

鋼板に對する瓦斯切斷の影響

(第 35 回講演大會講演) 阿部 富美夫* 齋藤 利生*

EFFECTS OF OXYGEN-ACETYLENE GAS-CUTTING ON STEEL PLATES

Fumio Abe, Toshio Saito

Synopsis:— In order to determine the effects of oxygen-acetylene gas-cutting on steel plate, we have measured the temperature distribution in steel plates during the cutting procedure of steel plates 10 mm thick of various carbon contents under equivalent conditions.

We have examined also the variation of micro structures as well as mechanical properties, and how the latter being improved by the heat treatment after cutting procedure.

I 緒 言

瓦斯切斷に依り鋼板の切斷縁が硬化し爾後の機械加工に困難を來すことは一般によく知られてゐる。瓦斯切斷の冶金學的影響に關しては既に種々の研究が行はれてゐるが、尙確たる結論に達してゐない分野もある様であり、且筆者等の工場で採用して居る作業方式の改善に資する爲、鋼板に及す酸素—アセチレン瓦斯切斷の影響に就いて研究することにした。

瓦斯切斷に依る鋼板の組織變化のみならず機械的性質の變化、歪、龜裂、残留應力等の問題はすべて切斷熱に依る急熱、急冷の結果であるから先づ熱電對に依り切斷熱に依る鋼板の溫度分布を測定し、次ぎに各種炭素鋼板を試験切斷して組織變化並びに機械的性質の變化を明らかにし且つ瓦斯切斷後の熱處理に依り材力がどの程度恢復するかを調べた。

II 實驗材料及切斷法

實驗試料は板厚 10 mm の壓延鋼板を主として使つた。成分は第 1 表の如くである。

第 1 表 實驗材料成分

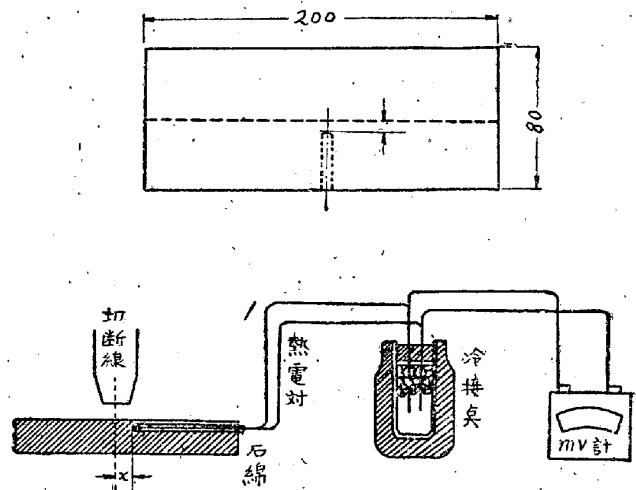
符 號	C	Si	Mn	P	S
C 2	0.23	0.25	0.38	0.017	0.004
C 4	0.41	0.27	0.52	0.018	0.004
C 5	0.56	0.31	0.49	0.027	0.005
C 7	0.72	0.28	0.80	0.029	0.005
C 8	0.82	0.28	0.39	0.017	0.003

鋼板は壓延後 830°C にて焼鈍し 80×200 の試験片を造つて中心を瓦斯切斷した。切斷は帝國酸素製同心式 A2 水口を用ひ、酸素壓力 3.0kg/cm²、切斷速度 0.40~0.54cm/sec で行つた。

III 切斷熱に依る鋼板の溫度分布

切斷面よりの距離と溫度との關係を求める爲、板厚

10mm, 20mm の二種の C5 の表面に近い箇所の溫度を測定した。測定装置は第 1 圖の如くで鋼板の側面から各種深さの孔を穿ち、白金—白金ロヂウム熱電對を挿入した儘瓦斯切斷し 5 秒毎に溫度變化を測定した。切斷面の溫度は切斷作業中の溶鋼を光高溫計で測定した。之は瓦斯や焰を通して酸化面を測定したもので正確なものではないが酸化鐵の emissivity は 1 に近いので測定値をその儘採用した。

