

Global Report

교량 보존 활동을 위해 제안된 AASHTO 지침 (2020)

1. 제1장 검토
2. 제2장 교량보존
3. 제3장 교량보존에 있어서 현재사례
4. 제4장 교량보존 활동의 현황, 성과 및 비용
5. 제5장 보존에 대한 지침
6. - 참고문헌 및 다른 자료

교량 보존 활동(조치)을 위해 제안된 AASHTO 지침 2020

제1장 검토

NCHRP 프로젝트 14-36, “교량보존 활동을 위한 AASHTO 지침 제안”은 고속도로 교량 보존을 위한 두 가지 지침을 생성 했습니다. 하나는 이 보고서에서 교량 지침이라고 하는 고속도로 교량의 사전 설정에 대한 일반적인 지침입니다. 다른 하나는 이 보고서에서 바닥판 지침이라고 하는 고속도로 교량 바닥판 보존지침입니다. 교량지침은 2019년 6월에 AASHTO의 교량 및 구조물위원회(COBS)에서 출판 승인을 받았습니다. 바닥판 지침은 2020 년에 출판 가능하도록 AASHTO의 COBS에 제출되었습니다. 지침은 보존 후보 대상인 고속도로 교량에 대한 정보, 교량보존 활동, 교량보존 비용 및 이점, 교량보존 프로그램 구성에 대한 정보를 제공합니다.

NCHRP 프로젝트 14-36 연구팀이 지침을 준비했습니다. 이 팀은 교량보존에 대한 현재 미국 교통국 관행에 대한 정보를 수집하고 교량보존을 위한 조치의 효과, 공용기간 및 비용에 대한 주 교통부 (DOT)로부터 자료를 수집했습니다.

NCHRP 연구보고서 950은 NCHRP 프로젝트 14-36의 최종보고서이자 두 지침의 종합서입니다. 교량보존 후보대상, 활동, 비용 및 이점에 대한 정보가 지침에 나와 있습니다. 이 보고서에는 주정부 DOT에서 수집한 문헌조사 및 자료에 대한 정보가 나와 있습니다.

이 보고서는 교량 후보대상 및 보존활동을 포함하여 교량보존의 개념을 요약합니다. 교량보존에서 교량 소유주의 현재 업무를 설명하며, 현재 교량보존 업무에 대한 주(States)의 요약내용을 제공합니다. 주의 DOT에서 수집한 사전 보존조치, 전후관계 및 성과에 대한 자료를 제공하고, 교량지침 및 바닥판의 폭 넓은 요점을 제공합니다.

이 보고서는 5개장과 5개 부록으로 이뤄집니다.

제2장 교량보존

이 장에서는 교량보존 및 교량 구성요소를 정의하고 교량보존 활동을 나열하고 보존조치의 근거를 식별하며 교량보존의 이점을 평가하는 방법을 설명합니다.

교량보존의 정의

교량보존은 지속적인 서비스에 적합한 기존교량에 유지보수 및 보수 활동을 적용합니다. 보존은 고속도로 교량의 전반적인 관리의 일부입니다. 전반적인 관리의 교량건설, 유지보수, 보수, 개선 및 교체를 다룹니다. 보존은 현재 개선 또는 교체 대상이 아닌 교량의 유지관리 및 보수입니다.

교량보존 프로그램은 고속도로 교량의 유지관리 및 보수작업을 선택, 제공 및 평가합니다. 이 프로그램은 교량에 적용된 작업의 성능을 검사하고 프로그램 성능을 향상시키기 위해 작업 선택에 대한 정책을 조정합니다. 그들은 또한 작업의 이점을 평가합니다. 혜택은 기관 비용절감으로 표현됩니다. 보존 프로그램은 유지관리 및 보수에 새로운 재료와 방법을 사용할 수 있으며 새로운 재료 및 방법의 성능 평가를 제공할 수 있습니다. 보존 프로그램은 보존의 성과와 이점에 대해 보고합니다.

NCHRP 프로젝트 14-36에서 사용되는 용어인 교량보존은 역사적 보존과 구별됩니다. NCHRP 프로젝트 14-36동안 개발된 지침은 교량의 역사적 중요성과 특별한 관계없이 모든 시효의 교량을 보존하기 위한 것입니다.

표 1(원문참조)에는 AASHTO의 교량보존에 대한 정의가 포함되어 있습니다.(4) 미국 주교통국의 FHWA (Federal Highway Administration)는 유사한 정의를 사용합니다.(20)

AASHTO 정의는 보존후보 대상에 대한 기준을 설정합니다. 보존 후보대상은 양호하거나 공용중인 상태의 기존교량입니다. AASHTO 정의는 보존으로 간주되는 활동을 제한합니다. 보존은 기능을 복원하고 공용수명을 연장합니다.

