

2차원 확산파 해석모형을 통한 침사지검 저류지의 친환경 조립식 빗물침투저류시설 적용 타당성 분석

Feasibility Analysis on the Application of Eco-friendly Prefabricated Rainwater Detention System in Grit Chamber and Permanent Pond by the Two-dimensional Diffusion-wave Analysis Model

김호진¹ · 최희용² · 이태규³ · 최형길^{4*}

Kim, Ho-jin¹ · Choi, Hee-Yong² · Lee, Tae-Gyu³ · Choi, Hyeonggil^{4*}

Abstract : In this study, a numerical analysis was conducted using a two-dimensional diffusion-wave analysis model to analyze the validity about the application of eco-friendly prefabricated rainwater detention system in grit chamber and permanent pond. As a result of the analysis, it is confirmed that the flood prevention effect, such as a decrease in peak flow rate and a delay in peak time, is excellent, so it is considered reasonable to apply eco-friendly prefabricated rainwater detention system in grit chamber and permanent pond.

키워드 : 친환경 빗물침투저류시설, 침사지검 저류지, 확산파 해석 모형

Keywords : eco-friendly rainwater detention system, grit chamber and permanent pond, diffusion wave analysis model

1. 서론

최근 기후변화에 의한 위험기상의 발생이 지속적으로 증가하고 있으며, 특히 홍수 발생으로 인한 인명 및 재산 피해의 비율이 높게 나타나고 있다. 국립재난안전연구원에서 10년 간('08~ '17) 자연재해 유형별 피해건수와 인명 및 피해액을 분석한 자료에 따르면 자연재해 발생건수 총 3,751 건 중 홍수로 인한 피해가 40.5%로 가장 많이 발생하였으며, 피해액 또한 전체 1,658bn 달러 중 태풍과 홍수가 41.7%, 21.9%로 가장 높은 비율을 차지하고 있다. 우리나라도 태풍과 집중 호우의 발생 빈도와 피해가 매년 증가하고 있다. 이와 같은 원인은 국토의 대부분이 산지로 이루어져 있어 유출이 빠르게 발생하고 급격한 도시화로 불투수면적의 증가, 기후변화로 인한 강우 패턴의 변화 등으로 알려져 있다. 특히, 기후변화로 인한 강우패턴의 변화가 뚜렷하게 나타나는데, 여름철 강수량은 1970년대 616.0mm에서 2000년대 770.2mm로 1.2배가 증가하였으며, 일 80mm 이상 강수일수는 1.6배나 증가하였다[1,2]. 이러한 기후변화에 의한 홍수에 대응할 수 있는 빗물 관리 시스템의 일환으로 빗물침투저류시설이 개발되어 설치되고 있다. 이에 본 연구에서는 2차원 확산파 해석모형을 이용하여 침사지검 저류지(경기도 수원 소재)의 친환경 조립식 빗물침투저류시설 적용 타당성을 확인하고자 한다.

2. 해석 개요

본 연구의 수치해석 방법은 표 1에 나타내었다. 저류지의 홍수조절 방식은 하도내 저류(On-line) 방식을 선택하였으며 영구저류조 1개소를 설치하는 것으로 계획하여 설계빈도는 80년을 기준으로 해석하였다. 제방의 원류 및 붕괴에 따른 홍수파가 제내지로 전파되는 경우에는 관성력의 향이 압력, 마찰력, 중력의 향과 비교하여 그 중요도가 작게 나타나는 물리적인 특성을 고려하여 2차원 천수방정식을 기본 식으로 하였으며, 이를 확산형 방정식으로 근사화한 홍수확산 모형을 가상 및 실제유역에 적용하였다[3]. 수치해석은 홍수조절부에 친환경 조립식 빗물침투저류시

표 1. 수치해석 방법

구분	내용
상하류단 경계조건	- 상류 유역 유입유량 이용 - 원형관 한계흐름 및 오리피스 흐름 조건 이용
최소 계산시간	- 0.000001 sec
해석 모형	- 2차원 확산파 동역학적 수리 모델 (DHM model)
적용 수리 인자	- 저류지 면적 : 70 m x 18 m - 격자수 : 1,260 개 - 격자크기 : 1 m x 1 m

1) 경북대학교 건설환경에너지공학부 박사과정, 한국화학융합시험연구원 대구경북지원센터 책임연구원
 2) ㈜클레이맥스 대표이사
 3) 세명대학교 소방방재학과 조교수
 4) 경북대학교 건설환경에너지공학부(건축학부) 부교수, 교신저자(hgchoi@knu.ac.kr)



