

## 製鋼工場に於ける Emissivity に就て

海野三朗\*

1. 緒言
2. エミッシビチー (Emissivity)
3. 光高温計の補正
4. 工場に於けるエミッシビチーの測定
  - a 熔銑 b 鑄滓 c 熔鋼
    - (i) 酸化膜を掃ひたる場合 (ii) 酸化膜を掃はざる場合
  - d 鋼塊 e 鋼材及び鋼板
    - (i) 線材工場 (ii) 中板工場 (iii) 鋳力工場
5. 實驗室に於けるエミッシビチーの測定
6. 他研究者との比較
- 結 論

## 1. 緒 言

光高温計に依りて發光體の溫度を測定するに當りては夫れが完全暗黒體ならざる場合多きが故に測定溫度に補正を施さねばならぬ。此補正值即ちエミッシビチーは既に幾多の研究者に依りて報ぜられてゐるが測定状況等の相違に依りてその値は種々異なる。著者は製鋼工場に於て實地に熱源體の溫度を白金及び白金ロヂウムの熱電對を以て測定し同時に同所を獨逸ハルトマン・ブラウン會社製のピロプト光高温計に依りて測定しその兩者の溫度差よりしてエミッシビチーを定めた。測定せられたる熱源は熔鋼、熔銑、熱鋼塊及び高爐滓、珪素鋼塊、マグネシア煉瓦等である。測定に使用せられたる白金、白金ロヂウムの熱電對は萬國共通の標準溫度に依り補正せる事は勿論である。

## 2. エミッシビチー (Emissivity)

高熱源の溫度は高きに過ぐれば白金、白金ロヂウムの如き熱電對に依りて直接之を測定する事が出來ぬ。殊にその熱源に接近し得ない場合に於ては尙更の事である。かかる場合には「熱源より放散する光の強さはその熱源の溫度上昇と共に増加する」の事實に基き、高熱源より放散する光の強さを測りて間接にその熱源の溫度を知る外はない。此爲めに製作されたものが光高温計 (Optical pyrometer) である。

或る一定溫度に於て放散する光は熱源の種類に依りて各

々異なる。又此熱源が完全暗黒體なる際に放散する光の強さは他の何れの場合よりも常に大である。依て完全暗黒體より放散する光の強さを基準とし是を標準溫度に合致せしめ、此完全暗黒體よりの光の強さと他の熱源よりの光の強さとの差を知れば是よりしてその熱源の溫度を知る事が出來る。此差の割合を表はすにエミッシビチーなる語を使用する。茲にエミッシビチーを  $\epsilon$ , 光の波長を  $\lambda$ , 眞の溫度を  $T_w$ , 又光高温計の示す溫度を  $T_s$  とすれば Planck<sup>1)</sup> のエミッシビチーに関する式は次の如く表はす事を得る。

$$\log \epsilon = \frac{0.4343c}{\lambda} \left( \frac{1}{T_w} - \frac{1}{T_s} \right)$$

$$\text{茲に } \lambda = 0.656 \mu \quad c = 14500$$

依て上式に於て  $\epsilon$  及び  $T_s$  を知れば眞の溫度  $T_w$  を知る事が出來るし又逆に白金、白金ロヂウムの熱電對に依りて  $T_w$  を知り、光高温計に依りて見掛け上の溫度  $T_s$  を知れば是よりして  $\epsilon$  即ちエミッシビチーを知る事が出來る。依て  $T_s$  に種々なる値を入れ、又  $\epsilon$  の値として 0.30 より 0.86迄を導入せる際の  $T_w$  を計算し是よりして  $T_s$  に加ふべき値即ち  $T_s^\circ$  に於ける  $(T_w - T_s)$  なる補正溫度を算出して第1表に掲げた。熱源の種類に依り又測定状況に依りて以下に示す如くエミッシビチーの値は殆んど定まるが故に  $T_s$  に相當せる溫度の欄に於てその  $\epsilon$  に相當する所の數値を  $T_s$  に加ふれば眞の溫度  $T_w$  を得らる。以下實測に

第1表  $\epsilon$  に依る補正值

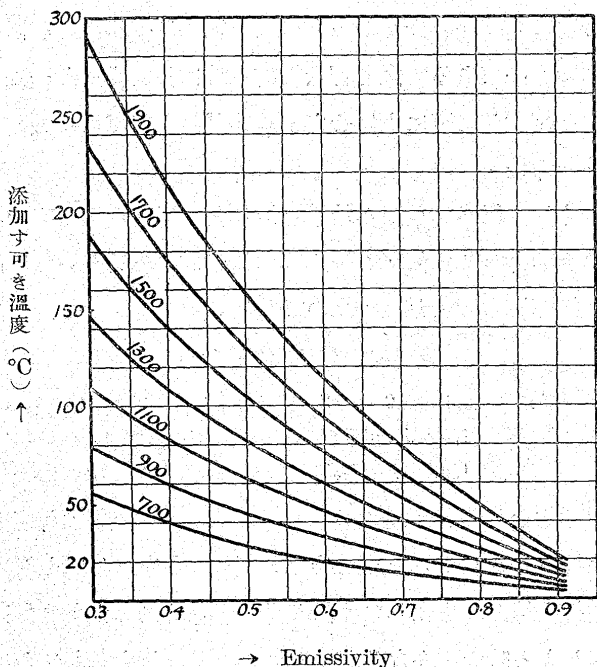
$T_s$ °C	光高温計の讀み					
	900	1,100	1,300	1,500	1,700	1,900
$\epsilon$	$\epsilon$ に依る補正值					
0.30	80.0	110.0	146.0	188.0	235.0	290.0
0.34	71.6	98.8	130.8	168.4	210.6	259.2
0.38	63.2	87.6	115.6	148.8	186.2	228.4
0.42	56.0	78.0	102.6	132.0	165.0	202.0
0.46	50.0	70.0	91.8	118.0	147.0	180.0
0.50	44.0	62.0	81.0	104.0	129.0	158.0
0.54	39.2	55.2	72.2	92.4	114.6	140.0
0.58	34.4	48.4	63.4	80.8	100.2	122.0
0.62	30.0	42.2	55.4	70.4	87.2	106.0
0.66	26.0	36.6	48.2	61.2	75.6	92.0
0.70	22.0	31.0	41.0	52.0	64.0	78.0
0.74	18.8	26.2	34.6	44.0	54.4	66.0
0.78	15.6	21.4	28.2	36.0	44.8	54.0
0.82	12.6	17.0	22.4	28.6	35.8	43.0
0.86	9.8	13.0	17.2	21.8	27.4	33.0

\* 日本製鐵株式会社八幡製鐵所

1) Ann, der Phys., 1 (1900), 69, 719.

依りて得たる  $\epsilon$  なる値は  $T_w$  と  $T_s$  とよりして  $\epsilon$  を定めたるものである。

第1圖  $\epsilon$  による補正温度

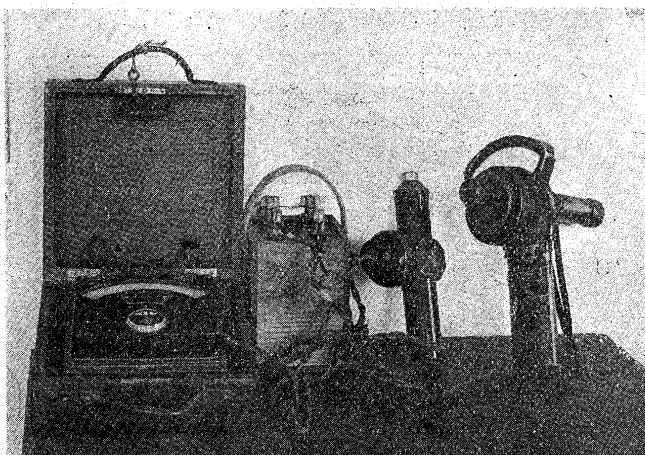


此補正值として添加すべき温度とエミッシビチー  $\epsilon$  とを示したものが第1圖である。光高温計に依りて読みを示す曲線に添ひ  $\epsilon$  に相當せる所の縦軸との交叉點が示す添加すべき温度を求むれば是即ち補正值である。中間に位する温度は是等曲線間の夫れに相當せる曲線を豫想して求むべきである。此際と雖も使用せられたる光高温計は前以て充分なる補正を施し標準温度に合致せしめたる事勿論である。

