

제1042호 2026. 1. 30.

# 건설동향

# BRIEF ing



## • 글로벌 건설시장 패러다임 전환과 기업의 대응 전략

- 세계 경제 하방 리스크와 AI·에너지 중심의 인프라 투자 확대
- 비용 부담 증가와 인력난의 복합 위기 속, AI·하이테크 중심의 전략적 투자 확대
- 글로벌 복합 위기 시대, 리스크 회복력 확보와 인프라 패러다임 전환
- 2026 글로벌 건설 산업, 위기 돌파와 성장을 위한 4대 핵심 과제

## • 피지컬 AI 확산과 건설 분야 시사점

- 2026년, 피지컬 AI 기술이 상용화의 초기 단계로 진입
- 산업 간의 경계를 허무는 기술 확산, 그러나 건설 분야는 아직 준비 부족
- 건설 분야 피지컬 AI 적용의 핵심은 '현장 데이터'와 '디지털트윈'
- 데이터 자산화와 전략적 인프라 구축을 통한 건설 산업 패러다임 전환 필요



## 글로벌 건설시장 패러다임 전환과 기업의 대응 전략

- 복합 위기 대응을 위한 리스크관리 고도화 및 하이테크·에너지 중심의 고부가 시장 선점 필요 -

김화랑(부연구위원 · hrkim@cerik.re.kr)

### 불확실성 속의 기회: 세계 경제 하방 리스크와 AI·에너지 중심의 인프라 투자 확대<sup>1)</sup>

- 주요 국제기구들은 무역장벽 심화와 정책 불확실성을 세계 경제의 핵심 하방 리스크로 공통 지적하면서도, 인공지능(AI) 및 기술 투자 확대의 성장 파급력 평가 차이로 인해 올해 세계 경제 성장률을 2.6%에서 3.3% 사이로 비교적 넓은 범위에서 전망함.
- 국제통화기금(IMF)은 기술 혁신의 긍정적 효과를 강조하며 가장 낙관적인 성장 전망을 제시한 반면, 세계은행(WB)은 무역 위축과 재고 감소 등 구조적 제약에 중점을 두어 가장 보수적인 전망치를 제시함.

〈표 1〉 주요 국제기구별 경제성장을 전망 및 영향 요인

| 구 분            | 전망치  |      | 주요 전망 근거   |
|----------------|------|------|--|
|                | 2026 | 2027 |  |
| 경제협력개발기구(OECD) | 2.9% | 3.1% | 무역장벽 상승, 정책 불확실성, 선제적 수요 효과 소멸, AI 관련 투자           |
| 국제통화기금(IMF)    | 3.3% | 3.2% | 무역정책 변화 및 관세, 기술 투자(AI) 확대, 정책·지정학적 불확실성, 금융 여건 완화 |
| 세계은행(WB)       | 2.6% | 2.7% | 무역 긴장 고조, 재고 축적 감소, 금융 여건 완화, 지정학적 리스크             |

- 글로벌 인프라 시장은 AI와 데이터센터를 포함한 첨단 기술 인프라 및 에너지 전환 분야의 투자 확대, 그리고 중동 및 신흥국 중심의 대규모 경기 부양책과 재건 사업을 주요 성장 동력으로 제시함.

〈표 2〉 주요 국제기구별 경제·인프라 투자 전망

| 구 분            | 주요 내용   |
|----------------|---|
| 경제협력개발기구(OECD) | <ul style="list-style-type: none"> <li>(ICT·데이터센터) 미국 내 데이터센터 건설 투자 급증, AI 확산에 따른 물리적 인프라 수요 본격화</li> <li>(중국) 부동산 경기 조정에도 불구하고 공공 인프라 중심의 투자 회복세 지속 전망</li> <li>(인도) 정부 주도의 강력한 공공 자본지출 확대가 경제 성장 견인</li> </ul>  |
| 국제통화기금(IMF)    | <ul style="list-style-type: none"> <li>(기술·AI 투자) 북미·아시아 중심 AI 기술 투자 급증, 데이터센터 및 전력 인프라 수요 확대</li> <li>(친환경·에너지) 생산성 제고 및 잠재 성장을 위한 재생 에너지·에너지 효율 시스템 투자 강화</li> <li>(중국 경기 부양) 부동산 침체 상쇄를 위한 인프라·제조업 투자 및 정책 금융 확대</li> </ul>  |
| 세계은행(WB)       | <ul style="list-style-type: none"> <li>(중동 시장) 사우디·쿠웨이트 등 GCC 국가의 비석유 부문 대규모 프로젝트 확대</li> <li>(우크라이나) '26년부터 에너지·운송 등 파손된 인프라 복구 및 재건 본격화에 따른 성장 전망</li> <li>(가자 지구) '26년 재건 개시 가정하에 성장 반등 및 대규모 복구 수요 발생 예상</li> <li>(아프리카) 전력 및 물류 병목 해소를 위한 인프라 개혁과 투자 진행</li> </ul> |

1) OECD(2025.12.2), “OECD Economic Outlook, Volume 2025 Issue 2”; IMF(2026.1), “World Economic Outlook Update (Global Economy: Steady and Divergent Forces)” ; World Bank(2026.1.13), “Global Economic Prospects, Jan”.

