

## スカイプレンラテックス LC 50を配合した セメントモルタルの物性

石 毛 孝 雄  
蔵 田 康 美  
新 谷 孝 司

### Properties of the Cement Mortar Modified with SKYPRENE LATEX LC 50

Takao Ishige  
Yasumi Kurata  
Takasi Shintani

Synthetic polymer latices have been advantageously used to improve hardening characteristics of cementitious materials. SKYPRENE LATEX LC 50, a polychloroprene latex designed for the purpose, was prepared by the emulsion polymerization in the presence of cationic emulsifiers which oppose the coagulative action of multivalent metal ions such as  $Ca^{2+}$  and  $Al^{3+}$  coming of portland cement.

The polymeric composite mortars made of 3 parts of sand, 1 part of portland cement, and 0.05 to 0.3 parts of the latex (as solid rubber) were molded into test specimens, for which the effect of SKYPRENE LATEX LC 50 as the additive to the mortar mixtures was investigated on bending strength, compressive strength, tensile strength, impact resistance, abrasion resistance, and water absorption according to the conditions specified by Japanese Industrial Standard.

#### 1. ま え が き

土木、建築材料としてのポルトランドセメント水和物はいくつかの欠点を持ち、古くからその改良が検討されて来たが、その一分野としてセメントモルタルへポリマーラテックス（又はエマルジョン）を添加してポリマーの持つ優れた諸性質をセメントモルタルに付与しようとする試みがなされて来た。

ポリマーセメントモルタルは水硬性のセメント、ポリマーラテックス、水および骨材の混合物で、硬化過程でセメント水和物とポリマーが一体となり結合剤として作用し骨材を結合するモルタルとして知られている。

ポリマーラテックス（又はエマルジョン）がセメントモルタルに安定性良く配合出来るためには、セメントから溶出する多価金属イオン（例えば  $Ca^{2+}$ 、 $Al^{3+}$ ）に対して、又混練りなどの機械的な操作に対して十分な安定性を備えている必要があり、さらに、セメントの水和反応を妨害しない添加剤であることが必須の条件である。

筆者等はこのようなセメントモルタルへ配合して、セ

メントモルタルの性質を改良する目的で東洋曹達が開発したカチオン性ポリクロロプレレンラテックスであるスカイプレンラテックス LC 50を用いて、このラテックスを混和したポリマーセメントモルタルの諸性質について調べたので報告する。

#### 2. 使用材料

##### 〔1〕セメントおよび骨材

セメントは普通ポルトランドセメントを、骨材は豊浦標準砂を用いた。普通ポルトランドセメントの物理的諸性質は、JIS R 5201により試験した結果表 1 に示す通りであった。

##### 〔2〕ポリマーラテックス

スカイプレンラテックス LC 50を使用した。このラテックスはカチオン性ポリクロロプレレンラテックスでありその一般的な性状は表 2 に示す通りである。

##### 〔3〕消泡剤

消泡剤は30%の活性成分を含むエマルジョンタイプの消泡剤である東レシリコーン SH 5504をラテックスに対

Table 1 Physical properties of cement for testing

Specific gravity.	Specific surface area cm <sup>2</sup> /gr	Setting time		Stability	Flow (m.m)	Bending strength of mortar (kg/cm <sup>2</sup> )			Compressive strength of mortar (kg/cm <sup>2</sup> )		
		Initial set (h-m)	Final set (h-m)			3 d	7 d	28d	3 d	7 d	28d
3.18	3120	2-59	4-00	fine	255	35.6	53.0	72.0	144	248	395

Table 2 Properties of SKYPRENE LATEX LC 50

Total solid (%)		51.0
Specific gravity (20°C)		1.110
pH (20°C)		7.3
Viscosity (20°C, cps)		31.2
Surface tension (20°C, dyne/cm)		32.1
Polymer particle size (μ)		0.08~0.12