### 3. 光高温計の補正

光高温計の種類は種々雑多なるも製鋼工場に於ての測定に最も便利なりと思はるゝもの一二を選んで第2圖に示し

第2圖 光高温計



た右端は獨逸ハルトマン ブラウン會社製のピロプト高温計にして左は獨逸シーメンス會社製の高温計である。指示計及び電池を1箇の計器内に納めたるピロプトは測定に際し最も輕便なりと思はる。

此兩者の光高温計につき補正を行へるものなるが先づ熱源に完全暗黒體と見做し得る装置を要する。即ち是に使用せられたる電氣爐はクリプトール粒を抵抗とせる長さ 22 cm 直径 23 cm のものにして内部空間圓筒の直径は約 8 cm 蓋の中央には直径約 1 cm の孔を穿ち補正を施せる白金白金ロヂウム熱電對を挿入せる耐火管を差入れその尖端を此孔より覗かるゝ如く装置した之に依れば外氣に通ずる注視口は内部空間に比し甚だ小なれば耐火管の尖端より發する光は殆んど完全暗黒體より發するものと考ふる事を得る。

斯くして各温度に一定時間保持したる後兩高温計によりて耐火管の尖端の温度を測り補正を施せる眞の温度との關係を求めてその結果を第2表に掲げた。

第2表 光高温計の補正(暗黒體の温度との比較)

眞の温度(°C)	913	1,020	1,117	1,212	1,327	1,404	1,477	1,480	平均
ハルトマン光高温計の読み(°C)	918	1,025	1,120	1,212	1,330	1,404	1,480	1,482	
誤差(°C)	5	5	3	0	3	0	3	2	2.6
眞の温度(°C)	916	1,013	1,110	1,205	1,329	1,399	1,476	1,490	平均
ホルボルン光高温計の読み(°C)	921	1,009	1,116	1,200	1,330	1,393	1,474	1,497	
誤差(°C)	5	-4	6	-5	1	-6	-2	7	0.3

兩光高温計共數年前に購入せるものなるが電球は使用度數重なるに従ひ一般に低温を示す傾向あり。即ち數年間使用せる電球を用ひたる場合のホルボルン會社製の光高温計は 1,500°C に於て 30~40° の低温を示した。由て本實

第3圖

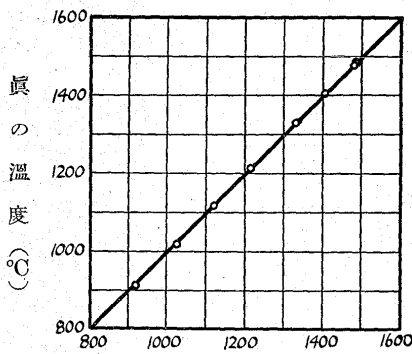


験には同時に購入したるも未だ使用せる事なき豫備電球を用いた 第2表に示せる結果を見るに大體に於て可なり的一致を見る

測定に際し注意を要するは一定温度に15~20分間保持したる後に於て光高温計と挿入せる熱電對との温度を同時に比較する事にして 熱電對の示す温度が爐内飽和温度なるべきを要する故である 比較實驗の状況を第3圖に示した 光源は耐火管の尖端なるを以て比較せんとする光高温計は不動の位置に支ふる事を要する爲めに三脚臺を使用した

第2表に示せるハルトマン光高温計と暗黒體との關係を圖示すれば第4圖の如く 此際平均誤差は2.6°にして又ホルボルン光高温計の場合平均誤差は0.3°なれば是等光高温計が示す温度はエミッシビチー1なる場合と見る

第4表 暗黒體との比較



→ ハルトマン光高温計の読み(°C)

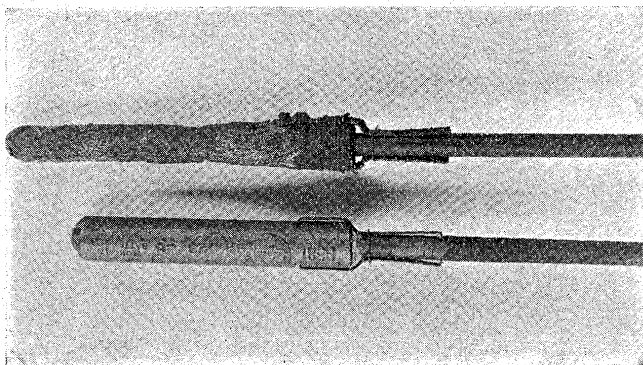
事を得べく 従て熱源が完全暗黒體ならば眞の温度に極めて近き温度を示すものと考ふる事を得るが故に實測に當りては正しき光高温計なりと見做した 以下

工場に於けるエミッシビチー決定の爲めに行へる測定には是等の光高温計を使用する事とした

4. 工場に於ける エミッシビチー の測定

a. 熔 銑 高爐より流れ出づる熔銑中に熱電對を押し入れそれより約10cm隔りたる湯の表面の温度を同時にピロプト光高温計によりて測定した 靜かに流れつゝある湯を測りたるものにて鑛滓並に氣焰なき時に於てのみ行た 此

第 5 圖



際使用せる白金 白金ロヂウム熱電對を包める保護管は第5圖の如く装置したるものにて内部は磁製管にして内徑6mm 外徑13mm 長さ1m 外部は黒鉛管よりなり 23, 45, 370mmのものであつた 寫眞は使用前と數回使用後のものである 之を挿入後約5分にして指針が一定の温度に到達して更に上昇せざる状態を待ちて兩者の讀みを同時に採た

斯くして行へる數回の結果を第3表に掲げる 此際の熔銑の炭素含有量は何れも3.5% 前後にして各出銑毎に同一材料を持て測定を行たものである。

第3表 熔銑の温度(°C)

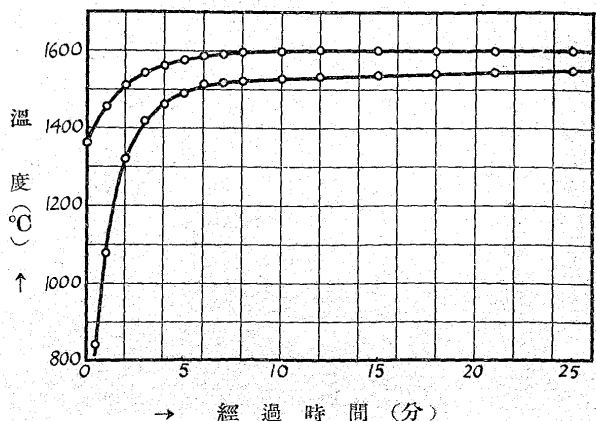
高爐番號	1	2	3	6	2	2	1	平均
熱電對	1,418	1,426	1,410	1,413	1,416	1,414	1,398	1,414
ハルトマン	1,405	1,400	1,390	1,395	1,395	1,390	1,385	1,394
光高温計								

第3表中熱電對に依る平均温度は1,414°Cなるも保護管中に挿入せられたるを以て時間の遅れを考慮せねばならぬ 即ち挿入後約5分にして指針が殆んど停止せるが如き状態に達したる時の讀みなるが 此時の示す温度が果して眞の温度に近きものなるかを考へねばならぬ 依て著者は同一保護管に包まれたる熱電對と その保護管の外側に密着せしめたる保護管なき他の白金 白金ロヂウム熱電對とを1,600°Cに保持せられたる電氣爐内に装入し時間と共に此内外の熱電對が示す温度の讀みをとつた 此結果を示せば第4表の如くなる 内外としたるは保護管の内外を指す

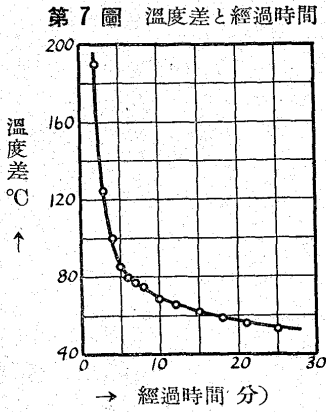
第4表 内外の温度差

經過時間(分)	0	0.5	1	2	3	4	5	6
外部温度(°C)	1,360	—	1,455	1,510	1,540	1,560	1,575	1,585
内部温度(°C)	—	840	1,075	1,320	1,415	1,460	1,490	1,505
差	—	—	380	190	125	100	85	80
經過時間(分)	7	8	10	12	15	18	21	25
外部温度(°C)	1,590	1,595	1,598	1,600	1,600	1,599	1,598	1,600
内部温度(°C)	1,513	1,520	1,529	1,534	1,538	1,540	1,542	1,547
差	77	75	69	66	62	59	56	53