## ❸ 비용 부담 증가와 인력난의 복합 위기 속, AI·하이테크 중심의 전략적 투자 확대<sup>2)</sup>

- 글로벌 건설시장은 지정학적 갈등에 따른 공급망 불안과 관세 등 정책적 비용 부담이 심화되는 가운데, 글로벌 인력난과 고금리 기조 등 거시경제적 제약이 복합적으로 작용하면서 산업 전반의 비용 구조 악화와 투자 위축이 가속화되는 복합 위기 국면에 직면함.
  - 러시아-우크라이나 전쟁의 장기화와 중국의 통상 전략 변화 등 주요국의 지정학적 움직임으로 자국 우선주의가 강화되면서 원자재 수급 불안이 초래되고 있으며, 이에 따른 관세 부과와 자재비 급등이 맞물려 건설 프로젝트 전반의 비용 구조가 급격히 악화되고 있음.
  - 또한, 북미·유럽·오세아니아 전역에서 심화되는 숙련 기술 인력 부족과 고물가·고금리 기조로 인한 금융 부담 가중은 상업용 및 주거용 건설 부문의 신규 투자 위축과 현장 프로젝트 실행력 저하로 이어지며, 산업 전반에 실질적인 위기 상황을 초래하고 있음.

### 〈표 3〉 2026년 1분기 글로벌 건설산업의 주요 당면 과제

- (러시아-우크라이나 전쟁의 장기화) 지속되는 분쟁으로 인한 공급망 불안정 및 원자재 수급 리스크
- (중국의 무역 및 영토 확장 전략) 중국의 통상 정책 변화와 지정학적 행보에 따른 시장 불확실성
- (지정학적 긴장 고조 및 지역 분쟁 리스크) 미국-베네수엘라 관계 등 잠재적 분쟁 지역의 지정학적 압력
- (건설 자재비 고공행진 및 미국의 관세 정책) 최근 30개월 동안 건설자재 가격이 약 20% 가까이 급등한 가운데, 미국 관세 부과로 비용 부담 가중
- (숙련 기술 인력의 심각한 부족) 북미·유럽·오세아니아(호주/뉴질랜드) 전역에서 발생하는 전문 인력난 심화
- (고물가 및 고금리 기조 지속) 인플레이션과 금리 부담으로 상업용·주거용 건설 부문에 부정적 영향 지속

- 글로벌 건설 및 설비 투자는 '△AI 데이터센터의 폭발적인 수요 증가, △반도체 등 첨단 제조시설 확충, △공공 인프라 및 에너지 부문의 견고한 성장' 등에 힘입어 전반적으로 상승세를 보일 것으로 전망됨.
  - 특히 미국, 유럽, 아시아를 중심으로 AI 관련 투자가 전년 대비 두 배 이상 확대되며 시장 성장을 주도하는 가운데, 정부 주도의 공공 인프라 확충과 원자력 등 에너지 부문의 자본지출(CAPEX) 증가가 맞물려 전(全) 산업 분야에 걸친 전략적 시설 투자가 가속화될 것으로 전망됨.

### 〈표 4〉 2026년 글로벌 건설시장의 핵심 성장 분야

- (AI데이터 센터) 미국·유럽·아시아 지역을 중심으로 투자 규모가 전년 대비 2배 이상 급증할 것으로 전망
- (반도체 및 마이크로칩 제조 시설) 관련 설비 투자가 2025년 대비 5~8% 증가할 것으로 예상
- (제약·하이테크·제조업) 시설 확충을 위한 자본지출이 2025년 대비 4~6% 상승할 것으로 전망
- (정부 주도 공공 인프라) 고속도로·교량·해양·터널·철도 등 인프라 사업이 2025년 대비 5~9% 성장할 것으로 전망
- (에너지 및 파이프라인) 원자력 발전의 귀환 등 프로젝트 자본지출이 2025년 대비 4~7% 증가할 것으로 전망

2) Compass International, "Q1 2026 Global Construction Outlook: Growth, Risk & Transformation". 〈검색 일자: 2026.1.26〉 자료를 참고하여 재작성함.

