

プレパックド コンクリート施工指針(案)について

赤 塚 雄 三*

資料について：本資料集はプレパックドコンクリート施工指針（案）の審議に際して参考に供した多くの文献資料より，主要な部分を抄録したものである。

図-1 JロートとPロートの関係¹⁾

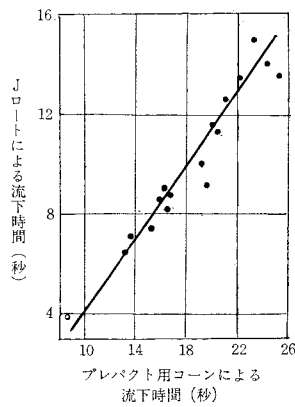
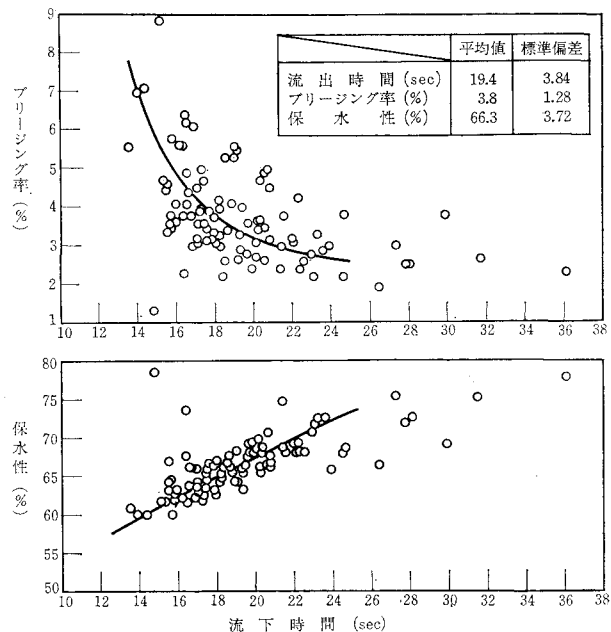


図-2 注入モルタルの 流下時間とブリージング率および保水性との関係
(大船渡港津波防波堤工事 1964)²⁾
流下時間および保水性；試料1個についての値
ブリージング率；ポリエチレン袋を用いて測定した試料3個の平均値



* 工博 運輸省港湾技術研究所 材料施工研究室長

表—1 流下時間を特性値として事前管理した場合の注入モルタルの品質の変動 (大船渡港津波防波堤工事)²⁾

試験番号	流下時間 (sec)	保水性 (%)	ブリージ ング率 (%)	膨張率 (%)	28日強度 (kg/cm ²)	試験番号	流下時間 (sec)	保水性 (%)	ブリージ ング率 (%)	膨張率 (%)	28日強度 (kg/cm ²)
1	23	71.7	2.2	4.5	196	54	18	66.3	3.1	3.5	161
4	21	74.5	3.0	4.8	161	56	20	67.9	3.7	4.3	170
6	20	68.5	3.6	4.2	138	57	20	65.2	3.4	4.6	137
7	20	69.0	2.4	4.1	188	58	19	66.8	5.3	4.2	161
8	22	67.9	2.4	5.3	203	59	19	67.9	5.3	4.3	196
13	23	72.3	3.3	4.6	129	60	18	65.2	3.4	4.2	170
16	18	62.5	3.1	4.9	149	61	18	65.8	3.5	4.9	141
17	23	70.1	2.8	5.4	159	63	17	65.2	3.8	4.3	175
18	20	69.6	3.6	4.5	172	64	19	67.4	3.4	3.9	167
19	21	70.1	4.9	6.1	176	65	20	67.9	3.5	4.8	141
22	18	63.0	3.8	5.4	125	66	18	66.8	3.3	4.7	176
23	19	65.2	2.9	4.9	154	67	18	65.2	3.9	5.0	205
24	21	65.8	3.2	5.8	124	69	19	66.3	2.6	4.2	191
26	17	62.0	3.0	5.7	129	73	17	64.7	3.6	4.5	189
28	17	63.2	4.4	5.3	169	74	19	64.1	2.6	5.1	186
29	20	67.9	3.1	4.5	147	75	21	66.3	2.2	4.5	207
30	21	67.4	3.5	4.8	163	76	17	62.5	5.0	4.6	158
31	22	67.9	3.8	4.5	162	79	17	63.6	6.4	3.7	141
32	20	68.5	4.7	5.4	159	81	18	65.2	4.0	4.4	171
33	17	65.2	6.2	4.8	141	83	17	63.0	3.6	5.1	164
34	21	67.4	5.0	4.6	171	84	17	62.5	3.9	5.3	157
35	22	69.0	4.2	5.0	163	85	19	66.3	4.0	4.3	125
37	19	63.0	5.5	4.8	186	86	18	64.7	4.2	5.0	202
38	17	64.7	6.1	5.3	170	87	19	65.2	4.1	3.8	159
41	17	64.1	3.1	4.5	132	89	18	64.7	3.3	4.4	189
42	21	68.5	2.4	4.6	150	90	23	67.9	2.6	5.8	169
43	22	69.0	3.2	3.9	164	91	18	63.6	3.0	4.0	176
44	20	69.0	3.6	4.9	139	92	17	63.0	4.5	4.8	141
45	22	68.0	3.1	5.0	146	93	17	63.0	4.1	5.0	205
47	17	65.7	3.1	5.5	132	94	19	64.1	5.6	4.4	167
48	18	64.7	3.1	4.9	127	95	21	66.3	2.6	4.6	179
49	18	66.3	3.1	4.8	166	96	17	61.4	4.9	5.2	135
51	17	65.2	3.9	3.9	121	97	20	65.8	2.7	4.2	201
52	18	66.3	2.2	6.8	133	98	19	65.8	3.3	4.9	167
53	20	67.4	2.8	4.6	129	99	17	63.0	4.7	4.7	165
平均値	19	66.2	3.7	4.7	162						
標準偏差	1.8	2.52	0.99	0.52	23.3						
変動係数	9.5	3.8	26.7	11.1	14.4						

