

# AE減水劑 過剩投與에 따른 콘크리트特性 分析에 관한 實驗的 研究

An Experimental Study on the Analysis of Concrete Properties According to the Over-Dosage of AE Water-Reducing Agent

金正基\* ○轉千求\*\* 潘好鎔\*\*\*  
Kim, Jeong Ki Han, Cheon Goo Bahn, Ho Yong

## ABSTRACT

This study is designed for analyze the concrete properties according to the over-dosage of AE water-reducing agent; is aimed to analyze the effect of slump, air content, compressive strength of concrete and for presenting the reference data on the practical use.

### 1. 序論

KS F 4009(레디믹스콘크리트)의 標準品에는 보통 콘크리트의 경우 4%이상의 空氣量을 규정하고 있어 混和劑의 이용이 필수적이다. 그러므로 혼화제의 이용 과정에서 AE제의 사용은 물론이고 減水劑와도 복합하여 사용하게 되고, 계절별로는 標準形, 促進形, 遲延形 등으로 다양하게 이용하고 있다. 이와같은 AE減水劑의 성분으로는 리그닌계, 나프탈린계, 멜라민계 등 여러 종류가 있는데, 이중 가장 많이 이용하는 것은 다소 품질이 떨어지기는 하나 經濟的인 리그닌계가 우리나라 實務 레미콘에서 주로 이용되고 있다.

그러나 AE減水劑를 投與하는 과정에서 機械的 誤作動, 計量誤差, AE제의 品質 變動 등에 따라 過多投與事故가 발생한 예도 있고, 발생할 수도 있는데, 이렇게 되면 施工性의 不良, 強度의 低下, 鐵筋과의 附着力 減少, 耐久性 低下 등 콘크리트의 품질을 해칠 뿐만 아니라 심한 경우에는 構造物의 撤去 위험까지도 예상되어 막대한 재산상 損失을 초래하게 된다.

그러므로 본 연구에서는 標準形, 促進形, 遲延形 등 리그닌계 AE減水劑를 대상으로 이들의 標準的인 利用 및 過多 使用에 따른 콘크리트의 워커빌리티 性狀 및 強度 特性을 실험적으로 분석하므로써 실무의 AE減水劑 過剩 投與에 따른 사고가 발생시 피해정도를 미리 예측하고, 대책 樹立에 한 參考資料를 제시하고자 함에 본 研究의 目的이 있다.

### 2. 實驗檢査手冊 및 方法

#### 2.1 實驗 計劃

본 연구의 實驗計劃은 표1과 같고, 베이스콘크리트의

配合는 표2와 같다.

#### 2.2 사용재료

본 실험에 사용된 시멘트는 國內產 성신양회사의 보통 포틀랜드시멘트(KS L 5201 제1종)를 사용하였는데, 그의 物理的 性質은 표3과 같다.

골재로서 잔골재는 충남 대평리산 천연 잔골재를 사용하였고, 굵은 골재는 충북 옥산면산 쇠석을 사용하였는데, 이때 각 골재의 物理的 性質은 표4와 같고 입도 곡선은 그림1과 같다.

물은 상수도를 이용하였으며, 混和劑는 國內 利建實業產 리그닌계로서 그의 物理的 性質은 표5와 같다.

#### 2.3 實驗 方法

본 연구의 使用材料에 관한 실험으로 시멘트 및 骨材의 물리적 성질시험은 KS L 및 KS F의 해당 규격에 의한 標準的인 실험 방법에 의거 실시하였다.

콘크리트 실험으로는 아직 굳지 않은 상태에서의 콘

표1. 實驗 計劃

W/C	배 합 사			슬럼프 (cm)	공기량 (%)	경화 상태
	混和劑 種類	混和劑 添加量 (%)	베이스 콘크리트 目標 슬럼프			
0.40	標準形	0	2.0±1cm	○	○	○
0.60	促進形	0.2				
	遲延形	0.4 0.8 1.6				

표2. 베이스콘크리트 配合

W/C	S/A (%)	單位水量 (kg/m³)	單位 시멘트량 (kg/m³)	絕對容積 (l/m³)		
				C	S	G
0.40	42	165	413	132	291	402
0.60	52	185	308	98	368	339

\* 淸州大 産業大學院, \*\* 淸州大 副教授, 工博, \*\*\* 淸州大 教授, 工博

표3. 시멘트의 物理的 性質

比重	粉末度 ( $cm^2/g$ )	凝結(h-m)		壓縮強度 ( $kg/cm^2$ )		
		초결	중결	3일	7일	28일
3.14	3338	5-07	7-21	186	266	367

