

콘크리트용 혼화제

## 수중불분리제와 방수제

Antiwashout concrete admixture and water proofing admixture



오 상 근\*



조 인 성\*\*

### 1. 서 론

해양 토목이나 항만 토목, 교량 토목 등 수중공사가 점차 증가하여 수중 콘크리트의 사용이 빈번해짐에 따라 수중구조물에 있어서 콘크리트의 내구성, 수밀성, 안전성 확보를 위한 품질관리가 더욱 중요시되고 있다.

수중에서 콘크리트 공사의 난점은 수중에 콘크리트를 낙하시키면 콘크리트가 불에 썩어, 시멘트와 골재가 분리된다. 따라서 과거에는 트레미나 콘크리트 펌프를 이용하여 물 속의 바닥까지 콘크리트를 운반하여, 관의 끝단을 타설 콘크리트 속에 꽂은 상태에서 콘크리트를 타설하는 것을 원칙으로 하였다. 그러나 최근에는 후레시 콘크리트의 시멘트, 세골재, 조골재의 집착력을 강화시켜 주변의 물에 의해 씻김 영향을 받더라도 분리하지 않은 성질을 갖는 특수 수중불분리성 혼화제가 개발되어 종래의 수중 콘크리트보다 우수한 품질의 수중 콘크리트를 만들 수 있게 되었다.

또한 수중 구조물, 지하 구조물 등에 있어서 방

수 차원에서의 콘크리트 수밀성 확보가 중요한 관점으로 부각되고 있다. 콘크리트의 수밀성 향상을 위한 수단으로 물시멘트비 감소가 가장 효과적이지만 시공성과의 문제 때문에 적절히 적용되지 못해 왔고, 콘크리트가 지니는 균열 발생의 취약점 때문에 콘크리트 자체에 대한 방수성의 기대는 사실상 큰 의미를 가지지 못해 왔다. 따라서 콘크리트용 혼화제의 용도로써 콘크리트 제조시 혼입하거나 구체표면에 도포하는 방수제를 개발하여 이에 적극적으로 대응하여 왔다.

본고는 최근의 콘크리트 품질 향상과 관련하여 수중 콘크리트에서의 수중불분리제의 사용, 구조체의 수밀성 향상을 위한 방수제의 사용에 있어서 적절한 재료의 선정과 그 재료의 특성을 정확히 이해함으로써 사용상의 오류를 범하지 않도록 그 이해를 돕기위한 자료를 정리한 것이다.

### 2. 수중불분리제

#### 2.1 개요

수중에서의 콘크리트 타설은 오래전 부터 진행

\* 정회원, 서울산업대학교 건축설계학과 교수

\*\* 진용화학 R&D부 차장

되어 왔으나 주로 일반콘크리트를 사용하여 재료 분리 방식을 위한 시공법 위주로 개발되어 왔다. 시공법 위주의 개발 즉, 트레미, 밀열림 상자, 펌프압송법 등은 수중타설시 시멘트 손실로 인한 콘크리트 품질의 불균일화로 강도의 신뢰성 저하등 수밀한 콘크리트의 제조가 어려웠다. 이러한 배경으로 인하여 콘크리트에 강한 점성을 부여하여 수중에서 시멘트 손실 및 재료분리가 적은 수중불분리 콘크리트가 독일에서 개발되어 사용되었고 소량이지만 국내에서도 사용된 실적이 있다.

최근 국내에서도 광안대교, 신공항 건설, 고속도로, 교량광사 등 대형 토목공사와 해양항만공사가 진행되고 있어 수중에서의 콘크리트 타설이 절실하게 되었다. 그러나 국내에서는 현재까지 수중불분리 콘크리트에 대한 규정 및 시공법이 정하여지지 않았고 타설경험이 별로 없어 많은 어려움이 예상된다. 현재 개발되어 사용되고 있는 수중불분리 콘크리트는 셀룰로오스 에테르계가 대부분이며 이는 온도 및 pH에 대하여 민감하게 작용함으로써 이에 대한 특성을 규명하고 담수는 물론 해수에도 수중불분리 콘크리트 사용이 예상되므로 1종 보통포틀랜드시멘트와 5종 내황산염시멘트를 사용한 수중불분리 콘크리트의 온도에 따른 응결 특성, 수중불분리도, 강도특성 등에 관한 제반물성을 검토하여 향후 효율적인 수중 콘크리트 타설의 자료로 삼고자 한다.

## 2.2 수중불분리제의 종류

### 2.2.1 분리저감제

셀룰로오스 에테르계는 그림 2-1에 나타나 있는 것처럼 β.1.4 glycoside의 고리로 연결된 다당류 폴리머의 일종으로 원료물질인 필프의 중합도에 따라서 셀룰로오스 에테르계의 중합도 및 점도가 영향을 받으며 물에 녹는 속도가 각기 다르다. 따라서 한가지 증점제 보다는 MC(Methyl Cellu-

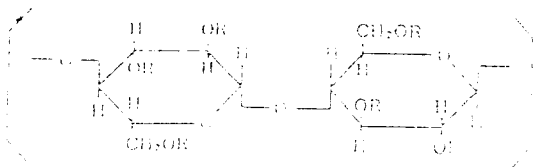


그림 2-1 셀룰로오스 에테르계의 구조

lose), HEC(Hydroxy Ethyl Cellulose)등을 혼합 사용하기도 하며 이때 좋은 결과를 얻을 수 있다.

공업적으로 생산되는 셀룰로오스 에테르계는 셀룰로오스에서 유도된 alkyl, alkylhydroxyalkyl, hydroxy alkyl, carboxy alkyl 에테르 등이 있으며 이온형과 비이온형으로 용도에 따라 표 2-1과 같이 구분된다.

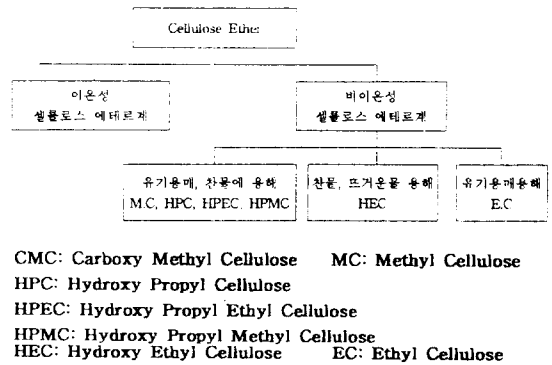


표 2-1 셀룰로오스 에테르계 구성

Acryl계는 주로 polyacrylamide가 주성분이고 polyacrylamide 부분가수 분해물이 대부분이며 화학구조는 그림 2-2에 나타내었다.

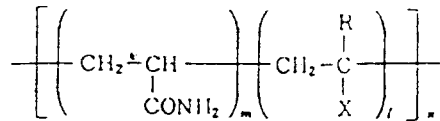


그림 2-2 Acryl계 증점제의 화학구조식

- R:H 또는 alkyl기
- X:H 또는 alkyl이외의 기

이외에도 sodium polyacrylate, sodium acrylate 등이 사용되어지고 있다. 이 중에서 최근까지 가장 많이 사용되는 분리저감제는 셀룰로스 에테르계로 이는 그림 2-3에 나타나 있는 것처럼 pH 3~11 범위에서 안정된 점도를 나타내고 있다.

따라서 pH를 11이상으로 하게되면 점도가 급격히 하락하므로 콘크리트에서 재료분리가 발생할 것으로 예상된다. 또한 그림 2-4에 나타나 있는 것처럼 온도가 높아질수록 점도가 떨어지므로 이에 대한 대비가 요망된다.

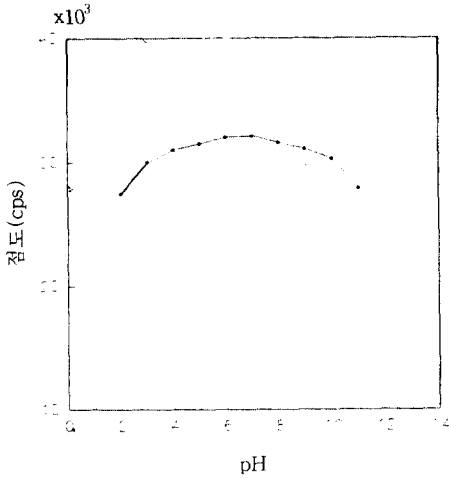


그림 2-3 pH와 점도와의 관계

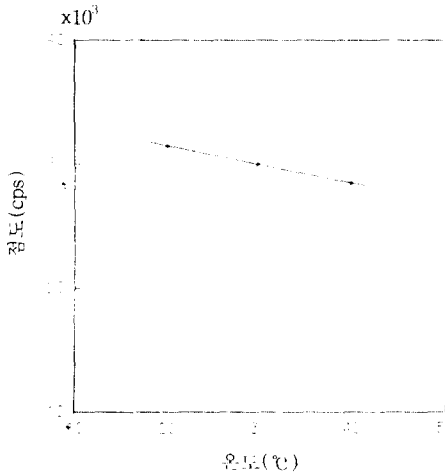


그림 2-4 온도와 점도와의 관계

### 2.2.2 소포제

수중불분리 혼화제중 셀룰로스 에테르계를 단독으로 시험하여 보면 보통 공기량이 10% 이상으로 나타난다. 이러한 공기포는 대부분 갇힌 공기포로 콘크리트의 점성으로 인하여 내부에서 빠져나가지 못하며 기포가 크기 때문에 압축강도 저하의 요인이 된다.

