

第二回砂鐵研究部會討議

講演 10月21日午前之部

開會 午前9時

俵會長 是から第二回砂鐵研究部會を開きます。就きましては村上博士に座長をお願い致します。

(村上武次郎博士座長席に移る)

座長 では私が座長の席を汚します、初めに全部の御講演を終つて次に御協議に入る事に致します、御講演の内第一の「電氣爐に依る製鍊に就ての意見」の方から願ひます。最初に向山君の「砂鐵の電氣熔融製鍊に於ける還元劑が製鍊操作並に製品に及ぼす效果に就て」御講演を願ひます。

(向山氏講演 午前 9:15~9:30) 前掲

座長 次に「久慈海綿織よりバナナム鋼製造の半工業的實驗に就て」御講演を上野君に願ひます。

(上野氏講演 午前 9:32~10:5) 前掲

座長 次に小塚君の「砂鐵製鍊の實地作業」について御講演願ひます。

工藤氏(自席より) 私の方では砂鐵製鍊に制限がありません、即ち電力が晝夜貰へないので、夕方には電力は電燈以外には使へませんし、又銑を造るよりも鋼を造る原料としますので炭素を充分下げ又燐硫黄も成る可く下げなければならぬと云ふ條件があります。もう一つは大なる塊となつては困りますので大きさの問題があります。本年4月東京で一才お話ししましたが先づ電氣爐銑を造つて炭素を下げた尙脱燐して製鋼原料としてゐます、此様な色々の事を小塚君に木次工場でお願ひして居ります、私は小塚君に0.3%位の炭素と燐は0.02%以下で硫黄は0.01%以下を望んでおります、然し硫黄は後に除くことが出来ますから此れは無理に要求はしませんが此様な色々の無理な事で小塚君は其の調整に苦心してをります、こういふ意味で小塚君の講演をお聞き願ひます。

(小塚氏講演 午前 10:12~10:58) 前掲

座長 此等に関して御質問はありませんか、無ければ次の「スポンジ鐵製造に依る製鍊法に就ての意見」に移りまして、梅津君の「スポンジ鐵の組織的狀態と其の製鍊法の考察」に就て御講演を願ひます。

(梅津氏講演 午前 11:00~11:30) 前掲

座長 次に岩瀬君に「スポンジ鐵製造の諸條件に就て」御講演を願ひます。

(岩瀬氏講演 午前 11:32~11:42) 前掲

座長 次に嘉村君に「瓦斯還元法に依るスポンジ鐵の製造」の御講演を願ひます。

(嘉村氏講演 午前 11:43~午後12:15) 前掲

座長 次は長谷川君の「貧鐵鑛としての砂鐵利用に就て」であります但し欠席のため此の意見書を送つて来て居ますので午後代讀を願ふ事にします、もう時間もありませんから是で午前の講演を終ることに致します。

(拍手)

議事 10月21日午後之部

開會 午後1時

座長 今から協議會を開きますが長谷川君の「貧鐵鑛としての砂鐵利用に就て」の朗讀を嘉村君にお願ひ致します。

(長谷川氏意見書代讀 午後 1:1~1:33) 前掲

座長 先づ大體午前中に於て此の研究部會の電氣爐に依る製鍊法とスポンジ鐵製造に依る製鍊法とに別けて御講演を願ひましたが時間の都合で御質問等が出来なかつたと思ひますから、此際御質問や御意見を承れば大變結構に思ひます、講演の順序に依つて先づ電氣爐に依る製鍊に就て御質問がありますれば、

嘉村氏 木次工場の小塚さんにお尋ね致しますが、あなたの方の電力は何程使はれてゐますか。

小塚氏 1日17時間操業として随當り3,200~3,300キロワット時と見ればよいと思ひます、尙晝間操業で最も急がしい時即ち朝の6時頃から夕方迄の時には3,400~3,500キロワット時を要します。

座長 外に御質問はありませんか。

村上(敏)氏 大體爐の中の溫度は何度位のものですか。

小塚氏 溫度を低くする必要があります、でないとも燐が落ちないのです。酸化作業のときは爐内の裝入物が固まる位溫度を低くします。若し溫度を上げますと炭素が落ちて燐が落ちません。然し最後には介在物を浮せますために1,800°~1,900°C位にします。

梅津氏 向山さんの方はどうですか。

向山氏 砂鐵の品位60~55%以上のものであれば1,800°C位、電氣量は2,500キロワット時では間違なく出来ませう、之を熔融の儘鋼に精鍊しますと600キロワット時位でよいから合計3,200キロワット時としますと充分だと思ひます、そうしますと小塚さんの御話位

の電力で間に合ふ譯であります。

梅津氏 爐が大きくなりますと。

向山氏 爐が大きくなりまして 2,500 キロワット時でよいと思ひます、これは熱効率が増すからです。

梅津氏 上野さんの方は大きいですか。

上野氏 私の方の爐は大きいのは 500 瓩小さいものは 50 瓩で最初に使ひました最少のものは 5 瓩では純當り 2 萬キロワット時で次の 50 瓩では 1 萬キロワット時で 500 瓩では 6,500 キロワット時です、500 瓩でも爐床は非常に厚いのです。装入口を小さくする事が出来ませんので大きな電氣爐に比して熱の損失が大であります、天井の高さも低くするわけにゆきませんし、又ボルトを下げることも出来ませんから鋼と天井との差は大きな爐に比して差はありません。そういふ點で電力は大となります。私は向山さんの電氣爐を拜見させて頂きましたが向山さんの製鋼に使はれた獨特の爐は天井を非常に低くしてありますので天井と滓との間の隙が幾らもありません故天井が痛みはすまいかと思ひました、普通の 50 瓩電氣爐では 500 キロワット時では一寸出来ないのでせうが向山さんの電氣爐だから出来たのでありませう。考へて見ますと爐體の構造は砂鐵に付き獨特のものを作つた方がよいと思ひます、砂鐵精練では滓が非常に多く普通の爐の如くしてやりますと装入物が餘り這入りません、大阪工廠の 3 瓩爐でやつて見ましたが 15 瓩位しか装入が出来ませんでした、熔ければ幾らでも入れられますが最初熔けて還元しますとき非常に沸騰をやりまますから溢れはすまいかと云ふ心配がありますから餘り多く入れられません。尙精練に要します電力は電氣爐の種類に依つて異ひまますことが勿論理論的計算よりは多くあります、從て獨特の構造を考へる事も勿論必要ではありますけどんな電氣爐を使つても電力は可成るわけでありまますから要するに電力を非常に安くするか又はバナナム鋼の如き特殊なものの外は駄目だらうと思ひます。

