
「성과확산형 국토교통 국제협력 연구개발사업」

단계평가 보고서

－ [07] 베트남 철도에 최적화된 고분산형
합성수지침목 및 리사이클 기술개발 －

2023. 12

(주)동양이화

단계평가 보고서(타당성조사 보고서)										보안등급			
										일반[☒], 보안[☐]			
중앙행정기관명	국토교통부				사업명	사업명		성과확산형 국토교통 국제협력 연구개발사업					
전문기관명	국토교통과학기술진흥원					내역사업명		-					
공고번호	공고-국-제23호				총괄연구개발 식별번호		-						
					연구개발과제번호		RS-2023-00269096						
국가과학기술표준분류	1순위 EI0602		60%		2순위 EI0606		30%		3순위 EI0699		10%		
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	국문		베트남 철도에 최적화된 고분산형 합성수지침목 및 리사이클 기술개발										
	영문		Development of highly dispersed synthetic resin sleepers and recycling technology optimized for Vietnamese railways										
연구개발과제명	국문		베트남 철도에 최적화된 고분산형 합성수지침목 및 리사이클 기술개발										
	영문		Development of highly dispersed synthetic resin sleepers and recycling technology optimized for Vietnamese railways										
주관연구개발기관	기관명		(주)동양이화				사업자등록번호		126-81-08962				
	주소		(우)17096 경기도 용인시 기흥구 하갈로 210				법인등록번호		134211-0004244				
연구책임자	성명		공현숙				직위		책임연구원				
	연락처	직장전화		070-5003-1206				휴대전화					
		전자우편						국가연구자번호					
연구개발기간	전체		2023. 06. 30 - 2027. 12. 31 (4년 6개월)										
	단계	1단계	1년차	2023. 06. 30 - 2023. 12. 31 (0년 6개월)									
		2단계	2년차	2024. 01. 01 - 2024. 12. 31 (1년 0개월)									
			3년차	2025. 01. 01 - 2025. 12. 31 (1년 0개월)									
			4년차	2026. 01. 01 - 2026. 12. 31 (1년 0개월)									
		3단계	5년차	2027. 01. 01 - 2027. 12. 31 (1년 0개월)									
연구개발비 (단위 : 천원)	정부지원 연구개발비		기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발 비 외 지원금	
	현금		현금		현금		현금		현금		합계		
총계		1,920,000	81,900	649,100					2,001,900	649,100	2,651,000		
1단계	1년차	120,000	6,400	46,600					126,400	46,600	173,000		
	2년차	260,000	11,000	82,000					271,000	82,000	353,000		
2단계	3년차	620,000	25,000	205,500					645,000	205,500	850,500		
	4년차	620,000	25,000	205,500					645,000	205,500	850,500		
3단계	5년차	300,000	14,500	109,500					314,500	109,500	424,000		
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명		책임자		직위		휴대전화		전자우편		비고		
											역할	기관유형	
공동연구개발기관		한국철도공사		백인철		선임연구원						공동	공기업
공동연구개발기관		한국교통대학교 산학협력단		최상현		교수						공동	대학
연구개발기관 외기관		VNR (베트남철도공사)		Hoang Gia Khanh		Deputy General Director						수요	공기업
연구개발과제 실무담당자	성명		김재천				직위		책임매니저				
	연락처	직장전화		031-692-8900				휴대전화					
		전자우편						국가연구자번호		10867942			

이 단계평가 보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 연구개발과제 중단, 협약 해약, 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2023년 12월 06일

연구책임자 : 공 현 숙 (인)
주관연구개발기관의 장 : (주)동양이화 이 승 현 (직인)

국토교통과학기술진흥원장 귀하

< 목 차 >

1장. 개요	1
1절. 추진배경 및 목적	1
2절. 조사 범위	4
1. 공간적 범위	5
2. 시간적 범위	8
3. 기술적 범위	10
3절. 조사 내용	13
4절. 조사 방법	14
 2장. 현지 수요 예측 및 현지 여건 분석의 구체성	15
1절. 타겟 시장의 구체성	15
1. 타겟 시장의 식별	15
2. 타겟 시장의 규모 파악	16
2절. 기술사업화 관련 법제도 환경 분석의 구체성	20
1. 기술개발 및 실증 관련 법·제도 분석	20
2. 사업화 관련 법·제도 분석	21
3절. 기술 실증 및 사업화 가능성 분석의 구체성	26
1. 현지 사업화를 위한 정책환경 분석	26
2. 수요자 및 이해관계자 분석	29
3. 경쟁기술 분석	31
4. 국내 기술의 준비도	35
 3장. 기술개발 및 현지 실증계획의 적절성	39
1절. 기술개발 계획의 적절성	39
1. 목표의 적절성	39
2. 추진절차의 구체성	41
3. 산출물 및 성능평가 방법의 적절성	44
2절. 실증 전략의 적절성	45
1. 기술적/사업적으로 예상되는 이슈에 대한 대응절차 및 계획 여부	45
2. 실증부지 마련 및 관련 인프라 확보방안의 적절성	46
3. 실증추진을 위한 네트워크의 적절성	49

4장. 해외 시장진출 및 사업화 계획의 적절성	50
1절. 사업화 추진상의 위험요인 및 대응방안 수립의 적절성	50
1. 사업화 추진 상 위험요인 식별의 적절성	50
2. 위험요인 대응방안 수립 및 반영활동의 적절성	51
2절. 사업화 준비활동의 적절성	52
1. 사업화 로드맵 수립	53
2. 사업화 파트너 확보 및 이해관계 조정의 적절성	64
3. 재원확보 및 마케팅 계획의 적절성	65
5장. 추진체계의 적절성	66
1절. 추진체계 R&R의 적절성	66
1. 국내외 참여기관의 역량 및 명확한 R&R 구분	66
2. R&R이행을 위한 수단 및 계약관계 검토	73
2절. 사업 관리 거버넌스의 적절성	76
1. 사업관리 거버넌스 구체화	76
2. 연구개발 성과의 소유권 배분계획의 적절성	76
6장. 리스크 분석의 적절성	77
1절. 위험 식별 - 위험도 평가의 적절성	77
1. 위험 식별의 적절성	77
2. 위험도 평가의 적절성	77
2절. 위험요인 대응 및 반영 계획의 적절성	78
1. 위험요인 대응방안의 적절성	78
2. 위험요인 대응방안 반영 계획의 적절성	78
7장. 사업 타당성 분석의 적절성	79
1절. 기술적 타당성 분석의 적절성	79
2절. 경제적 타당성 분석의 적절성	82
8장. 결론	93
1절. 결언	93
2절. 향후 계획	94

1장. 개요

1절. 추진배경 및 목적

- (추진 배경 및 필요성) 전 세계적인 환경규제로 크레오스트유 방부처리된 기존 목침목 사용 규제 확산 중 ⇒ 베트남 역시 **기존 목침목을 대체할 합성수지침목으로의 대체 수요 확대 중**
- (추진 당위성) 베트남철도공사는 궤도 노후화에 따른 잦은 철도사고를 방지하기 위하여 고성능의 복합소재 침목의 적용을 검토 중 ⇒ 현재 베트남 시장 내에서 **고품질, 고가의 일본산 제품과 저품질, 저가 중국산 제품과의 경쟁을 위해서 제품의 기술적 경제적 고도화 R&D가 필요**

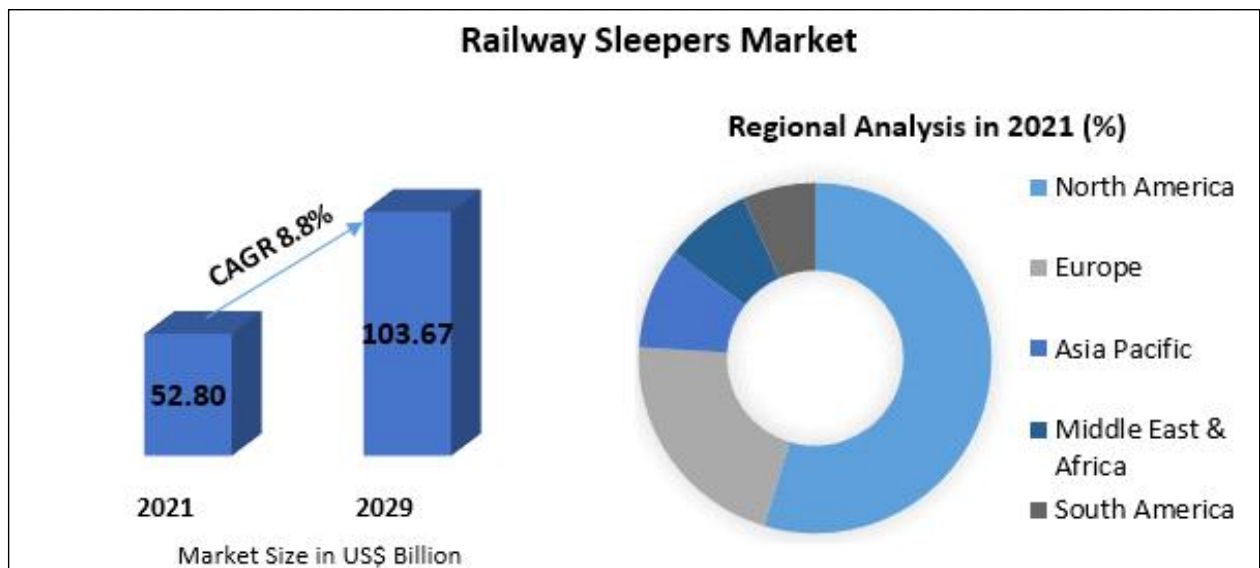
□ 사업 추진 배경 및 필요성

- 철도침목은 레일의 간격을 고정시키고, 열차하중을 도상으로 분산시키는 역할을 하는 궤도 구조의 하나. 과거 침목은 목침목을 주로 사용하였으나, 콘크리트 침목이 도입된 이후에는 콘크리트 침목으로 대체되고 있는 상황이나, 분기 및 무도상교량에는 여전히 목침목이 사용 중
- 국내 부설된 목침목 수량은 현재 약 1,600만개로 추정



- 목침목은 사용에 필요한 내구성을 확보하기 위하여 방부처리가 필요하나, 방부처리에 쓰이는 크레오스트유 사용이 금지되어 생산이 어려운 상황으로 목침목을 대체할 수 있는 침목이 필요한 실정
- 한국철도공사와 동양이화는 2017년도부터 국가 R&D '기존선 무도상교량 장대레일화 기술개발'과제를 통해 장섬유와 폴리우레탄 수지를 이용하여 별도의 방부 처리가 없어 친환경적이고, 고효율의 섬유 분산 기술을 이용하여 높은 강도와 내구성을 갖는 합성수지침목을 개발하였고, 경원선 한천교, 충북선 오송역 분기기에 시험부설을 통해 성능 입증

- 합성수지침목은 현재 사업화에 성공하여 한국철도공사, 서울교통공사, 대구지하철공사 등에 사업화 매출을 달성하여 TRL 9단계에 도달하였음 (매출 증빙 별첨 참조)
- 세계 침목 시장 규모는 2021년 70조원에서 2030년 138조원 규모로 급격히 성장할 것으로 전망되고 있으며, 전체 침목 소비량의 20% ~ 30%를 차지하는 철도침목도 환경 문제와 기후 변화의 영향으로 인한 철도 운송 수요 증가에 따라 현재 12조원 규모에서 대폭 상승할 것으로 예측되고 있음 (Global Industry Analysis and Forecast, 2022)



< 전세계 침목시장 예측 >

- 철도침목 시장은 콘크리트침목과 목침목이 양분하고 있으나, 방부가공제 사용 금지(유럽은 2003년, 미국 캘리포니아주는 2017년부터 금지), 환경파괴 문제 등으로 인하여 목침목을 대체할 수 있는 다양한 복합소재 침목의 약진이 예상되는 상황임
- 복합소재 침목은 다양한 제품들이 경쟁 구도를 형성하고 있으며, 기술적 측면이나 시장확장성 측면에서 우위를 선점하는 소재가 향후 침목 시장의 방향을 결정할 것으로 예상
- 섬유와 폴리우레탄으로 구성된 합성수지침목은 경쟁구도의 복합소재 침목 시장에서 성능면으로 가장 우월한 특성을 갖는 제품으로 세계 침목 시장에서 우위를 선점할 수 있는 기술임
- 특히 내충격성이 요구되어 목침목의 적용이 필요한 교량구간, 분기구간 등에 합성수지침목의 적용이 증가하고 있으며, 목침목 수급이 어려워짐에 따라 점유율이 지속 증가할 것으로 전망됨

□ 사업 추진 당위성

- 현재 베트남의 철도시스템을 운영하는 국영기업인 베트남철도공사(VNR, Vietnam National Railways)에서 관리하는 궤도는 약 2,700km로 궤도에 중대결함(레일균열, 레일마모, 침목균열, 궤도지지력 부족 등) 발생 시 적극적인 유지보수가 어렵고, 노후 침목의 영향으로 사고가 빈발하고 있음
- 베트남 철도궤도의 경우 노후 시설물 개량 미흡으로 궤도(레일, 침목 및 도상)의 상태가 불량하며, 특히 차량의 반복운행과 통과 톤수 증가로 레일에 균열, 마모 등 다양한 변형 발생
- 베트남철도공사에 따르면 최근 2년간('18~'19) 10건의 열차탈선 사고가 발생하였으며, 이 중 8건이 궤도 상태 불량으로 인한 사고로 조사됨
- 베트남은 현재 목침목 제작에 사용되는 방부재(크레오소트유) 사용이 전면 금지된 상황으로 교량 및 분기기에 사용되는 목침목 보수시 방부처리가 되지 않은 목침목을 사용하고 있으며, 방부처리가 되지 않은 침목의 경우 수명이 3년에 불과하여 대안이 필요한 상황



(a) 분기부



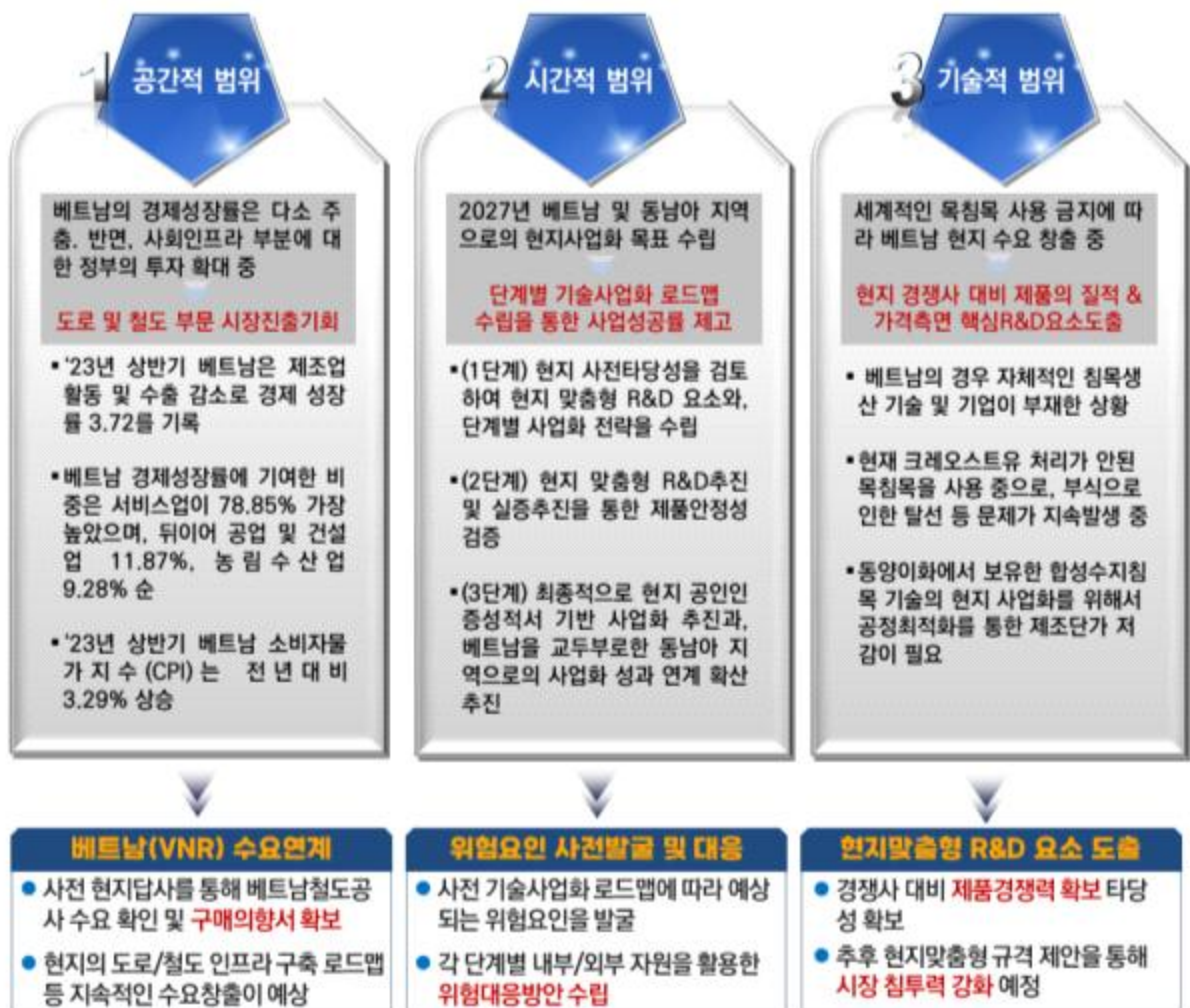
(b) 교량부

< 노후된 베트남 철도 목침목 >

- 베트남철도공사는 궤도 노후화에 따른 잦은 철도사고를 방지하기 위하여 고성능의 복합소재 침목의 적용을 검토하고 있으며 합성수지침목은 이러한 성능 요구를 만족할 수 있으나, 일본 제품은 가격 측면, 중국 제품은 성능 측면에서 단점이 있음
- 베트남철도공사의 요구성능 및 가격 합리성을 고려할 때 대한민국 (주)동양이화 합성수지침목은 베트남 철도에 맞춤형 솔루션이 될 수 있어 기회 창출 가능성 매우 높음
- 현재 베트남철도공사는 중국산 합성수지침목 도입을 검토 중이나, (주)동양이화의 기술을 바탕으로 베트남철도공사와 공동으로 베트남 환경 맞춤형 합성수지침목을 개발할 경우 대량 구매 가능성 매우 높음

2절. 조사 범위

- (공간적 범위) 베트남의 경제성장률은 다소 주춤. 반면, 사회인프라 부문에 대한 정부의 투자 확대 중 ⇒ 특히 **제조업 육성을 위한 도로, 철도 등에 대한 투자가 확대** 중으로 합성수지침목의 **베트남 현지 사업화 기회요인**으로 작용할 것으로 기대
- (시간적 범위) 사전 기술적·경제적·사회적 **현지타당성 조사(1단계)** 추진을 통한 현지 진출 근거를 마련하고, 현지조사 기반 **단계별 R&D 및 실증 추진전략 수립(2단계)**, 최종적으로 베트남 및 동남아 **현지 사업화 추진(3단계)**까지의 단계별 사업화 로드맵 마련
- (기술적 범위) 현지의 **기술수요**와 예상되는 **경쟁사와의 경쟁력 확보**를 위한 기술개발 아이템을 발굴하였으며, 예상되는 기술적 문제사항을 고려한 **핵심기술 개발요소** 도출



1. 공간적 범위

가. 베트남 국가 개황

< 베트남 기본정보 >

		
구분	내용	
일반사항	국명	• 베트남 사회주의 공화국(Socialist Republic of Viet Nam)
	수도	• 하노이(Ha Noi, 약 840만 명)
	위치	• 인도차이나 반도 중부에 위치, 중국·라오스·캄보디아와 접경
	면적	• 330,341km ² (한반도의 1.5배)
	기후	• 북부는 아열대성, 남부는 열대몬순
	인구	• 9,920만 명('22.04., 베트남 통계청)
	민족 구성	• 비엣족(85.3%) 외 53개 소수민족
	공용어	• 베트남어(공용어)
	종교	• 불교(4.8%), 천주교(6.1%) 등
	시차	• 우리나라보다 2시간 늦음
정치현황	정치체제	• 사회주의 공화제
	의회구성	• 임기 5년 단원제(의석 수 500석)
	주요 정당	• 공산당(유일정당)
	행정구역	• 5개 직할시 및 58개 성으로 구성
	주요 도시	• 하노이市, 호치민市, 하이퐁市, 다낭市, 껀터市
경제현황	GDP	• 4,064억 5,000만 달러('22., IMF)
	1인당 GDP	• 4,087달러('22., IMF 추정치)
	화폐단위	• 베트남동(VND)
경제현황	교역	• 7,122억 달러('22.,IMF추정)/수출액(3,603억달러), 수입액(3,519억달러)
	물가상승률	• 3.19%('22., IMF)
	실업률	• 2.3%('22., IMF 추정치)
	환율	• 1달러 = 23,271동('22., World Bank)
우리나라와의 관계	외교 관계	• 1992년 외교관계수립 이후 지속적인 외교 관계 유지 중
	투자현황	• (對 베트남) 475억 달러/ 27,674건(수출입은행) /'22년 누계기준 • (對 한국) 0.87억 달러/ 416건(산자부)
	교역	• 약 877억 달러('22., 한국무역협회)
	교민현황	• (베트남 내 한국인) 175,652명('22., 외교부) • (한국 내 베트남인) 235,007명('22., 법무부)

* 출처 : 외교부, 영사·국가/지역/ 주베트남 대한민국 대사관, 베트남 개관

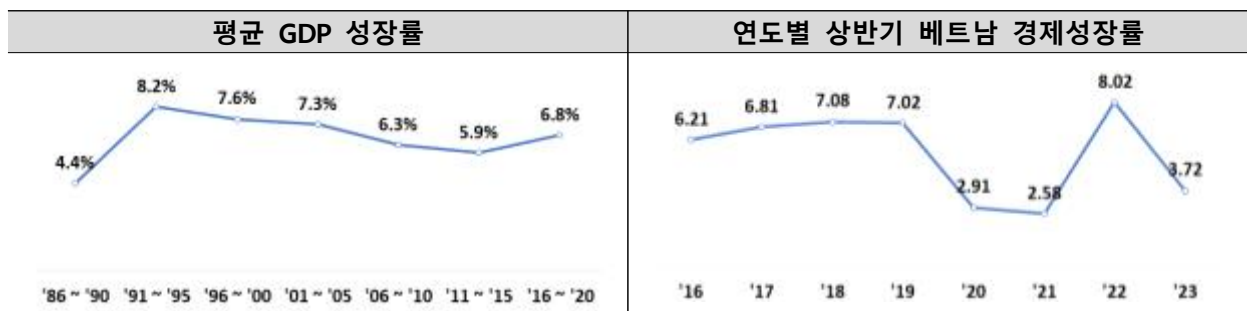
나. 베트남 정치 동향

- (정치조직 및 특성) 베트남은 전통적 레닌주의 정치노선(사회주의, 공산주의)을 고수하는 국가로, 공산당의 강력한 집권 하에 단일 지도체제를 유지 중
- (공산당 지도부 인선방식 및 역할) 베트남의 전당대회는 5년마다 소집되는 베트남 공산당의 최대 행사로, 당의 중요 정책 노선 결정, 당의 새로운 규약 인준·채택 및 차기 지도부를 구성함(공산당 서기장) 명실상부한 베트남의 정치 서열 1위이며, 공산당 당수에 상응하는 직책으로 당 조직을 총괄 운영함
- (공산당 지도부 현황) 지도부 선출 결과, 前 지도부의 서기장직 연임 및 국가 주석 승계로 급격한 변화는 없음('21.01., 제13차 전당대회)
- (現 지도부 정치현황) 응우옌 푸 쯑 공산당 서기장이 재선출됨에 따라, 정치적 안정 및 정책 일관성이 유지될 전망임

다. 베트남 경제 동향

- '23년 상반기 베트남은 제조업 활동 및 수출 감소로 경제 성장률 3.72를 기록
- '23년 2/4분기 베트남 경제성장률(4.14%)은 COVID-19 시기인 '20년을 제외하면 '11 ~ '23년 동기간 중 가장 낮은 기록임
- 경제성장률 둔화의 원인은 글로벌 경기침체와 세계 주요국의 높은 인플레이션 및 소비수요 감소 등으로 베트남의 내수 생산과 해외 수출이 어려워졌기 때문으로 분석

< 베트남의 평균 GDP 및 소비자물가지수 현황 >



* 출처 : INSIDEVINA, '괄목상대'...도이머이 선언후 35년 베트남경제의 변화, 2021

- 베트남의 '23년 상반기 경제성장률을 산업별로 살펴보면, 서비스업이 6.33%로 가장 높았으며, 뒤이어 농림수산업 3.07%, 공업 및 건설업 1.13%로 나타남
- (기여비중) '23년 상반기 베트남 경제성장률에 기여한 비중은 서비스업이 78.85% 가장 높았으며, 뒤이어 공업 및 건설업 11.87%, 농림수산업 9.28%로 나타남

< 산업별 베트남 경제 현황 >

구분	산업별 동향
농림수산업	• 농업(3.14%↑), 임업(3.43%↑) 및 수산업(2.77%↑) 모두 전년 동기대비 성장을 기록
공업	• 공업 전체(0.44%↑) 중 제조·가공업(0.37%↑) 주문 감소, 수요 약세, 투입 비용 증가로 많은 어려움에 직면
건설업	• '22년 건설업 경기의 불황으로 인한 기저효과로, '23년 상반기 건설업은 4.74%↑를 기록
서비스업	• 관광활성화 및 국내수요 회복으로 숙박·음식점업(15.14%↑), 금융·은행·보험업(7.13%↑), 운송 및 창고업(7.18%↑) 및 도·소매업(8.49%↑) 등 서비스업 전반이 성장

* 출처 : KITA, 2023년 상반기 베트남 경제동향, 2023

□ 물가 및 환율

- (소비자물가지수) '23년 상반기 베트남 소비자물가지수(CPI)는 전년대비 3.29% 상승한 것으로 나타남

< 베트남 CPI 현황 >

(단위 : %)



* 주 : CPI 증감률은 전월 대비 증감률을 나타냄

* 주 2 : CPI 상승률은 전년 동기 대비 상승률을 나타냄

* 출처 : General Statistics Office of Vietnam

- (생산물가지수) '23년 상반기 베트남의 생산자물가지수를 살펴보면, 농림수산업 및 서비스업은 상승한 반면, 공업은 감소한 것으로 나타남

- (환율 및 외환보유고) 베트남 중앙은행(SBV)의 고시환율은 1 USD 당 23,524 VND를 기록함('23.06.21.)

