

レディーミクストコンクリートによって生ずるコールドジョイントの性質

鈴木 忠彦

烏田 専右

§1. 序

1.1 コールドジョイントの発生原因

コンクリート打設中、引続き打たれる部分が一体化せず、層間に界面を形成することがある。これをここではコールドジョイントとよぶ。

コールドジョイントは、コンクリート構造物の施工において、極めてしばしば発生する欠陥であって、これがその美観はもち論、コンクリートの特質である一体性をそこない、耐力耐久上の性能をいちじるしく害すると考えられる。

コールドジョイント生成の原因を大きく2つに分けると、引きつづいてコンクリートが打たれるまでに、先に打たれているコンクリートが、どの程度凝結しているかということ、次いで、あとのコンクリートを打ちこんだあとで、その相隣る2層間をどのように処理するかということになると思われる。そしてまた、前者には、そのコンクリートの材料をも含めた調査上からの性質と、施工時の条件、すなわち、温度、2層の打ちこみ時間間隔およびコンクリートの練りまぜかく拌時間が、その素因として含まれていると考えられる。また層間の処理も施工時の問題である。

1.2 打設計画との関係

以上のように、引続き打たれる2層間の時間間隔は、コールドジョイント生成の重要な要因であるが、これは、コンクリートの打設計画に関係している。

一般の建築物のコンクリート打設では、柱壁の立ち上がり部分は全体をなるべく水平になるように打ち上がり、梁下で一旦止め、梁はその全せい（すなわちスラブも含めて）を一度に打って行くのがよいとされている。こうすると梁スラブは、水平方向に打ちついでゆかれることになる。一方、通常のコンクリート建築物のコンクリート量は、柱壁部分よりも、梁床部分の方が多い。したがって、1日8時間コンクリートを打つとすると、壁

柱を打ち終ったあと、4時間以上かかって梁スラブを打っていることになり、最大4時間以上の打継時間間隔が、柱壁と、梁スラブの間に生ずることになる。

最近よく使用されているポンプクリートでは、その施工上、壁柱部分をまんべんなく水平に打ち上げて行くということがむずかしく、一方向から、ある大きさのブロックに分けて逐次打って行く傾向が強い。このようにすると、そのブロック間に打継時間間隔が生ずるが、それは打設速度や、ブロックの大きさによって左右される。打継時間間隔がある程度の長さになると、あとでのべるように、層間の処理のみでコールドジョイントの生成に対抗することはできない。すなわち、コールドジョイントの生成は、コンクリート打設中の、偶発的不注意によることもあるが、それのみでなく、打設計画そのものに関係している。したがってまた、この問題の対策を計画的に考える可能性が存するわけである。

1.3 レディーミクストコンクリートとの関係

これについては、2つの問題がある。ひとつは、運搬車の入場間隔で、これが現場の打設速度におくれるなら当然、打継間隔がそのため延ばされる。これは配車管理の問題である¹⁾。もうひとつは、運搬時間で、練りまぜから打ちこみまでの時間の長いコンクリートは、打ちこまれてからの凝結速度が早くなる。

すなわち、同じ打ちこみ間隔でもコールドジョイントができやすくなる。したがって、その点から打設計画を考えなければならないが、また逆に打設計画から、レディーミクストコンクリートの運搬時間を考えなければならないともいえる。すなわち、コンクリートの輸送時間は、単に独立な事象としてでなく、工事現場の施工計画の中に含まれた問題として取り扱わなければならない問題である。

以下の報告は、建築工事におけるコンクリートの、コールドジョイントの性質とその生成の諸要因について、実験的に知り得たことをのべ、とくに、レディーミクス

トコンクリートに視点を置くことによって、その対策を考察したものである。

§2. 実験

2.1 実験の種類

実験は、レディーミクストコンクリート（以下RMCと略記する。）を用いて、夏季と冬季の2回の屋外実験と室内実験を1回行なった。以下、これらの実験をそれぞれNo.1, No.2, No.3とよぶ。使用した材料、その時のコンクリート調合、温湿度条件は、表-1～表-4に示すとおりである。

屋外実験で使用した運搬車は容量3m³の傾胴型のもので、これに2.8m³のコンクリートを積載した。車は第1車後、30分、60分、90分の間隔で計4台のミキサー車をプラントから発車させ、実験中それぞれ排出時以外、かく拌速度2rpmで2時間30分まで続けた。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混ぜかえたものを試料とした。また、試料の採取開

シリーズ	気温 ℃	RH %
1	28~31	45
2	13~15	70
3	24~26	58~65

表-1 温湿度

シリーズ	比重	ブレン ン cm ³ /g	凝 結			安定性	強 熱 減 量	MgO	SO ₂
			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
3	3.16	3230	27.4	2-15	3-20	良	0.8	1.4	1.9

シリーズ	フロー mm	曲げ強さ kg/cm ²			圧縮強さ kg/cm ²			養生温度 ℃
		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	
3	231	30.4	47.2	69.7	119	218	406	

シリーズ	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	不溶 残分	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
2	23.5	5.0	2.8	63.8	1.0	37.2	39.4	8.5	8.5
3	22.6	4.9	2.7	63.7	0.8	45.0	31.0	8.0	8.0

表-2 セメント試験の結果

シリーズ	産地	比重	吸水量 %	単重 kg/l	有機 不純物	ふるい通過率 %					
						5	2.5	1.2	0.6	0.2	0.15
1	鬼怒川	2.63	2.0	1.572	良	100	99	97	80	25	2
2	神流川 鬼怒川	2.65	1.7	1.680	良	98	87	75	50	17	2
3	鬼怒川	2.56	3.0	1.610	良	98	90	72	52	11	2

粗骨材	産地	比重	吸水量 %	単重 kg/l	有機 不純物	30	25	20	15	10	5
						1	大井川	2.66	0.6	1.734	100
2	大井川 鬼怒川	2.63	1.0	1.720	100	97	81	60	34	6	
3	荒川	2.64	1.3	1.737	100	100	74	54	23	4	

表-3 骨材試験の結果

シリーズ	W/C %	予定ス ランプ cm	細骨 材率 %	各材料の重量 kg/m ³					
				セメント	水	砂	砂利	混和剤	
1	63.2	21	45.4	326	206	813	985	—	
2	59.0	21	43.8	349	206	793	1010	—	
3	(1)	60	21	43.1	340	204	748	1003	—
	(2)	60	21	43.1	340	204	748	1003	リターダ
	(3)	60	15	37.0	298	179	678	1173	

表-4 コンクリートの調合

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、その試料の練りまぜ時間とした。屋内実験では、ミキサー回転速度は5分までは、26rpm、以後5rpmとして、10分および60分まで回転させ、それぞれ試料を採取した。

2.2 試験項目とその方法

2.2.1 コンクリートの一般的性質に関する実験：

A. コンクリート温度

最大温度50℃の棒状水銀温度計を使用して、それぞれの練りまぜ時間ごとに運搬から取り出した試料について測定した。

B. スランプ試験

JIS A-1101 による。各車より各練りまぜ時間につき1回ずつ試験を行なった。また各練りまぜ時間にスランプを測定すると同時に、スランプコーンに詰めたまま15分間静置した後のスランプを測定した。

C. プロクター貫入抵抗試験

ASTMC 403-61T による。試料は第1車目のみ、各練りまぜ時間につき1個採取した。ただし、数値はg/mm²で表わした。測定は各回とも採取後4時間までとした。

D. プリージング試験

JIS A-1123 による。第1車目のみについて測定。

E. 沈みきれつ測定

既報²⁾と同じ方法で測定した。また、試料は1条件に対して1個とした。

F. 圧縮強度試験

JIS A-1108 による。各車より各練りまぜ時間につき1個ずつの供試体を取り、20℃水中養生を行ない、材令28日で試験した。

2.2.2 コールドジョイントに関する実験：

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) 引張強度
- (4) 透水性
- (5) 中性化深さ

試験体は、その中央部に打ち継ぎ目ができるように、それぞれ異なる練りまぜ時間のコンクリートを、異なる時間間隔で打ち継いだ。そして、おのおのについて、パイプレーター、棒つき、無処理と処理方法の異なる3種の供試体を作成した。下層コンクリートの締め固め方法は、パイプレーターでは、型式BM-27、振動筒の外径×長さは2.7cm×42cm、回転数(毎分)7500回転のもの、およびBMF-45、外径×長さ4.5cm×50cm、回転数12000回転の2種類を使用して、10秒間作用させた。棒つきは、径16mmの丸鋼(JIS A-1101のもの)で打継部について処理を行なった。次に引張強度試験および中

