

선박입출항 시물레이션을 통한 항만 물류시스템의 분석 Analysis of Physical Distribution System in Harbour by Simulation

임재민 · 유병세 · 김홍태
한국기계연구원 선박해양공학연구센터

J.M. Lim · B.S. Yoo · H.T. Kim
Korea Institute of Machinery and Materials
Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering

Abstract

Simulation modeling has become an extremely important approach to analyzing complex system. In recent years the number of people using simulation as problem-solving aid has increased.

In this Paper, we developed a simulation model for analyzing the physical distribution system in ports. we used Arena 2.2 which is a kind of simulation software based common simulation language, SIMAN V. And then, we applied this model to kwangyang port(partially) and analyzed the effect of it upon port system in according to change of the quantity of goods transported.

1. 서론

본 연구에서는 광양항의 2011년에 예상되는 물동량에 따른 개발계획(안)을 반영한 시물레이션 모형(simulation model)을 수립하고 시행함으로써 부두 서비스의 실태 및 문제점 등을 파악하고, 다양한 물동량의 변화에 따른 광양항의 물류흐름 및 체선 변동추이의 예측, 항로능력 등을 분석하기 위한 것이다.

본 연구에서는 대기행렬 모형을 적용한 시물레이션 모형을 시물레이션 전용언어인 SIMAN V를 바탕으로 하여 애니메이션 기능을 추가한 Arena 2.2 소프트웨어를 이용하여 수립하고 시행하였다.

2. 대기행렬 모형을 적용한 시물레이션

2.1 시물레이션 모델의 설계

(1) 모델설계를 위한 정의

시물레이션 모델의 설계를 위해서 광양항의 부두 및 항로간 교차점을 정의하면 아래와 같다. 아래의 그림 1에서 붉은색은 출항항로와 입항항로의 교차점을 나타내며, 파란색은 출항항로와 출항항로간의 교차상태를 나타낸다. 또한 연두색의 경우는 입항항로에서 목적부두에 따라 분기하는 경우를 나타낸다.

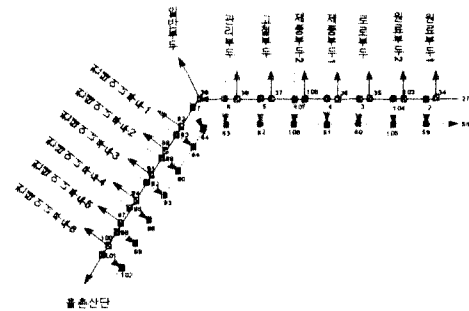


그림 1 부두 및 항로간 교차점의 정의

(2) 가정사항

o 항로는 입출항 전용선을 가지고 있는 것으로 가정하였으며, 통항시 선박간의 최소이격거리는 선박의 길이의 8배로 가정

o 선박의 통항속도는 7노트를 적용

o 항로 및 부두간의 거리는 축척 1/20000의 해도 상에서 산출

o 입출항 선박에 대한 부두할당은 연간운항예측 자료를 기준으로 전체대비 각 부두(혹은 지역)별 상대적 비율을 적용하였으며, 선종별/크기별 선박의 크기, 톤수 및 서비스 시간은 97년도 PORT-MIS 자료를 이용하여 각각에 대한 분포를 산출하여 적용(단, 컨테이너선 경우에 있어서 서비스 시간은 실적 자료가 없는 관계로 13시간으로 가정함)

o 각 부두의 선석배정에 대한 사항은 고려하지 않았으며, 부두 전체의 능력을 기준으로 하여 선박의 톤수에 해당하는 자원을 할당하는 것으로 함

o 광양제철부두의 원료 및 제품부두는 각각 2개의 동일한 부두가 있는 것으로 자원을 할당하였으며, 하포컨테이너 부두의 경우는 6개부두로 균일하게 할당

o 부두에서 출항시 교차점에서의 소요시간은 40분(각각 20분씩 2개의 교차점)으로 가정하였으며, 부두에서 출항시 교차점을 중심으로하여 입항항로 및 출항항로의 진입을 금지토록 모델링함

(3) 부두 및 교차점의 모델링

정의한 부두 및 교차점에 대해서 가정사항을 고려하여 범용시뮬레이션 언어인 SIMAN V를 기반으로 하여 애니메이션 기능을 추가한 Arena 2.2 소프트웨어를 이용하여 모델링하였다.

가. 부두의 모델링

그림 2는 그림 1의 컨테이너부두 6에 대한 모델링을 나타내는 것으로 선박이 부두에서 출항할 경우 컨테이너부두 6의 방향으로 입항하는 항로 및 울촌산단 부두에서 출항하는 항로에 대해서는 항행이 불

가능하도록 모델링 하였다.

