

제방월류위험성 저감을 위한 투명홍수방어벽 개발에 관한 연구

박영진^{1*}, 김수영², 이규원³, 김지호⁴, 최주환⁵

¹서일대학교, ²한국건설기술연구원, ³동부엔지니어링, ⁴하존이앤씨, ⁵대도엔텍

A Study on Development of Glass Flood Wall Technology for Reducing the Risk of Levee Overflow

Youngjin Park^{1*}, Sooyoung Kim², Gyuwon Lee³, Jiho Kim⁴, Juhwan Choi⁵

¹Seoil University

²KOREA INSTITUTE of CIVIL ENGINEERING and BUILDING TECHNOLOGY

³Dongbu Engineering

⁴Hajon Engineers and Consultants Co., Ltd.

⁵DAEDOENTEC

요약 최근 기후변화에 따른 이상기후로 인해 홍수나 태풍, 집중호우 등에 의해 수재해가 증가하고 있다. 또한, 급격한 도시화에 따라서 저지대 지역의 수재해 증가로 인한 국민의 재산과 인명 피해가 커지고 있어 국민의 안전을 지킬 수 있는 수재해 방지기술의 필요성이 증대되고 있다. 하천의 여유고가 부족한 도심지의 경우 콘크리트 파라펫 등에 의해 홍수를 방어하고 있으나, 심미적 욕구 증가로 조망권과 경관성을 중시하게 되어 이를 만족시킬 수 있는 투명홍수방어벽 기술 개발이 필요한 상황이다. 본 연구에서는 여유고가 부족한 제방 마루부에 설치되는 투명홍수방어벽의 구조적 안정성 개선을 위해 기존안과 개선안에 대하여 수치모의를 수행하였다. 수치모의는 CFX모형을 사용하고, 유체구조연성해석과 SST모델에 의한 난류흐름을 검토하였다. 연구 결과 기존 투명홍수방어벽 대비 개선안이 지지부에서 최대 응력을 72% 저감하는 것으로 나타나 구조적인 안정성이 크게 향상시키는 것으로 나타났다. 향후 개선된 투명홍수방어벽을 현장에서 적용하는 경우, 하천변 저지대 지역 국민의 재산과 인명을 보호하고, 조망성과 경관성을 확보하면서 구조적 안정성도 확보할 수 있으리라 판단된다.

Abstract Recently, water disasters due to floods, typhoons, and heavy rain have increased due to abnormal weather caused by climate change. In addition, due to rapid urbanization, the damage to people's lives and property is increasing because of the increase in water disasters in low-lying areas, and the need for water disaster prevention technology to protect people's safety is increasing. In urban areas with insufficient levee freeboard, floods are protected with concrete parapets, but as aesthetic needs increase, emphasis is placed on view rights and scenic views, and there is a need to develop glass flood wall technology that can satisfy these needs. In this study, numerical simulations were performed on existing and improved plans to improve the structural stability of glass flood wall installed levees with insufficient freeboard. The CFX model was used for the numerical simulations, and turbulent flow was reviewed using fluid-structure coupling analysis and the SST model. Compared to the existing glass flood wall, the improvement plan reduced the maximum stress at the support by 72%, significantly improving structural stability. If the improved glass flood wall is applied in the field, it will be possible to protect the lives and property of people in low-lying areas near rivers, secure views and landscapes, and secure structural stability.

Keywords : Flood, Flood Barrier, Glass Flood Wall, CFX, Von Mises Stress

이 논문은 행정안전부 재난안전산업 기술사업화지원(R&D) 사업의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2023-00247279).

*Corresponding Author : Youngjin Park(Seoil University)

email: profpark@seoil.ac.kr

Received October 10, 2023

Accepted November 3, 2023

Revised November 2, 2023

Published November 30, 2023

1. 서론

최근 기후변화에 따른 이상기후로 인해 홍수나 태풍, 집중호우 등에 의해 수재해가 증가하고 있다. 국내의 경우 여유고가 부족한 도심지역에 콘크리트 파라펫을 설치하고 있으나 심미적 욕구 증가로 조망권과 경관성을 확보하여야 하므로 투명홍수방어벽 기술 개발이 중요한 시점이다.

Song 등(2011) 홍수벽을 월류하는 흐름에 의해 제방 정부가 침식되어 홍수벽이 파괴되는 현상을 방지하기 위해 월류벽에 공학적인 형상을 추가한 표면을 개발하여 침식을 방지하는 기술에 대하여 실험 및 수치모의를 수행하였다. 그 결과 홍수벽 표면에 보호 구조물을 제공함으로써 제방의 내식성을 상당히 줄일 수 있음이 밝혀졌다. 또한, 제방을 월류 하더라도 홍수벽을 통해 제방 붕괴의 규모를 감소시키고 시간을 지연할 수 있음을 도출하였다[1].

