

항만에서 시뮬레이션 기반 적정하역능력 산정 모델에 관한 연구 - 항만 화물 전용부두 중심으로 -

박상국¹ · 박남규^{2*}

A Study on the Estimation Model of the Proper Cargo Handling Capacity based on Simulation in Port - Port Cargo Exclusive Pier Example -

Sang-kook Park¹ · Nam-kyu Park^{2*}

¹ Department of Information Technology Policy Management, Soongsil University, Seoul 156-743, Korea

² Department of International Logistics, Tongmyong University, Busan 608-711, Korea

요 약

지금까지 일반화물의 항만하역능력은 수리적 모델을 기반으로 단순 계산하는 방법으로 산정되었다. 본 논문은 수리적 모델 기반의 계산 방법이 갖는 현실을 반영하지 못하는 한계점을 극복하고자 시뮬레이션 기법을 적용하였다. 항만에서 전용부두의 하역작업 사례로 적정 하역능력을 산정하기 위해 안벽 프로세스 규칙들을 반영한 선박 입항부터 출항까지 발생하는 프로세스를 모델링하였고, 프로토타입을 개발하여 시뮬레이션을 수행하였다. 묵호항의 실제 처리능력과 시뮬레이션 결과를 비교하였고, 시뮬레이션 프로토타입의 입력변수 조건을 반복적으로 실험함으로써 적정 능력을 산정할 수 있었다.

ABSTRACT

So far, the port cargo handling capacity of general cargo was computed using simple formulae based on mathematical models. However, this simple calculation could not be able to reflect the reality. Thus, the simulation method was applied in this paper to overcome the limitation that the calculation method used in the past studies has. The process occurring from arrival to departure of a ship, which is reflecting the process rules of berth, was modeled to estimate the optimum level of handling capacity by using an example of the loading and unloading of an appropriated wharf at the harbor, and simulation was performed by developing the prototype. The actual processing capability of Mukho port was compared to the estimated capability calculated using the simulation method and the optimum level of capability could be computed by repeatedly simulating the input variable condition of the simulation prototype.

키워드 : 전용항만, 하역능력, 시뮬레이션, 모델, 프로토타입

Key word : Exclusive Pier, Cargo Handling Capacity, Simulation, Model, Prototype

접수일자 : 2013. 01. 21 심사완료일자 : 2013. 02. 15 게재확정일자 : 2013. 03. 04

* **Corresponding Author** Nam-kyu Park(E-mail:nkpark@tu.ac.kr, Tel:+82-51-629-1861)

Department of International Logistics, Tongmyong University, Busan 608-711, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.10.2454>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서론

항만 하역 시스템의 처리 능력은 시스템의 내부여건 뿐만 아니라, 외부 환경의 여건도 고려되어야 한다. 지금까지 대부분의 시스템의 처리 능력은 시스템 내부의 특정 개체로 한정하여 산정되어 왔고, 그러한 배경에는 각 개체간의 연관성 측면에서 관계의 복잡함과 프로세스의 처리 규칙을 정형화하기 어려운 측면들 때문이었다. 더불어 적정 처리 능력을 산정함에 있어 전체 프로세스에서 각 개체가 갖고 있는 고유의 능력은 각각 다르기 때문에 궁극적으로는 여러 개체간의 능력 중에 가장 낮은 개체의 능력을 시스템 전체의 적정 능력으로 고려해야 한다[1]. 따라서 어떤 시스템의 적정 능력은 시스템이 갖고 있는 최고의 능력이 아니라, 해당 시스템이 제공하는 서비스의 품질과 그 서비스를 이용하는 이용자의 대기 비용을 고려하여 서비스 이용자가 해당 서비스 이용을 포기하지 않고 지속적으로 이용할 수 있는 수준의 서비스를 제공할 수 있는 수준의 능력을 갖추는 것이 중요하다. 본 논문은 이러한 관점에서 시스템 전체 영역을 모델링하고 시뮬레이션 소프트웨어(ARENA)를 이용한 최적의 처리능력을 손쉽게 찾아낼 수 있는 시뮬레이션 모델을 설계하는데 있다.

