

工學碩士 學位論文

컨테이너 터미널 이송 장비 **Pooling** 배차 운영 연구

A Study of Pooled Dispatching Operation for Yard Tractor  
in Container Terminal

指導教授 申 宰 榮

2004年 2月

韓國海洋大學校 大學院

物流시스템工學科

李 桓 旭

# **A Study of Pooled Dispatching Operation for Yard Tractor in Container Terminal**

Lee, Hwan Uk

Department of Logistics Engineering  
Graduate School of Korea Maritime University

## **Abstract**

This paper is a study about an efficient arranging system for yard tractors in container terminal. There are several limits, high rate of vacant vehicle and somewhat inefficiency in allocating vehicles, to the present system due to the Single command method. In this paper, therefore, a pooling arranging system, which is able to manage dual or multi command, will be proposed to solve those problems, make its efficiency higher and heighten its productivity by flexible allocating vehicles. Firstly, to do so, an analysis on the existing operations and process of allocating vehicles in container terminal will be mentioned. Secondly,

bases of the pooling arranging system will be explained as well. Moreover, the reasons why it has not accepted will be considered even though the bases of the pooling allocating system are fully acceptable and efficient. After those all, a heuristic pooling method will be suggested as a solution to improve the existing system. To conclude, this study will show the propriety of the proposed solution compared to the existing allocating system.

# 목 차

Abstract

표 목차, 그림 목차

제 1 장 서론.....	1
1.1 연구 배경 및 목적.....	1
1.2 관련 문헌 연구.....	3
1.3 논문의 구성.....	5
제 2 장 배차 시스템 분석.....	6
2.1 양하 배차 시스템.....	6
2.2 적하 배차 시스템.....	8
2.3 이적 배차 시스템.....	10
2.4 Pooling 배차 시스템.....	12
제 3 장 Pooling 배차 규칙과 해법 절차.....	19
3.1 Pooled Dispatching 문제 정의.....	19
3.2 Pooled Dispatching 규칙 정의.....	24
3.3 Pooled Dispatching 해법 절차.....	32
제 4 장 실험 및 결과 고찰.....	35
4.1 실험.....	35
4.2 결과 고찰.....	42
제 5 장 결론.....	46
참 고 문 헌.....	47

## 표 목차

표 1. 장비 자원.....	35
표 2. YT 상태 코드 정의.....	36
표 3. BLOCK 간 비용 표.....	37
표 4. YT 투입 대수 결정.....	38
표 5. 본선 Working Summary.....	39
표 6. GC 4대 투입 시 작업 물량.....	40
표 7. 배차 방법 별 근사해.....	41
표 8. GC 투입 대수에 따른 수행 결과.....	42
표 9. 결과 비교.....	43

## 그림 목차

그림 1. 양하 작업 .....	6
그림 2. 양하 배차 순서도 .....	7
그림 3. 적하 작업 .....	8
그림 4. 적하 배차 순서도 .....	9
그림 5. 구내 이적 작업.....	10
그림 6. 구내 이적 작업 순서도 .....	11
그림 7. GC 정상 작업 상태 .....	13
그림 8. 양하 GC 장애 발생 시 Pooling.....	13
그림 9. 적하 GC 장애 발생 시 Pooling.....	14
그림 10. 양하, 적하 GC 장애 발생 시 Pooling.....	14
그림 11. 장애 복구 후 정상 상태.....	15
그림 12. 기존 배차 시스템 .....	16
그림 13. Dual-Cycle 배차 방식의 한계 .....	17
그림 14. Mix-Cycle 배차 시스템.....	18
그림 15. 기존 GC 작업 구조.....	19
그림 16. Pooling GC 작업 구조 .....	20
그림 17. 작업 우선 순위 산출 과정 .....	21
그림 18. 배차 방식 결정 .....	22
그림 19. Pooling 배차 수립 과정 .....	23
그림 20. 배차 우선 순위 산출 과정 .....	24
그림 21. 우선 순위 결정 기준 .....	25
그림 22. Job Queue에서 우선 순위 산출 과정.....	26
그림 23. 후보 YT Set 구성 과정 .....	27
그림 24. GC 4대 중 양하2대, 적하2대 작업 .....	40

# 제 1 장 서 론

## 1.1 연구 배경 및 목적

오늘날 동북아 시대의 경제 중심 국가를 만들기 위하여 물류의 중심으로서 우리의 항만을 발전시키고자 항만 시설의 확충을 위하여 선점 투자, 항만 배후 물류 단지의 개발과 글로벌 물류 기업의 유치, 그리고 항만의 정보화, 자동화를 통한 항만 생산성을 핵심 전략으로 추진하고 있다. 그 실천 의지로 항만 공사 (PA: Port Authority)를 출범 시켰고, 물량 유치를 위하여 관세 감면과 부지 임대 등의 각종 혜택을 제공한다는 골자로 대통령이 항만 마케팅에 직접 앞장 서고 있다.

항만은 그 자체가 고부가가치를 창출할 수 있는 힘을 가지고 있으며, 항만을 중심으로 물류, 금융, 선물 그리고 무역이 종합적으로 발전할 수 있는 인프라를 구축할 수 있게 하는 초석이 된다. 그래서 항만의 중요성이 부각되고 있으며, 특히 대부분의 화물 처리가 컨테이너로 이루어지고 있기 때문에 컨테이너 전용 부두의 중요성은 곧 항만의 중요성과 같은 의미를 가진다. 따라서 컨테이너 터미널의 생산성 향상을 위한 운영의 최적화는 대 선사 서비스 향상과 직결되어 질적으로 높은 서비스 개선은 선사 유치에 가장 중요한 요소가 된다.

컨테이너 터미널은 업무 프로세스 개선과 전산화 도입으로 인하여 효과적인 터미널 운영과 관리를 통하여 생산성의 향상과 선사 서비스의 질적 향상을 이루자 한다. 또한 생산성 향상을 위하여 계획 시스템 개발과 전자 문서 교환(EDI: Electronic Data Interchange)을 이용하여 통관 업무 신고 및 접수에 필요한 서류만으로 통관 절차와 비용을 절감할 수 있게 되었고, 게이트 자동화를 이룩하게 되었다. 또한 야드 기기에 단말기를 이용하여 업무 처리를 가능하게 하였다. 이와 같이 정보기술의 발달과 소프트웨어의 개발은 컨테이너 터미널의 생산성을 향상 시켜주는 견인차 역할을 하게 되었고 항만 물류의 거점으로서 역할과 선사, 운송 회사 등의 관련 회사에 컨테이너 터미널 오프라인의 정보를 온라인화하여 실시간 정보 서비스를 제공하여 항만 물류 시스템의 변화를 주도하고 있다. 하지만 터미널 업무의 전산화가 부분적으로 도입되어 개발되었고, 다수의 회사가 업무 처리를 하기 때문에 전사적인 관점에서 운영 논리와 시스템이 구축되지 못했기 때문에 현재는 기존의 운영 논리를 전산화를 통한 처리 수준에서 컨테이너 터미널이 운영되고 있는 실정이다.

정부는 항만법에 개정으로 인한 사회 간접 자본(SOC: Social Overhead Capital) 민자 유치 방법으로 사업 추진 방식을 일정 기간 운영 후 반납하는 방식(BTO: Build/Own/Transfer)으로 대부분의 컨테이너 터미널이 민영화되어 국내 터미널간의 물량 유치 경쟁과 중국 및 동북아 주요 항만과의 경쟁으로 현재 컨테이너 터미널의 관심사는 생산성 향상에 따른 서비스 향상으로 선사 유치에 따른 물량 확보에 심혈을 기울이고 있고, 정부에서도 기항선사에 대하여 세금 감면과 혜택을 제공 하여 물량 유치에 적극적으로 나서고 있다. 따라서 컨테이너 터미널에서는 생산성 향상을 위한 방안으로 터미널이 운용중인 자원을 적극적으로 활용하는 방안에 대한 연구를 하고 있다.

컨테이너 터미널의 생산성은 GC의 생산성과 직결되므로, GC 작업의 속도를 향상 시키기 위한 방법으로 Yard Tractor(이하 YT)의 컨테이너 이송 시간을 단축 시키고, YT의 공차 비율을 낮추기 위한 방안으로 YT Pooling 시스템 도입을 고려하고 있다. 현재 배차 시스템은 한 대의 GC에서 하나의 오더에 대한 작업을 수행하는 Single-Cycle 방식을 채택하여 배차가 이루어지고 있는 시스템으로는 작업 시간은 확보할 수 있는 장점이 있지만 공차 비율이 높다는 한계점을 가지고 있기 때문에 개선된 개념의 운영 논리가 필요로 하다는 분위기를 운영 팀에서 받아 들이는 인식 변화와 새로운 운영 개념을 도입 대하여 긍정적인 입장으로 받아들이고 있다. 이와 같이 기존 배차 방식의 한계점을 극복하기 위하여 국내 허치슨 터미널은 해외 컨테이너 터미널에서 사용하고 있는 YT Pooling 시스템을 도입하여 허치슨 컨테이너 터미널 환경에 맞게 프로세스를 수정, 보완하는 작업을 완료 하였다. 그래서 현재 한 개 선석과 두 개 선석에 적용하여 배차 효율과 문제점에 대하여 파악하고 있다.

본 논문에서는 컨테이너 터미널의 YT 배차 시스템에서 공차 비율을 낮추어 운영비용을 절감하고, 배차 효율을 높여 GC 생산성 향상을 극대화하기 위한 운영 논리를 제시하였다. 먼저, YT 배정 업무와 배차 시스템에 관한 분석을 통하여 기존의 배차 시스템에 관한 한계점을 도출하기 위하여 현재 배차 시스템을 분석하였다. 한정된 자원에 대한 활용을 극대화하기 위하여 도입한 Pooling 개념에 대한 설명과 기존 배차 시스템에 도입되지 못한 배경에 대하여 분석하였다. Pooling 배차 시스템을 수행하기 위하여 변화되어야 할 사항과 YT 배정 규칙을 정의하였다. 마지막으로, 본 논문에서 제시한 Pooling 배차와 기존의 배차 결과를 비교 분석하였다. 이와 같은 과정을 통하여 기존의 배차 시스템을 개선하여 컨테이너 터미널 생산성을 향상시킬 수 있는 계기를 마련하고자 한다.



## 1.2 관련 문헌 연구

컨테이너 터미널 YT 배차 시스템에 관한 기존의 연구는 항만 분야의 운영 관습과 특수성 때문에 프로세스의 개선이 어렵다. 대부분의 연구는 자동화 컨테이너 터미널 개발에 중점을 두고 있으므로 YT 배차 운영 알고리즘에 대한 연구가 부족하며, AGV에 대한 연구가 활발하다. AGVS 운영에 관한 연구는 일반 제조 시스템과 연계를 전제로 연구가 활발하게 이루어지고 있다. AGVS를 적용하기 위해 필요한 AGV의 기술적인 사양과 구현방법에 관한 Huge(Huge 1996)의 연구는 시스템 운영 분야에서 AGV의 대수 결정에 관한 연구(Maxwell 1982), 운행 통로 설계에 관한 연구(Gaskins 1989) (Goetz 1990) (Kim 1994) (Mahadevan 1990) (Sinriech 1991), 배차에 관한 연구(Egbelu 1984) (Tanchoco 1994) (Co 1991), 운영경로 결정에 관한 연구(Co 1991) (Kim 1991), 유희차량 운영에 관한 연구(Kim 1995) 등이 있다.

AGV 배차에 관한 연구에 배종욱, 김갑환(2000)은 연구에서는 AGV운영에 있어 가능한 빨리 AGV에 양하와 적하의 배차가 이루어질 수 있게 하고, 총 이동거리 최소화를 목표로 하여 한 크레인에 한정되게 배차하는 방식에서 여러 크레인에 공동 배차될 수 있도록 하는 Pooling 배차 방법을 사용했다. 그리하여 수리적인 모형과 서비스 시간 내 배차될 수 있는 최적 해에 가까운 해를 구할 수 있는 탐색적 알고리즘을 제시하였고, Single-Cycle과 Dual-Cycle 배차 운영 방식을 seaside와 landside로 분석하여, 다수의 크레인에 Pooling 된 AGV의 효과에 대한 생산성을 수리적으로 분석하였다. 그리고, 김갑환 (1998)은 기존 YT(Yard Tractor) 대신 AGV(Automated Guided Vehicle)을 활용하여 기존 제조 시스템에서 활용 가능 여부에 따른 부분을 구분해서 새로운 운영 논리개발을 수행하였는데, 터미널에서 우선 차량을 작업 종류별로 할당하는 문제를 다루면서 분산화된 운영 시스템을 대상으로 하여 각 작업 종류를 소프트웨어가 상호 협상을 통하여 자원을 효율적으로 배분하는 알고리즘을 제안하였다. 또한 김상희(1999) 등은 AGV 제어에 대한 배차 정책에 대한 새로운 배차 알고리즘을 제시하였다. 시스템 환경에 따른 응답 능력을 제어하고, AGV의 버퍼와 운행 회수를 work-in-process를 이용하여 기존 배차 방식과 시뮬레이션 한 결과를 비교하고, 민감도 분석으로 버퍼의 용량과 AGV 수를 변화시키는 연구를 수행하였다. 이들 외에도 Joseph J.M. EVERS and STIJN A. J. KOPPERS(1996)은 컨테이너 터미널에서 생산성에 중요한 영향을 주는 AGV Traffic 제어에 계층적인 시스템을 사용함으로써 제어장치를 제어할 수 있는 모형을 제시하였고, G. Levitin, R. Abezgaouz (2003)은 AGV의 loading-unloading 작업에

LIFO(Last-in-First-Out) Rule을 적용하여, AGV LIFO에 제어에 대한 제약 식과 최단 경로를 찾는 알고리즘을 제시하는 연구를 수행하였다. 장비 배정에 관한 연구에는 GC 배정에 관한 연구를 수행한 하태영(2000)은 컨테이너 터미널의 생산성 향상을 위한 컨테이너 적양하 작업계획과 선석 배정 이후의 GC(Gantry Crane) 작업 Hatch 배정과 야드 물량을 크레인 별로 배정하는 수리적인 모형을 제시하고 탐색적 해법을 제시하였다. 그리고 TC 운영에 관한 연구에 박두호(1999)는 게이트를 통하여 반출입 되는 컨테이너를 대상으로 야드 하역장비인 트랜스퍼 크레인의 동선 최소화를 위한 탐색적 해법을 제시하였다. 제시된 해법은 크게 단일예정발생작업과 복수예정발생작업으로 나누어 적용하였고, 특히 복수예정발생작업에서는 TSP(Traveling Salesman Problem) 모형의 Tour Construction 부분과 Tour Improvement 부분으로 나누어 작업 시간, 장비효율성, 트럭의 대기 시간 별로 비교, 분석하였다.

기존 연구들은 터미널 AGV와 배차 시스템, 장비의 효율적인 운영에 관해 중점을 두고 수행되었다. 또한 컨테이너 터미널 YT 배차 운영에 관한 연구는 상대적으로 이루어지지 못한 상황이고, 현장에 적용하기 어려운 이론적인 측면이 강조되었다. 따라서 본 논문은 자동화 컨테이너 터미널이 아닌 일반 컨테이너 터미널 내 Yard Tractor에 관한 배차 시스템을 분석하고 Pooling 배차 시스템 운영에 관한 연구를 하였다.

