

철도 연계 및 복합운송을 위한 물류운영시스템

Freight Operation System for Rail-Road Intermodal and Multimodal Transportation

문 대섭*
Moon, Dae-seop

정 병현**
Chung, Byung-hyun

조 혜진***
Cho, Hye-jin

Abstract

Due to the fact that high speed railroad will be opened to traffic and TSR and TCR will be connected to Korean railroad network in near future, the efficient operation methods of Railroad freight transportation have been embossed as a matter of concern. But, it is true that the present level of our railway infrastructures and operation systems are still low. This study examines the freight transportation system and introduces new logistic service systems including network strategies and terminals which are having developed overseas to increase the efficiency of existing railroad transportation system. In case of giving careful consideration to the new methods, it is expected that the high developed freight transportation systems will be applicable to our country.

1. 서 론

2002년 고속철도 개통과 대륙철도 연결에 대한 기대감으로 최근 화물/물류의 효율적 운영에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 국내외적 수송여건 변화는 한반도 운송체계가 획기적으로 발전하는 계기가 될 뿐만 아니라 한반도가 동북아시아의 명실상부한 물류 중심지로 발전할 수 있는 중요한 전기가 될 것임에 분명하다. 그러나 현재의 상황에서는 물류기반시설의 부족, 물류표준화 및 자동화의 미흡, 시설·장비의 비효율적인 운영 등 복합적인 원인에 기인해 물류부문의 후진성을 면치 못하고 있다. 세계적으로는 철도중심의 화물운송체계의 구축에 대한 관심이 증가되면서, 각종 다양한 화물수송방식이 도입, 활용되고 있는 추세이다. 철도역을 연계운송의 거점 및 물류단지화하여 거점에서 제공하는 서비스를 고도화함으로써 화주가 널리 이용하도록 하며, 화물의 운송과 보관을 일관되게 처리함으로써 철도가 거점운송을, 자동차가 지선운송을 담당하는 복합일관수송체계를 구축하여 철도운송 이용의 확대를 도모하기도 한다. 여기에서는 철도화물서비스시스템의 검토와 함께, 새로 개발·도입되고있는 네트워크 전략 및 터미널의 사례와 특성을 소개하고 향후 국내 도입에의 시사점을 논의해보고자 한다.

*한국철도기술연구원 책임연구원, 회원

**한국철도기술연구원 선임연구원, 회원

***한국철도기술연구원 연구원, 비회원

2. 철도화물서비스 시스템 및 네트워크 전략

2.1 철도화물서비스 시스템

(1) block train

block train은 스위칭 야드(switching yard)를 이용하지 않고 화물역간을 직접 운행하는 열차편성의 한 형태이다. block train은 화차의 구성(수 및 타입)이 고정되어 있지는 않다. 만일 물량이 충분하고 조차장이 적은 철도망에서는 block train이 매우 효율적인 서비스 형태라고 말할 수 있다. 따라서 block train을 이용하기 위해서는 우선 충분한 물량 - 열차용량의 60%이상은 적재할 수 있는 물량 - 이 존재하여야 한다.

block train이 한 화주만을 위해서 block서비스를 제공하면 이를 company train이라고 한다. company train은 특정 화주의 화물에 맞게 열차를 편성해야 하는 특성 때문에 특수화차, 고하중축(high axle load), 화차간의 특수연결장치, 그리고 고동력기관차 등으로 구성되는 경우가 많다. 따라서 company train은 주로 bulk화물, 화학제품, 신형자동차 등의 수송에 많이 이용된다. 화주들이 company train을 이용하는 주목적은 신속한 수송이라기 보다는 비용절감에 있다.

(2) logistic train

logistic train은 화주의 자체 화물수송망(logistic chain)의 한 부분이다. 이러한 형태의 열차서비스는 신속수송, 고적재, 수송의 신뢰성(예를 들어 도착시간 준수) 등을 원하는 화주의 요구에 따라 화차가 형성되고 열차편이 계획된다. 유럽에서 logistic train은 주로 특정 회사의 생산거점간의 구간에 운행된다.

