

## 한국형 이단적재 화차 개념수립 연구

### A Study on the Concept of Korean Double Stack Train

김남포<sup>†</sup>

Nam-Po Kim<sup>†</sup>

**Abstract** In order for railways to solve the shortage problems of line capacity as well as to increase the share of freight- market, DST(Double Stack Train) is a very effective way. Therefore the Korean government has been strongly considering the application of DST in Kyung-Bu line. But due to the limit of infrastructure, such as permissible axle load, construction gauge and train length, the new DST suitable for our Railway environment should be developed. This paper shows the new concept of DST as the results of preliminary study.

**Keywords :** Double Stack Train

**초 록** 국내 철도 수송 분담률 확대와 선로용량 부족 문제를 해소하기 위해, 국가에서는 이단적재 컨테이너 화차(이하 DST, Double Stack Train)의 도입 운영을 검토 중에 있다. DST 는 컨테이너를 이단으로 적재함으로써 화물 수송량을 획기적으로 증가시킬 수 있는 차량이나, 높이 증가와 중량 증가 등으로 기존선로에 적용하는 데 무리가 따른다. 따라서 DST 의 성공적 운영을 위해서는 축중, 전차선 높이, 건축한계, 유효장 제약 등으로 다른 DST 운영국가에 비해 취약한 국내 환경에 적합한 한국형 이단적재열차의 개발이 필요하다고 할 수 있다. 본 논문은 사전적 연구로 진행된 한국형 DST 에 대한 개념 설계의 과정과 그 결과에 대해 기술한다.

**주요어 :** 이단적재열차

## 1. 서 론

정부는 기후변화 에너지 위기 등 미래 환경변화에 대비하기 위해 철도중심의 교통정책을 펼치고 있으나, 예산 확보와 경부선을 중심으로 한 선로용량의 부족 등으로 철도 물류 수송에 한계에 직면하고 있는 실정이다. 이러한 문제를 극복하기 위한 방안으로서 기존 철도시설을 최소한 개량하여 효율적으로 활용하면서 철도 수송 능력을 획기적으로 향상시키기 위한 이단적재화물열차(Double Stack Train)의 필요성이 제기되고 왔다. 그러나 국내 기존선로는 설계하중, 전차선높이, 건축한계, 여객열차와의 혼용 운행에 따른 대피선로 길이인 유효장 제한 등에 있어 국외 운용 중인 이단적재열차방식에 적합하지 못한 것이 현실이다. 이러한 취약한 국내 철도환경에 대응하여, 이단적재 열차의 효과를 볼 수 있는 한국형 열차형식과 핵심기술에 대한 확보가 중요하다고 할 수 있다. 본 논문은 이와 같은 배경하에 선재적으로 연구되고 있는 한국형 이단적재 컨테이너 화차의 개념에 대해 기술한다.

<sup>†</sup> 교신저자: 한국철도기술연구원 고속철도연구본부(npkim@krri.re.kr)

## 2. 본 론

### 2.1 국외 DST 현황분석

국외에서 운용 중인 DST의 특성과 선로 하부구조를 비교한 내용을 Table 1에 나타내었다.

Table 1 Comparison of foreign DST

	USA	China	India
overall history	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1982년 시범운영, 고중량으로 포기</li> <li>- 1984년 화차경량화 성공, 운영 개시</li> <li>- 현 미국철송의 2/3가 DST 임</li> <li>- 다양한 DST 모델상용화, 기술 선도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2007년 北京-上海 1460km 운행 개시</li> <li>- 2006년 黃島-鄭州東 운행 개시</li> <li>- 자체 개발을 통해 상용화 달성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2006년 시범 운영 개시</li> <li>- 효용성은 입증, 시설개량비 부족으로 확대 운용 한계</li> <li>- 일반 컨테이너 차량에 이단으로 적재, 초보적 기술수준</li> </ul>
vehicle type	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 axle articulate bogie and conventional bogie</li> <li>- well type carbody</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- conventional bogie</li> <li>- well type carbody</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- conventional bogie</li> <li>- flat type carbody</li> </ul>
speed	112 ~ 120 km/h	120 km/h	lower speed
infra structure	AREMA Cooper E (max. axle load 36.3ton)	max. axle load 25ton	N.A
height of Catenary	7.1 m	6.6 m	7.5 m

