

아시안 콘크리트 모델코드의 소개

심 증 성

본학회 ACMC 검토위원장, 한양대 교수

1. 서론

콘크리트는 아시아 지역에서는 가장 널리 사용되고 있는 건설재료라고 알려져 있다. 그러나 아시아 지역내의 국가들은 서로 다른 역사적 배경으로 인하여, 현재 사용중인 콘크리트에 관한 코드 및 기준들이 각각 상이한 과정을 통하여 도입되거나 개발되고 있는 실정이다. 그 결과 많은 국가들이 미국의 ACI Code를 참조하고 있으며, 또한 많은 국가들이 영국의 British Standard 등과 같은 유럽식 시방기준들을 직접 사용하거나 이를 참조하고 있다.

지난 10년간 유럽지역 및 북미지역에서는 경제권을 하나로 묶는 작업이 매우 활발하게 진행중이다. EC에서는 정치까지도 하나로 묶어 보려고 시도 중이다. 최근에는 정치, 경제뿐만 아니라, 기술적으로도 지역별로 사용할 수 있는 Code 및 규정을 제정하고 있다. 유럽지역에서 작업중인 현재 거의 완성단계에 있는 Euro Code가 바로 그것이고, 북미지역에서 시도중인 콘크리트 모델코드가 또한 그러한 의미를 담고 있다. 아시아 지역에서도 이러한 취지의 코드제작이 필요하다는 주장이 일본대학의 Yamazaki 교수를 중심으로 거론되었고 이로인해 1992년 Asian Concrete Model Code(ACMC)의 제작 타당성이 JCI에서 검토되기 시작하였다. 그 결과 경제적, 기후적 그리고 문화적으로 서로 다른 아시아 지역내의 국가들 간에도 이들을 종합적으로 묶을 수 있는 범지역적인 모델코드의 필요성을 제각기 인식하고 있으며, 이러한 모델코드의 수용을 지지하고 있음이 밝혀졌다. 이에 따라 아시안 모델 코드의 첫 번째 초안은 1998년 1월에 탄생하였고, 이를 수정하고 개선한 두 번째 draft가 1999년 3월에 출간되었다. 만일 이 아시안 모델 코드가 아시아에 속한 국가간의 기술적 이해와 현재 각 국가에서 사용중인 현행 기준 및 연관 규정과의 차이점들을 수렴하여 완성된다면, 이는 아시아 지역의 효율적인 기술집약서로서 각광 받을 수 있을 것이다.

본 고에서는 ACMC의 소개를 위해 그 동안 개최된 각종 국제 학술행사에서 발표된 주제발표내용을 요약하여 정리함으로써 그 동안 어떠한 과정을 거쳐 ACMC 두 번째 안이 탄생되었는가를 소개하였고, 또한 현재 ACMC에 수록된 내용을 아주 간단한 형태로 기술하였다. 뿐만 아니라 현재 완성된 ACMC를 회원국가에 도입하는 방안도 간략하게 소개하였다.

2. 아시안 콘크리트 모델코드의 목표

아시안 콘크리트 모델코드(ACMC)는 아시아 각국의 사회적 그리고 지역적인 환경에 무관하게 사용될 수 있도록 작성되었으며 모델코드의 주요 목표는 i) 아시아 각 국가의 국가별 기준 제작 시, 기준이 되는 지침을 제공하고, ii) 구조물의 향상된 시공을 도모하여, 구조물이 자연 및 사회적 환경과 보다 조화롭게 하며, iii) 아시아에서의 기술적 변화 및 연구를 위한 협력기구를 육성하기 하는 것이다.

3. 협력 단체 및 위원회 구성

협력 단체

아시안 콘크리트 모델코드 구성을 위해 현재까지 협력한 단체들은 다음과 같다.