し2.5%, 活性成分量として0.75%を添加使用した。消泡剤の添加量については本文中消泡剤添加効果の項を参照されたい。

### 3. 試験方法

#### [1] モルタルの配合方法

ポリマーセメントモルタルはセメント/豊浦標準砂=1:3(重量比)とし、ポリマー/セメント比(ラテックス中の固形分量のセメント重量に対する割合)が、5, 10, 15, 20, 25, 30%となるようにラテックスを秤取し、JIS R 5201に示されている測定法によるフロー値を145±3mmとする水および所定量の消泡剤を混和した後セメントおよび砂の混和物へ添加混練りして調製した。

又比較のプレーンモルタルは、セメント/砂比1:3(重量比)とし、フロー値160±3mmとする水で混練りして調製した。

表3に供試モルタルのポリマー/セメント比(P/C),

水/セメント比(W/C), フロー値などを示した。

尚水/セメント比は、添加水量およびラテックスからの水量を加算したもので計算した。

#### [2] 強さ試験

モルタルを4×4×16cmの供試体に成形し、一定日数次の養生条件で養生しJIS R 5201に準じて曲げ、圧縮強さ試験を行った。

- (1) 2日間20°C, 90%R.Hで養生後、5日, 12日, 26日間20°C, 50%R.Hで乾燥養生。
- (2) 2日間20°C, 90%R.Hで養生後、5日, 12日, 26日間20°C, の水中養生。

#### [3] 引張り試験

混練りモルタルを、ASTM C190-63(セメントモルタルの引張り強度試験法)に示すブリケットモールドを用いて成形し、2日間20°C, 90%R.Hで養生後、5日, 12日, 26日間20°C, 50%R.Hで乾燥養生し同方法に準じて引張り強さ試験を行った。

#### [4] 吸水および透水試験

JIS A 1404(建築用セメント防水剤の試験方法)に準じて吸水および透水試験を行った。

供試体モルタルは成形後、2日間20°C, 90%R.Hで養生後19日間20°C, 50%R.Hで乾燥養生を行った。

尚透水試験の水圧は、100g/cm<sup>2</sup>とし1時間加圧した。

#### [5] 接着強さ試験

ASTM C190-63に示されているブリケットモールドを用いて、1in<sup>2</sup>の断面に厚さ1cmを供試モルタルで

Table 3 Formulation of mortars for testing (parts by weight)

	Polymer-cement ratio (%)	Flow (mm)	Water-cement ratio (%)	Density (g/cm <sup>3</sup> )
Plain mortar	0	157	85	2.00
Polymer cement mortar	5	144	84	1.80
"	10	143	67.5	1.89
"	15	142	63.2	1.98
"	20	144	56.0	1.97
"	25	147	52.5	1.98
"	30	147	48.5	1.97

打接げるようにして成形した普通モルタル（砂/セメント比 = 2 : 1（重量比），フロー値162mm）を2日20°C，90% R.Hで養生後26日間20°C水中養生，さらに5日間20°C，90% R.Hで養生して供試モルタルで打接ぎ，20°C，50% R.Hで乾燥養生を行った後ミハエリス抗折試験機を使用して試験した。

ブレンモルタルで打接いだ供試体は20°C，90% R.Hで養生した。

〔6〕 摩耗試験

10×10×1cmの大きさに成形したモルタル板を2日20°C，90% R.Hで養生後さらに12日20°C，50% R.Hで乾燥養生を行ったのち，ASTM D1175-55T に示されているテーバー摩耗試験機により20°C，50% R.Hの恒温室内で摩耗輪CS-17を用いて荷重1kgで試験し，テーバー摩耗指数（摩耗輪1000回転当りの摩耗損失重量をmg数で表示する）を求めた。

〔7〕 衝撃試験

摩耗試験に使用したものと同様のモルタル板を成形し2日20°C，90% R.Hで養生後12日，20°C，50% R.Hで乾燥養生したモルタルについて，20°C，50% R.Hの恒温室内で，日本建築学会「アスファルトタイル試験法」に準じて，67gの鋼球による供試体破壊時の鋼球落下高さ（cm）を測定して衝撃強さとした。

