

# 항로표지용 플라스틱 부표의 특성 분석

† 김종욱\* · 한주섭\* · 조경주\* · 강성복\*

\*항로표지기술훈합회

**요 약** : 우리나라 해역에서 선박의 대형화, 고속화와 선박교통량의 증가 및 항만과 해양개발 등으로 해상교통 환경은 급속하게 변화하고 있으며, 항로의 좌·우 측방 한계 표시, 항행위험요소 표시 등의 용도로 사용되는 부표류는 항만, 연안해역 및 내륙수로에서 통항 선박의 안전을 위하여 그 수요가 점진적으로 늘어나고 있다. 변화하는 해양교통 환경에 능동적으로 대처하고 부표관리 업무의 효율성을 증대하기 위하여 경량화, 내부식성, 저비용 등 장점으로 정온도가 유지되는 항내나 내륙수로 등에서 국제적으로 항로표지용 부표로 이용되고 있는 플라스틱 부표의 국외 개발 동향, 제조 방법 및 시제품의 특성 평가를 통한 기술 향상 방안에 대하여 기술하였다.

**핵심용어** : 항로표지, 회전성형, 폴리에틸렌, 플라스틱 부표, 인양검검

### 플라스틱 부표의 개발 배경 및 필요성

**플라스틱 부표 개발 배경**

- 선박의 대형화, 해상교통량의 증가에 따른 해상교통환경의 변화
- 동항 선박의 안전확보를 위한 부표류 사용 급증
- 기존 철재 부표류의 설치 및 유지관리의 한계점 인식

**플라스틱 부표 개발의 필요성**

- 경량, 내부식성의 플라스틱 특성에 따른 장점
- 정온이 유지되는 항내나 내륙수로에 적용 가능
- 기존 철재부표의 잦은 교체 및 유지보수 비용의 절감

### 국외 플라스틱 부표 현황 조사

**독일 플라스틱 부표 관리 현장조사**

### 국외 플라스틱 부표 현황 조사

**국외 플라스틱 부표 주요 제작업체**

구분	회사명	국가	제작등부표	비고
1	AB Pharos Marine	영국	PMP-1000, RL-2.6P	플라스틱 및 FRP 부표 제작
2	Tideland Signal	미국/캐나다	SR 등 8종	해상 및 내륙수역용 등부표 제작
3	Pelanal International	영국	PS 600/700	소형 플라스틱 부표 제작
4	SAMTSC OISMAN	프랑스	OSM 등 16종	해상 및 내륙수역용 등부표 제작
5	Mobilis SAS	프랑스	JET 등 10종	해상 및 내륙수역용 등부표 제작
6	Resinex Tradina	이탈리아	FP 600 등 16종	스피커이 전문제작회사
7	Floatex	이탈리아	PE, NPE 등 11종	등부표 이외에 각종 플라스틱 부표 제작사
8	La Maquinista Valenciana	스페인	AP 등 6종	소형 플라스틱 부표 제작
9	Mediterraneo Servicios Marinos	스페인	EBM 등 8종	각종 플라스틱 부표 제작
10	Sealite	호주	Trident 등 9종	각종 플라스틱 부표 제작

### 국외 플라스틱 부표 현황 조사

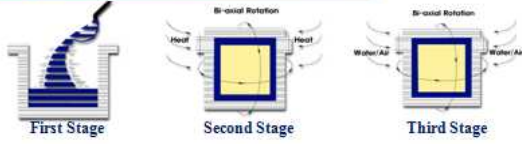
**영국 플라스틱 부표 관리 현장조사**

- 4면에 고무로된 이름판을 사용하여 부표류의 시인성을 향상시킨
- 알루미늄 강관을 사용하여 제작하며, 설치 후 5년이 지나면 매년 현장 정기검사를 통해 유지보수를 결정함

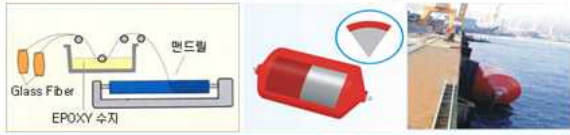
† 교신저자 : 김종욱(정회원) jukkim@paran.com

## 플라스틱 부표 제조 방법

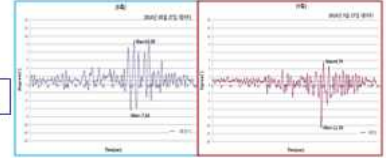
### 회전 성형(Rotational Molding)



### 필라멘트 와인딩(Filament Winding)



## 플라스틱 부표 성능 평가



구분	수치레독	3D 레독	실계측	오차범위
전동주기 (to)	4,180,000	4,025,000	4,040,000	0.389,000 (12.7%)
비광에 의한 경사각(°)	0.00°		평균경사각	1.05° (19.1%)
조류에 의한 경사각(°)	8.00°	8.20°	0.80°	
파에 의한 경사각(°)	7.07°			

