

# 港 湾 技 研 資 料

TECHNICAL NOTE OF  
PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE  
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 41      December, 1967

コンクリート用減水剤の比較試験 (第2報)

……………小野寺幸夫・浅岡 邦一

佐々木克彦・金谷 恵弘

昭和 42 年 12 月

運輸省港湾技術研究所



## COMPARISON TESTS ON WATER REDUCING ADMIXTURES FOR CONCRETE (2nd Report)

Sachio Onodera\*

Kuniichi Asaoka\*

Katsuhiko Sasaki\*

Yoshihiro Kanatani, B. Sc. \*\*

### Synopsis

In succession to the tests previously reported in the first report, comparison tests were carried out on seven kinds of water reducing admixtures for concrete in market, three of which were identical with those used in the previous tests. The tests were made in accordance with the JSCE Tentative Specification for Water Reducing Admixtures for Concrete 1966 on unit water content, bleeding, time of setting, compressive, flexural, tensile and bond strengths, and drying shrinkage of concrete. Based on the results, the effects of the admixtures upon the concrete properties were then discussed.

---

\* Members, Materials Laboratory, Structures Division

\*\* Engineer,

# コンクリート用減水剤の比較試験（第2報）

## 目 次

1. まえがき	1
2. 比較試験の方法	1
2.1. 比較試験の概要	1
2.2. 使用材料とコンクリートの配合	1
2.3. コンクリートの練りませと供試体の製作	4
2.4. 試験方法	4
3. 試験結果とその検討	7
3.1. 試験結果	7
3.2. 減水効果について	7
3.3. 凝結時間とブリージングについて	7
3.4. 乾燥収縮について	8
3.5. 圧縮強度、曲げ強度および引張強度について	8
3.6. 付着強度について	8
3.7. 減水剤規格（案）との適合性および港湾工事用材料としての適性について	8
4. 結 論	9
5. あとがき	9
参考文献	10

## コンクリート用減水剤の比較試験 (第2報)

小野寺 幸 夫 \*  
 浅岡 邦 一 \*  
 佐々木 克 彦 \*  
 金谷 恵 弘 \*\*

### 1. まえがき

本報告は既報の“コンクリート用減水剤の比較試験(第1報)”<sup>1)</sup>に続いて、市販のコンクリート用減水剤7種(うち3種は第1回比較試験に供したものと共通)について行なった比較試験結果を取り纏めたものである。試験は前回と同じく、土木学会基準“減水剤規格(案)1966”に準じて行ない、単位水量、ブリージング量、凝結時間、圧縮強度、曲げ強度、引張強度、付着強度および乾燥収縮について試験した。

### 2. 比較試験の方法

#### 2.1. 比較試験の概要

本比較試験は上述の規格(案)に準じて、それぞれの項目について行なったものであるが、空気量は港務構造物設計基準<sup>2)</sup>に従って $4.0 \pm 1.0\%$ とし、相対耐久性係数については試験を省き、同規格(案)に規定されていない項目としてコンクリートの凝結時間および引張強度を取り上げて試験した。

#### 2.2. 使用材料とコンクリートの配合

##### (1) 減水剤

表-1に示した7種の市販減水剤を用いた。このうち、ポゾリスNo. 5 L, プラストクリートおよびサンモールED-5の3種は第1報に報告せる比較試験に用いたと同種のもので、他の4種は今回の実験に新たに加えたものである。これら7種の減水剤はいずれも空気連行性を有するものであるが、メーカーの指定する標準使用量を用いても所定の空気量( $4.0 \pm 1.0\%$ )が得られないものについてはそのメーカーの指定するAE剤を添加して調整したが、該当するAE剤が無いもの、すなわちオーロンRMCおよびリグナルについてはシーカAERを加えて空気量を調整した。

##### (2) セメントおよび骨材

セメントは東北開発K. K. 岩手県松川工場製の普通ポルトランドセメントを用いた。

\* 構造部 材料施工研究室

\*\* 研修員

表-1 供試減水剤およびAE剤

減水剤名	界面活性剤の種類	主成分	外観	対応AE剤名	標準使用量*	製造会社名
ポゾリス No. 5 L	アニオン型	リグニスルホン酸カルシウム	暗褐色液体	ポゾリス No. 5 LA (or No. 114)	C × 10cc	日曹マスタービルダースK. K.
プラストクリート	アニオン型	リグニスルホン酸, エチレンアミンテトラアセテート芳硝食塩	暗褐色液体	シーカAER	C × 0.4%	日本シーカK. K.
サンモール ED-5	非イオン型	ポリプロピレングリコール, エチレンオキサイドブロック重合体	無色透明液体	ニッカサンソルトWB	C × 0.04%	日華化学工業K. K.
マイティー 150 RA	アニオン型	ポリアルキルアリルスルホン酸塩	褐色液体	マイティー AE-03	C × 3.5cc	花王石鹼K. K.
オーロン RMC	非イオン型	ポリビニールアルコール, アルキルベンゼンスルホン酸ソーダ	極淡黄色透明液体	/	C × 0.1%	日本オーロンK. K.
パリック	アニオン型	オキシカルボン酸塩	淡黄色液体	パリックAE	C × 0.2%	藤沢薬品工業K. K.
リグナル	アニオン型	リグニン可溶性珪酸塩陽イオン緩衝剤	黒褐色液体	/	C × 0.15%	神戸材料K. K.

