

콘크리트용 混和劑의 凍結에 따른 品質變化에 관한 基礎的 研究

A Fundamental Study on the Variation of Quality by the Freezing of Admixture Agent for Concrete

○ 李建哲¹⁾ 韓景翹²⁾ 李鎮圭¹⁾ 尹起源³⁾ 韓千求⁴⁾
 Lee, Gun Chul Han, Kyung Ik Lee, Jin Kyu Yoon, Gi Won Han, Cheon Goo

ABSTRACT

As a fundamental study on the quality control according to the freezing of admixture agent for concrete, this study intends to investigate the variation of quality of admixture according to the freezing by analyzing flow, unit weight, and compressive, tensile, flexural strength of cement mortar using admixture agent before and after freezing.

I. 序 論

本 研究는 混和劑의 凍結前과 凍結融解後의 品質變化를 시멘트 모르타 實驗을 통하여 分析한 것이다. 즉, 동결전후의 混和劑를 使用한 시멘트 모르타간의 流動性 및 壓縮強度特性 등을 相互分析하여 동결에 따른 混和劑의 品質變化를 검토하므로써 混和劑의 貯藏管理 및 實務活用に 한 參考資料로 提示하고자 한다.

II. 實驗計劃 및 方法

2.1 實驗計劃

本 研究의 實驗計劃은 표 1과 같다. 먼저, 配合事項으로 모르타 配合比(C:S)는 絕對容積比

1:1의 1개 수준에 대하여 實驗計劃하고, W/C는 混和劑를 添加하지 않은 모르타의 Flow치가 150 ±10mm가 되도록 配合設計하여(33.8%) 全 配合에 동일하게 適用하였다. 이때 使用하는 混和劑는 레미콘 공장에서 주로 사용되는 15개 種類에 대하여 凍結前과 1사이클 凍結融解後의 2개 水準으로 총 30배치를 實驗하였는데, 이때 混和劑 사용량은 시멘트 중량의 0.3%로 동일하게 使用하였다.

實驗事項으로 굳지않은 상태에서는 Flow 및 單位容積重量을 測定하도록 하였고, 硬化狀態에서는 壓縮, 引張 및 휨강도를 재령 28일에 測定하도록 實驗計劃하였다.

2.2 使用材料

本 實驗에 使用한 재료로 먼저, 시멘트는 國內 D사의 1종 보통포틀랜드 시멘트를 使用하였으며, 그 物理的 性質 및 화학조성은 표 2 및 3과 같다. 잔골재로는 충북 청원군 부강산 강도래를 使用하였는데, 이때 잔골재의 物理的 性質은 표 4

표 1. 실험계획

실험요인		수준	
배합사항	모르타 배합비(C:S)	1	1 : 1
	W/C	1	혼화제를 첨가하지 않은 모르타의 플로우치가 150 ±10mm가 되도록 배합설계하여 전 배합에 적용
	혼화제 종류	15	표 5와 동일
	혼화제 동결여부	2	동결전, 동결용해 후
	혼화제 첨가량	1	시멘트 사용량의 0.3%
실험사항	굳지않은 상태	2	FLOW치, 단위용적중량
	경화상태(재령28일)	3	압축, 인장, 휨강도

표 2. 시멘트의 물리적 성질

비중	분말도 (cm ² /g)	안정도 (%)	용결시간(분)			압축강도(kg/cm ²)		
			초결	종결		3일	7일	28일
3.14	3,149	0.35	206	343	213	298	380	

표 3. 시멘트의 화학 성분

CaO (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	SO ₃ (%)	Na ₂ O (%)	강열감량 (%)	불용해 잔분 (%)
62.59	21.21	5.87	3.01	3.39	2.22	0.64	0.70	1.01

- 1) 正會員, 淸州大 建築工學科 大學院 碩士課程
- 2) 正會員, 韓國 産業人力管理公團, 淸州大 建築工學科 大學院 碩士課程
- 3) 正會員, 淸州大 建築工學科 大學院 博士課程
- 4) 正會員, 淸州大 建築工學科 教授, 工學博士

