

# 다기능 경량 등부표(Multi-light buoy)에 관한 연구

김 상 천

(주)코와스 대표이사

**요 약** : 다기능 경량 등부표는 바다와 강에 설치되어 선박 항로표시 및 수산, 양식 산업 시설물 경계표시 등 선박충돌사고 및 인명사고를 미연에 방지하기 위한 용도이며, 또한 수심이 낮은 해안과 압초지역은 물론 어떤 장소에서도 설치 및 운용이 용이하여 다양한 용도로 활용할 수 있도록 개발되었다.

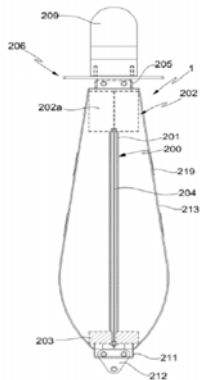
**핵심용어** : 부표, 등부표, 항로표지, 부이

## 1. 개발배경

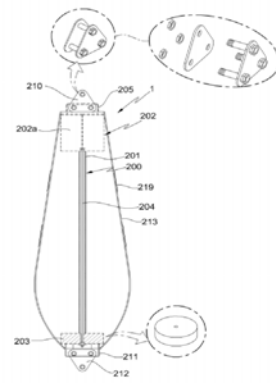
- 일반적인 항로표시용 등부표는 금속 구조물로 제작되어 무겁고 취급이 불편하며 선박과 충돌 시에 선박에 손상을 입히거나, 등부표의 기능 상실 또는 침몰로 인한 경제적 손실이 발생.
- 금속 구조물로 된 등부표는 태양의 자외선과 해수로 인해 표면에 도장된 도장재의 황변 및 탈락 현상이 심해 금속표면에 부식이 생기고 또한 외부의 충격으로 인한 파손이 많아 지속적인 재도장 및 재보수가 요구.
- 설치와 취급이 용이하며 자외선에 의한 변색이 없고 외부의 충격에 강하여 유지 보수 비용을 절감 할 수 있는 등부표의 개발이 필요.

## 2. 구성

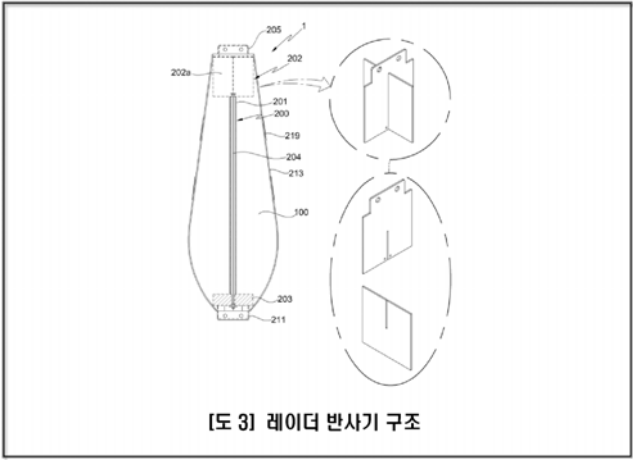
- 발포부재 상단에 등명기와 부표식의 장착을 위한 인양고리 및 등명기 받침대와 발포부재 내부 상단에 장착되는 레이더 반사기와 연결되며 발포부재 내부 하단에 무게중심을 잡아주는 중추판과 레이더 반사기와 연결하는 체인과 CFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastic) 또는 FRP 파이프가 파도와 외부의 충격으로 인해 부표의 꺾임을 방지하는 관통체인 구조.
- 발포부재는 가볍고 부력이 좋으며 탄력성을 지닌 폴리스티렌(EPS, 스티로폼)의 외면에 내충격성, 내구성, 방오성, 무황변성 등의 특성을 가진 폴리우레아(Polyurea) 수지를 도포.
- 폴리우레아 1차 도포 후 외면에 보강포를 접합하고 폴리우레아를 2차 도포함으로써 고충격, 고수압에 견딜 수 있도록 설계.



