

## 안전 및 효율성 제고를 위한 입환방식에 열차운전원칙 적용에 관한 연구

### A Study on Improved Safety and Efficiency of Shunting In View of Principles of Train Operation Safety

전영석\*

Young Seok Jeon

**Abstract** The definition and classification of shunting, which involves the process of sorting rolling stock into complete train sets inside station yard, are not clearly specified in Korean domestic safety regulations for railway operations. As a result, collisions during shunting occur rather frequently compared with other types of accidents in railway operations. Therefore, new systematic safety principles are proposed in this paper to improve operation safety during shunting. The improvements in safety and efficiency derived from the newly proposed approach are analyzed and verified in field application.

**Keywords** : Train driving, Shunting, Driving in yard, Block system, Safety of train operation principles

**초 록** 정거장 또는 차량기지 구내에서 이루어지는 입환은 국내 관련 법규에서 정의, 구분 및 방법이 명확하게 제시되어 있지 않다. 이로 인하여 입환시 충돌사고가 철도차량운전사고 중 가장 빈번하게 발생하고 있다. 따라서 입환 운전시 충돌사고를 줄이면서 효율적인 운영을 위해서는 체계적인 철도차량 안전운전 원칙의 제시가 필요하다. 입환시 충돌사고를 줄이기 위한 연구의 일환으로서, 본 연구에서는 열차운전방식과 입환의 특징을 비교하고, 열차안전운전원칙에 따른 구내운전 안전원칙을 제시하였다. 새로 제안된 접근 방법은 안전과 효율성의 개선 분석 및 현장 응용 프로그램에서 확인하였다.

**주요어** : 열차운전, 입환, 구내운전, 폐색방식, 열차운전의 안전원칙

## 1. 서 론

철도차량은 이를 운영하는 과정에서 위험요인들을 적절히 제어하지 못하는 경우 다른 열차 또는 차량과 충돌 등의 사고위험이 따른다. 이 때 이들이 갖고 있는 큰 운동에너지와 대량수송의 특성으로 인하여 사고피해 심각도는 도로교통에 비하여 매우 크게 나타나므로 철도차량의 운전은 높은 안전성이 요구된다. 철도차량운전과 관련하여 정부에서는 철도안전법과 운전규칙 등 철도차량운전관련 법규를 제정·운영하고 있다. 철도운영기관은 이를 근거로 위험도와 자체 특성 등을 반영하여 운전규정을 제정·운영하고 있다. 이 과정에서 비용절감과 효율성에 치중하는 경우에는 상대적으로 안전성이 저하될 수 있다. 철도차량운전의 안전에 관한 연구와 관련하여 지금까지 수행된 연구를 살펴보면, 외국의 경우 유럽철도국(ERA)은 국가간 철도 상호운영을 보장하기 위하여 상호운영지침(EU Directive 2001/16/EC)이 제정되어 있고, 고속철도와 일반철도에 대한 상호운영 기술사양(TSI,

technical specifications for interoperability)으로서 ‘제어명령 및 신호’, ‘에너지’, ‘기반시설’, ‘철도차량’, ‘교통운영 및 관리’ 등 분야별 기술사양을 개발하여, 모든 회원국에 적용하고 있다. 영국 철도감독국(ORR)은 “Railway Safety Publication 3; SAFE MOVEMENT OF TRAINS”에서 열차의 안전운행 원칙과 기본요건을 국가지침으로 공표하고 있으며[1], IEC 62267\_1137\_CVD[2]와 같은 국제기준에서는 “자동화 등급별 열차운전의 기본기능”을 제시하고 있다. 국내는 법규로서 철도안전법[3]에 근거한 철도차량운전규칙[4]과 도시철도법[5]에 근거한 도시철도운전규칙[6]이 제정되어 있다. 열차운영과 관련된 종합적인 연구로는 “폐색방식에 따른 도시철도차량운전 분류기준”[7], “도시철도 안전운행을 위한 열차 구성요건에 관한 연구”[8]와 열차제어 및 신호관련 기술 [9-12] 등에 대한 연구가 수행되었을 뿐 입환 안전에 관한 연구는 찾아보기가 어렵다.

본 연구에서는 사고발생 빈도가 가장 높은 입환에 있어서 안전 및 효율성을 추구할 수 있는 운전방식에 관하여 연구하였다. 연구방법은 국내·외 문헌과 정부의 철도운전관련 법규 및 운영기관의 운영규정, 주요 사고사례 등을 조사하여 문제점을 도출하고, 이에 대한 대안으로 안전 및 효율성 향상을 위하여 입환방법 중 구내운전에 대하여 새로운 정의

\*Corresponding author.