< 상반기 아시아 주요국 통화 환율 변동 >

국가	통화	환율 변동	국가	통화	환율 변동
베트남	동	△0.5%	중국	위안	4.0%
필리핀	페소	△0.2%	한국	원	4.4%
인도네시아	루피아	△4.0%	말레이시아	링기트	5.4%
태국	바트	0.7%			

* 주 : '23년 초 대비 '23.06.21. 달러 환율 변동

* 출처 : KITA, 2023년 상반기 베트남 경제동향, 2023

2. 시간적 범위

□ 사업추진 로드맵

- 사업추진 단계별 핵심 수행전략을 수립. 이를 통하여 체계적인 기술사업화 추진과 사업화 리스크 저감 및 사업화 성공률을 제고하고자 함
- (1단계) 사전현지 사업타당성 단계에서, 현지 합성수지침목 관련 기술적·경제적·사회적 등 타당성을 검토하여 현지 맞춤형 R&D 요소와 단계별 사업화 전략을 수립
- (2단계) 제품의 질적 퀄리티를 유지하며 가격경쟁력을 확보하기 위한 고도화 R&D와 더불어 현지 실정에 맞춘 침목 규격을 제안하고, 실증 추진을 통한 제품의 타당성 검증
- (3단계) 최종적으로 현지 공인인증성적서 기반 사업화 추진과 베트남을 교두보로한 동남아 지역으로의 사업화 성과 연계 확산 추진



□ [1단계] 사전 타당성 분석 단계

1년차(2023)													
연번	세부 연구개발내용	수행일정(월)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	베트남 철도 현장조사												
2	사업 타당성 분석												
3	사업화 방법론 방향 설정												

☐ [2단계] 현지 맞춤형 R&D 및 현지 실증 추진단계

2년차(2024)														
연번	세부 연구개발내용	수행일정(월)												주요 결과물
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	합성수지침목 제조 고도화													제조기술
2	교량 및 분기용 합성수지침목 현지 최적화													성능요건
5	폐합성수지침목 리사이클 기술개발													제조기술

3년차(2025)														
연번	세부 연구개발내용	수행일정(월)												주요 결과물
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	합성수지침목 제조 고도화													공인성적서
2	교량 및 분기용 합성수지침목 현지 최적화													안정성 검토서
3	교량 및 분기용 합성수지침목 시제품 제작, 성능시험													시제품 (교량용, 분기용)
4	개발품 현지 시험부설 및 모니터링													모니터링보고서
5	폐합성수지침목 리사이클 기술개발													시제품

4년차(2026)														
연번	세부 연구개발내용	수행일정(월)												주요 결과물
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	합성수지침목 제조 고도화													공인성적서
2	교량 및 분기용 합성수지침목 현지 최적화													안정성 검토서
3	교량 및 분기용 합성수지침목 시제품 제작, 성능시험													시제품 (교량용, 분기용)
4	개발품 현지 시험부설 및 모니터링													모니터링보고서
5	폐합성수지침목 리사이클 기술개발													시제품

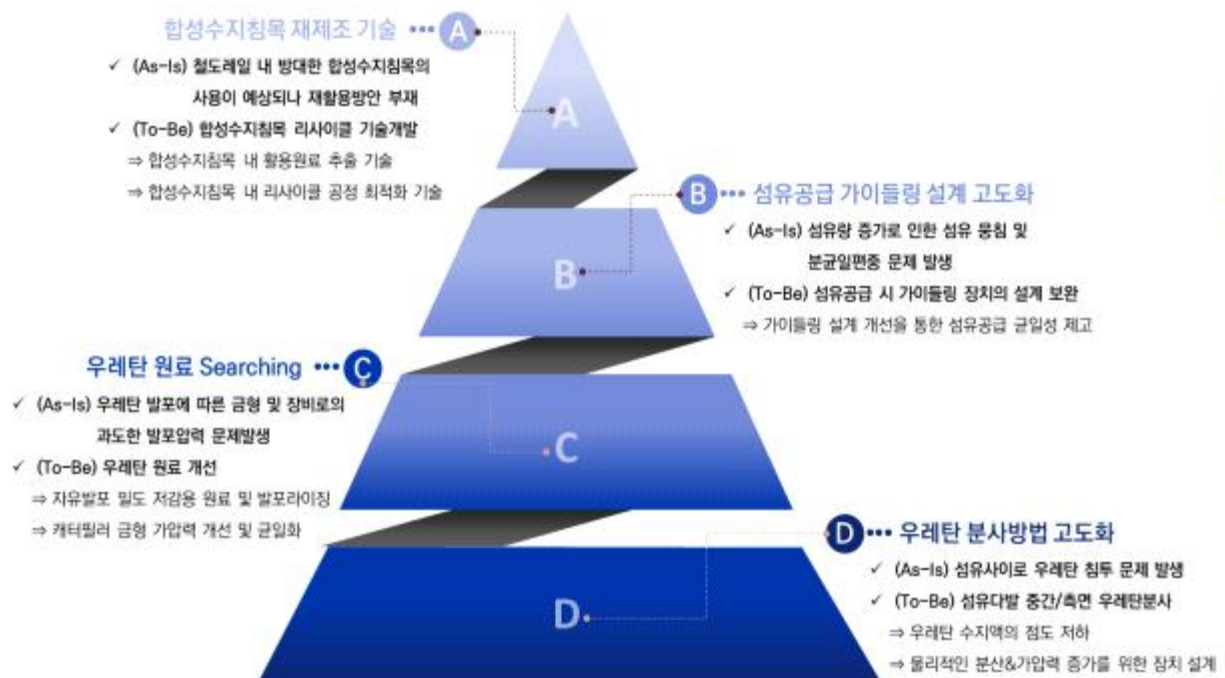
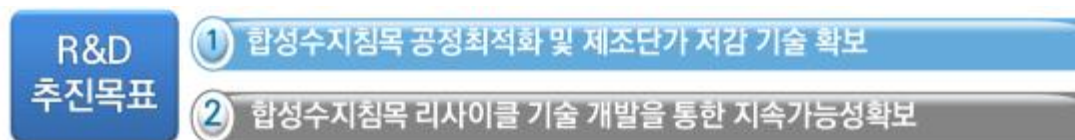
☐ [3단계] 현지사업화 추진단계

5년차(2027)														
연번	세부 연구개발내용	수행일정(월)												주요 결과물
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	현지사업화 방안 도출													사업화
2	해외 사업화 확대													사업화
3	현지 성능검증 인증													성능검증 인증서
4	시공지 안정성 검토													안정성 검토서

3. 기술적 범위

□ 기술개발 목표

- 전 세계적인 크레오스트유 방부처리된 기존 목침목 사용이 금지됨에 따라, 베트남에서도 지속적인 합성수지침목 수요가 발생할 것으로 예상
- 베트남의 경우 자체적인 침목생산 기술 및 기업이 부재한 상황으로 현재 크레오스트유 처리가 안된 목침목을 사용 중으로, 부식으로 인한 탈선 등 문제가 지속발생 중
- 베트남 내 합성수지침목 주요 경쟁기업으로는 일본 및 중국 기업이 있으며, 향후 시장에서 제품경쟁력 확보를 위해서는 현재와 같은 일본제품과 동일한 기술경쟁력을 유지하면서 중국산 제품과의 가격경쟁력 격차 저감에 있음
- 이에 따라, 기존 동양이화에서 보유한 합성수지침목 기술의 현지 사업화를 위해서 공정최적화를 통한 제조단가 저감이 필요
- 추가적으로 현지 시장내 사업의 지속가능성 확보를 위한 합성수지침목의 리사이클 기술개발이 필요한 실정



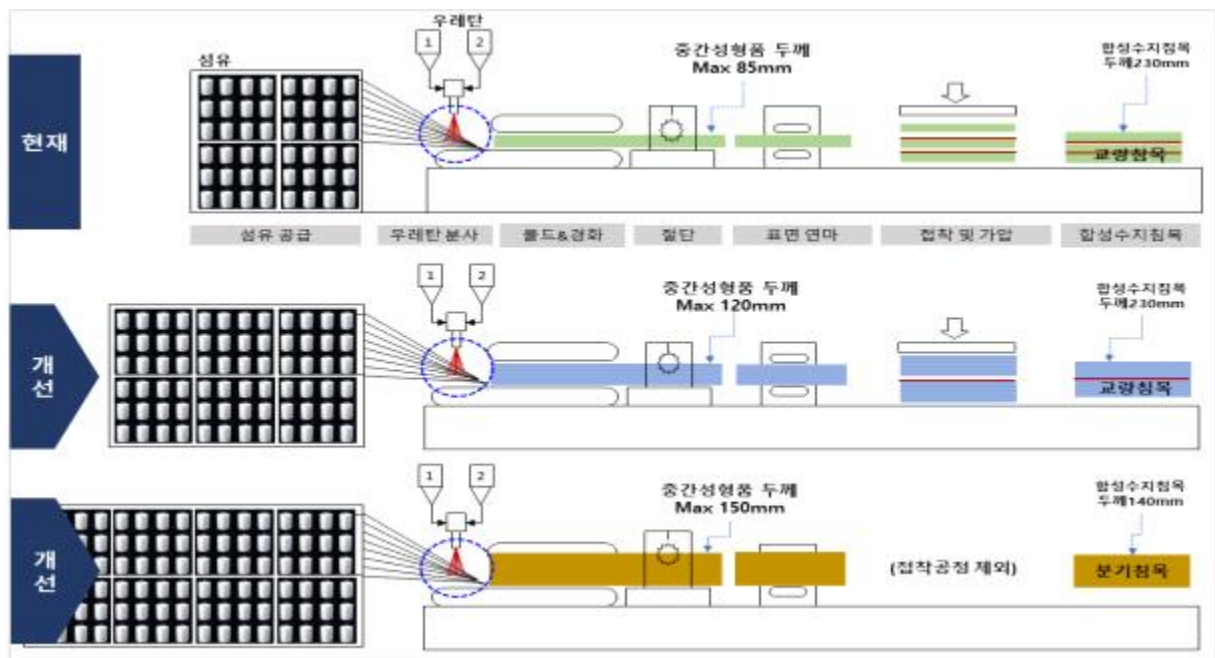
□ 기술개발 필요성

- 베트남의 경우 국내 철도 침목 규격과 수치 등의 측면에서 차이가 날 뿐만 아니라 전체 철도 내에서 규격이 표준화되어 있지 않은 상태로 사용됨에 따라 철도 운영 국내 대비 상대적으로 떨어지는 상황
 - 이에 따라 현지 사업화 안정성을 확보하기 위해서 향후 기술개발과 더불어 베트남철도공사와 협력하여 베트남 현지 표준 침목 규격(안)을 제시할 필요가 있음
 - 이를 통하여 표준화된 규격에 대한 합성수지침목을 선제 사업화함으로써 현지 시장 확보 지배력 강화가 가능할 것으로 판단됨
- 또한, 현지 주요 경쟁사인 저가의 중국제품과 고퀄리티의 일본산 제품과 시장 경쟁력 확보를 위해서는 가격 경쟁력 확보가 필요
 - 기술력 측면에서는 일본산 제품과 동양이화의 제품과 큰 차이가 없는 상황으로, 합성수지침목의 공정 효율화를 통한 제품 구매력 제고가 필요한 상황
 - 장기적으로는 합성수지침목 리사이클 기술 도입을 통하여, 시장에서의 유지보수 시장 진입과 함께 침목의 선순환 사업화 모델 도입을 통한 시장 점유확대가 가능할 전망



□ 기술개발 세부추진 내용

- (공정 최적화 방안) 기존 합성수지침목 생산공정의 경우 “①섬유공급→②우레탄 분사→③몰드&경화→④절단→⑤표면연마→⑥접착&가압” 순으로 공정이 이루어짐
- 공정 최적화를 위해서는 “④절단→⑤표면연마→⑥접착&가압” 단계의 공정의 최적화를 통하여 공정프로세스 간소화 및 비용절감이 핵심
- * 중간성형품 두께를 기존 대비 증가시킴으로써 “접착&가압” 단계 최적화 또는 제외 시, 제조 공정 시간 및 비용 절감이 가능



- (세부 개발 요소) 기존 대비 중간성형품 두께 증가를 시킬 시, 섬유 사이로의 우레탄 침투, 금형 및 장비에 대한 과도한 발포압력, 섬유량 증가로 인한 섬유 뭉침 및 불균일 문제가 예상되며, 추후 재활용 측면에 대한 기술개발 추진이 필요한 실정

	기술적 예상 문제점	해결 방안
A	- 섬유 사이로의 우레탄 침투 문제 예상 - 깊은 침투 깊이 - 우레탄과 섬유의 장력에 의한 우레탄 이동저해	- 섬유 다발 중간 또는 측면으로 우레탄 분사 방법 검토 - 우레탄 수지 액의 점도 저하 - 물리적인 분산 & 가압력 증가를 위한 장치설계
B	- 우레탄이 발포하면서 금형 및 장비에 과한 발포압력을 가할 것으로 예상 - 경화 속도 차이에 의한 침목에 크랙 발생 가능성 높음	- 우레탄 원료 개선 - 자유 발포 밀도를 최대한 감소시킨 원료 개발 - 완만한 발포 라이징 - 캐터필러 금형 가압력 증가 및 균일화 - 압출/인출 속도의 최적화
C	섬유량 증가로 인한 섬유 뭉침 및 불균일 편중 문제 예상	- 섬유 공급 시 가이드링 장치의 설계 보완 - 금형과 우레탄 발포액의 온도차 최소화
D	합성수지침목 예상 수명 이후 처리 문제 및 깨진 합성수지침목에 대한 처리방안	합성수지침목의 원료 추출 및 재제조 공정 개발

3절. 조사 내용

- (조사 목적) 합성수지침목을 통한 베트남 현지 사업화 추진 전, 현지 사전 타당성 조사를 통하여 **기술사업화 리스크를 저감**하고, **사업화 성공률을 제고**하기 위한 **방안 도출**
- (조사 주요내용) 베트남 관련 국가 기본정보, 철도분야 인프라 현황 등 기초현황조사와 기술적·경제적·사회적 타당성 분석을 통해 **사업 추진 당위성을 확보**하고, 기술사업화 추진 과정에서 예상되는 **위험요인 및 이에 대한 대응 전략**을 수립
 ⇒ 최종적으로는 베트남 뿐 만 아니라 동남아 지역으로의 **사업화 판로 확대**를 위한 **중장기 사업로드맵**을 마련



4절. 조사 방법

- 각 조사내용 및 단계별로 **외부시장문헌, KOTRA, 베트남정부발표자료**를 활용하였으며, **사전 현지답사 과정에서 입수한 베트남철도공사 제공 자료** 등을 토대로 조사항목별 목표한 시사점을 도출함
- 각 조사내용을 종합하여 기술사업화 관련 **위험요인 대응 방안과 중장기 로드맵 수립** 근거자료로 활용

구분	주요 조사항목	조사방법	시사점
① 기초현황 조사	- 베트남 국가개황 - 베트남 사회인프라 구축 계획 - 베트남 철도 인프라 구축 현황 및 계획	외부시장문헌, KOTRA, 베트남 정부 발표자료 및 베트남철도공사 제공자료	- 베트남 철도 인프라 시장 진출전략 근거자료로 활용 - 베트남 물가·고용·인건비 등 경제적 타당성분석 근거자료 도출
② 베트남 현지 사전답사(1차)	- 베트남 철도인프라 구축 현황 및 전망 - 현지 실증 부지 후보지 발굴	베트남철도공사 및 운영사 인터뷰, 현지실증지 답사 결과보고서 등	- 베트남철도공사 및 운영사의 합성수지침목 도입 의지 확인 - 실증부지 점검 및 후보지 도출
③ 기술적 타당성	- 현지 유사제품 현황 - 경쟁사 제품 대비 차별성 분석 - 국내외 특허현황 - 현지 규격 및 표준현황	KORAIL 보유자료, 국내외 특허DB, 기업별 공개제품 데이터 활용	- 핵심경쟁사 발굴 및 차별화 방안 수립 - 현지 맞춤형 R&D 핵심요소 발굴 [R&D 방향 타당성 도출]
④ 정책적 타당성	- 현지사업화 관련 허가 및 규제 현황 [수출입/조달/사업등록 등] - 합성수지침목 관련 정책·환경 규제 등	KOTRA, 베트남 정부 발표자료, 수출입정보DB	- 기술·사업화 위험요인 도출 - 사업화 추진 단계별 사전 준비요소 및 준비사항 도출
⑤ 경제적 타당성	- 베트남 현지 합성수지 침목 수요전망 - 현지사업화 경제적 타당성(B/C)	베트남 정부 발표자료, 베트남철도공사 제공자료	- 베트남 사업추진 경제적 타당성 검토 ⇒ 사업추진 당위성 확보 - 현지사업화 단계별 목표 수립 근거자료로 활용
⑥ 위험요인 및 대응방안	- 단계별 기술사업화 위험요인 도출 - 위험요인 대응방안 수립	각 자료별 내용 종합	기술적·경제적·사회적·정책적·문화적 위험요인 대응방안 수립 ⇒ 사업화 리스크 저감
⑦ 베트남 현지 사전답사(2차)	- 현지 침목 규격 점검 - 실증 부지 최종 선정 - 현지 구매의향 발굴	베트남철도공사 및 운영사 인터뷰, 현지실증지 답사 결과보고서 등	- 베트남 맞춤형 침목 표준(안) 제안 근거자료로 활용 - 베트남철도공사 구매의향서 수신
⑧ 중장기 로드맵	- 베트남 현지사업화 전략 - 동남아 연계 판로 확대 전략 수립	각 자료별 내용 종합	중장기 로드맵 수립을 통한 사업의 지속가능성 확보

2장. 현지 수요 예측 및 현지 여건 분석의 구체성

1절. 타겟 시장의 구체성

- (시장수요) 현재 베트남 전체 철도노선(2,623km) 중 목침목이 설치된 교량 및 분기기 노선은 대략 500km로 일반적인 침목간 간격으로 적용 시 총 **125만개 목침목 대체 합성수지침목 수요가 발생 [시장규모 : 약 1조원 규모]**
- (타겟시장) 베트남 현지 사업화 타겟시장으로는 베트남 철도 인프라 시장 내에서 침목 시장이며, 그 중 **목침목을 대체한 합성수지침목 시장**임
 - (전체 시장) 현재 베트남 전체 철도노선(2,623km) 중 목침목이 설치된 교량 및 분기기 노선은 대략 500km로 일반적인 침목간 간격으로 적용 시 총 **125만개 합성수지침목 수요가 발생 [시장규모 : 약 1조원 규모]**
 - * 베트남철도공사에 따르면, 2022년 기준 연간 19,157개 침목(목침목+합성수지침목) 구입하여 신규 철도레일 내 설치 또는 유지보수가 이루어지고 있는 추세
 - (시장확장 계획) 중장기적으로는 **베트남 인근 국가(인도네시아 및 태국 등)로 철도 침목 시장으로 진출**을 통하여 사업을 확장할 계획

1. 타겟 시장의 식별

□ 베트남 교량 내 높은 목침목 비율에 따른 수요 창출 가능성 고

- 베트남 철도의 대부분의 교량은 목침목으로 구성된 무도상교량이며, 분기기 역시 대부분 목침목을 사용 중에 있음
 - 이에 따라 베트남의 철도의 목침목 대체 수요가 높고 베트남철도공사(VNR)의 사업 추진 의지가 높은 실정

□ 베트남 정부 정책 부합 및 신규 시장 진입 우위 선점 필요

- 현재 베트남철도공사에서 관리하는 궤도는 약 2,700km로 중대결함(레일균열, 레일마모, 침목균열, 궤도지지력 부족 등) 발생 시 적극적인 유지보수가 어렵고 노후 침목의 영향으로 사고가 빈발하고 있음
 - 또한 베트남철도공사는 최근 교량 및 분기용 목침목을 대체하고자 중국산 합성수지침목 도입을 검토 중에 있어 대한민국에서 개발하고 생산하는 합성수지침목의 사업성이 높음
- 베트남 정부는 국토교통 인프라 확장을 위해 외국투자유치, 철도인프라 사업 등 다양한 정책 추진을 통해 기존 철도시장의 확장을 꾀하고 있음
 - 이러한 분위기를 고려할 때 베트남 시장에 대한 분석과 시장 진출을 통해 국내 기업 제품의 현지화 및 시장 우위를 선점할 수 있음

□ 한국-베트남 ODA 사업 추진을 통한 국제협력 네트워크 기반 활용 가능

- 현재 한국철도공사는 베트남과 공적개발원조(ODA: Official Development Assistance) 사업을 추진 중에 있으며, 기존 ODA 사업을 통한 베트남철도공사와 긴밀한 네트워크 기반을 보유하고 있음

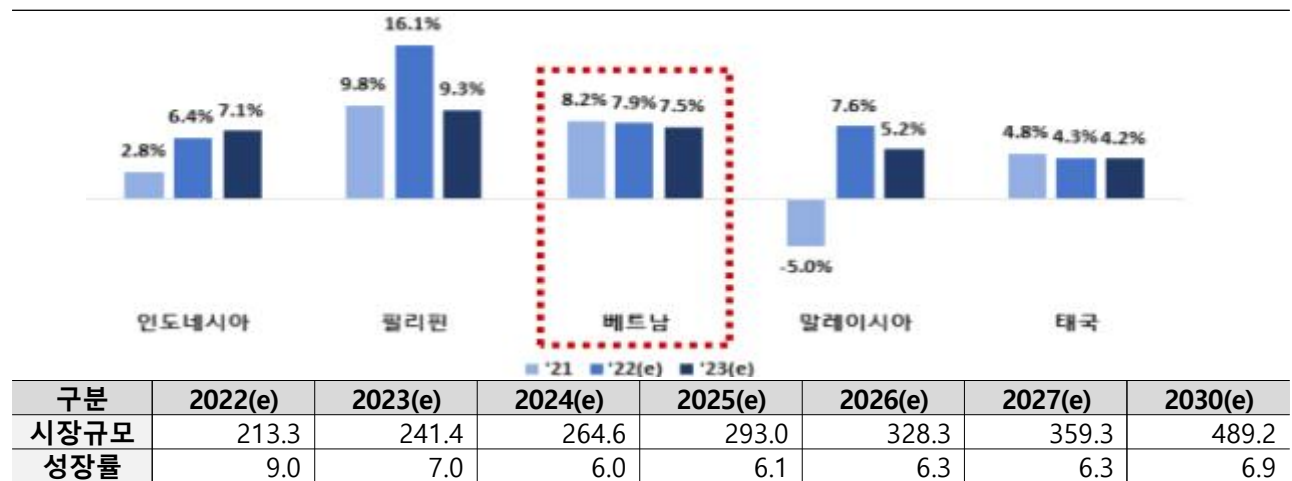
2. 타겟 시장의 규모 파악

□ 베트남 사회 인프라 시장 전망

- 베트남은 아세안 5개국 중 세 번째로 큰 건설시장을 보유하고 있으며, '22년 건설시장 호전 예상에 따라 아세안 국가 전반적으로 건설시장 성장세 전환이 전망
- 인도네시아는 1,307억 달러 규모의 아세안 내 가장 큰 건설시장을 나타내고 있으며, 뒤이어 필리핀(290억 달러) 및 베트남(206억 달러) 순

< 아세안 5개국 건설시장 성장률 및 전망 >

(단위 : 십억 달러, %)



* 출처 : KOTRA, 2023 베트남 진출전략, 2022

- 한편, 베트남 인프라 프로젝트의 지속적인 투자로, '23년 건설 부문 7.5%, 인프라 부문 6.3% 성장이 전망

< 베트남 건설시장 규모 및 전망 >

(단위 : 십억 동, %)

구분		2022(e)	2023(e)	2024(e)	2025(e)	2026(e)	2027(e)	2030(e)
건설	시장규모	478,701	533,130	589,825	653,058	722,933	800,210	1,084,620
	성장률	7.9	7.5	6.8	6.8	6.8	6.7	6.7
인프라	시장규모	116,029	127,746	139,647	153,091	167,857	184,356	244,261
	성장률	6.5	6.3	5.5	5.7	5.7	5.9	5.9

* 출처 : KOTRA, 2023 베트남 진출전략, 2022

□ 베트남 철도 현황

< 베트남 철도 현황 >

(단위 : km, mm, km/h)

번호	구간	길이	선로 간격	일 운행 횟수	최고속도
1	하노이 - 호찌민	1,726	1,000	18	90
2	야람 - 하이퐁	96	1,000	14	70
3	엔 비엔 - 라오까이	285	1,000	19	70
4	하노이 - 동당	167	이중궤	16	60
5	동안 - 판찌에우	55	이중궤	17	50
6	깍 - 하롱	106	1,435	14	50
7	깍 - 르우싸	56	1,435	-	-
8	하노이 레일 허브	41	1,000 & 이중궤	-	-
9	지선	100	-	-	-
합계		2,632	-	-	-



* 출처 : KOTRA, 2030년 베트남 남부 철도 개발 프로젝트, 2023

- (철도망 현황) 베트남의 철도망은 총 2,623km로, 북부와 남부를 연결하는 남북선이 주축이며, 35개 성과 도시를 연결하는 7개의 주요 노선으로 구성됨
- 1881년 건설된 이래 베트남의 물류 산업 및 지역 간 이동에 중요한 역할을 수행했으나, 최근 도로 건설의 확대로 점차 비중이 감소 중임
- 또한, 베트남의 낙후된 철도 인프라 및 비싼 비용은 다른 운송수단에 비해 철도의 경쟁력을 약화시키고 있음
- 또한, 베트남의 승객 운송, 화물 운송 부문에서 철도는 가장 활용도가 떨어지는 것으로 나타났다으며, 승객 수송률은 0.12%, 화물 운송률은 0.28% 수준에 불과함

< 베트남 물류 인프라 유형별 이용객 및 화물량('22) >

(단위 : 백만 명, %, 백만 톤, %)

구분	승객 수	비율	화물 운송	비율
철도	4.4	0.12	5.7	0.28
해운	7.6	0.21	108.9	5.42
내륙 수로	244.2	6.66	399.5	19.88
육로	3,358.7	91.67	1,495.2	74.40
항공	49.2	1.34	0.3	0.01
합계	3,664.1	100.00	2,009.6	100.00

* 출처 : General Statistics Office of Vietnam

- (유지보수 기업) 베트남 철도는 15개의 합작회사(민간)에서 유지보수를 시행하고 있으며, 정밀검측장비를 활용한 점검이 아닌, 육안검사 위주로 시행 중임

- 궤도/ 토목 분야의 유지관리를 위해 대다수 육안검사만을 시행하므로, 장비에 대한 베트남 내 수요가 많지 않아 투자대비 수익성 저하로 관련 업체들의 투자에 한계가 존재
- 원천기술 및 S/W가 사용되고 있으나, 이 부분은 해외 원제작사의 기술이전 대상에서 제외되고 있어 세부 설계기술 및 검사방법 등에 대한 접근이 거의 전무한 실정
- 정밀검측장비는 대부분 고가의 장비로 철도 안전관리 관련 예산의 대부분을 소모품에 사용하는 베트남의 경우 신규 장비 보급이 어려움

< 베트남 철도 유지보수 현황 >

(단위 : km)

구분	유지보수 업체	철도노선	총 연장
1	Yen Lao	Yen Vien - Lao Cai	151.3
		Pho Lu - Pom Han	11.097
2	Vinh Phu	Yen Vien - Lao Cai	115.75
3	Ha Thai	Bac Hong - Van Dien	38.729
		Yen Vien - Lao Cai	15
		Dong Anh - Quan Trieu	54.675
		Kep - Luu Xa	55.687
4	Ha Lang	Hanoi - Dong Dang	153.284
		Kep - Ha Long	103.827
		CaiLan - Ha Long	4.68
		Mai Pha - Na Duong	31.303
		Chi Linh - Pha Lai	15.491
5	Ha Hai	Hanoi - Ho Chi Minh City	12
		Hanoi - Dong Dang	13.615
		Yen Vien - Lao Cai	3
		Gia Lam - Hai Phong	96.65
6	Ha Ninh	Hanoi - Ho Chi Minh City	125.3
7	Thanh Hoa	Hanoi - Ho Chi Minh City	120.2
8	Nghe Tinh	Hanoi - Ho Chi Minh City	147.5
		Cau Giat - Nghia Dan	30
9	Quang Binh	Hanoi - Ho Chi Minh City	174.5
10	Binh Tri Thien	Hanoi - Ho Chi Minh City	176.7
11	Quang Nam - Da Nang	Hanoi - Ho Chi Minh City	146.8
12	Nghia Binh	Hanoi - Ho Chi Minh City	193.2
		Dieu Tri - Quy Nhon	10.3
13	Phu Khanh	Hanoi - Ho Chi Minh City	282
14	Thuan Hai	Hanoi - Ho Chi Minh City	167.8
		Da Lat - Trai Mat	6.724
15	Sai Gon	Hanoi - Ho Chi Minh City	180.588
		Binh Thuan - Phan Thiet	9.814

* 출처 : VNR, 2020

□ 타겟 시장의 규모

○ 베트남 내 총 2,623km 철도망 중 목침목이 설치된 교량 및 분기기 길이는 약 500km 조사되었으며, 일반적인 침목간 간격(0.4m)을 가정할 시 베트남 내 전체 합성수지침목 대체 시장 규모는 약 1조원 규모로 추산

* 합성수지침목 개당 가격 : 800,000원 (동양이화 합성수지침목 현재 단가 기준)

– 향후 베트남 철도 연장 계획에 따라 철도망이 연장될 경우, 대체 합성수지침목 시장 뿐 만 아니라 신규증설 교량 및 분기기에 사용되어 그 시장은 지속적으로 증가할 전망

○ 사전 현지답사를 통해 베트남철도공사 및 민간유지보수 시행사를 통해 제공받은 자료에 따르면, 2023년 기준 목침목 18,234개를 구입한 것으로 나타남

