

대용량 컨테이너 이송장치 기술개발 전략 연구

오석문^{1*}, 이인묵¹
¹한국철도기술연구원

A Study to Develop a Multiple Container Transportation System

Suk-Mun Oh^{1*} and Inmook Lee¹

¹Korea Railroad Research Institute

요 약 컨테이너 물동량 증대에 따라 항만 내 타부두 간 환적 물동량 수요가 크게 증대되었으나, 기존 YT 방식의 타부두 환적은 이를 효율적으로 뒷받침하지 못하고 있다. 본 논문은 컨테이너항만의 경쟁력 향상을 위한 컨테이너 대용량 이송장치 개발방안을 제시하였다. 시스템 대안의 장단점 분석과 국내 터미널 운영형태를 고려하여 2단계재 다중 편성시스템(DMTS)을 최종 대안으로 선정하였다. DMTS 회전반경은 13.5m로, 국내 기존 항만의 layout에서 즉시 운용 가능할 것으로 판단된다. 특허분석을 통하여 DMTS 핵심기술 항목으로서 현가조향장치 최적설계, 동력 및 동력전달 장치, 주행제어 및 안전감시장치, 그리고 트레일러 간 연결기 등을 도출하였다. DMTS는 국내 수출입 항만에 적용하는데 문제가 없으며 단위 수송용량이 높아 운영 효율성 개선에 기여할 것으로 판단된다.

Abstract This paper presents results of a study for development and application of container massive transportation system. The system is aimed to improve competing power of Korean container ports. This paper selects Double stack Multi-Trailer System (DMTS) under consideration of pros-con analysis between three systems alternatives as well as operation process of existing Korean container terminal companies. An analysis of turning radius is undertaken for applying the system. Key elementary technologies was derived by patent analysis. DMTS has no problems in utilization to existing Korean container ports. Further, the system is expected to highly potential to improve operational efficiency in the container ports thanks to its high unit transportation capacity.

Key Words : Container, DMTS, Inter-Terminal Transport, MTS, Port

1. 서론

최근 세계 각국 주요 항만들 사이에서 물동량 유치를 위한 경쟁이 매우 치열하게 전개되고 있다. 특히 우리나라를 포함한 동아시아 지역에는 세계 컨테이너 물동량 상위 1~5위의 항만들이 모두 위치해 있어 다른 지역보다 항만간 경쟁이 더욱 치열하다[1]. 각국의 항만들은 경쟁력 향상의 일환으로 첨단기술을 활용한 항만운영의 효율성을 개선하고 운영비 절감을 위해 노력하고 있다.

네덜란드 로테르담 항의 ECT(Europe Combined Terminal)에서는 컨테이너의 무인자동 이송을 위한 AGV(Automatic Guided Vehicle) 시스템을 선도적으로 도입한 운영기관의 하나로 유명하다. 로테르담항의 이와 같은 기술투자는 주변 Antwerp, Bremerhaven, Hamburg 항 등과의 경쟁력 우위 확보를 위한 것이다[2].

독일 함부르크 항 CTA(Container Terminal Altenverde)의 경우 더욱 고성능화 된 AGV 시스템을 도입하여 컨테이너 이송의 자동화 시스템을 구축하였다.

본 논문은 한국해양과학기술진흥원 및 한국철도기술연구원 연구과제로 수행되었음.

*Corresponding Author : Suk-Mun Oh(Korea Railroad Research Institute)

Tel: +82-31-460-5484 email: smoh@krii.re.kr

Received October 2, 2013

Revised December 3, 2013

Accepted February 5, 2014

CTA에서 도입한 AGV 장치는 전기 추진방식을 채택하여 효율성이 높을 뿐만 아니라 환경측면에서도 좋은 평가를 받고 있다. 특히 360도 전 방향으로 조향되는 조향 시스템을 통하여 야드블럭(Yard Block)의 깊은 곳까지 지나드는 데 문제가 없어 현실 적용성이 높은 것으로 파악된다.

뿐만 아니라, 싱가포르 PSA(Port of Singapore Authority)의 Pasir Panjang 2단계 사업 및 로테르담의 Maasvlakte 2단계 사업 등 현재 진행 중인 항만개발 사업에서도 무인자동 이송장치들이 도입될 것으로 파악된다.