따라서 적정공기량 유지를 위해 소포제를 사용하여 공기량을 조절한다. 수중불분리콘크리트에 주로 사용되는 소포제는 고압알코올류, 비수용성 glycol류, dibutyl buthanol, TBP(Tributyl

Phosphate), 실리콘계 소포제 등이 사용된다. 이러한 소포제들은 사용량, pH, 온도 등에 따라 소포력이 다르므로 사용시 주의를 요한다.

### 2.2.3 경화 촉진제

일반적으로 수중불분리 혼화제의 원료중 점도 증가제로는 셀룰로스 에테르계가 대부분이며 이미 개발된 제품은 대부분이 셀룰로스계를 증점제로 사용하고 셀룰로스 에테르계는 콘크리트의 응결시간을 지연시킨다. 경화촉진제를 첨가하지 않은 수중불분리 콘크리트는 응결시간이 48시간 이상되어야 종결이 가능해진다. 그러므로 경화촉진제를 사용하여 응결시간을 조절한다. 수중불분리 콘크리트에 사용되는 경화촉진제로는 alumina cement, calcium silicate, sodium silicate, sodium aluminate, sodium sulfate, sodium thiocyanate, calcium chloride 등이 사용되고 있다.

현재 수중불분리 콘크리트 규정(일본 연안개발 기술연구센터, 어항어촌 건설기술연구소)은 실험용 쥐에 대해서 급속경구 투여방식으로 하였을 때 LD 50(반수 치사량)이 2,000mg/kg 이상이면 무해하고 수중불분리 콘크리트에서는 3,000 mg/kg 이상에서 안정하다고 판단하고 있다.

따라서 수중불분리 혼화제 선정시 수질오염 및 중금속 함유량에 대한 검토가 반드시 있어야 할 것으로 사료된다. 현재 사용하고 있는 수중불분리 혼화제의 중금속등 유해물질을 분석한 예는 표 2-2에 나타나 있다. 표 2-2는 2.4g의 수중불분리 혼화제를 100ℓ의 증류수에 분산시켜 균일한 용액으로 한 다음 분석한 결과이다.

표 2-2 수중불분리 혼화제 수용액에 함유된 중금속 분석결과

종 류	시 험 결 과	검출하한치
카드뮴 및 그 화합물	불검출	0.2 ppm
시안 화합물	불검출	0.1 ppm
유기인 화합물	불검출	0.1 ppm
납 및 그 화합물	불검출	0.1 ppm
6가 크롬 화합물	불검출	0.1 ppm
알킬수은 화합물	불검출	0.002ppm
총 수은	불검출	0.005ppm
P C B	불검출	0.005ppm
비소 및 그 화합물	불검출	0.5 ppn

## 2.2.4 고성능 감수제

수중불분리 혼화제를 첨가한 수중콘크리트는 증점효과로 인하여 콘크리트의 점성이 매우 높아지게 되고 이러한 콘크리트의 유동성(작업성) 확보를 위해서는 다량의 고성능 감수제 사용이 필수적이다.

고성능 감수제로는 naphthalene계, melamine계, polycarbonate계 등이 있으며 일반화학 구조식은 그림 2-5에 나타난 것과 같다.

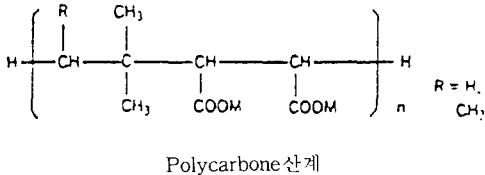
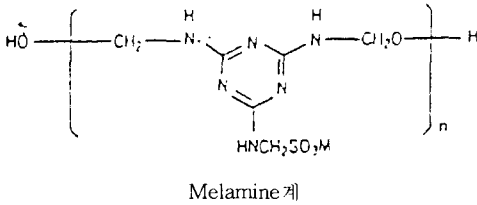
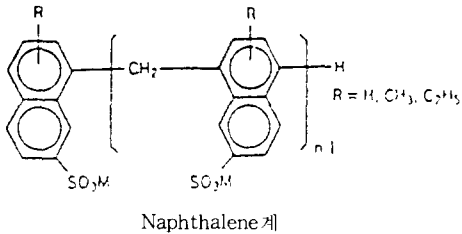


그림 2-5 고성능 감수제의 화학 구조

일반적으로 셀룰로스 에테르계 증점제로 사용하면 melamine계 고성능 감수제를 사용하고, acryl계 증점제 사용시는 naphthalene계 고성능 감수제를 사용하여야 한다. 또한 제조 회사별로 사용량에 대한 규정이 있어 이 사용량을 초과하면 경화지연현상을 초래하므로 주의를 요한다.

## 2.3 수중불분리제의 성능실험

### 2.3.1 사용재료

시멘트는 보통포틀랜드시멘트와 해양공사에 대

비하여 5종 내황산염시멘트를 사용하였고 골재는 펌프압송성 및 충전성 등을 고려하여 25mm 골재를 체가름함으로써 입도조정하여 실험하였다. 수중불분리혼화제는 셀룰로스 에테르계를 사용하였고 고성능감수제는 melamine계를 사용하였다.

압축강도는 예비실험을 통하여 배합강도 210, 300, 400 kgf/cm<sup>2</sup>을 선정하여 배합비를 도출하였고 slump flow는 고성능감수제의 사용량을 가감하여 50±3cm로 하였고 공기량은 3.5±0.5%를 기준으로 하여 배합비를 선정하였다. 사용재료의 특성은 표 2-3에 나타내었다.

표 2-3 사용재료의 특성

종 류	물 성
시멘트	1종 비중: 3.15    응결시간: 초결: 260(분) σ <sub>28</sub> : 390 kgf/cm <sup>2</sup> 종결: 6.00(시,분)
	5종 비중: 3.10    응결시간: 초결: 330(분) σ <sub>28</sub> : 370 kgf/cm <sup>2</sup> 종결: 7.35(시,분)
굵 은 골 재	25mm 쇄석(비중: 2.62, FM: 7.0)
잔 골 재	세척사(비중 2.60, FM: 2.92)
수중불분리혼화제	분말형 셀룰로스에테르계
고성능 감수제	멜라민계(고형분: 40%, 비중: 1.20)

### 2.3.2 실험방법

#### 1) 배합

배합순서는 강제식 믹서를 사용하여 모래와 25mm 골재, cement와 수중불분리제를 첨가하고 30초간 건비빔한 후 물과 고성능감수제를 투입하여 3분간 혼합하였고 배합비는 표 2-4와 같다.

표 2-4 배합비

호칭강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	W/C (%)	S/A (%)	단위재료량(kg/m <sup>3</sup> )				수중불 분리제	고성능 감수제	공기량 (%)	Slump Flow (cm)
			W	C	S	G				
210	47.7	42	220	461	655	918	3.5	7.8	3.7	51
300	43.3	41	220	508	623	910	4.0	10.2	3.4	50
400	38	40	220	579	585	890	4.5	11.6	3.3	50

註) 1종 보통포틀랜드시멘트와 5종 내황산염시멘트를 동일 배합비로 실험하였음.

#### 2) 공기량 및 slump flow

공기량은 KS F 2421(굳지 않은 콘크리트의 압력법에 의한 공기함유량시험방법)으로 측정하였고 slump flow값은 slump시험후 5분 후에 측정하

였다.

### 3) 수중불분리성

수중에 타설된 콘크리트의 수중불분리도를 측정하기 위하여 1000ml비커에 증류수를 800ml 넣고 수중불분리 혼화제가 첨가된 콘크리트 500g을 10등분하여 20~30초 이내에 자유낙하시켰다. 3분간 방치후 그림 2-6과 같은 진공흡인 장치를 사용하여 600ml를 채취한 후 탁도 및 pH를 측정하여 수중불분리도의 척도로 하였다.

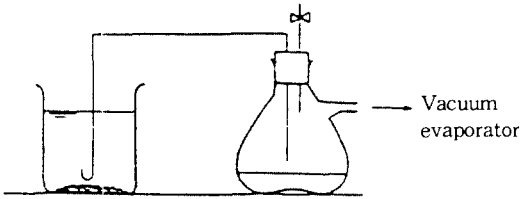


그림 2-6 진공흡인장치

### 4) 수중공시체

시험시편의 제작은 기중과 수중에서 각각 제작하였으며 수중 공시체의 제작은  $\phi 10 \times 20$  mmH의 몰드 상면으로부터 10cm까지 물을 채운다. 수면에서 자유낙하시킨 다음 5분 후 방치후 물속에서 꺼내어 표면을 마무리한 다음에  $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 에서 보관후 capping하였다. 양생은 소정의 기간까지  $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 의 수조에서 양생하였다.