표 4. 잔골재의 물리적 성질

골재 종류	비중	조립율 (FM)	공극율 (%)	흡수율 (%)	단위용적중량 (kg/m ³)	입형판정 실적율 (%)	N ₂ O ₂ 계 통과율 (%)
강 모래	2.56	2.34	40.4	2.25	1,525	59.0	2.16

표 5. 혼화제의 물리적 성질

회사	종류	성분	표준 사용량(%)	비중	pH
A사	AE감수제표준형	나프탈렌계	0.15~0.3	1.15	9±0.5
	고성능AE감수제	나프탈렌계	0.3~0.5	1.2±0.5	7~9
B사	AE감수제표준형	리그린계	0.15~0.3	1.14±0.02	6~7
	고유동화제	나프탈렌계	0.5~1.0	1.34±0.02	9
C사	AE감수제표준형	리그린계	0.15~0.3	1.18±0.02	7~9
	고성능AE감수제	나프탈렌계	0.5	1.20±0.02	7.5±1
	고성능감수제	나프탈렌계	0.8~2.0	1.15±0.02	7~9
	고유동화제	나프탈렌계	0.5~1.0	1.15±0.02	7~9
D사	AE감수제표준형	나프탈렌계	0.15~0.3	1.19±0.02	
	후첨기유동화제	나프탈렌계	0.5	1.20±0.02	9±1
E사	AE감수제표준형	리그린계	0.15~0.4	1.18	7~9
	고성능감수제	나프탈렌계	0.4~2	1.21	8~10
	고유동화제	나프탈렌계	0.3~2	1.15	8~10
F사	고성능감수제	폴리킬본산계	0.5~3	1.06±0.02	7±2
G사	고성능감수제	멜라민계	0.5~3	1.2±0.05	9~10

와 같다. 또한, 혼화제는 AE감수제 표준형, 고성능 AE감수제, 고성능 감수제 및 고유동화제를 제조회사별로 구분취합하여 15종을 사용하였는데, 이때 혼화제의 물리적 성질은 표 5와 같다.

2.3 實驗方法

本 研究의 實驗方法으로 먼저, 모르타르의 配合는 KS L 5109, 供試體 製作 및 養生은 KS L 5104 및 5105의 규정에 따라 표준적인 方法으로 실시하였다. 굳지않은 상태에서의 實驗으로 플로우치는 KS L 5111, 單位容積重量은 KS F 2409의 규정에 의거 실시하였고, 硬化狀態에서의 실험으로 壓縮強度 및 引張強度는 KS L 5105 및 5104, 휨강도는 ASTM C 348의 규정에 의거 28일 재령에서 표준적인 方法으로 실시하였다. 단, 혼화제는 後添加 方式으로 투입하였다.

III. 實驗結果 및 分析

3.1 굳지않은 狀態의 特性

그림 1은 凍結前과 凍結融解後의 AE감수제

표준형, 고성능 AE감수제, 고성능 감수제 및 고유동화제를 사용한 시멘트 모르타르의 굳지않은 상태 성능으로 플로우치를 산점도로 나타낸 것이다.

먼저, 전반적인 경향으로 凍結前의 混和劑를 사용한 모르타르에 대한 凍結融解後 混和劑를 사용한 모르타르의 플로우치는 거의 유사하거나 약간 감소된 것으로 나타났으나, 고성능 감수제는 凍結融解後의 混和劑를 사용한 모르타르의 플로우가 약 1.7%증가한 것으로 나타났다.

그림 2는 그림 1과 동일한 요령으로 單位容積重量을 산점도로 나타낸 것이다.

전반적으로 凍結前 混和劑를 사용한 모르타르에 비하여 凍結融解後의 混和劑를 사용한 모르타르의 單位容積重量이 약간 크게 나타났는데, A 및 B사의 AE감수제 표준형을 제외한 나머지 混和劑에서 약 150kg/m³ 정도 크게 나타났다.

