

九州大学 工学部 徳 光 善 治

○ 石 川 達 夫

中 村 宗 喜

1. まえがき

モルタルまたはコンクリートの水密性を高める目的で用いられる混和材料を防水剤と呼んでいる。モルタルまたはコンクリートの透水および吸水はモルタルまたはコンクリートの内部に水路となる空げきができるためであり、防水剤と呼ばれるものは、これらの空げきができることを防止するものか、空げきをきわめて微細なものに分散させるものでなければならない。

しかし実際のコンクリート構造物の漏水の原因はコンクリートに生ずるクラックや豆板などによることが多いものである。したがって水密性を高めるためには、クラックや豆板を生じないように設計、施工をすることが大事なことであり、それと同時に防水剤を併用することが水密性を高めることに効果あることである。

防水剤は次の項目のうち一つあるいは一つ以上の効果を挙げる目的でつくられている。

- 1) まだ固まらないコンクリート中の空げきの充てんおよびその分散細微化。
- 2) コンクリートのワーカビリティを高め、打込み時にできる空げきを少なくし、かつ硬化乾燥後に空げきとなる水量を少なくする。
- 3) セメントの水和を促進させる。
- 4) セメントの水和反応によつて生ずる可溶性物質の溶出を防ぎ、さらに不溶性または発水性塩類を形成させる。
- 5) コンクリート内部に不透水層または発水性膜を形成させる。

それらを成分的にみると

- a) 塩化カルシウム系 b) けい酸ソーダ系 c) けい酸質粉末系 d) 脂肪酸系
- e) パラフィン系 f) 高分子エマルジョン系

などである。

このうちけい酸質粉末系のもの2種類についてモルタルの透水試験を行なつたのでその結果について報告する。

2. 試験方法

けい酸質粉末系のものは、モルタルまたはコンクリート中の細かい空げきを充てんし、さらにセメントの水和によつて生じた水酸化カルシウムと結合してけい酸カルシウムをつくり透水に対する抵抗性を与えようとしたものである。

試験方法は、建築用セメント防水剤の試験方法(JIS A 1404)に準じて行なつた。

使用材料

セメント：普通ポルトランドセメント

砂：豊浦標準砂および相馬標準砂

A E 剤：ヴィンソル

防水剤：混和剤 A および B

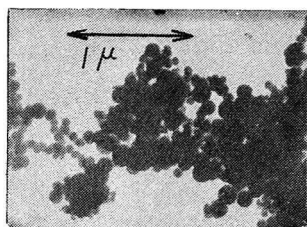
	比 重	ブ レ ー ン
混 和 剤 A	2.2	-
混 和 剤 B	2.7	4250

表 - 1 混和剤の物理試験結果

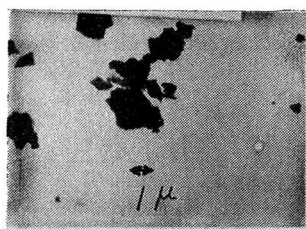
混和剤 A および B の物理および化学試験結果を表 - 1、2 に、顕微鏡写真を写真 - 1 に示す。(%)

	Ig.loss	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O
混和剤 A	4.13	85.94	0.96	0.72	1.59	1.64	2.59	1.83	0.62
混和剤 B	5.59	68.14	3.18	12.12	1.82	3.06	2.44	0.11	0.56

表 - 2 混和剤の化学分析結果



混和剤 A



混和剤 B

写真 - 1 混和剤の顕微鏡写真

試験は表 - 3 に示すような 5 種類の配合について行なった。

配 合	混和剤の種類	A E 剤	砂
I	-	-	豊浦砂
II	混和剤 B (セメント量の 6%)	-	"
III	混和剤 A (セメント量の 6%)	-	"
IV	"	ヴィンソル (規定量)	"
V	"	-	相馬砂 豊浦砂 6 4

表 - 3 試験に用いた配合の種類

3 試験結果

3 - 1 凝結試験および安定性試験

これらの配合のモルタルについてセメントの物理試験方法 (JIS R 5201) にしたがって

凝結試験および安定性試験を行なった結果を表 - 4 に示す。

混和剤の種類	凝 結 試 験			安定性試験
	水セメント比	始 発	終 結	
無 添 加	25.8 %	2 ^h 52 m	4 ^h 23 m	良
混和剤 B (セメント量の 6%)	28.8	248	425	良
混和剤 A (セメント量の 6%)	28.8	244	414	良
混和剤 A (セメント量の 6%) + A E 剤 (規定量)	28.8	230	405	良

表 - 4 凝結および安定性試験

3-2 強さ試験

強さ試験は試験用セメントと試験用砂を1:3（重量比）に混合し、水量はフロー試験値 160 ± 2 より決定する。なお供試体は成形後48時間で脱型し19日間温度 $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、湿度92%の養生室内に養生し、さらに常温の室内に7日間放置した後、強さ試験を行なった。これらの結果を表5、6に示す。