Tel.: +82-70-8855-1643, E-mail : jysuk2115@hanmail.net

©The Korean Society for Railway 2013

http://dx.doi.org/10.7782/JKSR.2013.16.2.079

와 검증된 열차운전방식의 안전운전원칙을 도입하는 방안을 제시하였다. 제시된 변경 안에 대한 안전수준은 적어도 변경 이전의 방법보다 동등 이상이어야 한다는 GAMAB(불어 Globalement Au Moins Aussi Bon)원칙을 적용하여 이를 검증하였다.

연구결과는 철도차량운전 관련 법규에 반영이 가능할 것으로 보며 또한, 철도운영기관에서 이를 적용함으로써 철도차량운전의 안전과 효율성을 증대시킬 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 본 론

### 2.1 철도차량운전에 따른 위험분석

한국철도공사의 10년 간(1996-2005) 철도차량운전 중에 발생한 충돌사고는 Table 1과 같다.

**Table 1** Number of average annual collision accidents in Korail

Type	Train collision	Train and obstacle collision	Crash in shunting
Average annual incidence	1.3	1.4	8.2

철도차량운전 중에 발생한 충돌사고의 연평균 발생빈도(10.9건) 중 입환 중에 발생한 사고(8.2건)는 75%로 열차운전 중에 발생한 사고(2.7건)에 비하여 약 3배로 나타났다. 또한, 2년간(2004-2005)에 구내 입환 중에 발생한 사고는 연평균 충돌사고 41.5건, 탈선사고 18.5건이 발생되어 충돌사고가 70%로 나타나 철도차량운전 중에 발생한 사고는 입환 중에 발생한 충돌이 가장 많은 것으로 나타났다[13].

#### 2.1.1 사고사례 분석

입환 중에 발생한 대표적인 충돌사고로는 한국철도공사 구로차량사업소의 사고사례를 들 수 있다. 2010년 5월 1일 13:35분경에 구로차량사업소 검수차고선에서 정비를 끝낸 전동차량 10량 편성을 유치선으로 이동하는 과정에서 차량이 유치된 선로로 입환차량의 진입이 허가되어 유치차량 10량과 충돌되어 20량의 차량이 크게 파손된 사고다[14]. 이 사고는 신호취급자가 진로표시기를 Y1번 선에서 B9번 선으로 진로를 현시하는 과정에서 실수로 B10번 선의 신호버튼을 잘못 눌러 일종의 입환표지인 선로별표시등에 Y1번 선에서 B10번 선으로 개통표시가 현시되었다. 이를 확인한 입환기관사는 전호원의 시동전호에 따라 시동한 후 입환차량을 운전하여 이동 중에 전방 도착선로 상태 확인이 여의치 못하여 유치차량과 충돌되었다. 이 사고는 차량이 유치된 선로에 다른 입환차량의 진입이 허가됨으로서 발생되었으며, 그 원인 중의 하나는 입환신호가 아닌 진로의 개통상태를 표시하는 선로별표시등에 의존하여 입환전호를 생략하는 구내운전을 적용하여 차량운전을 했기 때문이다.

#### 2.1.2 입환운전 중 예상위험

입환의 위험도는 열차보다 저속(약 25km/h이하) 주행함에

따라 상대적인 피해심각도는 낮은 반면, 입환환경의 취약성으로 사고발생빈도는 높게 나타난다(Table 1). 규모가 비교적 큰 정거장구내에는 선로전환기가 집중 배치되어 있고, 열차의 진출·입 및 차량의 입·출고와 복수의 입환작업이 동시에 이루어지고 있어 다른 장소에 비하여 충돌 등 사고발생 가능성이 높은 특성이 있다. 입환과정에서 발생할 수 있는 예상 위험사건은 다음과 같다.

##### 2.1.2.1 충돌

정거장 구내는 복수의 열차와 입환차량이 동시에 이동됨에 따라 다른 열차·차량의 충돌위험과 그 외 장애물·구조물 등과도 충돌위험이 따른다.

충돌은 그 대상에 따라 열차·차량·구조물·사람과의 충돌 등으로 구분된다. 이 중 입환차량과 열차와의 충돌은 열차의 높은 속도로 인하여 피해심각도는 매우 크게 나타나게 된다.

