

## 練りませ時間がコンクリートに与える影響（第3報）

——主としてまだ固まらないコンクリートの性質  
およびコールドジョイントについて——

主任研究員 鳥田 専 右  
鈴木 忠 彦

### §1. はじめに

レディーミクストコンクリート(以下RMCと略する)の普及にかんがみて、その特質である長い時間練りませられたコンクリートの諸性質を明らかにし、運搬時間の管理方法と相まって、RMC使用上の指針を得るために、筆者らは従来研究を進めてきた。<sup>1)2)3)</sup>

ここでは、8月と12月に行なったRMC実験結果、および前回のRMC実験結果と考え合わせて、まだ固まらないコンクリートについて一応のまとめを得られたので、これを報告するとともに、RMCに関して現場で問題になっているコールドジョイント(短時間の打ち継ぎ)の性質について行なった夏季の実験結果を合わせて報告する。

冬季の2回にわたって行なった。以下、これらの実験をそれぞれNo. 1, No. 2と呼ぶ。使用した材料、その時のコンクリート調合、および温湿度条件は表-1~表-5に示す通りである。運搬車は容量3m<sup>3</sup>の傾胴型のもので、これに2.8m<sup>3</sup>のコンクリートを積載した。車は第1車の計量後、30分間隔で、90分間隔まで、計4台のミキサー車を発車させ、それぞれ排出時以外、ミキサー回転速度2rpmで2時間30分まで回転させた。

No.	月	湿度 %	気温 °C
1	8	45	28~31
2	12	70	13~15

表-1 外的条件

試料は排出時間に必要量だけネコ車に受け、これを舟型の鉄板の上で攪拌して使用した。

また、試料採取開始時間と終了時間を測定して、その中央の時間とバッチ開始時間との差をもって、その試料の混練時間とした。

### §2. 実験の方法

実験は上述のごとく、RMCを用いたものを、夏季と

No.	比重	ブレン cm <sup>2</sup> /g	凝		結		安定性	強熱減量 %	マグネシヤ %	無水硫酸 %
			水量 %	始 発	終 結					
1	3.14	3210	28	2-05	3-30	良	0.5	1.3	2.1	
2	3.15	3280	28.5	2-30	4-40	良	0.6	1.1	2.2	

No.	フロー mm	曲げ強さ kg/cm <sup>2</sup>			圧縮強さ kg/cm <sup>2</sup>			養生温度 °C
		3 日	7 日	28 日	3 日	7 日	28 日	
1	227	26.3	49.1	68.4	67	217	393	20±2
2	232	27.6	42.1	63.9	96	190	372	20±2

No.	強 熱 減 量	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>	不溶 残 分	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF
2	0.6	23.5	5.0	2.8	63.8	1.1	2.2	1.0	37.2	39.4	8.5	8.5

表-2 セメント試験結果

No.	産地	比重	吸水量 %	単重 kg/l	有機不 純物	ふるい通過率 %						大きさ mm
						5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	
1	鬼怒川 神無川	2.63	2.0	1,572	良	100	99	97	80	25	2	1.2以下
2	鬼怒川	2.65	1.7	1,680	良	98	87	75	50	17	2	5以下

表-3 細骨材：川砂

No.	産地	比重	吸水量 %	単重 kg/l	ふるい通過率 %						大きさ mm
					30	25	20	15	10	5	
1	大井川 大井川	2.66	0.6	1,734	100	97	84	66	36	6	25以下
2	鬼怒川	2.63	1.0	1,720	100	97	81	60	34	6	25以下

表-4 粗骨材：川砂利

No.	w/c %	スランブ cm	砂率 %	重量 kg/m <sup>3</sup>			
				有効水	セメント	砂	砂利
1	63.2	21	45.4	206	326	813	985
2	59.0	21	43.8	206	349	793	1010

表-5 コンクリート割合

### § 3. まだ固まらないコンクリートの性質

#### 3.1 試験項目と方法

##### (1) コンクリート温度

最大温度50°Cの棒状水銀温度計を使用して、各混練時間ごとに運搬車から取り出した試料について測定した。

##### (2) スランブ試験

JISA 1101 による。各混練時間ごとにスランブを測定すると同時に、スランブコーンに詰めたまま15分間静置した後のスランブを測定した。

##### (3) プロクター針貫入抵抗試験

ASTM 403-57 T による。ただし、数値はg/mm<sup>2</sup>で表わした。測定は各回とも4時間後までとした。

##### (4) ブリージング試験

JISA 1123 による。

##### (5) 沈みきれつ測定

既報<sup>1)</sup>と同じ方法で測定した。また、試験体は、1条件に対して1個とした。

##### (6) 圧縮強度試験

JISA 1108 による。養生は 20°C 水中養生を行ない材令28日で試験した。

#### 3.2 試験結果と検討

##### (1) 実験中のコンクリート温度

測定結果は表-6に示す通りである。混練初期において、外気温との差は、冬季では1°C位であるが、夏季で

は2~3°C あった。そして練りまぜにつれてコンクリート温度は上昇し、暑中においてはことに著しく最大7~8°Cの差になった。

混練 時間 (分)	No. 1				混練 時間 (分)	No. 2			
	1	2	3	4		1	2	3	4
20	32.0	33.0	32.5	33.5	22	13.0	14.5	15.0	15.5
49	32.0	33.0	34.0	35.5	52	15.0	15.0	17.0	15.5
80	33.0	33.5	36.0	35.5	81	—	15.5	15.5	16.0
107	34.0	35.5	35.5	37.0	114	16.0	15.5	15.5	15.5
134	36.5	36.5	37.0	37.0	143	16.0	16.0	15.5	16.0
162	38.0	37.0	37.0	38.5	173	17.0	16.5	16.5	15.5

表-6 コンクリート温度

##### (2) スランブ試験結果

ミキサーから排出直後のスランブ、15分間コーンにつめ置いたもののスランブと練りまぜ時間の関係を、表-7、表-8、およびそれぞれの平均値とコンクリート温度の平均値を図-1に合わせて示す。気温の低い場合、標準のスランブとつめ置きスランブの差が、練りまぜ時間の短い内から、かなり差があるのは、つめ置き中水分が移動し、コーンを引き上げた時、下部にコンシステンシーの悪い部分が残るためである。練りまぜ時間が長くなるとその影響は少なくなるとともに、つめ込み後の全体の凝結の影響が出てくるが、その影響は低気温の場合には比較的少ない。

