

안벽 방충재의 개선에 관한 연구(1)


신용주*, † 정태권

† (주) 일청엔지니어링 대표이사, † 한국해양대학교 항해학부 교수

요 약 : 방충재(fender)는 항만에서 선박의 안전한 접이안, 계류, 안벽 보호를 하기 위하여 설치된 중요한 안벽 시설 중 하나이다. 기존의 고무 방충재는 접안력에 의한 초기 변형 28% 정도에서 가장 높은 반력이 발생하기 때문에 선박과 안벽에 지속적인 힘을 주기 때문에 안벽 및 선체에 손상을 주고 있다. 이는 잔교식이나 중력식 부두에서도 나타나는 현상이다. 또 선체의 용접 비드에 의하여 방충재 훼손으로 보수 유지비가 증가하고 안벽에 앵커로 고정된 고무 펜더는 유연성이 떨어져 선박 충격에 의한 쉽게 떨어지고 패널패드도 탈락된다. 이 연구에서는 초기 반력이 적은 에어 펜더 혹은 폼 펜더를 제안한다.

핵심용어 : 방충재, 계류, 접안력, 용접 비드, 잔교식 부두, 중력식 부두, 패널 패드, 에어 펜더, 폼 펜더

1. 서론



(株)日清엔지니어링

- **방충재** : 항만에서 선박의 안전한 접안과 계류, 안벽 보호
- 다양한 방충재의 종류가 있으나 적합한 조건으로 사용
 - 부적절한 방충재 사용: 선박과 안벽에 심각한 손상 야기
- 방충재의 요건, 현재의 방충재의 종류별 특징, 장단점 검토
- 이들 방충재 검토를 통하여 개선안을 마련

3

2. 방충재의 요건




(株)日清엔지니어링

m² 당 허용 반력

ULCC & VLCC	150-250 kN/m ²
Tankers	250-350 kN/m ²
Product & Chemical Tankers	300-400 kN/m ²
Bulk Carriers	150-250 kN/m ²
Post-Panamax Container Ships	200-300 kN/m ²
Panamax Container Ships	300-400 kN/m ²
Sub-Panamax Container Ships	400-500 kN/m ²
General Cargo (un-belted)	300-600 kN/m ²
Gas Carriers	100-200 kN/m ²

5

2. 방충재의 요건




(株)日清엔지니어링

- 선박접안 시 선박의 운동에너지를 흡수할 수 있어야 한다.(Energy Absorption)
- 에너지를 흡수하면서 선박과 안벽에 지나친 반력(Reaction Force)이 작용하지 않아야 한다.
- 선체 측면에 작용하는 반력(Hull Pressure)이 m²당 일정 하중 이하여야 한다.
- 선박과 안벽의 손상을 최소화 할 수 있어야 한다

4

3. 방충재의 역할 및 적용환경



(株)日清엔지니어링

- 방충재의 역할은 찌그러짐(deflection)을 통해 선박과 안벽을 보호해 주는 것.
- 접안시 선박의 운동에너지(1/2mv²×α)를 흡수하며 계류 시에는 지속적인 파랑, 너울, 조위차, 조류, 풍압 등으로 인한 반복 하중을 받게 됨.
- 횡요(roll), 종요(pitch) 운동이 계속되고 계류선의 장력(20~50ton/pc)이 지속적으로 가해짐.
- 다양한 기상변화, 특히 태풍 및 강풍에 의해 선박이 좌우로 요동치게 되고 전후 방향으로도 움직임.