性化深さ試験について説明する。なお、外観による打継部の判定、曲げ強度試験、透水性試験については既報³⁾に詳細が述べてあるので、参照されたい。

A. 引張強度試験

試験体は直径15cm、高さ30cmの円柱形の供試体の中央に水平打継部ができるように作成した。供試体は脱型後、外観を観測した後、コンクリートカッターで打継部を中央に持つ高さ15cmの供試体が残るように両端を切断した。その後、直径15cm厚さ1cmの鉄板をエポキシ樹脂で両面に接着して2日後引張試験を行なった。コンクリートの材令は空中放置で91日である。試験時の模様を写真-1に示す。

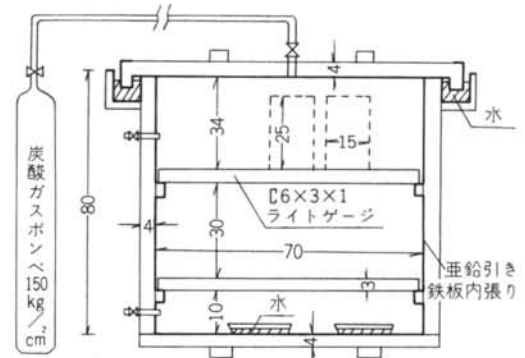


図-1 中性化促進装置

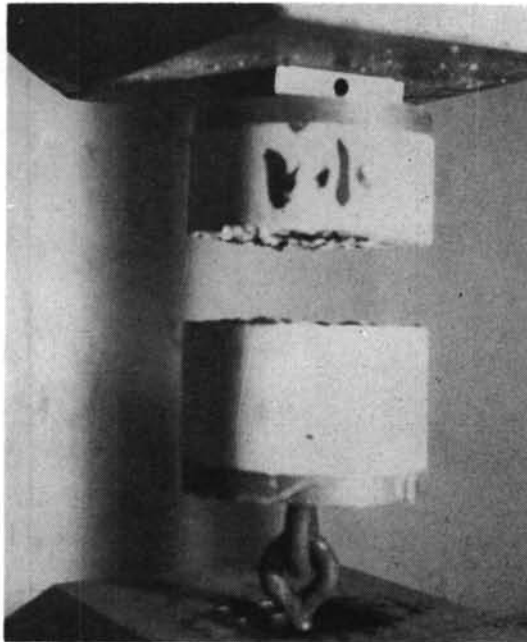


写真-1

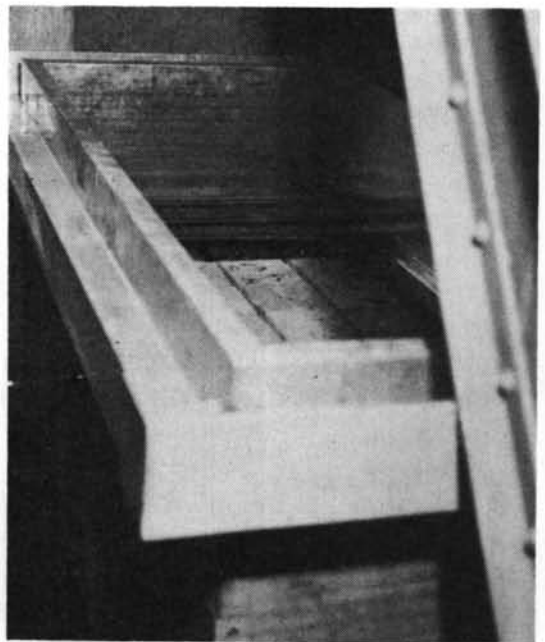


写真-2

B. 中性化試験

試験体の形状は断面 15cm×15cm、高さ 25cmで、9φ筋をかぶり 4cmで配筋し、中央部に打継部を前述の方法で作った。9φ筋は、降伏荷重まで載荷したものをサンドペーパーで浮錆を落し塩酸で洗って、水酸化石灰 Ca(OH)₂の飽和溶液中に浸漬したものを使用した。

各条件でコンクリートを打ち継いだ供試体は打設後1日で脱型し、材令 28日まで、21±3℃の水中養生を行なった。水中養生後再び28日間空中養生してから炭酸ガス濃度約 15%の中性化促進装置 (150cm×80cm×70cm)の中に入れた。中性化促進装置を図-1、写真-2に示す。

約1年後供試体を取り出し、中央から縦にコンクリートカッターで切断し、断面にフェノールフタレイン液を塗布して中性化部分を検出し、その境界に墨入れをして写真にとった。母材については後に示すように、重量法で深さを測定し、打継供試体については、打ち継ぎ部の中性化深さを測定した。炭酸ガスは、ポンペ内圧 150 kg/cm²の液化炭酸を常圧に直して装置の上部から注入した。装置内部のCO₂濃度は試験中ほぼ15%になるようフィッシャーのガス分析装置で濃度を測定し調節した。

2.3 試験結果と検討

2.3.1 まだ固まらないコンクリートの性質：

RMCを使用して長時間練り混ぜた時の、まだ固まらないコンクリートの性質のうち、コンクリート温度、スランプ、そして圧縮強度等については、既報²⁾³⁾に詳細が記してあるので、参照されたい。

この内とくに、プロクター貫入抵抗値について、その練り混ぜ時間との関係を片対数で示すと図-2a～図-2dのようになる。これで見ると、気温(コンクリート温度)によっていちじるしい差があり、練り混ぜ時間が長くなるにしたがって、凝結が促進されることが明らかである。

2.3.2 コールドジョイントの性質：

既報³⁾に No.1 (夏季)の実験結果のうち、外観による判定、曲げ強度、透水性について報告してあるので省略し、No.2、No.3の試験結果と未報告のものを次に示す。

A. 打継部の外観

No.2の試験結果を図-3に示す。気温が低い場合は、練り混ぜ時間が2時間30分以上であっても、パイプレーション、棒つき、の処理を行なえばコールドジョイントが目立たなくなっている。しかし、無処理のものは、練り混ぜ時間が短くても、ジョイント部が生ずる。

B. 曲げ強度

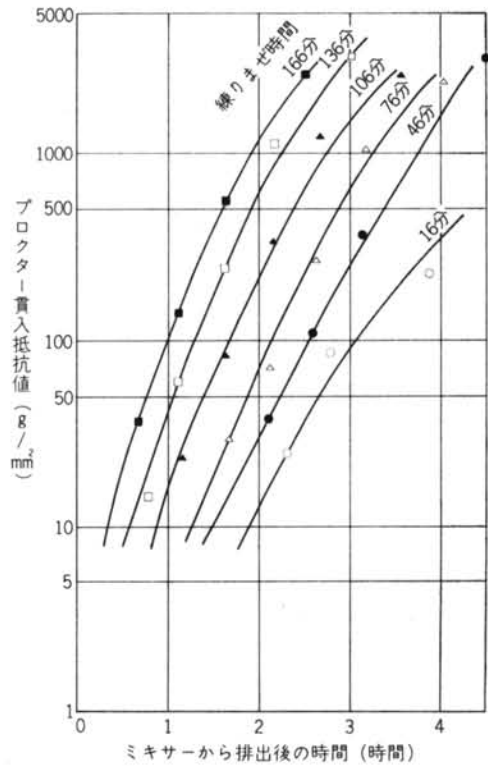


図-2-a プロクター貫入試験結果(シリーズ1)

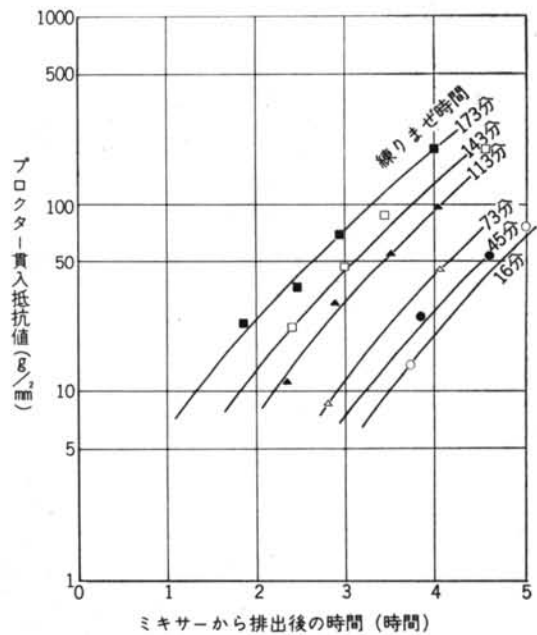


図-2-b プロクター貫入試験結果(シリーズ2)

