한국철도학회 논문집
제13권 제1호 2010년 | pp. 92-98

폐색방식에 따른 도시철도차량운전 분류기준에 관한 연구 - 용어의 합리적인 개정을 중심으로 -

A Study on the Driving Regulation of the Urban Railway Vehicles with Block Systems

전영석† · 이희성* · 김철수**
Y. S. Jeon · H. S. Lee · C. S. Kim

Abstract Block system has been used to protect trains from occupying the same section of track at the same time so that only one train is permitted in each block at a time. Domestic driving regulations on the block system is divided into two classifications, such as regular block and substitute block. If it is impossible to use this regulation, the block applied method can be applied. However, domestic urban railway administrator has established his own operation rule within the regulation. Therefore, in order to assure continuous safety of train in operation, it is necessary to strengthen the regulation as can cope with the various block systems. In this study, domestic urban railway administration's own rules are examined and the appropriate driving regulation on the block system is proposed.

Keywords : Block system, Regular block, Substitute block

요 지 도시철도 열차 운전에서 폐색방식은 동일 선로 상에서 연속적으로 열차가 주행할 때 열차간의 안전을 확보하기 위한 방법으로 오래전부터 사용되어 왔다. 국내 도시철도운전규칙은 상용 및 대용폐색방식으로 구분하고, 이를 사용할 수 없는 경우 기타운전방식으로 정하고 있다. 그러나 국내 일부 도시철도운영기관에서는 다양한 철도환경 변화에 적응하도록 이 법령의 범위 안에서 자체 업무규정을 제정하여 운영한다. 그리고 폐색방식별 운전분류기준에서 도시철도운전규칙 제2조(적용범위)와 도시철도법 시행령 제18조(건설·운영규정의 승인 등) 제1항은 규정내용에 상충되는 문제점을 갖는다. 따라서 승객안전 및 열차의 안전성을 확보하기 위해서는 폐색방식들에 대한 법규의 개정이 필요하다. 본 연구에서는 도시철도차량 운전규칙의 폐색방식에 따른 운전규정 중 폐색방식에 대하여 용어와 시행방법 및 안전상 문제점을 검토하고, 이에 대한 대안을 제시하였다.

주 요 어 : 상용폐색방식, 대용폐색방식, 폐색준용법, 무인운전방식

1. 서 론

레일 위를 철재차륜이 회전하여 주행하는 점착식 철도에서 차량운전은 동일 궤도상으로 주행하는 1차원의 자유도 밖에 없는 주행 특성으로부터 열차와 열차상호간 충돌하는 위험성을 내포하고 있다. 철도에서 열차가 하나의 선로를 주행할 때 열차상호간 충돌 또는 추돌 사고를 방지하고자 고안된 특별한 방법이 폐색(Block)이다. 폐색이란 일정한 구간에 하나 이상의 다른 열차를 운전하지 않도록 허가된 열차 외에 다른 열차는 진입을 허용하지 않기 위해 그 구간을 닫아 버린다는 의미에서 폐색(閉塞)이라 하며, 폐색에 의하여 열차를 운행하는 방식을 폐색방식이라 하고, 폐색방식에 따른 열차운행방법을 폐색식(Block System)이라 한다.

폐색방식의 분류는 열차간의 간격을 확보하는 수단에 따라 시간간격법(Time Interval Block System)과 공간(거리)간격법(Space Interval Block System)으로 구분되며, 사용하는 조건에 따라 상용폐색방식(Regular Block System)과 대용폐색방식(Substitute Block System)으로 구분된다. 시간

† 책임저자 : 정회원, 한국철도대학, 교수
E-mail : jysuk2115@hanmail.net
TEL : (031)460-4209 FAX : (031)462-2944
* 정회원, 서울산업대학교 철도전문대학원, 교수
** 교신저자 : 정회원, 한국철도대학, 교수

간격법은 일정한 시간 간격을 두고 연속적으로 열차를 출발시키는 방식이고, 공간간격법은 열차와 열차 사이에 항상 일정한 공간적인 거리를 두고 운행하는 방식이다. 시간간격법(격시법 또는 지도격시법)은 선행열차의 도중정차 또는 후속열차보다 현저한 속도 저하의 경우에는 추돌 가능성이 높기 때문에 전시와 같은 특수한 경우를 제외하고는 사용하지 않는다. 참고로 열차빈도가 높은 도시철도에서 폐색방식은 시간간격법을 사용하지 않고, 필요에 따라 열차간의 간격을 확보할 수 있는 공간간격법을 사용한다.

