

An aerial photograph of the Busan-Gyeongju Expressway Bridge, a long cable-stayed bridge spanning a large body of water. The bridge is a reddish-brown color and connects a forested peninsula in the foreground to a distant landmass. Several smaller islands are visible in the water. In the background, there are mountains and a city skyline under a blue sky with scattered clouds.

부산-거제간 연결도로 침매터널 시공 사례 및 주요최신기술 소개

2010. 8. 2

토목기술팀

침매터널 주요최신기술

1. DuraCrete 적용

2. Gravel Bed 정밀포설장비

3. 합체정밀조절장비 (EPS)

4. 침설용 위치 확인 센서 (Taut Wire 센서)

목 차

01 침매터널개요

02 사업개요

03 침매함체 제작

04 침매함체 시공

05 함체 침설 및 접합 시공 상세

06 시사점

An aerial photograph of a coastal city, likely Busan, South Korea. A long bridge, the Gyeongja Bridge, stretches across the water, connecting the city to a small island. The city is built on a peninsula with mountains in the background. The water is calm, and there are some boats visible. The sky is overcast.

01 침매터널개요

01 침매터널공법개요

침매터널이란?

육상에서 제작한 함체를 부력과 수압을 이용하여 물속에서 차례로 연결하는 공법

공법 주요특성

▪ 적용성

- 낮은 토피고로 인해 터널 연장 단축 가능
- 터널 구조물에 작용하는 부력으로 인해 지반에 작용하는 하중 경감

▪ 시공성

- 항로에 대한 제약이 크지 않음
- 수심이 깊은 곳까지 안전한 시공이 가능
- 타 공법에 비해 시공 능률이 좋고 공기 단축가능



02 사업개요

02 사업개요

노 선 도



02 사업개요

공사 특성

대수심

최대 48m의 대수심에 시공

외해조건

세계최초로 높은 파고와 빠른 조류속의 외해에 건설

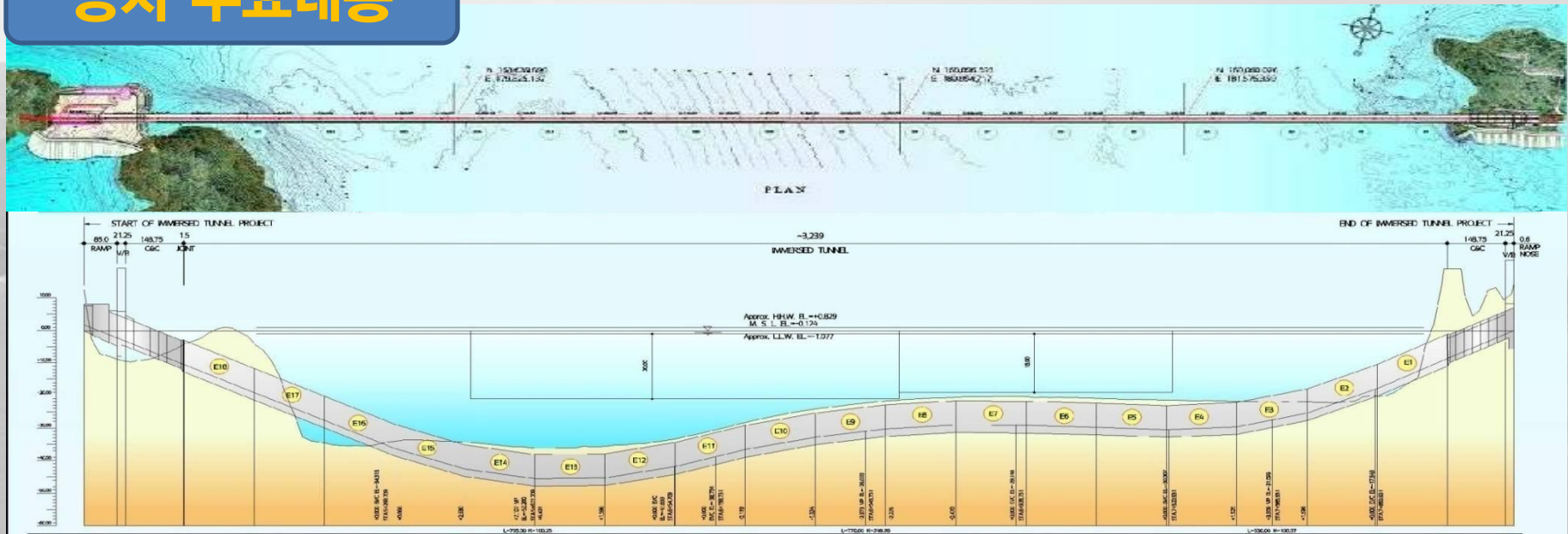
(내해조건 : 설계파고 2.0m)
(외해조건: 설계파고 8.6m, 조류속 1.2m/s)

연약지반

최대 30m 두께의 연약지반 분포

02 사업개요

공사 주요내용



서측 갱구부 L=256m

- ▶ 인공섬 매립 1식 (호안 및 안벽)
- ▶ Cut & Cover 170m (21.25m x 8EA)
- ▶ 개착식 Ramp 85m
- ▶ 환기소 1개소

본선구간 L=3,239m

- ▶ 연약지반 개량 2개소
- ▶ 준설 및 기초공
- ▶ 침매함 계류, 예인 / 침설 18함
- ▶ 되메우기 및 보호공
- ▶ 터널내부 마감공

동측 갱구부 L=170m

- ▶ 토공 및 호안공사
- ▶ Cut & Cover 170m (21.25m x 8EA)
- ▶ 환기소 1개소

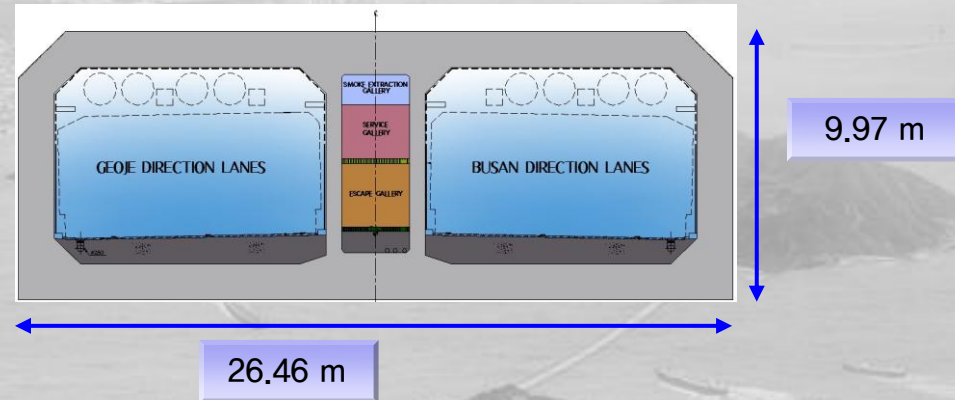
An aerial photograph of a coastal region. A long, multi-span bridge stretches across the water, connecting a small island to the mainland. In the background, a city is visible, surrounded by mountains. The sky is overcast.

