

## 효율성 분석을 통한 무개차 운용 방안에 관한 연구

### Management Planning of Gondola Cars through Efficiency Analysis

김경태\* · 이 석 · 이영호 · 양근을

Kyung Tae Kim · Suk Lee · Young Ho Lee · Keun Yul Yang

**Abstract** Recently, the demand for rail freight has gradually decreased. In particular, the demand in Korea for open freight cars, which classification includes gondola cars, hopper cars and gravel cars has been significantly reduced. The role of gondola cars in the rail transportation market shrank to 14.5% in 2010 from 23.3% in 2001. The transportation demand of gondola cars in the long term is expected to be reduced further. Because some gondola cars have been converted to container cars and various containers are being developed to transport bulk cargo by container cars. However, gondola cars still play an important role in rail freight transport. Therefore, the management planning of gondola cars is needed in order to prepare for the long-term declining demand. In this study, we propose a future direction for the management planning of gondola cars through the effectiveness analysis of gondola cars operation.

**Keywords** : Efficiency Index, Gondola Car, Freight Car, Railroad, Logistics

**초 록** 최근 철도수송 물동량은 점진적으로 줄어드는 추세이며, 특히 무개차의 수송량이 크게 줄어드는 경향을 보이고 있다. 무개차는 덮개가 없는 화차로서 용도에 따라서 일반 무개차, 호퍼차, 자갈차로 분류할 수 있으며, 이 중에서 일반 무개차를 가장 많이 보유하고 있다. 일반 무개차는 2001년 전체 화차수송횟수의 약 23.3%를 차지했지만 2010년에는 14.5%로 그 역할이 많이 축소되었다. 최근에는 일반 무개차를 컨테이너 수송 용도로도 활용하고 있으며, 벌크화물을 컨테이너차로 수송할 수 있는 다양한 용기가 개발되고 있어 장기적으로 일반 무개차의 수요는 줄어들 것으로 판단된다. 그러나 일반 무개차는 여전히 철도수송에서 벌크시멘트차, 컨테이너차 다음으로 중요한 역할을 수행하고 있으며, 장기적인 관점에서의 수요 감소에 대비한 운용 방안의 수립이 필요하다. 본 연구에서는 일반 무개차의 효율성을 분석하고 향후 일반 무개차의 운용 방안 수립을 위한 방향을 제시하였다.

**주요어** : 효율성 지표, 일반 무개차, 화차, 철도, 물류

## 1. 서 론

최근 철도수송 물동량은 점진적으로 줄어드는 추세를 보이고 있다. 비록 컨테이너, 철강 등은 증가 추세를 보이고 있으나 철도의 주요 수송품목인 시멘트, 석탄류, 광석류 등 벌크화물의 수송은 정체 또는 지속적인 감소 추세를 보이고 있다. 이러한 추세는 철도화차의 보유량 변화에서도 파악할 수 있다. 철도 화차의 보유량은 2001년 13,413량에서 2010년 12,755량으로 약 9% 감소하였는데, 컨테이너를 주로 수송하는 평판차는 오히려 37.7% 증가하였지만 벌크화물을 주로 수송하는 무개차는 16.6% 감소하였다[1]. 최근에는 벌크화물을 수송하는 일반 무개차를 개조하여 컨테이너 수송에 활용하는 사례도 있으며, 벌크화물을 수송하는 다양한 형태의 컨테이너도 개발되고 있어 향후 무개차의 소요량은 지속적으로 감소할 것으로 전망된다.

최근 10년간(2001-2010년) 수송실적을 보면 일반 무개차

는 86,958천톤 수송하여 전체 수송실적의 약 19.9%를 차지하고 있으나, 연평균 증가율은 -5.9%로서 전체 화차의 -1.4%에 비해서 감소폭이 크게 나타나고 있다[2]. 장래에도 일반 무개차의 내용년수 도래에 따른 폐차가 예정되어 있고 신규 제작의 가능성도 낮아 장기적인 관점에서의 무개차 보유량 및 수송횟수는 지속적으로 낮아질 것으로 판단된다. 그러나 일반 무개차는 여전히 전체 철도수송에서 벌크시멘트차, 컨테이너차 다음으로 큰 역할을 담당하고 있으며, 이러한 역할은 중단기적으로는 큰 변동이 없을 것으로 판단된다. 따라서 일반 무개차를 효율적으로 활용하기 위해서는 장기적인 수요 감소에 대비한 운용 방안을 도출할 필요가 있다.

