creative commons
COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

經營學碩士 學位論文

초대형컨테이너선의 항만하역 시스템 개발 방향

Direction for the Development
of Port Handling Systems for Super-Containership

指導敎授 金 吉 洙

2011年 6月

韓國海洋大學校 海事産業大學院

港 灣 物 流 學 科

徐 熙 茂

목 차

Abstract ····· vii

제 1 장 서 론 ····· 1
제 1 절 연구의 필요성 ····· 1
제 2 절 연구의 목적 ····· 2
제 3 절 연구방법 및 구성 ····· 5

제 2 장 초대형컨테이너선박 고찰 ····· 7
제 1 절 초대형컨테이너선 현황 ····· 7
1. 초대형컨테이너선의 개념 ····· 7
2. 컨테이너터미널 기항선박의 대형화 및 기항항만 분석 ····· 9
제 2 절 기존 항만하역시스템의 문제점 ····· 15
1. 초대형컨테이너선의 운항 및 기항 조건 ····· 15
2. 하역시스템의 문제점 ····· 18

제 3 장 초대형선에 적합한 차세대컨테이너터미널 ·· 22
제 1 절 스피드포트 ····· 22
1. 스피드포트의 개념 ····· 22
2. 스피드포트 하역시스템 ····· 23
3. 스피드포트의 평가 ····· 25

제 2 절 양현하역시스템 ·····28
1. 양현하역시스템 ·····28
2. 양현하역시스템의 평가 ·····30
제 3 절 플로팅터미널 ·····32
1. 플로팅터미널 하역시스템 ·····32
2. 플로팅터미널의 평가 ·····33

제 4 장 차세대컨테이너터미널 개발 방향 ·····35
제 1 절 개발방향에 대한 설문조사 ·····35
제 2 절 조사분석 결과 ·····38
1. 스피드포트 ·····39
2. 양현하역시스템 ·····48
3. 플로팅터미널 ·····57
제 3 절 시사점 ·····66

제 5 장 결 론 ·····68
제 1 절 연구결과의 요약 ·····68
제 2 절 연구의 한계 및 향후 연구 방향 ·····69

참고문헌 ·····71

표 목차

<표 2-1> 컨테이너선의 대형화 추세 ·····8
<표 2-2> 초대형컨테이너선의 제원 비교 ·····9
<표 2-3> 선형별 신조 컨테이너선 공급규모 전망 ·····11
<표 2-4> 주요 선사별 9,000 TEU 이상 컨테이너선 발주 및 확보 현황 11
<표 2-5> 항로별 초대형선 운황현황 ·····12
<표 2-6> 항만별 연간 초대형선 기항순위 및 회수 ·····13
<표 2-7> 항만별 선사 및 얼라이언스 기항회수 및 비율 ·····14
<표 2-8> 초대형컨테이너선의 불확실성 정도 ·····15
<표 2-9> 선형에 따른 만재 흘수 및 요구 수심 ·····16
<표 2-10> 개발 중인 초대형컨테이너선 기항 가능 항만 ·····17
<표 2-11> 선박 양적하 계획의 작업 방식별 소요시간 비교표 ·····20
<표 2-12> 컨테이너터미널 운영시스템 고도화 효과 ·····21
<표 3-1> 스피드포트와 기존터미널과의 비교 ·····26
<표 3-2> 스피드포트 개발필요 장비/시설/시스템 ·····27
<표 3-3> 스피드포트의 평가 ·····27
<표 3-4> 양현하역시스템 개발 필요 장비/시설/시스템 ·····31
<표 3-5> 양현하역시스템의 평가 ·····31
<표 3-6> 플로팅터미널 개발필요 장비/시설/시스템 ·····33
<표 3-7> 플로팅터미널의 평가 ·····34
<표 4-1> 업무분야 ·····35
<표 4-2> 근무년수 ·····36
<표 4-3> 선호정도 ·····37
<표 4-4> 스피드포트 - 투자비 ·····39
<표 4-5> 스피드포트 - 운영비 ·····40
<표 4-6> 스피드포트 - 안벽 생산성 ·····41
<표 4-7> 스피드포트 - 장치장 생산성 ·····42
<표 4-8> 스피드포트 - 운영을 통한 기술 입증 정도 ·····43
<표 4-9> 스피드포트 - 기술 도입의 범용성 ·····44
<표 4-10> 스피드포트 - 국내 기술 개발 수준 ·····45

<표 4-11> 스피드포트 - 고장 시 신속 복구 가능성 ·····46
<표 4-12> 스피드포트 - 한국 상황에서 적용 가능성 ·····47
<표 4-13> 양현하역시스템 - 투자비 ·····48
<표 4-14> 양현하역시스템 - 운영비 ·····49
<표 4-15> 양현하역시스템 - 안벽 생산성 ·····50
<표 4-16> 양현하역시스템 - 장치장 생산성 ·····51
<표 4-17> 양현하역시스템 - 운영을 통한 기술 입증 정도 ·····52
<표 4-18> 양현하역시스템 - 기술 도입의 범용성 ·····53
<표 4-19> 양현하역시스템 - 국내 기술 개발 수준 ·····54
<표 4-20> 양현하역시스템 - 고장 시 신속 복구 가능성 ·····55
<표 4-21> 양현하역시스템 - 한국 상황에서 적용 가능성 ·····56
<표 4-22> 플로팅터미널 - 투자비 ·····57
<표 4-23> 플로팅터미널 - 운영비 ·····58
<표 4-24> 플로팅터미널 - 안벽 생산성 ·····59
<표 4-25> 플로팅터미널 - 장치장 생산성 ·····60
<표 4-26> 플로팅터미널 - 운영을 통한 기술 입증 제도 ·····61
<표 4-27> 플로팅터미널 - 기술 도입의 범용성 ·····62
<표 4-28> 플로팅터미널 - 국내 기술 개발 수준 ·····63
<표 4-29> 플로팅터미널 - 고장 시 신속 복구 가능성 ·····64
<표 4-30> 플로팅터미널 - 한국 상황에서 적용 가능성 ·····65

그림 목차

<그림 1-1> 연구 프로세스 ·····6
<그림 2-1> 컨테이너선의 대형화 배경 ·····7
<그림 2-2> 평균 및 최대선형 변화 추이 ·····10
<그림 3-1> 스피드포트 개념도 ·····22
<그림 3-2> 스피드포트 하역시스템 ·····23
<그림 3-3> 굴입식 양현하역시스템 개념도 ·····28
<그림 3-4> 양현하역시스템 ·····29
<그림 3-5> 양현하역시스템 구성도 ·····30
<그림 3-6> 플로팅터미널 모형도 ·····32
<그림 4-1> 업무분야 ·····35
<그림 4-2> 근무년수 ·····36
<그림 4-3> 선호정도 ·····37
<그림 4-4> 스피드포트 - 투자비 ·····39
<그림 4-5> 스피드포트 - 운영비 ·····40
<그림 4-6> 스피드포트 - 안벽 생산성 ·····41
<그림 4-7> 스피드포트 - 장치장 생산성 ·····42
<그림 4-8> 스피드포트 - 운영을 통한 기술 입증 정도 ·····43
<그림 4-9> 스피드포트 - 기술 도입의 범용성 ·····44
<그림 4-10> 스피드포트 - 국내 기술 개발 수준 ·····45
<그림 4-11> 스피드포트 - 고장 시 신속 복구 가능성 ·····46
<그림 4-12> 스피드포트 - 한국 상황에서 적용 가능성 ·····47
<그림 4-13> 양현하역시스템 - 투자비 ·····48
<그림 4-14> 양현하역시스템 - 운영비 ·····49
<그림 4-15> 양현하역시스템 - 안벽 생산성 ·····50
<그림 4-16> 양현하역시스템 - 장치장 생산성 ·····51
<그림 4-17> 양현하역시스템 - 운영을 통한 기술 입증 정도 ·····52
<그림 4-18> 양현하역시스템 - 기술 도입의 범용성 ·····53
<그림 4-19> 양현하역시스템 - 국내 기술 개발 수준 ·····54
<그림 4-20> 양현하역시스템 - 고장 시 신속 복구 가능성 ·····55

<그림 4-21> 양현하역시스템 - 한국 상황에서 적용 가능성 ·····56
<그림 4-22> 플로팅터미널 - 투자비 ·····57
<그림 4-23> 플로팅터미널 - 운영비 ·····58
<그림 4-24> 플로팅터미널 - 안벽 생산성 ·····59
<그림 4-25> 플로팅터미널 - 장치장 생산성 ·····60
<그림 4-26> 플로팅터미널 - 운영을 통한 기술 입증 제도 ·····61
<그림 4-27> 플로팅터미널 - 기술 도입의 범용성 ·····62
<그림 4-28> 플로팅터미널 - 국내 기술 개발 수준 ·····63
<그림 4-29> 플로팅터미널 - 고장 시 신속 복구 가능성 ·····64
<그림 4-30> 플로팅터미널 - 한국 상황에서 적용 가능성 ·····65

KOREA MARITIME UNIVERSITY
1945
한국해양대학교

Direction for the Development of Port Handling Systems for Super-Containership

Seo, Hee-Moo

Department of Port Logistics
Graduate School of Maritime Industrial Studies
Korea Maritime University

Abstract

Above 120 vessels of 10,000TEU are currently on order including the 12,000TEU vessel. Many of these scheduled to enter service by 2011 on the Asia-Europe and Asia-America and trans-Pacific trades. Super-Containership has now moved firmly from concept to reality.

Automated container terminals have been being developed over the world for recent years and many countries are interested in it because the amount of containers exported or imported is rapidly increasing.

The conventional container terminals were not designed to control this kind of heavily many containers. They would face many structural problems soon or later, although they have managed to do well so far.

One of the most important things in developing automated container terminal is to develop the equipment able to handle many containers efficiently. Those are maybe automated transfer cranes,

automatic guided vehicles, and automated quay-side cranes.

The word "automated" means the equipment is operated without drivers and those equipments are able to work, without any interruption in working schedule. Through the researches on the conventional transfer cranes, we decided that the structure of the conventional transfer cranes is not efficient in automated container terminal and it`s not possible to handle so many containers in limited time.

Therefore we have been studying on the proper structure of the automated container crane for past several years and a new type of transfer crane has been developed.

There has been a recent growth spurt in container line traffic. To reduce the sea transport cost per TEU, many ship owners have placed orders for even larger container ships.

The step towards bigger ships has been accelerating but the turning point towards the production of the larger ships was in 2000. Increased fuel and feeder service cost. among others, required by larger ships go beyond the immediate economies of scale and suggest that larger than the 12,000TEU will begin to negate any economy of scale generated by its size by regaining the use of a second engine.

An analysis of ship construction trends suggests that a 12,000TEU ship will be plying the seas by 2013. I suggest that the ultimate ship size is 12,000TEU, for the time being. As a container ship is enlarged, its draught, length and breadth are also logically bigger.

Container terminals must maintain their vigilance of these trends

in order to anticipate the future of container liner needs. Deeper water depth and even larger container cranes with longer outreach are just a few of the changes that competitive terminals need to implement.

We also present analysis of the expected surroundings such as excessive competition between ship owners, loading/unloading system and planing for container terminal in the future.

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 필요성

세계 경기가 침체 국면에서 회복세로 돌아서면서 대형 선사들을 중심으로 경기 침체를 이유로 보류해 놨던 선박의 재건조가 이루어지고 있다. 경기의 회복을 예상하는 다양한 지표들과 정부의 지원정책, 선사들의 구조조정을 기반으로 초대형선에 대한 공급이 늘어나고 있는데 1만 TEU급 이상의 초대형선 공급을 예상해 본 결과 2013년까지 250여척이 넘을 것으로 전망되고 있다.

초대형컨테이너선이 건조되기 시작된 것은 1990년대 후반으로 본격적으로 건조가 이루어진 시기는 2006년 이후로 보고 있다.

대형 선박을 건조하게 된 원인은 기본적으로 세계 주요 간선 항로의 물동량이 급증하는데서 찾을 수 있다. 아시아-미주를 비롯한 대부분의 항로에서 발생한 물동량은 지난 20여년 동안 약 150% 정도의 높은 성장율을 보여 왔다. 이에 따라 선사들은 투입 선박의 항차를 늘리거나 선박의 대형화를 통해 선복량을 증가해 왔으나, 1984년 미국 신해운법(American Shipping Act, 1984)에 의하여 배타적으로 경쟁해 왔던 선사들이 완전경쟁체제에 들어서면서 운임경쟁력 강화는 선사의 필수 조건이 되었다.

선박 대형화 추세는 선사에게 비용 절감, 화주들에게는 운임 하락이라는 이중적 효과를 가져 오면서, 세계 정기해운항로에서 컨테이너선의 대형화가 선사의 경쟁력을 가늠할 수 있는 잣대로 인식되고 있다.

항만의 시설은 초대형컨테이너선의 규모를 결정하는 요소라는 측면에서 중요한 사항이다. 초대형컨테이너 선박에 대해 만족할 만한 서비스를 제공하기 위해서는 항만 시설 뿐만 아니라 대규모의 화물을 신속하게 처리할 수 있는 차세대 통합적 운영시스템이 필요하게 된다.

즉 컨테이너선의 대형화에 따라 모든 형태의 선박이나 크기에 대처

가능한 컨테이너 통합하역시스템의 개발(인공지능 하역시스템, 신 개념의 하역, 이송 및 적재시스템 등)을 필요로 한다. 그리고 선사간 전략적 제휴를 통한 초대형컨테이너선의 출현에 따라 많은 컨테이너를 처리하기 위하여 많은 연구가 뒤따라야 할 것이다. 더 많은 컨테이너를 양적하 하기 위해서는 이에 걸맞는 항만 하역 시스템이 필요할 것이다. 본선 스케줄을 지키기 위해 노력하여야 할 것 중 하나가 재항 시간을 단축하는 것이다. 앞으로 항만 하역시스템을 연구하는 중요한 사항으로 불필요한 요소 내지 장애를 제거함으로써 보다 많은 시간을 확보할 수 있을 것이다. 또한 컨테이너 양적하와 관련된 작업은 많은 노동이 필요하므로 컨테이너 처리양의 증가는 인건비의 상승을 야기하게 되고, 이 비용은 컨테이너 항만을 운영하는데 소요되는 경비 중 다른 어떠한 경비보다 큰 비중을 차지할 것으로 전망되며, 이 점이 바로 자동화된 컨테이너 항만을 개발해야 하는 가장 주요한 동기이다.

이러한 컨테이너 항만의 자동화는 항만 운영을 자동화 할 수 있는 장비의 개발을 통하여 생산성을 향상시키고 효율적인 항만운영으로 불필요한 요소를 제거함과 동시에 최적의 효과를 누릴 수 있을 것이다. 세계 선진 국가들에서 예상되는 노동력 부족을 해결 할 수 있는 훌륭한 대안이라고 할 수 있다. 이런 환경적인 변화에 따라, 컨테이너 항만의 자동화는 치열한 경쟁 속에서 항만이 살아남기 위한 필수 조건이라 할 수 있겠다.

제 2 절 연구의 목적

동북아시아 중심으로 한 급속한 경제성장 지역으로 경제의 세계화에 따른 급격한 물류환경 변화에 대응하여 물류 주도권 확보를 위한 물류거점화 경쟁을 치열하게 전개하고 있다. 즉 항만배후 물류단지 조성 및 다국적 기업의 물류센터 유치전략 수립, 물류인프라 구축을 통한 효율적인 물류체계 구축, 신규항만 건설 및 증설 등 자국의 항만이 동북아

지역의 물류중심항만(Hub-Port)이 되기 위하여 국제물류중심화를 국가 경제발전의 주요 전략으로 채택하고 있는 추세이다.

특히 동북아 물류중심항만(Hub-port)이 되기 위해서는 현재보다 두배 이상의 생산성이 향상되고 고객 만족이 최대화될 수 있는 보다 선진화된 차세대 터미널운영기법의 기술개발 및 도입이 시급한 실정이다. 즉 컨테이너터미널의 야드점유율 향상, 재조작의 최소화, 장비이동거리의 최소화를 통한 생산성 향상과 선박과 화주에 대한 서비스를 향상시켜야만 항만의 국제경쟁력을 강화시킬 수 있다.

국제물류적 차원에서 항만은 국제물류 네트워크상 중요한 가교 역할을 한다고 볼 수 있다. 즉 화물이 항만을 통과하면서 효과적인 육상 및 해상 연계 수송에 의해, 그리고 항만 배후부지에서 부가가치 활동을 통해, 상품 및 제품 가치가 창출되는 곳으로 이해되고 있다.

이에 따라 여러 나라에서 항만을 물류중심지로 개발하는 정책을 추진하고 있다. 함부르그, 싱가폴, 로테르담항 등 세계 주요 경제권의 거점 항만들 또한 이러한 국가정책에 부응하여 역내의 세계물류를 주도하기 위해 항만시설을 계속적으로 확충하는 한편 운영시스템의 개선을 통해 생산성 향상에 박차를 가하고 있다. 효율적인 운영시스템을 통한 생산성 향상과 서비스의 질적 수준을 향상 시킴으로써 항만의 경쟁력을 강화하고 있으며, 운영비용의 절감과 화물 처리능력의 극대화를 통해 운영수익을 증대시킴으로써 항만투자비를 적기에 회수하여 시설재투자재원으로 활용하고 있다.

이처럼 세계 주요 국가 항만 간에는 세계물류 거점기지로서의 주도권 확보를 위해 정부당국과 지방자치단체가 공동으로 대규모 항만시설을 확충하고 항만기능을 고도화 다양화하고 있다. 특히 세계 선진 항만 간에 이루어지는 물류중심화 경쟁은 부두시설 확대과 같은 하드웨어(Hardware)측면은 물론 비용효과와 서비스의 질적 수준을 향상시킬 수 있는 부두운영 효율화 등의 소프트웨어(Software)측면을 망라하여 전개

되고 있다.

우리나라는 국가적으로 한반도를 동북아의 물류중심기지로 육성하기 위한 전략을 추진 중이다. 그 동안 우리나라는 주로 수요 충족형 항만 개발을 추진함으로써 양적으로는 크게 성장하였으나 부두운영의 효율성과 서비스의 질적 수준에서는 선진 항만에 비해 열악한 실정이다.