## ❸ 글로벌 복합 위기 시대, 리스크 회복력 확보와 인프라 패러다임 전환<sup>3)</sup>

- 글로벌 건설시장은 공급망 불록화와 재정적 제약 등 기존 리스크가 심화되는 가운데, 기후변화와 인공지능(AI) 중심의 산업 패러다임 전환, 그리고 안보 위협의 상시화가 맞물리며 사업 환경 전반의 불확실성이 확대되고 있음.
  - [공급망 불괴 및 자재 조달 리스크] 무역장벽 강화로 자재 조달이 불록화되고, 주요 운송로의 물리적 위협이 지속됨에 따라 원가 변동성과 공기 지연 리스크가 사업 성패를 결정짓는 핵심 변수로 대두됨.
  - [금융 조달의 어려움과 사업 발주 감소] 각국 정부의 부채 부담과 민간 부문의 재융자 리스크가 고금리 환경과 맞물려 신규 인프라 발주 위축과 민관협력사업(PPP)의 수익성 악화를 초래하고 있음.
  - [인프라 시장의 패러다임 변화] 기후 변화 대응과 AI 데이터센터 수요 급증으로 시장 중심축이 재편되는 가운데, 노후 인프라 현대화 과정에서 숙련 노동력 확보와 고도화된 관리 기술이 핵심 경쟁력으로 부상함.
  - [안보 위협 및 물리적 리스크] 인프라 무기화와 현지 정세 불안으로 물리적 보안 위협이 증대되고 있어, 안전 관리 시스템 강화와 불가항력적 사업 중단에 대비한 대응체계 마련이 필수적임.

〈표 5〉 2026년 글로벌 리스크와 건설사업 영향 요인

| 구 분                  | 주요 내용   |
|----------------------|---|
| 공급망 불괴 및 자재 조달 리스크   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• (자재 조달의 불록화) 무역장벽 및 제재로 특정국 자재 수급 제한, 건설자재 가격 변동성 확대와 공기 지연 리스크 증가</li> <li>• (운송로의 위협) 주요 수로·항만 차단 및 에너지 파이프라인 대상 물리적·사이버 공격 가능성 증대, 글로벌 물류비용 상승과 공급망 불안정성 가중 전망</li> </ul>   |
| 금융 조달의 어려움과 사업 발주 감소 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• (발주처의 재정 악화) 정부 부채 상환 부담으로 신규 인프라 발주 감소·지연 우려, 저소득·중진국 시장 내 사업 기회 위축 리스크 심화</li> <li>• (민간 투자 위축) 기업 부채 리파이낸싱 부담으로 PPP 동력 저하, 고금리 지속 시 수익성 악화 및 신규 투자 위축 리스크 상존</li> </ul>   |
| 인프라 시장의 패러다임 변화      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• (기후 적응형 인프라 수요) 극한 기후 발생 빈도 증가로 기존 인프라 개보수 및 기후 적응형 설계 수요 증가, 해수면 상승·지반 침하 대응 기술 도입 가속화 전망</li> <li>• (AI 및 데이터센터 시장) AI 확산으로 데이터센터 수요 증가, 전력·발전소 확충 기회 확대, 냉각수 부족으로 수자원 관리 기술 경쟁력 부각 전망</li> <li>• (노후 인프라 교체) OECD 국가의 전력·수도·교통 인프라 현대화 시장 확대 전망, 숙련 노동력 부족이 사업 제약 요인으로 작용 우려</li> </ul> |
| 안보 위협 및 물리적 리스크      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• (인프라의 무기화) 인프라 대상 하이브리드전·드론·해저케이블·발전소 공격 위험 증대, 해외건설 현장 물리적·사이버 보안 역량 확보 필요</li> <li>• (현지 정세 불안) 사회적 양극화 및 경제난으로 현지 불안정·소요 사태 심화, 현장 인력 안전관리 및 불가항력 리스크 대비 필요</li> </ul>  |

3) World Economic Forum(2026.1.14), “Global Risk Report 2026” 보고서 중 건설사업 및 해외 건설에 영향을 미칠 수 있는 내용을 중심으로 재작성함.