第6圖 保護管の内外に於ける温度と時間



是に依れば保護管中の熱電對に外部の溫度が傳はり内外共に同一溫度に達するが爲めには相當長時間を要し 装入後 25 分を經過するも尙 53°C の開きがある 此内外の溫度が時間と共に接近し行く狀況を第 6 圖に 又時間に對す



る兩溫度差を第 7 圖に示した。

熔銑中に於ては約 5 分後に略一定溫度に達するにもかゝらず本實驗に於て靜止狀態に近づくは 10~12 分後なるを以て 保護管の内部と外部に接せる熔銑との溫度差

は約 67°C となる 由て第 3 表の熱電對に依る測定溫度の平均値は 1,414°C 又光高溫計が得たる溫度は 1,394°C なるも實際の湯の溫度は

$$1,414 + 67 = 1,481 \text{ (°C)}$$

1,481°C である 故に光高溫計との差は

$$1,481 - 1,394 = 87 \text{ (°C)}$$

87°C となる 此差は即ち熔銑が完全暗黒體ならざるの結果にして補正せらるべき値である 由て

$$T_w = 1,481 \quad T_s = 1,394$$

として先の Plank の式に當てて  $\epsilon$  を求むればエミッシビチーを得る 即ち

$$\text{熔銑のエミッシビチー} \div 0.51$$

0.51 となる。

A. Fry<sup>1)</sup> は鑄鐵の流體の酸化膜なき場合に 1,100~1,600°C の間に於ける  $\epsilon$  の値として 0.45 を報じ H. T. Wenzel 及び W. F. Roeser<sup>2)</sup> は 1,375°C に於て 0.40~0.45C を報じ 又 R. Hase<sup>3)</sup> は 3.1% 炭素鋼の 1,250~1,600°C 間に於ける酸化膜なき流體に於ける  $\epsilon$  の値として 0.43~0.45 を而して酸化膜の存せる時は 0.90~0.95 に到ると報じ 更に C. H. Herty<sup>4)</sup> は融槽の表面に於ては 0.50 を報じてゐる 元來  $\epsilon$  なる値は試料の相違及び測定狀況に依りて多少の差は免れざる所にして酸化膜厚ければ順次暗黒體の  $\epsilon$  に接近するの傾向がある Fry 及び

Roeser は共に酸化膜厚ければエミッシビチーは 0.70~0.95 に到ると報じてゐる 著者の値 0.51 と彼等の報ぜる 0.45 とは 1,400°C に於て幾度の差を生ずべきかを見るに 90° 及び 108° となりて

$$0.51 \text{ の時は} \dots\dots\dots 1,400 + 90 = 1,490 \text{ (°C)}$$

$$0.45 \text{ " } \dots\dots\dots 1,400 + 108 = 1,508 \text{ (°C)}$$

$$\text{差} \dots\dots\dots = 18^\circ \text{ (1.3\%)}$$

全體として約 1.3% の差となるが故に大體に於て可なり的一致と見る事を得る。

**b 鑄 滓:**— 熔銑の溫度を測定せると全く同様にして熱電對並に光高溫計の兩者を以て徐々に流れつゝある鑄滓の溫度を測定した その結果を示せば第 5 表の如くなる。

第 5 表 鑄滓の溫度 (°C)

高爐番號	3	4	5	4	3	3	平均
熱電對	1,439	1,447	1,449	1,412	1,422	1,406	1,424
ハルトマン 光高溫計	1,465	1,440	1,440	1,420	1,420	1,422	1,437

由て熱電對が示す溫度 1,424°C に第 6 圖の曲線よりして 67° を加ふれば

$$1,424 + 67 = 1,491 \text{ (°C)}$$

1,491°C は鑄滓の眞の溫度に最も近き値にして補正值は

$$1,491 - 1,437 = 54 \text{ (°C)}$$

54° となる 從て

$$\text{鑄滓のエミッシビチー} \div 0.67$$

となる。

最近に於ける二三の研究者の結果を見るに P. D. Foote<sup>1)</sup> はシーメンス マルチン鑄滓につきて 0.65 を 又 G. Naeser<sup>2)</sup> は 0.612 を報じてゐる 而して最も正確なるものとして獨逸<sup>3)</sup> に於て採用しつゝある値は 0.65 であるが著者の 0.67 と殆んど合致するものと見る事を得る 即ち 1,400°C に於て兩者の場合の溫度差を見るに

$$\epsilon = 0.65 \text{ の場合} \dots\dots\dots 1,400 + 56 = 1,456 \text{ (°C)}$$

$$\epsilon = 0.67 \text{ " } \dots\dots\dots 1,400 + 52 = 1,452 \text{ (°C)}$$

となり 僅かに 4° にして 0.3% にも達せざる差である。

**c 熔 鋼:—**

(i) 酸化膜等を掃ひたる場合 熔鋼の溫度は測定的位置及び熔鋼の狀況に依りて相當の差を生ずるものである 平爐より流出する際に於ての溫度測定をなすべき位置は湯に對し風上に在る事必要にして且つ測定位置と熱源たる流

<sup>1)</sup> Stahl. u. Eisen 44 (1924), 1403.

<sup>2)</sup> Trans. Amer. Foundrym Ass., 36 (1928), 191, 212; Stahl u. Eisen. 50 (1930), 1203.

<sup>3)</sup> Arch. Eisenhütterwesens. 4 (1930), 261; Stahl u. Eisen 50 (1930), 1813.

<sup>4)</sup> Bull. Carnegie Inst. Technologie 34 (1927), 52.

<sup>1)</sup> Technol. Pap. Bur. Stand. 170 (1921), 114.

<sup>2)</sup> Mitt. Kais-Wilb.-Inst. Eisenforschg. Düsseld., 12 (1930), 168.

<sup>3)</sup> Mitt. Wärmestelle V. d. Eisenh. 37 (1922), 21.

出熔鋼との間に氣焰なき場合なること及び流出熔鋼の表面は平滑なるを要し波又は皺等の存在するならば正しき溫度を光高溫計に示さざるを以て測定前に於て是等の條件を考慮すべきである 又此際最も注意を要するは測定者の眼の疲労である 湯を直視して直ちに光高溫計を覗きたる際は眼の疲労の爲めに相當大なる誤差を生ずる事あるは吾人の常に經驗する所なるを以て 測定中と雖も再三眼を閉じて疲労を恢復する様心掛くべきである。

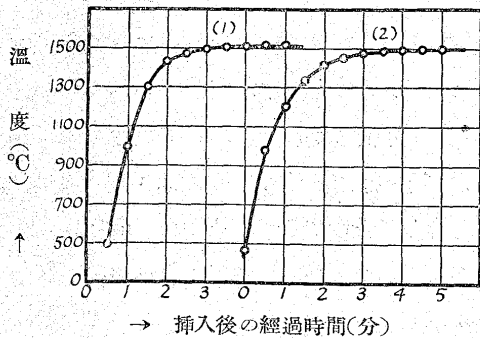
實測に當り流出溝及び湯注ぎの際に於ては熱電對の保護管は湯の流るゝ壓力の爲めに是を支ふる事不可能にして此際に於ける溫度を直接測定するを得ない 爲めに此際のエミッシビチーを決定する事が出来ぬ 由て著者は湯の表面に波又は皺等の生ぜざる場合の状態に接近せしむる爲め湯が型中に注入せられたる後静止の状態に於ける湯のエミッシビチーを定めんとした 即ち型中に注入せられたる熔鋼の表面の酸化膜並に鋼滓を除去し熔銑の溫度を測定せると同様にして兩者の溫度を求めその結果を第6表に掲げた

第6表 鑄型中の熔鋼の溫度(°C)

番 號	2の5	2の4	2の6	平均
熱電對	1,529	1,497	1,511	1,512
ハルトマン	1,487	1,440	1,450	1,459
光高溫計				

尙保護管中に納められたる熱電對が示す溫度を時間と共に

第8表 保護管内の溫度上昇(熔鋼の場合)