세계 주요 선진 항만들은 안벽 하역장비 및 야드 크레인의 생산성 향상과 더불어 효율적인 터미널 운영과 하역 보관 이송능력 향상 및 높은 수준의 서비스를 제공하기 위하여 지속적으로 컨테이너터미널 운영시스템 개선방안을 연구 개발하고 있다. 터미널 운영시스템은 항만운영에 있어서 두뇌에 해당하는 것으로 항만생산성 향상과 처리능력 최대화에 가장 중요한 요소이다.

홍콩의 HIT에서는 터미널 운영계획, 생산, 통제 및 관제업무 등 터미널통합운영시스템 (Terminal Management System)인 3P(Productivity Plus Programme)시스템을 항만운영업무에 적용하여 전체 항만생산성을 약 30% 증가시켜 운영하고 있다.

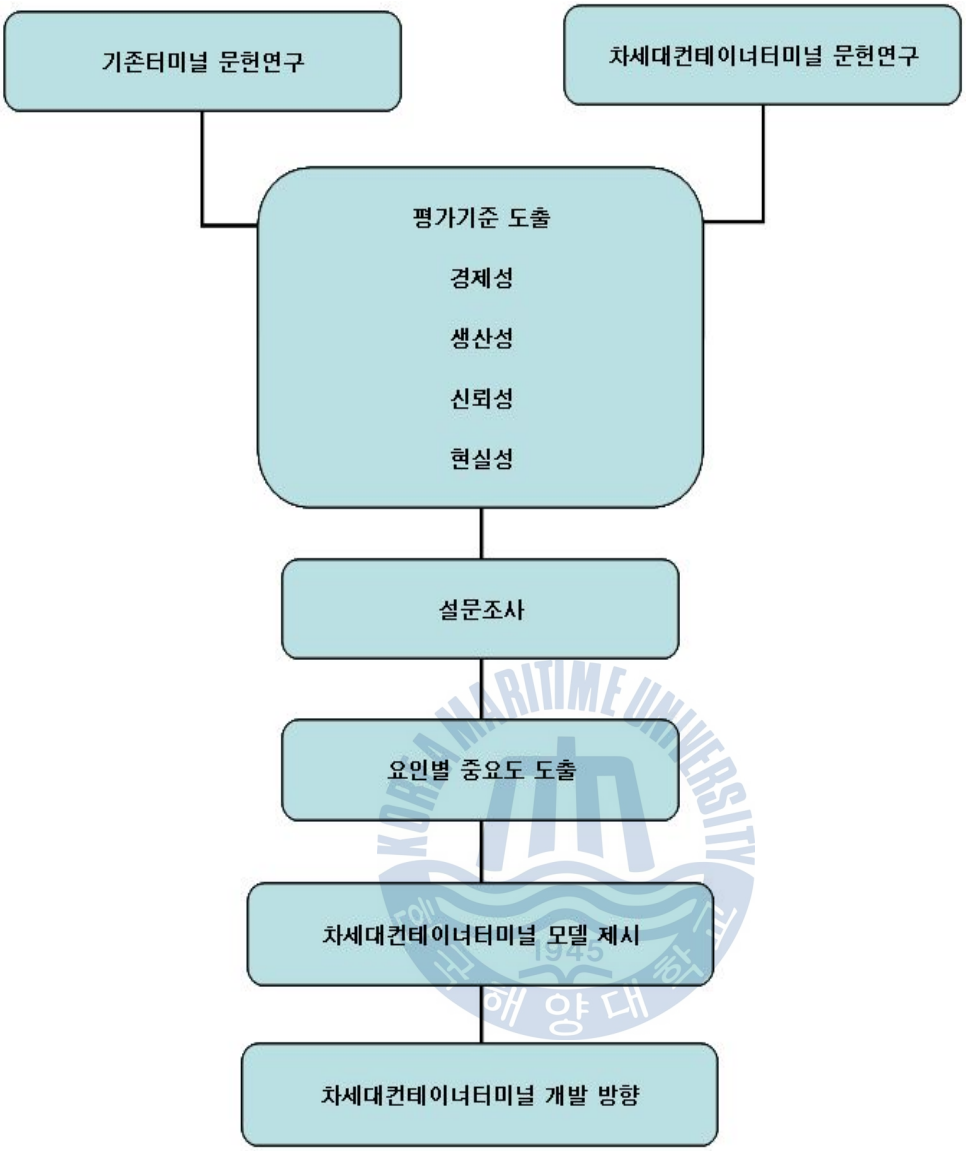
국내 컨테이너터미널에서 운영되고 있는 운영시스템은 대부분 자체 제작한 시스템이거나 혹은 기존 기술을 도입한 것으로 해외 유수의 항만과 비교해 볼 때 그 경쟁력이 취약한 상태이다. 최근, 한국 허치슨터미널 등 일부 터미널에서 외국인 투자로 인해 신기술의 도입이 진행 중이나 아직은 미흡한 실정이다. 국내 터미널 운영사들도 보다 발전된 터미널 운영기법을 적극적으로 개발하여 사용하여야할 것으로 판단된다.

본 연구는 초대형 컨테이너선 대응 3가지 유형의 컨테이너터미널을 대상으로 실질적인 의향분석을 통해 보다 현실성있는 하역시스템을 개발하는데 방향을 제시하고자 한다.

제 3 절 연구방법 및 구성

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 선행연구의 고찰과 설문지를 통한 실증분석을 하였다. 우선 초대형컨테이너선박의 개념, 컨테이너터미널 기항선박의 대형화 및 기항항만 분석 등에 대한 선행연구를 고찰하고 이를 통해 얻어진 요인을 바탕으로 연구 부문에서 종사하는 14명, 기업 부문에서 종사하는 13명, 그리고 기타 전문직에 종사하는 15명 포함하여 총 42명에 설문조사를 실시하였다. 수집된 설문을 바탕으로 차세대컨테이너터미널 평가기준의 중요도를 도출하였다. 이렇게 도출된 요인들과 중요도를 바탕으로 새로운 개념의 터미널시스템을 구축할 수 있었다.

본 논문은 총 5개장으로 구성된다. 제 1장에서는 본연구의 필요성과 목적에 대해 설명하였으며, 제 2장에서는 초대형컨테이너선 현황과 기존 항만하역시스템의 문제점을 설명하였으며, 제 3장에서는 초대형선에 적합한 차세대컨테이너터미널 중 스피드포트, 양현하역시스템, 플로팅터미널에 대해 장,단점을 비교 분석하였다. 제 4장에서는 제 3장에서 나온 데이터를 근거로 하여 개발방향에 대한 설문조사를 실시하였고 이 설문조사를 통해 조사분석을 할 수 있었다. 제 5장에서는 제 4장에서 수행된 시뮬레이션 분석을 통해 얻어진 결과를 종합적으로 검토 분석하고 그리고 본 연구의 한계점 및 향후 연구방향을 제시한다.


기존터미널 문헌연구
차세대컨테이너터미널 문헌연구
평가기준 도출
경제성
생산성
신뢰성
현실성
설문조사
요인별 중요도 도출
차세대컨테이너터미널 모델 제시
차세대컨테이너터미널 개발 방향

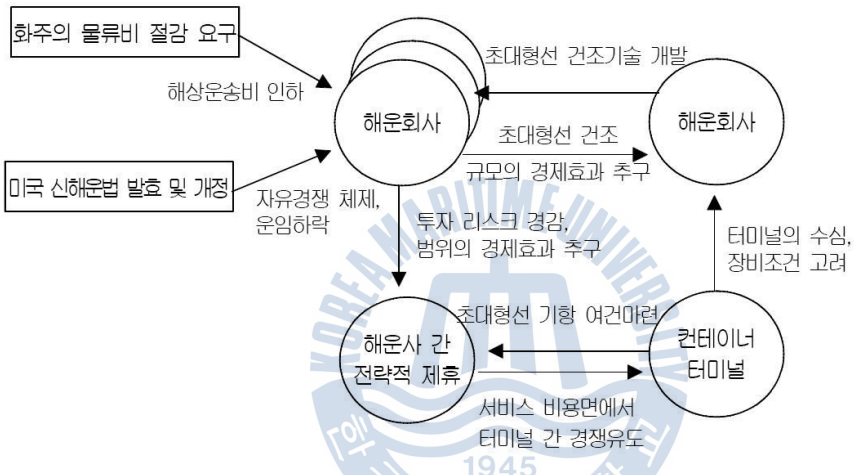
<그림 1-1> 연구 프로세스

제 2 장 초대형컨테이너선박 고찰

제 1 절 초대형컨테이너선 현황

1. 초대형컨테이너선의 개념

초대형컨테이너선이라 함은 통상 6,000TEU급 이상을 말하는데 90년대 후반부터 6,000TEU~7,000TEU급인 Post-Panamax가 등장하였다. 컨테이너선박은 화주들의 물류비 절감 요구와 선사들이 규모의 경제효과를 추구함에 따라 80년대 4000TEU급, 90년대 6000TEU급, 2000년대 8000~1만TEU급으로 초대형화 되어 가고 있다.



자료 : KMI,초대형 컨테이너선 운항에 대비한 차세대 하역시스템 개발, 2002.

<그림 2-1> 컨테이너선의 대형화 배경

컨테이너선은 1960년대 후반의 1세대 선박을 시작으로 하여 파나막스(panamax)급, 포스트파나막스(post-panamax)급으로 발전하였으며 90년대 후반부터 슈퍼포스터파나막스(super-post-panamax)급으로 대형화하고 있다. 슈퍼포스트파나막스 초대형컨테이너선의 경우 기항지의 축소가 불기피하며 이들 모선을 위한 피더 서비스의 수송 능력 증대

를 요구한다. 따라서 이들 모선을 위한 피더선의 대형화도 자연스럽게 수반되고 있다. 지금까지 일반적으로 1,000TEU급 미만에 불과하던 피더선의 선형이 1,500TEU급 또는 2,000TEU급으로 대형화되고 있다. 그리고 이런 추세는 슈퍼포스트파나막스 컨테이너선 취항의 본격화로 더욱 가속화될 전망이다.

<표 2-1> 컨테이너선의 대형화 추세

구분		Ⅰ세대	Ⅱ세대	Ⅲ세대	Ⅳ세대	Ⅴ세대	Ⅵ세대	Ⅶ세대	Ⅷ세대
발전방향			대형/고속화	에너지 절약화	거대화		초거대화		
명칭		피더형	핸디형	준 파나막스	파나막스	포스트 파나막스	슈퍼포스트파나막스		울트라 막스
시기		60년대 후반	70년대	70년대 말	80년대 후반	90년대 전반	90년대 후반	90년대 말	21세기 초
선형(TEU)		700~1,500	1,800~2,300	2,000~2,500	2,500~4,400	4,300~5,400	6,000~6,670	7,000~8,700	10,000~13,000
대표선박	건조선사	NYK	MOL	Safmarine	Hapag-Lloyd	APL	Maersk	Maersk	-
	건조연도	1968년	1973년	1979년	1991년	1988년	1996년	1997년	(2005년)
	선명	Hakonemaru	뉴저지호	S.A. Waterpark	Levenkusen E.	P. Truman	Regina M.	Souverin M.	-
선박제원	적재능력(TEU)	752	1,887	2,464	4,626	4,340	6,418	6,600	(13,000)
	선장-Lpp(m)	187.0	263.3	247.4	281.6	260.8	302.3	331.5	(365.0)
	선장-Loa(m)	200.0	280.0	258.5	294.0	275.2	318.2	247.0	(380.0)
	선폭(m)	26.0	32.2	32.2	32.25	39.4	42.8	42.8	(55.0)
	선창깊이(m)	15.5	19.6	24.1	21.4	23.6	24.1	24.1	(30.0)
	최대흘수(m)	10.5	11.5	13.2	13.5	12.5	14.0	14.5	(15.0)
	톤(GT)	16,240	37,799	52,615	53,800	50,206	81,488	91,560	(150,000)
적재규모	선창내(단)	6	7~9	8	8	8	9	9	(10)
	갑판(단)	2	2~3	3	5	4	6	6	(7)
	선창 횡적수	7	9	10	11	12	14	14	(18)
	갑판 횡적수	9	12	13	13	16	17	17	(22)
추진	주기관(마력)	17,800	69,600	34,840	49,640	59,960	74,640	74,555	(140,000)
	속도(노트)	22.6	26.0	19.5	24.5	24.2	25.0	26.4	-
	추진축수(개)	1	1	1	1	1	1	1	(2)

자료 : KMI, 「21세기 해양수산정책 장기구상과 KMI의 역할」 내용 재정리, 1999

초대형컨테이너선의 길이, 선폭, 흘수, 갑판상 적재열 등 제원의 변화는 <표 2-2>와 같다. 12,000TEU급 이상의 초대형선의 경우 선장이 350~400m이며, 수심은 17m, 열수는 22~28열이다.

<표 2-2> 초대형컨테이너선의 제원 비교

선박규모 (TEU)	선장 (m)	흘수 (m)	선폭 (m)	열수	구분
7600	321	145	428	169	조선소 기술적 검토
8000	300	145	456	181	
8800	347	140	453	179	
9100	330	145	456	181	
10000	334	145	490	194	
12000	350	145	570	227	삼성중공업&ABB
12000	400	1704	500	199	Suez-Max
15000	400	1415	690	276	American Shipper
15000	400	150	660	264	G. De Monie
15000	400	160	660	239	Rijsenbrij
18000	400	200	700	280	Rijsenbrij

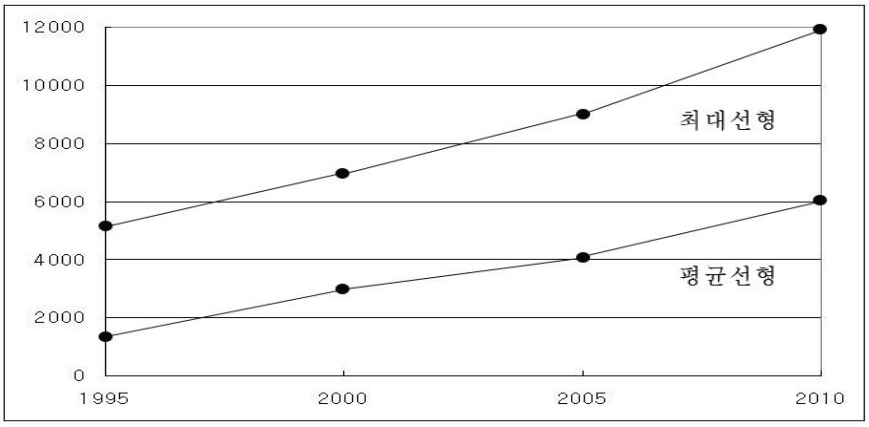
자료 : KMI, '초대형 컨테이너선 운항에 대비한 차세대 하역시스템 개발 ', 2002.

2. 컨테이너터미널 기항선박의 대형화 및 기항항만 분석

1) 평균선형 및 최대선형

세계 물동량의 증가와 선박의 초대형화는 컨테이너선 평균선형의 급격한 확대를 가져왔다. 전세계 항로를 운항중인 컨테이너선의 평균선형은 1996년에 1,954TEU였으나, 1998년에 2,500TEU를 넘어섰으며, 2000년에 2,900TEU로 커졌다. 그리고 8,000TEU급 이상이 최초로 운항되기 시작한 2002년의 평균선형은 3,200TEU였으나, 본격적으로 초대형선이 운항된 2006년의 경우 4,850TEU로, 2000년에 비해 평균선형이 약

170%증가 하였다. 2003년에 최초의 8,000TEU급 선박이 상업운항을 시작했으며 그 당시 운항중인 선박의 최대 선형은 9,200TEU이며 2006년초에 인도된 선형은 10,000TEU이다.



자료 : 한국해양수산개발원 자료 재정리

<그림 2-2> 평균 및 최대선형 변화 추이

2) 선형별 운항 및 발주현황

해운사들의 컨테이너선박 운항척수는 총 8,720척으로 2,000TEU급 미만의 소형선이 전체의 22.7%를 차지하고 있으며, 8,000TEU급 이상의 대형선은 689척, 8.7%를 차지하고 있다. 현재 발주된 선박은 총 4,324척으로 2,000TEU급 이하의 소형선박이 전체의 12.5%를 차지하고 있으며, 6,000~7,000TEU급 선박은 581척, 12.6%, 8,000TEU급 이상 선박은 1,319척, 31.3%를 차지하고 있다.

초대형선 발주현황을 선형별로 살펴보면 10,000TEU 미만의 선박은 65척으로써 전체의 78.2%를 차지하고 있으며, 10,000TEU급 이상의 초대형선의 발주량는 19척으로써 전체의 23.5%를 차지하고 있다.

한편 발주된 85척의 초대형선은 2011년까지 모두 인도될 예정이다.

<표 2-3> 선형별 신조 컨테이너선 공급규모 전망

선형	현재 (2006.7)	신조년도					합계
		'06 하반기	2007	2008	2009	2010	
500 이하	137	1	2	1	0	0	4
500~999	502	46	53	37	7	4	147
1,000~1,499	660	50	59	67	5	0	181
1,500~1,999	767	31	89	95	34	2	251
2,000~2,499	675	7	39	7	0	0	53
2,500~2,999	809	106	128	133	34	0	401
3,000~3,999	1,013	34	105	52	33	0	224
4,000~4,999	1401	90	227	287	127	17	748
5,000~5,999	1,161	48	118	177	42	20	405
6,000~6,999	582	85	91	215	118	32	541
7,000~7,999	324	14	36	0	0	0	50
8,000 이상	679	202	389	419	270	29	1,309
합계	8,710	714	1,336	1,490	670	104	4,314

주 : 2006년 7월 기준임

자료 : Drewry Shipping Consultants Ltd, Annual Container Market Review and Forecast 2006/07, 2006. 9.

