RD-11-E6-026

안전점검 및 정밀안전진단 세부지침해설서(건축물)

2011. 12.

국토해양부

한국시설안전공단

머 리 말

우리나라는 '60년대 이후의 급속한 경제성장 과정에서 대부분의 시설물들이 “공기단축” 과 “공사비절감” 위주로 건설되어 선진국의 시설물에 비해 시작부터 안전에 취약할 수밖에 없었습니다. 그럼에도 불구하고 사용 중 유지관리 마저 소홀히 하여 '90년대 들어 성수대교와 삼풍백화점 붕괴사고 등의 값비싼 대가를 치른 경험이 있습니다.

이에 따라 정부에서는 1995년「시설물의 안전관리에 관한 특별법」을 제정하여 시설물의 안전관리를 시행하고 있으며, 특히 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 업무를 표준화하기 위하여 국토해양부와 우리공단은 교량·댐 등 12개 국가 주요시설물의 점검·진단 업무의 실시방법 및 절차 등을 규정한 세부지침을 마련하였습니다.

이 해설서는 2010.12월 출간된 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」중 시설물편 제10장 건축물에 대한 바른 이해와 적정한 적용에 도움이 되도록 하기 위하여 작성되었습니다. 금년에는 공통편과 시설물편 6종(교량, 터널, 댐, 항만, 상수도, 건축)의 해설서를 발간하며, 2012년에는 시설물편 나머지 6종(하구둑, 수문, 제방, 하수처리장, 옹벽, 절토사면)의 해설서를 계속 발간할 예정입니다.

아울러 본 해설서는 초보자가 알기 쉽도록 그림과 사진 등을 많이 포함하여 편집 구성에 최선을 다하였으나 미흡한 점도 많을 것입니다. 앞으로 계속 보완 발전시켜 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단에 유용하게 활용될 수 있도록 최선을 다하겠습니다.

끝으로 본 해설서 개발작업에 참여하여 주신 직원과 자문위원 여러분들의 노고에 깊은 감사를 드리는 바입니다.

2011년 12월

한국시설안전공단 이사장 김 경 수

제 목 차 례

10.1 관리일반

10.1.1 적용 범위 ····· 10-1

10.1.2 용어 정의 ····· 10-5

10.1.3 안전점검 및 정밀안전진단 실시 범위 ····· 10-5

10.1.4 중대한 결함의 정도 ····· 10-6

10.2 현장조사

10.2.1 시설물의 구조형식별 조사항목 ····· 10-8

10.2.2 현장조사 요령 ····· 10-22

10.3 재료시험 항목 및 수량

10.3.1 정밀점검 ····· 10-33

10.3.2 정밀안전진단 ····· 10-35

10.3.3 재료시험 기준수량 ····· 10-39

10.4 상태평가 기준 및 방법

10.4.1 상태평가 기준 ····· 10-49

10.4.2 상태평가 결과 산정 방법 ····· 10-60

10.5 안전성평가 기준 및 방법

10.5.1 일반 ····· 10-76

10.5.2 안전성평가 기준 ····· 10-76

10.5.3 안전성평가 결과 산정 방법 ····· 10-79

10.6 종합평가 기준 및 방법

10.6.1 종합평가 기준 ····· 10-80

10.6.2 종합평가 결과 산정 방법 ····· 10-81

10.7 보수 · 보강 방법

10.7.1 철근부식에 대한 보수 공법 ····· 10-83

10.7.2 누수에 대한 보수 공법 ····· 10-86
10.7.3 콘크리트 탄산화 부위 보수 공법 ····· 10-86

부록 A. 과업지시서 예시 ····· 10-89
B. 사전검토 보고서 예시 ····· 10-107
C. 평가요령 ····· 10-117

제10장 건축물

10.1 관리일반

10.2 현장조사

10.3 재료시험 항목 및 수량

10.4 상태평가 기준 및 방법

10.5 안전성평가 기준 및 방법

10.6 종합평가 기준 및 방법

10.7 보수·보강 방법

제10장 건축물

10.1 관리 일반

10.1.1 적용 범위

본 장은 「법」 제2조(정의) 및 「영」 제2조(시설물의 범위)의 규정에서 정하고 있는 시설물 중 건축물 및 지하도상가에 적용한다.

○ 1종 시설물

• 공동주택외의 건축물로서

– 21층 이상 또는 연면적 5만㎡ 이상의 건축물

– 연면적 3만㎡ 이상의 철도역시설 및 관람장

– 고속철도 역시설

– 연면적 1만㎡ 이상의 지하도상가(지하보도면적을 포함한다)

○ 2종 시설물

• 공동주택

– 16층 이상의 공동주택

• 공동주택외의 건축물로서

– 1종 시설물에 해당하지 않는 16층 이상 또는 연면적 3만㎡ 이상의 건축물

– 1종 시설물에 해당하지 않는 고속철도, 도시철도 및 광역철도역시설

– 1종 시설물에 해당하지 않는 다중이용건축물 및 연면적 5천㎡이상의 전시장

– 1종 시설물에 해당하지 않는 연면적 5천㎡ 이상의 지하도상가(지하보도면적을 포함한다)

건축물 및 지하도상가(이하 “건축시설물”이라 함)의 특성에 따라 본 장의 서식을 적절히 응용하여 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하며, 본 장에서 제시되지 않은 사항은 다음의 법규나, 기준을 따른다.

○ 시설물의 안전관리에 관한 특별법, 시행령, 시행규칙

○ 콘크리트 구조설계기준

○ 콘크리트 표준시방서

○ 건축시설물 관련 설계기준 및 표준시방서

○ 「산업표준화법」에 의한 한국산업규격(KS)

한편 본 장에서 기술된 내용과 다르더라도 널리 알려진 이론이나 시험에 의해 기술적으로 증명된 사항에 대해서는 발주자와 사전 협의하여 적용할 수 있다.

【해설】

1. 시설물의 범위는「시설물의 안전관리에 관한 특별법」“이하 시특법”시행령 [별표1] 「1종시설물 및 2종시설물의 범위 (제2조제1항관련)」에서 5호(건축물)를 말한다.
   (1) [별표1]의 건축물에는 건축설비, 소방설비, 승강기설비 및 전기설비를 포함하지 아니한다.
   (2) 건축물의 연면적은 지하층을 포함한 동별로 계산한다. 건축물의 지하도상가의 경우 둘 이상의 지하도상가가 연속되어 있는 경우에는 연면적의 합계를 말한다.
   (3) 공동주택 외의 건축물은 「건축법 시행령」 [별표1]에서 정한 용도별 분류를 따른다.
   (4) 건축물 중 주상복합건축물은 공동주택 외의 건축물로 본다.
   (5) “다중이용 건축물”이란 「건축법 시행령」 제5조 제4항 제4호에 해당하는 건축물을 말한다.
   (6) “철도 역시설”이란 「철도건설법」 제2조 제6호 가목에 따른 역 시설(물류시설은 제외한다)을 말한다. 다만, 지하역사의 승강장 층은 터널로 보고, 선하(線下)역사의 승강장 층은 교량으로 본다.

2. “다중이용건축물”이란 문화 및 집회시설(전시장 및 동·식물원은 제외한다), 종교시설, 판매시설, 운수시설(여객용 시설만 해당한다), 의료시설 중 종합병원 및 숙박시설 중 관광숙박시설의 용도로 쓰는 바닥면적의 합계가 5천 제곱미터 이상인 건축물, 16층 이상인 건축물을 말한다.(「건축법 시행령」 제5조제4항제4호 참조)
   (1) “문화 및 집회시설”이란 다음을 말한다.
      ① 공연장으로서 제2종 근린생활시설에 해당하지 아니하는 것
      ② 집회장[예식장, 공회당, 회의장, 마권(馬券) 장외 발매소, 마권 전화투표소, 그 밖에 이와 비슷한 것을 말한다]으로서 제2종 근린생활시설에 해당하지 아니하는 것
      ③ 관람장(경마장, 경륜장, 경정장, 자동차 경기장, 그 밖에 이와 비슷한 것과 체육관 및 운동장으로서 관람석의 바닥면적의 합계가 1천 제곱미터 이상인 것을 말한다)
      ④ 전시장(박물관, 미술관, 과학관, 문화관, 체험관, 기념관, 산업전시장, 박람회장, 그 밖에 이와 비슷한 것을 말한다)
      ⑤ 동・식물원(동물원, 식물원, 수족관, 그 밖에 이와 비슷한 것을 말한다)
   (2) “종교시설” 이란 다음을 말한다.
      ① 종교집회장으로서 제2종 근린생활시설에 해당하지 아니하는 것
      ② 종교집회장(제2종 근린생활시설에 해당하지 아니하는 것을 말한다)에 설치하는 봉안당(奉安堂)
   (3) “운수시설”에는 여객자동차터미널, 철도시설, 공항시설 및 항만시설이 있다.
   (4) “의료시설”에는 병원(종합병원, 병원, 치과병원, 한방병원, 정신병원 및 요양병원을 말한다) 및 격리병원(전염병원, 마약진료소, 그 밖에 이와 비슷한 것을 말한다)이 있다.
   (5) “숙박시설”이란 다음을 말한다.
      ① 일반숙박시설(호텔, 여관 및 여인숙)
      ② 관광숙박시설(관광호텔, 수상관광호텔, 한국전통호텔, 가족호텔 및 휴양 콘도미니엄)
      ③ 고시원(제2종 근린생활시설에 해당하지 아니하는 것을 말한다)
      ④ 그 밖에 일반숙박시설, 관광숙박시설, 고시원시설과 비슷한 것

(6) “관람장” 및 “집회시설”은 “문화 및 집회시설” 참조

3. 철도건설법 제2조(정의) 관련

(1) “철도”란 여객 또는 화물을 운송하는 데 필요한 철도시설과 철도차량 및 이와 관련된 운영·지원체계가 유기적으로 구성된 운송체계를 말한다.

(2) “고속철도”란 열차가 주요 구간을 시속 200킬로미터 이상으로 주행하는 철도로서 국토해양부장관이 그 노선을 지정·고시하는 철도를 말한다.

(3) “광역철도”란 2개 이상의 시·도에 걸쳐 운행되는 도시철도 또는 철도로서

① 시·도간의 일상적인 교통수요를 대량으로 신속하게 처리하기 위한 도시철도 또는 철도와 이를 연결하는 도시철도 또는 철도

② 국토부장관 또는 시, 도지사가 「국가통합교통체계효율화법」 제106조에 따른 국가교통위원회(이하 "위원회"라 한다)의 심의를 거쳐 지정・고시한 구간의 도시철도 또는 철도(「대도시권광역교통시설관리에관한특별법」 제2조제2호나목 및 시행령 제4조)를 말한다.

(4) “일반철도”란 고속철도와 「도시철도법」에 따른 도시철도를 제외한 철도를 말한다.

(5) “도시철도”란 도시교통의 원활한 소통을 위하여 도시교통권역에서 건설·운영하는 철도·모노레일·노면전차·선형유도전동기·자기부상열차 등 궤도(軌道)에 의한 교통시설 및 교통수단을 말한다.(「도시철도법」 제3조제1호)

(6) “역 시설”이란 물류시설, 환승 시설 및 역사(驛舍)와 같은 건물에 있는 판매시설·업무시설·근린생활시설·숙박시설·문화 및 집회시설 등을 말한다.

《참고사항》

1. 연면적 및 층수 등(건축법 시행령 제119조 참조)

(1) “바닥면적”이란 건축물의 각 층 또는 그 일부로서 벽, 기둥, 그 밖에 이와 비슷한 구획의 중심선으로 둘러싸인 부분의 수평투영면적으로 한다. 다만, 다음의 어느 하나에 해당하는 경우에는 각 경우에서 정하는 바에 따른다.

① 벽·기둥의 구획이 없는 건축물은 그 지붕 끝부분으로부터 수평거리 1미터를 후퇴한 선으로 둘러싸인 수평투영면적으로 함

② 주택의 발코니 등 건축물의 노대나 그 밖에 이와 비슷한 것(이하 "노대등"이라 한다)의 바닥은 난간 등의 설치 여부에 관계없이 노대등의 면적(외벽의 중심선으로부터 노대등의 끝부분까지의 면적을 말한다)에서 노대등이 접한 가장 긴 외벽에 접한 길이에 1.5미터를 곱한 값을 뺀 면적을 바닥면적에 산입함

③ 필로티나 그 밖에 이와 비슷한 구조(벽면적의 2분의 1 이상이 그 층의 바닥면에서 위층 바닥 아래면까지 공간으로 된 것만 해당한다)의 부분은 그 부분이 공중의 통행이나 차량의 통행 또는 주차에 전용되는 경우와 공동주택의 경우에는 바닥면적에 산입하지 아니함

④ 승강기탑, 계단탑, 장식탑, 다락[층고(層高)가 1.5미터(경사진 형태의 지붕인 경우에는 1.8미터) 이하인 것만 해당한다], 건축물의 외부 또는 내부에 설치하는 굴뚝, 더스트슈트, 설비덕트, 그 밖에 이와 비슷한 것과 옥상·옥외 또는 지하에

설치하는 물탱크, 기름탱크, 냉각탑, 정화조, 도시가스 정압기, 그 밖에 이와 비슷한 것을 설치하기 위한 구조물은 바닥면적에 산입하지 아니함

⑤ 공동주택으로서 지상층에 설치한 기계실, 전기실, 어린이놀이터, 조경시설 및 생활폐기물 보관함의 면적은 바닥면적에 산입하지 아니함 등

(2) “연면적”이란 하나의 건축물 각 층의 바닥면적의 합계로 한다.(용적률을 산정할 때에는 제외면적 있음)

(3) “층수”는 승강기탑, 계단탑, 망루, 장식탑, 옥탑, 그 밖에 이와 비슷한 건축물의 옥상 부분으로서 그 수평투영면적의 합계가 해당 건축물 건축면적의 8분의 1(「주택법」 제16조제1항에 따른 사업계획승인 대상인 공동주택 중 세대별 전용면적이 85제곱미터 이하인 경우에는 6분의 1) 이하인 것과 지하층은 건축물의 층수에 산입하지 아니하고, 층의 구분이 명확하지 아니한 건축물은 그 건축물의 높이 4미터마다 하나의 층으로 보고 그 층수를 산정하며, 건축물이 부분에 따라 그 층수가 다른 경우에는 그 중 가장 많은 층수를 그 건축물의 층수로 본다.

※ 표본층 선정기준에 적용되는 층수는 지하층을 포함한 층수를 적용함
(세부지침 [표 10.15] 참조)

10.1.2 용어 정의

○ 추적조사

추적조사는 건축 구조물의 안전성과 사용재료의 내구성을 판단하는 경우에 결함·손상 등의 진행여부와 그 원인을 규명하기 위해서 일정기간 동안 지속적으로 관측할 필요가 있는 경우에 실시하는 조사를 말한다.

○ 정밀조사

정밀조사는 사전조사의 결과에서 수립된 계획에 의하여 정밀한 육안조사와 재료시험, 재하시험(필요시), 계측조사(필요시) 등을 체계적이고 정밀하게 실시하는 조사를 말한다.

이 조사의 결과는 구조물의 상태·안전성·종합평가와 기능 및 성능저하의 원인을 규명하고 적절한 보수·보강방법을 제시하는데 이용한다.

10.1.3 안전점검 및 정밀안전진단 실시 범위

건축시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 실시 범위에 대한 세부적인 범위는 [표 10.1]과 같다.

① 기본 시설을 제외한 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단은 해당 시설물(옹벽 및 절토사면 등)에 따라 실시하여야 한다.

② 기본 시설 및 부대 시설은 안전점검 및 정밀안전진단 대가기준에서 해당 시설물에 따라 예산을 확보하여야 한다.

③ 부대 시설이 「영」 제2조제1항에 따른 2종 시설물에 해당되는 경우에는 「법」 제6조에 따라 토목기술자가 안전점검을 실시하여야 한다.

④ 부대 시설이 정밀안전진단이 필요한 경우에는 「법」 제7조에 따라 토목기술자가 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

[표 10.1] 건축 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 대상 시설범위

구 분	시설물명	점검 및 진단 실시범위			비고
		정기점검	정밀점검	정밀안전진단	
기본 시설	◦ 내력벽	○	○	○	기본과업
	◦ 기둥	○	○	○	
	◦ 보	○	○	○	
	◦ 바닥슬래브	○	○	○	
	◦ 지붕틀	○	○	○	
	◦ 주계단	○	○	○	
부대 시설	◦ 옹벽	○	○	○	선택과업
	◦ 절토사면	○	○	○	

【해설】

1. 시행령 [별표1] 제8호의 2종시설물에 해당(건축물의 부대시설)하는 옹벽 및 절토사면의 안전점검 및 정밀안전진단은 토목기술자가 실시하여야 한다.
2. 기본시설은 「건축법」 제2조 제1항 제7호의 “주요구조부”의 부재로서「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」제2조 제1호의 “구조부재”를 의미하는 것이 아니다.

《참고사항》

1. "주요구조부"란 내력벽(耐力壁), 기둥, 바닥, 보, 지붕틀 및 주계단(主階段)을 말하며, 사이 기둥, 최하층 바닥, 작은 보, 차양, 옥외 계단, 그 밖에 이와 유사한 것으로 건축물의 구조상 중요하지 아니한 부분은 제외함
2. "구조부재(構造部材)"란 건축물의 기초, 벽, 기둥, 바닥판, 지붕틀, 토대(土臺), 사재(사재 : 가새·버팀대·귀잡이 그 밖에 이와 유사한 것), 가로재(보·도리 그 밖에 이와 유사한 것) 등으로「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」제9조에 따른 설계하중에 대하여 그 건축물을 안전하게 지지하는 기능을 가지는 건축물의 구조내력상 주요한 부분을 말함

10.1.4 중대한 결함의 정도

건축시설물에서 대통령령이 정하는 중대한 결함의 적용 범위는 다음과 같다. 다만, 시설물의 전반적인 상태 및 환경 여건에 따라 중대한 결함이 건축시설물의 안전성에 미치는 영향 정도를 고려하여 책임기술자가 조정할 수 있다.

1) 건축물의 기둥・보 또는 내력벽의 내력손실
○ [표 10.39]의 부재내력에 대한 안전성평가 기준이 "d" 이하인 경우
2) 시설물의 철근콘크리트의 염해 또는 중성화(탄산화)에 따른 내력손실
○ [표 10.20]의 콘크리트 탄산화 또는 [표 10.21]의 콘크리트 염화물 함유량에 대한 상태평가 기준이 "e"이면서 [표 10.22]의 콘크리트 내부의 철근부식에 대한 상태평가 기준이 "e"인 경우
3) 조립식 구조체의 연결부실로 인한 내력상실
○ [표 10.39]의 부재내력에 대한 안전성평가 기준이 "d" 이하인 경우
○ [표 10.31]의 강재용접부 결함 또는 [표 10.32]의 강재 접합볼트 누락 등에 대한 상태평가 기준이 "d" 이하인 경우
4) 주요 구조 부재의 과다한 변형 및 균열심화
○ [표 10.27]의 부재의 변위・변형에 대한 상태평가 기준이 "d" 이하이면서 과다한 균열을 동반하는 경우
5) 지반침하 및 이로 인한 활동적인 균열

○ [표 10.28]의 건축물의 기울기에 대한 상태평가 기준이 "d" 이하이면서 균열의 심한 변화를 동반하는 경우

6) 누수·부식 등에 의한 구조물의 기능상실

○ [표 10.22]의 콘크리트 내부의 철근부식에 대한 상태평가 기준이 "e"이면서 누수를 동반하는 경우

○ [표 10.34]의 강재 용접접합부 부식 또는 [표 10.35]의 볼트 접합부 부식에 대한 상태평가 기준이 "d" 이하인 경우

【해설】

1. 시특법 제11조에 따라 안전점검 또는 정밀안전진단을 실시한 자는 지체없이 그 결과를 관리주체에게 통보하여야 하며, 영 제12조의 “중대한 결함”이 있는 경우에는 그 내용을 특별자치도지사, 시장, 군수 또는 구청장에게도 통보하여야 한다.
2. 시특법 영 제12조의 “중대한 결함”은 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」공통편 3.1.7항의 내용과 같다.
3. 특별자치도지사, 시장, 군수, 또는 구청장에 통보를 하는 경우 그 통보 내용에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.
   (1) 시설물의 명칭 및 소재지
   (2) 관리주체의 상호, 명칭, 성명(법인인 경우에는 대표자의 성명을 말한다) 및 주소
   (3) 안전점검 또는 정밀안전진단의 실시기간과 실시자
   (4) 시설물의 상태별 등급과 중대한 결함 내용
   (5) 관리주체가 조치하여야 할 사항
   (6) 그 밖에 안전관리에 필요한 사항

10.2 현장조사

10.2.1 시설물의 구조형식별 조사항목

건축물의 상태평가 시 점검사항은 구조물의 형식에 따라 다를 수 있으므로 수정, 보완하여 사용한다. 각 구조형식별 점검 사항은 평가결과를 기초로 판단하며, 이는 점검부위별 각각의 점검사항에 대한 주요 손상상태를 파악하는데 활용할 수 있다.

정밀점검 및 정밀안전진단 실시에서 시설물의 상태평가를 적용함에 있어 [공통편] 3.8항 기본과업과 선택과업의 내용을 적절히 혼용하여 대상 시설물에 대한 상세한 상태평가를 실시하여야 한다. 특히, 정밀점검에서는 선택과업인 전체부재에 대한 외관조사망도의 작성 여부 등에 대해서 관리주체와 책임기술자의 협의를 통하여 결정하여야 한다.

다만, 정밀점검 및 정밀안전진단에서 전기 및 기계설비에 대한 조사·시험에 대해 선택과업으로 실시할 경우에는 관리주체와 협의하여 조사 · 시험 수준을 결정한다.

[표 10.2] 계절별 주요 조사항목

계절별 주요 조사항목	
해빙기	○ 석축·옹벽의 이상 유무 ○ 건축물의 부동침하 상태 ○ 건축물 주변지표면 상태 ○ 변위·변형 발생유무 ○ 균열·손상 발생유무
우 기	○ 건축물 지하실의 방수상태 ○ 배수로상태 (건물주변, 옥상 등) ○ 건축물 외부 부착물상태 ○ 석축·옹벽의 이상 유무 ○ 건축물 주변 지표면 상태 ○ 변위·변형 발생유무 ○ 균열·손상발생유무

【해설】

1. 구조형식
   (1) 평면 구조
      ① 모멘트 골조 구조
         (가) 보와 기둥을 강절점으로 접합하여 구성된 구조형식으로 수직하중과 횡력을 보와 기둥으로 구성된 라멘골조가 저항하는 구조
         (나) 정정구조와 부정정구조가 있음
      ② 벽식 구조
         (가) 슬래브와 벽이 일체식으로 구성된 구조형식으로 수직하중과 횡력을 전단벽이 부담하는 구조를 일반적으로 벽식구조라고 함
         (나) 조적조 건물과 조립식 콘크리트 건물과 같이 바닥구조가 연속벽에 힌지로 접합된 벽식구조도 있음
      ③ 트러스 구조
         (가) 2개 이상의 직선부재의 양단을 마찰이 없는 힌지로 연결해서 만든 구조물로 절점이 자유롭게 회전할 수 있으므로 단순한 인장이나 압축만이 작용하게 됨
         (나) 사재의 방향에 따라 하우트러스, 와렌트러스, 산형트러스 등이 있음
      ④ 아치 구조
         (가) 일반적으로 곡선재로 구성되어 있으며, 아치의 축선에 따라 직압력을 받게 되므로 축방향력에 의한 영향이 크며 전단력이나 휨모멘트에 대한 영향은 비교적 작은편임
         (나) 곡선재의 곡선의 형태에 따라 원형아치, 포물선아치 등이 있음
   (2) 입체 구조
      ① 입체구조에는 절판 구조, 쉘 구조(돔, 원통 쉘, 쌍곡포물면 쉘), 막 구조(텐트 구조, 공기막 구조), 입체트러스 구조 등이 있음

2. 석축·옹벽 현장조사 사항
   (1) 공통
      ① 침하 및 기울어짐의 발생위치, 발생량, 진행성 여부
      ② 전도 유무
      ③ 주변영향인자(주변 배수로, 사면 특이사항) 등
      ④ 기초부의 세굴 : 발생위치, 규모, 진행성 여부
      ⑤ 배수공 상태 : 위치, 상태
   (2) 콘크리트 옹벽
      ① 균열 : 발생위치, 폭, 길이, 깊이, 형상, 진행성 여부
      ② 표면 열화(박리, 박락, 층분리, 백태) : 발생위치, 규모, 진행성 여부
      ③ 파손 및 손상 : 위치, 크기, 깊이
      ④ 기타 : 철근노출

(3) 석축

① 배부름 : 발생위치, 폭, 길이, 진행성 여부

② 파손, 손상 및 균열 : 발생위치, 규모, 진행성 여부

③ 유실 및 이격 : 발생위치 및 개소

3. 건축시설물의 부동침하

(1) 건물 각 위치에서의 침하정도가 다를 때 부동침하가 일어난다. 그 예로 경사지반, 요철지반에 구조물을 축조한 경우, 균질한 지반일지라도 설계상 건물의 무게중심이 치우쳐 있을 때, 건물주변에서 대단위 굴착공사로 인하여 지하수의 유출로 지반이 침하되는 경우 등이 있다.

부동침하에 의한 이격

부동침하에 의한 경사균열

[해설 사진 10.2.1] 건축물 부동침하 사례사진

가. 정밀점검의 조사항목

1) 철근콘크리트 구조

철근콘크리트 구조의 점검항목은 다음과 같으며, 여기서, 철근콘크리트 구조에는 라멘구조, 벽식구조, 프리캐스트콘크리트(PC)구조, 무량판구조 등의 구조형식을 포함한다.

[표 10.3] 철근콘크리트 구조의 조사항목

구 분	조사항목	내 용
부재 상태 및 내구성	콘크리트 강도 및 규격	콘크리트 압축강도 및 부재규격
	균열	균열폭, 면적율
	콘크리트 탄산화	탄산화 깊이
	표면 열화	박리, 박락 및 층분리, 누수 및 백태, 철근노출
변위・변형	기울기	건축물기울기
	부동침하	부동침하에 의한 구조 및 부재의 기울기

【해설】

1. 콘크리트 강도조사
   (1)「공통」의 “반발경도시험” 참조

반발경도 시험

반발경도 시험

[해설 사진 10.2.2] 반발경도시험 사례사진

2. 콘크리트 부재규격조사
   (1) 스틸(steel)자 등으로 1mm 단위로 측정하며, 마감재 유·무 및 마감재가 있는 경우 마감도면을 참조하여 마감재의 두께를 기록한다.
3. 콘크리트 균열조사
   (1)「공통」의 “균열조사요령” 참조

(2) “면적율”은「[표 10.19] 콘크리트 균열에 대한 상태평가 기준」참조

슬래브 균열 및 누수흔적

보 측면 전단균열

[해설 사진 10.2.3] 부재별 균열 사례사진

4. 콘크리트 탄산화깊이조사

(1)「공통」의 “콘크리트 탄산화 깊이 측정” 참조

탄산화 깊이 측정

탄산화 깊이 측정

[해설 사진 10.2.4] 콘크리트 탄산화 깊이 측정 사례사진

5. 콘크리트 표면열화

(1) 박리(scaling)

① 박리는 콘크리트 표면의 모르터가 점진적으로 손실되는 현상으로서, 박리 길이에 따라 경미한 박리(0.5mm), 중간 정도의 박리(0.5~1.0mm), 심한 박리(1.0~25.0mm), 극심한 박리(25.0mm 이상)로 나눌 수 있다. ([표 10.23] 참조)

(2) 층 분리(delanination)

① 층 분리는 철근의 상부 또는 하부에서 콘크리트가 층을 이루며 분리되는 현상으로, 층 분리부위를 두드려 중공음(中空音)이 나는지의 여부로 확인한다. 층 분리는 철근의 부식(소금, 염화칼슘 등)에 의한 팽창이 주요 원인이다.

(3) 박락(spalling)

① 박락은 콘크리트가 균열을 따라서 원형으로 떨어져 나가는 층 분리현상의 진전된 현상으로, 소형 박락(깊이 25mm 이하 또는 직경 150mm 이하), 대형 박락(깊이 25mm 이상 또는 직경 150mm 이상)으로 나눌 수 있다.

철근부식 의한 콘크리트 박락

철근부식에 의한 콘크리트 박리

[해설 사진 10.2.5] 콘크리트 박락 사례사진

(4) 백태(efflorescence)

① 백태는 콘크리트 내부의 수분에 의하여 염분이 콘크리트 표면에 고형화한 현상으로, 콘크리트 노후화의 증거이다.

6. 변위·변형

(1) 변위

① 건축물 기울기 = 수평변위 / 건축물 높이

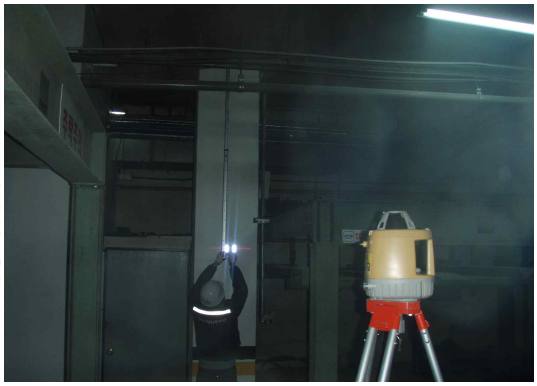
② 부동침하에 의한 부재의 기울기 = 수직변위 / 순 경간

(2) 변형(deformation)

① 물체는 외력을 받으면 형상과 치수에 조금이라도 변화가 일어난다. 이 변화를 변형이라 하고, 종 변형(longitudinal deformation), 횡 변형(lateral deformation), 전단변형(shear deformation)이 있다.

② 변형을 변형도(strain)라고도 하며, 단위길이에 대한 변형량의 값을 나타내는 것으로 단위는 무명수(無名數)이다.

건축물 수평변위 조사



부재의 수직변위 조사

[해설 사진 10.2.6] 변위·변형 조사 사례사진

2) 철골구조

[표 10.4] 철골구조의 조사항목

구분	조사항목	내 용
부재 상태 및 내구성	강재의 규격	부재규격
	용접 접합상태	용접부 결함(균열 및 언더컷 등)
	볼트 접합상태	볼트 누락, 풀림, 이완
	강재의 부식도	도장 및 부식상태
	내화피복	내화피복 두께 및 손상
변위・변형	기울기	건축물기울기
	부동침하	부동침하에 의한 구조 및 부재의 기울기

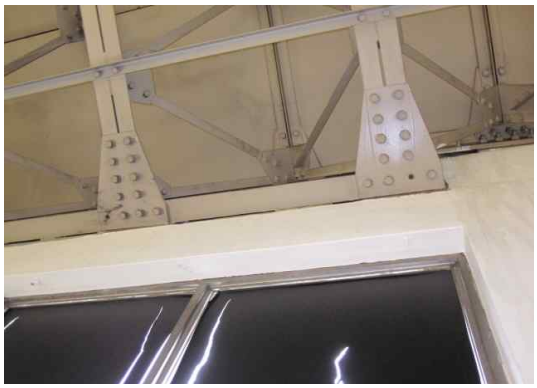
【해설】

1. 철골 부재규격 조사
   (1) 스틸(steel)자 및 버니어캘리퍼스 (정규눈금 0.5mm 까지 읽어낼 수 있는 것)를 이용하여 철골 부재의 높이, 폭, 두께를 측정한다.
   (2) 철골 부재규격 조사 시 필요시 마감재를 부분적으로 제거하고 실시하여야 하며, H형강의 경우 웨브 두께는 측정하지 않을 수 있다.

2. 용접 접합상태 조사
   (1) 용접의 길이방향 수축, 모살용접으로 생긴 각변위, 용접의 횡방향 수축, 맞댄용접으로 생긴 각변위 등 재료의 열팽창에 의한 용접선방향 또는 용접선에 수직한 방향의 수축, 각변화 등의 변형을 육안으로 조사한다.
   (2) 오버랩, 언더컷, 슬래그 함입, 기포 함입, 불완전 용입 등 용접부 결함을 육안으로 조사한다.
   (3) 용접 길이, 목두께의 치수를 조사한다.

3. 볼트 접합상태 조사
   (1) 고력볼트 접합시 최소 2개이상, 끝부분 나사산의 개수가 3개 이상임을 확인한다.
   (2) 볼트 누락, 풀림, 이완 위치 및 개소를 확인한다.
   (3) 진동이 작용하는 부위에는 2중너트, 스프링워셔, 코터핀 등의 사용여부 확인으로 풀림방지를 확인한다.

4. 강재 부식 조사
   (1) 습윤환경, 도막두께가 균일하게 확보되지 못한 용접접합부, 고장력볼트 이음부에서 육안으로 부식상태를 조사한다.
   (2) 결함의 종류에는 부풀음(Blistering), 점부식(Pinpoint rusting, 도막의 강재에 녹이 점으로 변한 것), 박리(Delamination), 백악화(Chalking, 도막의 안료가 분말형태로 표면에 남아서 도막두께가 점진적으로 줄어드는 현상) 등이 있다.
   (3) 부식에 의한 판두께를 측정한다.


철골 접합부 볼트 미체결

철골트러스 체결부 변형

[해설 사진 10.2.7] 철골부재 결함 사례사진

5. 내화 피복 조사

(1) 철골조의 내화피복 두께를 핀 등으로 측정하거나, 부재손상면적을 산정한다.

내화피복 두께 측정

내화피복 조사

[해설 사진 10.2.8] 내화피복 조사 사례사진

3) 철골・철근콘크리트구조(S.R.C)

[표 10.5] 철골・철근콘크리트구조의 조사항목

구분		조사항목	내 용
부재 상태 및 내구성	S.R.C	콘크리트 강도 및 규격	콘크리트 압축강도 및 부재의 규격
		균열	균열폭, 면적율
		콘크리트 탄산화	탄산화 깊이
		표면 열화	박리, 박락 및 층분리, 누수 및 백태, 철근노출
	ST'L	강재의 규격	강재강도 및 부재규격
		용접 접합상태	용접부 결함(균열 및 언더컷 등)
		볼트 접합상태	볼트 누락, 풀림, 이완
		강재의 부식도	도장 및 부식상태
		내화피복	내화피복 두께 및 손상
변위・변형		기울기	건축물기울기
		기초 침하	부동침하에 의한 구조 및 부재의 기울기

【해설】

1. [표 10.3] 철근콘크리트 구조의 조사항목 및 [표 10.4] 철골 구조의 조사항목 해설 참조

4) 조적조

[표 10.6] 조적조의 조사항목

구분	조사항목	내 용
부재 상태 및 내구성	콘크리트 강도 및 규격	콘크리트 압축강도 및 부재의 규격
	조적벽체 규격	조적벽체량 및 두께
	균열	균열폭, 면적율
	콘크리트 탄산화	탄산화 깊이
	표면 열화	박리, 박락 및 층분리, 누수 및 백태, 철근노출
변위・변형	기울기	건축물기울기
	부동침하	부동침하에 의한 벽체 등의 기울기

【해설】

1. 조적벽체 규격은 조적벽의 수평단면적으로 “조적벽체길이×두께”로 표시한다.
2. 조사항목 중 철근콘크리트 구조의 조사항목은 [표 10.3]의 해설을 참조한다.

나. 정밀안전진단의 조사항목

1) 철근콘크리트 구조

철근콘크리트 구조의 조사항목은 다음과 같으며, 여기서, 철근콘크리트 구조에는 라멘구조, 벽식구조, 프리캐스트콘크리트구조, 무량판구조 등의 구조형식을 포함한다.

[표 10.7] 철근콘크리트 구조의 조사항목

구 분	조사항목	내 용
구조안전성	부재내력	기둥, 보, 내력벽, 슬래브 등 주요부재의 내력검토(도서)
부재상태 및 내 구 성	콘크리트 강도 및 규격	콘크리트 압축강도 및 부재의 규격
	철근배근 상태	철근배근 간격, 피복두께
	균열	균열폭 및 면적율
	콘크리트 탄산화	탄산화 진행깊이
	철근부식	철근부식상태 및 부식환경
	표면 열화	박리, 박락 및 층분리, 누수, 백태, 철근노출
	염화물함유량(필요시)	염화물이온 함유량
	실내시험(필요시)	코어강도, 단위중량 등
변위・변형	기울기	건축물기울기
	부동침하	부동침하에 의한 구조 및 부재의 기울기

【해설】

1. 부재내력
   (1) 기둥, 보, 내력벽, 슬래브 등 주요부재는 구조계산서의 검토를 통하여 부재강도가 소요강도 이상임을 확인함

2. 콘크리트 강도 및 규격, 균열 조사, 콘크리트 탄산화, 표면 열화는 철근콘크리트 구조의 조사항목 [표 10.3]의 해설을 참조한다.

3. 철근배근상태
   (1)「공통」의 “철근 탐사시험” 참조

4. 철근부식
   (1)「공통」의 “철근 부식도시험” 참조

5. 코어강도
   (1)「공통」의 “콘크리트 코어시험” 참조

2) 철골구조

[표 10.8] 철골구조의 조사항목

구 분	조사항목	내 용
구조안전성	부재 내력	기둥, 보, 슬래브 등의 주요부재의 내력검토(도서)
	접합부 내력	기둥-기둥, 보-보, 기둥-보, 주각부 등의 주요부위의 내력검토(도서)
부재 상태 및 내구성	강재의 규격	강재강도 및 부재규격
	용접 접합상태	용접부 결함
	볼트 접합상태	볼트 누락, 풀림, 이완
	강재의 부식도	도장과 강재부식
	접합재 부식도	용접 및 볼트접합부 부식
	내화피복	내화피복 두께 및 손상
변위점검 변형	기울기	건축물기울기
	부동침하	부동침하에 의한 구조 및 부재의 기울기

【해설】

1. 부재내력
   (1) 기둥, 보, 슬래브 등 주요부재는 구조계산서의 검토를 통하여 부재강도가 소요강도 이상임을 확인함

2. 접합부내력
   (1) 기둥-기둥, 보-보, 기둥-보, 주각부 등의 주요부위 접합부는 구조계산서의 검토를 통하여 접합부의 내력이 부재의 존재응력 이상임을 확인함

3. 강재의 규격, 용접 접합상태, 볼트 접합상태, 강재의 부식도, 접합재 부식도, 내화피복 조사는 철골구조의 조사항목 [표 10.4]의 해설을 참조한다.

4. 용접접합상태
   (1) 정밀안전진단에서는 정밀점검시의 조사항목외에 「공통」의 “강재 용접부 비파괴시험”을 참조하여 비파괴시험을 실시함

5. 볼트접합상태

(1) 정밀안전진단에서는 정밀점검시의 조사항목외에 토크치를 측정하여 토크치 부족율(설계토크치에 대한 부족토크치) 또는 접합볼트너트 결함율(설계상 볼트너트 수에 대한 볼트너트 누락 또는 풀림갯수)을 산정하여 상태평가에 적용하여야 함

6. 내화피복

(1) 정밀안전진단시에는 설계기준두께에 대한 측정두께 또는 부재전체면적에 대한 부재손상면적을 산정하여 상태평가에 적용하여야 함

3) 철골・철근콘크리트 구조

[표 10.9] 철골・철근콘크리트 구조의 조사항목

구 분		조사항목	내 용
구조안전성		부재내력	기둥, 벽, 보, 슬래브 등의 내력검토(도서)
부재 상태 및 내구성	SRC	콘크리트 강도 및 규격	콘크리트 압축강도 및 부재의 규격
		철근배근 상태	철근배근 간격, 피복두께
		균열	균열폭 및 면적율
		콘크리트 탄산화	탄산화 진행깊이
		철근 및 접합재 부식	철근 및 접합재 부식상태 및 부식환경
		표면 열화	박리, 박락 및 층분리, 누수, 백태, 철근노출
		염화물함유량(필요시)	염화물이온 함유량
		실내시험(필요시)	코어강도, 단위중량 등
	ST'L	강재의 규격	강재강도 및 부재규격
		용접 접합상태	용접부 결함
		볼트 접합상태	볼트 누락, 풀림, 이완
		강재의 부식도	방청과 강재부식
		접합재 부식도	용접 및 볼트접합부 부식
		내화피복	내화피복 두께 및 손상
변위・변형		기울기	건축물기울기
		부동침하	부동침하에 의한 구조 및 부재의 기울기

【해설】

1. [표 10.7] 철근콘크리트 구조의 조사항목 및 [표 10.8] 철골 구조의 조사항목 해설 참조

4) 조적조

[표 10.10] 조적조의 조사항목

구 분	조사항목	내 용
구조안전성	부재내력	내력벽, 보, 슬래브 등의 내력검토(도서)
부재상태 및 내 구 성	콘크리트 강도	콘크리트 압축강도
	부재의 규격	내력벽, 보, 슬래브, 조적벽체 등의 규격
	철근배근 상태	철근배근 간격, 피복두께
	균열	균열폭 및 면적율
	콘크리트 탄산화	탄산화 진행깊이
	철근 및 접합재부식	철근 및 접합재 부식상태 및 부식환경
	표면 열화	박리, 박락 및 층분리, 누수, 백태, 철근노출
	염화물함유량 (필요시)	염화물이온 함유량
	실내시험(필요시)	코어강도, 단위중량, 조적벽체 개체강도 등
변위・변형	기울기	건축물기울기
	부동침하	부동침하에 의한 구조 및 부재의 기울기

【해설】

1. 조적벽체 규격은 조적벽의 수평단면적으로 “조적벽체길이×두께”로 표시한다.
2. 조사항목 중 철근콘크리트 구조의 조사항목은 [표 10.7]의 해설을 참조한다.