(3) single-wagon train

single-wagon train은 복수의 중간역(또는 터미널)을 거치면서 운행하는 열차서비스이다. single-wagon train은 철도화물 운송서비스 부문에서 가장 높은 비중을 차지하는 수입원이다. 이용 물량에 대해 높은 가격을 부과할 수 있으나 환적에 따른 비용 또한 높은 서비스시스템이다. 야드에서의 화차의 분류는 경사를 이용하는 선팅(shunting)방법이 주로 이용된다. 목적지까지 충분한 물량이 확보될 때 한 열차편이 편성된다. 따라서 single-wagon train은 운행회수가 낮아 - 예를 들어 주당 1회 - 화물의 대기시간이 매우 높다. 야드사이에서 single-wagon train은 모든 종류의 화차 및 화물을 수송한다. 모든 야드에서 화주가 원하는 시간에 따라 서비스를 제공하는 것이 아니라 가능한 열차편에 따라 서비스가 제공된다. 따라서 서비스의 질은 물량의 규모에 따라 좌우된다. 중간역에서의 정지는 전체 수송시간을 길게 한다.

(4) 복합운송 서비스(combined traffic, CT)

CT는 다른 수송수단과의 연계수송을 위한 열차서비스로서 container, swap-body 등 표준화된 수송용기에 의한 운송 뿐만 아니라 특수화차에 의한 화물차량의 운송, 즉 rolling road 내지 piggy-back 운송도 포함된다. CT는 도로 및 철도의 장점을 이용하기 위한 것이다. 규격용기는 화물을 직접 다루지 않고 수송수단간을 쉽게 연계할 수 있게 한다. CT는 최소한 250km의 수송거리 - 일부에서는 500km라고 말하기도 함 - 가 필요하다. CT의 고객들은 장거리 철도구간에서 자신들의 화물을 공로만큼 신속하게 수송하기를 원한다. 이것은 터미널간을 직접 운송하는 block train에 의해 가능하다. 그러나 block train을 운행하기 위해서는 앞에서도 언급한 바와 같이 양방향으로 충분한 수송수요가 확보되어야 한다. CT의 direct train은 터미널간을 직접 연결한다. 그러나 이 열차는 다수 화주의 물량을 적재한다는 점에서 앞에서 언급한 Block train과 구분된다. direct train의 화차 구성이 고정되어 있고 열차가 목적지까지 수송후 다시 귀로서비스를 제공한다면 이를 shuttle train이라고 말한다. 한편 물량이 충분하지 않은 구간에는 wagon-group-train이 이용된다. 즉 터미널에서 같은 목적지를 가진 화차들로 한 그룹을 만든다. 이 그룹들은 한 열차로 형성되어서 선팅야드까지 보내게 되는 데, 이 곳에서 다시 그룹들은 CT direct train으로 형성되어 최종목적지까지 수송된다. 이것은 일종의 hub & spokes 시스템이라 말할 수 있다. 이외에 앞에서 언급한 CT화물은

single-wagon train에 혼합되어 수송되기도 한다.

(5) small-box 시스템(또는 parcel-services(PS))

화주의 화물이 한 화차를 채우지 못할 경우 한 화차에 여러 화주의 화물을 함께 적재해야 한다. 이러한 철도 택배화물들은 그동안 활성화되지 않았다. 기존 철도는 너무 느리고 화물취급비용이 매우 높기 때문이다. 특히 철도의 경우 수단 특성 때문에 화물취급시스템을 자동화하기가 공로보다 더욱 어렵다. 더구나 택배서비스는 매우 수요탄력성이 높은 시장이기 때문에 철도가 공로에 경쟁하기는 더욱 어렵다. 그러나 최근 몇몇 철도회사는 자신의 화물분류시스템 개발과 함께 고속 화물열차로 PS를 제공하고 있다. 대표적인 PS의 예로는 TGV-Postal, ICE-G, HIGHSPEDMIX 등을 들 수 있다. 이들 모두 프랑스와 독일에서 제공되는 서비스인 데 PS 열차는 최대 140-160km의 고속으로 운영되는 것이 특징이다

(6) shuttle train

shuttle train은 터미널에서의 화차취급작업을 줄이기 위해 화차의 수와 구성이 고정되며 출발지-목적지-출발지를 연결하는 loop형 구간에서 서비스를 제공하는 열차형태이다. 이 열차서비스시스템은 열차의 서비스과정을 단순화한 것으로 철도회사에게는 터미널에서 화차의 취급비용을 줄일 수 있다는 장점이 있다. 그러나 shuttle train을 운행하기 위해 두 터미널간의 수송수요가 충분하고 안정적이어야 한다. shuttle train은 전통적인 block train에 비해 15-20%의 비용을 절약할 수 있는 시스템으로 알려졌다.