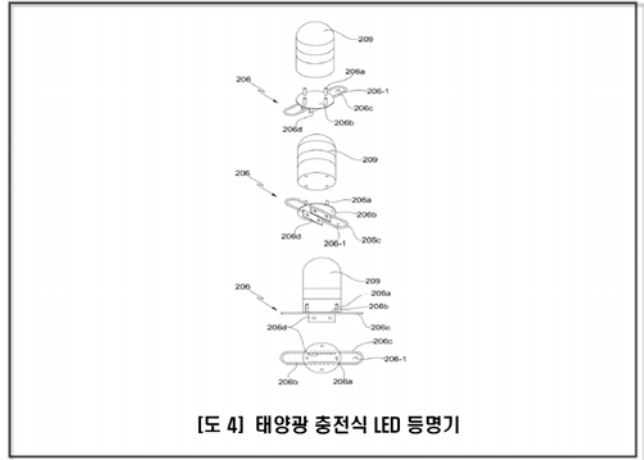
[도 1] 등부표 단면도



[도 2] 중추판과 상단부 연결 구조



[도 3] 레이더 반사기 구조

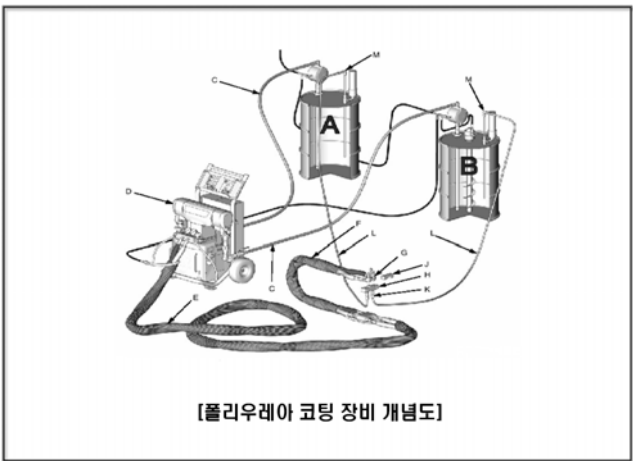


[도 4] 태양광 충전식 LED 등명기

### 3. 폴리우레아(Polyurea) 수지의 특성

- 발포 폴리스티렌(EPS, 스티로폼)으로 성형된 부력재의 표면에 도포하는 폴리우레아 수지는 주재 성분인 이소시아네이트 프리 폴리머(isocyanate prepolymer)와 경화제 성분인 폴리아민(polyamine)이 연쇄 반응하여 생성되는 초속경화형 폴리우레아 결합체.
- 폴리우레아 수지는 우레아화 반응을 이용하여 경화시키므로 경화시간이 수십초 이내로 매우 짧아 1회 도장으로 원하는 두께의 피막을 얻을 수 있으며 우수한 내충격성, 내염수성, 내약품성, 내후성, 내구성 등을 특징으로 함.

- 폴리우레아 수지는 우수한 탄성율(100~550%)과 폭넓은 시공 가능 온도(-40℃~120℃) 및 도막 물성유지 온도 (-65℃~175℃)를 갖고 있으며, 경화 후에는 탄성이 높고 매우 질긴 피막층을 형성.
- 폴리우레아 수지의 도포는 공정 압력이 2,500psi, 공정 온도가 60~85℃인 전용 스프레이 장비를 사용하여 주재와 경화제를 고온, 고압으로 충돌, 혼합시켜서 분사하는 방식으로 성형된 부력재의 표면에 도포.
- 폴리우레아 수지 피막의 두께는 등부표의 용도 및 사용환경에 따라 평균 1mm~5mm, 또는 그 이상으로 조절이 가능.