교량지침은 보존후보 대상과 보존활동을 다룹니다. 교량보존을 위한 프로그램의 범위는 교량후보대상 및 허용되는 활동으로 제한됩니다. 제한된 범위를 통해 프로그램은 결함이 나타나기 전에 교량을 보호하고 더 큰 결함이 나타나기 전에 사소한 결함에 대한 보수를 제공하는 활동을 제공할 수 있습니다. 교량지침은 다음과 같이 용어를 정의합니다.

- 보존 (교량지침 2.2). 보존은 공용수명을 연장하기위한 교량 유지관리 프로그램입니다.
- 보존 후보대상 (교량지침 2.2.1). 보존 후보대상은 허용 가능한 조건, 용량, 견고성 및 내구성을 가진 기존교량입니다.

구 분	교량보존의 정의
AASHTO	교량 또는 교량부재의 노후화를 방지, 지연 또는 감소시키고, 기존교량의 기능을 복원하고, 교량을 양호한 상태로 유지하며, 유효수명을 연장하는 조치 또는 전략. 보존활동은 예방적이거나 현 상태를 기반으로 할 수 있습니다.

- 보존활동 (교량지침 2.4.1). 보존활동은 교량의 주요 구성요소를 유지하거나 보수하는 것입니다. 주요 구성요소는 바닥판, 상부구조, 하부구조 및 암거입니다. 보존활동은 교량의 다른 구성요소도 보수, 교체 또는 개축합니다. 다른 구성요소로는 접근성, 수로보호, 조인트, 교량받침, 배수 및 난간이 있습니다.
- 보존계획 (교량지침 2.6). 보존계획은 교량보존에 필요한 조치에 대한 작업 및 시차에 대한 설명입니다.
- 보존 프로그램 (교량지침 2.7). 보존 프로그램은 교량보존에 적용되는 정책, 인력 및 자원이 있습니다.

교량 구성요소

교량 구성요소는 보존활동의 대상입니다 (표 2 참조). 요소에는 수량과 상태가 있습니다. 구성요소는 유지관리, 보수 또는 교체가 필요할 수 있습니다. 보존활동은 구성요소의 상태를 개선하고 구성요소의 공용수명을 연장할 수 있습니다.

보존활동

교량지침에서 보존활동은 교량 구성요소 및 활동별로 이름이 지정됩니다. 대부분의 작업은 세부적으로 깊이 있게 식별됩니다. 보존활동은 청소, 오버레이, 페인트, 복구, 보수, 교체, 개축 및 차단 등입니다. 세부사항은 구성요소와 활동의 개별조합에 따르게 됩니다. 세부사항은 보존활동에 사용된 방법, 재료 또는 장치를 식별합니다. 명명 시스템은 고유한 보존재료 및 방법에 대해서 고유한 이름을 제공합니다. 시스템은 동일한 활동 또는 동일한 구성요소의 작업을 그룹화 할 수 있습니다. 작업의 이름을 구성요소, 활동 또는 세부사항으로 지정하면 작업 데이터베이스, 작업비용, 시간간격 및 결과가 뒷받침됩니다. 바닥판 치침에서 처리는 활동 및 자료에 따라 이름이 지정됩니다. 모든 처리는 바로 바닥판에 영향을 줍니다. 교량지침의 작업은 표4에 나열되어 있습니다. 바닥판치침의 처리방법은 표5에 나열되어 있으며 원문을 참조하시기 바랍니다.

보존활동의 근거

근거(Basis)는 보존활동 적용의 계기가 됩니다. (교량지침 3.2.1). 보존활동은 특정 시간간격을 충족하도록 선택되거나 교량의 특정 결함에 대응하여 선택됩니다. 교량지침은 두 가지 기준을 정의합니다.

1. 주기적 : 정기적으로 수행되는 작업.
2. 상태 기반 : 상태 또는 결함에 대한 응답으로 수행되는 작업.

주기적 활동은 교량, 교량 구성요소 또는 교량부재에 대한 보호를 적용하고 재생합니다. 청소, 밀봉, 페인트칠하는 작업 또는 마모층 덧 포장을 적용하는 작업은 주기적인 작업입니다. 주기적 조치는 정책에 설정된 시간간격으로 수행됩니다. 주기적 조치는 상태를 약간 개선하거나 혹은 전혀 개선하지 않을 수도 있습니다.

상태기반 조치는 보수, 교체 및 개축입니다. 상태기반 조치는 일반적으로 상태를 개선합니다. 상태기반 활동에는 정책에 시간간격이 없지만 실제로는 시간간격이 표시됩니다. 일반적으로 교량의 정상적인 노후화는 꾸준한 보수를 필요로 합니다. 이러한 요구가 나타나는 비율은 상태기반 활동의 간격을 나타냅니다. 내구성은 상태기반 조치의 한 유형인 개량을 통해 향상됩니다.

바닥판 지침은 보수 및 보존을 식별합니다. 보존활동은 주기적입니다. 보수는 조건에 따라 이루어집니다.