に読み此結果を第8圖に示した。2回共0.07~0.09% Cの熔鋼に保護管を約20 cm 差入れた場合で

ある 是等の結果を見れば保護管差入れ後4~5分に於て殆んど一定に近き溫度を示してゐる 従て第6圖の電氣爐内の實驗結果に於て10~12分後の溫度差を採れるを以てすれば 湯中に差入れたる時の熱電對が示す溫度としては實際溫度に最も接近せる値なりと考ふる事を得る 依て電氣爐實驗に於ける溫度差 67° を第6表熱電對の平均値に加ふれば

$$1,512 + 67 = 1,579 (°C)$$

故に  $1,579 - 1,459 = 120 (°C)$

従て熔鋼の酸化膜なき場合のエミッシビチーとしては約

0.43 となる。

J. N. Greenwood<sup>1)</sup> は熔鋼のエミッシビチーとして0.40を報じ H. Le Chatelier<sup>2)</sup> は薄き酸化膜の存在せる場合として0.45を報じてゐる 此兩者の平均値と著者の得たる0.43とは略合致し 又各々を比較すれば

$$\begin{aligned} \epsilon = 0.40 \text{ とすれば } 1,500^\circ \text{ に於て } & \dots 1,500 + 139 = 1,639 (°C) \\ \epsilon = 0.43 \text{ } & \dots 1,500 + 129 = 1,629 (") \\ \epsilon = 0.45 \text{ } & \dots 1,500 + 122 = 1,622 (") \end{aligned}$$

となり0.43を採用すれば7~10°の差のみにして指示溫度の1%にも達せざる範圍内に於て一致する

本項初めに於て測定上の注意二三を述べたるが今一言せんに平爐より流出する湯の溫度を測定して直ちにその平爐全體の湯の溫度と見做す事は當らぬ なぜならば流出始めに於ては比較的低温にして是より順次上昇し 終りに近くに従ひて再び低下するからである 従て流出し始めてより何分後の熔鋼の溫度は何度なりと云ふに非ずんばその意義をなさぬ 著者は流出口に對し左上部に在りて氣焰なき好條件の下に於て流出熔鋼の溫度を時間と共に讀みたるに始めは低く順次溫度の上昇するを認めた 此場合の流出熔鋼の成分並に溫度變化を第7~8表に示した。

第7表 鋼の成分

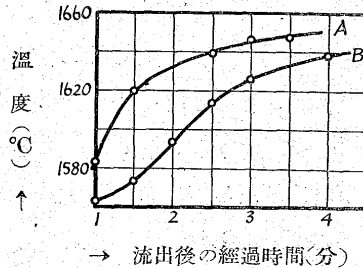
成分(%)	C	Mn	Si	P	S	Cu
A	0.31	0.47	0.121	0.024	0.021	—
B	0.30	0.53	0.021	0.030	0.032	0.194

第8表 流出熔鋼の溫度變化

時間(分)	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
A	1,583	1,620	—	1,639	1,646	1,648	—
B	1,563	1,573	1,594	1,614	1,626	—	1,638

茲に A B なる熔鋼を出鋼する平爐は各々 60 噸の鹽基性平爐であり 時間として示せるは流れ始めよりの經過時

第9圖 熔鋼の溫度變化



間である。尙溫度は静止の場合に於ける酸化膜なき際のエミッシビチー 0.43 を採用して補正せる値である 此時間に對する溫度變化を示せば第9圖の如くなる 此曲線に表はれたる現象は平爐内の爐壁に近き湯は火焰に遠き關係上比較的低温にあるべく

は第9圖の如くなる 此曲線に表はれたる現象は平爐内の爐壁に近き湯は火焰に遠き關係上比較的低温にあるべく

<sup>1)</sup> Carnegie Scholarship Mem. 12 (1923), 27, 74; Stahl. u. Eisen 44 (1924), 500.

<sup>2)</sup> Electricische Temperaturmeßgerate (München u. Berlin: Verlag R. Oldenbourg.) 1923.

此部分の湯が始めに流れ出す爲めと 又流出溝が低温なる爲め此箇所にて熱量の相當なる吸収あるに起因するなるべく 相當流出せる後に於ては爐内中央部の比較的高温の部分流出し始むると又流出溝の順次高温に達する爲めに第 9 圖の如き曲線状を呈するものと考へらる

又鑄型に湯注ぎの場合に於ても上記の如き傾向あり即ち始め及び終りは低く中間は高き温度を示す 由て流出し始めてより如何なる状況に於て何分經過後なるかを考慮して夫れ等の温度を求むる事を要する

(ii) 酸化膜を掃はざる場合 型中に注入せられた湯の表面が周圍より約 20 cm 低き場合にして 熱電對保護用黒鉛管は外径 30 mm, 内径 12 mm 内部石英管の外径 6 mm 内径 5 mm なるものに熱電對を装入し之を湯中に約 15 cm 押し入れ 又湯の表面温度をハルトマン・ブラウン會社製ピロプトによりて再三測定した 測定は各湯型別に行ひたるものにて夫れ等の成分及び状況を第 9 表に 又始めの造塊型に注入せる直後の測定結果及び計算値を第 10 表に掲げた

第 9 表 熔鋼の成分及び状況

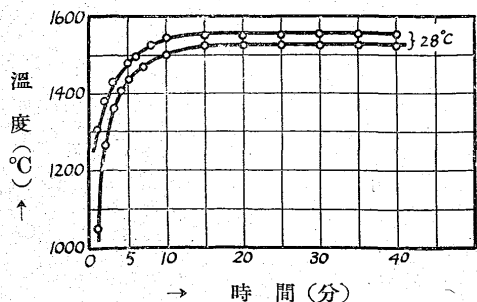
番號	C (%)	Mn (%)	造塊型 個數	單重 (噸)	重量 (噸)	全重量 (噸)	製鋼時間	
							h	m
A	0.61	0.50	カ61 15	3.8	57.0	60.0	4	55
B	0.14	0.30	" 17	"	64.6	68.2	7	10
C	0.07	0.36	" 15	"	57.0	70.3	8	15

第 10 表 測定温度 (°C)

測定器の種別	A	B	C	A+B+C
				3
ハルトマン光高温計	1,505	1,504	1,476	1,495
黒鉛管中の熱電對	1,512	1,525	1,522	1,520
熱電對の補正值	28	28	28	28
熱電對の示す眞の温度	1,540	1,553	1,550	1,548
光高温計への補正值	35	49	76	53
エミッシビチー	0.78	0.72	0.59	0.70

此結果を見るにエミッシビチーの平均値は 0.70 となるも各々の場合を比較すれば 造塊型に注入する迄の時間は殆んど同一なるにもかゝらず含有炭素量の増加に従ひて

第 10 圖 保護管内外の温度差



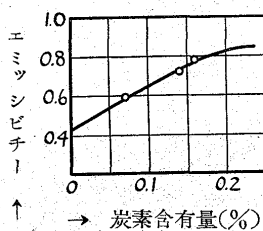
酸化膜の存在に依りてそのエミッシビチーは無き場合に

比して増加するものである

尙茲に熱電對の補正值として 28° を採用せるは次に述ぶる實驗結果に起因する 即ち此測定に用ゐたる保護管は第 5 圖に示せるものと形状は殆んど同様なるも寸法に於て前者と異なる爲め 保護管内に納められたる熱電對と管の外側に接觸せしめたる熱電對とが 1,550°C に保たれたる電氣爐内に装入せられたる時の内外の温度上昇模様は第 10 圖の如くなり 兩者の温度差は 28° を保持しつつ 指針は定常状態に達したるにより如上の補正值を加ふる事とした。

C. H. Herty<sup>1)</sup> は融槽の表面の温度測定に當りては  $\epsilon = 0.50$  を又 H. Le Chatelier<sup>2)</sup> は厚き酸化鐵膜の場合として 0.55 を報した されど著者の場合に於ては 0.59 ~ 0.78 となりその平均値として 0.70 を得た 是は酸化膜

第 11 圖 炭素含有量とエミッシビチー



の程度及びその成分に依りて生ずる差なりと考へねばならぬが 注入後酸化膜を掃はざる際に於て含有炭素量 0.07 ~ 0.16 程度の場合は平均として 0.70 を採用する事が最も眞に近き値を得らるゝものと信ずる 又前述せる如く熔鋼はその炭素含有量の増加と共にエミッシビチーの値も亦順次増加する事が知らるゝ 此兩者の關係を第 11 圖に示した 是に依れば純鐵が酸化膜を生ぜる際のエミッシビチーは此曲線の延長よりして