\*) メーカーの推奨する標準使用量

細骨材には静岡県富士川産の砂を表面水1~2%の状態  
で貯蔵し、表面水を補正して用いた。

粗骨材には神奈川県酒匂川産の砂利を、5~10mm、15~25mmの2種にふるい分け、それぞれを水洗いしたのち  
気乾状態にて貯蔵し、吸水量を補正して用いた。

これらの材料の試験結果は表-2~4に示した通りで  
ある。

(3) 配 合

コンクリートの配合は、前回と同じ要領で減水剤ごと  
に試験練りを行なって、スランプ、空気量、単位セメン  
ト量が所定の値になるように定めた。

試験練りおよび比較試験に供した配合とその試験結果  
を表-5および表-6に示す。

表-2 セメントの諸性質\*

比 重	粉 末 度		凝 結			安 定 性	曲げ強さ (kg/cm <sup>2</sup> )			圧縮強さ (kg/cm <sup>2</sup> )		
	ブレン (cm <sup>2</sup> /gr)	88μ (%)	水 量 (%)	始 発 (時-分)	終 結 (時-分)		3 日	7 日	28日	3 日	7 日	28日
3.15	3,290	1.2	27.2	2-25	3-26	良	30.4	47.2	68.5	135	237	395

化 学 成 分 (%)								
igloss	Insol	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Total
1.0	0.5	20.9	5.4	3.1	65.6	1.0	1.6	99.1

\*) 東北開発K. K. 岩手県松川工場製普通ポルトランドセメント

表-3 細骨材の物理的性質\*

比 重	吸水量 (%)	フルイに留るものの重量百分率 (%)						粗 粒 率
		フルイの呼び寸法 (mm)						
		5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	
2.63	2.0	1	12	31	57	86	96	2.83

\*) 静岡県富士川産

表-4 粗骨材の物理的性質\*

比 重	吸水量 (%)	フルイに留るものの重量百分率 (%)						粗 粒 率
		フルイの呼び寸法 (mm)						
		30	25	20	15	10	5	
2.72	0.7	0	0.5	39.9	70.2	83.4	92.9	7.16

\*) 神奈川県酒匂川産

表-5 試験練りに供したコンクリートの配合\*

減水剤 記号**	粗骨材 最大寸 法 (mm)	スランブ 範 囲 (cm)	空気量 範 囲 (%)	水セメ ント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	1 m <sup>3</sup> 当りの 使用材料							
						W kg	C kg	S kg 5mm以下	G <sub>1</sub> kg 5~10mm	G <sub>2</sub> kg 15~25mm	減水剤	A E 剤	
減水剤 ナ シ	25	12.8 4.1 5.8	— — 1.0	53.0 52.5 56.0	39.4 39.4 39.4	165	311	769	1,040	143	—	—	
						157	299	773	1,047	143	—	—	
						162	289	782	1,057	145	—	—	
A-2	25	9.0 7.3 7.6	2.4 1.5 2.8	46.8 44.6 45.8	34.3 34.4 34.3	144	308	677	1,139	156	3,077 cc	—	
						137	307	688	1,156	159	3,037 cc	—	
						137	299	669	1,126	155	2,995 cc	533 cc	
D-2	25	7.8 5.8 3.2	2.1 3.2 4.6	46.4 46.5 43.5	34.4 34.3 34.4	142	306	684	1,150	158	1,233 gr	47 gr	
						139	299	669	1,126	155	1,198 gr	150 gr	
						130	299	666	1,119	154	1,103 gr	241 gr	
I-2	25	18.8 7.0 6.6	1.7 6.1 4.9	46.4 46.6 46.4	34.4 34.3 34.4	141	304	681	1,144	157	124 gr	—	
						136	292	653	1,099	151	119 gr	790 gr	
						137	295	660	1,109	153	120 gr	600 gr	
J-2	25	6.3	2.0	49.0	34.4	149	304	681	1,144	157	1,067 cc	77 cc	
K-2	25	7.0 9.1 5.6 7.7	4.4 4.7 4.5 4.5	48.8 48.8 48.1 48.1	34.9 34.3 34.3 34.3	144	295	660	1,109	153	295 gr	160 gr	
						143	293	643	1,082	149	288 gr	156 gr	
						143	297	653	1,099	151	297 gr	158 gr	
						143	297	653	1,099	151	297 gr	158 gr	
L-2	25	7.7 7.4 7.2 6.6	2.2 5.1 5.2 4.2	51.3 45.9 45.6 48.7	34.4 34.4 34.4 34.4	153	298	670	1,125	155	596 gr	—	
						134	292	657	1,102	152	584 gr	44 gr	
						135	296	667	1,119	154	603 gr	43 gr	
						146	300	664	1,114	153	600 gr	28 gr	
M-2	25	7.5 7.5 8.0	5.8 4.8 4.6	49.3 47.8 47.3	34.3 34.4 34.4	141	286	640	1,077	148	432 gr	155 gr	
						143	299	647	1,087	150	451 gr	122 gr	
						142	300	650	1,092	150	453 gr	113 gr	

