

AE 감수제 지연형을 사용한 콘크리트의 제반 물성 검토

권 순 욱

〈한일시멘트 대전연구소〉

1. 머리말

콘크리트 구조물의 시공성불량, 조기열화, 강도저하 등의 사례가 사회적인 관심을 불러 일으켜 콘크리트의 내구성향상은 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 소수량의 증가, 타설 후의 콘크리트의 급속한 응결, 수분증발의 촉진, 소성수축균열의 발생, 장기강도 발현 불량, 콜드조인트 발생 및 수화열로 인한

콘크리트 온도 상승 등의 불리한 문제가 야기된다.

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 시판되고 있는 AE감수제 지연형의 품질특성을 KS F 2560 콘크리트용 화학혼화제 시험항목, 현재 레디믹스트 콘크리트 공장에서 출하빈도가 가장 높은 210kg/cm³의 콘크리트 적용 및 AE 감수제 지연형의 과잉첨가시의 특성 등을 실험적으로 분석하였다.

〈표 1〉 시멘트의 특성

비중	분말도 (cm ² /g)	88 μ 잔사 (%)	안정성 (%)	응결(h : m)		압축강도(kg/cm ²)		
				초 결	종 결	3d	7d	28d
3.15	3214	1.1	0.1	3:50	5:38	219	264	367
CaO(%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MgO(%)	SO ₃ (%)	I _g .loss(%)		
62.35	21.59	5.18	2.76	2.70	2.0	1.23		

2. 실험개요

2.1 사용재료

2.1.1. 시멘트

시멘트는 1종 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였으며 그 품질은 <표 1>과 같다.

2.1.2 골재

잔골재는 금강모래 이며 굵은골재 20mm는 공주석산골재를 사용하였고, 굵은골재 25mm는 대전석산골재를 사용하였으며 그 품질은 <표 2>와 같다.

<표 2> 골재의 특성

종 류	비 중	흡수율 (%)	단위용중 (kg/cm ³)	조 립 율	마모율 (%)	비 고
잔 골 재	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

2.1.3 혼화제

4종류와 비교용으로 AE 감수제 표준형 1종류를 사용하였으며 품질은 <표 3>과 같다.

현재 국내에 시판 되는 AE 감수제 지연형

<표 3> 혼화제의 특성

종 류	pH	비 중	색 상	형 태	주 성 분	제조사권장 사용량(%)
A	7.01	1.12	암갈색	액상	리그닌계	Cx0.15%
B	7.38	1.2	"	"	"	Cx0.25%
C	5.29	1.2	"	"	"	Cx0.3%
D	7.86	1.15	"	"	"	Cx0.2%
E	8.42	1.19	"	"	"	Cx0.25%

<주> A 는 AE감수제 표준형임

2.2 시험항목

2.2.1 KS F 2560 품질시험

KS F 2560에서는 콘크리트용 화학혼화제에 <표4>와 같다.
대한 품질기준을 규정하였으며 그 내용은

<표 4> 콘크리트용 화학혼화제의 품질 규정

종류 품질항목	AE 제	감수제			AE 감수제			
		표준형	지연형	촉진형	표준형	지연형	촉진형	
시험조건	굵은골재의 최대크기: 20 mm 시멘트: 280 * ±5kg/m³, 300 * ±5kg/m³ 슬럼프: 8±1cm, 18±1cm * 부순돌 사용의 경우 +20kg/m³					공기량 (%)	S/a (%)	
					기준	2.0이하	40~50	
					감수제	3.0이하	기준보다 0~1%감한다.	
					AE제 AE감수제	5.0±0.5	기준보다 0~1%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
압축강도의비 (%)	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	
비고	동결융해에 대한 저항성(상대동탄성계수)의 규정치는 슬럼프 8cm 콘크리트만 적용							

KS F 2560에 의거 국내에 시판되는 AE 감수제 지연형이 KS 품질규정에 적합한지를 검토하였다.

〈표 5〉 콘크리트 기본 배합표

구분	W/C (%)	S/a (%)	단위량 (kg/m³)				
			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

2.2.2 보통강도 콘크리트 시험

현재 국내 레디믹스트콘크리트의 강도수준은 상향조정되고 있는 실정이지만 210kg/cm²의 출하빈도가 높은 편이므로 AE감수제 지연형을 25-210-12의 규격에서 콘크리트의 제특성을 검토하였다.

