

構造物の 安全診斷 體系

On the Safety Inspection System of Structured

이 장 화*
Lee, Jang Wha

1. 머리말

토목건축구조물은 설계의 품질, 지형 및 지반 등의 기초조건, 시공의 품질상태, 자연환경조건, 각종 주변 환경하에서의 사용 및 유지관리 조건등 설계로부터 사용후 폐지에 이르기까지 개별성과 변동성이 대단히 크다.¹⁾ 따라서 손상이나 사고가 발생하면 사고원인, 사고형태, 사고의 진행상태 및 피해규모는 제각기 다른 양상을 나타내며 특히 막대한 인명피해와 재산피해를 야기시킨다.

사람의 일상생활은 생명의 존엄성을 유지보전하는 것이며 사람이 건설하는 모든 구조물은 궁극적으로 생활의 편익을 도모하기 위한 것으로서 어떠한 목적도 생명의 안전에 우선할 수 없다. 지금까지 발생된 많은 구조물 사고의 경우 시공성, 경제성, 사용성등 어느 한가지의 효율에 집착한 나머지 생명의 안전을 도외시한 결과로서 소위 인과응보로 보아 마땅하리라 생각된다.

최근 성수대교 붕괴사고, 대구지하철 개스폭발사고, 삼풍백화점 붕괴사고 등에서 대부분 안전불감증 상태에서 특수한 이익이나 효율만을 추구한 총체적인 부실이 지적되고 있다. 우리는 과거의 역사에서 마찬가지로 각종 안전의 중요성을 인식하는데에도 너무나 비싼 대가를 치르고 있다. 안전진단이

란 구조물의 안전여부를 판단하기 위한 일체의 행위를 일컫는 것이다. 최근에 안전진단 업무가 폭주하게되어 안전진단의 부실화가 우려되고 있으며 이 문제 역시 심각한 상황이다. 이러한 안전진단 부실화의 염려는 우리의 기술수준이 모자라거나 낮아서가 아니다. 단지 일과성으로 소나기가 내릴 때는 잠시 피하고 보자는 의도에서 안전진단을 의뢰하고 이에 발맞추어 영리추구의 목적에서 단기간의 진단이 무리하더라도 수주하여 돈이나 벌고 보자는 진단수행자의 도덕성의 결여를 두려워하는 것이며, 혼돈된 사회경제적 가치기준에 의해 기술이 효율적으로 관리 및 적용되지 않고 기술자가 푸대접 받는 뿌리 깊은 사회풍토를 인지하기 때문이다.

따라서 본고에서는 단기간에 안전진단을 수행하기 위해 세부적인 기법보다는 중장기적으로 구조물의 안전성 확보 및 안전진단을 수행하기 위해 필요한 기본적인 체계에 대해 중점적으로 기술하므로써 각종 구조물의 안전성 제고에 일조가 되었으면 한다.

2. 구조물 및 안전진단의 구분

2.1 구조물의 구분

구조물은 용도별로 주거용, 교통 및 이동용, 생

*建設技術研究院 構造研究室 首席研究員

산용, 저장용, 관광레저용, 에너지생산용, 군사용 등 소유주체별로는 개인용, 공공용등, 관리주체별로는 중앙정부, 지방자치단체, 정부투자기관, 기타 단체 및 개인 등, 사용된 구조재료별로 강구조물, 콘크리트구조물 등 여러가지 측면에서 구분할 수 있다. 이 중에서 특히 안전진단 및 유지관리체계상 소유주체별 구분에 대해서 구체적으로 검토해 볼 필요가 있다.

(1) 개인 구조물

개인이 예산을 투입하여 건설한 구조물로서 대체로 주거용 건물, 사무용 건물, 상업용 건물, 개인기업의 각종 시설, 관광레저시설 등 개인이나 기업의 이윤추구 목적의 구조물로서 우리나라에서는 대부분 건축구조물이 이에 해당된다. 개인 구조물의 경우 유지관리를 개인이 전담하게 되므로 항상 투자에 따른 현실적인 이윤이 중요한 비중을 차지하게 되어 안전진단, 유지관리 및 보수보강이 소홀해지기 쉽다.

(2) 공공구조물

국가 공공기관이 예산을 투입하여 건설한 구조물로서 도로시설, 철도, 지하철, 해양 항만시설, 수리시설, 교통통신시설, 에너지 생산시설, 군사시설등과 같이 공익목적이 구조물로서 투자에 따른 이윤보다는 국민복리가 우선되며 부속되는 건물을 제외하면 대부분 토목구조물인 경우가 많다. 공공구조물의 경우 이윤 추구의 목적이 아닌 공공적 차원에서 관리되므로 안전성확보를 위한 진단이나 유지관리 및 보수보강이 최우선의 과제이다.

