

제 3회 철도차량 기술 세미나

철도차량 검사 및 부적합 개선사례

2023. 5



[사]한국철도차량엔지니어링

검사단장 김재영

목 차

1. 법인 소개
2. 철도차량의 검사현황
3. 부적합현황 및 주요 개선사례
4. 부적합원인 및 품질향상방안

1. 법인 소개

주요 현황

대 표 자	이사장 이 승 구	설 립 일	1963년 04월 30일(60년) [교법무 816.1-3403(1963.05.01)]
소 재 지	경기도 수원시 장안구 서부로 2174	임직원수	79 명
연 락 처	031-269-5452	FAX	031-269-5453
설립근거	○ 민법 제32조 비영리법인의 설립과 인가		
설립목적	○ 철도차량기술의 발전과 철도산업의 진흥을 도모함.		
추진사업	○ 철도차량 발전을 위한 연구 및 지원 ○ 철도차량기술 및 차량부문정책에 대한 자문 및 건의 ○ 철도차량 완성검사 ○ 철도차량 제작감독용역검사 ○ 철도차량 정밀안전 진단 ○ 차량제작/검수설비의 설계, 감리, 기술조사, 검사, 보수, 정비 및 이에 관련된 기술 용역 공급 ○ 철도차량진흥을 위한 간행물 발간		

1. 법인 소개

주요인증 및 수상실적

법인·표지

- 1963. 04 (사)철도차량기술협회설립
- 1971. 12 주무관청 변경(철도청)
- 1990. 04 (사)철도차량기술검정단
- 2001. 04 (사)한국철도차량엔지니어링
- 2005. 01 주무관청 변경(국토해양부)
- 2005. 01 주무관청 변경(국토교통부)

인증 / 인허가

- 1995. 02 ISO 9001 인증
- 1999. 10 공인시험기관 인정
[KOLAS 17025]
- 2009. 11 공인검사기관 인정
[KOLAS 17020]
- 2021. 09 공인제품인증기관 인정
[KOLAS 17065]

정부지정

- 2000. 08 도시철도차량 성능시험자 지정
[건설교통부]
- 2006. 07 철도차량제작검사기관 지정
[국토해양부]
- 2014. 06 철도차량 완성검사기관 지정
[국토해양부]
- 2019. 07 철도차량정밀안전진단기관 지정
[국토교통부]
- 2019. 12 철도차량안전전문기관 지정
[국토교통부]

수상실적

- 1996. 04 서울지하철건설유공기관 표창
[국무총리]
- 2002. 08 부산지하철건설유공기관 표창
[건설교통부장관]
- 2005. 09 철도산업진흥유공기관 표창[대통령]
- 2016. 01 고객감동 경영대상 수상[한국경제]
- 2023. 01 고객감동 경영대상 수상[한국경제] : 8년 연속

1. 법인 소개



비전 및 전략체계

미션

우리는 지속적인 전문기술개발과 최고의 고객서비스를
제공하여 철도산업발전과 국민행복에 기여합니다.

