

조선 중일정 블록 배량 계획 자동화 연구

황인혁^{1*} · 남승훈¹ · 신종계^{1,2}

¹서울대학교 조선해양공학과, ²서울대학교 조선해양공학과 및 해양시스템공학연구소

An Automatic Block Allocation Methodology at Shipbuilding Midterm Scheduling

InHyuck Hwang^{1*}, SeungHoon Nam¹, and JongGye Shin^{1,2}

¹Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Seoul Nat'l University

²Research Institute of Marine Systems Engineering, Seoul Nat'l University

Received 12 March 2012; received in revised form 21 September 2012; accepted 26 September 2012

ABSTRACT

Most of the shipbuilding scheduling researches so far have been conducted with stress on the dock plan. That is due to the fact that the dock is the least extendable resource in shipyards and its overloading is difficult to resolve. However, once the dock scheduling is completed, it is also important to make a plan that make the best use of the rest of the resources in the shipyard, so that any additional cost is minimized. This study automates block allocation process by analyzing the existing manual process that designates production bays for the blocks during the midterm planning. Also, a planning scenario validation method is suggested, where block allocation scenarios based on diagrams are edited and simulated.

Key words: Automation, Block allocation methodology, Block arrangement, Midterm scheduling

1. 서 론

조선소의 일정 계획은 도크를 중심으로 이루어진다. 따라서 수주 물량이 충분하다면 도크의 부하에 여유가 발생하는 경우는 흔치 않다. 국내 대형 조선소의 경우 최근 금융위기의 여파로 조선경기가 침체한 상황에서도 현재 제작을 위한 수주 물량은 충분하여 도크는 항상 최대의 부하를 유지하고 있다. 오히려 무리한 수주 물량으로 도크 외에 안벽이나 선형 공정에서 과부하가 걸리는 경우

도 발생하고 있다.

블록 제작 공정은 조선소 내의 부하가 심하게 발생하였을 경우 외부 블록 공장에 외주를 통해 문제를 해결할 수 있고, 실제 조선소의 경우도 많은 물량을 외주로 처리하고 있다. 하지만 더 큰 수익을 내기 위해서는 조선소 내의 내부 자원을 효율적으로 활용하는 방안이 필요하기에 블록 제작 공정의 일정 계획과 관련한 연구가 수행되어야 한다. 일정 계획 업무와 관련하여 국내의 대형 조선소들은 독자적인 일정 계획 시스템을 구축하고 있다. 하지만 일부 업무에 대해서는 기간 시스템이 데이터의 저장만을 담당하고 실제 업무는 기간 시스템을 활용하지 못하고 수작업에 의존하여 작업

*Corresponding Author, dlsgur0@snu.ac.kr

©2012 Society of CAD/CAM Engineers

하고 있다. 블록 배량 계획이 이와 같은 업무들 중의 하나이다. 이러한 업무는 자동화 또는 최적화를 활용하여 업무 부하를 줄이고 일정 계획 시스템을 확장하여 통합 관리할 수 있다.

블록 배량 계획은 중일정 계획 단계의 업무들 중 한 단계로 조립 블록에 대한 조립 일정 계획이 완료된 후 실제 블록을 제작할 장소(공장 또는 정반)를 블록의 특성 및 제작처의 상황을 고려하여 배정하는 업무이다. 또한 중일정 계획 단계의 업무들 중에서 가장 부하가 큰 업무의 하나로 각각의 제작처에 블록을 적절히 배정하는 것뿐만 아니라 전체적인 업무의 부하를 줄이는 것도 중요하다. 본 연구에서는 자동화를 통해 블록 배량 업무의 시간을 줄이고 다이어그램을 활용한 시나리오 작성 방법을 적용하여 블록 배량 규칙의 변화에 유연하게 대처할 수 있는 자동화 시스템을 제안하고자 한다.

