

선진국 교량유지관리 현황

미국 뉴저지주 교통국 기술연수를 다녀와서

송충한 / 토목기술부 대리

- ▶ 연수기간 : 96. 3. 2 ~ 6. 10
- ▶ 연수기관 : 미국 뉴저지주 교통국(Department of Transportation)
- ▶ 연수참가자 : 송충한 대리 (토목기술부)
김종규 과장 (양회 진단사업팀)
이세호 사원 (남광 당산철교 현장)
- ▶ 연수주최 : 뉴저지주 교통국 교량설계부 박성호 국장 (양회 기술고문)

3 개월의 연수기간 동안 교량구조물의 유지관리와 관련하여 현지 교통국에서의 기술 연수 이외에 여러 세미나에 참가하였으며 미국 교량유지관리 현황 파악, 안전 진단기술 습득 및 관련 자료 입수 등의 성과가 있었다. 본 원고에서는 미국 교량유지관리의 현황 및 특징에 대해 개괄적으로 설명하고 마지막에 참가자의 연수 소감을 실었다.

미국 교량유지관리의 역사

1960년대 미국에서는 기존의 많은 교량이 노후화된 상태였고 당시의 교통량이나 설계하중에 적합하지 않았다. 총 558,000개의 교량 중 45%인 248,500개의 교량이 내하력이 부족 (Structurally Deficient)하거나 사용성이 부족(Functionally Obsolete)한 상태였다.

그러나 정부 예산은 새로운 구조물 건설에만 집중되었고 각 주에서

는 교량 유지관리 능력없이 단지 기존 교량의 지속적인 사용을 위해 임시 보수에 치중하는 등 전반적으로 국가적인 유지관리 시스템이 필요하였다.

1967년 Ohio강의 Silver Bridge의 붕괴로 46명의 사망자가 발생했으며 이는 교량의 유지관리에 대한 국가적인 관심을 불러 일으켰다. 1968년의 회의는 교량점검기준(National Bridge Inspection Standard, 이하 NBIS) 법안을 통과시켜 점검 주기, 점검 절차, 점검자 자격, 보고 및 평가 양식 등에 대해 국가적인 기준을 세웠다.

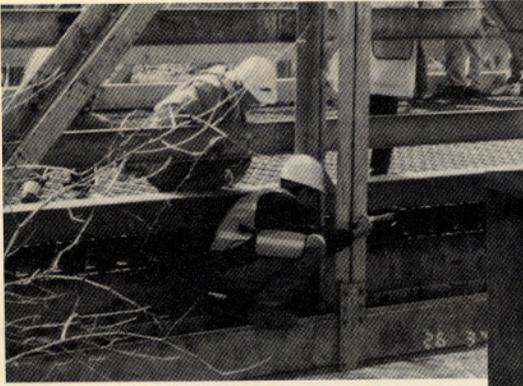
1970년대 들어 NBIS에 따라 20피트가 넘는 미국 내 모든 교량들을 2년에 1회 이상 점검하도록 하였으며 3가지 매뉴얼이 개발되었다. "FHWA's Bridge Inspector's Training Manual", "AASHTO Manual for Maintenance Inspec-

tion of Bridges", "FHWA Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and Appraisal of the Nation's Bridge"가 그것으로 초기 NBIS의 성공에 크게 기여하였다.

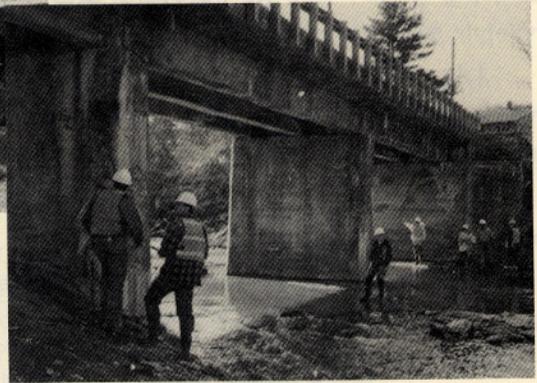
80년대 들어 점검 분야가 확대되어 피로 부재, 암거 구조물, 세굴 검토 등에 대한 점검규정이 매뉴얼에 보장되었다.