6

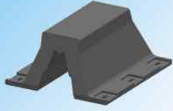
* 대표저자

† 교신저자 중신회원 tgjeong@hhu.ac.kr

4. 방충재의 종류



- Solid Fender (OV, CV, BP, Cylindrical)



OV-Fender



CV-Fender



BP-Fender



Cylindrical-Fender

7

5. 방충재 종류별 장단점



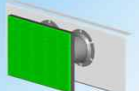
	Panel Type Fender	Rubber Fender	Foam Filled Fender
시공성	+방충재 & Panel 조립, Anchor 시공오차 등 불완함 내재	+상대적으로 불편함	매우 우수
유지관리	+방충재 및 Panel이 구분되는 구조, Panel의 부식으로 인한 관리 불편	+내구성이 취약하여 유지관리가 어렵다	+외피 훼손이 있어도 가능해져가 없으며 Repair가 가능하다
장점	+대형선, 간받침이 큰 조간에 적합하며, Protector Panel로 면압을 분산시키므로 선박에 Damage를 줄여줌	+다양한 방충재 size로 선택의 폭이 넓다 +소형선박 집안에 대표적 모델	+내구성이 매우 뛰어나며, 기계로 제작하므로 재질이 균질하다 +색깔이 좋고 미관이 수려하다 +제작공정상 집안여건에 따라 다양한 size로 제작이 가능하여 공제액 적용이 가능함 +반력강이 공진적으로 증가하므로 선체 손상이 미미하다 +부유식 모델로서 간받침이 큰 조간에 적용이 가능하다 +이동성이 우수하며 설치간격을 가변적으로 운용할 수 있다 +Repair를 할 경우 반영구적으로 사용이 가능하다

10

4. 방충재의 종류



- Protector Panel Type (Cell, TTV)



Cell-Fender



TTV-Fender

- Floating Fender Type (Foam Filled, Pneumatic)



Foam Filled Fender



Pneumatic Fender

8

5. 방충재 종류별 장단점



	Panel Type Fender	Rubber Fender	Foam Filled Fender
단점	+Panel 및 Acc'y의 부식으로 미관이 나빠고 유지보수에 많은 비용이 소모된다 +Panel 제작으로 금액이 비싸고 이동성이 좋지 않다 +20~30% Deflection시 최고 반력 값을 가지므로 선체에 높은 압력을 가함	+자연상태에서 노화진행 속도가 빠르고 내구성이 취약하다 +방충재 손상시 Repair가 불가함 +제작에 있어서 모든 size의 Mould가 필요함 +20~30% Deflection시 최고 반력 값을 가지므로 선체에 높은 압력을 가함	

11

5. 방충재 종류별 장단점



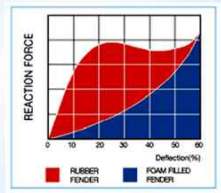
	Panel Type Fender	Rubber Fender	Foam Filled Fender
종 명	Cell Fender, TTV Fender, TR Fender	OV Fender, CV Fender, BP Fender	Foam Filled Fender
성 능	고반력 고에너지 흡수 다양한 Grade	반력강이 높음 다양한 Grade(OV-Fender)	저반력 고에너지 흡수 다양한 Grade
압 축 륜	52.5 ~ 57.5 %	45 ~ 52.5 %	60 %
색 상	검정색(유색 Panel)	검정색	유색
재료구성	+합성고무 +견면부 : Steel Panel 체결구조	+합성고무	+내면 : Closed Cell Foam +외면 : 섬유보강 Polyurethane
제작방법	+금형에 의한 고무Body 제작 +Protector Panel : 용접구조	+금형에 의한 제작	+Foam Winding Machine으로 Foam Core를 형성하고, Filament Winding Machine으로 강화된 skin를 제작한다.
선속학적	학색이 되지 않으나 Panel모서리 부분에 의한 굴림이 발생함	학색이 심함	마모가 적으며 학색이 되지 않음
안전성	+접속면적이 크므로 구조물 안정에 유리하다	+접속면적이 적고 높은 반력으로 선박손상 발생유리	+Dome형 및 Flange&Swivel 구조로 압력분산에 뛰어난 구조

9

6. 고무 방충재의 문제점



- 초기의 높은 반력
- Rated Deflection이 Type에 따라 45~57.5%이지만 대부분의 고무 방충재(Solid, Panel Type 등)는 25~28% 변형(deflection)될 때 최고 치에 근접한 반력이 발생



12

6. 고무 방충재의 문제점



■ 선박의 용접 비드에 의한 방충재 손상

- 선박은 수많은 철판을 용접하여 선체를 만들게 되는데 접합 부위의 용접 비드(각장)는 5~10mm 돌출되어 있음.