비전

세계 철도안전을 선도하는 ROTECO



경영이념

신뢰받는 고객서비스

전문기술 기반 성장

스마트 컴퍼니 구축

전략목표

고객서비스 품질 고도화

지속적인 경쟁우위 유지

지속가능 경영체제 구축

전략과제

고객서비스 역량강화

사업수행 체계 고도화

ROTECO 브랜드 가치 제고

검사정비역량 고도화

신성장 동력 확보

R&D 역량 강화

경영성과 개선

조직역량 강화

전략경영체제 구축



[사]한국철도차량엔지니어링

2. 철도차량 검사현황

철도차량검사 구분

철도차량 제작검사	철도차량 완성검사			비 고
	항 목	주관기관	관련법	
성능시험	형식승인	검사기관	○ 철도안전법 제26조의6 ○ 고시 제2016-754호 (철도차량 형식승인· 제작사승인·완성검사 시행지침)	(철도차량 완성검사)
-	제작자승인			
운행선로 시운전	주행시험			
입고검사 [126개 항목] 공정검사 [28개 항목]	안전품목검사 [34개 품목] ○ 기존 입고검사 항목 : 27개 항목 ○ 기존 공정검사항목 : 7개 항목	전문기관		안전품목의 초도품과 완성차의 초도편성은 형식승인검사 범위로 검사기관에서 실시
최종검사 [21개 항목]	완성차검사 [20개 항목]			
입고검사 [126개 항목] 공정검사 [28개 항목]	[철도차량 제작감독] ○ 부품검사 - 안전품목 27품목 제외 - 안전품목 중 화재성능시험만 검사하는 7개 품목에 대한 재료시험 등 - 타 검사항목 협의 시행 ○ 공정검사 - 안전품목 7품목 제외	전문기관	○ 철도안전법 제7조 ○ 철도안전법 시행규칙 제2조의 1.5.아.항 ○ 고시 제2016-1017호 (철도안전관리체계 기술기준 12.8항	(안전관리체계 승인) (철도차량 제작감독) (철도차량 제작감독)

2. 철도차량 검사현황

● 검사 현황(국내)

[단위 : 량, 1971 ~2022. 12 현재]

실 적 차종별		제작검사용역	제작검사 완성차량검사	계
고속철도차량		490	900	1390
동 차	전기동차	9,169 [1,430]	2,184 [1,430]	11,353[2,860]
	경량전철	180[100]	370[100]	550[200]
	기 관 차	522[7]	120	642[7]
객 · 화차	객 차	2,307	5	2,312
	화 차	19,749[221]	581[221]	20,330[442]
합 계		31,927 [1,758]	4,160[1,751]	36,084[3,509]

※ []내 수량은 현재 검사가 진행되고 있는 차량임

2. 철도차량 검사현황

● 검사 검사현황(국외)

[단위 : 량, 1971 ~ 2022. 12 현재]

국가별 차종별	계	말레이시아	가 봉	스리랑카	나이지리아	방글라데시	비고
화 차	845	623	62	60	-	100	
객 차	367	50	-	317	-	-	
디젤기관차	63		2	2	36	23	
합 계	1,275	673	64	379	36	123	

3. 부적합현황 및 주요 개선사례

● 검사목적 및 용어정의

○ 검사의 목적

철도차량 및 부품검사 업무 수행 중 발생한 주요 부적합 사례를 분석하고, 결과의 피드백을 통하여 철도차량의 제작품질 향상과 안전운행 확보에 기여하고자 함

○ 용어의 정의

1. "부적합(不適合)"이란? : 어떤 조건이나 정도에 들어 맞지 않음

- **NCR** : **N**on **C**onformance **R**eport

2. "시정조치(是正措置)"란?

가. 발견된 부적합 또는 바람직하지 않은 잠재적 상황의 원인 제거 및 재발방지를 위한 조치

나. 관리도에서 관리 한계선(UCL : 상한 관리한계, LCL : 하한 관리한계)을 벗어나는 점이 발견되거나 관리상태라고 보기 어려운 경우, 공정에 이상이 있는지를 알아보고 이를 찾아보고 그 원인제거를 위해서 강구되는 수단

