

外壁タイル張付用モルタルの保水性

丸 一 俊 雄

松 村 勝 実

§ 1. はじめに

外壁タイル張施工として最近、ポリマーセメントモルタルによるタイルの圧着工法が採られて来た。しかし、その施工法についてはまだ十分に検討されていない現状であり、その一つの施工上の問題として下地壁面に塗られたタイル張付用モルタルがタイルの張付けが終るまでに十分な「やわらかさ」をもたねばならないということである。

そのためには、モルタルの保水性が良好でなければならない。

本研究はモルタルの保水性に及ぼす影響として実際のタイル張施工に起きる要因を選び、その効果を分析し、その処理方法を検討しようとしたものである。

要因の選択上、保水性の試験方法から ASTM C 91-1964 メーソンリーセメントおよび ASTM C 110-1958 生石灰および消石灰の物理試験方法に準じて行なえば下地の吸水能の相異および塗付後の保水性の変化を要因として選ぶことができないので、これらの要因を検討する上で JIS K 2530-1960 石油アスファルト針入度試験方法の針入度計によるモルタルの見掛上の凝結現象の測定から保水性を検討することを試みた。この方法を本報告では針入法と仮称する。針入法による保水性という意味は ASTM 法 でのそれと若干異なり、むしろ硬化性を意味するものである。

しかし、このことはタイルを張付けたとき張付モルタル中にタイルが適当な深さめり込んで設置されることが必要なため、タイル張付けの作業性は適当な加圧によるモルタルの「やわらかさ」で表わした方がよく、この方法を選択したものである。

なお、この研究は全国タイル工業協会内 TSK (タイル施工研究会) 委員会による、タイル張標準仕様書作成研究の一連の研究の一部として行なったものである。

§ 2. 試験体および試験方法

A. 材料の種類

(i) 下地材料として針入法の場合にかぎり次の2種類を用いる。

- | | |
|-----------|-------------------------------------|
| a) 磨き板ガラス | 大きき150×150mm 厚さ5mm |
| b) 陶器板 | 大きき150×150mm 厚さ10mm
吸水率17.0 wt % |

伊奈製陶K.K. 製造によるもの

(ii) 張付モルタル用材料として用いたセメント、細骨材の試性質は表-1 および図-1 に示す通りであり、使用する混和剤の種類および混入量については表-2 の通りである。

B. 試験方法

(i) ASTM法

試験はASTM C 91-1964 メーソンリーセメントの規格に準じて保水性試験を行なう。

概要はモルタルの調合を重量比で 1:2 とし、砂は気乾状態のものを使用して、表-2 に示す混和剤を混入し、フロー値 175±5 一定になるように水を加えて適当なモルタルを作る。

混練時間は空練り2分、水を加えてから3分の混練とし、その方法はJIS R 5201 セメントの物理試験方法の強さ試験の項に準じて行なう。フロー値測定用のモルタルを写真-1 に示す有孔皿に濾紙(JIS P 3801 3種、東洋濾紙 No.131)を敷いた上に詰め、写真-2 のように吸引装置に連結して水銀柱 50mm の吸引力で1分間吸引し、その後、モルタルのフロー値を測定する。このとき、モルタルのフロー値測定のための練り返しは15秒間とする。

保水値は次の式により表示される。

$$\text{保水値} = \frac{\text{吸引後のフロー値}}{\text{混練後のフロー値}} \times 100$$

材料の種類	凝結(時間-分)		曲げ強さ (kg/cm ²)	圧縮強さ (kg/cm ²)		
	始 発	終 結	28日	28日		
アサノ 普・ボ セメント	A	3-49	4-52	56.8(3.9)	348(7.8)	
	B	2-14	3-26	57.5(3.5)	339(13.4)	
骨 材	産 地	最大 寸法 (mm)	粗粒率	比 重	吸水率 (%)	有機不 純 物

注: ()内は標準偏差

表-1 セメント・骨材の性質

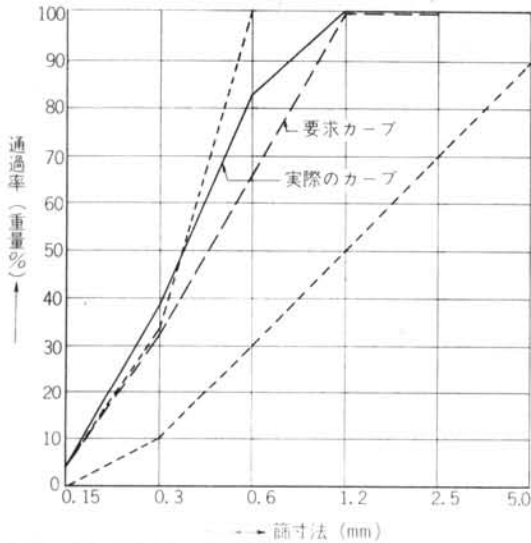


図-1 砂の粒度分布

混和剤の種類		使 用 濃 度
記 号	主成分	
B ₁	NBR	8倍液として水がわりに混入する
B ₂	酢ビ	10倍液として水がわりに混入する
B ₃	MC	セメント1に対して重量で0.4%混入する
B ₄	アクリル	セメント10に対して原液1を混入する。但し実際の混入においては4倍液として前記の割合に混入する
B ₀	—	混和材を使用しないもの

