

전처리 방법에 따른 경화콘크리트 전염화물량 측정의 정밀도 향상을 위한 실험적 연구

An Experimental Study on Precision Improvement of Chloride Ion Estimation of Hardened Concrete with Method of Sample Preparation

김 영 선^{*)} 남 정 수^{*)} 김 영 덕^{*)} 조 봉 석^{*)} 김 규 용^{**)} 김 무 한^{***)}
 Kim, Young-Sun Nam, Jeong-Soo Kim, Young-Duck Cho, Bong-Suk Kim, Gyu-Yong Kim, Moo-Han

ABSTRACT

Worldwide, Certification systems for standard of material and quality of product exist very variously. Korean industrial Standard (KS) is most representatively certification systems in Korea. But laboratory of korea uses often ASTM, RILEM and JIS and these standards do not get into unionization. so, Granted that experiment is same, result still can different.

Therefore, this research measured chloride amount of hardened concrete using identical material and wished to improve accuracy of chloride estimation as that comparison evaluate to each examination.

1. 서 론

세계적으로 공업제품의 품질을 위한 표준화 및 각종 시험방법 등을 제시하는 규격들은 그림 1에서 나타낸 바와 같이 매우 다양하게 존재하고 있으며, 이와 같은 규격들은 각 나라별로 사용되는 규격과 전세계적으로 통용화 되고 있는 국제 규격으로 분류되고 있다. 우리나라에서는 대표적으로 한국산업규격 (KS : Korean Industrial Standard)이 국내 공업제품의 표준화를 위한 규격으로서 사용되고 있으며, 일본에 있어서는 JIS, 독일 - DIN, 미국 - ANSI 등과 같이 각각의 나라에서 공업제품의 표준화를 위한 제도들을 가지고 있다.

그러나, 이와 같이 각국에서 제시하는 다양한 공업제품의 표준화 규격은 대부분 유사한 내용을 나타내고 있지만, 몇몇 시험방법에 있어서는 상이한 시험방법을 나타내기도 한다.

이러한 차이점을 가진 시험방법들은 비록 동일한 목표를 위해 실시되는 평가방법이지만, 시험에 사용되는 실험기구의 차이 및 실험단계마다의 미미한 차이점으로 그 결과값이 변동될 수 있는 문제점을 가지고 있다. 이와 같은 문제점을 가



그림 1 세계의 각종 규격

* 정회원, 충남대학교 대학원 건축공학과, 석사과정
 ** 정회원, 충남대학교 대학원 건축공학과, 박사과정
 *** 정회원, 충남대학교 건축학부, 조교수 · 공학박사
 **** 정회원, 충남대학교 건축학부, 교수 · 공학박사

지고 있는 시험방법으로서 경화콘크리트의 전염화물량 평가를 들 수 있는데, 이는 한국, 일본 등 각국에서 제시하고 있는 방법에 있어서 미미한 차이점을 가지고 있으며, 시료의 전처리 방법에 있어서도 정확한 방법을 제시하고 있지 않아 평가의 최종 결과값에 변동을 줄 수 있는 우려가 있다.

따라서, 본 연구에서는 경화콘크리트의 전염화물량 평가의 정밀도 향상을 위해, 국내에서 전염화물량 평가시 주로 사용되고 있는 KS F 2713 「콘크리트 및 콘크리트 재료의 염화물 분석 시험 방법」과 JCI-SC4에 명시되어 있는 「경화콘크리트중에 함유된 염분의 분석 방법」을 비교하고, 실험단계를 정밀하게 분석함으로써 경화콘크리트 염화물량 평가방법의 정밀도 향상 및 표준화를 위한 기초데이터를 확립하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1. 실험계획 및 방법

콘크리트의 전염화물량 평가의 정밀도 향상을 위한 실험계획은 표 1에 나타낸 바와 같이 시험방법인 KS (AS TM: KS와 동일)와 JCI-SC4에 의한 구분 및 전염화물량 측정을 위한 전처리 과정에 있어서 시료의 가열 유·무, 교반속도, 질산 침지시간, 교반시간 I(전처리 과정중 여과

침지시료의 교반시간) 및 교반시간 II(전처리 과정중 침지시료의 교반후 여과 없이 적정)의 총 5수준으로 최종 데이터의 결과에 변동을 줄 수 있는 전처리 과정중의 요인들을 선정하였다. 또한 전염화물량 평가방법으로는 그림 2와 같은 방법으로 실시하였고, Plain으로는 KS방법을 중심으로 [질산침지시간 5분 → 가열 → 교반1분 → 여과 → 적정]의 순으로 실시하였다. 사진 1은 전처리 과정 및 염화물량 측정과정의 일례를 나타낸 것이다.