### 5) 콘크리트의 응결시간

수중불분리 콘크리트를 #4 체로 제거한 후 KS F 2436 (관입 저항침에 의한 콘크리트 응결시간 시험 방법) 준하여 관입저항침으로 측정하였다.

### 6) slump flow의 경시변화

수중불분리 콘크리트의 시간 경과에 따른 작업성 검토를 위하여 가경식 믹서에서 6rpm으로 30분, 60분, 90분에서 slump flow를 측정하였다.

### 7) 충전성 시험

수중에서 거푸집내 충전성을 고려하여 그림 2-7과 같은 충전성 측정장치(240×240×500mmH)를 사용하여 용기내에 물을 채운 다음 수중불분리 콘크리트를 수중에 자유낙하시켜 A실에 50cm 높이까지 채운 다음 가운데 판을 들어올려 5분과 A실

과 B실의 차이를 충전성으로 한다.

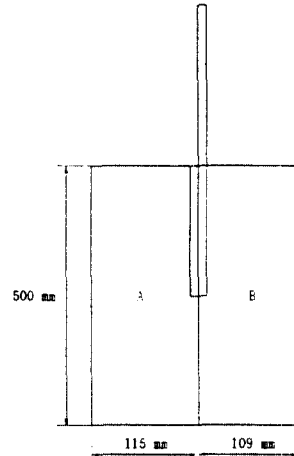


그림 2-7 충전성 측정장치

### 2.3.3 평가결과 및 고찰

#### (1) 공기량, slump flow 및 slump flow 경시변화

① 공기량은 그림 2-8과 그림 2-9에 나타나 있는 것처럼 3~4%범위로, slump flow는  $50 \pm 2$ 로 예비실험을 통하여 맞추었다. 1종 보통포틀랜드시멘트 보다 5종 내황산염시멘트를 사용한 수중불분리 콘크리트가 동일 배합비에서 공기량이 0.3% 정도 낮게 나타났고 수중불분리제 투입량이 높아질수록 0.2%정도 감소하였다.

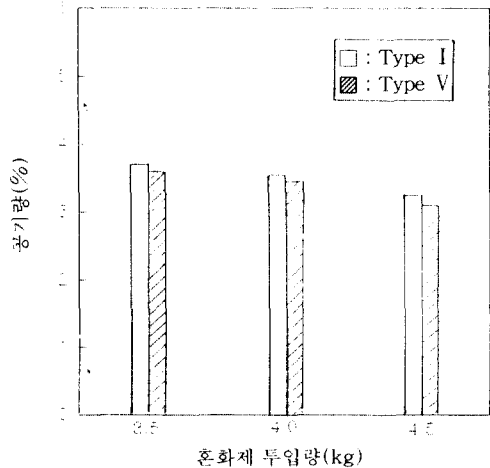


그림 2-8 수중불분리 혼화제 첨가량별 시멘트종류에 따른 공기량

② Slump flow의 경시변화는 1종 보통포틀랜드 시멘트와 5종 내황산염시멘트 공히 수중불분리제 투입량을 4.5kg/m<sup>3</sup>으로 하여 시험하였다. 그림 2-10에 나타나 있는 것처럼 1종 포틀랜드시멘트는 60분에서 90분 사이에 slump flow치가 급격히 떨어진 반면 5종 내황산염시멘트를 사용한 수중불분리 콘크리트의 slump flow 유지성능이 우수한 것으로 나타났다.

이는 5종 내황산염시멘트의 응결시간이 1종 보통포틀랜드시멘트에 비해 늦어지기 때문인 것으로 판단된다.

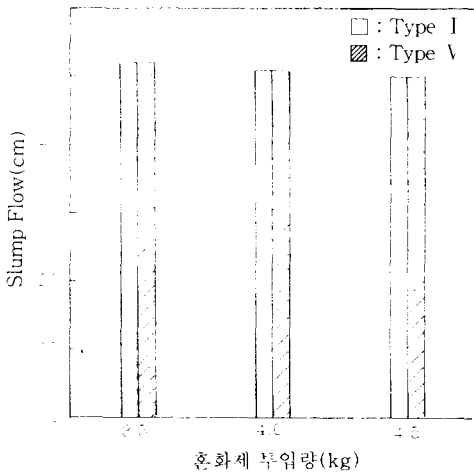


그림 2-9 수중불분리 혼화제 첨가량에 따른 slump flow

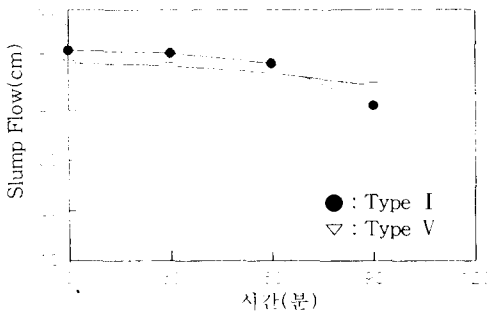


그림 2-10 Slump flow의 경시변화

(2) 탁도 및 pH

수중불분리 혼화제를 첨가한 수중불분리 콘크리트의 수중 불리도를 측정하기 위하여 2.3.2의 3)

수중불분리성 시험방법과 그림 2-6에 나타난 장치로 채취한 시료의 탁도 및 pH 5회 시험결과를 그림 2-11과 그림 2-12에 나타내었다.

그림 2-11과 그림 2-12의 결과로 보아 1종 보통포틀랜드시멘트와 5종 내황산염시멘트 간에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났으며 일본 토목학회 규정치인 탁도 50mg/ℓ, pH 12 이하로 안정하게 나타났다.

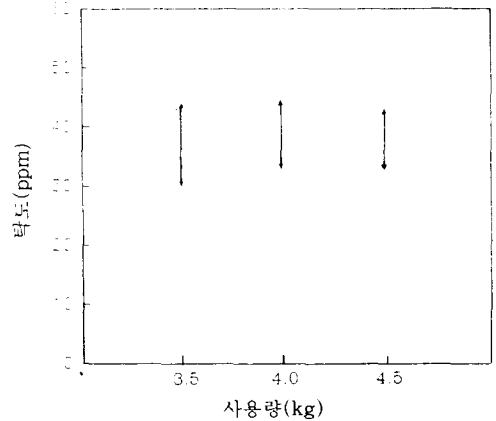


그림 2-11 수중불분리 혼화제첨가량에 따른 탁도의 변화

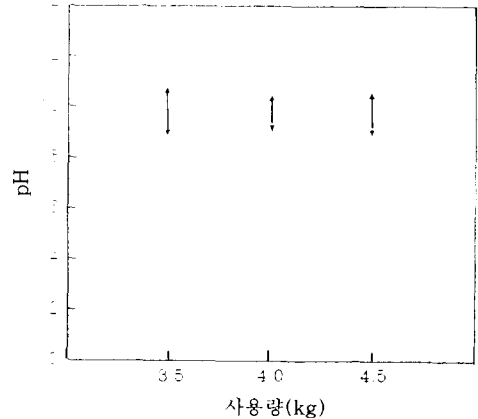


그림 2-12 수중불분리 혼화제첨가량에 따른 pH의 변화

(3) 응결시간

수중불분리 콘크리트 혼화제중 증점제로 사용되는 셀룰로스 에테르계는 자체가 가지고 있는 OH기(수산기)로 인하여 콘크리트의 응결을 지연시킨다는 보고가 있고 또한 제조회사별로 사용하

는 셀룰로스 에테르계의 중합도 및 분자량이 상이하므로 응결시간이 각기 다르고, 경화촉진제의 종류에 따라서 경화특성이 각기 다르다. 따라서 해양공사에는 해수의 온도를 고려하여 경화특성을 파악하는 것이 중요하다.

본 실험에서는 해양공사를 고려하여 10℃와 20℃에서 응결시간을 측정하여 그림 2-13와 그림 2-14에 나타내었다.

