

コンクリート配合条件とフレッシュ性状に及ぼす強さクラス 32.5 セメントの影響

太平洋セメント(株) 中央研究所 正会員 ○小早川真
 太平洋セメント(株) 中央研究所 正会員 三谷裕二
 太平洋セメント(株) 中央研究所 正会員 山田一夫
 太平洋セメント(株) 中央研究所 正会員 大森啓至

1. はじめに

コンクリートの適切なワーカビリティは打設場所の形状や配筋状況により異なる。経験豊富なコンクリート技術者はコンクリートのワーカビリティの違いを様々な尺度で評価している。しかし現在生コンに規定されている尺度はスランプのみであり、2002年度版土木学会コンクリート示方書、施工編の解説においては、スランプ以外にもその指標が必要と示されている。

呼び強度が低いコンクリートでは、NPCよりも欧州規格(EN197-1:2000)の強さクラス 32.5 セメントを用いた方が、単位粉体量が増加しワーカビリティが良好になると予想される。そこで表-1に示す4種のセメントを用いワーカビリティを多面的にとらえ、セメント種類(強さ)がコンクリートのフレッシュ性状に与える影響についてDIN 拡がりを指標に評価し、汎用コンクリートの配合設計について考察した。

2. 実験概要

コンクリートの練混ぜ量は35リットルとし、強制パン型ミキサーを使用した。

一般的な配合則に基づきスランプ 12cm のコンクリートのフレッシュ性状が良好となる条件を推定するために、セメント材料の影響を評価した。コンクリートは呼び強度を 24, 36 の 2 水準とした。単位粉体量を

表-1 使用材料

EN 規格のセメント 強さクラス	種 類	セメント構成 微粉末(高炉スラグ:B, 石灰石:L)	密度 g/cm ³	ブレン比表 面積 cm ² /g
32.5N	BL	N:B:L = 0.65:0.20:0.15	3.02	4210
32.5R	LS	N:L = 0.70:0.30	3.02	4200
52.5N	N	普通ポルトランドセメント	3.15	3390
42.5N	BB	高炉スラグセメント B 種	3.04	3890

骨材	密度 g/cm ³	粗粒率	実積率%
細骨材 海砂 長崎県杵臼郡	2.57-2.59	2.34-2.37	62.3
細骨材 砕砂 福岡県北九州市	2.69-2.71	2.92-2.95	66.1
粗骨材 砕石 福岡県北九州市	2.83	6.64-6.70	58.5

AE 減水剤(AE):	リグニンスルホン酸化合物およびポリオール複合体
高性能 AE 減水剤(SP):	ポリカルボン酸エーテル系と架橋ポリマー複合体
AE 助剤:	アルキルアリルスルホン化合物系陰イオン界面活性剤
消泡剤:	ポリアルキレングリコール誘導体