2.2. 시료제작방법

평가를 위한 시료제작은 표 2의 콘크리트 배합을 활용하여 공시체를 제작한 후 28일간 표준양생을 실시하고, 320일간 3% NaCl 용액에 침지를 실시하여 시료 채취를 위한 공시체를 제작하였으며, 이후 콘크리트 연마기를 활용하여 침투면으로부터 약 5mm깊이

표 1 실험계획

시리즈	실험요인	수준	측정항목
I	시험방법 및 가열처리 유·무	KS규격(가열 및 비가열), JCI-SC 4	• 염화물량[%] ¹⁾ ※ 시리즈 I 을 제외한 시리즈에 있어서는 KS를 기준으로 하였음.
II	적정시 교반속도	레벨 2, 4, 6, 8	
III	질산 침지시간	5분, 1시간, 24시간	
IV	교반시간 I (교반 후 여과)	1분, 3분, 5분, 10분	
V	교반시간 II (교반 후 측정)	1분, 3분, 5분, 10분	

1) 측정재령: 염수침지 320일

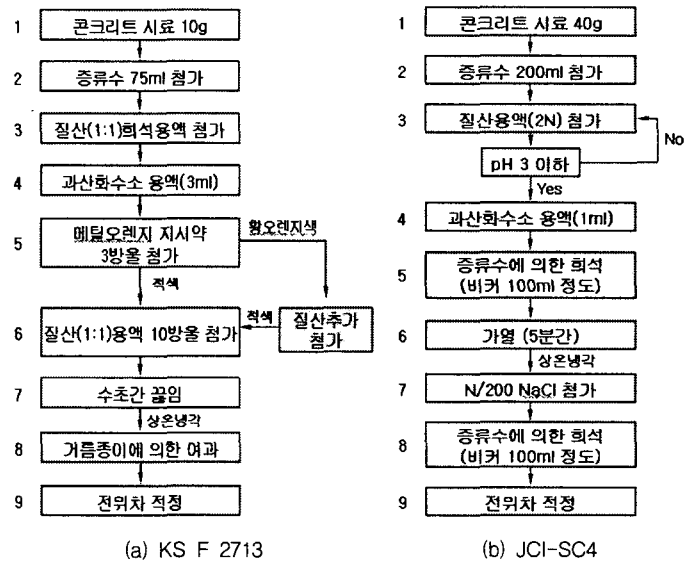
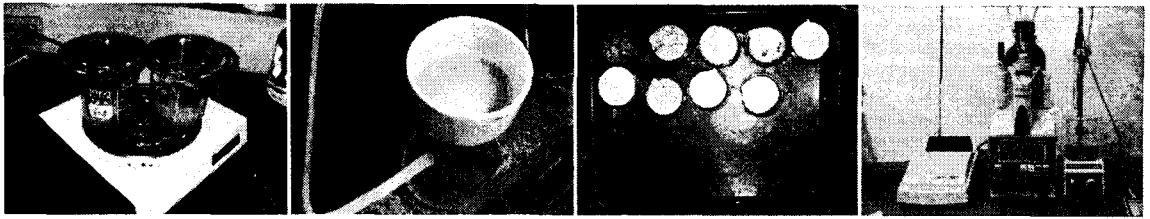


그림 2 KS 및 JCI-SC4 전염화물량 평가 플로우

표 2 콘크리트의 배합

W/C (%)	목표 슬럼프 (cm)	잔골재율 (%)	단위수량 (kg/m ³)	단위중량(kg/m ³)		
				시멘트	잔골재	굵은골재
60	18±1	48	186	310	830	931



