

2024년 한국철도차량기술사회 워크숍 발표

철도차량 유지보수를 위한 차량기지 효율화 방안 고찰



한국철도차량기술사회 총무이사 최 종 록



- 현황 : 영업운행(EMU-260/320)
- 수량 : 114량(30+84) / 16량
- 최고속도 : 286 km/h / 352KM/H
- 동력분산식(이음/청룡)

EMU 고속차량 320

EMU 고속차량 260

- 원강선 고속열차
- 현황 : 영업운행
 - 수량 : 150량
 - 최고속도 : 330 km/h
 - 동력집중식

- 호남/SR 고속열차
- 현황 : 영업운행
 - 수량 : 220량 + 100량
 - 최고속도 : 330 km/h
 - 동력집중식

양산프로젝트

- KTX-산천
- 현황 : 영업 운행
 - 수량 : 240량
 - 최고속도 : 330 km/h
 - 동력집중식

- KTX
- 현황 : 영업 운행
 - 수량 : 920량
 - 최고속도 : 330 km/h
 - 동력집중식

- 현황 : 시운전 완료
- 수량 : 1편성 (6량)
- 최고속도 : 430 km/h
- 동력분산식

HEMU-430X

- 현황 : Development Completed
- 수량 : 1편성 (7량)
- 최고속도 : 380 km/h
- 동력집중식

개발프로젝트

HSR-350X

차량기지 운영 현황



■ 31개 차량사업소(중/경)

1. 서울차량사업소
2. 수색차량사업소
3. 문산차량사업소(중)
4. 구로차량사업소
5. 부곡차량사업소
6. 시흥차량사업소(중)
7. 병점차량사업소
8. 청량리차량사업소
9. 이문차량사업소(중)
10. 분당차량사업소
11. 평내차량사업소
12. 용문차량사업소
13. 부발차량사업소
14. 동해차량사업소
15. 강릉차량사업소
16. 제천차량사업소
17. 제천조차장차량사업소
18. 대전차량사업소
19. 익산차량사업소
20. 광주차량사업소
21. 목포차량사업소
22. 순천차량사업소
23. 여수차량사업소
24. 영주차량사업소
25. 대구차량사업소
26. 포항차량사업소
27. 부산차량사업소(중)
28. 가야차량사업소
29. 부산신항차량사업소
30. 울산차량사업소(중)
31. 마산차량사업소



■ 4개 차량정비단(중/경)

1. 수도권철도차량정비단
2. 대전철도차량정비단
3. 호남철도차량정비단
4. 부산철도차량정비단

정비 대상차량 변화

고속차량 KTX/ KTX-산천(동력 집중식)



EMU-320/ 260(동력 분산식)

일반열차 디젤동차, 무궁화호 등



EMU-150/ ITX-청춘 등(전동차)

저속차량 → 고속차량



객차/화차 → KTX시리즈

작업자 근무체계 변화

철야근무(2조 교대) → 3조 2교대 근무



4조 2교대 근무
(근로기준법에 근거하여)

