

선석의 연속접안을 고려한 인천항의 시뮬레이션 연구

- A Simulation Study Based on the Continuous Berth Utilization in Incheon Port -

최 현 규*

HyunKyu, Choi

이 창 호*

ChangHo, Lee

Abstract

The domestic ports become less competitive for the out of dated equipments and inefficient information system. Specially, Incheon Port, which is the second largest port of Korea, has the point at issue such as the excessive logistics cost because of the limit of handling capacity and the chronic demurrage.

In this paper to develop the simulation programs the basic input parameters such as arrival intervals, cargo tons, service rates are analyzed and the probability density functions for there variable are estimated. Also to perform the conception of continuous berth utilization, the berth and cargo classification is reconstructed. And the more actual simulation is realized by using more detailed depth representation of water. The simulation model is executed based on the knowledge base and database, and is constructed using Visual Basic and Access database. Simulation results reveal that this study suitably reflect the real berth operation and waiting time of ships is shortened.

1. 서론

인천항은 물동량 증가에 따른 체선 및 체화현상에도 불구하고 갑문시설과 기타 부대시설이 복잡하고 처리화물의 종류가 다양해 항만의 전체적인 운영실태를 분석하려는 연구가 부족하였다.

기존의 Simulation과 의사결정지원시스템에서도 이를 해결하고자 인천항의 선석지정 규칙을 고려한 시스템을 연구해 왔다[1,5]. 그러나, 실제 인천항에서 적용되고 있는 중요한 요소 중의 하나인 하나이상의 선석에 두 척 이상의 선박을 접안하는 점은 고려되지 않았다.

이에 본 연구에서는 기존의 선석지정 규칙과 더불어 선석에 연속접안이 가능하다는 점을 반영하기 위해 45개의 선석을 23개의 선석군으로 재구성하여 적용하고, 추가적으로 수심에 대한 제한 사항을 실제 수심의 상황에 맞게 현실성 있는 방향으로 연구하여 기존의 연구 및 실제 인천항의 운영 시스템과 비교한다. 또한 시뮬레이션을 수행하여 인천항의 체선 원인

* 인하대학교 산업공학과

을 분석하고 대안을 제시하며 향후 화물량의 증가, 하역작업의 기계화로 인한 서비스율의 제조건의 변화에 따른 영향을 검토하여 효율적인 항만 운영방식을 제안하고자 한다.

2. 인천항의 특성 및 운영분석

인천항은 개항 당시에는 자연항이었으나, 최고 10m에 달하는 간만의 차로 인한 선박 입·출항의 장애를 해소하기 위하여 갑문시설을 설치하여 내항 전역을 선거화 함으로서 인공항으로 건설되었다[2].

이에 따라, 인천항은 갑문이라는 특수한 환경을 가지고 있는 항만으로 기본적으로 세 가지 배정규칙을 기반으로 부두를 운영하고 있다[4].

- 갑문사용 우선순위 결정규칙(배정규칙1)

입항선박의 선석배정은 기본적으로 입항예정시간(Expected Time of Arrival : ETA)을 기준으로 입항예정 시간이 빠른 선박이 우선권을 가지게 된다.

- 하역사별-화물별 선석배정 규칙(배정규칙2)

인천항은 기본적으로 화물별 선석배정 규칙에 따라서 선석을 배정하였으나, 1997년 3월부터 시행한 부두운영회사제도에 따라서 하역업체와 화물을 동시에 고려하여 선석을 배정하고 있다. 단일 하역사의 경우에 각 하역사별로 지정된 선석을 관리하고 있으며 그 지정된 선석내에서 화물의 종류에 따라 선석배정을 하고 있다.

- 선박의 선석접안 규칙(배정규칙3)

입항선박이 선석에 접안할 경우, 인천항 선거내 수위와 화물을 실은 선박의 흘수(Draft)와의 최소차이는 선박의 안전을 위하여 0.3m로 제한하고 있다. 따라서 해저면과 선박 밑부분까지 0.3m의 차이가 유지되어야만 선박의 접안이 가능하다.

