

BIM 기반 수소관망 플랫폼 아키텍처 개발

KICEM



박문선 공간종합건축사사무소, 이사, ms.park@spacea.com
원서경 공간종합건축사사무소, 소장, kcem@spacea.com
김인성 공간종합건축사사무소, 본부장, thinkbetter@spacea.com

1. 서론

인류의 무분별한 환경개발 및 파괴로 지구온난화는 가속화되고 있으며, 이로 인하여 1990년부터 2017년까지 전세계 탄소배출량은 연평균 3.3% 증가하였고, 1880년부터 2012년까지 지구 평균기온은 0.85°C 상승하였다.¹⁾ 이에 따라 강우, 가뭄, 폭염, 산불 등의 이상기후 현상이 지속적으로 발생되고 있으며, 인류는 식량 생산 감소, 신종 바이러스 출현, 해수면 상승 등 기후 변화로 인류 생존의 위협을 절실히 체감하고 있다. 국제사회는 기후변화 문제의 심각성을 인식하고 있고 2015년 파리협정을 시작으로 전세계 국가들은 탄소중립을 위한 정책을 수립 및 추진 중에 있으며, 이를 위한 실현방안으로 수소 에너지 기술 및 경제의 필요성이 대두되고 있는 실정이다.

탄소중립 추세에 따라 정부는 수소경제 정책을 체계적으로 지원 및 추진하고 수소산업 활성화 기반 마련을 위한 법적 근거로 '20년 2월 「수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한

법률(수소법)」을 제정하였으며, '22년 12월 '신성장 4.0 전략 추진계획'을 발표하여 청정수소 생산기술 개발 및 탄소중립 도시 10개소 조성 등 주요 정책을 추진하여 국가연구개발 투자방향 및 기준에 10대 국가 필수 전략기술로 수소기술을 포함하였다.

하지만 수소도시에 적용할 대용량 수요에 적합한 대구경 수소관, 수소관망 건설 및 운영기술은 미확보된 상황으로 대량 수소 공급체계 및 기술적 한계가 존재하며, 주거지역을 포함하고 있는 수소도시의 안전한 인프라망 구축 등 수소공급 기술의 국산화 개발이 필요한 상황이다. 수소에너지 활용을 위한 기술은 도입-성장 단계로 판단되며, 국내·외 청정수소 중점기술 확보, 안전한 인프라망 구축, 수소 생태계 기반 마련을 위한 수소도시 조성 등에 필요한 국산화 R&D 추진이 시급한 상황이다. 또한 미국, 영국, 일본 등 주요 건설선진국은 건설디지털화 정책 추진에 따라 국가표준제정 및 의무화, BIM(Building Information Modeling : 이하 BIM) S/W를 활용하여 해외 건설시장을 선점하고 있다.

현재 수소도시에 적용할 수소배관 설계·시공·운영 적용기술 확보 및 사업화 촉진, 산업생태계 조성을 위해 '도시 내 안정적인 수소이용용 수소관망 신설·운영기술 개발 및 실증연구'가 진행 중이며, 연구성과 기술들을 활용할 수 있는 쉐주기 디지털 데이터 기반의 수소관망 가상설계 및 시공 플랫폼을 구축할 계획이다. 이를 위한 초기 단계의 연구로 'BIM 기반 수소관망 플랫폼 아키텍처 개발'을 수행하여 건설 단계별 일관성 있는 데이터 확보와 정보표준 관리 및 관



그림 1. 정부의 수소산업 투자 및 지원²⁾

1) 국토교통부, 2050 탄소중립 로드맵, 2021.12
 2) 산업통상자원부, 수소경제 성과 및 수소 선도 국가 비전, 2021.10

련 기반기술을 확보하여 건설 생산성·품질 향상, 건설사업 관리 의사결정 지원 등 고부가가치 기술을 확보할 수 있을 것으로 판단한다.

2. 연구내용

1) 연구의 목표

본 연구에서 궁극적으로 개발하고자 하는 플랫폼의 목표는 사용자 요구사항 및 기능 분석을 통해 'BIM 기반 수소관망 플랫폼 아키텍처 개발'을 수행하는 것이다. 이와 같은 아키텍처 개발로 수소관망 건설사업의 쏘 주기 데이터 및 정보 관리 체계 기술 확보를 통하여 수소도시 건설 시 수소관망 설계·시공 오류 저감과 의사결정 지원, 건설 생산성 향상을 위한 기술지원을 효과적으로 수행할 수 있을 것이며, 본 연구 목표와 관련된 세부목표 주요 연구내용은 아래의 <그림 2>와 같다.

