

탄소저감형 물류체계 구축을 위한 수송용기 개발

Development of Containers for Carbon Neutral Logistics System



이 석



김경태



김영주

I. 서론

지난해 코펜하겐에서 개최되었던 제15차 유엔 기후변화협약(UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change) 당사국총회는 선진국과 개도국간의 갈등으로 기대만큼의 진전은 보이지 못했지만 전 세계 국가들이 기후변화 문제의 심각성을 인식하고 이를 해결하고자 하는 노력들을 확인한 자리였다. 우리나라도 2020년 국가 온실가스 감축목표를 배출전망치(BAU, Business As Usual) 대비 30%(2005년 대비 4%) 감축으로 결정하였다. 이에 따라 온실가스 배출 증가량이 가장 빠른 교통부문에 대하여 온실가스를 2020년까지 배출전망치 대비 33~37% 감축하기로 목표를 설정하였고, 저탄소 녹색교통으로의 패러다임 변화를 위하여 도로 중심의 교통체계를 철도 중심의 교통체제로 전환하

고자 친환경 수송수단인 철도부문에 대한 투자를 확대하고 교통수단간 연계 강화 및 운영효율화를 추진하고 있다. 철도 화물수송의 경쟁력을 회복하고 분담률을 높이기 위하여 컨테이너 2단적재 열차(DST, Double Stack Train)의 운행이 추진되고 도로로 수송하던 화물을 철도로 전환할 경우 보조금을 지원하는 철도수송전환 보조금 제도를 시행하고 있다. 또한 교통부문의 강력한 수요관리 정책을 통하여 탄소배출을 감축하고 혼잡도를 완화하는 정책을 추진하고 있다.

저탄소 녹색성장이라는 정부의 국가발전 정책에 발맞추어 녹색물류수송체제로의 전환을 위하여 첨단 물류기술의 개발과 더불어 물류효율화를 통한 온실가스 배출 감축 및 에너지 절감의 중요성이 새롭게 부각되고 있다. 이에 적재율 향상 및 공차운행 최소화, 상하역의 효율성 제고 등을 위하여 수송에 있어 가장 기본적인 도구라고 할 수 있는 수

이 석 : 한국철도기술연구원 물류표준화연구단, slee@krri.re.kr, 직장전화:031-460-5474, 직장팩스:031-460-5021
김경태 : 한국철도기술연구원 물류표준화연구단, ktkim@krri.re.kr, 직장전화:031-460-5479, 직장팩스:031-460-5021
김영주 : 한국철도기술연구원 물류표준화연구단, osot@krri.re.kr, 직장전화:031-460-5476, 직장팩스:031-460-5021

본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업의 연구비 지원(R&D/07교통체계-물류04)에 의해 수행되었습니다.

송용기의 개발을 통하여 물류효율화를 달성하고자 한다.

본 연구에서는 철도화차에 탈부착이 가능한 수송용기의 개발을 통하여 철도화차의 공차운행을 최소화하고 벌크화물의 환적체계 개선을 통한 철도물류체계 효율화를 도모한다. 또한 회수와 보관의 효율성 향상 및 표준화를 통한 일관수송체계 구축을 위하여 대형 접이식 수송용기의 개발에 관한 내용을 다룬다.

II. 철도수송 효율화를 위한 탈부착식 수송용기의 개발

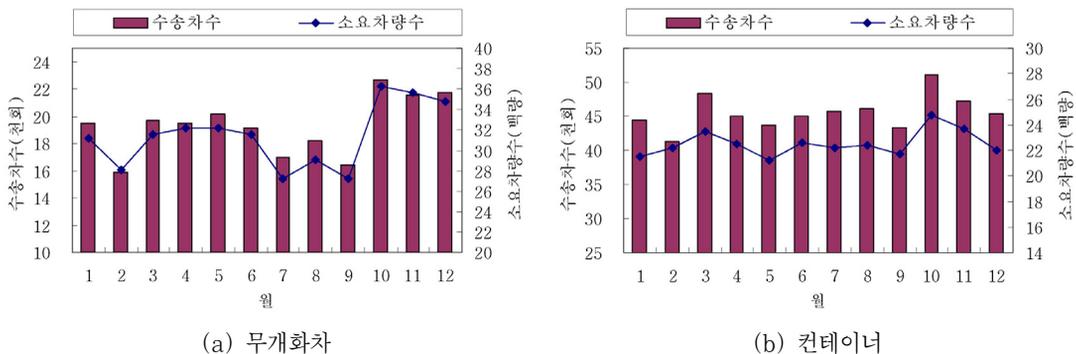
본 장에서는 철도화차의 공차운행을 최소화하고 벌크화물의 환적체계 개선을 통하여 철도물류체계 효율화를 달성하기 위한 컨테이너화차나 평판화차에 장착하여 벌크화물을 수송하는 무개화차의 기능을 수행할 수 있도록 하는 탈부착식 수송용기 개발에 관한 내용을 다룬다.

