

鋼繊維補強コンクリートにおける品質管理および基準試験に関する一考察

日本道路公団 静岡建設局 正会員 鏑木 晃
日本道路公団 静岡建設局 正会員 横尾 和嗣

1. はじめに

コンクリートの剥落防止を目的として、鋼繊維などの各種繊維をコンクリートに混入する方法およびアラミドなどの各種シートをコンクリート表面に貼り付ける方法などが検討され実用化されている。

日本道路公団（以下「JH」という。）では、トンネル覆工コンクリートにおいて鋼繊維をコンクリートに混入した鋼繊維補強コンクリートにより施工を実施している。

本論文は、トンネル覆工用鋼繊維補強コンクリートにおいて実施した試験結果により、鋼繊維種類および攪拌時間等の決定過程についてまとめたものである。

2. 試験概要

JH におけるトンネル覆工用鋼繊維補強コンクリートの試験は、室内試験およびアジテータ車による実機試験を実施している。

室内試験においては、アジテータ車による実機試験を想定して、鋼繊維を投入する時間の確認、鋼繊維投入完了後のコンクリート攪拌時間の確認および鋼繊維の分散性の確認等を実施して、スランプおよび空気量の測定を実施する。

アジテータ車による実機試験においては、室内試験結果をもとに設定した鋼繊維混入量、鋼繊維投入時間およびコンクリート攪拌時間により、アジテータ車ドラム内のコンクリートに鋼繊維を投入して、鋼繊維の分散性確認、スランプおよび空気量の測定を実施して、実際に現場で施工できるかどうか判断する。

3. 室内試験における鋼繊維補強コンクリートの性状

鋼繊維の種類、鋼繊維の混入量および攪拌時間・方法の違いにより、鋼繊維補強コンクリートの性状がどのように変化するのか、各工事で実施した室内試験における試験結果を比較する。

3.1. 鋼繊維の種類

鋼繊維混入率および攪拌時間を同一とした場合における、鋼繊維種類の違いによるコンクリートの性状比較を表 - 1 に示す。

3.2. 鋼繊維の混入量

鋼繊維種類および攪拌時間を同一とした場合における、鋼繊維混入率の違いによるコンクリートの性状比較を表 - 2 に示す。

3.3. 攪拌時間・方法

鋼繊維の種類および鋼繊維混入率を同一とした場合における、攪拌時間・方法の違いによるコンクリートの性状比較を表 - 3 に示す。

各コンクリート工場において、上記比較を実施して室内試験に

表 - 1 鋼繊維種類による比較

工事名：HTW 工事 プラント名：MT セメント：J社 細骨材：天竜川水系産 粗骨材：天竜川水系産 鋼繊維混入率：0.3% 鋼繊維投入後攪拌時間：30 秒 目標スランプ：20±1.0(混入前) 16±2.5(混入後) 目標空気量：4.5±0.5(混入前) 4.5±1.5(混入後) ミキサ：強制二軸式					
鋼繊維種類：分散(BC社；l=40mm =0.90mm)					
鋼繊維種類：糊(CM社；l=47mm =0.80mm)					
W/C	S/a	W	C	S	G
47.1	52.0	168	357	921	859
		投入前		投入後	
				分散タイプ	糊付タイプ
スランプ (cm)	19.8		17.6		17.2
空気量 (%)	4.7		5.1		4.8

表 - 2 鋼繊維混入率による比較

工事名：FTW 工事 プラント名：SR セメント：P社 細骨材：星山産 粗骨材：星山産 鋼繊維種類：糊(BG社；l=43mm =0.75mm) 鋼繊維投入後攪拌時間：30 秒 ミキサ：傾胴式						
鋼繊維混入率：0.3% 目標スランプ：20±1.0(混入前) 17±2.5(混入後) 目標空気量：4.5±0.5(混入前) 4.5±1.5(混入後)						
鋼繊維混入率：0.5% 目標スランプ：21±1.0(混入前) 16±2.5(混入後) 目標空気量：4.5±0.5(混入前) 4.5±1.5(混入後)						
W/C	S/a	W	C	S	G	
48.0	53.0	170	354	935	837	
		0.3%		0.5%		
		投入前	投入後	投入前	投入後	
スランプ (cm)	20.7		17.1		21.5 15.2	
空気量 (%)	4.7		5.1		4.7 5.1	

キーワード) 鋼繊維補強コンクリート 鋼繊維の種類 混入量 攪拌時間 実機試験

連絡先 〒420-0804 静岡県静岡市竜南 1-25-22 JH 静岡工事事務所試験第二課 054-248-7231

おける鋼繊維補強コンクリートの試験結果および性状により、実機試験を実施するコンクリートの配合、鋼繊維の種類、鋼繊維混入量、鋼繊維投入時間およびコンクリート攪拌時間等を決定する。

4. 実機試験における鋼繊維補強コンクリートの性状

施工に使用する鋼繊維補強コンクリートは、コンクリート工場で製造されたフレッシュコンクリートをアジテータ車により運搬して、施工現場においてアジテータ車ドラム内のフレッシュコンクリートに鋼繊維を混入して製造される。鋼繊維は、均等に所定の数量が、ベルトコンベアによりアジテータ車ドラム内のフレッシュコンクリートに投入される。アジテータ車ドラムの回転数および鋼繊維の投入時攪拌時間の違いにより、鋼繊維補強コンクリートの性状がどのように変化するのか、各工事で実施した実機試験における試験結果を比較する。

