

論 說

鐵—酸素—炭素系反應接觸劑の共通性

(日本鐵鋼協會 第 10 回 講演大會講演)

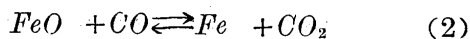
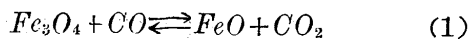
岩 瀬 慶 三*

I. 緒 言

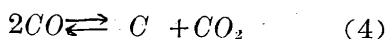
鐵鑛の還元、軟鋼の滲炭、鋼及鑄鐵の脱炭等は鐵、酸素炭素系に起るところの重要な反應であつて、之を接觸的に促進することは工業上必要なことである。此等の反應の内滲炭に就ては其促進法が古くから行はれてゐるが、還元に就ては著者の研究室に於て研究したのが最初であり¹⁾脱炭に就ては未だ文献すらもない²⁾。著者は此等の反應に對する接觸劑が互に共通すべしとの豫想の下に實驗を行ひ、強力なる接觸劑の探求を試みつゝあるのであるが、此等の詳細に就ては別に發表することとし、茲にはその 2～3 の結果を記して接觸劑共通性の事實を明かにしたいと思ふ。

鐵酸素炭素系に起る所の主なる反應は次の如くである³⁾

恒溫恒壓の下に於て不變系可逆反應としては



此外に氣相のみに就て



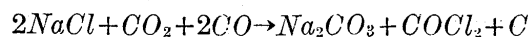
の反應がある。一變系としては上記の各固相と氣相間に平衡が成立つ、

此等の反應の外に固態炭素と各固相間の反應がある。此固相間の反應の速度は小なるものであつて (1)～(4) に比すれば無視し得べき程度であるが、工業上の還元法及滲炭法としては固態炭素を使用するが多い。此場合には固態炭素は反應室中に存在する酸素によつて先づ一酸化炭素となり、此一酸化炭素が (1)～(3) の反應に由つて還元及滲炭を爲し、其結果として生ず二酸化炭素は (4) の反應によつて再び一酸化炭素となり還元及滲炭が續行されるのである。此場合固態炭素は間接の還元及滲炭材となつてゐる。

先づ固態炭素を用いる場合から述べよう。

II. 固態炭素材を用いる反應

(I) 滲炭 鐵鋼の滲炭にアルカリ及アルカリ土金屬の炭酸鹽が接觸劑として作用することに就ては已に多くの研究があり實用化してゐる。此外に食鹽も亦滲炭の接觸劑として有效なることが知られてゐるが、その分量や作用の強さ等に就てはまだ明確なる文献がない。食鹽が有效であるならば、ナトリウム以外のアルカリ金屬及アルカリ土金屬の鹽化物も亦同様に有效であらうことは想像に難くない何となれば此等の鹽化物は例へば



の如き反應によつて炭酸鹽を生ずるからである

鹽化物を接觸劑とした場合の實驗結果は前記の豫想を裏書することは出来たが、已知の最強接觸劑たる $BaCO_3$ に比肩するものは殆どない事が判つた。以下には $BaCO_3$ 、

* 東北帝國大學金屬材料研究所

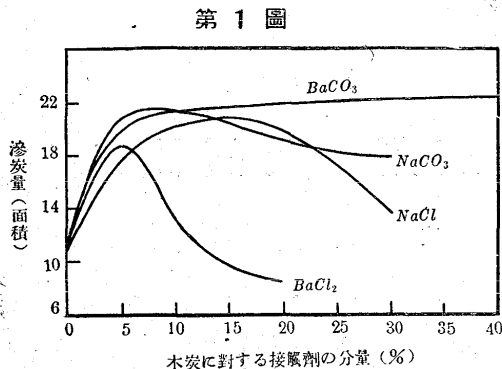
¹⁾ 岩瀬、福島、齊藤、金屬の研究 8(1931), 311; 岩瀬、小林同上 8(1931), 355. 岩瀬、本誌 17(1931), 6.

²⁾ 菊田、同上 7 (1930), 4-7

³⁾ 岩瀬、同上 2 (1925), 257

Na_2CO_3 の比較及び各鹽化物の接觸能の比較を示すに止める。

第1圖は BaCO_3 , Na_2CO_3 , BaCl_2 及 NaCl の分量 木炭粉に對する (%) と滲炭量との關係を示し 950°C の實驗



結果である。 BaCO_3 はその分量が多くなる程滲炭量が増してゐるが10~20% 位が能率よく、それ以上は分量を増しても滲炭量の増加は極く僅かである。之に反し BaCl_2 , Na_2Cl_3 及 NaCl は何れも最適分量があつて之を超すと反つて滲炭量が減少し殊に BaCl_2 に於て此傾向が著しい。15~20% BaCl_2 は木炭のみよりも反つて滲炭量が劣つてゐる。

