

## 새로운 컨테이너 이송차량 기술대안 개발

김우선\*, 최용석\*\*

\* 한국해양수산개발원 항만연구본부, \*\*순천대학교 경영통상학부

### Development of Technical Alternative on the Container Transport Vehicle of New Type

\* Port Research Department, Korea Maritime Institute, Seoul 137-851, Korea

\*\* Major of Logistics, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

**요 약 :** 본 연구의 목적은 기존의 컨테이너터미널 이송차량의 기술대안을 분석하여 터미널 생산성을 높일 수 있는 새로운 이송차량 대안을 개발하는 것이다. 대안 개발을 위해 YT(Yard Trailer), S/C(Straddle Carrier), SHC(Shuttle Carrier), AGV(Automated Guided Vehicle) 등의 이송차량에 대한 기술적 사양을 분석하며, 이송차량의 기술단계별 세대를 분류하기 위하여 운영과 성능을 조사한다. 본 연구에서 제시하는 이송차량의 개발 대안은 향후 고생산성의 진보된 컨테이너 터미널에 유용할 것이다.

**핵심용어 :** 컨테이너터미널, 이송차량, 생산성

**Abstract :** *The objective of this study is to develop the alternative of the container transport vehicle of new type for the purpose of the increase of terminal productivity. In order to develop the alternatives, we analyze the technical specification of existing transport vehicles such as YT(Yard Trailer), S/C(Straddle Carrier), SHC(Shuttle Carrier), and AGV(Automated Guided Vehicle) and investigate the operation and performance of transport vehicles to classify the technical generation. The development alternative of transport vehicle is presented in this study is very useful to advanced container terminal with higher productivity.*

**KEY WORDS :** container terminal, transport vehicle, productivity

#### 1. 서론

국가간의 교역량 증대에 따라 세계 해운항만산업이 급속히 성장하고 있으며, 컨테이너물동량의 증가세가 지속되고 있다. 이러한 물동량 증가는 초대형 컨테이너선의 운항을 앞당기고 있으며, 초대형 컨테이너선의 운항이 예상되는 취항항로인 극동/유럽 항로와 극동/북미 항로상에 위치한 입지적 여건으로 인해 대량의 컨테이너화물을 처리하기 위한 고생산성의 하역 시스템에 대한 기술개발이 필요하며, 특히, 고효율, 고생산성의 이송장비 개발이 절실히 필요하다.

기존 이송장비 관련 연구들은 컨테이너터미널에서의 YT(Yard Tractor) 소요대수 추정을 위한 연구(최용석 외 2004)나 이송장비의 성능평가를 위한 연구(하태영 외 2004) 등과 같이 시뮬레이션을 이용한 장비성능평가나 소요대수 추정을 위한 연구들이 있다. 이외에 실제 개발을 위한 연구들은 싱가포르항에서 개발하여 사용하고 있는 DST(Double Stack Trailer), ECT(Europe Combined Terminal)의 DMU(Delta Multi User Terminal)에서 사용하고 있는 MTS(Multi Trailer System)와 같이 고단적 및 다적재 차량의 개발이 있으며<sup>1)</sup>, 자동화를 위한 AGV(ECT 1991), 대기시간 절감을 위한

\*정회원, firstkim@kmi.re.kr 02)2105-2889

\*\*중신회원, drasto@sunchon.ac.kr 061)750-5115

SHC(Kalmar, 2002) 등이 있다.

본 연구에서는 컨테이너터미널 내부에서 대량의 컨테이너를 이송하는 고효율, 고생산성의 이송차량 개발을 위해 기존의 컨테이너터미널 이송차량의 기술대안을 분석하여 터미널 생산성을 높일 수 있는 새로운 이송차량 대안을 개발하는 것이다. 대안 개발을 위해 YT, S/C(Straddle Carrier), SHC(Shuttle Carrier), AGV(Automated Guided Vehicle) 등의 이송차량에 대한 기술적 사양을 분석하며, 이송차량의 기술단계별 세대를 분류하기 위하여 운영과 성능을 조사하며, 새로운 타입의 이송차량 대안을 제시한다.

## 2. 초대형선의 출현

### 2.1 컨테이너 선형의 증가

지속적인 컨테이너화와 항만물동량의 증가에 따라 1980년대 평균 선박크기는 975TEU에서 현재는 2,191TEU로 증가되었으며, 최대 선박크기 또한 1980년대 3,057TEU에서 현재는 9,200TEU로 증가되었다.