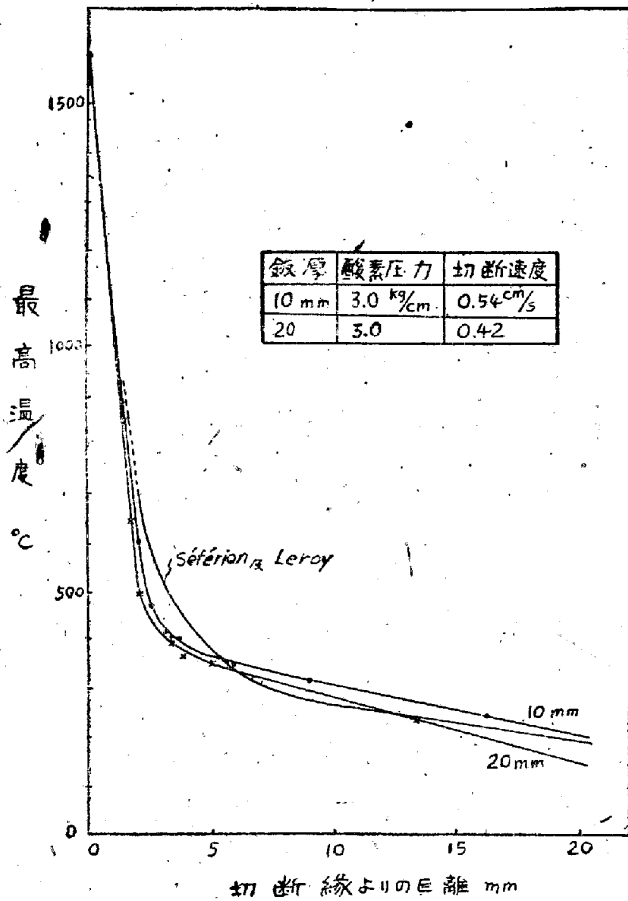


第 1 圖 溫度測定要領

瓦斯切斷後測定孔の箇所を鋸で切斷し、瓦斯切斷面と測定孔の底との間隔を測り正確な切斷面よりの距離とした。最高溫度と距離との關係は第 2 圖の如くである。第 2 圖に依れば一定距離に對する最高溫度は板厚の厚い方が若干低くなつてゐる。變態點以上迄急熱急冷される部分は切斷面から約 1.5mm 程度で此の範圍は影響の甚だしい部分である。

第 2 圖の關係は鋼種に依つて大差はないから、瓦斯切斷に依る組織變化の程度は鋼材の成分と第 2 圖から推定出来る。

* 日本製鋼所室蘭製作所研究部



第2圖 切斷面よりの距離と最高温度

測定結果を Séférian 及 Leroy 等の結果と比較すると、若干の誤差はあるが之は兩者の切斷作業に於ける條件即ち切斷器、火口の種類、切斷速度、酸素壓力、試料の大きさ等が異なる爲で大體の傾向は同様で測定の正しいことが判る。

IV 瓦斯切斷に依る組織變化

各種含炭量の炭素鋼板を同一條件で試験切斷し、切斷線を檢鏡して熱影響部の程度及大きさを調べた。組織變化は表面に於て最大で平均2.3~4.0mmである。何れも切斷線にはソルバイトの薄層があり高炭素のC5, C7, C8 ではその内部にマルテンサイトの層が見える。之は切斷面は直接空冷されるが内部は鋼材自身の熱傳導に依り更に早く冷却される爲と思はれる。高炭素鋼板では此のソルバイト層の板厚の中央以下に共析以上に加炭された針狀のセメントイトが見られる。