No.2の3等分点載荷試験で行なった曲げ試験結果は表-5、図-4、図-5に示すとおりである。

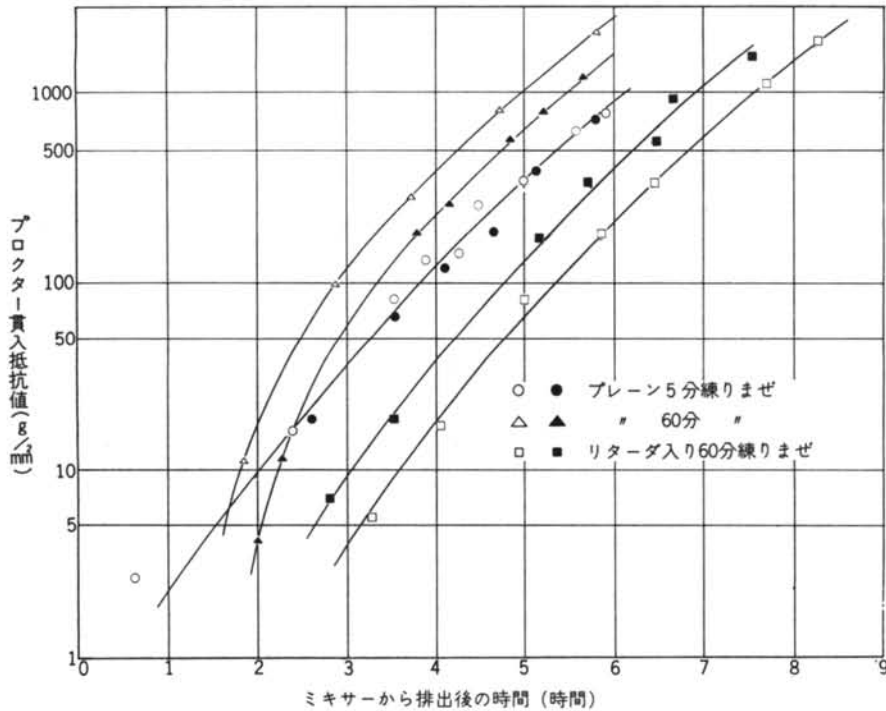


図-2-c プロクター貫入試験結果(シリーズ3)

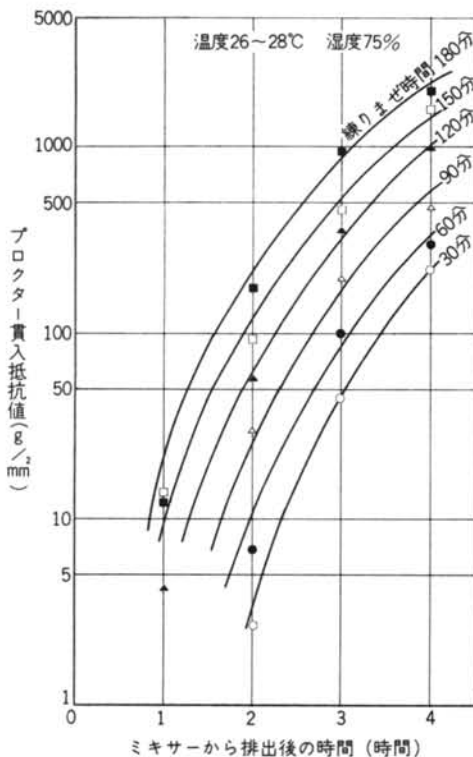


図-2-d プロクター貫入試験結果

この試験から次のことがいえる。

i) 分散分析の結果、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た。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。

ii) 練りませ時間打継間隔が長くなるにつれて、パイプレーター処理を行なったものと、無処理のものは、ほぼ同程度であり、棒つき処理を行なったものに大きな強度が出ている。この原因として

棒つき処理を行なったものは、上下のかく押が行なわれ一体化されやすいが、コンクリートが柔らかい時に、打継部にパイプレーター処理を行なうと、上下かく押が行なわれず、ブリージング水のため、打継部分に水平な弱体部が生ずるためと思われる。これは、供試体の破断面

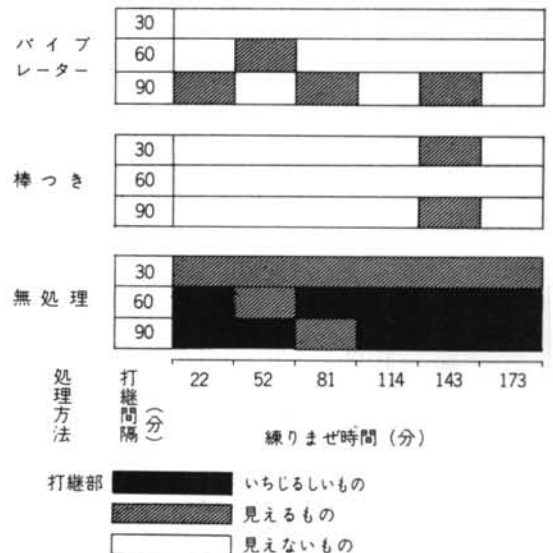
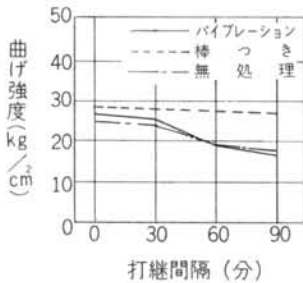


図-3 外観(No.2)

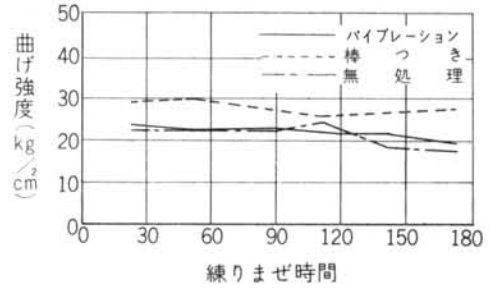
を見ると、パイプレーター処理をしたものは、面が平らであるが、棒つき処理を行なったものは凸凹であることから推測される。

混練時間 (分)	打継間隔 (分)	曲げ強度 (kg/cm ²)		
		パイプ レーション	棒つき	無処理
22	0	28.8	29.3	26.2
	30	31.4	28.7	21.7
	60	17.9	30.3	19.7
	90	17.4	27.6	20.4
52	0	29.7	32.0	25.0
	30	24.2	28.0	28.6
	60	18.8	26.8	18.6
	90	16.3	31.0	18.6
81	0	27.9	25.2	22.1
	30	22.6	29.4	29.5
	60	24.1	26.8	20.6
	90	14.9	28.8	17.7
114	0	25.2	25.7	25.3
	30	25.5	26.5	24.6
	60	20.8	25.5	25.1
	90	15.3	23.3	21.4
143	0	25.9	29.4	25.3
	30	23.9	26.6	17.4
	60	17.9	25.3	16.1
	90	17.6	25.6	13.3
173	0	24.4	27.3	21.2
	30	23.3	28.3	19.8
	60	13.6	29.0	15.0
	90	17.5	27.0	14.9

表一五 曲げ強度試験結果 (No. 2)



図一四 打継間隔と曲げ強度 (No. 2)

