

06

세계 고속철도차량 동향 및 시사점¹⁾

1 세계 고속철도차량 시장 동향

□ 세계 고속철도 시장 현황

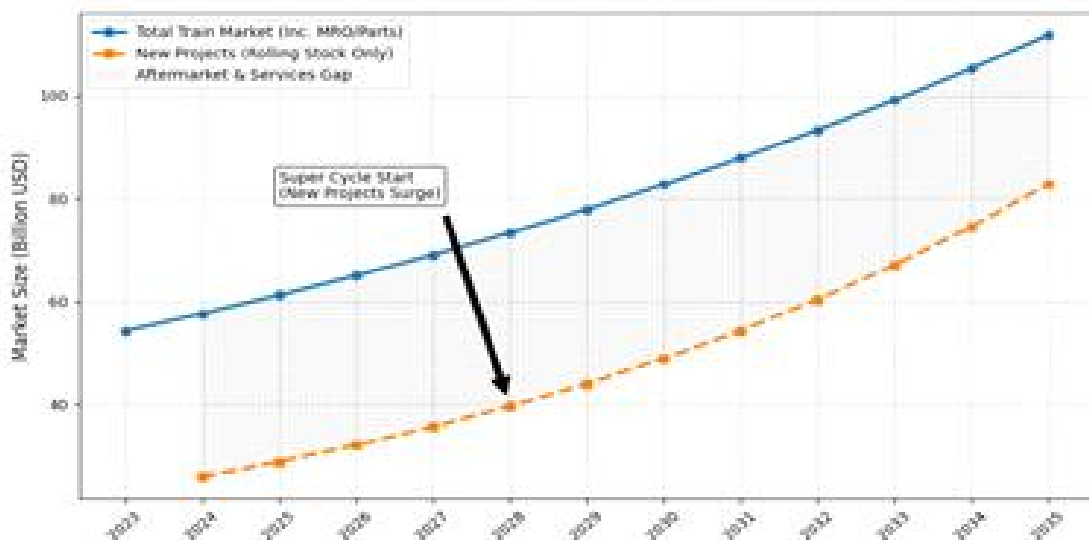
- 고속철도는 단순한 대중 교통수단을 넘어서 국가경쟁력을 획기적으로 제고하고 지속 가능한 미래 교통체계 구축을 견인하는 핵심 전략적 인프라로 부상
 - 고속철도는 대규모 첨단기술과 막대한 자본이 결합된 거대 복합 시스템으로, 국가의 핵심 기술력과 산업 역량을 뚜렷하게 반영하는 대표적 인프라로 평가
 - 또한 도로 및 항공 대비 CO₂ 배출량이 낮아 탄소중립(Net-Zero) 달성을 위한 핵심 교통수단으로 주목받고 있으며 주요국의 환경·에너지 정책과 연계되어 중요성 확대
 - 전국을 단일 생활권으로 연결하는 핵심 교통망으로서 지역 간 접근성의 획기적 개선과 광역 경제권 형성을 통해 국토 균형발전을 견인하는 기반으로 부상
- 세계 고속철도 시장은 유지보수 중심의 기존 운영·유지 시장과 대규모 인프라 투자를 적극 동반하는 신규 프로젝트 투자 시장으로 양분되어 지속적인 성장을 견인
 - 운영·유지 시장(Existing Market)은 기존 고속철도 운영국을 중심으로 유지보수(MRO), 부품 교체 및 성능 개선 수요가 지속적으로 발생하는 안정적 시장
 - 신규 프로젝트 시장(New Projects)은 국가 주도의 대규모 인프라 투자에 기반한 신규 노선 구축 및 차량 발주 시장으로, 지역별 정책 및 재정 여건에 따라 변동성이 존재
 - 운영·유지 시장은 기존 고속철도 운영국을 중심으로 신규 프로젝트 시장은 아시아·중동 등 신흥국을 중심으로 형성되며 지역별 수요 구조가 뚜렷하게 분화
- 글로벌 친환경 정책 강화와 첨단기술 혁신 수요에 적극 대응함에 따라 고속철도 차량 및 핵심 인프라 시장이 전 세계적으로 눈부신 성장과 확대를 거듭하는 추세
 - 탄소중립 정책 확산에 따라 고속철도는 친환경 대량 수송 수단으로서 정책적 우선순위가 높아지고 있으며 특히 유럽연합(EU)은 철도를 '그린딜(Green Deal)'의 핵심 교통수단으로 설정
 - 도시 간 인구이동 확대에 따라 200~800km 구간에서 고속철도의 경쟁력이 강화되고 있으며 일부 국가에서는 철도가 항공을 대체하는 주요 수단으로 자리매김
 - 경량화 소재, 고효율 구동 시스템, 디지털 제어 및 IoT 기반 유지관리 기술이 확산되고 있으며 자기부상(Maglev) 등 차세대 고속철도 기술도 상용화 단계에 진입
 - 중국을 중심으로 대규모 고속철도 인프라 구축이 진행되고 있으며 일본과 유럽은 기존 노선의 고도화를 추진하고 북미 및 중동 지역에서도 신규 사업이 확대되는 추세

1) 한국철도기술연구원 오혁근 책임연구원(hkroh@krti.re.kr)

본고는 전자의 개인적인 견해이며 국토교통부와 KAIA의 공식적인 의견은 아닙니다.

□ 세계 고속철도차량 시장 규모 및 장기 전망(2024-2035)

- 고속철도망 운영국의 지속적인 확대와 글로벌 신흥시장으로의 본격적인 진입 가속화에 따라 전 세계 고속철도 산업 시장의 지리적 수요 기반이 눈에 띄게 다변화
 - 현재 약 20개 국가가 고속철도망을 안정적으로 운영 중이며 중국·일본·프랑스·독일·한국 등이 핵심기술 및 글로벌시장을 확고히 주도해 나가는 구조
 - 사우디아라비아, 터키, 인도, 태국, 인도네시아 등에서 국가 주도의 대규모 프로젝트가 추진되며 시장 성장 축이 글로벌 전반으로 확대
 - 기존 선진 운영국의 노후 차량 교체 수요와 신흥국의 대규모 신규 도입 수요가 동반 확대되며 고속 철도차량 시장은 장기간 안정적 성장세를 지속할 전망
- 전 세계 고속철도차량 시장은 기존 노선 운영시장과 대규모 신규 프로젝트 시장이 상호 긴밀히 결합된 확고한 중장기적 성장 국면에 본격적으로 진입할 전망
 - 전체 고속철도 시장 규모는 '23년 약 543억 달러에서 '33년 약 989억 달러로 대폭 확대될 전망이며 연평균 성장률(CAGR)은 약 6.2%에 달할 수준
 - 신규 시장은 '35년 820억 달러로 성장(CAGR 11.1%)할 전망이며 '28년 이후 북미·인도 신규 프로젝트가 시장 확대를 견인하는 핵심 요인으로 작용
- 세계 고속철도 시장 성장은 글로벌 지역별 주요 투자 사이클과 핵심 철도 기술의 고도화 단계에 따라 중장기적으로 매우 뚜렷하게 단계적 전개가 이루어질 전망
 - 1단계('24~'28)는 기존 시장 중심의 고도화 국면으로 중국의 고속화·고성능 차량 개발(CR450)과 유럽의 신호·제어 시스템 현대화(ETCS Level 2)가 주요 성장 요인으로 작용할 것으로 예상
 - 2단계('29~'35)는 신흥시장 중심의 확장 국면으로 북미(캘리포니아, 텍사스) 및 인도(뭄바이-아메다바드) 등 대형 프로젝트 완공과 후속 발주가 시장 성장을 견인할 것으로 예측

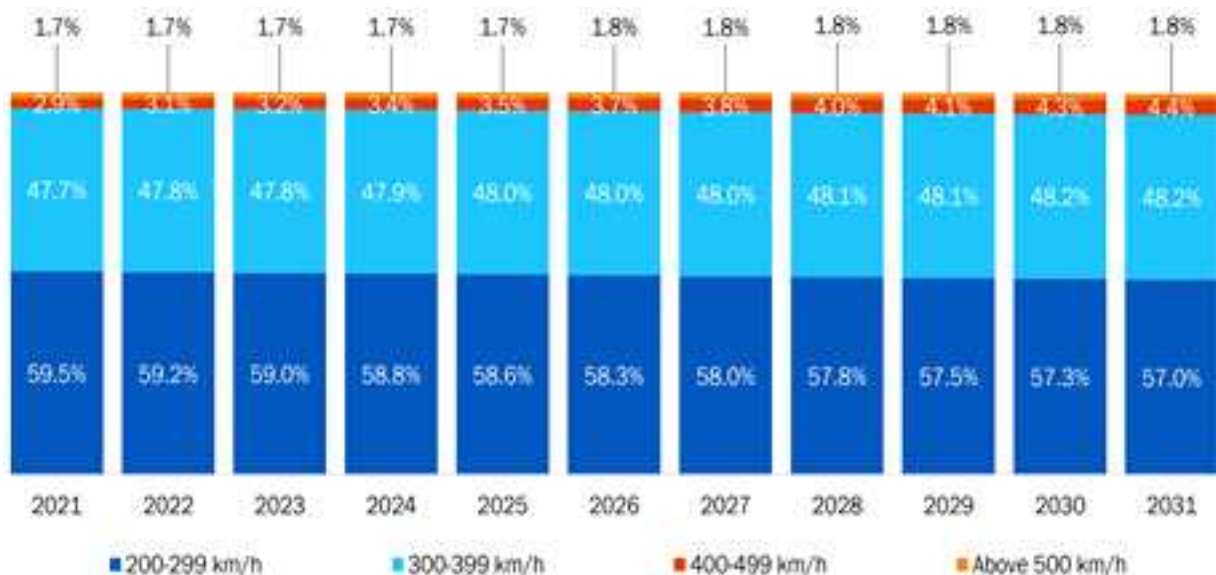


[그림] 세계 고속철도차량 시장 규모 성장 추이(2023-2035)

