

# 鐵 と 鋼 第十四年 第六號

昭和三年六月二十五日發行

## 論 說

### 冶金用骸炭に就て

(昭和二年十一月日本鐵鋼協會第三回講演大會講演)

田 中 清 治

On Metallurgical Coke

by Seiji Tanaka.

The author investigated the properties of the metallurgical coke manufactured in our country, from point of its relative reactivity for carbon dioxide.

For determination of the relative reactivity, a definite volume of coke crushed into pieces of a uniform size, was taken in the reaction tube and heated at constant temperature of 1000°C, passing through the current of carbon dioxide at constant velocity and the gas leaving the tube was analysed every 10 or 20 mins.

The reactivity of coke was measured by the amount of carbon monoxide in the gas.

To measure the relative reactivity of the coke substance, coke was crushed as fine as possible and heated in the sealed reaction tube with carbon dioxide at constant temperature of 900°C. After 7 hours heating the gas in the reaction tube was taken out and analysed, The reactivity of coke substance was measured by the amount of carbon monoxide in the gas.

The equilibrium between coke, carbon monoxide and carbon dioxide at high temperatures above 900°C, was practically determined by the method of reaction velocity between coke and carbon dioxide and by heating coke & carbon dioxide in the sealed reaction tube. Finally, evaporation test of water saturated in coke was done to see the permeability of coke for gases. A piece of coke of a definite size saturated with water, was hanged from an arm of a balance in the bottle containing calcium chloride. The apparatus was kept at constant temperature, weighing at proper intervals, obtained the evaporation curve.

The author investigated the physical and metallurgical properties of coke from the results of these experiments.

#### 目 次

第一節	緒 論。
第二節	試 料。
第三節	比較反應度測定。
第四節	骸炭本體の比較反應度測定。

第五節	骸炭、一酸化炭素、炭酸瓦斯間の平衡
第六節	蒸發試驗。
第七節	骸炭の高溫度に於ける燃焼實驗。
第八節	結 論。

## 第一節 緒 論

本文は冶金用骸炭の炭酸瓦斯に對する反應度から其物理的並に冶金的性質を研究した結果である。骸炭の反應度に關する論文は頗る多いが大抵恰同様な方法を採用して居る。著作はなるべく従來のものとは異つた方法に依つて反應度を測定し之からして骸炭の物理的並に冶金的性質を考察した

## 第二節 試 料

實驗に使用した骸炭は次の様なものである。

試料記號。 原料石炭及其配合

A (輪西) 若菜粉炭 40 % , 神威粉炭及砂川粉炭 60%

B<sub>1</sub> (釜石) 夕張粒炭 47.5% , 砂川粉炭 27.5% , 開平粉炭 25% , 骸炭爐側壁に近き部分を取る

B<sub>2</sub> (同上) 同 上 但爐の中央特に脆弱な部分を取る

B<sub>3</sub> (同上) 同 上 但爐の側壁に接觸せる部分を取る

C (八幡) 二瀬 70 % , 松浦 30 %

D<sub>1</sub> (兼二浦) 開平炭 50% , 高島炭 25% , 本溪湖炭 20% , 大寶無煙炭 5% ,

骸炭爐の最高溫度(1,100~1,200°C)にて coking を受けた部分

D<sub>2</sub> (同 上) 同 上 但最低溫度にて coking を受けた部分

E 大阪セーミ會社特一號 (鑄物用)

F 外國産鑄物用骸炭 (シヤムロツク)

試 料	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	E	F
真 比 重	1.92	1.93	1.89	1.86	1.96	1.86	1.82	1.86
有 孔 率	54 %	49 %	57 %	48 %	40 %	48 %	40 %	51 %
灰 分	15.3%	17.6%	16.9%	16.0%	19.4%	18.7%	7.23%	7.01%

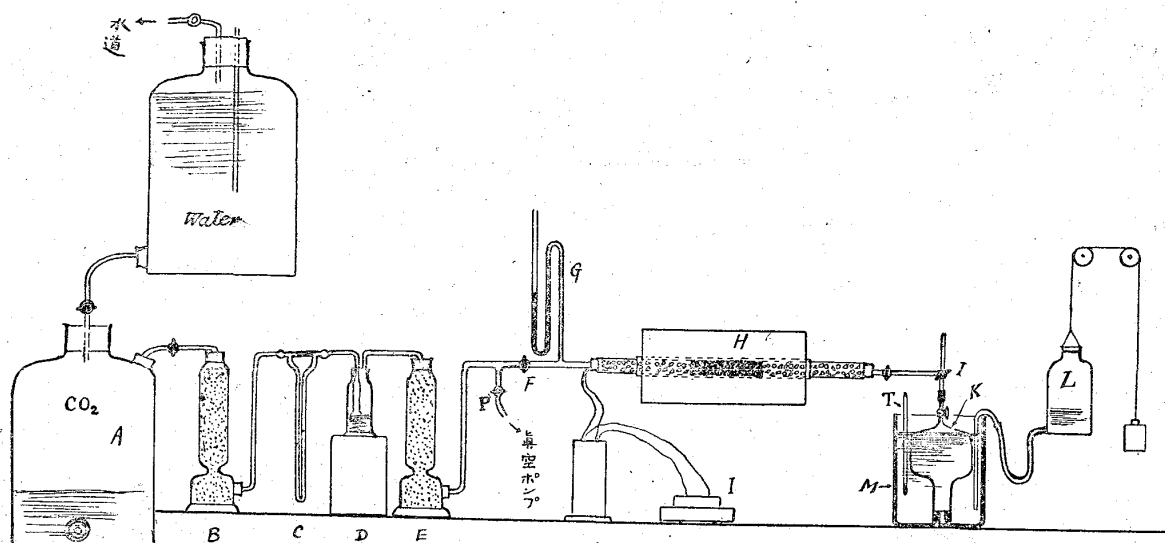
## 第三節 比較反應度測定

骸炭の反應度を測定するに加熱された骸炭上に炭酸瓦斯を通じ之が一酸化炭素に還元される割合を以て測定する方法を採つた。此反應度は反應の時間と共に變化するは勿論にて實驗するまでもないが其變化の様子は各骸炭に依つて異なることは想像される。それで此變化の様子から各骸炭を比較研究することは出来まいかと考へて實驗を行つた。

**實驗裝置** 實驗裝置は第一圖に示す様な簡單なものである。Aは炭酸瓦斯溜で之より出る瓦斯は鹽化カルシウム及五酸化磷にて乾燥される。瓦斯量は流速計 C, 氣泡計 D 及コック F に依つて加減される。H は白金抵抗電氣爐で反應管は内徑 20mm の熔融石英管で此中に試料を入れる。反應管中の溫度を測定する爲めに白金-白金ロヂウム熱電對を其中に挿入した。G は氣壓計。P なるコックを経て真空ポンプに連る。反應管より出でたる瓦斯を集める爲めに瓦斯溜 K を使用する。此瓦斯溜は容量僅かに 250cc 位のもので硫酸と水を等量に混じた液を入れた水槽 M の中に支へて置く。瓦斯