注 ブリージング率および膨張率は直径 5 cm のポリエチレン袋を用いて測定した練りませ後 3 時間の値、3 個の試料の平均値。28 日強度はこのモルタル試料 (φ 5×20 cm) を水中養生し、材令 28 日に上下端各 5 cm を切断して (φ 5×10 cm) の供試体とし圧縮強度を試験した 3 個の平均値。

表-2 施工現場で用いられているプレバックド コンクリートの供試体製作方法³⁾

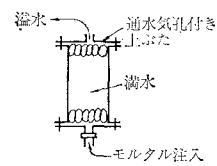
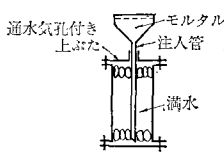
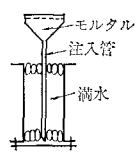
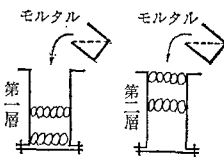
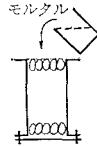
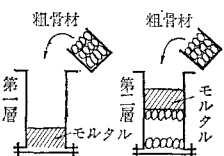
方法	説明 図	製 作 方 法 概 要
A		<p>型 わ く ; 注入口を有する底板, 越流口および通水気孔を有する上蓋付きの特殊型わく</p> <p>粗 骨 材 ; 3層につめ, 各層を 25 回づつ突き固めたのち, 水を満たす</p> <p>注 入 ; ポンプを用いて注入し, 注入速度および事後注入圧力を規制する</p> <p>膨張抑制 ; 上蓋による</p>
B		<p>型 わ く ; 注入口および通水気孔を有する上蓋付き特殊型わく, もしくは普通コンクリート型わくに上述の上蓋を取りつけたもの</p> <p>粗 骨 材 ; 3層につめ, 各層を 25 回づつ突き固めたのち, 水を満たす</p> <p>注 入 ; モルタルに高さ水頭を与えて, 自然に流下させる。注入後管を抜きとる</p> <p>膨張抑制 ; 上蓋による</p>
C		<p>型 わ く ; 普通コンクリート用型わく</p> <p>粗 骨 材 ; 3層につめ, 各層を 25 回づつ突き固めたのち, 水を満たす</p> <p>注 入 ; モルタルに高さ水頭を与えて, 自然に流下させる。注入後管を抜きとる</p> <p>膨張抑制 ; 押板を置き, その上に 12 kg 相当の重りをのせる</p>
D		<p>型 わ く ; 普通コンクリート用型わく</p> <p>粗 骨 材 ; 表面乾燥飽水状態のものを 2~3 層につめ, 各層を 25 回づつ突き固める</p> <p>注 入 ; 各層ごとにモルタルを粗骨材表面上に流し込み, 型わく側面を叩打してモルタルの行きわたりを計る</p> <p>膨張抑制 ; 押板を置き, その上に 12 kg 相当の重りをのせる</p>
E		<p>型 わ く ; 普通コンクリート用型わく</p> <p>粗 骨 材 ; 表面乾燥飽水状態のものを, 3層につめ各層を 25 回づつ突き固める</p> <p>注 入 ; 粗骨材を型わく上面までつめたのち, モルタルを流し込み, 型わく側面を叩打してモルタルの行きわたりを計る</p> <p>膨張抑制 ; 押板を置き, その上に 12 kg 相当の重りをのせる</p>
F		<p>型 わ く ; 普通コンクリート用型わく</p> <p>粗 骨 材 ; 表面乾燥飽水状態のものをモルタルの中に突き棒で 25 回突いて押込む</p> <p>注 入 ; 型わくの 1/4 高さまでモルタルを満たしたのち, 粗骨材を型わくの 1/2 高さまでつめ, 突き棒で押込み, これを 2 層にわたって繰り返す</p> <p>膨張抑制 ; 押板を置き, その上に 12 kg 相当の重りをのせる</p>

