

# AE감수제 지연형을 사용한 콘크리트의 품질특성에 관한 실험적 연구

이재환·권순욱\*

〈한일시멘트(주) 대전연구소〉

## 1. 머리말

콘크리트 구조물의 시공성불량, 조기열화, 강도저하 등의 사례가 사회적인 관심을 불러 일으켜 콘크리트의 내구성 향상은 큰 과제로 대두되고 있다.

특히 월평균 25℃를 넘는 시기에 혼합, 운반, 타설 및 양생을 하는 서중콘크리트와 레디믹스트 콘크리트의 운반거리가 멀어 운반시간이 장시간 소요 되는 경우에는 소요슬럼프의 저하에 따른 타설시의 작업성 확보를 위한 소요수량의 증가, 타설 후의 콘크리트의 급속한 응결, 수분증발의 촉진, 소성수축균열의 발생, 장기강도 발현 불량, 콜드조인트 발생 및 수화열로 인한 콘크리트 온도 상승 등의 불리한 문제가 야기 된다.

따라서 지연제는 응결시간을 지연 시키고 콘크리트의 작업시간을 연장 시켜 콜드조인트 등 서중콘크리트에 발생 되기 쉬운 각종 문제점의 발생도 막을 수 있다.

그러므로 본 연구에서는 콘크리트 구조물의 내구성 향상을 위한 일환으로 국내에서 시판 되고 있는 AE감수제 지연형의 품질특성을 KS F 2560 콘크리트용 화학혼화제 시험항목, 현재 레디믹스트 콘크리트

혼화제의 특성

〈표 2〉

종 류	pH	비중	색상	형태	주성분	제조사권장 사용량(%)
A	7.01	1.12	암갈색	액상	리그닌계	Cx 0.15%
B	7.38	1.2	"	"	"	Cx 0.25%
C	5.29	1.2	"	"	"	Cx 0.3%
D	7.86	1.15	"	"	"	Cx 0.2%
E	8.42	1.19	"	"	"	Cx 0.25%

〈주〉 A는 AE감수제 표준형임.

트 공장에서 출하빈도가 가장 높은 210kg/cm<sup>3</sup>의 콘크리트 적용 및 AE감수제 지연형의 과잉첨가시의 특성 등을 실험적으로 분석하였다.

## 2. 실험개요

### 2.1 사용재료

#### 2.1.1 시멘트

시멘트는 1종 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

#### 2.1.2 골재

잔골재는 금강모래 이며 굵은골재 20mm는 공주석 산골재를 사용하였고, 굵은골재 25mm는 대전석산골재를 사용하였으며 그 품질은 〈표 1〉과 같다.

#### 2.1.3 혼화제

현재 국내에 시판 되는 AE감수제 지연형 4종류와

골재의 특성

〈표 1〉

종 류	비중	흡수율 (%)	단위용중 (kg/m <sup>3</sup> )	조립율	마모율 (%)	비고
잔골재	2.57	1.85	1560	2.8	-	
굵은골재(20mm)	2.69	1.1	1534	6.83	17.6	KS F 2560
굵은골재(25mm)	2.61	0.92	1530	7.01	19.2	25-210-12

비교용으로 AE감수제 표준형 1종류를 사용하였으며 품질은 <표 2>와 같다.

2.2 시험항목

2.2.1 KS F 2560 품질시험

KS F 2560에서는 콘크리트용 화학혼화제에 대한 품질기준을 규정하였으며 그 내용은 <표 3>과 같다.

KS F 2560에 의거 국내에 시판되는 AE감수제 지연형이 KS품질규정에 적합한지를 검토하였다.

2.2.2 보통강도 콘크리트 시험

현재 국내 레디믹스트콘크리트의 강도수준은 상향 조정되고 있는 실정이지만 210kg/cm<sup>2</sup>의 출하빈도가 높은 편이므로 AE감수제 지연형을 25-210-12의 규격에서 콘크리트의 채특성을 검토하였다.

2.2.3 AE감수제 지연형 과잉 첨가

레디믹스트콘크리트 공장에서는 혼화제 투여 과정 시 기계의 오작동, 계량오차, 운전공의 실수 등에 의해 과잉첨가 사고가 발생할 소지가 있으므로, AE감수제 지연형의 과잉투여에 의한 사고발생시 참고자료를 제시할 목적으로 시험을 수행하였다.

2.3 실험방법

배합방법은 굵은골재, 잔골재, 시멘트 순으로 투입하여 건비빔을 한 후 배합수에 혼화제를 첨가하여 혼합한 후 1분30초간 비빔을 하였다. 압축강도 공시체제작(φ 10×20cm)과 양생(20℃±3℃)은 KS F 2403에 의거 실시 하였다. 시험콘크리트의 혼화제 양은 각사에서 추천하는 표준사용량을 첨가하였다. 블리딩, 응결시간, 길이변화율 및 동결융해저항성 시험은 KS 기준에 의거 시험을 진행하였으며 기본배합은 <표 4>와 같다.