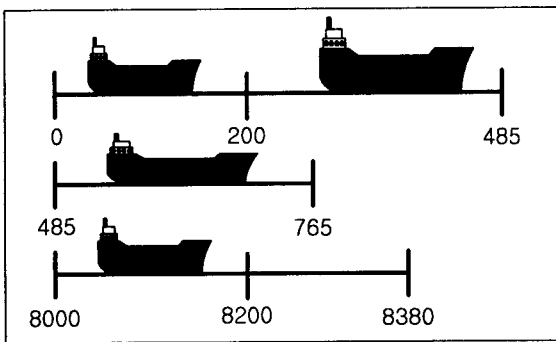
원칙적으로는 하나의 선석에 한 척의 선박만이 접안하도록 되어있으나, 인천항의 만성적인 체선·체화의 해소방안으로 선박의 선수, 선미로부터 각각 10m의 안전거리만 확보되면 하나의 선석에 대해서 동시에 2척 이상의 선박도 접안이 가능하게 된다.

기존의 연구에서는 한 선석에 한 척의 선박을 접안할 수 있다는 가정을 갖고 시스템을 구현하였다[1,5]. 그러나, 실제 인천항의 선석운영은 선박이 표박지에서 대기하는 시간을 줄이고, 좀 더 효율적으로 선석을 사용하기 위해 배정규칙 3, 즉 흘수가 만족되고, 선박간의 거리가 유지된다면 한 선석에 연속해서 두 척 이상의 배를 접안 시킬 수 있도록 선석회의를 통해 결정하고 있다. 이에 본 연구에서는 선석회의를 통해 실제 인천항에서 운영되고 있는 사항들을 시스템에 반영하여 연속접안을 고려한 선석운영을 연구하고 이를 활용한 시뮬레이션 모델을 구축하고자 한다.

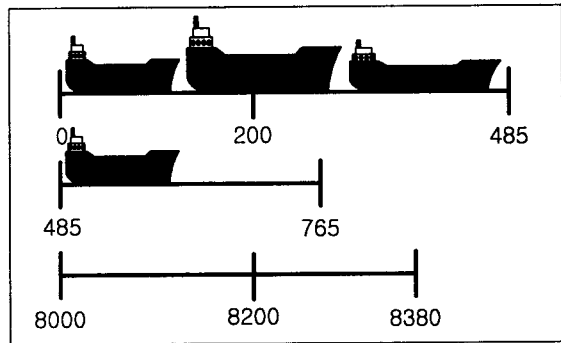
3. 연속관리를 위한 선석배정 시스템

연속관리에 의한 선석배정의 구현은 현재의 운영 시스템을 좀 더 현실적으로 반영하기 위해 필수적인 요소이다. 현재 인천항은 많은 입·출항 선박으로 인해 선박이 묘박지에서 입항하지 못하고 대기하는 시간이 많다. 현재 인천항에서는 선석의 효율적인 운영과 선박의 대기시간 등을 줄이기 위해 한 선석에 두 척 이상의 선박이 접안하는 것을 허락하고 있으며, 본 연구에서는 이를 시스템에 적용하여 실제 운영시스템에 더욱 적합하고 타당성 있는 시뮬레이션 모델을 구현하고자 했다.

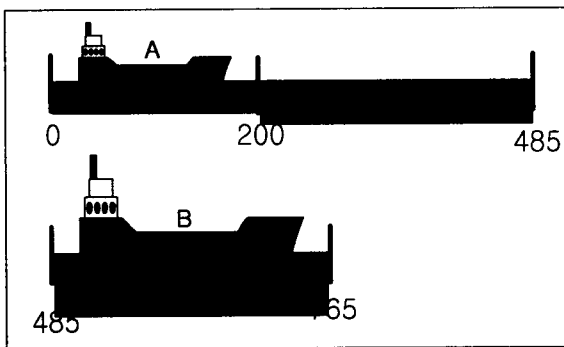
기존 연구의 시스템에서는 <그림 1>과 같이 하나의 하역사가 다섯 개의 선석을 관리한다고 가정하면 각 선석에 하나의 선박만을 접안시키므로 최대 5척의 선박이 접안할 수 있다. 그러나 연속관리를 적용한다면 위의 다섯 개의 선석을 <그림 2>와 같이 이웃한 선석들을 묶어 세 개의 선석군으로 관리 할 수 있고, 이는 해당 하역사의 하나의 선석에 한 척의 선박을 접안 시키고 동일한 하역사의 선박이 접안할 경우 선석의 여유공간을 이용하여 한 선석에 두 척 이상의 선박을 접안시킬 수 있기 때문에 기존의 방법보다 선석의 활용도를 더욱 높일 수 있을 것이다.



