

## 무기질 혼화재를 이용한 콘크리트용 구체방수재의 개발

한천구<sup>1)</sup> · 박상준<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>청주대학교 건축공학과

(2001년 2월 2일 원고접수, 2001년 10월 20일 심사완료)

### Development of Self Waterproofing Admixture for Concrete Using Inorganic Admixture

Cheon-Goo Han<sup>1)</sup>, and Sang-Joon Park<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup> Department of Architectural Engineering, Chongju University, Chongju, 360-764, Korea

(Received February 2, 2001, Revised September 20, 2001)

#### ABSTRACT

The watertight property of concrete was examined, that is affected by the sort of self waterproofing admixture and the change of the addition ratio of admixture. Various self waterproofing admixtures were made by changing the mixing ratio of silica fume, zinc stearate and silica sand. The result showed as follows. As the adding ratio of self waterproofing admixture increases, the fluidity is increased and the setting time is delayed. While compressive strength of concrete with self waterproofing admixture A which is currently using is increased until the adding ratio of self waterproofing admixture reached 18 kg/m<sup>3</sup> and decreased over 24 kg/m<sup>3</sup>, that with self waterproofing admixture B, C and D which are developed are higher than that of A. Absorption is decreased as the adding ratio of self waterproofing admixture and the increasing of age in concrete. Especially, when self waterproofing admixture has a lot of zinc stearate, absorption is decreased manifestly. The property of permeability is similar to that of absorption; permeability is decreased as the adding ratio of self waterproofing admixture and the increasing of age in concrete.

Consequently, when the ratio of silica fume, zinc stearate and silica sand in self waterproofing admixture is 1 : 2 : 1 and addition ratio of self waterproofing admixture is 6 kg/m<sup>3</sup>, the high quality concrete is obtained comparing to the concrete with existent self waterproofing admixture.

**Keywords : inorganic admixture, absorption, permeability, self waterproofing admixture**

## 1. 서 론

### 1.1 연구목적

콘크리트 구조물을 설계·시공함에 있어 시공자 및 사용자에게 부딪치는 어려운 문제점 중의 하나는 방수에 대한 대책 마련이다. 이와 같은 방수문제를 해결하기 위한 대책으로는 기존에 알려진 멤브레인 방수<sup>1)</sup>, 도막방수 등 여러 가지 종류의 방수재료나 공법이 있으나, 최근에는 구조체 자체의 흡수성 및 투수성능을 현저하게 감소시켜 치밀하게 한 구체방수공법<sup>2,3,4,5)</sup>이 각광을 받고 있다.

그러므로, 본 연구에서는 이미 발표된 시멘트 모르타르 단계의 실험결과<sup>6)</sup>를 기초로 실리카흙(이하 SF라 칭함), 스테아린산 아연(이하 ZS라 칭함) 및 규사(이하 SS라 칭함)의 혼합비를 변화시켜 구체방수재 시제품 개발안으로

가정한 후, 기존의 구체방수재를 사용한 콘크리트와 함께 구체방수재의 첨가량 변화에 따른 굳지 않은 콘크리트 및 경화 콘크리트의 제반 물성과 수밀특성을 비교·분석함으로써 성능이 우수하고, 경제적인 구체방수재를 개발하고자 하는 것이 본 연구의 목적이다.

### 1.2 연구배경 및 범위

본 연구의 구체방수재 개발안은 SF : ZS : SS를 각각 중량으로 일정비를 혼합하여 기존의 구체방수재 사용 콘크리트와 제반물성을 비교·분석하는 것으로 계획하였는데, 이는 Table 1에서와 같이 기존의 시멘트 모르타르 연구결과<sup>6)</sup>에서 ZS의 경우 수밀성은 우수하나, 분산성이 저하되어 시공이 어렵고, SF는 분산성능과 공극충전 효과가 양호한 반면, 가격이 고가인 특성이 있다.

따라서, ZS의 분산성과 SF의 경제성을 동시에 보완할 수 있을 것으로 예상되는 SS를 일정비율로 혼합하는 것을 본 연구의 범위로 하였다.

\* Corresponding author

Tel : 031-250-1122 Fax : 031-250-1131

E-mail : concrete@mail.dwconst.co.kr

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 Table 2와 같다. 즉, 배합사항으로 W/B는 55% 1개 수준으로 고정하고, plain에서의 목표 슬럼프치  $15 \pm 2.5$  cm, 목표 공기량  $4.5 \pm 1.5$  %를 만족하는 범위로 하여 전 배합에 동일하게 적용하였다.

구체방수재의 비교실험으로 먼저, A에서는 시중에 유통되고 있는 구체방수재를 구입하여, 표준 사용량인  $12 \text{ kg/m}^3$ 와 6, 18,  $24 \text{ kg/m}^3$ 의 4개 수준으로 첨가하고, B, C, D의 구체방수재 개발안은 SF : ZS : SS의 혼합비율을 각각 변화시킨 것으로, A에서 사용하는 방수재의 사용량 변화와 동일하게 변화시키는 총 17배치를 실험계획 하였다.

실험사항으로 먼저 굳지 않은 콘크리트에서는 슬럼프, 슬럼프 플로우, 공기량 및 단위용적중량, 응결시간 등을 측정하고, 경화상태에서는 압축강도(7일, 28일, 91일), 흡수, 투수시험(28일, 91일, 180일) 및 건조수축에 의한 길이 변화 특성을 측정하도록 계획하였다. 콘크리트의 배합은 Table 3과 같다.

