

# トーマス製鋼法採用を可とする意見

(昭和三年十一月二十八日日本鐵鋼協會第三回研究部會に於ける陳述摘要)

今 泉 嘉 一 郎

## 〔1〕 燐礦石原料に関する件

我國に於て燐礦石を得るには運輸の便利を主とする關係上先づ手近のものより考慮せざる可からず。

- (1) 琉球燐礦 燐酸含有 25% 内外のものならば採掘容易、安全可採礦量 50 萬噸 以上あり (中公司概算)
- (2) ラサ島 燐酸含有、貧富各種の平均 15% として 375 萬噸 (ラサ島燐礦會社概算)
- (3) 支那海洲 燐酸含有 30% 以下のものをも採掘するものとすれば今後 50 萬噸を採掘し得べし (中公司概算)
- (4) 新南群島 燐酸含有平均 15% として 687 萬噸 (ラサ島燐礦會社概算)
- (5) マルシャル群島中のナル島 歐洲大戰中ニニュージーランド政府より 其開掘權を 英本國政府に 要求したるものにして燐礦總量 1 億 5,500 萬噸と稱す (1914 年ミネラル、インダストリー 記載)

其他東印度洋群島、南洋群島、紅海沿岸、北米フロリダ等の遠距離に及んで考慮するを要す、從來是等諸方面より輸入せられたる燐礦は燐酸含有 30% 以上 鐵、アルミナ合計含有 2% 以下たることを制限する等供給上の困難を伴ふに反して製鋼用としては殆んど是等の制限が無い、故に供給地の範圍は一層廣くなり供給量は一層増大する。

内地までの運賃は從來の例に依れば、ラサ島からは 1 噸當り 4 圓内外、南洋からは 7 圓乃至 8 圓、米國方面からは木綿荷の下積として持來るため距離の割合には安い運賃で來て居つた。

各地産燐礦の成分に付ては他の文獻に依ることとし茲には最近入手したラサ島及新南群島の肥料用以外の資料成分を次に示さう。

## 肥料用以外の燐礦の成分

	新南群島	ラ サ 島			含燐石灰
		第 19 區	第 17 區		
水分	6.54	4.12	4.24	8.03	1.35
SiO <sub>2</sub>	—	8.36	—	—	—
可溶性 SiO <sub>2</sub>	1.04	—	痕跡	痕跡	0.20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	22.19	25.28	26.99	25.51	10.76
CaO	40.03	21.16	16.49	16.72	52.51
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.24	17.64	12.96	10.88	0.50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	7.26	6.96	4.49	—
NaO	5.20	3.64	3.84	6.20	1.24
KO	—	1.02	—	—	—
MgO	痕跡	3.46	10.08	5.32	痕跡
CO <sub>2</sub>	16.92	1.62	痕跡	痕跡	32.44
Cl	0.07	—	0.04	0.17	0.06
SO <sub>3</sub>	痕跡	—	痕跡	痕跡	0.56
Mn <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	痕跡	—	—	—	痕跡
焼失	6.54	—	8.56	8.32	—
不溶解	痕跡	—	11.80	11.81	0.04
合計	92.56	98.77	10.96	97.45	99.66

價格に付ては近距離産地よりするものならば、25% 燐酸含有のものとするも、相當多量に引取る場合に於ては内地着 1 匁 8 圓内外なる可し。

## 〔2〕 鹽基性耐火材料の供給に関する件

ドロマイトは内地にも相當産出あり、概して外國産最優等のものに比して品質上遜色はあるが使用に適するもの少く無い、其價格は歐洲大陸より高い、併しドロマイトもマグネサイトも滿洲には廣大なる産地がある、殊に大石橋のマグネサイトは世界にも珍らしき鑛量のものである、大連灣に沿ふたる甘井子附近のドロマイトも相當の鑛量がある、而して兩者共其品質良く且つ内地製鋼所着の價格としても割合に廉價である。

## 〔3〕 トーマス製鋼法を行ふに適當なる燐分を、鎔鑛爐に於て銑鐵に入るゝ場合の、スラツグ及ヒートの計算、及銑鐵價格の騰貴

此問題を解くに付てはトーマス銑鐵の製出よりトーマス製鋼滓の出来るまでの冶金的經路を概説する必要がある。即ち鎔鑛爐はトーマス銑鐵を造る場合には、言ふ迄も無く、出来るだけ低温鎔解にて、硅素の還元を防がなければならぬ、鑛石に硫黄が在れば、滿俺が調合中に存在することが必要である、熔滓の熔解を助くるためにも滿俺は必要である。併し滿俺多きに過ぐれば後にトーマス熔滓の

磷分を稀薄にする惧れがあることは硅素と同じ、西獨逸又はルキセンブルグ國等に於て、普通トーマス銑の成分とする所は、炭素 3.3-3.5%、滿俺 1.0-1.5%、磷 1.75%、硅素 0.45%、硫黄 0.093% 程度である、熔解の温度低きときは硅素 0.3-0.4% にもなり稀には 0.1-0.2% になることがある、之に反して熱つく吹けば硅素は殖へる、此場合滿俺が在れば夫れを制限することになる、熱つく吹くと云ふことは是等の不便ある外に、骸炭の消費を増加するの不利あること勿論である、鎔鑛爐では、調合中の磷分が熔滓に消失すること極めて少量で、殆んど全部が銑鐵中に收用される。

混銑爐では、硫黄は著しく焼失するが、磷の焼失又は熔滓中に逃出する分は、是亦極めて少量である、但し石灰などを加ひて、製鋼の荒仕上に類した作業をやると、磷は茲でも徒らに消失する。