한편 교량의 유지관리에 있어 한정된 예산으로 NBIS가 가장 경제적인지 의문이 제기되어 1985년 미연방도로국(FHWA)에서는 두가지 프로젝트를 시작하였다.

그 중 Phase 1은 NBIS에 의한 기존 시스템을 개정한 것으로 현재까지 주(州)마다 의무적으로 실시하고 있고 Phase 2는 PONTIS라 불리우며 Microcomputer를 사용하여 교량들을 종합적으로 관리하는 것으로 아직까지는 자료를 구축하는 단계이다.



▲▶ 교량점검연수의 실습모습



미국 교량유지관리의 특징

교량유지관리에 있어서 가장 중요한 것은 교량을 직접 점검하고 평가하는 점검기술자의 자질이다. 모든 결정은 점검 데이터에 근거하며 이를 위해서는 데이터의 정확성과 일관성이 중요하다. FHWA에서는 효과적이고 신뢰성있는 교량관리를 위해 점검기술자를 대상으로 다양한 교육 프로그램을 제공하고 있다.

미국에서의 교량 점검은 주로 육안으로 하게 되어 있고 내하력 측정 등 복잡한 장비나 계기의 사용은 특별한 경우를 제외하고는 꼭 필요하지 않다. 우선 전문가가 육안 점검을 한 다음에 필요에 따라 특수한 장비를 사용하며 구조물 자체의 평가 이외에 구조물이 미치는 여러가지 영향 즉 교통 제한, 우회도로 문제, 교량의 차도폭, 높이 및 교통량 등을 참작하여 최종적인 교량 상태를 평가하게 되고 그 평가 결과에 따라 보수, 보강 방안을 마련하게 된다.

미국에서는 교량 점검과 보수, 보

강 설계는 각기 다른 회사에서 취급하는데 우선 교량점검보고서를 검토하여 상태가 불량할 경우에는 상태를 재확인하는 2차 점검을 자체내의 엔지니어가 하게 되며 그 다음에 다른 회사를 선정하여 보수설계를 하도록 한다. 이렇게 하는 이유는 이해관계를 배제하고 또 제3자의 의견이 반영 되도록 하기 위해서이다.

보수 설계안에는 아무 것도 하지 않는(Do Nothing) 방안부터 완전교체(Total Replacement) 방안에 이르기까지 여러가지 안이 마련되며 시민의 불편 및 경제적인 손실을 가장 중요하게 고려한다.

많은 경우 보수비용이 신규건설 비용보다 더 들더라도 시민의 편의를 위한 방법이라고 판단될 때는 이 방안을 채택한다.

교량유지관리 일반

1. 점검자의 자격

1) Professional Engineer (P.E.)

- 2) 주법률에 의거 P.E.에 상응하는 자격을 인정받은 자.
- 3) 관련 업무 10년 이상 근무자.

2. 점검자의 의무

- 1) 점검을 계획하고
- 2) 점검을 준비하고
- 3) 점검을 수행하고
- 4) 점검 결과를 보고하며
- 5) 최선의 보수 방안을 추천한다.

3. 유지관리 절차

- 1) NBIS에 의해 2년에 1회 이상 교량점검 실시.
- 2) 손상상태를 평가한 후 점검보고서(Structural Inventory and Appraisal Sheet, SI&A Sheet) 작성.
- 3) SI&A Sheet는 연방정부에 제출되어 교량 보수, 교체관련 예산결정 자료가 됨.
- 4) 각 주에서는 허용된 예산 하에 보수가 필요한 교량 목록결정.
- 5) 보수가 불가할 경우 교체에 필

요한 경제적 비용 등의 보고서 작성.

