

土 木 研 究 所 資 料

第 396 号

矢作ダムコンクリート用混和剤
に関する試験報告書

昭和43年3月

建設省土木研究所

矢作ダムコンクリート用混和剤に関する試験

本報告は中部地建矢作ダム工事事務所の依頼により矢作ダムコンクリートの減水剤の選定に関する資料を得るために実施した結果である。

対象となった減水剤はチェーボー ~~A~~ C、ボゾリスNo.8、およびマジノン100N、の3種類である。

1 試験項目

- 1) コンクリートの凍結融解試験
- 2) コンクリートのコンシステンシー試験、および圧縮強度試験

2 コンクリート材料

1) セメント

矢作ダムで使用を予定している住友セメント浜松工場製の中熱ポルトランドセメントで、工場より直送されたものである。その試験成績は、表-1のとおりであった。

表 - 1 -

比重	粉末度		凝 結					安定性 (煮沸 方法)	マグ ネシヤ (%)	無水 硫酸 (%)	強熱 減量 (%)
	比表面積 (ブレー ン方法 (cm^2/g))	標準網フ ルイ 88 μ 残分 (%)	室温 ($^{\circ}\text{C}$)	湿度 (%)	水量 (%)	始 発 (時-分)	終 結 (時-分)				
3.20	3,138	2.3	21	80	26.1	2-41	3-38	良	-	-	-
フロー値 (mm)		曲 げ 強 さ (kg/cm^2)				圧 縮 強 さ (kg/cm^2)				養生温度 ($^{\circ}\text{C}$)	
		3 日	7 日	14 日	28 日	3 日	7 日	14 日	28 日	室 温	水 温
2 3 7		27.5	39.4	48.0	71.2	10.2	18.1	23.2	34.2	21.0	20.0
試験結果は中部地建名古屋技術事務所にて実施した値である。											

2) 骨材

細, 粗骨材とも矢作ダム工事事務所より送付された花崗岩質の砕砂および碎石で, 比重および吸水量は, 表-2のとおりであった。

表-2

骨 材 区 分	比 重	吸水量(%)	記 事
細 骨 材	2.59	1.4	
粗 骨 材	2.63	0.7	5mm ~ 25mm

なお, 実験に用いた細骨材はあらかじめ十分吸水させ, 表面水量が僅かにある状態にして用いた。粗骨材は表面乾燥飽水状態にして用いた。

3) 減水剤

各減水剤の試料は, 矢作ダム工事事務所で購入したものから採取したものである。

凍結融解の基準コンクリートには, AE剤ビンソールを用いた。

3 コンクリートの凍結融解試験

各減水剤の品質を比較するため凍結融解作用に対する抵抗性をつぎに示すように調査した。

1) コンクリートの配合

コンクリートの配合は, 表-3のとおりである。

表-3のうちスランブおよび空気量は実測値である。

配分区分ビンソール(B)は, 空気量の多少が耐久性に及ぼす影響の程度を知るため, 標準空気量(4~5%)よりも少くして行った。

表 - 3

配合区分 (混和剤)		セメント G (kg)	水 W (kg)	水セメント比 W/G (%)	細骨材率 S/a (%)	細骨材量 S (kg)	粗骨材量 G (kg)	減水剤 (cc)	AE 調整剤 (cc)	スラ ンプ (cm)	空気量 (%)
ビンゾール	(A)	300	175	60	38.5	685	1110	—	90	7.5	5.0
	(B)	300	175	60	38.5	685	1110	—	70	6.0	3.5
チャーボール C		300	173	58	39.0	690	1110	150	80	7.5	4.5
ボゾリスNa 8		300	165	55	39.5	710	1110	750	—	7.0	5.0
マジノン100N		300	165	55	39.5	710	1110	750	25	6.5	4.5

2) コンクリートの練りまぜおよび養生

練りまぜは、1バッチの量を25ℓとし、容量0.05m³の可傾式ミキサで行った。練りまぜ方法は、全材料を投入してから3分間練りまぜたのち、ミキサから排出したコンクリートを練り板上で1往復の切返しを行ない、空気量、スランプが所要値であることを確かめたのち供試体(7.5×10×40cm.)

3) 本を製作した。

供試体は製作後24時間湿空中で養生し、脱型してから所定の試験開始まで20±3℃の水中で養生を行った。

3) 試験方法

凍結融解の繰返しは、A.S.T.M. C290—61Tに従った。凍結融解の繰返しによる、コンクリートの損傷程度はJIS A 1127に規定している共振振動によるコンクリートの動弾性係数の変化および、供試体の重量、外観変化などにより判定した。

なお凍結融解繰返しを開始した材令は、すべて14日からである。

4) 試験結果および考察

(a) 動弾性係数比、(凍結融解作用開始時の動弾性係数E₀と各測定時におけ

る動弾性係数 E_0 との比，すなわち $E_0/E_0 \times 100$)