Hu 등(2014)은 홍수벽을 대상으로 하여 수치해석을 수행하였다. 홍수벽 하단의 모래의 전단강도를 측정하기 위해 표준 침투 시험 (SPT) 데이터가 사용되었다. 물에 의한 하중이 변화하는 상황에서 벽의 변형, 반력(모멘트 및 전단력)의 측면에서 벽 성능을 분석하였다. 그 결과 콘크리트 벽의 무게, 폭 및 구조적 강성은 벽의 안정성을 향상시키고 벽의 변형을 감소시킬 수 있는 영향인자인 것으로 나타났다[2].

Kim 등(2014)은 부유식 태양광 발전구조물이 파랑에 의해 구조물에 발생하는 변형과 응력을 유체-구조 연성 해석을 통해 모의하였다. 부유구조체 2개가 연결되어 있을 때 파랑의 변화에 따라 최대응력이 발생하는 위치와 크기가 변화하였다. 고정된 구조물이 아닌 물위에 떠있는 부유체에 대해서 유체-구조 연성해석을 하여 해석이 가능함을 보였다[3].

van der Meer, Roos(2018)는 유리홍수방어벽에 사용되는 유리의 화학적, 기계적 및 물리적 특성, 기하학적 한계 등에 대한 분석을 수행하였다. 유한요소모델을 이용하여 물의 하중과 충격하중에 대해 유리에서 발생하는 응력을 모의하였고, 유리홍수방어벽이 충분히 안전할 수 있음을 확인하였다. 그 결과 유리 재질 자체가 가지는 불확실성과 강도에 영향을 미치는 많은 요인들이 있다는 것을 나타내었다. 취성재료에 대한 충격 모델링은 매우 복잡하고 시간이 많이 소요되어 임계충격하중에 기본 스프링 모델이 사용되었는데 한계가 있음을 설명하였다[4].

국내의 경우에는 투명홍수방어벽에 대한 연구를 통해

구조적 안정성을 검토한 사례가 없는 실정이다.

2. 투명홍수방어벽 개발

파라펫과 같은 홍수방어벽은 높이 1미터 내외의 높이로 설치하므로 하천이나 호소의 경관을 심각하게 훼손할 수 있고 거주 주민의 조망권을 침해하여 많은 민원이 발생하고 있는 실정이다.



Soseokcheon Stream, Yangsan-City

Fig. 1. Application of Glass Flood Wall

하천의 범람을 방어하는 투명홍수방어벽은 제방고를 높여 저지대의 침수를 방지하고, 투명재질을 사용하여 경관성을 높일 수 있다. 투명홍수방어벽은 기본적으로 1.0m(H) x 2.0m(L) 규격에 재질은 2중 방호유리와 STS 지주로 구성된다. 본 연구에서는 투명홍수방어벽의 개선을 위한 설계와 제작을 수행하면서 수치모의를 수행하여 구조적 안정성을 검토하였다.

3. 수치모의

3.1 수치모의 기본이론

하천의 홍수 흐름은 하나로 특정하기 어렵고 구조물 형태에 따라 작용하는 특성이 복잡하고 변동성이 크다. 따라서, 흐름특성과 구조물의 응력을 동시에 해석할 수 있는 유체-구조 연성해석을 통해 분석하는 것이 타당하다고 판단하였다.

해석에 사용된 CFX는 ANSYS사의 상용 3차원 수치 해석 프로그램으로, 불규칙 사면체 격자를 사용하여 복잡한 형상 및 조립부품들의 형상 구현이 용이하고 경계 조건 설정의 자유도가 높아 원하는 경계조건을 설정하기 용이하다.

또한 ANSYS의 구조해석 모듈과 상호연동이 가능하

여 유체구조연성해석(FSI)이 가능하다. CFX도 다른 3차원 유체해석 프로그램과 동일하게 연속방정식과 운동량 방정식, 에너지 방정식이 지배방정식이다[5].