– 분기(10,161개) 및 교량(8,073개)

구분	유지보수회사	목침목	
		분기기	교량
1	Yen Lao	780	364
2	Vinh Phu	367	323
3	Ha Thai	599	715
4	Ha Lang	815	440
5	Ha Hai	1,729	1,381
6	Ha Ninh	340	268
7	Thanh Hoa	520	395
8	Nghe Tinh	600	382
9	Quang Binh	360	223
10	Binh Tri Thien	395	410
11	Quang Nam-Da Nang	1,325	1,000
12	Nghia Binh	500	740
13	Phu Khanh	525	800
14	Thuan Hai	397	470
15	Sai Gon	909	162
합계		10,161	8,073

* 현재 베트남에서 사용하고 있는 목침목은 방부제가 처리안된 목침목으로 교체수명이 3년 수준 밖에 안되는 상황으로, 목침목의 합성수지침목으로의 교체는 필수 불가결한 상황임

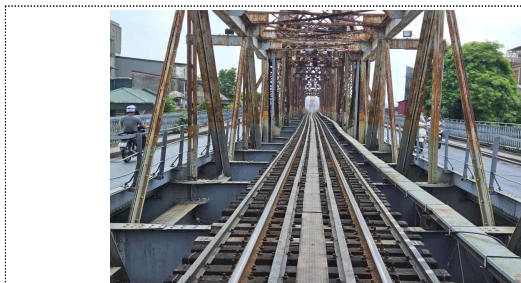
2절. 기술사업화 관련 법제도 환경 분석의 구체성

- (목침목 사용규정) 베트남의 경우 글로벌 협약에 따라 **크레오소트유 사용 목침목 사용이 제한**되어있으나, 크레오소트유 사용이 안된 **방부처리가 안된 목침목을 그대로 사용 중**
- (법인설립) 베트남의 법인설립 절차는 행정절차 상 애로요인과 비용적 낭비요소 高 ⇒ 초기 투자 비용에 따라 소요비용 및 기간이 확대됨에 따라 **일반 프로젝트 법인 형태로 설립 후 확장추진**
- (조달시장 등 진출) 최근 베트남 공공조달 시장이 급격히 성장하고 있는 반면, 외국 기업의 조달 비중이 낮은 실정 ⇒ **현지기업 파트너쉽**을 통한 현지 **간접조달** 진출을 초기단계 사업 모델로하고, **철도레일 프로젝트 단계에서 직접공공조달 시장 진출**

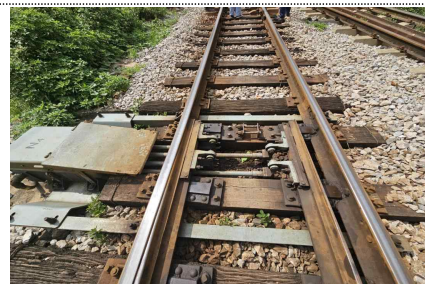
1. 기술개발 및 실증 관련 법·제도 분석

□ 베트남 크레오소트유 사용 목침목 관련 규정

- 베트남의 철도망은 총 2,623km로, 북부와 남부를 연결하는 남북선이 주축이며, 35개 성과 도시를 연결하는 7개의 주요 노선으로 구성되어 있으며, 콘크리트 침목과 목침목으로 구성
- 베트남에서 관리중인 교량은 641개소(8,073m), 분기기는 2,282틀이며(2023 기준) 침목 수량은 교량 약 20,000장, 분기 약 136,000으로 총 156,000장이 부설되어 있는 것으로 조사



< 교 량 >



< 분기기 >

- 분기기 및 교량에 사용 중인 침목은 일부 시험부설을 제외하면 모두 목침목인 것으로 조사되었으며, 대한민국과 마찬가지로 현재 환경문제로 인하여 목침목에 사용 중인 크레오소트유 사용이 금지되어, 방부처리가 된 목침목을 사용할 수 없는 상황
- 현재 베트남 교량 및 분기 유지보수를 위해 교체되고 있는 침목은 방부처리가 되지 않은 침목을 사용 중에 있으며, 방부처리가 되지 않아 그 수명이 약 3년에 불가함



< 방부처리가 되지 않은 목침목 >



< 목침목 가공 >

□ 현지 실증시설 구축 사업 승인 제도

- 베트남 철도의 개량은 베트남 국토부의 승인이 필요한 사항으로 시험시공 대상지 선정 후 설계서를 작성하여 국토부 승인 요청 추진 계획
- 베트남 행정업무 속도를 감안하여 2단계 사업 시작 직후(2024년)부터 합성수지침목 실증 부설 승인 요청 추진 예정

2. 사업화 관련 법·제도 분석

□ 베트남 법인설립 제도

- 베트남 기업법 상 여러 종류의 법인이 존재하나 외국인 투자자들이 베트남에 설립하는 법인은 유한책임 회사와 주식회사임
 - 합자회사는 무한책임 사원과 유한책임 사원으로 구성되는 회사로서 회사 채권자에 대해 직접·연대·무한 책임을 지는 무한 책임 사원으로 구성되는 합명회사와 구분
 - 합자회사의 유한·무한 책임 사원, 합명회사의 무한책임 사원, 유한책임 회사의 사원 등 여기서 "사원(Member)"은 일반적으로 회사에 고용되어 있는 종업원을 지칭하는 의미의 사원이 아니라 주식회사의 주주(株主)와 유사한 개념
- 베트남 법인설립 절차

구분	단계	주요내용
1	설립신청	▪ 제출 서류의 번역과 공증, 신청서 작성
2	투자허가서 취득	▪ 외국투자 회사의 투자허가서는 베트남 회사의 사업자등록증과 동일
3	법인설립 공고	-
4	법인설립 완료	▪ 법인인감, 세금코드 수령 * 도소매업, 부동산업, 무역업 등 외국인에게 조건부인 투자 분야는 유관 부처의 추가 심사가 필요하며, 총 투자 자본금이 300억 동(약 140만 달러) 이상인 경우, 업종에 관계없이 조건부로 분류되어 유관 부처의 심사 절차가 요구 * 보통 유관부처 심사에 많은 시간이 소요되므로 일반 분야로 회사를 설립한 후 추후 조건부 업종을 추가하거나 대규모 자본금이 필요없는 일반 프로젝트는 초기 자본금을 300억 동 미만에서 설립하고 추후 증자를 통해 자본금을 늘리는 방법이 효율적임

- 베트남에서 회사 설립 절차는 비교적 간소한 것으로 나타나 있으나 진출 기업들은 현장에서 딱 치게 되는 어려움으로 인허가 과정에서 복잡한 행정절차를 들고 있음
- 따라서 베트남 진출전에 충분한 검토와 반드시 전문가의 의견을 구함으로써 행정상, 비용상의 낭비 요소를 제거해야하며, 무형자산의 경우, 베트남에서 가치 평가가 쉽지 않아 고정자산으로 등록은 사실상 불가능한 것으로 판단

□ 베트남 공공조달 제도

- 베트남 조달시장은 과거에는 '분산조달'이라는 하나의 형태로 이루어졌으나, 2008년 베트남 정부의 효율적인 예산관리, 절약, 부패방지 목적에 따라 8년이라는 긴 시범기간을 거쳐 2016년 '집중조달'의 형태로 변화함
 - 베트남 정부는 2005년에 처음 제정한 입찰법을 2013년에 개정하는 등 입찰제도를 강화하고 투명성을 높여 부정행위를 방지하고자 노력하였으며, 2018년 6월 기준 시행효력을 가진 하위법령으로는 시행령 3개, 시행규칙 20개가 있음
 - 베트남 입찰법 20-26조에 따르면, 베트남 조달방식은 공개입찰, 제한입찰, 지명입찰, 경쟁오퍼, 직접구매, 자율구매, 특별구매, 공동구매 등 총 7가지로 구분되어 있으며, 이 중에 공개입찰, 지명입찰, 경쟁오퍼 등이 가장 일반적인 입찰방식임
 - 베트남 조달시장은 국제입찰과 국내입찰 간의 비율 차이가 매우 큰데, 2016년 기준 국제입찰은 3,995건으로 전체 입찰건수의 2%에 불과한 반면 국내입찰은 전체 입찰건수의 98% 비중을 차지
 - 조달 재원의 경우 우대차관* 및 정부예산 사업이 전체 입찰 건수의 98.2% 비중을 차지하는 반면, ODA 사업은 1.8%를 차지
- * 우대차관 : ODA 유상원조 최소 증여율(25%) 보다는 낮지만, 은행대출 보다는 유리한 조건으로 지원 받을 수 있는 차관
- 최근 베트남의 조달시장이 급격히 성장하고 있긴 하지만, 베트남 조달시장은 외국기업에 대한 입찰참가자격 조건을 별도로 두고 있으며, 우리 기업들이 제품만을 수출하고자 한다면 베트남 내국 기업을 통한 간접조달을 추천함. 직접조달의 경우 외국기업으로서 참가할 수 있는 국제입찰(2016년 전체 조달건수의 약 2% 가량) 기회가 매우 적음

○ 베트남 입찰법 15조 1항에 따르면 다음의 경우에 국제입찰로 진행됨

- 프로젝트 자금 투자자의 요구에 의한 국제입찰 실시
- 물품구매 패키지의 경우, 구매하고자 하는 물품이 베트남 국내 생산이 불가능한 물품이거나, 생산은 가능하나 가격, 품질, 기술적으로 요구조건을 충족하지 못하는 경우 국제입찰 실시(단, 구매하고자 하는 물품이 수입, 유통되고 있고, 통상적인 물품일 경우는 제외)

□ 생산·제조시설 환경보호 규정 구체화 및 생산자책임재활용(EPR) 의무 확대

- 개정 환경보호법은 생산 및 제조시설의 환경 보호규정을 구체화하고 생산자 책임 재활용(EPR)을 의무적으로 확대
- 경제구역·산업단지 내 생산기업의 폐수처리 및 폐기물 배출 모니터링 시스템 등의 환경 보호 및 관리 인프라를 정의하고 환경영향평가(EIA) 보고서에 따른 규정을 명확화

- 생산기업은 TVCN ISO 14001 또는 국제표준 ISO 14001의 규정에 부합하는 환경 관리 시스템을 구축해야 함. 배터리 및 축전지, 전기 전자제품, 타이어 및 튜브, 윤활유, 자동차 및 오토바이, 포장재를 생산하는 6개 분야의 기업은 생산자책임재활용(EPR) 의무 대상임
- 생산자책임재활용(EPR)대상 기업은 상품 및 포장을 직접 재활용하거나 베트남 환경보호기금에 재정적 기부를 하는 것 중 한 가지를 선택할 수 있음. 또한, 직접 재활용을 원하는 기업은 생산폐기물 및 포장재 재활용에 관한 세부 계획을 베트남 환경부에 등록하고 재활용 결과에 대한 연간 보고서를 베트남 환경부에 제출할 의무가 있음
- 반면에 직접 재활용을 하는 대신 베트남에 환경보호기금 기부를 선택한다면 기업의 상품 생산량 및 포장수량에 따라 기부금이 결정
- 기타 노동법 외 관련법
- 베트남 노동시장은 개정 노동법(2021.1.1.시행) 외에도 노동조합법(2013.1), 사회 보험법(2016.1* 2023년 개정 예정), 직업 교육법(2015.7), 고용법(2015.1), 노동안전위생법(2016.7) 등의 관련법 존재
- 상기 관련법 이외에 다수의 시행령과 규칙을 통해 개별 사안에 대해 별도로 규정하는 바 노동법 이외 아래와 같은 관련 규정을 숙지하여야 함

- 노동법 일부 내용의 세부 규정 및 시행 안내에 관한 시행령(148/2018/ND-CP, 2018.10.24)
- 근로계약의 내용, 단체교섭위원회, 출산 및 육아에 악영향을 미치는 업무, 직종에 관한 노동법의 일부 조항을 상세 규정하며 이행을 안내하는 시행규칙(10/2020/TT-BLDTBXH, 2020.11.12)
- 근로조건 및 근로 관계에 관한 노동법의 일부 조항을 상세 규정에 관한 시행령 (145/ 2020/ND-CP, 2020.12.14)
- 베트남 2022 년 7 월 최저임금에 관한 시행령(38/2022/ND-CP, 2022.6.12)
- 베트남에서 근로하는 외국인 근로자 및 베트남 내 외국 단체, 외국인을 위한 베트남 근로자의 고용, 관리를 규정에 관한 시행령(152/2020/ND-CP, 2020.12.30)
- 노동조합 재정에 관한 시행령(191/2013/ND-CP, 2013.11.21)
- 노동, 사회보험, 해외 인력송출 분야의 규정 위반에 대한 행정 처벌 시행령(12/2022/ND-CP, 2022.1.17)

<베트남 노동법 주요 내용 일부>

구분		내용
근로시간	기본근로시간	- 1 일 8 시간 주 48 시간 (주 단위로 근로시간 규정 시 1 일 10 시간, 1 주 48 시간)
	초과근로	- 1 일 정규근로시간의 50%를 초과하지 않을 것 - 주 단위 정규근로시간 적용 시 정규 및 초과근무 시간이 1 일 12 간, 1 개월 40 시간, 1 년 200 시간 초과 불가능(특수 업종의 경우 1 년 300 시간 초과 근로 가능) * 근로자의 동의 필요
		- 초과근로임금 지급 - 평일 : 150% 이상 - 주휴일 : 200% 이상 - 국경일 또는 유급 휴가일 : 300%(휴일 임금 100%+추가 200%) - 야간근로 시 : 통상임금의 30% 이상 수당 지급 + 통상주간근무 지급 임금의 20% 추가 지급 예) 야간초과근무 수당 계산 - 평일 야간초과근무 200% - 주휴일 야간초과근무 270% - 공휴일, 명절, 유급 휴가일 야간초과근무 390%

○ 조세 및 법인 설립 절차

- 베트남에 거래 및 투자를 하는 외국인 및 법인은 다음의 조세 규정을 적용 받아 과세 대상
2007 년 7 월 1 일부로 시행되고 법률 78/2006/QH11 과 본 법의 일부 개정법률
21/2012QH13 세무 관리법(Law on Tax Administration) 사전 검토 계획

○ 베트남 투자 유치 제도

- 외국인투자촉진법에 의해 베트남 개정 투자법이 2020 년 6 월 17 일 국회 통과, 2021 년 1 월 1 일 부로 효력 발생, 이에 따라 투자자들은 법률이 금지하는 분야(사회와 공공에 해가 되는 사업)를 제외한 모든 분야에 투자할 수 있음
- 관련기관 베트남 외국인 투자청(FIA : Foreign Investment Agency)
- 베트남 투자법이 규정하고 있는 직접 투자방식은 다음과 같음
1) 100% 외국인투자회사, 2) 합작투자회사(JVC), 3) 경영협력계약(BBC), BOT/BTO/BT 계약, 4) 개발사업 투자, 5) 자본 또는 주식의 매입, 6) M&A 를 통한 투자
- 외국인이 신규로 투자하거나 베트남 회사의 50% 초과 지분을 취득하게 되는 경우, 투자 등록허가서(Investment Registration Certificate)를 발급 받아야 하며, 50% 미만일 경우는 투자허가증 없이 기업등록허가서(Enterprise Registration Certificate)로 대체(필요시 투자등록 허가서 발급 가능)
- 투자허가서는 기업의 사업등록증의 기능이 없으며, 투자등록허가서를 발급받은 기업은 추가적으로 회사설립을 위한 기업등록허가서를 발급받아야 함
- 통상적으로 무조건 투자 허용 분야에 해당하는 경우 현지 법인 설립 소요시간은 서류 제출 일로부터 약 2 주 ~ 4 주 소요

○ 물류

- 국내 합성수지침목 제작 및 베트남 현지로의 해상/물류 이동을 위한 물류 현황 조사
- 총 36 개의 항만 중 1 급 항만은 하이퐁 심해 항만과 까이맵(바리아-붕따우) 항만 2 개임. 지역적으로는 북부 7 개, 중부 11 개, 남부 18 개 등으로 남부에 집중하여 분포되어 있음
- 또한 베트남 전역에는 63 개의 Dry Port(내륙 터미널)가 있으며, 추가적으로 6 개 조성 예정

<베트남 북부, 중부의 주요 항만>

북부	Hai Phong International Container Terminal (HICT)	- 수심 : 16m - 선박 선외 폭 : 660m - 접안 능력 : 14,000TEU 급 - 주요 용도 : 컨테이너선 전용부두 - 주용 장비 : 컨테이너 크레인 30대 - 현재 2차 공사 진행 중 베트남 북부 최대 컨테이너항
	Cai Lan Internaional Container Port (꽝닌성)	- 수심 : 10m - 선박 선외 폭 : 350m - 접안 능력 : 5,500TEU 급 - 주요 용도 : 컨테이너선 전용 - 주용 장비 : 컨테이너 크레인 5대
중부	Van Phong Port International Port (카인화성)	- 수심 : 22m - 선박 선외 폭 : 400m - 접안 능력 : 9,000TEU 급 - 주요 용도 : 종합 항구
	Chan My Port (트어티엔 후에성)	- 수심 : 13m - 선박 선외 폭 : 480m - 접안 능력 : 50,000DWT / 2,800TEU - 주요 용도 : 종합 항구
	Cua Lo Deep Sea (응애안성)	- 항구 접안 길이 : 3,020m - 접안 능력 : 5,500TEU 급

3절. 기술 실증 및 사업화 가능성 분석의 구체성

- (정책환경) 베트남은 국가차원에서의 철도개발 기본계획을 수립하면서, 기존 노후화된 철도의 고속화와 철도 노선 연장을 위한 플랜을 수립 ⇒ **철도 고속화 및 철도 연장** 추진에 따라 기존 노후화된 침목 대신 **고강도·고내구성의 합성수지침목 도입 타당성 확보**
- (수요자 및 이해관계자) 베트남철도공사 및 베트남 철도 운영 민간기업은 정부 철도 정책에 따른 프로젝트를 수행 중. 다만, **예산의 문제로 계획 대비 진척 미흡** ⇒ 현지 요구제품 및 예산을 고려, 제품단가 확보를 위한 **기술개발 타당성 확보**
- (경쟁기술 대비 차별성) 일본 및 중국 제품과 비교시 각각 가격/품질 경쟁력을 보유 ⇒ 현지 시장내에서 중국산 제품 비중이 高. 중국산 대비 가격경쟁력은 10% 수준 격차로 단 기간 **공정최적화를 통한 시장침투력 확보 가능성 高**
- (기술준비도) 국내 시장 TRL 9단계. 베트남에서는 **현재 현지검증 및 구매의향 발생 단계로 TRL 7 수준**

1. 현지 사업화를 위한 정책환경 분석

□ 베트남 국가철도 개발 기본계획

- 베트남 정부는 합리적이고 균형적인 전국 철도망을 구축하여 철도의 잠재력을 촉진하고 수송력을 증가시키기 위해 2002년 “2020년을 향한 베트남 국가철도 개발 기본계획”을 확정하였으며, 베트남철도의 지속 가능한 개발과 발전을 위해 기본계획 및 목표를 수립
 - 교통부문 뿐만이 아니라 전체 산업부문의 경제발전을 이끌어 나가는 선도산업으로 철도 육성
- 기본계획은 지역 및 국가개발계획과 연계된 철도 인프라시스템이 구축되어야 한다는 것을 강조하고 있으며, 베트남철도 현대화의 구체적인 실행목표를 다음과 같이 설정
 - 균형적인 철도망 구축으로 철도교통의 성장 잠재력을 극대화하여, 철도수송의 분담율을 철도화물운송은 25~30%(톤-km), 철도여객운송은 20~25%(인-km) 수준으로 증가시키고, 2020년 Ha Noi와 HCMC의 도시철도 수송분담율 20% 달성
 - 기존궤도는 개량하고 신선 건설시 기존궤도와 호환이 가능하여야 하며, 2020년까지 HaNoi~HCMC간 고속 남북노선을 10시간 내에 통행 가능한 표준궤간(1,435mm) 복선철도로 건설
- 기본계획에서는 기존선 개량, 신규 철도노선 건설, 도시철도 및 도시 연결철도 건설, 용량 증대 및 현대화 등 철도인프라 개발방향을 제시하고 있으며, 2010~2020년까지 베트남철도의 주요 인프라에 대한 투자를 실시

□ 철도개발전략(214/QD-TTg) 및 철도마스터플랜(1468/QD-TTg)

- 2015년 총리령으로 발표한 철도개발전략(214/QD-TTg)과 철도마스터플랜(1468/QD-TTg)에서 철도 인프라 개발을 위한 정책적 추진의지를 담아 2050년까지의 비전을 공표
- 기존 북남철도 노선의 현대화 및 개량화로 여객철도 80~90km/h, 화물철도 50~60km/h 속도 향상

□ 2021~2030 국가 마스터 플랜

- 2030년까지 구체적인 인프라 개발 방향과 프로젝트를 추진하고 2050년까지 선진국으로 도약하기 위한 계획을 수립
- 철도수송 분담률 여객 3~4%, 화물4~5%, 하노이와 호치민시의 도시철도 15~20% 향상
- 표준궤 북선의 북남고속철도의 350km/h로 운영할수 있도록 건설 (현재는 변경 250km/h)
- 산업단지, 허브항만, 관광지를 연결하는 철도노선에 대한 조사 및 건설
- 하노이시 및 호치민시 도시철도 건설 및 운영

□ 베트남 주요 철도 프로젝트 현황

- (남부 고속철도) 총길이 1,570Km, 사업액 558억달러 규모의 남북고속철도사업은 사업성에 대한 우려로 '10년 베트남 국회에서 사업이 잠정 중단됨(VNExpress, 2010)
- '17년 수정 철도법이 발효되어 고속철도에 관한 법적정비를 마무리하였고 베트남교통부는 남북고속철도사업에 대한 예비타당성 조사를 실시함 (VNExpress, 2019)
- (도시철도) 하노이 첫번째 도시철도인 2A호선(깃린-하동 구간)은 '10년 건설을 시작해서 현재 완료 되었으나 개통은 되지 않은 상태
- 총 길이 13.05km, 사업비 8억6천8백만 달러의 첫 번째 도시 철도는 중국 ODA자금과 베트남내 투자금으로 시행되었고 년에 개통 될 예정이었으나 '15 여러 차례 지연으로 현재까지도 개통되지 않음 (VNExpress, 2019)
- 하노이 두번째 도시철도인 3호선(년-하노이역 구간)은 '10년에 건설을 시작했으며, 호치민시의 첫 번째 도시철도 1호선(벤탄-쑤오이띠엔 구간)은 일본의 ODA와 국내투자금을 바탕으로 '12년에 건설이 시작됨(호치민시 도시철도청, 2020)
- 호치민시의 두 번째 도시철도인 2호선(벤탄-탐르영 구간)은 총 길이 11.3km로 3단계로 나뉘어 건설이 시행될 예정
- (베트남 철도 개량 사업) 베트남, 남북철도 개량 5개 프로젝트 2025년까지 추진
- 베트남 교통운송부가 5조3370억동(2억2770만달러)의 사업비를 투입해 남북철도 개량 5개 프로젝트를 23년 1분기에 착수 시작
- 정부는 현재 7개 노선 총연장 2,440km인 전국 철도망을 2050년까지 25개 노선 6,354km로 확장할 계획

□ **환경영향평가(EIA) 대상사업 명확화 및 세부 규정 마련**

- 개정 환경보호법은 프로젝트의 규모, 환경 자원(수자원, 광물자원, 토양자원)의 이용 정도, 환경 민감도와 같은 특정 요소를 기반으로 프로젝트가 환경에 미치는 영향을 네 그룹으로 분류하고 환경영향평가(EIA) 목록을 세분화할 예정
- 특히 환경에 미치는 영향이 거의 없는 그룹 Ⅲ·Ⅳ에 해당하는 사업의 경우 환경영향평가(EIA)의 의무에서 배제해 투자자의 투자비용을 완화

< 분류 그룹별 적용 환경영향평가(EIA) 요약 >

관리도구	그룹 I [환경위험높음]	그룹Ⅱ [환경위험있음]	그룹Ⅲ [환경위험경미]	그룹Ⅳ [환경위험없음]
예비환경영향평가 공적투자(ODA) 및 PPP (민관합작투자)의 경우 원칙적 으로 예비 환경영향평가 실시	그룹 I 로 분류된 모든 프로젝트	해당없음	해당없음	해당없음
환경영향평가 타당성 조사 또는 이에 상응하는 환경영향평가 보고서 수행	그룹 I 로 분류된 모든 프로젝트	그룹Ⅱ로 분류된 프로젝트의 경우 환경에 끼치는 민감요인을 검토	해당없음	해당없음
환경허가	폐수, 분진, 배기가스를 발생시키고 환경에 영향을 끼쳐 그룹 I ~Ⅲ 으로 분류된 프로젝트. 배출전 전 처리가 필요한 유해폐기물이 발생하는 프로젝트 (규정에 따라 ODA로 분류 되는 프로젝트는 제외)			
환경등록	폐기물을 생성하지만 환경 허가 요건이 적용되지 않는 프로젝트 (a) 현장에서 처리 가능하거나 성·시 별 정책에 따라 관리되는 소량의 폐기물을 생산하는 경우 (b) 관련 프로젝트가 국방 및 안보와 관련된 경우			

* 출처 : Allen&Gledhill, 2022

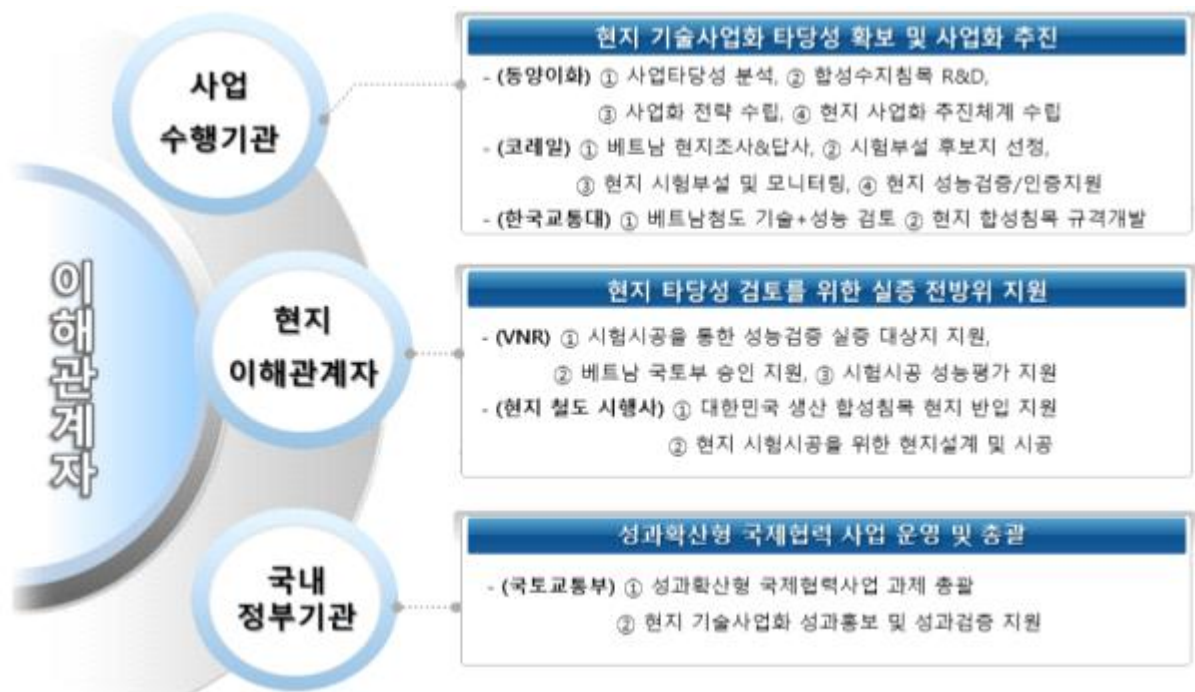
2. 수요자 및 이해관계자 분석

□ 수요자 및 산업여건 분석

< 이해관계자 분석 결과 >

구분	주요 내용	수용 및 대응방안
수요자 주요 Needs	- 베트남 철도 기본계획 등 정부 계획에 따른 신규 철도 레일 구축 확대로, 침목 수요 확대 추세 - 노후 목침목에 따른 철도 탈선 사고 등으로 막대한 사회적 비용이 발생하여 노후 침목에 대한 교체 수요 多 - 고품질·고비용 일본제품, 저품질·저비용 중국제품의 대체 제품 Needs 증가	- 베트남 철도 연장 계획에 따른 합성수지침목 수요 대응을 위한 공장 및 생산인프라 증축 - 저비용·고품질 합성수지침목 개발을 통하여 일본 및 중국 등 경쟁사 대비 합성수지침목 대체기회 제공
현지 정책/기후 여건상 고려사항	- 한국과 마찬가지로 방부제 사용 목침목 생산 및 활용 금지. 이에 따라 현재 방부처리가 되지 않은 목침목 사용에 따라 잦은 목침목 교체 문제 발생 중 - 베트남의 경우 고온고습한 기후 환경으로, 목침목의 부식이 상대적으로 빠른 환경으로, 이를 대체할 수 있는 새로운 유형의 침목에 대한 수요 多	- 합성수지침목의 현지 실증 사업화를 통한 제품의 안정성 및 차별성 제시 - 목침목 대비 고수명·고안정성 합성수지침목 사용 기회 제공 ⇒ 탈선 등의 사회적 문제 해결을 위한 대체 침목 도입 기회 제공
경쟁 여건상 고려사항	일본 제품 대비 가격 경쟁력 확보와 중국 제품 대비 제품 성능 경쟁력 확보가 필요	- 경쟁사 제품 사이 틈새시장을 공략한 사업화 제품 고도화 (가격경쟁력 확보) 기존의 2Track의 생산 공정을 본 기술개발 사업을 통하여 1Track으로 콤팩트화하여 생산 단가 절감을 도모 (기술경쟁력 확보) 합성수지를 통하여 제품의 내구성, 사용편의성을 제고하고, 추후 재활용이 가능하도록 설계하여 환경오염 및 유지보수 용이성을 제고

