

탠덤 크레인을 고려한 컨테이너터미널 선적 계획

권 순 철** · † 신 재 영* · 김 상 진**

*한국해양대학교 물류시스템공학과 교수, **한국해양대학교 대학원

Ship Loading Plan for Tandem Crane in Container Terminals

Sun Cheol Kwon** · † Jae Young Shin*, Sang Jin Kim**

*Graduate school of National Korea Maritime University, Pusan 606-791, Korea

**Division of Logistics System, National Korea Maritime University, Pusan 606-791, Korea

요 약 : 컨테이너를 통한 무역이 나날이 늘어감에 따라 컨테이너터미널에서는 생산성을 향상시키기 위한 많은 노력을 하고 있다. 생산성을 향상시키기 위한 방법으로는 효율적인 운영전략, 또는 생산성이 높은 장비 도입을 통한 방법이 있을 수 있다. 장비 도입의 측면에서 최근 국내 터미널에서 최근 많이 도입하고 있는 탠덤 크레인은 20'컨테이너를 동시에 4개, 40'컨테이너를 동시에 2개를 작업할 수 있는 안벽하역장비로 기존 크레인에 비하여 생산성을 향상시킬 수 있다. 본 논문에서는 이러한 탠덤 크레인의 효율성을 높일 수 있는 선적 계획을 위한 계량적 모형과 해법을 제시하고자 한다.

핵심용어 : 컨테이너터미널, 탠덤 크레인, 유전자 알고리즘, 타부 서치

ABSTRACT : As the rapid increase of the container trade, most of the container terminals strive to improve the container handling productivity. Therefore, they consider to find efficient operating strategies and to introduce new container handling facilities. In terms of equipment, there are a variety of types of quay cranes. Single-lift crane operates only one container regardless of size and twin-lift crane operates two 20' containers or one 40' container simultaneously. Tandem crane, recently introduced, can operate four 20' containers or two 40' containers simultaneously. In this paper, we propose the mathematical model and the solution procedure of the ship loading scheduling problem for the tandem crane.

KEY WORDS : Container Terminal, Tandem Crane, Genetic Algorithm, Tabu Search

1. 서 론

전 세계적으로 글로벌 기업이 점차적으로 늘어남에 따라 국제무역의 수요와 중요성이 날로 증가하고 있다. 이러한 국제무역에서 운송의 대부분을 담당하는 해운산업도 이와 같은 흐름에 발맞추어 계속해서 발전을 거듭하고 있다. 선사는 앞으로 늘어날 수요에 대응하여 선박을 대형화하여 경쟁력을 갖추고 있고, 항만에서는 이러한 선박의 서비스 수준을 만족시키기 위해서 운영, 설비 등의 효율을 향상시키고 있다.

선박이 대형화 될수록 선사는 기항지를 축소하게 되고 이와 동시에 항만 간에는 경쟁이 치열해지게 된다. 선박의 대형화와 기항지 축소는 그만큼 적은 기항지에서 많은 작업을 처리해야 한다는 것을 뜻한다. 또, 대형선일수록 정기선박인 경우가 대부분이므로 선박의 스케줄은 차질 없이 운항되어야 한다. 이러한 요인들은 항만에서의 빠른 작업 처리가 선사의 기

항지 선정에 있어서 중요한 사항이라는 것을 알 수 있게 해준다.

국내 몇몇 컨테이너터미널에서는 최근 생산성을 높이기 위한 방안으로 탠덤 크레인을 도입하고 있다. 탠덤 크레인은 안벽하역장비(Quay Crane, QC)로서 기존에 사용되고 있던 안벽장비보다 한 번에 더 많은 컨테이너를 처리함으로써 생산성을 높일 수 있다. 하지만 동시에 야드 트랙터(Yard Tractor, YT) 두 대가 QC 작업 지점에 대기하고 있어야 하는 등 기존 장비와는 다른 특징을 보인다. 이러한 탠덤 크레인의 효율을 높이기 위해서는 운영방안의 변화가 요구되고 있지만, 아직까지 도입 된지 얼마 되지 않았기 때문에 효율적이라고 검증된 운영방안이 거의 없는 실정이다. 또, 앞으로 개장을 앞두고 있는 컨테이너터미널에서도 탠덤 크레인을 도입 할 계획이라고 알려져 있어서, 이를 효율적으로 운영할 수 있는 방안이 절실히 필요하다고 할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 컨테이너터

† 교신저자 : 일반회원, elytselyts@nate.com 010)4578-2468

*종신회원, shinjy@hhu.ac.kr 051)410-4335

미널에서 텐덤 크레인을 고려하여 작업 생산성을 향상시킬 수 있는 방안에 대해서 연구한다.

2. 텐덤 크레인의 소개와 도입 시 고려사항

2.1 텐덤 크레인(Tandem Crane)

QC는 컨테이너 터미널의 생산성에 직접적인 영향을 미치는 장비로 선박 접안 시에 선박으로부터 컨테이너를 양하하거나, 적재하는 역할을 한다. 국내 QC의 경우 북항에서는 20', 40'를 각각 하나씩만 작업 할 수 있는 싱글리프트와 20'를 동시에 2개 작업할 수 있는 트윈리프트를 보유하고 있으나, 최근 신항에서 20'컨테이너 4개, 또는 40'컨테이너 2개를 동시에 작업할 수 있는 텐덤 크레인을 새롭게 도입하였고, 또 개장 예정에 있는 터미널에서도 이들 크레인을 도입하기로 되어 있다. 텐덤 크레인은 두 개의 스프레더가 병렬로 나란히 있는 것 같은 형태로 YT 2대가 동시에 QC의 작업지점에 있어야만 텐덤 작업을 할 수 있다.