2.2.3 AE감수제 지연형 과잉 첨가

레디믹스트콘크리트 공장에서는 혼화제 투여 과정시 기계의 오작동, 계량오차, 운전공의 실수 등에 의해 과잉첨가 사고가 발생할 소지가 있으므로, AE감수제 지연형의 과잉 투여에 의한 사고 발생시 참고자료를 제시할 목적으로 시험을 수행하였다.

2.3 실험방법

배합방법은 굵은골재, 잔골재, 시멘트 순으로 투입하여 건비빔을한 후 배합수에 혼화제를 첨가하여 혼합한 후 1분 30초간 비빔을 하였다.

압축강도 공시체제작(φ10x20cm)과 양생(20℃ ±3℃)은 KS F 2403에 의거 실시 하였다.

시험콘크리트의 혼화제 양은 각사에서 추천하

는 표준사용량을 첨가하였다.

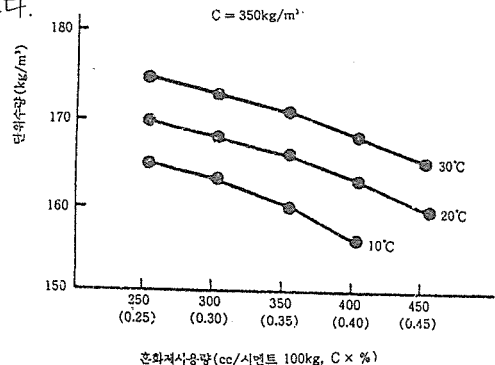
블리딩, 응결시간, 길이변화율 및 동결융해저항성 시험은 KS 기준에 의거 시험을 진행하였으며 기본배합은 〈표 5〉과 같다.

3. 시험 결과 및 고찰

3.1 KS F 2560 품질시험

3.1.1 감수율

기존의 보고에 의하면 콘크리트의 단위수량 감소정도는 시멘트의 종류, 콘크리트의 배합, 특히 단위시멘트량, 사용골재, 콘크리트의 온도 〈그림 1 참조〉 등에 따라 감수율의 차가 상당히 크다.



〈그림 1〉 혼화제사용량과 단위수량

양질의 골재 부족으로 작업에 적합한 콘크리트를 제조시 단위수량이 증가하고 있는 실정이다. 따라서 콘크리트 용적에서 차지하는 단위수량이 증가하여 콘크리트의 내구성에 악영향을 미칠 것으로 보인다. 이에따라 감수율이 높은 혼화제의 사용은 양질의 콘크리트 제조를 위해서는 필수적이라 하겠다.

콘크리트 표준시방서에서도 콘크리트의 배합은 소요의 강도, 내구성, 수밀성 및 작업에 적합한 워커빌리티를 갖는 범위내에서 단위수량을 가급적 적게 하도록 권장 하고 있다.

또한 감수효과로는 W/C를 작게 할 수 있으므로 높은 강도를 얻을 수 있으며, 건조수축을 줄일 수 있다. 동일슬럼프, 동일 W/C의 콘크리트에서도 시멘트량을 줄일 수 있으며, 슬럼프를 증대시킬 수 있다.

〈표 6〉은 본 시험의 콘크리트 감수율을 나타내고 있다.

〈표 6〉 콘크리트의 감수율

시료명	단위수량(kg/m ³)		감수율(%)		품질기준
	슬럼프8	슬럼프18	슬럼프8	슬럼프18	
기준 Con	190	210	—	—	감수율 10%이상
시험 Con A	171	189	10	10	
시험 Con B	171	189	10	10	
시험 Con C	171	189	10	10	
시험 Con D	173	191	9	9	
시험 Con E	175	195	8	7	

$$\triangleright \text{감수율}(\%) = \frac{W_{wc} - W_{wt}}{W_{wc}} \times 100$$

여기에서, W_{wc} : 기준 콘크리트의 단위수량(kg/m³)
 W_{wt} : 시험 콘크리트의 단위수량(kg/m³)