사용조건의 분류에서 상용폐색방식은 평상시에 사용하는 방식이고, 대용폐색방식은 상용폐색방식을 사용할 수 없는 경우에 이를 대신하여 열차를 운행하는 방식이다. 상용폐색방식은 폐색장치에 의한 열차간의 안전 확보가 가능하여 보안도가 높을 뿐만 아니라 열차의 운행 빈도를 높일 수 있어 효율적인 방식이며, 대용폐색방식은 폐색장치 또는 신호기의 고장 등으로 상용폐색방식에 의할 수 없는 경우에 인위적인 폐색을 구성하여 시행하는 방식으로서 인적 오류의 개입 가능성이 있는 방식이다. 그리고 예외적 방식으로서 폐색에 준용하는 열차 운전방법으로 폐색준용법[1-4](또는 시계운전에 의한 방법[5])을 사용한다. 이는 상용 또는 대용폐색방식을 사용할 수 없거나 특별한 사유가 있는 경우에 한하여 제한적으로 사용하는 방식이다. 열차운전은 기본적으로 신호의 지시조건에 따라 운행해야 하지만, 그 이전에 폐색이 이루어진 조건에서 진행을 지시하는 신호가 현시되어야 열차의 안전 확보가 가능하다. 따라서 도시철도와 같이 열차운행 빈도가 높은 경우에 열차의 절대적 안전성확보를 위해서는 폐색을 최우선으로 고려하는 것이 중요하다.

폐색방식에 따른 도시철도열차의 운전에 관한 연구를 살펴보면, 외국의 경우 국제철도전기협회의 IEC 62267_1137_CVD[7]에서 자동화 등급별 열차운전의 기본기능을 제시하였고, 일본 국토교통성의 '철도에 관한 기술상의 기준을 정하는 성령'[8]에서는 열차간의 안전확보 등에서 일부 반영되어 있다. 이에 반하여 국내에서는 폐색관련 열차제어 및 신호관련 기술[9-12]에 대하여 많은 연구를 수행하였지만, 폐색방식에 따른 도시철도 열차의 운전과 관련된 심층적 연구는 대단히 미미한 실정이다.

현재 국내 도시철도 열차운전에 있어서 폐색방식은 도시철도법에 근거한 '도시철도운전규칙 제5장'에 규정하고 있다[6]. 이를 근거로 도시철도경영자는 다양한 철도환경 변화에 적응하도록 자체 업무규정을 제정하여 운영하고 있으므로, 열차의 안전성확보를 위해서는 이러한 규정이 상위법과의 문제가 없는지 체계적인 검토가 필요하다. 또한 무인운전방식의 도시철도 열차운전을 앞두고 있는 시점에서 무인운전에 맞는 운전규칙의 상용폐색방식 신설에 대한 검토가 필요하다.

본 연구에서는 도시철도운영기관에서 자체적으로 제정, 시행하고 있는 운전규정 중 폐색방식에 대하여 용어와 시행방법 및 안전상 문제점을 검토하고, 이에 대한 대안을 제시하고자 한다.

2. 국내 도시철도운전관련 규칙 및 규정

2.1 도시철도운전규칙

Table 1은 '도시철도운전규칙 제5장'[6]의 폐색방식을 구분하여 정리한 것이다. 표에서 보는 바와 같이 열차 운전의 폐색방식은 상시 사용하는 폐색방식을 상용폐색방식이라 하고, 폐색장치의 고장 기타의 사유로 상용폐색방식에 의할 수 없을 때 사용하는 폐색방식을 대용폐색방식이라고 규정하였다(제51조 1항). 동조 제2항에는 상용 또는 대용폐색방식에 의할 수 없을 때에는 전령법에 의하거나 무폐색운전을 하도록 규정하고 있다. 폐색방식의 우선순위는 상용폐색방식 우선의 원칙에 따라 상용폐색방식 > 대용폐색방식 > 폐색준용법 순이며, 대용폐색방식에서는 지령식 > 통신식 > 지도통신식 순서이다. 우선순위를 정한 기준은 도시철도차량운전에 있어서 안전 및 효율성을 고려하여 정한 것이다[13]. 폐색과 관련하여 동 규칙에서 규정한 체계는 문제가 없다고 사료된다. 그러나, 상용폐색방식에서 정한 자동 및 차내신호폐색식은 유인운전에 대한 폐색방식으로서 국내에 도입예정인 무인운전에 대한 폐색방식은 규정되어 있지 않다.