壓を常に大氣壓に等しくする爲めに J なる加減瓶を使用する。

第一圖



此硫酸液は炭酸瓦斯を吸収すれど其割合は水より可なり少ない。純粹の炭酸瓦斯にて本試験と全く同様にして其吸収割合を試験して見た。其結果皆1%以下であつた。實際本實驗にて集める瓦斯は一酸化水素を多量に含有する瓦斯であるから此吸収割合は尙一層小になるわけである故に本實驗に對しては之で充分である。

**試料の準備** 試料を碎いて其粒を標準篩 (Tayler standard screen scale) にて 2.362m/m と 1.651 m/m との間の大さにした。篩分ける前によく乾燥して粒の表面に附着せる粉末を出来るだけ除去する様に努めた。かくして作つた試料を反應管の中央 100m/m の間につめ其重量を豫め測定して置く。試料の兩端には熔融石英管の細かい破片をつめて入る來る瓦斯を豫熱し又試料を通過した瓦斯は出来るだけ速かに反應管を去る様にし一方反應の結果發生した一酸化炭素の分解を防いだ。

**實驗** 前述の如く試料を装入して真空ポンプにて反應管中の空氣を一旦抜き取りたる上試料を加熱する。溫度上昇するに従つて揮發物を發生するが之は其ままに放置した。目的の溫度に達した時真空ポンプにて揮發物を抜き取りたる上炭酸瓦斯を 1 時間 2 立の割合にて通じ約 10 分間後より瓦斯を小瓦斯溜に 100cc 或は 150cc を集め之に要する時間をストップウオッチにて測定した。瓦斯はヘンペルの裝置に依つて分析し一酸化炭素及炭酸瓦斯のみを分析し其他を揮發物と看做した。此量は普通 2% 乃至 5% 位のもので本實驗では之を除外して一酸化炭素及炭酸瓦斯のみを考へた。

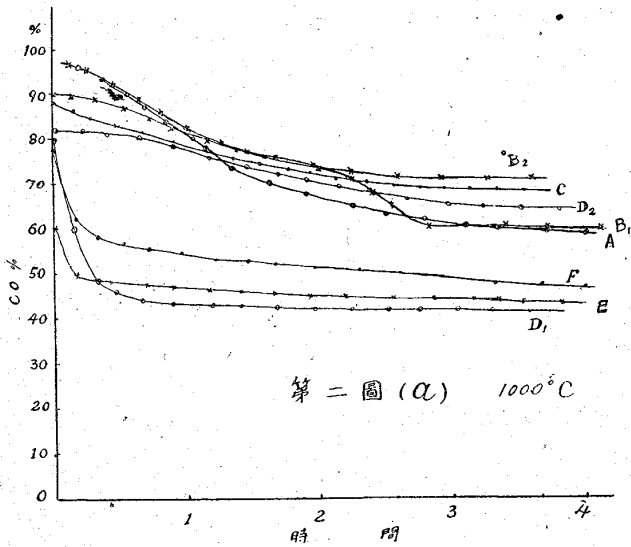
此瓦斯分析結果と集むるに要した時間から送り込まれた炭酸瓦斯の量を計算した。

瓦斯分析は 10 分乃至 20 分間毎に行ひ一酸化炭素百分率と時間との間の關係曲線を得た。

第二圖 a は各試料を 1,000°C にて實驗した結果である炭酸瓦斯は 1 時間に 2 立の割合である。

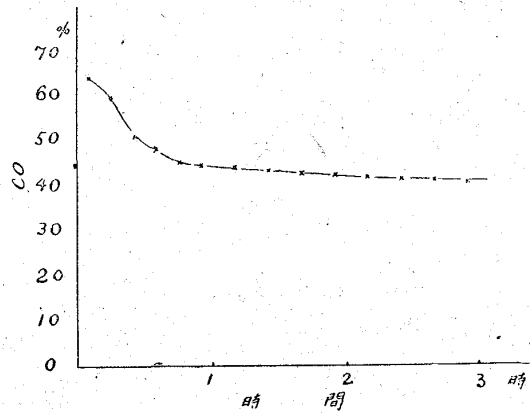
第二圖 b は木炭を 800°C に於て實驗した結果である。

第二圖 (a) 1000°C



第二圖 (α) 1000°C

第二圖 (b) 木炭 800°C



實驗結果 第二圖 (a 及 b) に見る様に反應度の高い群と低い群と明かに區別される。前者は鑄鑛爐用骸炭で後者は鑄物用骸炭及び高溫度にて coking を受けたものである。

各曲線を見ると最初は非常に反應度は高いが時間の経過と共に低下して居る。其低下の有様は反應度の高い群では徐々であるが反應度の低い方では急に低下して速かに一定の値に達する。

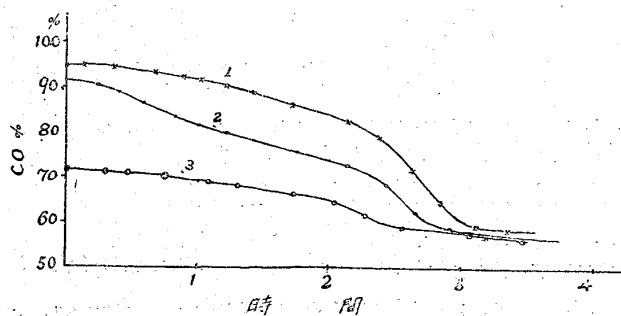
かくの如く反應度は時間と共に變化するから各試料の反應度を表はすに平均の反應度を以てした。其値は次に示す。

試料	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	E	F
平均反應度	72.8%	73.6%	78.7%	73.5%	45.9%	72.0%	46.4%	56.9%

試料 B<sub>2</sub> は最も反應度は高い。試料 A は最初は非常に高いが急に低下して後には反應度の低いものになる而して平均反應度は比較的低い試料 C 及 D<sub>2</sub> 等は割合に反應度の變化は少ない。D<sub>2</sub> の平均反應度は反應度の高い群の内でも最も低い。

此反應度の低下する原因は種々考へることが出来る。試料表面の炭素は最も反應し易い。而して表面が次第に灰分が増すに従つて反應度は

第三圖 試料 B<sub>1</sub>



低くなる。従つて瓦斯の接觸面の大小が大に關係する。然るに各試料の粒は一定であるから有孔率及び通氣性等が關係する。一般に有孔率及通氣性等が大で瓦斯の接觸面の大なるものは最初の反應が高く且徐々に降下する又此等の小なるものは急に低下する。

又骸炭製造の際の温度並に時間に關係し充分に coking を受けたものは最初の反應は低い。

第三圖は試料 B<sub>1</sub> に就て實驗した結果で加熱温度及時間を種々變化して實驗した結果である。加熱温度高く其時間長い程最初の反應度が低くなる曲線 3 は試料を 1,100°C 迄加熱し之を 1,000°C に冷却し同温度にて試験した結果である反應度は最初より低く時間依つて變化はなくなる。

此試料の各曲線は皆途中で折れて居る。之は此試料中に非常に反應度の低い試料 B<sub>2</sub> の部分が混在せる爲めであると思はれる。

試料 D<sub>2</sub> は揮發物の甚だ多い試料であるが其曲線はあまり變化がない。之は此試料は 1,000°C 迄に加熱される間に揮發物は大部分揮發せるに依るものである。

