

す。鑄型の形格は此の偏析が主役となる。大体六角，八角型が普通であり円形丸型は不安定だから中，大鋼塊に丸形は危険が多い。

第 6 節 気泡偏析は鋼塊周辺にある場合は液相変態が

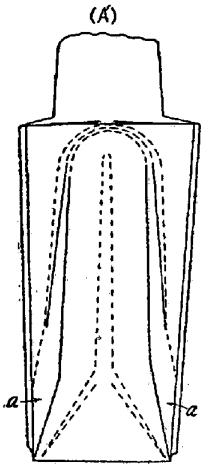


Fig. 3 (A') Ice ingot showing super cooled portions center & corner.

過冷却にまで冷却される場合に起るもので，固相中に気泡が残留するからである。他の気泡には稍々内方側に円形又は球形をなして止まり，上方に齊列したものがある。此部の凝固速度が著しく緩慢なる為で，逆V状偏析の位置に止まる。

此部は粘性も少からず之を助勢するものである。Fig. 3 (A') は前題第 3 節 I) 氷塊模写図で，此の図の下部両端部(a, a) は過冷却現象状況を示す。砂底に就

いてはこれは Fe, Mn, SiO<sub>2</sub> 等の酸化物硫化物及び之等の凝集体，複炭化合物，固溶体であり其の分布状態は大切で之に就いて示す。其の他水の実験を示す。

(71) 特殊鋼の衝撃値に就て (I)  
(S の 影 響)

Impact Value of Special Steel (I)  
(Effect of S)

Eijiro Omiya, Lecturer, et alius.

特殊製鋼 K. K. 研究所

工 山中直道・〇工 大宮英次郎

I. 緒 言

特殊鋼に不純分として含有される S については，JIS 規格では 0.030% 以下，又 SAE 規格に於いては 0.040% 以下と規定されている。この S は非金属介在物として硫化物を生成し，その形状分布状況に依り相違はあるが横目方向の機械的性質に基だ有害なることは良く知られている。又繰返し応力を受ける様な機械部品については静的機械的性質と共に疲労強度が問題となる。従つて我々は構造用 Cr-Mo 鋼に就いて含有 S 量の異つた 5 種の鋼塊に依り鍛造比を変化せしめて加工し，調質後各々の縦目，横目更に中心部と周辺部とについて静的機械試験及び疲労試験を行い含有 S の及ぼす影響を調査した。

II. 供試材及び実験方法

1 t 高周波電気炉に依り JIS SCM 4 (Cr-Mo 鋼 4 種) を熔製し，始めに No. 1 (S=0.009%) として 200 kg 鋼塊を造り，次いで Fe-S を炉中に添加して後 No. 2 鋼塊 (S=0.017%) を造り，逐次炉中に Fe-S を添加して，S 量の異つた 5 種類の鋼塊を造つた。その化学成分及び添加した Fe-S の分析値を次に示す。

Table 1. Chemical composition of test ingots

Ingot No.	Chemical composition (%)						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
1	0.40	0.28	0.28	0.024	0.009	1.01	0.24
2	0.40	0.28	0.28	0.024	0.017	1.01	0.24
3	0.41	0.28	0.28	0.024	0.023	1.01	0.24
4	0.40	0.28	0.28	0.024	0.030	1.01	0.24
5	0.41	0.28	0.28	0.024	0.041	1.01	0.24

	C	S
Fe-S	0.06	23.64

各鋼塊は湯口を切断除去して後頭部側約 200 mm を切断し，之より横目方向の衝撃，疲労試片及び縦目方向の衝撃，引張，疲労試片等を夫々截出した。鋼塊の残部は之を鍛造比約 2 に相当する寸度に鍛伸し，前と同様横目及び縦目方向より各試片を截出し残部を更に鍛造比 4 に相当する寸度に鍛伸し試片截出しを行つた。此の様にして鍛造比を 8, 16, 32, 64, 128 と変化せしめる如く各寸度に鍛伸し，採取出来る範囲内で横目，縦目方向について中心部と周辺部より各試片を截出した。之等総てを 780°C で焼鈍し，各種夫々の標準試験片に加工仕上げした。而して熱処理は仕上げ後の試験片について行つた。

III. 実験結果

1) 非金属介在物

各試料の断面及び鍛伸方向面について硫化物の分布状況を調べたが No. 1 (0.009% S) から No. 5 (0.041% S) まで漸次 S が増加するにつれて硫化物の分布は漸増するのが認められるが，特に S が 0.023% (No. 3 試料) 以上になると清浄度に可成りの影響を及ぼす様になる。硫化物は集積，連続しているものではなく何れも分散した形である。鍛造の度合が進むに従つて，その方向に展延して行くのが明らかに認められる。