4.1. アジテータ車ドラムの回転速度

鋼繊維種類、鋼繊維混入率および鋼繊維の投入時攪拌時間を同一とした場合における、アジテータ車ドラムの回転数の違いによるコンクリートの性状比較を表 - 4 に示す。

4.2. 鋼繊維の投入時攪拌時間

鋼繊維種類、鋼繊維混入率およびアジテータ車ドラムの回転数を同一とした場合における、鋼繊維の投入時攪拌時間の違いによるコンクリートの性状比較を表 - 5 に示す。

各工事において、上記比較を実施して実機試験における鋼繊維補強コンクリートの試験結果および性状により、使用するコンクリートの配合、鋼繊維の種類、鋼繊維混入量、鋼繊維投入時間およびコンクリート攪拌時間等を決定する。

5. まとめ

室内試験における攪拌時間・方法の違い（表 - 3）および実機試験におけるアジテータ車ドラム回転速度の違い（表 - 4）により、鋼繊維補強コンクリートの性状に変化が発生することがわかる。また、実機試験における投入時攪拌時間の違い（表 - 5）では、目標時間に対する実測時間の誤差が±10秒程度であれば鋼繊維補強コンクリートの性状に変化が発生しないと考えられる。

施工現場においては、鋼繊維投入機による投入時間誤差により投入時攪拌時間が著しく不規則になること、アジテータ車ドラムの回転速度が変化することおよび他の原因により、鋼繊維補強コンクリートの性状が変化することが予想される。

鋼繊維補強コンクリート性状の変化において発生する鋼繊維の分散性および空気量は、鋼繊維補強コンクリートの曲げ靱性、凍結融解性能および施工性等に影響をあたえる。よって、施工現場における鋼繊維補強コンクリート製造に関する一連の作業は、室内試験による傾向把握および実機試験による確認により決定した条件により、確実に実施しなければならない。

表 - 3 攪拌時間・方法による比較

工事名：FTW 工事 プラント名：SR セメント：P 社 細骨材：星山産 粗骨材：星山産 鋼繊維種類：糊(BG社；l=43mm =0.85mm) 鋼繊維混入率：0.3% 目標スランプ：20±1.0(混入前) 17±2.5(混入後) 目標空気量：4.5±0.5(混入前) 4.5±1.5(混入後) ミキサ：傾胴式					
鋼繊維投入後攪拌時間：30秒					
鋼繊維投入後攪拌時間：60秒					
鋼繊維投入後攪拌時間：30秒(投入後60秒経過後)					
W/C	S/a	W	C	S	G
48.0	53.0	170	354	935	837
	投入前	30秒	60秒	30秒	
スランプ (cm)	20.7	16.8	-	19.4	
空気量 (%)	4.7	4.5	6.9	5.0	
分散性	-	分散性 不適切	分散性 不適切	分散性 適切	

表 - 4 ドラム回転数による比較

工事名：KTW 工事 プラント名：FK セメント：D 社 細骨材：大井川産 粗骨材：大井川産 鋼繊維種類：分散(HF社；l=47mm =0.8mm) 鋼繊維混入率：0.3% 鋼繊維投入後攪拌時間：90秒(高速回転) 目標スランプ：20±2.5(混入前) 16±2.5(混入後) 目標空気量：4.5±1.5(混入前) 4.5±1.5(混入後) アジテータミキサ：US社					
計画鋼繊維投入時攪拌時間：162秒(高速回転) 実測鋼繊維投入時攪拌時間：168秒(高速回転)					
計画鋼繊維投入時攪拌時間：162秒(低速回転) 実測鋼繊維投入時攪拌時間：159秒(低速回転)					
W/C	S/a	W	C	S	G
49.6	51.0	170	343	904	874
		高速回転		低速回転	
		投入前	投入後	投入前	投入後
スランプ (cm)	20.3	17.6	20.8	18.5	
空気量 (%)	4.6	8.0	3.4	4.7	

表 - 5 投入時攪拌時間による比較

工事名：HTW 工事 プラント名：MT セメント：J 社 細骨材：天竜川水系産 粗骨材：天竜川水系産 鋼繊維種類：分散(BC社；l=50mm =0.90mm) 鋼繊維混入率：0.3% 鋼繊維投入後攪拌時間：90秒(高速回転) 目標スランプ：20±2.5(混入前) 16±2.5(混入後) 目標空気量：4.5±1.5(混入前) 4.5±1.5(混入後) アジテータミキサ：KB社					
計画鋼繊維投入時攪拌時間：220秒(中速回転) 実測鋼繊維投入時攪拌時間：230秒(中速回転)					
計画鋼繊維投入時攪拌時間：220秒(中速回転) 実測鋼繊維投入時攪拌時間：210秒(中速回転)					
W/C	S/a	W	C	S	G
47.1	52.0	168	357	921	859
		230秒		210秒	
		投入前	投入後	投入前	投入後
スランプ (cm)	20.5	18.2	20.5	17.1	
空気量 (%)	3.9	4.9	3.7	4.5	