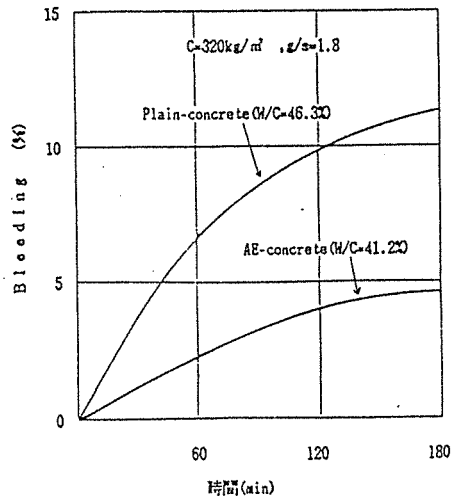
본 시험에서 KS F 2560의 AE 감수제 지연형 품질기준에 적합한 혼화제는 B 및 C로 나타났다. D 및 E 혼화제는 감수율면에서 KS 규준에 부적당한 것으로 나타났다. 블리딩, 압축강도, 건조수축, 동결융해저항성 등 다른 KS 품질시험은 모든 혼화제의 감수율을 10%로 보고 시험을 진행하였다.

3.1.2 블리딩 양의 비

콘크리트는 타설 후 비교적 가벼운 물이나 미세한 물질 등이 상승하고, 비교적 무거운 골재나 시멘트는 침하 한다. 이와 같이 물이 상승하는 현상을 블리딩이라 한다.

〈그림 2〉에 나타난 것과 같이 AE제나 감수제를 사용한 콘크리트의 블리딩 양은 무첨가혼화제 콘크리트에 비해 30~50% 감소 하는 것이 일반적이다.

이것은 혼화제를 사용하므로써 콘크리트에 연행되어진 다수의 미세공기포는 시멘트 페이스트 중에 균일하게 분포하고, 시간의 경과에 따라 무척 느리지만 상부로 이동 하게 된다. 침강한 시멘트입자와 미세한 물질 등은 이러한 공기포에 의해서 차단 당해서 침강 속도가 늦어지며, 그 결과 블리딩이 작아진다.



〈그림 2〉 AE콘크리트와 Plain 콘크리트의 블리딩

블리딩 양 및 침하는 물시멘트 비가 클 수록 또는 반죽질기가 클 수록 크게 되며, 또한 골재의 최대치수가 클 수록 적게 된다. 타설 높이가 높을 수록 침하의 절대량은 커지나 침하비율은 작아지는 경향이 있다.

블리딩 양이 많아지면 콘크리트가 투수성, 투기성 등이 크게 되어 수밀성이 나빠지며, 이에 따라 콘크리트의 중성화가 빨라 진다.

<표 7>은 본 시험의 콘크리트 블리딩양의 비의 결과이다.

<표 7> 콘크리트의 블리딩 양의비

시료명	블리딩양(cm^3/cm^2)		블리딩양의 비(%)		품질기준
	슬럼프8	슬럼프18	슬럼프8	슬럼프18	
기준 Con	0.43	0.86	—	—	블리딩양 의비 70 %이하
시험 Con A	0.24	0.37	56	43	
시험 Con B	0.24	0.34	56	40	
시험 Con C	0.20	0.40	47	47	
시험 Con D	0.25	0.43	58	50	
시험 Con E	0.27	0.50	63	62	

$$\triangleright \text{블리딩양의 비(\%)} = \frac{B_t}{B_c} \times 100$$

여기에서, B_t : 시험 콘크리트의 블리딩량 (cm^3/cm^2)
 B_c : 기준 콘크리트의 블리딩량 (cm^3/cm^2)

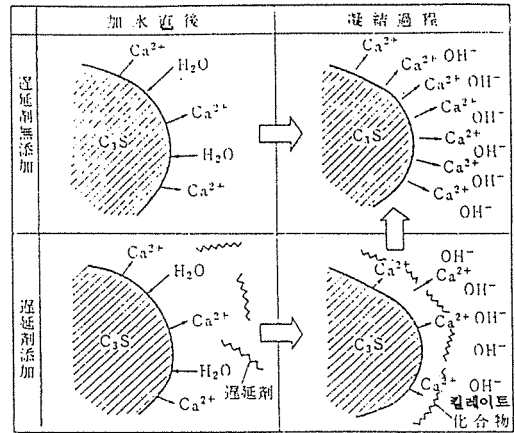
일종의 분리현상인 블리딩은 슬럼프 8cm의 경우에서 시험콘크리트 C가 블리딩 양이 가장 작게 나타났으며, 슬럼프 18cm의 경우에서는 시험콘크리트 B가 가장 작게 나타났다.

