

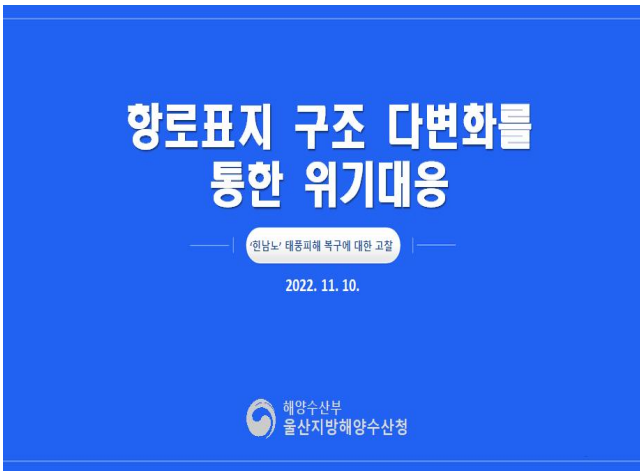
# 항로표지 구조 다변화를 통한 위기대응

윤정인\* · 최규대\* · † 이승훈

\*, † 울산지방해양수산청 항로표지과

**요 약** : 제11호 태풍 ‘힌남노’ 내습에 따른 울산항동방파제의 집중피해발생에 따라 항로표지시설의 복구에 관한 설치 및 예산, 작업난이도 등 열악한 조건을 효율적으로 개선할 수 있는 방안에 대하여 연구하였다.

**핵심용어** : 태풍, 고중량, 등주, 경량화, 고중량, 저예산, 안전사고 예방, 해상장비



† 교신저자 : sonarlab97@korea.kr, 052-228-5681

# 002 항로표지 구조물에 대한 소고



KEY POINT

- 구조적 측면의 의미
- 구조물의 형식 / 재료

해양수산부  
물산지형해양수산청

## 항로표지 구조물이란??

### ○ 공작물

#### 1 사전적 의미

- 재료물 기계적으로 가공하고 조립하여 만든 것
- 일반적으로 단위적으로 지상이나 지중에 만들어낸 것

#### 2 건축법적 의미

- 인공을 가하여 제작한 시설물로 건축물을 제외한 것
- 건축물과 분리되어 축조되는 울타, 울책, 등고항, 고가구조, 지하도교 등

#### 3 대한건축사전

- 인공적으로 지면에 고정시켜 제작, 조립, 설치한 물건 또는 제작물 중 건축물을 제외한 것



항로표지는

"대부분 공작물(工作物)이다"



해양수산부  
물산지형해양수산청

## 구조물의 형식

### 지중식

- 외력의 침오멘트는 자중, 수평력에 대해서는 저면마찰력으로 구조물의 안정을 유지
- 기초의 매몰 깊이에 따라 기초깊이의 10%이하이면 중력식, 10~30%이면 부력식, 30%이상이면 반력식으로 분류
- 항로표지 구조물 거의의 상당부분에 적용

### 강관식

- 외력에 대해 표체의 균일 강도와 자체강성으로 안정성 유지
- 외력의 영향이 큰곳에 깊은 기초형식으로 설치하거나, 방파제에 기초 또는 앵커볼트 등으로 설치



해양수산부  
물산지형해양수산청

## 구조물의 재료

### 철근콘크리트

- (장점) 다수 경량의 외관 시공 이해도로 공작관리 용이 / 외력에 대한 충분한 내구성 / 긴 기대수명 등
- (단점) 대부분 공정이 현장중심(기초의 영향 안전사고 가능성), 시공에 따른 불질관리 / 다수의 다양한 공정에 대한 감독 부담 등
- (유지관리) 균열에 따른 수명 편차 / 저렴한 유지관리(비음(외관보수) / 설치 후 환경(지반)의 변화에 대한 대응 불리 등

### 강재

- (장점) 대부분 공정이 공장중심(물품 1, 안전사고 1) / 구조물의 다양한 표현가능 / 공정이 간단함 / 설치 후 환경(지반)의 변화에 대응 용이 등
- (단점) 시공비가 철근콘크리트에 비해 비쌌(약1.3~1.5배 / 676304 기준) / 결속부(베이스 리, 후판지, 볼팅 등)의 외력취약 가능성 등
- (유지관리) 구조물의 개량 및 확장성 용이 / 관리 공종이 단순 등



해양수산부  
물산지형해양수산청

# 003 태풍피해 현황 및 원인



KEY POINT

- 태풍 현황 및 원인

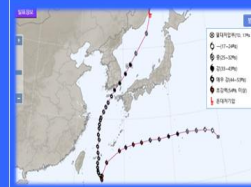
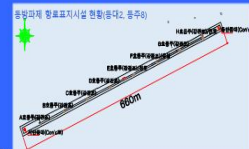
해양수산부  
물산지형해양수산청

## 태풍 피해원인 분석

### 태풍내수현황

- 울산권 영향 기간 : 22.9.6.(목) 6~8시 사이로 추정
- 중심기압/최대 순간풍속 : 959hPa / 40m/s
- 최대파고 : 8.2m
- 피해현황 : 총 피해 17개소(22건), 피해액 107억 원(중대 8건(78억 원), 경미 14건(29억 원))

