

# 최근의 건설재료 기술동향

## 이 중 열

〈쌍용중앙연구소 콘크리트연구실〉

### 1. 서 론

시멘트는 무기질 결합재 또는 주입재로서 용도가 다양하고 특히 성형성, 시공뿐만 아니라 강도, 내구성, 내화성 등의 품질성능이 우수하다. 또한 과학발전에 힘입어 많은 개량을 거치면서 값싸고 신뢰성 있는 건설용 기초재료로서의 확고한 위치를 점해 왔으며 당분간 이를 능가할 만한 유사 대체재료는 없을 것으로 보인다.

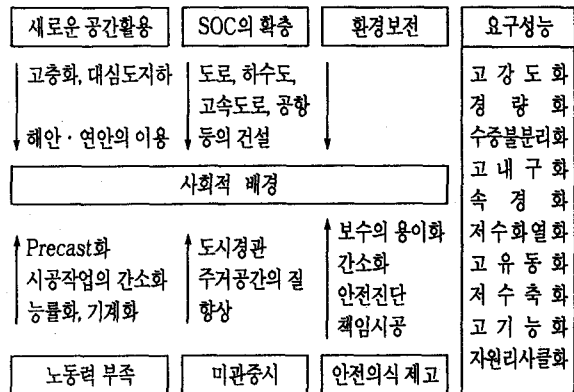
그러나 최근들어 산업구조의 고도화, 사회구조의 다양화는 눈부실 정도로 변화되고 있고 정보화시대, 창조화시대를 향한 기반을 구축하기 위하여 건설 프로젝트는 심층지하 구조물, 장대교량, 해상공항, 해중도시 등과 같이 초대형화된 것들이 많고 그 실시에 있어서는 최신의 기술과 인력이 부족한 시대에 대비한 성력, 신속한 시공이 요구되고 있다.

또 보다 쾌적한 생활공간 창출, 자연환경과의 조화, 건축물 보수의 용이화, 간소화 등에 필요한 전문적이며 성력시공이 가능한 특수한 기능을 갖는 다양화된 새로운 건설재료를 필요로 하게 되었으며 건설분야의 이러한 요구를 만족시키기 위해서는 대표적인 건설재료인 포틀랜드시멘트 만으로는 이러한 요구를 충족하는데 한계가 있어 여러가지 특수한 기능을 갖고 있는 제품의 개발이 요구되고 있는 실정이며 관련업계에서는 시대의 이런 요구에 부응하기 위하여 시멘트의 기능을 크게 향상시킨 신제품 개발을 활발히 추진하고 있다.

이에 본 보고에서는 user의 needs에 대응하기 위하여 최근 개발 또는 개발하고 있는 다양한 건

설재료의 연구개발동향, 재료의 기술사상, 용도 등을 소개하고자 한다.

### 2. 사회적 환경 변화에 따른 needs 변화



### 3. 고기능성 건설재료 개발

최근의 토목, 건축공사에서는 빌딩의 고층화, 공기단축, 대용량 콘크리트 타설 등의 요구에 대응한 새로운 기능을 부여한 건설재료를 포틀랜드 시멘트를 근간으로 개발되고 있다.

여기서는 대표적인 건설재료의 특징을 소개하고자 한다.

#### 1) Self levelling재

건축물 바닥미장재료로 널리 사용해진 시멘트 몰탈은 미장공에 의해 바닥면의 평탄도 또는 수평도가 결정되고 시공후 양생과정에서 건조수축에

의한 균열이 발생되어 내구년한의 감소, 적절한 보수대책 등이 큰 문제점으로 되어있다.