□ 이해관계자 현황



< 수요자 및 이해관계자 분석 >

□ 현지 이해관계자

○ (베트남철도공사) 베트남 현지 철도 운영사 및 프로젝트 기획 기관

① 시험시공을 통한 성능검증 실증 대상지 지원 ② 베트남 국토부 승인 지원 ③ 시험시공 성능평가 지원

○ (현지 철도 시행사) 베트남철도공사 발주 철도 프로젝트 운영 및 철도 서비스 운영 지원 등

① 대한민국 생산 합성침목 현지 반입 지원, ② 현지 시험시공을 위한 현지설계 및 시공

□ 국내 정부기관

○ (국토교통부) 성과확산형 국제협력사업과제 총괄

① 현지 기술사업화 추진 지원 ② 기술사업화 성과홍보 및 성과검증 지원, ③ 후속과제 기획 및 사업화 성과 확산 방안 검토

□ 사업수행 기관

○ (동양이화) 성과확산형 국제협력사업과제 주관기관

① 사업타당성분석 ② 합성수지침목 기술사업화 R&D ③ 사업화 전략 수립, ④ 현지 기술사업화 추진체계수립 및 사업화 추진

○ (코레일) 성능·인증검증 지원 및 현지 기술사업화 운영 지원

[① 베트남 현지조사&답사 지원, ② 시험부설 후보지 선정, ③ 현지 시험부설 및 모니터링, ④ 현지 성능검증/인증지원]

○ (한국교통대) 현지 기술사업화 규격 검증 지원

① 베트남 철도 기술+성능 검토, ② 현지 맞춤형 합성침목 규격 개발

3. 경쟁기술 분석



- 국외 경쟁기관을 소재를 기반으로 구분하면 크게 2개의 분류로 구분할 수 있음
- 폐플라스틱 침목기반 침목 제조사인 Tietex, Axion, Lankhorst가 대표적인 경쟁기관
 - 섬유와 폴리우레탄 기반의 침목 제조사인 일본 SEKISUI사, 기타 중국의 Luoyang Sunrui 등

□ 경쟁제품과의 기술경쟁력 비교 분석

< 대표 국외 경쟁기관 및 현황 >

제조사	국가	소재	제품	기술현황
TieTek	미국	85% 리사이클 플라스틱		• 국외 플라스틱 침목 상용화 • 주로 화물선로에 사용 • AREMA 기준 물성 수준
Axion	미국	리사이클 PE 플라스틱		• 국외플라스틱 침목 상용화 • 국내 상용화 실적 보유(공항철도, 소량) • AREMA 기준 물성 수준
SEKISUI	일본	유리섬유와 우레탄		• 국외 폴리우레탄 침목 상용화
Luoyang Sunrui	중국	유리섬유와 우레탄		• 중국 내수 폴리우레탄침목 상용화 • 국외 진출 모색 중

< 침목 소재별 정량적 소재 특성 비교 >

구 분	목침목 ¹⁾	플라스틱침목 ²⁾		합성수지침목		
		TieTek사	Axion사	일본 SEKISUI사 ³⁾	중국 Luoyang Sunrui사 ⁴⁾	동양이화 합성수지침목
인발하중 (나사스파이크)	40	35.6	31.6	65	75	81.60
힘강도	65	18.6	20.6	142	158	164
힘탄성계수	7,000	1,724	1,724	7,100	6,800	7,142
밀도	1.085	1.153	0.849	0.74	0.82	0.841
압축강도	60	16.5	20.6	80	72	93

※1) ,2) 출처: IHHA 2015 Conference21 – 24 June 2015 Perth, Australia

The International Heavy Haul Association (IHHA) is a world wide non-governmental, scientific and technological association of heavy haul railways and their advocates

3) SEKISUI사 제품 소개서

4) Luyang sunrui사 제품 소개서

□ 경쟁제품과의 가격 경쟁력 비교 분석

○ 침목 소재별 가격 경쟁력 비교

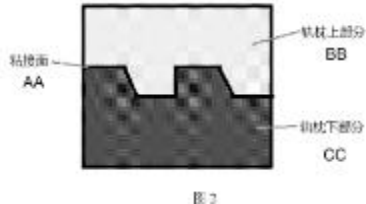
- 목침목 > 플라스틱침목 > 중국합성수지침목 > 동양이화 합성수지침목 > 일본 합성수지침목
- 목침목의 대체 침목으로 품질과 성능이 우수한 합성수지침목이 품질 우위에 있으나 가격 경쟁력 측면에서 합성수지침목은 고가
- 베트남 현지에서의 일본 합성수지침목은 가격 경쟁력에서 접근이 불가능한 정도의 가격 형성
- 가격 경쟁력 측면에서 중국 합성수지침목이 경쟁력 있음

< 베트남 현지에서의 침목 소재별 가격 비교 >

구 분	목침목	플라스틱침목	합성수지침목		
			일본 합성수지침목	중국 합성수지침목	동양이화 합성수지침목
가격 (만원/개, 3M 교량침목 기준)	20만원	50만원	120만원	80만원	90만원

□ 베트남 현지 선행특허 검토

- 베트남 내 관련 선행 특허 문헌 조사 결과, 침목 관련 선행 출원 특허 문헌은 확인이 되지 않았으나, 베트남 시장으로 해외시장 출원이 가능한 PCT 특허의 경우 유사 특허 2건이 존재

구분	WO2020-199365	WO2014-175576
출원일자	2019.06.17	2014.04.03.
출원인	QINGDAO HILYWILL ADVANCED MATERIALS TECHNOLOGY (CN)	KPX chemical(KR)
발명의명칭	MUTUALLY-EMBEDDED PHENOLIC RESIN COMPOSITE SLEEPER AND PREPARATION METHOD THEREFOR	COMPOSITION FOR SYNTHETIC RESIN SLEEPER AND METHOD FOR PREPARING SAME
주요도면		-
특징	- 수지 조성물에 대한 특허 - 페놀수지 조성	- 수지 조성물에 대한 특허 - 천연보강제(마, 린넨등) 사용

- 합성수지 침목의 조성 중심으로 청구항을 제시하고 있으며, 본 사업의 기술개발 아이템에서의 제조 공정 단순화를 통한 단가절감과 재활용을 위한 기술 구성이 없는 것으로 나타나 본 사업의 기술개발 결과물의 신규성 및 진보성을 확인함

□ 베트남 현지 침목 규격 분석

○ 베트남 철도공사는 합성수지침목에 관련된 규정을 보유하고 있음

- TCCS 02:2022/VNRA(Fiber-reinforced foamed urethane synthetic sleepers: Specification, test method, construction and acceptance -Part 1: For Railway and railway –bridge)

< TCCS 02:2022에 제시된 합성수지침목 규격 >

(a) 자갈궤도용 일반침목

궤간(mm)	길이(m)	높이(cm)	폭(cm)
1435(본선)	2.5	16	22
1000(본선)	1.8	14	22

(b) 교량침목

궤간(mm)	중심에서 종방향 빔 중심까지의 거리(m)	침목 단면적(W×H)(cm)	침목 길이(L) (m)
1,435	1.5 미만	20 × 22	3.0
	1.5 – 2.0	20 × 24	3.0
	2.0 – 2.2	20 × 26	3.0
	2.2 – 2.3	22 × 28	3.2
	2.3 – 2.5	24 × 30	3.2
1,000	1.5 미만	18 × 22	2.2
	1.5 - 1.7	18 × 22	2.4
	1.7 - 2.0	20 × 22	2.7

- 최초 목침목을 대체하기 위하여 개발된 합성수지침목은 높은 성능과 내구성을 갖추고 있어 분기, 교량구간 외에도 다양한 목적으로 적용될 수 있으나, 목침목의 2배 이상인 상대적으로 높은 가격은 시장 확대에 장애 요소임
- 베트남의 경우도 합성수지침목의 적용을 위해 2022년 중국 CJ/T 399-2012(섬유강화 폴리우레탄폼의 합성침목) 기준을 참조하여 합성수지침목의 규격, 성능 등을 정하고 있는 TCCS 02:2022를 제정한 바 있음
- 합성수지침목 관련 기준인 TCCS 02:2022에 제시된 구간 1,000mm의 협궤와 표준궤에 사용되는 합성수지침목의 규격은 다음과 같음
- 합성수지침목의 치수와 관련한 국내외 기준간 비교 결과는 다음과 같음

< 합성수지침목의 치수와 관련한 국내외 기준간 비교 >

구분		KRS TR 0007-15 (목침목)	JIS E 1203 (합성침목)	AREMA (합성침목)	ISO 12856-1 (합성침목)	TCCS 02:2022
보통 침목	일반	150×240×2,500	140×200×2,100~2,600	178×229×2,600~2,700	Type C 178×229×2,600~2,700	표준궤 160×220×2,500
	고속		150×240×2,600		Type B 150×250×2,600	협궤 140×220×1,800
분기 침목	일반	150×240×2,800~4,600	140×230×2,000~7,000	-	-	-
	고속		150×240×2,700~7,200	-	-	-
교량 침목	일반	230×230×3,000	200~240×200 ×2,100~2,700	-	Type A 140~250×200~300 ×2,000~8,000	표준궤 200~240×220~300 ×3,000~3,200
	고속		200~250×240×2,600~3,000	-		협궤 180~200×220×2,200
이음매 침목	일반	150×300×2,500	140×300×2,100~2,600	-	-	-
	고속		150×350×2,600	-	-	-

- TCCS 02:2022에 제시된 교량침목 규격은 해외기준 대비 다음과 같은 차별성이 있음
- 해외기준 대비 큰 단면 : 일반침목(JIS 140×200, TCCS 160×220)
- 해외기준 대비 다양한 규격 : (교량침목 JIS 200~240×200×2,100~2,700, TCCS 200~240×220~300×3,000~3,200)
- 분기침목 및 이음매 침목에 대한 기준 없음
- 침목의 규격은 침목의 가격과 밀접한 관계를 가진 인자로 하중, 환경 등의 영향을 고려하되, 경제성을 제고하기 위해서는 단면을 최적화하고 단순화할 필요가 있음
- 관련하여 베트남철도공사와 다음과 같은 연구가 필요함
- ① 보통 및 교량침목에 대한 최적단면, ② 교량침목 규격의 단순화, ③ 분기 및 이음매침목 규격 마련
- 관련 연구를 통하여 표준궤 및 협궤에 사용되는 합성수지침목 규격의 최적화를 통하여 합성수지침목의 경제성을 확보하고 동양이화 침목의 적용성을 제고할 수 있음

4. 국내 기술의 준비도

가. 국내 내 기술수준(TRL 단계 : 9단계)

- 합성수지침목 제조 및 유지관리기술은 2017년부터 2021년까지 수행된 국토교통부의 철도기술 연구개발사업을 통해 개발 후 성능검증 및 상용제품 생산라인 구축 (TRL 9)
- 2021년 5월 경원선 왕십리-청량리 간 한천교 120m 구간에 시험시공 (TRL 7)
- 2021년 경기도 공장에 대량 양산이 가능한 생산라인 구축 (TRL 9)
- 2022년 6월 국가철도공단 철도시설성능검증 최종 통과 (TRL 8)

구분		현재	종료 시점	단계별 설명
실용화 단계	TRL 7	☐	☐	【시제품 신뢰성평가】실제 환경에서 시제품 데모
	TRL 8	☐	☐	【시제품 인증】상용제품 시험평가 및 신뢰성 검증
양산단계	TRL 9	☒	☒	【사업화】상용제품생산

○ 현재 기술 수준(TRL 9) 입증 근거

- 2021년 5월 경원선 왕십리-청량리 간 한천교 120m 구간에 시험시공 (TRL 7)
- 2021.04.20.~2021.05.22. 총 31일간 시험시공 수행
- 2021.05 ~ 2022.03. 현장 모니터링 및 현차주행성능시험 수행
- 2020.06.11.~2022.06.22. 국가철도공단 철도시설성능검증 완료 (2023.07.24) (TRL 9)
- 2021년 경기도 평택 공장에 대량 양산이 가능한 생산라인 구축 (TRL 9)



합성수지침목 시험평가 및 신뢰성 검증 근거 (철도시설 성능검증)



<현장실증 시험시공 현장 (청량리 한천교)>



<현장실증 시험시공 현장 (오송역)>

관리번호 : 제 KR-2023-05호

철도시설 성능검증서

철도시설의 명칭	합당유지업체		문 야	제도
개발업체 또는 개발자	업체명	한국교통대학교	법인(사업자) 등록번호	151173-100017096
	정 명 (대표자)	권민수	생년월일	1967.11.03.
	주 소 충청남도 아산시 대소원면 대하로 50			
적용범위	1. 적용구간: 교량침목 적용구간 2. 최고속도: 200km/h 3. 최소자선반경 등 선형조건: 없음 4. 기타 제한 조건: 없음			

위 철도시설에 대하여 국가철도공단 「철도시설 성능검증지침」 제12조 제8항에 따라 성능검증서를 교부합니다.

2023. 7. 26 일

국 가 철 도 공 단 이 사 장

국립교통대학교장인

<철도시설성능검증서 (청량리 한천교)>



<시험시공현장 현차주행성능시험 보고서 (오송역)>

○ 합성수지침목 완제품 납품 실적 (TRL 9)

연번	활용 형태	사업명	발주처명	기술 분야	계약년월	납품일	실적금액 (천원)	비고
1	사업화	합성수지 침목	한국철도 공사	철도교 통	22.11.07	23.03.07	2,410,800	[증빙1] ■ 물품구매계약서 ■ 물품납품 실적 증명원
2	사업화	합성수지 침목	대구교통 공사	철도교 통	23.02.15	23.02.15	161,000	[증빙2] ■ 물품구매계약서 ■ 물품납품 실적 증명원
3	사업화	합성수지 침목	서울교통 공사	철도교 통	23.05.18	23.10.15	3,078,880	[증빙3] ■ 물품구매계약서

나. 베트남 현지 내 기술수준 (TRL 단계 : 7단계)

○ 본 기술 개발 제품의 현지 내에서의 기술 사업화 단계는 수요기업(베트남철도공사)에서의 (경쟁제품의) 실제 환경에서 성능검증, 관련규격 제정 및 신뢰성 평가가 이루어지고 있는 등 TRL 7단계 수준

– 현지 기술 수준(TRL 7) 입증 증거

 <베트남 합성수지침목 규격서>	 <경쟁사 제품 실제 환경 부설 현장>
--	---

○ 현지 제품 대비 기술개발 수준 비교

구분	주요내용
[현지 사용 목침목] 	▪ (기술력) 베트남 자체 침목(목침목 및 합성수지침목 포함) 제조 기술 미보유 ▪ (구입현황) 대부분의 침목을 수입하여 사용 중 - '23년 기준 전체 사용 침목 중 74.2% 가량 중국산 침목을 사용 중 - 베트남에서 생산한 제품의 경우 6.1% 수준에 불과 * 베트남철도공사 제공 자료 ('23) ▪ 현재 방부제가 처리되지 않은 목침목을 대체 침목으로 사용하고 있는 중으로, 부식 등의 문제로 대체침목 수요가 확대 중
[동양이화 합성수지침목] 	▪ (기술력) 기존 목침목, 플라스틱침목 대비 강도가 높고 우수함. 일본산 합성침목과 동등한 기술수준이나, 가격 경쟁력을 확보 ▪ 베트남 현지의 특성(기후, 열차규격 등)을 반영하여 기술개발 및 공인인증 추진 시 향후 베트남 현지 납품 가능성 高 - TRL 단계와 별개로, 시장내 경쟁력 확보를 위하여 공정최적화를 통하여 가격경쟁력 확보 추진 중 - 추가적으로 시장내 지속가능성 확보를 위하여 재제조 기술을 확보할 예정

3장. 기술개발 및 현지 실증계획의 적절성

1절. 기술개발 계획의 적절성

- (기술개발의 목표) 베트남 현지 최적화 **합성수지침목 개발 및 실증을 통한 제품고도화**
- (기술개발의 적절성) 동양이화 합성수지침목은 **베트남 합성수지침목 표준에 부합**하며, 현지최적화를 위하여 **합성수지침목 규격(안)을 제시하고 실증 연계**할 예정
- (추진절차의 구체성) 1단계(현지 사업화 사전타당성을 검증)→2단계(현지최적화 합성수지침목 개발 및 현지제품 실증)→3단계(현지 사업화 및 판로 확대) ⇒ **단계별 추진절차를 마련하여 기술개발 및 실증을 추진**할 계획
- (산출물 및 성능평가 방법의 적절성) 합성수지침목 관련 강도/물흡수율 등 주요 지표에 대하여 **KOLAS와 연계하여 합성수지침목의 성능을 검증**받고, 수요처를 대상으로 **만족도 조사**를 통해 **제품의 경쟁력 확보 및 환류 방안**을 수립

1. 목표의 적절성

- 연구개발 목표

비전 “베트남 현지 최적화 합성수지침목을 통한 현지사업화 및 시장확대”



- 최종 목표 : 베트남 철도 교량 및 분기기에 최적화된 고강도 합성수지침목 기술 개발

최종 연구개발성과물	기술성숙도(TRL)		설정근거
	연구착수시	연구종료시	
베트남 현지 최적화 합성수지침목 제조기술확보	TRL 7	TRL 9	○ (연구착수시) 국내 사업화 기술 ○ (연구종료시) 본 사업을 통해 제조기술 고도화 합성수지침목을 개발(기존 개선 기술)하여 베트남 현지에서 사업화 추진

□ 현지 철도 레일 특성을 고려한 연구개발목표 적절성

- 동양이화 합성수지침목은 베트남 합성수지침목 표준인 “TCCS 02:2022/VNRA Fiber-reinforced foamed urethane synthetic sleepers Specification and test method”의 기준 충족하며, 베트남 맞춤형 합성수지침목의 개발목표도 베트남 합성수지침목 표준을 충족하도록 설정하였음

TCCS

TIÊU CHUẨN CƠ SỞ

TCCS 02:2022/VNRA

Xuất bản lần 1

TÀI VẬT SỢI TỔNG HỢP - YÊU CẦU KỸ THUẬT, PHƯƠNG PHÁP THỬ,
THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU – PHẦN 1: TRÊN ĐƯỜNG VÀ CẦU ĐƯỜNG SẮT

Fiber-reinforced foamed urethane synthetic sleepers: Specification, test method,
construction and acceptance – Part 1: For Railway and railway-bridges

HÀ NỘI - 2022

Độ bền chống nhỏ của đỉnh đường ray	kN	≥ 40	Mức 5.10	
Khả năng chống cháy	-	Cấp HB	Mức 5.11	
Tính chất điện	Điện trở suất bề mặt	Ω	≥ 1,0 × 10 ¹⁰	Mức 5.12
	Điện áp đánh thủng	kV	≥ 50	Mức 5.13
Độ bền thời tiết (sau 1000 giờ tác động của đèn tia cực tím UVB)			Mức 5.14	
Tính chất cơ vật liệu sau thử nghiệm thời tiết	Độ bền uốn	MPa	≥ 50	Mức 5.5
	Modul đàn hồi	GPa	≥ 4.2	Mức 5.5
	Cường độ nén	MPa	≥ 50	Mức 5.6

Chỉ tiêu	Đơn vị	Yêu cầu kỹ thuật	Phương pháp thử	
Khối lượng thể tích	g/cm ³	0,74±0,10	Mức 5.3	
Độ hút nước	mg/cm ²	≤ 10	Mức 5.4	
Độ bền của vật liệu	Độ bền uốn	MPa	≥ 70	Mức 5.5
	Modul đàn hồi	GPa	≥ 6	Mức 5.5
	Cường độ uốn	MPa	≥ 40	Mức 5.6
	Độ bền cắt	MPa	≥ 7	Mức 5.7
	Phụ tải chịu tải	kN	≥ 170	Mức 5.8
	Độ bền mài	-	Mức không mài mòn 100000 chu kỳ chà nhám	Mức 5.9

항목	연구개발 목표치	베트남 TCCS 02:2022/VNRA Technical requirements	현 양산품 동양이화 합성수지침목 결과
밀도	0.74± 0.1	0.74± 0.1	0.747
물흡수율	≤10	≤10	3.3
굴곡강도	≥70	≥70	164
굴곡탄성율	≥6	≥6	7,142
압축강도	≥40	≥40	93
전단강도	≥7	≥7	11.8
내휨하중	≥170	≥170	215
인발하중 (나사스파이크)	≥40	≥40	69.25
절연저항	≥1.0x10 ¹⁰	≥1.0x10 ¹⁰	3.0x10 ¹⁴
파괴전압	≥20	≥20	51.5
난연성	UL94 HB	UL94 HB	UL94 HB
피로 내구성	100,000회 피로 후 균열 없을 것	100,000회 피로 후 균열 없을 것	100,000회 피로 후 균열 없음

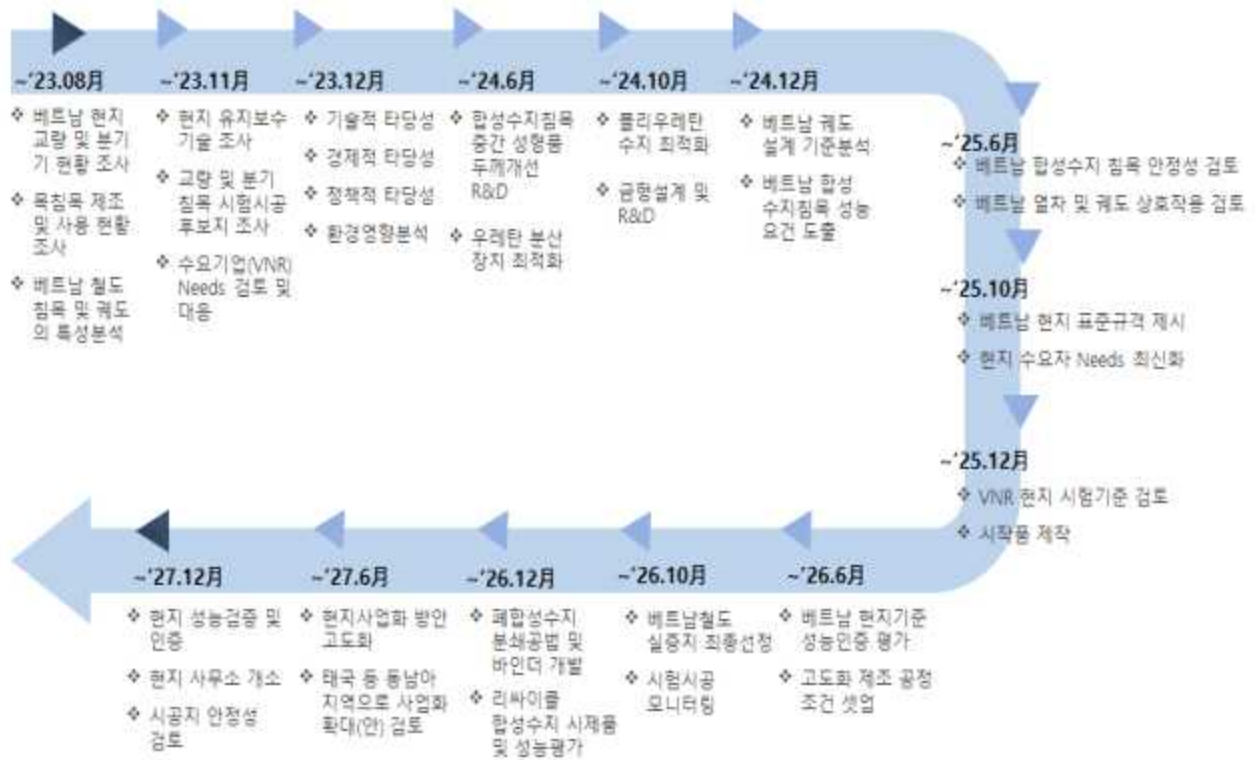
- 추가적으로 베트남 현지 사전 답사를 통해 베트남 현지에 맞춤형 침목 규격을 제안하고, 해당 규격 맞춤형 합성수지침목 개발 및 납품을 목표로 함

2. 추진절차의 구체성

가. 연구개발과제 단계별 목표

구분	연구개발목표	핵심 연구개발성과 (연구개발성과물)		현재 국내·외 기술수준	연구개발 목표치	목표치 설정 근거	가중치 (%)
1단계 (2023)	사전타당성조사	타당성조사 보고서		-	타당성조사	분석보고서	-
2단계 (2024 ~2026)	교량 및 분기용 합성수지침목 제조기술 고도화 기술개발	공인성적서	밀도	0.74± 0.1	0.74± 0.1	TCCS 02:2022/VNRA	40
			물흡수율	≤10	≤10	TCCS 02:2022/VNRA	
			굴곡강도	≥70	≥70	TCCS 02:2022/VNRA	
			굴곡탄성율	≥6	≥6	TCCS 02:2022/VNRA	
			압축강도	≥40	≥40	TCCS 02:2022/VNRA	
			전단강도	≥7	≥7	TCCS 02:2022/VNRA	
			내휨하중 20만원	≥170	≥170	TCCS 02:2022/VNRA	
			인발하중 (나사파이프)	≥40	≥40	TCCS 02:2022/VNRA	
			절연저항	≥1.0x10 ¹⁰	≥1.0x10 ¹⁰	TCCS 02:2022/VNRA	
			파괴전압	≥20	≥20	TCCS 02:2022/VNRA	
			난연성	UL94 HB	UL94 HB	TCCS 02:2022/VNRA	
			피로 내구성	100,000회 피로 후 균열 없을 것	100,000회 피로 후 균열 없을 것	TCCS 02:2022/VNRA	
	교량 및 분기용 합성수지침목 현지 시험 부설 및 성능검증	베트남 현지시험 부설		-	시험부설	부설확인서 (베트남VNR)	10
		현장계측 및 모니터링		-	현장계측 및 모니터링	모니터링 보고서	10
		폐합성수지침목 리사이클 기술개발		시제품	-	공인성적서	시제품
3단계 (2027)	사업화	사업화 보고서		-	사업화	사업화 건수	30

