

3차원 로봇용접 시뮬레이션에 의한 용접토치 및 부재배치의 변경에 따른 영향 평가

Effect of the Change of welding torch and piece arrangement by the 3-dimensional robot welding simulation

강 현진*, 박 주용*, 박 현철*, 차 태인**, 최 동환*

* 한국해양대학교

** 서울대학교

ABSTRACT This simulation was carried out to estimate the process time and to improve the operation efficiency. The subassembly process consists of piece arrangement, tack welding, robot welding, manual welding and the robot welding of them was the focus of the simulation. Robot welding stage was analyzed by UML and IDEF \emptyset method, and then it was represented as the three-dimensional model(simulator) based on the analysis. The output of this simulation was the cycle time for one day's work. The cycle time for the different torch and the different piece arrangement was investigated by the 3-dimensional simulation.

1. 서 론

여러 설비와 공정이 상호적으로 작용하는 시스템에서 기존의 공정이나 설비를 변경하고자 하는 경우 예상되는 결과를 확인해보아야 한다. 여기에는 가능성을 가진 여러 방법이 있으며 그 중 3차원 공간에서의 모의 시험하는 방법을 생각할 수 있다. 3차원 공간에서의 시뮬레이션은 대상을 가상환경으로 그대로 옮겨 놓은 것이므로 실제와 동일하다고 간주할 수 있으며, 수치적인 방법으로는 파악하기 힘든 설비 간 충돌, 간섭 또한 쉽게 찾아 낼 수 있다. 특히, 하나의 제품이 완성되기까지 많은 공정을 필요로 하는 경우, 시·공간 상으로 광범위한 경우에는 공정사이의 상관관계를 파악하기가 힘들며, 전단계 공정에서의 변화가 후공정에 미칠 영향을 예측하기 힘들다. 만일 용접속도가 향상되었다 가정하고 전후 공정 간, 각각의 공정에 어떠한 영향을 미칠지를 알아보자. 용접속도가 빨라졌기 때문에 전체적인 작업시간도 단축되리라는 것은 예상할 수 있지만 그러한 정성적인 결과는 시스템 개선 시 실제로 적용하기에는 부족하다. 3차원 공간에 탐색대상을 실제와 똑같이 구현하고 시뮬레이션을 하게 되면 정량적인 결과치를 얻을 수 있으며 이를 곧 공정계획에 반영할 수가 있다.

본 연구에서는 용접속도와 작업 프로세스에 영향을 미치는 토치를 변경한 경우 즉, 설비변경의 경우와 동일한 부재라도 그들을 어떻게 배치하느냐가 시간을 기준으로 한 생산성에 어떠한 영향을 미치는지를 알아본다.

2. 용접 공정 모의 시험을 위한 모델

모의 시험을 하고자하는 대상과 형상적으로, 기능적으로 똑같으며, 원하는 정확한 결과를 얻을 수 있는 시뮬레이터를 구현하고 이를 이용하여 제기된 문제에 대해 분석하였다.

2.1 공정 분석 방법론을 이용한 분석

신뢰성 있는 시뮬레이션을 위해서 대상 공정을 분석하는 것은 필수적이며 UML과 IDEF \emptyset 방법론을 도입하여 공정과 설비 중심으로 분석하였다.

대상은 Fig.2와 같이 gantry당 2기의 welding robot이 부착된 총 6기의 gantry로 구성된 로봇용접장이다. 이 로봇용접장은 조선소 내 소조립 공장의 일부이며 'Tact Time 생산관리방식'을 따르는 관계, 취부, 로봇용접, 수정용접, 마무리로 이어지는 라인공정 중 로봇용접을 수행하는 공간

이다. Tact Time 생산관리방식은 흐름생산방식으로 전공정이 동시에 시작하고 동시에 끝나는 것으로, 공정간의 생산시간을 균등화시키고 공정별 생산능력을 측정 개선하는데 효과적인 생산방식이다. Fig.1은 welding robot과 gantry의 상호 동작을 시간을 기준으로 표현한 순차모델이다.

