ポリプロピレン系混合剤を用いたコンクリートの諸性質

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 枷場, 重正, 川村, 満紀, 小泉, 徹, 助田, 佐右衛門, Hasaba, Shigemasa, Kawamura, Mitsunori, Koizumi, Toru, Sukeda, Saemon メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24517/00011725

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.

ポリプロピレン系混和剤を用いたコンクリートの諸性質

枷場　重正*　川村　満紀*　小泉　　徹*　助田佐右衛門*

Some Properties of A Polymer Cement Concrete

by

Shigemasa HASABA, Mitsunori KAWAMURA,
Toru KOIZUMI and Saemon SUKEDA

Abstract

Concrete has a fault that crack is caused by relatively small drying shrinkage because of its low tensile strength. Recently, polymer is mixed into concrete to improve some physical properties such as modulus of rapture, tensile strength, drying shrinkage and permeability. This paper reports the result of an experiment carried out in order to reveal several properties of a polymer cement concrete which is prepared using polypropylene emulsion.

The results obtained are as follows;

(1) The polymer selected here has little effect on compressive strength.
(2) Tensile strength of concrete increases by about 20 %, when the polymer is added.
(3) The polymer cement concrete shows smaller shrinkage by about 20-30 % than the additive-free concrete.
(4) The addition of the polymer improves bond strength of concrete.
(5) The absorption of water of concrete decreases as the amount of the polymer added increases.

1. ま え が き

コンクリートはすぐれた構造材料であるが，圧縮強度に比べて引張強度，曲げ強度が小さく，伸び能力が小さい。そのため，温湿度の変化にともなう膨張，収縮によりきれつが発生しやすいこと，耐薬品性に乏しいことなどの欠点をもっている。これらの性質を改良する一つの方法に，最近，結合材としてセメントにポリマーを併用し，両者で骨材を結合するポリマーセメントコンクリート（モルタル）が考えられ，このコンクリートの研究開発については多数の報告[1)~8)]がある。とくにポリマーセメントモルタルとして広く実際の用途に使用されている。

* 土木工学科

本研究は，建築モルタル用混和剤として使用されているがポリマーコンクリート用として使用されておらないポリプロピレンを主成分とする2種類のポリマーP_{NR}, P_{NF}をコンクリート用混和剤として使用したコンクリートの諸性質について検討を加えようとするものである。

P_{NR}はモルタル外壁に使用して，貧配合でも作業性を良くし，硬化後のヒビ割れを防止したり，普通壁にモルタル仕上げを行う場合，壁面への接着を良くする目的に使用されており，P_{NF}はコンクリート（モルタル）とコンクリート，発泡スチロール，金属などの各種材料との接着をはかるため，コンクリート，モルタルの打設面に塗布し，接着効果をはかると同時に防水膜をつくり防水効果も発生するなどの特徴をもっている。

2.　使用材料および配合

使用セメントはN社製普通ポルトランドセメントで，比重3.15，比表面積3130 cm²/g，始発時間2時間50分，終結時間4時間07分である。

骨材は石川県手取川産川砂，および砕石（最大寸法25 m/m）で，第1表に示すような物理的性質のものを使用した。

第1表　骨材の物理的性質

	比　重	吸水率(%)	単位容積重量(kg/m³)	F.M.
川砂	2.53	2.04	1,703	2.99
砕石	2.62	1.82	1,612	7.33

使用したポリマーのうちP_{NR}はポリプロピレン系エマルジョンであり，P_{NF}は第2表に示すような性状のものである。

第2表

外　観	固形分	pH	成　分
黒褐色水性エマルジョン	60～65%	7.0～8.0	アスファルト ポリプロピレン

コンクリートの配合は目標スランプを12 cmとし，単位セメント量250, 300, 350kg/m³について試験練りにより示方配合を決定した。

ポリマーP_{NR}, P_{NF}の混入度は，水道水でそれぞれについて，30, 40, 60, 80, 100倍に希釈して練り混ぜ水として使用した。

第3表　コンクリートの示方配合

単位セメント量 (kg)	単位水量 (kg)	W/C (%)	S/A (%)	細骨材 (kg)	粗骨材 (kg)	実測スランプ (cm)
350	182	52	47	830	967	12.3
300	182	61	47	848	990	12.4
250	185	74	47	863	1,009	12.8