Table 1 Growth in Container Ship Size

년도	평균 선박크기(TEU)	최대 선박크기(TEU)
1980	975	3,057
1990	1,355	4,409
2000	1,741	7,200
현재	2,191	9,200

자료 : Neil Davison, "What's driving investment in new port capacity?", TOC ASIA 2006

2005년 Seaspan사가 9천1백TEU 10척을 발주하였으며 현대중공업에서 세계 최초로 1만TEU급 컨테이너선 4척을 수주하였다. 또한, 삼성중공업은 1만2천TEU급 건조기술을 확보하고 있을 정도로 컨테이너선의 대형화가 급속도로 진행되고 있다.

이러한 컨테이너선의 대형화에 대한 전문가들의 견해를 종합하여 시계열 분석을 수행해보면 전문가들은 과거의 대형화 추세보다 다가오는 장래에 보다 급격히 대형화가 진행될리라 예상하고 있다. 이와 같은 과거의 대형화 추세 및 전문가들이 장래 출현하리라 예상하는 선박규모를 포함한 종합적인 대형화 추세는 다음과 같다.

### 2.2 초대형선의 제원

선박 대형화에 따른 선장, 선폭, 흘수 등 제원의 변화를 살펴보기 위하여 현재 운행중인 선박, 조선사에서 건조중인 선박, 각 해운관련 전문기관에서 발표된 대형선박의 제원을 참고하여 선박규모와 가장 밀접한 관계에 있는 제원을 조사하였

다.

기본적으로 1만2천TEU급 이상의 선박은 선장 400m, 흘수 14~20m, 선폭 50~70m에 이르는 것으로 나타났다.

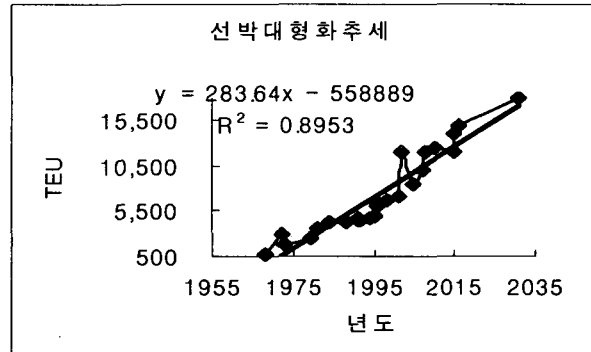


Fig. 1 Trend of Increasing big size ship

Table 2 Specification of big size ship

구분	선장(m)	흘수(m)	선폭(m)	갑판열수	적재능력(TEU)
국내 조선소	321.0	14.5	42.8	-	7,600
국내 조선소	300.0	14.5	45.6	-	8,000
국내 조선소	347.0	14.0	45.3	-	8,800
국내 조선소	330.0	14.5	45.6	-	9,100
국내 조선소	334.0	14.5	49.0	-	10,000
국내 조선소	350.0	14.5	57.0	-	12,000
Suez-Max	400.0	17.04	50.0	19	12,000
American Shipper	400.0	14.0~15.0	69.0	28	15,000
G. De Monie	400.0	15.0	66.0	-	15,000
Rijssenbrij	400.0	16.0	60.0	-	15,000
Rijssenbrij	400.0	20.0	70.0	-	18,000

자료 : 1. 국내 조선소 내부자료,  
2. Malacca Max, 1999, p.31,  
3. AMERICAN SHIPPER, 1996, 7, p.54  
4. TLMA Terminal Management,  
5. TOC21

## 3. 초대형선에 대응하기 위한 항만하역생산성

### 3.1 안벽하역생산성

12,000TEU급 선박을 대상으로 할 경우 국내 조선소의 제원을 고려하여 선장을 350m로 가정하며, 최대 할당가능 안벽크레인 대수는 7대이다. 15,000TEU급 선박을 대상으로 할 경우 국제 기준에 따라 선장을 400m로 가정하여 최대 할당가능 안벽크레인 대수는 8대이다.

12,000TEU급 선박의 경우 C/C 생산성은 시간당 45개이며, C/C의 컨테이너 1개당 처리시간은 81초이다. 15,000TEU급 선박의 경우 C/C 생산성은 시간당 49개이며, C/C의 컨테이너 1개당 처리시간은 74초이다.