2) 引張試験結果

各試験片は 850°C 油冷後各温度で焼戻を行つた。素材の中心部より採取した試験片について 600°C 焼戻

(油)のときの試験結果を Fig. 1 に示す。即ち鍛造に依り性能は向上してくるが高温焼戻の場合は、ほぼ鍛造比 8 以上では伸、絞値は一定に近ずき鍛造比の影響は殆んどなくなる。S の含有量の増加に伴い伸、絞は減少する。

又素材中心部と周辺部とを比較すると、鋼塊儘のものでは中心部の伸は周辺部の約 1/3~1/4 程度で鍛造比 8 以上となると、この値は大差ないものとなる。絞も又鍛造比 8 以上となると殆んど両者の差は認められなくなる。尙低温焼戻の場合についても調査している。

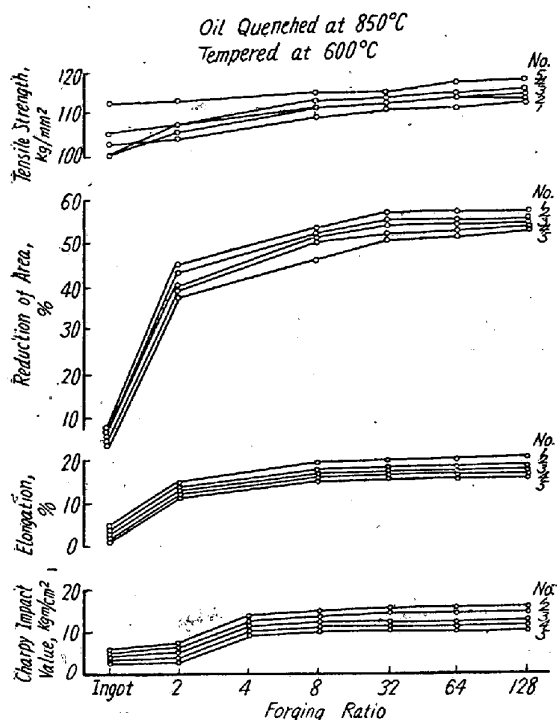


Fig. 1. Effect of forging ratio on the longitudinal mechanical properties of center.

3) 衝撃試験結果

a) 縦目方向

縦目方向の試験片を 850°C 油冷後各温度で焼戻を行いシャルピー衝撃試験を行つたが、600°C 焼戻(油)の場合の試験結果は Fig. 1 に示す如くである。S 含有量の増加に伴つて衝撃値は減少している。

又周辺部と中心部を比較すると鋼塊及び鍛造比 2 の状態では周辺部の値の方が約 20% 程度衝撃値は大きい。しかし鍛造比が 4 以上になると、漸次中心部の衝撃値が向上し、鍛造比 16 では周辺部と殆んど差はなくなる。

b) 横目方向

横目方向の試験片を 850°C 油冷後 600°C 焼戻(油)を施し、シャルピー衝撃試験を行つたが、その中心部の試験結果は Fig. 2 に示す如くである。

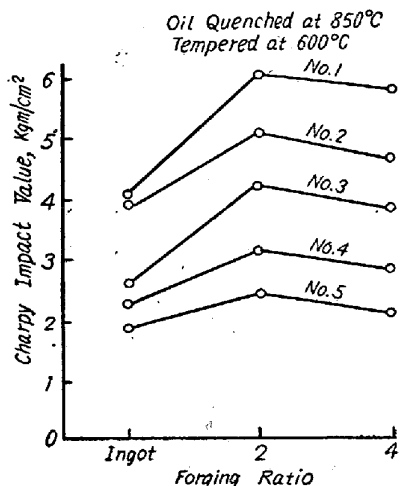


Fig. 2. Effect of forging ratio on the transverse impact value of center.

