

#### IV. 結 論

叙上のことを括約すれば次の如くである。

(1) サンドは黒鉛化を助成し、FeO、窒素及び水素はこれを阻止する。

(2) FeO の大なる程窒素及び水素は共に増加する傾向がある。

(3) 化合炭素量の少い程窒素及び水素は少い。

(4) FeO は 0.03% を境界としてこれ以下では強度は低下し撓みが増加する。サンドは FeO と殆ど逆の傾向を示す。

(5) 窒素及び水素が増加する程強度は向上し撓は低下する。

(6) サンド及び水素量の多い程片状粗大黒鉛組織を、又 FeO 及び窒素量の多い程黒鉛は微細化或ひは異常性を示す組織が得られ易い。

を示す組織が得られ易い。

以上の如く熔銑中のガスは単に鑄物に現はれる鑄巣に對してのみならず通常含有されてゐる比較的微量の窒素及び水素でも鑄鐵の根本的性質に多少影響を及ぼす様であるがその作用は間接的にして Si, サンド, FeO 等に大部分が支配せられるものであるからこれ等の量的變化を充分監視すべきである。

尙水素及び窒素更に O<sub>2</sub> とその性質を類似せる S 等を加味せる鑄鐵の黒鉛化機構に於ては後日報告する豫定である。

終りに本研究の發表を許可せられたる日本製鋼所に敬意を表すると共に種々御懇篤なる御指導を賜つた東大田中清治博士及室蘭製作所所長小林佐三郎博士に厚く謝意を捧げる。又本實驗を熱心に援助せられたる山下健並に山口鐵司の兩氏に御禮申上げる。(昭和 24 年 8 月寄稿)

## 鋼材の焼減に就いて

(昭和 24 年 10 月 本會講演大會にて講演)

設 樂 正 雄\*・岡 田 小 一\*

### STUDIES ON THE SCALING OF SLABS, ETC.

Masao Shidara & Koichi Okada

Synopsis: By the various measurements, the scaling amounts of slab, billet and bloom are given by the following formula:

The scaling amounts of slab, etc. = Thickness of scale × Apparent specific gravity × Surface area of slab × 0.7538 × 0.9

The components of scale and the oxidation heat are shown as follows:

M. Fe	FeO	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Oxidation Heat
0.2%	58.4%	34.1%	7.0%	1,006 kcal/kg. Scale or 1,334 kcal/kg. Fe

#### I 緒 言

鋼材焼減りの原因に就いては、既に諸種の研究がなされているが、本報告は鋼材加熱爐等の、熱精算を行ふ際は是非必要となつてくる。鋼材の焼減り量の測定法と、生成スケールの成分による酸化熱の検討を試みたものである。

#### II 焼減り測定法とその實測例

焼減り量の測定には、鋼材の加熱前後の重量差による

直接法と、加熱鋼材より剥落するスケールの、厚さ及び見掛比重より計算する間接法が挙げられる。これらは何れも爐内焼減りであるが、尙鋼材が歴延ロールにかゝつて、歴延される間に生成する歴延減りもあるが、この生成スケールは非常に薄い箔片となる爲、測定法は歴延前後の秤量差による(直接法)外はない。但しこの歴延減りは加熱爐の熱計算には關係しない。直接法の採用は殆ど小形鋼材のみに限られ、中形以上の鋼材は専ら間接法

