

# 폰툰형 플랫폼 설계 및 구조안전성 평가

서광철\* · 오정모\*\* · 박주신\*\*\*\*

\* 목포해양대학교 조선해양공학과, \*\* 목포해양대학교 기관시스템공학과, \*\*\* 삼성중공업 중앙연구소

## Pontoon Type Design and Structural Safety Estimation

Kwang-Cheol Seo\* · Jung-Mo Oh\*\* · Joo-Shin Park\*\*\*\*

\* Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo 58628, Korea

\*\* Department of Marine Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo 58628, Korea

\*\*\* Central Research Institutes, Samsung heavy industries, Geoje 53261, Korea

**요 약** : 최근, 레저활동 인구 및 산업의 비약적인 발전으로 인하여 소규모 부잔교 및 계류형 폰툰 플랫폼의 수요가 급증하고 있으며, 연안에서 주로 사용되는 구조물에 대한 설계 및 구조안전성 평가에 관련한 표준 규칙 및 상세 규칙에 대한 제정이 시급하다. 이러한 문제 점들에 대한 기본적인 해결책으로 본 논문에서는 설계 시 참고할 수 있는 설계 기준을 제시하고, 설계안에 대한 구조안전성 평가 절차에 대해서도 소개한다. 본 연구논문에서는 전장 15 m 폰툰형 플랫폼의 구조설계 과정 및 유한요소해석을 통한 구조 안전성을 검토하였다. 일반적인 10 m 이하 플랫폼의 경우, 간략한 구조계산서만으로도 검토가 가능하나, 10 m 이상의 플랫폼의 경우 상세 구조강도 검토가 뒷받침 되어야만 기준에서 제시하는 안전성 확보를 위한 지침에 부합할 수 있다. 유한요소해석을 통하여 설계안에 대한 구조강도 검토를 수행하였으며, 그 안전성을 확인하였다. 추후 연구로서는 다양한 하중조건을 동시에 검토할 수 있는 시스템개발이다.

**핵심용어** : 부잔교, 구조설계, 폰툰, 플랫폼, 구조안전성

**Abstract** : Recently, due to the rapid growth of the leisure industry, demand for small-scale flotation and mooring pontoon platforms has been increasing rapidly. Standard rules for the design and structural safety of such structures have become necessary. This paper provides criteria that can be referenced when designing pontoon platforms, and also introduces structural safety evaluation procedures. In this study, the structural safety and stability of a 15-meter pontoon platform were investigated through structural design and finite element analysis. For platforms of less than 10 meters in length, a simple structural calculation can be used, but for platforms over 10 meters, a detailed structural strength review must be considered to meet safety guidelines defined in existing regulations. The structural strength of the initial design was examined and its structural safety was verified. For future research, it is an evaluative system was developed that can be used to examine the various loading conditions during design.

**Key Words** : Floating bridge, Structural design, Pontoon, Platform, Structural safety

### 1. 서론

해상 및 해양공간은 오래 전부터 교통 및 물류 수송의 역할과 함께, 어업의 장소로서도 중요한 역할을 해왔었다. 특히 국토가 좁고 임해지대에 공업이 집중된 우리나라의 특성상 해양공간의 활용이 절실히 요구되어지고 있다. 우리나라와 사정이 비슷한 이웃나라 일본의 경우는 해양공간을 아주 잘 활용해오고 있다.

일본은 1995년 운수성 지원 하에 12개의 조선소와 5개의 철강회사가 함께 메가플로트(mega float) 기술연구조합을 설립하고 수 km급의 초대형 부유식 해양구조물을 이용한 해상 공항, 해상복합도시 등의 실현을 위한 실증적 연구를 활발히 수행하고 있다(Suzuki, 2005).

6년간의 연구를 바탕으로 하여, 길이 1000 m, 폭 60 m, 깊이 3 m의 상자형 대형 부유식 구조물을 제작하였다. 해상공항으로 활용할 가능성을 점검하기 위하여, 이 구조물 위에서 해안 관광 및 정찰용으로 주로 사용하는 경비행기의 이/착륙 실험을 250회나 수행하였다. 이 연구를 통하여, 대형 부유식 구조물에 관련한 기본 요소 기술은 대부분 개발되었다.