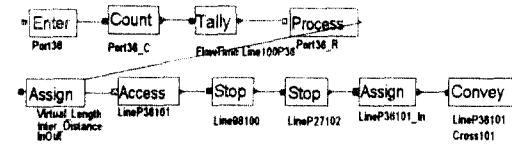


그림 2 부두의 모델링 예(컨테이너부두 6)

나. 교차점의 모델링

그림 3은 교차점 106, 107, 108에 대한 모델링 결과를 나타낸다.

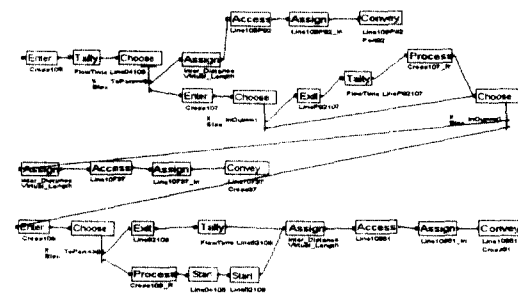


그림 3 교차점의 모델링 예

다. 전체모델링 결과(일부)

위와 같은 방법에 따라 광양항 전체부두 및 교차점들에 대해서 모델링한 결과의 일부를 나타내면 아래의 그림 4와 같다.

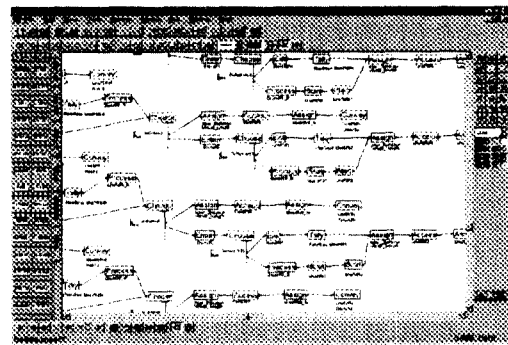


그림 4 전체모델링 결과의 일부

2.2 시물레이션 실행

시물레이션은 10일간(14,400분)의 Warming Up 후 30일간(43,200분) 입항하는 선박의 도착분포에 변화를 주어가면서 실행하였다. 아래의 그림 5은 시물레이션이 실행되는 동안의 애니메이션 형태를 나타낸다.

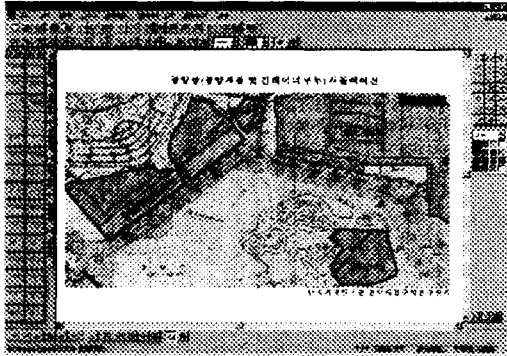


그림 5 시물레이션의 실행화면

2.3 시물레이션 결과의 분석

그림 6은 30일간의 시물레이션 실행후 각 부두별 입항선박의 수를 나타내고 있으며, 오른쪽의 범례는 시물레이션을 통해 얻어진 입항선박의 수를 1년을 기준으로 단순 산술적 계산에 의해 전체 입항선박수를 예측한 결과이다. 아울러 그림 7은 이때의 부두별 평균이용율을 나타내고 있다.

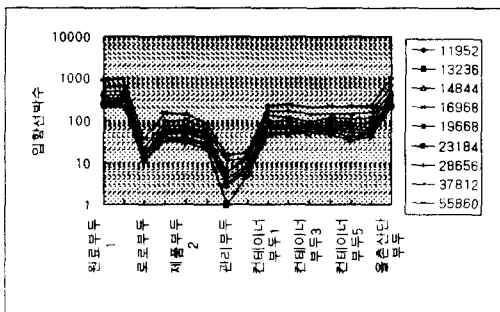


그림 6 부두별 입항선박수

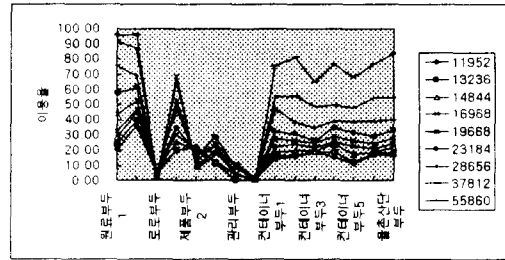


그림 7 부두별 이용율

그림 8은 물동량 변화에 따른 항만내 선박의 평균 체류시간(입항하여 부두에서 서비스를 마치고 항만을 빠져나갈 때까지의 평균시간)을 나타내는 것으로 년(年) 선박의 입항척수가 28,656척 이상으로 증가할 경우에는 급격히 평균체류시간이 증가하는 것을 볼 수 있다.