##### 2.1.2.2 탈선

규모가 비교적 큰 구내에 복잡한 선로배선과 취약한 선로전환기가 집중하여 배치되어 있고, 각종 장치와 구조물 등으로 본선에 비하여 관리와 보수가 상대적으로 취약하여 탈선될 가능성이 높다. 탈선은 발생장소에 따라 본선·측선·분기기 상의 탈선 등으로 구분된다. 이 중에서 본선에서의 차량탈선은 진출·입하는 열차와 추가로 충돌되는 위험이 따른다.

##### 2.1.2.3 인명사상

구내는 선로 등 많은 기반 시설물들을 점검·보수·운용하는 직원들과 외부공사관련 작업자, 여객, 공중 등의 진출입이 빈번한 장소로서 이들과 입환차량과의 충돌 또는 접촉되는 사상위험이 있다. 인명사상은 그 대상에 따라 직원·여객·공중 등으로 구분된다.

### 2.2 열차운전방식과 입환의 비교

철도차량의 운전은 크게 열차운전과 입환으로 구분된다. 열차운전은 필수적인 안전조건을 구비한 열차의 정거장과 정거장 간 이동을 목적으로 하는 운전을 말하고[8], 입환은 정거장 또는 차량기지 구내에서 인력 또는 동력차를 사용하여 차량을 이동·연결 또는 분리하기 위한 작업을 말한다[4]. 열차운전과 입환을 비교하면 Table 2와 같다.

#### 2.2.1 열차운전 방법과 안전운전

열차의 운전방식은 충돌·추돌사고 방지를 목적으로 일정한 시간 또는 공간을 설정하여 하나의 열차만을 운행하기 위한 폐색(Block)이란 특수한 방법을 사용한다. 폐색방법은 사용시기에 따라 상용폐색방식과 대용폐색방식으로 구분되며, 폐색방식에 의할 수 없는 경우 이에 준용하는 폐색준용법으로 구분된다[7]. 국내의 철도차량운전규칙과 도시철도운전규칙에서 규정한 폐색방식을 종합하면 Table 3과 같다.

#### 2.2.2 입환

##### 2.2.2.1 입환 방법과 안전운전원칙

입환 방법은 입환작업계획을 기반으로 입환작업 책임자가 기관사 등 차량운전자에게 의사를 전달하는 방법에 따라 1)

**Table 2** Comparison of train operation and shunting

Type	Shunting	Train operation
Driving zone	Station or depot in yard	Main track
Target	Railway vehicle	Train
Operation conditions	Shunting signal, Shunting indicator, Shunting sign, etc	Block and signal etc
Operation method	Auto driving devices, Wireless operation device, Shunting signal, Shunting indicator, Shunting sign	Block system and signal
Driving speed	Slow speed(25km/h)	High-speed
Driving purpose	Shunting	Mainly service(Passenger or freight)
Using the power	Shunting locomotive, Manpower etc	Power car Motive power unit
Use the brake	Independent brake, Automatic brake when necessary, Manpower brake	Automatic brake

**Table 3** Driving regulations of trains driving with block systems

Type	Regulation block system	Substitute block system	Block applied method
Single track operation	Automatic block system Interlocking block system Table block system	Pilot and telephone system Pilot system	Pilot and time interval method Messenger method
Double track operation	Automatic block system Interlocking block system Cab Signal block system	Command type Communication system	Time interval method Messenger method

**Table 4** Principles of safe train driving in Korean Safety Regulations

Principles	Railway driving regulation	Urban railway driving regulation
1. 1 block sections should not normally be occupied by more than one train at same time	Article 49(2)	Article 37(2)
2. Train should not be backward driving in the block sections	Article 26(1)	Article 38(1)
3. Equipped braking system that automatically stops trains some vehicles during separate occasions	Article 14	Article 30
4. Trains should not normally be operated on running lines where the driver is not at the leading end of the movement	Article 13(1)	Article 33
5. The conditions of train departure from the station, shall be marked by the starting signal	Article 37	Article 44
6. The departure of the train in the station should start by the departure sign	Article 99	Article 72

