

V-112 フライアッシュを混入した超流動化コンクリート(HSC)の硬化後の物性

東急建設(株)技術研究所 正員 大橋 潤一

東急建設(株)技術研究所 正員 前田 強司

東急建設(株)技術研究所 正員 玉井 真一

1. はじめに

近年、複雑な形状や鉄筋密度の高い構造物が多くなる傾向にあり、さらに建設作業者の不足にともない施工の省力化や機械化が望まれている。通常のコンクリートの施工性を改善するために、流動化剤でコンクリートのスランプを 21cm 以上に流動化した場合、材料分離・人為的ミスにより欠陥が生じやすくなる。

このようなことから、スランプ 21cm 以上の高スランプにおいても材料分離せず、流動性・充填性に優れ、ノーバイブレーション施工の可能なコンクリートが望まれている。しかし、普通コンクリートにセルローズ系の分離抵抗混和剤と高性能減水剤を組み合わせで作製したこれらのコンクリートでは、一般に初期強度の発現、乾燥収縮、クリープ、凍結融解抵抗性において普通コンクリートより劣る傾向にある。

ここでは、このような硬化後の物性を改善させた超流動化コンクリート (Highly Superplasticized Concrete 以下HSC) の硬化後の物性について報告する。

2. 配合

セルローズ系の分離抵抗混和剤を添加した高スランプのコンクリートの硬化後の物性を改善させるために乾燥収縮、耐久性の改善に効果があるフライアッシュをセメントの外割り添加し、フライアッシュ、セルローズ系の分離抵抗混和剤混入による初期強度の発現の遅延を補うため、促進タイプのAE減水剤を添加した。

コンクリートの配合及び練り混ぜ直後の物性を表1に示す。

配合2,3,4のHSCは、スランプ 15cm の普通コンクリートにフライアッシュとセルローズ系分離抵抗混和剤を混入して作製した。練り混ぜは、セメント、フライアッシュ、細骨材、粗骨材、分離抵抗混和剤を30秒間強制練りミキサーで混合した後、水、AE減水剤と高性能減水剤を加え90秒間練り混ぜを行なった。高性能減水剤は、単位水量の一部とした。

表1 コンクリートの配合

		Sl	flow	air	W/C	S/a	単位量 (kg/m ³)									
		cm	cm	%	%	%	W	C	F	S	G	AE減水剤	HSCA	高性能減水剤		
1	Base	15.0		3.1	59.9	49.0	170	286		878	942	2.86				
2		24.0	59~62	4.5	59.9	49.0	170	286	43	854	916	2.86	0.57	7.87		
3	HSC	22.0	57~59	4.5	59.9	49.0	170	286	71	838	899	2.86	0.29	6.44		
4		23.5	55~59	5.4	59.9	49.0	170	286	71	838	899	2.86	0.57	7.87		
5	Base	20.0		4.0	59.5	51.2	188	316		895	870	3.16				

3. 試験結果

3. 1 圧縮強度試験結果

図1に圧縮強度試験結果を示す。

配合2,3,4のHSCは、材令7日において 250~270kgf/cm²、配合1のベースコンクリートは 290kgf/cm²であり、ベースコンクリートより圧縮強度が若干低い、材令28日では、ほぼ同等になり、材令91日では、いずれもベースコンクリートの圧縮強度を上回った。フライアッシュを 25%混入した配合3,4では、材令7日から91日までの強度増加がベースコンクリートに比べ大きい。このことから、HSCにおいても普通コンクリートと同様、フライアッシュを混入することにより、長期強度の増加が期待できる。

3. 2 乾燥収縮試験結果

図2に乾燥収縮試験結果を示す。

材令6ヶ月の乾燥収縮量はベースコンクリートの配合

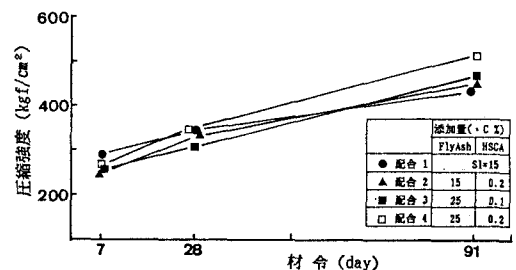


図1 圧縮強度試験結果

1で約 710×10^{-6} HSCの配合3で約 600×10^{-6} であり、配合3の方がベースコンクリートより約 8.5 % ほど少ない。また、配合2, 4でもベースコンクリートより若干少ない値を示している。配合3と4を比較するとセルロース系の分離抵抗混和剤の添加量が多くなると乾燥収縮量が大きくなる。しかし、配合2と3を比較するとフライアッシュの混入量が多いほど乾燥収縮量が小さくなり、圧縮強度の時と同様、フライアッシュを添加することにより、乾燥収縮量の改善が期待できる。