### 1.3 논문의 구성

본 논문의 구성은 2장에서는 야드 장비에 배차 시스템 분석 및 Pooling 개념에서는 본선 작업과 야드 작업에서 필요한 YT 운영에 대한 양적하 및 이적 작업과정에 대한 설명과 각 작업에서 필요한 배차 프로세스 및 설명을 하였다. 그리고, Pooling 시스템에 대하여 설명과 고려사항에 대하여 서술하였다. 제 3장에서는 YT 배차 계획 문제 정의와 본 논문에서 제시하는 Pooling 배차 시스템에 규칙을 정의하고, Pooling 배차가 이루어질 수 있는 탐색적 해법을 제시 하였다. 제 4장에서는 모형의 적용에서는 기존 배차 방식과 본 논문에서 제시하는 배차 방식으로 각각 수행하고, 그 결과를 비교 및 분석을 통하여 운영 개념 변화의 필요성을 제시하였다. 마지막으로 제 5장 결론에서는 연구 성과와 한계점, 그리고 향후 연구 과제 제시로 결론을 맺는다.

## 제 2 장 배차 시스템 분석

### 2.1 양하 배차 시스템

양하 배차 시스템은 수입 컨테이너를 야드에 장치하기 위한 작업으로서 GC가 컨테이너를 YT에 배정하는 방법이다. 따라서 양하 작업을 위하여 사전 준비 작업이 필요하다. 사전 작업 과정을 살펴보면, 양하 작업은 본선 양하 컨테이너를 야드 상황에 적합한 위치에 컨테이너를 장치하는 작업이다. 따라서 화주의 요청에 의해서 외부 차량이 반출해 나가기 쉬운 위치 그리고 본선 작업에서 독립적인 반출입 작업이 이루어 질 수 있는 장치 위치를 파악하여 양하 작업 블록으로 사용하고 있다. 따라서 그림 1과 같이 양하 작업에 대해서는 양하 컨테이너를 장치할 블록만 정하고, TC가 작업하기 원만하게 이루어 질 수 있는 위치에 컨테이너를 장치한다. 특히, 양하 작업은 화주의 요청에 의해서 이루어지는 작업이므로 반출 일시를 알 수 없고, 예측하기도 힘들기 때문에 특별한 계획을 세우지 않고 일괄적으로 양하 작업을 수행하고 있고, 이때 양하 배차를 통해서 양하 작업이 이루어지고 있다.

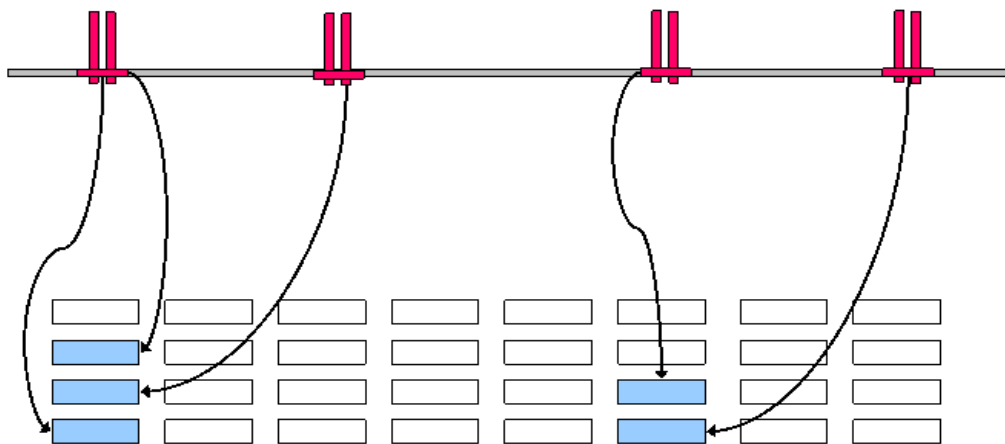


그림 1. 양하 작업

양하 배차 시스템은 선석 스케줄에 따라 먼저 GC 대수가 결정되고 선사로부터 BAPLIE를 수신 받아 대략적인 YT 대수 산정을 한 후 양하 물량을 파악하여 Discharging Stowage를 분석한다. 그 다음에 GC 투입 대수를 수정 및 결정하고, 양하 Planning을 통하여 GC 작업 오더를 생성한다. 이때 양하 블록과의 거리 및 양하 작업에 투입되는 TC의 사용 대수에 따라서 최종적인 YT 투입 대수를 결정한 후 양하 작업 GC에 YT를 할당하고, 선석 스케줄, 처리 물량, 그리고 Free Time을 고려하여 우선 작업 블록을 결정하면 양하 작업 준비가 마무리 된다.

양하 배차 작업은 양하 작업에 투입된 GC에 할당된 YT의 작업 상태를 체크하여 작업 가능한 YT에 양하 컨테이너를 상하 시킨 후 장치시킬 양하 블록으로 YT를 이동 시켜 컨테이너를 장치 한다. 그리고 다음 양하 작업을 위하여 지정된 GC로 이동하여 다음 양하 작업을 수행하는 순환 작업을 양하 작업이 종료될 때까지 반복한다.

다음 그림2는 양하 작업과 양하 배차 과정에 대한 설명을 도식화한 것이다.

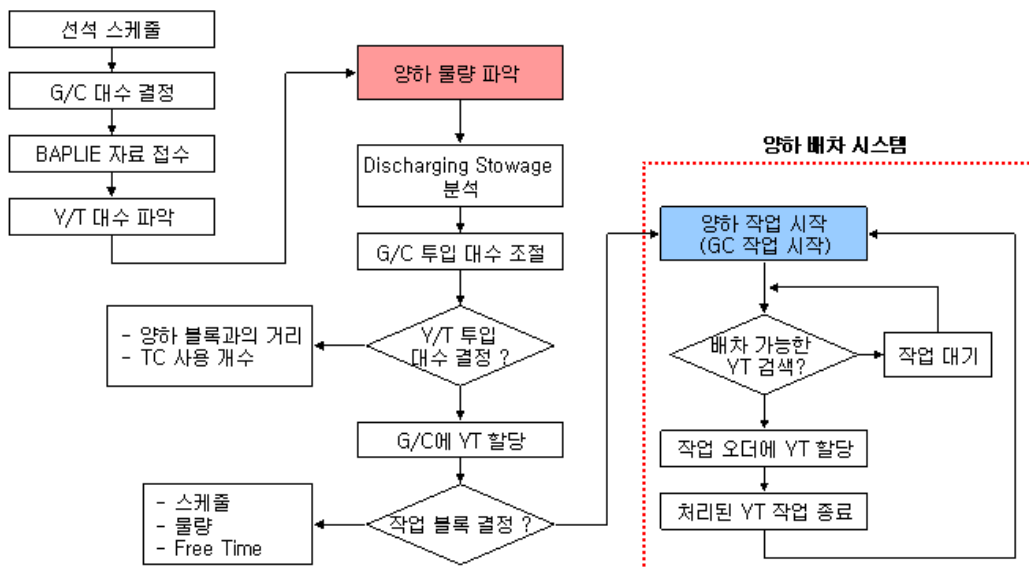


그림 2. 양하 배차 순서도

## 2.2 적하 배차 시스템

적하 배차 시스템은 수출 컨테이너를 본선의 지정된 위치에 적재 시키기 위한 작업으로서 GC가 야드에 장치된 컨테이너를 YT에 배정하는 방법이다. 적하 배차가 이루어지기 전 선행 작업을 통하여 적하 배차가 이루어지는데 그림 3을 보면 양하 작업의 반대 작업으로 야드 블록의 컨테이너를 본선에 선적하는 작업으로서 양하 작업과의 차이는 적하 블록의 Bay 별 Sequence가 정해져 있다는 점을 알 수 있다. 이는 본선의 Stability를 고려해야 한다는 점과 다음 항구에서 이루어질 하역 작업 등을 고려한 Loading Planning이 이루어져야 하기 때문이다. 따라서 TC의 주행로에 YT가 진입하여 컨테이너를 이송하므로 Heavy Weight가 본선의 아래 부분에 위치 될 수 있게 Loading Sequence가 정하면 적하 배차를 위한 준비 작업이 완료 된다. 그 후 Loading Working List의 순서에 따라 적하 배차가 이루어져 본선에 적하 되고, 적하 작업이 종료될 때까지 반복 순환 작업을 한다.

그림 3은 적하 작업과 적하 배차 과정에 대한 설명을 도식화 해놓은 것이다.

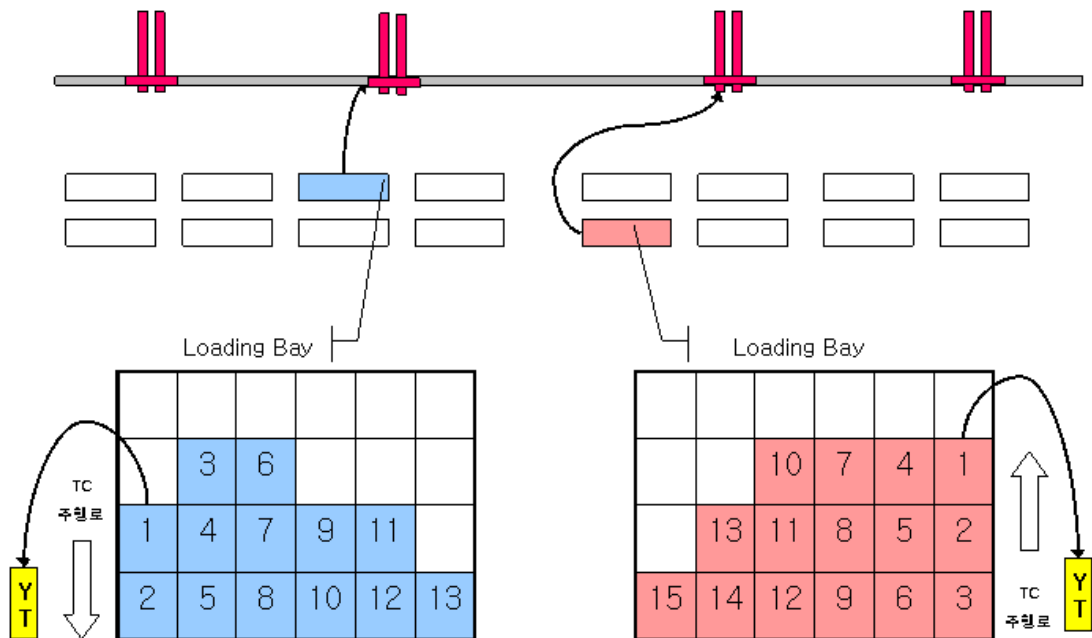


그림 3. 적하 작업

적하 배차 시스템은 적하 물량을 파악하여 반입 블록을 결정하는데, 타 선석 TC와의 간섭을 최소화하고 모선의 접안 선석 인접 도를 고려하여 블록을 결정한다. 적하 블록이 지정되면 컨테이너를 반입시켜 Stacking Weight와 Cone의 종류에 따라 Loading Instruction을 고려하여 접안 선석 인접 블록을 결정한 후 Loading Planning을 하고, 적하 블록과의 거리와 선석 스케줄에 따라 YT 투입 대수를 결정하고, GC에 YT를 할당하면 적하 배차를 위한 준비 작업이 완료 된다.

적하 작업이 시작되면 양하 배차와 마찬가지로 배차 가능한 YT 상태를 파악하게 되는데, 이때 할당된 YT에 적하 할 컨테이너를 이송하기 위하여 YT를 보낸 후 적하 블록에서 작업 대기 중인 TC가 컨테이너를 상차하여 본선으로 이송하여 본선에 정해진 위치에 컨테이너를 장치하면 적하 배차가 완료된다. 그리고 적하 작업이 종료될 때까지 순환 작업을 반복하는 배차 시스템으로 구성되어 있다. 적하 배차 시스템은 그림 4와 같다.

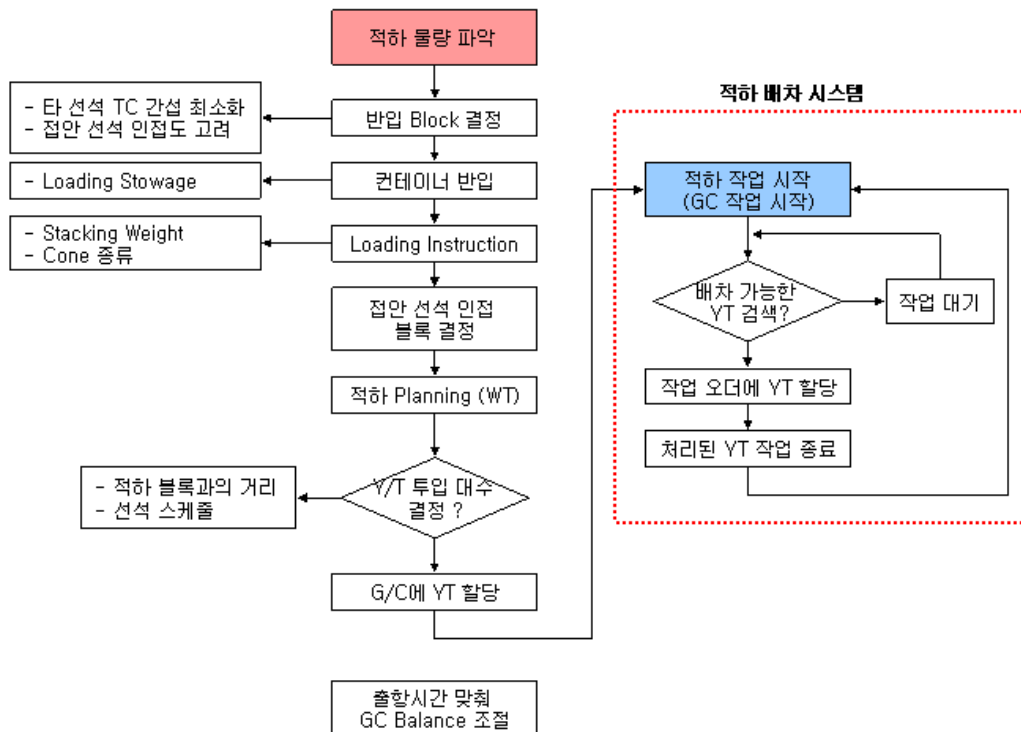


그림 4. 적하 배차 순서도

### 2.3 이적 배차 시스템

구내 이적 작업은 컨테이너 터미널에서 여러 가지 목적을 위한 작업으로 본선 작업의 적하 작업을 원활하게 수행할 수 있도록 야드 정리를 목적으로 수행되기도 하고, 각종 검사 및 수리를 위한 목적을 수행하기 위한 배차 시스템이다. 아래 그림 5 는 같이 정리 할 컨테이너가 있는 블록에서 정리되는 블록으로 컨테이너를 이적하여 야드 정리가 되는 과정을 도식화 해 놓은 것이다. 따라서 보내는 블록은 다수가 될 수 있고 정리되는 블록은 하나가 될 수 있으므로 YT를 배차할 때 정리될 블록의 장비 상태를 파악하여 배차가 이루어져야 한다.

