

# 안벽 방충재의 개선에 관한 연구 (II)

## 1.서론

- 방충재 : 항만에서 선박의 안전한 점안과 계류, 안벽보호
- 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

## 2. 방충재의 요건

- 선박접안 시 선박의 운동에너지를 흡수할 수 있어야한다.  
(Energy Absorption)
- 에너지를 흡수하면서 선박과 안벽에 지나친 반력(Reaction Force)이 작용하지 않아야 한다.
- 선체 측면에 작용하는 반력(Hull Pressure)이  $m^2$ 당 일정 하중 이하여야 한다.
- 선박과 안벽의 손상을 최소화 할 수 있어야 한다.

## 2. 방충재의 요건

m<sup>2</sup>당 허용 반력

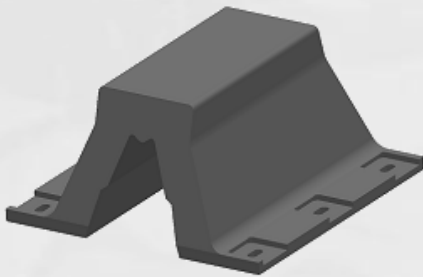
ULCC & VLCC	150~250 kN/m <sup>2</sup>
Tankers	250~350 kN/m <sup>2</sup>
Product & Chemical Tankers	300~400 kN/m <sup>2</sup>
Bulk Carriers	150~250 kN/m <sup>2</sup>
Post-Panamax Container Ships	200~300 kN/m <sup>2</sup>
Panamax Container Ships	300~400 kN/m <sup>2</sup>
Sub-Panamax Container Ships	400~500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

### 3. 방충재의 역할 및 적용환경

- 방충재의 역할은 찌그러짐(deflection)을 통해 선박과 안벽을 보호해주는 것.
- 접안시 선박의 운동에너지( $1/2mv^2 \times \alpha$ )를 흡수하며 계류시에는 지속적인 파랑, 너울, 조위차, 조류, 풍압 등으로 인한 반복 하중을 받게 됨.
- 횡요(roll), 종요(pitch) 운동이 계속되고 계류삭의 장력(20~50ton/pc)이 지속적으로 가해짐
- 다양한 기상변화, 특히 태풍 및 강풍에 의해 선박이 좌우로 요동치게 되고 전후 방향으로도 움직임.

## 4. 방충재의 종류

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



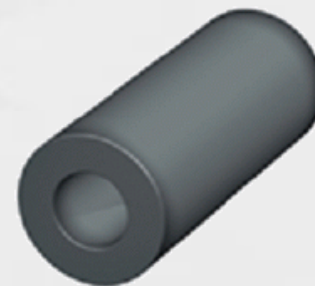
OV-Fender



CV-Fender



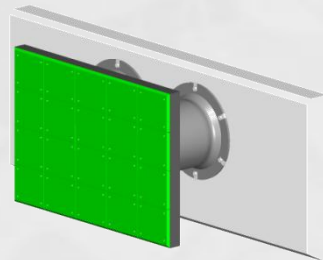
BP-Fender



Cylindrical-Fender

## 4. 방충재의 종류

- Protector Panel Type (Cell, TTV)

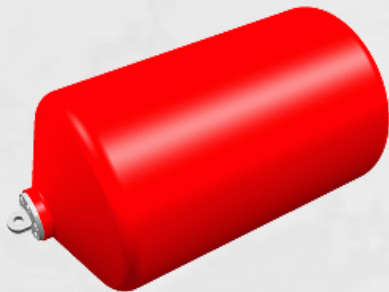


Cell-Fender

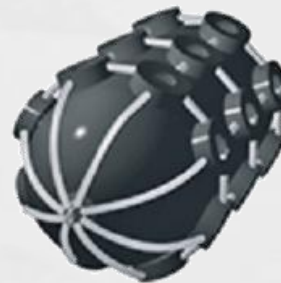


TTV-Fender

- Floating Fender Type (Foam Filled, Pneumatic)



Foam Filled Fender



Pneumatic Fender

## 5. 방충재 종류별 장단점

	Foam Filled Fender	Rubber Fender	Panel Type Fender
품 명	Foam Filled Fender	OV Fender, CV Fender BP Fender	Cell Fender, TTV Fender TR Fender
성 능	저반력 고에너지 흡수 다양한 Grade	반력값이 높음 다양한 Grade(Ov-Fender)	고반력 고에너지 흡수 다양한 Grade
압 축 륜	60 %	45 ~ 52.5 %	52.5 ~ 57.5 %
색 상	유색	검정색	검정색(유색 Panel)
제품구성	*내면 : Closed Cell Foam *외면 : 섬유보강 Polyurethane	*합성고무	*합성고무 *전면부 : Steel Panel 체결구조
제작방법	*Foam Winding Machine으로 Foam Core를 형성하고, Filament Winding Machine으로 강화된 skin을 제작한다.	*금형에 의한 제작	*금형에 의한 고무Body 제작 *Protector Panel : 용접구조
선축착색	마모가 적으며 착색이 되지않음	착색이 심함	착색이 되지 않으나 Panel모서리 부분에 의한 굽힘이 발생함
안 전 성	*Dome형태 및 Flange&Swivel 구조로 압력분산에 뛰어난 구조	*접촉면적이 적고 높은 반력으로 선박손상 발생우려	*접촉면적이 크므로 구조물 안정에 유리하다



