

## 2007 콘크리트구조설계기준의 개정 배경

Motive for the 2007 Revision of Structural Concrete Design Code



정영수\*  
Young-Soo Chung



김진근\*\*  
Jin-Keun Kim

### 1. 머리말

한국콘크리트학회는 지난 1999년도에 토목 및 건축 분야가 각각 독립적으로 사용하던 콘크리트 관련 기준을 통합하여 콘크리트구조설계기준을 제정하였다. 새로이 통합된 콘크리트구조설계기준은 오자, 불합리한 내용의 수정 및 최신의 연구 결과 등을 반영하고자 3~4년의 주기로 개정하여 왔다. 특히, 2003년 4월에 개정되어 사용하여 왔던 현행 콘크리트구조설계기준의 많은 부분은 1995년에 제정된 ACI 318-95에 근거를 두고 있기 때문에 부적절한 기준 및 향상된 콘크리트 기술에 상응하는 새롭게 연구 검토된 내용 등을 적절히 반영하고 있지 못하고 있는 실정이다. 또한 콘크리트 및 강구조물을 설계할 때 사용하는 설계법이 다를 뿐만 아니라 하중계수도 다르게 적용하고 있는 탓으로 합성구조물을 설계하는 경우에는 어떻게 설계해야 할지에 대한 많은 의구심도 제기되어 왔다. 따라서 이번에 개정되는 콘크리트구조설계기준은 현행 기준의 문제점 해결, ACI 318-05 및 Eurocode 등의 최신 설계 이론 등을 반영하고, 국제표준기구 규격에 부합하고 새로운 재료와 구조계에 대한 적용성을 확장하여 미래 지향적인 콘크리트구조설계기준을 마련하고자 하는데 목적이 있다. <그림 1>은 우리의 통합된 콘크리트구조설계기준의 개정된 변천사이다.

### 2. 개정 경위

2007년 콘크리트구조설계기준의 개정을 위하여 우선적으로 70여명의 집필진과 자문위원을 구성하였으며, 개정 시안에 대한 수차례의 공청회 및 자문회의를 개최하였다. 한편, 각 장별 개정된 초안에 대해서 최종적으로 총괄 검토위원의 검토 및 분

석을 통하여 용어, 장별 유사 기준을 통일시켰으며, 주된 관련 회의를 요약 정리하면 다음과 같다.

- 1) 장별 집필회의, 소위원회, 장별 연석회의, 대표집필자 회의 : 수시 개최
  - 2005. 08. 25(목) 대표집필자 회의(1차) : 집필 방향 (안)은 8월 초 제출
  - 2006. 02. 16(목) 대표집필자 회의(2차) : 각 장별 초안 완료
  - 2006. 09. 22(금) ~ 24(일) 콘크리트구조설계기준 개정(안) 최종 검토회의
- 2) 자체 자문위원회 구성 및 회의 : 3회 개최
  - 2005. 09. 09(금) 자문위원회 개최(1차) : 집필 방향에 대한 자문
  - 2006. 03. 16(목) 자문위원회 개최(2차) : 초안(기준/해설)에 대한 자문
  - 2006. 10. 16(월) 자문위원회 개최(3차) : 최종안(기준/해설)에 대한 자문



한국콘크리트학회

	1995년 7월 콘크리트구조설계기준과 콘크리트표준시방서 관리 주체로 지정	
1999년	콘크리트구조설계기준 (건축/토목 통합기준)	ACI 318-95를 참조
2000년	콘크리트구조설계기준 해설	해설집 발간
2003년	콘크리트구조설계기준 1차 개정 / 콘크리트구조설계기준 해설	SI 단위 및 소폭 개정 오류 수정
2006년	콘크리트구조설계기준 2차 개정 완료 및 건설교통부 심의 완료(2007년)	ACI 318-05 및 Eurocode 2를 참조