세부목표	연구내용
수소관망 통합 관제 플랫폼 개발 요구사항 분석 및 아키텍처 수립	<ul style="list-style-type: none"> ● 국내외 수소도시 플랫폼 기술의 정의 구축 사례 조사 ● 연담/설문조사서 작성 ● 관련 기업, 발주처 등 설문조사 실시 및 분석
실시간 관제 및 검사 기술 조사/분석	<ul style="list-style-type: none"> ● BIM 국제표준 ISO(16739, 19650, 16739) 적용 환경 분석 ● 데이터관리 항목 및 기능 조사 및 분석 ● 표준 및 업무 절차 기준 수립
디지털 프리콘 리뷰 기술 조사/분석	<ul style="list-style-type: none"> ● 프리콘 리뷰 분석기법 검토 ● 수소관망 프리콘 리뷰 항목 조사 및 분석
통합품질검사 개발전략 수립	<ul style="list-style-type: none"> ● 플랫폼 개발 방향 검토 및 설정 ● 공정, 원가, 안전 등 타기술 연계 검토

그림 2. 연구 목표 및 내용

상기의 <그림 2>에서 보는 것과 같이 본 연구인 'BIM 기반 수소관망 플랫폼 아키텍처 개발'의 목표를 위하여 첫째, 수소관망 통합관제 플랫폼 개발 요구사항 분석 및 아키텍처 수립을 통해 개발될 시스템의 관련 기술의 정의 및 사례 조사를 실시하였고, 전문가들의 요구사항과 이에 따른 구조를 구축하였다. 둘째, 상기를 통해 BIM 기반 수소관망 플랫폼의 데이터관리 항목 및 기능을 조사 분석하였다. 셋째, 디지털 프리콘 리뷰 조사/분석을 통하여 수소관망 프리콘 리뷰 항목을 도출하였다. 마지막으로 상기의 연구수행을 기반으로 통합품질검사 개발전략 수립을 위한 플랫폼 개발 방향 및 설정과 공정, 원가, 안전 등 타기술 연계를 검토하였다.

2) 본 연구 시스템의 범위

본 연구는 수소도시에 적용할 BIM 기반 수소관망 플랫폼 아키텍처를 개발하는 것이다. 따라서 수소도시 건설을 위한 수소관망 사업의 범위를 설계단계부터 운영 및 유지관리단계까지로 한정하고자 하며, 이를 간단히 그림으로 설명하면 아래의 <그림 3>과 같다.

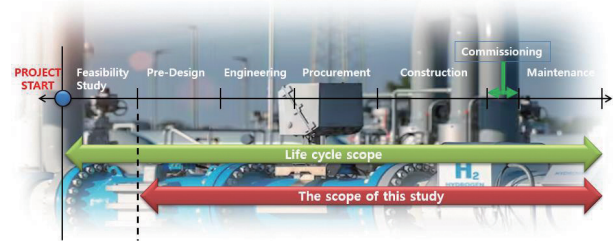


그림 3. 본 연구의 범위

3) 연구 주요 내용

본 연구의 목적은 BIM 기반 수소관망 플랫폼 아키텍처 개발이며, 이에 대한 플랫폼 주요 구성 요소를 도식화하면 다음의 <그림 4>와 같다.



그림 4. 플랫폼 주요 구성요소

상기 <그림 4>에서 보는 바와 같이 수소관망 플랫폼의 주요 구성요소는 openBIM 기반 배관망 설계/시공 자료통합관리, 설계자료 품질검토, 경제성·안전성 검토, 시공 순 단계 시공성 검토, 범위확정, 통합 품질/공정/원가 관리기술, 설계도서 시공내용 비교 검토, 요구사항, BIM 기반 설계, 관망설계, 설계, 시공 간섭 체크, 일정 및 비용예측, 정밀시공으로 분류되며 세부 기능을 구성하였다.

상기 플랫폼 구성요소를 통하여 제시된 수소관망 플랫폼은 향후 연구의 진행에 따라서 단계 별로 플랫폼 설계, 플랫폼 구성, 플랫폼 개발로 진행되어 최종 시스템으로 구축될 예정이며, 이를 그림으로 도식화하면 다음의 <그림 5>와 같다.