4. 試験結果と考察

〔1〕 消泡剤の添加効果

一般にラテックスをセメントモルタルへ配合する場合

には，ラテックス中に含まれる乳化剤などによるモルタルへの空気連行を防止する目的で消泡剤を添加する方法がとられている。

消泡剤としては，多くの文献によってシリコーン系エマルジョンタイプのものが有効であることが知られている。

筆者等は，東レシリコーンSH 5504 を使用して消泡剤の最適添加量を調べた。

調査条件

- (1) セメント/砂比 = 1 : 3
- (2) LC 50（固形分換算）/セメント比（P/C）= 20%
- (3) ラテックス LC 50 に対する消泡剤の添加量 0，1，2，2.5，3%
- (4) 水/セメント比（W/C）= 35，40，45，50，55%

試験結果を表4，表5および図1に示した。

試験の結果，消泡剤の添加によりラテックスの配合によるモルタルへの空気連行量が低減し，同一フロー値とするのに必要な水量も増加する傾向を示している。

このような試験結果からポリマーセメントモルタル供試体は単容重1.9以上を目標としてラテックスへの消泡剤添加量は，ラテックス重量に対し2.5%とすることにした。

〔2〕 水セメント比（W/C比）

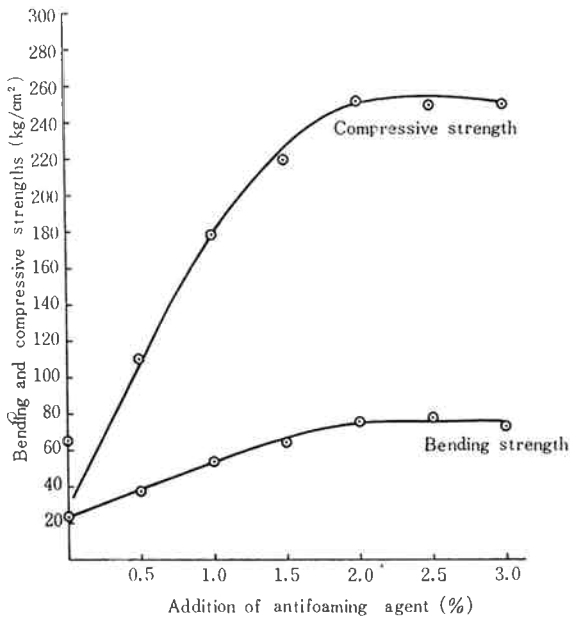
表3に示すように，消泡剤2.5%添加のラテックス配合ポリマーセメントモルタルは，同一フロー値とする水量はポリマー混入量の増加とともにW/Cが小さくなる傾向を示した。

Table 4 Effect of silicone antifoaming agent to flow value and mortar density

Water-cement ratio	Antifoaming agent Item	0%		1.0%		2.0%		2.5%		3.0%	
		Flow (mm)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Flow (mm)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Flow (mm)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Flow (mm)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Flow (mm)	Density (g/cm <sup>3</sup> )
55%		180	1.52	178	1.80	159	1.82	147	1.94	144	1.91
50%		170	1.49	162	1.85	139	1.93	135	1.94	129	1.92
45%		160	1.47	137	1.88	127	1.89	123	1.93	120	1.94
40%		150	1.46	131	1.88	121	1.89	110	1.98	112	1.97
35%		138	1.52	123	1.85	109	1.90	103	2.00	105	2.00

Table 5 Effect of silicone antifoaming agent to mortar density at identical flow value

Flow (mm)	Antifoaming agent Item	0%			1.0%			2.0%			2.5%			3.0%		
		Flow (mm)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	W/C (%)	Flow (mm)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	W/C (%)	Flow (mm)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	W/C (%)	Flow (mm)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	W/C (%)	Flow (mm)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	W/C (%)
145±3		142	1.49	38	144	1.87	47	146	1.91	51	147	1.94	55	144	1.91	55



