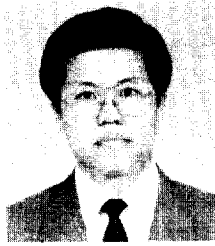


특집

콘크리트 교량

콘크리트 교량의 유지관리

Maintenance of Concrete Bridge



이 장 화*



심 중 성**

1. 서 론

콘크리트 교량은 기본적으로 내력을 중심으로 한 소요의 제기능을 만족하고, 특히 사용중 여러 가지 환경변화와 시간의 경과에 따른 각종 성능저하요인에 대해 일정수명 이상 저항하도록 설계·시공된다. 교량이 완공되어 공용되기 시작하면 시간의 경과에 따른 각종 기능의 변화는 당초에 예상한 것과 일치하지 않고 가능성이나 사용성이 어느 한계 이하로 저하되거나 심한 경우 신설 교체 혹은 파괴에 이르게 된다.

교량의 유지관리란 사용기간 동안 각종 수단을 강구하여 해당 구조물의 소요기능을 만족시키고, 필요시 보수 보강을 통하여 기능을 회복시키거나 증대시키는 일련의 작업으로서 궁극적 목적은 통행의 안전성 확보, 사용수명 및 공용성 확보, 경제성 확보 및 설계기능 보전에 있다. 일반화된 구조물 유지관리의 기본적 사항은 대상 구조물의 유지관리 구분, 성능저하 한계의 설정 및 성능저하 예측, 적절한 시점에서의 기능평가를 위한 점검 조사, 점검 조사결과와 평가 및 판정, 판정결과에 기

초한 보수·보강대책, 미래를 대비한 기록 및 자료의 보존 등을 들 수 있으며 최근 설계 시공단계에서 유지관리 문제를 고려해야 한다는 적극적 유지관리 대책이 제기되고 있다.

우리 모두 알고 있듯이 국내의 경우 건설후 불과 수년만에 콘크리트 교량이 조기 성능저하되어 붕괴되거나 신설 교체되는 예가 상당수 발생되고 있으며 심각한 사회문제로 대두되고 있다.

이것은 강구조물에 비해 유지관리할 사항이 별로 없고, 반영구적인 것으로 간주되었던 콘크리트 구조물에의 중대한 위기로서 유지관리의 중요성을 심각히 인식하여 대책에 만전을 기하는 계기로 삼아야 할 것이다.

따라서 본 고에서는 최근 문제시 되고 있는 콘크리트 교량의 효율적 유지관리 문제를 사회간접자본의 보전이라는 측면에서 현재 유지관리의 현황 및 문제점, 유지관리의 절차, 향후 대책 등에 대해서 기술하고자 한다.

2. 유지관리의 현황 및 문제점

2.1 현행 유지관리

콘크리트 교량에 대해 현재 실시하고 있는 유지

* 정회원, 한국건설기술연구원 수석연구원

** 정회원, 한양대학교 토목공학과 부교수

관리는 성능저하나 손상의 발생을 발견하여 그 정도에 따라 보수나 보강 등의 대책을 강구하는 것이 보통이다. 다시말해서 구조물이 성능저하한 후 유지관리 대책을 반영하는 것으로서 사후 유지관리의 개념 또는 사후 구조물 보전의 입장에서 유지관리를 수행하는 것이다. 그러나 이러한 입장에서 구조물을 유지관리하게 되면 실제로 목적하는 만큼의 구조물 보전효과를 달성하기 어려울 뿐만 아니라 교량의 기능저하로 인해 안전적 통행에 장애가 될 수 있다. 교량의 성능이나 중요도 또는 건설환경에 따라서는 유지관리의 기본입장을 다르게 할 필요가 있다. 즉 사후보전의 측면에서 발생할 수 있는 문제점을 사전에 제거하기 위하여, 성능저하의 진전상황을 추적(모니터링)함으로써 성능저하정도를 파악하고 동시에 향후 성능저하 진행을 예측하여 최적의 유지관리를 수행할 수 있다.

이러한 형태의 유지관리는 예방적 유지관리로서 이를 위해서는 교량의 성능저하 상황을 모니터링 할 수 있는 기술 및 시설이 완비되어야 한다.

2.2 점검

콘크리트 교량의 유지관리를 적절히 시행하기 위해서는 성능저하의 진행상황이나 진행속도의 예측결과에 따라 점검빈도나 항목을 정할 필요가 있다. 그림 1은 구조물의 성능저하 곡선과 수명과의 관계 예를 나타낸 것이다.