이와 같이 자동화 장비들은 도입하는 경우 초기 투자비는 기존의 방식에 비해 높으나 장기적으로 운영비를 절감할 수 있으므로, 세계 각국의 주요 항만에서는 첨단 자동화 장비에 대한 기술투자를 선호하고 있다.

국내에서는 비교적 최근에 개장한 부산신항 일부 터미널에서 자동화 시스템이 도입되었다. 한진해운 신항만은 개별 야드블럭을 담당하는 환적 크레인과 여러 블럭을 총괄적으로 담당하여 블럭과 블럭 사이 연계를 담당하는 대형 환적 크레인을 유기적으로 배치하여 상하역 작업의 효율성 향상을 도모하고 있다.

(주)BNCT의 경우 국내 최초로 수직배치 방식의 야드블럭을 구성하여 환적 크레인과 안벽 크레인간의 유기적인 연계체계를 구축하는 한편 유인으로 운행하는 Straddle Carrier를 도입하여 크레인의 적하작업 소요를 줄이는 운영 효율성을 도모하고 있다.

그러나 이 두 곳을 제외한 국내 대부분의 항만 컨테이너 터미널 운영사들은 수평배열 방식으로 구성된 야드블럭과 유인으로 운행되는 YT(Yard Truck)을 이용하는 기존 방식을 채택하고 있다. 이것은 국내 터미널 운영사가 해외 전문화된 기업에 비해 상대적으로 영세하고, 자본력과 기술투자가 부족하기 때문으로 판단된다.

부산신항의 경우 앞에서 소개한 터미널 운영사 이외에 4개의 터미널 운영사들이 자신들의 구역 내에서 독립적으로 운영 중에 있다. 이와 같은 운영환경 때문에 부산신항의 전체적인 경쟁력과 효율성 향상을 위한 총괄적 전략수립 및 기술개발 투자는 어려운 실정이다. 즉 부산신항에 입주한 6개의 터미널 운영사들 사이에는 이미 상호 경쟁적인 영업체계가 형성이 되어있다고 본다.

본 논문에서는 국내 대표적인 수출입 컨테이너항인 부산신항의 현실적인 여건을 감안하면서 항만 전체의 경쟁력 및 효율성을 향상할 수 있는 컨테이너 대용량 이송장치를 제안하고, 제안된 대용량 이송장치의 개발방안을 제시한다.

본 논문에서 제안하는 컨테이너 대용량 이송장치는 Oh 등[3]의 2012년 해양연구기획사업을 통해 기획된 연

구결과를 바탕으로 하고 있다. 대용량 컨테이너 이송장치는 터미널 내부, 터미널과 터미널 사이의 타부두 환적 또는 배후단지와 터미널 사이에서 컨테이너를 대용량으로 이송함으로써 컨테이너의 개별 이송에 비해 운영비를 절감할 수 있는 시스템이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제1절 서론에서는 국내외 항만의 경쟁력 향상을 위한 노력과 대용량 컨테이너 이송장치 개발을 위한 본 논문의 목표를 제시한다. 제2절에서는 대용량 컨테이너 이송장치를 위한 다양한 시스템 대안을 설정하고 각 대안들에 대한 특성 및 장단점을 분석하고 국내 실정에 적합한 시스템 대안을 선정한다. 제3절에서는 대용량 컨테이너 이송장치 관련 특허사례를 분석하고, 장래 확보해야할 핵심기술을 선정한다. 제4절에서는 선정된 기술의 개발방안을 제시하고, 마지막으로 제5절에서는 장래 기대효과를 예측한다.

2. 시스템 대안 설정

2.1 선행 연구 고찰

첨단기술을 활용한 컨테이너 항만의 경쟁력 및 효율성 향상을 목표로 한 선행 연구들은 다음과 같다.

Boezeman&Drenth[4]는 Multi-Trailer System (MTS)의 개발이 1978년 Delft 공대에서 시작되었다고 소개하였다. 그들은 당시 MTS가 최고속도 30km/h에 운영되고, 보다 장거리에서 운영할 때 속도향상이 필요할 것으로 전망하였다. 그들은 MTS의 속도향상을 위해 운행속도에 따른 메커니즘을 갖는 'Safetrail'이라고 하는 조향시스템 적용에 따른 MTS의 거동 시뮬레이션과 실험결과를 제시하였다. 그들은 이 시뮬레이션과 실험결과로부터 Safetrail MTS 조향시스템의 잠재적 가능성이 발견된 것으로 보고하고 있다.