No.	回数	項目	平均混練時間(分)					
			20	49	80	107	134	162
1	1	スランブ	22	25	23	22	20	18
		フロー	42	46	44	43	36	35
	2	スランブ	22	22	18	19	16	12
		フロー	39	37	29	32	27	24
	3	スランブ	24	21	23	20	19	14
		フロー	44	36	40	32	31	25
2	1	スランブ	22	52	81	114	143	173
		フロー	44	41	41	41	41	42
	2	スランブ	19	22	21	20	22	17
		フロー	31	33	34	32	33	27
	3	スランブ	20	22	20	21	21	20
		フロー	32	36	33	34	32	32

表-7 排出直後スランブ変化

項目	平均混練時間(分)	No. 1		平均混練時間(分)	No. 2	
		直後	15分後		直後	15分後
スランブ	20	24	18	22	18	16
フロー		44	31		33	27
スランブ	49	23	17	52	20	18
フロー		45	31		35	31
スランブ	80	21	15	81	20	19
フロー		41	31		33	33
スランブ	107	20	15	114	21	20
フロー		39	25		34	33
スランブ	134	16	1	143	19	18
フロー		26	20		29	29
スランブ	162	16	1	173	18	15
フロー		25	20		29	25

表-8 つめ置きスランブ変化

しかし、夏季においては標準のスランブとつめ置きスランブの差は、練りませ時間の増加とともに明らかに増加して行き、その間のコンシステンシーの変化の著しくなることを示している。施行上からは、長く練りませたコンクリートは、排出直後のスランブ値だけで軟度を論ずることはできない。特に1時間30分以上練りませたものは急に凝固しており、高温時には、ネコ車の運搬時間等、排出から打設までの処理時間を考慮して排出以後のスランブ試験を行ない、練りませの限界時間を考える必要がある。所定の値(ここでは21cm)より2cm下る点を

取って限界時間とすると、20°C以下では3時間まで、高温時で1時間30分までとなる。これは既報<sup>1)</sup>と同じ結果を示している。

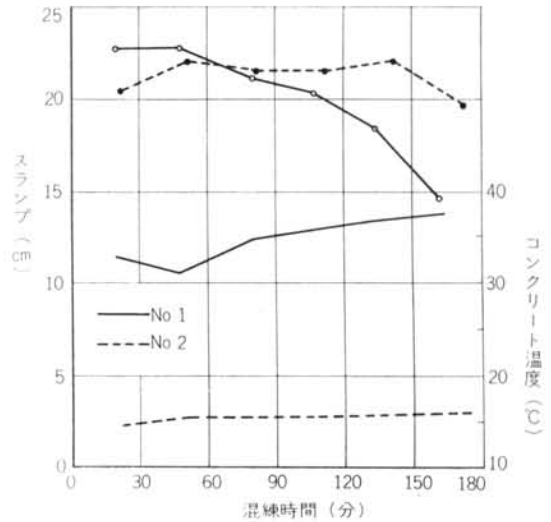


図-1 スランブ変化とコンクリート温度

### (3) プロクター針貫入抵抗試験

結果を図-2に示す。再振動の限界と言われている350 kg/mm<sup>2</sup> (500 psi)になるまでの時間を既報<sup>1)</sup>の結果と合わせて示すと図-3の通りである。これで見ると、気温(コンクリート温度)によって著しい差のあることがわかる。

すなわち高温時ほど、また混練時間が長くなるほど著しくなっている。練りませ時間を1時間30分までとする

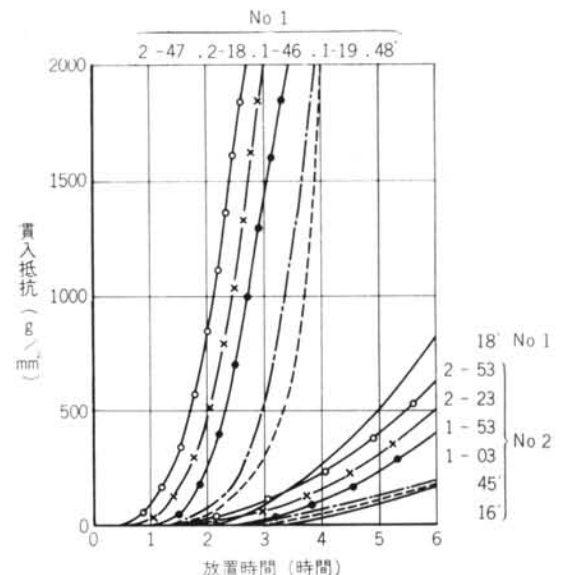


図-2 モルタルのプロクター針貫入抵抗

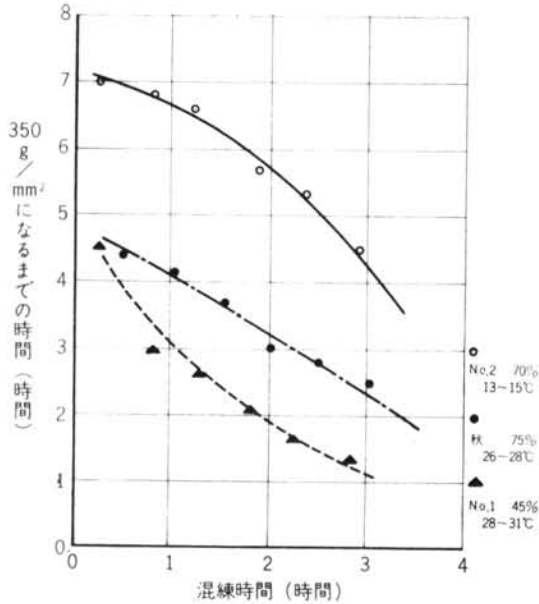


図-3 プロクター針貫入抵抗

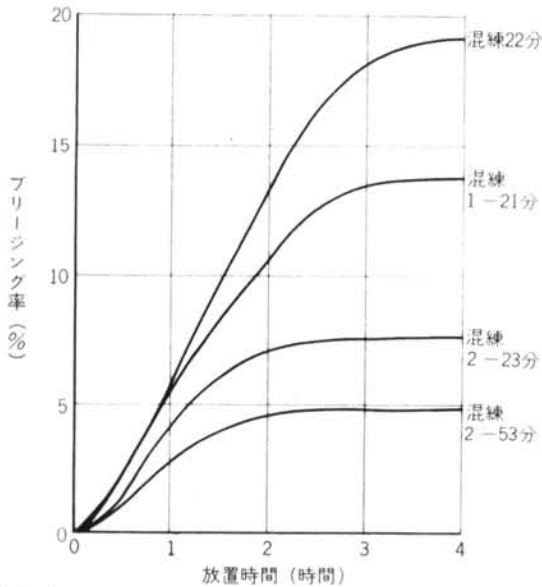


図-4 フリージング (No. 2)