반면 SL재에 의한 미장공법은 유럽지역에서 최초 개발되었고 일본의 경우 '80년초, 국내는 '90년초부터 건자재 메이커에서 건축물 바닥의 성력화 연구 일환으로 연구를 개시하여 최근 각광받고 있는 신공법이며 물이 자연적으로 수평을 유지하는 원리를 이용하고 현장에서 간단한 mixing & pumping 장비를 이용 단시간내에 광범위한 면적을 시공하여 시공품질 향상, 인건비 절감, 공기단축 등 건축공법의 정밀화를 추구할 수 있도록 개발된 최신 공법의 고기능 바닥수평재료이다. SL재의 소재 특성은 기존 모르타와 비교할 때 강도, 접착성, 치수 안정성, 내마모성 등 품질면에서 많은 차이가 있어 향후 다양한 수요에 대응 가능한 재료로 기대되고, SL재는 경화주재에 따라 석고계, 시멘트계, 세라믹계, 적용부위별로 중도형, 상도형, 미장두께에 따라 박막형, 후막형으로 각각 구분된다. SL재를 사용한 미장공법에서 가장 중요한 요소는 바닥의 전처리에 있다.

바닥 전처리의 목적은 접착력 증가와 공기포의 궤적방지를 위함이며 이를 위해 바닥 콘크리트의 표면에 별도의 충분한 흡수방지 처리를 반드시 실시해야 바탕과의 들뜸으로 인해 장기적으로는 마감재가 파손되는 것을 방지할 수 있다.

건축물 바닥공사의 실패 요인인 부적합한 미장재료의 선정, 부실공사, 바닥전처리 미숙 등을 들 수 있고 일반적으로 바탕면과 미장재의 들뜸으로 인한 내력 저하가 주요인인 것이 지배적인 이론이다.

#### SL재의 품질규격(JASS 15M-103)

<표-1>

항 목		품 질 규 격
Flow (mm)		190 이상
응결시간 (시간)	초 결	1 이상
	중 결	15 이내
압축강도(kg/cm <sup>2</sup> )		150 이상
접착강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	하 지	5 이상
	표 면	4 이상
내 충 격 성		균열, 박리가 없을 것

이러한 배경 때문에 임의의 건축물 바닥미장공사를 개시할 때 바탕면의 함수상태, 레이탄스층 유무, 심한 굴곡부위 등에 대한 사전점검을 충분히 하여 상술한 문제점이 발생되지 않도록 주의할 필요가 있다.

#### 2) 시멘트계 방청도포재

콘크리트 내부의 철근은 콘크리트의 알칼리 성분으로 인해 부동태 피막의 형태로 안정화되어 있으므로 기본적인 방청성능은 상당히 우수하다고 알려져 있다.

그러나 이런 방청기구는 콘크리트 주위환경이 열악하면 쉽게 콘크리트 내부철근 부식으로 발전하게 된다.

철근 콘크리트 구조물에서 부식이 발생하면 보수도 어렵고 그 소요비용도 크다. 최근 들어서는 세플재로서 해사 사용이 급증하고 있고 염기성분을 갖는 콘크리용 혼화재가 거의 모든 레미콘에 사용됨에 따라 일반적인 구조물에서도 열화가 심각할 것으로 예상된다.

이런 관점에서 철근부식을 방지하는 대책의 연구는 콘크리트 밀실화 부분과 철근 방청성능 개선부분 즉 예를 들어 아연도금, 수지도막, 내염성 철근제작 등을 들 수 있는데 국내 경우 전자에 대한 연구는 비교적 활발한 편이며 그 연구 실적도 상당히 축적되어 있지만 후자의 경우는 최근 연구가 되고 있을 뿐이다.

미국 경우 철근의 부식 방지대책으로 에폭시 분체도장을 1973년 미국 펜실바니아 교량에 처음으로 적용하여 1976년부터 상업화 되었고, 조립식 에폭시 피복철근은 1984년 시장화 되었으며 한국에서는 서해대교에 교각용으로 사용되는 철근에 에폭시 분체도장 철근을 적용하고 있다. 독일의 경우는 미국과는 달리 에폭시보다 PVC 등 폴리머를 활용하는 방안에 초점을 맞추고 있는데 이는 재료 도막후 강성은 좀 약하더라도 신장, 변형성이 좋아 콘크리트 피복두께 절감을 통한 경제성 확보 측면에 merit가 있어 이 부분에 대한 연구 역시 주목받은 분야이다.

