種試験・解析を行い^{1),2),3)}, 手引きを整備してきた⁴⁾。その一環として、今回、施工性の確認をすることを目的として、短繊維補強コンクリートを用いた D 型弾性まくらぎ直結軌道の試験施工を行った。

2. 概要

鉄道総合技術研究所内のループ線に、短繊維補強コンクリートを用いた D 型弾性まくらぎ直結軌道（延長 5m）を敷設した。なお、直結軌道の敷設は、曲線部（R=約 200m）で行ったため、図-1 に示すようにカントが大きい軌道（C=約 105mm）となっている。直結軌道の施工では、既設バラスト軌道のレールを破線して所定の深さまで掘削した後に路床及び路盤コンクリートを打設した。なお、路盤については直結軌道と同じ短繊維補強コンクリートを打設した。

3. 短繊維補強コンクリート

直結軌道に使用した短繊維補強コンクリートの使用材料を表-1 に示す。今回の試験施工では、流動性を確保するために高性能 AE 減水剤を、収縮ひずみを低減するために収縮低減剤と膨張材を添加した。また、手引きで要求される引張特性を確保するために PVA 繊維（写真-1）を体積百分率で 1.25%混入した。

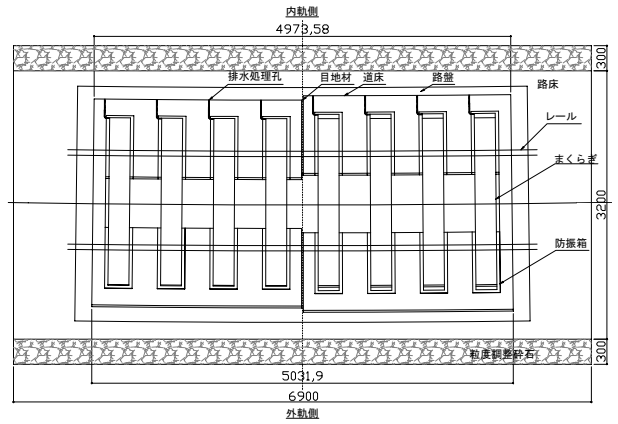
一般的に、コンクリートに短繊維を混入すると流動性が低下し、ワーカビリティが低下することが知られ

表-1 使用材料

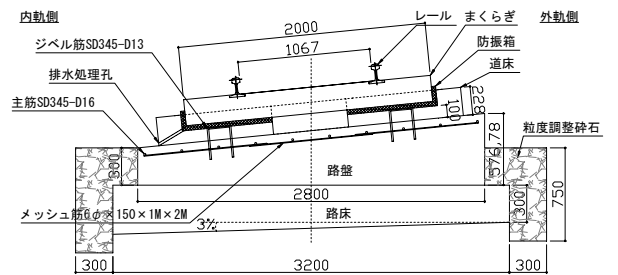
材料	記号	種類	物性他
セメント	C	高炉 B 種	密度 3.04g/cm ³ , 比表面積 3820cm ² /g
混和材	EX	膨張材	密度 3.16g/cm ³ (ハイパーエクスパン M)
細骨材	S1	砕砂	表乾密度 2.64g/cm ³ , 吸水率 1.54%, 粗粒率 2.91
	S2	陸砂	表乾密度 2.59g/cm ³ , 吸水率 2.10%, 粗粒率 1.79
粗骨材	G	碎石 2005	表乾密度 2.70g/cm ³ , 吸水率 0.58%, 実績率 60.1%
混和剤	SP	高性能 AE 減水剤	密度 1.04~1.11g/cm ³ , ポリカルボン酸系 (レオビルド SP8SV)
	SRA	収縮低減剤	密度 1.00~1.03g/cm ³
短繊維	F	PVA 繊維	密度 1.30g/cm ³ , 長さ 30mm, 直径 0.6mm



