2005년도 추계 학술발표대회 발표논문, 2005년 11월, 경남 산청

생산 시뮬레이션을 통한 용접설비 및 공정변경에 따른 생산성 향상에 관한 연구

A Study of Improvement of Productivity by Change of Welding Facility and Process Variable Using Production Simulation Technology

최 동환*, 박 주용**
* 한국해양대학교
** 한국해양대학교

1. 서 론

정보 기술의 발달에 맞춰 다른 제조업 분야와 마찬가지로 조선 분야에서도 조선 산업을 기술 집약적인 미래산업으로 발전시키기 위하여 많은 노력을 기울이고 있다. 디지털 선박생산기술(Digital Shipbuilding) (신종계 등, 2001)은 실제 생산에 적용하는 단계에서 발생할 수 있는 설계 오류나 제작상의 문제점을 미리 파악하여 비용과 시간의 낭비를 최소화할 수 있고 새로운 제조 방법 및 생산 설비의 변화를 가상생산 환경에서 미리 적용해 볼 수 있으므로 실제 제조 시스템 적용에 필연적으로 발생하는 재계획 및 수정에 따른 비용과 시간을 절감할 수 있는 기술이다.

조선소의 판넬라인은 여러 판(Plate)들을 용접하여 판넬을 생성하는 라인으로 이 판넬은 선박을 조립할 때 쓰이는 평블록의 기초가 된다. 또한 이 공정은 판넬에 보강재로 론지(LONGI)나 플랫바(Flat-Bar) 등을 부착하여 철판을 용접하는 일이 대부분을 차지하고 있다.

조선소 판넬라인의 스케줄은 생산 현장의 직장에 의해 결정되고, 오랜 경험을 바탕으로 대략의 작업시간을 산정한 후 처리 물량의 수를 결정한다. 평균적으로 여러 개의 물량을 처리하고, 하루 이상의 물량들에 대해서는 잔업이나 야간작업을 통해 소화한다.

판넬라인은 십여 개의 작은 작업장으로 구성되어 있는데, 제철소에서 들여온 철판을 가접하고 용접하여 하나의 주판으로 완성한 후 구조적인 문제점을 보완하기 위해 스티프너나 앵글과 같은 종통 보강재를 용접하는 작업장 등으로 이루어져 있다. 판넬 라인을 운영하는 관리자는 각 스테이션에서 병목 공정이 생기지 않도록 블록의 투입 순서를 결정해야 하고, 물량이 분배되는 절단 공정에서는 후행공정의 잔량에 따라 부하평준화를 미리 고려해야 하기 때문에 작업계획을 하는데 고심을 많이 하고 있다. 지금까지는 제약조건으로 블록을 구성하는 요소인 용접장, 보강재의 개수로 공수를 산출했지만 이는 정확한 공수를 산출하지 못하므로 보다 정확한 작업계획을 위한 현장에서 고려되어야 할 요소를 추가해야 하고, 보다 정확한 일정계획을 하기 위한 개선된 시스템을 요구하고 있다.

따라서 본 논문에서는 작업계획 엔지니어가 자신이 계획한 스케줄에 대하여 미리 시뮬레이션해 봄으로써 검증을 할 수 있고, 문제점 도출 시 대안을 찾는데 유용하게 쓰일 수 있는 시스템 구축에 주안점을 두었다.

2. 시뮬레이션 모델 구축

2.1 시뮬레이터의 문제와 변수 정의

판넬라인에 있는 물량의 흐름을 시뮬레이션 하기 위해서는 우선 생산라인에 존재하는 각각의 문제점과 특이점을 파악하고 이를 시뮬레이션 모델에 반영시켜야 한다. 모델 검증을 위해서는 반드시 거쳐야 할 과정이고 모델의 정도를 결정하는 중요한 요소이기도 하다. 일반적인 자동차나 다른 제조라인과 비교하여 조선업의 특성상 판넬라인은 시뮬레이션하기 어려운 변수들을 포함한다. 라인에서 생산되는 블록은 모두 종류가 다르며

Dimension 정보에 따라 제조 방법이나 공기에 있어 차이가 생긴다. 그리고 각 작업장의 특성에 따라 병목공정이 발생할 수 있으며 블록을 포함하는 수, 선후행 공정간의 제약조건 등이 다르기 때문에 시뮬레이션 하기에 어려움이 있다.

2.2 공정 소요시간 분석 및 산출식 도출

판넬라인에 존재하는 문제를 이해하고 정의하는 작업은 정보 모델링과 객체 모델링 기법을 이용하여 해결 할 수 있고 작업 순서를 결정할 수 있게 한다.

