

# 지속가능한 구조물 건설과 성능중심 ISO규격 제정



연세대학교 사회환경시스템공학부  
교수 송 하 원  
02-2123-2806

## 1. 머리말

WTO 출범 이후, 세계가 하나의 시장으로 개편되면서 하나의 국제표준(One World, One Standard)을 적용하는 Global Standard의 시대가 되면서, 국제표준의 중요성이 부각되고 있다. 이에 따라, 각국에서는 국제시장에서의 경쟁력 확보를 위하여 자체적인 기준의 국제화를 위한 노력과 함께 국제표준을 자국의 이익이 되는 표준으로 선점하고자 부단한 노력을 하고 있다. WTO 체제에 따른 국제화와 개방화, 이에 대한 실천으로서 세계 각국 간에 체결되고 있는 FTA는 건설분야에서도 건설시장의 개방으로 이어져, 국내 건설업체와 규제규격에 대한 적극적인 대응이 이에 따른 국제적 경쟁력 부족 환경, 국내 건설시장의 잠식 및 해외 건설시장에의 적극적 참여가 어렵게 되는 등 국내 건설업체 전반에 걸쳐 심각한 문제점을 야기할 수 있다. 국내 건설업체의 국제규격에 부응하는 국가 경쟁력 향상을 위해 국제규격 제정에 적극적으로 참여하고, 국제 건설기술 및 환경의 변화에 능동적으로 신속하게 대처할 수 있도록 국내 건설관련 법령의 정비, 제정, 개

정이 요구되고 있는 점이다.

20세기는 끊임없는 연구로 개발된 신재료·신공법을 이용하여 구조물을 건설한 개발과 건설의 시대였다면, 21세기는 구조물을 건설할 뿐만 아니라 건설된 구조물을 어떻게 유지하느냐에 초점을 맞춘 “지속가능한 개발”이 요구되는 시대이다. 즉, 건설만 하여도 괜찮았던 20세기와는 달리, 21세기는 건설된 구조물에 대해 보다 지속적으로 구조물에 요구되는 성능을 유지하면서 공용될 수 있도록 하여야 하는 시대로, 구조물의 내구적 구조물로 의장수명화 및 효과적인 유지관리에 대한 중요성이 크게 부각되고 있다. 특히 주된 건설재료로서 가장 많이 사용되고 콘크리트는 내구성이 우수하여, 반영구적인 구조물 건설에 사용되어 왔으며, 지속가능한 개발을 가능하게 하는 콘크리트 및 콘크리트 구조물 관련 규격의 국제표준화가 최근 국제표



준화기구(International Organization for Standardization: ISO)에 의해 적극적으로 진행되었다.

콘크리트 및 콘크리트 구조물의 시험 방법, 재료, 설계, 시공, 유지관리에 관한 ISO 국제 규격은 ISO/TC 71(콘크리트, 철근콘크리트, 프리스트레스트 콘크리트 위원회)에서 제정을 담당하고 있으며, 6개의 소위원회가 설치되어 활동 중이었으며, 본인은 그 중 하나인 SC7의 의장으로 2004년부터 활동해왔으며, 특히 총회를 유치하여 최근 2005년 11월 ISO/TC 71 13차 총회가 산업자원부 기술표준원 및 한국콘크리트 학회의 주관으로 서울에서 성공적으로 개최된 바 있다. 이와 같은 배경 하에 본고에서는 지속가능한 구조물 건설의 필요성과 이에 대한 실천으로서 성능중심형 규격 제정의 필요성, 또한 ISO 규격 제정에 관한 일반적인 사항을 살펴보고, 성능중심형 콘크리트 분야 규격 제정을 담당하고 있는 ISO/TC, 특히 ISO/TC 71 전문위원 회 활동을 소개하여 앞으로 선진 건설을 위해 국제 규격에서 나아가야 할 방향을 생각해 보기 한다.

## 2. 지속가능한 구조물 건설의 필요성

우리나라는 70, 80년대 고도의 경제 성장과 더불어 사회 인프라 시설물 이 대규모로 건설되어, 20년 내지 30년이 경과된 콘크리트 구조물이 많아져 이들의 효율적인 관리를 위한 합리적인 유지관리 시스템이 절실히 요구되고 있었다. 그러나 우리는 90년대 초 이러한 유지관리에 대한 상대적 인 소홀함과 무관심으로 성수대교 및 삼풍백화점 붕괴 등과 같은 엄청난 인명 피해와 사회적 손실을 경험한 바 있다(그림 1). 이를 기로 콘크리트 구조물을 포괄하는 시설물의 안전 점검 및 유지관리에 대한 문제가 사회적, 국가적으로 해결해야 할 시급한 과제로 자리 잡게 되었으며, 효과적인 관련 규격의 제정은 국가적으로 매우 중요한 과제로서 수행되었다.