1. 철도화차의 문제점 및 개선방안

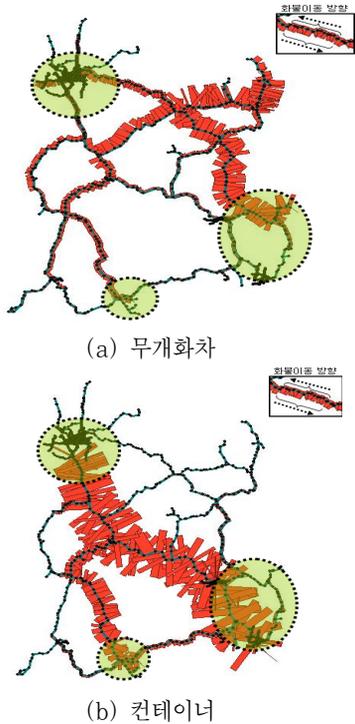
철도로 화물을 수송하는 가장 중요한 도구는 화차이다. 철도로 수송되는 화물의 특성에 따라 다양한 기능과 형태의 화차가 운영되고 있다. 현재 한국철도공사에서 운영되고 있는 화차는 유조화차, 무개화차, 유개화차, 컨테이너화차, 평판화차, 양

회화차, 탱크화차 등 매우 다양하며, 일반적으로 특성이 다른 화물을 한 종류의 화차로 운송할 수 없는 경우가 대부분이다. 예를 들어 컨테이너를 주로 수송하는 컨테이너화차나 평판화차는 광재, 유연탄 등 일반 벌크화물을 수송하는 데에 한계가 있다. 이렇듯 다양한 전용화차의 운행으로 품목별 수요 불균형에 의한 공차운행이 발생하고 있으며, 화차구입 및 유지에 있어서도 많은 노력과 비용이 발생하고 있다. 따라서 특성이 다른 여러 가지 철도화물을 한 종류의 화차로 수송할 수 있다면 수요 불균형에 의한 공차발생을 줄이고 온실가스 배출도 저감될 수 있을 것이다.

먼저 철도수송품목의 계절적 변동을 살펴보면 계절별, 시기별로 물동량의 변화가 심하게 발생하고 있으며 품목별로 수요의 피크타임이 서로 상이함을 알 수 있다. 특히 무개화차의 경우 무연탄 수송에 있어 계절적 수요변동으로 인하여 유휴기의 활용도가 현저히 떨어진다. 이처럼 품목특성에 맞는 화차들의 호환성 부족으로 수송수요가 적은 시기에 화차를 다른 용도로 활용하는 것이 불가능하여 유휴할 수밖에 없는 상황이 발생하고 있다. 이로 인하여 화차의 가용성이 떨어지고 필요 이상으로 많은 화차를 보유함에 따라 유지비용이 증가하게 된다. <그림 1>에서 보는 바와 같이 2007년 한국철도공사의 자료에 의하면 무개화차와 컨테이너 화물 모두 월별 수요의 편차가 크게 발생하는 것을 알 수 있다. 이러한 현상은 특정 연도에 국한되는 것이 아니라 매년 발생하는 상황이다. 수송품목별



<그림 1> 화차별 화물수송의 계절적 변동 (2007년)



〈그림 2〉 화차별 화물수송의 분포 (2007년)

계절적 편차가 발생하면 유휴화차로 인하여 화차의 가용성이 떨어지고 필요 이상으로 많은 화차를 보유함에 따라 유지비용이 증가하게 된다.

