

서울 교량의 성능개선과 유지관리

The Renovation and Maintenance of Bridge



글 / 金在赫
(Kim, Jae Hyuk)
토목구조기술사,
(주)창석엔지니어링 전무이사.
E-mail: jhkim@cse.co.kr



글 / 金源植
(Kim, Won Sik)
토목구조기술사,
(주)제일엔지니어링 전무이사.
E-mail: kws@cheileng.com

Recently, the stability and maintenance of structures have considered as an important issue. The maintenance of all bridges in Han-River have performed by adopting a suitable repair and strengthening for the damaged part of a bridge. We start on reconstruction for an inappropriate bridge because it is difficult to maintain the safety and ability of bridges to be old and to be heavy traffic. We will introduce the current repair, strengthening, and reconstruction of bridges in Han-River as following.

1. 머리말

• 서울은 1392년 태조 이성계가 조선왕조를 창건하여 1394년 한양으로 천도한 이래 600여 년 동안 한국 민족사의 중심적인 역할을 해 왔으며 서울의 교량 또한 긴 역사에 걸쳐 변천하여 왔다. 특히 남쪽지방과의 육로 수송상에서 필수적인 한강의 교량들은 서울을 중심으로 한 생활권의 확장과 더불어 교통량과 물동량의 증가에 따라 20세기에 들어서 건설되기 시작했는데, 한강에 최초로 1900년 7월에 한강철교가 건설되었다.

1912년부터는 민간인의 영업차가 도입되어 이후부터 한강에 도로교 가설의 필요성이 대두되었으며, 이에 부응하여 용산에서 남쪽 노량진으로 통하는 길목에 한강인도교가 1917년에 건설되었고, 화물차나 버스 등을 도강시켜주던 광나루 위치에 광진교가 1936년에 준공되었다.

• 1960년대 들어 '조국근대화'의 기치아래 교량의 건설이 활성화되어 우리기술로서 건설한 최초의 교량인 양화대교(1965년)를 필두로 하여, 한남대교(1969년), 마포대교(1970년), 잠실대교(1972년), 영동대교(1973년) 등의 근대화 교량이 건설되었는데 교량형식은 I형 강재거더에 콘크리트슬래브를 합성한 강합성거더교 형식이 주류를 이루고 있다.

• 그 이후 '80년대에 접어들어 성수대교, 성산대교, 원효대교, 반포대교, 동작대교, 동호대교 등 기술적으로 한 단계 도약해 다양한 형식의 교량이 가설되었고, 최근 들어 보다 향상된 설계 시공 기술과 교량경관이 접목된 올림픽대교(사장교), 서강대교(닐센아치교), 청담대교(철도교, 도로교 겸용 복교형식), 방화대교(중로트러스아치교), 가양

대교(강상판형교)의 개통이 이어졌다.

• 그러나 교량의 건설은 경제성장과 함께 교통량의 증가, 차량의 대형화 및 중량화가 가속되어 1978년 차량의 설계하중이 DB-18(32.4톤)에서 DB-24(43.2톤)로 상향조정되었다. 따라서 그 이전에 건설된 교량은 내하력이 부족하고 열화현상이 발생하여 보수·보강작업을 하였으나 근본적인 해결이 어렵고 교통통제에 따른 간접비용의 급격한 상승으로, 시민의 안전과 편의를 위하여 성능을 개선하거나, 개축공사 등이 필요하게 되었다.

2 한강교량의 보강 및 개축 사례

교량 유지관리업무의 일환으로 한강의 모든 교량에 대해 안전점검과 정밀안전진단을 실시하여 손상이 발견된 곳은 보수·보강을 실시하였고, 노후도가 심하고 교통량이 증가하여 안전성 확보와 기능을 유지하기 어려운 교량은 완전히 새로 만든다는 개념으로 성능개선 공사를 추진하였다. 다음은 최근에 시행되고 있는 한강교량의 보수·보강 및 개축공사 사례를 간단하게 소개하고자 한다.