3. 実　験　方　法

第3表に示した配合表により，使用水として上記の各種の希釈液を用い，次の試験項目について，P_{NR}, P_{NF} の影響について検討を加えた。

（i）強度試験

圧縮強度および引張強度試験（JIS A 1108, JIS A 1113）

（ii）乾燥収縮試験

JIS A 1125 のモルタルおよびコンクリートの長さ変化試験方法(コンパレーター法)により，10 cm×10 cm×40 cmの角柱供試体を作成し，1週間水中養生後，供試体の基長を測定し，以後20 ℃ の恒温恒湿室に放置し，保存期間（材令より1週減じたもの）1週，4週，8週にて供試体の長さを測り，次式で示す長さ変化率を求めた。

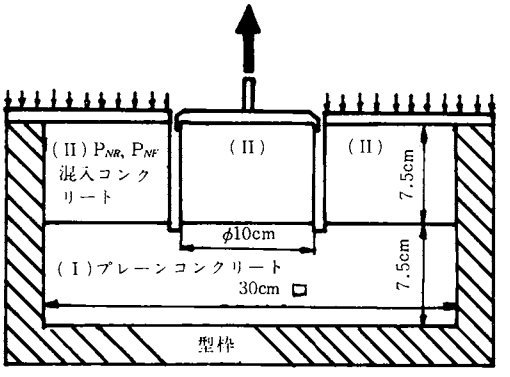
$$長さ変化率（\%）=\frac{各測長時の有効長-基長}{基　長}\times 100$$

（iii）吸水量試験

コンクリート供試体の吸水量試験については現在規格化されていないので，本研究では JIS A 1404 の建築用セメント防水剤試験方法に準拠し，10 cm×10 cm×20 cmのコンクリート角柱供試体を作成し，試験を行った。供試体は成形後48時間経て脱型し，その後19日間温度20 ℃ 湿度80%以上の恒温恒湿室にて養生した後，温度80℃ で一定重量になるまで乾燥し，その時の重量を求めた後，供試体の下部5 cmが常に水に浸るようにしながら，恒温恒湿室に放置し，1時間，5時間，24時間経過するごとに，供試体を取り出し，手早く浸水部分の水分をふきとり，ただちに重量を求め，増加重量と，乾燥重量の比を求めた。吸水量試験は単位セメント量 300kg/m³ についてのみ行った。

（iv）接着強度試験

第1図に示すような型枠内に半分プレーンコンクリートを打設し，2週間気乾養生後，P_{NR}, P_{NF} 混入コンクリートを打ち継ぎ，さらに2週間気乾養生後，万能試験機を用いて引張試験を行い接着強度を求めた。接着強度試験は単位セメント量 300kg/m³ についてのみ行った。



第1図　接着強度試験の概略図

4. 実験結果と考察

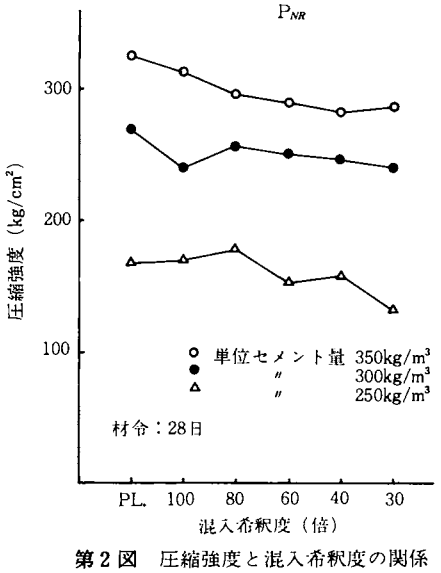
第4表,第2図～第5図はプレーンコンクリート,および P_{NR}, P_{NF} 混入コンクリートの4週圧縮強度および引張強度を示す。図表中，PL はプレーンコンクリートを，100，80，60，40，30 は P_{NR}, P_{NF} とも，それぞれの100倍，80倍，60倍，40倍，30倍希釈液使用を示す。（以下の図表にても同じ）また第5表にプレーンコンクリートに対する P_{NR}, P_{NF} 混入コンクリートの強度比を示した。

圧縮試験については P_{NR} 混入コンクリートでは，使用セメント量の好何にかかわらず，希釈濃度が高くなると，やや強度が低下するが，その割合はプレーンコンクリートの89～97%とあまり大きくはない。

