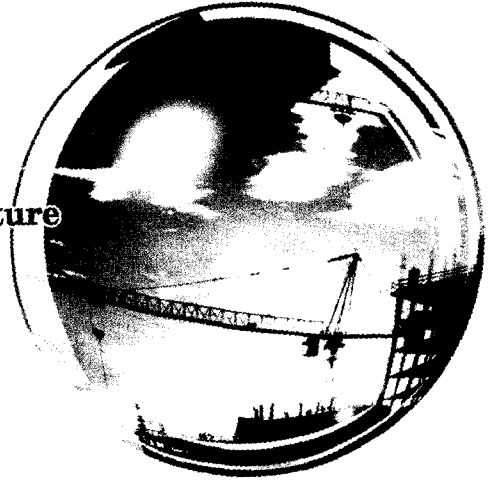


교량구조물의 유지보수

Maintenance & Repairs of Bridge Structure



金 圭 麟

Kim, Kyu Lin

* 토목시공기술사, 우대종합건설 전무, 본회 홍보위원.

최근의 경제여건의 악화에 따라 비용의 절감이 사회적 관심사로 부각되는 가운데 특히 각종 구조물의 유지관리비용에 대한 사회적 관심이 점차 확산되어 가고 있다.

특히 성수대교 및 삼풍백화점 붕괴사고등 대형 건설사고가 연이어 발생하는 가운데 각종 시설의 안전성 확보가 심각한 사회문제로 대두되고 있으며 과거의 실정법상에 정해진 범위내에서만 적용하였던 유지관리에 관한 사회적 인식이 법정한도가 아닌 실제의 구조적 또는 내용적 유지관리 차원으로 전환되는 사회적 분위기가 조성되고 있다.

이러한 시점에서 기존의 구조물에 대한 안전성 평가가 요구되고 합리적 유지관리에 대한 필요성이 제기되면서 이와 관련된 분야가 새롭게 주목을 받고 있다. 과거 1960년대 후반부터 시작된 급격한 산업발전 정책에 의해 우리나라는 사회간접 시설의 확충과 각종 시설물의 건설과 활용에만 치중하였으나 각종 시설물의 계획으로부터 시공, 평가, 유지관리, 해체에 이르기까지 종합적인 건설단계별 관련기술의 구축은 미비하였던 것이 현재 구조물의 문제점으로 나타나고 있다.

따라서 구조물의 기능을 유지하도록 안전과 효율을 기하고 구조물을 이용하는 자의 편의와 안전을 도모하기 위하여 각종 구조물을 양호한 상태로 유지 및 보수를 하여야 한다.

각종 시설의 유지보수는 관계법규를 준수함과 더불어 유지보수 요령을 정하여 실시하는 것이다.

구조물의 유지관리에는 여러가지 구조물에 대한 보수가 있겠으나 지면관제로 현재 활발하게 진행되고 있는 교량구조물의 보수에 관하여 기술코자 한다.

교량은 상태를 항상 파악하고, 일상적인 유지관리를 잘 하므로서 상당히 사용년수를 연장시킬 수 있다.

그러므로 특히 정기적인 검사를 시행하고 파손이 생기면 즉시 보수하는 것이 중요하다.

콘크리트교의 상부 및 하부 구조에서의 손상은 표면의 균열, 박리, 마모, 철근의 노출, 부식, 누수, 콘크리트 내부의 공동, 철근의 파손, 화학적 부식, 구조물 또는 부재의 변위(이동, 침하, 경사), 변형(처짐)등이 있다.

콘크리트교에 있어서 손상의 종류와 원인을 개괄적으로 나타내면 <그림 1>과 같다. 그러나 손상은 상호 연관성이 크고 손상을 초래하는 원인도 동시에 몇개씩 되는 경우가 많다.

