

통신을 이용한 열차제어시스템의 기존 도시철도 적용을 위한 절체방안연구

The Study for change plane to apply CBTC(Communication Based Train Control) on the subway

*김 유 호 · **이 수 환 · **유 중 천 · ***이 영 훈 · ****백 중 현
(You-Ho Kim · Soo-Hwan Lee · Jong-Cheon Yoo · Young-Hoon Lee · Jong-Hyen Baek)

Abstract - In this study, we studied the change plan essentially used for improving the existing railroad signal system. For mixed installation with the existing equipment by introducing new equipment in the city railroad currently operated, it is required to establish a plan depending on the change and to present a plan for change. For the change, since it is necessary to classify ground equipment and onboard equipment and change must be carried out considering performance and functions of each equipment, we classified and studied each equipment for plans of change.

Key Words : 시스템절체, CBTC, 신호시스템개량, Change Switch, CUT-OVER BOX

1. 서 론

세계적으로 통신 및 전자정보기술의 발전을 기반으로 신호시스템의 기술이 나날이 발전하여 현재는 통신을 이용한 열차제어시스템과 같은 기술들이 연구개발 및 도입 사용되고 있다. 이에 따른 국내 도시철도 시스템의 기술력 향상과 경비절감 및 효율성 향상을 위한 시스템교체가 이루어 질 것을 대비하여 기존선의 안정성을 위한 절체 스위치와 장치별 기능의 연계를 위한 인터페이스 장비의 설치와 같은 계획을 수립하기 위하여 체계적인 시스템의 교체방법과 장비별 교체순서 및 계획을 제안하여 앞으로 있을 신호시스템의 교체에 대비하여야 할 것으로 사료된다. 또한 신호시스템의 절체 계획은 차상 및 지상으로 구분하여 각각의 장비와 기능에 맞는 방안을 제시하도록 하여야 한다.

시스템 절체작업의 신뢰성 및 안정성의 확보가 무엇보다도 중요하다.

첫 번째, 기존 시스템과 CBTC 시스템의 절체를 위하여 기존 시스템의 선로전환기 제어기능을 정지시키고, 기존시스템과 선로전환기의 결선을 분리한 다음 충분한 시험을 거친 새로운 CBTC 시스템으로 선로전환기의 제어기능을 연결한다.

입력과 출력조건들은 안전성과 영업운전 서비스에 지장 없는 병행운전을 허용해야한다.

새로운 CBTC 시스템은 예전의 신호시스템으로부터 인터페이스 되고, 새로운 CBTC 시스템은 안전에 대한 책임을 진다.

따라서 시스템의 절체에 대한 기본 방향은 다음의 단계와 같다.

2. 시스템의 절체 방안

기존의 도시철도 시스템에 CBTC 시스템으로 개량하고자 할 때, 기존의 영업운전과 서비스에 영향을 최소화 하는 방향으로 시스템을 설치하여야 한다.

기존의 도시철도 신호설비의 CBTC 개량공사에 있어서 영업운전이 시행되고 있는 점을 감안하고, 영업운전이 종료된 심야에 시스템을 절체해야 되는 특수 조건임을 고려할 때

* 정 회 원 : 경봉기술(주) 부사장
** 비 회 원 : 경봉기술(주) 신호제어연구소 차장
*** 정 회 원 : 철도기술연구원 선임연구원
**** 정 회 원 : 철도기술연구원 주임연구원
접수일자 : 2003년 10월 10일
최종완료 : 2003년 10월 15일

