

鑄鐵に及ぼすガスの影響 (III)

(鑄鐵の黒鉛化に及ぼすガスの影響 第3報)

(昭和 24 年 4 月 本會講演大會にて講演)

前 川 静 彌*

THE EFFECTS OF GASES ON CAST IRON

Shizuya Maekawa.

Synopsis:— The author has investigated the effects of contained gases, especially hydrogen and nitrogen, on graphitization of cast iron. The results obtained are as follows:—

- 1) Sand acts to promote graphitization, while FeO, N₂ and H₂ hinders it.
 - 2) The more FeO exists, the more H₂ and N₂ show a tendency to increase.
 - 3) The less combined carbon is, the less N₂ are tend to decrease.
 - 4) If the amount of FeO contained decrease below 0.03%, strength decreases and toughness increases. Sand shows an opposite tendency to FeO.
 - 5) The more N₂ and H₂ are contained, strength increases and toughness decreases.
 - 6) The more Sand and H₂ are contained, the more flaky coarse graphite structure will increase.
- The more FeO and N₂ are contained, the more fine or abnormal graphite structure will increase.

I. 緒 言

鐵鋼の諸性質に及ぼすガスの影響に就ては古くから研究され、その報告も多数發表せられてゐるが、鑄鐵に關するものは何れも未だにその本質を明確に捉へることが出來ず、これ等の諸報告を通覽すると矛盾を感じる點があり且つ系統的な一貫性がなく、その結果を直ちに現場的に適用するには稍々困難がある。その理由としては

(1) 高温に於ける反應を常温で觀察せんとする試験方法の不完全。

(2) 鑄鐵の性質がその前歴や處理法等によつて著しく影響されること、即ち處女性又は遺傳性の存在。

(3) 熔銑中に實在するガスの採取並に分析方法等の不適正の點が擧げられその爲各實驗結果が一致しないものと考へられる。

本研究は鑄鐵の黒鉛化に對して含有ガス特に水素、窒素が C, Si 等の主成分やサンド及び FeO 等の影響と比較して如何なる程度の作用を及ぼすかに就て検討し、又實際操業の場合に於て含有せられるガスに注意を要するか否かを明確にする爲に行つたものである。

II. 試 料 作 製

次表の材料を適宜配合して 3.0/3.3%C, 2.0/2.3%

Si, 0.5%Mn, 0.1/0.2%P, 0.05% 以下 S のものをクリプトル電氣抵抗爐で熔解し、ガス量を種々變化させる爲に炭酸ソーダ、黃血鹽、鐵礦石、濕鋸屑等を添加した。

材 料	化學成分(%)				
	C	Si	Mn	P	S
本 溪 湖 銑 鐵	4.02	1.10	0.54	0.036	0.023
海 綿 鐵	0.04	0.02	0.05	0.004	0.022
金 屬 シ リ コ ン	—	99.56	—	—	—
フ エ ロ マ ン ガ ン	0.48	5.7	75.0	—	—
燐 鐵	—	—	—	23.68	—

後述する實驗結果はクリプトル電氣爐によるものを主體としこれに現場に於ける結果を挿入した。

試料は抗折試験用乾燥砂型に鑄込んだものによつて化學分析、顯微鏡試験、機械的性質等を行ひ、別に準備せる乾燥砂型に鑄込んだものをサンド、FeO 及び窒素分析用とし、又水素分析用として第2報に述べた銅製金型に鑄込んで供試料とした。