03 침매함체 제작

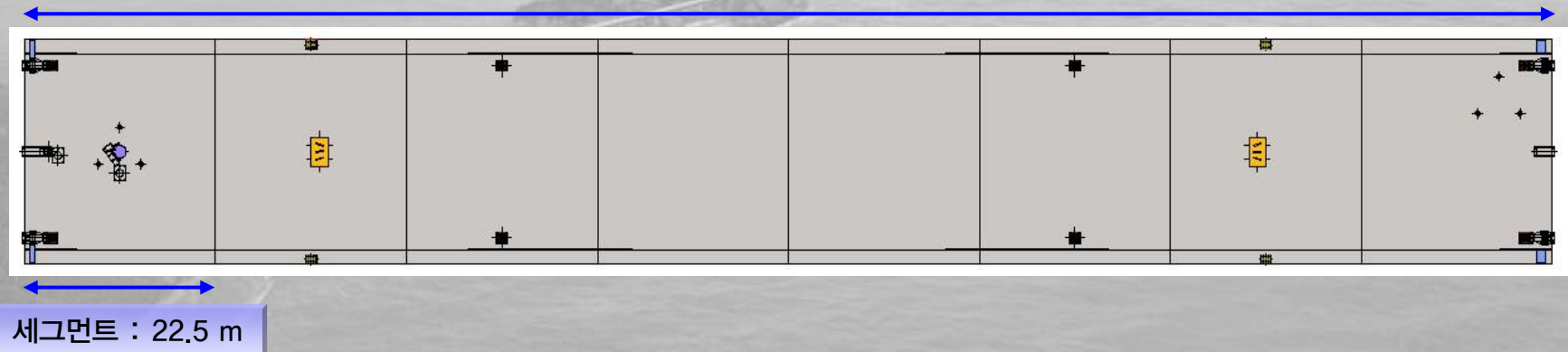
03 침매함체 제작

침매함체 제원

- 총중량 : 4만7천톤
- 철근 : 2천7백톤
- 콘크리트 : 4만톤



함체연장 : 180 m



03 침매함체 제작

DURACRETE 적용

- 듀라크리트는 제품이나 물질이 아닌 콘크리트 배합설계기법을 말함
- 확률론적 성능 및 신뢰성 이론을 기반으로 한 내구성 설계기법
- 설계개념은 하중저항계수설계법(LRFD)와 유사한 방법에 근거하고 있음

일반 콘크리트

콘크리트 내의 공극을 통해 염화물의 침투가 빠르게 진행



DuraCrete 콘크리트

불투수성, 고밀도 콘크리트로 제작되므로 염화물의 침투가 매우 느리게 진행



03 침매함체 제작

침매함체 제작장



03 침매함체 제작

철근조립



콘크리트 타설



Ballast Tank 설치

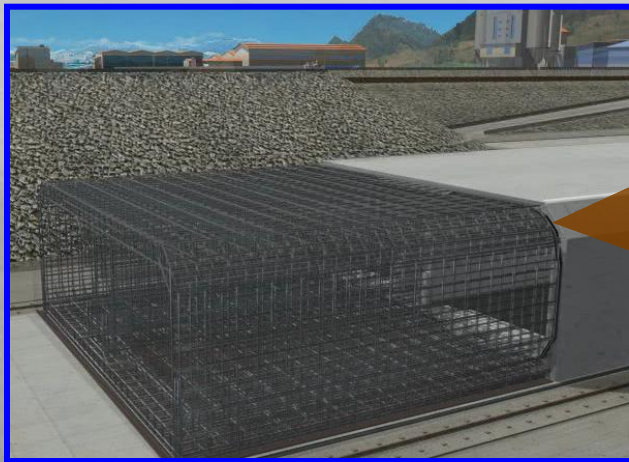
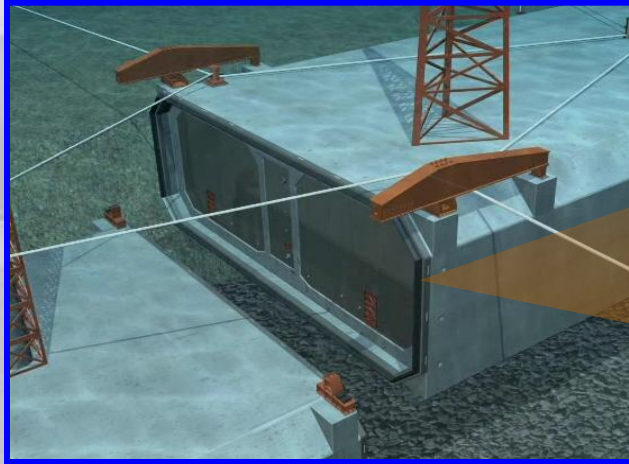


Bulk Head 설치

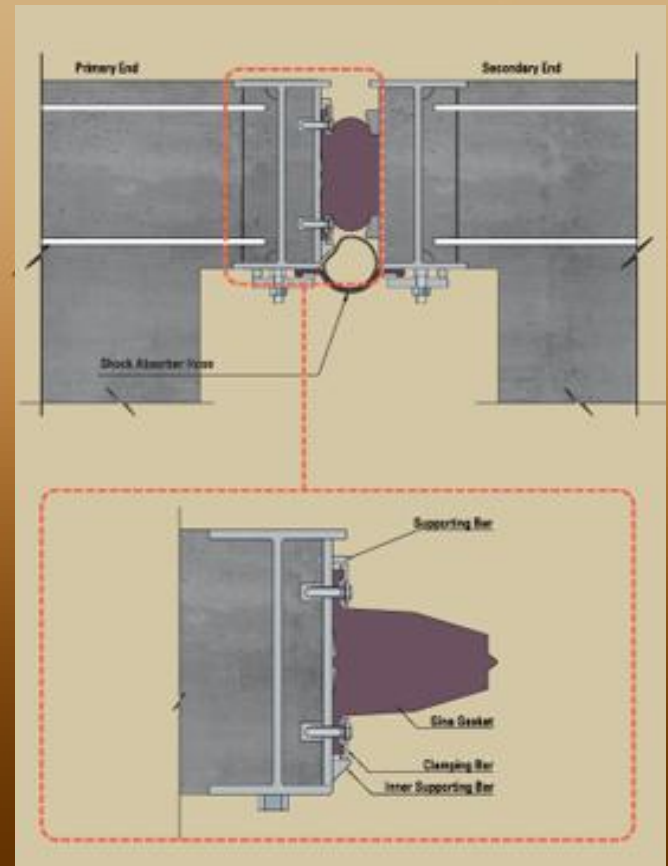


03 침매함체 제작

침매함체 Joint



Immersion joint detail
INFECTIBLE WATER STOP &
GINA GASKET &
OMEGA



An aerial photograph of a coastal region. In the foreground, a long bridge with multiple piers extends from the bottom left towards the center. The water is calm with some small waves. In the middle ground, there's a coastal town with buildings and a harbor. The background features a range of mountains under a cloudy sky. The overall tone is muted, with a greyish-blue color palette.