酸化せる熔純鐵の場合.....  $\epsilon = 0.43$

0.43 となる 酸化膜なき際の  $\epsilon$  の値は減少すべきものを以て此場合及びその他の場合より推すに酸化膜なき場合の熔鐵のエミッシビチーとして 0.40 を採用する事最も近きが如く考へらる。

純鐵の流體に於て酸化膜なき時の値として G. H. Burgess及び H. Le Chatelier<sup>3)</sup> は 0.40 を報じてゐる 依て逆に酸化膜ある際は 0.43 を採用する事最も妥當なりと考へらる。

尙第 11 圖に示せる曲線の延長につきて考ふるに 炭素量の増加と共にエミッシビチーの値は順次増加して遂には 1.0 に接近する如く見做さるゝ 即ち R. Hase<sup>4)</sup> は 3.1

<sup>1)</sup> Bull. Carnegie Inst. Technologie 前掲

<sup>2)</sup> Electricische Temp. 前掲

<sup>3)</sup> Die Messung Hoher Temperatureu (Berlin; J. Springer 1913)

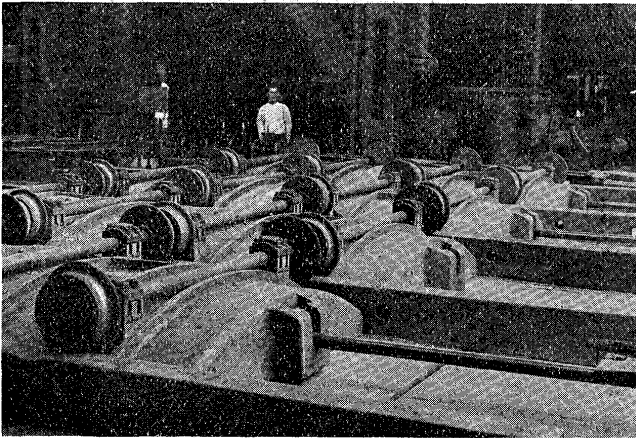
<sup>4)</sup> Arch. Eisenhüttenwesens. 前掲

%C の熔鐵の酸化せる場合として 1,250~1,580°C の間に於て 0.90~0.95 なるエミッシビチーの値を報じてゐる是に依りて見るも炭素量増加に従ひ順次完全暗黒體の場合に接近するものなる事が考へられよう。

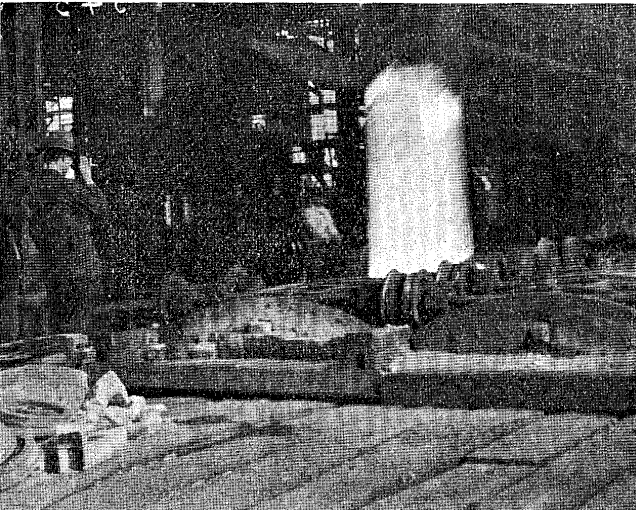
**d. 鋼塊:**—均熱爐の鋼塊の溫度を測定するに際してはエミッシビチーとして如何なる値を採用す可かを考究する

加熱鋼塊を空中に放置すれば表面は厚き酸化膜の爲めに溫度は急激に降下するが如く見ゆるも内部に入るに従ひて高き事勿論にして 此外氣に晒されつゝある表面溫度を光高溫計に依りて測定すると雖も大なる意味はない 由て著者は均熱爐内の爐壁 爐内鋼塊及び抽出直後の鋼塊の表面溫度等を測定し 之より鋼塊の抽出直後厚き酸化膜の脱落せる部分の溫度測定を行へる際に於けるエミッシビチーを決定せんとした 加熱鋼塊の大きさは單重 2.3~2.8 噸のものにて裝入前は冷塊並に熱塊であり 熱塊の表面溫度は 500~550°C 鋼塊の種類は普通の炭素鋼であつた 爐の外観及び測定狀況を第 12~13 圖に又その結果を第 11 表

第 12 圖 均 熱 爐



第 13 圖 鋼塊の溫度測定狀況



に掲げた。

第 11 表 鋼塊並に均熱爐内壁の溫度(°C)

位 置	測定番號						平均
	1	2	3	4	5	6	
均熱爐内壁	1,330	1,320	1,365	1,310	1,165	1,335	1,305
爐内鋼塊表面	1,260	1,295	1,290	1,310	1,140	1,300	1,266
抽出直後の鋼塊の表面	1,210	1,225	1,217	1,260	1,100	1,250	1,210

之に依れば平均として爐内鋼塊の表面溫度はその爐内壁より

$$1,305 - 1,266 = 39 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

39°C 低く 又鋼塊の爐より抽出直前及び直後の溫度差は

$$1,266 - 1,210 = 56 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

56°C である 是よりしてエミッシビチー  $\varepsilon$  は

$$\varepsilon = 0.61$$

0.61 となる。

M. Moeller, H. Miething 及び H. Schmick<sup>1)</sup> は 700~1,000°C に於て鐵に酸化膜なき場合は 0.435, 酸化膜の存する時は 0.80 なりと報じ 又 H. Schmidt 及び Liesegang<sup>2)</sup> は 700~1,100°C に於て鐵に酸化膜の存する時は 0.80~0.87 なりと報じてゐる 著者の場合に於ては爐出直後厚き酸化膜の脱落せる部分につきて 0.61 を得た 此値は前者の中間に位する 又著者<sup>3)</sup> が既に報ぜる 0.46 なる値は Schmick の酸化膜なき場合に近い

要するに酸化膜の厚薄は  $\varepsilon$  の値に大なる影響あり Schmidt 及び Liesegang の場合は相當厚き酸化膜の存する場合に於けるが如く 又 G. K. Burgess<sup>4)</sup> が  $Fe_2O_3$  につきて報ぜる値は 0.63 にして本測定の場合と殆んど合致する。

**e. 鋼材及び鋼板:**—

(i) 線材工場 線材工場に於ける加熱材の  $\varepsilon$  につきては既に著者<sup>5)</sup> が報ぜる所なるも酸化膜の厚薄 加熱狀況等に依りて多少の差は免れぬ 依て著者は第 12 表に掲げたる作業狀況下に於て再び之が加熱鋼片のエミッシビチーを決定せんと企てた その測定狀況は第 14 圖に示してある。

<sup>1)</sup> Z. Techn. Physik 6 (1925), 644, 50.

<sup>2)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 1(1927) 677; (1928), 85. (Stahlw.-Aussch. 140); ferner Mitt. Kaiser-Wilh. Inst. Eisenforsch. Düsseld., 10 (1928), 82.

<sup>3)</sup> 海野、製鐵研究、150(1936)49; 日鐵、八幡製鐵所研究所研究報告 16(1937), No. 2.

<sup>4)</sup> Bull. Bur. Stand. 11 (1915), 591; 605.

<sup>5)</sup> 海野、製鐵研究 150 (1936), 38.

