

V-62

高強度性を有する超流動コンクリートの配合選定実験

大成建設（株）正会員 新藤 竹文

同 上 大友 健

同 上 横田 和直

同 上 坂本 淳

1. はじめに

近年、大深度連続地中壁は埋立て人工島や地下タンクなどの大型構造物への適用が多くみられ、このような用途においては大型化および過密配筋化の傾向にある。このため、今後の連続地中壁コンクリートには、充填性の観点から高い流動性や分離抵抗性、ならびに経済性や品質の観点から高強度性（設計基準強度：550kgf/cm²以上）や低発熱性が必要とされていくものと考えられる。

前者については気中コンクリート構造物を対象とした超流動コンクリートが既に研究・開発されているが〔1〕、これを上記の連続地中壁コンクリートへ適用させるには、高強度性を付与した配合の検討を行う必要がある。

そこで本研究では、上記の性能を満足する超流動コンクリートの配合を選定することを目的に、高性能(AE)減水剤の種類、および結合材の組合せを配合要因としてフレッシュな状態における変形性、分離抵抗性、および充填性について検討するとともに、発熱特性や強度発現特性についても検討を行った。

2. 実験概要

2. 1 配合選定条件および試験方法

配合選定条件を表-1に示す。これらの条件の内、フレッシュな状態における特性の目標値についてはこれまでの実績値などを参考に設定し、その評価手法については既報で報告した方法に準じた〔2〕。なお、強度試験に用いた供試体は締固めを行わずに採取し、20℃水中養生した後、JISに定められた方法に準拠して試験を行った。

また、断熱温度上昇試験は空気循環式の試験機を用いて行った。

2. 2 使用材料および検討配合

検討を行った配合を表-2に、使用材料の種類・特性を表-3に示す。なお、水結合材比、結合材の総使用量および組合せ等については、予備実験の結果を参考に定めた。また、分離低減剤として多糖類の天然高分子を使用した。

表-1 配合選定条件

項 目	目 標 値	備 考
スランプフロー	68±5cm	—
50cmフロー到達時間	3～8 秒	スランプフロー試験における50cmフロー到達時間
空 気 量	4±1%	—
充 填 性	充填高さ30cm以上	U型充填性試験における評価値
配合強度	$\sigma_{g1}=830\text{kgf/cm}^2$	設計基準強度は $\sigma_{g1}=600\text{kgf/cm}^2$

表-2 検 討 配 合

配合	W/P (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m³)										
			水 W	結 合 材 P					S	G	混 和 剤		
				OB	CP	LP	OP	FA			SP1	SP2	分離 低減剤
A-1	30	45	165	350	—	—	200	—	708	909	13.8	—	0.5
A-2											—	11.0	
B-1	28	42	168	—	100	—	400	100	640	927	13.2	—	0.5
B-2											—	11.4	
C-1	30	45	165	—	—	500	—	50	717	921	12.1	—	0.5
C-2											—	10.5	

表-3 使用材料の種類および特性

種 類	記 号	名 称	比 重	特 性 ・ 主 成 分
結合材	O B F	三成分系混合セメント	2.86	普通ポルトランドセメント(35%) 高炉スラグ(45%) フライアッシュ(20%) 比表面積 3,750cm ² /g
	C P	粗粉ポルトランドセメント	3.16	比表面積 600cm ² /g
	L P	低熱ポルトランドセメント	3.22	C ₃ S(35%) C ₂ S(46%) C ₃ A(3%) 比表面積 3,390cm ² /g
	O P	普通ポルトランドセメント	3.16	比表面積 3,270cm ² /g
	F A	フライアッシュ	2.26	比表面積 3,020cm ² /g
細骨材	S	木更津産陸砂	2.58	FM 2.55 実積率 66.1%
粗骨材	G	八戸産石灰石碎石	2.71	FM 6.49 実積率 65.9% G _{max} =20mm
混和剤	S P 1	高性能減水剤	1.20	ナフタルスルホン酸・ホルマリン高縮合物塩
	S P 2	高性能 A E 減水剤	1.05	ポリカルボキシル酸エーテル系と架橋ポリマーの複合体