또한 무개화차 화물과 컨테이너에 대한 화물수송 분포를 보면 품목별로 방향별 편차가 크게 나타나고 있음을 알 수 있다. 광양권, 부산권, 수도권권의 3개 권역으로 나누어 분석해 보면 광양권은 무개화차 화물의 유입량이 많고 평판화차 화물의 유출량이 많은 것으로 나타났다. 이와 반대로 부산권과 수도권은 컨테이너 화물의 유입량이 많고 무개화차 화물은 유출량이 많은 것으로 나타났다. 수요의 방향별 편차가 의미하는 것은 수요가 부족한 방향으로 공차운행이 발생하는 것을 의미한다.

철도화물수송에 있어 수요의 계절적 편차에 의해 유휴화차의 문제가 발생하고, 방향별 편차에 의해 공차운행이 증가하는 문제점이 발생하고 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위한 하나의 방안으로 동일한 화차가 다양한 품목의 화물을 수송할 수 있는 여건이 조성되어야 한다. 즉 특성이 다른 품목

을 수송할 수 있는 다목적 화차를 도입하는 것이며, 향후 철도수송은 컨테이너 위주로 개편될 것으로 예상되기 때문에 컨테이너를 수송하는 기존의 평판화차나 컨테이너화차를 활용하는 것이 바람직하다고 판단된다.

다목적 화차를 도입하게 되면 수요의 계절적 변동에 따른 화차의 이용 효율성을 높여 보유화차수를 줄일 수 있게 되어 철도수송의 효율성을 증대시킬 수 있다. 즉 벌크화물 수요가 많은 시기에 컨테이너 수송에 활용되는 평판화차 또는 컨테이너화차에 탈부착식 수송용기를 부착하여 무연탄, 광석 등 벌크화물을 운송하는 무개화차를 대체하도록 하면 효율성 증대와 더불어 비용 절감을 기대할 수 있다. 또한 다목적 화차는 방향별로 철도수송품목의 편차가 발생함에 따라 공차운행이 늘어나는 것을 완화시켜 줌으로써 철도수송의 효율성을 높일 수 있다. 화물의 종류에 따른 전용화차를 운행하는 것보다 벌크화물과 컨테이너 화물을 동시에 취급할 수 있는 다목적 화차가 도입되면 방향별 수요편차를 완화시킴으로서 공차 운행을 최소화할 수 있다.

2. 벌크화물 환적체계의 문제점 및 개선방안

철도수송은 장거리 대량수송 및 특성화품목 수송, 환경 친화적 측면에서 뛰어난 장점을 지니고 있으나 문전수송이라는 수송의 완결성 측면에서 도로수송에 비해 취약한 단점을 가지고 있다. 철도를 이용한 문전수송이 이루어지려면 철도수송의 기종점에서 발생하는 트럭을 이용한 셔틀운송이 필수적으로 발생하게 된다. 이러한 철도를 이용한 수송체계는 도로수송에 비하여 온실가스 배출 및 에너지효율 측면에서 경쟁력을 가지고 있으나, 철도와 도로수송간 환적에서 발생하는 과다한 비용과 시간으로 인하여 확대되고 있지 못하다. 특히 벌크화물의 경우, 포클레인 등을 이용한 상하역으로 인하여 화물취급에 많은 시간이 소요되는 단점이 있다. 따라서 철도 화물수송의 경쟁력을 회복하고 분담률을 높여 녹색물류수송체계로의 전환을

〈표 1〉 철도 화물운송시간 비교

구분		화물운송시간(분)					하화시간 비율
		적재	운송	도착대기	하화	합계	
컨테이너	컨20'(영)	25.8	290.5	667.8	228.3	1,212.4	18.83%
	컨40'(영)	28.1	254.2	790.7	278.1	1,351.2	20.58%
벌크화물	벌크양회	55.3	306.6	3,361.3	451.4	4,174.6	10.81%
	유연탄	110.1	357.3	3,524.4	329.6	4,321.5	7.63%
	철강	83.9	302.1	1,966.2	820.9	3,172.9	25.87%

자료 : 철도통합정보시스템(IRIS) 철도 화물운송시간, 한국철도공사 내부자료, 2006

위하여 철도와 도로 수송간의 환적체계를 효율화할 필요가 있다.

