03

# 콘크리트 기술의 국제표준 제정 활동 사례

## Examples of Enacting Activities for International Standard in the Field of Concrete

**송태협** Taehyeob Song
한국건설기술연구원 미래건축연구실 연구위원

## 1. 머리말

건설 분야에 있어 콘크리트는 가장 기본적인 요소이며, 콘크리트 및 관련분야 기술은 곧 건설기술력으로 이어지는 만큼 해당분야의 국제표준화 활동의 중요성이 확대되고 있다. 최근 우리 학회에서는『콘크리트 구조설계기준』의 국제표준인증(ISO 19338), 누수균열보수 지침의 국제표준 등록(ISO TR 16475), 투수콘크리트 시험방법 제정 프로젝트 승인 등의 실적을 쌓으면서 콘크리트 분야 국제표준 활동에 대한 노력의 결실을 하나씩 이뤄내고 있다.

국제표준화기구(ISO)에는 콘크리트분야에 대한 기술(전문)위원회 TC 71이 개설되어 콘크리트, 철근콘크리트 및 PS 콘크리트의 범위를 다루고 있다. 또한 그 하위에 분과위원회를 두어 총 7개의 세부분야를 운영하고 있으며, 세부분야에 대한 국제표준화 프로젝트를 위하여 필요시 작업반을 운영하고 있다. 국제표준화기구의 콘크리트 기술위원회는 이미 수많은 선진국에서 각국의 콘크리트 관련 기술을 국제화하기 위하여 다양한 노력을 진행하고 있으며, 우리나라도 해외건설에 대한 비중이 높아지고 있는 만큼 국제시장에서 우리 기술력을 확보하기 위하여 더 활발한 국제표준화기구의 참여가 절실하다. 따라서 콘크리트분야의 보다 활발한 국제표준 활동 참여를 위하여 지금까지 실제적으로 콘크리트 분야에서 추진된 국제표준화 제정 활동에 대하여 살펴보고 이를 토대로 더 많은 새로운 분야의 전문가들이 우리나라의 콘크리트 기술을 국제적으로 인증받거나 및 제정하기 위하여 적극적으로 참여를 기대한다.

## 2. 콘크리트 기술 국제표준 제정 현황

### 2.1 국내 건설사 해외진출 경향분석

SC 1은 콘크리트 시험 방법 규격 제정을 위한 전문위원회로서 2012년 현재까지 ISO 1920 -1 Testing of Concrete - Part 1: Sampling of fresh concrete를 포함하여 11개의 규격을 〈표 1〉과 같이 발간하였으며, 2012년 현재는 숭실대학교의 최완철 교수가 SC 1의 WG 1의 컨비너로서 Test Method on Pervious Concrete(투수콘크리트 시험방법) 및

**표 1.** ISO ISO/TC 71 SC 1 Published Standard

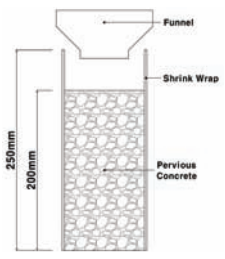
| Standard No. | Standard Name |
|---|---|
| 1920-1 2004 | Sampling of fresh concrete |
| 1920-2 2005 | Properties of fresh concrete |
| 1920-3 2004 | Making and curing test specimens |
| 1920-4 2005 | Strength of hardened concrete |
| 1920-5 2004 | Properties of hardened concrete other than strength |
| 1920-6 2004 | Sampling, preparing and testing of concrete cores |
| 1920-7 2004 | Non-destructive tests on hardened concrete |
| 1920-8 2009 | Determination of drying shrinkage of concrete for samples |
| 1920-9 2009 | Determination of creep of concrete cylinders in compression |
| 1920-10 2010 | Determination of static modulus of elasticity in compression |
| 7033-1987 | Determination of the particle mass-per-volume and water absorption |

콘크리트 중성화 시험방법과 염화물 확산 시험방법에 대한 국제표준 제정(한국건설기술연구원 송태협 박사 공동연구)을 추진하고 있다.