나. 연구개발 세부 단계별 추진내용



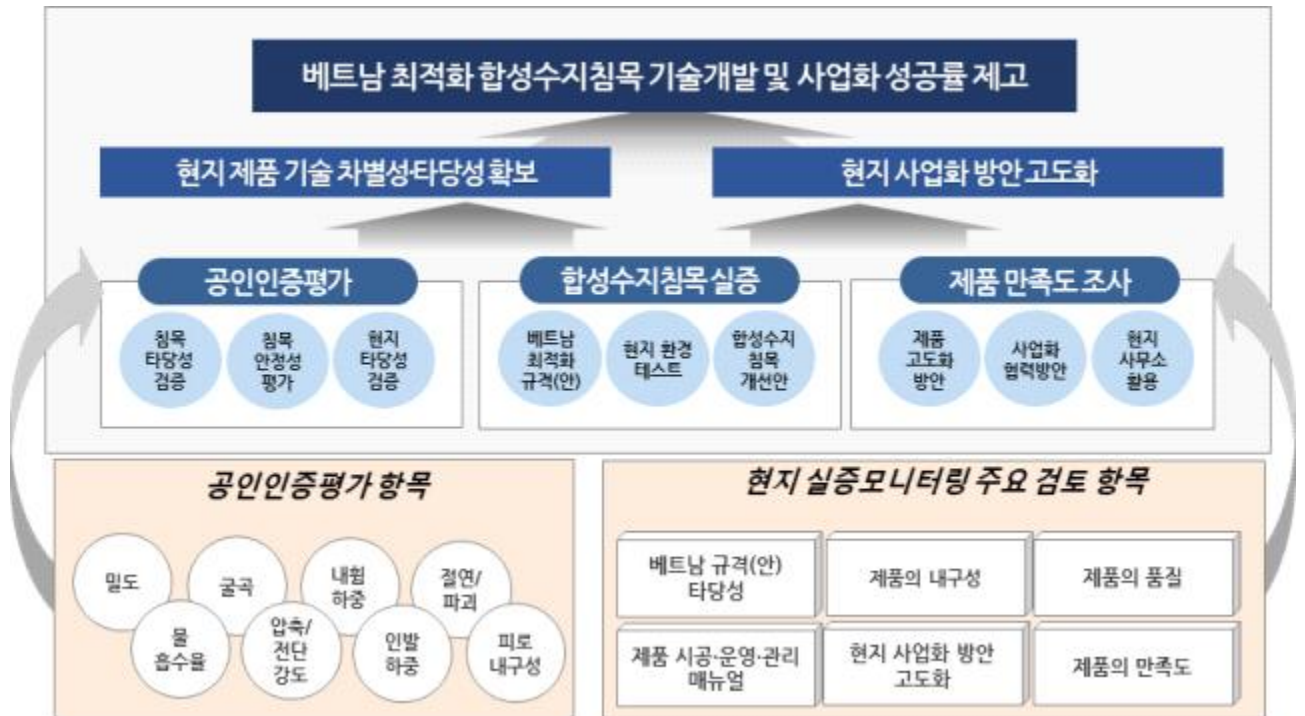
□ 1단계

기간	단계별 주요 연구활동	세부추진내용
1 단계	■ 베트남 철도 현장조사	- 베트남 현지 교량 및 분기기 현황 조사 - 목침목 제조 및 사용 현황 조사 - 베트남 철도침목 및 궤도의 특성분석 - 현지 유지보수 기술 조사 - 교량 및 분기침목 시험시공 후보지 조사
	■ 사업 타당성 분석	- 베트남 현지 정책적 타당성 - 환경 영향 분석 - 현지 법규, 규정 분석 - 사회·문화적 타당성
	■ 사업화 방향 설정	- 수요자의 정량적 NEEDS 파악 - 수주 전략 수립 - 수주 리스크 대응방안 수립 - 베트남 사업화 경쟁구도/시장 분석 - 생산/유통/판매 방향 설정

□ 2~3단계

기간	단계별 주요 연구활동	세부추진내용
2 단계	■ 합성수지침목 제조 고도화	- 합성수지침목 제조 공정 단축을 위한 중간성형품 두께 증가 성형 기술 개발 - 고도화 기술 개발을 위한 우레탄 분산 장치의 최적화 개발 - 고도화 기술 개발에 적합한 폴리우레탄 수지 최적화 개선 - 고도화 기술 적용을 위한 금형 설계 및 기술 개발
	■ 교량 및 분기용 합성수지 침목 현지 최적화	- 베트남 궤도설계기준 분석 - 베트남 궤도설계기준에 따른 합성수지침목의 성능요건 도출 - 베트남 궤도설계기준에 따른 합성수지침목 안전성 검토 - 베트남 열차 및 궤도 상호작용을 고려한 합성수지침목 안전성 검토
	■ 교량 및 분기용 합성수지 침목 시제품 제작, 성능 시험	- 교량용, 분기용 베트남 현지 침목의 표준 규격 최신본 입수 - 현지 수요자의 추가 요구 성능에 대한 NEEDS 파악 - 시제품의 현지기준 평가를 위한 베트남철도공사를 통한 현지 기준 시험 평가 방법 조사 - 베트남 현지 기준 시험 인증기관 조사 및 인증 평가 실시 - 제조 고도화 기술 적용 생산 제조 공정 조건 셋업
	■ 개발품 현지 시험부설 및 모니터링	- 베트남 철도 시험시공개소 최종 선정(교량 및 분기기) - 시험시공 모니터링 항목 도출 - 현지 시험시공 및 모니터링
	■ 폐합성수지침목 리사이클 기술개발	- 폐합성수지의 분쇄 및 파쇄 공법 개발 - 우레탄 수지 바인더 개발 - 우레탄 수지 바인더와 분쇄 폐침목의 최적화 비율 선정 - 리사이클 합성수지침목의 시제품 제작 - 리사이클 합성수지침목의 역학적 성능 평가
3 단계	■ 현지사업화 방안 도출	- 이해관계자 분석, 네트워크 형성, 협력체계 구축 - 합성수지침목 현지화 판매 정책 수립 - 합성수지침목 사업화 생산 기반 투자 및 구축 - 현지 설명회 및 전시회 참여 - 수요처 수주
	■ 해외 사업화 확대	- 인근 국가 수요처 발굴을 위한 정보수집 활동 - 태국 철도운영기관 네트워크 형성 - 인도네시아 철도운영기관 네트워크 형성 - 현지 시장 확대를 위한 준비사항 마련 - 리사이클 합성수지침목 소재의 적용 영역 확대
	■ 현지 성능검증 인증	- 시험시공 개소 계측 및 모니터링을 통한 성능검증 인증 - 베트남 현지 인증 추진
	■ 시공지 안정성 검토	- 시험 시공지 열차 및 궤도 특성 분석 - 시험 시공지 여건을 고려한 합성수지침목 안전성 검토

3. 산출물 및 성능평가 방법의 적절성



□ 공인인증 성능평가 추진

- 현재 베트남 내 합성수지 침묵 관련 규격은 있으나, 이와 관련한 성능테스트 기관이 부재한 관계로, 국내 시험인증기관을 통해 성능 인증을 우선 획득 진행
- 인증 받은 시험성적서를 한국인정기구(KOLAS)와 연계하여 베트남 현지에서 주요 성능에 대한 검증을 추진

* 시험항목 : 합성수지침묵의 밀도/물흡수율/굴곡강도/굴곡탄성률/압축 및 전단강도/내침하중/절연저항/파괴전압/난연성/피로내구성 등 추후 수요처에서 추가적으로 제시한 항목을 포함하여 진행할 예정

□ 합성수지침묵 규격(안)의 현지 실증 및 안정성 검증

- 현지 합성수지침묵의 경우, 베트남에서의 합성수지침묵 규격 뿐 만 아니라 현재 산재된 베트남 표준규격에 대한 표준규격(안)을 제시하고, 이와 연계하여 진행할 예정

□ 현지 기술수요처의 기술 성능에 대한 만족도 조사

- 수요처인 베트남철도공사 및 베트남 현지 철도운영기관 대상으로 합성수지침묵에 대한 만족도를 진행하고, 도출된 개선안을 반영하여 최종적인 베트남에 최적화된 합성수지침묵을 개발할 예정

2절. 실증 전략의 적절성

- (기술/사업 이슈 대응계획) 베트남 현지 기후 및 철도 규격의 국내와의 차이에서 발생된 실증 과정에서의 이슈의 경우 **지속적인 원료 변경 또는 설계 고도화를 통해 해결**할 예정. 추가적으로 합성수지침목 시공/유지/보수 등 전 주기에 대한 **매뉴얼을 수립하여 제공할 계획**
- (실증부지 확보 방안) 사전 답사를 통해 실증 후보지를 선정하였으며, **실증 부지 및 향후 수요처인 베트남철도공사의 최종적인 의견을 반영**하여 하노이 인근의 Gai Lam 역을 후보지로 선정
- (실증추진 네트워크) 베트남의 경우 현재까지는 공공조달을 통한 직접 사업화 추진보다는 현지 기업을 활용한 간접 사업화가 비용적·시간적 효율성 有 ⇒ 현재 **현지 철도운영 및 유지 보수 지원 기업과 네트워크를 형성**하고 관련 사업화 진행을 위한 논의를 진행 중

1. 기술적/사업적으로 예상되는 이슈에 대한 대응절차 및 계획 여부

□ 실환경에서 예상되는 기술오류

- 기술개발 전단계에서 동양이화의 합성수지침목은 국내 환경에서 시험인증이 마무리되어 상용화 추진 중(TRL 9단계)이나, 베트남 현지에서 실증 과정에서 일부 기술적 오류가 발생할 가능성이 다소 존재
 - (열차 하중) 국내와 베트남의 열차하중이 상이하며, 탑승정원도 다소 상이
 - (대응방안) 기술개발 목표 상 압축강도 및 전단강도 등 국내 기준치 대비 높게 설정하였으나, 실증 과정에서 기술적 오류가 발생 시, 하중과 관련된 개발 목표치를 기존 대비 10% 이상 높게 설정하여 안정성을 제고할 예정
 - (물 흡수율) 국내와 달리 베트남의 경우 고온고습한 기후적 한계로 인하여 합성수지침목으로 예상 대비 높은 흡수율을 나타낼 가능성이 다소 존재
 - (대응방안) 해당 문제 발생 시 합성수지침목의 재료 배합을 재설계하여 물흡수율을 저감하여 현지 최적화 추진할 예정
 - (철도 규격 상 오류) 베트남의 경우 표준궤 및 협궤가 혼용되어 사용되고 있으며, 각각의 경우 침목에 가해지는 열차 하중 분포가 달라짐. 또한 설치 시공 시 침목이 설치되는 높낮이가 달라 현장 작업 방식이 달라짐
 - (대응방안) 표준궤 및 협궤에서 베트남 열차 하중을 고려하여 최고 하중에 준하여 강도를 개선할 예정. 또한 베트남 현지 특성을 고려하여 합성수지침목 설치 및 운영·관리 매뉴얼을 수립하여 수요처에 배포할 계획

□ 예상이슈의 대응 계획

- (실증 부지 변경) 당초 검토한 실증 부지가 현지 정부 등 이해관계자의 내부적 검토 결과 실증 부지가 의도치 않게 변경될 경우를 대비하여, 실증 추진 전부터 베트남 현지의 다양한 철도 환경에 대하여 모니터링하고, 각각의 경우에 대한 대응책을 마련하고자 함
- (실증 추진 지연) 현지 사전 답사 결과, 철도 운영이 일정치 않고 국내 대비 철도의 가동 속도가 상대적으로 낮게 나타나, 목표한 실증 추진 결과 데이터 확보에 지연이 될 가능성이 존재. 향후 이런 상황을 대비하여 실증 후보지를 추가 실증 장소로 섭외하여 실증 데이터 확보 효율성을 제고하고자 함

2. 실증부지 마련 및 관련 인프라 확보방안의 적절성

□ 실증 대상지 선정 조건

- 실증 대상지는 합성수지침목의 사용 가능성이 높은 분기기 및 교량을 대상으로 진행할 계획
- 베트남철도공사의 유지보수 자회사인 'Ha Thai', 'Ha Hai', 'Quang Nam - Da Nang', 'Sai Gon'을 방문하여 현장조사를 실시하였음
- 현장조사 결과 8개소의 교량 및 분기기를 후보로 선정하였으며, 베트남철도공사와의 협의를 통해 2곳을 최종 후보로 도출함
- 구간별 열차통과 톤수, 속도를 감안해 베트남철도공사 본사가 있는 하노이 인근으로 최종선정

	
<Sai Gon 유지보수 회사>	<Quang Nam - Da Nang 유지보수회사>
	
<교량 후보지>	<분기 후보지>

□ 실증 대상지

- (분기기) 하노이 인근의 Gai Lam 역을 후보지로 선정
- Gai Lam역은 중국에 연결된 선로로 협궤와 표준궤를 동시에 사용 중이며, 분기기는 전량 목침목을 사용중에 있음

	
<협궤와 표준궤가 혼합된 분기>	<Gai Lam 역 선로>

	
<분기침목 사진>	<노후된 분기침목>

○ (교량) 하노이 인근에서 유지보를 관할 하는 Ha Ninh Railway 구간의 교량 1개소를 대상으로 선정

– 하노이 호치민 노선에 위치한 Ganh 교량을(20m) 대상으로 선정

	
<무도상교량>	
	
<교량침목 사진>	<교량침목 고정장치>

구분	내용
지역	하노이
구분	교량/목침목
현황	• 관리기관 Ha Ninh Railway company - 베트남철도공사 소속의 철도 유지관리 회사 • 교량 길이 - 하노이역 +14km지점 598mm 길이 교량 • 철도궤도 현장 조사 - 목침목 상태 매우 불량 - 베트남철도공사에서 자체 개량 - 200*200 *2400mm 침목 목침목 44장 부설 - 협궤. 열차하중에 따라 사이즈 달리함 - 하노이역에서 14km 598m구간으로 하노이-호치민 노선에서 열차가 가장 많이 운행되는 구간 - 한국 230*230 합성수지침목 시공 문제없음 - 교량도 낮에 하루 종일 공사. 열차 운행 사이 사이 공사 진행

□ 실증 규모

- (분기기) 하노이 인근의 Gai Lam 역
 - 분기기용 합성수지침목 50개
- (교량) 하노이 인근 Ganh 교량(20m)
 - 교량용 합성수지침목 50개
 - 합성수지침목 사이즈 230mmX230mmX3,000mm

□ 베트남 현지 시공 인력 활용 시험 시공

- (시험시공 모니터링 항목 도출) 국내 교량 및 분기기 침목 모니터링 항목 분석과, 현지 기준 분석을 통한 모니터링 항목 도출
- (현지 시험시공 및 모니터링 지원) 베트남철도공사 직원과 협력하여 시험시공 시행(침목 교환 및 유지보수 기술 전수)
- 합성수지침목 현지 유지보수 기술(메뉴얼 포함) 개발

3. 실증추진을 위한 네트워크의 적절성

- [베트남철도공사(VNR) 네트워크] 전체적인 베트남 철도 정책 기획 및 시행하고 있으며, 본 사업에서 합성수지침목의 설계와 규격(안) 등을 협력하여 추진할 계획이며, 최종적으로 실증 추진 결과 타당성 확보 시 구매의향서를 확보함
- [베트남철도 시공·유지보수 기관(15개기관)] 베트남철도공사 하위 15개 시공·유지·보수 관리 기관으로, 향후 실증 추진에 필요한 실증부지와 실증 시 침목의 시공 등을 지원할 예정



4장. 해외 시장진출 및 사업화 계획의 적절성

1절. 사업화 추진상의 위험요인 및 대응방안 수립의 적절성

- (사업화 추진상 위험요인) 현지 사업화 추진 중 예상되는 위험요인으로는 ① **현지정부 정책 변화에 따른 시장 축소의 위험**, ② **중국 등 후발주자의 기술카피**, ③ **현지 행정지연**으로 인한 제도적 위험 등이 예상
- (사업화 추진 위험요인 대응방안) 위험요인에 대한 대응방안으로는, ① **베트남을 전초기지로한 동남아 지역으로의 사업확대** ② **PCT 등 국제출원 및 현지 특허권리 확보**, ③ **국내 지원기관의 행적적 지원혜택 활용** 등으로 대응

1. 사업화 추진 상 위험요인 식별의 적절성

□ 시장 축소의 위험

- 베트남 정부는 현재 베트남철도공사 및 15개 철도운영지원사를 통하여 2030 철도계획에 따른 철도연장 및 고속화 프로그램을 추진 중
- 베트남은 현재 타 동남아 국가 대비 경제성장률이 주춤하고 있는 추세로, 국가 재정적 문제가 지속적으로 나타나고 있음
- 또한 정부 정책을 시행하는 베트남철도공사 및 15개 철도운영지원사와의 사전 답사 결과, 대다수의 프로젝트가 당초 계획 대비 예산의 문제로 지연되고 있어 향후 합성수지침목의 수요 축소의 위험요인으로 작용

□ 중국 등 후발주자의 합성수지침목 기술 카피

- 국내에서의 사전 연구개발과 베트남 현지 최적화 합성수지침목을 개발하여 다년간의 실증을 통해 안정성을 검증하여 사업화 추진을 계획 함
- 다년간의 기술개발 과정에서 막대한 비용과 인적자원이 투입되었으나, 후발주자의 기술 카피와 별도의 현지실증과 성능평가 과정없이 사업화 추진 시 막대한 비용 손실이 발생할 위험이 존재함

□ 현지 행정지연으로 인한 제도적 위험

- 사업화를 위한 사업인허가 절차, 조달품목 등록 지연 등 행정 지연으로 인한 사업화 추진이 지연될 위험 존재
- 베트남의 경우, 투자 금액에 따라 준비해야하는 서류와 행정처리에 소요되는 기간이 증가하는 것으로 조사
- 행정적 제출 서류보다는 제출하기까지의 일련의 과정의 복잡성이 혼재함

2. 위험요인 대응방안 수립 및 반영활동의 적절성

< 이해관계자 분석 결과 >

구분	위험요인	대응방안
시장축소 위험 대응방안	- 베트남 정부의 철도 인프라 정책 축소 및 철폐 - 베트남철도공사 및 15개 철도운영사의 예산 확보의 지연에 따른 합성수지 침묵 수요 축소	베트남 현지 사업화 추진과 더불어 유사 철도 규격을 형성한 태국 및 라오스 등으로 사업화 시장 확대
중국 등 후발주자의 합성수지침묵 기술 카피 대응방안	- 후발주자의 기술 가피 - 카피 기술에 의한 시장점유율 축소	- 베트남 특허청 합성수지침묵 특허 출원 및 등록 - 국제출원(PCT) 출원 이후 베트남 특허청으로 진입 - 향후 동남아시아 시장확대를 감안 태국 등 인접국 특허시장 추가 진입 검토
현지 행정지연으로 인한 제도적 위험 대응방안	사업화를 위한 사업인허가 절차, 조달품목 등록 지연 등 행정 지연으로 인한 사업화 추진이 지연될 위험존재	- 현지진입을 위한 정부지원기관 연계하여 행정적 부담 축소 - 코트라 등 해외판로구축 지원사업 활용 - 사업단계별 투자규모를 감안하여 맞춤형 사업인허가 추진

2절. 사업화 준비활동의 적절성

- 현지 사업화 성공과 사업화 과정에서 위험요인을 사전에 대응하기 위하여 ① **현지IP확보**, ② **표준화전략수립**, ③ **현지실증 사업화 추진**, ④ **현지사무소 개소**, ⑤ **홍보 및 마케팅전략**, ⑥ **현지 사업화 확대** 등 전방위 계획을 수립



< 사업화 로드맵 >

구분	주요내용
현지 IP 확보 계획	▪ (현황) 동양이화는 합성수지침목 관련 2건의 특허 및 성능평가 결과를 통하여 국내에 사업화 추진 당위성을 확보 ▪ (현지 IP 확보 계획) 향후 베트남 현지 최적화 제조공정(최적화) 기술을 실증내용을 토대로 출원 및 등록하여 사업화 추진 당위성을 확보할 계획
표준화 전략수립	▪ 대상국 현지의 철도 침목 표준 세부 사항 검토 및 베트남 철도 침목 표준의 문제점 분석 ▪ 베트남철도공사의 합성수지침목의 규격을 베트남 현지 기준에 맞춰 개정 추진 및 설계기준, 시방서, 기술표준 마련할 예정
현지 실증 및 사업화	▪ 현지조사 시 교량 노후화 및 교체가 우선되는 롱비엔 브릿지를 1차 사업화 목표를 선정 (침목 수량 약 5,000장, 35억원 규모)
현지 사업소 개소	▪ 3단계 사업화 시점(2027년) 현지사업소를 개소 - 수요처인 베트남철도공사와의 접근성을 고려 하노이 인근 소재로, 현지 사업화 규모에 따라 최소 1인에서 5인 이내로 현지인력 및 국내 인력 파근 근무 추진 - 현지 사업화 수요 발굴 및 고객사 대응 등 역할 추진
홍보 및 마케팅 전략	▪ 품질과 기술력 제고, 맞춤형 마케팅전략 수립과 브랜드 이미지 제고 등 ▪ 베트남 내 다양한 온오프라인 유통망 진출함으로써, 빠르게 성장하는 소비시장 선점 ▪ 주요 발주처 및 에이전트와의 네트워크를 통한 인프라 구축 및 공공조달 프로젝트 수주 도모
현지 사업화 확대 계획	▪ 해외 각국의 철도 궤도, 침목 부설 환경을 고려한 수요처 맞춤형 합성수지침목 제작을 통한 판매 전략 수립 ▪ 베트남 지역 사업화를 출발점으로 동남아시아 및 아세안 지역 시장 진출 추진 ⇒ 인도네시아 및 태국 등 철도 인프라에 막대한 투자 확충 예상

1. 사업화 로드맵 수립

가. 현지 지식재산권 확보

□ 국내

○ 지식재산권 현황

- 본 사업의 주관기관인 (주)동양이화는 본 기술개발제품 관련 국내 등록 특허 2건 보유

구 분	등록번호	등록일	지식재산권명
특허	10-2074629	19년11월27일	융복합 패널 소재를 이용한 합성 철도 침목 제조 방법
특허	10-2347857	22년 1월3일	합성철도침목의제조방법 및 그에 의해서 제조된 합성철도침목

- 일본 SEKISUI(세키스이)의 국내특허 1건이 등록되어 있으나, (주)동양이화 합성수지침목의 특허와 차별됨
- 페플라스틱을 이용한 철도 침목 관련 특허 2건이 등록되어 있으나, 합성수지침목과 용도는 같으나 소재 및 관련 제조 방법에 대한 차이가 있으므로 관련성 없음

출원번호	발명의명칭	상태	출원인	등록번호	관련도
10201901 53928	융복합 패널 소재를 이용한 합성 철도 침목 제조 방법	등록	(주)동양이화 한국철도공사	102074 629	본 사업 주관기관 보유 특허
10202100 43936	합성 철도 침목의 제조방법 및 그에 의해서 제조된 합성 철도 침목	등록	(주) 동양이화	102347 857	본 사업 주관기관 보유 특허
10201800 11769	유-무기 복합소 제조용 조성물, 유-무기 복합소재, 및 이를 포함하는 합성수지 침목	등록	(주)유원플랫폼 한국철도공사	101857 777	본 사업 공동기관 보유 특허
10200601 29334	레일 부설용 수지 성형체, 및 레일 부설용 수지 성형체의제조 방법	등록	세키스이가가 쿠 고교가부시키 가이사	101275 967	관련특허
10201101 30184	철도 교량용 강합성 콘크리트 침목 궤도 및 이의 시공방법	등록	주식회사 서현기술단	101195 159	관련없음
10200501 27284	합성 수지를 이용한 철도 침목	등록	주식회사 수성엔지니어 링	100593 194	관련없음
10201801 21056	페플라스틱을 이용한 철도 침목의 제조방법 및 장치	등록	주식회사 지주	101987 629	관련없음

10201901 59377	페플라스틱을 이용한 철도용 침목	등록	주식회사 지주 울산과학기술 원 대원대학교	102155 019	관련없음
10200501 26657	철도용 합성수지침목	등록	한국철도공사	100744 166	관련없음
10201401 54497	강콘크리트 합성 침목 및 이를 이용한 자갈궤도	등록	한국 철도기술연구 원	101673 957	관련없음
10201300 45105	합성수지 침목용 조성물 및 이의 제조방법	등록	케이피엑스케 미칼 주식회사 주식회사 폴리타이	101424 683	관련없음
10200700 75931	합성 침목 및 그 제조 방법	등록	카부시키가이 샤 스미하쯔	100978 300	관련없음

○ 기타 인증 기준 현황

- 국내 철도 침목은 국가철도공단의 「철도시설성능검증지침」에 따라 철도시설성능검증 인증을 받아야 함
- (주)동양이화 합성수지침목은 국가철도공단의 철도시설 성능검증 완료 (2023.07.24.)

□ 베트남 현지

○ 베트남 현지 특허출원 1건 출원 계획

<베트남의 지적재산권 보호정책 현황>

베트남 지식재산권 체계는 크게 산업재산권, 저작권 등으로 나뉘며 산업재산권은 상표, 특허, 실용신안, 디자인 등으로 분류

- 베트남은 2005 년 지재권 법을 처음 도입, 이는 세계무역기구(WTO) 가입 준비를 위해 무역 관련 지식재산권에 관한 협정(TRIPs)의 요건을 충족하기 위한 것이었음. 2005 년 제정된 법은 포괄적 · 점진적 환태평양경제동반자협정(CPTPP), EU-베트남 자유무역협정(EVFTA) 그리고 역내 포괄적 경제동반자협정 (RCEP) 등 국제 협약 체결에 따라 지재권 보호 수준을 국제적인 수준으로 끌어올리고자 2009 년, 2019 년, 2021 년에 크게 개정된 바 있음.