と、再振動の限界時間は、打込み後夏季においては1時間30分、秋季では3時間、冬季では5時間30分となる。施工に当っては、気温と練りませ開始から打込みまでの時間で再振動時間を考えなければならない。これはまた後述するコールドジョイントの防止に対しても関係がある。

#### (4) フリージング試験結果

冬季に行なった試験結果を図-4に示し、既報<sup>1)</sup>の結果と合わせて図-5に示す。気温が低い場合、フリージ

ングが増すのは、凝結がおくれることに関係があると思われる。容器に蓋はしてあったが、測定中の水分の蒸発の影響がないとは言えず、これが高温時の測定値を小さくする原因のひとつになっていよう。このフリージングは、後述のコールドジョイントの生成に関係がある。

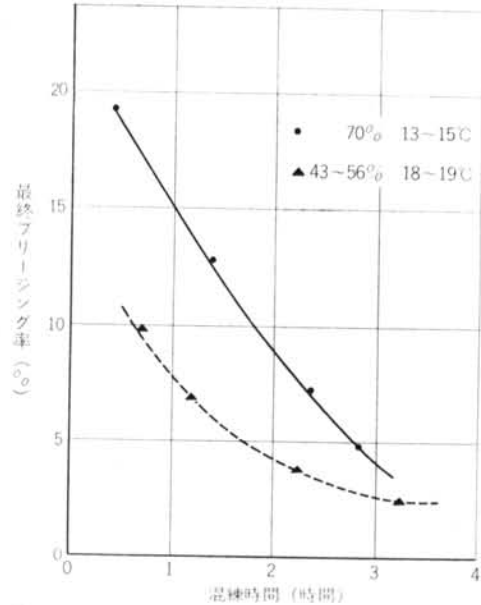


図-5 フリージング

#### (5) 沈みきれつ測定結果

既報<sup>1)</sup>のNo. 2 (湿度75%, 気温26~28°C), および今回行なったNo. 2の実験結果を示すと表-9, 表-10, 図-6, 図-7の通りである。さらに既報<sup>1)</sup>のNo. 1の結果を合わせて平均きれつ幅を示すと図-8の通りになる。これで見ると、最大きれつ幅は、気温の高い時は練りませ時間が短い時期に、気温が低くなるに従って練りませ時間の長い方向に移動している。そして移動するともにきれつ幅も小さくなっている。このことは、既報<sup>1)</sup>にも述べてあるように、高温時においては、水分の蒸発が激しく、流動性が急速に喪失されるために、練りませ時間の短い時期でもきれつの発達が促進される方向に働き、練りませ時間の延長に従って、沈み量の減少によりきれつを生じにくくすると考えられる。

一方気温が低くなると凝結がおくれ、フリージングの増加が示すように沈み量は大きであるが、練りませ時間の短い内は、流動性が良いためにきれつが発生しにくく、練りませ時間が長くなると打込み後流動性が早く失われるようになり、きれつの発生する時期が高温時より後へ移動するものと考えられる。すなわち、コンクリートの沈み、初期収縮、および流動性の喪失などに気温、練り

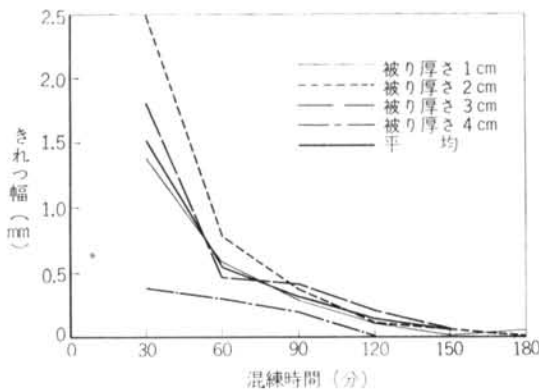
まぜ時間が影響し、沈みきれつが大きくなる練りまぜ時間の範囲がそれぞれ存在する。今回の実験では被り厚さによる影響は見られなかった。

練り時間 (分)		被り					
		30	60	90	120	150	180
1cm	発生時(分)	8	5	13	17	—	30
	平均幅(mm)	1.4	0.6	0.3	0.05	—	0.05
2cm	発生時(分)	17	59	15	18	18	30
	平均幅(mm)	2.5	0.8	0.4	0.05	0.05	*—
3cm	発生時(分)	17	5	14	17	20	30
	平均幅(mm)	1.8	0.5	0.4	0.2	0.05	*—
4cm	発生時(分)	17	14	9	32	20	30
	平均幅(mm)	0.4	0.3	0.2	*—	*—	*—
平均	平均幅(mm)	1.52	0.55	0.32	0.10	0.05	0.05

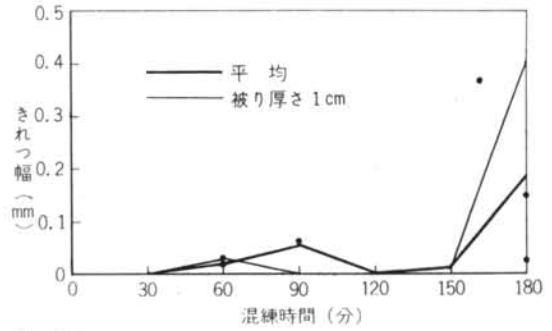
表—9 沈みきれつ(既報 No. 2)

練り時間 (分)		被り					
		29	59	89	117	147	177
1cm	発生時(分)	35	37	79	61	11	11
	平均幅(mm)	*—	0.03	*—	*—	0.01	0.40
2cm	発生時(分)	46	55	—	—	—	11
	平均幅(mm)	*—	0.03	—	—	—	0.15
3cm	発生時(分)	57	55	—	—	—	21
	平均幅(mm)	*—	0.01	—	—	—	0.03
4cm	発生時(分)	81	55	37	36	51	—
	平均幅(mm)	*—	*—	0.06	*—	*—	—
平均	平均幅(mm)	—	0.02	0.06	—	0.01	0.19