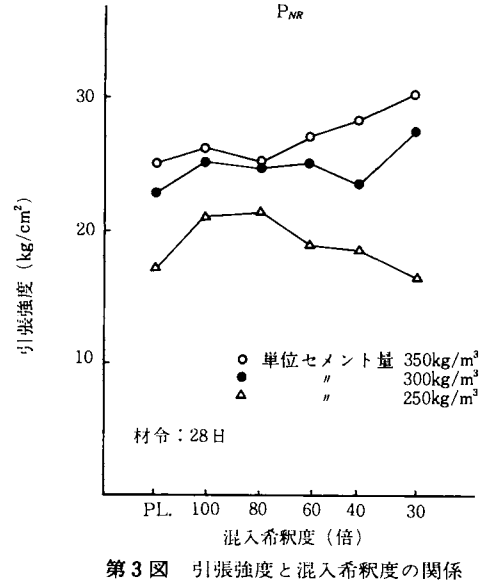
第4表　強度試験結果

単位セメント量		350kg/m³			300kg/m³			250kg/m³		
		σ_c	σ_t	σ_c/σ_t	σ_c	σ_t	σ_c/σ_t	σ_c	σ_t	σ_c/σ_t
P_{NR}	30	288	30.4	10.2	241	27.7	8.7	136	16.6	8.2
	40	283	28.3	12.5	248	23.8	10.4	160	18.7	8.6
	60	290	27.2	10.7	252	25.2	10.0	155	19.0	8.2
	80	297	25.4	11.7	258	24.9	10.4	180	21.5	8.4
	100	314	26.4	11.9	241	25.3	9.5	171	21.0	8.1
P_{NF}	30	308	25.3	12.2	240	24.9	9.6	155	17.9	8.7
	40	300	26.8	11.2	250	22.3	11.2	161	18.0	8.9
	60	324	31.0	10.5	266	23.3	11.4	168	17.4	9.7
	80	298	27.2	11.0	260	21.7	12.0	177	17.9	9.9
	100	323	28.7	11.3	265	24.5	10.8	184	19.6	9.4
PL.		325	25.3	12.8	270	23.0	11.7	168	17.3	9.7

強度単位：kg/cm²



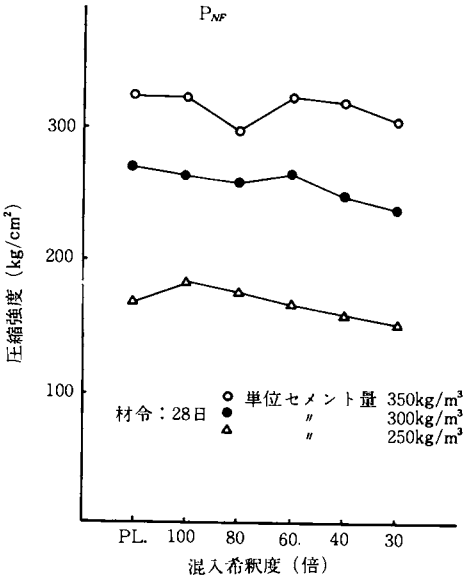
第2図　圧縮強度と混入希釈度の関係



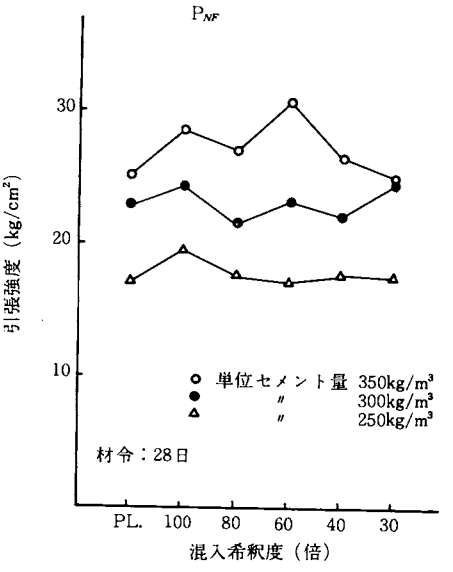
第3図　引張強度と混入希釈度の関係

一方引張強度は，第3図に示す P_{NR} 混入コンクリートの場合は使用セメント量の少ない250kg/m³では，100倍，80倍希釈のようにポリマー量の少ないときはプレーンコンクリートより20%程度強度は高くなるが，ポリマー量が多くなると次第に下る傾向にある。しかしプレーンコンクリートの引張強度よりも低下することはない。一方，使用セメント量300，350kg/m³ではポリマー混入度が大きくなると引張強度は増加し，30倍希釈ではプレーンコンクリートよりも20%程度引張強度は大きくなっている。