\* First Author : kcseo@mmu.ac.kr, 061-240-7303

† Corresponding Author : scv7076@nate.com, 055-630-9613

앞서 언급한 메가플로트 분야는 초대형 프로젝트이므로, 설계 및 구조안전성 평가에 관련한 다양한 기준들이 확립되어 있다. 최근, 레저활동 인구 및 산업의 비약적인 발전으로 인하여 소규모 부잔교 및 계류형 폰툰 플랫폼의 수요가 급증하고 있으며, 관련 구조에 대한 설계 및 구조안전성 평가에 관련한 표준 규칙 및 상세 규칙에 대한 개발이 시급하다. 이러한 문제점들에 대한 기본적인 해결책으로 본 논문에서는 설계 시 참고할 수 있는 설계 기준을 제시하고, 설계안에 대한 구조안전성 평가 절차에 대해서도 소개한다.

보통 FRP형태의 부잔교의 설계 시 전장을 12 m 이상을 넘지 않도록 하며, 본 연구에 사용된 전장은 15 m로 대형화에 따른 구조적인 문제가 발생할 수 있을 가능성이 존재한다. 따라서, 본 설계에서는 격벽부재를 주로 활용하여, 예상된 설계하중을 충분히 만족하며, 예상치 못한 충격력이나, 하중에 대해서도 안정성 확보가 필요하기 때문에, 폰툰형태의 구조 배열을 이용하였다. 이와 관련된 기존의 선행연구는 아래와 같이 요약하였다.

Park et al.(2005)는 500 m×300 m 크기의 부유식마리나 리조트에 대한 구체적인 설계 과정에 대해서 소개하고, 유탄성 응답해석을 통하여 구해진 결과값을 활용하여, 각 구조부재들의 구조설계를 수행하였다. 상세 구조강도 평가를 위하여, ANSYS 소프트웨어를 활용하여 동적해석을 수행하여 구조설계의 유용성을 검토하였다.

Choi et al.(2016)는 부잔교의 제작 시 사용되는 여러 가지 재료 중, 고성능 콘크리트를 활용하여 부잔교 1-cell에 해당하는 부분의 실험체를 제작하고, 부잔교 바닥판의 성능을 파악하기 위하여 압축강도 실험을 수행하고 그 결과를 분석하였다. 주요 결론으로서 고성능 콘크리트를 활용한 부잔교는 구조적 측면에서 가능성을 실험을 통하여 증빙하였다.

Cheo et al.(2016)는 콘크리트 부잔교의 현장실험과 수치해석을 통해 구조물의 동적특성을 추출하고, 구조계 추정기법을 수행하여 대상구조물의 강성을 추정하였다. 또한 파랑하중에 의한 구조물 내의 응력분포를 구하고 DNV-code와 추정된 강성을 토대로 작성한 S-N curve를 이용하여 각 피로하중에 의한 피로손상도를 구하였으며, 누적손상법을 통해 잔존수명을 평가하였다.

Miguel et al.(2005)은 최근 엄청난 관심을 불러 일으키고 있는 부유식메가플로트에 대한 연구동향 및 설치해역/용도에 부합한 모델을 비교 평가하였다. 해안 및 해상에서의 접근성이 용이한 경우에는 폰툰과 바지선 형태가, 선박에 의한 접근의 경우에는 반잠수정 플랫폼으로 크게 분류하고 있다. 도쿄만의 메가플로트를 일례로 언급하면서, 중요한 설계 인자로서 유탄성응답에 대한 기술적 신뢰성 확보를 통하여 육상의 포화상태 시설들의 연안 해역으로의 이동을 제안하였다.

Wang et al.(2006)는 폰툰형의 대형 부유식 구조물의 데크 부에 적재되는 하중종류 및 방법에 따른 처짐을 효과적으로 제어하기 위하여, 선저부분에 유체의 흐름이 가능하도록 아가미세포 구조를 적용하였다. 이 구조를 활용하여, 구조강성을 유지하면서 적재하중 편향에 따른 처짐 및 굽힘응력을 현저하게 감소시키는 것을 확인하였다. 본 연구에서 도출된 주요 결론은 컨테이너 터미널의 폰툰형 대형 플랫폼에 적용 가능할 것으로 예상된다.