Ottjes 등[5]과 Duinkerken 등[6]은 로테르담 항에서 MTS를 사용하는 경우, AGV를 사용하는 경우 및 Automatic Lifting Vehicle (ALV)를 사용하는 경우에 대한 효율성 평가 시뮬레이션 모델을 제시하고, 각각의 시스템에 대한 성능 및 비용 효율성에 대한 시뮬레이션 결과를 제시하였다.

Odhams 등[7]은 길게 편성된 트레일러 차량(Long Combination Vehicle, LCV)의 전진 및 후진 조향제어 시스템 개발 및 시험에 대한 세부사항들을 제시하였다. 개발된 조향 시스템은 외경 12.5m, 내경 5.3m의 곡선부 통과에 문제가 없다고 시험결과를 제시하고 있다.

Riid 등[8]은 퍼지 인지기반 제어기술을 활용한 MTS

의 후진 조향시스템에 대한 연구결과를 제시하였다. 제안된 조향 시스템을 통하여 3~4대의 트레일러가 편성된 시스템이 상당히 먼 거리 적하장까지 안정적으로 후진할 수 있음 보였다.

Goussiater[9]는 야드블럭과 선박 사이 컨테이너 이송에서 이송거리에 따른 장치별 운영비 효율성을 비교하였다. 그는 분석결과에서 전반적으로 MTS가 기존 YT에 대해 비용 효율성이 높다고 보고하고 있다. 특히 이송거리가 500m인 경우 트레일러 2대, 1200m인 경우 트레일러 3대로 편성된 MTS를 사용하는 것이 운영비가 가장 저렴한 것으로 제시하였다.

Winkler[10]는 MTS의 동적 특성을 개선하기 위한 돌리(Dolly) 시스템을 제안하였다. 이 연구는 미국 교통부(DOT)에서 지원한 연구결과와 일환으로 기존의 돌리 시스템에 대한 개선을 통해 MTS의 동적 특성 개선을 목적으로 하였다.

Rademaker[11]는 영국 Haskoning사의 발주로 중간 규모의 컨테이너 터미널 자동화에 관한 타당성 조사의 제반사항을 검토하여 제시하였고, Saanen[12] 역시 본인의 박사학위 논문에서 컨테이너 터미널의 자동화를 위한 제반사항을 검토하여 제시하였다.

Gottwald사의 Dobner 등[13]은 자사에서 개발한 AGV 시스템 개발과 다양한 활용방안을 제시하였다. 특히 장래 효율적인 항만 구성 및 설계 방향을 제시하고 각 방향에 따른 자사의 AGV 활용방안을 제시하고 있다.

위와 같은 다양한 선행연구들 중에 부산신항에 적용할 수 있는 기술은 매우 제한적이다. 앞서서도 언급한 바와 같이 부산신항에는 복수의 터미널 운영사들이 독립적으로 시설을 설치하여 운영 중에 있으므로 새롭게 제안하는 시스템은 기존 터미널 운영사의 운영형태와 호환이 가능한 기술로 범위가 제한된다.

이와 같은 점을 고려하여 대용량 컨테이너 이송장치 개발을 위한 시스템 대안들은 다음 절에서 소개되는 바와 같이 정의된다.

2.2 대안의 정의

본 논문에서 고려하는 컨테이너 대용량 이송장치의 시스템 대안은 i) 기존 YT를 이용한 ‘Single Trailer’, ii) 컨테이너를 2단으로 적재하는 ‘Double-stack Multi-Trailer System (DMTS)’ 및 iii) 기설치된 항만 인입철도를 활용하여 부산신항의 개별 터미널들 사이를 무인자동으로 셔틀 이송하는 ‘Train Shuttle’으로 설정한다.

2.2.1 Single Trailer (대안 1)

‘Single Trailer’는 기존 YT 또는 RT(Road Truck)을 활

용하는 것으로 새로운 기술을 개발하지 않는 사실상 ‘Do-Nothing’ 대안이다.

이 대안은 새로운 기술개발 요소가 존재하는 대안 2 및 대안 3과 비교를 위해 설정된 대안이다.



