

逆打工法におけるコンクリート打継部の施工に関する実験的研究

鈴木 忠彦
鳥田 専右

§ 1. はじめに

市街地建築物の基礎工法で、先に杭を支持層まで到達させた後、地上と地下を同時に施工する方法がしばしば行なわれている。この場合、写真-1 に示すように、地下部分の施工は地表面から下に向かって行なわれ、コンクリートも上の部分が先に打たれ、逐次下に向かって打ち進んで行くことになる。この際コンクリートの打継部では、コンクリートの沈下によって、上に打たれてるコンクリートとの一体化がむずかしくなる。もしここに空隙が生ずれば、防水性や強度など、建物の耐久性を低下させることは明らかである。



写真-1 逆打の現場状況

コンクリートの打継部に関する研究は、従来かなり積まれているが、このような場合の打継部の性質についてはまだ十分な研究がされていない。

この報告は、この問題に関して、いろいろな充填材料の使用を含め、各種の打設方法の効果について実験的に検討し、より安全度の高い施工方法を見出そうとしたものである。実験は現在一般に行なわれている 図-1、図

図-2 に示す2つの方法を対象とし、その充填性、打継部の付着強度、透水性を検討するために、3シリーズに分けて行なった。

図-1 はコンクリートを漏斗部分から打込んで、出っ張り部分をコンクリートが完全に固まらない時期に斫り取ってしまう方法、

図-2 は打継部分に空隙を作り、これにグラウトする方法である。以下各シリーズ別に説明する。

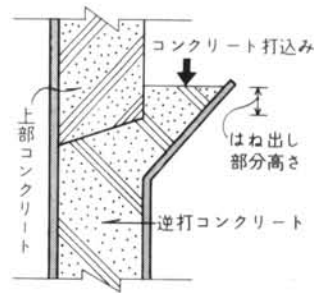


図-1 漏斗型

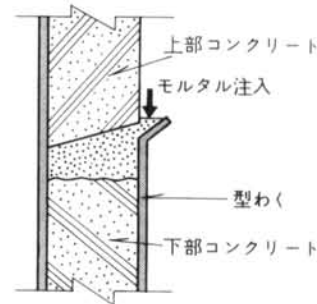


図-2 充填型

§ 2. 実大模型による打継部の充填性の検討 (シリーズ1)

この実験は、逆打した場合の、打継部の充填性、透水性に関して、上部コンクリート下面の傾斜、下部コンク

リートの打設方法、およびコンクリートの調合等の影響を検討したものである。

2.1 実験計画

A 試験体の形状

試験体は外壁の一部に相当するものを考え、断面は30cm×40cmで高さによるコンクリートの沈下の影響を考慮して、高さを2.2mと0.7mの2種類にした。概略は図-3、図-4に示す通りである。ここで上部のコンクリートは、コンクリート打込み後2日で脱型して、そのまま空中で1週間放置した。コンクリートを打込んだ試験体を写真-2、写真-3に示す。

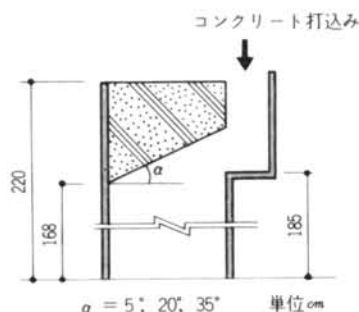


図-3 高さ2mの試験体形状(シリーズ1)

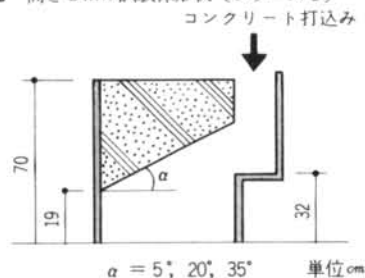


図-4 高さ0.7mの試験体形状(シリーズ1)

B 要因と水準

実験は $L_{16}(2)^{15}$ の直交配列表を使用して行なった。要因と水準、および割りつけの指示内容は表-1、表-2に

要因	水準
A コンクリート打設時の処理方法	1. 棒つき 2. たたき 3. 内部振動
B 上部コンクリートの角度	1. 5° 2. 20° 3. 35°
C はね出し部分の高さ	1. 5cm 2. 30cm
D 水セメント比	1. 50% 2. 60%
E 砂率	1. 35% 2. 45%
F 1時間後の再振動	1. なし 2. あり
G 打込速度	1. 一旦打止め 2. 連続打設
H スランプ	1. 15±2cm 2. 21±2cm

表-1 要因と水準(シリーズ1)

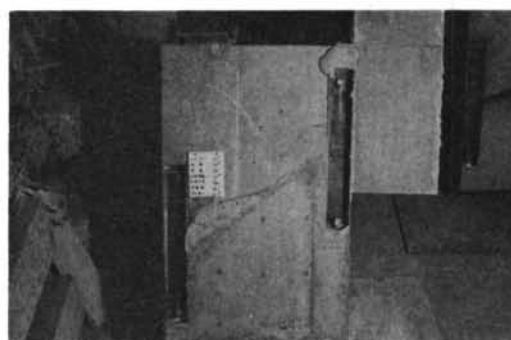


写真-2 高さ0.7m試験体(シリーズ1)



写真-3 高さ2m試験体(シリーズ1)

示す通りである。要因のうち、打込みの際の処理方法は、打込み口側からのみ次の方法で行なった。

- ・たたき・30cm²当り木づちで30回たく。
- ・棒つき・竹棒で高さ70cmごとに25回つく。
- ・パイプレーション・打込み完了後、棒状パイプレータ(振動数7200cpm、振動部分-外径×長さ4.5cm×50cm)を10秒間作用させる。

Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
要因	Aソ	B	B×H	H	Aソ	A	D	Aソ	C	E	F	G			

表-2 指示内容(シリーズ1)

C 使用材料

使用したセメント、骨材の性質は表-3、表-4に示す通りである。

D コンクリート調合

各実験条件に合うようにしたコンクリート調合は表-5に示す通りである。

比重	ブレン ン cm ² /g	凝 結			安定性	強熱 減量	MgO %	SO ₂ %
		水量 %	始発	終結				
3.16	3280	27.3	2-14	3-20	良	0.8	1.4	2.0

フロー mm	曲げ強さ kg/cm ²			圧縮強さ kg/cm ²			養生温度 °C
	3日	7日	28日	3日	7日	28日	
238	32.3	47.4	72.2	131	223	418	20±2

表一3 セメント試験結果(シリーズ1)

細骨 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	0.3	0.15
材鬼怒川	2.56	3.0	1610	良	98	90	72	52	11	2

粗骨 産地	比重	吸水量 %	単重 kg/ℓ	有機 不純物	ふるい通過率 %					
					30	25	20	15	10	5
材鬼怒川	2.67	1.27	1758	—	100	92	63	42	16	2