Table 1. The driving regulation of urban railway electric multiple units with block systems

구분	상용폐색방식	대용폐색방식	기타 (폐색준용법)
복선 운전	자동폐색식 차내신호폐색식	지령식 통신식	전령법 무폐색운전
단선 운전	-	지령식 지도통신식	전령법 무폐색운전

2.2 도시철도운영기관의 운전규정

국내 도시철도운영기관에서 제정·시행하고 있는 운전규정[1-4,14-17]을 조사하여 분석한 결과 폐색방식에 대하여 크게 두 가지로 구분되고 있다. 그 하나는 Table 1과 같이 도시철도운전규칙에서 정한 폐색방식 기준에 따른 것(A형식)이고, 다른 하나는 도시철도운전규칙에서 규정한 것과 달리 ATC에 의한 운전, 비상운전, 역간 통제운전 등 동 규칙에서 정한 기준과 다른 용어를 사용하고 있는 것(B형식)

Table 2. The driving types of domestic urban rapid transit corporations with block systems

구분	ATC에 의한 운전	비상운전	관제사 통제운전	역간 통제 운전	무신호 운전	무폐색 운전	구원 운전	단선 운전
인천지하철	자동·수동·비상	○	-	○	○	-	○	○
인천공항철도	"	○	-	○	○	-	○	○
대전도시철도	"	○	-	○	○	-	○	○
광주도시철도	"	-	○	○	-	○	○	○

이다. A형식을 따르는 국내도시철도운영기관은 서울메트로, 서울도시철도공사, 부산교통공사, 대구지하철, 한국철도공사(광역철도)이다. B형식의 운영기관은 인천지하철, 인천공항철도, 대전도시철도, 광주도시철도가 이에 해당된다. Table 2는 B형식의 국내 도시철도운영기관의 폐색방식에 따른 운전방식을 정리한 것이다.

3. 폐색방식별 분류와 문제점 분석

3.1 상용폐색방식과 무인운전폐색식

상용폐색방식은 도시철도에서 열차를 운행할 때 상용하는 방식으로서 폐색장치에 의한 열차간의 안전 확보 및 효율적인 운행을 위한 방식이다. 상용폐색방식에 의한 도시철도 열차운전은 대부분 자동폐색장치(ABS; Automatic Block System), 자동열차제어장치(ATC; Automatic Train Control), 자동열차운전장치(ATO; Automatic Train Operation) 등 자동화된 시스템에 의하여 이루어진다. 이와 같은 열차운전은 TTC(Total Traffic Control) 또는 OCC(Operational Control Center), CTC(Centralized Traffic Control) 장치에 의하여 감시 및 제어·통제된다. 이 시스템들은 컴퓨터시스템 기반의 자동화함으로서 신뢰성과 안전성 확보, 열차운행시격의 단축 및 인건비 절감 등의 장점을 갖는다. 그러나 자동운전이 실패되는 경우에는 높은 열차운행 빈도와 많은 승객에 비하여, 운영인력은 최소한으로 배치된 점을 고려하면 혼란발생 가능성이 크다. 즉, 고장발생 등으로 열차운행이 중단되는 경우에는 높은 열차운행 빈도와 많은 이용객으로 인하여 열차의 연쇄지연발생 등의 피해가 급속히 확산된다. 이러한 혼란을 최소화하기 위해서는 상용폐색방식 이외의 비상대응계획의 수립이 필요하다.

도시철도운전규칙[6]에서 규정하고 있는 상용폐색방식은 자동폐색식과 차내신호폐색식이다. 자동폐색식은 지상신호방식에 사용하는 방식이고, 차내신호폐색식은 차상신호방식에 사용하는 방식으로 이 두 가지는 모두가 유인운전방식에 사용되는 방식이다. 그러나 2010년 국내에서 개통예정인 무인운전에 대한 상용폐색방식은 관련규정이 수립되어 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 무인운전에 해당되는 폐색식을 '무인운전폐색식'으로 지칭하고 이를 함께 검토하고자 한다.

3.1.1 자동폐색식

이 방식은 자동폐색장치(ABS)에 의하여 선행열차의 위치 등에 따라 폐색 및 신호를 자동으로 제어하는 폐색식이다. 자동폐색식은 지상신호방식에 사용하는 폐색식으로, 폐색장치에 의해 자동으로 신호제어와 폐색이 이루어지지만, 열차의 운전은 기관사가 신호현시 조건에 따라 수동으로 제어하고, 출입문 취급과 여객 취급은 차장 또는 기관사(기관사 1인 승무의 경우)의 수동제어로 이루어진다.