### 2.2 사용재료

본 실험에 사용한 시멘트는 국내산 보통포틀랜드 시멘트를 사용하고, 잔골재는 충북 청원군 미호천산 강모래를 사용하였으며, 굵은 골재는 충북 옥산면산 20 mm 쇄석을 사용하였는데, 그 물리적 성질은 Table 4, 5와 같다. 기존 구체방수재는 국내 S사 제품을 사용하였는데, 그 화학적 구성성분은 Table 6과 같고, 개발안으로 가정한 구체방수재에 사용한 SF는 노르웨이산, ZS는 국내 S사 제품을

Table 1 A background of study

Mixtype	SF:ZS:SS	Watertightness	Dispersiveness	Cost
B	1 : 1 : 1	Low	Excellent	Inexpensive
C	1 : 2 : 1	Ordinary	Ordinary	Ordinary
D	1 : 4 : 1	Excellent	Low	Expensive

Table 2 Design of experiment

Mixt. type	W/B (%)	Mixture condition	Waterproofing admixture contents(kg/m <sup>3</sup> )	Items of test
Plain		non-addition	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>Slump</li> <li>Slump flow</li> <li>Air contents</li> <li>Unit weight</li> <li>Setting time</li> <li>Com. strength</li> <li>Absorption</li> <li>Permeability</li> <li>Dry shrinkage</li> </ul>
A	55	Existent waterproofing admixture	6	
B		SF:ZS:SS = 1 : 1 : 1	12	
C		SF:ZS:SS = 1 : 2 : 1	18	
D		SF:ZS:SS = 1 : 4 : 1	24	

사용하였고, SS는 국내 D사 제품을 사용하였는데, 각 재료의 물리 및 화학적 성질은 Table 7~9와 같다.

### 2.3 실험방법

실험방법으로 콘크리트의 혼합은 강제식 팬믹서를 사용하여 3분간 비빔 하는 것으로 하였다. 굳지 않은 콘크리

Table 3 Mix proportions of concrete

Mixt. type	W/B (%)	W (kg/m <sup>3</sup> )	S/a (%)	AE/C (%)	Unit weight(kg/m <sup>3</sup> )			
					C	S	G	WA
Plain					336	702	1004	0
A-6	55	185	42	0.13	330	701	1003	6
A-12					324	700	1002	12
A-18					318	700	1001	18
A-24					312	699	1000	24
B-6					330	692	989	6
B-12					324	681	974	12
B-18					318	671	960	18
B-24					312	661	945	24
C-6					330	687	982	6
C-12					324	672	961	12
C-18					318	656	939	18
C-24					312	641	917	24
D-6					330	682	975	6
D-12					324	662	947	12
D-18					318	642	918	18
D-24					312	622	889	24

Table 4 Physical properties of cement

Specific gravity	Blaine (cm <sup>2</sup> /g)	Setting time(min.)		L.O.I (%)	Soundness (%)	Compressive strength(kgf/cm <sup>2</sup> )		
		Initial	Final			3D	7D	28D
3.15	3,415	236	340	0.6	0.06	244	303	389

Table 5 Physical properties of aggregates

Aggregates	Specific gravity	Fines modulus	Absorption ratio(%)	Unit weight (kg/m <sup>3</sup> )
Fine agg.	2.59	2.47	1.46	1,598
Coarse agg.	2.61	6.53	0.69	1,505

Table 6 Chemical properties of exiting self waterproofing admixture

CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>	Ig.loss	Total	f-CaO
46.54	14.92	32.27	0.17	0.78	0.14	4.01	1.05	99.88	15.90

Table 7 Physical and chemical properties of silica fume

Specific gravity	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	MgO	Na <sub>2</sub> O	Ig.loss
2.2	90.16	0.77	1.72	0.32	1.25	1.06	0.36	2.29

트의 실험으로 슬럼프는 KS F 2402의 규정에 의거 실시하였고, 슬럼프 플로우는 슬럼프 측정이 끝난 후, 최대직경과 이에 직교하는 직경의 평균치로 하였으며, 공기량 및 단위용적중량 시험은 KS F 2421 및 2409의 규준에 따라 실시하였다. 응결시간은 KS F 2436에 의거 실시하였다. 한편, 콘크리트 상태에서 No.4로 체가름 하여 채취한 모르타르의 투수량 시험은 KS F 2451의 규정에 의거 Fig. 1과 같이 실시하였고, 콘크리트의 투수시험은 Fig. 2의 시험장치(외압투수시험장치)를 이용하여 실시하였다. 길이변화시험은 KS F 2424 에 의거 실시하였다.

### 3. 실험결과 및 분석

#### 3.1 굳지 않은 콘크리트의 특성

Table 10은 방수재를 혼합한 굳지 않은 콘크리트의 실험결과이고, Fig. 3은 구체방수재 혼입량 변화에 따른 슬럼프, 슬럼프 플로우, 공기량 및 단위용적중량을 구체방수재의 종류별로 구분하여 나타낸 것이다.

Table 8 Physical and chemical properties of zinc stearates

Specific gravity	Color & shape	Zn contains (%)	Moisture (%)	Glass acid (%)	Melting point (°C)	325 mesh passing (%)
0.2	White powder	11.0	0.5	0.5	120	99.0

Table 9 Physical and chemical properties of silica sand

Specific gravity	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)
2.67	97.02	1.26	0.13