6) 기본 설계 실시.

- 상관 제원 및 형상
- 수직 및 수평 여유폭
- 수로 평가
- 접속 도로의 선행

교량점검 보고서 (SI&A Sheet)

미연방도로국(FHWA)에서는 전체 교량을 효과적으로 관리할 수 있도록 점검 사항을 크게 3가지 항목으로 분류하였다.

1. 특성 항목(Inventory Items)

- 교량의 이름 및 위치
- 구조형식 및 재료
- 교량의 제원
- 수로관련 자료
- 교통량
- 년수
- 설계하중
- 점검 날짜, 횟수, 특이사항

2. 상태 등급

(Condition Rating Items)

| 등급 | 상 태 |
|----|----------------------------|
| N | Not Applicable |
| 9 | Excellent Condition |
| 8 | Very Good Condition |
| 7 | Good Condition |
| 6 | Satisfactory Condition |
| 5 | Fair Condition |
| 4 | Poor Condition |
| 3 | Serious Condition |
| 2 | Critical Condition |
| 1 | Imminent Failure Condition |
| 0 | Failed Condition |

3. 평가 항목

(Appraisal Rating Items)

- 내하력 평가

SI&A Sheet의 19개 개별적 항목의 경험식으로부터 Sufficiency Rating을 구하며 이는 0~100점의 값을 취한다. 총 100점중 내하력이 55점, 사용성이 30점, 공공성이 15점을 차지하며 총점 80 이하의 교량은 보수 대상 목록에 50 이하는 교체 대상 목록에 오른다.

연수 소감

성수대교의 붕괴를 비롯하여 국내 많은 교량 구조물들은 10~20년을 넘기지 못하고 본래 기능을 상실하는 등의 사회적 문제를 일으키고 있다. 이러한 상황에 이르기까지는 여러 가지 원인이 있겠지만 선진국과 달리 유지관리 체계가 제대로 갖추어지지 않은 우리나라의 현실에서 구조물의 부실시공 같은 근본적인 원인 이외에도 설계상의 문제도 적지 않다.

교량을 설계하는데 있어 통일성과 품질관리가 결여되어 엔지니어마다 자기 취향에 따라 설계하고 교량마다 다른 상세를 사용함으로써 결과적으로 유지관리에 어려움을 겪고 있다. 설계 심의도 대부분 교수들로 구성된 심의회에만 의존하여 실용적인 개선보다는 이론적인 자문에 치중하는 경향이 있다.

또한 우리나라에서의 안전점검은 주로 실무 경험이 부족한 대학 교수

들이 많아 비싼 돈을 들여서 수많은 Gauge를 붙이고 재하실험을 한 뒤 형식적인 보고서를 내는 것이 일반적인데 그것보다는 육안에 의한 관찰이라도 엔지니어에 의한 정기적이고 실제적인 점검이 필요하며 더욱 중요한 것은 구조물을 관리하는 공무원들의 사고방식의 전환이라고 하겠다.

미국에서는 지은지 100년이 지난 교량들의 대부분이 별 문제없이 지금까지도 사용되고 있다.

우리나라에서도 미국처럼 모든 교량을 2년에 1번씩 정기적으로 점검한다면 안전관리에 별 문제가 없겠지만 그러한 시스템을 단시일에 구축하는 것은 쉽지 않은 문제이다.

어쨌든 실제 구조물을 시공하는 건설회사로서 유지관리 체계같은 제도적인 개선보다는 구조물의 안전한 시공이 중요한 사항이므로 이를 위해서는 "교량 안전 점검 Handbook" 같이 교량 점검의 실용적인 지침서가 필요하다고 여겨진다.

구조물의 유지관리에 있어 새로운 기술이 필요한 것은 아니며 우리 실정에 맞는 Checklist의 개발과 함께 철저한 감독이 따른다면 안전시공에 큰 도움이 될 것이다. SS