그림 3은 그림 1과 2를 다른 각도에서 分析한 것으로 凍結融解後의 混和劑를 사용한 시멘트 모르타르의 플로우치 및 單位容積重量을 회사별 구분없이 混和劑의 種類別로 평균하여 凍結前 混和劑를 사용한 모르타르의 플로우치 및 單位容積重量에 대한 백분율을 막대그래프로 나타낸 것이다.

그림 1의 分析과 마찬가지로 플로우치는 凍結前보다 凍結融解後의 混和劑를 사용한 모르타르의 플로우치는 고성능 감수제의 경우는 약 1.7% 增加한 것을 제외하고는 약 2.1%정도 減少한 것으로 나타난 반면, 單位容積重量은 凍結前보다 凍結融解後의 混和劑를 사용한 모르타르의 單位容積重量이 약 0.6%정도 增加하는 경향으로 나타났다. 이는 混和劑의 凍結作用에 따라 空氣連行作用의 低下 및 기타 화학적인 요인에 기인하여 플로우치는 減少하고 單位容積重量은 增加하는 것으로 추측되나 이러한 구체적인 원인은 화학 분석 등 좀더 심도있는 별도의 研究가 요구되어진다.

3.2 硬化 狀態의 特性

그림 4는 凍結前과 凍結融解後의 AE감수제 표준형, 고성능 AE감수제, 고성능 감수제 및 고유동화제를 사용한 시멘트 모르타르의 壓縮強度를 산점도로 나타낸 것이다.