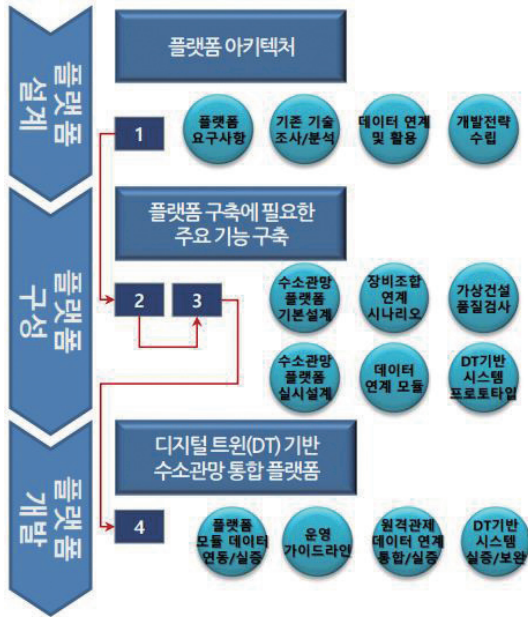


그림 5. 수소관망 플랫폼 개념 모델

상기 <그림 5>에서 보는 바와 같이 BIM 기반 수소관망 플랫폼은 단계별로 진행되며, 이는 다음과 같다. 첫째, 플랫폼 설계단계에서는 플랫폼 아키텍처를 구축하여 플랫폼 요구사항, 기존 기술 조사/분석, 각종 데이터 연계 및 활용, 개발전략을 수집한다. 둘째, 플랫폼 구성단계에서는 플랫폼 구축에

필요한 주요 기능을 구축하여 수소관망 플랫폼 기본설계, 시공현장의 장비조합 연계 시나리오, 가상건설 품질검사, 수소관망 플랫폼 실시설계, 데이터 연계 모듈 구축, DT(Digital Twin : 이하 DT)기반 시스템 프로토타입을 완성한다. 셋째, 플랫폼 개발단계에서는 DT기반 수소관망 통합 플랫폼을 완성하여 플랫폼 모듈 데이터 연동/실증, 플랫폼 가이드라인, 원격관제 데이터 연계 통합/실증, DT기반 시스템 실증/보완을 수행한다.

수소관망 플랫폼은 기본기능(openBIM 기반 배관망 설계/시공 자료통합관리), 가상 설계 지원(설계자료 품질검토, 경제성·안전성 검토), 가상 시공 지원(시공 순 단계 시공성검토, 범위확정), 사업관리지원(통합 품질/공정/원가 관리기술, 설계도서 시공내용 비교 검토), 자산관리 활용(요구사항)에 대한 세부내용과 세부내용의 구성요소로 구축되고 구성요소 별 기능이 탑재되며, 이에 대한 내용을 그림으로 도식화하면 다음의 <그림 6>과 같다.

또한 BIM 기반 수소관망 플랫폼 아키텍처를 기반으로 향후 가상설계 및 가상건설에 대해 가상설계(BIM 기반 설계-ISO19650, ISO29481, ISO16739, 관망설계-선형기반 최적 경로 계획, 경제성 및 안전성 검토, 설계-설계 대안 생성 및 검토, 상세 정보 입력), 가상건설(시공 간섭 체크, 일정 및