모든 시험콘크리트의 블리딩 양의 비는 65~45%의 범위로 나타나고 있으며 KS 기준인

70% 이하를 만족하는 시험결과를 얻을 수 있었다.

3.1.3 응결시간의 차

본 보고는 AE감수제 지연형에 대한 고찰로써 지연제가 시멘트의 응결을 지연하는 이유는 지연제의 종류에 따라 다르며 복잡하지만 일반적으로 지연제가 미수화 시멘트의 입자표면에 흡착하여, 시멘트의 수화반응을 일시적으로 차단하고 시멘트 수화물의 생성을 억제하기 때문으로 생각되고 있다.



<그림 3> 수화반응의 지연작용 개념도

<그림 3>에 나타난 것과 같이 유기계지연제는 시멘트 광물 등이 C_3S 등이 용출하는 Ca^{2+} 와 결합하여 강한 킬레이트 화합물을 생성한다. 킬레이트 화합물이 C_3S 등의 시멘트 광물에 흡착하여, Ca^{2+} 의 용출을 억제하여 일시적으로 수화를 지연시키는 것으로 생각되고 있다.

무기계의 지연제는 시멘트의 수화초기에 용출하는 액상의 칼슘이온과 화합하여 난용성의 염을 생성한다. 그리고 이것이 C_3S 등의 시멘트 광물의 표면을 피복하여 시멘트의 수화를 지연시키는 것으로 되어있다.

이러한 수화지연 현상을 나타내는 물질은 글루콘산, 구연산 등의 옥시카본산계의 화합물이나 그의 염, 당류, 당알콜류 등이 있으며 규불화물이나 인산염 등의 무기계도 지연작용이 있

〈표 8〉 콘크리트 응결시간의 차

시료명	응결시간(him)				응결시간의 차(min)				품질기준
	슬럼프 8		슬럼프 18		슬럼프 8		슬럼프 18		
	초 결	종 결	초 결	종 결	초 결	종 결	초 결	종 결	
기준 Con.	8 : 25	11 : 44	8 : 52	12 : 54	—	—	—	—	응결시간 의차(min) 초결: +60~210 종결 +210이하
시험 Con.A	9 : 20	12 : 40	9 : 34	13 : 57	+55	+56	+42	+63	
시험 Con.B	10 : 07	13 : 56	10 : 16	13 : 59	+102	+132	+84	+65	
시험 Con.C	11 : 37	15 : 24	12 : 09	16 : 40	+192	+220	+197	+226	
시험 Con.D	10 : 37	14 : 05	10 : 22	14 : 37	+132	+141	+190	+103	
시험 Con.E	11 : 00	14 : 05	10 : 30	14 : 54	+155	+141	+98	+120	

▷ 응결시간의 차(min) = Tt-Tc

여기에서, Tt : 시험 콘크리트의 초결 또는 종결시간 (min)

Tc : 기준 " "

는 것으로 알려져 있다. 리그닌설폰산염은 리그닌에 잔유성분으로 함유 되어 있는 당류가 지연작용이 있으므로 AE 감수제 지연형으로 사용된다.

〈표 8〉은 본 시험의 콘크리트 응결시간의 차를 나타낸 것이다.

시험콘크리트 C가 슬럼프 8의 경우에서 종결, 슬럼프 18의 경우에서도 종결이 기준치 이상으로 지연 되는 결과를 나타냈다.

또한 비교용으로 AE 감수제표준형을 사용한 시험콘크리트 A는 AE 감수제 지연형의 응결시간 기준에는 적당 하지 않으나 AE 감수제표준형의 기준(초결 : -60~+90, 종결 : -60~+90)에는 적당한 것으로 나타났다. 시험콘크리트 A와 C를 제외한 모든 시험콘크리트는 KS 기준에 적합한 응결시간을 나타냈다.

3.1.4 압축강도 비

〈표 9〉 및 〈표 10〉은 본 시험의 콘크리트 압축강도를 나타낸 것이다.

시험콘크리트 A, D 및 E의 경우만 KS 기준에 적당한 기준치를 나타내었고 이외의 시험콘크리트는 콘크리트 압축강도 면에서 부적당한 것으로 나타났다.