보존의 이점

교량보존은 교량 공용성에 대한 기관비용을 줄이게 되면 비용 효율적입니다. 교량공용성에 대한 기관의 비용은 교량의 보존활동 비용과 교량의 최종 교체비용입니다. 지침은 교량보존 비용을 평가하고 이점을 계산하는 방법을 제시합니다.

보존주기 비용분석(PCCA)

비용평가는 보존주기 비용분석 (PCCA)을 사용하여 이루어집니다. PCCA는 기존교량을 건전하거나 양호한 상태로 유지하고 현재 용량으로 서비스하는 비용을 계산합니다.

교량보존 개시부터 교량교체 시점까지의 기간이 PCCA 분석기간입니다. 이 기간이 보존주기입니다. 교량이 교체되면 새로운 보존주기가 시작됩니다.

PCCA는 교량보존과 관련된 사건 및 비용을 따릅니다. 보존주기에는 세 가지 일반적인 사건이 있습니다.

1. 교량이 보존 모집단에 추가됩니다.
2. 보존활동이 수행됩니다.
3. 교량이 교체됩니다.

교량보존의 이점 결정

교량보존의 이점을 확인하려면 보존 없는 교량 공용비용과 보존된 교량 공용비용을 비교하십시오. 보존 행위가 없으면 비용은 단 한번 발생하는데 이는 교량의 교체비용입니다. 보존 시 교량 교체비용과 공용 중 보존조치 비용이 발생합니다. 보존하지 않으면 공용수명이 짧아지고 보존하면 공용수명이 길어집니다. 더 긴 공용수명은 보존 활동비용을 상쇄할 수 있습니다. 교량보존의 이점은 공용비용의 차이로 계산됩니다. 비용은 현재 가치비용 또는 연간비용으로 비교할 수 있습니다.

PV 이점 = PV 비용(비 보존) - PV 비용(보존)

연간 이점 = 연간비용(비 보존) - 연간비용(보존)

PV 이점은 현재 가치비용의 차이입니다. 긍정적인 이점은 보존이 교량소유주에게 더 낮은 현재 가치비용을 제공한다는 것을 나타냅니다.

- PV 비용(비 보존)은 보존되지 않은 교량공용비용의 현재 가치입니다.
- PV 비용(보존)은 보존이 적용된 교량공용비용의 현재 가치입니다.
- 연간 이점은 연간비용의 차이입니다. 긍정적인 이점은 보존이 교량 소유주에게 더 낮은 연간비용을 산출한다는 것을 나타냅니다.
- 연간비용(비 보존)은 보존하지 않은 교량공용의 연간비용입니다.
- 연간비용(보존)은 보존된 교량공용의 연간비용입니다.

보존주기 비용분석(PCCA) 범위

비용은 전체 교량 또는 교량의 주요 구성요소에 대해 평가될 수 있습니다. 교량 전체 또는 교량 구성요소는 비용평가의 대상입니다. PCCA에 포함된 활동은 전체 교량 또는 평가에 적합한 교량 구성요소에 해당됩니다. (표 6 참조)

총비용

보존시 : 비용(보존) = 비용(교체) + $\sum$ 비용(활동)

비 보존시 : 비용(비보존) = 비용(교체)

- 비용(보존)은 보존에 따른 총 공용비용입니다.
- 비용(교체)은 교량 또는 교량 구성요소의 향후 교체비용입니다.
- $\sum$ 비용(활동)은 보존활동의 총 비용입니다. 각 활동 i 에는 비용이 있습니다. 이는 공용에 적용된 모든 활동에 대해 합산됩니다.
- 비용(비보존)은 보존하지 않은 총 공용비용입니다.

현재 가치 비용

보존조치 및 향후 교량 또는 교량 구성요소 교체에 대한 현재 가치비용이 계산됩니다. 보존이 있는 교량 공용성과 보존 없는 교량 공용성에 대해 현재 가치비용이 발생합니다. 향후 조치 및 교량 또는 교량 구성요소의 최종 교체기간이 추정됩니다.

보존

PV 비용(보존) = 비용(교체)/(1+r)^{TP} + $\sum$ 비용(조치)i/(1+r)^{Ti}

비보존

PV 비용(비 보존) = 비용(교체)/(1+r)^{TB}

- r은 할인율입니다.
- TP는 보존된 교량 또는 교량 구성 요소의 수명 (년)입니다.
- Ti는 보존 조치 i를 적용한 해입니다.
- TB는 보존되지 않은 교량 또는 교량 구성 요소의 수명 (년)입니다. 이것을 기본 공용수명이라고 합니다.

교량지침은 교량보존에 적용된 PCCA의 예를 제시합니다. 이러한 예는 다음과 같습니다.

