

# 검토 보고서

## 해양관측시설 경량 디지털트윈(Lite) 도입

### 운영관리 플랫폼 구축 사업 검토

구분	내용
보고 목적	해양관측시설 경량 디지털트윈 도입 필요성 및 추진 방향 검토
보고 대상	한국해양조사협회
사업 범위	해양관측시설(조위·파고·해류 등) → 1단계: 조위관측소 중심
작성일	2026년 3월
작성자	㈜엔지스 (EnGIS Co., Ltd.)

## 1. 핵심 요약

### 결론 먼저

해양관측시설은 데이터는 잘 쌓이지만 '운영관리'는 여전히 수작업 중심이다. 해외 선진국은 이미 경량 IoT·AI 기반 운영관리 시스템으로 전환하고 있으며, 국내 상위기관(국립해양조사원)도 아직 본격적인 스마트 운영관리 체계를 갖추지 못한 상황이다. 지금이 선제 도입의 적기다.

본 사업은 고비용 3D 디지털트윈이 아닌 '경량(Lite)' 접근으로, 약 5억 원·12개월 이내에 즉시 운용 가능한 해양관측시설 스마트 운영관리 플랫폼을 구축한다.

의사결정 포인트	내용
💰 투자 규모	1단계 PoC 기준 약 5억 원
🕒 구축 기간	12개월 이내 시범운영 개시 (3~5개 관측소)
📊 즉시 효과	현장 출동 50% 감소 · 유지보수 비용 30% 절감 · 이상 감지 자동화
🚀 확장성	전국 관측소 → 협회 내부 전 관측시설 → 국립해양조사원 연계 가능

## 2. 문제 정의 — 지금 무엇이 문제인가

### 2.1 해양관측시설 운영의 현실

국립해양조사원은 전국 00개소의 조위관측소를 포함, 00여 개의 해양관측망을 운영하며 실시간 해수면·파고·수온 등의 데이터를 수집하고 있다. 데이터 수집·공개 체계는 잘 갖춰져 있으나, 관측시설 자체의 '운영관리' 영역은 여전히 수작업과 개인 기록에 의존한다.

운영 영역	현재 상황	결과
데이터 수집	자동화 완료 (잘 됨)	☑ 문제 없음
이상값 탐지	수작업 검수 중심	⚠ 품질 저하
장비 이상 감지	현장 출동 후 확인	● 사전 감지 불가
유지보수 이력	담당자 개인 기록	● 체계 없음
전국 현황 파악	개별 시스템 분산	● 통합 불가

#### 핵심 문제

**"해양관측시설은 데이터를 쌓는 시스템은 있지만, 시설을 운영관리하는 시스템이 없다."**

이는 관측 데이터의 신뢰도 저하, 재난 대응 지연, 불필요한 유지보수 비용 증가로 이어진다.

## 3. 디지털트윈 — 일반 개념 vs 경량(Lite)

### 3.1 일반적으로 알려진 디지털트윈 (Full DT)

디지털트윈이라 하면 흔히 싱가포르 스마트시티나 항만의 3D 가상 모델을 떠올린다. 물리 세계의 모든 요소를 3D로 복제하고, 현실과 가상이 실시간으로 양방향 데이터를 교환하며, 시뮬레이션과 예측까지 수행하는 개념이다. 이 수준의 디지털트윈은 단일 시설에 수십억 원, 구축에 수년이 소요된다.

#### Full DT의 특징 (우리가 '안 하는' 것)

- ✕ 3D 모델링 및 물리 시뮬레이션 구현 (BIM·엔리얼 엔진 등)
- ✕ 물리 세계 ↔ 가상 복제본 간 양방향 실시간 동기화
- ✕ 구축 비용 시설당 수십억 원 이상 / 개발 기간 2~3 년
- ✕ 즉시 활용 불가 — 시뮬레이션 환경 완성 후에야 가치 발생

### 3.2 경량(Lite) 디지털트윈 — 본 사업의 접근

경량 DT는 3D 모델과 시뮬레이션을 제외하고, 현실적으로 '즉시 가치를 만드는' 핵심 기능에 집중한다. 실시간 데이터 기반의 모니터링·상태관리·시각화에 AI 이상탐지를 더한 '스마트 운영관리 시스템'이다. 가볍게 시작하여 단계적으로 Full DT로 확장하는 구조여서 투자 리스크를 최소화한다.

비교 항목	Full DT (일반 인식)	경량 Lite (본 사업)
핵심 기술	3D 모델 + 물리 시뮬레이션	IoT + AI + WebGIS 대시보드
구축 비용	시설당 수십억 원+	전체 PoC ~5억 원
구축 기간	2~3년	12개월 이내
즉시 활용	어려움 (시뮬레이션 완성 후)	구축 즉시 운영 가능
주요 가치	시각적 완성도·시뮬레이션	운영 효율·비용 절감
확장 전략	처음부터 Full 구현	Lite → Full 단계적 업그레이드

#### 경량 DT의 핵심 포인트

"디지털트윈"이라는 개념을 활용하되, 실제 구현은 즉시 운용·즉시 효과를 내는 "운영관리 시스템"으로 접근한다. 3D가 목표가 아니라, 운영을 바꾸는 것이 목표다.

