

## 부표 및 등부표의 표체 개선에 관한 연구(II)

신용주\*, † 정태권

† (주) 씨존 대표이사, † 한국해양대학교 교수

**요 약** : 부표(등부표)는 항로를 표시하거나 항해상의 위험물을 표시하는 중요한 해상교통안전시설이다. 현재 부표(등부표)의 표체가 철재로 되어 있어 해중생물에 의한 오손, 무게로 인한 설치·이설·보수 등의 어려움이 있다. 무엇보다도 철재 표체에 비하여 선박과의 충돌에 의한 부체의 손상이 발생하지 않으며, 보수유지가 거의 필요 없는 폴리에틸렌폼과 폴리우레탄 소재의 표체의 개발을 제시한다.

**핵심용어** : 표체, 충돌위험도, 최근접거리, 접근시간, 문턱값, 피항구역, 위험구역

**SEAZONE**(주)씨존

### 서론

- **현재 철재 표체의 문제점**
  - 철재표체는 탄성이 적어 선박과의 충돌에 의하여 파손이 쉽게 발생
  - 철재표체는 무거워 취급상 위험이 따르고 불편
  - 축전지의 교체 등을 할 때 작업자에게 안전상 위험이 높음
  - 해중 생물에 의한 표체의 오손도가 높음
  - 보수 유지에 많은 비용
- **새로운 표체 개발**
  - 내부 : 폴리에틸렌폼
  - 표피 : 폴리우레아

**SEAZONE**(주)씨존

### 재료 규격 및 물성

• 고무 / 우레아비교표 (1)

원료명	비중	인장강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	신장률 (%)	경도	사용온도 (°C)	내열성	내산성	내마모성	내일광
성고무 (Natural rubber)	0.92	70-250	200-700	40-85	40-75	변화	하	양호	하
합성고무 (SBR)	0.93	100-250	300-700	10-20	40-80	경화	양호	우수	변화
내유고무 (NBR)	0.96	30-300	200-600	30-80	40-120	연화	우수	우수	약변화
내열고무 (Neoprene) 일명 CR	1.25	700-300	~600	30-95	150	약간변화	우수	우수	양호
부틸고무 (Butyl R)	0.91	90-200	300-700	30-90	+150	연화	양호	양호	우수
지오폴고무 (Thiocol)	1.35	100	100-300	30-90	90	취약		양호	우수
하이프론 (Hypalon)	1.6	250	500	80	40-140	약간경화	양호	중하	우수

**SEAZONE**(주)씨존

### 재료 규격 및 물성

• Polyurea 검사 규격

구분	시험항목	검사구분	비고
재료의 물리적 성질	폴리우레아	경도	75-95 Shore A, Hardness
		인장강도(psi)	2000 이상
		신장률 (%)	350 이상
		인열강도(kn/m)	32.40 이상
치수	직경길이	도면에 따름	허용치 +10%, -10%

**SEAZONE**(주)씨존

### 재료 규격 및 물성

• 고무 / 우레아비교표 (2)

원료명	비중	인장강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	신장률 (%)	경도	사용온도 (°C)	내열성	내산성	내마모성	내일광
폴리우레아 (Polyurea)	1.10	70-300	700	50-100	-40→250	최우수	우수	최우수	우수
아크릴고무 (Acryl R)	1.1	150	500	30-90	-40→180	약경화	우수	우수	최우수
실리콘고무 (Silicon rubber)	1.2	40-80	500	30-80	-60→250	최우수	최우수	양호	양호
비이온고무 알릴 불소고무									
VITON R(Fluoro elastomers)	1.81	+200	300	50-70	250-400	우수	우수	양호	
이피디엘고무 (EPDM rubber)	1.0	230	600	70	+150	우수	우수	양호	
에틸에이 스론지 (E.V.A)	1.0	50	100	70	120	양호	양호	중하	