논문 구성은 1장에서 논문의 연구 배경 및 목적을 다루고, 2장에서 시뮬레이션의 연구 대상으로 삼는 항만에서의 컨테이너 및 화물의 적정 하역능력 산정에 관한 관련 연구를 다루고, 3장에서 항만의 하역프로세스와 모델설계를 수행하였으며, 4장에서 시뮬레이션 프로토타입을 설계한 후에 시뮬레이션을 수행하여 실제 데이터와 비교하였으며, 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

2.1. 항만 유형관련 연구

항만은 오래전부터 개별 국가의 여건 및 위치 환경에 따라 여러 유형으로 관리, 운영되어 왔으며, 이러한 유형에는 국가에서 지정한 독립기관이 관리하는 국유제 및 공영자치제 유형, 지방자치제 유형 그리고 민간회사가 운영을 담당하는 사유제 유형으로 나누어진다[2].

각 유형별 특징은 표 1과 같으며, 관리 및 운영의 효율화 관점에서 관리 형태가 국유제에서 공영자치, 지방

자치 또는 사유제 유형으로 바뀌고 있다[3].

표 1. 항만 유형의 주요 특징

Table. 1 Features of Port Types

구분	국유제	공영자치	지방자치	사유제
관리주체	중앙정부 (국가)	독립위원회 (or 기관)	지방자치 단체	민간
항만개발	국가	항만공사	항만공사	사기업
하역작업	사기업	사기업	사기업	사기업
정보시스템	중앙정부	항만공사	항만공사	사기업
사례	BPA이전 부산항	BPA(부산 항만공사)	고베 (일본)	싱가포르

2.2. 항만 하역능력 산정 연구

항만에서의 적정 하역능력 산정에 관하여 기존의 수리적 모델 기반의 연구는 개별 항만, 부두 또는 선석이 갖고 있는 환경적 또는 물리적 제한이라는 제약사항을 충분히 고려하지 않은 측면들이 있었으며, 이런 문제점들은 하역능력에 영향을 미치는 안벽 능력, 장치장(또는 야드) 야적능력 및 게이트에서의 처리 능력을 모두 고려함으로써 정확한 능력을 산정할 수 있다.

김창곤[4]의 연구에서는 시뮬레이션 모델을 이용하여 컨테이너터미널의 안벽 능력을 분석하였으며, 이는 항만의 하역능력을 산정함에 있어 기존 수리적 산정 모델이 갖고 있는 산정 방식을 시뮬레이션을 통해 산정함으로써 개별 부두의 특성을 좀 더 정확히 반영하여 산정하였다는데 의의를 갖고 있으나, 시뮬레이션 산정 대상을 안벽 능력만으로 한정하였다는데 한계점을 갖고 있다.

박남규[1]의 연구에서는 컨테이너터미널의 적정 하역능력 산정을 위해서 안벽능력 뿐만 아니라 장치장(또는 야드)의 능력까지 고려하였고, 허용 가능한 선박 대기율 및 적정 선석점유율은 시뮬레이션을 통해 산정한 결과, 선박대기율이 5%일때 선석점유율이 50%로 확인되었다고 하였다. 이는 기존 연구에서 안벽 능력만을 고려하였던 한계점을 한층 발전시켰다고 할 수 있으며, 경제적 효익 관점에서 허용 가능한 선박대기율 및 적정 선석점유율을 도출함으로써 항만정책 수립의 중요 지표를 정립하였다는데 큰 의의를 둘 수 있다.

일반화물 전용 항만의 적정능력에 관한 연구는 여전히 수리적 모델을 적용하여 산정하는 수준을 벗어나

지 못하고 있으며, 그 배경으로는 일반화물의 처리 품목수가 너무 다양하고 복잡하다는 점, 시뮬레이션을 통한 적정 능력을 산정하고자 할 때 해당 항만의 부두와 선석의 하역 프로세스 정형화 및 규칙의 정의가 쉽지 않다는 점, 일반화물 처리 자료 정규화의 어려움, 관련 자료의 확보 및 검증 등에서 많은 제약이 발생하기 때문인 것으로 판단된다.

2.3. 체선·체화비용 연구

항만의 이용자들이 하역을 위해 항만에 입항하였을 때 하역할 부두의 선석이 가용하지 않으면 바로 접안하지 않고 항만의 지정된 묘박지에서 대기하여야 하며, 이때 선사 입장에서는 대기하는 동안에 체선비용이 발생하고, 화주 입장에서는 해당 화물이 선박 또는 장치장(또는 야드장)에 묶여 있게 되므로 당연히 체화비용이 발생한다.