그림 1. 콘크리트구조설계기준 변천사

\* 정회원, 중앙대학교 토목공학과 교수  
chung47@cau.ac.kr

\*\* 정회원, 한국과학기술원 건설환경공학과 교수

- 3) 총괄 검토위원회 구성 및 회의 : 4회 개최
  - 2006. 07. 08(월) 제1차 총괄 검토위원회 회의
  - 2006. 07. 28(금) 제2차 총괄 검토위원회 회의
  - 2006. 08. 19(토) 제3차 총괄 검토위원회 회의
  - 2006. 09. 02(토) 제4차 총괄 검토위원회 회의
- 4) 개정(안)에 대하여 학회 전체 회원 검토 요청
  - 2006. 05. 25 ~ 6. 25 개정(2안)으로 학회 회원에게 검토 요청
- 5) 공청회 3회 개최 : 한국콘크리트학회 학술발표회 특별 세션
  - 2005. 05. 06(금) “콘크리트구조설계기준 개정 방향에 대한 1차 공청회”
  - 2005. 11. 05(금) “콘크리트구조설계기준 개정 집필방향에 관한 2차 공청회”
  - 2006. 05. 11.(목) “콘크리트구조설계기준 개정 집필안에 관한 3차 공청회”
- 6) 2006. 12 : 관련기관·단체·학회 의견수렴 및 수정 : 대한토목학회 외 23개 기관

- 7) 2007. 03. 12(월) 중앙건설기술심의위원회 개최
- 8) 2007. 03 ~ 06. 중앙건설기술심의위원회 지적사항 반영을 위한 검토회의 수시 개최
- 9) 2007. 06. 최종안 완료 보고

### 3. 장별 주요 개정 내용

〈표 1〉에 보인 바와 같이 일부 장은 소폭 개정되었으나, 대폭 개정된 주요 규정은 (1.4D+1.7L)이 (1.2D+1.6L)로 개정된 하중계수, 최외단 인장철근의 변형률의 크기에 따라 적용되는 강도감소계수, 철근의 수량 및 간격 등 콘크리트 구조물에 발생하는 균열을 제어하는 기준 등이다.

특히, 하중계수가 감소되어도 콘크리트 구조물의 안전율을 종전과 유사하게 확보하기 위하여 강도감소계수를 전반적으로 0.05, 전단과 비틀림에 대해서는 0.1 정도 감소시켰다. 그러나 휨에 대해서는 콘크리트 재료 및 시공 기술의 발달에 따라 종전과 같이 0.85를 사용하였다. 또한 내진설계기준의 강화, 스트럿 타이 모델 및 콘크리트 정착장치에 관한 기준 등은 이