表-2 コンクリート配合および実験結果

セメント/呼び 強度-減水剤*		W/C %	s/a %	単位量 (kg/m ³)					減水剤/減水率 C × % / %	AE 助剤/消泡剤 A / T	JIS A 1101 スランプ(cm)	JIS A 1128 空気量(%)	DIN1048 DIN 拡がり(mm)	落下分離 指数***	圧縮強度****(kN/mm ²)			
				W	C	海砂	砕砂	G							2d	7d	28d	
BL	24-AE	60.0	47.5	171	285	348	521	1035	0.25 / 12	1.8 / —	11.2	4.5	515	0.015	7.61	17.3	28.0	
	36-AE	44.5	44.5	172	387	308	463	1041		1.5 / —	10.5	4.2	458	0.007	17.2	32.3	45.5	
LS	24-AE	53.3	46.0	171	321	331	496	1047		1.8 / —	12.4	4.7	490	0.015	10.5	21.9	29.5	
	36-AE	39.6	40.5	178	449	269	404	1070		2.0 / —	12.1	4.4	415	0.002	20.8	36.8	44.8	
N	24-AE	71.6	50.5	184	257	369	553	975		0.8 / —	11.3 ×**	4.9	510	0.018	8.98	19.9	27.4	
	30-AE	61.1	47.5	173	283	349	523	1038		1.5 / —	11.9	5.3	—	0.018	12.0	27.1	35.6	
	36-AE	53.5	46.0	176	329	329	493	1044		0.8 / —	13.0	4.5	543	0.013	17.7	34.2	43.3	
BB	24-AE	72.7	49.5	177	243	367	550	1007		2.3 / —	11.6 ×	4.5	520	0.021	5.86	15.8	30.4	
	36-AE	55.6	46.0	165	297	337	506	1070		2.2 / —	11.4	4.8	455	0.014	12.7	28.5	45.2	
BL	24-SP	59.9	47.5	165	275	353	530	1089		0.6 / 15	— / —	12.0	3.7	520	0.012	7.98	18.9	28.7
	36-SP	44.5	44.5	156	351	323	485	1073		0.7 / 20	— / —	12.5	4.7	470	0.006	16.0	33.6	47.0
LS	24-SP	53.3	46.0	165	310	336	504	1050		0.5 / 15	1.0 / —	11.0	5.2	490	0.012	9.72	21.8	28.2
	36-SP	39.6	40.5	162	409	283	425	1110	0.7 / 20	0.8 / —	12.5	4.7	430	0.004	20.9	39.5	47.2	
N	24-SP	71.6	50.5	167	233	384	576	999	1.1 / 20	— / 1.8	6.4	5.0	455	—	—	—	—	
	24-SP	71.6	50.5	167	233	384	576	999	1.3 / 20	— / 1.2	8.0	5.9	495	—	—	—	—	
	24-SP	71.6	50.5	167	233	384	576	999	1.5 / 20	— / 2.0	4.7	4.5	470	—	—	—	—	
	24-SP	71.6	50.5	178	249	375	562	979	0.9 / 15	— / 1.0	14.2 ×	4.0	550	0.027	9.62	22.6	29.6	
	36-SP	53.5	46.0	160	299	343	514	1070	1.1 / 20	— / —	11.1	3.8	460	0.018	20.0	39.8	49.0	
	BB	24-SP	72.7	49.5	171	235	372	559	1010	0.5 / 15	— / —	13.5 ×	3.8	530	0.020	6.52	16.3	28.6
	36-SP	55.6	46.0	150	270	350	525	1096	1.0 / 20	— / —	13.2 ×	3.5	485	0.015	13.3	32.1	47.6	

*減水剤: AE (AE 減水剤) SP (高性能 AE 減水剤) **崩壊タイプのスランプ ***B. P. Hughes の試験方法に準拠(円錐に代えて四角錐を使用) ****JIS A 1108

キーワード: 単位ペースト量, 水セメント体積比, ワーカビリティ, DIN 拡がり, ISO 規格セメント
 連絡先: 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント(株)中央研究所 TEL043-498-3905

変化させるために強さの異なるセメントを用いた。強さクラスがそれぞれ 52.5, 42.5 である NPC および高炉 B 種セメント、また強さクラス 32.5 の試製セメント 2 種類、計 4 種のセメントを比較した。AE 減水剤配合 (AE 配合) ではスランプ 12cm 一定とするために必要な単位水量を決定した。s/a は、N30AE で最適値を定め、他の配合では W/C が 5% 大きくなる毎に 1% 増加させた。LS36AE では粘性が高すぎたため s/a を調整した。

高性能 AE 減水剤 (SP) を用いてセメント量を減少させた。AE 配合 (減水率 12%) を基に SP 配合では減水率を 20% に設定して単位水量を定め、SP 量によりスランプを合わせた。N24SP では SP 量の変化ではスランプ 12cm を得られなかったため、減水率を 15% とした。

スランプ一定条件下のフレッシュ性状の違いを数値化するために DIN1048 拡がり試験を行った。本試験は衝撃的な外力を与えるため、再現性が高い試験¹⁾であり、簡便でもある。また落下による材料分離の指標²⁾を求めた。落下分離指数は数字が大きいほど分離が大きいことを示す。