- Association of Structural Engineers of the Philippines(ASEP)

- China Civil Engineering Society(CCES)
- Engineering Institute of Thailand(EIT)
- Indian Concrete Institute(ICI)
- Indonesian Society of Civil & Structural Engineers(HAKI)
- Japan Concrete Institute(JCI)
- Korea Concrete Institute(KCI)
- Sri Lankan Standards Institution(SSI)

개인회원 (Individual Members)

아시아 콘크리트 모델코드 구성을 위한 국제위원회(ICCMC, International Committee on Concrete Model Code)에서 활동중인 개인회원들은 대만, 방글라데시, 싱가포르, 인도, 인도네시아, 일본, 중국, 콜롬비아, 파키스탄, 파푸아뉴기니, 필리핀, 태국, 한국, 호주 등의 국가별 대표자들로 이루어졌으며, 1999년 3월에 개최된 학술대회에서는 중동지역의 국가들도 참여의사를 표명하였다.

운영위원 (Officers)

아시아 콘크리트 모델코드를 위한 JCI 위원회(1992~1994)

Chairman	Prof Jun Yamazaki, Nihon University
Secretary	Dr Tamon Ueda, Hokkaido University

아시아 콘크리트 모델코드를 위한 제 1 기 국제 위원회(1994~1997)

Chairman	Prof Hiroshi Noguchi, Chiba University
Vice Chairman	Prof Taketo Uomoto, University of Tokyo
WG1 Coordinator	Prof Toshimi Kabeyasawa, University of Tokyo
WG2 Coordinator	Dr Takafumi Noguchi, University of Tokyo
WG3 Coordinator	Dr Sudhir Misra, Indian Institute of Technology

아시아 콘크리트 모델코드를 위한 제 2 기 국제 위원회(1997~2000)

Chairman	Prof Taketo Uomoto, University of Tokyo
Vice Chairman	Prof Yew-Chaye Loo, Griffith University Prof Ekasit Limsuwan, Chulalongkorn University
WG1 Coordinator	Dr Tamon Ueda, Hokkaido University
WG2 Coordinator	Dr Somnuk Tangtermsirikul, Thammasat University
WG3 Coordinator	Dr Sudhir Misra, Indian Institute of Technology, Kanpur

정관에 의해 구성된 제 1 기 ICCMC 임원구성(2000년~현재)

Chairman	Prof Taketo Uomoto, University of Tokyo
Vice Chairman	Prof Yew-Chaye Loo, Griffith University Dr Tamon Ueda, Hokkaido University
WG1 Coordinator	Dr Kiang-Hwee Tan, National University of Singapore
WG2 Coordinator	Dr Anura Nanayakara, University of Moratuwa

4. 워크샵

아시아 콘크리트 모델코드 집필을 위한 ICCMC의 업무는 주로 서신으로 이루어졌으며 년 2회로 정기적인 회의가 계획되어 각 회원국을 순회하며 이루어졌다. 이러한 과정을 통해 각국의 학자들과 기술자들에게 모델코드의 개념을 소개함과 동시에 그들의 의견을 수렴하고 있다. 또한 ICCMC 회원들에게는 개최국의 현 상황을 인지할 수 있는 기회를 제공하고 있다. ICCMC 회의는 그 동안 총 13회 개최되었으며 각 워크샵의 상세한 진행과정들은 아래와 같이 요약될 수 있다.

제 1 회 워크샵(도쿄, 1994년 4월)

제 1 회 워크샵은 모델코드를 위한 기초조사와 향후 진행방향에 관한 토론을 위해 도쿄에서 1994년 4월에 하루에 걸쳐 이루어졌다. 워크샵에는 일본 및 외국에서 100여명이 참가하였고 모델코드의 구성체계가 이루어졌다.

제 2 회 워크샵(방콕, 1994년 12월)

제 2 회 워크샵은 태국 방콕의 Chulalongkorn 대학에서 EIT(Engineering Institute of Thailand)의 주관하에 1994년 12월에 개최되었다. 워크샵동안 모델코드의 개념들이 거론되었으며 다음의 3가지 분야별 Working Group(WG)이 조직되었다.

WG1 : 설계(Design)

WG2 : 재료 및 시공(Materials and Construction)

WG3 : 유지관리(Maintenance and Management)

각각의 WG는 국제위원회와 지역위원회의 회원들로 구성되었으며, 모델코드의 구성체계와 문구들의 수정사항들에 대한 검토를 요구받았다.

제 3 회 워크샵(도쿄, 1995년 5월)

제 3 회 워크샵은 1995년 5월 Tokyo Metropolitan University에서 개최되었으며 위원회의 향후역할과 모델코드의 초안제작을 위한 일정계획이 토론되어졌다.

