KDS 14 20 90 : 2016

기존 콘크리트구조물의 안전성 평가기준

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

국토교통부

건설기준 제·개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 제 · 개정 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복 · 상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

- 이 기준은 기존의 콘크리트 설계기준에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제 · 개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제 · 개정 (년.월)
콘크리트구조설계기준	• 콘크리트(토목, 건축)에서 다르게 적용하는 설계규정, 기술용어 및 기호 등을 통일	제정 (1999.5)
콘크리트구조설계기준	• 콘크리트 허용균열폭, 피복두께, 인장철근 정착길이 관련 내용수정 • 벽체의 부재 적용범위 구체화	개정 (2003.4)
콘크리트구조설계기준	• 국제표준규격에 따라 단위 수정 • 경제성과 안정성을 고려하여 하중계수, 하중조합 및 강도감소계수 등을 개정	개정 (2007.10)
콘크리트구조기준	• 콘크리트의 사용성 및 내구성 관련 연구결과 반영 •성능기반설계의 기본적인 고려사항을 수록하여 성능기반설계의 도입	개정 (2012.10)
KDS 14 20 90 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)

제 정 : 2016년 6월 30일 개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과
관련단체 (작성기관) : 한국콘크리트학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 기호정의 ····· 1
1.3 용어정의 ····· 1
2. 조사 및 계획 ····· 1
3. 재료 ····· 2
4. 설계 ····· 2
4.1 조사 및 시험 ····· 2
4.2 평가입력값 ····· 2
4.3 해석에 의한 평가 ····· 3
4.4 재하시험에 의한 평가 ····· 4

부록
1. 일반사항 ····· 5
1.1 적용범위 ····· 5
1.2 기호정의 ····· 5
2. 조사 및 시험 ····· 6
2.1 일반사항 ····· 6
2.2 조사 및 시험 방법 ····· 7
3. 평가입력값 ····· 8
3.1 일반 사항 ····· 8
3.2 재료 및 구조 특성의 평가입력값 산정 방법 8
3.3 재료 및 구조 특성의 평가입력값 ····· 8
3.4 하중 특성의 평가입력값 ····· 9
4. 해석에 의한 평가 ····· 10
5. 재하시험에 의한 평가 ····· 10
5.1 일반 사항 ····· 10

5.2 정적재하시험 ····· 11
5.3 동적재하시험 ····· 12
5.4 재하시험 결과의 적용 ····· 12

기존 콘크리트구조물의 안전성 평가기준

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 내하력이 의심스러운 기존 콘크리트 구조물의 안전성 평가에 적용하여야 한다.

(2) 시공된 재료의 품질에 결함이 있는지의 여부, 시공 과정이 시방서 규정에 적합하게 수행되었는지의 여부와 구조물의 전체 또는 일부에 노후화 발생 여부에 대한 의문이 발생할 경우, 해당구조물의 유지관리 또는 구조물의 안전성 및 내하력 평가에 관한 기준으로서 이 기준의 규정을 적용할 수 있다.

(3) 기존 콘크리트 구조물의 안전성 평가에 이 기준의 규정과 함께 부록의 규정을 고려할 수 있다.

(4) 구조물 또는 부재의 안전이 의문스러운 경우, 해당 구조물 및 부재에 대하여 충분한 조사와 시험이 실시되어야 한다. 조사 및 시험은 4.1을 따른다.

(5) 내하력 부족의 요인을 알 수 있거나 해석에서 요구되는 부재치수 및 재료특성을 측정할 수 있는 경우, 이러한 측정값을 근거로 내하력에 대한 4.3 해석에 의한 평가를 실시할 수 있다. 이때 평가입력값은 4.2에 따라 결정하여야 한다.

(6) 내하력 부족의 원인을 알 수 없거나 해석에서 요구되는 부재치수 및 재료특성을 측정할 수 없는 경우, 사용하중 상태에서 구조물이 유지될 수 있는지를 판단하기 위하여 재하시험을 실시하여야 한다. 이때 4.4의 규정을 따른다.

1.2 기호정의

내용 없음.

1.3 용어정의

KDS 14 20 01(1.3)에 따른다.

2. 조사 및 계획

내용 없음.

3. 재료

KDS 14 20 01(3)에 따른다.

