

기후변화에 따른 인프라 유지관리 비용 변화

이창준*, 박태일*

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

Study on Cost Estimation of Infrastructure Maintenance according to Climate Change

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 커지고 있으며, 최근 기후변화로 인해 유지관리 비용이 증가하고 있다. 본 연구에서는 기존 인프라 유지관리 비용 산정 방식에 대해 고찰하고, 기후변화에 따른 유지관리 비용 증가와 관련된 연구동향을 분석하였다. 그리고 국내 기후변화 현황과 인프라 유지관리 비용 증가에 영향을 주는 요인을 확인하였다. 우리나라는 전세계 평균 대비 기후변화의 속도가 빠르고 높은 편이며, 기온 상승과 강우 변동성이 인프라 유지관리 비용 증가에 영향을 줄 것으로 예측했다.

1. 서론

인프라는 에너지, 물류 등 사회기반 산업 분야의 생산 효율성을 높이고 국가 경제 성장의 주요한 동력이 되는 시설물이다. 그러나 노후화된 인프라는 규모와 사용자 수를 고려했을 때 사회의 큰 위협요인으로 작용할 수 있다. 우리나라의 주요 인프라는 1970년대에 주로 건설되어 최근 노후화가 급증하고 있으며, 이로 인한 유지관리의 필요성이 증가하고 있다. 노후화로 인해 부식되거나 손상된 인프라는 사고 발생 위험이 높으며, 최근 기후변화와 자연재해로 인해 안전문제가 더욱 중요해지고 있다. 뿐만 아니라 부실한 인프라는 운영 및 유지보수 비용이 증가하며, 이로 인해 기업의 생산성을 저하시키고 경제 발전에 제약을 가할 수 있다. 이러한 이유로, 인프라의 노후화로 인한 유지보수의 필요성은 점차적으로 증가하고 있으며, 이에 대한 적극적인 대응이 필요하다. 노후 인프라에 대한 투자의 필요성은 증대되고 있으나, 최근 코로나 대응 등의 요인으로 재정 마련에 어려움을 겪고 있다. 또한 기후변화와 수요변화 등 유지관리 비용 역시 증가하고 있다[1]. 이에 본 연구에서는 기후변화에 따른 유지관리 비용 증가와 관련된 연구동향을 분석하고, 국내 기후변화와 비용 증가 요인에 대해 분석하였다.

2. 기후변화로 인한 인프라 유지관리 비용

2.1 기존 인프라 유지관리 비용 산정

지방자치단체가 겪고 있는 인프라 유지관리비 예측 및 집행의 어려움을 극복하기 위한 다양한 방안이 제시되고 있다. 현재 인프라 유지관리비는 국토부 건설공사 타당성 조사 지침에 따라 예산이 산정되고 있으며, 국토교통부 건설공사 타당성 조사 지침은 한국개발연구원에서 개발한 ‘도로 및 철도 부분 비용 추정 개정안’을 참고하고 있다. ‘도로 및 철도 부분 비용 추정 개정안’은 2019년을 기준으로 고속도로, 일반국도, 터널, 특수교량에 대한 유지관리 산정 기준을 제시하고 있으며, 국도와 지방도의 유지관리비의 경우 고속도로의 유지관리비를 참고하여 결정된다. 국도와 지방도의 수선 유지비에 소요되는 비용은 고속도로와 동일한 비용이 적용되고 있으며, 국도와 지방도의 대수선비 시 고속도로 대수선 비용의 30%를 적용하여 예산을 반영하고 있다. 현재 도로 시설물 유지관리에 지원되는 국고보조금은 도로 유형에 따라 일률적으로 기준 보조율을 적용되며, 지방자치단체가 처한 환경적 특수성 및 기타 요인에 대한 항목은 고려하지 않고 있다. 뿐만 아니라 기후변화에 따른 유지관리 비용 산정을 고려할 수 있는 가이드라인 또는 지침이 제공되지 않고 있다.

2.2 기후변화로 인한 인프라 유지관리 비용 증가

2.2.1 기후변화로 인한 비용 변화

미국 도로를 대상으로 수행한 연구에 따르면, 매년 대기 중 기온이 0.1도 상승할 때 도로의 유지관리 비용이 약 8% 증가할 것으로 예측하였다[2]. 이란의 도로 시설을 사례로 조사한 연구에서는 대기 중 기온 상승으로 인해 km당 632.49 million Rial에서 최대 1,379.57 million Rial이 발생할 것이라고 예측하였다[3]. 김두연(2015)은 기후변화 시나리오에 따른 온도변화 영향을 고려한 도로 시설물의 유지관리 비용을 추정하였다[4]. RCP 4.5 시나리오 적용 시 누적 유지관리 비용은 평균 1조 4,800억원이 발생하여 20년간 매년 14.2%의 비용이, RCP 8.5 시나리오 적용 시 평균 1조 6,800억원이 발생하여 20년간 매년 29.7%의 비용이 추가될 것으로 예측했다. 유가영(2008)은 우리나라의 지역별 취약성을 평가하기 위한 지표 개발과 그 활용방향을 제기하고자 IPCC(2001)의 기후변화 취약성의 개념 틀을 우리나라에 적용될 수 있도록 조정하여 연구를 수행하였다[5]. 기후노출 부문을 호우, 가뭄 및 열파의 세 가지 세부 요소로 나누어 강수량 및 열파자료를 가지고 총 8개의 지표를 사용하여 최종적으로 시도 수준에서 기후변화에 대한 상대적인 취약정도를 파악하고자 하였다.

