

# 이중선체 블록 내부 전처리 자동화 로봇 시스템 개발 Development of Autonomous Blasting Robot System In the Double Hull Structure of the Ship

이동훈<sup>1</sup>, \*신영일<sup>1</sup>, 손동훈<sup>1</sup>, 구남국<sup>2</sup>, 이규열<sup>2</sup>, 김태완<sup>2</sup>, 김수호<sup>3</sup>, #김종원<sup>1</sup>

D. H. Lee<sup>1</sup>, \*Y. I. Shin<sup>1</sup>, D. H. Son<sup>1</sup>, N. K. Ku<sup>2</sup>, K. Y. Lee<sup>2</sup>, T. W. Kim<sup>2</sup>, S. H. Kim<sup>3</sup>, #J. W. Kim<sup>1</sup>(jongkim@snu.ac.kr)  
<sup>1</sup> 서울대학교 기계항공공학부, <sup>2</sup> 서울대학교 조선해양공학과, <sup>3</sup> 대우조선해양 자동화연구소

Key words : Double hull ship structure, Blasting Robot, Industrial automation

## 1. 서론

최근 조선소의 작업환경 개선 및 생산성을 향상시킬 수 있는 자동화 장비의 개발이 꾸준히 증가하고 있다. 그 중에서도 이중선체 블록 내부의 자동화에 관한 연구가 활발하다. 이중 선체 구조는 두 개의 판으로 구성되어 있어서 선체의 강도가 강하며, 선체 표면이 파괴되더라도 내부에 존재하는 또 하나의 판으로 인해 선박의 침수를 막을 수 있다. (Fig. 1) 하지만 이중 선체는 밀폐된 공간으로써 작업자가 내부에서 용접, 전처리, 도장 등의 생산 작업을 진행하기에 열악한 환경을 지니고 있다. 전처리 작업은 선체 외부 압축 공기와 연마제인 그리트( grit)를 분사하여 철판 표면의 이물질을 제거하고 조도를 생성하여 도장 시의 효율을 높인다. 전처리 작업은 작업 중 발생하는 먼지와 그립으로 인해서 미세먼지 농도는 기준치의 10 배를 넘어 작업자들이 작업을 기피하며, 자동화 진행 상황도 선체 외부 전처리 작업에 비해서 매우 낮은 상황이다. (Fig. 2)

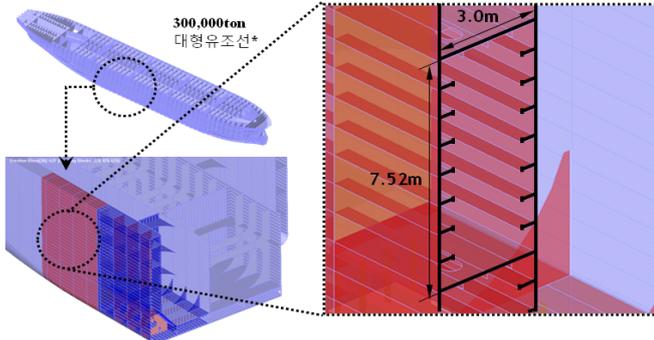


Fig. 1 Double Hull Structure of Ship



Fig. 2 Manual Blasting in the Double Hull

본 논문에는 이중선체 블록 내부의 구조물을 이용하여 원하는 위치까지 자율 주행하여 주어진 작업 대상물 상하부 전체에 대해서 전처리 작업을 수행할 수 있는 자동화 로봇의 개발에 대해서 기술한다.