그림에서 type(1)의 성능저하가 지배적인 경우 초기에는 잦은 빈도의 점검이 필요하지 않지만 어느 정도 시간이 경과하게 되면 잦은 점검이 필요하다. type(3)의 성능저하가 지배적인 경우에는 어느 정도 간격으로 장기간의 점검을 계속할 필요가 있다. 이러한 점검빈도나 내용을 체계적으로 정하는 작업이 상당히 어려운 문제이며 광범위한 면적을 신속히 점검하는 기술개발이 시급하다.

2.3 성능저하의 평가·판정

점검조사 결과로부터 콘크리트 교량의 성능저하정도를 정량적으로 평가 판정할 수 있는 기술적

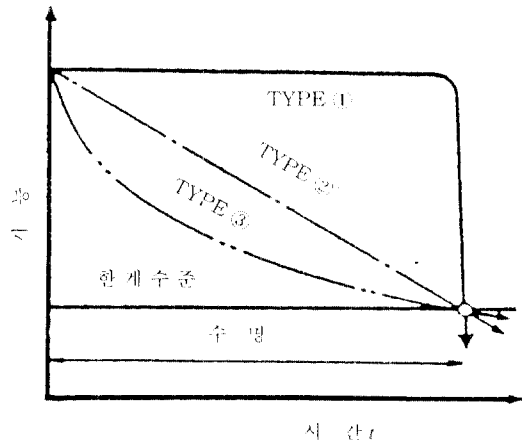


그림 1 성능저하 곡선과 수명의 예

인 방안이나 기준의 개발 및 적용의 문제가 단순하지 않다. 이것은 콘크리트 교량에 대한 유지관리 업무종사자라 할지라도 콘크리트 분야의 전문가가 아닌 경우가 대부분인 상황에서 콘크리트의 복잡한 성능저하 현상을 쉽게 판정하도록 제반기준을 설정하여 제공해야 하기 때문이다. 따라서 복잡하고 어려운 내용일지라도 단순화시켜 적용이 간편한 판정방안 개발이 필요하다.

2.4 유지관리 대책

콘크리트 교량의 공용중에는 성능저하 정도에 따라 보수·보강, 신설 교체 등 각종 유지관리 대책을 수립 시행하게 된다. 보수·보강과 같은 유지관리 대책은 구조물의 기능을 회복시키거나 향상시키는 대책으로서 수명을 연장시키는 방안이 될 수 있다. 그러나 실제로 보수 보강이 필요한 구조물의 성능저하 정도와 실제 수명, 사용성 및 경제성 등을 관련지워서 판단할 경우에는 명확한 기준의 적용이 곤란하며 특히, 신설 및 교체와 관련시켜 보수·보강의 효율성을 판단하는 것은 더욱 복잡해진다. 따라서 일선 유지관리 실무자들이 보수 보강이나 신설 교체 등의 유지관리 대책을 수립, 판단해야 할 경우의 고려항목과 적용기준을 명확하게 정량화시켜 둘 필요가 있다.

3. 유지관리 업무 구분 및 절차

교량의 유지관리는 교량을 통행하는 교통흐름에 지장이 되는 요인들을 없애고 각종 점검을 통해 이상이 있는 곳은 보수 보강을 실시하여 본래의 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 하는 작업으로서 대분하면 관리업무와 보수 보강업무로 구분할 수 있으며 일련의 유지관리 업무를 분류하면 다음과 같다.

3.1 자료 관리

교량의 유지관리에 관련된 자료로는 설계시공도서, 구조물 관리대장, 점검자료, 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.

특히 콘크리트 교량은 성능저하과정에 대한 이력을 파악하는 것이 특히 중요하다. 이들 자료를 전산화 하기 위해서는 교량별, 부재별로 이력카드를 작성하고 이것을 토대로 각종 현황, 보수 보강 수행실적을 수시로 정리 보완하고 통계처리 및 자료검색 등의 입출력이 가능하도록 유지관리 시스템을 구축하는 것이 유리하다.

3.2 일상 관리

콘크리트 교량의 일상 관리는 사용중 내구성 손상을 예방하기 위한 작업으로서 청소가 대표적인 예이다.