動弾性係数の測定は前記のとおり J I S A 1127 の規定に従って，共鳴振動法によるたわみ振動によって求めたが，この場合のたわみ振動の方向は $7.5 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ 供試体で，はりの高さを 10 cm とした場合と 7.5 cm にした場合との2方向の動弾性係数を求め，それぞれ E_1 E_2 とした。

凍結融解の繰返しによる動弾性係数の変化は，動弾性係数比で示し，付表-1および2のとおりである。

付表-1および2で判るように，凍結融解作用開始時の動弾性係数は振動方向により多少異なっているが，凍結融解作用の繰返しにともなう動弾性係数比は振動方向により差があるように思われないため，両者の平均値について供試体の損傷程度を判定することにした。

凍結融解繰返し回数と平均動弾性係数比との関係を示すと表-4のとおりで，これを図で示すと図-1のとおりである。

凍結融解繰り返し回数

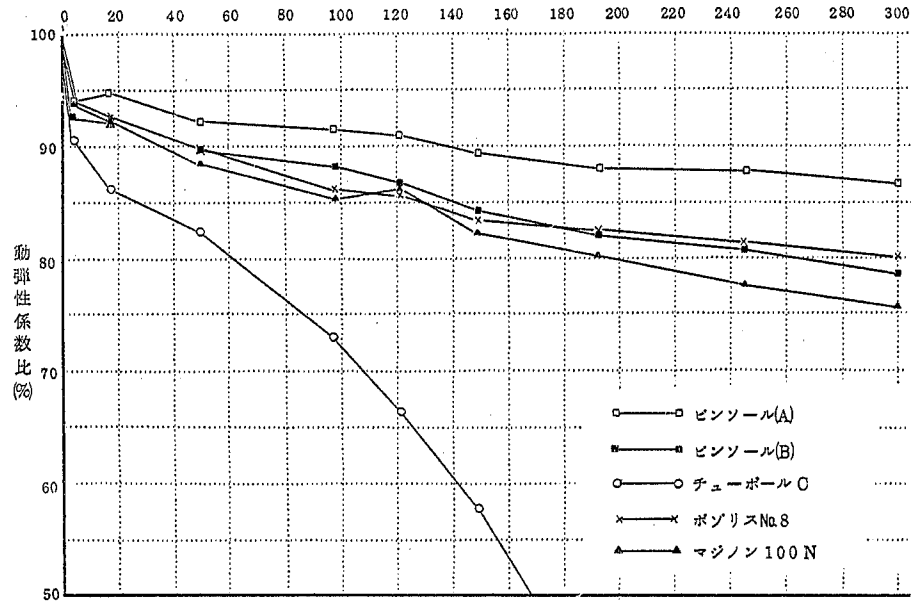


図 - 1

表 - 4

配合区分 (混和剤)		サイクル数 E ₀ (×10 ³)	E _n / E ₀ × 100 (%)								
			4	17	49	97	121	149	192	244	300
ビンソール (A)	E ₁	275	93.5	94.2	91.8	90.8	90.7	87.6	87.1	87.0	85.9
	E ₂	269	94.2	95.5	91.9	92.1	91.1	90.9	88.9	88.3	87.1
	平均	272	93.9	94.9	91.9	91.5	90.9	89.3	88.0	87.7	86.5
ビンソール (B)	E ₁	327	91.9	91.6	89.4	88.2	86.8	82.6	81.5	80.4	78.0
	E ₂	321	92.2	91.9	89.6	87.7	86.3	85.8	82.4	81.3	78.6
	平均	324	92.1	91.8	89.5	88.0	86.6	84.2	82.0	80.9	78.3
チューボール C	E ₁	295	90.4	86.0	81.5	71.5	64.0	(64.0) 5.6	(51.4) 40.4	(29.2)	—
	E ₂	292	90.5	86.5	82.8	74.3	68.5	(66.8) 5.96	(52.5) 40.4	(29.9)	—
	平均	294	90.5	86.3	82.2	72.9	66.3	(65.4) 5.76	(52.0) 40.4	(30.6)	—
ボゾリス No 8	E ₁	301	93.2	91.9	89.3	86.3	85.5	82.7	82.1	81.3	79.8
	E ₂	296	93.4	92.4	89.7	86.7	85.9	84.7	82.8	81.8	80.2
	平均	299	93.3	92.2	89.5	86.0	85.7	83.7	82.5	81.6	80.0
マジノン 100 N	E ₁	309	93.3	91.3	87.9	85.3	85.8	82.0	79.7	77.0	74.8
	E ₂	307	93.0	92.0	88.5	85.5	85.9	81.2	80.4	78.3	76.1
	平均	308	93.2	91.7	88.2	85.4	85.9	81.6	80.1	77.7	75.5
() 内の値は 3 本中 2 本の値である。											

各配合のコンクリートは図-1に示すとおり凍結融解繰返しが進むにつれて差異が現われてきた。すなわち、配合区分ビンソール(B)、ボゾリス Na 8、マジノン 100 Nは、凍結融解繰返し回数で17サイクルまでは同じような動弾性係数比の低下を示したが、その後は、149サイクルまではビンソール(B)ボゾリス Na 8、マジノン 100 Nの順に低下率が大きくなり、300サイクルでは、ビンソール(A)、ボゾリス Na 8、ビンソール(B)、マジノン 100 N、チューボール Cの順で低下し、ビンソール(A)および、チューボール Cを除いた外は、ほとんど大きな差が見られない。