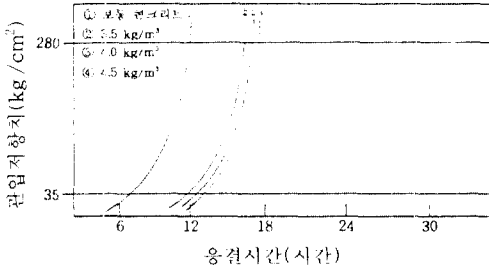


그림 2-13 1종 보통포틀랜드시멘트를 사용한 수중불분리 콘크리트의 응결시간

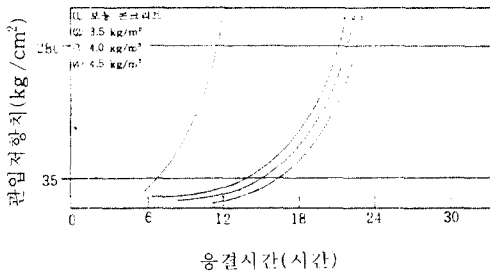


그림 2-14 내황산염시멘트를 사용한 수중불분리 콘크리트의 응결시간

그림 2-13과 그림 2-14에 나타난 것처럼 1종 보통포틀랜드시멘트를 사용한 수중 불분리 콘크리트의 응결특성은 초결이 12~13시간, 종결이 15~16시간 사이에 나타났고 5종 내황산염시멘트를 사용한 수중불분리 콘크리트는 초결 14~15시간, 종결 20~21시간으로 각각 나타나 1종 보통포틀랜드시멘트보다 지연되었다. 또한 그림 2-15는 1종 보통포틀랜드시멘트를 사용한 수중불분리 콘크리트의 응결특성을 나타낸 것으로 10℃와 20℃ 상태에서 수중불분리 혼화제를 4.5kg으로 하여 응결시간을 측정된 결과이다.

그림 2-15에 나타난 것처럼 수중불분리 콘크리트

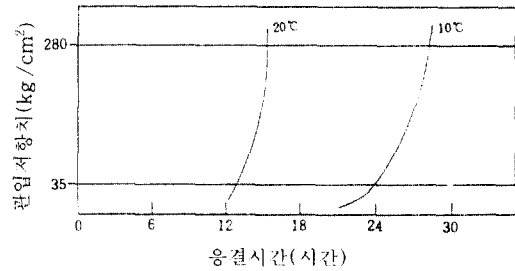


그림 2-15 1종 보통포틀랜드시멘트를 사용한 수중불분리 콘크리트의 온도별 응결시간

트는 10℃가 20℃에 비해서 초결이 11시간, 종결이 14시간으로 나타나 콘크리트 온도 및 양생온도에 매우 민감하게 작용하는 것으로 나타났다.

#### (4) 충전성

2.3.2절의 그림 2-7에 나타난 충전성 측정장치를 이용하여 측정된 결과 1종과 5종 시멘트를 사용한 수중불분리 콘크리트 모두 큰 차이 없이 0.5~1.5cm로 나타났다.

#### (5) 압축강도

그림 2-16에 나타난 것처럼 1종 보통포틀랜드시멘트의 압축강도는 기중대비 수중의 비가 4.5kg 사용시 95%, 4.0kg 사용시 94%, 3.5kg 사용시 93%로 기중대비 수중 압축강도비는 90%를 상회하였다.

그림 2-17은 5종 내황산염시멘트를 사용하여 제작한 콘크리트의 기중과 수중의 압축강도비를 나타낸 그림으로 기중대비 수중 압축강도비가 4.5kg 사용시 93%, 4.0kg 사용시 94%, 3.5kg 사용시 91%로 나타났다.

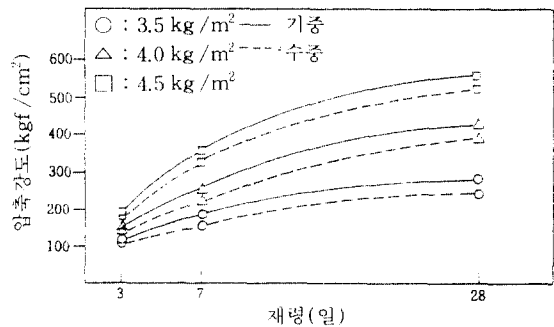


그림 2-16 1종 보통포틀랜드시멘트를 사용한 수중불분리 콘크리트의 압축강도

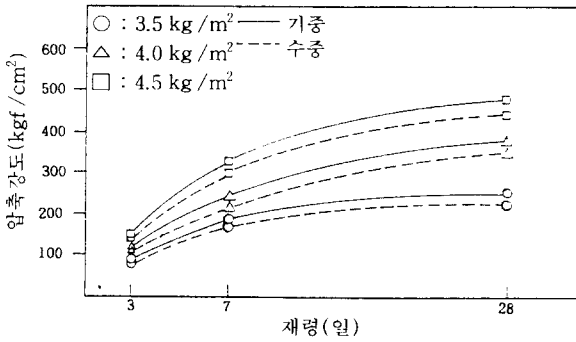


그림 2-17 5종 내황산염시멘트를 사용한 수중불분리 콘크리트의 압축강도

보통포틀랜드시멘트를 사용한 수중불분리 콘크리트와 5종 내황산염시멘트를 사용한 수중불분리 콘크리트의 압축강도는 1종 보통포틀랜드시멘트가 40~70kgf/cm<sup>2</sup> 정도 높게 나타났고 3일 강도에서는 1종 보통포틀랜드시멘트를 사용한 수중불분리 콘크리트가 기중, 수중 모두 30~40 kgf/cm<sup>2</sup> 정도 높게 나타났다. 이는 5종 내황산염시멘트의 지연현상 때문인 것으로 사료된다.

## 2.4 결론

(1) 수중불분리 혼화제의 원료인 셀룰로스 에테르는 pH 3~11사이에서 안정한 점도를 나타냈으며 온도가 10℃ 상승할 때마다 4%씩 점도가 감소하였다. 따라서 타설당시 콘크리트의 pH 조절 및 온도 관리가 매우 중요하며 수중 불분리도에 상당한 영향을 미칠 것으로 사료된다.

(2) Slump flow의 경시변화는 60분까지는 거의 비슷하나 90분에서는 1종 보통포틀랜드시멘트보다 5종 내황산염시멘트를 사용한 수중콘크리트가 우수하게 나타났다.

(3) 타도는 1종 보통포틀랜드시멘트와 5종 내황산염시멘트를 사용한 콘크리트 모두 50ppm 이하였으며 pH는 9.3~11.0 사이로 나타났다.

(4) 충전성은 1종과 5종 시멘트를 사용한 수중불분리 콘크리트 모두 큰 차이 없이 0.5~1.5cm 사이로 우수하게 나타났다.

(5) 응결시간은 보통콘크리트에 비하여 수중불분리 콘크리트가 4~5시간 정도 지연되는 것으로

나타났고, 1종 보통포틀랜드시멘트보다 5종 내황산염시멘트를 사용한 수중불분리 콘크리트가 3~4시간 지연되는 것으로 나타났다. 또한 수중불분리 콘크리트의 온도가 20℃ 때보다 10℃ 때 12시간 지연되는 것으로 나타나 수중불분리 콘크리트의 응결시간은 온도에 매우 민감하게 작용함을 알 수 있었다.

(6) 압축강도는 1종 보통포틀랜드시멘트를 사용한 수중불분리 콘크리트가 5종 내황산염시멘트를 사용한 수중콘크리트보다 동일 배합비에서 4.5kg 사용 시 80kgf/cm<sup>2</sup>, 4.0kg 사용시 65kgf/cm<sup>2</sup>, 3.5kg 사용시 45kgf/cm<sup>2</sup> 저하하는 것으로 나타났다.

## 3. 방수제

### 3.1 개요

콘크리트조, 목조, 석조, 철골조 등 각종 구조물에는 반드시 물의 침입(흡수 혹은 투수현상)을 막기 위한 대책(방수공사)에 필요하고, 그 대책을 수행하기 위해서는 적절한 재료(방수재료)를 선택하여 사용한다.

방수재료란 아스팔트계, 시트계, 도막계의 멤브렌 성형품 재료와 무기질 시멘트계(분말형) 및 유기질 고분자계(액체형) 등의 비성형품 재료를 총괄하여 표현하고 있지만, 본고에서 논하고자 하는 방수제는 콘크리트 및 모르터에 혼입하여 사용되는 유기질 고분자계의 액체상태 비성형품 재료를 대상으로 하였다.

「방수제(防水劑, integral waterproofing admixture/agent)」란 「콘크리트 및 모르터의 흡수·투수에 대한 저항성을 높이기 위하여 혼입하는 혼화제」로 정의하고 있다. 방수제는 종래부터 건축분야에서는 주로 시멘트모르터에 혼입하여 주거 건축물의 실내(부엌, 화장실, 발코니 등)나 수조, 지하실, 펌트, 공동구 등의 지하구조물의 바닥 및 벽에 도포하는 「모르터 방수(시멘트액체방수)」와 토목분야에서는 토목구조물의 콘크리트에 혼입하여 사용하는 「구체혼화방수」로 사용되어 왔다.