철도 화물운송시간을 비교하여 분석한 결과, 구간에 따라 다소 차이는 있으나 컨테이너의 경우 역에 도착해서 하화하기까지의 대기시간이 총운송시간의 50~60%를 차지하고 있으며 벌크화물의 경우 60~80% 이상을 차지하고 있다. 또한 하화시간을 비교해 보면 벌크화물의 경우 컨테이너에 비해 최소 1.2배~최대 3배 정도 길게 나타났으며 이는 포클레인에 의한 하화방식의 영향으로 판단된다.

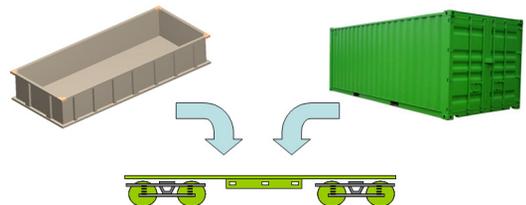
현재 동해항으로 수입되는 유연탄의 경우를 살펴보면, 동해항에 연결된 인입선의 부재로 인하여 선박에서 하화하여 벌크형태로 야드에 쌓아둔 유연탄을 포클레인 등을 이용하여 트럭에 적재한 후 벌크화물 보관 및 철도수송 시설이 있는 인근의 목호항으로 운송한다. 트럭으로 운송된 유연탄은 목호항의 철도와 연결된 보관창고에 벌크형태로 쌓아서 보관하였다가 포클레인 등을 이용하여 무개화차에 상차되고 이렇게 적재된 무개화차를 목적지까지 운송하게 된다. 이와 같이 트럭에서 철도로 벌크화물을 환적하는 경우, 트럭에 적재해온 화물을 벌크형태로 다시 해체하고 이것을 포클레인 등을 이용하여 다시 화차에 적재하는 환적과정을 거친다. 이 환적과정에서 많은 시간과 비용이 발생하고 벌크화물을 적재하고 하화하는 과정에서 분진 등 공해물질이 발생하는 문제점이 발생하고 있다.

이러한 문제점은 도로수송에 사용되는 트럭 적재함과 철도수송에 사용되는 무개화차 적재함이 상이하기 때문에 발생하는 것으로 이를 해결하기 위한 방안은 도로 및 철도수송에 모두 적용할 수

있는 수송용기를 개발하여 도입하는 것이다. 즉 벌크화물이 처음 적재된 형태를 유지하면서 서로 다른 수송수단간 환적이 이루어질 수 있도록 표준화된 수송용기를 도입하는 것이다. 도로와 철도수송에 있어 공통적으로 사용되는 대표적인 수송용기가 컨테이너이므로 컨테이너와 유사한 규격을 가지는 탈부착식 수송용기를 적용하면 벌크화물 수송에 있어 도로와 철도간 환적시 발생하는 비용과 시간을 절약하여 철도물류의 경쟁력을 강화하고 철도분담률을 높일 수 있을 것으로 예상된다.

3. 탈부착식 수송용기의 개발

다목적 화차는 동일한 화차가 두 종류 이상의 화물품목을 운송할 수 있는 화차로 정의할 수 있는데, 컨테이너를 수송하는 컨테이너화차나 평판화차에 탈부착식 수송용기를 부착하여 일반 벌크화물을 수송할 수 있도록 함으로써 다목적 화차를 구현할 수 있다. 즉 기존의 컨테이너화차 및 평판화차에 수송용기를 장착하지 않은 상태에서는 컨테이너를 수송하고 수송용기를 장착한 상태에서는 무개화차가 수송하는 벌크화물을 수송할 수 있도록 한 것이다.