※ 출처 : Market Research Future(2026), Global High-Speed Rail Market Analysis 2019-2035, Market Research Future

□ 속도 및 기술 세그먼트별 상세 분석

- 고속철도차량 시장은 속도 구간별로 수요 구조와 성장 동인이 차별화되며 중·고속 구간 중심에서 초고속 구간으로 점진적 고도화가 진행
 - 글로벌 고속철도 전체 차량 시장의 절대적인 비중을 차지하고 있는 200~399km/h 속도 대역의 인프라 구간이 향후에도 시장 성장을 견인할 핵심 영역
 - 200~299km/h 구간은 성숙 시장 진입에 따라 점유율이 점진적으로 감소하는 반면, 300~399km/h 구간은 글로벌 표준으로서 점유율 확대가 지속
 - 400km/h 이상의 초고속 철도차량은 현재 전체 시장 규모 측면에서는 다소 제한적이나 가장 높은 연평균 성장률을 뚜렷하게 보이며 미래 핵심 세그먼트로 급부상
 - 500km/h 초과 영역은 국가적 기술 상징성과 특수한 정책적 목적에 기반한 제한적인 특수 시장을 형성하고 있으며 향후에도 매우 안정적인 시장 성장이 지속



[그림] 고속철도차량 속도 구간별 시장 점유율(2021~2031)

※ 출처 : Allied Market Research(2025), High Speed Rail Market: Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2024-2033

〈표〉 고속철도차량 속도 구간별 시장 규모와 성장률(2024, 2033)

속도 구간 (km/h)	2024 시장 규모 (백만 달러)	2033 시장 규모 (백만 달러)	CAGR (%)	특징
200~299	30,480	50,704	5.8	초기 고속철 구간, 성숙 시장
300~399	24,435	42,581	6.4	주류 시장, 안정적 성장
400~499	1,567	3,935	10.8	신흥 수요, 기술 혁신 주도
500~	928	1,705	7.0	자기부상 등 차세대 기술

※ 출처 : Allied Market Research(2025), High Speed Rail Market: Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2024-2033

- 글로벌 고속철도 기술 경쟁 구도는 기존 선도국 중심 구조가 굳건히 유지되는 가운데 미래 핵심인 초고속 차량 영역에서 치열한 주도권 확보 경쟁이 한층 심화
 - 독일, 프랑스, 중국, 일본 등 기존 글로벌 기술 선도 강국이 굳건한 기술 장벽을 바탕으로 현재의 시장 점유율을 확고히 유지하는 과점 구조가 지속될 전망
 - 중국은 최대 시장 점유율을 기반으로 세계 시장 지배력을 유지할 것으로 전망되며, 400km/h 이상 초고속 차량 분야에서 중국과 일본의 점유율 확대 및 차세대 기술 경쟁을 주도할 전망
 - 500km/h 초과 자기부상 영역은 국가적 기술 상징성과 특수한 정책적 목적에 기반한 제한적 특수 시장으로 선도국 간 차세대 기술 선점 경쟁 심화

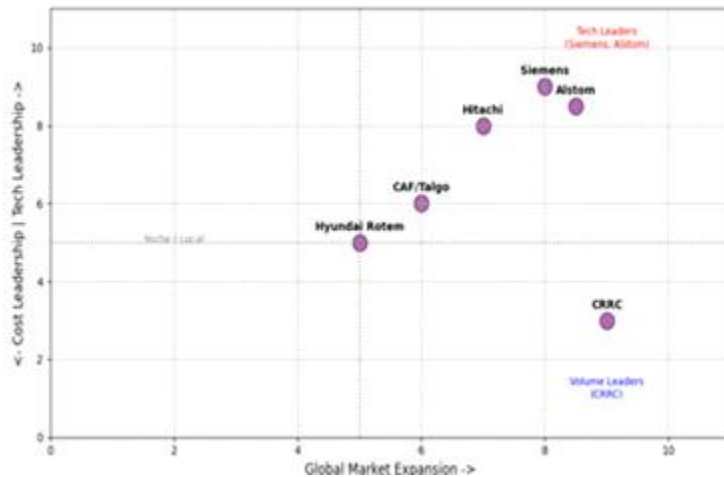
□ 고속철도 시장 성장 요인 및 제약 요인

- 전 세계 고속철도 시장은 친환경 정책과 핵심 기술 혁신, 중거리 여객 수요 증가 요인 등이 긍정적이고 복합적으로 작용하여 굳건하고 지속적인 성장을 거듭하는 추세
 - 탄소중립 정책 확산에 따라 고속철도는 도로 및 항공 대비 CO₂ 배출량이 낮은 친환경 교통수단으로 주목받고 있으며, 각국의 탄소중립(Net-Zero) 정책과 연계되어 인프라 투자 확대를 견인
 - 경량화 소재(CFRP 등) 적용과 고효율 추진시스템 및 첨단 에너지관리 기술 발전을 바탕으로 철도 운영비용(LCC) 절감 및 차량 성능 고도화가 가속화
 - 급속한 도시화 및 광역 경제권 확대에 따라 200~800km 구간의 중거리 이동 수요가 빠르게 증가하며 다른 교통수단 대비 고속철도의 경쟁력이 한층 강화
- 반면, 고속철도는 대규모 인프라 사업 특성상 거대한 초기 투자 및 기술·제도적 제약 요인이 뚜렷이 병존하며 시장 성장을 저해하는 핵심 과제로 지속 남아있는 실정
 - 고속철도 건설은 막대한 초기 자본이 요구되며, 특히 500km/h급 초고속 노선은 기존 대비 약 1.5~2배 수준의 건설비용이 소요되어 경제성 확보가 주요 과제로 작용
 - 기존 철도망과의 호환성이 제한적이며 고속 운행을 위한 전용 선로 및 시스템 구축이 필수적으로 요구되어 초기 사업 진입 장벽이 전반적으로 매우 높게 형성되는 구조
 - 국가별 신호, 전력, 궤간 등 기술 표준이 상이하여 상호운용성(Interoperability) 확보가 어렵고, 이는 국제 시장 진출 시 주요 제약 요인으로 작용

□ 경쟁 구도 및 기업별 전략(Competitive Landscape)

- 글로벌 고속철도 시장은 소수 대형 기업 중심의 과점 구조를 형성하고 있으며 최근 규모 경쟁에서 기술·통합 솔루션 중심 경쟁으로 전환
 - CRRC(중국)은 세계 최대 내수 시장을 기반으로 규모의 경제를 확보하고 있으며 일대일로(BRI) 연계 국가를 대상으로 가격 경쟁력을 활용한 수주 확대 전략을 추진
 - Siemens(독일)는 차량·신호·유지보수를 통합한 Turn-key 솔루션과 디지털 트윈 기반 운영·유지관리 기술을 통해 고부가가치 시장을 공략
 - Alstom(프랑스)은 Bombardier Transportation 인수를 통해 생산 역량을 확대하고 있으며 수소 열차 등 친환경 철도 기술 분야를 선도

- Hitachi(일본)는 신칸센 기반의 높은 신뢰성과 운영 경험을 바탕으로 영국 등 해외 시장에서 현지화 전략을 통해 경쟁력을 확보
- 현대로템(한국)은 기술력과 가격 경쟁력 간 균형을 기반으로 신흥시장 및 중간 가격대 시장을 중심으로 글로벌 진출을 확대하는 단계