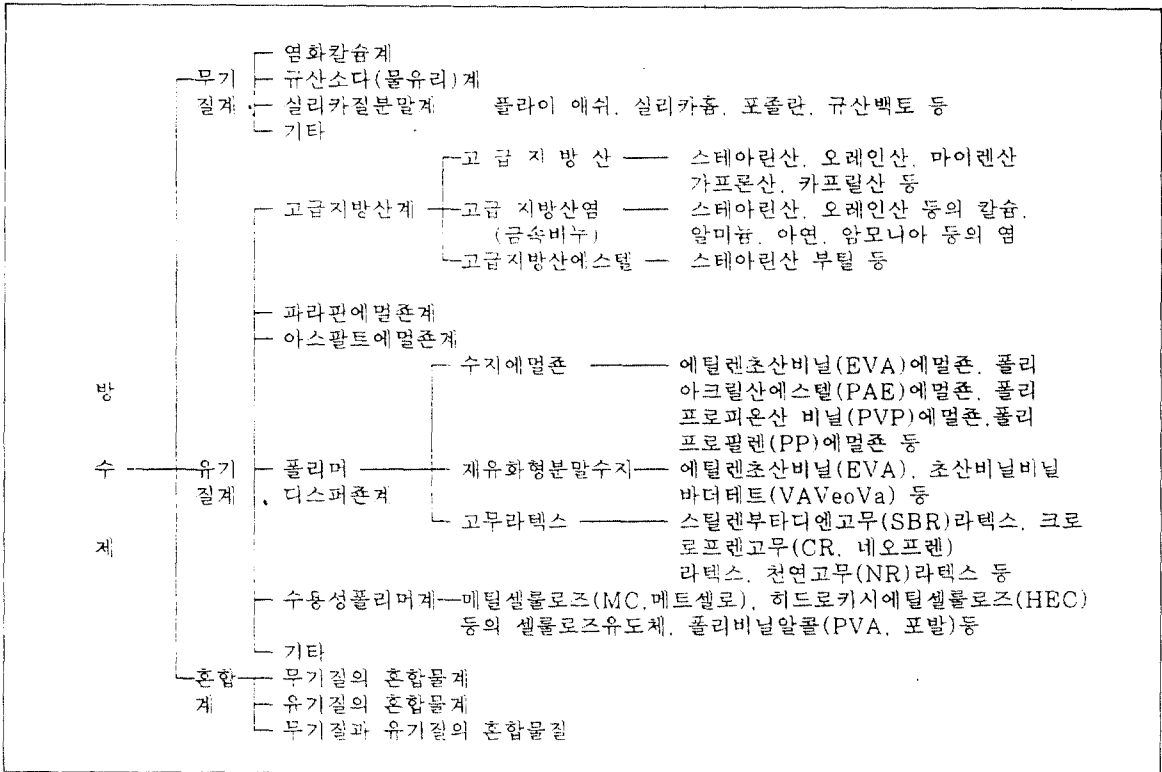


그림 3-1 방수제의 종류

### 3.2 방수제의 종류

현재, 우리나라에 있어서 사용되고 있는 방수제는 극히 여러종류로 나뉘어져 있어 이것을 분류하는 일은 쉽지 않지만 화학조성에 의해 분류하면 그림 3-1과 같다.

근래, 지하 구조물을 대상으로 「무기질 침투성 도포 방수제」라고 불리는 방수제가 시판되고 있지만 이것은 콘크리트 타설후, 구체에 무기질 분말을 도포, 침투시켜 방수효과를 갖도록 하는 재료이기 때문에 모르터 방수와는 재료적으로 다른 것으로 분류한다. 가까운 일본의 상기 방수제를 이용한 모르터 방수 사용실적을 알아보면 그림 3-2에 나타낸 바와 같다. 주로 지하 및 베란다 등의 신축공사에서 사용되어 왔지만, 전체 방수공사 중 차지하는 비율은 3~20% 이내이다(다른 멤브렌 방수공사가 80%를 차지하고 있음을 의미함).

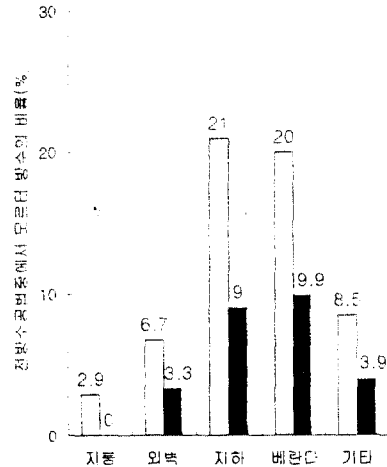


그림 3-2 부위별 모르터 방수 사용실태 (1988년, 일본 방수저널지 조사)

### 3.3 방수제의 방수 메카니즘

#### 3.3.1 흡수·투수 및 발수 이론

방수제나 방수공법에 있어서 흡수, 투수 및 발

수라는 술어가 곧잘 사용되고 있기 때문에 그 차이를 분명히 이해할 필요가 있다. 흡수와 투수는 어느쪽이든 물이 재료(예를 들어 모르타나 콘크리트)의 내부에 침입하여 투과하는 현상으로 동일시되기 쉽지만 그 구별은 분명하다.

즉, 흡수(water absorption)란 물이 모세관현상으로 재료내부에 침입하는 현상이며, 투수(water permeability)란 물이 일정 압력에 의해 재료의 내부에 침입하고, 그 속을 투과하는 현상으로 재료가 갖는 성질을 각각 「흡수성」, 「투수성」이라고 한다. 재료의 흡수성과 투수성이란 반드시 상관관계는 갖지 않고, 콘크리트나 모르타 등에서는 실제로 흡수와 투수가 동시에 일어나는 일이 많아, 그 구별을 명확히 하는 것이 곤란한 경우가 있다.

방수제를 혼입한 콘크리트 및 모르타의 흡수성은 「흡수비」로 평가하며, 투수성은 「투수계수」로 평가한다. 투수계수는 (식-1)의 Darcy의 식에 의해 구할 수 있다.

$$k = \frac{Q \cdot L}{A \cdot P} \quad (1)$$

여기에서 Q : 물의 유량 (cm<sup>2</sup>/s)

A : 물의 투과면적 (cm<sup>2</sup>)

L : 시료의 두께 (cm)

P : 수두차 (cm)

한편, 발수(water repellency)란 평평한 고체표면에서 물이 걸도는 현상이며, 재료가 갖는 그러한 성질을 「발수성」이라고 한다. 발수성은 (식-2)와 같이 Young의 식에 의해 구할 수 있다.

$$W_{s1} = r_1(1 + \cos\theta) \quad (2)$$

$$W_{s1} / r_1 = 1 + \cos\theta$$

여기에서 W<sub>s1</sub> : 고체표면에서 액체, 예를 들면 물을 분리하는데 요구되는 단위면적당 할 일

r<sub>1</sub> : 고체표면에 있는 액체, 예를 들면 물의 표면장력

θ : 접촉각

그림 3-3에 주요 재료에 대한 물과의 접촉각을 나타내었다. 접촉각은 그림 3-3과 같이 고체표면에 있는 액적(液滴)표면과 고체표면과의 교점에 있어서, 액적에 끌린 접선과 액적을 포함한 고체표면에서 형성한 각으로 액적을 포함한 방향의 각이다.

재료의 종류	접촉각(度, θ)
철	0
유리	1~4
스테아린酸	96~106
파라핀	108~116
몰리비닐알콜	36
폴리酸비닐	27~89
폴리에틸렌	94

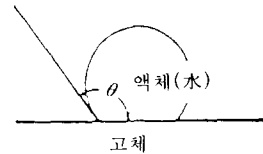
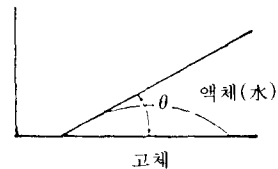


그림 3-3 재료의 물에 대한 접촉각과 접촉각의 정의

식(2)에서 보면 일반적으로 표면장력이 큰 액체일수록 접촉각은 커지고, 또 액체의 접촉각이 큰 고체일수록 액체를 걸둘게 하는 성질이 커진다. 그러므로 물의 경우, 평평한 고체 표면에 있어서 접촉각이 100°를 넘으면 소적(물방울)이 되어, 비교적 용이하게 그 표면으로부터 미끌어져 떨어지게 된다. 그러나 지금까지 평평한 고체표면에 있어서 측정된 물의 최대 접촉각은 100°를 크게 넘지 않는다. 이 이유는 거의 모든 고체표면은 서서히 흡수됨으로써 접촉면이 감소하기 때문으로 이러한 입장이 되면 재료의 발수성은 시간적으로 한정적 특성을 가진다. 따라서 발수성이 뛰어난 재료의 흡수 및 투수에 대한 저항성을 거의 영구적으로 보증된 것으로 생각하는 것은 잘못이다.

### 3.3.2 방수제의 물리·화학적 방수 원리

방수제는 방수효과가 영속적이며, 시멘트의 수화 및 모르타나 콘크리트의 강도발현 등에 유해하지 않아야 한다. 혼화된 모르타 및 콘크리트에 있어서 방수제가 방수성을 발현하는 원리를 정리하면 다음과 같다.