04 침매터널 시공

04 침매터널 시공

시 공 순 서

갱구부 시공

트렌치 굴착 / 터널기초공

함체 반출 / 계류 / 의장 / 예인

함체 침설 및 접합

함체 되메우기 및 보호공

04 침매터널 시공

동측갱구부(가덕도)



04 침매터널 시공

서측갱구부(중죽인공섬)



▲ 호안조성 완료직후

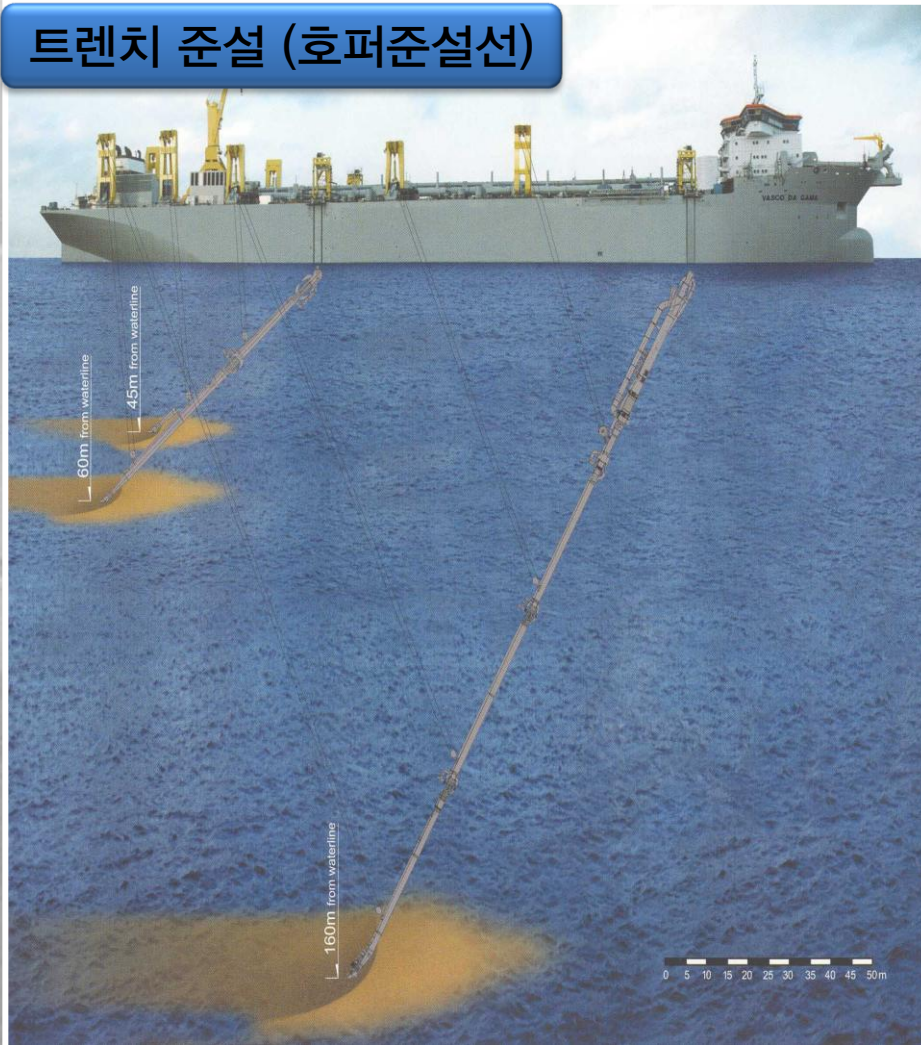
서측 개착식 터널 ▶



04 침매터널 시공

기초지반 조성

트렌치 준설 (호퍼준설선)



지반개량 (CDM)



기초골재포설 (Gravel Bed 정밀포설장비)



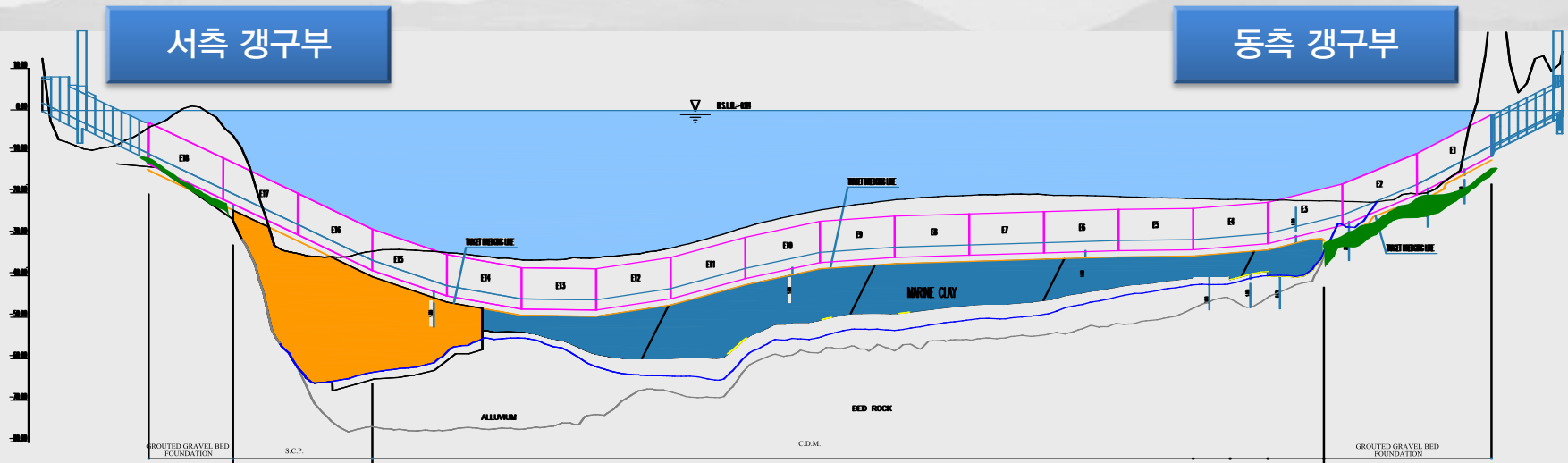
04 침매터널 시공

Gravel Bed 정밀포설장비



04 침매터널 시공

본선구간 지반개량



SCP구간 (E17~E14)