配合区分ビンソール(A)は他の配合のものよりも動弾性係数比の低下率が小さい値を示した。

配合区分チューボール Cは各サイクルとも動弾性係数比の低下率が他の配合のものより大きい値を示し、特に97サイクルにおいて、3本中の1本が急激な動弾性係数比の低下を示した。149サイクルより以降は3本の平均と()内に2本の平均値を示した。192サイクルにおいては、他の2本も動弾性係数比が60%を下回り、244サイクルでは、動弾性係数比が30.6%になった。

300サイクルにおける動弾性係数比は、配合区分ビンソール(A)は、86.5%ビンソール(B)は、78.3%、チューボール Cは、測定不能、ボゾリス Na 8、は、80%、マジノン 100 Nは、75.5%になった。

以上の結果から各配合の耐久性指数を求めると表-5のとおりである。

表 - 5

配合区分	ビンソール (A)	ビンソール (B)	チューボール C	ボゾリス Na 8	マジノン 100 N
耐久性指数	86.5	78.3	28.4	80.0	75.5

- (b) 供試体の重量減少率 (凍結融解作用開始時の供試体重量 W_0 と各測定時における供試体重量 W_n との比, すなわち $\frac{W_0 - W_n}{W_0} \times 100(\%)$)
凍結融解繰返し回数と重量減少率との関係を示すと表-6 (詳細は付表-3参照) のとおりで, これを図で示すと図-2のとおりである。

表 - 6

配合区分	サイクル数 W_0 (g)	$\frac{W_0 - W_n}{W_0} \times 100 (\%)$								
		4	17	49	97	121	149	192	244	300
ビンソール(A)	6969	0.06	0.35	1.61	3.47	4.55	5.71	6.71	8.05	8.69
ビンソール(B)	7071	0.09	0.42	2.16	3.40	4.85	5.63	6.34	7.18	8.02
チューボールC	7071	0.17	0.64	2.80	5.68	7.31	9.09	11.04	13.64	—
ボゾリスNo 8	7079	0.02	0.07	2.12	5.20	6.30	7.50	8.63	9.55	10.20
マジノン100N	7105	0.10	0.29	2.11	5.41	6.28	7.89	9.04	9.98	10.76

図-2に示すとおり121サイクルまでは, 動弾性係数比と同様な順序で重量が減少している。244サイクルでは, ビンソール(A)と(B)とが動弾性係数比の順序と逆になり, ビンソール(B)の方が重量減少率が小さくなっている。チューボールCの重量減少率は動弾性係数比の場合と同様他の配合のものに比較して特に大きい値を示している。

(c) 供試体の外観の変化

凍結融解作用による供試体の外観の変化過程を示すと, 表-7, および写真に示すとおりである。

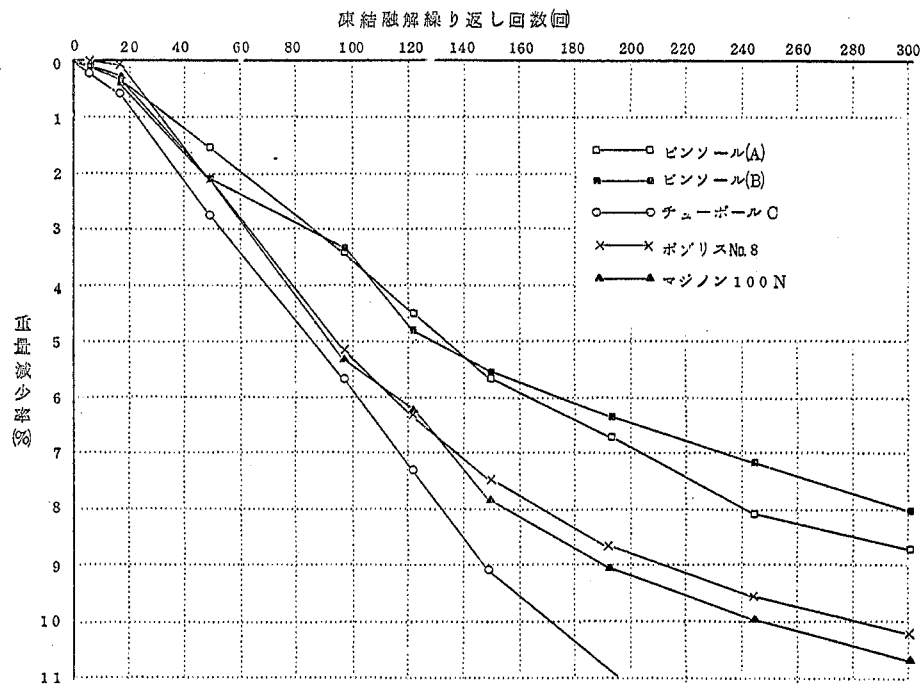
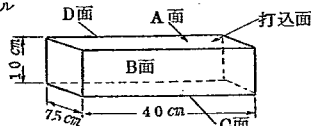


