

- 39) The Temper Mill. T. B. Montgomery. Iron and Steel Engineer. 1942 Year Book. pp. 232 ~244
- 40) The Uni-Temper Mill and Process. M. D. Stone. Iron and Steel Engineer. Jan. 1945.
- 41) Electric Equipment for High Speed 2-Stand

- Temper Pass Mill. R. E. Marrs. Iron and Steel Engineer June. 1950. pp. 95~99
- 42) Extensometer Indicates and Records Percentage of Extension on Strip Temper Pass Mill G. Rendel, Blast Furnace and Steel Plant 1949 pp. 382

製鋼爐用アンブリダイン式自動電極調整装置と その運轉実績に就て

宮崎節夫*・筈見茂史**

ON THE OUTLINE OF AMPLIDYNE TYPE ELECTRODE REGULATORS

Setsuo Miyazaki and Shigeshi Hazumi

Synopsis:

In the arc furnace operation it is necessary to use an automatic electrode regulator having the exact and sensitive characteristic with high reliability.

In the United States of America, rotating type regulators have been used commonly for this purpose in these several years.

Tokyo Shibaura Electric Co. has manufactured an amplidyne type electrode regulator, and equipped it in Adachi Steel Works for the first time in Japan with successful results. In this article the outline of the equipment and its operating results were reported

I. 緒言

概要を報告する。

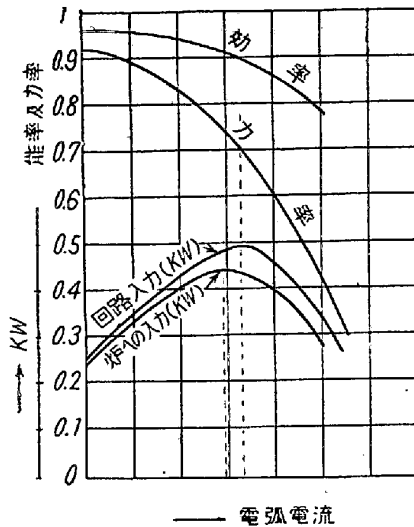
電氣製鋼爐に於ては製鋼も當り變壓器容量の増大及び高電壓に依る高速熔解化、爐體構造、裝入方法等の進歩酸素又は空氣吹込、或は電磁誘導に依り外部から熔湯を攪拌せしむる等々装置並に熔解方法に於て最近著しき進歩がなされて居る。一方設備容量に於ても一基数十瓩から米國に於ては百瓩以上に及ぶ大容量化に向つて居り従來専ら特殊鋼の製造に用いられて居たものが普通鋼にも使用される様になり、従來の平爐の分野に進出しつゝある現状である。従つて電極調整装置も信頼度が高く高性能のものゝ要求が高まつて來た。こゝに述べるアンブリダイン式電極調整装置はこの種要求を充す可く東京芝浦電氣株式會社に於て裝作し株式會社足立製鋼所（東京芝浦電氣株式會社第二會社）に裝置した我國最初のもので昭和 26 年初頭設置以來極めて好成績裡に操業が續けられて居る。本装置は進歩せる電氣製鋼設備の一環として今後廣く利用されるべきものと信じ装置と運轉実績の

II. 本装置の特徴

製鋼爐の運轉特性を要約圖示すると第 1 圖の如くなる。圖示の如く爐への入力は電弧電流に對して極大値を持つ關係となり、最大入力を與へる電弧電流値より電流を増加させると爐への入力は減少する許りでなく能率及び力率共に低下する。従つて運轉に當つては夫々のタップ電壓に於て最大入力となる電流値を超過せしめる事は極めて不利で之をそれ以内の最適値に自動調整せしめなければならない。この最適値はタップ電壓値、回路常數裝入材料、熔解の時期等々に應じ夫々の爐で定めるべき複雑な問題であるが、操業能率上之を最適値に適確敏速に自動調整せしめる事は極めて重要である。設備が高速熔解化に向うにつれて重要性は増大する。従來の自動

* 株式會社足立製鋼所

** 東京芝浦電氣株式會社



第1圖 製鋼爐の電気特性

調整装置としては所謂平衡繼電器式が殆どで、之は周知の如く、繼電器内の二つのマグネットコイルに電弧電流と電弧電圧の二要素を導入し之を平衡せしめ、一方の量が増し平衡が破れる事に依り繼電器の一方の接點が閉ぢ、之に依り電動機回路の電磁接觸器 (CONTACTOR) を動作せしめて電動機を制御するものであるが次の缺點がある事は止むを得なかつた。