3. 부적합현황 및 주요 개선사례

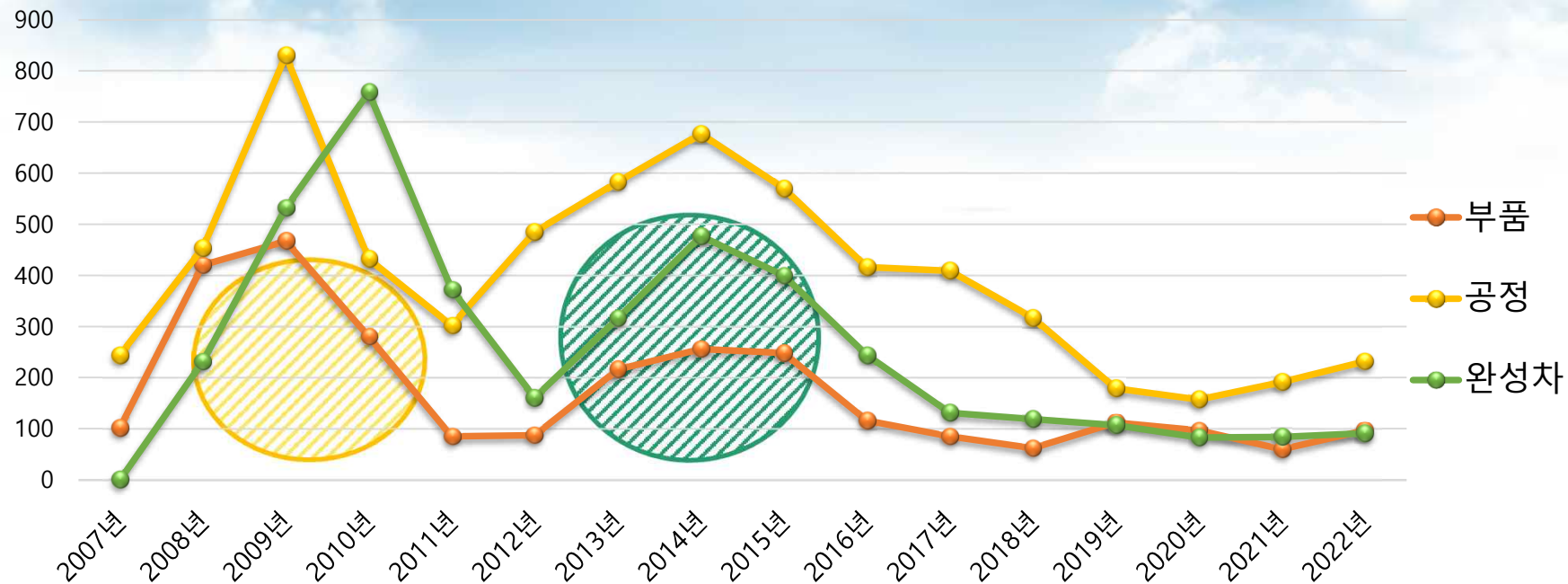
부적합 발생 현황(2007~2022)

[단위 : 권]

구 분	부 품			공 정			완 성 차			합 계
	고속철도차량	도시철도차량	일반철도차량	고속철도차량	도시철도차량	일반철도차량	고속철도차량	도시철도차량	일반철도차량	
2007년	2	100	-	4	237	3	-	-	-	346
2008년	41	377	2	273	179	1	79	141	11	1,104
2009년	6	448	13	156	674	-	9	426	97	1,829
2010년	96	157	27	3	429	-	-	757	1	1,470
2011년	84	1	-	94	208	-	332	36	4	759
2012년	74	10	3	485	-	-	141	5	15	733
2013년	117	52	47	395	188	-	316	-	-	1,115
2014년	235	21	-	317	360	-	408	69	-	1,410
2015년	-	245	3	-	570	-	141	229	29	1,217
2016년	-	81	35	209	207	-	-	213	31	776
2017년	-	54	31	-	344	65	-	58	73	625
2018년	11	24	27	156	-	161	11	88	20	498
2019년	6	80	26	83	96	-	-	104	3	398
2020년	-	1	96	132	-	25	-	-	83	337
2021년	59	-	1	-	38	153	34	-	50	335
2022년	-	97	-	102	98	32	91	-	-	420
합 계	731	1,748	311	2,409	3,628	440	1,562	2,126	417	13,372