철도화차와 관련된 연구는 벌크화물 수송용 컨테이너의 개발이 시작된 시점에서 여러 가지 연구가 제시되고 있다. 일반 무개차를 대체할 목적으로 다목적 화차를 구현하기 위한 연구로서 다목적 화차의 도입 필요성[3], 다목적 화차의 소요량 분석[4], 탈부착식 수송용기의 경제성 분석[5] 등의 연구가 진행되었고, 철도화차의 효율성을 높이기 위한 새로운 대안의 제시와 효과를 분석하였다. 일반 무개차의 주요 수송품목인 벌크화물의 철도물류 프로세스와 관련된 연구도 석탄류[6], 광재[7], 크링카[8], 광석[9] 등에 대한 연구가 진행

\*Corresponding author.

Tel.: +82-31-460-5479, E-mail : ktkim@krrri.re.kr

©The Korean Society for Railway 2013

http://dx.doi.org/10.7782/JKSR.2013.16.2.138

되었으며, 이러한 연구들은 설문조사를 통해서 현재의 철도 물류 프로세스를 분석하고 일반 무개차가 수송하는 주요 품목별로 개선 방향을 제시하였다. 화차의 효율성을 평가할 수 있는 지표를 제시한 연구[10]에서는 국내의 대표적인 화차인 벌크시멘트차, 컨테이너차, 일반 무개차, 호퍼차를 대상으로 하여 효율성을 평가하는 지표를 분석하였다. 현재까지의 선행연구들은 벌크화물 철도수송과 관련하여 벌크화물 컨테이너의 도입과 효과분석, 철도물류 프로세스의 개선과 효율성 평가 지표 등의 제시는 있었으나, 아직까지 화차의 운용 방안에 대한 연구는 없는 것으로 파악되었다.

본 연구에서는 일반 무개차의 효율성 분석을 통해서 시사점을 도출하고, 이로부터 일반 무개차의 운용 방안 수립을 위한 방향을 제시하고자 한다. 선행연구[10]에서는 화차의 효율성을 파악할 수 있는 지표로서 량당 수송횟수, 수송거리, 수송수입 등을 제시하였다. 본 연구에서는 일반 무개차에 대해서 3가지 지표를 포함하여 화차 단위로 효율성을 분석하고, 이로부터 향후 일반 무개차의 운용 방안의 방향성을 제시하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 일반 무개차의 효율성 분석

#### 2.1.1 분석자료

일반 무개차의 효율성 분석을 위해서 2010년 화차 단위

의 수송실적 자료를 활용하였다. 2010년 기준 영업용 일반 무개차의 보유량은 2,087량이지만[11] 수송실적이 있는 화차는 2,048량이다. 이 중에서도 30량은 화물수송실적은 없으며, 공차로 수송된 실적 만이 있을 뿐이다.

사용된 자료의 형식은 Table 1과 같이 운행일, 열차번호, 열차구분, 열차종별, 차량번호, 차종코드, 품목코드, 연결역명 및 출발일시, 해방역명 및 출발일시, 영공으로 구분되어 있으며, 총 331,621개의 행으로 구성되어 있다. 열차의 구분은 정기, 부정기, 임시, 현시각으로 구분되며, 자료의 구성비는 각각 87.7%, 1.1%, 2.2%, 9.0%이다. 열차종별은 본 자료에서는 모두 6개 유형으로 구분되는데, 화물(21) 79.4%, 근거리(22) 13.1%, 단행(42) 7.5%를 차지하고 있다. 차량번호는 일반 무개차의 관리번호로서 본 자료에는 총 2,048량이 있다. 차종코드 6215는 일반 무개차의 관리코드이다. 품목코드는 총 38개로 분류되며, 공차(42.8%)를 포함한 석탄류(유연탄, 국내무연탄, 수입무연탄), 광석류(광재, 석회석 소괴, 경석, 사문석, 석회석 분, 백운석 소괴, 석회석 중괴)의 상위 10개 품목이 전체의 98.3%를 차지하고 있다. 영공은 공차운행(E)과 열차운행(L)으로 구분되며, 자료의 비율은 각각 57.0%, 43.0%이다. 일반 무개차의 효율성 분석에는 열차운행 자료를 활용한다.