제 4 회 워크샵(EASEC-5, 1995년 7월)

제 5 회 동야-태 구조공학 및 건설 학술회의(East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction, EASEC-5)가 Griffith 대학의 Gold Coast 캠퍼스에서 개최되었다. 이 학술회의에서 특별강연의 형태로 아시아 콘크리트 모델코드 위원회의 그 동안의 활동과 현 상태에 관한 6개의 논문이 발표되었다. 이후 모델코드 작성을 위한 각 WG보고서와 위원회활동에 각 회원국가의 엔지니어링 기관을 포함해야 하는 필요성 등이 토론되었다. 아시아 국가들의 폭넓은 참가를 이끌어내기 위해 ICCMC는 EASEC 개최국은 아시아 콘크리트 모델코드 소개를 위한 Special Session을 조직하고 ICCMC 회의개최를 위한 제반장소를 공급해 줄 것을 요청하였다.

제 5 회 워크샵(자카르타, 1996년 3월)

HAKI(Indonesian Society of Civil & Structural Engineers)에 의해 조직된 자카르타 워크샵에서 위원회 회원은 한신 대지진과 그로인한 구조물(SRC 빌딩 및 교량)의 파손에 관한 보고서를 요청했으며 그 밖의

아시안 콘크리트 모델코드에 관한 발표로는 아시아각국의 초고층빌딩과 토목구조물의 내구성에 관한 것이 있었다. 각 WG의 Coordinator들은 모델코드 구성요소의 draft에 대해 발표하였다.

제 6 회 워크샵(Dalian, 1996년 10월)

1996년 10월의 Dalian 워크샵은 Dalian University of Technology가 주최하였다. 각국의 토목공학에서의 콘크리트 공학에 관한 최근 연구활동 보고서의 발표와 함께 세계의 WG Coordinator들에 의해 제안된 모델코드 draft I의 수정본에 대한 회원간의 토론이 이루어졌다. 또한 위원회는 위원회의 활동에 있어서 국가별 엔지니어링 기관조직 참여의 중요성을 반복·제기하였다.

제 7 회 워크샵(Hyderabad, 1997년 3월)

제 7 회 워크샵은 콘크리트구조물의 유지관리 및 내구성에 관한 국제학술회의와 함께 Hyderabad의 Jawaharlal Nehru 과학기술대학에서 1997년 3월 4일에서 6일까지 개최되었다. 이 대회에서 위원장의 위원회 활동과 향후임무 등을 소개하는 특별강연이 개최되었다. 세계의 WG Coordinator들은 모델코드 draft에 관한 진행사항을 보고하였다.

제 8 회 워크샵(자카르타, 1997년 8월)

HAKI가 주최가 된 제 8 회 워크샵은 구조공학에 관한 국제 학술회의와 함께 개최되었다. 이 워크샵에서의 주요활동사항으로는 Level 1과 Level 2 코드문서의 주된 내용을 승인하는 일이었으며 토론결과 제 9 회 타이페이 워크샵에서 모델코드의 draft를 발간할 것을 결정하였다.

제 9 회 워크샵(타이페이, 1998년 1월)

Gold Coast에서의 제 5 회 동아-태 구조공학 및 건설 학술회의(EASEC-5)때와 마찬가지로 EASEC-6기간 중에 아시안 콘크리트 모델코드 위원회의 Special Session이 국립 대만 대학에서 구성되었다. 아시안 콘크리트 모델코드에 관한 위원회 활동과 현재 상황 등을 소개한 6개의 보고서가 발표되었다. 위원회의 회의는 국립 대만 대학의 토목공학과에서 개최되었고, 모델코드 초안내용에 관한 토론이 이루어졌다. 추가적으로 필요한 개정사항들은 싱가포르의 제 10 회 워크샵 전에 제기되도록 하였고 제 10 회 워크샵에서 이의 승인에 대해 검토하기로 결정하였다.