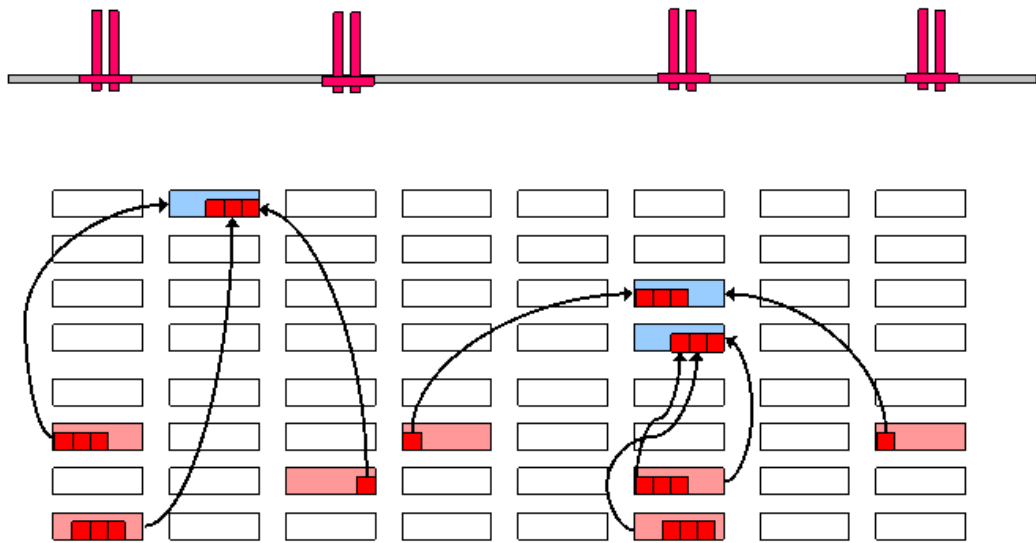


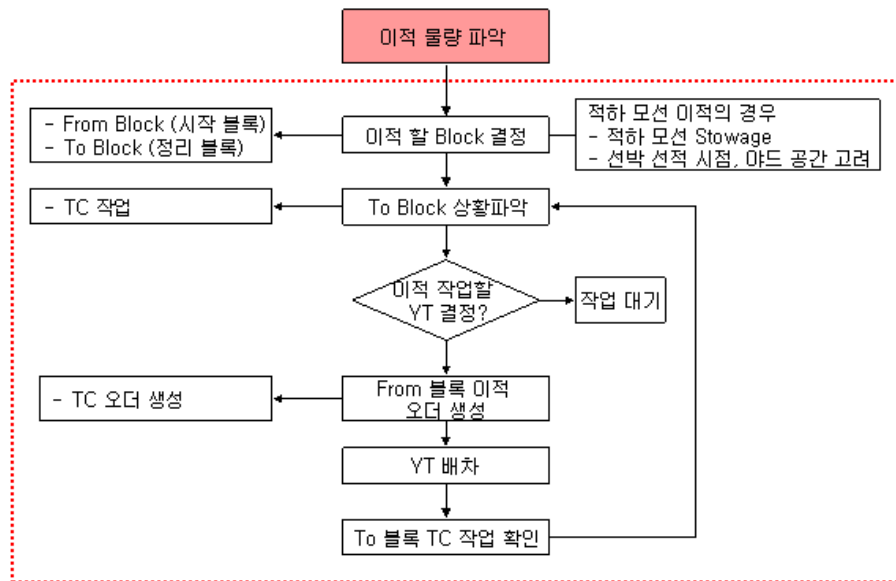
그림 5. 구내 이적 작업

이적 작업이 배차는 이적 물량을 파악한 후 이적할 컨테이너가 있는 블록(From Block)과 정리가 이루어 질 블록(To Block)을 결정한 후 To Block의 TC가 작업 가능한 상태가 되면 From Block의 TC에서 할당된 YT에 컨테이너를 상차하여 To Block으로 이송하여 야드 정리



작업을 하며 이적 계획에 따라 작업이 종료될 때까지 순환 작업을 반복한다. 이적 작업에서 가장 중요한 것은 From Block의 TC와 To Block의 TC의 작업이 원활하게 이루어질 수 있도록 하는 것이다. 그러기 위해서는 TC 간 작업 속도 조절을 적절히 잘 분배해야 한다.

구내 이적 작업에 대한 업무의 흐름과 이적 배차 시스템 과정은 그림 6과 같다.



구내 이적 배차 시스템

그림 6. 구내 이적 작업 순서도

지금까지 컨테이너 터미널에서 YT에 의한 이송 작업에 관한 설명과 각 작업에서 이루어지는 배차 시스템에 대한 설명을 하였다. 따라서 터미널 내 이송작업은 결국 GC 생산성 향상을 위한 작업으로써 터미널에서 이루어지는 작업 중 가장 수행 회수가 많은 작업이기 때문에 현재 컨테이너 터미널에서는 YT에 대한 배차 효율을 높이기 위한 다양한 시도를 고려하고 있다. 따라서 본 연구는 이런 관점에 초점을 두어 YT 배차 효율을 높이는 방안에 대한 주제를 다루어 보려고 한다.

## 2.4 Pooling 배차 시스템

Pooling은 작업 시 부하가 많이 걸리는 작업에 여유가 있는 작업의 자원을 분배하거나 장애 발생 시 다른 작업에 자원을 할당하여 자원의 활용도를 극대화 하여 생산성을 높이는 것이다. 컨테이너 터미널에서 본선 양적화 작업을 하기 위하여 물량에 따라 GC 투입 대수가 결정되고 일반적으로 GC별 4대의 YT 와 1.5대의 TC 가 투입되는 것을 기본으로 양적화 작업이 이루어지고 있다. 컨테이너 터미널 생산성을 높이기 위하여 자원의 적절한 배분과 활용도는 작업 속도에 중요한 역할을 하고 있기 때문에 자원의 효율을 높이는 것이 중요한 문제로 인식되고 있다. 그래서 컨테이너 터미널의 생산성은 GC의 생산성이고 GC의 생산성은 이송 장비인 YT의 순환 속도에 의존적이고 YT의 순환 속도는 TC의 상하차 작업 속도에 좌우된다고 볼 수 있다. 여기서 GC의 생산성은 시간당 처리 개수로 측정하며, 시간당 최대 처리 개수는 약 50 VAN을 처리할 수 있고, YT의 순환 속도는 컨테이너가 장치되어 있는 위치에 따라 다르지만 평균적으로 10분으로 측정하고 있다. 그리고 TC는 작업 속도는 야드 정리가 되어 있다고 가정하고, TC 진행 방향에 작업이 존재한다면 GC와 비슷한 최대 50 VAN을 처리할 수 있는 능력을 가지고 있지만 Re-Handling과 반출입 컨테이너를 동시에 처리하는 것을 고려한다면 시간당 25~30 VAN을 처리 능력이 있다고 볼 수 있다. 그러므로 GC 생산성에 가장 큰 영향을 주는 것은 YT의 순환 속도와 TC 작업이 원활하게 수행할 수 있도록 정리된 야드 상황에 따라서 생산성이 결정될 것이다.

현재 컨테이너 터미널에서 YT 운영 방법은 Single-Cycle 배차 방식을 통한 일괄 처리 방식을 채택하고 있기 때문에 컨테이너 터미널 자원을 필요에 따라 유연성 있게 활용하기가 어려운 상황이다. 따라서 Pooling과 Dual-Cycle 배차 방식을 도입하여 Single-Cycle과 Dual-Cycle을 혼합한 Mix-Cycle 배차 시스템으로 생산성 향상을 높이는 방안을 제시하고자 한다.

본 연구에서의 Pooling은 작업 로드를 작업 지연을 가지고 측정하는 것이 GC 장애와 관련된 GC 정지 사유 코드로 장애 유무를 판단하여 자원을 분배하기로 하여 GC별 최소 자원에 대해서는 확보를 해주고자 하는 것이다. 왜냐하면 자동 배차 시스템으로 작업 오더 순서대로 배차가 이루어지는 것이 아니기 때문에 배차 시 한꺼번에 여러 개의 YT에 배차가 이루어 지기 때문에 이러한 제약 조건을 부가하여 작업 GC의 작업에 영향을 주지 않는 범위 내에서 배차가 이루어지도록 하였다. 따라서 GC에는 기존의 YT가 지정되는 것이 아닌 YT의 투입 대수에 대한 제약만 있으며 GC는 모든 YT에 배차가 가능하도록 한 Pooling 개념

으로 모형화가 이루어 질 것이다. Pooling의 개념을 그림으로 나타내면 아래와 같다.

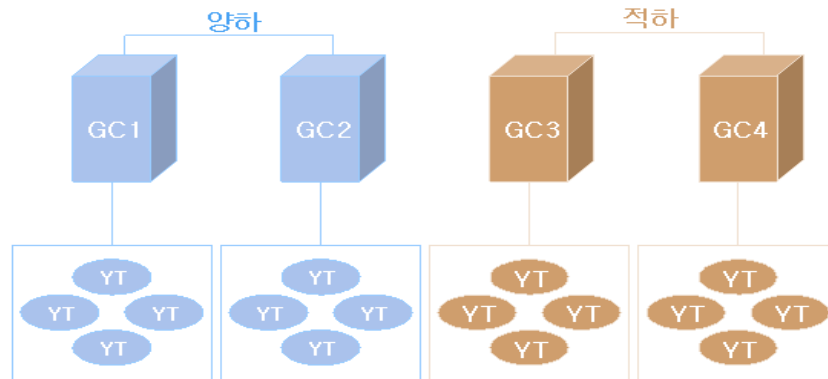


그림 7. GC 정상 작업 상태

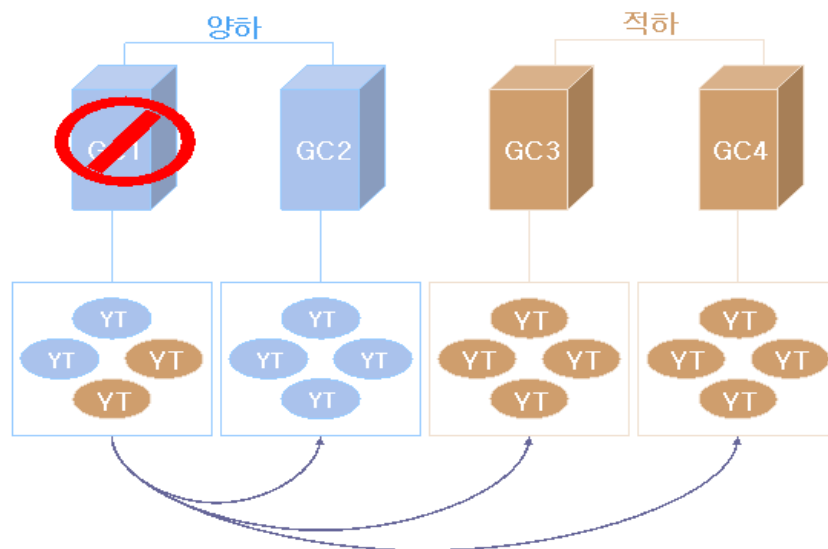


그림 8. 양하 GC 장애 발생 시 Pooling

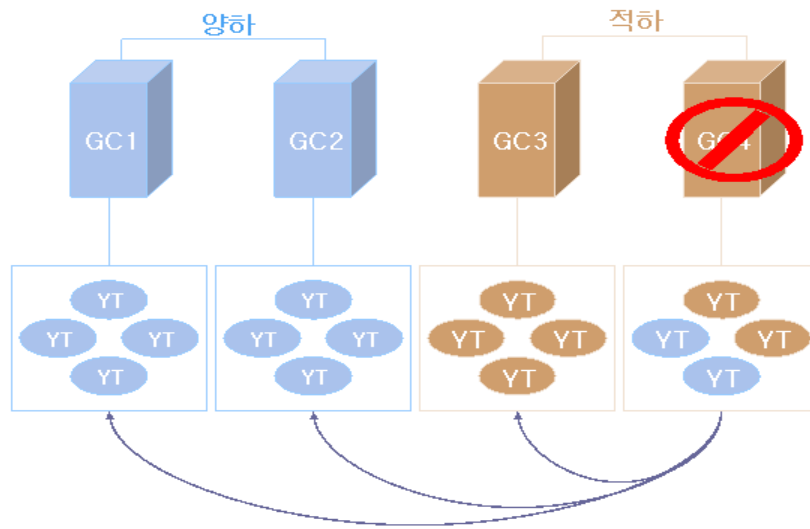


그림 9. 적하 GC 장애 발생 시 Pooling

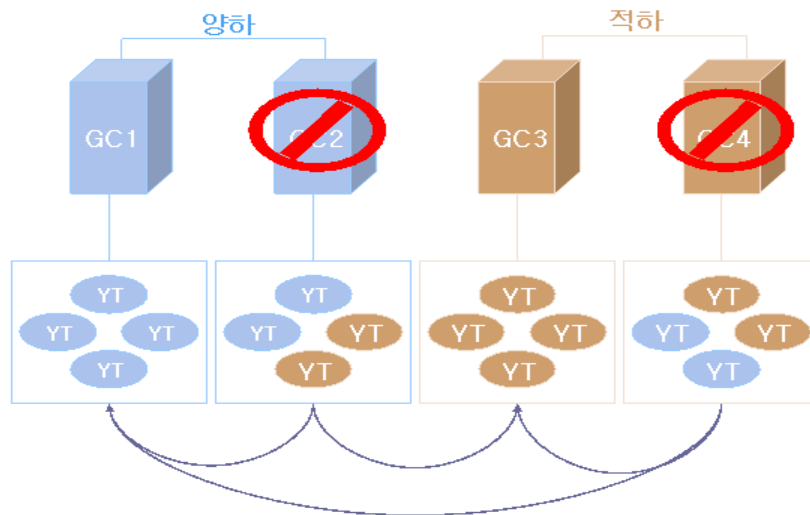


그림 10. 양하, 적하 GC 장애 발생 시 Pooling

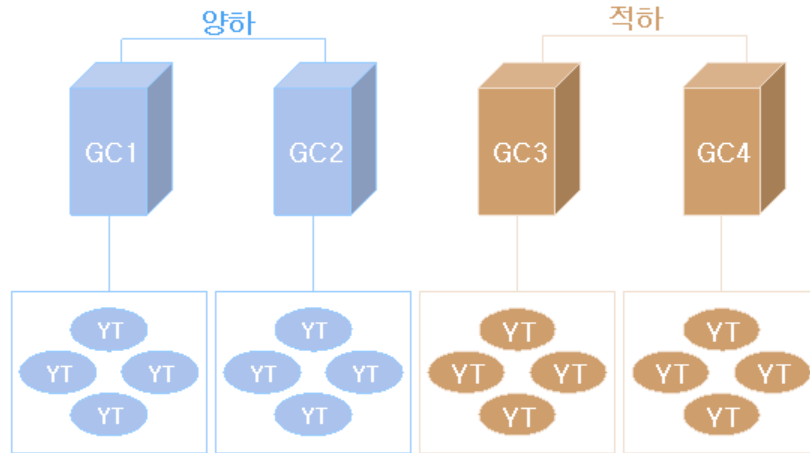


그림 11. 장애 복구 후 정상 상태

Mix-Cycle 개념은 Single-Cycle 배차 방식과 Dual-Cycle 배차 방식을 혼합한 방식이다. 현재 대부분의 컨테이너 터미널에서 사용되고 있는 배차 방식은 Single-Cycle 배차 방식인데, 본선 양적하 작업 시 GC 별 작업에 대한 YT배차를 수행할 때 YT는 하나의 GC에 대해서만 오더를 받아서 처리하는 운영 방식을 채택하고 있는 반면 Dual-Cycle 배차 개념은 여러 GC의 작업에 대하여 배차가 이루어 질 수 있게 하는 개념으로써, 하나의 GC에서 작업 오더를 받을 수 있는 제약을 없앤 N대의 GC 작업을 수행할 수 있도록 하여 양하 작업 이후 적하 작업을 수행할 수 있도록 하여 공차 비율을 낮추는 개념으로 도입한 것이다. 따라서 Mix-Cycle은 위의 두 개념을 혼합하여 사용한 개념으로써, Single-Cycle과 Dual-Cycle을 연결할 때 소요되는 비용 즉, 거리를 비용으로 간주하여 소요 비용을 비교하여 비용이 적게 드는 Cycle에 대하여 배차 방식을 선택할 수 있도록 하여 공차 비율을 낮추어 배차 효율을 높이고 비용 절감을 하고자 하는 개념이다. 공차 비율 및 배차 효율에 대한 설명을 그림으로 설명하면 [그림 12], [그림 13], [그림 14] 와 같다.

