

流動化剤を用いた鋼繊維補強コンクリートに関する2,3の実験

八戸高専 正員 菅原 隆
八戸高専 正員 鶴田 佳男

1. はじめに

鋼繊維補強コンクリート (SFRC) はプレーンコンクリートに比べ、曲げ強度や引張強度を増加させ、ひび割れや衝撃等の抵抗性や耐凍害性の改善に大きな効果をもたらす。SFRCは鋼繊維をコンクリート中に1~2%混入してこれら諸特性を改善しようとするものであるが、ファイバーホールができないよう均一に分散させる必要がある。ここでは、施工性改善のため高性能減水剤を用いた、流動化鋼繊維補強コンクリートについて流動化剤添加量の違いとセメント種類の違いに関して実験を行ったのでここに報告するものである。

2 実験概要

2-1. 使用材料および配合 セメントは普通ポルトランドセメント (N), 高炉セメントB種 (BB) フライアッシュセメントB種 (FB) の3種類を用いた。表1にその物理的性質を示す。骨材は奥入瀬川産の川砂, 川砂利 (最大寸法: 25 mm)を用いた。表2にその物理的性質を示す。AE剤はヴィンソル, 流動化剤はマイティFDを使用した。鋼繊維は $0.5 \times 0.5 \times 30$ mmのせん断品を使用した。

配合はベースコンクリートのスランプが8 cm, 空気量5%となるよう単位水量およびAE剤量を決めたもので、ベースコンクリートは鋼繊維を1%混入したSFRCである。Nについては水セメント比の違いについて見るため $\%$ を45%, 55%の2種とし、セメント種別の違いについてはN, BB, FBとも $\%$ が55%で一定とした、流動化剤 (SP剤) の添加量は単位セメント量に対し0.5%と0.7%の2種類に変化させたものである。その配合表を表3に示す。 $\%$ は40%で一定で行った。

2-2. 供試体作製および試験方法 コンクリートの練り混ぜは強制練りミキサーで行い、1分間練り混ぜた後ミキサーを回しながら手で鋼繊維を投入し、所定量が投入された後スランプ試験を行った。その後ただちにSP剤を添加し1分間練り混ぜ、再びスランプ試験を行いその後は15分おきに60分までスランプの測定を行った。型枠に打込んだSFRCはSP剤を添加直後のもので、圧縮強度用 ($\phi 10 \times 20$ cm), 曲げ強度用 ($10 \times 10 \times 40$ cm), 表層強度用 ($10 \times 40 \times 50$ cm) の供試体を棒状バイブレーターで締め固めた。打込み後1~2日は麻袋で湿潤養生を行い、材令28日まで水中養生 (20 ± 1 ℃)を行った。

表1 セメントの物理試験結果

セメント	比重	粉末量 cm ³ /g	曲げ強さ (kg/cm ²)			圧縮強さ (kg/cm ²)		
			3日	7日	28日	3日	7日	28日
N	3.16	3180	32	55	75	147	258	513
BB	3.04	4100	34	47	70	127	186	408
FB	2.87	4110	25	41	62	107	181	321

表2 骨材の物理試験結果

	比重	吸水率 (%)	単位容積 質量 (kg/l)	粗粒率
細骨材	2.56	4.73	1.60	2.73
粗骨材	2.51	4.28	1.55	6.42

表3 配合表

供試体 記号	水セメ ント比 (%)	単位量 (kg/m ³)					
		水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	AE剤 (g/m ³)	流動化 剤SP
N 45 15	45	175	389	658	966	117	1 945
N 45 17	45	175	389	658	966	117	2 728
N 55 15	55	175	318	681	999	95	1 590
N 55 17	55	175	318	681	999	95	2 226
BB 55 15	55	150	273	717	1,054	164	1 365
BB 55 17	55	150	273	717	1,054	164	1 911
FB 55 15	55	155	282	703	1 035	113	1 410
FB 55 17	55	155	282	703	1,035	113	1 974

表4 各種強度

記号	σ_c (kg/cm ²)	σ_b (kg/cm ²)	σ_s (kg/cm ²)	E_c $\times 10^3$ kg/cm ²
N 45 15	255	61.8	56.3	1.97
N 45 17	208	62.1	44.8	1.51
N 55 15	204	51.1	49.9	1.88
N 55 17	193	35.5	47.0	1.79
BB 55 15	115	32.1	31.5	1.47
BB 55 17	100	27.9	26.4	1.25
FB 55 15	120	44.3	30.3	1.78
FB 55 17	127	29.7	28.8	1.60