표 1. 콘크리트구조설계기준 장별 주요 개정 내용

개정 설계기준	주요 개정 내용
제1장 총칙	하중계수와 강도감소계수의 개정 배경, 기타 장의 개정 과정에서 추가된 용어 정의 및 참고기준으로 콘크리트용 실리카퓌마와 콘크리트용 순환골재를 추가하였다.
제2장 재료	국내의 타 기준과의 통일 및 간단한 수식을 위하여 용어 및 수식을 수정함. 콘크리트의 설계기준강도가 35MPa를 초과하는 경우 배합강도가 설계기준강도의 90% 이하로 되는 일이 1/100 이상의 확률로 일어나지 않도록 하는 조항을 신설하였다.
제3장 설계하중 및 하중조합	주요 하중조합계수인 1.4D+1.7L을 1.2D+1.6L로 개정하였으며, 이에 따라 기존 설계기준과 동등한 안전율을 확보하기 위하여 강도감소계수를 하향 개정하였다. 흙에 의한 하중을 수평방향과 연직방향으로 나누고, 토피 두께에 따라 보정하도록 하여 적용을 명확히 하였다. 휨모멘트와 축력을 받는 부재에 대하여 최외단 인장철근의 순인장변형률 조건에 따라 강도감소계수를 정하도록 개정하여 보다 논리적인 설계가 되도록 하였다. 휨모멘트 재분배를 최외단 인장철근의 순인장변형률에 따르도록 개정하였으며, 콘크리트의 탄성계수를 하나의 수식으로 구할 수 있도록 개정하였다.
제4장 사용성 및 내구성	균열에 따른 사용성 검토를 위해 균열폭을 직접 산정하여 허용 균열폭과 비교하는 종전의 설계규정 대신에 개정되는 설계기준의 경우 철근의 수량 및 간격, 콘크리트 구성 재료, 그리고 철근의 최소 피복두께 등을 검토함으로써 구조물에 발생하는 균열을 제어하는 것으로 하였다.
제5장 철근 상세	종전의 콘크리트구조설계기준은 지하 구조물이나 교량 하부구조의 기초 등과 같이 깊이가 유난히 큰 슬래브에 대하여 필요 이상의 수축·온도철근이 배치되어 과다 설계되었던 것을 이번 개정안은 상한 기준을 두어 과다 철근 배치되는 것을 방지하였다.
제6장 휨 및 압축	축력을 기준으로 휨과 압축의 강도감소계수를 적용하는 현행 기준에 대하여, 최외단 인장철근의 변형률에 따라 압축지배, 인장지배, 변화구간 단면으로 정의하고 지배단면에 따라 강도감소계수를 적용하는 통합된 계수 적용 체계로 개정하였다. 최대 철근비로 인장 철근량을 제한하는 현행기준에 대하여, 철근의 인장변형률을 제한하여 인장철근량을 제한하는 합리적인 방식으로 개정하였다. 직접 균열폭을 산정하여 휨균열을 제어하는 현행기준에 대하여, 인장철근의 중심 간격을 제한함으로써 균열을 제어하는 간편한 방식으로 개정하였다.
제7장 전단과 비틀림	전단과 비틀림에 관한 주요 개정 사항은 깊은 보, 브래킷, 벽체 설계에 스트럿-타이모델 설계법으로 변경하였다.
제8장 정착 및 이음	소폭 개정하여 종전의 콘크리트구조설계기준과 유사하나 일부의 내용을 보완하였다.
제9장 프리스트레스트 콘크리트	2003년 기준에서 사용하고 있던 용어를 분류하여 재정리하였다. 그리고 “9.2.2 설계가정”에서 사용하중에 의한 콘크리트의 인장연 단응력에 따라 단면의 종류를 비균열 단면, 부분균열 단면, 완전균열 단면으로 구분하여, 체계화·세분화된 설계 개념을 도입하였다. 또한 “9.3.1 콘크리트의 허용응력”에서 사용하중이 작용할 때 콘크리트 휨 압축응력을 개정하였다. “9.5.2 휨부재의 보강에 대한 제한 사항”에서는 프리스트레스트 콘크리트 단면을 6.2.2절과 같이 인장지배구간, 변화구간, 압축지배구간으로 분류하고, 강도감소계수는 3.3.3절에 따르도록 하였다. 이와 함께 “9.6.2 연속 프리스트레스트 콘크리트 휨부재의 부힘모멘트 재분배”에서는 3.4.2에 명시되어 있는 부힘모멘트의 재분배 규정을 프리스트레스트 콘크리트 부재에도 동일하게 적용되도록 통일하였다. 끝으로 “9.9 프리스트레스 정착구역”에서는 제목을 “긴장재의 정착부와 덕트”에서 “프리스트레스 정착구역”으로 변경하고 전면적으로 보완하였다. 긴장재 정착구역을 국소구역과 일반구역으로 구분하여 설계법을 구체화하였으며, 긴장재를 단일강연선(또는 강봉)과 다발강연선으로 구분하여 정착구역 설계법을 하였다.