〈그림 3〉 탈부착식 수송용기의 개념도

다목적 화차의 구현을 위한 탈부착식 수송용기 도입시 호환성을 높이기 위해서는 표준화할 필요가 있다. 탈부착식 수송용기는 표준 컨테이너의 규격을 기준으로 하여 표준 컨테이너의 고정장치와 호환할 수 있도록 제작되어 표준 컨테이너의 취급 방법과 동일한 취급이 가능하고 표준 컨테이너를 위한 상하역 장비와 동일한 장비 및 방식으로 취급될 수 있어야 한다. 즉 탈부착식 수송용기는 표준 컨테이너의 모서리쇠 부착 위치와 포크 포켓 크기 및 위치와 동일한 사양을 갖추어 표준 컨테이너와 동일한 상하역 장비를 사용할 수 있어야 한다. 본 연구에서 설정한 탈부착식 수송용기의 설계조건은 다음과 같다.

- 충분한 내구성을 지니고 반복사용에 적합한 강도를 유지할 것
- 다목적 화차의 운송형태 전환시 신속한 취급이 가능한 장치를 구비할 것
- 내용적이 가능한 한 일반 무개화차와 동일하거나 그 이상이 되도록 할 것
- 수송용기의 내측치수는 표준 컨테이너를 수용할 수 있도록 할 것
- 용적을 가능한 높일 수 있도록 최대한 고려할 것
- 표준 컨테이너의 수송용기 내부 적재시 컨테이너가 내부에서 요동하지 않도록 할 것

이상의 조건을 만족하도록 탈부착식 수송용기를 개발하였고, 제원은 <표 2>와 같다. 기본적으로 40ft형 수송용기가 기존의 무개화차와 동등한 수송능력을 갖기 때문에 철도수송만을 고려할 경우 40ft형 수송용기를 활용하는 것이 효율적일 것이

다. 그러나 도로수송과의 연계 및 기존 상하역장비의 활용 등을 고려할 경우 20ft형 수송용기를 활용하는 것이 바람직할 것이다.

탈부착식 수송용기의 개발은 철도화차의 공차운행을 최소화하고 기존 전용화차의 보유량을 낮추어 철도물류의 비용 절감 및 경쟁력을 강화할 수 있고, 철도를 이용한 효율적인 문전수송을 가능하게 할 수 있다. 이를 통한 물류효율화 및 철도 수송분담률 향상으로 온실가스 배출 감축 및 에너지 절감에 기여할 수 있을 것이다. 향후 기본형 탈부착식 수송용기 이외에 벌크화물의 하역을 원활히 하기 위한 덤프형, 공간효율성을 증대시키기 위한 접이형 등의 수송용기의 개발이 필요하다.

III. 물류비 절감을 위한 접이식 수송용기의 개발

수송용기는 규격, 기능 등에 따라 물류비에 상당한 영향을 미치게 된다. 표준화된 수송용기는 생산에서 유통까지 일관된 흐름을 유지하고 물류효율화를 달성하는데 매우 중요한 요소이다. 이에 회수와 보관의 효율성 향상 및 표준화를 통한 일관수송체계 구축을 위한 대형 접이식 수송용기를 개발하고자 한다.

1. 일체형 수송용기의 문제점 및 개선방안

최근 들어 환경문제에 따른 환경부하 저감을 위하여 수송용기의 범용사용을 위한 프로세스 개선과 재사용가능한 수송용기 개발에 힘쓰고 있다. 일

<표 2> 탈부착식 수송용기의 제원

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



〈그림 4〉 접이식 수송용기 사용에 따른 회수비용 절감 예

반적으로 재사용가능한 수송용기는 빈 수송용기를 회수하는 비용보다 일회용 수송용기를 구입하는 비용이 높은 경우 경제성을 가지게 되며, 자원의 재활용 및 폐기물 감소라는 환경적인 측면에서도 일회용 수송용기보다 유리한 면을 가지고 있다.