작업 시스템 변화

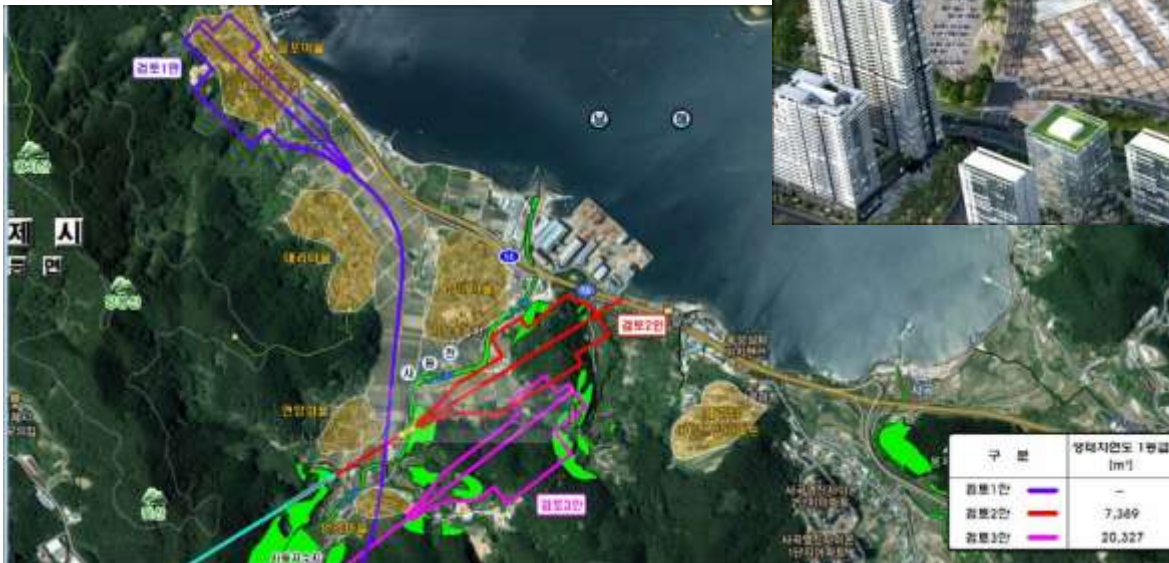
검수장비의 현대화/ 자동화/IT 접목



안전하고 효율적인 정비 체계
구축 요구 / 첨단 차량 기지

거제차량기지

조감도 및 위치



거제차량기지

변화 요인

- EMU- 320 신규도입(EMU-320 9편성)
- 한국철도공사 4편성, SRT 5편성

중장기 용량분석

- 정비고 : 총 9편성 기준 6선 + 주기정비 3선(9선 부족)
- 유치선 : 5편성 유치선 신설

구분	계	ES	RG/CE MI	SWT	LI이상	전두부청소	중청소	대청소
대상편성	9	9	9	9	9	1	9	9
현재	0	-	-	-	-	-	-	-
소요선수	-	0.743	0.297	0.184	0.346	0.275	0.301	0.199
향후소요	6	1	1	1	1	1	1	1
과부족	Δ 6	Δ 1	Δ 1	Δ 1	Δ 1	Δ 1	Δ 1	-

송산차량기지

조감도



송산차량기지

변화 요인

○ 철도건설사업

신안선 복선전철 전동차 29편성, 대곡~소사~원시 복선전철 전동차 17편성, 서해선(1단계) KTX-이음 4편성

중장기 용량분석

■ 정비고 : 총 50편성 기준 8선 소요

■ 유치선 : 차량기지 건설 시 30편성 기준 유치선 신설

구분	계	ES	RG/CEMI	SWT	LI이상	전두부일상	중청소전반	대청소공기	임시정비
대상편성	50	50	4	7	53	46	53	7	46
현재	0	-	-	-	-	-	-	-	-
소요선수	-	3.053	0.132	0.143	0.841	0.759	2.727	0.154	1
향후소요	8	4	청소선			ES	3		1
과부족	Δ 8	Δ 4	-			-	Δ 3		Δ 1

국가산단역 차량기지

조감도 및 위치



국가산단역 차량기지

변화 요인

○ 철도건설사업

대구산업선 철도 전기동차 6편성

중장기 용량분석

■ 정비고 : 6편성 기준 4선 정비고 신설 필요

■ 유치선 : DS09역 2편성, 예비 1편성 감안 3선 유치선 신설

구분	계	ES	LI	일상청소	전반청소	공기청소	임시정비
대상편성	6	6	6	6	6	6	6
현재	0	-	-	-	-	-	-
소요선수	-	0.355	0.075	0.099	0.325	1	1
향후소요	4	1	1		1		1
과부족	1	Δ 1	Δ 1		Δ 1		Δ 1

기지건설 요건

차량 규모변화에 따른 유지보수 기지 확보

- 유지보수 기지 추가 건설
 - 지역별 균형 발전을 고려한 거점화 선정
 - 노선별 차량 특성에 따른 선정
- 기존 차량기지 조정 및 리모델링
 - 기존 기지 용량 및 설비 현대화와 차종 추세에 따른 맞춤형 설비로 재정비