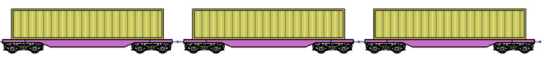


### 2.2 한국형 DST의 개념설계(안)

우리나라는 철도화물의 효율성 향상과 선로 용량 부족문제를 해소하기 위한 측면에서 컨테이너 이단적재 운영방식이 매우 합리적인 해법이지만, 이를 실제로 적용하기에는 여러 가지로 불리한 철도환경을 갖고 있는 것이 사실이다. 미국이나 캐나다, 중국은 선로하부구조가 고 중량을 견디도록 되어있고, 비 전철 구간이거나 전철화 된 구간도 전차선의 높이가 충분히 높아 이단적재열차 운영이 성공적으로 이루어졌다. 반면 우리나라는 LS-18, LS-22의 선로 설계기준으로 최대 허용 축중이 22톤 정도로 낮으며, 전차선의 높이는 5.2m (경전선 일부 구간 5.9m) 수준에 불과하다. 게다가 여객 화물 혼용 노선으로 속도가 높은 여객열차에 비켜주기 위한 대피구간이 필요한 데, 이를 위한 열차편성길이의 제한이 불가피하다. 경부선의 경우 유효장이라 불리는 이 대피구간의 길이가 600m 정도이다. 따라서 국내 기존철도에 이단적재 컨테이너 화차를 운행하기 위해서는 차량을 최대한으로 저상화하여 전차선과 해당 인프라의 개량범위를 최소화하고, 축중 조건을 만족하기 위한 차량의 경량화와 다축화, 열차길이를 최소화하는 차량 형식이 필요하다.

이와 같은 국내의 제약요소와 요구사항을 고려하여 Table 2에서 보는 바와 같이 2종류의 한국형 후보 모델을 수립하였다. 첫 번째 줄은 국내 기존 일단적재 방식 컨테이너 화차를 나타낸 것으로, 수송량 증가효과 등을 비교해 보기 위해 넣은 것이다. 국내의 기존 일단적재 화차 편성은 유효장 600m 이내에서 신형전기기관차(Co-co형, 기관차 길이 21m) 1량과 기

존 컨테이너 화차 중 가장 짧은 14.5m (연결기 면간거리) 차량 38량이 편성되는 것을 하였다. 여기에 1량 정도의 길이는 과주 대비 여유거리로 산정한 것이며, 대안 간 상대비교를 위해 각 대안 동일한 기준으로 하였다. 이단적재열차 객 대안은 견인중량 증가로 기관차 2량이 해당편성을 견인하는 조건으로 검토되었다.

**Table 2** Alternatives of Korean DST

type	figures	length per car	allowable axle load	max. capacity per car	capacity within 600m
existing car in Korea		14.5 m	22 ton (LS-22)	67 ton	38cars 76 TEU
Alt.1 3 axle articulate type		16 m	22 ton (LS-22)	47 ton (need weight control)	33cars 132 TEU
Alt.2 small wheel multi-axle type		14.5 m	7.5ton (UIC 510-2)	68 ton (in case of 12 axle/car)	37cars 148 TEU

제 1 대안은 3축 관절대차 방식으로, 최대 적재 중량도 높이고, 열차 길이도 줄이는 장점이 있어 국내에 적용가능성이 높은 대안이라고 할 수 있다. 량단 최대 적재중량은 47톤 수준으로 컨테이너 적재 시 고중량의 컨테이너가 한 량에 집중되지 않도록 관리한다면 문제가 없을 것으로 판단되며, 수송량 증대효과도 73%로 우수하다.

제 2 대안은 차륜직경이 작은 초저상 대차방식으로 방식으로, flat 차체방식이라 차량 길이를 일단적재 열차와 동일하게 가져갈 수 있어 수송량 증대효과는 95%에 육박하는 장점이 있다. 축의 수를 조절하여 요구되는 적재 중량을 용이하게 만족시킬 수 있는 반면 다른 대안에 비해 차량 높이가 다소 높아진다는 것이 단점이다.

### 2.2.1 3축 관절대차 형식

차량을 저상화하는 데 있어 가장 용이한 방법이 차체를 well(어복형) 방식으로 낮추고 단부를 일반규모의 대차장치로 지지하는 방식이다. 그러나 이 방법은 대차 상부의 공간이 활용할 수 없는 사공간이 되어, 이단 적재를 함에도 불구하고, 수송 효율성 향상이 그다지 증가되지 못한다는 단점이 있다. 이 사공간을 최소화하고, 국내 선로의 부담력을 맞추기 위해, 3축의 관절대차 방식을 유효한 설계 개념으로 선정하였다. 설계의 관건은 대차 점유공간과 중량을 최소화하는 것이다. 이를 위해 대차 프레임이 차륜 안쪽으로 배치되는 in-board 방식을 적용하여, 구조를 단순화시켰고, 구성품의 중량도 낮출 수 있을 것으로 판단하였다. 또한 3축 대차의 단점인 하중의 균일한 분포와 곡선 추종성 확보 측면에서, 축상에 1차 현

가장치를 배치하였고, 중간 차축의 횡방향 운동량(play)을 다소 높게 설정하였다.  
Fig.1에 3축 관절대차 방식의 DST 개념을 나타내었다.