제10장 슬래브	소폭 개정하였으며 종전의 콘크리트구조설계기준과 유사하다.
제11장 벽체	11.4절의 벽체 설계 방법 중 “세장한 벽체의 별도 설계법”을 신설하였으며 벽판 상부가 전도에 대하여 구속된 프리캐스트 벽판의 면의 좌굴 설계를 위한 6.5.1 규정에 대한 대체 설계를 위한 것이다.
제12장 기초판	흙이나 암반에 지지된 기초판과 말뚝에 지지된 기초판의 전단 설계를 구분하고, 부록Ⅲ 스트럿-타이모델과 부록Ⅳ 콘크리트용 앵커가 추가됨에 따라 보완하였다.
제13장 옹벽	적용 범위를 확대하여 호안, 방조제, 교량의 교대 및 기초벽에도 적용할 수 있도록 개정하였으며, 이에 따라 수압이 작용하는 경우도 포함하도록 하였다. 토질분야에서 수행하고 있는 안정성 검토 부분을 추가하였으며, 최근 시공 동향도 반영하였다. 일반적 옹벽 설계 방법도 추가하고, 수축이음에 대한 구조상세 및 변단면 기준을 추가하였다.
제14장 이치	실무에서 적용 편의를 위하여 설명을 구체화하고, 도로교 설계기준과 세부기준을 일치시켜 혼선을 방지하도록 하였으며, 아치리브의 세장비가 커서 미소변형이론을 적용할 수 없고 축선의 이동을 고려해야 하는 경우에 대한 규정을 신설하였다.
제15장 라멘	라멘에 관한 규정의 적용 대상 구조물에 벽체를 추가하고 실무에서 적용 편의를 위하여 해석 과정의 순서를 고려하여 내용을 재배치, 조정하였으며, 접합부 설계에 스트럿-타이모델과 유한요소해석법을 적용할 수 있도록 적용근거를 마련하였다. 다만 라멘교 기둥의 철근 배치 규정은 내진을 위한 보강 개념의 철근 배치이므로 내진 설계편의 규정과 일치하도록 하기 위하여 제 15장에서는 삭제하였다.
제16장 프리캐스트 콘크리트	용어 등 소폭 개정하였으며, 종전의 콘크리트구조설계기준과 유사하다.
제17장 합성 콘크리트 부재	기호, 문맥 등 소폭 개정하였으며, 종전의 콘크리트구조설계기준과 유사하다.
제18장 헬과 절판부재	종전의 콘크리트구조설계기준과 거의 동일하다.
제19장 구조용 무근 콘크리트	용어 및 문구를 현실적으로 수정하고, 구조용 무근 콘크리트 관련 조항을 명확하게 분류하였다. 압축모멘트를 받는 단면의 설계 규정에서 기호를 합리적으로 수정하고, 압축지배 시 휨모멘트 산정식을 추가하였다. 경량콘크리트 관련 규정을 보완하였으며, 내진 설계와 무근콘크리트 관련 규정을 신설하였다.
제20장 구조물의 안전성 평가	종전의 콘크리트구조설계기준과 거의 동일하다.
제21장 내진설계 시 특별 고려 사항	기존 내용 유지하였으나, 부록Ⅱ에서 콘크리트 구조물을 내진 설계 시 발주자가 필요하다고 인정하는 경우 강화된 기준을 고려 할 수 있도록 하였다.
부록Ⅰ 대체 설계법	허용 응력 설계법을 별도 설계법으로 하던 종전의 설계기준을 대신해서 부록Ⅰ의 대체 설계법은 종전의 콘크리트구조설계기준(건설교통부 2003)의 주요 설계 규정을 요약 기술한 것이다.
부록Ⅱ 내진 설계를 위한 대체 고려사항	최근 건축물 내진 설계 기준이 미국의 IBC 2000의 골격을 수용하는 방향으로 개정되어, 이에 부응하기 위해 현행 연성모멘트 골조는 본문에 그대로 유지하되, 특수 모멘트골조, 특수 전단벽 시스템에 상응하는 상세 규정을 부록으로 신설하였다. 따라서 현행 건축물 내진설계기준 개정 때 이 상세 기준에 의해 설계된 시스템을 정의할 수 있게 하였다.
부록Ⅲ 스트럿-타이 모델	일반적인 구조 부재로 정의하기 어려운 조건의 구조부의 안전한 응력 전달에 의한 설계 도구를 제시한다. 합리적인 철근상세 설계가 가능하여 소위 응력교란 구역의 설계의 신뢰도를 증가시킨다. 구성방법, 구성요소의 강도 등을 규정하고 있다.
부록Ⅳ 콘크리트용 앵커	부록Ⅳ는 신설된 장으로, 구조 요소 간에 인장, 전단 및 인장과 전단의 조합에 의해 구조 하중을 전달하는데 사용되는 콘크리트용 앵커에 관한 설계 조건을 제시하였다.
부록Ⅴ 균열의 검증	시공 중 혹은 완공 후에 균열이 발생한 구조물에 대하여 균열 발생의 원인 및 그 유해성에 관한 검토가 필요할 때에는 부록Ⅴ에서 제시하고 있는 방법에 따라 제반 조치를 강구하도록 개정하였으며, 기존의 경험식을 한계상태 이론을 바탕으로 한 수식으로 개정하였다.
부록Ⅵ 장방형 슬래브 설계용 계수	장 번호 변경, 기존 내용을 유지하였다.
부록Ⅶ 허용 응력에 의한 라멘 접합부 근사 해법	사용 하중에 의한 라멘 접합부 응력을 산정하여 재료의 허용 응력과 비교하여 보강방안을 판단토록 한 기존의 방법을 근사해법으로 명명하고 잠정적으로 스트럿-타이모델 및 유한 요소 해석법과 병행 사용할 수 있도록 세부내용을 부록으로 하였다.