이 방식은 국제철도전기협회의 IEC 62267_1137_CVD [7],에서 정한 자동화 등급 중 NTO(Non-automated Train Operation)에 해당하며, 열차의 운전제어는 전적으로 기관사에게 의존하는 방식이다. 따라서 기관사의 실수나 실념 등으로 인한 사고발생 가능성이 있으므로 철도운영기관은 신호와 연동된 보조적인 안전장치인 열차자동정지(ATS : Automatic Train Stop)장치를 추가로 설치하여 인적오류에 의한 사고를 예방하고 있다.

3.1.2 차내신호폐색식

차내신호폐색식은 자동열차제어 또는 자동열차운전장치에 의하여 열차제어 및 운전기능의 일부 또는 전부를 자동화하고, 열차운행의 조건인 신호를 차상에 현시하는 유인운전방식이다. 여기서 자동열차 제어장치는 열차 운행 중 안전기능과 열차 보호기능을 수행한다. 이 장치는 열차의 현재속도를 지상에서 수신된 속도 코드와 비교함으로서, 주행 속도가 지시속도보다 높을 경우에 역행명령을 차단하고 제동 을 체결한다. 또한, 이 장치는 이중계의 기계적인 특성으로 구성되며, 고장발생시 안전을 확보하기 위하여 Fail-Safe 개념으로 작동한다. 자동열차제어에 의한 자동운전이 불가능한 경우 수동운전이 가능하지만, 차내 신호 현시가 고장인 경우에는 대용폐색방식에 의한 수동으로 열차를 운전한다. 따라서 Table 2의 'B'형 운영기관의 폐색관련

규정에서 'ATC에 의한 운전'은 도시철도운전규칙에 따른 상용폐색방식 중 '차내신호폐색식'으로 수정하는 것이 타당하다.

3.1.3 무인운전폐색식

무인운전은 열차 최전부에 기관사가 승무하지 않고 시스템 및 관제사의 감시하에 자동적으로 열차를 운전하는 방식이다. 따라서 무인운전은 열차에 기관사 및 차장이 모두 승무하지 않기 때문에 승무원이 담당하는 업무를 시스템의 지원과 함께 무인운전에 따른 특별한 폐색방식이 필요하다.

'도시철도운전규칙 제52조'에 상용폐색방식은 지상신호방식인 자동폐색식과 차상신호방식인 차내신호폐색식으로 규정되어 있다. 이는 모두 운전실에 탑승한 기관사가 신호를 확인하고 신호조건에 따라 열차를 운전하는 유인운전방식에 해당되는 방식이다. 그러나 이 규칙에서 별도의 무인운전에 대비한 상용폐색방식은 규정되어 있지 않다. 따라서 도시철도운전규칙에서 무인운전에 대비한 상용폐색방식 규정이 요구된다.

무인운전에 대비한 상용폐색방식 규정에 관한 해외사례를 살펴보면 다음과 같다. 일본 국토교통성의 '철도에 관한 기술상의 기준을 정하는 성령'[8]제101조에서는 열차간의 안전확보에 대한 방법으로 ①폐색에 의한 방법, ②열차간의 간격을 확보하는 장치에 의한 방법, ③동력차를 조종하는 관계자가 전방시야 및 열차의 안전운전에 필수조건을 고려한 운전방법을 규정하고 있다. 여기서 ②열차간의 간격을 확보하는 장치에 의한 방법은 동 성령 제54조 제2항에 "열차간의 간격을 확보하는 장치는 열차와 진로상의 다른 열차 등과의 간격 및 선로의 조건에 대하여 연속하여 제어를 하여야하고, 자동적으로 해당열차를 감속하거나 또는 정지하는 것으로 하여야 한다."라고 규정하고 있다. 이 규정은 유인운전과 무인운전에 대한 구분이 없다. 즉, 열차운전시 무인운전과 유인운전은 분명한 차이가 있음에도 불구하고, 이에 대한 구분이 없이 열차간의 간격의 확보를 규정하고 있다. 여기서 '②열차간의 간격을 확보하는 장치에 의한 방법'의 일종인 대전도시철도 등에서 시행하고 있는 ATO시스템에 의한 1인 유인운전방식은 Table 1의 상용폐색방식 중 차내신호폐색식에 포함된다. 또한, 열차간의 간격을 확보하는 장치에서 '열차간의 간격을 확보'하는 것을 광의의 폐색개념으로 보면, 이를 확보하는 장치는 광의의 폐색장치로도 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 ATC/ATO의 1인 운전인 유인운전 폐색식과 운전자가 승무하지 않는 무인운전 폐색식을 구분하기 위하여 무인운전에 의한 폐색식을 따로 분리하여 '무인운전폐색식(Driverless Train Operation Block System)'으로 구분하는 것을 제안한다. 무인운전폐색식은 통신기반열차제어(CBTC, Communication-Based Train Control), 이동폐색 등의 무인운전에 해당되는 국제철도전기협회 IEC 62267_1137_CVD에서 정한 자동화 등급 중 DTO (Driverless Train Operation) 및 UTO(Unattended Train Operation) 등 기존의 도시철도뿐만 아니라 현수식, 안내궤조식철도 등에 해당되는 방식까지 모두 포함할 수 있으므로 국내 무인운전에 대비한 법적 기준마련이 가능하다고 보며, 도시철도운전규칙에 다음과 같이 무인운전폐색식에 관한 조항 신설을 제안한다.