表-2 混和剤の種類と使用濃度

また、練り置き60分間のモルタルに関しては練り返し1分間後のフロー値を混練後のフロー値と見なして上記の試験を行なう。

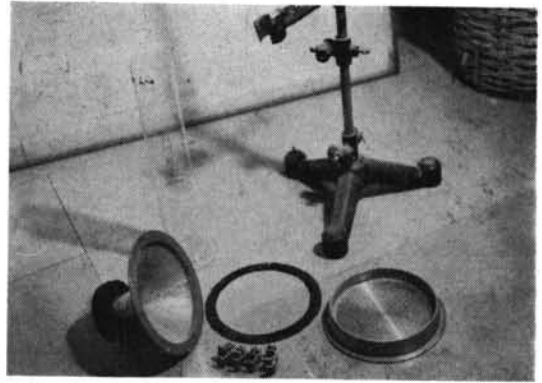


写真-1 有孔皿

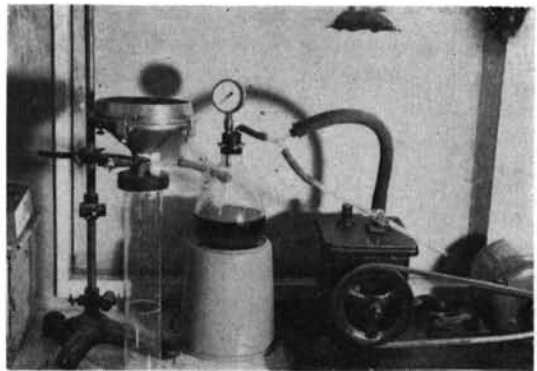


写真-2 吸引装置

(ii) 針入法

写真-3のJIS K 2530 石油アスファルト針入度試験方法の針入度計を使用し、針入度測定針は JIS A 5751-1961 建築用コーキング材に規定されたもので尖端が径 1mmの平坦にしたものを用いる。針入総重量は、50.5gで、針入度針の尖端に掛かる力は6.43kg/cm²である。

保水値の測定は写真-4の型枠(内法厚さ5mmまたは10mm、大きさ90×90mm)に(i)と同様のモルタルを充填し、下地としてA(i)のものを使用する。針入度針をモルタルの表面より5秒間降下させ、モルタルの表面から針入した深さ(d)とモルタルの厚さ(D)との差(D-d)を以て接着面からの硬化量とし、この量の小さいもの程、保水性がよいものとする。測定時間はモルタルを充填してから60分までは5分間隔に、それ以後は30分間隔に180分まで行なう。

上記のdおよびDはモルタル塗後の経過時間に従い変化するものである。下地がガラスの場合はモルタルの凝結を示し、陶器の場合は吸水に伴う見掛の凝結を示すものである。

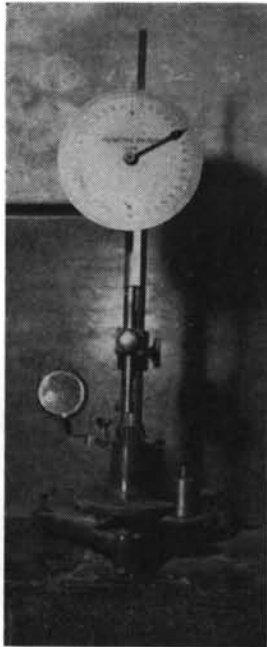


写真-3 針入度計

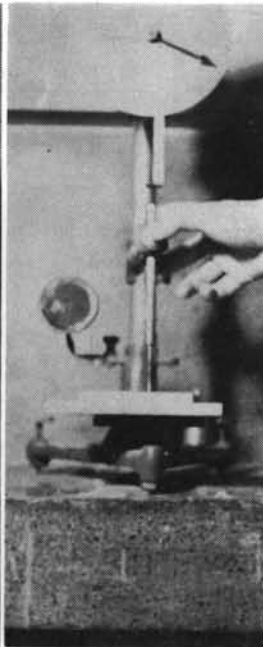


写真-4 針入法によるモルタルの硬化量測定

なお、試験室の温湿度は ASTM 法および針入法ともそれぞれ、最高24~最低19°C、平均22°C および最高96~最低61%R.H. 平均82%R.H. であった。

§ 3. 試験要因の種類と試験計画

A. ASTM法

要因としては試験方法から混和剤の種類とモルタルの練り置き時間の2種類を選び、表-3のように水準を決めて試験を行なう。

要因	水準
B 混和材の種類	(B ₀) プレーン (B ₁) NBR
	(B ₂) 酢ビ (B ₃) MC
	(B ₄) アクリル
C 練り置き時間	(C ₁) 0分(混練直後) (C ₂) 60分