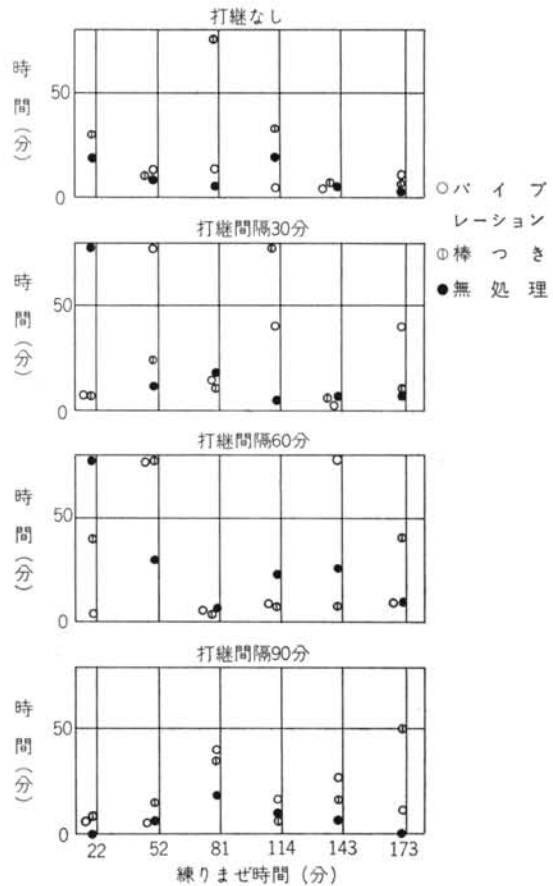


図一五 練りませ時間と曲げ強度 (No. 2)

C. 透水性

No. 2 の試験結果を打継間隔、および処理方法別で示すと図一六、図一七のとおりになる。この試験結果から次のことがいえる。

- 気温の低い場合は、凝結速度が遅延されるために練りませ時間の影響は夏季のように現われていない。
- 処理方法の効果では、パイプレーション、棒つきに差は現われていない。無処理のものは練りませ時間の



図一六 練りませ時間—打継間隔—透水性 (No. 2)

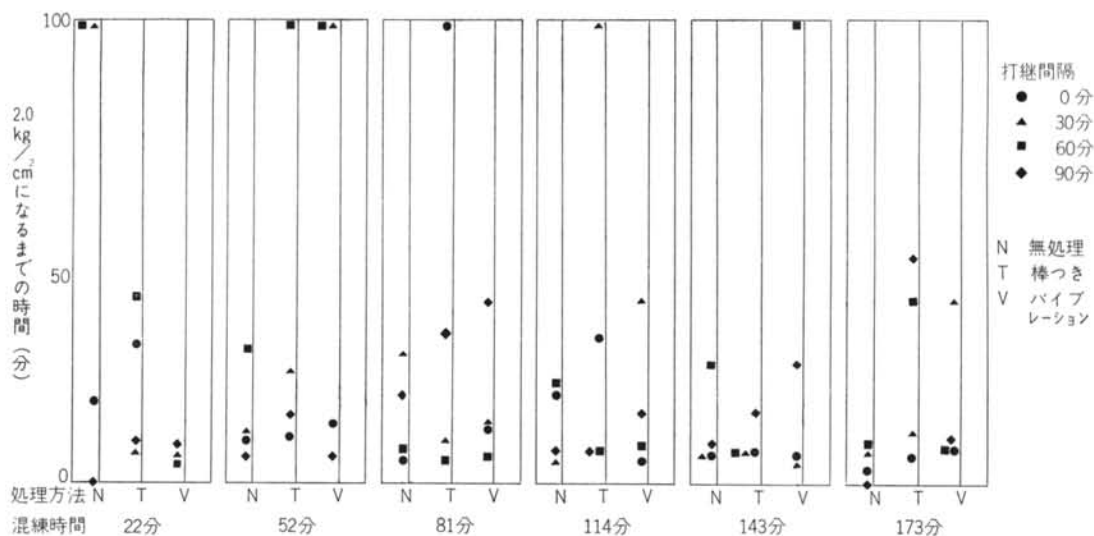


図-7 処理方法別透水試験結果 (No. 2)

短い時には、ブリージング水による影響を受け、2時間30分以上の時には、2層間の付着が悪くなり、いずれも透水しやすくなっている。

iii) 打継間隔の影響は、90分以上になると無処理のものに現われている。

D. 引張強度

No. 3 の試験結果を 図-8 に示す。

この試験結果から次のことがいえる。

i) 打継間隔が大きくなっても、引張強度のスランプによる影響は現われていない。

ii) 処理方法では、パイブレーション、棒つきの差は見られない。しかし、無処理のものでは引張強度が非常に低下し $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下である。

iii) 凝結遅延剤を混入したものは、全体的に凝結時間を遅らせるだけで、強度低下は見られない。

E. 中性化深さ

No. 1 試験結果を表-6 に示す。母材の中性化深さは切断した面につき、一辺の長さ 10cm の部分を取り、計 4 辺を 1 条件の資料とした。各辺の 10cm 範囲内で最大、最小中性化深さを測定して、4 コの平均値でそれぞれを示した。また、平均中性化深さは、写真について、一辺の長さ 10cm の部分の中性化した面積を、重量によって算出した。

$$\text{平均中性化深さ} = \frac{\text{中性化部分の写真の重量}}{\text{単位面積の写真の重量} \times \text{辺長}(=10\text{cm})}$$

表-6 に示してある値は 4 辺の平均値である。この中性化深さに対して、打継間隔、練りませ時間との関係を示すと 図-9、図-10 のとおりになる。また、母材の練りませ時間と中性化との関係を示すと 図-11 のようになる。これらの結果から次のことがいえる。

i) 打継間隔が増大すると中性化深さも増大する。

ii) 練りませ時間が増大するにしたがって、無処理、棒つき、のものは中性化深さも促進されるが、パイブレ

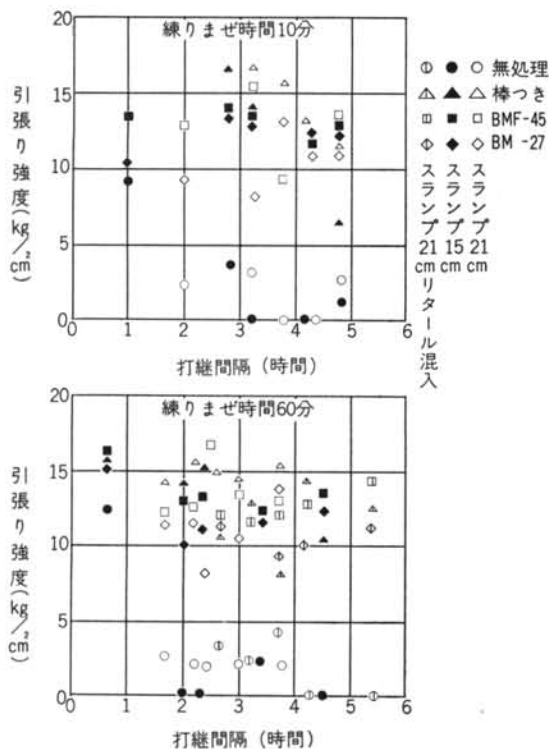


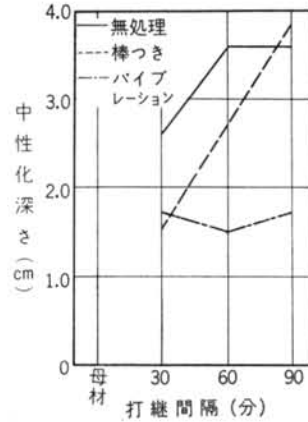
図-8 引張強度 (No.3 シリーズ)

練りませ時間 (分)	打継間隔 (分)	中性化深さ (cm)			
		バイブレーション	棒つき	無処理	
20	母材	最大	—	0.80	0.70
		最小	—	0.25	0.18
		*平均	—	0.30	0.33
	30	0.78	2.45	0.88	
	60	1.10	2.38	3.25	
49	母材	最大	0.57	0.75	0.85
		最小	0.18	0.25	0.15
		*平均	0.37	0.42	0.37
	30	1.58	0.63	—	
	60	1.83	2.70	3.13	
80	母材	最大	0.83	0.45	1.00
		最小	0.17	0.15	0.18
		*平均	0.37	0.25	0.49
	30	1.35	0.45	0.98	
	60	2.83	2.53	2.25	
107	母材	最大	1.00	1.05	0.70
		最小	0.25	0.23	0.20
		*平均	0.61	0.54	0.35
	30	2.83	0.95	0.95	
	60	0.73	5.08	4.08	
134	母材	最大	0.98	0.78	0.88
		最小	0.18	0.13	0.23
		*平均	0.46	0.39	0.46
	30	1.83	3.12	7.50	
	60	0.55	1.68	5.13	
162	母材	最大	—	—	—
		最小	—	—	—
		*平均	—	—	—
	30	—	—	—	
	60	—	—	—	
90	—	—	7.50		