## 4. 해외·국내 유사사례

### 4.1 해외 — 해양관측시설 중심 사례

#### ① 영국 NTSLF (국가 조위관측망) — 운영관리 중심의 경량 접근

영국 국립해양센터(NOC)가 운영하는 42개소 국가 조위관측망은 각 관측소의 장비 성능(instrument performance)까지 원격으로 통합 관리한다. 3D 가상 모델 없이 실시간 텔레메트리 기반 데이터 수집·이상탐지·품질관리를 운영하는 '경량 운영관리' 구조의 대표 사례다. 같은 NOC 연구팀은 Arduino 기반 저가 IoT 압력센서로 1cm 정확도의 조위 측정망을 구축, 고비용 장비 대비 획기적 비용 절감도 실증하였다.

시사점: 해양관측시설의 스마트화는 3D가 아닌 "장비 상태 통합관리 + 데이터 품질 자동화"에서 시작한다.

#### ② 미국 NOAA CO-OPS — AI 기반 자동 품질관리

미국 해양대기청(NOAA) 산하 CO-OPS는 수백 개의 수위·조위관측소에 자동 품질관리(QC) 알고리즘을 적용, 이상값 자동 플래그 및 실시간 경보 시스템을 운용한다. 레이더·압력 센서 이중화로 데이터 신뢰성을 확보하는 구조로, 방대한 관측망을 적은 인력으로 유지할 수 있는 핵심이 바로 AI 기반 자동탐지 체계다.

시사점: AI 이상탐지는 해양관측 선진국에서 이미 표준 운영 방식이다. 국내 도입은 아직 초기 단계.

### ③ 북해 오프쇼어 플랫폼 모듈형 경량 DT (2026, ScienceDirect)

노르웨이 북해 운영 자산('Asset X')에 적용된 모듈형 디지털트윈 아키텍처는 3D 시뮬레이션 없이 데이터 수집·엡지 분석·이상탐지·시각화 4개 계층으로 구성된다. 엡지 컴포넌트가 저지연 이상감지와 위성 통신 단절 시 데이터 버퍼링을 담당하며, 역할별 대시보드가 알람과 작업지시를 연결하는 구조는 본 사업 아키텍처와 직접 비교된다.

**시사점:** 해양·오프쇼어 분야의 경량 DT는 이미 검증된 실증 사례가 있다. 관측 인프라에도 동일 구조 적용 가능.

## 4.2 국내 현황 — 해양관측 스마트화는 아직 초기

### 국립해양조사원 — 데이터 공개는 선진, 운영관리 스마트화는 미착수

국립해양조사원은 조석예보, 바다갈라짐, 스마트 고조정보 등 데이터 기반 서비스는 고도화되어 있으나, 관측시설 자체의 장비 상태 원격관리·AI 이상탐지·유지보수 이력 통합관리 등 "시설 운영관리 스마트화" 영역은 현재 본격적인 시스템 구축 단계에 들어서지 않은 상황이다. 디지털 트윈 관련 동향도 해수부·과기정통부 차원의 스마트항만·스마트시티 중심이며, 해양관측시설 특화 운영관리 플랫폼은 국내에 선례가 없다.

**국내 시장 공백 = 선점 기회**  
 국립해양조사원을 포함한 국내 해양관측 기관들이 아직 스마트 운영관리 체계를 갖추지 못한 것은 리스크가 아니라 기회다. 선제적으로 경량 DT 기반 플랫폼을 구축하면 향후 국가 표준 모델로 확산될 가능성이 높다.

### 국내 유사 참고 사례 (해양 외 분야)

사례	특징	경량 DT 관련성
자갈치시장 통합 안전 모니터링 (삼우이머션, '22)	5G+DT 기반 공공시설 안전관리 국비 16억 포함 총 20억 / ICT 우수사례	공공 IoT 모니터링 플랫폼 구축 방식 벤치마킹
한국마커스 관로·댐 DT	상하수도 IoT 센서 연계 AI 파손감지·대시보드	인프라 경량 DT 운영관리 구조 유사
스마트 댐·하천 관리 시스템	수자원공사·환경부 적용 수위·유량 실시간 모니터링	수계 관측시설 운영관리 선행 사례

## 5. 해결방안 — 경량 DT 4대 핵심 기능

본 시스템의 공식 명칭은 TOMS(Tide gauge / 해양관측시설 Operation Management System)이며, 아래 4가지 기능으로 완전히 정의된다. 이 4개 기능이 곧 '경량 DT'의 실체다.

