

도로 및 관망 모델의 중첩을 고려한 유지보수 의사결정 지원 방법

장영훈*, 이창준*, 박태일*

*한국건설기술연구원 건설정책연구소 공사비원가관리센터
e-mail: taeilpark@kict.re.kr

Maintenance Decision Support Method Considering the Overlap of Road and Pipe Network Models

Young-Hoon Jang*, Changjun Lee*, Taeil Park*

*Cost Engineering & Management Center, Department of Construction Policy Research,
Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

요약

국내 인프라의 노후화로 인해 유지관리의 중요성이 지속적으로 증대되고 있으며, 이로 인해 다양한 시설물들의 통합 유지관리 방법이 필요하다. 본 연구에서는 도로와 관망 시설을 대상으로 통합 유지관리를 위한 의사결정 지원 방법을 개발하였다. 도로 및 관망의 유지관리 업무를 분석하여 유지보수 단계의 시설물간 영향을 파악하고, GIS 데이터를 활용하여 위상학적으로 시설물 중첩 여부를 판별할 수 있는 방법을 개발하였다. 시설물 중첩여부와 시설물 내구연한을 함께 고려하여 현 시점에서 가능한 종합적인 유지보수 방법을 결정할 수 있다. 향후에는 시설물별 유지보수 공법 및 물량 정보와 연계하여 시설물 유지관리를 보다 고도화 하고자 한다.

1. 서론

국내 인프라의 노후화가 빠르게 진행되고 있으며, 이를 위해 시설물 성능 유지를 위한 보수비용이 급격하게 증가하는 추세이다. 국토안전관리원의 2014년 FMS 자료에 의하면 2019년 1·2종 기반 시설물 중 사용년수가 30년이 지난 노후 인프라는 2,943개로 14.6%에 달하고 있으며, 2024년 22.2%, 2029년 36.1%로 급증할 것으로 보고 있다. 이는 1970~90년대 집약적으로 건설되었던 사회기반시설이 동시다발적으로 노후화되고 있기 때문이다.

도로 포트홀 발생, 열수관 파손과 같은 노후화된 생활인프라가 원인이 되는 사건들은 상당한 인적, 물적 피해를 야기시키지만 지하시설물이 직접적인 사고 원인이 될 경우 위험수준 인지가 어려워 사고 예방이 어려우며, 현재는 사후 처리 방식으로 시설물 유지관리가 이루어지고 있다.

도로 포장의 경우 재포장 또는 재건설을 하는 경우 보수비용보다 6~10배가 많이 소요되므로 상태를 고려하여 예방적 유지관리가 이루어져야 한다[1]. 도로의 경우 육안식별이 가능하며 상태평가가 지속적으로 이루어질 수 있지만 하수관의 손상이 도로 손상 및 함몰에 직접적인 원인으로 작용하므로 도로에 대한 독립적·개별적인 관점에서의 유지관리보다 종합적인 관점에서 접근하는 통합 유지관리가 필요하다.

본 연구는 이종 시설간의 유지관리 우선순위를 도출하기 위한 기초 연구로, 시설물의 내구연한을 고려하여 유지관리 시기를 도출하고 도로 및 관망의 위상학적 중첩을 고려하여 도로와 관망에 대한 유지보수 방법을 제시하고자 한다.

2. 도로·관망 보수보강 공법 분석

건설공사 표준품셈의 도로·관망에 대한 유지보수 관련 내용을 분석하였다. 본 연구에서는 도로의 포장, 관망의 경우 관에 한정하여 연구를 수행하였다. 포장절단, 절삭 후 아스팔트 덧씌우기, 아스팔트 덧씌우기, 소파보수 등이 도로에 대한 직접적인 유지보수 항목으로 선별하였다. 관망에 대한 직접적인 유지보수 항목은 상수관 세척, 하수관 세정, 관세관, 하수관 준설 등으로 선별하였다.

도로 및 관망을 관리하는 관리 주체와의 인터뷰 및 설문조사 분석 결과, 도로와 관망 등의 시설물들은 시설 관련 부서를 중심으로 독립적으로 관리하고 있다. 또한 시설물에 대한 장기적인 계획을 기반으로 한 방식이 아닌, 결함 발생 시 예산을 세우고 사업을 집행하는 사후보수 성격이 강한 것으로 확인되었다. 도로 하부에 위치한 관망의 유지보수시 도로포장을 제거하고 임시포장을 하는 방식으로 보수를 진행하고 있으며, 각각의 시설물을 독립적으로 유지보수를 진행하는 것 보다 시설물의 중첩 여부를 고려할 경우 절차상 중복되는

유지보수 업무를 줄일 수 있어 효율적인 유지보수 의사결정 가능한 것으로 분석하였다.