본 논문에서는 IDEFØ 모델링 기법을 이용하여 각각의 액티비티(Activity)의 내용을 분석하였고 그 결과 액티비티와 물량 투입 정보의 요소(Factor)와 연관이 있음을 확인하고, 작업시간을 나타내는 산출식을 완성하였다. 실제로 현장 기사나 직·반장은 경험식 이외에도 조업도라고 불리는 작업시간을 계산하는 룰이 있다. 실제 공정에서 사용되는 여러 변수들을 무시하고 Seam과 Longi로 대략의 용접 길이만을 판단하고, 이를 판넬의 생산 개수로 환산한 전체 용접 길이로 조업도를 평가하고 있다.

선박의 종류에 따라 용접방법이나 주판의 두께가 차이가 나므로 단순 계산에 의한 조업도는 실효성에 있어 문제가 된다.

현재 이렇게 부정확한 경험식과 조업도를 보완하고자 새로운 산출식을 유도해 냈고, 이는 현재 라인의 제약조건과 연계되어 정도가 높은 시뮬레이션 결과를 도출하도록 한다. 산출식은 액티비티를 중심으로 계산하였고, 이 역시 현장 기사의 도움으로 수차례 보완하여 산출식에 대한 신뢰감을 더해 주었다.

2.3 시뮬레이션 모델링

공정 모델링과 라인에 존재하는 여러 제약조건을 고려하여 범용 개발언어(C#)를 이용하여 Fig.1과 같은 웹 기반의 시뮬레이터를 구축하였다.

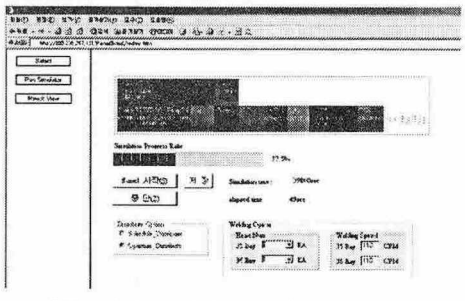

Fig. 1 Panel Line Simulator

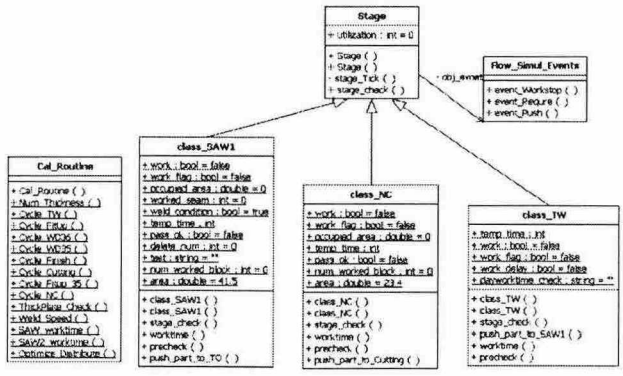

Fig. 2 Simulator Class Diagram

각각의 작업장을 모두 클래스화 하고 이를 UML 정보모델링 기법으로 분석(Fig. 2)하여 프로그래밍으로 구현하였다. 이산사건 기반의 시뮬레이터이므로 이벤트나 산출식 계산과 같은 특정 클래스는 향후 재사용이나 유지 보수 측면에서 아주 유용하다.

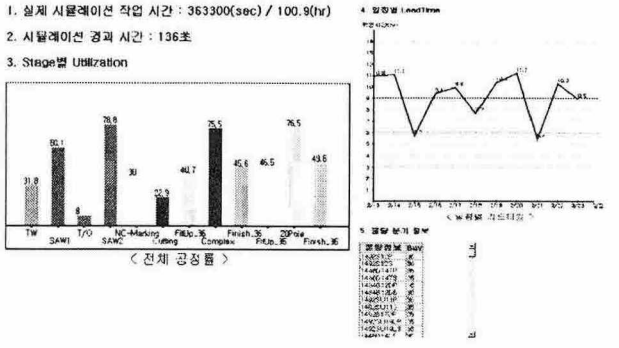

Fig. 3 Various Simulation Results

판넬 라인의 공정들은 공정마다 각각 시뮬레이션 로직을 갖게 되고 로직에 따라 시뮬레이션 모델이 구동하게 되어 있다. 생산라인의 직·반장은 웹상의 시뮬레이터에 접속해 투입 물량을 결정한 후 시뮬레이터를 이용하여 시뮬레이션을 수행하고 각 작업장별 공정률이나 리드타임과 같은 결과물(Fig. 3)을 얻을 수 있다. 물량이 분배되는 절단 공정은 우선순위 규칙(Dispatching Rule) 중 SRPT (Shortest Remaining Process Time) 룰을 적용 가능하게 하였다. 이외에도 용접할 때 헤드수를 늘리거나, 용접속도에 변화를 주었을 때의 해당 작업장 뿐만 아니라 전체 라인에 미치는 영향도 고려할 수 있도록 하였다. 이는 라인에 장비의 증설, 설비 개선, 공법의 변화가 생길 때 미리 그 영향을 예측할 수 있도록 하는 기능이다.