表-3 ASTM 法による要因と水準

B. 針入法

要因としては下地の種類、混和剤の種類、モルタルの練り置き時間および塗付後の放置時間の4種類を選び、

モルタルの塗厚さを5mmと10mmとの2種類に分けて行なう。

この場合の水準は表-4の通りである。

要因	水準
A 下地の種類	(A ₁) ガラス板 (A ₂) 陶器板
B 混和剤の種類	(B ₀) プレーン (B ₁) NBR (B ₂) 酢ビ (B ₃) MC (B ₄) アクリル
C 練り置き時間	(C ₁) 0分(混練直後) (C ₂) 60分
D 塗付後の放置時間	(D ₁) 5分 (D ₂) 10分 (D ₃) 30分 (D ₄) 60分
E モルタル塗り厚さ	(E ₁) 5mm (E ₂) 10mm

表-4 針入法による要因と水準

§ 4. 試験結果と考察

A. ASTM法

試験結果は表-5に示す通りであり、二元配置法による保水性に及ぼす要因効果は表-6に示す通りである。

混和剤の種類	セメント	フロー値の変化				保水値		
		C ₁		C ₂		C ₁	C ₂	平均
		a	b	a	b			
B ₀	A	171	147	151	130	83	86	86
	A	171	150	137	124	88	91	
	B	180	145	149	131	81	88	
B ₁	A	180	169	164	147	94	90	92
	A	175	164	151	134	94	89	
	B	183	157	157	154	86	98	
B ₂	A	172	167	145	136	97	94	93
	A	179	169	145	133	94	92	
	B	178	165	150	134	93	89	
B ₃	A	175	174	171	167	99	98	99
	A	175	168	166	171	96	103	
	B	187	186	185	183	99	99	
B ₄	A	179	147	132	117	82	89	88
	A	174	152	149	139	87	93	
	B	179	158	129	114	88	88	

a: 混練直後のフロー値

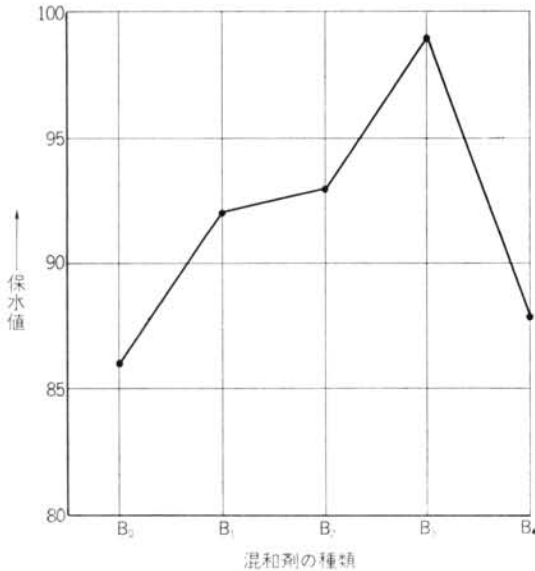
b: 吸引後のフロー値

表-5 ASTM 法による試験結果

要 因	S	ϕ	V	F ₀	ρ
	(二乗和)	(自由度)	(不偏分散)	(分散比)	(寄与率%)
B モルタル	605.9	4	151.5	14.7**	67.5
C 練り置き	22.5	1	22.5	2.19	2.4
B×C	54.8	4	13.7	1.33	5.6
e 誤差	206.0	20	10.3		24.5

表一六 ASTM 法による要因分析結果

この結果から保水性に及ぼす影響として要因、モルタルの練り置き時間についてはほとんどなく、寄与率は2.4%であるが、要因、混和剤の種類は非常に大きく、寄与率67.5%であることがわかる。この効果は下地の吸水能に大きな差がない場合であり、実際の現場条件ではこの状態に近い場合が多い。混和剤の種類と保水値との関係は図一2に示す通りである。



図一2 混和剤の種類と ASTM 法による保水値との関係

B. 針入法

試験結果は図一3と表一7および表一8に示す通りである。

図一3より下地を吸水性のない磨きガラス板とした場合はモルタルの凝結曲線を示すものであり、吸水性のある陶器下地を用いた場合は吸水により変化するモルタルの見掛上の凝結とモルタルの真の凝結とが複合したものであることがわかる。したがって、吸水による見掛上の凝結はその両者の差で表わされるが、図一3よりわかるようにモルタル充填後60分まではモルタルの真の凝結は