2. 관련 연구 동향

2.1 블록 배량 계획 관련 연구

조선 일정 계획과 관련한 연구는 주로 도크의 활용과 관련된 탑재 일정 계획에 치우쳐 있다. 블록 배량 계획이 속해 있는 조립 일정 계획은 관련 연구의 사례가 부족하고 대다수가 일정에 대한 최적화 연구이다. 김희문^[1] 등은 고정 정반 블록조립 공정의 일정 계획 문제를 제약 만족 기법을 활용하여 최적화 하였다. 이를 통해 부하의 최대치를 최소화하고, 최소치 또한 대상 기간 동안 유사하게 유지하는 형태의 부하 평준화를 이루었다. 김기동^[2] 등은 조립 일정 계획과 함께 블록을 제작처에 배정하기 위한 블록 배량 계획을 최적화 하였다. 방법으로는 ILOG를 활용해 최적화 모델링을 수행하였다. 최적화 대상에 대한 옵션을 다양화하여 최적화의 유연성을 일부 확보하였다. 이러한 연구들은 일부 케이스에 대한 최적화 문제로 설비 추가 등의 제약 조건의 변화 시 유연하게 대처하기 어려운 한계가 있다. 본 연구에서는 다이어그램을 활용한 시나리오 작성 방법을 통해 위와 같은 한계를 해결하고자 하였다.

2.2 다이어그램 에디터 관련 연구

시나리오를 기반으로 한 유연한 형태의 블록 배량 계획 자동화를 수행하기 위해 블록 배량 시나

리오를 작성할 수 있는 다이어그램 에디터가 필요하다. 다이어그램 에디터와 관련하여 전기 공업 분야의 자동 제어 연산을 수행하는 PLC(Programmable Logic Controller) 프로그램의 그래픽 언어에서 연구가 활발히 수행되었다.

PLC란 기본적인 시퀀스 제어 기능에 수치 연산 기능을 추가하여 프로그램 제어가 가능하도록 한 자율성 높은 제어 장치로 오늘날 공장자동화에 큰 역할을 담당하고 있다^[3]. PLC의 프로그램을 작성하기 위해 응용 목적에 따른 공정 제어 전용의 제어 언어들이 출현하면서 텍스트 언어의 IL(Instruction List), ST(Structured Text)와 그래픽 기반의 LD(Ladder Diagram), FBD(Function Block Diagram), SFC(Sequential Function Chart) 표준이 존재하게 되었다. LD는 회로를 구성하는 각종 소자나 장치를 이용하여 회로를 구성하는 회로도 방식의 다이어그램으로, 이기범 등^[4]은 LD를 이용하여 원료의 수송 작업을 반복하는 원료 수송카의 작업 공정을 구현하였고(Fig. 1), 강봉석^[5]은 유연성이 높고 사용자가 편리하게 LD를 작성하는데 도움을 주고자 이산사건모델의 상태선도를 이용하여 LD로 변환하는 알고리즘을 제안하였다.

FBD는 프로그램의 기능적 요소를 블록으로 표현하고 이들 기능의 상호 연결에 의해 제어 요소 간 정보나 데이터의 흐름이 있는 시스템에 사용되는 다이어그램으로, 지은경 등^[5]은 FBD를 이용하여 구현된 PLC 프로그램에 대한 자동화된 정형 검증 기법을 제안하였다(Fig. 2). SFC는 응용 프로그램을 프로세스 순서에 따라 플로우 차트 형식으로 표현하는 다이어그램으로, 이상문^[6]은 SFC의 장점인 병렬 분기를 활용하여 조건의 처리가 어려운 엘리베이터 운전 제어부를 설계한 연구를 수행하

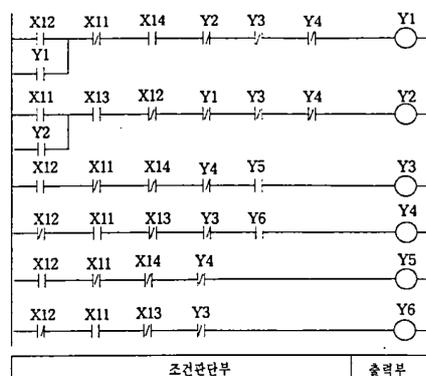


Fig. 1 Example of LD diagram^[4]