2.1 양화대교

• 본 양화대교는 교량형식이 플레이트 거더교로서 1965년 건설된 구교(2등교)와 1982년에 준공된 신교(1등교)로 구성되어 있는데 특히 구교의 노후화가 상당히 진행되어 1982년부터 바닥판 및 신축이음장치에 대해 주기적인 보수작업이 시행되어왔다. 1993년 시행된 안전진단결과에 의해, 하류측의 구교는 주거더의 내하력 저하 및 부식 등으로 인해 상부구조를 철거후 1등교로 성능개선 시켰으며, 상류측의 신교는 열화현상이 심한 바닥판 철거후 주거더 용접부의 보수 및 바닥판 신설 등의 개수작업이 시행되었다. 또한 부분적으로 열화현상이 발생된 콘크리트 표면부에는 세라믹계통의 콘크리트 도장을 실시하여 추가적인 내

구성저하를 방지하도록 보수하였으며 2002년 4월 1일에 개통하였다.

구 분	구 교	신 교
보 수 보 강 내 용	<ul style="list-style-type: none"> • 2등교 → 1등교 • 바닥판 및 주거더 철거후 신설 • 교각 일부 철거후 신설 및 보수·보강 	<ul style="list-style-type: none"> • 바닥판 철거후 신설 • 주거더 일부교체 및 보수·보강 • 교각 보수·보강



(사진 1) 받침교체를 위한 거더 인상작업(양화대교)

2.2 마포대교

• 1970년 준공된 마포대교는 우리나라 교량 중 가장 많은 1일 교통량을 가지는 교량으로 거더 강성이 전반적으로 부족하고 바닥판의 균열 및 함몰, 보도부의 처짐 등으로 인해 1980년 중반부터 보수·보강작업이 이루어져왔다. 그러나 바닥판의 잦은 파손현상으로 인해 발생하는 교통체증 및 시민들의 불안감을 해소시키기 위해 최근 보수·보강보다는 전면적인 개수작업을 시행하게 되었다.

또 교통량 증가에 따라 10차로 확장하기 위해 5차로의 분리 교량으로 계획하여 현재는 기존교량 하류측에 교량을 신설한 후 차량을 신설교량으로 우회시켰고, 기존교량은 전면철거 하여 확장교량과 형식 및 경간이 일치되도록 하여 새로이 건설되고 있다.

구 분	기 존 교 량	신설 및 개축교량
형식	플레이트 거더교	강상자형 거더교
연장	1389.6m (최대지간:52.5m)	1389.6m (최대지간:70m)
폭원	25.0m(6차로)	22.75m 2개소(10차로)
설계하중	2등교(DB-18)	1등교(DB-24)



〈사진 2〉 기존교량 철거작업(마포대교)



〈사진 3〉 기존바닥판의 절거(한남대교)

2.3 한남대교

• 1969년 개통한 한남대교는 플레이트 거더교 형식의 6차로 교량이다. 본교 주거터의 상태는 도장부위가 부분적으로 부식되었으나 용접부의 건전성은 양호하며 바닥판은 균열, 누수 및 백태, 박리 현상이 나타나 1981년부터 지속적으로 보수·보강공사를 해오고 있다. 본교는 경부고속도로와 강북을 연결하는 주축선으로 교통량의 증대와 더불어 확장공사가 필요하게 되어, 기존 교량의 하류측에 6차로의 신설교량을 설치하여 차량을 신설교량으로 우회 처리하였고, 기존교량은 성능개선 공사를 진행하고 있다.

• 기존 교량은 30년이 경과된 2등교로서 시민의 안정적인 이용과 편의를 위해 1등교로의 성능 개선이 필요하여 열화현상이 심한 바닥판은 철거 후 신설하고, 비교적 상태가 양호한 주거터는 용접부의 부분적 보수, 단면보강 및 전체 강재의 재도장(현장 Blasting) 등 보수·보강을 하게 되고 받침은 노후화가 심하고 용량 부족으로 인해 교체할 계획이다.

구분	기존교량	개축교량
형식	플레이트 거더교	강상자형 거더교
연장	916m(최대지간: 50m)	916m(최대지간: 65m)
폭원	27m(6차로)	25.5m×2개소(12차로)
설계하중	2등교(DB-18)	1등교(DB-24)

