二三の高級構造用鋼の機械的性質及び組織に 及ぼす砒素の影響に就て

(日本鐵鋼協會第32回講演大會講演 昭21.10.18 於東京)

高 島 徳 三 郎*

Studies on the Influence of Arsenic on the Mechanical Properties and Structures of Some High Grade Structural Steels.

By Tokusaburo Takashima

As the content of arsenic in common steel increased during the war, the present investigation was set about as a counter-plan for it feeling anxious for the unfavorable influence of it on high grade structural steel.

The three kinds of steels, such as carbon steel, Si-Mn-Cr steel and Cr-W steel were tested by adding 1.0% As in maximum to each of them.

As the result of test, yield point, tensile strength and hardness increased with an increase of As content, while, elongation, reduction of area and impact value decreased conversely.

In all of these steels, as the result of inspection on the influence of arsenic in case 1.0% As was contained, the following results were obtained: yield point increased by 15~20%, tensile strength and hardness respectively by about 10%, while, elongation decreased by 2~15%, reduction of area by 20~30% and impact value by 50~70%. Generally, less influence was observed in special steel than in carbon steel.

Microscopical structure became ununiform with an increase of arsenic, but no change was observed especially in structure.

The structure of a broken section grew worse with an increase of arsenic content.

Almost any influence of As was not observed in Austenite grain size.

I. 緒 言

戦時中鋼材中に含砒素漸く多きを加ふるに至つたため特に航空機材料への影響を恐れ、事前対策を講ずる必要上本研究を行つた。從來鋼に及ぼす砒素の影響は大體知られてゐたが、それは主として外國に於ける文献に據るものである。本研究は戦時中わが國に活潑に研究せられた所謂代用鋼を研究對象とせる點が異なる。

II. 供 試 材 料

研究鋼種は戦時中規定せられた陸海軍航空材料規格

(以下單に規格と稱へる)中の A. 45 炭素鋼 (イ004), B. 75Kg 硅素マンガンクロム鋼 (イ232甲) C. 肌焼クロムタンゲステン鋼 (イ137) の3種である。これらは5噸電気爐にて熔解せる同一鋼番の熔體を取鍋より取杓に移し、その途中に於て金屬砒素を投入、充分混和せる後角型押湯附鑄型に鑄込み、20Kg 鋼塊を得た。而して頭部及び底部若干を除去せる後普通の如く鍛造し直徑 20mm の丸棒となし、試片驗を採取した。なほ造塊、鍛造、等に於ては何等異常がなかつた。

供試材料の化學成分は第1表の如くである。

* 日本鋼管株式會社參事

第1表 供試材料の化學成分

鋼 種	化 學 成 分								備 考
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	W	
45 炭 素 鋼	0.42	0.25	0.47	0.026	0.012	0.19			As 0.011 ~0.994%
(1004)	0.4~0.5	<0.35	<0.60	<0.035	<0.035				規 格
75Kg 珪素マンガンクロム鋼	0.26	0.74	0.84	0.022	0.007	0.12	0.83		As 0.025 ~1.084%
(1232)	0.25 ~0.35	0.7~1.0	0.7~1.0	<0.030	<0.030		0.7~1.0		規 格
肌焼クロムタングステン鋼	0.19	0.24	0.81	0.026	0.018	0.20	1.20	0.5	As 0.036 ~0.577
(1137)	0.17 ~0.23	<0.35	0.7~1.0	<0.030	<0.030		1.0~1.5	0.4~0.8	規 格

熱處理條件は第2表の如くである。

第2表 試料の熱處理條件

鋼種	45 炭 素 鋼 (1004)	75Kg 珪素マンガンクロム鋼 (1232)	肌焼クロムタングステン鋼 (1137)
熱處理	830°C 30分保持 空 中 冷 却	850°C 30分保持 空 中 冷 却	880°C 30分保持 空 中 冷 却
焼 鈍	同 上 爐 中 冷 却	同 上 爐 中 冷 却	700°C 30分保持 空 中 冷 却
焼 入	同 上 水 中 焼 入	同 上 油 中 焼 入	
調 質	同 上 水 焼 入 後 600°C 30分保持 空 中 冷 却	同 上 油 焼 入 後 600°C 30分保持 油 中 冷 却	

Ⅱ. 研究 方 法

砒素加入によつて、鋼種、熱處理等により機械的諸性質、顯微鏡組織、オーステナイト結晶粒度、破面等に如何に影響するかを検討し、これにより含砒素許容限度を判定する目的を以て次の試験を行つた。

