

(63) 炭素鋼の衝撃値に及ぼす砒素の影響

京都大學教授 澤 村 宏
 助教授 〇盛 利 貞

I. 緒 言

鋼の諸性質に及ぼす As の影響の中で最も問題となるのは As による衝撃値の低下である。含 As 極軟鋼を酸化性雰囲気中で高温に長時間加熱した場合 As が鋼材表面に濃化するが筆者等はその濃化層の組織を究明し又これが鋼材の加工に際し表面龜裂の原因となることを指摘した。然し乍ら鋼材に As が含有せられると斯様な濃化層を有しない場合に於ても脆化の現象が見られるので今回は 4 種類の炭素鋼につき As 含有量を種々に變化せしめその常温及び高温加工性に及ぼす As の影響を調査するため常温より 900°C 迄の間の各種温度に於ける衝撃値を求めてみた。

II. 試料の作製

スエーデン炭素鋼、兼二浦白銦を原料とし高周波電氣爐にて 1 回 80kg を熔融しこれに金屬 Mn, Fe-Si, 金屬 As の適當量を順次配合し Al で脱酸し 12kg の鋼塊試料 5 個を鑄造する。4 溶解で合計 20 個の試料を作つた。但し此の内 1 個は注湯後凝固直前に噴いたため以下の實驗に使用したものは 19 種類である。

此等の鋼塊をガス爐で加熱し 3~4 回の鍛造により 15 × 15mm の角材とした。鍛造温度は略々 1,100~750°C

の間で行つたが鍛造中何等の支障もなく又鍛造試片の表面も健全で龜裂は認められなかつた。此の角材を 110mm 長に切斷し鉛浴中で加熱し A₃ 以上約 20°C に 1hr 保持後爐冷し約 600°C から以下空冷した後規定のシャルピー衝撃試験片に機械加工した。此等試料の分析結果は第 1 表の如くである。

III. 試験方法

高温衝撃試験は水平断面で上下の 2 つに割れ自由に開閉出来るニクロム電氣爐に試験片を入れ所定温度に加熱後試験片を取出し試験機に取付け手早く打撃槌を落下せしめ衝撃試験を行つた。高温衝撃試験を行うに當つては試験片を加熱爐より取出した後の温度降下と試験片表面の酸化とに注意を拂はねばならないが此の實驗の最高加熱温度である 900°C 迄は酸化は餘り問題とならないので空气中で加熱することとした。次に豫備實驗として試験片の温度降下を調べるため試験片の中心並に表面直下の温度變化を 0.1mmφ の Pt-Pt.Rh 熱電對にて測定し試験片中加熱爐より取出した後の温度降下を測り温度降下曲線を作成し本實驗に於ける衝撃温度を補正した。爐より試験片を取出し衝撃を與える迄に要する時間は 6~8sec である。衝撃試験の外顯微鏡組織、焼鈍硬度を調べ又フェライト粒度、オーステナイト粒度を測定し衝撃値との關係をも求めた。

IV. 試験結果

1. 衝撃値に及ぼす温度並に As の影響

(i) C=0.05~0.06% の極軟鋼に於ては As を含有し

第 1 表

	C	Si	Mn	P	S	Cu	As	O ₂
A0	0.06	0.25	0.42	0.006	0.028	0.025	0.018	0.0075
A1	0.05	0.25	0.40	0.006	0.027	0.025	0.35	
A2	0.06	0.25	0.41	0.008	0.027	0.023	0.61	
A3	0.06	0.23	0.38	0.008	0.025	0.022	0.85	
A4	0.06	0.21	0.37	0.008	0.026	0.040	1.07	
B0	0.28	0.04	0.25	0.028	0.021	0.036	0.011	0.0047
B2	0.26	0.06	0.25	0.028	0.022	0.018	0.59	
B3	0.24	0.04	0.26	0.029	0.020	0.024	0.79	
B4	0.23	0.05	0.25	0.032	0.022	0.022	1.01	
D0	0.57	0.26	0.37	0.028	0.020	0.018	0.018	0.0039
D1	0.56	0.23	0.39	0.028	0.022	0.017	0.34	
D2	0.59	0.22	0.38	0.026	0.018	0.015	0.54	
D3	0.54	0.21	0.38	0.028	0.018	0.018	0.87	
D4	0.55	0.23	0.38	0.029	0.017	0.020	1.04	
E0	0.85	0.30	0.43	0.024	0.015	0.014	0.014	0.0036
E1	0.84	0.25	0.43	0.024	0.017	0.014	0.34	
E2	0.85	0.26	0.43	0.025	0.014	0.014	0.54	
E3	0.85	0.27	0.42	0.025	0.015	0.015	0.80	
E4	0.83	0.27	0.43	0.025	0.015	0.015	0.98	