표4. 骨材의 物理的 性質

種 類	比重	吸水率 (%)	單位重量 ( $kg/m^3$ )	粗粒率 (F.M)	空隙率 (%)
잔골재	2.54	2.30	1560	2.80	38.6
굵은골재	2.70	1.77	1529	7.01	43.4

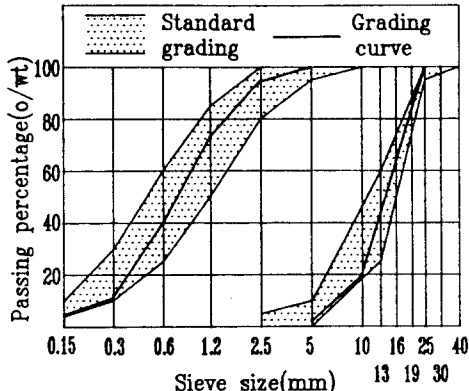


Fig 1. Grading curve of aggregate.

표5. 混和劑의 物理的 性質

種 類	形態	色 相	主成分	毒性	比 重	標準使用量
AE 減水劑 標準形	액체	암갈색	리그닌	무독	1.18 $\pm 0.02$ (20°C)	시멘트 중량의 0.15~0.2%
AE 減水劑 促進形					1.27 $\pm 0.02$ (20°C)	시멘트 중량의 0.5%
AE 減水劑 遲延形					1.18 $\pm 0.02$ (20°C)	시멘트 중량의 0.15~0.2%

크리트 혼합 및 공시체 제작 ( $10 \times 20$  cm)과 양생( $23 \pm 2^\circ C$ ; 수중)은 KS F 2403에 의거 실시하였고, 슬럼프 시험은 KS F 2402를 적용 3회 실시하여 평균값을 택하였으며, 空氣量 및 單位容積重量 試驗은 KS F 2409에 의한 중량방법으로 실시하였다. 또한, 경화 콘크리트의 壓縮強度 試驗은 KS F 2405 규격에 의거 실시하였다.

### 3. 實驗結果 및 分析

#### 3.1 굳지않은 콘크리트의 特性

##### 1) 슬럼프

그림2는 아직 굳지않은 상태에서의 슬럼프치 분석으로 W/C 0.4 및 0.6에서, AE減水劑 종류별 AE減水劑의 과다한 添加量 변화에 따른 슬럼프치를 나타낸 그래프

이다.

전반적인 경향으로 AE減水劑의 添加量이 증가함에 따라 슬럼프치가 증가하고 있는데, 混和劑의 종류별로는 AE減水劑標準形 및 遲延形을 사용한 경우의 슬럼프치 증가가 가장크고 礮화칼슘 첨가의 영향으로 促進形에서 가장 작게 나타났으며, 물·시멘트비율은 기존의 고성능 감수제등 연구와는 반대로 물·시멘트비가 클수록 잔골재등 微粒子 含有量과 관련한 총괄 입도분포 영향으로 더 큰 슬럼프치를 나타내었다.

##### 2) 空氣量

그림3은 그림2의 분석과 동일한 요령으로 W/C 0.4와 0.6에서 AE減水劑 종류별 AE減水劑의 과다한 添加量 변화에 따른 空氣量を 분석한 것이다.

전반적인 경향으로 AE減水劑의 添加量이 증가함에 따라 空氣量이 증가하는 경향을 나타내고 있는데 AE減水劑標準形이나 遲延形을 사용한 경우보다 促進形을 사용한 경우에 있어서 礮화칼슘 첨가효과로 空氣量 증가정도가 가장 작게 나타났다. 또한, 물·시멘트비율은

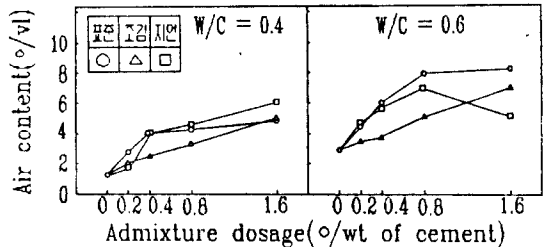


Fig 3. Variation of air content with admixture dosage.