Table 10 Test results of fresh concrete

Mixt. type	Slump(cm)				Slump flow(cm)				Unit weight (kg/m <sup>3</sup> )	Air contents (%)
	0 (min)	30 (min)	60 (min)	90 (min)	0 (min)	30 (min)	60 (min)	90 (min)		
Plain	15.5	7.8	5.7	5.3	25.1	20.3	20.1	20.0	2,272	5.5
A- 6	16.5	12.8	9.3	7.2	27.5	22.4	21.6	20.5	2,264	5.4
A-12	17.0	11.2	7.8	7.0	30.4	21.0	20.9	20.3	2,258	4.8
A-18	21.3	13.5	8.5	7.7	33.0	23.6	20.6	20.0	2,254	4.3
A-24	20.3	10.2	6.6	6.2	32.4	20.3	20.8	20.5	2,252	4.3
B- 6	15.5	8.0	7.0	5.0	25.4	20.5	20.0	20.0	2,268	4.2
B-12	16.8	7.0	5.3	4.0	25.5	20.5	20.2	20.0	2,270	4.0
B-18	17.6	11.5	8.4	7.0	25.9	22.5	20.9	20.4	2,265	3.8
B-24	19.7	15.0	9.1	7.7	29.5	23.8	21.5	20.5	2,260	3.0
C- 6	15.5	9.0	8.5	6.3	25.9	21.3	20.8	20.5	2,269	3.3
C-12	15.7	8.1	7.4	5.7	26.0	21.2	21.2	20.6	2,271	3.0
C-18	17.7	15.0	11.8	8.5	26.4	25.8	22.6	21.3	2,268	2.9
C-24	17.9	10.5	9.0	7.2	27.4	22.5	21.0	20.9	2,265	2.7
D- 6	16.5	9.3	6.0	5.5	24.8	21.4	20.6	20.2	2,280	3.1
D-12	17.8	9.4	8.5	5.5	27.3	22.2	20.6	20.0	2,265	2.9
D-18	21.3	16.1	12.8	11.0	35.0	25.2	22.9	22.4	2,266	2.5
D-24	21.7	16.8	15.7	12.6	33.4	24.7	24.4	23.3	2,258	2.3

전반적으로 구체방수재의 혼입량이 증가할수록 슬럼프와 슬럼프 플로우는 증가하는 것으로 나타났다. 단, A에서는 슬럼프 및 슬럼프 플로우 값이 방수재 혼입량 18 kg/m<sup>3</sup> 까지 증가하나, 그 이후에는 감소하는 것으로 나타났다.

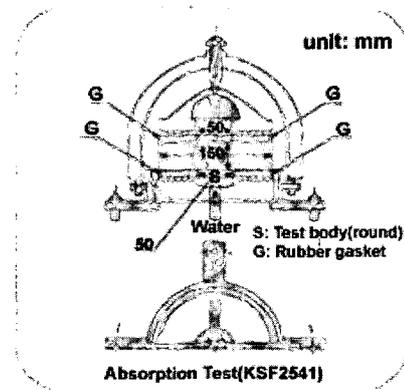


Fig. 1 Permeability test of mortar

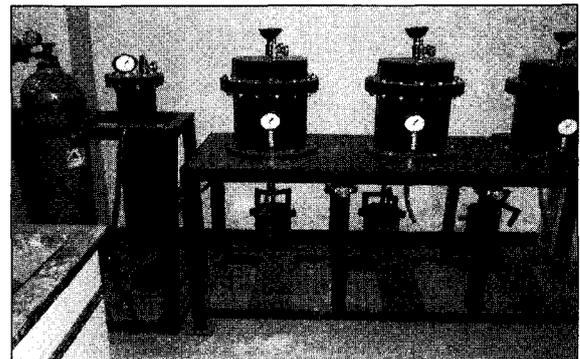


Fig. 2 Permeability test of concrete

한편, 공기량은 구체방수재의 혼입량 및 ZS의 첨가량이 증가하는 것일수록 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 325 mesh에 99% 이상 통과하는 미분말인 ZS의 공극충진효과에 기인한 결과로 분석된다. 단위용적중량은 공기량 감소에 따른 요인과 구체방수재의 비중차에 따른 요인 등의 복합으로 구체방수재 혼입량 18 kg/m<sup>3</sup>까지는 큰 변화가 없으나, 혼입량 24 kg/m<sup>3</sup>에서는 감소하는 것으로 나타났다.

Fig. 4는 슬럼프 및 슬럼프 플로우의 경시변화를 나타낸 것으로서 시간이 경과함에 따라 슬럼프와 슬럼프 플로우는 규칙적으로 감소하는 것으로 나타났는데, 특히 초기 30분까지의 감소경향이 급격하고, 그 이후에서는 다소 완만한 경향을 보이고 있다.

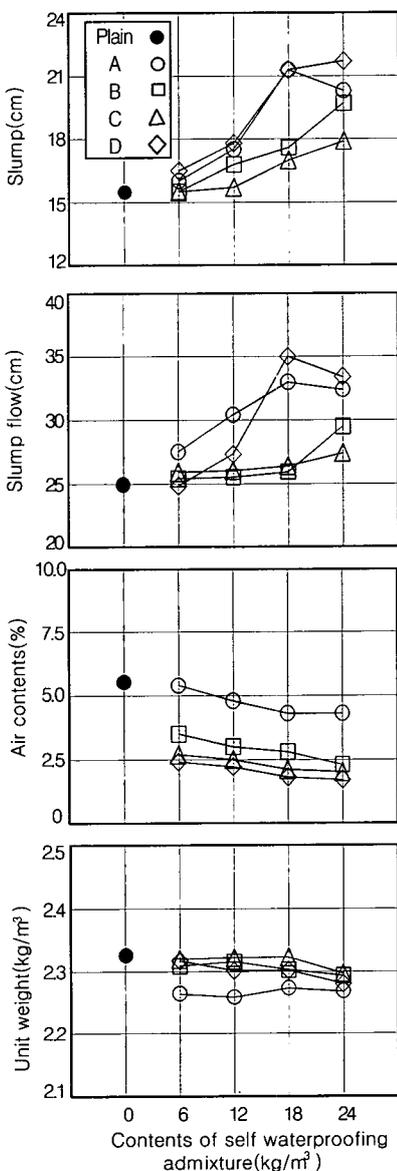


Fig. 3 Properties of fresh concrete

방수재 종류별로는, SF : ZS : SS의 혼합비가 1 : 2 : 1인 시제품 C의 경우가 다른 것에 비하여 경시변화 구배가 비교적 완만한 것으로 나타났다.