[그림 12]에서 보는 바와 같이 현재 대부분의 컨테이너 터미널에서 야드 Layout 구성을

수출 블록, 모선 미 지정 블록, 수입 블록으로 구성하고 있다. 적하 작업을 위하여 선석과 가까운 위치에 위치시키고, 양하 블록은 반출 작업의 용이하도록 게이트와 가까운 위치를 사용하고, 모선 미 지정 블록은 이적 작업 시 비용을 줄이기 위하여 가운데 블록을 지정하여 사용하고 있다.

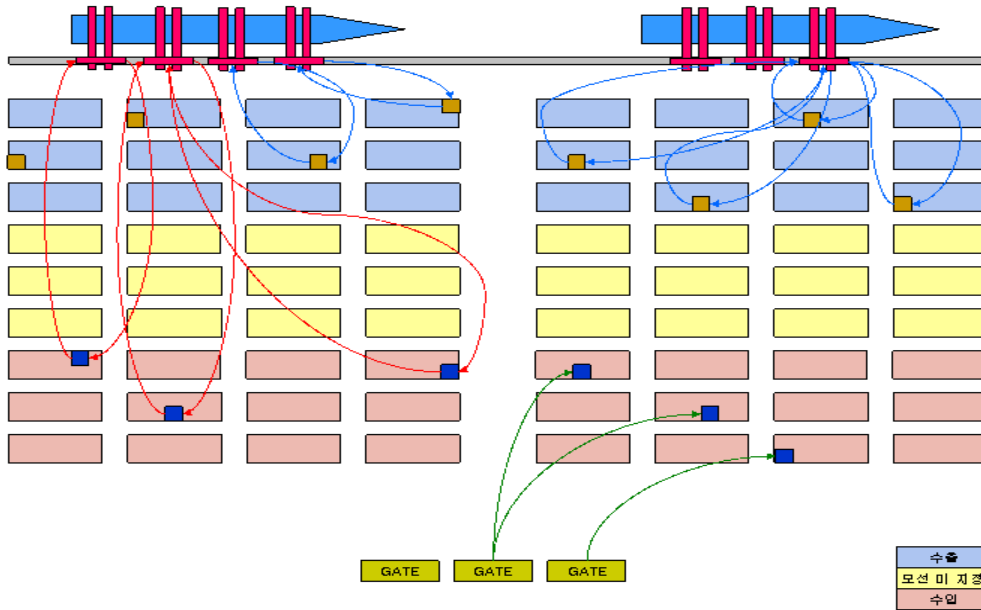


그림 12. 기존 배차 시스템

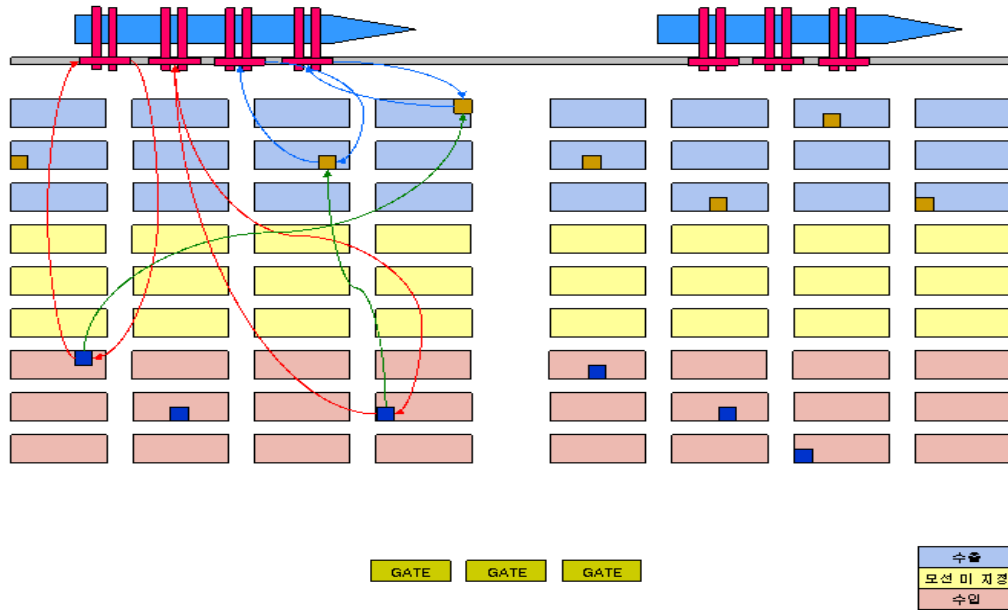


그림 13. Dual-Cycle 배차 방식의 한계

[그림 13]은 공차 비율을 낮추기 위하여 Single-Cycle과 Dual-Cycle을 연결하는 과정에서 효과를 얻기 힘든 상황에 대한 것이다. 양하 작업을 수행한 YT가 적하 작업을 위하여 이동하는 비용과 적하 블록의 YT가 순환하는 비용이 적기 때문에 현재 야드의 구조에서는 배차 효율을 높이기 어렵다.

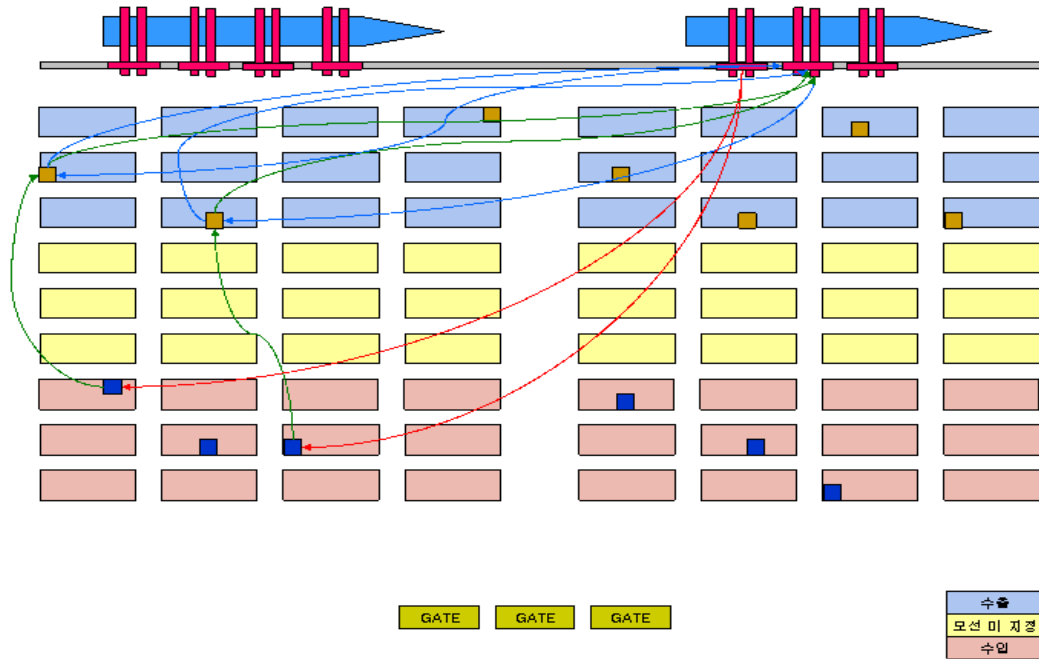


그림 14. Mix-Cycle 배차 시스템

따라서 [그림 14]에서 나타낸 상황에서 본 연구에서 제시한 운영 시스템의 효과를 볼 수 있을 것이다. 일반적으로 컨테이너 터미널의 선석 스케줄에 따라 선박이 접안하게 되는데, 선박이 접안하기 전 접안 할 선박에 대한 수출 컨테이너 반입과 구내 이적을 통하여 선석과 가까운 위치의 블록에 컨테이너를 장치한다. 하지만 스케줄에 따라 선박의 접안 선석이 갑자기 발생하는 경우에, [그림 14]와 같이 접안 선석이 바뀌게 되면 선적하기 위해서 장치된 컨테이너 위치 또한 바뀌게 되어 작업 비용과 시간이 많이 소요되는 상황이 발생한다. 이런 상황에서는 기존의 운영 방법에 대한 유연성 있는 운영 시스템을 적용할 수 있다면 생산성을 높이고 비용을 절감할 수 있는 운영 시스템을 갖출 수 있을 것이다.

[그림 14]에서 제시한 개념들을 통하여 본선 양적화 작업에 대하여 YT 배차 계획을 수립한다면 야드의 상황과 컨테이너의 장치 위치에 따라 보다 유연성 있는 운영 방안을 모색할 수 있을 것이고 야드 Layout에 대한 시뮬레이션이 가능하게 된다. 따라서 본 연구에서 컨테이너 터미널 자원에 대한 Pooling 시스템을 적용하여, 공차 비율을 낮추고 배차 효율을 높일 수 있는 Heuristic 배차 방법을 제시하고자 한다.



## 제 3 장 Pooling 을 이용한 배차 시스템

### 3.1 Pooled Dispatching 문제 정의

컨테이너 터미널 배차 시스템은 컨테이너 이송 작업에 사용되는 YT를 효과적으로 배정하겠다는 것이다. 따라서 본선 양하 작업에 투입된 YT는 다음 작업을 위하여 공차로 되돌아가야 하는 것을 다음 적하 작업에 배정하여 공차 비율을 낮추겠다는 것이다.

본 장에서는 앞 장에서 설명한 Pooling 배차 시스템 도입 지연 사유에 대한 해결 방법을 제시하고 특히 효율적인 배차 시스템 설계를 위한 YT 배정 규칙을 제안하고자 한다.

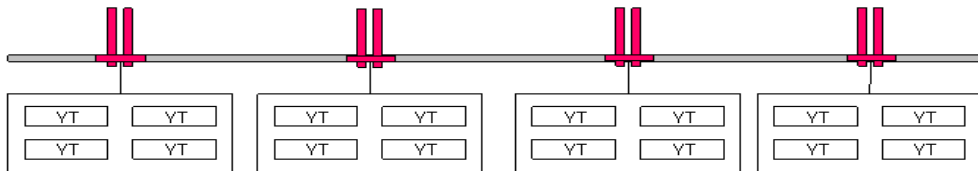


그림 15. 기존 GC 작업 구조

기존 배차 시스템에서 YT는 한 대의 GC 작업만 수행한다. 이와 같은 제약은 [그림 15]와 같이 나머지 GC 작업을 수행할 수 없는 구조를 가지고 있다. 그러므로 YT는 모든 GC 작업을 수행할 수 있는 [그림 16]과 같은 구조로 이루어져야 한다. 즉, YT와 GC는 종속적인 관계 대신 독립적인 관계로 유지해야 하므로 GC에 YT를 할당하지 않는다.

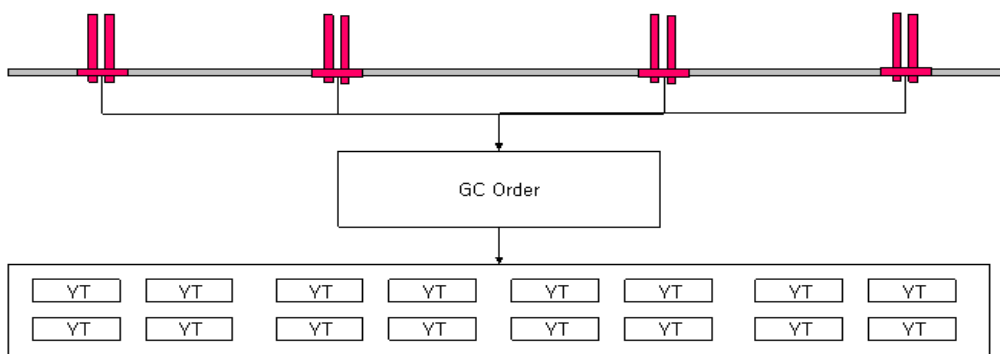


그림 16. Pooling GC 작업 구조

YT Pooling이 이루어지기 위해서는 GC 별 생산성이 고려되어야 한다. 그러므로 GC 별 목표 처리 개수에 대한 현재 처리 개수를 비교하여 Pooling 기준을 설정한다. 그리고 그 기준에 따라 YT 투입 GC를 결정하는 것이다. 결국 작업 별 우선순위를 정하고, 우선순위가 높은 GC에 보다 많은 YT가 배정되게 하는 것이다. [그림 17]

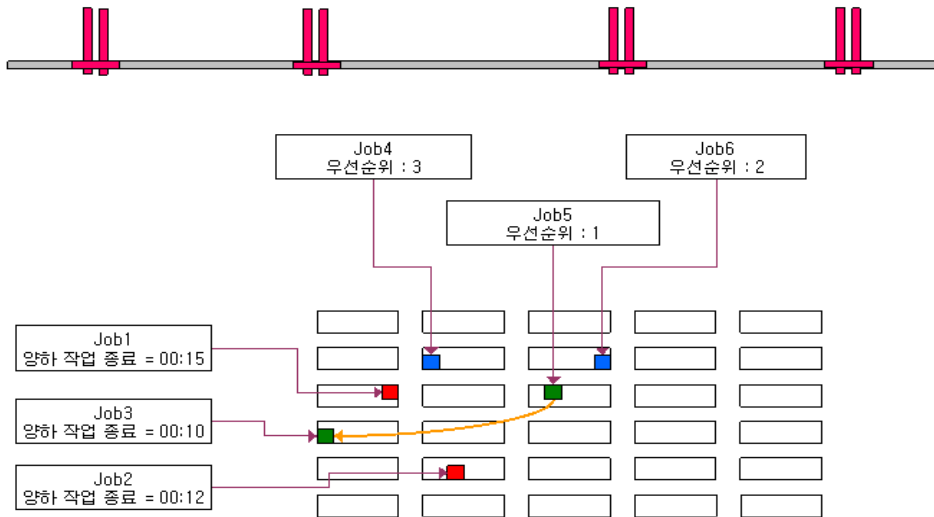


그림 17. 작업 우선 순위 산출 과정

그리고, YT의 동선이 최소가 되도록 한다. 우선 순위에 의해 YT가 배정이 되었을 때 동선과 GC에서 적하 작업을 위하여 움직이는 동선을 비교하여 동선이 최소가 되는 배차 방식을 채택한다. [그림 18]

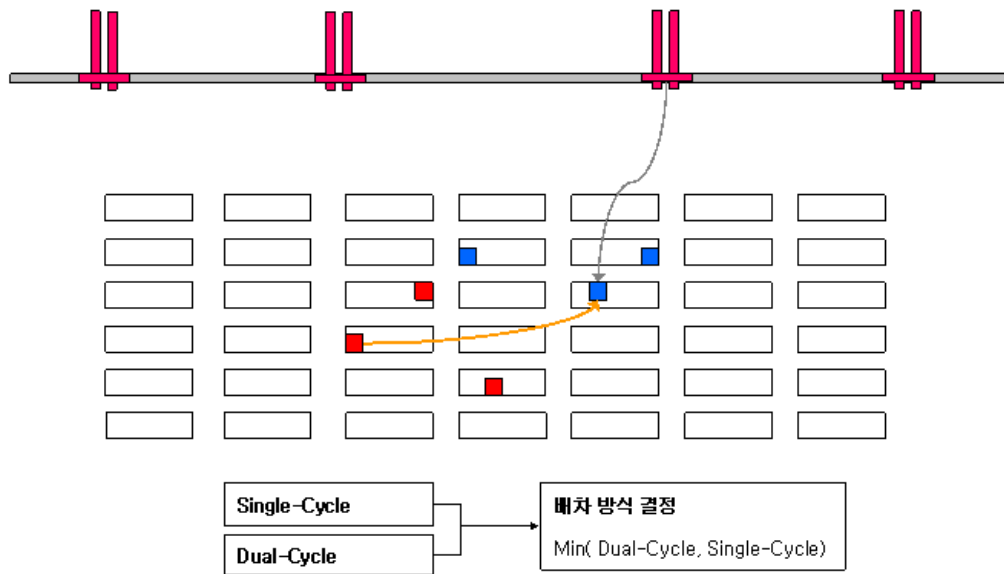


그림 18. 배차 방식 결정

이상으로 Pooling 배차 시스템을 수립하기 위한 절차의 규칙 및 세부 고려 사항을 살펴 보았다. 본 절차에 흐름도는 다음 [그림 19]와 같다.