表-3 プレバッド コンクリート供試体の製作方法がその圧縮強度におよぼす影響 (1)²⁾

製作方法**	粗骨材の状態	注入速度 (l/min)	注入圧力 (kg/cm ²)	材 令 (日)	圧 縮 強 度 (kg/cm ²)*			単位容積重量 (kg/m ³)
					平 均	標準偏差	変動係数 (%)	
A	水中に浸漬	1	0	7	70	0.8	1.2	2 452
		2			70	3.3	4.8	2 454
		4			70	4.4	6.3	2 450
		8			66	1.2	1.8	2 457
A	水中に浸漬	1	0	28	120	0.7	0.6	2 446
		2			121	1.0	0.8	2 452
		4			117	5.0	4.2	2 456
		8			122	3.9	3.2	2 462
A	表面乾燥 飽水状態	1	0	7	71	2.4	3.3	2 461
		2			69	1.8	2.6	2 459
		4			73	3.2	4.4	2 459
		8			76	2.2	2.9	2 453
A	表面乾燥 飽水状態	1	0	28	119	4.2	3.5	2 461
		2			122	3.6	2.9	2 464
		4			121	8.0	6.6	2 451
		8			118	3.7	3.1	2 452
A	水中に浸漬	4	0	7	71	3.5	4.9	2 457
			0.5		68	5.6	8.3	2 472
			1.0		65	6.2	9.5	2 464
			2.0		66	5.7	8.7	2 464
A	水中に浸漬	4	0	28	124	5.7	4.6	2 456
			0.5		124	5.8	4.7	2 483
			1.0		115	6.3	5.5	2 467
			2.0		121	7.9	6.6	2 461
C	表面乾燥 飽水状態	—	—	7	75	4.3	5.8	2 455
D-1					71	2.4	3.3	2 457
D-2					73	1.3	1.8	2 453
D-3					83	10.5	7.6	2 449
C	表面乾燥 飽水状態	—	—	28	130	4.7	3.6	2 463
D-1					129	3.6	2.8	2 464
D-2					129	4.9	3.8	2 461
D-3					139	5.4	6.5	2 437

材料：O社普通セメント，U社フライアッシュ，鶴沼海岸砂，ポゾリス No. 5，F社 Al 粉末 AA 12

酒匂川砂利 (比重=2.78，空げき率=36.5%)