그러나 시험콘크리트 A는 AE 감수제표준형의 혼화제로써 비교용이었으며, 시험콘크리트 D는 강도면에서 기준에 적합하였다.

시험콘크리트 E는 KS F 2560 배합기준을 충족시키는 시험을 진행할 수 없었다. 왜냐하면 KS F 2560 배합규정 중에서 공기량은 기준콘크리트 공기량 2% 이하에 대해 시험콘크리트는 $5 \pm 0.5\%$ 로 되어 있다. 그러나 이 기준에 시험콘크리트 E는 공기량이 2.5~3% 정도로 나타났으며 KS 기준에 적합한 공기량을 확보할 수

〈표 9〉 콘크리트 압축강도 비

▷슬럼프 8cm◁

시료명	압축강도 (kg/cm ²)			압축강도 비 (%)			품질기준
	3d	7d	28d	3d	7d	28d	
기준 Con.	125	199	287	—	—	—	압축강도 비 3d:105% 이상 7d:110% 이상 28d:110% 이상
시험 Con. A	158	239	316	126	120	110	
시험 Con. B	159	238	308	127	120	108	
시험 Con. C	130	215	298	104	108	104	
시험 Con. D	144	246	329	115	124	115	
시험 Con. E	147	262	352	118	132	123	

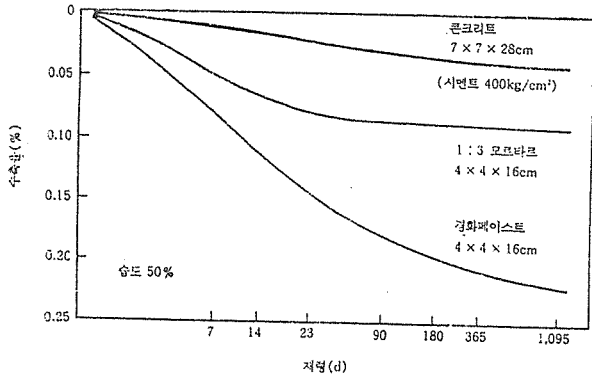
〈표9〉 콘크리트 압축강도 비

▷슬럼프 18cm◁

시료명	압축강도 (kg/cm ²)			압축강도의 비 (%)			품질기준
	3d	7d	28d	3d	7d	28d	
기준 Con.	92	177	277	—	—	—	압축강도 비 3d:105% 이상 7d:110% 이상 28d:110% 이상
시험 Con. A	123	209	305	133	118	110	
시험 Con. B	121	206	294	132	116	106	
시험 Con. C	105	195	287	114	110	104	
시험 Con. D	128	227	324	139	128	117	
시험 Con. E	113	252	342	123	142	123	

$$\triangleright \text{압축강도 비}(\%) = \frac{St}{Sc} \times 100$$

여기에서, St : 시험콘크리트의 압축강도(kg/cm²)
 Sc : 기준 " "



〈그림 4〉 시멘트경화체의 건조수축

없었다.

일반적으로 공기량 1% 감소에 의해서 슬럼프는 2cm 정도 감소하고, 압축강도는 4~6% 정도 증가 하는 것으로 되어 있다. 이에따라 E혼화제는 감수율 시험에서 소요의 감수율인 10%에 미달 하는 7~8%로 나타났으며, 강도측면에서는 압축강도비가 3일 강도 123%, 7일 강도 142% 및 28일 강도 123%로 오히려 KS 품질기준을 상회 하는 시험결과를 얻었다.

그러나 본 시험은 감수율을 10%로 가정하고 소요의 슬럼프를 얻지 못한 상태에서 한 시험이므로 압축강도비가 크게 나타났다. 실제감수율은 7~8%이므로 슬럼프를 확보하기 위해서는 현재진행된 배합비에서 단위수량이 5~8kg/m³가 증가되므로 압축강도비가 감소할 수 있다. 이에 따라 E혼화제는 공기량 확보 및 감수율의 증가가 요망 된다.

3. 1. 5 길이변화비

콘크리트를 공기중에서 양생하면 수분이 증발하기 때문에 많이 수축 한다.