#### 2.1.2 효율성 지표 분석

일반 무개차 2,048량에 대한 2010년 기준 수송거리를 분석하기 위해서 원자료를 재구성하였다. 원자료의 연결역명

Table 1 The DB structure of freight cars' itineraries

Date	Train No.	Train type (1)	Train type (2)	Car No.	Car type	Item code	Departure station	Departure time	Arrival station	Arrival time	L/E
2010/01/01	3480	1	21	50005	6215		Donghae	2009/12/31 23:47:22	Dogye	2010/01/01 00:34:17	E
2010/01/01	3480	1	21	50051	6215		Donghae	2009/12/31 23:47:22	Dogye	2010/01/01 00:34:17	E
2010/01/01	3218	1	21	584121	6215		Ipseokri	2010/01/01 02:33:53	Shintanjin	2010/01/01 05:47:00	E
2010/01/01	3364	1	21	50009	6215	1010102	Jecheon	2010/01/01 03:27:59	Seongbuk	2010/01/01 06:44:09	L
2010/01/01	3364	1	21	50186	6215	1010102	Jecheon	2010/01/01 03:27:59	Seongbuk	2010/01/01 06:44:09	L
2010/01/01	3258	1	21	583860	6215	1010102	Iksan	2010/01/01 04:43:51	Gimcheon	2010/01/01 08:14:59	L
2010/01/01	3258	1	21	583930	6215	1010102	Iksan	2010/01/01 04:43:51	Gimcheon	2010/01/01 08:14:59	L
2010/01/01	3120	1	21	50059	6215	1010102	Iksan	2010/01/01 04:55:11	Uiwang	2010/01/01 08:34:35	L

Table 2 The efficiency analysis of gondola cars

No. of car	No. of transport	Transport distance (km)	Revenue (1,000 won)	Average per car			B/A
				No. of transport (A)	Transport distance (B)	Revenue	
2,048	113,726	25,344,207	57,154,681	55.5	12,375	27,908	222.9



Table 4 The main departure-arrival pairs by group

High 20% Group			Low 20% Group			Whole gondola cars		
O-D pair	Frequency	Ratio	O-D pair	Frequency	Ratio	O-D pair	Frequency	Ratio
Goedong-Dodam	7,229	25.4%	Tongri-Donghae	5,315	34.4%	Goedong-Goedong	24,806	21.8%
Cheolam-Dodam	2,415	8.5%	Mokpo-Jangseong	1,396	9.0%	Cheolam-Goedong	8,967	7.9%
Seokhang-Goedong	1,997	7.0%	Cheolam-Donghae	1,380	8.9%	Goedong- Ipseokri	6,712	5.9%
Goedong-Ipseokri	1,921	6.8%	Goedong-Dodam	1,167	7.6%	Seokhang-Goedong	6,657	5.9%
Gomyoung-Goedong	1,677	5.9%	Dogye-Donghae	762	4.9%	Incheon-Ipseokri	6,418	5.6%
Incheon-Ipseokri	1,671	5.9%	Mukhohang-Donghae	511	3.3%	Mukhohang-Ipseokri	6,095	5.4%
Mukhohang-Ipseokri	1,582	5.6%	Cheolam-Dodam	461	3.0%	Tongri-Donghae	5,315	4.7%
Songhak-Goedong	1,338	4.7%	Chujeon-Donghae	456	3.0%	Gomyoung-Goedong	5,251	4.6%
Taegeum-Bugang	895	3.1%	Incheon-Ipseokri	369	2.4%	Songhak-Goedong	4,434	3.9%
Cheolam-Dongducheon	404	1.4%	Goedong-Ipseokri	361	2.3%	Taegeum-Bugang	3,070	2.7%
Subtotal	21,129	74.2%	subtotal	12,178	78.8%	subtotal	77,725	68.3%