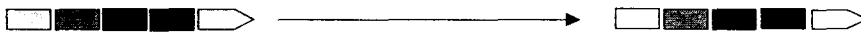


그림1. shuttle train의 개념

(7) Y-shuttle train

Y-shuttle train은 한 개의 중간터미널을 거치는 것을 제외하고는 shuttle train과 같은 형태의 서비스를 제공하는 열차형태이다. 따라서 shuttle train과 마찬가지로 화차의 구성이나 수가 고정되어 있는 열차서비스이다.



그림2. Y-shuttle train의 개념

(8) coupling & sharing train

중·단거리수송이나 소규모터미널에서 이용할 수 있는 modular train에 의한 열차서비스형태이다. coupling & sharing train은 기존의 single-wagon 화물의 개선대안으로 제기된 열차형태로서, coupling & sharing train은 중간역에서 화차의 취급을 단순화하여 열차형성을 신속하게 한다.

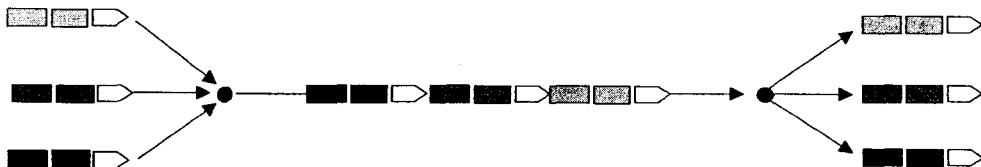


그림3. Coupling & sharing train의 개념

(9) liner train

장거리구간에 여러 개의 소규모 터미널이 존재할 때 마치 여객열차와 같이 각 기착터미널마다

화차를 pick-up & delivery하는 형태의 열차이다. 각 터미널에서는 저비용장비를 이용하여 화차를 연결하거나 탈락시킨다. 현재 독일에서 계획하고 있는 liner train은 주로 자국내의 지역내 또는 지역간 철도노선에 적용하는 데 그 개발의 목적을 두고 있다.

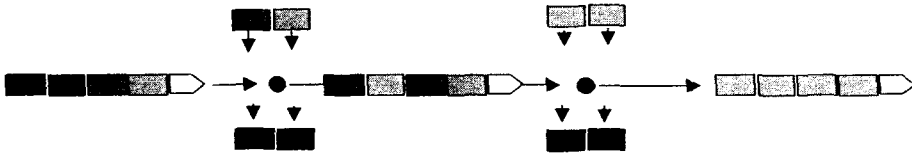


그림4. Liner train의 개념

2.2 철도화물서비스를 위한 네트워크 전략

철도서비스의 네트워크전략은 크게 물동량의 수준과 안정성, 철도노선과 터미널, 화물시장의 공간구조, 관련 operator간의 경쟁규칙과 협력관계 등의 요소들에 의해 결정된다. 여기서는 이상의 요소들을 고려하면서 개발된 대표적인 철도네트워크 전략의 사례를 소개한다.

(1) shuttle train에 기초하는 corridor전략

물량이 충분하고 변동폭이 적은 구간에 도입이 용이한 전략으로 열차의 화차구성이 고정되어 있기 때문에 수요에 융통성있게 대처하기 어렵다는 단점이 있다. 따라서 이 네트워크전략은 작은 규모의 단일교통축에 이용이 용이하다. 몇몇 복합운송업체들이 주요항구와 배후지역간의 교통축에서 이 전략을 이용하고 있으며, 따라서 엄밀하게 말하면 shuttle train에 기초하는 corridor전략을 네트워크 전략이라고 보기는 힘들다.

(2) gateway 전략

gateway 전략의 개념은 그림에서 보는 바와 같이 다수의 출발지(소형터미널)에서 대형터미널로 집중한 후 대형터미널에서 몇 개의 주간선철도망과 연결하는 수송전략이다. 결국 대형터미널은 일종의 gate 역할을 수행하는 셈이다. 이 네트워크전략에는 shuttle train, Y-shuttle train, block train, liner train등 다양한 열차서비스가 이용될 수 있는데, 종종 다수목적지간을 서비스 - 예를 들어 hub & spokes 전략 - 하는 운송업체들과 경쟁이 발생한다. 이 전략을 채택하고 있는 대표적인 회사는 유럽전역을 영업범위로 하는 Hupac이다. 총 물량의 90%는 shuttle train에 의해 8개 주요 목적지로 수송되고, 좀더 적은 규모의 물량구간에는 Y-shuttle train을 이용한 gateway전략을 이용한다. 현재 Hupac의 gateway네트워크 전략은 가장 성공적인 사례로 평가되고 있다.

