
Global Report

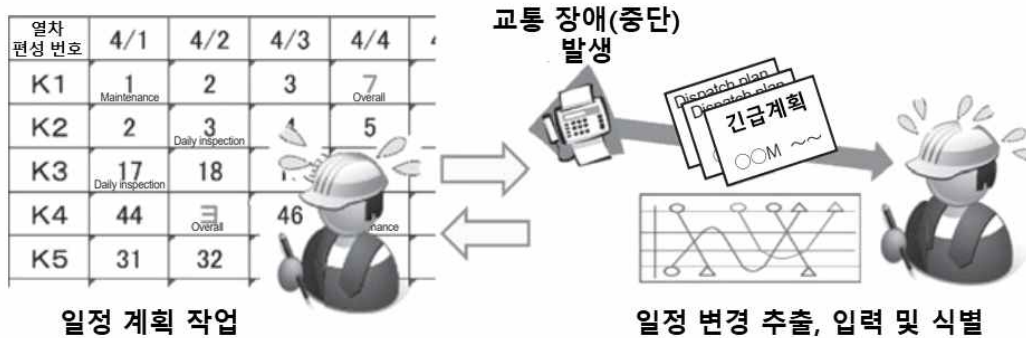
도시철도 차량 일정관리 시스템

1. 개요
2. 대상 철도 노선 및 차량
3. 차량 일정 정보 얻기
4. 도시철도 차량 일정관리 시스템의 기능
5. 결론

1. 개요

일상적인 열차 운행은 시간표 수정 등으로 결정된 철도차량 이용 기본일정 계획에 실제로 철도 차량을 할당함으로 이루어진다. 철도 차량에 일정을 배정할 때는 상태·기능점검(이하 "기능점검"이라 한다) 및 열차점검(이하 "출발 전 점검"이라 한다) 그리고 각종 청소 등을 고려할 필요가 있다. 차량별 일정 배정에는 시간적·장소적 제약이 있으며, 법적으로 의무화된 점검 및 청소를 위해 작업 간격(작업 기간) 관리가 필요하고, 이러한 차고지에서의 기획관리 업무를 "차량 일정관리 업무"라고 한다<그림 1>.

이러한 업무는 오늘날에도 여전히 전산화되지 않고, 종이로 처리되고 있는 작업이 많다. 예를 들어 법적으로 의무화된 검사 계획의 검사는 모두 사람의 주의력에 의존하여 이중 및 삼중 검사와 같은 수단으로 처리되며, 그만큼 교통 장애 발생 시 차량 일정 변경에 대한 부담은 커진다. 열차 운행 일정 변경으로 인한 차량 일정 변경을 식별하는 데는 많은 시간이 소요되며, 변경 요인 발생 이후의 계획을 다시 작성해야 한다. 특히, 일정 변경 시에는 점검 기간이 임박한 열차 편성의 위치를 파악하여 변경하는 것이 중요하다.



<그림 1> 차고지에서의 차량 일정 관리 작업

일정 배정 시 지연 및 실수로 인해 때때로 취소 등의 형태로 승객이 불편을 겪을 수 있다. 특히, 2015년 3월 도쿄-우에노선(우쓰노미야선, 다카사키선, 조반선, 도카이도선) 개통으로 차량 운행 범위가 넓어져 일정 변경으로 인하여 승객에 대한 영향이 커지는 경향이 있다. 따라서 JR 동일본의 선진 철도 시스템 개발 센터에서는 작업자의 업무 부담을 줄이고 교통 품질 향상을 목적으로 차고에서의 전반적인 차량 일정관리 업무를 지원하기 위해 "도시철도 차량 일정관리 시스템"을 개발하였다.