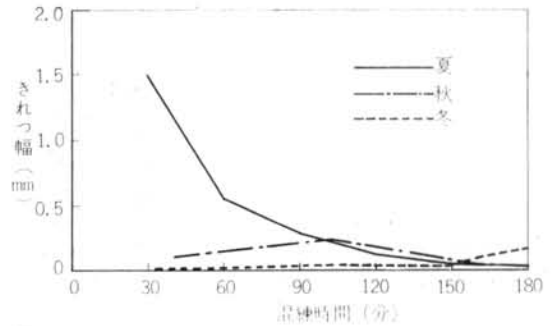
表—10 沈みきれつ (No. 2)



図—6 沈みきれつ(既報 No. 2)



図—7 沈みきれつ(No. 2)



図—8 沈みきれつ

#### (6) 圧縮強度試験結果

結果を表—11に示す。これの分散分析を行なうと No. 1, および No. 2 とも練りまぜ時間による強度の有意差は認められない。従って、圧縮強度に関して言えば、既報<sup>1)2)</sup>でもすでに述べている通り、長時間練りまぜを受けても、心配なさそうである。

No.	平均混練時間 (分)						
	20	49	80	107	134	162	
1	1	216	222	242	261	244	257
	2	261	243	277	279	262	290
	3	283	285	264	277	289	273
	平均	253	250	261	272	265	273
	強度比	1.00	0.99	1.03	1.08	1.05	1.08
	平均混練時間 (分)						
	22	52	81	114	143	173	
2	1	273	265	260	283	286	250
	2	235	244	250	224	218	221
	3	288	279	251	248	271	281
	4	242	213	254	234	209	259
	平均	259	250	254	247	246	253
	強度比	1.00	0.96	0.98	0.95	0.95	0.97

表—11 圧縮強度

## § 4. 夏季におけるコールドジョイント

### 4.1 問題点

先に打ちこまれたコンクリートの上に、多少の時間的おくれをもって、コンクリートは打ち継がれて行くと、その面が一体性において不完全になる。これをコールドジョイントと称する。これの代表的な例、およびこれがきれつへと発展した状態を写真-1、写真-2に示す。

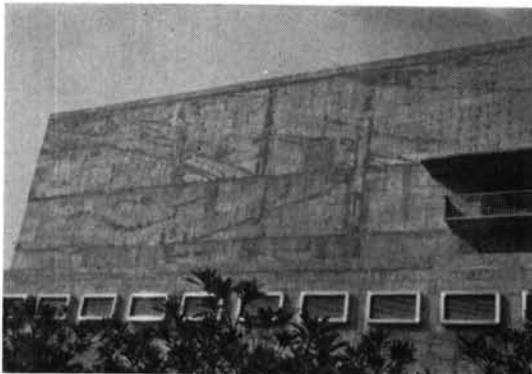


写真-1 コールドジョイント例

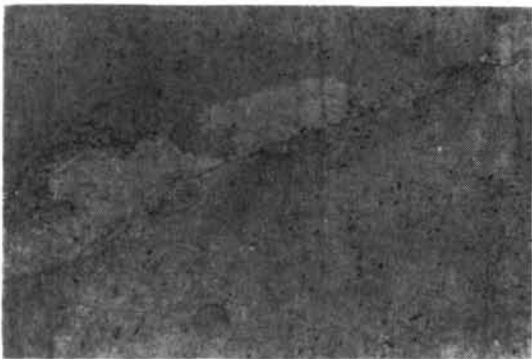


写真-2 きれつへと発展した状態

これに関係する主な要因は、

- (1) 主として下側のコンクリートの凝結の状態
- (2) その面に生じているブリージング
- (3) その部分に対する施工上の処理方法

であろうと考えられる。コンクリートの凝結の状態は、コンクリートが打ちこまれてからの時間のほかに、前述したように、その練りませ時間によって影響される。またブリージングも、その両者に関係する。従ってこの問題について RMC を検討する必要があると考えられる。ここでは、処理方法をも合わせて、暑中の RMC について行なった実験の結果を示す。

### 4.2 試験の方法

打継部の性質を示す特性値としては、次のものをとった。

- (1) 外観
- (2) 曲げ強度
- (3) 透水性
- (4) 中性化速さ

外観、透水性、および中性化の早さは、コールドジョイントにおいて直接問題になるものである。

曲げ強度は、構造体内でコンクリートがそのような作用を受けるといのではないが、一体性を表わすひとつの指標として考えたものである。

試験体はその中央部に打ち継ぎができるように、それぞれの練りませ時間に、0分、30分、60分、90分の間隔で打ち継ぎ、そのおのおのに対して、バイブレーター、つき棒、無処理の3つの処理方法を行ない作成した。バイブレーターは型式EB、振動筒の外径×長さは2.5cm×42cm、回転数(毎分)7500回転のものを使用して10秒間作用させた。つき棒は径16mmの丸鋼(JISA1101のもの)で打継部をついた。固まった打ち継ぎ試験体は次に示す試験を行なった。

#### (1) 外観による打継部の判定

試験体は30cm×40cm×10cmの大きさで、型枠の形状は図-9に示す。この下半分に先にコンクリートを打ち込み、ついで、それぞれの間隔で上部に打ち込む。上下のコンクリートの練りませ時間は同一とした。

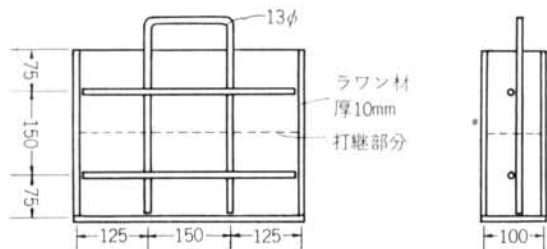
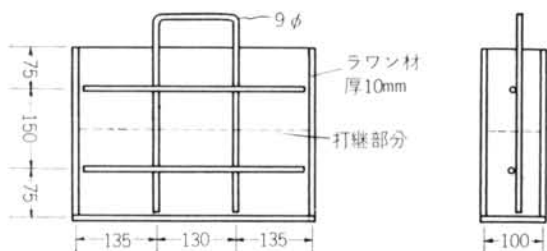
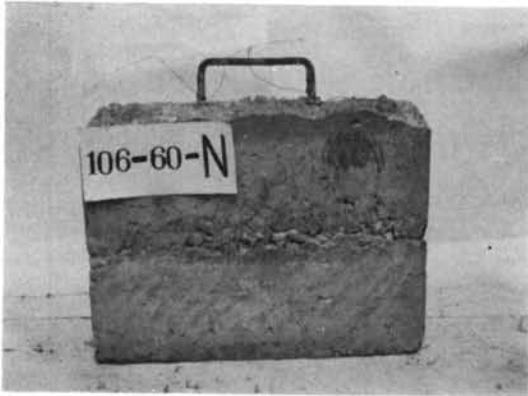


