

V-105

1時間以上の打設作業時間を有する超速硬セメントコンクリートの諸特性

小野田ケミコ(株) 正員 湯浅晃行 正員 岡田光芳
正員 大塚慎一 正員 遠藤光弘

1. はじめに

超速硬セメントコンクリートは、打設作業時間を20~30分に設定し、単位セメント量を400~450kg/m³、水セメント比を35~40%とすることで、材齢3時間の圧縮強度200kgf/cm²以上を確保し、主に緊急補修工事において使用されてきた。しかし近年コンクリート構造物の維持・補修工事における施工規模の大型化や機械化にともない、使用する超速硬コンクリートにも作業時間にゆとりのあるものが要望され始めた。

従って本論文では、作業時間を1時間以上確保し、材齢8時間で $\sigma_c=300\text{kgf/cm}^2$ 程度という、従来より施工性を優先した超速硬セメントコンクリートおよび鋼繊維補強超速硬セメントコンクリートの諸特性を再考し、その実用性を従来配合と比較検討した。

2. 試験概要

表-1に、コンクリートに用いた材料を、また表-2に、検討を行ったコンクリートの配合を示す。試験は、スランパの経時変化、 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ 供試体による圧縮強度と、コンプレッソメータを用いた最大応力の1/3時点の割線弾性係数、 $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ 供試体による曲げ強度と、鋼繊維を混入した配合(以下、SF配合と略記)については、曲げタフネスおよび換算曲げ強度、また $10 \times 10 \times 20\text{cm}$ 供試体による二面せん断強度、ならびに鋼繊維を混入しない配合(以下、PL配合と略記)では、 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ 供試体による割裂引張強度を求めた。さらに早強コンクリートの $\phi 10 \times 20\text{cm}$ 半円柱母材(縦割り断面を150kg/m²のショットブラスト処理)の残り半円柱に検討配合を打ち込み、割裂試験により新旧打継ぎ強度を求めた。混練および供試体の作成、スランパ、圧縮試験は、5、20、30℃、その他の試験は20℃恒温室内で行った。また各供試体の養生はすべて相対湿度80%の気中とした。

3. 試験結果および考察

3.1 遅延剤の添加率とスランパの経時変化

表-2の結果より、遅延剤の添加量を増すことで1時間以上の作業時間が確保できることが判る。この場合の添加割合は、20℃では従来配合の1.7倍、5℃では2.5倍、また30℃では2.0倍程度となる。

表-1 コンクリート使用材料

種類	記号	名 称	比重
セメント	C	小野田ジェットセメント	3.03
細骨材	S	静岡 小笠砂 (FM=2.97)	2.60
粗骨材	G	茨城 岩瀬砕石2005 (FM=6.66)	2.65
水	W	水道水	1.00
減水剤	MT	花王マイティ150	1.20
遅延剤	JS	小野田ジェットセッター	—
鋼繊維1	SF:S	シンコファイバー($\phi 0.6 \times 30\text{mm}$)	7.85
2	SF:L	ドリュウクス ($\phi 0.8 \times 60\text{mm}$)	7.85

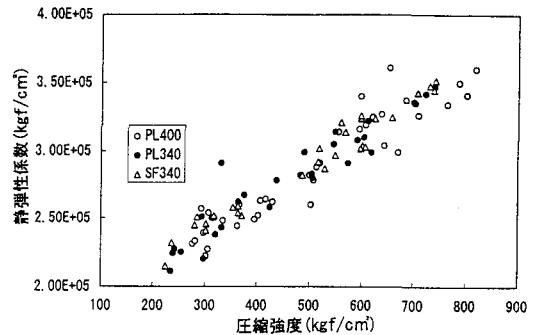


図-1 圧縮強度と弾性係数の関係

表-2 コンクリート配合とスランパおよび圧縮強度結果

試 ℃	配 合 区 分	目録 スラン (cm)	W/C (%)	S/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				遅延(CX%)		スラン → 経時変化 (分)						圧 縮 強 度 (kgf/cm ²)						
					JC	W	S	G	SF	MT	JS	(cm)	20	30	40	50	60	3H	6H	8H	1D	7D	28D
20	PL400	12	36.5	44.0	400	146	798	1034		0.30	12.4	9.0	2.1					341	454		592	687	763
	PL340	±2.5	42.9	50.0	340		933	949		0.50	13.0	10.8	8.9	9.5	---	1.2		290	333	464	580	685	
	SF430	6	37.5	57.5	430	161	978	734	100	0.30	6.8	4.6	2.5					333	449		572	747	
	SF411	±1.5	52.5	411	154	918	842	L 60		0.30	6.0	4.2	2.0					340	456		582	735	
	SF340		42.9	58.0	340	146	1063	787	L 50	0.50	6.0	5.5	3.9	---	2.5	0.8		278	330	486	608	698	
5	PL400		36.5	44.0	400		798	1034		2.0	0.10	11.0	8.4	2.9				279	375		509	682	748
	PL340		42.9	50.0	340	146	933	949		0.25	18.4	14.5	7.4	6.2	4.7	3.3		240	293	419	526	643	
	SF340			58.0			1063	787	L 50		9.3	6.3	4.9	3.6	2.1	0.8		273	314	448	536	657	
30	PL400		38.0	44.0	400	152	790	1026		0.45	10.6	5.4	0.7					304	410		601	641	725
	PL340			50.0	340		928	943		0.90	20.5	18.3	14.0	14.4	12.8	8.0		223	274	445	506	663	
	SF340		44.1	58.0			1058	782	L 50		9.5	4.9	5.2	5.0	4.0	3.1		255	297	466	536	688	