3. 시험결과 및 고찰

콘크리트용 화학혼화제의 품질 규정

<표 3>

품질항목	종류	AE제	감수제			AE 감수제		
			표준형	지연형	축진형	표준형	지연형	축진형
시험조건	굵은골재의 최대크기 : 20mm 시멘트 : 280* ± 5kg/m <sup>3</sup> , 300* ± 5kg/m <sup>3</sup> 슬럼프 : 8±1cm, 18±cm *부순돌 사용의 경우 + 20kg/m <sup>3</sup>						공기량(%)	S/a(%)
						기준	2.0 이하	40~50
						감수제	3.0 이하	기준보다 0~1%감한다.
						AE제 AE감수제	5.0±0.5	기준보다 1~3%감한다.
감수율(%)		6이상	4이상	4이상	4이상	10이상	10이상	8이상
블리딩양의비(%)		75이하	100이하	100이하	100이하	70이하	70이하	70이하
응결시간의차 (min)	초결	-60~+60	-60~+90	-60~+210	+30이하	-60~+90	-60~+210	+30이하
	종결	-60~+60	-60~+90	+210이하	0이하	-60~+90	+210이하	0이하
압축강도약비 (%)	3d	95이상	115이상	105이상	125이상	115이상	105이상	125이상
	7d	95이상	110이상	110이상	115이상	110이상	105이상	115이상
	28d	90이상	110이상	110이상	110이상	110이상	110이상	110이상
길이변화비(%)		120이하	120이하	120이하	120이하	120이하	120이하	120이하
동결융해에 대한 저항성(상대동탄성계수%)		80이상	-	-	-	80이상	80이상	80이상
비 고	동결융해에 대한 저항성(상대동탄성계수)의 규정치는 슬럼프 8cm 콘크리트만 적용							

콘크리트 기본 배합표

〈표 4〉

구 분	W/C (%)	S/a (%)	단위량(kg/m <sup>3</sup> )				
			W	C	S	G	AE
KS F 2560 슬럼프 8cm	63.3	46	190	300	845	1045	-
KS F 2560 슬럼프 18cm	65.6	46	210	320	810	1000	-
25-210-12	57	46	188	330	786	940	0.825

3.1 KS F 2560 품질시험

종합적으로 AE감수제 지연형의 품질시험에 대한 결과를 〈표 5〉에 나타내었다.

3.2 보통강도 콘크리트 시험(25-210-12)

〈표 6〉은 25-210-12 규격에 관한 콘크리트의 제성질을 나타내는 것이다. 콘크리트의 압축강도는 시멘트의 K강도, 골재의 상태 및 혼화제의 종류에 영향을 받는다.

AE감수제 표준형(A)에 비해 AE감수제 지연형(B)는 28일 강도에서 약 5%, AE감수제 지연형(C)는 6%의 강도가 작게 나타났다. 그러나 본 시험규격인 25-210-12에는 래미콘규격에 적합한 콘크리트의 제성질을 나타냈다.

3.3 AE감수제 지연형 과잉 첨가 콘크리트

콘크리트의 제성질

〈표 6〉

규격	혼합제의 종류	슬럼프 (cm)	공기량 (%)	압축강도(kg/cm <sup>2</sup> )		
				3d	7d	28d
25-210-12	AE감수제표준형(A)	12	5.2	139	202	289
	AE감수제지연형(B)	13	5.6	137	189	276
	AE감수제지연형(C)	13	6	130	189	273

3.3.1 슬럼프

〈그림 1〉은 AE감수제지연형(B)를 표준사용량(Cx0.25%) 이상 과잉 첨가한 콘크리트의 슬럼프를 나타낸 것이다. 전반적으로 혼화제 첨가량의 증가에 따라 슬럼프치가 증가하는 경향이었으며, 0.9%사용시 시멘트페이스트가 황색을 나타내어 재료분리가 나타나기 시작하였고 1.5% 사용시에는 슬럼프치를 산정하기 곤란한 재료분리 상태가 되었다.

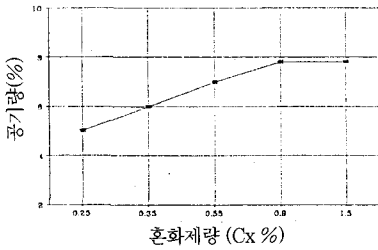
3.3.2 공기량

〈그림 2〉는 AE감수제지연형(B)를 과잉첨가한 콘크리트의 공기량을 나타내고 있다. 공기량도 슬럼프 변동과 마찬가지로 혼화제의 증가에 따라 공기량이 증가하는 경향으로 1.5%를 첨가하여 재료분리된 상태의 공기량은 증가하지 않았으나 골재와 시멘트페이스트를 균등하게 공기량시험용기에 채워 시험하기가 곤란하였으므로 1.5% 첨가시의 공기량은 무의미한 것으로 보인다.