		A ₁					A ₂				
		B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
D ₁	C ₁	1	0	0	0	1	53	25	40	8	13
		0	1	0	0	0	54	4	1	2	2
		0	0	2	1	0	56	24	11	6	0
	C ₂	0	0	1	0	0	55	19	47	5	35
		1	1	1	0	0	46	13	4	0	27
		0	0	0	0	0	25	46	37	11	45
D ₂	C ₁	1	1	0	0	1	55	43	39	16	36
		0	0	2	0	0	53	17	39	5	23
		0	1	0	1	0	55	47	27	19	27
	C ₂	0	0	1	0	1	55	32	45	11	40
		0	0	0	0	3	48	20	44	3	37
		0	1	0	0	2	52	50	40	14	52
D ₃	C ₁	1	1	0	2	0	54	51	45	42	45
		0	0	0	0	1	53	41	52	41	44
		0	1	0	0	0	58	50	37	41	48
	C ₂	0	1	1	0	1	55	48	53	19	46
		0	2	0	0	3	47	37	47	15	44
		0	2	0	0	2	53	52	49	51	54
D ₄	C ₁	4	1	0	2	5	56	55	52	46	47
		2	1	1	0	3	57	48	56	48	47
		0	1	1	1	2	57	53	51	47	49
	C ₂	35	2	25	0	13	55	49	52	39	45
		0	1	2	0	12	49	50	48	45	45
		0	39	3	0	9	51	52	54	49	54

表一七 針入法の硬化量(塗り厚さ5mmの場合)(単位×10⁻¹mm)

起こらないから、この時間範囲内では陶器下地とする場合の曲線を以って吸水によるモルタルの見掛上の凝結曲線とし、この曲線のゆるやかな場合が保水性良好であると考えられ、この曲線の傾向により保水性を判断しうる。

したがって、表一7および表一8のデータを用い、四元配置法による保水性に及ぼす要因効果は表一9および表一10に示す通りである。

この結果から保水性に及ぼす影響はモルタルの塗厚さ5mm、10mmとも、要因、下地の種類が一番大きく、その寄与率は塗厚さ5mmで73.6%、塗厚さ10mmで56.6%である。

要因、混和剤の種類については塗厚さ10mmの場合は大きく、寄与率10.3%であるが、塗厚さ5mmの場合はほとんど影響がない。むしろ要因、塗付後の放置時間による影響が大きい、これは塗厚さ10mmの場合も同様であ

		A ₁					A ₂				
		B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
D ₁	C ₁	0	2	0	0	0	91	27	23	4	8
		0	0	0	0	0	100	1	0	2	5
		1	0	0	0	0	99	26	4	6	11
	C ₂	0	0	0	0	1	97	33	42	2	12
		1	1	1	1	0	84	8	3	4	26
		0	1	0	2	2	101	60	56	0	23
D ₂	C ₁	0	1	0	0	1	93	49	56	3	29
		0	1	0	0	0	100	5	2	18	57
		0	0	0	1	0	96	79	12	5	33
	C ₂	0	0	0	0	2	100	66	66	3	38
		0	0	1	0	8	97	12	14	1	56
		1	0	0	0	0	101	90	79	17	82
D ₃	C ₁	0	1	0	0	0	93	85	87	7	94
		0	0	0	0	0	100	43	21	65	84
		0	0	0	1	1	100	98	65	11	94
	C ₂	1	0	0	0	8	97	95	93	3	83
		0	0	2	1	7	98	66	89	6	93
		0	2	1	0	4	100	96	96	38	105
D ₄	C ₁	1	0	0	0	8	95	96	95	50	95
		0	1	0	0	3	100	73	65	93	95
		0	2	1	1	9	100	99	102	37	98
	C ₂	17	1	11	1	51	97	93	98	18	95
		3	1	5	1	26	100	77	97	15	95
		1	37	4	3	15	101	100	100	70	106

表—8 針入法の硬化量(塗り厚さ10mmの場合)(単位×10mm)

る。このことはモルタルの塗り厚さが小さい時、タイルの圧着時間の制限を相当厳しく決めておかなければならないことを示すものであり、さらに下地の吸水能がこれに大きく影響していることがわかる。

また、塗り厚さ10mmについては要因、下地の種類と要因、混和剤の種類および要因、下地の種類と要因、塗付後の放置時間の交互作用の影響が大きい。それぞれの寄与率は9.7%および5.8%である。この場合も ASTM 法と同様、要因、練り置き時間についてはほとんど影響を示さなかった。それぞれの要因と硬化量との関係については図—4、図—5、図—6、図—7、図—8、図—9に示す通りである。

C. ASTM 法と針入法との比較

表—5 と表—7 および表—8 から平均値をまとめると

要 因	S (二乗和)	φ (自由度)	V (不偏分散)	F ₀ (分散比)	ρ (寄与率) %
A 下地	27383	1	27383	760.63**	73.6
B 混和材	1796	4	449	12.47**	4.4
C 練り置き	65	1	65	—	—
D 放置時間	2847	3	949	26.36**	7.4
A×B	1375	4	344	9.56**	3.3
A×C	0	1	0	0	0
A×D	1500	3	500	13.89**	3.7
B×C	268	4	67	—	—
B×D	407	12	34	—	—
C×D	60	3	20	—	—
e ₁ 誤差	1463	43	24	—	—
e ₂ プール誤差	2263	63	36	—	7.6