- 프리스트레스트 콘크리트 다중 보 교량에 대한 보존계획 및 PCCA
- 도장된 강재 다중 보 교량에 대한 보존계획 및 PCCA
- 후보 교량보존을 위한 연간예산
- 철근콘크리트 바닥판 보존의 대안을 비교하기위한 부분설정 PCCA
- 도색된 강재 상부구조 보존의 대안을 비교하기위한 부분설정 PCCA
- PCCA 결과의 민감도

바닥판 지침은 바닥판 처리에 적용된 PCCA의 예를 보여줍니다. 이러한 예는 다음과 같습니다.

- 양호한 상태의 교량 바닥판에 얇은 폴리머 오버레이 사용
- 양호한 상태의 교량 바닥판에 얇은 폴리머 오버레이를 다시 적용
- 건전한 상태에서 바닥판에 PCC 오버레이 사용
- 열악한 상태의 바닥판에 PCC 오버레이 사용
- PCC : 보존주기 비용

제3장 교량보존에 있어서 현재사례

고속도로 교량보존에 대한 현재 수행을 결정하고 보존 활동에 대한 사양 및 자재 요구사항을 수집하기 위해 주 DOT(주 교통국) 문서를 검색했습니다. 다음은 문헌조사 결과입니다.

- 보존은 광범위한 용어입니다. 주 DOT는 바닥판 청소에서 교량교체까지의 활동을 보존으로 식별합니다. 많은 주 DOT에는 보존에 있어 주요 보수 및 복원이 포함됩니다.
- 주 DOT는 예정된 또는 주기적 유지관리와 사후 유지관리 또는 대응 유지관리를 구분합니다.
- 주 DOT는 예정된 유지관리 작업에 대한 시간간격을 게시합니다.
- 주 DOT는 유지보수 활동비용을 게시합니다. 비용은 (1) 교량요소 단위 (예 : 바닥판 면적, 조인트 길이 등) 또는 (2) 자원 단위(예 : 노동 시간, 콘크리트 체적 등)로 표시됩니다.
- 주 DOT는 보존활동에 대한 설명, 절차 및 사양을 게시 합니다 (즉, 활동은 다양한 지침, 매뉴얼 및 계약문서에 다양한 수준의 세부사항과 함께 제공됩니다).

문헌조사

교량 보존에 관한 일련의 문제를 다루기 위해 문헌검색이 수행되었습니다.

다음은 포함합니다.

- 교량 소유주가 보존으로 식별하는 조치는 무엇입니까?
- 보존에서 주기적 활동의 시간간격은 무엇입니까?
- 보존활동 선택기준은 무엇입니까?
- 보존을 위한 노력, 성과 및 활동비용에 대해 어떤 자료를 사용할 수 있습니까?
- 보존활동에 대해 어떤 설명, 절차 및 시방을 사용할 수 있습니까?
- 교량 소유주는 보존 프로그램에 어떤 성능측정을 사용합니까?

조사방법

이 조사는 교량보존 실무문헌(주 DOT의 사양, 지침, 매뉴얼 및 정책 설명)에 초점을 맞추었습니다.

보존 자료에 대한 정보가 포함되었고, 적격 제품목록과 승인된 제품목록을 검토했습니다. 이러한 제품에 대한 추가정보는 제조업체로부터 수집되었습니다. NCHRP 보고서와 종합서 및 FHWA 문서도 포함되었습니다.

- 주교통국 문서

문서는 미국 DOT(교통국), 주 DOT 및 TRB의 공개 인터넷 웹 사이트에서 수집되었습니다.

각 웹 사이트에서 표준 검색어 모음을 사용하여 조사 했습니다 (표 7 참조).

검토

각 문서는 교량 및 교량 바닥판의 보존과 관련된 내용을 검토했습니다.

주 DOT에서 수집된 정보는 다음과 같은 범주로서 분류되었습니다.

- 정책 및 정의
- 활동, 시간간격 및 비용
- 절차, 방법 및 시방

- 다른 정보

성과측정이 수집되었습니다. 성과측정을 통해 주 DOT는 교량보존을 위한 프로그램의 효과를 측정하고 보존성과를 주 정부임원 및 일반대중에게 보고할 수 있습니다. 교량보존을 위한 지침을 준비하는데 주 DOT에서 유용했지만 일부 주 DOT에서만 발견된 정보는 "기타"정보로 수집되었습니다.

교량보존의 현재 수행에 대한 주의 요약

교량보존과 관련된 정보에서 주의 요약은 부록 B에 제공됩니다.

주 교통국(DOT)의 정보요약. 요약에서 선택한 정보가 여기에 표시됩니다.

교량보존 및 관련용어의 정의

교량보존의 정의 및 관련용어는 주 교통국 문서에서 수집되었습니다. 유지관리, 정기 유지관리, 사후 유지관리, 예방 유지관리, 수정 유지관리, 주기적 유지관리, 예정된 유지관리 및 주요 유지관리와 같은 용어는 모두 교량 또는 교량 바닥판의 보존을 위한 조치를 포함합니다. 교량보존에 적용되는 주 교통국 용어와 해당 활동이 이 부분에 나와 있습니다. 활동은 교량지침에 사용된 구성요소, 활동, 세부 시스템을 사용하여 표시 됩니다.