(1) 연속방정식

연속방정식은 흐름의 특성에 따라 아래와 같이 주어진다.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{U}) = 0 \quad (1)$$

여기서, ρ : Density, \mathbf{U} : Vector function(= $\mathbf{U}(x, y, z)$),

$$\nabla \cdot \mathbf{U} = \frac{\partial U_x}{\partial x} + \frac{\partial U_y}{\partial y} + \frac{\partial U_z}{\partial z}$$

(2) 운동량 방정식

운동량방정식은 흐름의 특성에 따라 아래와 같이 주어진다.

$$\frac{\partial(\rho \mathbf{U})}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{U} \otimes \mathbf{U}) = -\nabla p + \nabla \cdot \tau + S_M \quad (2)$$

여기서, S_M : Momentum source, \otimes : tensor product,

$$\tau : \text{Stress tensor} (= \mu(\nabla \mathbf{U} + (\nabla \mathbf{U})^T - \frac{2}{3} \delta \nabla \cdot \mathbf{U}),$$

μ : Viscosity coefficient, T : Transpose,

δ : Identity Matrix(Kronecker Delta function)

(3) 에너지 방정식 (Energy Equations)

에너지방정식은 흐름의 특성에 따라 아래와 같이 주어진다.

$$\frac{\partial(\rho h_{tot})}{\partial t} - \frac{\partial p}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{U} h_{tot}) \quad (3)$$

$$= \nabla \cdot (\lambda \nabla T) + \nabla \cdot (\mathbf{U} \cdot \tau) + \mathbf{U} \cdot S_M + S_E$$

여기서, h_{tot} : Total enthalpy(= $h + \frac{1}{2} \mathbf{U}^2$),

$\nabla \cdot (\mathbf{U} \cdot \tau)$: Viscous work term, S_E : Energy source

(4) 유체구조연성해석(FSI : Fluid-Structure Interaction) 기본이론

유체의 유동에 의한 압력 또는 온도분포는 구조물에 변형을 일으키고, 구조물 변형은 다시 유동장 또는 온도장의 변화를 가져와서 변형을 일으키는 상호작용이 나타난다. 유체 유동과 구조 변형이 상호 연계되어 나타나는 물리적인 현상을 FSI라 한다.

FSI 해석에 있어서 유동해석 영역과 구조해석 영역은 각각 독립된 형상과 격자를 가지며 별개의 Physical Field로 다루어진다. 유체와 구조물의 Interface영역에서 하중, 압력, 응력, 온도, 열유속, 변형량 등을 전달함으로써 연계되어 해석이 수행된다.

(5) 응력 기본이론

ANSYS의 구조해석결과로 도출되는 응력은 크게 Principal Stress와 von Mises Stress이다. 세가지 Principal Stress($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$)는 정사각형 행렬에 의해 계산된다.

$$\begin{vmatrix} \sigma_x - \sigma_0 & \sigma_{xy} & \sigma_{zx} \\ \sigma_{yx} & \sigma_y - \sigma_0 & \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} & \sigma_{yz} & \sigma_z - \sigma_0 \end{vmatrix} = 0 \quad (4)$$

여기서, σ_0 : Principal Stress(3 values)

Stress intensity σ_I 는 $\sigma_1 - \sigma_2, \sigma_2 - \sigma_3, \sigma_3 - \sigma_1$ 값 중에 가장 큰 값을 나타낸다.

$$\sigma_I = \text{MAX}(|\sigma_1 - \sigma_2|, |\sigma_2 - \sigma_3|, |\sigma_3 - \sigma_1|) \quad (5)$$

여기서, σ_1 : tensile stress, σ_2 : compressive stress,

σ_3 : medium stress

구조물에 작용하는 응력의 검토는 von Mises Stress로 검토하였으며 복합하중을 받는 정방성, 연성 금속의 항복 여부를 판단하는데 주로 활용되며 다음 식으로 계산된다.

$$\sigma_e = \left(\frac{1}{2} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2] \right)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

$$\sigma_e = E \epsilon_e \quad (7)$$

여기서, E : Young's modulus

(6) 난류모형

본 연구에서는 홍수상황별 흐름에 의해 구조물에 발생하는 응력을 검토하여 고유속 난류흐름과 복잡한 구조물 형상으로 인한 3차원 흐름이 발생한다. 따라서 난류해석을 위해 SST(Shear Stress Transport)모델을 적용하였다. SST모델은 k- ω 기반의 Two-equation 모델로 장상 난류 유동의 예측정확도가 높으며 특히 SST모델은 난류의 전단응력의 전달에 대해 고려하여 구조물 주변의 유동박리를 해석하는데 대단히 정확한 결과를 도출하는 것으로 평가된다.

3.2 수치모의 시나리오 및 모형 구축

가) 수치모의 시나리오 및 형상

수치모의 시나리오는 투명홍수방어벽이 하천 제방의 마루부에 설치되는 경우로 설정하였다.

하천 제방에 설치되는 경우 제방고 보다 높게 하천수위가 상승하고 높은 유속으로 흐름이 투명홍수방어벽과 충돌하는 경우를 산정하였다. 영향인자를 하천의 유량과 투명홍수방어벽과의 접촉각도로 설정하여 다양한 케이스의 수치모의를 수행하였다.