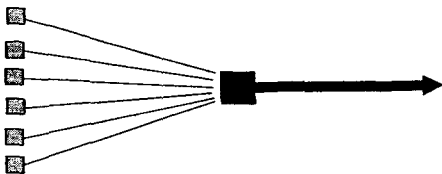


그림5. Gateway 전략의 개념

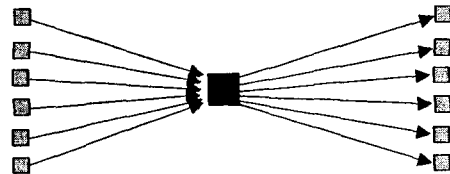


그림6. Hub 네트워크 전략의 개념

(3) hub 네트워크 전략

물량이 충분하지 않으면 한 열차 - 즉 block train - 를 배정하기 곤란하다. 이럴 경우, 출발지에서 나가는 모든 물량을 일단 hub로 보내고 hub에서는 모아진 물량들을 목적지별로 보내어 문제를 해결할 수 있다. 그러나 중간의 hub터미널로 인해 추가적인 환적비용과 환적에 따른 지체비용이 발생하기 때문에 hub네트워크 전략이 성공하기 위해서는 신속한 환적작업이 전제가 되어야 한다.

유럽에서의 hub네트워크 전략은 크게 낮은 물량수준 및 장거리수송을 위한 유럽차원의 hub전략과 중거리수송을 위한 자국내 hub 전략으로 구분할 수 있다.

전자의 대표적인 예로 유럽의 남부와 북부지역을 연결하는 hub시스템을 개발한 ICF를 들 수 있다. ICF는 프랑스의 북동부 도시인 메츠(Metz)역을 허브로 하여 북부의 14개 터미널과 남부의 24개 터미널에 hub서비스를 제공하고 있다. 메츠의 hub터미널은 매일 400-600개의 화차를 처리하고 있으며, hub서비스에 의해 처리되는 물량은 ICF의 전체 물량중 30%를 차지하고 있다. 한편 자국내 허브전략의 사례로는 SNCF(프랑스의 국철회사)의 자회사인 CNC를 들 수 있다. 프랑스는 파리를 중심으로 거의 모든 지역을 연결하는 많은 수의 크고 작은 화물축이 있다. 그러나 각 축의 물량규모는 매우 다양하기 때문에 지역간을 직접 연결할 수 없는 경우가 상당수에 달한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 CNC는 1992년부터 파리 외곽의 Villeneuve Saint-Gorges를 hub로 하는 국내 수송망을 구축하였다. 현재 CNC물량의 50%정도가 이 hub시스템에 의해 처리되고 있으며, hub로 들어온 화차는 몇 시간 이내에 열차편성이 완료되어 최종목적지로 수송하게 되는데, 프랑스 내 거의 모든 지역이 24시간 이내에 door-to-door서비스로 최종목적지까지 수송가능하다.

3. 터미널 시스템

3.1 대형터미널

대형터미널에서 새롭게 적용하는 터미널의 개념은 수단간 환적시 자동화장비를 도입하는 것이다. 기존에는 환적기계가 열차가 정지한 상태에서 긴 선로를 이동하면서 화차를 상하역하였으나 새로운 개념은 열차가 환적센터로 서행하면 필요한 서비스를 자동화된 환적기계가 하게 된다. 현재 개발되고 있는 터미널시스템의 대부분이 이 개념을 채택하고 있다. 대형터미널은 고집적 및 모듈화된 시설로 신속한 환적이 가능하고 소요인력을 줄일 수 있으며 낮에는 철도-공로 연계터미널로 밤에는 철도의 허브터미널로 이용이 가능한 장점이 있다. 처리능력이 높고 열차와 트럭의 정지시간이 짧으나, 시스템이 복잡하고 비싸며, 초대형 터미널에만 이용가능한 단점이 있으며 수지타당성을 위해 네트워크 전략 안에 통합되어야 할 필요가 있다고 판단된다. 이하에서는 현재 개발이 진행중인 터미널시스템을 소개한다.