\*) 1 バッチ練りまぜ量=約20ℓ

\*\*\*) 減水剤記号A-2, J-2, ……は, 今回が減水剤の第2回の比較試験である事を示す。

表-6 比較試験に供したコンクリートの配合\*

減水剤 記号	粗骨材 最大寸 法 (mm)	スランブ 範 囲 (cm)	空気量 範 囲 (%)	水セメ ント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	1 m <sup>3</sup> 当りの 使用材料						
						W kg	C kg	S kg	G <sub>1</sub> kg 5~10mm	G <sub>2</sub> kg 15~25mm	減水剤	A E 剤
減水剤 ナ シ	25	8.2	1.8	52.2	39.4	154	295	758	1,027	140	—	—
A-2	25	10.3	3.2	42.7	34.4	129	302	676	1,135	156	3,020 cc	991 cc
D-2	25	8.0	5.0	43.6	34.4	130	298	667	1,120	154	1,190 gr	240 gr
I-2	25	7.9	4.9	45.5	34.4	136	299	657	1,103	151	119 gr	505 cc
J-2	25	7.9	4.1	44.0	34.4	128	291	661	1,110	152	1,019 cc	148 cc
K-2	25	8.1	4.9	46.2	34.4	139	301	656	1,101	151	301 gr	160 gr
L-2	25	8.6	4.9	45.7	34.4	137	300	665	1,116	153	600 gr	28 gr
M-2	25	8.6	4.6	41.6	34.5	127	305	667	1,118	153	458 gr	95 gr

\*) 1 バッチ練りまぜ量=約120ℓ

### 2.3. コンクリートの練りませと供試体の製作

#### (1) コンクリートの練りませ

試験練りには、容量70ℓの強制練りミキサ（KOKEN FP-70）を用い、比較試験には、容量200ℓの強制練りミキサ（KOKEN FP-200）を用いた。1バッチの容量はそれぞれ20ℓおよび120ℓである。

練りませは次の要領で行なった。すなわち、最初にセメント、細骨材、粗骨材を投入し、1分間空練りを行ない続く30秒にてあらかじめ減水剤を溶解した水を所定量投入し、全材料投入後3分間練りませた。

練りませ後直ちにそれぞれのバッチについて、スランプ、空気量、単位容積重量を測定し、単位容積重量と各材料の計量重量より単位セメント量を計算し、示方配合と一致することを確認した。

コンクリートの打込みは高温恒温作業室（20°C、100% R. H.）で行なった。

#### (2) 供試体の製作

各バッチより、スランプ、空気量、ブリージングおよび付着強度試験用供試体各1個と圧縮強度試験用供試体5個、曲げ強度および引張強度試験用供試体各3個、第2および第3バッチより乾燥収縮試験用供試体各1個を製作したほか、第1バッチより5mmフルイを通過せるモルタルを用いて3個の凝結試験用供試体を製作した。

供試体の締め固めは表一7に示した方法に従い、棒状バイブレーターを用いて締め固めた。乾燥収縮および曲げ強度試験用供試体については、さらにスペーシングを

表一7 コンクリートの締め固め方法

試験項目	供試体寸法 (cm)	打込み 層数	各層のバイブ レーター使用回数 (回)*
スランプ	φ10×φ20×30	3	**
空気量	φ24×22	3	**
ブリージング	φ25×25	2	7
凝結	φ15×14	1	3
乾燥収縮	10×10×80	1	8
圧縮強度	φ15×30	2	3
曲げ強度	15×15×53	1	8
引張強度	φ15×15	1	3
付着強度	15×15×15	1	3

\*) バイブレーターの使用時間はコンクリートの表面が水光りを帯び始める程度（約10秒）とした。

\*\*) 標準棒突法

行ない、型枠の側面を木槌で数回軽くたたいたのち表面を仕上げた。

強度試験および乾燥収縮試験用供試体は、約24時間後に脱型して養生水槽（水温21°C）に移し、以後所定の材令まで水中養生を行なった。

#### 2.4. 試験方法

コンクリートのスランプ、空気量、単位容積重量およびブリージング量については、それぞれJIS A1101（スランプ試験方法）、JIS A1120（まだ固まらないコンクリートの空気量の圧力による試験方法（空気室圧力方法））、JIS A1116（コンクリートの単位容積重量試験方法および空気量の重量による試験方法（重量方法））、およびJIS A1123（コンクリートのブリージング試験方法）に準じて試験した。