表 - 7

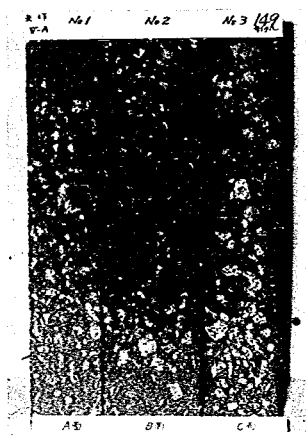
サイクル 配合 区分	4	49	97	149	244	300
ピンゾール (A)	変化なし	A面, 僅かに 粗骨材露出	A面5%程度 粗骨材露出 B, D面僅か に粗骨材露出 C面5%程度 粗骨材露出	A面50%程度 粗骨材露出 B, D面50% 程度粗骨材露 出 C面20%程度 粗骨材露出	A面60%程度 粗骨材露出 B, D面50% 程度粗骨材露 出 C面30%程度 粗骨材露出	A面90%程度 粗骨材露出 B, D面70% 程度粗骨材露 出 C面50%程度 粗骨材露出
ピンゾール (B)	変化なし	A面, 僅かに 粗骨材露出	A面5%程度 粗骨材露出 B, D面僅か に粗骨材露出 C面5%程度 粗骨材露出	A面50%程度 粗骨材露出 B, D面40% 程度粗骨材露 出 C面20%程度 粗骨材露出	A面60%程度 粗骨材露出 B, D面50% 程度粗骨材露 出 C面30%程度 粗骨材露出	A面90%程度 粗骨材露出 B, D面70% 程度粗骨材露 出 C面50%程度 粗骨材露出
チューボール C	変化なし	A面僅かに粗 骨材露出	A面30%程度 粗骨材露出 B, D面10% 程度粗骨材露 出 C面僅かに粗 骨材露出	A面80%程度 粗骨材露出 B, D面60% 程度粗骨材露 出 C面30%程度 粗骨材露出	192 サイクル でA面手を触 れると骨材が くずれおちる 100% 粗骨材 露出 B, C, D面 100% 粗骨材 露出	
ボゾリス No 8	変化なし	A面10%程度 粗骨材露出	A面50%程度 粗骨材露出 B, D面10% 程度粗骨材露 出 C面5%程度 粗骨材露出	A面90%程度 粗骨材露出 B, D面70% 程度粗骨材露 出 C面30%程度 粗骨材露出	A面100%粗 骨材露出, 粗 骨材僅かにく ずれおちる B, D面90% 程度粗骨材露 出 C面80%程度 粗骨材露出	A面100%粗 骨材露出 B, D面100% 程度粗骨材露 出 C面90%程度 粗骨材露出
マジノン 100 N	変化なし	A面5%程度 粗骨材露出	A面30%程度 粗骨材露出 B, D面10% 程度粗骨材露 出 C面5%程度 粗骨材露出	A面80%程度 粗骨材露出 B, D面50% 程度粗骨材露 出 C面10%程度 粗骨材露出	A面100%粗 骨材露出, 粗 骨材くずれお ちる B, D面90% 程度粗骨材露 出 C面70%程度 粗骨材露出	A面100%粗 骨材露出 B, D面100% 程度粗骨材露 出 C面90%程度 粗骨材露出
49・149・192 (チューボールC) 300サイクル 写真参照						



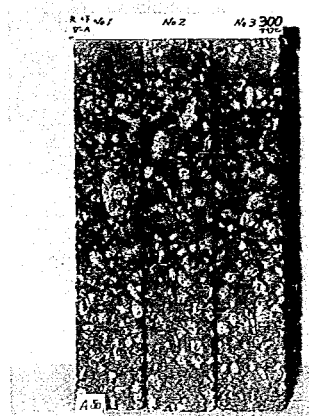
49 サイクル



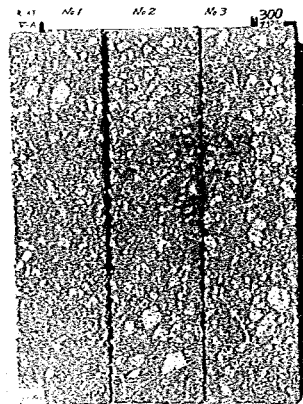
149 サイクル



300 サイクル

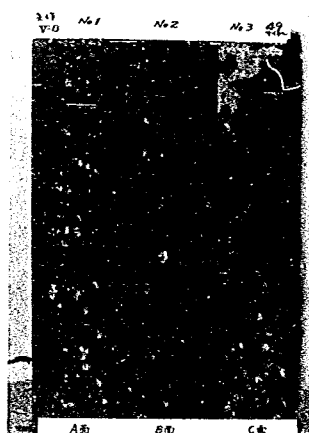


300 サイクル



ピンゾール(A)