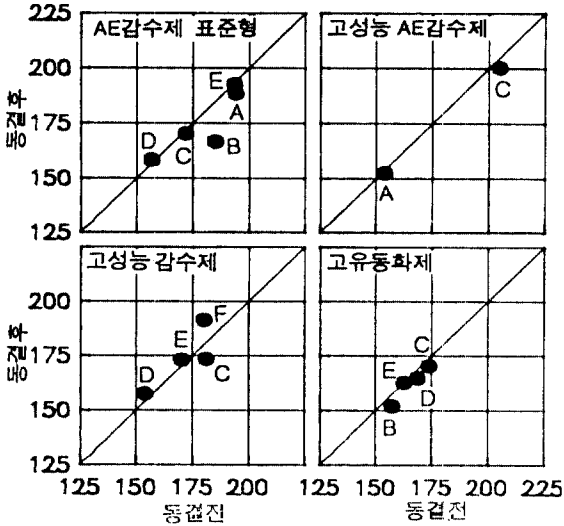


그림 1. 혼화제의 동결전후 플로우치 비교

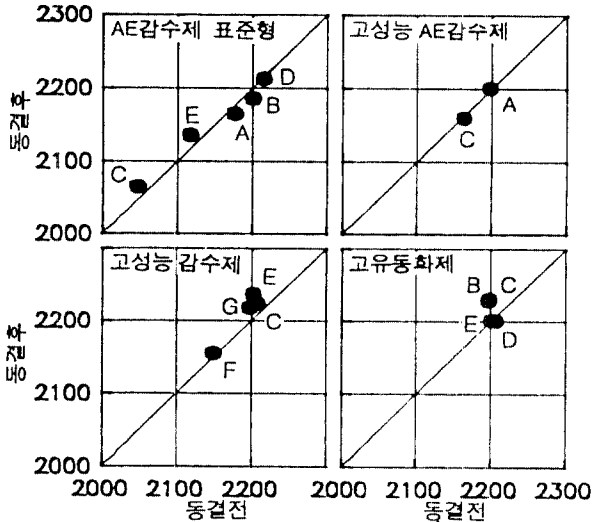


그림 2. 혼화제의 동결전후 단위용적중량 비교

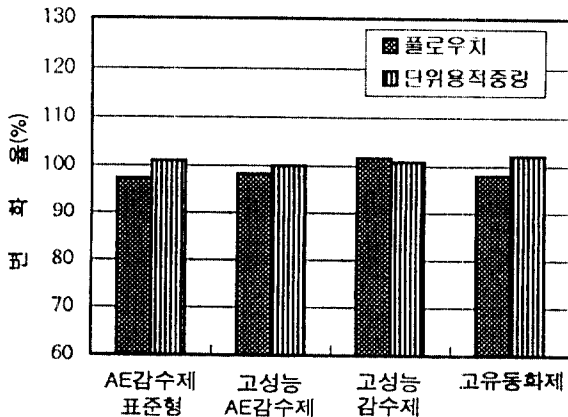


그림 3. 동결전후의 플로우 및 단위용적중량의 변화율

먼저, 전반적인 경향으로 凍結前 混和劑에 비하여 凍結融解後의 混和劑를 사용한 모르터의 壓縮強度는 유사하거나 增加한 것으로 나타났으나 단, B, E사의 AE감수제 표준형, A, C사의 고성능 AE감수제 및 C, E사의 고유동화제의 경우는 減少한 것으로 나타났다.

그림 5 및 6은 그림 4와 동일한 요령으로 引張強度 및 휨강도의 관계를 산점도로 나타낸 것이다.

먼저 引張強度의 경우는 전반적인 경향으로 凍結前보다 凍結融解後의 混和劑를 사용한 모르터의 強度가 미세하게 增加한 것으로 나타났으나 C, E, G사의 고성능 감수제 및 B사의 고유동화제는 약간 減少한 것으로 나타났다.

휨강도의 경우도 전반적인 경향은 壓縮, 引張과 유사한 경향으로 凍結融解後 混和劑를 사용한 모르터의 強度가 增加하는 것으로 나타났는데, B, C, D사의 AE감수제 표준형, E, G사의 고성능감수제 및 B, E사의 고유동화제 등 일부 混和劑는 減少한 것으로 나타났다.

그림 7은 凍結融解後의 混和劑를 사용한 모르터의 硬化狀態 性能으로 壓縮, 引張 및 휨강도를 회사별 구별없이 混和劑의 종류별로 평균하여 凍結前 混和劑를 사용한 모르터의 壓縮, 引張 및 휨강도에 대한 백분율을 막대 그래프로 나타낸 것이다.

전반적인 경향으로 凍結前보다 凍結融解後의 混和劑를 사용한 모르터의 壓縮強度는 고성능 AE감수제의 경우 약 5% 減少한 것을 제외하고 모두 증가한 것으로 나타났는데, 混和劑의 구분 없이 평균 2.8%정도 增加한 것으로 나타났고, 引張강도의 경우도 약간의 減少는 있으나 대개 미세하게 增加하는 것으로 混和劑 구분없이 평균 0.3%정도 증가하였으며, 휨강도는 전체적으로 증가하였는데, 평균 4.9%정도 향상된 것으로 나타났다.

이는 굳지않은 상태 성능의 플로우치 減少 및 單位容積重量의 增加로 인한 諸強度의 增加로 分析되어진다.