(1) 負荷の性質上動作頻度が極めて高いので平衡繼電器、接觸器の接觸部が消耗し易く保守が極めて困難である。

(2) 方式上回滑にして精度の高い調整を期待する事が出来ない。

こゝに述べるアンプリダイン式 (増幅發電機) に依る場合には前者に比し、次の諸長所がある。

(1) 繼電器、接觸器等可動部分のある要素を全々用いず、増幅發電機が總て之に替るので保守が極めて容易である。

(2) 後述の如く増幅發電機の端子には電弧電流の規定値よりの變化量に應じた極性の電圧が常に生じて居り之と電極電動機とが直接接続されて居るので電極電動機の應動動作は迅速で回滑に自動調整される。

(3) 熔解の時期に應じ感度調整を自由に行う事が出来る。

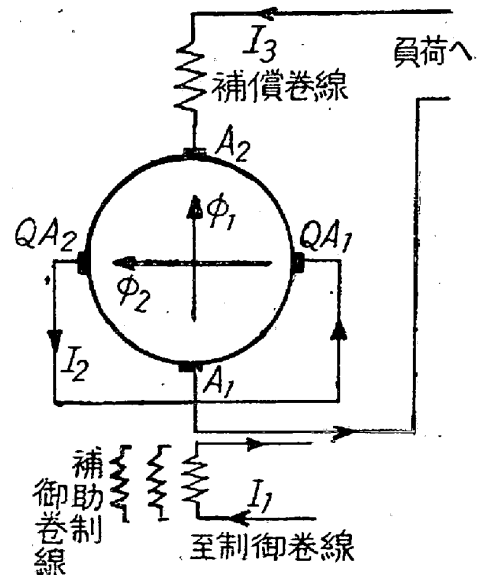
(4) 結果としては熔解時間の短縮或は原單位の低減を期待し得る。

以上の特徴から米國に於てはこゝ數年來本方式が製鋼爐に専ら採用されて居ると報じられて居る。

III. 装置の概要

(A) アンプリダイン式増幅發電機に就て

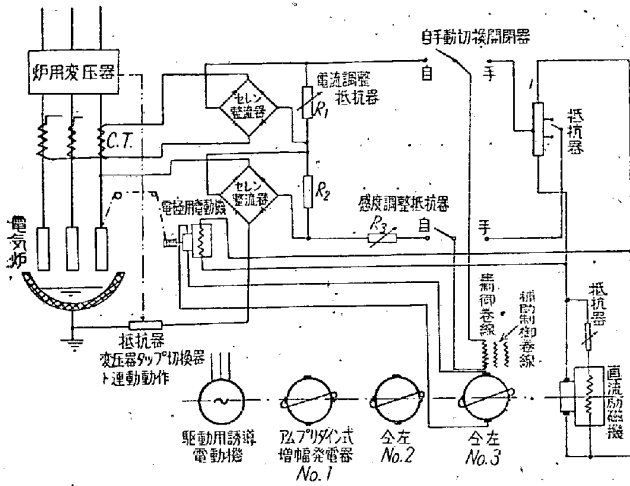
アンプリダイン式増幅發電機並に其の應用に就ては既に諸文献²⁾³⁾⁴⁾に詳述されて居るので簡単にその概要を述べる。アンプリダインは最初米國の G. E 社で開發製作せられ其後我國に於ては昭和 15 年に東京芝浦電氣株式會社で試作が開始され、以來諸工業装置に對する精密制御用として製鐵、鑛山、製紙、船舶及電力等の諸分野に廣く使用されて居る。本機の機能を簡単に述べる。これは一種の特殊直流發電機で、その界磁に與へられた僅かな電力を數千倍に増幅させるものである。第2圖に示す如く、固定子には制御巻線 (界磁巻線) が巻かれ之に僅かの直流電流 I_1 を流すと磁束 ϕ_1 が圖示の如く生ずる。回轉子の整流子上には互に直角を成す2組の刷子が配置されて居り1組の刷子は内部で短絡されている。回轉子は常に一定方向に回轉されて居るので磁束 ϕ_1 に依り短絡刷子 QA_1, QA_2 間に電圧が誘起され従つて短絡電流 I_2 が生ずる。 I_2 の電機子反作用に依り磁束 ϕ_2 が生じ次に ϕ_2 に依り出力端子 A_1, A_2 間に誘起電圧が発生し之が出力電圧となり外部に取出される。以上の如く僅かな制御電流が二段に増幅されて大きな出力となつて取出される。一方出力電流に依る電機子反作用は圖示の補償巻線に依り完全に補償せしめられる。界磁巻線としては主制御巻線の他に補助制御巻線を置きハンテイング防止其他に利用し制御を回滑ならしめている。



