

製品用コンクリートの適正配合に関する検討 — 圧縮強度に及ぼす粗骨材粒度および細骨材率の影響 —

徳島大学工学部

正会員 河野 清

小野田セメント(株) 中研

梶野 洋

木下 幸一

I. まえがき

一般のコンクリート工事に使用する骨材は、その粒度が土木学会の標準粒度範囲に入るものと標準としてゐる。しかしながら、最近では骨材事情の悪化により、適正粒度の骨材が必ずしも得られぬ現状である。また、コンクリート製品に用いるものは、機械的稀固めを行はうので、ワーカビリティの許す範囲内であれば、粒度よりもむしろ平率を考慮し、行うべき骨材の強度その他の品質よりもむしろ有利なる場合と考えられる。

ここでは、製品用コンクリートの経済的な配合を選定することとを目的として、粗骨材粒度および細骨材率が主としてコンクリートの圧縮強度に及ぼす影響について検討した。

II. 使用材料

セメントは比重 3.16, 28日の圧入タル強度 415 kg/cm^2 の普通ポルトランドセメントを使用した。粗骨材は安倍川産で最大寸法 25 mm のもので、大型の細フルイで $25 \sim 20 \text{ mm}$, $20 \sim 10 \text{ mm}$ および $10 \sim 5 \text{ mm}$ の3区分に分けられ、表-1に示すように3種(I, II および III)の粒度区分にばらばら調整して用いた。細骨材は荒川産のもので、 $5 \sim 1.2 \text{ mm}$, $1.2 \sim 0.6 \text{ mm}$ および 0.6 mm 以下の3粒度区分に移動ふるい機を用いてふるい分けしたものと、粗粒率がおよそ 2.8 になるよう混合して使用した。実験に

用いた粗、細骨材の試験成績を表-1に示す。

なお、AE剤としてはビソソルレジン2%溶液を使用した。

表-1. 使用骨材の試験成績

骨材の種類	ふるいにとどまるものの重量百分率										粗粒率 (FM)	比重	単位容積重量 (kg/m^3)	空気率 (%)	吸水率 (%)
	25 ^{mm}	20 ^{mm}	15 ^{mm}	10 ^{mm}	5 ^{mm}	25 ^{mm}	12 ^{mm}	0.6 ^{mm}	0.3 ^{mm}	0.15 ^{mm}					
粗骨材 I	0	30	47	83	99	100	100	100	100	100	7.12	2.64	1.710	35.2	1.0
“ II	0	45	65	90	100	100	100	100	100	100	7.35	2.64	1.890	36.0	1.0
“ III	0	53	75	97	100	100	100	100	100	100	7.49	2.64	1.670	36.7	1.0
細骨材	0	0	0	0	0	13	29	56	85	98	2.81	2.62	1.660	36.6	1.9

III. コンクリートの配合

使用したコンクリートの配合は、道路用、かんがい排水用、下水用などの製品を対象として、単位セメント量 350 kg の一定とし、スランピングが $5 \sim 6 \text{ cm}$ になるよう単位水量を決定した。粗骨材の粒度および細骨材率の影響を調べため、表-2に示すような配合のコンクリートを用いた。AEコンクリートの場合は目標の空気量を $4 \sim 5 \%$ とした。

IV. 試験方法

1. コンクリートの練り混ぜ。骨材は表面乾燥飽水状態に粒度調整したものを使用し、コンクリートの練り混ぜには容量 50 l の可傾式ドラムミキサーを用いた。なお、供試体の作成は、すべて温度 $20 \pm 1^\circ \text{C}$, 相対湿度 $80 \sim 90 \%$ の恒温室内で行った。

2. 供試体の成形。各種配合のコンクリートに $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ の円柱形型枠に1層詰め、回転数 8000 rpm の棒状撹拌機で約10秒間撹拌し、木べきで軽くたたいて成形した。

なお、ミキサーから排出した直後のコンクリートについてスランptestと行なった。また、AEコンクリートでは空気量も測定した。スランptestと終末試験料は、コテで押してコンクリートのワークability、粗骨材率が適当であるかどうかの肉眼による判定を行なった。供試体数は1試体につき3本とし、各配合について3日、7日および28日の計9本を成形した。

3. 養生。供試体は成形後、型枠の上面にガラス板をのせて20℃の恒温室内に設置し、数時間後、表面に上ゲを行なった。翌日脱型し、以後所定試体まで20℃の水中で養生を行なった。

