

6,500 TEU Container 선박의 Opening 을 고려한 Cargo Hold Bulkhead Stringer 구조의 Strength 검토

하지형[†]*, 박동근*, 김보연*, 전지윤*

(주)한진중공업 선체기본설계팀*

Review for C/H Bulkhead Stringer with Opening

Ji-Hyung Ha[†]*, Dong-Kun Park*, Bo-Eun Kim* and Ji-Yoon Jeon

Hanjin Heavy Industries & Construction Co.,LTD*

Abstract

Openings for access to cargo holds are cut on horizontal stringers in every bulkhead of container carriers. But, they are positioned at the edge of stringer width to make minimum space for access and these openings are required to be stiffened by owners and classifications respectively. In this paper, the cargo hold bulkhead stringers with openings for 6,500 TUE container carriers were reviewed by FE analysis to be conducted with the results of hold analysis for 6,500 TUE container carriers classed to GL, DNV, LR and BV respectively, and the purpose of this paper is to establish yard's standard of the reinforcement for these openings.

※Keywords : Container, Bulkhead, Access, Opening

1. 서론

일반적으로 container 선박의 bulkhead horizontal stringer 에는 cargo hold access 를 위한 opening 이 시공되어 있다. 이들은 stringer 내 access 를 확보하기 위해 stringer 폭의 끝단에 인접하고 있어, 대부분 opening 주변에 추가 보강이 이루어지고 있다. 그러나, 당사에서는 같은

6500TEU 급 container 선박에 다른 보강 사례들이 이루어지고 있어, 생산 설계 및 현장 작업의 혼선을 방지하고 빈번하게 일어나는 선주 comment 에 적극적으로 대응하기 위해 opening 보강에 대한 기준 정립이 필요하였다.

이에, 6,500TEU container 선박에 대해 GL, DNV, LR, BV 의 hold 해석 결과를 이용하여 access opening 주변을 FE 해석을 수행하여 허용되는 bulkhead 와 opening 간 간격을 정립하고 다양하게 이루어진 보강에 대한 강도 평가를 수행하였다

[†]교신저자: jhhaa99@hanjinsc.com, 010-5490-5782

2. Opening 을 고려한 bulkhead 구조

2.1 C/H access opening arrangement

일반적으로 Fig.2.1 과 같이 Cargo Hold 에 접근 하기 위한 600x600 혹은 600x750 Access Hole 이 support bulkhead stringer 마다 시공되어져 있다.

2.2 보강사례

access opening 을 stringer 쪽의 중앙보다 상대적으로 stress 가 큰 stringer 쪽의 끝단에 시공함으로써 그 주변에 stress 가 집중되고 이를 감소하기 위해 당사에서는 Fig.2.2 와 Fig.2.3 과 같은 보강들이 이루어 지고 있다.