4. 설계

4.1 조사 및 시험

(1) 구조 부재의 치수는 위험단면에서 확인하여야 한다.

(2) 철근, 용접철망 또는 긴장재의 위치 및 크기는 계측에 의해 위험단면에서 결정하여야 한다. 도면의 내용이 표본조사에 의해 확인된 경우에는 도면에 근거하여 철근의 위치를 결정할 수 있다.

(3) 콘크리트 강도의 검토가 필요한 경우, 코어시험편 또는 공시체에 대한 압축강도시험 결과를 이용하여 적절한 평가입력값을 구하여야 한다. 코어의 채취 및 시험은 KS F 2422에 규정된 방법을 따라야 한다.

(4) 철근 강도와 긴장재 강도가 필요한 경우, 대상 구조물에서 채취한 시료를 사용하여 인장시험으로 결정하여야 한다.

4.2 평가입력값

4.2.1 평가를 위한 입력값

기존 구조물의 안전성 평가에는 구조치수, 재료, 하중에 대한 평가입력값을 사용하여야 한다. 원칙적으로 평가입력값들은 4.1에서 규정한 조사 및 시험에 의해 측정한 값을 근거로 결정하여 사용한다.

4.2.2 구조제원 및 치수

구조해석, 강도 및 하중의 계산에 사용하는 구조물의 제원, 부재치수 등 치수의 평가입력값은 가능한 측정한 값을 사용하여야 한다.

4.2.3 재료의 평가입력값

(1) 구조물의 조사 및 시험을 거쳐 얻어진 재료강도의 측정값을 이용하여 구조물의 저항능력을 산정하는 경우, 검증된 통계적 방법에 의하여 평가입력값으로 변환하여야 한다.

(2) 콘크리트의 평가입력값은 배합강도와 실제 강도의 차이, 표준공시체 강도와 현장콘크리트 강도의 차이, 재령에 따른 강도변화, 콘크리트의 열화에 의한 강도변화, 시험 방법에 따른 불확실성 등을 고려하여 결정하여야 한다.

(3) 철근 및 긴장재의 평가입력값은 현장조사 결과에 의한 측정값을 이용하여 결정하는 것을 원칙으로 한다.

4.2.4 평가를 위한 강도감소계수

(1) 단면 크기나 재료 특성은 이 절에 의하여 결정하고 4.3에 따라 계산한다면, KDS 14 20 10(3.3)에서 규정한 강도감소계수를 증가시킬 수 있다. 다만, 강도감소계수는 다음 값을 초과할 수 없다.

① KDS 14 20 20(4.1.2(4))에서 정의된 인장지배단면	1.0
② KDS 14 20 20(4.1.2(3))에서 정의된 압축지배단면	
가. KDS 14 20 20(4.3.2)에 따르는 나선철근으로 보강된 부재	0.85
나. 기타 부재	0.80
③ 전단력 및 비틀림모멘트	0.80
④ 콘크리트에 작용한 지압력	0.80

(2) 섬유복합체나 유기재료를 사용하는 보강공법을 적용할 경우, 환경노출 상태, 사용 재료 및 공법에 따라 보강한 부재의 신뢰성, 내구성, 강도 및 연성 능력의 저하가 예상되는 경우에는 해당 재료에 대하여 추가적으로 부분강도감소계수를 적용하여야 한다.

4.2.5 평가를 위한 하중 및 하중계수

(1) 구조물의 일반적인 평가에서는 구조물에 작용하는 실제의 하중을 별도로 조사할 필요는 없으나, 보다 정밀한 평가를 위하여 하중조사를 수행한 경우에는 평가에서 이를 반영할 수 있다.

(2) 구조물의 평가를 위한 하중의 크기를 정밀 현장 조사에 의하여 확인하는 경우에는, 구조물의 소요강도를 구하기 위한 KDS 14 20 10(3.2)의 하중조합에서 고정하중과 활하중의 하중계수는 5%만큼 감소시킬 수 있다.

4.3 해석에 의한 평가

(1) 해석적 방법에 의해 내하력 평가를 실시하는 경우, 구조물의 부재치수와 상세, 재료특성, 부재의 손상 및 열화에 의한 단면의 손실과 재료강도의 저하 및 기타 주요 구조조건을 실제 상태 파악을 위한 현장조사를 수행하여야 한다.