各種の接觸劑に就て第1圖の如き曲線を求めてその最適量と滲炭量とを比較して第1表を得た。

第1表 接觸劑最適量とその滲炭量(950°C , 2時間加熱)

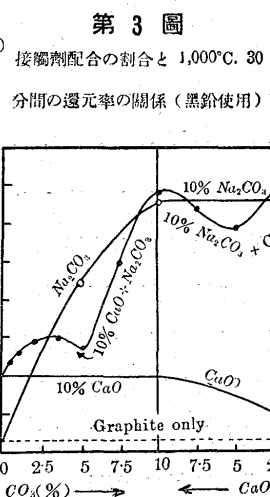
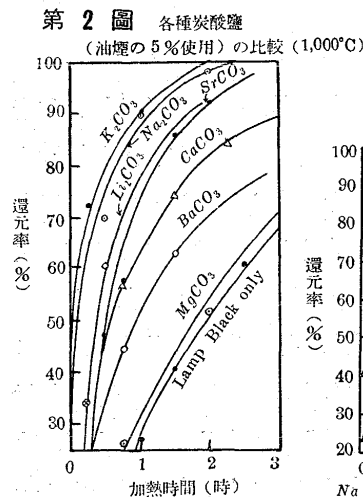
順位	接觸劑	最適量 (木炭に對する%)	滲炭量	順位	接觸劑	最適量 (木炭に對する%)	滲炭量
1	BaCO_3	10~20	21.7	7	苦汁 (MgCl_2)	5	13.6
2	Na_2CO_3	8~10	21.6	8	CaOCl_2	15	12.4
3	NaCl	10	21.1	9	SrCl_2	3	11.2
4	BaCl_2	5	18.7	10	CaCl_2	3	11.0
5	LiCl	7	18.5	11	木炭のみ	—	10.8
6	KCl	7	14.7				

即炭酸鹽の外にアルカリ及アルカリ土金屬の鹽化物は何れも滲炭の接觸劑として作用する。一般に炭酸鹽の方が鹽化物よりも、又アルカリの方が土アルカリよりも作用が強い、但 BaCO_3 のみは例外となつてゐる。表中 CaOCl_2 は即漂白粉で CaCl_2 よりも作用が強いのは面白い現象である。

因に上記の實驗試料はアームコ鐵の徑 5mm 長さ150mm の丸棒、滲炭劑は-65 眼の木炭末で之と接觸劑の粉末とをよく混合して鐵製容器に入れ、試料をこの中に埋めネヂ附の蓋をして 950°C に2時間加熱して滲炭量を檢鏡した。滲炭量を表はすには試料の表面より内方に至る深さと各深さに於ける炭素量との關係を示す座標圖から測つた面積を

以つてした、此面積は滲炭による重量増加に相當する。後者を直接に測ることは試料の表面に微細な黒鉛が密着して誤差を生じ易い場合があるので省いた。

(II) 還元 以上の接觸劑の内炭酸鹽が鐵鑛その他の金屬酸化物の還元の際しても矢張り接觸劑として作用することに就ては第6回の本講演大會に於て已に發表したことがある。その一例を挙げると第2圖は砂鐵を油煙(灰分を含まない非晶性炭素として選定)で $1,000^\circ\text{C}$ に於て還元する際、油煙に對し5% の接觸劑を加へた場合の還元時間と還元率の比較で、後者が接觸劑たる炭酸鹽の添加によつて著しく増大することが判る。還元率は K , Na , Li , Sr , Ca , Ba , Mg の順で MgCO_3 は殆ど作用がない。アルカリは土アルカリよりも作用強く、金屬の順位は Ba 以外は何れも週期率からみて順當である。



第3圖は2種の炭酸鹽を混合した場合の混合の割合と還元率の關係で何れも還元材たる黒鉛に對する百分率で表はしてある。炭酸鹽を單獨に使用した場合に比し、混合した場合の接觸能は可なり違つて来る。此實驗も試料は砂鐵、還元劑は-200 眼の黒鉛 $1,000^\circ\text{C}$ 30 分間の加熱である。

滲炭の場合と同様に鐵鑛その他金屬酸化物を還元する際にアルカリ及アルカリ土金屬の鹽化物や CaOCl_2 の如きも亦接觸劑として作用すべき事は想像に難くない。

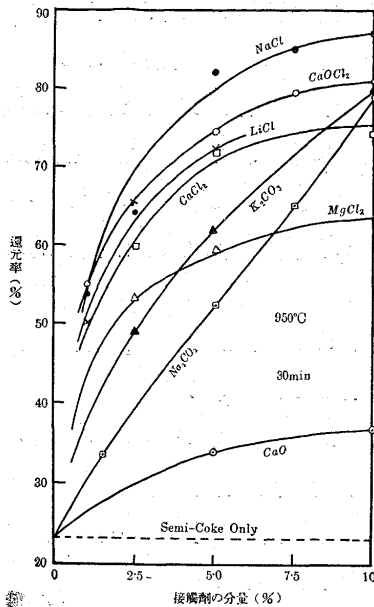
砂鐵に關するこの方面の研究は最近發表せられることになつてゐるが¹⁾ 第2~3 圖に比較する爲に茲に第4~5圖を示さう。

第4圖は 950°C -30 分加熱による砂鐵の還元率と接觸劑の分量の關係を示し、鹽化物と炭酸鹽との比較がしてある即此圖より明かなる如く NaCl , LiCl , CaCl_2 , CaOCl_2

¹⁾ 岩瀬、福島、金屬の研究 10 (1933) 230.