- ▶ 최대수심 : EL(-)35m
- ▶ 최대개량심도 : EL(-)70m
- ▶ 해성점토층 두께 : 약32m

CDM구간 (E14~E3)

- ▶ 설계 기준강도 8kg/cm^2

사석치환구간(E18, E1,2)

- ▶ 해저 준설, 암반 굴착
- ▶ 굴착 후 사석 치환

04 침매터널 시공

제작장내 주수



04 침매터널 시공

침매함 반출



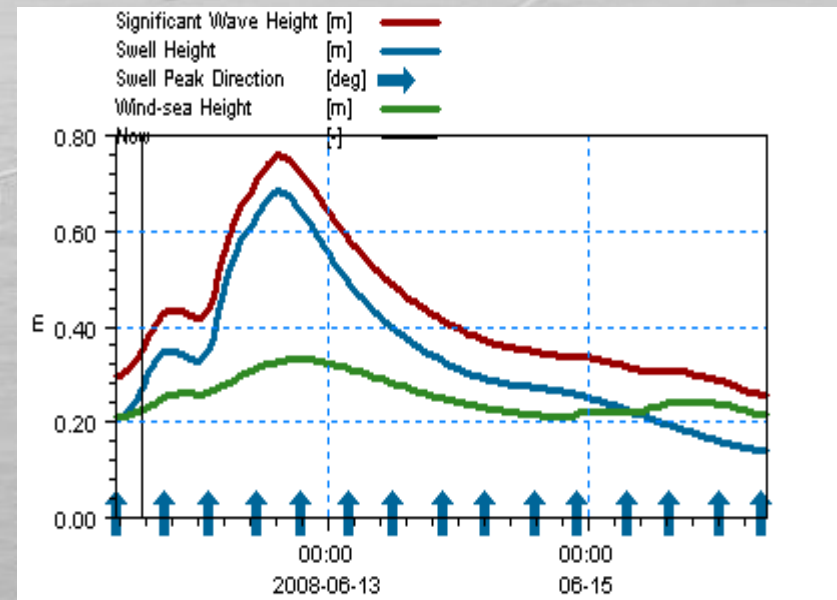
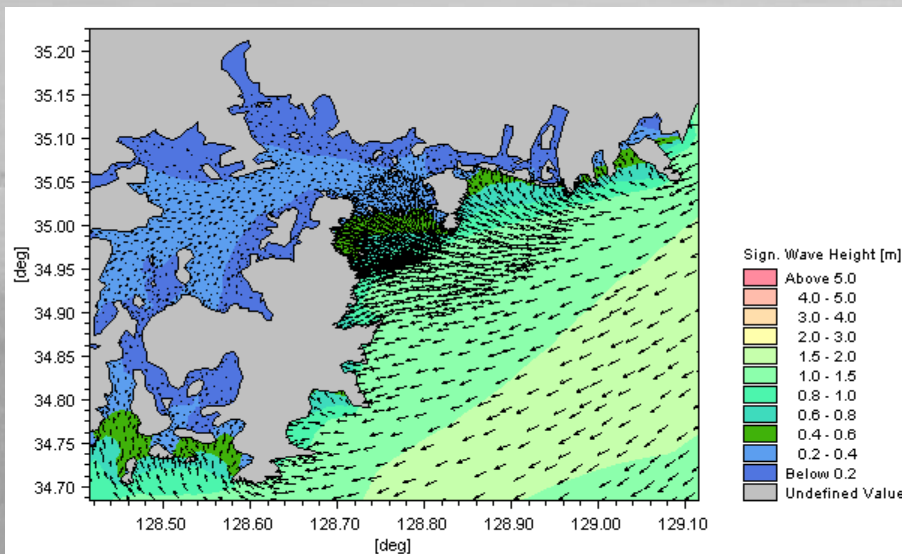
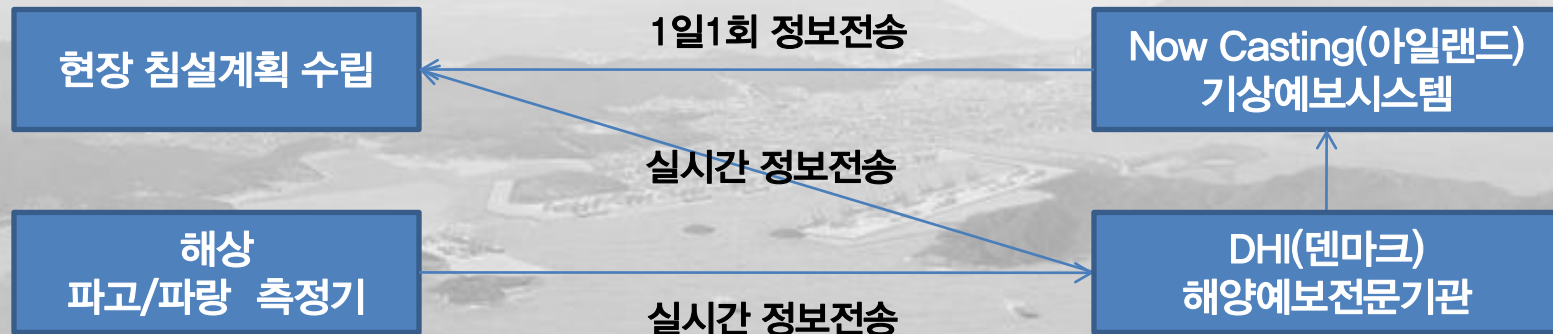
04 침매터널 시공

침매함계류



04 침매터널 시공

국지기상예보시스템



〈파랑 및 너울 Simulation을 통한 침설시기 예측〉

04 침매터널 시공

침설용 장비 설치
(Pontoon + EPS)



04 침매터널 시공

함체 정밀 조절장비 (External Positioning System)



수중에서 함체 접합시에 유압을 이용하여 함체를 들어올려 함체바닥과 기초자갈면과의 마찰력을 감소시켜, Push/Pulling Jack을 이용하여 함체 1차 접합을 용이하게 함.