<표 2-4> 주요 선사별 9,000 TEU 이상 컨테이너선 발주 및 확보 현황(2006. 6. 14)

선사	선형(TEU)	척수	조선소	준공 및 인도시기
Maersk	12,000	14	오덴세	07~11년
	9,100	4	삼성	07~08년
MSC	9,200	13	삼성	05~07년
	9,600	8	삼성	09년
CMA-CGM	9,200	4	현대중공	05~06년
	9,700	4	대우조선	08~09년
	9,700	4	교섭중	09년
Evergreen	9,700	4	현대중공	08년
COSCO	9,400	9	현대중공	06~08년
	10,000	4	NACKS	08~09년
CSCL	9,600	8	삼성	06~07년
ZIM	9,700	4	현대중공	09년

자료 : 일본해사신문

3) 초대형선 기항항만 분석

현재 운항중인 8,000TEU급 이상의 대형선은 44척이다. 이 중 그랜드얼라이언스, MSC, 머스크시랜드, CSCL, 에버그린이 유럽/아시아의 8개 노선에 33척이 투입되어있으며, 아시아/미국항로에는 2개 노선에 그랜드얼라이언스 6척, MSC와 CMA CGA 소속의 선박 5척이 투입되어 있다.

<표 2-5> 항로별 초대형선 운황현황

운항항로	선사(얼라이언스)	항로수	투입대수(척)
아시아 -유럽	그랜드얼라이언스	2	9
	MSC	1	4
	머스크시랜드	3	12
	CSCL	1	5
	에버그린	1	3
아시아-미국	MSC-CMA CGA	1	5
	그랜드얼라이언스	1	6
계		10	44

자료 : 선사별 내부자료 (2008년 9월 기준)

초대형선이 기항하는 항만은 총 44개 항만으로 유럽 16, 아시아 24, 미국 4개 항만이다. 기항항만이 가장 많은 국가는 중국으로 총 9개 항만을 기항한다.

초대형선은 환적중심 대형항만을 주로 기항하며. 아시아의 경우 홍콩, 선전, 싱가폴, 탄중펠레파스, 샤먼, 포트클랑항이며, 유럽의 경우 로테르담, 함부르크, 사우스햄턴, 미주의 경우 롱비치(LA)항이다.

연간 기항회수는 홍콩항 502회, 얀티얀(선전) 451회, 싱가폴 335회, 로테르담 286회, 함부르크 177회 순이다. 부산항의 경우 연간 기항회수가 68.58회로서 5.32일에 1척이 기항한다.

<표 2-6> 항만별 연간 초대형선 기항순위 및 회수

기항순위	대륙	항만	기항횟수
1	아시아	홍콩	502
2	아시아	선전	451
3	아시아	싱가폴	335
4	유럽	로테르담	286
5	유럽	함부르크	177
6	아시아	탄중펠레파스	172
7	아시아	샤먼	166
8	아시아	포트클랑	156
9	유럽	사우스햄턴	114
10	미주	롱비치(LA)	114

자료 : 선사별내부자료(2008년9월기준)

초대형선의 기항 항만은 아시아-유럽노선은 평균 12.5개 항만, 아시아-미주노선은 평균 7개 항만에서 화물을 양적하한다. 특히, 아시아-유럽노선의 경우 대부분 대형항만을 거쳐가는 것으로 나타났다.

<표 2-7> 항만별 선사 및 얼라이언스 기항회수 및 비율

대륙	항만	선사 및 얼라이언스					기항 회수	기항 비율	기항 순위
		그랜드얼라이언스	MSC	머스크시랜드	CSCL	에버그린			
유럽	Aarhus			45.71			45.71	1.23%	23
	Algeciras			66.49			66.49	1.79%	18
	Antwerp		22.86		32.14		55	1.48%	19
	Bremerhaven			114.28	0		114.28	3.08%	11
	Felixstowe		22.86	57.14	32.14		112.14	3.02%	12
	Malaga			9.35			9.35	0.25%	36
	G?eborg			45.71			45.71	1.23%	24
	Gioia Tauro	11.43		41.56			52.99	1.43%	20
	Taranto					38.58	38.58	1.04%	29
	Le Havre		45.72	11.43	32.14	0	89.29	2.41%	15
	Southampton	114.29					114.29	3.08%	9
	Port Said (SCCT)			11.43		19.29	30.72	0.83%	30
	Thamesport					19.29	19.29	0.52%	33
	Valencia		22.86	18.7			41.56	1.12%	28
	Rotterdam	62.86	22.86	148.56	32.14	19.29	285.71	7.70%	4
	Hamburg	74.29			64.28	38.58	177.15	4.78%	5
	소계	262.87	137.16	570.36	192.84	135.03	1,298.26	34.99	
아시아	Jebel Ali (UAE)		22.86				22.86	0.62%	31
	Salalah			9.35			9.35	0.25%	36
	Jeddah			9.35			9.35	0.25%	36
	Dalian	11.43		11.43			22.86	0.62%	32
	Hong Kong	205.72	74.29	119.47	64.28	38.58	502.34	13.54%	1
	Ningbo	11.43	22.86		32.14	19.29	85.72	2.31%	16
	Qingdao	11.43					11.43	0.31%	34
	Xiamen	62.86	102.86				165.72	4.47%	7
	Xingang (~Tianjin)	11.43	22.86	11.43			45.72	1.23%	22
	Yantian (~Shenzhen)	154.29	148.58	64.41	64.28	19.29	450.85	12.15%	2
	Shanghai	51.43			32.14	19.29	102.86	2.77%	14
	Singapore	280.01	45.72	9.35			335.08	9.03%	3
	Port Kelang	114.29		9.35	32.14		155.78	4.20%	8
	Tanjung Pelepas			132.98		38.58	171.56	4.62%	6
	Kaohsiung	62.86		20.78		19.29	102.93	2.77%	13
	Kwangyang			11.43			11.43	0.31%	35
	Busan	22.86	22.86	22.86			68.58	1.85%	17
	Nagoya			45.71			45.71	1.23%	25
	Kobe (~Osaka)			45.71			45.71	1.23%	25
	Yokohama (~Tokyo)			45.71			45.71	1.23%	25
	소계	1,000.04	462.89	569.32	224.98	154.32	2,411.55	64.99	
미주	Long Beach (~Los Angeles),	51.43	51.43	11.43			114.29	3.08%	10
	Oakland (~San Francisco)		51.43				51.43	1.39%	21
	소계	51.43	102.86	11.43	0	0	165.72	4.47	
총계		1314.34	702.91	1151.11	417.82	289.35	3875.53	100%	

자료 : 선사별내부자료(2008년9월기준)

제 2 절 기존 항만하역시스템의 문제점

1. 초대형컨테이너선의 운항 및 기항 조건

1) 선박설계

초대형선의 선박 설계 부문의 연구에서 15,000TEU급 초대형선의 추진력, 선체 구조 등과 같은 문제는 실현 가능하다. 트윈 엔진(Twin Engine)장착을 통한 추진력확보에 관해서는 선박설계가 입증되었다.

<표 2-8> 초대형컨테이너선의 불확실성 정도

		대상	불확실성 정도	비고
선박설계		엔진 추진력 선체	낮음	기술 입증
하역시스템		300 lifts/h 이상 생산성	높음	기수적, 운영적 제약 존재
운영	선박	10,000 TEU급 선박의 수송 네트워크 효율	높음	하역, 피더, 내륙운송 비용 높음
	항만	허브 항만 개발	아주 높음	투자비 확보 불확실

남기찬, 이재현, '초대형 컨테이너 선박에 대한 이론적인 고찰', 한국항해항만학회 제 26권 4호

그러나, 엔진 대형화 및 트윈 엔진 장착에 따른 기관실 공간 증대로 인한 선체 강도 문제, 운항 중 유지 보수 문제 등 현실적인 제약은 검토되지 않았다. 80,000kw급 엔진의 경우 길이 28m 이상, 무게 2,400톤 이상에 달하며, 엔진 길이는 엔진 자체 강도 문제와 선체와의 결합 문제를 야기할 수 있으며, 엔진 무게는 엔진을 지탱하는 선체 강도 문제를 야기할 수 있다.[1] 또한, 트윈엔진의 경우 정비를 위한 인력과 시간이 두배로 들기 때문에 정비 또한 선결해야할 문제이다.

1) 남기찬, 이재현, '초대형 컨테이너 선박에 대한 이론적인 고찰', 한국항해항만학회 제 26권 4호

2) 수심 및 항만시설

초대형선이 기항하기위한 필수 조건으로 제일 먼저 수심이 확보되어야만 한다. 새로운 컨테이너터미널을 만들기 전 설계 단계에서 선박 대형화 추세, 항만의 현재 수심 현황 등을 면밀히 검토하여 터미널이 개장하는 시점에서 부터 입항 대상 선박을 결정해야 한다. 입항대상 선박이 결정되면, 일반적으로 입항대상 선박의 만재 흘수에 10% 여유율[2]을 확보하여야 한다. 5천 TEU 이하의 선박의 만재 흘수는 13.5미터이지만 여기에 천수효과를 고려하여 0.1×d(흘수)를 더하면 14.85미터가 된다.

<표 2-9> 선형에 따른 만재 흘수 및 요구 수심

구 분	4천-5천 TEU급	5천-6천 TEU급	6천-7천 TEU급	8천 TEU급 이상
만재 흘수	14	15	16	16
요구 수심	15	16	17	17

자료 : 박용섭 외, '초대형컨테이너선 운용 코스트와 규모의 경제에 따른 비용/편익 분석', 2002

초대형선의 경우에는 항해 중의 수심 외에도 선회장(turning space)이 좁은 경우에도 제약을 받을 수 있다.

세계 주요 해운선사들이 컨테이너선의 초대형화로 가고 있고, 기항지를 중요한 지정학적 요충지 몇 군데를 중심 거점화하고 있다. 이에 따라 정기항로에서의 중심항의 조건으로 안벽수심 16m 이상의 초대형 컨테이너터미널 확보가 필요한 것으로 지적되고 있다.

즉, 초대형컨테이너선의 기항이 자유롭게 가능하도록 하기 위한 항만이 되기 위해서는 최소한 컨테이너터미널 1개 선석의 안벽수심이 16~18m 정도, 길이가 400m 정도, 갠트리 크레인의 아웃리치가 63m 이상

2) 요구수심은 천수효과(shallow water effect)를 고려하여 흘수의 10% 정도를 여유수심으로 두어야 한다.

이 되어야 기항이 가능하다.

<표 2-10> 개발 중인 초대형컨테이너선 기항 가능 항만

항만	터미널	수심 (m)	부두길이 (m)	크레인 설비			
				크레인 수	최대양력 (MT)	길이(m)	Lift Ht. (m)
광양 (한국)	3-1 단계	16~17	1,400	12	-	22~23 rows	-
Yantian (중국)	3 단계	16	1,400	18	-	60	-
요코하마 (일본)	C-1,2	16	1,400	5	65	65	40
롱비치 (미국)	T	16	1,500	16	65	61	-
암스테르담 (네덜란드)	Ceres paragon	16	1,050	9	65	61	-
알헤시라스 (스페인)	Mulle Del Navio	16	1,456	3	65	59	36
브레머하벤 (독일)	Wilhelm Kaisen	16	2,300	4	65	63	33
Salalah	Salalah	16	1,236	2	65	63.5	33

자료 : 박태원, 정봉민, '컨테이너선 대형화의 경제적 효과 분석', 2002. 11.

3) 운하의 조건

운하를 통과하는 항로의 경우에는 운하 폭과 수심이 대형선박의 운하 통과 제약조건이 된다. 파나마 운하의 최대 폭은 32.2m로서 선폭이 이 이상이 되는 Post - Panamax 급 선박은 통과가 제한되고 있다. 그리고 말래카 해협을 통과하기 위한 흘수는 21m이며 이에 대응하는 제원의 컨테이너선은 1만 8천 TEU이다.

수에즈 운하를 통과하기 위한 흘수는 1999년 기준 17m 로서, 통과 가능한 최대 선형은 기술적 제원 기준 1만 2천 TEU 급이고, 수에즈 운하는 2009 년까지 말래카 해협의 통과 가능한 흘수인 21m 까지 준설을 계획하고 있다. 이러한 운하의 수심과 폭을 기준으로 하면 Suez-Max급 제원은 선장 400m, 선폭 50m, 흘수 17.04m 로서 이를 컨테이너 적재용량으로 환산하면 1만 1,989TEU이고, Malacca-Max의 기준은 선장 400m,

선폭 60m, 흘수 21m로서 이를 컨테이너 적재용량으로 환산하면 1만 8,154TEU가 된다.

4) 경제적 측면

초대형선이 접안하는 항만은 초대형선을 수용할 수 있는 선석길이와 무게를 감당할 수 있는 하부시설, 충분한 길이의 아웃리치를 갖는 크레인 등이 요구된다.

기 터미널을 대상으로 추가비용을 살표보면, 부산신항을 기준으로 할 때 안벽길이 350m인 터미널의 총 연간 비용은 $15,991,051US이며 연간 처리량을 300,000 TEU로 가정하며, TEU 당 비용은 $53.3 US이다. 크레인을 3기에서 6기로 증가시키면 장비에 연간 $1,761,894 US, 노동력에 $466,050, 운영에 $524,450의 비용이 발생하여 연간 총 비용의 17.2%인 $2,754,391의 추가비용이 발생한다. 안벽 길이 또한 상당한 영향을 미친다. 만약 안벽길이가 기존 안벽의 두 배로 증가한다면, 부두에서만 추가적으로 발생하는 연간 시설비용이 총 연간비용의 15.1%가 증가하는 $2,413,303가 발생한다. 만약 선석 확장과 관련된 준설, 포석(paving)과 같은 다른 요소들의 시설비용을 고려한다면 비용은 더욱 증가할 것이다. 이런 비용의 증가는 해상에서 메가 선박을 통해 창출되는 경제적 이익을 초과하여, 결국 항만 운영업자의 경쟁력을 약화시킬 것이다.[3)]

2. 하역시스템의 문제점

1) 하역 생산성

초대형선이 기항하는 터미널은 대형선의 선폭을 고려하여 컨테이너

3) 남기찬, 이재현, '초대형 컨테이너 선박에 대한 이론적인 고찰, 한국항해항만학회 제 26권 4호

의 적·양하 작업이 가능한 대형 크레인이 설치되어야 한다. 초대형선의 컨테이너 장치 열수 이상의 아웃리치를 갖는 초대형 크레인이 필수적이다. 아웃리치가 45m인 컨테이너 크레인은 16열까지 처리 가능하고, 50m 인 컨테이너 크레인은 18 열까지 처리 가능하다. 8천 TEU 급의 경우에는 22 열까지도 확장 가능하므로 이에 맞는 크레인의 설치가 검토되어야 한다.

이러한 물리적인 작업 조건뿐만 아니라 생산성 향상도 고려 대상이다. 생산성이 높아야만 기항지 터미널의 머무는 시간이 감소하고 더불어 항차 소요 일수도 감소된다. 초대형선박을 위한 하역 생산성은 시간당 330moves에서 660moves로 제시되고 있으나, 기존 5,000~6,000TEU급과 같은 재항시간을 맞추기 위한 이론적 수치이다. 또한, 크레인이 5대 또는 7대까지 할당되어 작업을 할 때 해치(hatch)별 컨테이너 배치의 불균형으로 인해 크레인 이용율이 감소할 수 밖에 없다.

초대형선의 재항 시간을 줄이기 위한 실질적인 하역 생산성 향상을 위한 연구와 선석의 하역능력 산정이 필요하다.

2) 장치장 운영

장치계획과 선박 적부계획 그리고 관련된 운영에는 많은 제약이 따르며, 야드 장치계획과 운영은 컨테이너 재배치와 야드 장비와의 작업거리를 최소화시키는 여러가지 규칙 하에서 수행된다. 계획 수립에 있어서 일반적으로 컨테이너는 적화선박, 목적지, 컨에티너의 종류(20 ‘, 40’ , 45 ‘), 화물 형태(일반, 냉동, 위험화물), 화물 무게(중량, 경량), over - demention, 수송형태(환적, 철도 운송, CFS) 등 7가지의 형태로 그룹화 된다.[4] 초대형선의 경우 많은 물량으로 인해 넓은 장치장 면적이 요구되고, 컨테이너 배치 및 장치장 운영이 현재보다 복잡해진다. 또한 선박 적부계획도 장치장 장비의 작업순서와 선박의 수평 및

4) 남기찬, 이재현, ‘초대형 컨테이너 선박에 대한 이론적인 고찰, 한국항해항만학회 제 26권 4호

수직적 작업순서와 일치해야 한다. 선박 적부계획은 선박 안정성이 선결되어야 하고 , 동일 선사에 대한 모든 선박에 일관성 있게 이루어져야 한다. 장치계획(수입, 수출, 환적화물)과 선박 적부계획 및 하역작업간의 원활한 운영이 전제되지 않으면, 터미널의 효율성과 생산성을 감소시킬 수 있다.

3) 운영시스템의 고도화 요구

세계경제 속에서 많은 국가들이 유리한 물류거점을 확보하기 위해 자국내 항만시설을 첨단화하고 컨테이너터미널 운영시스템을 자동화 하는 등 많은 노력을 하고 있다. 세계 여러 항만 간에 이루어지는 물류중심화 경쟁은 결국 항만부대시설의 최첨단화 내지 완전 자동화이고 그리고 고객 서비스의 질적 수준을 향상시킬 수 있는 터미널 운영의 효율화·최적화에 있다.

컨테이너터미널 운영시스템의 기능별 고도화 기술 수준을 살펴보면은 통제부분은 터미널내에서 자동적으로 작업을 통제하는 기능을 갖고 있고, 계획부분에서는 전문가시스템에 의한 Planning을 하고, 모니터링부분은 터미널내 실시간으로 각각의 기능을 모니터링 한다.

<표 2-11> 선박 양적하 계획의 작업 방식별 소요시간 비교표

구분	수작업	Computer Aided	Option에 의한 반자동	Expert System
소요 시간	6~7시간	3시간	2시간	30분

자료 : (주)토탈소프트뱅크 내부 자료

현재 대부분 국내 터미널에서 사용하고 있는 컨테이너터미널 운영시스템은 단순 수작업으로 선석 운영시스템, 야드 운영시스템, 게이트 운영시스템, 운영 통제시스템 등이 이루어지고 있다.

초대형선이 기항하기 위해서는 운영시스템의 고도화는 필수적이다. 기존 컨테이너터미널의 시설을 최대한 활용해서 생산성 향상에 도움이

되는 방향으로 바꾸어 나가고, 그리고 각 기능 간의 충돌 내지 간섭을 최소화하여 비용과 시간을 절감하고, 철저한 야드계획을 세워 야드 이용률을 극대화하고, 클로징타임의 최소화 내지 적절화로 컨테이너터미널 운영시스템의 효율화를 실현할 수 있을 것이다.