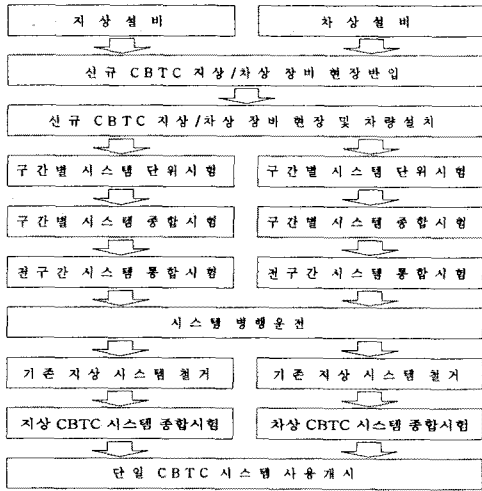


그림 1 전체순서도

Fig. 1 Procedures of Change Plan

2.1 단계별 절체방안

1. 새로운 CBTC 지상 장비가 반입되어 신호기계실 및 선로변에 설치되고, 차상CBTC 장비는 차량 기지에 반입되어 단위 장비별로 차량에 설치한다. 신설되는 지상 장비는 신호기계실 또는 이와 동등한 조건을 갖춘 실내에 설치되며, 기존 연동장치를 통하여 선로전환기나 궤도회로 등 기존신호처리 시스템과 연결된다. 제어전환장치는 기존 선로전환장치들과 함께 지상의 계전기실과 같은 실내에 설치된다.
2. 설치된 CBTC 지상 시스템은 구간별 시스템 단위시험을 시행하고, 차상 CBTC 시스템은 단위(유닛)당 시험을 수행한다. 각 설치물들은 시험을 통해 기존 신호 시스템에 영향을 미치지 않음을 확인한다. 이 장치의 안전성 및 효율적인 운용 여부를 시험한다. 열차들은 신설 차상제어장치를 병행 장착한다. 이 열차들은 영업운전 이후에 시스템 시험용으로 사용된다. 제어전환장치가 차상에도 설치되어 기존의 차상제어장치와 신설 차상제어장치 간에 절체시에 사용된다.
3. 단위별 시험이 안전하게 종료된 후에는 지상 CBTC 시스템은 구간별 종합시험을 수행하고, 차상 CBTC 시스템은 차량 편성당 시스템 종합시험을 시행하고, 지상 및 차상 시스템은 기존 시스템과의 인터페이스 및 절체 시험을 수행해야 한다.
4. 전 구간에 설치된 지상 CBTC 시스템의 종합시험을 수행하고, 차량기지에는 차상 CBTC 시스템 모의시험을 수행한다.
5. 위의 종합시험이 완료된 후 시스템이 완전하게 절체 될 때까지의 시스템은 차량에 CBTC 장비 설치가 완료되는 시점까지 열차의 영업운전에 지장을 초래하지 않도록 기존 설비와의 병행운전이 가능하도록 시스템을 운용한다.
6. 기존의 지상설비(연동장치, 신호기, 궤도회로장치 등)를 단계적으로 철거를 수행하고, 차상설비는 또한 단계적으로 신규설비로의 개량으로 인한 불필요한 일부 기존 차상장치를

제거한다.

7. 기존 장비의 철거로 인한 CBTC 단일 시스템이 구성되어 지상 및 차상장비는 시스템 종합시험을 해야 한다.
8. 위의 단계별 수행임무가 완성이 되면 단일 CBTC 시스템으로 영업운전을 사용한다.

2.2 지상시스템 절체방안

1. 지상에 설치될 지상 CBTC시스템은 단위시스템별로 시험구간을 구분하여 운영기관 또는 지정된 검사기관의 품질승인 시스템을 공급받아 설치한다.
2. 전체 시스템에 대한 기능을 시험하기 전에 전체선로에 대한 시스템을 서브시스템별로 몇 개의 구간으로 분리하여 각각의 구간에 대한 각종 시험을 시행 한 후 미리 설정해 놓은 시험기준에 적합하게 통과되면 전체선로에 대해 하나의 시스템으로 통합하여 시스템 전반에 대한 시험을 수행한다.
3. 전체 시스템의 개량은 열차가 운행이 중지된 시간동안 작업이 수행된다.
4. 지상시스템의 분류 및 등급별 시험은 시스템의 시험계획과 절차에 따라서 운영기관 또는 지정된 검사기관에 의해 수행된다.
5. 구분된 서브시스템별 영역에서의 각종 활동은 모든 구간에 있어 기존 시스템설비에 어떤 설비를 증척설비하거나 병행하여 수행하는 것은 하나의 방법 같은 것으로 정리될 수 있다.
6. 예를 들어 선로변 설비는 다음과 같은 설비로 구성될 수 있다.
 - 유지보수 시스템
 - 이동권한 유니트
 - 바이탈 메시지 인터페이스 유니트
 - 데이터 저장 유니트
 - 발리스 또는 트랜스폰더
 - 신호기
 - 무선 및 데이터 통신장치 네트워크설비
7. 위의 선로변 설비는 현장설치후 시험이 수행되어야 한다.
8. 모든 연결된 선로는 도체와 도체간의 절연 및 도체와 접지간의 절연시험을 시행하여야 한다.
9. CBTC 시스템의 특징은 "신호기 철거"가 가능하다는 것이기 때문에 기존열차의 운행속도 등을 제어하던 신호기는 철거되고 열차의 운행속도 제어는 개선된 열차운행 시간간격에 따라서 동일한 궤도회로에서 운용될 수 있고, 다른 운용 시스템을 이면에서 사용할 수 있는 장점이 있다.
10. 신호기, 인터티브 루프, 기타 구형 지상설비는 예전시스템과 분리하여 운용될 수 있다.
11. 절체단계에서 CBTC 차상제어설비를 탑재한 열차가 본선구간 투입 이전에는 모든 현장설비가 영업운전을 위하여 신규 CBTC 지상 장비와 분리하여 운용되어야 하며, CBTC 차상제어설비를 탑재한 열차가 본선구간에 투입되어 기존의 열차와 같이 본선구간에서 병행운전을 시행할 경우에 열차의 운용은 기존의 시스템과 신설 CBTC시스템에 의하여 이루어 지고, 기존의 지상설비인 궤도회로와 신호기, 선로전환기 및 신설 CBTC장비의 제거를 수행한다.
12. 절체단계에서 신호기의 정보 인터페이스는 신호기 철

거 전에는 기존 시스템과 병행하여 CBTC장비와 함께 사용하고 최종단계에서 신호기와 기타 기존 지상 장비들은 신설 CBTC 시스템과 분리되어 철거되던 신설 장비들이 그 기능을 대신한다.