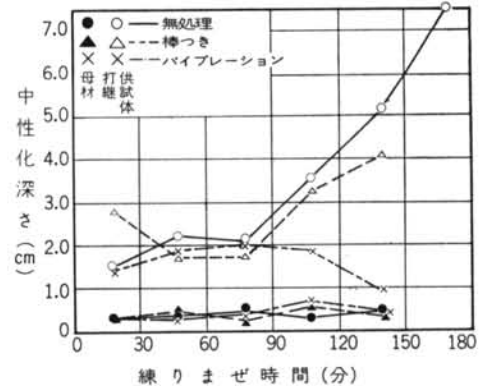
表—6 中性化深さ (No.1 シリーズ)

ーター処理の場合はあまり変わらない。しかし、打継のない母材では、練りませ時間、処理方法による影響は現われていない。

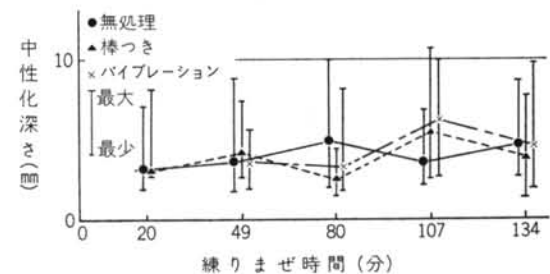
iii) 母材に比べて、打継のあるものは、短時間打継であっても、かなり中性化が早く、コンクリートの耐久性に悪影響をおよぼすと考えられる。



図—9 打継間隔と中性化深さ (No.1 シリーズ)



図—10 練りませ時間と中性化深さ (No.1 シリーズ)



図—11 練りませ時間と母材の中性化深さ

2. 3. 3 コールドジョイントの各性質間の関係:

A. 外観と曲げ強度

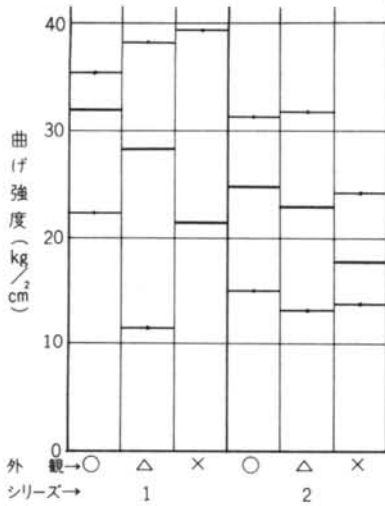


図-12 外觀と曲げ強度

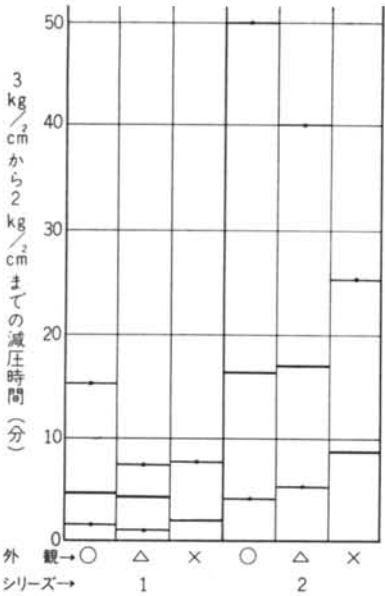


図-13 外觀と透水性

RMC を使用した No. 1, No. 2 シリーズの試験結果に対して、平均値と最大、最小で傾向を示すと図-12 のようになる。

外觀が悪いものは、曲げ強度も低下している。そして打継部がいちじるしく見えるものは、無処理のものに多く、これは夏季、冬季とも同じである。この結果から曲げ強度を一定の値に確保することは、パイプレーター、棒つき処理どちらかを行なうことが必要である。これによって、常識的なことであるが、外觀の良いものは十分な強度をもっているといえる。

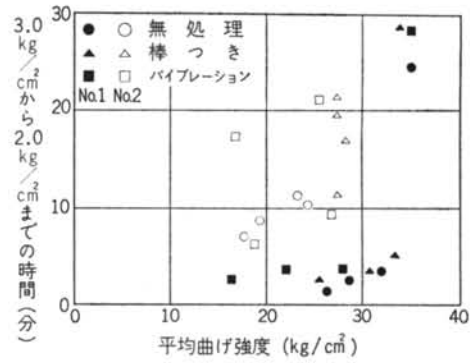


図-14 平均曲げ強度と透水性

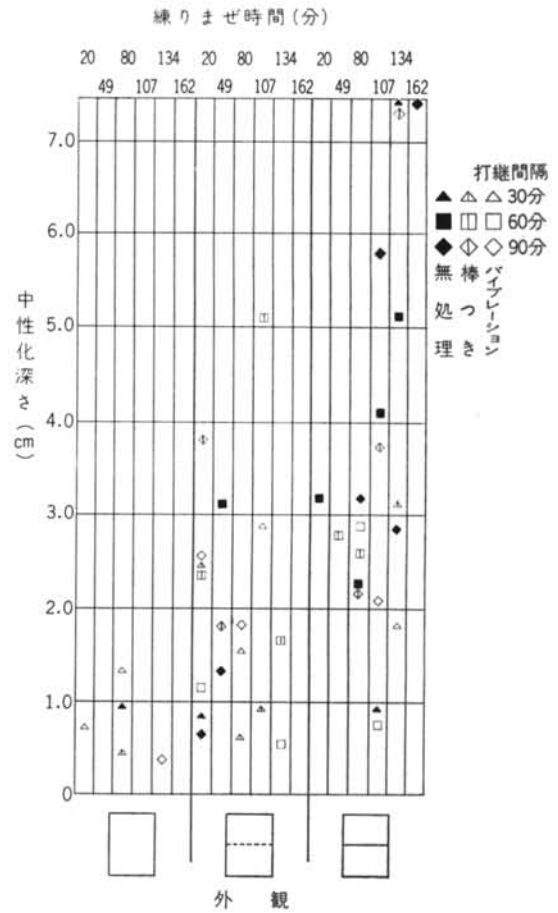


図-15 外觀と中性化深さ (No. 1 シリーズ)

B. 外觀状態と透水性

No. 1, No. 2 シリーズの傾向を示すと図-13 のようになる。

夏季のほうが、水の浸透時間が早くなっているが、打継部のいちじるしく見えるのには、加圧と同時に、水が

瞬間的に通過するもののあることは、両シリーズにおいて共通である。そして無処理のものにこれらが多く見られる。

C. 曲げ強度と透水性

No. 1, No. 2 シリーズの傾向を示すと 図-14 のようになる。

夏季においては、曲げ強度の低下とともに、透水しやすくなる。そして、無処理のものは、他のものに比べてはなはだしい。しかし、凝結のおそい冬季においては、夏季のように明らかな傾向は見られない。

D. 外観状態と中性化

中性化試験は No. 1 シリーズのみであるが、外観との関係を示すと 図-15 のようになる。

他の曲げ強度や透水性と同様に打継部がいちじるしく見えるものは、中性化の速度も早くなり、無処理のものでは、供試体の中央まで中性化しているものもある。

そして中性化が鉄筋部分まで進行しているものは、鉄筋に錆が発生しているのが見られた。パイプレーターと棒つき処理では、明らかな差は認められないが、夏季では凝結が早く、棒つき処理を行なえない場合があるので、適切な状態を見きわめる必要がある。

§ 3. 実験結果のまとめ

3.1 コールドジョイントの各性質とプロクター値との関係

コールドジョイントの生成は、その先に打たれたコンクリートの凝結が、続いてコンクリートが打たれるときに、どの程度進んでいるかに影響されると思われる。

この凝結の進み具合は、コンクリートの調合、温度、練りませ時間、打継間隔などによって変化するはずであ



図-16-a 外観 (パイブレーション)