Fig. 5는 방수재 종류별 혼입량 변화에 따른 응결시간을 나타낸 것이다. 전반적으로 방수재 혼입량이 증가할수록 응결시간은 지연되는 경향을 보이고 있다. 즉, 구체방수재를 혼입하지 않은 Plain과 비교하였을 경우, 방수재 첨가량 24 kg/m<sup>3</sup>에서 기존 구체방수재 A는 각각 초결 390분, 종결 320분 정도씩 지연되었고, 시제품 B는 초결 160분, 종결 50분, C는 초결 280분, 종결 200분 정도씩 지연되는 것으로 나타났는데, 특히 자체로 발수 성능을 발휘하는 ZS의 혼입량이 가장 많은 D의 경우는 초결 760분, 종결

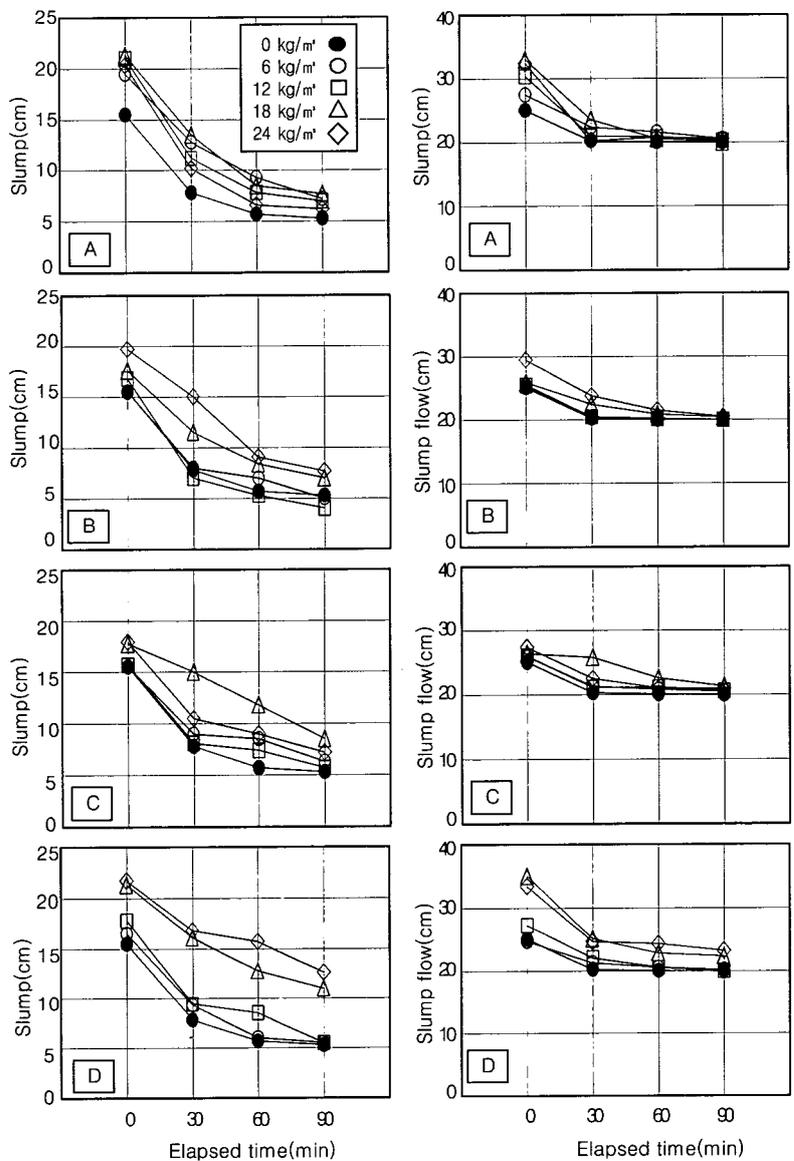


Fig. 4 Slump and slump flow properties by elapsed time

710분이 지연되므로써 본 연구범위에서는 가장 크게 지연 되는 것으로 나타났다.

### 3.2 경화 콘크리트의 특성

#### 3.2.1 강도특성

Table 11은 경화상태 콘크리트의 실험결과이고, Fig. 6은 방수재 종류별 혼입량 변화에 따른 7일, 28일 및 91일 재령에서의 압축강도를 나타낸 것이다. 재령 7일에서 B, C, D의 경우는 방수재 혼입량이 증가할수록 압축강도는 감소하는 것으로 나타났는데, 특히 ZS의 첨가량이 많은

