

単位セメント量が少ないコンクリートのワーカビリティーに関する留意点

大林組技術研究所 正会員 ○近松 竜一

大林組技術研究所 正会員 桜井 邦昭

1. まえがき

土木構造物では、スランプ 8cm、設計基準強度 24N/mm² 程度以下のコンクリートが多く用いられている。これらのコンクリートの単位セメント量は、使用骨材の品質により異なるが約 300kg/m³ 以下が大半を占めている。

配合設計に際して、所要の性能を確保することを前提に単位セメント量を少なくすることは、経済性の観点からだけでなく、セメントの水和に起因する温度収縮や自己収縮によるひび割れ発生リスクを低減するうえでも望ましい。一方、単位セメント量が極度に少なくなるとポンプ圧送時の閉塞や打込み時の材料分離、締固め不足による充てん不良、などが生じる可能性も大きくなる。このため、土木学会コンクリート標準示方書では、ポンプ圧送性や充てん性を確保するために、単位セメント量は粗骨材の最大寸法が 20～25mm の場合には少なくとも 270kg/m³ 以上、より望ましくは 300kg/m³ 以上とするのがよいとされている¹⁾。

最近では、良質な骨材が枯渇し、単位水量が増大する傾向にある。骨材の品質は、ワーカビリティーの良否を左右し、その影響度はセメント量が少ない配合ほど大きいと考えられる。そこで、本稿では各種の細骨材を用い、単位セメント量が 270kg/m³ 以下の配合を対象に、プラスチック特性やブリーディング特性について試験し、ワーカビリティーに関する留意点について考察した。

2. 実験概要

実験に用いたコンクリートの配合と各種品質試験の一覧を表-1 に示す。

セメントは、普通ポルトランドセメント (N) (密度 3.16g/cm³、ブレーン値 3330cm²/g) および低熱ポルトランドセメント (L) (密度 3.22g/cm³、ブレーン値 3400cm²/g) を用い、混和材として石灰石微粉末 (LF) (密度 2.71g/cm³、比表面積 4500cm²/g) を使用した。

細骨材は、海砂 (密度 2.59g/cm³、吸水率 1.49%、粗粒率 2.33) と砕砂 (密度 2.65g/cm³、吸水率 1.39%、粗粒率 2.57) を 80 : 20 (質量比) で用いた混合砂および陸砂 (密度 2.64g/cm³、吸水率 1.35%、粗粒率 2.98) の 2 水準とし、粗骨材は碎石 (最大寸法 20mm、密度 2.65g/cm³、吸水率 0.76%、粗粒率 6.61、実積率 58.6%) を用いた。

混和剤は、A E 減水剤の標準型を使用し、一部の配合については、高機能タイプを用いた。

単位セメント量は、基本的には 270kg/m³ の一定とし、目標スランプ 8cm が確保されるようにコンクリートの単位水量を調整した。

練混ぜは二軸強制練りミキサ (容量 60 L) を使用した。練混ぜ量は 40 L/バッチとし、骨材、セメントを投入後 10 秒空練りした後、混和剤を溶解させた水を投入し 60 秒間練り混ぜた。練り後コンクリートを 5 分間静置し、練り舟上で切り返した後、各種の試験を実施した。

表-1 コンクリートの配合および各種品質試験結果

No	使用材料		W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)							フレッシュコンクリートの品質						特記事項
	細骨材	粉体			水	セメント	石灰石 微粉末	細骨材	粗骨材	AE減水剤		スランプ	空気量	C.T.	加圧ブリーディ ング率 (%)		ブリーディ ング率	
										WR	HWR				60秒	最終		
1	混合砂	N	59.3	43.0	160	270	—	788	1064	0.54	—	7.5	5.3	20.1	26.8	36.1	6.2	
2		L	59.3	43.0	160	270	—	790	1067	0.54		7.5	4.6	19.5	24.6	34.4	5.6	
3		N+LF	59.3	43.0	160	270	30	776	1048	0.60		8.0	5.1	20.1	24.7	37.9	3.9	
4-1	陸砂	L	<57.0>	43.0	<154>	270	—	<815>	1092	0.54	—	10.5	5.0	18.7	28.1	36.1	4.4	S表面水率 実測 -1%換算
4-2			54.8		148			821				8.0	4.7	19.0	27.0	36.5	4.3	
4-3			<52.5>		<142>			<827>				6.5	4.6	18.2	21.5	26.7	3.4	S表面水率 実測 -1%換算
5		L	55.0	43.0	143	260	—	830	1105	—	2.60	10.5	5.6	17.7	21.3	29.9	2.7	

キーワード 単位セメント量, ワーカビリティー, ポンプ圧送性, 材料分離, ブリーディング

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 大林組技術研究所 Tel 0424-95-1012



[配合 No. 1]

[配合 No. 3]