"무인운전폐색식에 의하고자 할 때에는 시스템에 의한 열차 간의 안전을 확보할 수 있는 장치를 구비하여야 하고, 폐색구간에 있는 열차등의 운전상태를 시스템에 의하여 관제사가 용이하게 감시할 수 있고, 이를 원격제어할 수 있는 기능을 구비하여야 한다"

유인운전과 무인운전을 종합하여 정리하면 Table 3과 같다.

3.2 대용폐색방식

대용폐색방식은 폐색장치고장 또는 사고발생 등으로 인하여 상용폐색방식 시행이 불가능할 경우에 이에 대용하는 폐색방식이다. 이 경우에 운전은 자동화된 폐색 및 운전취급을 사용할 수 없으므로 직접 사람에 의하여 수동으로 취급한다. 대용폐색방식의 전제조건은 관제실 표시판과 통신장치의 정상기능 여부이다. 통신장치를 사용할 수 없는 경우에는 대용폐색방식 마저 사용할 수 없으므로 폐색에 준하는 방법에 의하여 열차를 운전하게 된다. 도시철도에서 대용폐색방식은 복선운전시 통신 및 표시판이 정상조건이면 '지령식'을 사용하고, 역간통신만 가능한 경우에 '통신식'을 사용하며, 단선운전의 경우에 '지도통신식'을 사용한다.

Table 3. The regular block systems with driving types

구 분		내 용	상용폐색방식
유인운전	2인승	열차 최전부에 기관사, 최후부에 차장이 탑승(NTO, STO)	자동폐색식(ABS) 또는 차내신호폐색식
	1인승	차장 승무를 생략하고 기관사만 승무(NTO, STO)	자동폐색식(ABS) 또는 차내신호폐색식
무인운전	무인운전	기관사 승무를 생략하고(Driverless), 고객 안전요원이 승무(DTO)	무인운전폐색식
	무인운행	열차에 직원 승무를 모두 생략하는 완전무인운전(Manless) 형태(UTO)	무인운전폐색식

3.2.1 지령식

지령식은 상용폐색방식이 불가능한 경우에 관제사가 기관사에게 열차운전에 관한 사항을 열차무선전화를 이용하여 직접 지시·명령하여 열차를 운전하는 대용폐색방식이다. 지령식의 사용조건은 관제실과 철도차량 운전자와의 열차무선통신이 가능하고, 궤도회로에 이상이 없어야하며, 열차제어장치 표시판으로 열차의 점유상태 확인이 가능한 경우이다. 이로부터 Table 2의 'B'형 운영기관 폐색관련 규정에서 '관제사 통제운전'을 도시철도운전규칙에서 정한 대용폐색방식 중 '지령식'으로 수정하는 것이 타당하다.

3.2.2 통신식

통신식은 상용폐색방식이 불가능하지만 복선운전이 가능한 경우에 두 정거장사이를 하나의 폐색구간으로 하고 양쪽 정거장에 폐색전용전화기에 의한 운전취급책임자간에 통신장치로 폐색취급을 수행하여 열차를 운전하는 대용폐색방식이다. 이 방식은 궤도회로의 고장 또는 종합열차제어장치(TTC) 등의 표시판으로 열차 점유상태의 확인이 불가능하고, 관제사와 기관사간 열차무선통신이 불가능하여 지령식을 시행할 수 없는 경우에 사용하는 열차운전방식이다. 이의 시행조건은 복선운전이 가능하고 양단 정거장 운전취급책임자 간에 폐색전용의 전화기를 이용한 폐색취급이 가능한 경우에 시행한다. 따라서 Table 2의 'B'형 운영기관에서 정한 '역간통제운전'은 도시철도운전규칙에서 정한 대용폐색방식 중 '통신식'으로 수정하는 것이 타당하다.