轉爐（トーマス轉爐）に移ると、銑鐵中の炭素と滿俺とは、吹製の初めから焼失を進め、炭素が殆んど焼失してから、磷が燃え出して熔滓に入るのである、若し鹽基平爐で製鋼すれば、磷は初めから燃えて熔滓に入り、湯が熱つくなるに従つて、磷も益々多く熔滓に入る、是れがため、磷が多く這入つた肥料用に適當なる熔滓が出来て、湯を被うて居る、併し熱い鎔鋼の中に残つて居る磷は、何時までも完全に燃ひ盡すことは不可能である、故に製鋼作業は 2 分する必要がある、即ち初めの作業「荒熔解」にて出来た熔滓は、之を分ち取つて肥料用とし、後の作業「仕上熔解」で残りの磷を分離し、鐵の多い、磷の少い、熔滓を造つて良鋼を得るのである。此の初めの荒熔解作業には、酸化劑として、磷の多い鐵鑛を加ひ、肥料中の磷を一層多くすることに勉むるのが普通で、西獨逸では磷 1.5%、鐵 60-64% を有するキルナ鑛を加ふるを普通とす、後の仕上熔解作業の時には、磷の少い鐵鑛を用ゆるのである。

トーマス熔滓の成分は、轉爐製鋼の時は、磷酸含有 17-19%、を普通とし、平爐の荒熔解作業で造るときは、概して是より稍や多い、平爐でトーマス熔滓を造ることは、寧ろ近代の試みで、從來肥料用のトーマス熔滓と云へば、トーマス轉爐の産物を指すのである、斯かるトーマス熔滓の成分は工場に依ても又作業の状態や原料の成分に依ても、夫々違ふこと勿論であるが、レーデブーア教授が示した次の一例が稍標準と見てよい。

SiO <sub>2</sub> = 4.42%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 18.25%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> =	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 5.66%
FeO = 19.46%	MnO = 4.29%	CaO = 41.73%	MgO = 3.02%
S = 0.11%			

茲に最も重要な點は、トーマス銑を製造する場合は、他の銑鐵を製造する場合に比して次の如き幾多の便利があることである、

- (1) 磷を含有せしむるために鎔鑛爐の作業は極めて迅速となること（爐内通過時間が 10 時間となる）夫は、硅素や炭素の還元に重きを置かず、熔解温度が充分に下げらるゝ爲である

- (2) 同じく白鉄でも、光線状白鉄の如く多量の満俺（又は炭素）の入ることを要せぬこと
- (3) 普通の鼠鉄に比すれば、同額の骸炭にて多量の生産を遂ぐる事が出来ること
- (4) 熔滓はシングロ、シリケート程度が適當で、鼠鉄の如くシングロ以下の鹽基性を必要とせぬこと
- (5) 熱を高くして作業すると、硅素が還元に過ぐる惧れがある、此還元を妨げんとすれば、熔滓が黒くなるほど鐵を燒失するか、又は満俺を費やさなければならぬ、然るにトーマス鉄は低温で吹くから此の憂れが無いこと
- (6) 一定量の骸炭に對し、鼠鉄の時より多量の鐵鑛を装入し得ること、且つ送風の溫度を低めても、熔滓は熔け易いもの（送風溫度は 650-700 °C、稀には 600 °C）であるから差支なきこと
- (7) 同一時間に同一量の風を送るも、（即ち同一時間の骸炭消費を同一とするも）、鼠鉄の時より多量を生産すること（獨逸に於て鎔鑛爐が 1 日 600 廻以上の生産を舉ぐるに至りたる如きはトーマス鉄製造の爲と稱せらる）
- (8) 骸炭の消費は、獨逸にては普通、良質の骸炭なればトーマス鉄鐵 1 廻に付 900 kg で足る、

トーマス鉄に對する原料調査表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ミネツテ鑛	23	25.0	35	50	40	—	—	30	90
炭酸鐵鑛	22	16.7	—	—	—	—	1.9	—	—
同燒後	—	—	12	14	15	20	21	—	—
ラーン鑛	23	16.8	—	25	—	—	—	—	—
グレングスベルヒ鑛	27	41.5	25	—	—	—	—	—	—
磁鐵鑛	—	—	—	—	30	20	15.7	30-45	—
ケーン鑛	—	—	15	—	—	—	—	—	—
煉鐵熔滓	—	—	13	11	10	8	8.8	—	—
硫化鐵燒滓	—	—	—	—	5	4	4.3	—	—
ラーバシレジーン鑛	—	—	—	—	—	20	21	—	—
鍛鋼熔滓	—	—	—	—	—	5	5.9	—	—
平爐熔滓	—	—	—	—	—	10	12	—	—
沼鐵鑛	—	—	—	—	—	10	2.4	—	—
トーマス轉爐熔滓	—	—	—	—	—	3	2.4	—	—
ロールスケル	—	—	—	—	—	—	1.4	—	—
其他	—	—	—	—	—	—	3.2	—	10
合計	100	100	100	100	100	100	100	—	100
石灰石	6	—	—	8	—	21	—	—	—
ドロマイト	—	—	—	—	—	—	21	—	—
含磷石灰石	7	—	—	—	—	—	—	—	—

摘要 1,2,3,4,5,8 は「ラインランド」「ウエストハーレン」兩州、6,7 は「ラーバシレジーン」  
9, は「ミネツテ」地方の例なり

送風温度 700 °Cで、主としてミネツテ鑛を熔解する場合（鑛石の平均鐵分 31%）でも 1,110 kgに過ぎぬ、平均鐵分が其れより 1% 増減する毎に、骸炭量 30-35 kg減増する（フォーサン教授）尙此場合歐洲大陸に於けるトーマス銑製造の場合の裝入調合を示せば、前表となる（フォーサン教授）