- 동남파제 항로표지시설 피해 집중발생, 고파랑 및 방파제 외해측 구조(사면)의 특성에 따른 표면 열파로 인한 파손



해양수산부  
물산지형해양수산청

# 004 개선 연구



KEY POINT

- 모듈식 구조
- 활용 방안

해양수산부  
울산지방해양수산청

## 복구 방안

### 검토

- ① 적업성(대상 항파제): 접근성 및 작업공간의 협소, 중량물 작업에 따른 대규모 해상장비 투입, 안전사고 예방
- ② 적기 복구: 즉시 발주가 가능하고, 해상여건에 따른 작업의 변수를 최소화하여, 계획된 일정에 차질이 없을 것
- ③ 예산: 타공파와 집중(양측)에 따른 관련예산소요가 다수 발생함에 따라 저비용으로 복구 가능할 것
- ④ 기능: 기존 항표표지의 기능을 최대한 유지할 것

### 별첨한 해상환경

- ① 일계형식의 고정형 시설물
- ② 다양한 변수 발생

### 시간의 한계

- ① 이용자 안전
- ② 서비스제공의 신뢰성

### 제한된 예산

- ① 예산확보 불투명
- ② 임시 기능복구 / 방격
- ③ 예산 중복투입 / 비효율성

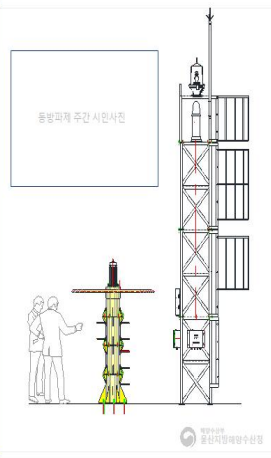
# 고중량 해 소

해양수산부  
울산지방해양수산청

## 개선안

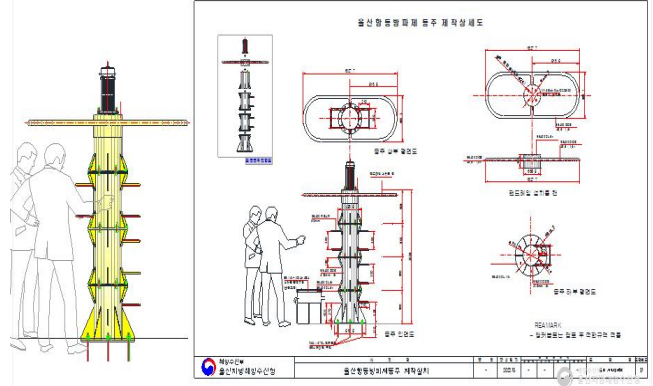
### 모듈식 등주

- ① 고중량 해소를 위해 분리형식으로 제작(2m / 0.5m x 4단)
  - 인력운반가능(약 40kg/단) => 해상경비에 의한 작업 변수 제거
  - 해상장비의(예인선-해상크리저선) 투입 대비 예산절감(약12~15백만원)
  - 구조물의 경량화에 따른 안전사고 발생 가능성 감소
- ② 기능검토(등고)
  - 지리학적정밀거리: (기준) 11NM/12m => (변경) 10NM/6m
  - 설치 등망기의 등망정 광물거리: 7NM
  - 주간 시인성: 등거리 시인 시 방파제 구조물의 시인이 등주에 비해 유효함
- ③ 외력 취약부 검토
  - 영가볼트: 케미칼주입 => 인발력 확보(M24 x 200L x 6EA)
  - 볼트 케미칼 열거 기술자료 기준
  - 후면지 입찰 볼트 => M24(STS304) 또는 고강도 M20볼트 6EA 적용
  - 강관(φ16mm, 60) 허용내력(약84Ton) 충족



해양수산부  
울산지방해양수산청

## 모듈식 등주 제작상세도



해양수산부  
울산지방해양수산청

## 활용 방안

○ 외력, 작업성, 예산 ↓ / 설치 난이도 ↑

- |  |  |
|--|--|
| <p>① 작업공간 협소</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 크레인의 대형적인 제형 어려움</li> </ul>                  | <p>② 저수심</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대형장비의 장비 진입이 어려운 저수심 지역설치</li> </ul> |
| <p>③ 넓은 간섭범</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대형장비의 제형이 어려운 조간습한 공간, 장소에 인력기조 사용</li> </ul> | <p>④ 신속한 복구</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 짧은 제작기간</li> </ul>                |

○ 추가 필요

- ① 강재를 대체할 수 있는 고강도/경량화 소재의 적용방안 연구
  - 카본, 듀랄루민, FRP 등을 활용 / 소재
- ② 정밀한 구조검토를 통한 외력에 대한 내구성 증대



해양수산부  
울산지방해양수산청

# THANK YOU

항표표지 구조 다변화를 통한 위기대응

윤정인, 최규대, 이승훈

해양수산부  
울산지방해양수산청