차량 특성 고려

- 차량 유형 변화 적용 필요
 - 일반(저속차량)에서 고속차량으로 변화 대응
 - 동력집중 방식 차량에서 동력분산 방식 차량으로 변화 대응

차량기지 설계관련 지침

구분	코드번호	지침서명	페이지수	비고
1	KR C-13050	차량기지	66	겉표지 및 해설 포함
2	KR A-03051	차량기지 설계	9	
3	KR A-08021	정비량 및 정비선 산정 기준	13	
4	KR A-08031	차량정비시설 계획 및 설계	36	
5	KR A-08041	차량정비기지 지원시설	8	

차량 정비량 산정 기준

[KR A -08020 검수량 및 검수선 산정기준]

■ 검수량 산출식

$$A = \frac{N}{T} \cdot \beta \cdot \gamma = \frac{N}{T} \cdot \left(1 - \frac{T}{T'}\right) \cdot \frac{365}{D} \cdot (1 + \alpha)$$

일일 검수량 (A) 작업대상 차량수 (N) 해당검수 주기일수 (T) 작업파동률 (α)

상위검수 주기일수 (T') 연간 작업일수 (D)

■ 검수량 산출 인자

A (일일검수량)

당해 기지에서 발생하는 일일 검수량

N (작업대상 편성[차량]수)

당해 기지에서 운영 및 정비 대상이 되는 편성(차량)수

T/T'(주기일수)

운영사 유지보수 규정 및 지침에 따른

☞(한국철도공사) 철도차량 유지보수 세척, 철도차량 청소 작업 기준

D (연간 작업일수)

야간(열차 운영 일수) : 365일, 주간(일근) : 245일 (일요일, 공휴일 제외)

α (파동율)

당해 기지의 일일 작업시간에 대한 공극율

차량 정비선 산정 기준

[KR A -08020 검수량 및 검수선 산정기준]

■ 검수선수(청소선수) 산출식

편성차의 경우

$$n = A \times \frac{h}{H}$$

소요선수 n
 일일 작업량 (편성/일) A
 편성당 작업시간 (시간/편성) h
 일일 작업시간 (시간/일) H

■ 검수선수 산출 인자

- n (소요선수)** 작업장의 한 단위로서 작업대상 차량(열차)의 길이 이상
- h (작업시간)** 차량종별, 검수종별, 차량편성별 실제 정비 소요시간
 (한국철도공사) 철도차량 정비 소요시간을 반영
- H (일일작업시간)** 일일 차량의 영업운행 등을 고려, 작업장에서 실제로 차량(열차)을 정비할 수 있는 시간

○ 청소선 수 산출도 검수선 수 산출과 동일하게 산출됨 청소 소요시간

재장량 산정 기준

[KR A -08020 검수량 및 검수선 산정기준]

■ 재장량 산출식

$$R = \frac{(W \times D)}{T} (1 + a)$$

Diagram labels for the formula:

- W : 재장능력(량/회) (Resupply capacity (quantity/shift))
- D : 연간 작업일수(일) (Annual working days (days))
- R : 연간 검수량(량) (Annual maintenance quantity (quantity))
- T : 검수 작업 소요일(일) (Maintenance work required days (days))
- a : 작업파동율(20%) (Work fluctuation rate (20%))

■ 재장량 산출 인자

재장 능력	1회 차량을 분해하여 수용할 수 있는 차량 수 10량/편성, 분해 가능한 기지의 재장 능력은 10량임
검수작업소요일	차량종별, 검수종별 정비소요일수 ☞(한국철도공사) 철도차량 정비소요시간

유치선수 산출

[KR A -08020 검수량 및 검수선 산정기준]

■ 유치선 수 정의

- 최소 유효장 열차 최대 길이 + 전후 10m(여유길이) 이상
- 유치선 기준
 - 1개선에 1편성 유치
 - 1개선에 2편성 이상 유치시는 신호 등 안전설비 보완
 - 정비선, 청소선, 인상선 등은 유치선에서 제외

경수선 규모

■ 대상 차량

- 경정비 기본검수(ES) & 일상청소의 경우 년중 무휴로 운영됨에 따라 365일 적용
- 경정비 주기검수 및 전반청소, 중정비 업무
 - ☞ 일근체제 근무로 휴일(공휴일 포함) 제외, 245일 적용