第 12 表 線材工場作業状況

爐 數	有效爐床の長さ(m)	瓦斯發熱量(kcal/m <sup>2</sup> )	バーナーの寸法とその數	使用瓦斯量(m <sup>3</sup> )	成分(%)	鋼片の大きさ(mm)	單重(kg)	爐内保持の時間(時分)
2	11734×3.02	3,130	300φ 4ヶ	53650	C=0.08~0.12 Mn=0.25~0.40	96×96×1175	85	2. 15
成品の種類と大きいさ	實加熱噸數	爐内燒減り(%)	壓延燒減り(%)	全燒減り(%)	鋼片抽出時間(分)	實加熱噸數(毎時)	噸當りの熱量(×10 <sup>6</sup> kcal)	鋼片1本壓延時間(分 秒)
5.5 ●	416,500	1.21	2.19	3.40	1125	22	406	1. 50

第 14 圖 線材の溫度測定状況

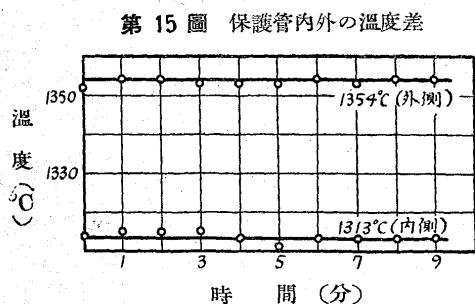


使用せる燃料は骸炭爐及び高爐の混合瓦斯である 溫度測定に使用せる光高溫計及び熱電對は前の場合と同様なるも熱電對の保護管に於て多少の差があった

如上の状況の加熱爐内に於て測定せる結果は次の如くである。

- 瓦斯吹込口爐壁最高部の溫度……………1,486°C(光高溫計)
- 材料落口直前爐床にありし加熱鋼材…1,330 ( " )
- 同上と同一箇所……………1,290 (熱電對)
- 同上材料の側面……………1,305 (光高溫計)

此際光高溫計と熱電對とが示す溫度の差は40°である。熱電對を挿入せる保護管は内徑 11, 外徑 15 mm の石英管と是を包む内徑 20, 外徑 25 mm の耐火保護管の二重よりなれるを以て 此溫度差 40° は保護管の存在に起因する事は言を俟たぬ所である 依て此際も前同様の方法を以て



1,350°Cに保たれたる電氣爐内に之を装入しその溫度差を求めたその結果は

第 15 圖に示してある 是に依れば

$$1,354 - 1,313 = 41(°C)$$

保護管内と外側とは 1,300°C 附近に於ては約 41°C の溫

度差がある 是を以て見れば光高溫計の示す 1,330°C が眞の溫度にして 熱電對の保護管の外側は正しく此溫度にありたる事が知られる 是は爐内が完全暗黒體と見る事を得る一つの證據なりと云ふ事が出来る

爐内の加熱鋼材の溫度を測定せる後爐外に於て抽出直後の鋼材の溫度を測定しその結果を第 13 表に掲げた

第 13 表 鋼材抽出直後の溫度

經過時間(秒)	5	4	5	4	5	4	4	平均
溫度(°C)	1,270	1,260	1,270	1,255	1,260	1,265	1,270	1,264

是に依れば爐内に於て 1,330°C の加熱鋼材は爐外に抽出せられたる瞬間 1,264°C となつてゐる 是爐外にて測定せる溫度にエミッシビチーの補正を要する所以である

$$\text{從て } 1,330 - 1,264 = 64(°C)$$

$$\text{即ち } \epsilon = 0.56$$

此際エミッシビチーは 0.56 となる 此値は爐出直後落下せし振動の爲めに厚き酸化膜の脱落せる部分につきて測定を行へるものにて 厚き酸化膜に蔽はれたる部分を測定すれば H. T. Wensel 及び W. F. Roeser<sup>1)</sup> の報ぜる 0.90 及び P. D. Foote<sup>2)</sup> の報ぜる 0.921~0.98 にも接近すべきである。

(ii) 中板工場 中板工場加熱爐より抽出せる鋼片のエミッシビチーを求むるに當りその際の鋼片の寸法及び化學成分を第 14~15 表に示した。

第 14 表 鋼板の寸法

種類	鋼片の單重(kg)	鋼片の寸法(mm)	製品の寸法(mm)	備考
M 材	200	70×300×1,250	45×1,500×3,000	
S M 材	150	70×270×1,040	2.9×1,200×4,200	
無規格材	280	80×400×1,150	3.2× 5' × 10'	2枚取
"	180	70×300×1,130	3.2× 4' × 8'	"

第 15 表 鋼板の化學成分

種類	試驗年月日	C(%)	Mn(%)	Si(%)
M 材	11. 10. 12	0.20	0.49	0.020~0.030
S M 材	" " 15	0.16	0.39	"
無規格材	" " 12	0.16~0.19	0.45~0.50	"
"	" " 15	"	"	"

<sup>1)</sup> Trans. Amer. Foundrym. Ass., 36 (1928) 191, 212; Stahl u. Eisen, 50 (1930), 1203.

<sup>2)</sup> Technol. Pap. Bur. Stand. Nr. 170 (1921), 114.

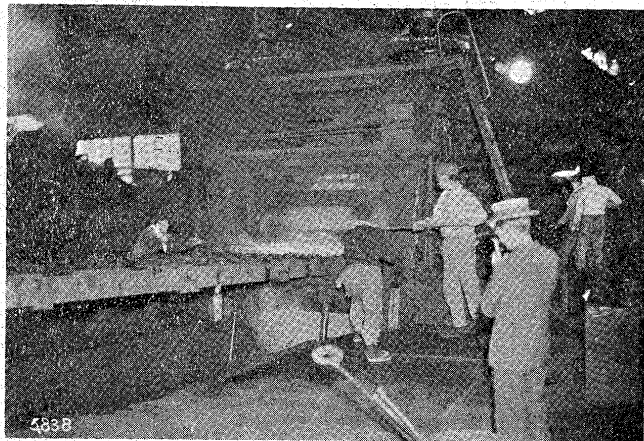


是等の成分を有する鋼材の爐中に於ける抽出前の温度並に抽出直後の温度を8回に互りに測定し、その結果と各温度差を第16表に掲げた。尙測定状況は第16圖に示してある。

第16表 加熱鋼材の温度(°C)

測定番號	1	2	3	4	5	6	7	8	平均
爐内鋼材の温度	1,390	1,405	1,410	1,410	1,410	1,425	1,420	1,425	1,417
爐外鋼材の温度	—	—	1,300	1,330	1,315	1,335	1,330	1,330	1,323
差	—	—	110	80	95	90	90	95	93

第16圖 中板の温度測定状況



る所なるを以て 本稿に於ては爐内及び爐外に於けるシートバーの温度を光高温計に依りて測定し、その差よりしてエミッシビチーを決定する。此際の測定状況は第17圖に而してその結果を第17表に掲げた。

第17圖 鉄力の温度測定状況



第17表 シートバーの温度(°C) (12, 2, 9, 測定)

荒爐内	爐外	其差	四枚爐内	爐外	其差	仕上爐内	爐外	其差	
930	855	75	850	800	50	870	805	65	
930	870	60	875	810	65	850	795	55	
930	860	70	870	805	65	860	800	60	
935	865	70	860	805	55	835	—	—	
935	865	70	845	800	45	840	790	50	
925	850	75	855	810	45	850	795	55	
935	875	60	870	805	65	860	800	60	
935	865	70	865	810	55	865	810	55	
935	870	65	860	800	60	890	805	85	
935	870	65	855	800	55	900	810	90	
—	—	—	865	805	60	—	—	—	
平均	933	865	68	861	805	56	862	801	61

此表末に示せる 93° なる差は即ちエミッシビチーより來れるものにして 1,323°C に於ける此値を求むれば

$$\epsilon = 0.47$$

即ち此際に於けるエミッシビチーは 0.47 となり著者<sup>1)</sup>が先に分塊工場に於て得たる 0.46 に殆んど合致する。鋼材の性質、加熱状況等に依りて此  $\epsilon$  に多少の變化あるは再三述ぶる所である。

前項線材工場に於ける加熱鋼片の場合の  $\epsilon$  と中板工場の夫れとを見るに前者は 0.56 後者は 0.47 にして 1,300°C に於ける此兩者の補正值の相違は

$$\epsilon = 0.56 \dots \dots \dots \text{補正值} \dots \dots \dots 68^\circ$$

$$\epsilon = 0.47 \dots \dots \dots \text{ } \dots \dots \dots 89^\circ$$

$$\text{差} \dots \dots \dots 21^\circ$$

21° にして約 1.6% の差となる

光高温計が示す補正せる温度は鋼材の表面温度にして内部温度と相當の差ある場合の存すべきを思はねばならぬ

加熱鋼片は抽出後に於ては表面の冷却急にして内部は高温に保持せらるゝを常とする故に 空中に放置せられたるものゝ表面温度を測定してその鋼塊の温度なりとするの誤れる事は言を俟たぬ、

(iii) 鉄力工場 鉄力工場の作業状況は既に報告<sup>1)</sup>せ

茲に爐内及び爐外として示せる温度は爐外に抽出する直前の加熱シートバーの表面温度及び抽出直後 2~3 秒間に於て測定せるその表面温度である。上表に依れば荒爐、四枚爐及び仕上爐内に於けるシートバーの温度は各々殆んど一定にして平均夫々 933°, 861° 及び 862° となる。此作業は還元焔に依るを以て鋼材の場合の如き厚き酸化膜を生ぜず、従て鋼塊の場合よりもそのエミッシビチーは減少すべきである。

爐内外に於ける温度差の平均は

$$(68 + 56 + 61) \div 3 = 62(^\circ\text{C})$$

従て

$$(865 + 805 + 810) \div 3 = 824(^\circ\text{C})$$

824° に於て 62° の補正を施すを要する。由て此際のエミッシビチー  $\epsilon$  は  $\epsilon = 0.35$

0.35 となる。著者が既に報告<sup>1)</sup>せる値 0.36 に殆んど合致する。

<sup>1)</sup> 海野、製鐵研究 150(1936), 38, 日鐵八幡製鐵所研究所、研究報告 16(1937), No. 2.

