

鋼繊維補強吹付けコンクリートの耐久性に関する実験的研究

戸田建設(株) 正会員 田中 徹
 西松建設(株) 正会員 松浦 誠司
 大成建設(株) 正会員 坂本 淳
 東京大学 FIE-会員 魚本 健人

1. はじめに

吹付けコンクリートの品質は、これまでの経験やノズルマンの技量に依存するところが多く、使用材料や配合、各種施工条件等の影響は必ずしも明らかにされていない。このような吹付けコンクリート技術の現状に対して筆者らは同コンクリートのメカニズムの解明や品質管理システムの構築等を目的として「高品質吹付けコンクリートの共同開発」を平成9年度より進めている。本文は鋼繊維補強吹付けコンクリートの耐久性能の把握を目的として、鋼繊維混入率を変化させた配合について中性化、凍結融解、長さ変化試験を実施した結果をまとめたものである。

2. 試験概要

表-1、表-2に実験で使用した材料および配合を示す。いずれの配合もスランプ $21 \pm 2.5\text{cm}$ 、空気量 $2.0 \pm 1.5\%$ とした。配合は事前に試験練りを行い水セメント比 (44.4%) を一定にペースト量、細骨材率、および高性能減水剤添加率を変化させワーカビリティとスランプを調整した。

表-3に試験項目と試験方法を示す。試験は荷卸し時に採取した供試体 (圧送前) と吹付け後に採取した供試体 (吹付後) で行った。供試体は採取方法の差異による試験結果への影響を小さくすることを目的に、圧送前のコンクリートに対しても一度パネ

ル型枠に打込んだ後、コア採取または切出しを行った。吹付け方法は湿式吹付け方式であり、ロータリー式空気圧送機械を用い、コンクリート吐出量 $8.0\text{m}^3/\text{hr}$ 、吹付け面とノズル先端の距離を 1.5m とした。急結剤添加率は 5.0% とした。

3. 試験結果

3.1 空隙率・圧縮強度試験結果

表-4に空気量、空隙率および圧縮強度試験結果を示す。空気量は荷卸し時の空気量 (JIS A 1128) であり、空隙率の測定は ASTM C 642 に準じて行った。その結果、空隙率は圧送前と比較して吹付けること

表-1 使用材料

材 料	物性・緒元
セメント	普通ポルトランドセメント 密度 $3.15\text{g}/\text{cm}^3$
細骨材	君津産山砂 表乾密度 $2.62\text{g}/\text{cm}^3$
粗骨材	八王子産6号砕石 表乾密度 $2.69\text{g}/\text{cm}^3$
混和剤	高性能減水剤(Ad C × %)
繊維 (SF)	鋼繊維：両端フック付結束型ファイバ - 長さ 30mm 公称直径 0.6mm
急結剤	セメント鉱物系粉体急結剤

表-2 試験配合

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)					
			W	C	S	G	SF	Ad
SF-0.0	44.4	58.2	200	450	972	716	-	0.88
SF-0.5		61.2	200	450	1014	659	40	0.87
SF-1.0		63.8	205	462	1032	603	80	1.10
SF-1.5		70.0	230	518	1048	460	120	1.04

表-3 試験項目と試験方法

試験項目	採取場所	試料採取・供試体作成方法	養生方法	試験方法
促進中性化試験 ($\phi 10 \times 10\text{cm}$)	圧送前および吹付後	JSCE-F 561 に準じたパネル型枠に打込みおよび吹付け、材齢2日目に JIS A 1107 に準じてコア採取した。	コア採取後材齢4週まで20℃水中養生し湿度60%、室温20℃の室内で4週間乾燥	室温20℃、湿度60%、 CO_2 濃度5%測定材齢4,8,13,26週
凍結融解試験 ($10 \times 10 \times 40\text{cm}$)	圧送前および吹付後	JSCE-F 561 に準じたパネル型枠に打込みおよび吹付け、材齢2日目に JIS A 1107 に準じてコア採取した。	コア採取後材齢2週まで20℃水中養生	JSCE-G501 に準拠30サイクル以内300サイクルまで測定
長さ変化試験 ($\phi 10 \times 40\text{cm}$)	圧送前および吹付後	JSCE-F 561 に準じたパネル型枠に打込みおよび吹付け、材齢2日目に JIS A 1107 に準じてコア採取した。	コア採取後材齢1週まで20℃水中養生 乾燥開始材齢：1週	JIS A 1129 に準拠コンタクトゲージ法・測定材齢1,3,4,8,13,26週

キーワード：吹付けコンクリート、鋼繊維、中性化深さ、凍結融解、長さ変化

連絡先：東京都中央区京橋1-7-1 戸田建設(株)土木工事技術部 TEL:03-3535-1614 FAX:03-3564-0475

で 3.0～5.5%増大し、圧縮強度はいずれの配合とも 10N/mm^2 程度低下する傾向となった。

3.2 促進中性化試験

表 - 5 に中性化速度係数を示す。中性化速度係数は中性化深さ(mm)と試験材齢(√週)の関係を最小自乗法で求めた直線の傾きとした¹⁾。その結果、いずれの配合とも中性化深さは経過時間の平方根にほぼ比例し高い相関関係がみられた。吹付後の中性化深さはいずれの配合においても圧送前と比較して大きくなった。この理由として吹付けることで空隙量が増大(表 - 4 参照)し炭酸ガスが浸透しやすくなったためと考えられる。繊維混入率を変化させた配合では、圧送前の中性化速度係数は混入率の増大に反比例して小さくなる傾向を示した。吹付後においては明確な傾向は認められなかった。