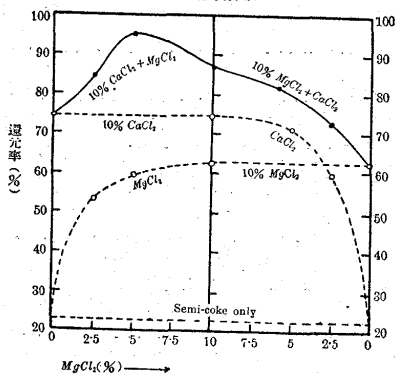
第4圖

接觸劑の分量と950°C. 30分間の還元率の比較



第5圖

接觸劑配合の割合と950°C. 30分間の還元率の關係 (半成炭使用)



及 $MgCl_2$ は何れも砂鐵の還元に対し著しい接觸的作用を有してゐる。圖中の K_2CO_3 , Na_2CO_3 , CaO の曲線が示す如く、鹽化物の作用は炭酸鹽に比し少量に於て強力である。

第5圖は同じく砂鐵の還元 $CaCl_2$ 及 $MgCl_2$ を混合した場合の還元率で第3圖の如き極小點は此場合には存在せず、混合によつて還元の著しい促進を示してゐる例へば。半成炭炭のみで24%の還元率にすぎないものが、 $MgCl_2$ 10%を加へることによつて63%となり $CaCl_2$ 10%加へることによつて75%となり $CaCl_2$

10% 更に $MgCl_2$ 5% 加へることによつて95%に上昇してゐる。斯様に著しい接觸劑の効果は炭酸鹽では見られない、一般に鹽化物の方が炭酸鹽よりも還元に対してはより強力で此點は滲炭の場合と反對である。

(III) $C + CO_2 \rightarrow 2CO$ (I~II) の滲炭及還元は何れも多量の固體炭素の存在によつて行はれたものである。従つて接觸劑の作用は(1)~(3)式の左から右への反應を促進するものであるか、或は又(4)式の反應の右から左へ即 $C + CO_2 \rightarrow 2CO$ の反應を促進するものであるかは以上の實驗のみでは俄かに判斷を下し難い。

前記の各種接觸劑が $C + CO_2 \rightarrow 2CO$ の反應を促進するものであることに就ては斷片的の文献はあるが、アルカリ及アルカリ土金屬の炭酸鹽酸化物の全般に通じての文献はない。¹⁾

¹⁾ H. S. Taylor & H. A. Neville, Journ. Amer. Soc., **43**(1921), 2055 D. A. Fox & A. H. White, Ind. Eng. Chem., **23**(1931), 259.

今 1,000°C に加熱せられてゐる黒鉛上に CO_2 を通じて出て來る瓦斯中の CO の分量を測定すれば上の反應の進行度を定性的に知る事が出来る、此場合黒鉛に對し5%の鹽類を之とよく混合した場合の結果は第2表の如くなつた即明かに此等の鹽類は上の反應を接觸的に促進するものである事が判る。

第2表 $C + CO_2 \rightarrow 2CO$

接觸劑	排氣中の CO の% (容積)	接觸劑	排氣中の CO の% (容積)	接觸劑	排氣中の CO の% (容積)
なし	30	$CaCO_3$	56	$SrCl_2$	62
MgO	28	$SrCO_3$	68	$BaCl_2$	73
CaO	50	BaO_3	74	K_2CO_3	85
SiO	70	$MgCl_2$	30	Na_2CO_3	80
BaO	76	$CaCl_2$	56	Li_2CO_3	50
$MgCO_3$	30				

アルカリ鹽化物に就てはその接觸能を明かに認め得るも 1,000°C の如き高温度にてはその蒸氣壓の大なる爲上記の鹽類と比較すべき値が得難かつたが何れも 40~50% CO の値を得た。即 $C + CO_2 \rightarrow 2CO$ の反應が此等の鹽類によつて促進せられる事は明かである。

従つて固體炭素劑による滲炭及還元が上記の接觸劑によつて促進せられるのは(1)~(3)式の反應に上つて生ずる CO_2 を更に CO 變化せしむる反應が促進せられ結局に於て滲炭及還元を促進するものであることが判る。然し乍ら此事實は(1)~(3)式の左より右への反應が此等の接觸劑によつて促進せられないと云ふ結論にはならない、此點を確かめるには瓦斯によつて直接に(1)~(3)式の→の反應を調べるより外にはない。