이것은 젤수의 증발이 건조수축의 주요인으로 설명 되고 있다. 물시멘트비가 높을 수록 건조수축을 하며, 수축율은 모르타르 콘크리트에서는 골재가 건조수축을 완화시키므로 페이스트에 비해 그 값이 적다. 이 같은 관계의 예를 〈그림4〉에 나타내었다.

콘크리트의 수축은 기본적으로 단위수량에 관계한다. 단위수량이 같으면 물시멘트비, 단위수량에 관계없이 수축량은 같다. 구속되지 않을 경우 콘크리트의 수축은 균열을 발생하지 않는다.

그러나 콘크리트구조물은 기초나 다른 구조요소 또는 콘크리트 내의 보강철근 등에 의해 구속을 받게 된다. 이러한 구속은 인장응력을 유발시키며, 이 인장응력이 콘크리트의 인장강도에 도달할때 콘크리트는 균열이 발생하게 된다. 콘크리트 슬래브 등 부재의 면내에서도 표면은 건조수축이 크고 내부는 그 수축량이 작으므로 표면의 구속을 유발한다. 따라서 표면에 인장응력이 유발 되어 표면균열 발생의 요인이 된다. 표면에 생기는 이러한 균열은 초기에는 콘크리트내부로는 관입되지 않으나, 계속적인 건조현상이 진행됨에 따라 콘크리트 부재 내부로 깊숙히 전파될 수 있다.

〈표 11〉 콘크리트의 길이변화비(%)

시료명	블리딩양(cm ³ /cm ³)		블리딩양의 비(%)		품질기준
	슬럼프8	슬럼프18	슬럼프8	슬럼프18	
기준 Con.	0.0228	0.0235	—	—	길이변화비 (%) 120% 이하
시험 Con. A.	0.0219	0.0245	96	104	
시험 Con. B.	0.0244	0.0251	107	107	
시험 Con. C.	0.0267	0.0258	117	110	
시험 Con. D.	0.0233	0.0246	102	105	
시험 Con. E.	0.0247	0.0253	108	108	

$$\triangleright \text{길이변화비}(\%) = \frac{L_f}{L_c} \times 100$$

여기에서, Lf : 시험콘크리트의 길이변화율(%)
 Lc : 기준 " "

콘크리트의 건조수축을 실험적으로 알아보는 콘크리트의 길이변화비를 <표 11>에 나타내었다.

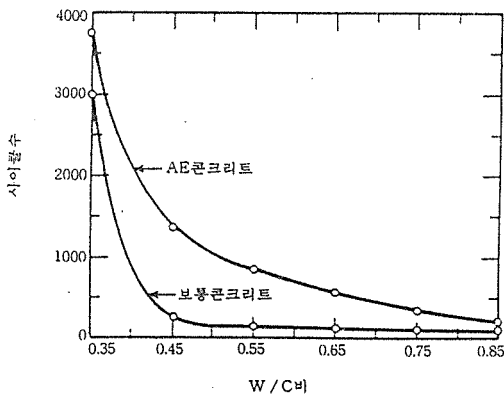
<표 11>에 나타난 것과 같이 모든 시험콘크리트가 KS 기준에 적합한 시험결과를 나타내고 있음을 알 수 있다.

3.1.6 동결융해에 대한 저항성

동결온도에 노출된 콘크리트는 심한 손상을 입을 수 있다. 동결융해작용은 콘크리트 중에 자유수가 동결 되어 약 9%의 체적이 팽창되므로 콘크리트 내부에 큰 팽창압력이 발생 되어 콘크리트 조적이 파괴 된다.

일반적으로 한냉지방에서 일어나며 기온이 1년을 통하여 동결과 융해를 수 십회 반복하는 지역에서 특히 심하다. 이러한 조건하에서 콘크리트의 내구성은 주로 동결융해 저항성에 의하여 결정된다.

콘크리트의 동결융해저항성은 W/C비를 작게 함으로써 또는 적당량의 연행공기를 연행시킴으로써 향상 시킬 수 있다. 이같은 관계의 예를



<그림 5> W/C 및 AE 콘크리트의 동결융해저항성

<그림 5>에 나타내었다.

다시말하면 콘크리트의 강도가 높을 수록 동결융해에 대한 저항성이 크다.