2.2 안전진단의 구분

구조물의 안전진단의 경우도 목적이나 시기등에 따라 여러가지로 구분할 수 있으나 본고에서는 안전진단의 체계를 중심으로 하여 아래와 같이 구분한다.

- (1) 설계단계의 안전진단
- (2) 시공단계의 안전진단
- (3) 사용중 안전진단

이중에서 설계단계의 진단과 시공단계의 진단은 구조물 구성단계의 진단으로서 우리나라의 경우 특히 구조물 구성단계의 진단이 거의 이루어지지 않는 제도관리상의 문제점이 심각하다. 또한 토목 건축구조물은 지어 놓으면 그만이라는 일반인의 잘못된 관념으로 인해 예산배정시의 우선순위가 항상 신축공사에 뒤쳐지는 과오를 일상적으로 범함에 따라 완공후 사용중 진단이 등한시 되어왔다.

우리나라에서는 일반적으로 안전진단이라고 하면 통상 사용중 진단으로 인식해 왔으며 구조물에 일단의 문제가 발생했거나 개축을 목적으로 한 철차상의 피룡에 의해 안전진단을 수행하는 경우가 대부분이었다. 구조물의 안전진단을 계획단계에서부터 사용후 해체에 이를 때까지 각 단계별 목적에 적합하게 주기적으로 시행되어야 한다.

아래에서는 각단계별 안전진단에 대해 간략히 기술하고자 한다.

3. 설계단계의 안전진단

설계단계의 안전진단은 우리나라에서는 사실상 낯설은 용어이며 새로운 용어이기도 하다. 그러나 설계 단계에서 안전성이 확보되지 못한 것을 상상하면 쉽게 용어의 개념을 이해할 수 있을 것이다. 설계단계의 안전진단의 항목을 기술적 측면과 사회경제적 측면에서 요약할 수 있으며 공공구조물은 물론 개인 구조물일지라도 국가적으로 추진하는 건설사업(예 : 주택 200만호 건설)일 경우에는 필히 사회경제적 측면을 고려하여 조치하므로써 총체적인 부실 가능성을 사전에 진단하여 안전성 저하를 방지해야 한다.

(1) 기술적 측면

- ① 각종시방서의 준수 여부
- ② 각종 설계도서 작성의 정확성 여부
- ③ 기존의 실험 및 연구결과에 의거 검증된 합리적인 이론의 적용 여부
- ④ 피룡시 적절한 모형실험을 통해 도출된 결과의 적용 여부
- ⑤ 적용한 구조형식 및 도입한 신기술의 적용성 여부
- ⑥ 유지관리를 고려한 설계 여부
- ⑦ 기타

(2) 사회경제적 측면

- ① 기술 및 기능인력 수급의 문제
- ② 자재수급의 문제

이러한 설계단계의 안전진단에서 기술적 측면의 진단은 필히 해당구조물의 설계자가 아닌 제3의 전문기술자가 시행해야 하며 법적으로 준수되도록 제도화해야 할 것으로 판단된다.

4. 시공단계의 안전진단

우리나라에서도 시공단계에서 발생한 여러가지 붕괴사고가 직접 혹은 간접적으로 접해왔기 때문에 시공단계의 안전진단은 대부분 쉽게 이해할 수 있는 용어로 생각된다.

시공단계와 완공후의 구조물의 역학적인 상관관계는 대부분의 경우 상이하다. 시공단계에서의 변동요인은 가공공법별 가설과정, 가설하중, 사용자재, 구속조건의 변화, 온도, 풍속, 강우, 강설 등 기후조건의 변화, 지진, 진동등 특수한 조건의 발생, 기술자의 수준 등 대단히 다양하며 공정별, 시기별 및 각 요인별로 대응해야 한다.

시공단계에서 사고가 많은 이유로서 발주자 및

수주자가 경제성에 치중한 결과 가설공사를 경시한 안이한 자세도 큰 몫을 차지하며, 구조물이 자연을 대상으로 하기 때문에 불확적 요인이 많은 것, 시공중 구조물이 구조역학적으로 불안정한 경우가 많은 것, 시공기술의 발전에 따라 강도조건이 변하는 데 대해 결정적인 설계방법이 확립되지 않은 것 등을 들고 있다. 따라서 구조물 시공중에는 시공구조물의 구조 역학적 안정도(안전도), 가장 불안정한 단면 또는 각 시공단계에 있어서 안전성에 영향을 미치는 각종 요인에 대해 수시로 안전진단을 시행해야 한다.