현재 우리나라에서 제안하여 개발하고 있는 'Test Method on Pervious Concrete'는 2009년 16차 카이로 총회에서 신규 제정 항목으로 설정, 이후 NP 등록, WD 작성 등의 단계를 거쳐 올해 2012년 19차 코스타리카 총회에서 CD 확정을 위한 회의를 실시하였다. 투수콘크리트는 도심지 녹지공간의 조성 및 빗물의 효율적인 활용, 도로의 불투수에 의한 재해 발생 등을 감소시키기 위하여 시공이 증가하고 있으나 이에 따른 성능 평가를 위한 시험방법 및 품질 규정이 명확하게 설정되어 있지 않다. 최초 규격 제정을 위하여 ISO/TC 71에 제안한 이 규격은 투수시험방법 이외에 공극률 측정방법, 압축강도 및 동결융해 시험방법 등 ACI 522 TR에서 규정한 항목을 모두 포함하였으나 기존의 콘크리트 시험방법과 동일하므로 이를 제외하고 투수성 시험방법만 한정하여 규정하였다. 그러나 금번에 제정을 추진 중인 ISO 시험방법은 우수에 의한 도로의 빗물 높이 등을 고려하여 상기의 변수위 및 정수위 시험방법을 혼합하여 시험방법을 규정하였다. 즉, 시험방법을 단순화하고 최대한 현장 조건과 동일하게 하기 위하여 〈그림 1〉과 같이 콘크리트 표준공시 체 크기의 시험체에 50 mm 정도 높이의 가이드를 만들고 시험체에서 20 ~ 30 mm 높이를 유지하면서 물을 투과하는 방법으로 시험을 규정하였다. 본 규격의 제정을 위한 SC 1/WG 1에는 현재 우리나라를 비롯하여 미국, 일본, 중국, 브라질이 참여하고 있다.

### 2.2 SC 4 콘크리트 구조의 국가 설계기준에 대한 ISO 인증

SC 4는 콘크리트 구조설계기준의 요구조건에 대한 제정 및 개정을 위한 전문위원회로서 각 나라의 콘크리트 구조설계기준에 대한 인증작업을 담당하며, 우리나라는 영남대학교 이재훈 교수가 담당하고 있다. 콘크리트 구조설계기준의 요구조건은 국제기준 ISO 19338에 명시되어 있으며, 그 내용은 콘크리트 구조설계기준으로서 갖춰야 할 규정을 담고 있다. ISO 19338의 제정은 1994년부터 논의되어 2003년도에 첫 번째 판이 만들어졌다. 초기에는 미국, 유럽, 일본 3개국의 설계기준이 부록 A.2에 포함되었으며, 그 후 호주, 콜롬비아, 사우디아라비아의 설계기준이 추가로 수록되어 2007년 개정판이 출간되었다. 2011년까지는 추가로 브라질, 이집트, 한국의 설계기준이 인증되어 현재 ISO 19338의 인증을 받은 국가의 콘크리트 구조설계기준은 모두 9개이다.




$$k = \frac{W}{A(t_2 - t_1)}$$

$K$ : 투수성
$A$ : 시험체 단면적
$W$ : 투과된 물의 양
$t_1, t_2$ : 물의 투과시간

**그림 1.** 투수콘크리트 투수성 시험방법

우리나라 콘크리트 구조설계기준의 ISO 인증에 대한 노력은 2005년 서울에서 개최된 13차 ISO/TC 71 총회부터 시작되었으며, 2008년 미국 LA에서 개최된 15차 총회 이후 본격적인 준비 활동을 시작하였다. ISO/TC 71 17차 총회가 개최된 콜롬비아 카르타헤나(Cartagena)시의 회의는 콘크리트 구조설계기준의 역사, 특징, 구성, 법적 지위, 인용 설계기준과 시방서 및 KS와의 연관성, 건설관련 법규 등과 함께 ISO 19338 인증조건에 대한 부합 이유와 우리 설계기준에 따른 설계절차에 대하여 발표하였다. 이에 따라 우리 설계기준을 검토한 3개국 대표의 질의응답 및 지적사항에 대하여 항목별로 답변 후 만장일치로 가결되어 현재는 기존의 2007년판 콘크리트 설계기준에 대하여 이 후 반영된 우리나라의 기준 및 추가국의 기준 등을 반영하여 개정하기 위한 재인증 절차를 밟고 있다〈표 2〉.