\* 대표저자

† 교신저자 중신희원 tgjeong@hhu.ac.kr

## 재료 규격 및 물성

### •Foam 물성

구분	단위	기준치	비고
밀도	Kg/m <sup>3</sup>	32~40	
인장강도	psi	30 이상	
신장률	%	80 이상	

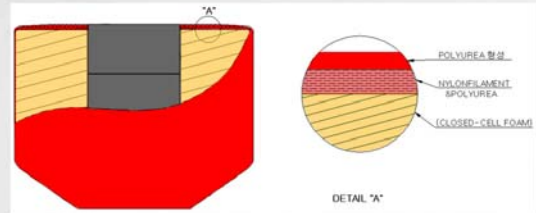
### •나일론사 물성

절단강도 (breaking Strength)	231N
신장률(Elongation)	16%

6

## 폴리우레아 표체내부

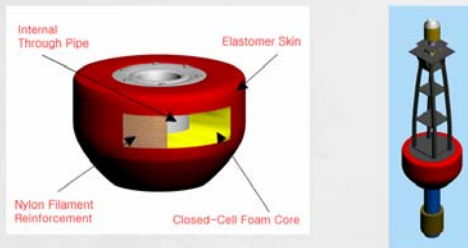
### •안전성 및 내구성



9

## 폴리우레아 표체

### •안전성 및 내구성



7

## 개발 표체의 특징

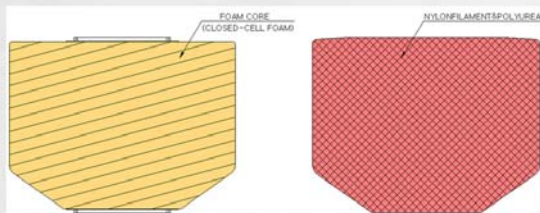
### •개발하고자 하는 부체

- 부력이 발생할 수 있는 주체를 내구성이 강한 PE Foam을 사용하여 구성하고, 외부에 보강사(絲)로 강화한 폴리우레아를 coating한 것으로서 내구성을 매우 증대시킨 형태를 유지한다
- 본 구성체는 외부 충격에 대한 적응력이 좋아서 선박이 부딪혔을 때 내충격에 강한 소재이므로 파손이 생기지 않고 -오히려 에너지를 흡수하여- 선박의 손상을 방지할 수 있다.
- 파손이 발생하지 않아서 기존 Type의 부체의 큰 단점인 유지보수의 필요성이 극히 없다.

10

## 폴리우레아 표체내부

### •안전성 및 내구성



8

## 개발 표체의 특징

### •장단점 비교

내용	기존부체	개발형 부체
1. 재료 및 구성	1. 철재, PE 등을 상용하여 제작하여 내면구성 2. 내부 격벽 혹은 Foam을 충전하여 침몰 방지	1. closed-cell PE-Foam을 사용하여 내면구성 2. 보강사(絲)로 강화한 폴리우레아로 외피구성
2. 특징	1. 철재용접, 회전성형 등으로 제작한다. 2. 제작이 간단하지 않다.	1. 폴리에틸렌 및 폴리우레아를 사용하여 제작한 것으로 외국에서는 널리 사용되고 있음. 2. 몇 가지 소재를 사용하여 구성하므로 다소 제작이 복잡함.

11

## 개발 표체의 특징

### •장단점 비교

내 용	기존부체	개발형 부체
3.장점	1. 제작 공정이 단순하다.	1. PE-Foam으로 내부를 구성하기 때문에 높은 부력발생 및 내충격이 탁월하다. 2. 외피가 손상되더라도 closed-cell형 Foam이기 때문에 같은 부력을 유지한다. 3. 폴리우레아 외피는 내후성이 매우 좋은 단성체이므로 충격에 대한 손상이 없고, 선박 등의 충돌 시 선체를 보호해준다. 4. 선명한 색상을 유지시켜 미관이 수려하다. 5. 반영구적으로 사용 할 수 있다.

12

## 표체 제작



PIPE 용접



Primer 및 Urea 도장

15

## 개발 표체의 특징

### •장단점 비교

내 용	기존부체	개발형 부체
4. 단점	1. 선박과 충돌 시 양측의 파손이 생길 수 있고, 안전사고의 원인이 된다. 2. 철재 및 PE로 제작하였으므로 충격에 취약하다. 3. 외부 손상 시에 바닷물이 침수되어 침몰할 수 있다. 4. 미관이 좋지 못하다.	1. 상대적으로 제작비용이 증가할 수 있다. 2. 열에 약하다. (수중이므로 해당사항 없음)

13

## 표체 제작



Foam Winding



Foam Winding

16

## 표체 제작



PIPE



STOPPER

14

## 표체 제작



Foam Winding



Foam Cutting

17

## 표체 제작



Foam Cutting



Filament Winding

18

## 결론

### •개발 효과

- 취급이 용이한 부표 및 등부표용 표체 개발
- 기존 철재 표체의 보수유지 비용을 획기적으로 줄일 수 있음
- 기존 펜더에 가용되는 자료를 부표의 표체에 활용
- 기존 표체의 보수유지과정에서 발생하는 안전위험 제거
- 유지관리비용의 현격한 절감
- 일부 국가에서만 이용하는 폴리우레아 표체를 우리 기술로 개발
- 제3국 수출로 인한 국익 창출 기대

21

## 표체 제작



Filament Winding



Final Coating

19

## 표체 제작



완제품



완제품

20