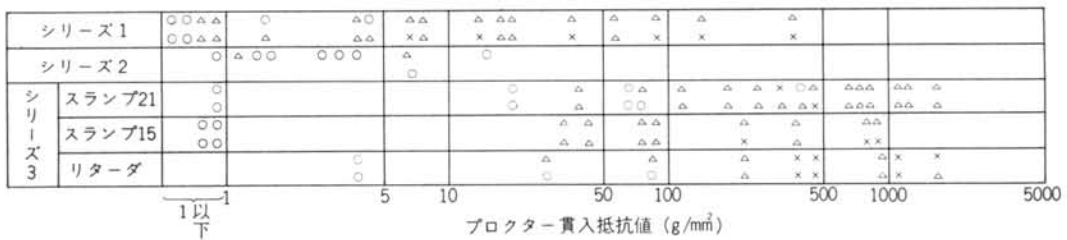


図-16-b 外観 (棒つき)



図-16-c 外観 (無処理)

るが、これを直接プロクター貫入抵抗試験によって把握し、各特性値をそれとの対比によって示す。

3.1.1 外観状態との関係：

処理方法別に示すと 図-16-a~図-16-c のようになる。この結果から次のようなことがいえる。

i) 全体的に見て無処理、棒つき、パイプレーターの順に外観が良くなっている。

ii) 無処理では、P.Vが0~1g/mm²であっても、外観はいちじるしく悪くなることもある。

iii) 棒つきでは、5 g/mm² 付近までは効果があるが、10g/mm²以上になると継ぎ目は消せなくなる。

iv) パイプレーターでは10g/mm²付近までは効果があるが、それ以上になると継ぎ目は消せない。

v) 凝結遅延剤を入れた場合は、凝結時間が遅れるがP.Vとの関係は同様である。

3.1.2 曲げ強度との関係：

処理方法別に示すと 図-17-a~図-17-c のようになる。この結果から次のようなことがいえる。

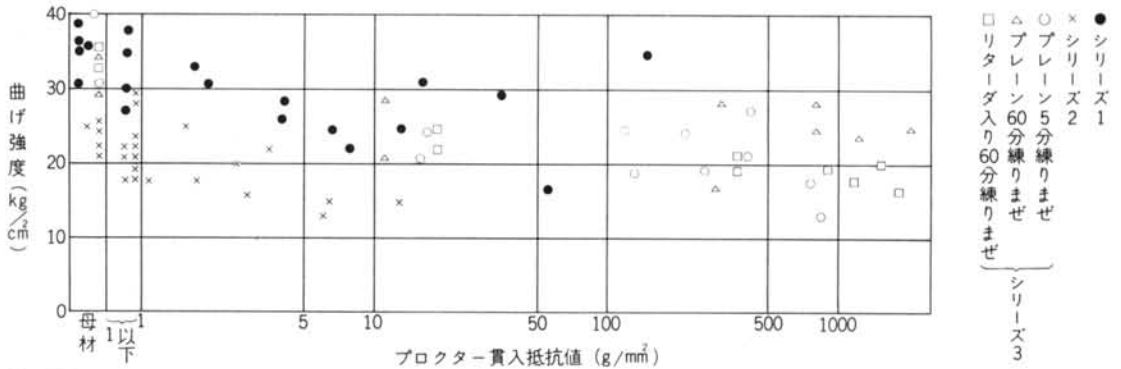


図-17-a ジョイントの曲げ強度 (パイプレーション)

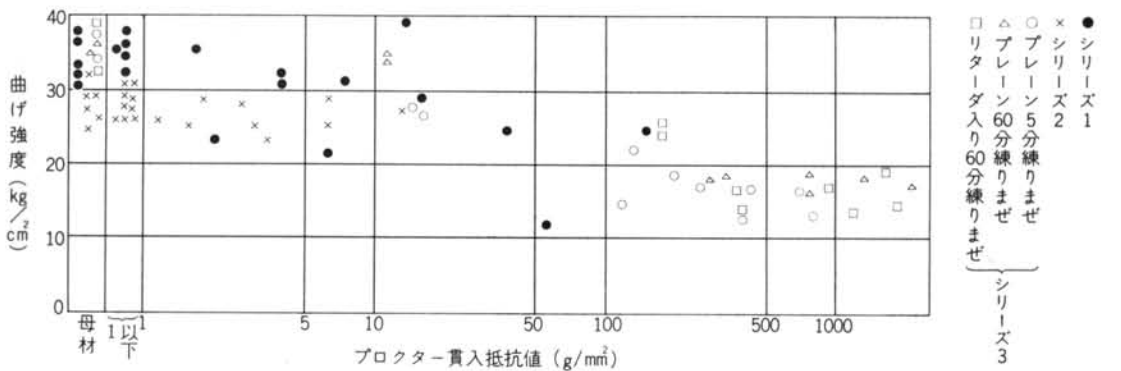


図-17-b ジョイントの曲げ強度 (棒つき)

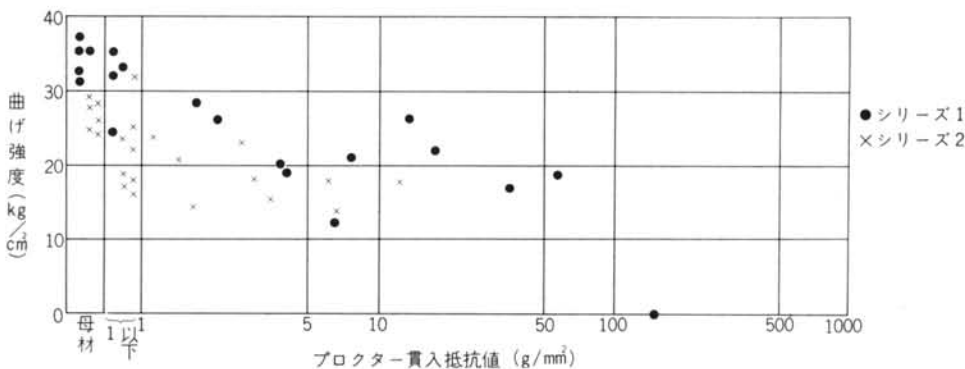


図-17-c ジョイントの曲げ強度 (無処理)

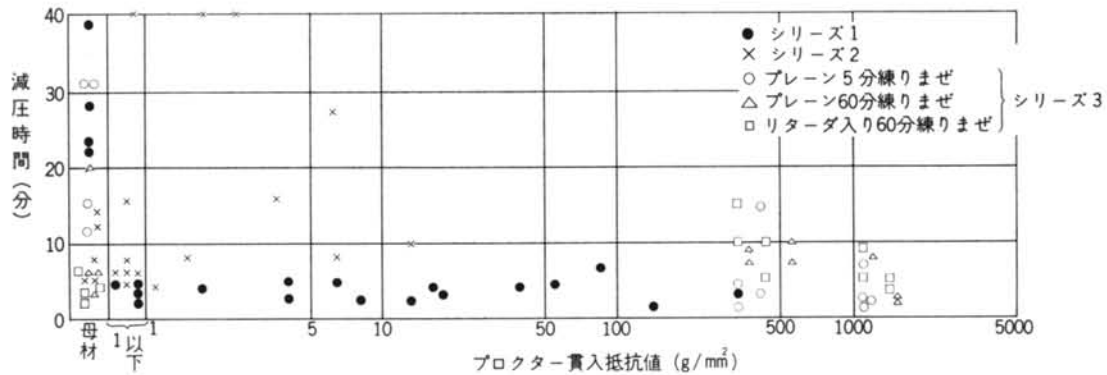
i) それぞれの処理方法においても、P.Vの増加にしたがって曲げ強度は低下する。その傾向は、パイプレーター、棒つき、無処理の順に悪くなっている。