向山氏 今の話のやうに私の爐では天井が非常に低いのですが然し何 10 回も連續作業をやりませんでしたからあれでよかつたのです、又海綿鐵を處理する時の様に恐ろしく多量の鐵滓が出来ぬからでもありませう。銑を造るときは上野さんの話のやうに獨特な電氣爐を設計すると云ふことは重大問題であると思ひます、銑を造るための爐として今設計して居りますのは熱が集中して餘り損失がなく瓦斯も利用出来てよいと思ひまます、上野さんの電氣爐で電力の多くかゝるのは、爐の構造で種々の熱損失があるからだと思ひます。

小塚氏 私も同意見です。

工藤氏 電力の大問題がありますが電極も亦大問題であります、向山さんの砂鐵から銑を造るとき話を承はりましたが私の方では始めに 7 時の E. II を製鋼用爐に使ひました所が天井に 7 時の大きな孔が三つもあき極と極との間隙が狭いので作業が困難でありましたので 6 時 E. O. に更えました所が極と極との間も廣くなつてエコノマイザーも這り易いやうになり都合がよくなりました、經濟に於て異はないのですが、6 時の方が目方も軽く操業がし易いのです、そういふ風で大變成績が良かつたので實は木次の製鍊爐の方もそうしたらと思ひ 6 時を應用しましたが 6 時では第一熱が外の壁の方に達しませんので又 7 時に逆戻りしました、即ち製鋼爐の場合は 6 時でよくとどきますが砂鐵の場合は熱の傳導が悪いので電極は質は悪くとも成可く大きなものがよいと思ひます。

向山氏 私の製鍊爐を用ひて製鍊をやつて見ますと電極の大きが大變關係する。而して餘り大きな電流は通さない、それで電流密度が餘程低いものになります、これは爐のアンペアとボルトとに關係するのは勿論ですが私は電極周圍の熔融體の廣さ(徑) y は大體一本の電極の徑を x mm とすれば $y = m = Mx + K$ なる式にあてはまる値にしますと甚だ都合がよく實際と一致する事を見出しました。而し實際は中に熔けたものの温度の高低によつて先に申しました電流密度に限りがある。製鍊爐の設計に關しては本年 6 月の電氣學會誌に精しく載せてありますから序での節御一覽下さい。

工藤氏 すると性質は。

向山氏 電極の性質は餘り影響はしないと思ひます、其の考で E. III. を使つて居ります。

工藤氏 すると値段は。

向山氏 E. III. で 1 瓩 120 圓位します、製造者は良いものを使ふと云ひますが必ずしも良いものでなくともよいやうです。

工藤氏 アチソンの人工黒鉛を勧められますがどう考へても良くありません。

向山氏 砂鐵の方では安くて成可く大きいのを使つた方がよいのです、初め私は 200kg で 6 時でやりましたら温度が部分的になつて悪かつたので次に 7 時としましたら大變滑らかに行きました。

工藤氏 あなたの方で 7 時を使つた方がよいと云はれるなら私の方では 8 時でもよいかも知れません。

向山氏 あの式を應用したら出来るかも知れませんが西洋人のデータを其儘使つてもよく行きませんでした。

工藤氏 有難ふございました。

梅津氏 實際用ひられてゐる電極の灰は幾ら位ですか。

向山氏 日本カーボンの E. III. は 20% 位です然し之は鑛滓へ入つて熔けて其の影響が著しくありません。

梅津氏 どの位減りますか。

向山氏 私の中では今の所酸化で減る量は 3% 位でないかと思ひます。

梅津氏 熔けた珪酸は滓の方へ行きますか。

向山氏 量は極めて僅であります。

小塚氏 電極の電流の密度の事は暫々云々されますが日本カーボンでも E. G. I. は電流の密度が何んだから E. II. の何時のものを E. G. I. では何時でよい、だから高い電極でも細くなるから結果徳に成るとか、又は E. G. I. は品質が E. II. より善いから酸化されてやせる事が少ない、だから細くても丈夫だ等と云つて居ますが、然し電極を繼がずに使用する物なら其れも善いでせうが繼ぐ以上繼目が大切になります、繼方が悪かつたら日本カーボン最上のもので他は何んともないのに繼目の所が瘠せて折れてしまひます、結局接きますとき何を入れた方がよいか 難かしい問題だと思ひます。黒鉛と糖密と又タールだけで塗つた事もあります、電極が途中で折れましたら大騒ぎです、電極が折れますと電氣を止めますから直ぐに固つて作業が目茶苦茶になります、其れを突き出しますために他の電極を折り 1 本折れたら 2 本、2 本折れたら 3 本となりまして全部折れてしまひ此度スタートするにも固つて居ますからピークしてスタートが非常に難かしいのです。それで余り悪い電極が同時に繼目の正確な電極をも希望します。それ故に向山さんの示された式の應用もよいでせうが向山さんは電氣化學を御専攻との事ですから此方面の研究をして私達に教えて下されば甚だ結構だと思ひます。

上野氏 小塚さんの話の様に私の方の 500 疋の爐でも電極が折れて困ります。そうすると 1.5 倍の電力がゐるそうです。500kg 位での爐では湯がすぐ固まりますから實に困るのです、成可く電極を折らないやうにする必要があると思ひます、即ち折れますと直ちに爐の内熔物が固まり電極が爐底につけばなかなか取れないのです、私の方では電極が折れますと直ぐ繼手だけ更えられる様に繼目に何も用ひず、別に糖密を入れませんが折れましたときは都合がよいのです即ちすぐ繼手をはずせばよいのです、折れる所が爐體の中に這入るときは下げて下から出して下へ出しますが上で折れますときは繼手を其の場所ではめ更えるのです。