表一4 骨材試験結果(シリーズ1)

実験No.	W/C	スランブ	砂率	各材料の重量 kg/m ³			
				セメント	水	砂	砂利
1. 8	50	15	35	372	186	624	1160
9. 16	50	15	45	372	186	804	982
10. 15	60	15	35	303	182	835	1018
2. 7	60	15	45	303	182	647	1202
11. 14	50	21	35	426	212	585	1085
3. 6	50	21	45	426	212	754	917
4. 5	60	21	35	347	207	614	1135
12. 13	60	21	45	347	207	788	962

表一5 コンクリート調合(シリーズ1)

2.2 実験結果と検討

A スランブ試験結果

打設されたコンクリートのスランブ試験結果は表一6に示す通りである。

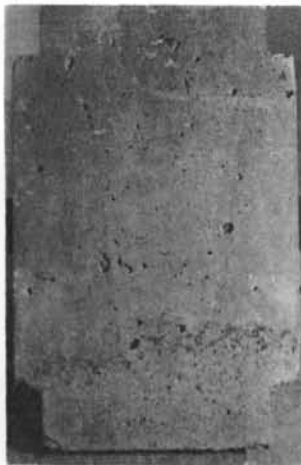
B 打継部の付着状態

上部コンクリート下面と下側コンクリートの付着状態を調べ、①不完全充填、②部分充填、③完全充填に区別した。

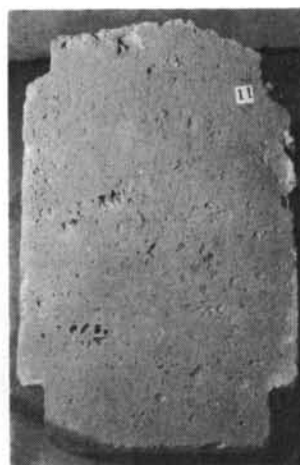
3種類の充填状態の写真一4~写真一6に示し、測定結果を表一7に示す。これらの結果について累積法によって分散分析を行なうと、表一8のようになる。

実験No.	水セメ ント比 %	砂率 %	予定 スランブ cm	実 施	
				スランブ cm	フロー値 cm
1	50	35	15±2	15	25×25
2	60	45	15±2	15	24×24
3	50	45	21±2	21	32×31
4	60	35	21±2	19	32×32
5	60	35	21±2	20	33×34
6	50	45	21±2	21	32×33
7	60	45	15±2	17	24×25
8	50	35	15±2	16	25×26
9	50	45	15±2	17	27×27
10	60	35	15±2	13	20×20
11	50	35	21±2	20	32×32
12	60	45	21±2	20	34×34
13	60	45	21±2	19	29×30
14	50	35	21±2	21	31×32
15	60	35	15±2	14	20×20
16	50	45	15±2	16	28×27

表一6 スランブ試験結果(シリーズ1)



写真一4 不完全充填状態(シリーズ1)



写真一5 部分充填状態(シリーズ1)



写真一6 完全充填状態(シリーズ1)

実験 No.	打継 面 の 状 態			要 因	自由度 df	ss	ms=ss/df	Fo	判 定
	A	B	C						
1				A	4	2.65	0.66		
2	1			B	2	3.35	1.17	1.00	
3	1			C	4	2.65	0.66		
4	1			D	2	1.32	0.66		
5	1			E	2	3.35	1.17	1.00	
6	1			F	2	3.35	1.17	1.00	
7	1			G	2	1.32	0.66		
8	1			H	2	1.32	0.66		
9	1			I	2	1.32	0.66		
10	1			A×B	2	7.40	3.70	3.16	
11		1		アソビ	2	7.40	3.70		
12	1			アソビ	2	1.32	0.66		
13	1			T	28				
14		1		e'	12	14.00	1.71		
15	1			F ₁₂ ² (0.05)=3.89					
16	1			e'はアソビ(df=4), D, G, H, I(df=8)をプールしたもの					

表-7 充
填結果(シ
リーズ1)

表-8 分散分析表(シリーズ1)

このように分散分析の結果では各要因間の有意差は認められなかった。これは、漏斗部分から下側に打込まれたコンクリートが沈下のために上側コンクリートとの間に空隙を生じて、大部分のものが部分的に付着しているか、あるいは全然ついてない状態であることが原因である。側面からは、完全に充填されているように見える試験体でも、打継面では、上部コンクリートと下部コンクリートの付着は部分的で、水みちができており、透水に対して全く抵抗力のないことが分る。また、打込まれた後の試験体を見ると、漏斗型の出っ張り部分を研り取った後では、外見上上部コンクリートと下部コンクリートは完全に付着しているように見えるが、内部には空隙があり、付着強度、防水性を期待できないものが多い。特に、たたき処理を行なう際に、壁厚が大きい場合には効果が少なく、不充填部分を作る恐れがあるため、振動処理を行なうことが必要である。このような例を写真-7、写真-8に示す。

C 透水性

計画していた透水試験は、充填性の検討で述べたように、試験体の大部分に空隙および水みちができており、透水に対しまったく抵抗が期待できないことが明らかなので、試験を行なわなかった。比較的打継部の面積の大きいものにおいては、このような打継ぎ方法では、防水性を期待できないものと思われる。

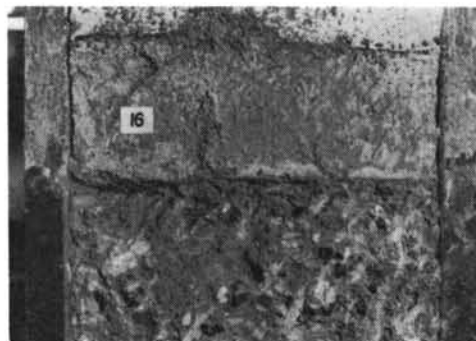


写真-7 充填状況(シリーズ1)



写真-8 充填状況(シリーズ1)

§ 3. 打継部の付着強度、透水性の検討 (シリーズ2)

壁厚が小さい場合に、普通コンクリートを漏斗型で逆打ちした時の、付着強度、透水性を検討する。

3.1 実験計画

A 試験体の形状

逆打試験体の形状は図-5の通りである。打継面以外はビニールを張って新旧コンクリートの付着をなくした。打継前の型わくの状態を写真-9に示す。上部コンクリートは打込後2週間室内に放置し、これに対して下部コンクリートを打った。

B 要因と水準

実験は L₁₆(2)¹⁵ の直交配列表を使用して行なった。要因と水準、および割りつけの指示内容は、表-9、表-10に示す通りである。

C コンクリート打込み方法

コンクリートは2切のミキサーで50ℓ練りませ、必要

量だけ打込み順序は、同じ調合のものを4種類ずつまとめて行なった。打込みの際の処理方法は次の方法で行な

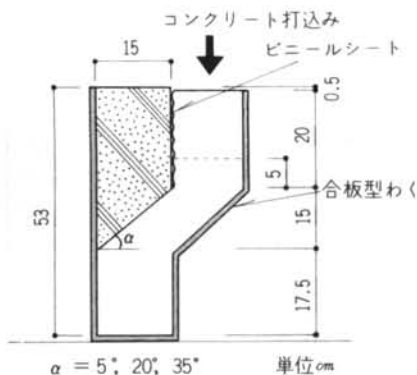


図-5 試験体形状 (シリーズ2)