따라서 본 연구에서는 항만설계기준(MOF, 2005)을 바탕으로, 폰툰형 플랫폼의 구조설계를 수행하였으며, 유한요소해석을 통한 상세 구조강도 검토를 통하여, 개발모델의 구조 안전성을 확인하였다. 본 연구를 통하여 도출된 주요 결과는 향후 폰툰형 플랫폼의 구조설계 및 구조강도 평가에 관련한 기초적인 자료로 유용하게 활용될 것으로 판단된다.

## 2. 플랫폼 기본설계

### 2.1 개발모델선정

Fig. 1에서는 본 논문의 주요대상인 폰툰형 플랫폼에 대해서 나타내고 있다. Table 1에서는 개발 대상물의 주요치수를 나타내고 있다. 본 연구에서 개발하고자 하는 플랫폼은 길이방향 및 폭방향에 3개의 격벽을 포함하고 있으며, 종/횡방향으로 복수개의 보강재로 구성된다.

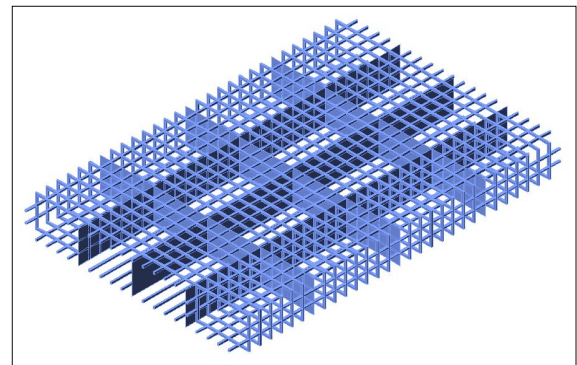


Fig. 1. ISO view of pontoon typed platform.

Table 1. Principal of dimension

LOA	15.0 m
LBP	15.0 m
Breath	10.0 m
Depth	1.5 m
Draft	0.3 m
C <sub>b</sub>	1.0
Displacement	17.0 ton

Table 1에서 언급한 플랫폼의 주요 치수를 그림으로 간략화 하면, 아래 Fig. 2와 같이 표현할 수 있다.

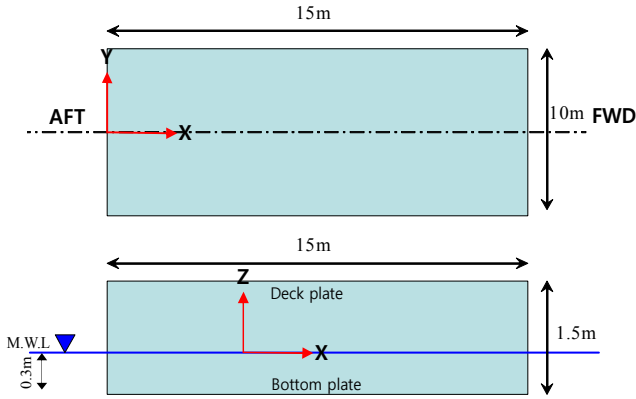


Fig. 2. The standard cross section plan.

접안이 가능한 대상선박 제원은 총톤수 20톤급의 FRP 재질을 이용한 어선으로 선정하였다.

아래 Table 2는 폰툰형 플랫폼 및 어선에서 사용하고 있는 대표적인 FRP 재료의 물성치를 나타내고 있다. 이 재료는 조선소별 적층방법에 차이가 있기 때문에, 정확한 수치는 재료시험을 통하여 추정할 수 있다. 본 연구에서는 참고문헌(MOF, 2013)에서 규정하고 있는 기준의 값을 적용하였다.

Table 2. Material properties of FRP

Properties	Specification
Tensional Elastic Modulus	700 kg/mm <sup>2</sup>
Tensional strength	10 kg/mm <sup>2</sup>
Bending strength	15 kg/mm <sup>2</sup>
Bending Elastic Modulus	700 kg/mm <sup>2</sup>

## 2.2 주요 하중 계산

선박의 접이안시 선박에 의한 계류시설에 작용하는 외력은 선박의 선형, 접안방법 및 속도, 계류시설의 구조의 종류와 특성 그리고 외력조건(파랑 및 바람)에 의해서 결정된다. 이러한 조건에 해당되는 구조물의 설계 시 아래의 식(1) (KFPA, 2005)을 활용하여, 어선의 운동에너지( $E_o$ ) 및 유효접안에너지는 아래 식(1)과 (2)를 활용하여, 식(3)과 같이 계산된다.

