

新日鉄 生産技術研究所 ○川島捷宏 , 中森幸雄
 室田昭治 , 曾我 弘

1.はじめに CCの操業中において鋳片の凝固シェル厚みを測定することは操業へのフィードバック,材質へのフィードバック等のために非常に重要である。しかしながら従来は破壊的な方法(ドライピット)又は熱計算による方法しかなかったため,オンラインにおいて非破壊的・連続的且高精度に測定する方法が望まれていた。そのため電磁超音波による測定方法を開発し当社八幡製鉄所連鋳工場に設置し長期(約5ヶ月)の試験運転を行い非常に良好な結果を得た。

2.測定方法 CC鋳片の片側に発生用コイルを,反対側にマグネットと検出コイルを配置する。パルス電流を発生用コイルに流すと鋳片表面に電磁力が生じ非接触的に超音波が発生する。鋳片を透過した超音波は反対側の検出コイルにより,発生の際の逆原理にもとづき検出され電気信号に変換される(Fig.1)。発生端・検出端は直径約40mmφ・長さが約80mmである(Fig.2)。超音波の透過時間tと凝固シェル厚みdとの間には次式のような関係がある。

$$d = (t - \frac{D}{V_L}) \sqrt{2} (\frac{1}{V_S} + \frac{1}{V_L})$$

但し t:透過時間, D:鋳片厚み

V_S:固相中の平均音速

V_L:液相中の平均音速

d:凝固シェル厚み

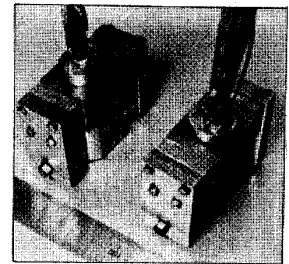
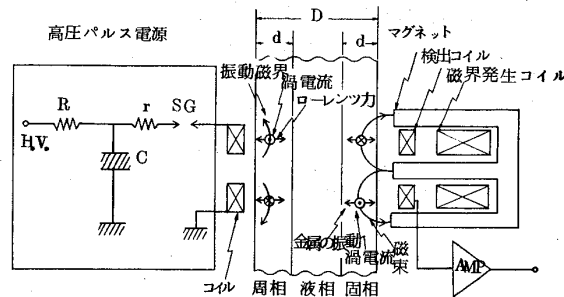


Fig. 1 電磁超音波透過法の発生検出原理

Fig. 2 発生端と検出端

3.測定結果 代表的な測定結果をFig. 3に示す。透過時間t,鋳片表面温度θ,鋳片厚みD,それらの値より計算された凝固シェル厚みd,ならびに鋳片引抜き速度V等を準連続的(1~2分間隔)に測定した結果が約2時間以上にわたって記録されている。この間鋳片引抜き速度は変化させられ最終的には停止された。測定は鋳片引抜き停止後内部まで完全に凝固するまで続けられた。凝固シェル厚み測定値dは引抜き速度が一定の場合にはほぼ一定しておりその値は予想されている値とほぼ一致している。引抜き速度が短時間でも変化すると凝固シェル厚みも敏感に変化しているありさまがよくあらわれている。また引抜き停止された直後から凝固厚みが増加し完全凝固に至るありさまもよくわかる。これらの測定結果は電磁超音波透過法による本凝固厚み測定装置が極めて敏感に凝固厚みをとらえていることを示している。

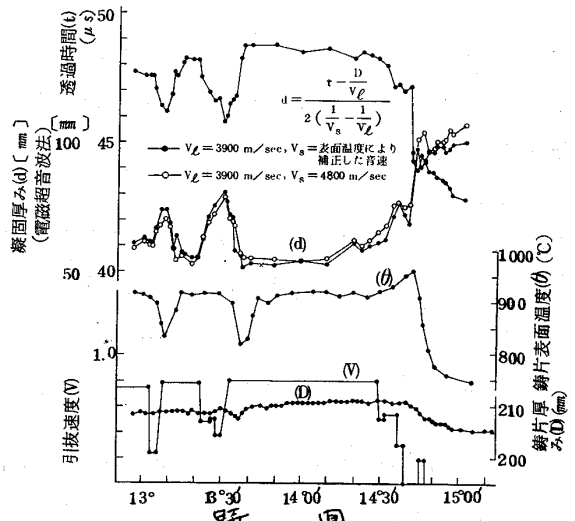


Fig. 3 電磁超音波透過法による凝固シェル厚み測定結果

とを示している。ドライピットによる測定値との比較によれば測定精度は約2mmである。なお検出端は測定時のみ鋳片に近接するだけでよく,水冷により充分耐熱・耐久性のあることがわかった。

4.おわりに 現在まで実現していなかったオンラインCC凝固シェル厚み測定装置,方法を開発した。今後は最適配置方法や,伝熱モデル計算との結合などの利用技術開発を行う予定である。