장영태[6]의 연구에서 Goss & Mann[5]의 연구 방법 등에 따라 산정한 결과는 표 2와 같으며, 체선·체화비용이 가장 높은 것은 컨테이너선으로 1일 비용이 5,086만원이고 산화물선이 가장 낮은 1,083만원으로 나타났다.

전찬영[7,8]의 연구에서는 5만 DWT(Dead Weight Ton, 재화톤수) 기준 1일 체선비용으로 2,746만원(시간당 114만원), 체화비용으로 1,346만원(시간당 56만원), 체선·체화 비용의 합계는 1일당 4,092만원(시간당 171만원)으로 산정하였다.

표 2. 1일당 체선·체화 비용(기준:5만DWT, 단위:천원)
Table. 2 Demurrage Cost and Freight Congestion Cost per One Day(Std.:50,000DWT, Unit:1,000 Won)

구분	체선비용	체화비용	합계
컨테이너선	26,634	24,226	50,860
일반화물선	8,336	9,206	17,542
산화물선	10,332	502	10,834
액체화물선	24,235	1,618	25,853

2.4. 적정 서비스 수준 연구

박남규[1,4]의 연구에서 적정 서비스 수준이란 항만의 서비스 이용자들이 불만을 느끼지 않거나 서비스 불만을 갖게 되어 다른 대체 항만으로 이동하지 않을 정도의 서비스 수준으로 정의하고 있다.

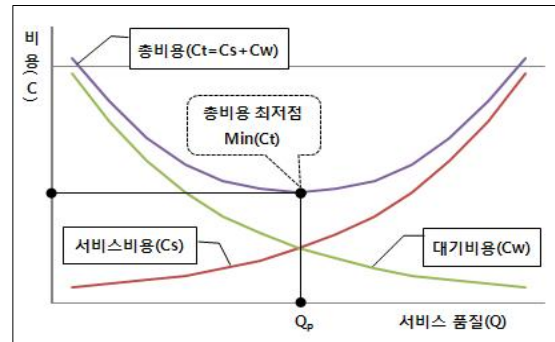


그림 1. 항만 서비스 품질과 비용간의 관계
Fig. 1 Relationship between Port Service Quality and Cost
 * Cs: Cost of Service, Cw: Cost of Waiting
 * Ct: Cost of Total, Qp: Quality of Proper level

그림 1에서 보는 바와 같이 서비스 품질(Q)과 대기비용(Cw)은 Trade-off 관계에 놓여 있으며, 서비스 품질을 높이기 위해서는 서비스 비용(Cs)이 증가되고, 역으로 서비스 비용을 낮추게 되면 이용자들의 대기 비용이 높아지므로 적정 수준의 서비스 품질을 판단하는 것은 중요하다.

따라서, 사회적 비용 관점에서 서비스 비용(Cs)과 대기 비용(Cw)의 총합(Cs+Cw)이 최소가 되는 비용(Ct)을 찾을 수 있고, 그 지점이 서비스 제공 수준에 있어 적정 서비스 품질(Qp)이라 할 수 있다.

2.5. 항만 서비스 이용자의 항만선택 요인 연구

전찬영[6,7]의 연구에서 항만 서비스 이용자인 선사 및 화주의 입장에서는 항만에서 체선·체화 비용이 최소화되는 항만으로 선택하기를 희망하는 것은 당연하다. 국적선사/연안내륙선사 및 국내에서 사업하는 화주는 국내 항만에서 체선·체화비용이 얼마가 들어가는지 항만의 선택요인은 거의 없으나, 해외 선사는 전세계 항만을 대상으로 운송 항로의 허브항만을 결정함에 있어 허브항만의 체선·체화 비용은 매우 중요한 선택요인이 된다.

최성희[9]의 화주의 광양항 선택 결정요인에 관한 실증 분석 연구에서 광양항 이용 화주들은 항만선택요인으로 항만서비스, 항만시설, 항만입지 및 항만비용이 영향을 미치고 있으며, 중요도는 항만비용, 항만입지, 항만서비스, 항만시설 등의 순으로 나타나고 있다고 하였다.

정태원[10]의 연구에서 대중국 환적화물 유치에 가장 영향력을 미치는 요인은 시설과 서비스 요인이었다고 하였으며, 환적화물을 유치하기 위한 효과적인 방안으로는 항만시설을 증대하고 서비스의 질을 높이는 것이며, 다음으로 시설과 서비스 개선에 전폭적인 투자를 하면서 항만이용요금의 항만요율을 탄력성 있게 운영할 필요가 있다고 하였다.

