

# AE高流動化劑 添加量 變化에 따른 콘크리트의 特性分析에 관한 實驗的 研究

An Experimental Study on the Analysis of Concrete Properties According  
to the Dosage Variation of AE Superplasticizer

○尹 起 源\* 韓 千 求\*\* 潘 好 鎔\*\*\*  
Yoon, Gi Won Han, Cheon Goo Bahn, Ho Yong

## Abstract

Properties of concrete has effected on the dosage variation of AE superplasticizer agent. Therefore, this study is designed for analysis of concrete properties according to the dosage variation of AE superplasticizer agent, and is aimed to analyze the effect of slump, air content, compressive strength, resistance of freezing-and-thawing, and for presenting the reference data on the practical use.

## I. 序 論

AE減水劑는 콘크리트의 物性 및 作業性을 改善할 수 있으나 普通 AE減水劑는 減水效果가 그다지 크지 않고 添加量에 따라 시멘트의 水化反應이 低下하고 콘크리트內에 空기를 過多하게 連行하는 등의 問題點이 있어 그 使用이 制限되어 왔다.

그런데 1960년대 初 高性能 流動化劑가 發明되면서 AE減水劑의 短點이 보완되고 高流動化 콘크리트 및 高強度 콘크리트가 開發되어 甁핑에 의한 高層建物の 築造가 可能하게 되었고, 最近에는 高強度 콘크리트와, 펌프 콘크리트의 요구로 점차 AE高流動化劑의 사용이 增加하는 추세에 있다. 그러나 이와같은 AE高流動化劑를 投與하는 過程에서 기계의 誤作動, 計量의 誤差, 使用 混和劑의 品質變動에 따라 첨가량이 변하거나 過多投與 될 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 品質을 해칠뿐만 아니라 심한 경우에는 構造物의 撤去 危險까지도 豫想되어 막대한 재산상 損失을 초래하게 된다.

그러므로 本 研究에서는 忠北 淸州市에 位置한 淸州水泥(주)의 AE高流動化劑 生産 準備過程에서 工場指導의 일환으로 研究 指導하였는 바 이 資料를 報告하으로써 이들 AE高流動化劑의

標準的인 利用 및 添加量 變化에 따른 콘크리트의 워이커빌리티 性狀과 強度 및 凍結融解 特性을 實驗的으로 分析하으로써 AE高流動化劑의 效果를 究明함과 동시에 實務의 AE高流動化劑 過多 利用에 따른 사고가 發生할 경우 被害程度를 미리 豫測하고, 對策 수립에 한 參考資料를 提示하는데 本 研究의 目的이 있다.

## II. 實驗項目 及 方法

### 2.1 實驗 計劃

本 研究의 實驗 計劃은 표 1과 같고 플레인 콘크리트의 配合은 표2와 같다.

### 2.2 使用材料

本 實驗에 使用된 시멘트는 國內產 현대 시멘트로 普通 포틀랜드 시멘트를 使用하였는데 그의 物理的 性質은 표 3과 같다. 骨材로서 잔骨材는 忠南 대명리산 天然 잔骨材를 使用하였고, 굵은骨材는 忠北 옥산면산 碎石을 使用하였는데 이때 各 骨材의 物理的 性質은 표4와 같고, 粒

표 1. 實驗計劃

配合事項		굳지않은 狀態		硬化 狀態		
W/C	P/C	目 標 슬럼프 (cm)	슬럼프 (cm)	空氣量 (%)	壓縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	凍結融解 (cycle)
30	0.5	P/C 0.5% 의 슬럼프 프치가 2±1cm로 適用	○	○	○	0, 15, 30,
	1.0					45, 60, 80
	1.5					100, 150,
40	2.0	○	○	○	200, 250,	
	2.5				300, 400	

\*正會員, 淸州大 助教, \*\*正會員, 淸州大 副教授, 工博, \*\*\*正會員, 淸州大 教授, 工博

표 2. 플레인 콘크리트의 配合

W/C (%)	S/A (%)	單位水量 (kg/m <sup>3</sup> )	單位 시멘트量 (kg/m <sup>3</sup> )	絕對容積 (l/m <sup>3</sup> )		
				C	S	G
30	35	205	683	217	199	369
40	45	180	450	143	300	367

표 3. 시멘트의 物理的 性質

比重	粉末度 (kg/cm <sup>2</sup> )	安定性	凝結 (h-m)		壓縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )		
			初結	終結	3日	7日	27日
3.15	3.466	0.098	4-10	6-20	207	268	359

표 4. 骨材의 物理的 性質

種 類	比重	吸水率 (%)	單位重量 (kg/m <sup>3</sup> )	粗粒率 (%)	空隙率 (%)
잔 골재	2.54	2.30	1560	2.80	36.6
굵은골재	2.70	1.77	1529	7.01	43.4

표 5. AE高流動化劑의 性狀

形態	色相	毒性	主成分	比重	標準使用量
液體	암갈색	無毒	나프탈렌 셀폰산염	1.18 ±0.02 (20°C)	시멘트 重量的 0.3~1.5%

도곡선은 그림 1과 같다.

