



Received: 2018/11/22
Revised: 2019/02/01
Accepted: 2019/02/28
Published: 2019/03/22

***Corresponding Author:**

Sung-Gyu Park

Tel: +82-51-400-5136
E-mail: sgpark@komeri.re.kr

함정용 Sliding Type 수밀문의 구조안정성 평가

Structural Integrity Evaluation of Sliding Type Watertight Door for Ship

박성규*, 최주형, 김정환, 공길영

한국조선해양기자재연구원

Sungkyu Park*, Joohyoung Choi, Jeonghwan Kim, Gilyoung Gong

Korea Marine Equipment Research Institute

Abstract

선박이 침수될 때 2차적인 피해를 막기 위해서는 부분구획을 차단하는 수밀문(watertight door)의 역할이 중요하다. 만약 수밀문이 제 역할을 하지 못한다면 침수 부분으로 스며든 바닷물이 선박 전체로 확산되어 선박의 복원력에 영향을 끼치고 나아가 전복 사고를 일으킬 수도 있다. 그러므로 수두압에 의한 구조물의 안정성 검토가 설계 단계에서 필요하다. 해석 대상 시스템은 해군 함정용 sliding type의 수밀문이다. 선체의 rolling 운동을 고려한 수면 기준선이 정의되며 이에 따라 수두압을 받는 면에 압력 구배가 발생한다. 이를 고려한 하중을 적용하여 결과를 평가하였다.

In order to prevent secondary damage when a ship is flooded, the function of a watertight door that blocks the bulkhead is important. If the watertight door does not function properly, seawater impregnated into the flooded part may spread throughout the ship, affecting the stability of the ship and possibly causing rollover accidents. Therefore, the structural integrity evaluation is needed in the design step. The system to be analyzed is a sliding type watertight door for naval vessels. The structural integrity analysis applying the head pressure considering the rolling motion of the ship is performed and the results are evaluated.

Keywords

Watertight Door(수밀문),
Structural Analysis(구조해석),
Finite Element Analysis(유한요소 해석),
Stiffener(보강재),
Head Pressure(수두압)

본 논문은 해군과학기술학회 2018 추계학술대회 발표논문을 기반으로 작성되었습니다.

1. 서론

선박이 침수될 때 2차적인 피해를 막기 위해서는 부분구획을 차단하는 수밀문(Watertight door)의 역할이 중요하다. 만약 수밀문이 제 역할을 하지 못한다면 침수 부분으로 스며든 바닷물이 선박 전체로 확산되어 선박의 복원력에 영향을 끼치고 나아가 전복 사고를 일으킬 수도 있다. 한국선급(KR) 강선규칙에 따르면 수밀문은 격벽갑판까지의 수두에 의한 압력에 견딜 수 있는 충분한 강도와 수밀성을 가져야 한다.

대상 시스템은 함정에 설치되는 식료품 저장창고용 승강기의 Sliding door이다. 본 논문에서는 선체의 Rolling을 고려한 수면 기준선이 정의되며 이에 따라 수두압을 받는 면에 압력 구배가 발생한다. 이를 고려한 하중을 적용하여 Door의 내압/외압에 대한 구조안정성을 검토한다.

2. 본론

Fig. 1에 Sliding type door의 유한요소 모델을 나타내었다. 선박에서 수밀 역할을 하는 Door에는 강도 및 강성을 높이기 위해 보강재(Stiffener)가 사용되며, 본 모델에서는 Door cover 내부에 보강재가 위치한다.

Table 1에는 각 파트의 명칭 및 재료 물성을 나타내었다. 격벽과의 연결 부품을 제외한 나머지 부품들은 수두압에 의한 구조물의 강도에 영향을 미치는 인자가 아니므로 해석 모델에서 제외하였다.

유한요소 모델 제작에 사용한 요소는 solid186, solid187로 각 절점에서 3개의 자유도를 가지며 mid-node를 가지고 있는 3차원 solid 요소이다. 총 요소 수는 40,756개, 절점 수는 219,945개이다.

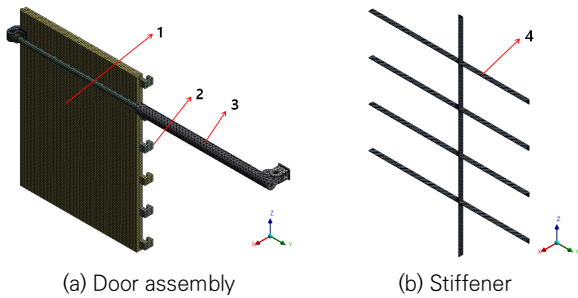


Fig. 1. Finite element model of door

Table 1. Material properties

No.	Parts	Materials	Yield strength (MPa)
1	Door cover	AH36	350
2	Dog assembly	SS400	290
3	Hyd. cylinder	S.G.P	200

경계조건은 Door의 설치 상태를 고려하여 정의하였다. Fig. 2는 Door 전면에 수두압이 작용하는 경우로 Door cover가 격벽과 접하는 면은 법선 방향으로 구속하였고 Dog assembly, hyd.cylinder가 격벽에 고정되는 부분은 X, Y, Z 방향으로 구속하였다. Fig. 3은 Door 후면에 수두압이 작용하는 경우로 Dog assembly, hyd.cylinder가 격벽에 고정되는 부분을 X, Y, Z 방향으로 구속하였다.