10.2.2 현장조사 요령

가. 정기점검 요령

정기점검은 건축물의 관리주체나 진단기관 또는 유지관리업체에서 정기적으로 수행하는 순찰 수준의 점검이며, 건축물의 구조적 특성과 용도, 계절적 특성에 따른 제반 관리사항을 각 건축물의 특성에 맞게 점검할 필요가 있다.

1) 점검항목

(가) 건축물의 평면, 입면, 단면, 용도 등의 변경사항

(나) 구조부재의 변경사항

(다) 하중조건, 기초·지반 조건, 주변 환경조건 등의 변동사항

(라) 균열발생 상태

○ 균열발생 위치

○ 균열의 유형 및 형상(종류)

○ 균열의 크기(폭, 길이 등)

○ 균열의 진행 상황

○ 균열부위의 누수여부

(마) 구조물 혹은 부재의 전반적인 상태

○ 구조물 혹은 부재의 변위・변형 상태

: 부동침하, 편심・집중 하중상태, 과다적재 하중상태, 진동・충격 상태, 이상 체감 등

○ 콘크리트의 표면열화 상태

: 위의 라)항 이외의 것으로 박리, 박락, 층분리, 백태(백화), 누수 등

○ 철근의 노출 및 부식 상태

○ 강재구조물의 열화 상태

: 균열, 도장 및 내화피복 등 마감, 부식, 접합부, 변형・변위 등의 상태

(바) 보수·보강 실태 조사 및 기록

(사) 계절별 주요 점검항목([표 10.2]) 참조

2) 점검방법

(가) 정기점검은 원칙적으로 육안과 간단한 측정기기로 검사하여 건축물에 내재되어 있는 결함・손상 등을 발견하고, 그 진전 상황을 지속적으로 관찰함과 동시에 초기점검에서 도출된 붕괴유발 부재 등에서 문제점이 발견되면 관리주체에게 즉시 통보하여, 관리주체가 간단한 보수・보강이나 정밀안전진단을 실시하도록 한다.

(나) 도면, 계산서, 과거의 점검・보수기록, 환경 및 사용상태 등의 유지관련 자료의 정비 상황을 파악한다.

(다) 정기점검은 매 반기마다 전체 건축물을 수평 혹은 수직, 구조의 중요도에 따라 부재별로 분할하여 실시할 수 있다.

(라) 전술한 1)항의 점검항목에 대한 점검결과 표준서식에 상세히 기록하고, 필요할 경우에는 개략도면으로 표시한다.

마) 정기점검에서 이상이 발견된 사항에 대해서는 사진 촬영하여 보고서의 설명 자료로 이용할 수 있도록 보존한다.
○ 사진자료는 매 정기점검 시에 가능한 한 같은 위치에서 얻는 것을 원칙으로 한다.
○ 사진자료에서 얻어야 할 사항은 전술한 점검항목의 내용을 확인 할 수 있는 정도로 한다.

【해설】

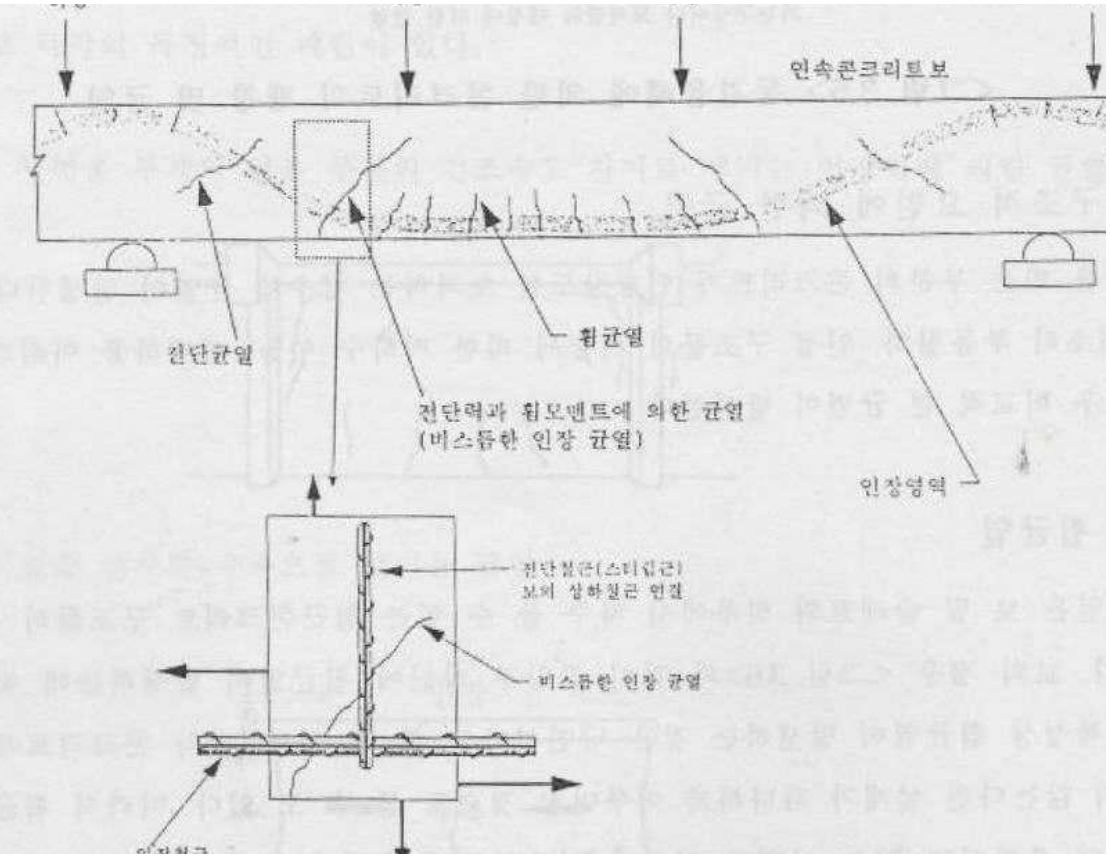
1. 건축물의 평면, 입면, 단면, 용도, 하중조건 등의 변경사항은 건축시설물의 안전성과 긴밀한 관련이 있으므로 자료검토 및 현장조사를 수행하여야 한다.

2. 균열발생상태
(1) 일반사항
① 균열은 구조적 균열(부재강도 부족 등으로 발생된 균열로 보강 필요)과 마감재 등의 비구조적 균열(재료·시공상, 사용·환경상 발생된 균열로 보수필요)로 구분할 필요가 있음
② 정기점검의 경우 결함조사는 최소한 표본층(10.3.3항의 표본층 선정기준 참조) 이상의 주요부재에서 실시하는 것을 원칙으로 함
③ 주요구조부재 균열 조사 시 감시대상 부위, 설계도서 검토 결과 결함발생이 예상되는 부위 또는 열화된 부위는 마감재를 제거하고 근접조사를 실시하여야 함
(2) 주요구조부재 균열조사 위치
① 기둥 : 부재방향으로 발생한 균열, 주두·주각부에서 사선방향으로 발생한 균열(강한 횡하중작용 후, 부동침하시 등)
② 보 : 중앙부 하단에서 부재의 직각방향으로 발생한 균열(휨 균열), 단부 측면에서 사선방향으로 발생한 균열
③ 슬래브 : 슬래브 상부면에서 보 또는 내력벽위치에 인접하여 보의 부재방향으로 발생한 균열, 슬래브 하부면에서 주근방향에 직각으로 발생한 균열
(3) 균열현황표
① 균열현황표 작성시 발생위치에는 층단위, 열 번호를 반드시 기재하여야 함
② 균열현황표 작성 예

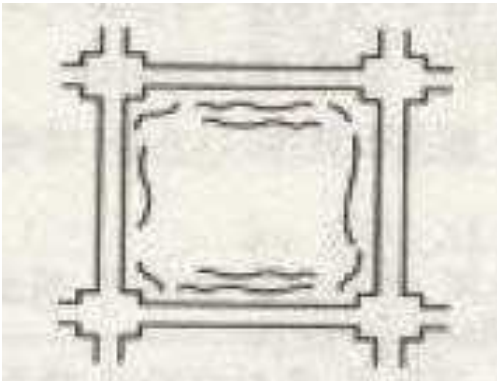
부재명	발생위치 (층, 열 번호)	유형 및 형상	크기 (폭x길이)mm	진행 여부	누수 여부	원인, 발생시기 추정등
보 (2G5)	2F, 5열/C~D열	사선 균열	0.2x200	진행성	없음	전단내력부족으로 추정
슬래브 (3S1)	3F, 1~2열/E~F열	직선 균열	0.1x1,200	정지	흔적있음	피복두께 부족으로 추정

(4) 균열의 유형 및 형상(종류)/원인추정

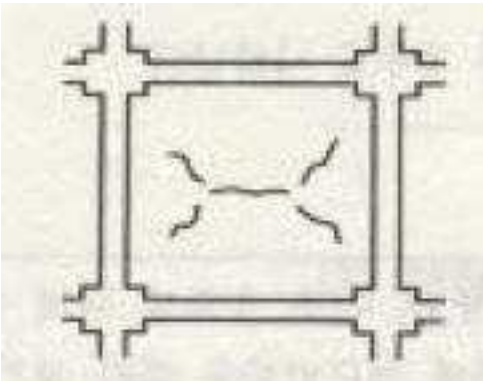
① 과하중에 의한 균열



보의 전단균열 및 휨균열

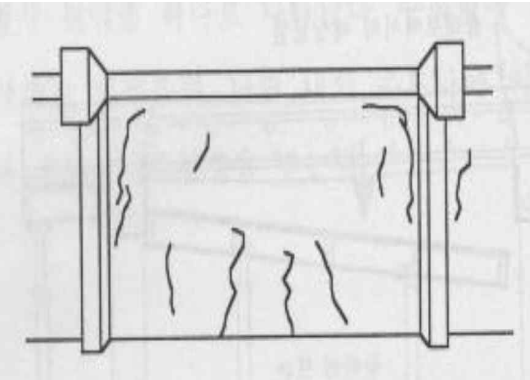


슬래브 상부면

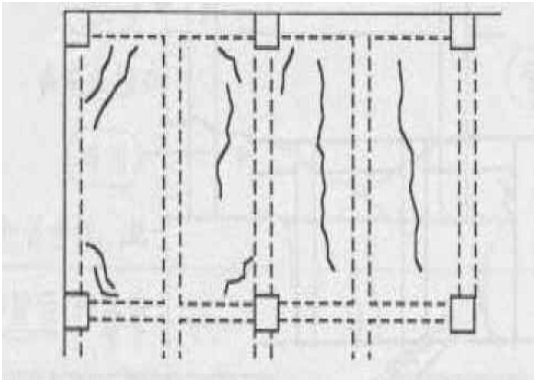


슬래브 하부면

② 건조수축

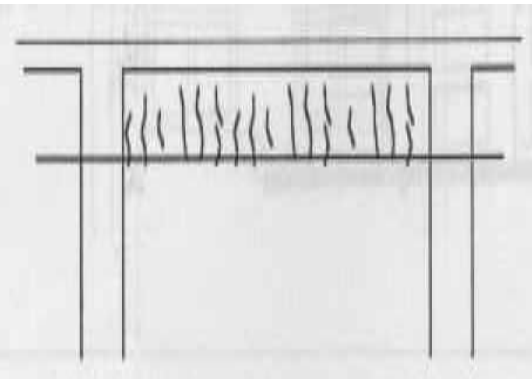


두꺼운부재와 얇은 부재의 건조속도 차이로 생기는 인장력에 의한 균열

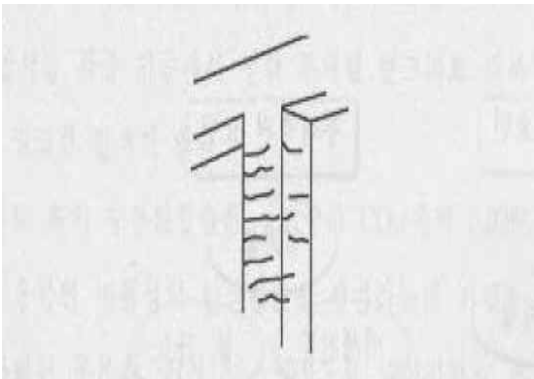


슬래브의 주변이 구조체로 고정되어 있는 경우

③ 피복두께 부족

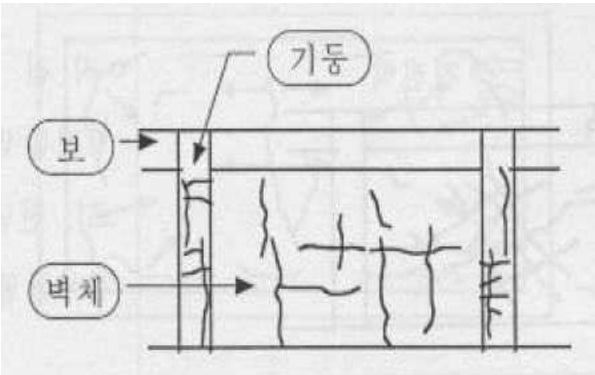


보의 스터럽근이나 하부 철근을 따라 균열 발생



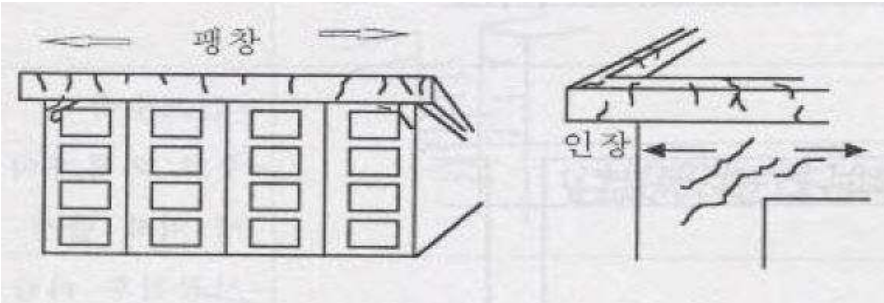
기둥의 띠철근을 따라 균열 발생

④ 철근부식



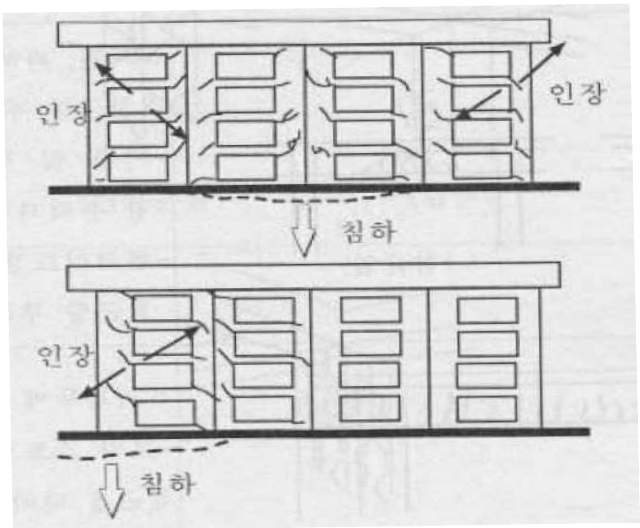
피복두께가 얇아 철근의 노출을 동반하는 경우

⑤ 온도차



지붕슬래브 및 보가 열을 받아 팽창할 때 최상층의 벽에 균열 발생

⑥ 부동침하



지반침하에 의해 건축물이 부분적으로 휨작용을 받아 균열 발생

3. 구조물 혹은 부재의 전반적인 상태
   (1) 부동침하 여부는 외관조사 및 트랜싯 또는 이와 유사한 측정기구를 이용하여 확인한다.
   (2) 편심·집중하중상태, 과다적재하중 상태는 건물의 각 실을 직접 방문하여 확인하여야 하며, 특히 예상되는 지붕의 불균형 적설하중, 지붕의 국부적인 적설하중에 대하여는 유지관리방안을 제시할 때 유의사항으로 건의하는 것이 바람직하다.
   (3) 진동·충격상태, 이상체감 등은 관리주체의 청문으로 확인한다.
   (4) 강재구조물의 접합부는 부재의 존재응력을 충분히 전달하도록 설계되어 있어 부재의 파괴시에도 안전성을 확보하여야 하는 주요부위 이므로 발생된 결함에 의하여 강도저하가 일어날 수 있으므로 접합부의 결함조사는 반드시 필요하다.

4. 보수·보강 이력자료는 정밀조사 계획수립에 검토·분석되어야 할 자료로서 보수·보강 이력조사는 필수적이다. 특히 정밀점검 또는 정밀안전진단 수행 시 보강자료는 시설물의 안전성 확인을 위하여 육하원칙에 따라 검토·분석한다.

나. 정밀점검 요령

1) 점검항목

정밀점검 항목에는 전술한 정기점검에서 기술한 항목을 포함하고 그 이외에 다음에 해당하는 내용을 추가한다.

(가) 주요구조부재의 규격 확인

(나) 비파괴 검사에 의한 콘크리트의 강도

(다) 콘크리트의 탄산화 깊이

(라) 건축물의 내진설계 및 내풍설계 여부의 확인(구조계산서 확인)

(마) 기타 책임기술자가 필요하다고 판단하는 사항

2) 점검방법

○ 정밀점검은 원칙적으로 면밀한 육안조사와 간단한 비파괴 검사를 중심으로 실시한다.

○ 정밀점검에서 면밀하고 지속적인 조사가 필요한 구조 부재나 부위를 선정하는 것은 이전에 실시한 안전점검 및 정밀안전진단에서 밝혀진 것이나 예비조사의 결과를 분석하여 결정한다.

○ 건축물에서 구조적인 조건의 변경(제 하중, 구조변경, 구조물의 큰 변형, 부재의 손상이나 보강 등)이 구조 안전성에 영향을 미칠 것으로 판단되는 경우에는 선택과업으로서 일부 부재에 대해 내력을 다시 계산하여 부분적인 안전성을 평가한다.

○ 정밀점검 실시결과, 건축물의 재해·재난예방 및 안전성 확보 등을 위하여 긴급보수 및 사용제한이 필요하다고 판단되는 경우나 결함·손상이 광범위하고 정도가 심각한 경우에는 「법」 제7조 제1항에 의거하여 관리주체가 정밀안전진단을 실시하도록 조치한다.

○ 점검 대상 부위는 필요할 경우 마감재(돌, 타일, 도배지, 단열재, 수장재, 천장재, 마루재 등)를 부분적으로 제거하고 실시한다.

○ 점검결과에서 「영」 제12조 제1항의 규정에 의한 중대한 결함이 발견된 경우에는 「법」 제11조 제1항 및 「영」 제12조 제2항의 규정에 의한 조치를 취한다.

○ 정밀점검의 결과는 표준서식에 기록하고, 필요한 경우에는 개략도면에 표시하고, 이들에 대한 분석·평가를 실시한다.

○ 보고서에는 외관조사 및 상태평가 등의 내용을 종합적으로 검토·분석한 결과를 기재하여야 한다.

○ 정밀점검에서 이상이 발견된 사항에 대해서는 사진을 촬영하여 보고서의 설명 자료로 이용할 수 있도록 보존한다.

- 사진자료는 매 점검 시에 가능한 한 같은 위치에서 얻는 것을 원칙으로 한다.
- 사진자료에서 얻어야 할 사항은 전술한 점검항목의 내용을 확인 할 수 있는 정도로 한다.

【해설】

1. 사전조사
   (1) 정밀점검 및 정밀안전진단 사전조사는 「공통편」 제 3장 제 3.9절 제 3.9.2항을 참고하여 설계도서 등 관련서류 사전검토(보고서작성) 및 과업수행계획서를 작성하고, 사전검토보고서 및 과업수행계획서에 관련된 일체의 서류를 정밀점검 및 정밀안전진단 실시결과 보고서의 부록에 수록하여야 한다.
   (2) 사전검토보고서는 [해설부록 B] “사전검토 보고서 예시”를 참조하여 작성 할 수 있다.
   (3) 사전검토 보고서 작성시 유의사항
      ☞ 표본층(단위) 선정(제10장 제10.3절 제10.3.3항 “표본층(단위)선정” 참조) 후 표본층(단위) 수에 맞도록 비파괴시험 수량이 정하여져야 함

2. 내진설계 및 내풍설계 여부 확인
   (1) 지진, 폭풍, 해일 등 자연재해에 의한 피해가 증대되고 있어 건축관련법에서 내진설계의 범위를 저층으로 확대하고 있는 추세이다.
   (2) 내진설계가 반영되지 않은 기존건축물의 경우 내진성능 평가를 통하여 내진성능의 확인이 필요하다.
   (3) 따라서 정밀점검시 내진설계 여부를 확인하여 미 반영시 지진하중에 대한 안전성 검토 또는 내진성능평가를 통하여 지진하중에 대한 안전 여부를 결정하여야 한다.

3. 기타 책임기술자가 필요하다고 판단되는 사항
   (1) 설계도면에 계획되지 않은 발코니 외부 샤시
   (2) 일시적인 집중호우에 의하여 지하수위 상승에 의한 지하층 누수
   (3) 쿨링타워가 설치된 옥상층 구조부재
   (4) 옥상층 누름콘크리트의 신축줄눈 부족으로 누름콘크리트의 팽창에 의한 가장자리 난간(파라펫) 또는 돌출구조물

《참고사항》

1. 기존 정밀점검·정밀안전진단 실시결과 검토·분석
   ☞ 주요구조부재에 대한 정밀조사는 최소한 표본층에서 실시하여야 하며, 그 외 이전에 실시한 안전점검 및 정밀안전진단에서 밝혀진 감시대상 부위 또는 보수·보강 부위는 결함의 진행여부 또는 안전여부의 확인이 반드시 필요하다.

2. 부분 안전성 검토

☞ 정밀점검의 경우 구조적인 조건의 변경(옥상층의 일부구간 수직증축, 중량의 의료기기 설치, 서고 등으로의 용도변경, 주방의 배수시설 변경에 따른 마감재 시공 등)시에는 선택과업 으로서 구조적인 조건변경 구간에 대한 부분적인 안전성검토가 필요하다.

3. 점검구 설치

☞ 주요구조부재의 정밀조사시 마감재 제거 후 실시함을 원칙으로 하며, 차후 점검을 위하여 이들 부위의 점검이 가능한 위치에 점검구가 설치될 수 있도록 관리주체에게 점검구 설치를 건의하여야 한다.

4. 정밀점검 실시결과

☞ 정밀점검 실시결과 보고서는 「공통편」부록의 「정밀점검 및 정밀안전진단 표준서식」을 참고하여 제7장 제7.1절 제7.1.2항의 작성요령으로 작성한다.

다. 정밀안전진단 요령

1) 사전조사

사전조사는 설계도서 등의 검토와 외관조사 및 간단한 시험・조사 기구를 사용하여 실시하는 건축물의 전반에 걸친 개황조사이며, 이 결과에 의해서 정밀조사의 범위 및 방법을 결정하고, 진단의 전체적인 상세계획을 수립한다.

(가) 조사항목

○ 전술한 정밀점검의 점검항목과 같다.

(나) 조사방법

○ 조사 부위의 선정은 이전에 실시한 안전점검・정밀안전진단 실시결과에 의해서 선정된 주요 감시대상 부재나 부위 또는 설계도서 검토결과, 문제시되는 부위 및 열화된 부위, 이런 현상이 예상되는 부위로 한다.

○ 사전조사 시에는 건축물 구조체의 변위・변형 여부와 외형상 나타나는 구조물의 결함・손상과 열화 현상의 범위 및 그 정도에 대하여 면밀한 육안조사를 통하여 정성・정량적인 자료를 얻어 표준서식에 기록하고, 개략도면에 표시하여 분석・평가에 이용한다.

○ 이전에 실시된 안전점검・정밀안전진단의 실시결과로부터 현재까지의 변경사항 등을 종합적으로 정리・검토하여 분석・평가의 기초 자료로 삼는다.

2) 정밀조사

정밀조사는 사전조사의 결과에서 수립된 계획에 의하여 체계적이고 정밀하게 실시하며, 정밀한 육안조사와 재료시험, 재하시험(필요시), 계측 및 공간좌표측정(필요시) 등으로 이루어진다.

조사의 결과는 구조물의 상태・안전성・종합평가와 기능장애 및 성능저하의 원인을 규명하고 적절한 보수・보강방법을 제시하는데 이용한다.

(가) 조사항목

정밀조사에서 필요한 조사항목은 다음에 열거하는 바와 같다.

① 조사항목은 전술한 정밀점검의 항목과 이전에 실시한 안전점검・정밀안전진단 이후에 변화된 정도를 판단하기위하여 필요한 검사 등의 항목을 선택과업으로서 포함한다.

② 사전조사의 설계도서 및 안전점검・정밀안전진단 자료의 검토 및 현장조사 결과에 대한 분석에서 필요하다고 판단되어 선정한 현장시험 또는 실내시험 등을 선택과업으로 포함한다.

③ 철근배근상태

④ 철근 및 강재의 부식(강구조의 접합부 포함)

⑤ 강재 접합부 검사

⑥ 구조부재의 내력조사 및 평가

⑦ 구조부재에 대한 실내시험 및 재하시험(필요시)

⑧ 구조물에 대한 계측 및 공간좌표측정(필요시)

⑨ 구조물의 진동량 측정(필요시)

⑩ 지반지질조사 및 토질시험(필요시)

⑪ 구조물에 대한 재해석, 내진성・내풍성능 평가 및 재평가(필요시)

(나) 조사방법

① 이전에 실시된 안전점검・정밀안전진단과 사전조사의 결과에서 기록된 사항을 종합적으로 정리・검토하여 진단의 분석・평가의 기초 자료로 삼는다.

② 건축물에 대한 조사대상은 사전조사의 결과를 토대로 하여 구조체의 결함・손상 및 열화된 부위 및 이런 현상이 예상되는 부위 그리고 감시대상 부재나 부위를 중심으로 선정하고, 기타 부위에 대해서는 구조물의 전체적인 안전성을 파악할 수 있는 대표성이 있는 층과 평면에서 선정한다.

③ 전술한 가)의 조사항목 중에서 필요시 선택과업으로 포함하는 항목에 대한 조사・분석・평가는 관리주체와 사전에 협의하여 실시한다.

④ 육안조사

○ 콘크리트 및 철골구조물의 결함・손상 및 열화에 대하여 발생 위치, 유형, 크기 등과 그 원인, 발생이나 발견 시기 등을 정밀하게 조사하고 규명 혹은 추정하여 표준서식에 상세히 기록하고, 개략도면에 표시한다.

○ 건축물에서 발견된 각종 안전성과 재료의 열화 등에 관련한 문제점에 대해서는 다음에 진행되는 안전점검에서 그 진행 여부를 확인, 감시할 수 있도록 현장의 대상 부위에 발주처와 협의하여 필요시 표시하여야 하며, 표시한 날짜와 그 크기(폭, 길이 등)를 기록하여 남겨 둔다.

⑤ 재료시험 등

㉠ 재료시험

○ 콘크리트의 강도는 비파괴검사에 의해 추정하는 것을 원칙으로 하며, 강도검사는 추정결과가 설계기준강도를 만족하고 있는지를 확인 할 목적으로 실시한다.

○ 「공통편」 제4장의 현장시험과 실내시험 중에서 다음의 시험 등은 구조물의 상태 및 안전성 평가에 필요한 경우에 선택과업으로서 실시한다.

- 콘크리트 코어강도시험
- 강재의 강도시험(부재의 시료, 볼트・너트, 강봉, 강선・로프 등)
- 용접부에 대한 방사선탐상 및 코어시험
- 기타, 구조부재의 시료에 대한 각종 시험 등

○ 실내시험을 위한 구조물의 시료 채취는 「공통편」 제4.3절에서와 같이 전체적인 구조물의 평가에 유용할 경우에만 해당되며, 가능한 한 기존 구조물에 손상이 초래되지 않도록 각별히 주의한다.

㉡ 지반조사

○ 필요시 기초의 지내력 검토를 위한 지질조사와 지하매설물과 지반의 물리적 성질을 평가하기 위한 시추조사, 물리탐사, 토질시험 등을 선택과업으로서 실시할 수 있다.

㉢ 진동량 측정

○ 건축 구조물에 전달되는 진동량은 진동속도(㎜/sec, kine), 진동가속도(㎜/s^2) 및 진동수(Hz), 혹은 진동레벨 dB(V)를 선택과업으로서 측정한다.

⑥ 재하시험

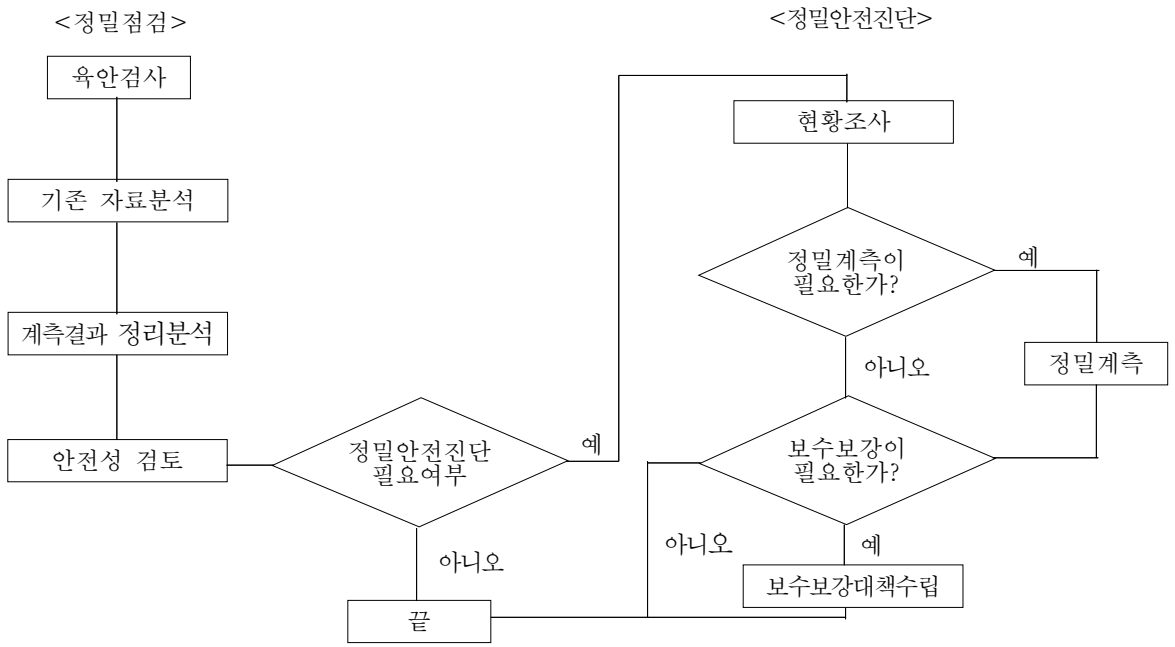
㉠ 구조물의 재하시험은 구조부재의 내력 검토에서 반드시 필요하다고 판단할 경우에만 선택과업으로서 실시하며, 반드시 필요한 경우라 함은 부재가 변형을 동반하고 균열이 발생하여 육안조사 결과, 그 부재의 내력을 재하시험에 의하여 거동을 파악하여야만 평가 할 수 있을 때로 한다.

㉡ 구조물의 재하시험 방법은 “콘크리트 구조설계기준” 제20장에 의거하거나 준용한다.

⑦ 건축구조물에 대한 계측 등의 조사

○ 육안조사에서 건축구조물에 변위나 변형이 발생된 것으로 판단되어 정밀계측이 필요하다고 인정되거나, 장 경간의 보・트러스 및 프리스트레스 구조나 쉘 및 케이블구조, 막 구조 등과 같이 특수 구조물로서 안전성 평가가 구조형상의 변위・변형에 의하여 결정될 요소가 큰 경우에는 주요 구조부에 대한 공간좌표측정 등의 정밀측량을 선택과업으로서 정기적으로 실시한다.

○ 대상 시설물의 사전조사 과정에서 위험한 요소의 판단, 정밀조사 부위의 선정은 물론 계측기를 이용한 진단요소 등을 결정하도록 한다. 정밀점검과 정밀안전진단 시 계측관리에 따른 적용과 구조물의 현황파악을 위하여 [그림 10.1]과 같이 계측관리를 하면 보다 효율적인 구조물의 유지관리를 할 수 있을 것이다.



[그림 10.1] 계측자료 활용의 흐름도

⑧ 구조물의 각종 열화 현상이나 구조부재의 내력 감소 등의 원인 규명이나 추정과 앞으로의 진행 가능성 등을 판단하기 위하여 적절한 추적조사를 선택과업으로서 실시한다.

⑨ 정밀안전진단 실시결과에서 「영」 제12조 제1항의 규정에 의한 중대한 결함이 발견된 경우에는 「법」 제11조 제1항 및 「영」 제12조 제2항의 규정에 의한 조치를 취한다.

【해설】

1. “재하시험”은 「콘크리트 구조설계기준」(2007) 제20장 제20.4절 재하시험을 참조하여 실시한다.
2. 방사선 탐상시험은 「공통」의 “방사선 투과시험에 의한 용접이음부 조사”를 참조한다.

10.3 재료시험 항목 및 수량

10.3.1 정밀점검

[표 10.11] 구조형식별 정밀점검의 재료시험 항목

구 분		기본과업	선택과업
공 통		○변위・변형조사	○콘크리트강도(국부파괴시험법)
철근콘크리트 구조		○부재의 규격 조사 ○콘크리트 비파괴강도 ○콘크리트 탄산화 진행 깊이	○염화물함유량 조사
철골구조		○강재의 규격 조사	○강재용접부(볼트접합부) 결함조사 ○강재의 부식 등 ○강재의 강도
철골・철근 콘크리트 (S.R.C)	S.R.C	○부재의 규격 조사 ○콘크리트 비파괴강도 ○콘크리트 탄산화 진행 깊이	
	ST'L	○강재의 규격 조사	○강재용접부(볼트접합부) 결함조사 ○강재의 부식 등 ○강재의 강도
조적조		○부재의 규격 조사 ○콘크리트 비파괴강도 ○콘크리트 탄산화 진행 깊이	

[표 10.12] 구조형식별 정밀점검 재료시험 평가방법

구 분	재료시험 항목	평가 방법
기본과업	○변위・변형조사	○건축물 및 부재의 기울기 평가
	○부재의 규격조사	○콘크리트 및 강재의 규격조사
	○콘크리트강도 -비파괴시험법 : 반발경도시험	○외관상 건전부위와 불량부위에 대한 비교평가 필요함.
	○콘크리트 탄산화 깊이 측정	○현장측정 ○탄산화속도계수 산정
선택과업	○콘크리트강도(국부파괴시험법)	○콘크리트강도 평가의 기준 ○필요시 콘크리트 물성시험 등
	○콘크리트 염화물함유량 시험	○시료채취 및 평가
	○강재용접부 등 결함조사	○강재용접부와 볼트접합부 등의 균열 및 언더컷 등 평가
	○강재의 부식 등 조사	○강재부식 및 접합부 부식 평가 ○내화피복 손상 등 평가
	○강재의 강도	○사용강재의 강도 평가

《참고사항》

1. 염화물함유량 시험대상
   (1) 염화물함유량 시험대상은 다음 표에서 정하는 해안에서 250m 이내 거리에 위치하고 있는 시설물을 대상으로 하며 시험부재의 철근깊이까지 10mm 또는 20mm 단위로 깊이별로 구분하여 KS F 2713(2002)의 산-가용성 염화물시험방법으로 실시하여 염화물의 분포를 파악하여야 한다.
   (2) 또한, 동절기 염화칼슘 등의 사용 등에 따라 염해의 우려가 있는 시설물도 포함한다.

[염해에 관한 외적 성능 저하요인의 구분]

구 분	해안에서 거리	염소이온의 침투정도
심한 염해 지역	0m 부근	조수간만 및 파도에 의해 빈번히 해수에 접한다.
보통 염해 지역	100m 이내	강풍시에 해수적(海水適)이 비래하고, 콘크리트 면이 해수에 젖는다.
경미한 염해지역	250m 이내	해염입자가 비래하고 콘크리트중에 유해량의 염화물이 축적된다.
염해를 고려하지 않아도 좋은 지역	250m 초과	콘크리트중에 유해량의 염화물이 거의 축적되지 않는다.

출처 : 염해 및 탄산화에 대한 철근콘크리트 구조물의 내구성 설계·시공·유지관리지침(한국콘크리트학회, 2003. 4.)

2. 콘크리트 탄산화깊이와 탄산화 속도계수 관계
   (1) $C = A \times \sqrt{t}$
   여기서 C : 탄산화 깊이(mm)
   A : 탄산화 속도계수($mm/\sqrt{년}$)
   t : 재령(년)
   (2) 탄산화 속도 계수 = 탄산화깊이 / $\sqrt{재령(년)}$
   (3) 수명예측 (년) = (철근피복/탄산화속도계수)^2
   (4) 잔존수명예측 (년) = 수명예측년수 − 경과년수

10.3.2 정밀안전진단

[표 10.13] 구조형식별 정밀안전진단의 재료시험 항목

구 분		기본과업	선택과업
공 통		ㅇ변위・변형조사 ㅇ균열깊이 조사	
철근콘크리트 구조		ㅇ부재의 규격 조사 ㅇ콘크리트 비파괴강도 ㅇ철근배근 상태조사 ㅇ철근부식도 조사 ㅇ콘크리트 탄산화 진행 깊이 ㅇ염화물함유량 조사[1)](필요시)	ㅇ코어 실내시험
철골구조		ㅇ강재의 규격 조사 ㅇ강재 볼트접합부(토크시험) 조사 ㅇ강재 접합부(자분탐상법, 염료침투시험법 등) 조사	ㅇ강재 용접부 결함조사(초음파탐상법, 방사선탐상법 등) ㅇ강재의 부식 등 ㅇ강재의 강도
철골・철근 콘크리트 (S.R.C)	S.R.C	ㅇ부재의 규격 조사 ㅇ콘크리트 비파괴강도 ㅇ철근배근 상태조사 ㅇ철근부식도 조사 ㅇ콘크리트 탄산화 진행 깊이 ㅇ염화물함유량 조사(필요시)	ㅇ코어 실내시험
	ST'L	ㅇ강재의 규격 조사 ㅇ강재 볼트접합부(토크시험) 조사 ㅇ강재 용접부(자분탐상법, 염료침투시험법 등) 조사	ㅇ강재용접부 결함조사(초음파탐상법, 방사선탐상법 등) ㅇ강재의 부식 등 ㅇ강재의 강도
조적조		ㅇ부재의 규격 조사 ㅇ콘크리트 비파괴강도 ㅇ철근배근 상태조사 ㅇ철근부식도 조사 ㅇ콘크리트 탄산화 진행 깊이 ㅇ염화물함유량 조사(필요시)	ㅇ조적벽체 개체강도 ㅇ코어 실내시험

주1) 염화물함유량 시험은 [표 10.11] 에 따라 실시한다.

[표 10.14] 구조형식별 정밀안전진단 재료시험 평가방법

구 분	재료시험 항목	평가 방법
기본과업	○변위・변형조사	○건축물 및 부재의 기울기 평가
	○부재의 규격조사	○콘크리트 및 강재의 규격조사
	○콘크리트 비파괴강도 -반발경도시험법, 초음파법	○외관상 건전부위와 불량부위에 대한 비교평가 필요함.
	○콘크리트강도(국부파괴시험법)	○콘크리트강도 평가의 기준 ○필요시 콘크리트 물성시험 등
	○철근탐사시험 -철근배근상태 -철근피복두께	○구조검토를 위한 철근조사 ○콘크리트의 강도 및 물성시험 등을 위한 철근 위치 탐사
	○철근부식도시험	○주요부재의 철근 대상 ○철근부식확률 평가
	○콘크리트 탄산화 깊이 측정	○현장측정 ○탄산화속도계수 산정
	○콘크리트 염화물함유량 시험	○시료채취 및 평가
	○자분탐상법, 염료침투시험법에 의한 강재 용접부 결함조사	○현장측정 ○자분을 이용한 결함 조사
선택과업	○강재용접부 등 결함조사	○강재용접부와 볼트접합부 등의 균열 및 언더컷 등 평가
	○강재의 부식 등 조사	○강재부식 및 접합부 부식 평가 ○내화피복 손상 등 평가
	○강재의 강도	○사용강재의 강도 평가

【해설】

1. 자분탐상법
   (1)「공통」의 “자분탐상시험” 참조

2. 염료침투시험법
   (1) 개요
   액체침투탐상 검사(Liquid Penetration Testing : 약칭 P.T)는 비파괴검사방법 중 가장 오래되고 널리 활용되고 있는 방법으로 시험편 표면에 침투액을 적용시켜서 균열 등의 불연속부에 침투시킨 후 과잉의 침투제를 제거하고, 현상제를 적용시켜 침투될 침투액을 추출시켜 불연속의 위치, 크기 및 지시모양을 검사하는 비파괴검사의 일종이다.
   액체침투탐상검사는 용접품, 단조품, 주강품, 플라스틱 및 세라믹 등과 같은 금속

및 비금속의 여러 가지 다름 재료에 나타나는 표면 불연속부를 경제적으로 검사할 수 있기 때문에 품질보증 담당자들이 사용할 수 있는 가장 효과적인 방법 중의 하나이다.