写真-9 型わく状況 (シリーズ2)

	要 因	水 準
A	上部コンクリート底面の角度	① 5° ② 20° ③ 35°
B	下部コンクリート打込み時の処理方法	① 棒つき ② たたき ③ 外振10抄 ④ 外振20抄
C	漏斗部の高さ	① 5cm ② 20cm
D	下部コンクリートのスランプ	① 18cm ② 21cm
E	1時間後の再振動	① なし ② あり
F	砂 率	① 35% ② 45%

表-9 要因と水準 (シリーズ2)

Col	1	2	3	4	8	12	5	6	7	9	14	10	11	13	15
要因	A	B	C	E	D	F	D×F	e							

表-10 割りつけ指示内容 (シリーズ2)

った。

- ・たたき・10cm×10cm当り30回、木づちにて型わく面をたたく。
- ・棒つき・JISA1101 のつき棒で打込み後30回つく。
- ・外振10秒・型式E-KC、振動数 8000cpm の外部振動機を使用して、下部コンクリート打込み直後10秒間作用させる。
- ・外振20秒・上記のものを使用して、下部コンクリート打込み直後20秒作用させる。
- ・再振動・打込み1時間後に外部振動を10秒間作用させる。

D 試験方法

a) 透水試験

透水試験の初期の計画では、3kg/cm² の水圧を打継部にかける予定であったが、実際に逆打ちした試験体を見ると、打継部の附着している部分がまばらで、水みちができていたことがわかった。そのため、直径1cm、高さ1mの中空のガラスパイプを打継部の中央に置き、水を入れて透水性を測定した。測定方法を図-6に示す。

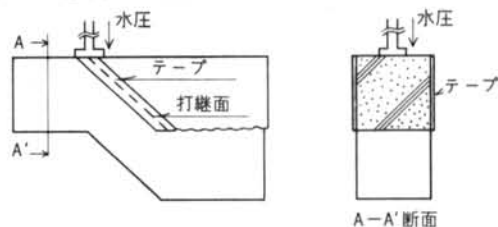


図-6 透水試験方法 (シリーズ2)

b) セン断付着力試験

透水試験終了後、試験体を図-7のように置いて、セン断試験を行なった。セン断付着強度は打継部のセン断破壊時の荷重をそれぞれの付着面積で割って求めた。

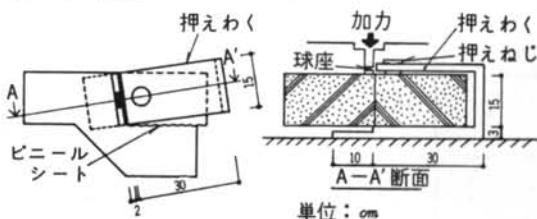


図-7 セン断付着力試験方法 (シリーズ2)

E 使用材料

使用したセメント、骨材の性質は表-11、表-12に示す通りである。

F コンクリート調合

各実験の条件に合うようにしたコンクリート調合は、表-13に示す通りである。

比重	ブレン cm ² /g	凝 結			安定性	強熱 減量	MgO	SO ₂
		水量 %	始発	終結				
3.14	3330	27.4	2-15	3-21	良	1.0	1.5	1.9
フロー mm	曲げ強さ kg/cm ²			圧縮強さ kg/cm ²			養生温度 °C	
	3日	7日	28日	3日	7日	28日		
236	32.2	48.4	71.2	128	225	414	20	

表-11 セメントの性質 (シリーズ2)

細骨材	No.	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	0.3	0.15
材	1	鬼怒川	2.60	2.70	1.445	良	100	99	97	87	46	7
	2	鬼怒川	2.63	1.90	1.585	良	98	89	75	51	15	2
粗骨材	No.	産地	比重	吸水量 %	単重 kg/ℓ	有機 不純 物	ふるい通過率 %					
							30	25	20	15	10	5
材	1	鬼怒川	2.63	1.70	1742	—	100	95	75	62	31	8

表-12 骨材の性質 (シリーズ2)

実験No.	W/C %	スラン p cm	砂率 %	各材料の重量 kg/m ³			
				セメン ト	水	砂	砂利
上部コンクリ ート	60	18	40.3	315	189	736	1088
1. 7. 12. 14	60	18	35	315	189	647	1195
2. 8. 11. 13	60	18	45	315	189	831	1012
3. 5. 10. 16	60	21	35	341	204	623	1148
4. 6. 9. 15	60	21	45	341	204	802	980

表-13 コンクリート調合 (シリーズ2)

3.2 実験結果と検討

A スランブ試験結果

逆打ちコンクリートのスランブ試験結果は表-14に示すとおりである。

実験 No.	予定ス ランブ	1		2		3	
		スラン ブ	フロー	スラン ブ	フロー	スラン ブ	フロー
1. 7. 12. 14	18	17	28×28	17	29×29	17	28×29
2. 8. 11. 13	18	17	28×28	17	30×31	18	29×29
3. 5. 10. 16	21	21	37×38	22	38×40	20	29×31
4. 6. 9. 15	21	21	38×39	21	39×39	20	31×32

表-14 スランブ試験結果 (シリーズ2)

B 透水試験結果

透水試験では、全部の試験体が注水と同時に、裏面まで透水した。今回行ったような逆打のやり方では、その部分の防水効果を期待することはできない。

C セン断付着試験結果

セン断付着試験結果を表-15に示す。セン断付着強度は最大セン断力を付着面積で割って求めた。これらの結果について分散分析を行なうと誤差が大きく、F検定では明らかな有意差は現われなかった。しかし、角度、処理方法、スランブの寄与率が比較的大きく、これらについて要因効果図を書くときと表-16、図-8のように、角度は深い方がよく、処理では振動が優れ、また、スランブは小さい方がよくなっている。また、打込み1時間後に再振動しても、漏斗部分の打込み高さを増してもその効果はすくない。再振動の効果の現われなかった原因として、ブリージングと気泡の上昇による影響が考えられる。