그러므로 아직 굳지 않은 콘크리트를 동결온도 이하로 폭로시키는 것을 될수있는한 지연시키지 않으면 안된다. 동결융해저항성을 가진 콘크리트를 제조하기 위해서는 되도록 낮은 물시멘트 비로 하여야 하며, 또한 콘크리트 내에서

<표 12> 콘크리트의 동결융해에 대한 저항성

시료명	진동주파수 (HZ)		상대동탄성계수 (%)	품질기준
	초기	200사이클		
기준 Con	2086	공시체파손	—	상대동탄성계수 (%) 80 이상
시험 Con.A	2010	1910	95	
시험 Con.B	2034	1945	96	
시험 Con.C	2015	1995	94	
시험 Con.D	1993	1891	95	
시험 Con.E	1995	1116	56	

의 기포의 존재이다. 일반적으로 공기량을 $4.5 \pm 1.5\%$ 로 하면 동결융해저항성을 가진 콘크리트를 제조할 수 있다.

<표 12>은 본 시험의 콘크리트 동결융해 저항성에 대한 결과를 나타내고 있다.

<표 12>에 나타난 것과 같이 공기량을 $4.5 \pm 1.5\%$ 로 포함한 콘크리트인 시험콘크리트로 A, B, C 및 D는 90% 이상의 상대동탄성계수를 나타내고 있으나 공기량을 확보하지 못한 시험콘크리트 E는 품질기준에 미달 하는 결과를 나타냈다.

종합적으로 AE감수제 지연형의 품질시험에 대한 결과를 <표13>에 나타내었다.

〈표 13〉 KS F2560 품질 시험 결과

구 분	품질기준		시험콘크리트 A		시험콘크리트 B		시험콘크리트 C		시험콘크리트 D		시험콘크리트 E	
			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
블리딩양비(%)	70이하		56	43	56	40	47	47	58	50	63	62
응결시간차(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
압축강도의비(%)	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 대한 저항성(상대동탄성계수%)	80이상		95	—	96	—	94	—	95	—	56	—

3.2 보통강도 콘크리트시험(25-210-12)

〈표 14〉는 25-210-12 규격에 관한 콘크리트의 제성질을 나타내는 것이다. 콘크리트의 압축강도는 시멘트의 K강도, 골재의 상태 및 혼화제의 종류에 영향을 받는다.

AE 감수제 표준형(A)에 비해 AE 감수제 지

연형(B)는 28일 강도에서 약 5%, AE 감수제 지연형(C)는 6%의 강도가 작게 나타났다. 그러나 본 시험규격인 25-210-12에는 레미콘규격에 적합한 콘크리트의 제성질을 나타냈다.

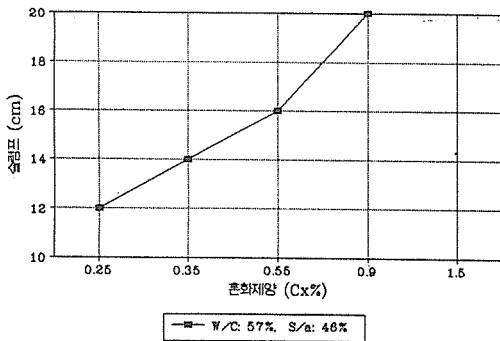
〈표 14〉 콘크리트의 제성질

규격	혼화제의 종류	슬럼프 (cm)	공기량 (%)	압축강도 (kg/cm ²)		
				3d	7d	28d
25-210-12	AE감수제 표준형(A)	12	5.2	139	202	289
	AE감수제 표준형(B)	13	5.6	137	189	276
	AE감수제 표준형(C)	13	6	130	189	273

3.3 AE 감수제 지연형 과잉 첨가 콘크리트

3.3.1 슬럼프

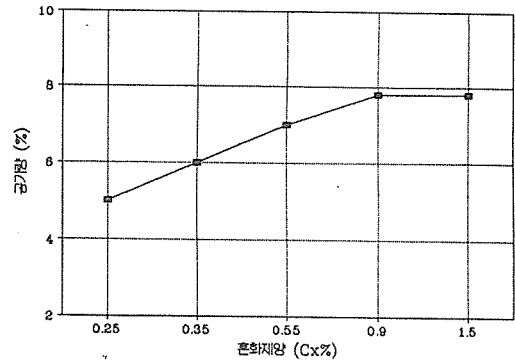
〈그림 6〉은 AE 감수제지연형(B)를 표준사용량(Cx0.25%) 이상 과잉 첨가한 콘크리트의 슬럼프를 나타낸 것이다. 전반적으로 혼화제 첨가량의 증가에 따라 슬럼프치가 증가하는 경향이었으며, 0.9% 사용시 시멘트페이스트가 황색을 나타내어 재료분리가 나타나기 시작하였고 1.5% 사용시에는 슬럼프치를 산정하기 곤란한 재료 분리 상태가 되었다.