$$E_o = \left( \frac{MV^2}{2g} \right) \quad (1)$$

여기서,  $E_o$  : 운동에너지,  $M$  : 중량,  $V$  : 접안속도  
 $g$  : 중력가속도

유효접안에너지( $E_f$ ) 산정은 1/4 점접안의 경우에는 아래의 식(2) (KFPA, 2005)를 활용하여 계산한다.

$$E_f = \frac{1}{2}(E_o) \quad (2)$$

$$E_f = \frac{M \times V^2}{4g} = \frac{19.32 \times 0.50^2}{4 \times 9.8} = 0.123 \text{ t} \cdot \text{m} \quad (3)$$

여기서,  $M = M_1 + M_2 = 19.32 \text{ ton}$

$M_1$  : 배수톤수 (= 17 ton)

$M_2$  : 부가중량

$$M_2 = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times L \times \gamma_w = \frac{\pi}{4} \times 0.4^2 \times 18 \times 1.03 = 2.32 \text{ ton}$$

$g$  : 중력가속도 (= 9.81 m/s<sup>2</sup>)

$V$  : 접안속도 (= 0.5 m/s)

바람에 의한 풍하중은 식(4) (Dean and Dalrymple, 1991)에 의해서 계산한다.

$$P_w = \frac{C_d \times W_s \times A \times U^2}{2g} \quad (4)$$

$$= 2.08 \times \frac{0.00125}{2 \times 9.8} \times 18 \times 46.0^2 = 4.21 \text{ ton}$$

여기서,  $C_d$  : 항력계수 (= 2.05)

$W_s$  : 공기의 단위중량 (= 0.00125 t/m<sup>3</sup>)

$g$  : 중력가속도 (= 9.8 m/sec)

$A$  : 바람의 작용면적 (= 15 m<sup>2</sup>)

$U$  : 풍속 (= 46 m/sec)

항내 전달파고에 의한 파력은 식(5) (Dean and Dalrymple, 1991)에 의해서 계산한다.

$$P_t = W_o \times H \times L \times d \quad (5)$$

$$= 1.025 \times 0.82 \times 15.0 \times 0.30 = 3.78 \text{ ton}$$

여기서,  $P_t$  : 폰툰에 작용하는 파력

$W_o$  : 해수의 단위체적 중량 (t/m<sup>3</sup>)

$H$  : 전달파고 (m)

$L$  : 폰툰의 길이 (m)

$d$  : 폰툰의 흘수 (m)

폰툰에 작용하는 최대 수평력에 대하여, 아래 Table 3에 정리하였다. 고려한 두 가지 하중조건 중, CASE-1은 어선의 접안 시 발생하는 충격하중만을 고려하였으며, CASE-2는 충격하중을 제외한 풍하중과 파랑하중으로 구성된다. 전체적인 물리량은 CASE-2에서 구해진 7.99톤이다. 물론, 충돌하중의 경우에는 충돌선박의 배수량과 속도에 의존하여 변경될 가능성은 존재한다. 본 논문에서 고안하고 있는 플랫폼은 접안 최대 배수량과 접안 시 선박의 규격 제한 및 운항 지침이 매뉴얼화 되어 있기 때문에, 설계조건을 상회하는 경우에 대해서는 고려하지 않았다.

Table 3. Summary of maximum horizontal force

Loading condition	Impact load	Wind load	Wave load	Total
CASE-1	0.12 ton	-	-	0.12 ton
CASE-2	-	4.21 ton	3.78 ton	7.99 ton

