

다목적 화차 기술 개발과 향후 과제



| 김 경 태 |
한국철도기술연구원
선임연구원



| 이 석 |
한국철도기술연구원
선임연구원



| 이 희 성 |
서울산업대학교 교수
신교통연구소장

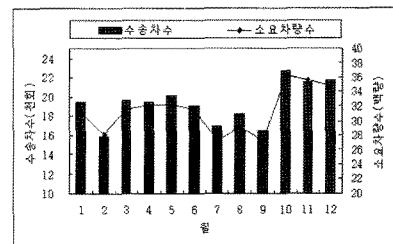
1. 서론

철도화물의 수송은 화차가 담당하고 있다. 철도로 수송되는 화물은 매우 다양하기 때문에 각 품목별 특성을 감안하여 유조화차, 시멘트화차, 컨테이너화차 등 다양한 화차가 운영되고 있는 실정이다. 철도화물 총량은 최근 점진적으로 감소하고 있는 추세이지만 컨테이너 수송은 반대로 늘어나고 있는 추세이다. 컨테이너를 수송하는 평판화차나 컨테이너화차는 주로 컨테이너 수송에 활용되고 있으며, 타 품목은 매우 제한적으로 수송하고 있다. 향후 철도수송의 가장 핵심적인 역할을 수행할 평판화차나 컨테이너화차의 운행 효율성을 제고하는 것이 철도수송의 경쟁력을 높이는 가장 효과적인 방법이 될 것이다.

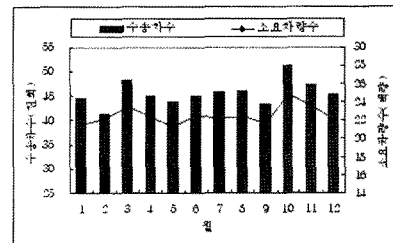
이렇듯 철도화차의 효율성을 제고시키기 위해서는 동일한 화차가 다양한 품목의 화물을 수송할 수 있는 여건이 조성되어야 한다. 즉 특성이 다른 품목을 수송할 수 있는 다목적 화차가 도입되어야 하며, 이는 기존의 평판화차나 컨테이너화차를 활용하는 것이 바람직하다. 앞서서도 언급한 바와 같이 향후 철도수송은 컨테이너 위주로 개편될 것이기 때문에 컨테이너를 수송하는 평판화차

나 컨테이너화차가 다른 품목도 수송할 수 있도록 하면, 철도수송의 효율은 크게 증가할 수 있다. 이러한 필요성은 크게 2가지 측면에서 나타난다.

먼저 철도수송품목의 계절별 편차를 들 수 있다. 컨테이너를 포함하여 철도수송품목은 시기별로 물동량의 변화가 심하게 발생하고 있으며, 품목별로 연중 피크타임이 서로 다르게 나타난다. 이로 인해서 화차의 가용성이 떨어지고, 필요 이상으로 많은 화차를 많이 보유함에 따라 유지비용이 증가하게 된다. 다음의 그림1)에서 보는



(a) 무개화차 화물



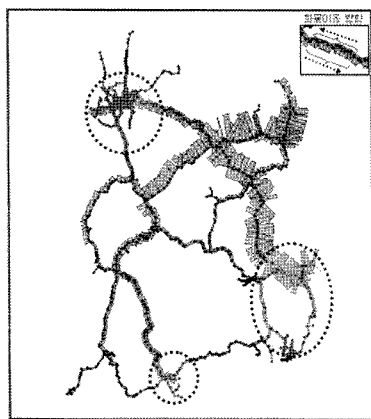
(b) 컨테이너 화물

그림 1. 무개화차 및 컨테이너 화물 수송의 계절적 변동 (2007년)

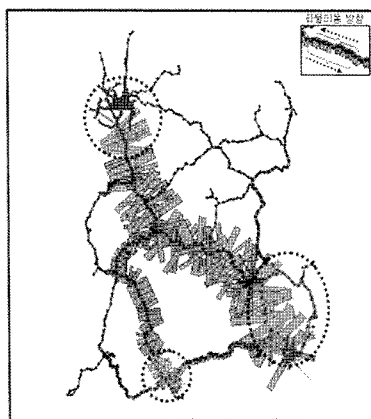
- 1) 한국철도공사 내부자료 일자별/품목별 발송 도착역별 수요를 기초로 작성
- 2) 2008년 세계적 경기 침체의 여파로 철도화물수요 11월 이후 큰 폭으로 떨어졌기 때문에 2008년 수송실적이 최근의 철도수송실적을 대표할 수 없는 것으로 판단되어 2007년 자료로 분석

바와 같이 2007년²⁾ 분석자료에 의하면, 무개화차와 컨테이너 화물 모두 월별 수요의 편차가 크게 발생하는 것을 알 수 있다. 각각의 품목을 수송하는 화차가 정해져 있을 경우 유휴차량이 많이 발생하게 되지만, 동일한 화차로 수송을 하게 된다면 보유차량수를 크게 줄일 수 있을 것이다.

