

### (59) 平爐の熔鋼溫度測定に就て

住友金屬工業 K. K. 和歌山製造所

工 寺 町 忠 夫  
〇 工 石 井 清 二

#### I. 緒 言

最近日本に於いても熔鋼の溫度を直接に測定する方法として白金-白金ロジウム熱電對を利用する Immersion Thermocouple や熔鋼表面の輻射及び光のエネルギーを利用する Immersion Blowing Tube Pyrometer の試作が行われ實驗的には成功を収めていることが既に本講演會に於いても報告された。

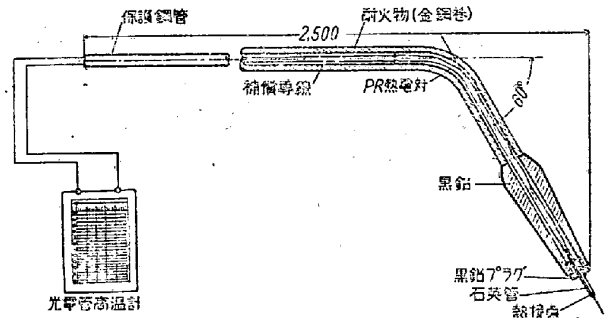
吾々は熔鋼の溫度を測定する方法を従來の經驗と歐米の實施報告とにより PR 熱電對による方針を決定し昭和 26 年 8 月より試作を開始した。それ以來實驗を重ね現場的に實施し得る自信を持つに至つたので昭和 27 年 4 月以降平爐の熔鋼溫度を各チャージ毎に測定することになり、現在では製鋼作業には必要欠くべからざる計器となつている。以下本計器が日常作業に使用されるに至るまでの概要を述べて参考に供したいと思う。

PR 熱電對で熔鋼溫度を測定する方法を大別して二つの型式がある。一つは熱電對を台車に乗せて浸漬する型式であり、他の方法は人力により熱電對を挿入する型式である。吾々が最初に着手した方法は台車型熱電對を使用するもので 4 輪、2 輪台車を試作したが熱電對保護管が大型になり操作が厄介であること、及び平爐作業台の凹凸による振動等のためプラグの脱落、熱電對試作の未熟練等の事由により満足すべき結果が得られなかつた。次に裝入起重機のフックに熱電對を吊す方法、裝入機のラムに乗せる方法等を試みたがうまく行かなかつた。そこで分析試料採取用の柄杓に汲まれた熔鋼の溫度を測定するために特別の熱電對を製作實驗した。此の方法は操作が簡単で連続して測ることが可能であるが此れは飽くまでも柄杓内の熔鋼の溫度であつて平爐内の鋼浴の溫度ではない。従つて得られた結果は爐の操業上参考になる程度である。結局以上の如き過程を経て最後に行つたのは簡易にして輕便で一人で挿入することが出来る型の熱電對であつた。此れは全重量約 5.5 kg で裝入口ドアの試料の波出口より平爐の操業を邪魔することなしに鋼浴に浸漬することが出来る型式のものである。以下手挿入型鋼浴溫度計について説明する。

#### II. 手挿入型浸漬熱電對

第 1 圖は手挿入型浸漬熱電對の概觀を示したものであ

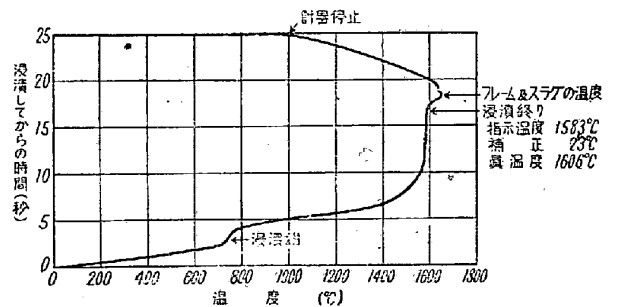
る。白金-白金ロジウム (13%) 熱電對を使用し保護管は 618 $\phi$  のガス管で先端を曲げている。鋼浴に入る部分は人造黒鉛でその先端に石英管を取付けた黒鉛のプラグを嵌め込むやうにしてある。石英管は國産の不透明管であり、外徑 13 mm 肉厚 1 mm である。石英管はプラグより約 30~40 mm 出している。保護管の外部は珪石モルタルとマグネシヤ粉の混合物で被覆し此れが脱落しないように金網で 2 重に巻いてある。



第 1 圖 手挿入型鋼浴溫度計略圖

#### III. 記録計

記録計は島津製光電管式高温計を使用している。その作動原理は熱電對の熱起電力に相當した角度だけ檢流計を振らせ光源ランプより發した光量即ち光のエネルギーが光電管に入射され、こゝで電氣エネルギーに變換されて増幅器にゆき記録計指針を動かす。光電管式高温計の特徴は time lag が少く(約 1 秒)非常に感度が鋭敏である。併し鋭敏なために震動に對して檢流計の零位置が變ることがあるので測定の前には標準と比較して指度の檢定を行わねばならない。記録計の溫度目盛は 0~1800°C で送り速度は 0.2 cm/sec である。第 2 圖は記録された結果を示す。