[그림] 글로벌 주요 플레이어 포지셔닝 맵

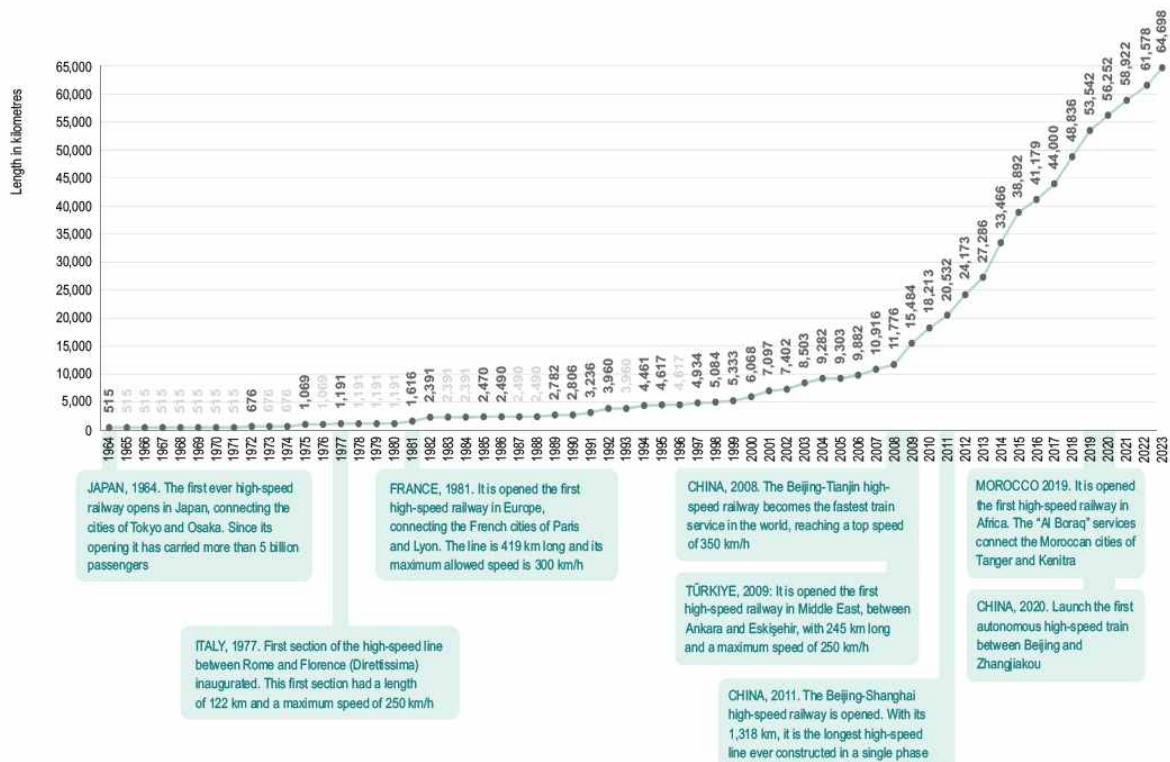
□ 시장 전망 요약

- 전 세계 고속철도차량 시장은 오는 '35년까지 매우 안정적인 거시적 수요 기반을 바탕으로 뚜렷한 시장 성장성과 기술 고도화가 진행되는 구조로 발전할 전망
 - 전체 고속철도 시장은 연평균 약 6~11% 수준의 견조한 성장세를 지속 유지하는 가운데 기존 운영 시장과 신규 프로젝트 시장이 서로 복합적으로 크게 확대
 - 400km/h급 이상 초고속 기술을 중심으로 글로벌 성능 경쟁 및 기술 고도화가 가속화되며 전체 고속철도 시장의 확고한 질적 전환이 본격적으로 진행
- 글로벌 고속철도 시장 경쟁의 핵심은 막대한 잠재력의 신흥국 인프라 시장과 차세대 기술 시장에서의 확고한 주도권 확보 여부에 따라 최종 결정될 것으로 예상
 - 신흥국 중심의 거대 PPP(민관협력) 사업이 대규모 신규 수요 창출의 주요한 기반으로 작용하며 글로벌 철도 기업들 간의 치열한 수주 경쟁이 한층 심화되는 추세
 - 400km/h급 차세대 고속철도 핵심기술의 선제적 확보 여부가 향후 중장기 글로벌시장 주도권을 완전히 좌우하는 필수 경쟁 변수로 뚜렷하게 작용할 전망
- 중장기적인 관점에서는 철도차량의 본격적인 초고속화 추세가 향후 글로벌 고속철도 산업생태계의 성장을 이끄는 가장 주요한 발전 방향으로 굳건히 자리매김할 전망
 - 기존 300~350km/h 중심 시장에서 400km/h 이상 초고속으로 기술 진화가 진행되며 고속철도의 미래 수송 경쟁 영역이 글로벌 전역으로 대폭 확장
 - 이에 따라 차량·인프라·운영 전반의 기술 고도화 및 시스템 통합 역량이 미래 글로벌 철도산업 경쟁력을 결정짓는 가장 필수적인 핵심 요소로 뚜렷하게 부각

② 해외 기술 동향

□ 기술개발 방향 및 경쟁 구도

- 주요 철도 선진국들은 고속철도를 단순한 교통수단이 아닌 국가경쟁력을 획기적으로 견인할 핵심 전략 수단으로 굳건히 인식하며 비약적 노선 확충을 적극 추진
 - 1964년 일본 신칸센 개통 이후 완만한 성장을 보이던 세계 고속철도망은 '00년대 후반을 기점으로 폭발적으로 증가하여, '23년 기준 전 세계 노선 총 길이는 64,698km에 달함
 - 고속철도는 아시아와 유럽을 넘어 아프리카(모로코), 중동(사우디, 튀르키예) 등 전 세계적으로 확산 운용되며 글로벌 표준 교통수단으로 자리 잡고 있음

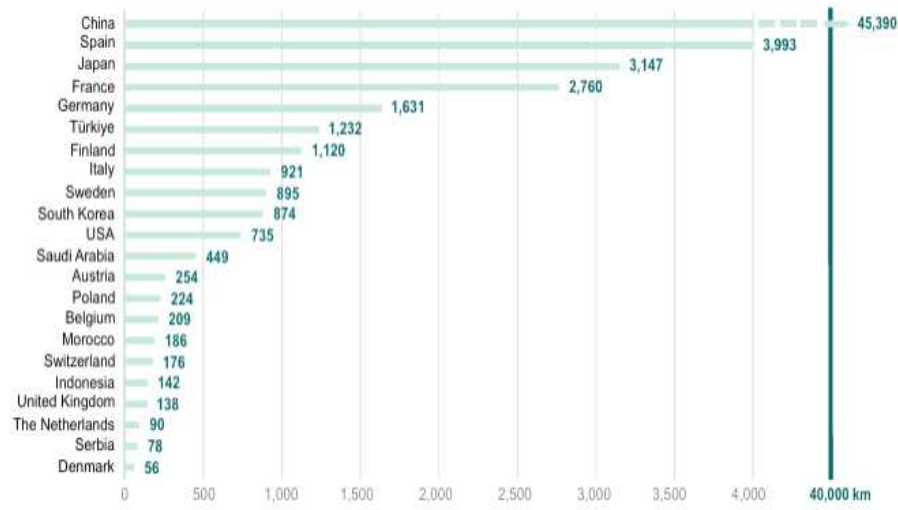


Source: compiled by authors based on International Union of Railways

[그림] 1964년부터 2023년까지 전 세계 고속철도망의 상업 운영 길이

※ 출처 : International Union of Railways(2025), ATLAS High-Speed Rail 2024, International Union of Railways (UIC)

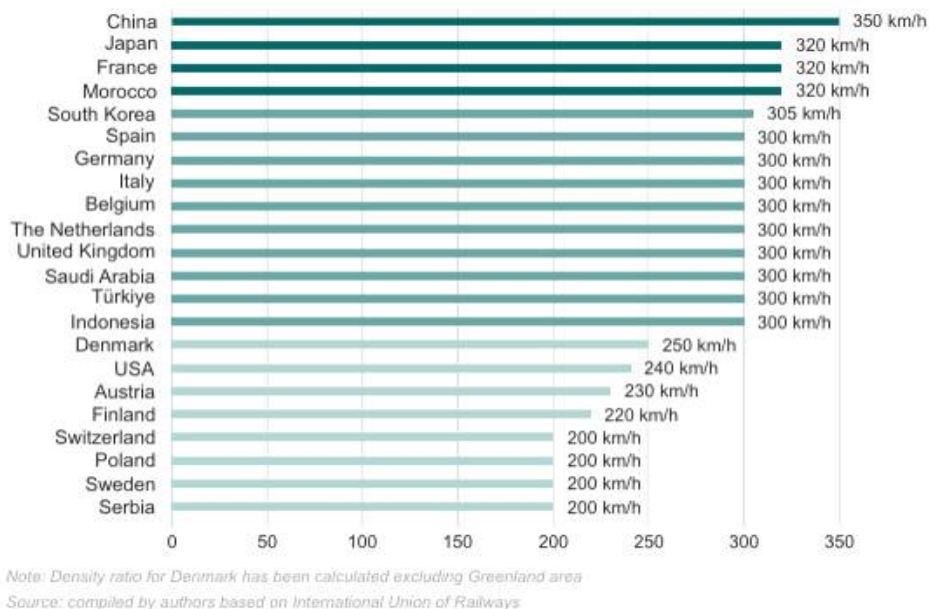
- 중국이 압도적인 네트워크 확장으로 고속철도 시장 성장을 주도하는 가운데, 스페인·일본·프랑스 등 기술 강국이 그 뒤를 이으며 국가 간 선점 경쟁이 심화
 - 세계 고속철도 시장 선점을 위한 국가 간 경쟁이 심화되는 가운데 특히 중국은 단기간에 45,390km라는 압도적인 노선을 구축하며 전 세계 고속철도망 성장을 견인
 - 뒤를 이어 스페인(3,993km), 일본(3,147km), 프랑스(2,760km) 등이 유럽과 아시아의 기술 강국으로서 입지를 공고히 하고 있음



[그림] 국가별 고속철도 운영 연장 현황

※ 출처 : International Union of Railways(2025), ATLAS High-Speed Rail 2024, International Union of Railways(UIC)