04 침매터널 시공

은 송



04 침매터널 시공

운송 경로

계류장



04 침매터널 시공

현장도착

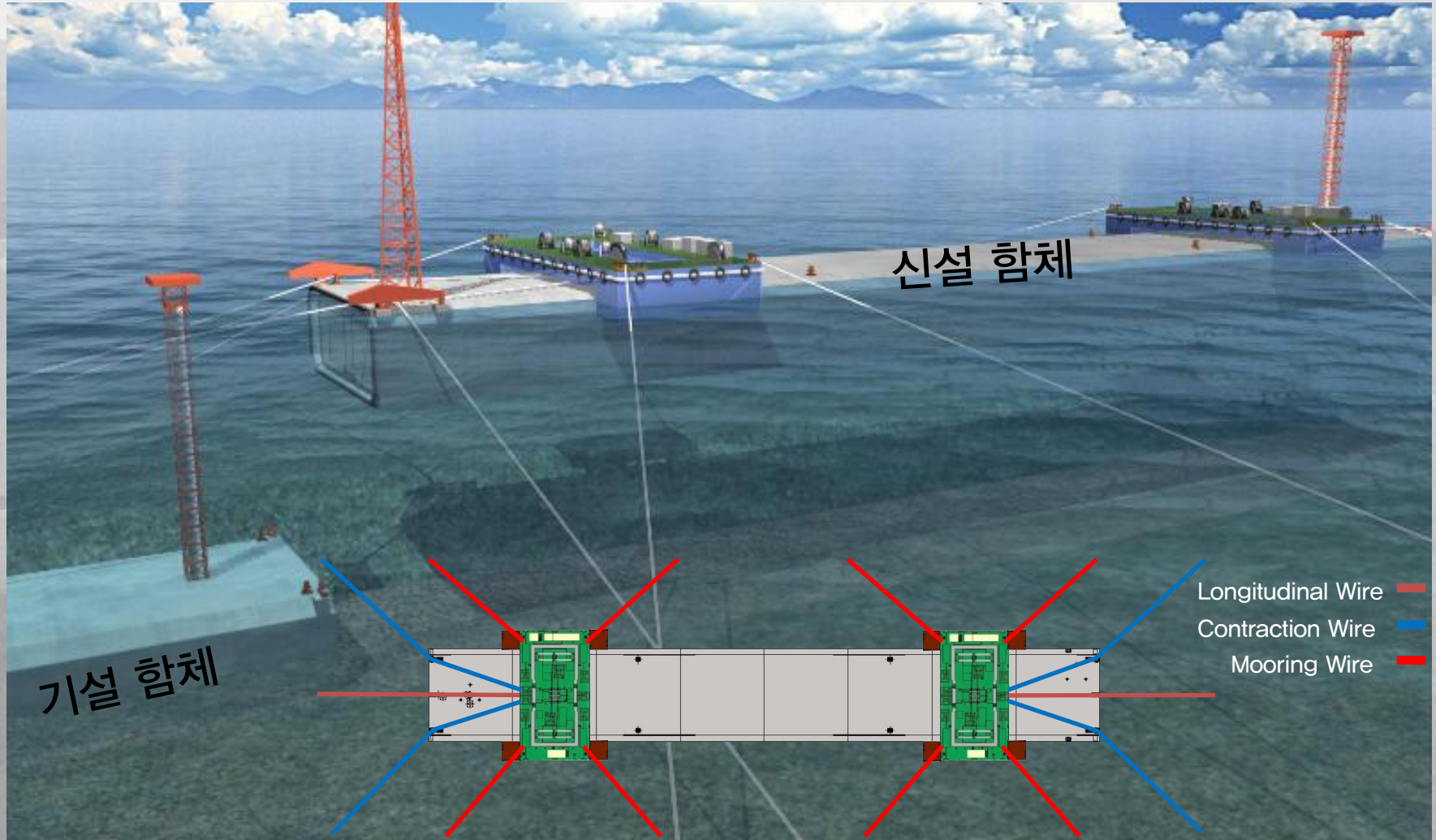


An aerial photograph of a coastal region. In the background, there are rolling mountains under a cloudy sky. A city is visible on a peninsula in the middle ground. A long, multi-span bridge stretches across the water in the foreground, connecting a small island to the mainland. The water is calm with some small waves. The overall tone is somewhat muted, with a greyish-blue color palette.

05 함체 침설 및 접합 시공 상세

05 침설 및 접합 시공 상세

1. 합체 앵커 연결



05 침설 및 접합 시공 상세

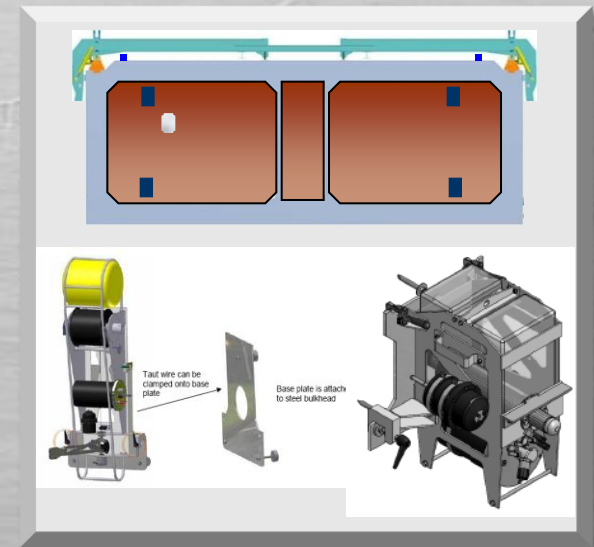
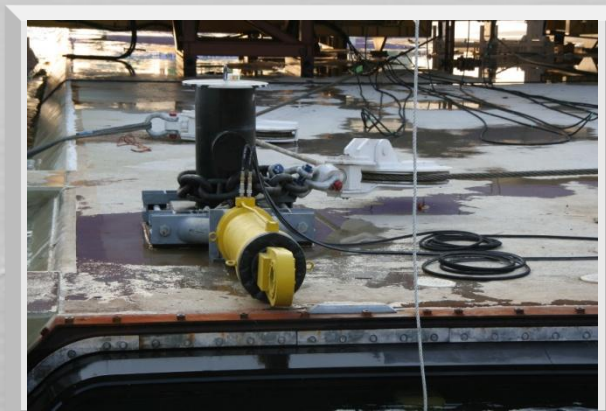
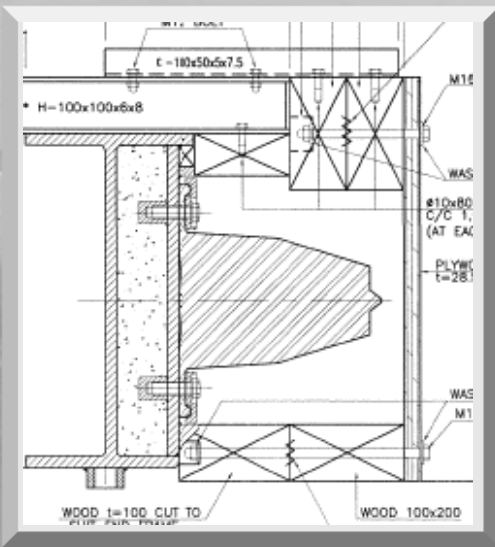
2. 침설 준비