### 2.3 부잔교의 안전성 검토

부잔교의 안정성의 검토는 제 8편 9-3-3 폰툰의 안정에서 정하는 바(MOF, 2014)에 따르는 외에 구성하는 부채상호간의 영향을 고려하고, 설계조건에서 구한 상재하중 등이 작용할 때 부채의 안정조건을 만족하여야 하며, 갑판의 경사, 부채의 침하 또는 건현을 이용하는데 지장이 없도록 설계되어야 한다. 이 경우 부잔교의 건현을 대상으로 하는 보트의 제원 및 파랑조건을 고려하여, 보트 이용자의 승강에 지장이 없도록 적절하게 높이를 정하여야 한다. 부잔교는 부잔교의 제원, 이용 상황, 자연조건 등을 고려하여 구하여진 상재하중에 대해서 부잔교에 등분포 하중이나 집중하중을 받는 경우와 편심하중을 받는 경우 갑판의 경사나 침하, 건현의 이용 상 지장이 없는 조건을 만족해야 한다. 부잔교의 각 부재는 악천후 시, 계류 시, 접안시의 부잔교에 작용하는 외력에 대해서 안전성을 검토하여야 한다. 주잔교 또는 보조잔교의 각 부재는 악천후 시에 부잔교에 작용하는 파력 및 풍력 등의 외력에 대하여 안전하여야 한다. 더욱이 악천후 하에서도 보트가 부잔교에 계류되는 것이 일반적인 경우에는 부잔교 또는 보트에 작용하는 파력 및 풍력 등의 외력에 대해서도 적절한 방법으로 검토함과 동시에 부잔교의 형상 및 구조상의 연구를 하는 것이 바람직하다. 주잔교 또는 보조잔교의 각 부재는 평상시에 보트가 부잔교에 접안할 때의 보조잔교에 작용하는 접안력에 대해서 충분한 구조강도를 보유하고 있어야 한다.

주요부재에 대한 구조설계를 수행하기 위하여, 한국선급 FRP 규칙(KR, 2009)을 활용하여 설계한 결과를 Table 4에 나

타내고 있다. 판 및 보강재에 대해서 모두 적용 기준을 만족해야 하며, 개발모델의 경우, 허용 하한치를 모두 상회하였으며, 현장 제작성을 감안하여 부재 크기를 결정하였다.

Table 4. Member thickness calculation

Member	Rule	Design
Keel plate thickness (mm)	5.6	8.4
Bottom plate (mm)	5.9	8.4
Bow and Stern (mm)	4.8	8.4
Upper deck (mm)	6.3	8.4
Web. frame (cm <sup>3</sup> )	21.3	54.0
Tight bulkhead (mm)	5.9	8.4
Deck stiffener (cm <sup>3</sup> )	3.2	77.7
Web. frame-Bottom (cm <sup>3</sup> )	4.0	77.7

### 3. 유한요소해석

본 연구에서는 유한요소법(Finite Element Method)를 근간으로 하여 탄성스프링 거동을 고려하는 탄성해석을 상용프로그램인 ANSYS Mechanical solver(ANSYS, 2016)를 이용하여 구조강도 검토를 수행하였다. 모델링 시, 4절점을 갖는 shell 181 요소를 적용하였으며, 보강재는 Beam 3 요소를 적용하여, 설계 하중에 대해 구조적인 응답이 정확하게 구현하도록 반영하였다. 해석에 사용된 유한요소수는 약 12,000개이며, 처짐형상 및 응력결과 판단 시 충분할 조건이며, 연구에서 개발하고자 하는 플랫폼은 부력을 받는 상태에서 계류되어 있으며, 구조물의 응답 시 부력의 효과를 고려하기 위하여, 각 절점에 스프링요소를 체결하여, 구조응답에 부력의 효과를 나타내도록 경계조건을 설정하였으며, Fig. 3에 나타내고 있다.

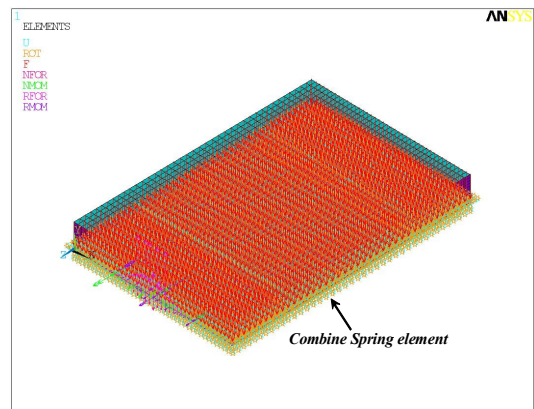


Fig. 3. FE-modeling and buoyancy spring element.