1) 김우선(2006), "유인 이송장비 이동거리에 따른 특성 비교분석", 월간 해양수산 3월호

Table 3 Range of berth productivity

선박크기 (TEU)	LPC	C/C 대수	C/C당 물량	C/C 생산성	개당 처리시간(초)
12,000	7,500	5	1,500	63	58
		6	1,250	52	69
		7	1,071	45	81
15,000	9,375	5	1,875	78	46
		6	1,563	65	55
		7	1,339	56	65
		8	1,172	49	74

C/C의 컨테이너 1개당 처리시간은 이송차량의 최소 도착시간간격을 의미하며, 이송차량의 사이클타임이 최소 도착시간간격 이내로 들어오면 이론적으로 안벽에서 대기는 발생하지 않는다.

3.2 이송생산성

12,000TEU급 선박에 대응하기 위해서 안벽크레인 대수를 5대에서 7대까지 늘리고, C/C당 이송차량수를 3대에서 6대까지 계산을 한 결과 평균이송회수 및 최소회전시간(초)은 다음 Table 4와 같다.

15,000TEU급 선박에 대응하기 위해서 안벽크레인 대수를 5대에서 8대까지 늘리고, C/C당 이송차량수를 3대에서 6대까지 계산을 한 결과 평균이송회수 및 최소회전시간(초)은 Table 4와 같다.

Table 4 Range of transport productivity

선형	LPC	C/C 대수	C/C당 이송차량수	평균이송 회수	최소회전시간 (초)
12,000	7,500	5	3	20.8	173
			4	15.6	230
			5	12.5	288
		6	3	17.4	207
			4	13.0	276
			5	10.4	346
	7	6	3	14.9	242
			4	11.2	323
			5	8.9	403
		7	3	14.9	242
			4	11.2	323
			5	8.9	403
15,000	9,375	5	3	26.0	138
			4	19.5	184
			5	15.6	230
		6	3	21.7	166
			4	16.3	221
			5	13.0	276
	7	3	18.6	194	
		4	14.0	258	
		5	11.2	323	

8	4	14.0	258
	5	11.2	323
	6	9.3	387
	3	16.3	221
	4	12.2	295
	5	9.8	369

3.3 안벽생산성과 이송생산성을 고려한 경우

12,000TEU급 선박의 경우와 15,000TEU급 선박의 경우를 나누어서 투입C/C대수와 C/C당 할당 물량, C/C 생산성을 고려해서 투입 C/C 대수에 따른 개당 처리시간 주기를 분석하고, 개별 투입 C/C별 투입 이송차량수에 따른 최소 회전시간을 분석한 결과는 다음과 같다.

Table 5 Range of berth & transport productivity

선박크기 (TEU)	LPC	C/C 대수	C/C 물량	C/C 생산성	개당 처리 시간(초)	C/C 당 이송차량수	평균 이송 회수	최소 회전 시간
12,000	7,500	5	1,500	63	58	3	20.8	173
						4	15.6	230
						5	12.5	288
		6	3	17.4	207			
			4	13.0	276			
			5	10.4	346			
	7	6	1,250	52	69	3	14.9	242
						4	11.2	323
						5	8.9	403
		7	3	14.9	242			
			4	11.2	323			
			5	8.9	403			
15,000	9,375	5	1,875	78	46	3	26.0	138
						4	19.5	184
						5	15.6	230
		6	3	21.7	166			
			4	16.3	221			
			5	13.0	276			
	7	6	1,563	65	55	3	18.6	194
						4	14.0	258
						5	11.2	323
	8	7	1,339	56	65	3	16.3	221
						4	12.2	295
						5	9.8	369
8		3	16.3	221				
		4	12.2	295				
		5	9.8	369				

4. 컨테이너터미널 이송장비

4.1 종류별 기능 및 특징

컨테이너터미널에서 사용되고 있는 이송장비는 대표적인

YT에서부터 고단 및 다적재를 위한 DST, MTS 등이 있으며, 자동화 장비로는 AGV가 있다. 또한 스프레다를 이용해서 직접 집기기능을 수행하는 SHC, SC 등도 사용되고 있다.

다양한 이용장비 중 이송장비별 특징을 대표하는 YT, AGV, SHC, SC를 선정하여 비교하면 Table 6과 같다.

#### 4.2 컨테이너터미널 이송장비의 발전방향

컨테이너터미널 이송장비의 기술발전 단계는 자동화에 따라 크게 유인단계(1세대와 2세대), 무인단계(3세대와 4세대), 유무인단계(5세대)로 나눌 수 있다. 유인단계는 YT로 대표되며, 야드하역기능을 추가한 SC(Straddle Carrier)가 있다. 그리고, 무인단계는 AGV로 대표되며, 무인화 SC, SHC가 개발되었다. 기능측면에서는 YT, AGV로 대표되는 실기방식과 SHC, SC로 대표되는 집기방식으로 개발되었다. 유무인단계인 5세대는 복합적인 기능을 가지면서 최신의 정보기술을 탑재하여 기술적 진보를 이룬 것으로 동적인 차량배차를 지원하는 위치제어방식을 가지고 있다.

