

混和剤の種類がセメント種類(メーカー)におよぼす影響

立命館大学 正員 明石外世樹
大阪産業大学 正員 の山路文夫

1. まえがき 最近コンクリート技術の進歩とともに混和剤の利用も慣用の傾向にある。この取組は最近たびたび提議になる“各種セメントの混和材料との親和性による不適合”という課題をふまえた場合の一例についてである。さてセメント混和剤に関する提議の原因究明には高次元的要素による再現性の可能が数少ない場合に起因するように思われる。土木学会でも暫定的にAE剤規格案減水剤規格案を設けて、混和剤の性能を調べる目安としていることは周知のとおりである。筆者らは、我国の現状でセメント混和剤とセメント種類(メーカー)による組み合わせの相違が如何にコンクリートの物理的性質に影響を与えるか比較検討をするため土木学会減水剤規格案に準じ一連の実験を行なった。なお、そのコンクリートとモルタル(wet-screeningしたもの)とは相関関係があるかどうかを調らべた。

2. 実験概要 土木学会減水剤規格案に準じて配合設計を行ない表-1をえた。コンクリートの練り上り温度 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、目標空気量はブレンコンクリート1.5%、混和剤コンクリート $4.0\pm 1\%$ とした。なお所定の空気量をうるために各混和剤指定のAE剤を用いた。単位水量の誤差をなくするために骨材は全て表乾状態に保ち、温度 20°C 、湿度80%の室内に数日前に用意したものを使用した。コンクリートの練り混ぜは全て恒温室内で実施した。1バッチ70ℓを機械練りによって粗骨材、セメント、細骨材、水の順に投入した。混合は2分間練り混ぜ、3分間停止し、その後1分間練り混ぜた。スランプ試験はミキサーから放出直後に測定し、空気量は放出後3分間放置した後圧力式によって測定した。モルタルの練り混ぜはASTM C305 ミキサーで空練り1分注水後低速2分、3分間停止、高速1分として、フロー値は練り上り3分後 200 ± 5 、空気量は5分後に容積法で測定した。モルタルの打込み温度は $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ とし、混和剤の添加はコンクリートと同一条件とした。なお供試体は試験条件まで標準養生によった。

3. 実験材料 セメント：わが国で市販(郊市内卸商店)されている普通ポルトランドセメント6種類=6メーカー(ABCDEF)を使用した。セメントの化学分析結果は表-2に示した。減水剤：市販されている一般用3種類(X=リグニンスルホン酸系、Y=カルキアルキルスルホン酸系、Z=βナフタンスルホン酸系)を選び標準指定容液の標準使用量を示した。骨材：滋賀県彦根川産の細粗骨材でその粒度範囲はつぎのとおり。粗骨材(最大25mm SG=2.65, FM=7.0), 5~10, 10~15, 15~20, 20~25を等量とした。細骨材(5mm以下 SG=2.58, FM=2.76) 0.15~1.2, 1.2~5をJIS標準粒度範囲とした。モルタルの配合は表-1のホ方配合をWet-Screeningによってモルタルのホ方配合を決定した。

4. 実験結果と考察 減水剤の使用効果は表-1に示れたごとく、減水剤の種類、セメントの種類をとわぬ減水率11~19%の範囲で $C=300$ よりも $C=270$ の値が大きい。セメントの種類では化学分析の結果を対比してみると、 C_3A 、アルカリ量の少ない程減水効果が大きい。減水剤と圧縮強度との関係は一般に減水率の大きいもの、若し骨材が強度増進率がよい。それに反し、ブレンコンクリートは漸進型である。したがって化学的成分と圧縮強度については、減水効果と相似的に C_3A 、アルカリ含有量と密接な関係があることが証明された。

また、 G_0S , G_0S の圧縮強度におよぼす影響はフレン
コンクリートでは早強性、長期性が実証されたが、減水剤
使用コンクリートでは、投合28日で混和剤効果によ
るため高強度に対する空気泡の影響のために、その
測定値は逆の現象としてえられたものがあった。

この空気泡の影響は混和剤の種類、混和剤とセ
メント種類の適合性、長期投合、高強度の場合に
ついて特に著しい。

コンクリート強度の増大程度は空気連行性と減水
能力係数 α (表-3) との関係についてその値の大き
いもの程良好といえる。

$$G = G_0(1 - 0.05\Delta A + \alpha \Delta \%)$$

G : 混和剤を用いたコンクリートの強度

G_0 : フレンコンクリートの強度

ΔA : 空気量の増加分

$\Delta \%$: 水セメント比減少分

モルタル・コンクリートの相関
関係は表-1 に現われるよ
うに4週強度で $G=270$ の
場合とモルタル強度の増
進率はほぼ相似性である
といえる。モルタルの
強度についてはその空気

表-3 (減水能力係数)

混和剤種類	None	X	Y	Z
W/C (%) 減少	-	8.3	7.3	6.3
A (%) 減少	-	2.6	2.4	2.4
係数 α (%)	78	-	8.0	4.4
28日	-	5.1	3.5	3.7