- イ、抗張試験 ロ、衝撃試験 ハ、硬度試験
ニ、顯微鏡試験 ホ、オーステナイト結晶粒度測定
ヘ、破面検査

なほ一般鋼材製品に對する砒素許容限度を判定するため、各鋼種共合格製品各 100 鋼番を資料として統計的に處理して合格率による含砒素許容限度を推算した

Ⅳ. 研究 結 果

(1) 機械的性質

研究結果中調質状態のものに就て例示すれば第1圖乃至第3圖の如くである。

第1圖 45炭素鋼の調質の場合の機械的性質と含砒素量

第2図 75kg 珪素マンガクロム鋼の調質の場合の機械的性質と含珪素量

第3図 肌焼クロムタンゲステン鋼の調質の場合の機械的性質と含珪素量

これを見ると、45炭素鋼の抗張力及び伸、75kg 珪素マンガクロム鋼の伸及び硬度、肌焼クロムタンゲステン鋼の硬度が珪素増加と共に曲線が上昇してゐる外は一般に下降してゐる。一般に機械的性質は降伏点抗張力及び硬度と伸、及び伸とは相反する傾向があるがこの場合は区々になつてゐる。これは組織的に珪素の増加と共に初析フェライトの量が増してゐるためで若し焼入温度を漸次高め、組織的に同一条件となせば一般的傾向を保つものと考えられる。即ち本研究にても焼準及び焼鈍等の場合は一般的正常傾向を保つた。上圖中實線の區劃を施してある部分は事實上規格外れとなつた部分、同じく點線の區劃は試料中に規格外れを出したことを意味する。これを見ると、3鋼種を總

括して珪素0.5%以下なれば規格に完全合格してゐることになる。

(2) 顕微鏡組織

寫眞は省略するが珪素0.3%附近より組織の不均一性が認められ、0.5%以上より不均一性が可成判然とし、1.0%程度となれば異常状態を來すものもある。組織の不均一は主として軽度のパーライト驅逐現象に原因するものと思せられる。又焼入或は調質のものは初析フェライトの量が珪素の増加と共に漸次多くなる、これは珪素加入により A_s 變態點の上昇に基因する如く考へられる。

(3) 破面状態

破面は珪素の増加と共に漸次扁平となり金屬光澤を減少し、灰色を呈する珪素0.5%以上となれば中心部に更に灰色部が認められ、又放射狀の縦割れを伴ひ極めて不良状態となる。

(4) オーステナイト結晶粒度

各鋼種共珪素による影響は殆ど認められなかつた。

V 總括

(1) 一般に鋼の降伏點、抗張力、硬度は珪素が増すに従つて上昇する。その割合は熱處理によつて差があり、焼準が最大で次に焼鈍、焼入、調質の順位となる。而して焼準の場合降伏點は、含珪素量1%(炭素鋼及び強靱鋼の増減百分率は以下この含珪素量に據る)に於て、炭素鋼が22%、強靱鋼が14%、肌焼鋼が含珪素量0.57(肌焼鋼の増減百分率は以下この含珪素量に據る)に於て2.5%の増加、抗張力は炭素鋼が12.4%、強靱鋼が9.5%、肌焼鋼が7.9%の増加、硬度は炭素鋼が12%、強靱鋼が9.5%、肌焼鋼が8.2%の増加を示す。即ち炭素鋼が影響度最も大きく、特殊鋼はこれよりも影響度が少い。但し硬度のみは焼肌鋼が1%の場合に推算すれば最大になるようである。

(2) 次に伸、絞、衝撃値は、降伏點、抗張力、硬度とは全く反對に珪素が増す程減少する。その割合はこれも熱處理によつて差があり、焼準が減少割合最も大きいことは前と同様で、次に焼鈍、調質、焼入の順位となる。但し衝撃値のみは調質が減少割合が最大で次に焼準、焼鈍、焼入の順位である。而して減少割合を百分率で示せば、焼準の場合、伸は炭素鋼が5.9%強靱鋼が14.6%肌焼鋼が含珪素量0.57%にて2.5%の減少、絞は炭素鋼が18.6%、強靱鋼が72%、肌