III. 實 驗 結 果

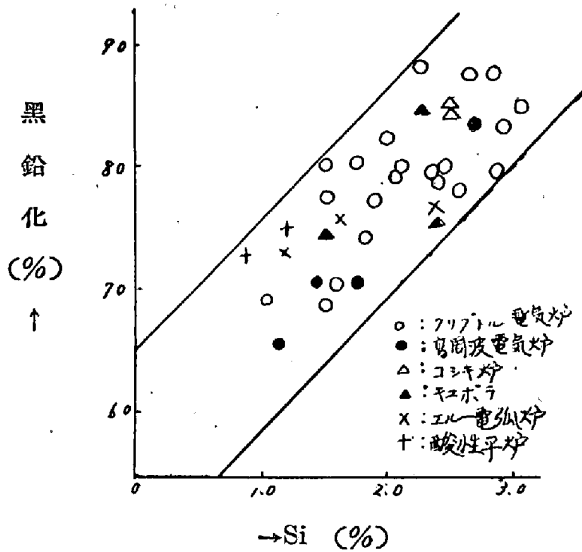
(1) 黒鉛化程度と諸因子との關係

* 日本製鋼所室蘭製作所研究部

黒鉛化程度 (GC/TC×100) は既に述べた如く, Si, サンド及び FeO によつて略々決定される。

1. 黒鉛化と Si との関係

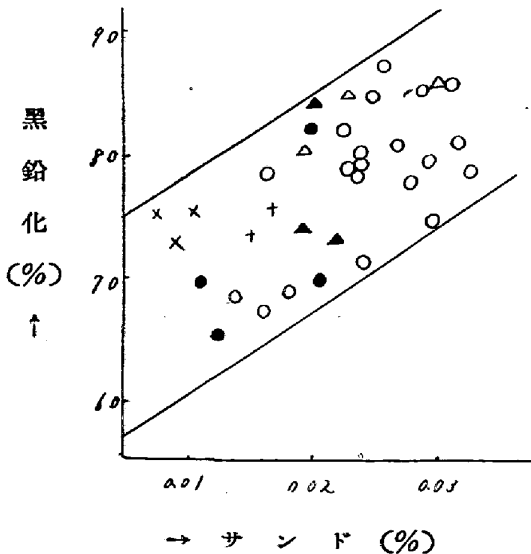
第1圖に示す如く, 本実験範囲では直線関係有する。Si が鐵中に強固に結合して固溶體を形成し, 他の元素を驅逐する作用を有することは周知の通りで, Si が増加すると鐵中に固溶された Fe₃C 中の C が放出され遊離の状態となり黒鉛を析出する。従つて Si と黒鉛とは相互に飽和限界を規定し乍ら變化する因子で本実験の場合の如く Si の比較的高い普通鑄鐵では直線的に比例するがその量が痕跡に近づくに従つて對數曲線的な關係を示す。



第1圖 黒鉛化と Si との関係

2. 黒鉛化とサンドとの関係

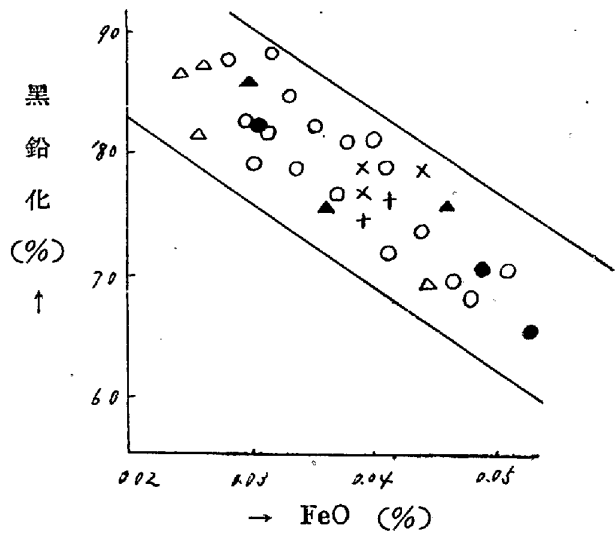
第2圖に示す如く, サンドが増加すれば黒鉛化は大となり略々直線的な關係を示し, サンドは黒鉛の生成及び發達に重要な關係を有する。