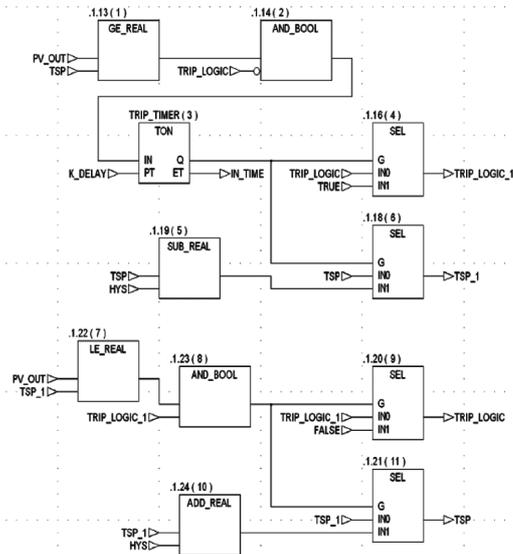


Fig. 2 Example of FBD diagram^[5]

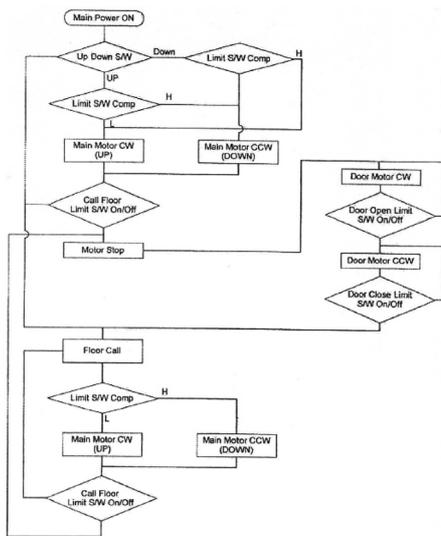


Fig. 3 Example of SFC diagram^[6]

였다(Fig. 3). 이외에 통신 시스템과 같은 분산/병렬 시스템에서 통신 실체들 간에 이루어지는 메시지 교환을 직관적으로 기술할 수 있는 그래픽 언어인 MSC(Message Sequence Charts), 많은 공학 프로젝트에서 설계 결함을 확인하는데 도움을 주는 Scenario Graph 등이 있다.

본 연구에서는 위에서 언급한 다이어그램 에디터를 참고하고 조선소의 블록 배량 규칙의 분석을 통해 원하는 시나리오를 작성하기에 충분한 다이

어그램을 정의하고 이를 활용하여 자동화를 수행하였다.

3. 블록 배량 계획

3.1 조선 생산 계획

조선 생산 계획이란 조선소의 경영 전략에 관한 기준을 제공하고, 생산 예측을 통한 수익성 판단 자료를 제공하며, 생산 환경의 변화에 대응해 생산성 향상에 기여하는 생산 관리의 핵심적 활동을 말한다^[7]. 즉, 조선 생산 계획은 조선소의 이익을 극대화하기 위해 생산 활동을 계획하고 관리하는 일련의 과정이기에 매우 중요한 개념이다.

이종무^[7]는 조선 생산 계획의 특징을 다음과 같은 세가지로 정의하였다. 첫째로 집약형 생산의 특징을 가진다. 조선 생산은 부재의 조립을 통해 단위 블록을 얻고, 단위 블록의 조합을 수행하여 최종적으로 도크에서 선박을 진수하는 작업을 수행하기에 전형적인 집약형 생산으로 볼 수 있다. 둘째로 수주 생산의 특징을 가진다. 시장의 수요를 고려하여 제품을 생산하는 방식이 아닌 선주의 주문을 통해 제품의 생산을 시작한다. 셋째로 주문 설계형 생산의 특징을 가진다. 일반 제조업과 같이 양산형 제품을 생산하는 것이 아닌 고객의 주문을 통해 설계를 시작하고 생산하는 주문 설계형 생산이 수행된다.

조선 생산 계획의 분류 및 정의는 조선소마다 조금씩 다르게 사용하긴 하나 대체적으로 계획

Table 1 Production planning in shipyards

종류	주요 결정 사항
선표 계획	- 도크 회전을 결정 - 도크별 호선 믹스 및 호선 키이벤트 결정 - 선표 호선 믹스 도크 배치 가능 여부 판단
대일정 계획	- 부하, 조업도, 설비 능력을 고려한 건조기간 확정 - 인력 및 주요자원에 대한 Capacity 관리 - 선표 호선에 대한 계획 정보 관리(직종별 물량/시수 배분, 진도를 결정)
중일정 계획	- 선표 계획을 바탕으로 실제 생산작업을 위한 계획 수립 - 탑재/PE 계획, 선행 계획, 후행 계획 수립
소일정 계획	- 중일정 계획을 바탕으로 각 단위공장에 대한 상세 일정 계획 - 주요 직종별, 설비별 계획

영역과 범위에 따라 선포 계획, 대일정 계획, 중일정 계획, 소일정 계획의 4단계로 구분된다. 각 단계에 따른 주요 결정 사항을 Table 1에 정리하였다.