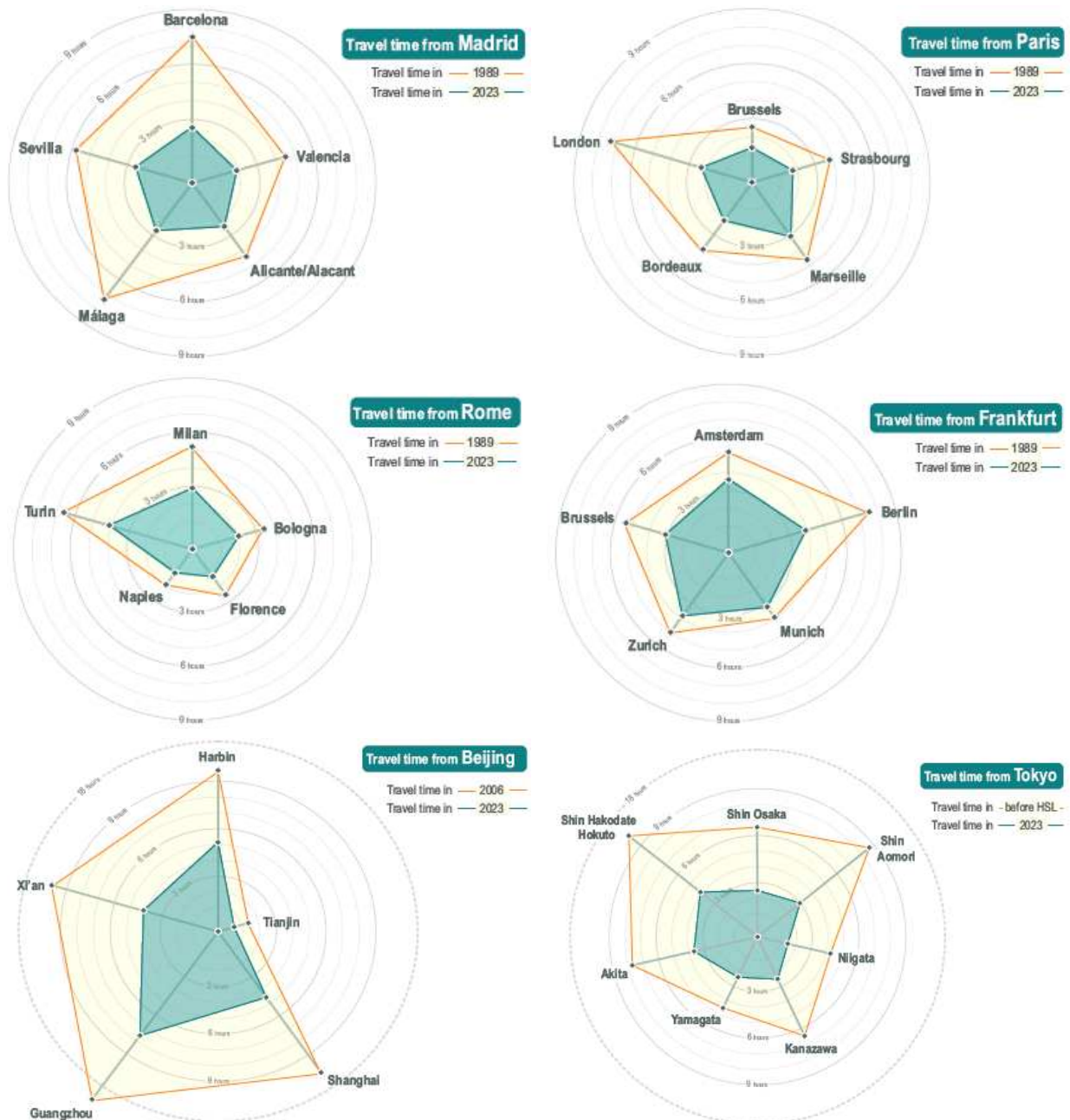
- 글로벌 고속철도 기술력을 명확히 나타내는 가장 대표적인 핵심 지표인 상업 운행 최고속도 확보를 위한 국가 간 치열한 기술 경쟁이 한층 가속화되는 추세
 - 현재 세계 시장의 주류는 300km/h~350km/h급으로 중국이 350km/h로 가장 앞서 있고 프랑스, 일본, 모로코 등이 320km/h로 그 뒤를 잇고 있음
 - 특히 유럽의 철도 선진국들은 지난 70여 년간 디젤에서 전기로의 동력 전환과 지속적인 기술개발을 통해 영업 속도를 두 배 이상 향상시킴
 - 프랑스의 대표적인 TGV는 비상업 시험 주행에서 무려 575km/h를 성공적으로 기록하며 차세대 초고속 열차 개발의 기술적 한계를 완벽하게 경신



[그림] 국가별 고속철도 운영 최고속도(2023)

※ 출처 : International Union of Railways(2025), ATLAS High-Speed Rail 2024, International Union of Railways(UIC)

- 전 세계 고속철도 기술개발의 가장 핵심적인 성과는 획기적인 운영 효율성 향상과 이동 소요 시간의 대폭적인 단축을 바탕으로 한 강력한 지역 간 연결성 강화
 - 1989년 대비 '23년 현재, 마드리드, 파리, 로마 등 유럽 주요 허브 도시를 중심으로 대부분의 인접 도시가 3시간 이내 생활권으로 편입되며 항공 교통에 비견되는 경쟁력을 확보
 - 중국 베이징은 '06년 대비 '23년 현재, 상하이(Shanghai)와 광저우(Guangzhou) 등 장거리 거점 도시까지의 소요 시간이 절반 이하로 줄어들어 대륙 전체의 일일 생활권화를 주도
 - 일본 도쿄 역시 고속철도(신칸센) 도입 전과 비교해 주요 도시들이 3시간 이내의 '녹색 존(Green Zone)' 안으로 들어오며 철도 중심의 국가 교통망을 완성



[그림] 유럽 및 아시아 주요 도시 간 이동시간 변화 추이(과거(주황색) vs 2023(녹색))

※ 출처 : International Union of Railways(2025), ATLAS High-Speed Rail 2024, International Union of Railways(UIC)

- 치열한 최고속도 경쟁과 함께 획기적인 에너지 효율 향상 및 운영비용 저감이 향후 글로벌 고속철도 기술 개발의 가장 필수적이고 핵심적인 방향으로 뚜렷하게 부각
 - 에너지 소비 급증과 휠·레일 마모 등 유지보수 비용 증가에 대응하고자 주행저항 저감 장치 효율 향상, 경량화·소형화 및 첨단 디지털 제어 기술 개발이 적극 추진
 - 최고속도 시험을 통해 축적된 차량 기술과 차량 시설 인터페이스 기술을 기반으로 운영 신뢰성·유지보수성·비용 효율성을 고려한 고속철도 운행 최고속도 향상이 추진
 - 고속철도 운영 속도 향상을 제한하는 주요 요인으로는 소비전력 증가 및 유지보수 비용 증가 등 경제성 문제와 함께 자갈비산, 소음, 승차감 확보, 제동 성능 확보 등의 기술적 제약이 존재
 - 최근에는 최고속도 경쟁과 함께 에너지 효율 향상 및 유지보수 비용 절감을 통한 운영비용(LCC) 저감이 중요한 기술 개발 방향으로 부각
 - 국제 고속철도 차량 입찰에서는 전력 소비량 기준 충족 및 LCC 저감 요구가 확대되고 있으며, 철도 차량의 에너지 소비 성능을 비교·평가하기 위한 에너지 라벨링 도입 논의가 진행되고 있음
- ※ 에너지 라벨링 : 차량 시스템 및 주요 장치별 에너지 소비량을 비교·평가하는 기준(EN 50591)
- 이에 따라 고속철도 선진국인 독일, 중국, 프랑스, 일본 등은 에너지 효율이 향상된 신형 철도차량의 개발 및 실용화 가속화

〈표〉 주요 국가별 에너지효율 향상 철도차량 개발 동향

독일	중국	프랑스	일본
			
Siemens Velaro Novo - 2026년 실용화 목표 - 에너지 소비 저감 30% - 360km/h	CRRC CR 450 - 2026년 실용화 목표 - 에너지 소비 저감 20% - 400km/h	Alstom TGV-M - 2025년 실용화 운영 중 - 에너지 소비 저감 25% - 320km/h	JR EAST ALFA-X - 2030년 실용화(E10) 목표 - 에너지 소비 저감 5~10% - 360km/h

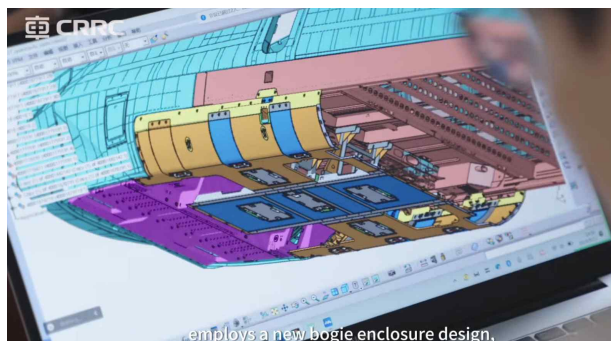
□ 주요국 고속열차 개발 동향

- 중국의 차세대 초고속 열차 CR450은 약 400km/h급 상업 운행을 최종 목표로 활발히 개발 중이며 현재 엄격한 시험 및 성능검증 단계에 성공적으로 진입
 - CR450은 약 450km/h 수준의 시험 속도와 약 400km/h 수준의 운영 속도를 목표로 설계된 차세대 고속열차로, 속도, 에너지 효율, 소음 저감 및 제동 성능 등 핵심 성능 측면에서 기술 고도화를 추진
 - 고속 운행 환경에서도 기존 350km/h급 열차와 유사한 제동 성능을 유지하도록 설계되어 고속 운행 시 안정성과 안전성 확보를 도모

- 알루미늄·탄소섬유 등 경량 소재와 차체 200mm 하향 공력 설계를 적용해 10% 경량화 및 22% 주행저항 저감을 달성하며 획기적 에너지 효율 향상 구현
- 400km/h 이상의 초고속 주행 환경에서도 객실 내부의 최고 수준 정숙성과 안락한 승차감을 완벽하게 유지할 수 있도록 최첨단 소음 저감 기술을 전면 적용
- 현재 시험선 및 주요 고속철도 노선에서 주행시험 및 성능검증을 진행하여 상용화 이전 단계에서 기술 완성도 확보
- 운행속도 400km/h를 실현해 2027년 제2 청두에서 충칭 노선에 투입하며 50분 내 주파를 달성하고 베이징에서 상하이 이동시간을 3시간 30분으로 단축할 목표
- 차체·팬터그래프·열차제어 등 핵심 계통에 4,000개 이상의 센서를 탑재한 지능형 실시간 모니터링·진단 시스템을 적용해 자가 감지·진단 체계 구현



[그림] CR450 고속열차 : CR450BF(좌), CR450AF(우)