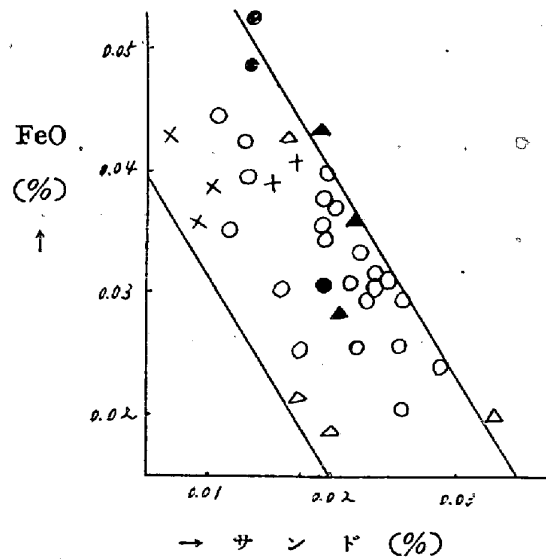
第2圖 黒鉛化とサンドとの關係

3. 黒鉛化と FeO との関係

第3圖に示す如く, FeO が増加すれば黒鉛化は直線的に低下する。然して黒鉛化程度を變化せしめるに要する FeO 量は第4圖の如くサンドと比較して略々同量であるが, その影響は黒鉛化に對して逆である。サンドの主成分は SiO₂ であることから FeO と Si とは熔銑中に於て 2FeO+Si=2Fe+SiO₂ なる反應を生じ FeO は Si によつて還元されて SiO₂ を生成し, FeO が減少するに伴つて SiO₂ が増加する。従つてサンドと FeO とが相反性を有する結果 FeO が増加すればサンドの黒鉛化助長作用を相殺すると同時にサンドを量的にも低減せしめる。



第3圖 黒鉛化と FeO との関係



第4圖 FeO とサンドの關係

以上の事實に就ては既に報告¹⁾した通りであるが, 後述の水素, 窒素等と關係があるので本実験の結果に就て

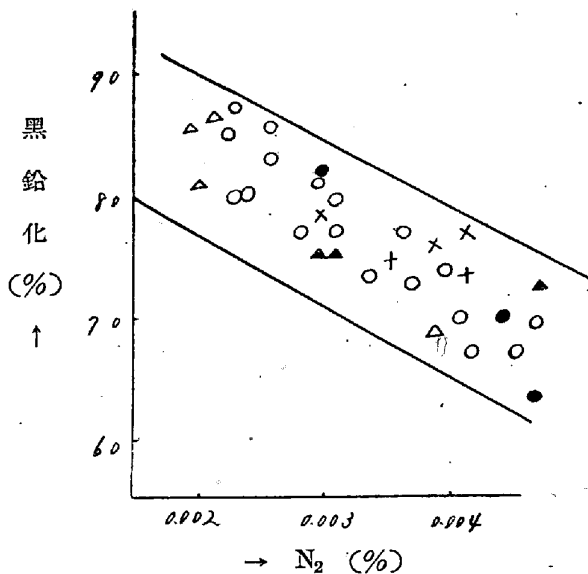
1) 前川: 鐵と鋼第35年第2號(昭24)46.

簡単に述べた。

4. 黒鉛化と窒素との関係

第5圖に示す如く窒素量の大きなる程黒鉛化は低下する。窒素が黒鉛化を低下せしめる原因としてこれは Fe 及び Si と窒化物を作り黒鉛の析出に消費される Si の一部が窒化物生成に消費せられ Si 量中の有効量を低下して黒鉛の Fe 中に固溶するのを助長すると共にこの際生成した窒化物は FeO と同様に間接的に黒鉛の擴散生長を妨害する結果、黒鉛化阻止の作用を示すものであらう。然しその窒化物生成量は餘り大なるものではない。従つて第5圖の如き結果は N₂ のみが黒鉛化に鋭敏に影響するものではなく、これは FeO の影響が大きく作用し、N₂ は間接的にこれに關與するものと思はれる。

