

원료수송용 벨트컨베이어의 철편인식 장치 개발에 관한 연구

유 재상
포스코 기술연구소

A Study on Development of Metal Detector on Belt Conveyor in Material Plant

Jae-Sang Yoo
Technical Research Laboratories, POSCO

ABSTRACT - In order to prevent the belt from being damaged by metal pieces, we developed multicoil-type metal detection system. This detects the presence of belt clips and position of metal pieces in ores being transported on conveyor belt.

In this research, our coil sensor of multicoil-type metal detection system is divided into two parts, exciting part (transmitter coil) and sensing part composed of two receiver coils. Each receiver coil has several coils in the direction of belt width. Multicoil-type metal detection system is operated by supplying a transmitter coil with electric power resources to generate magnetic field, and then the change of magnetic flux resulted from a metal piece on the conveyor belt is induced into sensing coils.

We can prevent detector from failing to catch metal pieces due to high threshold level produced by steel belt clips and make the sensitivity of belt-width direction uniform by using multicoil-type metal detection system. Besides, this developed system can recognize precise position and size of metal piece. The experiments shows that our multicoil-type metal detection system has better performances than the conventional metal piece detector.

1. 서론

원료수송용 컨베이어 벨트를 파손 및 걸손시키고, 벨트수명 단축 및 작업장안의 요인이 되는 원료(철광석 등)속의 금속철편을 쇠고 자속의 변화량을 이용, 비접촉으로 검출하여 금속편의 존재 유무와 금속편의 벨트 길이방향 및 폭방향의 위치정보를 작업자에게 알려주며 또한, 스틸벨트의 이음부분을 감지하여 이음부 통과에 따른 검출감도 둔감화를 방지하여 금속편을 효과적으로 제거할 수 있게 하기 위한 것이다. 종래의 금속편검출기에서의 공통적인 문제점은 벨트로 운송되는 금속철편의 신호가 벨트폭방향에 따른 감도, 특히 벨트중앙부와 벨트예지부분의 검출감도특성이 두드러지게 차별화 되어 있어 금속철편이 벨트예지부분을 통과할 경우에는 검출감도가 매우 낮아 오동작의 주요 발생 원인이 되고 있고 검출을 되더라도 금속철편 제거에 많은 어려움이 존재하고 있다. 이러한 종래의 와전류를 이용한 금속편 검출장치의 대부분은 발신코일부와 수신코일이 일체로 되어있는 일체형과 발신코일부와 수신코일이 상하로 이원화된 분리형이 있으나, 벨트 폭방향에 따라 자기코일 센서 감도 특성이 차별화되어 있어 금속편검출에 많은 장애의 원인이 되고 있다. 그리고 금속철편의 유무를 판단하는 기준이 되는 금속철편 검출감도 레벨이 스틸벨트의 이음부의 출력신호보다 높게 설정되어 있어 검출감도를 떨어뜨리는것은 물론 벨트손상의 주원인이 되고 있다. 본 시스템은 센서수신부를 다중코일화하여 상기의 문제점을 제거하므로써 스틸벨트 이음부 출력신호 레벨에 기인한 센서감

둔감화현상을 방지하므로써 이음부 신호레벨보다 상대적으로 낮은 금속편들을 용이하게 검출하였다. 다중코일로 구성된 수신코일부가 벨트 폭방향으로 'V'자형으로 구성되어 벨트중앙부와 상대적으로 감도가 낮은 벨트 예지부분의 감도를 균일화하여 검출기 오동작의 원인을 제거하였고, 또한 금속철편의 정확한 위치 판단 및 크기를 인식하여 금속편에 의한 컨베이어벨트의 파손 및 걸손을 예방함은 물론 금속철편 제거를 용이하게 하였다.

2. 금속철편 인식장치

2.1 구조 및 동작

본 연구에서 개발된 금속편 검출 및 인식장치의 구성은 그림 1과 같다. 벨트를 중심으로 상부에 발신코일(Transmitter Coil)과 하부에 두개의 수신코일(Receiver Coil-1, 2)부로 구성되어 있다. 있다.