Curing time: 2 days wet. 12 days dry. at 20°C  
(Polymer-cement ratio=20%)

Fig. 1 Effect of silicone antifoaming agent to bending strength and compressive strength of polymer modified mortar

この理由として、LC 50中の乳化剤およびポリマー粒子による分散性や砂粒子相互間の摩擦をより円滑にする作用が働くものと考えられる。

いずれにしても、ポリマーを混入することによってW/C比がかなり小さく出来ることは、セメントモルタルの強度および乾燥収縮低減の面から好ましいことである。

131 強 さ

LC 50の添加量とポリマーセメントモルタルの曲げおよび圧縮強さについて各々水中養生、乾燥養生について養生方法による影響を調べた結果を図2および図3に示した。

これらの試験結果からLC 50を配合したポリマーセメントモルタルの曲げおよび圧縮強さは、P/C比20%でほぼ極大値をとり、又水中養生では十分な強度発現は出来ず、乾燥養生によって初めてポリマーセメントモルタルの特徴を発揮することが解った。

ポリマーセメントモルタルの強度発現に、乾燥養生が有効である理由として、スカイブレンラテックスLC 50をモルタルに配合することにより、ゴム粒子がモルタルの空隙を充てんし内部の水の蒸発を防ぐことによる保水性の向上によってセメントの水和反応に必要な水が十分に確保されるためと考えられる。

又水中養生ではラテックスのフィルム形成が不可能で

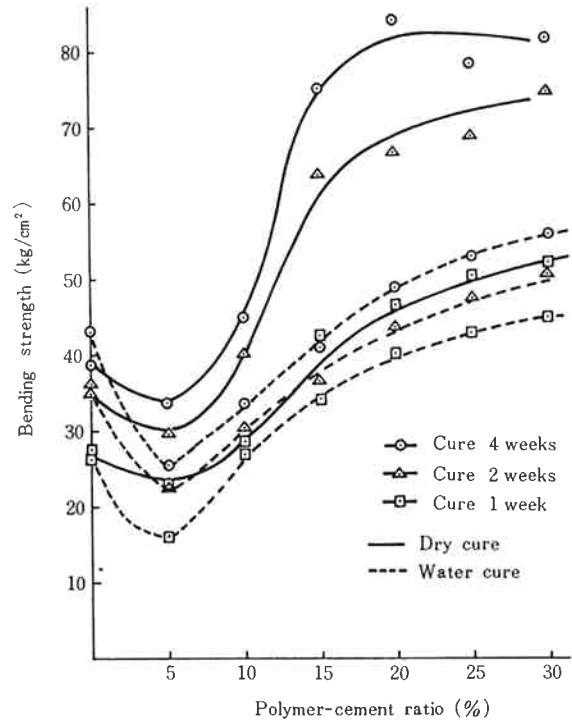


Fig. 2 Effect of dry-water cure variation on bending strength vs polymer-cement ratio

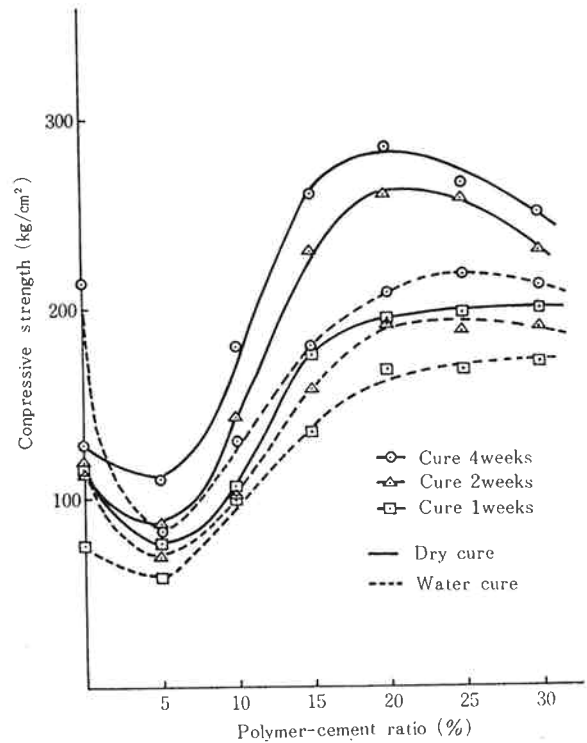


Fig. 3 Effect of dry-water cure variation on compressive strength vs polymer-cement ratio