以上はトーマス銑鐵を製造する上に於ける冶金上の條件であるが、今之に基いて次に、問題となる經濟上の點を考へて見ん（要領を知らん爲の概算で、正確のものではない）

#### (イ) トーマス熔滓を絶えず循環して製銑作業を行ふ場合

熔滓の磷酸含有 18.25% と假定すれば其純磷は 8% である、斯かる熔滓を以て銑鐵中に 1.75% の磷を入れんとすれば、約 220 kg の熔滓を要す、此量の熔滓より磷を分離するには 101,376 カロリーの熱を要す、此熱量は約 50 kgの骸炭に相當す、（一酸化炭素に燃ゆるものとす）、骸炭相當價格 18 圓とすれば、50 錢に相當す、熔滓の價格は無いものとして大誤なからん、併し熔滓を用ゆるための利益は此點以外にも少く無い、即ち前に述べた例より見るも此熔滓は硅酸含有 4.42% と云ふ如き少量で他は殆ど鹽基性分のものであるから助熔劑としての効力が高い、今若しプラツツ式計算法の如き例に倣ひ、硅酸及礬土を酸性に配し、他を鹽基性に配して差引勘定をなし、其殘を假に鹽基率とすれば、此熔滓の鹽基率は約 70（磷酸分は除外す）となる、而して普通の石灰石は 2.5% の酸性分あるものとして 55 の鹽基率となる、今斯かる石灰石が相當り 4 圓 50 錢の價格ありとすれば、以上の熔滓の如きは相當り 5 圓 72 錢となり、其 220 kgの價格は 1 圓 26 錢に相當するから、前述の骸炭の代價は償つて尙餘りある。

#### (ロ) 常に新らしき磷鑛石を熔鑛爐に入るゝ場合

熔鑛爐裝入物中の磷は、トーマス熔滓となる迄に、1 割の消失があると見れば良い、此位の量は何れの場合にも自然に裝入物中に含まれてあるから、此消失のことは考へないで置く、そこで、特に多量の磷を含んだ含磷鐵鑛を、磷原として、トーマス銑を造るのが普通であるが、今夫れを、鐵鑛でなく磷礦でやつて行くと云ふ場合にどうなるかと云ふのが、本文の問題である、併し此問題に入る前に一言したきは、所謂磷礦でなく、鐵鑛其物で磷の多いもの、即ち含磷鐵鑛と云ふものは我國でも探せば得られぬことは無い、朝鮮の報告などには諸所に露出があるやうであり、又支那にも多少あるやうである、從來鑛山局の鑛量調査などにも、劣等鐵鑛として蔑視され、是れ迄は一般に充分調査もされず、又實際使用もされないから、鑛床も開かれて居らぬ、唯、中公司在目下製鐵所、兼二浦、輪西、釜石等に年間合計 12 萬噸位供給しつゝある太平鐵鑛の如きは、0.7% の磷分を含有するもので、採算さへ引合ふならば、年々 20 萬噸の供給は可能なりと、同公司でも云ふて居る。

次に含磷鐵鑛を主としてトーマス銑を製造する時代も、何時かは來ることと思ふが、今暫く本文の問題の如く、磷鑛のみを磷源として作業するものと定めて、而して先づラサ島磷鑛で、25%磷酸含有のものを、内地着 8 圓で得らるゝとして、製銑經濟がどうなるかを考ふるに、1.75% の磷を銑鐵中に送つて、トーマス銑鐵となすとすれば、之に要する磷鑛代價は 1 圓 15 錢となる、又銑鐵 1 匁に付 17.5 kg の磷を磷鑛より還元するためには 61,920 カロリーを要す、夫は散炭約 30 kg の消費に當る、單に此れだけが製造費を高くする方の主なる原因であるが、製造費を安くする方には色々の關係がある、第一に磷鑛其物は鹽基性の強い成分を有つから、助銑劑としての石灰石を節約すること著しい。

次に之を從來の鹽基平爐製鋼用の銑鐵に比すれば、滿俺鑛を節約する利益がある、次には硅酸を還元すること少いから、之に依る骸炭の節約がある、次に炭素還元の少いことも同様で、結局原料も燃料も著しく經濟となるが、更に重要な利益は、同一銑鑛爐に於て、より多量の銑鐵を生産することに依て勞銀及一般費を節約すること顯著のことは、歐洲諸國の例に徴して明かである。

以上はトーマス銑鐵を製造する場合に、其磷源を、所謂磷鑛のみに依るものとして考へたのであるが、實際我國で使用する製鐵原料は、何れも多少磷を含んで居る、ベスマー銑に要する如き低磷鐵鑛は、最早容易に得難くなり、八幡でも、ベスマー製鋼を止めた程である、將來安い原鑛を多量に集めんとするには、磷の多いものを忌み嫌つては居られない、又滿俺鑛なども、磷を多量に含んで居るのは、鐵合金の製造などには、嫌はれて居つたが、將來トーマス銑を造るための銑鑛爐裝入物としては、斯様な滿俺鑛は寧ろ歡迎すべきである。

斯様の譯で、將來、鐵鑛や滿俺鑛の磷分の多いものを適當に撰擇して用ゆるに於ては、トーマス銑鐵中 0.5% 以上の磷を含ましむることは、容易の事で、之等原料費は、却て廉價に付くこととなるであらう、故に此場合尙ほ不足する磷分に對して、特に磷鑛を購入使用するとしても其要量は夫れだけ減じ得る譯である。