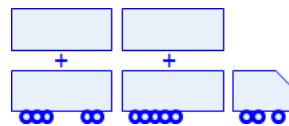
[Fig. 1] Single Trailer

2.2.2 DMTS (대안 2)

DMTS는 기존 MTS와 유사하지만 한 가지 차이점은 컨테이너를 2단으로 적재하여 운송량을 증대시킨 것이다. 싱가포르 PSA에는 Single Trailer를 2단으로 적재하여 이송하는 ‘Double Stack Trailer’ (DST)를 운영하고 있다. 따라서 DMTS는 사실상 MTS와 DST를 통합한 시스템 대안으로 볼 수 있다.

Fig. 2는 DMTS의 개념도이다. Fig. 2에서는 트레일러 2대가 편성된 사례이나 트레일러는 필요에 따라 추가적으로 연결될 수 있는 것으로 고려한다.

DMTS는 비교적 간단한 방식으로 단위 수송량 (Unit Transport Capacity, UTC)을 증대시킬 수 있는 장점을 가지고 있고, 부산신항의 터미널 운영사의 기존 시설 및 운영절차와 경합문제가 발생하지 않는다. DMTS는 터미널 내부의 컨테이너 이송뿐만 아니라, 터미널과 터미널 사이의 타부두 환적 물동량 이송, 터미널과 배후단지간의 컨테이너 이송 등 다양한 용도로 활용이 가능하다.



[Fig. 2] DMTS

2.2.3 Train Shuttle (대안 3)

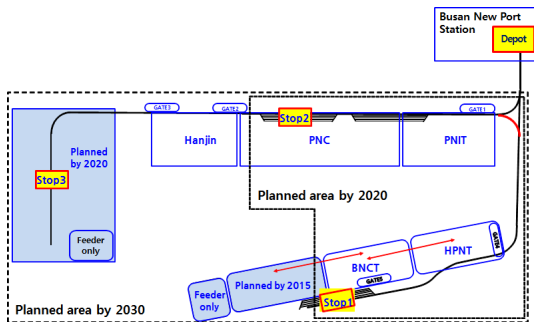
대안 3은 ‘Train Shuttle’ 시스템이다. Fig. 3은 Train Shuttle 시스템의 개요이다. 기존 컨테이너 화차를 복수로 연결하고 각 화차에 컨테이너를 2단으로 적재한다. Train Shuttle 시스템은 관제실과 무선통신을 통해 무인자동으로 운행한다. Train Shuttle은 전용 궤도 위에서 주행하므로 운행속도를 60km/h 까지 높게 설정할 수 있다.

Fig. 4는 Train Shuttle이 운행하는 궤도의 형태를 나타낸다. Fig. 4는 2020년 범위와 2030년 범위로 나누어져 있다. 2020년 범위는 현재 부산신항에 설치된 단선 궤도를 활용하는 대안으로 북측과 남측 컨테이너 터미널을

연결하는 부분의 삼각선만 추가하면 Train Shuttle을 운행할 수 있다. 반면, 2030년 범위는 서측 터미널까지 궤도가 연장되는 상황을 고려하고, 또한 물동량이 증가함에 따라 전반적으로 복선화를 고려하는 범위이다.



[Fig. 3] Train Shuttle



[Fig. 4] Track Layout for Train Shuttle

2.3 시스템 대안 선정

2.3.1 시스템 대안 비교분석

Table 1은 시스템 대안들 사이의 장단점을 분석한 결과이다. Single Trailer는 단위 수송용량과 운영 효율성이 낮은 단점이 있다. 이 점은 부산신항 전체의 경쟁력 향상을 위해 극복이 필요한 과제이다.

[Table 1] Pros - Con between Alternatives

| Alternatives | Pros | Con |
|----------------|---|--|
| Single Trailer | <ul style="list-style-type: none"> No additional cost No conflicts with existing facility and process | <ul style="list-style-type: none"> Unit transport capacity is low Operating efficiency is low |
| DMTS | <ul style="list-style-type: none"> Higher UTC Versatile applications | <ul style="list-style-type: none"> Need to solve problems on operation speed and stability |
| Train Shuttle | <ul style="list-style-type: none"> Highest UTC Highest operation speed Driverless automation | <ul style="list-style-type: none"> Conflicts with existing facility and process High system cost Additional transfer required |

Train Shuttle은 단위 수송용량과 운영속도가 최고이고, 무인자동으로 운행하므로 운영비가 절감되는 장점을 가지고 있다. 그러나 궤도 시설의 복선화를 위한 시설 투

자 문제와 철송장과 야드블럭 사이에 추가적인 환적이 발생한다는 단점 때문에 기존 터미널 운영사들은 적극적으로 참여하기 어려움을 나타내었다.