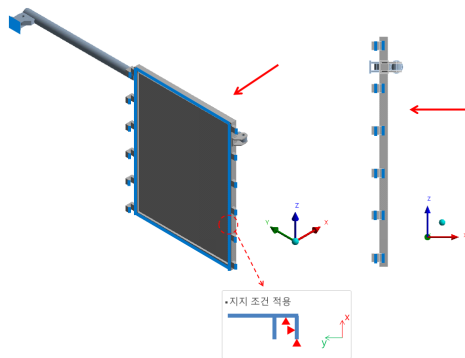


Fig. 2. Boundary conditions (front head pressure)

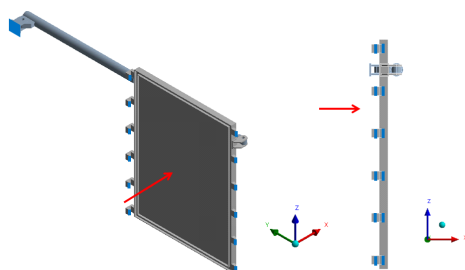


Fig. 3. Boundary conditions (rear head pressure)

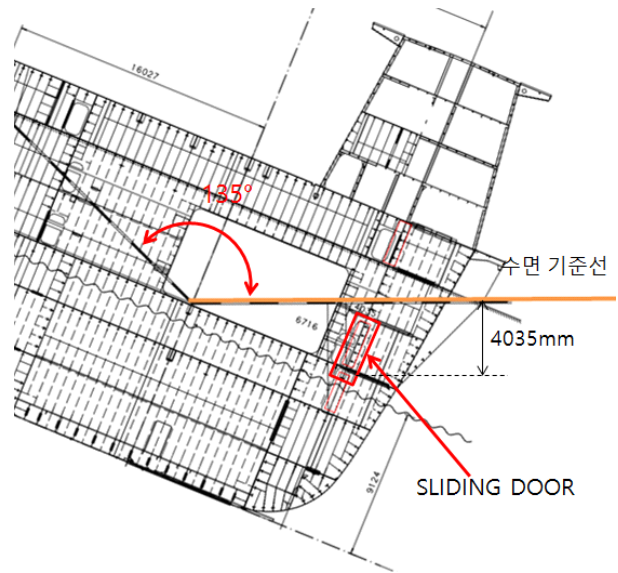


Fig. 4. Water line and head

Fig. 4에서 나타낸 것과 같이 선체의 Rolling을 고려한 수면 기준선이 Door 면과 이루는 각도는 67.5°이며 Door의 최하단부까지의 수두는 4,035mm이다. Fig. 5에 Door에 작용하는 압력 구배를 나타내었으며 수두압은 수두에 선형적으로 비례하므로 Door 최하단부에 최대 압력, 최상단부에 최소 압력이 작용하며 Table 2에 압력 값을 정리하였다. 해석에는 수두압의 최대 값이 Door 면 전체에 적용되도록 하여 보다 가혹한 하중조건을 적용하였다.

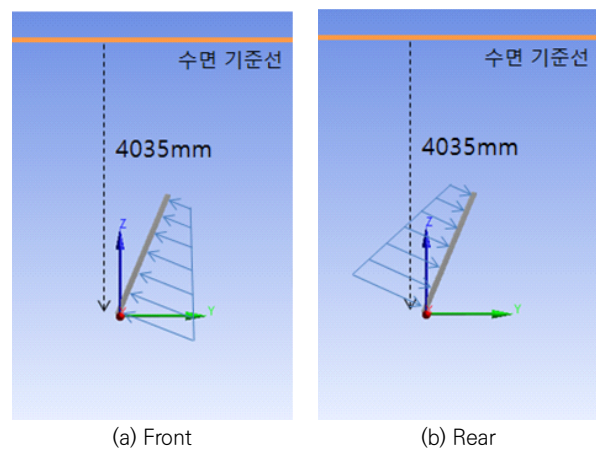


Fig. 5. Pressure gradient on door

Table 2. Head pressure on door

	Max. pressure (kPa)	Min. pressure (kPa)
Front	40.77	20.71
Rear	40.04	21.16

해석 결과는 Table 3에 요약하였다. Sliding type door 에서 발생하는 최대 등가응력 및 최대 변위를 나타내었다. Door의 전면 수두압과 후면 수두압을 적용한 경우 모두 보강재(Stiffener)가 Door cover와 만나는 부분 끝단에서 최대 등가응력이 발생하며 재료의 항복강도 이하의 값이 계산된다.