$C + CO_2 \rightarrow 2CO$ の反應に對しては促進力のない $MgCl_2$ が還元には著しい効果を表はしたり $C + CO_2 \rightarrow 2CO$ に強力に働く $BaCO_3$ が還元には反つて $CaCO_3$ よりも微力であるが如きは此等の結果が $C + CO_2 \rightarrow 2CO$ の促進のみによるものでない事を指示してゐるものとも考へられる¹⁾

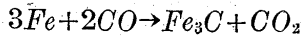
III. CO を用いる反應

(I) 滲炭 CO 瓦斯による鐵鋼類の滲炭に對してアルカリ及びアルカリ土金屬の炭酸鹽類が接觸的促進の作用を有することに就ては最近に於ても高橋源助博士の研究がある²⁾。鹽化物に就ては文献がない様であるが、II に述べ

¹⁾ $MgCl_2$, $CaCl_2$ の如きは吸濕性が大であるから還元の實驗には充分注意して H_2O を除いたが、勿論嚴格に水の影響なしとは保し難い。

²⁾ 高橋源助、金屬の研究 **4**(1927), 169; **6**(1929), 186

た各種の實驗よりして鹽化物も亦同様の作用を有すべき事は斷定に難くない。従つて (3) の反應即

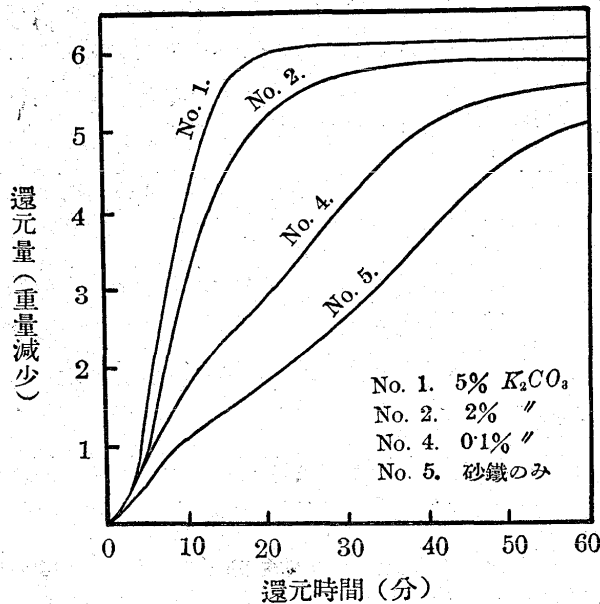


の反應に對し此等の鹽類は接觸的の働らきを有するものと云ひ得る。

(II) 還元 砂鐵の CO による還元に對しアルカリ炭酸鹽が接觸的の作用を有することに就ては已に前報に之を報告した¹⁾。第6圖は此實驗結果である。此實驗は熱天秤を使用し 0.1 瓦の砂鐵をとつて 1,000°C の下に 75cc/min

第 6 圖

還元時間 (分) 熱天秤による砂鐵の CO 還元



の CO 瓦斯を送つて、還元による重量減少を測定したのであるが、固態炭素による還元實驗の如く 5~10 gr の試料をとつて同じ様な装置で行つた場合には CaO に就ては接觸的の效果を見出すことが出来なかつた、之は凡らく後者の如き實驗法では接觸劑が存在せずとも還元が速に進む爲に、接觸劑を加へてもその效果の表はれる餘地がないと考へられる。従つて更に之に工夫を施し CO に CO₂ を混

第 3 表 5%CO₂-95% CO による Fe₂O₃ 其他の還元に對する BaCO₃ の影響

試料(瓦)	BaCO ₃ (瓦)	還元率 (%)	差	試料(瓦)	BaCO ₃ (瓦)	還元率 (%)	差
Fe ₂ O ₃ (5gr)	1	28.64	12.90	厚板滓(5gr)	1	23.32	9.51
"	0	15.74		"	0	13.81	
"	1	24.07	10.48	砂鐵(10gr)	1	12.70	3.50
"	0	13.59		"	0	9.20	
厚板滓(5gr)	1	23.12	10.08				
"	0	13.04					

じてその還元力を弱め、接觸劑の存否による還元率の相違あるや否やを検した。その結果は上表の如くなつた。

即 BaCO₃ の效果は第6圖の K₂CO₃ 程の大なる效果ではないが、明かに接觸能の存在を肯定するに充分である即 (1) 及 (2) の反應に對してもこれらの炭酸鹽は接觸的に作働。尙 CaO による接觸反應に就ては脱炭の處にのべるが、矢張り (1) 及 (2) の反應に對し CaO が接觸的に作用することを證明し得た。