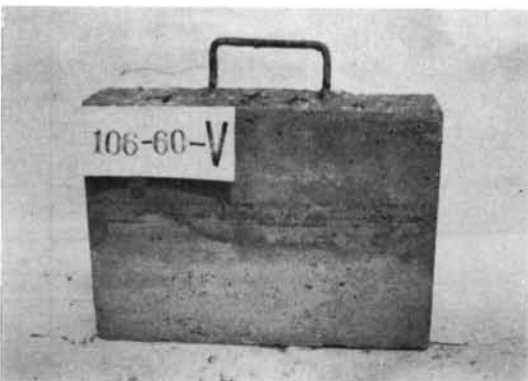
図-9 透水試験用型枠



写真—3 著しいもの



写真—4 見えるもの



写真—5 見えないもの

打設後1日で型枠を脱型した試験体を2カ月間、覆いをした戸外で乾燥したものの側面の写真を撮り、これを試料とした。打継部の状態を

- ① 著しいもの
- ② 見えるもの
- ③ 見えないもの

の3段階に区別して、混練時間、打継間隔、処理方法

による影響を観察により調べた。

その代表的なものを写真—3(著しいもの)、写真—4(見えるもの)、写真—5(見えないもの)に示す。

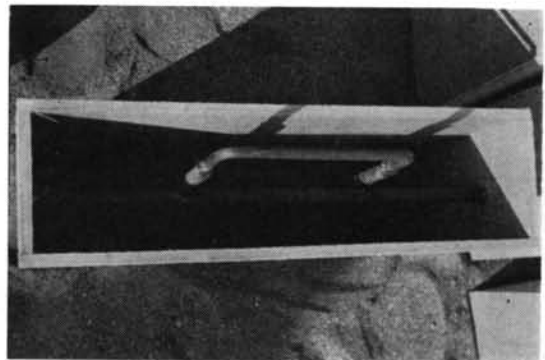
この際1人では個人の主観に左右されるので3人に判断させ、その平均で評価した。同一条件につき試験体は2コである。

### (2) 曲げ強度試験

試験体はJISA1106による断面15cm×15cm、長さ53cmのものを縦に使用し、中央に水平打継部ができるように作成した。試験は脱型後、28日間水中養生(20±2°C)した後、JISA1106(コンクリートの曲げ試験方法)によって行なった。

### (3) 透水試験

試験体は外観検査に使用したものと同じもので、2種の異なった配筋を入れた。鉄筋で補強されていると、コンクリートが乾燥により収縮する際、鉄筋に拘束されて引張応力が生じ、打継部の付着強度が弱い場合、ここに破断面が生じることが考えられる。そして実際の構造物はこのような状態にある。この際、鉄筋の周長が長くなると、垂直鉄筋の拘束力は大きくなるので、鉄筋量がこのきれつ幅に影響を与える可能性もあり、また練りませ時間が長くなると、鉄筋との付着性が悪くなり、垂直鉄筋の拘束は弱くなって、これも影響すると考えられる。鉄筋を配筋した状態を写真—6に示す。



写真—6 打継試験体配筋状態

この試験体について、(1)の外観検査後透水試験を行なった。透水試験の概略を図—10、装置を図—11、および写真—7に示す。側面から水漏れのないように加圧部以外の部分にコーキング材を塗った後、30cm×14cmの穴を開けた5mm鉄板を試験体にあて、1部だけ力が加わらぬよう平均してボルトで締めた。このようにして設置した後、加圧部に3kg/cm<sup>2</sup>の水圧を作用させ、5分ごとに30分間継続して圧力計の下りを測定した。結果のグラ

フから圧力計の下りが 1.5kg/cm<sup>2</sup> になる時間を読みとり、これを透水試験の特性値として示した。この方法で求めた値は、一般の透水試験で求めた透水係数と異なるものである。

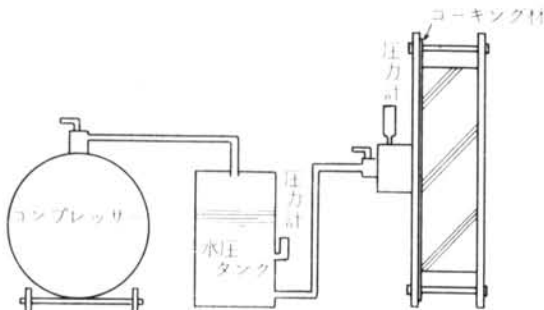


図-10 透水試験概略

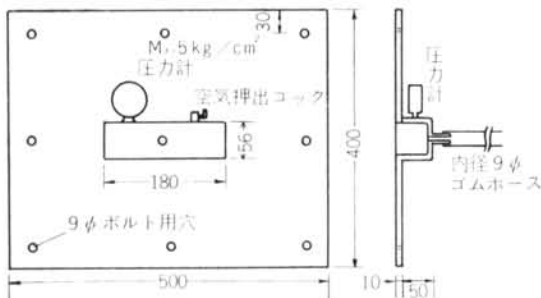


図-11 透水試験装置



写真-7 透水試験装置

しかしながら打継部の透水性を比較してその傾向を知るうえにおいて、数多くの試験体を処理するには、この方法は適当であった。

#### (4) 中性化試験

試験は現在継続中であり、別の機会に報告する予定である。

### 4.3 試験の結果と検討

#### (1) 打継部の外観

試験結果を図-12に示す。練りませ時間が30分以上になると、無処理のものはコールドジョイントが著しく、つき棒、パイプレーターの順に目立たなくなっている。

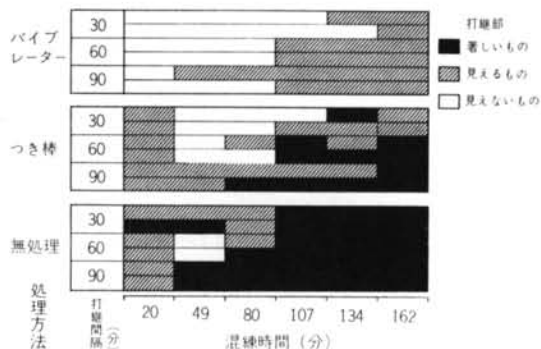


図-12 外観

また打継間隔はパイプレーター処理を行なっても、ジョイントを目立たないようにするには、60分が限界であるように思われる。従って比較的気温の高い時にコンクリートを打設する時、外観に打継部を目立たなくするには、練りませ時間を90分以内とし、打継間隔を60分までとして入念なつき棒処理、およびパイプレーター処理が必要である。やむを得ず打継間隔を延長する場合は、90分が限度であり、必ずパイプレーター処理をする必要がある。このことは夏季のプロクター針貫入抵抗試験結果より求めた練りませ時間が90分の時、再振動限界である 350g/mm<sup>2</sup> になるまでの時間が90分となることと一致する。しかし、打継部処理を建物各部について、漏れなく行なうことはむずかしいことであり、多少の手ぬかりを予想し、また本試験体が比較的打ち易く、コンクリートの分離もない状態で打たれたことを考え合わせると、打継間隔としては1時間、練りませ時間としても1時間が限度であろう。