(2) (1)에서 규정된 조사에 따른 해석에 사용하는 하중계수는 이 구조기준이나 이외의 다른 기준의 취지에 합치되는지의 여부를 확인하여야 한다.

(3) 기존 구조물의 안전성 조사는 그 구조물의 노후, 손상 정도를 고려하여 시행하여야 하며, 구조기준에 합당한 설계 및 안전에 관한 제반 요구 사항을 만족시켜야 한다.

4.4 재하시험에 의한 평가

(1) 재하시험의 목적은 구조물 또는 부재의 실제 내하력을 정량화하여 안전성을 평가하기 위함이며, 재하시험의 결과는 안전성 판단에 직접 적용하거나 해석적인 방법으로 평가된 구조물의 내하력을 보완하는데 적용하여야 한다.

(2) 책임구조기술자는 재하시험 전에 재하하중, 계측, 시험조건, 수치해석 등을 포함한 재하시험 계획을 수립하여 구조물의 소유주 또는 관리 주체의 승인을 받아야 한다.

(3) 재하시험을 수행하기 전에 해석적인 평가를 수행하여야 한다.

(4) 재하시험 대상 구조물 또는 부재의 재료가 충분히 설계강도에 도달할 수 있는 재령일이 확보된 이후에 수행하여야 한다.

(5) 건물에서 부재의 안전성을 재하시험 결과에 근거하여 직접 평가할 경우에는 보, 슬래브 등과 같은 휨부재의 안전성 검토에만 적용할 수 있다.

(6) 구조물의 일부분만을 재하할 경우, 내하력이 의심스러운 부분의 예상 취약 원인을 충분히 확인할 수 있는 적절한 방법으로 실시하여야 한다.

부록. 기존 구조물의 안전성 평가 세부 사항

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 부록은 내하력이 의심스러운 기존 콘크리트 구조물의 안전성 평가에 적용한다.

(2) KDS 14 20 80 규정에 추가하여 이 부록의 규정을 적용할 수 있다.

(3) 구조물의 안전성 평가를 위한 조사 및 시험은 주요 구조 부재의 정밀육안검사, 비파괴현장시험 및 재료시험을 사용하여 충분히 이루어져야 한다.

(4) 조사 및 시험자료를 바탕으로 구조해석을 실시하고, 내하력을 평가하여 부재와 구조물의 안전성을 평가하여야 한다. 해석에 의한 평가를 신뢰할 수 없는 경우에는 재하시험을 실시할 수 있다.

(5) 안전성 평가 결과보고서는 평가에 사용된 해석 방법의 종류 및 해석 결과에 대한 설명과 계산기록, 재하시험의 방법을 포함하여야 한다.

1.2 기호정의

$\overline{O}$: 조사 및 시험 결과의 평균값

O_i : i번째 조사 및 시험 결과

s_c : 조사 및 시험 결과의 표준편차

O_{upper} : 조사 및 시험 결과의 상한값

O_{lower} : 조사 및 시험 결과의 하한값

K : 조사 및 시험횟수에 따라 통계적으로 주어지는 계수

Z : 신뢰수준에 따라 통계적으로 주어지는 계수

f_{ca} : 평가기준압축강도

$\overline{f_c}$: 평가대상 평균압축강도

s_a : 코어강도에 의해 콘크리트 압축강도를 산정하는 과정에서 발생되는 콘크리트 압축강도의 변동량

R_A : 평가내하력

U_A : 평가소요강도

γ_A : 하중평가계수

γ_i : 이 구조기준에 따른 설계하중계수

Q_i : 공칭하중에 의한 단면력

ϕ : 강도감소계수

R_n : 공칭내하력

ϕ_A : 구조상태계수

F : 내하율

D : 고정하중 또는 이에 의해서 생기는 부재의 단면력

L : 활하중 또는 이에 의해서 생기는 부재의 단면력

I : 충격계수

h : 부재의 깊이, mm

l_t : 1) 재하시험에서 부재의 경간으로서 2방향 슬래브의 경우 짧은 변, mm

2) 받침부의 중심 간 길이와 이웃 받침부 사이의 순경간에 부재 두께 h를 합한 길이 중 작은 값, mm

3) 캔틸레버의 경간은 받침부로부터 캔틸레버 단부까지 거리의 2배, mm

$\Delta_{\max}$: 측정된 최대 처짐, mm, 부록 식 (5.2-1) 참조

$\Delta_{r\max}$: 측정된 잔류 처짐, mm, 부록 식 (5.2-2)와 부록 식 (5.2-3) 참조

$\Delta_{f\max}$: 2차 시험을 시작할 때의 구조물의 위치를 초기값으로 하고, 두 번째 시험에 의해 측정된 최대 처짐, mm. 부록 식 (5.2-3) 참조