<베트남 지식재산권 관련 국제 조약 현황>

- 문학 및 예술 저작품의 보호에 관한 베른 조약
- 산업 재산의 보호에 관한 파리조약
- 포노그램(Phonogram) 불법 복제에 대한 포노그램(Phonogram) 제작자 보호에 관한 조약
- 퍼포먼스, 포노그램(Phonogram) 제작자 및 방송 기간의 보호에 관한 로마 조약
- 세계지적재산기구(WIPO)
- 상표의 국제 등록에 관한 마드리드 조약
- 마드리드 프로토콜
- 특허협력조약(PCT)
- 무역관련 지식재산권협정(TRIPs)

나. 표준화 전략

□ 합성수지침목, 플라스틱침목 등의 복합침목 관련 표준화 현황

- 각 국가 및 국제표준화 기관에서는 합성수지침목, 플라스틱침목 등의 복합침목에 대한 각 국가별, 단체별로 적합한 표준을 제정하고 개정해 나가고 있음
- 사업 대상지인 베트남의 경우, 합성수지침목에 대한 국가 표준은 보유하고 있지 않으며, 베트남철도공사는 자체적인 합성수지침목 규격 보유 (TCCS 02:2022/VNRA)

□ 대상국(베트남) 표준화 전략

- 대상국 현지의 철도 침목 표준 세부 사항 검토 및 베트남 철도 침목 표준의 문제점 분석
- 베트남철도공사의 합성수지침목의 규격을 베트남 현지 기준에 맞춰 개정 추진
- 설계기준, 시방서, 기술표준 마련
- 합성수지침목의 설계 기준, 시방서, 기술표준 마련 및 유지보수매뉴얼 마련

(*현재 베트남은 합성수지침목에 대한 유지보수매뉴얼 미보유)

<베트남의 현재 유지보수관련 매뉴얼>

TCCS 05:2022/VNRA Xuất bản lần 1 TIÊU CHUẨN BẢO TRÌ CÔNG TRÌNH CẦU, CÔNG, HÀM ĐƯỜNG SẮT (BẢO TRÌ VÀ NGHIỆM THU SẢN PHẨM) HÀ NỘI: 2022	TCCS 04:2022/VNRA Xuất bản lần 1 TIÊU CHUẨN VẬT TƯ, VẬT LIỆU, PHỤ KIỆN SỬ DỤNG TRONG CÔNG TÁC BẢO TRÌ CÔNG TRÌNH ĐƯỜNG SẮT HÀ NỘI: 2022	TCCS 08:2022/VNRA Xuất bản lần 1 TIÊU CHUẨN VẬT TƯ, VẬT LIỆU, PHỤ KIỆN CHỦ YẾU SỬ DỤNG TRONG CÔNG TÁC BẢO TRÌ CÔNG TRÌNH CẦU, CÔNG, HÀM ĐƯỜNG SẮT HÀ NỘI: 2022
Standard for maintenance of bridges	Standard for railway maintenance works	Standard for maintenance of bridges and tunnels

다. 현지 실증 및 사업화 : 롱비엔 브리지 2km 구간 합성수지침목 사업화

○ 현지조사 시 교량 노후화 및 교체가 우선되는 롱비엔 브릿지를 1차 사업화 목표

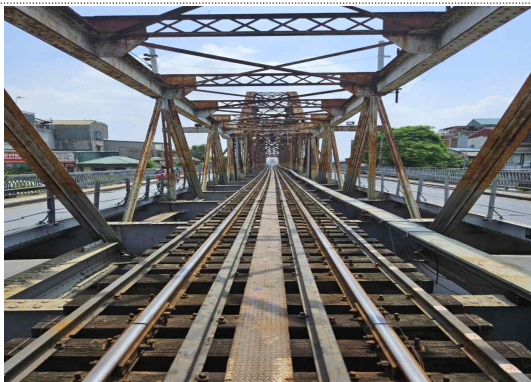
구분	하노이-호치민노선 롱비엔브릿지 현황
지역	하노이
구분	교량 / 목침목
위치	롱비엔브릿지, Long Bien Bridge 2VV6+P92, Cầu Long Biên, Ngọc Thụy, Hoàn Kiếm, Hà Nội, 베트남
현황	- Long Bien교는 1900년 초반 건설되었으며, 베트남에서 가장 긴 무도상교량 중 하나로 전체 길이가 약 2km에 달하며, 중국으로 연결되는 중요한 교량 - 교량형식은 플레이트 거더 및 트러스로 구성되어 있으며, 침목이 노후화 되어 유지보수가 필요한 상황으로 지속적인 침목 교환이 진행 중 (방부처리가 되지 않은 목침목 사용으로 수명이 짧음) - 목침목 상태 매우 불량 - 침목 수량 약 5,000장, 35억원 규모 - 정부의 환경 규제로 목침목에 방부제 사용 불가로 목침목의 사용 기한 약 3년



<교량 원경>



<교량 전경>



<교량 전경>



<교량침목 사진>

라. 현지사업소 개소 계획

○ 시점 : 3단계사업화 시점(2027년)

○ 위치

- 하노이 인근 베트남철도공사와 접근성 고려
- 베트남 내 한국기업 투자 유치 지역 참고

○ 2014년 제정된 베트남 투자법을 대체한 새로운 투자법이 2021년 1월 1일부로 효력 발생

- 효력 발생에 따른 투자 인센티브 검토 (기본세율, 수입관세 면제 사항, 토지사용료 면제 및 감면 사항 등)

○ 운영 방안

- 현지 사업소(연락사무소) 개소
- 사업 규모에 따른 지점 또는 현지 생산 공장 설립 또는 현지 파트너사 설립
- 사업시장 규모/운영방안에 따른 조직 구성(상주 인원 1인 현지 파견 외 규모에 따른 인원 구성)

○ 토지 및 건물 임차료

- A. 상업용 부지 매입 및 임차료

- 외국인 투자자는 개발사업을 제외하고는 일반 상업용 부지 임대료가 어려우며, 상업용 부지 내에 있는 건물 및 오피스 임대만 가능

- B. 산업단지 부지 매입 비용

- 베트남 산업단지의 대부분은 임대사업 허가기간이 최초 개발 시점으로부터 50 년이므로 외국 투자 기업이 공단 토지 임대 시 공단의 설립 시점으로부터 차감되고 남은 기간 동안을 임대 계약 기간으로 정함(예 : 공단 설립 4 년 공단 임대 시, 계약 기간은 46년)
- 베트남 공단 임대 시 해당 계약기간 동안의 소유 권한을 보호받을 수 있으며, 자산으로 인식되어 담보로 활용 가능(임대비는 일시불 완납해야 함)

<베트남 산업단지 평균 임차료>

구분	하노이시	하이퐁시	박닌성	광닌성	빈푹성	홍옌성
토지 임차료 (US\$/m2/기간)	129	101	106	63	93	101
공장 임차료 (US\$/m2/기간)	7.3	5.2	4.5	3.3	4.2	4.8
구분	호치민시	동나이성	빈즈영성	바리아붕따우	떠이닌성	빈프억성
토지 임차료 (US\$/m2/기간)	143.4	76.4	65.8	54.6	46.9	27.9
공장 임차료 (US\$/m2/기간)	3.4	3.6	3.3	3.0	2.7	2.2

* 자료원 : 현지 부동산서비스 회사정보 무역관 취합

주) 토지를 임대하여 직접 공장건설 또는 공장만 임대하는 경우로 나뉨

<베트남 산업단지 리스트 및 위치>

No	산업단지명	소재지	
1	Thuan Thanh I IP	박닉성	
2	An Phat 1 IP	하이즈엉성	
3	Deep C Quang Ninh II IZ	꽁닌성	
4	Green iP-1 IP	타이빈성	
5	Tuong Linh industrial Cluster	타잉화성	
6	Hoang Mai II IP	응에안성	
7	VSIP Nghe An IP	응에안성	
8	WHA industrial Zone I IP	응에안성	
9	Da Nang IT Park	다낭시	
10	Du Long IP	닌투언성	
11	Minh Hung sikico IP	빈프억성	
12	Phuoc Vinh Dong IP	롱안성	
산업단지 리스트			12개 산업단지 위치

○ 인건비

- 베트남 노동보훈사회부 발표에 따르면, 베트남 전체 근로자의 월평균 임금은 2022 년 약 825 만동(US\$354)
- 하노이, 호치민을 포함한 베트남 내 대도시 지역을 기준으로 종합대학 및 전문 대학 등 제 3 의 교육을 이수한 현지인이 사무직을 구할 경우, 평균 월급은 약 US \$450 로 형성

<2022년 베트남의 지역별 채용시장 급여 현황>

(단위 : US\$)

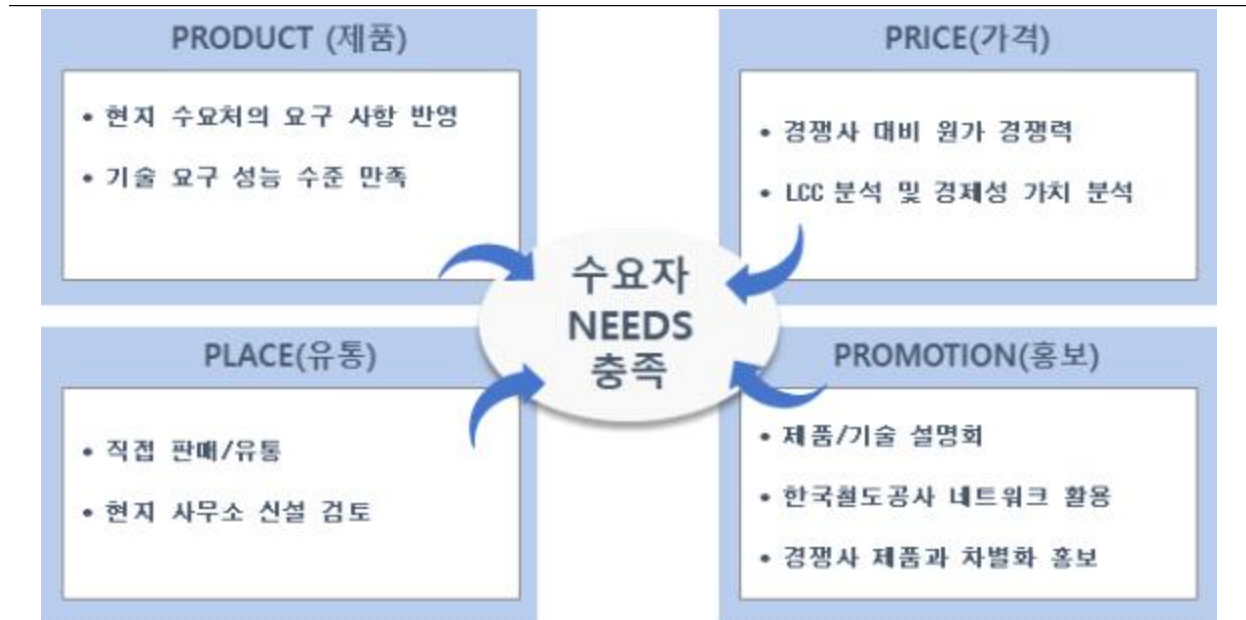
지역	최저 급여 평균	최고 급여 평균	최다 구직자 지원 급여 구간	
			경력직	관리직
하노이시	487	1,098	500 ~ 800	1,100 ~ 2,000
호치민시	503	1,056	600 ~ 950	1,000 ~ 2,000

* 주 : 최저 및 최고 급여평균치는 VietnamWorks에 채용공고를 내는 기업들이 지불 의향이있다고 밝힌 최저 및 최고 급여의 평균값을 산출한 것

** 자료원 : Navigos Group

마. 홍보 및 마케팅 전략

<홍보, 판로확보, 판매 전략>



<베트남 진출 SWOT 분석>

<Strengths> • 상대적으로 저렴한 인건비 및 젊은 인구구조 • 넓은 영토 및 풍부한 자원 • 중국과 접경하고 있으며 동쪽 해상루트를 통해 미국 등 주요시장으로 접근이 용이한 지리적 이점 • TPP, AEC, EV, FTA 등 다양한 경제통합을 통한 시장 확대	<Opportunities> • 9천만명의 인구 및 소득증가에 따른 소비시장 확대 • KV FTA 발효, TPP 및 EVFTA 타결, AEC 출범 등에 따른 새로운 시장기회 창출 가능성 • 정부 주도의 인프라 구축 프로젝트 및 공공조달 수요 • 정부의 규제 완화, 공기업 민영화 등에 따른 M&A 시장 활성화
<Weaknesses> • 기반 산업(원부자재, 부품소재 등) 취약 • 대규모 프로젝트 추진 관련, 베트남 정부 및 국영기업의 재원 부족 • 행정 및 법률 집행의 투명성·일관성 부족, 명확하지 않은 법률 및 규정 • 지적재산권 보호 미흡 • 숙련된 노동력의 부족	<Threats> • 시장개방 가속화에 따른 해외기업들의 진출 러쉬로 인해 베트남 내 경쟁 심화 • GDP 대비 높은 공공부채 비율 • 높은 수출 의존도로 인해 대외경제에 따른 베트남 경제의 불안정성 존재
<시사점> • 품질과 기술력 제고, 맞춤형 마케팅전략 수립과 브랜드 이미지 제고 등을 통한 차별화 필요 • 베트남 내 다양한 온·오프라인 유통망 진출함으로써, 빠르게 성장하는 소비시장 선점 필요 • 주요 발주처 및 에이전트와의 네트워크를 통한 인프라 구축 및 공공조달 프로젝트 수주 도모 • ODA 지원 프로젝트뿐만 아니라 PPP 방식 프로젝트 추진동향 지속적으로 모니터링 • CSV 활동을 통해 베트남과 동반성장하는 파트너로서의 기업이미지 구축	

○ PRODUCT(제품)

- 1차 사업화 목표 대상지인 롱비엔 브리지 침목 수량 약 5,000장, 35억원 목표
- 베트남 목침목을 합성수지침목으로 대체
- 베트남철도공사에서 사용하는 목침목 수량 18,234개/년 (일반/분기 10,161개, 교량 8,073개)를 합성수지침목으로 대체
- 분기, 교량 목침목 총 수량 18,234개/년, 금액 환산 시 약 130억/년 규모
- 신설 라인의 합성수지침목 매출 계획 : 100억/년

<2023년 베트남 목침목 신규 사용 물량>

No.	철도회사명	목침목 수량(개)	
		일반/분기	교량
1	Công ty CPĐS Yên Lào	780	364
2	Công ty CPĐS Vĩnh Phú	367	323
3	Công ty CPĐS Hà Thái	599	715
4	Công ty CPĐS Hà Lạng	815	440
5	Công ty CPĐS Hà Hải	1,729	1,381
6	Công ty CPĐS Hà Ninh	340	268
7	Công ty CPĐS Thanh Hóa	520	395
8	Công ty CPĐS Nghệ Tĩnh	600	382
9	Công ty CPĐS Quảng Bình	360	223
10	Công ty CPĐS Bình Trị Thiên	395	410
11	Công ty CPĐS Quảng Nam – Đà Nẵng	1,325	1,000
12	Công ty CPĐS Nghĩa Bình	500	740
13	Công ty CPĐS Phú Khánh	525	800
14	Công ty CPĐS Thuận Hải	397	470
15	Công ty CPĐS Sài Gòn	909	162
16	총합계	10,161	8,073

* 출처 : VNR(베트남철도공사) 연간 목침목 사용 수량 자료

바. 사업화 확대 전략

- 국외 침목 시장 규모는 2023년 약 10,212억원 규모로 예측
- 환경문제로 인한 목침목의 대체 시장 규모 확대 예상되며, 글로벌 경제 성장, 인구 증가, 도시화 증가로 철도 운송 수단의 필요성 증가로 인해 철도교통 인프라 및 침목 수요 시장 확대 예상
- 시장 확대를 위한 제품설명회 및 해외 박람회/전시회 참가를 통한 기술 홍보 마케팅 실시하고, (주)동양이화 사무소 및 공장을 해외 시장 개척 거점으로 활용

<(주)동양이화 해외 공장 및 사무소>



- 추가 해외 시장 진출 계획
 - 해외 각국의 철도 궤도, 침목 부설 환경을 고려한 수요처 맞춤형 합성수지침목 제작을 통한 판매 전략 수립
 - 베트남 지역 사업화를 출발점으로 아세안 지역 시장 진출 확대 추진
 - 세계4위 인구를 보유한 인도네시아 시장 진입을 위해 인도네시아 철도운영기관인 KAI(Kereta Api Indonesia)에 사업화 추진 계획
 - 세계20인 인구를 보유한 태국의 시장 진입을 위해 태국철도운영기관인 SRT(State Railway of Thailand), MRTA (Mass Rapid Transit Authority of Thailand)에 사업화 추진 계획

<아세안 지역 우선 순위 사업화 확대 계획 국가 및 현황>

국가명	인구(세계순위)	GDP(명목)	사업화 확대 계획 철도 운영 기관
인도네시아	2억7352만3621명 (4위)	1조1191억9078만 752.8달러(16위)	•KAI(Kereta Api Indonesia)
태국	6979만9978명 (20위)	5436억4997만616 5.6달러(23위)	•SRT (State Railway of Thailand) •MRTA (Mass Rapid Transit Authority of Thailand)

<합성수지침목 국외 수요처, 철도운영회사>



- 베트남/말레이시아/태국의 투자 환경 비교 분석 및 이를 고려한 투자 계획

구분			베트남	인도네시아	태국
기업 환경	조세 여건	주요세금 및 세율	- 법인세 : 20%(중소기업 17%) - 소득세 : 급여구간별 적용 (5 ~ 35%)	- 법인세 : 22% - 소득세 : 급여구간별 적용 (5 ~ 35%) - 부가세 : 11%	- 법인세 : 20% (중소기업은 누진세 0~ 20%) - 개인소득세 : 누진세 (0 ~ 35%) - 소비세 : 품목별 상이 - 부가가치세 : 7%
	지적 재산권 보호	지재권 보호정책 현황	<산업재산권>, <저작권>	특허권(20년), 상표권(10년), 저작권(생전 및 사후 50년 등)	- 산업재산권(특허권, 상표권, 영업비밀, 지리적표시, 집적회로의 배치설계) - 저작권 - 식물신품종 (식물변종)
		지재권 분쟁현황	(‘22년) 특허 및 실용신안 산업디자인 상표 지리적 표시유반 등 총 3,069건 적발	위조품 유통으로 291조 루피아 손실 발생	(‘21년) 분쟁건수 : 2,932건
		PCT 국제특허 출원건수	-	(‘22년) 4건	-

	물류환경	주요 항만시설	(‘23년) 항만 : 36개 특수항 : 하이퐁, 바리아붕 따우 일방향 1 ~3급 : 호치민항, 다낭항 등 34개	해상항구 : 벨리완, 탄중프 리올 등 내륙항구 : 찌카랑	램자방항구, 방콕항구(크룽띠이 항구)
		항만 물동량 현황	(‘22년) 733,181천톤	(‘22년) 탄중프리올항: 13,881백 만kg	(‘21년) - 램자방항구 : 8,523,350.50 TEU - 방콕항구 : 1,380,827 TEU
		주요공항	21개 공항(국제공항 9개) *하노이, 호치민 국제공항에만 항공물류센터 보유	쿠알라룸푸르, 수카르노 하타, 아흐마드 야니 주안다 하사딘 공항 등	수완나품, 돈므앙, 치앙마이, 항아이, 그라비, 푸켓, 치앙라이, 우돈타니 공항
		주요 항공사	베트남항공, 비엠헤트항공, 젯스타퍼시픽항공, 바스코항공	국영기업 : 가루다 인도네시아(주요국내선과 국제선 운영)	타이항공, 녹에어, 타이스마일 타이어아시야엑스, 타이 비에트에어
		철도 종류	남북철도본선 2,703km, 고속철도 미정	자바와 수마트라 일부 지방에 존재	태국 철도청 : 태국 철도 서 비스의 독립 운영 기관
	법인설립 및 부동산 취득	법인설립 절차 및 비용	- 절차 : 투자등록허가서 발급 이후 회사설립을 위한 기업 등록허가서를 발급 - 일부 민감한 사업, 국책사업의 경우 투자등록 전 사전승인 필요 - 소요기간 : 무조건 투자허용 분야 기준 서류제출일로부터 약 2 ~ 4주	- 절차 : 투자등록서 수령, 법 인자격 취득 후 투자승인서 를 받은 - 법인설립 후 1) 법인설립 정관 작성 2) 법무부 정관승인 3) 납세자 등록번호	- 절차 : 서류구비, 상호 예약, 지인 작성, 정관 등록, 주식 인수, 창립 주주총회 개최, 등기 - 소요기간: 약 1 ~ 2주 - 비용 : 주식은 주당 최소 5바트 최소자본금 규정은 없으나 외국인은 추후 비자와 워크 퍼밋에 2백만 바트 자본금이 요구
		외국인 부동산 취득 현황	개발 프로젝트 구역 내에서 외 국인 부동산 취득 가능	제한체류허가(KITAS)를 보유하는 외국인만 부동산 구입 허용 대사상 확대	투자진흥법 28조, 산업당지공사 법 65조에 따라 취득 예외 허용
		외국인 부동산 취득 관련 법령	<부동산사업법> <주택법> <토지법>	소유권, 건축허가권, 사용권	<토지개정법>, <투자진흥법>
	입지여건	외국인 투자지역	법적으로 투자를 제한한 지역 (군사시설, 특수관리지역)을 제외하고는 자유로운 투자 가능	자유무역지대(KPBPB) : 빈판, 바 뎀, 까리문, 사방	외국인 투자제한 지역은 별도로 없으나 주로 산업단지, 동부경제자유 (EEC) 등에 입주
		산업단지	- 경제특구(EZ) : 총 16개의 내륙 경제특구, 2개의 해양 경제특구 지정(북부 8개, 중 부 6개, 남부 4개) - 수출가공공단(EPZ) : 정부 가 지정한 수출가공 전용 단지, 구역	경제개발기구(KAPET) : 수마 트라섬 등 13곳	태국 전역 총 16개 주에 67개의 산업단지 존재
	노무관리	최저임금	(‘22년 7월 ~ ‘23년) 4,680,000VND (US\$200)/월	‘23년 최저임금 7.4% 인상, 4,901,798루피아(자카르타)	‘22.10월부터 인상, 지역별로 328 ~ 354바트/일 차등 적용
		1인당 월 평균임금	(‘22년) 825만VND (US\$354)	(‘22년) 대졸자 평균임금 4,761,827 루피아	(‘22년) 15,678.8바트
		노동인구	(‘22년) 5,371만명	(‘22년) 143,722천명	(‘22년) 58,623.7천명
		교육수준	(‘21년) 고졸 98.8만명 직업학교졸 : 211.8만명 대졸 : 189.9만명	(‘22년) 대학진학률 26%	(‘21년) 초등학생 4,674,419명, 대학생 1,762,617명
		사회보험 제도	건강보험, 고용보험, 실업급여, 국민연금	건강보험, 사회보장제도	사회보장기금, 재해보상기금, 준비기금
		‘23년 근로조건	- 주당 법적근무시간 : 8시간/일 48시간/주 - 연간 국경일 11일 - 유급휴가 : 12일/년	주당 40시간 초과근무 최대 4시간 (1일)	법정 근로시간 최대 1일 8시간 주당 48시간 (예외 업종 있음)
		노사분규 현황	(‘22년) 노사분규 발생건수 : 157건	(‘22년) 노사분규 발생건수 : 4,641건	(‘21년) 노동쟁의 65건 파업과 폐쇄 없었음

* 출처 : 2023년 아세안 주요 3국 투자환경 비교조사, 베트남/인도네시아, 태국, KOTRA

2. 사업화 파트너 확보 및 이해관계 조정의 적절성



□ 국내 핵심 사업화 파트너십 구축

- 참여기관인 한국철도공사(KORAIL)을 중심으로 지방도시철도공사 등과 파트너십을 구축
- 현재 동양이화의 주요 고객사로 합성수지침목 관련 제품 도입 진행 중

□ 현지 철도 운영/시공기업 파트너십

- 베트남철도공사(VNR) 및 하위 15개 시공·유지보수 기관
- 현재, 실증 타당성 검증 결과에 결과, 도입타당성 확보 시, 구매의향 확보 완료

□ 현지 철도 운영/시공기업 파트너십

- 베트남에서의 합성수지침목 사업화 실적을 바탕으로 인접국가로 사업화 파트너십 확장예정
- * 대상국 : 1차(태국), 2차(인도네시아), 3차(라오스)

3. 재원확보 및 마케팅 계획의 적절성

- **(재원확보 필요성)** 베트남 현지 수요조사 결과, 2030년 이후 연간 40,000개 이상의 합성수지침목 수요가 발생할 것으로 예상되며, 이에 따라 현재 생산라인으로 충당이 불가
- **(재원확보 방안)** 이에 따라 동양이화에서는 추가 생산라인 투자 구축계획을 수립하였으며, 재원확보의 경우 동양이화 자체 자본 지출을 통하여 충당할 계획임
- **(재원 사용계획)** 합성수지침목 생산 1개 라인 증설 가정 시 투자 계획

[표] 자본적 지출비용 세부내용

(단위 : 백만원)

구분		비용
자본적 지출	토지	-
	건물/구축물	4,000
	기계장치	4,900
자본적 지출 합계		8,900

- **(토지 및 건물/구축물)** 합성수지침목 관련 공장 증설을 위한 공장 부지 확보
 - 현재 합성수지 생산능력 : 10,000개/년 → 목표 합성수지 생산능력 : 40,000개/년
 - 토지의 경우 기존 (주)동양이화에서 보유한 이전 공장부지(2,500평) 활용 계획
- **(기계장치)** 현재 1개라인 생산설비 보유(생산능력 10,000개/년) 중이며, 2026년까지 추가 신설 라인 1개를 추가하여 40,000개/년 생산 능력을 확보할 계획

[표] 기계장치 지출 세부내용

(단위 : 백만원)

항목	구분	투자 예상액
기계장치	섬유 공급 장치	500
	주형 설비	800
	캐터필러 생산 설비	2,500
	연마 설비	800
	기타 부대설비	300
기계장치 합계		4,900

5장. 추진체계의 적절성

1절. 추진체계 R&R의 적절성

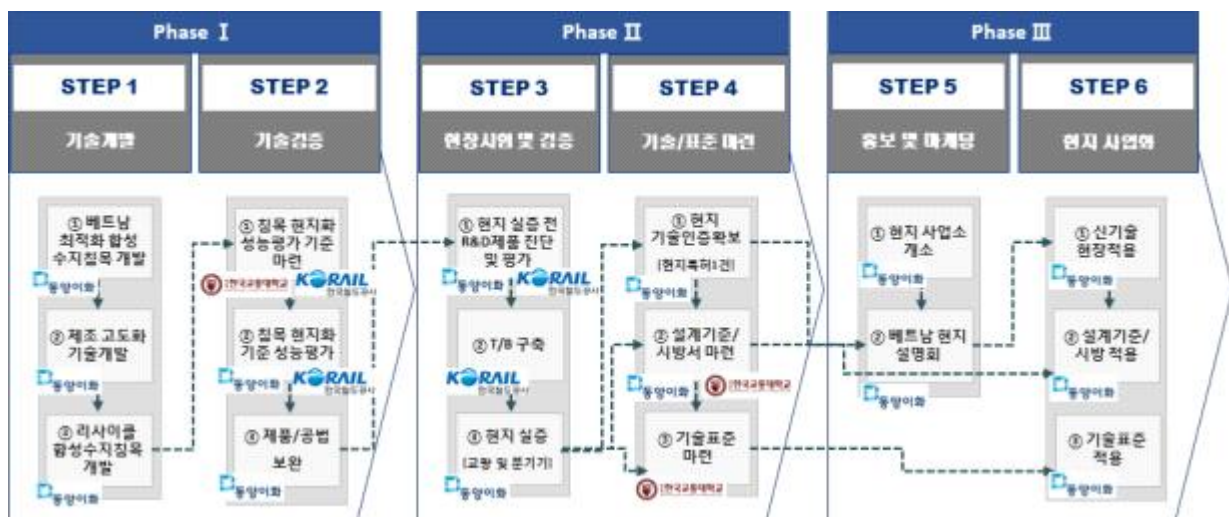
- 주관기관인 (주)동양이화를 중심으로 **기술개발 및 실증사업화** 추진체계를 수립
- **실증지원**의 경우 한국철도공사 주도로 진행하며, 한국교통대학교의 경우 **표준 규격(안) 개발 및 시방서 설계**를 추진

1. 국내외 참여기관의 역량 및 명확한 R&R 구분

- 사업관리 및 수행체계



- 참여기관별 연계협력 방안



□ 참여기관별 역량

○ 주관기관 : (주)동양이화

- 해외 현지에 법인설립, 공장보유 등 해외 사업화 실적 다수 보유

국가	지역	형태	설립일	사업화 품목	매출액 (2023년)	비고
미국	ALABAMA /AUBURN	법인, 공장	2015	사출 자동차 부품	190억원	
멕시코	MONTERREY	법인, 공장	2015	자동차 부품, Battery SCM	30억원	
중국	BEIJING	사무소	2016	자동차 부품	-	
인도	ANANTAPUR	사무소	2018	자동차 부품	-	

- 기술개발사업을 통한 사업화 실적 다수 보유 & 사업화 성공

연구개발과제명	주관연구개발기관	연구개발기간 (참여기간)	중앙행정기관	총 사업비 (천원)	매출액 (2023년.)
	연구개발기관 및 역할(주관/공동)				
기존선 무도상교량 장대레일화 기술개발 (교량용 합성수지침목 개발)	한국교통대학교	17.11.24 ~21.12.31	국토교통부	7,302,565	56억원(국내)
	(주)동양이화(공동) 한국철도공사(공동)	(17.11.24 ~21.12.31)			
차량주행 성능향상을 위해 에너지 흡수량이 30% 증가된 튜닝용 자운스 범프 및 코일스프링용 패드 개발	(주)동양이화	17.04.01 ~18.12.31	산업통상 자원부	823,200	14억원 (국내) 26억원 (수출)
	아주대학교(위탁)	(17.04.01 ~18.12.31)			
차량 소음발생 저감을 위한 콘택트 노이즈와 스크 노이즈 최대 63dB이하의 차량 서스펜션용 우레탄폼 소재의 범퍼 스트로퍼 기술 개발	(주)동양이화	21.06.01 ~22.05.31	산업통상 자원부	313,000	
	-	(21.06.01 ~22.05.31)			

○ 참여기관 : 코레일

- 참여기관 코레일은 1894년 철도국 창설, 1899년 경인선(노량진-제물포간 33.2km) 개통을 시작으로, 100년이 넘는 역사를 이어오며, 전국 방방곡곡 철길을 따라 사람과 물자를 연결하고 대한민국의 성장을 견인하였음

기업명	한국철도공사(KORAIL)	주무기관	국토교통부
사장	한문희	주주구성	기획재정부 90.1% / 국토교통부 9.9%
설립일자	1894년 6월 28일 (한국철도공사 출범 2005년 1월 1일)	총자산	22조 1,168억 원
본사소재지	대한민국 대전광역시 동구 중앙로 240	조직현황	(본사) 7본부 5실 6단(65처) (소속기관)12개지역본부,14개부속기관
설립근거	한국철도공사법 (법률 제7052호, 2003년 12월 31일)	임직원수	26,983명