No.	角度 °	処理 方法	高さ cm	スラ ンブ cm	再振 動	砂率 %	セン断付着強度(kg/cm ²)			
							1	2	3	平均
1	5	たたき	5	18	なし	35	※	※	0.03	0.01
2	5	棒つき	5	18	なし	45	※	※	1.49	0.50
3	5	10秒	20	21	あり	35	2.06	2.15	※	1.40
4	5	20秒	20	21	あり	45	※	※	0.65	0.21
5	25	たたき	5	21	あり	35	※	5.38	1.31	2.23
6	25	棒つき	5	21	あり	45	※	1.53	2.03	1.18
7	25	10秒	20	18	なし	35	3.43	5.58	3.31	4.11
8	25	20秒	20	18	なし	45	5.06	2.49	4.23	3.93
9	35	たたき	20	21	なし	45	※	5.00	1.46	2.15
10	35	棒つき	20	21	なし	35	0.02	0.69	1.56	0.76
11	35	10秒	5	18	あり	45	2.22	1.30	2.78	2.10
12	35	20秒	5	18	あり	35	4.75	7.00	4.21	5.32
13	25	たたき	20	18	あり	45	0.84	1.23	4.54	2.20
14	25	棒つき	20	18	あり	35	4.04	2.91	0.68	1.21
15	25	10秒	5	21	なし	45	3.98	3.02	1.23	2.74
16	25	20秒	5	21	なし	35	1.04	0.99	※	0.68

※ 横にした際付着面で破壊したもの 付着力を0とする

表-15 上部打継面のセン断付着強度結果 (シリーズ2)

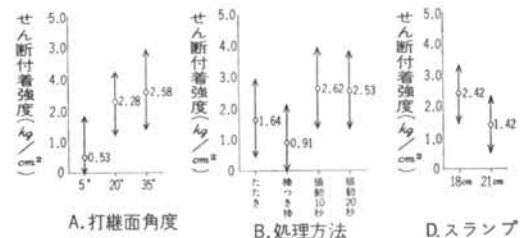


図-8 打継部のセン断付着試験結果 (シリーズ2)

逆打工法では、上部にコンクリートがあり、打込口がコンクリートで塞がれ空気の逃げ道がないために、打継面に細かく気泡が分布して、付着強度に影響を与えるも

要因	自由度 df	ss	m·S=ss/df	Fo	判定 寄与率 %
A	2	10.588	5.294	4.20	35.4
B	3	8.211	2.737	2.17	19.4
C	1	0.092	0.092	0.01	—
D	1	4.030	4.030	3.21	12.1
E	1	0.059	0.059	0.00	—
F	1	0.032	0.032	0.00	—
e	6	11.156	1.859	1.47	33.1
T	6	22.829	—		
e'	9	11.339	1.259		

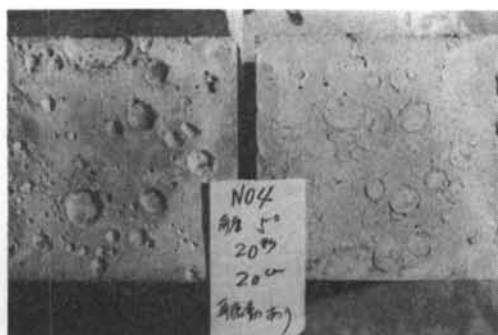
$$F_{0.05}^2 = 4.26$$

$$F_{0.05}^3 = 3.86$$

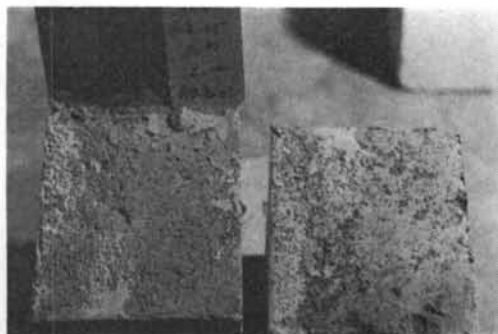
$$F_{0.05}^1 = 5.12$$

表—16 付着試験結果分散分析表（シリーズ2）

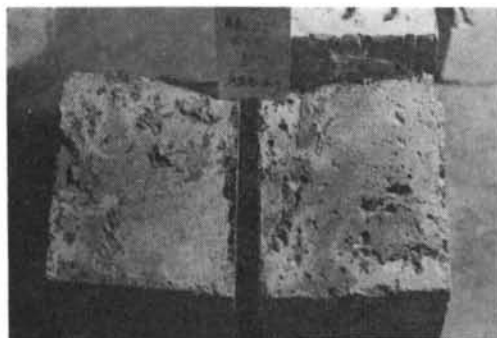
のと思われる。再振動を行なったものの打継面を見ると、この傾向が現われている。せん断付着試験後の打継面の代表的な状態を写真—10～写真12に示す。



写真—10 打継面の状態（シリーズ2）



写真—11 打継面の状態（シリーズ2）



写真—12 打継面の状態（シリーズ2）

(1) 写真—10はほぼ水平に近く、上部がコンクリートで塞がれ気泡が逃げず、大きく残ったものである。

(2) 写真—11は振動処理をした場合に見られる打継面に気泡の分布した状態である。

(3) 写真—12は棒つき、たたき処理を行なった場合の状態で打込み口に近い部分（写真の上部）だけ、漏斗部分の影響が現われて一部付着しているが、遠い部分はコンクリートの沈下により、付着が不完全なのがわかる。

このように処理法により打継面の状態が異なり、付着強度に影響を与える。

§ 4. 打継部に膨張充填材を使用した場合の付着強度、透水性の検討

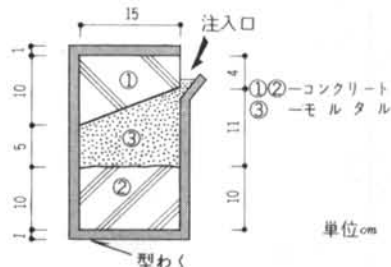
（シリーズ3）

逆打法において、下部のコンクリートを一度に接合部まで打上げないで、10cmぐらいの間隔を残して打止め、1日経過した後でその間に膨張性モルタル等を注入した場合の打継部分の付着強度、透水性について検討する。

4.1 実験計画

A 試験体の形状

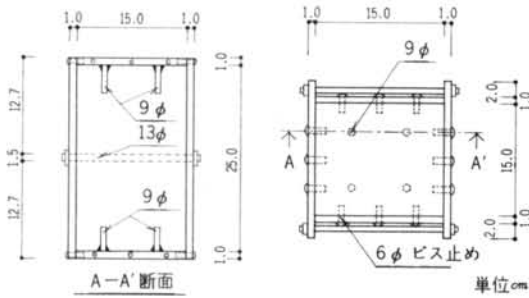
試験体は図—9に示すように3つの部分からなり①②



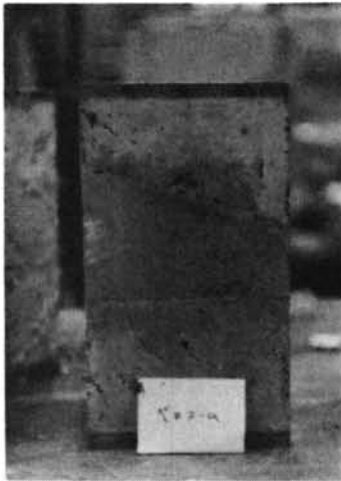
図—9 試験体の形状（シリーズ3）

の部分をもつて作製しておき、③の部分にモルタルを流し込み作製した。上部コンクリート①の下面の傾斜はすべて20°である。

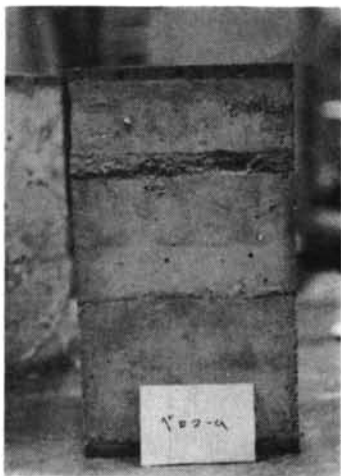
試験体の詳細は図一10、写真一13、写真一14に示す通りである。



図一10 試験体型わく (シリーズ3)