配合：F/(C+F)=30%，S/(C+F)=1.50，W/(C+F)=59%，Poz. 5/(C+F)=0.5%，Al/(C+F)=0.01%

*：φ15×30 cm 供試体 4 個についての試験値

**：製作方法記号は表-2 参照

D-1=粗骨材の突き固めとモルタル注入を 3 層に分けて行ない，各層注入後型わく側面を木づちで 20 回づつ叩打する。

D-2=モルタル注入まで D-1 と同じ。各層注入後 10 回ジッキングする。

D-3=粗骨材の突き固めとモルタル注入を 6 層に分けて行なう。各層の操作は D-1 と同じ。

表-4 プレパックド コンクリート供試体の製作方法およびその圧縮強度におよぼす影響 (3)³⁾

製作方法*	養生条件	14日圧縮強度(kg/cm ²)**			28日圧縮強度(kg/cm ²)**		
		平均	標準偏差	変動係数(%)	平均	標準偏差	変動係数(%)
D	20±2°C, 水中	157	5.9	3.8	177	36.5	20.6
E		143	5.9	4.1	167	5.5	3.3
F		169	8.2	4.9	182	7.4	4.1
D	20±2°C, 80±5% R.H.	117	15.9	13.6	136	23.4	17.2
E		115	11.9	10.3	147	4.2	2.9
F		133	14.7	11.1	147	32.2	21.9

配合; F/(C+F)=25%, S/(C+F)=1.00, W/(C+F)=49%, Poz. 8/(C+F)=0.25%, Al/(C+F)=0.015%

* ; 製作方法, 記号は表-2 参照

** ; φ 15×30 cm 供試体 3 個についての試験値

図-3 発泡剤率と膨張率との関係³⁾

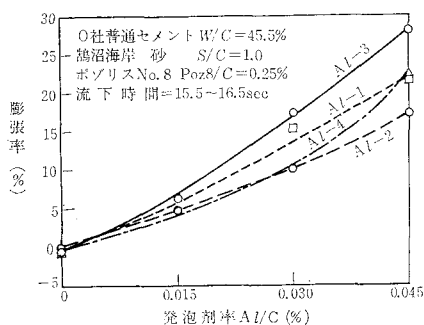


図-4 注入モルタルの砂セメント比とプレパックド コンクリートの圧縮強度との関係³⁾

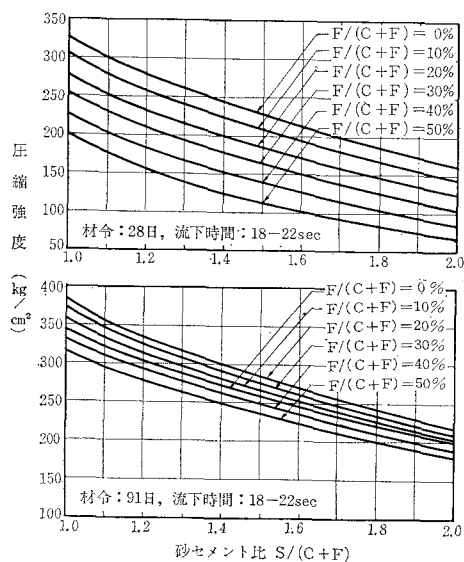


図-5 注入モルタルのフライアッシュ混和率とプレパックド コンクリートの圧縮強度との関係³⁾

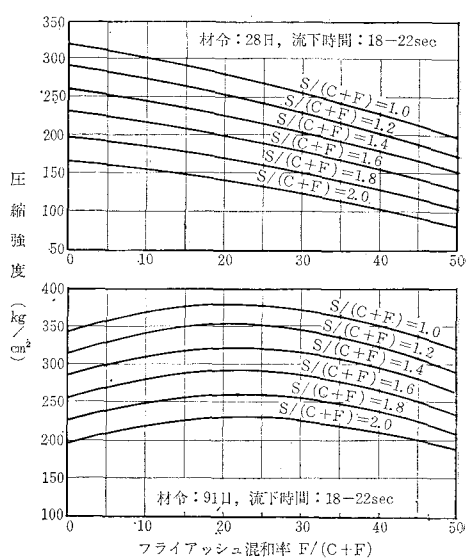


表-5 発泡剤率とプレバッド コンクリートの強度との関係²⁾

材 令 (日)	発 泡 剤 率 $Al/(C+F)$ (%)					
	0	0.01	0.02	0	0.01	0.02
	圧 縮 強 度 (%)			動 弾 性 係 数 比 (%)		
7	100	110	104	100	99	103
28	100	105	89	100	101	100
91	100	103	94	100	103	101
182	100	113	94	100	99	99
平 均	100	108	95	100	101	101

材料; O社普通セメント, U社フライアッシュ, 鶴沼海岸砂, ポゾリス No.8, Al 粉末=A₂, 酒匂川砂利
配合; $F/(C+F)=20\%$, $S/(C+F)=1.0$, $W/(C+F)=40.5\%$, $Poz.8/(C+F)=0.25\%$