ただし、単位容積重量の試験には、空気量試験用の鋼製容器（容量約7ℓ）を用いた。

コンクリートの凝結時間は、ASTM C403-65T“貫入抵抗によるコンクリートの凝結時間の暫定試験方法”に準じて試験した。なお試験方法の詳細については第1報参照。供試体は貫入抵抗の測定時以外は其の表面をビニールで覆い、水分の蒸発を防止した。

コンクリートの乾燥収縮は、両端面中央に鋼製のゲージプラグを埋め込んだ10×10×80cmの供試体を用い、試作した水平型コンパレータ（丸東製作所製）を用いて測定した。コンパレータの詳細については第1報参照。

供試体の第1回の測長は、コンクリートの打込み後、24時間で脱型した際に行ない、直ちに21°Cの水中に浸漬し、材令7日で第2回の測長を行なった。

供試体は第2回測長後、低湿恒温室（20°C、45±5% R. H.）に移して保存した。

長さの変化率の基準長としては、第2回の測定長を用いた。

第2回以降の測長は、乾燥養生開始後1、2、3、5時間、1、2、3、4、5、6日、1、4、8週、3、4、5、6月の各時点において行なった。

圧縮強度は、紙製型枠を用いて製作したφ15×30cmの供試体について、JIS A1108（コンクリートの圧縮強度試験方法）に従って、材令3日、1、4週および3、6月で試験を行なった。

曲げ強度は、15×15×53cmの供試体を用い、JIS A1106（コンクリートの曲げ強度試験方法）に従い、材令3日、1週および4週で試験した。

引張強度は、φ15×15cmの供試体を用い、JIS A1113（コンクリートの引張強度試験方法）に従い、材令3日、1週および4週で試験した。

表一8 減水剤比較試験結果\*

減水剤 記号	単位 水量 ( <i>ml/cm³</i> )	ブリージ ング量 ( <i>ml/cm³</i> )	凝		結		乾燥収縮 (×10 <sup>-6</sup> )		圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )						曲げ強度 (kg/cm <sup>2</sup> )				引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )				付着 強度 ( <i>kg/cm³</i> ) 4週
			始 (時分)	発 (時分)	終 (時分)	結 (時分)	1週	4週	8週	3ヶ月	6ヶ月	3日	1週	4週	3ヶ月	6ヶ月	3日	1週	4週	3日	1週	4週	
減水剤 A	154	0.085	6-03	8-12	208	372	559	638	712	158	227	296	356	391	24.0	33.0	42.0	15.8	21.4	27.1	76.1		
A-2	129	0.073	7-25	9-43	185	360	526	595	626	207	260	331	379	440	34.5	41.2	45.6	19.3	26.1	29.9	110.0		
D-2	130	0.022	5-03	6-34	233	460	556	605	673	186	244	318	355	388	30.9	39.5	41.6	17.3	21.5	24.5	121.3		
I-2	136	0.031	4-06	5-41	196	426	572	651	742	153	226	308	345	348	26.5	35.6	42.3	16.8	21.9	27.9	110.6		
J-2	128	0.041	5-14	7-11	200	342	544	605	674	209	286	358	409	425	31.1	39.3	46.9	21.3	23.3	32.8	113.1		
K-2	139	0.050	4-31	6-09	236	451	596	670	737	179	240	303	351	366	28.6	37.4	42.0	16.8	22.0	27.8	105.5		
L-2	137	0.050	5-10	7-04	188	458	715	699	741	196	292	383	403	443	27.4	37.7	46.9	18.9	24.5	32.3	113.9		
M-2	127	0.032	4-37	6-20	259	460	620	692	767	188	266	330	401	369	31.4	37.1	50.1	20.7	26.1	30.4	112.8		

\*) 乾燥収縮は2個, その他は3個の供試体についての平均値

表一9 減水剤を使用しない場合を基準として比較した減水剤の比較試験結果

減水剤 記号	単位 水量比	ブリージ ング量比	凝		結		乾燥収縮** (×10 <sup>-6</sup> )		圧縮強度比						曲げ強度比				引張強度比				付着 強度比 4週
			始 (時分)	発 (時分)	終 (時分)	結 (時分)	1週	4週	8週	3ヶ月	6ヶ月	3日	1週	4週	3ヶ月	6ヶ月	3日	1週	4週	3日	1週	4週	
A-2	84	86	-1-22	1-31	-23	-12	-36	-43	-86	131	114	112	106	113	144	125	108	122	122	110	144		
D-2	84	26	+1-00	+2-12	+25	+88	-3	-33	-39	118	107	107	100	99	129	120	99	109	96	90	159		
I-2	88	36	+1-57	+2-31	-12	+54	+13	+13	+30	97	100	104	97	89	110	108	101	106	102	103	145		
J-2	83	48	+0-49	+1-01	-8	-30	-15	-33	-38	132	126	121	115	109	130	119	112	135	109	121	149		
K-2	90	59	+1-32	+2-03	+28	+79	+37	+32	+25	113	106	102	99	94	119	113	100	106	103	102	139		
L-2	89	59	+0-53	+1-08	-20	+86	+156	+61	+29	124	129	129	113	113	114	114	112	120	114	119	150		
M-2	82	38	+1-26	+1-52	+51	+88	+61	+52	+56	119	117	111	113	94	131	112	119	131	122	112	148		
規格値	90以下	70以下	—	—	-100以下	—	—	-100以下	-100以上	-100以上	100以上	100以上	—	90以上	—	95以上	95以上	—	—	—	—	95以上	