그림 1. 조립식 빗물침투저류시설 블록

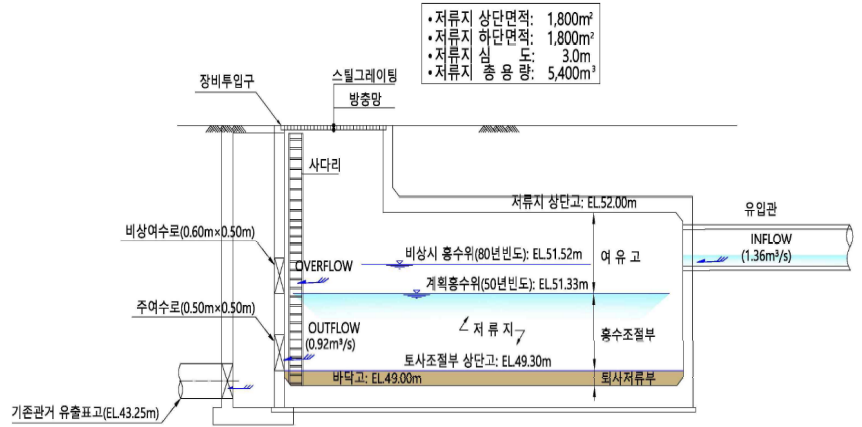


그림 2. 영구저류조 단면개념도

설을 설치하는 것으로 가정하였다. 이때 빗물침투저류시설의 투수성 블록(그림 1)은 공극률 70%로 고려하였다. 영구저류조 단면개념도는 그림 2에 나타내었다.

3. 해석 결과 및 고찰

2차원 확산과 해석모형 적용에 의한 저류지 유출에 대한 수치해석 분석 결과(그림 3)는 다음과 같다.

- (1) 침투유량이 0.92 m³/s로 감소하였으며 침투 시간도 지연되는 효과를 보여 홍수예방 효과가 우수할 것으로 판단된다.
- (2) 저류지 최대수심은 2.583 m로 나타났는데, 이는 하류 상부유출구 수심 이하로 매우 안정한 수심을 나타내고 있다.
- (3) 최대 유입유량은 1.36 m³/s로 친환경 조립식 빗물침투저류시설 적용 전, 최대 유입유량 1.28 m³/s 보다 높게 나타났다.

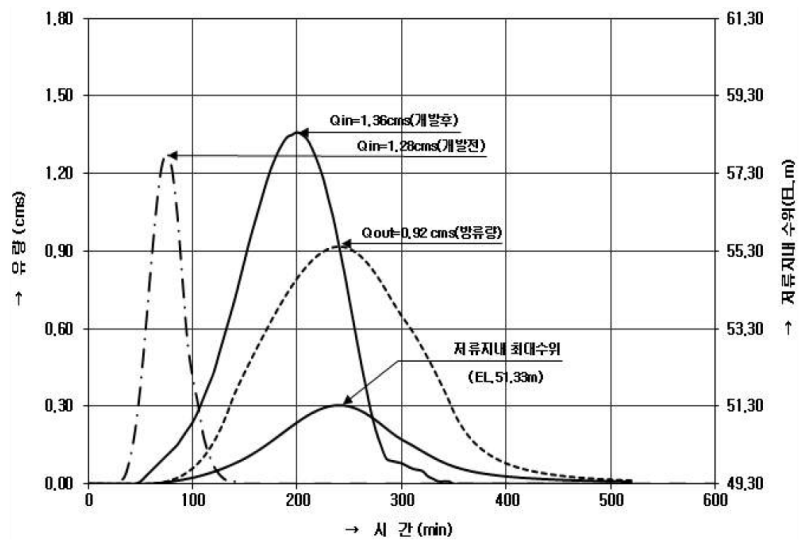


그림 3. 저류량 곡선 및 홍수 추적

4. 결론

본 연구는 침사지점 저류지에 친환경 조립식 빗물침투저류시설 적용 타당성을 분석하기 위해 2차원 확산과 해석모형으로 수치해석을 실시하였다. 분석 결과, 침투유량의 감소, 침투시간의 지연 등 홍수예방 효과가 우수할 것으로 판단되어 침사지점 저류지에서 친환경 조립식 빗물침투저류시설의 적용은 타당한 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부(국토교통과학기술진흥원)의 국토교통지역혁신기술개발사업(22RITD-C164562-02)의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. World Disaster Report. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. 2018.
2. 재난·재해 국내의 유형별 사례분석과 안전관리 대응 ITC융합 R&D 전략. 지식산업정보원. 2020.
3. 박재홍. MPI 기법을 이용한 병렬 홍수침수해석. 한국수자원학회. 2014. 47권 11호. 1051-1060.