表-6 プレバッド コンクリートの凍結融解作用に対する耐久性⁴⁾

プレバッド コンクリート

注 入 モ ル タ ル の 配 合				流 下 時 間 (秒)	300 サイクル後 の重量百分率*	耐 久 性 指 数* (%)
$F/(C+F)$ (%)	$S/(C+F)$	$W/(C+F)$ (%)	$Aid/(C+F)$ (%)			
35	0.93	47.5	0.75	23.0	99.3	74.6
60	0.90	46.5	1.00	24.3	97.2	20.2
35	0.43	52.5	1.25	23.0	99.2	72.5
60	1.35	51.5	1.50	19.8	93.6	17.9

普通コンクリート

AE 剤使用の有無	W/C (%)	S/A (%)	単位セメント量 (kg/m^3)	空 気 量 (%)	スランプ (cm)	耐 久 性 指 数** (%)
AE コンクリート	50	33.5	276	5.9	7.7	82.0
非 AE コンクリート	50	33.5	300	—	7.5	2.6

* $7.6 \times 9.0 \times 38$ cm 供試体 3 個の平均値, 材令 91 日で $-18^{\circ} \sim +5^{\circ}C$ の凍結融解サイクルを開始, ASTM C 290 に準じた方法。

** 凍結融解サイクルの開始は材令 28 日。

表-7 プレバッド コンクリートの凍結融解作用に対する耐久性³⁾

セメントおよび フライアッシュの種類	注 入 モ ル タ ル の 配 合*			300 サイクル後 の重量百分率**	耐久性指数**
	F/(C+F) (%)	S/(C+F)	W/(C+F) (%)		
F 社高炉セメント	—	0.5	41	98.2	73.4
	—	1.0	47	96.5	66.8
	—	1.5	47	95.0	64.4
A 社普通セメント A 社 ポゾラン	50	0.5	49	—	24.6
	25	0.5	45	49.7	—
	12.5	0.5	45	94.4	57.5
	33.3	1.0	48	—	24.6
	20	1.0	48	91.5	—
	14.3	1.0	48	—	45.0
	25	1.5	51	73.5	29.0
	16.7	1.5	51	93.5	52.6
	12.5	1.5	52	91.8	56.3

* S=苫小牧市錦岡海岸砂, DA=ポゾリス No. 8, 静内川砂利(最大寸法 30 mm) 使用, DA/(C+F)=0.25%, Al(C+F)=0.015%, 流下時間=21 秒。

** ASTM C 290 に準じた方法, 10×10×42 cm 供試体, 材令 91 日で -18°C~+4.5°C の凍結融解サイクル開始。

図-6 練りませ速度と時間がグラウトの流下時間と温度におよぼす影響²⁾

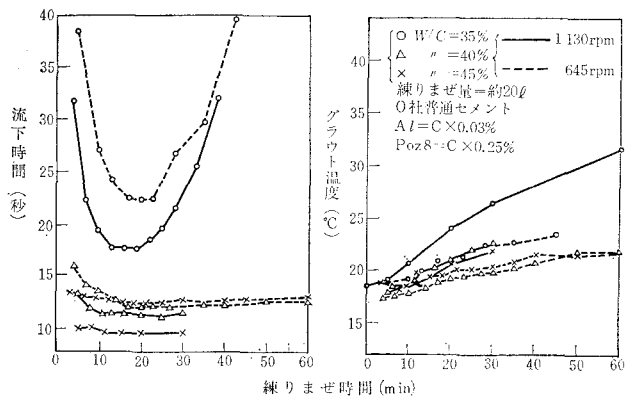
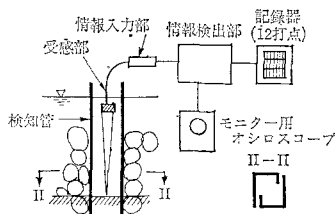