写真一13 試験体状況 (シリーズ3)



写真一14 試験体状況 (シリーズ3)

B 充填材料の種類

充填部に使用した充填材料とその割合は表一17に示す通りである。

充填材料	記号	セメント	砂	混和剤	W/C	砂の粒大
プレバクトモルタル	Pr	1	1.4	フライアッシュ : 0.4 ポゾリス NOB : 0.0086	48	1.2mm 以下
ペロゾール	Vs	1	0	0.001	37	—
ペロコム	Vc	1	2	0.001	37	2.5mm 以下
C S A 混入モルタル	Cs	1	2	0.01	60	2.5mm 以下
アルミ粉末混入モルタル	Al	1	0.85	アルミポゾリス NOB C×0.015% : C×0.25%	50	1.2mm 以下
メタコン	Mc	1	1	1	43	2.5mm 以下
ノンシュリンク	Ns	1	1	1	43	2.5mm 以下

表一17 充填材料の種類 (シリーズ3)

C 試験体作製方法と養生

プレバクトモルタル、アルミ粉末混入モルタルは、毎分3000回転、容量3ℓのミキサーで10分練りませ、その他のものは、2切のミキサーで5分練りませた。そして練りませ完了後、ただちに充填部に流し込み試験体を作成した。ミキサーの型は次のものを使用した。

グラウト用高速ミキサー：TYPE—KM・4, AMPS50, RPM1000, ゼネラルエレクトリック社製

可傾式ミキサー：容量50ℓ, RPM26.

また、試験体作製にあたっての各部の養生は、次のように行なった。

a) 上部コンクリート (傾斜面のついたもの)

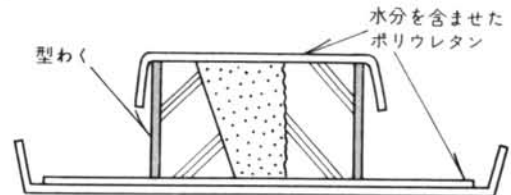
打込み作製後、7日間空中養生した後使用した。

b) 下部コンクリート

打込み作製後1日経過した後に、上面のレイタンスを取り除かずそのまま使用した。

上記のように上部と下部のコンクリートが所定の材令になった時、中央部のモルタルを流し込む。そして翌日脱型して、試験まで次の2種類の養生を行なった。

これは現場では、通常完全な水養生はできないものと考えたからである。



図一11 湿潤養生方法 (シリーズ3)

①湿潤3日後、空中25日

②湿潤14日後、空中14日

湿潤養生は打込面および反対側の型わくを取り除き、**図-11**の方法で養生した。また、空中養生は室内に放置したものである。試験体はそれぞれの条件について3個とした。

D 試験方法

a) 充填モルタルの圧縮強度試験

透水試験およびせん断付着試験の終わった後に、実際に注入されたモルタルの強度を知るために中央部のモルタルブロックから直径4cm、高さ8cmの円柱型の試験体3個をコンクリートカッターで採取し、圧縮試験を行なった。

b) 透水試験

透水試験は傾斜面および、一部水平面に対して行なった。試験方法は**図-12**に示すように片側から3kg/cm²の水圧をかけた後、5分置きに30分までの圧力計の下りを測定した。この水には赤インキで着色した。試験機は

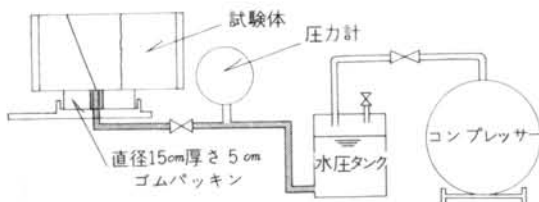


図-12 透水試験方法 (シリーズ3)

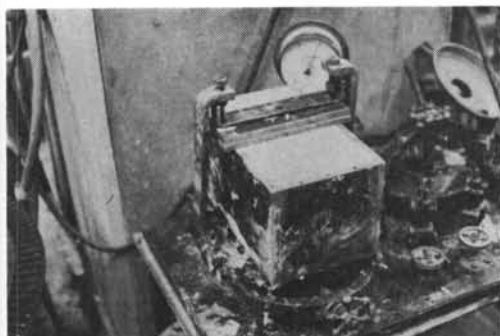


写真-15 透水試験状況 (シリーズ3)

JIS6101の試験機を使用した。試験中の状態を**写真-15**示す。

c) せん断付着力試験

透水試験終了後、試験体を**図-13**のように配置して試験を行なった。試験は①と③、および②と③の間のせん断付着強度を測定した。せん断付着強度は傾斜面の場合は、251cm²、水平面の場合は225cm²で最大荷重を割って求めた。

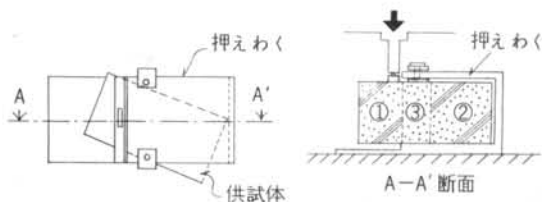


図-13 打込部のせん断付着試験方法 (シリーズ3)

比重	ブレン ン cm ² /g	凝		結		安定性	強熱 減量	MgO	SO ²
		水量 %	始発	終結					
3.14	3360	27.0	2-04	3-11	良	0.8	1.4	1.8	
フロー mm	曲げ強さ kg/cm ²			圧縮強さ kg/cm ²			養生温度 °C		
	3日	7日	28日	3日	7日	28日			
233	30.0	47.9	68.9	119	220	405	20±2		

表-18 セメントの性質 (シリーズ3)

粒大	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	0.3	0.15
1.2mm 以下	利根川	2.60	—	1402	良	100	100	100	87	36	3
2.5mm 以下	鬼怒川	2.63	1.9	1585	良	98	89	75	51	15	2

表-19 骨材の性質 (シリーズ3)