ない試料の常温に於ける衝撃値は極めて高く 30kg-m/cm² 以上を示し且つ試験片は破断しないが As の増加につれて衝撃値は急激に低下し As=0.6% 以上になると 2~3kg-m/cm² 程度となる。衝撃値—温度曲線に於ける 200°C 附近の山は As の増加につれて稍々高温側に移動する傾向があり遷移温度は As の増加につれて高温側に著しく移動する。斯様に 500°C 以下に於ては As の影響は極めて著しく衝撃値は低下するが 500~900°C の間に於ては As の影響は殆ど見られない。即ち極軟鋼の場合は常温加工に際して As=0.3% 以上で脆性は極めて大であるが 500°C 以上の場合は As の影響は殆ど無いものと考えられる。

(ii) C=0.23~0.28% の低炭素鋼に於ては前の場合と同様に 400°C 以下に於て相當に As の影響が見られ As の増加に従い衝撃値は低下するがその程度は極軟鋼に於ける程著しくはない。500~900°C の間に於ては殆ど As の影響はない。尙 B0 の試料に於て 500°C 以下の衝撃値が他の試料に比較して低値を示しているのは C 含有量が稍々大なるため及び脱酸が不充分であつたためと考えられる。

(iii) C=0.54~0.59% の中炭素鋼に於ては衝撃値に及ぼす C の影響が大であるため As による影響は差程著しくはないが 500°C 以下に於ては As の増加により衝撃値は漸次低下する。500~900°C の間に於て特に注目すべきは 600°C より 700°C にかけて衝撃値の恢復する山の位置が As の増加により次第に高温側に移動する傾向である。即ち 550°C 附近の谷及び 700°C 附近の山は As=1% で約 60°C 高温側に夫々移動する。従つて含 As 中炭素鋼に於ては鍛造の場合に鍛造停止温度を高めしなければ鍛造終期に於て龜裂を生ぜしめる恐れがある。

(iv) C=0.83~0.85% の高炭素共析鋼に於ては中炭素鋼の場合と同様の傾向を示し此の場合も 600°C 附近の谷及び 730°C 附近の山が As の増加につれて高温側に移行するから鍛造停止温度に注意する必要がある。

全般的に見て炭素鋼の衝撃値に及ぼす As の影響は C 含有量の小なる程も低温側に於て著しく C=0.3% 以下の場合 200~300°C 附近の山は As の増加につれて次第に高温側に移動するが 650~700°C 附近の山の位置は殆ど變化しない。C=0.5~0.85% の場合は低温側に於ては As の増加により衝撃値は漸次低下するがその程度は差程著しくはなく 300°C 附近の山の位置も殆ど變化しないが高温側に於ては As の増加するにつれて衝撃値の恢復する山の位置が次第に高温側に移り又同時に山の

高さ即ち最大衝撃値は次第に低下する傾向がある。尙 B, D, E 系列の試料に於ては P 含有量が A 系列に比較して相當大となつたため P の影響も可成り大であろう。若し P が A 系列と同程度に小であれば As の影響は更に明瞭に示されたのではないかと思はれる。

2. 顯微鏡組織, フェライト並にオーステナイト粒度及び焼鈍硬度

フェライト並にオーステナイト粒度は第 2 表の如くで

第 2 表

試料	フェライト 粒度番號	オーステナイト 粒度番號 (G)	焼鈍硬度 R. B.
A0	6.5	6.7	54.8
A1	2.3	5.7	55.5
A2	2.2	6.0	58.6
A3	2.2	6.0	64.3
A4	5.8	5.7	67.0
B0	6.6	4.7	63.6
B2	7.1	6.7	70.4
B3	5.4	6.7	71.1
B4	5.4	5.7	73.5
D0	9.9	7.7	80.8
D1	9.9	6.9	83.9
D2	10.2	7.7	86.3
D3	9.1	7.0	87.9
D4	9.8	7.2	89.0
E0	—	7.7	84.1
E1	—	6.7	86.6
E2	—	6.6	89.6
E3	—	6.7	92.1
E4	—	5.7	93.0