\*) 減水剤を用いない場合と比較して, 凝結時間の早い場合を+, 遅い場合を-で示した。

\*\*) 減水剤を用いない場合を基準として, 乾燥養生期間における乾燥収縮の差を示したもので, +は基準より大きい場合, -は基準より小さい場合を示す。



表-10 ポゾリスNo. 5 Lを基準として比較した減水剤の比較試験結果

減水剤 記号	単位 水量比	ブリージ ング量比	凝結* 始発(時一分)	凝結* 終結(時一分)	乾燥収縮** (×10 <sup>-6</sup> )								圧縮強度比				引張強度比				着 付 強度比						
					1週		4週		8週		3ヶ月		6ヶ月		1週		3日		1週			3日		1週		4週	
					1週	4週	1週	4週	1週	4週	1週	4週	1週	4週	1週	4週	1週	4週	1週	4週		1週	4週	1週	4週	1週	4週
減水剤 ナ	119	116	+ 1 - 22	+ 1 - 31	+ 23	+ 12	+ 33	+ 43	+ 86	76	87	89	94	89	70	80	92	82	82	82	82	91	69				
D-2	101	30	+ 2 - 22	+ 3 - 09	+ 48	+ 100	+ 30	+ 10	+ 47	90	94	96	94	88	90	98	91	90	79	78	78	110					
I-2	105	42	+ 3 - 19	+ 4 - 02	+ 11	+ 66	+ 46	+ 56	+ 116	74	87	93	91	79	77	86	93	87	84	84	93	100					
J-2	99	56	+ 2 - 11	+ 2 - 32	+ 15	- 18	+ 18	+ 10	+ 48	101	110	108	108	97	90	95	103	110	89	110	110	103					
K-2	108	68	+ 2 - 54	+ 3 - 34	+ 51	+ 91	+ 70	+ 75	+ 111	86	92	92	93	83	83	91	92	87	84	84	93	96					
L-2	106	68	+ 2 - 15	+ 2 - 39	+ 3	+ 98	+ 189	+ 104	+ 115	95	112	116	106	101	79	92	103	98	94	108	108	104					
M-2	98	44	+ 2 - 48	+ 3 - 23	+ 74	+ 100	+ 94	+ 97	+ 141	91	102	100	106	84	91	90	110	107	100	102	102	102					

\*) ポゾリスNo. 5 Lを用いた場合と比較して、凝結時間の早い場合を+、遅い場合を-で示した。

\*\*) ポゾリスNo. 5 Lを用いた場合を基準として、乾燥養生期間における乾燥収縮の差を示したもので、+は基準より大きい場合、-は基準より小さい場合を示す。

表-11 ポゾリスNo. 5 Lを基準として比較した減水剤の比較試験結果 (第1報比較試験)

減水剤 記号	単位 水量比	ブリージ ング量比	凝結* 始発(時一分)	凝結* 終結(時一分)	乾燥収縮** (×10 <sup>-6</sup> )								圧縮強度比				引張強度比									
					1週		4週		8週		3ヶ月		6ヶ月		1週		3日		1ヶ月		3日		1週		4週	
					1週	4週	1週	4週	1週	4週	1週	4週	1週	4週	1週	4週	1週	4週	1週	4週	1週	4週	1週	4週	1週	4週
減水剤 ナ	120	96	+ 1 - 49	+ 1 - 29	- 57	- 91	- 89	- 43	- 18	69	77	92	88	88	88	88	88	69	69	79	94					
B-1	106	69	+ 0 - 57	+ 0 - 50	- 31	- 50	- 69	- 16	+ 2	71	81	87	90	102	102	75	78	78	82	82						
C-1	101	75	+ 1 - 36	+ 1 - 28	- 34	- 81	- 106	- 41	- 45	76	80	86	90	80	81	88	81	88	91	91						
D-1	94	70	- 0 - 01	+ 0 - 05	- 27	- 40	- 46	- 46	- 75	106	94	100	97	88	88	100	98	86	92	96						
E-1	94	83	- 0 - 23	- 0 - 33	- 68	- 106	- 52	- 107	- 51	92	91	98	100	98	98	98	98	86	92	96						
F-1	89	76	- 1 - 39	- 2 - 38	- 97	- 133	- 111	- 116	- 95	92	93	96	96	95	86	81	81	81	97	97						
G-1	96	94	- 0 - 08	- 0 - 23	- 97	- 149	- 146	- 137	- 127	100	100	105	114	103	91	99	107	91	99	107						
H-1	103	89	+ 1 - 43	+ 2 - 05	- 105	- 132	- 111	- 106	- 103	89	81	87	95	103	73	83	96	76	86	100						
I-1	103	60	+ 1 - 36	+ 1 - 33	- 59	- 91	- 69	- 66	- 72	91	88	96	94	107	76	86	100	76	86	100						