<sup>1)</sup> 海野、製鐵研究、前掲

### 5. 實驗室に於ける エミッシビチー の測定

エミッシビチーは工場 實驗室の區別なく同一材料なれば常に一定なるべきも 熱源たる材料の大小又夫れ等の状況に依りてはその値に多少の差異<sup>1)</sup>を認めらるる。

著者は實驗室に於て種々異なる高温度に加熱せられたる試験片につき 熱電對並に光高温計に依りて同時に温度を測定しその差よりしてエミッシビチーを決定した 試験片の大きさは 20mm 角 長さ 8cm のものにして是を第 3 圖に示せる電気爐の中に保ち 爐の底部より白金 白金ロヂウムの熱電對を挿入して 之を長さに沿ひて掘りたる試片の溝の尖端に嵌めて一定温度に加熱したる後 此試片を上下に移動せしめ 一方爐口より光高温計を以てその試片の移動を追ひてその尖端の温度を同時に測定した 斯くすれば爐中の異なる深さの位置に於ける兩者の温度差を知る事が出来る 此結果は此装置の限度に近き深さに於て兩高温計の読みは完全に近く一致し 深さを減ずるに従ひて温度差を増した

即ち爐口に接近せしむるに従ひ同一温度に保たれたる光高温計と指示計との差は益々大となり 遂に一定の温度差に到達した 此一定温度差を保つ位置に試験片を置いて加熱冷却し兩高温計を以て同時に測定を行つた 此際厚き酸化膜は小工具を以て剝落せしめたれど尙幾分のものは認められた。

實驗に供せられたる試料は 1.0% の珪素鋼 0.60% 炭素鋼及びマグネシア煉瓦の 3 種にして その測定結果を第 18 表に掲げた。

第 18 表 1.0% 珪素鋼

眞の温度(°C)	848	885	950	955	1,048	1,055	1,150	1,153	1,228	1,286	1,340
加熱(光温計)	826	—	910	—	—	1,012	—	1,105	1,177	—	1,275
冷却(°C)	—	850	—	920	1,010	—	1,100	—	—	1,225	—

0.60% 炭素鋼

眞の温度(°C)	847	947	1,050	1,152	1,225	1,322	1,377
加熱(光温計)	810	907	1,000	1,093	1,160	1,250	1,300

マグネシア煉瓦

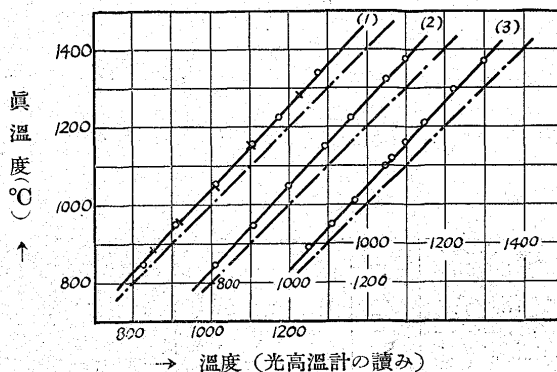
眞の温度(°C)	890	950	1,010	1,100	1,120	1,160	1,210	1,297	1,370
加熱(光温計)	850	910	970	1,047	1,064	1,100	1,150	1,223	1,300

此結果を圖示すれば第 18 圖の如くなる エミッシビチーが 1 ならば眞の温度と光高温計との讀みの關係は點線を以て示すべきものなるに 熱源たる試料は完全暗黒體に非

ざる爲め光高温計に依りて測りたる温度は常に眞の温度よ

第 18 圖 眞温度と光高温計の讀

- (1) ..... 1.0% 珪素鋼 (2) ..... 0.60% 炭素鋼  
(3) ..... マグネシア煉瓦



りも低い 是即ち前述せる如くエミッシビチーとして補正を要する所以である 是等の實線と點線との間の距離に相當する温度よりして夫れ等のエミッシビチーを求むるに

- 1.0% 珪素鋼に於ては..... $\epsilon = 0.57$   
0.60% 炭素鋼 " ..... $\epsilon = 0.51$   
マグネシア煉瓦 " ..... $\epsilon = 0.52$

なる値を得た 最後のマグネシア煉瓦の 0.52 はシーメンス・マルチン鑛滓につき J. N. Greenwood<sup>1)</sup> が報ぜる 0.56 の値に近い

### 6. 他研究者との比較

エミッシビチーにつきて今日迄報告せられたるもの甚だ多しと雖も測定の場合 材質の相違等に依りて相當の差がある 由て在來の研究者に依りて報ぜられたる値と著者の二三の場合につき茲に比較列擧すれば第 19 表(次頁)の如くなる 研究者名に次で發表年次をも併せて示す事とした

後表を通覽するに著者の得たる實驗結果は他研究者のそれに甚だ接近してゐる。

### 結 論

製鋼作業はその温度を可及的正確に知るを要し その爲めには如何なるエミッシビチーの値を採用すべきか問題となる 測定方法 現場の状況又は材料の相違等に依りて  $\epsilon$  の値も亦多少の差を免かれざる事は既に再三述べたる所なるが 著者の決定せる値と他研究者の報ぜる値とは大體に於て一致せるを見る 依て著者の決定せる値を第 20 表

<sup>1)</sup> Carnegie Scholarship Mem. 12 (1923), 27, 74; Stahl u. Eisen 44 (1924), 500.

<sup>1)</sup> R. Hese Arch. Eisenhüttenwesens. 前掲

に一括して参考に供せんが爲め示した。該表は實際家として採用するに足ると考へる

加熱作業に於て材料の大小は爐中保持の時間に長短を來たし 従てそれに生ずる酸化膜に(厚薄<sup>1)</sup>)あり之が $\epsilon$ の値に變化を與ふる事は既に度々述べたる所にして 第20表中

鋼塊の0.61より炭素鋼(0.60%*C*)の0.51に變化せるもの又鋼板(中板材)の0.47に對しシートバーの0.35等何れも酸化膜の影響に外ならず 依て前者の場合の如きは其の平均値を採用するを妥當なりと考へらる