교량에 대한 보존조치 선택

주 교통국은 개선 또는 교체 후보대상 교량으로 교량상태 및 교량현상, 안전 검사자 추천을 통하여 교량보존 활동을 선택합니다.

교량에 대한 활동

교량에 대한 활동은 주 교통국 유지관리 매뉴얼, 교량 시방 매뉴얼, 교량검사 매뉴얼, 계약 작업 활동 목록 및 정책설명에서 수집됩니다. 일부 주 교통국에는 교량 유지관리 또는 보존활동으로서 교량개축 및 교량교체가 포함됩니다.

보존활동에 대한 시간간격

주 당국은 관리활동 시간간격을 기록합니다. 시간간격은 구성요소, 활동 및 세부정보별로 그룹화 됩니다. 이것은 교량지침에서 사용되는 이름 지정 체계입니다. 시간간격은 부록 A의 표 23에 나와 있습니다. 활동 시간간격에 대한 추가 정보는 Kentucky 연구에서 제공됩니다.(25)

활동비용

교량 활동의 단가는 주 교통국 문서에서 찾을 수 있습니다. 비용은 구성요소, 활동 및 세부 사항별로 그룹화 됩니다. 이것은 교량지침에서 사용되는 이름지정 체계입니다. 비용은 부록 C의 표26에 나와 있습니다. (교량보존 조치의 목록, 성능 및 비용에 대한 자세한 정보.) 비용의 출처는 조언, 수정된 조언 (adv mod) 및 이력(hist)으로 식별됩니다. 조언은 조치에 대해 주 교통국에서 계산한 단가를 나타냅니다. 수정된 권고는 보고 단위 (미터에서 피트로)에 대한 주 교통국 권고의 변환 또는 작업단위에서 교량 부재단위로의 변환을 나타냅니다. 이력은 단가계산을 위하여 주 교통국 이력기록을 사용을 나타냅니다. 각 비용의 출처인 주 교통국이 나열됩니다. 가능한 경우 주 교통국 조치번호 또는 활동번호가 나열됩니다. 비용단위도 나열됩니다. 모든 비용은 미 육군 공병대 토목공사 비용지수 시스템(57)을 사용하여 2016년으로 조정됩니다.

활동에 대한 방법, 절차 및 사양

활동에 대한 방법, 절차 및 사양은 주 교통국 문서에서 수집되었습니다. 방법은 활동에 대한 설명이고 절차는 단계별 설명입니다. 방법과 절차는 때때로 하루 또는 표준 인력 당 예상 생산성을 나타냅니다. 사양은 작업 전달을 위한 공식적인 요구사항입니다.

성과 측정

교량에 대한 성과측정은 교량보존 프로그램의 성과를 정량화하는데 사용할 수 있습니다. 주 교통국에서 많은 성과측정을 사용합니다. 국토 시스템의 교량에 대한 미국 교통국 국가 성과관리 측정에는 양호한 상태의 교량에 대한 바닥판 면적비율과 상태가 좋지 않은 교량에 대한 바닥판 면적비율 (58)이 있습니다. 두 연방법안 모두 NBI(국가 조사국)에 보고된 GCR(일반적인 상태등급)을 사용합니다.(18) NBI는 여러 주의 성과측정에 사용됩니다.

주 교통국이 사용하는 성과측정은 교량상태, 교량현상, 교량 유지관리 성과 및 교량목록에 대한 자료를 사용합니다.

교량상태를 판단하기 위해 사용하는 성과측정은 NBI(국가 조사국) GCR(일반적인 상태등급) 및 부재수 준상태 보고서를 사용합니다. 성과는 평균조건 또는 임계값 조건을 초과하는 교량목록의 일부로 보고됩니다. 양호 / 불량교량에 대한 연방조치는 조건에 대한 임계값을 사용합니다. 성과측정은 다단계 상태보고 척도를 "양호", "보통"또는 "나쁨"과 같은 2 ~ 3개의 상태수준으로 줄일 수 있습니다.

교량상태를 기반으로 하는 성과측정값은 구조적 결함(SD), 기능적 노후화(FO), 하중재하 또는 중량제한 교량에 대한 관리회수, 백분율 또는 바닥판 면적입니다.

교량 유지보수에 기반한 성과측정은 교량세척 또는 바닥판 밀봉, 교량의 공용수준등급 (고속도로 유지보수 품질보증 조사의 연장) 및 유지보수 프로그램 지출과 같은 조치의 연간 완료된 것을 사용합니다.