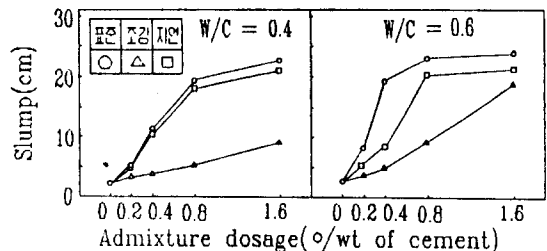


Fig 2. Variation of slump with admixture dosage.

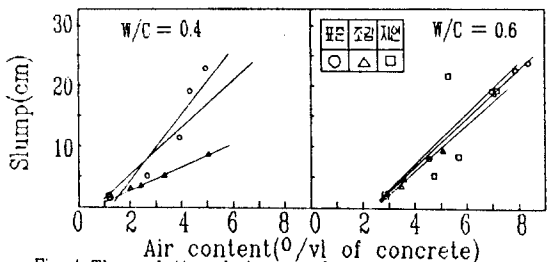


Fig 4. The relation between slump and air content.

물·시멘트비가 클수록 空氣量의 증가정도도 크게 나타나고 있는데, 단, W/C 0.4인 경우는 標準添加量의 2배 정도 첨가하여야만 KS 규격의 4%이상 空氣量을 發揮할 수 있는 것으로서, 특히 骨材의 입도와 관련한 富配合의 空氣量 發揮에 유의할 필요가 있음을 알 수 있다.

그림4는 AE減水劑 종류별 空氣量 증가와 슬럼프의 相關關係를 나타낸 것이다.

일반적인 경향으로 空氣量이 증가함에 따라 슬럼프치가 증가하고 있는데, W/C 0.4의 경우 空氣量 1%증가에 대하여 AE減水劑標準形의 경우는 약 5~6cm, AE減水劑促進形의 경우는 약 1.5~2.5cm, AE減水劑遲延形의 경우는 약 3.5~4.5cm정도 증가하는 것으로 나타나 混和劑 종류별로 다양한 변화를 보였으나, W/C 0.6의 경우는 약 3.5~4.5cm정도로 미소한 차이를 보였다.

### 3.2 壓縮強度 特性

#### 1) 混和劑 添加量과 壓縮強度

그림5는 壓縮強度에 관한 분석으로 W/C 0.4, 0.6 및 7일, 28일 재령에서 AE減水劑종류별 添加量 변화에 따른 壓縮強度를 분석한 것이다.

전반적인 경향으로 재령 7일 AE減水劑促進形의 경우 0.2%, 0.4%에서 10~20%정도의 증가를 보이는 이외에 기타범위 및 AE減水劑標準形, 遲延形의 경우는 添加量이 증가할수록 壓縮強度가 감소하는 경향을 나타냈는데 특히, 강도의 저하정도는 遲延形의 경우에 가장 크게 나타났다. 또한, 물·시멘트비별로는 물·시멘트비가 작은 경우 일수록 壓縮強度 저하율이 크게 나타났다.

이의 원인으로 促進形의 경우에 있어 0.2, 0.4%정도의 사용량에서 壓縮強度의 증가를 보이는 것은 AE減水劑促進形에 함유된 연화합성에 의한 수화반응의 촉진으로 인한 조강효과가 공극의 증가로 인한 壓縮強度 저하 요인보다 더 크게 작용했기 때문으로 분석되며, 0.4%의 사용범위를 넘어 壓縮強度가 저하하는 것은 초기강도 증진효과보다 空氣量 증가에 의한 압축강도 저하율이 더 크게 작용하기때문으로 분석되어진다.

AE減水劑標準形의 경우는 添加量이 증가할수록 기포 발생량이 많아지게되므로 壓縮強度가 저하하게되고, 遲延形의 경우는 標準形과같은 원인과 지연작용에 의하여 壓縮強度가 더 크게 저하한 것으로 분석되어진다.

또한, W/C가 작은 경우에 壓縮強度 저하율이 큰 것은 W/C가 큰 경우에는 초기강도의 발취가 대단히 부족하여 AE減水劑가 과다하게 첨가되어도 감소되는 정도가 작게 나타나기때문에 상대적으로 W/C가 작은 경우의 강도 저하율이 큰것으로 분석된다.