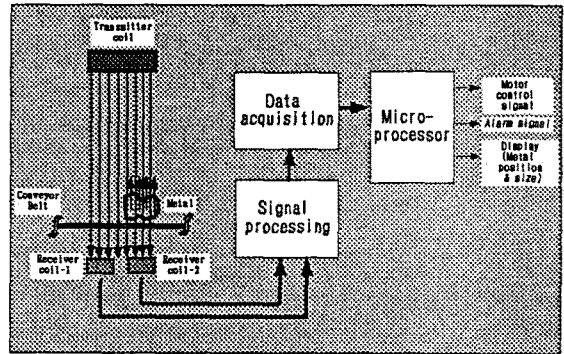


그림 1 철편 검출 및 인식장치의 동작도

여자신호에 의해서 발신코일에서 생성된 자속은 수신코일을 쇠고하여 전압을 유기시키기 된다. 벨트에 금속철편이 존재할 경우 발신코일에서 발생된 자속은 금속철편의 종류에 따라 수신코일에 유기되는 신호량이 변하게 된다. 금속편이 존재하지 않을 경우 철광석의 종류에 따라 발생하는 기본레벨신호의 변화는 수신코일-1과 수신코일-2에 동일하게 나타나게 되고 그 각각의 변화량은 신호비교검출을 통해 제거된다. 그림 1에서와 같이 벨트상에 금속철편이 수신코일-2를 통과할 경우 금속편에 의해 변화된 신호가 수신코일-2에서 나타나게 되고 수신코일-1과 수신코일-2의 신호차가 비교검출된다.

다량의 철성분을 포함한 철광석 속에 금속편이 묻혀 있을 경우에, 철광석에 의한 기본레벨신호의 변화로 인하여 철광석에 비해 상대적으로 변화가 작은 금속편의 검출은 매우 힘들며 철

광석의 종류에 따라 검출기의 감도레벨을 조정하여야만 한다. 또한 외부 진동이나 잡음이 발생하였을 경우, 수신코일이 하나인 금속편 검출기는 그 영향에 민감하게 반응하여 오동작을 발생시키는 주원인이 된다. 본 연구에서 개발된 두 개의 수신코일로 구성될 경우 수신코일-1이 수신코일-2(Sensing Coil) 대해 기준코일(Reference Coil)의 역할을 하므로 상기의 문제점을 제거할 수 있다.

2.2 다중코일을 이용한 금속철판의 인식

컨베이어벨트로 운송되는 철광석의 종류에 따라 변화되는 금속편검출기의 기준레벨값을 감지하여 금속편 검출레벨(threshold level)값이 설정된다. 금속편이 통과할 경우에 이 설정된 레벨과 각 다중코일에서의 출력신호와의 비교를 통해서 금속편의 크기 및 위치를 인식하게 된다. 그림 2에서와 같이 금속철판이 센서를 통과할 경우 자동설정된 threshold level보다 센서의 출력이 커지게 된다. 이 때 peak value와 시간(T)를 인식하게 된다. 검출된 금속철판에 대한 신호들은 메모리에 저장되어 금속철판을 검출, 인식하기 위한 데이터로서 활용되어진다.

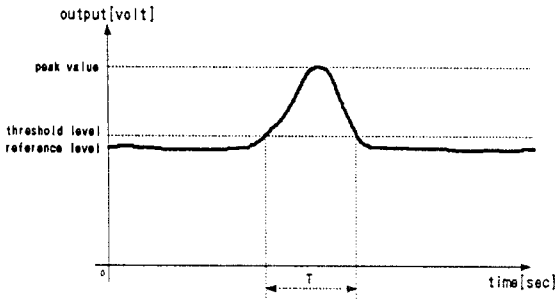


그림 2 다중코일 한 채널의 출력신호

벨트로 운송되는 철광석에 포함된 철판이 검출기를 통과할 경우 검출기에서 발생된 제어신호에 의해서 벨트구동모터가 정지하게 되고, 이 때 철판의 제거는 작업자의 경험에 의해서 철판

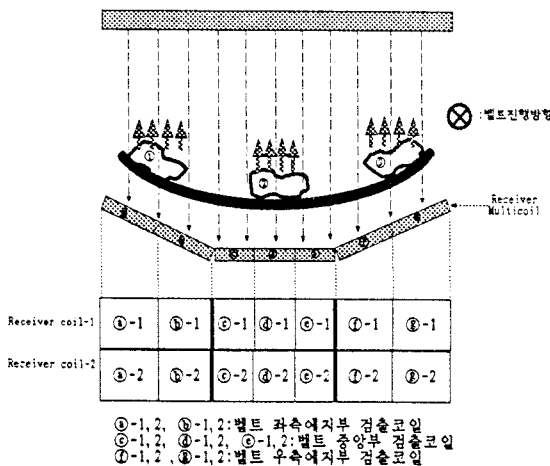


그림 3 다중코일을 이용한 금속철판인식 장치

의 위치를 찾아 수작업으로 제거되고 있다. 본 연구에서 개발된 수신부가 다중코일로 구성된 철판인식장치는 벨트상의 위치를 정확하게 감지하므로서 철판제거를 용이하게 하였다. 수신부를 구성하고 있는 다중코일은 크게 벨트 좌측에지부, 중앙부, 우측에지부 검출용 다중코일로 나뉘어져 있고 그림 3과 같다.