■ 검수 주기

- 운영사의 철도차량 유지보수 세척/ 철도차량 청소작업 기준 준용

경수선 규모

■ 연간 작업일수(D)

- 당해기지에서 관리되는 차량
- 최근 운영 열차의 대부분이 고속차량과 광역차량
 - ☞ KTX, KTX-산천, EMU-320, EMU-260 및 통근형 전기동차(EC)
새마을호, 무궁화호(동력집중식) → ITX-새마을, EMU-150 등(동력분산식) 전환 중

■ 파동율(α)

- 경정비의 경우 10%, 중정비의 경우 20% 적용

경수선 규모

■ 편성당 작업시간(h)

○ 다양한 철도차량의 출현

- 20량/편성(KTX), 10량/편성(KTX-산천), 8량/편성(EMU-320), 6량/편성(EMU-260), 4량/편성(EMU-150)
- 동일 차종의 다종의 조성 : 통근형 전기동차의 경우 편성당 10량 / 8량 / 6량 / 4량 / 2량 조성이 다양함

○ 투입 인력의 차이

- 차량정비에 1회 투입되는 인원 수 : 1조 5명, 1조 4명, 1조 3명 등
- 숙련자와 초보자의 능력의 차이

○ 설계마다 적용시간이 상이

예) 각 차량의 ES(기본검수) 검수시간을 보면,

대구광역권 EC(2량/편성) : 2시간 적용, 진접차량기지 EC(10량/편성) : 2시간

도봉차량기지 EC(8량/편성) : 2.5시간 등

KTX(20량/편성) : 4시간, KTX-산천(10량/편성) : 4시간, 등

경수선 규모

■ 1일 작업시간(H) 변수 = 작업장 활용시간

○ 세가지 변수 내재

시설 측면

- 검수고, 작업대 등
- 검수 장비 등

인력 투입 시간

- 24시간 중 투입시간
- 투입인력 규모 등

인력 투입 시간

- 차량 입고 후 체류시간
- 보유 차량 여유율 등

■ 시설 측면

- 검수고의 제공으로, 검수 제반업무 수행에 필요한 건물, 장비, 부대시설의 제공
- 검수고 내에 작업대, 각종 유틸리티 설비, 검수장비 등 시설의 제공

경수선 규모

■ 정비 작업자 투입

○ 근무체계세가지 변수 내재

같은 인력으로 3조 2교대 운영과 4조 2교대 운영 시 업무 능률은 차이가 있음.

■ 3조 2교대

○ 작업조를 3개조로 나누어 순환 근무로 작업 수행

조별	1일	2일	3일	4일	5일	6일	비고
A	주간	주간	야간	야간	비번	휴일	
B	비번	휴일	주간	주간	야간	야간	
C	야간	야간	비번	휴일	주간	주간	

■ 4조 2교대

○ 작업조를 4개조로 나누어 순환 근무로 작업 수행

조별	1일	2일	3일	4일	5일	6일	비고
A	주간	야간	비번	휴일	주간	야간	
B	야간	비번	휴일	주간	야간	비번	
C	비번	휴일	주간	야간	비번	휴일	
D	휴일	주간	야간	비번	휴일	주간	

경수선 규모

정비 작업자 투입시간

근무시간

- 야간근무조 취침시간 제공 등에 따른 근무시간의 단축

3조2교대 근무체제 정비작업자의 1일 근무패턴

09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	01	02	03	04	05	06	07	08
주간조 근무시간											야간조 근무시간												
			점										야간조 A반 근무				야간조 A반 취침						휴
			심										야간조 B반 취침				야간조 B반 근무						식

- 주간조 실제근무시간: 09:00 ~ 19:00(10시간) 중 9시간
- 야간조 실제근무시간: 19:00 ~ 09:00(14시간) 중 9시간 (취침 4시간, 휴식 1시간 제외)
 - * 차량이 영업운행을 마치고 실제 정비가 집중되는 심야시간(22시~05시)은 취침으로 인해 근무조의 50%인원만 가동됨
- 따라서 실제 정비시간은 24시간 중 18시간이 가동됨