#### 〔4〕 本邦に於て建設し得べきトーマス工場の最小生産力

トーマス轉爐は、其内容は普通 10 匁乃至 25 匁であるが、最近は尙其以上のものが行はれて來た、獨逸のチーセン製鐵所では從來 27 匁であつたが、最近新設工場に、35 匁吹を計畫中だと云ふ、併し前記普通の場合を標準とするも、轉爐 1 個にても完全に作業すれば、1 日 500 匁の銑鐵を吹くことが出来る、之に豫備を 1 個とすれば最小經濟單位である、其他の分塊工場又は銑鑛爐の關係から見ても、1 日銑鐵 500 匁位を生産し、又は處理することが、經濟的に一貫作業をなすべき、最小單位と見て良からうと思ふ。

## 〔5〕 各工場に於て適當なる容量のトーマス 轉爐を設置する場合の起業費

1 日 500 噸のトーマス銑鐵を處理するトーマス製鋼工場を新設する場合、何程の起業費を要するかを、獨逸に於て最も多くの經驗を有するデマツグ機械會社に問合せたる處、1928 年 9 月 5 日附を以て、横濱着の代價を次の如く報じて來た、

建 物	6 棟	重量 1,825 噸	英價 53,030 磅
轉爐工場内部諸機械		〃 283.5 〃	〃 45,630 〃
ドロマイト工場機械一式		〃 165 〃	〃 15,050 〃
熔滓粉碎工場機械一式		〃 95 〃	〃 10,900 〃
ターボ送風機一式		〃 114 〃	〃 15,170 〃
電動起重機	6 組	〃 162.7 〃	〃 17,750 〃
水壓機工場一式		〃 40 〃	〃 4,670 〃
合 計		〃 2,685.2 〃	〃 162,200 〃

上の見積には尙詳細に内容を記載してあるが、今茲に之を略す、實際我國に設備する場合には、此記載以外のものを要することもあるであらうが、一面に、建築の如きは、圖面を取て我國にて造る方が安く出来ると思ふ、兎も角、一切完備するまでの諸工費を加算して概略 200 萬圓内外で出来るものと思ふ、そうすると、年間 18 萬噸のトーマス銑鐵を處理して、約 16 萬噸の鋼塊を造る製鋼工場の設備が、年産鋼塊 1 噸當り 12 圓 50 錢となる故に、我々が戦時物價の高い時に造つた平爐工場よりも安いことは勿論であるが、是から新たに造る平爐工場より、矢張著しく安いものであらう、勿論獨逸あたりの、而かも大量生産の場合に比すれば、割合に高いのであるが、是は仕方がない、即ち戦前物價の安い時代に、獨逸では、1 日 900 噸乃至 1,500 噸の製鋼をなすトーマス工場が、噸當り 5 圓乃至 6 圓 50 錢で出来る勘定であつた。

## 〔6〕 トーマス 製鋼法と平爐製鋼法との生産費比較

是は最も重要な問題であるが、轉爐でも平爐でも其規模、方式、及作業状態の如何に依つて各自の間にも經濟上の良否がある、故に一概に轉爐と平爐とを對比することは出来ない、併し先づ概觀的に言へば、普通鋼材を造る場合として考へ、銑鐵の價格が、上等の屑鐵の價格と大差なしとすれば、トーマス製鋼法が、平爐製鋼法より有利なることは疑ふべからざる事である、數字上の比較は後節に述ぶるとして、次に大要を述べて見やう、即ち

- (1) 製鋼作業は、轉爐の方が簡單である、殊に轉爐の設備は大部分機械化されて居るから勞力を要することも非常に少い、而かも同一の生産額に對して平爐より設備費を要すること著しく少い、又平爐の如く屑鐵や鐵鑄を必要とせず石炭其他の燃料をも要しない、而して作業時間は平爐に

比して非常に短かい、即ち普通形の平爐にては製鋼 1 匁當りの精鍊時間が少くとも 10 分以上を要するに比し轉爐ならば 1 分時間にて足る。

- (2) 同じく轉爐製鋼法でも、トーマス轉爐は、ベスマル轉爐よりも、更に本邦に對して有利である、含磷鐵鑛を得難きため特に磷礦石を購入して製銑作業をなす場合と雖も、銑鑛爐は平爐用銑鐵の場合よりも、**經濟的に銑鐵が出来る**（理由は後節に明示す）又製鋼の副産物として、**トーマス肥料と稱する貴重なる肥料**を得られ夫れだけ製鋼經濟が助かる爲である。
- (3) 製鋼と分塊との連絡は、平爐の場合よりも著しく密接となる、即ち一定少量の鋼塊を、時計の如き正確さを以て、且高熱を維持しつゝ分塊工場の均熱爐に送致することゝなるのである、即ち是の如く、銑鑛爐より熔銑を取り、之を唯一の原料として製鋼し、次に鋼塊の熱を維持しつゝ一定時間の間隔を以て規則正しく分塊工場に送致することに依て、茲に初めて**完全なる銑、鋼、品の一貫作業となり、之に依て生ずる燃料の節約と生産能率の昂上とは到底平爐作業の及ぶ所でない。**
- (4) 製鋼一定量に對する銑鐵の需用は、平爐より多くなる、即ち割合に大規模の銑鑛爐を要することにはなるが、銑鑛爐は其發生瓦斯の約 3 割 5 分を、他の用途に提供して、利益を増加するのみならず、骸炭瓦斯に依る副産物の増加は、一般化學工業に貴重なる資源となり却て都合良し。以上は概括的觀念であるが、偕て平爐を轉爐に比して何れが經濟的なるやと云ふと、**如何なる平爐を對照物とすべきやが又問題である、今日我國に用ひられて居る如き、固定式且つ小形の平爐で、一回毎の熔解を行ひ原料には屑鐵を主とし、銑鐵を従とし、トーマス肥料の如き有利なる副産物をも造らず、且製品は平爐に特長とする規格鋼を目的とするにあらずして、トーマス鋼材にて間に合ふべき普通鋼材をのみ造る如きものであつては、經濟上、トーマスと比較して不經濟たることは論は無い、故に此の場合は、最近獨逸に於て發達して居る如き、最も進歩した鹽基平爐を以てトーマス爐轉と比較する外は無い、最も進歩したる平爐とは**