2. 조사 및 시험

2.1 일반사항

(1) 콘크리트 구조물의 안전성을 평가하기 위해서는 구조물의 외관, 재료의 성질, 구조물 및 부재의 상태 그리고 작용하는 하중에 대한 조사 및 시험을 수행하여야 한다.

(2) 조사 및 시험의 내용과 범위는 평가에 필요한 요구 조건을 만족하도록 하여야 하며, 조사 내용 및 시험기록은 추후에 이루어지는 구조물의 평가를 정확하게 수행할 수 있도록 상세하게 작성하여야 한다.

(3) 구조물 평가를 위한 평가입력값을 결정하는 자료로 활용되는 조사 및 시험 결과는 수립된 계획에 따라 상세하게 기록하여야 한다.

(4) 유지관리 또는 사용제한 사항 등에 관한 점검결과 및 진단결과를 기록하여야 한다.

(5) 책임구조기술자는 관련 도서 및 문헌자료가 대상 구조물을 정확하게 기술하고 있는지를 검증하여야 한다. 사용가능한 관련 도서 및 문헌자료가 없는 경우에는 평가의 목적에 적합한 정확도를 갖는 조사 및 시험이 이루어져야 한다.

(6) 현장조사를 수행하기 위해서는 사전 조사를 통해 철저한 점검계획을 수립하여야 하며, 다음에 제시된 사항을 고려하여야 한다.
① 점검의 범위 및 내용과 사용장비에 관한 사항
② 시설물의 기초와 주위 지반에 대한 조사 여부, 조사항목 및 범위
③ 점검대상 시설물의 설계 및 시공자료 및 관리 이력
④ 각 시설물에 대한 특별한 구조적 특성 및 문제점 존재 여부
⑤ 시설물의 규모 및 점검의 난이도
⑥ 최근의 점검기술 및 장비 등의 적용
⑦ 점검자의 자격 및 안전관리에 관한 사항
⑧ 기상조건, 현장여건 및 주변 환경
⑨ 기타 관련 사항

2.2 조사 및 시험 방법

(1) 평가대상 구조물의 콘크리트에 대하여 압축강도 및 탄성계수를 측정하여야 하며, 콘크리트 압축강도는 KS F 2422 규격에 따라 실시하거나 슈미트해머를 사용하여 측정하여야 한다.

(2) 철근 및 긴장재의 강도에 대한 평가가 요구되는 경우 대상 구조물에서 철근을 채취하여 인장강도실험(KS B 0802)을 실시하고, 그 결과를 토대로 철근의 항복강도와 연신율을 결정하여야 한다.

(3) 균열조사에서는 구조물의 표면에 존재하는 균열 형상, 폭, 길이, 깊이, 면적률 등을 측정하여야 한다. 구조물 전체에 대한 육안검사를 실시한 결과, 균열 등의 손상이 발생한 부위에서 균열을 정밀하게 조사하여야 한다.

(4) 콘크리트 표면의 노후화 조사를 위한 항목은 박리, 박락, 층분리, 누수, 백태, 백화, 철근노출 등이다. 조사방법으로는 육안검사 및 간단한 측정 도구를 이용하여야 하며, 구조물 전체에 대한 육안검사를 실시한 결과, 균열 등의 결함・손상이 발생한 부위를 대상으로 조사하여야 한다.

(5) 구조 부재의 치수는 구조물 시공 및 사용 중에 변할 수 있으므로 설계도면과 비교하여 단면변화량을 파악하여야 한다. 구조 부재의 치수는 위험단면에서 확인하여야 한다.