あり、さらにラテックス中の乳化剤および安定剤などによってゴムラテックスを配合した効果が十分に発揮されないものと考えられる。

乾燥養生において、ポリマーセメントモルタルが著しい強さ発現を示したが図4および図5に乾燥養生日数と

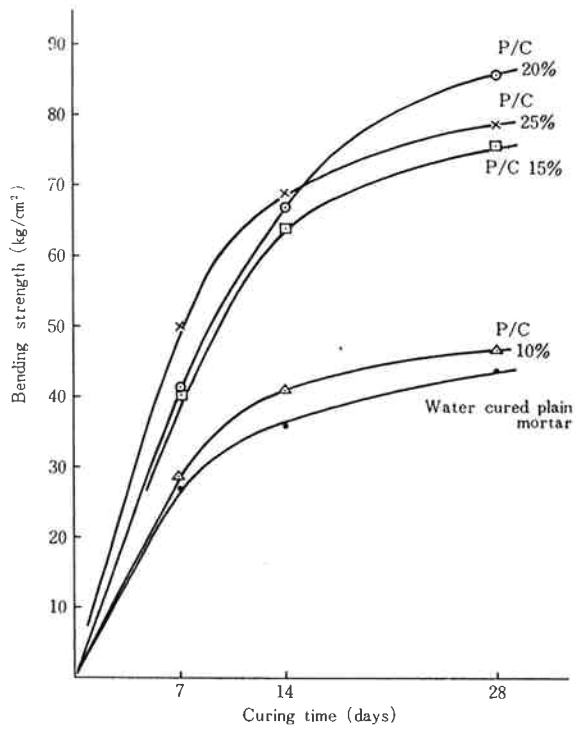


Fig. 4 Bending strength vs curing time for various polymer-cement ratio on dry curing

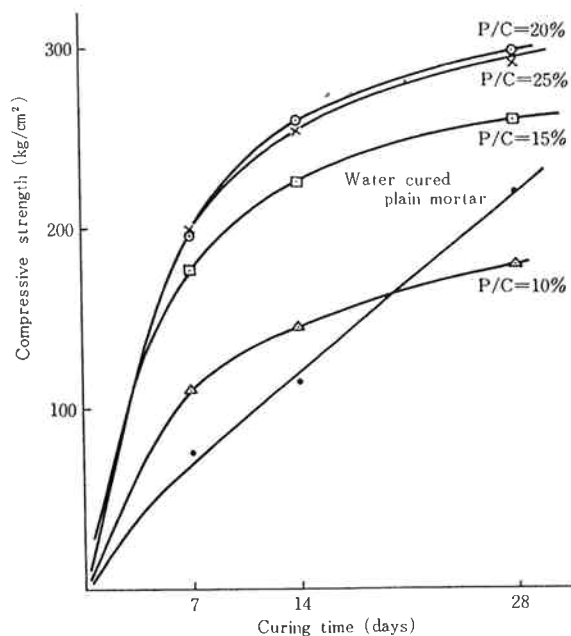


Fig. 5 Compressive strength vs curing time for various polymer-cement ratio on dry curing

曲げおよび圧縮強さについて調べた結果を示した。

曲げ強さについてみると、 $P/C=10\%$ 以上ではほぼプレーンモルタル以上の曲げ強さを示し $P/C=15\%$ 以上では著しい添加効果を示した。又養生初期の強さ発現の著しいことが特徴的であった。

