

V-361

増粘剤系高流動コンクリートの耐凍害性に関する一考察

東洋建設鳴尾研究所 正会員 松本 典人 正会員 佐野 清史
 京都大学工学部 正会員 宮川 豊章 正会員 藤井 學

1. 実験目的

増粘剤系高流動コンクリートは、安定した耐凍害性を確保するために、普通コンクリートに比べて練上がり時の空気量を1%程度増加し、気泡間隔係数を210 μ m以下にする必要があると言われている¹⁾が、硬化コンクリート中の気泡組織と関連づけた報告は少ない。本研究は、セルローズ系の増粘剤を用いた高流動コンクリートの耐凍害性について、水セメント比を一定とした配合条件で調べた硬化コンクリート中の気泡組織や細孔構造の面から検討したものである。

2. 実験概要

表1 使用材料

セメント	高炉セメントB種 比重:3.04 比表面積:3780 cm ² /g	
粗骨材	兵庫県鹿産 最大寸法:20 mm 比重:2.63 F.M.:6.45	
細骨材 (混合率) 海砂:砕砂 = 7:3	海砂	岡山県堅場島産 比重:2.54 吸水率:1.36% F.M.:2.65
	砕砂	兵庫県鹿産 比重:2.52 吸水率:1.83% F.M.:3.17
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 と架橋ホリマ-複合	
AE助剤	変性アルキルカルボン酸化合物	

同一のW/Cで単位水量を高流動4と同じにし、スランプが8 $\pm$ 2cm、空気量が4.5 $\pm$ 1.5%とした。

表2 コンクリート配合およびフレッシュコンクリートの性状

	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				増粘剤 W $\times$ %	高性能AE 減水剤 C $\times$ %	AE助剤 C $\times$ %	フレッシュコンクリートの性状	
			W	C	S	G				スランプフロー-(cm)	空気量(%)
高流動1	49	49.8	190	388	803	842	0.25	2.00	0.0030	68.0	4.5
高流動2	49	51.1	180	367	846	842	0.25	3.00	0.0039	68.0	3.6
高流動3	49	51.1	180	367	846	842	0.15	2.00	0.0030	66.0	5.5
高流動4	49	52.3	170	347	890	842	0.25	3.00	0.0045	60.0	4.7
普通	49	45.0	170	347	765	970	—	0.50	0.0036	6.9 ^{*)}	5.1

*)スランプ

2.2 実験項目

(1) 硬化コンクリート中の空気量と気泡間隔係数 材齢3ヶ月まで標準養生を行った ϕ 10 $\times$ 20cm供試体の中央部から ϕ 10 $\times$ 3cmの試料を切り出し、切断面を研磨した後、気泡に蛍光剤を充填し、画像解析による面積比法を用いて硬化コンクリート中の気泡径約25 μ m $\sim$ 1500 μ mの空気量および気泡間隔係数の測定を行った。

(2) 凍結融解抵抗性 高流動1、2、4について、「JIS A 6204 付属書2」（水中凍結融解法）に準じて凍結融解試験を行った。

(3) 細孔径分布 試料は、フレッシュコンクリートからウェットスクリーニングにより採取したモルタルを用いて作成した ϕ 10 $\times$ 20cm供試体を材齢4週まで標準養生した後、約1cm角の立方体に切断したモルタルを使用した。試料採取後、2週間程度真空デシケータ内で静置し、前処理を行った。細孔径分布の測定は、水銀圧入法を用いて行った。

3. 実験結果

3.1 空気量と気泡間隔係数

図1に硬化空気量とフレッシュ空気量の関係を示す。増粘剤系高流動コンクリートは、普通コンクリートと同様に硬化空気量がフレッシュ空気量に比べて若干小さくなっている。図2、図3にそれぞれ気泡間隔係数および気泡分布の測定結果を示す。

