

접수번호	※ 해당 없음
------	---------

「제7회 PVC ECO I·D Award 2021 공모전」

아이디어 및 디자인 기획서

□ 참가자 정보				
성명	김민재	임지환	전민석	-
학교명 / 회사명	KAIST	건국대학교	연세대학교	-
작품명	CAVlock: Collapsible, Affordable, Versatile flood Block system			

* 참가자가 회사 작품으로 제출할 경우 회사명 작성. 학생이 아닌 일반인일 경우 '일반'으로 기입

□ 기 획 서	
제안 배경	<p>기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC)의 제 4 차 보고서(2007)는, 지구온난화로 인해 연 평균 기온이 상승함에 따라 대기 중 수증기 양이 크게 증가했고, 이에 따라 대규모 집중호우의 가능성이 높아짐을 지적하고 있다. 실제로 국내 여름철 강수량은 1980 년대 700mm 이하였으나 2000 년대에서는 750mm 이상으로 증가하였고, 시간당 30mm 이상의 집중호우성 강수의 발생빈도는 지난 40 년 간 70% 이상 증가하기도 했다.(기상청, 2011) 이러한 집중호우성 강수의 빈도 증가 및 절대강수량 증가로 인해, 2018 년에만 1,200 억 원의 재산피해가 발생하기도 했다.(한국기후변화평가보고서, 2014)</p> <p>특히, 개발 가능한 토지가 한정된 국내의 경우 거주 형태가 도시화되어 있는 특성이 있으며, 도시화에 따른 중규모 순환과 열섬 현상으로 인해 여름철 풍하측 강수가 최대 17%까지 증가할 수 있다.(Atkinson, 1971; Huff and Changnon, 1972) 결국, 북태평양 고기압과 대륙 고기압의 수축과 확장에 기인하는 국내 장마의 불규칙성, 높은 도시화율과 그에 따른</p>

열섬현상 형성으로 인한 집중호우 강수량 증가 등, 시공간적 강수특성의 변화로 인해 국내 집중호우성 강수 피해가 더욱 크다.(김필식, 이재혁, 2013) 지자체 하수처리 능력을 초과한 강수에 따른 건물 침수 피해 사례 증가함에 따라 정부에서는 2013 년 침수 피해 저감을 위해 『건축물의 설비기준 등에 관한 규칙』제 17 조의 2(차수설비)을 공포하여 차수설비의 설치를 의무화하였다.

한편, 이러한 차수설비는 그 설치방식에 따라 고정식, 이동식, 전동식, 지주식으로 분류된다. 그러나 고정식, 지주식, 전동식 차수판은 설치비용이 1 m²당 평균 단가 60 만 원에 달하며(군산시, 2013), 고정식의 경우 설치 장소에 대한 제약이 따른다.

상기의 이유로 인해 영국의 경우와 같이 고정형 차수판을 설치하는 것은, 장마철 강수피해의 대부분이 국지성 집중호우에 해당하는 국내 특성 상 설치 비용이 많이 들고 그 효용성이 낮다. 따라서 국내에서는 이동성 차수판의 효용성이 크고, 다양한 형태의 이동형 차수판이 개발되어 왔다.(정인수, 오은호, 2018; Jung, I. S., 2018; Ľubomír ŠOOŠ, et al., 2016)

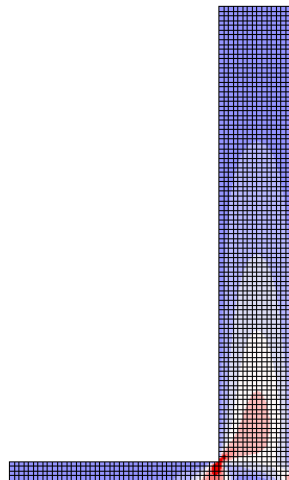
그러나 이러한 차수판들은 첫째로 기정의 형태를 가져, 대부분이 선형으로만 설치할 수 있으며, 곡률이 있는 차수판 또한 정해진 형태로밖에 설치할 수 없다. 둘째로, 별도의 지지대를 펴야 하는 등 설치가 복잡하고 무거우며, 기계적 구성요소가 많아 장기 내구성이 떨어진다. 이뿐만 아니라, 이동형 차수판의 경우에도 단위길이(1m) 당 차수판 설치비용이 25 만원에 달하는 등, 경제성 또한 떨어진다.

