

討30 オンライン分析技術開発の課題

新日本製鐵(株)第一技術研究所

川村 和郎

1. 緒言

鉄鋼製造工程における工程の短縮、連続化や、高級鋼の生産等にもない、近年鉄鋼製造工程におけるオンライン分析への要請は高まりつつある。本講では、鉄鋼製造工程におけるオンライン分析の意義、今後のオンライン分析技術開発上の課題、展望等について記した。

2. 鉄鋼製造工程におけるオンライン分析の意義

鉄鋼分析技術は、例えば状態分析、表面解析といった高度解析技術の進歩と併行して、分析室内における化学分析の自動化、機器化の推進によって今日のような発展を遂げて来た。前者は主として鋼材開発研究の一環としてその進歩が促されたものであり、後者は分析自体の省力化や鉄鋼製造工程の短縮化に伴う分析の迅速化ニーズに即応するためのものであった。とくに鉄鋼製造工程の短縮はかつて分析技術の幾多の変革を促がして来たが、その一例は、かつて製鋼における平炉操業から転炉操業への転換において、それまでの化学分析による炉前管理分析が発光分光分析による管理分析におきかえられることによって分析技術の変革と同時に分析の大巾な時間短縮がもたらされたことに代表されよう。その后においても鉄鋼製造技術の進歩は目ざましいものがあり、それに伴う製造工程の短縮事例は枚挙にいとまがないが、分析技術もこれらに即応して進歩しつづけ、鉄鋼のあらゆる製造工程における分析時間短縮ニーズにも応えて来た。しかしながらこれらの分析時間の短縮は、一部を除いてそのほとんどが試料を分析室内に持ち込んで分析する、いわゆるオフライン分析が前提とされるもので、発展し続ける今日の製造工程には時間的にもはや対応できなくなりつつある。このようなことから、鉄鋼製造工程における工程管理分析は、分析室における従来のオフライン分析にかえて製造工程での直接分析、もしくは工程直近でのこれまで以上の迅速分析を目ざしつづあり、このような傾向は増々強まりつつある。以上から分析室における従来のオフライン分析に対比して、上記製造工程もしくは工程直近での迅速分析を仮りに鉄鋼製造工程におけるオンライン分析とするならば、その内容はおよそ以下を総称したものととらえることができる。

すなわち、

- (1) サンプリング、分析工程において人が介在するが、これら作業時間の大幅短縮により製造ライン直近で、ライン運転マン自身がこれらの一連の作業を自己完結できて、分析情報がえられる。
- (2) 分析用試料のサンプリングは必要とするが、一連のサンプリング、分析工程を自動化することによって人が介在することなく、連続測定もしくはほぼそれに近い状態で分析情報がえられる。
- (3) いわゆるその場連続分析で、いっさいのサンプリング作業なしで連続測定する。

上記開発事例は、(1)においてはEB-M S法による溶鋼Nの迅速分析(110秒)により、(2)においては合金メッキ浴の蛍光X線分析法による連続測定により、また(3)においては固体電解質をもちいた溶鋼酸素の濃淡電池測定法によってそれぞれ代表される。それぞれの紹介は各論にまかせるが、これらはすでに実用化され、大きな成果をあげている。

オンライン分析なる用語は一般的に製造工程における無人、連続分析(上記(3))を想起させる。しか

しながら、製造工程における分析作業の画一的な無人化、連続化は多額の設備投資を必要とし勝ちであるばかりでなく、メンテナンス費用の膨張につながりかねない。オンライン分析の真の目的は、工程における分析情報を迅速に得ることと共に、如何にして目的とする最短の工程、最短の時間、最小のコストでつくるかという課題に寄与することにある。したがって、オンライン分析がこの目的に合致するならば、オンライン分析を狭義の概念（製造工程における無人、連続分析といった）だけでとらえるのではなく、上記(1)、(2)、(3)の総称としてとらえるべきであると考えられる。

3. オンライン分析技術開発の課題

オンライン分析技術開発は、下記により推進される。

すなわち、

- (1) 従来分析室で行われている分析方法をそのまま、あるいは一部自動化してオンライン化する
- (2) 従来分析室でもちいられている分析方法の分析原理とは全く異なる方法でオンライン化する
- (3) 上記(1)、(2)のオンライン法はとも角として、別のオンライン情報から間接的に分析情報を得ることによってオンライン分析の目的を達する。

(1)の事例は、合金メッキ浴の蛍光X線分析自動化による連続測定によって代表される。通常の場合、この種のオンライン化はもっとも手堅いと考えられるが、設備の複雑さはコストアップを導きやすく、設置後のメンテナンスに関しても設計段階で充分考慮する必要がある。分析方法の自動化に関してはこれまで幾多の経験を経て、多くの成果を挙げて来た。またロボット技術も近年長足の進歩を遂げ、実用化事例は多くかつ精密度も大巾に向上しつつある。一方下記(2)における各種センサー技術も高度化の一途をたどりつつある現在、これらの技術も効果的にとり入れることによって今后とも従来分析の自動化によるオンライン化への期待は大きいものとなろう。

(2)の事例としては、固体電解質による溶鋼の酸素濃淡電池法や、EB-MS法による溶鋼試料のN、H迅速分析法などが挙げられる。前者は近年S、S_iなどへの適用もすでに試みられつつあり、又後者の基本をなす電子線照射技術も長足の進歩を遂げつつあることから、鉄鋼製造工程におけるオンライン分析への今後の適用拡大に大きな期待が持たれる。これらはいずれも上記(1)のように従来の分析室でもちいられていないか、もちいられていてもごく限られた範囲のものであった。例えば、溶鋼を対象とすることによってはじめてその威力を発揮する固体電解質は、常温の試料を対象とする従来の分析室では無縁の存在ですらあったが、セラミックス技術の進歩やセンサー技術、計測技術の進歩等ともあいまって今日ではオンライン分析技術開発推進上の強力な手段にまで発展を遂げた。この種事例は、いかに他分野の技術のトランスファーであり、先の事例のみにとどまらず今后は一層活発化され、かつオンライン技術開発推進の上で重要な位置をしめるものと予想される。とくに溶銑、溶鋼といった高温の融体を直接分析するといった場合においては、現行分析法の延長線上での対応は、仮りに将来実現したとしても多くの困難性、周辺技術の解決の必要性等も予想されることから、このような他分野における技術のトランスファーによる解決への期待は一層大きいものがある。