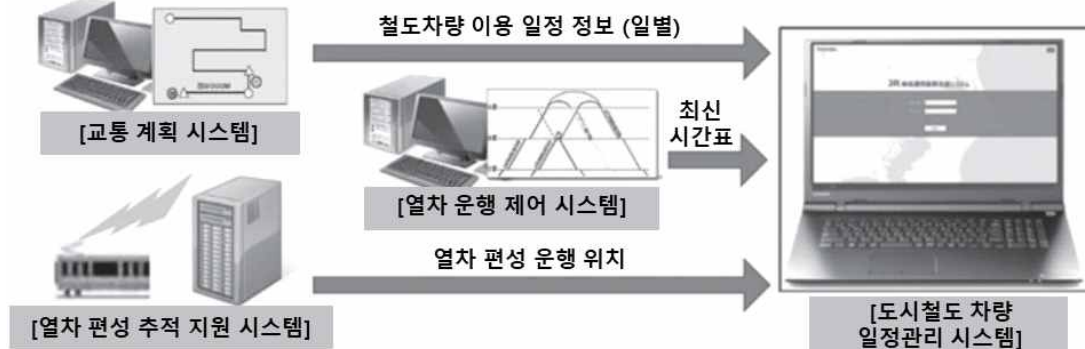
2. 대상 철도 노선 및 차량

도시철도 차량 일정관리 시스템은 도카이도선, 요코스카선, 우츠노미야선, 다카사키선 등 많은 노선에 걸쳐 있는 도쿄-우에노선 및 쇼난-신주쿠선에 적용되었으며, 적용된 열차는 고조 및 오야마 철도 차량의 E231 및 E233 시리즈이다. 보통 열차 편성은 10량(기본)과 5량(보조)으로 편성되며, 15량, 10량 또는 5량 열차로 운행된다. 15량 열차는 기본 및 보조 열차 편성이 결합되어 있기 때문에, 교통 계획에서는 하나의 열차로 보지만, 철도 차량 일정 관리에서는 두 개의 열차로 본다. 2018년 4월 1일 기준으로, JR 동일본 지역에서 관리되는 가장 많은 열차 편성으로는 해당 노선에서 총 232편의 열차(기본 열차 124편, 보조 108편)으로 운영되고 있다.

열차는 20개소 이상에 정차되고, 교통 장애 발생 시 정차 위치를 변경해야 하지만 장비 여건 등으로 인해 각 위치에서 수행할 수 있는 작업에는 한계가 있다. 할당된 기간 내에 필요한 작업을 수행하기 위해서는 교통 장애가 완화된 후에도 차량 일정 조정이 계속 수행되며, 이 조정 작업은 며칠이 소요될 수 있다.

3. 차량 일정 정보 얻기

도시철도 차량 일정관리 시스템 시스템은 기존 유관 시스템과 연계를 통해 필요한 정보를 취득하고 있으며, <그림 2>는 기존 시스템과의 연계도를 보여준다. 최신 차량 일정, 운행 결과 정보 등은 기존의 "교통 계획 시스템", "열차 편성 추적 지원 시스템" 및 "열차 운행 제어 시스템"에서 가져온다.



<그림 2> 기존 시스템과 도시철도 차량 일정관리 시스템 간의 연계도

4. 도시철도 차량 일정관리 시스템의 기능

4.1 차량 일정 계획 기능

(1) 철도차량 이용 일정 정보 획득 (변경 및 추가 포함)

교통 계획 시스템으로부터 최대 약 1개월 간의 세부 철도차량 이용(기차, 간격 작업 등) 일정 정보(일별)를 주기적으로 획득한다. 획득하는 정보의 양이 많으므로 이전에 얻은 정보와 차이점을 확인 후 필요한 정보를 추출하고, 변경된 부분을 식별하여 시스템 부하를 완화한다. 그러나 일정기간 전부터 운행일까지의 변경사항은 교통 계획 시스템에서 얻을 수 없기 때문에, 열차 운행 제어시스템에서 최신 차량 일정을 얻거나, 도시철도 차량 일정관리 시스템에 직접 정보를 입력한다.

(2) 열차 일정 배정표

<그림 3>은 열차 일정 배정표 화면이다. 이것은 기존에 종이에 작성하던 것을 디지털화 한 것이다. 운영번호와 함께 작업 계획도 표시되며, 운행 시작 및 종료 시 정차 위치도 표시된다.

편성번호	01/17 (日)	01/18 (月)	01/19 (火)	01/20 (水)	01/21 (목)
U701	25/50	16//5	239*	240/5	19
U702	243	244/202	203/210	211	247
U703	256	257/256/255	256	257	251
U704	209	210/206/246	247	248*/248	213
U705	248	249//55	56	57/49/3	252

<그림 3> 열차 일정 배정표 화면

(3) 차량 일정관리 계획 확인 기능

열차 일정 배정표에 등록할 때 오류가 있는지 여부를 확인하고, 문제가 있으면 오류를 표시한다. 주요 점검 내용은 다음과 같다.