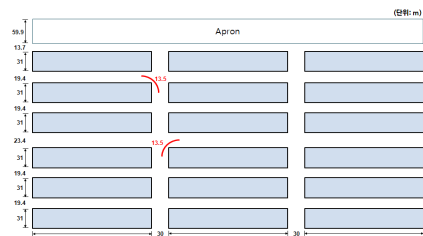
반면, DMTS는 Train Shuttle에서 발생하는 단점들이 나타나지 않고, 단위 수송용량이 높으며, 터미널 내외부에서 다용도로 사용할 수 있는 시스템이다. 이와 같은 점들을 고려하여 Oh 등[3]에서는 DMTS를 개발 대상 시스템으로 선정하였다.

DMTS가 단점에 비해 장점이 많은 시스템이지만 터미널 내부 야드블럭에서 회전할 때 회전반경 검증, 2단 적재에 따른 주행 안정성 확보 및 트레일러의 길이와 중량이 커짐에 따른 주행속도 확보 등의 문제들을 해결할 필요가 있다.

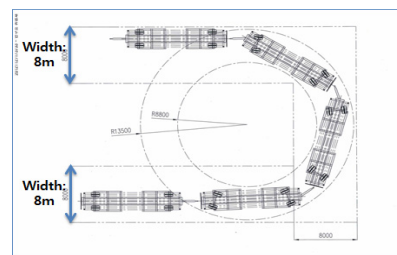
2.3.2 DMTS 회전반경 검토

앞 절에서 제기된 DMTS의 기술적 극복 대상 문제들 가운데 회전반경에 대한 문제는 사전에 검토가 가능하다. Fig. 5는 부산신항의 야드블럭 배치 사례를 나타낸다. 그림에서 보는 바와 같이 부산신항의 야드블럭 내부 도로의 폭은 19~30m 정도임을 알 수 있다.

Fig. 6와 Fig. 7은 각각 DMTS의 회전반경 분석 결과와 DMTS가 교차로에서 회전하는 모습의 예시를 나타낸다. Fig. 6에서 보는 바와 같이 DMTS는 도로 폭 8m에서 회전반경 (외경) 13.5m로 회전이 가능하다. 따라서 DMTS는 부산신항의 야드블럭 내에서 운행하는데 문제가 없을 것으로 판단된다.



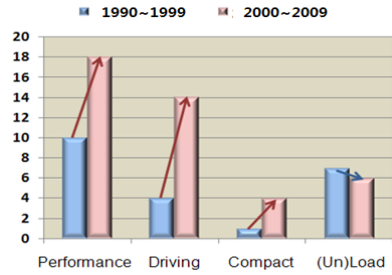
[Fig. 5] A Sample Layout of Yard Block



[Fig. 6] Analysis of Turning Radius



[Fig. 7] A Snapshot of DMTS Turning



[Fig. 8] Search Result to Technology Fields

3. 특허분석

3.1 특허분석 개요

특허분석은 WIPS, Thomson Innovation DB가 활용되었다. 1990년 1월~2012년 10월까지 출원 공개된 한국, 일본, 유럽 및 미국 공개 특허와 출원 등록된 한국, 일본, 유럽 및 미국 등록 특허들을 대상으로 분석 하였다. Table 2는 도로 및 철도 등 운송모드별 특허 검색식 구성의 개요를 나타낸다.

[Table 2] Patent Search Overview

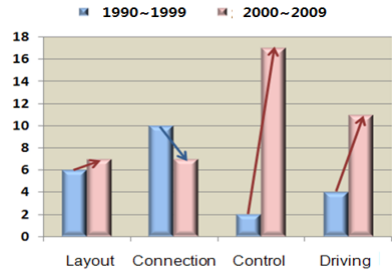
| Categories | Search overview |
|---------------|--|
| Road | · Container transport using Multi trailer at a port or trailer Joint equipment |
| Railroad | · Container transport using railroad (railway) at a port |
| Miscellaneous | · Container transport using mono-rail or wire or cable at a port |

3.2 기술 트렌드 분석

관련 기술의 특허출원 동향은 분석초기인 1990년도부터 최근까지 거시적 관점에서 증가하는 추세를 보이고 있다. 일본과 미국의 연도별 출원건수 추세가 한국 및 유럽에 비해 지배적이다. 일본은 궤도식 장치에 대한 기술 개발이 상대적으로 활발히 진행되고 있고, 미국은 육상식 장치에 대한 기술을 선도하고 있는 것으로 분석되었다.