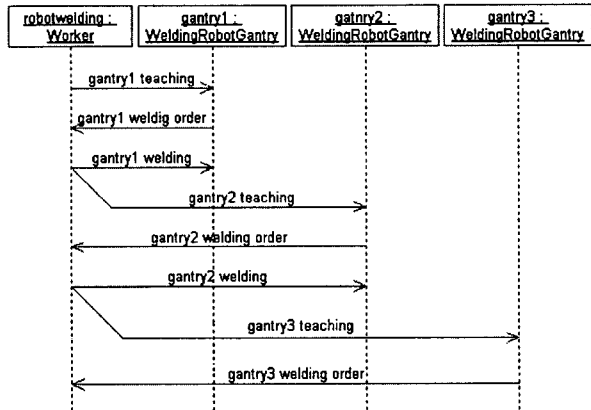


Fig. 1 UML model

2.2 3차원 모의 시험 환경 구축

로봇용접장을 3차원으로 표현하여 layout을 구성하고 실제 설비의 속성을 그대로 적용하여 시뮬레이터를 구축하였다. 시뮬레이터의 신뢰도와 정확한 결과를 위해 실제 작업을 시뮬레이터에 적용해봄으로써 검증단계를 거쳤다.

시뮬레이터는 작업할 물량의 부재 형상정보를 이용하여 공간상에 부재를 생성하고, Fig.3과 같이 로봇용접장내에 이들을 등간격으로 배치한다. 로봇용접장을 6등분하여 등분된 공간내의 작업량을 6기의 gantry에 할당한다. 또한 로봇용접장의 공정대로 gantry와 welding robot이 상호 움직임을 갖게 되며, 모든 gantry와 welding robot의 작업이 끝나면 작업 시간(cycle time)을 도출한다.

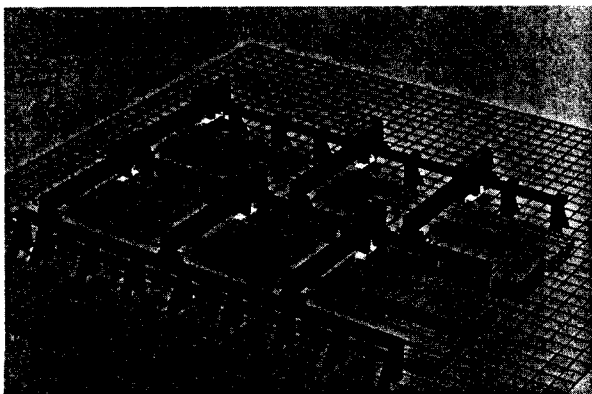


Fig. 2 로봇용접장 layout

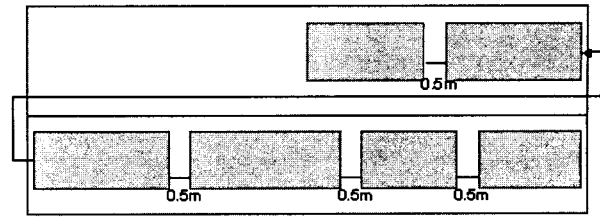


Fig. 3 piece 배치 방식

3. 시뮬레이터를 이용한 결과 예측

본 시뮬레이터에는 하루 총 4회(A, B, C, D) 물량이 투입된다. Table 1의 기존토치 컬럼의 데이터가 각각의 물량에 대한 작업 시간이다. 시뮬레이터가 매회 물량을 처리하는데 걸리는 시간을 비교대상으로 하고 용접토치를 바꾼 경우, 부재배치를 변경한 경우에 대해 알아본다.

3.1 용접토치(torch)의 변경

36cpm의 속도를 갖는 기존토치를 80cpm의 워빙이 필요 없는 고속회전토치로 변경한 경우이다.

토치의 교체와 함께 용접속도 뿐만이 아니라 gantry와 welding robot의 자세 및 작업 프로세스에도 변경이 따른다. 고속회전토치로 변경한 경우 하루치 물량을 수행하는데 있어 기존토치로 작업하는 경우보다 5.3시간을 단축할 수 있어 약 43%의 생산성이 향상됨을 확인할 수 있다.

단위:hour

	기존토치	고속회전토치
A	2.4	1.5
B	4.5	2.5
C	3.8	2.1
D	1.4	0.8
총 소요시간	12.1	6.8

	작업시간 차(h)	생산성(%)
기존토치 vs. 고속회전토치	5.3	43.44

Table 1 용접속도에 따른 작업시간 비교

3.2 부재배치의 변경

Table 1에서 고속회전토치의 결과를 보면 D 물량의 작업시간은 1시간이 채 되지 않는 반면 B 물량의 작업시간은 2시간이 훨씬 넘는 것을 알 수 있다. 이는 작업시간이 균등해야하는 Tact Time 생산관리방식에 부적합할 뿐 아니라 전후 공정의 원활한 흐름을 방해하여 생산성을 떨어뜨

린다. Fig. 3의 [배치 변경 전]의 모습을 보면 D 물량은 크기가 크고 용접장이 짧은 piece들로 구성되어 있는 반면 B 물량의 경우는 용접장이 길고 크기가 작은 piece들로 구성되어 있다. 용접장이 짧고 큰 piece를 stage에 배치하게 되면 더 이상 piece를 놓을 공간이 없게 되고 따라서 D 물량의 작업량은 적을 수밖에 없다.