2.2.2 국내 기후변화와 유지관리 비용 증가 요인

우리나라의 경우 100년 이상 기상관측자료를 보유한 6개 관측소(서울, 인천, 대구, 분산, 강릉, 목포)에서 측정한 데이터에 따르면 지난 106년간(1912~2017) 우리나라의 연평균기온은 약 1.8도 상승, 전 지구 평균 온난화 0.85 보다 상승세가 뚜렷하다. 연평균 최고 및 최저 기온 변화량은 각각 0.12, 0.24이며, 계절적으로는 겨울(0.25/10년)과 봄(0.25/10년)의 기온 상승이 가장 뚜렷하게 관찰되었다. 과거 30년과 최근 30년 비교시, 여름이 19일 길어지고 겨울이 18일 짧아졌다. 최근 50년간 우리나라 표층 수온은 1.23도 상승하였으며 이는 전세계 평균보다 약 2.6배 빠른 수치이다. 최근 30년간 해수면은 평균 약 2.97mm/년 상승하였으며, 우리나라의 경우 아열대 기후의 영역이 확장될 것으로 예측된다.

기후변화로 인한 강우의 변동성 및 예측의 불확실성 역시 점차 증가하는 추세이다. 기상청에 따르면 최근 40년(1981년~2020년) 연강수량 변화는 크지 않으나 여름철 강수량은 증가하는 추세로, 1960년 이후 서울에서 시간당 60mm 이상의 강한 집중호우 발생 건수 20건 중 2000년 이후 8건이 발생했다. 2000년 이후 집중호우 빈도가 약 27%가 증가한 것으로 확인되었으며, 이로 인한 지역별 피해 규모의 편차가 크게 발생하고 있다. 고온극한현상 일수가 증가하고 있는 현상을 감안하면 기온 상승과 강우 변동성으로 인한 인프라 유지관리 비용 증가는 충분히 고려 대상에 해당된다.

2010년 환경부와 국립환경과학원은 기후변화 적응정책 수립 시 필요한 기후변화 영향평가 및 취약성 분석을 수행할 수 있는 기후변화 적응도구를 개발하였다. 개발된 적응도구는 기후·대기환경 정보 및 사회·경제·지리정보 등을 통합하여, 기후변화영향 및 취약성을 손쉽게 분석할 수 있도록 한 시스템으로, 각종 정보와 취약성 평가결과를 시공간적으로 제공한다. 개발된 적응도구에 탑재된 기후 대기환경 정보는 국립환경과학원에서 수행한 IPCC 시나리오별 2020년, 2050년, 2100년의 미래 전망자료가 포함되어 있으며, 각 정보들을 이용하여 기후노출 및 민감도 등 기후변화 악영향과 적응능력을 평가하고 취약성 분석이 가능하다.

3. 결론

본 연구에서는 기후변화로 인한 유지관리 비용 변화 연구 동향을 분석하고, 국내의 기후변화 현황과 인프라 유지관리 비용 증가에 영향을 주는 요인을 확인하였다. 우리나라의 기후변화 수준이 전세계 평균보다 빠르고 높은 수치를 보이고 있지만 기후변화 영향평가 수준으로만 연구가 되고 있으며, 구체적인 인프라 유지관리 가이드라인이 제공되고 있지 않는 실정이다. 기후변화에 따른 인프라 수명 변화와 시설물별 유지관리 비용 변동성에 대한 연구가 필요하다.

감사의글

본 연구는 과학기술정보통신부 한국건설기술연구원 연구운영비지원(주요사업) 사업으로 수행되었습니다(과제번호 2024089-001, 건설정책 및 건설관리 발전전략).

참고문헌

- [1] 엄근용, 이승우, “노후 인프라 개선을 위한 민간투자사업의 정책 방향”, pp.1-112, 1월, 2021년.
- [2] Chinowsky, P. S., Price, J. C., & Neumann, J. E., “Assessment of climate change adaptation costs for the US road network”, *Global Environmental Change*, 23(4), pp. 764-773, 2013.
- [3] Mahpour, A., & El-Diraby, T., “Incorporating climate change in pavement maintenance policies: application to temperature rise in the Isfahan County, Iran”, *Sustainable Cities and Society*, 71, 102960, 2021.
- [4] 김두연, 김병일, “기후변화 영향을 고려한 도로시설 유지관리 비용변동성 예측 이항모델”, *대한토목학회논문집 제 35권 5호*, pp. 1165-1171, 10월, 2015년.
- [5] 유가영, 김인애, “기후변화 취약성 평가지표의 개발 및 도입방안”, *기본연구보고서*, pp. 1-97, 2008년.