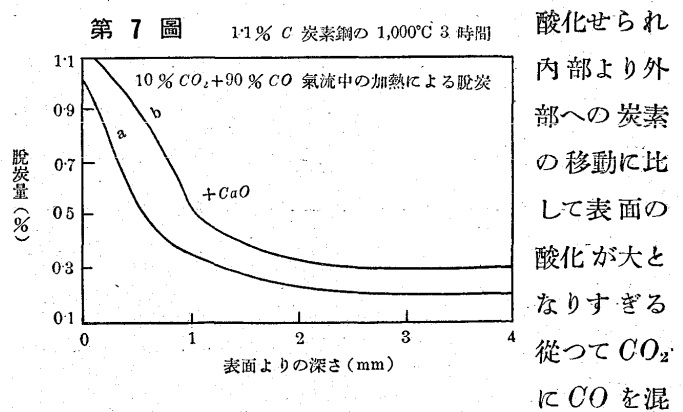
鹽化物に就ては實驗を行はなかつたが之は前記各種の實驗結果から見て容易にその作用を推定しうる。

(III) 2CO → C + CO₂ 此反應に對してアルカリ及アルカリ土金屬の炭酸鹽が接觸的の促進作用を有することに就ては前記高橋博士の實驗結果に由つても明かであり、鹽化物に對しても同様の推定を下しうる。

IV. 鋼及鑄鐵の脱炭

鑄鐵の脱炭には酸化鐵と共に試料を熱する方法が行はれてゐる¹⁾。此場合に於て上記の各種鹽類が接觸的に働くべき事は容易に豫想出来るので各種の實驗を行つたのであるが、脱炭促進の機構を考へる上に於ては CO₂ による脱炭を必要とした、従つてこの方から先に述べることゝしやう

(I) CO₂ による脱炭 CO₂ を以て鑄鐵又は鋼の脱炭を行なふ際に餘り CO₂ が多いと脱炭後の試料の表面が



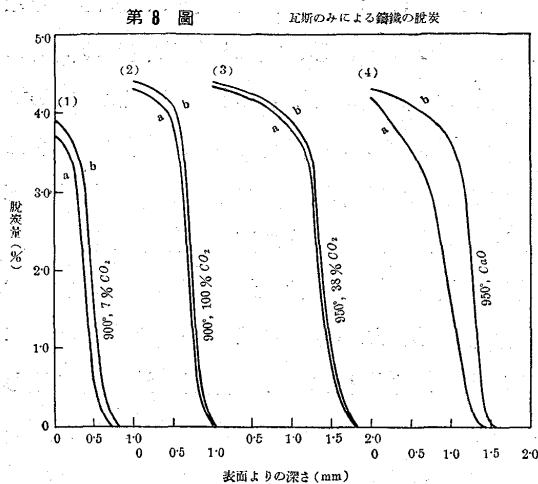
酸化せられ内部より外部への炭素の移動に比して表面の酸化が大となりすぎる従つて CO₂ に CO を混合せる瓦斯を以て酸化した。(瓦斯による還元の前實驗と同様 CO と CO₂ を混合する外は常に Fe-C-O の平衡圖によつた事は勿論である)

第7圖は 1.1% C の瑞典炭素鋼 (徑 8 mm 長 50 mm の丸棒) を 1,000°C に於て 10%CO₂, 90%CO の氣流中で 3 時間加熱した時の脱炭量で a は瓦斯のみ、b は CaO を試料に塗つた場合である。又第8圖は同様の實驗を鑄鐵に就

¹⁾ 岩瀬、福島、齊藤、前掲

¹⁾ 菊田、金屬の研究 7(1930),487

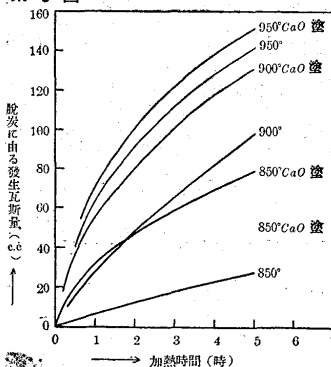
て行つた場合で a は瓦斯のみ b, は CaO を用いた場合である。(4) は之と比較する爲に Fe_2O_3 で脱炭した場合である。第 7, 8 圖の結果は些少なから CaO の存在は脱炭を促進せしめるものと云ふ事が出来る(第 8 圖に於て(1)



a, b の差が少なくはあるが實驗誤差によるものでないことを示してゐるものと見る事が出来やう)。

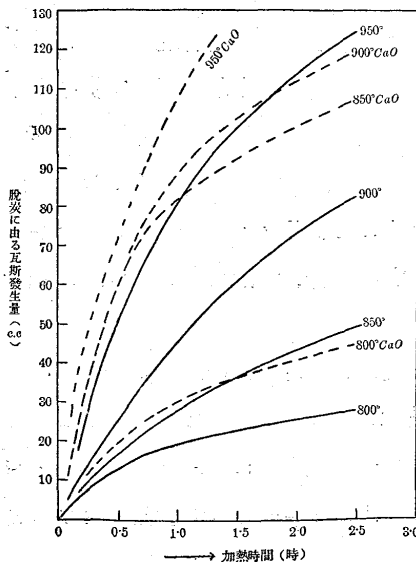
鋼の場合に於ては太洲田中の C が氣相の CO_2 によつ

第 9 圖 各温度に於ける炭素鋼 (1.1% C) の脱炭



第 10 圖

CaO に由る脱炭促進に對する温度の影響 (800~950°) (輪西白鉄)