2.4 성수대교

• 성수대교는 1979년 건설되었고, 종래 기능위주의 교량과는 다르게 미관을 최대한 살리고 주변 환경과 조화를 이룰 수 있도록 한 교량으로 주경간은 120m의 Gerber Truss교이다. 그러나 1994년 10월 앵커트러스와 현수트러스를 연결하는 핀 연결 수직재의 파단에 의해 현수트러스의 낙교현상이 발생하였다. 사고 발생 후 초기단계에서는 낙교된 트러스구간만을 복구하는 개념이었으나 교량의 전반적인 용접상태가 부실하다는 것이 확인됨에 따라 상부공을 완전히 교체하는 전면 복구 개념으로 변경하게 되었다. 복구교량은 기존교량과 동일한 지간 및 형식으로 하되 DB-18에서 DB-24로의 성능개선을 위해 상부 바닥판을 경량의 강상판을 적용하였고 기초 우물통단면을 확대 보강하였다. 복구교량은 1997년 7월에 개통하여 공용중에 있으며, 교통량증가에 의해 현재는 4차로에서 8차로로 확장하는 공사가 진행중에 있다.

복구교량의 주요개선내용은 다음과 같다.

- 용접부를 X형으로 개선하여 완전용입하고 완벽한 검사시행.
- Hanger 부재를 4열 편형부재로 하고 용접 없이 시공.
- Hanger 수직재 파단시에도 붕괴되지 않는 낙교방지턱 설치.
- 트러스 사재 및 수직재의 두께증가에 의한 부

재안전율을 증진.
-유지점검통로를 설치하고 내구성이 큰 중방식 도장적용.



〈사진 4〉 복구교량의 Gerber 연결부분(성수대교)

2.5 잠실대교

• 잠실대교는 1972년 개통이래 1981년부터 주기적인 바닥판 보수작업을 수행하여 왔으며, 1992년 이후부터 받침의 보수 및 교체하고 1995년에는 도장보수작업을 시행하였다. 그러나 바닥판의 열화손상이 심하고 주거터의 부식으로 인해 내하력이 감소되고 장기적으로 DB-18수준을 유지하기가 어렵다는 판단과 시민의 안정성과 편의를 위해 2등교를 1등교로 성능개선하기에 이르렀다.

• 노후된 교량은 기존의 하부구조형식 및 경간장을 유지하도록 하되, 교량을 6차로에서 8차로로 확장하고 성능개선을 위해 상부슬래브 및 주거터를 전면 철거하고 단계별로 재시공하고 있으며 교각구조도 사각단면을 타원형구조로 단면을 증대시켰다.

구분	기 존 교 량	개 수 교 량
형 식	플레이트 거더교	
연 장	1280m (지간 : 40m)	
폭 원	25.0m (6차로)	35.0m (8차로)
설계하중	2등교 (DB-18)	1등교 (DB-24)
개수내용	바닥판 두께 : t=20cm 거더 간격 : 3.15m(8본) 교각 : 철근콘크리트	바닥판 두께 : t=25cm 거더 간격 : 2.50m(14본) 교각 : 철골보강콘크리트



〈사진 5〉 교각 보강 전경(잠실대교)

2.6 광진교

• 광진교가 위치한 광나루는 옛날부터 서울동부를 통과하는 물자유통의 요지로서 1920년대는 발동기선이 화물차나 버스 등을 도강시켜주기도 하였다. 그러나 홍수로 인한 불편을 해소하고 1930년대를 전후하여 증가된 교통량을 해결하고자 1936년 강트러스교와 RC-T형교 형식으로 건설되었다. 이중 강트러스교 구간이 6.25 동란시 완파되어 1953년 강형의 Gerber구조로 복구되었고, 교통량의 증가와 더불어 구조물의 노후화, 홍수 등에 의한 재해 등으로 여러 차례의 보수공사가 시행되어 왔으며, 1984년에 홍수로 인해 교각의 변위가 발생하고 구조물의 노후도가 심하여 1992년에 전면 철거하였다.

현재 시공중인 개축공사는 1997년 3월 착공되어 공사가 진행중에 있으며 이 신설 교량은 폭 20m(4차로)로 천호대교의 교통을 분산 처리하여 동부지역의 원활한 교통소통에 기여할 것이다.

구분	기 존 교 량	개 축 교 량
형 식	강트러스교 + RC Gerber형 T형교	상자형 강합성 거더교 + 플레이트 거더교
연 장	1038m(최대지간 : 33.0m)	1056m(최대지간 : 66.0m)
폭 원	9.4m (2차로)	20.0m (4차로)
설계하중	DB-9	1등교 (DB-24)

3. 시설물의 유지관리

1994년 성수대교 붕괴사고 이후 각종 시설물의 안전성에 대해 관심이 고조되어 1995년 「시설물

의 안전관리에 관한 특별법」이 제정되었고, 시설물의 안전 및 유지관리 업무의 중요도가 새롭게 인식되었다.