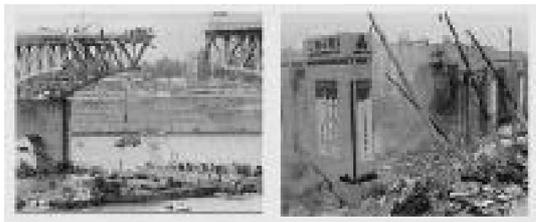


그림 1. 건설 구조물에서 유지관리의 중요성 부각이 된 성수대교와 삼풍백화점 붕괴

또한 이런 안전의 문제는 아니더라도 고층 아파트 등의 고층 주거 단지 및 교량, 지하철 구조물 등 주요 사회 환경인프라로서 공 된 콘크리트 구조물 이 천연 골재 부족에 따른 해사의 사용과 각종 설계 시 적절하게 고려하지 못하였던 환경적인 열화 요인 에 의해 심각한 열화로 지나치게 빠르게 노후화 되는 내구성 문제 가 사회적 문제를 야기 하고 있다(그림).



그림 2. 콘크리트 구조물의 내구성 문제의 심각성을 보도하는 언론매체

## 3. 성능중심 규격의 필요성과 국제 규격 제정 동향

1980년대 이후부터 발주자가 요구한 구조물의 성능에 근거하여 콘크리트 구조물을 설계하려는 세계적인 흐름과 설계 방법, 사용 재료 및 시공 방법 등에 대한 가

장 기본적으로 고최소한의 품질 수준만을 규정하고 있는 소위 사양측은 사양규정(prescriptive specification)만으로는 지속가능한 구조물 건설에 적절히 대응할 수 없다는 문제점이 제기됨에 따라, 최근 국제표준화기구, 유럽 및 아시아 지역 설계기준작성위원회 등을 포함한 미국, 유럽 각국 및 일본 등의 외국에서는 구조물의 구성 성능을 합리적으로 확보하기 위한 방안으로서 성능 중심의 규격 즉 성능평가형규정(performance based specification)의 도입을 본격적으로 하고 있다. 예를 들어, 콘크리트 관련 국제표준화기구(ISO) 규격을 제정하는 ISO TC 71(콘크리트, 철근콘크리트, 프리스트레스트 콘크리트 위원회)와 Euro-code 및 EN 규격을 제정하는 유로코드 제정위원회(CEN), 아시아 콘크리트 모델코드(ACMC)를 제정하는 아시아 콘크리트 모델코드 위원회(ACCMC)는 콘크리트 구조물 설계 기준으로서 성능평가형 설계방법을 도입하고 있다. 또한 이웃 나라 일본의 경우 1995년부터 준비를 시작하여 종래 사용해 왔던 사양규정형 시방서에서 성능조사형 시방서로의 시방서 개정 작업을 지속적으로 수행하고 있다. 이와 관련하여 시공에 관련된 콘크리트 표준 시방서도 성능규정으로 전환될 경우, 향후 레미콘의 발주에 있어서도 설계기준 강도, 슬럼프, 굽은 골재 대 치수 등만을 표시한 사양 발주가 아닌 성능 발주라는 새로운 개념의 발주 시스템으로 변화할 것으로 예측되고 있다. 유럽 각국도 1970년대 후반부터 활발히 수행된 연구와 실적을 바탕으로 본격적인 성능 기반형 설계 규격을 제정하고 있다.

현재 국내에서 적용되고 있는 콘크리트 구조 설계 기준, 콘크리트 표준 시방서, 철근콘크리트 구조 계산 기준, 토목 공사 표준 시방서, 건축 공사 표준 시방서 등의 규정은 사양규정으로 성능 중심형 규격으로의 개정이 시급함을 인식하여 본격적인 제정 작업이 수행중에 있다. 내구성 분야에서도 노력의 일환으로서 2004년에 콘크리트 표준 시방서 내구성편을 제정하여 시공 이전

에 내구성 평가를 일부 성능평가형 개념을 도입하여 수행하도록 하여, 내구성 평가 결과를 콘크리트 배합 설계 및 콘크리트 구조물 내구 설계에 반영하도록 하고 있는 실정이다. 콘크리트 사회 기반 구조물 배합 설계에서 뿐만 아니라 공공 주택에 대한 내구성 향상 대책의 일환으로서, 최근 건설교통부에서 공공 주택 성능 인증 기준에 2006년부터 주택 성능 등급 표시 체도를 시행하도록 하여 본격적인 성능평가형 내구성 설계 기준 및 시방서의 도입 필요성이 시급히 대두되고 있다.