炭素量0.50以上の材料では組織變化は相當甚だしく焼入状態を呈してゐる。C2, C4 では母材はフェライトとパーライトとの帶狀組織であるが、切斷線に近い所は之が急熱急冷に依りマルテン+ソルースタイトとグイードマン組織との交互の層をなしてゐる。

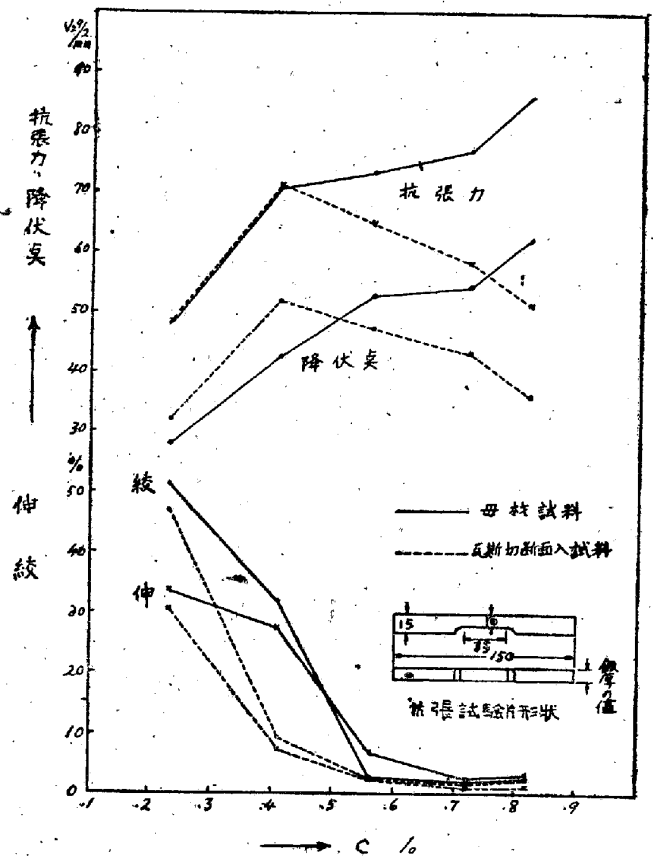
V 瓦斯切斷に依る機械的性質の變化

切斷熱に依る組織變化から考へても切斷線は母材とは相當の材力の差異を生ずることは推察される。依つ

て瓦斯切斷面を含むものと母材からと二種の試験片を造り、瓦斯切斷に依る各種材力の變化を比較した。

i 硬度試験 瓦斯切斷面を磨きヴィツカース硬度計で數ヶ所を測定した。切斷面の硬化は低炭素のC2 ですら相當な端面の硬化を示し高炭素材料では端面は焼入と同程度の硬度を示してゐる。しかし極端な硬化は端面より1~1.5mmの範圍だけで5mmの位置では大體平常に復してゐる。之は前に述べた温度測定結果の變態點以上に急熱急冷される部分が約1.5mm迄であることと一致する。