강구조물이나 콘크리트내의 철근을 부식으로부터 방지하는 방법은 적용방법에 있어서 차이가 난다. 일반 강재의 방식방법으로서는 방청용 도

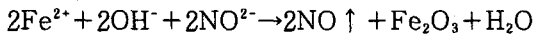
장재료의 도포를 통해 부식을 차단하고 있으나, 건축 및 토목에서 사용되는 철근의 부식을 방지하는 방법은 주로 에폭시 도장철근, 아연도금 철근, 콘크리트용 방청혼화제 사용으로 대변 될 수가 있다.

현재 해상부위나 화학적 침식이 심하게 예상되는 부위는 에폭시 도장철근의 적용이 이루어지고 있는 추세에 있으며, 에폭시 도장철근의 경우 철근의 방청효과가 우수하고, 해외 선진국을 중심으로 연구실적과 사용경험이 많다는 장점은 많지만 가격이 고가이고, 콘크리트와 철근과의 부착성 저하, 장기적 유효성 불안 등의 문제로 국내에서는 그 성능에 비해 실제 현장에서 확대 적용하는데 있어서 제약요인이 되고 있다.

아연도금 철근은 아연표면에 생성되는 치밀한 산화막, 수산화 피막이 용존산소와 철근의 접촉을 차단하여 부식을 방지하는 것인데, 콘크리트 중의 알칼리에 매우 약하고 염화물에 의한 파괴를 쉽게 받기 때문에 단기간의 방청을 목적으로 하는 부분에 주로 사용되고 부식환경이나 장기 내구성이 요구되는 부위에는 적용되지 않고 있다.

콘크리트용 혼화제 개념의 방청제는 국내에서도 그 효과가 인정되어 1988년 KS F 2561 "철근 콘크리트용 방청제"가 제정되어 있다.

현재 주로 사용되고 있는 방청제는 대부분이 아질산염계의 양극형 방청제이며, 이들의 작용기구는 아질산이온(NO<sup>2-</sup>)과 제일철이온(Fe<sup>2+</sup>)이 반응을 해서, 양극부로부터 Fe<sup>2+</sup>의 용출되는 것을 방해하고 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 생성시켜 철의 표면에 침착, 부동태 피막을 생성시킴으로써 부식반응을 억제하는 것이다.



콘크리트 혼화제 타입의 방청제는 콘크리트의 수밀성이 확보되었을 때 그 효과가 크나 콘크리트의 균열 발생시에는 방청효과가 떨어지며, 지속적인 염분환경에 놓여있는 분위기에서는 사용되지 않고 주로 염분함량이 제한된 부위에서 사용된다(예, 해사 사용 콘크리트).

시멘트계의 방청도포제는 콘크리트와 동질인 재료특성을 이용하여 종래의 철근 도장시 발생되

었던 이질재료의 단점을 개선하고, 현장에서 손쉽게 철근의 부식방지나 보수를 도모하기 위해 개발하게 되었다.

시멘트 재료를 이용한 방청방법은 얇은 도막만으로도 콘크리트와 같이 시멘트의 알칼리성 유지와 수분, 산소 등의 차단을 통해 철의 방청을 유지하는 것이며, 특히 시멘트계 재료는 기존의 용제형 도료에 비해 수용성(무용제형), 비휘발성, 비인화성, 무독성인 특징을 가지고 있어 환경적응성이 높은 재료라고 말할 수 있다.

이들의 반응원리는 수용성인 수지와 시멘트가 수화반응하여 일반 시멘트와는 달리 치밀성이 높은 경화체를 만들고 동시에 고분자 수주와의 결합을 통하여 불투수, 불투과성의 안정한 탄성도막이 생성된다.

현재 시멘트계의 방청재료는 주로 건축, 토목 분야의 장기적인 노출 구조물의 방청에 적용되는 추세에 있으며 선박 분야에는 적용되고 있다.

### 3) 수중불분리 혼화제

종래 수중 콘크리트 시공법으로는 보통의 콘크리트를 트레미나 콘크리트 펌프 등을 이용하여 타설하는 방법과 프리팩트 콘크리트에 의한 방법이 있다.