이에 본고에서는 기존 차수막이 갖는 상기의 세 가지 단점을 보완하는, 다능적(versatile)이고 보관이 용이하며(collapsible), 저렴한(affordable) 이동형 차수판을 제안한다.

세부 내용

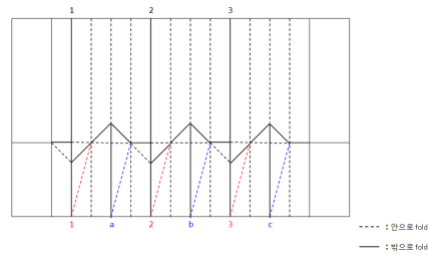
본 이동형 차수판은 집중호우 등에 의한 돌발침수에 대응하여 지하시설 또는 취약시설로의 급류를 막거나 혹은 맨홀 등의 역류에 있어 용출되는 물의 전파를 막기 위한 것이다. 이를 위해, 차수판은 지지대 역할을 하는 구성판^①과 차수 기능을 갖는 차수막^②으로 이루어져 있다.

첫째, 구성판은 높은 인장강도를 갖는 PVC 소재를 활용해 제조되는데, 전반적으로 L자 형태를 갖는다. 차수판이 수압을 인가받는 경우, 그 응력과 변형률에 대한 유한요소해석(Finite Element Analysis) 결과는 그림 1 과 같다.(구성판의 연직방향 압력분포의 시인성을 개선하기 위해 비율을 조정함)

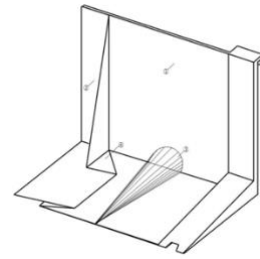


[그림 1] L자형 구성판에 대한 유한요소해석 결과(변형률)

그림 1 에서 볼 수 있듯, 수압이 인가되는 경우에서의 인가압력은 구성판이 꺾이는 부분에서 최댓값을 가지게 된다. 이러한 기계적 취약성을 구조적으로 개선하기 위해, 본 차수판에서는 구성판에 원뿔형 주름부^③를 추가하였다. 이러한 경우, 수압을 인가받는 면적이 넓어지면서 응력을 크게 줄인다.