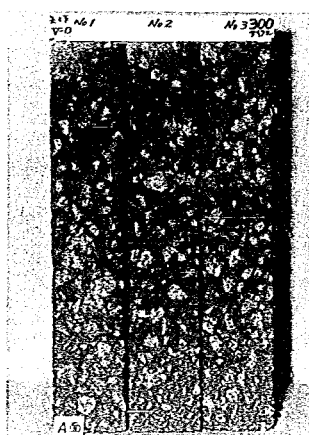
49 サイクル



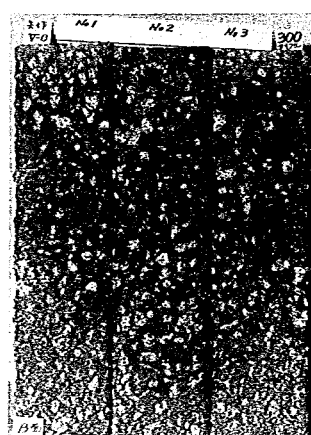
149 サイクル



300 サイクル



300 サイクル



ピンゾール(B)

49 サイクル



149 サイクル



192 サイクル



192 サイクル



チューボール C

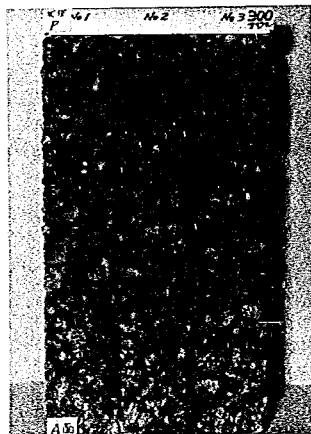
49 サイクル



149 サイクル



300 サイクル



300 サイクル



ボゾリス No. 8

49 サイクル



149 サイクル



300 サイクル



300 サイクル



マジノン 100 N

付表一 1 $h = 10 \text{ cm}$ とした場合の動弾性係数比

配合区分	No	E_0 $\times 10^3$	$E_n / E_0 \times 100(\%)$								
			4	17	49	97	121	149	192	244	300
ビンゾール (A)	1	273	93.6	93.9	91.7	90.8	90.9	87.8	87.1	87.0	85.8
	2	272	94.0	94.8	92.3	90.9	90.9	88.1	87.6	87.4	85.8
	3	281	93.0	93.9	91.3	90.8	90.2	86.8	86.7	86.7	86.2
	平均	275	93.5	94.2	91.8	90.8	90.7	87.6	87.1	87.0	85.9
ビンゾール (B)	1	319	93.0	92.7	90.6	88.4	86.7	82.4	80.8	79.3	78.3
	2	331	91.2	91.0	89.4	88.5	87.8	83.6	83.0	82.2	78.4
	3	330	91.6	91.2	88.3	87.8	85.8	81.8	80.8	79.8	77.3
	平均	327	91.9	91.6	89.4	88.2	86.8	82.6	81.5	80.4	78.0
チューポール C	1	290	91.2	86.4	81.3	77.4	70.6	63.9	51.4	29.2	
	2	301	89.2	83.8	79.6	64.1	50.2	38.8	18.5		
	3	295	90.8	87.8	83.5	73.1	71.1	64.0	51.4	29.2	
	平均	295	90.4	86.0	81.5	71.5	64.0	(64.0) 55.6	(51.4) 40.4	(29.2)	
ボンリス No 8	1	304	93.3	91.8	89.8	85.5	84.9	83.5	82.9	82.2	80.8
	2	295	92.9	91.8	88.3	85.8	85.3	82.1	81.1	80.2	78.7
	3	305	93.4	92.2	89.9	87.6	86.2	82.4	82.3	81.4	79.9
	平均	301	93.2	91.9	89.3	86.3	85.5	82.7	82.1	81.3	79.8
マジノン 100N	1	300	93.3	90.6	87.4	84.2	84.6	79.8	76.1	75.3	73.7
	2	306	93.3	91.4	88.4	86.6	87.3	83.2	81.5	78.9	77.4
	3	321	93.4	91.8	87.8	85.2	85.5	82.9	81.4	76.7	73.3
	平均	309	93.3	91.3	87.9	85.3	85.8	82.0	79.7	77.0	74.8