3. 부적합현황 및 주요 개선사례

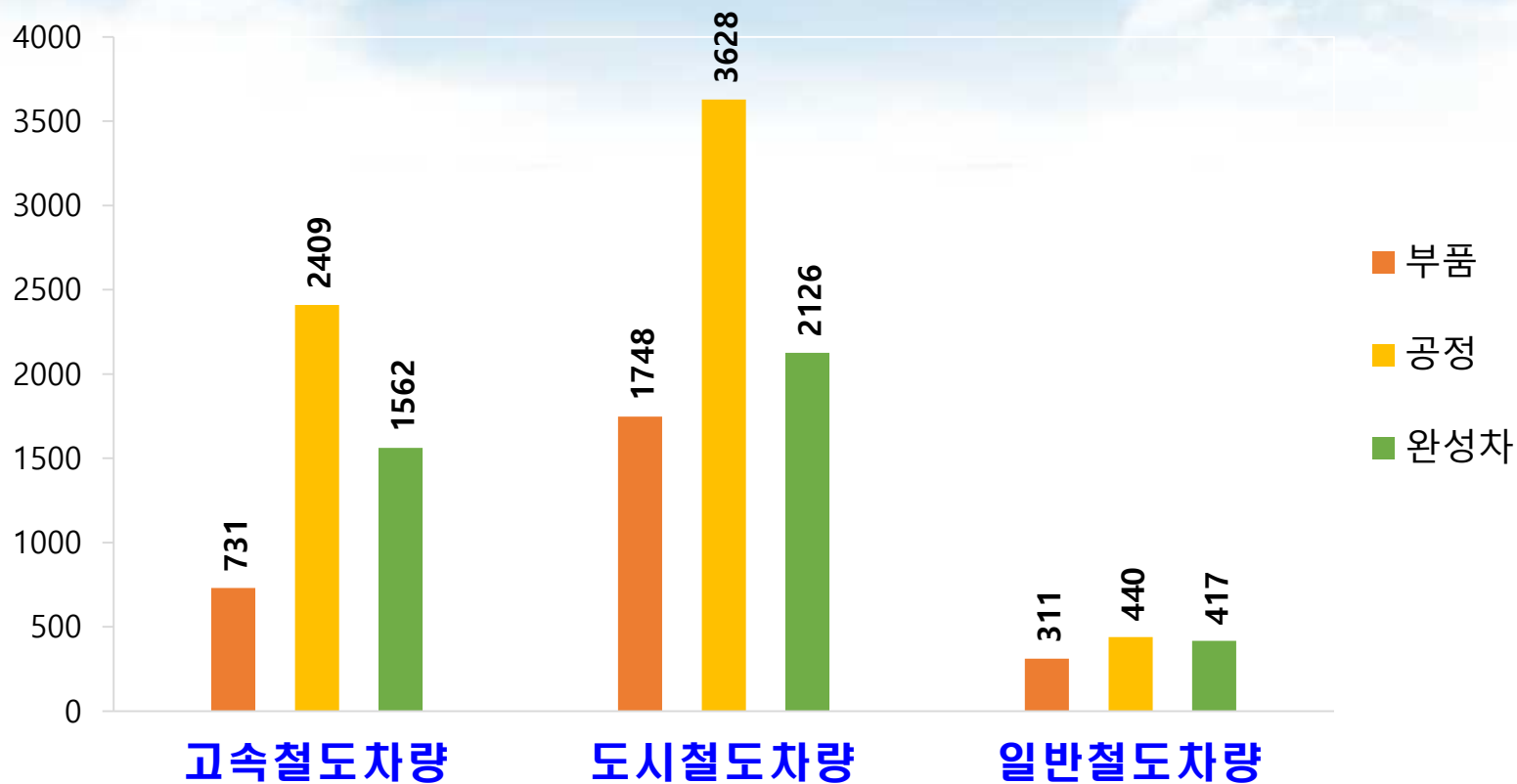
부적합 발생 현황(2007~2022)



3. 부적합현황 및 주요 개선사례

차종별 부적합 발생 현황

[단위 : 건]



3. 부적합현황 및 주요 개선사례

● 제작 공정별 부적합 발생 현황



3. 부적합현황 및 주요 개선사례

● 부적합 유형

- **작업불량** : 규격에 적합하지 못한 작업 시행 등
- **소재불량** : 원소재 불량(공인기관 시험 결과 부적합)
- **단품불량** : 제품의 구성부품 또는 그 일부의 부적합
- **설계보완** : 규격서, 도면 등의 설계 부적합 등(조립 상호 인터페이스)
- **준비미비** : 승인전 사전제작품, 품질 미확인 부품 취부 등
- **기타사항** : 검사규격 적용 착오 등

