

渦流式 連續 Mold 湯面 位置計의 湯面振動信號 檢出方法

李 鎭 洛
産業科學技術研究所 制御研究部

Mold Oscillation Signal Detector of Eddy Current Mold Level Sensor

Jin-Rak Lee
Control Research Department of RIST

Abstract

In the continuous casting process, mold level sensor & control system is very important for the quality of slab & bloom. in this paper, the principle of eddy current mold level sensor was studied and a method of mold oscillation signal detecting was purposed.

1.序論

連續鑄造工程에 있어서 Mold 內 溶鋼의 湯面 位置를 精確히 測定하여 一定한 높이로 制御하는 것은 鑄片의 品質向上, 省力化, 操業安定化 側面에서 매우 重要한 技術이다.

現在 浦項製鐵所 1.2.3 連續工場 및 光陽製鐵所 1 連續에서는 放射線法에 의해 溶鋼의 位置를 檢出하고 이를 制御하고 있다. 最近에 HCR 操業이 施行되고 있는 狀況에서 放射線法에 의한 Mold 湯面 位置檢出 및 制御모서는 品質向上에 限界가 있어 本 研究에서는 渦流式 連續 Mold 湯面計의 原理, 實際 導入上의 問題點 및 振動信號 檢出法에 關하여 技術한다.

2.連續 Mold 位置 制御

Fig.1 에서 Tundish 의 溶鋼은 노즐을 通過해 Mold로 주입되고 Mold 湯面의 位置를 一定하게 制御해주면 하부의 Roll 을 지나면서 所定의 規格대로 굽어지면서 Slab &

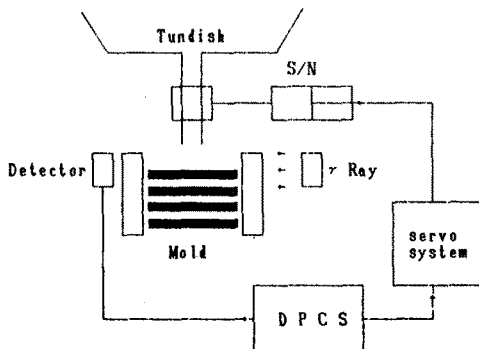


Fig.1 Mold level control system

Bloom 이 生産된다. 現在 浦項製鐵의 溶湯位置檢出은 Fig. 1 과 같이 감마선을 Mold 側面에 透過하고 반대편에서 放射線 檢出器에 의해 檢出된다. 이 檢出器의 信號는 DPCS 의해 처리되고 서보시스템을 통해 슬라이딩 노즐을 制御하면 Tundish에서 주입되는 溶鋼의 量이 制御된다.

放射線法에 의한 Mold 湯面의 位置檢出은 應答性, 安全性, 管理上의 問題 등으로 인해 最近에는 各 國의 製鐵所마다 渦流式 湯面計에 대한 研究가 활발히 行해지고 있다.

3.渦流式 連續 Mold 湯面 位置計

渦流式 位置檢出法에는 Bridge 法, 發振法, 歸還增幅回路法 이 있는데 Fig.2 는 歸還增幅回路法에 의한 位置檢出 方法 이다.

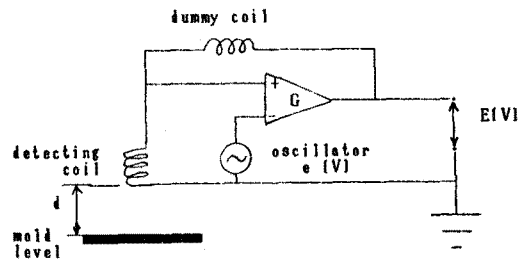


Fig.2 Eddy current level sensor

50KHz 의 發振器를 사용하여 檢出코일을 여자시켜주면 出力 電壓은 (式 1)과 같다.

$$E = \frac{-G}{1 - G \frac{Z_s(d)}{Z_d + Z_s(d)}} \cdot e [V] \text{ ----- (式1)}$$

E : output e : input G : gain

Z_s(d) : detecting coil impedance

Z_d : dummy coil impedance

따라서 出力 電壓은 湯面 上部와 檢出코일 間의 距離의 函數로 나타난다. 이 渦流式 湯面計에 의한 湯面 位置檢出은 放射線法보다 精密度가 높아 最近 日本을 비롯한 一部 製鐵所에서 實用化가 進行中이다. 단 渦流法의 短點은 檢出코일이 高溫의 湯面 近處에 位置하므로 溫度補償과 湯面의 振動에 의한 振動信號 檢出이 實用化의 障礙要因이다. 特히 湯面 振動信號는 操業때문에 따라 그 周波數가 變化하는데 一般的으로 Notch filter를 使用하지만 本 研究에서는 Tundish 振動用 鏡 구동속의 回轉 信號와 湯面計의 出力으로부터 湯面 振動信號의 實時間 檢出方法을 研究하였다.

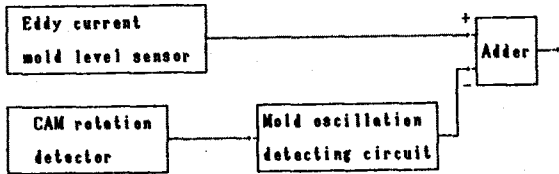


Fig. 3 Mold oscillation signal detecting system

4. 湯面 振動信號 檢出法

湯面 位置計의 出力에 包含된 振動信號 $ea(t)$ ($-A \sin at$)를 檢出하기위해 本 研究에서는 런디쉬 振動用 鏡속의 回轉 信號 $eb(t)$ ($-B \sin (at + \phi)$)의 로부터 A, B, ϕ 를 計算하여 湯面 振動信號의 實時間 除去方法을 檢討하였다. 두 信號를 곱하고 한週期 동안 積分하면

$$v1 = \int_0^T A \sin at \cdot B \sin (at + \phi) dt = (A \cdot B \cdot T \cdot \cos \phi) / 2 \quad \text{---(식2)}$$

이 되고, $ea(t)$ 를 90 도 位相 變化後 反復하면

$$v2 = \int_0^T A \cos at \cdot B \sin (at + \phi) dt = (A \cdot B \cdot T \cdot \sin \phi) / 2 \quad \text{---(식3)}$$

$eb(t)$ 로부터

$$v3 = \int_0^T B^2 \cdot \sin^2 (at + \phi) dt = T \cdot B^2 / 2 \quad \text{---(식4)}$$

式 2), 3), 4)를 풀면 A, B, ϕ 를 알 수 있어 湯面振動信號의 實時間 檢出이 가능하다. 이 方法에 의하면 操業 때번의 變化로 인한 湯面 振動 周波數 變化에 關係없이 湯面振動信號의 實時間 除去가 可能하다.

5. 結論

本 研究에서는 渦流式 湯面計의 實用上 障礙要因인 湯面 振動信號 檢出의 한 方法을 提示하고 그 妥當性을 確認하였다.

6. 參考文獻

- 1) 鐵과鋼, 70-9, p.1160
- 2) World Steel Report, vol.7, 85/86, p.275
- 3) 計測技術, 80-6, p.27
- 4) 鐵과鋼, 65-4, p.122
- 5) 日本鋼管技報, 84, p.35
- 6) Iron & Steel Engineer, vol.60-2, p.22