(1) Fast handling system

탐지기에 의해 화차의 위치와 ITU(Intermodal Transport Unit)를 검색·확인한 후 크레인이 열차와 함께 이동하며, 열차가 서행하는 동안 크레인은 자동적으로 ITU를 환적하는 Fast handling system은 독일의 Krupp Fördertechnik사가 개발하였다.

(2) Mega hub system

독일의 Preussag Noell사가 개발한 이 시스템은 여러개의 대형 자동크레인이 크레인은 긴 선로 위에서 거의 이동하지 않으면서 환적작업을 수행하는 방식이다. 선로사이에는 ITU하치장이 있는데, 이들 ITU를 자동적으로 이동시키는 시설 또한 설치되어 있다. 기존의 환적기법을 활용할 수도 있다.

(3) The compact terminal

스위스의 Tuchschnid Engineering AG가 개발한 이 터미널은 두 개의 크레인(공로화물차량용, 화물열차용)으로 구성되어 있다. 각 크레인의 중간에는 ITU하치장이 조성되어 있고, 화물열차용 크레인에 의해 ITU는 중앙의 하치장까지 옮겨진다. 옮겨진 ITU는 하치장에 하치되거나 또는 자동화된 설비에 의해 직접 공로화물차량용크레인으로 이동되고 이어 공로화물차량에 적재된다. 이 터미널은 1일 300,000 ITU를 처리할 수 있다. 직접 또는 간접적으로 공로-철도간 환적가능하고 열차 진입 전에 환적준비가 가능하며 기존의 환적기법 활용을 활용할 수 있다.

(4) Commutor

프랑스의 Technicatome et SNCF에서 개발된 이 터미널은 철도-공로 연계터미널로서 뿐만 아니라 철도의 허브역으로 가능하도록 개발되었다. Commutor는 일련의 고정크레인으로 구성되어 있다.

고정크레인은 ITU를 하치장까지 신속하게 그리고 자동적으로 이동시킨다. ITU의 중단이동은 특수 자동설비에 의해 가능하다. 또한 기관차가 터미널 내로 진입이 가능하지만 표준화차의 이용이 가능하지 않은 단점이 있다.



그림7. Fast handling system의 개념

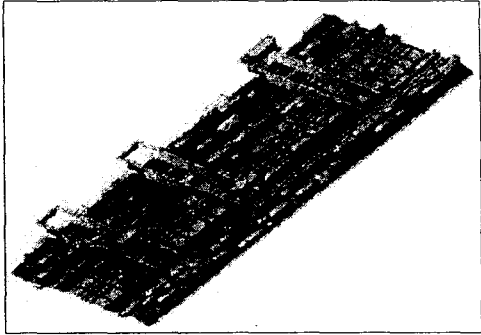


그림8. Mega hub system의 개념

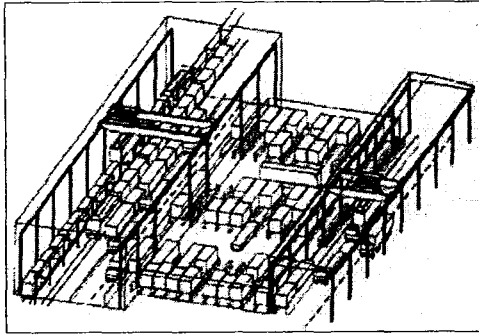


그림9. The compact terminal의 개념도



그림10. Commutor의 전경

3.2 소형터미널

소형터미널을 위한 새로운 개념들은 주로 환적의 단순화와 신속성, 유연성의 개선, 시설과 장비의 절감, 시설용지의 절감 등의 기준을 만족하는 수단을 찾는다. 그러나 소형터미널에서 ITU의 저장에 관한 신개념은 거의 없다. 이는 일반적으로 터미널에서 이루어지는 환적활동은 화물열차와 화물차량간 직접 환적하는 방식으로 이루어지기 때문이다. 따라서 소형터미널에 관한 신개념은 추가적인 투자없이 수단간 연계를 촉진하는 방향으로 추진되고 있다. 대표적인 예로 수평환적기술 (technologie de transbordement horizontal)을 들 수 있다. 이하에서는 현재 상용화되고 있거나 개발중인 시스템들을 소개한다.

