

기술수요조사서 (과제제안)

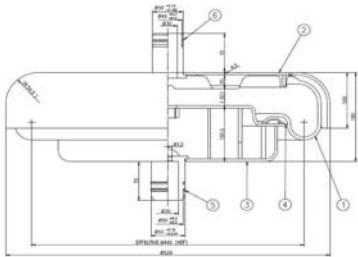
연구개발 과제명

경전철용 공기스프링 국산화 개발 및 현차 신뢰성 검증

☐ 제안기관

기관명	부산-김해경전철		우선순위	상() 중(☒) 하() *기관 수요 중 순위
제안 담당자	부서	차량처	직위	대리
	성명	강동혁	연락처	휴대폰 : 010-2766-3260 e-mail : donghyeok.kang@bglrt.com
	부서	차량처	직위	주임
	성명	이준목	연락처	휴대폰 : 010-4828-7623 e-mail : junmok.lee@bglrt.com
활용예정 부서 예정 부서	부서	차량처	직위	대리
	성명	강동혁	연락처	휴대폰 : 010-2766-3260 e-mail : donghyeok.kang@bglrt.com

☐ 제안과제

구분	내용
1. 연구개발 필요성	○ 공기스프링은 대차와 차체 사이에서 차량의 수직 하중을 지지하고 대차로부터 전달되는 진동을 저감하는 2차 현가장치 핵심부품임. 부산-김해경전철(2칸 1편성, 총 25개 편성)에는 총 150개의 공기스프링이 장착되어 있으며 전량 외산(일본 스미토모) 제품임.  

구 분	내 용																									
	○ 운행 중 파손시 탈선과 직결되는 핵심부품으로 공기스프링 원제작사 권장 교체수명 주기는 8~10년이나 국내 도시철도 운영기관 현황에 따라 최장 20년까지 사용 중에 있음. 부산-김해경전철은 원제작사 교체주기를 적용하여 2011년 운행 이래, 공기스프링에 대하여 2020년까지 1회차 교체를 완료하였고, 2028년 2회차 교체를 준비 중에 있음. ○ 그러나 외산제품으로 구매 시 장납기, 고가 등의 사유로 유지보수에 애로점을 안고 있고, 경전철 특성상 운용비용이 커 경전철 운영기관으로서는 경영상 어려움에 있어 유지보수비용, 운영비용 절감에 많은 노력을 기울이고 있음. 이에 공기스프링 보수품에 대한 납기 단축, 안정적인 부품 수급/비용 절감. 또한 외산 사용에 따른 검수과정에서 발생된 문제점 개선을 고려하여 국산화 개발을 추진하고자 함.																									
2. 현장수요 및 확산 가능성	○ 부산-김해경전철은 현대로템에서 제작한 경전철로 후속으로 제작한 우이신설도시철도, 김포골드라인 경전철과 동일 모델임. 따라서 사용 중인 공기스프링도 동일 모델임. ○ 우이신설도시철도, 김포골드라인은 아직 공기스프링 교체가 미진행 상태로 공기스프링 교체를 검토 중에 있음. 이에 동일 제품을 사용 중인 부산-김해경전철이 공기스프링 국산화 개발에 성공하면 국산 개발품 사용 의지가 있음. 개발 공기스프링 모델 사용 중인 국내 경전철은 3개 운영기관 총 77편성이며 수량은 편성당 6개로 총 462개임 [개발 공기스프링 장착 경전철 현황] <table><tr><th></th><th>부산-김해경전철</th><th>우이신설선</th><th>김포골드라인</th><th>합</th></tr><tr><td>개통</td><td>'11.09</td><td>'17.09</td><td>'19.09</td><td></td></tr><tr><td>차량편성</td><td>25</td><td>18</td><td>34</td><td>77</td></tr><tr><td>차량수</td><td>50</td><td>36</td><td>68</td><td>154</td></tr><tr><td>제작사</td><td>현대로템</td><td>현대로템</td><td>현대로템</td><td></td></tr></table> ○ 공기스프링은 구조가 간단하고 진동감쇠, 하중지지 특성이 우수하여 국내 도시철도 경전철, 중전철, 기존철도차량용 중고속 철도차량 등 여객 차량 전반에 적용 중임. 국내 운용 중인 도시철도차량은 약 8,700량으로 여기에 사용 중인 공기스프링 또한 전량 외산임. ○ 사용 용도에 따라 크기, 부피가 상이하지만 기존 구조, 요구 성능은 유사하여 국산화 개발에 성공하면 중전철, 기존철도, 고속차량에도 파급 활용이 충분히 가능함. 이들 수요를 고려하면 향후 국내 수요는 연간 약 최대 4,500개, 시장규모는 약 56억 규모로 추정됨 ※ 신차 시장 : 연간 제작 총수(평균 250량) × 차량당 공기스프링 개수(평균 4개/량) × 단가(평균 250만원/개) × 외산대비 국산단가 비율(50%) = 12.5억		부산-김해경전철	우이신설선	김포골드라인	합	개통	'11.09	'17.09	'19.09		차량편성	25	18	34	77	차량수	50	36	68	154	제작사	현대로템	현대로템	현대로템	
	부산-김해경전철	우이신설선	김포골드라인	합																						
개통	'11.09	'17.09	'19.09																							
차량편성	25	18	34	77																						
차량수	50	36	68	154																						
제작사	현대로템	현대로템	현대로템																							