부유체에 스프링이 부착된 노드의 경계조건은 고정으로 하였으며, 지지면에 부착된 노드는 부유체의 상/하 방향에 대한 자유도를 고정하였다. 부력은 해수의 단위중량과 해수에 잠긴 부분의 부피에 대한 함수이며, 부력스프링의 탄성값은 하중과 변위의 함수로서 아래의 식(6)을 이용하였다.

$$k_b = \frac{P}{\delta} = r_w B \quad (6)$$

- 여기에서,  $k_b$  : 부력스프링의 탄성값  
 $r_w$  : 해수의 단위중량 ( $0.73 \times 10^3 \text{ kgf/m}^3$ )  
 $B$  : 부유체의 폭 (10 m)  
 $P$  : 폰톤 중량 (17 ton)

식(6)에 의한 부력스프링의 탄성값은  $1.413 \times 10^2 \text{ kN/m-m}$ 으로 계산하여, 해석모델에 적용하였다.

구조적 안정성 검토는 폰톤의 한쪽 부분에만, 1인당 평균 100 kg의 체중을 가진 20명이 한쪽 부체에 집중적으로 놓여 있는 경우를 산정하였다. 본 해석에서 가정한 하중조건은 이 부체구조물을 운용하면서 발생할 수는 없겠지만, 본 부체구조물의 주요치수 특성상, 길이에 비해 폭이 과대하게 넓은 구조물인 점을 반영하여 보수적인 가정을 하였다.

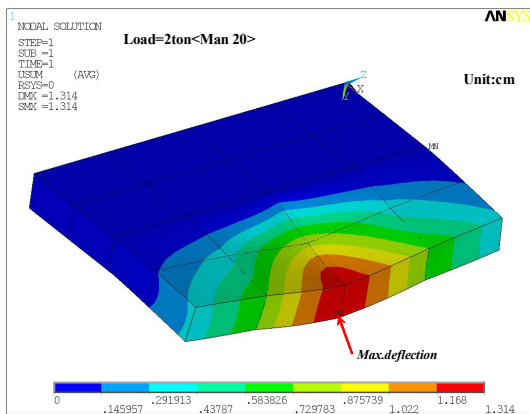


Fig. 4. Deformed shape against eccentric load of 2 ton.

Fig. 4의 구조해석은 부력을 받고 있는 상태의 부체구조물이 도교의 집중하중만을 받을 경우를 산정하여 구조응력과 처짐을 계산하였다. 도교의 폭을 대략적으로 1.5 m로 산정하여, 그 해당영역의 구조적 안정성을 확인하기 위하여 집중하중(9.289 ton)을 해당 면적에 분산하여 적용하였다. 본 구조물은 차후 여러 개의 부잔교로 연결되었을 경우, 연결부위를 어떻게 체결하느냐에 따라서 해석에서 고려할 조건이 변경될겠지만 현재의 조건은 부체 간 체결조건이 힌지(Hinge)

구조로 하였을 경우를 산정하였다. 설계된 구조물에서는 도교의 집중하중으로 인하여, 약 13 mm의 처짐이 발생하게 된다. 만약, 앵커를 이용한 계류시스템이 부체구조물에 설치된다면 처짐량은 현저하게 감소할 것이며, 현재의 처짐량은 여전히 허용처짐 100 mm(NORSOK, 2001)에 비해서 충분히 작다.

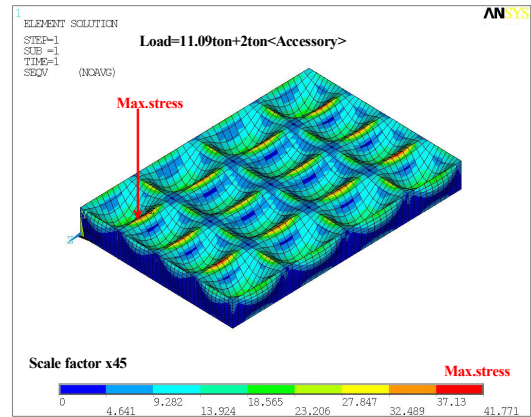


Fig. 5. Von-mises stress distribution under CASE-2 condition.

Fig. 5의 구조해석 결과는 다음과 같다. 먼저 하중조건 CASE 2의 경우를 산정하였으며, 플랫폼 구조물 자체자중과 부가중량 그리고 외력하중(풍하중 및 파력하중)을 고려하였다. 부가중량은 운용 중에 필요한 여러 가지 계류장비 및 장비 운용에 필요한 연료보관장치들을 반영하였다.