1. GINA Protection 제거 : GINA GASKET의 손상 방지를 위한 보호대 제거
2. Push/ Pulling Jack 설치 : 함체 초기 접합을 위한 Jack 설치 작업
3. 침설용 위치확인 센서 설치 : 함체의 위치정보를 얻기 위한 계측기(Taut Wire) 설치

1. GINA Protection 제거

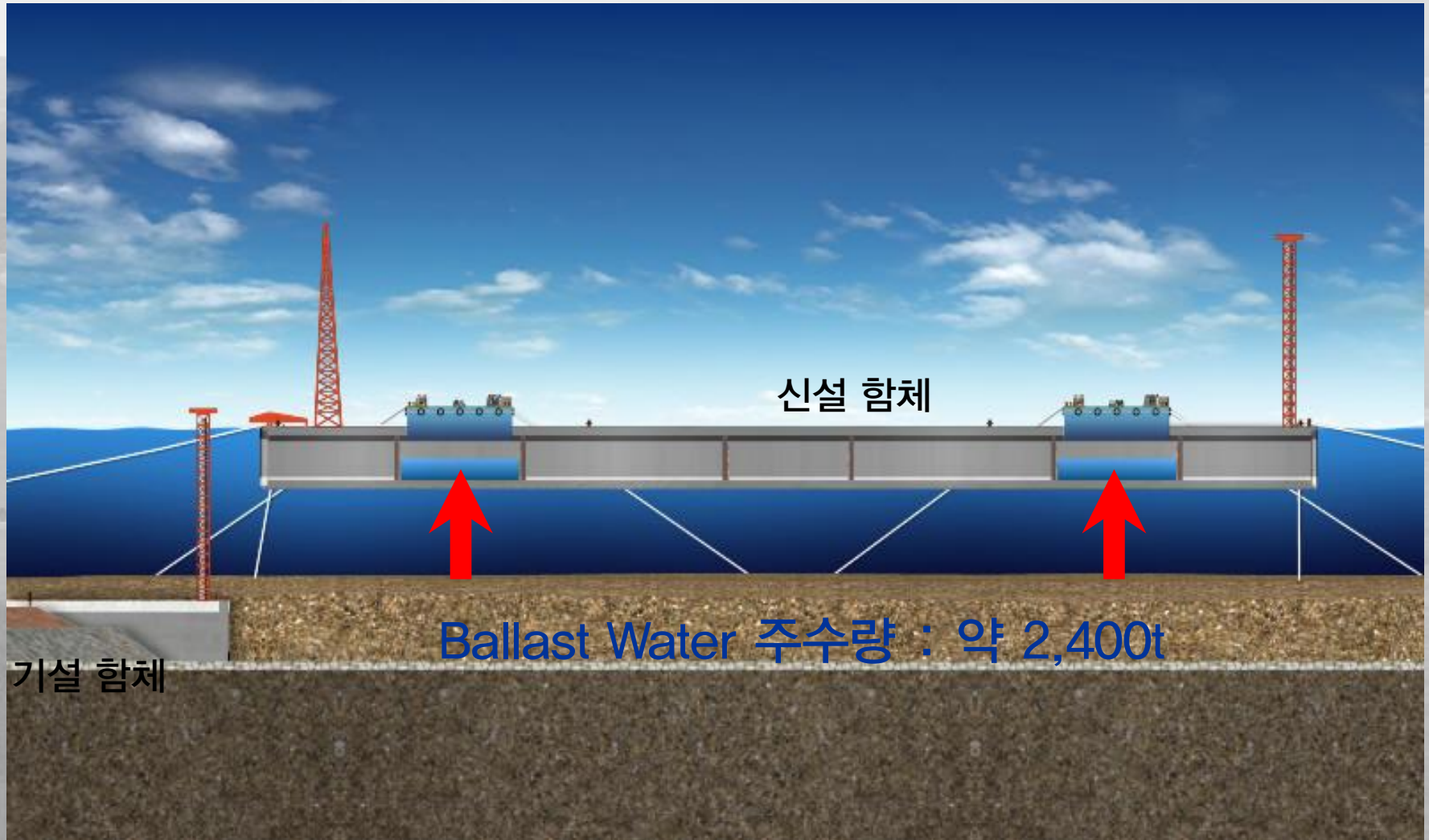
2. Push/Pulling Jack 설치

3. 침설용 위치확인 센서 설치



05 침설 및 접합 시공 상세

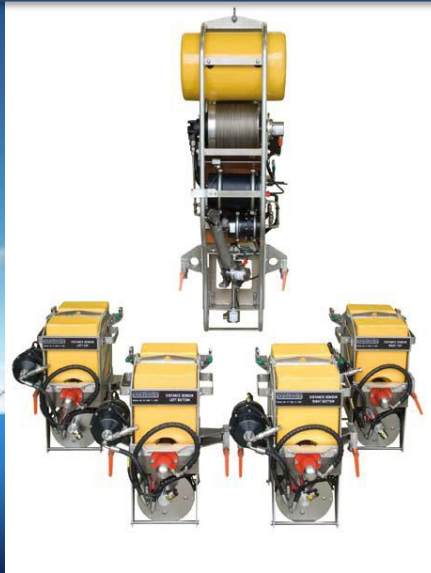
3. Ballast Tank 주수