교량목록을 기반으로 한 성과측정은 교량 수와 교량 시효입니다. 교량시효의 경우 평균시효와 임계시효를 초과하는 교량모집단 비율이 보고됩니다. 교량목록을 사용하는 성능측정의 예는 아이다 호, 유타 및 워싱턴 주 요약에서 찾을 수 있습니다.

제4장 교량보존 활동의 현황, 성과 및 비용

연구팀은 보존활동의 사용, 성능 및 비용에 대한 주 교통국의 자료를 수집했습니다. 주 교통국에서 수집된 정보는 다음과 같습니다.

- 교량에 대한 활동 단가
- 완료된 교량 유지관리 및 보수작업기록
- 유지관리 프로젝트를 연결
- 교량 유지관리 권장사항 목록
- 현장시험에서 보고된 바닥판 처리

주 교통국의 교량 보수활동에 대한 정보

연구팀은 또한 보존활동, 비용, 성능 및 교량에서의 활동 또는 프로젝트 기록에 대한 11개 주 교통국의 정보를 수집했습니다. (표16 참조)

주 교통국 교량보존 자료 - 자료가 다양한 형태로 얻어집니다.

- 주교통국 조언

단위비용에 대한 주 교통국 조언은 직원이 비용을 계산하고 교량 프로젝트 비용 추정에 대한 내업수행시 사용됩니다. 단가에 대한 조언은 캘리포니아, 미시간, 뉴욕, 펜실베이니아 및 버지니아 주 교통국에서 수집되었습니다. Michigan 교통국은 계획된 유지관리 예산 및 예방 유지관리 예산을 위한 단가가 포함된 스프레드시트를 준비했습니다. 뉴욕 주 교통국은 AASHTO NBE(National Bridge Elements) 및 BME(AASHTO Bridge Management Elements)의 유지관리, 보수 및 교체를 위한 단가를 제공했습니다. 버지니아는 교량 유지관리 및 보수작업을 위해 포괄적 단가를 제공했습니다.

- 주 교통국 평균 입찰비용

평균입찰 항목비용은 코네티컷과 오하이오 주 교통국에서 수집되었습니다. 코네티컷 교통국 입찰항목 비용은 교량 보수장치 임대계약에서 발생합니다. 계약은 필요에 따라 교량보수 및 유지관리를 위한 주 전체의 다년계약입니다. 신축이음, 바닥판 오버레이, 교량 페인팅 및 교량보수에 대한 Ohio 교통국 조치는 Ohio 표준사양의 항목입니다. 오하이오 주 교통국 입찰항목은 완성된 작업(필요한 모든 자재, 장비 및 인건비)에 대한 것입니다.

주 교통국 이력기록 - 이력기록에는 유지보수 성과 및 프로젝트가 포함됩니다.

- 바닥판 처리에 대한 주 교통국 자료

연구팀은 사용 중인 교량 바닥판의 처리에 대한 현장시험에 대해 주 교통국에서 발표한 보고서를 수집했습니다. 처리의 현장시험을 포함하는 연구는 일반적으로 처리 후 공용초기년도에 처리와 바닥판 상태에 의해 달성된 바닥판의 상태를 다룹니다. 처리 후 장기적이고 지속적인 상태연구는 흔하지 않습니다. 현장시험에서 얻은 많은 바닥판과 처리방법이 오늘날에도 서비스되고 있습니다. 팀은 처리 연도부터 현재까지 기존 현장시험과 첨부된 바닥판 상태등급을 가져와 이전 시험을 장기연구로 확대했습니다.

교량보존활동에 대한 주 DOT 자료의 사용

- 교량보존활동 목록
- 교량보존활동을 NBI 기록에 일치
- 보고서에 SN(Serial number) 누락: 주 DOT 현장 시험에 대한 일부 연구 보고서에는 NBI SN이 포함되어 있지 않습니다. 연구 보고서는 종종 운송되는 경로를 명시하거나 교량의 공통적인 특징을 제시합니다.

교량보존활동의 수행

교량보존활동의 성과는 보존활동의 효과와 보존활동의 시간간격으로 정량화됩니다. 활동의 효과는 활동의 결과로 교량, 교량 구성요소 또는 교량부재의 상태변화입니다. 작업 시간간격은 교량, 교량 구성요소 또는 교량부재가 작업 이전의 조건으로 돌아갈 때까지의 기간입니다.

보존활동이 있는 교량 구성요소의 GCR(일반적인 상태등급) 기록은 그림 1에 나와 있습니다.

- 활동의 효과

활동의 효과는 GCR(일반적인 상태등급)의 변화입니다.

$$GCR_{effect} = GCR_{post} - GCR_{pre}$$

GCR_{effect} = 조치에 기인하는 GCR 변화

GCR_{post} = 조치 후 GCR

GCR_{pre} = 조치 전 GCR

- 성과에서 시간간격

처리 직후 GCR(일반적인 상태등급)과 비교하여 GCR에 대해 시간간격이 수집됩니다. 시간간격은 GCR, dGCR의 변경 (감소)에 해당합니다. 감소는 다음과 같습니다.

$$dGCR = GCR_{post} - GCR(t)$$

GCR (t)는 활동 후 연도 t의 GCR입니다.