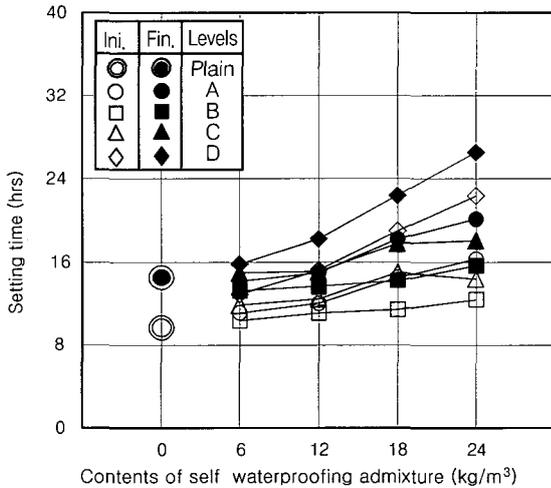


Fig. 5 Setting time properties of water tight concrete

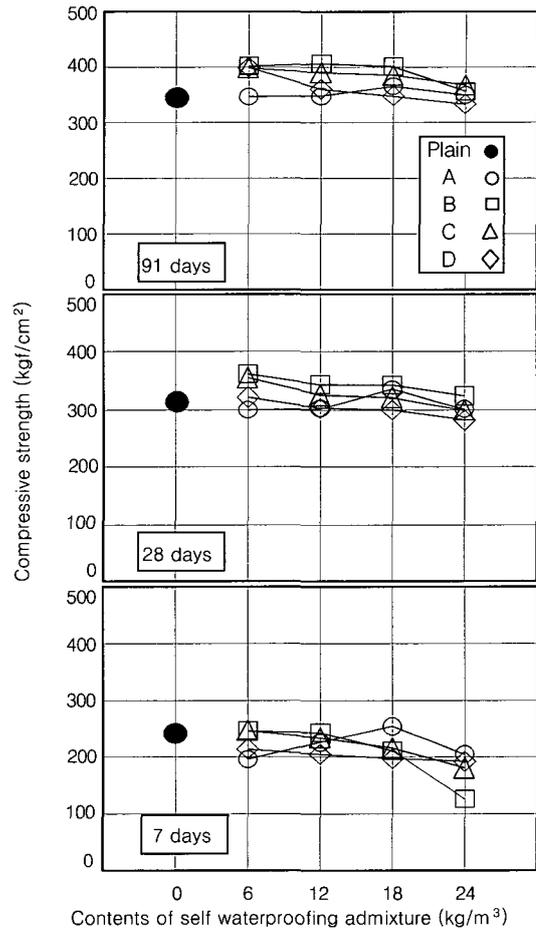


Fig. 6 Strength properties of water tight concrete

Table 11 Test results of hardened concrete

Mixt. type	Compressive strength (kgf/cm <sup>2</sup> )			Absorption contents(g)									Permeability contents(g)					
	7days	28days	91days	28 days			91 days			180 days			mortar			concrete		
				1hr	5hrs	24hrs	1hr	5hrs	24hrs	1hr	5hrs	24hrs	28days	91days	180days	28days	91days	180days
Plain	242	315	345	58.0	102.0	135.0	41	61	88	26	32	50	21	17.4	16	447	394	376
A-6	196	300	346	38.0	61.5	85.5	37	44	73	25	30	49	15	14.7	12	380	340	266
A-12	226	302	347	30.0	49.5	83.5	30	39	66	24	29	46	14	12.2	9	330	305	260
A-18	254	335	365	26.5	41.0	61.0	26	36	52	20	28	37	14	11.8	8	345	287	232
A-24	205	301	349	23.5	37.5	60.5	25	36	53	20	26	31	8	6.7	6	361	247	213
B-6	246	361	402	28.5	37.5	46.0	26	38	56	17	25	35	12	8.8	9	376	336	295
B-12	243	343	406	20.0	28.5	36.5	22	31	46	16	24	34	7	7.4	7	365	333	294
B-18	211	342	401	17.0	24.5	32.5	17	24	35	13	20	28	7	5.5	6	333	291	198
B-24	126	324	356	14.0	20.0	25.0	16	22	31	10	14	21	6	5.3	5	326	212	152
C-6	247	355	398	21.5	31.0	40.0	28	37	47	14	21	29	10	8.6	8	301	320	260
C-12	234	325	390	17.0	23.5	30.0	21	28	36	13	18	24	8	6.4	6	295	245	237
C-18	216	321	385	10.5	16.5	25.5	16	22	28	8	12	18	7	5.6	5	240	221	210
C-24	180	299	367	10.0	15.0	20.0	16	20	25	7	10	16	5	4.5	3	237	176	198
D-6	214	321	399	21.0	32.5	48.0	25	35	44	14	21	24	7	7.0	8	282	266	254
D-12	205	302	360	13.0	20.0	26.0	16	22	28	8	12	19	6	5.7	6	276	263	229
D-18	197	299	348	10.0	15.5	20.5	13	18	23	5	10	15	5	5.0	4	205	229	191
D-24	192	281	333	8.5	11.5	16.0	10	16	19	4	6	11	4	4.0	3	191	180	141

C와 D의 경우에서 더욱 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 ZS의 발수작용<sup>6,7)</sup>에 의한 수화작용의 저해 및 단위 시멘트량의 감소에 기인한 결과로 분석된다. 재령이 28일 및 91일인 경우는 구체방수재의 혼입량 18 kg/m<sup>3</sup>까지는 Plain보다 큰 값을 나타내고, 24 kg/m<sup>3</sup>에서는 유사한 것으로 나타났는데, 이는 포졸란 반응에 기인한 것으로 사료된다<sup>8)</sup>. 단, A의 압축강도는 재령 구분 없이 공히 방수재 혼입량 18 kg/m<sup>3</sup>까지는 증가하나, 24 kg/m<sup>3</sup>에서는 감소하는 것으로 나타났다.

### 3.2.2 수밀특성

먼저, 구체방수재를 혼합한 콘크리트의 흡수량은 Fig. 7에서와 같이 방수재의 혼입량이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났는데, 특히 B, C, D는 기존 구체방수재인 A에 비하여 현저히 작은 흡수량을 보이고 있다. 즉, 방수재의 사용량이 6 kg/m<sup>3</sup>이면서 SF : ZS : SS의 혼합비가 1 : 2 : 1 인 C의 흡수량은 재령 28일에서 A의 적정사용량 12 g/m<sup>3</sup>에

비하여 각각 8 g, 19 g, 44 g이 작은 것으로 나타났다. 또한, 재령 91일에서는 2 g, 2 g, 19 g이, 재령 180일에서는 각각 15 g, 23 g, 32 g이 작은 것으로 나타났다.

특히, 구체방수재의 주요성분 중 ZS의 첨가량이 증가하는 제품일수록 흡수량은 작아지는 경향을 보이고 있는데, 이는 ZS의 발수작용에 기인한 결과로 분석된다.

Fig. 8은 Fig. 7과 동일한 요령으로 굳지 않은 콘크리트를 No.4 체로 체가름 하여 채취한 모르타르 시료와 콘크리트 시료의 투수특성을 분석한 것이다. 모르타르나 콘크리트 공히, 재령이 경과하고, 방수재 혼입량 및 ZS의 첨가량이 증가하는 제품일수록 투수량은 감소하는 것으로 나타났다. 방수재 종류별로는 재령 91일이고, 구체방수재의 혼입량이 12 kg/m<sup>3</sup>일 때 ZS 성분을 함유하고 있는 B, C, D의 경우가 A에 비하여 각각 6 g, 7 g, 7 g 정도씩 낮은 투수량으로 나타났다. 또한, 콘크리트의 경우도 모르타르 상태와 유사한 경향으로 재령, 구체방수재의 혼입량 및 ZS의 첨가량이 증가할수록 투수량은 감소하는 것으로 나타났다.