以上の結果に依ると反應度の變化は試料中に存在する揮發物が大に關係することが解る。

試料 F は最初急に低下し其後は徐々に低下して居る此試料は後に示すが如く揮發物の比較的多量に含むものである。最初の急に低下するのは試料 D<sub>1</sub> 及 E と同様に其組織が緻密である爲めである。其後の徐々に低下するのは揮發物を次第に失ふに依る。

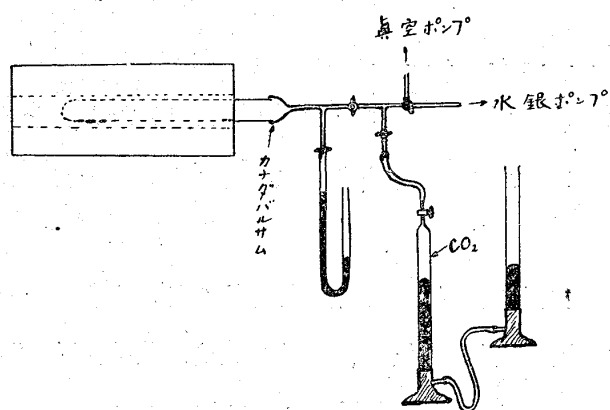
試料 D<sub>1</sub> は質は極めて緻密で揮發物は亦極めて少ない反應度は最初急に低下し其後は一定である。

又骸炭中に反應度の高い物質を含有する時は之は最初に反應し最初の反應度を高くする。

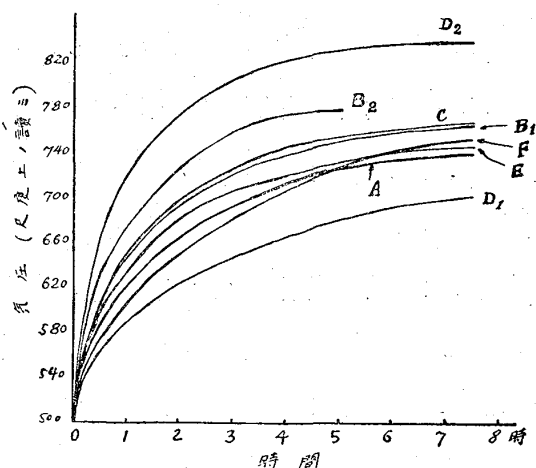
#### 第四節 骸炭本體の比較反應度測定

骸炭の反應度は粒の大きさ其有孔率等に關係するものであるから此等のものに關係の無い骸炭本體の反應度を試験して見た。

第四圖



第五圖 900°C



**實驗装置及實驗法** 試料を出来るだけ細く瑪瑙の乳鉢にて磨り指頭にて其粒の存在を感じざる程度にし其一定量即ち 0.5 瓦を白金抵抗電氣爐内の熔融石英管内に入れて真空にして加熱し 900°C に達したる時に發生した揮發物を抜き取り一定量の炭酸瓦斯を入れ温度を 900°C に一定に保ち瓦斯壓力の増加を壓力計にて讀み時間と壓力の間の關係曲線を見た。大體の装置は第四圖に示した熔融石英管と硝子管との接續はカナダバルサムを使用した、加熱時間は 7 時間 30 分最後に反應管の瓦斯を水銀

ポンプにて取り出し分析した。

瓦斯は一酸化炭素及炭酸瓦斯のみを分析し其他のものを揮發分と看做し。此二成分のみを考へ其一酸化炭素の百分率を以て反應度を表はした。

此反應は勿論全壓力に依つて變化するが本實驗に於ては平衡の値に達したものを除き他は壓力に對する補正を加へず其まゝ一氣壓の反應度と看做した。

**實驗結果** 其結果は第五圖に示す

揮發分と一酸化炭素百分率の値は次の如し。

試料	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	E	F
CO%	82.5	82.0	93.3	87.0	66.4	96.3	80.2	76.4
揮發分%	6.5	7.5	5.0	6.0	4.0	14.0	8.0	10.0

上述の如く揮發分は可なり大なる故に各曲線の狀態より反應の起れる程度を正確に知ることが出來ないが大體之を知ることが出来る。試料 B<sub>2</sub> は最も反應度が人で 5 時間にて平衡の値に達して居る。而して揮發分は少ない。試料 D<sub>2</sub> も平衡の値に達して居る之は揮發分は甚だ多い。其他試料 B<sub>1</sub> 及 C 等も平衡の値に近い。試料 A は割合に反應度が低い。試料 D<sub>1</sub> は反應の速度は非常におそく其揮發分も少ない。試料 E は前節の反應度に比し割合に骸炭本體の反應度は大である。試料 F は反應度の低いもので揮發分が多い。

### 第五節 骸炭、一酸化炭素、炭酸瓦斯間の平衡

骸炭の如く一樣なものでなく且加熱に依つて變質する様なものでは實驗することが困難であるが、此處では Practically に如何なるものかを見る爲めに實驗したに過ぎない。

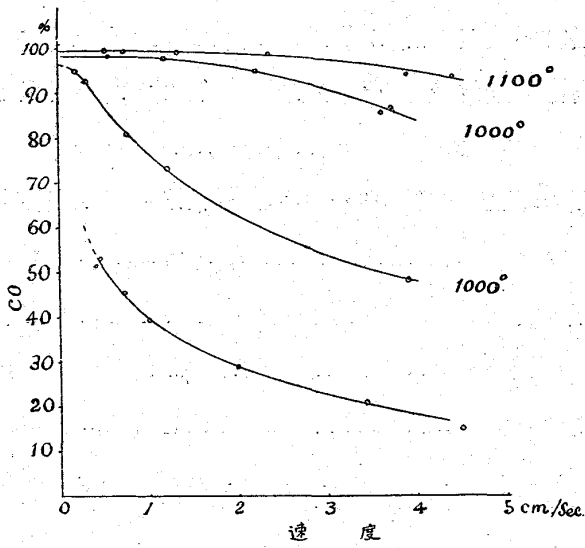
**實驗第一** 實驗方法として先第一に反應速度曲線を求めた。其方法は全く第三節に示した方法と同様で唯炭酸瓦斯の量を種々變化して實際の反應度を求めた。此實驗果結は第六圖より第十三圖迄の曲線に示した。

縦軸には一酸化炭素の百分率、横軸には炭酸瓦斯の速度を取つた、此速度は嚴密に定める事は出來ないが此處には送つた炭酸瓦斯の量、反應管の截斷面積、試料層の長さ、試料の比重、重量、及び試料の加熱、溫度等より計算し炭酸瓦斯の試料層に入り始める時の速度を採ることにした。