최근 KDT 트레미 공법, 하이드로 밸브공법 등은 수중콘크리트 타설시의 재료분리를 최소화 하기 위한 장치개량을 목적으로한 공법이다. 이에 대하여 수중콘크리트에서는 콘크리트에 수용성 고분자를 첨가해서 점성을 부여하고 수중자유낙하시에 물의 세척작용을 받아도 시멘트와 골재의 분리를 억제할 수 있도록 개량한 것이며 여기에 사용되는 수용성 고분자가 특수 콘크리트용 혼화제인 것이다.

이는 콘크리트 자신의 성질을 개량하는 것으로 수중에서 자유낙하 시키는 것도 가능한 새로운 개념의 수중콘크리트이다.

수중불분리 혼화제에 사용되는 폴리머는 대부분이 선상 폴리머로 주된 효과는 시멘트 페이스트의 점도를 높혀 골재입자의 분리를 저감하고, 시멘트입자 사이에 들어가 가교역할을 하여 수질 오염을 방지하는 것이다. 특히 보호콜로이드 효과에 의해서는 유동성이나 셀프레벨링성의 일부를

부여한다고 알려져 있으며 특히 수용성 폴리머는 혼련시에 기포를 발생하는 것이 있으므로 사용할 때 소포제를 첨가하여 공기량을 조절할 필요가 있다.

수중불분리성 콘크리트는 수중불분리성 혼화제를 혼화함으로써 재료분리 저항성을 높이는 콘크리트로 정의되고 있고 이 분리저항성은 수중불분리 혼화제의 첨가에 의한 것이며 또 하나의 특징인 셀프레벨링성은 수중불분리성 혼화제가 갖는 분산작용과 고성능 감수제의 분산작용에 의한 것이다.

수중불분리 콘크리트 제조시 고성능 감수제나 감수제의 첨가는 수중불분리 혼화제 단독 사용만으로는 단위수량이 크게 될 경향이 있기 때문에 단위수량 감소 목적을 위하여 사용된다. 수중콘크리트는 유동성이 매우 높으므로 슬럼프로 콘시스턴스를 평가하는 것은 곤란하여 슬럼프 플로우로 평가하는 것이 바람직하다.

또한 수중불분리 콘크리트는 수중에서 재료분리가 적고, 셀프레벨링성, 충전성이 우수하여 최근 사용실적이 점점 늘어나 중요 수중구조물에 사용되고 있다.

4) 팽창시멘트

보통시멘트 콘크리트는 대기중에서 경화하면 수축하거나 균열이 발생하기도 한다. 철근콘크리트에서 이러한 균열은 곧바로 구조물의 붕괴를 가져오지는 않지만 중성화나 빗물 침입 등 열화

요인을 제공하기 때문에 구조물의 최대 약점으로 되고 있다.

이와 같은 약점을 개량하기 위하여 에트링자이트 팽창력을 이용하여 무수축 혹은 팽창시멘트를 개발하기 위한 연구가 시작되어 팽창시멘트 클링커가 개발되었고 연구과정에서 정적파쇄제의 개발 등 부수적인 수확도 있었다.

팽창시멘트는 수화물로서 에트링자이트를 생성하는 부류와 CaO의 수화를 이용하는 부류로 대별된다.

대표적인 팽창시멘트의 하나인 K형의 예를 들면 원료로 보오키사이트, 석회석, 석고 등을 사용하여 1200~1300°C에서 소성하여 만든 이 시멘트 클링커는 특성광물로 포틀랜드시멘트에 비해 SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 적고 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>가 많은 것이 특징이며 구성광물의 종류가 다르고 초조강, 고강도성, 무수축성, 팽창성 등 다양한 특징을 가지고 있고 C<sub>4</sub>A<sub>3</sub>S̄, C<sub>2</sub>S, C<sub>4</sub>AF 등을 포함하며 C<sub>4</sub>A<sub>3</sub>S̄(아원)는 수화할 때 에트링자이트를 생성한다.