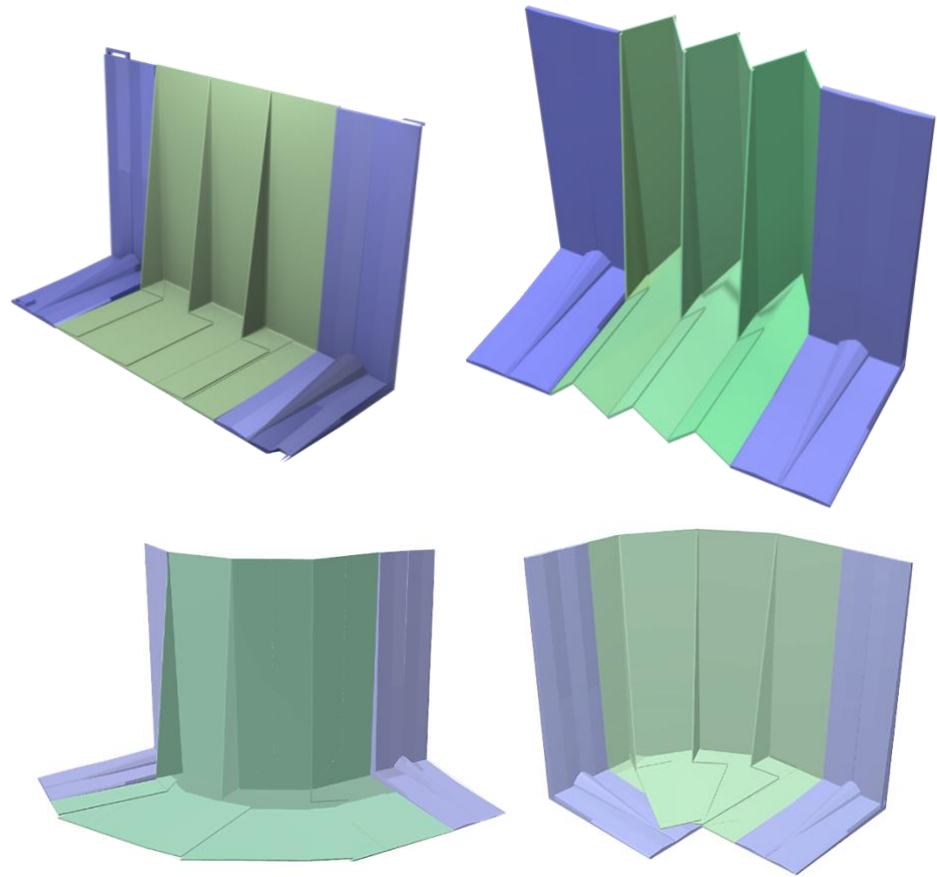


[그림 2] 차수막의 접힘패턴.



[그림 3] 차수판의 구조 개요도

둘째, 차수막은 PVC 방수포로 제조되는데, 이 때 본 차수판에 다능성(versatility), 보관의 용이성(collapsibility)을 부여하기 위해 고유의 접힘패턴^④을 부여한다. 상기의 두 가지 요소로 만들어지는 차수판의 개요도를 그림 3에 나타내었다. 그림 2의 적색, 청색 사선은 본 차수막에 곡률을 부여할 수 있다. 적색 사선을 이용하면 양의 곡률(convex)을 줄 수 있고, 청색 사선을 이용하면 음의 곡률(concave)을 줄 수 있다. 각 사선은 접힐 때마다 $\pm 30^\circ$ 의 곡률을 부여할 수 있으며, 3개의 사선을 모두 이용하는 경우 최대 $\pm 90^\circ$ 의 곡률을 줄 수 있다. 또한 어떠한 사선도 이용하지 않는 경우, 기존의 차수판과 같이 직선형 차수 기능을 제공한다. 한편, 양의 곡률을 부여하여 기습 침수를 빠르게 배수할 수 있고, 음의 곡률이 부여되는 경우 맨홀 역류 등의 용출수를 가두어 놓을 수 있다. 이러한 다능적 사용의 예시를 그림 4에 나타내었다. 노면수의 저장에 의한 수압은 접힘패턴에서의 삼각형 날개로도 분산되며, 이를 통해 인가압력에 대응할 수 있다.



[그림 4] 이동형 차수판의 다능성. 좌측 상단부터 시계방향으로 각각 선형, 보관, 오목(concave), 볼록(convex)모드. 이 때 차수막은 연두색, 구성판은 보라색으로 나타내었다.

이뿐만 아니라, 그림 2 에서의 검정색 점선들을 이용하면 차수판의 보관이 용이하도록 공간을 절약할 수 있다. 이 때 차수판의 너비는 120cm(접침패턴을 완전히 개방)에서 45cm 으로 약 63% 감소된다. 이는 기존 차수판 제품(K2 Safety "수마기") 에 비해 공간효율성지수(보관공간 대비 사용공간의 비)가 2.67 배에 달해, 높은 보관용이성을 갖는다. 이와 같이, 본 차수판은 독특한 접침패턴을 부여함으로써 다능성과 보관 상 용이성을 모두 잡았다.