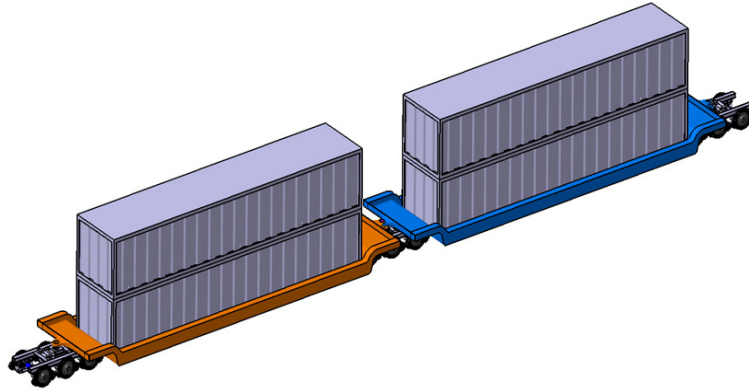


Fig. 1 Concept design of 3 axle articulated bogie type

### 2.2.2 소경 초저상 대차 형식

국의 이단적재 열차나 3축 관절대차 방식의 저상화는 주행장치를 저상화하지 않고, 차체를 well형으로 낮추는 방법이었다. 본 소경 초저상 다축대차 개념은 주행장치 자체를 저상화하여 차량의 길이 증가 없이 이단적재가 가능하게 하는 방식이다.

최소 차륜직경을 제한하는 요인은 차륜/ 레일간 접촉응력의 증대, 분기기 통과 시 탈선안전도 저하, 차축 베어링의 회전수 증가에 따른 정격수명 감소 등이 있다. 본 연구에서는 차륜 직경을 어느 정도까지 낮출 수 있는 가에 대한 검토를 국외 사례와 규격을 토대로 검토하였다. 유럽에서는 10축 intermodal wagon이 직경 380mm 차륜을 채용하고 있으며, UIC 규격에서도 330~390mm 직경차륜에 대한 허용축중이 제시되어 있다[1]. 차륜직경 380mm, 량당 10축을 기준으로 한 개념설계를 Fig. 2에 나타내었다.

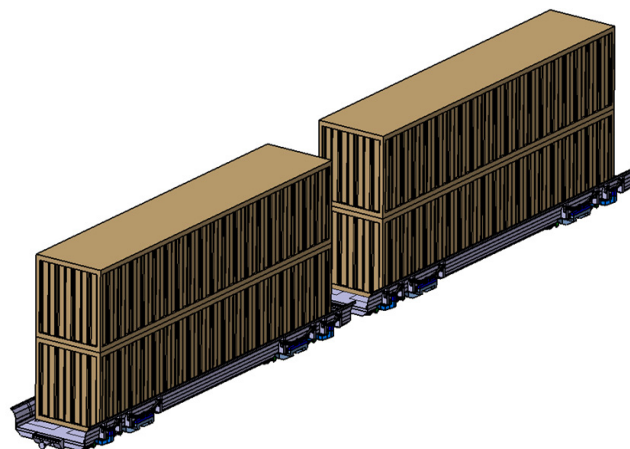


Fig. 2 Concept design of small wheel low floor bogie type

### 3. 결 론

국내 철도환경에 맞는 한국형 이단적재 컨테이너 화차의 개념설계(안) 두 종류가 제시되었다. 3축 관절대차 방식은 기존 일단적재 방식에 비해 개략적으로 70% 정도의 수송력 향상 효과를 도모할 수 있으며, 소경 초저상 대차 방식은 약 94%의 수송력 향상 효과가 예상된다. 이로만 보면 소경 초저상 대차 방식이 유리할 수 있으나, 차량의 높이가 상대적으로 높아 (약 16cm) 전차선 높이개량 비용의 증가와 차량 가격 상승이 예상된다. 따라서 한국형 이단적재 컨테이너 화차의 최적 안은 수요자의 요구와 경제성 등을 종합적으로 검토하여 선정되어야 할 것이다.

### 후 기

본 연구는 한국철도기술연구원 주요사업인 철도 화물효율 수송효율성 기술개발 향상연구로 수행되었습니다.

### 참고문헌

- [1] UIC 510-2 (2004) Wheels and wheelsets. Conditions concerning the use of wheels of various diameters, pp. 7