28일 壓縮強度 경향으로는 AE減水劑의 사용량 증가에

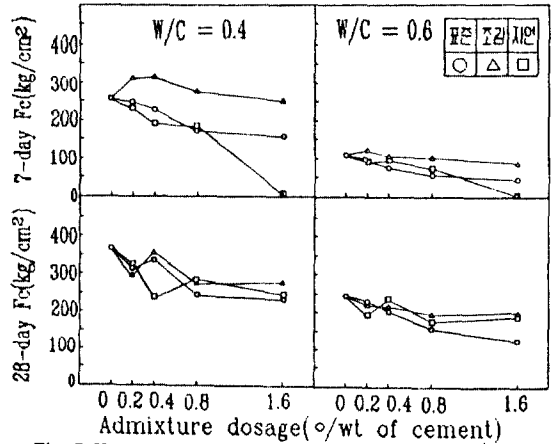


Fig 5. Variation of Fc with admixture dosage.

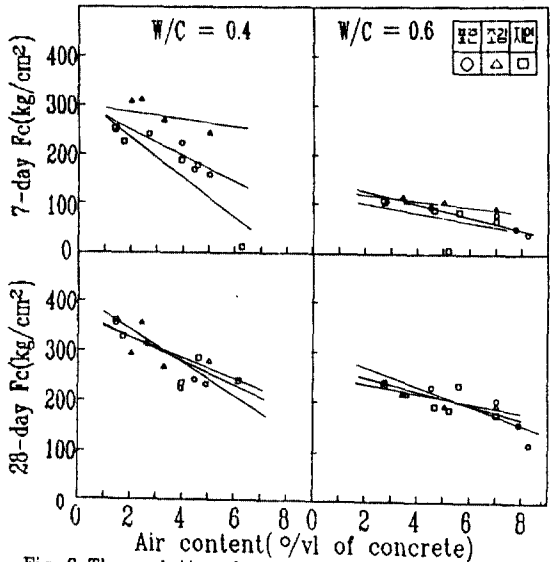


Fig 6. The relation between Fc and air content.

따라 베이스콘크리트 보다 모든 형태에서 압축강도가 저하하고 있는데, 역시 標準形과 遲延形이 促進形보다 크게 저하하였다.

이의 원인으로 AE減水劑標準形과 遲延形의 사용량이 증가할수록 壓縮強度가 저하하는 것은 공극의 증가에 기인된 것으로 분석되고, 促進形에 있어서도 初期強度와는 달리 전반적으로 강도가 저하하는 것은 콘크리트의 경화초기 短期強度에서 水和反應의 촉진효과로 壓縮強度가 증가되었을뿐 수화반응이 대부분 이루어진 長期強度에 있어서는 궁극적으로 베이스콘크리트보다 압축강도가 저하하게 되는 것으로 분석되고, 사용량 증가에 따라 標準形, 遲延形 보다 強度低下가 작은것은 絕對空氣量 차이에서 기인한 것으로 분석된다.

#### 2) 空氣量과 壓縮強度

그림6은 W/C 0.4, 0.6, 및 7일, 28일 재령에서 AE減

水劑 종류별 空氣量 증가에 따른 壓縮強度의 相關關係를 나타낸 그래프이다.

전반적인 경향으로 AE減水劑의 添加量 변화로, 공기량이 증가함에 따라 압축강도가 저하하고 있는데 공기량 1%증가에 따라 7일 W/C 0.4의 경우 遲延形은 13% 標準形은 8.6% 促進形은 2.8% 정도의 다양한 압축강도의 감소를 보였으나 W/C 0.6에서는 標準形, 遲延形, 促進形의 순으로 약 4.6~7.7% 정도의 감소를 보였다. 28일 W/C 0.4에서는 標準形, 遲延形, 促進形의 순으로 5.7~8% 정도의 감소를 나타냈으며, W/C 0.6의 경우는 標準形, 遲延形, 促進形의 순으로 4.0~6.3%의 감소를 보여 각각의 경우 混和劑 종류에 따라 큰 차이를 나타내지 않았는데 종합적으로는 공기량 1%증가에 대하여 약 5~7% 정도의 감소를 나타냈다.

### 3) 재령별 壓縮強度

표6은 W/C 0.4, 0.6에서 AE減水劑 종류별 첨가량 변화에 따른 재령별 壓縮強度發揮 比率에 대한 데이터로서, W/C 0.4와 W/C 0.6인 경우 각각의 28일 베이스콘크리트의 壓縮強度를 기준으로한 비율과, 각각의 경우 7일 壓縮強度를 기준으로한 28일 壓縮強度의 비율을 나타낸 것이다.