5. 사용중 안전진단

5.1 사용중 안전진단의 개념

구조물을 완공하고나서 사용중에 안전진단을 실시할 경우 특정시기에 긴급히 조사를 실시하여 구조물의 상태 및 안전여부를 판정하려고 한다면 여러가지 어려움이 수반되며 적절한 판단이나 적기조치가 불가능하게 된다. 삼풍백화점 붕괴사고는 일상적인 안전진단 업무를 소홀히 한 결과 사고에 대비하지 못한 대표적인 예라고 볼 수 있다.

구조물의 안전진단 과정을 의사가 환자를 진찰하는 과정과 비교할 수 있다. 의사가 환자의 일상생활에서의 증상이나 과거로부터 현재까지의 병력을 모른 채 환자를 진찰하는 것은 불가능한 일이다. 구조물의 안전진단에서도 현재의 증상은 물론 과거로부터의 각종 증상의 발생 및 진행 이력이 무엇보다도 중요한 요인임은 자명한 사실이다.

따라서 구조물의 사용중 안전진단은 유지관리 업무의 일환으로서 구조물에 대한 점검 및 조사결과를 이용하여 내하성능과 안전여부를 판정하는 과정으로 정의할 수 있다. 구조물의 점검 및 조사는 구

조물의 안전성, 사용성, 내구성에 미치는 영향, 위험한 손상이나 이상의 조기발견, 손상이나 이상 정도의 파악, 원인의 규명, 보수보강 여부 및 시기의 판단을 목적으로 실시하는 일상적이며 예비적인 진단 혹은 구조물의 이력 진단으로서 구조물 유지관리 의 가장 기본적인 업무에 속한다. 이와 같이 안전진단의 과정을 포함하여 구조물의 유지관리 절차를 나타내면 그림 1과 같다.

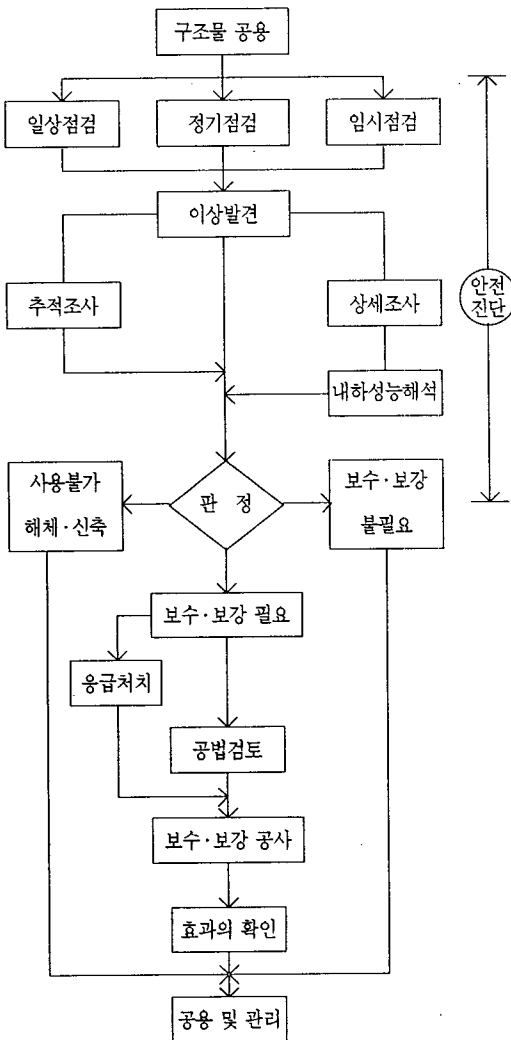
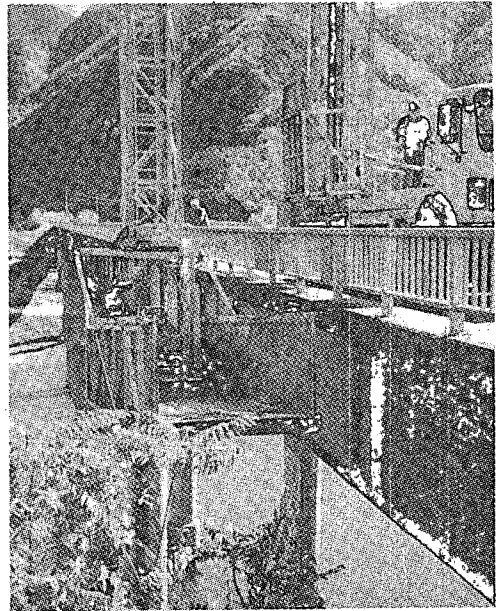


그림 1. 구조물의 유지관리 절차

5.2 사용중 안전진단 실시

그림1에서 안전진단에 해당되는 업무가 우리나라의 건설업계 및 시설물을 안전하게 관리해야 하는 단체에 시급히 정착되어야 할 안전진단 체계로 사료되며, 안전진단 체계에서 실시해야 할 수행업무에 대해 간략히 기술하고자 한다.