제 10 회 워크샵(싱가포르, 1998년 8월)

제 10 회 워크샵은 싱가포르 국립대학에서 개최되었다. 모델코드의 개정사항들에 관한 토론이 이루어졌으며 이로부터 두 번째 draft의 내용과 발간 계획 등을 결정하였다. 현재 아시안 콘크리트 모델코드라는 주제로 1993년 3월 푸켓에서 개최될 IABSE Colloquium을 준비하고 있는 태국회원들 중심으로 모델코드의 재출판이 이루어지도록 하였다. 발행관리를 위한 반영구적인 사무국이나 세입창출 등의 사항은 푸켓 회의 기간동안에 조직되도록 하였다.

제 11 회 워크샵(푸켓, 1999년 3월)

제 11 회 워크샵은 태국에서 준비한 IABSE Colloquium과 더불어 진행되었다. 이 대회에서 ACMC 두 번째 Draft가 완성되었으며, 이 내용을 소개하기 위하여 Colloquium내에서 6개의 논문이 Invited Lecture 형식으로 발표되었다. ICCMC 총회는 다음날 하루종일 진행되었으며, 여기서는 WG Coordinator들의 그동안의 활동보고가 이루어졌다.

제 12 회 워크샵(Kochi, 1999년 9월)

제 12 회 워크샵은 EASEC-7 기간중에 몇 개의 ACMC 관련논문을 게재하고 발표하는 형식으로 진행되었다. ICCMC 총회에서는 ICCMC를 운영하기 위한 정관을 승인하였고, 또한 사용될 LOGO도 결정하였다. 다음 워크샵이 개최될 Colombo에서는 승인된 정관에 의한 운영인원을 투표에 의해 선임하게 될 것을 결정하였다.

제 13 회 워크샵(콜롬보, 1999년 3월)

제 13 회 워크샵은 Sri Lanka의 Society of Structural Engineering와 University of Moratuwa의 주최로 개최되었다. 대부분의 발표논문은 ACMC의 소개를 위한 것들이었으나, 그 이외의 주제도 일부 발표되었다. ICCMC 총회에서는 새로운 정관에 의해 진행된 투표에 의해 선출된 회장 및 부회장을 포함하는 임원전에 대한 승인이 있었고, ACMC 두 번째 Draft에 대한 토의가 있었다.

5. 모델코드 draft의 개요

모델코드는 (1) 설계(Design), (2) 재료 및 시공(Materials & Construction), (3) 유지관리(Maintenance) 등의 세부분으로 구성되어 있다. 각각의 세 부분은 구조물 시공 전, 시공 중, 시공 후의 서로 다른 세 단계에 따른 지침 및 설명을 제공한다. 모델코드는 ISO/TC 71 규정에 따라 세가지 다른 Level을 제시하고 있다. Level 1은 구조물과 performance-based 코드의 기본개념을 제공한다. Level 2는 요구 performance와 해당 performance를 성취하기 위한 필수조건 등에 대하여 자세히 상술하고 있다. 또한 모델코드가 적용되는 어떠한 국가/지역에서도 사용할 수 있는 일반적인 규정을 담고 있다. Level 3는 모델코드가 적용되는 국가/지역의 지방 특유의 조건을 고려하여 검증 및 수용할만한 해결안을 제공하는 보다 실제적인 지침이 될 것이다. 현재까지 모델코드 위원회는 Level 1과 Level 2의 draft를 완성하였다. Level 3은 Level 1과 Level 2에서 제시된 아시안 콘크리트 모델코드의 각 참여국가에 의해 준비될 계획이다. Level 3에 대한 작업에는 일본 및 태국에서 작업된 것이 푸켓 대회에서 소개되었다. 현재까지 완성된 ACMC의 내용은 다음과 같다.

Part 1 - Design

Level 1은 모델코드의 주요개념에 대한 배경과 performance-based 설계에 관한 설명이 제시되어 있다. Level 1의 구성은 다음과 같다.

- 0. Notation
- 1. General
- 2. General Principle
- 3. Requirements
- 4. Materials
- 5. Actions
- 6. Analyses
- 7. Examination of Performance
- 8. Evaluation of Performance

Level 2는 모든 요구 performance에 대하여 고려해야 할 하중과 함께 performance index를 상술하고 있다. Level 2의 내용은 아래와 같이 작용하중에 따라 performance index의 계산상 필요한 해석방법이 서로

다르므로 4가지 주요한 하중에 따라 각각 4가지 장으로 구성되어 있다. 즉,

- Design for Actions in Normal Use
- Design for Wind Actions
- Design for Seismic Actions
- Design for Environmental Actions

Level 3는 각각의 요구 performance 검토에 관한 상세한 과정이 포함되어 있다. 이는 설계지침서와 같이 이용될 수 있으며 특정 형태의 구조물이나 특정 지역이나 국가에도 적용할 수 있도록 준비되어야 한다. Level 1과 Level 2의 두 번째 draft에 Level 3에 관한 일부 예가 포함되어 있다.