\* 日鐵八幡製鐵所監理部

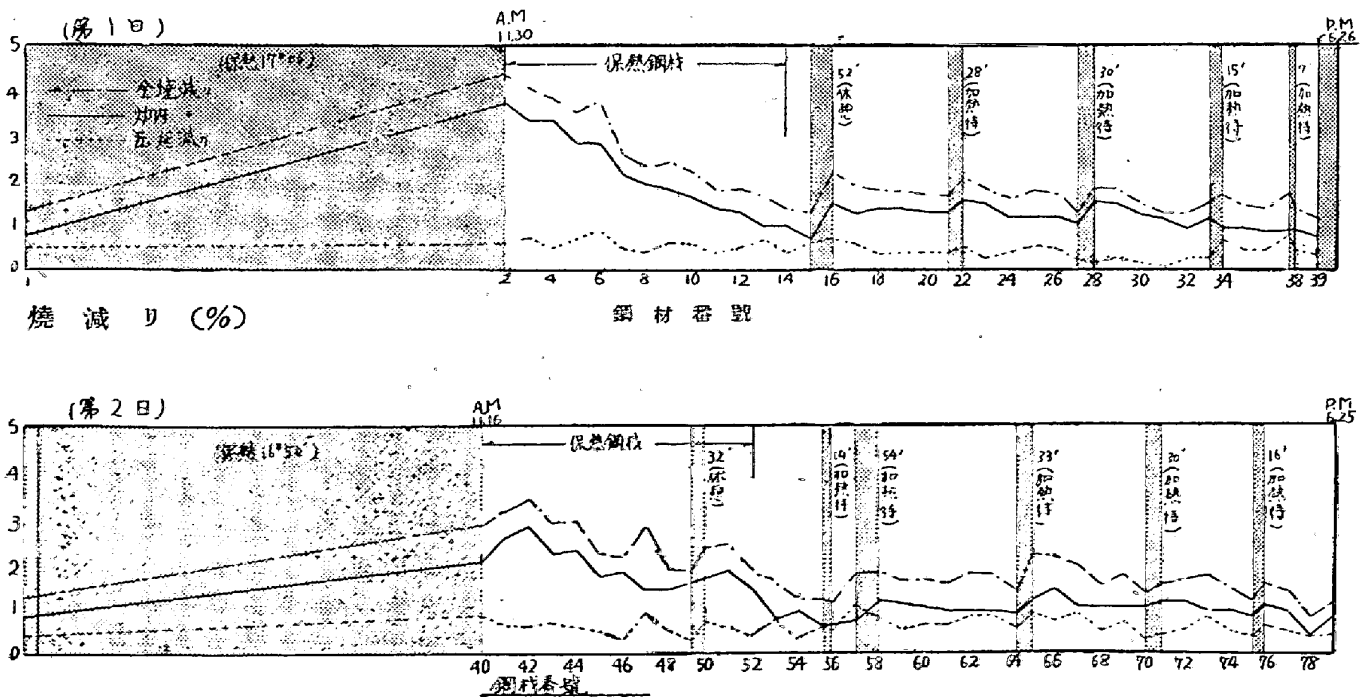
によらねばならない（圧延作業に支障を来すから）。直接法による場合は、試験鋼材を加熱爐装入前臺秤にて秤量し、加熱抽出後粗ロールにかけ、スケールを剥落せしめたものを直ちに秤量する。使用する臺秤は装入前に使用したものを、ロールの近くに運び圧延作業に支障を来さない様に行ふ。更に圧延減りを見る場合は圧延終了後成品及び切斷片を秤量すれば、その秤量差より容易に測定する事が出来る。この直接法による焼減り量は即ちスケールとなつて損失する鐵(Fe)の量である。次に間接法による場合は、鋼材の秤量は全く行はず、只装入鋼材の表面積を計測しておき、加熱鋼材を粗ロールにかけ剥落せしめたスケールを、ロール下に豫め繋いでおいた鐵鋏に受取り、そのスケールの代表試料を採り、マイクロメーターにて、厚さを測り、その平均値を求める。次にその見掛比重を測り、その平均値を求める。斯くして、 $[\text{厚さ} \times \text{見掛比重} \times \text{鋼材表面積} = \text{鋼材一ヶ當りスケール量}]$ として求める事が出来る。この間接法により求めたスケールは、鐵(Fe)ではなく、酸化鐵(FeO, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)であるため、焼減り量を求めるには、この酸化鐵を、鐵(Fe)に換算する必要がある。次にその實測例を當所小形鋼材加熱爐の結果に就いて示そう。

第1表は測定當時の操爐概要である。加熱及び圧延作業は一日8時間で、約16時間は保熱を行ふ状態の下に、二日間の試験を行ひ、800ヶの加熱鋼材の中80ヶの試験鋼材を選び、直接法による爐内焼減り及び圧延減

第1表 小形鋼材連續式加熱爐操爐概要

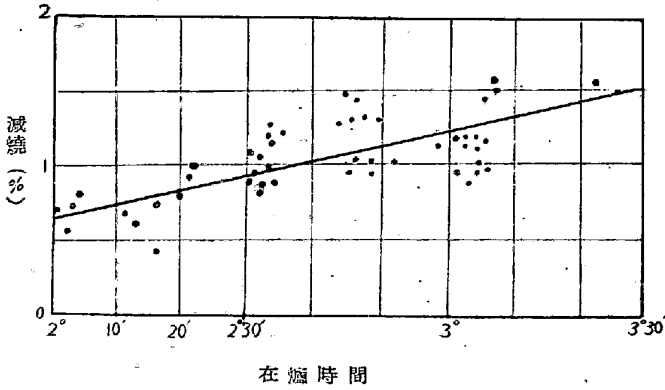
1	作業状況	乙番(11°-19°)壓延, 甲丙番保熱
2	加熱爐の大きさ	2.1×14.0×0.5m.
3	加熱能力(公稱)	100t/日 4.1t/hr
4	〃 (實績)	26.4t (8/24hr 作業) 3.9t/hr
5	鋼片・單重・形狀	100kg, 96×96×1,400mm
6	鋼片成分 %	C0.09, Mn0.32, P0.013, S0.050
7	爐内加熱速度	5.33m/hr
8	在爐時間	保熱鋼材 18°00' 連續加熱鋼材 2°06'
9	鋼材抽出溫度	1290°C
10	使用ガス熱量	C. G, B. G 混合 1,896Kcal/Nm <sup>3</sup>
11	廢ガス成分	CO <sub>2</sub> 16.2, O <sub>2</sub> 0.6, CO 0, N <sub>2</sub> 83.2, μ 1.042
		爐内焼減り 壓延減り
12	焼減り量 %	保熱鋼材 2.00 0.57
		連續 〃 1.06 0.57