오세웅[11]의 연구에서 항만 산업이 발전할수록 지역 경제에도 긍정적인 영향을 미치는ダイナミック한 관계를 가진다고 분석하였다.

III. 하역 프로세스와 모델 설계

3.1. 하역 프로세스

항만의 하역 프로세스는 그림 2와 같으며 선박 입항, 접안, 하역장비의 할당, 하역작업 수행, 하역작업의 종료 이후에 출항하는 프로세스로 진행된다.

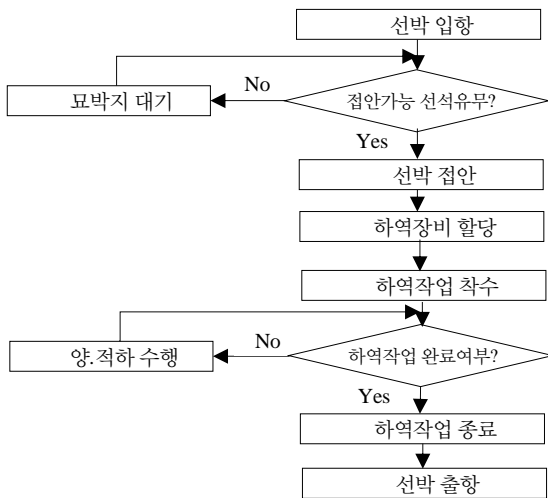


그림 2. 하역(양.적하) 프로세스
Fig. 2 Unloading & Loading Process

우선, 선박이 항만에 입항하면 하역품목을 취급하는 전용부두의 접안 가능 선석을 체크하게 되며, 이때 가능 선석이 없으면 지정된 모박지에서 앵커를 내리고 선석이 가용할 때까지 대기하게 된다. 이후에 선석이 가용 상태가 되면 도선사의 유도에 따라 해당 선석에 접안하게 되고, 하역장비가 할당되어 하역작업이 착수되

며, 마지막으로 하역작업이 종료되면 출항하게 된다.

3.2. 모델 설계

모델 설계를 위해 하역 프로세스 상에서 안벽(Berth), 야적장(Yard) 및 게이트(Gate) 모두를 고려하여야 하나, 본 연구에서는 일반화물 부두의 복잡성을 고려하여 야적장과 게이트를 제외한 안벽만을 대상으로 입력 및 출력 변수를 표 3과 같이 정의하였다. 특히 시뮬레이션을 위한 입력변수는 입력변수 값으로 반드시 확보되어야 하고, 출력 변수는 시뮬레이션 결과로서 얻게 되는 값들을 의미한다.

표 3. 안벽의 입력 및 출력변수
Table. 3 Input and Output Variables of Berth

구분		변수명
안벽	입력변수	선박 도착시간 간격 작업물량(TPC 분포) 선석의 수(또는 길이) 작업일수 및 작업시간 시간당 처리능력 적정 점유율
	출력변수	안벽 처리량 선석 점유율 선박 대기율 선박 재항시간 입항 선박수 모선별 시간당 처리량 적정하역능력

안벽에서의 처리능력은 하역대상 화물량에 따라 투입되는 크레인 수 및 갯수에서 따라 차이가 있으므로 이는 시간당 처리능력에 반영하여 적용될 수 있으며, 이를 반영하기 위하여 품목별 화물량의 규모에 따라 TPC(Ton per Call, 1회당 하역량)별로 TPC 1, TPC 2, TPC 3, TPC 4와 같이 4개로 구분하여 시간당 처리능력을 달리 적용하였다. 뿐만 아니라 컨테이너와 일반화물, 즉 여기서는 시멘트 하역 프로세스가 다르긴 하나 결과적으로 시뮬레이션 관점에서 보면 하역 프로세스를 처리하는데 시간당 처리능력을 얼마로 적용할 것인가로 귀결될 수 있다. 따라서 시뮬레이션 관점에서 보면 모델링이 단순화되고 화물 유형이나 프로세스에 따라, 처리 화물량의 시간당 처리능력을 반영하면 모델링에 문제가 없는 것으로 볼 수 있다.