Part 2 - Materials and Construction

모델코드가 가용 가능한 자원과 시공기술 수준 등의 환경적 조건에 무관하게 아시아 국가/지역에 사용될 수 있도록 재료 및 시공에 대한 Part 2는 다음과 같은 고려 하에 작성되었다: (1) performance-based; (2) 사용자 친화적; (3) NAD(National Application Document) 친화적; (4) 환경 친화적.

Level 1과 Level 2는 시공재료의 performance, 노무자의 표준기량, 품질관리 척도 그리고 구조물의 설계상 요구되는 내하력과 사용성 및 내구성이 될 수 있도록 하는 현장에서의 적절한 시공 기록 등에 대한 최소한의 요구항목을 제시하고 있다. Level 1과 Level 2는 각각 6개의 장으로 구성되어 있다:

1. General
2. Essential Requirement
3. Formwork
4. Reinforcement
5. Concrete
6. Prestressed Concrete

두 번째 draft에서 재료 및 시공성과 평가에 관한 시험방법들이 부록에 열거되어 있으나, 이들은 아직까지 특정 국가의 자료만이 언급된 실정이다.

Part 3 - Maintenance

유지관리에 대하여 아시안 콘크리트 모델코드의 Level 1과 Level 2는 구조물을 설계상의 상태와 같이 유지하기 위한 다양한 방법들을 수집하여 작성되었다. 유지관리 방법으로는 두 가지로 분류된다: (1) 예방적 차원에서의 유지관리방법 (2) 보수·보강 차원에서의 유지관리방법. 또한 각 Level은 유지관리 공사시 재료의 선정과 공사방법 등을 포함하고 있다.

Level 1과 Level 2는 다음과 같이 7개의 장으로 구성되어 있다:

1. General
2. Basic of Maintenance
3. Inspection
4. Deterioration Mechanism and Its Prediction
5. Evaluation and Decision Making
6. Remedial Action
7. Records

6. 아시안 콘크리트 모델코드의 도입방안

아시안 콘크리트 모델코드의 실제적인 도입은 두 단계로 분류될 수 있다. 첫 번째는 범용적으로 국가적 차원에서 모델코드를 적용하는 것이고 두 번째는 실용적으로 도구적 차원에서 활용하는 것이다. 아시안 콘크리트 모델코드는 이론과 실제의 차이점을 수렴하기 위하여 현재의 실용적인 기준과 대학에서의 연구를 배경으로 일반화되어 국가적 차원으로서 사용하기에 큰 무리가 없도록 준비되고 있다.

인력자원의 개발과 전문가적인 엔지니어링 및 건설산업과 관련된 일부 규정들은 실용적으로 적합한 코드를 제공하기 위해 검토되고 적용되어야 한다. 콘크리트 모델코드는 어떤 규정의 일부가 될 수도 있고 또는 어느 특정 지방자치단체의 법적인 시방기준에 포함될 수도 있다. 각 국에서의 아시안 콘크리트 모델코드의 국가 도입과정은 지역적 조건과 법적 양상에 따라 다소 다를 것이다. 재료 및 구조 그리고 기술력에 대한 연구와 개발은 모델코드의 도입과정에 결부될 수 있다. 따라서 각국의 엔지니어링 학회나 이에 관련된 엔지니어링 단체는 아시아의 콘크리트 공학이 아시안 콘크리트 모델코드를 통해 변화되고 진보될 수 있도록 이끌어야 한다. 아시안 콘크리트 모델코드의 도입과정은 Figure 1과 같은 순서를 통해 이루어 질 수 있다.

아시안 콘크리트 모델코드는 아시아 각국이 각국의 실용 기준을 가지고 있든 혹은 가지지 않든 간에 최상위의 수준으로 승격되어 사용되어야 할 것이다. 모델코드로의 승격은 모델코드 사용자의 인식, 해설집 제작, 워크샵 혹은 세미나의 조직, 교육자료 준비, website 구축 등을 통해 이루어져야 할 것이다.