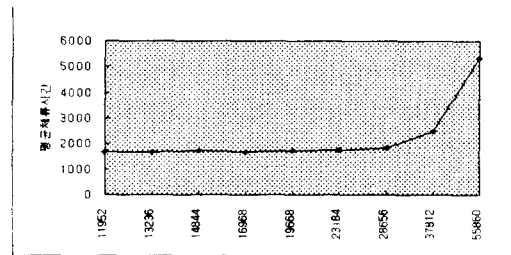


그림 8 물동량변화에 따른 평균체류시간

아래의 그림 9, 10은 입항시 각 교차점에서의 평균대기시간 및 최대대기시간을 나타내는 것이며, 그림 11, 12, 13은 원료부두, 제품부두 및 컨테이너부두에 대해서 물동량별 대기시간의 변화를 나타낸 것이다.

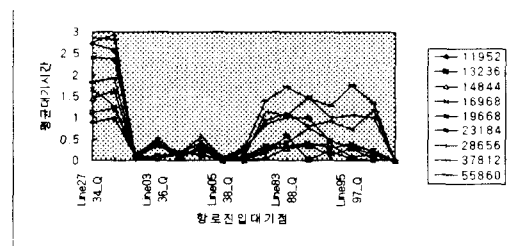


그림 9 교차점별 평균대기시간

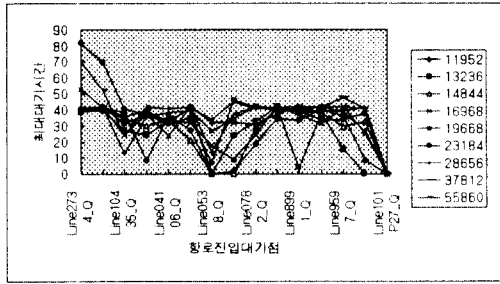


그림 10 교차점별 최대대기시간

그림에서 볼 수 있듯이 입항선박의 수가 28,656척 이상이 될 경우에는 원료 및 CTS부두 부분(교차점 02, 104) 및 제품부두 부분(교차점04, 107)에서 급격히 평균대기시간이 증가함을 볼 수 있다.

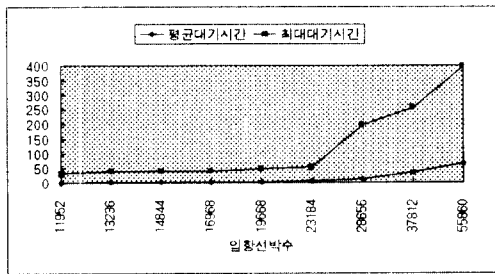


그림 11 원료부두2(교차점104)에서의 대기시간

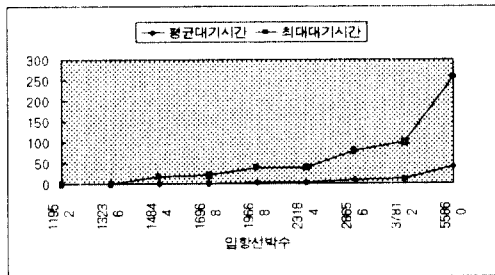


그림 12 제품부두1(교차점4)에서의 대기시간

또한 컨테이너부두 부분(교차점83, 89, 92, 95, 98, 101)에서는 입항선박의 수가 55,860척이 될 경우에 한해서 급격히 증가하는 것을 볼 수 있다.

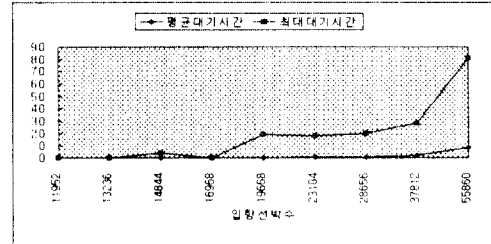


그림 13 컨테이너부두(교차점89)에서의 대기시간

3. 결론

이상과 같이 2011년의 광양항 물동량을 기준으로 하여 개략적인 시물레이션 모델을 설계하고, 물동량의 변화에 따른 시물레이션의 결과를 분석하여 보았다. 그러나 본 시물레이션의 결과는 전반적인 항만의 운영관점에서 검토되어야 하며, 선박의 통항이 혼잡한 경우 등과 같은 특정시간에 대한 혼잡도 평가와 같은 기타의 결과와 종합적으로 검토되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 이철영, 남만우, "목포항 물류시스템의 분석에 관한 연구", 한국항만학회지, 제10권, 제1호, pp.1-14, 1996.
- [2] 황해성, 광규석, "인천항의 선박도착 분포 및 부두서비스 상태 분석에 관한 연구", 한국항만학회지, 제11권, 제1호, pp.1-20, 1997.
- [3] 구자윤, "항계내 항로의 해상교통 혼잡도 평가에 관하여", 한국항만학회지, 제11권, 제2호, pp.173-189, 1997.
- [4] 이철영, "항만물류시스템", 효성출판사
- [5] 여수지방해양수산청, "여수·광양항 항만시설 운영세칙", 1997.
- [6] 조규갑 외 공역, "생산시스템 시물레이션", 창현출판사