ii 抗張試験 第3圖に抗張試験の結果を示す。

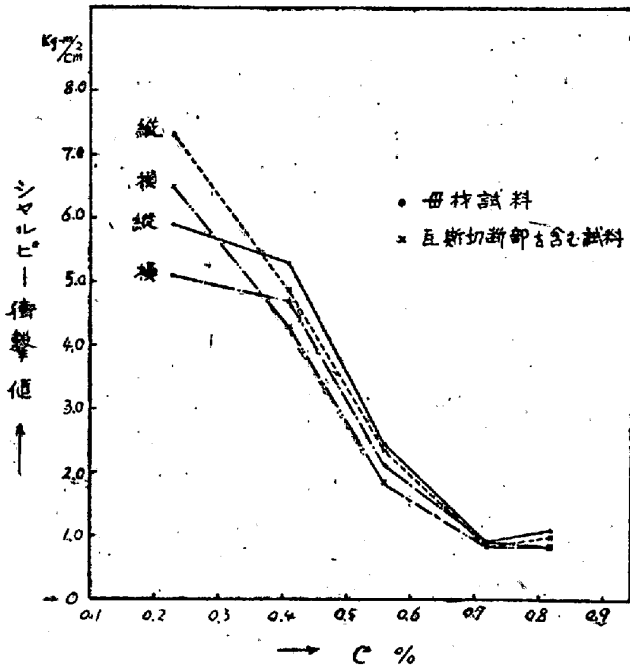


第3圖 瓦斯切斷の引張諸元に及ぼす影響

測定値は3~5本の平均値である。第3圖に依ればC2 程度では瓦斯切斷に依り抗張力、降伏點を増し、伸、絞も僅か低下するだけである。C4 では抗張力、降伏點は増すが伸、絞の低下は著るしくなる。更に高炭素になると抗張力、降伏點共著るしく低下し、伸、絞も低くなる。

iii 衝擊試験 第4圖に試験結果を示す。ノツチは瓦斯切斷面の背後に付け測定は4~6本の平均値を採つた。第4圖に依れば炭素量0.2 では縦横共に切斷に依り約25%衝擊値を増し、0.4 以上では逆に約10%程度減じてゐる。

iv 疲勞試験 高炭素鋼板では機械的性質の變化



第4圖 瓦斯切斷による衝撃値の變化

ら瓦斯切斷に依る機械的性質の變化を表示すると第2表の如くである。表には瓦斯切斷試料と母材試料との材力の差を±の%で表はした。

第2表 瓦斯切斷の材力に及ぼす影響(%)

符號	硬 度	抗 張 試 験				衝 撃 値	疲 勞 限
		抗張力	降伏點	伸 長	絞 縮		
C2	+230	+ 1	+14	- 9	- 8	+25	-60
C4	+224	+ 1	+21	-75	-72	-10	
C5	+352	-12	-10	-65	-15	- 8	
C7	+338	-29	-21	-65	-20	± 0	
C8	+312	-40	-42	-70	-15	- 5	

第2表に依ればC2 では大體に於て瓦斯切斷に依り強度、靱性共に増加してよい影響を與へてゐる。C4 では強度は増すが靱性は低下し、C5、C7、C8と高炭素では強度、靱性共に低下し悪い結果を與へてゐる。

之は母材のノルマルな部分の一端部が焼入状態にある場合の機械的性質の變化で、低炭素鋼では焼入部分の入る爲に全體として強度及靱性を増加し、高炭素鋼では脆い焼入部分の入る爲にこゝに應力が集中し全體として強度、靱性共に低下するものと思はれる。