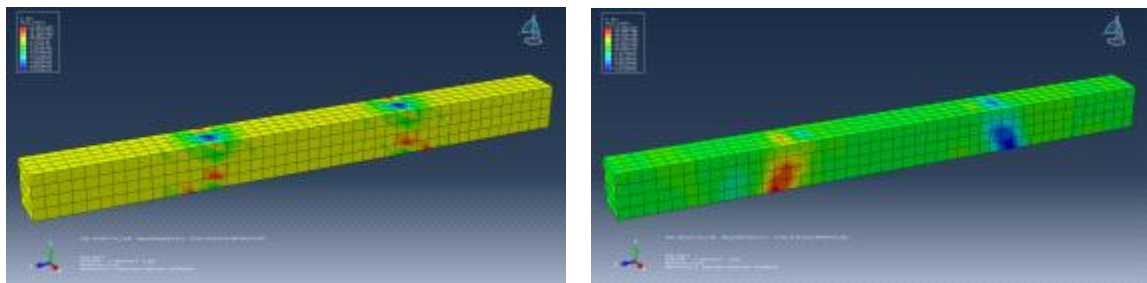


- (여객사업) 고속열차(KTX)와 일반열차(ITX-새마을, 새마을호 등), 광역철도 등 간선여객열차 운행을 통해 운송서비스를 제공하는 것으로 열차운행 및 여객수송, 철도관광 관련 인프라 구축 및 상품 개발로 수익 창출
- (광역철도사업) 29개 역으로 시작되어, 2019년 현재 261개 역에서 하루 평균 약 319만 명이 이용하는 명실상부한 수도권 시민의 발로 자리매김, 2018년에는 급행전동열차 34회 확대, 수도권 남서부와 남북을 연결하는 서해선의 안정적 개통, 분당선 연장운행으로 인한 환승시간 단축 등 고객의 시간가치 제고
- (물류사업) 컨테이너, 시멘트, 석탄, 철강 등을 핵심 품목으로 하는 화물운송사업과 하역, 보관, 창고사업 등 종합물류사업을 운영

- (해외사업, 국제협력) 국제 교류협력과 글로벌 경쟁력 강화를 위해 프랑스, 중국, 러시아에 해외 지사를 운영, 국제철도연맹(UIC)과 국제철도협력기구(OSJD)에 직원을 파견하여 남북철도 연결에 대비한 대륙철도 연선국과의 네트워크 구축 및 협력체계 강화
- (철도차량 정비·임대 / 시설유지·보수) 과학적인 철도 차량 정비와 시설물 관리체계를 구축해 안전한 열차 운행이 되도록 최상의 상태를 유지, 이를 통해 유사시 신속한 대처가 가능하며, 열차장애와 사고를 예방, 차량과 시설 안전 확보로 철도공공성 강화하고 차량고장률과 시설 장애율을 최소화

○ 참여기관 : 한국교통대

- **(궤도설계)** 현지 궤도여건을 고려한 궤도설계를 통하여 표준화 및 경제성 확보 가능
- 베트남의 경우 지지조건에 따른 다양한 크기의 침목을 사용하고 있어 침목 생산비용 증가 초래
- 현지 설계기준에 따른 궤도설계를 통하여 침목기준을 표준화, 단순화하여 경제성 확보



- **(안전성 검증)** 동양이화 합성수지침목 적용 시 상대적인 안전성 상승도 검증
- 동양이화 합성수지침목은 보다 높은 역학적 성능구현을 통하여 현장 적용 시 보다 높은 수준의 안전성 제공 가능
- 유연 다물체해석을 통하여 교량 상 열차 주행 시의 주행안전성 해석을 수행하고, 타사 제품 적용 시와 비교를 통해 안전성 상승도 검증 가능
- **(경제성 검증)** 동양이화 침목 적용 시 궤도재료 보수량 절감을 통한 경제성 검증
- 동양이화 합성수지침목 적용 시 상대적으로 높은 역학적 성능으로 인하여 궤도재료 보수량이 절감 될 수 있어 장기적인 유지보수비용 절감 가능
- 피로 해석을 통하여 궤도재료 보수량 절감 수준을 정량적으로 제시 가능

□ 주요 유사사업 실적

○ 핵심 유사사업 실적

- 유사사업으로 국토교통부 철도기술연구개발사업 “기존선 무도상교량 장대레일화 기술개발” 사업의 세부 사업으로 합성수지침목 개발 및 국내 사업화 성공
- 해당 사업 합성수지침목 개발 연구개발비 총 21억원 소요

유사사업 실적	제품명	합성수지침목
	사업명	기존선 무도상교량 장대레일화 기술개발
	중앙행정기관 (전문기관)	국토교통부 (국토교통과학기술진흥원)
	세부사업명	철도기술연구개발사업
	주관연구개발기관	한국교통대학교
	당시 소속기관	(주)동양이화, 한국철도공사
	연구개발기간	17.11.24~21.12.31
	총사업비	7,302,565 천원 (합성수지침목 개발비(현금) 총 21억 소요)
	사업개요	무도상 교량의 장대레일화를 위한 기술개발의 일환으로 합성수지침목 개발
동양이화 합성수지침목 매출액(2023년)		49억원(국내)

○ 관련 유사사업 실적

<수행실적 총괄표>

순번	수행기관	사업명	사업기간	계약금액 (천원)	발주처
1	동양이화	합성수지침목	22.11.07~23.03.07	2,410,800	한국철도 공사
2		합성수지침목	23.02.15~23.02.15	161,000	대구교통 공사
3		합성수지침목	23.05.18~23.10.15	3,078,880	서울교통 공사
4		침목 보수제	22.06.23	77	광주광역시 도시철도공사
5		침목 보수제	22.12.20	3,000	한국철도공사
6		침목 보수제	23.05.19	1,670	화성종합엔지니어 링

순번	수행기관	사업명	사업기간	계약금액 (천원)	발주처
7		침목 보수제	23.10.04	2,000	케이알티씨
8		침목 보수제	23.11.20	300	대전교통공사
9		침목 보수제	23.11.21	3,800	레일텍
1	한국철도공사	역사 구조물 소음/진동 저감기술 개발	2013~2018	5,180,407	국토교통과학기술 진흥원
2		레일결함 탐상 검측시스템 개발	2016~2020	16,275,636	국토교통과학기술 진흥원
3		콘크리트궤도 도상/노반결함 상태평가 시스템 개발	2016~2020	3,999,999	국토교통과학기술 진흥원
4		기존선 무도상교량 장대레일화 기술개발	2017~2021	12,000,000	국토교통과학기술 진흥원
5		플로팅궤도 전용장비 및 자갈궤도 급속개량 기술 개발	2018~2020	5,300,000	국토교통과학기술 진흥원
6		철도시설물 자동화 점검시스템 운영 및 유지보수 연계기술 개발	2019~2023	9,945,376	국토교통과학기술 진흥원
7		기후변화를 대비한 IoT기반 레일 절손 및 좌굴 감지 시스템 개발	2019~2021	590,000	국토교통과학기술 진흥원
8		열차 안전운행을 위한 인공지능 선로검측시스템 개발	2019~2021	2,219,471	국토교통과학기술 진흥원
9		집중호우시 열차운영 및 작업자 안전을 위한 철도사면 안정화 기술 개발	2021~2023	2,027,100	국토교통과학기술 진흥원
10		일반철도 자갈궤도 급속개량 기술 개발	2021~2023	2,331,439	국토교통과학기술 진흥원
11		베트남 철도(궤도분야) 안전관리 역량강화 ODA 사업	2022~2024	12,800,000	한국산업기술 진흥원
1	한국교통 대학교	궤도-구조물 상호작용을 고려한 역사진동해석기법 개발	2013 ~ 2017	180,000	한국철도공사
2		고해상도 카메라를 이용한 콘크리트 침목 균열 자동 검출 시스템	2015 ~ 2016	40,000	중소벤처기업부
3		스프링-감쇠시스템을 활용하여 진동 5db(V)이상 저감이 가능한 철도역사 승강장용 구조시스템기술 개발	2015 ~ 2017	540,000	국토교통과학기술 진흥원
4		철도시설물의 자연재해 취약성 평가 기술 개발	2016 ~ 2019	300,000	한국연구재단

순번	수행기관	사업명	사업기간	계약금액 (천원)	발주처
5	한국교통 대학교	철도교량받침의 마찰소재별 성능평가 기준 연구 용역	2016 ~ 2019.	80,263	국가철도공단
6		변위제어를 이용하여 생애주기비용(LCC)을 30%이상 절감한 유지관리생력화 안전일체형 연속교의 설계시공 기술 개발	2017 ~ 2018	50,000	국토교통과학기술 진흥원
7		분기기 교체기준 및 궤도지지강성 산정을 통한 궤도시설의 효율적 유지관리 방안 연구용역	2017 ~ 2018	80,323	서울교통공사
8		기존선 무도상 교량 장대레일화 기술개발	2017 ~ 2021	1,180,000	국토교통과학기술 진흥원
9		철도운행장애 예방 및 미세먼지 저감을 위한 통기형 방음터널 기술 개발	2019 ~ 2021	200,000	국토교통과학기술 진흥원
10		방음벽의 정기점검, 정밀진단, 성능평가 기준 및 세부지침 마련 용역	2020 ~ 2021	96,155	국가철도공단
11		딥러닝 기반 철도교량 다목적 최적화 자율설계 AI 개발	2021 ~ 2022	140,000	국토교통과학기술 진흥원
12		구조물 정기점검, 정밀진단 및 성능평가 대상 타당성조사 연구용역	2022 ~ 2023	78,973	국가철도공단
13		정밀진단 성능평가 결과보고서의 평가 행정규칙 마련 용역	2022 ~ 2022	88,860	한국교통안전공단
14		철도구조물 유지관리를 위한 공사중 계측기 설치 및 관리기준 수립 연구 용역	2023 ~ 2024	51,791	국가철도공단

2. R&R이행을 위한 수단 및 계약관계 검토

□ 현지 수요처 구매의향서 확보 [1차]

- 베트남 철도는 선로 인프라 노후화로 인해 발생하는 다양한 문제점을 개선하고, 열차사고를 예방하여 2030년 여객 및 화물운송 수요 증대를 주요 목표로 설정 중, 이를 위한 선로 용량 증대를 위한 인프라 개선이 요구되고 있음
- 선로 인프라 중 침목의 경우 목침목으로 인한 문제점을 해소할 수 있는 새로운 침목 도입이 필요한 실정으로, 일본/중국의 합성수지침목 도입을 검토 중
- 대한민국과 함께 진행중인 ODA사업(베트남 철도(궤도분야)안전관리 역량강화 사업_산업통상협력개발지원사업)을 통해 대한민국에도 자체기술로 개발한 합성수지침목이 있다는 사실을 접하고, 성과확산형 국제협력사업 참여를 통해 대한민국 제품 도입을 추진하고자 하는 참여의사를 보여줌
- 본 1단계 사업 시작 시 베트남철도공사로부터 본 사업 실증 활동에 대한 참여의사(LOI)를 체결하여 사업 추진의 구체성과 실효성을 확보 (2023년 05월)



LOI 서명자	성명	Hoang Gia Khanh	소속	베트남철도공사(VNR)
	직급	Deputy General Director	이메일	khanhdsth@gmail.com

□ 현지 수요처 구매의향서 확보 [2차]

- 베트남 현지 2차 사전답사 및 세부 협의하에 실증을 통해 현지 성능검증을 완료 할 경우 동양이화의 합성수지침목 제품을 구매하겠다는 구매의향서를 확보함 (2023년 11월)
- 최근 베트남철도공사 부사장으로 승진한 Tran Anh Tuan로부터 구매의향서를 확보하면서, 향후 실증 성공 이후 실질적인 사업화 성공률을 제고함



LOI 서명자	소 속	VNR (베트남철도공사)		
	성명	Tran Anh Tuan (Mr.)	직급	Deputy General Director

베트남철도공사 (VNR)

- 베트남 철도공사(VNR)는 베트남의 철도를 운영하는 베트남의 국유 철도 회사이며, 주요 노선으로는 하노이와 호찌민시를 잇는 총 연장 1,726 km의 남북선이 있음. 베트남 철도에는 모두 278개의 역이 있으며, 주로 남북 선에 위치하고, 남북선의 여객 열차(통일 급행)는 총 30~40시간이 소요되고 있음. 베트남 철도는 철도, 통신, 교육, 기타 철도의 유지와 관련된 15개의 자회사도 보유하고 있음.



○ [명칭] 베트남철도공사

(Viet Nam Railway: Đường sắt Việt Nam)

- [창립년도] 1946년 10월 21일
- [산업분야] 철도여객, 화물운송업, 부대사업
- [본사소재지] 베트남 하노이 호안끼엠



2절. 사업 관리 거버넌스의 적절성

- (사업의 거버넌스) 사업에 대한 총괄 책임과 사업관리는 주관기관인 (주)동양이화가 수행하며, 예산 및 성과관리는 KAIA에서 수행
- (기관별 자원조달 계획) 국토교통부 R&D 예산에서 국고지원이 이루어지며, 주관기관인 (주)동양이화는 자체 자본투자를 통해 향후 현지 사업화 수요를 충당하기 위하여 생산 라인 증설을 추진
- (연구개발 성과 소유권 배분) 본 기술개발 성과의 소유권은 주관기관인 (주)동양이화에 귀속될 예정이며, 이에 따라 사업화 결과 발생하는 성과에 대한 기술료 납부에 의무가 있음

1. 사업관리 거버넌스 구체화

□ 사업관리 거버넌스

- (주)동양이화가 주관으로 기술 개발을 추진하고, 한국철도공사 및 한국교통대학교가 참여 기관으로 참여
- 현지 수요처인 베트남철도공사(VNR)의 경우 수요처인 동시에 현지실증을 위한 협력기관으로 현재 향후 베트남 최적화 합성수지침목 개발(TRL 9단계) 개발 조건으로 구매를 약속
- 사업에 대한 총괄 책임과 사업관리는 주관기관인 (주)동양이화가 수행하며, 예산 및 성과 관리는 KAIA에서 수행

□ 기관별 자원조달 계획

- 국토교통부 R&D 예산에서 국고지원이 이루어지며, 주관기관인 (주)동양이화는 자체 자본 투자를 통해 향후 현지 사업화 수요를 충당하기 위하여 생산 라인 증설을 추진
- 참여기관인 한국철도공사 및 한국교통대학교의 경우에도 국토교통부 R&D 예산에서 본 사업을 추진함

2. 연구개발 성과의 소유권 배분계획의 적절성

- 본 기술개발 성과의 소유권은 주관기관인 (주)동양이화에 귀속될 예정이며, 이에 따라 사업화 결과 발생하는 성과에 대한 기술료 납부에 의무가 있음
- 또한, 현지 수요기관인 베트남철도공사를 포함한 현지 베트남 철도운영관리사에게는 연구개발 실시권을 포함하여 성과의 공유 및 배분 계획은 없음

6장. 리스크 분석의 적절성

1절. 위험 식별 - 위험도 평가의 적절성

- 본 사업 관련 위험요인으로서는 지방정부의 낮은 이해, 현지 파트너 및 협력기관의 부족 등 여러 위험요소가 존재하나, **베트남 정부의 적극적인 철도 인프라 구축 계획과, 베트남철도 공사의 적극적인 실증 및 구매의향** 등을 종합하여 그 위험도는 매우 낮을 것으로 판단

1. 위험 식별의 적절성

구분	주요내용
현지 지방정부의 낮은 이해 위험	현지 실증 대상지가 되는 하노이시와 LOI를 체결하였으나, 구체적인 개발내용, 실증계획, 사업추진 등과 관련하여 현지 지방정부 담당자의 이해도가 낮을 수 있으며, R&D로 인식하지 못함에 따른 커뮤니케이션 문제 발생 가능
현지 파트너 및 협력기관 부족 위험	현지 베트남철도공사(VNR) 및 관련 유지보수기업의 경우 자체 기술력이 부족하며, 현지 실증 제품의 시공 및 활용에 한계가 존재할 수 있음
현지 시장정보 불확실성 위험	- 현지 시장정보가 정확하지 못하여 당초 계획한 수요보다 적거나 사업성 예측 결과에 오류가 발생할 가능성이 있음 - 또한, 정치적, 기후적 환경 변화에 따라 시장 수요가 시시각각 변할 수 있어 이에 대한 충분한 모니터링이 필요
정치적 불확실성 위험	지역분쟁, 정권교체 등이 예상되어 기존 철도 인프라 구축 사업에 대한 추진동력이 상실될 경우, 미래 시장이 불확실해지는 위험 존재
현지 유지보수 관리의 위험	현지 고온다습 환경에서 유지관리가 제때 이루어지지 못함으로써 구축된 시설의 노후화가 급격하게 진행되고, 성능 구현이 어려운 위험 존재

2. 위험도 평가의 적절성

위험요인	위험도 평가	
	종합평가	사유
현지 지방정부의 낮은 이해 위험	하	하노이는 철도 인프라 개선에 대한 의지가 높으며, 베트남철도공사 본사가 위치하여 본 실증사업에 대한 이해도가 높음
현지 파트너 및 협력기관 부족 위험	하	베트남철도공사는 베트남 현지 철도 총괄 국영 기업으로 전폭적인 협력기관 매칭을 지원 중
현지 시장정보 불확실성 위험	상	개발도상국의 특성상 관련 시장정보 확보에 어려움이 있으며, 시장정보 최신화에 한계가 존재
정치적 불확실성 위험	하	개발도상국 특성상, 도시 인프라 구축 등에 대한 정부의 적극적인 지원 의지 높음
현지 유지보수 관리의 위험	하	베트남 기후가 고온다습한, 합성수지침묵상 이러한 환경에 큰 영향을 받지 않음
종합	하	

2절. 위험요인 대응 및 반영 계획의 적절성

- 현지 기술 사업화 위험도 자체평가 결과, '낮은 수준'의 위험도가 도출되었으며, 각각의 위험요인에 대한 대응방안을 수립
- 베트남과 같은 개발도상국에서의 정치적 불확실성의 경우, 예상하지 못한 다양한 변수들이 발생할 수 있는바, 사업화 추진과정에서도 **현지사무소 인력을 활용하여 상시 모니터링 체계를 가동할 계획**

1. 위험요인 대응방안의 적절성

구분	주요내용
현지 지방정부의 낮은 이해 위험	▪ 현지 실증 프로젝트에 대한 단계별 추진내용 및 개발 내용에 대한 설명자료 구축 ▪ 사업 관련 현지 담당자와 주기적인 워크숍 운영을 통한 실증개발 내용의 이해도 제고 ⇒ 현지 지방정부와의 커뮤니케이션 제고
현지 파트너 및 협력기관 부족 위험	▪ 베트남철도공사을 통한 합성수지침목 관련 유지 및 보수기관 발굴 ▪ 협력기관과 기술협력 MOU 체결을 통한 파트너십 강화
현지 시장정보 불확실성 위험	▪ 현지 파트너십을 활용한 주기적인 현지 시장 정보 수집 ▪ 베트남 통계 Data 접근성 확보를 위한 관련 협단체 멤버십 확보
정치적 불확실성 위험	▪ 철도 인프라 구축사업에 대한 현지 정부 관계자 네트워킹 추진 ▪ 관련 정부 정책 변동에 따라 시장 축소 예상 시, 인근 국가로 사업화 연계확대 방안 구축 추진 (인도네시아 및 태국 등)
현지 유지보수 관리의 위험	▪ 현지 유지보수기업 대상 체계적인 관리가 이루어질 수 있도록 판매 제품에 대한 유지보수 매뉴얼 구축 및 배포 ▪ 주기적인 제품 홍보 및 설명회 개최를 통한 안정적 시공 및 관리 방안 마련

2. 위험요인 대응방안 반영 계획의 적절성

- 현지 기술 사업화 위험도 자체평가 결과, '낮은 수준'의 위험도가 도출되었으며, 각각의 위험요인에 대한 대응방안을 수립함
- 향후 도출된 위험요인에 대한 대응방안에 대하여 실증 개발 및 현지 사업화 과정에 적시적소 반영할 계획임
- 다만, 베트남과 같은 개발도상국에서의 정치적 불확실성의 경우, 예상하지 못한 다양한 변수들이 발생할 수 있는바, 사업화 추진과정에서도 현지사무소 인력을 활용하여 상시 모니터링 체계를 가동할 계획임

7장. 사업 타당성 분석의 적절성

1절. 기술적 타당성 분석의 적절성

- ☐ 베트남의 경우 목침목 관련 자체 생산을 일부하고 있으나, 자체 개발을 통한 목침목을 대체할 기술개발 능력을 보유하고 있지 않은 실정
- ☐ 또한, 자체 보유한 규정 가이드가 최적화되지 못하여, 규격 표준 제개정을 통한 안정성 제고가 필요
- ☐ 동양이화의 제품의 경우 **일본 대비 가격경쟁력을 확보하고 있으며, 중국 대비 품질 경쟁력을 보유한바**, 공적최적화를 통한 원가경쟁력 확보와 더불어 **베트남 최적화 표준(안)과 함께 사업 추진 시 충분한 사업경쟁력을 보유**하고 있을 것으로 판단됨

1. 현지 기술수준 조사

☐ 베트남 침목관련 기술 수준

- 베트남의 철도망은 총 2,623km로, 북부와 남부를 연결하는 남북선이 주축이며, 35개 성과 도시를 연결하는 7개의 주요 노선으로 구성되어 있으며, 콘크리트 침목과 목침목으로 구성
- 베트남에서 관리중인 교량은 641개소(8,073m), 분기기는 2,282틀이며(2023기준) 침목 수량은 교량 약 20,000장, 분기 약 136,000으로 총 156,000장이 부설되어 있는 것으로 조사 됨
- 분기기 및 교량에 사용중인 침목은 일부 시험부설을 제외하면 모두 목침목인 것으로 조사
- 베트남은 대한민국과 마찬가지로 현재 환경문제로 인하여 목침목에 사용중인 크레오소트유 사용이 금지되어 있어, 방부처리가 된 침목을 사용할 수 없는 상황
- 현재 베트남 교량 및 분기 유지보수를 위해 교체되고 있는 침목은 방부처리가 되지 않은 침목을 사용중에 있으며, 방부처리가 되지 않아 그 수명이 약 3년에 불가함

☐ 베트남 합성수지침목 기술 수준

- 베트남은 합성수지침목을 생산하기 위한 기술 및 설비가 없는 상황으로 조사 됨
- 베트남 철도공사는 합성수지침목에 관련된 규정을 보유하고 있음
 - TCCS 02:2022/VNRA(Fiber-reinforced foamed urethane synthetic sleepers: Specification, test method, construction and acceptance – Part 1: For Railway and railway –bridge)
- 베트남 내 관련 선행 특허 문헌 조사 결과, 침목 관련 선행 출원 특허 문헌은 확인이 되지 않았으나, 베트남 시장으로 해외시장 출원이 가능한 PCT 특허의 경우 유사 특허 2건이 존재

구분	WO2020-199365	WO2014-175576
출원일자	2019.06.17	2014.04.03.
출원인	QINGDAO HILYWILL ADVANCED MATERIALS TECHNOLOGY (CN)	KPX chemical(KR)
발명의명칭	MUTUALLY-EMBEDDED PHENOLIC RESIN COMPOSITE SLEEPER AND PREPARATION METHOD THEREFOR	COMPOSITION FOR SYNTHETIC RESIN SLEEPER AND METHOD FOR PREPARING SAME
주요도면		-

- 합성수지 침목의 조성 중심으로 청구항을 제시하고 있으며, 본 사업의 기술개발 아이템에서의 제조 공정 단순화를 통한 단가절감과 재활용을 위한 기술 구성이 없는 것으로 나타나 본 사업의 기술개발 결과물의 신규성 및 진보성을 확인함
- 최초 목침목을 대체하기 위하여 개발된 합성수지침목은 높은 성능과 내구성을 갖추고 있어 분기, 교량 구간 외에도 다양한 목적으로 적용될 수 있으나, 목침목의 2배 이상인 상대적으로 높은 가격은 시장 확대에 장애 요소임
- 베트남의 경우도 합성수지침목의 적용을 위해 2022년 중국 CJ/T 399-2012(섬유강화 폴리우레탄폼의 합성침목) 기준을 참조하여 합성수지침목의 규격, 성능 등을 정하고 있는 TCCS 02:2022를 제정한 바 있음
- 합성수지침목 관련 기준인 TCCS 02:2022에 제시된 궤간 1,000mm의 협궤와 표준궤에 사용되는 합성수지침목의 규격은 다음과 같음

<TCCS 02:2022에 제시된 합성수지침목 규격>

(a) 자갈궤도용 일반침목

궤간(mm)	길이(m)	높이(cm)	폭(cm)
1,435(본선)	2.5	16	22
1,000(본선)	1.8	14	22

(b) 교량침목

궤간(mm)	중심에서 종방향 빔 중심까지의 거리(m)	침목 단면적(W×H)(cm)	침목 길이(L)(m)
1,435	1.5 미만	20 × 22	3.0
	1.5 - 2.0	20 × 24	3.0
	2.0 - 2.2	20 × 26	3.0
	2.2 - 2.3	22 × 28	3.2
	2.3 - 2.5	24 × 30	3.2
1,000	1.5 미만	18 × 22	2.2
	1.5 - 1.7	18 × 22	2.4
	1.7 - 2.0	20 × 22	2.7

○ 합성수지침목의 치수와 관련한 국내외 기준간 비교 결과는 다음과 같음

		KRS TR 0007-15 (목침목)	JIS E 1203 (합성침목)	AREMA (합성침목)	ISO 12856-1 (합성침목)	TCCS 02:2022
보통 침목	일반	150×240×2,500	140×200 ×2,100~2,600	178×229 ×2,600~2,700	Type C 178×229 ×2,600~2,700	표준궤 160×220×2,500 협궤 140×220×1,800
	고속		150×240 ×2,600		Type B 150×250 ×2,600	
분기 침목	일반	150×240×2,800~4,600	140×230 ×2,000~7,000			
	고속		150×240 ×2,700~7,200			
교량 침목	일반	230×230×3,000	200~240×200 ×2,100~2,700		Type A 140~250×200~300 ×2,000~8,000	표준궤 200~240×220~300 ×3,000~3,200 협궤 180~200×220 ×2,200
	고속		200~250×240 ×2,600~3,000			
이음매 침목	일반	150×300 ×2,500	140×300 ×2,100~2,600			
	고속		150×350 ×2,600			

○ TCCS 02:2022에 제시된 교량침목 규격은 해외기준 대비 다음과 같은 차별성이 있음

– 해외기준 대비 큰 단면

• 일반침목 JIS 140×200, TCCS 160×220

– 해외기준 대비 다양한 규격

• 교량침목 JIS 200~240×200×2,100~2,700, TCCS 200~240×220~300×3,000~3,200

– 분기침목 및 이음매 침목에 대한 기준 없음

○ 침목의 규격은 침목의 가격과 밀접한 관계를 가진 인자로 하중, 환경 등의 영향을 고려 하되, 경제성을 제고하기 위해서는 단면을 최적화하고 단순화할 필요가 있음

○ 관련하여 베트남철도공사와 다음과 같은 연구가 필요함

– 보통 및 교량침목에 대한 최적단면

– 교량침목 규격의 단순화

– 분기 및 이음매침목 규격 마련

○ 관련 연구를 통하여 표준궤 및 협궤에 사용되는 합성수지침목 규격의 최적화를 통하여 합성수지침목의 경제성을 확보하고 동양이화 침목의 적용성을 제고할 수 있음

2절. 경제적 타당성 분석의 적절성

- 경제성 타당성 분석결과 2035년까지 사업화 추진 결과 누적 현재가치는 **1,030억 1,600만원으로 NPV가 0보다 크므로 본 프로젝트의 현지사업화 경제적 타당성은 비교적 우수**
- 태국, 라오스 등 베트남의 경우 **인접 동남아시아 철도 인프라와 연계가 가능**하며, 관련 철도 인프라 역시 연동성이 우수한 것 판단됨