#### (2) 曲げ強度

3等分点載荷試験で行なった曲げ試験結果は表-12、図-13、図-14に示す通りである。曲げ強さは全部中央で破壊したため、

$$\sigma = \frac{pl}{ba^2}$$

$\sigma$ : 曲げ強度(kg/cm<sup>2</sup>)       $p$ : 最大荷重(ton)  
 $l$ : スパン(45cm)     $a$ : 高さ(15cm)     $b$ : 幅(15cm)  
 として算出した。

この曲げ強度に対して、練りませ時間、打継間隔、処理方法に差が認められるかどうか検討するために、分散分析を行なうと表-13の通りになる。従って練りませ時間、打継間隔、処理方法は曲げ強度に対して高度に有意



混練時間 (分)	打継間隔 (分)	曲げ強度 (kg/cm <sup>2</sup> )		
		パイプ レーター	つき棒	無処理
20	0	37.7	36.2	34.8
	30	35.4	38.2	34.9
	60	29.9	34.5	24.8
	90	26.4	31.1	20.0
49	0	30.2	37.5	35.0
	30	37.7	34.9	32.3
	60	30.3	23.5	26.2
	90	22.3	31.0	20.7
80	0	34.0	33.2	37.0
	30	27.4	35.4	33.3
	60	28.7	31.6	19.4
	90	30.5	29.4	22.4
107	0	35.5	30.3	32.5
	30	32.9	35.2	28.6
	60	25.3	39.4	26.6
	90	16.9	11.5	18.5
134	0	34.3	32.6	31.4
	30	24.8	21.7	12.7
	60	29.9	24.4	16.7
	90	34.8	24.6	0

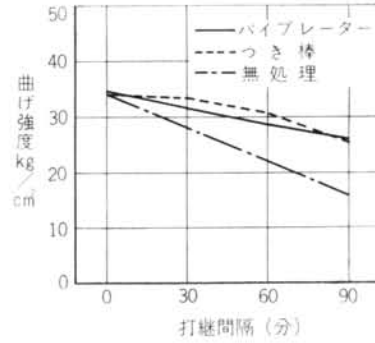
表一12 曲げ強度試験結果

である。しかし打継のないコンクリートの曲げ強度には、練りませ時間による差は認められなかった。無処理のものは打継間隔が長くなるに従って、パイプレーター、つき棒処理に比べて急速に強度は弱くなっている。また練りませ時間が90分になると一般に弱くなる。

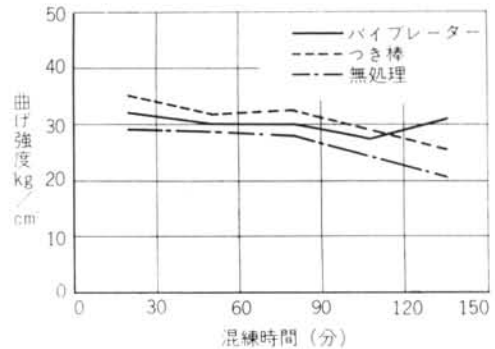
先に述べた外観の状態と曲げ強度の関係をグラフにすると図一15に示す通りになる。打継部の見えないものは、曲げ強度が比較的まとまっている。また打継部の見えるものと著しいものは、練りませ時間が長くなるに従ってばらつきも多くなり、無処理のもの強度低下が目立っている。この結果から、曲げ強度を一定の値に確保するには、練りませ時間を90分以内として打継間隔を60分以内、そしてパイプレーターか、つき棒処理をすることが必要である。これによって常識的なことであるが、打継部を目立たなくしてコンクリートを一体化することにより充分な強度を確保することができる。

(3) 透水性

試験結果を打継間隔、および処理方法別に示すと、



図一13 打継間隔と曲げ強度



図一14 混練時間と曲げ強度

図一16、図一17の通りになる。特性値は非常にばらついているが、傾向はわかる。そしてこの結果から次のことが言える。

- 全体として練りませ時間の長いものは、透水し易くなる。ただし打ち継ぎなしのもの、すなわち母材においては練りませ時間の影響は現われていない。
- 処理方法の効果は、練りませ時間の短いものでは、あまり現われないが、練り時間が長くなるとその差が現われ、無処理のものは非常に悪い。パイプレーターを施せば、かなり防止しうる。つき棒もある程度まで有効である。
- 打継間隔の影響は、比較的練りませ時間の短い内

要因	平方和	自由度	不偏分散	分散比	
混練時間	457.06	4	114.26	3.81	$F_{50}^2(0.05)=2.56$
打継間隔	1095.05	3	365.02	12.12	$F_{50}^2(0.05)=2.79$
処理方法	355.11	2	177.55	5.90	$F_{50}^2(0.05)=3.08$
e	1506.66	50	—	—	
全体	3413.88	59	—	—	