付表-2 $h = 7.5 \text{ cm}$ とした場合の動弾性係数比

配合区分	No	$E_0 \times 10^3$	$E_n/E_0 \times 100 (\%)$								
			4	17	49	97	121	149	192	244	300
ビンゾール (A)	1	263	93.9	95.5	91.9	91.3	90.3	90.5	89.2	88.0	86.8
	2	269	95.1	96.2	92.0	93.2	92.3	93.4	90.4	89.9	88.0
	3	274	93.7	94.7	91.9	91.7	90.6	88.9	87.2	87.1	86.6
	平均	269	94.2	95.5	91.9	92.1	91.1	90.9	88.9	88.3	87.1
ビンゾール (B)	1	317	92.3	92.0	90.8	88.0	86.3	86.1	82.7	81.4	78.2
	2	325	92.5	92.3	89.4	88.0	87.3	86.5	82.9	82.0	79.6
	3	320	91.9	91.5	88.5	87.0	85.4	84.9	81.7	80.5	78.0
	平均	321	92.2	91.9	89.6	87.7	86.3	85.8	82.4	81.3	78.6
チューボール C	1	285	91.4	86.6	82.6	78.8	74.3	66.5	50.9	27.9	—
	2	296	89.5	85.3	81.4	69.4	58.7	45.2	16.2	—	—
	3	294	90.6	87.6	84.5	74.7	72.6	67.0	54.0	31.9	—
	平均	292	90.5	86.5	82.8	74.3	68.5	(66.8) 59.6	(52.5) 40.4	(29.9)	—
ボンリス Na8	1	290	93.5	92.4	90.4	85.9	85.3	83.7	83.3	82.0	80.9
	2	294	93.0	92.2	88.5	86.4	86.0	85.3	82.0	81.1	79.4
	3	303	93.6	92.7	90.1	87.8	86.4	85.0	83.1	82.2	80.4
	平均	296	93.4	92.4	89.7	86.7	85.9	84.7	82.8	81.8	79.2
マジノン 100N	1	304	93.5	92.1	88.4	85.2	85.9	81.3	79.2	78.4	76.5
	2	302	93.5	91.9	89.0	86.8	86.2	80.6	82.0	79.5	77.3
	3	314	92.1	92.0	88.1	84.5	85.6	81.6	80.0	77.1	74.4
	平均	307	93.0	92.0	88.5	85.5	85.9	81.2	80.4	78.3	75.1

付表-3 供試体の重量減少率

配合区分	No	W ₀ (g)	$\frac{W_0 - W_n}{W_0} \times 100$ (%)								
			4	17	49	97	121	149	192	244	300
ビンソール (A)	1	6948	0.09	0.38	1.61	3.58	4.61	6.10	6.97	8.28	8.95
	2	6965	0.04	0.35	1.34	3.29	4.28	5.18	6.27	8.05	8.74
	3	6995	0.06	0.33	1.89	3.53	4.76	5.85	6.90	7.82	8.39
	平均	6969	0.06	0.35	1.61	3.47	4.55	5.71	6.71	8.05	8.69
ビンソール (B)	1	7059	0.06	0.41	1.77	3.46	5.33	6.20	6.86	7.69	8.29
	2	7069	0.10	0.33	1.57	2.53	3.32	4.16	5.09	6.04	7.00
	3	7085	0.10	0.51	3.14	4.22	5.91	6.52	7.07	7.81	8.78
	平均	7071	0.09	0.42	2.16	3.40	4.85	5.63	6.34	7.18	8.02
チューポール C	1	7045	0.16	0.45	2.44	5.46	6.83	8.66	10.38	13.04	—
	2	7066	0.14	0.74	3.10	5.86	8.11	9.82	12.03	15.62	—
	3	7101	0.20	0.72	2.86	5.73	7.00	8.80	10.70	12.25	—
	平均	7071	0.17	0.64	2.80	5.68	7.31	9.09	11.04	13.64	—
ボゾリス Na 8	1	7064	0.03	0.45	2.58	6.81	7.50	8.43	9.68	10.43	10.96
	2	7074	0.06	0.54	2.72	5.03	6.11	7.51	8.64	9.68	10.32
	3	7098	0.08	0.30	1.86	3.76	5.30	6.57	7.57	8.55	9.33
	平均	7079	0.02	0.43	2.12	5.20	6.30	7.50	8.63	9.55	10.20
マジノン 100 N	1	7115	0.21	0.37	1.55	5.16	5.76	6.93	8.18	9.18	10.13
	2	7038	0.03	0.28	1.58	4.59	5.91	8.09	9.28	10.22	10.94
	3	7163	0.07	0.21	3.20	6.48	7.16	8.64	9.66	10.55	11.21
	平均	7105	0.10	0.29	2.11	5.41	6.28	7.89	9.04	9.88	10.76

4. コンシステンシー試験および圧縮強度試験

試料として使用した減水剤の品質を確認するため、標記の試験を凍結融解試験とあわせて実施することとした。

1) コンシステンシー試験

減水剤の効果を判定するため、単位水量とコンシステンシーとの関係を調査した。

(a) 配 合

コンクリートの配合は表-8に示すとおりである。

表 - 8

減 水 剤	セメント C (kg)	水 W (kg)	水セメント比 w/c (%)	細骨材率 S/a (%)	細骨材 S (kg)	粗骨材 G (kg)	減水剤 (cc)	AE 調整剤 (cc)
なし	300	195	65	41	740	1080	—	—
	300	185	62	40.5	740	1110	—	—
	300	180	60	40	740	1120	—	—
チューポール G	300	180	60	39.5	700	1080	150	80
	300	170	57	39	700	1110	150	80
	300	165	55	38.5	700	1120	150	80
ポゾリス No 8	300	170	57	40.5	725	1080	750	—
	300	165	55	40	725	1110	750	—
	300	155	52	39.5	725	1120	750	—
マジノン 100 N	300	170	57	40.5	725	1080	750	25
	300	165	55	40	725	1110	750	25
	300	155	52	39.5	725	1120	750	25
記 事	空気量: 4~6% 減水剤: メーカー指定量混入							