또한 이 시멘트는 CaO가 적기 때문에 시멘트 경화체의 pH가 적어 유리섬유와 시멘트 복합재료에 적합하다고 알려져 있고 초기강도 발현이 크기 때문에 한중 콘크리트공사에 이용하고 있다. 일본에서는 시멘트 근원인 C<sub>4</sub>A<sub>3</sub>S̄를 고순도로 제조하여 포틀랜드시멘트와 혼합하여 특수한 기능을 부여하여 보수재, 팽창재, 고함수 토질안정재, 폐수처리재와 같은 환경시멘트, 고강도 시멘트용 혼화제로 사용하고 있다.

화학적 성분 및 광물구성 성분(예)

<표-2>

구 분	화 학 성 분						주 요 특 성
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	
Belite A	24.0	2.9	61.1	2.6	0.39	0.23	• Belite A (C <sub>2</sub> S 45) → 고유동, 고강도 특성 • Belite B (C <sub>2</sub> S 60) → 저발열, 고강도 특성
Belite B	25.7	5.8	63.2	1.8	0.45	0.19	
1 종	20.4	5.7	62.7	3.0	0.75	0.10	
구 분	Modulus			광 물 조 성			
	LSF	SM	IM	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF
고 유 동	80	4.0	1.1	35	45	3	9
저 열	76	4.0	1.1	25	60	2	8
1 종	93	2.3	1.8	55	20	10	10

시멘트 종류별 물리특성(예)

<표-3>

구 분	분말도 (cm <sup>2</sup> /g)	플로우	응결시간 (시간 : 분)		압축강도 (kg/cm <sup>2</sup> )				수화열 (cal/g)	
			초결	종결	3일	7일	28일	91일	7일	28일
고 유 동	4000	118	285	7 : 50	189	288	480	803	81.3	73.1
저 열	3450	114	285	8 : 15	174	250	458	588	58.0	70.2
1 종	3210	98.5	280	7 : 30	192	270	381	427	81.0	96.8

#### 4. 환경저감형 시멘트 개발

##### 1) 벨라이트시멘트

시멘트는 물과 반응하면 발열을 수반하고 그때 온도가 상승한다. 온도는 통상의 시공에서는 문제가 되지 않지만 타설양에 비해 방열면이 적은 이른바 매스콘크리트에서는 중심부와 바깥주변의 온도차가 크게 되어 수축 균열의 원인이 되기 때문에 중용열포틀랜드시멘트 이상으로 낮은 발열량의 콘크리트가 요구된다.

이런 개선방안의 일환으로 개발된 것이 열량이 적은 벨라이트시멘트이다. 종래 기술은 수화열이 적은 시멘트로서 중용열포틀랜드시멘트나 보통포

틀랜드시멘트에 플라이애쉬 혹은 고로슬래그 미분말을 혼합재로 혼합한 저열시멘트가 사용되었지만 최근 구조물의 대형화와 시공방법이 다양화됨에 따라 종래보다도 수화열이 적고 강도발현성이 우수하고 유동성이 양호한 제품인 벨라이트시멘트에 대한 연구가 활발하다. 벨라이트시멘트는 구성광물이 포틀랜드시멘트와 동일하며 단지 구성광물 함량만이 다르다.

##### 2) High Volume Fly ash Concrete (HVFC)

전력 수요의 급증에 따라 화력발전소로부터 배출되는 석탄회양은 매년 증가일로에 있고, 전력 회사는 그 처분에 고심하고 있다.

HVFC의 배합과 물성(예)

<표-4>

배 합 비						배 합 비 율			슬럼프 (cm)	압축강도(Mpa)				응결시간	
W	C	F	S	G	Adm (%)	F/C+F	W/C	W/C+F		1d	7d	28d	90d	초결	종결
The first case															
115	428	0	682	1211	1.14	0	0.27	0.27	18.0	32.7	61.3	71.8	83.7	5:15	6:50
116	180	248	659	1171	0.86	0.58	0.64	0.27	24.0	8.6	33.7	44.1	51.9	7:45	10:30
	428														
115	156	215	685	1281	0.75	0.58	0.74	0.31	19.0	6.8	28.0	37.1	47.1	8:25	11:25
	371														
The Second case															
160	300	0	789	1044	0.25	0	0.53	0.53	12.5	7.4	27.5	40.8	44.7	5:16	7:16
180	300	180	528	1044	1.0	0.38	0.60	0.38	6.5	10.3	27.1	42.9	58.1	7:55	10:35
	480	708													
180	300	300	339	1044	2.0	0.50	0.60	0.30	24.0*	16.0	34.4	56.9	75.5	14:20	18:05
	600	639													