(3)の事例としては、転炉操業における転炉廃ガス分析による終点Cの推定があげられる。この種技術開発は、オンライン技術の困難性を測定対象をかえることによって解決しようとするもので、品質管理技術の活用によってオンライン化が促進されるものである。溶鋼水素分析値から厚板製品品質を推定するといった事例もこの範ちゅうに入るものだが、前二者に比し実用化事例はまだ少ない。今後の展開については予測し難い面もあるが、工程での各種基礎データの今後の蓄積、各種因果関係の解明等を通じ

てオンライン技術開発を促進する可能性は大いにあるものと思われる。

いずれにしてもオンライン分析技術開発の今後の課題は、従来の分析室における分析技術にこだわることなく、他分野の技術のトランスファー、周辺技術の積極的な活用を図り、目的に応じた最も効果的な手を打つことである。

4. 今後の展望

鉄鋼製造工程におけるオンライン分析技術開発のニーズは今後一層高まるであろう。すなわち、(1) 鉄鋼製造工程における高純度鋼や合金メッキ鋼板などの高付加価値製品の生産への指向、(2) 一層の歩留原単位の向上策の推進 (3) 省エネ、省資源、省力の追求等により、例えば多段製鋼法の採用、CC比率の向上、直送圧延等が今日では不可欠な要素となっているが、今后は、これらの製造技術を土台にした一層高度な操業技術の確立と同時に工程の連続化、省略化が進められるであろう。そして当面これらはいずれもより迅速な分析情報の入手とその伝達を不可欠な要件とするであろう。その結果、前述したような各種自動化技術、センサー技術や計測技術の進歩が促がされ、オンライン技術の進歩が一層加速されるであろう。また分析値情報の迅速な入手によって品質管理が一層向上し、それによって製造工程の変革がなされることも期待できよう。そして、このような進歩のくり返しによってやがて工程における成分情報すら必要としなくなることも考えられなくはない。オンライン分析の真の目的が、工程における分析情報を迅速に得ること以上に、如何にして目的とする製品を最短の工程、最短の時間、最小のコストでつくるかという課題に寄与することであることは前述した。したがって、今後オンライン分析技術開発の推進過程で、現在の分析値情報に代替できる他の物理量情報、もしくはそれらの組み合わせによって上記オンライン分析の真の目的がより容易に達成出来ればこれまでの分析情報は必ずしも必要ではなくなるはずである。オンライン分析技術開発の推進は単に分析値情報の迅速な入手だけにこだわることなく、そこまで見做した柔軟な対応が必要である。

オンライン分析技術開発のこのような進歩は、つぎのような問題を新たに提起することとなる。すなわち、製造工程での自動化や、分析情報に代わる代替え特性値の導入は現行の品質保証体系の見直し、もしくは新たな品質保証体系の確立を必要とするであろう。従来の分析室における分析 — オフライン分析 — に於ては、必要に応じて標準試料による分析値の正確さの確認や、再分析の実施等により、分析情報を再確認する機会や手段があった。しかしながら、このようなオフライン分析に代わってオンライン分析技術が進めば進むほど、分析情報を再確認する機会も手段も少なくなって来る。また、製造工程において従来の分析情報を必要としなくなる結果、代替え特性値情報はえられても分析情報はえられないといった事態が生じて来ることも考えられる。このような新たな状況のなかでの品質保証体系は、従来のままでは対応できなくなると考えられ、例えば、計測器精度管理といった新たな対応が不可欠となろう。一方、オンライン分析技術の進歩は従来の製造工程の変革や、製造技術の進歩を促がし、その結果はより高度な解析技術を必要とするところとなる。例えば、高純度鋼の生産技術の確立は溶鋼中のより微細かつ微量介在物分析を必要とするところとなり、また合金メッキ技術の確立はより詳細な鋼材表面情報を必要とするようになった。これらの高度解析技術への要請は、工程のオンライン分析技術開発の発展とも相互に関連し合い、補完し合ってより高度化、複雑化の一途を辿ると考えてよい。したがって、工程のオンライン分析技術開発を推進する一方で、これら高度解析技術を開発推進することを忘れてならないばかりか、オンライン技術開発とも関連づけながら強力に推進しなければならない。

5. 結 言

鉄鋼製造工程におけるオンライン分析の意義，今後の課題と展望について記した。近年鉄鋼製造工程におけるオンライン分析の必要性は増々高まりつつあり，オンライン分析技術開発も活発に行われている。製造工程におけるオンライン分析の狙いは，如何にして目的とする製造を最短の工程で，最短時間，最小のコストにより生産するかという課題に対し寄与することにある。したがって，オンライン分析技術開発は，サンプリング方法の開発をも含めて総合的に評価し，その推進に当たるべきであり，また他分野，周辺技術のトランスファーも今後積極的に行う必要がある。

一方オンライン分析技術開発が進むにつれて，現行品質保証体系の見直しが不可欠となり，またより高度な解析技術の必要性も高まるであろう。オンライン分析技術開発の推進と同時に，オンライン分析技術開発によって新たに生ずるであろうこれらの新しい課題にも今後注視していかなければならない。