3.2 블록 배량 계획

블록 배량 계획이란 일반적으로 선포 계획이 확정된 이후 중일정 계획에서 조립 가능한 제작처별로 블록을 배정하는 과정을 말한다. 블록 배량 계획 문제는 조선소 내 각 제작소별 특징과 조립량을 고려하여 배정하는 조합 최적화 문제이기때문에 매우 어려운 문제 중의 하나이다. 조선소 내에서 중요한 문제로 인식되어 많은 연구가 진행되었음에도 불구하고, 자동으로 최적해를 구하는 것이 쉽지 않은 과정이기때문에 대부분의 조선소가 수작업을 통해 블록 배량을 수행하고 있는 실정이다.

Fig. 4는 본 연구의 대상인 H중공업 생산 계획 업무 과정이다. H 중공업의 경우, 선포 계획에서 도크, 선종, 키 이벤트를 결정하고 선종별 Block Division을 검토하여 GPE(Grand Pre Erection) 계획을 수행한다. 여기서 GPE(Grand Pre Erection) 계획이란 H중공업에서 정한 PE블록보다 큰 GPE 블록에 대해 물량 배정계획 과정으로 초기에 정한 GPE제작처를 확정하는 과정이다. 다음으로 탑재 네트워크와 GPE 블록의 탑재일정을 결정하여 최종적으로 선행중일정을 생성한다. 실제 선행중일정 과정에서는 앞서 정해진 GPE 계획의 GPE 블록 제작처를 고려하여 블록의 제작처를 배정하는 블록 배량 과정이 시간이 많이 걸리는 병목 업무 중 하나이다.

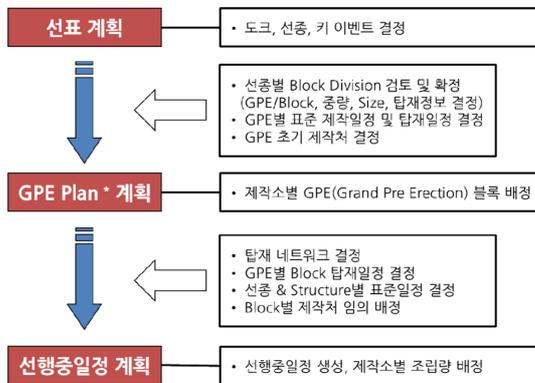


Fig. 4 Example of Production Planning Flow

4. 블록 배량 자동화

4.1 블록 배량 규칙 분석

조선소 블록 배량 작업자와의 인터뷰를 통해 현재 조선소에서 블록 배량 업무에 적용하고 있는 블록 배량 규칙을 정리하고 그 종류를 분류하였다. 이를 통해 블록 배량 자동화 시나리오를 작성하기 위한 다이어그램의 종류를 결정하였다.

Table 2는 H중공업의 블록 배량 규칙의 일부를 보여 준다. 모든 제작처는 공통적으로 GPE 블록의 조립 블록 제작을 우선 순위에 둔다. 그리고 각각의 제작처는 제작처의 공간 제약 조건 및 업무 처리 능력에 따라 블록 별 우선 순위를 결정한다. 블록 배량 규칙 분석 결과 다음과 같이 크게 3가지 종류의 규칙을 정의하였다.

- ① 블록 Type과 GPE 블록 제작처에 따른 우선 순위
- ② 제작처의 공간 및 물량 제약 조건으로 인한 동시 제작 가능 블록의 개수 제한
- ③ 제작처의 공간 제약 조건으로 인한 제작 가능 블록 크기 제한