표6. AE減水劑 過多投與에 따른 壓縮強度 發揮比率

W/C	混和劑 添加量 (%)	混和劑 種 類	壓縮強度 比		7일:28일
			7일	28일	
0.4	0	Base	0.70	1.00	1:1.43
		N	0.68	0.86	1:1.18
		A	0.84	0.80	1:0.95
	0.2	R	0.63	0.90	1:1.43
		N	0.62	0.91	1:1.47
		A	0.85	0.97	1:1.14
	0.4	R	0.52	0.65	1:1.25
		N	0.45	0.66	1:1.47
		A	0.74	0.75	1:1.01
	0.8	R	0.50	0.77	1:1.54
		N	0.43	0.63	1:1.47
		A	0.67	0.76	1:1.13
1.6	R	0.02	0.67	1:33.5	
	Base	0.44	1.00	1:2.27	
	N	0.39	0.93	1:2.38	
0.6	0	A	0.49	0.89	1:1.82
		R	0.37	0.78	1:2.11
		N	0.32	0.82	1:2.56
	0.2	A	0.42	0.88	1:2.10
		R	0.38	0.96	1:2.53
		N	0.22	0.64	1:2.91
	0.4	A	0.41	0.79	1:1.93
		R	0.29	0.70	1:2.41
		N	0.18	0.50	1:2.78
	0.8	A	0.36	0.80	1:2.22
		R	0.01	0.75	1:75.00

\* AE減水劑 종류중 N은 標準形, A는 促進形, R은 遲延形임.

전반적인 경향으로 AE減水劑標準形이 過多投與된 (1.6%) 경우는 28일이 경과 하여야 베이스콘크리트의 7일 압축강도 정도가 발휘 되어 AE減水劑標準形의 過多投與시 콘크리트의 압축강도에 심각한 문제가 발생됨을 알 수 있다.

W/C별로는 W/C가 큰 경우 初期強度는 낮았지만 初期強度에 대한 長期強度의 발현율이 W/C가 작은 경우보다 큰 경향을 나타내었는데 전반적으로 7일 강도에 대한 28일 압축강도의 비율은 2배 이상의 수치로 나타났다.

AE減水劑促進形의 경우에 있어서는 AE減水劑標準形의 경우와 달리 7일에서의 조기강도 증진효과를 엿볼 수 있으나 1.6%의 過多投與시는 베이스 콘크리트에 대하여 75~80% 정도의 壓縮強度를 나타내어 장기강도는 역시 문제시 됨을 알 수 있다.

AE減水劑遲延形의 경우에 있어서는 28일 壓縮強度 경향은 標準形의 경우와 유사하나 초기강도에 있어서 遲延形의 첨가량이 過多하게 사용되어짐에 따라 강도의 저하율이 크게 증가하여 첨가량 1.6%의 경우는 28일 베이스콘크리트의 壓縮強度에 비하여 0.02, 0.01 정도의 강도밖에 發揮되지 않아 遲延形의 過多投與時 初期強度 발현에 심각한 문제가 발생 할 수 있음을 시사한다.

## 4. 系 結 論

리그닌계 AE減水劑標準形, 促進形, 遲延形이 콘크리트중에 過多 投與 되었을 경우, 콘크리트의 워커빌리티 性狀 및 強度 特性에 미치는 영향을 분석한 實驗 研究 결과에서 다음과 같은 結論을 얻었다.

1) AE減水劑의 添加量이 증가함에 따라 AE減水劑와 잔골재등의 혼합입도와 관련하여 富配合 보다 貧配合 콘크리트에서 슬럼프치 및 空氣量이 크게 증가하는 경향을 나타내었는데 W/C=0.4의 경우 空氣量 1%증가에 대하여 AE減水劑 종류별로 약 1.5~6cm 다양한 변화를 보였으나 W/C=0.6의 경우는 약 3.5~4.5cm 정도로 미소한 차이를 보였다.

2) AE減水劑의 添加量이 과다하게 되면 압축강도가 크게 저하하였는데, 특히 재령은 28일 보다 7일과 같은 조기일수록, 混和劑 종류는 促進形보다 遲延形 및 標準形에서, W/C는 0.4와 같은 富配合 일수록 현저하였는데 일예로 標準形의 경우 1.6%로 標準量보다 8~10배 많이 사용된 경우는 28일이 경과하여야 베이스콘크리트의 7일 壓縮強度를 發揮 할 수 있었다.

3) 空氣量 증가에 따른 壓縮強度 감소 경향은 空氣量 1% 증가에 따라 AE減水劑促進形은 3~4%, 標準形 및 遲延形은 5~9%저하하는 경향으로 밝혀졌다.