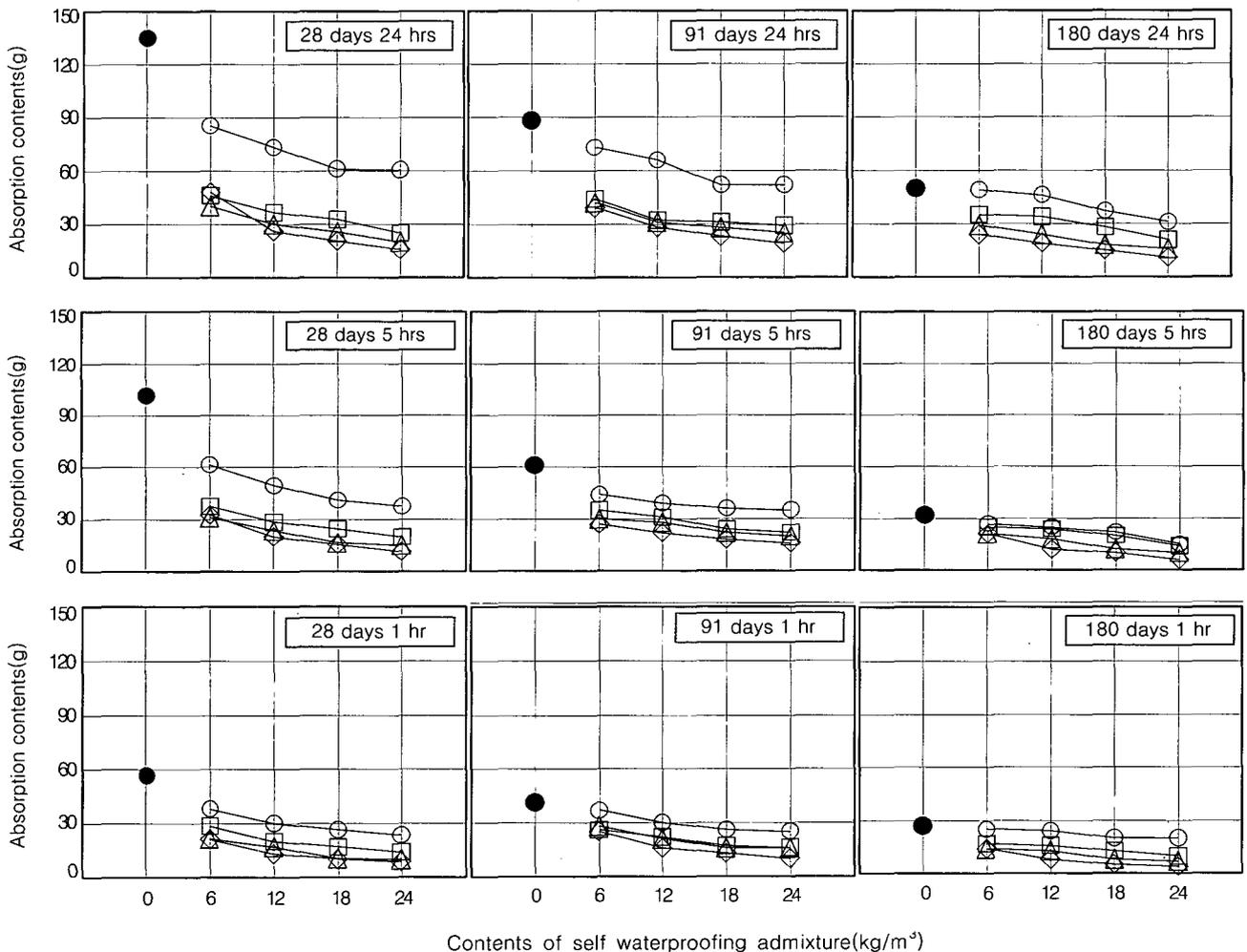


Fig. 7 Absorption properties of watertight concrete

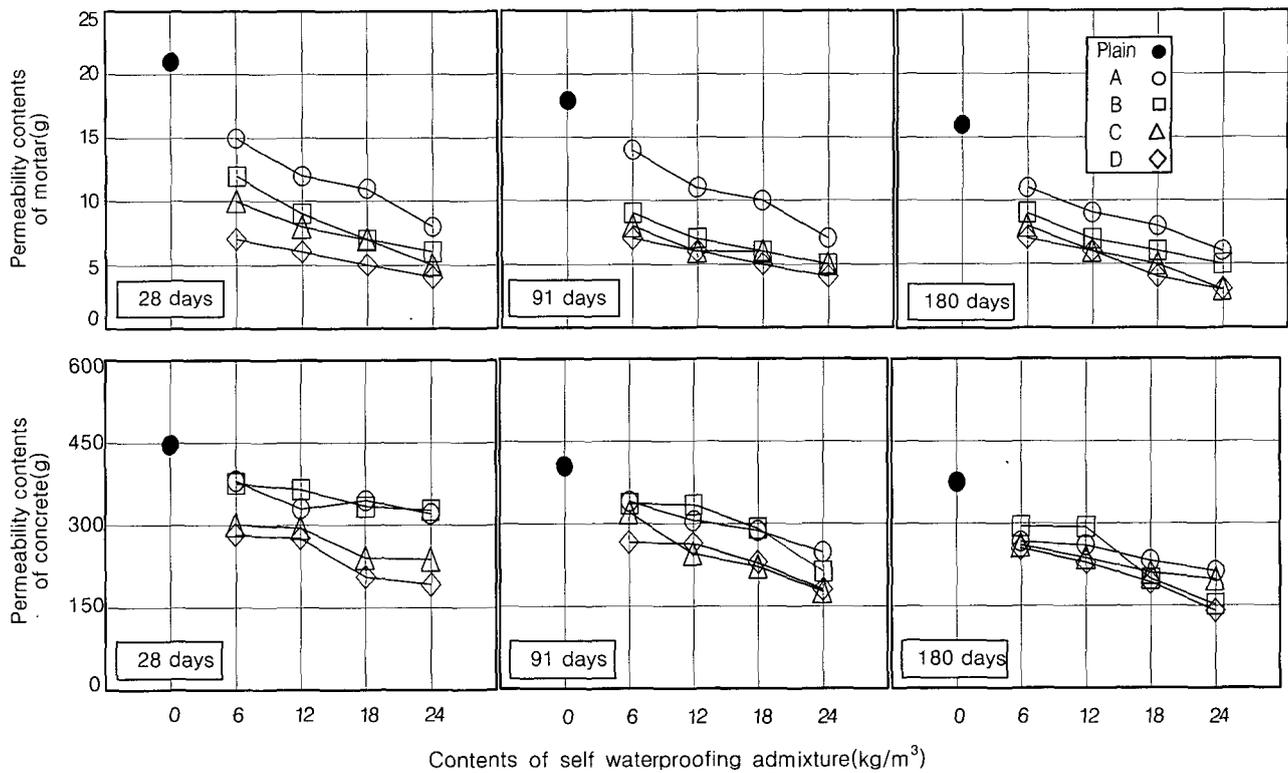


Fig. 8 Permeability properties of watertight concrete

### 3.2.3 건조수축특성

건조수축에 의한 길이변화는 Fig. 9에서와 같이 초기재령에서 급격하게 이루어지고, 재령이 경과함에 따라 완만한 경향을 보이고 있는 것으로 나타났는데 특히, 본 연구범위에서는 ZS 혼입량이 가장 많은 D의 경우가 가장 크게 수축하는 것으로 나타나고 있어 콘크리트의 균열발생확률이 가장 높은 것으로 평가되었다.

### 3.3 종합분석

Table 12는 재령 28일의 압축강도, 재령 28일 24시간 침수의 흡수량, 동일재령의 투수량 및 길이변화 등을 대상으로 하고, 국내 건축공사표준시방서<sup>29)</sup>에서 규정하고 있는 건축용 시멘트 방수제의 품질성능 기준을 참고로 하여 Plain 콘크리트에 비해 구체방수제를 혼입한 콘크리트의 압축강도비가 110 % 이상이면 매우 우수(◎), 100 % 이상~110 %이하는 우수(○), 85 % 이상~100 %이하의 범위는 보통(△), 85 % 이하는 나쁨(×)으로 구분하고, 흡수 및 투수비는 Plain 콘크리트에 비해 40 %이하이면 매우 우수, 40 %이상~60 %이하는 우수, 60 %이상~80 %이하의 범위는 보통, 80 % 이상은 나쁨 등으로 구분하며, 길이변화 특성은 압축강도비와 동일한 범위로 구분하여 나타낸 것이다.

분석결과, 구체방수제의 종류가 B이고, 혼입량  $6 \text{ kg/m}^3$ ,

Table 12 Performance valuation of concrete with waterproofing admixture

Mixt. type	Comp. strength	Absorption	Permeability	Dry shrinkage
A-6	△	△	△	△
A-12	△	△	△	○