後述する顯微鏡組織からも窒素量の増加と共に黒鉛の發達を妨げて微細にし過冷現象の如き作用が認められる。



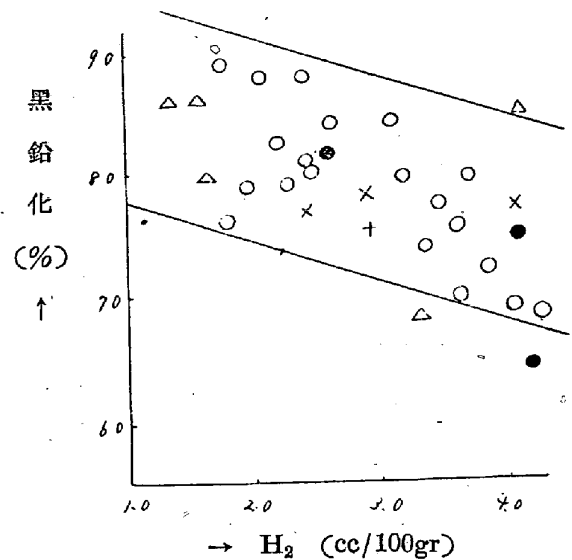
第5圖 黒鉛化と N₂ との関係

5. 黒鉛化と水素との関係

第6圖の如く水素量が大きなる程黒鉛化は低下する。水素は窒素と異り殆ど大部分が原子的に固溶し、一部が水化物及び分子状である爲に凝固後常温に放置すると次第に水素量が減ずる。従つて水素の場合に限り凝固後空气中に放置冷却したものではないので、水素の多くなる様な條件の許で熔解した場合に於ける黒鉛化程度、黒鉛組織、材力等を考へる必要がある。

Si 量が多い程水素量は低減する。これは Fe と Si との結合が強固な爲に Si による固溶化元素の驅逐作用が強い、従つて水素は上述の如く固溶系のものであるから Si と相反関係を呈す。その結果黒鉛化程度の低くなる様な熔解をすれば水素量が多くなるといふ程度である。

以上の如く窒素、水素は共に間接的に黒鉛化に影響するもので直接的なものとしては前述の通り Si, FeO, サンドである。

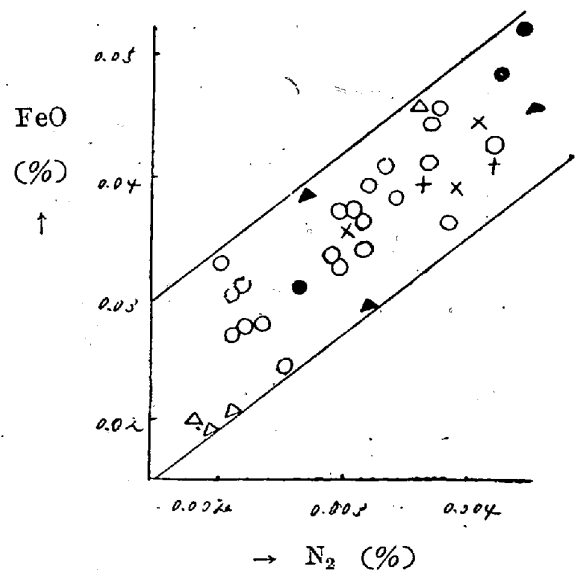


第6圖 黒鉛化と H₂ との関係

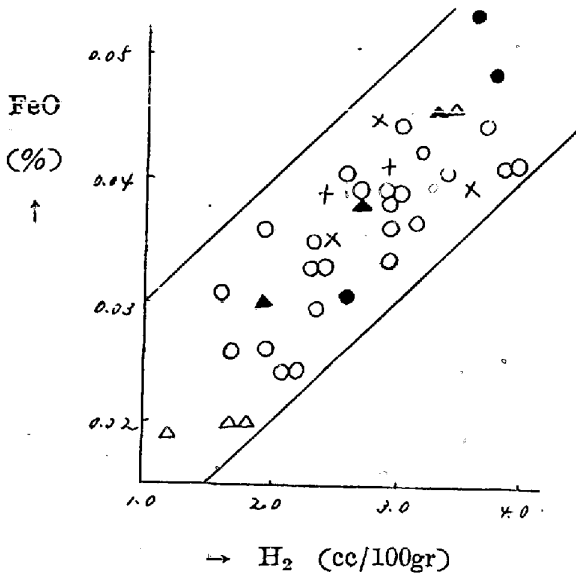
(2) FeO と窒素及び水素との関係

第7圖の如く、FeO 量が増加すると窒素も共に増加する。これは窒素の高い場合 Si が低減し、前述のことから FeO が増加する。従つて FeO と窒素とはそれぞれ比例して變化する。