(6) 철근의 배근상태를 조사하여 설계도면에 표기된 자료와 비교・검토하여야 한다. 정확한 조사결과가 요구되는 경우에는 조사 위치를 드릴로 구멍을 내어 조사하여야 한다.

(7) 현재 구조물의 상태, 용도 등을 고려하여 구조물에 부과되는 고정하중과 활하중을 조사하여야 한다.

3. 평가입력값

3.1 일반 사항

일반적으로 시험결과의 분산 때문에 평균값을 평가입력값으로 취하면 구조물의 현재 성능을 과대평가할 위험이 있으므로, 조사된 특성의 성격에 따라 상한값, 하한값, 평균값을 평가입력값으로 사용하여야 한다.

3.2 재료 및 구조 특성의 평가입력값 산정 방법

(1) 조사 및 시험 결과의 평균값은 다음 식 (3.2-1)과 같이 계산하여야 한다.

$$\overline{O} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} O_i \qquad (3.2\text{-}1)$$

여기서, $\overline{O}$는 조사 및 시험 결과의 평균값 n은 조사 및 시험횟수, O_i는 i번째 조사 및 시험 결과이다.

(2) 조사 및 시험 결과의 분산은 표준편차 s_c로 고려하며 이는 다음 식 (3.2-2)와 같이 계산하여야 한다.

$$s_c = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(O_i - \overline{O})^2}{(n-1)}} \qquad (3.2\text{-}2)$$

(3) 조사 및 시험 결과의 상한값과 하한값은 다음과 같이 계산하여야 한다.

$$O_{upper} = \overline{O} + \sqrt{(Ks_c)^2 + (Zs_a)^2} \qquad (3.2\text{-}3a)$$

$$O_{lower} = \overline{O} - \sqrt{(Ks_c)^2 + (Zs_a)^2} \qquad (3.2\text{-}3b)$$

여기서, O_{upper}는 조사 및 시험 결과의 상한값, O_{lower}는 조사 및 시험 결과의 하한값이며, K와 Z는 조사 및 시험횟수와 신뢰수준에 따라 통계적으로 주어지는 계수이며, s_c는 시험결과의 표준편차, s_a는 구조물 내부의 값과 시편의 시험값 사이의 차이를 고려한 표준편차이다.

3.3 재료 및 구조 특성의 평가입력값

(1) 콘크리트 압축강도의 평가입력값은 다음을 따라야 한다.

① 콘크리트 압축강도에 관한 평가입력값(평가기준압축강도)은 하한값을 사용하여야 한다. 하한값이 설계기준압축강도 값보다 큰 경우, 책임구조기술자의 판단에 의해 설계기준압축강도를 평가기준압축강도로 취할 수 있다.

② 구조물의 일정 부위에서 콘크리트가 심각하게 노후화된 경우, 그 부위의 안전성 평가를 위해서는 노후화된 위치의 콘크리트를 직접 조사하여 산정된 평가기준압축강도를 사용하여야 한다.

(2) 콘크리트 탄성계수에 관한 평가입력값은 채취된 코어에 의해 측정된 탄성계수의 평균값을 사용하여야 한다.

(3) 철근, 긴장재 및 철근의 강도 및 탄성계수는 다음을 따라야 한다.

① 철근, 긴장재의 강도에 관한 평가입력값은 실제로 측정된 실험결과의 하한값을 사용하는 것을 원칙으로 하나, 설계기준강도가 더 작은 경우 설계기준강도 값을 사용할 수 있다.

② 철근, 긴장재의 탄성계수에 관한 평가입력값은 평균값이나 시험 평가서의 값 중 더 작은 값을 사용하여야 한다.

(4) 부재치수 및 철근 위치는 다음을 따라야 한다.

① 부재치수, 철근 위치에 관한 평가입력값은 평균값 혹은 구조도면의 값을 사용하되, 조사 및 시험 결과와 구조도면에 제시된 값 사이의 오차가 허용값 이상인 경우에는 하한값과 상한값 중 불리한 값을 적용하여야 하며, 부재치수와 철근 간격도 불리한 방향으로 조정하여야 한다.

② 부재치수와 철근 간격은 구조물 내부의 위치에 따라 다르므로 표준편차 s_c가 아니라 도면에서 어긋난 정도를 기준으로 상한값과 하한값을 산정하여야 한다.

