성남~여주 복선전철 부발차량기지 배선 효율성 검증
Verification Efficiency the Trian Depot

김병국† 우성원* 정재형* 신현곤*
Byung-kook Kim Sung-won Woo Jae-hyung Jung Hyun-gon Shin

ABSTRACT

Recently the train indusrty come to the fore because of Punctual, eco-friendly transportation system and becoming the main transportation. The construction plans for the trian depot for train's maintenance and storage increase constantly. For past few years, there were many construction plans, Bubal train depot, Gwangju train depot, Duckha train depot. Proper track distribution plan is important to carry out the design of railway depot for efficient maintenance operation and train storage. Through the proper design of track distribution plan, we can shorten the moving time , train movement distance, waiting time in train depot.

In this paper, the verification of the track distribution plan's efficiency and appropriateness for railway depot as Bubal train depot's plan is studied and analyzed with the train depot management simulation program-Posrail(v1.0).

1. 서론

최근 정시성, 환경성을 갖는 철도산업이 교통수송의 중심으로 대두되면서 철도 건설이 중요시 되어 가고 있다. 특히, 철도 산업의 규모가 커짐에 따라 승객과 화물의 안전하고 빠른 수송이 강조되고 있으며, 이를 위해 차량의 정기적인 정비 및 청소, 유치 등의 기능을 하는 차량기지의 역할이 중요해지고 있다. 아울러, 여러 노선의 철도 건설이 계획됨에 따라 차량기지의 건설이 진행되고 있으며, 최근 사업의 각 노선별로 성남~여주 복선전철은 부발 차량기지, 호남고속철도는 광주 차량기지, 동해남부선은 덕하 차량기지 등의 사업이 추진중이다.

이러한 철도 차량기지의 건설은 차량의 효율적인 검수 및 유치를 위하여 적합한 기지 배선을 계획하여야 하며, 이를 통하여 차량기지 구내에서 열차의 이동시간, 이동거리 등을 합리적으로 계획할 수 있다.

본 논문에서는 성남~여주 부발차량기지의 기술조사시 계획된 배선과 기본설계시의 배선에 대하여 차량기지 운영 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 배선의 적정성 여부와 차량운영의 효율성을 검증하고자 한다.

2. 본론

2.1 차량기지의 역할

차량기지는 철도차량을 주박과 청소, 검수를 수행하기 위해 만들어진 철도 시설이다.

주박은 차량이 영업하지 않는 시간 동안 열차를 유치해 두는 것이며, 검수는 차량을 점검하고 수리하는 것이다. 이는 크게 중정비와 경정비로 나뉘는데, 덕하차량기지의 경우와 같이 경정비와 중정비를 동시에 수행할 수 있게 계획하기도 하며, 부발 차량기지와 같이 경정비만 수행할 수 있는 기지도 계획한다.

경수선 공장에서는 차량의 간단한 정비와 일상검수, 청소를 수행하며, 중수선 공장에서는 전동차를 분해

† 교신저자, 포스코건설 토목사업본부 대리
E-mail : bkkim98@poscoenc.com
* 포스코건설 토목사업본부 차장
* 포스코건설 토목사업본부 차장
* 포스코건설 토목사업본부 상무

하여 정밀검사와 정비를 진행하고 다시 조립을 하는 한다. 중정비는 경정비에 비해 정비 기간이 오래 걸리기 때문에 거의 매일 차량을 검수하는 경정비와 달리 차량을 3년, 6년 주기로 분해 후 재조립 하는 식으로 진행이 된다.

이 외에 차량 운행후 입고시 차량의 외관을 청소하는 자동세척, 차량의 외부 부품을 자동으로 점검하는 자동검사, 차량의 바퀴를 삭정하는 전삭고, 궤도 및 차량의 유지보수를 위한 모타카를 보관하는 모타카고, 시운전선등의 시설이 설치된다.

2.2 부발차량기지 개요

부발 차량기지는 성남~여주 복선전철구간과 중부내륙선 전동차의 유치 및 검수를 수행하며, 일반형 전동차 15편성, 간선형 전동차 5편성의 경정비와 전동차 14편성에 대한 유치 기능을 하는 차량기지이다.