이 같은 현상은 작업할 수 있는 공간 즉 로봇 용접장의 크기는 한정되어 있으며 piece의 크기와 용접장 사이의 상관관계가 없기 때문에 발생한다.

이를 해결하기 위한 방안으로 동일한 물량을 시간상으로 적절히 분배하고, 부재 배치를 달리 해보았다. 부재를 어느 위치에 어떤 순서로 놓느냐에 따라 gantry에 걸리는 부하를 조율하여 작업 시간을 평준화할 수 있기 때문이다.

따라서 하루 치 물량을 용접장과 부재 크기를 기준으로 하여 다시 분배하고 투입하여 작업 시간을 얻었다. 아래 그림은 작업시간이 가장 긴 B와 가장 짧은 D의 부재배치 변경 전후의 모습이다.

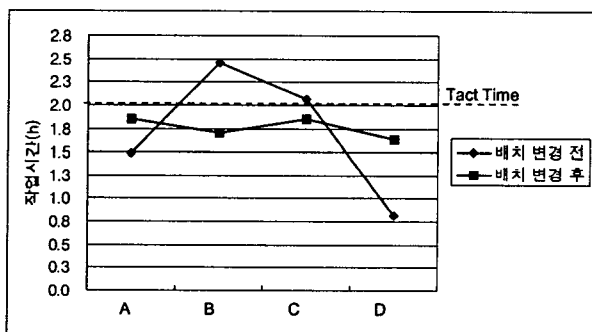
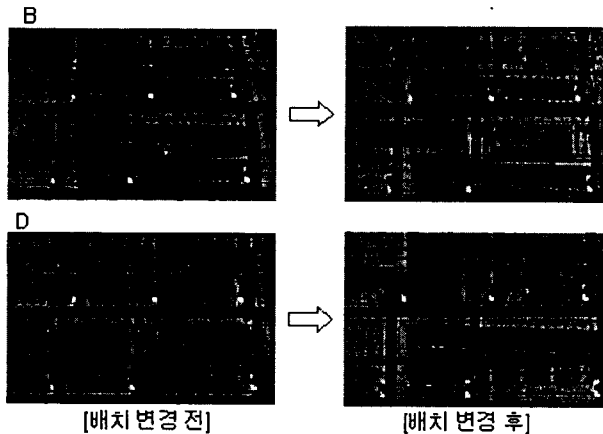


Fig. 4 부재배치 변경 전후 비교

Fig. 4 그래프에서 변경 전엔 부하가 골고루 분배되지 않아 매 회 작업시간 차이가 큰데 반해 변경 후 매 회 작업시간이 비슷해지고 모두 Tact Time내에 들어오는 것을 볼 수 있다.

4. 결 론

용접공정 향상에 관련한 용접 토치와 물량배치의 두가지 요소를 고려하여 시뮬레이션 해보았다. 용접 토치를 변경하여 용접속도를 높인 경우 해당 물량에 대해서 43% 생산성 향상을 보였다. 적절한 부재의 배치는 작업시간을 평준화하고 설비에 걸리는 부하를 분배해 줄 수 있음을 확인했다.

본 논문에서는 하루 물량에 대해서 시뮬레이션 해보았지만 이를 일주일, 한달로 확장하면 중·장기 작업일정에도 반영할 수 있다.

1) 현재 시스템에 대한 공정의 부하분석을 수행할 수 있으며 정확한 cycle time을 얻을 수 있다.

2) 설비 변경이 요구될 때 공정상의 변화를 예측할 수 있다.

3) 결국 시뮬레이션을 통하여 기존 시스템이나 그 변경에 대한 결과를 미리 알아봄으로써 설비 투자나 공정계획에 이를 반영하여 시스템 향상도도모할 수 있다.

후 기

본 연구는 “고부가가치 선박 개발용 디지털 통합건조 공법개발”의 일환으로 수행되었으며, 산업자원부·정보통신부의 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Jong Gye Shin, Kwang Kook Lee and Jong Hoon Woo : Modeling and Simulation of Production Process in Subassembly Lines at a Shipyard, Computer Applications and Information Technology in the Maritime Industries(COMPIT)