注) **1%有意 *5%有意

表—9 針入法による要因分析結果(塗り厚さ5mmの場合)

要 因	S (二乗和)	φ (自由度)	V (不偏分散)	F ₀ (分散比)	ρ (寄与率) %
A 下地	66644	1	66644	675.56**	56.6
B 混和材	12485	4	3121	31.64**	10.3
C 練り置き	505	1	505	5.12*	0.4
D 放置時間	10448	3	3483	35.30**	8.6
A×B	11843	4	2961	30.01**	9.7
A×C	66	1	66	—	—
A×D	7113	3	2371	24.03**	5.8
B×C	820	4	205	—	—
B×D	3426	12	286	2.90	1.9
C×D	14	3	5	—	—
e ₁ 誤差	4131	43	96	—	—
e ₂ プール誤差	5031	51	98.65	—	6.7

表—10 針入法による要因分析結果(塗り厚さ10mmの場合)

図—10に示す通りとなる。

この図よりわかることは ASTM 法は混和剤間の優劣を明確に区別しうることである。この理由は針入法のように塗り厚さによる相異が含まれないためであろう。針入法では塗り厚さによって硬化量が異なり、混和剤の種類によって、その範囲の大きさに相異がある。この範囲の小さいもの程、使用する場合に塗り厚さに関係なく使い易いと考えられる。

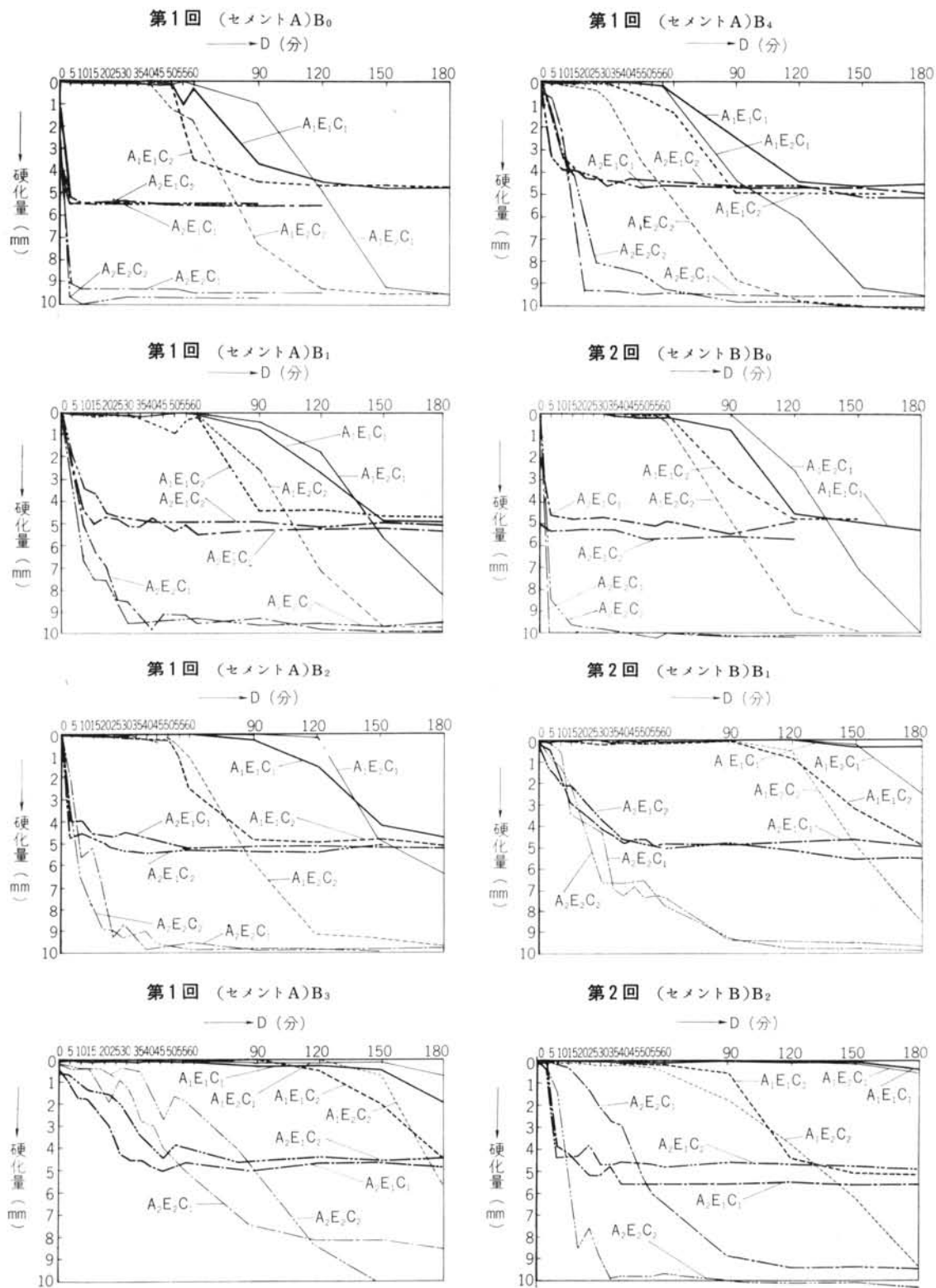


図-3-1 針入法による試験結果 (・下地種類(A) A₁ ガラス
A₂ 陶器
・塗厚さ(E) E₁ 5mm E₂ 10mm
・練り置時間(C) C₁ 0分 C₂ 60分)