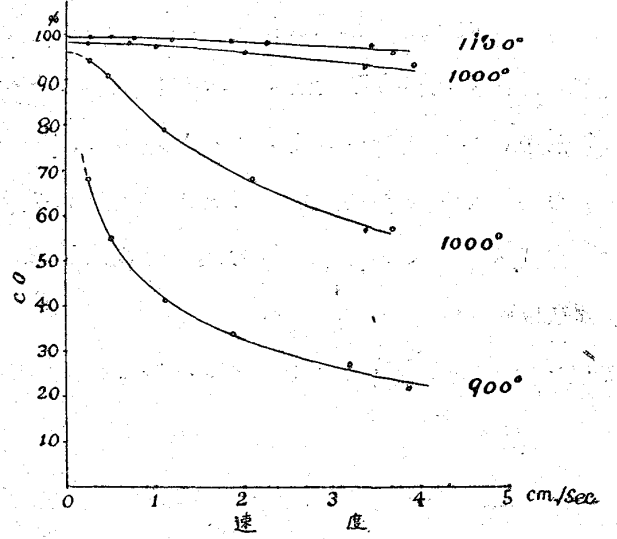
圖に示す如く速度が次第に減少するに従つて一酸化炭素の百分率は次第に増加し逐次平衡の値に近づくと即ち曲線が縦軸を切る點は平衡の値と見ることが出来る、實際は瓦斯の速度を充分に小にすることが出來ないから曲線を Exterpolation にて延長して縦軸を切る點は大體平衡の値と見ることが出来る。骸炭には種々のものを混合し瓦斯の速度を餘りおそくすると最も平衡の値の高い物質の平衡のみが求められることになる、それで斯様な場合はかゝる小なる速度を取らず曲線を延長した。