이가 발생하는 것을 확인하였다. 발송역 기준 하위 20% 그룹은 괴동의 점유율이 10.7% 수준으로서 상위 20% 그룹의 34.1%에 비해 매우 낮아지며, 인천, 석항은 각각 7.2%에서 2.8%, 7.0%에서 2.2%로 크게 낮아진다. 하위 20% 그룹에서 점유율이 높아지는 역은 통리, 목포가 각각 2.2%에서 35.3%, 0.1%에서 9.2%로 급격하게 높아지는 것을 알 수 있다. 도착역 기준 하위 20% 그룹은 동해, 장성의 점유율이 54.5%, 9.1%로서 높은 수준이지만, 상위 20% 그룹에서는 각각 0.1%, 0.1%로서 무시할 수 있는 수준이다.

Table 4의 주요 발송역-도착역을 보면 앞에서 분석한 발송역, 도착역의 특성을 모두 포함하고 있다. 하위 20% 그룹은 통리-동해, 목포-장성, 철암-동해, 도계-동해, 목호항-동해, 추전-동해 등이 점유율이 높는데 이 구간들은 상위 20% 그룹에서는 점유율이 극히 낮다. 결국 영동선, 태백선의 국내 무연탄을 발송하는 역(통리, 도계, 철암, 추전)에서 동해로 수송되는 단거리 운행화차들의 효율성이 크게 떨어지는 것으로 판단할 수 있다.

## 2.2 일반 무개차의 운용 방안

Table 2에서 일반 무개차 1량당 연간수송거리는 12,375km 인데, 이를 일평균으로 환산하면 33.9km이다. Table 3에서 제시된 하위 20%의 경우 11.6km, 상위 20%는 45.8km, 가장 효율성이 높은 화차(화차번호 50439)도 55.1km에 불과한 실정이다. 적재가 완료된 화차가 발송역에서 최종 도착역까지 운행할 때 중계역에서의 화차 재조성 시간을 제외한 순수하게 본선을 운행한 시간으로 보더라도 일평균 영차운행시간은 0.96시간이며, 가장 효율성이 높은 화차의 일평균 운행시간도 1.59시간에 불과한 것으로 분석되었다.

일반 무개차의 효율이 낮은 것은 수요에 비해서 보유량이 많은 것이 중요한 원인 중의 하나이다. 수요에 비해서 많은 화차를 보유하고 있기 때문에 수송에 투입되지 않고 방치되는 화차가 많아지게 되어 전체 화차의 효율성을 떨어뜨리고 있는 것이다. 일반 무개차를 가장 효율성이 높은 화차 수준



Fig. 3 Remodeled gondola cars

로 운용할 경우 동일한 수송력을 유지하기 위해서 필요한 화차수는 1,228량이며, 상위 20%의 화차 수준을 기준으로 할 경우 1,504량 수준인 것으로 분석된다. 적정 보유량수의 정확한 산정을 위해서는 보다 더 면밀한 분석이 필요하겠지만, 이를 감안하더라도 2010년 기준 일반 무개차의 보유량인 2,087량은 너무 과다한 수준으로서 적정보유량을 제외한 화차를 다른 용도로 활용하는 것이 바람직하다.