3.2.3 지도통신식

지도통신식은 복선구간에서 사고발생 등으로 하나의 선로가 불통되어 상용폐색방식을 시행할 수 없는 경우 다른 하나의 선로를 이용하여 열차를 운전(단선운전)하고자 할 때 양단 정거장 운전취급자간에 상호협의하여 열차를 운행하는 방식이다. 통신식과 지도통신식의 차이점은 단선/복선운전이외에 운전허가증의 발행 유무이다. 지도통신식에 의한 단선운전은 열차의 정면충돌 위험으로부터 방호하기 위해 열차를 폐색구간에 진입시키고자 할 때에 폐색취급 외 별도의 운전허가증을 소지한 열차만이 폐색구간의 열차진입을 허용하는 방식이다. 따라서 Table 2의 'B'형 운영기관에서 정한 '단선운전'은 도시철도운전규칙에서 정한 대용폐색방식 중 '지도통신식'으로 수정하는 것이 타당하다.

3.3 폐색준용법

폐색준용법은 신호기 또는 통신장치의 고장으로 인하여 상용 또는 대용 폐색방식을 사용할 수 없는 경우에 폐색방식에 준용한 열차를 운전하는 방식으로서, 시계운전이라고도 한다[13]. 이는 시스템의 지원을 전혀 받지 않고 전적으로 기관사의 주의력에 의존하므로 안전측면에서 매우 미흡하다. 이 방식에서 열차속도는 가시거리 범위 내에서 열차정차를 할 수 있도록 제한한다.

현재 도시철도운전규칙은 51조(폐색방식의 구분)에서 상용폐색방식과 대용폐색방식 외에 동조 제2항에 전령법과 무폐색운전을 규정하였지만, 제2항과 관련하여 제5장 제4절에서는 전령법만을 규정할 뿐이며 무폐색운전에 대한 규정은 없으므로 이에 대한 조항 신설이 요구된다. 따라서 도시철도 운전규칙 제5장 "제4절 전령법"은 제4절 "폐색준용법" 또는 "시계운전에 의한 방법"으로 하고 제60조를 신설하여 무폐색운전에 대한 규정을 신설하는 것이 타당하다.

3.3.1 전령법

전령법은 정거장과 정거장 간에서 열차가 고장발생 등으로 전도운전이 불가능한 경우 이를 회수하기 위하여 다른 열차(구원열차)를 운전할 때 사용하는 방법이다. 특히 이 같은 경우에는 폐색구간내에 고장열차가 지장을 주므로 상용 또는 대용 폐색방식을 사용할 수가 없다. 전령법에 의한 구원열차 운전은 지장열차가 있는 구간에 수행되므로 운전허가증의 일종인 전령자를 승차함으로서 가능하다. 전령자는 운전허가증의 기능과 구원열차를 유도하여 고장열차에 연결하고, 정거장과 현장 및 현장과 정거장간 열차를 회수하는 동안 기관사 업무를 보조하는 역할을 담당한다. 따라서 Table 2의 'B'형 운영기관의 규정에서 정한 '구원운전'은 도시철도운전규칙의 전령법에 해당되지만, 그 차이점은 전령자가 탑승하지 않는 것이다. 여기서 전령자는 이의 역할을 기관사에게 전담하므로 이로부터 사고발생에 대한 가능성이 높아지므로 특별한 경우외에 이의 적용은 신중해야 한다. 즉, 도시철도경영자는 전령자를 승차시키지 못하는 경우에는 지령식에 준하는 별도의 대안을 마련하여야 한다. 따라서 '구원운전'은 도시철도운전규칙의 '전령법'으로 통일하는 것을 원칙으로 하고, 이에 따를 수 없는 경우에는 운영기관 자체의 기준을 마련하는 것이 타당하다.

3.3.2 무폐색운전

무폐색운전은 상용폐색방식에 따른 열차운전 중에 정지신호구간 또는 고장이 발생한 신호기 방호구간에 열차 진입시 관제사 지시에 의하여 사용하는 방식이며, 특히 기관사의 주의력에 의존하여 열차를 운전하는 방법이다. 현재 도시철도운전규칙 제51조(폐색방식의 구분) 제2항에는

"상용 및 대용폐색방식에 의할 수 없을 때에는 전령법에 의하거나 무폐색운전을 한다"라고 규정하였다. 그러나 '무폐색운전'에 대한 별도의 조항이 규정되어 있지 않으므로 Table 4와 같이 도시철도운전규칙에서 이에 대한 조항을 신설하는 것을 제안한다.