침투탐상검사는 다음과 같은 일반적인 사항들이 적용된다.

① 침투탐상검사는 표면개구부에 한한다.

② 침투탐상시 가장 중요한 과정은 침투제 적용시간이며, 최소 침투시간은 10분 이상으로 하나 재질, 시험방법, 결함의 종류에 따라서 다르다.

③ 형상, 크기 등이 그다지 문제가 되지 않는다.

④ 시험온도(시험품 표면온도)가 중요하다. 즉, 16~50°C(6~125°F)사이가 가장 적합하다.

⑤ 침투제는 쉽게 오염된다.

⑥ 염색침투제는 형광 침투제의 형광성을 잃게 하므로 섞이지 않도록 해야 한다.

⑦ 침투탐상은 모세관현상(Capiliarty action)의 원리로 사용된다.

(2) 장, 단점

① 장 점

(가) 시험방법이 가장 간단한다.

(나) 고도의 숙련이 요구되지 않는다.

(다) 제품의 크기, 형상 등에 크게 구애를 받지 않는다.

(라) 국부적 시험이 가능하다.

(마) 미세한 균열의 탐상이 가능하다.

(바) 비교적 가격이 저렴하다.

(사) 판독이 비교적 쉽다.

(아) 비철, 플라스틱 및 세라믹 등 거의 모든 제품에 적용된다.

② 단 점

(가) 시험할 표면이 개구부 이어야 한다.

(나) 표면이 너무 거칠거나 기공이 많으면 허위지시모양을 만든다.

(다) 표면이 침투제등과 반응하여 손상을 입는 제품은 검사할 수 없다.

(라) 환경 특히 온도에 민감하여 제약을 받는다.

(마) 후처리가 종종 요구된다.

(바) 침투제가 오염되기 쉽다.

③ 다른 비파괴검사와의 비교

(가) 침투탐상검사는 방사성투과검사보다 표면불연속부를 찾아내는데 더욱 확실하고 빠르며 경제적이다. 즉, 침투탐상법은 시험품의 크기, 화학적 조건 등에 구애를 받지 않는다.

(나) 침투탐상검사는 초음파탐상보다도 모든 표면불연속부를 탐상하는데 빠르며 확실하다. 침투탐상법은 시험품의 형상, 크기에 제한을 받지 않으며 다량 생산품검상에 경제적이다.

(다) 침투탐상검사는 와류탐상검사보다 더 융통성이 있으며 제품의 형상에 제

한을 받지 않는다.

(라) 침투탐상검사는 상기 세가지 시험 방법에 비해, 내부 결함건출을 할 수 없다. 이것은 자분탐상검사도 마찬가지이나 침투탐상검사는 개구부가 이물질로 박혀 있어도 탐상이 어렵다.

(마) 침투탐상검사는 다른 세가지 검사방법 보다도 미세하고 폭이 좁고 짧은 표면균열 검상에 가장 우수하기 때문에 비자성체안의 피로균열을 탐상하는 데는 가장 적합한 검사방법이 될 수 있다.

(바) 자분탐상검사는 자성체의 피로균열 검사에 똑같은 결과를 얻을 수 있다.

10.3.3 재료시험 기준수량

가. 콘크리트 비파괴강도

1) 대상구조

철근콘크리트라멘구조, 철골·철근콘크리트구조, 철근콘크리트 벽식구조, 프리캐스트콘크리트구조, 무량판구조, 조적조의 철근콘크리트부재

2) 적용대상 구분

건축물의 전체 층수와 전체 연면적에 따라 표준 층 또는 단위를 선정하는데, 표준 층과 표준 단위의 선정 개소수가 서로 상이할 경우 층수별 연면적별 표준 층(단위) 중 최대치를 기준으로 하여 표준 층(단위)를 선정한다.

[표 10.15] 층수별 재료시험 대상 표본 층 선정기준

층 수	수 량 기 준	
	정밀점검	정밀안전진단
21층~30층	4개층 이상	6개층 이상
11층~20층	3개층 이상	4개층 이상
1층~10층	2개층 이상	3개층 이상

※ 31층 이상인 경우에는 10개층 마다 정밀점검 1개층씩, 정밀안전진단은 2개층씩 증가함.
※ 층수는 지하층까지 포함된 층수임.

[표 10.16] 연면적별 재료시험 대상 표본 단위 선정기준

연면적	수 량 기 준	
	정밀점검	정밀안전진단
50,000~75,000㎡	4개 단위 이상	6개 단위 이상
25,000~49,999㎡	3개 단위 이상	4개 단위 이상
1~24,999㎡	2개 단위 이상	3개 단위 이상

3) 재료시험 기준수량

건축물의 규모에 따라 [표 10.15~16]과 같이 표본 층(단위)을 선정하고, 각 층(단위)마다 주요 구조부의 기둥 또는 내력벽, 보, 슬래브 중 2종 부재를 선택하여 각 부재별 2개소(단부와 중앙부) 이상으로 정한다.

○ 총 수량 : 표본 층(단위)수 × 2종 부재(기둥 또는 내력벽, 보, 슬래브 중)
× 각 부재별 2개소(단부, 중앙부)
단, 무량판구조의 경우에는 보 부재 대신에 지판부재로 한다.

- 표본 층(단위)

다음의 사항을 우선적으로 고려하여, 건축물의 상태 및 안전성을 평가하는데 필수적이고 전체 건축물을 대표할만한 층이나 부위를 선정한다.

① 외관조사에서 결함·손상이 발견되었거나 예상되는 부위
② 최저층(피트 포함)
③ 주차장 구조물
④ 최상층 및 지붕층
⑤ 평면 및 구조부재가 변화된 부위
⑥ 장주, 장 경간, 중량물이 적재된 부위 등

4) 시험방법

콘크리트 비파괴시험(반발경도시험, 초음파전달속도시험, 조합법)을 위주로 한다. 단, 정밀점검에는 반발경도시험을 위주로 한다. 또한, 다른 비파괴검사법을 사용하는 경우에는 책임기술자 판단에 따른다.

5) 기준수량 조정

책임기술자의 판단에 의해 수량의 조정이 가능하며, 조정 시에는 그 사유를 명기하여야 한다.

【해설】

1. 표본 층(단위) 선정

(1) 건축물의 상태 및 안전성을 평가하는데 필수적이고 전체 건축물을 대표할만한 층(단위) 선정시 현장조사 또는 비파괴시험이 용이한 계단실, 지하층, 지붕층에 편중되지 않도록 하여야 함

나. 부재단면의 규격

1) 대상구조

철근콘크리트라멘구조, 철골구조, 철골・철근콘크리트구조, 철근콘크리트벽식구조, 프리캐스트콘크리트구조, 무량판구조, 조적조의 철근콘크리트부재 및 내력벽

2) 적용대상 구분

전술한 가.항 2)와 같다.

3) 재료시험 기준수량

건축물의 규모에 따라 [표 10.15~16]과 같이 표본 층(단위)을 선정하고, 각 층(단위)마다 주요 구조부재(기둥 또는 내력벽, 보, 슬래브) 중 2종 부재를 선정하여 부재 종류별 3개소 이상 실측한다.

○ 총 수량 : 표본 층(단위)수 × 2종 부재(기둥 또는 내력벽, 보, 슬래브 중)
× 부재 종류별 3개소 이상

단, 조적조의 경우에는 조적조인 내력벽을 포함하고, 무량판구조의 경우에는 보부재 대신에 지판부재로 한다.

- 표본 층(단위) : 전술한 가.항 3)과 같다.

4) 시험방법

외관조사 및 간단한 측정도구를 이용한다.

5) 기준수량 조정

책임기술자의 판단에 의해 수량의 조정이 가능하며, 조정 시에는 그 사유를 명기하여야 한다.

다. 콘크리트 탄산화 깊이 조사

1) 적용건축물

전술한 가.항 1)과 같다.

2) 적용대상 구분

전술한 가.항 2)와 같다.

3) 재료시험 기준수량

건축물의 규모에 따라 [표 10.15~16]과 같이 표본 층(단위)을 선정하고, 각 층(단위)마다 주요 구조부의 기둥 또는 내력벽, 보, 슬래브 중 2종 부재를 선택하여 각 부재별 1개소 이상으로 정한다.

○ 총 수량 : 표본 층(단위)수 × 2종 부재(기둥 또는 내력벽, 보, 슬래브 중)
× 각 부재별 1개소
단, 무량판구조의 경우에는 보 부재 대신에 지판부재로 한다.

4) 시험방법

부재를 천공할 때의 콘크리트 분말가루나, 코어시료에 대하여 페놀프탈레인(1%)용액에 의한 변색반응검사 등으로 한다. 단, 검사부위는 부재가 위치한 환경과 설계·시공 상태를 고려하여 건전한 곳을 선택한다.

5) 기준수량 조정

책임기술자의 판단에 의해 수량의 조정이 가능하며, 조정 시에는 그 사유를 명기하여야 한다.

라. 철근탐사 시험

1) 대상구조

전술한 가.항 1)과 같다.

2) 적용대상 구분

전술한 가.항 2)와 같다.

3) 재료시험 기준수량

건축물의 규모에 따라 [표 10.15~16]의 정밀안전진단 경우와 같이 표본 층(단위)을 선정하고, 각 층(단위)마다 주요 구조부재(기둥 또는 내력벽, 보, 슬래브)를 2종 부재를 선택하여 부재 종류별 2개를 선정하여 부재별 2개소(단부와 중앙부)이상으로 정한다.

○ 총 수량 : 표본 층(단위)수 × 2종 부재(기둥 또는 내력벽, 보, 슬래브 중)
× 부재 종류별 2개 이상 × 각 부재별 2개소(단부, 중앙부)

○ 조적조의 경우 : 각 층(단위)마다 2종류 부재(테두리보, 슬래브)
총 수량 : 표본 층(단위)수×2종 부재(테두리보, 슬래브)
× 부재 종류별 2개 이상 × 각 부재별 2개소(단부, 중앙부)

○ 무량판구조의 경우에는 보 부재 대신에 지판부재로 한다.

- 표본 층(단위) : 전술한 가.항 3)과 같다.

4) 시험방법

비파괴시험(전자기유도방식, 전자파레이방식)을 위주로 한다. 시험할 내용은 철근량, 피복두께, 철근의 규격, 배근상태 등이다. 단, 균열 및 변형(처짐) 등의 결함·손상이 발생된 부재와 부재의 내력검토가 필요한 부재에 대하여 실시한다.

5) 기준수량 조정

책임기술자의 판단에 의해 수량의 조정이 가능하며, 조정 시에는 그 사유를 명기하여야 한다. 단, 정밀점검에서는 부분적인 안전성평가가 필요한 경우에 책임기술자의 판단에 따라 철근 배근상태를 검사할 수 있다. 이 때, 표본 층 및 단위의 수량은 [표 10.15~16]의 정밀안전진단 경우와 같다.

마. 철근 부식도 시험

1) 대상구조

철근콘크리트라멘구조, 철근콘크리트 벽식구조, 무량판구조, 조적조의 철근콘크리트 부재

2) 적용대상 구분

전술한 가.항 2)와 같다.

3) 재료시험 기준수량

건축물의 규모에 따라 [표 10.15~16]의 정밀안전진단 경우와 같이 표본 층(단위)을 선정하고, 각 층(단위)마다 주요 구조부재에서 1개 부재 이상씩을 선택한다.

○ 총 수량 : 표본 층(단위)수 × 1개 부재 이상

- 표본 층(단위) : 전술한 가.항 3)과 같다.

4) 시험방법

외관조사에 의한 비파괴검사(자연전위법 등)로 한다. 단, 균열 및 재료분리 등의 결함·손상이 발생된 부위와 건전부위를 각각 검사하여 비교한다.

5) 기준수량 조정

책임기술자의 판단에 의해 수량의 조정이 가능하며, 조정 시에는 그 사유를 명기하여야 한다. 단, 정밀점검에서는 책임기술자가 필요하다고 판단하는 경우에 철근부식조사를 실시할 수 있다. 이때, 표본 층 및 단위의 수량은 [표 10.15]와 같다.

바. 콘크리트 염화물 함유량

1) 대상구조

철근콘크리트라멘구조, 철골·철근콘크리트구조, 철근콘크리트 벽식구조, 무량판구조, 조적조의 철근콘크리트부재

2) 적용대상 구분

전술한 가.항 2)와 같다.

3) 재료시험 기준수량

건축물의 규모에 따라 [표 10.15~16]의 정밀안전진단 경우와 같이 표본 층(단위)을 선정하고, 각 층(단위)마다 주요 구조부재에서 1개 부재 이상씩을 선택한다.

○ 총 수량 : 표본 층(단위)수 × 1개 부재 이상

- 표본 층(단위) : 전술한 가.항 3)과 같다.

4) 시험방법

콘크리트 내의 염화물함유량에 관한 KS규격에 따라 공인시험기관에서 실시한다.

5) 기준수량 조정

기존 자료가 있을 경우에는 책임기술자의 판단에 의해 기존 자료에 대한 검토 또는 분석 결과에 대한 소견으로 대체할 수 있다.

사. 강재 접합부 검사(용접접합, 볼트접합)

1) 대상구조

철골구조, 철골・철근콘크리트구조

2) 적용대상 구분

전술한 가.항과 2)와 같다.

3) 재료시험 기준수량

건축물의 규모에 따라 [표 10.15~16]과 같이 표본층(단위)을 선정하고, 각 층(단위)마다 주요 구조부재에서 3개소 이상으로 정한다.

○ 총수량 : 표본층(단위)수 × 3개소 이상

- 표본 층(단위) : 전술한 가.항 3)과 같다.
- 재료시험 대상 : 기둥-기둥, 기둥-보, 보-보 등의 접합부

4) 시험방법

강재용접부에서는 외관조사와 비파괴검사(자분탐사법, 염료침투시험법 등)를 위주로 하고, 볼트접합부에서는 외관조사와 토크검사(TS볼트-너트를 사용한 경우에는 제외)를 위주로 한다. 또한, 정밀점검의 선택과업시에도 외관조사와 용접부에 대한 자분탐사법 또는 염료침투시험법을 이용한다.

5) 기준수량 조정

책임기술자의 판단에 의해 수량의 조정이 가능하며, 조정 시에는 그 사유를 명기하여야 한다.

《참고사항》

1. TS볼트 조임시 전동렌치 사용시에는 노치파단 여부로 판단하고, 일반렌치 사용시에는 토크시험을 시행한다.

아. 강재부식 등(강재부식, 접합부 부식, 내화피복 손상 등)

1) 대상구조

전술한 가.항 1)과 같다.

2) 적용대상 구분

전술한 가.항 2)와 같다.

3) 재료시험 기준수량

건축물의 규모에 따라 [표 10.15~16]과 같이 표본 층(단위)을 선정하고, 각 층(단위)마다 주요 구조부재에서 3개 부재 이상으로 정한다.

○ 총 수량 : 표본 층(단위)수 × 3개 부재 이상

- 표본 층(단위) : 전술한 가.항 3)과 같다.

4) 시험방법

외관조사 및 간단한 계측기구를 이용한다.

5) 기준수량 조정

책임기술자의 판단에 의해 수량의 조정이 가능하며, 조정 시에는 그 사유를 명기하여야 한다.

자. 변위・변형

1) 대상구조

철근콘크리트라멘구조, 철골구조, 철골・철근콘크리트구조, 철근콘크리트 벽식구조, 프리캐스트콘크리트구조, 무량판구조, 조적조

2) 재료시험 항목 및 기준수량

① 부재변형 : 건축물의 전체에 대한 외관조사를 실시한 결과, 균열 및 손상(처짐 등)이 발생되었거나, 발생가능성이 있는 주요 부위로 한다.

② 건물기울기 : 측정이 가능한 건축물 4면의 외벽모서리 전체로 한다.

③ 부동침하기울기 : 최저층 바닥 또는 천장슬래브에서 건물의 장변방향과 단변방향으로 각각 2개소 이상으로 한다.

④ 건물기울기와 부동침하기울기 조사는 동일 목적으로 실시하는 조사항목으로 책임기술자의 판단에 의해 2개 항목 중 1개만 실시할 수 있으며, 그 사유를 명기하여야 한다.

- 재료시험 단위 : 신축이음이 있는 경우에는 신축이음부로 구획된 구조물을 기본 단위로 한다.

3) 검사방법

외관조사 및 트랜싯 또는 이와 유사한 측정기구를 이용한다.

【해설】

1. 변위·변형

(1) 외벽모서리에서 건축물의 횡방향 및 종방향으로 기울기를 측정함

(2) 부동침하 기울기와 1경간에서의 슬래브 처짐은 상이함

차. 실내시험(콘크리트 코어 강도, 비중 등)

1) 대상구조

철근콘크리트라멘구조, 철골·철근콘크리트구조, 철근콘크리트 벽식구조, 무량판구조, 조적조의 철근콘크리트부재

2) 적용대상 구분 및 기준 수량

콘크리트 코어 강도, 비중 등의 실내시험은 과업의 내용에 따라 조사 및 수량을 결정한다.

3) 시험방법

콘크리트 코어강도, 콘크리트 비중 등에 관한 KS규격에 따라 공인시험기관에서 실시한다.

10.4 상태평가 기준 및 방법

10.4.1 상태평가 기준

가. 상태평가 결과 산정 기준

상태평가 결과 산정은 각 부재별 및 항목별로 현장조사·시험한 결과에 해당하는 대표 값을 아래 [표 10.17]과 같이 산정하여 평가점수를 부여하고, 그 결과를 기준으로 각 항목별 평가를 실시한다.

[표 10.17] 상태평가 결과 및 점수 산정기준

구 분	평가 항목	상태평가 결과 및 점수의 산정방법	비고
철근콘크리트라멘조, 철골·철근콘크리트조, 철근콘크리트 벽식구조 프리캐스트 콘크리트조, 무량판조, 조적조	강도	○부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 대한 평균 값 ○부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
	균열	○부재 평가점수 : 단위부재의 조사한 균열 폭 및 면적율에 해당하는 평가점수의 평균값 ○부재 대표 값 : 결함·손상부재를 포함해 평가대상 부재수의 최소범위에 대한 결함·손상부재의 평가점수의 평균 값	-최소범위 기둥, 벽 : 각 전체 부재의 20% 보, 슬래브 : 각 전체 부재의 30%
	탄산화	○부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 대한 평균 값 ○부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
	염화물 함유량	○부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 대한 평균 값 ○부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
	철근 부식	○부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 대한 평균 값 ○부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
	표면 노후	○부재 평가점수 : 단위부재의 조사결과 및 면적율에 해당하는 평가점수에 대한 평균 값 ○항목 평가점수 : 결함·손상부재를 포함해 평가대상 부재수의 최소범위에 대한 결함·손상부재의 평가점수의 평균 값 ○부재 대표 값 : 항목 평가점수의 최저 값	-최소범위 기둥, 벽 : 각 전체 부재의 20% 보, 슬래브 : 각 전체 부재의 30%

철골조, 철골・철근 콘크리트조	강재규격 및 강도	○부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 해당하는 평가점수 ○부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
	접합상태	○부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 해당하는 평가점수 ○부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	용접접합 볼트접합
	강재부식도	○부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 해당하는 평가점수 ○부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
	접합재부식도	○부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 해당하는 평가점수 ○부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	용접접합 볼트접합
	내화피복	○부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 대한 평균 값 ○부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
공 통	변위변형	○수평기울기 : 측정결과의 최젓값에 해당하는 평가점수	
		○수직기울기 : 측정결과의 최젓값에 해당하는 평가점수	처짐 및 부동침하에 의한 구조 및 부재의 기울기

【해설】

1. “항목”이라함은 「박리」,「박락 및 층분리」,「누수 및 백태」,「철근노출」을 말함.
2. 본 장에 기술되지 않은 결함 및 손상이 시설물의 안전에 미치는 영향이 크다고 판단될 경우에는 본 장에 기술된 것과 같이 5단계의 상태평가 기준 및 평가유형을 제시하고 의견서를 첨부하여 시설물의 평가에 반영할 수 있다. 또한, 시설물의 특성 및 제반 여건 등을 고려하여 적절히 응용할 수 있다.
3. 정밀점검 상태평가 기준

   정밀점검에서는 기본시설물 또는 주요부재에 대하여 점검하고, 외관조사망도를 작성하여 상세히 상태평가를 실시하며, 외관조사망도를 작성하지 않은 부위는 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 보고서에 수록된 상태평가 결과를 참조하여 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정한다.

   다만, 선택과업으로 전체부재에 대한 외관조사망도를 작성하였을 경우에는 정밀안전진단의 상태평가 절차에 따라 상태평가 결과를 결정한다.
4. 정밀안전진단 상태평가 기준

   정밀안전진단에서는 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재 단위별로 상세히 상태평가를 실시하여 각 평가항목 및 중요도를 고려해 층 단위 상태평가를 실시하고, 각 층의 중요도를 고려해 책임기술자가 전체 건축물의 상태평가 결과를 결정한다.

나. 상태평가 항목별 기준

각 평가항목에 대한 평가 기준은 그 상태에 따라 a~e의 5단계로 매기고, 각 평가기준에 해당하는 평가점수는 각 표와 같다.

1) 콘크리트 강도

[표 10.18] 콘크리트 강도에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가내용	평가점수(대표값)
a	100% ≤ a_c	1
b	100% ≤ a_c (경미한 손상 있음)	3
c	85% ≤ a_c < 100%	5
d	70% ≤ a_c < 85%	7
e	a_c < 70%	9

* α_c = (측정강도 ÷ 설계기준강도)×100%

2) 콘크리트 균열

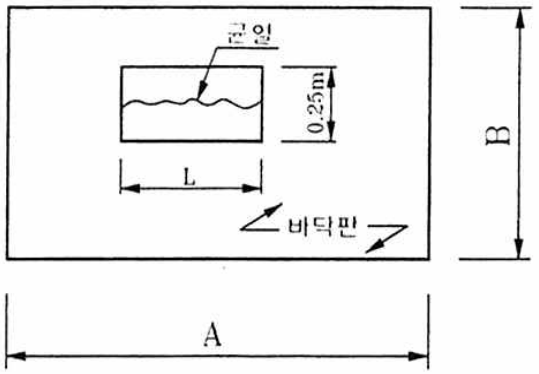
[표 10.19] 콘크리트 균열에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수 (대표값)	평가내용		
		최대 균열 폭 : cw(단위:㎜)	면적율* 20%이하	면적율 20%이상
a	1	C_W < 0.1	a	a
b	3	0.1 ≤ C_W < 0.2	b	c
c	5	0.2 ≤ C_W < 0.3	c	d
d	7	0.3 ≤ C_W < 0.5	d	e
e	9	0.5 ≤ C_W	e	e

* 면적율(%) = $\frac{\text{균열발생면적}}{\text{점검단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열길이}(L) \times 0.25}{\text{점검단위면적}} \times 100$
* 균열발생면적 산정은 균열길이 당 25cm의 폭을 차지하는 것으로 계산 (단, 벽체 및 슬래브 등의 판재에만 적용)

【해설】

1. 콘크리트 균열 면적율 산정 방법



(1) 균열발생 면적은 길이 당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 하며,
(2) 균열의 개수가 2개 이상일 경우는 각 균열길이에 0.25m의 폭을 곱해서 합산하여 구한다.
(3) 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100 = \quad \%$$

3) 콘크리트 탄산화

[표 10.20] 콘크리트 탄산화에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가내용	평가점수(대표값)
a	Ct * ≦ 0.25D * *	1
b	0.25D < Ct ≦ 0.5D	3
c	0.5D < Ct ≦ 0.75D	5
d	0.75D < Ct ≦ D	7
e	D < Ct	9

* Ct : 콘크리트 탄산화 깊이(cm)
* * D : 측정된 철근의 피복두께(cm)
주) 상태평가 결과가 "e"이면서 [표 10.22]콘크리트 내부의 철근부식에 대한 상태평가 결과가 "e"이면 10.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

4) 콘크리트 내부의 염화물 함유량

[표 10.21] 콘크리트 염화물 함유량에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가내용(염화물 이온 함유량 : c L (단위:kg/m3)	평가점수(대표값)
a	c L ≤ 0.15	1
b	0.15 < c L ≤ 0.3	3
c	0.3 < c L ≤ 0.6	5
d	0.6 < c L ≤ 1.2	7
e	1.2 < c L	9

주) 상태평가 결과가 "e"이면서 [표 10.22]콘크리트 내부의 철근부식에 대한 상태평가 결과가 "e"이면 10.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

5) 철근부식

[표 10.22] 콘크리트 내부의 철근부식에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수(대표값)	평가내용			강재의 부식환경	
		자연전위(㎷)	철근의 부식상태	상태계수(α)	부식환경조건	부식환경계수(β)
a	1	E>0	녹이 발생하지 않았거나 약간의 점녹이 발생한 상태	1	건조환경	1.0
b	3	−200<E≦0	점녹이 광범위하게 발생한 상태	3	습윤환경	1.1
c	5	−350<E≦−200	면녹이 발생하였고 부분적으로 들뜬녹이 발생한 상태	5	부식성환경	1.2
d	7	−500<E≦−350	들뜬 녹이 광범위하게 발생하였거나, 20% 이하의 단면결손이 발생한 상태	7	고부식성환경	1.3
e	9	E≦−500	두꺼운 층상의 녹이 발생하였거나, 20% 이상의 단면결손이 발생한 상태	9	−	−

* 철근부식의 대표값 = α×β
* 근거 : ASTM 및 준ASTM(일본)

주) 상태평가 결과가 "e"이면서 누수를 동반하는 경우 10.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

6) 표면노후

(가) 박리(scaling)

[표 10.23] 콘크리트 박리에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수 (대표값)	평가내용		
		박리깊이 : sc (단위:㎜)	면적율 10%이하	면적율 10%이상
a	1	sc = 0	a	a
b	3	0 < sc < 0.5	b	c
c	5	0.5 ≤ sc < 1.0	c	d
d	7	1.0 ≤ sc < 25	d	e
e	9	25 ≤ sc	e	e

(나) 박락(spalling) 및 층분리(delamination)

[표 10.24] 콘크리트 박락 및 층분리에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수 (대표값)	평가내용		
		박락, 층분리깊이 : sd (단위:㎜)	면적율 20%이하	면적율 20%이상
a	1	sd = 0	a	a
b	3	0 < sd < 15	b	c
c	5	15 ≤ sd < 20	c	d
d	7	20 ≤ sd < 25	d	e
e	9	25 ≤ sd (혹은 조골재 손실)	e	e

(다) 누수(leakage) 및 백태(efflorescence)

[표 10.25] 콘크리트 누수 및 백태에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가내용	평가점수 (대표값)
a	누수 및 백태 발생 없음	1
b	누수부위가 건조한 상태의 경미한 누수흔적이 있거나, 백태발생 면적율 5%미만	3
c	누수부위가 습윤한 상태의 현저한 누수흔적이 있거나, 백태발생 면적율 5%~10%미만	5
d	누수의 진행이 관찰가능하거나, 백태발생 면적율 10~20%미만	7
e	누수의 진행이 확연하거나, 백태발생 면적율 20%이상	9

(라) 철근노출

[표 10.26] 콘크리트 부재에서 철근노출에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가 내용	평가점수(대표값)
a	ra * = 0	1
b	0 < ra < 1.0%	3
c	1.0 ≤ ra < 3.0%	5
d	3.0 ≤ ra < 5.0%	7
e	5.0% ≤ ra	9

* ra : 철근노출 면적율(%) = $\frac{\text{철근노출면적}}{\text{점검단위면적}} \times 100 = \frac{\text{철근노출길이}(L) \times 0.25}{\text{점검단위면적}} \times 100$

7) 변위・변형

[표 10.27] 부재의 변위・변형에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가기준 (보 및 슬래브의 처짐)	평가점수(대표값)
a	L(경간길이 ㎝) / 480 이하	1
b	L / 480 이하(경미한 손상)	3
c	L / 240 이하	5
d	L / 150 이하	7
e	L / 150 초과	9

주) 상태평가 결과가 "d"이하이면서 과다한 균열을 동반하는 경우 10.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

* 시공오차를 제외한 순 변위·변형

8) 기울기(부동침하에 의한)

[표 10.28] 건축물의 기울기에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가내용		평가점수 (대표값)
	기울기(각변위)	내 용	
a	1/750 이내	예민한 기계기초의 위험 침하 한계	1
b	1/500 이내	구조물의 균열발생 한계	3
c	1/250 이내	구조물의 경사도 감지	5
d	1/150 이내	구조물의 구조적 손상이 예상되는 한계	7
e	1/150 초과	구조물이 위험할 정도	9

주) 상태평가 결과가 "d"이하이면서 균열의 심한 변화를 동반하는 경우 10.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

* 시공오차를 제외한 순 기울기

9) 강재규격 및 강도

강재규격 및 강도에 대한 상태평가 결과 판정은 하나의 부재에서 조사·시험한 부재 규격의 평가 결과와 강재강도의 평가 결과 중에 낮은 평가 결과를 택하는 것으로 한다.

(가) 부재단면의 규격

[표 10.29] 부재단면의 규격에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가내용	평가점수(대표값)
a	100% ≤ s*	1
b	95% ≤ s < 100%	3
c	90% ≤ s < 95%	5
d	75% ≤ s < 90%	7
e	s < 75%	9

* s = (측정 단면적 ÷ 설계 단면적)×100%

(나) 강재 강도

[표 10.30] 강재강도에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가내용	대표값
a	100% ≤ αS*	1
b	95% ≤ αS < 100%	3
c	90% ≤ αS < 95%	5
d	75% ≤ αS < 90%	7
e	αS < 75%	9

*αS = (측정강도 ÷ 설계기준강도)×100%

10) 강재 접합부

(가) 용접부 결함

[표 10.31] 강재 용접부 결함에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가내용	평가점수(대표값)
a	결함이 없는 최상의 상태	1
b	국부적인 미세결함이 있는 양호한 상태	3
c	부분적으로 결함이 있는 보통의 상태	5
d	광범위하게 결함이 발생되어 내력저하의 우려가 있는 불량한 상태	7
e	내력저하가 심각히 우려되는 매우 불량한 상태	9

주) 상태평가 결과가 "d"이하이면 10.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

(나) 볼트 접합부

[표 10.32] 강재 접합볼트 누락, 풀림 및 이완상태 등에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가내용	평가점수(대표값)
a	결함이 없는 최상의 상태	1
b	TL < 5%	3
c	5% ≤ TL < 10%	5
d	10% ≤ TL< 30%	7
e	30% ≤ TL < 100%	9

주) 상태평가 결과가 "d"이하이면 10.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

* TL : 토크치 부족율(%) = $\frac{\text{부족토크치}}{\text{설계토크치}} \times 100$

또는 접합볼트너트 결함률(%) = $\frac{\text{볼트너트누락 또는 풀림갯수}}{\text{설계상 볼트너트수}} \times 100$

11) 강재 부식

[표 10.33] 강재부식에 대한 상태평가 기준

평가 기준	평가내용		평가점수 (대표값)
	도장하였을 때	도장하지 않았을 때	
a	부식이 전혀 없던가 또는 평활면의 도막은 다소 울퉁불퉁함을 일으키고 부풀어 있는 상태	안정화된, 얇고 치밀한 검은색의 녹이 피막을 형성한 상태	1
b	도막의 울퉁불퉁함이나 부풀은 것이 모서리에 연속적인 부식이 심하게 발생했거나 평활면에 부식이 발생한 정도	부식이 상당히 진전되었지만 두께 허용치를 만족할 때	3
c	판두께의 감소가 평균하여 10%미만		5
d	판두께의 감소가 평균하여 10%이상 15%미만		7
e	판두께의 감소가 평균하여 15%이상		9

12) 접합재 부식도

(가) 용접접합부 부식

[표 10.34] 강재 용접접합부 부식에 대한 상태평가 기준

평가 기준	평가점수 (대표값)	평가내용		강재의 부식환경	
		부식 정도	상태계수 (α)	부식 환경조건	부식환경 계수(β)
a	1	부식이 전혀 없던가 또는 용접재의 도막은 다소 울퉁불퉁함을 일으키고 부풀어 있는 상태	1	건조환경	1.0
b	3	도막의 울퉁불퉁함이나 부풀은 것이 모서리에 연속적인 부식이 심하게 발생했든가 용접재에 부식이 발생한 정도	3	습윤환경	1.1
c	5	용접재 두께의 평균 감소율 5%미만	5	부식성 환경	1.2
d	7	용접재 두께의 평균 감소율 5%이상 10%미만	7	고 부식성 환경	1.3
e	9	용접재 두께의 평균 감소율 10%이상	9		

주) 상태평가 결과가 "d"이하이면 10.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

* 용접부식의 대표값 = α×β

(나) 볼트접합부 부식

[표 10.35] 볼트접합부 부식에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수(대표값)	평가내용		강재의 부식환경	
		부식 정도	상태계수(α)	부식 환경조건	부식환경 계수(β)
a	1	부식이 전혀 없거나 얇고 치밀한 검은색의 녹이 피막을 형성한 상태	1	건조환경	1.0
b	3	볼트 또는 접합판재에 부분적으로 들뜬 녹이 발생한 상태	3	습윤환경	1.1
c	5	볼트 또는 접합판재 두께의 평균 감소율 5%미만	5	부식성 환경	1.2
d	7	볼트 또는 접합판재 두께의 평균 감소율 5%이상 10%미만	7	고부식성 환경	1.3
e	9	볼트 또는 접합판재 두께의 평균 감소율 10%이상	9		

주) 상태평가 결과가 "d"이하이면 10.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

* 볼트접합 부식의 대표값 = α×β

13) 강재 내화피복

[표 10.36] 강재 내화피복에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가내용	평가점수(대표값)
a	100% ≤ cf*	1
b	100% ≤ cf*(경미한 손상 있음)	3
c	85% ≤ cf < 100%	5
d	70% ≤ cf < 85%	7
e	cf < 70%	9

* cf = (측정 두께 ÷ 설계기준 두께)×100%

또는 (부재손상면적÷ 부재전체면적)×100% 중 최저등급

10.4.2 상태평가 결과 산정 방법

상태평가 결과 판정은 각 평가항목·부재·층별 중요도를 고려하여 부재단위, 층단위, 건축물 전체단위에 대하여 실시하며, 이에 대한 구제적인 절차와 방법은 부록의 평가요령에 따른다.

상태평가 결과 판정은 [표 10.37]의 절차에 따라 실시한다.

[표 10.37] 상태평가 결과 판정 절차

구분 / 순서	평가 단계	평가 방법
1	부재단위 평가	○개별부재에 대해 결함정도에 따라 평가점수 부여 ○개별부재에 대해 평가항목의 중요도 반영 ○부재단위(벽, 기둥, 보, 슬래브 등)별로 각 평가항목에 대해 평가점수 종합, 결과 판정
2	층단위 평가	○각 평가항목 및 부재의 중요도를 고려해 층 단위의 평가점수를 종합, 결과 판정
3	전체 건축물 상태평가	○상기 1, 2단계 및 각층의 중요도를 고려해 전체 건축물의 평가점수를 종합, 결과 판정

※ 상태평가 결과의 판정시에는 책임기술자 또는 관련분야 전문가가 판단한 근거를 포함하는 소견을 달아야 한다.

【해설】

1. 상태·안전성·종합평가 방법은 확률 및 가능성에 의한 퍼지이론을 적용한 객관적이고 정량적인 평가기법을 적용한다.

《참고사항》

평가항목별 중요도는 다음과 같고, 평가방법은 부록C의 2장에 따른다.

1. 개요

건축물의 종합평가는 부재마다 각 평가항목에 대하여 개별적으로 평가하여 그 결과를 부재단위로 종합(1단계)하고, 다음에 이를 매 층 단위로 종합(2단계)한 후에 최종적으로 다시 이를 전체 구조에 대하여 종합(3단계)하여 종합평가등급을 판정하게 된다.

이와 같이 모두 3단계에 걸쳐 평가결과를 종합하는 과정에서 평가항목간의 상호관계, 부재간의 상호관계, 그리고 층간의 상호관계를 어떻게 정의할 것인가가 매우 중요하다. 이들의 각각의 상호관계는 공학적인 측면에서 서로 연관성이 깊으며, 부재나 층의 단위에서 나타나는 평가항목에 해당하는 제 현상은 서로 배타적인 것이 아니라 유

기적인 상호관계가 큰 특성이 있다. 이와 같이 건축물의 평가는 상호 연관된 현상을 모두 고려하기 위하여 먼저 각 평가항목과 대상의 개체(이하 “평가개체”라 한다)에 절대적인 중요도를 각각 부여하고, 다음에 필요에 따라 이들의 상호관계에 다시 절대적인 중요도를 설정함으로써 가능하다.

그러나 이 중요도는 물리적으로 계산하거나 측정할 수 있는 경우는 드물다. 이런 경우에 중요도를 설정하는 것은 퍼지이론에서 자주 이용되는 방법을 이용하면 해결할 수 있다. 즉, [해설 표 10.4.1]에서 보는 바와 같이, 평가개체와 이들의 상호관계의 중요도는 각 평가개체가 평가의 목표에 대하여 차지하는 중요한 정도를 나타내는 언어로서 표현하고 여기에 해당하는 계량적인 값의 범위를 부여하는 규칙을 미리 정하고 이를 이용하여 설정할 수 있다.

[해설 표 10.4.1] 중요도 산정 기준

중요도 정도	중요도 범위	대표값
압도적으로 중요	$0.8 \le g \le 1.0$	0.9
대단히 중요	$0.6 \le g < 0.8$	0.7
보통 중요	$0.4 \le g < 0.6$	0.5
약간 중요	$0.2 \le g < 0.4$	0.3
미미한 정도	$0 \le g < 0.2$	0.1

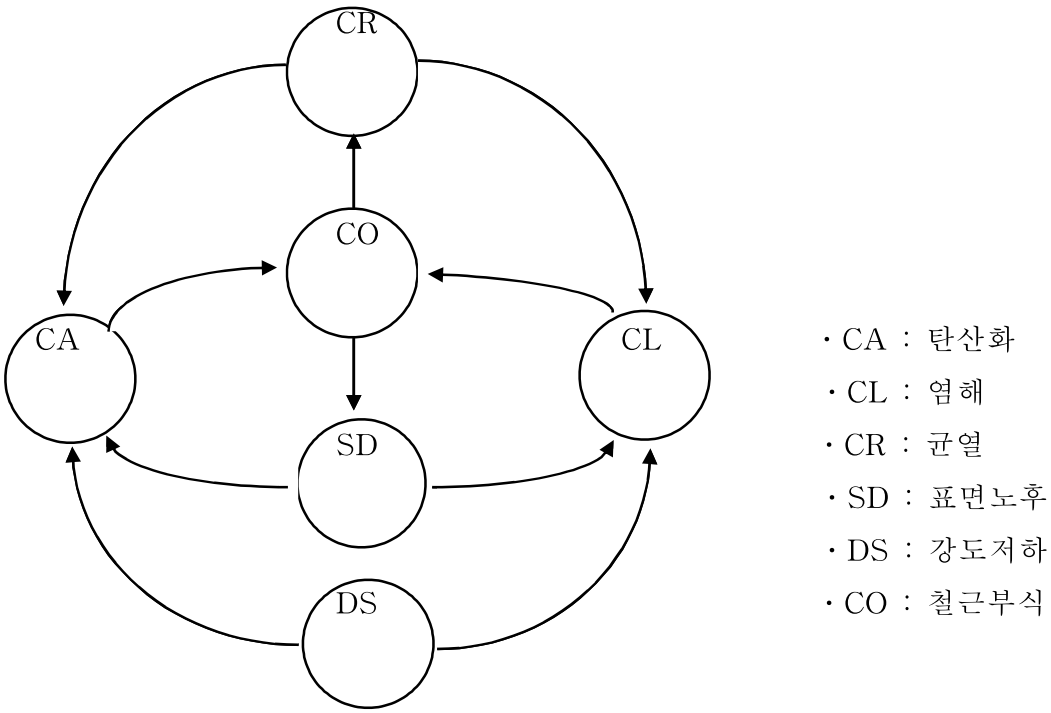
2. 중요도 설정

(1) 내구성(상태)

콘크리트의 내구성능 평가기법은 퍼지 집합이론을 이용하여 내구성 평가항목간의 상호관계에 의한 평가 결과를 도출하는 기법이 한국시설안전공단(“건축구조재료 노후화 유형분류 및 평가기법개발에 관한 연구(1999)”)에서 연구완료 되었는바, 내구성 평가의 중요도계수는 이를 적용하며, 주요내용은 다음과 같다.