3.3 凍結融解促進試験

図 - 1、図 - 2 に圧送前および吹付後の凍結融解試験結果(相対動弾性係数)を示す。圧送前の供試体における相対動弾性係数は、SF-0.0の配合において 90 サイクル、繊維混入率を変化させた配合では 210 サイクル以降で 80%以下に低下した。しかし吹付後の供試体においてはいずれの配合も 300 サイクルまで 80%以上を維持した。この理由として吹付け前後における空隙率や気泡組織の変化等の影響が考えられる。今後、吹付け前後における気泡分布状態や気泡間隔係数等の変化について検討していく必要があると考える。

3.4 長さ変化試験

図 - 3 に圧送前および吹付後の長さ変化試験結果(長さ変化率)を示す。圧送前の供試体はいずれの配合も長さ変化率は-0.08%程度であった。吹付後の供試体では配合によってばらつきが生じSF-0.0の配合で最小となり、SF-1.5の配合で最大となった。

4. まとめ

本試験の範囲における鋼繊維補強吹付けコンクリートの繊維混入率を変化させた配合について、耐久性性能の把握を行った。今後は圧送前と吹付後における配合や細孔空隙構造の変化について検討していく必要があると考える。

【参考文献】

1) 魚本健人・高田良章：コンクリートの中性化速度に及ぼす要因、土木学会論文集 No.451、-17、pp119-128、1992.8

表 - 4 空気量・空隙率・圧縮強度試験結果

配合名	空気量(%)	空隙率(%)		圧縮強度(N/mm ²)	
		圧送前	吹付後	圧送前	吹付後
SF-0.0	1.2	11.6	14.6	42.2	32.1
SF-0.5	1.8	12.0	15.4	41.4	32.5
SF-1.0	1.7	12.2	15.7	45.5	36.8
SF-1.5	1.3	12.7	18.2	48.1	34.7

表 - 5 中性化速度係数

配合名	圧送前(相関) A	吹付後(相関) B	B - A
SF-0.0	1.64 (0.943)	1.80 (0.963)	0.16
SF-0.5	1.24 (0.967)	2.20 (0.995)	0.96
SF-1.0	0.54 (0.480)	1.74 (0.973)	1.20
SF-1.5	0.00 (-)	1.80 (0.983)	1.80

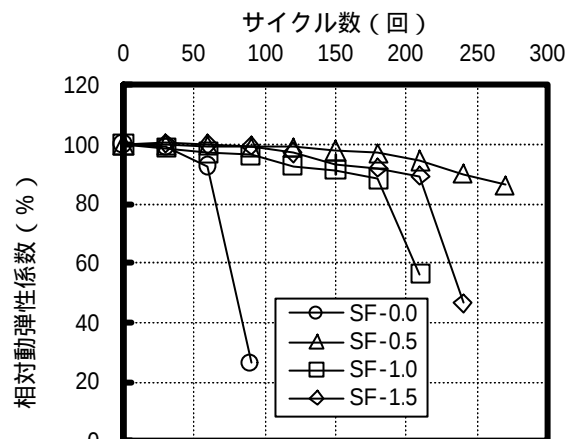


図 - 1 凍結融解試験結果(圧送前)
サイクル数(回)

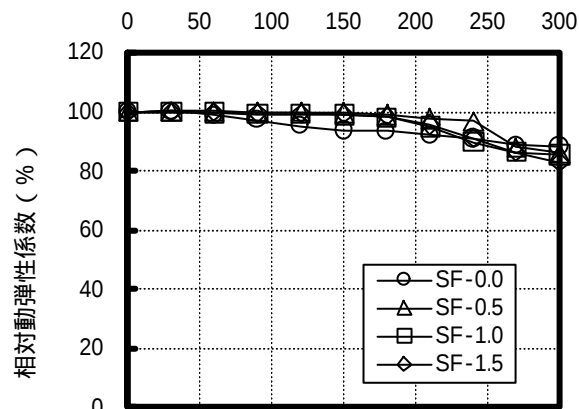


図 - 2 凍結融解試験結果(吹付後)

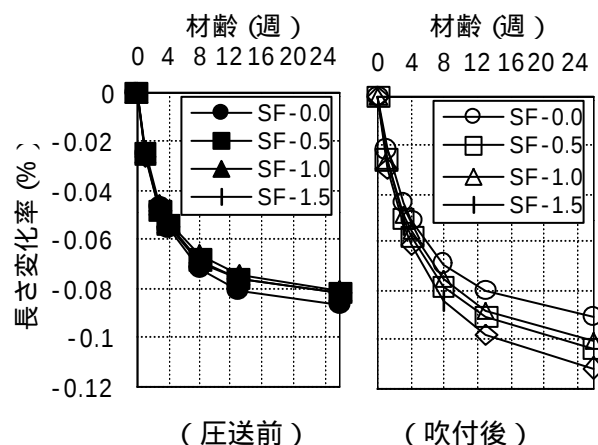


図 - 3 長さ変化試験結果(圧送前・吹付後)