4.2 블록 배량 자동화 다이어그램 기능 정의

앞에서 분석한 블록 배량 규칙을 기반으로 블록 배량 자동화 시나리오를 작성하기 위한 다이

Table 2 Block allocation rules

Name	Block allocation rules
공통	- 선미 블록 전량 사내 제작 - GPE 제작처와 같은 제작처에 우선 배정 - 제작처별 설비제한 및 조립 처리능력 고려
제작처1 (정반1)	- E/R 블록 > 선미블록 순으로 우선 배정 - 도장가능 Size 제약(14×18×7.0M) - E/R Casing 블록, 도크 단독 탑재블록 배정
제작처2 (정반2)	- 제작처2 선수 GPE 제작 블록 및 C/Hold 일부 배정 - E/R 블록 일부만 배정(제작처1 E/R 블록 과부하 시기) - 대형 블록(Bottom, S/S) 동시기 배정 제한 (3)
제작처3 (정반3)	- 제작처3 GPE 블록 전략 제작처 3 배정 - C/Hold 위주 배정
제작처4 (정반4)	- 제작처4 GPE 제작 블록 배정

어그램의 기능을 정의하였다. 다이어그램은 세가지 종류의 규칙을 모두 정의할 수 있고, 여러 규칙을 동시에 적용할 수 있도록 그 기능을 정의하였다.

다이어그램의 기능은 분기, 제작처, 조건, 판단의 네 가지로 구분하여 정의하였다. 제작처 다이어그램은 블록이 배량되는 제작처를 가시적으로 보여주는 기능을 하고, 나머지 세가지 다이어그램은 규칙을 입력하고 판단하는 기능을 수행한다. 각각의 세부 기능은 Table 3과 같다.

Table 3 Function of diagram

Name	Diagram	Description
분기		조건에 따라 복수 개의 Case로 분기
제작처		블록 제작처 또는 정반
조건		분기를 나누거나 판단하기 위한 조건문
판단		조건의 만족 여부를 판단하여 Yes/No로 분기

4.3 블록과 제작처의 데이터 모델

블록 배량 규칙을 다이어그램으로 표현하기 위해서는 블록과 제작처에 대한 정보를 기반으로 한 조건의 비교가 필수적이다. 따라서 블록 배량 규칙에 따라 필요한 조건을 확인할 수 있는 데이터를 포함하는 블록과 제작처의 데이터 모델을 구성하였다. 블록과 제작처 데이터 모델의 세부 내용은 Table 4와 같다. 블록의 데이터 모델은 기본적으로 블록 번호를 포함하고 블록의 중량과 크기에 대한 정보를 포함한다. 또한 최종 블록 배량 결과는 중일정 계획의 일정 계획 결과물이므로 일정 정보와 제작처 정보를 포함한다. 제작처의 데이터 모델은 제작처 이름과 제작처 번호, 그리고 제작처가 가지고 있는 제약 조건을 확인하기 위한 Capacity와 크기 제약 정보 등을 포함한다.

4.4 블록 배량 시나리오 작성

앞서 정의한 다이어그램과 블록 배량 규칙을 기반으로 Fig. 5의 시나리오 개념 모델을 작성하였다. 총 다섯 가지의 조건을 반영하였고, 부하 평균화는 제작처1과 제작처2에 대하여 두 가지 조건을 적용하였다. 시나리오에 들어온 블록은 첫 번째 판

Table 4 Data model of assembly block and shop

Class	Data Type	Name	Description
AssyBlock	string	BlockNumber	조립 블록의 고유 번호
	double	Length	조립 블록의 길이
	double	Breath	조립 블록의 폭
	double	Height	조립 블록의 높이
	double	Weight	조립 블록의 중량(ton)
	int	BlockType	조립 블록의 Type
	DateTime	StartDate	조립 블록의 제작 시작일
	DateTime	EndDate	조립 블록의 제작 완료일
	string	PeShopNumber	조립 블록의 PE블록 제작 공장 번호
	string	AssyShopNumber	조립 블록의 제작 공장 번호
Shop	string	ShopName	조립 블록을 제작할 제작처 또는 정반 이름
	string	ShopNumber	조립 블록을 제작할 제작처 또는 정반 번호
	double	MaxCapacity	제작처의 최대 허용 물량(ton)
	double	UsedCapacity	제작처의 사용 물량(ton)
	double	LengthConstraint	제작처의 제작 가능한 조립 블록의 최대 길이
	double	BreathConstraint	제작처의 제작 가능한 조립 블록의 최대 폭
	double	LoadFactor	제작처의 사용 물량/제작처의 최대 허용 물량
	int[]	BlockCountConstraint	제작처의 조립 블록 Type 별 제작 가능 개수