각 평가항목들 사이에 형성될 수 있는 상호관계는 철근콘크리트 부재의 내구성과 노후과정의 인과관계로서 설명할 수 있으며, 이를 그림으로 나타내면 [해설그림 10.4.1]과 같다. 평가항목의 관계는 이 그림에서 화살표 방향으로 정의 할 수 있으며, 이 때 화살표의 시작점 위치의 평가항목이 정의역이고 끝점이 치역으로 정의된다.

[해설그림 10.4.1]에 표시된 평가항목 사이의 관계를 정리하면 다음과 같다.



[해설그림 10.4.1] 평가항목(노후현상) 사이의 관계도

ARO : 탄산화와 철근부식 사이의 관계(정의역 CA→치역 CO로 정의)

LRO : 염해와 철근부식 사이의 관계(정의역 CL→치역 CO로 정의)

RRA : 균열과 탄산화 사이의 관계(정의역 CR→치역 CA로 정의)

RRL : 균열과 염해 사이의 관계(정의역 CR→치역 CL로 정의)

DRA : 표면노후와 탄산화 사이의 관계(정의역 SD→치역 CA로 정의)

DRL : 표면노후와 염해 사이의 관계(정의역 SD→치역 CL로 정의)

ORR : 철근부식과 균열 사이의 관계(정의역 CO→치역 CR로 정의)

ORD : 철근부식과 표면노후 사이의 관계(정의역 CO→치역 SD로 정의)

SRA : 강도저하와 탄산화 사이의 관계(정의역 DS→치역 CA로 정의)

SRL : 강도저하와 염해 사이의 관계(정의역 DS→치역 CL로 정의)

RRO : 균열과 철근부식 사이의 관계(정의역 CR→치역 CO로 정의)

DRO : 표면노화와 철근부식 사이의 관계(정의역 SD→치역 CO로 정의)

SRO : 강도저하와 철근부식 사이의 관계(정의역 DS→치역 CO로 정의)

TRO : 전체 평가항목과 철근부식 사이의 관계(정의역 DT→치역 CO로 정의)

ORM : 철근부식과 종합 노후도 사이의 관계(정의역 CO→치역 DM로 정의)

TRM : 전체 평가항목과 종합노후도 사이의 관계(정의역 DT→치역 DM로 정의)

① 평가항목 사이의 퍼지 관계 정의

전술한 노후도 평가항목은 철근콘크리트 구조부재의 노후화 유형에 해당하는 것으로써 이들 각 유형들 사이에는 상호관계가 형성되고 있다고 말할 수 있지만, 이 관계를 구체적이고 정량적으로 설명하기에는 사용재료의 형편과 주변의 환경 그리고 구조물의 사용 여건 등의 제반 조건 변수가 무수히 많기 때문에 현실적으로 어려운 실정이다. 따라서 이들 사이의 관계는 정성적인 관계로 설명이 가능하고, 그 관계의 정도는 자연어로써 표현할 수 있다. 예를 들어,

(가) 콘크리트 탄산화(CA)는 항상(always) 철근부식(CO)에 영향을 끼친다.
(나) 염해(CL)는 자주(often) 철근부식(CO)에 영향을 끼친다.
(다) 균열(CR)은 일반적으로(unspecified) 콘크리트 탄산화(CA)에 영향을 끼친다.
(라) 콘크리트 강도저하(DS)는 드물게(seldom) 콘크리트 탄산화(CA)에 영향을 끼친다.
(마) 콘크리트 탄산화(CA)는 전혀(never) 균열(CR)에 영향을 끼치지 않는다.

이와 같이 정성적인 관계의 정도(퍼지 척도 혹은 소속 함수)를 나타내는 자연어를 언어변수라 하고 이들에 대한 계량화를 하면 다음과 같이 정의할 수 있다.

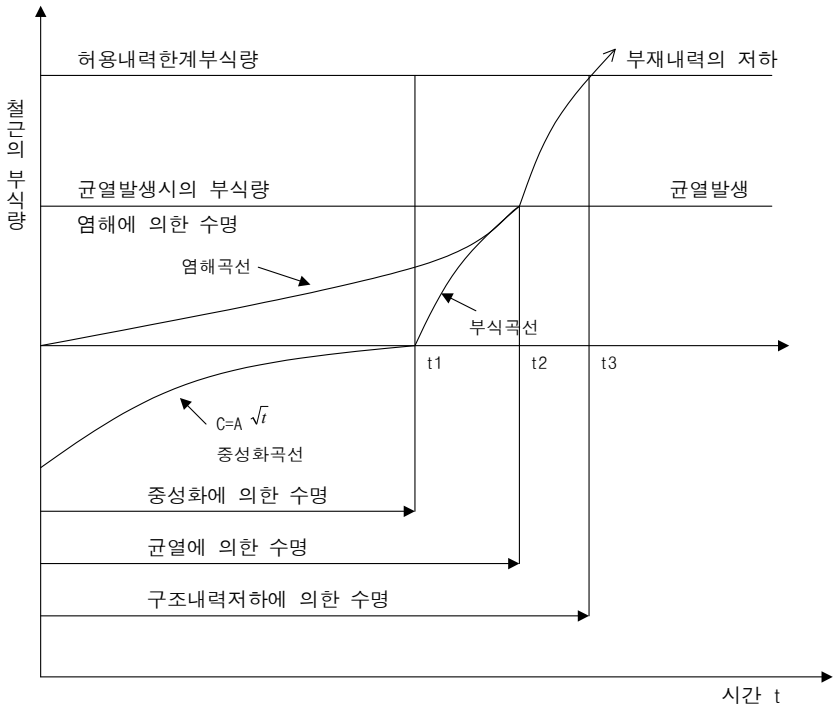
○ 항상(always) : 1.0
○ 자주(often) : 0.75
○ 일반적으로(unspecified) : 0.5
○ 드물게(seldom) : 0.25
○ 전혀(never) …하지 않다 : 0

이렇게 계량화된 언어변수의 값은 평가항목을 나타내는 집합 사이의 관계는 소속함수 μ(·)(혹은 퍼지 가능성 분포)가 포함된 퍼지관계로 정의된다.

② 평가항목간의 중요도

콘크리트 내구성 평가에 사용되는 평가항목들은 상호간에 영향을 미칠 수 있는 요소들이다. 예를 들어 콘크리트 내부에 매립된 철근의 부식은 피복 콘크리트의 균열, 박리, 박락으로 이어지고 이러한 현상들은 다시 콘크리트의 탄산화와 비래 염화물의 침투를 가속화시키게 된다. 이를 반영하기 위하여 퍼지 집합이론을 응용하여 항목간의 퍼지 관계(R)를 설정하였다. 퍼지 관계를 구성하는 값들도 소속도와 마찬가지로 0과 1사이의 값으로 표현하게 된다.

(가) 내구성-구조내력과의 관계



[해설그림 10.4.2] 내구성과 부재내력의 관계도(일본건축학회)

(탄산화・염해 및 철근부식에 의한 내용연수에 대한 개념도)
철근콘크리트 구조에서 부재의 내구성이 저하되어 노후과정의 귀착점은 [해설그림 10.4.2]에서 보는 바와 같이 철근부식이고, 이 철근부식의 정도에 따라 철근의 단면감소에 의해 내력이 감소되기 마련이고 이는 곧바로 구조부재의 내력의 감소로 이어져 구조 안전성에 직접적으로 영향을 미치게 된다. 이것은 내구성과 구조안전성의 관계에서 강재의 부식이외의 내구성능 저하의 현상이 구조안전성에 직접적인 영향을 끼치지 않는다는 점(중요도 = 0)을 내포하고 있다.

(나) 내구성 평가항목간의 중요도

X 항목의 Y 항목에 대한 퍼지 관계를 xRy 라고 한다면 xRy는 5×5의 행렬형태로 표현할 수 있다. [해설그림 10.4.1]의 평가 항목간의 관계로부터 각 평가항목의 각 등급과 내구성 등급간에 형성된 관계의 중요도를 행렬형태로 표시하면 아래와 같다. 여기서 기호는 ARM(탄산화), LRM(염해), SRM(표면노후), RRM(균열), DRM(강도저하), ORM(철근부식) 등이다.

$_{A}R_{M}$=

CA \ DM	a	b	c	d	e
a_A	1.0	0	0	0	0
b_A	1.0	0	0	0	0
c_A	1.0	0	0	0	0
d_A	0.75	1.0	0.5	0.25	0
e_A	0.5	0.75	1.0	0.5	0

$_{L}R_{M}$=

CL \ DM	a	b	c	d	e
a_L	1.0	0	0	0	0
b_L	1.0	0	0	0	0
c_L	0.75	1.0	0.25	0	0
d_L	0.25	0.75	1.0	0.75	0
e_L	0	0.25	0.75	1.0	0.75

$_{S}R_{M}$=

DS \ DM	a	b	c	d	e
a_S	1.0	0.06	0.06	0	0
b_S	1.0	0.06	0.06	0	0
c_S	0.75	0.25	0.25	0.25	0.25
d_S	0.75	0.5	0.5	0.5	0.5
e_S	0.75	0.5	0.5	0.5	0.5

$_{Rn}R_{M}$=

CRn \ DM	a	b	c	d	e
a_R	0.5	0.06	0	0	0
b_R	0.5	0.06	0	0	0
c_R	0.5	0.25	0.25	0.25	0.06
d_R	0.5	0.5	0.25	0.25	0.06
e_R	0.5	0.5	0.5	0.5	0.06

$_{Rs}R_{M}$=

CRs \ DM	a	b	c	d	e
a_D	1.0	0	0	0	0
b_D	0	1.0	0	0	0
c_D	0	0	1.0	0	0
d_D	0	0	0	1.0	0
e_D	0	0	0	0	1.0

$_{D}R_{M}$=

SD \ DM	a	b	c	d	e
a_D	0.5	0.06	0.06	0	0
b_D	0.5	0.06	0.06	0	0
c_D	0.5	0.25	0.25	0.25	0.06
d_D	0.5	0.5	0.25	0.25	0.06
e_D	0.5	0.5	0.5	0.5	0.06

$_{O}R_{M}$=

CO \ DM	a	b	c	d	e
a_O	1.0	0	0	0	0
b_O	0	1.0	0	0	0
c_O	0	0	1.0	0	0
d_O	0	0	0	1.0	0
e_O	0	0	0	0	1.0

위의 결과를 탄산화, 염화물, 강도, 균열, 표면노후, 철근부식의 각 항목이 기둥, 보, 슬래브, 벽체 등 콘크리트 부재의 내구성에 미치는 내구성계수 표라 하고, 이후 콘크리트의 내구성 평가시 위의 기준을 준용한다.

(다) 변위 및 변형

건축물의 기울기와 기초의 부동침하는 전체 구조의 안전성에 미치는 영향이 동등하게 큼으로 그 중요한 정도는 [해설 표 10.4.1]의 "압도적으로 중요"하다는 표현이 가능하다.

따라서 각각의 중요도는 동일하게 0.9로 설정할 수 있다.

(라) 안전성

안전성평가는 구조해석을 수행하여 구조물을 구성하고 있는 기둥, 벽, 보, 슬래브 등 의 각 부재의 내력비(이하 "안전율(SF)"이라 한다)로 평가하며, 평가기준은 [해설 표 10.4.2]와 같다.

[해설 표 10.4.2] 부재 내력의 평가기준

평가결과	평가기준	대표값
a	SF ≥ 100%	1
b	SF ≥ 100% (경미한 손상 있음)	3
c	90% ≤ SF < 100%	5
d	75% ≤ SF < 90%	7
e	SF < 75%	9

* 안전율(SF) = (부재강도 ÷ 소요강도)×100%

(마) 종합평가

종합평가의 항목인 안전성, 상태, 변위 및 변형 등의 중요도는 [해설 표 10.4.1]에 의해 [해설 표 10.4.3]과 같이 설정할 수 있다.

[해설 표 10.4.3] 중분류 평가항목의 중요도

항 목	안 전 성	상태(내구성)	변위 및 변형
중요한 정도의 표현	압도적으로 중요	대단히 중요	대단히 중요
중요도	0.9	0.7	0.7

3. 부재별 중요도

건축구조부재의 중요도는 각 부재가 담당하고 있는 구조적 기능과 역할에 의해 정의될 수 있으며, 부재의 기능과 역할의 분담은 단위층의 평면에서 각 부재가 부담하고 있는 하중면적의 비율에 의하여 설명된다. 즉.

(1) 기둥 1개소당 부담 하중면적 : AC = A/nC (바닥면적/기둥 수)

(2) 보 1개소당 부담 하중면적 : Ag = A/ng (바닥면적/보의 수)

(3) 슬래브 1개소당 부담 하중면적 : As = Ag/2 (4변 지지 슬래브는 보 2개로지지)

(4) 벽체 1개소당 부담 하중면적 : Aw

따라서 각 부재의 중요도는 기둥부재를 기준으로 하여 다음과 같이 계산된 부재의 분담비율 κm(m : c, g, s, w)에 해당하는 [해설 표 10.4.1]의 대표 값으로 설정할 수 있다.

(5) 기둥의 분담비율 κc = AC/AC = 1.0

(6) 보의 분담비율 κg = Ag/AC

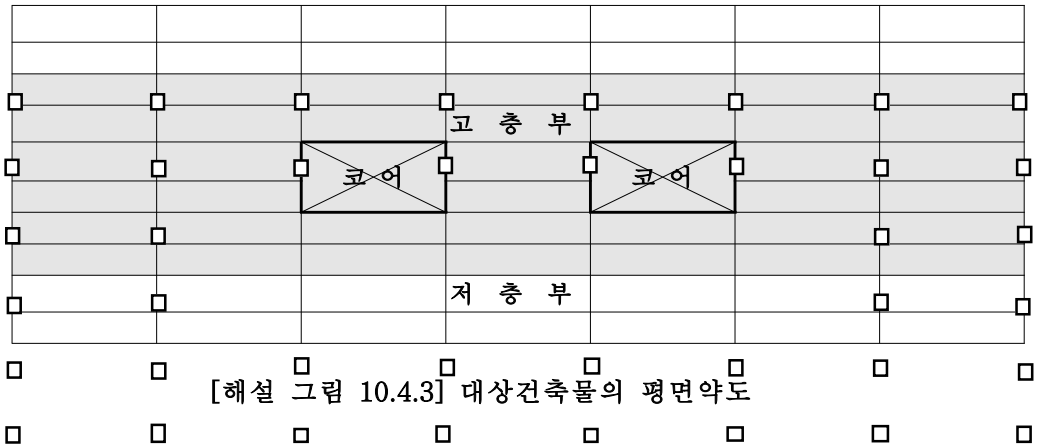
(7) 슬래브의 분담비율κs = As/AC

(8) 벽의 분담비율 κw = Aw/AC (κw≤1.0)

대상건물의 예를 들어 살펴보면 다음과 같다.

(9) 기둥간격 : 6.0×8.0m

① 층 수 : 지하2층 지상10층(총 층수 12개층)



[해설 그림 10.4.3] 대상건축물의 평면약도

[해설 그림 10.4.3]과 같이 대상건물에 대하여 각각의 부재가 분담하는 면적을 산정하면 다음과 같다.

☞ 부재별 면적분담 정도

- 기둥 : AC=1,764/48 =36.75㎡, kc = AC/AC = 1.0
- 큰보 : Ag=1,764/74= 23.8, kg = 23.8/36.75 = 0.648
- 작은보 : Ab=1,764/109= 16.18㎡, kb = 16.18/AC = 0.44
- 슬래브: ks =λg/2 = 0.22
- 벽체 :Aw= 242/8 =30.25㎡, kw =30.25/AC = 0.82

위의 결과와 같이 각 부재가 구조물에 기여하는 정도는 전술한 [해설 표 10.4.1]을 기준 할 때 [해설 표 10.4.4]와 같이 산정할 수 있다.

[해설 표 10.4.4] 부재별 중요도 산정

분담면적비		중요도 정도	중요도 범위	대표값
기둥, 벽	0.82~1.0	압도적으로	0.8≤g≤1.0	0.9
큰보	0.65	대단히	0.6≤g 〈0.8	0.7
작은보	0.44	보통	0.4≤g 〈0.6	0.5
슬래브	0.22	약간	0.2≤g 〈0.4	0.3
		미미한 정도	0≤g 〈0.2	0.1

4. 층별 중요도

층별 중요도는 각 층의 구조가 담당하고 있는 구조적 기능과 역할인 하중과 외력에 대한 지지의 부담비율ζn(n=1, 2,⋯, n)에 의해 정의 될 수 있으며, 각 층 부재의 기능과 역할의 분담은 층별로 부재가 부담하고 있는 층수의 비율에 의하여 (식1-13)과 같이 산정할 수 있다.

☞ 층별 부담비율ζn = $\frac{N-(n-1)}{N}$ (식 1-13)

여기서 N=지하층을 포함한 전체층수, n=지하층을 포함한 해당층수

[층별 중요도 산정 예]

· 전체층수 : 지하2개층, 지상10개층

· 지하2층 : ζ -2 = $\frac{N-(n-1)}{N}$ = $\frac{12-(1-1)}{12}$ = 1.00

· 지상2층 : ζ2 = $\frac{N-(n-1)}{N}$ = $\frac{12-(4-1)}{12}$ = 0.75

· 지상5층 : ζ5 = $\frac{N-(n-1)}{N}$ = $\frac{12-(4-1)}{12}$ = 0.50

· 지상7층 : ζ7 = $\frac{N-(n-1)}{N}$ = $\frac{12-(7-1)}{12}$ = 0.333

· 지상9층 : ζ9 = $\frac{N-(n-1)}{N}$ = $\frac{12-(11-1)}{12}$ = 0.167

[해설 표 10.4.5] 층별 중요도 산정

하중분담정도(ζ_n)		중요도 정도	중요도 범위	대표값
지하2층	1.00	압도적으로 중요	0.8≤g≤1.0	0.9
지상2층	0.75	대단히 중요	0.6≤g 〈0.8	0.7
지상5층	0.50	보통 중요	0.4≤g 〈0.6	0.5
지상7층	0.333	약간 중요	0.2≤g 〈0.4	0.3
지상9층	0.167	미미한 정도	0≤g 〈0.2	0.1

5. 항목별 중요도

평가항목별 중요도는 각각의 평가항목이 구조물에 미치는 절대적인 중요도 정도로 설정하며, 평가에 적용되는 중요도를 구조형식별, 점검종류별로 분류하면 다음과 같다.

(1) 철근콘크리트 벽식구조

① 정밀점검

[해설 표 10.4.6] 철근콘크리트 벽식구조 정밀점검 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀점검	부재 상태 및 내구성	0.7	콘크리트강도	*	압축강도	
			균열	*	균열폭, 면적율	
			콘크리트탄산화	*	탄산화깊이	
			표면노후화	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수 및 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물기울기	
			기초 침하	0.9	부동침하기울기	

* 내구성계수표 적용항목

② 정밀안전진단

[해설 표 10.4.7] 철근콘크리트 벽식구조 정밀안전진단 평가항목 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀안전진단	안전성 평가	0.9	내력벽	0.9	내력비	
			슬래브	0.5	내력비	
	상태 평가	0.7	콘크리트강도	*	콘크리트 압축강도	
			균열	*	균열크기, 균열면적	
			콘크리트탄산화	*	탄산화	
			염화물함유량	*	염화물	
			철근부식	*	철근부식	
			표면노후	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수 및 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물 기울기	
			기초침하	0.9	부등침하 기울기	

* 내구성계수표 적용항목

(2) 조적조

① 정밀점검

[해설 표 10.4.8] 조적조 정밀점검 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀점검	부재 상태 및 내구성	0.7	콘크리트강도	*	압축강도	
			균열	*	균열폭, 면적율	
			콘크리트탄산화	*	탄산화깊이	
			표면노후화	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수 및 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물기울기	
			기초 침하	0.9	부동침하기울기	

* 내구성계수표 적용항목

② 정밀안전진단

[해설 표 10.4.9] 조적조 정밀안전진단 평가항목 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀안전진단	안전성 평가	0.9	내력벽	0.9	내력비	
			테두리보	0.7	내력비	
			슬래브	0.5	내력비	
	상태 평가	0.7	콘크리트강도	*	콘크리트 압축강도	
			균열	*	균열크기, 균열면적	
			콘크리트탄산화	*	탄산화	
			염화물함유량	*	염화물	
			철근부식	*	철근부식	
			표면노후	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수 및 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물 기울기	
			기초침하	0.9	부등침하 기울기	

* 내구성계수표 적용항목

(3) 프리캐스트 콘크리트조

① 정밀점검

[해설 표 10.4.10] 프리캐스트 콘크리트조 정밀점검 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀점검	부재 상태 및 내구성	0.7	콘크리트강도	*	압축강도	
			균열	*	균열폭, 면적율	
			콘크리트 탄산화	*	탄산화깊이	
			표면노후화	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수, 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물기울기	
			기초 침하	0.9	부동침하기울기	

* 내구성계수표 적용항목

② 정밀안전진단

[해설 표 10.4.11] 프리캐스트 콘크리트조 정밀안전진단 평가항목 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀안전진단	안전성 평가	0.9	내력벽	0.9	내력비	
			접합부	0.9	내력비	
			슬래브	0.5	내력비	
	상태 평가	0.7	콘크리트강도	*	콘크리트 압축강도	
			균열	*	균열크기, 균열면적	
			콘크리트탄산화	*	탄산화	
			염화물함유량	*	염화물	
			철근 및 접합재 부식	*	부식	
			표면노후	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수 및 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물 기울기	
			기초침하	0.9	부등침하 기울기	

* 내구성계수표 적용항목

(4) 철근콘크리트 라멘구조

① 정밀점검

[해설 표 10.4.12] 철근콘크리트 라멘조 정밀점검 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀점검	부재 상태 및 내구성	0.7	콘크리트강도	*	압축강도	
			균열	*	균열폭, 면적율	
			콘크리트 탄산화	*	탄산화깊이	
			표면노후화	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수 및 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물기울기	
			기초 침하	0.9	부동침하기울기	

* 내구성계수표 적용항목

② 정밀안전진단

[해설 표 10.4.13] 철근콘크리트 라멘조 정밀안전진단 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀안전진단	안전성 평가	0.9	기둥	0.9	내력비	
			내력벽	0.9	내력비	
			큰보	0.7	내력비	
			작은보	0.5	내력비	
			슬래브	0.3	내력비	
	상태 평가	0.7	콘크리트강도	*	콘크리트 압축강도	
			균열	*	균열크기, 균열면적	
			콘크리트탄산화	*	탄산화	
			염화물함유량	*	염화물	
			철근부식	*	철근부식	
			표면노후	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수 및 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물 기울기	
			기초침하	0.9	부등침하 기울기	

* 내구성계수표 적용항목

(5) 철골・철근 콘크리트조

① 정밀점검

[해설 표 10.4.14] 철골・철근 콘크리트조 정밀점검 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도			소분류	중요도	평가항목	
정밀점검	부재 상태 및 내구성	0.7	SRC	0.9	콘크리트강도	*	압축강도	
					균열	*	균열폭, 면적율	
					콘크리트탄산화	*	탄산화깊이	
					표면노후화	*	박리	최소값
							박락 및 층분리	
							누수 및 백태	
							철근노출	
			S T′ L	0.9	강재 규격	0.5	강재강도 및 부재규격	
					용접접합 상태	0.7	용접부 결함	
					볼트접합 상태	0.7	볼트누락, 풀림, 이완	
					강재 부식도	0.9	도장 및 부식상태	
					내화피복	0.3	내화피복 상태	
	변위・변형	0.7			기울기	0.9	건물기울기	
					기초 침하	0.9	부동침하기울기	

* 내구성계수표 적용항목

② 정밀안전진단

[해설 표 10.4.15] 철골・철근 콘크리트조 정밀안전진단 평가항목 중요도

대분류	중분류	중요도			소분류	중요도	평가항목	
정밀안전진단	안전성 평가	0.9			기둥	0.9	내력비	
					내력벽	0.9	내력비	
					큰보	0.7	내력비	
					작은보	0.5	내력비	
					슬래브	0.3	내력비	
	상태 평가	0.7	SRC	0.9	콘크리트강도	*	콘크리트 압축강도	
					균열	*	균열크기, 균열면적	
					콘크리트탄산화	*	탄산화	
					염화물함유량	*	염화물	
					철근부식	*	철근부식	
					표면노후	*	박리	최소값
							박락 및 층분리	
							누수 및 백태	
							철근노출	
			S T‘ L	0.9	강재 규격	0.5	강도 및 부재규격	
					용접접합 상태	0.7	용접부 결함	
					볼트접합 상태	0.7	볼트누락, 풀림, 이완	
					강재 부식도	0.9	방청과 강재 부식	
					접합재 부식도	0.7	용접접합부 부식	
					내화피복	0.3	내화피복 상태	
	변위・변형	0.7			기울기	0.9	건물 기울기	
					기초침하	0.9	부등침하 기울기	

* 내구성계수표 적용항목

(6) 철골조

① 정밀점검

[해설 표 10.4.16] 철골조 정밀점검 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목
정밀점검	부재상태 및 내구성	0.7	강재 규격	0.5	강재강도 및 부재규격
			용접접합 상태	0.7	용접부 결함
			볼트접합 상태	0.7	볼트누락, 풀림, 이완
			강재 부식도	0.9	도장 및 부식상태
			내화피복	0.3	내화피복 상태
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물 외부기울기
			기초침하	0.9	'부동침하기울기

② 정밀안전진단

[해설 표 10.4.17] 철골조 정밀안전진단 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	중요도
정밀안전진단	안전성 평가	0.9	부재별 내력비	0.9	기둥	0.9
					큰보	0.7
					작은보	0.5
					슬래브	0.3
			접합부 내력비	0.9	기둥 이음부	0.9
					보 이음부	0.7
					기둥+보 접합부	0.7
					보+보 접합부	0.5
					주각 접합부	0.9
	상태 평가	0.7	강재 규격	0.5	강도 및 부재규격	
			용접접합 상태	0.7	용접부 결함	
			볼트접합 상태	0.7	볼트누락, 풀림, 이완	
			강재 부식도	0.9	방청과 강재 부식	
			접합재 부식도	0.7	용접접합부 부식	0.9
					볼트접합부 부식	0.9
			내화피복	0.3	내화피복 상태	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물기울기	
			기초침하	0.9	기초 부등침하기울기	

(7) 무량판구조

① 정밀점검

[해설 표 10.4.18] 무량판구조 정밀점검 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀점검	부재상태 및 내구성	0.7	콘크리트강도	*	압축강도	
			균열	*	균열폭, 면적율	
			콘크리트 탄산화	*	탄산화깊이	
			표면노후화	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수 및 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물기울기	
			기초 침하	0.9	부동침하기울기	

* 내구성계수표 적용항목

② 정밀안전진단

[해설 표 10.4.19] 무량판구조 정밀안전진단 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀안전진단	안전성 평가	0.9	기둥	0.9	내력비	
			슬래브	0.9	내력비	
	상태 평가	0.7	콘크리트강도	*	콘크리트 압축강도	
			균열	*	균열크기, 균열면적	
			콘크리트탄산화	*	탄산화	
			염화물함유량	*	염화물	
			철근부식	*	철근부식	
			표면노후	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수 및 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물 기울기	
			기초침하	0.9	부등침하 기울기	

* 내구성계수표 적용항목

10.5 안전성평가 기준 및 방법

10.5.1 일반

대상 시설물의 구조해석 및 구조안전성 검토는 설계 당시에 적용된 기준에 의해 실시하고, 그 결과에 따라 안전성 평가를 실시할수 있으며, 2차 이상의 정밀안전진단을 실시할 경우, 전회차 진단시와 구조 또는 용도 등의 변경사항이 없을 시에는 전회차 자료를 활용 할수 있다. 또한, 건축물이 부대시설물인 경우에는 부재별 상태평가, 재료시험 결과 및 각종 계측, 측정조사 및 시험 등을 통하여 얻은 결과를 분석하여 구조적으로 취약한 시설물을 선정하여 안전성 평가를 실시한다.

건축물에 대한 안전점검 및 정밀안전진단 과정에서 실시한 조사·시험 및 상태평가 결과를 반영한 구조응력해석과 부재단면의 내력검토의 결과에 따라 구조안전성 평가가 객관적으로 이루어져야하며, 필요한 경우에 구조에 대한 사용제한이나 보강을 합리적으로 이행하도록 하고 그 자료를 체계적으로 관리할 수 있도록 하며, 내진성능 평가는 "기존시설물의 내진성능 평가 및 향상요령(국토해양부, 2011. 7.)"을 참조 할 수 있다.

본 장에서는 건축물의 안전점검·정밀안전진단 시에 책임기술자가 객관적인 안전성 평가를 수행할 수 있는 합리적인 안전성평가 기준에 관해서 기술한다.

10.5.2 안전성평가 기준

가. 정밀점검

정밀점검에서 안전성평가는 설계변경, 사용용도의 변경으로 인한 하중의 변화, 부재내력의 손실 등에 의해 구조에 문제점이 발견된 경우에는 일부 부재에 대하여 안전성 평가를 제한적으로 선택과업으로서 실시하며, 이때의 안전성평가 기준은 정밀안전진단에 따른다.

나. 정밀안전진단

정밀안전진단에서 수행하는 안전성평가는 건축구조물이 안전성을 확보하고 있는 수준에 따라 A~E등급의 5단계로 매기고, 각 안전성 평가 기준에 해당하는 평가점수는 [표 10.38]과 같다.

[표 10.38] 정밀안전진단의 안전성평가 기준

평가 기준	평가점수		평가 내용
	범위	대표값	
A	$0 \le x < 2$	1	구조물의 내력이 설계목표치를 만족하고, 부분 및 전반적으로 문제점이 거의 없는 최상의 상태
B	$2 \le x < 4$	3	구조물의 내력이 설계목표치를 만족하나, 경미한 손상이 발생된 대체로 양호한 상태
C	$4 \le x < 6$	5	구조물의 내력이 부분적으로 부족하나, 전반적으로 구조물의 안전성이 확보되어 있는 보통의 상태
D	$6 \le x < 8$	7	전반적으로 구조물의 내력이 부족하여 구조물의 안전성 확보가 곤란하고 불량한 상태
E	$8 \le x \le 10$	9	전반적으로 구조물의 내력부족이 현저하여 붕괴가 우려되는 심각한 상태

※ 안전성평가 결과의 판정시에는 책임기술자 또는 관련분야 전문가가 판단한 근거를 포함하는 소견을 달아야 한다.

다. 부재내력에 대한 평가 기준

부재별 안전성평가는 구조해석을 수행하여 구조물을 구성하고 있는 기둥, 벽, 보, 슬래브 등의 각 부재의 내력비(이하 안전율(SF)이라 함)로 평가하며, 평가 기준은 a~e의 5단계로 구분하여 매기고, 안전성평가 기준은 [표 10.39]와 같다.

[표 10.39] 부재내력에 대한 안전성평가 기준

평가기준	평가내용	대표값
a	100% ≤ SF	1
b	100% ≤ SF (경미한 손상 있음)	3
c	90% ≤ SF < 100%	5
d	75% ≤ SF < 90%	7
e	SF < 75%	9

주) 안전성평가 결과가 "d"이하이면 10.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

* SF : 안전율 = (부재강도 ÷ 소요강도)×100%.

여기서, 부재강도는 설계도서 검토 및 현장조사 결과로부터 분석·판단한 부재단면의 내력을 말함.

10.5.3 안전성평가 결과 산정 방법

안전성평가 결과 판정은 평가항목·부재·층별·중요도를 고려하여 부재단위, 층 단위, 건축물 전체단위에 대하여 실시하며, 이에 관한 구체적인 방법과 절차는 부록의 평가요령에 따른다.

건축물의 안전성평가 결과 판정절차는 [표 10.40]과 같다.

[표 10.40] 안전성평가 결과 판정절차

구분 / 순서	평가 단계	평가 방법
1	부재단위 평가	○상태평가 항목별 결과 검토 및 반영 ○부재 치수 및 적용하중, 절점 및 지지점 등의 평가, 구조 응력해석 또는 재하시험 대상부재의 단면내력 검토 및 안전율에 따라 부재 단위별로 평가점수 부여하여 안전성평가 결과 판정
2	층 단위 평가	○부재의 중요도를 고려해 층단위 평가점수를 종합하여 안전성 평가 결과 판정
3	전체단위 평가	○상기 1, 2단계 및 각 층의 중요도를 고려, 전체 건축물의 평가점수를 종합하여 안전성 평가 결과 판정

【해설】

1. 상태평가 결과 산정 방법 참조

10.6 종합평가 기준 및 방법

10.6.1 종합평가 기준

시설물의 상태평가와 안전성평가를 실시한 경우에는 각각의 결과로 부여된 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 종합적으로 비교·검토하여 그 시설물에 대한 종합평가 결과를 결정하며, 다음의 [표 10.41]과 같은 시설물의 종합평가 기준에 의해 결정한다.[1)]

또한, 종합평가 결과의 판정시에는 상태평가 및 안전성 결과 판정에 대한 관련분야 전문가 소견을 종합하여 책임기술자가 판단한 근거를 포함하는 소견을 달아야 한다.

[표 10.41] 건축시설물의 종합평가 기준

종합평가기준	평가점수	
	범위	대표값
A	$0 \le x < 2$	1
B	$2 \le x < 4$	3
C	$4 \le x < 6$	5
D	$6 \le x < 8$	7
E	$8 \le x \le 10$	9

1) 건축시설물이 복합시설물의 부대시설물에 해당하는 경우에는 건축물 종합평가 결과는 본 「11장」에 준하여 평가하며, 복합시설물의 종합평가 결과 판정시 다음과 같이 환산하여 평가한다.

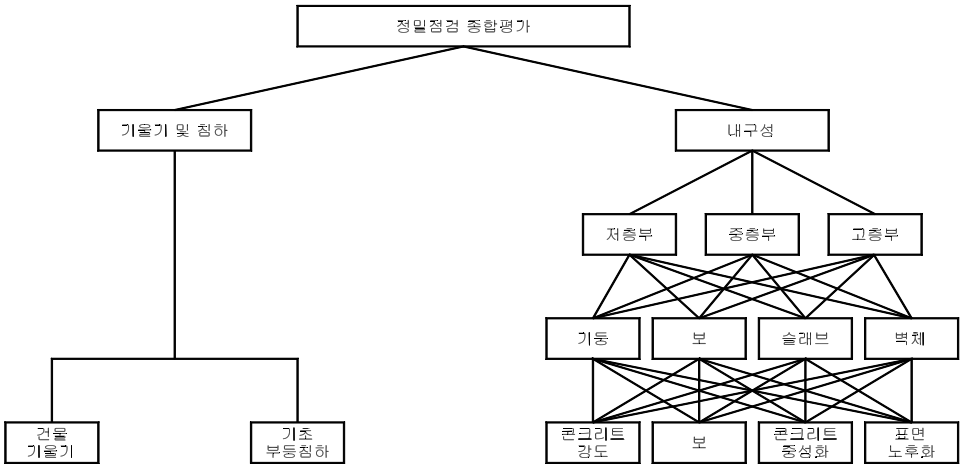
종합평가기준	환산식	종합평가기준	환산식
A	5-(χ×0.25)	D	5.5-(χ×0.5)
B	5.5-(χ×0.5)	E	3.5-(χ×0.25)
C	5.5-(χ×0.5)	χ : 건축물 평가점수	

10.6.2 종합평가 결과 산정 방법

상태 및 안전성평가 결과를 종합하는 구체적인 방법과 절차는 부록의 「평가요령」에 따른다. 여기서는 안전점검·정밀안전진단의 각 평가체계에 관해서 서술한다.

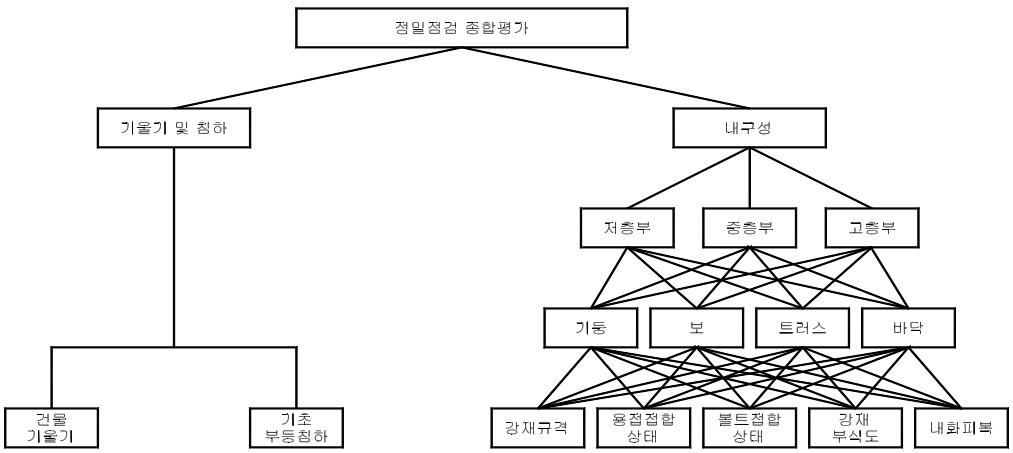
가. 정밀점검

1) 철근콘크리트구조



[그림 10.2] 정밀점검의 철근콘크리트구조에 대한 종합평가 결과 판정체계

2) 철골구조



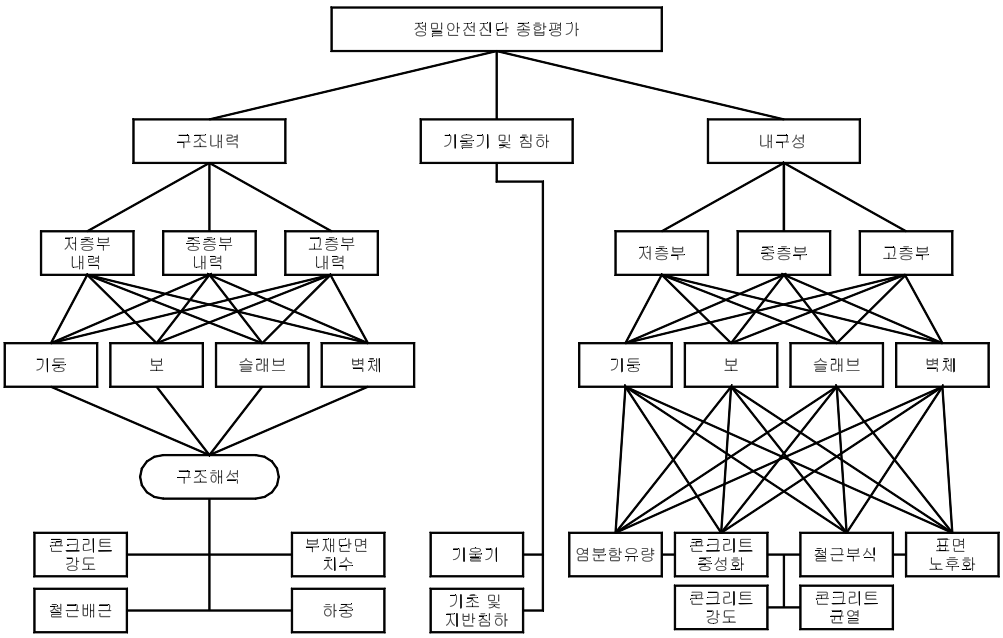
[그림 10.3] 정밀점검의 철골구조에 대한 종합평가 결과 판정체계

【해설】

1. 상태평가 결과 산정 방법 참조

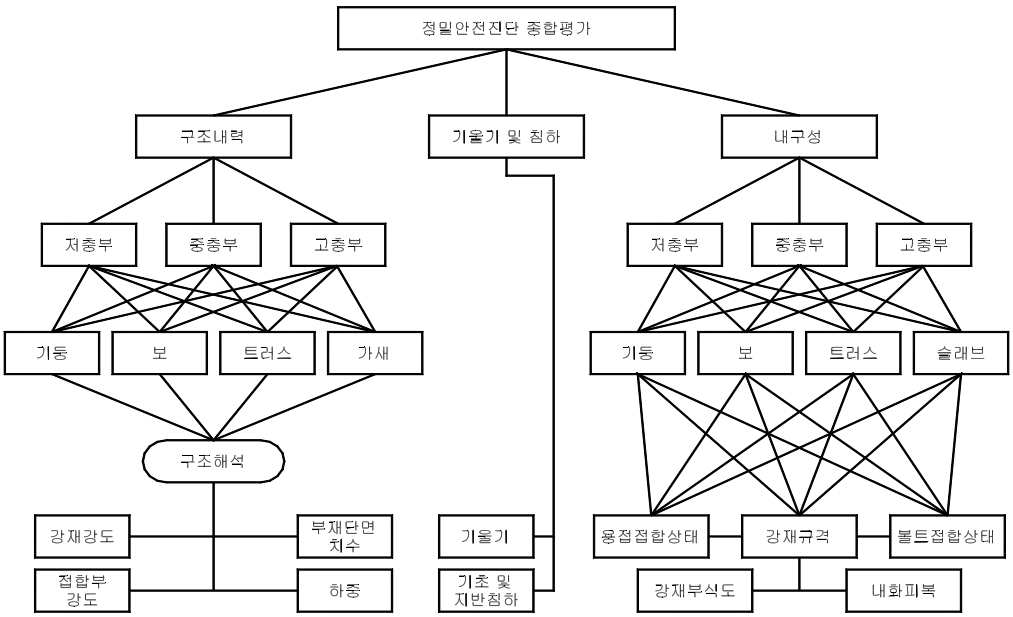
나. 정밀안전진단

1) 철근콘크리트구조



[그림 10.4] 정밀안전진단의 철근콘크리트구조에 대한 종합평가 결과 판정체계

2) 철골구조



[그림 10.5] 정밀안전진단의 철골구조에 대한 종합평가 결과 판정체계

10.7 보수·보강 방법

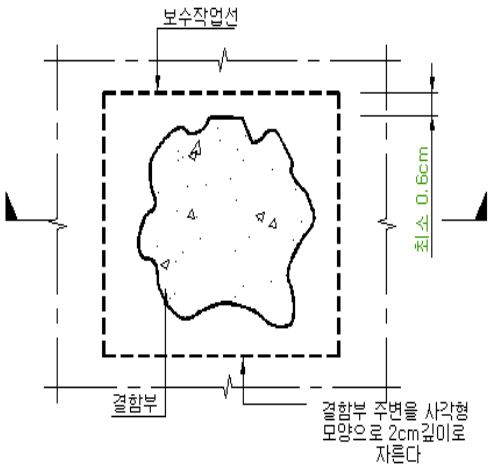
건축 시설물의 주요 보수·보강 방법을 소개하면 다음과 같다.