第19表 鐵及びスラグのエミッシビチーの比較<sup>\*</sup>

物質	状態	温度(°C)	表面の状況	エミッシビチー ( $\lambda=0.65\mu$ )	研究者と発表年次
鐵	流體	—	輝	0.35~0.37	H. Le Chatelier (1892)
"	"	—	"	0.40	G. H. Burgess 及 H. Le Chatelier (1913)
"	"	—	"	0.37	P. D. Foote, C. O. Fairchild, T. R. Harrison (1921)
鋼	"	—	—	0.40	J. N. Greenwood (1923)
融槽の表面 鐵及び化合物 (0.66~3.49% <i>C</i> )	—	—	—	0.50	C. H. Hertý (1927)
鐵	流體	1,350~1,550	輝	0.35~0.38	G. Naeser (1930)
鐵(3.1% <i>C</i> )	"	—	"	0.40	H. T. Wensel 及 W. F. Roeser (1928, 1930)
"	"	1,250~1,600	"	0.43~0.45	R. Hase (1930)
"	"	1,250~1,580	酸化	0.90~0.95	"
鑄鐵	"	1,100~1,600	輝	0.45	A. Fry (1924)
"	"	1,270~1,280	酸化膜あり	0.90~0.95	"
"	"	1,270~1,370	酸化	"	M. Wenzel 及 F. Morawe (1927)
"	"	1,375(下部)	"	0.70	H. T. Wensel 及 W. F. Roeser (1928, 1930)
"	"	"(上部)	輝	0.40	"
熔鋼(0.08% <i>C</i> )	"	1,500~1,600	"	0.43	S. Umino (1937)
"	"	"	酸化膜あり	0.61~0.70	"
熔銑(3.5% <i>C</i> )	"	1,300~1,500	輝	0.51	"
鐵	固體	700~1,000	"	0.435	M. Moeller, H. Miething, H. Schmick (1925)
"	"	"	酸化	0.80	"
"	"	700~1,100	"	0.80~0.87	H. Schmidt 及 W. Liesegang (1927)
$Fe_2O_3$	"	800~1,200	—	0.98~0.92	G. K. Burgess 及 P. D. Foote (1915)
"	流體	—	—	0.53	G. K. Burgess (1915)
"	固體	—	—	0.63	"
"	"	800~1,200	—	0.98~0.92	P. D. Foote (1921)
"	"	—	—	0.90~0.92	G. K. Burgess; Bureau of Standards (1917)
"	"	—	—	0.90	H. T. Wensel 及 W. F. Roeser (1928, 1930)
鋼(0.10% <i>C</i> )	"	1,200~1,300	輝なるも薄き 酸化膜あり	0.56	S. Umino (1937)
"	"	"	稍厚き酸化膜あり	0.61	"
シーメンス・マ ルチン-Slag	流體	—	—	0.63~0.67	H. Le Chatelier (1892)
"	"	—	—	0.65	G. K. Burgess (1915, 1917)
"	"	—	—	"	P. D. Foote (1921)
"	"	—	—	"	Wärmestelle (als Richtwert) (1922)
"	"	—	—	0.56	J. N. Greenwood (1923)
"	"	—	—	0.90	M. Wenzl (1927)
"	"	—	—	0.612	G. Naeser (1930)
鑄鋼	"	1,300~1,500	—	0.67	S. Umino (1937)
中板材鋼材 (0.16~0.20% <i>C</i> )	固體	1,300~1,400	薄き酸化膜あり	0.47	"
シートバー(鋼力)	"	820~900	"	0.35	"
珪素鋼(1.0% <i>Si</i> )	"	800~1,400	"	0.57	"
炭素鋼(0.6% <i>C</i> )	"	"	"	0.51	"
マグネシア煉瓦	"	"	"	0.52	"

<sup>1)</sup> 海野、製鐵研究 152 (1936), 114

第 20 表 鐵及びその他のエミッシビチー (著者の實測に依る)

熱源	形状又は大小(mm)	温度(°C)	状況	エミッシビチー	平均	
熔鉄(3.5%C)	流體	1,300~1,500	輝	0.51	0.66	
鑛滓	"	"	—	0.67		
熔鋼(0.08%C)	"	1,500~1,600	輝	0.43		
" (0.08~0.12%C)	"	"	酸化膜あり	0.61~0.70		
純鐵	"	"	輝	0.40		
"	"	"	酸化膜あり	0.43		
鋼塊 (均熱爐)	固體 (2.3~2.8噸)	1,200~1,300	"	0.61		0.56
鋼材 (線材)	96×96×1,175	"	"	0.56		
炭素鋼(0.60%C)	20×20×80	800~1,400	"	0.51		
珪素鋼(1.0% Si)	"	"	"	0.57		
鋼板 (中板材)	固體 (150~280 i.g)	1,300~1,400	薄き酸化膜あり	0.47		
鋇力 (シートバー)	板狀	800~900	"	0.35		
マグネシア煉瓦	固體	800~1,400	—	0.52		

昭和 11 年に於ける石炭石油鉄鋼鐵需給一覽表 (年表)

摘要 年次	石炭				石油			鉄			鋼			材
	産額	輸入	輸出	相場	産額	輸入	相場	産額	輸入	相場	産額	輸入	相場	相場
	商工省調査	千噸	千噸	千噸	九州炭一等塊 1萬斤 年平均	産額 原 日本石油調査	輸 入 各 種	相場 自動車用 機油1噸 新々年平均 當課調査	商工省調査	輸 入	釜石一號 1噸 年平均	商工省調査	輸 入	東京銀行通信簿 10貫 分 年平均
大正 2	21,315	572	3,839	7.81	1,709,515	536,720	5.00	240,363	265,065	1.66	254,952	424,843	2.82	
3	22,293	950	3,558	8.06	2,373,331	406,196	4.96	300,221	169,093	40.19	282,516	351,346	3.10	
4	20,490	609	2,900	7.68	2,629,975	414,241	4.58	317,748	166,843	41.09	342,870	217,243	5.31	
5	22,901	551	2,993	9.32	2,610,284	273,224	5.94	388,191	232,048	90.99	381,221	411,352	7.64	
6	26,361	707	2,791	19.44	2,521,071	249,765	6.23	450,642	232,251	218.57	513,445	607,793	12.66	
7	28,029	761	2,179	28.05	2,150,690	290,761	10.26	582,758	225,100	437.03	539,637	558,039	13.60	
8	31,271	699	2,000	29.27	1,971,779	442,956	14.28	595,518	283,165	184.47	552,611	578,106	7.25	
8	23,245	797	2,129	32.87	1,956,944	475,759	13.77	521,036	348,648	125.29	537,461	877,509	8.03	
10	26,220	777	2,387	150.42	1,967,692	458,689	12.96	472,725	277,091	72.88	561,829	523,544	4.74	
11	27,701	1,168	1,690	138.50	1,810,637	750,053	10.35	550,845	327,976	65.83	662,092	863,044	4.58	
12	28,948	1,685	1,574	138.67	1,590,372	947,169	8.69	599,698	346,036	66.54	819,694	635,185	4.70	
13	30,110	1,979	1,711	136.75	1,600,270	1,363,905	8.40	585,930	441,944	60.33	905,280	979,686	4.15	
14	31,459	1,740	2,694	124.00	1,658,490	1,588,378	7.99	685,178	316,359	54.89	1,042,978	461,731	3.98	
昭和 1	31,426	2,612	2,590	123.00	1,573,520	1,799,242	7.30	809,624	399,639	53.00	1,256,302	913,434	3.63	
2	33,530	2,660	2,173	121.00	1,576,635	2,343,402	6.04	896,171	472,947	"	1,415,121	797,601	3.33	
3	33,860	2,734	2,150	122.92	1,713,664	4,653,950	5.34	1,092,536	569,214	53.62	1,720,489	801,426	3.66	
4	34,257	3,233	2,011	120.21	1,783,173	5,266,043	5.22	1,087,128	654,055	52.46	2,033,880	772,140	3.52	
5	31,376	2,650	2,097	106.13	1,804,171	5,452,247	5.00	1,161,894	405,829	45.30	1,921,066	426,611	2.61	
6	27,987	"	1,515	81.97	1,732,927	5,810,967	4.94	917,342	399,447	36.69	1,662,858	256,331	2.17	
7	28,053	2,673	1,365	76.32	1,434,335	7,083,091	4.70	1,010,761	444,423	35.79	2,112,598	221,952	2.47	
8	32,523	3,440	1,535	94.29	1,282,667	7,545,159	5.08	1,436,682	640,851	47.30	2,791,948	391,614	3.64	
9	35,924	3,996	1,070	17.10	1,604,653	9,191,491	4.35	1,728,158	614,397	52.04	3,322,657	362,456	98.64	
10	37,762	3,984	1,002	17.37	1,982,546	11,111,170	5.03	1,906,787	961,914	55.67	3,976,075	304,832	91.84	
11	38,667	4,122	1,094	17.75	2,238,264	12,367,023	5.55	—	671,968	55.82	—	285,252	95.98	

三井銀行考査課調べ重要商品需給一覽表より抜萃

備考 一、本表は月表と相關聯するものなれども (1) 月表項目中統計不備なるものは削除し (2) 年一回の統計にて重要なるものは本表に挿入せり 一、調査名記入なきものは輸出輸入欄にありては大藏省調査、相場欄にありては東京商工會議所調査によるものとす 一、最近の計數にて未發表のものは便宜當課の調査によるものを掲ぐ 一、相場中長年月に互るため一貫せる銘柄により難きものあり 一、●印を附したるは既掲計數を變更せるものなり