P_{NF} 混入コンクリートでは第4図に示すように，P_{NR} 混入コンクリートと同様に，ポリマーの混入



第4図　圧縮強度と混入希釈度の関係



第5図　引張強度と混入希釈度の関係

第5表　強度化（プレーンとの比）

単位セメント量		350kg/m³		300kg/m³		250kg/m³	
		σ_c	σ_t	σ_c	σ_t	σ_c	σ_t
PL.		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
P_{NR}	30	0.89	1.20	0.89	1.20	0.81	0.96
	40	0.87	1.13	0.92	1.03	0.95	1.08
	60	0.89	1.08	0.93	1.10	0.92	1.10
	80	0.91	1.00	0.96	1.08	1.07	1.24
	100	0.97	1.04	0.89	1.10	1.02	1.21
P_{NF}	30	0.95	1.00	0.89	1.08	0.92	1.03
	40	0.92	1.06	0.93	0.97	0.96	1.04
	60	1.00	1.23	0.99	1.01	1.00	1.01
	80	0.92	1.08	0.96	0.94	1.05	1.03
	100	0.99	1.13	0.98	1.07	1.10	1.13

第6-1-1表　乾燥収縮量

単位セメント量 350kg/m³

		7 days	28 days	56 days
P_{NR}	100	0.0177%	0.0187%	0.0210%
	80	0.0160	0.0182	0.0192
	60	0.0165	0.0183	0.0198
	40	0.0153	0.0191	0.0199
	30	0.0177	0.0179	0.0193
P_{NF}	100	0.0187	0.0194	0.0216
	80	0.0185	0.0190	0.0215
	60	0.0182	0.0186	0.0216
	40	0.0172	0.0188	0.0210
	30	0.0176	0.0180	0.0189
PL.		0.0219	0.0228	0.0265

度が増加すると圧縮強度は小さくなり，30倍希釈ではプレーンコンクリートに比べて5～10%程度の強度低下となる。一方第5図に示すように，引張強度は P_{NF} を加えても，P_{NR} の場合ほど増加しないようである。

第6表，第6図～第11図は乾燥収縮試験の結果を示したものである。これらの表および図より P_{NR}，P_{NF} を混入することによって乾燥収縮ひずみは20～30%小さくなっていることがわかる。また各配合ともほぼ同程度の収縮ひずみを示しており，P_{NR}，P_{NF} とも2，3の例外はあるが，ポリマー混入度の増加にしたがって収縮は小さくなっていることがわかる。

第6-1-2表 乾燥収縮比（プレーンとの比）
単位セメント量 350kg/m³

		7 days	28 days	56 days
P_{NR}	100	0.81	0.82	0.79
	80	0.73	0.80	0.72
	60	0.75	0.80	0.74
	40	0.70	0.84	0.75
	30	0.78	0.79	0.73
P_{NF}	100	0.85	0.85	0.82
	80	0.84	0.82	0.83
	60	0.83	0.82	0.82
	40	0.78	0.82	0.76
	30	0.80	0.79	0.71
PL.				

第6-2-1表 乾燥収縮
単位セメント量 300kg/m³

		7 days	28 days	56 days
P_{NR}	100	0.0163%	0.0180%	0.0195%
	80	0.0155	0.0173	0.0192
	60	0.0166	0.0173	0.0188
	40	0.0156	0.0161	0.0169
	30	0.0159	0.0166	0.0172
P_{NF}	100	0.0170	0.0180	0.0222
	80	0.0172	0.0188	0.0220
	60	0.0165	0.0183	0.0201
	40	0.0175	0.0185	0.0210
	30	0.0163	0.0173	0.0209
PL.		0.0213	0.0236	0.0277

第6-2-2表（プレーンとの比）
単位セメント量 300kg/m³

		7 days	28 days	56 days
P_{NR}	100	0.77	0.76	0.70
	80	0.73	0.73	0.69
	60	0.78	0.73	0.68
	40	0.73	0.68	0.61
	30	0.75	0.70	0.62
P_{NF}	100	0.80	0.81	0.80
	80	0.81	0.80	0.79
	60	0.77	0.77	0.73
	40	0.82	0.78	0.76
	30	0.77	0.74	0.75
PL.				

