

정수 및 하수처리장 재난복구시스템 구축 현장 적용성 평가

윤영한^{*†}, 곽필재^{*}, 김형도^{**}, 최준석^{*}, 강성원^{*}

^{*}한국건설기술연구원 환경연구본부, ^{**}한국건설기술연구원 건축연구본부
e-mail:yoyoon74@kict.re.kr

Field evaluation for applicability of water and wastewater treatment plant disaster recovery systems

Younghan Yoon^{*}, Pill-Jae Kwak^{*}, Hyoung-Do Kim^{**},
June-Seok Choi^{*}, Sungwon Kang^{*}

^{*}Dept. of Environmental Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

^{**}Dept. of Building Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

요약

정수 및 하수처리장과 같은 환경기초시설에 대하여 홍수 및 지진과 같은 환경재난 발생시 피해 발생 후 신속한 복구를 위한 의사결정 시스템 기술개발이 수행되고 있다. 자연재난 발생으로 환경기초시설의 기능회복이 지연되면 환경오염 및 공중보건에 위협을 받을 수 있고 국민 복지에도 영향을 줄 수 있다. 국가에서는 풍수해, 지진 및 해일, 산사태 등과 같은 재난으로부터 피해저감을 위한 매뉴얼을 기관 및 현장별로 마련하여 피해 및 복구 최소화를 위한 행동요령은 구축하였으나 빠른 의사결정을 통한 신속한 복구 시스템 및 관련 기술은 부족한 실정이다. 본 연구에서는 환경기초시설에 대하여 지진 및 침수 피해 발생시 신속한 복구를 위하여 시설물 별로 취약도 기반으로 보수 우선순위를 제시하는 의사결정 지원 시뮬레이션을 개발하고자 하였다.

1. 서론

자연재난으로부터 비교적 안전했던 우리나라는 최근 지진 및 홍수 등의 발생빈도가 증가했고 그 피해와 피해에 대한 복구비용도 점차로 증가하였다. 최근 10년간 피해액 및 복구금액은 2012년도까지 증가하다가 2013년 기점으로 큰 폭으로 감소하였으나 2016년부터 지속적으로 다시 증가하는 추세를 나타나고 있고 공공시설물의 2020년도 피해액은 11,747억원에 이르고 있다. (2021 재해연보)

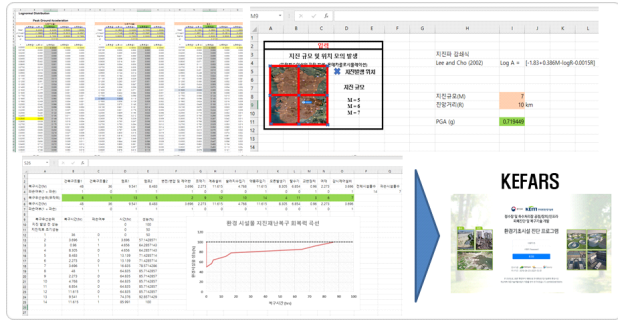
정수 및 하수처리 시설은 도시 기능의 유지를 위해서 필수적인 사회기초시설로서 최근 발생빈도가 증가되고 있는 자연재해에 의해서 피해복구가 지연되면 수인성 전염병 유행 등의 공중보건 및 위생 기능 유지에 큰 영향을 받을 수 있다. 이러한 피해를 저감하기 위하여 시설물에 대하여 재난 발생에 따른 신속한 피해복구 의사결정 지원시스템 기술개발의 필요성이 제시되었다..

재난피해 발생시 환경시설물에 대한 신속한 복구를 위해서는 피해발생 후 빠른 피해진단과 시설물에 대한 최적 복구 우선순위를 제시할 수 있는 기술적 지원이 필요하다. 본 연구에서는 시설물의 자산별로 위험 노출도, 민감도, 적응능력 기반의 취약도를 도출하고 이를 기반으로 주요 시설물의 재난피해에

대한 중요시설별 파손확률을 반영한 구조물 취약도 평가 로직을 구축하였고 현장으로부터 계속된 미소진동 계측으로 재난피해복구 우선순위 평가 시스템을 개발 중에 있다.