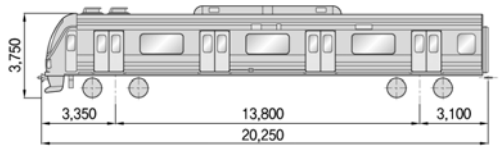
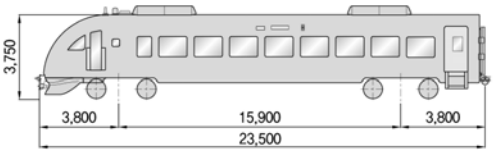
성남~여주 복선전철 노선은 판교를 기점으로 부발을 거쳐 여주까지 총 연장 56.3㎞구간으로 판교 정거장 외 10개의 정거장이 계획되었으며, 추후 판교에서 광명을 거쳐 월곶까지 연장 예정이다. 부발역에서 출발하는 중부내륙선은 차량기지를 관통하여 충주로 운행이 되고, 총 연장 46.0㎞, 정거장 6개소로 간선형 전동차가 운행될 계획이다.

도표 1. 관계노선 현황

사업명	구 간	연장	운행차량	정거장
성남~여주 복선전철	성남(판교)~여주	56.3㎞	일반형 전동차	판교, 이매, 삼동, 광주, 쌍동, 곤지암, 신둔, 이천, 부발, 능서, 여주
중부내륙선	부발~충주	46.0㎞	간선형 전동차	부발, 충주 외 4개소 예정

차량유치 계획은 성남~여주 복선전철에서 운행될 일반형 전동차는 15편성 중 11편성이 차량기지 구내에 유치되며, 4편성은 본선에 주박을 할 계획으로 이매정거장에 2편성, 광주정거장에 2편성 주박하도록 하였으며, 중부내륙선 구간의 간선형 전동차는 5편성 중 3편성이 차량기지 내에 유치되고 2편성이 본선에 주박하도록 계획하였다. 본선에 운행될 차량의 제원은 아래 표와 같다.

도표 2. 운행차량 제원

주요항목		일반형 전동차	간선형 전동차(누리호 차량 참고)
일 반 도			
성능	연속정격	출력:1,600kW,인장력:210kN	출력:250kW/motor,인장력:21.53kN/motor
	속 도	최고 : 110㎞/h, 표정 : 45㎞/h	영업최고속도 : 150㎞/h
	가 속 도	3.0㎞/h/s(4M 4T편성기준)	2.0㎞/h/s(6량 편성기준)
	감 속 도	상용 : 3.5㎞/h/s, 비상 : 4.5㎞/h/s	상용 : 3.0㎞/h/s, 비상 : 4.0㎞/h/s
치수	길이/폭	19.50m(20.00m)/ 3.12m	Mc:23.08m,T1,T2:23.0m(23.50m)/ 3.18m
자중		제 어 차(Tc) : 33ton 제1, 2구동차(M, M') : 40ton, 42ton 제1, 2부수차(T, T1) : 27.5ton, 32ton	제 어 차(Mc) : 45.4ton 제 1 부수차(T1) : 42.1ton 제 2 부수차(T2) : 36.9ton

기술조사시 부발 차량기지는 아래 그림과 같이 두단식 배선으로 유치선 15선, 장래 유치선 12선, 입출장선 2선, 인상선 2선, 시운전선으로 계획되었다. 입고시 차륜검사와 세척후 두 번의 인상을 하여 유치선으로 이동을 하여야 하며, 경수선 공장에서의 검수작업 후 유치선으로 이동시 반드시 인상선으로 인상하여야 한다. 빈번한 인상작업은 차량의 병합 및 간섭을 발생시켜 차량기지의 운영 효율성을 저하시키고, 차량의 입출고에 지장을 발생시킨다. 또한, 차량기지 내에서의 이동거리 및 이동시간이 증가시키게 된다. 그리고 차량기지 구내에서 중부내륙 본선과 입출고선이 평면으로 분기하여 본선열차와 충돌등의 사고 위험도 있었다.

이러한 문제점을 개선하기 위하여 기본설계 수행시 기지 배선을 관통식 배선으로 변경였다. 이로 인해 구

내에서 차량이동시 인상 횟수와 차량의 이동거리를 단축시킬 수 있었다. 또한, 전용 입출장선 확보로 유치선으로 이동하는 차량과 입고되는 차량의 간섭을 최소화시키고, 검수고까지 스트레이트 입환이 가능하도록 하였다. 장래 유치선을 위한 부지도 기본계획 12선에서 14선이 설치되도록 확보하였으며, 중부내륙선 본선은 입출고선에서 분기하여 입출고선과 본선을 분리 운행으로 사고 위험을 줄였다.