**實驗結果** 本實驗に於て 1,000°C 及 1,100°C の高溫度の場合には此法に依つて大體平衡の値を知ること

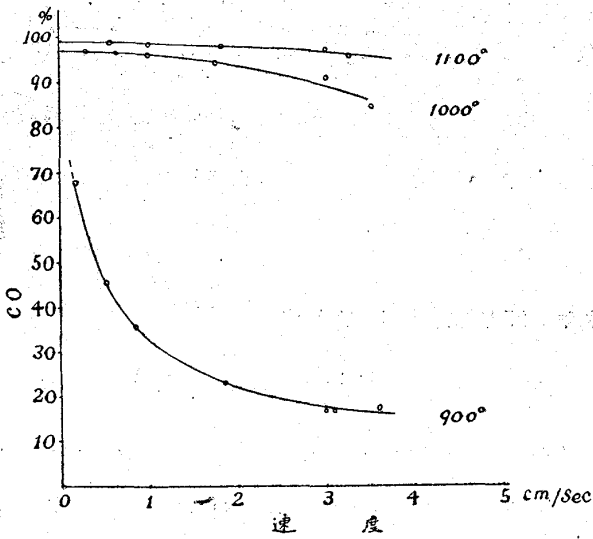
第六圖 試料B<sub>1</sub>



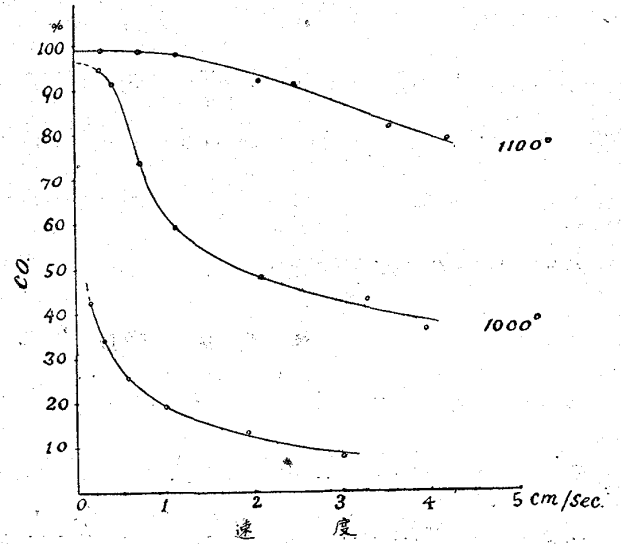
第九圖 試料B<sub>2</sub>



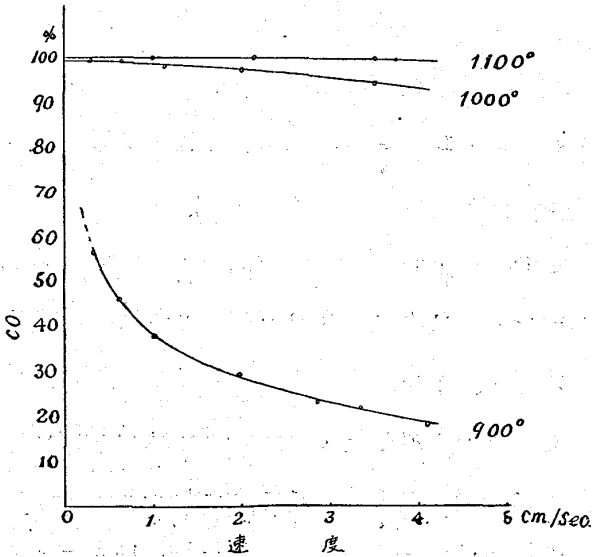
第七圖 試料C



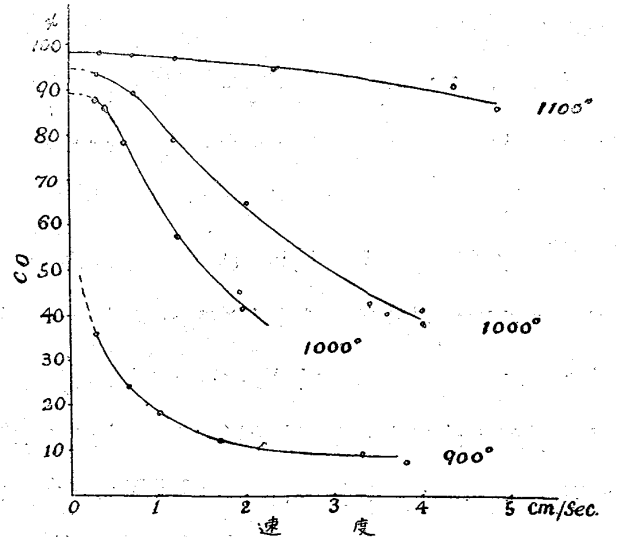
第十圖 試料E



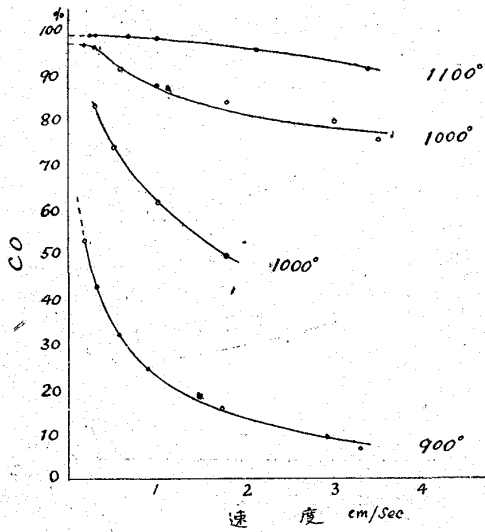
第八圖 試料A



第十一圖 試料D<sub>1</sub>

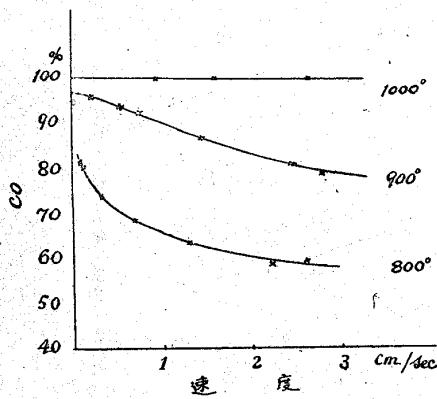


第十二圖 試料F



が出来るか 900°C の場合は反應速度は小で其値を求むることが出来ない、然し骸炭層を十分に長くして實驗すれば勿論此場合も求むることが出来る。木炭の如く反應速度の大なるものでは 900°C に於ても此値を求むることが出来る(第十三圖) 第二圖に見る様に骸炭の反應度は時間と共に變ずるから反應速度曲線は實驗の時刻に依つて異なる。反應の當初と 2~3 時間後の反應速度曲線は著しく異なることが解る。又平衡の値は反應の當初は 2~3 時間後より多少高い此事實は試料 D<sub>1</sub> に於て最も著しい。即ち骸炭には平衡の値の高い物質を含有して居ることが解る。

第十三圖 試料木炭



反應速度曲線より平衡の値を求むれば次の如し。

試料	反應當初の平衡値		2~3 時間後の平衡値	
	900°C	1000°C	1000°C	1100°C
木炭	96.5%	99.8%		
A		99%	100%	
B <sub>1</sub>	98.3%	99.5%	96.5%	
B <sub>2</sub>	98.3%	99.5%	96.0%	
C	98.0%	99.0%		
D <sub>1</sub>	95.5%	98.3%	89.0%	
E	96.5%	99%		
F	97.0%	99%		

實驗第二 次に平衡の値を求むる爲めに第四圖に示した装置を使用し 900°C 及 1000°C に於ける平衡の値を求めた。實驗試料は 1 瓦を取つた其結果次の如し。

試料	溫度	平衡値	加熱時間	摘要
木炭	900°C	96.5%	5 時間	
B <sub>2</sub>	900°C	93.3%	5	
C	900°C	91.9%	8	
C	900°C	91.5%	10	前試料を繰返し使用する
D <sub>2</sub>	900°C	96.2%	8	
D <sub>1</sub>	900°C	79.0%(尙平衡に達せず)	10	試料 2 瓦
A	900°C	97.1%	6.5	
A	900°C	82.5%(尙平衡に達せず)	7.5	試料 0.5 瓦
D <sub>1</sub>	1,000°C	99.0%	4	試料 2 瓦
D <sub>1</sub>	1,000°C	97.0%	5	
D <sub>1</sub>	1,000°C	97.2%	6	前試料を繰返し使用する
D <sub>1</sub>	1,000°C	89.5%	8	試料は CO <sub>2</sub> の氣流中にて 1000°C に 2 時間加熱せるもの
A	1,000°C	98.6%	5	試料は CO <sub>2</sub> の氣流中にて 1000°C に 3 時間加熱せるもの

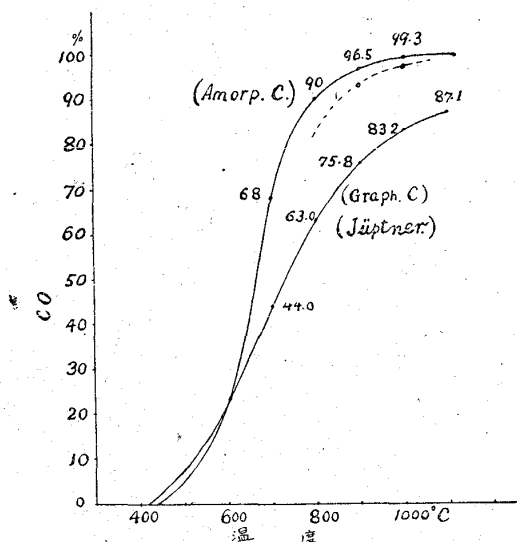


A	1,000°C	97.2%	6 時間	試料は CO <sub>2</sub> の氣流中に 1,000°C に 5 時間加熱し灰色に變ぜるもの
C	1,000°C	97.5	5	

平衡値は次式に依つて壓力の補正を爲した

$$K = \frac{x^2}{1-x} P \quad K \text{ は恒數 } P \text{ は全壓力 } x \text{ は } \text{CO}\% / 100 \text{ を表はす}$$

第十四圖



前述の結果より各試料は少しく多量にとれば速かに平衡の値に達し且其の値も高い。即ち骸炭は平衡値の異なるものの混合物である。

大體各試料は主として 1,000°C に於て 97% 900°C に於て 92~93% の平衡値を有するものより成る様に思はれる。試料 A は最も平衡の値の大なるものを多量に含有して居る。此試料が揮發分の少きに關せず最初の反應度の高いのは此爲めであらう。

D<sub>1</sub> は反應速度が極めておそいが多量の試料にて實驗すれば速かに平衡の値に達す。又試料を豫め炭酸瓦斯中で加熱反應せしめて實驗すれば平衡値は 89.5% で他のもの

のに比し著しく低い。

第十四圖は無定形炭素及黒鉛の平衡曲線である前者は Boudouard 氏に従ひ後者は Jüptner 氏の式より計算して圖示した Jüptner の式は次の如し。

$$\log K = \frac{-9037.34}{T} - 1.88 \log T - 0.0030 T + 17.369$$

壓力は 1 氣壓の場合である

(此反應は高溫度に於ては各大家の實驗結果は皆よく一致して居るが 600°C 以下の低溫度に於ては一致しない)

同圖に於て點線で示したのは以上の實驗結果より骸炭の平衡曲線を大體示したものであつて試料 D<sub>1</sub> の如きは更に下位にあるものと思はれる。

Clement Adams 及 Haskins (Bureau of mines 1911) 等が木炭と骸炭とに就て炭酸瓦斯に對する反應度の實驗をして居る。氏等は異相系の反應速度も瓦斯の擴散速度は化學反應速度より大なる時は反應速度の法則が此場合にも適用し得るとの考へのもとに實驗して速度恒數を計算して居る。即ち