ii) 無処理では、P.Vが100g/mm²以上ではあまり強度は期待できない。

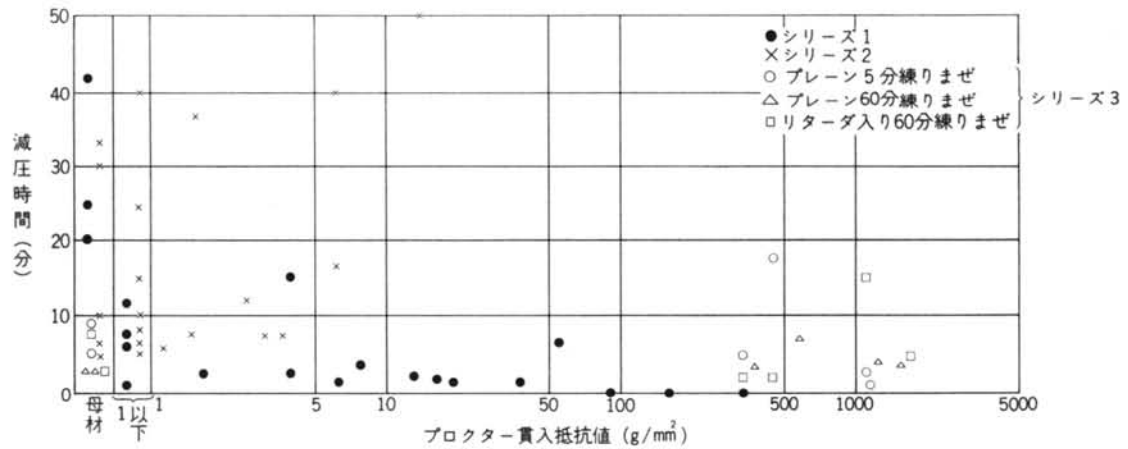
iii) 棒つきでは、300g/mm²となるまで低下し、それ以上はあまり変わらない。

iv) パイプレーターでは、P.Vが100g/mm²になるまで下がり、それ以上ではあまり変わらない。そして最終値は棒つきより大きくなっている。

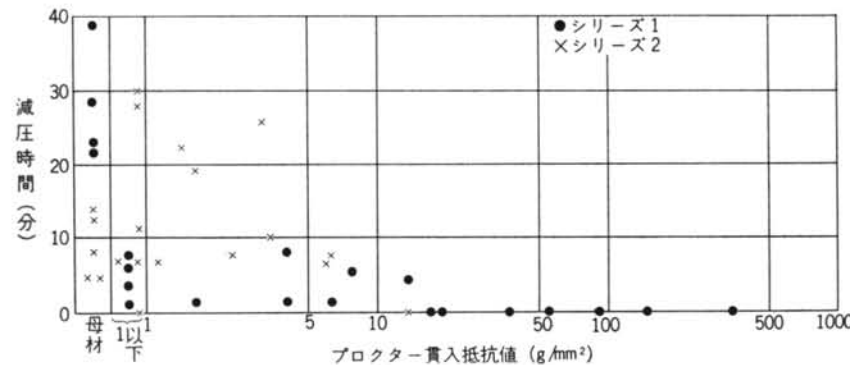
v) No. 2 シリーズの低温時に、P.Vの小さい部分で棒つきがパイプレーターより強いのは、ブリージングの影響によると思われる。すなわち、下層の軟い時は、パイプレーターより棒つきの方がかく押効果がある。パイ



図一18-a 透水試験結果 (パイプレーション)



図一18-b 透水試験結果 (棒つき)



図一18-c 透水試験結果 (無処理)

プレーターでは、ブリージングによって弱くなった層がそのまま残る。強度上では透水性の場合と異なり、局部的な欠陥があってもある程度の耐力を残す。

3. 1. 3 透水性との関係：

処理方法別に示すと、図-18-a~図-18-c のようになる。

この結果から次のことがいえる。

i) 透水試験はバラツキがかなり大きい。

ii) 無処理では、P.Vが10g/mm²以上では非常に悪くなり、加圧と同時に片側へ水が瞬間的に通過するものがみられる。

iii) 棒つきでは、P.Vが50g/mm²以上では非常に悪くなる。それは部分的欠陥が生ずるためと思われる。

iv) パイプレーターでは、P.Vの値が大きくても、片

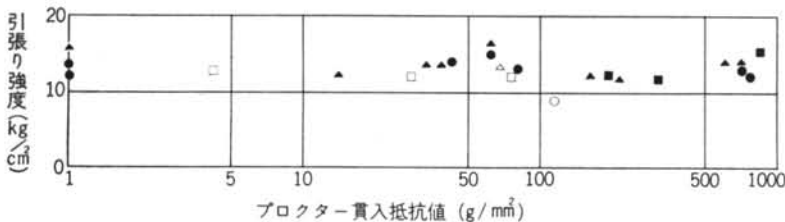


図-19-a パイプレーター・BMF-45

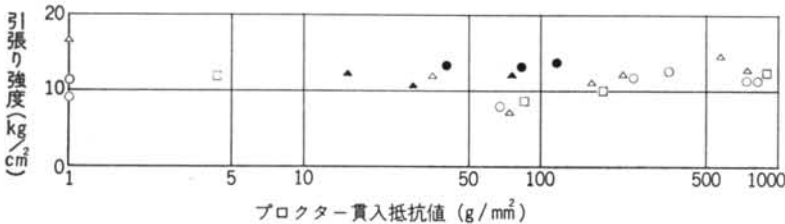


図-19-b パイプレーター・BM-27

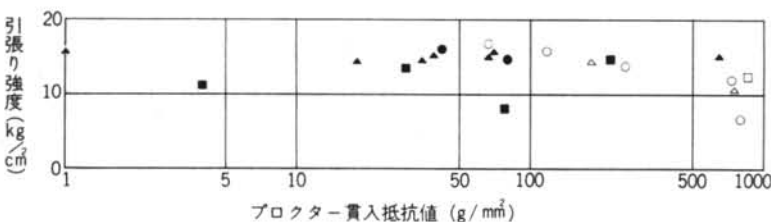


図-19-c 棒つき

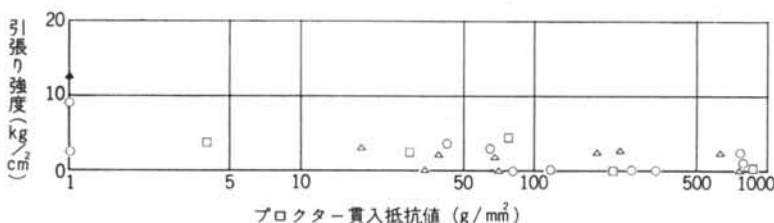


図-19-d 無処理

側への透水は見られない。二層が全面的に接していると思われる。

v) 透水試験では、ジョイント面に部分的でも欠陥があると、容易に透水して結果が悪くなる。棒つき、無処理では、部分的欠陥の生ずる可能性があり、P.Vがある値以上になると、特性値は0となる。しかし、それまでは、かなりバラツキのある値を示し、必ずしもP.Vの値との相関性はない。