## 2. 전처리 작업로봇 메커니즘 고안

작업대상 블록의 높이가 3m 에 이른다. 작업로봇은 앞서 개발된 'Rail Runner' 플랫폼 위에 설치되어 작업을 수행하며, 'Rail Runner' 플랫폼은 Longi. (Longitudinal Stiffener) 위를 주행하며 횡 방향(Transverse Direction)으로 이동할 수 있다. 작업로봇이 블록 내부전체를 작업하기 위해서는 긴 작업 팔을 가지며 횡 방향으로 이동할 수 있는 로봇이 필요

하다. 기존의 6 축 상용로봇의 경우 이를 만족하는 로봇이 없고, 암의 길이를 길게 해서 만들 경우에는 블록 내부로 투입 시와 횡 방향 이동 시 제약을 받는다. 본 논문에서는 로봇 팔의 수축과 신장이 가능한 메커니즘을 가지는 회전형 전처리 작업로봇과 텔레스코픽형 전처리 작업 로봇을 고안하였다. (Fig. 3)

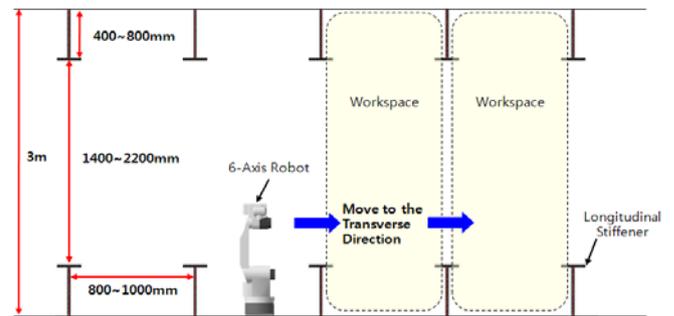


Fig. 3 Workspace of Robot in the Double Hull

회전형 작업로봇은 수직으로 이동하는 첫 번째 암과 첫 번째 암에 대해서 상하 이동과 회전을 하는 두 번째 암이 서로 독립적으로 움직이면서 수축과 신장할 수 있는 메커니즘으로 구성되어 있다. 블록의 하부 작업 시에는 두 번째 암을 회전하고 하강하여 전처리 유닛이 블록의 하부를 향하게 한다. 블록의 상부 작업 시에는 첫 번째 암을 상승시키고 두 번째 암을 회전한 후 상승시켜 전처리 유닛이 블록의 상부를 향하게 한다. 전처리 로봇이 횡 방향으로 이동 시에는 하부 작업 시의 자세에서 첫 번째 암을 상승시켜 이동한다. 횡 방향 이동 시에는 하부 작업 시의 자세에서 첫 번째 암을 상승시킨 후 이동한다. (Fig. 4)

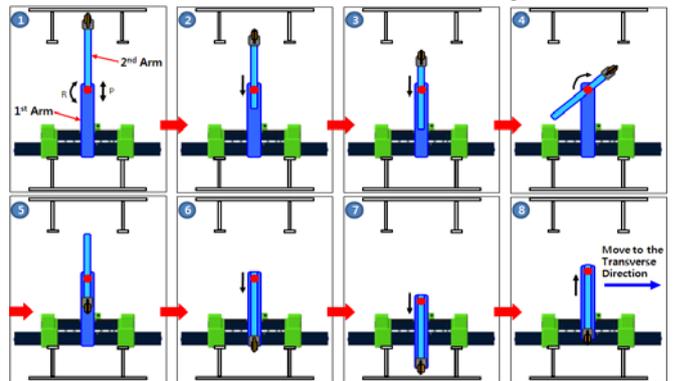


Fig. 4 Conceptual process of 'Rotating Type Manipulator' mechanism

텔레스코픽형 작업로봇은 동일한 길이의 4 개의 붐과 상대적으로 작은 1 개의 붐으로 구성되어 있으며, 1 개의 액츄에이터로 로봇 기준 상하로 이동할 수 있다. 붐과 붐 사이는 와이어와 도르래로 연결되어 있으며, 첫 번째 붐에 연결된 두 번째 붐을 와이어를 당겨서 상승시키면 붐과 붐 사이를 연결하는 와이어로 인해서 나머지 붐들이 일정하게 상승한다. 반대로 첫 번째 붐에 연결된 두 번째 붐을 와이

어를 풀어줘서 하강시키면 볼들은 자중에 의해서 하강하게 된다. 이때 볼과 볼 사이를 연결하는 와이어로 인해서 볼들은 일정하게 하강한다. 횡 방향 이동 시에는 4 개의 볼을 모두 접어서 첫 번째 볼에 넣은 상태로 이동한다. (Fig. 5)