<표 2-12> 컨테이너터미널 운영시스템 고도화 효과

운영시스템	내용
선석 운영시스템	• 장비 이동거리의 최소화 • 장비간 충돌/간섭의 최소화 • 환적 화물의 두 선박 동시 접안시 야드 경유 없이 직접 환적 지원 • Dual Trolley C/C 지원 • 선박 적재계획시스템 • 최적화된 장비할당 전략
야드 운영시스템	• 야드 평균 점유율 향상 • 컨테이너 장치장 배정계획시스템(Yard Planning) 최적화 • Re-handling 최소화 • 장비 이동거리의 최소화 • 장비 간 충돌/간섭의 최소화 • 클로징타임 최소화
게이트 운영시스템	• Damage Check System 자동화 • 컨테이너 운송트럭 및 컨테이너 번호 인식시스템 자동화
운영통제 시스템	• 전 계획 시스템의 자동화/최적화 • 작업지시/감시/통제의 자동화/최적화 • 문제 검출/해결의 자동화/최적화 • 문제 해결 실시간 대응

자료 : KMI, '차세대컨테이너터미널 운영시스템의 기술개발 방향과 전략수립에 관한 연구', 2003.

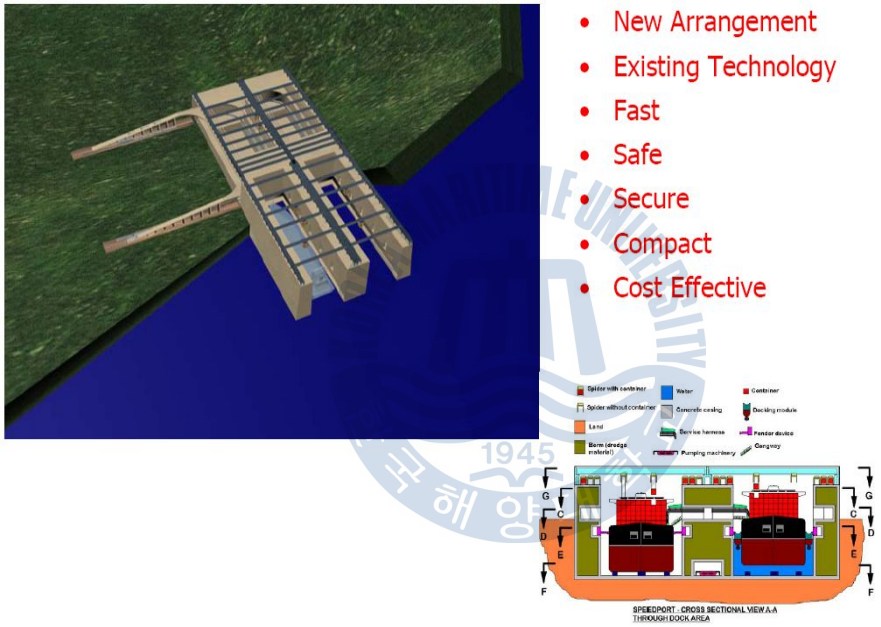
제 3 장 초대형선에 적합한 차세대컨테이너터미널

제 1 절 스피드포트(Speed Port)

1. 스피드포트의 개념

스피드 포트란 기존의 한정된 크레인을 사용해 하역 및 선적을 하던 방식을 탈피해 다수의 스파이더(SPIDER)를 사용함으로써 현재보다 저렴한 비용에 신속하게 화물을 처리하는 시스템을 말한다.

크레인 대신 다수의 스파이더를 사용함으로써 화물을 보다 빠르게 처리할 수 있고, 부산항에 입항하는 선박의 대형화로 인한 접안 시간 단축을 위해서도 필수적이다.



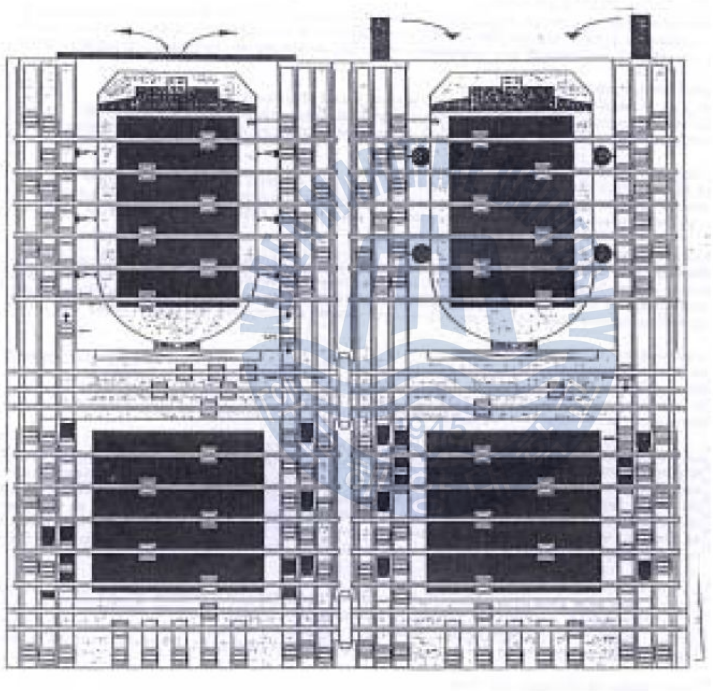
출처 : Some Consideration For a Regional Hub Port in Northeast Asia 2005,10

<그림 3-1> 스피드포트 개념도

2. 스피드포트 하역시스템

미국의 벤처기업인 ACTA Maritime Development Corporation은 차세대컨테이너터미널로 스피드포트를 제안했다. 이 컨테이너터미널의 가장 큰 특징은 컨테이너선박의 재항시간을 줄일 수 있다는 것이고, 또한 기존 컨테이너터미널에 도입되어 온 기술을 그대로 이용하고 있다는 것이다.

이 컨테이너터미널은 선박이 입항하면 대형 도크 형식으로 만든 건물 안으로 들어가서 접안하게 되며 C/C 없이 도크 안에 이미 설치되어 있는 격자 모양의 상부 빔(Overhead Beam)상의 독립 활차인 스파이더(Spider)를 이용해 하역작업을 한다.



자료 : KMI, '초대형 컨테이너선 운항에 대비한 차세대 하역시스템 개발 ', 2002.

<그림 3-2> 스피드포트 하역시스템

이러한 스피드포트 개념의 장점은 빠른 하역속도, 높은 안전성, 보안성, 저렴한 비용 등으로 요약할 수 있는데, 즉 여러 대의 자동 스파이더를 사용하여 하역생산성을 높일 수 있을 뿐만 아니라 다른 운송수단 또는 보관장소로 직접적인 연계운송이 신속하고 쉬워서 선박의 재항시간을 획기적으로 줄일 수 있도록 설계되어있다. 또한, 보다 자동화되고 체계화된 터미널 시스템을 통해 안전성을 제고할 수 있으며, 제한된 통로를 이용한 고단적 보관이 가능하기 때문에 야드 내의 귀중화물을 보관하는 데 용이하다. 특히 기존의 재래터미널 이용시보다 저렴한 비용으로 앞서 언급한 혜택을 누릴 수 있다는 것이 무엇보다도 큰 장점이라고 할 수 있다.[5)]

스피드포트의 하역시스템은 스파이더라고 불리는 자동화된 독립하역장치가 핵심이며, 운영시스템의 명령에 의해 직접 컨테이너를 운반할 수 있다. 기존 터미널에서 사용되는 C/C, S/C 등의 하역장비 없이 컨테이너를 한번에 하나씩(20″ , 40″ , 45″ 등) 운반 및 하역 할 수 있으며, 선박과 보관장소 및 내륙연계운송을 위한 트럭, 레일화차 사이를 승하강이 가능한 격자 모양의 철로 및 빔을 통해 독립적으로 주행할 수 있게 되어있다.

이러한 스피드포트 터미널에는 기본적으로 4가지의 하역 및 이송작업, 즉 ‘선박 대 선박’ ‘선박 대 철도’ ‘선박 대 트럭’ ‘선박 대 보관 창고’가 가능하다. 하역 생산성 면에서, 양쪽 하역이 가능한 재래식 C/C를 이용하여 6,600TEU급의 i) 도크형 터미널, ii) 수직상하식 하역방식, iii) 독립활차인 스파이더의 이용, iv) 터미널의 전자동화 시스템, v) 자동화 접안방식 및 펜더 시스템, vi) 신속한 육상지원체계, vii)환경지향적인 시스템, viii) 드라이도크 형태로 선택적 운영 가능하다.[6)]

---

5) KMI, '초대형 컨테이너선 운항에 대비한 차세대 하역시스템 개발 ‘, 2002.
6) KMI, '초대형 컨테이너선 운항에 대비한 차세대 하역시스템 개발 ‘, 2002.

하역생산성은 6,600TEU급 컨테이너선을 대상으로 한 결과 17개의 Beam과 70개의 Spider를 가진 1선석의 스피드포트는 시간당 260개의 컨테이너를 처리할 수 있는 것으로 확인되어 기존 일자형 안벽의 2배정도 생산성 향상을 도모할 수 있으나 초대형컨테이너선인 15,000TEU급에의 적용시에는 모든 프레임을 선박의 크기에 맞도록 확대하여야 하는 바, 몇 개의 기둥에 증가된 하중의 집중으로 토목공사비 증가, 확대된 폭에 따른 프레임의 처짐발생 및 보완을 위한 구조물 자중증가, 상부 Beam의 설치높이에 따른 Spider의 이동거리 증가 및 하역로프 길이 증가에 따른 컨테이너 흔들림 조절의 어려움 등 문제점이 남아 있는 상태이다.

스피드포트 터미널은 건식 도크 형태를 취할 경우에 도크 안의 수량을 적절히 조절하여 스파이더가 적양하를 위해 움직이는 거리를 짧게 함으로써 하역시간을 단축시킬 수 있기 때문에 재항시간 단축이라는 면에서 선사들에게 유리한 형태의 터미널이 될 수 있다. 더불어 급유, 급수 및 선박 관련 서비스 등도 하역작업 중 병행하여 행할 수 있기 때문에 재항시간을 단축시킬 수 있다.[7)]

3. 스피드포트의 평가

표 와 같이 기존터미널과 스피드포트를 비교하면 연간처리량의 경우 스피드포트가 기존 터미널보다 2배나 많은 물량을 처리할 수 있고, 안벽길이는 4배 가까이 짧기 때문에 적은 면적으로 많은 물량을 처리할 수 있다는 것을 알 수 있다.

---

7) KMI, '초대형 컨테이너선 운항에 대비한 차세대 하역시스템 개발 ‘, 2002.

<표 3-1> 스피드포트와 기존터미널과의 비교

구분	스피드포트 터미널	기존 터미널
선석수 (6,600TEU급 수용가능)	2	2
연간 처리량(TEU)	5,534,025	2,267,294
야드보관능력(TEU)	26,400	26,400
안벽길이(m)	170	670
C/C 수	-	10
스파이더 수	139	-
스트레들캐리어 수	-	35
RTG 수	-	13
보관 단적 수	9	4
보관면적(㎡)	56,655(약 17,000평)	578,700
총 터미널면적(㎡)	182,000	668,000
총면적에 대한 보관면적비	0.31	0.87

자료 : KMI, '초대형 컨테이너선 운항에 대비한 차세대 하역시스템 개발 ', 2002.

스피드포트 제반 시설에 대한 비용비교는 물리적인 건설비용 뿐만아니라 여러 가지 다양한 특성에 따라 다를 수 있다. 3개선석의 표준터미널을 건설할 때 수억달러의 투자비가 소요되나, 스피드포트의 장비관련 총비용은 4천만달러 정도이기에 경제성측면에서의 경쟁력이 있음을 알 수 있다.

스피드포트는 항만 내에서 이루어지는 급유 등 해상오염의 위험성을 줄일 수 있다. 기존 부두에서 급유하기 위해 BARGE을 이용하여 기름을 받아서 다시 공급하는 등 일련의 과정을 거쳐야 하는데 이러한 과정에서 사고가 발생할 위험이 많이 있다. 그러나 스피드포트는 전혀 이러한 공정이 필요 없기 때문에 안전하다. 또한, 스피드포트는 지붕형 도크식으로 만들어져 있어서 외부의 강한 바람과 파도의 영향을 전혀 받지 않아, 1년 365일 연중 작업이 가능한 시스템이다.

<표 3-2> 스피드포트 개발필요 장비/시설/시스템

구분	안벽	안벽↔야드	야드
장비	• 스파이더		
시설	• 도크 • 스파이더 프레임		
시스템	• 스파이더 운영시스템 • 하중 제어		

자료 : KMI, '초대형 컨테이너선 운항에 대비한 차세대 하역시스템 개발 ', 2002.

<표 3-3> 스피드포트의 평가

구분	설명
생산성	• 시간당 260개
개발사	• ACTA Maritime Development Corporation(미국)
실현가능성	• 있음
운영항만	• 없음
검증성	• 검증 안됨
초대형선에 대한 대응성	• 초대형선에 대비한 격자형 하역시스템으로 고속 및 신속한 하역 가능 • 안벽 하역장비와 야드 하역장비의 통합으로 생산성 증가
신개념	• 안벽 하역장비와 야드 하역장비의 구분 없는 통합된 안벽, 야드 시스템
장점	• 높은 생산성 • 터미널 토지 이용률 증가 • 환경친화적 항만시스템 • 외부 기후변화에 유리 • 낮은 장비투자비와 운영비
단점	• 고가의 토목 건설비

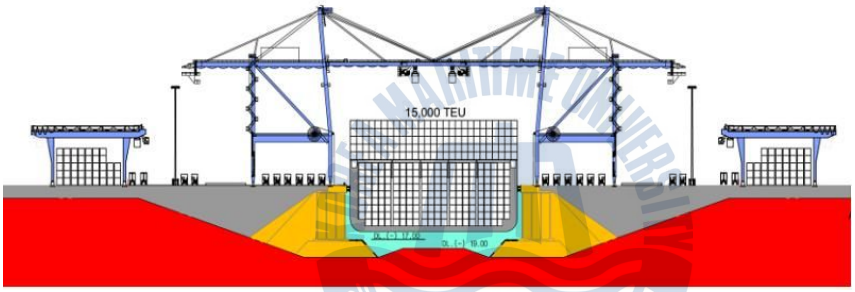
자료 : KMI, '초대형 컨테이너선 운항에 대비한 차세대 하역시스템 개발 ', 2002.

제 2 절 양현하역시스템(Slip Berth System)

1. 양현하역시스템

초대형선박의 컨테이너를 신속하고, 정확하게 하역할 수 있는 안벽시스템, 제한된 하역장에서의 물류 적재를 효율적으로 수행할 수 있는 고단적 적재시스템, 하역, 적재, 이송 등 모든 작업이 자동적으로 처리될 수 있는 시스템 운영이 양현하역시스템이다.

굴입식 양현하역시스템은 안벽형태를 굴입식으로 조성하고 선박을 내부에 진입시킨 상태에서 선박의 양측으로 동시에 하역작업을 수행하는 방식이며, 안벽 양쪽 폭이 제한되어 있어 선박의 입출항시 선박과 안벽간의 충돌이 발생할 수 있다.



<그림 3-3> 굴입식 양현하역시스템 개념도

이 시스템은 네덜란드 암스테르담의 세래스파라곤 터미널(CPT : Ceres Paragon Terminal)에서 최초로 운영되고 있다.

자료 : Some Consideration For a Regional Hub Port in Northeast Asia 2005, 10.

<그림 3-4> 양현하역시스템

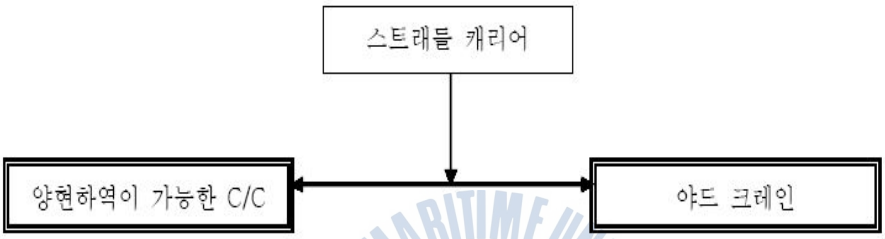
이 하역시스템의 특징은 22에서 24열에 이르는 컨테이너선에 사용 가능한 C/C를 투입하여 선박의 양측면에서 하역작업을 수행함으로써, 시간당 하역 생산성은 300개에 이른다. 터미널내에서 컨테이너의 이송과 적재는 스트래들 캐리어를 이용한다.

초대형선박이 입항하였을 때 기존 터미널에서는 재항시간을 줄이기 위해 최대한 많은 크레인을 투입하는데, 선석의 형태로 인해 일직선 상에서만 하역작업이 수행됨으로써 장비의 물리적 제약과 하역 화물을 장치장으로 이송하는 차량의 혼잡 등으로 투입 크레인 수에 제약이 있다. 그러나 양현시스템은 선박 양측에서 크레인이 하역작업을 수행하기 때문에 기존 안벽작업에 비해 투입 가능 크레인 수가 많고, 크레인의 간섭과 충돌 등의 안전성이 확보된다면 시간당 하역 생산성을 높일 수 있다.

2. 양현하역시스템의 평가

CPT는 평면선석과 만입선석을 동시에 운영함으로써 크레인의 가동률을 높일 수 있도록 고안되었다. 단, 두 선석의 작업공간이 인접하기 때문에 접점지역에서의 크레인 충돌 위험은 높아진다.

만입협 선석(Indented Berth)은 접안 선박의 선폭에 제약이 있어 향후 출현하는 초대형선박의 사양에 대한 예측이 매우 중요하다. 그리고 크레인의 이동에 제약이 많고 추가 작업시간이 예상된다.[8)]



자료 : KMI, '초대형 컨테이너선 운항에 대비한 차세대 하역시스템 개발 ', 2002.

<그림 3-5> 양현하역시스템 구성도

8) KMI, '초대형 컨테이너선 운항에 대비한 차세대 하역시스템 개발 ', 2002.

<표 3-4> 양현하역시스템 개발 필요 장비/시설/시스템

구 분	안 벽	안벽 ↔ 야드	야 드
장비	• 양현하역이 가능한 C/C	• 스트래들 캐리어	
시설	• 양현 선석		
시스템	• C/C 운영시스템 • C/C 충돌방지 시스템		• 장치장 운영시스템

자료 : KMI, '초대형 컨테이너선 운항에 대비한 차세대 하역시스템 개발 ', 2002.