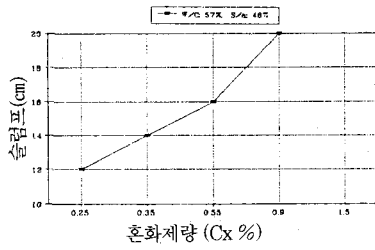
KS F 2560 품질 시험 결과

〈표 5〉

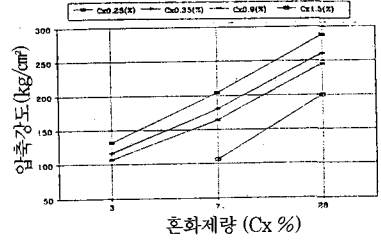
구 분	시 료		A		B		C		D		E	
	품질기준		슬럼프 8	슬럼프 18	슬럼프 8	슬럼프 18	슬럼프 8	슬럼프 18	슬럼프 8	슬럼프 18	슬럼프 8	슬럼프 18
감수율(%)	10이상		10	10	10	10	10	10	9	9	8	7
블리딩양(%)	70이하		56	43	56	40	47	47	58	50	63	62
응결시간의차 (min)	초결	-60~+210	55	42	102	84	192	197	132	90	155	198
	중결	+210이하	56	63	132	65	220	226	141	103	141	120
압축강도 의비(%)	3d	105이상	126	133	127	132	104	114	115	139	118	123
	7d	110이상	120	118	120	116	108	110	124	128	132	142
	28d	110이상	110	110	108	106	104	104	115	117	123	123
길이변화비(%)	120이하		96	104	107	107	117	110	102	105	108	108
동결융해에 저항성 (상대동탄성 계수 : 80이상)			95	-	96	-	94	-	95	-	56	-



〈그림 1〉 혼화제량과 슬럼프



〈그림 2〉 혼화제량과 공기량



〈그림 3〉 혼화제량과 압축강도(kg/cm²)

### 3.3.3 압축강도

〈그림 3〉은 AE감수제지연형(B)를 첨가한 콘크리트의 압축강도를 나타내고 있다. 첨가량이 증가할수록 압축강도가 감소하는 경향을 나타냈으며, 이것은 첨가량이 많아 질수록 기포발생량이 많아지므로 공기량의 증가, 응결시간의 지연 및 혼화제에 포함된 물에 의한 콘크리트 배합 자체의 단위수량 증가에 의한 것으로 보인다. 또한 Cx1.5% 첨가한 콘크리트의 3일 강도는 콘크리트 공시체가 경화 되지 않아 측정이 불가능하였다. 다시말하면 Cx1.5%를 첨가한 콘크리트의 28일 압축강도가 표준사용량 콘크리트의 7일강도와 동일한 강도수준이므로 과다투여시 콘크리트 압축강도에 심각한 문제를 발생할 소지가 있음을 알 수 있다.

## 4. 결론

AE감수제지연형의 품질특성을 비교 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 국내에 시판 되는 각사의 AE감수제지연형은 항목별, 부분적으로 품질기준을 충분히 만족시키지 못하는 경우도 있으나 대체적으로 품질기준에 근접되어 있다.
2. AE감수제지연형(B)를 기준으로 과잉 첨가시의 특성은 표준사용량의 3.5배 이상 첨가시 재료분리로 인해 표면황색현상이 나타났으며 표준사용량의 2.2배 이상 부터는 슬럼프 및 공기량이 허용기준을 초과하였다.
3. 압축강도는 AE감수제지연형(B)의 첨가비율이

높아 질수록 감소하는 현상을 보였으며, Cx1.5%를 첨가한 콘크리트의 경우는 28일 압축강도가 표준양을 사용한 콘크리트의 7일 강도와 동일한 강도수준이므로 과잉 첨가시 콘크리트 압축강도에 심각한 문제를 발생할 소지가 있으므로 사용시 첨가량의 관리가 매우 중요하다.

4. AE감수제지연형을 비롯한 각종 혼화제를 사용할 경우에는 압축강도, 슬럼프, 공기량 등 기본항목 이외에도 관련된 종합특성을 함께 고려한 관리가 레디믹스트 콘크리트 공장의 품질향상을 위해서 필요하다.

### 〈참고 문헌〉

1. 대한토목학회, 콘크리트표준시방서, 1989
2. 대한건축학회, 건축공사표준시방서, 1994
3. 공업진흥청, 한국공업규격 (KS) 시멘트, 골재, 콘크리트, 혼화재료, 품질관리 등 관련규격집
4. 한국콘크리트학회, 최신콘크리트공학, 1995
5. 콘크리트 工學, JIS A 6204 (콘크리트用化學混和劑)改正の背景と その概要
6. JIS A 0203 (콘크리트用語), 1993
7. ASTM C 494-92, Chemical Admixture for Concrete
8. 文翰英, 崔在眞, “레디믹스트 콘크리트의 슬럼프 損失量의 推定 및 슬럼프 損失에 영향을 미치는 要因 分析”, 대한토목학회논문집 Vol. 6, No. 2, 1986, 6
9. Neville, A.M., Properties of Concrete, 1970
10. 콘크리트 工學協會編, 混和材料主要市販品一覽表, 콘크리트 工學, Vol. 16, No. 3, 1978.3