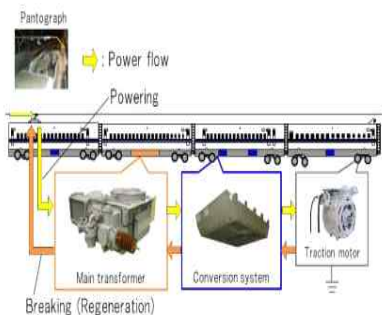


[그림] CR450 밀폐구조 대차 설계

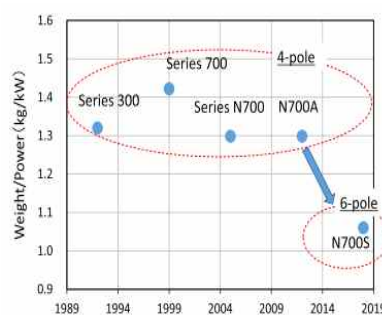


[그림] CR450 복합소재 적용 의장재

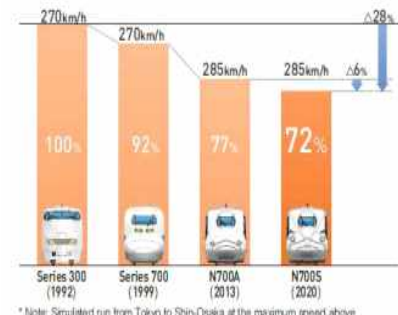
- 일본은 에너지 효율과 경량화 중심의 고속철도 차량 기술 실용화 단계에 본격 진입하였으며 이를 기반으로 차세대 고속철도의 단계적 기술 고도화를 적극 추진
 - SiC 전력소자 기반 견인시스템을 적용하여 저손실·고주파·고전류 특성을 활용한 고효율 구동 성능을 구현하고 전력변환 장치 기준 약 30% 수준의 전력손실 저감효과를 확보
 - 차량 견인시스템 기준 약 20% 수준의 획기적인 경량화를 달성해 철도차량의 운행 성능 향상과 인프라 선로 부담의 근본적 저감을 매우 성공적으로 적극 도모
 - JR Central의 N700S는 리튬이온 배터리 자가 구동 시스템으로 정전 시 저속 자력 주행 비상 기능을 구현하고 기존 N700A 대비 약 6% 에너지를 절감해 차량 에너지 효율을 대폭 개선
 - 블로어리스 냉각 구조(blowerless cooling) 도입 및 시스템 단순화를 통해 고속철도 차량의 유지 관리성과 전반적인 운영 신뢰성을 향상
 - 기기 소형·경량화를 통해 기본설계 변경 없이 8·12·16량 등 다양한 편성을 자유롭게 조성하는 표준차량을 구현하고 미국·대만 등 해외 수출 대응력 확보



전력 변환 및 견인시스템 구성



견인시스템 경량화 및 소형화



차량별 에너지 소비 비교

[그림] 신칸센 N700S 기술 개발 방향 및 성능 개선 개요

※ 출처 : Kenji Sato et al.(2021), Outstanding Technical Features of Traction System in N700S Shinkansen New Generation Standardized High Speed Train, Hitachi Review

- ALFA-X 시험 열차를 통해 차세대 고속철도 기술개발을 위한 실선 주행시험을 수행하고, 실용화 모델인 E10 신칸센의 실용화 준비 가속화
 - JR East는 차세대 신칸센 개발을 위한 시험 플랫폼으로 ALFA-X 시험 열차(E956 series)를 도입하고, '19년 5월부터 주행시험을 수행
 - 안전성 및 안정성 향상, 승차감 개선, 환경성 향상, 유지관리 효율화 등 차세대 고속철도 핵심 기술 요소를 중심으로 기술개발 및 검증을 추진
 - Phase I(2019.5~2022.3)에서는 속도 향상, 환경 영향, 제동 성능 및 승차감 등 차량의 기본 성능 검증을 수행하고, Phase II(2022.4~)에서는 내구성 및 차세대 서비스 적용을 위한 성능검증을 수행
 - JR East는 ALFA-X 기반 기술을 적용한 E10 series 차량을 개발 중이며, '27년 이후 차량 완성 및 시험을 거쳐 '30년대 초반 상용화를 목표로 추진
 - ALFA-X 시험을 통해 검증된 기술을 기반으로, 제동거리 단축, 지진 대응 기술, SiC 기반 전력 시스템 및 디지털 기반 유지관리 기술 등이 적용



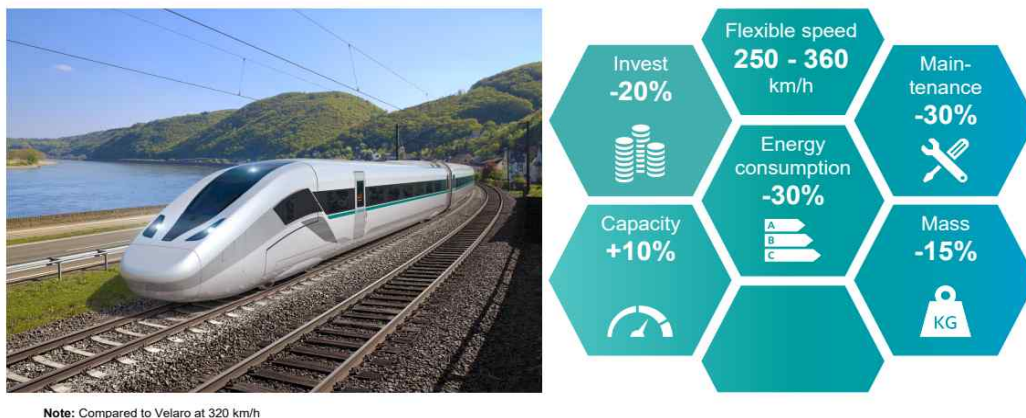
[그림] E10 고속열차 예상도(위) 및 ALFA-X 시험 열차(하)

- 독일은 Velaro Novo 플랫폼 개발을 통해 경량화, 공력 성능 개선, 디지털 유지관리 기반 고속철도 기술을 고도화
 - Velaro Novo는 에너지 효율 및 경제성 향상을 중심으로 설계된 차세대 고속열차 플랫폼
 - 공력 설계 개선 및 구동 시스템 최적화를 통해 최대 약 30% 수준의 에너지 소비 절감을 목표로 설계
 - 차량 도입 비용 약 20% 절감 및 유지관리 비용 약 30% 절감을 목표로 하여 경제성 중심의 설계 적용
 - 경량화 및 구조 혁신을 통해 고속 주행 효율 및 유지관리 성능을 개선
 - 인보드 대차 적용 및 차체 구조 개선을 통해 기존 대비 약 15% 수준의 경량화를 구현하여 에너지 효율 및 선로 부담 저감을 도모
 - 차량 내부 설비를 최소화한 구조(Empty tube concept)를 적용하여 공간 활용성을 확대하고 차량 구성의 유연성을 확보
 - 새로운 영구자석동기전동기 적용으로 추진력과 제동력을 각각 10%와 70% 증대시키고 효율 5% 향상
 - 공력 성능 개선을 핵심기술 요소로 적용하여 고속 주행 시 에너지 효율 향상을 도모
 - 대차 완전 덮개, 전두부 형상 최적화, 차량 연결부 개선 등을 통해 공기저항 저감 설계를 적용
 - 공력 설계 개선은 전체 에너지 소비 절감의 핵심 요소로 반영
 - 디지털 기반 유지관리 및 상태 기반 유지보수 체계를 적용
 - 차량 상태 데이터를 지속적으로 수집·분석하여 실시간 상태 진단 및 예측 유지보수를 수행할 수 있도록 설계
 - 유지보수 작업을 사전 계획화함으로써 차량 가용성(availability) 향상 및 유지관리 효율성을 제고
 - 250~360km/h 범위의 고속 운행이 가능한 플랫폼으로 다양한 운영 조건에 대응
 - 차량 길이 확장 및 공간 최적화를 통해 약 10% 수준의 수송 공간 증가를 구현
 - 센서 및 측정 기술 기반의 Intelligent motion 개념을 적용하여 주행 안정성 및 부품 내구성 향상 도모

- 2013년 개발 착수, 2018년 4월부터 독일 DB의 시험 열차인 ICE-S에 개발 열차 1량을 중간에 추가하여 시운전 실시(405km/h, 2025년) 및 성능검증 진행



[그림] 시운전 시험을 위해 ICE-S 시험 열차에 연결된 Velaro Navo



[그림] Velaro Navo 주요 기술적 특징

- 프랑스는 차세대 고속열차 TGV M 개발을 통한 에너지 효율, 수송 능력 및 유지관리 효율성 중심의 기술 개발 고도화 및 상용화 추진
- 프랑스의 차세대 고속열차 TGV M은 획기적 에너지 효율 개선, 수송 능력의 대폭적 향상 및 전반적인 유지관리 효율성의 극대화를 최우선 중심으로 하여 정밀 설계
 - Alstom은 SNCF의 운영비용 20% 저감 요구에 부응하여 4세대 고속열차 개발에 성공, '22년 10월 목표를 완벽 충족하는 신형 TGV-M 공개
 - 회생 제동 및 공기역학 설계로 에너지 소비를 20% 감축하였으며, 친환경 설계 적용으로 구성품 97% 재활용 및 탄소 발자국 37% 저감을 완벽히 구현
 - 차량 구조 최적화 및 이층 객차 적용으로 20% 증가한 최대 740석을 확보해 수송 능력 향상, 파리에서 마르세유 운행 중이며 추가 15편성을 발주 예정