小塚氏 引出して来て又接ぐのですか。

上野氏 つまり電極を下の方に底でつかえをして熔鐵の中に入れぬ様にして置いて繼手をはずすのです。

小塚氏 あなたの方は銑ですから鋼の場合は。

上野氏 鋼の場合です。

向山氏 電極が過熱で折れないため繼手だけは一番上等のを用ひます、其處を過熱しないやうにします、しつかり締めつけますと赤くなるやうな事はありません繼手は E. G. I. を用ひて居ります。

小塚氏 E. G. I. の繼手は私の方でも使用しましたが別に他との變りは有ませんでした。

向山氏 何も入れないで締め着けます。

小塚氏 繼手がよく合へば何も入れない方がよいのです。

向山氏 還元剤を加へて熔融すると熱が一所に集つて電極上部は温度が上りません、又製鍊中は私の方では温度が低く途中で余り棚吊もないので中央で装入して居ます。

小塚氏 銑の場合です。

花岡氏 電極の折れる原因は。

向山氏 それは色々ありませうが機械的の衝撃が主なる原因と思ひます。それで鋼爐では勿論これをさげ又銑爐では電極を爐上で何ヶ所も押へて無理な力が懸らない様にしてゐます。

花岡氏 装入物はどこから這入りますか。

向山氏 装入物は真中から入れます。其のため中央は成可く大きくした方がよいと思ひます。

花岡氏 製銑電氣爐の形を大砲の山砲を立てたやうにずんぐりとした堅爐式とするが有利ではないかと考へてゐますが。

向山氏 砂鐵の容積が異ふとこの山の高さや電極の距離を加減する必要が起るでせう。

花岡氏 余り高くしないで還元作用が行はれる様に適當に出来ないでせうか。

向山氏 余り丈が高いと却つて悪いのです、どかんと装入物が落ち込んだりして故障の原因となります、装入は連続的にやり常に一杯天井迄つかへる位に入れます装入物表面の温度 200°C 位で大變低くあります。

上野氏 私の方の電極の折れる時期はスタートしましたときです。下底電極へ電氣が通りませんために单相を通します、電流が多くメーターが2つとも同一に働いて居りますで電孤がどつち側で飛んで居るのかわかりません、此電極を上下しますのに電流が同じやうに流れますからどつちが上つておるか下つておるか

分らない様になりまして無理に一方の電極を押しつけますために折れます。爐底に通電してしまえば餘り折ませぬ結局向山さんの云はれるやうに突撃による譯ですがコンダクティング・ホフスの爐に於ては特に以上の點にて折ることの不利があります。

花岡氏 銑を造るときに裡塗りは何んなものを使はれますか。

向山氏 一寸其れだけのご勘忍を願ひます、これなら大丈夫です、其の裡塗りは 94 日連続作業の後調べて見ましたが變化はありませんでした。

村上(敏)氏 電極と電氣爐上の屋根の隙から空気が流れが出來て其のために酸化が起つて折れると思ひますが電氣爐關係の方で此れについての御意見があれば承り度う御座います。

工藤氏 今の話のエコノマイザー(冷却装置)は最も必要です。製鋼爐でも熔解爐でもエコノマイザーをつけるに非常に働きますから電氣爐にはエコノマイザーは絶対に必要であると思ひます。

嘉村氏 酸化を防ぐには鐵板を巻くのもよい事と思ひます。

村上(敏)氏 八幡製鐵所では以前珪素鐵を 50 キロ位の電氣爐でやつて居りましたが其當時だんだん爐内の温度が上つて來ますと通氣のために酸化が起つて電極が非常に細くなり、遂に折れますので鐵板を巻いて居りましたが單に之を巻いただけでは其隙から一層瘠せて來ますから、そのときは止むを得ず黒鉛と少量のタールとを混ぜ合せたのをまき、其の上を鐵板で巻いた結果都合がよかつた事があります。

梅津氏 實驗室的には通氣の起る所が一番やられますから其處を冷却するとよい、餘り冷却しますと電流が通りませんからそれで温度が上り過ぎたときのみ特に強く冷却しますとよいのです。

工藤氏 1/8~1/4吋接觸は勿論します、要するに通風につれて塵が澤山たちます、エコノマイザーの中に沈澱して塵が働きます、還元精鍊するときは炎が絶対に出ませんが、酸化精鍊のときは出たがります。塵埃が接觸して通風が起りません、時々燃料を詰めます、異中心になりますから粘土を詰めます、製鋼爐もそうです、先に繼手の話がありました但し繼手だけは上等のものを使ひます、其の方が反つて弱いと云はれますが繼手の直徑を少しく大きくした方がよいと思ひます、此れは當然ではありませうが。

座長 外に電氣爐に就ての御質問はありませんか、それでは鑛滓等に付ての御質問はありませんか。

嘉村氏 上野さん久慈の海綿鐵に媒溶剤を入れなくて熔融のみでやられたことがありますか。

上野氏 媒溶剤を入れせんと爐床を侵されますが爐床を覆してもよいつもりでやつて見ました、久慈の海綿鐵の金屬鐵 50%、酸化鐵 30% のものを入れて熔解しました。熔解してから木炭を入れましたが木炭は表面に浮いたきりで幾らやつても沈みません、其のときの鑛滓の分析は TiO_2 50% 位で爐床は非常に侵されて、苦土が TiO_2 に食はれて居ました。

大原氏 鑛滓中の鐵分はどうでしたか。

上野氏 鐵分は還元されませんから非常に多く FeO 50%、 TiO_2 50% で珪酸も少しはありました、鑛滓は流動がよくて木炭は浮いたきりです、結局鐵の還元は失敗でした。