4. 強度試験。所定試体より供試体は、水圧から取出して重量を測定した。100tラムスライ試験機を用いて圧縮強度試験を行なった。

表-2 使用したコンクリートの配合と圧縮強度試験の結果

コンクリートの種類	粗骨材の粒度	コンクリートの配合										コンクリートの圧縮強度					
		粗骨材最大粒径(mm)	単位水量(kg)	単位セメント(kg)	w/c (%)	f/c (%)	単位粗骨材(kg)	単位粗骨材AE前(kg)	単位AE前量(cc)	実測スランptest値(cm)	実測空気量(%)	3日		7日		28日	
												重量(%)	圧縮強度(MPa)	重量(%)	圧縮強度(MPa)	重量(%)	圧縮強度(MPa)
普通	I	25	147	350	42.0	38	724	1190	-	5.8	-	2.42	164 (1.8)	2.44	283 (3.2)	2.45	447 (7.0)
		5	150	4	42.9	40	759	1147	-	6.2	-	2.43	174 (2.1)	2.43	302 (1.5)	2.45	458 (0.5)
		5	153	4	43.7	42	793	1104	-	5.6	-	2.44	192 (2.9)	2.44	297 (2.8)	2.45	458 (1.6)
		5	159	4	45.4	44	824	1057	-	6.6	-	2.42	163 (1.3)	2.43	289 (1.3)	2.44	456 (1.3)
		5	159	4	45.4	46	862	1019	-	5.5	-	2.40	162 (2.9)	2.41	261 (2.3)	2.42	446 (1.9)
	II	25	147	350	42.0	38	724	1190	-	5.0	-	2.41	162 (2.5)	2.44	278 (2.8)	2.45	446 (4.3)
		5	150	4	42.9	40	759	1147	-	7.0	-	2.43	164 (3.8)	2.44	284 (2.3)	2.45	456 (7.4)
		5	153	4	43.7	42	793	1104	-	4.5	-	2.44	195 (1.9)	2.45	291 (0.6)	2.46	469 (3.1)
		5	156	4	44.6	44	828	1064	-	4.5	-	2.43	162 (0.6)	2.44	279 (1.4)	2.45	457 (0.9)
		5	159	4	45.4	46	862	1019	-	5.8	-	2.41	163 (3.4)	2.42	276 (2.7)	2.43	465 (2.7)
	III	25	146	350	41.7	38	725	1192	-	4.5	-	2.43	171 (2.5)	2.44	283 (5.0)	2.45	440 (0.8)
		5	149	4	42.6	40	760	1148	-	5.0	-	2.44	190 (2.6)	2.45	301 (3.9)	2.46	459 (6.2)
		5	150	4	42.9	42	797	1109	-	5.2	-	2.45	194 (0.8)	2.44	307 (3.1)	2.45	468 (4.0)
		5	153	4	43.7	44	831	1066	-	6.8	-	2.43	188 (2.1)	2.43	294 (2.0)	2.45	469 (3.5)
		5	156	4	44.6	46	865	1024	-	5.5	-	2.41	191 (1.7)	2.42	295 (0.7)	2.44	465 (2.1)
AE	I	25	143	350	40.9	36	661	1184	1,250	5.1	4.1	2.39	183 (2.1)	2.40	297 (3.0)	2.41	433 (3.6)
		5	145	4	41.4	38	696	1144	4	6.0	4.4	2.38	187 (0.8)	2.39	304 (1.6)	2.40	434 (0.5)
		5	145	4	41.4	40	733	1107	4	6.0	4.9	2.37	180 (1.9)	2.39	292 (4.8)	2.40	416 (0.8)
		5	145	4	41.4	42	769	1070	4	5.0	5.0	2.36	181 (1.8)	2.39	287 (3.1)	2.41	420 (3.6)
		5	149	4	42.6	44	801	1027	4	5.5	5.2	2.35	175 (2.8)	2.38	268 (3.4)	2.39	398 (3.2)
	II	25	143	350	40.9	36	661	1184	1,250	6.0	3.8	2.39	155 (1.8)	2.41	263 (0.9)	2.41	399 (5.3)
		5	144	4	41.1	38	697	1146	4	7.0	4.3	2.38	176 (0.1)	2.40	287 (3.5)	2.41	420 (3.5)
		5	144	4	41.1	40	734	1111	4	5.5	4.5	2.40	177 (6.2)	2.39	284 (1.2)	2.40	425 (5.8)
		5	146	4	41.7	42	768	1069	4	5.5	4.5	2.40	177 (1.0)	2.40	281 (3.9)	2.41	412 (1.6)
		5	149	4	42.6	44	801	1027	4	6.0	4.8	2.37	171 (1.2)	2.39	297 (2.8)	2.39	389 (7.6)
	III	25	144	350	41.1	36	660	1183	1,250	5.5	3.9	2.40	184 (2.5)	2.40	281 (3.3)	2.41	416 (3.1)
		5	145	4	41.4	38	696	1144	4	6.0	4.3	2.39	186 (1.8)	2.39	296 (0.6)	2.40	428 (3.2)
		5	146	4	41.7	40	732	1106	4	5.5	4.3	2.40	197 (4.1)	2.41	297 (0.8)	2.41	431 (3.8)
		5	146	4	41.7	42	768	1069	4	5.0	4.5	2.39	195 (3.2)	2.40	302 (1.8)	2.40	425 (2.8)
		5	149	4	42.6	44	801	1027	4	5.0	4.6	2.38	190 (3.2)	2.39	282 (2.3)	2.39	391 (4.6)