우리나라의 콘크리트 구조설계기준(2007)이 ISO의 인증을 받음으로써 외국 업체가 우리나라의 건설시장에 참여할 때 우리의 기준을 준수하도록 요구할 수 있을 뿐만 아니라 우리 업체가 외국의 건설공사를 수주할 때 우리 설계기준의 적용을 제안할 수 있는 국제적 근거를 확보하게 되었다. 이는 향후 우리나라 건설기술의 국제적 신뢰도를 높이는데 기여할 수 있을 것이다.

**표 2.** ISO 19338 인증 설계기준 현황

| 구분 | 인증 국가 |
|---|---|
| 1 | 미국 ACI318(Building)과 ACI 343(Bridge) |
| 2 | 유럽 Eurocode 2 |
| 3 | 일본 AIJ Standard 2개와 JSCE Standard |
| 4 | 호주 AS3600 |
| 5 | 콜롬비아 Columbian Code |
| 6 | 사우디아라비아 SB304 |
| 7 | 브라질 Brazilian Code |
| 8 | 이집트 Egyptian Code, ECP203;limit states design method |
| 9 | 한국 KCI Structural Concrete Design Code |

### 2.3 SC 6 섬유보강 콘크리트

SC 6은 콘크리트구조물의 보강재로 사용되는 일반적인 금속보강재료에 관련된 전문위원회로 주로 FRP 재료와 섬유보강재료를 대표적으로 다루고 있다. SC 6에서는 현재 우리나라의 한양대학교 심종성 교수가 WG 2의 컨비너로서 섬유보강 시멘트계 재료(FRCC; Fiber Reinforced Cementitious Composite)의 실험방법에 대한 표준을 제정하기 위하여 활발히 활동하고 있다. 시멘트계 재료를 섬유로써 보강시킨 복합재료를 일반적으로 FRCC라고 한다.

섬유보강 시멘트 재료안에는 섬유보강 모르타르와 콘크리트가 포함되며, 각 재료의 역학적 성질 및 인성을 대폭 향상시킨 것을 고인성시멘트복합재료(DFRCC; Ductile Fiber Reinforced Cementitious Composite)라 한다. 일반적으로 시멘트를 활용한 건설재료는 저렴한 가격, 높은 압축강도를 얻을 수 있는 장점과 최대응력 이후 급격히 파괴되는 취성적 성질의 단점을 동시에 가지고 있다. 이러한 단점인 보완시키기 위하여 고안된 재료가 FRCC로써 이는 기존 철근 콘크리트 구조물의 취약점을 개선할 수 있다. 최근 다양한 섬유의 개발 및 섬유의 기능적 성능의 비약적인 발전으로 인하여 FRCC의 적용성 및 시장성이 비약적으로 발전하고 있음에 따라 이에 대한 국제적 실험방법의 규정이 요구되었다.

콘크리트 분야의 시험방법에 관한 내용은 TC 71 SC 1의 주업무 내용이기도 하기 때문에 본 주제의 전문적 특성을 고려하여 SC 1의 전문가가 함께 참여하여 표준화 작업을 진행하고자 한다. WG 2에서는 'Testing methods for fibre-reinforced cementitious composites'의 ISO 표준 개발을 위하여 올해도 ISO 본부에 NP를 제출하고 향후 Working Draft 및 지속적인 표준화개발 작업을 수행할 예정이다. 이러한 국내 콘크리트분야 전문가들의 WG 2 활동은 그동안 국내 FRCC 재료의 역학적 특성이 우수함에도 불구하고 현장 적용성 및 국내 시장규모로 인한 제한된 한계점을 극복하여 우리나라 표준 기술력의 위상 제고할 수 있는 결정적인 계기가 될 것이라 판단된다.

