

ノンブリーディングに向けた低粉体量高流動コンクリートの配合検討

鉄建建設(株) ○正会員 福岡 瑛莉奈 正会員 岩城 圭介
正会員 西脇 敬一 正会員 山川 勉

1. はじめに

鉄道高架橋およびラーメン式橋台の柱部材に用いる高流動コンクリートでは、ノンブリーディングが規定される場合¹⁾があり、これを実現するため比較的高粉体量の高流動コンクリートが用いられている。また、高流動コンクリートが主に適用されるCFTでは、ブリーディング量として $0.1\text{cm}^3/\text{cm}^2$ 以下に規定されている

2). さらに近年では、高性能AE減水剤増粘剤一液タイプを使用した低粉体量の高流動コンクリートが一般化されつつある。本研究では、高性能AE減水剤増粘剤一液タイプを用いた低粉体量高流動コンクリートの適用拡大に向けてノンブリーディングを目的とした配合検討を行った。

2. 試験概要

試験項目および目標値を表-1に、使用材料を表-2に、試験配合を表-3に示す。本検討では自己充填性ランク2に相当する高流動コンクリートを目標とした。

またノンブリーディングとして、ブリーディング率0.00%以下、ブリーディング量 $0.00\text{ cm}^3/\text{cm}^2$ 以下を目標とした。

高性能AE減水剤増粘剤一液タイプは、SP2とSP3の2種類を使用して比較検討した。なお、SP3はSP2に比較して増粘作用が大きいものとされている。試験配合は粉体量を $506\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $411\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $348\text{kg}/\text{m}^3$ の3水準として、ブリーディング低減に向けて単位水量、細骨材率、混和剤使用量の調整を適宜行った。

3. 試験結果

(1) 結果概要

試験結果を表-4に示す。いずれの試験ケースもブリーディング量は $0.1\text{ cm}^3/\text{cm}^2$ 以下であり、CFTの要求性能

表-1 試験項目および目標値

試験項目	試験方法	目標値
スランブフロー	JIS A 1150	$65 \pm 5\text{ cm}$
50cmフロー到達時間		3~15秒
空気量	JIS A 1128	$4.5 \pm 1.5\%$
U形充填高さ(障害R2)	JSCE-F 511-2021	300mm以上
ブリーディング率/量	JCI-S-015-2018	0.00%以下 $0.00\text{ cm}^3/\text{cm}^2$ 以下
気泡間隔係数(参考)	ASTM C457 準拠 リニアトラバース法	250μm程度以下

表-2 使用材料

材料	記号	種類および物性他
セメント	C	普通ポルトランドセメント、密度 $3.16\text{ g}/\text{cm}^3$
細骨材	S	陸砂、表乾密度 $2.57\text{ g}/\text{cm}^3$
粗骨材	G	砕石 2005、表乾密度 $2.71\text{ g}/\text{cm}^3$
化学混和剤	SP1	高性能AE減水剤、ポリカルボン酸コポリマー
	SP2	高性能AE減水剤増粘剤一液タイプ、ポリカルボン酸コポリマーと特殊増粘剤
	SP3	高性能AE減水剤増粘剤一液タイプ、ポリカルボン酸系化合物と特殊増粘剤
	VMA	粉末増粘剤、セルロースエーテル系

表-3 試験配合

試験ケース	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)		化学混和剤種類・使用量		
		W	C	SP		VMA
506	49.2/49.6	170/175	506	SP1	適宜	0
411	51.9~54.9	160~170	411	SP2/SP3	適宜	0/適宜
348	46.7~53.3	170/180	348	SP2/SP3	適宜	0/適宜