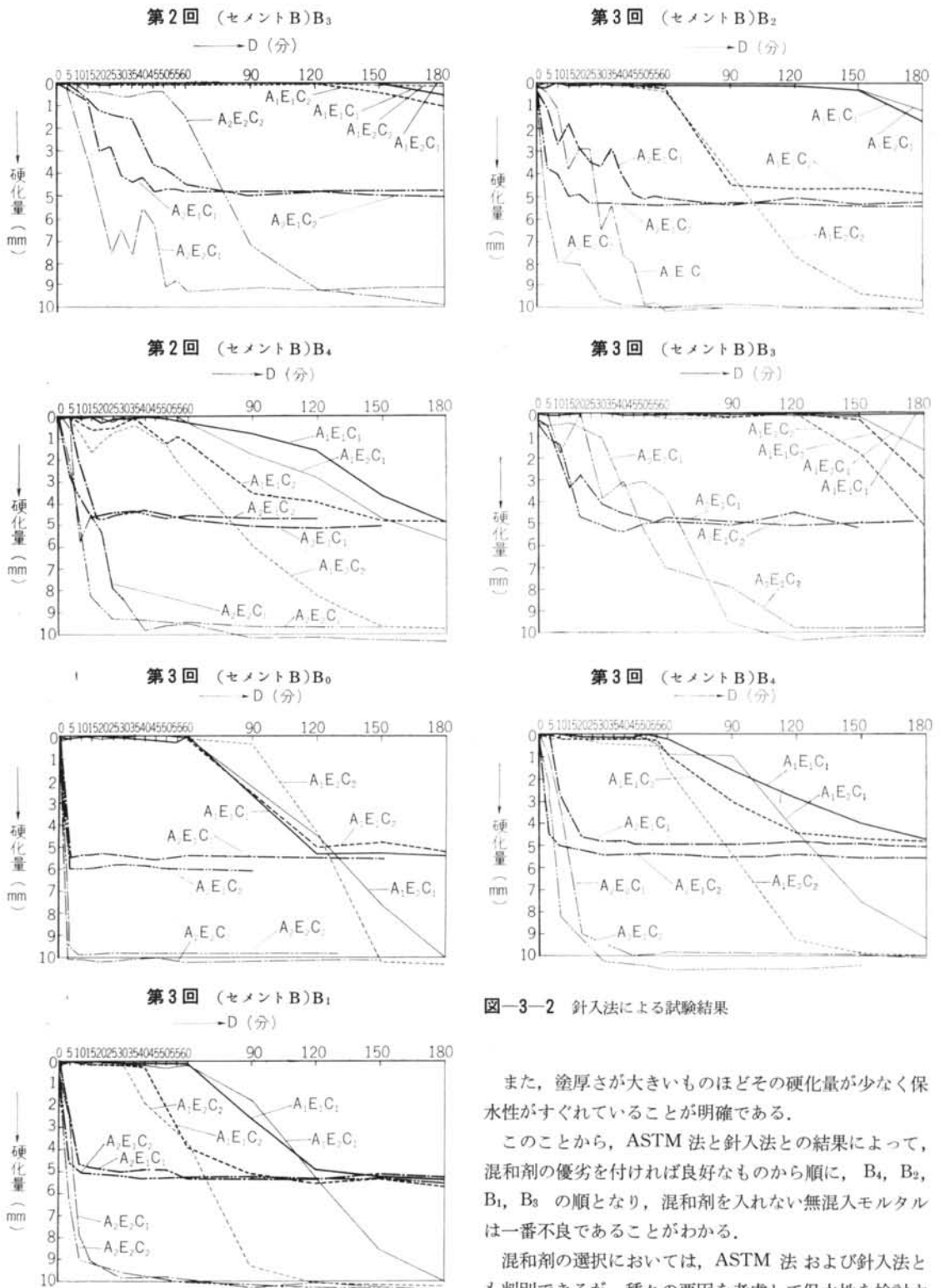


図-3-2 針入法による試験結果

また、塗厚さが大きいものほどその硬化量が少なく保水性がすぐれていることが明確である。

このことから、ASTM 法と針入法との結果によって、混和剤の優劣を付ければ良好なものから順に、 B_4 、 B_2 、 B_1 、 B_3 の順となり、混和剤を入れない無混入モルタルは一番不良であることがわかる。