(a) 용액가열 (b) 흡입 여과장치 (c) 용액 온도조절 (d) 염화물량 측정
사진 1 전염화물량 측정을 위한 과정 일례

이내의 시료를 채취하였다. 또한, 시험에 사용될 시료는 전체 시험의 균일성을 위해 반복하여 섞은 후 4분법에 의해 채취하고, 실험을 위한 시료의 양은 채취한 시료가 염화물량이 많은 표면부이기 때문에 1g으로 소량의 시료로 동일하게 설정하였으며, 시험회수는 신뢰성을 위해 각 수준별로 3회씩 실시하였다. 표 3은 시험체 제작에 사용된 재료를 나타낸 것이다.

표 3 사용재료의 기초물성

사용재료	기 초 물 성
시멘트	1종 보통 포틀랜드시멘트
굵은골재	퇴촌산부순자갈, 밀도 : 2.65 g/cm ³ , 최대치수 : 20 mm
잔 골 재	인천산 제염사, 밀도 : 2.56 g/cm ³

3. 실험결과 및 검토

3.1 시험방법 종류, 가열 유·무 및 질산 침지시간에 따른 전염화물량의 변화

그림 3은 시험방법 종류 및 전처리시 시료의 가열 유·무에 따른 전염화물량을 나타낸 것으로서 JCI-SC4에서 제시한 시험방법에 의해 실시한 전염화물량이 KS규격에서 제시한 방법에 의한 전염화물량에 비해 약 11.7%(염화물량 0.04%) 높은 비율을 나타내고 있다. 이는 시료의 전처리시 투여하는 질산용액이 KS의 경우 25ml로 한정되어 있는 반면, JCI-SC4의 경우 pH3이하까지 투여하는 것으로 명시되어 있어 본 연구에서는 약 0.6ml의 질산이 투여되었다. 따라서 시료량의 질량비에 대한 질산용액의 투여량은 정해져야 할 것으로 사료된다. 또한, 전처리 과정에서 가열의 유무에 따라서는 특별한 경향이 나타나지 않았다.

그림 4는 전처리를 끝낸 시료의 적정시 교반속도에 따른 전염화물량의 변화를 나타낸 것으로서 교반속도에 따라서는 큰 차이를 나타내지 않고 있지만, 레벨 2에서 가장 안정적인 전염화물량 평가 데이터를 나타내었다.

3.2 교반순서와 시간 및 여과에 따른 전염화물량의 변화

그림 5는 전처리 과정중 질산침지 시간에 따른 전염화물량 평가데이터를 나타낸 것으로서 질산침지시간이 증가할수록 전염화물량은 증가하는 것으로 나타나고 있다. 이는 콘크리트에 고정화 되어 있는 염화물이 충분히 질산에 의해 유리화 될 수 있는 시간이 필요한 것으로 사료되며, KS규준에 '수분동안 침지'로 명시된 내용은 전염화물량 결과에 차이를

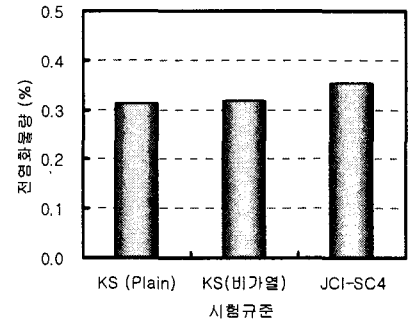


그림 3 시험방법 및 가열 유·무 (시리즈 I)

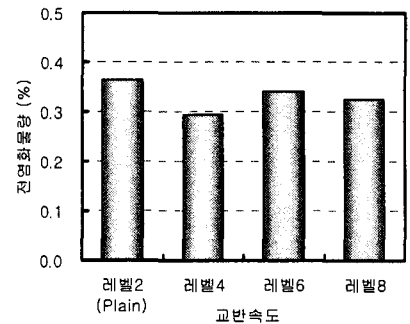


그림 4 적정시 교반속도 (시리즈 II)

줄 수 있을 것으로 판단됨으로 이에 대한 추가적인 연구를 실시하여, 표준화를 위한 정확한 질산침지시간이 명시되어야 할 것으로 사료된다.