第6-3-1表 乾燥収縮
単位セメント量 250kg/m³

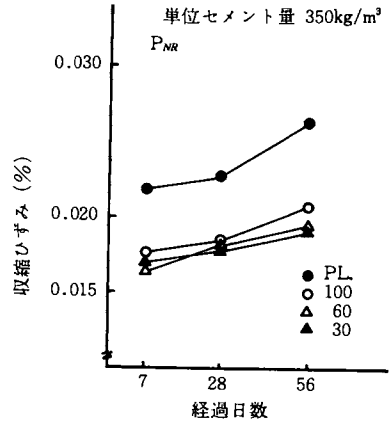
		7 days	28 days	56 days
P_{NR}	100	0.0176%	0.0200%	0.0223%
	80	0.0173	0.0211	0.0213
	60	0.0181	0.0191	0.0211
	40	0.0180	0.0181	0.0195
	30	0.0158	0.0183	0.0201
P_{NF}	100	0.0170	0.0189	0.0219
	80	0.0159	0.0182	0.0185
	60	0.0163	0.0193	0.0208
	40	0.0165	0.0177	0.0199
	30	0.0167	0.0183	0.0206
PL.		0.0224	0.0255	0.0280

第7表，第12図～第13図は吸水量試験の結果を示す。第12図，第13図より，1時間後の吸水量は，プレーンコンクリートに対する百分率で，P_{NR} 混入希釈では60%，100倍希釈では83%，P_{NF} 混入30倍希釈では58%，100倍希釈では77%となり，24時間後では，P_{NR} 30が66%，P_{NR} 100が91%，P_{NF} 30が55%，P_{NF} 100が72%となった。このように P_{NR}，P_{NF} 混入コンクリートは，コンクリートの吸水量を減らすのに効果的である。また第12図より明らかなように，ポリマー混入度にほぼ比例して吸水率が小さくなっている。さらに第12図と第13図を比較すると，P_{NR} 混入コンクリートよりも，P_{NF} 混入コンクリートの方が吸水率が小さくなり，高い防水効果をもつと考えられる。

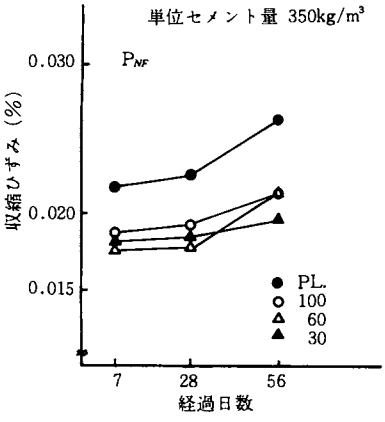
第-6-3-2表　（プレーンとの比）

単位セメント量 250kg/m³

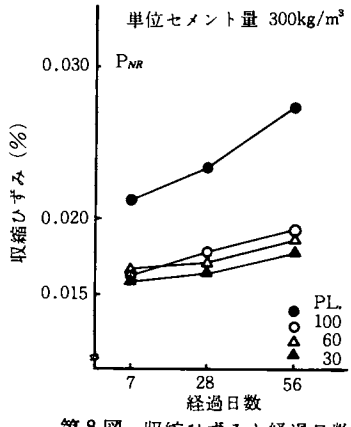
		7 days	28 days	56 days
P_{NR}	100	0.79	0.78	0.80
	80	0.77	0.83	0.76
	60	0.81	0.75	0.75
	40	0.80	0.71	0.70
	30	0.71	0.72	0.72
P_{NF}	100	0.76	0.74	0.78
	80	0.71	0.71	0.66
	60	0.73	0.76	0.74
	40	0.75	0.69	0.71
	30	0.75	0.72	0.74
PL.				