1. 분석 방안 및 주요 가정

□ 경제적 타당성 분석 방안

- 베트남 철도 인프라 대상 합성수지침목 기술사업화 사전 타당성 분석을 위하여 순현재가치 분석(Net Present Value : NPV) 방식을 사용하여 경제성 분석을 실시
- 순현재가치 분석은 사업의 시행에 따라 예상되는 총 수익의 현재가치에서 총 비용의 현재가치를 뺀 값으로서, $NPV \geq 0$ 이면 경제성이 있는 것으로 판단할 수 있음

$$\text{순현재가치}(NPV) = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

B_t : 편익의 현재가치

r : 할인율(이자율)

C_t : 비용의 현재가치

n : 사업의 내구년도 (분석기간)

□ 경제적 타당성 분석 주요 가정

- **(사업기간)** 경제적 타당성 분석은 사전에 베트남 철도 궤도 내 합성수지침목 현지사업화 사전타당성 분석 및 실증사업을 2025년까지 3년의 수행기간을 거쳐 2026년부터 현지사업화 추진하는 것으로 가정하였으며, 현지사업화 추진 기간은 침목 제품의 기술수명주기에 따라 10년으로 가정함
 - (사전 타당성 분석 기간) 2023년 8월 1일 ~ 2023년 12월 31일
 - (현지 실증 테스트 기간) 2024년 1월 1일 ~ 2026년 12월 31일
 - (현지 기술 사업화 기간) 2027년 1월 1일 ~ 2035년 12월 31일

[표] 철도 침목 IP 관점 기술수명주기

구분	기술설명	기술수명
B27	목재 또는 유사 재료의 가공 또는 보존, 못박기 기계 또는 스테이플 기계 일반	10년 (중간값)
B27M	서브클래스 B27B로부터 B27L로 분류되지 않는 목재의 가공; 특정 목제품의 제조	
B27M-003	특정의 반다듬질 또는 다듬질 제품의 제조 또는 수리(단판 또는 합판의 제조, 단판 또는 합판으로부터 제품의 제작 B27D; 합판용 중심층의 제조 B27D 1/06; 못박기 또는 스테이플 기계 일반 B27F-007/00; 나무통 또는 차륜 제조용 부재의 것 B27H; 모방 장치의 특징 B23Q)	
B27M-003/14	철도의 침목	

* 출처 : 기술가치평가시스템, 한국과학기술정보연구원

- **(할인율)** 경제성 분석을 위해 적용하는 할인율은 미래가치를 현재가치로 환산시 적용하는 기준으로 ODA 사업형성 목적으로 개발도상국에 적용시는 일반적으로 「EDCF 사업 타당성조사 지침」이 정한 할인율 12.0%를 적용
- **(환율)** 본 경제성 분석에서는 1USD 당 베트남 적용 환율과 국내산 자재비용 등을 산정하기 위하여 원화 환율을 아래와 같이 적용하여 타당성 분석을 실시
 - 1USD 당 24,060동 (2023년 09월 01일 한국은행 기준)
 - 1USD 당 1,333원 (2023년 09월 01일 한국은행 기준)
- **(물가 및 임금상승률)** 베트남의 물가상승률은 최근 3개년 평균인 2.7%, 일반적인 노동자 임금상승률은 최근 3년간 3.8%로 가정

[표] 베트남 물가 및 임금상승률 (%)

구분	20	21	22	평균
물가상승률	3.2	1.8	3.2	2.7
임금상승률	5.5	0.0	6.0	3.8

* 출처 : KOTRA

- **(컨테이너 비용)** 현지사업화 추진 방안으로 국내에서 생산한 합성수지침목을 해상운송수단을 통해 현지 납품을 계획하고 있음. “베트남(사이공)-부산항” 40FT 규격의 컨테이너 기준으로 해상운송비용을 산정
 - 40FT 컨테이너 당 예상 적재 합성침목 수량 : 500개
 - 40FT 컨테이너 사이즈 규격(mm) : 12,034 X 2,348 X 2,390
 - 개발 합성수지침목 사이즈 규격 : 2,800 X 240 X 150
 - 40FT 컨테이너당 현지 운송비용 : 1,100 USD (22년말기준, 해상운송전문Databe, MoverDB.COM)
- **(관세)** 베트남의 수입 관세는 수입세, 부가가치세, 특별소비세(있을시), 환경보호세(있을시)를 종합하여 도출
 - (수입세) 22년말 기준 철도 궤도 유지용 또는 보수용품 기본세율 5%
 - (부가세) 22년말 기준 일반 부가세 10%
 - (특별소비세) 담배 및 주류에 해당하는 제품에 붙은 소비세로 해당사항 없음
 - (환경보호세) 환경에 해다되는 석탄 및 휘발유 관련 제품에 붙은 소비세로 해당사항 없음

- **(탈선 사고 피해 비용)** 베트남철도공사에 따르면 2018년에서 2019년 연간 평균 10건의 탈선사고가 발생하였으며, 대다수의 탈선사고 원인이 침목의 노후화 등의 궤도 상태 불량으로 조사됨
 - (연간 평균 탈선사고 발생건) 연평균 5건 궤도 불량에 따른 탈선 사고 발생을 가정
 - (합성수지침목에 따른 피해감소율) 합성수지침목 도입으로 교량 및 분기기 탈선사고 50%이상 감소가 기대됨
 - 노후 철도 궤도 및 침목 균열 등의 문제로 잦은 사고가 발생하는 만큼 내구성과 강성이 우수한 합성수지침목의 보급 확산을 통해 베트남 철도 궤도의 안전성을 제고할 수 있을 것으로 기대
 - (탈선사고당 발생 사회적 비용) 베트남에서의 철도 사고에 따른 피해비용 데이터가 없는 관계로 국내 철도 탈선 사고당 평균 피해 비용인 4,000만원으로 산정
 - 한국철도공사 발표 자료에 따르면 2022년 14건의 철도 탈선 사고가 발생했으며, 건당 약 4,000만원 규모의 탈선 사고 금전적 피해 비용이 발생

2. 비용분석

□ 지출 비용 분석

- 지출비용의 경우 본 사업의 추진단계에서 공장 및 시설장비증축 관련한 자본적 지출 비용과, 본 사업의 사업비가 발생할 예정이며, 사업화추진단계에서 현지사업소 인건비 및 운영관리비, 합성수지침목 납품 관련 관세 및 운송비 등이 예상됨

[표] 연도별 지출 비용

(단위 : 백만원)

구분		타당성검토 및 실증단계					사업화추진단계							
		성과확산사업 추진단계					성과확산사업 추진종료							
		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
자본적 지출	건물/구축물	1,333	1,333	1,333										
	기계장치	1,633	1,633	1,633										
사업비	인건비	37.1	84.8	238	238	181.5								
	연구개발비	135.9	268.2	612.5	612.5	242.5								
소계		3,139	3,319	3,817	851	424								
운영비	현지사무소인건비						165.5	165.5	165.5	165.5	165.5	165.5	165.5	165.5
	현지사무소운영관리비					20	20	20	20	20	20	20	20	20
	운송비용					36.7	36.7	73.4	73.4	110.1	110.1	110.1	146.7	183.4
	관세					500	500	1,000	1,000	1,500	1,500	1,500	2,000	2,500
소계						556.7	202.2	238.9	238.9	275.6	275.6	275.6	312.2	348.9
합계		3,139	3,319	3,817	851	981	202	239	239	276	276	276	312	349

○ (자본적 지출비용) 합성수지침목 생산 1개 라인 증설 가정 시 투자 계획

[표] 자본적 지출비용 세부내용

(단위 : 백만원)

구분		비용
자본적 지출	토지	-
	건물/구축물	4,000
	기계장치	4,900
자본적 지출 합계		8,900

- (토지 및 건물/구축물) 합성수지침목 관련 공장 증설을 위한 공장 부지 확보

- 현재 합성수지 생산능력 : 10,000개/년 → 목표 합성수지 생산능력 : 40,000개/년
- 토지의 경우 기존 기존 (주)동양이화에서 보유한 이전 공장부지(2,500평) 활용 계획

[표] 토지 및 건축/구축물 지출 계획(안)

항목	현재	향후 (2026년)
공장 부지 지역	경기도 안성시	경기도 평택시
공장	 합성수지침목 제조 공장	 2023년 (주)동양이화 확장 이전 공장 조감도

- (기계장치) 현재 1개라인 생산설비 보유(생산능력 10,000개/년) 중이며, 2026년까지 추가 신설 라인 1개를 추가하여 40,000개/년 생산 능력을 확보할 계획

[표] 기계장치 지출 세부내용

(단위 : 백만원)

항목	구분	투자 예상액
기계장치	섬유 공급 장치	500
	주형 설비	800
	캐터필러 생산 설비	2,500
	연마 설비	800
	기타 부대설비	300
기계장치 합계		4,900

- (사업비) 2027년까지 본 사업을 통하여 총 2,651백만원을 활용하여 사전 현지사업화 타당성분석, 현지실증사업운영 및 현지사업화 기반을 구축할 계획임

[표] 사업비 세부내역

(단위 : 천원)

구분	인건비	연구개발비	합계
2023년	37,100	135,900	173,000
2024년	84,800	268,200	353,000
2025년	238,000	612,500	850,500
2026년	238,000	612,500	850,500
2027년	181,500	242,500	424,000
총계	779,400	1,871,600	2,651,000

- **(운영비)** 현지 사업화 추진 과정에서 발생할 현지사무소 인건비 및 운영관리비와 한국에서 생산한 합성수지침목의 현지 운송비 및 관세 비용 등을 책정
 - (현지사무소 인건비) 사업화 추진 단계에서 현지에서의 영업, 고객관리, A/S 등 현지인력과 (주)동양이화 파견인력 등의 인건비를 산정
 - (현지사무소 운영관리비) 현지사무소 임대료, 전기 및 수도세, 차량 임대료 등을 종합하여 운영관리비로 산정
 - (운송비용) 현지사업화 추진 방안으로 국내에서 생산한 합성수지침목을 해상운송수단을 통해 현지 납품을 계획하고 있음. “베트남(사이공)-부산항” 40FT 규격의 컨테이너 기준으로 해상운송비용을 산정
- 현지사업화 단계별 합성수지침목 목표 판매수량 등을 고려하여 산정
 - (관세) 베트남의 수입 관세는 수입세(5%) 및 부가가치세(10%)와 현지사업화 단계별 합성수지침목 목표 판매수량 등을 고려하여 산정

□ 수입 비용 분석

- (사업화 계획) 2027년부터 2035년까지 10년간(합성수지침목 예상 기술생명주기) 사업화 추진을 목표로 설정
 - (계획 수립 근거) 베트남 철도 궤도 내 합성수지침목 대체 수요 1,250,000개 중 2035년까지 30% 시장 점유를 목표
 - 베트남 철도 궤도 내 합성수지 침목 대체가능 노선 길이(500km) / 합성수지침목간격(0.4m)
 - (주)동양이화 합성수지침목 생산Capa와 제고보유Capa, 베트남의 목침목 대체 의지 등을 종합적으로 고려하여 사업화 계획을 수립
- (수익비용) 사업화 계획에 따른 합성수지침목 판매수익과 합성수지침목 대체를 통한 철도 탈선평해 저감 편익 비용을 수입비용으로 산정
 - (탈선사고당 발생 사회적 비용) 베트남에서의 철도 사고에 따른 피해비용 데이터가 없는 관계로 국내 철도 탈선 사고당 평균 피해 비용인 4,000만원으로 산정
 - 한국철도공사 발표 자료에 따르면 2022년 14건의 철도 탈선 사고가 발생했으며, 건당 약 4,000만원 규모의 탈선 사고 금전적 피해 비용이 발생

[표] 연도별 수입 비용

(단위 : 백만원)

구분		타당성검토 및 실증단계				사업화추진단계								
		성과확산사업 추진단계				성과확산사업 추진종료								
		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
사업화 계획	시장점유율					1%	2%	4%	6%	9%	12%	15%	19%	24%
	침목판매개수(개)					12,500	12,500	25,000	25,000	37,500	37,500	37,500	50,000	62,500
수익 비용	침목 판매비(세전)					10,000	10,000	20,000	20,000	30,000	30,000	30,000	40,000	50,000
	철도 탈선 등 사회적 편익 비용					4	8	16	24	36	48	60	76	96
	합계					10,004	10,008	20,016	20,024	30,036	30,048	30,060	40,076	50,096

* (주)동양이화 합성수지침목 개당 단가 : 800,000원

3. 계량적 편익 분석

- 수입-지출로 연도별 현재가치의 흐름을 분석하면, 2023~2035년까지 총 누적 현재가치는 1,030억 1,600만원으로 NPV가 0보다 크므로 본 프로젝트는 경제적으로 타당하다고 볼 수 있음

[표] 순현재가치 분석(Net Present Value, NPV)

(단위 : 백만원)

구분		타당성검토 및 실증단계					사업화추진단계							
		성과확산사업 추진단계					성과확산사업 추진종료							
		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
지출	자본적지출	2,966	2,966	2,966	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	사업비	173	353	850.5	850.5	424	0	0	0	0	0	0	0	0
	운영비	-	-	-	-	557	239	239	276	276	276	312	349	386
	합계	3,139	3,319	3,817	851	981	239	239	276	276	276	312	349	386
수입	침묵 판매비(세전)				10,000	10,000	20,000	20,000	30,000	30,000	30,000	40,000	50,000	60,000
	철도탈선 등 사회적 편익 비용				4	8	16	24	36	48	60	76	96	120
	합계				10,004	10,008	20,016	20,024	30,036	30,048	30,060	40,076	50,096	60,120
수입-지출		-3,139	-3,319	-3,817	9,154	9,027	19,777	19,785	29,760	29,772	29,784	39,764	49,747	59,734
현재가치		-3,139	- 2,963	- 3,042	6,515	5,737	11,222	10,024	13,462	12,024	10,740	12,803	14,301	15,332
누적현재가치		-3,140	- 6,103	- 9,146	- 2,631	3,106	14,328	24,352	37,814	49,838	60,579	73,382	87,683	103,015
누적현재가치 총합(NPV)		103,016												

4. 비계량적 편익 분석

□ 베트남 철도 운영 안정성 제고

- 현지사업화 사전 타당성 분석을 위하여 베트남 현지 사전 답사 과정에서 베트남철도공사를 통해 확인한 결과, 베트남에서도 국내와 마찬가지로 크로오소트유 등의 발암물질로 분류된 방부제가 사용된 목침목 사용이 금지된 상황
- 베트남철도공사는 이에 대한 임시 대책으로 방부제 처리가 안된 목침목으로 노후화된 기존의 목침목을 대체하여 사용 중이나, 교체 1년만에 노후화된 목침목으로 인한 철도 탈선 문제가 지속적으로 발생 중
- 무도상 교량 등에서는 가격이 저렴하고, 내구성이 우수하지만 무게가 무거운 콘크리트 침목으로 목침목 대체는 현실적으로 어려운 상황으로, (주)동양이화의 합성수지침목 도입에 대하여 긍정적인 검토가 이루어지고 있는 중
- (주)동양이화의 합성수지침목의 기존의 목침목과 달리 발암물질 등으로 인한 인체 유해성이 없으며, 기존 목침목 대비 기대사용수명이 35년 이상 길고, 파손 등에 대한 유지보수가 용이함. 또한, 현재 (주)동양이화에서는 수명이 다된 합성수지침목의 재활용 기술을 개발 중으로 장기적인 유지보수 및 사업화가 가능할 것으로 판단됨
- 무엇보다도 현재 베트남에서는 노후화된 목침목으로 인하여 철도 탈선 사고가 연간 8건 이상 주기적으로 발생하며 막대한 사회적 피해가 발생하는 중. 향후 (주)동양이화의 합성수지침목으로 대체 시, 연간 발생하는 철도 탈선 사고 및 이로 인한 사회적 피해를 절반 이상 감소시킬 것으로 기대됨
- 철도는 베트남에서 물류 운송 등에서 중요한 역할을 하고 있으나, 2020년부터 잦은 철도 탈선 등으로 철도 운영 안정성이 결여되고 있는 추세임. 현재 철도 궤도 내 노후화된 목침목을 (주)동양이화 합성수지침목으로의 점차적인 대체를 통해 베트남 철도 운영 안정성을 제고할 수 있을 것으로 기대됨

□ 철도 인프라 고도화를 통한 시민 삶의 질 향상

- 현재 베트남 국내 철도 부문에는 34개 지자체 및 도시를 지나는 15개 국영 노선, 그리고 297개 역이 운영 중. 그러나 베트남 현지언론 베트남익스프레스(Vn Express)에 따르면 해당 시설들은 대부분 50년에서 140여 년 전에 건설되어 기술적 노후 문제가 이슈가 되고 있고 소규모 노선의 경우에는 전체 노선의 병목 현상을 야기하는 것으로 평가
- 2022년 12월 베트남브리핑(Vietnam Briefing)은 베트남의 철도 체계가 빠른 경제발전 속도를 따라잡지 못하고 있으며 시설 또한 노후되고 있어, 향후 정부 차원에서 교통 및 물류 인프라 개선을 위한 사업을 다수 추진할 것으로 예상

- 베트남 교통부는 2023년 1/4분기 남북철도 인프라 보수사업 5건에 총 5조 동(한화 약 2,645억 원) 이상을 투입하였으며, 교통부 산하 철도사업관리위원회(Railway Project Management Board) 주도로 추진되는 철도 교량 개보수 및 노선 내 철도역 수리 등의 사업은 모두 2021~2025년 중장기 투자계획에 배정된 국가 예산으로 충당될 예정
- 노후화된 철도 교량 개보수 과정에서 종래의 목침목을 ㈜동양이화의 합성수지침목으로 대체가 기대되며, 합성수지침목으로의 대체를 통해 베트남 철도 운영 안정성 제고와 그로 인하여 전반적인 철도 인프라 환경 개선이 이루어질 것으로 판단됨
- 특히, 기존 노후 철도 교량으로 인해 제안이 되어있던 최대속도가 상향될 수 있으며, 운행 횟수 등 전반적인 철도 운영 환경 개선이 이루어질 것으로 판단됨. 이를 통해 베트남 지역간 연계 활성화와 산업 물류 운송 효율 증대 등으로 베트남 시민 삶의 질 개선으로 궁극적으로 이어질 수 있을 것으로 기대됨

□ 합성수지침목 대체를 통한 환경 보전 및 국민 건강 증진

- 베트남의 경우 목재자원이 풍부해 자체적으로 목침목을 생산해 사용해 왔으나, 과도한 벌목으로 목재 수급에 현재 어려움을 겪고 있음. 또한 이러한 상황에서 환경 규제 등으로 인해 목침목 사용에 어려움을 겪고 있는 추세임
- 침목의 경우 일반적으로 철도 궤도 0.6m당 1개가 사용되며, 현재 구축된 베트남 철도 길이 2,632km를 고려할 시 지속적인 목침목 사용은 방대한 목재 벌목으로 이어지는 등 환경 문제를 야기할 우려가 있음
- ㈜동양이화의 합성수지침목은 기존 목침목 대비 고수명, 고내구성을 보유하고 있으며, 이 뿐만 아니라 재사용이 가능한 장점을 가지고 있어 기존 제품 대비 사용 편의성 뿐만 아니라 친환경적 측면에서 유리한 장점을 보유하고 있음

□ 철도 분야 지속적인 한-베트남 기술협력 기반 마련

- 현재 한국철도는 베트남 정부와 국제협력기술개발 사업을 통해 철도 궤도 구축 관련 사업을 추진 중. 이러한 상황에서 철도 궤도 내 침목 등의 다양한 협력 아이템 발굴이 가능할 것으로 기대됨
- 중장기적으로는 철도 궤도에서부터 철도 운영 시스템까지 철도 분야 전방위 기술 협력과 노하우 전수가 가능할 것으로 보여짐
- 철도 분야는 사회 기반 교통 인프라 부문으로 산업 발전의 기반이 되는 분야임. 과거 국내의 산업발전이 근간이 되었던 베트남에서도 철도 인프라를 시작으로 하여 다양한 기술 협력 과제 발굴이 용이할 것으로 기대됨

5. 경제적 타당성 분석 결과

□ 현지 사업화 타당성 검증 결과

- 수입-지출로 연도별 현재가치의 흐름을 분석하면, 2023~2035년까지 총 누적 현재가치는 1,030억 1,600만원으로 NPV가 0보다 크므로 본 프로젝트의 현지사업화 경제적 타당성은 비교적 우수하게 나타남
- 지속적인 현지 물가상승과 인건비 상승 등을 모니터링하게 경제적 타당성 결과를 모니터링할 계획임

□ 베트남 외 동남아시아 비즈니스 확대 추진

- 태국, 인도네시아, 라오스 등 베트남의 경우 인접 동남아시아 철도 인프라와 연계가 가능하며, 관련 철도 인프라 역시 연동성이 우수한 것으로 조사됨
- 베트남을 거점으로 하여 인접 동남아시아 지역으로 철도 인프라 개선 사업을 추진할 시, 그 파급효과가 클 것으로 기대됨
- 태국, 인도네시아, 라오스 역시 베트남과 마찬가지로 철도 궤도 노후화가 심각한 것으로 나타나, 합성수지침목에 대한 수요가 지속해서 발생할 것으로 판단됨

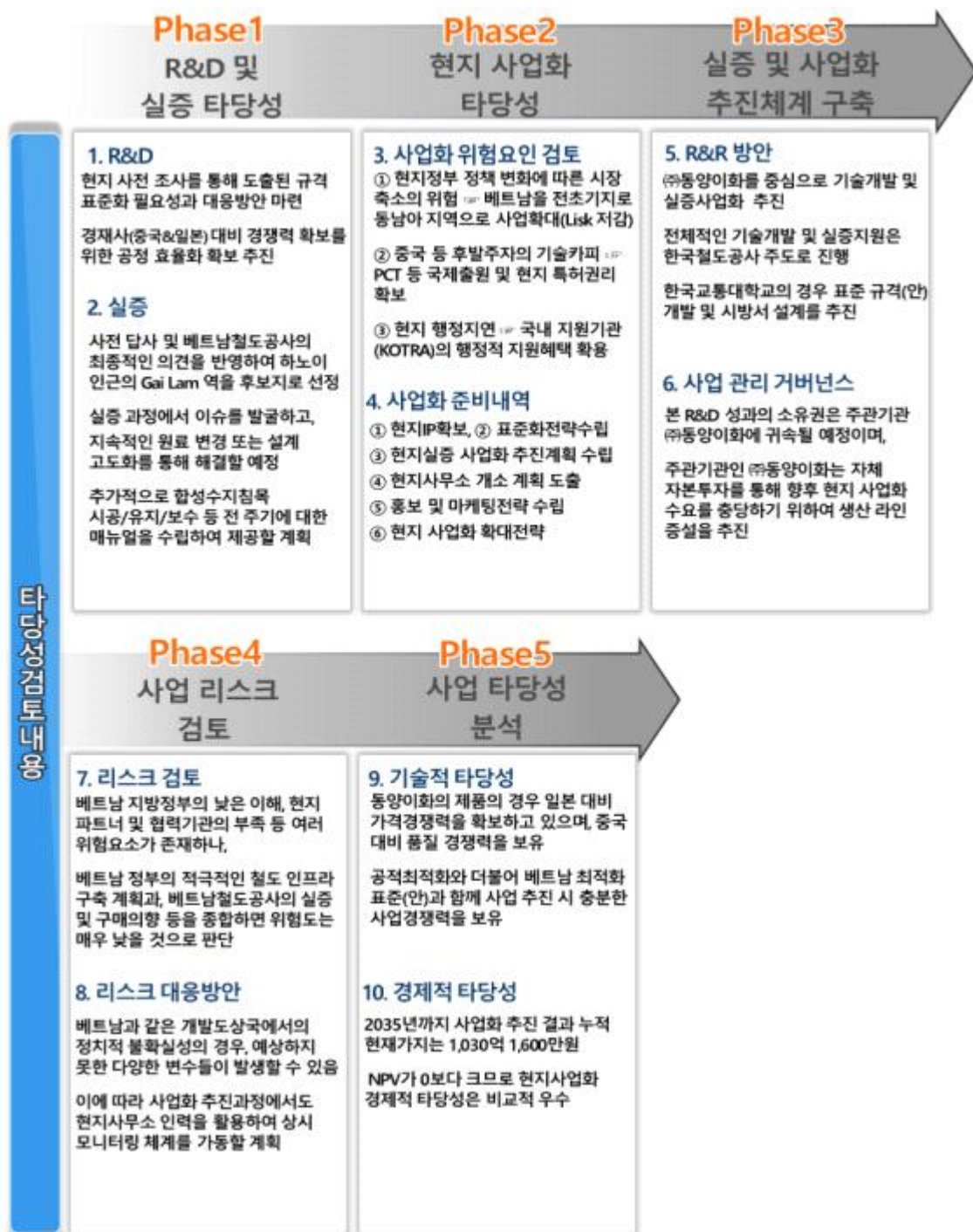
□ 현지 생산라인 구축을 통한 비용절감 방안 검토 필요

- 현지 사업의 경제적 타당성을 확보하기 위해서는 사업화 과정에서 발생하는 지출 비용 감축이 필수
- 지출비용에 포함된 관세 및 부가세의 경우 현지 정부의 정책과 관련된 부분으로 자체적으로 개선이 불가능하나, 물류 비용의 경우 현지 공장 설립 등을 통해 개선이 가능할 것으로 기대됨
- 현지 공장에서 합성수지침목 생산 시, 물류비용 감소 및 관세(5%) 부분 개선이 이루어질 수 있음
- 특히 동남아시아 전반으로 사업화 타겟 확장 시 베트남 현지 공장이 생산 거점이 될 수 있으며, 현재 (주)동양이화의 합성수지침목 연간 생산 Capa 역시 확대가 필요한 것을 감안하여 사업화 성과와 지속발전 가능성 등을 종합적으로 검토하여 해외 현지 공장 설립 검토가 필요할 전망

8. 결론

가. 결론

- 본 사전타당성 검토를 통해 5단계에 걸친 사업 타당성을 검토함. 현지 사업화 추진 시 공정효율화/고도화를 통한 단가절감과, 현지 규격(안)을 도출 및 이에 따른 성능점검이 핵심으로 판단됨
- 기술적 및 경제적 사업의 타당성은 우수하며, 예상 가능한 위험요인들에 대한 충분한 대응방안을 도출하고 있어, 향후 사업화 추진 당위성을 확보한 것으로 판단됨



나. 향후 계획



□ 현지 맞춤형 기술개발 (2024~2025년)

- 베트남 철도 레일 합성수지침목 맞춤형 규격(안) 제시 및 공정효율개선 및 현지 규격 맞춤형 합성수지침목 개발
- 합성수지침목 리사이클링 기술개발

□ 현지 실증을 통한 성능검증 (2025년~2026년)

- 베트남철도공사 및 15개 운영기관 대상 실증방안 구체화, 실증후보지 최종 검토 및 베트남 철도공사 협의 후 실증 부지 확보 및 현지 맞춤형 합성수지침목의 실증을 통한 성능검증

□ 베트남 현지 사업화 (2027년~)

- 베트남철도공사 및 15개 시공운영사 침묵 수요 구체화 및 실증결과물의 최종 성능검증 (KOLAS 등 공인성적서 확보)
- 현지 사무소 개소 및 베트남 현지 사업화 추진

□ 동남아 판로 확대 (2027년~)

- 중장기적으로 동남아시아 지역으로 사업화 확대
- 타 국가 철도 침묵 수요 및 규격(안) 검토 및 타겟국가 철도공사 등 네트워크 구축
- 타겟국가 실증 프로그램 운영

별첨. 1단계 성과점검기준표

핵심 연구개발성과물		연구개발성과물		성과점검기준									양적 성과지표		시스템 내 성과 입력	
				질적 성과지표		목표치	달성치	측정방법	검증방법	가중치	연구개발기관	연구개발비 (백만원)	목표치	달성치	완료	미완료
A	타당성 조사	A-1	타당성 보고서	①	베트남철도 현장조사	2회	2회	보고서	작성여부	80	(주)동양이화 한국철도공사 한국교통대학교	101	현지 환경 조사 서1건	현지 환경 조사서 1건	건	건
				②	타당성 보고서	1건	1건	보고서	작성여부	20	(주)동양이화 한국철도공사 한국교통대학교	25	타당성분석및 결과보고서 1건	타당성분석및 결과보고서 1건	건	건
계										100%	-	126	보고서: 2건	보고서: 2건	건	건