번에 새로이 신설되었다. 장별 주요 개정 내용을 정리하면 다음과 같다.

### 3.1 하중계수

최근까지도 콘크리트구조물 및 강구조물은 서로 다른 하중계수를 적용하는 모순이 있었으나 이번 개정을 통하여 고정하중

및 활하중의 하중계수를 각각  $1.2D + 1.6L$ 로 통일하였다. 또한 흙, 지하수 또는 기타 재료의 자중에 의한 연직방향 하중  $H_v$  는 토피의 두께에 따라 보정계수  $\alpha_H$  를 적용하도록 개정하였으며 고정하중이 지배적인 경우는 종전의  $1.54D + 1.7L$  대신에  $1.4(D + F + H_v)$ 를 사용토록 하였다. 하중계수 및 하중조합의 주요 개정 내용은 다음 <표 2>와 같다.

표 2. 하중계수 및 하중조합

KCI-2003	KCI-2007
$U = 1.4D + 1.7L$	$U = 1.4(D + F + H_v)$
$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.7W)$	$U = 1.2(D + F + T) + 1.6(L + \alpha_H H_v + H_h) + 0.5(L_r \text{ 또는 } S \text{ 또는 } R)$
$U = 0.9D + 1.3W$	$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ 또는 } S \text{ 또는 } R) + (1.0L \text{ 또는 } 0.65W)$
$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.8E)$	$U = 1.2D + 1.3W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ 또는 } S \text{ 또는 } R)$
$U = 0.9D + 1.4E$	$U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$
$U = 1.4D + 1.7L + 1.8H$	$U = 1.2(D + F + T) + 1.6(L + \alpha_H H_v) + 0.8H_h + 0.5(L_r \text{ 또는 } S \text{ 또는 } R)$
$U = 0.9D + 1.8H$	$U = 0.9D + 1.3W + 1.6(\alpha_H H_v + H_h)$
$U = 1.4D + 1.7L + 1.5F$	$U = 0.9D + 1.0E + 1.6(\alpha_H H_v + H_h)$
$U = 0.9D + 1.5F$	
$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.5T)$	
$U = 1.4D + 1.5T$	
* $U = 1.4(1.1)D + 1.7L$	
$= 1.54D + 1.7L$	

3.2 강도감소계수

개정된 하중계수가 대체로 감소됨에 따른 안전성을 확보하기 위해서 강도감소계수를 대체로 감소시켰다. 또한 기존의 콘크리트구조설계기준은 하중작용에 따라 강도감소계수를 적용함으로써 휨과 압축을 받는 부재에 대한 강도감소계수의 적용방법이 다소 비논리적이었다. 즉, 휨부재에 대해서도 연성능력을 실질적으로 고려한 강도감소계수를 적용하지 못하였다. 이에 따라 <그림 2>와 같이 최외단 인장철근의 변형률의 크기에 따라 강도감소계수 값의 크기가 결정되도록 개정하였다.