시간 간격은 다음에 대해 수집됩니다.

t (0), dGCR의 시간 간격 = 0.

t (1), dGCR의 시간 간격 = 1.

t (2), dGCR의 시간 간격 = 2.

개별 작업에 대한 조건기록이 모든 시간간격을 표시하지 않을 수 있으며, 일부 시간간격이 관찰되기 전에 기록이 종료될 수 있습니다.

- 일반 상태등급의 변화율

GCR(일반적인 상태등급)의 평균 변화율은 보존활동 후 계산됩니다. 비율은 작업에서 관련 조건기록의 끝까지 계산됩니다. 관련 상태기록의 종료는 NBI 자료의 종료 (NCHRP 프로젝트 14-36의 경우 2016년) 또는 이후의 NBI 업데이트 파일에서 교량의 SN이 없거나 이후의 GCR 개선으로 인해 발생할 수 있습니다. 다른 보존활동으로 인한 것일 수도 있습니다.

$$Det\ Rate = (GCR_{post} - GCR_{end})/Tend$$

Det Rate = GCR의 시간 변화율입니다.

Tend는 작업에서 관련 조건 기록이 끝날 때까지의 시간 (년)입니다.

- 공용수명과 보존활동 시간간격

보존활동의 각 사례에 대해 활동 시간간격과 작업 후 공용수명이 계산됩니다. 보존활동 시간간격은 보존조치 이전의 조건으로 돌아가는 시간간격입니다.

$$\text{조치시간간격} = (\text{GCRpost} - \text{GCRpre}) / \text{Det Rate}$$

$$\text{조치시간간격} = \text{GCReffect} / \text{Det Rate}$$

공용수명은 조치에서 불량상태까지의 시간간격입니다.

$$\text{공용수명} = (\text{GCRpost} - \text{GCRpoor}) / \text{Det Rate}$$

- NBI(국가 조사국) 일반 상태 등급 사용에 대한 참고 사항

바닥판 GCR(일반적인 상태등급)은 바닥판, 난간 및 신축이음에 영향을 미치는 활동에 사용되었습니다. 상부구조 GCR은 상부구조 및 교량받침에 영향을 미치는 조치에 사용되었습니다. 하부구조 GCR은 하부구조 및 접근방식에 영향을 미치는 조치에 사용되었습니다. 수로 GCR은 세굴과 관련된 조치에 사용되었습니다.

연구팀은 1992년에서 2016년 (25년 범위)동안 FHWA에서 게시한 NBI 최신 파일을 사용했습니다. 이 범위는 작업수행 측정의 한계치입니다.

- GCRpre와 GCRpost가 모두 발견되면 GCReffect를 계산할 수 있습니다. 1993년과 2015년 사이에 적용된 대부분의 보존활동은 GCR효과에 대해 평가되었습니다. 이전 또는 이후 작업의 경우 GCR효과를 계산할 수 없습니다.
- GCRpost가 발견되면 상태의 지속성에 대한 시간간격 $t(r)$ 을 평가할 수 있습니다. 1992년 이후에 적용된 조치가 평가되었습니다.
- $t(r)$ 에 대한 구간은 일반적으로 0과 같은 r 값에 대해 관찰되고, 1과 같은 r 값에 대해 덜 자주 관찰되며, 2와 같은 r 값에 대해서는 자주 관찰되지 않습니다. r 값이 클수록 상태등급의 더 긴 기록이 필요합니다.
- Det Rate는 조치 후 GCR이 감소한 상태이력에 대해 계산되었습니다.
- 조치 시간간격 및 공용수명은 Det Rate를 산출한 조치에 대해 계산되었습니다.

- 보존 활동의 성능 측정 계산

보존활동의 각 사례(즉, 알려진 날짜에 알려진 조치가 있고 NBI GCR 기록과 일치하는 각 교량)에 대해 성능이 계산되었습니다. GCRpre, GCRpost, GCReffect 및 Det Rate의 경우 산술평균이 보고되었습니다. 주 교통국 자료를 사용한 보존활동의 목록, 성능 및 비용에 대한 평가는 각각 부록 C의 표24, 표25 및 표26에 나열되어 있습니다.

보존활동에 대한 주교통국 자료

California 교통국은 교량 유지보수 비용을 추정하는데 사용되는 단가를 제공했습니다.(12) 활동에는 청소, 코팅, 부재보수 및 부재교체가 포함됩니다. 조치비용은 전달유형에 따라 다릅니다.