$$G = G_0(1 - 0.05\Delta A + \alpha \Delta \%)$$

表-2

Cement No.	A	B	C	D	E	F
ig. Loss	0.9	0.7	0.8	1.0	0.8	0.8
Unsol.	0.2	0.7	0.6	0.2	0.2	0.5
SiO ₂	22.5	21.7	21.6	22.1	21.4	21.8
Al ₂ O ₃	5.3	5.2	5.4	5.4	5.4	4.9
Fe ₂ O ₃	3.0	3.1	3.2	3.1	3.2	3.3
CaO	64.3	64.7	63.8	64.3	64.3	63.3
MgO	1.0	1.5	1.5	1.5	1.6	2.6
SO ₃	2.0	1.8	2.0	1.7	1.7	2.0
Na ₂ O	0.84	0.33	0.48	0.32	0.24	0.23
K ₂ O	0.73	0.55	0.77	0.56	0.82	0.62
Total	100.27	100.28	100.15	100.18	100.21	100.05
Total Alkalies as Na ₂ O (%)	0.82	0.69	0.79	0.68	0.83	0.65
H.M.	2.1	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1
S.M.	2.6	2.6	2.5	2.6	2.5	2.6
A.I.	4.1	4.1	4.0	4.1	4.1	4.4
I.M.	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5
C.S.	44.8	57.2	46.3	47.8	48.6	48.4
C.S.	30.9	17.9	27.2	27.5	26.4	25.8
C.A.	8.7	8.5	8.4	9.0	8.9	7.5
C.A.F.	9.1	9.4	9.7	9.5	9.8	10.1
C.A.S.	3.4	3.2	3.4	2.8	3.0	3.4
S.G.	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15
Blaine (m ² /g)	3340	3570	3550	3440	3210	3370

表-1

コンクリート: スラブ 75±1cm 目標容量 19=15 WR-4.0±%

セメント種類	混和剤種類	空気量 (%)	W/C (%)	S/A (%)	減水率 (%)	単位量				コンクリート				モルタル			
						W	C	S	G	容積 (kg/m ³)	強度 (kg/cm ²)	容積 (kg/m ³)	強度 (kg/cm ²)	減水率 (%)	容積 (kg/m ³)	強度 (kg/cm ²)	減水率 (%)
A	None	1.4	56.7	42	-	170	300	786	123	175	100	314	100	-	2.7	100	100
	X	3.6	49.0	39	13.5	147	300	723	1169	275	157	408	130	-	-	-	-
	Y	4.4	54.4	-	13.5	147	270	732	1184	224	128	327	104	12.1	7.8	144	105
	Z	4.3	50.0	-	11.8	150	300	714	1165	215	123	371	118	-	-	-	-
	Z	4.0	54.8	-	12.9	148	270	731	1182	189	108	333	106	12.1	8.0	126	100
B	None	1.5	56.7	42	-	170	300	786	123	188	100	291	100	-	2.4	100	100
	X	3.5	49.3	39	14.9	146	300	721	1168	318	169	346	136	-	-	-	-
	Y	5.0	53.1	-	17.3	144	270	735	1189	244	130	314	108	11.6	7.9	136	114
	Z	4.0	50.1	-	12.0	153	300	716	1160	224	119	306	105	-	-	-	-
	Z	4.0	52.2	-	19.0	141	270	760	1186	210	111	297	102	10.8	9.9	124	105
C	None	1.4	58.0	42	-	174	300	781	117	192	100	291	100	-	2.3	100	100
	X	3.5	49.0	39	15.5	147	300	723	1169	298	155	340	134	-	-	-	-
	Y	4.2	54.4	-	15.5	147	270	732	1184	258	134	367	126	10.6	7.2	125	120
	Z	3.5	50.1	-	12.0	153	300	716	1160	224	119	306	105	-	-	-	-
	Z	3.8	54.8	-	14.9	148	270	731	1182	219	112	285	99	9.5	7.0	123	114
D	None	1.4	56.7	42	-	170	300	786	123	180	100	300	100	-	3.6	100	100
	X	4.5	49.0	39	13.5	147	300	723	1169	258	141	364	123	-	-	-	-
	Y	4.4	54.4	-	13.5	147	270	732	1184	215	119	318	106	10.1	7.4	123	107
	Z	4.4	50.0	-	11.8	150	300	714	1165	202	116	328	104	-	-	-	-
	Z	3.8	54.8	-	12.9	148	270	731	1182	197	109	324	108	10.1	8.2	109	97
E	None	1.4	56.7	42	-	170	300	786	123	180	100	300	100	-	3.6	100	100
	X	4.7	49.0	39	13.5	147	300	723	1169	243	135	331	115	-	-	-	-
	Y	4.5	53.1	-	15.3	144	270	735	1189	197	109	282	89	9.3	8.8	110	102
	Z	4.5	50.0	-	11.8	150	300	714	1165	220	122	316	110	-	-	-	-
	Z	4.3	54.8	-	12.9	148	270	731	1182	211	106	296	105	8.9	10.0	116	97
F	None	1.4	56.7	42	-	170	300	786	123	180	100	287	100	-	1.8	100	100
	X	4.9	49.0	39	13.5	147	300	723	1169	285	161	369	123	-	-	-	-
	Y	4.4	54.4	-	13.5	147	270	732	1184	214	122	334	111	8.2	5.4	132	109
	Z	4.2	50.0	-	11.8	150	300	714	1165	221	125	352	117	-	-	-	-
	Z	3.6	54.8	-	12.9	148	270	731	1182	206	116	321	107	8.2	7.9	118	105

100に對し (%) 内数字は kg/m³である。

量の影響が混和剤とセメント種類との適合性について特に顕著なことが判る。したがって
モルタルとコンクリートでは減水剤とセメント種類との組み合わせによってその性能も異なる。
混和剤はセメント種類と不適合性はあるとは限らないが、減水剤使用コンクリートの配合
設計の選定には土木学会減水剤規格案を適用し、性能を確かめてから良いコンクリートを
作るように努めることが望ましい。未算ながら本研究は、立命館大学と昭和43年3月に卒業され
た、彼等若之助、小澤満夫、近藤敏一、下田年徳、中村 清 の諸氏の協力によりましたことを付記して感
謝の意を表す。参考文献 (1)、岡田、西林 一 材料 vol.16 No.117、減水剤を用いたコンクリートの減水率と強度に関する研究。