- 일정 미배정 확인 (열차 편성이 할당되지 않은 철도차량 이용 일정이 있는지 여부)

- 일정 초과 할당 여부 확인 (여러 개의 열차 편성에 할당되는 철도차량 이용 일정이 있는지 여부)
- 연결 확인 (하루가 끝날 때 입고한 차고가 다음날 나가는 차고와 일치하는지)

4.2 작업 계획 기능

(1) 작업 계획 확인 기능

차량 일정 계획 외에도 작업 계획을 확인하고 이상이 있을 시에 배정표에 오류를 표시한다. 주요 점검 내용은 다음과 같다.

- 정기점검 (출발 전 점검, 월간 청소, 위생작업의 목표 기한 초과 여부)
- 지정된 작업의 이행여부 확인 (작업 간격이 철도차량 이용 기본일정에 명시된 대로 등록되어 있는지)

(2) 출발 전 점검 주기 관리 기능

출발 전 점검 주기 관리를 지원하기 위해 다음과 같은 기능을 제공한다.

- 모든 열차 편성의 출발 전 점검 후 경과일, 다음 출발 전 점검 예정 등을 표시하는 기능<그림 4>
- 운행 당일 출발 전 검사 없이 출발을 방지하기 위한 알림 기능

(3) 청소관리 기능

청소 계획도 지원하기 위해 다음과 같은 기능이 제공된다.

- 청소가 가능한 열차 편성 목록과 해당 작업 간격을 표시하는 기능<그림 5>
- 전 열차 평성 청소 후 일수 표시 기능

작업검사 관리			
편성 번호	검사후 경과일	당일 유무	다음 예정일수
U727	4	○	2
U728	7日以上		3
U729	2	○	7日以上
U730	1		4
U731	4		3
U732	2		7日以上
U733	2		5
U734	5	○	5(機能保全)

<그림 4> 출발 전 작업 검사 일수 표시

청소관리			
편성 번호	할당	역명	작업 간격
U712	완료	小金井	10:33~
U722	미할당	品川	10:23~22:48
U724	미할당	尾久	8:47~18:38
U726	완료	尾久	9:34~20:00
U727	미할당	尾久	8:11~17:06
U730	미할당	品川	9:54~
U741	완료	小金井	9:01~
U743	미할당	尾久	8:28~19:09

<그림 5> 작업 가능한 열차 편성 목록 표시

4.3 당일 일정 재조정, 작업 기록 확인 등의 기능

(1) 열차 편성 식별(일정)

차량 일정관리 시스템에서는 운행 관제 시스템으로부터 최신 차량 시간표를 전송받아 교통 장애 등으로 인한 당일 일정에 대한 재조정을 판단할 수 있도록 하였으며, 이를 차종별 차량 시간표에 반영하였다. 그리고 본 시스템이 적용된 차량과 노선에 디지털 라디오를 통해 차량에서 열차 편성 정보(열차 편성 번호, 열차 번호, 현재 위치)를 수집하는 열차 편성 추적 지원 시스템을 연동하여, 해당 열차 편성 정보로 각 열차 편성이 운행되고 있는 운행번호, 운행 이력 등을 식별할 수 있도록 하였다.

(2) 일정관리 다이어그램과 운영 순서 배정표 (일별 계획 및 기록을 표시하는 다이어그램)

일정관리 다이어그램<그림 6>은 열차가 여러 노선에서 운행하는 서비스 구간을 통해 전체 상황을 한 눈에 볼 수 있도록 보여준다. 열차 편성이 할당된 열차 노선은 검은색으로 표시되고, 없는 열차는 빨간

색으로 표시되며, 운행 기록이 확보되면 파란색으로 변경된다. 또한, 운영번호, 열차번호, 열차편성번호로 검색하는 기능을 제공하며, 원하는 정보를 강조하여 표시할 수 있다.

운행 순서 배정표<그림 7>에서 세로축은 운영번호, 가로축은 시간으로 하여 각 철도 차량에 대한 하루 이용 일정을 선으로 표시하여 시계열로 확인할 수 있다. 또한 운행 기록은 일정관리 다이어그램과 마찬가지로 획득 시 파란색으로 변경되며, 차고 입출고 간격으로 예정된 작업에 대한 표시도 함께 표시된다.