특히 Fig. 3에서 보는 바와 같이 일반 무개차를 컨테이너 수송용인 무개컨테이너차로 활용할 수 있다는 것이 증명되었기 때문에 이를 보다 더 확대할 필요가 있다. 또한 내구연한이 지난 차량(2010년 기준으로 도입된 지 25년 이상)의 보유량도 420량(20.4%)에 달하고 있어 유지보수비의 증가 요인이 되기 때문에 내구연한이 지난 화차의 운용 기준을 보다 엄격하게 적용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

Table 4를 보면 일반 무개차가 운행하는 주요 구간에 수요가 집중되는 경향을 보이고 있다. 특히 발송역-도착역 기준으로 약 500여개 운행구간 중에서 괴동-도담 구간이 전체의 21.8%를 차지하고 있으며, 상위 10개 구간이 전체의 68.3%를 차지하고 있다. 이 중에서 일평균 수송화차수는 괴



동-도담 구간이 68.0량으로 가장 높고, 태금-부강 구간이 8.4량 수준이다. 일반 무개차는 화물열차 1회에 약 20량 전후로 편성되기 때문에 괴동-도담 구간은 주간 24회, 태금-부강 구간은 주간 3회 정도의 열차가 정기적으로 운행하여야 한다. 일반 무개차의 회귀일이 4일 이상으로 알려져 있기 때문에, 이 구간에서는 고정 열차를 투입할 수 있는 여건이 마련되어 있다.

예를 들면 괴동-도담 구간의 본선 운행시간은 6.82시간, 괴동-입석리 구간의 본선 운행시간은 8.07시간인 것으로 분석되었는데, 이 구간의 회귀일을 4일로 관리할 경우 여유율을 10%로 하더라도 약 380량((24,806량 + 6,712량)/365일×4일×1.1)의 화차를 이 구간에서만 고정 편성할 수 있다. 즉 전체 일반 무개차의 18.5% 만으로 전체 수요의 27.7%를 감당할 수 있게 된다. 만약 도담, 입석리에서 발생한 공차를 인근에 있는 석항, 고명, 송학에서 괴동으로의 광석 수요를 수송한다면 380량으로 수송할 수 있는 수요는 42.1%까지 늘어날 수 있다. 그러나 현재의 운행방식을 보면 상위 20%에 해당하는 화차의 운행구간수가 평균 24.9개에 이르는 것으로 분석되어 하나의 화차가 운행하는 구간이 너무 많은 것이 현실이며, 이로 인해 공차운행의 증가 등 비효율적 요인이 발생한다. 따라서 본 연구에서 제시한 구간 이외에도 안정적으로 열차를 투입할 수 있는 구간을 지속적으로 발굴하여, 특정 구간에만 운행하는 화차수를 늘려가는 것이 효율성을 높일 수 있는 방안이 될 것이다.

효율성 지표 분석에서 도출된 주요 결과 중의 하나는 동해에 도착하는 화차의 효율성이 매우 낮은 특징을 보인다는 것이다. 동해 인근에 위치한 화력발전소로 무연탄이 공급되는데 도착역에서의 하화시간은 비교적 양호하지만 발송역에서의 화차대기시간이 매우 긴 특징을 가지고 있다. 주요 발송역은 강원도 탄광지역인 통리, 철암, 도계, 추전으로서, 운

행거리가 36.3-70.6km의 단거리라는 특징이 있다. 특히 이 구간에 투입되는 화차는 카덤방 방식으로 하화하기 때문에 강도 유지를 위해서 무개차 중간 부위에 여러 개의 바를 설치하고 있어서 굴착기나 스크레이퍼 등을 사용하는 역에서는 활용하기가 곤란한 화차이다. 보유하고 있는 화차수는 140량(화차번호 951001-951140)에 달하지만 보유량에 비해서 수요가 적고, 다른 구간에 투입할 수도 없는 상황이므로 운용 효율성이 낮은 것으로 분석되었다. 향후에도 추가적인 수요의 증가를 기대하기 힘들기 때문에 수송량에 비해서 과도하게 보유하고 있는 화차를 적정 수준(괴동-강원권 분석과 동일한 조건에서 산정한 적정 화차수는 103량)으로 줄일 필요가 있으며, 타 용도로 활용할 수 있도록 개조하여 컨테이너 수송 용도로 활용하거나 다른 구간에 투입하도록 하는 것이 바람직하다.