교량을 통행하는 차량 바퀴에 묻어 있는 오물 등으로 인해 배수구가 막히게 되어 강우시 교면바닥에 물이 고이게 되고 고인물은 콘크리트의 흡과 균열을 통해 구조물에 침투하여 내구성을 감소시키거나 철근부식을 유발하여 유지보수비의 상승을 가져오게 한다. 그리고 동절기에 제설제를 살포할 경우 제설제에 포함된 물질중 콘크리트에 유해한 영향을 끼치는 화학성분의 작용으로 인해 성

능저하를 촉진시키게 된다. 따라서 일상 관리는 콘크리트 교량의 내구성 확보 및 안전통행을 위해 기본적으로 수행해야 할 관리 업무이다.

3.3 점검

교량의 상태파악이나 이상 및 손상을 조기에 발견하여 유지관리를 위한 자료를 획득하는 것을 목적으로 각종 점검을 실시하며, 축적된 점검결과를 분석함으로써 각종 문제점을 명확히 판단해야만 유지관리 업무를 효율적으로 수행할 수 있게 된다. 점검은 크게 일상점검, 정기점검, 일시점검으로 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.

3.3.1 일상점검

일상점검은 순찰차량대에서 육안으로 관찰하여 이상과 손상을 발견하는 것을 목적으로 실시하며 이상 발견시 접근 가능지역에서 이상 부위를 육안 점검하는 것을 말한다.

3.3.2 정기점검

정기점검은 콘크리트 교량의 세부적인 사항에 대하여 이상과 손상을 발견하고 개략적인 정도를 파악하여 양호한 상태로 보전하는데 필요한 조치를 취하기 위해 정기적으로 실시하는 점검이다.

정기점검은 원거리 점검과 근접 점검으로 나누어 실시한다. 원거리 점검은 접근이 곤란한 경우 원거리에서 육안관찰을 실시하며 교량의 내하력, 내구성, 사용성 등에 중대한 영향을 미치는 손상이나 전반적인 상태 파악을 목적으로 한다. 현재 통상적으로 실시되는 외관조사가 원거리 점검에 속한다.

근접 점검은 점검차량이나 비계를 이용하여 대상 부위에 가까이 접근하여 교량의 내하력, 내구성, 사용성에 영향을 미치는 성능저하 손상을 조

기에 발견하기 위해 실시한다. 대개 정기점검은 6개월~1년마다 1회, 단점 점검은 5년마다 1회 실시하는 것이 적절하다.

3.3.3 임시점검

임시점검은 태풍, 집중호우, 지진 등 자연재해와 차량사고, 인화물질 폭발 등 인위적 재해가 발생한 경우 또는 그러한 위험이 예상될 경우, 특별한 이상이 발견된 경우에 교량의 안전성 확인 및 대비책 마련을 위하여 실시하는 점검을 말한다.

3.3.4 추적 조사

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

3.3.5 상세 조사

점검 결과 보수·보강의 필요성이 검토될 정도의 손상이 있는 경우에 실시하며, 각종 조사 장비를 사용하여 조사할 자료에 대한 정량적 분석을 행하는 것을 말한다. 상술한 4가지 점검 조사는 주로 일선 유지관리 종사자가 실시하게 되지만 상세 조사는 관련 전문가를 통한 세부적인 조사 분석이나 내하력 판정 등 안전진단 작업이 병행되어야 한다.

3.4 보수·보강 및 신설·교체

점검이나 조사를 통해 교량의 손상을 발견하였을 때는 원인과 정도에 대한 판단결과에 따라 보수·보강 혹은 신설 교체를 실시해야 한다. 보수란 손상된 부위를 고쳐서 원래의 기능을 회복하는 작업을 말하며, 보강은 보수와는 다른 개념으로서 현재 손상의 진행방지는 물론 구조적 성능을 향상태 이상으로 향상시키는 것을 목적으로 실시하는 작업을 말한다.

교량전반에 걸쳐 보수 보강 부위가 많거나 노후도, 사용성, 기능성, 경제성 등의 측면에서 검토될 경우에는 신설 교체가 효율적이 될 수 있다. 따라

서 교량전반에 대한 기술적, 사회적, 경제적 측면을 면밀히 검토하여 보수 보강 및 신설 교체 여부를 결정해야 한다.