E 使用材料

使用したセメント、骨材の性質は**表-18**、**表-19**に示す通りである。

F コンクリート調査

上部および下部に使用したコンクリートの調査は**表-20**に示す通りである。

W/C %	スランブ cm	砂率 %	各材料の重量 kg/m ³			
			セメント	水	砂	砂 到
60	21	43.1	340	204	758	1002

表-20 コンクリート調査 (シリーズ3)

4.2 実験結果と検討

A 充填モルタル圧縮強度および養生の効果

中央部に充填されたモルタルの圧縮強度試験結果を**表-21**、**図-14**に示す。

種類にはかなり差があるが、ここで行なった養生による差は少い。すなわち、壁面から5cm以上の内部のモルタルの圧縮強度は、モルタルが完全に充填されている場合、3日から14日程度の表面の湿潤養生の違いは現われないようである。

B 透水試験結果

5分置きに測定した圧力計の読みから、圧力が3kg

種 類	養生方法	最大荷重 (トン)	強 さ (kg/cm ²)	平 均 (kg/cm ²)
プレバクト モルタル	3日湿潤	5.10	406	386
	25日空中	4.15	331	
		5.30	422	
	14日湿潤	5.25	418	435
	14日空中	6.25	498	
		4.90	390	
アルミ粉末 混入モルタル	3日湿潤	4.00	318	288
	25日空中	3.25	259	
		3.60	286	
	14日湿潤	4.20	334	318
	14日空中	4.55	362	
		3.25	259	
ペロゾール	3日湿潤	6.40	510	510
	25日空中	6.35	506	
		6.45	514	
	14日湿潤	5.55	442	491
	14日空中	6.50	518	
		6.45	514	
ペロコーム	3日湿潤	2.45	195	211
	25日空中	2.90	231	
		2.60	207	
	14日湿潤	2.15	172	188
	14日空中	2.60	207	
		2.30	186	
メタコン	3日湿潤	6.55	521	551
	25日空中	7.70	614	
		6.50	517	
	14日湿潤	5.00	398	566
	14日空中	8.65	688	
		7.70	613	
ノンシュリンク	3日湿潤	6.45	514	536
	25日空中	6.50	517	
		7.25	577	
	14日湿潤	5.10	406	544
	14日空中	8.30	660	
		7.10	565	
C S A	3日湿潤	4.65	371	442
	25日空中	7.15	570	
		4.85	386	
	14日湿潤	5.60	446	430
	14日空中	4.10	327	
		6.50	517	

表一21 充填モルタルの圧縮試験結果(シリーズ3)

種 類	養生条件	時間(分)	最大浸透深さ (cm)
プレバクト モルタル	3日湿潤	15	3
	25日空中	20	3
		30	2.5
	14日湿潤	25	1
	14日空中	25	1.5
		25	1
アルミ粉末 混入モルタル	3日湿潤	25	6
	25日空中	20	1
		10	2
	14日湿潤	30	1
	14日空中	20	2
		30	1
ペロゾール	3日湿潤	※	※
	25日空中	※	※
		※	※
	14日湿潤	※	※
	14日空中	※	※
		※	※
ペロコーム	3日湿潤	※	※
	25日空中	30	4
		30	6
	14日湿潤	30	5
	14日空中	15	5
		20	5
メタコン	3日湿潤	※	※
	25日空中	※	※
		※	※
	14日湿潤	※	※
	14日空中	20	6
		20	8
ノンシュリンク	3日湿潤	※	※
	25日空中	15	9
		※	※
	14日湿潤	15	7
	14日空中	※	※
		※	※
C S A	3日湿潤	※	※
	25日空中	※	※
		※	※
	14日湿潤	※	※
	14日空中	※	※
		※	※

※ 加圧と同時に反対側に透水したものの

表一22 充填材と上部コンクリートの打継部透水試験結果(シリーズ3)

/cm² から 5.8kg/cm² に低下するまでの時間、およびせん断試験後に測定した水の最大浸透深さを表-22に示す。透水試験の結果は上部コンクリートと充填モルタルの間の結果である。ペロゾール、メタコン、ノンシュリン

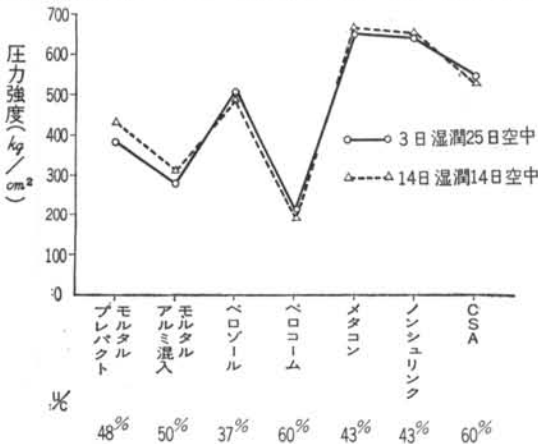


図-14 充填モルタル圧縮強度結果(シリーズ3)

ク、CSA混入モルタルの場合は、加圧とともに、なんら抵抗なく片側へ透水した。これは打継面の付着が部分的で、水みちができていていることを示す。

下部のコンクリートの打継面において、下部コンクリート上面のレイタンスを取り除かないで充填モルタルを打継いだ場合は、透水試験を行なうと打継面で破壊してしまうので中止した。後で述べるせん断付着力試験結果では、この部分の強度は弱く、レイタンスが層をなしているのが分る。したがって、このような部分は従来からいわれているように、レイタンスなどの弱い部分を取り除いた上で、充填モルタルを流し込まなければならない。あるいは、この部分に止水板を埋め込むことも有効であろう。

C せん断付着力試験結果

せん断付着力試験結果を表-23、図-15に示す。上部

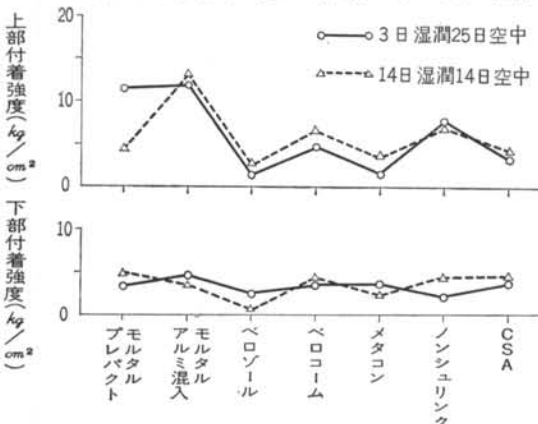


図-15 充填材のせん断付着力試験結果(シリーズ3)