(5) 피복 두께에 관한 평가입력값은 하한값을 사용하여야 한다.

(6) 실제로 측정이 이루어진 경우에 지반의 강도는 하한값을, 지반의 탄성계수는 평균값을 평가입력값으로 사용하여야 한다. 구조물의 평가에서 지하수위는 실제로 측정된 평균값을 사용하고, 이에 상응하는 하중계수를 적용하여야 한다.

(7) 기온이나 상대습도는 특별한 경우를 제외하면 측정된 값의 평균이나 관련 문헌조사로 획득한 값을 그대로 평가입력값으로 사용할 수 있다.

3.4 하중 특성의 평가입력값

(1) 구조물의 안정성과 사용성에 대한 하중계수 및 하중조합은 평가시점 현재 사용하는 기준에 주어진 값을 따를 수 있다.

(2) 하중입력값은 정밀현장조사에 의하여, 설계에서와 동일한 수준의 안전율을 확보할 수 있도록 적절한 확률・통계적인 방법으로 평가하는 경우, 고정하중과 활하중의 크기는 구조설계도서에서 명기된 것과 다른 하중의 크기를 사용할 수 있다. 다만, 활하중의 감소는 입력값의 20% 내에서 허용되며, 고정하중과 활하중 이외의 하중에 대해서는 현 구조기준 값을 적용하여야 한다.

4. 해석에 의한 평가

(1) 기존 구조물의 안전성 평가를 위한 해석은 설계를 위한 해석 방법과 동일하게 수행하여야 한다.

(2) 다음 식 (4-1)과 같이 구조해석에 의하여 계산되는 구조물의 평가내하력 R_A가 평가소요강도 U_A 이상이면 안전한 것으로 평가할 수 있다.

$$R_A \geq U_A \tag{4-1}$$

(3) 평가소요강도 U_A는 다음 식 (4-2)에 따라 계산하여야 한다.

$$U_A = \Sigma \gamma_A (\gamma_i Q_i) \tag{4-2}$$

여기서, γ_A는 구조물 평가에서 사용되는 하중평가계수, γ_i는 이 구조기준에 따른 설계하중계수, 그리고 Q_i는 사용하중에 의한 단면력이다.

(4) 평가내하력 R_A은 다음 식 (4-3)에 따라 계산하여야 한다.

$$R_A = \phi_A (\phi R_n) \tag{4-3}$$

여기서, ϕ와 R_n은 각각 이 구조기준에 따른 강도감소계수와 공칭강도이며, ϕ_A는 구조상태계수이다.

(5) 교량 상부구조 부재의 공용내하력은 다음 식 (4-4) 및 식 (4-5)에 따라 계산하여야 한다.

$$\text{공용내하력} = \text{내하율}(F) \times \text{평가활하중} \tag{4-4}$$

$$\text{내하율}(F) = \frac{\phi_A (\phi R_n) - \gamma_A (\gamma_D D)}{\gamma_A (\gamma_L L)(1+I)} \tag{4-5}$$

여기서, $\phi_A (\phi R_n)$는 규정한 평가 저항강도이고, $\gamma_A (\gamma_D D)$와 $\gamma_A (\gamma_L L)$은 각각 고정하중과 정적 활하중에 의한 평가하중영향이며, I는 충격계수이다. 단, 현장재하시험을 수행하여 내하율을 산정할 경우에는 부록 5.4의 규정을 따라야 한다.

5. 재하시험에 의한 평가

5.1 일반 사항

(1) 책임구조기술자는 재하시험을 계획할 때 구조물 또는 부재의 안정성을 평가하기 위하여 재하시험을 수행할 필요가 있는지 면밀히 검토하여야 한다.

(2) 책임구조기술자는 재하시험 수행 전에 안전계획을 수립하여야 하며, 구조물 각 부위의 손상 및 파괴의 감지, 해석상 특정한 부재거동의 검증과 안전을 위해서 재하시험 전 과정에 걸쳐 적절한 계측과 안전관리가 이루어져야 한다.

(3) 안전을 위한 조치는 재하시험에 지장이 있거나 시험결과에 영향을 주지 않도록 하여야 한다.