Table 4. A proposed amendment of 60th unblock driving provision in Driving regulation of urban railway vehicles

현 행	개 정(안)
규정조항 없음	제5절 무폐색운전 제60조(무폐색운전)상용폐색방식에 의하여 열차운전 중 신호기 고장 또는 정지신호가 현시 되었을 경우에는 관제사의 지시에 의하여 무폐색운전으로 그 구간을 진입할 수 있다. 다만, 관제사의 지시를 받을 수 없는 경우에는 예외이다.

3.4 기타 폐색방식 – 무신호 운전

현재 무신호운전을 규정하는 국내 도시철도운영기관은 인천광역시 지하철, 인천공항철도 및 대전광역시도시철도이다. 무신호 운전은 ATC 고장 등으로 열차정차시에 기관사와 관제실간의 통신이 불가능하여 관제사의 지시를 받을 수 없는 경우에 사용하며, 기관사의 주의력에 의존하여 최근 정거장까지 열차를 운행하는 방법이다. 이는 Table 4의 무폐색운전과 유사하므로 도시철도운전규칙의 '무폐색운전'으로 통일하여 수정하는 것이 타당하다.

3.5 폐색방식별 재분류 – 종합

'도시철도운전규칙'에서 제시한 폐색방식의 취지 및 개념을 체계적으로 살펴보고, 국내도시철도운영기관의 운전규정에 대하여 용어와 시행방법상 문제점에 대하여 제시하였다. 본문에서 살펴본 바와 같이 'B'형 운전지침을 따르는 도시철도운영기관은 도시철도운전규칙에서 정한 분류기준에 따르는데 아무런 문제가 없다고 판단된다. 따라서 국내 도시철도운영기관의 자체 운전규정의 폐색방식에 따른 분류 중 B방식의 폐색방식별 분류기준은 Table 5와 같이 도시철도운전규칙의 분류기준에 따라 통일시키는 것이 타당하며, 규칙에서 정한 용어 이외의 분류에 대해서는 안전성 검증을 수행한 후에 시행하는 것이 옳다.

4. 결 론

본 연구에서는 도시철도 열차운전의 폐색방식에 대하여 도시철도운전규칙에서 규정한 내용과 도시철도운영기관의 자체 운전규정을 중심으로 폐색방식에 대한 합리적인 용어개정을 검토하였다. 이로 얻어진 결론은 다음과 같다.

첫째, 도시철도의 무인운전을 앞두고 있는 시점에서 현행 법규(도시철도운전규칙)에는 지상신호방식의 지동폐색식과 차상신호방식의 차내신호폐색식 등 유인운전방식만을 언급하고 있으므로 이의 미비점을 고려하여 무인운전폐색식을 제안하였다.

둘째, B형식의 도시철도운영기관에서 제정/시행하고 있는 '운전규정'에서 정한 폐색방식기준은 상위규칙인 '도시철도운전규칙'에서 정한 Table 5의 기준과 상이한 용어로 인한 혼란과 시행상에 다음과 같은 안전문제가 발생할 수 있다.

1. 구원운전 : '3.3.1 전령법'의 전령자의 역할이 모두 기관사에게 부여되어 비상시의 업무과중으로 인한 인적오류 발생 가능성이 높다.
2. 단선운전 : 단선운전에서 열차충돌가능성을 예방하기 위한 운전허가증 발행에서 '3.2.3 지도통신식'에서 정한 운전허가증(지도표 또는 지도권)의 발행/사용 구분이 정해 있지 않으므로 하나의 폐색구간에 2개 이상 열차운행 가능성이 있으므로 열차 충·추돌사고 발생의 가능성이 높다. 또한 운전취급역 이외 일반역 및 위탁역의 경우에 운전취급자가 배치되어 있지 않으므로 무자격자에 의한 운전취급으로 인한 인적오류에 의한 사고발생 가능성이 높다.
3. 관제사통제운전 : '3.2.1 지령식'과 유사하나 지령식과 같은 시행 조건이 정해져 있지 않으므로 열차 간의 안전확보가 곤란하다.
4. 역간 통제운전 : 운전취급역 외 일반역 및 위탁역의 경우 운전취급자가 배치되어 있지 않으므로 무자격자에 의한 운전취급으로 인적오류 발생 가능성이 높다.