#### 4. ISO 규격의 의미 및 ISO TC71 활동

##### 4.1 건설에서의 ISO 규격의 위치

기술자 및 연구자에게 있어서 기술 기준이나 규격은 현 법 또는 법률에 해당되며, 그 시대와 그것의 집단의 경험 및 연구에 의해 보편화 및 종합화된 기술 수준을 반영한 것이다. 이들 기술 기준이나 규격은 콘크리트 구조물의 경우 안전성, 사용성, 내구성에 관한 재료, 설계 및 시공의 기술 표준으로서 국제 표준화기구, 국가 및 단체 표준화 기관 등에 의하여 강제력을 부여 받게 된다. ISO는 국제적으로 통용되는 규격, 표준 등을 제정 할 목적으로 1947년 발족되었으며, ISO 규격은 ISO에 의해 제정, 개정, 폐지되는 규격이다. 현재, 국제 무역 환경은 1995년 종래의 GATT(관세와 무역에 관한 일반적 협정)에서 발전적으로 발족한 WTO(세계 무역 기구)가 큰 역할을 하고 있다. WTO 출범 시에 조인한 무역의 기술적 장애에 관한 협정(TBT 협정)이나 정부 조달에 관한 협정에 의해 각국의 기술 기준이나 규격은 그림 3에서 보여주는 것처럼 ISO 규격 등과 같은 상위의 국제 규격이 존재하는 경우에, 상위의 규격을 존중할 책임과 의무를 다하는 것으로 정해져 있다. 따라서, WTO 발족 이전에 KS 등의 국가 규격이나 단체 규격 체계 범위 내에서 기술 활동을 수행하였던 우

리나라는, WTO 발족 이후에는 ISO 규격 등 상위 국제 규격의 직접적인 규제 틀만게 되어 자 기술분야에서 국내 규격을 국제 규격에 맞추어 정합화(整合化)가 시급히 요청되는 실정이며, 더 나아가 우리나라의 환경에 맞는 우리 규격을 국제 규격으로 반영하기 위한 노력의 추진이 필요하다.

WTO의 TBT 협정에 따른 정합화 작업이 엄격하고 급속하게 진행되고 있는 상황에서 콘크리트 분야에서 그 품질이나 시험 방법을 한국 규격인 KS와 콘크리트 관련 기준 및 시험법에 대해 제정 및 개정을 통하여 ISO 국제 규격과 정합화시키는 작업을 하고 있으며, 한결은 더 나아가서 ISO 규격 제정 활동에 적극적으로 참여하고 있는 실정이다. 또한 ISO 규격 제정 및 개정 과정에서 EU(유럽연합)의 CEN(유럽표준화위원회)에서 진행되고 있는 EN(유럽 규격)과의 협정 작업이 중점되는 것을 회피하기 위하여 ISO와 CEN과의 기술협력에 관한 협정(빈협정)에 따라 콘크리트에 관한 ISO 국제 규격이 제정되지 않는 경우에는 중합유럽의 지역 규격인 콘크리트와 N 규격을 받아들여야 한다는 실정이다.

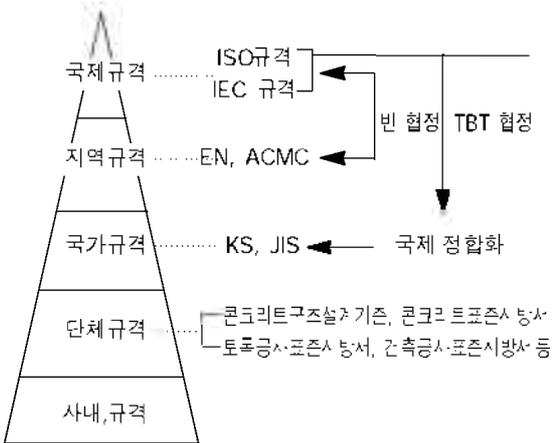


그림 3 건설 관련 규격의 서열 및 국제 정합화

## 4.2 콘크리트 관련 ISO 전문위원회

시멘트, 골재와 같은 콘크리트 구성 재료에서 콘크리트 구조물에 이르기까지 콘크리트 관련 ISO의 규격 체계와 담당 ISO 전문위원회 및 분과위원회는 4면 4와 같다.