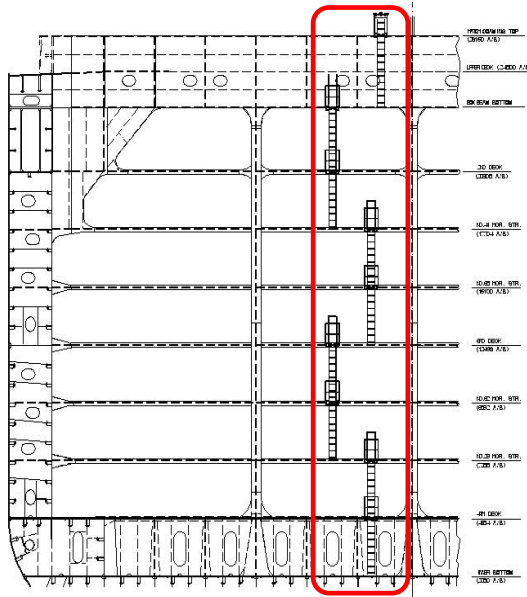


Fig. 2.1 Access hole arrangement

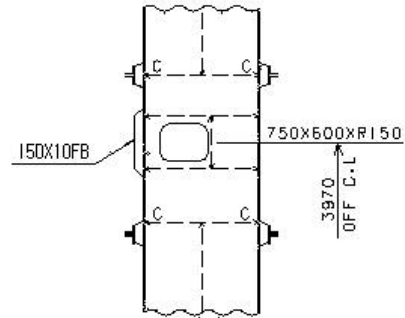


Fig. 2.2 Attached added plate

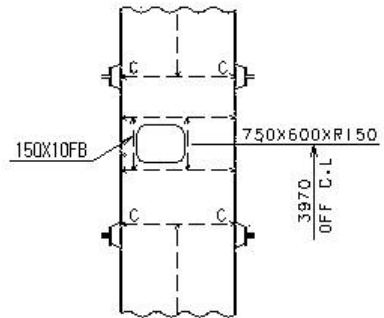


Fig. 2.3 Attached stiffener

3. F.E Analysis

3.1 Model & Boundary condition

동일한 선박을 기준으로 각 선급의 Hold 해석을 수행한 모델에 Fig.3.1 과 같이 opening 이 시공되는 4th deck 에서 box beam bottom 까지 8 개의 stringer 에 access opening 을 모델링하여 해석하였다. opening 위치는 hold 해석 결과를 바탕으로 horizontal stringer 의 선수미 변형이 가장 큰 C.L vertical web 와 No.9 vertical web 사이인 No.3 & No.9 girder 사이에 모델링하였으며 opening round 형상을 고려하여 50X50mm mesh size 로 모델을 구성하였다.

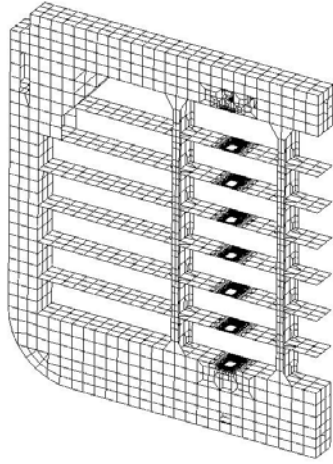


Fig. 3.1 access opening 모델링

3.2 loading condition

cargo hold 해석의 load case 중 bulkhead horizontal stringer 에 최대 응력이 작용하는 load case 는 flooding condition 과 pitching condition 이며, 각 선급 규정에 따라 load case 를 적용하였다. Fig.3.2(a)(b)는 DNV hold 해석 결과에서 horizontal stringer 의 pitching condition 과 flooding condition 에 대한 von-mises stress 분포를 나타낸 것이다.

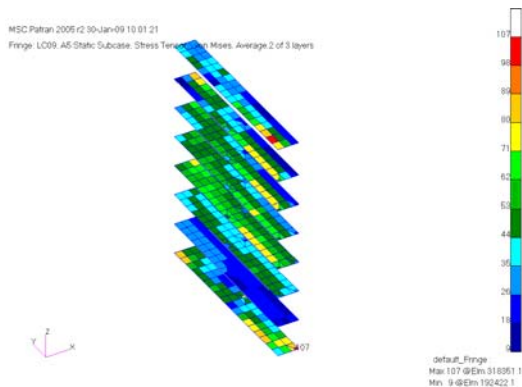


Fig. 3.2 (a) pitching condition

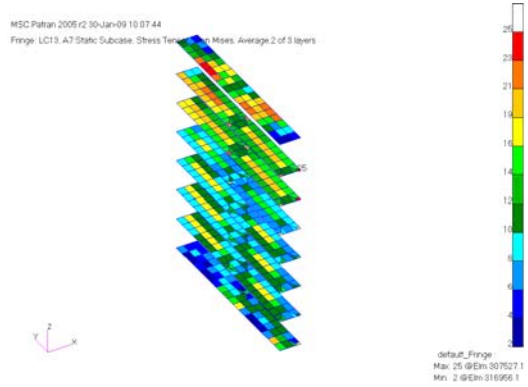


Fig. 3.2 (b) flooding condition

3.3 Criteria

ABS 선급 규정에 따라 longi spacing 의 1/10 보다 작은 50x50 mm mesh size 에 대해 allowable stress 에 1.5 배 적용하면 다음과 같다.

Von-mises stress for mild steel
 : $235 * 1.5 = 353 \text{ N/mm}^2$

4. 해석 결과

각 선급별로 opening 이 없는 경우와 stringer 폭의 끝단과 opening 끝단과 이격 거리 d(Fig.4.1) 가 200,150,100 인 경우 maximum stress 를 비교하였으며, 앞에서 언급한 두 보강 방법에 대해서도 각 선급별로 비교하였다.