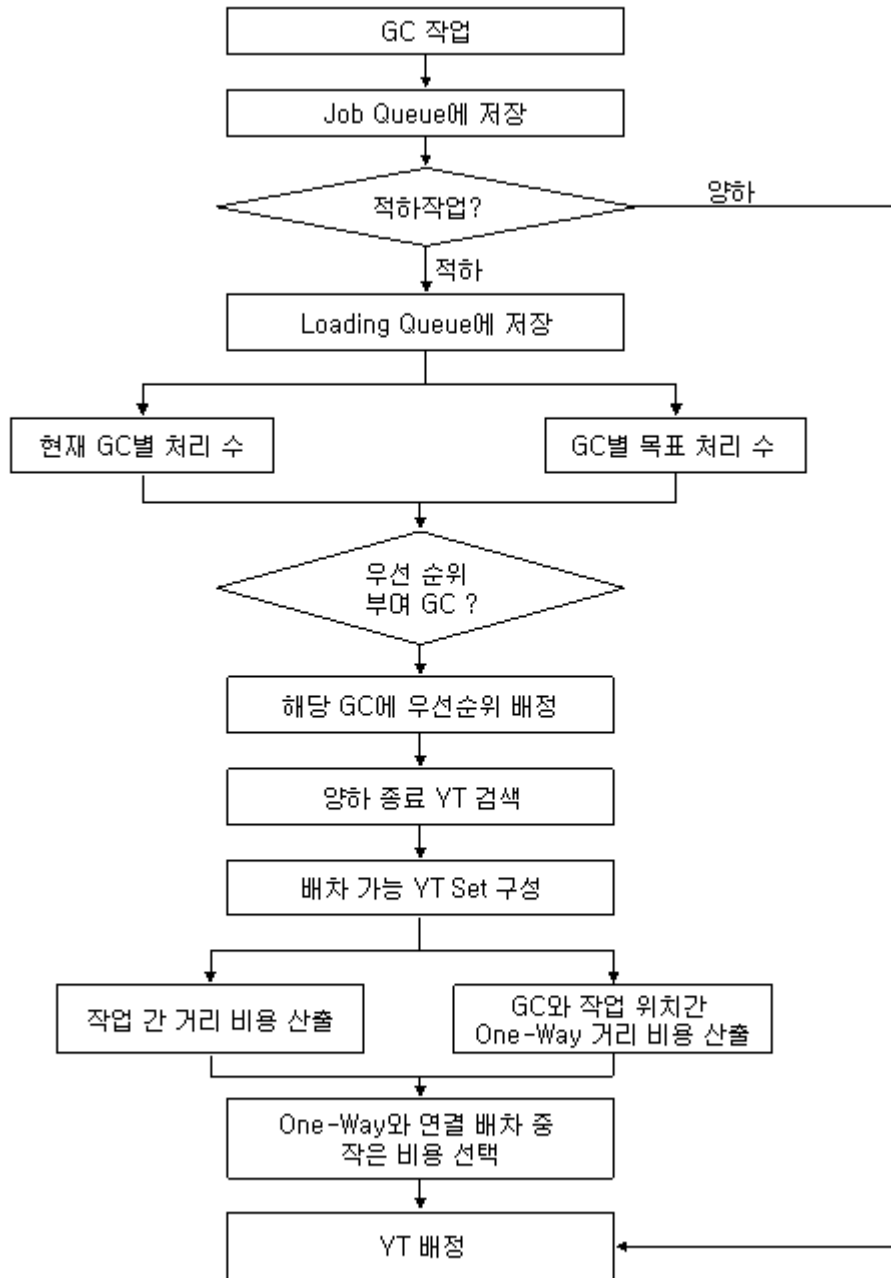


그림 19. Pooling 배차 수립 과정

### 3.2 Pooled Dispatching 규칙 정의

본 절에서는 Pooling 배차 시스템에서 GC가 YT에 작업 배정 할 때, 의미 있는 시간 내에 배정 계획을 도출하고 다양한 제약 조건들을 고려할 수 있는 발견적 규칙을 제시하도록 하였다.

배정 규칙은 기존 YT 배정의 주체는 하나의 GC에서만 가능했다. 하지만 Pooling 배차 시스템에서는 작업 중인 모든 GC가 YT에게 작업을 배정할 수 있게 된다. [그림 20]

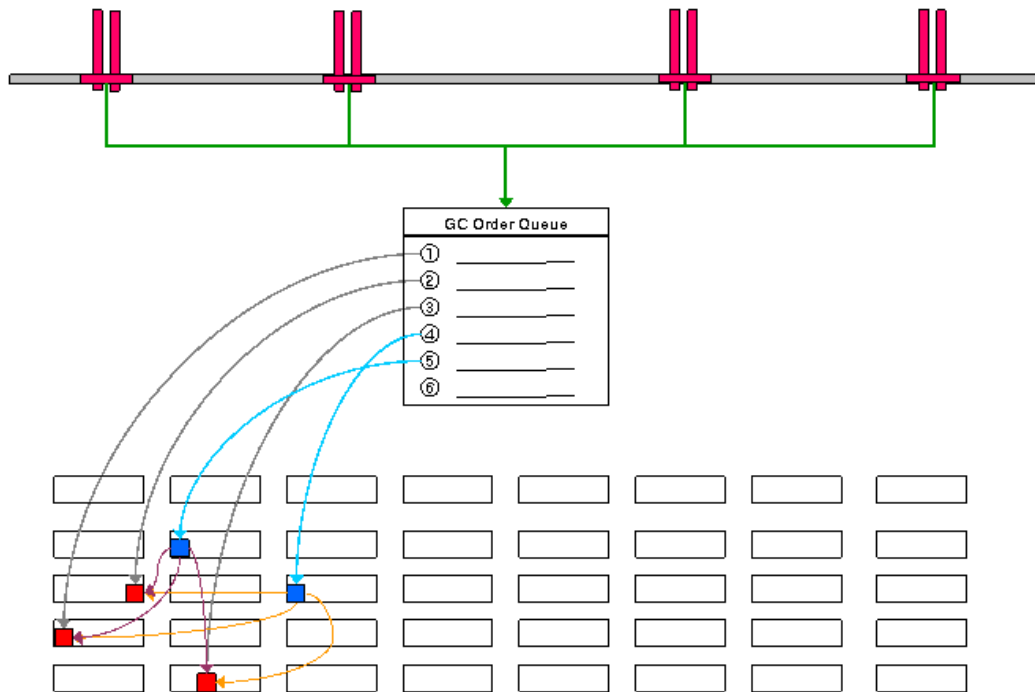


그림 20. 배차 우선 순위 산출 과정

작업 별 우선 순위는 GC 별 목표 생산성과 현재 생산성을 비교하여 생산성이 가장 떨어진 GC 작업에 우선 순위를 부가한다. 또한 GC 고장으로 인한 장애가 발생하거나 적하 작업을 해야 할 블록에 병목 현상이 발생하여 작업이 지연 될 경우는 우선 순위가 낮아지게 하는 방법으로 Pooling이 이루어져야 할 것이다. [그림 21] [그림 22]

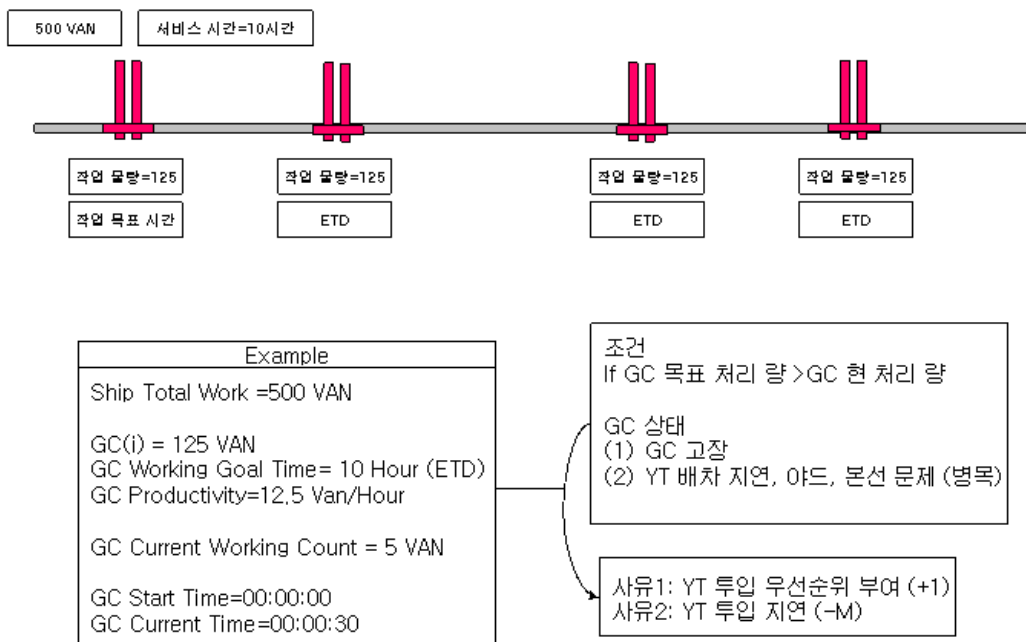


그림 21. 우선 순위 결정 기준

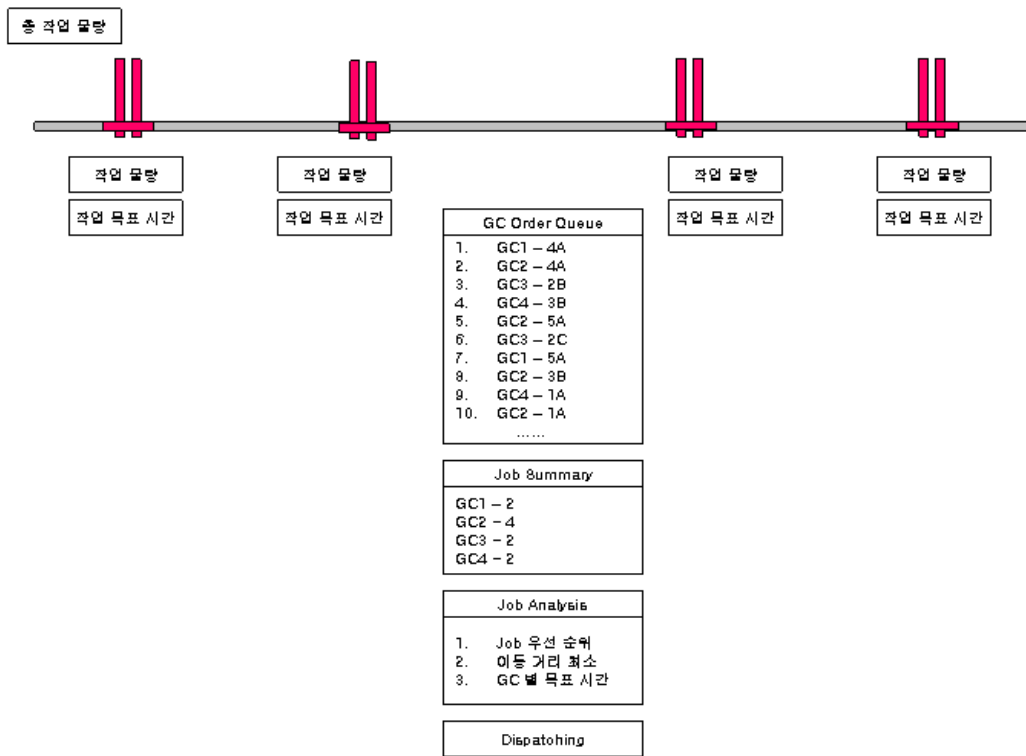


그림 22. Job Queue에서 우선 순위 산출 과정



따라서 GC 가 YT에 작업을 배정 할 때 현재 한 단위 작업(양하 컨테이너 하차 작업)이 종료된 상태인 YT를 파악하여 배정 후보 집합 [그림 23]을 구성한다. 이렇게 구성된 Set에 대하여 현재 작업할 컨테이너 위치와 이전 양하 작업 위치 간의 거리 비용이 가장 작은 블록에서 작업한 YT를 선택한다. [그림 21]

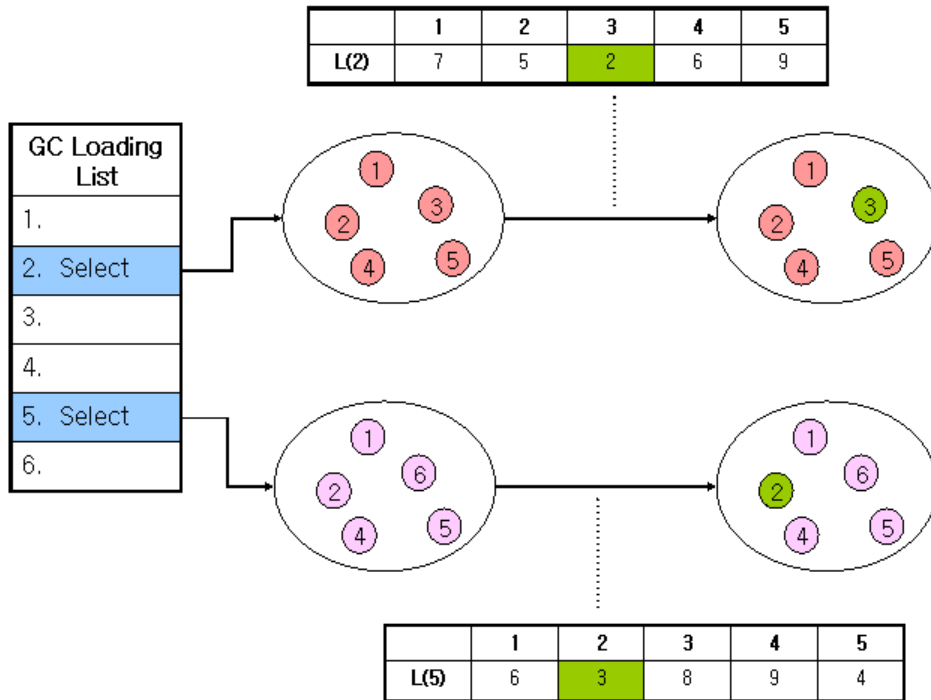


그림 23. 후보 YT Set 구성 과정

기존 YT 배정은 GC에서 결정되므로 작업 블록을 상황을 고려하기 어렵기 때문에 TC가 작업 처리할 때 FIFO(First In First Out)으로 먼저 진입한 YT에 컨테이너를 상차해주고 GC 오더에 대한 수정을 해주는 방식의 유연성을 부가하여 본 배차 시스템의 실효성을 높인다.

