

V-537

増粘剤を用いた高流動コンクリートの硬化性状に関する一考察

東洋建設(株)鳴尾研究所 正員 松本 典人 正員 佐野 清史
京都大学工学部 正員 宮川 豊章 正員 藤井 學

1. はじめに

高流動コンクリートは、締固めを必要としない充填性に優れたコンクリートとして研究開発が盛んに行われ、実施工への適用も報告されている。しかし、硬化後の耐久性、とりわけ塩化物イオン浸透抵抗性に関する検討は、未だ十分な報告がなされていない。本研究は、増粘剤を用いた高流動コンクリートに着目し、フレッシュ性状が異なる増粘剤を用いた3種類の高流動コンクリートおよび普通コンクリートについて、W/Cを一定にする配合条件での強度特性や塩化物イオン浸透抵抗性について調べたものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料およびコンクリートの配合

表-1 使用材料

使用材料およびコンクリート配合をそれぞれ表-1、表-2に示す。W/C一定の条件で、高流動1および2はスランプフロー(sf)=65~70cmで増粘剤添加率が異なるケース。高流動3はsf=55~60cmとして高流動1に比べて単位水量が少ないケースとした。普通コンクリートは、高流動3と同じ単位水量である。空気量は凍結融解抵抗性を考慮して、 $4.5 \pm 1.0\%$ に設定しAE助剤で調整した。また、高流動コンクリートについては間隙通過性の面から単位粗骨材量を 320 kg/m^3 で一定とした[1]。

セメント	高炉セメントB種 比重:3.04 比表面積:3890 cm^2/g	
粗骨材	兵庫県男鹿産：砕石2005 最大寸法:20 mm 比重:2.63 F.M. 6.65	
細骨材 (混合率) 海砂:砕砂 = 7:3	海砂	岡山県堅場島産：海砂 比重:2.57 吸水率:1.52 % F.M. 2.46
	砕砂	兵庫県男鹿産：海砂 比重:2.51 吸水率:1.97 % F.M. 3.00
増粘剤	低界面活性型水溶性セルロースエーテル 2%水溶液粘度 10,000cp	
高性能AE減水剤	ホリカルボン酸エーテル系と架橋ホリカルボン酸化合物	
AE助剤	変性アルキルカルボン酸化合物	

2.2 評価項目

表-2 コンクリート配合

(1) 細孔径分布

試料は、材齢28日まで水中養生を行った $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ 供試体から1片約5mmの立方体を切り出し[2]、この試料を真空デシケータ内で48時間以上真空乾燥を

	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)				増粘剤 W×%	高性能AE 減水剤 C×%	AE助剤 C×%
			W	C	S	G			
高流動1	49	51.1	180	367	855	842	0.25	3.00	0.0150
高流動2	49	51.1	180	367	855	842	0.15	2.00	0.0045
高流動3	49	52.3	170	347	898	842	0.25	3.00	0.0060
普通コン	49	45.0	170	347	773	970	—	0.50	0.0060

行った。細孔径分布の測定は、水銀圧入式ポロシティメータで行った。

(2) 塩化物イオンの浸透性

塩化物イオン浸透性試験は、1週間の水中養生のち2週間の気中養生を行った $10 \times 10 \times 20 \text{ cm}$ の角柱供試体を用いた。2側面での塩化物イオンの浸透性を調査するために、それ以外の面をエポキシ樹脂でコーティングし、 20°C 恒温室内で塩分濃度3%(Cl⁻換算)の人工海水に長軸方向に約2/3浸漬した。塩分濃度の測定は、浸漬期間1、3カ月で30mmまで深さ10mmごとに試料を採取し、JCI-SC4「硬化コンクリート中に含まれる塩分の分析方法」に準じた電位差滴定法を用いて行った。

3. 実験結果

3.1 コンクリートの基本特性

本実験で用いたコンクリートのフレッシュ時の性質および標準養生、材齢4週の圧縮強度を表-3に示す。高流動2は目視観察による分離傾向は認められなかったものの、増粘剤添加量が少ないため粘性が若干低下しブリーディングが若干生じた。圧縮強度は、W/Cが一定にもかかわらず10MPa程度のばらつきがあった。これは、SP添加量の違いによりセメントの分散作用が異なること[3]が一因であるものと考えられる。