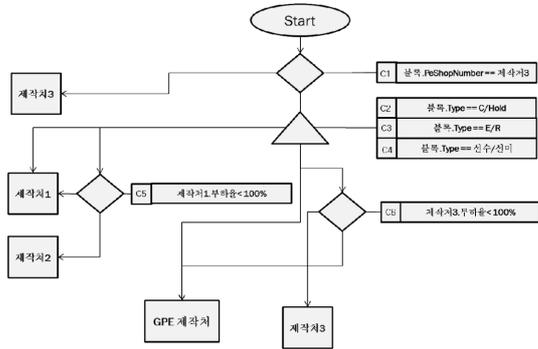


Fig. 5 Block allocation scenario

단기호에 의해 GPE 제작처의 위치를 판단하여 제작처3에서 GPE를 수행하게 될 블록은 제작처3으로 할당된다. 나머지 블록들은 분기문의 세 가지 조건문에 따라 각각 나누어지게 되고 모든 조건에 해당하지 않는 블록은 GPE 제작처에서 제작하도록 할당된다. 정리하면 Fig. 5의 시나리오 개념 모델은 4개의 분기와 분기를 나누기 위한 6가지 조건식으로 이루어져 있다. 그리고 시나리오에 의한 배량 결과, 3개의 제작처와 GPE제작처라는 하나의 조건으로 이루어진 제작처에 블록이 할당된다. GPE제작처는 GPE제작처에 따른 각각의 분기를 간단히 표현하기 위해 정의하였다.

4.4 블록 배량 자동화 시스템 구현 및 테스트

앞서 작성한 블록 배량 시나리오 개념 모델을 블록 배량 자동화 시스템을 이용하여 구현하였다. 구현된 모델은 Fig. 6과 같다. 구현된 모델을 활용하여 블록 배량 자동화 시스템의 시나리오에 따라 1개월의 블록 제작 물량을 각각의 제작처에 할당하여 보았다. 총 21690 ton의 블록을 제작처에 할당하였고 그 결과는 Table 5와 같다. 실제 블록 배량 작업자의 배량 결과와 비교를 위해 제작처별 부하율의 평균과 표준편차를 계산하여 함께 표로 정리하였다.

제작처별 최대 허용물량(MaxCapa)의 차이가 있기 때문에 단순히 사용된 물량(UsedCapa)의 비교로 부하 평준화 정도를 확인하기 어렵다. 따라서 제작처별 부하율(UsedCapa/MaxCapa)을 계산하여 부하율에 대한 표준편차 값으로 부하 평준화 정도를 비교하였다. 실제 작업자의 결과는 평균 98.8, 표준편차 9.6으로 4개의 제작처의 허용량(MaxCapa)를 충분히 활용하고 물량 분배 또한 평준화되어

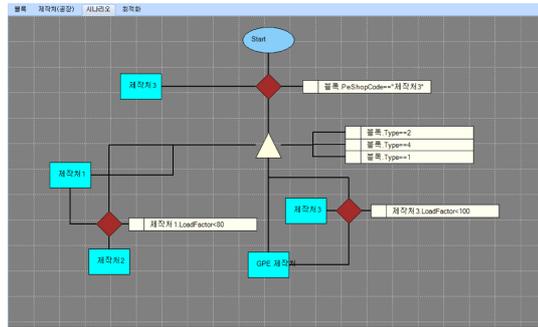


Fig. 6 Automatic block allocation scenario (1)

Table 5 Automatic block allocation result (1)

	작업자			자동화 시스템	
	MaxCapa	UsedCapa	부하율	UsedCapa	부하율
제작처1	2340	2364.2	101.0	4112.0	175.7
제작처2	3200	2716.0	84.9	2086.0	65.2
제작처3	11425	12193.5	106.7	15284.0	133.8
제작처4	4300	4416.5	102.7	4.0	0.1
평균			98.8		93.7
표준편차			9.6		77.3

있다는 것을 확인할 수 있었다. 반면에 자동화 시스템의 결과는 평균 93.7, 표준편차 77.3으로 물량 분배가 고르지 않다는 것을 확인할 수 있다. 이는 각각의 제작처의 부하율로도 확인할 수 있다. 자동화 시스템의 결과에서 제작처2의 부하율은 65.2로 매우 낮은 반면 제작처1과 제작처3의 부하율은 100보다 상당히 높은 것을 확인할 수 있다. 이는 Table 2의 블록의 특성을 반영한 규칙 외에 작업자가 블록 배량 계획을 하는 과정에서 부하를 조정하기 위해 고려하는 규칙들이 추가로 존재한다는 것을 의미한다. 따라서 부하 평준화를 위한 조건을 추가하여 새로운 블록 배량 시나리오를 작성하였다.