圧縮強さについてもほぼ同様で、 $P/C=15\%$ 以上で著しい添加効果と養生初期強さの発現がみられた。

このような養生の初期に湿空養生(2日)し以後乾燥養生する養生方法で最高の曲げおよび圧縮強さを発現する理由として、初期の湿空養生によってセメントの水和反応を行いその後乾燥養生を行って、ゴム粒子によるフィルム形成をより強固にして、良好な保水性のもとにセメントの水和反応を防げず又ポリマーフィルムの接着性を生かした、ポリマーセメントモルタルの最適の養生方法と考えられる。

尚 $P/C=5\%$ では、曲げおよび圧縮強さ共ラテックスの添加による強さの低下がみられたがこの原因の1つは供試体モルタルの密度が極端に低く内部空隙が多いことがあげられる。これは消泡剤の添量加をテラックス重量単位で設定しているため $P/C$ が小さい場合にはその効果が小さくなるためと考えられる。

一方、 $P/C$ 比が小さいポリマーセメントモルタルは乾燥養生による場合、ポリマーによる保水性が十分でなくセメントの水和反応が不十分となるために十分な強さ発現がみられないものと考えられる。

このような、消泡剤の添加効果と保水性の差によって $P/C=5\%$ 程度では十分な強さ発現がみられないものと考えられる。

#### [4] 引張り強さ

引張り強さの試験結果を図6に示した。 $P/C$ 比 $=15\%$

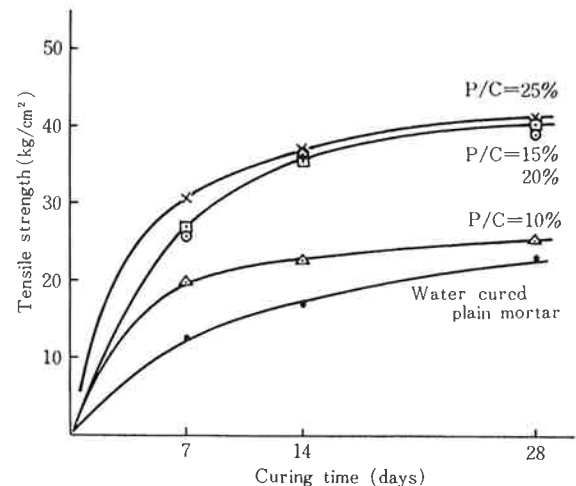


Fig. 6 Tensile strength vs curing time for various polymer-cement ratio on dry curing

以上ではほとんど差がみられず、先に述べたように養生初期に強さ発現の著しいことが解った。

#### 〔5〕耐水性

ポリマーセメントモルタルの耐水性を調べるために、重量吸水率および透水試験を行った。

吸水試験の結果を図7に示した。ポリマーセメントモルタルの吸水率はP/C比の増加とともに著しく低下し優れた耐水性を示した。又P/C比と透水性について調べたが吸水率試験結果と同様にポリマーセメントモルタル

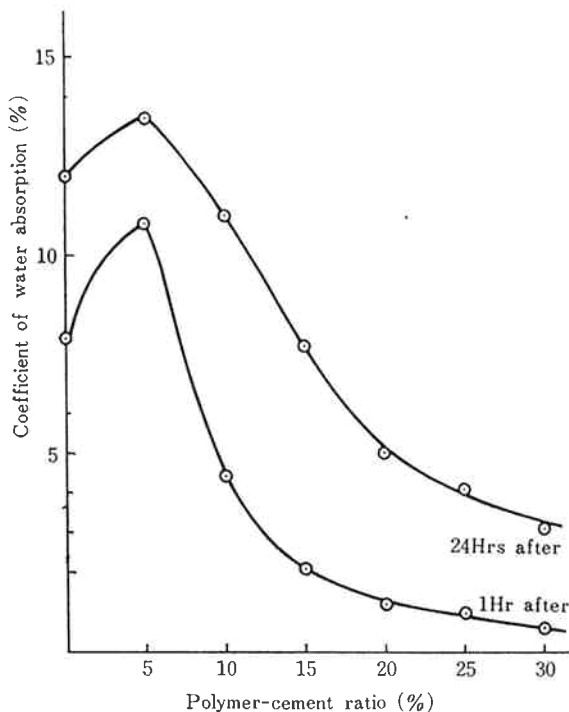


Fig. 7 Coefficient of water absorption vs polymer-cement ratio of polymer-cement mortar