그림 4 건설 콘크리트 구조물에 관한 ISO 규격 체계

즉, 구조물 전반에 대한 개념적인 설계·시공 기준이 최상위에 있고 그 아래에 콘크리트 구조물에 대한 요구 성능 기준, 설계 기준 및 시공 기준이 위치하고 있다. 이하, 콘크리트 구조물 약성 재료인 콘크리트, 철근·PC 강봉 등의 품질·제조 규격이 병렬로 존재하고 콘크리트 아래에 시멘트·골재·혼화제·화학혼화제 등 콘크리트 구성 재료의 품질 규격이 위치한다. 또한, 구조물에서 건설 재료에 이르기까지 각각의 품질·

성능규격에 대응하는 형태로 시험·검사 방법에 관한 규격이 위치하고 있다. 그림 4의 괄호 내에는 규격화 작업을 담당하고 있는 담당 TC 및 SC를 보여준다. 특히 콘크리트 및 콘크리트 구조물 관련 규격의 ISO 국제 규격은 ISO/TC 71에서 주도하고 있으며 우리나라는 ISO/TC 71 전문위원회 및 ISO/TC 71 소속의 6개 분과 위원회에 P멤버로 최근 적극 참여하고 있다.

### 4.3 ISO/TC 71 구성 및 활동

ISO/TC 71은 Concrete, Reinforced Concrete and Prestressed Concrete (콘크리트, 철근콘크리트 및 프리스트레스트 콘크리트)라는 위원회의 명칭으로 콘크리트, 철근콘크리트 및 프리스트레스트 콘크리트의 재료, 설계 및 시공에 관한 기술을 규격화하는 목적으로 유럽 각국의 주도 하에 1949년에 ISO 산하에 설치되었다. 그러나, 유럽 각국에 유럽 통합에 따른 유럽 연합 통일 규격을 작성하는 작업이 우선시되는 상황에 따라 1987년 제5회 빈 총회에서 위원회 활동을 중단하는 결정을 내리고 휴면 상태로 되었으나 미국 콘크리트 학회(ACI)가 1995년에 제6회 샌프란시스코 총회를 개최하여 간사국의 지위를 얻은 후 활동을 재개하게 되었다. 현재 TC 71에는 83개국이 참가하고 있으며, 그 중심의 결과에 투표 의무가 있는 참여국(P멤버)은 한국을 포함한 32개국이며 51개의 국가가 관찰국(O멤버)으로서 참여하고 있다. 현재, TC 71에 6개의 분과 위원회(C)가 활동하고 있으며, 이들 분과 위원회의 명칭은 각각 SC1 : 콘크리트 시험 방법, SC3 : 콘크리트 제조와 관리, SC4 : 콘크리트 구조물의 성능 기준의 조화, SC5 : 콘크리트 구조물의 간략화 설계 기준, SC6 : 콘크리트 구조물의 신 보강 재료, SC7 : 콘크리트 구조물의 유지 관리와 보수이다. 그림 5는 TC 71의 조직으로서 SC의 명칭과 각 SC를 총괄하여 운영하는 간사국을 보여준다. TC 71의 분과 위원회 중 제2 분과 위원회였던

SC2(콘크리트 구조 설계 기준)는 활동 부족으로 그 설치가 폐지된 상태이다. 현재, ISO TC 71의 우리나라 국가 대표 기관은 산업자원부 기술표준원이며 한국 콘크리트 학회는 국내 간사 기관으로서 지정되어 활동하고 있다.