\*) ポゾリスNo. 5 Lを用いた場合と比較して、凝結時間の早い場合を+、遅い場合を-で示した。

\*\*) ポゾリスNo. 5 Lを用いた場合を基準として、乾燥養生期間における乾燥収縮の差を示したもので、+は基準より大きい場合、-は基準より小さい場合を示す。

付着強度は、日本コンクリート会議ボンド分科会“引張試験方法(案)”に準じて試験した。ただし、鉄筋としてはS D30、D16の異形棒鋼を用い、材令4週にて試験した。

### 3. 試験結果とその検討

#### 3.1. 試験結果

比較試験結果は表-8に示した通りで、表-9は減水剤規格(案)に従い、減水剤を用いないコンクリートを基準として減水剤を用いたコンクリートの諸性質を百分率で表示したものである。ただし、乾燥収縮と凝結時間については減水剤を用いないコンクリートとの差で示した。

表-10は港湾工事において使用実績の最も多いボゾリスを用いたコンクリートを基準として、他の減水剤を用いたコンクリートの諸性質を比較したもので、表-11は参考として前回の比較試験結果を同様の方法で表示したものである。

#### 3.2. 減水効果について

先にも述べたように、KおよびM剤は特定のA E剤を持たない減水剤であり、使用に当っては止むを得ず、シーカA E Rを用いて空気量を調整した。

減水剤のみを用いたコンクリートの単位水量と、A E剤を添加したコンクリートの単位水量との差からA E剤による減水効果を推定すると、I-2およびL-2の場合、

空気量1%について、それぞれ2.5kgおよび6.3kgとなり、A E剤による減水効果は必ずしも一定していない。

表-9に示したように、供試減水剤の単位水量は、減水剤を用いないコンクリートの82~90%でいずれも満足すべき減水効果を示している。

#### 3.3. 凝結時間とブリージングについて

図-1は供試減水剤を使用したコンクリートの凝結の

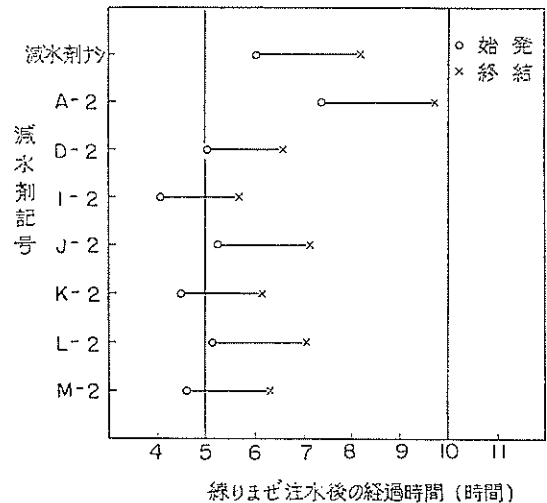


図-1 各種減水剤を用いたコンクリートの凝結の始発時間および終結時間

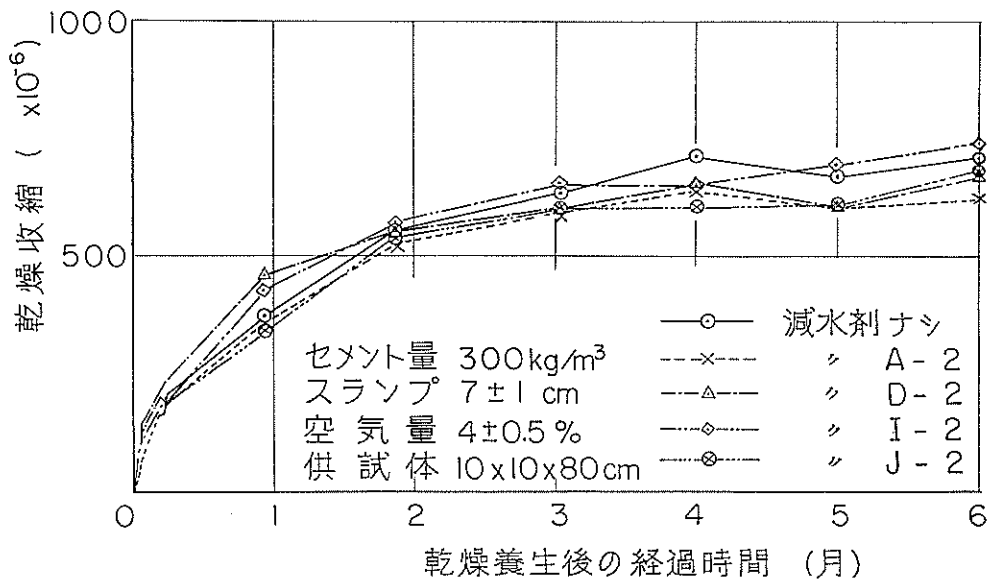
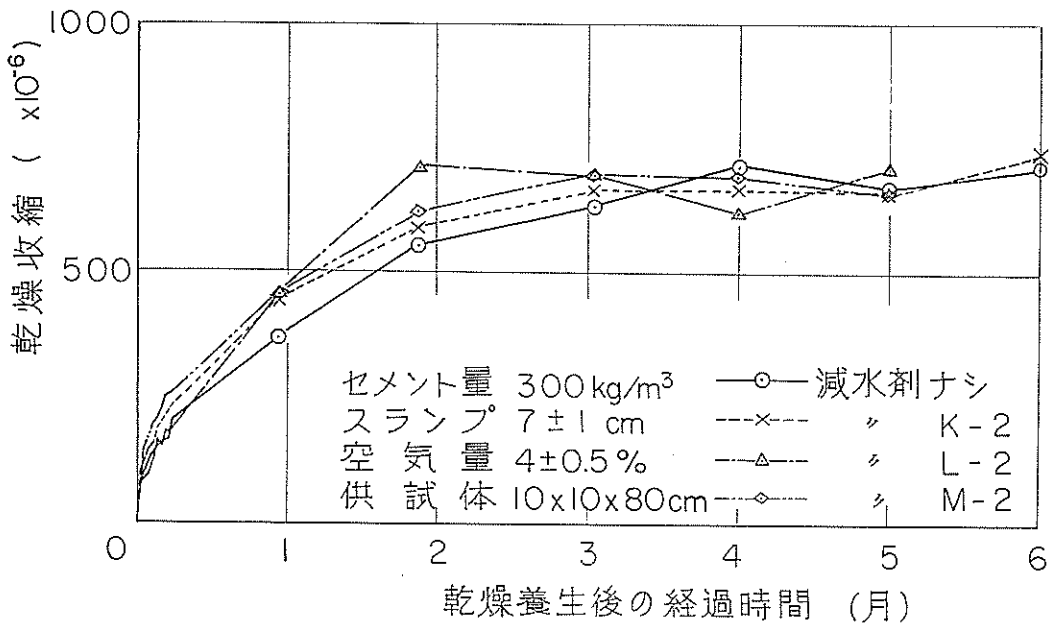


図-2 各種減水剤を使用したコンクリートの乾燥収縮 (1)



図一三 各種減水剤を使用したコンクリートの乾燥収縮 (2)

始発および終結時間を図示したもので、A剤を除いて概して凝結が促進されたような結果を呈している。