10.7.1 철근부식에 대한 보수 공법

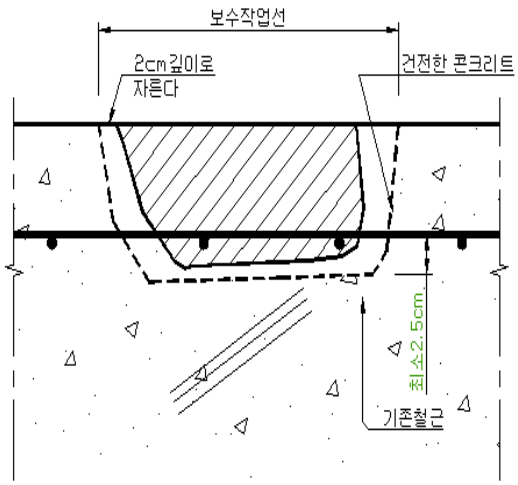
철근이 부식되어 있는 부분이 노출되도록 콘크리트를 파취하고, 철근이 부식된 부분의 녹을 제거하여 철근에 방청처리를 한 후, 콘크리트에 프라이머 도포를 행한 후에 폴리머시멘트 모르터(PCM)등의 재료로 충전 보수한다.

【해설】

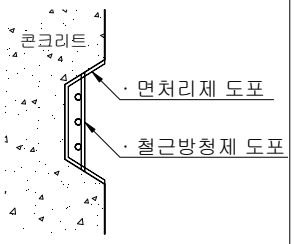
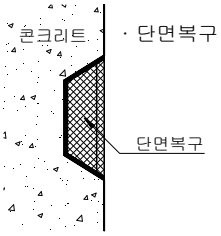
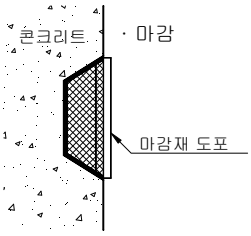
1. 철근부식에 대한 보수공법은 다음과 같다.
   (1) 철근에 손상을 입히지 않도록 콘크리트를 제거하여 철근을 완전히 노출시킴
   (2) 철근 안쪽 콘크리트를 250 ㎜ 정도 깊이까지 제거하고 철근은 샌드블라스팅이나 수압분쇄기로 완전히 청소하며, 만일 중앙부의 철근에 단면손실이 있다면 보강철근으로 보강하고 철근에는 방청도료를 칠하여 방식효과를 높이도록 함
   (3) 표면 청소/정리→신구콘크리트 접착제 바르기→모르타르 채우기의 순서로 실시함
   (4) 신구 콘크리트 이음면에서 접착이 불량할 경우는 콘크리트가 양생된 후 이음면에 균열 보수에서와 같은 주입공법을 시행함



평 면 도



단 면 도

			
<표면처리> 열화된 콘크리트를 수공구 또는 전동공구를 사용하여 손상부위 제거 <철근부식 제거> 철근의 부식부분을 제거 <고압 물청소> 고압수 세정기를 이용하여 이물질을 완전히 제거한 후 자연건조	<면처리제 도포> 롤러나 도로작업용 붓, 에어스프레이건 등을 사용하여 표면처리후 구체에 골고루 도포 <철근방청제 도포> 붓이나 흙손 등을 사용하여 철근주위에 균일하게 도포	<단면복구> 복구재료를 이용한 단면복구	<마감재 도포> 롤러나 붓으로 마감재를 도포

[해설그림 10.7.1] 콘크리트 단면보수 일반도

2. 참고로 균열에 대한 보수공법은 다음과 같다.

(1) 균열 기준은 구조물의 중요도, 특성 등에 따라 다양하므로 구조물의 특성 및 균열 현상 등을 고려하여 적절한 보수공법을 사용해야 한다. 콘크리트 균열의 보수목적과 균열상태에 따른 보수공법별 적정성을 비교하면 다음 [해설 표 10.7.1]과 같다.

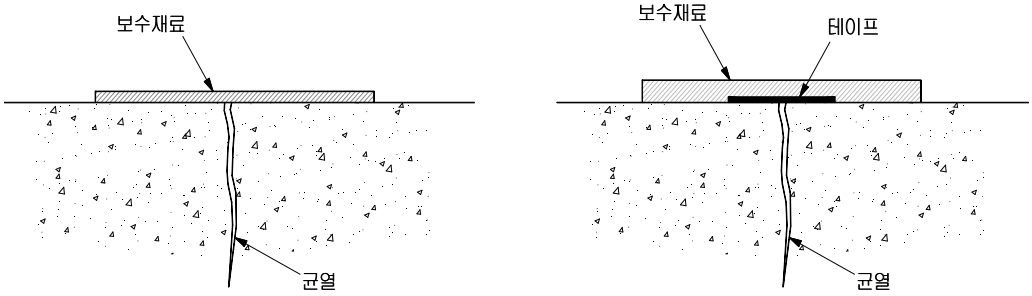
[해설 표 10.7.1] 콘크리트 균열의 보수공법 적정성 비교

보수 목적	균열현상 · 원인		균열폭 (㎜)	보 수 공 법				
				표면처리 공법	주입공법	충전공법	침투성 공법	기타
방수성	철근부식 미발생시	균열폭 변동이 작음	0.2 이하	○	△		○	
			0.2~1.0	△	○	○		
		균열폭 변동이 큼	0.2 이하	△	△		○	
			0.2~1.0	○	○	○	○	
내구성	철근부식 미발생시	균열폭 변동이 작음	0.2 이하	○	△	△		
			0.2~1.0	△	○	○		
			1.0 이상		△	○		
		균열폭 변동이 큼	0.2 이하	△	△	△		
			0.2~1.0	△	○	○		
			1.0 이상		△	○		
	철근부식		-					□
	염 해		-					□
	반응성 골재		-					□

주1) ○ : 적당 △ : 조건에 따라 적당 □ : 기타

① 표면처리공법

미세한 균열(일반적으로 폭 0.2mm이하) 위에 도막을 입혀 방수성과 내구성을 향상시키는 공법이며 균열내부를 처리할 수 없고, 진행성 균열은 보수하기 곤란한 점이 있다.

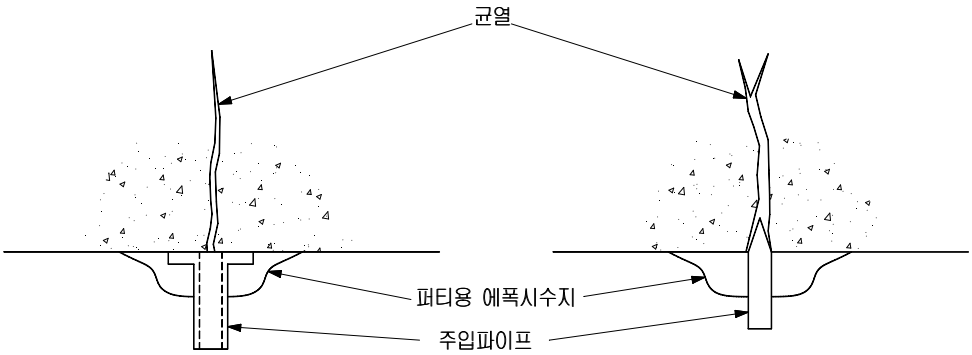


<정지 균열> < 진행성 균열>

[해설 그림 10.7.2] 표면처리 공법 개요도

② 주입공법

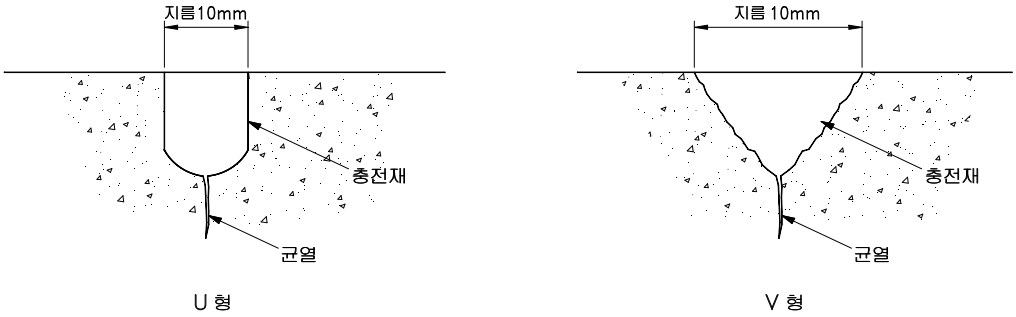
균열 부분에 에폭시계 수지 및 시멘트계 재료를 주입하여 콘크리트를 일체화시키고 콘크리트의 수밀성을 크게 하며 콘크리트 및 철근의 열화와 부식을 방지하는 공법이다.



[해설 그림 10.7.3] 주입공법 개요도

③ 충전공법

균열폭이 비교적 큰(0.5mm이상) 경우에 적용하는 공법으로서 균열을 따라 콘크리트를 V형이나 U형으로 절취하고 그 부분에 보수재를 충전하는 공법이며 이 공법은 철근이 부식되지 않는 경우와 철근이 부식되는 경우로 나누어 보수한다.



< U형 절취 > < V형 절취>

[해설 그림 10.7.4] 충전공법 개요도

④ 침투성 도포방수제에 의한 누수방지

침투성 방수제 도포공법은 콘크리트 표면부가 전반적으로 노후되어 0.2mm 정도 이하의 미세한 균열을 갖는 경우에 적용되며, 균열폭이 큰 경우는 부적당하다. 침투성 도포방수제에 의한 0.2mm 정도의 균열폭의 경우, 누수방지에 관한 일본내 실내실험 결과 누수가 발생되지 않는 것으로 나타났지만 이 공법은 아직 시공실적이 적어서 내구성에 대한 신뢰성이 불명확하나 최근 국내에서 널리 이용되고 있는 공법중의 하나이다.

10.7.2 누수에 대한 보수 공법

콘크리트의 누수는 구조물의 기능장해와 열화의 원인이 되므로, 누수방지 및 방수대책의 수립이 필요하다.

10.7.3 콘크리트 탄산화 부위 보수 공법

탄산화가 20~30㎜정도 진행된 경우에는 탄산화된 콘크리트를 제거한 후 단면복구용 모르터로 보수하는 것이 원칙이나, 이러한 경우 공사비용이 과다하기 때문에 현실적으로 불가능하다는 지적이 있다.

따라서 구조체의 경우 탄산화를 방지할 수 있는 콘크리트 탄산화 방지용 밀폐형 기밀 도료칠을 한다.

부 록

A. 과업지시서 예시

B. 사전검토 보고서 예시

C. 평가 요령

부록 A

과업지시서 예시

-정밀점검, 정밀안전진단

본 과업지시서 예시는 과업의 제반여건에 따라 변경될 수 있습니다.

정밀안전진단(안전점검) 과업지시서

1. 일반조건

1.1 과업명 : OOOO 정밀안전진단(안전점검) 용역

1.2 과업의 목적

본 과업은 “시설물의안전관리에관한특별법”(이하 ”시특법“ 이라한다.) 제7조 및 동법 시행령 제9조에 규정에 따른 정밀안전진단(안전점검)으로서 시설물에 대한 물리적 기능적 결함을 조사하고 구조적 안전성 및 손상상태를 점검하여, 재해를 예방하고 시설물의 효용을 증진시켜 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.3 시설물 개요

(1) 시 설 명 :
(2) 위 치 :
(3) 연 면 적 :
(4) 구 조 :
(5) 층 수 :
(6) 용 도 :
(7) 준공연월일 :

1.4. 적용 법규

(1) 시설물의 안전관리에 관한 특별법
(2) 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 지침 (이하 “지침”이라 한다.)
(3) 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부 · 한국시설안전공단, 이하 “세부지침”이라 한다.)
(4) 안전점검 및 정밀안전진단 대가(비용 산정)기준(이하 “대가기준”이라 한다.)
(5) 기타 관련법규

1.5. 과업내용

[정밀안전진단]

1) 자료수집 및 분석
2) 현장조사 및 시험
3) 상태평가
4) 안전성평가
5) 종합평가
6) 보수·보강방법
7) 보고서 작성

[안전점검]

1) 자료수집 및 분석
2) 현장조사 및 시험
3) 상태평가
4) 안전성평가(선택과업이 있을 경우)
5) 보수·보강방법(선택과업이 있을 경우)
6) 보고서 작성

1.6. 과업수행기간

(1) 수행기간 : 착수일로부터 일 까지로 한다.

(2) 다음에 한하여 과업 수행기간을 조정할 수 있다.

- 천재지변으로 인하여 과업시행이 불가능해 졌을 경우
- 관리주체의 요청으로 공기연장이 불가피 할 경우

1.7. 설계변경 조건

계약 상대자는 다음의 경우 감독원과 협의하여 변경할 수 있다.

(1) 계약내용 중 선택과업의 이행 수량에 따른 변경 시

1.8. 업무의 사전 협의 등

계약 상대자는 다음 사항에 대하여는 사전에 감독원의 승인 또는 협의 후 과업을 수행하여야 한다.

(1) 과업수행계획서 및 착수신고서의 내용변경

(2) 기본계획을 포함한 주요내용 및 방침의 설정 또는 변경

(3) 기타 감독원의 지시나 계약상대자의 판단에 따라 승인 받아야 할 사항

1.9. 과업 일반사항

(1) 착수계 제출

계약상대자는 과업착수시 제출할 서류는 다음 각호와 같다.

- 착수계
- 용역수행세부계획서
- 인력(장비)투입계획서
- 안전관리 조직표
- 참여기술자 편성현황 (현장대리인계)
- 보안각서

(2) 착수계는 계약일로부터 일 이내에 제출하여야 하며, 착수신고 서류 2부를 작성하여 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 하며 용역수행에 대한 상세계획을 설명하여야 한다.

(3) 계약상대자는 과업수행중 외업진단시 필요시 다음 사항을 포함한 일보 또는 주보를 작성하여 감독원에게 제출하여야 한다.

- 기상상황
- 진단 부재와 위치 등
- 전일(주) 실적 및 금일(주) 계획
- 참여 기술자와 장비 투입 현황(누계 포함)
- 기타 사항

1.10. 계약상대자의 책임

(1) 문서의 기록 · 비치

- 계약상대자는 이 과업을 수행함에 있어 관계기관과의 협의사항, 감독원의 지시 및 조치사항 등 과업추진에 따른 주요 내용을 문서로 작성 · 비치하여야 하며 감독원의 요구가 있을 때에는 이에 따라야 한다.
- 용역수행자는 작업사항에 대한 기록 보존을 위하여 사진촬영을 하여야 한다.

(2) 안전관리의 의무

계약상대자는 관계법규의 의한 안전수칙의 준수 등 안전관리에 최선을 다하여야 하며 계약상대자의 과실이나 부주의로 인하여 발생하는 사고 및 손해에 대하여 책임을 져야 한다.

(3) 법률 준수의 의무

계약상대자는 이 과업을 수행함에 있어 관계 법률에 저촉되는 행위로 인한 모든 피해사항에 대하여 책임을 져야 한다.

1.11 용역대가의 지급

(1) 이 과업의 지시서와 기타 계약문서에 특별히 기술하지 않는 한 용역 대가는 산출내역서 상의 계약금액으로 하며 지급 시기는 계약문서에 따른다.

(2) 감독원이 인정하는 추가조사비 등은 실비 정산한다.

1.12 보안 및 비밀유지

(1) 보안관계 법규의 준수

- 용역수행 중 인지하게 된 사실에 대하여는 외부에 유출하여서는 안되며 관련자 교육을 통하여 철저히 기밀을 유지하여야 하며, 계약상대자의 과실이나 부주의로 인하여 발생한 손해에 대하여 책임을 져야 한다.
- 보안이 필요한 장소 출입 시에는 관리주체의 안내를 받아야 한다.

(2) 과업성과품 발간 시 유의사항

계약상대자는 과업성과품을 감독원과 협의하여 내용의 중요도에 따라 대외비로 분류 및 관리하여야 하고 대외비로 분류되는 자료 발간 시는 감독원과 협의하여 정부에서 인가한 비밀문서 발간업체에서 발간하되 계약상대자는 발간과정에 입회하여 원지, 폐지 등을 회수 · 소각하여야 한다.

1.13 용어의 해석

과업지시서상의 용어해석에 차이가 있을 경우에는 감독원과 계약상대자가 상호 협의하여 결정하여야 한다.

1.14 용역수행자의 교체

(1) 이 과업에 참여하는 기술자는 충분한 학력, 경험과 관련법에 의한 자격을 갖춘 자로 하여야 하며 감독원이 과업의 적정한 수행에 부적격하다고 판단되는 경우 협의에 따라 교체를 요구할 수 있다.

(2) 이 과업에 참여는 기술자가 퇴직 혹은 기타 사유로 과업을 수행할 수 없을 때에는 그와 동등한 자격을 갖춘 기술자로 감독원의 승인을 받아 교체한다.

2. 과업수행 내역

2.1 점검계획

2.1.1 일 반

점검계획은 현장에서의 예비조사 후에 수립하며 조사항목은 아래와 같다.

1) 현장여건 및 문제점

2) 시설관리자 및 주민의견 청취

3) 제반시설 관련자료

이때 도면 및 자료를 개략 검토한 후에 조사를 수행함으로써 구조물의 형상이나 세부사항들에 대한 예비검증이 되도록 한다.

2.1.2 점검계획 수립

예비조사시 수집된 자료의 검토 후 점검계획을 수립하며 다음 사항이 포함되어야 한다.

1) 조사범위 및 항목결정
2) 기존 점검자료 검토
3) 분야별 소요인원 및 구성
4) 재료시험 실시에 대한 적정성여부 판단
5) 점검기간 및 계획된 작업시간 예측
6) 점검범위 및 안전성에 대한 판단
7) 점검장비 선정
8) 점검종사자 안전

○ 점검업무 및 접근방법과 관련하여 점검자는 안전사고 예방에 유의한다.

9) 기타 점검자와 관리주체가 필요하다고 판단되는 사항

2.2 점검실시 세부사항

2.2.1 시설물 관련도서 검토

계약상대자는 이 과업을 수행을 위하여 다음의 자료를 포함한 관련 자료를 검토하여야 한다.

(1) 설계도서

(2) 사진

(3) 품질관리 관련자료

(4) 시설물관리대장

(5) 안전점검 및 정기점검 결과

(6) 유지관리지침서

(7) 기타 필요한 자료

2.1.2 계획수립

(1) 진단을 효과적으로 수행하려면 자료조사 · 수집과 현장조사를 통한 사전점검을 하여 계획을 수립하여야 하며 현장 조사 시에는 다음 사항이 고려되어야 한다.

- 진단형식의 결정
- 진단을 수행하는데 필요한 인원, 장비와 기기의 결정
- 기 발생한 결함의 확인을 위한 기존점검자료 검토
- 비파괴시험을 포함한 기타 재료시험 실시에 대한 적정성 여부의 판단과 실시위치, 시험실시 계획
- 구조물에 붕괴유발부재, 피로 취약구조부위와 같이 특별한 주위를 요구하는 부재와 부위가 포함되었는지 판단
- 시설물의 기초와 주위지반에 대한 조사 여부, 조사항목과 범위의 판단
- 내하력 검토를 위한 조사 · 측정 · 시험 · 계측 항목 및 범위의 판단

(2) 정밀육안검사 결과를 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침”의 손상상태 평가를 기록하기 위하여 결함발생된 부재 또는 부위에 대한 망 구성계획을 수립하여 감독원과 협의하여 결정하여야 한다.

(3) 점검자는 진단을 수행하기 위하여 구조부재에 접근할 필요가 있을 때 가장 안전한 장비를 선정하여야 한다.

(4) 진단방법과 진단장비의 선정을 위한 현장 조사시 도면이 있는 경우는 도면을 가지고 수행하여 구조물의 형상이나 세부사항들에 대하여 가장 알맞은 장비가 선정되도록 하여야 한다.

2.1.3 현장조사

(1) 현장조사는 기존 시설물에 관한 기초 자료를 얻고, 시간이 경과함에 따라 변화되는 균열 폭과 길이 등의 변화를 추적하기 위하여 정밀하게 수행한다.

(2) 도면이 없거나 도면상에 나타난 자료 확인을 위해서는 현장 측정을 원칙으로 하며 측정의 정확성은 원하는 목적을 달성할 정도이어야 한다.

(3) 계약상대자는“안전점검 및 정밀안전진단 세부지침”에 의한 손상상태 조사표를 작성하기 위하여 시설물 전체 표면에 대한 상세한 육안검사를 하여야 한다.

(4) 부식, 노후와 또는 기타 식별이 어려운 결함을 발견하기 위하여 육안으로 검사하기 전에 검사부위를 깨끗이 청소하여야 한다.

2.1.4 세부조사항목

(1) 청문조사

1) 경과 기간 중 하자 관련사항

2) 정기 및 정밀점검 보고서

3) 보유 건축물의 유지보수 관련 서류

4) 보수 · 보강, 증축 이력

5) 관리자의 관리적 불편사항 등

(2) 시설물별 세부조사항목

※ 정밀안전진단(안전점검) 대상시설물의 범위와 기본과업 및 선택과업구분에 따라 당해 시설물에 해당하는 조사사항을 선택하여 명시함.

1) 정밀점검

구분		조사항목	내 용
부재 상태 및 내구성	R.C[1] S.R.C 조적조	콘크리트 강도 및 규격	콘크리트 압축강도 및 부재의 규격
		균열	균열폭, 면적률
		콘크리트 탄산화	탄산화 깊이
		표면 노후화	박리, 박락 및 층분리, 누수 및 백태, 철근노출
	ST'L	강재의 규격	강재강도 및 부재규격
		용접 접합상태	용접부 결함(균열 및 언더컷 등)
		볼트 접합상태	볼트 누락, 풀림, 이완
		강재의 부식도	도장 및 부식상태
		내화피복	내화피복 두께 및 손상
변위 · 변형		기울기	건축물기울기
		기초 침하	부동침하에 의한 구조 및 부재의 기울기

1) R.C : 철근콘크리트 라멘조, 벽식구조, 프리캐스트 콘크리트조, 무량판구조 등을 포함함

2) 정밀안전진단

구 분		조사항목	내 용
구조안전성		부재내력	기둥, 벽, 보, 슬래브 등의 내력검토(도서)
부재 상태 및 내구성	R.C S.R.C 조적조	콘크리트 강도 및 규격	콘크리트 압축강도 및 부재의 규격
		철근배근 상태	철근배근 간격, 피복두께
		균열	균열폭 및 면적률
		콘크리트 탄산화	탄산화 진행깊이
		철근 및 접합재 부식	철근 및 접합재 부식상태 및 부식환경
		표면 노후화	박리, 박락 및 층분리, 누수, 백태, 철근노출
		염화물함유량	염화물이온 함유량
		실내시험(필요시)	코어강도, 단위중량 등
	ST'L	강재의 규격	강재강도 및 부재규격
		용접 접합상태	용접부 결함
		볼트 접합상태	볼트 누락, 풀림, 이완
		강재의 부식도	방청과 강재부식
		접합재 부식도	용접 및 볼트접합부 부식
		내화피복	내화피복 두께 및 손상
변위・변형		기울기	건축물기울기
		부동침하	부동침하에 의한 구조 및 부재의 기울기

(3) 선택과업

선택과업은 과업 수행전 계약상대자와 합동으로 실시한 사전조사 결과에 따라 조사항목을 선정하며, 과업수행중에 발생되는 항목은 협의하여 추진한다.

(4) 상태평가

상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 세부지침의 상태평가 기준에 따라 실시한다.

정밀안전진단에서는 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정한다.

상태평가가 정확히 이루어졌는지 확인하는 동시에 기록용 문서로서 이용하기 위하여 안전점검·정밀안전진단을 실시한 사람은 외관조사 결과를 안전점검·정밀안전진단 서식에 각각의 결함의 형태, 크기, 양 및 심각한 정도 등을 기록하여야 한다.

(정밀점검에서는 기본시설물에 대하여 점검하고, 외관조사망도를 작성하여 상세히 상태평가를 실시하며, 외관조사망도를 작성하지 않은 부위는 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 보고서에 수록된 상태평가 결과를 참조하여 책임기술자가 시설물 전체에 대한

상태평가 결과를 결정한다.)

(5) 안전성 평가(정밀안전진단 또는 정밀점검의 선택과업시)

책임기술자는 계측 및 구조해석 또는 기존의 안전성평가 자료와 함께 부재별 상태평가, 재료시험 결과 및 각종 계측, 측정, 조사 및 시험 등을 통하여 얻은 결과를 분석하고 이를 바탕으로 구조물의 안전과 부재의 내(하)력 등을 종합적으로 평가하여 세부지침의 안전성평가 기준에 따라 시설물의 안전성평가 결과를 결정한다.

보고서에는 평가에 사용된 해석방법의 종류 및 해석결과에 대한 설명과 계산기록을 포함하여야 한다.

(6) 종합평가 및 안전등급 지정

1) 상태평가 및 안전성평가를 실시한 결과를 종합하여 세부지침의 종합평가 기준에 따라 시설물의 종합평가 결과를 결정한다.

2) 정밀안전진단(안전점검)을 실시한 책임기술자는 당해 시설물에 대한 종합적으로 평가한 결과로부터 안전등급을 지정한다.

다만 정밀안전진단(안전점검) 실시결과 기존의 안전등급보다 상향하여 조정할 경우에는 해당 시설물에 대한 보수·보강 조치 등 그 사유가 분명하여야 한다.

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

(7) 보수·보강방법 제시(정밀안전진단 또는 정밀점검의 선택과업시)

1) 일반

보수는 시설물의 내구성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 유지관리 대책을 말하며, 보강이란 부재나 구조물의 내하력과 강성 등의 역학적인 성능을 회복, 혹은 향상시키는 것을 목적으로 한 대책을 말한다.

보수를 위해서는 상태평가 결과 등을, 보강을 위해서는 상태평가 및 안전성평가 결과

등을 상세히 검토하고, 발생된 결함의 종류 및 정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 필요한 보수 · 보강 방법 및 수준을 정하여야 한다.

2) 보수·보강의 필요성 판단

보수의 필요성은 발생된 손상(균열 등)이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하여야 하며, 이를 위해 본 지침 및 각종 기준(표준시방서 등)을 참조한다.

보강의 경우는 부재안전율을 각종 기준에서 정하는 수치이상으로 하기 위하여 어느 정도까지 부재단면 등을 증가하여야 하는지를 판단하여야 한다.

3) 보수·보강의 수준의 결정

보수·보강의 수준은 위험도, 경제성 등을 고려하여 아래의 경우 중에서 결정한다.

- ◦현상유지(진행억제)
- ◦실용상 지장이 없는 성능까지 회복
- ◦초기 수준이상으로 개선
- ◦개축

4) 공법의 선정

구조물 결함에 따른 보수·보강은 보수재료와 공법 선정시 공법의 적용성, 구조적 안전성, 경제성 등을 검토하여 결정한다.

이때 중요한 것은 구조물의 결함 발생 원인에 대한 정확한 분석이며, 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고, 또한 적절한 보수재료를 선택할 수 있다.

따라서 시설물관련 제반자료, 진단시 수행한 각종 상태평가 및 안전성 평가 결과를 기초로 하여, 결함 발생 원인에 대한 정확한 분석 후 결함부위 또는 부재에 가장 적합한 보수·보강공법을 선정하여야 한다.

5) 보수·보강 우선순위의 결정

각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생된 각종 결함에 대한 보수·보강 우선순위는 다음과 같이 결정한다.

◦보수보다 보강을, 주부재를 보조부재보다 우선하여 실시한다.

◦시설물 전체에서의 우선순위 결정은 각 부재가 갖는 중요도, 발생한 결함의 심각성 등을 종합 검토하여 결정한다.

6) 유지관리 방안 제시(선택과업)

시설물을 안전하고 경제적으로 유지관리하는데 필요한 사항을 제시하는 것으로 결함 및 손상의 종류와 원인, 점검요령, 조치대책 등에 관한 실무적이고 필수적인 내용을 해당 시설물의 그림 및 사진 등을 위주로 구성하여 안전점검 경험이 적은 사람도 쉽게 활용할 수 있도록 하여야 한다.

3. 과업성과품 작성

(1) 현장에서 사용하는 진단양식과 보고서는 체계적으로 작성되어야 하며, 결함에 대한 설명과 개략도가 포함되어야 한다. 완성된 보고서는 시간이 경과한 후에도 설명과 결함에 대한 해석이 가능하도록 상세하고 명확해야 한다. 현장 사진을 촬영하여 결함을 확인할 수 있도록 하여야 하며, 여러 가지 결함이 언급된 경우에는 보고서와 양식에서 상호 참조할 수 있도록 하여야 한다. 개략도와 사진은 결함의 위치와 특성에 관한 설명을 보충하기 위한 수단으로 사용하여야 한다.

(2) 보고서에 포함된 모든 자료의 근거를 명확히 하여야 하고 진단일시와 기타 자료의 근거도 기록하여야 한다.

(3) 정밀점검 보고서 포함될 사항

1) 서두

보고서의 표지 다음에 정밀점검의 개요를 쉽게 알 수 있도록 다음의 서류를 붙인다.

- 제출문(정밀점검을 실시한 기관의 장)
- 정밀점검 결과표(결과표, 현황표, 결과 요약문)
- 참여 기술진 명단
- 시설물의 위치도
- 시설물의 전경사진, 부위별 사진
- 정밀점검 실시결과 요약문
- 보고서 목차

2) 정밀점검의 개요

정밀점검의 범위와 과업내용 등 정밀점검 계획 및 실시와 관련된 주요사항을 기술한다.

- 점검의 목적
- 시설물의 개요 및 이력사항
- 점검의 범위 및 과업내용
- 사용장비 및 기기 현황
- 점검 수행 일정

3) 자료수집 및 분석

정밀점검의 관련자료를 검토 · 분석하고 그 내용을 기술한다.

- 설계도면, 구조계산서
- 기존 정밀점검 · 정밀안전진단 실시결과
- 보수·보강이력
- 시설물의 내진설계 여부 확인(설계도서 상)
- 기타 관련자료

4) 현장조사 및 시험

과업내용에 의거 실시한 현장조사, 시험 및 측정 등의 결과분석 내용을 기술하고, 필요한 경우 사진 또는 동영상 등을 첨부한다.

- 기본시설물 또는 주요부재별 외관조사 결과분석
- 주요한 결함(손상)의 발생원인 분석
- 재료시험 및 측정 결과분석

5) 시설물의 상태평가

과업내용에 따라 실시한 현장조사 및 시험의 분석 결과에 따라서 상태평가 결과의 작성 방법은 본 「세부지침」의 제8장에서 기술한 내용을 따른다.

- 대상 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결과 결정
- 콘크리트 또는 강재의 내구성 평가

6) 안전등급 지정

정밀점검 실시결과 상태평가 및 안전성평가(필요시) 등을 종합적으로 평가하여 제11장에서 기술한 내용을 따라 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다.

7) 시설물의 안전성 평가 (필요한 경우 추가로 실시)

안전점검 결과 시설물의 보수·보강방법을 제시한 때에는 보수·보강시 예상되는 임시 고정하중(공사용 장비 및 자재 등)이 시설물에 현저하게 작용하는 경우에 대한 시행방법을 검토

8) 종합결론 및 건의

- 정밀점검 실시결과의 종합결론
- 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부
- 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항
- 기타 필요한 사항

9) 부록

- 과업지시서 및 과업수행계획서
- 사전조사 자료(사전검토 보고서)
- 외관조사망도
- 측정, 시험 성과표
- 상태평가 결과 자료
- 시설물관리대장 사본
- 현황조사 및 외관조사 사진첩
- 사용장비 및 기기의 사진
- 사전조사 자료 일체
  (사전검토 보고서, 과업수행계획서 등 관련자료)
- 기타 참고자료
  (정밀점검 결과와 관련되는 설계도서, 감리보고서, 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 보고서 등 관련자료 포함)

(4) 정밀안전진단 보고서 포함될 사항

1) 서두

보고서의 표지 다음에 정밀안전진단의 개요를 쉽게 알 수 있도록 다음의 서류를 붙인다.

- 제출문(정밀안전진단을 실시한 기관의 장)
- 정밀안전진단 결과표(안전등급)
- 참여 기술진 명단
- 시설물의 위치도
- 시설물의 전경사진, 부위별 사진
- 정밀안전진단 실시결과 요약문
- 보고서 목차

2) 정밀안전진단의 개요

정밀안전진단의 범위와 과업내용 등 정밀안전진단 계획 및 실시와 관련된 주요사항을 기술한다.

- 진단의 목적
- 시설물의 개요 및 이력사항
- 진단의 범위 및 과업내용
- 사용장비 및 시험기기 현황
- 진단수행 일정

3) 자료수집 및 분석

정밀안전진단의 관련자료를 검토 · 분석하고 그 내용을 기술한다.

- 설계도면, 구조계산서
- 기존 정밀점검·정밀안전진단 실시결과
- 보수·보강이력 및 용도변경
- 시설물의 내진설계 여부 확인
- 기타 관련자료

4) 현장조사 및 시험

과업내용에 의거 실시한 현장조사, 시험 및 측정 등의 결과분석 내용을 기술하고, 필요한 경우 사진 또는 동영상 등을 첨부한다.

- 전체 시설물 외관조사 결과분석
- 주요한 결함(손상)의 발생원인 분석
- 재료시험, 측정결과의 분석

5) 시설물의 상태평가

과업내용에 따라 실시한 현장조사 및 시험의 분석 결과에 따라서 시설물의 상태평가 결과를 작성하며, 작성 방법은 본 「세부지침」의 제8장에서 기술한 내용을 따른다.

- 콘크리트 또는 강재의 내구성 평가
- 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결정

6) 시설물의 안전성평가

과업내용에 따라 실시한 현장조사 및 재료시험 등의 결과를 분석하고 이를 바탕으로 구조물의 내(하)력, 사용성 등을 검토하고 시설물의 구조적, 기능적 안전성을 평가한다.

- 현장 재하시험 및 계측 결과분석
- 지형, 지질, 지반, 토질조사 등의 결과분석
- 시설물의 변위, 거동 등의 측정결과 분석
- 시설물의 구조해석 및 구조계산을 통한 분석결과
- 시설물의 내(하)력 평가
- 시설물의 내진성능, 사용성 평가 (관리주체의 요구 등 필요한 경우)
- 정밀안전진단 결과 시설물의 보수·보강방법을 제시한 때에는 보수·보강시 예상되는 임시 고정하중(공사용 장비 및 자재 등)이 시설물에 현저하게 작용하는 경우에 대한 구조안전성 평가 포함 시행
- 시설물의 안전성평가 결정

  안전성평가 작성 방법은 본 「세부지침」의 제9장에서 기술한 내용을 따른다.

7) 종합평가

- 시설물의 상태평가와 안전성평가 결과를 종합하여 안전상태 종합평가 결과의 결정

  종합평가 작성 방법은 본 「세부지침」의 제10장에서 기술한 내용을 따른다.

8) 안전등급 지정

정밀안전진단 실시결과 상태평가 및 안전성평가 등을 종합적으로 평가하여 제11장에서 기술한 내용을 따라 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다.

9) 보수·보강 방법

시설물의 상태평가와 안전성평가 결과에 따라 손상 및 결함이 있는 부위 또는 부재에 대하여 적용할 보수·보강 방법을 제시함.

(내진성능 평가 후 내진능력 부족시의 경우를 포함)

- 보수 · 보강방법에 대한 개요, 시공방법, 시공시 주의사항 등
- 당해 시설물의 유지관리를 위한 요령, 대책 등

  시설물을 안전하고 경제적으로 유지관리하는데 필요한 사항을 제시하는 것으로 결함 및 손상의 종류와 원인, 점검요령, 조치대책 등에 관한 실무적이고 필수적인 내용을 해당 시설물의 그림 및 사진 등을 위주로 구성하여 안전점검 경험이 적은 사람도 쉽게 활용할 수 있도록 하여야 한다.