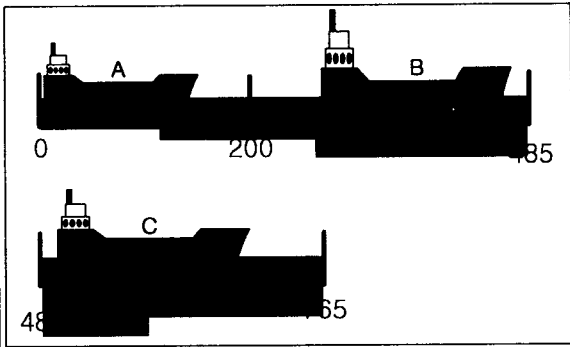
<그림 1> 연속접안이 가능하지 않는 경우



<그림 2> 연속접안이 가능한 경우



<그림 3> 대표수심을 적용할 경우



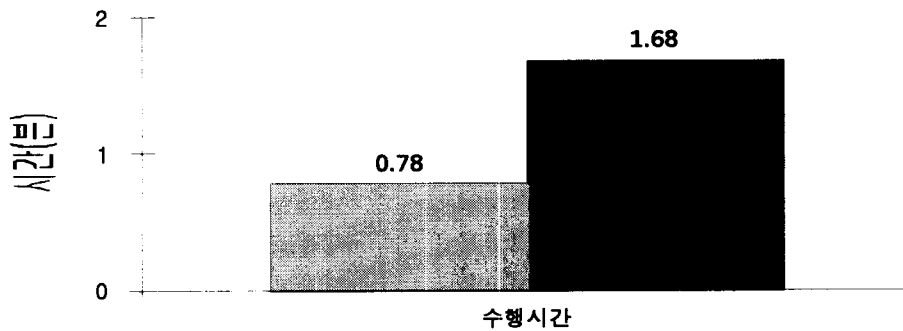
<그림 4> 구간수심을 적용할 경우

또한 수심의 적용에 있어서는 한 선석에서 수심이 가장 낮은 부분을 대표수심으로 정하고 시스템에 반영하는 것을 여러 개로 세분화해서 좀 더 실질적이고 효율적인 선석운영 방식을 채택하였다. 이는 <그림 3>과 <그림 4>에 잘 나타나 있다. <그림 3>에서 B선박의 경

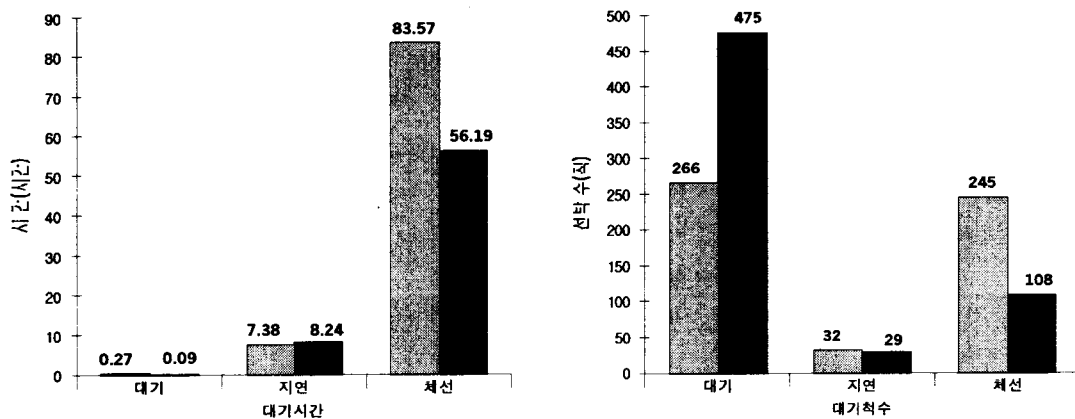
우 두 번째 선석의 대표수심이 조건을 만족하지 못해서 세 번째 선석에 접안하는 기존의 경우를 나타내고 있다. <그림 4>에서는 수심을 좀 더 세분화함으로써 B선박이 두 번째 선석의 뒷부분에 길이와 수심조건을 만족하여 접안이 가능함을 나타낸다. 이렇게 함으로써 세 번째 선석에는 다른 선박 한 척이 접안가능하게 된다. 즉, 연속관리를 수행함에 있어 선석의 활용도를 높이는 중요한 요소로서 수심이 적용된다.