또한 무개화차와 컨테이너 화차에 대한 화물수송 분포를 분석해 보면 품목별로 방향별 편차가 크게 나타나고 있음을 알 수 있다. 다음의 그림³⁾은 2007년을 기준으로 분석한 결과이다.



(a) 무개화차 화물



(b) 컨테이너 화물

그림 2. 화차별 화물수송 분포 (2007)

3) 교통수요예측 패키지 EMME/3를 활용하여 작성

그림에서 설정한 광양권, 부산권, 수도권권의 3개 권역을 분석해 보면, 광양권은 무개화차 화물은 유입량이 많고, 평판화차 화물은 유출량이 많은 것으로 나타났다. 이와 반대로 부산권은 컨테이너 화물의 유입량이 많고, 무개화차 화물은 유출량이 많은 것으로 나타났다. 경인권은 컨테이너 화물은 유입량이 많고, 무개화차 화물은 유출량이 많은 것으로 나타났다. 주요 권역에서 이렇듯 각 품목별로 방향별 편차가 발생하고 있는데, 무개화차 화물과 컨테이너 화물을 동시에 수송할 수 있는 다목적 화차를 고려한다면 이러한 방향별 편차가 상당히 해소될 수 있을 것이다.

따라서 철도화물수송에 있어 다목적 화차의 도입은 동일한 불동량을 수송하면서도 화차의 보유대수를 줄일 수 있으며, 운영의 효율성을 달성하여 비용을 절감할 수 있다. 이로부터 철도수송의 경쟁력은 제고될 수 있다.

2. 다목적 화차의 기술 개발

다목적 화차는 동일한 화차가 두 가지 이상의 운송기능을 수행하는 화차로 정의할 수 있는데, 컨테이너를 수송하는 컨테이너화차나 평판화차에 탈부착식 수송용기를 부착하여 일반 벌크화물을 수송할 수 있도록 함으로써 다목적 화차를 구현할 수 있다. 또한 무개화차의 적재함을 개조하여 컨테이너를 수송할 수 있도록 하는 것도 무개화차가 다목적 화차로서의 역할을 수행할 수 있도록 하는 것이다.

2007년 12월부터 국가물류 표준 종합시스템 개발이 시작되었으며, 현재 3차년도 사업이 진행 중에 있다. 이 중 철도수송에 있어 다목적 화차의 구현을 위해서 탈부착식 수송용기의 개발이 완료되었으며, 현재 무개화차에 컨테이너를 수송할 수 있도록 적재함을 개조하는 기술 개발이 진행 중에 있다.

2.1 탈부착식 수송용기의 개발

탈부착식 수송용기의 기본적인 개념은 다음 그림에서 보는 바와 같이 컨테이너를 수송할 수 있는 평판화차에



탈부착식 수송용기를 부착하여 벌크화물을 수송할 수 있도록 하는 것이다.

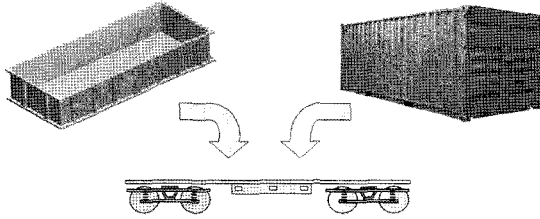


그림 3. 탈부착식 수송용기 개념도

우선 탈부착식 수송용기의 설계 조건은 다음과 같다.

- 충분한 내구성을 지니고 반복사용에 적합한 강도를 유지할 것
- 다목적 화차의 운송형태 전환 시 신속한 취급이 가능한 장치를 구비할 것
- 내용적이 가능한한 일반무개화차와 동일하거나 그 이상이 되도록 할 것
- 표준수송용기의 내측치수는 표준컨테이너를 수용할 수 있도록 할 것
- 용적을 가능한 높일 수 있도록 최대한 고려할 것
- 표준수송용기 내에 적재된 표준컨테이너가 내부에서 요동하지 않도록 할 것

이상의 조건을 만족하도록 탈부착식 수송용기가 개발되었고 제원은 다음과 같이 20ft, 40ft로 설정하였다.