## 2026 글로벌 건설산업, 위기 돌파와 성장을 위한 4대 핵심 과제

- [①수의 구조 안정화] 글로벌 보호무역주의 확산과 공급망 블록화에 따른 원가 변동성에 대응하기 위해, 리스크 분담형 계약 구조 확립과 거점별 수급 체계 고도화를 통한 원가 관리 체계 강화가 요구됨.
  - (보호무역 및 관세 리스크의 계약적 전가) 미국의 관세 정책 기조와 최근 30개월간 약 20%에 달한 자재 비 상승 추세를 감안할 때, 고정가(Lump-sum) 계약 중심 구조에서 벗어나 물가 변동 및 관세 인상분을 발주처와 합리적으로 분담할 수 있는 에스컬레이션(Escalation) 조항의 전략적 반영이 필요함.
  - (공급망 다변화를 통한 원가 통제) 자재 조달의 지역 블록화 추세에 대응하여 특정 국가 의존도를 완화하고, 동남아·중동 등 거점별 로컬 공급망을 선제적으로 구축함으로써 물류비 상승 및 공기 지연에 따른 자체상금(LD) 리스크를 구조적으로 저감하는 방향으로 공급망 전략 재편이 요구됨.
- [②신성장 동력 확보] 글로벌 AI 인프라 수요 확대와 에너지 전환 흐름을 기회 요인으로 활용하여, 하이테크·신재생 분야 중심의 기술 주도형 수주 확대와 고부가 중심 포트폴리오 재편이 핵심 과제로 부상함.
  - (글로벌 하이테크 제조시설 선점) 2026년 핵심 성장 섹터인 AI 데이터센터, 반도체, 제약 시설은 공사 기간 단축과 고정밀 시공 역량이 경쟁력을 좌우하는 분야로, 국내기업이 보유한 겸증된 하이테크 시공 노하우를 기반으로 저가 경쟁을 회피하고 프리미엄 수익성 확보 전략을 강화할 필요가 있음.
  - (에너지 안보 연계 프로젝트 참여) 글로벌 에너지 시장의 원자력·신재생에너지 전환에 따른 자본지출 (CAPEX) 확대 흐름에 대응하여, EPC(설계·조달·시공)를 넘어 O&M(운영·유지보수)까지 포괄하는 사업 모델 확장을 통해 포트폴리오 다변화와 장기 수익 기반 확보가 가능할 것으로 판단됨.
- [③운영 패러다임 혁신] 글로벌 숙련 인력 부족과 생산성 정체 국면에 대응하기 위해, 스마트 건설기술의 실무 적용 표준화와 제조형 건설 도입을 통한 기술 자본 중심 운영 체계로의 전환이 요구됨.
  - (노동 의존도 저감을 위한 현장 디지털화) 북미·유럽 시장에서 심화되는 전문 인력난에 대응하여, BIM 기반 재시공 방지 체계와 드론·IoT 기반 원격 현장 관리 시스템을 프로젝트 표준으로 정착시킴으로써 현장 인력 투입 최적화와 생산성 제고 효과를 도모할 수 있음.
  - (OSC 공법 도입 가속화) 현장 인력 숙련도 차이에 따른 품질 편차를 구조적으로 완화하기 위해, 주요 구조물 및 부재의 공장 사전 제작과 현장 조립 방식(모듈러·OSC 공법) 확대를 통해 기후변화 및 인력 수급 불안정에 따른 공기 지연 리스크를 관리하는 체계 구축이 요구됨.
- [④전방위적 안보 강화] 지정학적 갈등 심화와 안보 위협 상시화에 따른 유·무형 손실 가능성 확대에 대응하여, 현장 보안 체계 격상과 불가항력 리스크 대응을 위한 계약·법무 기반의 방어 체계 정비가 필요함.
  - (위기관리 프로세스 고도화) 러-우 전쟁 장기화 및 지역 분쟁 리스크 확대에 대비하여, 해외 현장의 물리적 보안 강화와 비상 철수·자산 보호 표준운영절차(SOP)의 상시 업데이트를 통해 위기관리 체계 고도화가 요구됨.
  - (불가항력 분쟁 대응력 확보) 인프라 무기화 및 현지 소요 등으로 인한 사업 중단 가능성에 대비하여, 입찰 초기 단계부터 국제 계약·법무 역량을 반영한 손실 보전 조항과 계약적 방어 기제의 구조적 반영이 필요함.



## 피지컬 AI 기술의 확산과 건설 분야 시사점

- 현실 세계에 등장한 AI, 건설산업의 AI 경쟁력은 ‘현장 데이터’ 수집과 ‘디지털트윈’ 고도화에 달려 -

이규은(부연구위원 · gelee@cerik.re.kr)



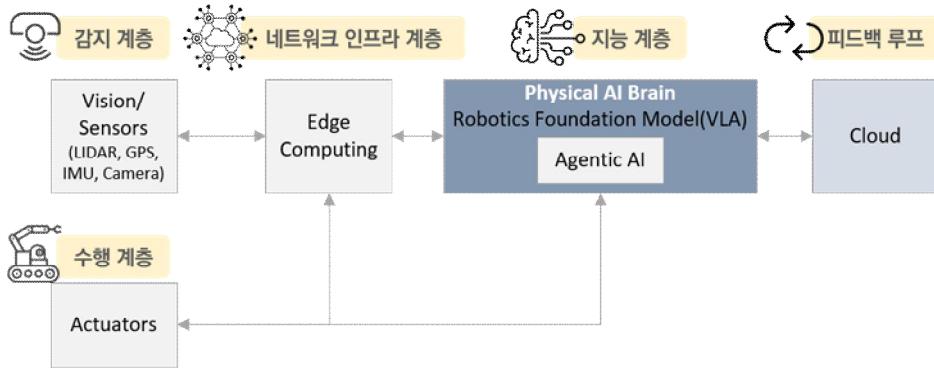
### 2026년, 피지컬(Physical) AI 기술이 상용화 초기 단계로 진입