## 5. 방충재 종류별 장단점

	Foam Filled Fender	Rubber Fender	Panel Type Fender
시공성	매우 우수	*상대적으로 불편함	*방충재&Panel 조립, Anchor 시공오차 등 불편함 내제
유지관리	*외피 훼손이 있어도 기능저하가 없으며 Repair가 가능하다	*내구성이 취약하여 유지관리가 어렵다	*방충재 및 Panel이 구분되는 구조, Panel의 부식으로 인한 관리 불편
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>*내구성이 매우 뛰어나며, 기계로 제작하므로 제품이 균질하다</li> <li>*색감이 좋고 미관이 수려하다</li> <li>*제작공정상 접안여건에 따라 다양한 size로 제작이 가능하여 경제적 적용이 가능함</li> <li>*반력값이 점진적으로 증가하므로 선체 손상이 미미하다</li> <li>*부유식 모델로서 간만차이가 큰 조건에 적용이 가능하다</li> <li>*이동성이 좋으며 배치간격을 가변적으로 운용할 수 있다</li> <li>*Repair를 할 경우 반영구적으로 사용이 가능하다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*다양한 방충재 size로 선택의 폭이 넓다</li> <li>*소형선박 접안에 대표적 모델</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*대형선, 간만차이가 큰 조건에 적합하며, Protector Panel로 면압을 분산시키므로 선박에 Damage를 줄여줌</li> </ul>

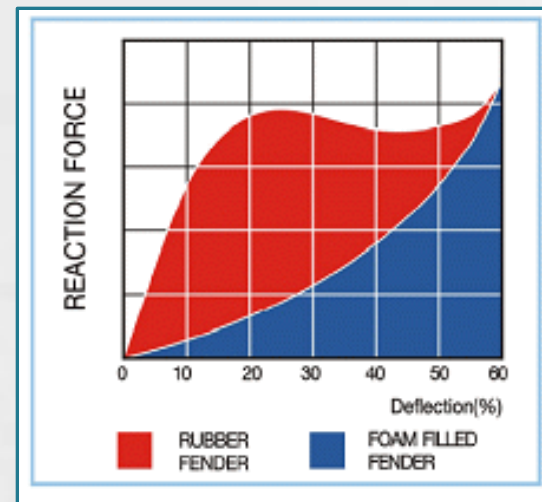
## 5. 방충재 종류별 장단점

	Foam Filled Fender	Rubber Fender	Panel Type Fender
단 점		<ul style="list-style-type: none"> <li>*자연상태에서 노화진행 속도가 빠르고 내구성이 취약하다</li> <li>*방충재 손상시 Repair가 불가함</li> <li>*제작에 있어서 모든 size의 Mould가 필요함</li> <li>*20~30% Deflection시 최고 반력 값을 가지므로 선측에 높은 압력을 가함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Panel 및 Acc'y의 부식으로 미관이 나쁘고 유지보수에 많은 비용이 소모된다</li> <li>*Panel 제작으로 금액이 비싸고 이동성이 좋지 않다</li> <li>*20~30% Deflection시 최고 반력 값을 가지므로 선측에 높은 압력을 가함</li> </ul>

## 6. 고무 방충재의 문제점

- 초기의 높은 반력

-Rated Deflection이 Type에 따라 45~57.5%이지만 대부분의 Rubber Fender(Solid, Panel Type 등)는 25~28% 변형(Deflection)될 때 최고치에 근접한 반력이 발생



## 6. 고무 방충재의 문제점

- 선박의 용접 비드에 의한 방충재 손상

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



## 6. 고무 방충재의 문제점

- 패널 패드 : 선박 접안시 용접 비드가 방충재를 끊임없이 긁게 되는데 이 때 고무 방충재, 패널의 고무수지 패드가 심하게 훼손
- 패널 패드의 경우 매년 유지보수를 위하여 교체



## 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

## 6. 고무 방충재의 문제점



## 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





## 6. 고무 방충재의 문제점

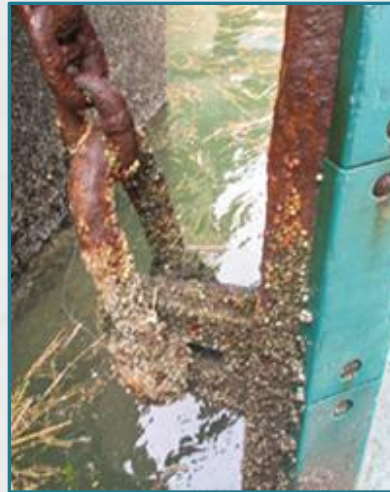
- 선체의 검정색 착색

- 고무 방충재는 선체에 직접 닿게 되면 검정색이 선체에 그대로 착색됨



## 6. 고무 방충재의 문제점

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



## 7. 고무 방충재의 문제점 사례

### •잔교식 부두

- 강관 파일로 직·사향으로 항타하여 상부에 콘크리트를 설치하여 구성된 구조이므로 지속적으로 작용하는 반력에 의해 안벽이 규열되는 사례가 많이 발생
- 접안 (계류)할 때 작용하는 반력은 각 방충재 반력값이 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

## 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



## 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

## 8. 개선 방안 및 결론

### •개선방안

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

## 8. 개선 방안 및 결론

- 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