図-7 日本鉄道建設公団の開発したモルタル検知装置²⁾



表一 注入モルタルの試的配合補正の指針^{*6)}

試験結果	補正すべき配合比			備考
	W/(C+F)	S/(C+F)	AI/(C+F)	
流下時間 過大 (>22秒) 過小 (<16秒)	— 減少	減少 —	— —	S/(C+F) = -0.1 ≈ W/(C+F) = +3% W/(C+F) = -1% ≈ 流下時間 = +2秒
膨張率 過大 (>10%) 過小 (<5%)	— —	— —	減少 増加	AI/(C+F) = ±0.0025% ≈ 膨張率 = ±2%
ブリージング率 過大 (>3%)	減少	—	—	W/(C+F) = -1% ≈ ブリージング率 = -0.5%
コンクリートの 圧縮強度 過大 (> σ_k) 過小 (< σ_k)	— 減少	増加 —	— —	S/(C+F) = +0.1 ≈ σ_{28} = -16 kg/cm ² (C+G)/W = +0.1 ≈ σ_{28} = +20 kg/cm ²

* 本指針は補正の概略を示すもので、いずれの配合比も注入モルタルおよびプレバックド コンクリートの諸性質と密接な関係にあり、ある特定の性質を変えるために一つの配合比を変化することは、当然他の性質にも影響を与える。したがって配合比の補正は、できる限り対象とする以外の他の性質に悪影響をおよぼさない方向に行なうべきである。備考欄の数値は補正の際の大まかなめやすとなるもので、使用材料などで多少異なる。+、-の記号はそれぞれ増加と減少を示す。

図一 注入モルタルの流下時間管理図 (プラントA)
(鹿島港ドライドック築造工事 1965)⁸⁾
平均=18.2 sec, σ_2 4.4%, v =23.9%

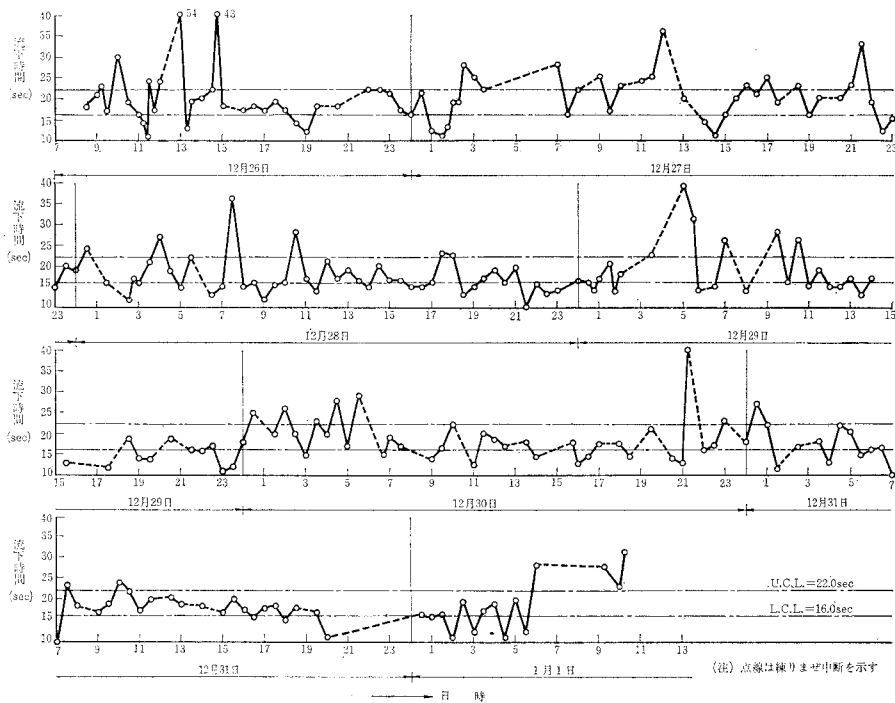


図-9 注入モルタルのブリージング率 (3 Hr) 管理図
 (鹿島港ドライドック築造工事 1965)⁹⁾
 平均=2.0%, $\sigma=0.57\%$, $v=28.5\%$