A-18	○	○	△	△
A-24	△	○	◎	○
B-6	◎	◎	○	○
B-12	○	◎	◎	△
B-18	○	◎	◎	◎
B-24	○	◎	◎	◎
C-6	◎	◎	○	○
C-12	○	◎	◎	△
C-18	○	◎	◎	◎
C-24	△	◎	◎	○
D-6	△	◎	◎	×
D-12	△	◎	◎	×
D-18	△	◎	◎	×
D-24	△	◎	◎	×

Note) ◎ : Excellent, ○ : Good, △ : Fair, × : Poor

#### 4. 결 론

SF, ZS 및 SS의 혼합비를 달리하여 개발한 구체방수제의 굳지 않은 콘크리트 및 경화콘크리트의 특성과 수밀특성을 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 구체방수제의 혼입량이 증가할수록 슬럼프 및 슬럼프 플로우는 증가하였고, 공기량은 감소하였으며, 응결시간은 구체방수제 및 ZS의 혼입량이 증가할수록 지연되었다.

2) 기존의 구체방수제인 A의 압축강도는 재령별 구분 없이, 구체방수제 혼입량  $18 \text{ kg/m}^3$ 까지는 증가하다 이후  $24 \text{ kg/m}^3$ 에서는 감소하는 것으로 나타났으나, 시제작품인 B, C, D의 경우는 구체방수제의 혼입량이 증가할수록 초기재령의 압축강도는 약간 감소하였으나, 재령이 28일 이후이고, 혼입량  $12 \text{ kg/m}^3$ 이하에서는 증가하였다.

3) 흡수량 및 투수량은 구체방수제의 혼입량이 증가하고, 재령이 경과할수록 감소하였는데 특히, ZS를 첨가한 B, C, D가 기존의 방수제인 A에 비하여 현저히 낮은 흡수특성을 나타내었다.

4) 건조수축에 의한 길이변화는 A, B, C와 plain은 유사한 정도로 나타났으나, ZS의 첨가량이 가장 많은 D의 경우는 plain에 비해 크게 수축하였다.

5) 종합적으로 구체방수제의 시제작품으로 가정한 SF : ZS : SS의 혼합비 1 : 2 : 1, 혼입량  $6 \text{ kg/m}^3$ 인 조건에서 기존 구체방수제를 혼입한 콘크리트보다 우수한 품질의 수밀콘크리트를 제조할 수 있었다.