물은 淸州市 上水道를 利用하였으며, 混和劑는 國內 중부실업產으로 그의 物理的 性質은 표 5와 같다.

### 2.3 實驗 方法

本 研究의 使用 材料에 關한 實驗으로 시멘트 및 骨材의 物理的 性質 實驗은 KS L 및 KS F의 해당규격에 의한 標準的인 實驗 方法에 의거 실시하였다.

콘크리트의 實驗으로는 아직 굳지않은 狀態에 서의 콘크리트 混和 및 供試體 製作(φ10×20cm)과 養生(23±2°C:水中), 슬럼프 實驗, 空氣量과 硬化 콘크리트의 壓縮強度 및 凍結融解 試驗은 KS F의 해당 規格에 의한 標準的인 實驗 方法에 의거 實施하였다.

특히, 凍結融解에 대한 抵抗 試驗方法은 KS F 2456의 試驗方法 A(水中 急速 凍結融解)를 택하

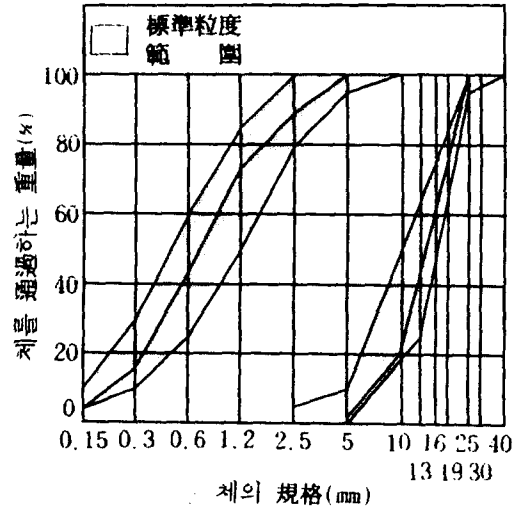


그림 1. 骨材의 粒度曲線

었는데, 그 實驗 方法으로는 소정의 養生期間 (14일)이 끝난 후 KS F 2437에 의거 동탄성계수를 測定하였으며, 供試體를 凍結融解 試驗機의 수조에 넣고 -18±2°C로 90分間 凍結시킨 후 4±2°C로 90分 融解시키는 것을 1사이클로 하여 實驗計劃대로 凍結融解사이클을 변화시켜 가면서 各 段階에서의 동탄성계수를 實驗하여 初期 동탄성계수와 의 比率로 상대 동탄성계수를 구하였다. 또한, 耐久性 指數는 다음 식(1)에 의하여 구하였다.

$$DF = P \cdot N / M \dots \dots \dots (1)$$

여기서: DF: 耐久性 指數

P: N사이클에서의 상대 동탄성 계수(%)

N: P가 소정의 最小값이 된 순간 사이

클수 or 凍結融解 終了時의 사이클수

M: 凍結融解 終了時의 사이클수

## III. 實驗結果 및 分析

### 3.1 아직 굳지않은 콘크리트의 特性

그림 2는 아직 굳지 않은 狀態에서 AE高流動化劑 添加量 變化에 따른 슬럼프치와 空氣量의 變化를 나타낸 그래프이다.

먼저 슬럼프의 경우 全般的인 傾向으로는 AE高流動化劑 添加量이 增加할수록 슬럼프치가 增加하는데, 특히 混和劑 添加量 1.0%에서 2.0%의

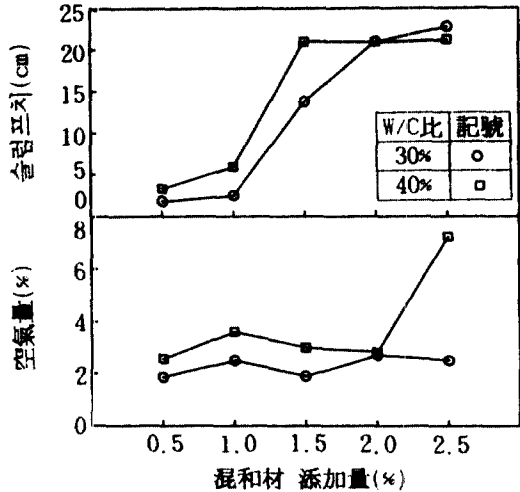


그림 2. 혼화제 첨가량에 따른 공기량 및 슬럼프치

區間에서 슬럼프의 증가구배가 급격한 것을 알 수 있었고, W/C比別로는 W/C 40%인 경우 혼화제 첨가량 1.0%에서 1.5%區間, W/C比 30%의 경우는 1.0%에서 2.0%의 區間에서 슬럼프의 증가 傾向이 급한 것을 알 수 있었다.