2. 시설물 취약도 평가

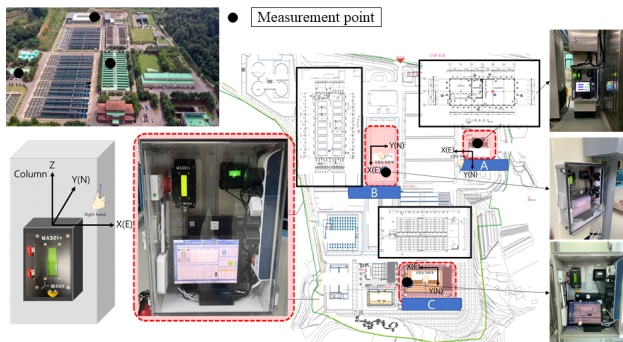
시설물의 취약도를 도출하는 방법으로는 실무 운영자 및 전문가에 의한 재난피해 취약자산 식별 및 영향도 평가방법과 시설물의 재난에 대한 자산별 노출도, 민감도, 적응능력을 고려한 취약상태를 등급화시키는 방법이 제안될 수 있다. 전자는 전문가의 주관적인 결과가 반영되기 쉽고 후자는 시설 중요도가 배제된 데이터 기반의 객관적인 결과가 반영될 수 있다. 본 연구에서는 표준화에 의한 취약도지수를 개발하였고 이를 기반으로 미소진동계의 최대지반가속도(Peak Ground Acceleration, PGA)에 따른 시설물별 파손확률과 시설물의 중요도를 이용하여 평가하였다. 구조물별 취약도는 매트릭스 형태로 시설물별 파손확률과 시설물의 중요도(각 시설물의 내구연한, 내용연수, 노후도 평가 정보 등 활용) 및 노후도 정도(등급 또는 경과연수 활용)에 따른 취약도 곡선으로 정의될 수 있다.



[그림 1] 시설별 재난(지진)규모기반 재난 상황 모의 시스템 구축

3. 미소진동계 센서 설치 및 운영

시설물에 대하여 미소진동의 측정을 위하여 K 정수사업소와 S 폐수처리장의 주요 처리공정별로 설치하였다.[그림 2] 미소진동 계측값은 실시간으로 미니시드(mini-SEED) 파일로 저장되도록 프로그램화 하였고 원격 감시를 위하여 외부 접속이 가능한 통신모듈을 설치하였다. 각 시설물 별로 송풍기, 이송펌프, 교반 모터, 자동개폐 밸브 등의 작동에 의해서 고유 진동수가 측정되었고 미소진동과의 중첩 및 교란을 피하기 위하여 배제시켰다.



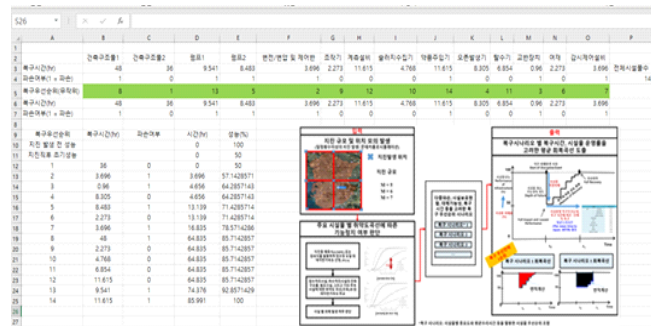
[그림 2] 시설별 지진동 계측 위치 선정



[그림 3] 환경재난 계측 센서 시스템 (좌: 미소지진동 센서, 우: 변이 감지 센서)

4. 환경재난복구모의 방법론 개발

의사결정 지원 시뮬레이션의 개발을 위하여 재난 상황 모의에 대한 복구 우선순위 도출될 수 있도록 엑셀기반의 툴을 적용하였다. 모의는 1) 시설별 취약도 곡선 정의, 2) 지진모의 발생 및 지진파 감쇠, 3) 노후도를 고려한 시설별 파손상태 결정, 4) 시설물 별 복구시간과 복구우선순위에 따른 회복곡선 산정의 순으로 진행된다. 시설물 별 복구시간과 복구 우선순위에 따른 회복곡선 산정은 시설물의 파손상태에 따라 시설물별 복구시간(평균수리시간(MTTR), EPA)과 복구 우선순위에 따른 회복곡선이 산정되어 몬테카를로 시뮬레이션을 통한 지진 규모, 피해 등 모의 반복 수행으로 평균적 결과가 도출된다.



감사의 글

본 연구는 환경부의 재원인 한국환경산업기술원의 환경시설 재난재해 대응기술개발사업(2022002870001)의 지원을 받아 연구되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] ㈜지엔씨환경솔루션, "환경시설(정수 및 하·폐수) 재난 유형별 피해 진단 및 복구 통합패키지 기술개발 연차보고서", 한국환경산업기술원, 2022
- [2] Do-geun Yoo et al., "Generation of Benchmark Problems for Optimal Design of Water Distribution Systems", Water, Vol. 11, No. 8, 2019
- [3] 윤희한 외, "환경기초시설물 재난위험도 평가를 위한 미소진동계 활용 사례 연구", 2023 한국산학기술학회 춘계 학술대회 논문발표집, 2023
- [4] Jungsu Park et al, "Ensemble Model Development for the Prediction of a Disaster Index in Water Treatment Systems, Water, 2020