ある。即ちオーステナイト粒度は何れも粒度番號 G 6~7 程度であるがフェライト粒度は C 含有量の増加するに従い小となる。As 含有量と粒度との關係は明かでない。A1, A2, A3 の試料に於てはフェライト粒は極めて粗大であつた。概してフェライト粒度によつて衝撃値の大小を可成り説明することが出来る。As=1% 迄は顯微鏡組織に於て殆ど變化は認められない。但し鍛造方向に平行な面に於けるフェライトとパーライトの纖維狀組織は As の増加につれて稍々増加する傾向がある。極軟鋼に於てフェライト粒間に生成したセメントイトは As の増加につれて長大となり例えば As=0.8% の試料に於ては As を含有しない試料に比較してセメントイトの長さは約 3 倍程度となつている。此の粒間セメントイトの大きさにより極軟鋼の衝撃値を極めて良く説明することが出来る。尙 E4 の試料に於て低温側の衝撃値が稍々高くなつているのは他の試料に比較して C 含有量が稍々小なること及び他の試料がラメラパーライト組織であるのに對し E4 はソルビテイツクパーライトがラメラパーライトに稍々混在しているためと考えられる。

参考のため焼鈍硬度を測定したがその結果は第2表の如くで炭素鋼の焼鈍硬度はAsの増加するにつれて次第に増加するがAs=1%迄の硬度の増加する割合はC含有量の小なる程大である。

(61) 鐵鋼に及ぼすチタンの影響 (III)

早稲田大學助教授 工 長谷川正義

第1報(昭26年4月講演)に報告した各種の市販フェロチタン及び試作母合金を使用して、約50種の鐵鋼試料を熔製し、これについて鐵鋼の諸性質に及ぼす少量のTiの影響を研究することを目的としたもので、この内すでに第2報(昭26年10月講演)では、非金属介在物、清淨度、オーステナイト粒度及びその成長開始温度、熱處理と顯微鏡組織、變態點等に及ぼす少量(3%

以下、主として0.1~0.3%)のTiの効果について報告したが、この第3報では上述試料の一部、即ち、炭素鋼及び低合金構造用鋼について、それらの機械的性質に及ぼすTi處理の影響を報告する。

前報にのべた通り、構造用炭素鋼、低合金強靱鋼等に對するTiの利用範圍は、むしろ脱酸、脱窒劑的少量添加による組織の改善を目的とすることに限定される如く豫想したが、なおこの點を明かにする爲に、既に報告した數種の試料について、熱處理と機械的性質、及び焼戻性能曲線を測定し、熔解法、使用フェロアロイ、金屬組織學的性質との關係を求めた。

高周波爐で熔製したTi處理構造用鋼について、燒準状態の機械的性質を測定した結果は、第1表に例示した通りである。

これらの結果を定性的に判定すれば、Ti 0.3% 以下

第1表 Ti 處理構造用鋼の燒準状態の機械的性質

試料 番號	鋼種*	Ti 處 理		Al 添加量 % ***	化 學 成 分 %							
		添加合金	Ti 添加 量% **		C	Si	Mn	Cr	Al	T.Ti	M.Ti	
D-11	0.2% C	低C-低Al	0.5(L)	0.1	0.18	0.23	0.43		0.07	0.24	0.20	
-12		"	0.5(L)	0.1	0.18	0.23	0.43		0.18	0.31	0.22	
-13		低C-高Al	0.5(L)	0.19	0.19	0.21	0.44		0.06	0.25	0.17	
-14		高 C	0.5(F)	0.1	0.1	0.24	0.22	0.45		0.02	0.14	0.13
-15		"	0.5(F)	0.1	0.1 (Si 0.05)	0.22	0.28	0.41		0.04	0.09	0.04
F-11	1% Cr	—	0	0.12	0.42	0.20	0.52	1.15		—		
-12		低C-高Al	0.1(L)	0.02	0.42	0.18	0.54	1.17		tr		
-13		—	0	0.07	0.41	0.17	0.53	1.17		—		
-14		低C-高Al	0.32(F)	0.07	0.06	0.42	0.18	0.52	1.14		0.11	

試料 番號	熱處理	機 械 的 性 質						
		σ_s (kg/mm ²)	σ_B (kg/mm ²)	δ (%) $l=5d$	ψ (%)	B.H.N.	K_b (kg·m/cm ²)	
D-11	930°C/60'	26.7	46.4	42.0	62.2	114	24.2	
-12		27.2	46.3	41.3	60.2	119	20.8	
-13		24.9	44.4	40.2	64.7	120	19.3	
-14		空 冷	30.7	49.0	37.8	55.6	125	16.9
-15		28.9	49.6	36.5	50.8	127	19.0	
F-11	850°C/40'	58.1	92.8	22.4	53.6	199	7.5	
-12		59.4	93.1	17.7	47.1	215	4.1	
-13		57.0	91.6	24.0	54.5	196	10.8	
-14		空 冷	50.6	93.3	20.0	49.5	226	9.2

* 150~200kg 高周波爐の熔湯を4~5回に分注し、夫々別個に處理した後造塊する。

** (F) は爐内添加, (L) は取鋼内添加

*** 斜體數字は Ti 母合金より混入する Al 量を示す。