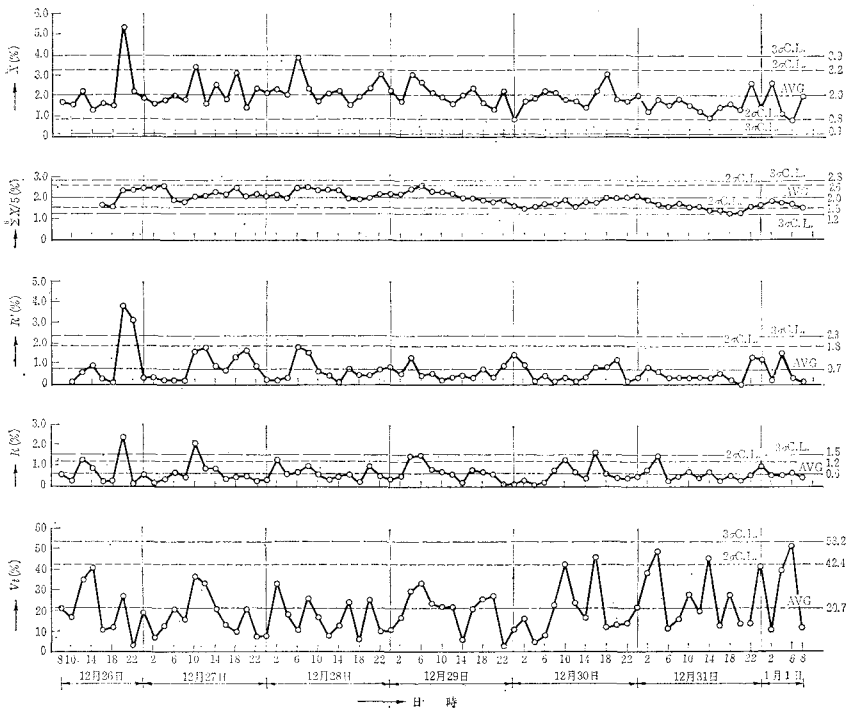


図-10 注入モルタルの膨張率 (3 Hr) 管理図
 (鹿島港ドライドック築造工事 1965)⁹⁾
 平均=5.2%, $\sigma=1.4\%$, $v=27.1\%$

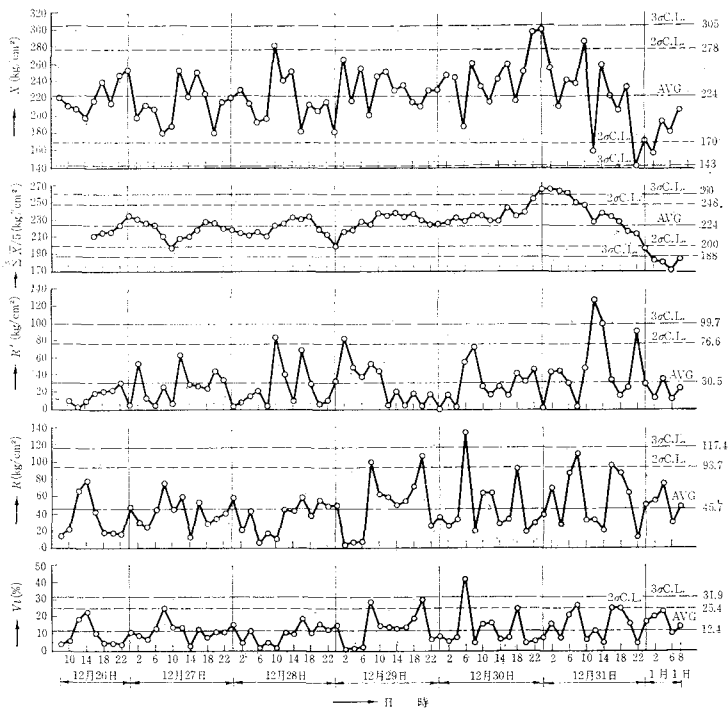


図-11 注入モルタルの 28 日圧縮強度管理図
 (鹿島港ドライドック築造工事 1965)⁹⁾
 平均=224 kg/cm², $\sigma=3.12$ kg/cm², $v=13.9\%$