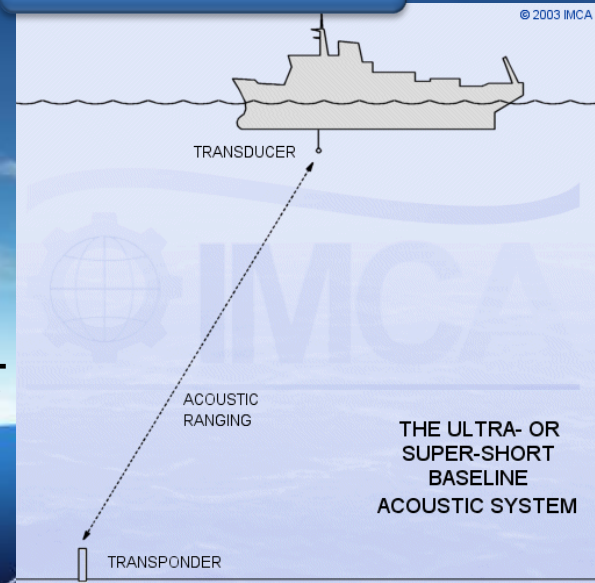
05 침설 및 접합 시공 상세

4. 침매 합체 하강

Taut Wire 센서



SSBL 시스템



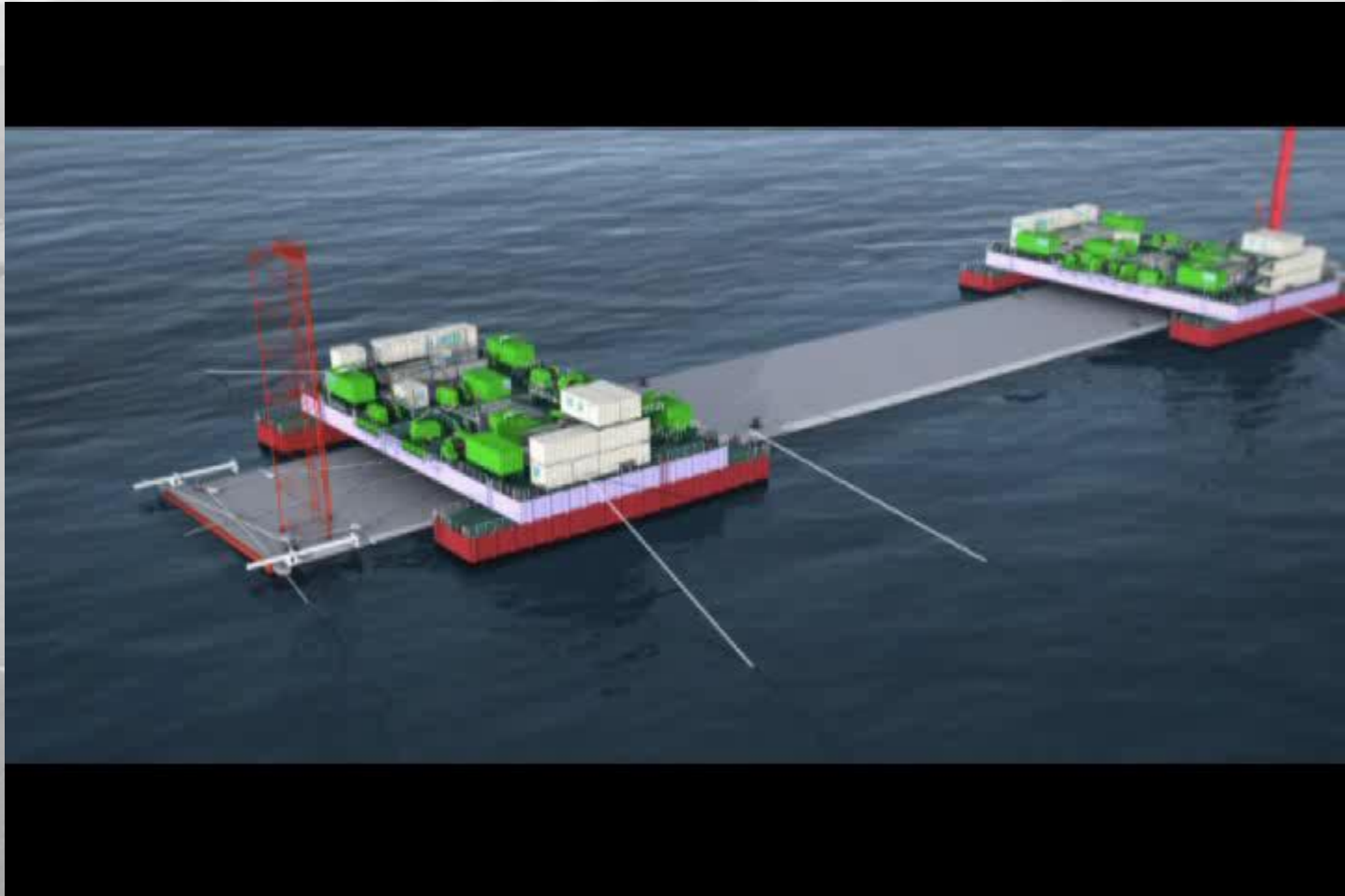
하강

기설 합체

신설 합체

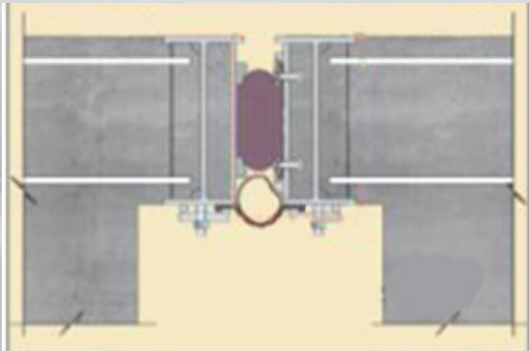
05 침설 및 접합 시공 상세

5. 합체 1차 접합



05 침설 및 접합 시공 상세

6. 가격벽 챔버 배수를 통한 최종 접합



〈함체 연결부〉

- ① 챔버내 배수 (압력이 낮아짐)
- ② 함체 단부 수압 작용
- ③ 신설함체 밀착/접합 (GINA Gasket 압착)