焼鋼が50%の減少である。即ち大體に於て炭素鋼よりも特殊鋼の方が減少割合が大きくなつてゐる。

(3) 以上各鋼を通じて諸機械的性質に及ぼす砒素の影響度の順位は衝撃値が最大の影響度を示し、50~70%で、これは各鋼を通じて斷然影響度が大きい。其他の諸性質はこれを概括的に挙げれば、絞の20~30%、降伏點の15~20%、抗張力、硬度の10%内外、伸の2~15%程度の順位となる。即ち砒素に對する最大の關心事は衝撃に及ぼす影響である。

(4) 顯微鏡組織は砒素の増加によつて一般に不均一となる。その主なる原因はフェライトの密集化とパーライトの輕度の驅逐である。しかしその程度は燐の場合の同様現象よりは甚しくないようである。組織の不均一性は、大體砒素0.3%程度より認められ、10%程度になれば組織に異常狀態を呈する傾向がある。但し砒素1.0%程度にては特別な組織成分は認められない。この程度の含砒素量にては一般に考へらるゝ如く固溶狀態となつて存在するものと考へられる。

(5) 抗張試験片或は衝撃試験片の破斷面は砒素が増すに従つて悪くなり、破面が脆硬扁平となり、金屬光澤を減少し、稍灰色を呈するに至る。抗張試験片の破面は砒素約0.5%以上になると中心部に更に灰白色部を生じ、放射狀の縱割を伴ふものが見受けられ、極めて不良の破面狀態となる。要するに破面は、各鋼種、各熱處理共砒素0.5~0.6%より目立つて悪くな

る。

(6) オーステナイト結晶粒度は砒素によつて殆ど影響を受けないやうである。

(7) A_3 變態點は砒素が増すに従つて若干上昇するやうである。従つて焼入其他熱處理溫度は砒素を増すに従つて高くとる必要を認める。

(8) 鋼に對する砒素許容限度については、戰時中の陸海軍航空材規格の範圍内にて試験せる結果、機械的性質、顯微鏡組織、抗張試験片及び衝撃試験片の破斷面等を總合的に考慮せる結果、鋼材の普通材質の場合は含砒素量0.4~0.5%を以て許容限度となし得ると思はれる。但しこれは結局鋼材の合格率に關聯する問題で、鋼材製品については更に統計的調査が必要を考へる。

(9) わが社鋼材中戰時陸海軍航空材料規格に合格せる、45炭素鋼、75kg 砒素マンガンクロム鋼及び肌焼クロムタングステン鋼の各100鋼番について統計的に計算せる結果にては、合格品中100%近い合格率を維持するには含砒素量は0.1%以下、同様約90~95%の合格率を維持するには含砒素量は大體0.3%迄、同様約80%の合格率を維持するには含砒素量約0.5%以下なるを要する。

終りに本研究は、富山電氣鐵道所技師 石井八郎、及び坪田隆利兩氏の多大なる助力によつて遂行せられた。こゝに兩氏に對して厚く感謝の意を表する。

日本鐵鋼協會記事

1. 昭和23年度第1回理事會、日時 23-3-10 (水) 16時30分~18時30分 會場 協會會議室

出席者 (幹會長) 鹽澤正一 (理事) 石原善雄 佐部 誠 谷口光平 廣瀬政次 (前會長)

渡邊三郎 吉川晴十 (常務委員) 芥川 武 佐々川清 田中清治 横山均次 (主事) 金谷三松

(報告事項) 昭和22年度第2回評議員會、第1回各資金委員會報告

日時 23-2-18 (水) 16時30分~18時30分 會場 協會會議室

出席者 副會長 鹽澤正一 君外 役員14名 評議員 梅津し藏君外 委任出席を加へ96名

協議事項 (1) 昭和22年度會務報告、收支決算 (2) 來年度改選役員(理事9名、評議員50名)候補者推薦

(3) 監事1名選舉(田中清治君當選) (4) 服部、香、渡邊賞並に今泉研究資金贈呈者決定 (5) 昭和23年度收支豫算 (6) 本年に限り各記念資金及び日鋼、野田資金利子餘利は研究會講演會其他協會事業の目的に流用し得る件承認。

昭和22年度、第2回東京地方講演會 日時 23-2-2 (土) 13時30分~15時0分講演

15時~15時30分 質疑應答 會場 日本醫師會館 演題 我國最近の電氣鉄製造狀況に就て

講演者 日本製鐵株式會社研究室長 工藤 谷口光平君 出席者 88名