그림 6은 질산침지 후 여과 전 시료의 교반시간에 따른 전염화물량의 변화를 나타낸 것으로서, 교반시간이 증가함에 따라 전염화물량이 다소 증가하는 것으로 나타났다. 변동 폭이 크게 나타나지는 않지만, 전염화물량의 정밀도 향상을 위해서는 충분한 교반시간이 필요할 것으로 사료된다.

그림 7은 침지 후 시간에 따라 교반을 실시하고, 여과 없이 전위차 적정을 실시한 실험의 결과를 나타낸 것으로서, 여과를 실시한 Plain에 비해 여과를 실시하지 않은 시료는 교반을 실시한 시간에 관계없이 모두 낮은 전염화물량을 나타내고 있다. 또한, 교반시간에 있어서도 특별한 경향을 나타내고 있지 않아, 전염화물량의 측정을 위해서는 시료의 여과가 필요할 것으로 판단된다.

4. 결 론

전처리 방법에 따른 경화콘크리트 전염화물량 측정의 정밀도 향상을 위한 실험으로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) KS규준과 JIS규준의 차이인 시료의 전처리를 위한 초기 질산투입량에 따라 전염화물량의 결과값에 차이가 나타났으며, 가열처리 유·무에 따라서는 전염화물량의 데이터에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.
- 2) 전염화물량 측정시 전처리 과정에서 질산침지시간이 길어질수록, 여과전 교반시간이 증가할수록 전염화물량이 높아지는 경향을 나타냈다.
- 3) 본 연구 범위에 있어서는 경화콘크리트의 정확도 높은 전염화물량의 평가를 위해서는 KS규준에 있어서 전처리를 위해 초기 투입되는 질산양의 정확한 명시가 필요하며, 콘크리트시료의 전처리시 염화물의 유리화를 위한 충분한 질산침지시간과 여과전 10분 이상의 교반시간이 필요할 것으로 판단되며, 정밀한 추가 실험을 통한 전처리과정의 정확한 질산투여량과 시간 및 교반에 대한 언급이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2006년도 과학기술부의 기초과학연구사업중 특정기초사업 「고품질 순환잔골재를 사용한 환경부하저감형 콘크리트의 내구성 및 장기안정성 향상 기술 개발」에 관한 일련의 연구로 수행되었으며 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

※ 논문에 참여한 연구자(의 일부)는 2단계 BK21 사업의 지원비를 받았으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 산업표준협회, KS F 2713 : 콘크리트 및 콘크리트 재료의 염화물 분석 시험 방법, 2002
2. 社団法人日本コンクリート工學協會, 콘크리트 구조물의 腐食・防食에 關する 試驗方法ならび에 規準(案)

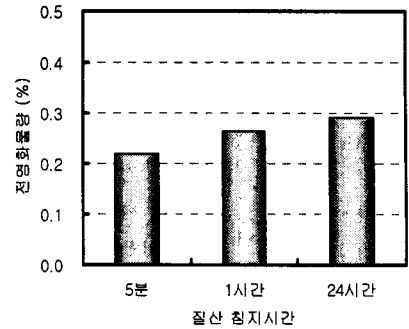


그림 5 질산침지시간 (시리즈 III)

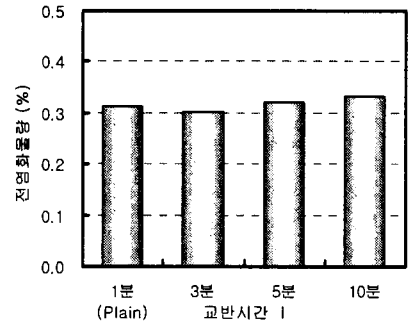


그림 6 교반시간 I (시리즈 IV)

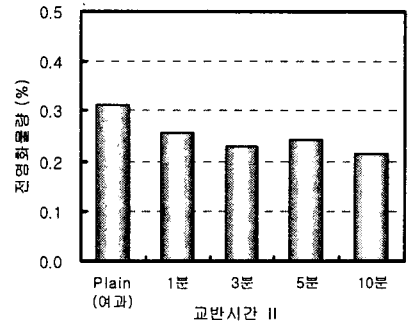


그림 7 교반시간 II (시리즈 V)