자동장치에 의한 방법 2)무선제어장치에 의한 방법 3)입환신호에 의한 방법 4)입환표지에 의한 방법 5)입환전호에 의한 방법 6)인력에 의한 방법 등 6종류로 구분된다. 1)자동장치에 의한 방법은 운전자를 필요로 하지 않는 방법으로 차량이동에 관한 모든 책임은 기술적인 시스템이다. 2)무선제어장치에 의한 방법은 별도의 휴대용 무선조정장치와 이에 대응되는 차량을 이용하는 방법이며, 3)입환신호에 의한 방법은 선로전환기와 진로의 지장여부는 기술적인 시스템의 역할이고, 차량이동에 대한 것은 운전자의 책임이다. 4)입환표지에 의한 방법은 선로전환기에 대한 것은 기술적인 시스템이고, 차량이동에 대한 1차적인 책임은 전호자이다. 5)입환전호에 의한 방법은 기술적인 시스템의 안전지원은 전혀 고

려되지 않으며, 차량이동은 전적으로 전호자와 운전자에게 주어지는 방법이다. 6)인력에 의한 방법은 동력차량을 사용하지 않고 인력 등을 이용하여 차량을 이동하는 방법이다.

제2장에서 언급한 입환과정의 예상위험에 따른 국내 열차운전관련 법규에서 규정된 입환의 안전운전원칙을 정리하면 Table 5와 같다.

2.2.2.2 구내운전 정의와 문제점

구내운전의 정의는 철도차량운전규칙 제2조 제12호에 “구내운전이라 함은 정거장내 또는 차량기지 내에서 입환신호에 의하여 열차 또는 차량을 운전하는 것”으로 규정하고 있다. 이 규정은 구내운전과 관련하여 국내 운전법규의 유일한 규정으로 시행조건과 방법 등에 관하여 구체적으로 정한

**Table 5** Principles of safe shunting in Korean Safety Regulation

Principles	Railway driving regulation	Urban railway driving regulation
1. Shunting should be by the railway signaling	Article 39(1)	Article 45(1)
2. Shunting can not be in the main track other than station area	Article 43	Article 46
3. Shunting a train to the main track should not interfere	Article 42	Article 45(2)
4. Shunting should not interfere with the train driving	Article 39(2)	Article 45(2)
5. Finished using the vehicle should be measures to prevent movemen	Article 41	Article 50

것은 없었다.

동 조항에 근거하여 국내 철도운영기관의 구내운전 정의의 문제점을 조사하였다. 그 결과 공통적으로 자체 운전규정 제3조의 정의 부분에 규정되어 있었다. 기관별로 보면 서울도시철도공사의 경우 “전호자의 유도전호에 의하지 않고 입환신호기 또는 차내신호에 의하여 운전하는 방식”, 서울메트로는 “입환신호에 의하여 차량을 운전하는 것”으로 규정하였다. 대구도시철도공사는 “입환신호나 전호에 의하여 차량을 운전하는 것”, 인천·대전·광주지하철 및 코레일 공항철도는 “입환을 하기 위한 운전”으로 규정하였고, 그 외 부산교통공사, 서울메트로 9호선(주), 부산김해경전철운영(주)의 경우에는 이에 대한 별도의 정의와 구분을 하지 않았다. 한편, 한국철도공사는 “정거장 또는 차량기지구내에서 입환신호기, 입환표지, 선로별표시등의 현시 조건에 의하여 동력을 가진 차량을 이동 또는 전선하는 경우에 운전하는 방식”으로 규정하였다.

이를 종합하면 구내운전은 입환의 일종임은 분명하다. 서울도시철도공사·서울메트로와 철도차량운전규칙의 내용을 종합하면 구내운전은 ‘입환신호에 의한 차량운전’임을 알 수 있다. 다만, ‘입환신호’에 서울도시철도공사의 차내신호와 한국철도공사의 입환표지 등이 포함되는냐는 논란이 될 수 있다. 동 규칙에는 광의개념인 ‘철도신호’가 아닌 ‘입환신호’로 규정되어 있으므로 입환표지(선로별표시등 포함)는 진로개통상태만 표시할 뿐 방호구역에 갖지 못하므로 제외되어야 하고, 차내신호는 방호구역에 갖고 있으나 진로구분을 위한 진로개통표시기가 추가되어야 하므로 별도로 하여 본 연구에서는 제외한다. 이상에서 언급한 기관을 제외한 운영기관의 정의는 2.2.2.1의 입환방법 중 어느 방식에 해당되는지가 불분명하여 시행과정에서 혼란이 초래되어 제2장에서 언급한 사고발생 등 위험이 상존하게 된다.