[폴리우레아 코팅 장비 개념도]

### 4. 기능

- 관통 체인 구조는 레이더 반사기와 무게중심을 잡아주는 중추판을 연결 하는 기능을 하며 외부의 강한 충격으로 인한 등부표의 꺾임을 방지.
- 부표 상단에 장착되는 일체식 등명기는 내부에 태양광 모듈, 충전용 배터리, 광센서, LED 점멸표시등으로 구성되어짐.
- 레이더 반사기는 상기 등명기가 날씨가 흐려서 태양광 발전을 못해 야간에 LED 점멸표시등이 작동을 할 수 없을 때, 이동하는 선박에서 보내지는 레이더를 반사하여 위치를 나타내 주는 역할을 함.
- 외부에 도포된 무황변형 폴리우레아는 내구성이 우수하고 표면이 매끄러워 따개비나 바다생물이 잘 달라붙지 않으며, 색상이 미려하고 도색이 변하지 않아 보수 및 재도장이 불필요.

## 5. 장점

- 다기능 경량 등부표의 표면은 태양의 자외선과 해수에 강한 폴리우레아 중도와 무황변형 폴리우레아 상도가 도포되어 색이 바래는 황변 현상이 없으며, 외부로부터 충격이 가해졌을때 깨지거나 잘 찢어지지 않는 소재로 이루어져 내구수명이 우수함.
- 걸모양이 유선형으로 설계 되어져 태풍 또는 큰 파도가 쳤을 때 수중으로 들어가 충격을 최소화 함으로써 부표와 침추의 연결 사슬이 끊어지지 않고 견디게끔 설계됨.
- 다기능 경량 등부표는 무게가 가볍고 이동, 운반 및 설치가 용이하여 다양한 장소에 사용이 가능함.

- 외부에 도포된 무황변형 폴리우레아는 내구성이 우수하고 표면이 매끄러워 따개비나 바다생물이 잘 달라붙지 않으며, 색상이 미려하고 도색이 변하지 않아 보수 및 재도장이 불필요.
- 설치장소에 따라 다양한 규격으로 제작이 쉽고, 무게가 가벼워 기존 등부표의 설치가 어려운 수심이 낮은 해안, 암초지역은 물론 어떤 장소에서도 설치 및 운용이 용이하여 다양한 장소에 활용이 가능.

## 6. 적용

- 다기능 경량 등부표는 제조 공정이 간단하고 가벼워 취급이 용이하여 가두리 양식장 경계 표시용 뿐만 아니라 수심이 낮은 암초 지역, 해수욕장 위험 경계표시, 조선소 구역, 준설토 투기장 구역, 군사훈련 지역, 케이블(해저, 해상) 또는 해저 파이프라인 구역, 레크레이션 구역, 유람선 항로 표시용, 인명 구조용, 신장 애크울 표시용, 특수지역 또는 지물 표시용 등 다양한 용도로 사용이 가능함.



[가두리 양식장 설치 모습]

## 7. 경제성

- 일반적인 선박 항로표시용 등부표는 금속구조물로 이루어져 무겁고 취급이 불편하며 선박과 충돌 시에 선박에 손상을 입히거나, 등부표의 기능 상실 또는 침몰로 인한 경제적 손실이 발생.
- 금속 구조물로 된 등부표는 태양의 자외선과 해수로 인해 부표 표면에 도장된 도장재의 황변 및 탈락 현상이 심해 금속표면에 부식이 생기고 또한 외부의 충격으로 인한 파손이 많아 재도장 및 재보수가 잦음.
- 다기능 경량 등부표는 소비자가 원하는 용도에 따라 다양한 규격으로 제작이 용이하고 대량생산이 가능하여 생산 원가를 낮출 수 있고, 내구수명이 우수하여 유지 보수비용을 절감할 수 있음.

## 8. 효과

- 특수 용도 부표는 크기와 모양과 색깔이 다양한 외국산 PE 플라스틱 성형 제품을 주로 수입하여 사용해 왔으며, 근래에는 특수 부표를 국산화 하여 생산하고 있으나 제조업체가 몇 되지 않으며 부표 성형 PE 플라스틱의 생산 원가가 높아 경제성 및 수요성이 떨어짐.
- 다기능 경량 등부표는 특수 용도에 따라 다양한 규격으로 제작이 용이하며 생산 공정이 간단하고 대량생산 및 생산 원가의 절감이 가능하여 수입 대체효과 및 해외시장 수출도 기대할 수 있음.