表一13 曲げ強度分散分析

によく現われ、長くなると、何れにしる悪くなる。

d. 練りませ時間の最も短いものに透水しやすいものが見られる。これは、ブリージングが多く、打継面にペーストの薄い層が生じたためと解される。

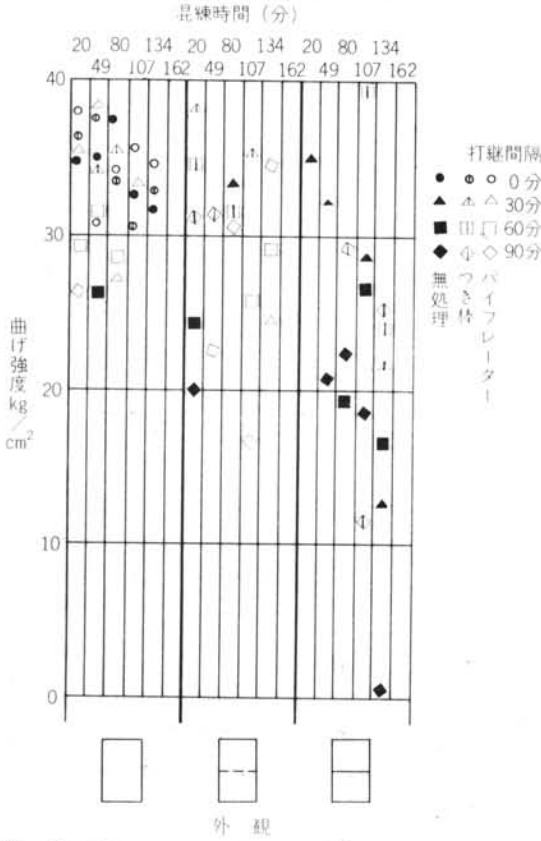


図-15 外観と曲げ強度

e. 補強鉄筋の大きさによる差異は認められなかった。

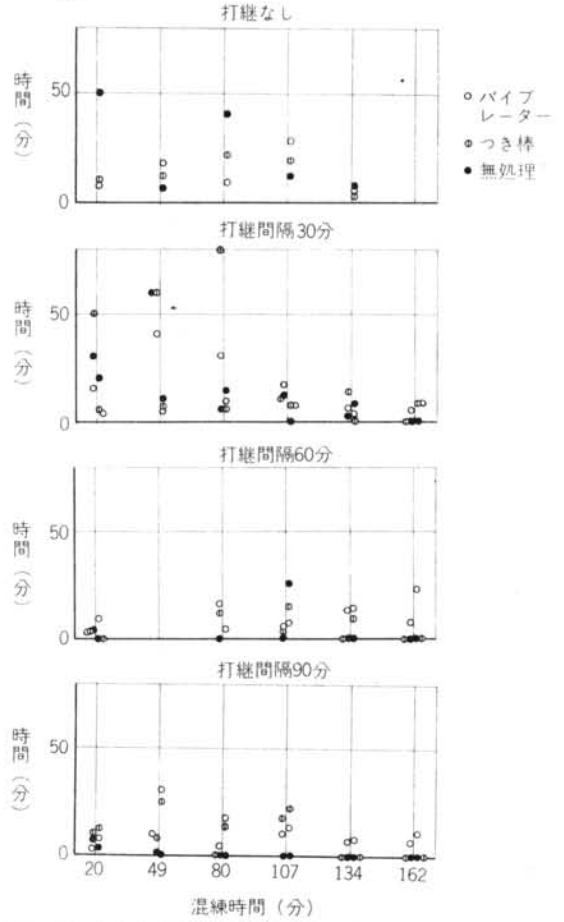


図-16 練りませ時間—打継間隔—透水性

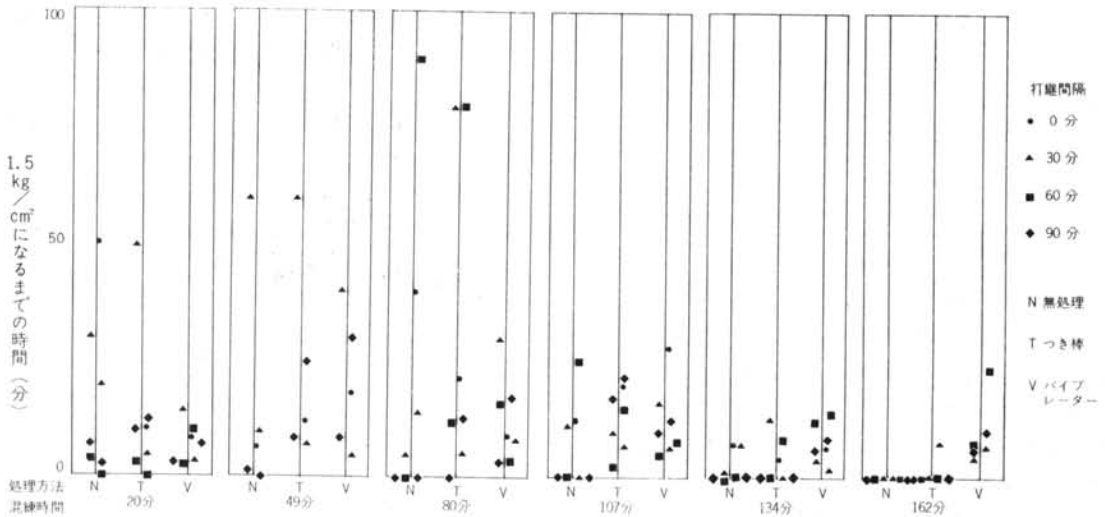


図-17 処理方法による透水試験結果

先に述べた打継部の外観の状態、および曲げ強度との関係をグラフにすると図-18、図-19に示す通りになる。打継部の見えないもの、見えるものには水の瞬間的通過をするものは見られなかった。

しかし、外観上打継目の著しいものは80分以上練りませた無処理のものに現われ、それらには水の瞬間的に通過するものが多い。

曲げ強度と透水の関係では、打継間隔が長くなるに従って、曲げ強度、透水性とも悪くなっている。特に無処理のものは、急速に変化して範囲が大きく、パイプレーター、つき棒処理をしたものは、傾向が類似しておりゆるやかに悪くなっている。このことから練りませ時間を90分以内にして、パイプレーター、つき棒処理を行えば、透水性、外観、および強度の上から見て良好な打ち継ぎを行なうことができる。