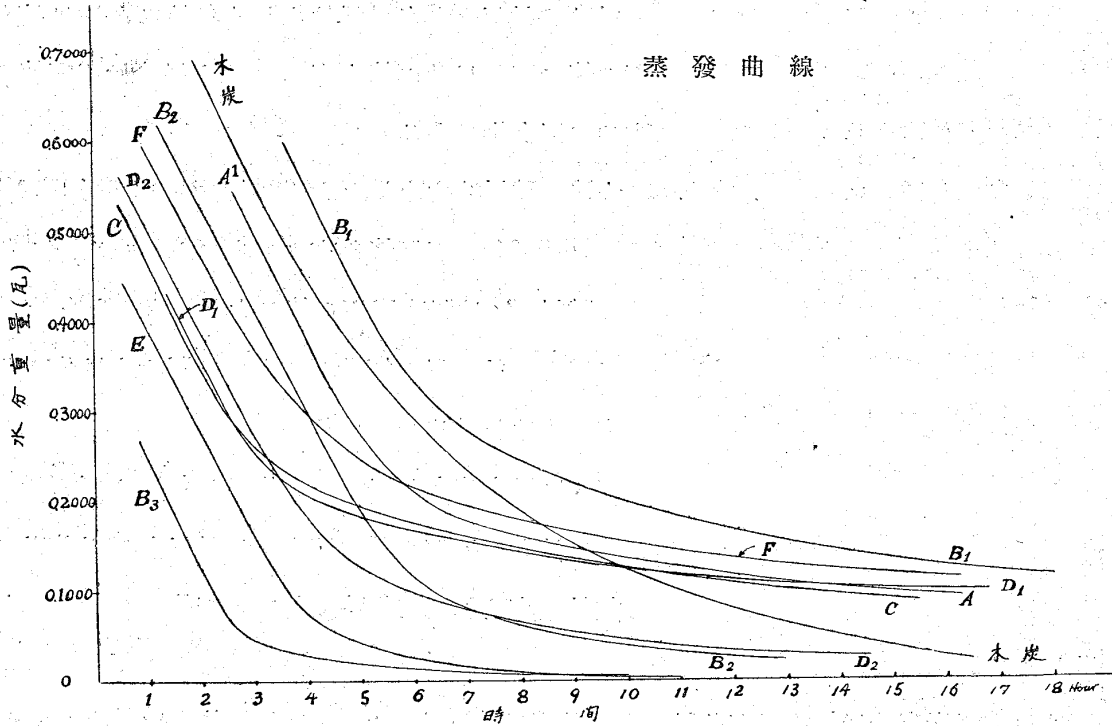
$$\frac{dx}{dt} = k_1 (1-x) - k_2 x^2$$

x は t 時間に發生した一酸化炭素百分率を 100 にて除したものと k<sub>1</sub> k<sub>2</sub> は速度恒數である。

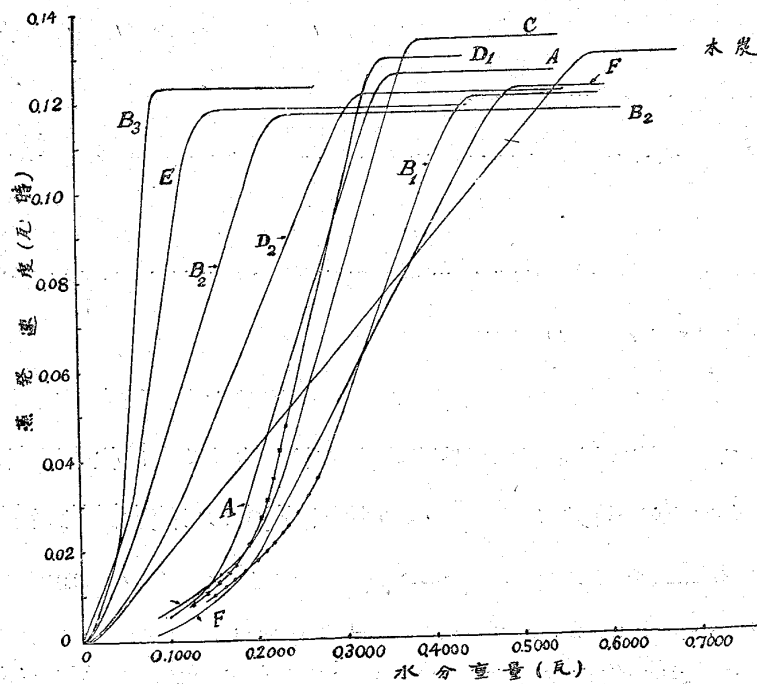
上式を解いて  $t$  と  $x$  との関係式を求め 多くの實驗結果より最小二乘法を以て速度恒數を計算して居る、然し骸炭の反應速度は反應の時間と共に變ずるから氏等の求めた恒數は決して一定のものでなく時間と共に變ずべきものである。

又同氏等の骸炭に就ての反應速度曲線より其平衡値を求むると次の如くである。

第十五圖



第十六圖



温度	900°C	1,000°C	1,100°C	1,200°C	1,300°C
平衡値	85%	89%	97%	99%	100%

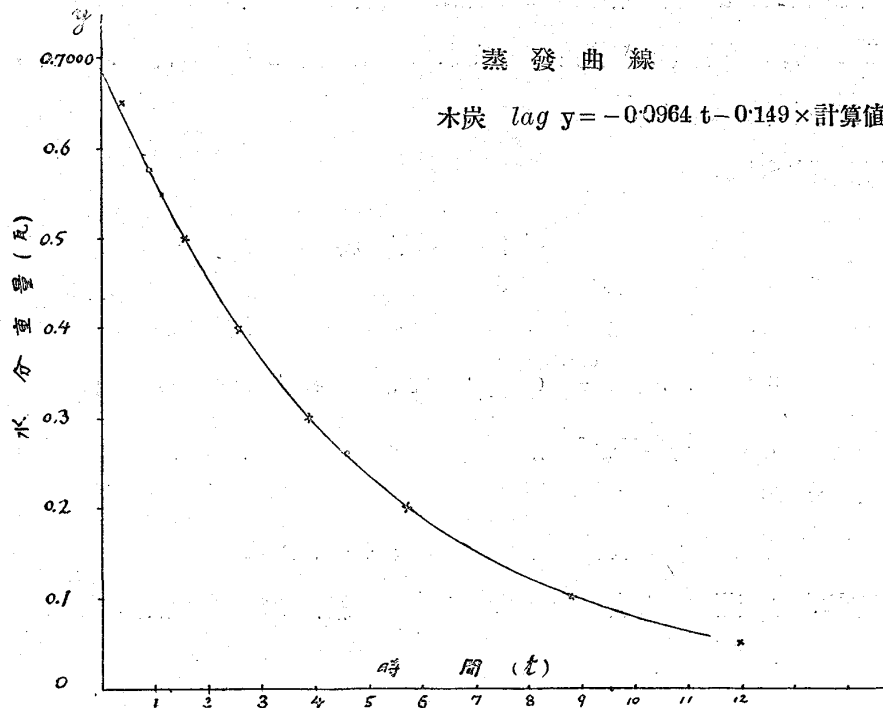
1,000°C に於ける結果は試料 D<sub>1</sub> に似て居る。

### 第六節 蒸 發 試 験

骸炭の組織を試験する爲めに骸炭に水を吸収飽和せしめ水分の蒸發状態を試験した、試験片の大きさは 10 m/m × 6 m/m × 15 m/m にしてなるべく割目のない部分を取つた従つて斯様な試片は試料全体を代表せぬことは勿論である。此試料を沸騰水中に 2 時間漬けて十分に水を飽和せしめ之を細き白金線にて天秤の腕より鹽化カルシウムを多量に容れたる瓶中に吊し温度を一定にする爲めに恒温装置の中に入れ時々重量を測つて蒸發状態を試験した。第十五圖は試片の含水量と時間との關係曲線である。本圖は重複を避ける爲めに時間軸の方に各曲線をづらして書いた。温度は 19°C である。

此曲線は直線部分と曲線部分とよりなる今此關係を明瞭にする爲めに蒸發速度と含水量とを兩軸として書き直せば第十六圖の如くなる直線部分は蒸發速度の一定なる部分で曲線部分は本圖では大體直線で示される従つて曲線部分は對數曲線であることが解る。