(b) 練りまぜおよび試験

練りまぜは、1 バッチの量を 40 ℓ とし、容量 0.1 m³ の可傾式ミキサを用い、全材料を投入してから 3 分間練りまぜたのち、ミキサから排出したコンクリートを練り板上で 1 往復の切返しを行い、ただちに空気量、スランプ試験を行なった。

(c) 試験結果および考察

単位水量とスランプ値との関係についての結果は図-3 のとおりであった。図-3 より単位水量とスランプ値との関係は、普通コンクリートおよび各減水剤を用いたコンクリートとも、比例するようである。なおスランプ 7 cm を得るに必要な水量および減水率を図より推定すると表-9 のようである。

単位水量を比較すると表-9 のごとくチューボール C が 8.5 %、ポズリス Na 8 およびマジノン 100 N は同じ 1.3 % であった。

土木学会規準「減水剤規格 (案)」によれば減水剤を用いたコンクリートの単位水量は、減水剤を用いないコンクリートの単位水量の 90 % 以下でなければならないとされており、また従来の試験結果によれば、単位水量を減少できる割合は、良質な減水剤を用いた場合、10 ~ 15 % といわれている。したがって本報告における場合もチューボール C を除いて良質な分散剤といえる。

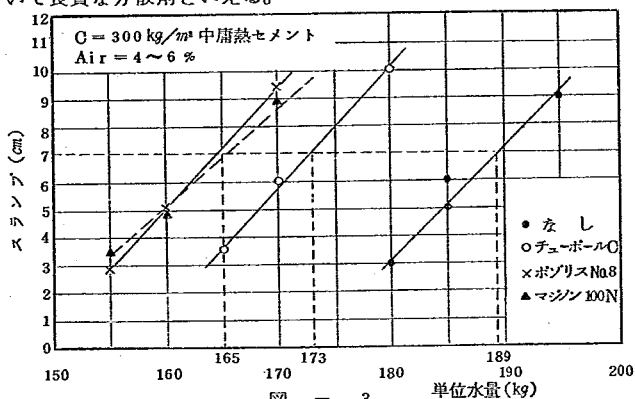


図 - 3

表 - 9

減水剤	スランプ7cmをうる ための水量 (kg)	単位水量減 (%)
なし	189	0
チューボールC	173	8.5
ボゾリス Na8	165	13
マジノン100N	165	13

2) コンクリートの圧縮強度試験

減水剤を用いたコンクリートの圧縮強度について比較した。

a) コンクリートの配合

コンクリートの配合は単位セメント量を340, 300, 260 kgとし、スランプを6 cm ± 1 cm, 空気量はA Eコンクリートの場合4.5 % ± 1 % として表-10のように定めた。

表 - 10

配合区分	セメント C (kg)	水 w (kg)	水セメント 比 w/c (%)	細骨材 率 S _a (%)	細骨材 S (kg)	粗骨材 G (kg)	減水剤 (cc)	A E 調整剤 (cc)
なし	340	189	57	38.5	695	1110	—	—
	300	189	63	39.5	725	1110	—	—
	260	189	73	40.5	760	1110	—	—
チューボールC	340	173	51	37.5	660	1110	170	90
	300	173	58	38	680	1110	150	80
	260	173	67	39.0	705	1110	130	70 60
ボゾリス Na8	340	165	49	38	680	1110	850	—
	300	165	55	39.0	705	1110	750	—
	260	165	64	40	740	1110	650	—
マジノン 100N	340	165	49	38	680	1110	850	28
	300	165	55	39.0	705	1110	750	25
	260	165	64	40	740	1110	650	23 21

b) コンクリートの練りまぜおよび養生

練りまぜは、容量 0.05 m³ の可傾式ミキサを用い、1 バッチの量を 40 ℓ とした。練りまぜは全材料を投入してから、3 分間練りまぜたのちコンクリートを練り板上に排出し、1 往復の切り返しを行って試料とし、ただちにスランプ、空気量を測定した。その値は表-11 のとおりで、スランプは 4 ~ 8 cm、空気量は 4 ~ 6.5 % であった。

表 - 11

回数	配合区分	セメント量 (kg)	スランプ (cm)	空気量 (%)
1	なし	340	7.5	1.5
		300	6	1.5
		260	5	1.5
	チューボール	340	6	4.5
		300	7	5.0
		260	8	6.5
	ボゾリス Na 8	340	6	6.5
		300	5.5	6.5
		260	5.5	6.5
	マジノン 100 N	340	7	6.0
		300	5	4.0
		260	4	4.0
2	なし	340	7.5	1.5
		300	6	1.5
		260	5	1.5
	チューボール	340	6	4.5
		300	7	5.0
		260	7	4.5
	マジノン 100 N	340	7	5.0
		300	5	4.0
		260	5	4.0