보존활동은 California 교통국 직원, 유지보수 계약자 또는 캘리포니아의 구조 교체 및 개선 요구사항 (STRAIN) 프로그램을 통해 전달됩니다. 캘리포니아 데이터베이스에는 교량에서 완료한 조치에 대한 총 예상비용이 있습니다. 이외 여러 주 교통국이 다양한 자료를 제공해주었습니다.

고속도로 교량 바닥판 조치

- 바닥판 모집단

바닥판 조치의 주요 집단은 다음과 같습니다.

- 전반적 보수
- PCC(보존주기 비용)를 사용하는 전반적인 오버레이
- 폴리머 콘크리트를 사용한 전반적인 오버레이
- 전반적인 아스팔트 표면처리

- 바닥판 하위 모집단

주요 모집단은 세분화됩니다. PCC(보존주기 비용)를 사용하는 오버레이의 경우 하위모집단은 다음과 같습니다.

- 비개량된 PCC를 사용한 오버레이
- 라텍스 개량 PCC를 사용한 오버레이
- PCC에 추가된 플라이 애쉬를 사용한 오버레이
- PCC에 추가된 실리카 흙을 사용한 오버레이

폴리머 콘크리트를 사용하는 오버레이의 경우 하위집단은 다음과 같습니다.

- 에폭시 폴리머를 사용한 오버레이
- 폴리에스터 폴리머를 사용한 오버레이

아스팔트 표면처리의 경우 하위집단은 다음과 같습니다.

- 방수막이 없는 아스팔트 표면 처리
- 방수막이 있는 아스팔트 표면 처리

- 시간 간격에 대한 바닥판 처리 및 확률 분포

Weibull 분포는 시간간격 $t(r)$ 및 공용수명의 모집단에 적합했습니다. Weibull 분포는 검열 및 비 검열로 시간간격을 모두 사용하여 형성되었습니다. 시간간격은 시작과 끝이 모두 관찰될 때 검열되지 않습니다. (즉, 바닥판 GCR의 이력에 시간간격을 시작하는 처치 날짜의 상태등급과 마지막을 표시하는 낮은 상태 등급으로의 전환이 모두 포함되는 경우) 시간간격은 시작 또는 끝이 관찰되지 않을 때 관측이 중단됩니다. 바닥판 처리가 1992년 이전에 수행된 경우 시간간격의 시작은 관찰되지 않습니다. NBI 최신파일의 범위가 소진되거나 NBI(국가조사국) 최신파일에서 SN이 더 이상 발견되지 않거나 더 높은 상태등급으로의 전환이 관찰되는 경우 시간간격의 끝은 관찰되지 않습니다. 더 높은 상태등급으로 전환하면 교량 바닥판의 추가 처리 또는 보수를 나타낼 수 있습니다. 상태등급 기록의 나머지 부분은 전적으로 알려진 처리에 속한다고 할 수 없습니다.

교량 바닥판 처리의 성능

바닥판 처리의 주요 집단에 대한 성과측정은 표17에 나열되어 있습니다.

바닥판 처리는 바닥판 GCR을 약 1.5배 증가시킵니다. 조치 갱신을 위해 표시된 시간간격은 $t(1)$ 과 $t(2)$ 간격의 중간인 약 15년입니다. 아스팔트 표면 처리에 의해 약간 더 긴 간격이 제공되고 폴리머 콘크리트 오버레이에 의해 약간 더 짧은 간격이 제공됩니다.

보존활동의 단가

연구팀은 주 교통국 문서에서 보존활동의 단위비용을 수집하고 주 교통국 자료 세트를 사용하여 보존활동에 대한 단위비용을 계산했습니다. 보존활동의 단가는 부록 C의 표26에 나와 있습니다.

제5장 보존에 대한 지침

연구팀은 교량보존지침(Bridge Guide)와 교량 바닥판 보존지침(Deck Guide)를 제작했습니다. 교량지침은 부록 D이고 바닥판 지침은 이 보고서의 부록 E입니다. 이들은 AASHTO에 의해 게시됩니다. 교량보존지침(Bridge Guide)와 교량 바닥판 보존지침(Deck Guide)의 내용 목차는 다음과 같습니다.

교량 보존 활동 지침

제1장 소개

제2장 교량보존

제3장 교량보존활동

제4장 교량보존에 대한 활동선정

제5장 교량보존에 대한 프로그램 구현

- 부록 A~D까지

고속도로교량 바닥판 보존지침

제1장 소개

제2장 교량 바닥판에 대한 보존처리

제3장 교량 바닥판의 평가

제4장 교량바닥판에 대한 보존조치의 선정

제5장 바닥판 보존의 이점과 비용

- 부록 A~C까지

- 참고문헌 및 다른 자료 - 부록 A~E까지

내용 파악에 필요한 표와 그림은 원문을 참조하시기 바랍니다.

<원문제목> Proposed AASHTO Guides for Bridge Preservation Action 2020

<원문출처> National Academy of Sciences(TRANSPORTATION RESEARCH BOARD)