3.2 細孔径分布

水銀圧入法による測定結果（標準養生・材齢28日）から得られた細孔径分布を図-1に示す。増粘剤系高流動コンクリートと普通コンクリートを比較すると、積算空隙量はいずれのケースでも0.04cc/g前後で顕著な差は認められなかった。これは、 W/C が一定であるためと考えられる。ただし、20nm付近のピーク値に相違が認められ、強度特性やイオン透過性に影響を与えると考えられる空隙径50nm～2μm[4]までの積算空隙量の総空隙量に対する比率（空隙率）は、高流動1、2、4ではほぼ同等、高流動3が若干少ない、等の結果が得られた。したがって、増粘剤による影響は少ないと考えられ、単位セメント量、SP添加量、単位骨材量、単位水量等の配合の相違が主因と考えられるが、この点に関しては今後の検討が必要であろう。図-2に50nm～2μmの空隙率と圧縮強度の関係を示す。増粘剤系高流動コンクリートについても圧縮強度は、50nm～2μmの空隙とよい相関を示している。

3.3 塩化物イオン浸透性

浸漬期間1、3ヵ月における全塩分量の測定結果を図-3に示す。表層部（0～10mm）全塩分量は、普通コンクリートと比較して材齢1ヵ月で若干塩化物イオン量は多いが、材齢3ヵ月では高流動1、2ではほぼ同等、高流動3が若干少ない傾向を示した。これは、高流動3は空隙径50nm～2μmが他のケースに比べて少ないことが影響していると考えられる。図-4に50nm～2μmの空隙率と塩化物イオン量の関係を示す。材齢3ヵ月では相関が見られる。

4. まとめ 本実験の範囲内では、増粘剤系高流動コンクリートは、増粘剤添加量の相違による

顕著な差異は見られなかった。また、 W/C が同一の普通コンクリートと比べて、ほぼ同等の強度発現性、塩化物イオン浸透抵抗性を発揮した。しかし、今後この点の解明にはより長期的な検討が必要と考えられる。

参考文献

- 1) 多田和樹、末岡英二、佐野清史、福手勲：増粘剤を用いた省力化施工コンクリートの配合諸要素に関する一考察、平成5年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集、1993、V-29-1-2
- 2) 超流動コンクリート研究委員会報告書(Ⅰ)、日本コンクリート工学協会、1994、pp216-221
- 3) 高性能AE減水剤を用いたコンクリートの施工指針(案)、土木学会、pp58-60、pp73-74
- 4) わかりやすいセメント科学、セメント協会、1993、pp85-96

表-3 基本特性

	スラブフロー (cm)	50cm到達時間 (sec)	空気量 (%)	Vロート 流下時間 (sec)	ブリーディング率 (%)	圧縮強度 (MPa)
高流動1	67.0	9	4.6	13	0.00	46
高流動2	68.0	6	4.1	10	0.70	43
高流動3	59.0	22	5.4	24	0.00	50
普通コン	8.7 ¹⁾	—	5.0	—	2.43	42

1) 普通コンはスラブ値

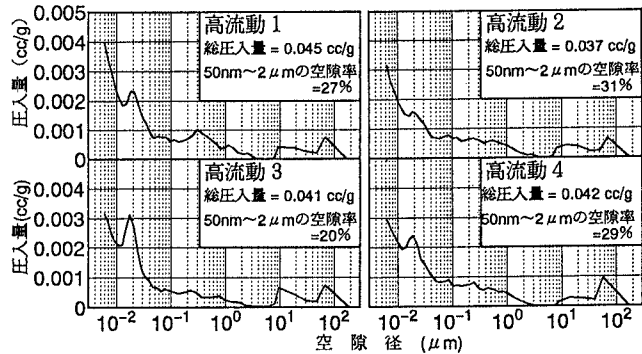


図-1 細孔径分布

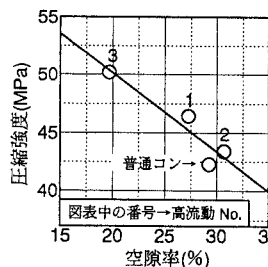


図-2 50nm～2μm空隙率と強度の関係

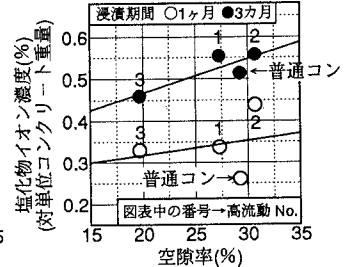


図-4 50nm～2μm空隙率とCl⁻の関係

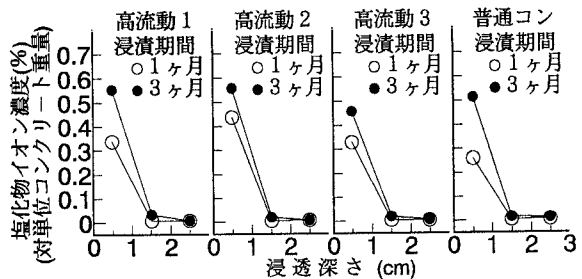


図-3 塩化物イオン濃度