- 올해 CES 2026에서는 기존의 디지털 세계에 머물던 AI 기술이 로봇의 몸을 입고 물리적 세계로 걸어 나오는 휴머노이드형 ‘피지컬 AI’ 기술이 주목됨.
  - 엔비디아(NVIDIA)의 CEO 젠슨 황이 CES 2025 기조연설에서 “AI의 다음 개척 분야는 피지컬 AI”라고 선언 하며, AI 기술 발전의 방향이 디지털 공간에서 물리적 세계로 이동함을 강조하였음. 그동안 ‘Robotic AI’, ‘Embodied AI’와 같은 용어로 꾸준히 개발 되어온 기술이지만, 최근 ‘생성형(Generative) AI’와 ‘에이전틱(Agentic) AI’ 기술의 비약적인 성장이 기술 상용화의 병목을 제거하였음.
  - 딜로이트(Deloitte)의 보고서에 따르면<sup>4)</sup> 피지컬 AI란, 기계가 자율적으로 물리 세계를 실시간 인식(Perceive)하고, 이해(Understand) 및 추론(Reason)하여 상호작용(Interact)까지 하는 인공지능을 의미함.
  - 학계에서는 2020년 ‘Nature Machine Intelligence’지에 ‘Physical Artificial Intelligence’<sup>5)</sup>라는 논문이 발표되며 용어가 공식적으로 등장하였으나, 학계보다 산업계에서 더 높은 관심을 받고 있음. 특히, 올해 CES 2026에서는 피지컬 AI의 대표적인 구현체인 ‘휴머노이드’ 형태로 보스턴다이나믹스(현대자동차)에서 개발한 ‘아틀라스(Atlas)’가 공개되면서 산업 현장에서의 활용 가능성을 보여줌.
- 휴머노이드 형태의 피지컬 AI는 단순히 기계의 자동화를 넘어 기존 인력을 대체할 수 있다는 기대감을 제시하고 있으며, 실제로 인간의 판단과 신체 능력을 모방하는 단계까지 개발되고 있음.
  - 피지컬 AI 기술의 구현체로는 ‘자율주행차’, ‘휴머노이드’, ‘사족보행 로봇’, ‘드론’, ‘자율운행로봇(AMR)’과 특정 환경에서 사용되는 ‘지능형 장비’ 등이 있음. 구현에 필요한 요소기술로는 ‘파운데이션 모델’, ‘엣지컴퓨팅’, ‘액추에이터 제어 기술’ 및 ‘정밀 센서 네트워크’ 등이 있음(〈그림 1〉 참고).

4) Deloitte Insights(2025.12.10.), “AI goes physical: Navigating the convergence of AI and robotics”.

5) Miriyev, A., & Kovač, M. (2020). Skills for physical artificial intelligence. *Nature Machine Intelligence*, 2(11), 658–660.

〈그림 1〉 피지컬 AI 요소기술 개념도



- 그중, 피지컬 AI의 핵심은 시각 인지와 언어 이해를 물리적 동작으로 연결하는 로보틱스용 파운데이션 모델인 VLA(Vision-Language-Action)임. 구글 딥마인드의 'Gemini Robotics'가 해당 기술을 선도하고 있다면, 엔비디아는 범용 휴머노이드용 파운데이션 모델 'GROOT'와 물리 엔진 기반으로 로봇 시뮬레이션 이 가능한 'Cosmos' 플랫폼을 개발해 피지컬 AI 기술의 고도화를 가속화하고 있음.
- 최근, 대량생산을 목표로 개발되고 있는 휴머노이드형 피지컬 AI는 〈표 1〉에 정리된 세 개의 모델이 대표적임. 관절의 자유도를 나타내는 DoF(Degree of Freedom)가 인간의 가동 범위를 상회하는 수준이며 자동 배터리 교체 등을 통해 구동 시간의 한계를 극복하고 있음. 추후 원가 절감이 가속화될 경우 인간의 물리적 노동력을 일부 대체할 수 있을 것으로 전망됨.

〈표 1〉 대량생산 목표 휴머노이드형 Physical AI

| 구분         | 보스턴다이나믹스(현대차)                       | Tesla                             | Figure AI (OpenAI 협업)   |
|------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|
| 모델명        | All-New Atlas (Electric)            | Optimus Gen 3 (V3)                | Figure 03   |
| 공개일        | 2026.1.5<br>(CES 2026 실물 공개)        | 2026.1.15<br>(CES 2026 비공개 시연)    | 2025.10.9   |
| 플랫폼        | Orbit                               | FSD v15/A15 chip                  | Helix   |
| 무게         | 약 90kg                              | 약 57kg                            | 약 61kg  |
| 높이         | 약 188cm                             | 약 173cm                           | 약 168cm   |
| DoF        | 56개                                 | 손 22개 / 전신 총 35~40개               | 손 16~20개 / 전신 총 45~50개  |
| 적재하중       | 지속 운반 30kg/순간 리프트 50kg              | 약 20kg                            | 최대 20kg   |
| 배터리        | Self-Swappable(셀프 교체형),<br>연속 약 4시간 | 통합형 4680배터리,<br>최대 8~10시간         | 몸통 통합형, 무선 유도 충전,<br>연속 약 5시간                                 |
| 예상 가격      | 초기 약 2억 원대 목표                       | 약 2~3만 달러<br>(3,000~4,000만 원대 목표) | 약 2만 달러   |
| 대량생산 목표 일정 | 2028년 3만 대 로봇 생산 공장<br>가동 목표        | 2026년 내 양산 및 외부 판매 목표             | BotQ 공장을 통해 4년 내 10만 대<br>생산 목표                               |
| 산업 적용 테스트  | 현대차 HMGMA 공장 부품<br>분류(시퀀싱) 투입 중     | 테슬라 기가팩토리 내 배터리셀 이동<br>및 정렬 작업    | 이전 모델인 Figure 02가 BMW<br>스파르坦버그 공장 투입 후 차체<br>부품 조립 작업(현재 퇴역) |