구 분	내 용											
	※ 보수품 시장 : 국내 차량총수(8,700) × 차량당 공기스프링 개수(평균 4개/량) × 연간 교체 비율(10%) × 단가(250만원/개) × 외산대비 국산단가 비율(50%) = 43.5억											
3. 요구기술 및 적용조건	○ 요구기술 - 부산-김해경전철 전동차에 적용 중인 기존 공기스프링의 구조, 치수 및 장착 인터페이스를 분석하여 기존 차량과 호환 가능한 공기스프링 설계 및 제작 기술을 확보하여야 함. - 공기스프링의 고무 벨로우즈 및 보강재는 기존 사양의 요구조건을 만족하도록 설계하고, 내압성, 내피로성, 내노화성 및 내오존성을 확보하여야 함. - 공기스프링의 수직·횡방향 정·동적 특성이 기존 사양을 만족하도록 고무 배합, 보강층 및 형상을 최적화 함. - 시제품에 대한 성능시험 및 내구시험을 통하여 설계 요구조건 검증 - 철도안전법에 의거 개조신고/운행승인을 득하고, 차량장착 현차시험을 통해 실제 운행조건에서의 성능 및 신뢰성을 검증하여야 함 - 기존 사양서의 시험기준 및 관련 규격을 적용하여 국산 개발품의 품질 및 성능을 검증하여야 함 ○ 주요 적용조건 - 적용 차량 : 부산-김해경전철 전동차 - 적용 부품 : 경전철 대차용 공기스프링 - 적용 규격 : 부산-김해경전철 공기스프링 사양서(REDE103749 Rev.0) * JIS E 4206, JIS D 4101, JIS K 6251, K 6257, K 6259, K 6260 - 품 번 : Part No. TRP04870 - 요구 성능 • 정하중특성 : 수직 225 N/mm ±10%, 횡 215 N/mm ±15% • 동하중특성 : 횡 245 N/mm ±15% • 내구 성능 : 수직 1,000,000회, 수평 200,000회 - 보수품 납품 단가 목표 : 외산 대비 50% 수준											
4. 시험·인증 및 현장실증 계획	○ 부산-김해경전철 공기스프링 사양서(REDE103749 Rev.0)에 의거하여 개발 품 시제품에 대한 검사 및 시험을 실시하여 허용기준을 충족하여야 함. ※ 부산-김해 경전철 공기스프링사양서(REDE103749, 2008-03-13, 현대로템) - 시험은 공인시험기관 의뢰 공인시험을 수행하여 재료 및 제품에 대한 공인시험성적서를 득할 것 [공기스프링 시험항목] <table><tr><th>번호</th><th>구분</th><th>항목</th><th>기준</th></tr><tr><td>1</td><td rowspan="2">검사</td><td>겉모양검사</td><td>표면이 매끈하고 균열의 노출, 이물질 부착 등의 결함이 없을 것.</td></tr><tr><td>2</td><td>치수검사</td><td>도면 치수에 이상이 없을 것</td></tr></table>	번호	구분	항목	기준	1	검사	겉모양검사	표면이 매끈하고 균열의 노출, 이물질 부착 등의 결함이 없을 것.	2	치수검사	도면 치수에 이상이 없을 것
번호	구분	항목	기준									
1	검사	겉모양검사	표면이 매끈하고 균열의 노출, 이물질 부착 등의 결함이 없을 것.									
2		치수검사	도면 치수에 이상이 없을 것									