이송장비의 세대별 구분을 해보면 운영비를 절감하기 위해서 무인 자동화로 개발되는 추세이며, 생산성을 향상시키기 위해서 대기시간을 최소화할 수 있는 집기방식의 이송장비들이 개발되고 있다.

Table 7 Classification by generation of transport vehicle

구분 항목	1세대	2세대	3세대	4세대	5세대
종류	유인 YT	유인 SC	무인 AGV	무인 SHC 무인 SC	유·무인
기능	실기	집기	실기	집기	복합기능
위치제어 어방식	-	-	트랜스폰더, 자이로	레이더, 지피에스, 자이로	RTK-GP SINS
자동화	x	x	o	o	o

### 5. 이송장비 운영 분석

#### 5.1 이송장비 사이클타임 구성 및 상태전이

컨테이너터미널 이송장비의 사이클타임(Cycle Time)은 주행, 대기, 작업으로 구성된다. 주행은 안벽에서 블록, 블록에서 안벽, 블록에서 블록으로 방향성이 있으며, 대기와 작업은 안벽과 블록 양쪽에서 위치가 존재한다.

이러한 사이클타임의 개별 상태를 표와 그림으로 정리하면 각각 Table 8과 Fig. 2와 같다.

Table 6 Comparison of function and Characteristic by classify transport vehicle


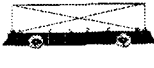
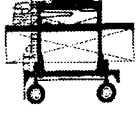

종류	Yard Tractor	AGV	Shuttle Carrier	Straddle Carrier
사양				
실기	가능	가능	불가	불가
집기	불가	불가	가능	가능
FT	20, 40, 45, Twin 20	←	←	←
방식		트랜스폰더, 자이로	레이더, 지피에스, 자이로	레이더, 지피에스, 자이로
목적	·빠르고, 유동성이 뛰어나	·무인자동화 이송장비의 필요 ·인건비 절감	·유무인이 가능하고 각 장비간의 연계시간을 최소화 할 수 있는 장비개발	·이송능력과 적재능력을 갖는 복 합형 장비개발
기술	·신기술 없음	·위치제어기술 ·4륜 스티어링 기술 ·트레픽, 라우팅 자동제어기술 등	·안티스웨이 기술 ·무인 통제기술 ·GPS 커뮤니케이션 기술	·안티스웨이 기술 ·안티스큐 기술 ·무인통제기술 ·GPS 커뮤니케이션 기술
장점	·유동성이 뛰어나 ·대부분의 컨테이너터미널에 적용가능 ·저렴하고, 빠른 이송능력 ·신뢰성 검증	·무인자동화로 인건비 절감 ·신기술개발 ·계획시스템 적용 용이	·자가 집기기능으로 대기시간 최소화 ·빠른 이송능력으로 높은 생산성	·자가 집기기능으로 대기시간 최 소화 ·자가 적재기능으로 하역효율 높 음 ·다양한 하역작업 요청에 적용
단점	·많은 인력투입으로 비용증가	·트레픽, 라우팅 제어의 어려움 ·고가의 장비 ·유동성이 낮아서 적용 어려움	·높은 단가 ·신뢰성 검증 안됨	·낮은 야드단적으로 장치장 효율 낮음 ·높은 단가
배치	·수평배치	·수직배치	·수평/수직배치	·수평/수직배치
적용	·대부분의 수평배치 컨테이너 터미널	·ECT ·CTA	·적용터미널 없음	·호주 브리즈번항 7번선석 예정

Table 8 Table of states definition of transport vehicle

상태	내용
QA	C/C 작업지점에서 대기
WA	C/C 작업지점에서 작업
M01	C/C 작업지점에서 CL1으로 이동
M02	CL1지점에서 CL2지점으로 이동
M03	CL2지점에서 블록대기지점으로 이동
QB	블록대기지에서 대기
M04	블록대기지에서 TP로 이동
QT	TP에서 대기
WT	TP에서 작업
M05	TP에서 블록대기지점으로 이동
M06	블록대기지에서 CL3로 이동
M07	CL3지점에서 CL4지점으로 이동
M08	CL4지점에서 C/C 작업지점으로 이동