~(3) 何れも高温又は CO_2 の多い程換言すれば酸化力の強い場合程 a, b の差が少なくなつてゐるのは

て酸化されるものであり、鑄鐵の場合に於ては此外に(4)の反應によつて黒鉛が酸化されるのと(3)の逆反應によつて Fe_3C そのものが酸化されるのとの2つの反應が起つてゐるものと考へねばならぬ。此等の反應

の内太洲田の脱炭反應が CaO の存在に由つて促進せられることは第 7 圖の結果より明かであるが Fe_3C の酸化反應に對しては以上の結果からは何等判定出来ない(後節参照)因に第 7, 8 圖の曲線は試料の檢鏡によつて炭素量を目測したものであり

殊に鑄鐵の場合に於ては黒鉛炭素の存在を無視して地の炭素量のみを判定したのであるが、前記の比較には略差支へないものと目測した。

(II) 酸化鐵による脱炭 酸化鐵を用いて脱炭を行ふ場合に於ては(I)に於けると同様の脱炭反應が進行する外にこの反應によつて生ずる CO を更に酸化鐵が酸化する反應が行はれる。此發生機とも稱すべき CO_2 が試料を脱炭する力が強いものである。

實驗法は前記文献¹⁾に倣ひ磁製ボート上に試料をのせ Fe_2O_3 を被ひ石英管中にて加熱し發生する瓦斯の容積を測り之を以つて脱炭量の尺度となすのである。

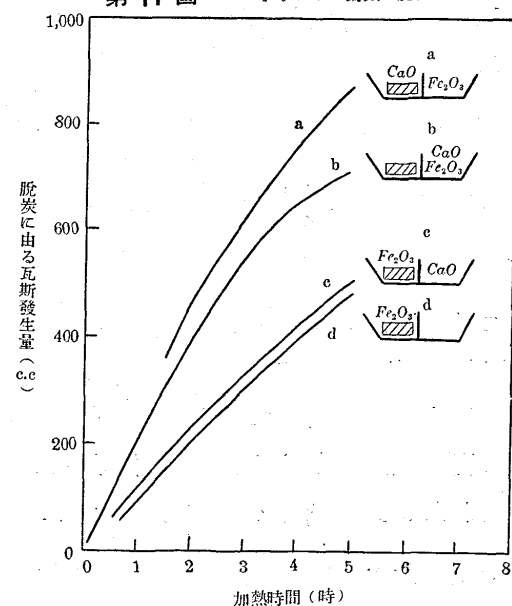
第 9 圖は 1.1% C の瑞典鋼、第 10 圖は輪西白鉄に對する實驗の結果で何れも CaO の存在が脱炭を接觸的に促進してゐることが明かであると同時に、瓦斯のみによる脱炭の場合に比して CaO の効果が大きとなつてゐることが目立つ。酸化鐵の還元が CaO の存在によつて促進されることがこの相違を招來したものと考へられる。

以上の脱炭實驗は CaO のみを用いたのであるが此外に炭酸バリウム、鹽化アルカリ、土アルカリ等を用いた實驗に於ても程度の差こそあれ何れも接觸能の存在を認めることが出来た。

尙之に附隨して種々の脱炭實驗を行つたのであるが之は別にまとめて報告することとする。

(III) 酸化鐵を用いる脱炭實驗によつて、"瓦斯のみによる還元及脱炭反應に於ける CaO 存在の影響"を間接的に證し得ること。

第 11 圖 Fe_2O_3 による鑄鐵の脱炭



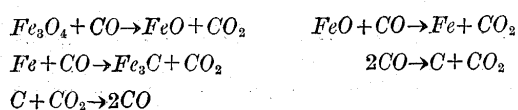
酸化鐵による脱炭實驗に際し第 11 圖に示す如く酸化鐵及 CaO と試料(瑞典木炭鉄 4.3% C)との接觸の仕方を種々變化して、脱炭量