第十 七 圖



此等の曲線の中で木炭は最もきれいな曲線であるので之を取つて計算して見た。第十六圖より次の式を得る。

$$\frac{dx}{dt} = 0.222(0.69 - x)$$

$x$  は  $t$  時間に蒸發した水分量である。

上式を解いて蒸發曲線上の一點より恒數の値を求めて計算すると次の如くなる。

$$\log(0.69 - x) = -0.149 - 0.0964 t \quad y = 0.69 - x \text{ とすれば}$$

$$\log y = -0.149 - 0.0964 t \quad y \text{ は試料中に存在する水分量である。}$$

之は即ち對數曲線であつて實測せる曲線と極めてよく一致する。第十七圖中×印は上式より計算せる値である。即ち蒸發速度は試料中に存在する水分量に比例する。

次に直線的に蒸發する部分であるが水分 (Free Water) の蒸發は次の式に依つて表はされる。

$$X = \frac{K \cdot F (P_1 - P_2)t}{B}$$

$K$  は恒數  $F$  は蒸發面積  $B$  は氣壓  $t$  は時間  $P_1$  は水の溫度に於ける水蒸氣の壓力  
 $P_2$  は空氣中に於ける水蒸氣の壓力

従つて蒸發速度は

$$\frac{dX}{dt} = \frac{K \cdot F (P_1 - P_2)}{B}$$

上式の右側は  $B$  の外は一定又は一定に選ぶことが出来る又氣壓の變化に依る影響は甚だ少ないものであるから右側は一定と看做すことが出来る即ち蒸發速度は一定である。

始めより試料の表面に存在せる水分及内部より表面に移動する水分量が此蒸發量より大なる間は蒸發速度は一定であるが、之が小となる時は蒸發速度は全く此水分量に支配されることになり、大體に於て蒸發速度は前述の木炭の場合の如く水分含有量に比例する。

此直線的に蒸發する水分の多少は試片の組織に關係することを想像することが出来る、即ち試片が其質粗鬆にて氣泡壁が相通じて居る場合又は割目の存在する場合は直線部分は長くなる。

試片に飽和せる水分量は大體その試片の有孔率に比例する。それで此有孔率を大體2部分に區別することが出来る 1 は直線部分他は曲線部分である。

**實驗結果** 次に各試片の實驗結果を述べる。

	試 料									
	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	C	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	E	F	木炭
全含水量 (瓦)	0.54	0.60	0.62	0.26	0.55	0.44	0.55	0.45	0.60	0.69
$\frac{\text{直線的蒸發する水分量}}{\text{全含水量}} \times 100$	33%	25	61	65	30	20	40	47	17	14
$\frac{\text{曲線的に蒸發する水分量}}{\text{全含水量}} \times 100$	67%	75	39	35	70	80	60	53	83	86

本實驗にて使用した試片は出来るだけ割目のない部分を取つたことを再び述べる。

試料 B<sub>2</sub> は最も含水量が大で且直線的に蒸發する部分は最大である、即ち組織は至つて粗鬆であることがわかる。

試片 B<sub>3</sub> は骸炭爐の側壁に接觸せる部分で極めて緻密であるが細かい多くの龜甲狀の割目を有して居る。含水量が少なく直線的に蒸發する部分は最大である。而して蒸發曲線で見ると殆んど全部の水分は短時間に蒸發する。即ち此試料に於ては水分は殆んど全部が細かい割目の中に吸収され緻密な部分は殆んど水を吸収しないことが解る。

試料 E は此に類似の曲線を有して居るもので含水量は少なく直線的に蒸發する水分は最大である。而して殆んど全部の水は短時間に蒸發する。此試料の組織は極めて緻密な部分の間に粗鬆な部分が存

在し、殆んど全部の水分は此粗鬆な部分に存在する。

試料 D<sub>2</sub> は試料 B<sub>2</sub> に類似のものである 他のものに比し低温度で乾溜された物で質粗鬆である。殆んど全部の水は短時間に蒸發する。其他の試料は皆緻密な組織であつて直線的に蒸發する水分は少く且全部の水分を蒸發せしむるには非常に長い時間を要する。試料 A, B<sub>1</sub> 等は割目の多い裂け易いものであるが割目の無い部分は良好な組織を有して居ることが解る。第十八圖は各試片を5倍大に擴大した寫眞である。

### 第七節 骸炭の高温度に於ける燃焼實驗

骸炭が鑄鐵爐羽口の前面にて高温度に燃焼する時に其灰分は如何なる状態を呈するかを實驗して見た。實驗は極簡單にして骸炭の塊を電氣爐内にて 1,500°C 位に加熱し置き之に空氣を吹きつけて燃焼する状態を觀察した。骸炭の燃焼と共に灰分は小粒となつて骸炭表面に表はれ之が風の爲めに吹き飛ばされて他の粒と合して大粒となり骸炭の表面より滴下するに至る。而して風を吹きつけた部分は速かに燃焼する。此試料を爐より取り出して見ると表面は灰色に變じ小粒が附着し處々に大なる粒を見る。其状態は全く鑄鐵爐の出銑の終りに出銑口より吹き出された骸炭と同じである。更に顯微鏡下にて見る時は全面無數の小粒にて覆はれて居ることが解る。又試料を破りて其破面を見ると内部は何等の變化がない。燃焼は全く表面のみである。

此實驗結果よりして骸炭の灰分の含有量は大に燃焼速度に關係することが想像される。又其灰分の熔融點等も影響することを想像し得る。此等のことに就て尙研究中にある。

### 第八節 結 論

以上の各實驗結果を綜合して各骸炭の性質を考察して見た。

次表は各實驗結果をまとめたものである。

試料	比重	有孔率	平均反應度	骸炭本體の反應度	揮發物	通氣性	灰分
A	1.92	54%	72.8%	82.5%	6.5%	33%	15.3%
B <sub>1</sub>	1.93	49	73.6	82.0	8.0	25	17.6
B <sub>2</sub>	1.89	57	78.7	93.6	5.0	61	16.9
B <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	65	—
C	1.86	48	73.5	87.0	6.0	30	16.0
D <sub>1</sub>	1.96	40	45.9	66.4	4.0	20	19.4
D <sub>2</sub>	1.86	48	72.0	96.3	15	40	18.7
E	1.82	40	46.4	80.2	8.5	47	7.23
F	1.86	51	56.9	76.4	10	17	7.01

上表中揮發分は骸炭本體の反應度の實驗結果に依る。

通氣性は蒸發試驗にて直線的に蒸發する水分の百分率を取つた。

試料 B<sub>2</sub> は有孔率最も大で質粗鬆にして通氣性に富み反應度は最も高い。

試料 D<sub>2</sub> は氣泡壁弱く通氣性に富み揮發分は極めて多いが 1,000°C に加熱する時は大部分を失ふ、此試料は 1,000°C 以下で乾留されて製造されたものであらう。反應度は比較的低い。