3. 부적합현황 및 주요 개선사례

● 차륜결함 조치사항

3개의 LOT 453개 차륜에서 플랜지 부위 박피현상 발생 (6 EA)

원인 : 지속적으로 충돌 및 마찰에 의해 피로 결함이 발생하고 피로결함이 서로 성장하고 합체되어 나타난 파손 으로 추정

	
- 발생일 : 2019.12.18 - Lot 번호 : 8M15-513424 - 길이 : 55 mm, 폭 : 20 mm	- 발생일 : 2020.01.10 - Lot 번호 : 8M15-513507 - 길이 : 50 mm, 폭 : 20 mm
신품 교체 (번호 : 19-0-04097-084)	신품 교체 (번호 : 19-0-04097-123)

		
	삭정 전	삭정 후
- 발생일 : 2020.01.30 - Lot 번호 : 8M14-513614 - 길이 : 13 mm, 폭 : 12 mm	- 발생일 : 2020.02.04 - Lot 번호 : 8M15-513455 - 길이 : 40 mm, 폭 : 20 mm	
신품 교체 (번호 : 19-0-04097-094)	차륜삭정(2020.02.04)	

3. 부적합현황 및 주요 개선사례

● 대차프레임 용접결함 개선

○ 용접부 표면 선형결함 : 보수용접 및 사상작업

- 내용 : 대차프레임 브라켓 용접부 길이 2~14mm, 깊이 1mm 이내
(제동행거 브라켓, 기어행거 브랏켓, TM 고정 브라켓, 크로스빔 측면 등 18개소)
- 원인 : 용접비드의 사상작업 미비로 표면직하의 선형지시(linear indication) 발생
비파괴검사 업체 검사미흡

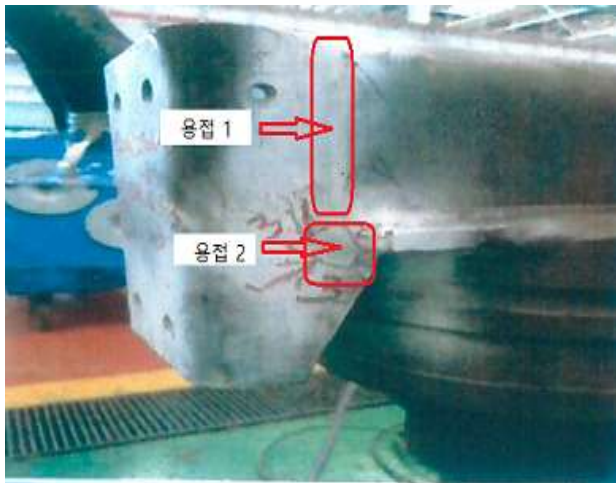


3. 부적합현황 및 주요 개선사례

● 대차프레임 용접결함 개선

○ 라이프가드 취부 브라켓 용접부위 선형결함 : 보수용접

- 내용 : 라이프가드 취부 브라켓 용접부위 선형결함 발생
- 원인 : 용접방법 및 라이프가드 무게와 진동에 따른 피로 누적 추정



[신조 전동차 200량 용접적용 방법]