¹⁾ 菊田、前掲

を測定して同圖の如き結果を得た。即 c 及 d の如く CaO がボート中に在るも試料又は Fe_2O_3 に觸れない時は之が存在せぬのと殆ど脱炭量が變らない。然るに試料には Fe_2O_3 及 CaO を觸れしめず、 CaO と Fe_2O_3 とを混合しておくると b の如く脱炭が c よりも早い (CaO のない時に Fe_2O_3 が試料に觸れてゐる方が觸れてゐない時よりも少しく脱炭が早い) のは Fe_2O_3 の CO による還元が CaO の存在によつて早められ従つて CO_2 による脱炭が促進せられたのであり、更に a の如く試料に CaO を觸れしめ Fe_2O_3 は試料及 CaO と相觸れしめぬ時は b よりも脱炭が早い、之は CO_2 による脱炭が CaO によつて促進せられる事を意味し、同時に a, b の比較よりして Fe_2O_3 の還元よりも試料の脱炭の方がその進行の徐々たる事を意味してゐるものと考へられる。

總 括

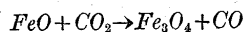
以上各種の實驗よりして鐵-酸素-炭素系に起る所の諸反應の内



に對してはアルカリ及アルカリ土金屬の炭酸鹽、鹽化物、鹽酸化物が接觸劑としての共通性を有することを結論し得る。又



の反應に對しては直接に實驗的の證明は試みなかつたが此兩反應の中間反應である處の太洲田の脱炭に對しては矢張り接觸反應の存在を證し得たのであるから、以上の二反應に對しても同様に見做しうる。尙一般に接觸劑は平衡反應に對してはその正逆何れに對しても接觸能のあることは認められてゐる事であるから之より類推すれば矢張り同様に結論しうる。又



に對しても同様の結論を下しうる。

即此等の鹽類は鐵-酸素-炭素系のすべての反應に對して接觸劑としての共通性を有するものである。

終に以上各種の實驗は福島、齋藤、小林、川口、佐野及太田の諸氏が擔當せられたるものなる事を記して謝意をしたい

附記 接觸作用の機構に就て 以上に述べた如く鐵-酸素-炭素系の諸反應に對しアルカリ及アルカリ土金屬の炭酸鹽及鹽化物が接觸的作用を爲すのであるが、この接觸

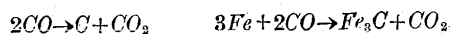
作用の機構如何は次に研究すべき重要な問題である。一般に接觸作用の機構に就ては理論化學的に幾多の學說があるから、上記の作用機構も亦此等の學說の何れかによつて満足に説明される事と思ふが、果してどの學說によるものであるかに就ては著者の研究はまだそこまでは進んでゐないから、之は後にゆづる事とし、茲には滲炭促進の機構に對する比較的新しい學說に對し著者の見解を附記したい。

炭酸鹽が滲炭作用を促進する機構として高橋源助氏¹⁾は炭酸鹽が CO を分解する作用ある事を發見し、且此分解して生じたる炭素が密に試料及その附近に附着し居り、かゝる状態に於ける試料の滲炭度は、炭酸鹽が存立せず、従つて CO の分解も認められる程度には起つてゐず、試料に炭素の密着せる事もなき場合に於ける試料の滲炭度に比して著しく大なる事實を發見し、直ちに之を以つて炭酸鹽が滲炭を促進する機構は此分解によつて生じたる炭素が特殊の機能をも有するによるものならんと假定し、此炭素を發生機の狀態に在りと名づけ此炭素が滲炭能が速かであるとの説を發表せられた。氏の實驗記録を仔細に檢するに、此所謂發生機狀態の炭素が活性の著しいと云ふ積極的の證明はない、唯假定されてゐるのみである。

高橋氏の學說の由つて來る處は即

CO が分解して炭素が析出する事實と滲炭が促進されてゐる事實

とが偶然にも一緒に起つたと云ふにすぎない。著者は接觸劑共通性の事實からして此現象は



の兩反應が同時に同じ接觸劑で促進せられてゐるものと思ふのである。

高橋氏の所謂發生機の炭素なるものが普通の炭素に比してより活性であるべき事は想像に難くないが、此炭素が氣態に非ざる限りは CO の分子よりも小なる筈なく従つてより活性なるべき筈もない。滲炭の反應は主として CO と Fe との反應によるものである。

固態炭素を滲炭材とする場合、炭酸鹽等によつて滲炭の促進されるのは

(1) $3\text{Fe} + 2\text{CO} \leftarrow \text{Fe}_3\text{C} + \text{CO}_2$ の反應が促進され、之によつて生じた CO_2 が

(2) $\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2\text{CO}$ によつて再び滲炭能を復活する反應が矢張り促進されそれ以外に

¹⁾ 高橋源助、金屬の研究 (1927), 169

(3) $2CO \rightarrow C + CO_2$ によつて試料の表面に密着する炭素が普通の炭素よりも活性である爲に一部は固態として鐵と化合もしようし又(2)の反應をも促進するのである

う。

此等の三重の作用によつて滲炭が著しく促進せられるのであろう。

鑄鐵の物理的性質に及ぼす燐の影響に就て

(日本鐵鋼協會 第 10 回講演大會講演)