<손상의 종류>

- 콘크리트의 균열
- 콘크리트의 박리 단면결함
- 철근의 노출 및 부식
- 콘크리트 품질의 저하
- 이상적인 변형 및 변위



<원 인>

- 과대한 하중의 작용(사막활하중의 증대, 반침조건의 변화 등)
- 설계상의 배려부족(우각부, 단면변화부의 처리, 철근의 부족, 시공순서의 부적, 부등침하의 처리부적당 등)
- 시공불량(콘크리트의 품질저하, 피복두께 부족, 시공이음 처리불량, 거푸집, 동바리의 불비 등)
- 기상작용 등 (동결융해작용, 화학작용, 염해작용 등)
- 재해(지진, 화재, 충돌 등)
- 기초조건의 변화(지지력의 변화, 직접공사에 의한 기초의 변위, 세굴 등)

<그림 1> 콘크리트의 손실의 종류와 원인

따라서 손상의 형태를 상세하게 조사하므로써 주된 원인을 추정할 수 있고 원인에 따른 가장 적절한 보수 대책을 강구하여야 한다.

콘크리트거더에서 일반적으로 볼 수 있는 손상은 균열, 콘크리트의 박리, 철근노출, 부식, 동결융해작용과 염해작용에 의한 품질의 열화 등이 있다. 콘크리트거더는 강재거더에 비하여 자중이 크고 휨강성도 크기 때문에 일반적인 활하중이 손상의 직접원인으로 되는 경우는 적다.

따라서 전체 사하중이 작용할 때 증대한 결함이 생기지 않는 한 장래에 돌발적으로 교량이 추락될 위험성은 작다. 그러나 교량은 다른 구조물에 비하여 하중작용이 크기 때문에 균열, 박리 등의 결함이 급속하게 증대할 가능성이 크다. 이에 따라 철근의 노출, 부식, 단면결함 등이 유발되는 경우가 많으므로 결함이 발견되는 대로 조기에 대책을 강구하는 것이 중요하다. 각종의 손상이 거더의 안전성과 내구성을 해칠 우려가 있다고 여겨지는 상태에 이를 때에는 보수를 행하

여 손실의 진행을 방지함과 동시에 부재의 상태를 원래의 상태에 근접하도록 보수할 필요가 있다. 손상을 가져오는 주된 원인이 내하력의 부족에 의한 것일 때는 손상부분의 보수에 대한 근본적 대책을 세워 부재를 보강하여 내하력의 증대를 도모할 필요가 있다.

콘크리트거더의 보수 및 보강의 계획 및 실시에 있어서는 먼저 손상의 상황을 상세하게 파악하여야 한다.

콘크리트의 박리, 단면결함과 철근의 부식에 대하여 그 정도를 조사하여 부재의 내하력에 미치는 영향 정도를 추정한다. 콘크리트 품질의 평가는 관찰에 의한 외관조사가 많이 이용되지만 추출코어의 강도시험이나 중성화의 정도를 조사하여 행한다. 균열에 대해서는 그 상황을 상세하게 조사하므로써 원인을 충분히 추정하고 근본적으로 적절한 보수 및 보강계획을 세워야 한다.

철도교의 콘크리트거더에 있어서 휨에 의한 균열은 일반적으로 열차하중 작용시에 폭 0.2mm 이하 정도가 생기는 것이 보통이지만 이것을 넘는 균열에 대해서는 특히 주의를 하여야 한다.

연약지반위에 축조한 라멘고가교 등의 부정정



구조물은 지반침하에 따라 휨이 크게 작용하여 균열이 발생하고 거더와 기둥의 접합부근에서는 상당히 많은 균열을 발견할 수 있다.

이와 같은 손상에 대해서는 기초구조 등을 포함한 종합적인 검토가 필요하다. 거더를 보강하기 위해서는 우선 현재 상태에서의 거더의 내하력을 알아야 한다. 일반적으로 공용하중을 재하하여 응력계산을 하고 콘크리트 및 철근의 응력과부족으로부터 부재의 내하력을 판단한다. 오래된 교량에 대해서는 설계도서가 보관되지 않은 경우가 많아 배근상태 등이 불분명하여 정확한 계산을 하기가 어렵고 계산이 현재의 하중에 의한 것보다 응력이 초과되는 결과를 나타내기도 하며 현재 변형이 발생하는 등으로 콘크리트거더의 내하력을 정확하게 파악하기는 곤란할 때가 많다. 그러므로 현재 상태에서 교량이 낡은 정도와 설계하중의 크기, 현실적으로 크게 발생한 균열과 콘크리트의 박리, 철근의 부식 등에 대해서 발생한 상황의 판단을 기준으로하여 보수 및 보강을 행한다. 콘크리트거더에 대한 보수공사로서는 균열에의 수지주입보수, 단면결합부의 퍼티공법에 의한 보수 등이 있고 보강공사로서는 강판접착 또는 FRP접착에 의한 보강, 프리스트레스 도입에 의한 보강, 콘크리트치기에 의한 보강, 중간 기둥증설에 의한 보강 등을 실시한다.