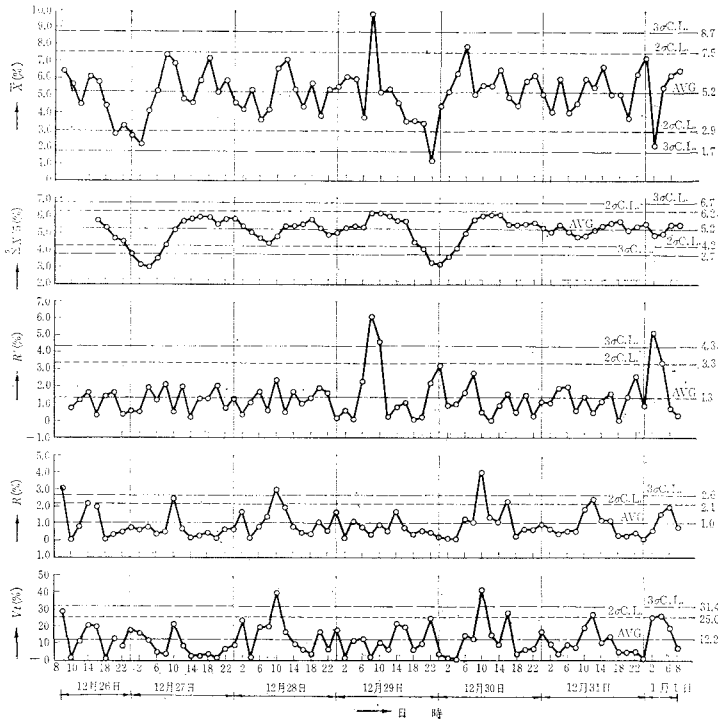
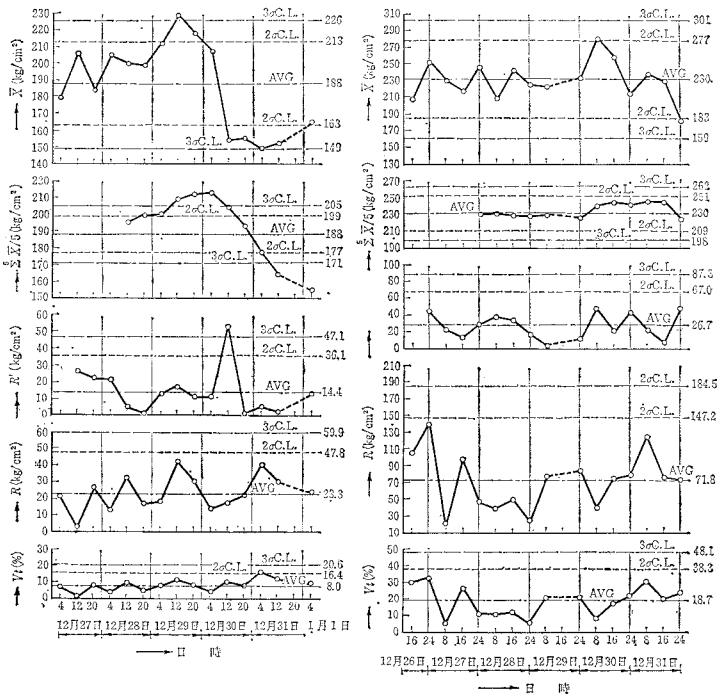


図-12 プレバッドコンクリート圧縮強度管理図
 (鹿島港ドライドック築造工事 1965)⁹⁾
 28 日強度：平均=188 kg/cm², $\sigma=26.6$ kg/cm², $v=14.1\%$
 91 日強度：平均=230 kg/cm², $\sigma=23.3$ kg/cm², $v=10.1\%$



引 用 文 献

- 1) 岩崎訓明：“プレパックド コンクリートの施工法に関する基礎研究”，土木学会論文集，No. 98，1963 年 10 月
 - 2) 赤塚雄三：“港湾工事におけるプレパックド コンクリートの施工管理に関する基礎研究”，土木学会論文集，No. 140，1967 年 4 月
 - 3) 赤塚雄三・佐藤善一：“注入モルタルの配合設計について”，港湾技術研究所第 1 回研究発表会，1963 年 12 月
 - 4) 永倉 正：“プレパクトコンクリートに関する実験報告(第 2 報)”，電力技術研究所報告，土木 56062，1956 年 2 月
 - 5) 鎌野輝雄：“注入コンクリートの実験的研究”，北海道開発局土木試験所月報，No. 80，1960 年 3 月
 - 6) 赤塚雄三：“プレパックドコンクリート”，日本セメント技術協会，コンクリートパンフレット，No. 75，1964 年 8 月
 - 7) 桜井・藤山・谷：“プレパックドコンクリートの施工実験と実験体取壊しによる内部観察について”，土木学会第 22 回年次学術講演会，IV-73，1967 年 5 月
 - 8) 西田・原田・石下・赤塚・関：“鹿島港ドライドックの施工法に関する調査研究”，港湾技術研究所報告 6 巻 1 号，1967 年 1 月
-