Fig. 8과 Fig. 9는 각각 기술분야 및 장치구성에 따른 특허분석 결과이다.

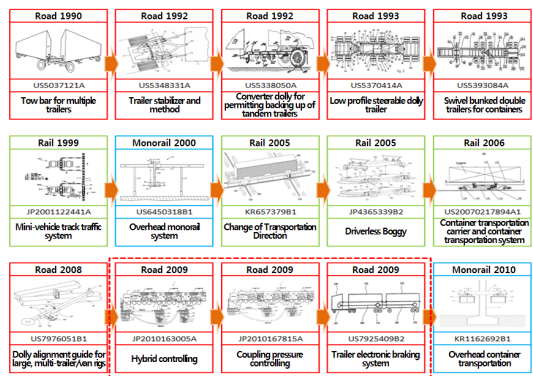
Fig. 8에서 보는 바와 같이 컨테이너 이송장치의 성능과 운행 효율성 분야 기술개발의 증가 추세가 뚜렷하다. 이 결과는 Fig. 9의 장치구성에 따른 분석결과에서도 잘 드러나는데 제어장치 및 운행장치 관련 분야의 기술개발 증가 추세가 분명하다.



[Fig. 9] Search Result to Equipments

3.3 특허분석 결과

다양한 분석과정을 통해 Fig. 10과 같이 총 15건의 핵심특허를 도출하였다. 그림에서 보는 바와 같이 15건의 핵심특허들 중에서 9건이 육상식 장치에 관한 것으로 높은 비중을 차지하고 있다. 그러나 이들 9건 중에서 트레일러의 다중 연결 및 2단 적재에 관련된 기술은 공백기술로 파악되므로 DMTS와 관련된 이 분야 기술에 대한 원천특허 확보가 필요한 실정이다.



[Fig. 10] Key Patents

핵심특허들 중 비교적 최근 등록된 특허들은 제어장치 및 운행안정 시스템에 관한 것들로 앞 절에서 제시한 기술 트렌드 분석결과에 나타난 바와 같다.

컨테이너 2단 적재가 가능한 다중연결 시스템관련 세부기술로는 다중 연결 트레일러 중 두 번째 트레일러의 동력 전달 구조, 엔진 구동 트랙터와 모터 구동 트레일러의 구동력 복합 제어 방법, 컨테이너 2단 적재에 따른 제동 및 선회시 Yaw 및 Roll 안정성 확보 제어 기술 등이 있다.

4. 기술개발전략 및 활용방안

4.1 기술개발 전략

해의 경쟁 항만들의 기술투자과 국내 항만의 운영현황을 고려할 때, ‘Single Trailer급 운행속도와 주행안정성을 달성할 수 있는 DMTS 개발’을 목표로 기술개발 전략을 수립하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. Table 3은 기술개발 목표를 달성하기 위한 DMTS 핵심 요소기술들을 나타내고 있다.

먼저 DMTS의 곡선부 통과 성능향상을 위한 현가장치의 최적설계 및 조향장치 개발이 필요하다. DMTS는 직선구간에서 40km/h 이상, 터미널 구내에서 25km/h 이상의 운행속도를 달성할 수 있도록 동력장치와 동력전달장치를 개발해야 한다.

주행안정성 향상을 위해 Roll, Yaw, Jack Knife 현상을 제어할 수 있는 제어장치와 운행 중 DMTS의 무게중심을 감시할 수 있는 감시 장치의 개발이 필요하다.

마지막으로 다단 트레일러간 연결기 개발이 필요하다. 특히 두 번째 트레일러의 조향 및 주행안정성을 고려한 연결기 개발이 필수적이다. 또한 동력전달이 가능한 연결기 개발이 필요하다.