### 2.4 SC 7 콘크리트 구조물 유지관리 기술 국제표준 등록

SC 7은 콘크리트 유지관리 기술을 위한 전문위원회로써 우리나라가 보유한 건설 분야 유일한 간사국(간사 인하대학교 신수봉 교수)이며, 가장 활동이 오래된 전문위원회이다. 또한 SC 7에는 서울과학기술대학교 오상근 교수가 2005년부터 WG 3의 컨비너로서 활동하고 있으며, 지난 2001년 8월에 우리나라의 누수보수 기술을 ISO TR 16475(Guidelines for the repair of water-leakage cracks in concrete structures)로 최종적으로 등록(출판)하였다. 본 지침은 각국의 건축물 및 국가기반시설물이 콘크리트로 축조되어 있고, 이러한 콘크리트 구조물의 안전성 및 내구성에  큰 영향을 미치는 누수균열을 보수하기 위하여 제정되었으며, 누수 균열의 적정 보수 재료를 선정하는 국제적 표준 정보를 제공한다〈표 3〉.

ISO TR 16475의 제정은 지식경제부 기술표준원의 국제표준화 활성화 전략의 일환으로 추진하여온 '건설안전 및 친환경 건자재 표준화 기반구축 사업'과 표준기술력향상사업의 성과물로써 우리나라의 건설 기술 관련 ISO 활동에 있어 최초로 국내 기술을 국제표준으로 제정(등록)한 사례이다.

2005년 11월 서울에서 개최된 ISO TC 71 13차 총회에서 국제표준 제정을 신청하고, 2011년 8월 2일 출판(등재)일까지 약 6년의 기간이 소요되었다. ISO TR 16475의 내용에는 우리나라가 개발, 보유하고 있는 '콘크리트 누수균열 보수 재료 및 기술(KS F 4935, 건설 신기술 376호)'이 주요 내용으로 포함되어 우리 기술의 국제화로써 의미가 크다. 이는 향후, 우리나라의 해당 기술 및 제품을 국제적 무역기술의 장벽없이 수출할 수 있게 됨을 의미하며, 기술에 사용되는 제품에 있어 표준특허로써의 효과까지 얻을 수 있을 것으로 기대한다.

ISO TR 16475의 후속 작업으로 2012년 6월 코스타리카에서 개최된 19차 총회에서 ISO TS 16774(Test methods for repair material for water-leakage cracks in concrete structures)에 관한 6개의 시험방법을 제정하기로 결정됨으로써 새로운 국제표준 탄생을 기대할 수 있게 되었다.

**표 3.** ISO TR 16475 주요내용

| 구 분 | 내용 구성 |
|---|---|
| 1 | 누수 균열의 환경 조건 |
| 2 | 보수재료의 요구 성능 및 선정 시험 |
| 3 | 보수재료의 종류 및 특성 |
| 4 | 보수공법의 종류 및 특성 |
| 5 | 보수 후 검사, 평가 기술 보존 |

### 2.5 SC 8 환경

SC 8은 콘크리트 및 콘크리트 구조물의 환경경영과 관련한 전문위원회로 현재 총 8개의 ISO 13315 시리즈 개발을 목표로 하고 있으며, 우리나라에서는 한경대학교 최동욱 교수가 담당하고 있다.

첫 번째 시리즈는 'Environmental Management of Concrete and Concrete Structures–General Principles로 2012년 봄에 ISO 13315–1로 채택되었다. 이 표준은 전과정 평가(LCA) 기법을 사용하여 콘크리트 구조물의 생애주기(life cycle)에 걸친 모든 단계 혹은 설계, 제품생산 및 시공, 사용(구조물의 유지관리) 및 최종단계(해체 및 재활용) 등의 각 단계에서 콘크리트의 환경영향을 감소시키기 위한 시도였다. 이 표준은 〈그림 2〉와 같이 성능중심 개념으로 제시되었으며 구조물의 설계단계로부터 발주자가 법 및 규정 등에 근거하여 사전에 환경성능에 대한 요구조건(S, $CO_2$ 배출량 등)을 제시하고 구조물의 설계(안)가 보유하는 실제성능(R)이 요구조건을 만족시키는지 에 대한 검증을 하여 실제성능이 요구성능을 만족(R〉S)시킬 경우 계속 진행하게 된다. 만일 만족시키지 못하는 경우에는 요구 환경성능이 만족되도록 설계(안)를 변경하여야 공사가 시작할 수 있게 된다. ISO 13315–1에서는 이러한 개념을 전 과정뿐만 아니라 구조물의 각 단계(설계, 제품생산 및 시공, 구조물의 유지관리, 해체 및 재활용)에서도 요구하고 있다.