구 분	내 용																																						
	<table><tr><td>3</td><td rowspan="7">제품 특성 시험</td><td>압력시험</td><td>각부에 이상이 발생하지 않을 것.</td></tr><tr><td>4</td><td>기밀시험</td><td>압력강하 9.8 kPa 이하</td></tr><tr><td>5</td><td>신축시험</td><td>공기누설, 파손, 이상 변형 등의 결함을 발생하지 않을 것.</td></tr><tr><td>5</td><td>정하중</td><td>수직방향 : 225 N/mm ±10%, 횡방향 : 215 N/mm ±15%</td></tr><tr><td>6</td><td>동하중</td><td>횡방향 : 245 N/mm ±15%</td></tr><tr><td>7</td><td>진동</td><td>공진점에서의 공진배율이 5배 이하</td></tr><tr><td>9</td><td>파괴 시험</td><td>파괴내압 2.0 MPa 이상 3분 유지 시 이상이 없어야 한다.</td></tr><tr><td>10</td><td rowspan="5">고무 재료 시험</td><td>피로시험</td><td>외경, 내경, 외관등에 이상이 생기지 않을 것. 공기스프링 각 부에 교환기준 이상의 고장이 없을 것</td></tr><tr><td>11</td><td>인장 시험</td><td>인장강도 15 N/mm² 이상 연신율 400 % 이상</td></tr><tr><td>12</td><td>노화 시험</td><td>인장강도와 연신율 변화율이 노화전의 ±20% 이내</td></tr><tr><td>13</td><td>반복굴곡시험</td><td>육안에 의해 찢어지는 것을 인식하지 못해야 됨 단, 시료의 하나가 다른 시료와 크게 다른 굴곡 회수로 균열이 발생했을 경우는 1개의 시험결과는 제외한다.</td></tr><tr><td>14</td><td>오존 시험</td><td>A-2 레벨(JIS K 6259) 이하</td></tr></table> ○ 국산 개발품의 신뢰성을 실증하기 위하여 개발품에 대한 철도안전법 개조신고/운행승인을 득하고 현차 장착 6개월 이상의 신뢰성 검증 실시. - 철도안전법 및 관련 규정에 따른 차량 개조·시험운행 관련 절차를 검토·이행하고, 관계기관과 협의하여 현차시험을 추진함 - 시험차 1편성 분 공기스프링 시제 장착 현차시험 및 실운용 실시 (현차 시험기간 : 6개월 이상) - 외산 대비 차량 동적성능(주행안전, 진동, 승차감)이 동등수준 이상일 것 - 현차 장착 운행 중 파손, 크랙 등 이상이 없을 것	3	제품 특성 시험	압력시험	각부에 이상이 발생하지 않을 것.	4	기밀시험	압력강하 9.8 kPa 이하	5	신축시험	공기누설, 파손, 이상 변형 등의 결함을 발생하지 않을 것.	5	정하중	수직방향 : 225 N/mm ±10%, 횡방향 : 215 N/mm ±15%	6	동하중	횡방향 : 245 N/mm ±15%	7	진동	공진점에서의 공진배율이 5배 이하	9	파괴 시험	파괴내압 2.0 MPa 이상 3분 유지 시 이상이 없어야 한다.	10	고무 재료 시험	피로시험	외경, 내경, 외관등에 이상이 생기지 않을 것. 공기스프링 각 부에 교환기준 이상의 고장이 없을 것	11	인장 시험	인장강도 15 N/mm ² 이상 연신율 400 % 이상	12	노화 시험	인장강도와 연신율 변화율이 노화전의 ±20% 이내	13	반복굴곡시험	육안에 의해 찢어지는 것을 인식하지 못해야 됨 단, 시료의 하나가 다른 시료와 크게 다른 굴곡 회수로 균열이 발생했을 경우는 1개의 시험결과는 제외한다.	14	오존 시험	A-2 레벨(JIS K 6259) 이하