Fig. 7이 두 가지의 부하 평준화 조건이 추가된 새로운 시나리오 구현 모델이다. Table 6에서 처음 작성한 블록 배량 시나리오와 그 결과를 기반으로 수정된 블록 배량 시나리오의 결과를 비교하기 위하여 처음 작성한 블록 배량 시나리오의 결과는 자동화 시스템(1), 수정된 블록 배량 시나리오의 결과는 자동화 시스템(2)로 구분하였다. 먼저 자동화 시스템(1)과 자동화 시스템(2)를 비교해 보면 제작처1과 제작처3의 부하율이 크게 낮아진 것을 확인할 수 있다. 그 결과 자동화 시스템(2)의 표준편차가 13.6으로 자동화 시스템(1)에 비해 크게 감

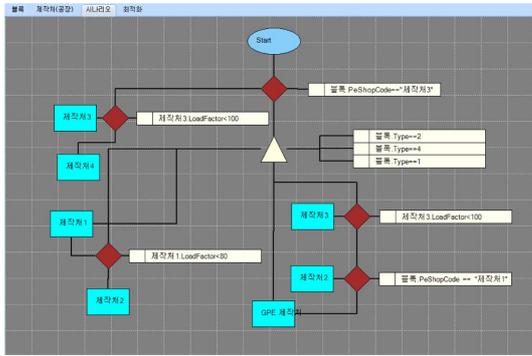


Fig. 7 Automatic block allocation scenario (2)

Table 6 Automatic block allocation result (2)

	작업자			자동화 시스템(1)		자동화 시스템(2)	
	MaxCapa	UsedCapa	부하율	UsedCapa	부하율	UsedCapa	부하율
제작처1	2340	2364.2	101.0	4112.0	175.7	2861.0	122.3
제작처2	3200	2716.0	84.9	2086.0	65.2	3337.0	104.3
제작처3	11425	12193.5	106.7	15284.0	133.8	11468.0	100.4
제작처4	4300	4416.5	102.7	4.0	0.1	3857.0	89.7
평균			98.8		93.7		104.2
표준편차			9.6		77.3		13.6

소하였다. 이 결과는 수작업 결과와 비교하여도 많이 근접한 것을 알 수 있다.

두 가지의 자동화 시나리오에 따른 결과와 작업자의 배량 결과를 비교하였을 때 작업자의 배량 결과가 자동화 시스템을 활용한 결과에 비해 더 좋은 부하 평준화 정도를 보여주고 있는 것을 확인할 수 있었다. 이는 작업자가 블록 배량 계획을 하는 과정에서 앞서 분석한 Table 2의 블록 배량 규칙만을 적용하기 보다 블록이 배정된 상황에 따라 직관적인 판단도 함께 수행하고 있음을 보여준다. 이러한 판단이 일부 적용된 결과가 두 번째의 자동화 결과라고 생각할 수 있다. 따라서 과거의 블록 배량 결과, 블록 배량 작업자의 know-how, 현재의 조선소 블록 제작 상황을 기반으로 시나리오 수정 과정을 반복적으로 수행한다면 좀 더 최적에 가까운 배량 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각한다. 또한 자동화 시스템은 블록 배량을 수행하는 작업 시간의 관점에서 작업자의 수작업에 비해 높은 효율성을 가지고 있다. 자동화 시스템은 6개월치 물량을 1분 안에 배량하는 반면 작업자가 작업할 경우 난이도에 따라 4시간에서 8시간의 작업 시간이 요구된다. 시나리오 작성 과정을 고려하더라도 자동화 시스템이 훨씬 효율적이라는 것을 알 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구방향