大原氏 木炭は細い粉ですか。

上野氏 否豆粒位です。

座長 次に海綿鐵製造による製鍊法に就て御質問なり御意見を願ひます。

花岡氏 嘉村さんにお尋ね致しますが實驗の瓦斯還元の加熱の方法はどうされてゐますか。

嘉村氏 還元の温度は $1,000\sim 1,050^\circ C$ でありますからニクローム線です、 CO 瓦斯の場合では先の計算では瓦斯爐から出ます温度は $1,200\sim 1,000^\circ C$ でありますから顯熱は可成大であります、還元爐の要求は僅かでありますから餘り加熱せなくてもよいのです。

花岡氏 ニクローム線は中に這入りますか、爐壁は？

嘉村氏 爐壁は普通の耐火煉瓦でニクローム線は耐火管の溝の中に入れます、 CO 還元の場合は瓦斯發生爐に直結にやりますから別に加熱の必要はありません。

大原氏 瓦斯發生爐から直接にはいる瓦斯のみで其の必要な温度が得られますか？

嘉村氏 必要の化學平衡から云ひますと $1,000^\circ C$ 位でよいのですが發生爐内の温度は木炭と骸炭とでは異ひますが骸炭では $1,200\sim 1,300^\circ C$ は必要であります。瓦斯は其れ位の温度で成る可く導く事を要します、尙瓦斯は高熱層の方から導くのです。

花岡氏 出た瓦斯が發生爐に何程はいるのですか。

嘉村氏 約 4/5 入ります他は棄てますが其れは利用出来ると思ひます。

向山氏 今のニクローム線は實驗ではよいが何噸と云ふ大きな爐ではどうですか。

嘉村氏 大きな爐ではニクローム線は駄目で瓦斯の方がよいと思ひます、還元の方では電氣は必要でありませぬ。

小塚氏 先程嘉村さんのお話では瓦斯で還元する場合試料の粒の大小に関係がないと云ふ事ですが化學的には影響はありませんか。

嘉村氏 必要の瓦斯を通せば普通の銻鑛爐でも降下時間は羽口迄 8—10 時間、朝顔迄 6—7 時間位であつて朝顔の面では大部分還元されて居ます、塊鑛でも浸透が割合に單時間に行はれます。

村上(敏)氏 4、5 年前の話ではありますが製鐵所のソルベ式骸炭爐でスケールを還元して海綿鐵を約 1,000 吨許り造りこれを屑鐵の代用として平爐に使つた事があります、其のときスケール單味の場合でも温度さえ上げれば還元は左程困難ではありませんでした、この試験は大體ソルベ式骸炭爐の操業が主でありました爲めに結局海綿鐵の焼成時間が長くありました。爐内温度の上昇状態を測つて見ますと窯内の温度の上り方が非常に緩慢です。御承知の通りソルベ式の窯は幅が 2.46m、高さ 2m、長さ 9m で洗炭は約 8 吨程は入ります、半晝夜許りの間は窯内の温度が昇らないで單に水分が蒸發される状態でその後温度は急に上り愈海綿鐵になるまでには 60 時間餘りもかかりました、つまり還元と云ふ事に時間も重大問題ではありませんけれども所要温度まで早く上げてやるといふことも大きな問題ではないかと考へます。其當時ジョホール鑛石とスケールとの混合、或はスケール單味の場合に厚い層では還元が悪くて厚味が 100mm 位の場合は中に未還元の鑛石が出來ましたが 50—60mm の場合は還元が可成り良い様でした。此の寫眞は其一例であります。

私は現在燒結の方をやつてゐますが鑛石の還元に対しては化學的ばかりでなく物理的方面の影響も相當還元に関係がある様に思ひます。凡らく銻鑛爐の方でもそうだらうと考へて居ります。

花岡氏 私も實驗室的の小さいもので還元して見ましたが厚い物では矢張り滲み込むのが遅かつたのです、瓦斯で以てすれば廢棄瓦斯が溜つて内部に滲み込むのが遅くなります。

嘉村氏 其點から粉鑛より塊鑛の方がよいのです。

花岡氏 粉鑛で層が厚くなると動かさなければ早く還元されませんが少しばかり動かせば早く還元します。

工藤氏 私の方では海綿鐵と精鍊との兩方をやつて考へつたのですが海綿鐵を造る原料には母岩の少ない富鑛の塵埃或はロール滓の如きものが適して居り砂鐵のやうな夾雜物の多いのは適しません、かゝるものは電氣爐で精鍊する方がよいと思ひます、海綿鐵を造るときは一度冷さねばなりません、熱いまゝで平爐に入れ

る事は不可能であります、かくの如く二度加熱せなければ鋼にならないのです、熔解爐で熔解しても同じで、直接法でも鋼にならない小粒をもう一度熱せなければ鋼になりません、何れにしても二重に熱を取りますから寧ろ母岩の多いものは滓を除けて精製するとき困難せぬやうにした方がよいのです、久慈とか私の方で出來た海綿鐵を熔した經驗によりますと母岩が多く磁力選鑛にかけても海綿鐵の精鍊は不可能であります、久慈の砂鐵を熔かしますと一層滓が多く出來ますから良い鐵屑を加へて精製する事が必要で砂鐵を原料とするものは第 1 の加熱のとき滓を出さなければならぬ結論になります、富鑛であれば海綿鐵にしてよいと思ひます。

向山氏 私も同感です TiO_2 の少い安來でもそう感ぜられるやうですが私は千葉の砂鐵を使つて 1 吨の鐵を取るのに TiO_2 が 300kg 出來て此れを 20% とすれば 1 吨半の滓を造らねば鐵が得られず不經濟でありますから低温度で一度滓を取つた方がよいと思ひます。

花岡氏 海綿鐵用の砂鐵の値段を別にして、例へば 90% の海綿鐵を造るのにどの位の費用がかかりますか。

嘉村氏 此れは銻鑛爐と比較しますれば經濟的には比較になりませんが、經濟的に可能にしますためには久慈の砂鐵などにはチタンの利用法を考へねばなりません、中國地方の如く良い砂鐵で特別な高級の鋼を作れば別でありませんが餘程技術が進歩せなければ引合はないでせう。

