

내구성, 경제성이 뛰어난 폴리우레아 부표 기술 연구 개발

김상천* · 정해상** · 김민철***

* (주)코와스 김상천, ** 한국해양대학교 대학원(박사과정), *** (주)아이플러스원 연구소장

요 약 : 국제항로표지협회에서는 일정 규모이상의 해양의 양식장에는 (등)부표를 의무적으로 설치할 것을 권고하고 있다. 현재 사용되는 철체와 플라스틱 부표는 제작비용이 너무 고가로서 자발적인 설치가 어려운 실정이다. 그러므로 기존 부표보다 훨씬 저렴하면서도, 친환경적이면서도 내구성이나 기능이 뛰어난 부표를 개발하여 어민들에게 보급할 필요가 있다. 본 연구에서는 가벼우면서도 견고한 EPS(발포폴리스티렌, 고밀도 스티로폼)를 내부재료로 사용하고, 외부에 폴리우레아를 충분한 두께로 도포한 등부표에 관한 연구를 하였다.

핵심용어 : 해양구조물, 부표,

1 | 서론

연구 내용

- 내구성, 경제성이 뛰어난 폴리우레아 부표 기술 연구 개발

연구 배경

- IALA 권고에 따라 어장구역 등부표 설치 의무화에 대비 저렴한 어장용 등부표 개발 필요
 - 현재에 사용중인 최소 500만원대 부표로서는 어민들이 사용하기에는 큰 부담
 - 현재와 같은 스티로폼 부자에 간이 점멸등 사용은 항로표지법에서 수용하기가 곤란
 - 우리나라 전 해역 어장에 보급을 위하여는 등명기를 포함하여 100만원 대 부표 개발 시급
 - ※ 수협과 협의하여 마감용 부표 설치 국고 지원 방안 수립 필요 (해 국비 50%, 자부담 50%)
- 해역에서 일정기간 설치되는 공사용 표지 등 특수목적 부표의 제작 비용 감소 방안 필요
 - 해상공사 구역 등 항행 위험해역에서의 공사 경계표지의 충분한 설치를 위하여는 부표의 제작 설치 비용을 저렴하게 할 수 있는 방안 강구 필요
 - 현재 1기당 3,000만원 대의 공사용 등부표로는 충분한 경계구역 표시는 어려운 실정
 - ▶ 육상도로 공사와 비교할 경우 너무 적은 수량으로 안전 의식 전환 필요

1

2 | 기존 사용 부표의 특성 및 문제점

□ 철체 표체 부표

- 무게가 무겁고 제작, 설치 및 취급이 어려움
- 충격완화 기능이 없어 선박과의 충돌 시에 파손이 쉽고, 인명 및 재산 피해 발생
- 표면 녹 발생으로 잦은 재 도장이 필요
- 유지 보수 관리비가 많이 들어 비경제적

□ 플라스틱 표체 부표

- 표체 내부를 우레탄 폼으로 충전
- 표체의 접합 부위에 해수가 침투하여 무게가 증가하고 부력이 감소
- 충격으로 인해 파손되기 쉽고, 사용수명이 짧음
- 플라스틱 표면의 도장재가 박리될 위험성이 많음

2

2 | 기존 부표의 문제점



① 철체 표체 등부표

- 설치 취급이 불편
- 잦은 녹 발생
- 보수유지 비용 소요



② 플라스틱 표체 등부표

- 표체 파손이 쉬움
- 사출접합부에 수분 침투
- 부력 상실 또는 감소



③ 플라스틱 방책선 부이

- 내부 발포폼의 수축현상
- 충격에 취약
- 표체 변형 및 파손

3

3 | 부표 제작 개선 방안

부표 제작 방법 및 재질 개선

- EPS (발포폴리스티렌, 고밀도 스티로폼)를 내부 재료로 사용하고 외부에 폴리우레아를 충분한 두께로 도포한 등부표를 제작

폴리우레아 부표의 특징

- EPS (발포폴리스티렌, 스티로폼) 으로 표체를 가공 후 외면에 고탄성, 고내구성의 폴리우레아 피막을 형성
- 선박 등과 충돌 시에 충격완화 가능
- 강한 충격, 자외선, 외부 온도변화 등에 쉽게 파손 되지 않음
- 영하 20도의 저온에서도 탄성을 유지
- 용도에 따라 다양한 크기와 모양의 부표 제작이 가능
- 부표의 설치, 교체 및 유지보수 비용 절감