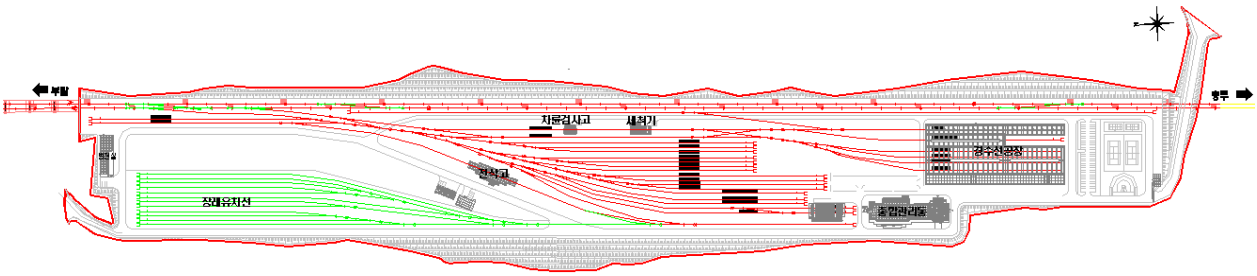


그림 1. 부발차량기지 기술조사 배선도

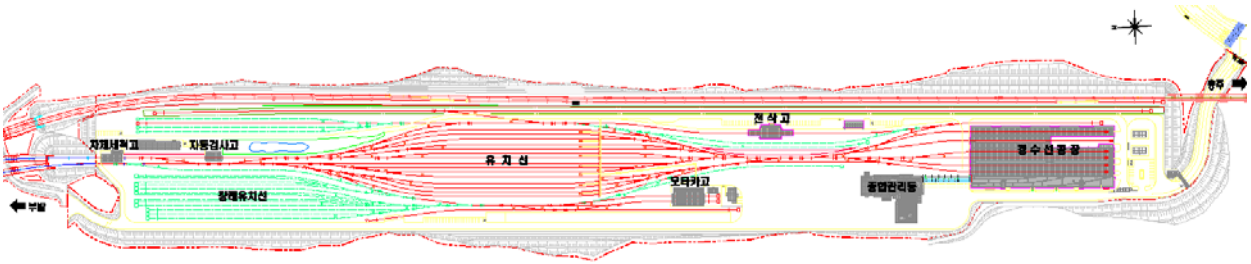


그림 2. 부발차량기지 기본설계 배선도

차량기지의 검수 및 청소체계는 차량의 종류, 주행거리 등에 따라 작업시간, 운영계획 등이 정해진다. 기본설계의 검수체계는 아래 표와 같다.

도표 3. 부발차량기지 검수체계

구분			검수주기		작업소요시간
			기간	거리	
검수	정기검수	일상검수	5일	2,500km(2,300km)	2시간
		월상검수	4개월	60,000km(41,000km)	8시간
	비정기검수	차륜교환	필요시		-
		임시/ 특종	필요시		2일/ -
청소	오물탱크청소		매일	-	15분
	반복청소		운행중 수시	-	-
	일상청소/ 전반청소		-	3일/ 30일	1시간/ 8시간
	차체외부세척		-	매일	-

( )는 간선형 전동차

2.3 차량기지 시뮬레이션

일관적인 모델을 구축하고 적합한 시뮬레이션 결과를 도출하기 위해서는 적절한 가정이 필요하다. 본 논문에서 가정한 사항은 아래와 같다.

- Posrail 프로그램의 허용 최대 열차 길이는 120m로 열차 6량 1편성으로 가정.
- 성남~여주 복선전철 구간의 차량만을 고려하여 2020년 기준 소요편성수인 15편성 운행으로 가정.
- 중부내륙선 구간 차량의 유치 및 검수 미고려.
- 비정기인 검수 작업(차륜전삭, 시운전, 임시검수, 특종검수, 차륜교환) 미고려.
- 각 설비별 고장률은 고려하지 않으며, 항상 이용 가능상태로 정의.
- 차량의 일일 운행거리는 1편성당 왕복 631km로 모델링 실시.
- 각 장업장은 항상 작업 상태에 있는 것을 원칙으로 함.

- 기지내 차량의 이동속도는 20km/h로 가정.
- 시뮬레이션 수행 기간은 7일 단위로 실시.
- 세척고 통과속도 : 5km/h
- 운행종료후 종점 정거장에 4편성 주박.

위의 가정을 바탕으로 차량기지 운영 시뮬레이션 프로그램인 Posrail을 이용하여 기술조사와 기본설계의 차량기지를 모델링하였다. 아래 그림은 시뮬레이션 수행 화면이다.