교량의 유지관리는 교량의 상태를 주기적인 현장 점검을 통해 파악하고 교량의 안전성과 사용성에 악영향을 미칠 이상 및 손상을 조기에 발견하여 적절한 조치를 취함으로써 교량의 기능을 보존하고 이용자의 편의와 안전한 교량 이용을 보장하는 것이다.

유지관리의 업무에는 점검, 판정, 진단, 일상조치, 교체, 보수, 보강, 폐쇄, 개축 및 상기 이력의 기록, 관리, 보고 등이 포함된다. 그리고 교량 점검업무는 정기점검, 정밀점검, 긴급점검, 정밀안전진단, 추적조사를 의미하며 점검 결과 발견한 손상에 대하여는 손상 발생부위와 손상의 정도에 따라 상태등급을 판정한다.

판정결과 보수가 필요하다고 판단된 손상에 대하여는 해당 손상에 대한 보수, 보강 및 개수, 개축 등 이에 적합한 조치를 취해야 하며 결과를 기록 관리한다.(〈그림 1〉 참조)

이러한 과정을 거쳐 축적된 점검결과를 분석하면 시간이 경과함에 따라 변해 가는 교량의 상태를 예측할 수 있고 향후의 적절한 유지관리 계획을 수립할 수 있게 되며, 적절한 보수·보강 또는 개축공사를 추진함으로써 결과적으로 교량의 수명을 연장시킨다.

4. 맺음말

교량은 계획, 설계, 시공 단계를 거쳐 건설되어 시간이 경과됨에 따라 다양한 요인에 의하여 기능과 성능이 저하되는 현상이 발생되며 이것을 방지할 경우 교량 수명을 단축시키고 사회 경제적인 손실을 크게 가져온다.

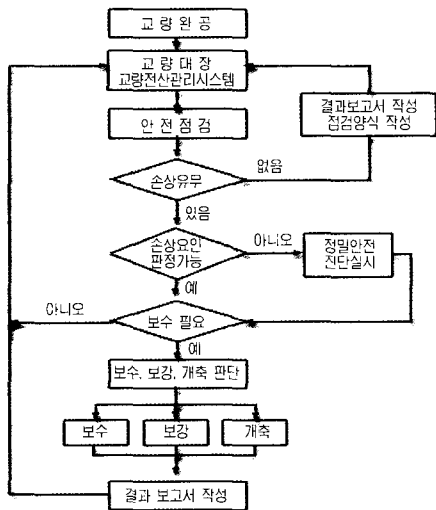
한강의 교량도 대부분이 1960년~1980년대에 건설되어서 교량의 안전성을 확보하고 기능을 개선시키기 위한 방법으로 보수·보강 및 개축공사가 추진되어 왔다.

그러나 유지관리 체계를 갖춘 지 오래되지 않아 교량들의 거동 특성과 손상진행, 내구성 평가 등 교량관리상태에 대한 자료가 충분하지 못하여 보수·보강 공법에 대한 적합성 여부를 판단하기 어려웠다.

교량을 신설하는 것도 중요하지만 공용중인 교량을 안심하고 오랫동안 사용하기 위해서는 교량 생애주기비용(Life Cycle Cost) 개념을 도입하여 철저한 유지관리 체계를 갖추어야 하고, 교량 준공 초기단계에서부터 주기적인 점검과 진단 실시, 안전성 평가, 확실하고 적절한 보수공법 선정 및 효과 검증 등 모든 기록관리 자료를 분석할 수 있도록 교량 전산관리시스템을 운영하여 향후 교량 관리의 연구와 자료로 활용하고 교량의 내구수명을 늘리는 노력을 하여야겠다.

또 이러한 교량의 유지관리 기록을 바탕으로 경제적이고 효율적인 보수·보강 성능개선 방안을 마련하고 기술 개발을 해 나감으로써 한강의 교량은 시민에게 오랫동안 편의를 제공하고 안심하고 이용할 수 있는 유용한 시설물이 될 것이다.

(원고 접수일 2002. 3. 27)



(그림 1) 유지관리업무 흐름도