적 용

- 항로 표지, 양식장, 암초지역, 특수지역 등의 경계표지용, 해상 방책선, 해양관측용부표 등 다양한 용도에 적용

4

* 교신저자 : sckim7137@naver.com

** goodfeeling@kmou.ac.kr

*** kimmc561@naver.com

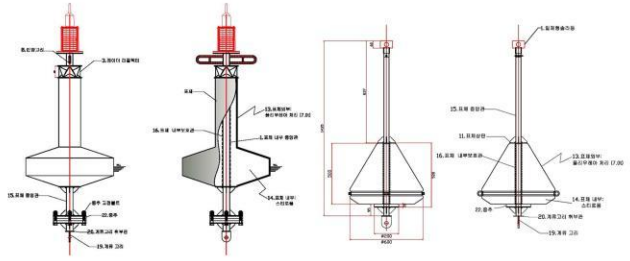
4 | POLYUREA 부표 제작

POLYUREA의 재료 특성

- 주재 성분인 이소시아네이트 프리폴리머(isocyanate prepolymer)와 경화제 성분인 폴리아민(polyamine)이 연쇄 반응하여 생성되는 초속경화형 폴리우레아 결합체
- 경화시간이 수십초 이내로 매우 짧아 1회 도장으로 원하는 두께의 피막을 얻을 수 있으며 우수한 내열수성, 내약품성, 내후성, 내충격성, 내마모성 등을 가지고 있음
- 휘발성 유기물질(VOC)이 없는 100%의 고형분으로 경화된 후에는 유해물의 용출이 없어 수생생물에 안전하고 환경오염의 우려가 없음
- 우수한 탄성율(100~550%)과 폭넓은 시공가능 온도(-40°C~ 120°C) 및 도막 물성유지 온도(-65°C~175°C)를 갖고 있으며, 경화 후에는 고탄성의 매우 질긴 피막층 형성
- 공정압력이 2,500psi, 공정온도가 60~85°C 인 전용 스프레이 장비를 사용하여 주재와 경화제를 고온, 고압으로 충돌, 혼합, 분사하여 도포

5

4 | POLYUREA 부표 제작



[표준형 침선부표]

[소형 어장부표]

< 사용 용도별 부표 설계도 >

8

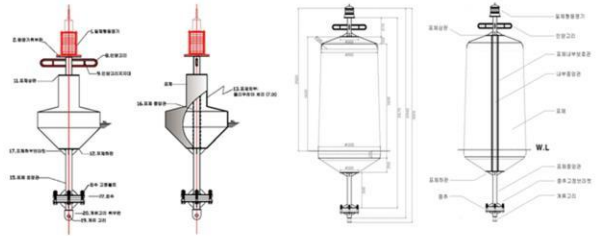
4 | POLYUREA 부표 제작



< 폴리우레아 코팅 장비 >

6

4 | POLYUREA 부표 제작



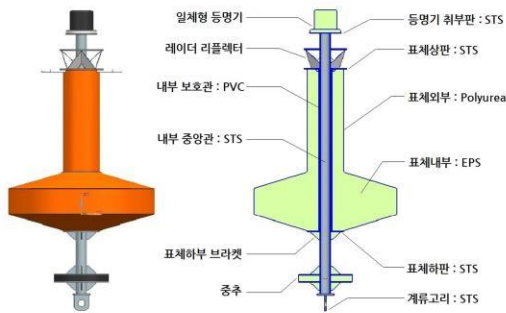
[보통형 어장부표]

[경계표지용 부표]

< 사용 용도별 부표 설계도 >

9

4 | POLYUREA 부표 제작



< 부표 제작 구조도 >

7

4 | POLYUREA 부표 제작

부표 제작 과정

1. EPS 표체 성형
 - 부표의 설계도면에 따라 EPS 성형기로 표체 가공
2. EPS 표면 전처리
 - 표면을 프라이머 처리하여 핀홀 및 기포발생을 최소화
3. 폴리우레아 수지 코팅
 - 표체 회전방식 도장
 - 회전속도, 수지 분사량을 설정하여 피복의 두께조절
4. 구조체 조립
 - 내부 보호관, 중앙관, 상·하 취부판, 중추, 계류고리, 등명기 등의 장착
5. 표면 마감처리
 - 필요시 지정 색상의 상도 마감

10

3 | POLYUREA 부표 제작

부표 제작 과정

- EPS 표체가공



11

3 | POLYUREA 부표 제작

부표 제작 과정

- 폴리우레아 코팅



12

3 | POLYUREA 부표 제작

부표 제작 과정

- 구조물 조립



13

3 | POLYUREA 부표 제작

부표 제작 과정

- 완제품



[청선 부표]

[어장 부표]

[방척선 부표]

[관측용 부표]

.4

3 | POLYUREA 부표 제작

기존 부표와 개발 부표와의 비교

항목	기존 부표	개발 부표
표체의 구성	-철재 또는 플라스틱을 사용하여 표체를 만들고, 내부에 우레탄폼 등을 충전	- EPS로 가공한 표체의 외면에 폴리우레아 수지를 도포하여 고탄성, 고내구성의 피막을 형성
특징 및 장·단점	- 철재 용접, 플라스틱 사출성형 등의 방법으로 가공하며, 제작이 용이하지 않음 - 충격에 취약하며, 외부 파손 시에 물이 침투하여 부력을 상실할 수 있음 - 선박 충돌 시에 충격완화 기능이 없어 선체 손상 및 안전사고 발생 원인 - 유지보수 관리비용이 지속적으로 소요	- 먼저 EPS로 표체를 가공한 후 스프레이 코팅하는 방식이며, 부표의 모양과 크기에 제한 없이 제작이 용이 - 고탄성체인 피막은 강한 충격에도 파손되지 않으며, -20°C의 저온에서도 탄성 유지 - 피막이 손상되어도 부력을 계속 유지 - 선박 충돌 시에 충격을 완화하여 선박의 손상 방지 - 내구수명이 월등하여 유지보수비용 절감

15

4 | 결론

연구 개발 성과 및 향후 추진 계획

- 부표의 제작 및 설치, 교체 및 유지보수 비용이 기존에 비해 1/3 이하 저렴한 가격으로 어장구역 표시나 공사용 부표로 제작
- ♣ 제작 및 설치 비용 : 100만원 후반 ~ 500만원 (등명기 포함)
- 내충격성, 내염수성, 내후성, 부력 유지력이 매우 우수하여 반영구적으로 사용
- 대량생산은 물론 소량 주문생산에도 적합
- 용도에 따라 어떠한 크기와 모양의 부표도 제작 및 개발이 가능
- 부표의 수입대체 및 해외수출의 경제적 파급효과 기대

5 | 참고 문헌

- IALA Guideline 1006 - Plastic Buoys, Edition3.1 December 2013

16