**2.2.3 구내운전의 새로운 정의**

제3절에서 지적한 문제를 해결하기 위하여 철도차량운전규칙 제2조 제12호의 ‘구내운전’의 정의는 “정거장내 또는 차량기지 구내에서 입환전호에 의하지 않고, 입환신호와 시동전호에 의하여 차량을 운전하는 것”으로 개정하는 것을 제안한다.

**2.2.4 구내운전과 열차운전방식의 비교**

제안한 구내운전의 정의에서 입환전호를 생략하기 위해서는 충돌 등의 위험이 없어야 한다. 이를 위하여 전제조건 제시와 이미 검증된 정거장에서 열차가 출발할 때의 과정과 구

내운전과정을 비교하여 검증하고자 한다.

**2.2.4.1 구내운전을 위한 전제조건**

전제조건은 일정한 방호구역 내에 다른 열차 또는 차량이 점유 또는 지장하고 있지 않음은 입환신호로서 보증되어야 하고, 최초 시동할 때의 안전은 시동전호로 표시하고, 시동 후의 이동차량은 도중정차가 불필요한 차량으로 제한되어야 한다. 이를 정리하면 1) 입환신호에 의할 것, 2) 차량이동 중 연결·분리 작업 등 도중 정차가 불필요할 것, 3) 최초 시동은 시동전호에 의할 것

**2.2.4.2 구내운전과 열차운전의 비교**

전술한 전제조건을 기반으로 정거장에서 열차의 출발과정과 구내운전과정을 비교하면 Table 6과 같다.

**Table 6** Comparison of train stations in the departure process and shunting in yard driving

Type	Signal	Sign	Driver alone driving permit areas
Train operation	Starting signal	Departure sign	Next home signal, Block signal or train stop indicator
Operation in yard	Shunting signal	Starting sign	Next shunting signal or car stop indicator

Table 6에서 출발신호기·입환신호기는 주신호기로서 그 기능이 동일하고, 출발전호·시동전호는 목적이 동일하며, 단독운전 허용구역 또한 유사하므로 두 과정이 대등함을 확인할 수 있다.

**2.3. 구내운전방식에 열차안전운전원칙 적용방안**

두 개의 운전과정이 대등하므로 입환방법에서 안전과 효율성 제고를 위하여 제3장의 전제조건 외 추가적인 안전확보를 위하여 이미 검증된 열차운전의 안전원칙을 적용하는 방안을 제시한다. 제시안에 대한 안전요구수준의 검증은 국내 철도운영기관과 같이 기존의 위험도평가 이력이 없는 경우에 우선 적용되는 GAMAB원칙 즉, 철도에서 어떤 기술적 또는 운영상의 변경에 따른 해당 시스템의 안전은 적어도 변경 이전보다 동등 이상이어야 한다는 원칙에 따른다.

**2.3.1 구내운전에 열차안전운전원칙의 적용**

구내운전은 허용속도를 25km/h 정도로 제한하고 있어 열차의 높은 속도에 비하여 피해심각도는 상대적으로 높지 않

**Table 7** Application of the safe driving of trains in yard driving

Train of safe driving principles	In yard operation of safe driving principles apply
1. block section prohibits the operation of two or more trains within	1. 1 operation in yard Section 2 or more simultaneous driving ban
2. Between the station and the station of the train in reverse ban	2. During the 1 operation in yard section reverse operation ban
3. Equipped braking system that automatically stops trains some vehicles during separate occasions	3. Using a brake that automatically stops when separation of vehicle
4. Trains should not normally be operated on running lines where the driver is not at the leading end of the movement	4. The top of vehicle in front of cab driving principles
5. The conditions of train departure from the station, shall be marked by the starting signal	5. Shunting signal to start operation by the departure beacon progress
6. The departure of the train in the station should start by the departure sign	6. Operation initiated by the departure starting sign

다. 그러나 열차운전에 수반되는 위험은 입환에서도 배제시킬 수가 없다. 이 위험을 제어하기 위한 방법으로 Table 4의 열차의 안전운전원칙을 구내운전에 적용시키는 경우 최소한 기존 열차운전의 안전수준보다 떨어지지 않는다는 GAMAB원칙 적용이 가능하다. 이에 따라 구내운전에 적용 가능한 열차안전운전 원칙을 Table 7에 정리하였다.

