2003년도 대한전자공학회 하계종합학술대회 제26권 제1호

원료공장 언로다 낙광 방지 시스템 개발

허 윤기

POSCO 기술연구소

A Development of Preventable System for the Falling Ore in the Unloader

Yonegi Hur
Technical Research Lab.
POSCO
E-mail : tomashur@posco.co.kr

Abstract

본 논문은 제철소 원료공장에서 선박으로부터 철광석, 석탄 등의 원료를 언로다 내부의 벨트 컨베이어로 이송 시, 선박과 부두와의 공간이 발생하여 이 공간으로 원료가 낙광 하여 해양오염이 발생하고 원료의 유실 등의 문제점을 해결하기 위한 낙광방지 시스템 개발에 관한 연구이다. 초음파 센서를 이용한 선박과의 거리 인식 및 PLC 제어기를 이용한 자동 제어 방법을 제시한다. 언로다 본체에 낙광방지판과 이를 구동하는 에어 실린더형태의 구동기와 낙광방지판을 연결하는 링크부로 구성되는 시스템에 있어서, 거리 감지 센서 3대로부터 선박과의 최소 거리를 구하고 이를 PLC 제어기를 이용하여 목표 거리와의 오차를 구한 다음, 오차의 증감에 따라 구동기인 에어 실린더의 이동량을 구하여 낙광방지판을 선박과 최대한 밀착시켜 하역 작업을 하고, 떨어진 낙광을 자동으로 회수하는 시스템에 관한 논문이다.

I. 서론

제철소의 철광석/석탄 등의 원료 하역 작업은 선박으로 들어온 원료를 언로다(Unloader) Bucket에 담아 언로다 Hopper 에 부은 후 벨트 컨베이어(Belt Conveyor)를 통해 Yard 에 적치하는 일련의 과정이다. 하역 작업 중 언로다 Hopper 로 이송하는 과정에서 선박과 언로다 사이의 2m 간격을 통과하여야 하는데, 그 간격으로 원료가 해양으로 낙하하는 문제가 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 지금까지 언로다 상부에 부착되어 있는 낙광 방지판을 최대한 펼쳐 작업을 실시하여 왔으나, 기존 낙광방지판은 자동 제어에 의한 선박과의 거리 조정이 되지 않아서, 선박과의 충돌에 의한 손상을 방지하기 위하여 0.5~0.8m 의 여유를 두고 작업을 수행하는 환경으로 인하여 그 사이로 낙광이 떨어지는 문제가 있었다. 이로 인한 낙광탄 발생은 해양오염을 야기하고 낙광의 유실에 의한 원료손실이 발생되고 있다.

II. 시스템 구성 (기계부)

본 시스템은 낙광방지판의 기계부와 이를 제어하는 PLC 등의 제어부로 나뉜다. 이장에서는 기계부의 구성에 관하여 서술한다.

본 시스템의 기계적인 구성은 가로 16m, 세로 4m 의 알루미늄 프레임 위에 FRP 판을 설치한 낙광방지판과, 선체와 충돌 시 피해를 최소화하기 위한 고무 롤러와, 낙광방지판을 구동하는 에어실린더와 구동기와 낙광방지판을 연결하는 링크부와,

링크부 끝에 부착된 밸런스 웨이트(Balance Weight)로 구성되어 있다. (그림 1)에 본 시스템의 Layout이 나타나 있다.

낙광방지판 (Side Skirt)은 선박에서부터 원료를 하역 중에 발생하는 낙광을 충분히 방지하기 위하여 크게 설계 되었으며 하중을 낮추기 위하여 재질은 알루미늄으로 구성되었고 Main Frame 구조의 안정성을 고려하여 견고하게 제작되었다.