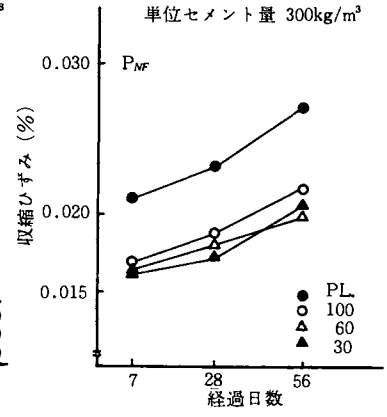
第6図　収縮ひずみと経過日数の関係



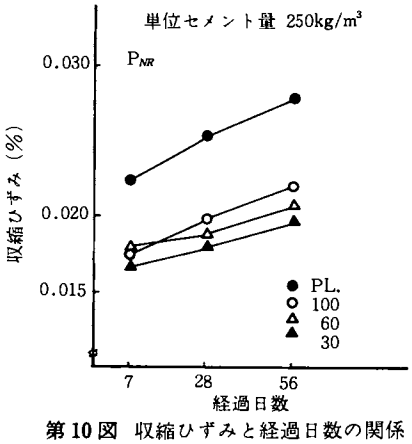
第7図　収縮ひずみと経過日数の関係



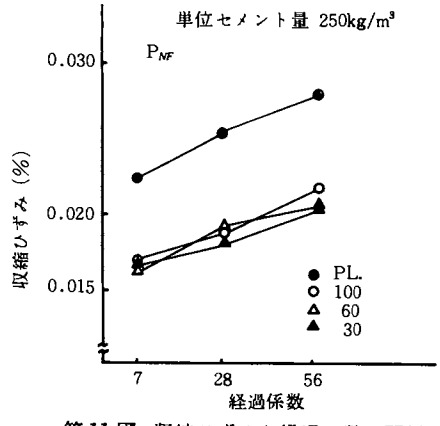
第8図　収縮ひずみと経過日数の関係



第9図　収縮ひずみと経過日数の関係



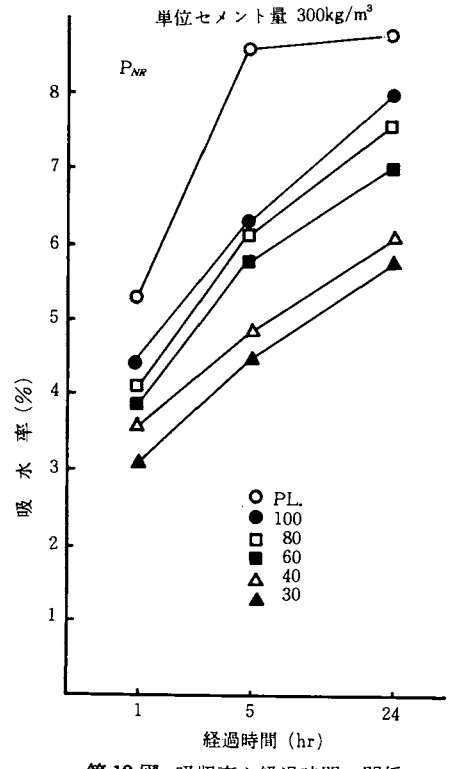
第10図　収縮ひずみと経過日数の関係



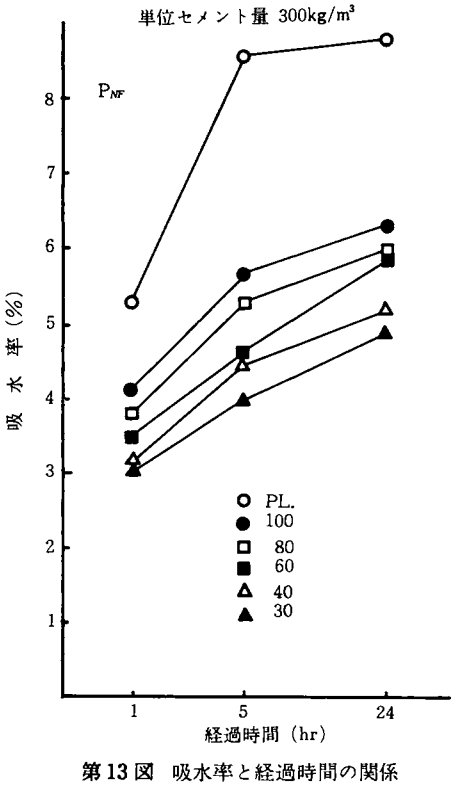
第11図　収縮ひずみと経過日数の関係

第7表 吸 水 率

		1 hour	5 hours	24 hours
P_{NR}	100	4.4%	6.3%	8.0%
	80	4.1	6.1	7.5
	60	3.9	5.8	7.0
	40	3.6	4.8	6.1
	30	3.1	4.5	5.7
P_{NF}	100	4.1	5.7	6.3
	80	3.8	5.3	5.9
	60	3.4	4.6	5.8
	40	3.2	4.4	5.2
	30	3.0	3.9	4.8
PL.		5.3	8.6	8.8