3. 도로·관망 중첩 여부 판별 방법

국내의 경우 ‘수치지도 작성 작업 규칙’, ‘지하공간통합지도 제작 작업규정’ 등의 법률 규정을 근거로 인프라시설에 대한 GIS 데이터를 구축하고 있다. 구축된 GIS 데이터와 데이터 테이블 명세서를 근거로 데이터 유무 및 활용성을 분석하고, 선별작업을 선행하였다. 도로 관련 GIS 레이어 중에서 시설물 중첩성 여부 판단에 가장 적합한 도로면 레이어를 활용하였다. 관망 데이터는 선형 형상으로 구축되어 있기 때문에, 데이터의 변형 없이 도로와 관망의 중첩 여부 판별에 어려움이 발생한다. 면과 선의 중첩 여부 판단 시, 중첩 면적과 중첩 위치 등이 현실과 다르게 계산되는 문제가 발생하기 때문이다. 따라서 선형 형상의 관망 데이터를 면 형태로 변환하는 절차를 추가하였다.

관망 레이어의 속성 테이블에서 관의 단면 및 형상에 대한 정보를 추출할 수 있으므로 이 정보를 바탕으로 변환이 가능하다. 도로와 관망의 중첩 여부 판별을 위해서는 지면에 수직 한 방향으로 관의 형상을 사영시켜야 한다. 관의 단면이 원형일 경우 관경 정보를 바탕으로 면 형상을 생성할 수 있으며, 사각단면 관의 경우 가로 방향의 관 단면 길이를 바탕으로 면 형상 생성이 가능하다. 생성한 관망 면 레이어는 Spatial Join 기능을 활용하여 도로에 대한 식별자를 관망에 부여하여 위상이 중첩된 관망과 도로를 판별할 수 있도록 하였다.

4. 중첩을 고려한 유지보수 방법 결정

선행연구[2]에 의하면 시설물의 노후도는 지수함수의 형태로 열화모형을 활용하여 예측할 수 있다. 열화모형의 경우 지수함수 형태의 감소함수로 표현할 수 있으며, 시설물의 상태와 시간에 대한 함수로 정의된다. 도로의 경우 하나의 재료를 사용한다고 가정하고 관련 연구[3]에서 도출된 도로수명을 기준으로 단일 열화곡선을 생성하였다. 관망의 경우 관 재질에 따라 열화곡선이 상이하므로, 대표 재료를 선별하여 GIS 데이터에 포함된 시설물의 물성정보, 설치년도를 바탕으로 시설물별 열화곡선을 도출하고 사용년수를 바탕으로 상태 등급을 산정하였다. 시설물 등급은 ‘시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침’에서 노후도에 대한 5단계의 등급 체계를 제시하고 있으므로 이를 적용하여 시설물 등급을 설정하였다. 시설물 노후도에 영향을 미치는 요인은 다양하지만 본 연구에서는 시설물의 사용연수만을 활용하여 노후도를 도출하였다.

등급에 따른 관망의 유지보수 방법 결정은 공공하수처리시설 노후화 실태평가 및 개선 타당성 조사 연구[4]를 참고하였다. 해당 연구에서는 시설물 등급 5단계를 기준으로 노후 수준에 따른 운전 상태와 조치 방법을 정의한 바 있다. 시설물 성능 최고등급 5, 최저등급 1을 기준으로 3등급에서 부분 보수시 기능 회복이 가능하고 2등급일 경우 교체가 필요한 것으로 분석하였으므로 해당 방법론을 참고하여 관망 등급에 따른 대응을 결정하였다. 도로는 연속적인 시설로 교체가 발생하지 않으므로, 등급에 따라 보수·보강 공법이 달라진다.

도로 또는 관망만 설치된 경우, 도로와 관망이 중첩되어 설치된 경우에 따라 유지보수에 대한 접근 방법이 달라진다. 도로 또는 관망만 있는 경우 해당 시설물 등급에 따라 독립적으로 유지보수 진행된다. 도로와 관망이 중첩되는 경우 유지보수 동시 진행되며 비교적 높은 성능의 시설물에서 낮은 수준의 유지보수가 발생된다.

5. 결론

본 연구에서는 도로 및 관망에 대한 유지관리 업무를 분석하고, 유지보수시 도로·관망 시설물간의 영향 판단을 위하여 중첩 판별 방법을 개발하였다. 시설물의 중첩 여부에 따라 독립적으로 유지보수를 진행할지, 통합유지보수를 진행할지 여부가 결정되게 된다. 향후에는 본 연구를 기반으로 유지관리 공법을 구체화하고 대략적인 물량 정보와 연계하여 유지관리에 대한 의사결정을 고도화 하고자 한다. 추가 연구를 통해서 유지관리 의사결정 지원 방법이 고도화 된다면 보다 효율적인 도시단위의 유지관리가 가능할 것으로 기대된다.

감사의글

본 연구는 과학기술정보통신부 한국건설기술연구원 연구운영비지원 (주요사업) 사업으로 수행되었습니다 (과제번호 20220153-001, 건설정책 및 건설관리 발전전략).

참고문헌

- [1] 이범규, 효율적인 도로유지관리 방안 연구, 대전세종연구원, 2017.
- [2] FHWA, Pavement Preservation Compendium II, 2006
- [3] 지승구, 서종원, “자산관리개념을 접목한 네트워크 방식의 도로시설물 유지관리시스템 개발”, 구조물진단학회지, 제 15권, 제4호, pp.146-154, 2011.
- [4] 이창근, 공공하수처리시설 노후화 실태평가 및 개선 타당성 조사 연구, 환경부, 2019.