第1回の比較試験においては、凝結が概して遅延する傾向にあったのと比較すると著しい相違であり、セメントの品質の差によるところが大きいと思われる。

一方、ブリージング量は減水剤を用いないコンクリートの26~86%、平均50%で減少が著しい。第1回の比較試験では62~104%、平均82%であったのと比較すると相当の減少であるが、これは凝結時間が促進されたためと思われる。A剤を用いたコンクリートのブリージングが他と比較してかなり多いが、凝結も例外的に遅延しており、上述の説明を裏付けるものであろう。

### 3.4. 乾燥収縮について

図一2~3は乾燥収縮の時間的変化について図示したものである。

脱型後、材令7日までの水申養生により、いずれの供試体にも $20 \times 10^{-6}$ 程度の膨張が見られた。

減水剤K-2およびM-2を使用したコンクリートは、減水剤を用いないコンクリートにくらべて、乾燥による長さ変化率が多少増大したが、その差は乾燥養生開始後4週で $90 \times 10^{-6}$ 程度以下であり、減水剤の有無によるコンクリート乾燥収縮の差は概して小さく、特に問題となるようなことはないようである。

### 3.5. 圧縮強度、曲げ強度および引張強度について

比較試験結果によると、いずれの減水剤を用いたコン

クリートでも初期強度は大きく、たとえば、材令3日の圧縮強度比、曲げ強度比および引張強度比は、それぞれ97~132% (平均119%)、110~144% (平均125%)、および106~135% (平均118%)、である。

特に減水剤A-2、J-2およびL-2を使用したコンクリートでは、圧縮強度比が材令3日で130~145%、材令1週で110~125%であり早強性が著しく、たとえば、3日強度を4週強度と比較すると、圧縮強度で60%曲げ強度で70%および引張強度で65%に達している。

このように、一般に著しい早強性を示すのは、供試減水剤の多くに塩化カルシウム等の凝結促進剤が多量添加されていることにもよるものであろう。

### 3.6. 付着強度について

いずれの減水剤を用いたコンクリートでも付着強度が相当増大しており、付着強度比は、139~159%、平均148%であり、ブリージング減少の効果が著しい。

### 3.7. 減水剤規格(案)との適合性および港湾工専材料としての適性について

以上の検討結果より、本実験に供した7種の減水剤のうち、A剤を用いたコンクリートがブリージング量比を僅かながら満足しない点を除けば、いずれの減水剤も減水剤規格(案)の値を満足しているといえる。