写真-1 使用した PVA 繊維



(1) 平面図



(2) 断面図

図-1 軌道図

キーワード 短繊維補強コンクリート, 直結軌道, 試験施工

連絡先 〒286-0825 千葉県成田市新泉 9-1 鉄建建設(株) Tel. 0476-36-2355

ている。そこで、試し練り時に短繊維混入による流動性への影響を確認して、短繊維混入後のワーカビリティが従来のものと同等以上になる配合を選定した。流動性に対する必要性能としては表-2 の値を設定した。短繊維混入後のスランブの経時変化が大きいことが予想されることから、室内及び実機による試し練りで短繊維混入後 30 分経過した時点で表-2 の性能を満足することを確認した。圧縮強度については、設計の必要性能から設計基準強度を 40N/mm² とした。以上の必要性能に基づき決定し、試験施工で用いた配合を表-3 に示す。

表-2 必要性能

必要性能		試験方法	規格値
短繊維混入前	スランブフロー (cm)	JIS A 1150	65.0±5.0
	50cm フロー到達時間 (秒)	JIS A 1150	3~15
短繊維混入後	空気量 (%)	JSCE-F 513	4.5±1.5
	スランブ (cm)	JIS A 1101	18.0 以上
	空気量 (%)	JIS A 1118	8.0 以下
硬化後	圧縮強度(材齢 28 日) (N/mm ²)	JIS A 1108	40.0 以上

表-3 配合

水結合材比 (%)	空気量 (%)	細骨材率 (%)	単位粗骨材絶対容積 (m ³ /m ³)	単位量(kg/m ³)								
				W	C	EX	S1	S2	G	SP*1	SRA*2	F*2
31.5	4.5	71.2	0.175	170	520	20	857	279	473	9.18	6.0	16.25

*1: B×1.70%, *2: 外割り

4. 試験施工

今回の試験では、短繊維を現場でアジテータ車に投入し、高速攪拌することで短繊維補強コンクリートを製造した。短繊維混入後の流動性を確保するように混入前のコンクリートの流動性を選定することで、従来のものと同様に施工可能であることを確認できた。また、短繊維を混入するとコンクリートの材料分離抵抗性が低下する傾向があることから、材料分離抵抗性を向上するためコンクリートの粘性を高くした。そのため、ポンプ車による圧送性への影響が懸念されたが、ポンプ車による施工が可能であった。打込み自体はコンクリートの流動性を阻害する鉄筋がないため作業性は良好であった (写真-2, 写真-3)。



写真-2 打設状況



写真-3 施工完了状況

5. まとめ

短繊維補強コンクリートを適用した試験施工結果を以下にまとめる。

- 短繊維の混入による流動性低下及び材料分離等を考慮して、室内及び実機試し練りによりコンクリートのフレッシュ性状を決定する必要があることが確認できた。
- 従来のコンクリートと同様の方法で短繊維補強コンクリートを圧送できることを確認した。また、コンクリートの流動を阻害する鉄筋がないため、打込み作業が従来よりも容易であることが確認できた。

最後に、収縮低減剤及び膨張材の添加による収縮ひずみの低減効果と短繊維によるひび割れ拡大の抑制効果により、施工後 8 ヶ月経過した段階で直結軌道の表面には目視で確認できるひび割れの発生は見られていない。

参考文献

- 川又篤, 高橋貴蔵, 堀越哲郎, 松岡茂: 繊維補強セメント系複合材料の基礎性状に関する実験的研究, コンクリート年次論文報告集, Vo. 28, No. 1, pp. 389-394, 2006
- 川又篤, 松岡茂, 益田彰久, 関根悦夫, 堀池高広, 高橋貴蔵, 末森寿志, 小川敦久, 渡邊忠朋: 短繊維補強コンクリートによる実物大軌道スラブの曲げ疲労特性, 土木学会年次学術講演会講演概要集, pp. 635-636, 2007
- 堀池高広, 関根悦夫, 高橋貴蔵, 末森寿志, 小川敦久, 松岡茂, 益田彰久, 川又篤, 渡邊忠朋: 短繊維補強コンクリートによる弾性まくらぎ直結軌道用道床コンクリートの水平抵抗試験, 土木学会年次学術講演会講演概要集, pp. 465-466, 2007
- 鉄道総合技術研究編, 短繊維補強コンクリートを用いた軌道スラブの設計・製作の手引き (案), 平成 23 年 11 月