3. 実験結果および考察

3. 1 フレッシュな状態における特性

スランブフロー試験、充填性試験、および分離抵抗性試験の結果を表-4、図-1に示す。変形性および充填性に関しては全ての配合について目標とした性能が得られたが、50cmフロー到達時間で評価した変形速度はナフタリン系の高性能減水剤を使用した場合に遅くなる傾向がみられた。また、モルタルの見掛けの粘度についてもナフタリン系の場合には粘度が高くなる傾向がみられたが、これらの結果は各混和剤の結合材に対する分散機構の違いに因るものと考えられる。

3. 2 圧縮強度特性

圧縮強度試験の結果を表-4に示す。結合材の組合せで比較すると、普通ポルトランドセメントを主体とした配合A-1,2, B-1,2は初期の強度発現が大きく、セメント中の C_2S 比率を大きくした低熱ポルトランドセメントを主体とした配合C-1,2は強度の増進は緩やかであるが、長期の強度増進が認められる。また、高性能(AE)減水剤の種類に着目すると、同じ結合材を使用した配合でもポリカルボン酸エーテル系の高性能AE減水剤を使用した方が、高強度となっている。この結果から、高性能(AE)減水剤の作用機構の違いがフレッシュな状態のみならず、結合材の水和反応にも何等かの影響を与えているものと考えられる。

3. 3 発熱特性

ポリカルボン酸エーテル系の高性能AE減水剤を使用した配合A～C-2について行った、断熱温度上昇試験結果を図-2に示す。普通ポルトランドセメントを主体とした初期の強度発現が大きい配合A-2, B-2に比べ、強度の増進が緩やかな低熱ポルトランドセメントを主体とした配合C-2は、最高温度上昇量が小さく、また、発熱速度も緩やかであることが確認された。

4. まとめ

以上の実験結果から、本実験で設定した結合材の全ての組合せに対してポリカルボン酸エーテル系の高性能AE減水剤を使用することにより、フレッシュな状態における特性、および硬化後の強度特性に関する本実験の配合選定条件を満足できることが確認された。

[参考文献]

- [1] 新藤ら：超流動コンクリート「ビオクリート21」の開発，大成建設技術研究所報，No.24，1991，pp.357～368
- [2] 坂本ら：超流動コンクリートのワーカビリティ評価手法に関する研究，コンクリートの製造システムに関するシンポジウム論文集，1992，PP.55～60

表-4 スランブフロー試験・充填性試験・圧縮強度試験結果

配合	スランブフロー (cm)	50cmフロー 到達時間 (sec)	充填高さ (cm)	圧縮強度(kgf/cm ²)			
				σ_7	σ_{28}	σ_{56}	σ_{91}
A-1	67.5	6.1	36.5	448	717	799	844
A-2	72.5	3.3	37.0	582	837	878	933
B-1	71.5	5.8	36.7	477	624	723	797
B-2	72.5	4.0	37.0	564	721	804	850
C-1	70.5	7.1	35.8	338	567	668	793
C-2	69.0	4.0	37.0	405	694	785	885

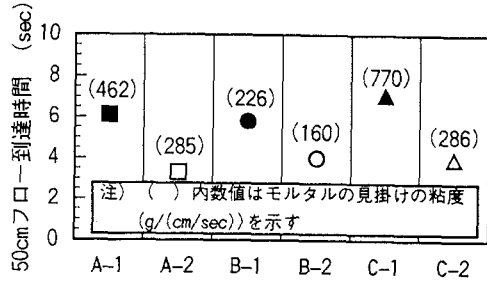


図-1 50cmフロー到達時間および見掛けの粘度測定結果

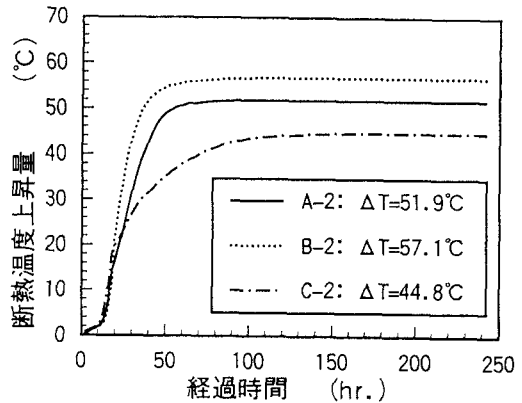


図-2 断熱温度上昇試験結果