3.3. 데이터 수집 및 표준화

선박의 도착 분포, 양적하 작업시간 분포 등을 도출하기 위한 데이터 수집이 필요하고, 이를 위해 국토해양부의 Port-MIS 자료, 제3차 항만 기본계획 고시자료 및 해운항만정보센터(SPIDC, www.spidc.go.kr)의 자료를 활용하였다[12,13].

데이터 수집 및 표준화의 결과는 표 4와 같고, 하역량을 TPC 기준에 따라 TPC 1(1~999톤), TPC 2(1,000~2,999톤), TPC 3(3,000~4,999톤), TPC 4(5,000톤 이상)로 구분하였으며, 박남규[1]의 연구결과에 따라 적정 서비스 수준(Qp)으로 선박대기율은 5% 이내, 적정 선석점유율은 50% 수준을 가정하여 설정하였다.

표 4. 데이터 수집 및 표준화 결과

Table. 4 Data Collection and Standard Results

구분		결과
데이터 수집	대상항만	목호항
	대상부두	3부두
	선석수	1개(1번 선석)
	대상품목	시멘트
	수집기간	2008.1.1~12.31
	수집건수	464건
TPC별 하역량 (건수비율)	TPC 1	18,343톤(79건,17.03%)
	TPC 2	8,600톤(4건,0.86%)
	TPC 3	327,456톤(73건,15.73%)
	TPC 4	2,264,413톤(308건,66.38%)
시간당 처리능력	TPC 1	93.13 톤
	TPC 2	262.73 톤
	TPC 3	337.38 톤
	TPC 4	544.15 톤
적정 서비스 목표수준	선박대기율	5% 이내
	선석점유율	50% 수준

IV. 시뮬레이션 프로토타입

4.1. 시뮬레이션 프로세스의 설계

시뮬레이션 프로세스는 그림 2의 하역 프로세스를 기반으로 그림 3과 같이 설계하였다.

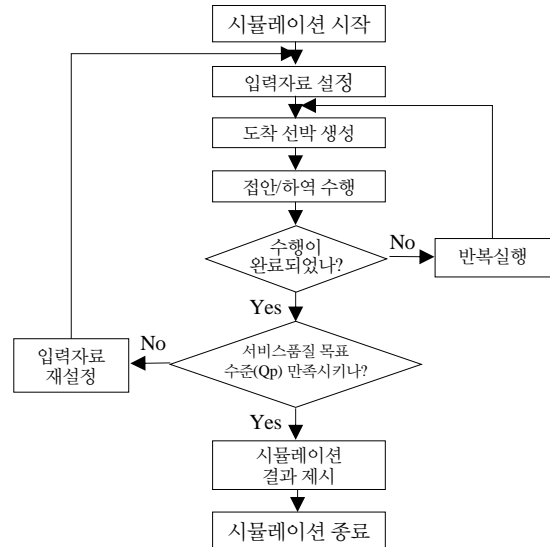


그림 3. 시뮬레이션 프로세스 설계

Fig. 3 Simulation Process Design

4.2. 프로토타입의 설계

선박의 도착 분포는 BETA분포를 이루고 있으며, 작업시간은 NORM(정규)분포를, TPC 1은 BETA 분포, TPC 2는 TRIA 분포, TPC 3는 BETA 분포, TPC 4는 NORM 분포를 이루고 있고, 각 분포에 따른 세부 분포식은 표 5와 같다.

표 5. 도착시간, 작업시간 및 TPC별 분포도 수식

Table. 5 Arrival Time, Working Time and Distribution Formula per TPC

구분	분포도 수식
도착시간	$-0.001 + 94 * \text{BETA}(1.14, 4.54)$
작업시간	$\text{NORM}(7.35e+003, 944)$
TPC 1	$10 + 360 * \text{BETA}(1.63, 1.01)$
TPC 2	$\text{TRIA}(4.76e+003, 4.84e+003, 4.87e+003)$
TPC 3	$5.98e+003 + 4.01e+003 * \text{BETA}(0.444, 0.68)$
TPC 4	$\text{NORM}(7.35e+003, 944)$

4.3. 시뮬레이션의 수행

시뮬레이션은 프로세스 및 프로토타입의 설계 기준으로 목호항 3부두 1선석에서 1년간 발생된 항만의 선박 접안 및 하역 처리 결과를 입력변수 값으로 시뮬레이션 소프트웨어인 ARENA를 이용하여 50회를 반복하여 수행하였고 표 6과 같은 결과를 얻었다.