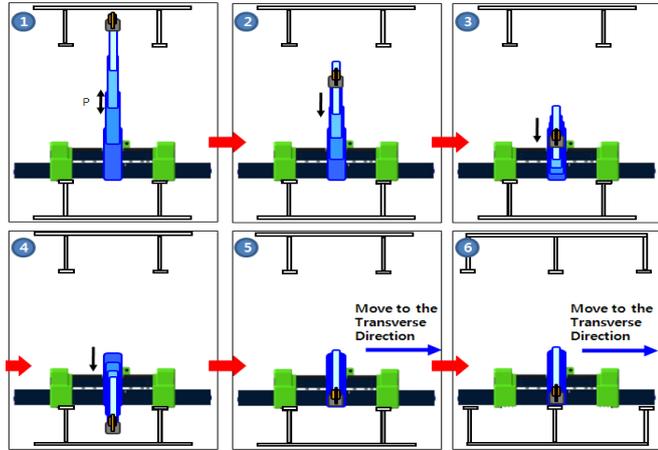


Fig. 5 Conceptual Process of 'Telescopic Type Manipulator' mechanism

### 3. 전처리 작업로봇 설계 및 응용

각 작업로봇 말단부에는 같은 모듈인 회전 3 축의 유닛이 있어서 전처리 작업 시 틀의 자세를 잡는다. 회전형 작업로봇은 병진 3 축 및 회전 4 축으로 구성된 7 축 로봇으로 랙-피니언 구동방식으로 좌우 방향으로 슬라이딩하며, 체인-스프라켓과 랙-피니언 구동방식이 복합되어 상하로 확장하고 접는다. 로봇 암의 회전은 모터에 암이 직결되어 회전한다. 텔레스코픽형 작업로봇은 병진 2 축과 회전 3 축으로 구성된 5 축 로봇으로 랙-피니언 구동방식으로 좌우 방향으로 슬라이딩하며, 와이어-폴리 구동방식으로 상하로 확장하고 접는다. (Fig. 6)

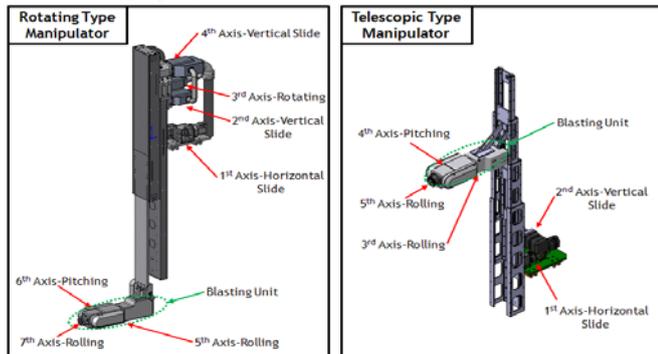


Fig. 6 Rotating and Telescopic Type Manipulator

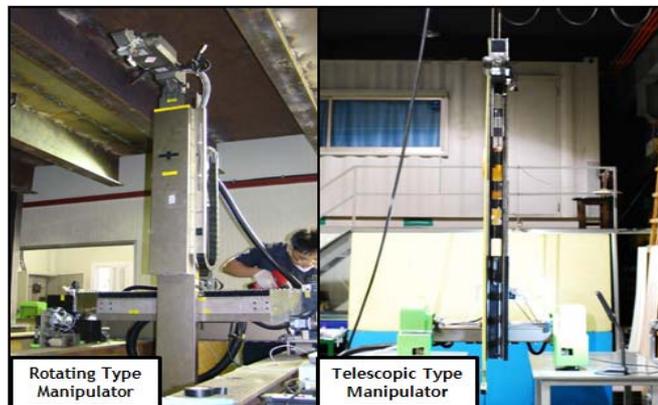


Fig. 7 Rotating and Telescopic Type blasting Robot

이중선체 내에서의 전처리 작업을 위하여 회전형 및 텔레스코픽형 작업로봇을 'Rail Runner' 플랫폼에 결합하여 회전형 및 텔레스코픽형 전처리 자동화 로봇을 개발하였다.

