

H9年6月25日

生産システム工学専攻		紹介教官氏名	北川 孟
申請者氏名	市川文彦		

論文要旨 (博士)

論文題目	鉄鋼製造プロセスにおける超音波応用オンライン計測技術の開発
------	-------------------------------

(要旨 1,200 字程度)

鉄鋼製造プロセスでは、生産を最適に制御するためにオンライン計測が求められる。しかし鉄鋼製造プロセスでは、極めて厳しい測定環境条件の下に測定対象が置かれるため、これまでオンライン測定が困難とされてきたものが多い。超音波は気体や個体内部をその物質を選ばずに容易に伝搬できるので、物体の内面で起こる事象の計測、水蒸気やダストの多い環境下での計測、鋼板の内部の欠陥や材質の計測などのオンライン測定に適している。

本研究では、超音波応用計測をその測定対象から、a)超音波の伝搬時間を利用した寸法形状計測、b)音速を利用した材質計測、c)不連続部からの音波の反射を利用した欠陥検出の3つに分類し、それぞれに対して困難な測定条件を強いられている具体的な測定対象を選定し、オンライン計測技術を開発した。

a)の寸法形状計測に関しては、熱間圧延仕上げミルのワークロールのプロフィールを高温、高熱、水蒸気の悪環境下で 10 μ m 以内の高精度測定を達成するために開発した新しい技術を述べた。すなわち①水ジェット機構と②水ジェット内を伝搬する超音波の飛行時間からセンサ・ロール間距離の計測、③水温による音速変化をリアルタイムで補正する方法、④センサ架台の真直度変化を補正する方法、⑤複数のセンサによる測定距離分布からロールプロフィールを算出するアルゴリズムの開発を示した。次に、超音波の代わりに電気パルスが同軸ケーブル内を伝搬することを利用してその飛行時間から底吹き転炉の羽口の損耗量を計測する技術の開発を述べた。本技術では①光速度に近い速度で伝搬する電気パルスの飛行時間を高精度に測定する技術、②電気パルスの伝搬速度の温度依存をリアルタイムで補正する技術を示した。

b)の材質計測では、方向性電磁鋼板の材質のオンライン計測技術の開発事例を示した。ここでは、①鋼材の結晶方位と音速の関係を定量的に把握すること、②超音波の干渉を利用し音速を高速度で計測する手法、③高速で移動する鋼板に超音波を打ち込む機構の構築、が大きなブレークスルー技術であった。

c)の欠陥検出では、薄鋼板の板波 (Lamb wave) 超音波探傷技術の開発を述べた。ここでは、超音波の粒子変位の大きさと計測信号の大きさ、群速度分散と検出信号波形の半値幅との関係を理論的に検討し、実用上最適な探傷条件を見いだすとともに、薄鋼板の内部品質で最も問題になる鋼板中の介在物に対して、検出性能を実験的に明らかにした。そして、板波超音波の特徴を最大限利用できる探傷装置を開発した。

本研究成果は、現状の多くの類似した工業プロセスに幅広く適用可能であり、超音波を応用したオンライン計測システムの設計、開発に技術的指針を与えるものである。