## 중형 플라스틱 부표 조립 및 설치



설치를 위해 선박으로 이송



현장작업: 부표, 배선, 증명기



중형부표 침수 무아



중형부표 설치완료

## 플라스틱 부표 인양 점검



## 플라스틱 부표 성능 평가



소형부표



중형부표



소형부표 기습에서 복원력 실험



기습이거 실험 후 정상 복원 상태

## 플라스틱 부표 인양 점검 요약

구분	내용	점검결과
조립성	- 소형, 중형 부표의 조립, 해체 용이성	- 양호
부표	- 결합부의 볼트 이완여부 및 두표지지대의 휘어짐 및 결합여부	- 볼트 체결 양호 - 지지대 양호
증명기	- 증명기 결합부의 볼트 이완여부 - 주, 아간의 잠금 동작 여부	- 볼트 체결 양호 - 증명기 정상동작
죽전지 및 전기배선	- 전기배선의 견고성 및 방수성 점검 - 죽전지 및 증명전조절기 점검	- 양호
절합	- 결합부의 볼트 이완여부 - 음점부위의 잔금(균열) 발생 여부 - 주요 부재, 보강재의 탈락 여부 - 도장 색도의 변색, 탈락 여부	- 볼트 체결 양호 - 균열발생 없음 - <b>고장력볼트 부식현상발생</b> - 도장상태 양호
태양전지	- 태양전지판과 수평재 결합부 볼트 이완여부 - 진동 등 외력에 의한 손상여부	- 볼트 체결 양호



### 플라스틱 부표 인양 점검 요약

구분	내용	점검결과
인양고리	- 균열 여부 및 강도 점검	- 인양고리 양호
표체	- 외부 : 충돌 흔적 및 파개비 부착여부(정도) - 두께 : 수평, 수직, 굴곡구간의 두께 측정 - 침수여부 및 수위(침수시)	- 부착된 파개비 없음 - 표체 두께 편차 있음 (8.5mm ~ 17mm) - 중형부표 표체내부침수
폴리우레탄 중진재	- 중진재의 형상, 변색여부 및 무게 - 흡수성(방수성) - 재질의 균일성 및 밀도	- 중진재 형상 불완전 - 방수성 양호 - 재질 균일하지 않음
미통	- 프렌지 연결부위의 플드 아연여부 정밀점검	- 플드재결 양호
계류고리	- 균열여부 및 강도 점검	- 계류고리 양호
계류구	- 접합, 전원의 기능 및 동작 - 부착된 파개비 및 조류	- 계류구 정상동작 - 부착된 파개비 없음

### 인양 점검결과 조치사항

구분	문제점	검토 및 조치사항
철합	고장력플드 발생	다음 사항을 검토하여 필요한 조치 시행 1. 스테인리스 플드(2나드) 사용 2. 조립형이 아닌 일체형 철합구조 적용 3. 고장력플드로 조립 후 도장
	파개비 부착문제	- 부착방지를 위한 아연판용 부착하고(중형4개, 소형1개) 파개비의 부착 정도를 비교 - 한 달 주기 인양점검 시 분사세척(유지보수)
표체	표체 두께 편차	- 표체 금형 보완 및 재료투입량 조절로 원하는 두께로 성형
	침수	- 회전성형 작업 시 중진 및 가스구멍을 만들고, 중진 구멍을 메울 수 있도록 나사 형태로 제작 - 중진, 가스배출 구멍의 위치조절 및 표체 제작 재질의 플라스틱 플드를 사용하여 밀봉
중진재	형상 불완전	- 표체 중진재의 발포특성, 방법, 가스구멍 등 기술 검토
	재질 균일하지 않음	

### 부분별 점검 결과

조립 및 해체 용이(플드 재결)



결합부의 재결 양호



### 플라스틱 부표 제작 및 조립



플라스틱 표체 조립



표체 미중 조립



표체 철합 조립



플라스틱 부표 이동

### 부분별 점검 결과

표체의 파개비 부착 정도, 두께 및 침수 여부



### 인양점검 결과에 따른 조치사항 점검

구분	점검내용	조치결과
철합	- 고장력플드 부식 발생	미비 (검토 후 조치필요)
	- 두께 편차 있음 (기준 두께 15mm) 8.5mm ~ 17mm	조치완료 (두께 15mm 이상)
표체	- 중진 구멍 위치 및 밀봉문제로 침수발생	조치완료 (위치 및 방법변경)
	- 파개비 부착 문제	미비 (검토 후 조치필요)
폴리우레탄 중진재	- 발포가 상부까지 원인이 채워지지 못함	조치완료 (전부분에 발포됨)
	- 발포상태가 균일하지 않음 (중심 발생)	조치완료 (균일하게 발포됨)
계류구	- 파개비 부착 문제	미비 (검토 후 조치필요)
표체하부 지지판	- 두께차이로 플드를 덧대어 결함	미비 (차기 인양 점검시 교체)