〈그림 6〉 혼화제양과 슬럼프

3.3.2 공기량

〈그림 2〉는 AE 감수제지연형(B)를 과잉첨가한 콘크리트의 공기량을 나타내고 있다. 공기

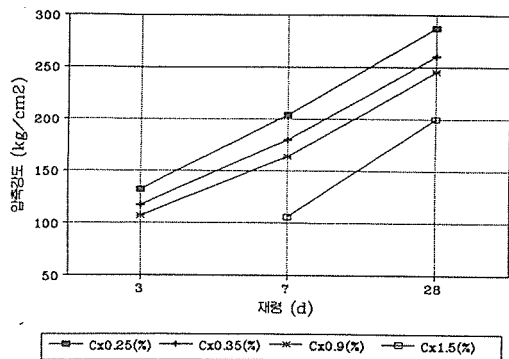


〈그림 7〉 혼화제양과 공기량

량도 슬럼프변동과 마찬가지로 혼화제의 증가에 따라 공기량이 증가 하는 경향으로 1.5%를 첨가하여 재료분리된 상태의 공기량은 증가하지 않았으나 골재와 시멘트페이스트를 균등하게 공기량시험용기에 채워 시험하기가 곤란하였으므로 1.5% 첨가시의 공기량은 무의미한 것으로 보인다.

3.3.3 압축강도

〈그림 3〉은 AE 감수제지연형(B)를 첨가한 콘크리트의 압축강도를 나타내고 있다. 첨가량이 증가할 수록 압축강도가 감소 하는 경향을 나타냈으며, 이것은 첨가량이 많아 질수록 기포 발생량이 많아지므로 공기량의 증가, 응결시간



〈그림 8〉 혼화제양과 압축강도 (kg/cm²)



의 지연 및 혼화제에 포함된 물에 의한 콘크리트 배합 자체의 단위수량 증가에 의한 것으로 보인다. 또한 Cx1.5% 첨가한 콘크리트의 3일강도는 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

▷AE 감수제지연형의 품질특성을 비교 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. <

1. 국내에 시판 AE 감수제지연형은 항목별, 부분적으로 품질기준을 충분히 만족시키지 못하는 경우도 있으나 대체적으로 품질기준에 근접되어 있다.
2. AE 감수제지연형(B)를 기준으로 과잉 첨가시의 특성은 표준사용량의 3.5배 이상 첨가시 재료분리로 인해 표면황색현상이 나타났으며 표준사용량의 2.2배 이상 부터는 슬럼프 및 공기량이 허용 기준을 초과하였다.
3. 압축강도는 AE 감수제지연형(B)의 첨가비율이 높아 질수록 감소하는 현상을 보였으며, Cx1.5%를 첨가한 콘크리트의 경우는 28일 압축강도가 표준양을 사용한 콘크리트의 7일 강도와 동일한 강도 수준이므로 과잉 첨가시 콘크리트 압축강도에 심각한 문제를 발생할 소지가 있

으므로 사용시 첨가량의 관리가 매우 중요하다.

4. AE 감수제지연형을 비롯한 각종 혼화제를 사용할 경우에는 압축강도, 슬럼프, 공기량등 기본항목 이외에도 관련된 종합특성을 함께 고려한 관리가 레디믹스트 콘크리트 공장의 품질향상을 위해서 필요하다.

▷ 참고 문헌 ◁

1. 대한토목학회, 콘크리트표준시방서, 1989
2. 대한건축학회, 건축공사표준시방서, 1994
3. 한국공업진흥청, 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, Vol.33, No5, 1995. 5
6. JIS A 0203 (콘크리트 用語), 1993
7. ASTM C494-92, 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일람표, 콘크리트 工學, V01. 16, No. 3, 1978.3