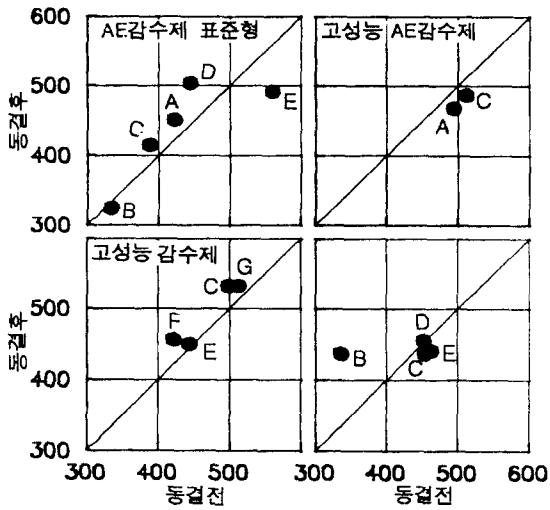


그림 4. 혼화제의 동결전후 압축강도 비교

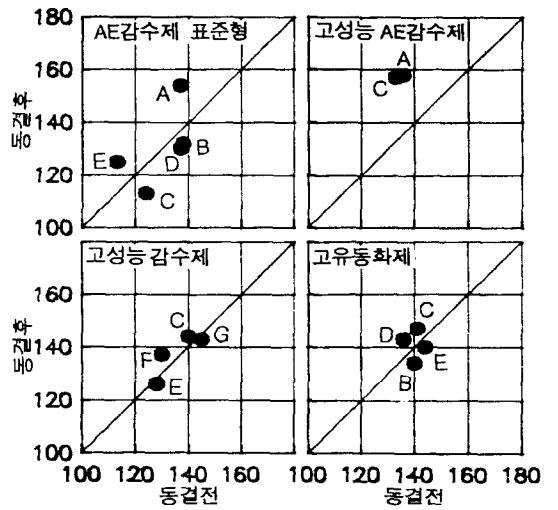


그림 6. 혼화제의 동결전후 휨강도 비교

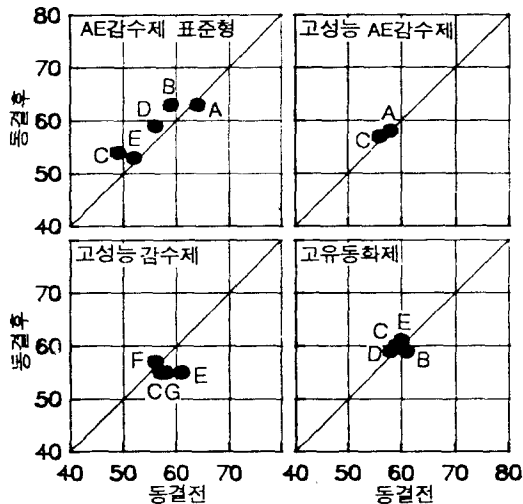


그림 5. 혼화제의 동결전후 인장강도 비교

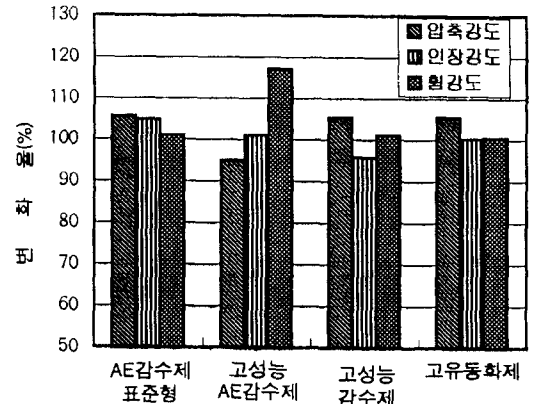


그림 7. 동결전후의 압축·인장·휨강도 변화율

IV. 結論

콘크리트용 혼화제의凍結에 따른品質變化에 관한 일련의基礎研究로써, 그結果를要約하면 다음과 같다.

1) 모르타의 아직 굳지않은 狀態의 성능으로 플로우치는 전반적으로 2~3%정도 減少하는 것으로 나타났으며, 單位容積重量은 凍結融解後 혼화劑를 사용한 모르타가 전체적으로 1~2%정도 增加한 것으로 나타났다.

2) 모르타의 硬化狀態 성능으로 壓縮, 引張, 휨강도는 凍結融解後의 혼화劑를 사용한 경우 모르타의 強度가 增加하였는데, 壓縮強度와 휨강

도는 약 2.6%정도, 引張強度는 약 2.5%정도 增加한 것으로 나타났다.

3) 이상을 종합하여 볼 때 혼화劑의 凍結은 連行空氣量에 영향을 미쳐서 流動性은 적고, 單位容積重量 및 強度가 커진 것으로 分析되는데, 큰 변화는 아닐지라도 혼화劑는 凍結되지 않도록 하는 조치가 필요한 것으로 사료된다.

參 考 文 獻

- 1) 대한건축학회 : 건축공사 표준시방서, 1994.
- 2) 日本建築學會 : 寒中コンクリート施工指針・同解説, 1990.
- 3) 日本建築學會 : 高性能AE減水劑コンクリートの調査・製造および施工指針・同解説