ON THE INFLUENCE OF PHOSPHORUS UPON THE PHYSICAL PROPERTIES OF CAST IRONS

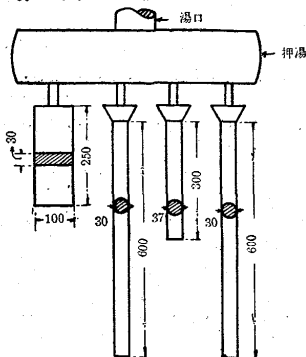
SYNOPSIS:—The purpose of this research is to determine, if possible, the promissible and suitable percentages of phosphorus in the cylinder-liner-cast irons of Diesel Engines. The author, as the samples, took two classes of cast iron one of which is the low carbon and the other is the high carbon cast iron, and each of that has six kinds of phosphor-contents that is 0.10, 0.20, 0.35, 0.50, 0.65, and 0.80 percentage respectively. The results of bending, tension, compression, hardness, impact and wear testing show that the low carbon class cast iron gives the descending properties as the increasing percentage of phosphorus instead of the contradict for the high carbon class. While respect to the cylinder liner cast iron, the author will be permitted to decide the suitable ammount of phosphorus as 0.30 or 0.35 percentage considering the results of testing.

石 黒 一 彦*

1. 試験材の鑄込寸法及配合成分

試験材は總て坩堝爐にて熔解し乾燥型に鑄込み其の鑄込寸法を第 1 圖に掲げる、即同一配合の地金から横 100 mm 縦 250 mm 厚み 30 mm の角材 1 個、徑 37 mm 長さ 300 mm の丸材 1 本、徑 30 mm 長さ 600 mm の丸材 2 本、合計 4 個の試験材を鑄込んだ、但何れの場合に於ても鑄込溫度を約 1,400°C とし型の溫度を約 80°C とした。

第 1 圖 試験材料鑄込寸法



諸實驗に供した試験材は之を高炭素系と低炭素系に大別する事が出来其各々に就て燐含有量を大概 0.10, 0.20, 0.35, 0.50, 0.65 及 0.80% の 6 種に變へ他の珪素、滿俺及硫黃等は略々一定にした今其配合成分を第 1 表に掲げる。

第 1 表から燐含有量と炭素含

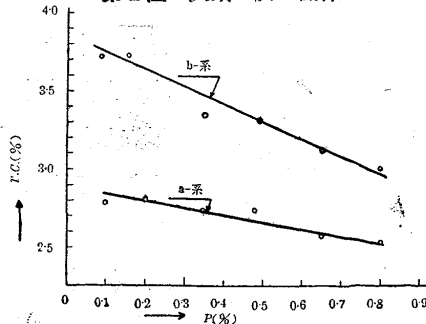
第 1 表 試験材の配合成分

符 號	T.C	G.C	C.C	Si	Mn	P	S	Fe
a-10	2.78	2.21	0.57	1.20	0.97	0.098	0.065	殘部
a-20	2.81	2.02	0.79	1.20	1.00	0.200	0.063	〃
a-35	2.73	2.05	0.68	1.21	1.14	0.345	0.067	〃

符 號	T.C	G.C	C.C	Si	Mn	P	S	Fe
a-50	2.73	2.12	0.61	1.24	1.03	0.430	0.078	〃
a-65	2.57	1.86	0.71	1.13	1.03	0.650	0.058	〃
a-80	2.53	1.38	1.15	1.24	1.03	0.800	0.068	〃
b-10	3.71	3.16	0.55	1.30	1.34	0.084	0.032	〃
b-20	3.72	3.13	0.59	1.27	1.27	0.156	0.035	〃
b-35	3.34	2.85	0.49	1.24	1.09	0.350	0.064	〃
b-50	3.31	2.82	0.49	1.24	1.03	0.490	0.068	〃
b-65	3.11	2.62	0.49	1.28	1.03	0.650	0.060	〃
b-80	3.00	2.51	0.49	1.54	1.11	0.800	0.060	〃

有量との間に密接な關係が存在することが判る、此問題に就ては既に Stead¹⁾ Fettweis²⁾, Wüst³⁾ 其他の人々に

第 2 圖 炭素と燐の關係



依つて研究され充分明瞭にされて居るので有るが唯今の場合は等兩者の關係を圖示することは無駄で無いと考へられるから夫を第 2 圖に示す、之に依ると a 系及

b 系共に燐含有量の増加に伴つて炭素含有量は似寄つた減少の傾向を示すが併し一致しない、之は配合地金の種類、チャージの状態及其他のものに影響されるもので有るから

¹⁾ J. Iron Steel Inst. Bd. 58. S. 109. 1900

²⁾ Metallurgie 1906. S 60

³⁾ Trans. Am. Foundrymen's Ass. Bd. 33