3. 3クリープ試験結果

供試体は $\phi=10\text{cm}$, $h=20\text{cm}$ の円柱供試体とし、載荷荷重は、 80kgf/cm^2 とした。載荷開始は供試体作製後材令28日より行なった。

図3に単位クリープひずみの試験結果を示す。

載荷材令 6ヶ月でHSCの配合2, 4の単位クリープひずみは、ベースコンクリートの配合1とほぼ同等の値を示した。一方、配合3の単位クリープひずみは $9.5 \times 10^{-6} / \text{kgf/cm}^2$, ベースコンクリートの配合1は $13.0 \times 10^{-6} / \text{kgf/cm}^2$ となり、配合3のHSCの単位クリープひずみは、ベースコンクリートの約2/3 の値となった。

フライアッシュの混入量の同じ配合3と4を比較すると分離抵抗混和剤の添加量を少なくすることにより単位クリープひずみは、大幅に小さくなった。

3. 4凍結融解試験結果

図4にベースコンクリートとフライアッシュを外割り15%混入し、分離抵抗混和剤を 0.2%添加したHSCの凍結融解試験結果を、表2に凍結融解試験開始前の気泡組織の測定結果を示す。配合1のスランブ 15cmのベースコンクリートは、300サイクル時においても相対動弾性係数は、95%以上あった。HSCでは、凍結融解試験開始後相対動弾性係数が13サイクルで93%程度まで低下したが、その後低下傾向は治まり、300サイクル時において相対動弾性係数は85%であった。

4. まとめ

フライアッシュを外割り混入し、促進タイプのAE減水剤を使用した超流動化コンクリート(HSC)は、圧縮強度、乾燥収縮、クリープにおいて、セルロース系分離抵抗混和剤を添加したコンクリートの硬化後の物性に改善が見られ、ベースコンクリートとほぼ同等の効果が確認できた。また、凍結融解抵抗性においても、若干低い結果となったが 300サイクル時において85%確保できた。これらの試験結果より、セルロース系分離抵抗混和剤を添加したHSCにおいて乾燥収縮、凍結融解等を受ける気中構造物への適用の目安が得られた。

<参考文献>

1) 大橋, 西岡: 分離抵抗混和剤を用いた超流動化コンクリートの性状、土木学会第43回年講

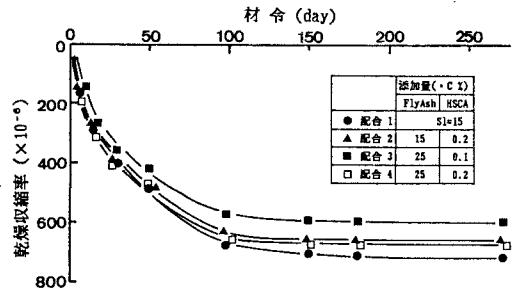


図2 乾燥収縮試験結果

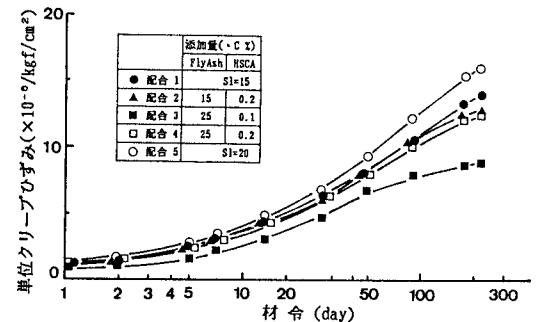


図3 クリープ試験結果

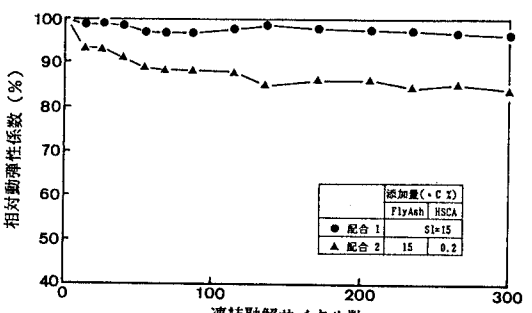


図4 凍結融解試験結果

表2 気泡組織測定結果

	添加量 (・C%)		個数	空気量	平均直径	気泡間隔係数
	FlyAsh	HSCA	(ヶ)	(%)	(μm)	(μm)
配合 1	Base	SI=15	17,107	4.5	70.1	341
配合 2	15	0.2	24,717	4.7	53.1	289