Table 3에서 하위 20% 화차의 연간수송횟수는 37.8회에 불과한 것으로 분석되었는데, 일반 무개차를 과다 보유하고 있는 것뿐만 아니라 화차의 가용률이 떨어지는 것도 주요한 원인 중의 하나이다. 일반 무개차가 수송하는 품목이 주로 석탄류, 광석류이고, 발송역과 도착역에서의 수단간 환적을 위해서 주로 굴착기를 사용하기 때문에 환적시간 및 대기시간 증가로 이어진다. 이로 인해 전체 철도수송시간에서 수송을 위한 준비시간인 적재, 대기, 하화시간이 길어지는 현상이 발생하는데, 일반 무개차가 주로 수송하는 유연탄의 경우 전체 철도수송시간에서 준비시간이 차지하는 비율이 91.7%에 달해서 본선 수송시간은 8.3%에 불과한 실정이다 ([2]에서 제시된 자료를 사용하여 계산). 또한 굴착기로 화물을 적재 및 하화할 때 굴착기의 포크가 적재함에 손상을 주기도 하고, 작업장에서의 화차 이동도 굴착기로 밀어주는 방식을 사용하는 것도 적재함 손상의 원인이 된다. 일반 무개차의 적재함이 손상되면 검수주기가 도래하지 않더라도 유지보수를 위해 정비창에 입고해야 하기 때문에 화차의 가용률이 떨어지는 것이다. 따라서 일반 무개차의 운용 효율을 높이기 위해서는 준비시간을 줄이고, 환적 시에 적재함에 손상을 주지 않기 위한 노력이 필요하다.

컨테이너의 경우 전체 철도수송시간에서 본선 수송시간이 차지하는 비율은 영컨테이너 기준으로 18.8-24.0% 수준인 것으로 분석되었는데, 일반 무개차의 수송 품목도 컨테이너 수준으로 개선시키기 위해서는 벌크화물 수송용 컨테이너의 도입을 고려하는 것이 필요하다. 벌크화물 수송용 컨테이너를 도입할 경우 석탄류, 광석류도 컨테이너로 취급이 가능해지기 때문에 회귀일의 개선과 환적 과정에서의 적재함 손상 문제를 해결할 수 있다. 다만 현재의 일반 무개차로 컨테이너를 수송하기 위해서는 무개컨테이너차로의 개조가 필요하기 때문에 내구연한이 많이 남은 화차는 개조하여 사용하고, 내구연한이 얼마 남지 않은 화차는 폐차시기에 수요를 고려하여 컨테이너차로 대체해 나가는 전략이 필요하다.

### 3. 결 론

본 연구에서는 화차의 효율성 지표인 수송횟수, 수송거리, 수송수입에 기반하여 일반 무개차의 효율성을 분석하였으며,



Fig. 4 An example of gondola cars' operation

효율성이 높은 화차와 낮은 화차의 비교 분석을 통해서 향후 운용 방안의 방향성을 제시하였다. 장기적인 관점에서 일반 무개차의 역할은 점진적으로 축소될 것으로 판단되며, 이에 대비하여 일반 무개차의 향후 운용에 대한 제안을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 일반 무개차의 보유량이 수송수요에 비해서 과다한 것으로 분석되었기 때문에 적정 보유량을 초과하는 화차를 무개컨테이너차 등으로 개조하여 활용하고, 유지보수비용이 많이 드는 내구연한 경과 차량은 폐차하는 등의 방안이 필요하다. 둘째, 화차의 고정 편성이 가능할 정도로 수요가 충분한 구간에는 해당구간에만 운행하는 화차를 투입함으로써 동일한 화차가 너무 많은 구간에 운행하여 발생할 수 있는 비효율을 차단해야 하며, 양방향 수송이 가능한 인접역을 활용하여 효율을 도모할 수 있다. 셋째, 동해역에 인접한 화력발전소에만 운행하는 140개 화차의 운용 효율성이 낮기 때문에 수요에 맞는 적정 수준의 화차만 유지하고, 나머지는 개조하여 컨테이너 수송에 활용하거나 다른 구간에 투입하는 것이 요구된다. 마지막으로, 일반 무개차가 수송하는 화물의 특성 때문에 환적 시에 발생하는 환적시간 증가, 적재할 손상 등의 문제를 해결할 수 있도록 벌크화물 수송용 컨테이너를 도입하여 화차의 회귀일을 개선할 필요가 있다.