第 2 圖 溫度記録圖の一例

#### IV. 測定定法

測定前には必ず電位差計に依つて熱電對、補償導線並びに、銅線を含む回路に一定の電壓を與えて記録計の指示を調節する。計器の調節が終ると一人の挿入者が熱電對を爐のドア-試料波出口の小さい穴より入れると同時に

に他の一人が記録計を回轉させ指示が平衡状態に達したときに笛を吹いて挿入者が熱電對を熔鋼より急速に引き上げるように合圖をする。ドアの小さい穴より挿入するときは落着いて靜かに爐内に入れ先端を熔鋼に浸漬する際は急速にスラグを含めて約 20 cm 浸漬する。浸漬する角度は出来るだけ鋼浴面に垂直になるように、浸漬が終れば速かに引き上げる。

### V. 熱電對の檢定爐

熔鋼の溫度測定の際熱電對自體の精度が問題になるので吾々は阪大菅野教授指導の許に 1650°C まで溫度を上げることが出来る檢定爐を製作した。その構造は high alumina 管の外周に白金ロジウム線を巻いて電流を通ずるようになってゐる。檢定は此の爐の均熱部分に標準の熱電對(當社大阪製鋼所に於いて各種純金屬の凝固溫度で檢定したものであつて、最高溫度は純 Pd の熔融溫度 1555°C である)と檢定される熱電對を一緒に挿入して行ふ。

### VI. 測定溫度の精度に就て

#### (1) 補償導線と熱電對との繼目の溫度

補償導線と熱電對の繼目は浸漬の際焔が當る部分に存在するので若し此の部分が高温になると補償導線の熱電特性は變化する。實驗室の實驗では繼目の溫度が 0°~70°C 以内では殆んど誤差はない。現場で實際に浸漬した場合の繼目附近の保護管内部の溫度曲線は第 3 圖に示す。第 3 圖で明らかな如く繼目の溫度は浸漬時間中は全然上昇しない。

#### (2) 冷接點

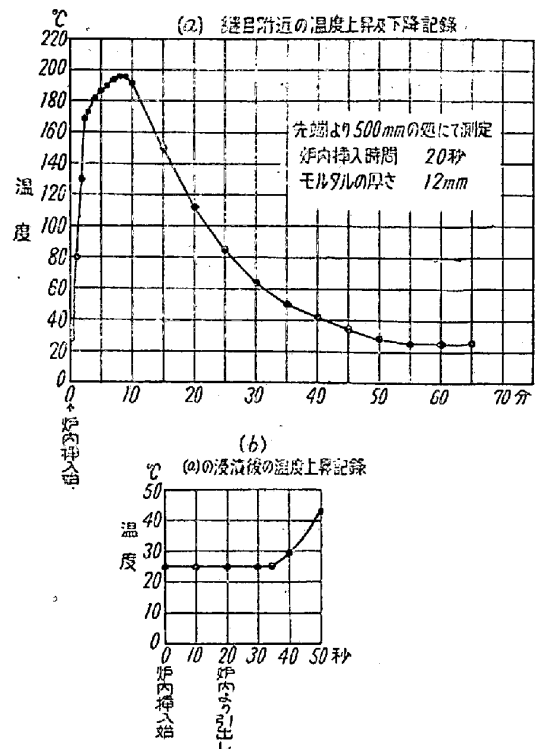
冷接點溫度は一定になるように冷却器に水を入れて水溫を測り補正をしている。

#### (3) 白金線の劣化

測定の精度に影響する各種の誤差のうち最も困難な問題は白金-白金ロジウム線の劣化である。劣化の原因として炭素、珪素、硫黄等が挙げられ又此の外熱電對の屈曲による歪、還元ガス、Rh の蒸發等によると云われている。吾々は入手した使用前の熱電對を檢定して一回乃至拾數回使用したものを再び檢定を行い何回使用したときどれ程の熱起電力が低下するかを實驗した。この結果により現在では 8 回使用毎に檢定を行つてゐる。

### VII. 實測値

4 月中旬以降 7 月下旬までに測定は約 170 チャージに及んでいる。製造品種は C 量が 0.08% から 0.73% に至る範圍であるが、それ等の出鋼溫度は大體 1585~1660°C



第 3 圖 -- 熱電對と補償導線との繼目附近の溫度上昇及び下降曲線

の間である。次に光高温計との比較であるが、光高温計では殆んど 1515±15°C の範圍にあり之の測溫値に信頼が置けないので現在の處兩者の相關性を求める段階に至っていない。

### VIII. 今後の問題

光電管式高温計は time lag が非常に小さいので優秀であるが震動の多い現場では指示調節を毎回念入りに行わねばならないことが大きな缺點である。此の點電子管式電位差計 (Circular Chart "Electromek Potentiometer") は測定の都度電池電壓の較正さえ行えば良く、時計式の大形指示計は遠方から容易に指示を読むことが出来る。併し此の記録計は time lag が大きいのが缺點である。今後はこの兩者の使用上の比較を行う豫定である。又將來の研究事項として鋼浴の溫度分布を計る必要がある。

### IX. 總括

平爐の鋼浴溫度を手挿入型溫度計で現場的に日常作業として全チャージに亙り測定する事に成功した。現場の melter には鋼浴の溫度について正確な知識を與え又品質管理上一つの手掛りを與えたのであるが、今後進むべき方向としては鋼種別の標準溫度を設定することが當面の緊急問題である。