10) 종합결론 및 건의사항

- 정밀안전진단 실시결과의 종합결론
- 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항
- 기타 필요한 사항

11) 부록

◦ 과업지시서 : 부록의 과업지시서 예문 참조

◦ 외관조사망도

◦ 구조해석 모델링 및 수치해석 자료 (입출력자료는 e-보고서에 포함)

◦ 측정, 시험, 계측 성과표

◦ 상태평가 결과 자료

◦ 안전성평가 결과 자료

◦ 시설물관리대장 사본

◦ 현황조사 및 외관조사 사진첩

◦ 사용장비 및 기기의 사진

◦ 사전조사 자료 일체(사전검토 보고서, 과업수행계획서 등 관련 자료)

◦ 기타 참고자료
(정밀안전진단 결과와 관련되는 설계도서, 감리보고서, 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 보고서 등 관련자료 포함)

(5) 용역완료 성과품 제출

이 과업과 관련한 성과품은 다음과 같다

1) 정밀안전진단(안전점검)보고서(부록포함) : 0부

2) CD보고서 : 0부

3) 사진첩 : 0부

※ 용역완료 성과품의 부수는 관리주체와 협의

부록 B

사전검토 보고서 예시

정밀안전진단(안전점검) 사전검토 보고서

1. 과업명 : ○○○ 정밀안전진단(안전점검)

2. 배경 및 목적

시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 지침(국토해양부고시 제2010-1037호, 2010. 12.31)의 3.1.4항 및 3.9.2항에 따라 과업대상 시설물의 과업지시서 또는 용역설계서 내용이 법령 및 지침, 세부지침 등에 부합되는지 여부를 검토하고, 그 결과를 관리주체에 보고하고 과업수행계획서에 수록하고자 함

3. 과업의 범위

3.1 시설물 명 : ○○○

3.2 위　　치 : ○○도 ○○시(군) ○○동(면) ○○리

4. 사전검토 내용

4.1 정밀안전진단(안전점검) 대상시설물의 범위

구 분	부재/부위	점검 및 진단 실시범위			금회 실시범위	제외 사유
		정기점검	정밀점검	정밀안전진단		
기본 시설	◦ 내력벽	○	○	○	○	
	◦ 기둥	○	○	○	○	
	◦ 보	○	○	○	○	
	◦ 바닥슬래브	○	○	○	○	
	◦ 지붕틀	○	○	○		보수공사 중
	◦ 주계단	○	○	○	○	
부대 시설	◦ 옹벽	○	○	○		
	◦ 절토사면	○	○	○		

4.2 정밀안전진단(안전점검) 유지관리자료 보유 현황 검토

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계도서	◦ 공통 – 준공내역서 – 공사시방서 – 각종계산서 – 토질조사 보고서 – 기타 특이사항 보고서		
	◦ 설계도면 – 공통 – 토목 – 건축 – 기계·전기설비		
시설물 관리대장	◦ 기본현황 ◦ 상제제원 ◦ 유지관리 이력		
시공관련 자료	◦ 시공관련 자료 ◦ 품질관리 관련자료 – 재료증명서 – 품질시험기록 – 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 – 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ◦ 사고기록		
안전점검 및 정밀안전진단 자료			
보수보강 자료			

4.3 정밀안전진단(안전점검) 과업의 범위

– 정밀점검일 경우

과업항목	지침상 기본과업	금회 과업 내용
자료수집 및 분석	•준공도면, 구조계산서, 특별시방서 •시공 · 보수 · 보강도면, 제작 및 작업도면 •재료증명서, 품질시험기록, 재하시험 자료, 계측자료 •시설물관리대장 •기존 안전점검·정밀안전진단 실시결과 검토·분석 •보수·보강이력 검토·분석	○해당
현장조사 및 시험	•기본시설물 또는 주요부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 – 콘크리트 구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등 – 강재 구조물 : 균열, 도장상태, 부식상태 등 •간단한 현장 재료시험 등 – 콘크리트 비파괴강도(반발경도시험) – 콘크리트 탄산화 깊이 측정	○해당
상태평가	•외관조사 결과분석 •현장 재료시험 결과 분석 •대상 시설물(부재)에 대한 상태평가 •시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임 기술자의 소견(안전등급 지정)	○해당
안전성평가	–	
보수・보강 방법	–	
보고서작성	•CAD 도면 작성 등 보고서 작성	○해당

과업항목	지침상 선택과업	금회 과업 내용	비용 반영
자료수집 및 분석	•구조계산 (계산서가 없는 경우) •실측도면 작성 (도면이 없는 경우)		
현장조사 및 시험	•전체부재에 대한 외관조사망도 작성 •시설물조사에 필요한 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등 •조사용 접근장비 운용 •조사부위 표면청소 •마감재의 해체 및 복구 •기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성 평가 등에 필요한 조사·시험	○콘크리트 시험 - 코어채취 - 염화물함유량 - 실내시험 등 ○강재조사・시험 - 도막두께측정	○ ○ ○ ○
상태평가	–		
안전성평가	•필요한 부위의 구조 해석 등 안전성평가		
보수・보강 방법	•보수·보강 방법 제시		

– 정밀안전진단일 경우

과업항목	지침상 기본과업	금회 과업 내용
자료수집 및 분석	•준공도면, 구조계산서, 특별시방서 •시공 · 보수도면, 제작 및 작업도면 •재료증명서, 품질시험기록, 재하시험 자료, 계측자료 •시설물관리대장 •기존 안전점검정밀안전진단 실시결과 검토분석 •보수·보강이력 검토·분석	○ 해 동
현장조사 및 시험	•전체 부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 – 콘크리트 구조물: 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등 – 강재 구조물 : 균열, 도장상태, 부식 및 접합(연결부) 상태 등 ◦현장 재료시험 등 – 콘크리트 시험 : 비파괴강도(반발경도시험, 초음파전달 속도시험 등), 탄산화 깊이측정, 염화물함유량시험 – 강재 시험 : 강재 비파괴시험(시험량, 시험부위 등)	○ 전체부재 외관조사 및 외관조사망도 작성 ○ 콘크리트 시험 -반발경도시험 -초음파전달속도시험 -탄산화시험 -균열깊이 조사 ○ 철근탐사시험
상태평가	•외관조사 결과분석 •현장시험 및 재료시험 결과분석 •콘크리트 및 강재 등의 내구성 평가 •부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 소견	○ 해 동
안전성평가	•조사, 시험, 측정결과의 분석 •기존의 구조계산서 또는 안전성평가 자료 검토·분석 •내하력 및 구조 안전성평가 •시설물의 안전성평가 결과에 대한 소견	○ 해 동
종합평가	•시설물의 종합평가 결과에 대한 소견 •안전등급 지정	○ 해 동
보수·보강방법	•보수 · 보강 방법 제시	○ 해 동
보고서작성	•CAD 도면 작성 등 보고서 작성	○ 해 동

- 정밀안전진단일 경우(계속)

과업항목	지침상 선택과업	금회 과업 내용	비용반영
자료수집 및 분석	•구조 계산 (계산서가 없는 경우) •실측도면 작성 (도면이 없는 경우)		
현장조사 및 시험	•시료채취 및 실내시험 •재하시험 및 계측 •지질, 지반조사 및 탐사, 토질조사 •침하, 변위, 거동 등의 측정 (안전점검 실시결과, 원인 규명이 필요하다고 평가한 경우 필수) •시설물조사에 필요한 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등 •조사용 접근장비 운용 •조사부위 표면청소 •마감재의 해체 및 복구 •기본과업 범위를 초과하는 강재비파괴시험 •기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성평가 등에 필요한 조사·시험	○콘크리트 시험 -코어채취 -실내시험 등 ○지반 및 토질조사 ○강재 용접부 조사 -초음파두께측정 -자분탐상	 ○ ○ ○ × ○
안전성평가	•구조 해석 (구조계 변화 또는 내하력 및 구조안전성 저하가 예상되는 경우 필수) •구조안전성 평가 등 전문기술을 요하는 경우의 전문가 자문 •내진성능 평가 및 사용성 평가	○건축물내진성능평가	×
보수·보강 방법	•내진보강 방안 제시 •시설물 유지관리 방안 제시	○내진보강 방안 제시 ○시설물 유지관리 방안 제시	× ×

4.4 정밀안전진단(안전점검) 기본과업 재료시험 수량

- 정밀점검의 경우

구 분	세부지침 기준		금회 수량	비고
	기준	산출수량		
반발경도 시험	ㅇ층별 또는 연면적별 표본층을 산정함. ㅇ표본층(단위)수×2부재×2개소 이상			
부재단면 규격	ㅇ층별 또는 연면적별 표본층을 산정함. ㅇ표본층(단위)수×3부재×3개소 이상			
탄산화깊이 측정	ㅇ층별 또는 연면적별 표본층을 산정함. ㅇ표본층(단위)수×2부재×2개소 이상			
건물기울기	ㅇ측정이 가능한 건축물 4면의 외벽모서리			
부동침하 기울기	ㅇ최저층 바닥 또는 천장슬래브의 장변, 단변 방향으로 각각 2개소			

- 정밀안전진단의 경우

구 분	세부지침 기준		금회 수량	비고
	기준	산출수량		
반발경도 시험	ㅇ층별 또는 연면적별 표본층을 산정함. ㅇ표본층(단위)수×2부재×2개소 이상			
부재단면 규격	ㅇ층별 또는 연면적별 표본층을 산정함. ㅇ표본층(단위)수×3부재×3개소 이상			
탄산화깊이 측정	ㅇ층별 또는 연면적별 표본층을 산정함. ㅇ표본층(단위)수×2부재×2개소 이상			
철근탐사시험	ㅇ층별 또는 연면적별 표본층을 산정함. ㅇ표본층(단위)수×2부재×2개소 이상			
철근부식도 시험	ㅇ층별 또는 연면적별 표본층을 산정함. ㅇ표본층(단위)수×2개소 이상			
강재접합부 검사	ㅇ층별 또는 연면적별 표본층을 산정함. ㅇ표본층(단위)수×3개소 이상			
강재부식 등	ㅇ층별 또는 연면적별 표본층을 산정함. ㅇ표본층(단위)수×3개소 이상			
건물기울기	ㅇ측정이 가능한 건축물 4면의 외벽모서리			
부동침하 기울기	ㅇ최저층 바닥 또는 천장슬래브의 장변, 단변 방향으로 각각 2개소			

4.5 기타 사항

5. 결론

[정밀점검의 경우 예시]

과업지시서와 용역설계서 검토결과, 정밀점검의 범위, 유지관리자료, 과업범위, 기본과업의 재료시험수량은 모두 지침, 세부지침과 부합됨.

[정밀안전진단의 경우 예시]

과업지시서와 용역설계서 검토결과, 정밀안전진단의 범위, 유지관리자료, 기본과업의 재료시험수량은 지침, 세부지침과 부합됨.
다만, 정밀안전진단 과업범위 중 아래와 같이 일부 항목에 대한 비용이 반영되지 않아 보완이 필요함

- 현장조사 및 시험
  - 강재용접부 조사
- 안전성평가
  - 건축물 내진성능평가
- 보수·보강방법
  - 건축물 내진보강방안
  - 시설물 유지관리 방안 제시

부록 C

평가요령

1. 기본이론
2. 평가방법

1. 기본이론

1.1 일반사항

어떤 대상물을 평가하는 방법으로는 대상물의 특성 및 평가목적에 따라 다양한 방법이 있겠으나, 그 범주를 크게 분류하면 가중평균법, 최솟값법, 확률 및 가능성에 의한 평가방법 등으로 분류할 수 있다.

가. 가중평균법

가중평균법에 의한 평가는 간단명료하여 사용이 간편하다는 장점이 있으나, 평가항목의 중요도가 단순히 그 수치에 선형으로 비례하지 않고, 평가항목들 간의 중요도 차이가 불규칙하거나 클 때는 적절하지 못하다. 또한 둘 이상의 평가항목을 동시에 고려할 때 이들 평가항목들 간의 관계를 반영하지 못하는 단점이 있다.

토목구조물의 경우와 같이 구조의 조합이 수평적으로 구성되어 있고, 구성하고 있는 부재수가 비교적 적고 단순한 경우에는 사용이 가능할 것으로 사료되나, 건축물의 경우에는 다양한 부재의 조합이 고차 부정정 구조형식이며, 수직과 수평적으로 구성되어 상·하층간, 또는 구성 부재간에 상호 미치는 영향이 복잡한 형태로 나타나고 있어, 이 방법을 적용하는 것은 곤란할 것으로 판단된다.

나. 최솟값법

최솟값법에 의한 평가는 가장 보수적이고 엄격한 평가를 유도하여, 한 두 항목의 평가치가 낮을 경우 나머지 높게 나온 항목의 평가치를 반영할 수 없고, 각 평가항목의 상대적인 중요도를 고려하지 못하는 경향이 있다.

이 기법은 토목구조물과 같이 평가대상 부재가 수평적이고 연속적인 경우 단위구간별로 독립적이고 동등한 정도의 기능과 중요도를 갖을 경우에는 사용하는데 문제가 없을 것으로 사료되나, 전술한 바와 같이 건축물 부재에는 이 기법의 적용이 부적합한 것으로 판단된다.

다. 퍼지 이론

퍼지이론은 모호한 표현을 처리할 수 있는 이론적 바탕을 제공하고 있으므로, 국내·외의 각 분야에서 이를 응용하기 위한 연구가 활발히 추진되고 있으며, 퍼지기법을 응용하여 인공지능형 제어시스템 및 제품개발이 실용화 된 상황이다.

퍼지 집합이론은 부재 특성간의 상관관계를 적절히 반영할 수 있으며, 퍼지척도이론

을 사용한 퍼지 적분법은 중요도가 높은 항목의 평가치를 우선 반영하고 그 후 중요도가 낮은 항목의 영향을 반영하여 이전의 평가치를 보정하는 방법으로써, 전체적으로 다양한 중요도를 종합적으로 반영할 수 있는 합리적인 평가를 할 수 있다.

퍼지이론을 적용한 평가기법은 전술한 가중평균법과 최솟값법에서 발생되는 문제점을 합리적으로 해결하여 건축물의 종합평가를 합리적으로 할 수 있을 것으로 사료된다.

이러한 기법을 각 진단 및 평가에 활용하기 위해서는 구조역학 및 노후화 기구 등의 공학지식을 바탕으로 일정한 규칙을 설정하는 지식정보기반 구축이 필요하며, 이 규칙을 통해 건축물과 같이 다양한 많은 부재들이 서로 유기적인 관계로 형성된 구조물에 대해 정량적인 평가가 가능 한 것으로 판단된다.

따라서 여기서는 퍼지이론을 적용한 평가기법을 건축물의 상태·안전성· 종합평가 기법으로 선정하여 객관적이고 정량적인 평가방법을 기술한다.

1.2 평가이론

1.2.1 퍼지 집합(fuzzy set)

가. 퍼지 집합의 정의

퍼지 집합은 다양한 소속정도를 가지는 원소들로 이루어진 집합으로서, 어떤 원소가 퍼지 집합에 소속될 정도는 크리스프(crisp) 집합에서 요구하는 0또는 1이 아닌 [0,1]의 범위에서 임의의 값을 가질 수 있다.

퍼지 집합에서 전체집합 X에 속하는 어떤 원소 x가 퍼지 집합 A에 소속될 가능성은 $\mu_A(x)$로 표시하고, $\mu_A(x)$는 0과 1사이의 값을 가진다. 이를 수식으로 표현하면 식(1-1)과 같다.

$$\mu_A : X \rightarrow [0,1], \quad 0 \le \mu_A(x) \le 1 \qquad (1-1)$$

퍼지 집합 A를 집합형식으로 표현하면 A는 다음과 같다.

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X\}$$

퍼지 집합을 퍼지 합집합의 형태로 표현하면, 원소들이 이산적일 때는 식(1-2)와 같고, 연속적일 때는 식(3-3)과 같다.

$$A = \sum_{i=1} \frac{\mu_A(x)}{x_i} \qquad (1-2)$$

$$A = \int \frac{\mu_A(x)}{x} \qquad (1-3)$$

식(1-2)에서 $\sum$기호는 대수적인 합이 아닌 퍼지 합집합을 의미하며, 식(1-3)에서 $\int$기호는 적분이 아닌 연속적인 원소들을 갖는 퍼지 합집합을 의미한다.

전체집합 X의 원소 중에서 퍼지 집합 A에 조금이라도 포함되어 있는 원소들로 이루어진 집합을 퍼지 집합 A의 지지(support)라고 부르며, 이를 식(1-4)와 같이 표현한다. 퍼지 집합의 지지는 보통집합이다.

$$Support(A) = \{x \mid \mu_A(x) > 0,\ x \in X\} \qquad (1-4)$$

퍼지 집합의 소속 함수값 중에서 최댓값을 퍼지 집합의 높이라고 하며, 높이가 1인 퍼지 집합은 정규화(normalize) 되었다고 한다.

퍼지 집합의 원소들 중에서 일정한 소속 함수값 이상의 원소로 된 집합을 α-수준집합(α-cut set) 이라고 부른다. α-수준집합은 소속 함수의 값이 α 이상인 원소들로 이루어진 보통집합이 되며 이는 식(1-5)와 같다.

$$A_\alpha = \{x \mid \mu_A(x) \geq \alpha,\ x \in X\} \qquad (1-5)$$

퍼지 집합 A의 소속 함수값을 나타내는 α로 이루어진 집합을 퍼지 집합 A의 레벨집합(level set)이라고 부르며, 식(1-6)과 같이 나타낸다. 레벨집합은 크리스프 집합이다.

$$A_A = [\alpha \mid \mu_A(x) = \alpha,\ \alpha \geq 0,\ x \in X\} \qquad (1-6)$$

나. 퍼지 집합의 기본연산

퍼지 집합의 기본연산에는 합집합, 교집합, 여집합이 있다. 전체집합 X내에 퍼지 집합 A, B, C가 존재할 때, 퍼지 집합 A, B의 합집합은 $A \cup B$로 표시하고, 원소 x의 소속 함수 값은 식(1-7)과 같이 x가 A와 B에 포함될 가능성 중에서 큰 것을 취한다.

$$\mu_{A \cup B} = Max[\mu_A(x), \mu_B(x)], \quad \forall x \in X \qquad (1-7)$$

퍼지 집합 A, B의 교집합은 $A \cap B$로 표시하고, 원소 x의 소속 함수 값은 식(1-8)과 같이 x가 A와 B에 포함될 가능성 중에서 작은 것을 취한다.

$$\mu_{A \cap B} = Min[\mu_A(x), \mu_B(x)], \quad \forall x \in X \qquad (1-8)$$

퍼지 집합 A에 대한 여집합은 전체집합 X에 대한 여집합으로서, $\overline{A}$로 표시하며, 각 원소의 $\overline{A}$에 대한 소속정도는 식(1-9)와 같이 정의된다.

$$\mu_{\overline{A}}(x) = 1 - \mu_A(x), \quad \forall x \in X \qquad (1-9)$$

1.2.2 퍼지 척도(fuzzy measure)

퍼지이론은 현상의 불확실한 상태를 그대로 표현해 주는 방법으로서 크게 퍼지 집합(fuzzy set) 이론과 퍼지 척도(fuzzy measure) 이론으로 분류된다. 퍼지 집합 이론은 경계가 애매하고 불분명한 정보를 유용한 정보로 만들기 위하여 소속 함수를 도입하여 퍼지 집합을 정의하고 퍼지 관계, 퍼지 관계 합성, 퍼지 추론 등을 이용하여 인간의 언어로 표현된 문제를 해결하는 이론이다. 반면, 퍼지 척도 이론은 불확실한 정보를 근거하여 믿음의 정도를 표현하고 이를 이용하여 문제를 해결하는 이론이다.

가. λ-퍼지 척도

확률척도는 $g(A \cup B) = g(A) + g(B)$인 가법성을 만족하나, 퍼지 척도는 항상 가법성이 성립하지 않는다. 두 집합 A와 B의 합집합 $A \cup B(A \cap B = \emptyset)$인 경우에 이들 두 집합은 상호작용에 의해 개별원소의 효과를 단순히 합한 것보다 크거나 작을 수도 있음으로 퍼지 척도 $g(A \cup B)$를 단순히 $g(A) + g(B)$와 같이 각 척도의 합으로 구할 수 없다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 각 원소의 척도에서 일정한 법칙에 의하여 정해지는 특별한 퍼지 척도가 고안되었으며, sugeno는 개별원소의 척도로부터 이들 합집합의 척도를 일정한 법칙에 의하여 정하는 식(1-10)으로 나타낸 λ-퍼지척도를 제안하였다.

$$g(A \cup B) = g(A) + g(B) + \lambda g(A) g(B) \ ; \ (\lambda > -1) \qquad (1-10)$$

$$\forall A, \ B \in P(X), \ A \cap B = \emptyset$$

λ-퍼지 척도에서 λ는 각 집합들 간의 상호작용관계를 나타내는 것으로, 파라미터 λ값에 따라 다음과 같은 성질의 퍼지 척도가 된다.

$\lambda > 0$ 이면 $g(A \cup B) > g(A) + g(B)$ (상승적)

$\lambda = 0$ 이면 $g(A \cup B) = g(A) + g(B)$ (가법적)

$\lambda < 0$ 이면 $g(A \cup B) < g(A) + g(B)$ (대체적)

$\lambda > 0$ 인 경우에는 상승적(super-additivity)인 관계가 성립하며, 이 경우에는 각 요소를 동시에 고려했을 때의 영향은 각 요소의 개별적인 효과를 단순히 더한 경우보다 더 큰 효과를 나타낸다. $\lambda = 0$ 인 경우에는 가법적(additivity)인 관계를 나타내며, 각 요소들이 서로 독립적으로 작용함을 의미한다. $\lambda < 0$ 인 경우에는 대체적(sub-additivity)인 관계로서, 각 요소들을 동시에 고려하였을 때의 영향은 이들 요소들을 개별적으로 고려했을 때의 영향을 단순히 더한 경우보다 더 작은 효과를 나타낸다.

건축물의 평가는 대체적인 경우에 해당될 수 있으며, 이때 λ-퍼지 척도는 $-1 < \lambda$

<0의 구간값을 갖게 된다.

중요도간에 상호 작용하는 영향을 고려하기 위하여 sugeno가 고안한 퍼지 척도의 중요도 산정방법을 사용하며, 중요도 합성방법은 식(1-11)과 같다.

- $g(\phi) = 0$
- $g(X) = 1$
- $g(A \cup B) < g(A) + g(B)$ 일경우 $(-1 < \lambda < 0)$ (1-11)
- $g(A \cup B) = g(A) + g(B) + \lambda g(A) g(B)$
- $g(A \cup B \cup C) = g(A) + g(B) + g(C) + \lambda[g(A)g(B) + g(A)g(C) + g(B)g(C)] + \lambda^2 g(A)g(B)g(C)$
- $g(A \cup B \cup C \cup D) = g(A) + g(B) + g(C) + g(D) + \lambda[g(A)g(B) + g(A)g(C) + g(A)g(D) + g(B)g(C) + g(B)g(D) + g(C)g(D)] + \lambda^2[g(A)g(B)g(C) + g(A)g(C)g(D) + g(A)g(B)g(D)] + \lambda^3 g(A)g(B)g(C)g(D)$

1.2.3 퍼지 적분

퍼지 적분은 임의의 대상을 평가한 후에 이를 종합하는 기법으로서 특히, 주관적인 의사결정문제에서 유용하다. 퍼지 적분법은 중요도가 높은 항목의 평가치를 우선 반영하고, 그 후 중요도가 낮은 항목의 영향을 반영하여 이전의 평가치를 보정하는 방식이다.

가중치를 이용한 퍼지적분법은 sugeno-적분법과 choquet-적분법이 주로 사용된다.

Sugeno-적분법은 min-max연산을 수행하므로 각 구간마다 임계위치에 있는 특정 평가항목이 전체 평가결과에 지배적으로 영향을 미치는 문제점이 발생되게 되나, choquet-적분법은 연속적인 계산과정을 통하여 이웃한 평가항목들의 영향을 동시에 반영하므로 급격한 평가결과의 변동을 막을 수 있다. 이러한 점을 고려하여 본 평가에서는 choquet의 퍼지 적분법을 평가결과의 종합기법으로 사용한다.

가. choquet의 퍼지적분

집합 $X = \{x_1, x_2, \cdots, x_n\}$에 대하여 퍼지 척도 $g : P(X) \rightarrow [0, 1]$가 정의되어 있고, X를 정의구역으로 하고 구간 $[0, 1]$을 치역으로 하는 함수 $h : X \rightarrow [0, 1]$가 정의되어 있다고 하자 $h(x_1) \geq h(x_2) \geq \cdots \geq h(x_n)$이라 할 때, X에서의 함수 h의 퍼지 척도 g에 대한 Choquet의 퍼지 적분은 식(1-12)와 같이 정의된다. 특히, Choquet의 퍼지 적분은 퍼지 척도 g가 가법적일 때 일반적인 가중합과 동일하게 된다.

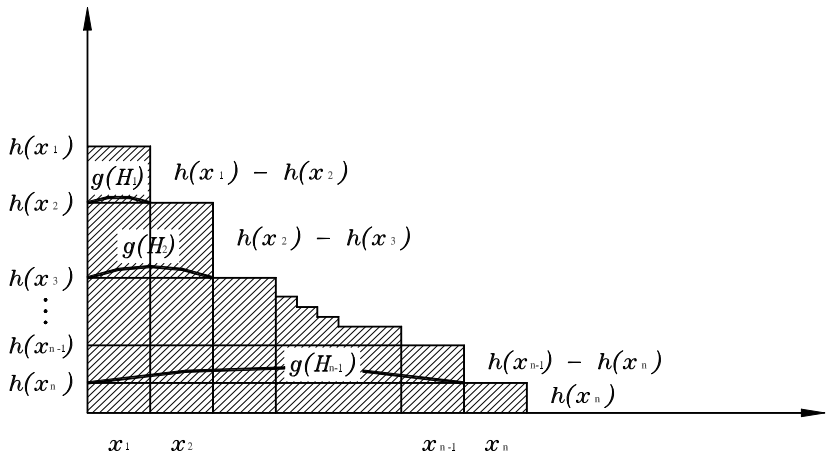
$$\int_X h(x) \circ g(\cdot) = h(x_n)g(H_n) + [h(x_{n-1}) - h(x_n)]g(H_{n-1})$$

$$+ \cdots + [h(x_1) - h(x_2)]g(H_1) \qquad (1-12)$$

여기서, $H_i = \{x_1, x_2, \cdots x_i)$

$h(x)$: 평가항목에 대한 평가치

$g(x)$: 평가항목에 대한 중요도



[부록그림 1-1] 퍼지적분 개념도

1.3 중요도

1.3.1 개요

건축물의 종합평가는 부재마다 각 평가항목에 대하여 개별적으로 평가하여 그 결과를 부재단위로 종합(1단계)하고, 다음에 이를 매 층 단위로 종합(2단계)한 후에 최종적으로 다시 이를 전체 구조에 대하여 종합(3단계)하여 종합평가등급을 판정하게 된다.

이와 같이 모두 3단계에 걸쳐 평가결과를 종합하는 과정에서 평가항목간의 상호관계, 부재간의 상호관계, 그리고 층간의 상호관계를 어떻게 정의할 것인가가 매우 중요하다. 이들의 각각의 상호관계는 공학적인 측면에서 서로 연관성이 깊으며, 부재나 층의 단위에서 나타나는 평가항목에 해당하는 제 현상은 서로 배타적인 것이 아니라 유기적인 상호관계가 큰 특성이 있다. 이와 같이 건축물의 평가는 상호 연관된 현상을 모두 고려하기 위하여 먼저 각 평가항목과 대상의 개체(이하 “평가개체”라 한다)에 절대적인 중요도를 각각 부여하고, 다음에 필요에 따라 이들의 상호관계에 다시 절대적인 중요도를 설정함으로써 가능하다.

그러나 이 중요도는 물리적으로 계산하거나 측정할 수 있는 경우는 드물다. 이런 경우에 중요도를 설정하는 것은 퍼지이론에서 자주 이용되는 방법을 이용하면 해결할 수 있다. 즉, <부록 표 1-1]에서 보는 바와 같이, 평가개체와 이들의 상호관계의 중요도는 각 평가개체가 평가의 목표에 대하여 차지하는 중요한 정도를 나타내는 언어로서 표현하고 여기에 해당하는 계량적인 값의 범위를 부여하는 규칙을 미리 정하고 이를 이용하여 설정할 수 있다.

[부록 표 1-1] 중요도 산정 기준

중요도 정도	중요도 범위	대표값
압도적으로 중요	$0.8 \le g \le 1.0$	0.9
대단히 중요	$0.6 \le g < 0.8$	0.7
보통 중요	$0.4 \le g < 0.6$	0.5
약간 중요	$0.2 \le g < 0.4$	0.3
미미한 정도	$0 \le g < 0.2$	0.1

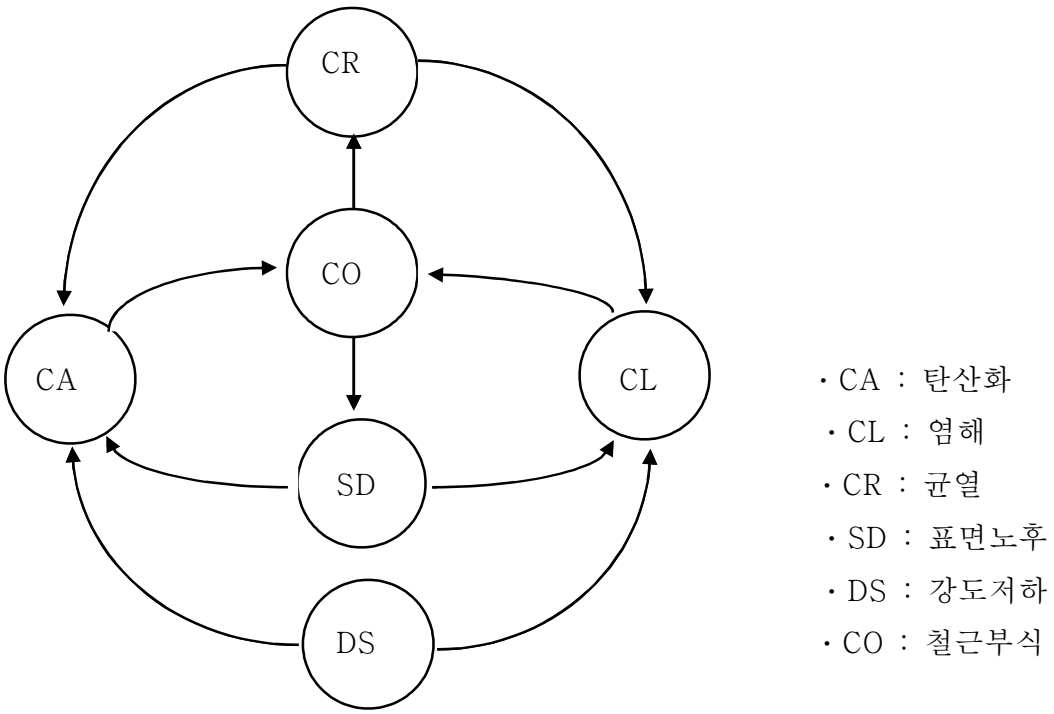
1.3.2 중요도 설정

가. 내구성(상태)

콘크리트의 내구성능 평가기법은 퍼지 집합이론을 이용하여 내구성 평가항목간의 상호관계에 의한 평가 결과를 도출하는 기법이 한국시설안전기술공단(“건축구조재료 노후화 유형분류 및 평가기법개발에 관한 연구(1999)”)에서 연구완료 되었는바, 내구성 평가의 중요도계수는 이를 적용하며, 주요내용은 다음과 같다.

각 평가항목들 사이에 형성될 수 있는 상호관계는 철근콘크리트 부재의 내구성과 노후과정의 인과관계로서 설명할 수 있으며, 이를 그림으로 나타내면 [부록그림1-2]와 같다. 평가항목의 관계는 이 그림에서 화살표 방향으로 정의 할 수 있으며, 이 때 화살표의 시작점 위치의 평가항목이 정의역이고 끝점이 치역으로 정의된다.

[부록그림1-2]에 표시된 평가항목 사이의 관계를 정리하면 다음과 같다.



[부록그림 1-2] 평가항목(노후현상) 사이의 관계도

ARO : 탄산화와 철근부식 사이의 관계(정의역 CA→치역 CO로 정의)

LRO : 염해와 철근부식 사이의 관계(정의역 CL→치역 CO로 정의)

RRA : 균열과 탄산화 사이의 관계(정의역 CR→치역 CA로 정의)

RRL : 균열과 염해 사이의 관계(정의역 CR→치역 CL로 정의)

DRA : 표면노후와 탄산화 사이의 관계(정의역 SD→치역 CA로 정의)

DRL : 표면노후와 염해 사이의 관계(정의역 SD→치역 CL로 정의)

ORR : 철근부식과 균열 사이의 관계(정의역 CO→치역 CR로 정의)

ORD : 철근부식과 표면노후 사이의 관계(정의역 CO→치역 SD로 정의)

SRA : 강도저하와 탄산화 사이의 관계(정의역 DS→치역 CA로 정의)

SRL : 강도저하와 염해 사이의 관계(정의역 DS→치역 CL로 정의)

RRO : 균열과 철근부식 사이의 관계(정의역 CR→치역 CO로 정의)

DRO : 표면노화와 철근부식 사이의 관계(정의역 SD→치역 CO로 정의)

SRO : 강도저하와 철근부식 사이의 관계(정의역 DS→치역 CO로 정의)

TRO : 전체 평가항목과 철근부식 사이의 관계(정의역 DT→치역 CO로 정의)

ORM : 철근부식과 종합 노후도 사이의 관계(정의역 CO→치역 DM로 정의)

TRM : 전체 평가항목과 종합노후도 사이의 관계(정의역 DT→치역 DM로 정의)

1) 평가항목 사이의 퍼지 관계 정의

전술한 노후도 평가항목은 철근콘크리트 구조부재의 노후화 유형에 해당하는 것으로써 이들 각 유형들 사이에는 상호관계가 형성되고 있다고 말할 수 있지만, 이 관계를 구체적이고 정량적으로 설명하기에는 사용재료의 형편과 주변의 환경 그리고 구조물의 사용 여건 등의 제반 조건 변수가 무수히 많기 때문에 현실적으로 어려운 실정이다. 따라서 이들 사이의 관계는 정성적인 관계로 설명이 가능하고, 그 관계의 정도는 자연어로써 표현할 수 있다. 예를 들어,

- 콘크리트 탄산화(CA)는 항상(always) 철근부식(CO)에 영향을 끼친다.
- 염해(CL)는 자주(often) 철근부식(CO)에 영향을 끼친다.
- 균열(CR)은 일반적으로(unspecified) 콘크리트 탄산화(CA)에 영향을 끼친다.
- 콘크리트 강도저하(DS)는 드물게(seldom) 콘크리트 탄산화(CA)에 영향을 끼친다.
- 콘크리트 탄산화(CA)는 전혀(never) 균열(CR)에 영향을 끼치지 않는다.

이와 같이 정성적인 관계의 정도(퍼지 척도 혹은 소속 함수)를 나타내는 자연어를 언어변수라 하고 이들에 대한 계량화를 하면 다음과 같이 정의할 수 있다.

- 항상(always) : 1.0
- 자주(often) : 0.75
- 일반적으로(unspecified) : 0.5
- 드물게(seldom) : 0.25
- 전혀(never) …하지 않다 : 0

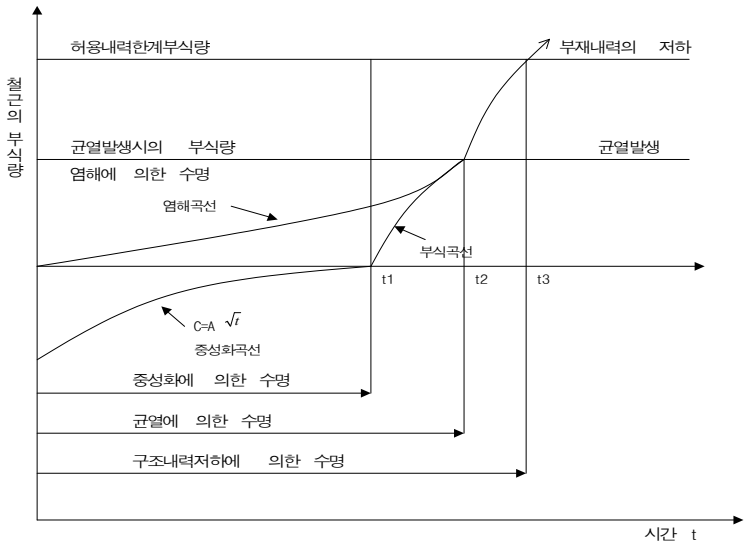
이렇게 계량화된 언어변수의 값은 평가항목을 나타내는 집합 사이의 관계는 소속함

수 μ(·)(혹은 퍼지 가능성 분포)가 포함된 퍼지관계로 정의된다.

2) 평가항목간의 중요도

콘크리트 내구성 평가에 사용되는 평가항목들은 상호간에 영향을 미칠 수 있는 요소들이다. 예를 들어 콘크리트 내부에 매립된 철근의 부식은 피복 콘크리트의 균열, 박리, 박락으로 이어지고 이러한 현상들은 다시 콘크리트의 탄산화와 비래 염화물의 침투를 가속화시키게 된다. 이를 반영하기 위하여 퍼지 집합이론을 응용하여 항목간의 퍼지 관계(R)를 설정하였다. 퍼지 관계를 구성하는 값들도 소속도와 마찬가지로 0과 1사이의 값으로 표현하게 된다.

○ 내구성-구조내력과의 관계



[부록그림 1-3] 내구성과 부재내력의 관계도(일본건축학회)

(탄산화·염해 및 철근부식에 의한 내용연수에 대한 개념도)

철근콘크리트 구조에서 부재의 내구성이 저하되어 노후과정의 귀착점은 [부록그림 1-3]에서 보는 바와 같이 철근부식이고, 이 철근부식의 정도에 따라 철근의 단면감소에 의해 내력이 감소되기 마련이고 이는 곧바로 구조부재의 내력의 감소로 이어져 구조안전성에 직접적으로 영향을 미치게 된다. 이것은 내구성과 구조안전성의 관계에서 강재의 부식이외의 내구성능 저하의 현상이 구조안전성에 직접적인 영향을 끼치지 않는다는 점(중요도 = 0)을 내포하고 있다.

○ 내구성 평가항목간의 중요도

X 항목의 Y 항목에 대한 퍼지 관계를 xRy 라고 한다면 xRy는 5×5의 행렬형태로 표현할 수 있다. [부록그림 1-2]의 평가 항목간의 관계로부터 각 평가항목의 각 등급과 내구성 등급간에 형성된 관계의 중요도를 행렬 형태로 표시하면 아래와 같다. 여기서 기호는 ARM(탄산화), LRM(염해), SRM(표면노후), RRM(균열), DRM(강도저하), ORM(철근부식) 등이다.

$_{A}R_{M}$=

CA \ DM	a	b	c	d	e
a_A	1.0	0	0	0	0
b_A	1.0	0	0	0	0
c_A	1.0	0	0	0	0
d_A	0.75	1.0	0.5	0.25	0
e_A	0.5	0.75	1.0	0.5	0

$_{L}R_{M}$=

CL \ DM	a	b	c	d	e
a_L	1.0	0	0	0	0
b_L	1.0	0	0	0	0
c_L	0.75	1.0	0.25	0	0
d_L	0.25	0.75	1.0	0.75	0
e_L	0	0.25	0.75	1.0	0.75

$_{S}R_{M}$=

DS \ DM	a	b	c	d	e
a_S	1.0	0.06	0.06	0	0
b_S	1.0	0.06	0.06	0	0
c_S	0.75	0.25	0.25	0.25	0.25
d_S	0.75	0.5	0.5	0.5	0.5
e_S	0.75	0.5	0.5	0.5	0.5

$_{Rn}R_{M}$=

CRn \ DM	a	b	c	d	e
a_R	0.5	0.06	0	0	0
b_R	0.5	0.06	0	0	0
c_R	0.5	0.25	0.25	0.25	0.06
d_R	0.5	0.5	0.25	0.25	0.06
e_R	0.5	0.5	0.5	0.5	0.06

$_{Rs}R_{M}$=

CRs \ DM	a	b	c	d	e
a_D	1.0	0	0	0	0
b_D	0	1.0	0	0	0
c_D	0	0	1.0	0	0
d_D	0	0	0	1.0	0
e_D	0	0	0	0	1.0

$_{D}R_{M}$=

SD \ DM	a	b	c	d	e
a_D	0.5	0.06	0.06	0	0
b_D	0.5	0.06	0.06	0	0
c_D	0.5	0.25	0.25	0.25	0.06
d_D	0.5	0.5	0.25	0.25	0.06
e_D	0.5	0.5	0.5	0.5	0.06

$_{O}R_{M}$=

CO \ DM	a	b	c	d	e
a_O	1.0	0	0	0	0
b_O	0	1.0	0	0	0
c_O	0	0	1.0	0	0
d_O	0	0	0	1.0	0
e_O	0	0	0	0	1.0

위의 결과를 탄산화, 염화물, 강도, 균열, 표면노후, 철근부식의 각 항목이 기둥, 보, 슬래브, 벽체 등 콘크리트 부재의 내구성에 미치는 내구성계수표라 하고, 이후 콘크리트의 내구성 평가시 위의 기준을 준용한다.

나. 변위 및 변형

건축물의 기울기와 기초의 부동침하는 전체 구조의 안전성에 미치는 영향이 동등하게 큼으로 그 중요한 정도는 [부록 표 1-1]의 "압도적으로 중요"하다는 표현이 가능하다.

따라서 각각의 중요도는 동일하게 0.9로 설정할 수 있다.

다. 안전성

안전성평가는 구조해석을 수행하여 구조물을 구성하고 있는 기둥, 벽, 보, 슬래브 등의 각 부재의 내력비(이하 "안전율(SF)"이라 한다)로 평가하며, 평가기준은 [부록 표 1-2]와 같다.

[부록 표 1-2] 부재 내력의 평가기준

평가결과	평가기준	대표값
a	SF ≥ 100%	1
b	SF ≥ 100% (경미한 손상 있음)	3
c	90% ≤ SF [100%	5
d	75% ≤ SF [90%	7
e	SF [75%	9

* 안전율(SF) = (부재강도 ÷ 소요강도)×100%

라. 종합평가

종합평가의 항목인 안전성, 상태, 변위 및 변형 등의 중요도는 [부록 표 1-1]에 의해 [부록 표 1-3]과 같이 설정할 수 있다.

[부록 표 1-3] 중분류 평가항목의 중요도

항 목	안 전 성	상태(내구성)	변위 및 변형
중요한 정도의 표현	압도적으로 중요	대단히 중요	대단히 중요
중요도	0.9	0.7	0.7

1.3.3 부재별 중요도

건축구조부재의 중요도는 각 부재가 담당하고 있는 구조적 기능과 역할에 의해 정의될 수 있으며, 부재의 기능과 역할의 분담은 단위층의 평면에서 각 부재가 부담하고 있는 하중면적의 비율에 의하여 설명된다. 즉.

-기둥 1개소당 부담 하중면적 : AC = A/nC (바닥면적/기둥 수)

-보 1개소당 부담 하중면적 : Ag = A/ng (바닥면적/보의 수)

-슬래브 1개소당 부담 하중면적 : As = Ag/2 (4변 지지 슬래브는 보 2개로지지)

-벽체 1개소당 부담 하중면적 : Aw

따라서 각 부재의 중요도는 기둥부재를 기준으로 하여 다음과 같이 계산된 부재의 분담비율 κm(m : c, g, s, w)에 해당하는 [부록 표 1-1]의 대표 값으로 설정할 수 있다.

-기둥의 분담비율 κc = AC/AC = 1.0

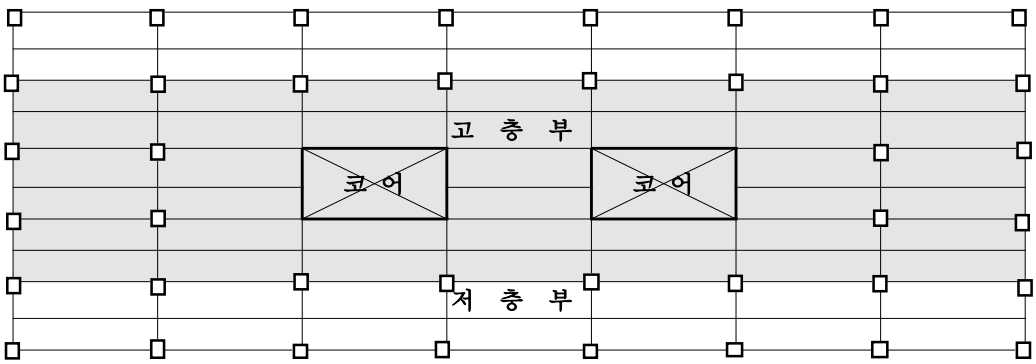
-보의 분담비율 κg = Ag/AC

-슬래브의 분담비율κs = As/AC

-벽의 분담비율 κw = Aw/AC (κw≤1.0)

대상건물의 예를 들어 살펴보면 다음과 같다.