철근콘크리트 슬래브에서 발생하는 손상으로는 콘크리트거더의 경우와 같이 콘크리트의 균열, 박리, 철근노출, 부식등이 일반적으로 일어난다.

슬래브의 콘크리트 탈락 및 파손은 철근의 파단과 콘크리트의 압축파괴에 의해 돌발적으로 일어나는 일은 거의 없고 슬래브의 인장단명에 발생하는 처짐균열이 하중의 반복재하에 의해 거북

등 모양의 균열이 발달하여 부분적으로 콘크리트가 함몰하거나 탈락하는 상태에 이르게 된다.

슬래브의 파손에는 다음과 같은 요인이 관계된다.

① 과대한 윤택하중의 작용 - 윤택하중이 크게 작용하는데 반하여 상대적으로 내하력이 부족한 경우가 많다.

② 충격의 영향 - 큰 윤택하중은 이에 따라 충격이 크고, 교면포장의 부적절한 개소와 신축 이음부에 특히 큰 충격을 발생한다.

③ 시공불량 - 콘크리트의 배합과 시공이 불량하므로 강도가 충분하지 못하여 슬래브에 결함이 생긴다. 피복두께의 부족은 철근의 노출 및 부식을 유발시킨다.

④ 배력 철근량의 부족 - 윤택하중과 같은 집중하중이 작용할 때는 주철근 방향의 휨모멘트만이 아니고 배력철근 방향에 휨모멘트가 발생한다.

이에 필요한 철근량이 적절히 배근되지 않은 때는 배력철근에 직각방향으로 균열(횡균열)이 발생하고 배력철근 방향의 균열(종균열)을 유발시켜 거북등 균열을 형성하게 된다.

⑤ 상판의 강성부족 - 사하중을 경감하기 위하여 철근량을 증가하고 고강도 철근을 사용하여 슬래브 두께를 극도로 얇게 하도록 하는 설계가 자주 이루어졌다.

슬래브 지간의 크기에 비해 슬래브 두께가 상당히 얇다든지 철근의 허용응력도를 크게 잡아 설계된 곳에서는 슬래브의 변형이 크고 콘크리트에 큰 균열이 생기기 쉽다. 또 균열이 발생한 후에는 윤택하중에 의한 반복변형에 의해 콘크리트의 파괴가 급속히 진행되기 쉽다.

⑥ 주거더 작용의 영향 - 비합성교에 있어서도 슬래브는 거더에 지지되어 고정되어 있기 때문에 슬래브와 거더와의 사이에는 상당한 함성작용이 있는 것으로 보이는 것이 많다.

연속거더교, 아치계교, 하로(下路) 트러스교

등의 슬래브는 재하상태에 따라 부의 휨모멘트와 인장력이 작용하여 크게 균열이 생긴다.

⑦ 지지거더의 부등침하 - 슬래브가 3개 이상의 거더로 지지되어 있는 경우 거더의 부등침하에 의해 슬래브에는 거더에 직각방향으로 휨모멘트가 추가된다.

특히 H형강을 주거더로 사용한 비교적 휨이 용이한 교량에는 부가모멘트가 커서 균열이 발생한다.

이때의 균열은 주로 주거더 방향으로 생긴다.

⑧ 자유단에 있어서의 과대모멘트의 작용 - 교축방향에 대해 연속성을 절단하는 경우의 슬래브 연단부 또는 시공이음 부분은 슬래브의 지지조건으로서는 소위 자유단 상태로 되어 있는 경우가 많고 이러한 부분은 다른 부분보다도 일반적으로 취약하다.