3. 시뮬레이션 결과 고찰

판넬라인에서는 하루 평균 9~12개의 평블럭을 생산하는데 실제 작업물량을 시뮬레이터에 적용하여 결과를 살펴 보았다. 전체 작업시간과 일일 작업시간의 차이가 별로 없는 결과가 양호한 특정 11일간의 시뮬레이션 결과를 Table 1과 같이 정리하였다. Table 1의 첫 번째 시뮬레이션 비교군(Case 1)은 정상적인 일반 물량을 라인에 적용하여 최적화 분기 로직에 대한 결과를 비교하였고, 두 번째 시뮬레이션 비교군(Case 2)은 Case 1과 같은 물량을 적용하여 만성적인 병목구간인 론지 용접장에서 용접조건을 변경했을 때의 예상 결과를 나타내고 있다.

Welding Option	Normal dispatching	Optimal dispatching
Case 1 3 head 110 cpm	363,300 sec (100.9 hr)	345,100 sec (95.86 hr)
Case 2 5 head 200 cpm	328,300 sec (91.19 hr)	326,800 sec (90.77 hr)

Table 1 Simulation Result(11Day, 100Block)

생산라인의 직·반장의 분기 결정보다 최적화 분기로직을 사용할 경우 하루 평균 30분 정도의 공기를 줄일 수 있고, 용접장의 설비를 변경할 시 공기단축 및 병목 작업장의 공정률 개선의 효과를 확인할 수 있다(Fig. 4).

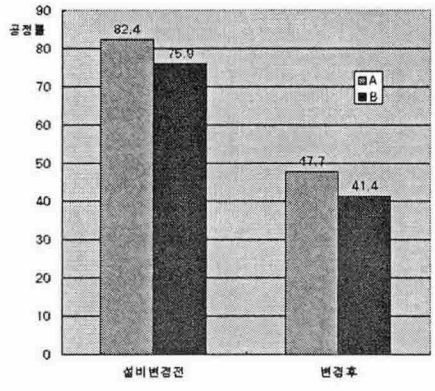

Fig. 4 Improvement of process efficiency by changing welding facility

4. 결 론

본 연구에서는 판넬 라인의 물류 시뮬레이션을 위하여 공정분석을 선행하고, 각 작업장의 내부 로직을 구성, 이를 시뮬레이션 하여 그 결과를 웹 기반의 사용자 인터페이스에 표시하게 하였다. 현재 설치된 웹 서버에서 사용자가 접속해서 본 시뮬레이터를 바로 사용하게끔 준비가 되어 있다.

본 연구의 일정계획 시뮬레이션 지원 시스템은 조업도 및 배원계획 측면에서 기여하는 효과를 볼 수 있듯이 판넬 조립공장의 일정계획의 정도 향상과 효율적인 작업계획 작성 관리 체계뿐만 아니라 이외에도 여러 가지 측면에서 다음과 같은 기대 효과가 있다

- 판넬 조립 공장의 능력 평가
- 특정 작업장의 부하 판단
- 판넬 조립공장의 설비투자효과 판단
- 조직 및 인원 변경 시 사전 평가
- 공장 운영 방안 변경 시 영향 평가
- 조업도 기준 평가

위에서 나열한 바와 같이 시뮬레이션을 통한 예측이 가능하기 때문에 실적 비교가 쉬워지며, 일정 계획 시스템과의 연계로 인력관리 및 중·장기 계획의 수립과 효과가 기대된다.

후 기

본 연구는 "고부가가치 선박 개발용 디지털 통합건조 공법개발"의 일환으로 수행되었으며, 산업자원부·정보통신부의 연구비 지원에 감사 드립니다.

참고문헌

1. 신종계, 이장현, 우종훈, "디지털 선박생산(Digital Shipbuilding) 개념", 대한조선학회논문집, 제38권 제1호, pp. 54-62, 2001

2. 우종훈, 이광국, 정호림, 이장현, 신종계, 권영대, "디지털 조선소 구축을 위한 물류 모델 프레임워크", 대한조선학회 춘계 학술대회 논문집 pp. 436-448, 2004