다음은 배차 우선 순위 결정에 관한 문제 정의에 대한 설명으로 적하 작업은 이전 작업이 양하 작업으로 종료된 YT에 대한 결정을 할 때 Job 별 우선순위에 따라서 배차 우선 순위가 높은 YT에 배차 될 수 있도록 하는 결정 기준을 설정한다. [그림 23]

현재 YT 배차 상황은 YT가 부족할 만큼 작업이 지속적으로 발생하는 상황에서, 양하 작

업을 마친 YT가 있다. 이때 여러 개의 적하 작업이 존재한다면, 우선 순위가 가장 높은 적하 작업에 YT가 배차 되어야 한다는 운영 논리가 정의 되어야 한다. 그래서 우선 순위를 부여하는 기준을 설정해야 한다.

우선 순위 설정 기준은 GC 별 작업 오더에 대한 Queue를 만든 다음 GC 별 생성된 오더 개수를 파악한다. 그러면 Job 별 우선 순위가 가장 높은 순서대로 가장 가까운 위치에서 작업 종료된 YT에 배차가 이루어진다. 여기서 Job 별 우선 순위를 정의할 때는 GC 별 작업 목표 시간에 따른 생산성이 낮은 GC 오더에 YT가 많이 배차 될 수 있게 높은 우선 순위를 부여한다.

YT 배정 Rule을 수행하기 위한 가정과 제약 조건은 아래와 같다.

- 1  $BC$  는 투입  $GC$  의 수와 같다.
- 1  $GC$  별  $Order$  가  $BC$  만큼  $Queue$  에 쌓이면  $Order$  의 우선순위를 계산하여 정한다.
- 1  $GC$  별  $Order$   $OD_i^k$  는 취소될 수 없고, 무조건 수행된다.
- 1  $GC$  작업은 단일 작업으로만 수행된다. (양하 작업  $GC$  는 양하 작업만 수행)
- 1  $M$  은 충분히 큰 값이다.
- 1  $PS_i^k = OCP_i^k - CP_i^k$  은 우선 순위가 높은 값이 + 값이 나올 수 있게 하기 위한 것이다.
- 1  $JQ_q$  의 양하 작업은  $YT$  가 대기 또는 적하 종료 상태에 배정된다.

본 절에서는 Pooling YT 배정을 위한 Rule을 정의할 때 필요한 모수와 변수에 대한 정의가 이루어져야 한다.

모수 정의는 다음과 같다.

$k$  : Vessel index

$i$  : GC index

$q$  : Queue index

$M$  : Big  $M$

$BC$  : *Queue* 의 처리 개수  
 $MGC$  : *GC* 총 투입 대수  
 $MYT$  : *YT* 총 투입 대수

변수는 다음과 같이 정의 한다.

$W_i^k$  :  $k$  번째 *Vessel* 의  $i$  번째 *GC* 의 총 작업 개수  
 $YT_l^k$  :  $k$  번째 *Vessel* 의  $l$  번째 *YT* 의 작업 상태  
 $YTD_l^k$  :  $k$  번째 *Vessel* 의  $l$  번째 *YT* 의 *Order* 시간  
 $OD_i^k$  :  $k$  번째 *Vessel* 의  $i$  번째 *GC* 의 *Order* (양적하 작업)  
 $CT_i^k$  :  $k$  번째 *Vessel* 의  $i$  번째 *GC* 의 *Order* 시간  
 $OT_i^k$  :  $k$  번째 *Vessel* 의  $i$  번째 *GC* 의 목표 작업 종료 시간 (*ETD*)  
 $OP_i^k$  :  $k$  번째 *Vessel* 의  $i$  번째 *GC* 의 목표 처리 개수  
 $ts_i^k$  :  $k$  번째 *Vessel* 의  $i$  번째 *GC* 의 작업 시작 시간  
 $tc_i^k$  :  $k$  번째 *Vessel* 의  $i$  번째 *GC* 의 현재 작업 시간  
 $t_i^k$  :  $k$  번째 *Vessel* 의  $i$  번째 *GC* 의 *Order* 작업 시작 시간  
 $te_i^k$  :  $k$  번째 *Vessel* 의  $i$  번째 *GC* 의 *Order* 작업 종료 시간  
 $\Delta t_i^k$  :  $k$  번째 *Vessel* 의  $i$  번째 *GC* 의 시작 시간부터 현재 작업 시간까지 변량  
 $OCP_i^k$  :  $k$  번째 *Vessel* 의  $i$  번째 *GC* 의 현재 목표 작업 개수  
 $CP_i^k$  :  $k$  번째 *Vessel* 의  $i$  번째 *GC* 의 현재까지의 작업 개수  
 $PS_i^k$  :  $k$  번째 *Vessel* 의  $i$  번째 *GC* 의 작업 우선 순위

$ST_i$  :  $i$  번째  $GC$  의 작업 상태

$P_i^q$  :  $q$  번째  $Order$  의  $i$  번째  $GC$  의 작업 우선 순위

$JQ_q$  :  $q$  번째  $Job Queue Order$

$Set_q^{ST_i}$  :  $q$  번째  $Job Queue Order$  중  $i$  번째  $GC$  의 양하 종료 작업  $YT$

Job 우선 순위 판단 기준 정의를 나타낸 것이다.

$OP_i^k = \frac{W_i^k}{OT_i^k}$  :  $k$  번째  $Vessel$  의  $i$  번째  $GC$  의 목표 작업 개수

$\Delta t_i^k = tc_i^k - ts_i^k$  :  $k$  번째  $Vessel$  의  $i$  번째  $GC$  의  
시작 시간부터 현재 작업 시간까지 변량

$OCP_i^k = OP_i^k \times \Delta t_i^k$  :  $k$  번째  $Vessel$  의  $i$  번째  $GC$  의 현재 목표 작업 개수

$PS_i^k = OCP_i^k - CP_i^k$  :  $k$  번째  $Vessel$  의  $i$  번째  $GC$  의 작업 우선 순위 값

$$P_i^q = \begin{cases} +1 & :YT \text{ 투입 추가 상태} \\ 0 & :GC \text{ 정상 상태} \\ -M & :GC \text{ 장애 상태} \end{cases}$$

YT 배정 방법 선택 기준 정의는 아래와 같다.

*One-Way* : 연결 배차  
 $\begin{cases} from : Block \\ to : Block \end{cases}$   
:  $dis(block_{from}, block_{to})$

*Round-Trip* : 왕복 배차  
 $\begin{cases} from : GC \\ to : Block \end{cases}$   
:  $dis(GC, Block)$

배차 비용 :  $dis(idx_{from}, idx_{to})$

*Min (One-Way, Round-Trip)*

### 3.3 Pooled Dispatching 해법 절차

본 연구의 이송 장비에 대한 배차 시스템의 목적은 본선 작업 시간을 최소화 하기 위하여 이송 장비의 순환 시간을 최소화하기 위하여 이송 장비의 이동 거리를 최단 거리의 작업과 연결 시키는 것이다. 공차 비율을 낮춰 순환 운행시간도 최소화하는 것이다. 따라서 이송 장비의 배차 계획을 세우는 과정에서 세가지 배차 방식 중 순환 시간을 최소화 할 수 있는 방식을 선택할 수 있게 하는 문제에 대하여 모형을 수립할 수 있다. 모형을 수립할 때 필요한 가정 및 제약 조건은 다음과 같다.

#### 해법과정

##### 과정1. [GC 오더 과정]

단계 1: GC 별  $\sum_k \sum_i OD_i^k$  생성한다.

단계 2:  $\sum_k \sum_i OD_i^k$  작업  $\sum_k \sum_i t_i^k$  부여한다.

단계 3: 배차 Queue  $\sum_q JQ_q$  에 Order 발생 순서대로 저장한다.

단계 4: 배차 Queue  $\sum_q JQ_q$  를 Order 정렬한다.

단계 5: 과정 2로 감.

##### 과정2. [배차 가능 Set 생성]

단계 1:  $JQ_q$  작업이 Loading 작업 인지 판별한다.

단계 2:  $\sum_q JQ_q$  의 선행 작업 중 이 작업 상태  $\sum_i ST_i$  가 양하 작업 종료인 YT 를

검색하여 후보 Set 을 만든다.

단계 3: 과정 3으로 이동.

**과정3. [우선 순위 부가]**

단계 1: 배차 후보 *Set*의 작업 별 *GC*의  $\sum_k \sum_i OCP_i^k$ 을 계산하여 산출한다.

단계 2: *GC* 별  $\sum_k \sum_i CP_i^k$  산출한다.

단계 3: 단계1에서 구한 결과  $OCP_i^k$ 와 단계2에서 구한 결과  $\sum_k \sum_i CP_i^k$ 을 가지고

*GC*의 작업 우선 순위  $\sum_i \sum_q P_i^q$ 을 정렬한다.

단계 4:  $\sum_k \sum_i PS_i^k$ 에서 우선 순위가 가장 높은 값과 후보 *YT Set*인  $\sum_i \sum_q Set_q^{ST_i}$ 을 비교한다.

단계 5: 단계3과 단계4에서 구한  $\sum_i \sum_q P_i^q$  판별 결과로 우선 순위 결정한다.

단계 6: 과정 4로 감

**과정4. [비용 계산]**

단계 1:  $\sum_i \sum_q Set_q^{ST_i}$ 에서 우선 순위가 가장 큰  $P_i^q$ 의 *Block*과  $JQ_q$ 의  $q$ 번째 *Order*

$OD_i^k$  *Block* 간 *One-Way Cost* 계산한다.

단계 2:  $JQ_q$ 의  $q$ 번째 *Order*  $OD_i^k$  *Block*과 *GC* 사이 간 *Round-Trip Cost* 계산한다.

단계 3: 단계1과 단계2에서 *Min* (*One-Way*, *Round-Trip*)을 구하여 비용이 작게 소요되는 *Dispatching-method*을 선택한다.

단계 4: 과정 5로 감

**과정5. [배차]**

**단계 1:** 배차 후보 *Set* 에 작업 종료 시간  $\sum_k \sum_i te_i^k$  이 가장 먼저 수행된 *YT* 를

순서대로 정렬한다.

**단계 2:** 배차 우선 순위  $\sum_i \sum_q P_i^q$  가 가장 높은 순서대로 정렬한다.

**단계 3:** 단계2에서 구한  $\sum_i \sum_q P_i^q$  가 가장 큰 우선 순위가 높은 오더  $\sum_k \sum_i OD_i^k$  와

단계1의 양하 작업 종료 시간이 가장 먼저 수행된 작업  $\sum_k \sum_i te_i^k$  의 빠른 *YT* 에

배정 준비한다.

**단계 4:** 과정4의 단계3에서 선택된 *Dispatching – method* 방식을 채택하여 배차한다.

**단계 5:** 과정 2로 돌아감



## 제 4 장 실험 및 결과 고찰

### 4.1 실험

#### (1) 장비 및 기타 정보

표 1은 본 실험에 필요한 컨테이너 터미널 자원에 대한 정보다. 본선 작업에 투입할 수 있는 GC 대수와 야드의 블록 수와 투입 가능한 YT의 대수를 나타낸 것이다.

표 1. 장비 자원

내 용	값	설 명
GC NO	1 ~ 7	GC 번호
블록 정보	1 ~ 25	블록 정보
YT NO	1 ~ 36	YT 번호

#### (2) YT상태 코드에 대한 정의

다음 <표 2>는 본선 작업 양적하 작업 시 YT의 상태를 체크하여 배차 가부를 결정할 때 사용하는 코드에 대한 정의를 나타낸 것이다.

표 2. YT 상태 코드 정의

내 용	상태 코드	설 명
양하 상차	DO	양하 컨테이너 상차 작업 완료
양하 이동	DD	양하 컨테이너 상차 후 블록으로 이동 중
양하 하차	DF	양하 작업 블록에서 컨테이너 하차 작업 종료
양하 대기	DW	양하 작업 종료 후 작업 대기 상태
적하 예정 이동	LI	양하 작업 후 적하 작업을 위해 이동 중
적하 상차	LO	적하 컨테이너 상차 작업 완료
적하 이동	LD	본선 적하 작업을 위해 이동 중
본선 상차	LF	본선 적하 작업 종료
적하 대기	LW	적하 작업 후 작업 대기 상태
대기	NN	대기
적하 예약	LP	적하 배차 작업 예약
양하 예약	UP	양하 배차 작업 예약
긴급	NE	긴급 배차 예약

**(3) 블록간 최단 거리 정보**

아래의 블록간 거리 비용 <표 3>는 이송 장비인 YT가 블록간 이동 시 최단거리로 이동한다는 가정하에 블록간 이동 시 1단위가 소요된다고 정하여, 이동 거리 비용을 나타낸 것이다.