[Table 3] Key Elementary Technologies

| Categories | Development Target |
|-------------------|---|
| Steering Control | <ul style="list-style-type: none"> Optimal design for suspension systems Steering control and axle design to minimize turning radius |
| Operation Speed | <ul style="list-style-type: none"> Over 40km/h in straight road and 25km/h in terminal Efficient power transmission from tractor to trailer |
| Driving Stability | <ul style="list-style-type: none"> Roll, Yaw and Jack Knife control Monitoring the center of gravity of DMTS |
| Coupling System | <ul style="list-style-type: none"> Optimal design for multi-trailer coupling system Power transmission from tractor to trailer |

4.2 활용 전략

컨테이너 대용량 이송장치인 DMTS는 다양한 용도에 활용이 가능하다. Fig. 11은 터미널과 터미널 사이의 타부두 환적에 활용하는 예시이다. (A)는 부산신항 (A)에 활용하는 경우이고, (B)는 광양항에 활용하는 경우이다. DMTS는 처음부터 타부두 환적 물동량을 효율적으로 처리하기 위해 기획된 시스템으로 터미널 운영사들이 이미 입주해 있는 국내 항만에서 효율적으로 운영될 것으로 전망된다.

Fig. 12는 터미널과 배후단지 사이에서 컨테이너 이송에 활용하는 예시이다. (A)는 부산신항의 터미널과 배후단지 사이에 활용하는 경우이고, (C)는 아암 물류단지와 인천신항 사이에 활용하는 경우이다.



[Fig. 11] Inter-Terminal Transport in Busan New Port (A) and Gwangyang Port (B)

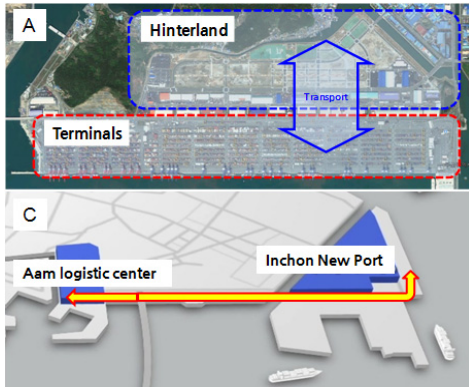
DMTS를 터미널과 배후단지 사이에서 활용하는 경우 도로를 통행하는 경우가 발생한다. 이 경우 차량의 높이 및 총 하중 제한에 저촉될 여지가 있다. 그러나 이러한 도로들은 항만에 인접한 외곽도로로서 항만터미널을 출입하는 차량이 대부분이므로 일반 도로와는 차별화된 관리전략을 정책적으로 추진할 수 있다. 이와 같은 사례는 싱가포르 PSA의 Brani, Keppel, Tanjongpaga 터미널 사이에서 운행하는 DST에서 찾아 볼 수 있다.

4.3 시장규모 추정

2020년과 2030년 부산항의 컨테이너 물동량은 2010년에 비해 각각 157%와 224% 증가할 것으로 전망된다[3]. 이에 따른 타부두 환적 물동량에 DMTS를 활용하는 경우 2020년 트랙터 12대 트레일러 24대, 2030년 트랙터 22대 및 트레일러 44가 소요될 것으로 전망된다.

2011년 국내 YT 및 사시 보유량은 각각 856대와 1,778대로 추산된다. 이중 5~10%가 터미널과 배후단지 컨테이너 이송을 위한 DMTS로 대체된다고 가정할 경우,

타부두 환적 물동량 처리에 소요되는 부분과 합산한 DMTS 시장규모는 2020년 480억 원, 2030년 1,047억 원으로 산정된다.



[Fig. 12] Terminal-Hinterland Transportation in Busan New Port(A) and Incheon New Port(C)

5. 결론

본 논문은 국내 컨테이너 수출입 항만의 경쟁력 향상을 위해 컨테이너 대용량 이송장치의 개발 및 활용방안을 제시하였다. 컨테이너 대용량 이송장치 개발을 위해 3가지 시스템 대안을 설정하였다. 시스템 대안에 대한 비교 분석과 국내 터미널 운영사의 운영상황을 고려하여 DMTS를 최적 대안으로 선정하였다. DMTS는 국내 터미널 운영사에 적용하는데 문제점이 없고 단위 수송용량이 높아 운영효율성 개선에 기여할 것으로 전망된다.