3.3 균열 기준

중전의 구조설계기준의 균열 검토는 사용하중에 의한 휨 균열폭을 내구성 검토를 위한 허용 균열폭과 비교하는 방법을 사용한 바 있다. 이번의 설계기준은 철근의 수량 및 간격, 콘크리트 구성 재료, 그리고 철근의 최소 피복두께 등을 검토함으로써 구조물에 발생하는 균열을 제어하는 것으로 개정하였다. 한편, 이번 개정판의 경우 시공 중 혹은 완공 후에 균열이 발생한 구조물에 대하여 균열 발생의 원인 및 그 유해성에 관한 검토가 필요할 때는 부록 V에서 제시하고 있는 방법에 따라 제반 조치를 강구하도록 하였다.

4. 맺는말

콘크리트 재료 및 균열 등에 관한 일부의 기준은 Eurocode의 내용을 반영하고 있지만, 대체로 이번에 개정되는 콘크리트구조설계기준은 많은 내용이 ACI 318-05에 근거하고 있다. 이는 현재까지 사용되어왔던 이전의 콘크리트구조물의 설계관련 기준들이 ACI를 근간으로 함으로써 우리의 많은 콘크리트구조물 설계기술자들이 ACI에 친숙해 있기 때문이다. 우리의

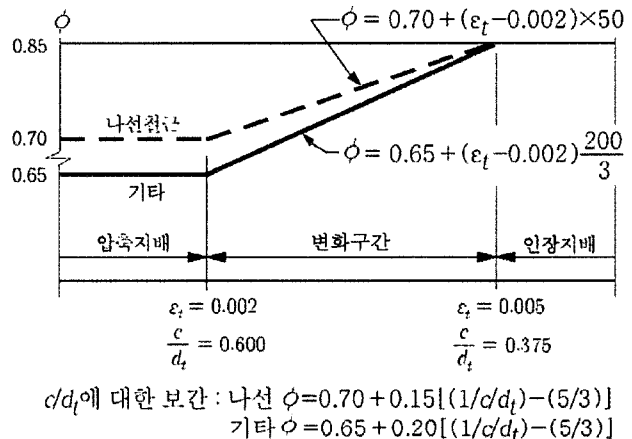


그림 2. SD400 철근 및 프리스트레싱 강재에 대한 최외단 인장철근의 순인장변형률  $\epsilon_t$ 와  $c/d_t$ 에 따른  $\phi$  값

모든 콘크리트 인들이 소망하는 지역성과 독자성을 갖춘 우리의 독창적인 콘크리트구조설계기준의 제정은 건설교통부의 지원 아래 한국콘크리트학회에서 현재 수행되고 있는 “성능중심의 콘크리트구조설계기준 개발” 과제의 연구결과 등을 콘크리트구조설계기준에 추후 반영함으로써 우리도 머지않아 콘크리트 구조물의 설계 및 시공분야에서 선진화를 이룰 수 있을 것으로 믿는다. 특히, 콘크리트구조물의 설계기준의 형태는 구조물을 탄성해석한다는 가정 아래 대체로 부재 성능에 기반한 ACI Model Code와 구조물을 비선형 해석을 한다는 가정 아래 재료 성능에 기반한 Eurocode로 양분되고 있다. 우리의 미래지향적인 독자적인 콘크리트구조설계기준은 재료 성능에 바탕을 두고 지역성을 갖춘 우리 자체의 독자적 기준이 마련되는 것이 바람직할 것으로 생각한다. 마지막으로 이번에 대폭 개정되는 설계기준과 관련한 해설집(8월 예정) 및 관련 예제집(12월 말 예정)도 조만간 출간되어 이번 설계기준이 널리 사용되어 우리의 콘크리트 기술 발전에 기여하기를 바란다. □