슬래브의 파손은 일반적으로 이러한 원인들이 복합적으로 일어나 생기는 것이다. 특히 ①은 슬래브의 파손에 가장 큰 요인이다.

철근콘크리트 슬래브에 대하여 정확한 보수 및 보강을 시행하기 위해서는 먼저 손상의 상황을 자세하게 조사하고 그 손상이 보수 및 보강을 하는데 재사용이 가능한 정도인지 불가능한지를 판단한다. 균열의 발달이 크지 않아 아직 연속체로서의 기능을 가질 수 있는 상태에서는 강판접착 공법 기타의 보강공법이 가능하고, 균열과 기타 손상이 특히 심하고 콘크리트의 품질과 시공의 상태가 매우 불량하여 보강공법을 적용하기가 곤란하거나 보강의 효과를 기대할 수 없는 경우에는 신콘크리트 슬래브를 시공하거나 다른 형식의 슬래브로 교체한다.

보강공법을 적용하는 경우에는 손상을 일으킨 원인을 가능한 한 경감 혹은 배제하는 등의 대책을 취하는 것이 중요하다.

지지거더의 부등침하나 자유단에 있어서 거더

의 결함 등 슬래브의 지지구조에도 원인이 있는 경우에는 슬래브 자체의 보강과 아울러 지지구조의 보강과 개량이 필요하다.

각종 파손원인에 대한 보수대책은 일반적으로 <표 1>과 같다.

<표 1> 슬래브의 파손원인에 대한 대책

원 인	대 책
과대한 운하중의 작용	슬래브의 보강 및 하중제한
충격의 영향	교면포장, 신축이음의 유지 및 보수
시공불량	슬래브의 부분 또는 전면교체
배력철근량의 부족	슬래브의 보강(강판접착, FRP접착, 중형중설 등)
슬래브의 강성부족	슬래브의 보강, 슬래브 교체
주거더작용의 영향	슬래브의 보강(주구조의 개량은 일반적으로 곤란)
지지거더의 부등침하의 영향	하중분배 횡거더의 설치 및 슬래브의 보강
자유단에 과대모멘트의 작용	거더의 추가, 슬래브의 보강 또는 부분교체

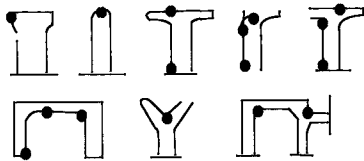
슬래브 자체의 보수, 보강 공법으로는 콘크리트거더의 경우와 같이 균열에의 수지주입에 의한 보수, 강판 또는 FRP접착에 의한 보강이 이용되며 중방향 거더중설에 의한 보강 등도 이용된다.

철근콘크리트 교각 및 교대에 있어서의 결함으로는 균열, 박리, 기타 상부구조에서 볼 수 있는 것과 같은 교대의 변위, 교대, 교각의 세굴 등이 있다.

(1) 균열 - 시공시의 거푸집 이동이나 배부름, 동바리의 침하, 거푸집의 조기제거, 이음부의 처리불량, 콘크리트의 수화열, 건조수축 등에 의한 균열은 시공시 또는 시공후 비교적 초기에 발생하고, 기타 조건변화가 없는 한 그후의 균열의 진행은 멈추는 것이 보통이다. 시공후에 발생하는 균열은 교통하중의 증대, 지반조건의 변화, 근접공사의 영향, 재해 등에 의한 것이 많다. 또한



거더의 가동받침의 기능불량에 의해 거더의 온도 변화에 따른 수평력의 영향이 미치는 경우도 있다. 교각의 경우 일반적으로 균열이 발생하는 개소는 <그림 2>에 표시한 지점이다.



<그림 2> 교각에 균열이 생기는 부분

(2) 콘크리트의 박리 - 동결융해작용, 화학작용, 염해 등에 의한 콘크리트의 열화 및 세굴에 의한 것이 대부분이다. 상부구조에 비하여 피해도가 큰 것이 보통이다.