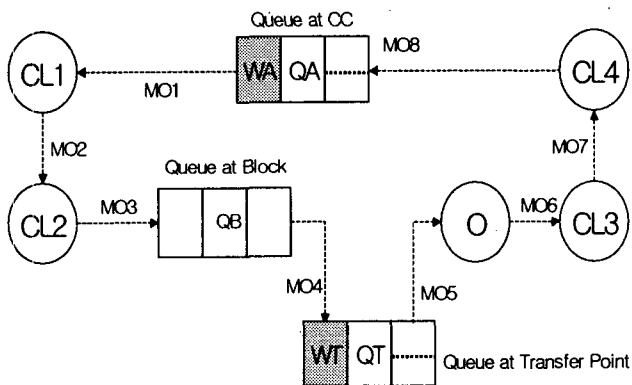


Fig. 2 Figure of states definition of transport vehicle

5.2 이송장비별 사이클타임 구성

이송장비의 사이클타임을 기존연구(2)(3)(4) 및 개별장비의 제원을 활용해서 분석해보면 평면배치형태 및 엔진제원에 따라 달라지는 주행시간을 제외한 대기시간 및 작업시간을 살펴보면, YT와 AGV와 같이 신기능의 이송장비는 수동적인 방식에 따른 대기시간의 비율이 평균 34%로 높고, 상대적으로 작업시간비율이 낮으며, SHC와 SC와 같이 집기능의 이송장비는 능동적인 방식에 따른 작업시간비율이 평균 34.5%로 높으며, 반대로 대기시간비율이 낮다.

- 하태영 외(2004), "시뮬레이션을 이용한 자동화 컨테이너터미널의 AGV 운영평가", 한국항해항만학회지, 제28권, 제10호.
- 최용석 외(2004), "컨테이너터미널의 야드트랙터 소요대수 추정", 한국항해항만학회지, 제28권, 6호.
- Yang et al.(2004), "Simulation-based performance evaluation of transport vehicles at automated container terminals, OR Spectrum 26:149-170

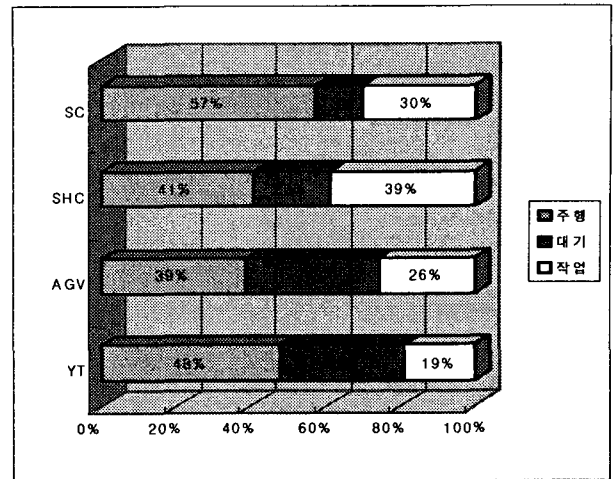


Fig. 3 Composition of cycle time by transport vehicle

5.3 분석결과

이송장비의 사이클타임 구성을 상태정의(State Definition)를 통해 분석하고, YT, AGV, SC, SHC 네가지 이송장비의 사이클타임을 분석한 결과 YT, AGV와 같은 신기능의 이송장비의 경우 대기시간이 많은 비중을 차지했으며, SHC, SC와 같이 집기능의 이송장비의 경우 작업시간이 많은 비중을 차지했다.

주행시간을 제외한 대기시간 및 작업시간의 합을 고려하면, YT 52%, AGV 61%, SHC 59%, SC 43%로 대부분의 경우 50%를 상회하며, SC의 경우 내부블록까지 진입하므로 주행시간이 50%가 넘는다.

이러한 사이클타임의 구성비율은 아직 대부분의 이송장비에서 목적지까지의 이동을 위한 필수요소인 주행을 제외하고 50% 이상의 생산성저해요인을 제거할 수 있다는 것을 의미한다. 따라서, 향후 초대형선의 취항에 대비하여 더 효율적이며, 더 생산적인 이송장비가 필요하며, 이를 위해서는 새로운 타입의 하이브리드 이송장비가 필요하다.