투명홍수방어벽의 형상은 기존에는 지주에 연결된 브라켓을 활용하여 유리와 브라켓을 볼트로 직결하는 형태이므로 유리벽에 친공된 볼트 부분에서 구조적 불안정성이 발생할 수 있다. 이를 개선하기 위해 볼트 대신 가로 지지대 형태로 개선하면서 지주에 클램프를 통해 고정되는 형태로 개선하였다. 개선안(클램프)은 유리벽에 친공이 필요없다는 것이 큰 차이이다(Fig. 2).

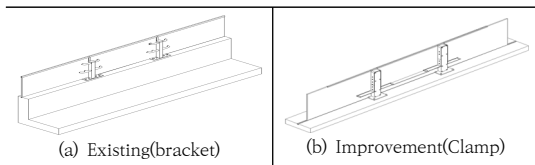


Fig. 2. Shape of Glass Flood Wall

나) 수치모의의 경계조건 및 케이스 설정

기존안과 개선안에 대한 모의 조건을 제시하였다.

Table 1. Simulation Condition

Case	Contact angle(°)	Discharge (m ³ /s)	Form
a1	0	2	Existing (bracket)
a2		4	
a3		6	
a4		8	
a5	45	2	
a6		4	
a7		6	
a8		8	
b1	0	2	Improvement (Clamp)
b2		4	
b3		6	
b4		8	
b5	45	2	
b6		4	
b7		6	
b8		8	

해석 결과의 분석은 구조물에 가해지는 외력(압력)의 분포와 발생하는 응력과 변위를 산정하고 허용응력 및 변위와 비교하여 안전성을 검토하였으며 개선안 모의를 통해 최대응력 및 최대변위 감소율 등 구조물의 안전성 향상 효과를 분석하였다.

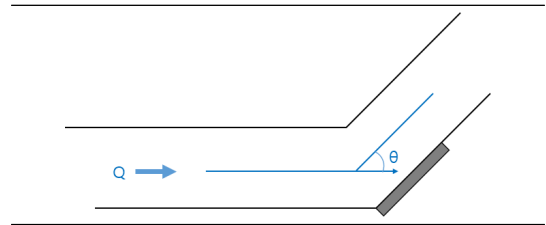


Fig. 3. Schematic diagram

다) 수치모의의 모형 구축

유체-구조 연성해석을 위해 구조부와 유체부에 대한 모델링을 수행하였다. 기존안과 개선안에 대한 구조물의 모델링을 먼저 수행하고 유체와 구조물이 접하는 부분을 고려하여 유체부분을 모델링 하였다(Fig. 4).

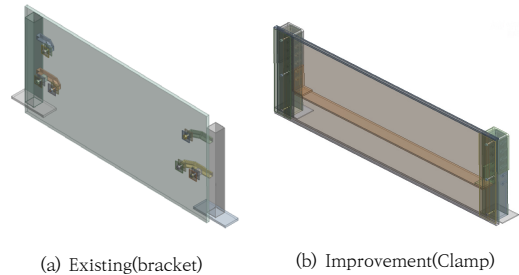


Fig. 4. Structural modeling of Glass Flood Wall

구조물 모델링은 기존안과 개선안에 대해서 홍수방어벽의 크기가 길이 2m, 높이 1m로 동일하도록 지주와 연결부에 대해서 모델링을 수행하였다.

구조물 격자의 크기는 0.02m로 설정하였으며, 구조물의 형상이 이보다 작을 경우에는 구조물의 형상대로 격자가 생성된다. 복잡한 형상을 원활히 구현할 수 있도록 사면체 격자로 설정하였다.

투명홍수방어벽은 유리벽과 지지구조물로 구성되며 유리벽은 이중접합강화유리의 물성치를 적용하였고, 지지구조물은 스테인레스강인 STS304를 적용하였다. 이중접합강화유리의 물성치는 건축공사 표준시방서(2022)[6]를 참조하였으며, STS304는 KS R 9204를 참조하였다.

유체부 모델링의 경우 실제하천과 같이 자연 유하하는 흐름의 수류력이 투명홍수 방어벽에 접촉할 수 있도록

가상의 수로조건을 설정하였다. 흐름과 접촉각도에 따라 수로의 각도가 다르게 모델링 하였으며 수로의 상류부에 탱크를 설치하여 탱크의 하부에서 유량이 유입되도록 하여 유입수의 유속에 영향을 받지 않고 유입된 유량이 자연유하하여 투명홍수방어벽과 접촉할 수 있도록 하였다. 수로단면은 자연 유하하는 흐름이 실제하천과 유사하게 발달할 수 있도록 충분한 규모가 되도록 폭 3m로 설정하였으며, 상하류 경계조건에 영향을 받지 않도록 투명홍수방어벽 기준 상·하류부 각각 9m의 길이로 설정하였다. 또한, 투명홍수 방어벽이 제방위에 설치되는 것을 감안하여 높이는 1.5m로 설정하였다.