콘크리트의 품질불량, 거푸집 제거시의 강도부족, 철근의 피복두께 부족 등에 의해 피해가 크게 발생한다. 지진, 충돌사고, 근접공사의 영향 등에 의한 과대한 작용력에 따라서 상당히 큰 박리나 국부적인 붕괴가 발생하는 것도 있다. 이것은 구조물의 안정성에 관계되는 경우가 많기 때문에 즉시 대책을 강구하여 조치하여야 한다.

(3) 이상적인 변형 및 변위 - 침하, 경사, 이동, 회전 등의 전체적인 변위는 재해, 흙의 편압(측방 이동), 세굴 등에 의해 일어나는 경우가 많다.

최근에는 근접공사에 의한 주변지반의 저항력의 변화, 급속시공에 의한 주변지반의 변위에 기인한 경우도 있다. 콘크리트 교각의 변형은 직접 관찰에 의하여 발견하는 것은 적고 균열이나 박리 등의 변형상태에 관련하여 검사하는 경우가 많다. 이러한 손상과 변형에 대한 대책을 세우는 데는 대략 다음과 같다.

균열에 대해서는 시간이 경과함에 따라 변화가 일어나는 경우 특히 응력적으로 단면이 부족한 경우에는 가능한 한 조기에 보수 또는 보강을 실시한다. 시간에 따라 변화가 일어나지 않는 경우에도 균열폭이 0.2mm 정도 이상인 경우에는 철

근의 부식 등 구조물의 내구성에 유해하고 눈에 띄는 균열은 수지주입 등의 보수를 한다. 거더 받침의 기능불량에 기인한 균열의 경우는 균열의 보수 및 보강과 함께 받침의 기능을 회복시켜야 한다. 박리에 대해서는 동결융해작용, 화학작용 등을 받게되는 경우에는 열화가 급속하게 진행하게 되는데 그다지 손상이 심하지 않은 내부에는 페티공법등에 의한 보수를 한다. 박리가 철근의 피복 때문에 깊이 진행된 경우는 철근의 부식결함을 피하기 위하여 시급히 조치를 취해야 한다.

특히 박리가 크게 발생하거나 단면결합이 생긴 경우 또는 작용하중에 대한 내하력이 현저하게 부족한 경우에는 손상부의 보수 및 보강을 실시할 필요가 생긴다. 보강공법으로서는 강판접착 또는 FRP접착 등이 이용된다.

교각의 경우는 단면이 커서 접착부의 완벽을 기하기 어렵기 때문에, 강판접착이나 FRP접착에 의한 보강효과를 기대하기가 곤란한 경우가 많다.

따라서 본격적인 보강에는 프리스트레스 도입 공법, 현재 한강대교중 양화대교등에서 시도되고 있는 기둥단면의 증설 등의 공법이 채용된다.

교각전체의 콘크리트 강도에 문제가 있는 경우, 침하, 경사 등의 변위를 일으키는 경우, 기초구조의 안정성 또는 지반의 지지력에 문제가 있는 경우 등은 구조물의 안정계산을 포함하여 종합적으로 안정성을 판단하고 필요한 대책을 강구한다.

기초는 직접기초, 케이슨기초, 말뚝기초로 대별된다. 기초에 있어서의 결함으로는 침하, 이동, 경사 등의 변위, 이음부의 불량, 균열 등이 있다.

이것은 주로 지반침하, 지반의 이동, 지반지력의 저하(하상저하, 세굴), 설계 및 시공의 부적절, 기초 구조물의 강도저하, 작용하중의 증대 등

에 기인한다. 기초의 결함을 직접 확인하는 것은 곤란한 경우가 많다.

기초의 결함은 교량상 및 하부구조의 안정성과 기능에 중대한 영향을 끼치므로 조기에 경미한 결함을 찾아내어 조기에 대책을 마련하는 것이 중요하다. 기초구조의 종류별로 주된 결함의 종류를 열거하면 다음과 같다.