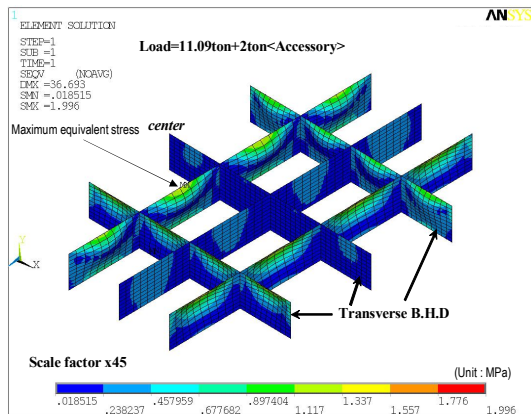


Fig. 6. Von-mises stress distribution of internal member under distributed load.

파랑하중은 표준 흘수라인을 기준으로 최대파고 0.82 m에 해당되는 압력구배를 선측면에 전달하였으며, 풍하중은 표준 흘수 라인 상부의 선측면에 분포하중으로 고려하였다. 처짐 형상을 명확하게 확인하기 위하여, 처짐 형상은 45배



확대된 것이므로 실제의 형상과는 차이가 있음을 밝혀둔다. 초기 개발제원 선정 시 구조설계 상 중/횡 격벽배치를 중심으로 구조설계를 진행하였으며, 이에 따라 격벽의 역할이 크게 좌우되는 역할을 하게 된다. 위에서 고려한 하중을 적용한 결과, 격벽이 수직하중을 충분히 지지하고 있으며, 격벽이 지지점 역할을 하여, 테크 판과 격벽의 교차지점에서 최대응력이 발생하고 있다. 최대응력은 41.7 MPa이며, 허용응력 150 MPa에 비해서 충분히 작은 수치이다.

격벽이 얼마만큼의 하중분담을 하고 있는가에 대해서 알아보기 위하여, 외부 부재를 제외한 내부부재만의 응력분포를 Fig. 6에서 나타내고 있으며, 중앙 종격벽은 상대적으로 주변 격벽에서의 하중분담으로 처짐과 응력이 낮게 분포하고 있다.

Fig. 7은 설계하중으로 계산된 접안시의 충돌력에 대한 구조해석 결과를 나타내고 있다. 최악의 경우를 산정하기 위하여, 0.1톤의 하중이 부체구조물의 선측에 4군데가 동시에 작용하도록 하였으며, 보시는 바와 같이 선측에서 전달된 하중으로 인하여, 충돌이 발생하는 국부적인 갑판부재에서 최대응력 37.7 MPa이 발생하였다. 주변 구조부재의 응력수준은 상당히 낮으며, 이 값은 허용응력의 약 25%에 해당되며, 충분한 구조강도 여유를 확인하였다.

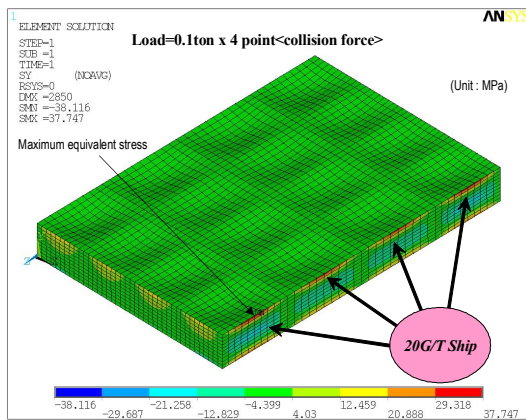


Fig. 7. Von-mises stress distribution under collision condition.

본 연구에서 적용한 탄성해석 기법은 하중 횟수에 의한 누적 손상에 대해서는 고려하지 않기 때문에, 장기간 사용에 의한 구조 누적손상 위험률을 예방하기 위해서는 충분한 안전율을 반영한 설계가 필요하며, 현재의 구조설계는 이를 충분히 반영하였다고 판단된다.

본 연구에서 개발 대상으로 한 폰텐형 플랫폼의 주요 구조강도 평가 결과를 Table 5에 정리하였다. 허용응력 대비 최대응력 수치는 상당히 낮게 평가되며, 여전히 72%의 구조강도 여유가 있다.