表-4 試験結果

試験 ケース	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)		化学混和剤			スランブ フロー （cm）	50cm 到達 時間 （s）	空気 量 （%）	U形 充填 高さ （mm）	ブリーディング		気泡 間隔 係数 （μm）	
		SP 種類	SP （C×%）	VMA （kg/m ³ ）	率 （%）	量 （cm ³ /cm ² ）								
											W	C		
506-1	49.2	175	506	SP1	1.35	-	62.0	4.2	4.7	354	0.00	0.00	209	
506-2	49.6	170			1.45	-	63.5	4.5	5.1	350	0.00	0.00	-	
411-1	51.9	170			1.75	-	64.5	3.6	3.7	348	0.32	0.01	-	
411-2	52.3	165	411	SP2	1.95	-	65.5	4.9	3.5	358	0.19	0.01	-	
411-3	54.5				2.05	-	55.5	6.6	4.9	-	-	-	-	-
411-4					2.30	-	63.0	4.5	4.6	349	0.06	0.00	269	
411-5					2.45	0.025	60.5	5.7	4.2	349	0.00	0.00	242	
411-6					2.55	0.050	61.0	6.7	4.0	354	0.00	0.00	274	
411-7	52.6	2.10			-	59.5	7.5	5.1	-	-	-	-	-	
411-8		2.30			-	65.0	5.3	4.8	354	0.07	0.00	-		
411-9		54.9			2.35	-	57.5	8.5	5.0	-	-	-	-	-
411-10	2.50				-	59.0	7.5	5.2	348	0.07	0.00	-		
411-11	51.9				170	SP3	1.75	-	42.0	15.8	3.1	-	-	-
411-12		2.15	-	50.0			8.3	2.3	-	0.13	0.01	-		
348-1	48.9	170	348	SP2	1.80	-	64.0	3.3	3.1	352	1.14	0.05	377	
348-2					2.00	0.025	61.5	3.1	4.8	345	0.59	0.02	260	
348-3					2.10	0.050	60.0	3.8	5.2	346	0.39	0.02	250	
348-4					2.40	0.100	63.5	6.8	3.9	350	0.63	0.03	-	
348-5	53.3	180		1.80	-	56.0	3.1	4.7	327	0.36	0.02	-		
348-6				2.30	-	60.0	4.9	4.4	343	0.74	0.03	-		
348-7	52.6	170		SP3	3.00	-	59.5	3.8	2.9	342	1.26	0.06	-	
348-8	46.7				2.50	-	57.5	5.2	3.8	344	0.82	0.04	-	
348-9	48.9				2.50	-	52.5	4.1	4.9	328	0.49	0.02	-	
348-10					3.00	-	55.0	6.1	3.2	331	0.98	0.04	-	
348-11					2.50	-	43.0	-	2.6	-	-	-	-	-
348-12	53.3				3.00	-	46.0	-	4.2	-	0.22	0.01	-	

キーワード：ノンブリーディング、低粉体量高流動コンクリート、高性能AE減水剤増粘剤一液タイプ、増粘剤
連絡先：〒286-0825 千葉県成田市新泉9-1 鉄建建設 建設技術総合センター TEL 0476-36-2355

を満足することが確認された。しかし、ブリーディング率は配合要因により大きく変化した。また、気泡間隔係数はVMAの使用量による影響が見られないこと、および概ね凍結融解抵抗性を確保できることが示された。

(2) SP使用量とスランプフローの関係

SP使用量とスランプフローの関係（VMAなし）を図-1に示す。SP1では使用量が比較的少ない範囲で、スランプフローが60cm以上であった。SP2は使用量がSP1と比較して多いが、スランプフロー60cm以上に調整可能であった。SP3は使用量をカタログ記載の上限値（ $C \times 3.0\%$ ）においてもスランプフロー60cm以下であり、使用量によるスランプフローの調整が難しかった。

(3) スランプフローとブリーディング率の関係

スランプフローとブリーディング率の関係（VMAなし）を図-2に示す。C506 SP1はスランプフローが60cm以上かつノンブリーディングであった。また、C411 SP2もスランプフローは60cm以上かつブリーディング率が小さい結果であった。一方、C348はSP2、SP3ともにスランプフローの増加に伴いブリーディング率が増加する傾向であり、特にSP3はスランプフローが小さいにも関わらずブリーディング率が大きい結果であった。