- 용접1 + 용접2로 구분하여 용접
- 용접1과 용접2의 연결부에서 결함발생



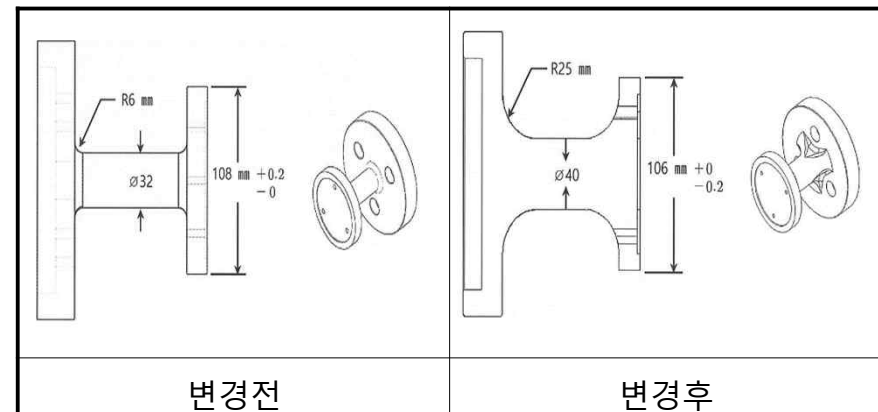
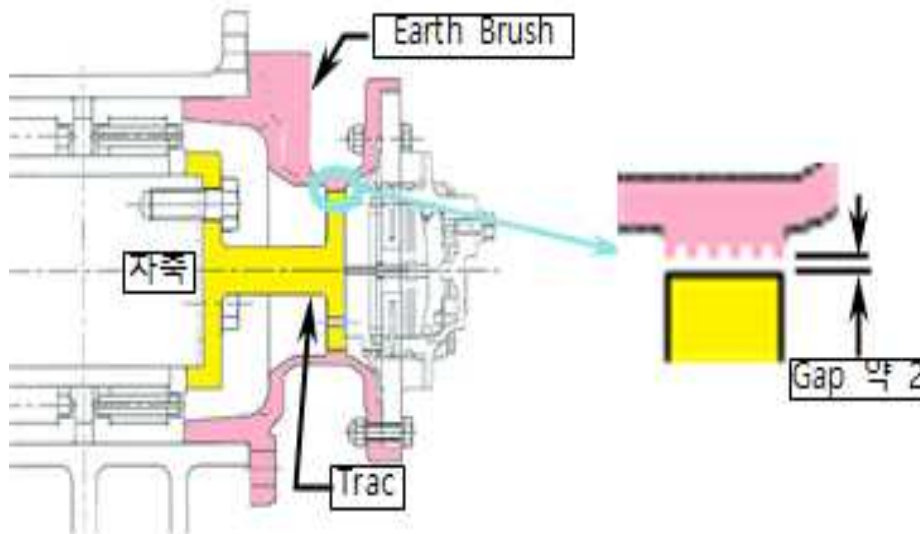
[신조 전동차 196량 용접적용 방법]

- 1회 용접으로 개선

3. 부적합현황 및 주요 개선사례

● 접지 브러쉬 트랙 절손

- 원인 : 접지브러쉬 Track의 목부위 강도 설계부적합으로 회전시 흔들림에 따른 Earth Brush Adapter와 간섭(Gap 약 1mm)발생 후 절손(600EA 중 172EA 발생)
- 개선 : 구조개선 설계변경(목부위 덧살부, 직경) 후 신제품 적용