13. 트랜스폰더 등의 기타 선로변설비의 설치와 현장설치 후 시험의 수행과 현장 동작시험은 열차운행 영업운영 시간이 끝난 시간동안 선로에서 수행한다.

2.3 차상시스템 절체방안

1. 차상 CBTC시스템은 단위시스템별로 시험구간을 구분하여 운영기관 또는 지정된 검사기관의 품질승인을 거친 시스템을 공급받아 설치한다.

2. 시험열차로 확보된 열차에는 기존 차상제어장치와 비상제동상태, 추진력 및 출입문 열림/닫힘 명령, 운전자에게 지시하는 상태를 중복 검사하고, 무선 링크를 사용하여 지상설비와 통신하는 신규 차상제어장치를 설비한다.

3. 시험차량들은 차량기지에 있는 정비 또는 검사고에서 구형장비를 개량하기 위해 하드웨어 및 소프트웨어를 추가 설비하여 시험차량에 차상 CBTC 시스템의 권한을 부여한 차상제어장치를 설비한다.

4. 구분된 서브시스템별 영역에서 시험열차는 트랙의 첫 번째 구간에서 시스템의 모든 기능을 달성하기 위해 데이터 통신과 권한 시험을 수행하여 그 시험구간 내에서 선로변설비를 활성화 시킨다.

5. 예를 들어 차상설비는 다음과 같은 설비로 구성될 수 있다.

- 차상제어장치(ATP/ATO)
- 차상 무선통신장치
- 차상 무선통신 안테나
- 차상 안테나 또는 리더기

6. 차상시스템의 분류 및 등급별 시험은 시스템의 시험 계획과 절차에 따라서 운영기관 또는 지정된 검사기관에 의해 수행된다.

7. 그리고 점차적으로, 현장시험 차량외 그 밖의 차량은 새로운 차상제어장치를 차량기지에 있는 동안 열차에 설치하고, 열차의 현장시험은 차량기지에서 시험이 수행된다.

8. 구형장비에서 신행장비로 개량한 열차는 기존 시스템의 열차와 같이 병행운전으로 여전히 영업운영 서비스에 지장을 주지 않는다.

9. 차상 CBTC설비인 차상제어장치가 장착된 차량은 기존 신호기의 신호 취급을 무시하고 운행한다. 그러므로 차상제어장치 설비를 갖춘 열차는 만약 전방에 궤도회로가 점유가 되었다면 지상 CBTC 설비로부터 전방궤도회로 정보를 받아 열차의 운전속도를 조정하여 운행하지만 신호기 통과 신호를 받을 필요가 없다.

10. 기존설비와 신규 CBTC설비가 병행운전동안의 열차간의 운행시간 간격은 예전 시스템과 마찬가지로 동일한 스케줄을 갖고 운용되어야 한다.

3. 결 론

도시철도 시스템의 개량에 따른 절체는 우선적으로 영업운전을 하고 있는 선로에서의 작업이므로 안전이 최우선으로 보장되어야 하며, 이를 위해서 앞에서 검토된 내용처럼 차상과 지상 장치들의 계획적인 절체 일정과 방안이 수립되고 그에 따른 절체중의 열차운행계획 및 단계적 절체가 이루어져야 한다. 또한 현장의 절체방법은 기존선의 영업운전이 종료된 이후에 시행하고 기계실의 경우도 이와 동일한 방법으로 시행한다. 그러나 차상설비는 차량기지에서 영업운전 종료 이후 시행하도록 한다. 그 절체의 결과에 따라 각 장비별 개별 시험을 수행하고 이후 종합시험을 시행토록 한다. 또한 기존 장비와 신설장비의 교체 기능을 하는 Change Switch와 CUT-OVER BOX는 각각의 장비와 인터페이스가 원활하여야 할 것이다. 위에서의 연구결과에서의 시스템 절체를 위한 준비 작업이나 이를 위한 장치들의 조건 및 시험에 대한 계획은 상당히 중요한 가치를 가진다. 그러나 이것보다 더욱 중요한 것은 현재의 기존 설비와의 호환성 및 향후 구축되는 통신·전자 기술과 부합되는 시스템으로 해외 기술을 도입 수용하여 적용하되 향후에는 국내 기술로 해결하여야 함을 인식하여야 한다.

감사의 글

본 연구는 2003년도 철도기술연구원의 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사 드립니다.

참 고 문 헌

- [1] Trade Press PUBLISHING corporation, Communications-Based Train Control An analysis of Market Growth and Technology Development, 2000.
- [2] 류상환 외, "도시철도 신호시스템 표준화", 건설교통부 도시철도 표준화사업 연구보고서, 2002.
- [3] New York City Transit, "CANARSIE LINE-CBTC PROJECT Contract'S-32701", 2000.
- [4] TASbits "Transport Automation Solutions for Urban Rail", April/2003