

# 항로표지 연구개발(R&D) 현장 활용

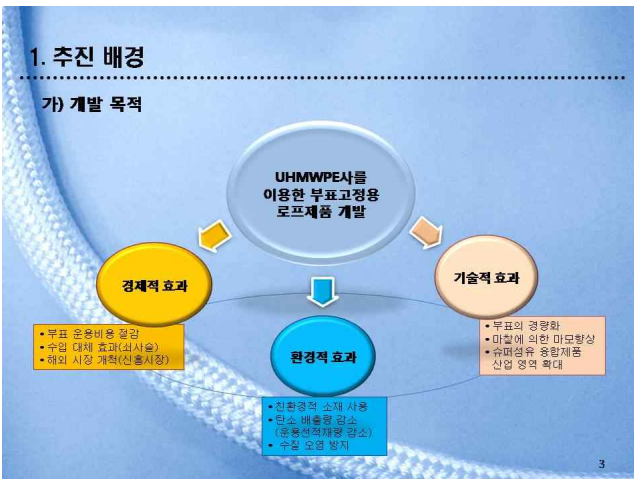
## - (등)부표 계류용 슈퍼섬유 로프 -

† 이대범

† 여수지방해양항만청 이대범 주무관

**요 약** : 표준형 부표류 계류시설 기술개발계획 승인(2010. 6. 29) 후 중소기업청 구매조건부 신제품 개발사업의 일환으로 표준형 부표류 계류시설 기술개발이 2010. 6. 1 ~2012. 5. 31. 약 24개월간 추진되었고, 2013. 5. 31. 신제품 기술개발사업 최종 “성공” 평가로 판정됨에 따라 (등)부표 계류 안정성 검토 결과를 반영한 현장 활용을 통해 신(新) 계류시설의 제도적 기틀을 마련하게 되었다. 그동안 주장용 체인의 문제점으로 지적되었던 고중량, 부식성, 마모성, 해양환경, 전량수입 등과 같은 관리·운영상 문제점이 개선되고, 연구개발(R&D)을 통한 해양분야의 창조경제 실현이 기대된다.

**핵심용어** : 부표, 계류, 안정성, 로프



- 1. 추진 배경**
- 나) 추진경과
- 항로표지 연구개발(R&D) 제안공모 선정(2009.12)  
“슈퍼섬유로프개발(부표의 계류·고빠사슬 대체용)”
  - 구매조건부 신제품개발사업 선도과제 제안서 제출(2010.2)  
\* 중소기업청 산하 대·중소기업협력재단
  - 구매조건부 수요조사과제 검증 및 공고과제 선정(2010.3)
  - 사업 주관기관과 기술개발표준계약서 체결(2010.6)
  - 슈퍼섬유재질 로프 개발 완료(2012. 5)
  - 중소기업청 최종평가 “성공” (2013.5)
  - 부표 계류 안정성 검토 (2013. 10)
  - 슈퍼섬유 재질 로프 현장적용 (2013. 10)

† 중신회원, c5179@korea.kr

## 2. 사업 개요

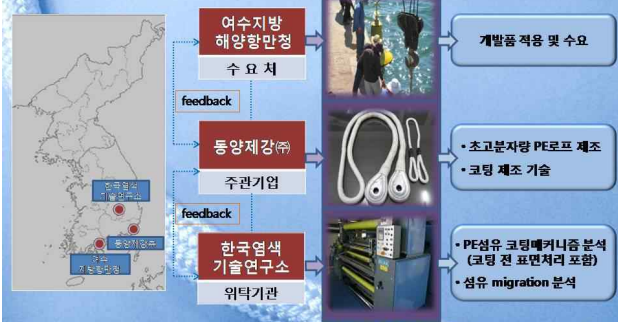
### 가) 사업 개요

공고부문	지정 공모 (중소기업 기술개발 지원사업)
과제명	초고분자량 PE소재 및 하이브리드 고기능성 슈퍼소재로 이루어진 부표고정용 로프제품 개발
분야	산업용 섬유 제품
주관기업	동양제강㈜
수요처	여수지방해양항만청
위탁기관	한국염색기술연구소
총사업비	540백만원
총개발기간	2010. 6. 1 ~ 2012. 5. 31(24개월)

5

## 2. 사업 개요

### 나) 수요처 및 개발처의 역할



6

## 3. 개발품 개요

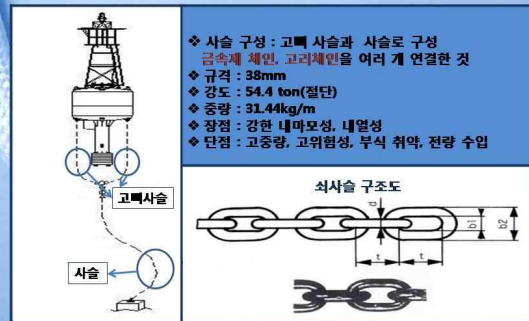
### 가) 부표 개요



7

## 3. 개발품 개요

### 나) 주강용 체인(현행)



8

## 3. 개발품 개요

### 다) 초고분자량PE 소재 부표고정용 로프(연구개발품)



9

## 3. 개발품 개요

### 마) 개발품 대체 시 이점

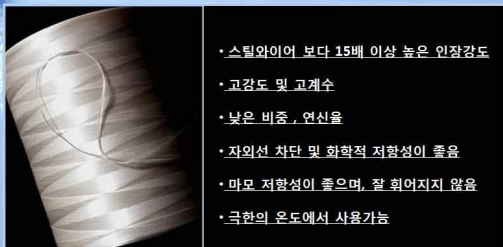
주강용 체인	대체	개발품(부표고정용 로프)
쇠사슬 체인	항 목	부표고정용 로프
Steel	재 료	UHMWPE (속섬) Polyester(외피)
31.44kg/m	중 량	1.04kg/m
54.4톤	절단강도	64.08톤
불편	작업용이성	편리
악랄	부 식	강함
전량수입	품질관리	국내생산(100%)