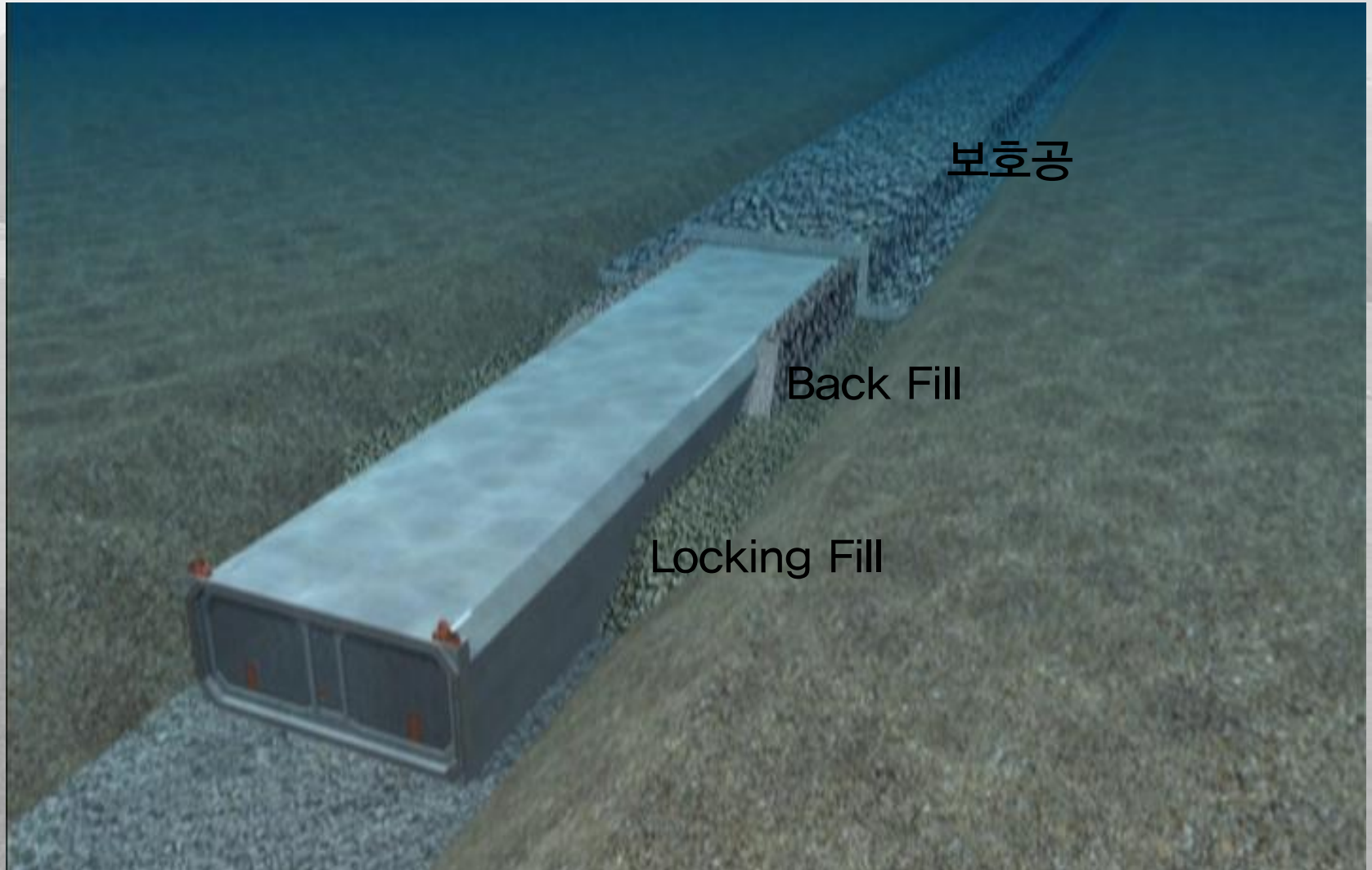
기설 함체

신설 함체

단부 수압
약 7,600t

05 침설 및 접합 시공 상세

7. 되메우기 및 보호공



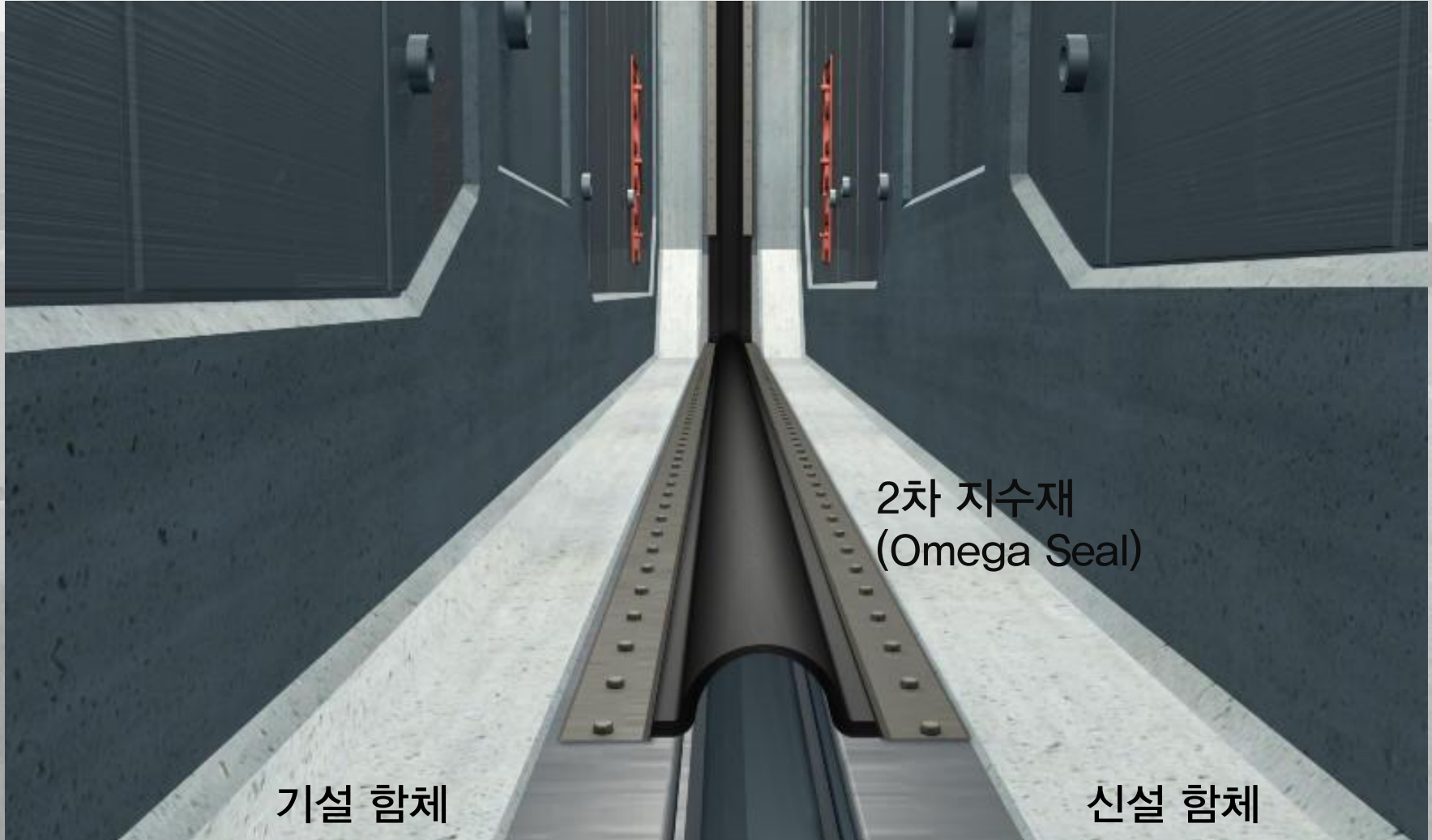
05 침설 및 접합 시공 상세

8. 가격벽 해체 (Bulk Head)



05 침설 및 접합 시공 상세

9. 2차 지수재 설치



05 침설 및 접합 시공 상세

10. Ballast Tank 해체



05 침설 및 접합 시공 상세

11. Ballast Concrete 타설



06 시사점

- 세계 최대 규모의 침매터널
- 불리한 시공조건 극복
- 시공능력 확보 및 장비의 국산화
- 교량에 비해 높은 공사비는 향후 해결해야 할 과제