표 6. 시뮬레이션 결과
Table. 6 Simulation Results

구분	최소값	평균값	최대값	표준편차
접안횟수	419	464	506	18.9
선박대기율	5.20%	8.15%	18.8%	2.62%
선석점유율	62.1%	70.4%	76.6%	3.42%
연간처리량(톤)	2,540,000	2,860,000	3,100,000	139,000

4.4. 시뮬레이션 결과의 비교 해석

실제 발생된 자료와 시뮬레이션 결과의 평균값을 비교하면 표 7과 같이 요약할 수 있다.

입력 변수에 해당하는 표 5의 도착시간, TPC 1~4의 분포도 수식과 표 4의 시간당 처리능력을 기반으로 시뮬레이션한 결과, 접안횟수의 평균값은 464회로 실제 자료와 100% 일치하였다.

표 7. 실제 자료와 시뮬레이션 결과 평균의 비교
Table. 7 The Caparison between the Actual Data and Simulation Average Results

구분	실제(a)	시뮬레이션(b)	(b/a)*100
접안횟수	464회	464회	0%
선박대기율	-	8.15%	-
선석점유율	-	70.4%	-
연간처리량	262만톤	286만톤	109.2%
적정처리량	-	203만톤	-

그러나 박남규의 연구결과[1]에서 제시한 적정 서비스 수준에 따라, 적정 선박대기율 5% 대비 약 8.15%로 산정되어 3.15%p(=8.15%-5%)의 차이가 발생하였고, 적정 선석점유율 50% 대비 70.4%로 산정되어 20.4%p(=70.45-50%) 차이가 발생되었으며, 연간처리량도 실제 자료 262만톤 대비 시뮬레이션 결과는 286만톤으로 24만톤(=286만톤-262만톤) 높게 산정되어 약 9.2% 차이가 발생되었다.

이러한 결과는 묵호항의 3부두 1선석의 경우에 적정 서비스 수준으로 가정한 선박대기율 5% 대비하여 과도하게 선박 대기가 발생되고 있고, 선석 점유율도 적정 서비스 수준으로 가정한 50%를 훨씬 상회하여 운영되고 있음을 알 수 있으며, 결론적으로 적정 서비스 수준을 초과하는 상태로 운영된다는 것을 보여준다. 즉, 체선·체화 현상이 과도하게 발생되어 화주나 선사의 입

장에서는 낮은 서비스 수준을 받고 있다는 것으로 해석된다.

본 시뮬레이션 결과를 기반으로 식(1)에 따라, 적정 하역능력(적정처리량)은 203만톤(=(50.0% / 70.4%) * 286만톤)으로 산정되었으며, 203만톤이 묵호항 3부두 1선석의 연간 적정하역능력이라 할 수 있다.

$$\text{적정 하역능력(적정처리량)} = (\text{적정선석점유율} / \text{실제 선석점유율}) * \text{연간처리량} \quad (1)$$

시뮬레이션 결과 중 연간처리량 286만톤이 실제 발생 262만톤과 약 9.2%의 차이가 발생되고 있는데, 이는 표 5의 TPC 1~4를 대상으로 분포도 수식을 조정하여 오차가 5% 이내의 결과를 얻을 수 있도록 반복적으로 시뮬레이션을 실험하여 적정 결과를 얻을 수 있다.

만일 시뮬레이션을 반복적으로 수행하였음에도 원하는 수준의 선박대기율과 선석점유율을 얻을 수 없다면, 모델의 설계 과정에서 적합한 도착시간 분포, 작업 시간 분포 및 TPC별 처리량 분포가 제대로 반영되지 않은 것으로 판단하고 데이터 검증을 다시 진행하여 보정해 나가야 한다.

V. 결 론

본 연구는 전용부두에서 하역 처리능력을 산정함에 있어 기존 수리적 산정 모델이 갖고 있는 한계점을 극복하고자 진행하였다. 즉, 단순히 산술적 계산을 통해 얻게 된 결과는 하역시스템 내에서 개별 개체나 프로세스가 갖는 여러 복잡한 특성들을 반영하기가 어렵다.

반면, 시뮬레이션을 이용한 모델링 및 프로토타입 설계는 각 개체가 갖고 있는 특성과 여러 복잡한 프로세스 규칙들을 반영할 수 있고, 관련 자료의 정규화로 시뮬레이션에 적용하여 활용될 수 있다.