기능	한 줄 정의	기대 효과
① 실시간 모니터링	전국 관측소 조위·장비 현황을 GIS 지도 + 그래프로 즉시 파악	관리자 상황 파악 시간 80% 단축
② AI 이상탐지	센서 오류·이상 조위를 시가 자동 감지하여 경보 발령	수작업 검수 인력 절감 데이터 품질 향상
③ 장비 상태관리	관측소별 장비 목록·전원·수명을 원격으로 실시간 관리	현장 출동 50% 감소 예방정비 전환
④ 유지보수 이력관리	점검 일자·부품 교체 이력을 모바일로 입력·통합 관리	유지보수 비용 30% 절감 인수인계 품질 향상

### AI 적용 — 협회·기관 내 AI 도입의 첫걸음

현재 해양관측 분야의 AI 적용은 국내외 모두 '걸음마 수준'이다. 본 사업에서 적용하는 AI는 복잡한 대규모 모델이 아니라, 조위 시계열 데이터의 통계적 이상값을 탐지하는 경량 모델(Isolation Forest + LSTM)로, 즉시 적용·즉시 효과 검증이 가능하다. 이는 협회 내부의 AI 역량을 실질적으로 축적하는 첫 번째 프로젝트가 될 수 있다.

**AI 적용 단계:** 1단계 통계 기반 이상탐지(즉시) → 2단계 LSTM 시계열 예측(6개월 후) → 3단계 재난 조기경보 연계(2단계 이후)

## 6. 플랫폼화 가능성 — 확장 경로

### 6.1 확장 방향

본 사업은 단순 SI 프로젝트가 아니라, 중장기적으로 국가 해양관측 운영관리의 표준 플랫폼으로 성장할 수 있는 기초를 가지고 있다. 확장은 세 방향으로 진행된다.

확장 방향	내용	시기
① 협회 내부 확장 (관측 종목 확대)	조위 → 파고 / 해류 / 수온 / 해무 관측소 통합 해양관측시설 전체 통합 운영관리 플랫폼	2~3단계 (~36개월)
② 국립해양조사원 연계·확대	국가 53개소 조위관측소 적용 상위 기관 표준 운영관리 시스템으로 확산	2단계 이후 (협력 전제)
③ SaaS 전환 (외부 수익화)	지자체·항만공사 관측소 대상 월정액 서비스 ODA 연계 해외 연안국 수출	3단계 (~60개월)

### 6.2 플랫폼화의 핵심 조건

- 데이터 표준화: KHOA 공개 API 기반으로 다종 관측 데이터 연계 구조 설계
- 모듈형 아키텍처: 관측 종목 추가 시 플러그인 방식으로 확장 가능
- 클라우드 기반 운영: Docker/Kubernetes 기반으로 다수 기관 동시 운용 지원
- AI 모델 재사용: 조위에서 검증된 이상탐지 모델을 파고·해류 데이터에 재적용

#### 플랫폼화의 전략적 가치

1단계 PoC에서 구축하는 코어 플랫폼(TOMS)은 단순 도구가 아니라 향후 협회가 국가 해양관측 스마트화의 기술 주도권을 확보하는 자산이 된다. 국립해양조사원이 아직 이 영역에 미착수한 지금, 경량 DT 플랫폼을 먼저 구축한 기관이 표준을 정의하게 된다.

## 7. 추진 전략 및 의사결정 포인트

### 7.1 단계별 추진 계획

단계	기간	핵심 내용	투자 규모
1단계 PoC	~12개월	시범관측소 3~5개소 구축 TOMS 플랫폼 v1.0 개발 AI 이상탐지 모델 적용 성과 검증 후 확대 결정	~5억 원 (정부지원 70~80% 가능)
2단계 전국 확대	~36개월	전국 조위관측소 전체 적용 LSTM 예측 모델 추가 모바일 현장 앱 출시	별도 협의 (사업 성과 기반)
3단계 플랫폼화	~60개월	전 관측시설 통합 SaaS 전환 ODA 해외 수출	SaaS 수익으로 자립 운영

### 7.2 리스크 최소화 전략

- 소규모 선행 후 확산: 전국 일괄 구축 대신 3~5 개소 PoC 로 기술 검증 → 성과 확인 후 확대 결정
- 기존 인프라 최대 활용: KHOA 공개 API·기존 통신망 재활용으로 초기 비용 절감
- 정부 지원 활용: AI 바우처 공급기업 등록 / 과기정통부·해수부 공모사업 병행 발굴
- 엔지스 핵심 역량 활용: GIS·공간정보 전문성, 공공 SI 수행 이력, 해양 도메인 지식 직접 적용

### 7.3 최종 의사결정 포인트

- Q. 얼마나 드는가? 1단계 PoC 기준 약 5억 원 (AI 바우처 등 정부지원 시 실부담 1~1.5억 원 수준)
- Q. 언제 쓸 수 있는가? 착수 후 12개월 이내 시범관측소 운영 개시
- Q. 효과는 언제 나오는가? 시범운영 6개월 후 출동 감소·이상탐지 성과 측정 가능
- Q. 실패 리스크는? PoC 단계 → 성과 미흡 시 중단 가능. 전국 일괄 투자 구조 아님
- Q. 장기 가치는? 국가 해양관측 스마트화 표준 플랫폼 선점 → 협회의 기술 주도권 확보

"작게 시작해서, 국가 해양관측 운영체계를 바꿀 수 있는 사업입니다."

(주)엔지스 (EnGIS Co., Ltd.)