Table 3. Analysis results

	Maximum equivalent stress (MPa)	Yield strength (MPa)	Maximum displacement (mm)
Front	156	350	1.3
Rear	222	350	2.4

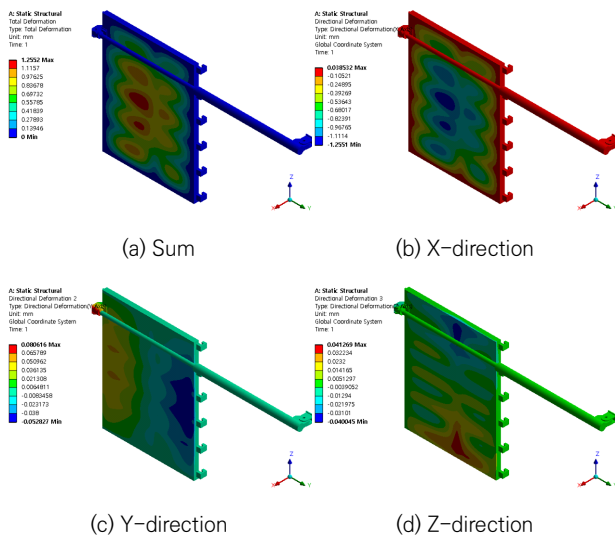


Fig. 6. Displacement results (front press.)

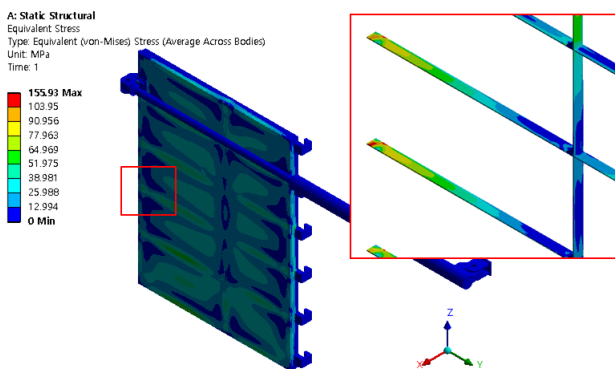


Fig. 7. Equivalent stress results (front press.)

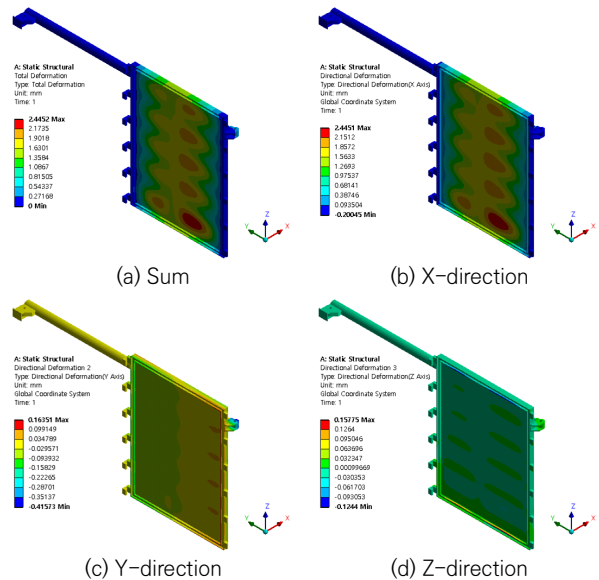


Fig. 8. Displacement results (rear press.)

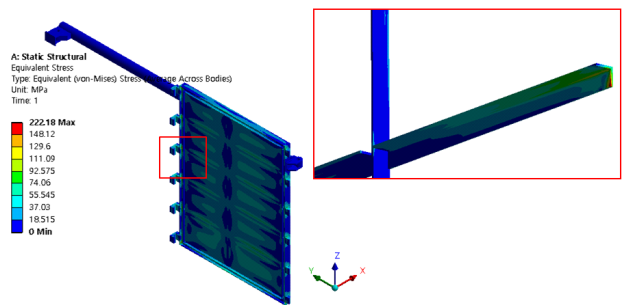


Fig. 9. Equivalent stress results (rear press.)

본 논문은 균용 함정의 특성상 Rolling에 의한 가혹한 수두압 조건을 적용하여 Sliding type 수밀문의 구조안정성을 검토하였다. 해석 결과, 대상 시스템은 재료의 탄성영역 내에서 거동하므로 설계단계에서 구조안정성을 만족하는 것으로 판단된다.

참고문헌

[1] James M. Gere and Barry J. Goodno, "Mechanics of Materials" Cengage Learning Korea Ltd., Seoul, 2011.
 [2] Jinbok Choi and Jeong Soo Ryu, "Assessment of Structural Integrity of the Pool Door for a Research Reactor" The Korean Society of Mechanical Engineers Autumn Conference, 2013, pp. 3617~3620.