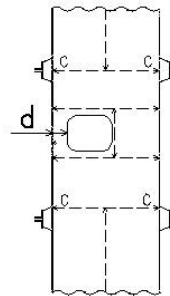


Fig. 4.1 distance *d* between opening and bulkhead

4.1 Stringer level 및 opening 유무에 따른 stress 분포

Table 4.1 는 d=200 위치에 opening 이 시공되었을 경우 각 stringer 별로 max.von-mises stress 를 나타내고 있다. platching load condition 의 특성대로 stringer 중 height 가 가장 높은 box beam bottom 에서 stress 가 가장 크며, 이에 box beam bottom 에서 opening 이격 거리 별 stress 분포를 Fig.4.3(a)~(d)에서 나타내었다. 예상했던 대로 이격 거리 d 가 작을수록 stress level 이 증가함을 알 수 있다. 이는 GL 선급 적용 모델에 대한 결과이며, 다른 선급 또한 같은 경향을 나타낸다.

Table 4.1 max.stress on stringers(N/mm2)

Position	Box B.Btm	2 nd deck	No.41 Stringer	No.38 Stringer
σ_{max}	235	174	230	150
Position	No.35 Stringer	No.32 Stringer	No.29 Stringer	4 TH deck
σ_{max}	85	39	9	80

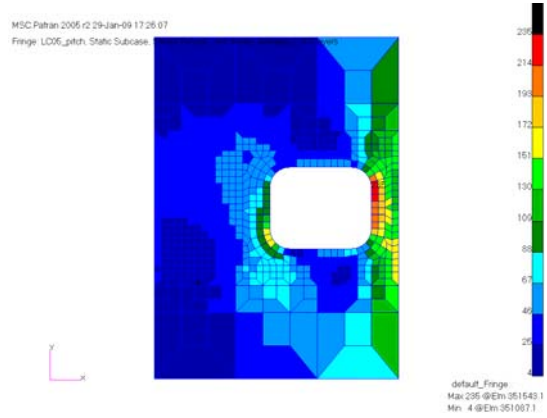


Fig. 4.3(b) stringer with opening (d=200)

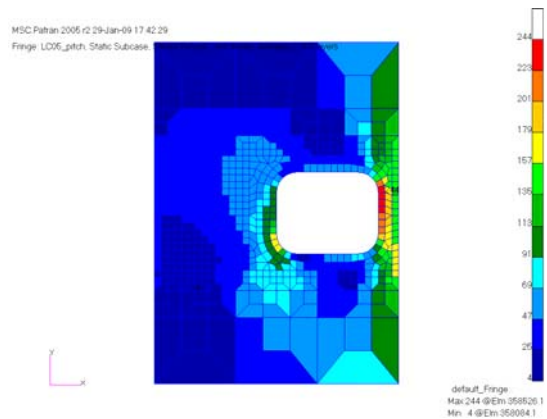


Fig. 4.3(c) stringer with opening (d=150)

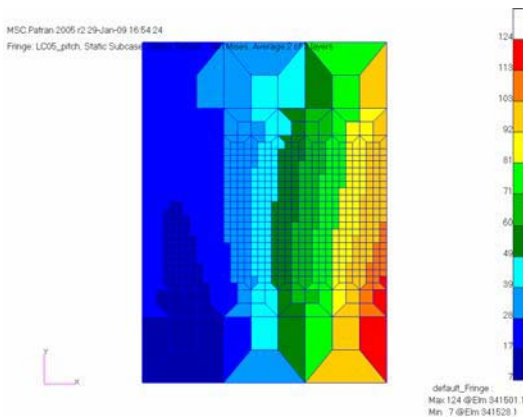


Fig. 4.3(a) stringer with no-opening

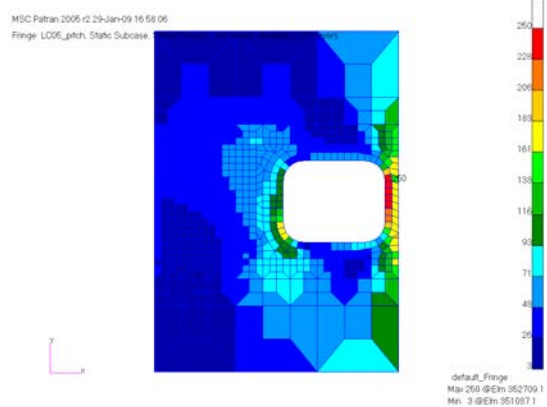


Fig. 4.3(d) stringer with opening (d=100)

4.2 d=150 일 경우 각 선급별 결과

access opening 에 부착되어 있는 ladder 에 원활한 step 을 위해 대부분 opening 이 최소 d=150 에 시공되어 진다. 따라서, Fig.4.4(a)~(d) 에서는 d=150 인 경우 box beam bottom 의 각 선급별 stress 분포를 나타내었으며, 모든 선급 해석 결과가 allowable stress 기준을 만족한다.

