

## 스마트 열차분리결합 시스템 동향 및 개발 방향

## Research &amp; Development trend for Smart Train Coupling &amp; Decoupling

이강미\*<sup>†</sup>, 오세찬\*, 채은경\*Kangmi Lee\*<sup>†</sup>, Sehchan Oh\*, Eungkyung Chae

**Abstract** There is equivalent headway operation for high-density line and low-density line varying train set in operation in Europe, Japan which the public transport share of railway is high. In Korea, KTX sancheon operates varying train set in Ik-San for Ho-Nam line and Jeon-La line. But, the train coupling & decoupling in domestic and foreign has done manually so, there are hazard for human operation error and taking lots of staff & time. As a result, operate inefficiently. Also, In domestic case, there are no train control function and domestic coupling system in train coupling & decoupling.

In this paper, we describe R&D research trend for smart train coupling & decoupling system, which is the safer and more efficient operation.

**Keywords :** train coupling & decoupling, user centered operation, headway, automatic driving

**초 록** 철도의 대중교통분담율이 높은 유럽, 일본 등에서는 광역철도, 간선철도, 고속철도를 대상으로 본선과 지선의 동등한 시격을 유지하면서, 편성당 열차의 수를 가변하여 효율적으로 열차를 운행하고 있다. 국내에서도 KTX산천이 호남선, 전라선의 고속철도 운영을 익산역 중심으로 분리병합 운행하고 있다. 다만, 지금까지 국내의 열차분리결합 운영은 시스템이 아닌 사람의 개입으로 이루어져 운영상에 인적오류에 따른 사고 위험이 잠재하고 있으며, 인력과 시간이 소요됨에 따라 운영상의 비효율적인 면이 뒤따랐다. 또한 국내의 경우, 열차분리결합운행을 위한 제어시스템 부재, 연결기 시스템이 해외 의존하고 있는 형태로 운행시 어려움을 겪고 있다.

본 논문에서는 국내외 열차분리결합 기술의 효율적이고 안전한 열차분리결합운행을 위하여 무인자동으로 열차를 분리결합하기 위하여 필요한 핵심기술, 부품 및 향후 개발방향에 대하여 기술한다.

**주요어 :** 열차분리결합, 이용자 중심 운영, 운행시격, 자동운전

## 1. 서 론

철도는 시간 공간적으로 상이한 교통수요를 고려하지 않는 운영자 중심의 고정편성으로 운행되고 있다. 이는 첨두시간대 역사 내 교통혼잡도와 배차간격, 환승에 따른 승객 여정시간 증가를 유발시켜 철도의 교통분담율을 낮추는 원인이 된다. 철도 운영기관은 수요에 따라 배차간격 조정과 같은 소극적인 방법으로 교통수요에 대응하고 있다.

<sup>†</sup> 이강미 : 한국철도기술연구원 시험인증안전센터 (kmllee246@krrri.re.kr)

\* 한국철도기술연구원 무선통신열차제어연구단

그러나, 이 같은 소극적인 대응방법은 자가교통과 같이 목적지까지 무정차, 무환승으로 이동하기를 원하는 철도수요자의 기대를 만족시킬 수 없다.

지금까지 철도교통 혼잡 완화 및 운영 효율성 향상을 위하여 열차 가변편성운영에 대한 필요성은 국내 철도운영기관 및 교통수요자를 중심으로 꾸준히 제기되었으나, 열차 분리결합 자동화 기술의 부재로 수요자중심의 가변편성운영이 불가능하였다. 즉, 기존의 열차 가변편성기술인 중련 및 구원운전은 수동으로 열차편성을 변경하는 운영기술로 분리결합을 위한 인력, 편성조성시간 및 편성조성에 따른 운행제어로직 갱신 시간이 필요함에 따라 교통수요에 즉각적인 대응이 불가능하다. 따라서 교통수요에 탄력적으로 대응하기 위해서는 운영자의 개입 없이 시스템적으로 안전을 확보할 수 있으면서도 짧은 시간내 자동으로 분리·결합하는 기술이 필요하다.

본 논문에서는 철도운영효율화를 위한 국내외 운영현황을 살펴보고, 이용자중심의 철도운행을 위한 스마트 열차분리결합 기술 개발방향에 대하여 기술하고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 국내외 분리결합 운영현황

#### 2.1.1 국외 운영사례

철도의 대중교통분담율이 높은 유럽, 일본 등을 중심으로 열차분리결합 운행이 활발히 수행되고 있다. 특히 민간사업자에 운영되는 광역, 간선노선에 집중적으로 사용되며, 단위편성은 3량에서 6량 이하로 최대 3편성까지 열차가 결합하여 운영되고 있다. 유럽의 경우, TSI 표준을 근거한 연결기 시스템 및 유럽내 철도시스템 표준으로 국가간, 국가내 상호호환 운영을 실시하고 있으며, 일본의 경우 국가의 개입없이 노선변 차량 제작사간 상호호환기술로 인하여 열차분리결합이 운영되고 있었다.




Fig. 1 Foreign operation cases

### 2.1.2 국내 운영사례

국내의 경우, 코레일에서 운영하는 호남선과 전라선에 운행하는 KTX 산천이 익산역에서 분리결합운행을 시행하고 있다. KTX산천이 분리결합운행시, 1폐색 1열차 운행의 운전규칙으로 인하여 익산역 본선에서 결합시, 특수운전모드로 기관사책임하에 25km/h의 제한 속도로 진입하여 2km/h 이하로 결합한다.