또한, 공기량의 경우 全般的인 傾向으로 혼화제 첨가량이 증가할수록 공기량도 증가하는 傾向이나 W/C比 40%의 혼화제 첨가량 2.5%를 제외하고는 KS F 4009(레디믹스 콘크리트)의 공기량 4%를 발휘하지 못하여 問題視됨에 본 實驗에 사용한 혼화제의 成分中 AE劑의 構成比率를 높여야 할 必要가 있는 것으로 밝혀졌다.

### 3.2 硬化 콘크리트의 壓縮強度 特性

그림 3은 壓縮強度에 관한 分析으로 AE高流動化劑 添加量 變化에 따른 壓縮強度를 分析한 것이다. 全般的인 傾向으로 혼화제 添加量 1.5%까지는 壓縮強度가 增加하나, 그 이후에서는 오히려 低下하는 것으로 나타났는데 혼화제 添加量 1.5%까지의 증가구배는 W/C 30%의 경우가 40%보다 더욱 큰 것으로 나타났다.

이의 原因으로 혼화제 添加量 1.5%까지는 W/C比 30% 및 40%와 같이 된비빔에서는 오히려 流動性을 충분히 增加시키므로 水和反應의 촉진에 의하여 壓縮強度가 增加하는 것으로 分析되어지

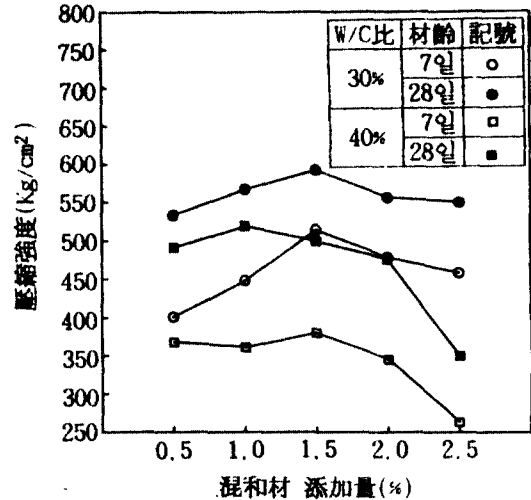


그림 3. 혼화제 첨가량에 따른 壓縮強度

고, 그 이후에서의 壓縮強度 低下는 AE高流動化劑의 AE成分이 作用하여 發生하는 空隙에 의한 強度低下要因이 크게 作用하여 나타난 結果로 分析된다.

또한, W/C比가 작을수록 強度증가구배가 더욱 큰 것으로 나타나 된비빔일수록 流動性 增加에 의한 水和反應 促進이 큰 것을 알 수 있었다.

### 3.3 凍結融解 抵抗性

凍結融解에 대한 抵抗性을 測定하기 위하여 혼화제 添加量別로 凍結融解 사이클수를 0에서 250회까지 반복하면서 동탄성계수를 測定하여 상대 동탄성계수로 환산한 뒤 플로트한 것으로 그림 4는 W/C比 30%, 그림 5는 W/C比 40%의 경우를 나타낸 것이다.

全般的인 傾向으로 凍結融解사이클 100회 정도까지는 혼화제 添加量에 關係없이 거의 類似한 傾向을 나타내고 있고 그 이후에서 약간의 차이가 發生하는 것을 알 수 있었다.

W/C比別로 凍結融解에 대한 抵抗性은 W/C比 40%가 30%보다 약간 良好한 것으로 나타났고, W/C比 30%의 경우 凍結融解사이클 100을 基準으로 볼 때 혼화제 添加量이 增加할수록 상대 동탄성계수는 低下하는 것으로 나타났는데, 이는 혼화제 添加에 의한 空隙 發生에 起因된 것으로 分析되고 凍結融解 사이클 100회에서 혼화제 添