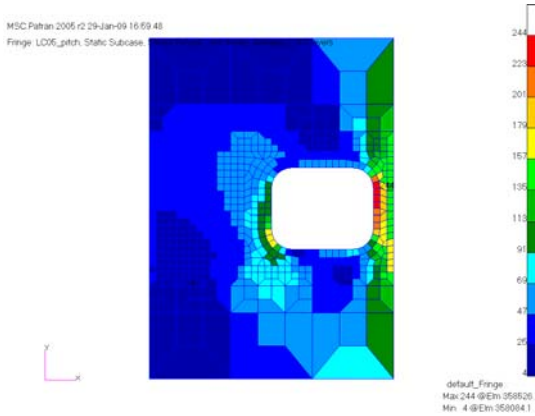


Fig. 4.4(a) GL : pitching condition

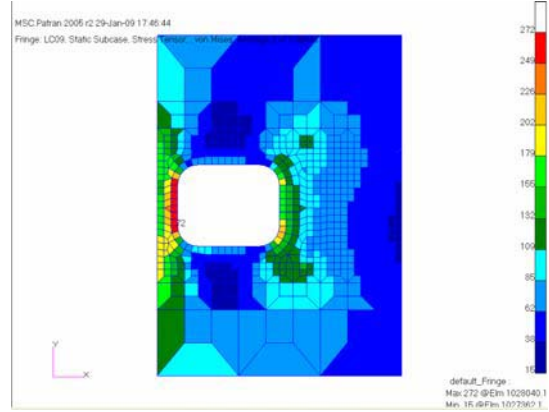


Fig. 4.4(c) DNV : pitching condition

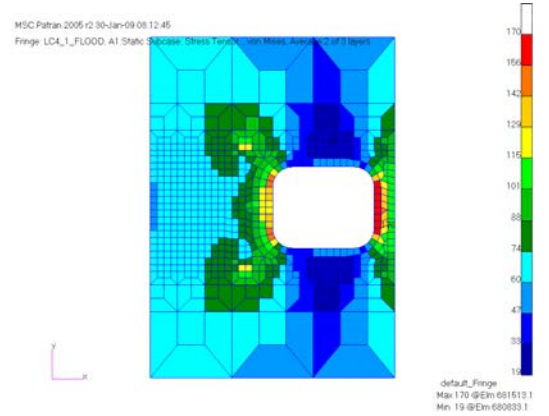


Fig. 4.4(d) BV : flooding condition

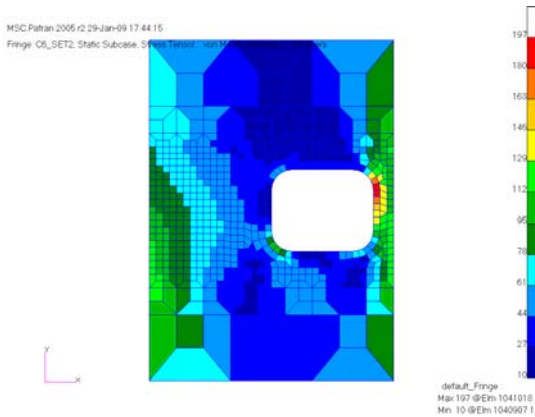


Fig. 4.4(b) LR : pitching condition

4.3 보강 사례별 비교

Fig.2.2, Fig.2.3 두 보강 방법에 대해 d=200 에서 stress 가 가장 큰 DNV Hold 모델에 각각 모델링 하였으며, box beam bottom 에서 그 결과를 비교하였다. Fig.4.5(a)(b)의 결과값과 같이 stringer 길이 방향의 bending 에 의한 stress 가 지배적이므로 Fig.4.6(a)(b)와 Table 4.2 에 나타난 max. stress 를 비교해 보면 y 방향으로 stiffener 를 부착하는 보강 방법(Fig.2.3)이 stringer 에 평행하게 부착되는 보강 방법(Fig.2.2)보다 효과적인 것을 알 수 있다.