10

## 3. 개발품 개요

### 라) 초고분자량 PE 섬유(UHMWPE)

동양제강(주) 에서 국내 최초로 개발한 세계에서 가장 강력한 슈퍼섬유 초고분자 폴리에틸렌 **MirAcle** 원사 사용



11

## 4. 사용 현황

### 가) 초고분자량PE 사용 현황



12



### 4. 사용 현황

#### 나) 국내 현황

**심해 양식장**

- UHMWPE
- PET ROPE
- WIRE ROPE
- 침수

심해양식장  
 • 설치장소: 제주해안  
 • 수요처: 미국 N사

해저 바다

도도함

- 간조: STX 조선해양
- 납품처: 국방부 해군
- 납품품목: TERAMAXPLUS 40MM
- 강도: 69TON

13

### 4. 사용 현황

#### 다) 국외 현황

**Teramax Plus Rope (UHMWPE)**

- 해양목장(목축)
- POS(머싱양)
- 해양 구조물
- 육상 구조물
- Moring rope (USA, 영국, 이탈리아)
- 심해 양식장(일본)

14

### 5. 개발 현황

#### 가) 제작 과정

원사 → 직조 → 동통 → Strand → 12면직조 → 8면 Braided → Eye Splice 작업 → 완성

15

### 5. 개발 현황

#### 나) 1차 시제품

**1차 시제품**

일체형

부표고정 고베사슬 양쪽이 일체형. 전환장치와 결착 및 사슬과 최소한의 연결 → 유지 보수에 용이.

16

### 5. 개발 현황

#### 다) 2차 시제품

**2차 시제품 (1차 적용)**

문인형

고베사슬이 별도의 분리형 - 링크를 통해 연결 유속이 빠른 수중 또는 조수간만의 차이에 의한 부표정체 유지. 전환장치를 통해 부여되는 뒤돌림 및 하중을 충분히 고려하여 제작.

17

### 5. 개발 현황

#### 라) 1차 적용

개발처와 현장 협의를 통해 2차 시제품을 적용품으로 선정. 2011년 3월 9일 광양 증대열반부두 22번 부표에 적용

18

### 5. 개발 현황

#### 바) 중간 점검

1차 적용품 중간점검을 위해 현장 적용 2개월 후 잠수부 투입 후 수중 촬영 - 상태 및 문제점 파악

19

### 6. 현장실시 추진

#### 가) 부표류 계류 안정성 검토

슈퍼섬유 로프 부력으로 인한 부표류 흡수심 부족으로 인하여 표체 기울기가 심하고, 롤링(Rolling)이 많이 발생

중강용 체인 사용시 등부표 롤링 및 기울기      슈퍼섬유 로프 사용시 등부표 롤링 및 기울기

20

## 6. 현장설치 추진

### 나) 수심 기준 로프 길이 검토

슈퍼섬유의 부력으로 인하여 중량, 무게호름, 신장율(stretch)을 고려한 로프 길이 해석이 추가로 필요

- 슈퍼섬유 로프 자체의 신장율, 부표류 이출거리, 해상여건 등을 감안하여 수심을 기준으로 로프의 표준 길이 산정
- 추강용 체인의 경우 수심의 2.3배 길이, 이출거리 2배 정도
- \* 체인 길이가 너무 짧을 경우 체인 장력 증가로 등부표는 하향력을 받아 가라앉는 반면, 필요이상으로 길이가 길 경우에도 부표류 이동반경이 크게 되어 장력이 증가하여 등부표가 가라앉을 우려 제기(항로표지업무편람 참조)

21

## 6. 설치 현황

### 나) 문제점 개선

#### ① 인양장치 개발



기존 인양작업 시 석사슴에 연결고리를 걸어 인양작업

섬유로프 특성상 연결고리의 부재로 인한 개선

22

## 6. 설치 현황

#### ② 로프길이 산정



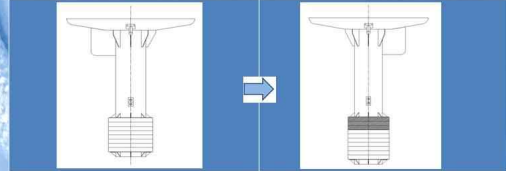
부표 인양을 감안하여 6m마다 고리 등 연결장시 삽입

부표류 안정성 검토(기술자문용역) 및 슈퍼섬유로프 제조사 협의 완료

23

## 6. 설치 현황

#### ③ 표준형 등부표 흡수 조정



표준형 등부표 중추 개수를 증강하여 등부표 흡수심 조정

등부표 점검시 점검원이 등부표 합승 시에도 안정적인 흡수 유지

24

감사합니다.

25