상기의 구성판과 차수막, 두 가지 요소로 구성된 차수판은 구성요소들을 열접합 또는 화학접합하여 생산된다. 이 때, 차수막이 구성판을 모두 덮은 상태에서 접합이 이루어지고, 따라서 구성판과 차수막 간 접합부의 기계적

	<p>강도를 크게 개선할 수 있다. 이뿐만 아니라, 생산 공정이 간단하여 기존 제품들보다 현저히 저렴하다는 장점을 갖는다. 일례로, K2 Safety “수마기”의 경우 18 만원 수준이고, NOAQ Boxwall Flood Fighting System 은 약 20 만원(5,500 바트) 수준이다. 그러나 본 제품의 경우, 생산단가가 2 만원 이하로 기존 제품의 1/10 수준이다.</p> <p>한편, 물이 차오르는 경우 차수판은 수압에 의한 힘과 토크를 인가받는다. 이 때 수평방향으로 작용하는 수압은, 수직방향으로 작용하는 수압에 의해 발생하는 수직항력에 의한 마찰력으로 상쇄된다. 이는 정적 조건을 가정한 물리학적 계산에 기반한 것으로, 고무-아스팔트 마찰계수를 보고된 값인 0.85 를 상정하여 계산하였다.(Bahri, 2016) 한편, 차수판이 넘어가는 방향으로 작용하는 수압에 의한 토크는, 수직방향으로 작용하는 수압에 의한 토크로 인해 상쇄된다.</p> <p>본 차수판은 높은 다능성과 보관 상 용이성, 그리고 경제성을 기반으로 여름철 집중호우성 강수에 의한 피해를 줄이는 데 널리 사용될 수 있다. 특히, 침수 취약시설로 분류되는 지하주차장, 지하철 역사 등을 비롯해, 건물 출입구 등에 설치되어 노면수의 월류를 방지한다. 이뿐만 아니라, 곡률을 부여함으로써 하여 맨홀 등의 역류에도 신속하게 대응할 수 있어, 수난에 의한 피해를 획기적으로 감소시킬 수 있다.</p>
기대 효과	<p>본 PVC 재질의 이동형 차수판은 다능성, 보관 상 용이성, 그리고 경제성에 기반하여, 물 재해에 의한 피해를 크게 줄일 것으로 기대된다. 2009 년부터 2018 년까지 발생한 자연재해 피해액 3 조 6,281 억 원 중 94%에 달하는 3 조 4,380 억 원이 물 관련 재해로 발생하였다.(국회입법조사처, 2020) 대부분의 침수피해가 지형적 요인과 배수처리 등 내수에 의한 것임을 고려할 때, 각 시설에 대한 월류방지 조치를 통해 대부분의 피해를 예방할 수 있다.(서울시정연구원, 2006) 차수판의 설치는 매우 경제적이고 효과적인 수재해 피해저감 조치로, 폭우재해와 해수면상승재해에 대한 대표적 도시계획적 대책으로 꼽힌다.(국토연구원, 2016) 특히, 차수판의 설치는 시가화되어있는 지역에 특히 효과적으로, 도심 침수가 빈번한 한국 기후에 부합한다.(국토교통부, 2014) 이에 인천광역시를 비롯한 각 지자체들은</p>

	<p>내수재해 위험지구 등에 차수판 상시 구비를 규정해두고 있다.(인천광역시, 2020)</p> <p>결국, 본 이동형 차수판을 통해 각종 침수위험 민간/공공시설에 대한 침수 피해를 획기적으로 줄일 수 있을 것으로 보이며, 궁극적으로는 연간 7-8000 억 원에 달하는 국지성 호우에 의한 피해복구비용 또한 절감할 수 있을 것으로 기대된다.</p>
--	--

※ 기획서 작성 시 유의 사항

- 기획서 분량 제한은 없습니다.
- 아이디어 작품의 스케치 파일은 필요시 별도 첨부하고, 디자인 작품은 이미지 파일(JPG 형식)은 필수로 첨부하시기 바랍니다. (첨부파일 업로드 용량은 10MB를 초과할 수 없습니다.)
- 아이디어 및 디자인 기획서는 작성 후 PDF파일로 변환하여 이미지 파일과 함께 압축해서 업로드 하시기 바랍니다.