- 기둥간격 : 6.0×8.0m
- 층 수 : 지하2층 지상10층(총 층수 12개층)



[부록그림 1-4] 대상건축물의 평면약도

[부록그림1-4]와 같이 대상건물에 대하여 각각의 부재가 분담하는 면적을 산정하면 다음과 같다.

○ 부재별 면적분담 정도

·기둥 : AC=1,764/48 =36.75㎡, k c = AC/AC = 1.0

·큰보 : Ag=1,764/74= 23.8㎡, kg = 23.8/36.75 = 0.648

·작은보 : Ab=1,764/109= 16.18㎡, kb = 16.18/AC = 0.44

·슬래브: ks =λg/2 = 0.22

·벽체 :Aw= 242/8 =30.25㎡, kw =30.25/AC = 0.82

위의 결과와 같이 각 부재가 구조물에 기여하는 정도는 전술한 [부록 표 1-1]을 기준 할 때 [부록 표 1-4]와 같이 산정할 수 있다.

[부록 표 1-4] 부재별 중요도 산정

분담면적비		중요도 정도	중요도 범위	대표값
기둥, 벽	0.82~1.0	압도적으로	0.8≤g≤1.0	0.9
큰보	0.65	대단히	0.6≤g 〈0.8	0.7
작은보	0.44	보통	0.4≤g 〈0.6	0.5
슬래브	0.22	약간	0.2≤g 〈0.4	0.3
		미미한 정도	0≤g 〈0.2	0.1

1.3.4 층별 중요도

층별 중요도는 각 층의 구조가 담당하고 있는 구조적 기능과 역할인 하중과 외력에 대한 지지의 부담비율ζn(n=1, 2,…, n)에 의해 정의 될 수 있으며, 각 층 부재의 기능과 역할의 분담은 층별로 부재가 부담하고 있는 층수의 비율에 의하여 (식1-13)과 같이 산정할 수 있다.

-층별 부담비율ζn = $\frac{N-(n-1)}{N}$ (식 1-13)

여기서 N=지하층을 포함한 전체층수, n=지하층을 포함한 해당층수

[층별 중요도 산정 예]

· 전체층수 : 지하2개층, 지상10개층

· 지하2층 : ζ -2 = $\frac{N-(n-1)}{N}$ = $\frac{12-(1-1)}{12}$ = 1.00

· 지상2층 : $\zeta 2 = \frac{N-(n-1)}{N} = \frac{12-(4-1)}{12} = 0.75$

· 지상5층 : $\zeta 5 = \frac{N-(n-1)}{N} = \frac{12-(4-1)}{12} = 0.50$

· 지상7층 : $\zeta 7 = \frac{N-(n-1)}{N} = \frac{12-(7-1)}{12} = 0.333$

· 지상9층 : $\zeta 9 = \frac{N-(n-1)}{N} = \frac{12-(11-1)}{12} = 0.167$

[부록 표 1-5] 층별 중요도 산정

하중분담정도(ζ_n)		중요도 정도	중요도 범위	대표값
지하2층	1.00	압도적으로 중요	0.8≤g≤1.0	0.9
지상2층	0.75	대단히 중요	0.6≤g 〈0.8	0.7
지상5층	0.50	보통 중요	0.4≤g 〈0.6	0.5
지상7층	0.333	약간 중요	0.2≤g 〈0.4	0.3
지상9층	0.167	미미한 정도	0≤g 〈0.2	0.1

1.3.5 항목별 중요도

평가항목별 중요도는 각각의 평가항목이 구조물에 미치는 절대적인 중요도 정도로 설정하며, 평가에 적용되는 중요도를 구조형식별, 점검종류별로 분류하면 다음과 같다.

가. 철근콘크리트 벽식구조

■ 정밀점검

[부록 표 1-6] 철근콘크리트 벽식구조 정밀점검 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀점검	부재 상태 및 내구성	0.7	콘크리트강도	*	압축강도	
			균열	*	균열폭, 면적율	
			콘크리트탄산화	*	탄산화깊이	
			표면노후화	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수 및 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물기울기	
			기초 침하	0.9	부동침하기울기	

* 내구성계수표 적용항목

■ 정밀안전진단

[부록 표 1-7] 철근콘크리트 벽식구조 정밀안전진단 평가항목 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀안전진단	안전성 평가	0.9	내력벽	0.9	내력비	
			슬래브	0.5	내력비	
	상태 평가	0.7	콘크리트강도	*	콘크리트 압축강도	
			균열	*	균열크기, 균열면적	
			콘크리트탄산화	*	탄산화	
			염화물함유량	*	염화물	
			철근부식	*	철근부식	
			표면노후	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수 및 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물 기울기	
			기초침하	0.9	부등침하 기울기	

* 내구성계수표 적용항목

나. 조적조

■ 정밀점검

[부록 표 1-8] 조적조 정밀점검 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀점검	부재 상태 및 내구성	0.7	콘크리트강도	*	압축강도	
			균열	*	균열폭, 면적율	
			콘크리트탄산화	*	탄산화깊이	
			표면노후화	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수 및 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물기울기	
			기초 침하	0.9	부동침하기울기	

* 내구성계수표 적용항목

■ 정밀안전진단

[부록 표 1-9] 조적조 정밀안전진단 평가항목 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀안전진단	안전성 평가	0.9	내력벽	0.9	내력비	
			테두리보	0.7	내력비	
			슬래브	0.5	내력비	
	상태 평가	0.7	콘크리트강도	*	콘크리트 압축강도	
			균열	*	균열크기, 균열면적	
			콘크리트탄산화	*	탄산화	
			염화물함유량	*	염화물	
			철근부식	*	철근부식	
			표면노후	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수 및 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물 기울기	
			기초침하	0.9	부등침하 기울기	

* 내구성계수표 적용항목

다. 프리캐스트 콘크리트조

■ 정밀점검

[부록 표 1-10] 프리캐스트 콘크리트조 정밀점검 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀점검	부재 상태 및 내구성	0.7	콘크리트강도	*	압축강도	
			균열	*	균열폭, 면적율	
			콘크리트 탄산화	*	탄산화깊이	
			표면노후화	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수, 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물기울기	
			기초 침하	0.9	부동침하기울기	

* 내구성계수표 적용항목

■ 정밀안전진단

[부록 표 1-11] 프리캐스트 콘크리트조 정밀안전진단 평가항목 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀안전진단	안전성 평가	0.9	내력벽	0.9	내력비	
			접합부	0.9	내력비	
			슬래브	0.5	내력비	
	상태 평가	0.7	콘크리트강도	*	콘크리트 압축강도	
			균열	*	균열크기, 균열면적	
			콘크리트탄산화	*	탄산화	
			염화물함유량	*	염화물	
			철근 및 접합재 부식	*	부식	
			표면노후	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수 및 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물 기울기	
			기초침하	0.9	부등침하 기울기	

* 내구성계수표 적용항목

라. 철근콘크리트 라멘구조

■ 정밀점검

[부록 표 1-12] 철근콘크리트 라멘조 정밀점검 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀점검	부재 상태 및 내구성	0.7	콘크리트강도	*	압축강도	
			균열	*	균열폭, 면적율	
			콘크리트 탄산화	*	탄산화깊이	
			표면노후화	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수 및 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물기울기	
			기초 침하	0.9	부동침하기울기	

* 내구성계수표 적용항목

■ 정밀안전진단

[부록 표 1-13] 철근콘크리트 라멘조 정밀안전진단 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀안전진단	안전성 평가	0.9	기둥	0.9	내력비	
			내력벽	0.9	내력비	
			큰보	0.7	내력비	
			작은보	0.5	내력비	
			슬래브	0.3	내력비	
	상태 평가	0.7	콘크리트강도	*	콘크리트 압축강도	
			균열	*	균열크기, 균열면적	
			콘크리트탄산화	*	탄산화	
			염화물함유량	*	염화물	
			철근부식	*	철근부식	
			표면노후	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수 및 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물 기울기	
			기초침하	0.9	부등침하 기울기	

* 내구성계수표 적용항목

마. 철골·철근 콘크리트조

■ 정밀점검

[부록 표 1-14] 철골·철근 콘크리트조 정밀점검 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도			소분류	중요도	평가항목	
정밀점검	부재 상태 및 내구성	0.7	SRC	0.9	콘크리트강도	*	압축강도	
					균열	*	균열폭, 면적율	
					콘크리트탄산화	*	탄산화깊이	
					표면노후화	*	박리	최소값
							박락 및 층분리	
							누수 및 백태	
							철근노출	
			STL	0.9	강재 규격	0.5	강재강도 및 부재규격	
					용접접합 상태	0.7	용접부 결함	
					볼트접합 상태	0.7	볼트누락, 풀림, 이완	
					강재 부식도	0.9	도장 및 부식상태	
					내화피복	0.3	내화피복 상태	
	변위・변형	0.7			기울기	0.9	건물기울기	
					기초 침하	0.9	부동침하기울기	

* 내구성계수표 적용항목

■ 정밀안전진단

[부록 표 1-15] 철골·철근 콘크리트조 정밀안전진단 평가항목 중요도

대분류	중분류	중요도			소분류	중요도	평가항목	
정밀안전진단	안전성 평가	0.9			기둥	0.9	내력비	
					내력벽	0.9	내력비	
					큰보	0.7	내력비	
					작은보	0.5	내력비	
					슬래브	0.3	내력비	
	상태 평가	0.7	SRC	0.9	콘크리트강도	*	콘크리트 압축강도	
					균열	*	균열크기, 균열면적	
					콘크리트탄산화	*	탄산화	
					염화물함유량	*	염화물	
					철근부식	*	철근부식	
					표면노후	*	박리	최소값
							박락 및 층분리	
							누수 및 백태	
							철근노출	
			STL	0.9	강재 규격	0.5	강도 및 부재규격	
					용접접합 상태	0.7	용접부 결함	
					볼트접합 상태	0.7	볼트누락, 풀림, 이완	
					강재 부식도	0.9	방청과 강재 부식	
					접합재 부식도	0.7	용접접합부 부식	
					내화피복	0.3	내화피복 상태	
	변위・변형	0.7			기울기	0.9	건물 기울기	
					기초침하	0.9	부등침하 기울기	

* 내구성계수표 적용항목

바. 철골조

■ 정밀점검

[부록 표 1-16] 철골조 정밀점검 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목
정밀점검	부재상태 및 내구성	0.7	강재 규격	0.5	강재강도 및 부재규격
			용접접합 상태	0.7	용접부 결함
			볼트접합 상태	0.7	볼트누락, 풀림, 이완
			강재 부식도	0.9	도장 및 부식상태
			내화피복	0.3	내화피복 상태
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물 외부기울기
			기초침하	0.9	`부동침하기울기

■ 정밀안전진단

[부록 표 1-17] 철골조 정밀안전진단 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	중요도
정밀안전진단	안전성 평가	0.9	부재별 내력비	0.9	기둥	0.9
					큰보	0.7
					작은보	0.5
					슬래브	0.3
			접합부 내력비	0.9	기둥 이음부	0.9
					보 이음부	0.7
					기둥+보 접합부	0.7
					보+보 접합부	0.5
					주각 접합부	0.9
	상태 평가	0.7	강재 규격	0.5	강도 및 부재규격	
			용접접합 상태	0.7	용접부 결함	
			볼트접합 상태	0.7	볼트누락, 풀림, 이완	
			강재 부식도	0.9	방청과 강재 부식	
			접합재 부식도	0.7	용접접합부 부식	0.9
					볼트접합부 부식	0.9
			내화피복	0.3	내화피복 상태	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물기울기	
			기초침하	0.9	기초 부등침하기울기	

사. 무량판구조

■ 정밀점검

[부록 표 1-18] 무량판구조 정밀점검 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀점검	부재상태 및 내구성	0.7	콘크리트강도	*	압축강도	
			균열	*	균열폭, 면적율	
			콘크리트 탄산화	*	탄산화깊이	
			표면노후화	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수 및 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물기울기	
			기초 침하	0.9	부동침하기울기	

* 내구성계수표 적용항목

■ 정밀안전진단

[부록 표 1-19] 무량판구조 정밀안전진단 평가항목 및 중요도

대분류	중분류	중요도	소분류	중요도	평가항목	
정밀안전진단	안전성 평가	0.9	기둥	0.9	내력비	
			슬래브	0.9	내력비	
	상태 평가	0.7	콘크리트강도	*	콘크리트 압축강도	
			균열	*	균열크기, 균열면적	
			콘크리트탄산화	*	탄산화	
			염화물함유량	*	염화물	
			철근부식	*	철근부식	
			표면노후	*	박리	최소값
					박락 및 층분리	
					누수 및 백태	
					철근노출	
	변위·변형	0.7	기울기	0.9	건물 기울기	
			기초침하	0.9	부등침하 기울기	

* 내구성계수표 적용항목

2. 평가방법

2.1 평가프로그램 사용요령

2.1.1. 프로그램의 설치

프로그램의 설치는 다음과 같은 과정으로 이루어진다.

가. setup.exe를 이용하여 프로그램을 설치한다.

나. 시작프로그램의 SafetyMan을 선택하여 프로그램을 실행시킨다.

[부록그림 2-1] 프로그램 설치 아이콘

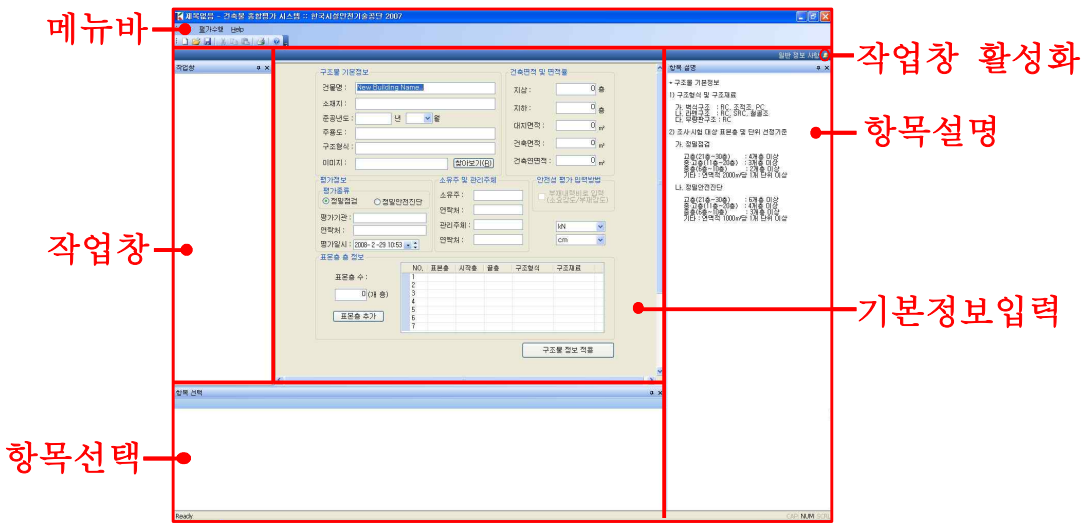
[부록그림2-2] 프로그램 실행 아이콘

2.1.2 평가프로그램의 사용

평가프로그램 사용시 진행순서는 다음과 같다.

가. 프로그램 실행

시작프로그램에서 프로그램 실행파일을 이용하여 프로그램을 실행시키면 다음과 같은 시작화면이 나타난다.



[부록그림 2-3] 시작화면

나. 기본 정보의 입력

구조물 기본정보 창은 다음과 같다.

[부록그림 2-4] 구조물 기본정보 창

다. 표본층 층 정보 입력

실제로 진단을 수행한 표본층 및 해당 표본층의 구역, 표본층의 구조형식과 구조재료를 입력 입력한다. 표본층은 기본 7개의 표본층으로 되어있다. 왼쪽의 표본층 추가버튼을 사용하여 표본층수를 추가 입력 할 수 있다.

[부록그림 2-5] 표본층 층 정보 창

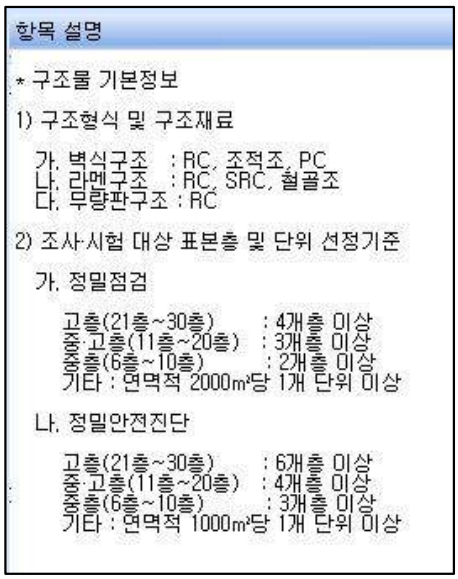
라. 작업창

구조물 정보 적용시 작업창에서 표본층의 입력 내용을 확인 할 수 있다.

[부록그림 2-6] 작업창

마. 항목 설명

정밀안전진단 「세부지침」의 각 항목에 대하여 설명이 있다.



[부록그림 2-7] 항목설명 창

바. 안전성평가 자료의 입력

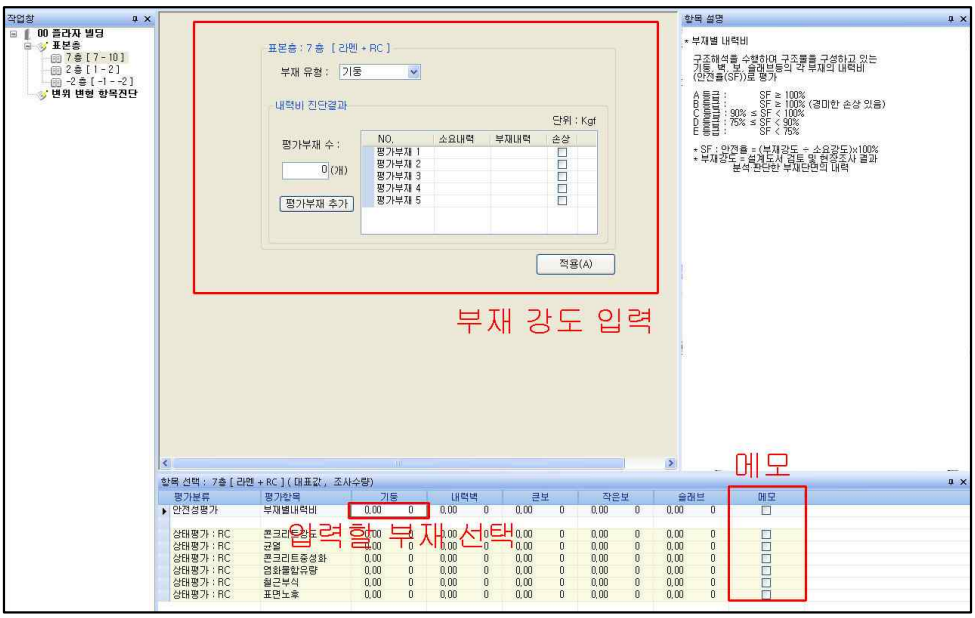
작업창에서 입력할 해당 표본층을 선택.

항목선택란에 그 표본층에 해당하는 평가 내용 입력할 부재를 선택.

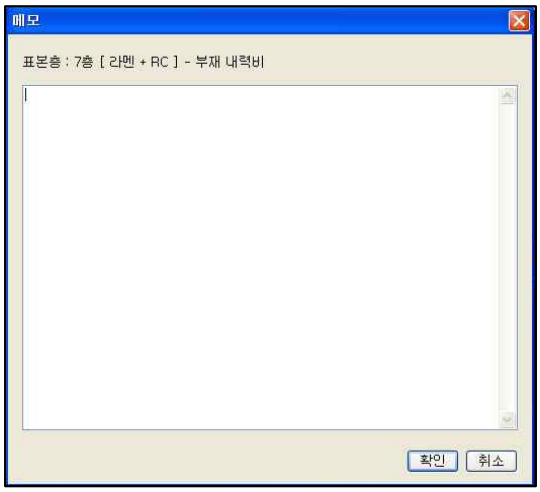
구조해석을 수행하여 얻은 부재강도와 설계도서상의 부재강도를 입력.

적용 버튼을 클릭하면 부재별 평가점수가 항목선택에 나타남.

메모는 수량 기준 미달 시 엔지니어의 의견을 기록.



[부록그림 2-8] 안전성평가 자료 입력창



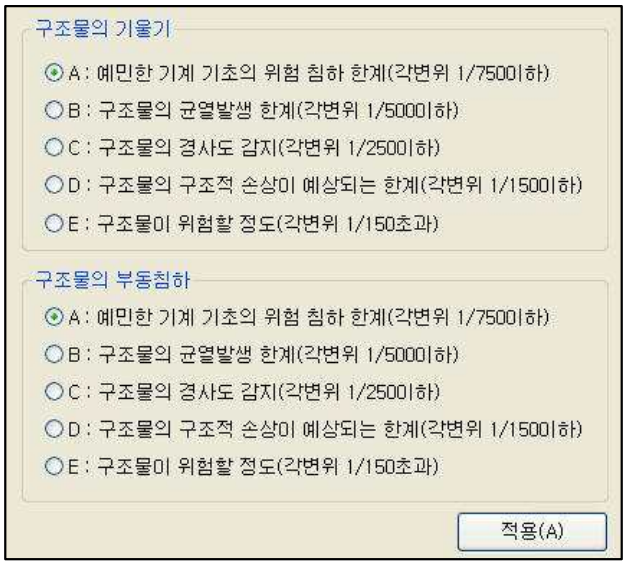
[부록그림 2-9] 메모 창

사. 상태평가 자료의 입력

위 안전성평가 입력과 동일하게 표본층의 해당 부재별 현장조사 및 시험을 실시하여 얻은 자료를 입력한다.

아. 기울기 및 침하 자료 입력

각 층별 진단결과를 모두 입력한 후 작업창의 변위 변형 항목진단을 선택하면 기울기 및 침하 정보 창이 다음과 같이 나타난다. 모두 입력 후 적용버튼을 클릭한다.



[부록그림 2-10] 변위·변형 진단정보 창

자. 연산의 수행

모든 진단결과를 입력 후 메뉴 바에서 평가수행을 클릭하면 평가를 수행한다. 평가가 완료되면 결과 파일이 Excel로 나타난다.

[부록그림 2-11] 메뉴바

차. 결과 파일의 확인

결과 파일은 Excel형식으로 작성된다.

건축물 평가결과

건물개요

건물명	OO 플라자 빌딩
소재지	경기도 고양시 일산구 OO동 OOO번지
준공년도	1990년 9월
주용도	업무시설
구조형식	RC조
소유주	
연락처	
관리주체	
연락처	
대지면적	850.0 ㎡
건축면적	593.0 ㎡
건축연면적	7520.0 ㎡
건폐율	69.80%
용적율	884.70%
지상	10 층
지하	2 층
평가종류	**정밀안전진단**
평가일시	2008-02-28 15:46
평가기관	한국시설안전기술공단
연락처	031-910-4275

평가결과

층		안전성 / 상태								기울기 및 침하
-2층 (-2층 ~ 1층) 라멘(RC)		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브	테두리보	접합부	종합	5.00(C)
	안전성	5.00	-	5.00	-	5.00	-	-	5.00(C)	
	상태	5.00	-	5.00	-	7.00	-	-	5.60(C)	
	종합	5.00	-	5.00	-	6.40	-	-	5.42(C)	
2층 (2층 ~ 6층) 라멘(RC)		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브	테두리보	접합부	종합	
	안전성	5.00	-	7.00	-	9.00	-	-	7.19(D)	
	상태	3.00	-	3.00	-	5.00	-	-	3.60(B)	
	종합	4.80	-	6.60	-	8.60	-	-	6.83(D)	
7층 (7층 ~ 10층) 라멘(RC)		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브	테두리보	접합부	종합	
	안전성	5.00	-	3.00	-	5.00	-	-	4.88(C)	
	상태	3.00	-	7.00	-	5.00	-	-	5.99(C)	
	종합	4.80	-	5.80	-	5.00	-	-	5.66(C)	
최종결과		안정성평가: 6.53(D등급) 상태평가: 5.59(C등급) 종합평가: 6.42(D등급)								

[부록그림 2-12] 구조물 평가결과

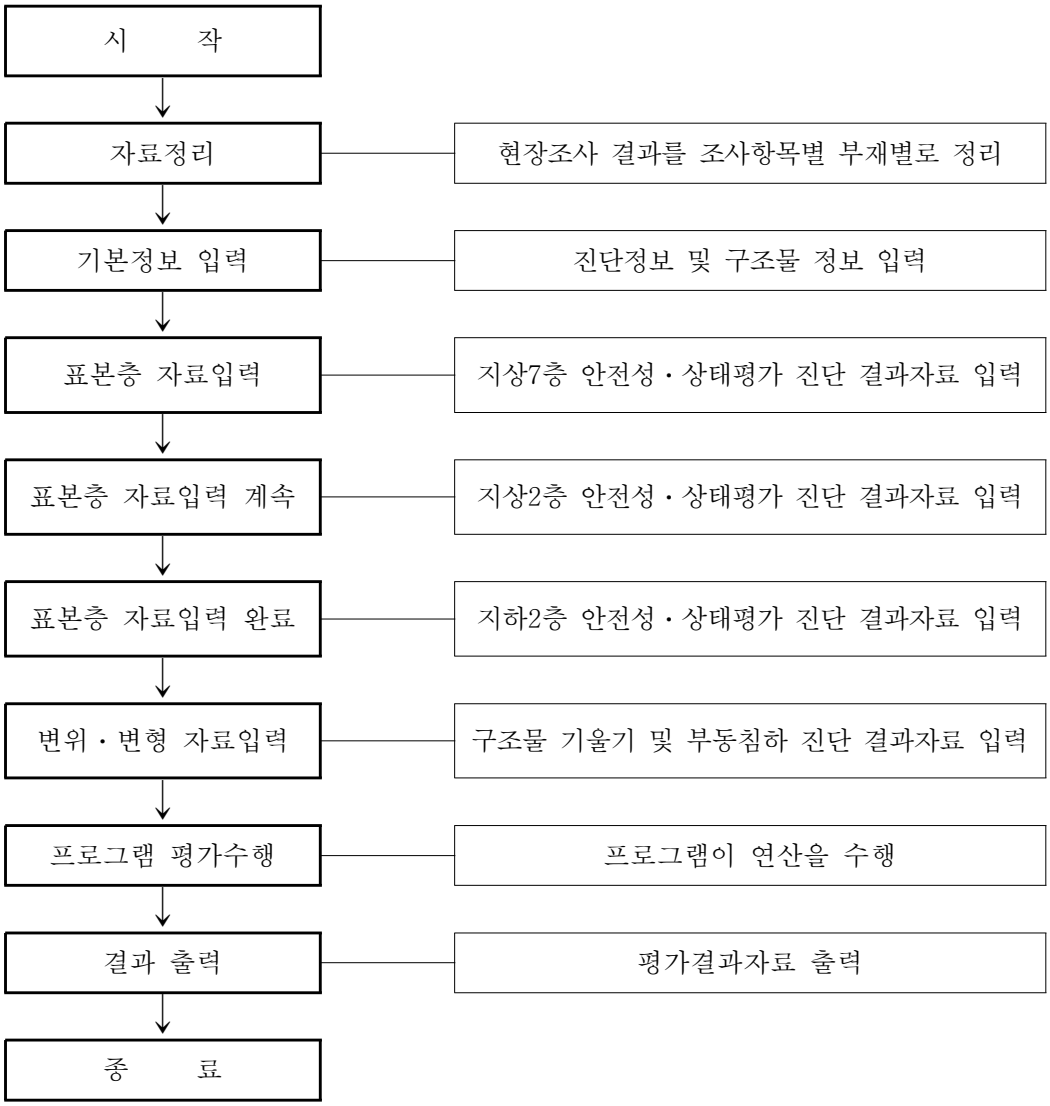
2.2 평가예제

점검 및 진단 실시자가 평가프로그램을 사용할 경우 혼선을 방지하고 활용성을 높이기 위하여 프로그램 진행 절차에 따른 자료입력 내용 및 평가내용에 대하여 예제를 들어 설명한다.

2.2.1 일반사항

가. 평가수행 절차

평가수행 절차는 [부록그림2-13]과 같다.



[부록그림2-13] 평가수행 절차

나. 대상 건축물 개요

대상건축물의 개요사항은 다음과 같다.

구 분	내 용
건 물 명	OO 플라자 빌딩
소 재 지	경기도 고양시 일산구 oo동 ooo번지
준공년도	1990년 9월
주 용 도	업무시설
구조형식	철근콘크리트조(RC조)
건물규모	지하2층, 지상10층
건물면적	대지면적:850㎡, 건축면적:593㎡, 연면적:7520㎡
실시구분	정밀안전진단

다. 자료정리

대상건축물의 진단결과를 정리하면 다음과 같다.

1) 구조해석 결과

기둥 축력(MPa)				
표본층	평가부재	소요강도	부재설계강도	손상여부
지상7층	평가부재1	15800	14300	유
	평가부재2	17500	18800	유
	평가부재3	13700	12400	유
지상2층	평가부재1	21700	22500	유
	평가부재2	19500	18500	유
	평가부재3	22300	21500	유
지하2층	평가부재1	85200	81000	유
	평가부재2	78250	75100	유
	평가부재3	86830	84250	유

보 부재내력(MPa)				
표본층	평가부재	소요강도	부재설계강도	손상여부
지상7층	평가부재1	7850	8500	유
	평가부재2	6280	7350	유
	평가부재3	8260	8500	무
지상2층	평가부재1	9260	9500	유
	평가부재2	8130	7100	유
	평가부재3	8750	8550	무
지하2층	평가부재1	15500	14500	무
	평가부재2	12500	13300	유
	평가부재3	13250	12550	유

슬래브 부재내력(MPa)				
표본층	평가부재	소요강도	부재설계강도	손상여부
지상7층	평가부재1	1250	1180	유
	평가부재2	1670	1750	무
	평가부재3	1550	1490	유
지상2층	평가부재1	1750	1880	무
	평가부재2	1630	1150	유
	평가부재3	1580	1470	유
지하2층	평가부재1	1890	2050	유
	평가부재2	1950	1820	무
	평가부재3	1770	1630	유

2) 현장조사 결과

기둥 콘크리트 강도(MPa)						
표본층	측정부재	측정점1	측정점2	측정점3	설계기준강도	손상여부
지상7층	측정부재1	220	215	235	210	유
	측정부재2	225	230	215	210	유
지상2층	측정부재1	215	220	230	210	유
	측정부재2	220	218	235	210	유
지하2층	측정부재1	190	205	208	210	유
	측정부재2	202	208	198	210	유

보 콘크리트 강도(MPa)						
표본층	측정부재	측정점1	측점2	측정점3	설계기준강도	손상여부
지상7층	측정부재1	223	238	245	210	유
	측정부재2	230	215	220	210	유
지상2층	측정부재1	220	218	235	210	유
	측정부재2	215	223	218	210	유
지하2층	측정부재1	200	195	208	210	유
	측정부재2	195	205	207	210	유

슬래브 콘크리트 강도(MPa)						
표본층	측정부재	측정점1	측정점2	측정점3	설계기준강도	손상여부
지상7층	측정부재1	220	235	228	210	유
	측정부재2	224	218	236	210	유
지상2층	측정부재1	205	210	200	210	유
	측정부재2	198	203	205	210	유
지하2층	측정부재1	185	170	175	210	유
	측정부재2	171	175	180	210	유

표본층	측정부재	균열 조사 결과 부재 등급수(EA)					
		a등급	b등급	c등급	d등급	e등급	비고
지상7층	기둥	6	4				
	보	8	4	8	10		
	슬래브	5	2	3			면적율20%이하
지상2층	기둥	6	4				
	보	20	10				
	슬래브	2	3	5			면적율20%이하
지하2층	기둥	2	5	3			
	보	12	10	8			
	슬래브		3	3	4		면적율20%이하

콘크리트 탄산화(cm)					
표본층	측정부재	측정점1	측정점2	측정점3	철근피복두께
지상7층	기둥	3.0	3.5	3.8	4.0
	보	2.2	2.8	2.5	4.0
	슬래브	2.0	2.5	2.8	3.0
지상2층	기둥	1.5	1.8	2.0	4.0
	보	1.5	1.8	2.0	4.0
	슬래브	1.5	2.0	1.8	3.0
지하2층	기둥	2.5	1.8	2.8	4.0
	보	2.5	1.8	2.8	4.0
	슬래브	2.6	2.8	2.2	3.0

염화물함유량(단위:kg/㎥)				
표본층	측정부재	기둥	보	슬래브
지상7층	측정부재1	0.18	0.16	0.2
지상2층	측정부재1	0.2	0.25	0.5
지하2층	측정부재1	0.35	0.5	1.0

철근부식			
표본층	기둥	보	슬래브
지상7층	−150 mV (b등급)	−400mV (d등급)	−300mV (c등급)
지상2층	−100mV (b등급)	−120mV (b등급)	−280mV (c등급)
지하2층	−300mV (c등급)	−320mV (c등급)	−450mV (d등급)

콘크리트 박리						
표본층	측정부재	조사 결과 부재 등급수(EA)				
		a등급	b등급	c등급	d등급	e등급
지상7층	기둥	9	1			
	보	25	5			
	슬래브	7	3			
지상2층	기둥	10				
	보	22	5	3		
	슬래브	7	2	1		
지하2층	기둥	8	1	1		
	보	20	7	3		
	슬래브	7	2	1		

콘크리트 박락 및 층분리						
표본층	측정부재	조사 결과 부재 등급수(EA)				
		a등급	b등급	c등급	d등급	e등급
지상7층	기둥	5	5			
	보	10	20			
	슬래브	2	5	3		
지상2층	기둥	8	2			
	보	15	10	5		
	슬래브	2	3	5		
지하2층	기둥	3	5	2		
	보	15	10	5		
	슬래브	2	3	5		

누수 및 백태						
표본층	측정부재	조사 결과 부재 등급수(EA)				
		a등급	b등급	c등급	d등급	e등급
지상7층	기둥	3	7			
	보	5	20	5		
	슬래브		2	5	3	
지상2층	기둥	10				
	보	10	10	10		
	슬래브	2	6	2		
지하2층	기둥	2	5	3		
	보	10	10	10		
	슬래브		2	3	5	

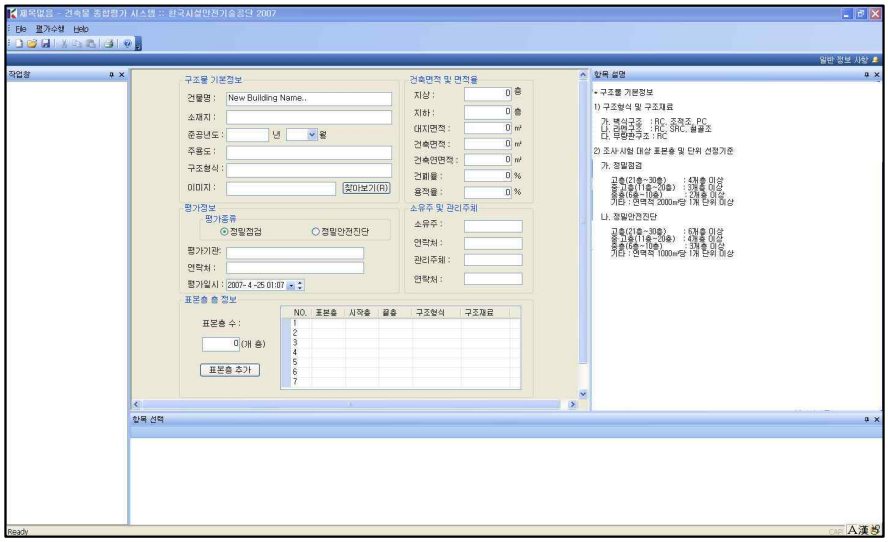
철근노출						
표본층	측정부재	조사 결과 부재 등급수(EA)				
		a등급	b등급	c등급	d등급	e등급
지상7층	기둥	8	2			
	보		10	20		
	슬래브	3	2	5		
지상2층	기둥	1	8	1		
	보	10	20			
	슬래브	2	6	2		
지하2층	기둥	2	5	3		
	보	5	20	5		
	슬래브		1	8	1	

기울기 및 침하		
평가항목	측정내용	각변위 측정 결과
기울기	건물외부기울기	1/313
부동침하	구조물 부동침하	1/550

2.2.2 평가 시작

가. 프로그램 실행

시작프로그램에서 프로그램 실행파일을 이용하여 프로그램을 실행시키면 다음과 같은 시작화면이 나타난다.



[부록그림 2-14] 시작화면

2.2.3 기본정보 입력

가. 구조물 기본정보

건축물명, 소재지, 준공년도, 주용도를 기재하고, 이미지란에는 대상건물의 전경사진 이미지를 입력한다.

나. 건축면적 및 면적율

대지면적, 건축면적, 건축연면적, 건폐율, 용적율을 입력한다.

다. 소유주 및 관리주체

건축물 유지관리자에 대한 기본적인 정보를 입력한다.

라. 평가정보

평가실시 내용이 정밀점검인지 정밀안전진단인지를 구분하며, 평가내용에 따라 평가시트 입력에 필요한 항목들이 활성화 된다.

마. 평가예제로 선정된 대상건축물의 개요

[부록그림 2-15] 구조물 기본정보 창

2.2.4 표본층 층 정보 입력

가. 표본층층 층 정보 자료 입력

현장 사전조사와 설계도서 및 유지관리 관련자료 검토 등을 통하여 전체 건물을 대상구역으로 구분하고, 대상구역 중에서 주요결함이 발생되어 있거나, 용도변경이나 구조변경부위, 사용하중으로 인한 결함이 발생될 소지가 있는 부위 등을 위주로 하여 표본층을 선정한다.

평가예제에서 선정된 표본층은 지상7층, 지상2층, 지하2층으로 하며, 지상7층 표본층에 대한 안전성평가, 상태평가 자료 입력 과정에 대하여 설명한다.

나. 구조형식 자료입력

평가 대상건축물의 구조형식과 구조재료를 선택한 다음 구조물 정보 적용을 클릭하면 작업창에 표본층에 대한 내용이 나타난다.

[부록그림 2-16] 표본층 층 정보 창

[부록그림 2-17] 작업창

2.2.5 안전성 평가

구조해석을 수행하여 얻은 표본층의 해당 부재별 소요강도와 현장조사 결과가 반영된 부재강도를 입력하며, 해석결과 기둥, 내력벽, 보, 슬래브 , 접합부위 등 부재 및 부위별로 안전율((부재강도/소요강도)×100%)이 작은 부재 순으로 입력한다.

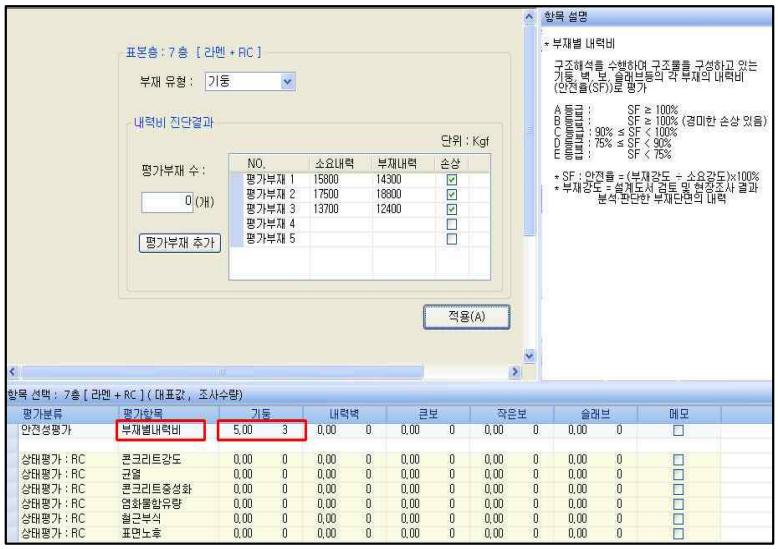
가. 기둥부재 평가 자료입력

1) 구조해석 결과

기둥 부재내력(MPa)				
표본층	평가부재	소요강도	부재설계강도	손상여부
지상7층	평가부재1	15800	14300	유
	평가부재2	17500	18800	유
	평가부재3	13700	12400	무

2) 해석 결과 자료입력

지상 7층 기둥부재의 구조해석 결과 중 내력비가 부족한 부재순으로 결과자료를 입력하면, 입력된 자료 중 최젓값으로 평가점수를 산정하며, 항목 선택란에서 기둥부재의 구조해석 결과 값을 입력한 후 적용 단추를 클릭하면 다음과 같이 항목 선택란에 대표값, 조사수량으로 나타난다.