VI 瓦斯切斷後の熱處理に依る材力の恢復

高炭素材料では瓦斯切斷に依り材力は相當低下する。

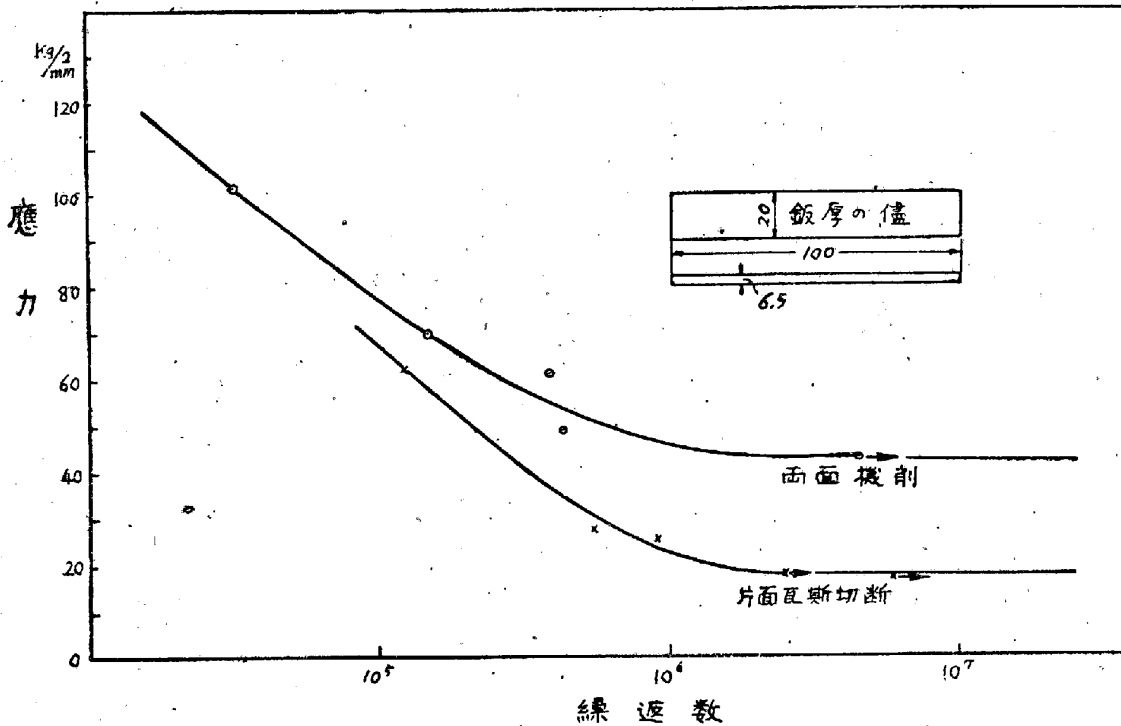
從つて瓦斯切斷鋼板を使用する上から、切斷後の熱處理に依り材力がどの程度恢復するかを調べる事にした。材料は前と同じ10mm鋼板で瓦斯切斷儘及瓦斯切斷後100~600°Cの焼戻、切斷後焼鈍の各試料に付材力を調べた。

i 硬度試験 切斷後試料を各温度に30min 焼戻水冷及850°Cに40min 保持後爐冷(7°C/min)した後切斷面を磨きヴィツカース硬度の最高値を採つた。

測定結果は第6圖の如く400°C以上の焼戻で硬化は相當除かれるが爾後の機械加工を顧慮するならば高炭素鋼板では切斷後の焼鈍が必要である。

ii 抗張試験 試験片を各温度に1hr 焼戻後水冷して材力を比較した。

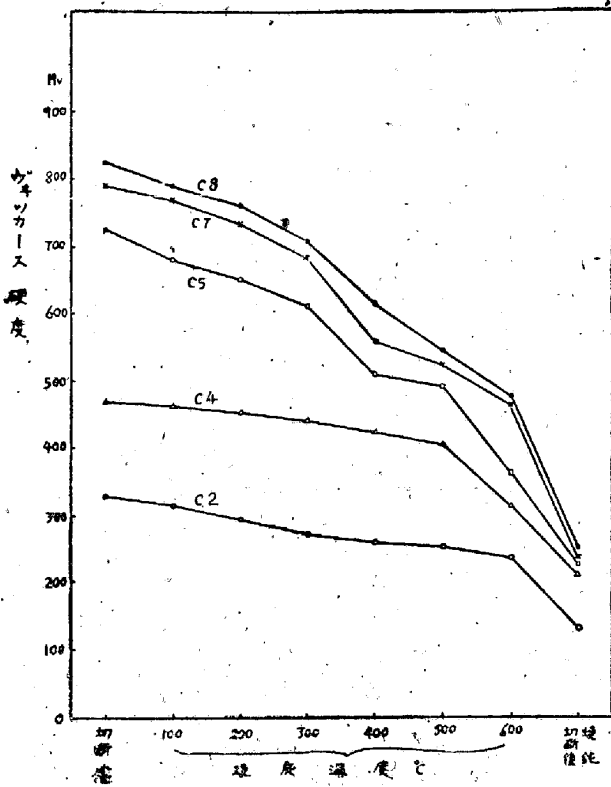
は甚だしい。依つて次にC5 のみにつき疲勞試験を行ひ、瓦斯切斷の疲勞限に及す影響を確めた。試験にはUpton Lewies 繰返曲疲勞試験機を用ひ、サイクルは毎分295回で行つた。材料は板厚20mmのC5で試験片の形狀並びに試験結果は第5圖の如くである。