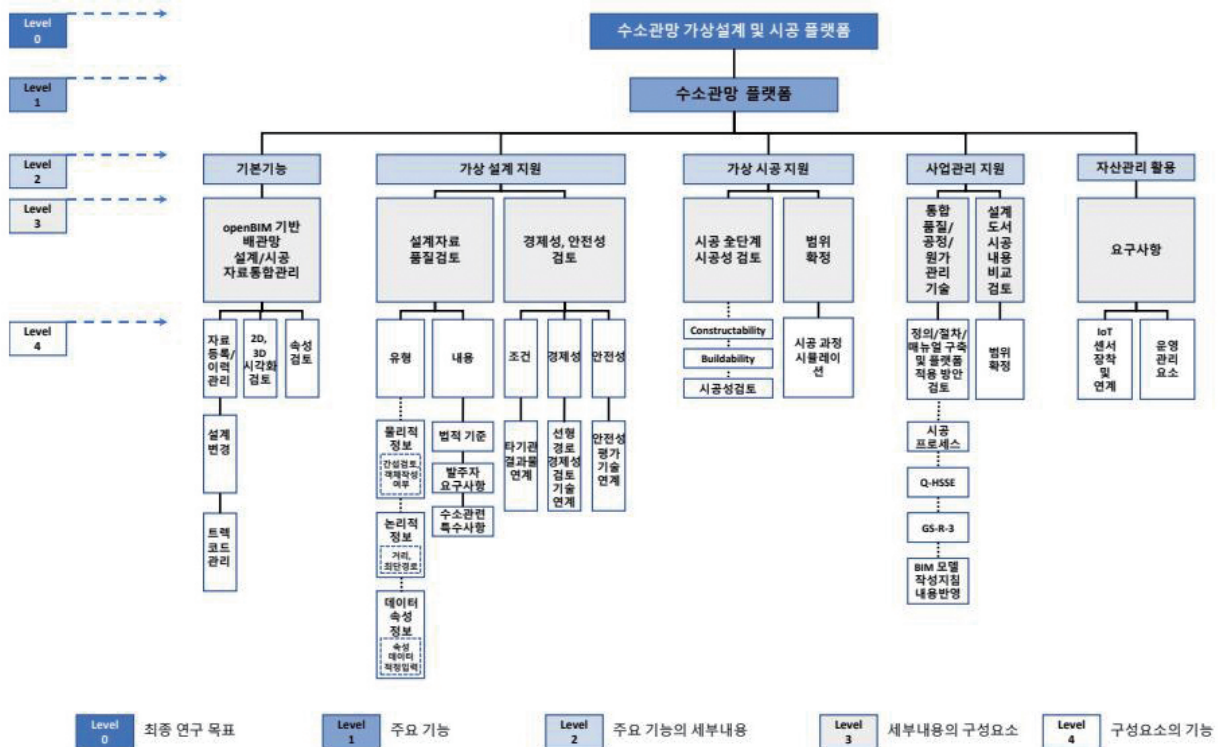


그림 6. BIM 기반의 수소관망 플랫폼 아키텍처

비용 예측-공정/원가 검토 최적안 도출, 정밀시공-설계안 동일 시공 검토)에 대한 세부내용과 세부내용의 구성요소로 구축되고 구성요소 별 기능이 탑재되어 구현될 예정이다.

3. 맺음말

본 연구의 목표는 'BIM 기반 수소관망 플랫폼 아키텍처 개발'이다. 현재 전세계 주요 국가들은 지구온난화 및 기후변화로 탄소중립을 위한 제도 및 정책을 수립하여 추진 중이며, 이와 관련하여 수소 에너지 활용 기술을 적극 도입하고 있다. 또한 주요 건설 선진국들은 건설 디지털화를 위해 BIM 관련 기술을 주도적으로 활용하고 있다. 따라서 본 연구의 진행으로 향후 수소관망 건설관련 데이터 확보 및 정보표준 관리 기술을 한 단계 발전시킬 수 있을 것으로 사료된다. 또한 본 연구의 아키텍처를 기반으로 향후 개발 완료될 DT기반 수소관망 통합관제 플랫폼은 관련 사업의 설계·시공·운영 과정 상에서 발생하는 관련 정보 및 데이터를 통합관리 및 제공하여 가상기술, 첨단기술 활용도를 극대화하여 건설자동화의 기본 토대가 될 것이다. 이는 향후 수소도시 건설공사의 생산성 및 품질 향상에 제고를 이끌어 낼 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2023-00245737).

참고문헌

1. 국토교통부(2021). 2050 탄소중립 로드맵.
2. 김동민, 이승호, 김영근 (2019). '수소 배관망 주요 특성 및 기술 동향' 건설관리, 한국가스학회 학술발표대회논문집, pp. 47-47.
3. 신동원, 이민경, 이재훈, 김정환 (2021). '수소충전소용 고압수소배관 적용을 위한 수소배관 설치의 국내외 기준 분석 연구', 한국에너지학회 학술발표대회, pp. 57-57.
4. 산업통상자원부 (2021). 수소경제 성과 및 수소 선도 국가 비전.
5. 조선대학교 (2022). 수소 공급 및 운송단가 비교조사.
6. 한국무역협회 (2023). '수소산업 경쟁력 강화를 위한 정책 연구'(친환경 수소생산을 위한 주요국 정책 비교).
7. Martine Van den Boomen, Sjoerd Van der Meulen, Jonathan Van Ekris, Roel Spanjers, Olle Ten Voorde, Janwim Mulder, Peter Blommaart (2021). 'Optimized Expansion Strategy for a

Hydrogen Pipe Network in the Port of Rotterdam with Compound Real Options Analysis', Sustainability.

8. Fabian Neumann, Elisabeth Zeyen, Marta Victoria, Tom Brown (2023). 'The potential role of a hydrogen network in Europe', CellPress.
9. McKinsey & Company (2021). Hydrogen Insights Report 2021,
10. Khalil Ben Safta, Jolando M. Kisse (2023). 'Hydrogen Pipeline Network Design: An optimization-based planning method considering the existing natural gas network', Institute of Electrical and Electronics Engineers.