花岡氏 還元爐から出るはしから型に押して之を陽極として電解するとチタンは分けられます、電解で純鐵をとりチタンを副産物として價を下げるものが出來れば經濟的に引合ふ様に考へられます。

上野氏 海綿鐵を造ると云ふ事は面白いとはいは同感です、久慈砂鐵を使つて海綿鐵を造るのに $M. Fe$ 50% のものでも安く見積つても 20 圓かかりましたから始めから電氣爐の方が經濟的と思ひます、海綿鐵は向山さんも此の前の會におつしやつたが海綿鐵を實驗室で造るに 95—100% のものは得られてもすぐに酸化します、これは私も 1、2 度やつたことがあります。所が $M. Fe$ が 50% 位になりますと不思議に酸化しないやうになります、此れは表面に膜が出來て酸化を防ぐのでありませう、久慈の海綿鐵の場合は 1 年 2 年過ぎても餘り酸化して居りません。

從て海綿鐵を作つて之を電氣爐にて熔解するとは結局久慈海綿鐵位の品位の者を熔解するとに成りはせぬかと思ひますから電氣爐で直接造つた方がよいと思ひます、銻鐵を初めに造つて鋼を造るのがよいか或は

直接鋼にした方がよいかは又別の問題です。

村上(敏)氏 只今海綿鐵の御話がありました私の方でやりました海綿鐵は原料として壓延工場のスケールで造りました。出來た海綿鐵は多孔性でありますから吸水性が非常に激しいのであります。其の當時は骸炭も造らねばなりませんでしたから爐より引出して全體に水をかけました。かけた方とかけない方とは水分に大差があります。水をかければ3~4%の水を吸収しますが、水をかけぬ方は酸化が割合に少いのです、平爐に水を吸つた儘のを入れますと鑛滓の上に浮いてどうも裡張が食はれると聞きました、然し相當高級な海綿鐵が出來るとすれば酸化を或る程度迄防ぐ事が出來るでせう。海綿鐵をビーカー中に浸けて見ると吸水性が案外大である事が良くわかります。日本の砂鐵と申しましても久慈や青森の方面の貧砂鐵ばかりでもありますまいから砂鐵を原料とする海綿鐵でも相當經濟的に見込がついてかゝる方面から研究するならば海綿鐵にする利用の道もあるから見捨てたものではなからうかと思ひます。

花岡氏 村上さんの話のやうに還元鐵に水をかけますと見る間に温度が150~160°Cにあがります、普通の鐵でも200°C以上で水を分解して酸素を取り300°Cでは可成り盛んに酸化します。

嘉村氏 海綿鐵を700~800°Cに加熱したものに水を注ぐと相當水を分解して行きます。

村上(敏)氏 そうすれば乾式急冷をやれば適當に酸化を防ぐ事が出來様とも考へます。切角造つた海綿鐵に態と水をかけて冷すのは作業としても餘り感心したやり方ではありません。

花岡氏 中々冷えないでしょうFeが Fe_2O_3 となるには其の酸化熱として134,000カロリーと云ふ大きな熱を出します、従つて水をかけて冷えるまでには酸化は可なり進みます。

村上(敏)氏 實驗室でやりますと大體スケールの化學成分は Fe_3O_4 との中間物の様な形になつて居ります、還元温度も1,200°C位ならば略1時間もかゝれば充分に金屬状態に還元が出來ます、時間を短くする爲には相當温度を上げなければなりません、純粹のものを使つて相當温度を上げますと還元が完全に行はれます、砂鐵を用ひ小さいロータリーキルンでやつたことがありますが皮を被つた様に表面から還元を受けます。要するに温度と時間との問題で還元の程度が決定せられるのではないかと考へて居ります。

梅津氏 海綿鐵や砂鐵のやうなものは1,000°C位で還元

されて金屬鐵の周圍に酸化粒子が多い爲が普通の海綿鐵より想像以外に酸化されてゐません、顯微鏡的に包まれてゐる金屬鐵も若し100%還元したものでなれば濕式の方面から開拓すれば尙充分有利な點がありませう。

花岡氏 私も同感です、濕式が溶解困難なために今迄は還元して溶したり向山さんのやうに生のまゝではオートクレーブで溶したりして居りますがそのあとの電解がうまく行かないのです、中の不純物が陰極に來ないやうにする事と陽極に發生する酸素の害を取除くことが必要でそれには硫化水素を用ふる事もよいと思ひます。

村上(敏)氏 梅津さんの御話ではチタン鐵鑛は磁鐵鑛よりも還元が遅れると云ふ様な御説でしたが私は砂鐵をロータリーキルンで骸炭爐瓦斯を通じて還元をさせましたが、チタン鐵鑛は容易に還元を受けませんが磁鐵鑛は比較的低温度でも還元しました。

梅津氏 高温度になりますと兩方共還元を受けます、低温度のときは大いに其差が異ひます。

花岡氏 瓦斯によつては異ひますが還元温度は何度位ですか。

梅津氏 チタン鐵鑛はCO瓦斯でもH瓦斯でも460°C位で還元し始めます、理論上の還元温度は明らかではありませんが激しくなるのは800°C位で磁鐵鑛は500°C位で盛んにやります。

花岡氏 市場瓦斯では950°Cを越さないと速度が遅いやうです1,000°C位が適當でせう。

村上(敏)氏 長谷川さんの居られた時に磁化焙焼法に依つて骸炭爐瓦斯を用ひ青森砂鐵をやりましたときは800°C位が一番適當で900°C位になると却つて悪い結果となつて居ります。どうも高温度になりますと軟化をやる傾向があります。

座長 大分御意見を承りましたが時間も餘りありませんので、今日の研究部會の題目である次の經濟的問題に就て今後進むべき問題について願ひます、少し問題を定めて其れについて御討議を願ひませうか。例へば電氣爐についてはどういふことが必要であるか決める事は出來ませうか。