5.2 정적재하시험

5.2.1 개 요

(1) 정적재하시험은 평가하중에 의한 최대 하중영향을 재현할 수 있도록 적용되어야 한다. 구조물 또는 부재에 영구변형이나 손상이 없다면, 정적재하하중은 안전한 범위 내에서 사전에 결정된 하중 크기까지 점차적으로 증가시켜야 한다.

(2) KDS 14 20 90(4.4(5))에 해당되는 건물의 휨부재에 대한 재하시험에서 재하할 시험하중은 해당 구조 부분에 작용하고 있는 고정하중을 포함하여 설계하중의 95% 이상, 즉 다음 중 가장 큰 값 이상이어야 한다.

①$0.95(1.2D+1.6L+0.5(Lr$ 또는 S 또는 $R))$

②$0.95(1.2D+1.0L+1.6(Lr$ 또는 S 또는 $R))$

③$0.95(1.4D)$

여기서, 활하중 L의 결정은 해당구조물의 관련 기준에 규정된 대로 활하중 감소율 등을 적용시켜 허용범위 내에서 감소시킬 수 있다.

(3) 대상 구조물의 재하시험 결과를 해석 모델에 의해 얻어진 하중영향을 검증 또는 보정하는데 적용하는 경우, 재하하중은 내하력을 결정할 수 있는 수준으로 거동을 적절히 모사할 수 있을 만큼 충분히 커야 한다.

5.2.2 측정 및 결과 분석

(1) 재하시험 대상 구조물 또는 부재에는 사인장균열, 정착균열 등 갑작스런 취성파괴의 가능성을 예시하는 균열이 없어야 하며, 파괴의 징후인 균열, 박리 혹은 구조물의 안정성에 영향을 줄 수 있는 과대한 처짐 등이 없어야 한다.

(2) 건물의 정적재하시험에서 측정값은 부재의 최대 응답이 예상되는 위치에서 얻어야 하며, 추가적인 측정값은 필요에 따라 구할 수 있다.

(3) KDS 14 20 90(4.4(5))와 부록 5.2.1(2)에 의한 건물의 휨부재에 대한 재하시험에서 측정된 최대 처짐이 다음 조건 중 하나를 만족하는지를 평가하여야 한다.

$$\Delta_{\max} \le \frac{{l_t}^2}{20{,}000h} \qquad (5.2\text{-}1)$$

$$\Delta_{r\max} \le \frac{\Delta_{\max}}{4} \qquad (5.2\text{-}2)$$

측정된 최대 처짐과 잔류 처짐이 부록 식 (5.2-1)이나 부록 식 (5.2-2)를 만족하지 않을 때 재하시험을 반복할 수 있다. 반복시험은 처음 시험하중 제거 후 72시간이 경과한 후에 다시 시행할 수

있다. 이때 재시험한 구조물의 해당부분의 회복이 다음 식 (5.2-3)의 조건을 만족하는지를 평가할 수 있다.

$$\Delta_{r\max} \leq \frac{\Delta_{fmax}}{5} \qquad (5.2\text{-}3)$$

여기서, Δ_{fmax}은 두 번째 시험을 시작할 때의 구조물의 위치를 초기값으로 하고 두 번째 시험 중에 측정된 최대 처짐이다.

(4) 교량의 정적재하시험에서는 주로 측정되는 정적처짐 또는 정적변형률을 기준으로 가능한 다음과 같은 항목에 대한 시험결과 분석이 수행되도록 하여야 한다.

① 중립축 위치 판단

② 활하중의 횡분배 효과

③ 교량의 대칭성

④ 해석 결과와 재하시험 결과의 비교

5.3 동적재하시험

5.3.1 개 요

동적재하시험은 구조물 또는 부재의 동특성과 동적 거동을 얻기 위하여 수행될 수 있다.

5.3.2 시험 방법

가진기에 의한 강제진동시험법, 상시진동시험법 그리고 교량에서 주로 사용되는 차량주행시험법 등을 적용할 수 있으며, 이 외의 시험 방법은 소유주 또는 관리주체의 승인을 득한 후 사용할 수 있다.

5.3.3 측정 및 결과 분석

동적재하시험에 의해 주로 측정된 변위, 변형률 및 가속도 응답을 기준으로 가능한 다음과 같은 항목에 대한 시험결과 분석이 수행되도록 하여야 한다.