자료 : <https://humanoidroboticstechnology.com/articles/top-12-humanoid-robots-of-2026/> 참고하여 재가공

## 산업 간의 경계를 허무는 기술의 확산, 그러나 건설 분야는 아직 준비 부족

- 피지컬 AI는 특정 산업에 국한된 기술이 아니며 산업의 보편적인 노동력 부족, 안전사고, 생산성 구조 자체를 재편하는 범용 기술의 성격을 가짐.
  - 엔비디아는 피지컬 AI를 특정 산업에 국한된 도구가 아닌 모든 물리적 개체를 지능화하는 통합 운영체로 정의하고 전 산업에서 주도권을 확대해 나가는 전략을 펴고 있음. 전략의 핵심은 하드웨어와 소프트웨어를 수직 계열화해 AI 모델 학습(DGX)<sup>6)</sup>, 가상 환경 시뮬레이션(Omniverse)<sup>7)</sup>, 현장 실행(Jetson)<sup>8)</sup>으로 이어지는 모든 인프라를 로봇 개발사가 제공함으로써 엔비디아의 표준을 따르도록 하는 형태임.
  - 고도화된 피지컬 AI 기술은 산업 간 장벽을 허무는 범용 기술의 형태로 진화하고 있음. 현재는 자동차 제조업과 같이 고도로 표준화된 공정, 제한된 제조 환경, 방대한 컨트롤 데이터(로봇, 센서, 비전 등)의 조건이 갖춰진 분야에서 선도적으로 적용되고 있으나, 그 외 산업군에도 동일한 형태의 범용 로봇 파운데이션 모델 및 제어 아키텍처가 적용될 수 있을 것으로 보임.
  - 이러한 기술의 수평적 확산은 제조, 물류 등의 산업 경계를 넘어 물리적 노동이 존재하는 모든 영역으로 넓혀질 것이며, 건설산업은 고도화된 AI 인프라가 산업 안으로 연착륙할 수 있도록 디지털 체력을 정비해야 하는 시점임.
- 현재 건설 분야의 로보틱스 기술은 중장비 자율제어를 중심으로 가시적인 성과를 내고 있으나, 피지컬 AI의 관점에서는 아직 초기적인 개별 공정의 자동화 단계에 머물러 있음.
  - 건설 분야에서는 기존 중장비를 자율주행 기기로 전환하거나, 정밀 굴착·정지·경로 제어 등을 수행할 수 있는 소프트웨어 플랫폼 개발의 형태로 진행되고 있음(〈표 2〉 참고). 그러나, 정형화된 작업 조건에서의 제한적 적용으로 인해 현장 전반을 포괄하는 범용적 작업 수행 능력과 현장 적응력은 아직 충분히 검증되지 않은 상황임.
  - 건설 특화형 파운데이션 모델의 개발도 일부 진행되고 있으나, 건설현장은 프로젝트별로 데이터가 고립되어 있고 정제된 행동 데이터가 절대적으로 부족하여 범용적인 성능을 내는 고도화된 파운데이션 모델을 만들기에 어려움이 있음.
  - 결론적으로 건설 분야의 피지컬 AI 기술은 개별 장비나 특정 공정 단위의 자동화 수준에 머물러 있으며, 디지털트윈·현장 데이터·AI 학습 체계가 통합된 플랫폼 수준의 생태계는 아직 형성되지 못한 단계로 판단됨.

---

6) DGX: 엔비디아가 개발한 AI 학습 전용 슈퍼컴퓨팅 플랫폼으로, 수만 개의 GPU를 하나로 연결해 거대 로봇 파운데이션 모델의 학습 및 대규모 물리 데이터 처리를 지원하는 핵심 인프라