向山氏 電氣さへ安く使へればよいと思ひます、小塚さんの示されたやうに電力費は全生産費中の約50%と見なければなりません。要するに電力を如何に廉く得るかが問題です。

梅津氏 電力に關するは爐の形式に依るですね、然らば如何なる形式にすれば電力が少いのですか。

向山氏 密閉式の低爐がよいと思ひます、普通の磁鐵鑛

65%位の品位のものは、1,500k.w.h. で出来た實例もあります。貧鐵で30%のものとなると澤山に電力は増しませうから撰鑛が必要になります。

梅津氏 大きの細いと大きいとは甚だしく電力が異ふ様だが大きは如何ですか。60 噸以下の場合とが連続的に行ふ場合とがに就て。

向山氏 電氣容量は一爐に付き 600k~1,000k がよくはないかと思ひます、之は鉄で 1 日 5-8 噸であります。

工藤氏 研究としては 5-6 噸は適當であります、1 噸でもよいと思ひますが 300k や 500k では不經濟で問題になりません。鋼で 1 回の湯出が 2 噸 3 噸でも異はない。

向山氏 電極の大きさに制限されて餘り大きなものは出来ません、瑞典は 8 本で二相であります、餘り大きな電極を造る事が出来ませんから私の所では 5-6 噸が適當でありますまいかと思ひます。

嘉村氏 瑞典でも 2,500~2,600 キロワット時で日本と餘り變りません。

花岡氏 電力費を下げると云ふ意味で外國の例などを取り一般にわかる様に説明が出来ませんから電解工業、電氣爐工業等の特殊工業を擁護し發達させることが電力消化の途で重要な事の様考へられます。

昭和 4 年度全國の發電能力は 420 萬キロでその約 3 割は未消化のものであります。今日と雖大した差はありますまい。

嘉村氏 1 キロワット時 1 錢以下の電力は難かしい。

花岡氏 一般の電燈や動力と同じやうに考へるから難かしいと思ひます。

小塚氏 福留君の所でも猪苗代湖があり乍ら冬涸水して困るそうです。

工藤氏 銻鑛爐の様には苦痛ではありません。

小塚氏 花岡さんの方では 300 キロワット時の電力が餘つておればそれでよいのでせうが、私の方はヒークしますから 400 キロワット時にしておかねばなりません、或瞬間は 600k.w.h. 位かかりますから餘裕がありませんと一寸電力の使用が多くなりましたとき早速困ります、其れでも熔かす場合ならよいが砂鐵の精鍊には困難であります。

座長 研究を進めて行くに適當な大きさは如何ですか。

工藤氏 電氣爐で精鍊するのも考へておきたい。海綿鐵にするか、燒結にするかも問題となりませう。

座長 それでは電氣爐による精鍊と海綿鐵製造による

精鍊との利害は如何です。

嘉村氏 一般の普通鋼材になりますと電力が問題となりますから今日では電氣爐による精鍊は不可能であり、又瓦斯による海綿鐵の製造も工業的に實現可能の程度には進歩してゐませんが、發生爐をどういふ風に作つたらよいか此れに就ての腹案があれば承り度い、又此の方面を研究する必要があると思ひます。一方高チタン含有のものからチタンを利用することも一つの進み方であり又海綿鐵を電解に利用が出来れば其れもよい事です、要するに副産物の利用を考へなければならぬと思ひます、現在の砂鐵研究は砂鐵からスポンジ鐵、銑鐵等を造る方といひ又砂鐵から鋼を造る方と云ひ研究の途はありますが、多大の研究費用を要し深く研究せんとしますれば此の點で行きつまりますので鐵鋼協會の名で政府から金を出して貰ふとか又外に援助して貰ふことが必要であります。

花岡氏 今の酸化チタンは用途が多くて塗料や其の他に歓迎されてゐます、特に船舶の塗料には歓迎されて居ますから安く得らるれば用途は幾らでもあります。

大原氏 岩瀬さんの以前研究されて居られました金屬チタン還元の問題は其後如何ですか又金屬チタンを工業的に利用するに就ての御意見を承り度いのですが。

岩瀬氏 昔はチタンを鋼とか銅の精製に使ふ様な研究がありましたが、ほんとの金屬チタンがあればよいが普通のチタン合金であればチタンが金屬でないから合金として使ふか金屬として使ふか難かしいものです、此頃アルミニウム、チタニウム、合金の方も段々考へられて來て居ります、又特種の方法としては工業的には蒼鉛、銅、合金の方法であります但其れも特殊であつて多量に造る事が困難であります、チタンは空氣中の窒素や酸素と結びつきますので金屬チタンとしてよりもこの安全な形 (TiN , TiO_2) で使用した方がよいと思ひます、チタン鹽類は現在では年産額も少く値段が非常に高いのですが然し砂鐵から多量のチタンが得らるれば廣範圍の利用を考へなければ過剰生産になるでせうからそれで現在の方法以外に金屬又は鹽類としてチタンの利用はないかを研究しつゝあります、花岡さんの電解の方法も Fe , Ti , V の夫々を別けてとりうる面白い方法と思ひます。

花岡氏 チタンの澤山這入つてゐるものは海綿鐵にして少い場合は矢張り銻鑛爐で硫化鐵鑛を加へて吹き銑鐵を造り更に之を電解すれば硫化鐵鑛から入る燐、硫黄の影響はありません、電解に要す電力は 1 噸に對し 2,000 キロワット時位ですみま ずから陽極の材料が安