대표적인 재사용가능한 수송용기인 플라스틱용기는 반영구적인 수명을 가지고 있어 종이나 목재 용기와 달리 일회용으로 사용되는 것이 아니라 회수하여 반복하여 사용하게 된다. 이에 따라 사용한 빈 용기를 회수하는 물류활동이 필요하다. 현재 사용되는 대부분의 플라스틱 수송용기는 일체형 구조를 가지고 있어 빈 수송용기라 하더라도 부피가 줄어들지 않는 단점을 가지고 있다. 그러므로 화물을 수송하는데 드는 비용만큼 빈 수송용기의 회수 비용이 소요되고, 빈 수송용기 보관에 있어서도 많은 공간을 필요로 한다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 빈 수송용기 회수 및 보관에 있어 비용 및 공간을 절약할 수 있는 접이식 구조를 가지는 수송용기의 필요성이 제기되고 있다. 예를 들어 접이식 수송용기의 사용으로 빈 용기의 부피가 일체형 수송용기에 비하여 60% 감소한다면 그만큼의 빈 수송용기 회수에 소요되는 공간이 감소하게 되다. 이에 따라 빈 수송용기 회수를 위한 트럭의 운송회수도 감소되어 물류비 절감뿐만 아니라 온실가스 배출 감축 및 에너지 절감에 기여할 수 있을 것이다.

2. 표준화 미비로 인한 문제점 및 개선방안

화물을 해체 또는 결합하지 않고 그대로 목적지까지 수송함으로써 효율성을 높이기 위한 일관수송시스템 구축의 핵심적인 요소는 표준화이다. 수

송이나 보관 등에 사용되는 용기는 표준화된 화물의 단위를 일정하게 유지하는 역할을 수행한다. 그러므로 표준화된 용기를 바탕으로 물류활동간 정합성 및 연계성을 확보함으로써 효율적인 물류시스템을 구축할 수 있다. 하지만 아직도 많은 물류시스템에서 다양한 규격의 용기가 혼재되어 사용됨에 따라 생산에서 유통단계까지 수송단위의 해체 및 재결합 등 부가적인 작업이 발생하여 과다한 물류비 발생의 원인이 되고 있다. 또한 다양한 규격의 수송용기 사용으로 자동화 및 기계화가 어렵고 수송용기의 관리에도 어려움을 겪고 있다. 예를 들어 농산물 물류흐름을 보면 그물망, 톤백, 종이상자, 소형 플라스틱상자, 철제 파렛트 등 다양한 방식과 규격의 용기가 혼재되어 사용됨에 따라 비합리적인 물류활동이 빈번하게 이루어지고 있다.

화물의 해체, 재적재 등의 부가적인 작업을 제거하여 물류시스템의 효율성을 극대화하고 물류비를 절감하기 위하여 생산단계부터 유통단계까지 수송 및 보관에 공동사용이 가능한 표준화되고 수송용기의 개발이 필요하다. 또한 수송의 효율성을 향상시키고 지게차 등과 같은 상하역장비의 활용을 통한 기계화를 위하여 수송용기의 대형화가 요구되고 있다.

3. 대형 접이식 수송용기의 개발

빈 수송용기 회수 및 보관의 효율성을 향상시키고 표준화를 통한 일관수송체계의 구축을 위하여 접이식 구조를 특징으로 하는 대형 수송용기를 개발하였다. 접이식 수송용기의 가로/세로 규격은 운송효율 등을 고려하여 현재 국내의 일관수송용 파렛트의 표준규격인 1,100×1,100mm로 설정하였고 높이는 차량 적재함이나 컨테이너에 2단으로 적재될 수 있도록 1,065mm로 결정하였다. 접이식 수송용기의 장점을 최대화하기 위하여 1단 기준으로 접이시 높이는 396mm로 일체형 수송용기에 비하여 62.8%의 높이가 감소되도록 설계하였으며, 이를 통하여 빈 수송용기 회수를 위한 차량

적재 및 빈 수송용기 보관시 기존 대비 적재량이 최대 350% 정도 증가하는 효과가 발생한다. 또한 내용물의 입출이 용이하도록 수송용기 측면에 개폐문을 설치하여 작업의 편의성을 높였으며, 수작업이 불가능한 대형 수송용기임을 고려하여 지게차 및 핸드리프트 등의 사용이 용이하도록 일반 팔렛트와 동일한 포크 삽입구를 설치하였다. 접이식 수송용기 각 부분품의 체결은 조립이 쉬우면서 우수한 강도를 확보하고 파손시 파손부위만 부분적으로 교체가 가능하도록 언더컷과 노치를 이용한 구조를 채택하였다. 대형 접이식 수송용기의 제원은 <표 3>과 같다.