* () は供試体3本の変動係数(%)を示す。

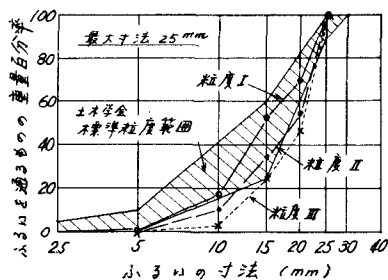
V. 試験結果とその考察

コンクリートの単位容積重量および圧縮強度と配合の結果を表-2に示す。なお、スランptestの空気量と実測値も表に示したとおりである。

1. 粗骨材粒度の影響について。本試験に用いた粗骨材3種の粒度曲線は同一を示される。Iは標準粒度であり、IIは粒度メスよりふるい落ちやすいため範囲が広がる傾向がある。IIIは、標準粒度から

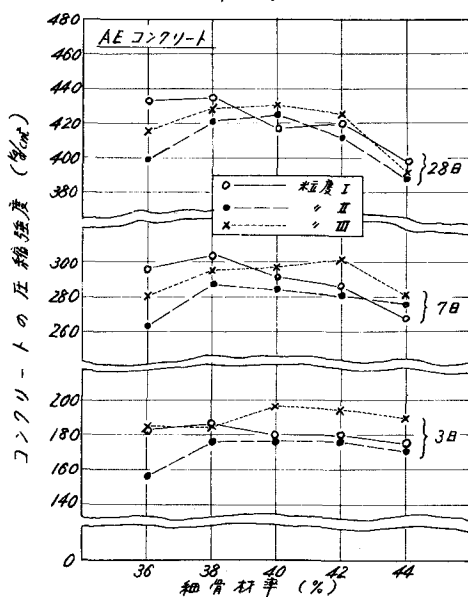
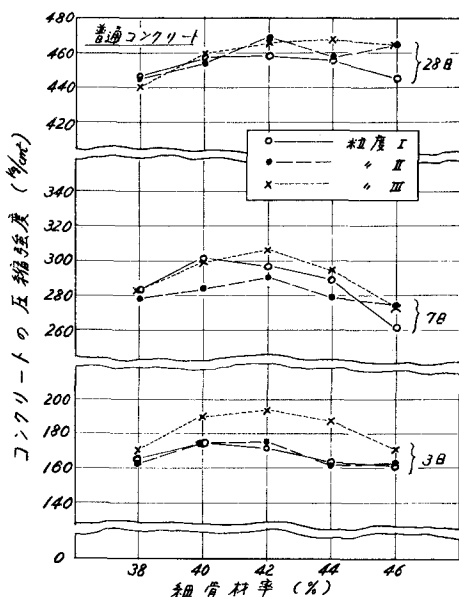
完全な土灰比で、10~5mmが少なく不連続粒度は少くはる。

図-1. 粗骨材の粒度曲線



これら3種粒度の骨材を用いて、細骨材率と圧縮強度との関係を示した図-2に見られるように、コンクリートのコンシステンシーが同じならば、粗骨材の粒度が標準粒度範囲と離れるほどでも、標準粒度の骨材と各配合における強度は又差はく、むしろ、粗粒の多い骨材の多い場合のほうが強度は高くなる傾向がある。なお、普通コンクリートでは不連続粒度は少なく単位水量は必ず少くはる。

図-2. 3種粒度の粗骨材を用いたコンクリートの細骨材率と圧縮強度



2. 細骨材率の影響について。細骨材率をあげるとともに、同コンシステンシーを得る必要する単位水量は多くはる。すなわち水セメント比が小さくはる、これにより拘りず圧縮強度は増加し、最大値をとったあと低下する傾向がある。すなわち粗骨材粒度によって最適な細骨材率が存在し、その値は粗骨材の粒度が異なるほど大きくなってはる。AEコンクリートでは普通コンクリートに比べウェーカーレーが改善されるので、最適な細骨材率は2~4%位はる。

また、AEコンクリートの空気量14~5%を目標としたので、配合28日の圧縮強度は普通コンクリートに比べて5~15%位はる。

Ⅶ. まとめ

粗骨材粒度と細骨材率が圧縮強度に及ぼす影響について検討した実験の結果では、粗骨材の粒度によって最適な細骨材率が存在し、標準粒度範囲と離れるほど粗骨材の多い場合でもそのに適応する細骨材率と強度をすることによって標準粒度の骨材を用いた場合と変わらない品質のコンクリートを得ることが出来る。