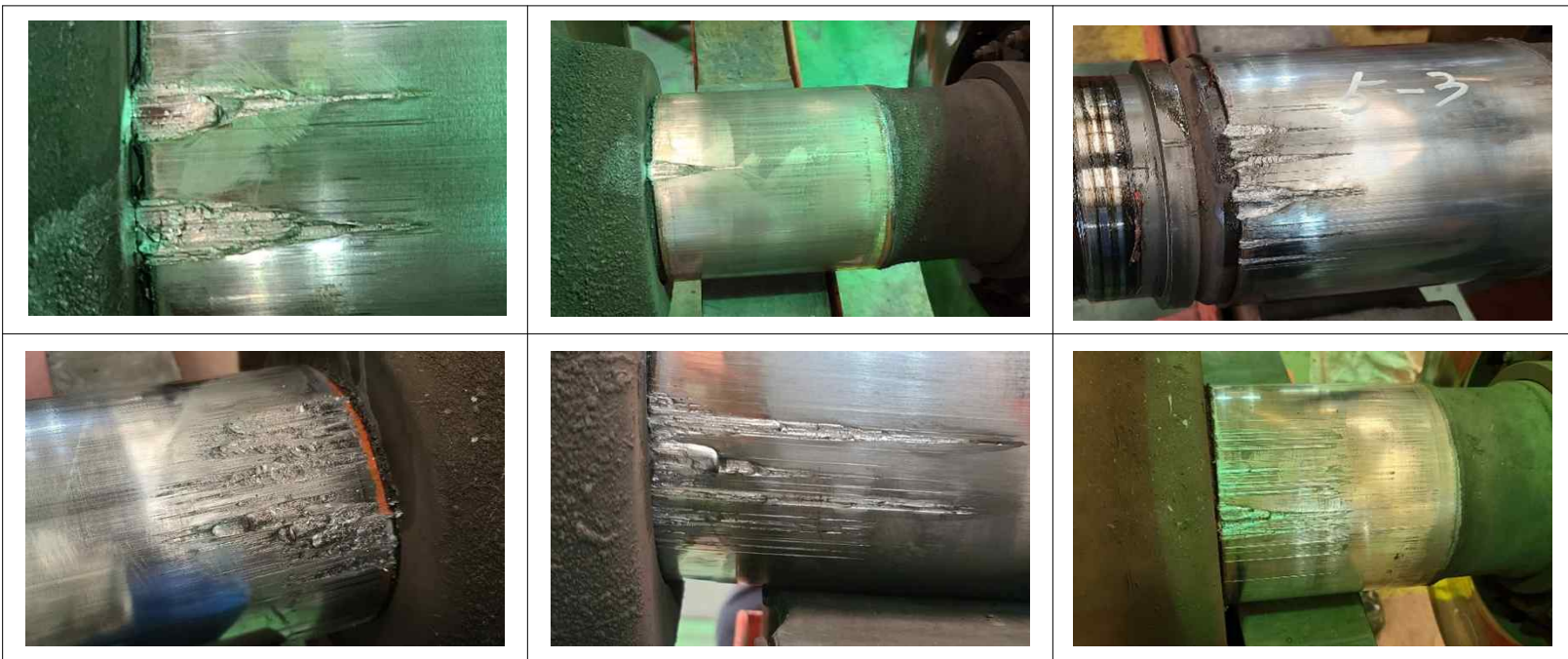


3. 부적합현황 및 주요 개선사례

● 차축 압입 표면 손상

- 윤축에서 차륜 압출 후 차축 압입표면에 스크래치 및 찍힘 : **차축 교환**
(중정비 과정 4개 편성 160개 중 24개 발생, 15%)
 - 원인 : 압입장비의 정도 및 노후화, 작업자 전문성 및 경험 부족

○ 압출 차축 결함 현상(스크래치 및 찍힘)



3. 부적합현황 및 주요 개선사례

● 구동장치 윤활유 변색

- 원인 : 소치차 베어링 외륜부 예압(Preload)의 부적정에 의한 베어링 구동저항으로 발열현상 발생 윤활유 열화에 의한 변색으로 점성 등 변화 발생 (400EA 중 24EA 발생)
- 개선 : 조정판(Peelable plate)의 틈새 조정으로 예압 개선