(1) 銑鑛爐より熔銑を取り之を主要原料とすること

(2) 構造を廻轉式となすこと

(3) 爐の形狀が相當大なること

(4) 廢棄瓦斯を利用する装置を有すること

(5) トーマス肥料を副産すること

- (1) 熔銑を取て之を主要原料とする必要は、燃料の節約を主たる利益とするものであるが、尙之に依て生産を速進し、鐵鑛を利用して高價なる屑鐵を節約することが出来る爲である、燃料の節約、生産の速進は所謂**一貫作業の特長**で、其利益の大なること説明する必要はないが、屑鐵の



節約と云ふことは、我國の現状に於ては痛切に其必要が感せられて來た、夫は近來我國の鋼業が進歩したるため、其需要量も非常に増加し、既に昨年の如き 30 餘萬噸の輸入を見ることとなり、其價格も銑鐵に接近して來て居る、此勢で行くと、供給の困難、價格の昂騰は免かれな  
ない、故に今後の大工場たるものは、此點に注意して、屑鐵の使用節約を考へなければならぬ、屑鐵の代りに鐵鑛を用ひて酸化劑とする所謂「銑鐵鑛石法」を行ふことは、鐵鑛の還元により製鋼歩止りを昂進する利益もある。

(2) の構造を廻轉式とすることは、詳しく云ふと次の如き利益がある

- (イ) 出鋼口の硬化又は軟化に依る困難なきこと
- (ロ) 鑄鍋に出鋼するときスラッグを伴はず、清淨なる熔鋼のみ出す事が出来ること
- (ハ) 出鋼量を多くも少くも出来るが故に、鑄鍋起重機又は鑄型等の鑄鋼準備作業の都合に應じて、爐内の熔鋼を部分的に傾出し得ること
- (ニ) 必要の場合、タルボツト式連續製鋼法を施行することも出来ること
- (ホ) スラッグのみを流出させることも出来る故、トーマス肥料を副産するに便なること、及何かの都合にて、スラッグを爐内より取除かんとする場合にも便利なること
- (ヘ) 爐内スラッグが過激に沸騰する場合には、爐を後部に傾けて、前窓より溢流することを防止し得ること
- (ト) 分塊工場に對して、適度に少量宛鋼塊を鑄造供給し、熱を失はざる鋼塊を定時的に送致することに依り、一貫作業を一層便利にすること
- (チ) 熔銑のみをを裝入原料とするか又は熔銑を裝入の大部分とする場合には、前熔解のスラッグを爐内に残留せしめ置いて其スラッグの酸化効力を利用する事が出来ること
- (リ) 二分作業の熔解即ち荒熔解と仕上熔解とに二段の熔解をなす場合には、荒熔解で肥料用スラッグを造り、之を抽出するのに甚だ便利であることは勿論であるが、其以外の場合でも、固定式爐で、二分作業を施行するに比して、荒熔解から仕上熔解に移ることが迅速に行はれるから、熔鋼の熱を消失せざること、スラッグを混ぜざる熔鋼を仕上熔解に移し得ること及鑄鍋の空中操縦のために起重機及其運轉手の勞少きこと

回轉平爐の利益は以上の通りである、故に設備費は固定平爐より多く修繕費も多くかかるが、總てを通じて利益となる方が多いのである。

- (3) 爐の大きさは獨逸の大工場にては 80 噸又は 100 噸の内容が珍らしくないが、50 噸 60 噸程度のものが最も普通である。而して回轉式のものは大形に傾むきつゝある。
- (4) 平爐廢棄瓦斯をボイラーに利用することは、我國でも、今日では漸次行はれて來た、是は著し

く燃料の節約となる。

- (5) トーマス肥料を副産することは、**國家的特に肥料充實政策**から重要であるが、製鋼業者の生産經濟の上から見ても、亦重要である、近年獨逸の平爐の進歩も亦此點に付てである、獨逸の如くトーマス製鋼法の盛んなる國に於て、平爐も亦トーマス肥料を造り經濟を改良せんとするは、トーマス肥料の重要生産物たる關係からである、兎も角茲では平爐の方でもトーマス肥料を造るものとしてトーマス轉爐との優劣を比較しなければならぬ。

平爐法で、現今の處最も優良なる方法として問題とするに足るものは、ヘツシ法（固定式 1 個を以て荒熔解、仕上熔解の 2 作業を行ふもの）、トルトムンド、ウニオン法（回轉式爐 1 個にて 2 作業を行ふもの）、ゲラルグス、アリーン法（回轉式爐 1 個にて荒熔解作業をなし固定式 1 個にて仕上熔解をなすもの）、ケーニグス、ヒユツテー法（回轉式爐 2 個を用ひ 1 は荒熔解に 1 は仕上熔解に使ふもの）、ポフォーム、フェライン法（廻轉式爐 2 個を以て荒熔解をなし、固定式爐 1 個を以て仕上熔解をなすもの）とタルボット法（回轉式 1 個を以て 2 作業を交互連続的に行ふもの）位のものである、而して平爐の作業經濟としては、銑鐵にはトーマス銑鐵を用ひ、製鋼工場で含磷熔滓を副産してトーマス肥料として販出することが最も利益であるから、**其條件の下に各製鋼法の利害を比較考慮すると次の如くなる。**