이번 연구 대상으로 삼은 묵호항 시멘트 전용부두의 하역능력 산정을 위한 모델링은 선석의 안벽능력, 야적장의 처리능력 및 게이트의 운송 능력들을 포함한 전체 프로세스의 모든 특성들을 반영하여 진행하여야 하나, 우선적으로 안벽에서의 하역 능력만을 반영하여 프로토타입을 설계하였고 시뮬레이션을 진행하였다. 따라서, 특정 화물 전용부두의 적정능력 산정 관점에서 보

면, 야적장(또는 장치장)의 처리 능력이 반영되지 않은 한계점을 갖고 있으나, 안벽에서의 하역 처리 프로세스 뒤에 야적장의 처리 프로세스를 연계하여 반영한다면, 시멘트 화물뿐만 아니라 다른 화물 품목의 처리 능력 및 적정 하역능력을 산정하는데 어려움이 없을 것이다.

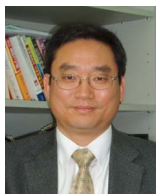
REFERENCES

- [1] Nam-kyu Park, Review Services report calculated the proper loading and unloading port capacity, Ministry of Oceans and Fisheries, Mar. 2010.
- [2] Frankel, Ernst G, "Port Planning and Development", New York: John Wiley & Sons, pp.543-544, 1986.
- [3] Nam-kyu Park, et al., "A study on the port types and the role of information system", Proceedings of Korea Associations of Information Systems, Seoul, pp.362-374, 2005.
- [4] Chang-gon Kim, et al., A study on the Quay Capacity at the Container Terminal Using Simulation Model, Proceedings of the Korea Society of simulation, Seoul, pp.43-48, 2001.
- [5] Goss, R.O and Mann, M.C, "The cost of ship's time", Advanced in maritime Economics, Edited by Goss, R.O, Cambridge University Press, 1994.
- [6] Young-tae Chang, Souk-kyung Sung, Revisit to Estimate the Time Cost of Ships and Cargoes, Journal of Korean Navigation and Port Research, vol. 26, no. 4, pp.383-390, 2002.
- [7] Chang-young Jun, "Review on the Time Cost of Ships and Cargoes of container cargo in port", Korea Maritime Institute, The Korea maritime review, vol.- , no.235, pp.46-59. 2004.
- [8] Chang-Young Jun, et al., "Research on the estimation of the required cargo containers to offset initial costs, including realistic profits, at container ports", Korea Maritime Institute, Basic research 2005-06, 2005.
- [9] Seong-hee Choi, "Empirical Analysis of the Determinants for Shippers" Selection of Gwangyang Port", Journal of Korea port economic association, vol. 24, no. 4, pp.199-217, 2008.
- [10] Tae-won Chung, et al., "Strategies to Attract Transshipment Container Cargoes from/to China by Korea Ports ", Korean society of transportation, vol. 20, no. 2, pp.7-16, 2002.
- [11] Se-wong Oh, Chull-young Lee, "A study on Dynamic models for ports and regional economy", Korean system dynamics Review, vol. 2, no. 1, pp.29-50, 2001.
- [12] Ministry of Oceans and Fisheries, Notification No.3 of the third port master plan, no.2011-402, 2011.
- [13] Ministry of Oceans and Fisheries, SP-IDC(Shipping and Port Integrated Data Center) [Internet], Available: <http://www.spidc.go.kr>.



박상국(Sang-Kook Park)

1996년 2월 한국해양대학교 기계공학과 공학사
 2009년 8월 연세대학교 산업정보경영학과 공학석사
 2012년 3월 ~ 현재 숭실대학교 IT정책경영학과 박사과정
 ※관심분야 : 시뮬레이션, 모델링, 생산성 측정, 경제성 평가, 정보전략



박남규(Nam-Kyu Park)

1981년 2월 한국해양대학교 항해학과 공학사
 1981년 3월 ~ 1983년 9월 천경해운
 1986년 12월 ~ 1995년 8월 한국과학기술연구원 시스템공학연구소 선임연구원
 1987년 2월 한국해양대학교 해운경영학과 경영학석사
 1995년 2월 한국해양대학교 해운경영학과 경영학박사
 1996년 3월 ~ 현재 동명대학교 국제물류학과 교수
 ※관심분야 : 해운경영, 해운정책, 적정하역능력, 시뮬레이션 모델링, 항만 생산성