표 3. BLOCK 간 비용 표

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	∞	1	2	3	4	1	2	3	4	5	2	3	4	5	6	3	4	5	6	7	4	5	6	7	8
2	1	∞	1	2	3	2	1	2	3	4	3	2	3	4	5	4	3	4	5	6	5	4	5	6	7
3	2	1	∞	1	2	3	2	1	2	3	4	3	2	3	4	5	4	3	4	5	6	5	4	5	6
4	3	2	1	∞	1	4	3	2	1	2	5	4	3	2	3	6	5	4	3	4	7	6	5	4	5
5	4	3	2	1	∞	5	4	3	2	1	6	5	4	3	2	7	6	5	4	3	8	7	6	5	4
6	1	2	3	4	5	∞	1	2	3	4	1	2	3	4	5	2	3	4	5	6	3	4	5	6	7
7	2	1	2	3	4	1	∞	1	2	3	2	1	2	3	4	3	2	3	4	5	4	3	4	5	6
8	3	2	1	2	3	2	1	∞	1	2	3	2	1	2	3	4	3	2	3	4	5	4	3	4	5
9	4	3	2	1	2	3	2	1	∞	1	4	3	2	1	2	5	4	3	2	3	6	5	4	3	4
10	5	4	3	2	1	4	3	2	1	∞	5	4	3	2	1	6	5	4	3	2	7	6	5	4	3
11	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	∞	1	2	3	4	1	2	3	4	5	2	3	4	5	6
12	3	2	3	4	5	2	1	2	3	4	1	∞	1	2	3	2	1	2	3	4	3	2	3	4	5
13	4	3	2	3	4	3	2	1	2	3	2	1	∞	1	2	3	2	1	2	3	4	3	2	3	4
14	5	4	3	2	3	4	3	2	1	2	3	2	1	∞	1	4	3	2	1	2	5	4	3	2	3
15	6	5	4	3	2	5	4	3	2	1	4	3	2	1	∞	5	4	3	2	1	6	5	4	3	2
16	3	4	5	6	7	2	3	4	5	4	1	2	3	4	5	∞	1	2	3	4	1	2	3	4	5
17	4	3	4	5	6	3	2	3	4	5	2	1	2	3	4	1	∞	1	2	3	2	1	2	3	4
18	5	4	3	4	5	4	3	2	3	4	3	2	1	2	3	2	1	∞	1	2	3	2	1	2	3
19	6	5	4	3	4	5	4	3	2	3	4	3	2	1	2	3	2	1	∞	1	4	3	2	1	2
20	7	6	5	4	3	6	5	4	3	2	5	4	3	2	1	4	3	2	1	∞	5	4	3	2	1
21	4	5	6	7	8	3	4	5	6	7	2	3	4	5	4	1	2	3	4	5	∞	1	2	3	4
22	5	4	5	6	7	4	3	4	5	6	3	2	3	4	5	2	1	2	3	4	1	∞	1	2	3
23	6	5	4	5	6	5	4	3	4	5	4	3	2	3	4	3	2	1	2	3	2	1	∞	1	2
24	7	6	5	4	5	6	5	4	3	4	5	4	3	2	3	4	3	2	1	2	3	2	1	∞	1
25	8	7	6	5	4	7	6	5	4	3	6	5	4	3	2	5	4	3	2	1	4	3	2	1	∞

#### (4) YT 투입 대수 결정에 관한 분석

<표 4>는 본선 작업에서 이송 장비인 YT의 대수를 결정하기 위한 기초 자료로서 총 작업 500 VAN에서 양하 작업 300 VAN, 적하 작업 200 VAN 의 작업으로 YT의 대수가 어떻게 산출되는가에 대한 결과를 작성한 것이다. YT대수를 결정할 때 기준이 되는 것은 작업 목표 시간이 된다. 목표 시간을 어떻게 설정하는지에 따라 YT의 대수가 달라지기 때문이다. 그리고 YT의 회전율에 따라서 본선 작업 속도를 조절할 수 있기 때문에 컨테이너 터미널의 본선 하역 작업에서 YT의 회전율은 매우 중요한 의미를 가진다.

<표 4> 는 GC 별 본선 하역 작업 평균 25 van/hour 이라고 하면, YT가 셔틀 하는데 걸리는 시간을 10분이라고 하면 YT 처리 시간×반복 횟수가 작업 시간이 된다. 서비스 시간을 10시간을 목표로 하고, 처리 물량을 500VAN이라고 하고, GC 2대가 투입된다면, 최적의 YT 대수는 4대가 나온다. 그리고 8시간을 목표로 한다면 최적의 YT 대수는 5대가 된다는 논리이다.

표 4. YT 투입 대수 결정

GC	Yard Tractor			
GC 처리	대수	처리시간	반복 횟수	작업 시간
25	1	0.01667	25	0.42
25	2	0.01667	12.5	0.21
25	3	0.01667	8.33	0.14
25	4	0.01667	6.25	0.10
25	5	0.01667	5	0.08
25	6	0.01667	4.2	0.07
25	7	0.01667	3.57	0.06
25	8	0.01667	3.13	0.05
25	9	0.01667	2.8	0.05
25	10	0.01667	2.5	0.04

<표 5>는 본선 작업 시 양적하 리스트 Summary한 결과로서 Bay 별 작업 개수를 표현하여 놓은 것이다. 본 리스트를 가지고 양적하 배차에 대한 종합적인 판단을 할 수 있다.

표 5. 본선 Working Summary

SEQ	D/L	SUB-BAY	JOB	20'						40'						
				LOCAL		TS1		TS1		LOCAL		TS1		TS2		
				F	E	F	E	F	E	F	E	F	E	F	E	
1	D	14H	33							5					28	
2	D	06H	16							2					14	
3	L	01/03 H	12	10		2										
4	L	01/03 D	4	3	1											
5	L	06D	12								12					
6	L	10H	20							20						
7	L	10D	4							4						
8	L	17/19 H	70		70											
9	L	18D	24							24						
10	L	26H	13							13						
11	L	26D	24							24						
12	L	33D	12		11		1									
TOTAL			244	13	82	2	1			92	12				42	

[그림 25]와 같이 컨테이너 터미널에서의 본선작업을 GC 2대, 3대, 4대의 경우로 나누고 YT의 대수에 따른 해를 나누어서 적용하였다. 각 GC 별 작업 물량은 결정되어 있으며, 작업 대상이 되는 본선 물량은 다음과 같고, 작업 오더는 블록 단위로만 부여 되도록 설정하였다. 모형의 적용에서 [그림 25]와 같이 투입 GC의 대수는 2, 3, 4대로 하고, GC 별 작업 물량은 평준화하여 시켰고, 본선 작업인 양적하 작업에 대해서만 적용시켰다.

본 실험을 위하여 한 모선의 작업량이 500 VAN이라고 두고 GC 4기를 투입하여 G/G 별 작업 물량을 동일하게 나누어 작업 시 YT의 투입 대수에 따라 작업 시간의 변화를 계산하였다. 이때 현재 컨테이너 터미널에서 이루어지고 있는 Single-Cycle 배차 방식으로 얻을 수 있는 최종 결과와 Dual, Mix Cycle 배차 방식으로 이루어진 배차 방식의 결과 비교를 실험하였다.

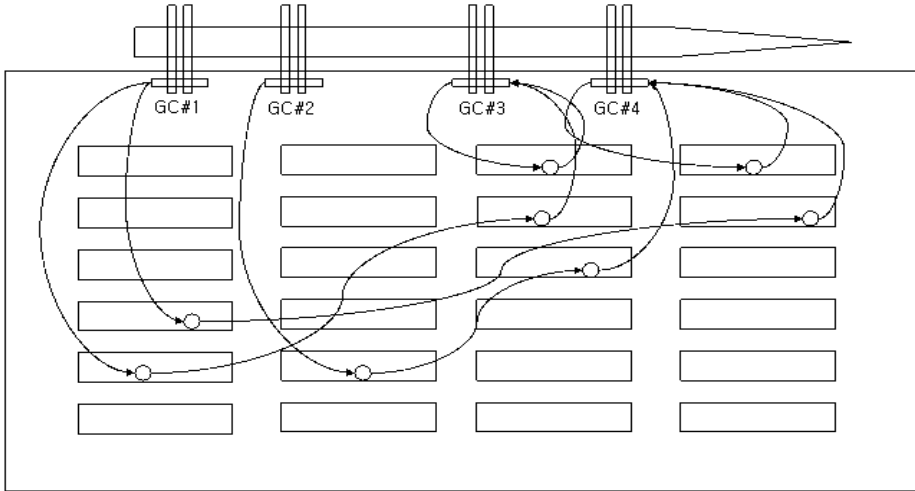


그림 24. GC 4대 중 양하2대, 적하2대 작업

<표 6>은 본선 작업 물량 500VAN을 양하 250개, 적하 250개로 나누어 표로 표현한 것으로 GC별 작업 시 작업 지연 및 간섭은 발생하지 않는다고 가정하고 일괄적으로 물량을 분배하여 놓았다.

표 6. GC 4대 투입 시 작업 물량

GC	양하	적하	합계
1	125	-	125
2	125	-	125
3	-	125	125
4	-	125	125
	250	250	500

근사해는 28 이며,  $X_{14} = 1$ ,  $x_{23} = 1$ ,  $x_{36} = 1$ ,  $x_{47} = 1$ ,  $x_{58} = 1$ ,  $x_{65} = 1$ ,  $x_{72} = 1$ ,  $x_{81} = 1$ 로 할당된 결과와 비교 했을 때 비슷한 해를 얻을 수 있었다. 따라서 500VAN의 작업에 대해 근사적 해를 구한 결과는 <표 7>과 같다.

표 7. 배차 방법 별 근사해

	총 작업 수	YT 투입 수	Cost	YT 배차	편도	연결	혼합	서비스 시간
Single-Cycle	500	4	3268	500	500	0	0	12.50
Dual-Cycle	500	4	2259	250	250	250	0	8.13
Mix-Cycle	500	4	2703	302	250	198	52	8.39

도출된 결과 <표 7>에 대한 분석을 하면, 초기에 물량 배정이 결정되고 GC별 작업 순서에 따라 배차가 이루어 지면, 양하 작업 다음 작업으로는 적하 작업을 연결하는 배차 또는 GC와 블록간의 왕복 배차 중 작은 값을 갖는 해가 선택되어 이루어 진다. 위에서 구한 최적 해법과 탐색적 해법의 결과값이 비슷하게 나온 것을 확인해 볼 수 있었다. 이를 토대로 500VAN의 작업을 16대의 YT를 투입하여 해를 구하면, Single-Cycle로 해를 구해 보면 해는 총비용은 3268로 산출되고, Dual-Cycle로 구한 해는 총 비용이 2259로 구해지고, Mix-Cycle로 해를 구해보면 총 비용은 2703의 해를 구할 수가 있었다. Dual-Cycle, Mix-Cycle 배차 시스템에서는 연결 배차 시 대기 시간은 고려하지 않았지만, 실제 작업에 적용 시켜 보면, YT의 병목 현상과 TC 작업 방향과 Re-Handling으로 인한 대기 시간이 발생한다. 실제 적하 작업에서 병목 현상이 발생하면 작업 순서를 변경하여 배차가 이루어 지지만, 양하 작업 시 외부 반출입 차량과 양하 작업 중인 YT와의 병목 현상이 발생하면 대기 시간은 늘어날 것이다.

상위 결과는 대기 시간이 고려되지 않은 결과이므로 대기 시간이 발생하게 된다면 Dual-Cycle에서 도출된 결과값들은 이론적으로 가장 좋은 결과들이 나왔지만 양하 작업 후 적하 작업이 이루어지는 연결 배차에서 대기하는 시간이 발생하여 실제 작업에 적용할 수는 없다. 하지만 Mix-Cycle 배차 방식은 대부분의 작업에 Single-Cycle 배차가 이루어 지면서 적하 블록과 선석과의 거리가 매우 많은 차이가 생길 때 적용해 볼 수 있는 총 비용의 절감 효과와 회전율을 나타내고 있다. 배차 방법에 대해서 GC 3대가 투입된 결과에 대해 살펴보면 양하 작업이 적하 작업에 비해 빠르게 이루어진다면 연결 배차가 이루어질 확률이 높아져서 5.58%의 비용 절감이 발생한다. 작업 시간에서는 양하1, 적하2보다 약간 높으나 왕복 배차가 많이 이루어진 결과이므로 왕복 배차 수를 줄이고 연결 배차의 횟수를 증가 시켜 작업 시간의 절감을 가져올 방법에 대한 방안으로 배차 계획이 필요하다.

## 4.2 결과 고찰

<표 8>은 본선 양적하 500개 작업을 난수를 발생하여 생성한 결과를 이용하여 탐색적 기법으로 수행한 결과를 나타낸 것으로, 양적하 배차 시 실제 작업과 비슷하게 난수를 발생하여 배차를 하도록 하여 블록간 거리 비용을 계산한 결과를 나타낸 것이다. 또한 <표 8>은 GC 4대가 투입되었으나 GC 고장으로 인하여 GC 1대가 투입되지 못한 상황에 대한 상황을 설정한 것이다.

표 8. GC 투입 대수에 따른 수행 결과

GC 2대		Cost	YT								
양하 1, 적하1			투입 수	편도	연결	왕복	작업시간	1	2	3	4
CASE 1	Single	3390	500			500	50	50.00	25.00	16.67	12.50
	Dual	2320	250	250	250		32.5	32.50	16.25	10.83	8.13
	Mix	2665	273	250	227	23	32.96	32.96	16.48	10.987	8.24

GC 3대		Cost	YT								
양하 1, 적하2			투입 수	편도	연결	왕복	작업시간	1	2	3	4
CASE 1	Single	3416	500			500	50	50.00	25.00	16.67	12.50
	Dual	2333	250	250	250		32.5	32.50	16.25	10.83	8.13
	Mix	2722	351	250	149	101	34.52	34.52	17.26	11.507	8.63

GC 3대		Cost	YT								
양하 2, 적하1			투입 수	편도	연결	왕복	작업시간	1	2	3	4
CASE 1	Single	3302	500			500	50	50.00	25.00	16.67	12.50
	Dual	2276	250	250	250		32.5	32.50	16.25	10.83	8.13
	Mix	2552	355	250	145	105	34.6	34.6	17.3	11.533	8.65

GC 4대		Cost	YT								
양하 2, 적하2			투입 수	편도	연결	왕복	작업시간	1	2	3	4
CASE 1	Single	3268	500			500	50	50.00	25.00	16.67	12.50
	Dual	2259	250	250	250		32.5	32.50	16.25	10.83	8.13
	Mix	2703	302	250	198	52	33.54	33.54	16.77	11.18	8.39



첫 번째에 나타난 것은 양적하 작업 각각 GC 1대씩 투입되지 못한 상황을 나타낸 것이다. 따라서 작업 오더는 동일하지만 GC에 대한 정보만 다르게 하여 수행하였다.