- (イ) 固定式爐は銑鐵鑛石法に不適當であるから熔銑裝入を充分に用ゆることが出来ない、強て鑛石を加ふれば熔滓が窓より溢れて磷を損し、又鐵を損す、従て石灰及鐵鑛の追加裝入を要す、又仕上熔解の時期に於て熔滓中の磷が再び還元して精鋼中に入る恐れがある。
- (ロ) 回轉爐を用ひても 1 爐にて一時に仕上くることは不可能である、2 作業に分ち前後して行はれなければならぬ、荒熔解の多磷熔滓を傾注したる後、仕上熔解に移るのであるが、少くとも 10% の熔滓は鑄鍋に出でず、爐内に残留す、是は仕上作業に多少害あり、又價値の低い仕上げ熔滓をそれだけ多く生ずることとなる。
- (ハ) 固定式爐の時は、荒熔解の熔滓中 15 乃至 20% は爐内に残る、故に裝入物中の磷の全量から云へば仕上熔滓に入るものは 34 乃至 30% に達す、且つ此場合はクレーンの動作が困難で、操縦手の手腕を要することが多く、クレーンの力も強いことを要す、荒作業の済んだ熔鋼を鑄鍋に取り、又爐に戻す間に 20 分乃至 30 分時を要し、其間瓦斯を遮斷するため、熱と鐵分とを損失することを免れない、此間に熔鋼の溫度も 100 °C を減ず、湯口も開閉頻繁で、作業上の困難が少くない、又荒熔解の済んだ鋼を出鋼せんとしても、其時間を正確にすることが出来ない。
- (ニ) タルボット法は磷の多い裝入物を使つても、夫れだけ高度の含磷量を有する良質のトーマス肥

第 1 表 トーマス製鋼法と平爐製鋼法との製造費比較

(1913 年頃の獨逸の情態に於て)

1 種のマニク	1 マーク		2 マーク		3 マーク		4 マーク		5 マーク		6 マーク		7 マーク		8 マーク		9 マーク		10 マーク		11 マーク		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
銑	60	1,110 66.60	1,090 65.40	260 15.60	907 54.42	878 52.68	813 48.78	747 44.82	933 55.98	709 42.54	492 29.52	267 16.02											
屑	56	—	20 1.12	767 42.95	—	66 3.70	115.5 6.47	110 6.16	—	110 6.16	110 6.16	110 6.16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ノ	60	—	—	—	—	—	—	—	—	89 5.34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
滿	200	6.5 1.30	6.5 1.30	9 1.80	6 1.20	6 1.20	6 1.20	6 1.20	6 1.20	6 1.20	6 1.20	6 1.20	6 1.20	6 1.20	6 1.20	6 1.20	6 1.20	6 1.20	6 1.20	6 1.20	6 1.20	6 1.20	6 1.20
鐵	24	—	—	—	175 4.20	235 5.64	150 3.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ノ	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
滿	42	—	—	—	18 0.76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
スケール	15	—	—	35 0.53	20 0.30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ノ	17	—	—	—	107 1.82	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
石	12	150 1.80	150 1.80	60 0.72	135 1.62	112 1.34	125 1.50	101 1.21	130 1.56	110 1.32	90 1.08	70 0.84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
盤	25	—	—	—	1 0.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
石	19	—	—	260 4.94	260 4.94	260 4.94	260 4.94	265 5.04	265 5.04	265 5.04	265 5.04	265 5.04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
作	—	—	4.64	—	6.06	—	6.72	—	9.11	—	6.42	—	7.35	—	7.35	—	7.35	—	7.35	—	7.35	—	7.35
業	—	—	74.34	—	74.26	—	72.63	—	76.01	—	78.61	—	77.18	—	78.20	—	76.25	—	76.52	—	76.52	—	78.13
計	—	—	6.77	—	6.77	—	0.70	—	5.39	—	5.73	—	6.38	—	7.36	—	5.64	—	3.97	—	3.97	—	0.70
磷	—	—	—	67.49	—	71.93	—	70.62	—	72.88	—	70.34	—	70.80	—	70.84	—	70.61	—	72.55	—	72.55	—
差引製造費	—	—	—	67.57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(鋼塊産に對する「馬克」)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

- (1) トーマス製鋼法 (屑鐵を使用せず)
- (2) トーマス製鋼法 (屑鐵を使用す)
- (3) 鹽基平爐製鋼法 (トーマス銑鐵と屑鐵とを使用す、但し屑鐵はトーマス製鋼を基礎とする製鋼所が副産する、屑鐵の全量を使ひ盡すを目的とするに止まる、故に此平爐工場はトーマス工場の附屬工場たるものである)
- (4) 鹽基平爐製鋼法 (トーマス銑鐵と無磷鐵礦とを使用す)
- (5) タルボット製鋼法
- (6) 鹽基平爐製鋼法 (トーマス銑鐵と屑鐵とを主要原料とする平爐法)
- (7) “ (ケルニツヒス、ヒユツテラ)
- (8) “ 銑鐵 100%
- (9) “ 銑鐵 75%
- (10) “ 銑鐵 50%
- (11) “ 銑鐵 25%

料が出来ない、又燐の再還元の惧れが多い。

(ホ) ゲラルグス、マリーン法とケーニツグス、ヒュツテ法とは回轉式爐にて連續的に荒熔解をなす、殊にケーニツグス、ヒュツテ法は仕上熔解をも、回轉式爐で連續的作業をなすのであるから作業上の便利及生産量の點から最も理想的であるが設備に固定資金を要することが多い。