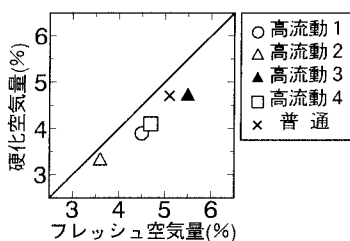


図1 フレッシュ空気量と硬化空気量の関係

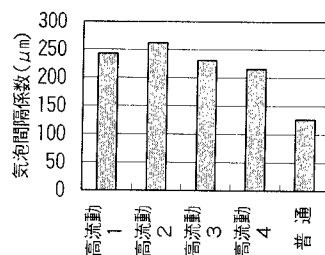


図2 気泡間隔係数

増粘剤系高流動コンクリートは、普通コンクリートに比べて気泡間隔係数が大きく、気泡径が約100μm以上の比較的大きな径の気泡が多い。これは、増粘剤添加により比較的大きな径の空気が連行されたためと考えられる。また、増粘剤系高流動コンクリートは、耐凍害性を確保するにはフレッシュ空気量が5%程度以上、気泡間隔係数210μm程度以下とする必要があるとの報告がある¹⁾が、本実験では、気泡間隔係数が215~262μmと大きくなった。なお、増粘剤添加量および単位水量の相違が硬化空気量、気泡間隔係数に与える影響は顕著には現れなかった。

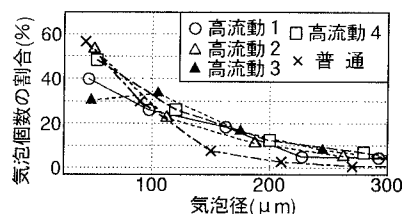


図3 気泡分布

3.2 凍結融解抵抗性 高流動1、2、4の凍結融解抵抗性試験結果を図4に示す。凍結融解300サイクル終了時点で、高流動2が高流動1、4に比べて相対動弾性係数が小さくなった。これは、高流動2のフレッシュ空気量(=3.6%)が小さく、気泡間隔係数(=262μm)が大きいことが主たる原因と考えられる。しかし、いずれのコンクリートも相対動弾性係数が90%以上となり、耐凍害性は比較的良好と考えられた。

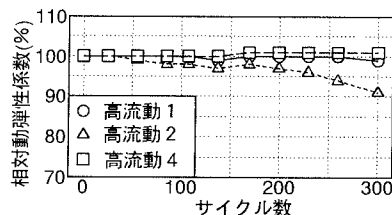


図4 凍結融解抵抗性試験結果

3.3 細孔径分布 配合によって単位ペースト容積が異なることから、モルタルの単位ペースト量当たりの細孔径分布として整理した結果を図5に示す。増粘剤系高流動コンクリートは、普通コンクリートに比べて耐凍害性に影響を与えると考えられている細孔径6nm~20nm(細孔量増加→耐凍害性向上)²⁾の細孔量が多く、細孔径100nm~2μm(細孔量増加→耐凍害性低下)²⁾の細孔量がほぼ同等か少なくなった。特に、高流動2はその傾向が顕著であり耐凍害性が確保された要因の一つであると考えられるが、この点については今後の検討が必要と考えられる。細孔構造の相違については、単位骨材量等が異なることによるものと考えられる。

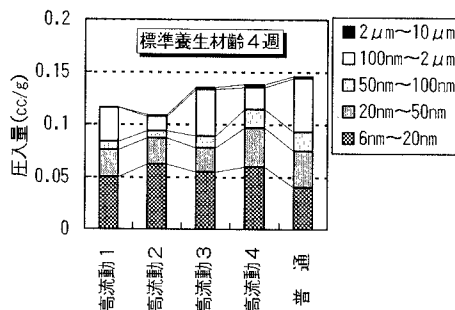


図5 モルタルの細孔径分布測定結果

4. まとめ

本実験の範囲では、増粘剤系高流動コンクリートは、普通コンクリートに比べて気泡間隔係数は大きくなるものの、通常の空気量の範囲内であれば比較的良好な耐凍害性が確保されることが確認できた。

参考文献

- 1) 山川勉・捧剛明・早川和良・鮎田耕一：分離低減剤を用いた高流動コンクリートの耐凍害性に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集、vol. 15、No. 1、pp155-160、1993
- 2) 大門正機他：わかりやすいセメント科学、pp102、1993