두 번째 시리즈는 시스템 경계 및 인벤토리 데이터(system boundary and inventory data)로 환경설계법에서 도구로 사용하는 LCA 기법을 실제로 콘크리트 구조물에 적용하기 위하여 필요한 시스템 경계와 원단위(인벤토리 데이터)에 대한 상세한 규칙을 정하고자 한다. 이때 시스템 경계란 콘크리트 구조물의 생애주기 중 한 공정(예, 시멘트 생산)에서 천연자원, 순환자원, 산업부산물 등(연료 및 2차 에너지 포함)을 이용하고, 또한 (예, 시멘트 생산과 관련한)$CO_2$ 등의 배출과 생산품의 운송과 관련된 각 자원의 투입 및 배출을 어느 공정에 귀속시키는지에 대한 규칙을 정하는 것이다. 즉, 이 13315 시리즈 표준은 환경설계법이라는 새로운 성능설계법의 개념을 제시하였다는데 의미를 부여하여야 하며, 동시에 LCA를 콘크리트 및 콘크리트 구조물에 적용시키기 위한 일련의 규칙을 정하는 작업으로도 정의할 수 있다.

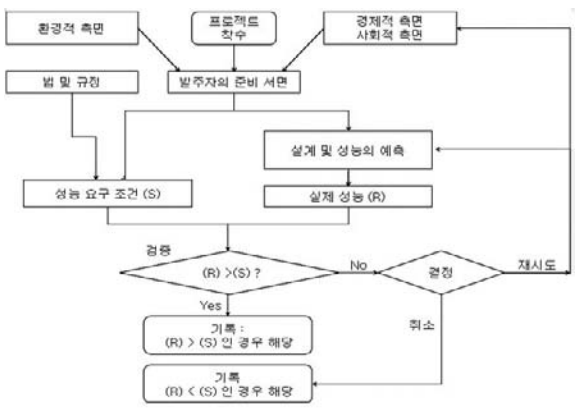



**그림 2.** Flow chart of environmental design

## 3. 맺음말

콘크리트 분야는 건설업에 있어 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 콘크리트 분야의 국제표준 제정 활동의 활성화는 곧 우리나라 건설 분야의 미래 시장 개척과 같다.

국가 건설기술력의 향상과 해외 건설 시장에서 우리나라의 입지를 확보하기 위하여 우리 기술이 국제적으로 통용되는 지름길은 바로 우리기술의 국제표준화이다.

우리나라의 콘크리트 분야 국제표준활동은 이제 그 기반을 다진 단계이다. 앞서 제정된 혹은 인증된 콘크리트분야의 국제 활동 사례들을 바탕으로 미래 건설 시장의 새로운 시장 개척의 수단으로 더욱 더 활발하고 국제표준활동 참여와 국가적 지원, 특히 전문가의 참여와 노력이 필요하다.

**담당 편집위원** : 정해문(한국도로공사) haimoon@ex.co.kr

**송태협 박사**는 건국대학교 건축공학과에서 CSA를 사용한 플라이 애쉬 콘크리트의 초기강도 개선에 관한 연구로 박사학위를 취득하였고, 현재 한국건설기술연구원 미래건축연구실에서 건축재료에 관한 연구를 수행하고 있다. 주 관심분야는 자원 순환관련 연구이며, 현재 순환자원 활용 건설재료 개발, 탄소저감형 건설자재 개발 연구를 수행하고 있다.
thsong@kict.re.kr