(ヘ) ボフォーム、フェライン法は2個の回轉式爐で荒熔解をするのであるが、2爐で交互に、熔銑を直接銑鑛爐から取り入れ、混銑爐の作用を兼ねることが出来る、併し銑鐵に硫黄の多いときは夫れは面白くない。

要するにベルンハルド氏の如き人は日産製鋼量 350 匁以下の時はドルトムンド法、以上の時はケーニツグス、ヒュツテ法が良いと云ふ説を立ててをる。

最後にトーマスと平爐との作業經濟の比較を示すために、ベルンハルドやショツクの論文に基いて、第1表を造つた、是は1914年頃の獨逸の情況を基礎としたものである、即ち製鋼工場は、日曜日を除き、毎日1,200匁の銑鐵を、銑鑛爐工場(毎日1,000匁の産額ある)より熔銑として受取り、之より製鋼するものとす、而してトーマス法の場合には是より1,080匁の鋼塊を造るものとした。

平爐法に依る場合は、製鋼法の種類に依り、夫れ夫れ、多少の鋼塊生産高の相違がある、何れの場合も、軟鋼の市場材を造るものとした、又設備は何れも、嶄新なる、完全のものとして計算した、即ち、トーマスに在つては大形の轉爐を用ひ、銑鑛爐瓦斯にて運轉する送風機を備ひ工場内の塵埃や滓渣は、磁力撰鑛機を以て、鐵粒を回収するものとし、平爐の場合には、70匁乃至80匁の大形で、運搬装置も嶄新のものとし、瓦斯發生爐に用ゆる蒸汽は、發生瓦斯にて自發するものとし、平爐廢熱は利用設備を付するものとした。

トーマスはデューデリゲン製鋼所の例、平爐は各所に於て行はれ居る實際の例より綜合し、一部には推定を加へて計算した、何れの場合にも、工場の直接費のみを計算し、運搬、工作、分析其他一般費を含まない、トーマス肥料の價格も、當時の相場に従ふ、但し工場渡し價格である。製鋼の鑄屑は凡て裝入に再用するものとした。

次に我國の今日の狀態に於てトーマスと平爐各種との比較を試むるため第2表を造つた。

要するに、トーマス製鋼法と平爐製鋼法とを比較すれば、最も優秀なる平爐製鋼法でも、トーマスには、經濟上及ばないと云ふことになる、殊にトーマス肥料と云ふ重要産物を造るに最も適すること、製鋼設備が3割も安く出来ること、燃料を要せざること、屑鐵や鑛石などを要せざること、製鋼作業の簡單なること、製鋼時間の迅速なること、工場敷地の小なること、他日の擴張に便利なること、

第 2 表 各種製鋼法に依る鋼塊生産費の比較表 (我國の現状に於て)

	1 坩の圓	1		2		3		4		5		6			
		坩	圓	坩	圓	坩	圓	坩	圓	坩	圓	坩	圓		
銑	鐵	40	360	14.40	420	16.80	907	36.28	813	32.52	747	29.88	1.110	44.40	
屑	鐵	40	800	32.00	720	28.80	—	—	115.5	4.62	199	8.00	—	—	
滿	俺	鐵	140	20	2.80	17	2.38	6	.84	6	.84	6	.84	6.5	.91
鐵	鑛	10	—	—	—	—	175	1.75	150	1.50	—	—	—	—	
同	(含磷)	10	—	—	—	—	—	—	—	—	233	2.33	—	—	
石	炭	15.50	350	5.42	—	—	260	4.03	260	4.03	260	4.03	—	—	
石	油	28.50	—	—	33.5	.95	—	—	—	—	—	—	—	—	
		25.50	—	—	129	3.29	—	—	—	—	—	—	—	—	
其	他	—	—	11.07	—	10.69	—	11.07	—	11.07	—	11.07	—	6.50	
計		—	—	65.69	—	62.91	—	53.97	—	54.58	—	56.15	—	51.81	
(收	入)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
ト	マ	—	—	—	—	—	—	2.69	—	2.57	—	3.19	—	3.38	
差	引	—	—	65.69	—	62.91	—	51.28	—	52.01	—	52.96	—	48.43	
(鋼塊1坩の圓)															

- (1) 我著名會社の石炭を用ゆる平爐作業の實例
- (2) 同上 石油を用ゆる平爐作業の實例
- (3) 廻轉平爐を以てする銑鐵鑛石法に依るものとしての生産費見積り
- (4) 廻轉平爐を以てする銑鐵屑鐵法に依るものとしての生産費見積り
- (5) キーニグスヒユツター製鋼法に依るものとしての生産費見積り
- (6) トーマス製鋼法に依るものとしての生産費見積り

#### 説明

銑鐵の製造費を適當り 46 圓と見て此内から獎勵金 6 圓を差引 40 圓とした(實際自分で製造するときには銑鑛爐瓦斯及鐵滓の收入を見込んだ丈にても製造費は約 40 圓で出来る筈なり其場合はトーマス製鋼が一層有利なる計算とする)

銑鐵以外の材料費は凡て現在の市價を標準とす

(3) 以下 (5) までの各平爐法の「其他」に屬する費用は (1) の場合と同じとして計算した併し實際は (1) の場合よりも著しく低廉なるべし

トーマス滓は戦前の獨逸の市價に依る、今日我國にて販賣する場合には他の肥料の檢衡から見ても此價格以上なること疑なし

(6) トーマス製鋼の「其他」の費用は獨逸の實例の倍額を要するものとして見込ん

分塊工場との連絡便利なること、鑄造部の規則正しき作業に依り労働能率の大なること、銑鐵製造費の低廉なること(平爐の場合にはトーマス銑を用ゆるとしても、低級なる鋼滓を銑鑛爐に裝入するの不利あり) 銑鋼一貫作業の完全なること、鍛接に適する極軟鋼の生産に便なること等の利益がある。