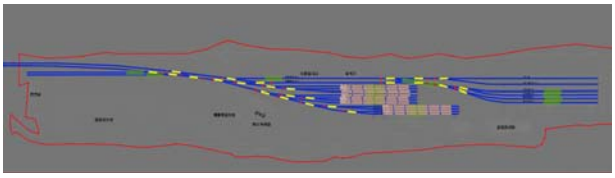


그림 3. 기술조사 시뮬레이션

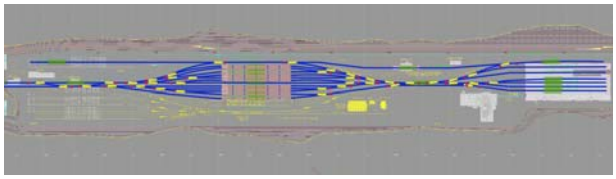


그림 4. 기본설계 시뮬레이션

시뮬레이션 결과를 통하여 차량기지 구내에서 차량의 총 이동거리 및 이동시간을 도출할 수 있다. 이동거리는 차량이 차량기지에 입고에서 출고시까지 이동한 거리이며, 이동시간은 입고에서 출고까지 차량의 목적지가 결정되고 실제 이동한 시간과 대기한 시간의 합으로, 유치 시간을 제외한 구내에서의 소요시간이다. 이를 통해 배선의 적정성 및 효율성을 평가하는 척도가 될 수 있을 것이다.

2.4 시뮬레이션 결과 분석

부발차량기지 기술조사시 계획된 배선과 기본설계시 계획된 배선의 시뮬레이션 결과 분석을 실시하였다.

차량의 본선에서의 이동거리와 이동시간은 기술조사, 기본설계 모두 동일하게 열차 1편성당 1일 631km이동으로 가정하여 시뮬레이션 하였으므로 1일 총 이동거리 6,952km, 주행시간 199.75시간으로 동일하게 도출되으며, 총 작업시간 및 작업률도 기술조사와 기본설계 시뮬레이션 결과가 동일하게 도출되었다. 도착점검과 차체세척은 매일 운행 종료후 차량기지 입고시 실시하며, 일상검사는 시뮬레이션 기간동안 14편성(28시간), 일상청소는 13편성(13시간)이 작업되었다.

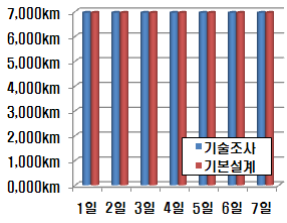


그림 5. 본선 이동거리

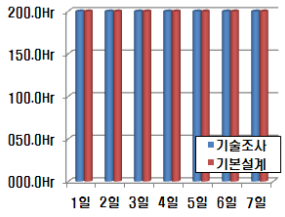


그림 6. 본선 이동시간

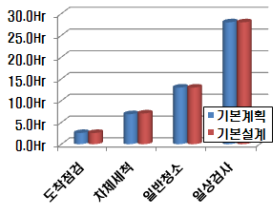


그림 7. 작업시간

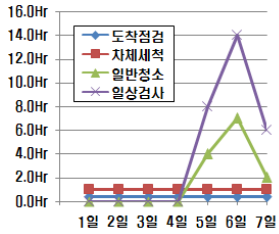


그림8.일자별 작업시간

차량기지 구내에서 열차의 총 이동거리는 아래 표와 같이 기술조사 195.55km, 기본설계 117.42km로 기술조사 대비 이동거리가 39.2%단축되는 결과가 나타났다. 1일 평균 이동거리는 27.94km에서 16.77km로 11.17km가 단축되었다. 이는 차량기지 구내 배선을 두단식에서 관통식으로 변경하여 검수 및 유치 등을 위한 차량 이동시 인상이 최소화 되었기 때문으로 분석된다.

총 작업시간은 전술한 바와 같이 기술조사와 기본설계 결과가 동일하게 50.63시간으로 나타난다. 차량이 유치선에 주박되어 있는 시간을 나타내는 유치시간은 각각 1050.22시간과 1055.07시간, 차량기지내에서 열차의 대기시간을 포함한 총 이동시간은 20.88시간과 16.03시간으로 분석되었다. 이동시간은 기본계획 대비 23.2% 단축된 것으로 차량기지 내의 이동거리의 단축과 마찬가지로 차량기지 구내 배선을 두단식에서 관통식으로 변경하여 검수 및 유치 등을 위한 차량 이동시 인상이 최소화 되고 작업대기 시간이 축소되는 것에 기인한 것으로 사료된다. 이동시간이 축소된 만큼 주박시간은 4.85시간 증가되었다. 1일차에서 3일차까지의 이동거리 및 시간은 차량의 입고시 도착점검과 차체세척만을 진행하고 유치선으로 이동하고, 4일차 이후부터 일반청소와 일상점검이 진행되어 증가되는 모습을 나타낸다.