**2.3.2 구내운전에 따른 안전검증**

구내운전방식의 특징은 전통적인 표지 및 전호에 의한 방식에 비하여 입환신호기에 의한 기술적인 안전지원의 기대에 따라 전호원의 연속적인 확인과 입환전호를 생략할 수 있다는 점이다. 제시된 구내운전방식에 대한 안전수준을 열차운전과정과 비교하여 이를 검증하고자 한다.

첫째로, 구내운전은 정거장 열차출발과정과 비교하면 Table 6과 같이 입환신호기·출발신호기, 출발전호·시동전호는 기능상 대등하고, 운전허용구역은 입환 또는 출발 신호기가 방호하는 구역 내로 제한하면 하등의 차이가 없음이 확인되었다. 따라서 열차가 출발전호에 의하여 시동한 후 기관사의 단독운전이 허용되고, 구내운전 또한 시동전호에 의한 시동한 후 입환전호가 없이 기관사 단독운전을 허용하는 것은 하등 다를 바가 없이 동일하다.

둘째로, 구내운전방식에 열차의 안전운전원칙을 추가 적용함으로써 입환전호를 생략하여도 안전수준이 낮아진다고 볼 수 있는 아무런 근거가 없다.

셋째로, 구내운전은 열차에 비하여 운전속도가 현저히 낮고, 차량에는 여객이 탑승하지 않으므로 열차에 비하여 사고피해 심각도가 현저히 낮다.

따라서 제안한 구내운전에 대한 새로운 정의와 안전운전원칙의 적용으로 변경에 따른 구내운전의 안전은 적어도 변경 이전의 열차의 출발과정과 전통적인 표지 또는 전호에 의한 입환방법보다 동등 이상이어야 한다는 GAMAB원칙을 만족하고 있음을 확인할 수 있었다.

**3. 결 론**

본 연구는 철도차량운전 중 충돌사고 발생빈도가 가장 높은 입환 중 충돌사고의 예방과 효율적인 방법에 대하여 연

구하였으며 연구의 결과로 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫 번째로, 사고통계를 통하여 철도차량운전 중에 발생한 충돌사고의 발생빈도는 입환 중에 발생한 사고가 가장 높으며, 사고사례를 통하여 사고피해 심각도 또한 적지 않음이 확인되었다.

두 번째로, 철도차량운전에 수반되는 사고방지를 위하여 열차운전과 입환의 운전방식과 특성, 안전운전원칙을 정의하고, 입환방법을 6가지로 세분하였다.

세 번째로, 국내 운전관련 법규와 운영기관의 운전규정을 조사한 결과 구내운전에 대한 용어가 불명확하여 이를 적용하는 과정에서 잘못 적용하거나 입환방법을 위험도에 따른 구분을 하지 않는 등의 문제점이 확인되어 문제해결을 위하여 새로운 용어의 정의와 구내운전을 위한 전제조건을 제시하였다. 이를 기반으로 정거장의 열차 출발과정과 비교하여 대등하다는 것이 확인되었다.

네 번째로, 구내운전방식에 검증된 열차의 안전운전원칙을 적용하는 방안을 추가로 제시함으로써 구내운전의 안전성을 한층 더 강화시켰다. 제안한 안의 안전요구수준은 GAMAB 원칙을 적용하여 기존의 열차출발과정과 표지 또는 전호에 의한 입환과 비교하여 낮지 않음이 입증되었다. 따라서 구내운전에 제시된 안을 적용할 경우 안전성, 경제성, 효율성이 중대되는 것을 확인하였다.

입환방법에 구내운전방식의 도입배경은 입환전호 생략에 따른 인건비 절감과 작업의 효율성이다. 구내운전을 전통적인 표지 및 전호에 의한 입환과 비교하면 기대효과는 다음과 같다.

안전성측면에서 2.2.2.1의 입환방법 중 표지 또는 전호에 의한 방식에서 ‘표지에 의한 방식’은 선로전환기의 개통방향과 밀착·쇄정 등 기술적인 문제는 안전시스템의 지원이 가능한 방식이지만, ‘전호에 의한 방식’은 기술적인 안전시스템의 지원을 전혀 받지 못하는 방식으로 두 방식은 모두 차량이동은 입환전호 즉, 직원의 주의력과 판단력에 의존하는 방식으로 전호와 의사전달과정에서 인적오류에 의한 사고가 발생할 가능성이 높은 반면에, 구내운전은 선로전환기의 상태와 방호구역 내 다른 차량이 지장하고 있지 않음을 입환신호기로서 보증하는 방식이므로 기술적인 안전시스템

의 지원으로 인적오류에 의한 사고를 줄일 수 있어 안전성이 높은 방식이다.