<표 3-5> 양현하역시스템의 평가

구 분	설 명
생산성	• 시간당 300개(한선석)
개발사	• Ceres Terminals Incorporated, ZPMC사
실현가능성	• 있음
운영항만	• CPT
검증성	• 검증
초대형선에 대한 대응성	• 선석의 양쪽에서 9대의 C/C로 하역서비스를 수행함으로써 생산성 향상
신개념	• 양현시스템
장점	• 높은 생산성
단점	• 이송장비, 야드 하역장비의 높은 생산성 요구

자료 : KMI, '초대형 컨테이너선 운항에 대비한 차세대 하역시스템 개발 ', 2002.

제 3 절 플로팅터미널(Floating Terminal)

1. 플로팅터미널 하역시스템

1만TEU 기준으로 최소한 수심이 15~16M가 필요한데 이에 들어가는 항만준설 비용과 기존 컨테이너터미널 보다 외형적인 확장으로 인하여 발생하는 비용 그리고 기존 재래식 하역장비를 신개념 하역장비로 바꾸는데 필요한 비용 등 많은 문제점을 안고 있다.

초대형컨테이너선의 출현으로 인한 수심과 안벽 작업에서의 문제점을 해결하기 위하여 고안해 낸 것이 해상에 플로팅터미널을 건설하는 것이다. 컨테이너터미널 안벽은 입항하는 선박의 크기에 따라 확장하거나 축소할 수 있는 확장 도크 시스템이다. 또한, 컨테이너터미널 안벽 하역장비로 브리지 크레인을 설치하여 모든 선박에 서비스가 가능하도록 설계되어 있다.

자료 : KMI, '초대형 컨테이너선 운항에 대비한 차세대 하역시스템 개발', 2002.

<그림 3-6> 플로팅터미널 모형도

2. 플로팅터미널의 평가

이 플로팅터미널의 장점은 해상에 설치하는 것인데 육지에서 설치하는 건설 비용보다 20~30% 정도 절감할 수 있다. 또한, 컨테이너터미널의 레이아웃의 확장과 변경이 용이하며, 수심의 영향을 받지 않는다. 그리고, 해상에 떠 있는 상태이므로 기존의 일연의 과정을 거쳐 접안하는 것에 비하면 접안 시간을 상당히 줄일 수 있다.[9)]

그러나, 단점은 해상에 떠 있기 때문에 컨테이너터미널 배후지와 어떻게 연계할 것인가, 그리고, 고가의 브리지 크레인의 비용과 해상의 환경적인 요소에 많은 영향을 받는다는 것이다.

<표 3-6> 플로팅터미널 개발필요 장비/시설/시스템

구분	안벽	안벽 ↔ 야드	야드
장비	• 브리지 C/C		
시설	• 플로팅터미널		
시스템	• C/C 운영시스템		• 배후단지 고려한 정밀한 장치장 운영시스템

자료 : KMI, '초대형 컨테이너선 운항에 대비한 차세대 하역시스템 개발 ', 2002.

9) KMI, '초대형 컨테이너선 운항에 대비한 차세대 하역시스템 개발 ', 2002.

<표 3-7> 플로팅터미널의 평가

구 분	설 명
실현가능성	• 있음
운영항만	• 없음
검증성	• 검증 안됨
초대형선에 대한 대응성	• 안벽 하역장비로 브리지 크레인을 사용함으로써 생산성 증가 (양현 하역시스템)] • 도크 확장에 따른 초대형선 서비스 가능 • 안벽이 선박 진입로와 수평이므로 접/이안 시간 단축 • 항만 수심의 문제 해결
신개념	• 해상에 플로팅 터미널 형태의 터미널 건설 • 확장 도크 시스템
장점	• 항만 수심의 문제 해결 • 건설비용 30% 절감 → 수익성 상승 • 건설기간 단축 • 도크 확장 용이성 • 운영체제의 변경 용이성
단점	• C/C의 건설비용 증가 • 배후지와의 연계 어려움 • 터미널내 정밀한 운영시스템 요구 • 환경적인 요소에 영향을 받음

자료 : KMI, '초대형 컨테이너선 운항에 대비한 차세대 하역시스템 개발 ', 2002.

제 4 장 차세대컨테이너터미널 개발 방향

제 1 절 개발방향에 대한 설문조사

차세대컨테이너터미널로 적합한 유형을 찾고자 다음과 같이 대략적인 관점에서 평가하였다.

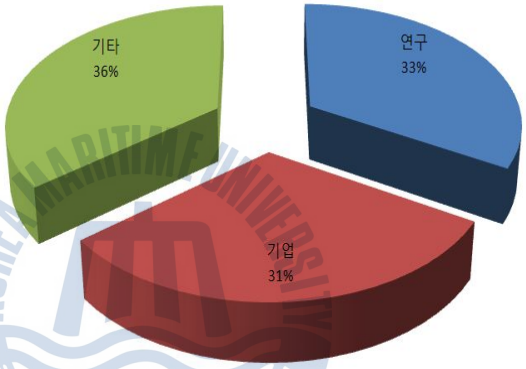
연구 부문에서 종사하는 14명, 기업 부문에서 종사하는 13명, 그리고 기타 전문직에 종사하는 15명 포함하여 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-1> 업무분야

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
연 구	14	33.3
기 업	13	31.0
기 타	15	35.7
합 계	42	100.0

<그림 4-1> 업무분야



각 분야 중 연구 부문에서 종사하는 사람이 33.3%, 기업 부문에서 종사하는 사람이 31%, 그리고 기타 전문직에 종사하는 사람이 35.7%로 나왔다.

가능한 다양한 의견을 모으기 위하여 다 방면에서 왕성하게 활동하고 있는 전문가를 섭외하는데 많은 노력을 할당하였고 그 결과 나름대로 만족할 만한 성과를 이루었다.

보다 정확한 자료를 확보하기 위해 가능한 풍부한 경험과, 근무년수가 많은 전문가 위주로 하여 조사하였다.

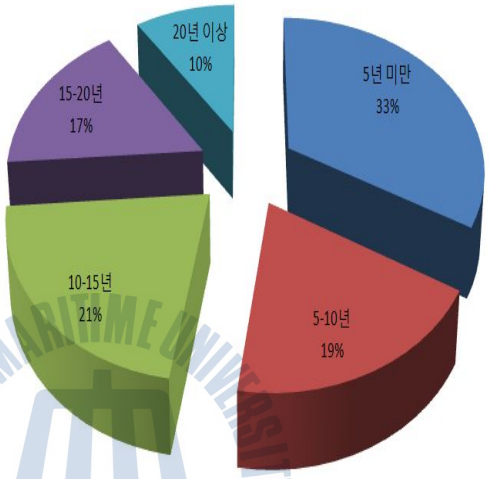
5년 미만이 14명, 5~10년 사이가 8명, 10~15년 사이가 9명, 15~20년 사이가 7명, 20년 이상이 4명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-2> 근무년수

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
5년 미만	14	33.3
5-10년	8	19.0
10-15년	9	21.5
15-20년	7	16.7
20년이상	4	9.5
합계	42	100.0

<그림 4-2> 근무년수



근무년수가 5년 미만이 33.3%, 5~10년 사이가 19%, 10~15년 사이가 21.5%, 15~20년 사이가 16.7%, 20년 이상이 9.5%로 나왔다.

전체 비율에서 47.7%가 10년 이상의 근무년수를 가지고 있어 비교적 조사가 정확도에 가깝다. 그러나, 응답자들 중 절반이 넘는 52.3%가 근무년수 10년 이하로 비교적 정확도가 떨어지는데 여기에 약간의 변수가 생길 수 있다.

기존에 사용 중이거나, 연구 중인 초대형컨테이너터미널 유형 3가지의 장,단점을 파악하여 가장 선호하는 터미널을 선택하게 하였다.

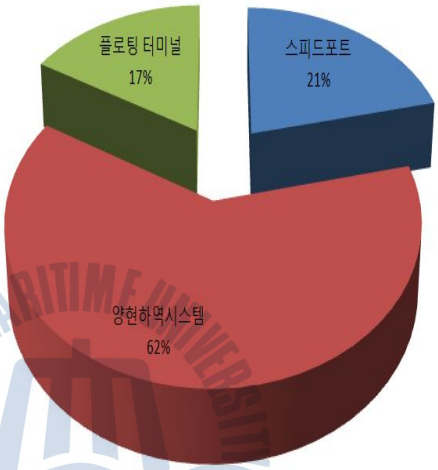
스피드포트를 선호하는 사람이 9명 , 양현하역시스템을 선호하는 사람이 26명, 플로팅터미널을 선호하는 사람이 7명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-3> 선호정도

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
스피드포트	9	21.4
양현하역시스템	26	61.9
플로팅터미널	7	16.7
합계	42	100.0

<그림 4-3> 선호정도



스피드포트를 선호하는 정도가 21.4%, 양현하역시스템을 선호하는 정도가 61.9%, 플로팅터미널를 선호하는 정도가 16.7%로 나왔다.

양현하역시스템 비율이 매우 높게 나오는데 다른 터미널에 비해 널리 알려져 있어서 인기가 높은 것 같다. 유럽 등지에서는 이미 이 터미널을 사용 중에 있고 현재 우리나라에서도 이 시스템에 관심이 많고 또한 부산 신항만에 적용하기 위해 연구 검토 중에 있다.

제 2 절 조사분석 결과

초대형컨테이너선의 항만 하역시스템의 조사분석 결과는 다음과 같다.

각각의 하역시스템에 대한 전문가 조사분석를 통하여 경제성, 생산성, 신뢰성, 현실성 등 4개 항목을 기준으로 다차원 평가를 실시하였다.

경제성 부문에서 투자비와 운영비를 기존 터미널과 비교할 때 고정비 및 변동비를 통합적인 측면에서 조사 분석하였다. 기존 터미널은 대략적인 투자비와 운영비가 나와 충분히 예측 가능하지만 새로운 개념의 차세대컨테이너터미널은 오직 시뮬레이션에 입각한 예상치이므로 어느 정도 오차는 생길 수 있다.

생산성 부문에서 안벽 생산성과 장치장 생산성을 조사 분석하였다. 안벽 생산성은 터미널 선석운영과 container crane 기사의 숙련도에 따라 많이 달라진다. 그리고 장치장 생산성은 터미널 내에서 얼마나 충분한 야드를 확보하고 있는가에 따라 생산성이 달라진다.

신뢰성 부문에서 운영을 통한 기술 입증 정도, 기술 도입의 범용성, 국내 기술 개발 수준, 고장 시 신속 복구 가능성, 등 실제 항만에서 운용되는 과정을 통해서 제반 기술 측면의 현실성이 입증된 정도와 국내 해당 기술 개발 수준 및 고장 발생 시 신속한 복구 가능성이 어느 정도인지 조사 분석하였다.

현실성 부문에서 한국 상황에서 적용 가능성을 조사 분석하였다.

1. 스피드포트

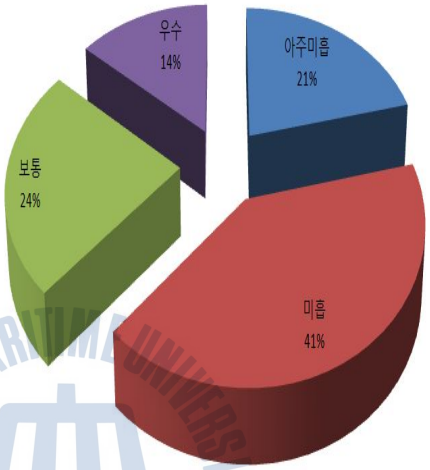
투자비에서 아주미흡이 9명, 미흡이 17명, 보통이 10명, 우수가 6명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-4> 스피드포트 - 투자비

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	9	21.4
미흡	17	40.5
보통	10	23.8
우수	6	14.3
합계	42	100.0

<그림 4-4> 스피드포트 - 투자비



투자비에서 아주미흡이 21.4%, 미흡이 40.5%, 보통이 23.8%, 우수가 14.3%로 나왔다.

이 중에서 61.9%가 미흡으로 응답했는데 오직 생산성만 비교하면 아주 매력적인 터미널임에 틀림없다. 그러나, 이 터미널을 조성하기 위해 소요되는 천문학적인 비용이 걸림돌 될 수 밖에 없다.

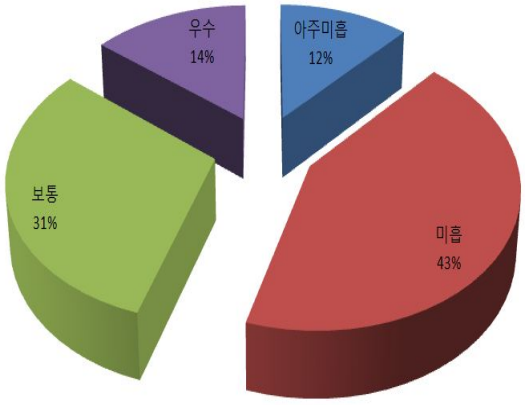
운영비에서 아주미흡이 5명, 미흡이 18명, 보통이 13명, 우수가 6명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-5> 스피드포트 - 운영비

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	5	11.9
미흡	18	42.9
보통	13	31.0
우수	6	14.3
합계	42	100.0

<그림 4-5> 스피드포트 - 운영비



운영비에서 아주미흡이 11.9%, 미흡이 42.9%, 보통이 31%, 우수가 14.3%로 나왔다.

이 중에서 54.8%가 미흡으로 가상의 대형 도크 안에서 많은 스파이더(spider)를 이용하여 양,적하 작업을 하는데 이 터미널의 핵심인 스파이더가 기존의 container crane의 역할을 얼마나 할 수 있는냐가 검증되지 않았다. 뿐만 아니라 이 스파이더를 운영해 본 경험이 없기 때문에 감히 비용을 산출하기가 쉽지 않다. 터미널 규모로 봐도 운영비를 정확히 책정한다는 것이 현 수준에서 매우 어렵다 하겠다.

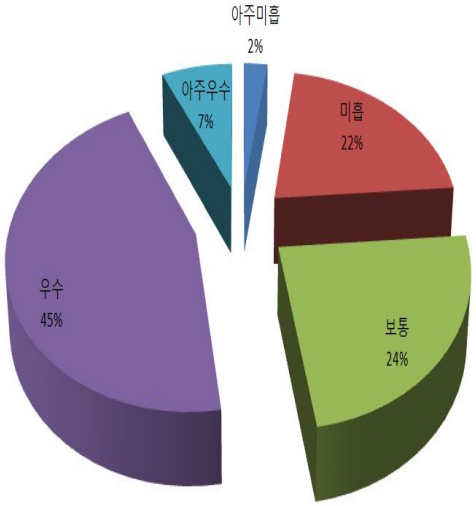
안벽 생산성에서 아주미흡이 1명, 미흡이 9명, 보통이 10명, 우수가 19명, 아주우수가 3명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-6> 스피드포트-안벽생산성

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	1	2.4
미흡	9	21.4
보통	10	23.8
우수	19	45.2
아주우수	3	7.2
합계	42	100.0

<그림 4-6> 스피드포트-안벽생산성



안벽 생산성에서 아주미흡이 2.4%, 미흡이 21.4%, 보통이 23.8%, 우수가 45.2%, 아주우수가 7.2%로 나왔다.

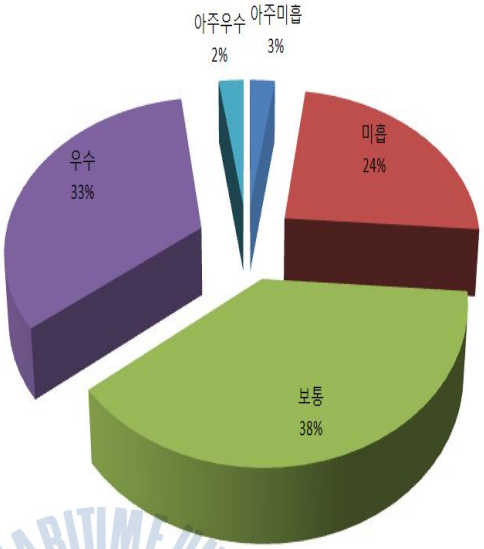
이 중에서 52.4%가 우수 이상으로 비교적 평균 생산성으로 나왔다. 이론적으로 볼 때 가장 생산성이 높은 터미널이 바로 스피드포트이다. 그러나, 실제 조사에서 평균적 생산성 정도 밖에 나오지 않았는데, 아마도 설문지 응답자들 대부분이 이 터미널을 정확하게 인식하고 있지 않은 것 같다. 안벽 생산성 47.6%가 보통 이하의 점수를 주었는데, 이는 역으로 생각하면 이 터미널에 대한 시스템을 정확히 이해하지 못했다는 증거이다. 이론적으로 존재하고 실제로 사용하지 않으니까 정확한 데이터를 기대하기 어렵다.

장치장 생산성에서 아주미흡이 1명, 미흡이 10명, 보통이 16명, 우수가 14명, 아주우수가 1명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-7> 스피드포트-장치장생산성<그림 4-7> 스피드포트-장치장생산성

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	1	2.4
미흡	10	23.8
보통	16	38.1
우수	14	33.3
아주우수	1	2.4
합계	42	100.0



장치장 생산성에서 아주미흡이 2.4%, 미흡이 23.8%, 보통이 38.1%, 우수가 33.3%, 아주우수가 2.4%로 나왔다.

이 중에서 35.7% 만이 우수로 아주 저조한 점수가 나왔다. 이는 크게 두 가지로 해석할 수 있을 것 같다. 위에서 언급했듯이 이 터미널에 대한 이해 부족이 하나의 원인이 될 수 있다. 또 하나는 이 터미널의 구조적 문제인데 대형 도크 안에서 spider를 이용한 양,적하 작업과 장치장 역할을 동시에 해야 하는데 과연 기존의 터미널에서 이루어지고 있는 장치장의 생산성과 비교해 보았을 때 어느 정도 비교 우위에 있을까 하는 의문이 생긴다.