第5圖 疲勞試験結果

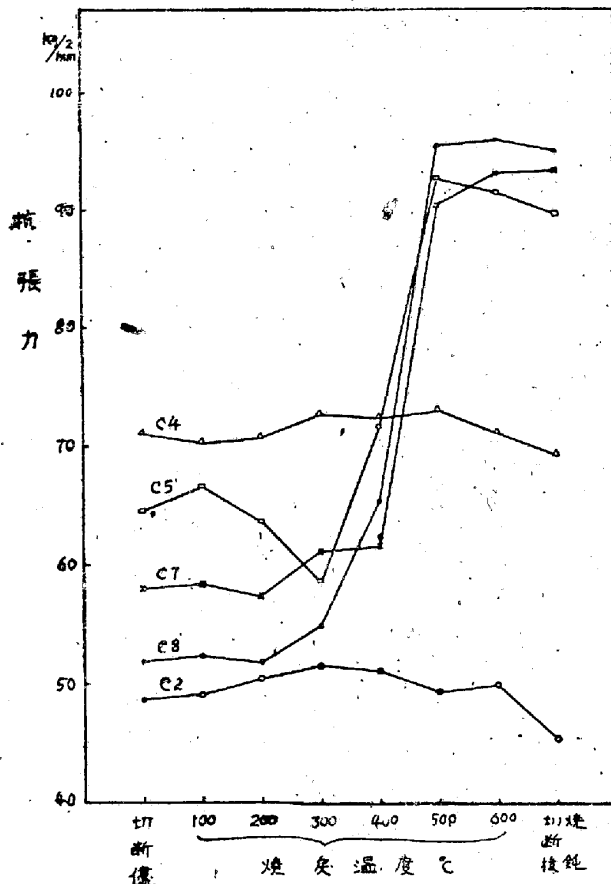
疲勞試験の結果に依れば硬鋼の繰返曲疲勞限は瓦斯切斷に依り約60%を低下し甚だしく疲勞し易い事が明らかである。從つて高炭素の鋼板を瓦斯切斷の儘で使用する事は危険性が多い。