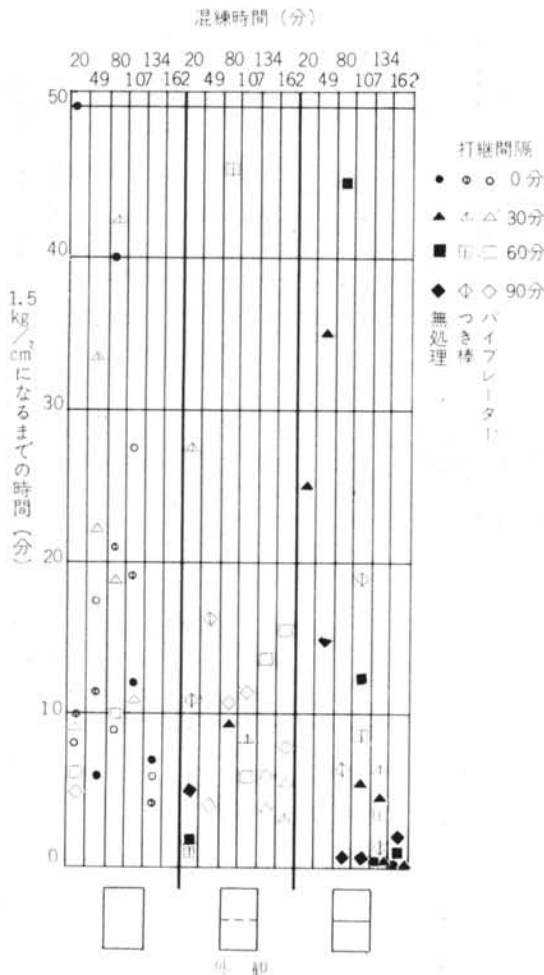


図-18 外観と透水性

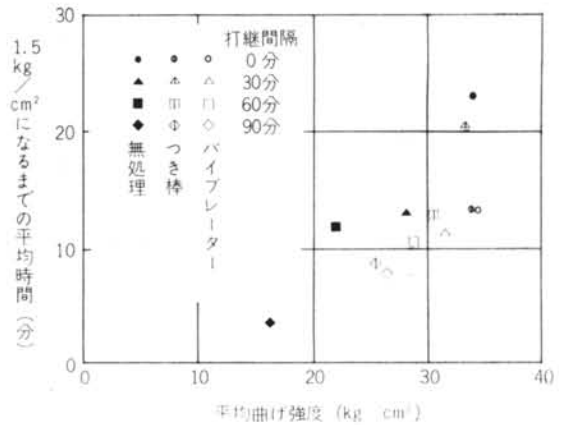


図-19 平均曲げ強度と透水性

## § 5. 要 約

### 5.1 まだ固まらないコンクリートの性質について

長時間練りませられたレディーミクストコンクリートのまだ固まらない状態の性質についてわかったことを列記すると、次のようになる。

(1) コンクリートの温度は練りませるにつれて、水和反応の発達、および機械的エネルギーの増加により上昇していく。そして外気温より高くなり、特に夏季において著しい。

(2) スランブは気温の低い時はあまり変化しないが、気温が高くなるにつれて、練りませ時間によるスランブ低下は著しい。特に夏季においては、排出直後のスランブだけで軟度を論ずるのでなく、排出後から打設までの時間を考慮して施工性を考える必要がある。

(3) 凝結速度は、気温、練りませ時間によって著しく異なる。練りませ時間を1時間30分とした場合の再振動限界は、夏季においては1時間30分、秋季では3時間、冬季では5時間30分以下となる。

(4) ブリージング率は気温が高くなるに従って減少し、また練りませ時間が長くなるに従って減少する。

(5) 沈みきれつは、気温、コンシステンシー、凝結速度に左右される。そして沈みきれつの起こりやすい状態は、気温が高い時は、練りませ時間の短い時にあるが、気温の低くなるにつれて練りませ時間の長い方向に移動していく。

### 5.2 夏季におけるコールドジョイントの性質について

レディーミクストコンクリートを夏季に使用する場合

のコールドジョイントの発生状態、および防止方法を列記すると次の通りである。

(1) コールドジョイントは練りませの初期においても、何らかの処理なしにコンクリートを打ち継いだ場合発生する。そして練りませ時間が長くなり打継間隔が増すに従って著しくなる。

(2) 外観の状態、曲げ強度、透水性の試験結果から見て、練りませ時間は1時間30分が限界である。

(3) コールドジョイントを作らないためには、打継間隔は1時間までとして、パイプレーター、および入念なつき棒処理を行なう。やむを得ず打継間隔を延長する場合、1時間30分が限界であり、その時は必ずパイプレーター処理を行なう必要がある。

(4) 1時間30分以上経過して、まだ固まらないコンクリートを打ち継ぐ場合は、良好な一体化はむずかしいの

で、新旧コンクリートの一般的な打継方法で打ち継ぐべきであろう。

### 5.3 練りませ時間の限界

以上の結果から、各項目別に RMC の練りませ時間の限界を判断すると図-20 のようになる。

実験はまだ全部終了していないので、現在の時点で判断することは、多少危険がともなうかも知れないが、これまでの結果を総括してコンクリートの物性と施工性の両面から考え、

(1) 盛夏時においては、コンクリートは練りませから1時間以内に打ち込みを完了することが望ましい。

(2) 標準的気温もしくは冬季においては、練りませから打ち込みまでの時間は2時間程度になっても、とくに問題はないようである。

観 点	季節	練りませから打込みまでの時間(分)				
		30	60	90	120	150
ス ラ ン プ	夏	●	●	●	○	○
	秋	●	●	●	○	○
	冬	●	●	●	○	○
静置によるワーカビリティの変化	夏	●	●	●	○	○
	秋	●	●	●	○	○
	冬	●	●	●	○	○
1.5時間で再振動限界になる	夏	●	●	●	○	○
	秋	●	●	●	○	○
	冬	●	●	●	○	○
沈 み き れ つ	夏	○	○	○	○	○
	秋	○	○	○	○	○
	冬	○	○	○	○	○
強 度	夏	●	●	●	○	○
	秋	●	●	●	○	○
	冬	●	●	●	○	○
コールドジョイント	理想的施工	○	○	○	○	○
	通常の施工	○	○	○	○	○

図-20 練りませから打込みまでの時間の限界

なおこの問題に関して、下記項目の実験を行なっており、機会を得て報告する予定である。

- (1) 鉄筋で補強されたコンクリートの収縮およびきれつの問題
- (2) 冬季のコールドジョイント生成
- (3) コールドジョイント部の中性化

おわりに、RMC の実験を行なう際に、東京コンクリート砂町工場の方々の好意ある配慮とご協力をいただいた。実験は中西正俊氏ほか材料研究部の各位の協力によって行なわれ、またセメントの分析は同じく薄葉玲子氏、小笠原繁子氏によって行なわれた。以上の方々に感謝の意を表します。

### <参考文献>

- 1) 鳥田専右、鈴木忠彦：混練時間がコンクリートに与える影響：清水建設研究所報 第3号、1964. 4
- 2) 鳥田専右、森永繁、鈴木忠彦、大藪征夫：練りませ時間がコンクリートに与える影響(第2報)：清水建設研究所報 第5号、1965. 4
- 3) 鳥田専右：レディーミクストコンクリートの運搬時間の管理：清水建設研究所報 第6号、1966.