第2圖 アンプリダイン發電機の結線

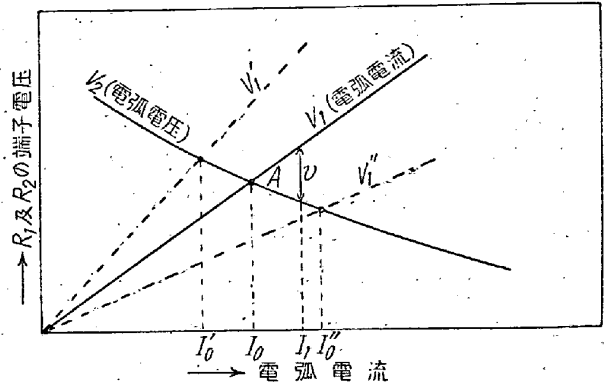
(B) 自動制御方式

第3圖に本方式の接続略圖を示す。先づ電弧電流を變流器 (C. T) に依り小なる値に變成し之を小型セレン整流器により整流し可變抵抗 R_1 の端子に電弧電流に比例



第3圖 アンプリダイン式電極調整装置の結線

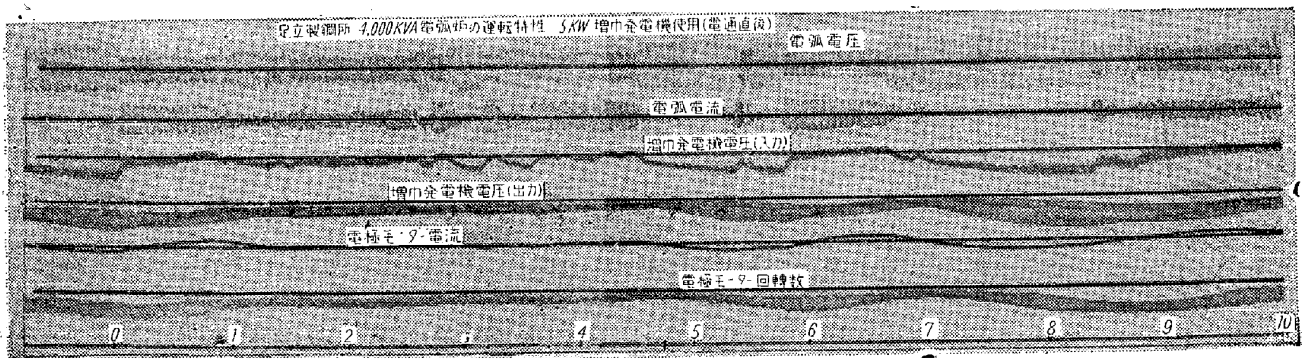
した大きさの直流電圧を発生せしめる。一方電弧電圧を同様に整流し抵抗 R_2 の端子に直流電圧を発生せしめる。この兩直流電圧を差動的に接続しその差電圧を増幅發電機の制御巻線に加える。この兩電圧の電弧電流に対する関係を示すと第4圖の如くなる。 R_1 の端子電圧 V_1 と R_2 の端子電圧 V_2 の交点Aに於ては兩電圧は平衡し差電圧 V は零となり制御巻線には電流は流れず増幅發電機は電圧を発生しない。今電弧電流が規定値 (I_0) より増加し I_1 になつたとすると差電圧 V が生じ制御巻線に電流を流し増幅發電機は電圧を発生し、これと電氣的に接続されている電極用直流電動機に電圧が印加され電動機は電極を上昇する方向に回轉し電弧電流が規定値 I_0 に戻る迄回轉を續ける。電弧電流が規定値より減少した場合には差電圧 V の極性は逆となり増幅發電機の發生電圧の極性も逆となり電動機は電極を下降する如く回轉し電弧電流が I_0 に戻る迄回轉を續ける。上記の自動調整動作は間斷なく極めて圓滑に行われる。本方式に於ては從來の如き制動装置は不要で電氣的の制動作用が行われる。電弧電流の整定値の調整は調整抵抗 R_1 の値を變える事に依り行ふ。 R_1 の値を變える事により V_1 の値は第



第4圖 電弧電流と制御電壓との關係

4圖の點線の如く變化し交點(平衡點)も移動し整定値を任意に選ぶ事が出来る。本装置に於ては電弧電流と電弧電圧の兩要素を前述の如く平衡せしめるが之に依り次の利點がある。例えば一極丈け下降し過ぎた場合を考えると電弧電圧の中性點は移動し下降した極の電弧電圧は減少し他の極のそれは増大する。従つて他の極の電流も規定値より増加するにも拘らず電極の動作は抑制され下降し過ぎた電極丈け急激に規定の位置迄上昇され合理的な調整が行われる。