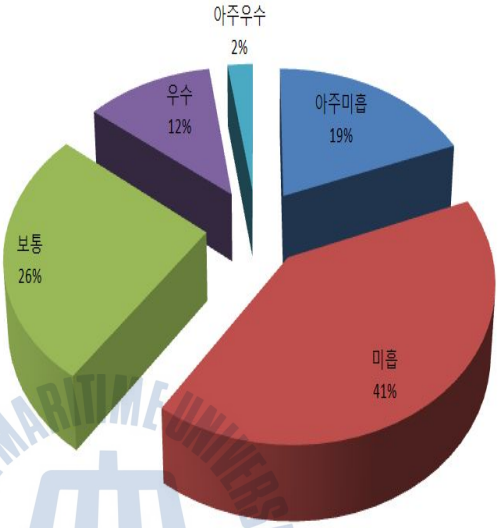
운영을 통한 기술 입증 정도에서 아주미흡이 8명, 미흡이 17명, 보통이 11명, 우수가 5명, 아주우수가 1명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-8> 스피드포트 - 운영을 통한 기술 입증 정도

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	8	19.0
미흡	17	40.5
보통	11	26.2
우수	5	11.9
아주우수	1	2.4
합계	42	100.0

<그림 4-8> 스피드포트 - 운영을 통한 기술 입증 정도



운영을 통한 기술 입증 정도에서 아주미흡이 19%, 미흡이 40.5%, 보통이 26.2%, 우수가 11.9%, 아주우수가 2.4%로 나왔다.

이 중에서 59.5%가 미흡으로 사용하고 있지도 않은 터미널에 대해 기술을 입증한다는 것이 상당히 어려운 일이다. 그래서 수차례 시뮬레이션을 통해 어느 정도 운영을 통한 기술을 입증할 수 있다.

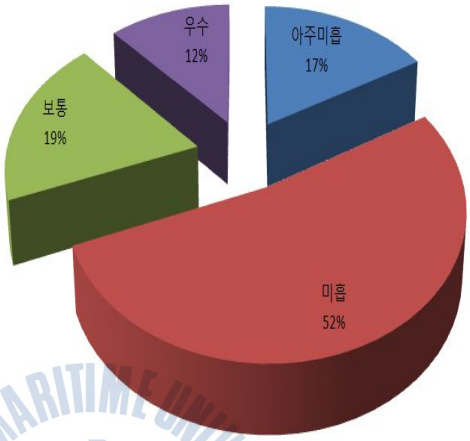
기술 도입의 범용성에서 아주미흡이 7명, 미흡이 22명, 보통이 8명, 우수가 5명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-9> 스피드포트 - 기술 도입의 범용성

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	7	16.7
미흡	22	52.4
보통	8	19.0
우수	5	11.9
합계	42	100.0

<그림 4-9> 스피드포트 - 기술 도입의 범용성



기술 도입의 범용성에서 아주미흡이 16.7%, 미흡이 52.4%, 보통이 19%, 우수가 11.9%로 나왔다.

이 중에서 69.1%가 미흡으로 아직까지 이 터미널을 사용해 본 적이 없기 때문에 기술 도입의 범용성을 논하기는 이르다. 그러나, 이론적인 터미널에 머물러 있지만 접안시설과 생산성에서는 단연 비교우위에 있는 만큼 현재 사용하고 있는 항만하역시스템에 적용할 수 있는지 좀 더 연구하여야 한다.

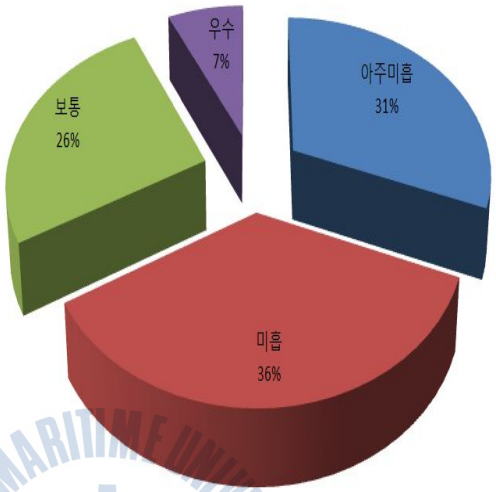
국내 기술 개발 수준에서 아주미흡이 13명, 미흡이 15명, 보통이 11명, 우수가 3명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-10> 스피드포트 - 국내 기술 개발 수준

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	13	31.0
미흡	15	35.7
보통	11	26.2
우수	3	7.1
합계	42	100.0

<그림 4-10> 스피드포트 - 국내 기술 개발 수준



국내 기술 개발 수준에서 아주미흡이 31%, 미흡이 35.7%, 보통이 26.2%, 우수가 7.1%로 나왔다.

이 중에서 66.7%가 미흡으로 이 터미널에 대해서 알려진 것이 별로 없기 때문에 국내에서 기술 개발 수준은 거의 전무하다고 해도 과언이 아니다. 특히, 미국에서 이 터미널에 대해 지극한 관심을 가지고 연구를 해왔고 미국의 벤처기업인 ACTA Maritime Development Corporation가 처음으로 차세대컨테이너터미널로 스피드포트를 제안했다. 우리나라에서도 이 터미널의 장점을 잘 살려 많은 연구가 뒤따라야 하겠다.

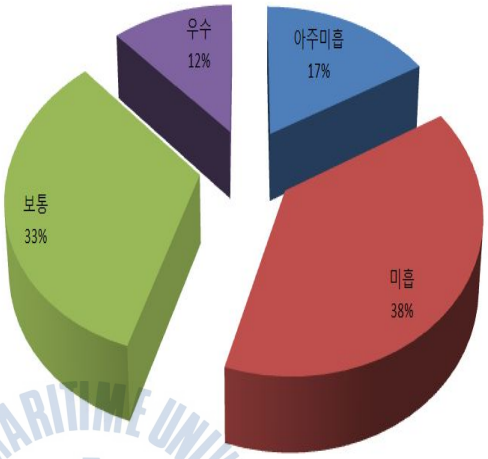
고장 시 신속 복구 가능성에서 아주미흡이 7명, 미흡이 16명, 보통이 14명, 우수가 5명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-11> 스피드포트 - 고장 시 신속 복구 가능성

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	7	16.7
미흡	16	38.1
보통	14	33.3
우수	5	11.9
합계	42	100.0

<그림 4-11> 스피드 포트 - 고장 시 신속 복구 가능성



고장 시 신속 복구 가능성에서 아주미흡이 16.7%, 미흡이 38.1%, 보통이 33.3%, 우수가 11.9%로 나왔다.

이 중에서 54.8%가 미흡으로 아직까지 이 터미널에 대해서 사용해 본 적이 없기 때문에 고장 시 복구 가능성에 대해 회의적일 수 밖에 없다. 다만, 이론상 첨단하역장비와 자동화된 시스템이기 때문에 어느 정도 예상은 할 수 있다. 좀 더 많은 연구를 하고 시뮬레이션을 통해서 어느 정도 고장 시 복구 가능성에 대해서 예측을 할 수 있다. 문제는 이 터미널에 대한 연구 실적이 너무 저조하다는 것이다. 앞으로 실현가능성은 제외하더라도 이론적으로 많은 연구가 나와야 할 것이다.

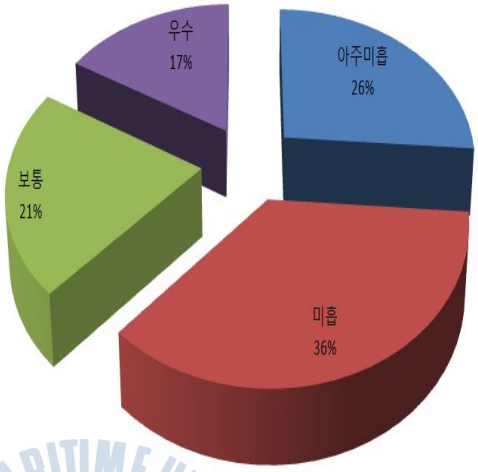
한국 상황에서 적용 가능성에서 아주미흡이 11명, 미흡이 15명, 보통이 9명, 우수가 7명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-12> 스피드포트 - 한국 상황에서 적용 가능성

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	11	26.2
미흡	15	35.7
보통	9	21.4
우수	7	16.7
합계	42	100.0

<그림 4-12> 스피드포트 - 한국 상황에서 적용 가능성



한국 상황에서 적용 가능성에서 아주미흡이 26.2%, 미흡이 35.7%, 보통이 21.4%, 우수가 16.7%로 나왔다.

이 중에서 61.9%가 미흡으로 지금까지 한국에서 연구된 적도 없고 사용된 적도 없기 때문에 한국 상황에서 적용 가능성이 미흡으로 나오는 것도 당연하다. 지금 이 순간에도 세계 여러 나라에서는 무엇보다 자기 나라 사정에 알맞은 터미널을 찾고자 많은 노력을 하고 있다. 각 나라마다 터미널 시스템이 차이가 나는 이유는 지리적 형세가 다르고 받아들이는 기술수준이 다르기 때문이다. 우리도 다 방면에서 여러 가지 가능성에 무게를 두고 많은 연구가 뒤따라야 하겠다.

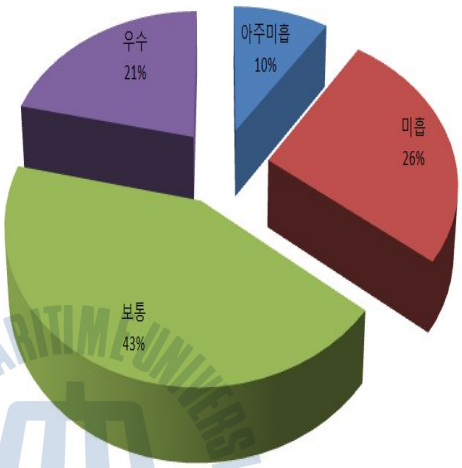
2. 양현하역시스템

투자비에서 아주미흡이 4명, 미흡이 11명, 보통이 18명, 우수가 9명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-13> 양현하역시스템-투자비 <그림 4-13> 양현하역시스템-투자비

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	4	9.5
미흡	11	26.2
보통	18	42.9
우수	9	21.4
합계	42	100.0



투자비에서 아주미흡이 9.5%, 미흡이 26.2%, 보통이 42.9%, 우수가 21.4%로 나왔다.

이 중에서 42.9%가 보통으로 다른 터미널에 비해 비교적 적정하게 나왔다.

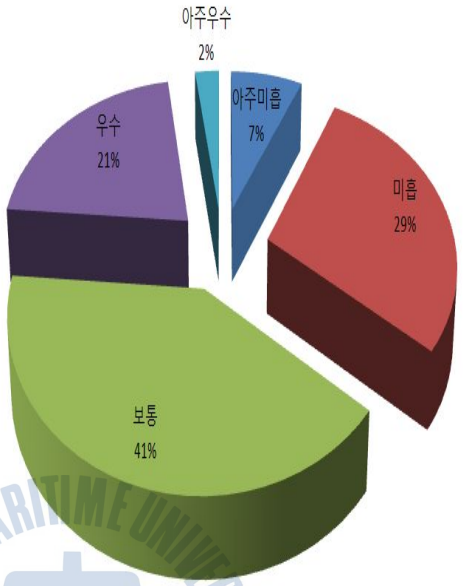
이 시스템이 다른 터미널과 비교해서 투자비가 적정하게 나오는 이유는 스피드포트와 플로팅터미널은 기존 터미널과는 별개로 전혀 다른 새로운 개념의 터미널을 조성해야 하기 때문에 천문학적인 비용이 들어가는 반면 양현하역시스템은 기존 터미널을 수정 보완하여 만들기 때문에 투자하는 입장에서 위험 부담이 적다.

운영비에서 아주미흡이 3명, 미흡이 12명, 보통이 17명, 우수가 9명, 아주우수가 1명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-14> 양현하역시스템-운영비 <그림 4-14> 양현하역시스템-운영비

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	3	7.1
미흡	12	28.6
보통	17	40.5
우수	9	21.4
아주우수	1	2.4
합계	42	100.0



운영비에서 아주미흡이 7.1%, 미흡이 28.6%, 보통이 40.5%, 우수가 21.4%, 아주우수가 2.4%로 나왔다.

이 중에서 40.5%가 보통으로 다른 터미널에 비해서 적당한 수준으로 나오는데 이 시스템은 이미 네덜란드 암스테르담의 세레스파라곤 터미널(CPT : Ceres Paragon Terminal)에서 최초로 운영되고 있다. 기존에 사용하고 있기 때문에 어느 정도 비용 대비 수익률이 입증되어 운영비가 거부감 없이 받아 들여지는 것 같다.

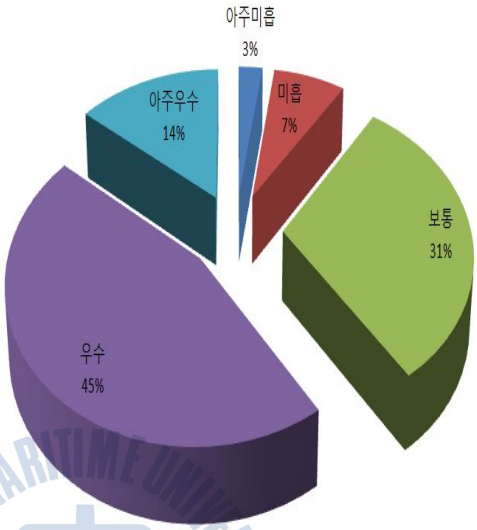
안벽 생산성에서 아주미흡이 1명, 미흡이 3명, 보통이 13명, 우수가 19명, 아주우수가 6명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-15> 양현하역시스템 - 안벽 생산성

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	1	2.4
미흡	3	7.1
보통	13	31.0
우수	19	45.2
아주우수	6	14.3
합계	42	100.0

<그림 4-15> 양현하역시스템 - 안벽 생산성



안벽 생산성에서 아주미흡이 2.4%, 미흡이 7.1%, 보통이 31%, 우수가 45.2%, 아주우수가 14.3%로 나왔다.

이 중에서 59.5%가 우수로 비교적 좋게 나왔는데 아마도 기존에 사용하고 있고, 계속 연구되어지고 있는 터미널로 평균 이상의 점수를 받았다. 우리나라에서도 부산 신항만에 적용할 차세대컨테이너터미널로 연구되어지고 있는 터미널이기도 하다. 지금까지는 이 터미널이 어느 정도 우리나라 실정에 맞는 것 같다.

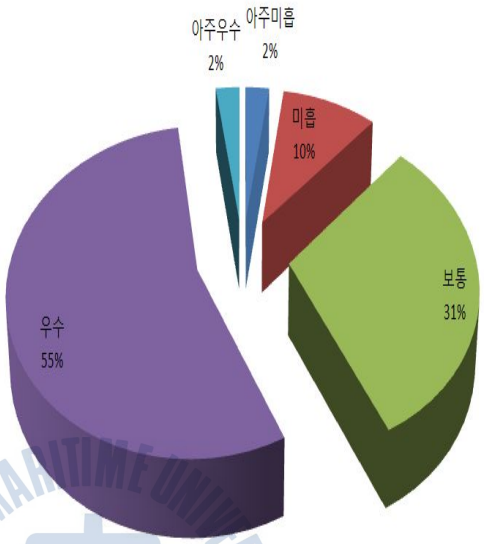
장치장 생산성에서 아주미흡이 1명, 미흡이 4명, 보통이 13명, 우수가 23명, 아주우수가 1명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-16> 양현하역시스템 - 장치장 생산성

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	1	2.4
미흡	4	9.5
보통	13	31
우수	23	54.7
아주우수	1	2.4
합계	42	100.0

<그림 4-16> 양현하역시스템 - 장치장 생산성



장치장 생산성에서 아주미흡이 2.4%, 미흡이 9.5%, 보통이 31%, 우수가 54.7%, 아주우수가 2.4%로 나왔다.

이 중에서 57.1%가 우수로 평균 이상으로 좋은 점수가 나왔다. 장치장 생산성은 안벽 생산성과 달리 야드 space 확보 여부에 달려있다. 아무리 좋은 시스템을 가지고 있더라도 야드 space가 부족하면 장치장 생산성은 기대할 수가 없다. 현재 우리나라 컨테이너터미널의 가장 큰 문제점 중의 하나가 바로 충분한 야드 space 확보를 하지 못하고 있다.

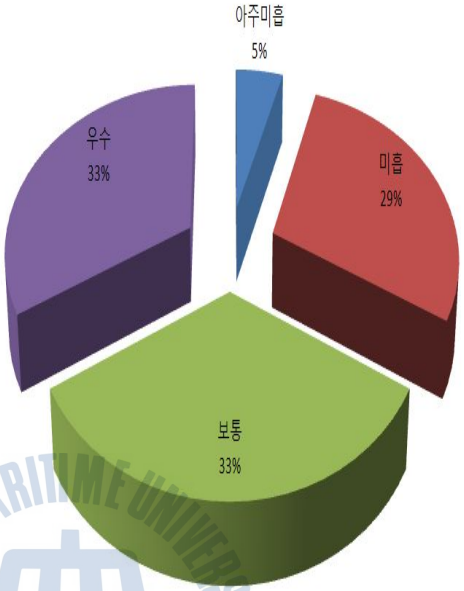
운영을 통한 기술 입증 정도에서 아주미흡이 2명, 미흡이 12명, 보통이 14명, 우수가 14명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-17>양현하역시스템-운영을 통한 기술 입증 정도

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	2	4.8
미흡	12	28.6
보통	14	33.3
우수	14	33.3
합계	42	100.0

<그림 4-17>양현하역시스템-운영을 통한 기술 입증 정도



운영을 통한 기술 입증 정도에서 아주미흡이 4.8%, 미흡이 28.6%, 보통이 33.3%, 우수가 33.3%로 나왔다.

이 중에서 33.3%만이 우수로 기술 정도가 이미 입증이 되었고 그리고, 이 시스템을 유럽에서 사용하고 있음에도 불구하고 운영을 통한 기술 입증 정도가 그렇게 후한 점수가 나오지 않았다. 아마 아직까지 우리나라에서 사용하고 있지 않고 단지 연구 단계에 머물러 있어 일반 사람들에게 잘 알려지지 않은 결과라 하겠다. 이 기술을 우리나라 실정에 맞게 터미널에 적용하기 위해 여러 차례 수정 보완하여 새로운 개념의 터미널 연구가 진행되어야 하겠다.