본 연구에서는 조선 중일정 계획 과정 중 가장 많은 업무량을 차지하고 있고, 대부분의 조선소에서 전문가의 경험에 의해 이루어지고 있는 블록 배량 계획에 대한 자동화 방법을 제시하였다. 블록 배량 규칙 분석을 통해 규칙을 가시적으로 표현하기 위한 다이어그램을 정의하고, 규칙에 따라 블록과 제작처의 정보를 비교할 수 있도록 각각의 데이터 모델을 정의하였다. 또한 본 연구에서 정의한 다이어그램을 활용하여 실제 조선소의 블록 배량 시나리오 작성을 통해 다이어그램의 블록 배량 규칙 표현 기능을 검증하고 구현된 시스템을 통하여 블록 배량 결과에 대해 비교하였다. 그 결과 다이어그램을 통해 조선소의 블록 배량 규칙의 표현이 가능하고, 시나리오 수정 과정의 반복을 통해 실제 배량 결과에 가까운 결과를 얻을 수 있다는 것을 확인하였다. 본 연구에서 제시한 다이어그램을 활용한 블록 배량 계획 자동화 방법은 블록, 제작처 정보와 함께 다이어그램을 통해 블록 배량 규칙을 가시적으로 확인할 수 있어 블록 배량 자동화뿐만 아니라 블록 배량 규칙의 검증에 활용될 수 있다. 또한 조선소 상황의 변화에 따른 블록 배량 규칙의 변화에 유연하게 대처할 수 있는 자동화 시스템이다.

추가적으로 더 다양한 블록 배량 결과에 대한 시나리오 검증을 통해 다이어그램을 활용한 블록 배량 규칙 표현 방법의 유효성을 향상시킬 필요성이 있다. 또한 더 좋은 부하 평준화 결과를 위해 최적화와 연계한 연구를 수행할 계획이다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 글로벌전문기술개발사업 Smart Work 기반 조선생산실행시스템 개발과제 (10039739), 산업원천기술개발사업 시뮬레이션 기반의 선박 및 해양플랜트 생산기술 개발과제 (10035331)의 지원을 받아 수행하였습니다.

참고문헌

- Kim, H.H., Kang, J.H. and Park, S.S., 2002, Scheduling of Shipyard Block Assembly Process using Constraint Satisfaction Problem, *Asia*

- Pacific Management Review*, 7(1), pp. 119-138.
2. Kim, K.-D., Jeon, I.-W. and Kim, T.-H., 2002, A Study on Loading and Scheduling of Assembly Block in Shipbuilding, *Journal of Industrial Technology*, 22(B), pp. 61-70.
 3. Kang, B.-S., 2002, Systematic Analysis and Synthesis of Ladder Diagrams for PLCs Based on Discrete Event Models, M.SC Thesis, Univ. of Ulsan.
 4. Lee, G.B. and Lee, J.S., 1999, The Application of a Virtual Plant Simulator and a Ladder Diagram of PLC, *Proceedings of The Korean Institute of Electrical Engineers*, No.7, pp. 699-702.
 5. Jee, E.K., Jeon, S.J. and Cha, S.D., 2009, A Formal Verification Technique for PLC Programs Implemented with Function Block Diagrams, *Journal of KISS : Computing Practices*, 15(3), pp. 211-215.
 6. Lee, S.-M., 2004, A Study on the Control Circuit Design of High Level Elevator Using SFC Language, M.SC Thesis, Changwon Univ.
 7. Lee, J.M., 2007, An Integrated Process and Evaluation Framework for Planning Production of Large Shipyards, Ph.D. Thesis, Seoul National Univ.



황 인 혁

2006년 서울대학교 조선해양공학
학사

2006년~현재 서울대학교 조선해양
공학 석박사통합과정

관심분야: Product Lifecycle Man-
agement, Digital Manufacturing,
Systems, Systems Engineering



남 승 훈

2010년 서울대학교 조선해양공학
학사

2010년~현재 서울대학교 조선해양
공학 석박사통합과정

관심분야: Discrete Event Simulation,
Shipyard Layout, Digital Manu-
facturing



신 중 계

1977년 서울대학교 조선해양공학
학사

1979년 서울대학교 조선해양공학
석사

1988년 Massachusetts Institute of
Technology Ocean Engineering
Ph.D.

1997년~현재 서울대학교 조선해양
공학과 교수

관심분야: Discrete Event Simulation,
Digital Manufacturing, 생산관
리, 스케줄링