V 試験結果の考察 以上各種機械試験の結果か



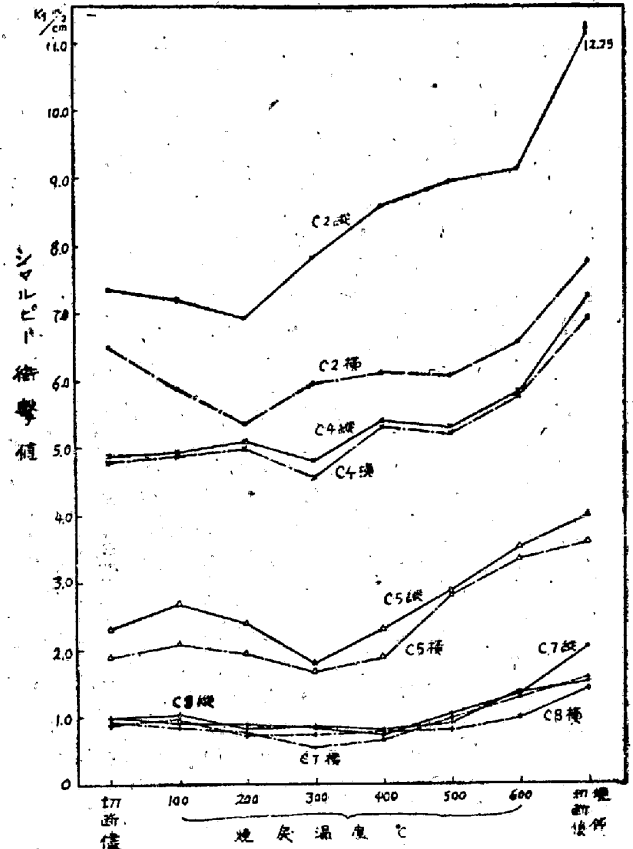
第6圖 瓦斯切斷後の熱處理による最高硬度の變化

切斷後の熱處理に依る抗張力の變化は第7圖の如く
 低炭素材料では切斷後の熱處理は大した効果はないが
 高炭素材料では500°C以上の焼戻及焼鈍に依り著るし
 く材力を恢復する。



第7圖 瓦斯切斷後の熱處理による抗張力の變化

iii 衝擊試験 シャルピー試験片を各溫度に30mm
 焼戻後水冷して試験した結果は第8圖の如くである。
 圖に依れば抗張試験と同様何れも500°C以上の焼戻及
 焼鈍に依り靱性を相當程度に恢復するのが見られる。



第8圖 瓦斯切斷後の熱處理による衝擊値の變化

iv 試験結果の考察 以上熱處理に依る材力の恢
 復を組織變化から考察すると、熱影響部の熱處理に依
 る變化は普通の焼戻と全然同一で之が變化のない母
 材の一部分にある爲材力の恢復は大分變つてくる。即
 ち低炭素鋼では強度小なる母材中の強度大なる一部分
 が熱處理に依り強度を低下する爲全體として強度を若
 干低下するが靱性はよくなり、高炭素鋼では強度大なる
 母材中の脆弱な點が熱處理に依り強度、靱性を恢復
 する爲全體として強度を著るしく増加し靱性も相當高
 くなるものと思はれる。

VII 結 言

酸素-アセチレン瓦斯切斷の鋼板に及す影響を確め
 る爲各種炭素鋼を同一條件の下に試験切斷し、溫度
 測定、檢鏡並びに各種材力試験を行つた結果次の事が
 明らかとなつた。

1. 瓦斯切斷に依り變態點以上に急熱急冷される部
 分は切斷縁より1.0~1.5mmの僅かな範圍であるが此
 の部分の組織變化及硬度變化は相當著るしい。
2. 全般的な瓦斯切斷の影響は端面より約5mm以

内である。

3. 低炭素鋼鉄では大體に於て瓦斯切斷に依り強度、靱性共に増加するが炭素量0.4%以上になると瓦斯切斷に依り材力は低下する。

4. 高炭素鋼鉄は瓦斯切斷後500°C以上の焼戻及焼鈍に依り強度を著るしく増加し靱性も相當恢復する。

終りに本報告の發表を許可され且御教示を賜つた日本製鋼所室蘭製作所長小林佐三郎博士並びに終始御指導を頂いた萩原巖博士及當研究部下田秀夫氏に感謝の意を捧げる。

又實驗を援助された材料試験室各位に厚く御禮申上げる。(昭23.5.26寄稿)

抄 録

鋼中の硼素 Murray C Vdy. Metal Progress, Aug. (1947) 257.

鋼中に存在する極微量のBも化學分析、分光分析及顯微鏡検査等の方法に依つて定量可能となつた。次に鋼に及ぼすBの影響を總括する

(1) Bの硬度に及ぼす影響は、グロスマン硬度算定法に依る硬度倍率を示しているが、鋼の含有量に依り異り、C量0.2%から0.8%に増すにつれて、係数は2.0から1.0まで直線的に低下している。

(2) 結晶境界に現れるBの状況は、顯微鏡組織寫眞を以て示しているが、之によれば、境界に析出しているフェライトの中央部に、細い線状として境界に沿つて現れる。

(3) 鎮靜鋼の製造に際して使用するのに適している。

(0.001~0.002%使用)