コンクリートと充填モルタルとの中の付着強度について、各種類別に養生方法による差について検討した結果、プレパクトモルタルを除いて有意差は認められなかった。

プレパクトモルタルに有意差の現われた原因は養生によるものではなく、その破面から見ると、打継面に気泡が残り、強度が低下したためと考えられる。これをさけるためには、プレパクトモルタルを流し込んだ時に、上部コンクリートとの打継面をスペーシングするとよい。したがって、プレパクトモルタル、アルミ粉末混入モルタルを使用すれば、10kg/cm² 程度のせん断付着力が得られるものと思われる。ペロコーム、CSA等は、今回の実験では付着力は5kg/cm² 付近の値であったが、これらも膨張圧により影響を受けることも考えられる。

下部付着力については、各種類別に差は認められなかった。これは破壊がレイタンス部分で生じ、モルタル強度とは関係がないためと思われる。このように下側コンクリートのレイタンス部分を除去しないと、付着力は低下して、上部コンクリートと充填材の間の付着力より小さい値となる。したがって、充填モルタルを流し込む場合、下側コンクリートの打継面は、一般のコンクリートの打継の際に行なわれるように、上層部(レイタンス部分)を研り取り、面を清掃して打継がなければならない。

D 打継面の状態

せん断試験後の打継面の状態を各種類別に代表的なものを示すと写真-16~写真-22のようである。

プレパクトモルタル、アルミ粉末混入モルタル、ペロコームは上部コンクリートと密着しているが、メタコン、ノンシュリンク、ペロゾール、CSAは付着が部分的であることが明らかに見える。また、下部打継面の状態を写真-23に示す。このような状態は各種類とも共通であり、レイタンス層ははっきりとわかる。

§ 5. まとめ

以上、逆打工法における打継部分に関連して、3シリーズの実験を行なったが、これらの結果から、打継部分の施工の要点を漏斗型、および充填型についてまとめると次のことがいえる。

A 漏斗型で普通コンクリートを逆打ちする場合

a) 膨張性グラウト、膨張セメントなど特殊なものを使用しないで普通コンクリートを漏斗型で逆打ちする場合

種類	養生条件	上部打継面(傾斜面)			下部打継面			
		最大荷重 (トン)	付着強度 (kg/cm ²)	平均(kg/cm ²)	最大荷重 (トン)	付着強度 (kg/cm ²)	平均(kg/cm ²)	
プレバクト モルタル	3日湿潤	2.015	8.00	11.40	0.570	2.52	3.22	
	25日空中	3.370	13.40		0.880	3.92		
		3.215	12.81		※	※		
	14日湿潤	1.150	4.57	4.79	—	—	4.98	
		14日空中	0.810		3.22	1.120		4.98
			1.645		6.55	※		※
アルミ粉末 混入モルタル	3日湿潤	2.040	8.13	11.49	0.865	3.84	4.55	
	25日空中	4.455	17.70		1.120	4.98		
		2.170	8.65		1.085	4.82		
	14日湿潤	3.510	14.40	13.10	0.885	3.92	3.81	
		14日空中	3.070		12.22	0.980		4.35
			3.280		13.08	0.710		3.16
ペロゾール	3日湿潤	※	※	1.35	0.455	2.02	2.33	
	25日空中	0.340	1.35		※	※		
		※	※		0.595	2.64		
	14日湿潤	0.300	1.19	2.59	0.230	1.02	0.73	
		14日空中	1.000		3.99	0.010		0.44
			※		※	※		※
ペロコーム	3日湿潤	1.090	4.35	4.80	0.665	2.96	3.35	
	25日空中	1.010	4.03		0.995	4.42		
		1.510	6.02		0.600	2.66		
	14日湿潤	1.000	3.99	6.95	0.430	1.91	4.44	
		14日空中	1.380		5.50	1.220		5.42
			2.850		11.35	0.135		6.00
メタコン	3日湿潤	0.390	1.55	1.53	0.720	3.20	3.57	
	25日空中	0.380	1.51		0.790	3.51		
		※	※		0.010	0.44		
	14日湿潤	0.690	2.74	3.80	0.630	2.80	2.80	
		14日空中	1.445		5.76	※		※
			0.705		2.80	※		※
ノンシュリンク	3日湿潤	1.900	7.57	7.68	0.600	2.67	2.00	
	25日空中	1.765	7.03		※	※		
		2.127	8.45		0.300	1.33		
	14日湿潤	1.130	4.50	7.15	0.795	3.52	4.35	
		14日空中	2.780		11.10	1.155		5.15
			1.465		5.84	0.990		4.39
C S A	3日湿潤	1.375	5.47	3.28	1.225	5.45	3.54	
	25日空中	0.410	1.63		0.845	3.75		
		0.685	2.73		0.320	1.42		
	14日湿潤	1.235	4.90	3.78	0.855	3.80	4.32	
		14日空中	1.100		4.38	1.095		4.87
			0.490		1.95	0.965		4.28

※ 透水試験中に破壊したもの

上部付着強度 = $\frac{\text{最大荷重(トン)}}{\text{付着面積}(251\text{cm}^2)}$ 下部付着強度 = $\frac{\text{最大荷重(トン)}}{\text{付着面積}(225\text{cm}^2)}$

表-23 セン断付着力試験結果(シリーズ3)

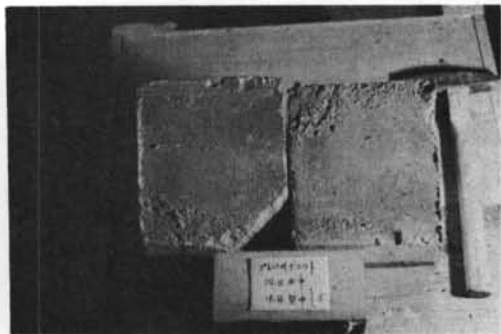


写真-16 打継面の状態 (プレパクトモルタル)

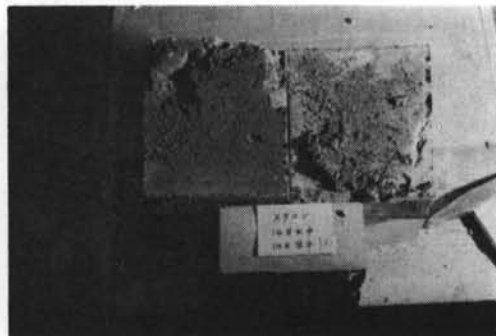


写真-20 打継面の状態 (メタコン)



写真-17 打継面の状態 (アルミ粉末混入モルタル)

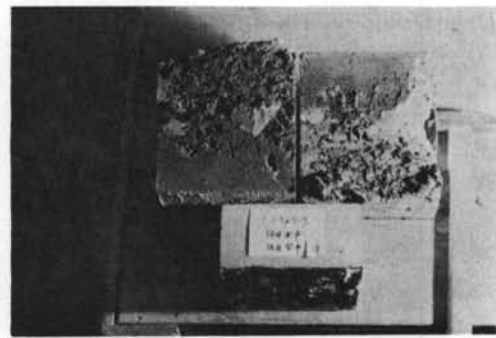


写真-21 打継面の状態 (ノンシュリンク)