경제성측면에서는 표지 또는 전호에 의한 입환방식의 경우에는 각 입환작업별로 입환전호와 이를 중계하는 직원을 적어도 1명 이상 배치되어야 하지만, 구내운전은 입환전호 생략이 가능함에 따라 직원배치의 필요성이 없으므로 인건비를 줄일 수 있다. 또한, 제1호와 제2호의 장치에 의한 방법은 별도의 지상과 차상설비에 따른 추가비용 부담을 해야 하나, 구내운전은 레일을 궤도회로로 이용함에 따라 기존설비의 활용이 가능하므로 경제적인 방법이라 할 수 있다.

효율성측면에서 보면 표지 또는 전호에 의한 입환방식은 입환전호에 의한 차량운전 방법이므로 연속적인 의사전달 및 확인과정을 거침에 따른 능률이 떨어지는 반면에, 구내운전의 의사전달은 정형화된 입환신호와 한시적인 시동전호로 충분하므로 시동 후 방호구역까지 기관사의 단독운전이 허용됨에 따라 불필요한 확인과 제동을 할 필요가 없으므로 보다 효율적인 입환방법이라는 결론을 얻게 되었다.

## 후 기

여기에 이 논문은 2012년도 한국교통대학교 교내학술연구비의 지원을 받아 수행한 연구임.

## 참고문헌

- [1] ORR (2007) Railway safety publication 3, Office of Rail Regulation, Safety Movement of Trains.
- [2] IEC (2011) Railway applications automated urban guided transport, International Electrotechnical Commission.
- [3] Railway safety law (2009) legislated in 2004, Act No.7245.
- [4] Ministry of Construction & Transportation (2010) Railway operation rule, legislated in 2005, Act of Ministry of Construction & Transportation No.454.
- [5] Urban railway law (2010) legislated in 1979, Act No.3167.
- [6] Ministry of Construction & Transportation (2006) Urban Railway operation rule, legislated in 1995, Act of Ministry of Construction & Transportation No.23.
- [7] Y.S. Jeon, H.S. Lee, C.S. Kim (2010) A study on the driving regulation of the urban railway vehicles with block systems, *Collection of dissertations of The Korean Society for Railway*, 13(1), pp. 92-98.
- [8] Y.-S. Jeon, H.-S. Lee, J.-B. Wang (2011) A study on the train composition requirements for safety operation of urban-transit, *Collection of dissertations of The Korean Society for Railway*, 14(1), pp. 66-72.
- [9] H.-S. Chae, W.-S. Sim, J.-W. Lee (2003) A study on moving block using communication based train control system - intelligence train control system, *Collection of dissertations of The Korean Society for Railway on the great autumn meeting at 2003*, pp. 574-580.
- [10] J.-W. Lee, J.-G. Hwang, E.-J. Joung, C.-B. Jung (2000) A study on decision method of block section, *Collection of dissertations of The Korean Society for Railway on the great spring meeting at 2000*, pp. 316-323.
- [11] Y.-H. Lee, J.-K. Kim, S.-H. Ryu, Y.-H. Lee (2001) The study on the signal controls for the mixed train operation on the fixed block, *Collection of Dissertations of The Korean Society for Railway on the great autumn meeting at 2001*, pp. 350-357.
- [12] D.-Y. Jung, H.-S. Kim (1997) Simulation of the flexible moving blocks system to shorten headway of subway trains, *Collection of Dissertations of The Korea Society for Simulation*, 6(2), pp. 59-69.
- [13] Korea Railroad Research Institute (2007) Establishment of risk analysis and assessment system for railway accidents and hazards, Ministry of Construction and Transportation Korea Institute of Construction & Transportation Technology Evolution and Planning.
- [14] Korail (2010) Report on the accident of railway vehicle obstacle, Korail.

접수일(2012년 8월 22일), 수정일(2012년 10월 31일),  
게재확정일(2012년 11월 29일)

**Young-Seok Jeon** : jysuk2115@hanmail.net.

Korea National University of Transportation. Professor, Department of Operation System Engineering, 157 CheoldobangmulgKwan-ro, Uiwang-si, Gyeonggi-Do 437-763, Uiwang Campus