3	제품 특성 시험	압력시험		각부에 이상이 발생하지 않을 것.																																			
4		기밀시험		압력강하 9.8 kPa 이하																																			
5		신축시험		공기누설, 파손, 이상 변형 등의 결함을 발생하지 않을 것.																																			
5		정하중		수직방향 : 225 N/mm ±10%, 횡방향 : 215 N/mm ±15%																																			
6		동하중		횡방향 : 245 N/mm ±15%																																			
7		진동		공진점에서의 공진배율이 5배 이하																																			
9		파괴 시험	파괴내압 2.0 MPa 이상 3분 유지 시 이상이 없어야 한다.																																				
10	고무 재료 시험	피로시험	외경, 내경, 외관등에 이상이 생기지 않을 것. 공기스프링 각 부에 교환기준 이상의 고장이 없을 것																																				
11		인장 시험	인장강도 15 N/mm ² 이상 연신율 400 % 이상																																				
12		노화 시험	인장강도와 연신율 변화율이 노화전의 ±20% 이내																																				
13		반복굴곡시험	육안에 의해 찢어지는 것을 인식하지 못해야 됨 단, 시료의 하나가 다른 시료와 크게 다른 굴곡 회수로 균열이 발생했을 경우는 1개의 시험결과는 제외한다.																																				
14		오존 시험	A-2 레벨(JIS K 6259) 이하																																				
5. 도입 및 활용계획	○ '27년 현차 실증에서 신뢰성 검증, 개발에 성공하면 '28년 부산-김해경전철 공기스프링 보수품으로 구입을 추진함 ※ 부산-김해경전철 공기스프링 보수품용 150개 단계별 구매 예정('28~'30) ※ 보수품 구매 비용: 총편성(25편성) × 편성당 공기스프링 개수(6개/편성) × 단가(250만원/개) × 외산대비 국산화 비율(50%) = 약 1.9억 ○ 개발 참여기업 우선구매 추진을 위하여 성과공유제를 통한 연구개발사업 구매연계 구매절차 활용 예정. ○ 국내 최초 부산-김해경전철 개발 사업화 실적을 근거로 우이신설도시철도, 김포골드라인 경전철 파급 활용 가능 ※ 향후, 참여기업은 본 개발 실적을 근거로 중전철, 기본철도 및 고속차량용 공기스프링 개발 역량을 확보할 것으로 기대됨. ※ 국내 공기스프링 제작업체 확보로 철도차량 현가 핵심부품에 대한 외산 의존도 탈피, 그로 인한 국내 철도차량 연구개발 현가부품 생태계 조성, 보수품 수급 안정, 비용 절감 및 납기 단축에 기여할 것으로 기대됨																																						
6. 수요기관 협력·지원	○ 부산-김해경전철은 수요기관으로서 역설계, 시료 분석에 필요한 외산 시료, 도면 등 기술자료를 지원함																																						

구 분	내 용
계획	○ 개발품에 대한 현차 적용시험관련 시험차 선정, 개발품 시제 장착, 시험차 운용 및 검수 등 신뢰성 검증 현차시험관련 제반 사항을 지원함 ※ 주관연구기관(한국철도기술연구원)/수요기관 협의 하에 지원 예정 ○ 개발품에 대한 보수품 구입, 이를 근거로 동일 모델 활용 철도운영기관으로의 파급 확산을 지원함
7. 예상 개발기간 및 소요예산	○총 연구기간: 2년 (2027 ~ 2028년)

한국철도기술연구원장 귀하