특허분석을 통해 컨테이너 이송장치에 대한 기술개발 트렌드를 분석하고 DMTS의 개발 방향을 정립하였다. DMTS를 Single Trailer 운행속도와 주행안정성 달성을 기술개발 목표로 하고, 이 목표를 달성하는데 필요한 핵심 요소기술을 선정하였다. 특허분석 결과 조향제어, 운행속도, 주행안정성 및 다중 연결 장치에 관한 핵심 요소 기술들이 선정되었다.

DMTS는 타부두 환적 물동량 처리뿐만 아니라 항만과 배후단지 사이의 컨테이너 이송 등 다양한 목적으로 활용이 가능할 것으로 전망된다. 또한 타부두 환적 물동량 증대에 따라 장기적으로 1,000억원 이상의 시장이 형성될 것으로 예측되었다.

본 연구에서 제안한 DMTS는 특수 조건인 항만내의 활용을 전제로 연구되었으나, 항후 외부 철송장 및 물류 거점과의 연계를 위해서는 일반적으로 설계 기준에 맞도록 차량의 dimension 개선 및 하중분산에 대 추가적으로 연

구가 필요하다. 또한 이와 관련한 제도 및 정책적 연구도 병행되어야 할 것이다.

References

- [1] World Shipping Council, Top 50 World Container Ports, <http://www.worldshipping.org/about-the-industry/global-trade/top-50-world-container-ports>. (accessed Sep., 2013)
- [2] S. H. Choi, S. &, K. S. Shim, W. S. Kim, T. Y. Ha, A Study on the Establishment of the Technology Road Map for Container Ports in Korea, Korea Maritime Institute(KMI) Research Project Report, 2007. 12.
- [3] S. M. Oh, S. H. Choi, K. L. Ahn, etc., A Planning Research of Inter-Terminal Container Transportation System, Korea Institute of Marine Science & Technology Promotion(KIMST), 2013. 2.
- [4] A. H. Boezeman, K. F. Drenth, The Use of Multi-Trailer Systems, 6th International Symposium on Heavy Vehicle Weights and Dimensions, 2000. 6.
- [5] Jaap A. Ottjes, Mark B. Duinkerken, Joseph J. M. Evers, Robotised Inter Terminal Transport of Containers a Simulation Study at the Rotterdam Port Area, Proceedings of the 8th European Simulation Symposium, 1996. 10.
- [6] Mark B. Duinkerken, Rommert Dekker, Stef T. G. L. Kurstjens, Jaap A. Ottjes, Nico P. Dellaert, Comparing Transportation Systems for Inter-Terminal Transport at the Maasvlakte Container Terminals, OR Spectrum Vol. 28, 2006, pp. 469-493. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00291-006-0056-1>
- [7] A. M. C. Odhams, R. L. Roebuck, D. Cebon, Implementation of Active Steering on a Multiple Trailer Long Combination Vehicle, Working Paper.
- [8] Andri Riid, Jaakko Ketola, Ennu Rustern, Fuzzy Knowledge-Based Control for Backing Multi-Trailer System, Working Paper.
- [9] Alex Goussiatiner, Efficiency of multi-trailer systems for ship to stacks container transportation, Port Technology International, pp. 78-82.
- [10] C. B. Winkler, Innovative Dollies: Improving the Dynamic Performance of Multi-Trailer Vehicles, Working Paper.
- [11] W. C. A. Rademaker, Container Terminal Automation, Haskoning UK Ltd. Maritime Final Report, 2007. 3.
- [12] Y. A. Saanen, An Approach for Designing Robotized Marine Container Terminals, Ph.D Dissertation

Technical University Delft, 2004. 12.

- [13] Mathias Dobner, Armin Wieschemann, Heinz Eichner, Automatic Guided Vehicles Development and Applications, Gottwald Port Technology Presentation.
-

오 석 문(Suk-Mun Oh)

[정회원]



- 1986년 2월 : 전북대학교 전기공학
학과 (공학석사)
- 2010년 2월 : 고려대학교 산업공
학과 (공학박사)
- 1995년 12월 ~ 현재 : 한국철도
기술연구원 선임연구원

<관심분야>
철도운영, 수리계획법

이 인 목(Inmook Oh)

[정회원]



- 2004년 2월 : 서울대학교 대학원
지구환경시스템공학부 (교통공학
석사)
- 2006년 9월 ~ 현재 : 한국철도
기술연구원 선임연구원

<관심분야>
대중교통계획, 대중교통운영