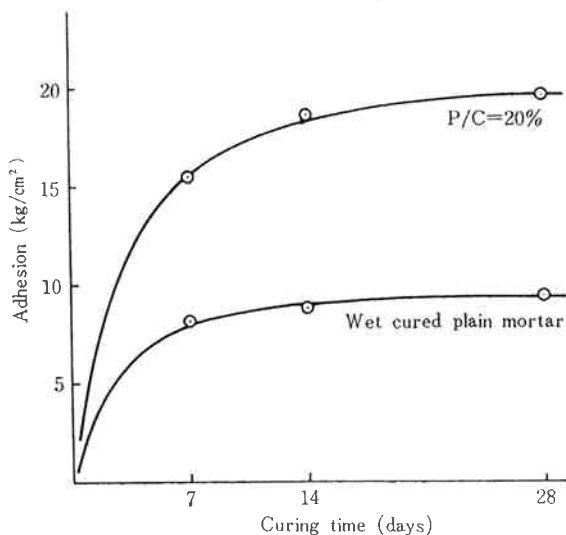


Fig. 8 Adhesions of polymer-cement mortar and plain mortar

ルの透水比（プレーンモルタルの透水量を100とした）はP/C=15%以上では15%以下となった。

このようにラテックス LC 50を配合したポリマーセメントモルタルは優れた耐水性を示すことが解った。

#### 〔6〕接着強さ

P/C比20%のポリマーセメントモルタルで打接いだ供試体と同様にしてプレーンモルタルで打接いだ供試体とを用いて接着強さ試験を行った結果を図8に示した。図中、養生日数とは供試体を打接いだ後の日数である。試験の結果、ポリマーセメントモルタルで打接いだブリケットでは28日養生後 20kg/cm<sup>2</sup>に近い接着強さを示した。

#### 〔7〕耐摩耗性

P/C=15%および20%のポリマーセメントモルタル板を用いて、テーバー摩耗指数を測定した結果を表6に示した。

Table 6 Abrasion resistance of polymer-cement-mortar

Mortar	Taber abration factor (mg/1000 rev.)
Plain mortar	16500~18500
P/C=15% Polymer cement mortar	565~585
P/C=20% Polymer cement mortar	480~515

ゴムを配合することにより、モルタルの耐摩耗性は著しく向上した。

#### 〔8〕耐衝撃性

P/C比=15%および20%のポリマーセメントモルタルとプレーンモルタルについて耐衝撃性について調べた結果を表7に示した。

Table 7 Impact resistance of polymer cement mortar

Mortar	Impact resistance as falling height of 1"φ steel ball (cm.)
Plain mortar	30~35
P/C=15% Polymer cement mortar	115~120
P/C=20% Polymer cement mortar	135~140

プレーンモルタル板が30~35cmで破壊されるのに比べラテックス LC 50配合のポリマーセメントモルタルが約4~5倍の落下高さに耐えることが解った。

#### 5. ま と め

以上の試験結果をまとめると、スカイプレックス

ス LC 50を配合したポリマーセメントモルタルは、ポリマー/セメント比 (P/C比) の増加とともにプレーンモルタルに比べ大幅にその諸性質を改良し、とくに水/セメント比 (W/C比) の低減、乾燥養生における強さ発現の点で特徴的であり、さらに耐水性、接着性、耐衝撃性および耐摩耗性についても優れた性質を示した。

## 文 献

- 1) 大浜, 伊部; “小野田研究報告”, 15, (4) 48~64 (1963).
- 2) 森, 河野, 大浜; “小野田研究報告”, 14, (2) 77~87 (1962).
- 3) 仕入, 飯塚, 地濃; “セメント技術年報”, XXIII, 180~183 (1969).