りを實測した結果を第1圖に示す。保熱を行ふ際爐の前方にあつた鋼材は焼減りが多く、同じ保熱時間でも爐尻にあつた鋼材は焼減りが少い。又加熱待ちを行つた場合も同様、凡そ加熱待時間に比例して、焼減りは増加している。保熱を行はない連續加熱鋼材は平均して焼減りは



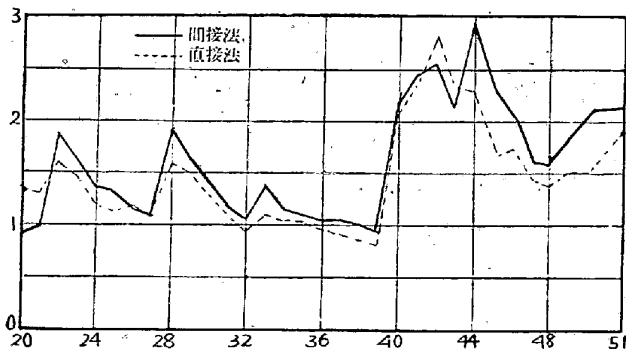
第1圖 加熱狀況及燒減り曲線

少ない。尙壓延減りは、保熱、連続鋼材共大差ないが、保熱及び加熱待ちの最初の鋼材が少々高く現はれているが、壓延減りは加熱温度に比例して増減するものと推定される。



第2圖 在爐時間焼減り曲線

第2圖は保熱鋼材を除いた連続加熱鋼材の在爐時間と爐内焼減り関係曲線で、在爐30分延長する毎に0.27%の増加を示している。更に第3圖は第1圖中の一部分の直接法と併行して行つた。間接法との焼減り結果比較曲線である。



第3圖 直接法間接法比較曲線

第3圖に於ける間接法の焼減り量は酸化鐵鐵を(Fe)に換算したものであるが、この時のスケール成分は、海野博士発表による<sup>1)</sup>成分数値の中より妥當と思はれるFeO 55%, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 40%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5%を採用し、Fe換算係数0.7518を使用したものである、この比較曲線より見て、間接法は直接法に比し、概して高位に現はれているが、その増減の傾向は略一致している。

### III. スケール成分の確認

スケールの成分即ち、FeO, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有割合を確認する事は、上記の間接法に於ける酸化鐵を鐵に換算する場合と、熱精算の場合とは是非考慮されねばならない。酸化生成熱の算出にはスケールの成分が必ず必要となつてくるものである。従来見られる各文献の鋼材スケールの成分は基だまちまちで(尤も鋼質、操業條

件等により多少の差はある)手近な資料を比較して見ると第2表の如くである。そこで著者等は當所に於ける

第2表 二、三の文献に見るスケール成分<sup>2)</sup>

成分	M. Fe	FeO	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	不純物	T. Fe
資料別						
海野博士	0.19~0.55%	27.53~55.37	68.32~39.88	~	3.22~4.36	~
小倉製鋼	~	64.21	1.53	34.26	~	74.02
日本鋼管	~	69.28	~	28.84	~	75.42
川崎	~	69.78	~	28.39	~	~
大同製鋼	~	50.79	~	48.46	~	~
	~	37.86	~	61.16	~	~
當所採用	~	55	40	5	~	75.18

代表工場のスケール成分を確認する目的で、各々作業性質の異なる五工場スケールを採り、これが完全分析を、當所技術研究所化学研究課に依頼した。従來のスケール分析に於ては、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>の正確な抽出分離定量法は未だない様で、従來はFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を定量し、スケール中のFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は皆Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>になつているものとして、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>を算出していた<sup>3)</sup>。従つてスケールの化学成分として従來の報告には、M. Fe, FeO, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>のみが示されている。然しスケール中にFe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>以外にFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>がある事は、顯微鏡並にX線による觀察で既に認められている<sup>4)</sup>處である。そこで今回わが化学研究課に於ては、種々研究の結果、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>の直接定量法ではないが、エチルアルコール中で、粉末試料より、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>を磁選分離するアルコール磁選法に成功し、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>との分離を行ひ、可成り正確と思はれるFe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>の値を求めると同時に、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の値をも明確に示した。(この試験法に就いては該試験法研究者より発表の豫定に付詳細は省略する)。その結果を示