유체부 격자의 크기는 0.04m로 설정하였다. 구조물과 접하는 부분은 구조물의 형상과 동일하게 구성하였다. 따라서 구조물의 형상이 이보다 작을 경우에는 구조물의 형상대로 격자가 생성된다. 구조물과 동일하게 복잡한 형상을 원활히 구현할 수 있도록 사면체 격자로 설정하였다(Fig. 5).

하류단 경계는 Opening 조건을 설정하고 압력을 0으로 하여 대기 중으로 유출되는 조건으로 하류부 경계의 영향을 받지 않도록 하였다. 또한, 구조물의 경우 자체하중을 설정하고, 유리벽의 하단부와 지지부의 하단부를 고정경계조건으로 설정하였다.

유체와 접하는 유리벽 표면 및 지지부 표면은 Fluid-solid interface 경계조건으로 설정하여 유체의 압력과 구조물의 변형이 상호 연동되어 계산되도록 하였다.

라) 수치모의 결과

하도의 흐름해석을 위해 하도의 최하류로부터 2m 간격으로 Section 01~03 단면을 구성하고, 투명홍수방어벽 직상류에 Section 04, 상류 유입수조 유입부로부터 2m 간격으로 Section 05~07 단면을 구성하여 평균유속, 평균수위, 유속벡터 등을 분석하였다(Fig. 6, 7).

직상류 단면인 Section04에서는 접촉각 0일 때는 1.67~3.58 m/s의 유속이 발생하였으며 접촉각이 45일 때는 1.55~2.51 m/s의 유속이 발생하였다. 동일한 유량에서 접촉각이 0일 때보다 45일 때 투명홍수방어벽 직상류에서 유속이 감소하는 것은 수층부 발생에 따른 흐름의 저항이 있어 수위가 상승하여 발생하는 것으로 판단되며 이로 인해 투명홍수방어벽에 발생하는 응력이 증가하는 것으로 판단된다.

(1) 지지부 최대응력 비교

유량이 클수록 지지부에서 발생하는 최대응력이 크게 나타났으며, 투명홍수방어벽 상류의 흐름과의 접촉각이 클수록 응력이 크게 발생하는 것으로 나타났다. 기존안과 개선안의 응력 차이는 접촉각 0°, 45°일 때 각각 16.8%, 71.7%가 발생하였다.

기존안에 비해 개선안이 최대응력이 감소하였으며, 기존안의 접촉각이 45°이고 유량이 8m³/s일 때 허용응력을 넘어서는 최대응력이 발생하는 것으로 나타났다. 그러나 개선안의 경우 모든 케이스에 대해서 허용응력 이내로 최대응력이 발생하는 것으로 나타났다(Fig. 8, 9).