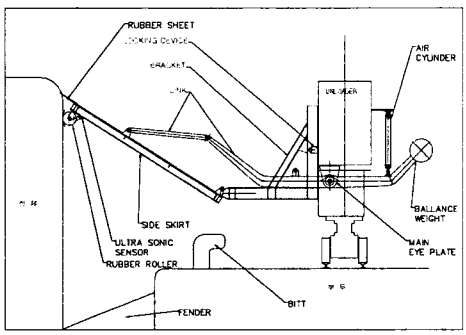

그림 1. System Layout

Side Skirt는 작업 시작 시 우선 잠금 장치(Locking Device)를 에어 실린더로 해제한 후 Down 방향으로 구동 된다. Locking Device는 Unloader의 Connection Beam 상의 양 측에 설치되어 있다. Side Skirt의 구동기는 에어 실린더(Air Cylinder)가 담당하는데, 유압 실린더를 사용하지 않고 Air Cylinder를 사용한 것은 기름 유출에 의한 해양오염을 방지하고, 외부의 일시적인 충격에 의한 완충 효과를 도모하기 위해서 이다. Air Cylinder는 Side Skirt를 직접 구동하지 않고 링크(Link)부에 의하여 힘을 전달하는 작용을 한다. Link 부는 Air Cylinder의 수직운동을 회전운동으로 전환하는 역할을 하고 경첩(Eye Plate)에 의해 Unloader 본체와 연결되어 있다. Link 부의 후단 에는 밸런스 웨이트(Balance Weight)가 설치되어 Side Skirt와 균형을 유지하도록 하고 구동 시 발생하는 Energy를 절감하는 효과가 있다. Side Skirt 선두의 하단에는 고무 롤러(Rubber Roller)가 수개 설치되어서 선박과의 충돌 등의 비상 상태 시 선박의 파손을 최소화하기 위하여 설치되었다.

본 시스템의 특징은 선박의 요동(부상 및 롤링)에도 불구하고 자동제어를 통한 선박과의 일정한 간격을 유지하면서 하역작업이 가능하며, 낙광 방지판의 하부에 회수용 Belt Conveyor를 설치하여 낙광을 회수하고 회수된 낙광을 Duct를 통하여 Main Belt Conveyor로 이송되는 구조로 되어있다.

III.시스템 구성 (제어부)

본 시스템의 제어부의 구성은 Side Skirt 선미에 설치된 초음파 센서(Ultra Sonic; 이하 U-Sonic으로 표기함)와 신호 입출력을 담당하는 MCC 부(Motor Control Center)와 제어기인 PLC 부로 되어 있다.

Side Skirt 선미에 3개의 U-Sonic 센서를 설치하여 이중 최소값을 이용하여 선박과의 거리를 구한 후, 선박과의 일정한 거리를 유지할 수 있도록 제어 로직을 구성하였다. 3개의 센서를 사용한 것은 선박의 측면은 평평한(Flat) 것이 아니라 곡면으로 되어 있어서 선박과의 최소 거리를 기준으로 Side Skirt를 제어하는 방식이다. 제어기는 PLC(Programmable Logic Controller)를 사용하였는데 이는 Unloader는 주행에 의한 진동과 하역작업에 따른 분진 그리고 온도변화가 심한 환경을 갖추고 있어서 일반적인 제어기로서는 본 환경에서 제 성능을 발휘하기 어려움이 이미 입증된 바 있다.

PLC는 거리의 AI(Analog Input)신호와 각종 Limit 등의 DI(Digital Input)신호 그리고 구동기의 Solenoid Valve 등의 DO(Digital Output)의 신호를 처리하는 부분과 Relay 및 Magnetic Conduct를 사용하여 전기적 Sequence를 담당하는 부분과 Power의 공급 및 변환을 담당하는 MCC 부로 나뉘어 진다.

운전실에는 MMI(Man Machine Interface)기능을 수행하는 TP(Touch Panel)이 설치되어 있어서, 운전원의 명령이 PLC로 입력되고 PLC의 제어정보와 작업상황이 On Line으로 운전원에게 제공된다. (그림 2 참조)

PLC는 Solenoid Valve를 통하여 낙광판의 구동기인 양단의 Air Cylinder 2대를 구동하여 선체의 롤링에도 신속하게 대응 가능한 구조로 되어있다.