○ 오일 변색

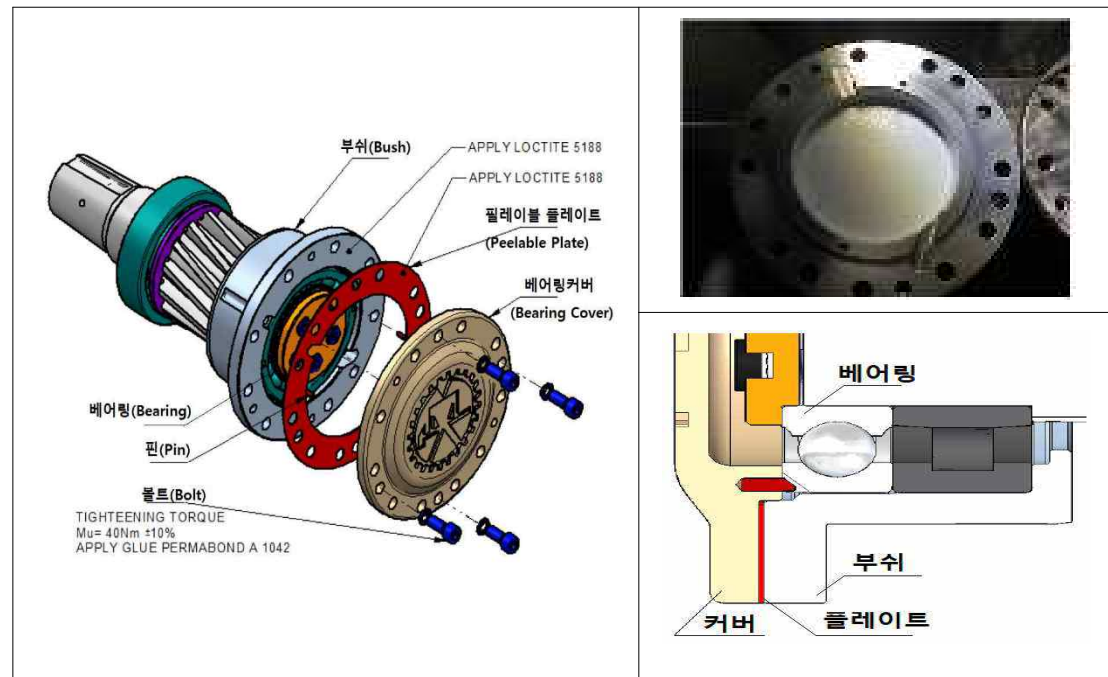


변색전



변색후

○ 소치차 베어링 조립



3. 부적합현황 및 주요 개선사례

바닥재 소재불량 : 폐기

○ 전동차용 실내 바닥재 물성시험 부적합 : Lot 전량 폐기(80칸 분)

- 내용 : 바닥재 담뱃불 저항시험결과 기준미달
- 원인 : 제조불량(재료 배합) 추정

공인기관 시험 결과

시험기관 : 영국 SATRA

기준 : 3등급 이상,

결과 : 2등급



시험성적서



Technical Report



TESTS CARRIED OUT

- EN 1399:1997, Resilient floor coverings - Method A - Determination of resistance to stubbed cigarettes
- EN 1399:1997, Resilient floor coverings - Method B - Determination of resistance to burning cigarettes

Note:

- (1) The information supplied by the above Customer.
- (2) The results have been assessed in accordance with EN 1817:2020, Resilient floor coverings - Specifications for homogeneous and heterogeneous smooth rubber floor coverings, Annex A - Optional properties.
- (3) EN 1399:1997 test will be carried out using commercially available cigarettes which do not meet all the parameters listed in the test method. This is regarded as having no significant effect on the test.

RESULTS

Table 1. Cigarette Resistance (EN 1399:1997) - Overall result is the lowest rating

Test method	Property	Test sample	Rating after cleaning
EN 1399:1997	Stubbed Cigarette # Method A	1	4
		2	4
		3	4
	Burning cigarette Method B	1	2
		2	3
		3	2

The samples demonstrated a slight change, from a stubbed cigarette and a severe change from a burning cigarette when viewed according to the test method.

For both methods a close inspection showed no signs of surface destruction.

Requirements from EN 1817:2020 - Annex A optional properties (4):

In general use, a rubber floor covering, depending on the colour and/or pattern is expected to have the rating specified in the below table, when tested in accordance with EN 1399:1997.

Test method	Property	Requirement	Overall test result
EN 1399:1997	# Method A Stubbed Cigarette	Rating ≥ 4	4
	Method B Burning cigarette	Rating ≥ 3	2

SATRA Report Reference: FLO0347163 2312
Report Issue number: 28456/1

Page 3 of 6

ROTECO

[사]한국철도차량엔지니어링

4. 부적합 원인 및 품질 향상방안

● 주요 부적합 원인

- 철도차량은 시장성 상용화 제품이 아니다
- 철도차량 제작 공정 특성(수작업)
- 철도차량 부품 특성(제작사 영세성, 표준화 부재)
- 철도차량 구조체 특성(용접구조물 , 비 가공성)

4. 부적합 원인 및 품질 향상방안

● 철도차량 품질향상 방안

- 철도차량 제작 공정 표준화(절차서 적용)
- 철도차량 부품 표준화 및 강소기업 지원 육성
- 철도차량 수급계획 조정 정책