- 차량 구조의 단순화 및 최첨단 디지털 기반 유지관리 체계의 도입을 통해 전체 유지관리 비용의 약 30% 획기적인 절감을 최우선 목표로 매우 정밀하게 설계
- 차량 시험 단계에서는 실제 철도망에서의 엄격한 주행시험을 수행하여, 상용 운행과 완벽히 동일한 조건에서 차세대 고속열차의 핵심 기술 검증을 수행
 - '22년 체코 Velim 시험선에서 약 200km/h 수준의 사전 검증을 수행한 이후, '23년에는 비엔나에서 극한 온도(-20℃~+40℃) 조건에서 기후 시험을 수행
 - '23년 6월부터 프랑스 국가철도망에서 시험 운행을 수행하며, 최대 약 320km/h 수준에서 고속 주행, 집전(pantograph), 견인, 제동 등 핵심 기능에 대한 검증을 진행
 - 특히 23년 9월에는 상용 최고속도(320km/h) 수준에 이르는 고강도 주행 시험을 성공적으로 수행하며, 실제 운행 조건에서의 핵심 성능검증을 적극 추진
 - TGV-M은 설계 최고속도는 360km/h 차량으로서 현재는 320km/h로 운영하고 있으나 향후 SNCF는 360km/h까지 운영 속도 향상을 계획
 - 개발, 시험, 검증 단계를 모두 거쳐 상용 노선 투입을 목전에 둔 상태로, 차세대 고속열차가 실질적인 상용화 적용 단계에 성공적으로 진입한 것으로 공식 평가



[그림] 프랑스 TGV-M 고속열차

〈표〉 프랑스 차세대 고속열차(TGV M) 주요 성능 및 기술 특징

구분	주요 내용
친환경 기술	• CO₂ 배출 약 32% 저감 • 차량 소재의 약 97% 재활용 가능
에너지 효율 기술	• 공력 최적화 및 구동 효율 향상을 통한 에너지 소비 약 20% 절감
경제성	• 차량 도입 비용 약 20% 절감 • 유지관리 비용 약 30% 절감
디지털 시스템	• 통합 통신 기반의 연결형 열차 구현 및 향후 기능 확장성 확보

③ 해외 정책 동향

□ 유럽연합(EU)

- 고속철도 중심 교통체계를 강화하고자 다각적이고 단계적인 정책 체계를 굳건히 구축하고 국가 차원의 실효성 높은 후속 실행계획 마련을 보다 강력하게 적극 추진
 - 「Sustainable and Smart Mobility Strategy(2020)」를 통해 고속철도 이용량을 '30년까지 2배, '50년까지 3배로 확대하는 목표를 설정

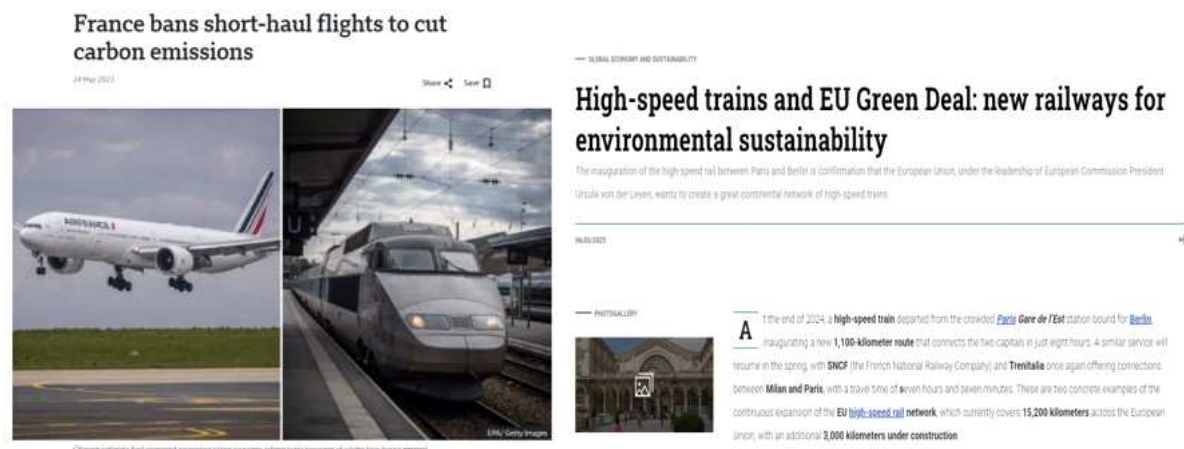
〈표〉 Sustainable and Smart Mobility Strategy의 연도별 주요 목표

목표연도	목표
2030년	▪ (도로운송) 유럽 내 온실가스 무배출 차량 300만 대 보급 ▪ (철도운송) 고속철도 이용량 2배 확대, 철도화물 운송량 50% 증대 ▪ (해상운송) 온실가스 무배출 선박 상용화 ▪ (기타) 100개 유럽 도시 탄소중립화
2035년	▪ (항공운송) 온실가스 무배출 대형 항공기 상용화
2050년	▪ (도로운송) 대형차량버스 포함 대부분의 차량 온실가스 무배출화 ▪ (철도운송) 고속철도 이용량 3배 확대, 철도화물 운송량 2배 증대 ▪ (기타) TEN-T 네트워크 완공

※ 출처 : European Commission(2020), Sustainable and Smart Mobility Strategy, European Commission

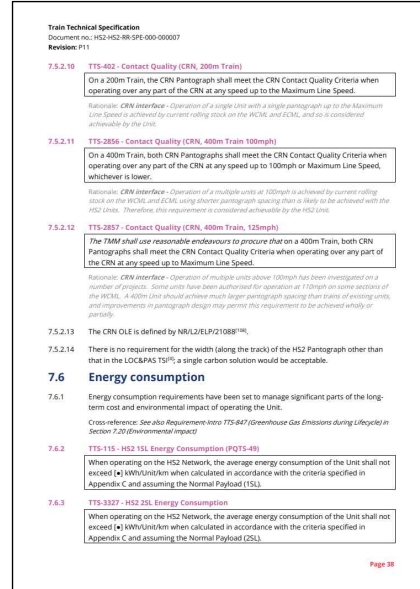
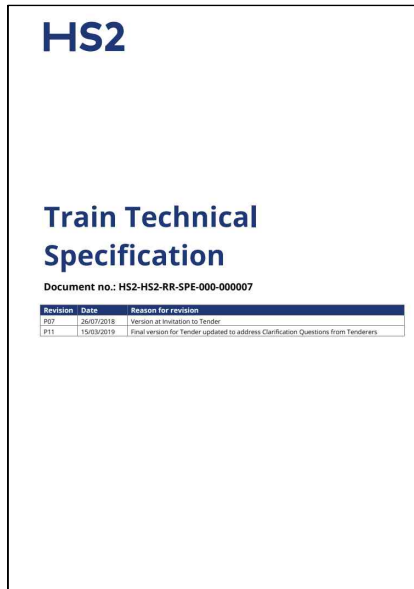
- 이후 「TEN-T 규정(2024)」을 통해 유럽 고속철도망 구축을 위한 인프라 기준과 구조를 설정하고 주요 도시 간 고속철도 연결을 요구하고 이를 통합 네트워크로 구축하도록 규정
- 항공·도로 수요를 친환경 철도로 전환하는 '유럽 그린딜'의 핵심이며, 프랑스·독일 등 주요국은 차세대 열차를 독자 개발해 기존 노선의 점진적 속도 향상 전략을 병행
- 그러나 현재 시점을 기준으로 유럽 내 고속철도의 여객 이용량 증대 및 전반적인 인프라 네트워크 확충 성과는 설정된 당초 정책 목표 대비 충분히 진전되지 못한 정체 상황
 - '23년 고속철도 이용량은 '15년 대비 17% 증가에 그쳐 정책 목표 대비 낮은 수준
 - 운영 중인 고속철도 노선은 약 12,000km 수준으로 스페인, 프랑스, 이탈리아, 독일 등 일부 국가에 집중되어 중·동유럽 지역은 연결성이 부족
- 이에 따라 유럽연합은 기존 전략(SSMS) 및 TEN-T 기반 네트워크 구축을 실현하기 위한 실행계획으로 「Connecting Europe through High-Speed Rail(2025)」을 발표
 - 동 계획은 고속철도망 구축을 가속화하고 정책 목표 달성을 위한 구체적인 로드맵과 실행 수단을 제시
- 「Connecting Europe through High-Speed Rail」은 인프라, 투자, 기술 개발, 제도 개선을 포함하는 통합 정책으로 구성

- 인프라 및 네트워크 통합을 위해 TEN-T 핵심·확장 네트워크를 기반으로 고속철도망을 신속히 구축하고 유럽 전역의 초고속 연결망을 매우 단계적으로 확장 추진
- 투자 및 조달을 위해 TEN-T 구축용 3,450억 유로 투자를 제시하고 공공 재정(CEF, RRF)과 민간 자본을 결합한 조달 구조로 대규모 인프라 투자 유도
- 핵심기술 고도화로 차세대 유럽 공동 표준차량 개발 체계를 구축하고 250km/h 초과 운행용 첨단 설계 및 운영 기술을 도입해 철도 성능 향상을 강력 추진
- 효율성 제고 및 표준화로 국가별 기술 기준을 묶어 단일 철도 시스템을 구축하고 복잡한 승인 절차를 간소화해 운영 효율성을 높이며 시장 진입 장벽의 완화를 도모
- 2040년까지 유럽 고속철도망을 완성해 주요 노선 소요 시간을 현재 대비 절반 수준으로 단축하는 것을 목표로 코펜하겐~베를린 7→4시간 등 구체적 효과 제시