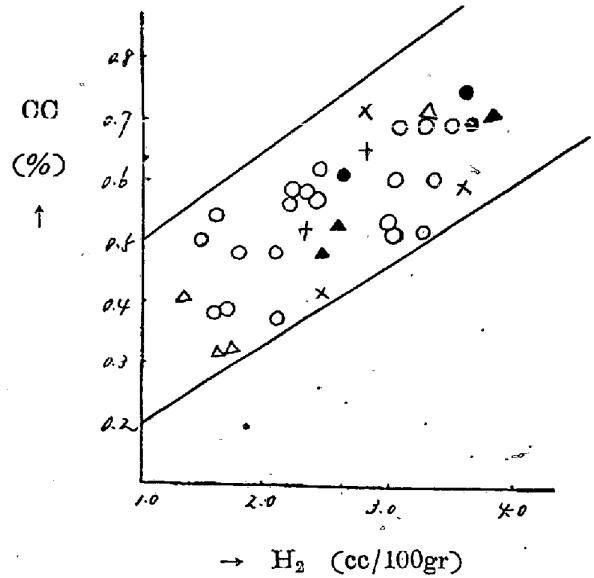
又第8圖に示す如く、FeO と共に水素も増加する。水素の分壓に對して平衡する FeO 量は一定となる筈である。従つて水素と FeO との関係は相互に關聯して變化すると共に黒鉛化を低下せしめるが、後述する顯微鏡組織にも見られる如く、水素量の増加と共に黒鉛の形狀に對する FeO の作用を減殺してその量の増加と共に黒鉛を片狀粗大にする傾向が認められる。



第7圖 FeO と N₂ との関係



第8圖 FeO と H₂ との関係



第10圖 CC と H₂ との関係

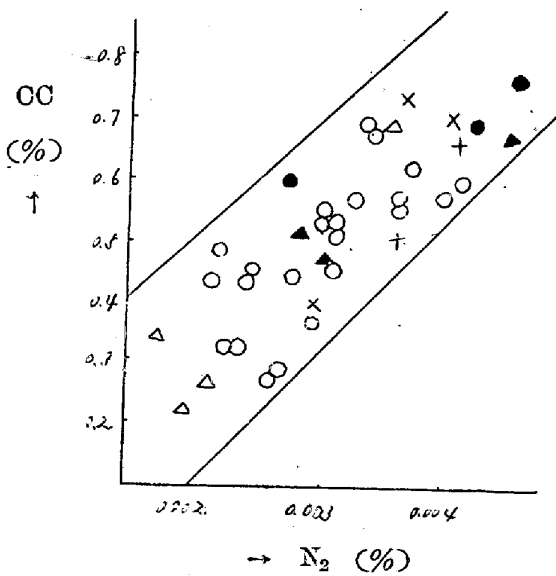
(3) 化合炭素量と窒素及び水素との関係

第9及び10圖に示す如く化合炭素量の増加する程窒素及び水素量が増加する。これは上述の如くSi, サンド, FeO と相関的に考へられるもので冷却条件が一定の場合, 化合炭素の多いものはSi, サンド等が少く従つてFeOが多くなる爲上述のことから窒素及び水素が多くなる性質を有するものと考へられる。