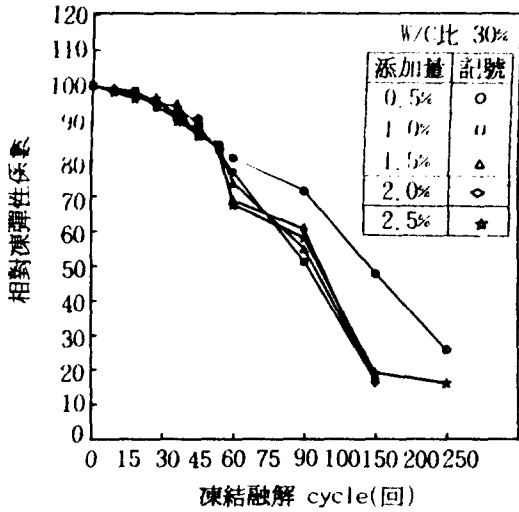


그림 4. 凍結融解 cycle의 相對凍彈性係數

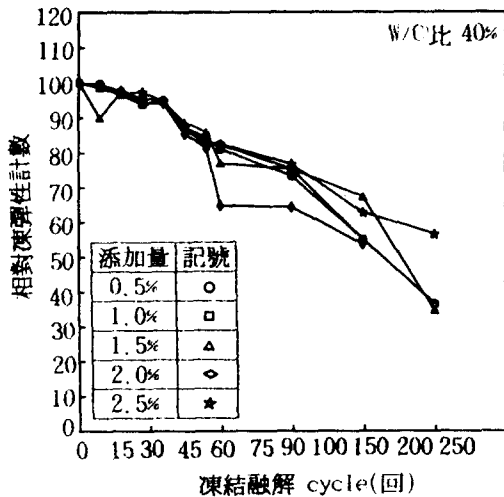


그림 5. 凍結融解 cycle의 相對凍彈性係數

가량 0.5%를 제외하고 상대 동탄성계수가 모두 60% 이하로 低下하는 것을 알 수 있었다.

또한, W/C比 40%의 경우는 특별한 傾向은 發見되지 않았으며 凍結融解 사이클수 200회에서 混和劑 添加量 1.5%와 2.5%를 제외하고는 상대 동탄성계수가 60%이하가 됨을 알 수 있었다.

그림 6은 W/C比 및 混和劑 添加量別로 耐久性 指數를 막대 그래프로 나타낸 것이다. 耐久性 指數로 볼때 W/C比 30% 및 40%의 경우 공히 混和劑 添加量 2.5%에서 가장 높은 것으로 나타났는데 특히 W/C比 30%와 같이 된비빔일수록 混和

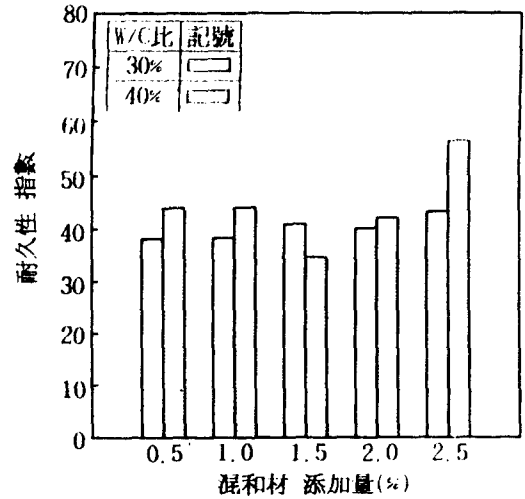


그림 6. 混和劑 添加量에 따른 耐久性指數

劑 添加量이 많아지면 既存의 理論과 같이 耐久性도 增加하는 것을 알 수 있었다.

#### IV. 結 論

AE高流動化劑의 添加量 變化에 따른 아직 굳지 않은 콘크리트의 特性 및 硬化狀態의 壓縮強度 特性과 凍結融解 抵抗性을 分析하기 위한 實驗結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 아직 굳지 않은 상태에서 슬럼프치와 空氣量은 AE高流動化劑 添加量이 增加할수록 커지는 것으로 나타났고, 그 增加傾向은 혼화제 添加量 1.0%에서 2.0%區間이 급격한 것으로 나타났으며 空氣量은 W/C比 40%의 混和劑 添加量 2.5%를 제외하고는 KS의 下限度 4%를 發揮하지 못하고 있는 것으로 나타났다.

2. 硬化 콘크리트의 壓縮強度는 混和劑 添加量 1.5%까지는 流動性 增加에 의한 水和反應 促進으로 強度가 增加하나 그 이후에서는 混和劑의 AE成分에 의한 空隙이 強度 低下要因으로 作用하여 強度가 低下하는 것을 알 수 있었다.

3. 凍結融解에 대한 抵抗性으로 混和劑 添加量이 增加할수록 상대 동탄성계수는 低下하는 것으로 나타났고 耐久性指數로 볼때 既存의 理論과 類似하게 混和劑 添加量이 많아지면 耐久性도 增加하는 것으로 나타났다.