混和剤の選択においては、ASTM 法および針入法とも判別できるが、種々の要因を考慮して保水性を検討する場合は、針入法にて簡単に知ることができる。

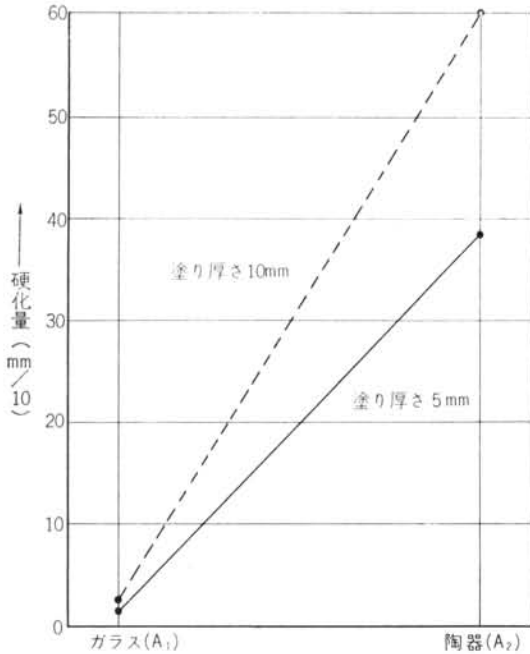


図-4 下地の種類と硬化量との関係

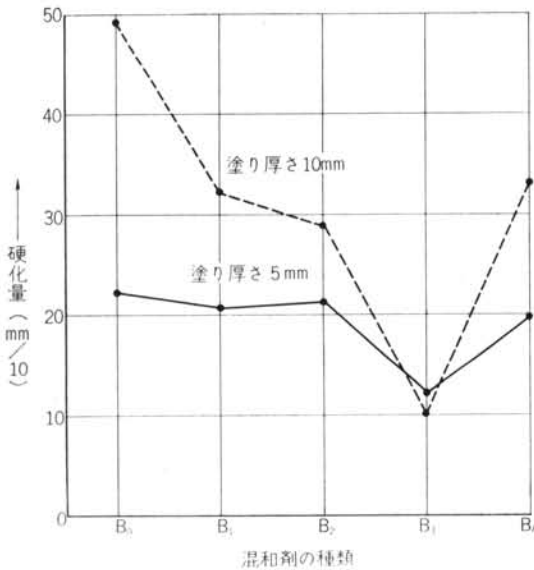


図-5 混和剤の種類と硬化量との関係

§ 5. 総括

以上の実験結果から総括すれば、次のことがいえる。

(i) 混和剤の種類による保水性比較測定ではASTM法が明確に判別しうる。しかし、実際の下地の影響、塗

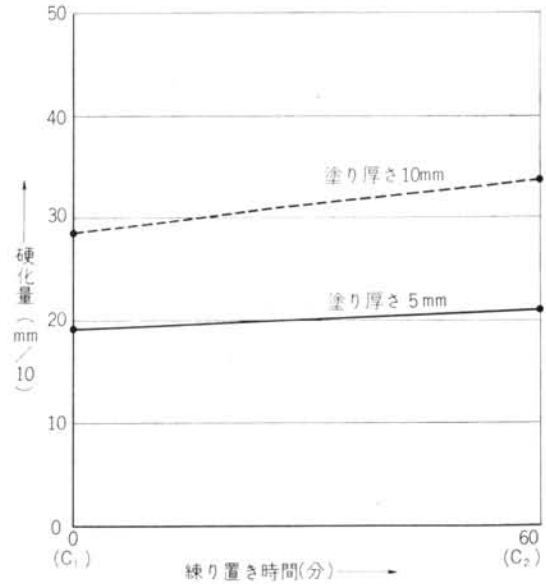


図-6 モルタルの練り置きと硬化量との関係

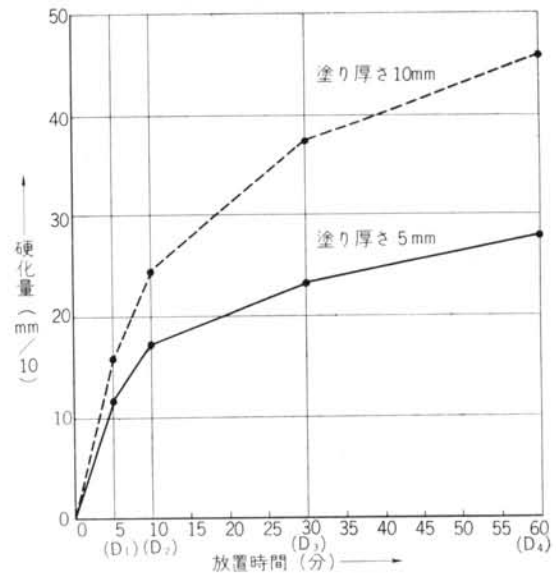
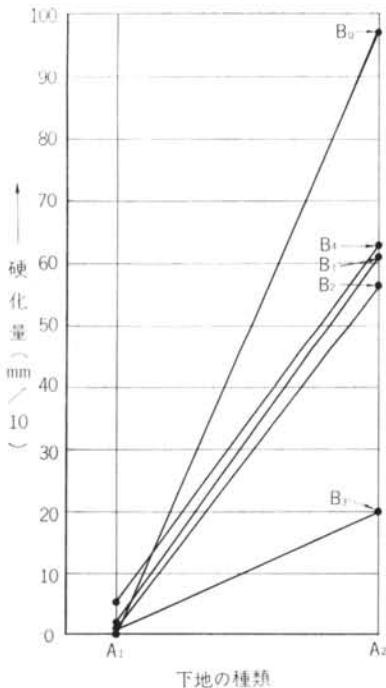