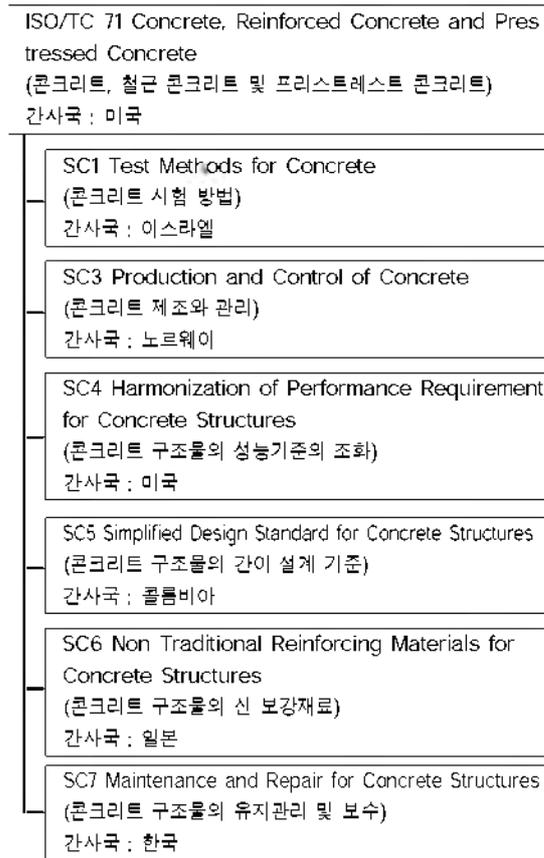


그림 5 ISO/TC 71의 분과 위원회

특히 ISO TC 71 총회가 2005년 11월 28일에서 30일까지 서울 소피텔 엠버서더 호텔에서 한국 콘크리트 학회의 후원과 기술표준원의 주관 하에, 29개국에서 11개국 대표 60명과 국내의 공식 대표 및 참관인 연 43명이 포함되어 103명의 대표가 참석한 가운데 성대하게 열렸다.

첫 이틀간은 6개의 분과위원회 회의와 마지막 날에는 총회가 개최되었다. 6개의 분과위원회에서는 위원회 내에서 작업증인 문서의 진행 상황 및 작업 반환 활동에 대한 논의 그리고, 총회에서는 대표단 소개, 간헐적 작업의 업무무진행 보고, 작업 프로그램의 모든 상황 및 수행되는 활동 및 향후 정책 사항 및 초청 강연 등이 진행되었다.

#### 4.4 ISO/TC 71 분과위원회(SC) 활동 소개

그림 4에서 보여주는 바와 같이 시멘트 관련 규격(TC 74)을 제외하고 콘크리트 구성 재료와 콘크리트의 시험 방법에 대해서는 TC 71/SC1이 규격화 작업을 담당하고 있다. TC 71 중에서 가장 작업을 활발히 진행하고 있는 소위원회가 SC1이고 TC 71의 활동 재개부터 주축국 이스라엘의 주도에 의해 규격화 작업이 정력적으로 진행되고 있다. SC1의 콘크리트 시험 방법에 관한 규격은 SC3의 콘크리트 제조 및 관리 규격에 중요한 영향을 미치고 있다. SC3 내에는 크게 3개의 분과그룹(WG)으로 나누어져서, 콘크리트 제조 및 콘크리트의 시공 규격 제정을 위한 활발한 논의가 이루어졌다. SC4는 성능 평가형의 개념을 기본으로 콘크리트 구조 설계의 기본을 보여주며, 각국의 설계 기준의 모델이 될 상위 규격으로서 ISO 19338 (구조용 콘크리트의 국가 규격 승인에 필요한 성능 및 평가)의 국제 규격을 제정하고 성능 평가형 지역 규격을 평가할 수 있는 평가 시스템을 연구할 소위원회 활동을 개시 하였다. SC5는 콘크리트 구조물 약안이 설계를 위한 지침을 제정하였으며, 한계 상태 법은 거로 주로 건축 구조물 약안이 설계를 염두로 작성되어 기준류가 미정비된 개발도상국에 간이 설계 지침으로 적용하게 사용될 수 있다는 취지로 만든 국제 규격이다. SC6는 종래에 보강 재료 이외의 보강 재료에 대한 규격을 작성할 목적으로 일본이 간사국으로 지정되어 본격적인 활동을 하고 있다.

SC7은 2003년 11차 시드니 총회 때 한국·일본·유럽의 여러 국가에 의해 그 필요성이 역설된 후, 한국과 일본의 공동 제안이 받아들여져 설치가 인정한 콘크리트 구조물의 유지 관리와 보수에 관한 ISO 규격 제정 위원회로서 2년간의 한국과 일본의 간사국 지위 확보를 위한 노력의 결과 한국의 기술 표준원이 2005년 서울 총회에 서간사국의 지위를 갖고 있음을 확인하였다. 특히 위원장은 본인이, 간사는 일본 북해도 대학의 우에다 다몬 교수가 맡아 이미 제정된 아시아 모델 코드를 근간으로 콘크리트 구조물의 유지 관리 및 보수 국제 규격을 제정할 수 있게 되어 한국과 일본의 주도로 관련 국제 규격을 제정 중에 있다. 2004년 터키 이스탄불 총회에서 설치된 두 개의 WG (WG1: 유지 관리 및 보수의 기본 원칙, WG2: 유지 관리 및 수 평가 방법)의 활동을 바탕으로, 서울 총회에 새롭게 WG3: 균열에 따른 누수 보수, WG4: 지진 피해에 대한 보수에 관한 WG 설치가 통과되었으며, 해당 분야 국제 규격을 제정하고 있다. 본인이 위원장으로 ISO TC71/SC7에서 제정하고 있는 유지 관리 및 보수에 관한 ISO 규격의 기본 구조는 그림 6과 같이 성능 평가형 개념을 도입하고 있으며, 본인이 아시아 콘크리트 모델 코드 위원회 부 위원장으로 활동하면서 세계 최초 규격 내에 유지 관리에 관한 내용을 포함하여 제정된 아시아 콘크리트 모델 코드 (ACMC)를 근간으로 제정되고 있다. SC7의 소위원회