[부록그림 2-18] 안전성 평가 기둥 입력

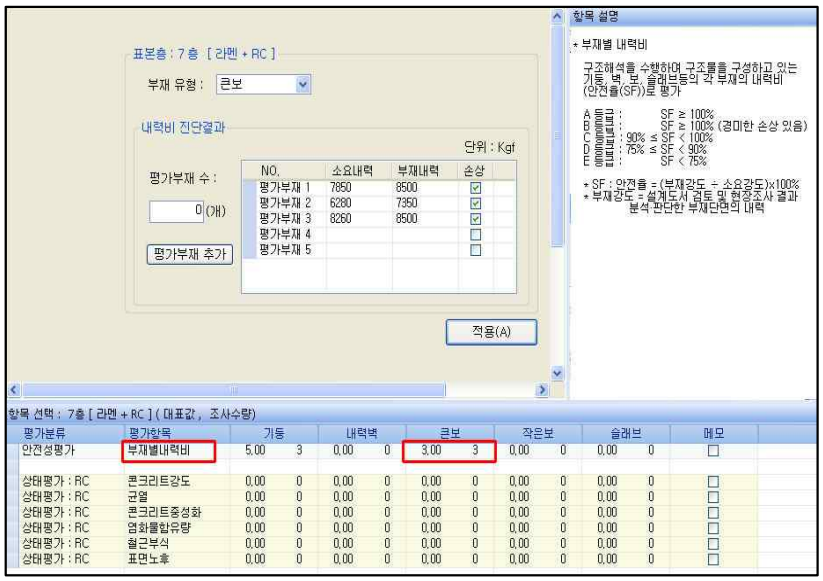
나. 보부재 평가 자료입력

1) 구조해석 결과

보 부재내력(MPa)				
표본층	평가부재	소요강도	부재설계강도	손상여부
지상7층	평가부재1	7850	8500	유
	평가부재2	6280	7350	유
	평가부재3	8260	8500	무

2) 평가자료 입력

지상7층 보부재의 구조해석 결과 중 내력비가 부족한 부재순으로 결과자료를 입력하면, 입력된 자료 중 최젓값으로 평가점수를 산정하며, 다음과 같이 나타난다.



[부록그림 2-19] 안전성 평가 큰보 입력

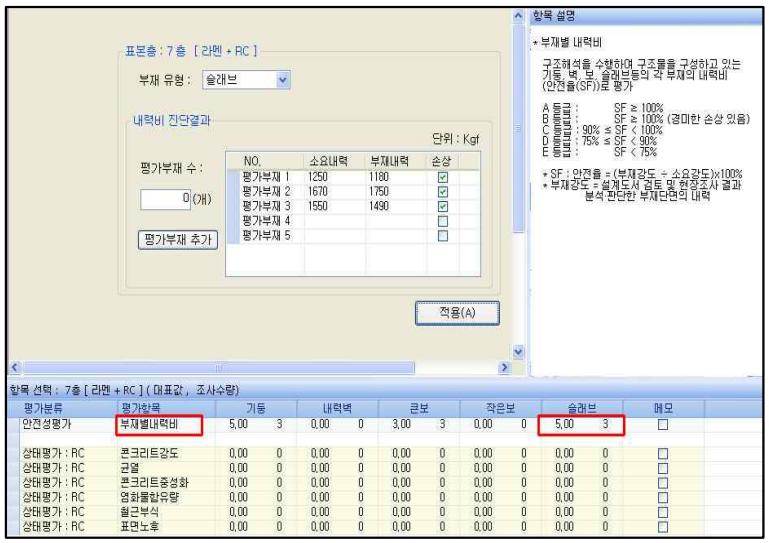
다. 슬래브부재 평가 자료입력

1) 해석결과

슬래브 부재내력(MPa)				
표본층	평가부재	소요강도	부재설계강도	손상여부
지상7층	평가부재1	1250	1180	유
	평가부재2	1670	1750	무
	평가부재3	1550	1490	유

2) 평가자료 입력

지상7층 슬래브부재의 구조해석 결과 중 내력비가 부족한 부재순으로 결과자료를 입력하면, 입력된 자료 중 최젓값으로 평가점수를 산정하며, 다음과 같이 나타난다.



[부록그림 2-20] 안전성 평가 슬래브 입력

각 부재의 구조해석 결과값을 모두 입력한 후, 항목 선택란의 상태평가 부분의 부재 부분을 선택하면 그에 해당하는 결과값 입력 창이 나온다.

2.2.6 상태평가 자료입력

평가 항목별로 평가대상부재에 대하여 현장조사 및 시험결과를 입력한다. 다음은 자료입력 방법 및 입력 결과에 의한 출력자료를 예시한다.

가. 콘크리트 강도평가

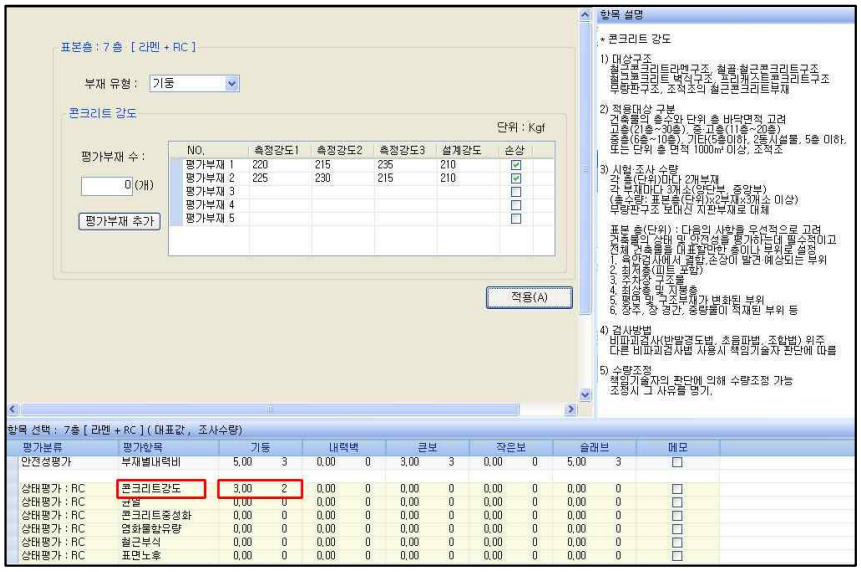
측정강도란에는 대상부재에서 측정된 강도값을 입력하고 설계강도란에는 설계도서에 표기된 강도값을 입력한 후 대상부재의 균열발생 등 손상여부를 입력하면 측정강도 평균값과 설계강도값을 상호 비교하여 진단결과 평가점수로 입력된다.

1) 기둥부재 평가 자료입력

(1) 현장조사 결과

기둥 콘크리트 강도(MPa)						
표본층	측정부재	측정점1	측정점2	측정점3	설계기준강도	손상여부
지상7층	측정부재1	220	215	235	210	유
	측정부재2	225	230	215	210	유

(2) 평가자료 입력



[부록그림 2-21] 상태 평가 콘크리트강도 기둥 입력

2) 보 부재 평가 자료입력

(1) 현장조사 결과

보 콘크리트 강도(MPa)						
표본층	측정부재	측정점1	측점2	측정점3	설계기준강도	손상여부
지상7층	측정부재1	223	238	245	210	유
	측정부재2	230	215	220	210	유

(2) 자료입력

지상7층 현장조사 결과자료를 입력한 후 “진단결과입력”단추를 클릭하면 다음과 같이 나타난다.

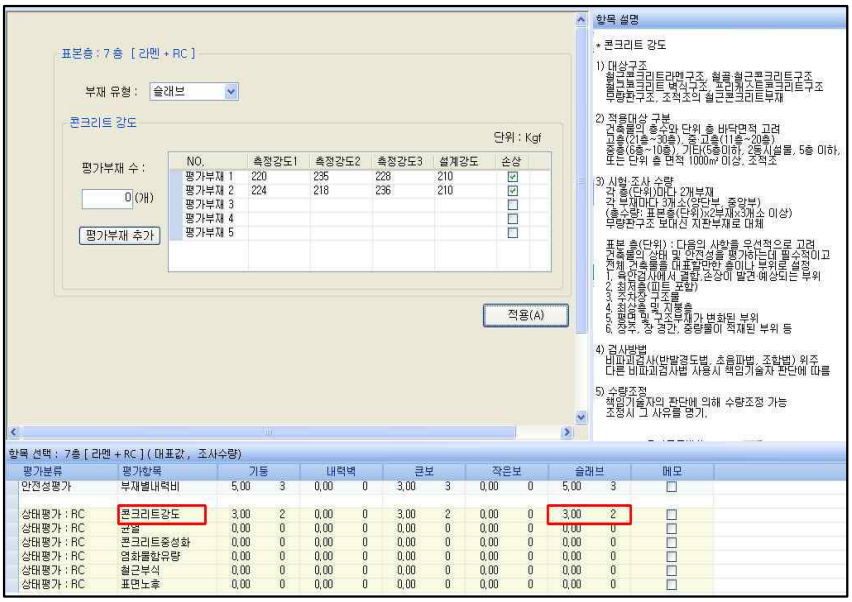
[부록그림 2-22] 상태 평가 콘크리트강도 큰보 입력

3) 슬래브부재 평가 자료입력

(1) 현장조사 결과

슬래브 콘크리트 강도(MPa)						
표본층	측정부재	측정점1	측정점2	측정점3	설계기준강도	손상여부
지상7층	측정부재1	220	235	228	210	유
	측정부재2	224	218	236	210	유

(2) 자료입력



[부록그림 2-23] 상태 평가 콘크리트강도 슬래브 입력

나. 균열평가

균열폭란에는 조사된 부재에 발생된 균열 중 최대균열폭을 기준으로 하여 해당 균열이 발생된 부재의 개수를 입력하고, 면적율란에는 조사된 부재별(벽체,슬래브)로 발생된 균열 면적율을 산정하여 20%미만인 부재 개수와 20%이상인 부재 개수를 입력한다.

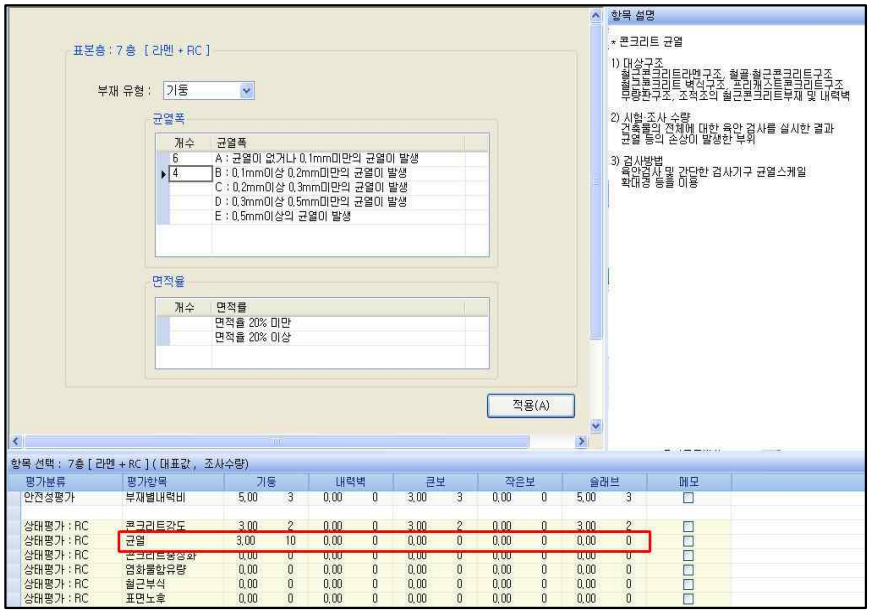
1) 기둥

(1) 현장조사 결과

균열 조사 결과 부재 등급수(EA)							
표본층	측정부재	a등급	b등급	c등급	d등급	e등급	비고
지상7층	기둥	6	4				
	보	8	4	8	10		
	슬래브	5	2	3			면적율20%이하

(2) 자료입력

지상7층의 부재별 균열 조사결과를 전항의 콘크리트 강도 평가항목과 동일한 방법으로 기둥-보-슬래브 순으로 입력하면 다음과 같이 나타난다.



[부록그림 2-24] 상태 평가 균열 평가 입력

다. 콘크리트탄산화 평가

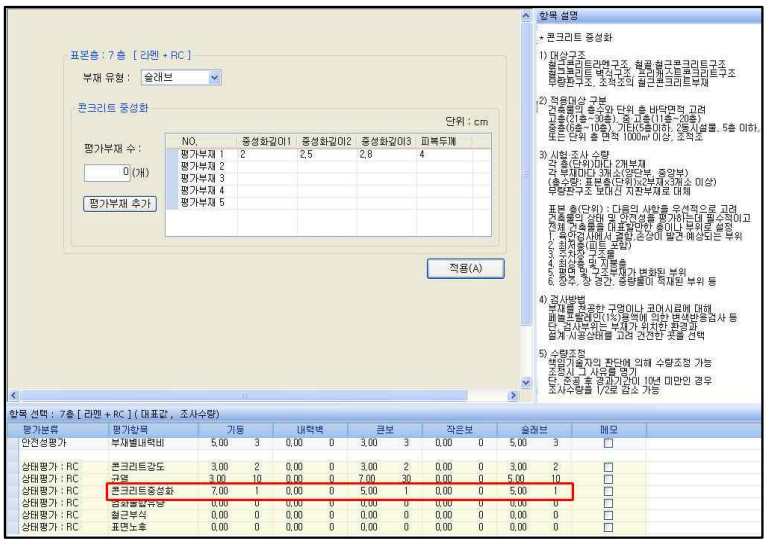
탄산화 깊이란에는 조사대상 부재에서 측정된 탄산화 진행 깊이를 입력하고, 철근피복두께 란에는 조사대상 부재에서 측정된 피복두께를 입력하면, 탄산화 진행 깊이의 평균값과 피복두께를 상호 비교하여 평가점수가 진단결과 평가점수로 입력된다.

1) 현장조사 결과

콘크리트 탄산화(cm)					
표본층	측정부재	측정점1	측정점2	측정점3	철근피복두께
지상7층	기둥	3.0	3.5	3.8	4.0
	보	2.2	2.8	2.5	4.0
	슬래브	2.0	2.5	2.8	3.0

2) 자료입력

지상7층의 조사 결과를 기둥-보-슬래브 순으로 입력하면 다음과 같이 나타난다.



[부록그림 2-25] 상태 평가 콘크리트 탄산화 입력

라. 염화물 함유량

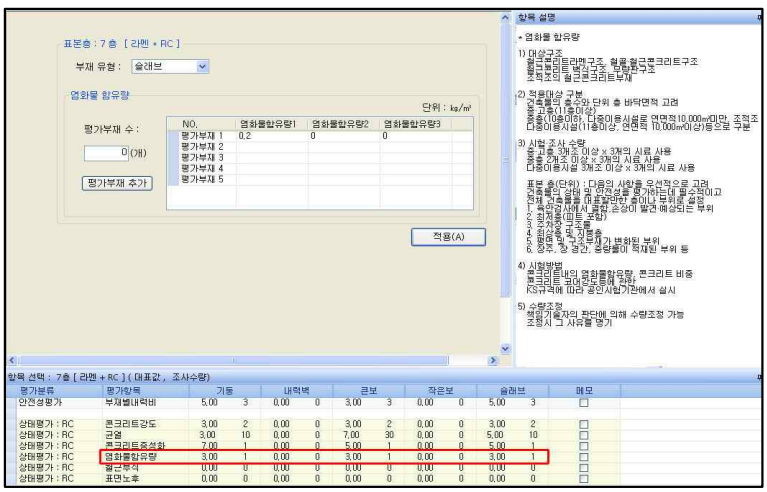
조사부재에서 측정된 염화물함유량을 입력하며, 조사부재에서 측정된 염화물함유량의 평균값과 염화물함유량 평가기준을 상호 비교하여 평가점수가 진단결과 평가점수로 입력된다.

1) 염화물 함유량 측정결과

염화물함유량(단위:kg/㎥)				
표본층	측정부재	기둥	보	슬래브
지상7층	측정부재1	0.18	0.16	0.2

2) 평가자료 입력

지상7층의 조사 결과를 기둥-보-슬래브 순으로 입력하면 다음과 같이 나타난다.



[부록그림 2-26] 상태 평가 염화물 함유량 입력

마. 철근부식

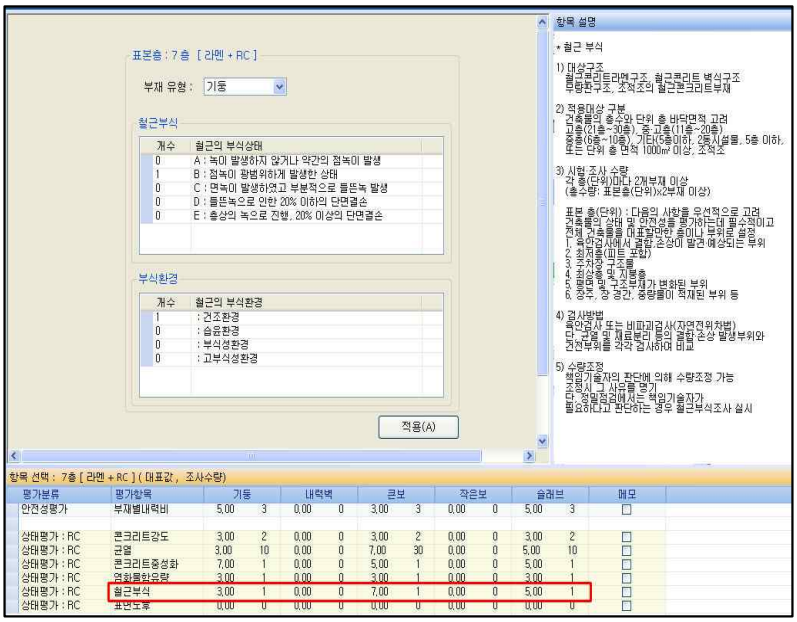
철근의 부식상태 란은 정밀점검의 경우 육안조사에 의한 부식등급을 판단 근거로 하여 조사된 부재 중 각각의 부식등급에 해당하는 부재개수를 입력하고, 정밀안전진단의 경우에는 장비측정에 의한 자연전위차 부식등급을 판단근거로 하여 각각의 부식등급에 해당하는 부재개수를 입력하며, 철근 부식 환경 란에는 본문에서 분류된 부식 환경조건에 따라 해당 환경조건을 입력한다.

1) 철근부식 측정결과

철근부식			
표본층	기둥	보	슬래브
지상7층	-150 mV (b등급)	-400mV (d등급)	-300mV (c등급)

2) 평가자료 입력

지상7층 기둥-보-슬래브의 측정결과를 입력하면 다음과 같이 나타난다.



[부록그림 2-27] 상태 평가 철근부식 입력

바. 표면노후

표면노후 상태에 대한 조사자료 입력항목은 박리, 박락 및 층분리, 누수 및 백태, 철근노출의 세부 항목으로 분류되며, 세분류 항목 중 최저점수가 표면노후의 진단결과 평가점수로 입력된다.

1) 박리

박리발생란에는 조사된 부재 중 평가등급별로 각각의 부재 개수를 입력하고, 박리의 면적율란에는 대상부재에 발생된 박리 발생면적을 부재면적으로 나눈 면적율에 해당되는 부재개수를 입력한다.

(1) 현장조사 결과

콘크리트 박리						
표본층	측정부재	조사 결과 부재 등급수(EA)				
		a등급	b등급	c등급	d등급	e등급
지상7층	기둥	9	1			
	보	25	5			
	슬래브	7	3			

2) 박락, 층분리

박락 및 층분리 발생란에는 조사된 부재 중 평가등급별로 각각의 부재 개수를 입력하고, 면적율란에는 대상부재에 발생된 박리 발생면적을 부재면적으로 나눈 면적비율에 해당되는 부재개수를 입력한다.

(1) 현장조사 결과

박락 및 층분리						
표본층	측정부재	조사 결과 부재 등급수(EA)				
		a등급	b등급	c등급	d등급	e등급
지상7층	기둥	5	5			
	보	10	20			
	슬래브	2	5	3		

3) 누수, 백태

조사된 부재 중 각 등급에 해당되는 부재개수를 입력한다.

(1) 현장조사 결과

누수 및 백태						
표본층	측정부재	조사 결과 부재 등급수(EA)				
		a등급	b등급	c등급	d등급	e등급
지상7층	기둥	3	7			
	보	5	20	5		
	슬래브		2	5	3	

(2) 자료입력

지상7층 조사 결과를 기둥-보-슬래브 순서로 입력하면 다음과 같이 나타난다.

4) 철근노출

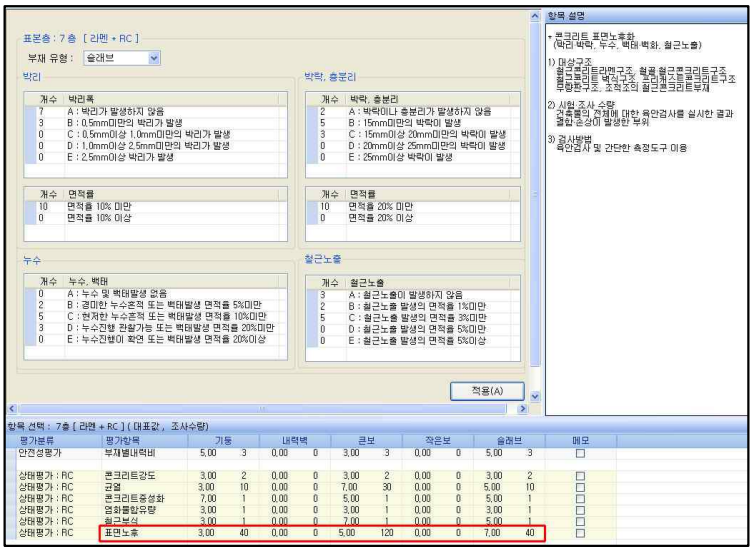
조사된 부재 중 각 등급에 해당되는 부재개수를 입력한다.

(1) 현장조사 결과

철근노출						
표본층	측정부재	조사 결과 부재 등급수(EA)				
		a등급	b등급	c등급	d등급	e등급
지상7층	기둥	8	2			
	보		10	20		
	슬래브	3	2	5		

(2) 자료입력

지상7층 조사 결과를 기둥-보-슬래브 순서로 입력하면 다음과 같이 나타난다.



[부록그림 2-28] 상태 평가 표면노후 입력

2.2.7 표본층 입력 반복

표본층으로 선정된 지상2층 및 지하2층에 대하여 조사·분석된 자료를 지상7층과 동일한 방법으로 입력과정을 반복하여 실시한다.

가. 지상2층 자료입력

지상2층의 안전성 평가자료 및 상태평가 자료 입력을 지상 7층과 동일한 방법으로 진행절차 순서대로 입력한다.

나. 지하2층 자료입력

지하2층의 안전성 평가자료 및 상태평가 자료 입력을 지상 7층과 동일한 방법으로 진행절차 순서대로 입력한다.

2.2.8 변위·변형 입력

가. 건물 기울기

대상 건축물의 외부 4면 모서리에서 측정된 기울기 값을 분석하여 시공오차를 제외한 순기울기량을 추정하고, 순기울기량에 해당되는 등급을 입력한다.

나. 건물의 부동침하

대상 건축물의 최저층 바닥 슬래브 또는 천장슬래브 하부면에서 측정된 변형량으로 부동침하량을 추정하여 해당되는 등급을 입력한다.

다. 현장조사 결과

기울기 및 침하		
평가내용	측정내용	각변위 측정 결과
기울기	건물외부기울기	1/313
부동침하	구조물 부동침하	1/550

라. 평가자료 입력

[부록그림 2-29] 변위·변형 진단정보 창

2.2.9 연산수행

가. 연산수행

모든 진단결과의 입력 후 메뉴 바에서 평가수행을 클릭하면 평가를 수행한다.

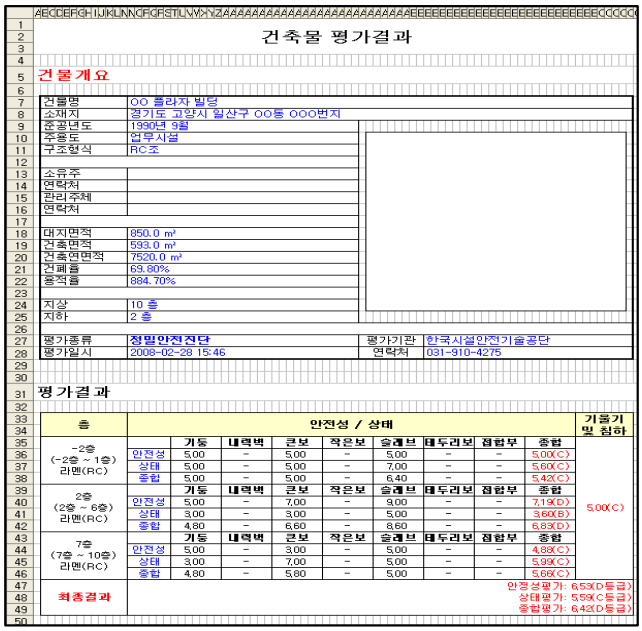
[부록그림 2-30] 메뉴 바

나. 결과 파일의 생성

결과 파일은 Excel형식으로 작성된다.

2.2.10 평가결과

안전성평가시트, 상태평가시트, 변위·변형 평가시트에 평가자료를 입력한 후 평가수행 단추를 클릭하면 연산프로그램에 의하여 표본층별로 층별 대표등급과 평가대상 부재의 평가점수가 출력되고, 평가대상 건축물 전체에 대한 안전성평가등급, 상태평가등급, 종합평가등급이 출력된다.



건축물 평가결과

건물개요

건물명	OO 플라자 빌딩
소재지	경기도 고양시 일산구 OO동 OOO번지
준공년도	1990년 9월
주용도	업무시설
구조형식	RC조
소유주	
연락처	
관리주체	
연락처	
대지면적	850.0 m²
건축면적	593.0 m²
건축연면적	7520.0 m²
건폐율	69.80%
용적율	884.70%
지상	10 층
지하	2 층
평가종류	정밀안전진단
평가일시	2008-02-28 15:46
평가기관	한국시설안전기술공단
연락처	031-910-4275

평가결과

층		안전성 / 상태								기울기 및 침하
		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브	테두리보	접합부	종합	
-2층 (-2층 ~ 1층) 라멘(RC)	안전성	5.00	-	5.00	-	5.00	-	-	5.00(C)	5.00(C)
	상태	5.00	-	5.00	-	7.00	-	-	5.60(C)	
	종합	5.00	-	5.00	-	6.40	-	-	5.42(C)	
2층 (2층 ~ 6층) 라멘(RC)		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브	테두리보	접합부	종합	
	안전성	5.00	-	7.00	-	9.00	-	-	7.19(D)	
	상태	3.00	-	3.00	-	5.00	-	-	3.60(B)	
	종합	4.80	-	6.60	-	8.60	-	-	6.83(D)	
7층 (7층 ~ 10층) 라멘(RC)		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브	테두리보	접합부	종합	
	안전성	5.00	-	3.00	-	5.00	-	-	4.88(C)	
	상태	3.00	-	7.00	-	5.00	-	-	5.99(C)	
	종합	4.80	-	5.80	-	5.00	-	-	5.66(C)	
최종결과		안전성평가: 6.53(D등급) 상태평가: 5.59(C등급) 종합평가: 6.42(D등급)								

[부록그림 2-31] 대상건축물 평가결과 출력의 예

입력자료

7층(6층～10층)라멘(RC)

부재내력비(부재강도/소요강도:MPa)					
평가부재	기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
평가부재 1	15800/14300(D)	–	7850/8500(D)	–	1250/1180(D)
평가부재 2	17500/18800(D)	–	6280/7350(D)	–	1670/1750
평가부재 3	13700/12400(D)	–	8260/8500	–	1550/1490(D)
평가부재 4	–	–	–	–	–
평가부재 5	–	–	–	–	–

콘크리트강도(측정강도/설계강도:MPa)					
평가부재	기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
평가부재 1	220, 215, 235 / 210(D)	–	223, 238, 245 / 210(D)	–	220, 235, 228 / 210(D)
평가부재 2	225, 230, 215 / 210(D)	–	230, 215, 220 / 210(D)	–	224, 218, 236 / 210(D)
평가부재 3	–	–	–	–	–
평가부재 4	–	–	–	–	–
평가부재 5	–	–	–	–	–

콘크리트균열						
평가내용		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
균열폭	0.1mm미만의 균열발견	6	–	8	–	5
	0.2mm미만의 균열발견	4	–	4	–	2
	0.3mm미만의 균열발견	–	–	8	–	3
	0.4mm미만의 균열발견	–	–	10	–	–
	0.4mm이상의 균열발견	–	–	–	–	–
면적율	면적율 20% 미만	–	–	–	–	10
	면적율 20% 이상	–	–	–	–	–

콘크리트탄산화(탄산화깊이/피복두께:cm)					
평가부재	기둥	내력벽	큰보	작은보5	슬래브
평가부재 1	3, 3.5, 3.8/4	–	2.2, 2.8, 2.5/4	–	2, 2.5, 2.8/3
평가부재 2	–	–	–	–	–
평가부재 3	–	–	–	–	–
평가부재 4	–	–	–	–	–
평가부재 5	–	–	–	–	–

염분함유량(단위:kg/㎥)					
평가부재	기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
평가부재 1	0.18, 0, 0	–	0.16, 0, 0	–	0.2, 0, 0
평가부재 2	–	–	–	–	–
평가부재 3	–	–	–	–	–
평가부재 4	–	–	–	–	–
평가부재 5	–	–	–	–	–

철근부식						
평가내용		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
부식상태	녹이 없거나 약간의 점녹발생	–	–	–	–	–
	점녹이 광범위하게 발견된 상태	1	–	–	–	–
	면녹과 부분적인 들뜬녹	–	–	–	–	1
	들뜬녹(단면결손 20%이하)	–	–	1	–	–
	들뜬녹(단면결손 20%이하)	–	–	–	–	–
부식환경	건조환경	1	–	1	–	1
	습윤환경	–	–	–	–	–
	부식성환경	–	–	–	–	–
	고부식성환경	–	–	–	–	–

박 리						
평가내용		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
발생정도	박리발생없음	9	–	25	–	7
	0.5mm미만의 박리발생	1	–	5	–	3
	1.0mm미만의 박리발생	–	–	–	–	–
	2.5mm미만의 박리발생	–	–	–	–	–
	2.5mm이상의 박리발생	–	–	–	–	–
면적율	면적율 10% 미만	10	–	30	–	10
	면적율 10% 이상	–	–	–	–	–

박락, 층분리						
평가내용		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
발생정도	발생없음	5	–	10	–	2
	15mm미만의 박리발생	5	–	20	–	5
	20mm미만의 박리발생	–	–	–	–	3
	25mm미만의 박리발생	–	–	–	–	–
	25mm이상의 박리발생	–	–	–	–	–
면적율	면적율 20% 미만	10	–	30	–	10
	면적율 20% 이상	–	–	–	–	–

누수, 백태						
평가내용		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
발생정도	누수 및 백태발생없음	3	–	5	–	–
	경미한 누수/백태발생면적 5%미만	7	–	20	–	2
	현저한 누수/백태발생면적 10%미만	–	–	5	–	5
	누수진행 관찰/백태발생면적 20%미만	–	–	–	–	3
	누수진행 확연/백태발생면적 20%이상	–	–	–	–	–

철근노출						
평가내용		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
철근노출정도	노출발생없음	8	–	–	–	3
	노출발생면적율 1%미만	2	–	10	–	2
	노출발생면적율 3%미만	–	–	20	–	5
	노출발생면적율 5%미만	–	–	–	–	–
	노출발생면적율 5%이상	–	–	–	–	–

2층(1층～5층)라멘(RC)

부재내력비(부재강도/소요강도:MPa)					
평가부재	기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
평가부재 1	21700/22500(D)	–	9260/9500(D)	–	1750/1880
평가부재 2	19500/18500(D)	–	8130/7100(D)	–	1630/1150(D)
평가부재 3	22300/21500(D)	–	8750/8550	–	1580/1470(D)
평가부재 4	–	–	–	–	–
평가부재 5	–	–	–	–	–

콘크리트강도(측정강도/설계강도:MPa)					
평가부재	기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
평가부재 1	215, 220, 230, / 210(D)	–	220, 218, 235 / 210(D)	–	205, 210, 200 / 210(D)
평가부재 2	220, 218, 235 / 210(D)	–	215, 223, 218 / 210(D)	–	198, 203, 205 / 210(D)
평가부재 3	–	–	–	–	–
평가부재 4	–	–	–	–	–
평가부재 5	–	–	–	–	–

콘크리트균열						
평가내용		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
균열폭	0.1mm미만의 균열발견	6	–	20	–	2
	0.2mm미만의 균열발견	4	–	10	–	3
	0.3mm미만의 균열발견	–	–	–	–	5
	0.4mm미만의 균열발견	–	–	–	–	–
	0.4mm이상의 균열발견	–	–	–	–	–
면적율	면적율 20% 미만	–	–	–	–	10
	면적율 20% 이상	–	–	–	–	–

콘크리트탄산화(탄산화깊이/피복두께:cm)					
평가부재	기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
평가부재 1	1.5, 1.8, 2 /4	–	1.5, 1.8, 2 /4	–	1.5, 2, 1.8 /3
평가부재 2	–	–	–	–	–
평가부재 3	–	–	–	–	–
평가부재 4	–	–	–	–	–
평가부재 5	–	–	–	–	–

염분함유량(단위:kg/㎥)					
평가부재	기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
평가부재 1	0.2, 0, 0	–	0.25, 0, 0	–	0.5, 0, 0
평가부재 2	–	–	–	–	–
평가부재 3	–	–	–	–	–
평가부재 4	–	–	–	–	–
평가부재 5	–	–	–	–	–

철근부식						
평가내용		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
부식상태	녹이 없거나 약간의 점녹발생	–	–	–	–	–
	점녹이 광범위하게 발견된 상태	1	–	1	–	–
	면녹과 부분적인 들뜬녹	–	–	–	–	1
	들뜬녹(단면결손 20%이하)	–	–	–	–	–
	들뜬녹(단면결손 20%이하)	–	–	–	–	–
부식환경	건조환경	1	–	1	–	1
	습윤환경	–	–	–	–	–
	부식성환경	–	–	–	–	–
	고부식성환경	–	–	–	–	–

박 리						
평가내용		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
발생정도	박리발생없음	10	–	22	–	7
	0.5mm미만의 박리발생	–	–	5	–	2
	1.0mm미만의 박리발생	–	–	3	–	1
	2.5mm미만의 박리발생	–	–	–	–	–
	2.5mm이상의 박리발생	–	–	–	–	–
면적율	면적율 10% 미만	10	–	30	–	10
	면적율 10% 이상	–	–	–	–	–

박락, 층분리						
평가내용		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
발생정도	발생없음	8	–	15	–	2
	15mm미만의 박리발생	2	–	10	–	3
	20mm미만의 박리발생	–	–	5	–	5
	25mm미만의 박리발생	–	–	–	–	–
	25mm이상의 박리발생	–	–	–	–	–
면적율	면적율 20% 미만	10	–	30	–	10
	면적율 20% 이상	–	–	–	–	–

누수, 백태						
평가내용		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
발생정도	누수 및 백태발생없음	10	–	10	–	2
	경미한 누수/백태발생면적5%미만	–	–	10	–	6
	현저한 누수/백태발생면적10%미만	–	–	10	–	2
	누수진행관찰/백태발생면적20%미만	–	–	–	–	–
	누수진행 확연/백태발생면적 20%이상	–	–	–	–	–

철근노출						
평가내용		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
철근노출정도	노출발생없음	1	–	10	–	2
	노출발생면적율 1%미만	8	–	20	–	6
	노출발생면적율 3%미만	1	–	–	–	2
	노출발생면적율 5%미만	–	–	–	–	–
	노출발생면적율 5%이상	–	–	–	–	–

-2층(-2층~-1층)라멘(RC)

부재내력비(부재강도/소요강도:MPa)					
평가부재	기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
평가부재 1	85200/81000(D)	-	15500/14500	-	1890/2050(D)
평가부재 2	78250/75100(D)	-	12500/13300(D)	-	1950/1820
평가부재 3	86830/84250(D)	-	13250/12550(D)	-	1770/1630(D)
평가부재 4	-	-	-	-	-
평가부재 5	-	-	-	-	-

콘크리트강도(측정강도/설계강도:MPa)					
평가부재	기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
평가부재 1	190, 205, 208 / 210(D)	-	200, 195, 208 / 210(D)	-	185, 170, 175 / 210(D)
평가부재 2	202, 208, 198 / 210(D)	-	195, 205, 207 / 210(D)	-	171, 175, 180 / 210(D)
평가부재 3	-	-	-	-	-
평가부재 4	-	-	-	-	-
평가부재 5	-	-	-	-	-

콘크리트균열						
평가내용		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
균열폭	0.1mm미만의 균열발견	2	-	12	-	-
	0.2mm미만의 균열발견	5	-	10	-	3
	0.3mm미만의 균열발견	3	-	8	-	3
	0.4mm미만의 균열발견	-	-	-	-	4
	0.4mm이상의 균열발견	-	-	-	-	-
면적율	면적율 20% 미만	-	-	-	-	10
	면적율 20% 이상	-	-	-	-	-

콘크리트탄산화(탄산화깊이/피복두께:cm)					
평가부재	기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
평가부재 1	2.5, 1.8, 2.8 /4	-	2.5, 1.8, 2.8 /4	-	2.6, 2.8, 2.2 /3
평가부재 2	-	-	-	-	-
평가부재 3	-	-	-	-	-
평가부재 4	-	-	-	-	-
평가부재 5	-	-	-	-	-

염분함유량(단위:kg/㎥)					
평가부재	기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
평가부재 1	0.35 , 0 , 0	–	0.5 , 0 , 0	–	1 , 0 , 0
평가부재 2	–	–	–	–	–
평가부재 3	–	–	–	–	–
평가부재 4	–	–	–	–	–
평가부재 5	–	–	–	–	–

철근부식						
평가내용		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
부식상태	녹이 없거나 약간의 점녹발생	–	–	–	–	–
	점녹이 광범위하게 발견된 상태	–	–	–	–	–
	면녹과 부분적인 들뜬녹	1	–	1	–	–
	들뜬녹(단면결손 20%이하)	–	–	–	–	1
	들뜬녹(단면결손 20%이하)	–	–	–	–	–
부식환경	건조환경	1	–	1	–	1
	습윤환경	–	–	–	–	–
	부식성환경	–	–	–	–	–
	고부식성환경	–	–	–	–	–

박리						
평가내용		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
발생정도	박리발생없음	8	–	20	–	7
	0.5mm미만의 박리발생	1	–	7	–	2
	1.0mm미만의 박리발생	1	–	3	–	1
	2.5mm미만의 박리발생	–	–	–	–	–
	2.5mm이상의 박리발생	–	–	–	–	–
면적율	면적율 10% 미만	10	–	30	–	10
	면적율 10% 이상	–	–	–	–	–

박락,층분리						
평가내용		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
발생정도	발생없음	3	–	15	–	2
	15mm미만의 박리발생	5	–	10	–	3
	20mm미만의 박리발생	2	–	5	–	5
	25mm미만의 박리발생	–	–	–	–	
	25mm이상의 박리발생	–	–	–	–	–
면적율	면적율 20% 미만	10	–	30	–	10
	면적율 20% 이상	–	–	–	–	–

누수,백태						
평가내용		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
발생정도	누수 및 백태발생없음	2	–	10	–	–
	경미한 누수/백태발생면적 5%미만	5	–	10	–	2
	현저한 누수/백태발생면적 10%미만	3	–	10	–	3
	누수진행 관찰/백태발생면적 20%미만		–	–	–	5
	누수진행 확연/백태발생면적 20%이상	–	–	–	–	–

철근노출						
평가내용		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브
철근노출정도	노출발생없음	2	–	5	–	–
	노출발생면적율 1%미만	5	–	20	–	1
	노출발생면적율 3%미만	3	–	5	–	8
	노출발생면적율 5%미만	–	–	–	–	1
	노출발생면적율 5%이상	–	–	–	–	–

기울기 및 침하		
평가내용	각변위	상태
기울기	1/250 이하	구조물의 경사도 감지
부동침하	1/500 이하	구조물의 균열발생 한계

안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 해설서(건축물)

발행 한국시설안전공단

2011년12월 일 초판

* 본 세부지침해설서의 내용에 관한 질의 및 건의 사항은 한국시설안전공단으로 연락하여 주시기 바랍니다.

한국시설안전공단 (http://www.kistec.or.kr)
(우) 411-758 경기도 고양시 일산서구 고양대로 315 대표전화 1599-4114, 031-910-4114

본 세부지침해설서 및 다른 해설서 내용은
공단홈페이지에서 다운로드 받으실 수 있습니다.

공 통 편			2011. 12
시설물편	제 1장	교 량	2011. 12
	제 2장	터 널	2011. 12
	제 3장	댐	2011. 12
	제 4장	항 만	2011. 12
	제 5장	상 수 도	2011. 12
	제 6장	하 구 둑	2012. 12 (예정)
	제 7장	수 문	2012. 12 (예정)
	제 8장	제 방	2012. 12 (예정)
	제 9장	하수처리장	2012. 12 (예정)
	제 10장	건 축 물	2011. 12
	제 11장	옹 벽	2012. 12 (예정)
	제 12장	절 토 사 면	2012. 12 (예정)