(1) 직접기초

① 유심의 이동 등에 의해 발생하는 하상저하 및 세굴에 의한 기초의 침하 및 경사

② 근접공사시 배려부족에 의한 기초의 침하 및 경사

③ 기초의 근입깊이 부족, 매설의 부적합, 배수 불량 등에 의한 지지력의 변화, 한냉지에는 동결융해의 반복에 의한 기초의 융기 및 침하

(2) 케이슨 기초

① 홍수시의 주변지반의 세굴에 의한 근입깊이의 부족에 의해 생기는 기초의 경사 및 이동

② 주변지반이 시간이 경과함에 따라 변동하여 근입깊이 부족으로 발생하는 기초의 경사 및 이동

③ 전석등 유송물에 의한 콘크리트의 파손, 철근의 부식(홍수위부근 및 하상부근)

④ 근접공사의 배려부족에 의한 토압변화에 따라 생기는 기초의 경사

⑤ 굴착, 침하공법, 지하수처리등의 시공불량에 기인한 주변지반의 이완과 편심제하의 과대 등에 의한 기초의 경사 및 이동

(3) 말뚝기초

① 시간이 지남에 따라 지하수위가 저하하는 지대에 있어서의 나무말뚝 기초의 부식에 의한 지지력 부족

② 기성콘크리트 말뚝의 이음부의 강도부족(교대의 활동발생에 대한 수평저항력의 부족)

③ 현장치기 콘크리트 말뚝의 시공정도 및 말뚝머리와 구체의 연결불량에 의한 기초의 부등침

하 및 이동에 대한 강도부족

④ 말뚝의 근입깊이 부족에 의한 지지력 부족

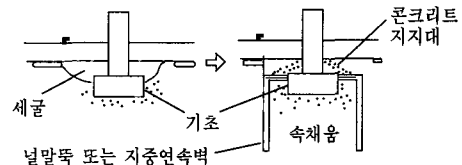
⑤ 지반침하에 의한 부마찰력의 발생으로 지지력 저하, 기초에 있어서의 변형은 상기와 같이 기초구조의 종류, 지반조건, 환경조건에 따라 달라진다.

보수에 있어서는 이러한 조건을 충분히 파악하고 결함발생의 원인을 확실하게 검토할 필요가 있다.

일반적인 보수공법을 나타내면 다음과 같다.

1) 근입깊이가 부족한 경우

① 널말뚝, 지중연속벽 등에 의한 기초주변의 보강 - 세굴이 심하고 광범위하게 일어나 하상이 불안정한 경우에 세굴에 의한 구조물의 전도를 방지하기 위해 이용하는 공법으로 <그림 3>과 같다. 보강부가 하상보다 상부에 돌출되면 하적저해율(河積阻害率)이 크게 되고 국부세굴등의 악영향을 가져오기 때문에 보강부의 근입에 대해서는 신중한 검토가 필요하다.



<그림 3> 널말뚝 또는 지중연속벽에 의한 기초주변의 보강

② 강관말뚝, 현장치기 콘크리트말뚝, 지중연속벽에 의한 기초주변의 보강과 지지력의 증강 - 이 경우는 말뚝 또는 지중벽과 하부구조 구체를 견고하게 연결할 필요가 있다. 연결의 방법에는 철근콘크리트 구조에 의한 방법과 PC구조에 의한 방법이 있다. 말뚝의 시공은 거더밀의 작업인 경우가 많은데 설계시에 시공성을 충분히 고려하여야 한다.

2) 지지력이 부족한 경우

① 기초의 확대, 말뚝증설에 의한 지지력의 보강



- 기초저면의 확대와 말뚝증설에 의해 직접기초 또는 말뚝기초의 지지력을 증강시키는 공법이다.

말뚝증설에는 기존말뚝에 있어서 부마찰력의 발생, 나무말뚝의 부식, 작용하중의 증대 등에 대한 보강조치가 있다.

케이슨 기초의 수평하중에 대한 강도부족에 대해서는 케이슨 외측에 지중연속벽 등을 설치하고 정부를 강결시키는 등의 방법을 사용한다.

② 하부구조 구체에 작용하는 하중의 경감 - 교대에 작용하는 토압을 경감하기 위하여 상부구조를 콘트리트구조에서 강구조로 변경하는 등 구

조형식을 개조하여 작용하중을 경감하는 방법이 있다.