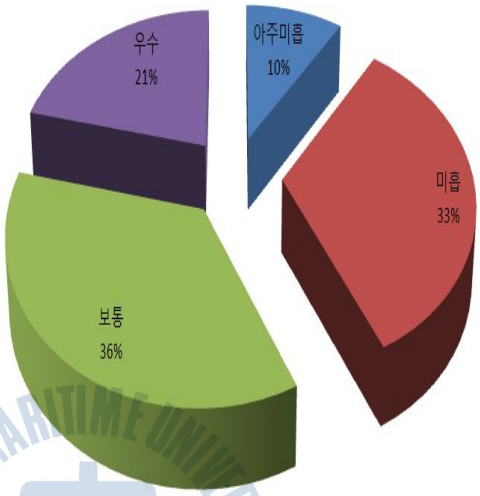
기술 도입의 범용성에서 아주미흡이 4명, 미흡이 14명, 보통이 15명, 우수가 9명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-18> 양현하역시스템 - 기술 도입의 범용성

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	4	9.5
미흡	14	33.3
보통	15	35.7
우수	9	21.4
합계	42	100.0

<그림 4-18> 양현하역시스템 - 기술 도입의 범용성



기술 도입의 범용성에서 아주미흡이 9.5%, 미흡이 33.3%, 보통이 35.7%, 우수가 21.4%로 나왔다.

이 중에서 21.4%만이 우수로 평균 이하로 나오는데 이것은 아마도 유럽에서 사용되고 있지만 아직까지 우리나라에서는 연구 단계이고 실제로 사용해 본 적이 없어서 기술 도입의 범용성 점수가 낮은 것 같다. 이 시스템이 도입 되어서 사용되면 자연히 기술 도입의 범용성이 나아지리라 본다.

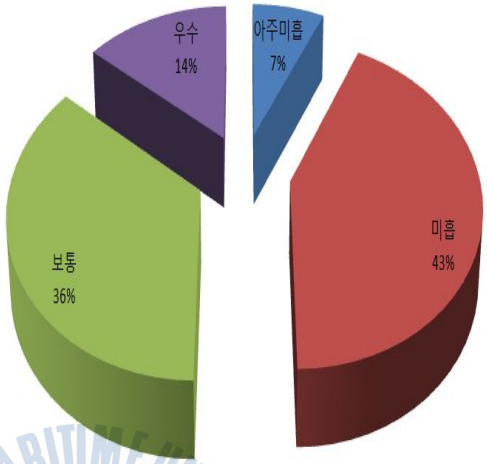
국내 기술 개발 수준에서 아주미흡이 3명, 미흡이 18명, 보통이 15명, 우수가 6명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-19> 양현하역시스템 - 국내 기술 개발 수준

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	3	7.1
미흡	18	42.9
보통	15	35.7
우수	6	14.3
합계	42	100.0

<그림 4-19> 양현하역시스템 - 국내 기술 개발 수준



국내 기술 개발 수준에서 아주미흡이 7.1%, 미흡이 42.9%, 보통이 35.7%, 우수가 14.3%로 나왔다.

이 중에서 50%가 미흡으로 평균적 점수가 나왔는데 이 터미널에 대해서 많은 연구가 진행되어 왔고 이를 수정 보완하여 부산 신항만에 적용하기 위해 하이브리드 안벽기술이 개발되었다. 이런 추세에 발맞추어 국내 기술 개발 수준이 점차 나아지리라 생각한다. 아직까지 연구 단계에 머물러 있어서 실제로 항만 하역시스템에 적용시키기까지 많은 시간이 걸릴 것 같다.

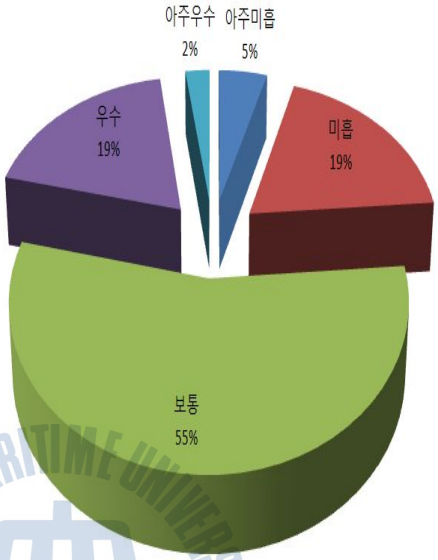
고장 시 신속 복구 가능성에서 아주미흡이 2명, 미흡이 8명, 보통이 23명, 우수가 8명, 아주우수가 1명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-20>양현하역시스템-고장 시 신속 복구 가능성

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	2	4.8
미흡	8	19.0
보통	23	54.8
우수	8	19.0
아주우수	1	2.4
합계	42	100.0

<그림 4-20> 양현하역시스템-고장 시 신속 복구 가능성



고장 시 신속 복구 가능성에서 아주미흡이 4.8%, 미흡이 19%, 보통이 54.8%, 우수가 19%, 아주우수가 2.4%로 나왔다.

이 중에서 21.4%만이 우수로 상당히 평균 이하로 나왔다. 이 터미널의 경우 이미 기존 터미널에서 사용하고 있음에도 불구하고 우리나라에서 사용한 적이 없기 때문에 이 항목에 대해서 매우 회의적인 시각으로 보고 있다. 우리나라는 연구 단계에 머물러 있어 정확한 데이터를 얻기가 쉽지 않겠지만 시뮬레이션을 통해 어느 정도 원하는 수치를 얻을 수 있다.

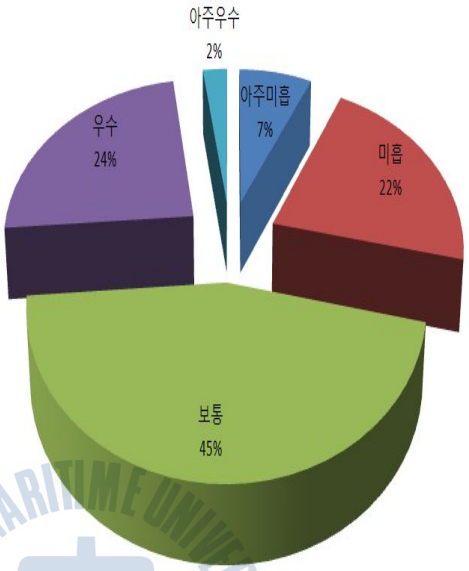
한국 상황에서 적용 가능성에서 아주미흡이 3명, 미흡이 9명, 보통이 19명, 우수가 10명, 아주우수가 1명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-21> 양현하역시스템 - 한국 상황에서 적용 가능성

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	3	7.1
미흡	9	21.4
보통	19	45.2
우수	10	23.8
아주우수	1	2.4
합계	42	100.0

<그림 4-21> 양현하역시스템 - 한국 상황에서 적용 가능성



한국 상황에서 적용 가능성에서 아주미흡이 7.1%, 미흡이 21.4%, 보통이 45.2%, 우수가 23.8%, 아주우수가 2.4%로 나왔다.

이 중에서 26.2%만이 우수로 평균 이하의 점수가 나왔다. 이는 유럽에서는 이미 사용하고 있고 기술도 어느 정도 입증이 되었으나 우리나라에서는 이 시스템을 적용하기 위해 많은 연구가 진행되고 있으나 사용한 적은 없다. 그래서 이 시스템을 그대로 우리나라에 적용하는데 약간은 거부감이 작용한 것 같다. 나라마다 지형적 특색, 하역 장비의 차이, 시스템의 상이성 등 여러 가지 문제로 어려움이 많다. 가장 좋은 방법은 자기 나라 실정에 맞게 수정 보완하여야 한다.

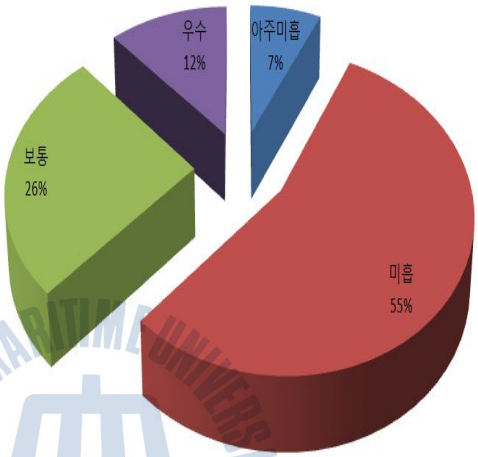
3. 플로팅터미널

투자비에서 아주미흡이 3명, 미흡이 23명, 보통이 11명, 우수가 5명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-22> 플로팅터미널 - 투자비 <그림 4-22> 플로팅터미널 - 투자비

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	3	7.1
미흡	23	54.8
보통	11	26.2
우수	5	11.9
합계	42	100.0



투자비에서 아주미흡이 7.1%, 미흡이 54.8%, 보통이 26.2%, 우수가 11.9%로 나왔다.

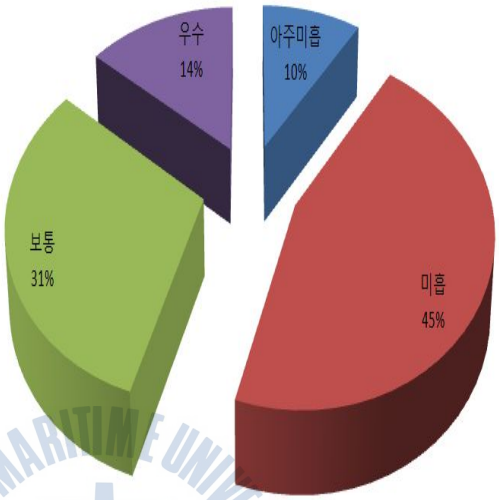
이 중에서 61.9%가 미흡으로 지적하고 있는데 이는 지극히 현실적인 선택이라 할 수 있다. 이론상 육지 보다 해상에 터미널을 건설하면 비용을 20~30% 정도 절감할 수 있다고 하는데 이는 확실히 검증된 바가 없다. 그리고, 고가의 브리지 크레인의 비용과 해상에서 육지까지의 컨테이너 터미널 배후지와 연계시키는 비용 등 해결되어야 할 문제가 많다.

운영비에서 아주미흡이 4명, 미흡이 19명, 보통이 13명, 우수가 6명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-23> 플로팅터미널 - 운영비 <그림 4-23> 플로팅터미널 - 운영비

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	4	9.5
미흡	19	45.2
보통	13	31.0
우수	6	14.3
합계	42	100.0



운영비에서 아주미흡이 9.5%, 미흡이 45.2%, 보통이 31%, 우수가 14.3%로 나왔다.

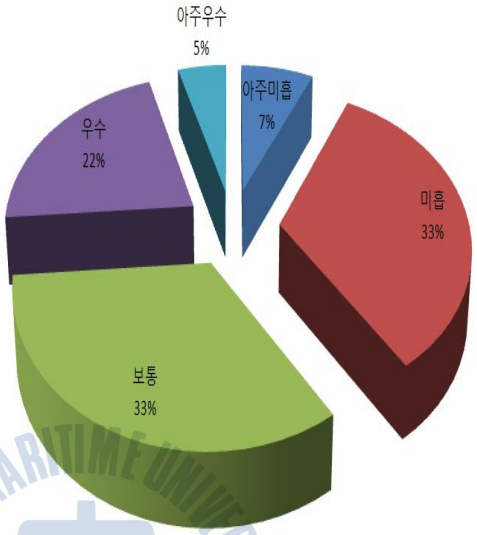
이 중에서 54.7%가 미흡으로 지적하였다. 현재 이 터미널을 조성하고 사용하는 나라는 없는 것으로 알고 있다. 기존 터미널에서 발생하는 많은 문제점을 해결하고자 연구해 온 결과 하나의 대안으로 제시되고 있으나 이 터미널도 이론적으로 존재하고 있기 때문에 정확한 운영비를 산출한다는 것은 매우 어려운 일이다.

안벽 생산성에서 아주미흡이 3명, 미흡이 14명, 보통이 14명, 우수가 9명, 아주우수가 2명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-24>플로팅터미널-안벽생산성<그림 4-24>플로팅터미널-안벽생산성

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	3	7.1
미흡	14	33.3
보통	14	33.3
우수	9	21.4
아주우수	2	4.8
합계	42	100.0



안벽 생산성에서 아주미흡이 7.1%, 미흡이 33.3%, 보통이 33.3%, 우수가 21.4%, 아주우수가 4.8%로 나왔다.

이 중에서 40.4%가 미흡으로 약간은 기대치에 미치지 못하고 있다. 사실, 플로팅터미널은 안벽 생산성을 염두에 두고 고안해 낸 것이 아니라 항만시설의 제약과 수심의 제약 그리고 터미널 건설에 따른 환경오염 극복 등 여러 가지 제약들을 극복함으로써 친환경적인 터미널 건설에 있다. 이런 문제점을 해결할 수 있는 새로운 모델이 나왔음에도 선뜻 나서지 못하는 이유는 이론적인 장,단점이 명확히 입증되지 않았기 때문이다.

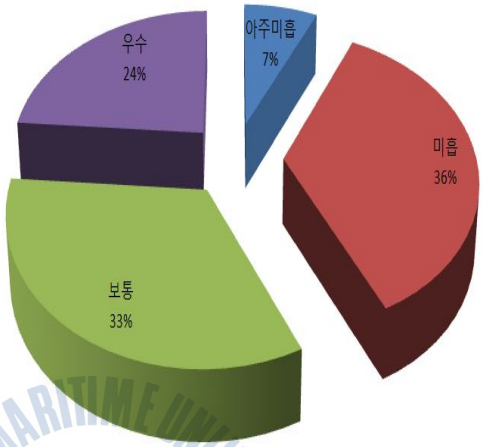
장치장 생산성에서 아주미흡이 3명, 미흡이 15명, 보통이 14명, 우수가 10명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-25> 플로팅터미널 - 장치장 생산성

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	3	7.1
미흡	15	35.7
보통	14	33.3
우수	10	23.8
합계	42	100.0

<그림 4-25> 플로팅터미널 - 장치장 생산성



장치장 생산성에서 아주미흡이 7.1%, 미흡이 35.7%, 보통이 33.3%, 우수가 23.8%로 나왔다.

이 중에서 42.8%가 미흡으로 나왔는데 이는 실제로 사용된 적이 없기 때문에 정확한 수치를 예상하기 힘들다. 기존 터미널은 우리나라 지형상 거의 산으로 이루어져 있기 때문에 넓은 야드를 확보하기가 쉽지 않다. 이런 협소한 야드로 인하여 장치장 생산성을 기대할 수가 없다. 그래서 이런 문제점을 해결하고 친환경적인 터미널로서 플로팅터미널 이 대두되고 있는데 이 역시 해상에서 건설하기 때문에 해상 환경에 영향을 많이 받는다. 이런 자연 환경을 극복해야 하는 또 다른 과제를 안고 있다.

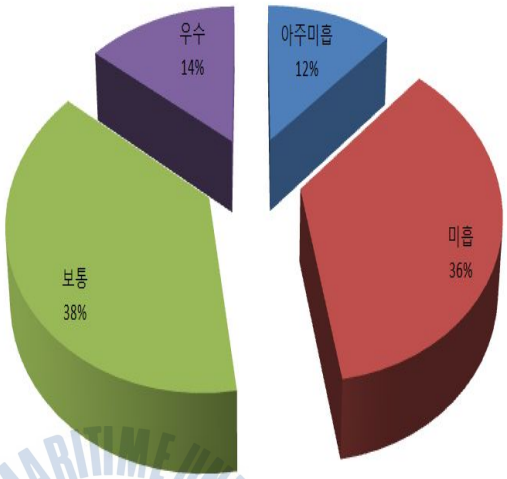
운영을 통한 기술 입증 제도에서 아주미흡이 5명, 미흡이 15명, 보통이 16명, 우수가 6명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-26> 플로팅터미널 - 운영을 통한 기술 입증 제도

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	5	11.9
미흡	15	35.7
보통	16	38.1
우수	6	14.3
합계	42	100.0

<그림 4-26> 플로팅터미널 - 운영을 통한 기술 입증 제도



운영을 통한 기술 입증 제도에서 아주미흡이 11.9%, 미흡이 35.7%, 보통이 38.1%, 우수가 14.3%로 나왔다.

이 중에서 47.6%가 미흡으로 나왔는데 아직 사용되지 않은 터미널이기 때문에 좋은 점수를 기대하기는 어렵다. 다만, 이론적으로 본다면 매우 미래 지향적이고 이상적인 터미널이 아닌가 생각한다. 그러나, 바다 위에 건설하기 때문에 강한 바람과 파도 등 해상 환경에 영향을 많이 받기 때문에 이를 어떻게 기술적으로 극복할 것인가가 이 터미널이 극복해야 할 과제이다.

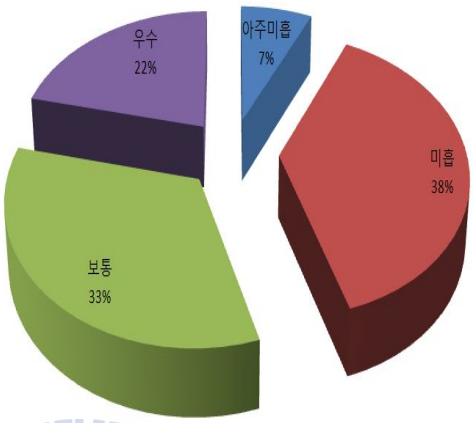
기술 도입의 범용성에서 아주미흡이 3명, 미흡이 16명, 보통이 14명, 우수가 9명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-27> 플로팅터미널 - 기술 도입의 범용성

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	3	7.1
미흡	16	38.1
보통	14	33.3
우수	9	21.4
합계	42	100.0

<그림 4-27> 플로팅터미널 - 기술 도입의 범용성



기술 도입의 범용성에서 아주미흡이 7.1%, 미흡이 38.1%, 보통이 33.3%, 우수가 21.4%로 나왔다.

이 중에서 45.2%가 미흡으로 나왔는데 현재 사용하고 있지 않지만 계속 연구가 진행되고 있는 시스템이기에 앞으로 전망이 밝다. 부산 신항만에 지형적인 제약을 벗어나 이 터미널의 시스템을 도입하고자 노력을 기울인 결과 많은 성과를 이루어냈다. 앞으로도 이 터미널은 연구할 가치가 많다고 생각한다. 특히, 우리나라와 같이 지형적인 제약이 많은 나라는 더욱더 이 터미널에 대한 관심이 증폭될 것으로 생각한다.