\* 콘크리트 플라스틱 점도는 매우 높아짐

## 에코시멘트 화학조성 및 광물조성(예)

〈표-5〉

구 분	화 학 성 분(%)										
	Ig. loss	insol	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Cl	total
에코시멘트	0.8	0.2	15.2	10.2	1.9	60.3	1.4	8.8	0.7	0.5	100.0
보통시멘트	0.6	0.1	22.2	5.1	3.2	65.1	1.4	1.6	0.7	0.0	100.0

폐기물의 자원화라고 하는 관점에서 플라이애쉬를 다량으로 사용하는 HVFC의 연구가 국제적으로 추진되고 있고 콘크리트 기술의 접목하여 콘크리트에 이용하는 플라이애쉬시멘트내에 플라이애쉬 혼합율을 50~70% 수준으로 높이는 방법과 콘크리트 배합에서 모래의 일부를 플라이애쉬로 대체하여 플라이애쉬 사용량을 증가시키는 방법이 시험되고 있다. 플라이애쉬를 콘크리트에 대량 사용하는 방법에 대해서는 2가지의 기술상이 있다.

첫번째는 플라이애쉬 혼합율을 50% 이상으로 높은 플라이애쉬시멘트를 사용하는 방법이다. 이렇게 되면 강도저하가 발생되는데 이를 감수제를 사용하여 콘크리트중의 단위수량, 즉 물 플라이애쉬시멘트비를 낮춤으로써 콘크리트의 강도 저하를 방지 또는 경감하는 것이다. 캐나다 전력 연구소, 캐나다 광물 에너지-기술연구센터, 미국 콘크리트학회 등의 배합, 슬럼프, 강도의 측정결과를 일례를 표에 나타내었다.

단위 플라이애쉬시멘트량을 일정한 조건하에서 포틀랜드시멘트 수%를 플라이애쉬로 치환하기 위하여 물 시멘트비를 일정(단위수량 일정)하게 하면 혼화제의 첨가량이 적어도 소요의 유동성을 얻을 수 있다. 그러나 포틀랜드시멘트 부분에 대한 물비는 0.64~0.74로 현저히 크게 되어 초기 강도의 발현은 약간 나쁘게 된다.

두번째 방법은 시멘트에는 없는 세골재의 대체로 플라이애쉬를 이용하는 것이다. 종래에는 단위 포틀랜드시멘트량은 통상 콘크리트의 배합수준을 유지하고 모래의 일부를 플라이애쉬로 치환하는 것이다. 슬럼프 12cm 전후의 보통콘크리트를 대상으로 배합한 경우는 단위 포틀랜드시멘트량을 300kg/m<sup>3</sup>로 일정하게 한 경우 물 포틀랜드시멘트비를 0.6 정도로 일정하게 유지하면 혼화제 사용량은 포틀랜드시멘트+플라이애쉬량이 450kg/m<sup>3</sup>을 초월하면 현저히 증가한다. C+F량이 600kg/m<sup>3</sup>에 달하면 W/C+F=0.3이 되어 혼화제의 사용량을 증가시켜도 소성점성이 현저히 증가하고 슬럼프는 0이 되고 workability는 매우 나쁘게 된다.

이것은 첫번째 경우에 있어서 W/C+F가 0.3 정도에서 충분한 유동성을 갖고 있는 것과 크게 다르다. 단위 포틀랜드시멘트량이 많고, 또 플라이애쉬 입자에 의해 골재의 충전이 개선되기 때문에 초기강도는 높지만 7일 이후는 첫번째 경우와 비교 큰 차이가 없어진다. 콘크리트 단위체적당 플라이애쉬 사용량은 첫번째 경우보다 약간 증가하고, 유동성은 나빠지며, 소성점성은 증가하고, creep도 크고, 동탄성계수는 10% 정도 저하하는 등 변형이 크게 된다. 또 포틀랜드시멘트와 혼화제 사용량이 많기 때문에 콘크리트의 가격은 높다.