(1) Bimodal system

이미 상용화되고 있는 시스템이다. 이 시스템은 special semi-trailer -일반트레일러보다 더욱 비싸고 구조가 강화된 트레일러- 를 공로 뿐만 아니라 철도에서도 수송할 수 있게 한다. semi-trailer는 최종 후미의 보기와 연결시키기 위해 후진시킨다. 이어 semi-trailer를 연결하고 다시 중간보기에 두 번째 semi-trailer를 연결한다. 이러한 과정은 한 열차가 형성될 때까지 수행한다. 최전방의 보기까지 연결이 되면 이어 이 보기는 기관차에 연결된다. 경제적이고 단순한 터미널 구조로 최소한의 터미널 부지만 필요로하며, 적재율이 높다. 신속한 환적과 ITU의 적재가 가능하며 환적시설이 필요하지 않은 장점이 있는 반면, 표준 ITU와 맞지 않고 신형 semi-trailer와 보기 필요하며 화차의 분류작업이 난해하다. 또한, semi-trailer의 중량이 증가 열차의 길이에 따라 열차 형성

(formation of train) 시간 과다소요되며 터미널에서 열차와 화물차량사이에 동시성이 요구되는 단점이 있다.

(2) 회전작업대 장착시스템(Système à plateau tournant)

이 시스템은 현재 상용화되고 있는 시스템으로서 열차와 공로차량간의 환적이 수평적 이동에 의해 이루어진다. 회전작업대 장착시스템을 이용하기 위해서는 화차에 회전작업대(아래의 가운데 그림)가 부착되어 있어야 한다. 회전작업대는 Low loader wagon에 장착된다. 따라서 열차와 화물차량간은 이 회전작업대를 이용하여 환적하게 된다. 이용이 단순하고 경제적이며 터미널시설 및 장비가 불필요한 장점이 있는 반면, 환적 도중에 ITU를 손상시킬 가능성 있고, 표준 ITU와 맞지 않으며 화물차량과 규격이 맞아야 하고 터미널에서 열차와 화물차량사이에 동시성이 요구되는 단점이 있다.

(3) 수평환적 시스템(Système pour le transbordement horizontal)

이 시스템은 현재 기본형이 개발된 상태에서 semi-trailer 아래에 놓이는 특수운반차에 의해 이루어지는 시스템이다. 장점은 단순한 구조를 가진 소형 환적장비로 경제적이고 환적을 위한 부지가 거의 불필요하다는 점이며, 환적시간이 과다소요되고 특수 semi-trailer에만 가능하며 터미널에서 열차와 화물차량사이에 동시성이 요구되는 단점이 있다.

4. 결론

21세기를 향한 화물수송의 세계적인 경향은 철도중심의 화물수송체계 구축에 정책목표를 두고 다양한 방식의 화물수송방식 및 새로운 기술, 서비스를 도입, 활용함으로써 제2의 철도 르네상스 시대를 열어가고 있다. 그러므로 우리나라도 국가물류비 절감이 국가경쟁력 제고의 원동력이라는 인식하에 21세기 세계화 시대를 맞아 효율적인 물류체계 구축이 절실한 실정이며, 이를 위해서는 현재의 수송체계를 철도중심의 복합수송 체계로 전환하여 철도화물 수송의 이용확대를 유도하는 철도 화물수송 기반을 마련하여야 할 것이다. 본 논문에서는 철도부문의 효율적인 물류체계 구축을 위해 외국에서 운영되고 있거나 또는 새롭게 소개되고 있는 철도화물서비스시스템과 네트워크 전략, 터미널 형태에 대하여 살펴보았는데, 각국은 자국의 특성에 맞는 철도화물서비스제도와 터미널 운영을 개발하여 철도의 활성화에 기여하고 있다. 우리나라에서도 우리의 특성에 맞는 철도의 운영서비스제도와 터미널 운영의 개발을 통하여 철도의 화물수송 활성화를 도모하여야 할 것인데, 이에 본 논문에서 제시한 외국의 사례를 중심으로 집중적인 검토를 통하여 우리나라에 적합한 철도화물서비스제도와 터미널 개선으로 철도활성화를 도모하여야 할 것이다.

참고문헌

1. 건설교통부·한국철도기술연구원(2001), “철도물류의 표준화·자동화 체계 구축 및 운송방식의 개선”
2. Ministry of Transport in the Netherlands, Public Works and Water Management(1998.2), “International Study on Intermodal Transport”, The Hague
3. Michael Pearson(1999), “Coming up with the goods”, J.M.Pearson & Son Publishers Ltd.
4. Paul Shannon(1999), “Railway freight operation”, Ian Allan Publishing Ltd.
5. John Glover(1999), “Railway Operations”, Ian Allan Publishing Ltd.