위의 그림에서와 같이 금속철판이 통과하는 위치에 존재하는 다중코일에서 그 금속편에 대한 자속의 변화량을 감지하므로서 벨트폭방향에서의 정확한 위치를 인식할 수 있다.

기존의 분리형 금속편 검출기는 벨트폭방향에 따라 감도가 차별화되어 있어 벨트 중앙부에 비해 상대적으로 벨트 에지부의 감도가 낮아 금속편이 벨트 양측 에지부를 통과할 경우 적절히 검출하지 못하고 있다.

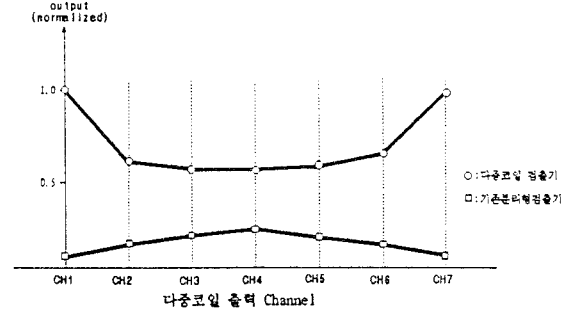
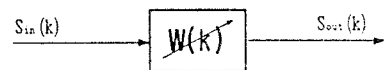


그림 4 다중코일형 검출기와 기존 검출기의 벨트폭방향에 따른 감도특성비교

그림 4는 기존 분리형 검출기와 다중코일형 금속편 인식장치의 벨트폭방향에 대한 위치별 감도특성을 나타내고 있는데 벨트에 지부의 감도특성이 기존 분리형 검출기보다 훨씬 향상되었음을 알 수 있다. 또한 각 다중코일들이 출력신호를 아래와 같이 아날로그 및 디지털 계인을 이용하여 균일화 하므로서 벨트폭방향에 따른 감도를 균일화하였다.



$$S_{out}(k) = W(k) \cdot S_{in}(k) \quad (1)$$

단, $S_{in}(k)$: 각 다중코일의 감도

k : 다중코일 Channel No.

$W(k)$: 각 다중코일의 가중치(아날로그 및 디지털계인)

$S_{out}(k)$: 각 다중코일의 균일화된 감도

3. 실험 및 고찰

발신코일과 수신코일의 거리는 발신코일에 여자신호로서 상용전원(110[V], 60[Hz])을 공급하였을 때 센서의 검출부에 금속편 인식장치가 감지하여야 할 최소의 시편을 검출할 수 있는 최적의 거리를 설정하였으며, 인식장치의 전체 하드웨어 구성은 그림 5와 같다.

그림 6은 금속철판의 크기가 150×100×3mm인 금속편이 각각 벨트 좌측에지부, 중앙부, 우측에지부를 통과할 때의 실험결과로서 벨트상의 금속편이 통과하는 위치를 인식검출할 수 있었다. 그림 7, 8은 각 크기별 (small size: 100×100×5mm, middle size: 150×150×5mm, large size: 200×200×5mm) 금속철판이 벨트중앙(④:CH4)과 벨트우측(⑦:CH6)의 상부 100mm를 통과할 때

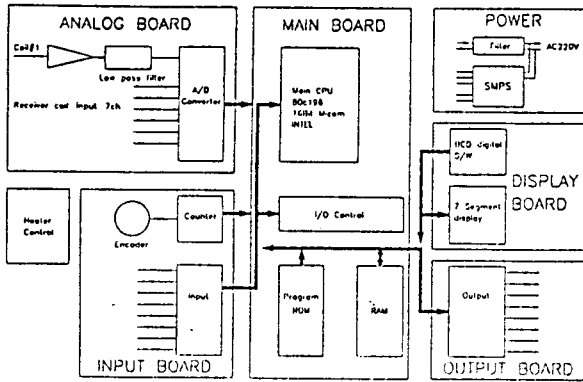
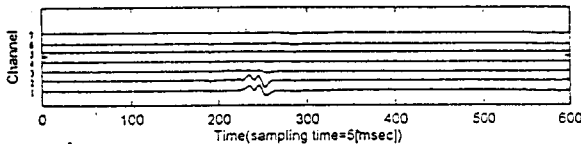
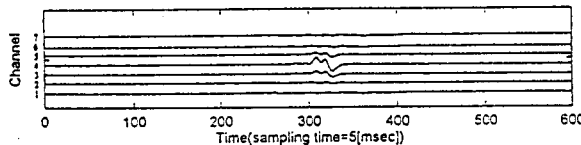