3. 1. 4 引張強度との関係：

No. 3 シリーズの試験結果を 図-19-a~図-19-d に示す。

この結果から次のことがいえる。

i) 現場用パイプレーター、試験用小型パイプレーター、棒つき処理をしたものは、ほぼ同様な傾向を示しているが、無処理のものは非常に強度が低下している。

ii) パイプレーター処理をしたものは、P.Vが1000g/mm²まで変わらない。

iii) 棒つきでは、300g/mm²付近で低下している。

iv) 無処理では、強度はほとんど期待できない。1g/mm²以下であっても5~10kg/cm²である。

3. 1. 5 中性化との関係：

No. 1 シリーズの試験結果を処理方法別に示すと、図-20-a~図-20-c のようになる。

i) P.Vが増加するにしたがって、中性化深さは大きくなっている。その傾向は無処理、棒つきでいちじるしい。

ii) 無処理、棒つきではP.Vが100g/mm²以上になると、ジョイント部が全面中性化するものが現われてくる。

iii) パイプレーターの効果はいちじるしいが、母材(打継部のないもの)に比べれば、ジョイントの中性化は深くなる。

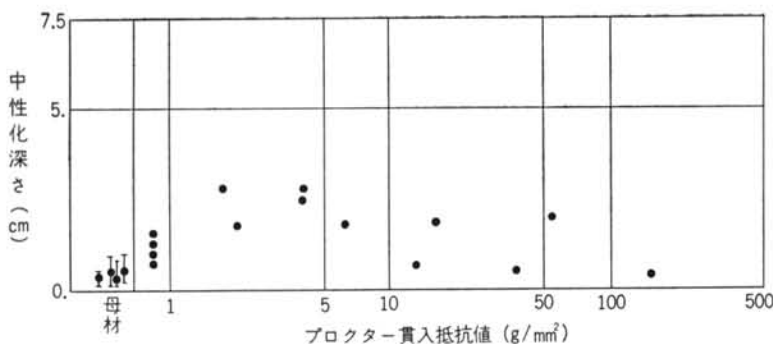


図-20-a 内部振動

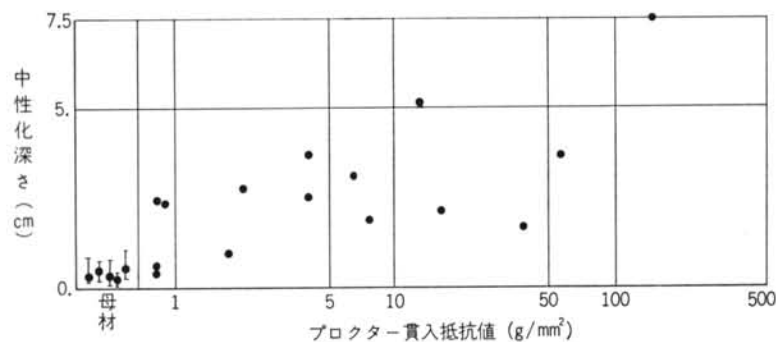


図-20-b 棒つき

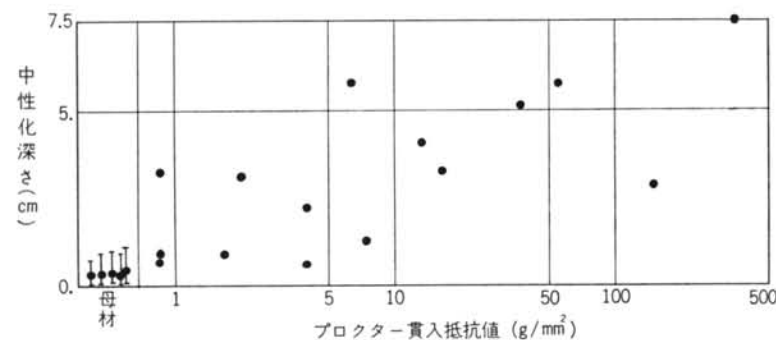


図-20-c 無処理

3.2 プロクター値による限界値の認定

今まで記述してきた試験結果から、パイプレーター、棒つきの作業性を加味し、項目別に、各処理方法についてP.Vで許容限界を示すと表-7のようになる。

これらの結果から、打ち放し、あるいはそうでないものに分けてP.Vの許容範囲を考察すると、次のことがいえる。

i) 打ち放し、その他とくに重要な部材の場合。

表-7の結果から、

- ・処理によって外観上 joint を消しうる。 10g/mm²

- ・処理によってその他の性能についてもある程度の信頼性を得る。

50~100g/mm²

- ・処理できない部分も、致命的欠陥とならぬ。

5~10g/mm²

の範囲にあることがわかる。

したがって、打ち放し、あるいは外壁等、とくに重要な部材では、実状を考慮して、P.V10g/mm²を打ち継ぎの限界と認定することができる。

ii) 一般の部材

表-7 から考察すると

- ・処理によって、外観上いちじるしい joint をなくしうる。

100~500g/mm²

- ・処理によってその他の性能もある程度信頼性を得る。

50~100g/mm²

である。したがって、一般の部材では、P.Vで50g/mm²を、次のコンクリートを打継ぐ限界と考えることができる。

すでに2.3.1のまだ固まらないコンクリートの性質のところで報告してきた、練りませ時間とプロクター貫入抵抗値の関係から、P.

Vが10g/mm²までになる時間を求めて、練りませ時間と気温との関係を示すと図-21のようになる。

ただしこの場合、無処理のところがあると、その部分については次のような状態になるので、注意しなければならない。

中性化深さ：母材の約10倍の深さとなる。

透水性：面内に水みちを生ずる。

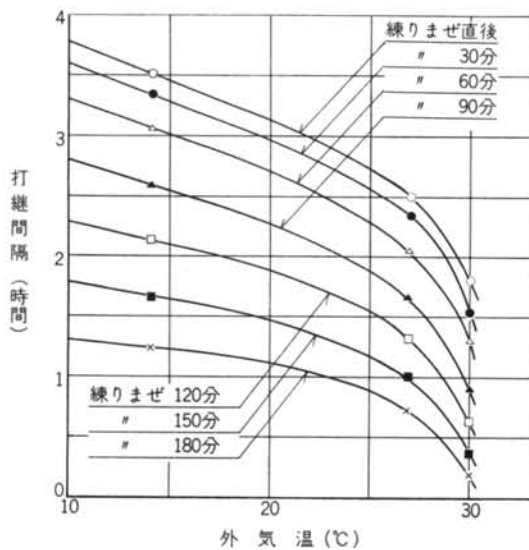
強度：母材の約50%となる。

外観：すべていちじるしく joint 部の見える状態となる。

項目	評語	適要	処理方法		
			無処理	棒つき	パイプレーション
外観	A	○>△>×	0	10	10
	B	いちじるしいものが20%以下	0	100	500
強度	A	>母材×0.8	1	30	5
	B	>母材× $\frac{2}{3}$	5	50	100
透水	A	母材にほぼ近い	3	10	10
	B	部分的欠陥なし	10	90	*
中性化	A	母材とほぼ同等	—	—	1
	B	ある程度の信頼性あり	5	100	*

- ・外観 ○: 打継部の見えないもの
△: " 見えるもの
×: " いちじるしいもの
- ・*: プロクター貫入抵抗値ととくに相関しないと思われるもの。

表一七 許容プロクター抵抗値 (g/mm²)



図一21 外気温とP.V=10g/mm²になる時間

§ 4. 結 論

以上検討の結果、コールドジョイントの問題に関して次のことがいえよう。

4.1 打設計画との関係

A. 練りませ時間、打継間隔の増大にともなって、コールドジョイントは発生しやすく、またその性能も一般に劣化する。そしてこれらは、プロクター貫入抵抗試験結果と関連づけることができる。またそれにもとづいて、防止対策を考えることができる。

B. また処理方法によっても大きく左右される。

C. 打ち放しやとくに重要な部材では、下層のコンクリートのP.Vが10g/mm²以下になる範囲で、次のコンクリートを打ち継ぐ必要がある。そして、入念な棒つき、パイプレーター処理を行なうことが必要である。同時にブリージングの影響も考慮しなければならない。

D. 一般の部材の場合、下層のコンクリートのP.Vが、おおむね50g/mm²以下になるまでに打ち継ぎをすることが望ましい。

E. 凝結遅延剤の効果は大きく、打継間隔が増大する恐れのある場合は、遅延剤で遅延時間を調節することにより対処することができる。

F. あらかじめ同一条件でのコンクリートのプロクター貫入抵抗試験で、P.Vが10g/mm²、および50g/mm²になる時間を求めておくことによって、打設計画の時の管理の基準とすることができる。すなわち、その時間内に打ち継げるように打設計画を立て、また、計画上コールドジョイントの生ずるおそれのある場所には、十分な処理のできるように手配を行なっておくことが、大切である。

4.2 RMCの運搬時間の規制

RMCの運搬時間は、現場での打設計画との関係において検討しなければならない。すなわち計画上考えられる打継間隔から、運搬時間の限度を定め、あるいはその逆のきめ方をするなどである。そして予想される練りませから打込みまでの時間¹⁾における、そのコンクリートのプロクター貫入抵抗試験の結果により打設計画を立てることは、前述のとおりである。最大打継間隔が1時間程度であるとして、コールドジョイントの発生を防ぐための運搬時間を規制すると次のようになる。

A. 棒つき処理を主とする場合。

i) 盛夏時には、練りませから1時間以内に打込みを完了すること。

ii) 標準的気温もしくは、冬季においては、練りませから打込みまでの時間は、2時間程度になっても問題はない。

B. パイプレーター処理を主とする場合。

i) 盛夏時には、練りませから1時間30分以内に打込

みを完了すること。

ii) 標準的気温もしくは、冬季においては、練りまぜから打込みまでの時間は、3時間程度になっても、問題はない。

この場合、処理は入念に行なわなければならない、パイ

ブレーターにおいては、横流しだけでなく、50cm間隔で打継面より下側までさし込んで、処理を行なう必要がある。

また、棒つき処理においても同様である。

<参考文献>

- 1) 鳥田専右：“レデ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7号, 1966. 4
- 2) 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
- 3) 鳥田専右, 鈴木忠彦：“練りまぜ時間がコンクリートに与える影響” 清水建設研究所報. 第7号, 1966. 4