**● KTX 산천**

- 운행구간 : 서울에서 주요도시 (익산, 목포, 여수EXP)
- 단위편성 : 10량 1편성, 11회/일
- 소요시간 : 결합 10분, 6분 소요
- 결합시 승객이동문 부재



**[KTX 산천]**

Fig. 2 Domestic operation case

## 2.2 국내외 분리결합 운영현황 분석 및 개발 방향

### 2.2.1 국내외 분리결합 운영현황 분석

국내외 분리결합 운영현황을 분석한 결과, 국내외 열차분리결합은 소요시간과 인력이 과다하여 비효율적인 고속철도를 운행하고 있었다. 익산역에서 결합을 위해 선두차 기준으로 승객은 약 10분간 차량안에서 출발을 기다려야하는 불편을 감수해야하며, 운영기관은 앞뒤열차 지연으로 인한 분리결합 실패에 대비하여, 많은 인력이 투입되고 있었다. 또한 기관사석에서는 해당 기능을 위하여 기관사가 감수해야하는 복잡한 취급절차로인하여, 해당구간의 취급에 대한 운전 부담이 가중됨을 확인하였다. 이는 해당 시스템 즉, 열차제어시스템 및 자동복합연결시스템의 높은 해외 기술의존도에 의한 영향으로, 해당 기술의 국산화가 시급함을 확인하였다.

국내외 열차분리결합 운영현황을 분석한 결과는 표1과 같다.

**Table 1** Analysis for coupling & decoupling operation

properties		Japan	British	Denmark	German	Korea
line		Between cities	Between cities	Between cities	Between cities	Between cities
Operator		JR EAST	Southeastern	DSB	DB	Korail
Rolling-stock	Name	N' EX	ElectroStar 375 (British Train)	IC2,IC3	ICE2	KTX san-Cheon
	Speed	130km/h	161km/h	180km/h	280km/h	300km/h
	Unit	6unit	3 unit,4 unit	3 unit	8 unit	10 unit
Time	Coupling	6min	5 min	5 min	4 min	10 min
	Decoupling	4 min	4 min	4 min	4 min	10 min
# of Staff	Coupling	3~4	3~4	3~4	3~4	6~7
	Decoupling	1~2	1~2	1~2	1~2	3~4
FFD		O	O	O	X	X

## 2.2.2 스마트 열차분리결합 개발 방향

국내외 열차분리결합 운영현황을 분석한 결과, 수동으로 취급되는 열차분리결합으로 인하여, 운영의 효율성을 저해하고 안전을 위한 인적오류 제거의 필요성을 확인하였다. 특히 국내의 경우, 열차분리결합을 위한 핵심제어기술과 자동복합연결기의 높은 해외의존도가 문제점으로 파악되었다. 따라서, 열차분리결합을 좀더 효율적으로 수행하기 위한 ‘스마트 열차분리결합기술의 정의와 개발방향을 다음과 같이 설정하였다.

(1) 정의: “스마트 열차분리결합”이란, 철도교통수요에 따라 지정된 역사 또는 지점에서, 열차편성을 자동으로 분리 또는 결합하는 이용자 중심 열차 운영을 위한 핵심제어기술 및 핵심부품기술로, 이용자 수요에 따라 동일 구간내 침두레벨에 따라 열차 편성을 가변하는 가변 편성, 이종 노선간 환승없이 목적지까지 운행하는 직결운행이 가능하게 하는 열차 자동 분리결합 기술임.

(2) 개발 목표

- 대 상 : 도시간 운행하는 EMU(Electronic Multiple Unit)
- 운전모드 : 유인자동, 무인자동
- 위 치 : 역사내 본선(선행열차 정차)
- 소요시간 : 결합 3분(선행열차도착기준), 분리 0분

## 3. 결 론

본 논문은 이용자 중심 열차운행을 위한 열차분리결합기술의 현재 운영현황 조사 및 분석을 통하여, 해당기술의 실용화 및 안전성 확보를 위한 새로운 개념의 열차분리결합 기술에 대한 개발방향을 제시하였다. 향후 해당기술이 실용화되기 위해서는 차량제작사 및 부품제작사간 협력을 통한 기술개발 및 검증이 이루어져야하고 또한 운영기관의 새로운 운영기술에 대한 시도와 노력이 필요하다. 국내외 철도정책과 운영여건을 고려할 때, 더 이상 인프라 건설에 치중하기 보다는 기존 인프라의 활용 내지는 신규인프라의 효율적인 활용을 위한 운영을 위한 기술개발에 집중할 때이다.

## 참고문헌

- (1) 철도차량 기술정보, 차량분할 병합의 메카니즘-그 생력화를 위한 연구(일본 철도 저널 2002년2월), Railway technology & Topics 2002년 3월호/20호.
- (2) <http://www.dsb.dk>
- (3) <http://www.jreast.co.jp>
- (4) <http://bahn.com>
- (5) <http://korail.com>
- (6) <http://southeasternrailway.co.uk>
- (7) 이강미 외, “철도 차량간 자동연결 및 분리시스템 개발 기획보고서”2012, 국토과학기술진흥원 R&D