が異つた二つの立場から表現される爲に分布は一貫性を失ふことゝなるので茲では省略する。

2. 材力とFeOとの関係

第11圖の如く, FeOが0.03%迄はその増加と共に

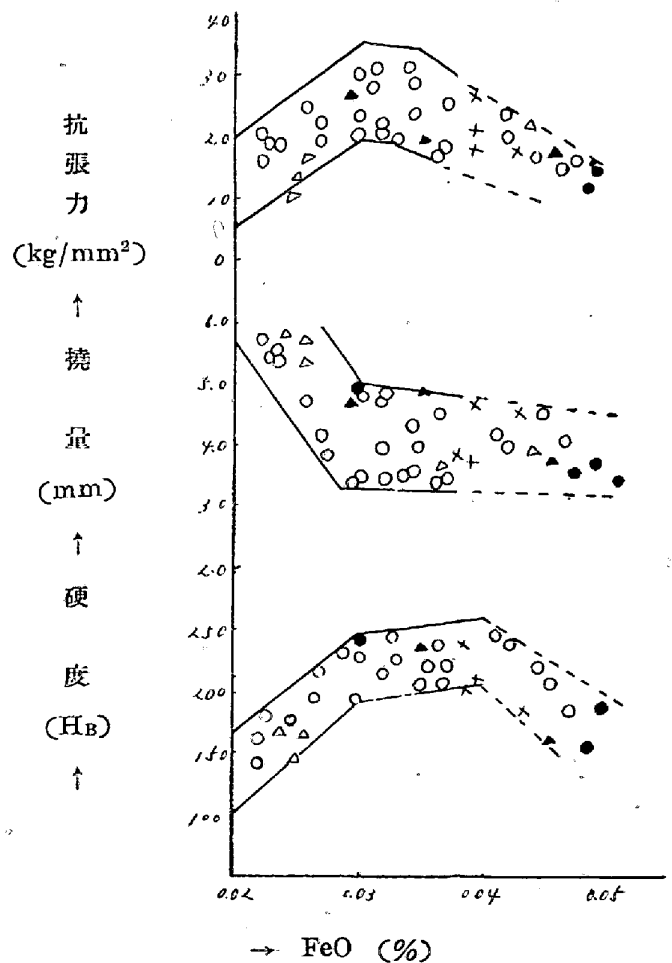


第9圖 CC と N₂ との関係

(4) 機械的性質と諸因子との関係

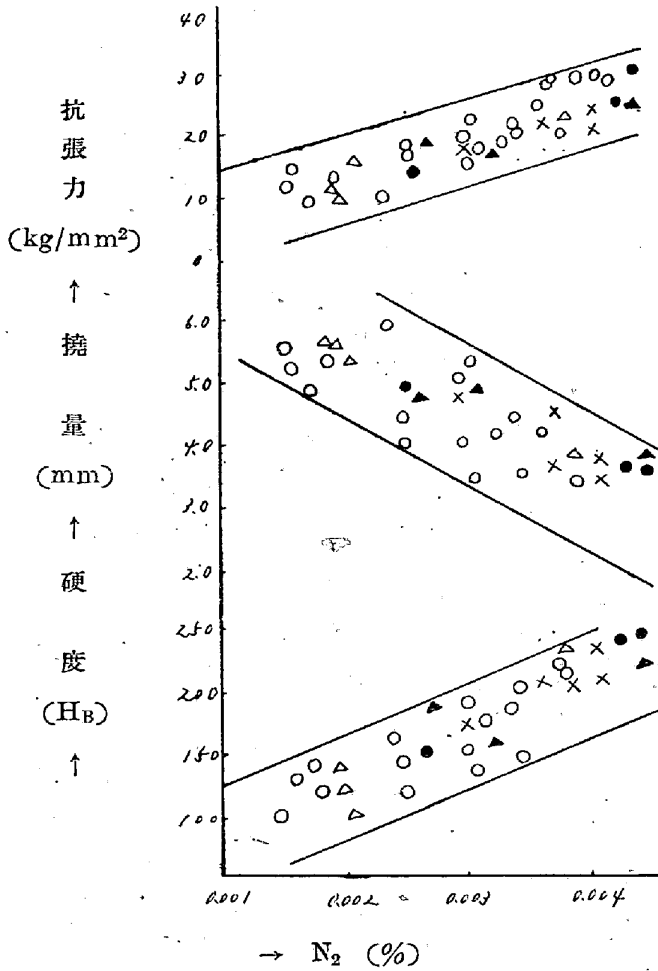
1. 材力とサンドとの関係

材力とサンドとの関係はFeOの場合と全く逆の傾向を示すことは既に報告した通りであるが²⁾本実験の如くサンドが0.03%以下のもののみである時は明瞭な結果を得ることは困難である。即ちFeOとサンドとは0.03%を境に増減が全く反対になりサンドとFeOの相反性