4. 시뮬레이션의 결과

시뮬레이션 프로그램은 각 화물군별로 추정된 분포를 사용하여 도착을 발생시키며, 도착된 선박들에 대하여 화물량, 선박속성, 서비스시간 등을 부여하게 된다. 프로그램의 매 반복(Iteration)마다 Dispatcher를 호출하게 되며, 큰 갑문, 작은 갑문에 대하여 묘박지를 떠날 선박과 선석을 떠날 선박을 갑문을 사용하게 될 시간을 기준으로 배정하게 된다. Dispatcher 부분에서 갑문이 사용가능하다면 선박의 접안위치를 검색하게 되며, 이때 앞에서 설명한 연속접안을 고려하여 실제 접안위치를 지정하게 된다. 이는 기존과는 틀리게 구성되어야 하고, 연속접안을 통해 선석의 효율성을 기할 수 있고, 좀 더 현실적인 모델을 구축할 수 있다.



<그림 5> 수행시간 및 선박수 비교



<그림 6> 대기시간 및 대기척수 비교

본 연구에서는 연속접안과 세분화된 수심을 고려하여 시뮬레이션을 실행하였고, 기존의 시뮬레이션과 비교하였다. <그림 5>과 <그림 6>은 각각 기존의 시뮬레이션과 현재의 시뮬레이션에 대한 차이를 나타내고 있다. 연속접안을 고려하기 위해 여러 검색 부분이 추가되어 수행시간은 증가하나 총 선박의 이안 선박 수는 효율적인 선석운영으로 늘어났음을 알 수 있다. 또한 연속접안이 가능하므로 표박지에서 대기하는 선박의 대기 시간과 척수는 줄어들었음을 알 수 있다

5. 결론 및 추후과제

본 연구에서는 1997년도 인천항의 입·출항 실제 자료를 분석하여 얻어진 선박도착 시간, 화물량, 서비스 시간 분포와 인천지방해운항만청 및 하역회사의 선석지정 규칙을 근거로 하여 인천항의 현황 및 운영상태를 분석할 수 있는 Port Simulation Model을 구성하였다. 또한 기존에 고려되지 못한 연속관리를 고려함으로써 인천항의 선석운영 방식에 더욱 유사하고 정확한 모델을 구성하였다. 이를 활용하여 항만의 장기운영전략 수립, 즉 기계화장비 도입 등으로 서비스 능력의 향상, 인근항 개발 등으로 화물량의 이전, 입항 선박 및 화물량의 증대 등과 같은 환경변화의 분석을 지원할 수 있을 것으로 기대된다.

추후연구과제로는 여러 가지 사항에 대한 좀 더 많은 시나리오 분석을 실행하여 중·장기 의사결정을 지원하게 하며, 사용자 인터페이스 및 애니메이션의 추가에 관한 연구가 다루어 져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1]김동희, “인천항을 위한 시뮬레이터와 선석배정지원시스템 개발”, 인하대학교 산업공학과 박사학위논문, 2000.
- [2]김동희, 최운, 김봉선, 이창호, “모의실험을 통한 인천항의 운영실태분석에 관한 연구”, 공업경영학회지, 제22권 제49집, 1999.
- [3]김승연, 김동환, 시스템 시뮬레이션과 시뮬레이션언어, 홍릉과학출판사, 1993.
- [4]인천지방해운항만청, 인천항백서, 인천지방해양수산청, 1997.
- [5]최운, “선석지정규칙을 고려한 인천항 시뮬레이션에 관한 연구”, 인하대학교 산업공학과 석사학위논문, 1998.