3. 実験結果および考察

SP剤添加量 0.5% と 0.7% の違いにおいて、セメント種類が N, BB, FB

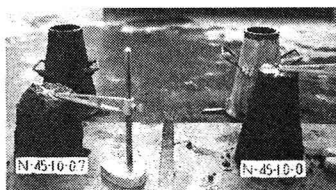


写真1. スランプ試験

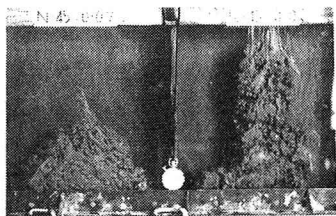


写真2. 3. 打込み状況



写真3. 打込み状況

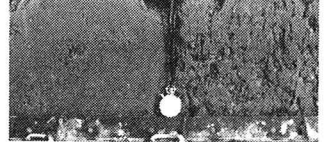


写真4. 締固め状況
(突棒による突数10回)

3-1. フレッシュコンクリートの性状

の3種類を使用した Ψ 55% のSFRCについて行った、スランプ試験、空気量試験およびブリージングの結果について述べる。図1は Ψ 55% (N551) のスランプ試験の結果である。SP剤を0.5%, 0.7% 添加すると16.5cm 19.0cm となりスランプ値が8~10cm 程度増加する。その後15分毎にスランプ値を測定したが45分を経過するとSP剤を添加する前の値と同程度になった。その他の配合についても同様なスランプロスの傾向を示した。BB, FB についてはSP剤添加によるスランプ値の増加が小さく、20~27.5cmであった。空気量の測定はSP剤添加直後に行ったもので、Nで4.4~6.2%, BBで5.0~5.4%, FBで3.2% となりFBがやや小さい値となった。ブリージングはNの配合について行った、N-55 における結果を図2に示す。図よりSP剤0.7%

が他に比べて大きな値を示している。N-45 についても同様の結果であった。

以上の様な結果から、SP剤を添加することによってSFRCは流動性を増し、施工性の改善に効果のあることがわかる。しかし、SP剤0.7% のSFRCにおいては材料分離の傾向が見られ、硬化後のコンクリートにおける強度、水密性、耐久性の面で問題があると思われる結果となった。

写真1~4. はSP剤0% のSFRCとSP剤0.7% のSFRCについて、スランプ試験の結果と打込み状況および突き棒によって締固めた時に写し

たものを載せてある。型枠の前面にアクリル板を取付け、同量のコンクリートを打ち込んだものであるが、SP剤添加による流動化効果を見ることができる。

3-2. 硬化コンクリートの性状

材令28日

で試験した、圧縮強度 (σ_c)、曲げ強度 (σ_b)、表層強度 (σ_s)、ヤング係数 (E_c) の結果を表4に示している。 Ψ を変えて行ったNについて見ると、強度は水セメント比によって支配されているが、SP剤添加量の違いにおいて、材料分離の傾向が見られたSP剤0.7% の強度が曲げ強度以外は0.80~0.95と低下している。また、 Ψ を55% で一定としたN, BB, FBのセメント種類の各強度を見ると、Nを基準とした時、強度発現の遅いBBの値が小さく、圧縮強度で $\frac{1}{2}$ 程度の値となっている。以上の結果から、SP剤を添加することによりSFRCの流動性は増すもののスランプロスがあり約1時間程でベースコンクリートのスランプ値に近づくこと、材料分離の傾向がある時、強度はわずかながら低下傾向を示すこと、セメント種類ではN, BB, FBの順となり、混合セメントの強度発現の遅い事などがわかった。

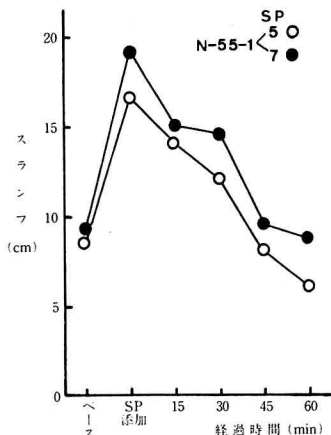


図1. スランプの経時変化に及ぼすSP剤量の影響

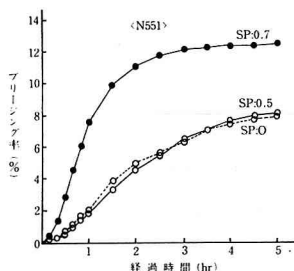


図2. ブリージングに及ぼすSP剤量の影響