Table 5. Summary of stress results according to structural members

Item	Allowable stress (MPa)		Maximum stress (MPa)	Unity Check *
	$\sigma_e$	$\tau$		
Bottom Plate	$\sigma_e$	150.0	32.40	0.21
Side Plate	$\sigma_e$	150.0	37.43	0.25
	$\tau$	150.0	15.40	0.10
Main deck Plate	$\sigma_e$	150.0	41.77	0.28
	$\tau$	150.0	8.33	0.06
Bulkhead	$\tau$	150.0	23.51	0.16
	$\sigma_e$	150.0	1.996	0.01

\* Unity Check : Maximum stress/Allowable stress

#### 4. 결론 및 향후 연구과제

본 연구논문에서는 전장 15m 폰텐형 플랫폼의 구조설계 과정 및 유한요소해석을 통한 구조 안전성을 검토하였다. 일반적인 10m 이하 플랫폼의 경우, 간략한 구조계산서만으로도 검토가 가능하나, 10m 이상의 플랫폼의 경우 상세 구조강도 검토가 뒷받침 되어야만 기준에서 제시하는 안전성 확보를 위한 지침에 부합할 수 있다. 본 연구를 통해서 얻어진 결론은 다음과 같다.

- (1) 초기 개발제원 선정 시 구조설계 상 중/횡 격벽배치를 중심으로 구조설계를 진행하였으며, 하중을 적용한 결과, 격벽이 수직하중을 충분히 지지하고 있음을 확인하였다.
- (2) 닙시어선의 충돌 시 플랫폼의 선측에서 최대응력이 발생하지만, 허용응력 대비 약 72% 구조강도 여유를 확인하였다. 장기간 사용에 의한 구조 누적손상 위험률을 예방하기 위해서는 충분한 안전율을 반영한 설계가 필요하며, 현재의 구조설계는 이를 충분히 반영하였다고 판단된다.

향후 연구과제로서는 다양한 설계 조건을 종합적으로 반영할 수 있는 설계 시스템 개발이며 이러한 연구를 위하여 본 연구에서는 기초적인 검토 및 절차에 대해서 검토하였다.

#### References

[1] ANSYS Multiphysics User's manual(2016), Introduction of nonlinear analysis and it's application of plate buckling and ultimate strength, Vol. 3, pp. 85-110.  
 [2] Choi, E. S., J. W. Lee, S. J. Kim and W. J. Kward(2016),

- Performance Evaluation of Floating Bridge using the High Performance Concrete, Proceedings of Korean Society of Civil Engineering, pp. 65-66.
- [3] Cheo, S. Y., S. Y. Park and S. H. Choi(2016), Residual life assessment of a concrete floating pier, Journal of Korean Society Hazard Mitigation, Vol. 16, No. 5, pp. 31-39.
- [4] Dean, R. G. and R. A. Dalrymple(1991), Water wave mechanics for engineers and scientists, World Scientific Publishing, Singapore.
- [5] KFRA(2005), Design of fishing port facility, Chapter 13.2, pp. 157-158.
- [6] KR(2009), Guidelines of FRP rules and application Chapter 7, pp. 1-57.
- [7] Miguel, L. P., L. Gregorio and C. Luis(2005), A review of very large floating structures (VLFS) for coastal and offshore uses, Ocean engineering, Vol. 109, pp. 677-690.
- [8] Ministry of Oceans and Fisheries(2013), Structural design of FRP boat, Note of Ministry of Oceans and Fisheries No. 2013-227, pp. 7-22.
- [9] NORSOK N-001(2001), Integrity of offshore structures-Serviceability limit states, Chapter 7, pp. 19-21.
- [10] Park, S. W., T. K. Lee and S. Y. Hong(2005), A Study on Preliminary Structural Design of Pontoon Type VLFS, Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 42, No. 6, pp. 644-653.
- [11] Suzuki, H.(2005), Overview of Mega float: Concept, design criteria, analysis and design, Marine Structures, Vol. 18, pp. 111-132.
- [12] Wang, C. M., T. Y. Wu, Y. S. Choo, K. K. Ang, A. C. Toh, W. Y. Mao and A. M. Hee(2006), Minimizing differential deflection in a pontoon-type, very large floating structure via gill cells, Marine Structures, Vol. 19, Issue 1, pp. 70-82.

---

Received : 2018. 06. 06.

Revised : 2018. 07. 25. (1st)

: 2018. 08. 06. (2nd)

Accepted : 2018. 08. 28.