본 연구에서는 일반 무개차의 효율성 분석을 근거로 운용 방안을 제시하였으나, 향후 운영회사의 화물철도역 정비계획에 의해 거점화되는 화물역을 중심으로 일반 무개차의 운영 환경이 변화할 것으로 예상된다. 따라서 이러한 외부적인 여건을 반영하여 일반 무개차의 운용 방안을 재검토할 필요가 있다. 또한 본 연구의 범위를 벗어나는 것으로 판단되어 제시하지 못한 일반 무개차의 적정 보유량에 대한 보다 정량적인 분석이 요구된다.

## 참고문헌

- [1] Korea Railroad, Korail Airport Railroad, Korea Rail Network Authority (2001-2011), Statistical Yearbook of Railroad.
- [2] Korea Railroad Research Institute (2011) The Development of Bulk Containers for Through Transit.
- [3] Y.J. Kwon, K.T. Kim, S. Lee (2010) The necessity of multi-purpose freight car in railway transportation, *Proceeding of the Korean Society for Railway Spring Conference*, Changwon, pp. 1533-1541.
- [4] K.T. Kim, S. Lee, Y.J. Kim (2009) A Study on the multi-purpose freight car demand through surplus freight car analysis, *Proceeding of the Korean Society for Railway Autumn Conference*, Jeju, pp. 2632-2646.
- [5] K.T. Kim, Y.J. Kim, Y.J. Kwon (2009) The economic analysis on the attachable container of flat car, *Proceeding of the Korean Society for Railway Autumn Conference*, Jeju, pp. 2647-2654.
- [6] K.T. Kim, Y.J. Kwon, Y.J. Kim, S. Lee, Y.J. Kwon (2011) The logistics process analysis of coal market, *Proceeding of the Korean Society for Railway Autumn Conference*, Jeju, pp. 3299-3305.
- [7] K.T. Kim, Y.J. Kwon, S. Lee (2012) A study on the railway distribution process of slag, *Proceeding of the Korean Society for Railway Spring Conference*, Mokpo, pp. 859-863.
- [8] H.S. Kim, K.T. Kim, Y.K. Bhang (2011) A study on the analysis of railway freight process of clinker and improvement method, *Proceeding of the Korean Society for Railway Spring Conference*, Hoengsung, pp. 942-947.
- [9] C.J. Ko, S. Lee, K.T. Kim (2011) The logistics analysis of sub-ingredients in steel industry(Focused on Ore), *Proceeding of the Korean Society for Railway Spring Conference*, Hoengsung, pp. 954-959.
- [10] K.T. Kim, S. Lee, Y.J. Kwon, Y.J. Kim (2012) The efficiency index analysis of railway freight car, *Journal of the Korean Society for Railway*, 15(3), pp. 272-277.
- [11] Korail Logistics Headquarter (2010) Business Status.

접수일(2013년 1월 25일), 수정일(2013년 2월 7일),  
게재확정일(2013년 3월 11일)

**Kyoung Tae Kim** : ktkim@krii.re.kr

Advanced Logistics Research Team, Korea Railroad Research Institute, Woulam-dong, Uiwang 437-757, Korea

**Suk Lee** : slee@krii.re.kr

Advanced Logistics Research Team, Korea Railroad Research Institute, Woulam-dong, Uiwang 437-757, Korea

**Young Ho Lee** : yhrhee@krii.re.kr

Advanced Logistics Research Team, Korea Railroad Research Institute, Woulam-dong, Uiwang 437-757, Korea

**Keun Yul Yang** : yul88@krii.re.kr

Advanced Logistics Research Team, Korea Railroad Research Institute, Woulam-dong, Uiwang 437-757, Korea