く出来れば電力は割合に安いから割合に安い電解鐵が出来ます。

座長 チタンは滓に行きますか。

花岡氏 チタンは泥滓の方に行きます、銻鑛爐で砂鐵精鍊の場合はチタンは多く滓の方に入りますが其れを利用することは出来ません。

梅津氏 高爐に硫化鐵鑛を入れますと硫黄は高くなりませんか。

花岡氏 電解専門に使ふには硫黄は相當高い方がよいのです。

座長 フェロチタンを造る事は出来ませんか。

梅津氏 出来ない事はないですが無炭素 フェロチタンを作ることが困難で有炭素のものでは效用が少ないと思ひます。

座長 フロマンガンの様に使はれないのですか。

梅津氏 其れは無炭素のものでは同様に使はれると思ひますが有炭素のものでは左様に行きません、何故ならば然る場合は殆ど非金屬チタンの形であり金屬チタンとして含有せず他のフェロ金屬の様な効果を有せないからと思ひます。

座長 亞米利加のナイヤガラチタニウム合金會社で盛に宣傳してゐましたが。

梅津氏 價の安いものは炭素が5~6%もあり金屬状ではありませんから多少きよめはありますが他の合金のやうにきよめがありません、英國ではフェロチタン20%位の無炭素のものがあります、日本産のフェロチタンは殆ど左様なものはありませんから日本では其の様なものは非常に値段が高く使へません。

工藤氏 砂鐵と云ふとチタンを聯想しますが中國の砂鐵は火山地方なので大變チタンが少いが此の少き砂鐵を利用する道がありそうですね、チタンのどの位の範圍なら銻鑛爐の精鍊に支障が出来ませんか、銻鑛爐の精鍊の範圍にとどめても相當にあるではないかと思ひます。

村上(敏)氏 以前長谷川さんの下で砂鐵の銻鑛爐精鍊をやりましたが今日迄の所銻鑛爐では Ti を餘りに重大視すぎるやうな傾向がある様に思ひます、其の試験は短時日ではありましたが戸畑の銻鑛爐でやりました。普通の銻鑛爐と異つたのは温度の調節を主として考へて居ましたが湯出は餘り變つたやり方では無かつた様であります、爐床に於て滓と金屬鐵とは完全に分離せず鐵滓は粘り此中に球狀の Ti の高い鐵粒が多いのです、又出銲の時金屬の温度の開きは $160^{\circ}C$ 位でありまして湯出の場合には豫め上部の鐵滓は前に出して

後出銲します。然し終りには該炭を吹き出す位まで吹かせてゐますが銻鑛爐操業上の Ti の害と云はれ居るのは爐底の高まると云ふことも害の一つでありますから全部出さないで常に鐵滓を羽口に近い位置に溜めて置く方がよいと思ひます、當時の記録を見ますと TiO_2 は全装入鐵石に對し最大4.5%位になつて居ります、從來鐵石の分析では一般に TiO_2 の分析は除かれて居りますが一時大治の鐵石中に2%近くの TiO_2 が含んで居るにも拘らず普通の通り作業をして居る場合もありました砂鐵の事に關すれば直ちに Ti が問題となりますが砂鐵精鍊當時の吹下しの状況では爐低に Ti 固結物としては殆んどありませんでした、それで今後銻鑛爐に於ては全装入物の1%位の砂鐵を入れる事は問題ではなからうと思ひます。

座長 銻鑛爐による精鍊についての御意見を願ひます

工藤氏 砂鐵は如何にして装入しましたが。

村上(敏)氏 試験の當初は鹽基性の銲鐵を吹いて居りましたが其原鐵は大治や桃沖や又ジョホールを主として使つて居りました、之を燒結した砂鐵と切り替へ先一装入に100kg位から漸次増して行き最高1,800kgに上げ之が無くなつてからは延平島のチタン鐵鑛や山口縣於福のチタン磁鐵鑛を入れました、燒結はロニタリーキルンでやりましたが此の事に就ては第一回の部會の時にも申しましたやうに未だ馴れないときでありました上に銻鑛爐の荒瓦斯を使つてやりましたので熱度の調節はよく行きませんでした。燒結したものは砂鐵の精鍊より品位が少し下つてゐました。

花岡氏 私も長谷川さんの意見書には大體同意見を持つて居ます、實際操業方法の如何によつては相當のチタンを含んでゐても精鍊が出来るやうに思ひます、今迄の事を加味し精鍊をやつて貰つて好都合だと思つてゐます。

村上(敏)氏 工藤さんの御意見のやうに相當の品位に精鍊することは出来ると思ひます。

工藤氏 相當集まると思ひます。

村上(敏)氏 燒結したものを普通の鐵石に混ぜて使ふことも銻鑛爐に對する砂鐵利用の一方法と考へますが何れにしても實驗問題として研究を進む方がよいと思ひます。

向山氏 岩瀬さんのお話にもありましたやうに銻鑛爐は砂鐵に對して發達したものではありませんからそれで全然新しい方法でやれば成功が出来ると思つてもよいと思ひます、即ち銻鑛爐の形狀其の他の條件を砂鐵に向く様に設計して此れによつて研究しますれば多

分成功し得るものと思ひます。

村上(敏)氏 從來の熔鑛爐のやり方でも大した故障が起りませんから砂鐵をどの程度迄消化し得るか否かを見て次から次へと研究して行つたらよからうと思ひます、結局操業方法と使用鑛量の問題だろうと考へます。

工藤氏 そうすると少しづつ鑛爐の形が變つて来る筈ですね。

村上(敏)氏 砂鐵の精鍊をやりましたのは修繕期の來て居る内壁の破れかゝつた古い熔鑛爐を用ひてやりましたのですから別に新しい爐でやりましたら其當時以上の良成績を上げ得たかも知れません。

向山氏 Bachman によりますと今の熔鑛爐では砂鐵 5%位しか用ふる事が出來ないと提言して居ります。

岩瀨氏 電氣爐精鍊の方は實際やつておられますが海綿鐵とか熔鑛爐操業を實際やつて居るのは現在ありません、小規模でも實際的に之等の爐を動かして研究して行くのが結局早途ではないでしょうか、此の部會でも實際操業をやる事を提言したらよいと思ひます。