[配合 No. 4-1]

[配合 No. 4-2]

[配合 No. 4-3]

[配合 No. 5]

写真-1 各種コンクリートのスランプ試験状況

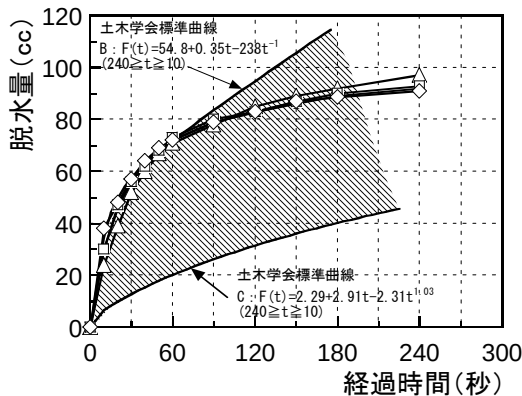


図-1 加圧ブリーディング試験結果

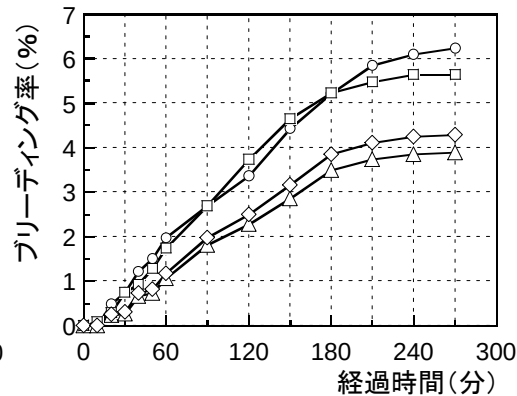


図-2 ブリーディング試験結果

凡例	セメントの種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³)		
				W	C	LF
○	N	59.3	43.0	160	270	-
□	L					
△	N+LF					30
◇	L	54.8	43.0	148	270	-

3. 実験結果および考察

3.1 スランプ試験によるプラスティシティーの確認

スランプ試験状況を写真-1に示す。混合砂を用いた単位水量が多い配合 (No.1, No.2) は、いずれも荒々しく、がさついた状態であった。保水性が小さく、スランプ試験時に試料から脱水が生じ、練り舟上にはブリーディング水が溜まる状況が観察された。石灰石微粉末を 30kg/m^3 添加した配合 (No.3) は、粗骨材間の噛合いが緩和され、表面がモルタルで覆われる状況が認められた。

一方、陸砂を用いた配合 (No.4) は、上述した脱水現象は認められないが、ペースト量が少ないため全体的に荒々しい状態であった。また、細骨材の表面水率の設定を $\pm 1\%$ 増減させて単位水量を変化させた場合、スランプが大きい場合はスランプ試料の形が崩れ、小さい場合は割れが生じ、水量の変動によりプラスティシティーが鋭敏に変化することが確認された。さらに、高機能型 AE 減水剤を用い、単位水量、単位セメント量とも減じた配合 (No.5) では、スランプの形が崩れ、全体的にペースト量が不足している状況がより顕著であった。

3.2 加圧ブリーディング試験によるポンプ圧送性の検討

加圧ブリーディング試験結果を図-1に示す。細骨材の種類や石灰石微粉末の添加によらず、60秒後の加圧ブリーディング率は約25%以上となり、加圧により急激な脱水が生じた。ポンプ圧送時には、脱水に伴う閉塞や圧送

前後の品質変化に対して事前の検討が必要と考えられる。

3.2 ブリーディング試験による仕上げ性の検討

ブリーディング試験結果を図-2に示す。混合砂を用いた場合は、セメントの種類によらずブリーディング率が6%近くに達した。一方、石灰石微粉末を添加することで4%程度まで低減されている。過度のブリーディングは砂すじやレイタンスを助長し、構造物の品質にも大きな影響を及ぼすことから、特に単位セメント量が少ない場合には配合設計時に十分な配慮が必要であるといえる。

4. まとめ

(1) 単位セメント量が少ないコンクリートは、加圧によって顕著な脱水が生じる傾向にある。ポンプ圧送に際しては、配管閉塞や品質の変化を低減するために、圧力損失が小さくなるよう配慮することが重要である。

(2) 単位セメント量が少ない配合で、特に実積率が小さい骨材を用いたコンクリートは、保水性が小さく、僅かな振動で脱水が生じ、ブリーディングも顕著となる。材料分離に起因する内部欠陥の発生やフィニッシュビリティの低下を防ぐための対策を講じる必要がある。

(3) 単位セメント量が少ない場合、石灰石微粉末などの微粉を混入し粉体量を増量することは、プラスティシティーの改善やブリーディングの低減に効果がある。

【参考文献】1) 土木学会 2007 制定コンクリート標準示方書 [施工編：施工標準], pp.86.