표. 1 탈부착식 수송용기의 제원

구분	내부길이(mm)	내부너비(mm)	내부높이(mm)	용적(m ³)
20ft형 표준수송 용기	6,088	2,488	1,605	24.5
	외측길이(mm)	외측너비(mm)	외측높이(mm)	-
40ft형 표준수송 용기	6,256	2,647	1,735	-
	내부길이(mm)	내부너비(mm)	내부높이(mm)	용적(m ³)
	12,222	2,488	1,605	49
	외측길이(mm)	외측너비(mm)	외측높이(mm)	-
	12,390	2,647	1,735	-

자료: 한국철도기술연구원 외(2009), 「일관수송 중심의 물류표준체계 구축 연구」

탈부착식 수송용기의 설계조건과 제원을 설정한 후 기본설계 및 구조해석을 수행하였다. 이를 근거로 하여 상

세설계를 하고 1/5 축소모형을 제작하여 설계에 대한 검증을 하였다.



그림 4. 탈부착식 수송용기에 40ft 컨테이너 적재모형 (1/5 축소모형)

향후 시제품을 통한 탈부착 시험 및 시운전을 거쳐 상용화 단계로 접어들 것으로 전망된다.

2.2 컨테이너겸용 무개화차 적재함 개발

컨테이너겸용 무개화차 적재함 개발은 고정장치 등을 활용하여 현재의 무개화차에 컨테이너를 적재할 수 있도록 무개화차를 개조하는 연구이다. 다음의 그림에서 보는 바와 같이 40ft 컨테이너의 외측 제원이 무개화차 적재함의 내측 제원보다 작아 적입이 가능하다. 즉 무개화차에 컨테이너를 적재하는 기술의 개발은 적재함 외측에 최대한 단순한 형태의 고정장치를 설치하도록 하는 것이 관건이다.

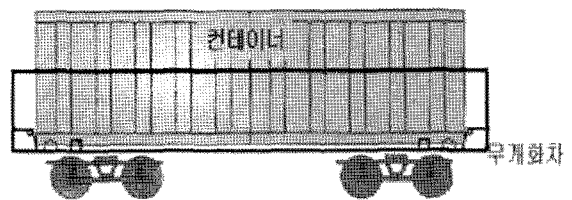


그림 6. 컨테이너겸용 무개화차 개념도

컨테이너겸용 무개화차 적재함의 기술개발은 기본설계가 완료된 단계에 있으며, 현재 상세설계 및 축소모형 제작에 대한 연구가 진행 중에 있다. 이 연구의 핵심 중에 하나는 고정장치의 개발인데, 스프링 타입과 스크류 타입의 2종류가 개발되어 특허 출원 중에 있다.

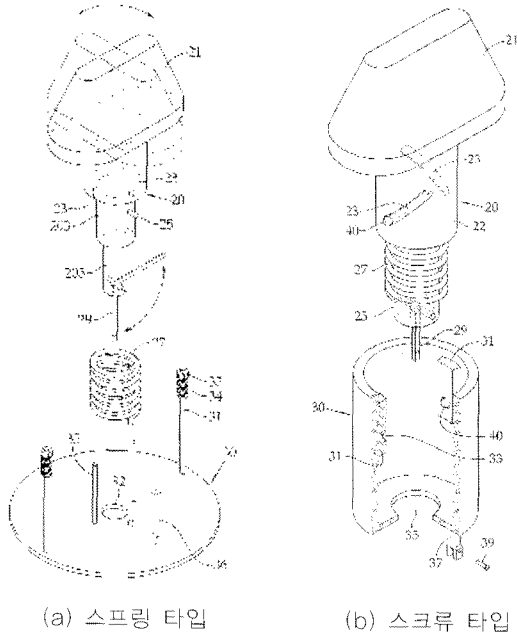


그림 6. 자동고정장치 분해도

3. 다목적 화차의 경제성 분석

철도로 수송되는 화물의 수송량은 컨테이너, 양회, 무연탄 등의 순서로 많다. 실제로 다목적 화차의 수송대상이 되는 화물은 27개 품목이며, 21개 품목은 다목적 화차로 수송이 불가능하다. 가능한 품목은 컨테이너, 무연탄, 유연탄, 광재, 크링카, 석회석, 경석, 수입석탄, 철광석, 사업자갈, 백운석, 사업기타, 기타철재, 석고, 기타, 사문석, 건1장비, 수출광석, 건1기타, 사업침목, 건8장비, 사업레일, 수입기타, 건8기타, 골재, 사업석탄, 기타광석이며, 이 중에서 물동량 등을 고려하여 17개 품목⁴⁾을 다목적 화차의 수송대상화물로 선정하였다.

이를 활용하여 다목적 화차의 경제성 분석은 다음과 같은 과정을 거쳐서 수행하였다.