空気量は4～5%を目標としたが、ボゾリスNa 8は減水剤（指定量混入）のみで6.5%発生した。

他の減水剤の場合は、それぞれA E調整剤の量を加減して所定の空気量を得られるように努めた。

供試体は圧縮強度用3本（材令28日）を1バッチより製作した。製作した供試体は2日間湿空中で養生し、脱型後は所定材令まで $\pm 3^{\circ}\text{C}$ の水中で養生を行った。

c) 試験結果および考察

強度試験の結果は表-12のとおりで、セメント空隙比と強度との関係は表-13および図-4のとおりである。

表 - 12

配合区分	回数	w/c (%)	c/v (%)	σ_{28} (kg/cm ²)			
				1	2	3	平均
なし	1	56	52	320	309	321	317
		63	46	265	258	241	252
		73	40	215	212	211	213
	2	56	52	314	315	305	311
		63	46	243	236	247	242
		73	40	191	189	189	190
チューボールC	1	51	49	341	344	339	341
		58	42	281	286	270	279
		67	34	170	164	169	168
	2	51	49	324	352	344	340
		58	42	273	295	290	286
		67	37	215	208	252	225
ボゾリスNa 8	1	49	46	320	326	329	325
		55	41	272	275	281	276
		64	35	194	189	179	187
マジノン100N	1	49	46	399	363	356	373
		55	46	351	336	344	344
		64	39	311	310	316	312
	2	49	49	400	385	409	398
		55	46	343	351	344	346
		64	39	272	266	—	269

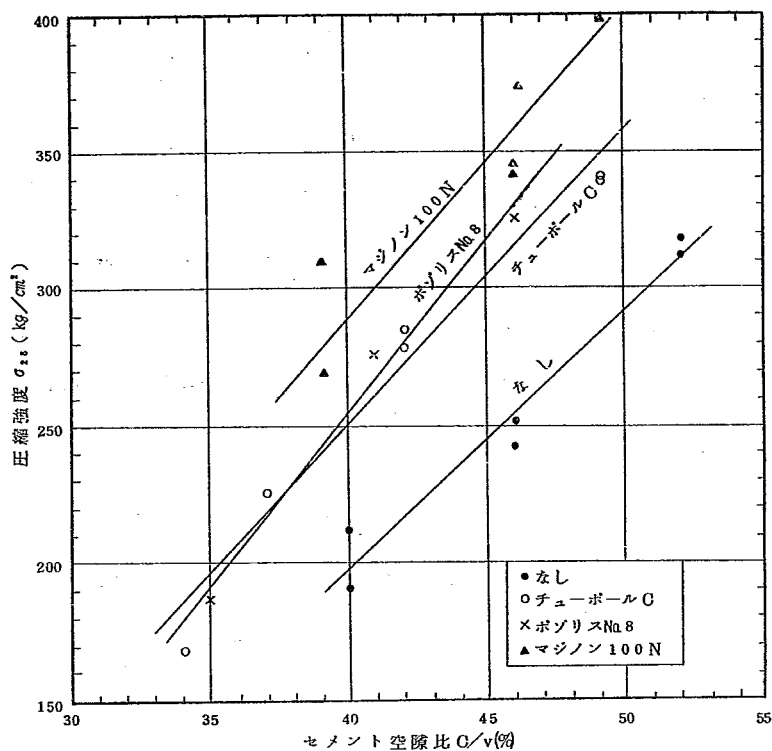


図 - 4

表 - 13

配合区分	c/v と σ_{28} との関係
なし	$\sigma_{28} = -178 + 9.4 c/v$
チューボールC	$\sigma_{28} = -181 + 10.8 c/v$
ボゾリスNa 8	$\sigma_{28} = -250 + 12.6 c/v$
マジノン 100 N	$\sigma_{28} = -167 + 11.4 c/v$

表-13の式を用いて、減水剤を用いたコンクリートと普通コンクリートとを種々条件を変えて比較した結果は、表-14のとおりとなった。

表 - 14

条 件 配 合 区 分	セメント量, コンシステンシーを一定とした場合		w/c, コンシステンシーを一定とした場合				強度, コンシステンシーを一定とした場合	
	C=300kg/m ³		w/c=50%		w/c=60%		$\sigma_{28}=250\text{kg/cm}^2$	
	強度 (kg/cm ²)	比	強度 (kg/cm ²)	比	強度 (kg/cm ²)	比	セメント量 (kg/cm ³)	比
な し	254	100	367	100	273	100	298	100
チューボールC	283	111	391	106	295	108	278	93
ボゾリス Na 8	317	125	393	107	280	103	265	89
マジノン100N	346	136	414	113	312	114	246	83
備 考	コンシステンシーはスランプ7cmと仮定した。 空気量は普通コンクリートの場合1.5%, 減水剤を用いたコンクリートの場合4.5%を考慮した。 C: 単位セメント量 w/c: 水セメント比 σ_{28} : 材令28日における圧縮強度							

さきの土木学会規準「減水剤規格(案)」によれば、全ての減水剤とも圧縮強度試験では合格している。