경수선 규모

■ 정비 대상 차량 분석

■ 광역철도 차량기지 입출고 현황

○ 출퇴근시간대는 대부분의 차량이 영업열차에 투입

☞ 출근시간(05시~09시, 4시간) & 퇴근시간(16시~20시, 4시간)

- 작업(활용)가능시간 : 24시간

- 실제작업(활용)시간 : 16시간

활용율 = $16/24 \times 100 = 67.7\%$

광역철도 활용율은 67.7% 적용

■ 일반철도 차량기지 입출고 현황

○ ITX-새마을, 객차 등을 정비하는 기지로 향후 EMU-150으로 대체될 예정

○ 지역간 운행으로 수시 입출고되며, 유치시간도 광역철도보다는 다소 여유

○ 다만, 편성단위 운행으로 야간 입고에 따른 작업시간에 다소 제약

일반철도 활용율은 100% 적용

경수선 규모

■ 정비 작업자 투입시간

■ 여유 구매 차량

- 운영 예정 차량의 10~14% 추가 구매 차량 활용
 - 대부분의 추가 구매 차량은 비상대기 차량으로 운영되며, 여유시간 정비 대상차량으로 운영 곤란

■ 작업장 활용 시간 분석 및 적용

- 작업장 활용시간
 - 4조 2교대 작업자가 수용할 수 있는 18시간 적용 기준
- 정비 대상 차량
 - 고속철도차량 : 9시간 적용 (18시간의 50.0%)
 - 광역철도차량 : 12시간 적용 (18시간의 67.7%)
 - 일반철도차량 : 18시간 적용 (18시간의 100%)
- 검수선 & 청소선의 호완성 있는 운영
 - 검수선과 청소선을 호완성 있게 운영하도록 청소선에도 검수시설 보완(?)

중수선 규모

■ 중수선 정비 일수

■ 중수선 검수고 능력

○ 1회 수용할 수 있는 재장량과 차량정비일수에 따라 결정

■ 차량별 중수선 작업 일수

차종	검종	검수주기	작업일수	차종	검종	검수주기	작업일수
KTX KTX-산천	HLO	15년	70	EMU-320 EMU-260	FGI	3년	20
					HLO	15년	70
전기동차 ITX-청춘	GI-4	4년	18	누리로	GI-4	4년	11
	GI-8	8년	20		GI-8	8년	13
ITX-새마을 EMU-150	GI-3	3년	12				
	GI-6	6년	13				
	GI-9	9년	15				

중수선 규모

■ 수도권철도차량정비단 중정비시설 규모 : 재장량 40량

■ 고속철도차량 중정비 능력

구 분		합 계	KTX	KTX-산천	EMU-320
			20량/편성	10량/편성	8량/편성
고속 철도 차량 보유량 (편성수))		118	46	70	2
년간 중정비 발생량	편성수	8.401	3.067	4.667	0.667
	량 수	113.346	61.340	46.670	5.335
발생량에 대한 필요 재장량	편성수/회	2.764	1.051	1.600	0.113
	량 수/회	37.924	21.020	16.000	0.904

■ 중정비 시설 규모

- 고속차량 중정비는 1회 2~3편성 작업이 진행되고 있으며,
수도권중정비(고속차량 중정비) 시설은 약 95%정도(37.924/40) 용량이 가동되고 있음
향후 고속차량 증가에 따라 차량 중정비시설의 확장이 필요.

차량기지 신설에 따른 제기준 정립

■ 철도차량 정비기지 확충 방안

■ 지역 활성화 기여 노력 필요

- 기지 확충에 따른 '혐오 시설이란' 인식 탈피
- 일자리 기반 확충으로 지역 경제 및 도시활성화 기여
- 지역 상생 공간 창출

■ 기지 배치 효율성 강화

- 지역별 거점화 설계
- 노선별 차량종류에 따른 기지 특화 노력

■ 문제점 발굴 노력

- 완벽한 기지설계와 용량분석을 통하더라도 시간의 흐름에 따라 예기치 못한 변화 대응
- 근시안적 계획보다 포괄적 원시안적 환경분석은 지역상생 지속적 노력

감 사 합 니 다.