図-7 モルタル塗付後の放置時間と硬化量との関係

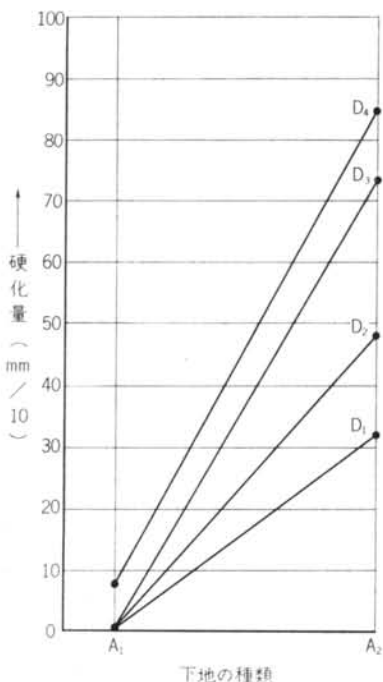
厚さ、塗付後の放置時間などの諸要因を検討する場合には針入法が簡便である。

(ii) 保水量に及ぼす要因分析の結果では次のようになる。

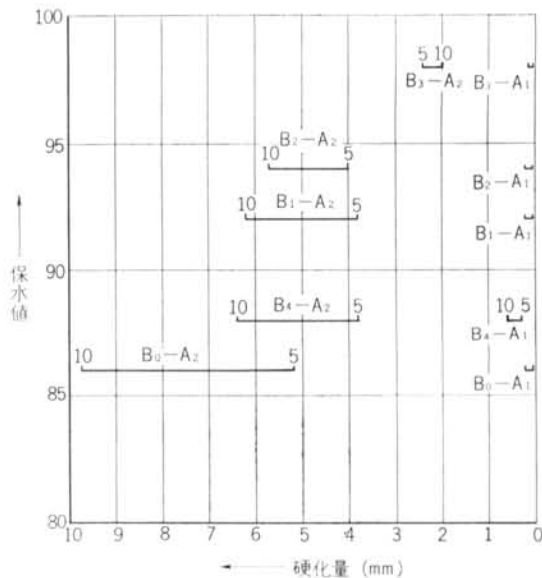
- a) 要因、下地の種類については他の要因より影響は最も大きく、56.6~73.6%の寄与率を示す。このことはモルタル塗付に際し、下地に適当な水湿しが必要であることを示す。



図—8 下地の種類と混和剤の種類との交互作用（塗り厚さ10mmの場合）



図—9 下地の種類とモルタル塗付後の放置時間と交互作用(塗り厚さ10mmの場合)



図—10 ASTM法の保水値と針入法の硬化量との関係

- b) 要因，混和剤の種類については塗厚さが大きいほど影響が大きく，塗厚さ5mmではその効果は下地の吸水能に影響されてほとんどない。このことはモルタル塗付後の放置時間とも関係し，タイルの張付時間に厳密な制限を行わなければならないことを示すものである。保水性に及ぼす混和剤の良好なものから順に記せばMC系のB4，酢ビ系B2，NBR系のB1，アクリル系のB3の順になる。混和剤無混入のものは最も不良なため混和剤を用いることは必要なことである。
- c) 要因，練り置き時間については60分まで，ASTM法および針入法ともに影響はない。
- d) 要因，塗付後の放置時間についてはその影響は大きく，寄与率は7.4～8.6%であり，塗厚さ10mmの場合の方が塗厚さ5mmより大きい。
- e) 交互作用による影響は要因，下地の種類と要因，混和剤の種類および要因，下地の種類と要因，塗付後の放置時間について大きい。しかし，これは塗厚さに関係し，塗厚さ10mmの場合はこの影響があるが，塗厚さ5mmの場合にはない。この理由は下地の吸水による影響が非常に大きいためであろう。

(iii) タイル張付施工に関し，張付モルタルの保水性は重要な要素であるが，この保水性に及ぼす要因として，下地の種類，混和剤の種類，塗厚さ，および塗付後の放置時間がある。この要因を十分検討してタイルの圧着工法を採らねばならないといえる。特に下地の影響が大き

いために、適当な水湿しを施さなければならない。
この考慮がなされれば、ASTM 法の要因分析からわ

かるように保水性は要因、混和剤の種類によって大部分
左右されることがほぼ予想される。