(1) 충격계수

(2) 감쇠비

(3) 고유진동수 및 진동모드

5.4 재하시험 결과의 적용

(1) 대상 구조물 또는 부재의 해석에 의한 결과와 재하시험 결과가 충분히 부합되는 것으로 책임구조기술자가 판단한다면, 재하시험 결과를 고려한 내하력 평가가 이루어져야 한다. 단, 동적재하시험이 수행된 교량의 경우에는 실측충격계수가 설계충격계수보다 크게 얻어진 경우

에 한해서 교량 내하력평가에 적용할 수 있다.

(2) 재하시험 대상 건물 또는 휨부재가 부록 4 또는 부록 5.2.2(3)의 조건이나 판정기준을 만족하지 않는 경우 책임구조기술자는 재하시험 또는 해석의 결과에 따라서 제한된 낮은 내하력 범위 내에서 구조물을 사용하도록 제한할 수 있다.

(3) 교량재하시험을 근거로 내하율을 결정할 경우, 부록 식 (4-5)의 D는 현장 조사한 단면 제원에 근거한 고정하중에 의한 단면력, L은 현장재하시험에 의해 구한 횡분배가 고려된 정적활하중에 의한 단면력, I는 설계충격계수보다 큰 경우에 한해서 실측충격계수를 적용하여야 한다. 이때 단면력을 구하기 위한 수치해석 모델은 재하시험 결과를 반영하여 가능한 실제의 교량거동을 유사하게 재현할 수 있도록 완성되어야 한다.

(4) 재하시험 과정에서 전체 교량 및 부재의 안정성에 문제가 없으며 활하중에 의한 횡분배가 충분히 이루어진 것으로 교량 책임구조기술자가 판단할 경우, 재하시험 결과에 의해 수치해석 모델의 개선을 수행하여 대상 교량의 단면력을 결정할 수 있다. 이러한 과정에 있어서 해석 방법, 추정된 최대 단면력, 내하율의 결정 등을 관리주체로부터 승인받아야 한다.

집필위원	분 야	성명	소속	직급
	토목구조	신수봉	인하대학교	교수
	토목구조	백인열	가천대학교	교수
	건축구조	김강수	서울시립대학교	교수
	토목구조	이상철	한국시설안전공단	센터장

자문위원	분 야	성명	소속
	토목구조	김 우	전남대학교
	건축구조	김종호	창민우컨설턴트
	건축구조	김진근	한국과학기술원
	토목구조	박홍기	태조엔지니어링
	토목구조	변윤주	수성엔지니어링
	토목구조	신현목	성균관대학교
	건축구조	오명석	서영엔지니어링
	건축구조	전봉수	전우구조
	건축구조	정 란	단국대학교
	토목구조	정영수	중앙대학교
	건축구조	정하선	전)콘크리트학회공학연구소장
	건축구조	최완철	숭실대학교
	토목구조	한록희	효명엔지니어링

건설기준위원회	분야	성명	소속
	구조	구찬모	한국토지주택공사
		박동욱	서울시
		최정환	한국철도시설공단
		서석구	㈜서영엔지니어링
		이태현	한국도로공사
		백인열	가천대학교
		최용규	경성대학교
		이재훈	영남대학교
		김태진	㈜창민우구조컨설턴트
		장종진	한국토지주택공사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	구자흡	삼영엠텍(주)
	차철준	한국시설안전공단
	최상식	(주)다음기술단
	김현길	(주)정림이앤씨
	이근하	(주)포스코엔지니어링
	박구병	한국시설안전공단

국토교통부	성명	소속	직책
	정선우	국토교통부 기술기준과	과장
	김병채	국토교통부 기술기준과	사무관
	김광진	국토교통부 기술기준과	사무관
	이선영	국토교통부 기획총괄과	사무관
	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청	사무관
	김남철	국토교통부 기술기준과	주무관

설계기준
KDS 14 20 90 : 2016

기존 콘크리트구조물의 안전성 평가기준

2016년 6월 30일 발행

국토교통부

관련단체 한국콘크리트학회
06130 서울특별시 강남구 테헤란로 7길 22 한국과학기술회관 신관 1009호
☎ 02-568-5985 E-mail : kci@kci.or.kr
http://www.kci.or.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr