

건설기계 조립 라인 투입 순서를 고려한 제관 공정 생산 스케줄링에 관한 연구

A Study on the Body Welding Operation Scheduling Considering the Assembly Line's Input Sequence in Construction Equipment Manufacturing

김기동* 최호식**
Kim, Ki-Dong Choi, Ho-Sik

Abstract

The body of an excavator, one sort of the construction equipment, consists of mainframe part, track frame part, boom part and arm part. The all parts are manufactured in the body welding operation.

The scheduling in the body welding operation of a construction equipment manufacturing is to take all the various constraints into consideration. The offset time, due date, daily capacity of operations, daily jig's capacity, precedence relation, outsourcing, alternative resource and all of the shop floor environment should be considered. An APS(Advanced Planning & Scheduling) system is a proper and efficient system in such circumstance.

In this paper, we present an APS system, the optimal scheduling system for the construction equipment manufacturing specifically for the body welding operation, using ILOG Solver/Scheduler. ILOG Solver/Scheduler is a general purposed commercial software which supports to find a feasible or optimal solution using object oriented technique and constraints satisfaction programming, given constraints and objectives.

키워드 : 건설기계, APS, ILOG

Keywords : construction equipment, APS, ILOG

1. 서론

국내 건설기계산업의 수출량은 꾸준히 증가하고 있으며 세계시장에서 경쟁은 치열해지고 있다. 특히 굴착기는 꾸준히 생산량이 증가하고 있지만 부품, 소재 등 중간재와 기계류 등 핵심 부품산업의 낙후로 생산 및 수출 확대가 오히려 수입을 유발하는 구조가 고착되어있다[6]. 따라서 건설기계산업의 수출경쟁력 재고와 원활한 부품 수급을 위해 효율적인 생산관리가 필요하다. 특히 건설기계는

종류가 다양하고 대당 가격이 비싸며 중량이 무거워[7] 최적화된 계획을 통해 재공 및 완제품 재고 비용을 최소화하는 것이 매우 중요하다.

현재 대부분의 건설기계 업체에서는 생산계획 수립에 과도한 시간이 소요되고, 계획 생성시 human error가 발생되고 있으며, 각종 제약조건을 동시에 고려한 계획 수립도 어려운 실정이다. 또한, 우선순위 및 자원의 효율적 배분을 통한 비용 절감 및 생산성 향상이 필요한 상황이며, 유연하고 편리한 통합 생산계획 시스템을 통해 빠른 시간에 최적의 수정된 계획도 필요한 상황이다.

이러한 내부 및 외부 경영환경이 급격히 악화되는 상황에서 계획의 다양한 요구 사항 및 경영환

* 강원대학교 산업공학과 교수, 공학박사

** (주)인포미아 컨설턴트, 공학석사

경 변화에 능동적으로 대처하기 위한 방법의 하나로 최적의 생산계획 수립을 효과적으로 뒷받침할 수 있는 APS(Advanced Planning & Scheduling) 시스템의 필요성이 대두되고 있다.

김영진[1]은 혼합모델 조립 라인의 생산 순서 계획에 사용될 발견적 기법을 제안하였고, 이를 통해 컨베이어의 중단 위험과 총 부가작업(utility work)을 최소화하는 제품 작업 순서를 구하는 문제를 풀이하였다.

이순규[4]는 주문생산 방식의 생산환경에서 ERP(Enterprise Resource Planning) 시스템을 적용한 사례를 소개했다. ERP 시스템에서 제공하는 Forward scheduling 및 Backward scheduling 기법을 소개하고 다음의 탐색 방법을 이용한 일정계획에 대하여 연구하였다.

석진우[2]는 중소기업의 주문생산 공정에 적용한 MRP에 대해 설명하고 적용 사례를 소개하고, 짧은 납기와 주문변화에 신속히 대응할 수 있는 일정계획의 시스템을 구축함으로써 기업 경쟁력 제고를 목적으로 연구했다.

정한욱[5]은 자동차 부품을 생산하는 공장의 주문생산 방식에 대해 기존의 수작업으로 행해지던 생산계획과 외주 일정계획을 전산화하는 것을 목적으로 연구했다.

본 논문에서는 국내 유수의 굴착기 제조 기업인 D기업을 대상으로 하고 있다. 굴착기 제조계획중 상위 계획인 굴착기 최종 조립 라인의 투입 순서 계획이 정상적으로 지켜질 수 있도록 하기 위하여 제관 공정의 투입일 및 투입 순서 결정과 관련된 제관 계획 수립 문제를 다룬다. 제관 계획과 관련된 제약 조건 및 사용자가 원하는 목적에 맞추어 빠르고 신속한 결과를 제시해 주도록 하기 위한 제약 적용 방법 및 결과를 얻기 위한 효율적인 탐색 방법론을 제시하였다.

2. 건설기계 프로세스 분석

2.1 굴착기의 구성

굴착기는 흙이나 암석을 파거나 파낸 것을 정리하는 기계장치를 말한다. 부위별로 상부회전체, 하부추진체, 전부장치로 구분할 수 있다[10]. 상부회전체는 굴착기에 운전자가 탑승하고 굴착기를 조작하기 위한 부품이 부착되는 부분으로 하부추진체의 프레임 위에 설치되고 앞쪽에는 전부장치가 설치된다. 굴착기의 동력 전달방식에는 유압, 전기, 기계, 공압, 수압 등의 여러 가지 방식이 있다[11].

2.2 굴착기 제조 프로세스

굴착기 제조 프로세스는 제관공정, 조립공정, 프론트 장착, 세척 및 도장 공정으로 나눌 수 있다

[3].

제관이란 철판재료를 원통모양으로 굽히고 경관을 원하는 형태로 만들어 용접 등의 방법으로 결합한 다음 여러 가지 부품들을 결합시키는 작업을 말한다[12].

제관공정은 메인프레임, 트랙프레임을 제관하는 공정과 붐, 암을 제관하는 공정으로 나눌 수 있다. 조립공정은 제관공정에서 만들어진 메인프레임과 트랙프레임에 유압밸브 등의 부품을 설치하고 상부회전체와 하부추진체를 조립하는 공정이다.

프론트 장착 공정은 조립공정에서 만들어진 상부회전체와 하부추진체에 전부장치를 조립하는 공정이다.

2.3 건설기계 생산 계획 개관

굴착기를 생산하기 위해서는 국내/국외의 주문 수요량과 공장 능력을 고려한 중장기의 계획에서부터 각 파트를 제조하는 공정 계획까지 다양한 계획이 존재한다. 이런 계획들 중 굴착기 생산의 병목(bottleneck)인 조립 생산 라인의 굴착기 투입 순서를 결정하는 계획이 가장 중요하다. 일일 총 굴착기 투입대수는 상위 생산 계획으로부터 결정된다. 그 후 작업장 현실 상황, 자재 가용성 등을 고려하여 현실적으로 실행 가능한 조립 투입 순서(생산 순서)를 결정하며 필요한 경우 총 투입대수의 재조정이 이루어진다. 조립 라인 투입 순서 계획은 제관 부품 및 전기 장치 등을 투입하여 굴착기에 운전자가 탑승하고 굴착기를 조작하기 위한 부품이 부착되는 부분인 상부 회전체와 동력을 전달하는 부분인 하부 회전체 및 바퀴, 전기 장치, 등을 조립하는 과정을 대상으로 작업자의 부하 및 난이도 등을 고려하여 투입 순서를 결정하고 이를 바탕으로 제관 공정 계획이 수립된다. 제관 공정 계획은 조립 라인에 투입되는 파트인 메인프레임, 트랙프레임, 붐, 암 등에 관련하여 조립 투입 일을 지킬 수 있도록 철판 제조의 수행 일정을 계획하는 것이다.

2.4 제관 공정 생산 스케줄링 현행 방법

제관 공정 생산 스케줄링은 현재 제관 공정 상태를 기초로 상위 계획인 조립 생산 라인의 투입 순서를 유지할 수 있도록 제관품을 적시에 조립 생산 라인에 공급하기 위한 계획이다. 현재 D사의 경우, 제관 공정 생산 스케줄링 방법은 크게 두 가지가 있다. 그 중 하나는 현재 제관 공정의 실적 및 공정별 재공 상태를 중시하여 기존 제관 계획 및 실적에 중점을 두어 계획을 수립하는 방법이다. 다른 하나는 조립 생산 라인의 투입일 및 투입 순서를 중시하여 조립 투입일 기준으로 역순으로 계획을 수립하는 방법이다.

3. 제관 공정 생산 스케줄링 문제

3.1 제관 공정 생산 스케줄링의 제약 사항

조립 생산 라인의 투입 순서를 유지하도록 제관품을 공급하기 위해서는 제관 공정 생산 스케줄링의 제약 사항을 준수하는 상태에서 제관 공정 계획을 수립해야만 한다.

3.1.1 일간 공정별/지그별 생산능력 제약

생산능력 제약이란 일별 생산 가능한 제관품의 수량에 대한 제약이다. 제관품의 일별 생산량은 Shop Calendar에 정의된 일자를 기준으로 각 일자별 생산 가능 수량을 초과할 수 없다는 제약이다.

제관 공정은 센터상 가공, 메인프레임 제관, 메인프레임 용접, 센터하 제관, 센터하 가공, 사이드프레임 가공, 트랙프레임 용접, 봄센터 블록, 봄바디 제관, 봄가공, 암가공의 4개 파트로 총 11개 공정으로 구성된다. 일간 공정별 생산능력 제약은 각 공정에 대한 생산 능력 제약이다.

지그별 생산능력 제약이란 각 제관 공정에서 사용하는 기구인 제관 공정별 지그(Jig)에 대한 지그별 일별 생산 수량 제약이다. 제관 공정에서 사용하는 지그는 제관품별 규격이 다르기 때문에 호환이 불가능한 지그가 존재하며, 제관품별 호환이 가능하다 하여도 셋업 시간(준비교체시간)이 길기 때문에 가능한 대체 지그를 사용하지 않고, 전용으로 사용 가능한 지그만을 사용하는 특성이 있다.

3.1.2 납기일 제약

납기일 제약(조립 라인의 투입일 및 투입 순서 내에 생산하도록 하는 제약)이란 제관 공정에서 처리되어야 하는 작업은 제관품의 최종 조립라인 투입 계획일 이전에는 처리가 완료되어서 조립 라인에 투입되어야 한다는 시간 제약이다. 해당 제약을 어길 경우, 조립 라인 스톱을 가지고 올 수도 있으므로, 생산 능력 제약 못지않게 중요한 제약으로 현장에서 생각하고 있다.

3.1.3 Offset time 제약

Offset time 제약이란 조립투입일 까지 걸리는 시간과 관련된 시간 제약이다. 해당 공정부터 조립라인 투입일(조립투입일)까지의 생산에 필요한 표준 소요 시간 제약을 의미한다. Offset time은 셋업 시간과 가공 시간을 포함한다. 건설기계 생산에 필요한 시간 단위는 제조하는데 많은 시간이 필요하기 때문에 일상적으로 사용하는 시/분/초 개념의 시간 대신에 하루를 1로 사용하고 이를 십등분하여 소수 첫째자리까지 사용하는 시간 단위를 기준으로 관리하고 있다. 다음 그림 1에 공정별 offset time을 도시했다.

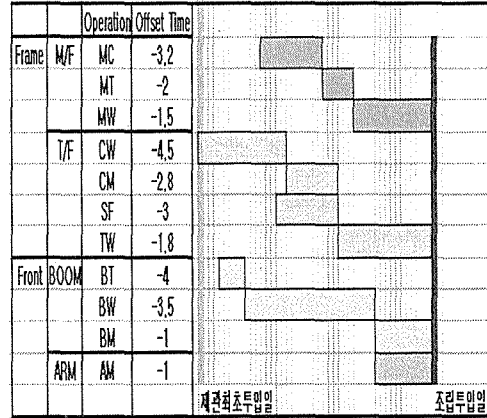


그림 1 공정별 offset time

3.1.4 선후행 관계 제약

선후행 관계 제약이란 제관 공정 사이의 제약으로 선행 공정이 완료된 후에 후행 공정의 작업 진행이 가능한 작업 순서 제약을 의미한다. 건설기계의 본체는 메인프레임, 트랙프레임, 봄, 암의 네 개의 큰 파트로 이루어진다. 이들 사이에는 선후행 관계가 존재하지 않으며 각 파트를 이루는 작은 파트들 사이에는 선후행 관계가 존재한다. 다음 그림 2에 이러한 선후행 관계를 도시했다.

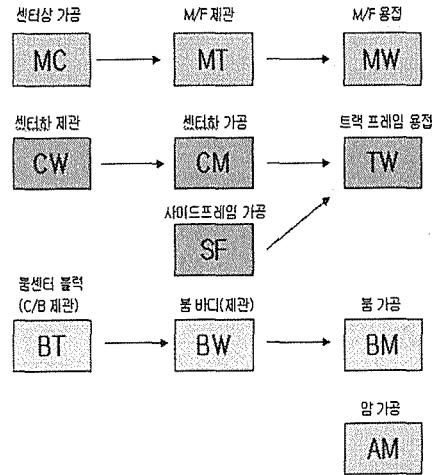


그림 2 공정별 선후행 관계

3.1.5 1/10일 처리 관련 생산능력 제약

1/10일 처리 관련 생산능력 제약이란 위에서 설명된 바, 건설기계 생산 계획에 필요한 최소 시간 단위는 하루의 1/10 단위로 처리한다고 하였기 때문에, 이와 관련된 생산능력 제약도 하루의 1/10

기간 동안의 생산능력을 설정하고 이를 초과할 수 없다는 제약이다. 1/10 단위로 처리하기 위해서 일일 생산능력을 시간대 별로 분배하는 방법은 전체 생산능력을 10등분하여 각 시간대별로 고르게 분배하면 된다. 다만 10등분한 결과가 분수가 되는 경우 특정 시간대에 배치해야 하는데 이에 대해 세 가지 방법을 고려해 볼 수 있다. 다음 그림 3에 이러한 방법에 대해 도시했다. 아래의 예는 15개의 생산 능력을 갖춘 공정이 있을 경우, 이를 분배하는 방법을 설명하고 있다. 도시된 방법 중 첫 번째 방법, 즉 균등히 분배하여 고려하는 방법은 하루 총 생산 능력을 시간대 별로 가능한 한 고르게 배분하는 방법이며, 본 연구에서는 이 방법을 이용하여 생산 능력을 분배한다. 두 번째 방법은 앞 시간대에 중점적으로 배치하는 경우이며, 세 번째 방법은 뒤 시간대에 분배하는 경우이다.

두 번째 방법으로 생산능력을 분배할 경우, forward 배치의 경우에는 생산 능력이 높아지는 효과를 볼 수 있고, 세 번째 방법으로 생산능력을 고려할 경우, backward 배치의 경우 생산 능력이 높아지는 효과를 볼 수는 있지만 전체적인 Duration이나 Due Date와 관련된 Offset time을 위배할 수 있는 원인을 제공할 수 있다.

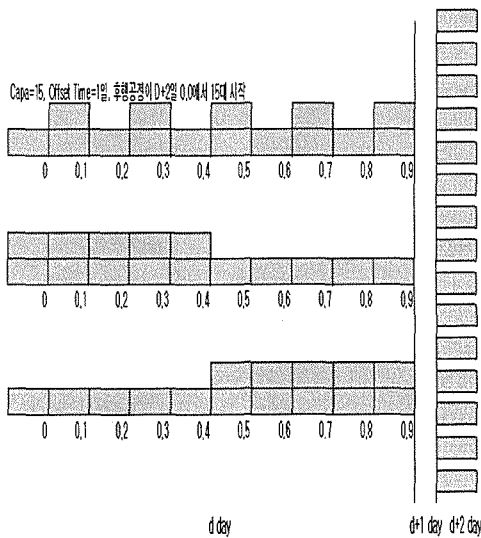


그림 3 1/10일 처리 관련 생산능력

3.1.6 대체 자원 제약

대체 자원 제약이란 여러 지그의 작업이 가능한 제관품과 관련하여 고려되는 제약으로 여러 지그 중 하나의 지그를 선택해서 작업할 경우 고려해야 하는 자원 제약이다. 현재 대체 자원, 즉 대체 지그와 관련하여 고려되는 제약으로는 주력 지그로

의 작업이 아닌 범용 지그로의 작업시에는 일별 공정별 생산 대수를 감량하여 적용하는 방법이 사용되고 있다. 대체 지그를 사용할 경우 작업 시간이 추가로 소요되는 경우가 있는데 이러한 경우, 일일 투입 대수를 조정함으로써 이를 반영하고 이를 감량이라고 부른다. 다음 그림 4에 대체 지그 사용과 감량의 관계에 대해 도시했다.

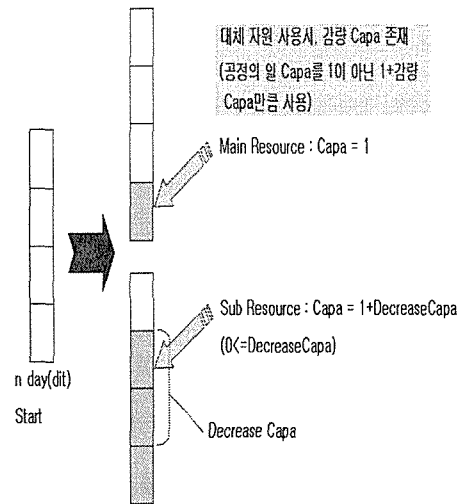


그림 4 대체 지그 사용과 감량

제관 계획 수립시, 감량을 처리하는 방법으로는 일별 생산 대수를 감소시켜 사용해 주는 방법과 일별 생산 대수는 동일시키고 작업 능력을 감소시켜 처리하는 방법의 두 가지 방법을 고려할 수 있다.

3.1.7 실적 제약

실적 제약이란 11개 제관 공정 각각에 대하여 이전 계획시 미리 계획된 공정별 제관 작업을 고려하여 신규 제관 공정 작업 계획을 수립해야 한다는 제약이다.

3.1.8 A/S 및 연구개발용 관련 제약

A/S 및 연구개발용 관련 제약이란 11개 제관 공정 각각에 대하여 요청 및 필요가 있을 경우 해당 공정에서 처리하여 정해진 날짜 내에 필요한 곳에 인도해야 한다는 제약이다. 다음 그림 5에 이 제약으로 인해 일정이 고정되어 지는 과정을 도시했다.

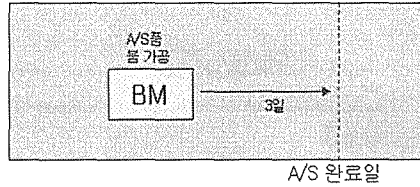


그림 5 A/S 및 연구개발용

3.1.9 일내 투입 순서 제약

일내 투입 순서 제약이란 조립 라인의 일별 생산 대수 중 해당 작업 순서를 고려하여 우선 라인에 투입되어야 할 대상을 먼저 투입되도록 유도하는 제약이다. 건설 기계 조립 라인의 경우, 대형을 조립하는 라인과 중소형을 조립하는 라인이 분리되어 있는 경우가 대부분이기 때문에 두 라인간의 라인별 일내 순서에 offset time에서 사용하는 하루를 십등분하여 간주하는 1/10의 개념을 사용할 경우 최소 offset time을 보장하기 위해 다음의 수식 (1)을 만족해야 한다.

$$\left(\frac{\text{후행공정투입순서}}{\text{후행공정총대수}} - \frac{\text{선행공정투입순서}}{\text{선행공정총대수}} \right) \geq \text{offset time} \quad (1)$$

3.1.10 번호 역전 방지 제약

굴착기의 경우는 생산 기종당 고유 번호인 호기 번호를 갖고 있다. 이 호기번호는 기종당 Key가 되며 특별한 경우를 제외하고는 낮은 숫자의 호기가 먼저 각 제관 공정에서 생산되어야 한다는 제약이다. 이중 굴착기 모델에 대한 제약 조건은 아니며 동일한 굴착기 모델에 대해서만 적용되어지는 제약이다.

3.2 제관 공정 생산 스케줄링의 목적함수

제관 조립 라인의 총 생산 대수는 주어진 상태에서 3.1절의 제약 조건을 만족하는 생산 순서를 결정하는 것이 제관 공정 생산 스케줄링의 기능이다. 반드시 지켜져야 하는 제약 조건은 3.1절에서 설명되었으며 이는 제약으로 작용한다. 그러나 반드시 지켜지지 않아도 좋지만 가능하면 지켜야 되는 제약이 존재하며 이를 목적함수로 표현하고 가능하면 목적함수 값을 최적으로 하도록 계획을 수립하게 했다.

이러한 제약 중 자가/외주 공정 구분 처리 제약이 있다. 이 제약은 11개 제관 공정 중 자가 및 외주가 모두 가능한 공정에 대해 적용되는 제약이다. 제약의 내용은 선행 공정이 외주일 경우, 가능하면 후행 공정도 외주로 처리되도록 유도하여야 한다는 것이다. 참고로, 외주 및 자가와 관련된 생산

능력은 구분되어 있다. 선행 공정을 외주로 처리하고 후행 공정을 자가로 처리할 경우, 공정 처리 시간 및 처리 비용에서 효율적이지 않다. 이 제약은 반드시 지켜져야 하는 제약은 아니고 가능하면 지켜져야 하는 제약인 관계로 제관계획에서는 이를 목적함수에서 반영했다.

예를 들어, 아래 표 1과 같이 세 개의 공정 Y1, Y2, Y3 가 있고, 이들 공정이 Y1, Y2, Y3의 순서로 진행된다고 하자. 각 공정행의 값이 0이면 자가, 1이면 외주를 의미한다. 따라서 첫 행의 값 '0 0 0'은 모든 공정이 자가임을 의미하고, '1 1 1'은 모든 공정이 외주임을 의미한다. 그러면 세 개의 공정에 대해 총 8가지의 경우가 생기는데, 이들 각 조합에 대해 우선 순위를 부여했다. 우선 순위가 높을수록(작은 값일수록) 선호되는 조합이다.

표 1 자가/외주 공정 우선 순위

공정			우선순위	최종점수 (Minimize)
Y1	Y2	Y3		
0	0	0	1	0
1	1	1	1	0
0	0	1	2	2
0	1	1	2	2
1	1	0	3	4
1	0	0	3	4
1	0	1	4	6
0	1	0	4	6

제관 일정계획에서는 높은 우선 순위의 조합이 선택될 수 있도록 목적함수에 이를 반영하였다. 각 우선 순위별로 점수를 부여하고 높은 점수를 얻을 수 있도록 목적함수를 구성하였다. 아래의 수식 (2)를 이용할 경우 우선순위가 높은 쪽으로, 즉 최종 점수가 작아지도록 유도되어진다.

$$3 * (|Y_2 - Y_1| + |Y_3 - Y_2|) + (Y_1 - Y_3) \quad \dots\dots\dots (2)$$

조립 생산 라인의 투입 순서를 유지하도록 제관 품을 공급하기 위해서는 제관 공정 생산 스케줄링의 제약 사항을 준수하는 상태에서 제관 공정 계획을 수립해야만 한다.

4. 제관 공정 생산 스케줄링 방법론

4.1 제관 공정 생산 스케줄링 방법론

현재 제관 공정 스케줄링을 수행한 업체는 국내 업체 D사로 규모면에서나 생산 대수 측면에서나

세계 선두 업체 중의 한 곳이다. 본 연구에서는 D사의 실제 업무규칙을 고려하여 제관 공정 생산 계획 문제를 대상으로, 일정계획 수립시 결과의 질이나 해의 탐색 시간에서 우수한 성능을 보이는 범용 Software인 ILOG Solver/Scheduler를 이용하여 문제를 모델링하였다. ILOG에서 해를 찾는 과정은 일종의 탐색 과정으로 볼 수 있다[9]. 따라서 탐색 tree를 구성하는 방법이나 tree가 탐색해 나가는 방법에 따라 해를 찾는 속도에 상당한 차이가 있을 수 있다. 최적을 찾기 위해서는 이에 대한 탐색 공간을 모두 검사해야 하기 때문에 탐색 시간이 지수적으로 증가할 수 있다. ILOG에서 원하는 값을 얻기 위해서 ILOG Goal을 이용하여 탐색을 하고 탐색 시간을 줄이는데, 제관 공정의 실적 및 조립 라인의 투입일을 고려하기 위한 탐색 방법으로 대체 자원(Alternative Resource)을 고려한 Forward Goal 및 Backward Goal을 사용하였다.

대체 자원을 고려한 Forward Goal이란 실적, 등을 기준으로 계획 시작일로부터 먼저 투입할 수 있는 공정의 주설비 및 대체설비를 사용한 작업을 대상으로 최적의 계획이 되도록 설비를 선택하여 앞쪽부터 작업(Activity)을 할당해나가는 방식이고, 대체 자원을 고려한 Backward Goal이란 조립 라인의 투입일(Due Date)를 기준으로 계획 종료일부터 먼저 투입할 수 있는 공정의 주설비 및 대체설비를 사용한 작업을 대상으로 최적의 계획이 되도록 설비를 선택하여 뒤쪽부터 작업(Activity)을 할당하는 방식이다. 현재의 재공량, 등의 작업 처리 상황을 고려하여 계획 수립자가 선택할 수 있도록 해주었다.

4.2 제관 공정 생산 스케줄링의 제약 조건 관련 ILOG 함수

3장에서 설명된 제약들은 모두 ILOG Solver/Scheduler를 이용하여 모델링되었다. 이 중 그 성격이 서로 다른 일간 공정별/지그별 생산능력 제약, 선후행 관계 제약에 대해 ILOG Solver/Scheduler에서 모델링된 내용에 대해 자세히 설명한다.

일간 공정별/지그별 생산능력 제약을 고려하기 위해서 ILOG에서 제공하는 IloCapResource class의 하위 class인 IloDiscreteEnergy class를 사용하였다[8].

Include files: <ilsched/iloscheduler.h>

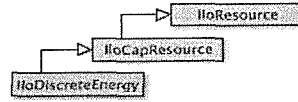


그림 6 IloResource Class

IloDiscreteEnergy는 일마다 Resource가 새로 생성되는 문제를 모델링하기에 적합하다. 이 함수는 3가지의 매개 변수(parameter)로 구성된다. 이 세 가지 매개 변수는 Resource가 생성되어지는 시간을 나타내는 timeStep, Resource가 생성되어지는 양(Capacity)을 나타내는 capacity 및 해당 Resource의 이름으로 구성된다.

```
IloDiscreteEnergy(const IloEnv env, IloNum
timeStep, IloNum capacity, const char * name=0)
```

선후행 관계 제약을 고려하기 위해서 ILOG에서 제공하는 IloPrecedenceConstraint의 멤버 함수인 startsAfterEnd를 사용하였다. 제관 공정의 경우 Preemption이 허용되지 않고, 작업이 끝난 후 정해진 시간 후에부터 후행 작업을 진행하는 경우와 정해진 시간을 엔진 내부에서 계산한 후에 후행 작업을 진행하는 경우가 있기 때문에 delay와 관련 되서는 상수와 변수, 두 가지의 경우를 사용하였다.

```
public IloPrecedenceConstraint startsAfterEnd
(IloActivity act, IloInt delay=0)
```

```
public IloPrecedenceConstraint startsAfterEnd
(IloActivity act, IloIntVar)
```

5. 구현된 제관 공정 생산 스케줄링 시스템

5.1 제관 공정 생산 스케줄링 관련 구축 시스템

다음 그림 7은 제관 계획 대상을 선택하는 화면이다. 상단에는 계획 구간과 관련하여 설정할 수 있는 부분이 있다. 하단에는 Forward 및 Backward 중 어떤 방법으로 탐색하여 계획 수립할지를 설정하는 부분과 자가/외주 공정 구분 처리가 필요한 공정에 대해서 설정할 수 있는 부분이 있다.

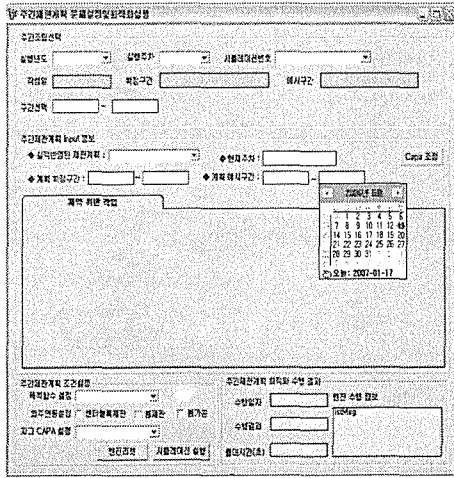


그림 7 제관 공정 스케줄링 설정 화면

다음 그림 8은 제관 계획의 공정별 실적을 반영하고 확인하는 화면이다. 실적은 기존 계획과 연계하여 계획 수립시 사용하며 Forward 계획의 기준점이 된다.

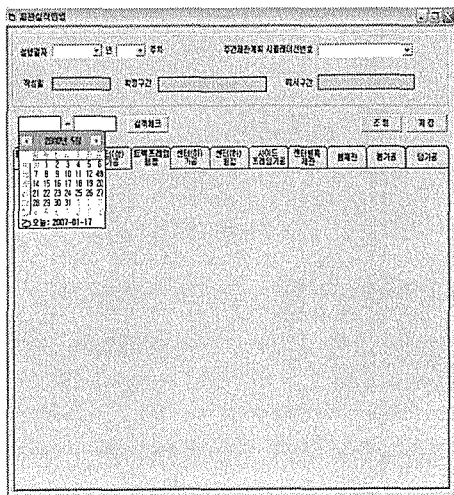


그림 8 제관 공정 스케줄링 실적 반영 화면

다음 그림 9는 제관 계획의 공정별 부하를 확인할 수 있는 확인하는 화면이다. 부하는 공정별 설비별로 확인이 가능하며 필요한 경우 엑셀변환도 가능하다.

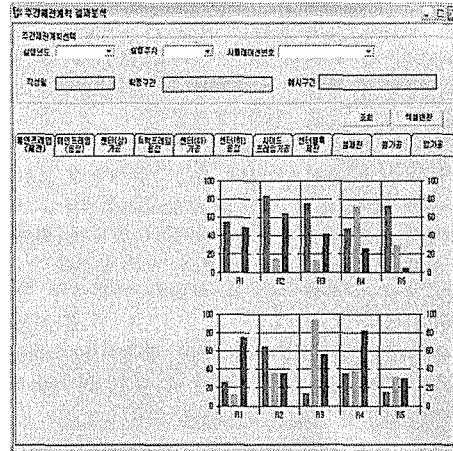


그림 9 제관 공정 스케줄링 결과 분석 화면

그림 10은 제관 계획의 결과를 확정하는 화면이다. 다양한 방법으로 시뮬레이션을 수행한 후에 계획 담당자가 가장 만족하는 결과에 확정하여 현재 확정된 계획을 차주 계획에 반영할 수 있다.

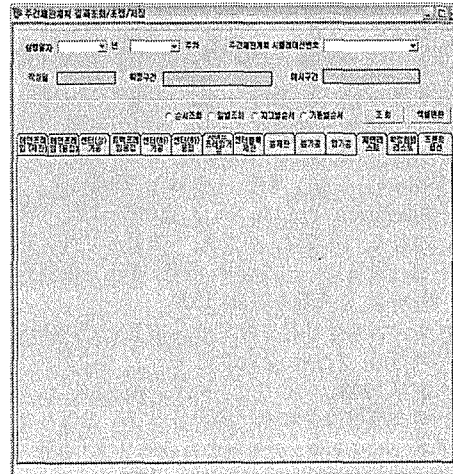


그림 10 제관 공정 스케줄링 확정 화면

6. 결론 및 추후 연구과제

본 논문에서는 제관 공정에서의 생산계획 관련 제약 조건 및 스케줄링 방법론에 대해서 설명하였고, 일정계획과 관련하여 우수한 성능을 보이는 범용 Software인 ILOG Solver/Scheduler를 제관 공정 생산 스케줄링 문제에 적용한 방법 및 실제 사용되고 있는 시스템의 일부를 도시하였다.

현재 APS 시스템을 도입함으로써 얻어지는 제관

계획 수립시 기대 효과는 제반 제약조건을 감안한 계획수립 및 최적의 생산 계획을 통하여 생산 계획의 정확성 향상 및 정확한 납기에측을 통한 생산관리 업무 효율 향상 효과를 얻을 수 있다. 또한, 기준정보의 신속/간편한 집계/처리/검증의 실시간 지원과 계획 수립의 자동 생성/수정/보완 등의 생산 계획 수립 생산성 향상 및 신속하고 간편한 계획 수립을 통한 생산 환경의 변화에 대한 대응 능력 향상 및 유관 정보화 시스템과의 연계운영을 통한 전사적 정보화 관리가 가능하게 될 것으로 기대된다.

추후에는 전체 공정의 부하 평준화(Leveling)를 고려한 생산계획 수립 방법론에 대한 연구가 좀더 이루어져야 하겠다.

참 고 문 헌

- [1] 김영진, "혼합모델 조립라인의 생산순서계획에 관한 연구," 석사학위 논문, 울산대학교 산업공학과, 2001.
- [2] 석진우, 정병목, "중소기업용 주문 생산형 MRP 시스템의 개발," 대한기술가공학회 춘계 학술대회논문집, pp.99-103, 2004.
- [3] 이상협, 민상규, 이병열, 하재태, 이원태, 조정호, "조립부품 다중 제작라인의 일정계획 및 운영 시스템 개발," 한국경영과학회/대한산업공학회 춘계공동학술대회, pp.425-428, 2005.
- [4] 이순구, 이영훈, "주문생산 방식 하에서 ERP를 응용한 일정계획 수립 사례연구," IE Interfaces, Vol.12, No. 3, pp.423-436, 1999.
- [5] 정한욱, 이희남, 이창호, "주문생산시스템하의 생산계획 모듈 개발에 관한 연구," 한국공업경영학회 춘계학술대회, 1999.
- [6] 한국기계산업진흥회, "한일 FTA추진에 따른 기계산업 경쟁력 강화방안 연구," 보고서, 산업자원부, 2005.
- [7] 한국산업기술재단, "중국산업 및 산업기술경쟁력 정보구축 산업기술기반조성에 관한 보고서," 연구보고, 산업자원부, 2005.
- [8] ILOG, "ILOG Scheduler 6.0 User Manual," ILOG, 2003.
- [9] ILOG, "ILOG Solver 6.0 User Manual," ILOG, 2003.
- [10] <http://blog.naver.com/moonhimoon? Redirect=Log& logNo=100018622999>
- [11] <http://blog.naver.com/yhno7/21511985>
- [12] http://scrapshop.co.kr/steel_01_8.htm