7) Omniverse: 엔비디아가 개발한 현실 세계의 물리법칙이 그대로 적용된 고정밀 3D 가상 협업 및 시뮬레이션 플랫폼

8) Jetson: 로봇이나 드론 등 기기 자체에서 AI 연산을 즉각 처리하도록 설계된 엔비디아의 엣지컴퓨팅 전용 모듈

〈표 2〉 건설분야 로보틱스·피지컬 AI 기술 개발 현황

| 업체명(국가)              | 타겟 영역            | 핵심 기술   |
|----------------------|------------------|---|
| Caterpillar(미국)      | 대형 중장비           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cat Command: NVIDIA Jetson Thor 기반 음성 인식 및 현장 상황 판단</li> <li>Cat detect: 실시간 장애물 회피 및 정밀 작업</li> </ul>                             |
| Built Robotics(미국)   | 대형 굴착기           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Exosystem: 기존 건설 중장비에 자율운전 키트를 장착하여 로봇처럼 작동, 자율 수로 파기 분야 세계 1위로 수 천km의 관로 공사 실적 보유</li> </ul>                                      |
| Bedrock Robotics(미국) | 중형 장비            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bedrock Operator: 기존 굴착기에 장착하는 자율주행 리트로핏 키트</li> </ul>   |
| 두산밥캣(한국)             | 소형 장비            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bobcat RogueX: 운전석 없는 차세대 자율주행 전기 로더 콘셉트</li> <li>Scan &amp; Go: 대상물을 스스로 스캔하여 작업 경로를 생성하는 자율 기술</li> </ul>                        |
| Canvas(미국)           | 실내 마감            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Canvas Finishing Robot: 벽면 스캔하여 이음새 메꾸기 및 사포 작업 수행</li> </ul>  |
| Monumental(네덜란드)     | 조적 공사            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Monumental Bricklaying Robot: 카트형 소형 자율주행로봇 3대가 한 팀으로 벽돌 쌓고 AI 비전으로 현장의 오차 실시간 보정하여 정밀 시공 수행</li> </ul>                            |
| Nexterity(미국/이스라엘)   | 정밀 수작업           | <ul style="list-style-type: none"> <li>자율 볼팅 로봇: AI 비전으로 볼트 위치를 인식하여 정밀 조임·해체 수행</li> </ul>   |
| Dusty Robotics(미국)   | 현장 레이아웃          | <ul style="list-style-type: none"> <li>FieldPrinter: BIM 데이터를 현장 바닥에 정밀하게 프린팅하는 자율주행 로봇</li> </ul>  |
| Boston Dynamics(미국)  | 현장 관리 및 물류       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Spot: 장애물 회피 및 자율주행 기반 현장 스캐닝과 데이터 수집</li> </ul>   |
| Komatsu(일본)          | 디지털트윈,<br>대형 중장비 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Smart Construction: SONY와 협업한 AI 기반의 지형 스캐닝 및 데이터 처리 수행 플랫폼</li> <li>iMC 2.0: 건설 장비 자동 제어 기술</li> </ul>                            |
| HD현대(한국)             | 현장 플랫폼           | <ul style="list-style-type: none"> <li>XiteCloud / XiteAutonomy: AI 기반 현장 관리 플랫폼/무인 자율화 솔루션</li> <li>ASI(산업 특화 AI): 조선·건설 현장 노하우를 결합한 전용 AI 모델</li> </ul>                 |
| Field AI(미국)         | 범용 지능            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Filed Foundation Model(FFM): 하드웨어에 구애받지 않는 로봇용 범용 OS</li> <li>DPR Construction과 협력하여 대규모 건설 현장에서 수천 시간 이상 자율주행 및 데이터 수집</li> </ul> |

## ❸ 건설 분야 피지컬 AI의 핵심은 ‘현장 데이터’ 주권 확보 및 ‘디지털트윈’ 고도화

- 전체 공정의 무리한 디지털화 대신, 표준화 가능성이 높은 핵심 공종의 실전 행동 데이터를 집중적으로 수집하여 피지컬 AI의 실효성을 조기에 검증해야 함.
  - 건설 현장은 날씨, 지반, 숙련도, 장비 상태, 작업 순서, 현장 여건 등 수많은 비정형 변수가 동시에 작용하는 환경임. 그러나 대부분의 데이터는 간소화된 사후 기록을 담은 문서 형태화되어 있고, 사업 단계별로도 단절되어 있어 AI가 학습할 수 있는 실제 현장의 행동 데이터가 절대적으로 부족한 실정임.
  - 따라서 모든 현장 환경을 일시에 디지털화하려는 무리한 접근보다는, 피지컬 AI의 성능을 조기에 입증할 수 있는 핵심 공종을 중심으로 ‘성공 사례’를 먼저 창출하는 단계적 데이터 확보 전략이 요구됨.
  - 초기에는 작업 동선·작업 순서·장비 조작 패턴 등 반복성이 높고 표준화가 가능한 작업 데이터를 중심으로 수집 및 구조화하는 접근이 효과적일 것임. 그중에서도 고소작업, 굴착, 용접 등 위험도가 높고 반복성이 있는 특정 공종을 우선 타겟팅하여 작업 영상, 센서 로그, 장비 조작 패턴 등의 ‘실전 행동 데이터’를 직접 수집하고 자산화하는 것이 유리할 것으로 판단됨.

● 기존에 축적된 건설분야의 디지털트윈 연구 성과 및 자산을 피지컬 AI의 ‘가상 학습 및 검증 환경’으로 고도화해야 함.