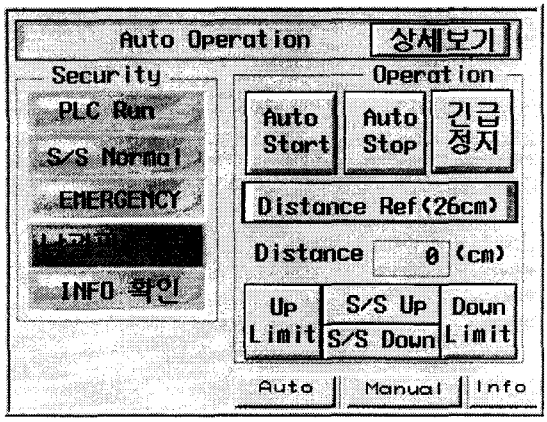

그림 2. Screen of the Touch Panel

또한 낙광판에는 링크구조부과 Chain 등에 의한 기계 안전장치와 비상정지, 리미트 작동 등의 전기적인 안전장치도 구비되어 있다. 본 시스템은 PLC 의 자동제어를 통하여 선박의 잦은 요동에도 10 ㎝ 간격을 유지하면서 하역 작업이 가능하도록 되어 있다.

IV. 설치 결과

Unloader 에 설치된 Side Skirt 가 (그림 3)에 나타나있다. Bracket 에 연결되어 Unloader 본체와 Full Up 되어 있는 상태이다. 하부에 낙광 회수용 Belt Conveyor 를 볼 수 있다.

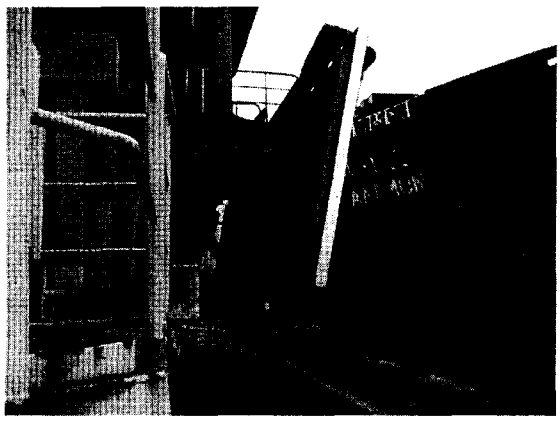

그림 3. Side Skirt

(그림 4)는 본 시스템의 구동기인 Air Cylinder 와 Balance Weight 가 나타나 있다. 본 시스템은 운전실의 Touch Panel 를 통하여 자동모드와 수동모드의 제어를 선택할 수 있으며 Emergency Stop 및 Local 수동제어가 가능한 구조로 되어 있다.

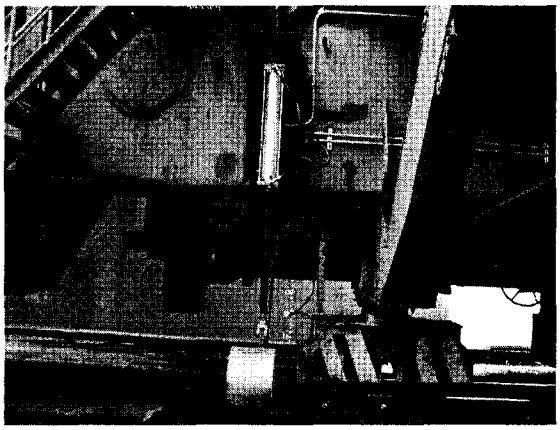

그림 4. Air Cylinder

V. 결론

본 논문에서는 낙광방지판을 개발하여 초음파 센서로 선박과의 거리를 감지하고, 에어실린더를 사용하여 낙광방지판을 구동하며, 제어기로서 PLC 를 사용하여 자동제어를 하였으며 운전실에 Touch Panel 로서 운전자와 MMI 기능을 수행하는 시스템을 소개하였다.

해양오염을 방지와 원료손실의 감소를 위해 개발된 낙광 방지판과 회수장치를 포항제철소 원료공장 언로다에 적용한 결과, 선박과의 충돌이 없이 낙광의 95% 회수율을 보였으며, 이로 인한 해양오염방지, 준설비용 절감 등의 환경 친화적인 효과를 얻을 수 있었다. 또한, 낙광의 해저 퇴적감소로 년간 2.5 억원이 원료부두 준설비용이 절감 및 원료 유실 방지로 년간 3.5 억원이 절감될 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] Y.G.Hur, "A Development of Preventable & Collectible System for the Falling Ore in the Unloader", *POSCO technical report*, 2003.