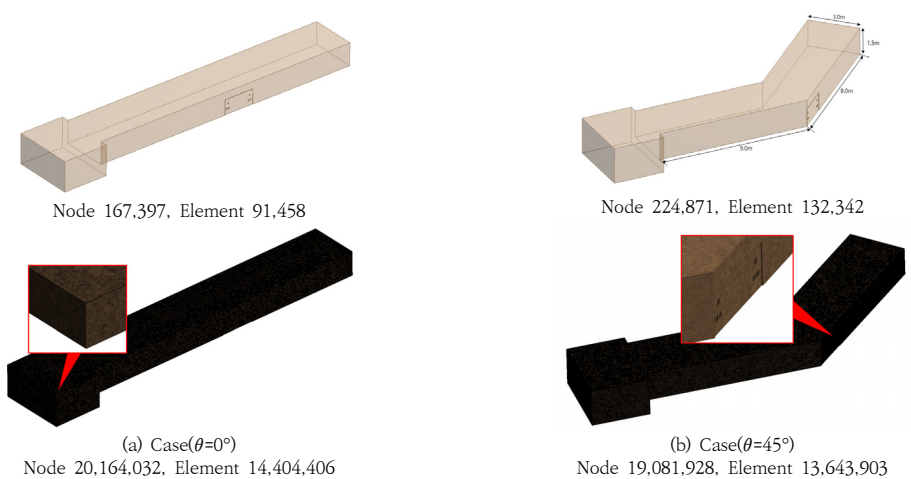


Fig. 5. Creation of structural and fluid grids

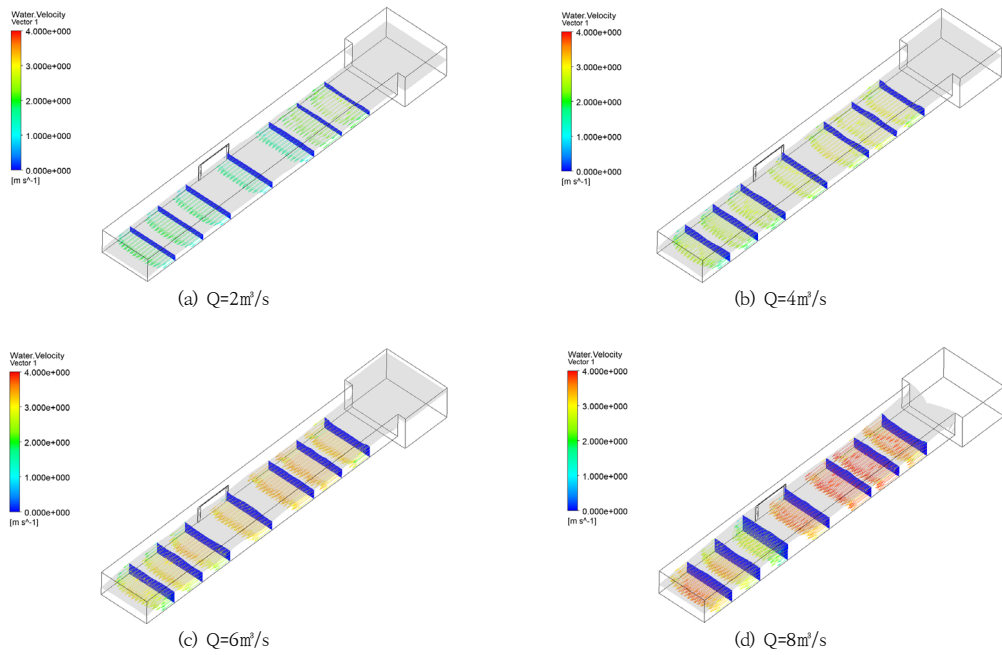


Fig. 6. Case($\theta=0^\circ$) : Water level and flow velocity distribution by cross section(Improvement)

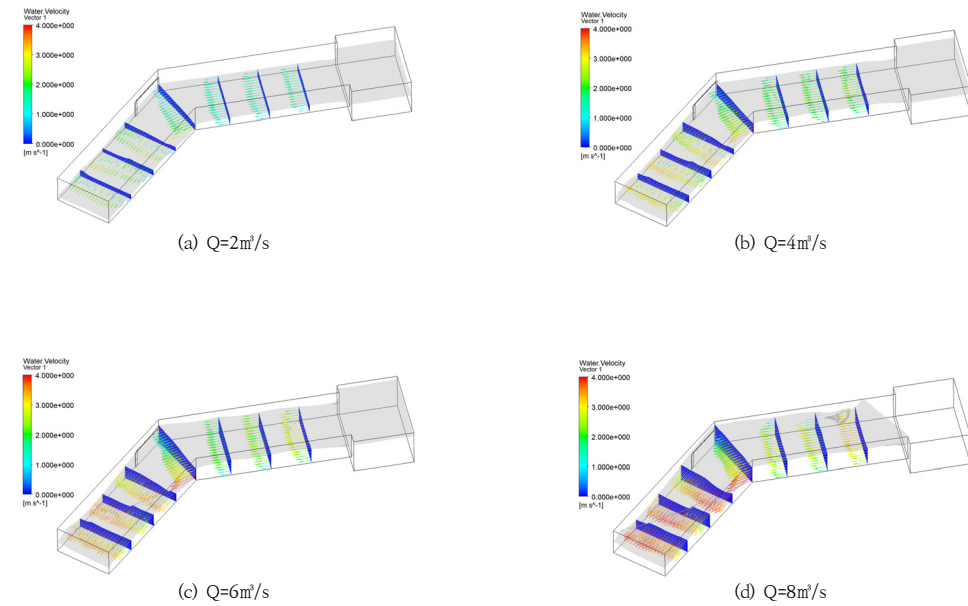


Fig. 7. Case($\theta=45^\circ$) : Water level and flow velocity distribution by cross section(Improvement)