製鋼爐に於ける負荷の變動は周知の如く熔解の初期に甚しく熔解が進むにつれて漸次安定する。初期の變動は我國の現状の如く形状の一定しない材料を多く使用する場合に甚しい。かゝる状態に對して徒に高感度の自動調整を行わしめる事は極めて不利であるので本装置に於ては圖示の如く制御回路に調整抵抗 R_3 を挿入し負荷の變動狀況に應じて廣範圍に自由に感度調整を行える様にされて居る。次に昇降機構のハンティングに對してはアンプリダインの補助制御巻線を巧に利用し之を完全に防止し敏速にして圓滑な自動調整に成效して居る。運轉の様を第5圖のオツシログラムに示す。本装置では隨時手動調整も爲し得る如くされて居り、この場合も増幅發電機を使用し他の操作電源を必要としない。實際の装置は1台の誘導發動機に依り直結驅動される3台のアンプリ



第5圖 運轉の特性

ダイク式増幅電機並びに1台の小容量勵磁機、制御盤及び3台の電極用直流電動機より構成される。制御盤表面には電流計、電圧計、指示電力計、積算電力計、電弧電圧表示灯、遮断器操作開閉器、變壓器及リアクトル用タップ切替ハンドル並にタップ位置表示灯、電極手動操作の場合の操作ハンドル、電流値整定用調整器及び感度調整器が取付けられ制御盤上から自由に制御が行える様にされて居る。尙燃裏面に小型整流器及補助抵抗器類が取付けられて居る。足立製鋼所に於ける装置の走格は下記の通りである。

電氣爐 名稱	エルー式鹼基性電氣爐	1 台
爐容	8t	
變壓器 容量	三相 4000 KVA 50 Cy	1 台
電壓	3300V—200/180/160/140/120 V	
電極用電動機	5HP, 220V, 1200RPM	
	他勵式直流電動機	3 台
アンプリダイン式發電機	5KW, 220V	
	1500RPM	3 台
驅動用電動機	三相 20KW, 200V, 50Cy	
	籠型誘導電動機	1 台
制御盤	計測及自動調整用	1 組

IV. アンプリダイン式自動調整装置の使用実績

本装置を昭和 26 年 2 月株式会社足立製鋼所のエルー式電氣爐 (容量 8t) に設置して現在高能率に稼動中である。該爐は従来 2,400KVA の變壓器を使用していたが更に能率化するため自動調整装置設置と同時に東芝製の 4,000KVA 變壓器に取替えたので、アンプリダイン式自動調整装置の効果を数字的に示すことは困難であるが、設置前後の作業実績は第 1 表に示す通り熔解量の増加、製鋼時間の短縮、電力、電極原単位の低減等に依り作業能率が大いに向上した。尙操業上従前に比べ特に容易になった点を挙げると次の通りである。

1. 操作が簡単で故障が殆んどない。
2. 機械的作動部分がないので保守が容易、従つて人員が少くて済む。
3. 感度調整が容易に出来、且つ調整範囲が広い。
4. 相當悪い材料の場合でも、トリップが少い。

第 1 表 設置前後の実績比較

	設置前	設置後
操業期間	昭和26-1-12 ~昭和26-2-2	昭和26-2-20 ~昭和26-3-5
出鋼回数	66回	66回
出鋼量	683t760	703t560
平均製鋼時間	5hr 28min	4hr 23min
電力消費量 (t當)	786K.W.H.	672 K.W.H.
電極消費量 (t當)	8.45kg	8.01kg
備考	1. 電極は 14" 人造黒鉛電極 2. 鋼種は普通鋼	

V. 結 言

東京芝浦電氣株式会社と足立製鋼所との協同實用試験として行われた本邦最初の實施例に就き報告したが本實施に於ては同時に變壓器の容量を増大したのでアンプリダイン式調整装置のみの効果を正確な数字として得られなかつた事は残念であるがその操業状態より見て従來の當所のウェスティングハウス式調整装置に比し故障少く極めて円滑に能率よく作動することが實證され製鋼能率向上に貢献するものと信ずる。尙ほ装置としては更に改善されつゝあるから他日機會を得て報告し度い。本稿が電氣製鋼設備の向上に資すれば幸である。

文 献

- 1) A. R. Oltrage: Blast Furnace and Steel Plant, Jan. 1950
- 2) G. E. Review, March 1940
- 3) 岡村, 芝浦技報 昭 17 年 9 月
- 4) 東芝レビュー 第 6 卷, 第 4 號