#### (1) 물리적 메카니즘

① 콘크리트나 모르타 중에 존재하는 과잉(過剩)의 혼합수에 의한 수극(水隙), 비빔시에 연행되는 공기(연행공기), 블리이딩 등에 의해 표면으로 향하는 모세관등의 공극을 미세한 물질로 충전함으로써 물리적으로 흡수 및 투수에 대한 저항성을 증대시킨다.

② 방수성 물질의 작용에 의해 주로 흡수 및 투수에 대한 저항성을 증대시킨다.

③ 콘크리트나 모르타의 워커빌리티 개선에 의해 혼합수를 감소시켜 경화 후의 공극을 적게한다.

④ 콘크리트나 모르타의 건조수축을 저감시켜 신장능력을 크게 함으로써 균열을 억제시킨다.

#### (2) 화학적 메카니즘

① 시멘트의 수화반응을 촉진시켜 시멘트겔(Gel)에 의해 초기 공극을 충전함으로써 주로 초기 흡수 및 투수에 대한 저항성을 향상시킨다.

② 시멘트 수화반응의 결과로 생성되는 가용성 물질을 불용화(不溶化)함과 동시에 불용성 혹은 방수성의 염류를 형성함으로써 콘크리트 및 모르타 조직에서의 공극 충전 혹은 방수성 부여로 흡수와 투수에 대한 저항성을 높인다.

③ 모르타나 콘크리트 내부에 불투수성 혹은 방수성을 갖는 층 혹은 막을 형성하여 흡수와 투수를 막는다.

### 3.3.3 방수제의 종류별 방수 메카니즘

화학조성상으로 분류된 방수제의 방수 메카니즘을 정리하면 다음과 같다.

#### (1) 염화칼슘계

모르타나 콘크리트의 수밀성은 시멘트 수화반응의 진행에 동반하여 향상하기 때문에 염화칼슘( $\text{CaCl}_2$  혹은  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )을 혼입함으로써 시멘트의 수화반응을 촉진하여 빠르게 경화시키고 모

르타나 콘크리트를 치밀하게 함으로써 방수성을 높힐 수 있다.

그 방수효과는 초기에 확실히 증대하지만, 그 후는 차례로 저하하기 때문에 장기에 있어서는 그 효과가 거의 인정되지 않는 한편, 염화칼슘은 철근, 매입철물 등의 녹발생을 촉진시키기 때문에 직접 강재에 접촉하는 곳에서는 사용하지 않는다. 또, 모르타나 콘크리트의 건조수축을 크게 하여 균열이 생기는 폐해도 발생한다.

시멘트 수화반응의 촉진에 따라 발열이 커지기 때문에 농설기 공사에는 좋은 경우지만 여름공사에는 그 혼입률에 충분히 주의하여 사용할 필요가 있다.

염화칼슘의 혼입율은 시멘트에 대하여 1~2% (중량)이지만, 이 혼입률을 적당히 변화시킴으로써 급결제나 방결제로서 사용하는 방법도 있다.

#### (2) 규산소다(불유리)계

규산소다( $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ )는 통상, 불유리라고도 불리는데 그 화학식이 나타낸 것처럼 규산( $\text{SiO}_2$ )과 산화나트륨(소다 :  $\text{Na}_2\text{O}$ )의 혼합물이다. 규산소다를 모르타나 콘크리트에 혼입하면 시멘트의 수화반응 결과 생기는 수산화칼슘( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )과 결합하여 불용성의 규산칼슘( $n\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ )를 생성함으로써 고정되고, 이것이 모르타나 콘크리트 속의 공극을 충전하여 치밀한 조직을 만든다고 알려져 있다. 그러나 실제로 이러한 반응이 일어나기에는 어느 정도의 높은 온도와 장시간이 필요하다는 것을 생각해 보면 방수효과는 의문시된다.

현재 우리나라의 시판 방수제로 규산소다를 주성분으로 하는 것이 많고 값이 싸기 때문에 많이 사용되고 있지만, 외국에서는 이것을 방수제로 사용하는 일은 드물다. 규산소다의 혼입률은 시멘트에 대해서 1~2% (중량)이지만, 이 혼입률을 낮게 하면 급결제로서도 사용할 수 있다.

#### (3) 실리카질 분말계

실리카질 분말계로는 플라야에쉬, 실리카흙, 포졸란, 규산백토 등의 반응성의 것으로부터 석분등의 비반응성의 것까지 있다. 실리카질 분말계 재료는 주로 콘크리트의 불성개선을 위한 혼화제로서 사용되고 있지만, 이 재료를 혼입함으로써 콘크리트의 조직이 개선(수밀 혹은 치밀)되는 효과

를 이용하여 방수제의 일종으로 사용되는 사례가 있다.

실리카질 분말을 모르터나 콘크리트에 혼입하면, 그 화학적 효과보다도 오히려 물리적 효과에 따른 방수성이 향상된다. 즉, 모르터나 콘크리트의 경화후, 블리딩등에 의한 공극을 감소시켜, 그 공극을 충전함과 동시에 장기간에 걸쳐 시멘트 수화반응에 의해 생긴 수산화칼슘을 고정시킴으로써 모르터나 콘크리트를 밀실하게 한다.

또, 실리카질 분말은 그 형상이나 분말도에 따라서도 그 효과가 서로 달라진다. 예를 들면 플라이 애쉬와 같이 구상의 것은 그 불베어링적인 작용에 의해 모르터의 워커빌리티를 개선한다. 그 외, 이 방수제의 특징은 물시멘트비의 감소, 건조수축의 저감 등이다. 실리카질 분말의 혼입률은 시멘트에 대하여 10~15%(중량)다.

#### (4) 고급지방산계

현재 우리나라에서 많이 사용되고 있는 「시멘트 액체방수제」의 주요 재료이다. 모르터나 콘크리트에 고급지방산을 혼입하면, 시멘트의 수화반응에 따라 생기는 수산화칼슘과 결합하여 발수성이 있는 고급지방산칼슘으로 된다. 고급지방산염(금속비누) 및 고급지방산에스텔은 그들 자체 발수성이 뛰어난 물질이며, 이러한 화합물이 모르터나 콘크리트 속의 모세관에 의한 흡수를 감소시킨다. 이 종류의 방수제의 단점은 장기의 수침(水浸)에 의한 방수성의 저하, 혼입률의 증가에 따르는 모르터나 콘크리트의 강도감소, 겹쳐바름이나 이어치기시에 있어서 접착불량, 응결지연, 모르터나 콘크리트가 혼합되기(섞이기)어려운 점이 있다. 이러한 계통의 방수제는 염화칼슘이나 규산소다와 병행되는 경우가 많다. 고급지방산계 방수제의 혼입률은 시멘트에 대해서 3%(중량)정도다.

#### (5) 파라핀에멀존계 및 아스팔트에멀존계

파라핀 및 아스팔트는 발수성이 풍부한 물질이기 때문에 이러한 에멀존을 모르터나 콘크리트에 혼입하면, 고급지방산 염류와 같은 모양으로 그 발수작용에 따라 모르터나 콘크리트의 모세관에서의 흡수를 감소시킨다. 특히 파라핀에멀존의 경우, 미세한 파라핀입자의 불베어링 작용에 의한 워커빌리티 증진, 함수효과 등을 기대할 수 있고,

시멘트겔 사이의 공극이 파라핀 입자에 의해 충전된다.

이러한 방수제의 성능은 파라핀이나 아스팔트의 발수작용보다도 에멀존 제조시의 유화제종류나 유화방법에 따라 현저하게 영향을 받는다. 예를 들어, 너무 많은 공기를 연행하거나 에멀존이 응고하면 분산이 나쁘게 되기 때문에 이 점에 충분히 주의할 필요가 있다. 파라핀에멀존계 방수제의 혼입률은 파라핀/시멘트비로서 3~10%(중량), 아스팔트에멀존계의 그것은 아스팔트/시멘트비로서 10~20%(중량)다.

#### (6) 폴리머디스퍼존계

수지에멀존이나 고무라텍스같은 폴리머디스퍼존을 혼입한 모르터 및 콘크리트를 일반적으로 「폴리머시멘트모르터」 및 「폴리머시멘트콘크리트」라고 부른다. 폴리머시멘트모르터나 폴리머시멘트콘크리트에서 시멘트는 수화하여 시멘트경화체를 만들고 한편, 수지에멀존이나 라텍스는 시멘트의 물을 빼앗아 탈수, 건조시켜 자착성(自着性)과 접착성이 있는 수지나 고무의 연속한 필름을 만들어 시멘트 경화체와 골재를 강고하게 결합하는 구조를 형성한다(그림 3-4 참조). 그러므로 모르터나 콘크리트는 투수 및 흡수에 대하여 저항성이 현저하게 증대하고 방수효과가 커진다.