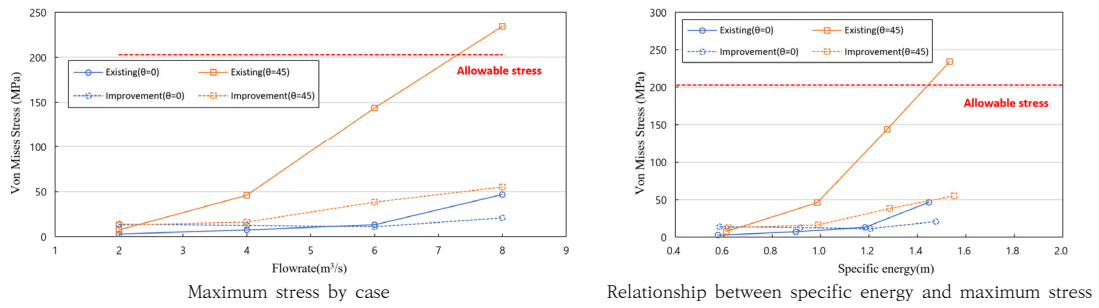


Fig. 8. Comparison of maximum stress of support section

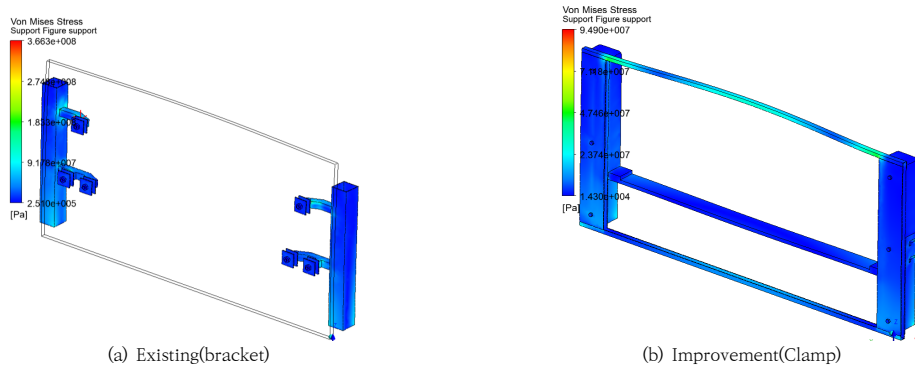


Fig. 9. Stress distribution in support section when maximum stress occurs

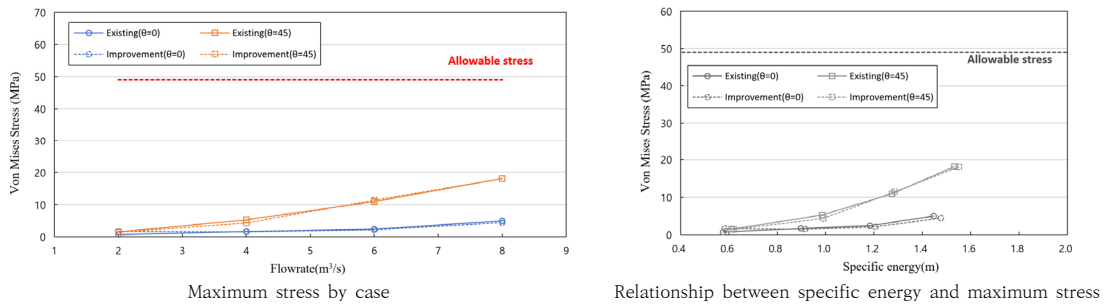


Fig. 10. Comparison of maximum stress of glass section

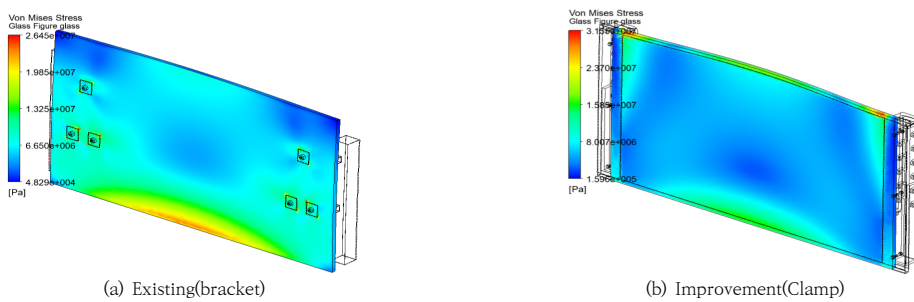


Fig. 11. Stress distribution in glass section when maximum stress occurs

(2) 유리부 최대응력 비교

투명홍수방어벽이 제방 마루부에 설치되는 경우 하도의 유량이 클수록 유리부에서 발생하는 최대응력이 크게 나타났으며, 투명홍수방어벽 상류의 흐름과의 접촉각이 클수록 응력이 크게 발생하는 것으로 나타났다. 그러나 기존안과 개선안의 응력 차이는 크게 발생하지 않았으며 접촉각 0°, 45°일 때 각각 0.1%, 1.6%가 발생하였다.

모든 케이스에 대해서 유리부에서는 허용응력을 초과하는 경우는 발생하지 않았다(Fig. 10, 11).