#### 참고문헌

1. 日本建築學會, “メンブレン防水工事, 建築工事標準仕様書・同解説,” JASS 8, 1986, p.39.
2. 건설교통부, “건축공사표준시방서,” 14015 시멘트 모르타르계 방수공사, 1999, pp.842~849.
3. 오상근, “콘크리트 구조물의 수밀성과 방수의 관계,” 미방회보, 1996, 4, pp.20~25.
4. 박선규, 김용로, 신흥철, 배기선, 오상근, 김무한, “구체 혼화용 분말방수제의 적용성에 관한 실험적 연구,” 한국콘크리트학회 봄학술발표논문집, 제11권 1호, 1999, pp.108~113.
5. 오상근, 조인성, “수중불분리제와 방수제,” 한국콘크리트학회지, 제8권 2호, 1996, 4, pp.41~55.
6. 한천규, 류현기, 박상준, 최훈, “팽창제, 실리카흄 및 금속비누의 혼입을 변화에 따른 시멘트 모르타르의 방수 특성에 관한 연구,” 대한건축학회학술발표논문집, 제19권 2호, 1999, pp.451~456.
7. 加賀秀治, “驅體防水,” 建築技術, 1992, pp.90~94.
8. セメント・コンクリート研究會, “Behavior of Water in Cement and Concrete,” 1993.

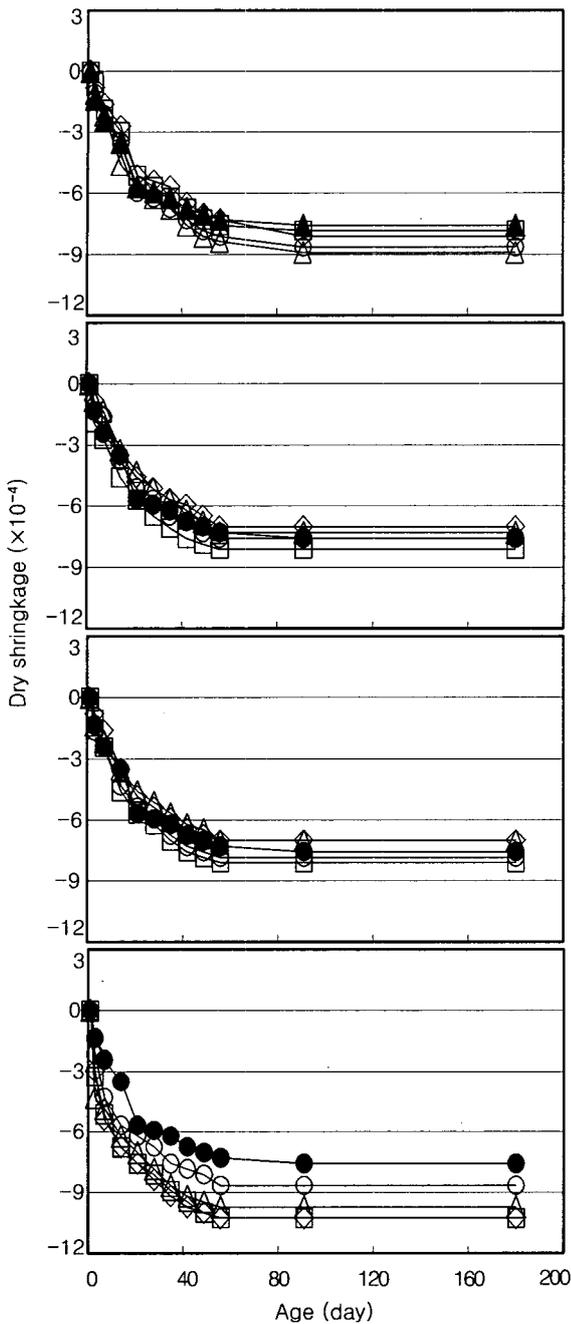


Fig. 9 Dry shrinkage properties of watertight concrete

$18 \text{ kg/m}^3$ ,  $24 \text{ kg/m}^3$  그리고, C의  $6 \text{ kg/m}^3$ 과  $18 \text{ kg/m}^3$  비교적 우수한 것으로 나타났다. 그러나, 혼입량 증가에 따른 비용상승 측면, 강도 및 수밀성 측면 등을 종합적으로 고려하여 볼 때 사용량이  $6 \text{ kg/m}^3$ 이면서 SF : ZS : SS의 혼합비가 1 : 2 : 1인 경우가 가장 유리한 것으로 분석되었다. 따라서, 상기의 분석결과를 활용한다면 기존의 구체방수제를 혼합한 콘크리트에 비해 우수한 수밀성을 갖는 고품질의 수밀콘크리트를 경제적으로 제조할 수 있는 것으로 분석되었다.

---

## 요 약

SF, ZS 및 SS의 혼합비율을 변화시켜 제조한 구체방수재를 대상으로, 방수재의 종류 및 첨가량에 따른 굳지 않은 콘크리트 및 경화콘크리트의 수밀특성을 분석한 결과는 다음과 같다. 구체방수재의 첨가량이 증가할수록 유동성은 증가하였으며, 응결시간은 지연되었다. 경화상태 압축강도는 기존 제품인 A의 경우, 방수재 첨가량  $18 \text{ kg/m}^3$ 까지는 증가하나, 그 이후  $24 \text{ kg/m}^3$ 에서는 감소하는 것으로 나타났으며, 시제품인 B, C, D의 경우는 기존 구체방수재인 A에 비해 높은 강도특성이 있는 것으로 나타났다. 또한, 흡수량은 구체방수재 혼입량이 증가하고, 재령이 경과할수록 적어지는 것으로 나타났는데 특히, ZS의 첨가량이 많은 방수재일수록 크게 낮아지는 것으로 나타났다. 투수량은 흡수량과 유사한 경향으로, 방수재 첨가량이 증가하고, 재령이 경과할수록 감소하는 등의 특성을 나타내고 있었다. 이상을 종합하여 볼 때 시제품으로 가정한 SF : ZS : SS의 혼합비가 1 : 2 : 1이고, 혼입량이  $6 \text{ kg/m}^3$ 인 조건이면 기존 구체방수재보다 우수한 품질의 수밀콘크리트를 제조할 수 있는 것으로 판단되었다.

**핵심용어** : 무기질 혼화제, 흡수성, 투수성, 구체 방수재

---