3.2 圧縮特性

表2の結果から、各配合の圧縮強度は材齢とともに伸びを示し、PL340やSF340も、5～30℃の各温度で、材齢8時間で300kgf/cm²程度の強度発現を得ている。また図-1に示すように、圧縮強度と弾性係数の関係は配合の種類に関わらず、ほぼ同一線上で回帰できる。

3.3 曲げ特性

図-2に、曲げ強度と圧縮強度の関係を示す。PL400とPL340は、ほぼ同一線上に並ぶ。PL配合の曲げ/圧縮比率は、材齢1日で1/8.5～1/9.0と圧縮が卓越する傾向を示すがその前後では1/7～1/8となる。SF配合では、SF430、SF411ともに平均してPL配合の20～40%の補強効果を現している。しかしSF340の場合は、圧縮強度300～400kgf/cm²の範囲では、SF430、SF411と同等の補強効果を現しているのに対し、圧縮強度500kgf/cm²以上の範囲での曲げ強度の伸びが小さい。これはSF340の鋼繊維量を50kg/m³と減らしたことから応力分担する繊維量が不足し、曲げエネルギーを吸収しきれず滑りが生じたためと考える。また、SF340の換算曲げ強度でも、材齢3時間で69kgf/cm²、1日60kgf/cm²、28日47kgf/cm²と減少傾向を示していることから、従来配合と同等のタフネス性能を確保するためには、同種の鋼繊維を60kg/m³程度混入する必要があると考える。

3.4 せん断特性

図-3に、せん断強度と圧縮強度の関係を示す。PL400と比較してSF430は、約2倍のせん断抵抗能力を有している。またSF340は、PL340と比較して、1.5～1.7倍のせん断強度を発現する。PL配合では、PL400と比べPL340の方が、若干、圧縮強度に対するせん断強度の発現が低めであるが総じて同一線上と判断できる。

3.5 引張特性

図-4に、引張強度と圧縮強度の関係を示す。

PL400とPL340は、ほぼ同一線上に並び、引張/圧縮比は1/11～1/13となる。

3.6 新旧打継ぎ特性

表3に、新旧打継ぎ強度試験の結果を示す。各配合ともに材齢が進むにつれ強度が増すが、配合の種別による特性は認められない。十分な研掃面を有する打継ぎ面に対し、新コンクリートの圧縮強度が300kgf/cm²以上得られれば、20kgf/cm²前後の新旧打継ぎ強度が確保できる。

4. まとめ

本検討により、従来配合と同様に作業時間を1時間以上確保した超速硬セメントコンクリート配合についても施工規模に合わせ実用に供することができると考える。ただし、鋼繊維の種類・混入量については、今後適用箇所の要求性能を十分勘案して決定していく必要があると考える。

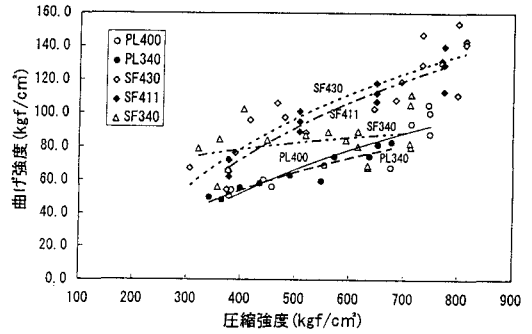


図-2 曲げ～圧縮強度の関係

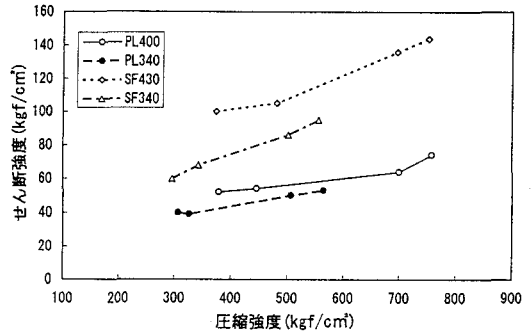


図-3 せん断～圧縮強度の関係

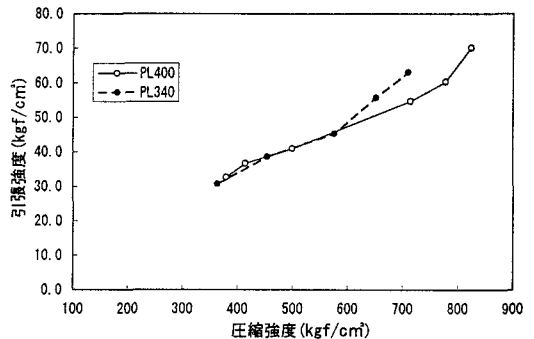


図-4 引張～圧縮強度の関係

表-3 新旧打継ぎ強度

配合 区分	打継ぎ強度 (kgf/cm ²)			
	3H	8H	3D	7D
PL400	24.2		29.3	29.6
PL340		22.0		24.0
SF430	20.4		26.2	26.3
SF340		18.9	26.4	30.0