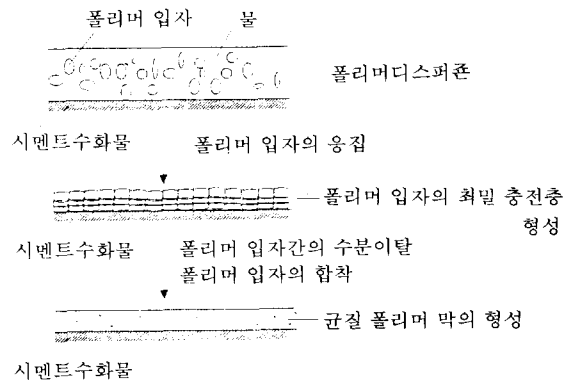


그림 3-4 시멘트 수화물 위에서의 폴리머 필름 형성 과정

일반적으로 방수제로서 사용되는 수지에멀존이나 고무라텍스에 요구되는 성질은 다음과 같다.

- ① 화학적 및 기계적으로 안정할 것.
- ② 시멘트의 수화반응에 악영향을 주지 않을 것.

③ 고무나 수지자체의 내수성, 내알칼리성, 내후성 등이 우수할 것.

④ 모르터나 콘크리트를 이겨섬을 때에 현저하게 발포하지 않을 것.

다른 방수제를 혼입한 모르터 및 콘크리트와 비교하여 폴리머시멘트모르터 및 콘크리트의 이점은 인장강도, 휨강도, 변형능력, 탄성, 접착성 등의 향상에 있다. 일반적으로 폴리머시멘트모르터나 콘크리트성질은 주로 수지에밀존이나 고무라텍스의 시멘트에 대한 혼입률 즉, 폴리머시멘트비(시멘트중량에 대한 수지에밀존이나 고무라텍스 중 유효 고형분량을 중량(%)으로 표시한 것)에 의하여 지배된다. 통상, 이 폴리머시멘트비는 5~30%이다. 고혼입률로 사용하면 다소 가격상의 난점은 있지만 그 방수성은 다른 많은 방수제에 비하여 현저하게 우수하다.

재유화형 분말수지를 모르터나 콘크리트에 혼입하면 곧 재유화하여 수지에밀존의 경우와 같은 모양으로 거동함으로써 방수효과를 발휘한다.

#### (7) 수용성폴리머계

수용성폴리머를 모르터나 콘크리트에 혼입하면 물시멘트비가 감소하고 워커빌리티, 보수성(保水性), 블라인딩에 대한 저항성 등이 개선되기 때문에 비교적 치밀한 조직이 완성되며, 터우기 수지에밀존의 경우와 유사한 효과에 의해 방수성을 발휘한다. 특히 메틸셀룰로즈 등은 물에 대한 팽윤작용으로 방수효과가 나타낸다. 이러한 종류의 방수제는 시멘트에 대한 혼입률은 0.05~3%(중량)이다.

이 계통의 방수제는 일반적으로 보수성의 개량에 주목하여 비상마감 모르터나 타일접착용 모르터 등의 워커빌리티 개선을 목적으로 한 혼화제로서 사용되는 경우가 많다.

#### (8) 기타계

질코뉴화합물의 큰 방수성에 주목하여 수산화질코뉴이나 초산질코뉴이 지방족아민 혹은 지방산나트륨과 함께 모르터나 콘크리트에 혼입된다. sodium methyl silicate는 응결지연효과가 있기 때문에 모르터나 콘크리트의 시멘트에 대하여 2~3%(중량)의 범위로 혼입되고 그 방수효과 때문에 주로 흡수성이 작아진다.

### 3.4 방수제 혼입 모르터 및 콘크리트의 성질

방수제 혼입 모르터 및 콘크리트의 주요한 성질을 부혼입의 것과 비교하여 아직 경화하지 않은 때와 경화한 때로 나누어 열거하면 다음과 같다.

#### 3.4.1 아직 경화하지 않은 모르터 및 콘크리트의 성질

(1) 염화칼슘계, 규산소다계 및 고급지방산계를 사용한 경우를 제외하면, 워커빌리티가 양호한 것이 많고 소정의 콘시스턴스를 얻는데 필요한 물시멘트비를 저감할 수 있다. 특히 이 경향은 폴리머디스퍼존계를 사용하는 경우에 있어서 현저하다.

(2) 염화칼슘계, 규산소다계 및 고급지방산계를 사용한 경우에는 그 공기량이 약간 증가할 뿐이지만 기타의 재료를 사용한 경우에는 공기연행성이 상당히 크다. 특히 이 경향은 폴리머디스퍼존계를 사용한 경우에 있어서 현저하다.

(3) 폴리머디스퍼존계를 사용한 경우의 블리이딩이나 재료분리에 대한 저항성은 뛰어나지만, 기타 재료를 사용한 경우는 거의 개선되지 않는다.

(4) 적당한 혼입률로 사용한다면 실용상 눈에 띈 정도의 경화지연은 일어나지 않는다. 염화칼슘계나 규산소다계를 사용한 경우에는 경화가 촉진된다.

#### 3.4.2 경화한 모르터 및 콘크리트의 성질

(1) 일반적으로 공기량이 많아지거나 강도가 약간 저하하는 경우가 많다. 물시멘트비를 저감할 수 있는 폴리머디스퍼존계를 사용하면 강도가 증진한다.

(2) 흡수 및 투수에 대한 저항성이 향상된다. 특히, 폴리머디스퍼존계를 사용하면 방수성이 대폭적으로 개선되고, 동시에 내동결융해성도 향상하지만, 염화칼슘계나 규산소다계를 사용한 경우의 방수성은 장기재령에 있어서 열등한 경향이 있다.

(3) 폴리머디스퍼존계를 사용하는 경우, 각종 건축재료에 대한 접착성은 향상하지만, 기타를 사용하는 경우 거의 개선되지 않는다.

(4) 일반적으로는 건조수축은 저감되지 않는다. 폴리머디스퍼존계 중에는 수축저감작용을 갖는

것도 있다.

(5) 폴리머디스퍼존을 사용하면, 중성화속도는 극히 적어지나 기타계를 사용한 경우, 이 효과는 기대할 수 없다.

참고로 방수제에 대한 성능시험 데이터를 표 3-1, 그림 3-5, 그림 3-6에 나타내었다.

### 3.5 결 언

콘크리트나 모르타는 그 자체가 상당한 수밀성

을 갖고 있기 때문에 정밀한 시공으로 수밀성이 높은 모르타나 콘크리트를 만들도록 권장하고 있다. 그러나 이를 위해서는 제조 및 시공관리가 철저히 이루어져야 하기 때문에 그만큼 코스트가 높아지며, 경우에 따라서 구체 자체에 균열이 발생하면 방수효과는 상실하기 때문에 별도의 멤브레인 방수공사가 추가되고 있다. 그러므로 방수제 성능을 과신하지 말고 적절히 필요 부위에 사용하는 것이 중요하다.

표 3-1 방수제혼입모르타의 성질

모르타의 종류		방수 제미 혼입	고무 라텍스 혼입	파라핀 에멀전 혼입	아스팔트 에멀전 혼입	아크릴 산수지 혼입	폴리비닐 알콜혼입	질코니움 화합물 혼입	중합유 알미늄 합성수지 혼입	규산 소다 혼입	규산소다 및 기타혼입
항목											
물시멘트비(%)		63.2	36.7	59.2	53.7	47.4	56.2	58.2	54.7	61.9	48.2
공기량(%)		≒0	16.3	2.8	15.3	14.9	10.5	16.4	6.2	1.2	17.4
압축강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	4W	264 (1.00)	227 (0.86)	197 (0.75)	158 (0.60)	211 (0.80)	193 (0.73)	141 (0.53)	181 (0.69)	258 (0.98)	192 (0.73)
	6M	452 (1.00)	368 (0.81)	405 (0.90)	255 (0.56)	338 (0.75)	407 (0.90)	183 (0.41)	372 (0.82)	367 (0.81)	332 (0.74)
가열압축강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	4W	281	302	204	156	205	233	135	210	226	173
휨강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	4W	47.9 (1.00)	63.1 (1.32)	48.4 (1.01)	40.3 (0.84)	47.5 (0.99)	50.4 (1.05)	38.5 (0.80)	46.1 (0.96)	45.6 (0.95)	41.0 (0.86)
	6M	101.9 (1.00)	87.6 (0.86)	90.3 (0.89)	76.3 (0.75)	89.5 (0.88)	88.8 (0.87)	63.8 (0.63)	68.3 (0.67)	93.6 (0.92)	79.5 (0.70)
가열휨강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	4W	38.3	61.7	31.4	30.9	31.6	27.0	22.3	29.7	36.0	27.7
인장강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	4W	14.0	16.8	14.8	11.5	13.9	12.8	9.8	16.2	13.9	12.6
점착강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	4W	2.62	6.28	3.09	1.96	2.08	2.97	2.34	3.09	2.87	2.34
흡수량 (g) (24시간흡수후)	4W	56 (1.00)	21 (0.38)	49 (0.88)	11 (0.20)	45 (0.80)	49 (0.88)	12 (0.21)	48 (0.86)	57 (1.02)	42 (0.75)
	6W	37 (1.00)	16 (0.43)	28 (0.76)	10 (0.27)	15 (0.41)	30 (0.81)	9 (0.24)	26 (0.70)	39 (1.05)	23 (0.62)
투수량 (g)	4W	57 (1.00)	15 (0.26)	103 (1.81)	82 (1.44)	60 (1.05)	38 (0.67)	47 (0.82)	84 (1.47)	52 (0.91)	60 (1.01)
	6M	5 (1.00)	1 (0.20)	9 (1.80)	48 (9.60)	12 (2.40)	10 (2.00)	36 (7.20)	20 (4.00)	7 (1.40)	11 (2.20)
긴조수축 (10 <sup>-4</sup> )	4W	10.8	8.5	11.8	9.6	11.8	12.4	12.5	12.1	12.4	11.0
	8W	11.3	9.1	12.4	10.1	12.4	13.2	13.1	13.0	13.4	11.6
중성화깊이 (mm)	8W	1.2	0	1.0	0.8	1.2	0.2	0.7	1.1	1.3	0.4
	6M	2.7	0	2.8	3.5	3.4	2.9	4.5	3.4	2.4	3.7