그림 5 금속철판 인식장치의 하드웨어 구성도

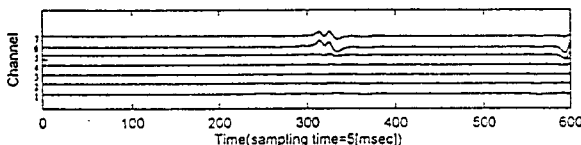
의 각 채널별 출력신호로서 다중코일형 금속판 인식장치가 철판의 크기는 물론 위치를 감지할 수 있음을 알 수 있었다.



(a) 벨트좌측여지부 통과시의 출력신호



(b) 벨트중앙부 통과시의 출력신호



(c) 벨트우측여지부 통과시의 출력신호

그림 6 150×100×3mm의 금속편이 금속판 인식장치 통과시의 각 채널별 출력신호

4. 결론

본 연구에서는 금속철판 인식장치의 코일센서의 구성을 벨트 판 중심으로 상하로 분리하였고 또한 수신코일부를 벨트폭방향으로 다중코일화하여 원료속의 금속철판의 존재유무의 검출은 물론 위치를 인식할 수 있었다. 또한 벨트폭방향에 대한 감도를 민감화하므로써 금속철판의 검출정도를 향상시켰다. 위의 결과로 금속철판에 의한 포항제철 원료공장의 컨베이어벨트의 파손 및 결손을 방지하고 금속철판의 제거를 용이하게 할 것으로 기대된다.

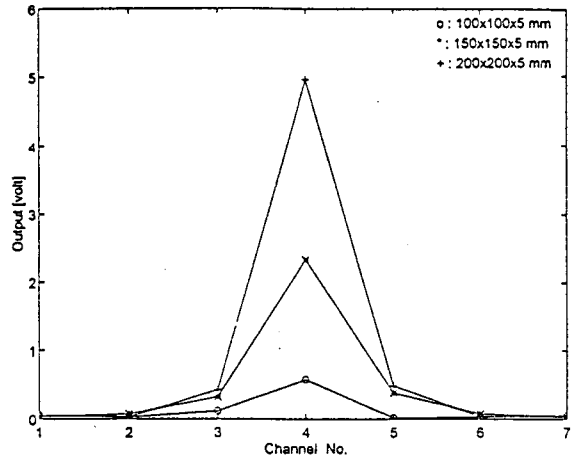


그림 7 벨트중앙부 통과시의 각 크기별 금속편에 대한 출력신호

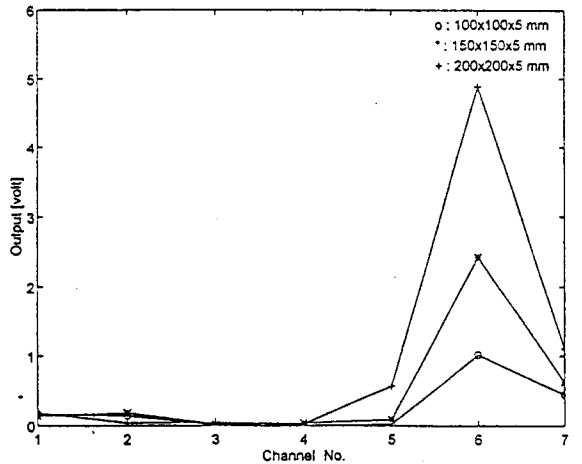


그림 8 벨트여지부 통과시의 각 크기별 금속편에 대한 출력신호

참고문헌

- [1] J. M. Farely, R. W. Nichols, 'Non-destructive Testing', Proceedings of the 4th European Conference, Vol. 4, Sept, pp.14-17, 1987.
- [2] Robert C. McMaster, Paul McIntire, 'Nondestructive Testing Handbook' Vol.4, 1986.
- [3] General Dynamics, 'Nondestructive Testing', Vol.4, 1983.
- [4] 포항제철, '원료공장 철판검출기 작업지침서'
- [5] 유재상, 권정혁, '원료수송용 B.C의 금속판검출기 및 자기선별기 제작설치', 연구결과보고서, POSCO 기술연구소, 1995.