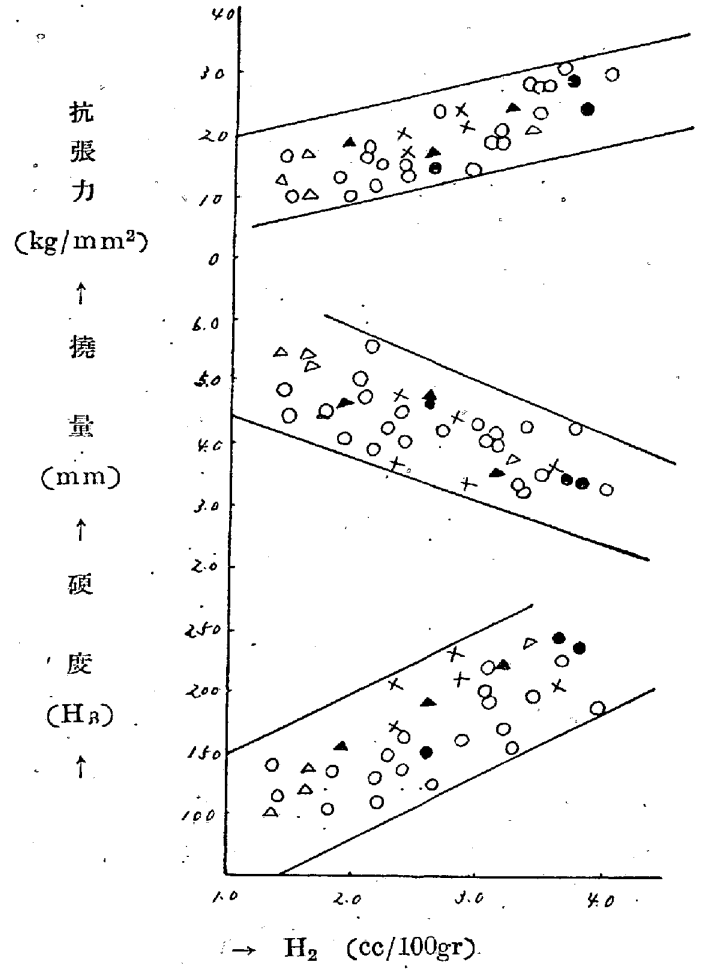


第11圖 材力とFeOとの関係

2) 前川: 鑄物 第20卷(昭23年)第11, 12號



第12圖 材力と N₂ との関係



第13圖 材力と H₂ との関係

に抗張力、硬度が増加し撓が低下するが 0.03% 以上になるとやゝ反対の傾向を示す。その理由としては既報²⁾の如く、FeO 0.03% 附近は CC 0.9% 附近である爲材力高くこれより増減すればフェライト或はセメンタイトが遊離してそれぞれ材力が低下すると考へられる。

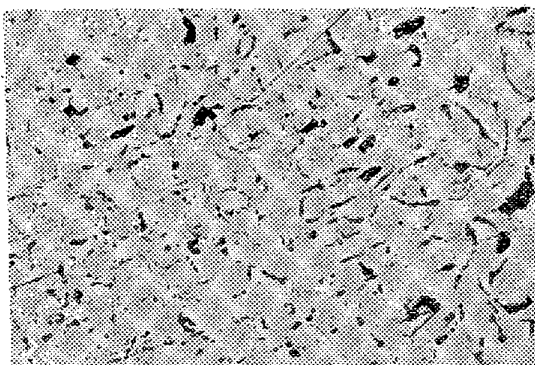
3. 材力と窒素及び水素との関係

第12及び13圖に示す如く、窒素及び水素が増加するに伴つて抗張力、硬度は増加し撓は反対に低下する。

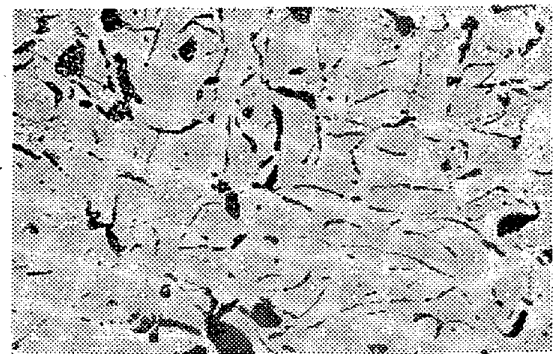
これは前述の如く FeO が増加すれば水素及び窒素が増加する爲材力に現れたこの傾向は寧ろ FeO の影響と思はれる。

(5) 顕微鏡組織

サンド量の極く低値な (0.010%) 寫眞(1)では片狀及び結節狀の稍弱目組織と又比較的高い (0.0187%) 寫眞(2)は片狀粗大及びやゝ微細な黒鉛の混在せる組織を示す。

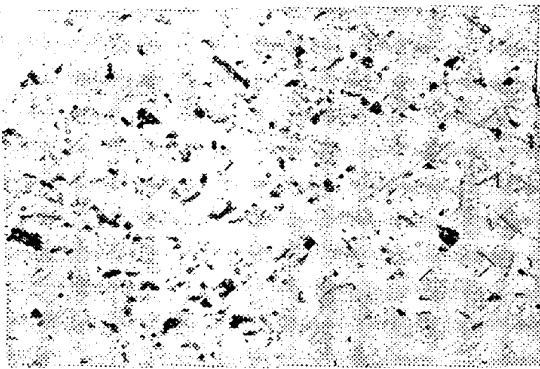


サンド 0.010%
寫眞 (1)