3.5 사후관리

지금까지 우리나라 교량의 설계 시공시 사후관리 혹은 유지관리에 대해 특별한 주의를 기울이지 않은 것이 사실이다. 공사가 완공되고 나면 설계 시공 관련자료가 체계적으로 관리되지 못하고 사라져 버리는 경우가 비일비재하다. 따라서 기초적인 자료의 부재상태에서 불필요한 노력을 기울이고도 합리적인 유지관리를 실행하지 못하여도 사후관리마저 곤란하게 하는 피해를 누적시키는 안될 것이다.

3.6 유지관리 절차

앞에서 기술한 유지관리 업무의 점검으로부터 사후관리에 이르기까지 유지관리 절차를 나타내면 그림 2와 같다.

4. 향후 유지관리 과제 및 대책

최근 콘크리트 구조물에 위기감이 도래되고 있다. 대부분 콘크리트는 영구적인 것으로 생각해 왔으나 여러가지 성능저하요인에 대책없이 노출되고 있다. 그중에서도 콘크리트 교량은 설계하중 이상의 과하중 즉, 과적차량의 통행으로 인한 피로손상이 속수부득인 상태로 누적되고 있다. 이러한 문제는 유지관리 차원에서 국약치방에 해당하는 통행제한 이상의 대책으로서 설계 시공단계의 근본적인 대책 수립을 요구하고 있다. 콘크리트 교량의 형식도 다양화하여 특수형식의 교량들의 유지관리는 지금까지의 단순형식의 것과는 달리 복잡하고 난이도가 높은 유지관리가 요구된다. 향후 콘크리트 교량의 효율적인 유지관리를 위한 과제와 대책을 기술하면 다음과 같다.

- 유지관리 체제의 확립
- 유지관리 대상의 정비 및 활용
- 점검체제의 확립 및 표준화

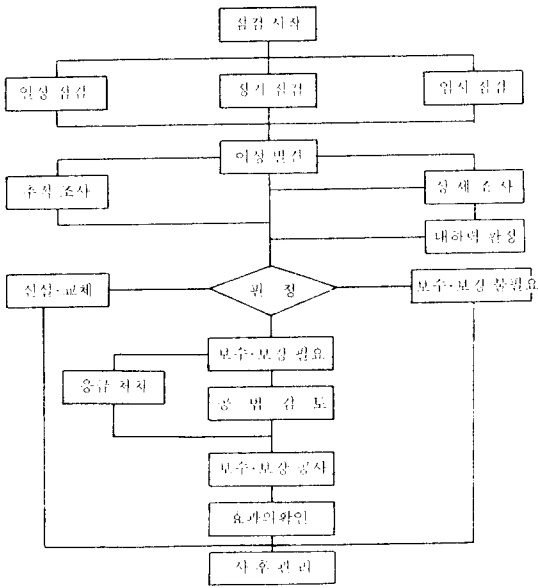


그림 2 유지관리 절차

- 점검기술자의 양성
 - 유지관리 기술 확립
- 성능저하 손상 정도의 정량화 및 판정방법 개발
- 내하력의 합리적 판정 및 보수 보강방법의 확립
- 데이터베이스 시스템 구축에 따른 유지관리의 시스템화 및 자동화

• 건설 및 유지관리비의 최소화

- 건설로부터 사용중 유지관리까지 전체 경비가 최소화되도록 설계·시공
- 특수형식 교량의 경우 설계시공 단계에서 계측 및 유지관리를 점검시설 고려

5. 결 론

사회환경이나 최신기술의 급속한 발전에도 불구하고 사회간접시설의 확장이나 신설 교체는 과거보다 더욱 어려워지는 것이 현실이다. 한번 건설하면 반영구적으로 사용할 수 있도록 설계시공 단계에서 정성을 다하고, 유지관리를 철저히 하여 반영구적이 되도록 콘크리트 교량기술자들이 노력하는 수밖에 다른 대책이 없다. 콘크리트가 반영구적인 구조재료인 것으로 인식하게 한 것은 콘크리트 기술자들의 실책이며 콘크리트의 위기를 느끼게 된 것 또한 콘크리트 기술자들의 잘못으로 받아들여야 할 것이다. 10년도 되지 않은 콘크리트 교량 상부구조를 교체해야 하는 현실에 대해 언제까지 설계문제인가, 시공문제인가 아니면 유지관리문제인가를 논할 것인가? 설계, 시공, 유지관리를 분리해서 생각할 때는 이미 지났다고 사료된다. □