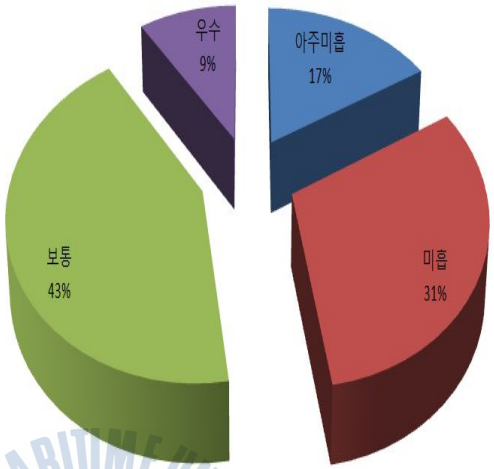
국내 기술 개발 수준에서 아주미흡이 7명, 미흡이 13명, 보통이 18명, 우수가 4명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-28> 플로팅터미널 - 국내 기술 개발 수준

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	7	16.7
미흡	13	31.0
보통	18	42.9
우수	4	9.5
합계	42	100.0

<그림 4-28> 플로팅터미널 - 국내 기술 개발 수준



국내 기술 개발 수준에서 아주미흡이 16.7%, 미흡이 31%, 보통이 42.9%, 우수가 9.5%로 나왔다.

이 중에서 47.7%가 미흡으로 만족할 만한 수준은 아니다. 그럼에도 불구하고 이 터미널이 주목받고 있는 이유는 바로 친환경적인 터미널인 것이다. 요즘같이 환경오염이 사회문제로 대두되고 있는 현 시점에서 친환경적인 요소는 매우 매력적임에 틀림없다. 우리나라도 현실에 안주하지 말고 미래를 내다보는 안목으로 한층 더 국내 기술 개발 수준을 높여 나가야 하겠다. 아직까지는 연구 단계에 머물러 있지만 한 발 더 나아가 적극적으로 연구 결과물을 실전에 사용할 수 있도록 노력을 아끼지 말아야 한다.

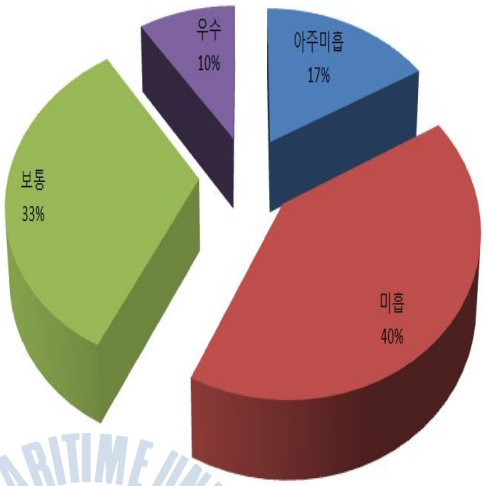
고장 시 신속 복구 가능성에서 아주미흡이 7명, 미흡이 17명, 보통이 14명, 우수가 4명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-29> 플로팅터미널 - 고장 시 신속 복구 가능성

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	7	16.7
미흡	17	40.5
보통	14	33.3
우수	4	9.5
합계	42	100.0

<그림 4-29> 플로팅터미널 - 고장 시 신속 복구 가능성



고장 시 신속 복구 가능성에서 아주미흡이 16.7%, 미흡이 40.5%, 보통이 33.3%, 우수가 9.5%로 나왔다.

이 중에서 57.2%가 미흡으로 나왔다. 예상 보다 많은 사람들이 호의적으로 보고 있지 않은데 이런 결과는 이론적으로만 존재하고 실제로 적용한 사례가 없어서 어떻게 평가할 자료가 부족하고 그리고 실질적으로 피부로 와 닿지 않기 때문에 예상 외로 낮은 점수를 받은 것 같다. 이런 단점은 수차례 시뮬레이션을 통해서 오차를 줄여 나갈 수 있다.

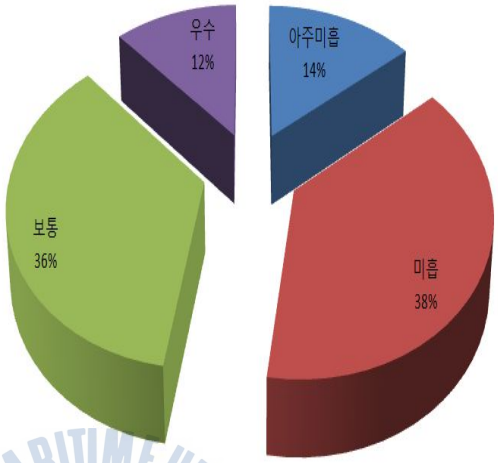
한국 상황에서 적용 가능성에서 아주미흡이 6명, 미흡이 16명, 보통이 15명, 우수가 5명 등 총 42명에 설문지 조사를 실시하였다.

<표 4-30> 플로팅터미널 - 한국 상황에서 적용 가능성

(단위 : 명, %)

구 분	응 답 수	비 율
아주미흡	6	14.3
미흡	16	38.1
보통	15	35.7
우수	5	11.9
합계	42	100.0

<그림 4-30> 플로팅터미널 - 한국 상황에서 적용 가능성



한국 상황에서 적용 가능성에서 아주미흡이 14.3%, 미흡이 38.1%, 보통이 35.7%, 우수가 11.9%로 나왔다.

이 중에서 52.4%가 미흡으로 나왔다. 아마 대부분 사람들이 이 터미널에 대해서 잘 알지 못하고 제대로 인식하지 못하고 있는 것 같다. 우리나라와 같이 온통 산으로 둘러 쌓여 있어서 충분히 넓은 부지가 필요한 터미널을 조성하기란 쉬운 일이 아니다. 이런 제약을 극복하게 해 줄 수 있는 터미널이 바로 플로팅터미널인 것이다.

제 3 절 시사점

갈수록 초대형화되어 가는 콘테이너선박에 적합한 항만 하역시스템에 대하여 살펴 보았다. 스피드포트의 경우 기존의 하역방식을 탈피한 혁신적인 하역시스템임에는 틀림없다. 다수의 스파이더(spider)를 사용함으로써 동시에 많은 컨테이너를 양,적하 할 수 있는 획기적인 시스템이다. 그럼에도 불구하고 이 시스템이 별로 알려지지 않은 이유는 이 터미널을 건설하는데 엄청난 비용이 들어가고 또한, 운영하는데 들어가는 비용 역시 만만치가 않다.

양현하역시스템의 경우 기존 하역방식에서 착안한 기발한 아이디어라고 할 수 있다. 통상, 선박이 터미널에 접안해서 port side 또는 starboard side에서 작업을 하는데 하나의 문제점을 발견할 수 있다. container crane이 어느 한 bay에서 컨테이너를 양,적하하는데 2분 정도 소요된다고 가정할 때 그 사이 반대쪽 bay에서는 아무것도 할 수가 없다. 이것을 보완하여 양쪽 side에서 동시에 작업을 할 수 있는 시스템이 바로 양현하역시스템이다.

플로팅터미널의 경우 얕은 수심과 안벽작업에서의 문제점을 해결하기 위하여 고안해 낸 경우이다. 어떻게 보면 양현하역시스템을 보완했다고 할 수도 있다. 양현하역시스템은 미리 입항할 수 있는 선박을 예상하여 만들었기 때문에 선박이 너무 크거나 너무 작으면 작업을 할 수가 없다. 그러나, 플로팅터미널은 이런 제한에 영향을 받지 않고 작업을 할 수 있다는 것이 장점이다.

위에서 3가지 유형 별로 장,단점을 살펴 보았는데 이론에서 실제 항만 하역시스템에 적용되기 위하여 많은 문제점을 극복하여야 한다. 아무리 좋은 터미널이라고 해도 너무 과도한 투자비와 운영비가 들어간다면 수익성에서 볼 때 시장원리상 아무도 투자하려고 하지 않는다. 시간당 생산성을 놓고 볼 때 이 것 역시 생산성만 본다면 단연, 스피드포트가 우위에 있지만 비용당 생산성을 고려하면 결코 좋다고 할 수 없다. 신기술을 도입할 때 운영을 통해 어느 정도 입증이 되었는지, 기술 도입이 범용성을 갖고 있는지, 그리고, 국내 기술 개발 수준이 어디까지 와 있는지, 또한, 고장 시 신속 복구

가능성은 어느 정도 인지를 면밀히 살펴봐야 한다.

종합적으로 검토하여 현실적으로 어느 터미널이 가장 한국 상황에 적용 가능성이 높은지 신중히 판단해야 한다.

제 5 장 결 론

제 1 절 연구결과의 요약

신조선 수주에서 알 수 있듯이 초대형선들의 출현이 빠른 속도로 늘어나고 있는 실정이다. 이런 추세에 뒤떨어지지 않고, 급격히 변화하는 글로발 경제속에서 도태되지 않기 위해 충분한 대비를 하여야 한다.

초대형선에 적합한 항만 하역시스템의 분석 결과 스피드포트의 경우 경제성, 생산성, 신뢰성, 현실성 등 모두 미흡으로 나왔다. 이는 이론적으로 본다면 시간당 생산성이 뛰어나지만 그 이면에 지불해야 하는 비용이 적지 않다. 그래서, 현 상황으로 볼 때 하역시스템으로 선택하기가 쉽지 않다.

양현하역시스템의 경우 경제성 부문에서 보통, 생산성 부문에서 우수, 신뢰성 부문에서 미흡, 현실성 부문에서 미흡으로 나왔다. 이 하역시스템은 현재 네덜란드 암스테르담의 세래스파라곤 터미널에서 사용 중이고 우리나라에서는 아직까지 사용하고 있지 않으나 부산 신항만에 적용하기 위해 연구 검토 중으로 알고 있다. 설문지 응답자 대다수가 이 하역시스템에 후한 점수를 준 것은 현재 사용하고 있거나 연구 중이어서 호감이 더 간 것 같다.

플로팅터미널의 경우도 경제성, 생산성, 신뢰성, 현실성 등 모두 미흡으로 나왔다. 이 역시 이론적으로는 이상적인 하역시스템이나 실제로 적용하기가 쉽지 않다. 바다 위에 설치해야 하고 그리고, 바다와 육지를 어떻게 연결할 것인가 또한, 고가의 브리지 크레인의 비용과 해상의 환경에 어떻게 대처할 것인가 등 많은 문제점을 안고 있다.

초대형선 출현에 대응한 항만, 하역시스템을 구축하기 위해 세계 각국에서 많은 연구가 진행되고 있다. 현재의 항만시설과 하역시스템으로서는 많은 물량을 싣고 다니는 초대형선에 적합하지 않기 때문에 터미널의 생산성을 높이기 위한 새로운 형태의 항만시설 구축에 집중적으로 연구 내

지 투자하여야 한다. 물류중심항으로서 부산항이 발전할려면 초대형선의 재항시간을 단축시켜 주어야 한다. 이를 위해 시간당 생산성을 높여야 하는데 그러기 위해서는 첨단하역장비, 자동화 하역시스템 등이 개발, 도입되어야 한다.

국토해양부에서 부산 신항만 실정에 맞는 플로팅터미널과 같은 방식으로 항만 내에서 부두가 이동 가능하고, 육상의 안벽과 연계하여 양현하역시스템과 같은 방식으로 하역 작업이 가능해 하역시간과 비용을 줄일 수 있는 하이브리드 안벽기술이 개발되었다. 하이브리드 안벽은 위에서 살펴본 양현하역시스템과 플로팅터미널의 장점들을 모아서 만들었다고 볼 수 있다. 또한, 바다 위에 설치하기 때문에 기존의 육지에서 만드는 것과 비교해서 환경문제 해결에도 많은 도움이 되고, 바다와 육지간 어떻게 효율적으로 연계시키느냐에 따라 항만 기능이 상당히 향상되어질 것이다.

초대형선에 대응한 항만 하역시스템의 선택은 경제성, 생산성, 신뢰성을 검토하여 우리나라 실정에 가장 알맞은 시스템을 선택해야 할 것이다.

제 2 절 연구의 한계 및 향후 연구 방향

지금까지 초대형선에 알맞은 항만 하역 시스템 3가지 유형을 조사 검토하였다. 평가 기준은 크게 경제성, 생산성, 신뢰성, 현실성 부문으로 구분하여 실시하였다. 경제성 부문에서 투자비 및 운영비를 기존 터미널 대비 고정비 및 변동비를 통합적인 측면에서 비교하였는데 기존 터미널은 이미 운영하고 있어서 거의 정확하게 산출할 수 있으나 차세대컨테이너터미널은 이론적으로만 산출할 수 있어 여기에 연구의 한계가 있다. 이런 연구의 한계를 극복하기 위해 수차례 시뮬레이션을 통해 보다 정확한 데이터를 얻어야 한다. 생산성 부문에서 안벽 생산성 및 장치장 생산성을 기존 터미널과 비교한다면 반자동 시스템과 완전 자동 시스템과의 차이라고 하겠다. 이 역시 이론적인 추정치이므로 연구에 한계가 있다. 그래서 시뮬레이션을 통해 정확한 자료를 얻을 수 밖에 없다. 신뢰성 부문에서 운영을 통한 기술 입증

정도, 기술 도입의 범용성, 국내 기술 개발 수준, 고장 시 신속 복구 가능성 등 이 부문 역시 가상의 터미널을 놓고 기술 정도를 테스트하는 것이므로 이론적인 연구 결과물에 불과하기 때문에 여기에 연구의 한계가 있다. 그래서 미래를 위한 과감한 투자 및 연구를 통해 이 한계를 극복하여야 한다. 현실성 부문에서 한국 상황에서 적용 가능성은 아직까지 위 3가지 시스템을 한국 항만에 건설하여 사용해 본 적이 없기 때문에 여기서 연구의 한계가 있다. 그러나 이러한 한계를 극복하기 위해 많은 관심과 투자를 통해 차세대컨테이너터미널에 대한 많은 연구가 진행되어야 한다.

KOREA MARITIME UNIVERSITY
1945
한국해양대학교

참고 문헌

<국내 문헌>

김갑환 외, “컨테이너터미널의 효율적 운영을 위한 의사결정지원시스템” 「산업공학」, 제11권, 제1호, 1998.

김갑환 외, “자동화 컨테이너터미널의 통제시스템 설계와 운영방법 연구” 「대한산업공학회/한국공업경영학회 공동학술대회 논문집」, 1999.

남기찬, 이재현, ‘초대형 컨테이너 선박에 대한 이론적인 고찰, 한국항해 항만학회 제 26권 4호

박용섭. 김길수. 백종진. 김웅기, “초대형컨테이너선 운용 코스트와 규모의 경제에 따른 비용/편익 분석” 2002. 9.

박태원, 정봉민, ‘컨테이너선 대형화의 경제적 효과 분석’, 2002. 11.

양창호. 김창곤. 최종희. 최상희. 최용석. 이주호, “초대형컨테이너선 운항에 대비한 차세대항만하역시스템 기술개발 전략 연구” 2002. 12.

양창호. 최종희. 최용석. 하태영, “차세대컨테이너터미널 운영시스템의 기술개발 방향과 전략수립에 관한연구” 2003, 12.

윤원영 외, “시뮬레이션을 이용한 컨테이너터미널의 운영계획 평가” 「한국시뮬레이션학회논문지」, 제7권, 제2호, 2001.

이홍걸, 이철영, “발견적 알고리즘에 의한 컨테이너터미널의 선석배정에 관한 연구” 「한국항만학회지」, 제9권, 제2호, 1995.

장성용, 이원영, “시뮬레이션 기법을 이용한 컨테이너터미널 운영규칙의 평가” 「한국항만경제학회지」, 제18집, 제1호, 2002.

한국컨테이너부두공단,「우리나라 컨테이너부두 생산성 향상방안 연구」, 2002.

<외국 문헌>

Ashar, A., "The Fourth Revolution and Transshipment Potentials for Panama Ports", The Terminal Operations Conference & Exhibition, 2000.

Cargo Systems, Terminal Automation, November 2002.

, Visual Gate System, June 2002.

De Monie, G., "Re-evaluating the Economics of Transshipment", The Terminal Operation Conference & Exhibition, 2001.

Neyer, Andreas, “ptimal Real-Time Dispatch to Maximize Equipment Utilization” The Terminal Operations Conference & Exhibition 2002 ASIA,

Navis Consulting, USA, 2002.

Port Technology International, Automated Gate Control System and Port Productivity, Edition 13, 2000.

Richter, Michael, “mplementing Automatic Container Yard Systems” The Terminal Operations Conference & Exhibition 2002 Europe, Innotech

Systems Engineering & Consultancy, Germany, 2002.

Rijsenbrij, Joan C., “mpact of Tomorrow Ships on Landside Infrastructure” The Terminal Operations Conference & Exhibition, 2000.

Spoormaker, Simon et al., “ecent Experiences with Automated Gate Control” The Terminal Operations Conference & Exhibition 2002 ASIA, COPAS, Netherlands, 2002.

Wijnolst, N.,"Ships, Larger and Larger : Containerships of 18,000 TEU", Impacts on Operators and Ports Dynamar Liner Shipping 2020 Workshop, Dynamar : Rotterdam, 2000

<홈페이지>

국가통계포털 http://www.kosis.kr
국토해양부 http://www.mltm.go.kr
코리아쉬핑가제트 http://www.ksg.co.kr
한국해운신문 http://www.maritimepress.com
KMI http://www.kmi.re.kr
물류신문 http://www.klnews.co.kr
부산항만공사 http://www.busanpa.com
한국선주협회 http://www.shipowners.or.kr
운송신문 http://www.ktpress.co.kr
선박뉴스 http://www.shipnews.co.kr
한국경제 http://www.hankyung.com
해사경제신문 http://www.ihaesa.com
EBN물류&조선 http://bada.ebn.co.kr
부산항부두관리(주)http://www.bpmc.co.kr
http://www.camco.be/
http://www.containershipping.com/
http://www.cosmosworldwide.com/
http://www.cyberlogitec.com/
http://www.isl.org/
http://www.mtls.com/
http://www.nascentsoftware.com/
http://www.navis.com/
http://www.rbs.com.au/
http://www.seacos.com/
http://www.set-network.com/
http://www.tsb.co.kr/