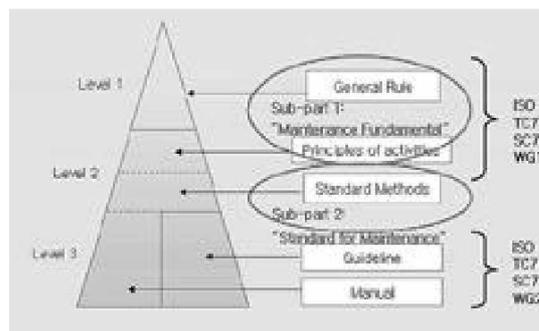


그림 6. ISO TC71/SC7에서 제정하는 ISO 규격의 구조

는 2007년 5월 말에 예정되는 14차 총회(브라질살바도르시) 기간 동안에 회의 활저 본격적인 규격 제정 활동을 수행할 예정이다.

### 5. 맺음말

현재의 대부분의 구조물 건설용 규격 즉, 설계기준 및 시공기준은 사양중심의 설계기준과 서술중심의 사양서라고 할 수 있다. 사양중심의 설계기준과 서술중심의 사양서는 공통적으로 신기술, 신공법의 적용이 곤란하여 설계자 및 시공자의 개발된 기술 적용에 한계가 존재한다는 단점이 있다. 반면 성능 기반 설계기준과 성능 사양서는 모두 기준의 작성 및 적용에 어려움이 있지만, 설계 및 시공자의 창의성이 반영될 수 있도록 함으로써 기술 개발을 촉진시킬 수 있다는 장점이 있다. 이러한 두 설계 및 시공기준의 장단점에도 불구하고 기술력의 한차별성이 확실한 성능중심의 기준이 미래 지향적이며, 국제기준 흐름에 부합하는 기준으로 앞으로 나아가갈 방향임에는 틀림없다.

전술한 WTO/TBT 협정은 규격의 순위에 의해 KS와 같은 국가 규격, 혹은 콘크리트 구조 설계기준, 콘크리트 표준 사양서와 같은 단체 규격 등에서 동일한 내용이 ISO 규격에 있는 경우, 이들 규격을 국제 규격인 ISO 규격에 따르지 않으면 안 되는 협정으로 우리나라의 건설 기술 기준에 큰 영향을 미칠 수 있는 협정이다. 콘크리트 관련 ISO 규격이 제정되면 ISO 규격은 국제적으로 강제력이 부가된 최상위 기술 기준이나 규격으로 채택되는 것이므로, 기술자 및 연구자들은 국제화를 시야에 두고 연구·기술 개발 목표를 설정하고, 이들 성과를 적극적으로 국내외에 발표하고 고성능 중심형 국제 규격에의 채용을 위하여 활발한 활동을 해야 한다. 이를 위해 적극적으로 콘크리트 관련 ISO 국제 규격의 제정을 주도하고 있는 ISO TC 71의 총회 및 분과 위원회 회의에 적극적으로 참여하는 표준화 활동을 통해 국제 규격

제정을 선도하기 위해 최선의 노력을 기울여야 할 것이다. 아울러 국내 각종 콘크리트 관련 여러 규격의 제·개정도 ISO 규격을 염두에 둔 규격으로 체계화하고, 가능한 국내 규격을 빨리 성능 중심 규격으로 제정하여 선진국과 어깨를 나란히 하며 현장에 적용할 수 있도록 한다면, 국내의 시멘트 산업, 콘크리트 산업, 건설 산업과 관련된 기술은 급속도로 향상되고, 우리 건설 기술의 국제화 및 경쟁력 상승으로 이어질 수 있다.

| 기술표준 2007. 5