표 9. 결과 비교

총 비용				
	GC2	GC3(1)	GC3(2)	GC4
Single	3390	3416	3302	3268
Dual	2320	2333	2276	2259
Mix	2665	2722	2552	2703

작업시간				
	GC2	GC3(1)	GC3(2)	GC4
Single	50	50	50	50
Dual	32.5	32.5	32.5	32.5
Mix	32.96	34.52	34.6	33.54

YT투입 수				
	GC2	GC3(1)	GC3(2)	GC4
Single	500	500	500	500
Dual	250	250	250	250
Mix	273	351	355	302

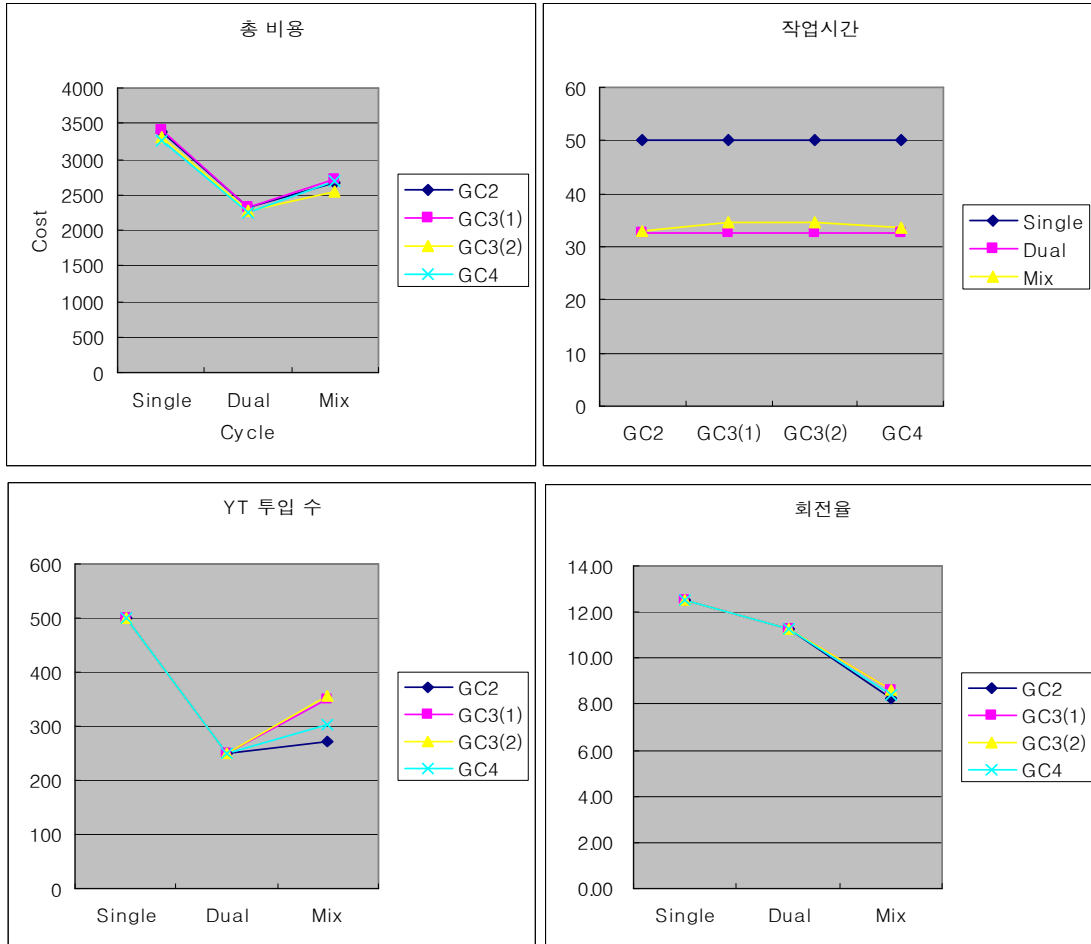
회전율(4)				
	GC2	GC3(1)	GC3(2)	GC4
Single	12.50	12.50	12.50	12.50
Dual	11.25	11.25	11.25	11.25
Mix	8.24	8.63	8.65	8.39

본 실험에 대한 결과를 분석하면 이동 거리(비용) 관점에서는 Dual 배차 계획이 가장 낮은 비용을 발생시켰다. 작업 시간 관점에서는 Mix 배차 계획이 가장 좋은 해의 값을 구할 수 있었고, YT의 투입 수의 관점에서 보았을 때에는 Dual이 채택되었으나 회전율의 관점에서 보았을 때는 Mix가 결정되었다. 실험 결과에서 가장 중요한 지표로 간주하는 것은 비용적인 측면보다는 YT의 회전율이다. 왜냐하면 터미널에서 GC의 생산성은 YT의 회전율에 따라서 결정되기 때문이다.

터미널에 대한 운영 방식은 서비스 시간과 운영 비용에 따라 결정된다. 운영 방식 결정은 야드의 상황에 따라 융통성 있게 결정되어야 할 것이다. 서비스 시간을 가장 중요하게 추구하는 운영을 원한다면 서비스 시간이 가장 작은 운영 패턴을 선택해야 할 것이고, 운영 비용이 가장 중요하다면 비용이 최소인 운영 패턴을 선택해야 할 것이다.

그러나, 현재 이송 장비에 대한 배차 시스템을 Single-Cycle로 운영하는 이유는 이송 장비 기사의 혼란 도의 증가로 인하여 배차 효율은 높아지는 반면에 생산성의 저하로 인한 본선 작업에 차질과 GC간의 할당 차질에 따른 YT대기 시간의 증가를 원인으로 여기고 Pooling System의 도입을 부담스러워하고 있다. 그래서 일본의 한 터미널에서 통합 배차 시스템을

도입한 결과 위에서 언급한 문제로 인하여 **Single-Cycle** 배차 시스템으로 되돌린 적이 있다.



그러면 이러한 문제점을 안고 본 연구를 진행한 이유는 혼란 도를 낮추고 생산성을 유지하고 배차 효율을 높일 수 있다면 **Pooling** 시스템을 도입할 것이라는 것이다. 따라서 혼란 도를 낮출 수 있는 방안으로 이송 장비에 부착된 단말기에 다음 작업에 대한 위치 정보를 보고 YT가 운행된다면 혼란도 에 따른 문제점을 제거할 수 있을 것이다. 하지만 현재 터미널에서 사용되는 오더를 관리하는 서버와 이송 장비에 부착된 단말기의 통신 상태만 보완된다면 효율적인 배차 시스템을 구현할 수 있을 것이다.

효율적인 배차 시스템을 위하여 시스템을 도입한 사례에 대하여 살펴보면 부두간 컨테이너 수송을 위하여 차량에 위치 추적 단말기를 부착하고 배차 시스템을 구축한 후 배차를 실시하였는데 배차 오더에 관한 정보 처리를 하는 동안 차량은 이동할 부두에 이미 도착하여 반입을 해야 될 시점까지도 정보 처리를 못하여 **Gate**를 통과하지 못하고 대기하는 상황이

발생하여 기존 운송 방식으로 되돌린 사례가 있다. 여러 가지 문제점 중 차량 운송 기사가 단말기에 입력 해야 하는 정보가 지나치게 많았고, 복잡했다는 점과 입력된 자료를 처리하는 시간이 많이 필요했었던 점이 실패의 주요 요인으로 나타났다. 여기서 발생한 문제점도 통신상의 문제점과 이 기종 데이터베이스간의 처리 속도 문제를 해결하지 못했기 때문에 발생한 문제이다.

본 연구에서는 컨테이너 터미널의 야드 상황과 장비의 대수와 활용적인 측면을 고려하여 터미널 상황에 맞는 운영 패턴을 선택할 필요가 있을 때 결정할 수 있는 기준을 제시하고자 한 것이다.

## 제 5 장 결 론

최근 동북아 시장 규모가 팽창하면서 수출입 물량 수송의 거점 마련을 위하여 해상 물류의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 그래서 거점 항만을 만들기 위하여 국내외 자본을 끌어들여 인프라 건설을 추진하고 있으며, 항만 산업 지역을 관세자유지역으로 선포하고, 선사 유치 전략을 위한 정책을 세우고, 기항 선사를 늘리기 위하여 세금혜택과 각종 보조금을 지원하는 노력을 기울이고 있다. 따라서 컨테이너 터미널 운영 최적화는 이러한 항만 정책을 뒷받침해주는 중요한 현안으로 제기되고 있다. 본 논문에서는 배차 운영 시스템 최적화를 목표로 컨테이너 터미널의 이송 장비에 대한 효율적인 배차 시스템을 구성하고자 하였다. 컨테이너 터미널 생산성을 향상시킬 수 있는 방안은 GC 작업 속도를 높이는 것이다. GC 작업이 빠르게 수행되기 위해서는 YT가 가장 큰 역할을 하고 있다. 그래서 YT 배차 시스템을 효율적으로 운영하기 위한 방안에 대하여 연구해 보았다. 그러므로 효율적인 배차가 이루어질 수 없었던 기존 배차 시스템의 구조적인 문제점을 분석하였고, 이를 해결할 수 있는 방안으로 배차 구조를 개선하였다. 또한 Pooling 배차 시스템이 효율적인 것을 인지하면서도 도입되지 못한 배경에 대하여 분석 및 실무 인터뷰를 통하여 알아보았다. 이와 같은 문제점들을 고려하여 터미널 자원 활용을 극대화 할 수 있는 방안을 발견적인 방법으로 YT 배정 규칙을 정의하였고, 그 해법과정을 제시하였다. 본 연구를 수행한 결과로 얻은 주요한 성과를 살펴보면 본선 작업에 투입되는 GC별 생산성과 상태에 따라 작업 우선순위가 실시간으로 고려되어 Pooling이 이루어질 수 있고, 작업 우선 순위에 따라 배정된 작업과 Single-Cycle 방식으로 배정한 결과를 비교하여 효과적인 배정 방식을 취할 수 있다는 것이다. 그러나, 기존의 배차 방식에서 고려되는 문제점들을 개선할 수 있는 방안을 제시하여 수치상의 개선 효과는 볼 수 있었지만 실제 배차 시스템에 적용하여 검증하지는 못하였다. 따라서 실제 배차 시스템에서 검증하기 위해서는 보다 많은 사항이 고려되어야 할 것이고, 부분적인 효율을 높이는 것으로 전체적인 효율이 올라간다고 볼 수는 없기 때문에 이러한 점들을 보완할 수 있는 운영 논리가 만들어져야 할 것이다. 추후 과제는 기존 배차 시스템을 면밀히 분석하여 GC 작업에 대한 사전분석을 통하여 보다 계획적인 YT 배정 계획을 수립할 수 있는 방안을 마련해야 할 것이다. 그리고 실제 배차 시스템에 적용하여 그 결과와 영향에 대한 살펴보고 문제점들을 파악하여 완성도를 높인 배차 시스템이 제시되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

김갑환(1998), “무인 운반 차를 이용한 터미널의 자동화에 관한 연구”, 한국 과학 재단 연구 결과 보고서.

고창성, 정기호, 신재영(2000), “컨테이너 셔틀 운송을 위한 차량 대수 결정”, 경영과학 pp.87-95

권인영, 이광인, 신재영(1997), “컨테이너 수송 차량의 운영 계획을 위한 계량적 분석”, 한국 해양 대학교 부설 물류 연구 센터 논문집, 제 1집.

류광렬, 김갑환, 이용환, 손예진, 이진경, 강재호, 이석준, 전수민(2003), “자동화 터미널을 위한 본선 계획 및 AGV 운영 방안에 관한 연구”, 지능형 통합 항만 관리 연구 센터 (한국 과학 재단)지원 발표 논문.

박두호(1999), “컨테이너 장치 작업을 위한 크레인 배정 및 작업 순서 결정”, 한국 해양 대학교 물류 시스템 공학 석사논문.

Akio Imai, Etsuko Nishimura, Stratos Papadimitriou(2003), “Berth allocation with service priority”, Transportation Research Part B.

Egbelu, P. J. (1987), “Pull versus push strategy for automated guided vehicle load movement in a batch manufacturing system”, Journal of Manufacturing System 6, pp.209-221.

Evers, J. J. M. and S. A. J. Koppers(1996), “Automated guided vehicle traffic control at a Container Terminal” Transportation Research – A 30, pp.21-34.

G. Levitin, R. Abezgaouz(2003), "Optimal routing of multiple-load AGV subject to LIFO loading constraints"

Hamdy A. TAHA, "Operations Research", Prentice Hall

Ihsan, S. and D. L. Hommertzheim(1992), "Dynamic dispatching algorithm for scheduling machines and automated guided vehicles in a flexible manufacturing system", International Journal of Production Research 30, pp.1059-1079.

Jong Wook Bae, Kap Hwan Kim(2000), "A pooled Dispatching Strategy for Automated Guided Vehicles in Port Container Terminals".

J. W. Bae, K. H. Kim(1999), "Dispatching AGVs in Automated Port Container Terminals", Proceedings of Joint Conference of Korean Society of Operations Research / Management Science and Korean Institute of Industrial Engineering, Kye-myung University.

Ki Young Kim and Kap Hwan Kim(1997), "A Routing Algorithm for a Single Transfer Crane to Load Export Containers onto a Containership", Computers and Industrial Engineering, Vol. 33 No. 3-4, pp.673-676

Kim, K. H. and J. W. Bae(1999), "A Dispatching Method for Automated Guided Vehicles to Minimize Delays of Containership Operations", International Journal of Management Science 5, pp.1-26

Klein, C. M. and J. Kim(1996), "AGV dispatching", International Journal of Production Research 34, pp.95-110

Sang Hwi Kim, Hark Hwang(1999), "An adaptive dispatching algorithm for automated guided vehicles based on an evolutionary process".

Tanya Smith & Sanjiv Sarin (1992), "A Program for dispatching and Routing AGVs".

Yim, D. and R. J. Linn, "Push and pull rules for dispatching automated guided vehicles in a flexible manufacturing system", International Journal of Production Research 31 (1993), 43-57

## 감사의 글

이 논문을 완성하기까지 도움을 주신 모든 분들께 우선 감사를 드립니다.

많이 부족했던 저를 오랜 시간 한결 같은 따뜻한 관심과 사랑으로 가르쳐 주셨던 지도 교수님이신 신재영 교수님께 깊은 감사 드립니다. 그리고 논문 심사를 해주신 광규석, 남기찬 교수님께 깊이 감사 드립니다. 그리고, 석사 과정에 많은 가르침을 주신 이철영, 신창훈, 김환성 교수님께도 감사 드립니다.

물류시스템 공학과 대학원에 들어왔을 때 세심한 배려와 도움을 준 태영이 형, 문갑 형, 상준 선배께도 감사의 말을 전하고 싶습니다. 그리고 실험실에서 동거 동락하던 동기 같은 재민에게도 감사의 마음을 전합니다. 또한 연구실 후배인 훈호, 태원, 영훈, 병호, 지철, 성일, 경무, 웅섭, 재경, 준석에게도 감사의 마음을 전합니다.

힘들고 약해질 때마다 정신적인 힘이 되어주시고, 꼼꼼히 논문을 봐주셨던 문현정 박사님께 진심으로 감사의 마음을 전합니다.

그리고, 동부정보 김정호 차장님을 비롯한 전산실 직원께도 감사의 마음을 전합니다. 특히, 논문 준비할 때 세심한 배려를 아끼지 않았던 김정섭 과장님께도 감사의 마음을 전합니다. 또한 동부 부산 컨테이너 터미널 플래너 실 직원께도 감사 드립니다.

희로애락을 같이 해왔던 나의 형제에게 고맙다고 말하고 싶구나. 늘 곁에서 세심하고, 묵묵하게 지켜봐 주며 힘이 되어준 힘센 수종, 내 자신보다 더 나를 믿는 똘똘이 상학, 한결 같이 내 편인 착한 재필, 나의 장점을 많이 일깨워준 여장부 수영, 결혼해서 안정을 찾은 희철, 유학과 결혼준비로 힘겨워하지만 강한 준호, 말은 많지만 속 깊은 명훈, 진지하면서도 착한 지훈, 예리한 비판을 하지만 맘 넓은 정훈, 매섭게 진심을 말해주지만 사랑스러운 태목, 힘들지만 영화 감독의 길을 걷고 있는 현규, 그리고, 수종 이가 가장 사랑하는 애교 많은 세영에게도 감사의 마음을 전합니다.

마지막으로 못난 아들 보살펴 주신 아버님, 어머님께 진심으로 감사 드리며, 경제적으로 어렵지만 행복한 큰누나, 매형, 못난 동생 때문에 많은 희생을 감수해준 작은누나, 귀여운 조카 원식, 은지에게 이 논문을 바칩니다.