配 合	セメント	砂	混 和 剤	水 量	水セメント比	フ ロ ー 値
I	400 g	1,200 g	- g	335 cc	83.7 %	161 mm
II	400	1,200	24	334	83.5	158
III	400	1,200	24	325	81.3	160
IV	400	1,200	24+0.24cc ^{AE剤}	307	76.7	150
V	400	1,200	24	215	53.7	161

表-5 フロー試験結果

配 合	曲 げ 強 度 (Kg/cm^2)		圧 縮 強 度 (Kg/cm^2)	
	7 日 米	28 日	7 日 米	28 日
I	378	422	156	267
II	375	451	156	274
III	395	451	150	278
IV	380	431	141	268
V	526	504	287	469

* 48時間で脱型その後養生室で養生した

表-6 強さ試験結果

3-3 吸水試験

供試体は強さ試験と同様のものを用い、成形後48時間で脱型し、その後19日間温度 $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、湿度92%の養生室内に養生しさらに、常温の室内に7日間放置した後吸水試験を行なった。供試体を約 80°C で一定重量になるまで乾燥し、その重量を乾燥時の重量とする。次に供試体のふめこみ面を下面とし下部2cmを常に浸水させながら、温度 $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、湿度92%の養生室内に置いて1時間、5時間および24時間経過するごとの重量を吸水時の重量とし吸水量および吸水比は次の式で用いる。

$$\text{吸水量 (g)} = \text{吸水時の重量 (g)} - \text{乾燥時の重量 (g)}$$

$$\text{吸水比} = \frac{\text{防水剤を混合したものの吸水量 (g)}}{\text{防水剤を混合しないものの吸水量 (g)}}$$

各配合について3個の供試体を用いた。

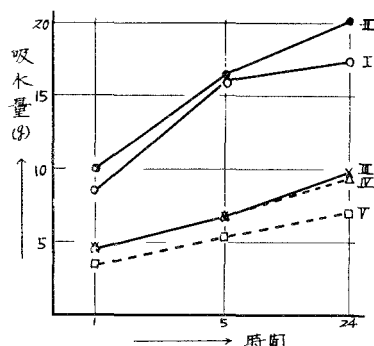
これらの結果を表-7、図-1に示す。

	1 時 間		5 時 間		24 時 間	
	吸水量 ^g	吸水比 [%]	吸水量 ^g	吸水比 [%]	吸水量 ^g	吸水比 [%]
I	83	100	160	100	172	100
II	100	120.5	162	101.3	200	116.3
III	45	54.2	67	41.9	97	56.4
IV	45	54.2	68	42.5	90	52.3
V	32	38.6	52	32.5	67	39.0

3-4 透水試験

内径15cm、内高4cmの金属製型枠を用いて強さ試験と同様の配合、水量で供試体を作つた。脱型、養生については強さ試験、吸水試験と同様に行なつた。各配合について3個の供試体を用い、3kg/cm²の水圧をかけて1時間、5時間、および24時間の透水量を測定した。

図-1
吸水試験結果



透水量 = 各測定時間まで3kg/cm²の水圧をかけた直後の重量(g) + 供試体を通じた水の重量(g) - 乾燥時の重量(g)

$$\text{透水比} = \frac{\text{防水剤を混合したものの透水量}(g)}{\text{防水剤を混合しないものの透水量}(g)}$$

これらの結果を表-8、図-2に示す。

表-8

透水試験結果

	1 時 間		5 時 間		24 時間	
	透水量	透水比	透水量	透水比	透水量	透水比
I	10.0	1.00	37.5	1.00	53.1	1.00
II	6.8	0.68	26.4	0.70	37.5	0.71
IV	18.3	96.3	37.3	99.5	57.4	107.5
V	6.8	35.8	10.3	27.5	14.0	26.2

配合I、IIの各1本と配合IVの3本の供試体が

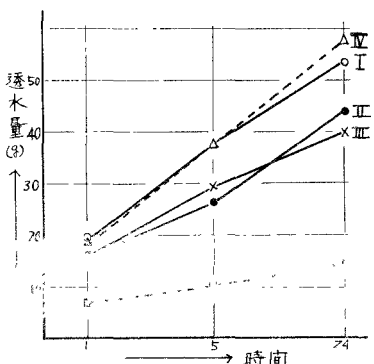
24時間で通過して透水した。それらについて透水

係数を求めると配合I $k = 8.7 \times 10^{-9}$ 配合II

$k = 0.94 \times 10^{-9}$ 配合IV $k = 6.05 \times 10^{-9}$

4.7×10^{-9} 0.76×10^{-9} cm/secであつた。

図-2
透水試験結果



4 む す び

普通に打込まれたモルタルはもともと水密性の高いものであり、それに防水剤を加えて、さらに水密性を高めても比較試験として明確に結果が表われないことが多い。供試体数が少ないが、けい酸塩粉末系の2種類の混和剤について水密性の試験を行なつた結果をまとめると次のようになる。

- 1) 混和剤A、Bともに無添加のものに較べて水密性の向上がみられる。
- 2) 水セメント比を減らすことにより水密性を高めることができる。
- 3) A剤を加えたものは透水量が増え、空気運行為により生じた内部微気泡の影響かと思われる。
- 4) 混和剤Aは形状が球形のためか(写真-1)減水効果もあるようである。