<그림 6> 일정관리 다이어그램



<그림 7> 운영 순서 배정표 화면

(3) 운영 경고

교통 장애 등으로 인한 일정 변경으로 인해 차량에 예정된 검사를 수행할 수 없는 경우에는 <그림 8>과 같이 해당 열차 편성에 대한 운영 경고가 표시된다. 주요 경고 내용은 다음과 같다.

- 출발 전 검사 미실시 (출발 전 검사가 마감되어 당일 편성된 열차 편성의 검사 가능한 작업 간격이 없어진 경우)
- 기능점검 미실시 (당일 기능점검이 등록된 열차가 편성되어 유지보수가 가능한 작업 간격이 없어진 경우)
- 추가 보수 등이 예정된 열차 편성의 오류 (추가 보수를 위해 사전 등록된 열차 편성의 일정 변경이 있는 경우)

(4) 정차 위치별 열차 편성 식별

<그림 9>는 차량이 위치한 정차 위치별 열차 편성 목록을 보여주고 있다. 선택한 시간별로 정차 위치에 진입한 열차 편성 목록이 표시된다. 추가 하차 등을 계획하고 있는 경우, 하차 시간에 해당 열차 편성이 존재하는지 조사하는 등의 수단으로 어떤 열차 편성이 어느 위치에 정차되어 있는지 확인할 때 사용한다.

(5) 주행기록표 작성

열차 편성당 주행 기록을 도표화하고, 해당 데이터를 저장할 때 기존 운행 거리(킬로미터) 결과를 관리 시스템으로 보낼 수 있도록 인터페이스를 구성하였다.



<그림 8> 운영 경고 기능

정차 위치별 편성 목록

☒ 현재시각 기준 차량 위치 표시
☐ 최종 운영 후 기준 차량 위치 표시
☐ 지정시각 기준 차량 위치 표시 00:00

편성 번호	입구정보		출구정보	
	운행 번호	열차 번호	운행 번호	열차 번호
U708	1 △	圖2527M (09:11)		
U721	11 △	圖1532E (09:38)	11 ○	圖2528M (16:36)
U723	29 △	1526E (09:01)		
U726	34 △	4532Y (16:26)	34 未設定	4532Y (16:32)

<그림 9> 정차 위치별 열차 편성 목록

4.4 자동 일정 조정 제안 기능 (익일 및 후속일)

교통 장애로 인해 일정이 변경되면 열차 편성은 기존 계획과 다른 철도 차량에 할당된다. 따라서 미리 설정된 시간 내에 원래 일정으로 복구 할 수 있도록 제안하는 기능을 제공하였으며, 제안 시 점검 기한을 고려하도록 설계하였다. 여러 가지 안으로 제안이 제공되며, 담당자는 작업량, 시간대, 위치 등 실제 상황을 더 잘 반영하는 제안을 선택할 수 있다. 정차 위치에 입출차 시에는 열차 편성 교체*만 제안하고, 객차 차량 교환** 및 추가 열차 설정은 제안하지 않는 등 고객에게 영향을 미치지 않도록 조치하였다.

(* 열차 편성 교체 : 일정 상의 이유로 예정된 출구 이외의 열차 편성을 만드는 것)

(** 차량 교환 : 하차 후 역 플랫폼에서 차량 교체)

5. 결론

차고지에서의 전반적인 차량 일정관리 업무를 지원하기 위해 도시철도 차량 일정관리 시스템을 개발하였으며, 이를 통해 기존에 종이로 관리되었던 배정도 등의 정보를 전산화하고 차량의 최신 일정 및 운행 결과 정보를 자동으로 반영하여 일정 조정 등의 영향을 파악하는 작업을 크게 줄일 수 있어 개별 작업의 조정 작업에 집중할 수 있었다. 본 시스템은 적용 대상 구간을 통제하는 차고지에서의 검증 테스트를 통해 충분한 효과를 확인할 수 있었으며, 2018년 4월 실용화를 달성하였다. 현재 수도권 이외의 지역에 시스템을 배치할 수 있도록 개발을 진행하고 있다.

<원문제목> Vehicle Scheduling System for Urban Railways

<원문출처> JR EAST Technical Review (JR東日本, 2020)