#### 〔7〕 トーマス 肥料の農業的價值

トーマス肥料の農業的價值に付ては、農學方面の専門的判斷に依るの外は無いが、歐洲諸國に於

て、既に數十年來貴重なる肥料として取扱はれ、現在は勿論、將來に於ても其の聲價を減ずる如き狀勢は毫も認めることは出來ない、却て益其需要の盛なるを思はしむるは、蓋し、多年の實驗に依り、農業上の効果が、確實であることに基因したるに外ならぬであらう。

1878年、トーマス及ギルヒリストの兩人がトーマス製鋼法を發明して、ボルカウ、ポーガン製鐵所に於て多數の試験を成した、其結果を、同年巴里に於て開かれた英國鐵鋼協會の大會に報告せんと計畫したが、試験の成績では、製鋼の脱磷も不充分であつた爲め、此の製鋼法の實際の役に立たぬものと云ふ批判が起り、其事も沙汰止みとなつた、1879年獨逸のライニツシ製鋼所とヘールデー製鋼所(1895年に予の居つた製鋼所)とで、同時に此製鋼法を初めることになつて、其結果も良く、茲に初めて工業的となつたことは人の知る所である。其處で直ちに世人の注意を惹くことになつた問題は、其磷を含んだ鋼滓が、農業に肥料として使へるかどうかであつた、併し當時一般の考としては、磷酸含有が少くて肥料にはなるまい、もう少し他から磷分を追加しなくばなるまい、又何とか化學作用を施して、溶け易いものにしなくばなるまいとのことで、肥料問題も一時諦められた、其後1885年頃から、充分に粉末にすれば、別に化學作用を施さなくとも良いと云ふ實驗が盛に行はれ、其結果、粉碎設備が充分に發達することになつて、茲に完全に肥料として效力を發揮するに至つた、粉碎設備の進歩の要點は、第一に、堅い滓粒をも充分に粉碎して微粉となすこと、次に、鐵粒を撰別し去ること、微粉が濕氣又は熱を受けて篩の細孔を塞ぐことなきやうにすること、其他多量のものも迅速に仕末するやう充分の機械設備を施す等のことであつた。

農學上の研究は、獨逸などでは、今日は殆んど遺憾無く遂行されたものとして居る、トーマス滓中の磷酸は、水には不溶解であるが、植物酸、炭酸其他植物の根より生ずる微弱なる酸液のために、容易に分解されて植物に吸収されることが分つた、植物の幹、根又は葉等の成分は、如何なる植物でも、學問上確かめられた所では、 $S_2O$ , C, N,  $P_2O_5$ , KO, CaO, MgO,  $Fe_2O_3$ ,  $H_2SO_4$ , Cl, Na,  $SiO_2$  等より成るもので、トーマス滓は是等の殆んど全部を含有するものである、併し販賣上には  $P_2O_5$  の含有を基準として居る、曩に獨逸の農業試験所に於て定めた販賣上の規定は

- (1) 磷酸の含有量に依て販賣價格を定むること
- (2) 微粉程度は標準番號第100號(ハンブルヒのアマンドス、カール會社の標準で、孔の大きさ0.17 mm、(孔の斷面  $0.03 \text{ mm}^2$ ) に15分間掛けたる後、75%の通過微粉を得ることを要すること

戦前獨逸に於ける實際の販賣代價は  $P_2O_5$  の全量に對し1 kg 1% 毎に18ペンニツヒ乃至19.25ペンニツヒ位であつたが、1917年には22.25乃至23.25ペンニツヒとなつた(苟溶性磷酸に對しては25.25乃至26.25ペンニツヒ)、1928年獨逸トーマス肥料組合の決めた價格は苟溶性磷酸に依る

1 kg 1% に付 32 ペンニツヒ (アーヘン、ローテエルデ驛貨車渡し) であつた、トーマス滓中に含有する磷酸全量中 88% は苟溶性であるとして、17% の全磷酸のものは苟溶性 14.96% であるから、斯かる鋼滓の價格は 47.87 マークとなる 2 マークを 1 圓とすれば 23.93 圓となる譯である。

尙次の事實はトーマス肥料の眞價を語る一例證である。

獨逸にては、戦前は年間 200 萬噸以上のトーマス滓を生産した、即ち 1913 年には各國の合計 4,500 萬噸で内獨逸のみで 225 萬噸を産出した、戦後には獨逸はエルザス、ロートリンゲン、ザールルキセンブルグ等の諸州を分離され、主要なるトーマス銑鐵製造所を失つた結果トーマス製鋼の勢を甚しく削減されたが佛國其他では夫れ以上に増産した、夫れでも 1926 年に獨逸の農業に使用したトーマス滓の全量は 2,053,000 噸で、内 885,000 噸をベルギー初め 5 箇國より輸入して居る。

ルキセンブルグでは、戦前から、法律を以てトーマス肥料の使用を奨励した、即ち同國ではミネツテ鐵鑛の探掘權を得たものは、鑛區税の外に、一定數量のトーマス滓を政府に納入すべきことを規定してある、政府は此納品を國內の農民に配付することゝなつて居る、1914 年歐洲大戰の勃發した時などは、ウーグレー、マリエー製鐵所外一會社は、此の納入が不能に陥り、行政訴訟となつたが、政府は訴訟に勝つた、即ち政府は他よりトーマス滓を買入れて農民に交付し、其代金を其各製鐵所に納入せしめることゝなつたのである。