[그림] 유럽의 고속철도 정책 관련 기사

- 인프라 건설 비용 절감과 운영 효율성 제고를 위한 점진적 속도 향상 정책 추진 및 이를 굳건히 뒷받침할 차세대 고속열차 핵심기술 개발과 상용화 가속
 - 유럽의 속도 향상은 신규 인프라 구축 대신 기존 노선을 최대한 활용하며 성능이 개선된 차세대 열차를 투입해 막대한 건설 비용을 절감하는 실용적인 접근 방식
 - 유럽 단일 신호체계 ETCS/ERTMS 도입으로 국가별로 상이한 신호체계를 단일 시스템으로 통합해 국경 간 무중단 운행과 철도 상호운용성·경쟁력을 확보
 - 프랑스는 SNCF와 알스톰이 공동으로 차세대 고속열차 TGV M을 개발하여 2025년부터 순차적인 실전 도입을 적극 추진
 - 독일 철도청(DB) 역시 기존 ICE 4를 완벽히 대체하기 위해 Velaro Novo 플랫폼 기반의 차세대 고속열차 ICE 5 최신 모델 개발을 적극 추진
 - 유럽은 철도차량 에너지 평가 의무화와 등급제를 추진하며 영국(HS2)·프랑스 등은 발주 시 에너지 성능을 입찰의 핵심 평가 항목으로 명기하여 확고하게 적용
 - 스페인 Renfe는 궤간 가변·경량 설계의 차세대 고속열차 Talgo Avril을 2024년 상용 투입해 기존 호환성과 승객당 운영 효율을 동시 제고



[그림] 영국 HS2 고속차량 기술사양서(Train Technical Specification)

□ 중국

- 국가 최고 마스터플랜인 「14차 5개년 계획」을 적극적으로 활용하여 국가 전반의 산업 생산망 경쟁력을 획기적으로 제고하기 위한 고속열차의 핵심적 중요성을 강조
 - 동 계획은 지난 13차 계획 기간의 성과를 구체적으로 설명하면서 자체 개발한 푸싱 고속열차를 주요 과학기술 혁신 성과 중 하나로 공식 제시
 - 생산망·공급망 현대화 정책에서 고속철도를 경쟁력 강화를 추진할 전략 분야에 포함하고, 고속철도는 전력 설비, 신에너지, 선박 등과 함께 전체 생산망 경쟁력을 공고화해야 할 분야로 제시
 - 아울러 국가 제조업 고도화 핵심 정책의 일환으로 차세대 고속열차를 포함한 첨단 철도교통 장비를 국가가 주도하는 중점 육성 산업 분야에 전면적으로 확고하게 포함
 - 인공지능(AI+)·디지털 기술을 융합한 스마트 고속철도를 차세대 핵심 방향으로 추진하며 디지털·지능화 전환을 통한 철도산업 경쟁력 고도화를 도모
- 「국가 종합 입체 교통망 계획 강요(2021~2035)」를 전격적으로 수립하여 고속철도를 최우선 중심으로 하는 거대한 국가 간선 철도망 확충의 마스터플랜 제시
 - 교통 인프라 전반의 체계적인 현대화·스마트화 및 녹색발전 패러다임을 융합하여 오는 '35년까지 세계 최고 수준의 확고한 '교통 강국' 진입을 장기 목표로 제시
 - 교통 강국 건설의 가속화를 위해 △편의성, △경제적 효율성, △녹색 집약적, △스마트화, △안전성·신뢰성 있는 현대화 및 높은 수준의 국가 종합 입체교통망 구축을 목표로 4개의 중장기계획을 마련
 - 철도를 중심으로 도로를 포함한 수운 및 민항을 연계한 국가 종합 입체 교통망 구축을 추진하며 고속철도를 포함한 국가철도망 확충 목표를 제시
 - '35년까지 전체 철도망 약 20만km 확충 및 이 중 고속철도 약 7만km 규모의 초대형 인프라 네트워크를 성공적으로 구축하겠다는 발전 목표를 제시

- 중국 대륙을 관통하는 '8종 8횡' 고속철도망을 핵심 중심으로 국가 간선 철도망 구축을 적극 추진하며 차세대 초고속 기술 선제 도입을 위한 구체적 방향 포함
- 2035년까지 도시권 1시간·도시군 2시간·전국 3시간의 '전국 123 이동교통권'과 국내 1일·세계 3일의 글로벌 123 화물 물류 권 실현을 제시
- 중국은 압도적인 인프라 팽창 및 고속철도망 완성을 넘어서 차세대 초고속 기술 고도화와 정부 주도의 공격적인 글로벌 해외 시장 진출에 전례 없이 강력한 박차
 - 중국은 '교통 강국 건설'이라는 국가 핵심 전략 아래 8종 8횡 고속철도망 완성을 굳건히 발판 삼아 차세대 첨단기술 개발 및 해외 시장 진출을 강력히 가속화
 - 철도 인프라의 폭발적인 양적 팽창과 최고속도 경신 등 차세대 기술적 진보를 동시다발적으로 적극 추구하며 글로벌 고속철도 시장의 기존 경쟁 규칙을 완벽하게 재편
 - '철도 굴기'의 일환으로 '일대일로' 구상의 핵심인 인도네시아 및 태국 등에 자국 고속철도 기술과 독자 표준을 성공적으로 수출하며 글로벌 영향력을 지속 확대
 - 시속 600km 고속 자기부상 시스템을 독자 개발·2021년 시제품 공개로 항공과 고속철도 사이 속도 공백을 메우는 차세대 지상 교통 상용화를 선제 추진



[그림] 중국 고속철도 8종 8횡 네트워크

※ 출처 : The Economist(2017), High-speed Railways in China, The Economist

□ 일본

- 정부 차원의 거시적인 「교통정책기본계획」을 선제적으로 수립하여 철도를 포함한 전반적 국가 교통체계의 굳건한 미래 구축 방향과 핵심 발전 비전을 명확하게 공식 제시
 - 교통정책 기본법에 따라 교통을 둘러싼 장기적 여건 변화를 반영한 교통정책기본계획을 수립하고, 이를 기반으로 교통 관련 시책을 종합적·계획적으로 추진
 - 기본계획은 급변하는 미래를 대비한 지속가능성, 사회적 포용성 및 확고한 국가 경제 성장이라는 핵심적인 3대 정책 방향과 이를 달성할 10대 세부 추진 시책을 구체적으로 제시
 - 철도 부문에서는 차세대 리니아 중앙신칸센 정비를 핵심으로 도쿄~오사카 약 1시간 연결을 통한 인구 7천만 거대 도시권 형성과 국가 국제경쟁력 강화를 추진
 - 수립된 계획의 실효성 확보를 위해 교통 동향과 정부 시책을 정리한 「교통정책백서」를 매년 작성·국회에 보고하고 국민과 공유하는 이행 점검 체계를 운영

〈표〉 일본 교통정책 기본계획(2021~2025)의 3대 정책 방향 및 10개 시책

정책 방향	시책
지속가능하고 친환경적인 교통의 실현	• 탈탄소화 가속 - 대중교통 이용 촉진 등을 통한 온실가스 배출 감소, 재생에너지와 수소 활용 촉진을 위한 대응 가속화를 통한 운수부문의 탈탄소화 추진 • 재해 위험 증가 및 인프라 노후화에 대응한 교통 기반 구축 • 교통안전 확보 및 교통 관련 인력 유지·확보
모두가 더 편안하고 쉽게 이동할 수 있는 교통 유지·확보	• 지역 대중교통의 지속가능성 및 다양성 확보 • 마을 만들기와 연계한 지역 구조의 콤팩트 플러스화 추진 • 교통 인프라 등의 배리어프리화·유니버설 디자인화 추진 • 관광 및 비즈니스 교류 확대를 위한 시스템 정비
경제성장을 지원하는 고기능적·생산적인 교통망 체계 강화	• 교통 인프라 서비스 확충 및 강화 • 교통 분야의 디지털화 추진 및 산업 역량 강화 • 물류 기능 확보

※ 출처 : 国土交通省(Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, MLIT)(2021), 交通政策基本計画(제2차 교통정책기본계획), 国土交通省

- 정부의 핵심적인 「녹색성장 전략」을 통해 전체 수송부문의 확고한 무탄소 및 저 탄소화를 강력히 강조하였으며, 친환경 LRT 등 저배출 수송 시스템의 적극적인 도입을 제시
 - 전력 부문의 완전한 탈탄소화, 산업·수송·가정 등 전 부문의 전기화, 전력 저장 및 최첨단 디지털 인프라 강화라는 미래지향적인 3대 핵심 추진 방향을 매우 구체적으로 전격 수립
 - 온실가스 배출이 높은 수송부문에서는 차량의 전면적인 전기화와 차세대 바이오 연료 및 친환경 수소 등 무탄소·저탄소 연료의 적극적인 도입을 공식 제시
 - 국토교통 분야에서는 물류·여객·토목 인프라를 14대 성장 분야의 하나로 설정하고 CO2 감축과 이동 활성화를 동시 실현하는 교통·물류 시스템 구축을 추진

- 예산·세제·금융·규제개혁·국제 연계 등 정책 수단을 총동원하고 기술개발에서 사회구현·양산 투자를 통한 비용 저감으로 연결하는 단계적 이행 전략을 제시