- 현실 공간의 구조, 설비 등을 정밀한 디지털 모델로 구현한 BIM 및 디지털트윈은 피지컬 AI를 조기에 상용화할 수 있는 기초 인프라가 될 수 있음.
- 로봇과 운영시스템이 이를 공통 기준으로 활용할 수 있도록 현재 BIM 및 디지털트윈이 가지고 있는 한계점인 ① 프로젝트 단계별 연속성 부재, ② 현장 상황 변화가 실시간으로 반영되지 못하는 문제, ③ 공정·안전·장비 정보가 분절된 시스템에 존재하는 문제 등을 해결해야 함.
- 추후 비정형적인 건설현장을 가상 세계 안에 정밀하게 복제한 디지털트윈 환경은 실제 로봇이 투입되기 전의 수만 번 시행착오를 미리 겪을 수 있는 시뮬레이션 학습 환경을 제공함으로써 현장 정밀 제어의 핵심이 될 수 있음.

## 데이터 자산화와 전략적 인프라 구축을 통한 건설산업 패러다임 전환 필요

● 피지컬 AI 기술의 확장은 건설산업의 생산 체계 및 노동 인력 구조를 필연적으로 재편할 것임.

- 건설산업에서의 피지컬 AI 기술의 도입은 현장의 판단과 작업 수행의 주체를 ‘인간’에서 ‘AI와 로봇’으로 이동시키는 전환점을 형성할 수 있음.
- 휴머노이드 형태의 고성능 로봇이 반복적이고 위험한 공종업무를 전담하게 되면 현장의 안전성은 획기적으로 개선될 것이며, 기존 숙련 인력의 역할은 직접 노동에서 ‘로봇 감독 및 데이터 기반 의사결정’ 중심으로 고도화될 것임.
- 이 과정에서 피지컬 AI를 학습시키고 운용할 수 있는 기술 및 데이터를 보유한 기업과 그렇지 못한 기업 간의 경쟁력 격차가 지속적으로 확대되는 구조적인 변화가 예상됨.

● 기술 도입에 필요한 높은 초기 투자비와 ROI<sup>9)</sup>의 불확실성을 극복하기 위해 서비스형 로봇(RaaS)<sup>10)</sup> 중심의 단계적 도입과 정책적인 뒷받침이 필요함.

- 피지컬 AI 기술의 현장 투입을 위해서는 로봇 하드웨어, AI 소프트웨어, 데이터, 운영 체계 등이 포함된 높은 투자 비용이 요구됨. 덧붙여 로봇의 유지보수 비용, 안전 인증 비용 등이 발생하지만, 건설업이 가진 사업의 특성상 초기 투자비 회수가 불확실함.
- 초기에는 대형 건설사 및 장기 프로젝트를 중심으로 장비 임대 모델(RaaS)이나 특정 공종 전문 서비스 형태로 도입하여 리스크를 분산하는 전략이 필요함. 추후 생산성 개선 수치를 근거로 공공 발주에서의 가점 제공과 같은 정책적 지원을 연계하여 중소 현장으로의 확산을 도모해야 함.

---

9) ROI (Return of Investment): 투자 대비 수익률을 의미하는 재무 성과 지표

10) RaaS (Robot as a Service): 클라우드 컴퓨팅의 SaaS(Software as a Service) 같은 개념을 로보틱스에 접목한 비즈니스 모델. 사용자가 로봇 하드웨어를 직접 구매하지 않고 필요한 기간만큼 서비스를 구독하거나 작업량에 따라 비용을 지불하는 방식

---

- 
- 현장 경험의 데이터 자산화와 글로벌 표준 인프라 수용, 그리고 정책적 실증 환경 조성을 통해 지능형 건설산업으로의 패러다임 전환을 이뤄야 함.
    - 건설 현장을 단순한 시공 수행 공간이 아닌 피지컬 AI 학습을 위한 데이터 생성 및 검증의 공간으로 재 정의하는 사고의 전환이 필요함. 특히, 프로젝트 종료 후에 휘발되던 현장 경험을 재사용 가능한 데이터 자산으로 전환해 기업의 영구적인 기술 자본으로 축적하는 것이 미래의 경쟁력 확보의 핵심이 될 수 있음.
    - 기업에서는 자체적인 기술 개발에만 매몰되지 않고, 엔비디아 등 글로벌 플랫폼 기업의 표준화된 AI 인프라를 전략적으로 수용하여 도입 속도를 높일 필요가 있음. 이를 통해 건설 분야에서의 글로벌 기술 표준을 선점하고 고유한 현장 데이터와 결합함으로써 글로벌 시장에서 차별화된 경쟁 우위를 확보할 수 있음.
    - 국가 정책적으로는 건설현장의 데이터 축적과 활용을 전제로 한 발주 기준을 수립하여 데이터의 선순환 구조를 유도해야 함. 이와 함께, 기술 상용화의 문턱을 낮추기 위해서 디지털트윈과 로보틱스 및 AI 기술을 현장에서 검증할 수 있는 실증 환경의 조성을 추진해야 함.