サンド 0.0187%
顯微鏡寫眞 (×50) 寫眞 (2)

これはサンド量の低い程片状黒鉛の發達が制限されて結節狀の正常ならざる黒鉛組織を呈するものと考へられる。FeO はサンドと反對に含有量大なるもの (0.066%) は寫眞(3)の如く細長い片狀で比較的微細な黒鉛組織を示し、含量少なるもの (0.020%) は寫眞(4)の如く比較的粗大な片状黒鉛を示してゐる。従つて FeO 量が多くなる程黒鉛組織は微細又は異常性を呈する様になる。

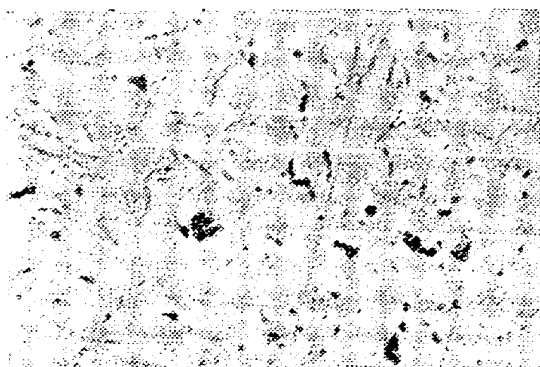


FeO 0.066%
寫 眞 (3)



FeO 0.020%
寫 眞 (4)

次に窒素が多い場合には (0.00392%) 寫眞(5)の如く片状微細黒鉛組織を示し、少い場合には (0.00168%) 寫眞(6)の如く前者に比し大なる片狀にして結節狀の黒鉛組織を示す。

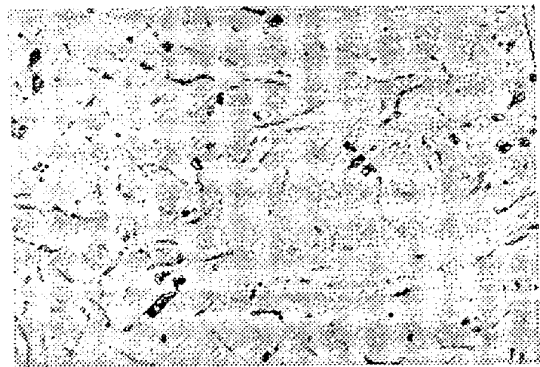


N₂ 0.00392%
寫 眞 (5)

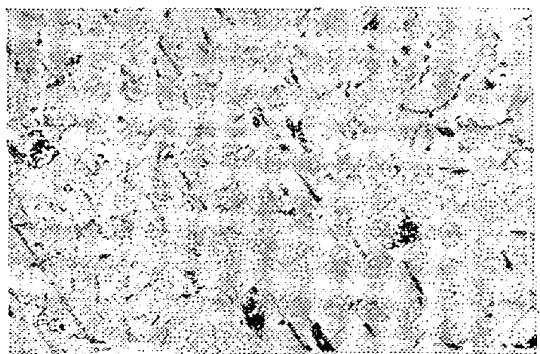


N₂ 0.00168%
寫 眞 (6)

従つて窒素はその量が増加する程過冷却と同様な作用を黒鉛組織に及ぼし、FeO と類似の傾向を示すものと考へられる。又水素の多いもの (6.23cc/100g) は寫眞(7)の如く片状黒鉛組織を少いもの (1.09cc/100g) は寫眞(8)の如く微粒黒鉛の點在する組織を示す。



H₂ 6.23cc/100g
寫 眞 (7)



H₂ 1.09cc/100g
寫 眞 (8)

水素はサンドと同様な傾向即ち黒鉛の正常發達を助長する作用を有するものと思ふ。

以上黒鉛の形狀に對して水素はサンドと又窒素はFeOと同様な影響を及ぼす様であるが黒鉛の析出量に對しては兩者共阻害する傾向のあることは前述の通りである。

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 O₂ 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 ₃ O ₄	Fe ₂ O ₃	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