〈표〉 일본 녹색성장 전략의 3대 추진 방향

추진 방향	주요 내용
전력 부문 탈탄소화: 재생에너지를 최대한 도입 → 현재 기술 수준에서는 단일 에너지원만으로 전력 수요를 모두 충당하는 것은 어려운 상황이며, 모든 대안(해상풍력, 태양광, 지열 등) 고려 필요	▪ (재생에너지) 재생에너지 최대한 도입, 계통 정비, 비용 절감, 출력 조정을 위한 배터리 사용 ▪ (수소·암모니아) 공급 및 수요량 확대, 인프라 정비, 비용 절감
전력 부문 외(산업·수송·가정·공공): 전기화 중심, 열 수요는 탈탄소 연료(수소 등) 및 CO ₂ 회수·재이용	▪ (산업) 수소 환원 제철 등 제조공정 변화, 재료산업 성장 ▪ (수송) 전기화 및 바이오연료, 수소 사용 등 ▪ (공공·가정) 주택, 건물의 제로에너지화, 배터리 등 활용
전력 저장: 탄소 중립은 전기화 사회 → 녹색성장 기반은 강력한 디지털 인프라	▪ (전력) 디지털 기술 기반의 스마트그리드, 태양광·풍력 등 변동성 대응, 인프라 보수·점검 등 ▪ (수송) 모빌리티(자동차, 드론, 항공기, 철도) 자율주행

- 기존 철도 레일 위에서 더 빠르고 안전하며 효율성이 극대화된 차세대 고속열차를 성공적으로 운행하기 위한 최첨단 핵심기술 개발을 지속적으로 추진
 - N700S는 SiC 전력 시스템 및 경량화 기술을 적용한 차세대 신칸센으로 고효율·운영 유연성·비상 기능을 완벽히 구현하며 '20년 상용화 단계에 성공적 진입
 - JR동일본은 기존 E5 계를 대체할 차세대 신칸센 'E10'을 개발 중이며 향상된 속도·편의성과 함께 향후 글로벌 해외 수출까지 염두에 둔 핵심 전략 모델
 - E10은 320km/h·10량 편성으로 일탈 방지 L자 가이드와 제동거리 15% 단축 등 지진·안전 대응을 강화하고 2030년도 영업 운전 개시를 추진
 - JR동일본은 운영 효율·안전성 제고를 위해 향후 신칸센 자동운전 도입을 목표로 E10에 관련 기능을 탑재·준비하는 등 운전 자동화 기술 개발을 병행 추진
- 일본은 저출산·고령화로 인한 내수 시장의 구조적 성장 한계를 극복하기 위해 첨단 신칸센 시스템의 해외 수출을 국가 최우선 성장 전략으로 삼고 강력히 추진
 - 인도 뭄바이 고속철은 신칸센 패키지 수출 주요 사례로 엔 차관을 적극 지원하며 차세대 'E10' 모델 투입 논의로 양국의 철도 기술 협력을 획기적으로 강화
 - 미국 텍사스 고속철은 JR도카이가 합류해 N700S 시스템 도입을 추진하며 여러 난관에도 북미 고속철도 시장 본격 진출을 이끌어갈 중요한 핵심 교두보
 - 대만 고속철은 기존 700T 후속으로 N700S 기반 12편성(약 1,240억엔)을 히타치·도시바 연합에 발주하며 차세대 차량 도입을 본격 추진
 - 1964년 개업 이래 탈선·충돌에 의한 승객 사망사고 0건이라는 신칸센의 세계적 안전 실적을 수출의 핵심 차별화 강점으로 적극 내세워 수주 경쟁력을 강화

4 시사점

□ 시장 기회— 고성장 신규 프로젝트 시장 적극 공략

- 전 세계 고속철도차량 시장은 2023년 543억 달러에서 2033년 989억 달러로 연평균 성장률(CAGR) 6.2%의 견조하고 안정적인 지속적 성장 전망
 - 신규 프로젝트 시장의 연평균 성장률(CAGR)은 11.1% 수준으로 이는 전체 고속철도차량 시장보다 두 배 이상 매우 빠른 획기적인 성장 속도를 명확히 기록
 - 2028년 이후 북미(캘리포니아 및 텍사스)와 인도(뭄바이-아메다바드) 지역을 중심으로 초대형 고속철도 프로젝트 사업의 대규모 발주가 본격화될 전망
- 400km/h급의 초고속 차량 세그먼트는 연평균 10.8%의 가장 높은 독보적인 성장률을 기록하며 향후 글로벌시장을 주도할 미래 핵심 경쟁 영역으로 부상
 - 국내 철도차량 제작사는 핵심 초고속 세그먼트의 선도적 기술 확보가 선행되지 않고서는 향후 글로벌 중장기 시장의 주도권 확보 경쟁에 근본적인 참여가 불가한 실정
 - 현 시장은 비용 효율형 200~299km/h가 최대 비중이나 성장은 400km/h급 초고속으로 이동하며 차세대 경쟁의 무게중심이 고속화로 전환되는 추세

□ 기술개발 방향 — 속도·에너지 효율·LCC의 동시 달성이 필수

- 글로벌 고속철도 기술 트렌드는 과거 단순한 최고속도 경쟁에서 벗어나 에너지 효율 향상 및 생애주기비용 저감이라는 복합적 성능 향상을 강력히 요구하는 추세
 - 중국의 CR450은 400km/h 속도, 에너지 20% 절감, 10% 차체 경량화, 22% 주행저항 저감의 혁신적 목표를 성공적으로 달성해 2026년 본격 실용화 추진
 - 독일 Velaro Novo는 360km/h 속도, 에너지 30% 절감, 15% 차량 경량화 및 유지비 30% 저감이라는 혁신적 목표로 2026년 본격 상용화를 추진
 - 프랑스의 차세대 TGV-M은 320km/h 속도, 에너지 20% 절감, 740석 확보 및 전체 LCC 20% 절감을 달성해 2025년 현재 정식 노선에서 운영
 - 일본 신칸센 N700S는 혁신적 SiC 전력 소자 도입을 통해 전력손실을 30% 수준으로 획기적으로 절감하는 데 완벽히 성공하며 2020년 상용화를 이미 확고히 완료
- 국제 입찰 기준은 전력 소비 및 LCC 총족을 엄격히 의무화하는 방향으로 확고히 강화 중이며 핵심 지표인 에너지 라벨링(EN 50591) 전면 도입 논의가 활발히 진행
 - 한국도 신규 철도차량 도입 시 에너지 성능을 정밀 평가할 자체 기준과 차세대 국가 기술 표준 체계의 선제적이고 신속한 개발 추진
 - EN 50591(2019)은 차량 조달·LCC 평가 지원을 목적으로 운행 프로파일 기준 순 에너지 소비를 시뮬레이션·실측으로 검증하는 표준 체계를 제시

- EU 조달 지침(2014/24·25/EU)은 최경제 낙찰(MEAT)을 원칙으로 LCC(생애주기비용) 평가를 규정하고 회원국 최저가 단독 낙찰 제한을 허용

□ 경쟁 구도— 현대로템의 포지셔닝 전략 재정립 필요

- 글로벌시장은 물량의 CRRC, 기술 중심 Siemens·Alstom, 신뢰성 중심 Hitachi가 주도하는 확고한 3강 과점 구도를 가장 강력하게 고착
 - 현대로템은 현재 '기술·가격 균형' 포지션을 유지하고 있으나 명확한 핵심 차별화 요소 없이는 CRRC의 초저가 가격 공세에 매우 취약한 구조적 한계 직면
 - 현대로템은 차량 중심으로 신호·시스템까지 통합한 기술 선도사 대비 종합 솔루션 역량이 상대적으로 취약해 가격·기술 양면 협공 속 차별화 축 정립이 시급
- 사우디·인도·동남아 등 주요 신흥시장의 대규모 PPP 사업은 독보적 기술력과 탁월한 가격 경쟁력 및 강력한 통합 패키지 수출 역량이 최종 수주 성공의 핵심 필수 요인
 - 일본·인도 수출 사례처럼 차량·통신·신호 및 운영 노하우를 전면 포괄하는 맞춤형 통합 패키지 수출 전략의 적극적인 벤치마킹 적용
 - 사업비가 막대한 신흥시장 PPP는 자원 조달이 수주를 좌우하는 만큼 현대로템도 수은·무보 등 정책 금융을 연계한 금융 패키지 동반 역량 확보가 필수

□ 한국의 대응 과제— 차세대 기술 투자 및 해외 진출 전략 구체화

- 미래 글로벌 철도 시장 선점을 위한 400km/h급 차세대 핵심 기술 로드맵 수립 및 국가 차원의 대규모 R&D 집중 투자 본격화
 - 시험 속도 421.4km/h의 HEMU-430X 역량을 토대로 영업 320km/h를 넘어 400km/h급 상용화로 잇는 핵심기술 고도화·실증을 선제 추진
- 고속열차 에너지 효율 향상 핵심 기술(SiC 전력 소자, 경량 복합소재, 공기저항 저감 등)을 가장 명확한 단기 집중 육성 과제로 설정해 전면적 추진이 시급
 - 철도차량 도입 시 에너지 성능을 객관적으로 평가할 자체 기준 마련 및 관련 기술의 국가 표준 체계 확립을 위한 선제적인 기반 구축
- 고속철 수출 방식을 단순 차량 납품에서 탈피해 최첨단 시스템 통합과 특화 유지관리를 연계한 종합 패키지 중심 수출 모델로 전면 개편
 - 특히 차량 공급 이후 디지털 예지 정비 기반 장기 유지보수(O&M)를 안정적 수익원으로 결합한 전주기 서비스형 수출 모델로 차별화하는 핵심 전략 추진
- 사우디·인도 등 신흥국 거대 PPP 시장 진입을 위해 공적개발원조(ODA) 및 수출금융을 고도로 연계한 맞춤형 국가 진출전략 수립 필요
 - 아울러 정부 간(G2G) 협력·정상외교와 타당성조사(F/S)·마스터플랜 수주를 통해 사업 형성 초기 단계부터 선점하는 진입 채널의 선제적 다변화 추진