(4) 焼入性に及ぼす影響を等温變態曲線を決定して示しているが、之によれば所謂鼻の位置を右方に移動せしむるが低下はさせない。又鼻より上方(温度範圍)で、大差が無いが下方では變態の開始も終了も共に右方に移動させている。然し更に下方のマルテンサイト變態の温度範圍では殆んど差異が認められない。

(5) 焼割れ、抗張力、衝擊値、焼戻脆性、熔接性等に及ぼす影響は明瞭に現れなかつた。焼入を完全に行つた状態と、焼戻組織に影響が認められるのである。

(6) 切削性に及ぼす影響は殆んど認められない。

(7) Bを添加する場合注意を要する事は、酸化せるBの添加は害あつて益なき事である。(堀川一男)

白心可鍛鑄鐵のガス焼鈍 A. G. Robiette. Proc. Inst. Brit. Foundrymen. 38, Paper No. 825, A 90-117 (1944-45)

CO-CO₂及H₂-H₂O混合ガスは地金の酸化を起す事なく白心可鍛鑄鐵を脱炭せしめ得る。勿論その混合比率は温度により變動する。N₂で稀釋しても酸化を防ぐに要する比率には全然影響が無く、脱炭に要する比率に極く僅か影響を與へるに過ぎない。然しN₂は反應速度を低減せしめる。

都市ガスを空氣とガスが2.5:1の割合で燃焼させた後冷却によつてH₂Oを2.5%に減少させるとH₂=11.0 CO=9.0 CO₂=6.2 H₂O=2.5 N₂=殘の組成を有するガスが得られる。斯のガスは爐内に入ると直ちにH₂=8.0 CO=

11.2 CO₂=4.0 H₂O=5.5の組成に變化する。此のガスは1050°Cで可鍛化するのに適している。1立方呎のCO₂或はH₂Oは0.034 lbのCと反應する。ガスの多くは反應に與からずに通過して了ふから或る一定の裝入物を脱炭するに要するガスの容積は此の約倍量が必要である。石炭ガスを用いた場合は、焼鈍する鑄物に當り約63000立方呎のガスが必要である。

廢カスに空氣を添加してCO/CO₂及びH₂/H₂Oの比を最初の比率に直して再製する再循環方式が發達した。鑄物から必要量のCが供給されるから理論的には新規にガスを送る必要が無い筈であるが、實際には爐扉等を通して損失するから過剰のガスを補給せねばならない。此の方式はガスの消費を1/3に節減せしめ得る。

脱炭はCの擴散に因るもので、脱炭深度は時間と擴散常數の平方根に比例する。温度高さ程脱炭の初速度は大である。現場では1050°を採用し、所要時間は鑄物の大きさにより4~7時間に變化する。耐摩耗性を與へる目的で、焼入するか再加炭の如き後續處理を行ふ事が出来る。白鉄の組成は脱炭と粒狀黒鉛の生成を促進する爲にMn:Sの比を1.7以下に選ぶのが普通である。

各種の組成を有する白鉄、工場の操業及び經濟問題等に就いて論じている。(堀川一男)

鋼に及ぼすAlの影響 (Henry Mc Quaid; Metal Progress, Jan. 1943.)

首題に關して次の重要な2論文がある。それは

"Effect of Al on the Properties of Medium C cast steels" by C. E. Sims & F. B. Dable; American Foundrymen's Assoc, Preprint No. 38~22, 1933 と

"Ageing & the Yield Point in Steel" by J. R. Low, Jr., & M. Gensamer; Metals Technology, Dec. 1943 とがある。

Alが結晶粒度の成長を妨げる事は衆知の事であるが、之の原因として従来多くの冶金者はAlの酸化物が主要な役割を演じていると信じていた向きがあるが、之は神秘的な昔物語りに過ぎぬ事が明白になつた。

Sims & Dableは之は鑄造時の粒界に形成されるAlとSとの結合物(それはNと共に非常に増大するものであるが)に基因すると稱している。此のAl構成物は又粒界炭化物を凝