(1) 자료 관리

유지관리 및 안전진단에 관련된 자료로는 설계시공 도서, 구조물 관리대장, 각종점검자료, 평가자료, 보수·보강자료, 사고이력, 기타 참고자료 등이 있다. 자료는 계속되는 시설물의 점검과 보수·보강 및 신설·교체로 인하여 증가되므로 자료의 보관방법은 수정, 보완할 수 있어야 하며 늘어나는 자료를 효율적으로 보관 관리하기 위해서는 전산화하거나 마이크로 필름으로 처리하는 것이 유용하다. 우리나라의 경우 관련자료를 고의로 없애거나 관리가 소홀한 경우가 많아 일반적인 안전진단 체계상 자료관리가 나타나 있지 않지만 별도로 강조하여 기술한다.

(2) 일상 관리

일상적인 청소, 누수여부확인, 배수상태점검, 특별한 장비없이 육안으로 관찰되는 각종 상태변화등과 같이 구조물의 내구수명 확보 및 안전한 사용을 위해 기본적으로 수행해야 할 관리업무이다.

(3) 점 검

구조물의 상태파악이나 이상 및 손상을 조기에 발견하여 유지관리를 위한 자료를 획득하는 것을 목적으로 각종 점검을 실시하며, 축적된 점검결과를 분석하므로써 각종 문제점을 명확히 판단하여 최종적으로 안전여부를 결정하게 된다. 점검은 크게 일상점검, 정기점검, 임시점검으로 나누며 이상의 정도가 심하거나 보수·보강의 필요성이 제기될 때 추적조사와 상세조사를 실시한다. 이러한 점검은 가능한한 전체부위를 상세하게 실시하는 것이 바람직하지만 많은 시간과 비용 및 인력이 소요되므로 효율적인 점검을 위해 방법과 빈도를 체계적으로 정해둘 필요가 있다. 각종 점검에 대해 간략히 기술하면 다음과 같다.

① 일상점검

일상점검은 육안으로 관찰하여 이상과 손상을 발견하는 것을 목적으로 실시하며 이상 발견시 이상부위를 육안점검하는 것을 말한다.

② 정기점검

정기점검은 세부적인 사항에 대하여 이상과 손상을 발견하고 개략적인 정도를 파악하여 양호한 상태로 보전하는데 필요한 조치를 취하기 위해 정기적으로 실시하는 점검이며 구조물의 내하력, 내구성, 사용성에 영향을 미치는 손상을 조기에 발견하기 위해 실시한다. 대개 정기점검은 6개월~1년마다 1회 실시하는 것이 적절한다.

③ 임시점검

임시점검은 태풍, 집중호우, 지진 등 자연해재와 특수한 인위적 재해가 발생한 경우 또는 그러한 위

험이 예상될 경우 및 특별한 이상이 발견된 경우에 안전성 확인 및 대비책 마련을 위하여 실시하는 점검을 말한다.

④ 추적 조사

점검 결과 구조물에 균열, 침하, 이동, 변형, 누수 등의 구조적 손상이 진행될 위험이 있는 경우 그러한 진행성을 파악할 목적으로 실시하며 위의 세가지 점검시 진행성 손상이 발견되면 일정한 계획을 수립하여 실시한다.

⑤ 상세 조사

점검 결과 보수·보강의 필요성이 검토될 정도의 손상이 있는 경우에 실시하며, 각종 조사 장비를 사용하여 조사한 자료에 대한 정량적 분석을 행하는 것을 말한다. 상술한 4가지 점검·조사는 주로 실무 종사자가 실시하게 되지만 상세조사는 관련 전문가를 통한 세부적인 조사 분석이나 내하성능의 판정 등의 작업이 병행되어야 한다.

6. 맺음말

구조물은 설계단계, 시공단계, 사용중 어느때를 막론하고 안전이 확보되도록 계획되고 사용되고 관리되어야 한다. 최근 빈발하는 각종 사고를 접하면서 우리나라의 일반대중이 소위 안전불감증에 젖어 있다고 지적한 바 있다. 혹자는 안전진단의 부실화를 우려하기도 한다. 또한 안전진단 수행자가 자신의 안전을 등한시 하기도 한다. 극단의 편법, 변칙이나 만용을 자랑스러워 한다.

하물며 대중을 위한 안전을 누가 보장할 수 있겠는가? 구조물은 일반대중의 편익을 위한 시설이다. 따라서 기술자 뿐만 아니라 일반대중의 인식전환이 시급하며, 안전을 확보하기 위한 체계 및 제도의 정비와 규칙의 능동적인 준수가 요구된다.