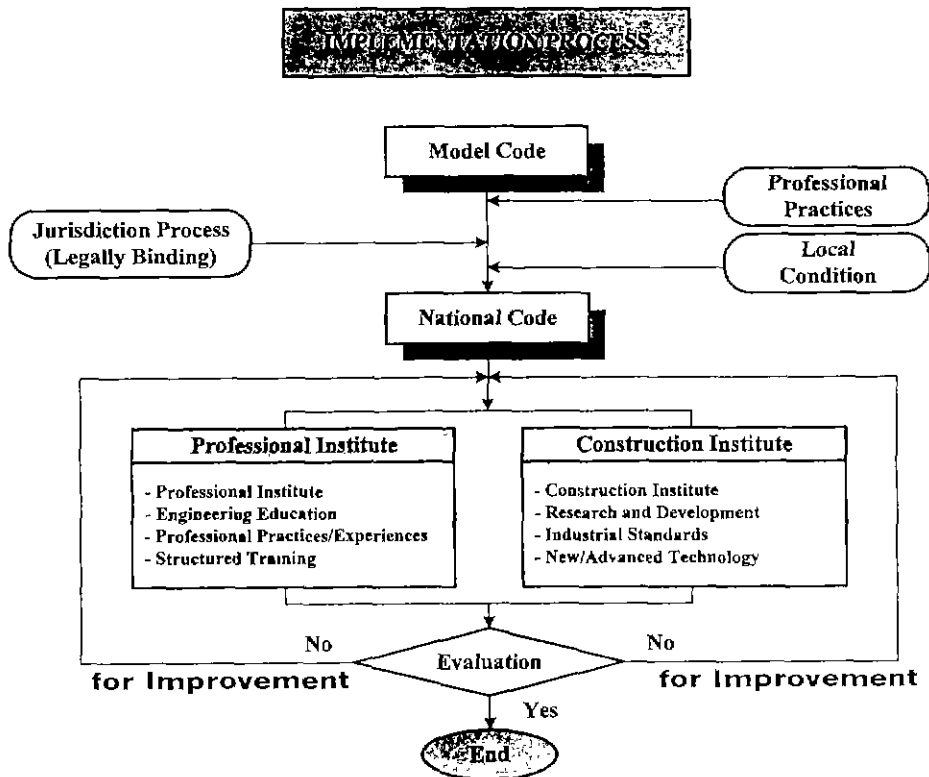


Fig. 1 Implementation Process

7. 결론

아시안 콘크리트 모델코드는 첫 번째 안이 나오기까지 6년이 걸렸고 두 번째 안이 발간되기까지 또 다시 1년이 걸렸다. 아시안 콘크리트 모델코드와 관련된 위원회는 안팎으로 수많은 노력을 기울여 왔다. 이제 아시안 콘크리트 모델코드는 국가적 차원으로 수용되기 위해 준비되어 있다. 매 회 워크숍을 진행하면서 참가자들 간에 공유된 지식과 경험은 콘크리트 모델코드의 효과적인 작성을 위해 거론되고 토의되어 왔다. 회원 각국에서의 아시안 콘크리트 모델코드의 도입 및 적용은 지역적 조건과 실존하는 기준, 그리고 법적인 양상에 따라 다소 달라질 것이다. 따라서 각국의 콘크리트 관련 학회 혹은 그와 유사한 전문 단체는 모델코드의 변화와 도입을 주도해 나아가야 할 것이다.

참고문헌

1. Limsuwan, E., "Concrete Model Code for Asia-Concept to National Implementation", *Proceeding of IABSE-Colloquium on Concrete Model Code for Asia*, Phuket, March 1999.
2. Uomoto, T., "Concrete Model Code for Asia-the Needs, Development and Details", *Proceeding of IABSE-Colloquium on Concrete Model Code for Asia*, Phuket, March 1999.
3. Yamazaki, J., Noguchi, H., Kabeyasawa, T. and Ueda, T., "Towards Model Code," *Proceeding of the Fourth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction*, Seoul, Sept. 1993.