시뮬레이션 분석 결과 차량기지 구내에서의 차량의 이동거리, 이동시간이 기술조사 대비 각각 39.2%, 23.2% 단축된 것으로 나타난다. 모델링시 배선의 형태를 제외한 검수체계, 운행속도 등의 조건은 모두 동일하게 적용하였으므로 위의 결과는 배선의 형태에 기인한 것으로 판단된다. 두단식 배선이 아닌 관통식 배선을 적용한 기본설계에서의 인상 횟수 및 이동시 다른 차량에 의해 발생되는 대기시간이 감소되는 것으로 분석된다.

도표 4. 시나리오별 차량기지내 열차 이동거리 (단위:km)

구분	1일	2일	3일	4일	5일	6일	7일	계
기술조사	26.40	26.40	26.40	26.40	29.47	31.76	28.71	195.55
기본설계	14.02	14.02	14.02	14.02	19.46	24.19	17.68	117.42

도표 5. 시나리오별 차량기지내 열차 이동 소요시간 (단위:시간)

일자		1일	2일	3일	4일	5일	6일	7일	계
기술조사	유치시간	156.03	156.03	156.03	156.03	144.04	135.28	146.77	1050.22
	이동시간	2.84	2.84	2.84	2.84	2.83	2.60	4.10	20.88
	작업시간	1.38	1.38	1.38	1.38	13.38	22.38	9.38	50.63
기본설계	유치시간	156.90	156.90	156.90	156.90	144.32	135.59	147.56	1055.07
	이동시간	1.97	1.97	1.97	1.97	2.55	2.28	3.31	16.03
	작업시간	1.38	1.38	1.38	1.38	13.38	22.38	9.38	50.63

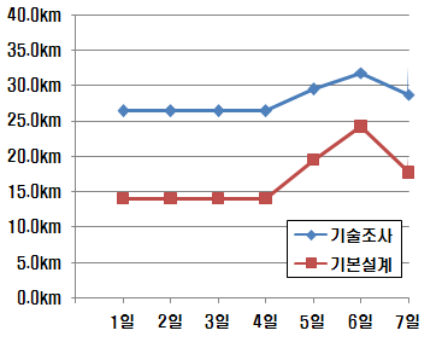


그림 9. 차량기지내 열차 이동거리

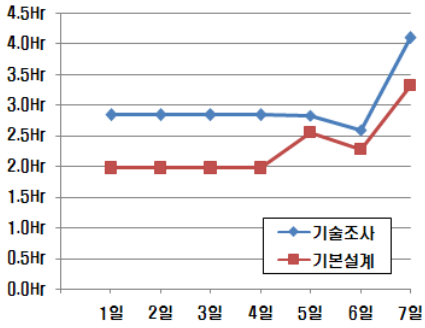


그림 10. 차량기지내 열차 이동시간

3. 결론

본 논문에서는 부발차량기지 기술조사와 기본설계시 계획된 배선의 적정성 여부와 차량운영의 효율성을 검증하기 위해 차량기지 운영 프로그램인 Posrail을 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 일관적인 결과도출을 위하여 적절한 가정을 산정하고 배선의 적절성 평가를 위하여 배선의 형태를 제외한 조건은 모두 동일하게 정의하여 모델링을 하여 두 안을 비교, 평가하였다. 데이터 분석 결과 기술조사 대비 기본설계의 차량기지 구내 이동거리는 195.55km에서 117.42km으로 39.2%단축되었으며, 이동시간은 20.88시간에서 16.03시간으로 23.2%단축되었다. 이는 기술조사에 비해 관통식 배선계획으로 인상횟수의 단축, 차량 대기시간 단축등에 기인된 것으로, 기본설계시 계획된 배선이 기술조사 배선에 비해 적정한 것으로 판단된다.

차량기지는 열차의 안전한 운행을 위하여 중요한 시설이다. 추후 차량기지 건설 계획시 이와 같은 시뮬레이션을 수행하여 배선의 적정성 여부 및 차량기지 운영의 효율성을 검증할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 기본설계 보고서, 포스코건설, 부발차량기지 건설공사 2010.
2. 성남~여주 복선전철사업 차량기지 기술조사 최종보고서, 한국철도시설공단 2006.05.30.