③ 기타 보강공법 - 기초저면의 지반을 개량하여 지지력을 높이는 방법으로 저부의 지반이 사질토의 경우는 약액주입공법, 점성토의 경우는 석회말뚝공법, 모래다짐말뚝공법 등에 의하여 지반을 개량한다.


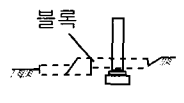

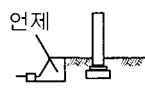
3) 하상저하 및 세굴이 있는 경우

하상저하 및 세굴에 대해서는 기초구조물에 대한 조치 이외에 다음과 같은 하상지반에 대한 조치방법이 있다.

<표 2> 다짐공법

공법	적용 조건	제약 조건
<p>돌망태공</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 하상이 불안정한 경우 	<ul style="list-style-type: none"> · 돌망태 사이의 체결을 견고히 하여 전체가 안정하도록 한다.
<p>블록공</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 하상이 불안정하고 근입 깊이가 얇은 경우 	<ul style="list-style-type: none"> · 유수중에 대해서는 부분시공을 한다.
<p>확대콘크리트공 (+약액주입)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 하상이 불안정하고 근입 깊이가 얇으며 하천폭이 비교적 협소한 경우 · 복류수의 우려가 있는 경우는 약액주입을 병용 	<ul style="list-style-type: none"> · 하상전폭에 대해서 시공 · 상하류측에 기초를 설치
<p>조약돌 깔기공</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 비교적 안정한 하상이고 근입 깊이가 얇은 경우 	<ul style="list-style-type: none"> · 다짐공이 하상보다 높지 않을 것
<p>사석 또는 블록공</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 자갈공급이 많은 급류하천 · 광역적인 국부세굴 · 사석공만으로는 불안정한 경우에는 블록을 설치 	<ul style="list-style-type: none"> · 다짐공의 천단이 평균하상을 넘지 않을 것

〈표 3〉 하상저하 방지 공법

공 법	적용 조건	제약 조건
초중량 콘크리트블록방식 	<ul style="list-style-type: none"> · 계류하천으로 급류의 경우 · 유량이 큰 하천 	<ul style="list-style-type: none"> · 각각의 블록이 안정되어야 한다.
블록조합 방식 	<ul style="list-style-type: none"> · 자갈공급이 많은 하천 	<ul style="list-style-type: none"> · 각 블록사이, 블록군의 조합이 안정되어야 한다.
고정돌 공법 	<ul style="list-style-type: none"> · 자갈공급이 거의 없는 하천 	
언제(堰堤)방식 	<ul style="list-style-type: none"> · 자갈의 공급이 거의 없는 하천 	

① 다짐공법 - 다짐공법에는 〈표 2〉와 같은 공법이 있다.

이 경우 교각의 주위에 사석 등을 높이 쌓으며, 방호할 교각의 주변과 교각사이의 하상저하가 촉진되는 것에 대해 주의하여야 한다.

② 하상저하 방지공법 - 하상저하가 현저하고 다짐공법만으로는 교각의 유지가 곤란한 경우에 〈표 3〉에 표시한 하상저하 방지공법을 이용한다.

3. 결어

지금까지 교량구조물의 유지보수를 위한 여러 가지 방법에 대하여 알아 보았으나 이러한 내용은 대부분 유지관리자의 선택에 따르는 권장사항일 뿐이며 이러한 기술적 또는 사회적 방법론이

보편적인 원칙으로 자리잡기 위해서는 법적인 강제성을 띤 수동적인 유지보수에서 보다 더 실제적인 발주자와 시공자와 사용자 모두가 유지관리에 대한 확고한 개념정립이 중요하며 적극적이고 능동적인 사고방식으로의 전환과 교량구조물의 이용자의 안전을 위한 개념의 유지보수 및 관리로서 사회적인 여건 조성이 가장 중요하다는 것을 인식하여야 할 것이다.

모든 학문이 그렇겠으나 특히 유지보수에 대한 방법이 아직도 검증단계에 있는 것인 만큼 이들 분야에 대한 기술적인 연구개발이 절실하므로 기술개발의 견인차의 역할을 해야할 관련 분야 기술사의 가일층의 분발을 촉구하면서 이 글을 끝낸다.

(원고접수일 1998. 12. 30)