## 에코시멘트의 광물조성

〈표-6〉

구 분	광 물 조 성				
	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>11</sub> A <sub>7</sub> · CaCl <sub>2</sub>	C <sub>4</sub> AF
에코시멘트	68.1	4.5	-	24.1	3.3
보통시멘트	52.7	23.5	8.2	-	9.7

## 에코시멘트의 물리적 특성

〈표-7〉

구 분	비 중	분말도 (cm <sup>2</sup> /g)	응 결	
			초 결	중 결
에코시멘트	3.13	4,300	0-28	0-42
조강시멘트	3.13	4,340	2-08	3-15
보통시멘트	3.17	3,220	2-22	3-20

### 3) 에코시멘트

에코시멘트란 ECO (Ecoogy : 생태환경) 와 시멘트의 합성어이고 산업폐기물 및 도시 쓰레기 소각회, 하수오니를 주원료로 이용하며 토목건축 자재용으로 재자원화한 시멘트를 말한다. 상기원료들은 대부분 염화물을 함유하고 있어 종래에는 단위포틀랜드시멘트량은 통상 콘크리트 조합원료는 염화물 농도가 보통시멘트에 비해 높다. 염화물은 클링커 소성중 칼슘실리케이트(보통시멘트의 주요 구성광물로서 강도발현의 주역임)와 반응하여 Alinite 광물을 생성한다. 에코시멘트는 보통시멘트에 비해  $Al_2O_3$ ,  $SO_3$ ,  $Cl$ 이 많고  $SiO_2$ 는 적다. 또한  $C_3A$  대신에  $C_{11}A_7 \cdot CaCl_2$ 가 존재하는 것이 크게 다르고 그외의 광물은 비슷하다.

에코시멘트는 폐기물 처리뿐만 아니라 폐기물의 자원화라는 측면에서 일본 시멘트 회사들이 연구협력체를 결성하여 '95년초에 공장을 준공하였다. 생산된 시멘트는 염분 함량이 많은 관계로 무근 콘크리트에 사용되며 특히, 하수구나 농로 건설 등에 사용되어진다.

품질면에서도 보통 시멘트에 비하여 80% 정도로 구조물의 내구성에 문제가 되지 않는다.

또한 시멘트 중에 함유된 유해물질들은 클링커 광물에 고정되고, 수화반응 후에는 경화체내의

수화물 결정속에 안정하게 고정되기 때문에 생태계에 영향을 미치지 않는다. 따라서 에코시멘트는 폐기물을 영구처리하는 방법으로도 이용되고 있으며, 부수적으로 자원(폐기물)의 재활용 효과도 얻고 있다.

우리나라에서도 지방자치제도가 실시된 이후 각 지역에서 발생하는 산업 및 생활쓰레기 처리 문제가 환경문제를 떠나 사회문제로 심화되고 있다. 폐기물로 인한 지역이기주의를 극복할 수 있는 좋은 방법이 에코시멘트로 생각된다.

## 5. 결 론

지금까지 최근 토목, 건축분야에서 전개되고 있는 건설재료를 중심으로 이들 재료들이 건설재료로서의 영역을 확고히 하기 위해서는 꾸준한 기술수준의 향상, 품질개량 및 경제성을 계속 추구해야 하고 다양화하는 소비자의 needs에 대응하면서 양적, 질적으로 안정공급을 실현하는 것이 중요하다.

또한 업계에서는 국내 토목, 건축분야의 선진화와 고급화를 위하여 고기능성 신건재 개발에 박차를 기해야 할 것으로 생각되며, 시멘트산업이 태동한지 약 170년의 역사가 흘렀지만, 지금도 새롭게 도전할 분야는 무한하다고 생각된다.