화차소요량 분석을 위해서 화차당 수송능력을 검토하

4) 무연탄, 유연탄, 광재, 크링카, 석회석, 경석, 수입석탄, 철광석, 사업자갈, 백운석, 기타철재, 석고, 사문석, 수출광석, 골재, 사업석탄, 기타광석

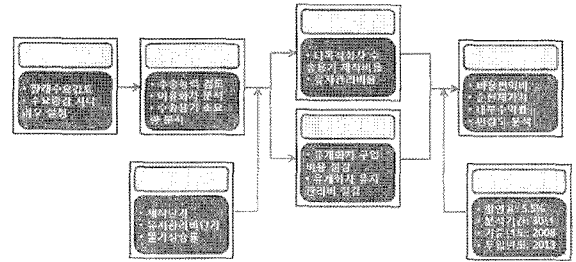


그림 4. 경제성 분석 과정

여 현 시점에서의 여유화차를 분석하고, 다목적 화차의 소요량수를 산정한다. 컨테이너의 경우 수송차수당 평균적으로 21.6톤, 무개화차의 경우에는 50.5톤을 수송하고 있다. 현재 보유하고 있는 화차당 수송 현황은 컨테이너차 일평균 0.665차/대, 무개차는 0.202차/대를 수송하여 컨테이너차의 수송효율이 약 3.3배 높다.

이로부터 월별 여유화차를 분석하고, 다목적 화차의 소요량을 산정할 수 있다. 다목적 화차의 소요량 산정은 분석의 오차를 줄이기 위해서 다년간의 분석이 필요하며, 최근 4년(2005-2008) 동안의 분석 결과에 의하면 161량이 필요하다. 이것은 같은 기간의 무개화차의 평균 보유량인 3,813량의 4.22%에 해당되는 수치이다.

철도화물 전체 수요의 측면에서 다목적화차 도입에 따른 개략적인 경제성 분석을 위한 전제 조건은 다음과 같다.

- 분석 시나리오 : 기존 컨테이너차 + 탈부착 수송용기(40피트 규격)
- 경제성 분석 기준년도 : 2008년
- 시행년도 : 차량의 개발 및 검증시험을 고려하여 2013년으로 선정
- 경제성평가의 분석기간 : 개통 후 25년
- 할인율 : 5.5%

이상의 조건으로 경제성을 분석한 결과 모든 대안에서 경제성이 있는 것으로 분석되었으며, 향후 투입노선이 확정되면 보다 정밀한 분석이 요구된다.

표. 2 다목적 화차 경제성 분석 결과

구분	수요증가 시나리오				
	0%	1%	2%	-1%	-2%
B/C	1.094	1.099	1.102	1.086	1.078
NPV (백만원)	533	661	806	454	381

4. 결론 및 향후 연구과제

다목적 화차의 도입은 벌크화물 수요가 많은 시기에는 벌크화물을 수송하는 용도로 사용하고, 컨테이너 화물의 수요가 많은 시기에는 컨테이너 수송용으로 사용함으로써 벌크화물과 컨테이너의 계절별 수급 불균형 문제 해소와 화차의 유지보수비를 절감할 수 있다. 즉 철도화물 수요의 변동에 보다 탄력적으로 대처할 수 있다.

현재 다목적 화차의 구현을 위한 기술개발은 탈부착식 수송용기의 개발과 컨테이너 겸용 무개화차의 적재함 개발로 진행 중이다. 탈부착식 수송용기 개발은 시제품을 제작하는 단계에 있어, 빠른 시일내에 실용화가 가능할 것으로 판단된다. 또한 기존의 무개화차의 가용성을 높

이기 위해서 무개화차의 적재함 개조기술에 대한 연구가 진행 중에 있다.

철도수송에 있어 다목적 화차 도입은 향후 철도수송의 경쟁력을 제고시키는 데에 핵심 요소가 될 것이다. 다목적 화차가 실용화가 되기 위해서는 정밀한 수요분석과 수요처의 요구조건을 분석하여 대상노선 및 대상화물의 선정, 경제성 분석 등이 이루어져야 할 것이며 관련기관 간의 긴밀한 협조가 요구된다.

향후 현재의 표준형 용기 이외에도 다양한 품목으로 확장이 가능하도록 덮개형, 사이드 전개형 및 공간 효율성을 고려한 접이식 용기의 개발이 필요하다. 또한 트럭과의 정합성 등을 고려하여 문전수송이 가능하도록 추가적인 기술이 개발되어야 할 것이다. ♪

♣ 참고 문헌

- [1] 한국개발연구원 (2008), 도로·철도 부분사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)
- [2] 한국철도공사·한국철도시설공단(각 년도), 철도통계연보
- [3] 한국철도기술연구원 외(2009), 일관수송중심의 물류표준체계 구축 연구