2.2 텐덤 크레인 도입시 고려사항

텐덤 크레인은 국내에 도입 된지 얼마 되지 않아 양·적하계획, 운영방안 등 많은 연구가 필요한 실정이다. 양·적하계획 시 기존의 QC와는 다르게 선박의 로우와 티어까지 고려해서 계획해야 최대의 효율을 낼 수 있다. 적하 작업 시 텐덤 크레인의 특성상 근접하고 있는 베이 간에 티어의 높이가 다를 경우 작업이 불가능한 경우가 생기므로 최대한 티어의 높이를 동일하게 가져가는 계획이 필요하다.

QC 운영 시 텐덤 작업으로 계획된 부분을 두 대의 YT가 도착하는 시간 간격차가 커져서 도착한 YT를 먼저 작업하고 그 후에 다시 한번 더 작업하는 것이 나은지, 아니면 다른 YT까지 도착한 후에 4개를 동시에 적재하는 것이 더 나은지, 전체 작업시간을 단축시킬 수 있도록 효율적인 운영을 해야 한다.

YT 운영은 텐덤 크레인을 도입한 신항의 경우 풀링시스템으로 운영되고 있는데, 일반적으로 풀링시스템은 근처에 있는 YT나 가장 먼저 작업위치에 도착할 수 있는 YT에 작업을 할당한다. 하지만 단순히 이런 운영 방법을 사용하면 QC에 두 대의 YT가 스케줄에 어긋나지 않고 텐덤 작업이 효율을 발휘할 수 있는 비슷한 시간대에 도착할 수 있다고 보기 어렵다.

3. 문제의 모형 및 해법

3.1 문제의 설정

텐덤 크레인을 고려하여 선박에 컨테이너들을 빠른 시간 내에 적재하기 위한 계량적 모형과 해법을 연구하였다. 가장 먼저 선박에 적재되어야 하는 모든 컨테이너들을 속성에 따라 그룹화 한다. 속성은 적재될 해치, 컨테이너의 규격, 컨테이너

의 목적지, 컨테이너의 무게로 구성한다. 속성에 따라 그룹화된 컨테이너 간에는 어느 작업이 먼저 이루어져도 상관이 없으므로 작업 선후 관계는 고려되지 않는다. 모든 컨테이너의 그룹화가 이루어지고 나면 그룹들의 QC 작업 순서를 결정하고, 그룹 단위로 작업스케줄을 효율적으로 수립하여 전체 작업스케줄을 결정한다. 마지막으로 작업스케줄에 따라서 텐덤 크레인을 고려한 YT 작업 할당으로 전체 작업 계획을 완료한다. 본 논문에서는 선적계획 문제를 풀어나가는 과정에서 그룹 단위로 이루어지는 작업의 YT 할당 문제에 대해서 모형을 수립하였다. 이때 작업 스케줄은 확정되어 있고, 트윈/텐덤 작업만 이루어진다고 가정하였다.

3.2 해법

해법은 전체적으로는 유전 알고리즘의 흐름을 따르고, 유전 알고리즘의 적응도 평가 부분에 타부 서치를 적용하여 적응도 값을 도출한다. 유전 알고리즘의 잠재해는 작업 스케줄로 설정하였다. 교차는 순서교차(Order Crossover)를 이용하였고, 돌연변이는 역순방법(Inversion Mutation)을 이용하였다.

4. 결 론

본 논문에서는 텐덤 크레인을 고려한 효율적인 적재계획에 대해서 연구하였다. 또, 유전 알고리즘과, 타부 서치를 이용하여 해법을 제시하였고 실험 및 분석을 해보았다.

여러 데이터 셋을 생성하여 실험해본 결과 본 논문에서 제시한 해법이 QC생산성과, 텐덤을 등에서 양호한 결과를 보여 주었다. 또, 컨테이너가 야드에 분포되어 있는 형태에 따라 작업시간에 많은 영향을 준다는 것을 알 수 있었다.

하지만 본 논문에서 실험한 결과가 QC 한 대일 경우만 고려하여 다른 QC 작업과의 간섭에 대해서는 고려하지 못했다는 것과, 아직까지 국내에서 텐덤 크레인을 사용하는 터미널이 없어서 도출한 작업스케줄과 YT 할당 작업을 비교할만한 데이터가 없다는데 한계점이 있다.

추후 연구방향으로 추가적으로 고려해야할 제약들을 추가하여 현실문제의 적용에 효과를 볼 수 있는 모형에 대한 연구가 필요하고, 효율적인 적재 문제 뿐 만 아니라, 효율적인 양·적하계획, 적정 장비 대수 선정, 운영방안 등에 관한 연구 등 텐덤 크레인을 고려한 많은 연구가 필요하다고 생각한다.

참 고 문 헌

[1] 노진화(2001), 유전 알고리즘을 이용한 컨테이너 선적계획에 관한 연구, 동아대학교 석사 학위논문

[2] Gifford L. Martin JR, SabhaH U. Randhawa, Edward D. Mcdowell(1988), Computerized container-ship load planning - a methodology and evaluation, Computers Industrial Engineering, Vol. 14, No. 4, pp. 429-440