13

6. 고무 방충재의 문제점



16

6. 고무 방충재의 문제점



- 패널 패드 : 선박 접안시 용접 비드가 방충재를 긁임없이 굽게 되는데 이때 고무 방충재, 패널의 고무수지 패드가 심하게 훼손
- 패널 패드의 경우 매년 유지보수를 위하여 교체



14

6. 고무 방충재의 문제점



- 고정식 고무방충재의 한계(간만차에 부적합)
 - 우리나라는 서해안의 높은 간만차 때문에 2~3단으로 설치할 수 밖에 없음.
 - 패널 방충재는 길게 하여 설치
 - 설치 비용 증가



17

6. 고무 방충재의 문제점



- 찢김, 탈락
 - 몸체가 고무로만 구성된 방충재: 안벽에 앵커(anchor)로 고정되어 외력에 대하여 유연하게 적응하지 못함. 이로 인해 선박의 충격에 의한 탈락이 빈번하게 발생
 - 패널 방충재: 초기의 높은 반력으로 인해 용접 비드가 지속적으로 패드에 충격을 주어 탈락이 발생.

15

6. 고무 방충재의 문제점



- 선체의 검정색 착색
 - 고무 방충재는 선체에 직접 닿게 되면 검정색이 선체에 그대로 착색됨.



18

6. 고무 방충재의 문제점

- 보호 패널도 부식이 심각하게 발생하여 일정 기간 사용 후 교체
- 유지 보수비용이 많이 발생



19

8. 개선 방안 및 결론

- 합성고무 방충재 문제점
 - 고무방충재는 고무가 25~28% 변형될 때 가장 높은 반력이 발생.
 - 이로 인하여 선박이 계류시에 최고의 반력이 선측과 안벽에 작용.
 - 초기 반력이 높은 일반적인 방충재는 안벽과 선박에 지속적인 힘을 주게 되어 안벽의 균열, 선측의 찌그러짐으로 나타남.

22

7. 고무 방충재의 문제점 사례

- 잔교식 부두
 - 강관 파일로 직·사향으로 **향타하여 상부에 콘크리트**를 설치하여 구성된 구조이므로 지속적으로 작용하는 반력에 의해 안벽이 균열되는 사례가 많이 발생.
 - 접안(계류)할 때 작용하는 반력은 각 방충재 반력값의 합이며 초기 반력값이 높은 고무 방충재는 지속적인 고반력이 작용하게 되고 조류, 풍압 등이 합성작용을 하게 되면 끊임없는 피로를 주게 됨.
 - 따라서 초기에 반력이 낮은 방충재가 필요.

20

8. 개선 방안 및 결론

- 개선 방안
 - 초기 반력이 적은 방충재를 사용하게 되면 이러한 문제점(원초적인 문제점)을 현격히 해소 할 수가 있음.
 - 이는 장기적으로 볼 때 경제적이며 불필요한 비용을 절감할 수가 있음.
 - 우리나라 대형조선소에서 Air Fender, Foam Filled Fender를 가장 많이 사용하고 있는데 이것은 많은 경험에서 먼저 비용을 생각 했기 때문이라 볼 수 있음.

23

7. 고무 방충재의 문제점 사례

- 중력식 부두
 - 지나치게 반력이 높은 고무 방충재를 사용하면 안벽 균열을 초래할 수 있음.
 - 고정식 방충재의 특성상 탈락하는 경우가 종종 발생.



21

8. 개선 방안

- 이유:
 - 안벽 및 선박이 훼손 되었을 때 방충재의 비용은 이것에 비하여 작은 문제임을 잘 알기 때문.
 - 매년 항만의 안벽 보수 비용이 상당한 정도임.
 - 그러나 이 원인을 방충재(Fender) 때문이라고 생각하는 경우가 거의 없음.
 - 이 연구에서는 이런 문제점은 방충재의 개선으로 해결이 가능하다고 봄.

24