第3表 鋼材スケールの成分

試料別	M. Fe %	FeO %	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	T. Fe 成分	Total
線材スケール	0.18	64.11	29.68	5.32	75.74	99.29
小形スケール	0.15	55.57	37.18	7.26	75.19	100.16
中板スケール	0.18	55.46	37.00	6.59	75.24	99.23
厚板スケール	0.12	58.22	34.84	6.85	75.35	100.03
分塊スケール	0.30	58.50	31.90	9.09	75.36	99.79
平均	0.19	58.37	34.12	7.02	75.38	99.70

備考 T. Feは成分Totalを100%に換算して表はしてある。

せば第3表の如くである。尙試料スケールの厚さ及び比重を示せば第4表の如くである。

第4表 スケールの厚さ及び比重

試料別	厚 m/m	見掛比重	真比重(實測)
線材スケール	0.82	5.300	55.30
小形スケール	0.73	5.240	55.31
中板スケール	2.35	5.030	55.38
厚板スケール	2.38	5.040	55.46
分塊スケール	2.70	4.270	55.34
平均	~	~	55.36

第3, 4表のスケール成分及び性状より見て、當所内に於ける各種鋼材のスケール成分は、鋼種、形状及びスケール厚さ等には餘り關係せず、大差ない事が判明し、酸化鐵の鐵への換算はその平均値を以つてしても、大過ない事がわかつた。即ち平均 T. Fe. は 75.38% であるから、換算係数は 0.7538 となる。尙鐵を酸化鐵に換算する場合の係数は、1.3266 である。スケール成分が明かになれば、そのスケール生成により發生する酸化生成熱は判明する。即ち各酸化鐵の酸化生成熱は次の如くである。

	kcal/kg	kcal/kg <sup>5)</sup>
Fe→FeO	894/FeO	1,151/Fe
Fe→Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	1,153/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	1,593/Fe
Fe→Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,243/Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,777/Fe

第3表のスケール成分より各鋼材の酸化生成熱を算出すれば第5表の如くである。

第5表 酸化生成熱

試料別	kcal/kg. Sc.	kcal/kg. Fe
線材スケール	988	1,305
小形スケール	1,014	1,349
中板スケール	1,012	1,345
厚板スケール	1,007	1,336
分塊スケール	1,006	1,335
平均	1,006	1,334

## IV. 結 論

焼減りの測定法としては、直接法に優るものはないが、直接法は相當な勞力も要し、充分な準備と緊密な連絡が取られなければ實施が困難である。之に反し間接法は容易に行はれ、試料採取法に充分な注意を拂へば、直接法に近い値が得られる。次に間接法による酸化鐵を鐵に又直接法による鐵を酸化鐵に換算してスケール生成熱を求むる場合、採用すべきスケールの成分は、第3表平均値を採用して差支なく、スケール中、T. Fe 75.38% として、Fe 換算係数 0.7538 を使用すればよい。尙第3圖直接法、間接法の比較試験の結果より見て、間接法が稍々高位に現はれる事は、スケールの厚さ測定時スケール内側の粗面による厚さの誤差に基くものと考へられる爲、これが補正係数として、0.9 を採用すれば更に正確を期する事が出来る。即ち間接法より焼減りを求める場合は、

$$\text{焼減量} = \text{スケール量} \times 0.7538 \times 0.9$$

尙酸化生成熱は平均値 1,006kcal/kg. Scale, 1,334 kcal/kg. Fe を採用する。最後に本研究に當り、斬新な研究資料を御提供下さつた、技術研究所化學研究課の池上掛長、守田技術員兩氏及び御指導を得た、牛尾監理部長、西郷監理課長、並びに測定に助力を得た、小田三吾、西川清治、渡邊利雄、千々和善治の諸氏に深甚の謝意を表す。(昭和 24年 11 月寄稿)

## 文 献

- 1) 海野, 八幡製鐵所研究所研究報告, Vol. XXII No. 1 (昭, 16. 6).
- 2) 鐵鋼協會, 鋼材部會, 中小形委員會の資料による。
- 3) 遠藤, 八幡製鐵所研究所研究報告, Vol. XIV. No. 2 (昭, 10). 8 及び (I).
- 4) 遠藤, 同上, 三島, 相山, 鐵と鋼, 29, (昭, 18). 221 (3 月號).
- 5) 設樂, 工業窯爐 昭, 23. 1. (20).