(4) VMA使用量とブリーディング率の関係

C411 W165 s/a54.5 SP2とC348 W170 s/a48.2 SP2の2ケースについては増粘剤を添加するとともにSP使用量の調整を行った。VMA使用量とブリーディング率の関係を図-3に示す。C411 SP2は 0.025kg/m^3 のVMAでブリーディング率が0.00%になった。一方、C348 SP2はVMA使用量の増加に伴い 0.050kg/m^3 までブリーディング率を低減することができた。しかし、VMA使用量をさらに増加した場合にはSP2も増量したためにブリーディング率が増加した。

4. 結論

本研究では低粉体量高流動コンクリートでノンブリーディングを目的として、高性能AE減水剤増粘剤一液タイプと粉末増粘剤を併用する配合検討を行った。得られた知見を以下に示す。

- 1) いずれのケースも高性能AE減水剤増粘剤一液タイプを使用することでブリーディング量は $0.1\text{ cm}^3/\text{cm}^2$ 以下が可能であった。
- 2) 本検討の範囲では、SP3の使用量調整による60cm以上のスランプフローの調整が困難であった。
- 3) 増粘剤を併用することで、C411 SP2はノンブリーディングを可能とした配合検討を見いだせた。また、C348 SP2では0.4%までのブリーディング率の低減が可能であった。

以上より、高性能AE減水剤増粘剤一液タイプを用いた高流動コンクリートでは、その用途と目標性能に応じた混和剤種類の選定が重要であった。

【参考文献】

- 1) 東日本旅客鉄道株式会社 建設工事事部 設備部：土木工事標準仕様書，2016.9
- 2) 一般社団法人 新都市ハウジング協会：コンクリート充填鋼管(CFT)造技術基準・同解説の運用及び計算例等，2015.7

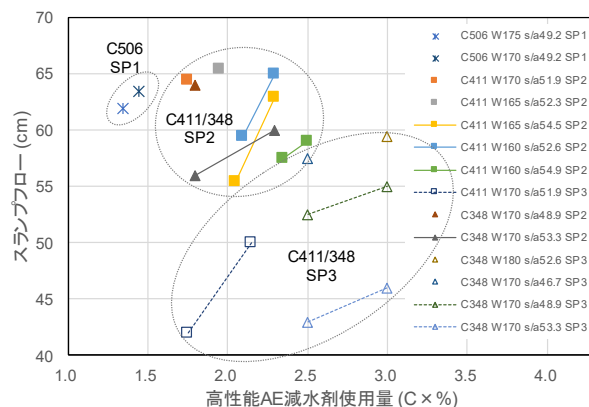


図-1 SP使用量とスランプフローの関係

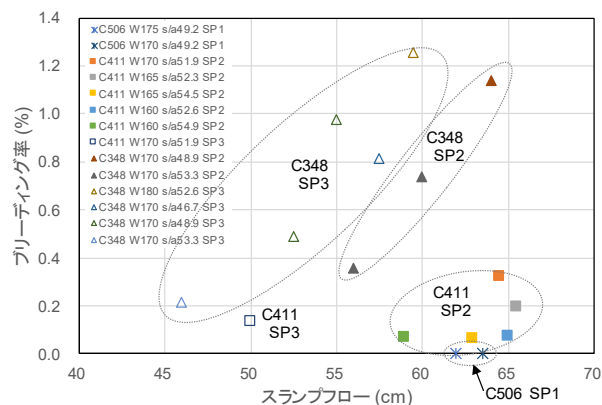


図-2 スランプフローとブリーディング率の関係

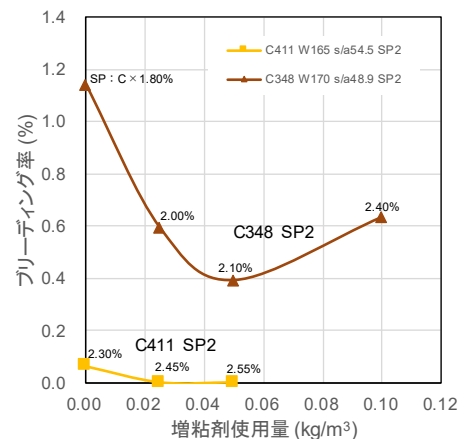


図-3 VMA使用量とブリーディング率の関係