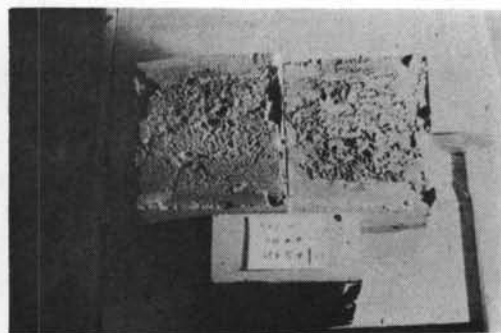


写真-18 打継面の状態 (ベロゾール)

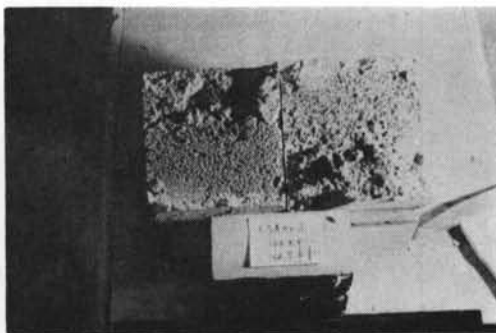


写真-22 打継面の状態 (CSAモルタル)

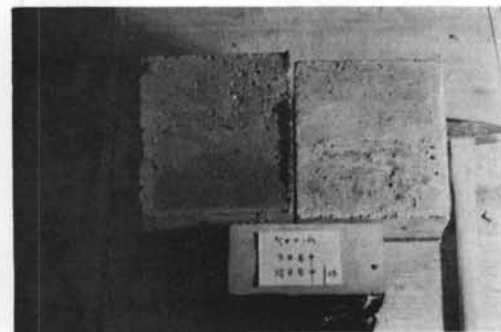


写真-19 打継面の状態 (ベロコム)

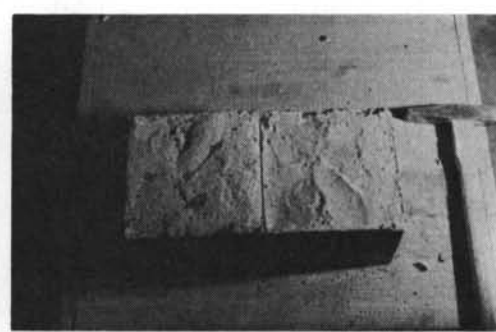


写真-23 下部打継面のレイタンス層

合、コンクリート打継部分だけで防水効果を期待することはできない。したがって、特に地階の外壁にはこの方法は適用しないのが良く、次に述べる充填方法を使用すべきである。

b) 漏斗型で打込んだ場合、出っ張り部分を研り取った面で打継部分が完全に密着しているように見えても、内部に空隙ができることが多いので、施工の際は十分な処理をしなければならない。特にたたき、棒つきだけの処理では、このような欠陥がまだ多く見られるので注意しなければならない。

c) 普通コンクリートを漏斗型で逆打ちした場合、打継部のせん断付着強度は非常に小さく、平均して 2 kg/cm^2 であり、鉄筋コンクリート構造計算規準におけるコンクリートの許容せん断応力度より小さい値となる。したがって、打継部分の強度を増大させるためには、部材断面の変更、せん断補強などなんらかの対策が必要である。

d) 防水効果は期待できないが漏斗型で打込む場合は、上記の付着強度対策の他に、打継部分の施工は次のように行なう必要がある。

①上部コンクリートの水平面との角度は 20° 以上とする。

②コンクリートの調合は、ブリージング、沈下量を少なくするため、スランプは 18 cm 以下の硬練りとする。

③漏斗型の出っ張り部分の打継面からの高さは 5 cm 以上とする。

④コンクリートを打込む際は、振動処理として、振動時間は $10 \text{ 秒} \sim 20 \text{ 秒}$ とする。内部振動機を使用した場合に、振動部分を引抜く際、穴が残らないようにすること。

また、振動をかけた場合、材料の分離によって、上面に濃いセメントペーストが集まり、その下に余剰水が水膜となって残留して、弱い層を作ることが考えられるので、振動時間は過大とならないよう注意が必要である。

B 打継部に膨張性充填材を使用する場合

a) 充填材にプレパクトモルタル、アルミ粉末混入モルタル、CSAセメントモルタルを空隙に使用した場合、型わくの隙間から漏れがなく、膨張が拘束される状態であれば、モルタルの圧縮強度は 210 kg/cm^2 以上のものが

期待できる。しかし、ベロコームを使用する際には、調合を検討する必要がある。

b) 防水効果およびせん断付着強度の点からは、充填材として、プレパクトモルタル、アルミ粉末混入モルタル、ベロコームを使用するのが良い。そして、打込んだ際には、打継面をスペーシングして、できるだけ気泡を残さないようにする必要がある。

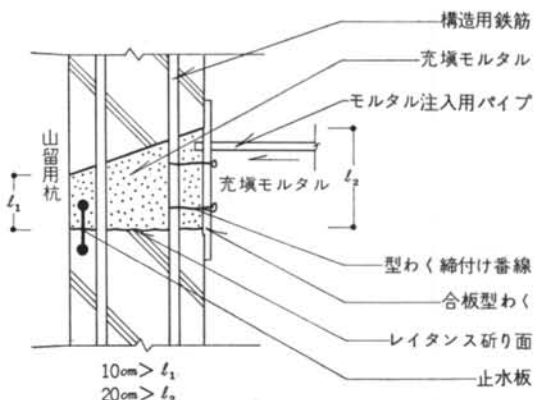
c) 打継部分の壁面の湿潤養生期間は、3日間程度でよい。

d) 充填に先立ち下側コンクリートのレイタンスを取り除いておかないこの部分の付着強度は、上部コンクリートとの付着強度よりも低くなり、防水効果も低下する。

したがって、下側部分の打継方法は、次のように行なうとよい。

①下側コンクリートを打込んだ時に、合成樹脂系、銅板などの止水板を埋め込む。

②打込んだ翌日、表面のレイタンス層を取り除く。



図一16 充填型施工図

③型わくをコンクリートに十分締めつけて、充填材を流し込む。

施工状態を図一16に示す。

e) プレパクトモルタル、アルミ粉末混入モルタル、ベロコーム、CSAなどは膨張圧によって付着強度に変化があるため、これに影響をおよぼす温度、水セメント比、材料の計量方法などの品質管理に十分な注意が必要である。

<参考文献>

- 1) 国分正胤：“新旧コンクリートの打継目に関する研究” 土木学会論文集 No. 8 ('50. 8月)
- 2) RAYMOND E. DAVIS AND HARMER E. DAVIS: “Bonding of New Concrete to Old at Horizontal Construction Joints” ACI of Journal ('34. 2月)
- 3) 木沢、棚橋：“コンクリートの打継部の仕様に関する二、三の実験的研究” 建築学会論文報告集 No. 69 ('61. 10月)