3. 実験結果

配合、フレッシュ性状および圧縮強度の結果を表-2 に示す。スランプ、空気量はほぼ一定であった。材齢 28 日の圧縮強度は呼び強度毎にほぼ一定であった。N24, BB24 の場合は、単位セメント量が少なく単位水量が多く、AE・SP 配合いずれも崩壊したタイプのスランプであり、落下分離指数が大きかった。単位セメント量がそれより多い BL24, LS24 では、崩壊タイプのスランプではなかった。LS36 は粘性が高かった。

基本的な配合要素である単位水量、水セメント体積比 (ペースト粘度の間接的一指標) およびペースト体積の関係を図-1 に示し、そこに DIN 拡がりの値を最小自乗法により等高線として表し、配合要因とフレッシュ性状の変化傾向の関係を示した。

ペースト量が少なく W/C が大きい場合は、材料分離が生じ易い状態であり、また DIN 拡がりも大きかった。AE 配合の N, BB では呼び強度変化に伴う単位水量の変化が大きく、ペースト体積の変化は小さかった。BL, LS では呼び強度変化に伴う単位水量変化は小さく、ペースト体積が増加していた。W/C (体積比) = 1.5~2.0, すなわち W/C (質量比) = 0.5~0.6, かつペースト体積が 260-280 リットルの範囲では単位水量と DIN 拡がりの等高線は平行になった。またペースト体積がその範囲の上下では、DIN 拡がりの等高線は W/C (体積比) とほぼ平行になった。SP 使用による単位水量変化 (ペースト量変化) では DIN 拡がりの変化は小さかった。DIN 拡がりの適切な範囲は、フレッシュ性状を目視により良好と判断し図-1 中に示した領域より、460-520mm であった。DIN 拡がりがその領域外では、調整可能な配合因子である s/a を最適化することにより良好なフレッシュ性状に改善可能と考えられる。今後横軸を粘度とした検討を行いたい。

4. まとめ

- 1) 呼び強度が低い場合、強さクラス 32.5 セメントの使用により良好なワーカビリティとなった。
- 2) 本実験条件において DIN 拡がりはペーストの粘度とペースト量である程度説明可能なことがわかった。

【参考文献】

- 1) 社団法人日本コンクリート工学協会：フレッシュコンクリートの挙動研究委員会報告書，p. 20，1990
- 2) 笠井芳夫，池田尚治編：コンクリートの試験方法 上，技術書院，pp. 165-166，1993

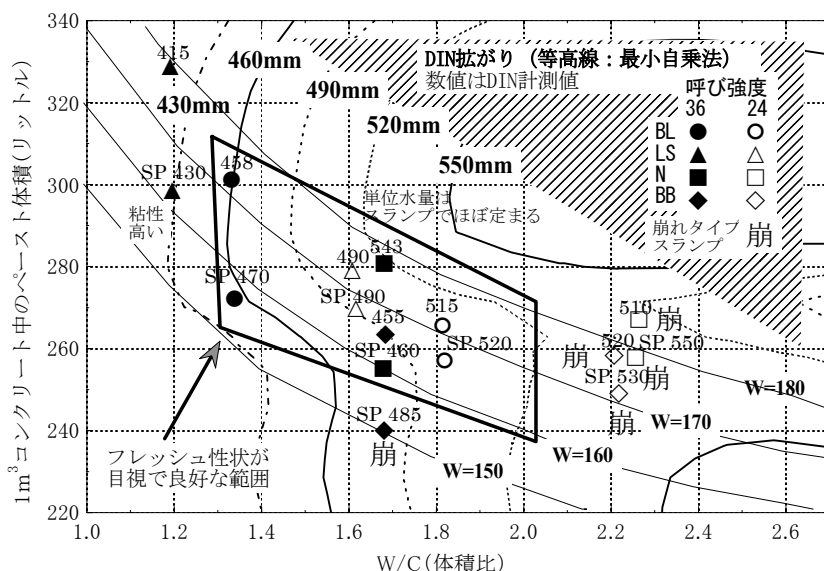


図-1 スランプ 12cm 一定条件における単位水量、水セメント体積比およびペースト体積と DIN 拡がりの関係