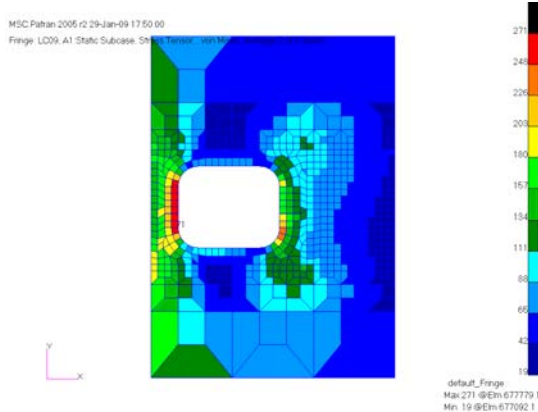


Fig. 4.5(a) stringer with opening : von-mises stress

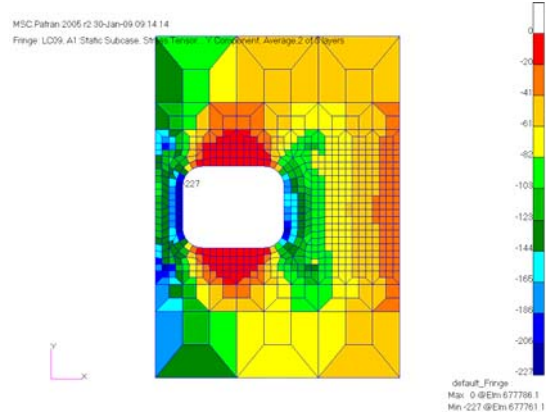


Fig. 4.6 (b) attached stiffener : y-component

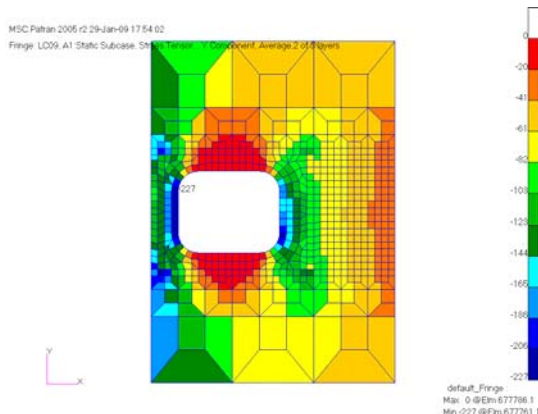


Fig. 4.5 (b) stringer with opening : y-component

Table 4.2 Max.stress for stringer with opening (N/mm²)

	Added plate	stiffener
Max.von-mises	261	236
Max.y-component	-263	-227

5. 결론

이상과 같이 access opening 을 고려한 cargo hold bulkhead horizontal stringer 구조를 F.E 해석을 수행하여 강도 평가하였으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 일반적으로 access opening 을 bulkhead 로부터 min.150 에 위치하여, 해석을 수행한 결과 maximum stress 값이 allowable stress 기준을 만족하였으며, 추가 보강이 없어도 충분한 강도를 가지는 것으로 판단된다.

2. stringer opening 에 대한 보강은 stringer plate 에 평행하게 추가 plate 를 부착하는 것보다 opening 주변에 stiffener 를 취부하는 것이 생산성을 증대시키고 opening 주변의 stress 를 감소시키는데 더 효과적이다.

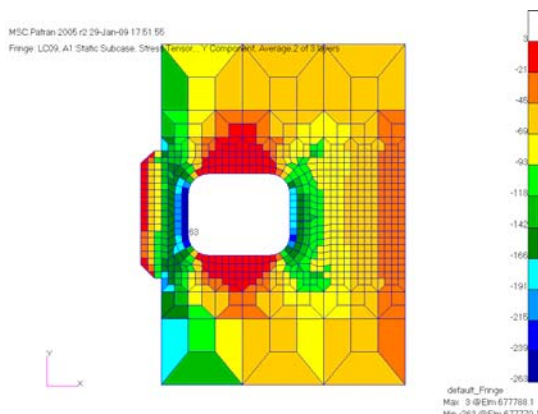


Fig. 4.6 (a) attached added plate : y-component



< 하 지 형 >



< 박 동 근 >



< 김 보 연 >



< 전 지 윤 >