이로부터 도시철도운영기관(B형식)은 Table 5에 준하여 사용하기를 권장하며, 규칙에서 정한 용어이외의 분류는 위에 제시한 안전상 문제를 검증한 후에 시행하는 것이 타당하다.

Table 5. The driving types of domestic urban rapid transit corporations with block systems

구분	ATC에 의한 운전	비상운전	관제사통제운전	역간통제 운전	무신호운전	무폐색운전	구원운전	단선운전
도시철도운규 기준	상용/차내신호 폐색	대용/지령식	대용/지령식	대용/통신식	무폐색운전	무폐색운전	전령법	지도통신식

셋째, 대량수송과 열차운행 빈도가 높은 도시철도의 열차운전은 수많은 생명과 직접 관련되므로 정부의 직접적인 규제를 필요로 한다. 그러나 도시철도운전규칙 제2조(적용범위)에서 "...법령의 범위 안에서 도시철도경영자가 따로 정할 수 있다"라고 임의규정으로 정함으로서, 도시철도법 시행령 제18조(건설·운영규정의 승인 등) 제1항에 "수탁법인은 도시철도의 건설과 운영에 관한 규정을 정하여 국가 또는 그 위탁을 한 지방자치단체의 승인을 받아야 한다."라는 규정내용에 상충될 뿐만 아니라, B형식 도시철도운영기관의 자체 운전규정은 앞에서 언급한 바와 같이 폐색방식별 분류기준에서도 문제점을 갖는다. 따라서 도시철도운전규칙 제2조(적용범위)는 도시철도법 시행령 제18조와 같이 승인사항으로 개정하는 것이 합리적이다.

참고문헌

1. 서울메트로 '운전취급규정' 규정 제46호, 1984. 12. 21 제정, 2008. 8. 4 개정.
2. 서울특별시 도시철도공사 운전취급규정, 1994. 12. 27 제정, 2006. 6. 19 개정.
3. 부산교통공사 지하철운전취급규정, 규정 제32호, 2006. 1. 1 제정, 2007. 6. 19 개정.
4. 대구광역시지하철공사 운전취급규정, 규정 제42호, 1996. 8. 5 제정, 2006. 6. 8 개정.
5. 철도차량운전규칙, 건설교통부령 제454호. 2005. 7. 6.
6. 도시철도운전규칙, 건설교통부령 제23호, 1995.7.27, 2006.6.21 개정.
7. IEC 62227-1137-CVD (2008), "Railway Applications Automated Urban Guided Transport(AUGT)."
8. 일본 국토교통성 (2001), "철도에 관한 기술상의 기준을 정하는 성령(鉄道に関する技術上の基準を定める省令)," 국토교통성령 제 151호.
9. 채행석, 심원섭, 이종우 (2003), "통신기반 열차 제어시스템의 이동폐색에 관한 연구-지능형 열차제어시스템," 한국철도학회 2003년도 추계학술대회논문집(III), pp. 574-580.
10. 김종기, 신덕호, 이기서 (2006), "열차제어시스템의 안전계획 수립에 관한 연구", 한국철도학회논문집, Vol. 9, No. 3, pp. 264-270.
11. 이영훈, 김종기, 류상환, 이영형 (2001), "고정폐색구간에서 복합열차운행에 대한 신호제어기술 고찰," 한국철도학회 2001년도 추계학술대회논문집, pp. 350-357.
12. 정동윤, 김희식 (1997), "지하철 운전시격 단축을 위한 이동폐색 시뮬레이션", 한국시뮬레이션학회 논문지, 제 6권, 제 2호, pp. 59-69.
13. 한국철도기술연구원·한국철도대학 (2009), "도시철도차량 운전기준 설정에 관한 연구," 도시철도표준화 2단계 연구개발사업 1세부과제 제2차년도 최종보고서, 국토해양부·건설교통기술평가원.
14. 인천광역시지하철공사 운전취급규정, 규정 제87호, 2001. 9. 27 전문개정, 2003. 9. 25 개정
15. 광주광역시도시철도공사 운전취급규정, 규정 제30호, 2003. 3. 14 제정, 2006. 7. 14 개정
16. 대구광역시도시철도공사 운전취급규정, 규정 제41호, 2005. 10. 24 제정, 2007. 3. 30 개정
17. 인천공항철도주식회사 운전취급규정, 규정 제20606049호, 2006. 11. 28 제정, 2008. 9. 29 개정

접수일(2009년 7월 29일), 수정일(2009년 10월 20일),
게재확정일(2010년 2월 3일)