また表一10によれば、D、IおよびK剤を用いたコンクリートは、たとえば強度を基準として比較すると、ポゾリスを用いたコンクリートの85~95%、平均90%程度

表-12 減水剤を用いないコンクリートを基準として比較したポゾリスの試験結果\*

項目	単位 水量比	ブリー ジング 量比	圧縮強度比			曲げ強度比			引張強度比			付着 強度比
			3日	1週	4週	3日	1週	4週	3日	1週	4週	
範囲	83~92	31~69	109~177	106~159	84~128	111~144	100~144	92~117	127~162	100~151	84~128	94~119
平均	86	48	146	127	107	130	117	102	145	116	102	110
標準偏差	2.4	10.4	18.1	14.7	9.2	11.5	11.0	6.3	10.4	18.6	14.2	11.6
変動係数 (%)	2.8	21.7	12.4	11.6	8.6	8.8	9.4	6.2	7.2	16.0	13.9	10.5
規格値	90以下	70以下	—	100以上	100以上	—	95以上	95以上	—	—	—	95以上

\* ) 10試験所が参加し、14種のセメントを用いて行なった試験 1966年

である。これに対して、J、LおよびM剤を用いたコンクリートの場合、90~110%、平均100%程度で、ポゾリスを用いたコンクリートと同程度の強度を有している。しかし、ポゾリスを用いたコンクリート自体も、使用材料、特にセメントおよび砂によっても相当変動するものようである。たとえば、表-12は10試験所が参加し、14種のセメントを用いて行なった比較試験の結果であるが、これによるとポゾリスは概して良好な試験結果を得ているが、試験条件によっては規格値を満足しない場合も少なくない。従ってポゾリスとの比較における優劣は常に有意とは限らないが、本実験に供したD、I、JおよびL剤等はポゾリスとほぼ同等に使用し得るものと考えて良いであろう。

KおよびM剤については、いずれも規格値を満足し、かつポゾリスとほぼ同等の試験結果を得ている。しかし、2.2.で述べたように、これらは空気連行性を有するものではあるが、他の供試減水剤と異なり、特定の空気量調整剤(AE剤)を持たない減水剤であり、本実験においても止むを得ずシーカAERを用いて空気量を調整しており、条件の多様な施工現場においては、空気量の調整機能を欠く可能性が大きいものと考えられる。

港湾工事に用いるコンクリートは、AEコンクリート(空気量=4.0±1.0%)を原則としており<sup>2)</sup>この観点より評価すると、減水剤としての品質の良否はともかく、港湾工事用材料としての適用性を欠くものと判断せざるを得ない。

#### 4. 結 論

土木学会基準“減水剤規格(案)1966”に基いて、市販の各種減水剤の性能の比較試験を行なった。

コンクリートは、粗骨材最大寸法25mm、単位セメント量300kg、スランプ7±1cm、空気量4.0±1.0%(減

水剤を使用しない場合2%以下)として、減水剤の使用が単位水量、ブリージング、乾燥収縮、圧縮強度、曲げ強度、引張強度および付着強度に及ぼす影響について調べ、これを減水剤を使用しないコンクリートと比較した。

本実験の範囲内で次のことが言い得るものと思われる。

1. 試験に供した7種の減水剤の減水効果は10~20%程度で、概して良好である。

ブリージング量比は、26~86%程度に減少し、これらの減水剤は供試セメントと用いる場合には一般に凝結時間を促進する傾向が認められた。

乾燥収縮については、減水剤の有無によって特に問題となるようなことはないようである。

減水剤を用いたコンクリートの強度は一般に早強性で、特に曲げ強度において著しい。

減水効果は必ずしも強度増加の割合とは結びつかず、強度比は個々の減水剤でかなり異なり、使用に先立って試験が重要なことを示している。

2. 以上の試験結果を総括すると、本実験と同等の条件で使用する限りでは、減水剤A-2、D-2、I-2、J-2およびL-2は、相対耐久性係数を除いては土木学会減水剤規格(案)を満足するものと考えて良いであろう。

#### 5. あとがき

港湾工事材料に関する試験研究の一環として、コンクリート用減水剤を取り上げ、第1報で報告した比較試験に引続き、7種の市販減水剤の比較試験を実施した。

本実験は港湾工事用材料としての減水剤の品質評価の資料を提出することを目的とするもので、今後も使用材料、減水剤の種類等を変えて実験を続ける予定である。

本実験の実施に当たり、構造部材料施工研究室の赤塚雄三室長および関博技官の御指導を仰いだ。ここに厚く御礼申し上げる。

#### 参考文献

1) 赤塚雄三, 関博, 浅岡邦一, 津端雅史, 小野寺

幸夫, “コンクリート用減水剤の比較試験 (第1報)” 港湾技研資料 No. 31, 1967年4月, pp. 5~18

2) “港湾構造物設計基準” 上巻 3編 材料, 3章 コンクリート, P-3-3-7, 1967

(昭和42年10月6日受付)

港 灣 技 研 資 料      No. 41

1967年12月

編集兼発行人      運輸省港湾技術研究所

発 行 所      運輸省港湾技術研究所  
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印 刷 所      誠文堂印刷工業株式会社  
川 崎 市 荻 宿 531-2