주) 시험 JIS A 1104 기준 W : 주, M : 원

· 110℃, 24시간 가열한 경우

· 콘크리트에 대한 점착강도

· 0.5kgf/cm<sup>2</sup>의 수압을 30분간 가함.

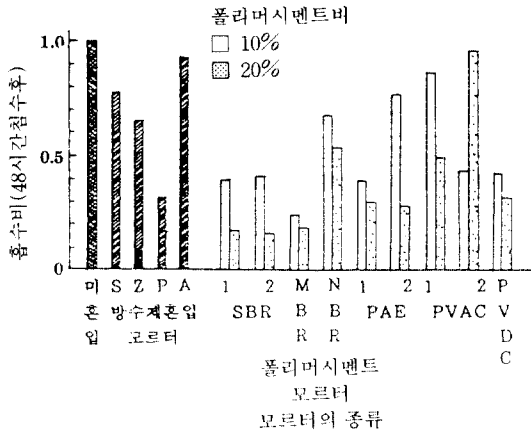


그림 3-5 폴리머시멘트 모르터와 방수제 혼입 모르터의 흡수비 비교

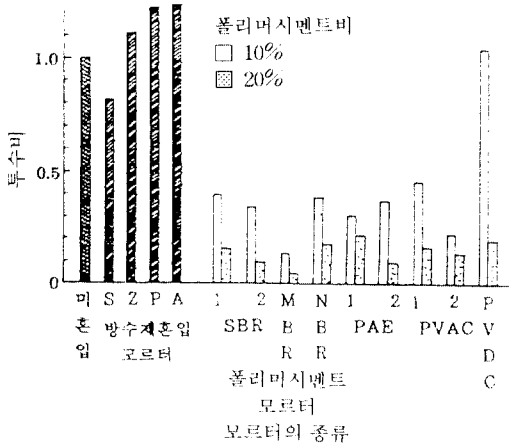


그림 3-6 폴리머시멘트 모르터와 방수제 혼입 모르터의 투수비 비교

우리나라에서는 1964년에 방수제에 관한 KS규격(KS F 2451 건축용 시멘트 방수제 시험방법, KS F 2452 건축용 시멘트 방수제)이 제정되었으나 점차 이 규격에 의한 방수제의 성능 관정이 어려워져 1977년에 KS F 2452가 폐지되었고, 지금

까지 KS F 2451의 「건축용 시멘트 방수제 시험방법」에 의해 평가되어지고 있다.

현재 방수제의 최대 용도인 모르터 방수는 보급도가 높은 방수공법으로 우리나라에서는 「시멘트 액체방수」로 표현하여 사용하고 있지만, 그 신뢰성이 의문시되어 왔고, 시멘트 액체방수에 대한 품질제고의 의식이 사회적으로 크게 부각되면서 1994년 건설부 제정 건축공사 표준시방서에서 그 시공방법 및 관리방법을 수정하였다.

#### 4. 결 론


본 논고에서는 수중불분리제와 방수제의 종류 및 특성에 대하여 기술하였다. 지금까지 콘크리트 제조 및 사용상의 내구성 확보를 위한 관련 재료의 종류는 수없이 많다. 그러나 사용자, 설계자, 시공자의 입장에서 이들에 대한 사용상의 장·단점, 바탕 및 환경조건과의 적용 특성 등을 정확히 이해하고 사용하는 일은 드물다. 특히 사용재료에 대한 현장 품질시험은 더욱 더 부족한 실태이다.

수중 콘크리트에 대한 구조설계가 완벽하다 하더라도 콘크리트의 강도 및 구체 형성은 수중불분리제의 성능 및 그 시공성에 의해 크게 좌우된다. 또한 구조체의 성능이 불안정하면 아무리 좋은 방수제를 혼입 혹은 도포하여 사용한다 하더라도 그 역할을 기대할 수 없다.

따라서 콘크리트 구조물의 안전성과 내구성을 확보하기 위해서는 정확한 구조설계를 바탕으로 구조물을 실체화시키는 관련 재료에 대한 선정 방법, 사용방법, 품질관리 기술이 종합적으로 검토되어야 한다.

#### 참 고 문 헌

1. 大友 健 외, 特殊水中コンクリートの凝結特性に及ぼす材料の影響に関する研究, 콘크리트工学年次論文報告集.
2. 關博, 水中分離防止劑, 콘크리트工学
3. 水中不分離性콘크리트設計施工指針(案) 土木學會, 1991.
4. (財)沿岸開發技術研究センター, (財)漁港漁村建

- 設技術研究所 特殊水中コンクリート・マニュアル 山海堂, 1986.11
5. 國府勝郎, 水中不分離性コンクリートの流動, 凝結および強度發現性狀に對するセメントおよび混和材料の影響, 水中不分離コンクリートにするシンポジウム論文集
  6. 吳祥根, “콘크리트 방수의 현상과 대책”, 콘크리트학회지 Vol.6, No.2, 1994.4, pp.40-52.
  7. 吳祥根, “콘크리트의 수밀성과 건축 방수” 레미콘, 통권 제35호, 1993.4, pp.36-46.
  8. 中野昌之, “防水劑”, 新コンクリート用 混和材料, シーエムシー, 1988.6, pp.95-106.
  9. 立井芳夫, 小林正, “防水劑”, セメント・コンクリート用 混和材料, 技術書院, 1986.5, pp.389-402.
  10. 若杉三紀夫, “無機質浸透性塗布防水材”, セメント・コンクリート, No.535, 1991.9, pp.108-110.
  11. 田中亨二, 吳祥根, 小池迪夫, “ケイ酸質微粉末混合セメント系 塗布防水材料の性質” セメント・コンクリート, No.545, 1992.7, pp.22-30. 

## 콘크리트학회 전문서적 보급안내

### 고성능유동화제를 이용한 고강도콘크리트의 제조와 특성 및 활용 -본 학회 국제워크숍 교재-

- 집필진 : Pierre-Claude Aitcin, 노재성, Yasuo Tanigawa, 신성우, 오병환
- A4 · 360면
- 보급가 : 회 원 18,000원, 비회원 20,000원

### 콘크리트 구조물의 진단, 보강 및 유지관리 -제4회 기술강좌 교재-

- 집필진 : 윤우현, Hasegawa Gaoru, 정광량, 오병환, 심종성, 서치호, 연규석, 방명석, 김상식, 이강희, 박승범
- B5 · 368면
- 보급가 : 회 원 18,000, 비회원 20,000원

### 시멘트 · 콘크리트의 품질시험 및 품질관리

- A4 · (수정판)
- 보급가 : 회 원 20,000, 비회원 22,000원
- 집필진 : 최광규, 임창덕, 김부한, 한천규, 오병환, 윤재환, 정 란, 박승범, 최계식
- 구입방법 : 상기 서적이 필요하신 분은 학회사무국에서 구입하시기 바라며 직접 오시기 어려운 분은 밑에 기재된 은행계좌로 송금하시면 우송해 드립니다.(송금자명 필히 기재요망)
- 은행계좌 : 한일은행(096-132587-01-501)(예금주: 한국콘크리트학회)
- 문의처 : 한국콘크리트학회  
주소 : 서울시 강남구 역삼동 635-4 한국과학기술회관 신관 807호 전화 : 568-5985~7

### 철근콘크리트 건물의 배근설계 -제6회 기술강좌 교재-

#### ■ 한국콘크리트학회 편

- 집필진 : 김상식, 최기봉, 김중구, 윤호기, 김광환, 이동우, 윤영호, 양지수, 류영섭
- A4 · 436면
- 보급가 : 회 원 20,000원, 비회원 22,000원(우송시 송료 2,100원 별도부담)