5.4 대안 제시

새로운 타입의 하이브리드 이송장비는 대기시간 및 작업시간을 최소화하기 위해서 신기 및 집기능을 수행할 수 있어야 하며, 이를 위해서 자가하역기능을 가져야 한다. 자가하역기능은 Fig. 4와 같이 이송장비가 자체 동력에 의해서 컨테이너를 적재하거나 컨테이너를 하역할 수 있는 기능이다. 이러한 기능들이 운영상황에 따라 유기적으로 적용됨으로써 대기시간 및 작업시간을 최소화하여 이송생산성을 향상시킬 수 있다. 즉 수동적인 작업시간(이송차량의 작업대기시간)을 능동적인 작업시간으로 전환하여 작업을 위한 대기시간을 감소시켜 능동적으로 시간을 관리하게 만드는 것이며, 이를 통해 차량의 배차시에 동적배차가 가능하게 됨을 의미한다.

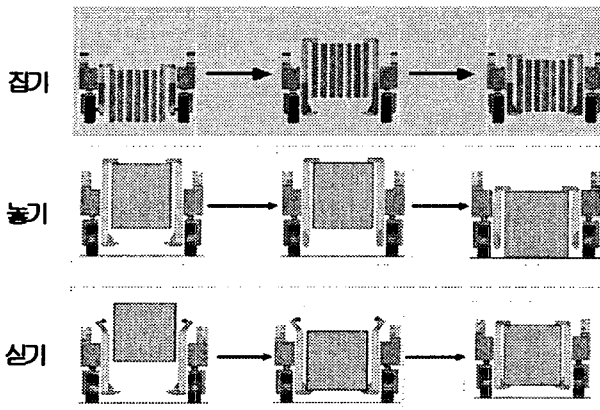


Fig. 4 Function of self loading/unloading

자가하역기능에 따른 대기 및 작업시간의 감소에 따른 사이클타임 세이빙 효과는 Table 9와 같다.

Table 9 Saving Effect of Self Loading/Unloading

비율	이송장비	주행	대기	작업	세이빙 효과
15%	YT	48%	28%	16%	8%
	AGV	39%	30%	22%	9%
	SHC	41%	17%	33%	9%
	SC	57%	11%	26%	6%
30%	YT	48%	23%	13%	16%
	AGV	39%	25%	18%	18%
	SHC	41%	14%	27%	18%
	SC	57%	9%	21%	13%
45%	YT	48%	18%	10%	23%
	AGV	39%	19%	14%	27%
	SHC	41%	11%	21%	27%
	SC	57%	7%	17%	19%
60%	YT	48%	13%	8%	31%
	AGV	39%	14%	10%	37%
	SHC	41%	8%	16%	35%
	SC	57%	5%	12%	26%

## 6. 결론

지속적인 컨테이너화와 항만물동량의 증가에 따라 컨테이너선의 대형화가 급속도로 진행되고 있다.

이러한 컨테이너선의 대형화에 따라, 하역시스템의 생산성 향상이 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 컨테이너터미널 내부에서 대량의 컨테이너를 이송하는 고효율, 고생산성의 이송차량개발을 위해 기존의 컨테이너터미널 이송차량의 기술대안을 분석하였으며, 터미널 생산성을 높일 수 있는 새로운 이송차량 대안 개발을 위해 YT(Yard Trailer), S/C(Straddle Carrier), SHC(Shuttle Carrier), AGV(Automated Guided Vehicle) 등의 이송차량에 대한 기술적 사양을 분석하며, 이송

차량의 기술단계별 세대를 분류하고, 각 이송장비별 사이클타임의 구성을 분석하여 대기 및 작업시간을 최소화할 수 있는 차세대 이송차량의 기술대안을 제시하고, 세이빙효과를 산정하였다.

향후 연구에서는 새로운 타입의 이송차량의 정확한 사양을 설정하고 생산성을 분석하며, 구체적인 운영방안을 도출해야 한다.

## 참고 문헌

- [1] 김우선(2006), "유인 이송장비 이동거리에 따른 특성 비교분석", 월간 해양수산 3월호
- [2] 최용석 외(2004), "컨테이너터미널의 야드트랙터 소요대수 추정", 한국항해항만학회 제28권 6호
- [3] 하태영 외(2004), "시뮬레이션을 이용한 자동화 컨테이너터미널의 AGV 운영평가", 한국항해항만학회 제28권 제10호
- [4] Neil Davison(2006), "What's driving investment in new port capacity?", TOC ASIA
- [5] Yang et al.(2004), "Simulation-based performance evaluation of transport vehicles at automated container terminals, OR Spectrum 26:149-170