효율적인 수송용기는 변화하는 물류환경에 대응하여 합리적인 물류시스템을 구축하기 위한 필수 요소로 물류비를 절감할 수 있고 일관된 흐름을 유

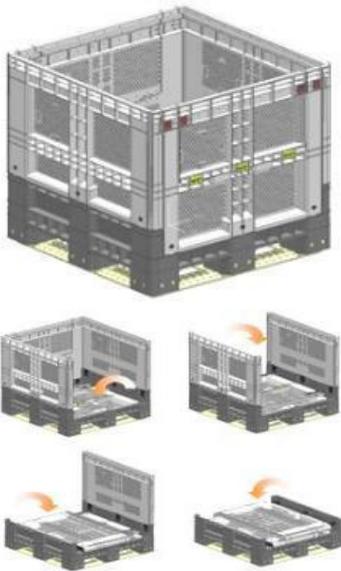
지할 수 있는 표준화된 수송용기에 대한 요구가 증가하고 있다. 대형 접이식 수송용기의 도입을 통하여 물류효율화를 달성하고 일관수송시스템을 구축할 수 있을 것으로 기대된다. 이를 위하여 관련시설과 설비에 대한 투자가 선행되어야 하고 팔렛트 풀과 같은 렌탈시스템의 도입 및 운영을 통한 확산이 필요하다.

IV. 결론

온실가스 배출에 대한 국제적 규제가 지속적으로 강화됨에 따라 물류비를 절감하는 동시에 온실가스 배출량을 감축할 수 있는 친환경 물류시스템에 대한 필요성이 증대되고 있다. 본 연구에서는 물류효율화를 통한 탄소저감형 물류체계를 구축하기 위하여 철도물류체계의 효율화를 위한 탈부착식 수송용기와 물류비 절감을 위한 대형 접이식 수송용기를 개발하였다.

철도화차에 장착하여 벌크화물을 수송할 수 있는 탈부착식 수송용기는 철도화차의 공차운행을 최소화하고 벌크화물의 환적체계 개선을 통하여 철도물류의 비용을 절감하고 철도를 이용한 문전수송을 가능하게 한다. 또한 접이식 구조를 가지는 표준화된 대용량의 수송용기를 통하여 빈 수송용기 회수 및 보관의 효율성을 향상시키고 일관수송체계를 구축할 수 있다.

탈부착식 수송용기 및 대형 접이식 수송용기는 물류비를 절감하고 물류체계를 효율화할 수 있는 유용한 도구로서 공차운행 최소화, 회수효율성 향상 등을 통하여 온실가스 배출 감축 및 에너지 절감에 기여한다. 이와 같이 녹색물류체계로의 전환



<그림 5> 대형 접이식 수송용기

<표 3> 대형 접이식 수송용기의 제원

구분		내용	비고
규격	외치수	1,100×1,100×1,065mm	접이시 높이 : 396mm
	내치수	1,004×1,004×905mm	유효 내부높이 : 875mm
중량		54.5kg±3%	개폐문 2면 장착시
접이비율		1:2.5	
포크 삽입구 규격		270mm-190mm-270mm	높이 : 90mm
내용량		880 liters	

을 위하여 수송용기의 개발을 통한 물류효율화의 역할이 매우 중요하다.

참고문헌

1. 한국철도공사·한국철도시설공단(2007), 철도통계연보.
2. 김경태·이석·이희성(2009), “다목적 화차 기술 개발과 향후 과제”, 철도저널, 제12권 제5호, 한국철도학회.
3. 한국철도기술연구원 외(2009, 2010), 국가물류 표준 종합시스템 개발.
4. 권용장·김경태·이석(2010), “철도수송의 다목적 화차 도입 필요성 연구”, 2010년 춘계학술대회, 한국철도학회.
5. 이석·김경태(2010), “효율적 수송 및 저장을 위한 접이식 플라스틱용기 개발”, 2010년 추계 학술대회, 한국철도학회.
6. 녹색성장위원회
(www.greengrowth.go.kr)