4. 결론

투명홍수방어벽 개발에 관한 연구를 통해 이상기후에 기인한 급증하는 수해해로부터 국민의 안전을 지키고 국민의 심미적 욕구를 충족할 수 있는 안전성과 경관성을 갖춘 새로운 형태의 투명홍수방어벽 기술을 개발하기 위하여 수치모의를 수행하여 기존안과 개선안에 대한 구조적 안전성을 확인하였다.

수치모의 결과 유리부에서는 최대 응력의 변화가 크게 나타나지 않는 반면, 지지부에서는 개선안이 기존안에 비해 최대 응력이 약 72% 감소하는 것으로 나타나 구조적 안정성이 크게 향상되었다.

기존안의 경우 지지부에서 최대응력이 발생하는 위치는 브라켓과 유리부의 연결부와 지지부의 하단 고정부였다. 유리부는 유리부 하단 중앙에서 최대응력이 발생하였다. 개선안의 경우 지지부에서 최대응력이 발생하는 위치는 수평 지지대와 수직 지지기둥의 연결부와 수직 지지기둥의 하단 고정부였다. 유리부는 유리부 하단 중앙과 유리부 상단 양끝에서 최대 응력이 발생하였다. 기존안에 비해 개선안이 케이스별로 응력발생의 편차가 작고 발생응력 또한 낮아 구조적인 안정성이 더 높은 것으로 나타났다.

향후 개선안을 이용하여 투명홍수방어벽이 하천 제방부에 설치되는 경우 테스트베드에서 그 적정성 검증이 필요하다.

References

[1] Song, C. R., Kim, J., Wang, G., & Cheng, A. H. D., Reducing erosion of earthen levees using engineered flood wall surface. *Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering*, 137(10), pp. 874-881, 2011.

DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)GT.1943-5606.000050](https://doi.org/10.1061/(ASCE)GT.1943-5606.000050)

[2] Hu, J., Wang, Z. L., Makdisi, F., Chang, C. Y., Hokens, K., & Schwanz, N. Numerical Studies of I-Shaped Levee Flood Wall at St. Paul, Minnesota Site. *In Geo-Congress 2014: Geo-characterization and Modeling for Sustainability*, pp. 3163-3177, 2014.3. DOI: <https://doi.org/10.1061/9780784413272.308>

[3] Kim, S., Seong, H., Choi, S. & Lee, S. O., Fluid-Structure Interaction Analysis of Floating Type Photovoltaic Composite Structures Connected with Hinge Joints under Wind Waves Conditions. *19th IAHR - APD Congress*, 2014.

[4] van der Meer, R., *Glass Flood Defences: A theoretical and practical assessment of the impact resistance of Glass Flood Defences to floating debris*, Master of Science, Delft University of Technology, 2018.

[5] ANSYS Inc., ANSYS CFX-solver theory guide. ANSYS release 13.0, 2010.

[6] Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT), Korean Construction Specification, MOLIT, Korea, 2022.

박 영 진(Youngjin Park)

[중신회원]



- 1993년 2월 : 홍익대학교 토목공학과 (공학석사)
- 1998년 2월 : 홍익대학교 토목공학과 (공학박사)
- 1998년 3월 ~ 현재 : 서일대학교 건설시스템공학과

<관심분야>

수자원시스템, 수치해석

김 수 영(Sooyoung Kim)

[정회원]



- 2011년 2월 : 홍익대학교 토목공학과 (공학석사)
- 2014년 8월 : 홍익대학교 토목공학과 (공학박사)
- 2014년 7월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 수자원하천연구본부 수석연구원

<관심분야>

수자원, 하천시설, 홍수예보

이 규 원(Gyuwon Lee)

[정회원]



- 2000년 2월 : 홍익대학교 토목공학
학과 (공학석사)
- 2000년 9월 ~ 2003년 4월 :
(주)한국종합기술
- 2003년 6월 ~ 2005년 5월 :
(주)이산
- 2005년 5월 ~ 현재 : 동부엔지니어링(주) 상무

<관심분야>

수자원, 정보통신

김 지 호(Jiho Kim)

[정회원]



- 1994년 2월 : 홍익대학교 토목공학
학과 (공학석사)
- 2003년 8월 : 홍익대학교 토목공학
학과 (공학박사)
- 2006년 3월 ~ 2022년 4월 :
동부엔지니어링(주) 전무
- 2022년 5월 ~ 현재 : 하존이앤씨
(주) 기업부설연구소 소장

<관심분야>

수자원, 물순환, 방재

최 주 환(Juhwan Choi)

[정회원]



- 2006년 2월 : 건국대학교 토목공학
학과 (공학사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : (주)대도엔텍
기업부설연구소 소장

<관심분야>

방재