작업로봇은 'Rail Runner' 플랫폼 상면의 LM 가이드를 통해 체결되며 위의 Fig. 7 은 실제 제작된 전처리 자동화 로봇의 모습이다.

### 4. 전처리 자동화 로봇 검증

개발된 회전형 전처리 자동화 로봇의 이중선체 상부 및 하부 전처리 작업기능을 검증하기 위해 표준 블록을 이용하였다. 본 로봇의 상부 전처리 작업 기능은 위의 Fig. 7 의 로봇 자세를 통해서 작업 가능하다는 것을 확인할 수 있다. 전처리 성능 검증은 이중선체 벽면에 전처리 작업을 수행하여 이루어졌다. 아래 Fig. 8 은 작업자와 전처리 자동화 로봇의 전처리 작업 결과이다. 전처리 로봇은 작업대상물과 300mm 의 거리에서 1.875m/min 으로 주행하면서 전처리 작업 시 요구되는 조도 Sa 2.0 을 만족하였다. (Fig. 8)

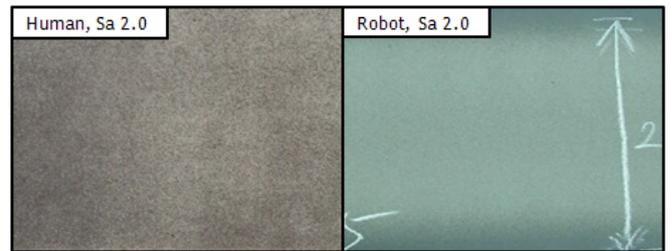


Fig. 8 Result of Blasting Test

### 5. 결론

본 논문에서는 이중선체 블록 내에서 상부와 하부 전처리 작업을 수행할 수 있는 회전형 및 텔레스코픽형 작업로봇 메커니즘을 고안하였다. 그리고 작업로봇을 'Rail Runner' 플랫폼과 결합하여 회전형 및 텔레스코픽형 전처리 자동화 로봇을 개발하였다. 또한 이 개발품을 제작하여 실제 블록과 유사한 표준 블록 내에서 전처리 기능에 대한 테스트를 성공적으로 수행하였다. 추후 텔레스코픽형 전처리 자동화 로봇의 작업기능 검증과 전처리 로봇의 현장 적용을 위해서는 밀폐된 이중선체 내부에서 먼지와 그리트로 부터 로봇을 보호하기 위한 방진 설계가 필요하다. 또한 밀폐된 이중선체 내부로 투입을 위해서는 자동으로 전처리 로봇을 투입할 수 있는 투입장치의 개발이 필요하다. 추후에는 로봇의 방진 설계와 로봇 투입 장치 개발을 목표로 연구를 진행할 예정이다.

### 후기

이 논문은 2008 년도 두뇌한국 21 사업 및 정부(지식경제부)의 재원으로 대우조선해양 주식회사의 "선체 블록 내부 전처리/후공정 자동화 시스템에 관한 기술개발" 지원을 받아 수행된 연구입니다. (No.10024069)

### 참고문헌

1. Donghun Lee, Sungcheul Lee, Namkuk Ku, Chaemook Lim, Kyu-Yeul Lee, Taewan Kim, and Jongwon Kim, Development and Application of a Novel Rail Runner Mechanism for Double Hull Structures of Ships, International Conference on Robotics and Automation 2008
2. Kyu-Yeul Lee, Jongwon Kim and Tae-wan Kim, DEVELOPMENT OF A MOBILE WELDING ROBOT FOR DOUBLE HULL STRUCTURE IN SHIPBUILDING, Robotics and applications 2007, No. 2
3. Jongwon Kim, Kyu-Yeul Lee, Taewan Kim, Donghun Lee, Sungcheul Lee, Chaemook Lim, Sung-Won Kang, Rail Running Mobile Welding Robot 'RRX3' for Double Hull Ship Structure, International Federation of Automatic Control, 2008