座長 實際にやつて貰ふのですか。

岩瀨氏 そうです或る大きいものを造つたらと思ひます。海綿鐵の方でも研究室では或る限界があるからそれ以上大きなものでやつた方が早く成功しないでしょうか。

座長 どう云ふ方法がよいでしょうか。

嘉村氏 鐵鋼協會で考へて貰つたら如何でしょうか。

座長 研究部會が協會に建議すると云ふわけですね。

岩瀨氏 研究は研究で進め實際の方もやつて見て貰つたらどうですか。

梅津氏 研究は大分進んで來ましたから、もつと大きくやつて見たらどうでしょうか。

向山氏 それで協會から建議したら如何でせふ。

志村氏 遅れて來まして失禮で御座いますが一寸話させて戴きます、鑛爐處理法ですが色々文獻では良い結果を得たことも報告せられて居ますが今迄で鑛爐でやつたのはいつでも短期試験であります、而して床塊の事ではありますが之は徐々に出來ます、先年本溪湖で吹下したとき相當量のが出來たそうですが分析の結果は私の方ではチタンは痕跡でありましたが本溪湖でも痕跡のこともあり検出量のこともあるそうです、斯る少量のチタンでも 4 年餘りやつて吹下した結果の爐底滯積物の分析は炭素が 4.46%、珪素が 2.77%、チタンが 2.27% で其他燐、硫黄が少量でありました、大體に於て高炭素のチタンの相當高い特異な鼠銑鐵でセメントライトもパーライトもなく黒鉛ばかりでありまし

た……段々と酸化チタンの一部が還元して這入つたものと思ひます。

チタンが這入ると鐵中に固溶體として入り熔融點が上り溫度が下つた場合には……斯くして爐底滯積物が出來ると思ひます、其れは少量の爐底滯積物としても輕視することは出來ません、結局其様な爐底滯積物が出來ましたのは相當永年の間に出來ましたのですが、チタンの多くある鑛石では早く且つ多量に此の爐底滯積物が出來ると思ひます、今迄の研究では其の期間が短いためにかゝる結果が現れて來なかつたものと思はれます。幾ら稀釋にした場合にも長期間では爐底滯積物が出來ると思ひます、砂鐵精鍊では本溪湖の例に比べて相當影響が多く爐の持命も短いものと考へられます。普通の状態でも 5 ケ年のものならば 3 ケ年とか最も早く使用に堪へぬことになると思ひます、よつて爐の持命から云へば經濟的に影響すると思ひます、電氣爐精鍊で電力を多く喰ふと同様の不經濟に成ると思ひます、それで鑛爐では持命の問題を考へて長期且大規模に砂鐵精鍊の試験をする事が必要と思ひます。即ち何等かの形式で新しい相當大きな鑛爐で始めは少量の砂鐵から段々と量を多くして操業を長く繼續して行く研究が必要であると思ひます、之には營利を考へれば出來ませんから官立の製鐵所で國家永久の策と思つてやつて戴きたいのですが此點協會の援助を待つ所が多い事と思ひます、之には商工省に研究費を出して貰つて新しい長期間の研究となし吹下までの研究をして戴くやうに希望致します。

座長 製鐵所では何ヶ月位實驗されましたか。

大原氏 此の前引續いてやつたのは 1 ヶ月足らずでした、製鐵所の位置では相當まとまつた砂鐵を多量に集める事は困難であります、今から十數年前のことですが砂鐵の研究をするため 2,000 吨ばかり集めたいと思ひまして購買手續をとりましたがどうしても手に入らなかつたそうであります、今のお話の様に大きな鑛爐で實際砂鐵製鍊の研究を進める爲には多量の砂鐵を處理しなければならぬ、かゝる多量の砂鐵を如何にして集めるかと云ふことは製鐵所として第一の困難な問題でありまます、それで何處から如何なる方法で砂鐵を集めるのが最もよいか付て皆様の御意見を承り度いのです。

梅津氏 常盤商會では久慈の砂鐵を 5 圓位なら何吨でも送るとの話聞いて居りますが。

大原氏 何處着の値段ですか、八幡迄でもですか。

梅津氏 其のときの話では東京着でしたが鑛爐使用な

ら何處でも呉ますでしやう、八幡迄なら知らないが國家的の問題でありますから。

大原氏 砂鐵の利用研究は勿論鐵國策上大事な事でありますが之と同様の意味に於て貧鐵の利用も大事な問題であらうと思ひます、吾國には例へば朝鮮の茂山の如く可なりまとまつた大きな貧鐵の資源が有りますから普通鋼材の原料としては砂鐵よりも一步先に之が利用の研究を進めて置かなければならぬのではなからうかと云ふ見地から只今製鐵所としてはこの方面の研究を進めております、御參考までに一寸申し上げて置きます。

村上(敏)氏 種子島や鹿兒島の方面に大鑛區を持つてゐる知人の話でございすが國家的の問題だから利益を度外視して大量送つてやつてもよいとの事でしたから以前問合せてやつた事がありますが海濱で一所に貯めて置いて嵐に遭えば一度に無くなるやうな事もあるそうですから方法の如何によつては此等も相當に利用することが出来ると思ひます。

梅津氏 貧鐵の問題の解決とは砂鐵も貧鐵の一部として

やるのですが今迄の砂鐵精鍊の記録を以て危險視するのは當を得てゐないと思はれます、今日の進歩した研究の結果を以てやりたいものです、今日も以前の部分のときと同じ様な結果になりました、只今丁度鶴靜鉄鐵部長がお出になりましたから願ひしたらどうでしょうか宜しく願ひします。

鶴瀨氏 私は傍聽者ですから承るだけは承つておきませう。

嘉村氏 丁度此前の部會の結果と同一になりました。

座長 此前の部會のときもこの様な事が決まつたのですか、今度は海綿鐵製造による精鍊の實地研究を願ひますか。

嘉村氏 今は砂鐵其儘で鎔鑛爐の小規模研究をやらうと云ふのです。

座長 では一緒に含めて建議することに致しませう、今後も猶原料の如何によつて異なる精鍊の方法や其の經濟的問題等の御研究を願ひ致したいと存じます、大變遅くなりましたこれで散會致します。(拍手)

(午後 4 時 15 分)