試料 D<sub>1</sub> は最も緻密で通氣性も少ない揮發分至つて少なく反應度は特に低い。

試料 E は組織は前に述べた如く極めて緻密な部分の間に粗鬆な部分が介在して居る、爲めに小粒として實驗した反應度は、各粒は質緻密なる爲めに低い、之を粉末として實驗した即ち骸炭本體の反應度は割合に高い。揮發分は比較的多い。

試料 F の組織は極めて一樣なもので有孔率が大であるが通氣性は最も小である。即ち氣泡壁は強く且各氣泡は閉ぢられて居ることが解る。割目もなく且裂ける様なこともない良好なものである。骸炭本體の反應度は試料 D<sub>1</sub> に次いで低いものであるが有孔率の大なると揮發分の多い爲めに塊としての反應度は比較的高いものである。

試料 A は揮發分は少ないが反應し易い物質を割合に多量に含有して居る。且有孔率は大で反應の當初は反應度が甚だ高いが後には低いものになる。平均反應度は比較的低い又骸炭本體の反應度も比較的低いものである。

試料 B<sub>1</sub> は試料 A に似たものであるが揮發分は前者より少し多い。兩者共割目が多く裂け易いが此等のない部分は通氣性の少ない良好な組織を持つて居る。

試料 C は有孔率の比較的小さい、揮發物の少ないもので反應度は比較的高い。又骸炭本體の反應度も亦高い、比較的一様な組織を有し割目も少なく良好なものである。

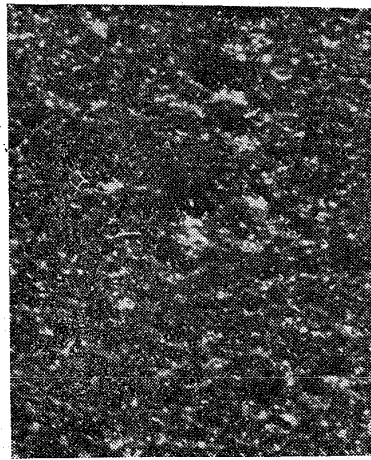
骸炭の一酸化炭素及炭酸瓦斯間の平衡曲線は高温度の場合は反應速度曲線より大體知ることが出来る。普通の骸炭の平衡曲線は第十二圖點線に示した様なものであらう。

試料 D<sub>1</sub> は粘結性の良好なものであるが此平衡曲線はもつと下方にある。

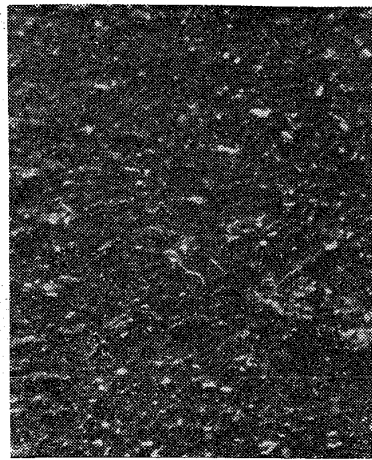
骸炭の反應度と鎔鑪反應との關係は興味ある問題であるが之は後にゆづる。

終りに臨み終始御指導下された俵教授に對し厚く感謝の意を表すると同時に實驗試料を御送り下された各製鐵所並に試料採取に努力された山岡武氏、廣瀬政治氏、葛誠四郎氏、川村吟次郎氏、諏訪常次郎氏等に對し厚く感謝する次第である。(東京帝國大學工學部冶金學實驗室にて)

第十八圖 蒸發試驗試片の寫眞



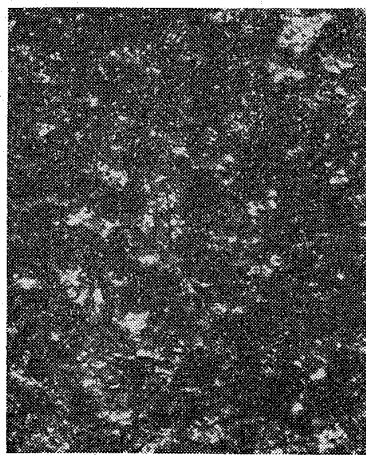
A x5



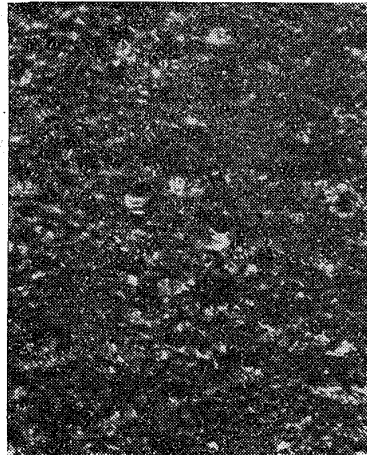
B<sub>1</sub> x5



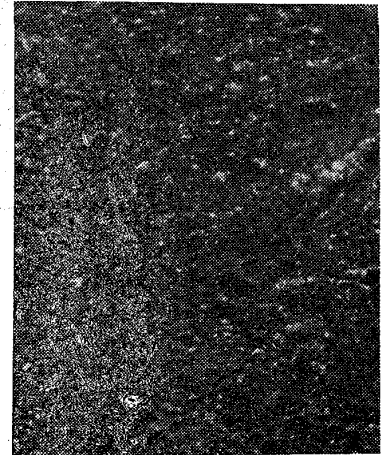
B<sub>2</sub>



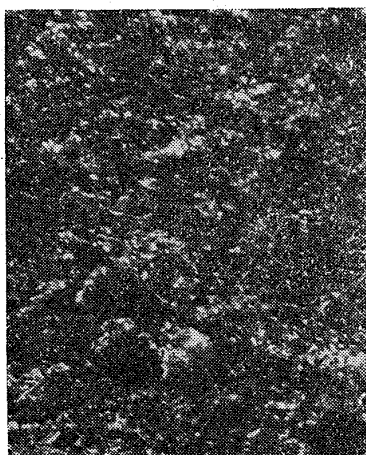
B<sub>3</sub> x5



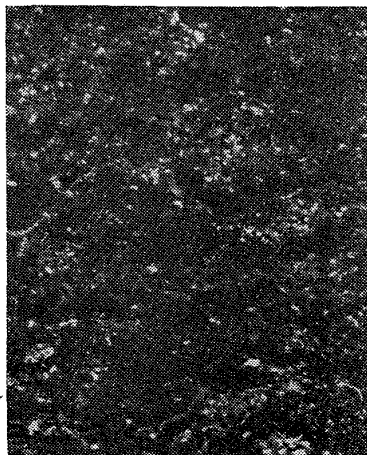
C x5



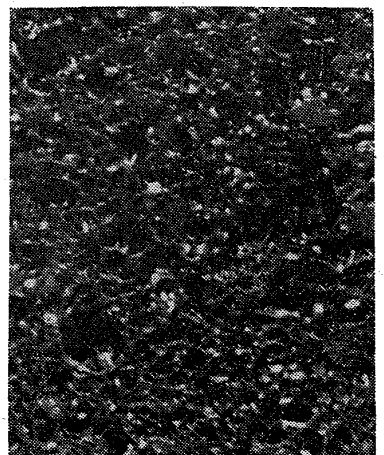
D<sub>1</sub> x5



D x5



E x5



F x5