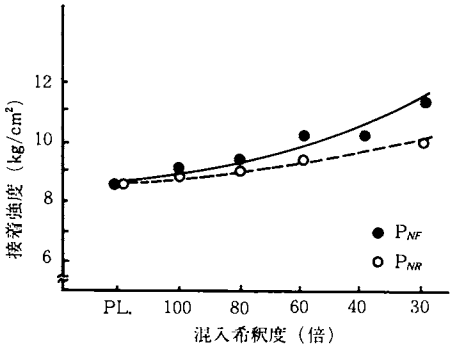
第12図 吸収率と経過時間の関係



第13図 吸水率と経過時間の関係

第8表 接 着 強 度

		接着強度 (kg/cm²)	接着強度比
P_{NF}	100	9.2	1.07
	80	9.5	1.10
	60	10.3	1.12
	40	10.3	1.12
	30	11.4	1.33
P_{NR}	100	8.8	1.02
	80	9.0	1.05
	60	9.5	1.10
	40	—	—
	30	10.0	1.16
PL.		8.6	—



第14図　混入希釈度と接着強度の関係

第8表および第14図は接着強度試験結果を示す。いずれのコンクリートもポリマー混入度が高くなるにつれて接着強度が増加し，P_{NR} 混入30倍希釈ではプレーンコンクリートの16%，P_{NF} 混入30倍希釈では33%の接着強度の増加を示した。第14図より明らかなように，全体として，P_{NF} 混入コンクリートの方が，P_{NR} 混入コンクリートよりも接着強度が大きく，両者間の差はポリマー混入度の増加とともに大きくなっている。

5. まとめ

以上の結果まとめると，つぎのようである。

(1) 圧縮強度は，P_{NR}，P_{NF} 混入コンクリートとも10%前後プレーンコンクリートに対して低下する。

(2) P_{NR} 混入コンクリートでは引張強度を増加させ，その値は最大で20%増である。しかし P_{NF} 混入コンクリートではあまりかわらない。

(3) P_{NR}，P_{NF} 混入コンクリートは乾燥収縮が小さくなり，その値はプレーンコンクリートに対して，P_{NR}，P_{NF} はだいたい70～80%の値を示した。

(4) P_{NR}，P_{NF} 混入コンクリートの吸水率はポリマーの混入量が多いほど小さく，プレーンコンクリートの55～91%の値を示し，混入度によってはかなり高い防水性が期待される。

(5) P_{NR}，P_{NF} 混入コンクリートは接着強度が大きく，コンクリートの打ち継ぎ等に効果が期待される。その値はプレーンコンクリートを打ち継いだ場合よりも，P_{NR} 混入コンクリートで，16%増，P_{NF} 混入コンクリートで最大33%増となった。

従ってポリプロピレン系混和剤を用いたコンクリートにおいても，従来ポリマーセメントコンクリート（モルタル）の特色としてあげられている引張強度の増加，防水性の改良，乾燥収縮が小さくなる，コンクリートやモルタルへの接着力が増大するなどの性質を示し，ポリプロピレン系混和剤を用いても従来のポリマーと同様の効果を得ることができる。

参考文献

1）波木守　大浜嘉彦；「プラスチックコンクリート」高分子刊行会
2）岡田清；「プラスチックコンクリートの問題点」コンクリートジャーナル Vol.7 No.8 1969
3）渡辺敬三，矢野瑞穂；「各種混和剤入りモルタルの性状」セメントコンクリート No.303 1972
4）河野俊夫；「プラスチックコンクリート」建築技術　1972，3
5）河野俊夫；「ポリマーセメントモルタルおよびコンクリートの持性」コンクリートジャーナル Vol.11 No.4 1973
6）Jacob M. Geist, Servo V. Amagra. Brian B. Meller; "Improved portland Cement Mortars with Polyvinyl Acetate Emulsions" Industrial and Engeneering Chemistry Vol.45 No.4 1953
7）Juraj Gebaner, Roberd W. Coughlin; "Preparation Properties and Corrosion Resistance of Composites of Cement Mortar and Orgahic Polymers" Cement and Concrete Research. Vol.1 No.2 1971
8）Stamatia A Frondiston-Yanns. Surendra P. Shah; "Polymer Latex Modified Mortar" ACI Journal Jan. 1972

（昭和52年10月31日受理）