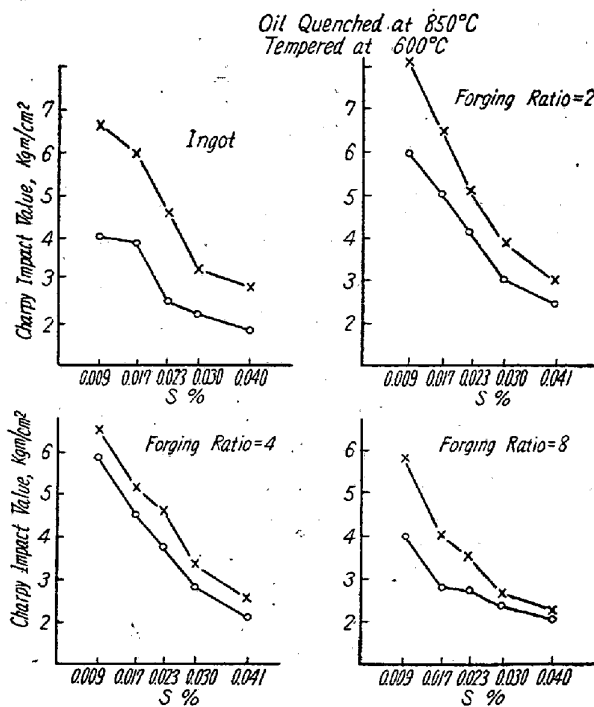


Fig. 3. Effect of forging ratio on the transverse impact value of center and surface.

又中心部と周辺部との衝撃値を比較すると Fig. 3 の如くである。即ち S 含有量が増加するときの横目方向の衝撃値は著しく減少する事が明らかである。

IV. 結 言

- 1) 非金属介在物としての硫化物の分布は S が 0.023 % 以上では清浄度に可成りの影響をもつ様である。
- 2) 伸、絞は、S の増加に伴つて減少する。鍛造比が 8 以上では素材中心部と周辺部の値は殆んど差がなくなる。

3) 縦目方向の衝撃値はS含有量の増加に伴つて低下する。高温焼戻に於いて中心部と周辺部の差違は鍛造比4以上で殆んどなくなり、鍛造比の影響は小さくなる。

4) 横目方向の衝撃値はSの増加に伴つて著しく減少する。

以上含有S量の異つた5種類のCr-Mo鋼を用いて鋼塊から鍛造比を128まで変化せしめて機械的性質、特に衝撃性能について調査したが、低温焼戻の場合等その詳細については後報することにする。

## (72) 耐衝撃工具鋼の研究 (II) (C 及 V の影響について)

### Influence of C and V on the Properties of Shock-Resisting Tool Steel

*Runio Kusaka, Lecturer, et alii.*  
特殊製鋼K.K. 工 山 中 直 道  
○工日下邦男・外岡 耀・工 平山政隆

#### I. 緒 言

吾々は第1報に於いてC 0.5%, Cr 1.5%, W 2.2%, V 0.2%を含む工具鋼に及ぼすSiの影響について報告したが、使用に際してはコールド・パンチ用、高級木工工具用、ニューマチック・タガネ及びスナップ用等本鋼種の用途に応じてC量の調節をはかることが必要であるので、C量を種々に変化させて試料を作成して、その影響を調査し、併せてVの影響をも調べた。

供試材はTable 1に示す如き成分のもので、35 KVA高周波誘導炉で7kg鋼塊を熔製し、これを16φに圧延し使用した。

#### II. 実 験 結 果

#### (1) 変態点

本多式熱膨脹計により変態点を測定せる結果はTable 1記載の如くAc点はCの増加につれて僅か低下し、V添加によつて上昇する傾向を示す。次に950°Cに10mn加熱空冷した場合の降下変態は、Cの低い場合には430°C附近に中間段階変態に相当する膨脹変態を示すがC量の増加と共に、この生起温度が低下して来てC 0.53%では一部Ar''をも生じ、C 0.56%以上ではAr''変態のみとなる。又Vが多くなるにつれて、この膨脹変態の開始温度は上昇する。

#### (2) ジョミニー硬化能試験

7kg鋼塊熔製の際同時に採取した1<sup>1</sup>/<sub>8</sub>"φの鑄造試片を焼鈍後1"φに加工し940°C加熱後一端水冷して硬化能の比較を行つた。この結果硬化能はCの増加につれて大となりC 0.6%では殆んど硬度曲線が水平となる。V添加によつて硬化能は減少の傾向を示す。

#### (3) 恒温変態曲線

小試片を940°C×20mn加熱後鉛浴及び塩浴に恒温焼入を行つて硬度・組織より恒温変態図を作成した。Fig. 1にこの一例を示す。変態はパーライト段階と中間段階との二つに分けられているので更に700°C及び400°Cに恒温変態を行わせC、Vによつて開始線が如何に影響されるかをみた。この結果パーライト段階はCによつて、あまり著しい変化は認められぬが、400°Cにおける中間段階の変態開始はC量の多くなるにつれて著しく長時間側にずれる。

#### (4) 焼入及び焼戻硬度

小試片を800~1050°Cより油冷して硬度を測定した。Cの高いものは860°Cで充分硬化するがC 0.3%では920°Cに上昇しないと充分硬化しない。而して940°C前後で最高硬度値が得られるが1050°Cになつても硬度低下は少い。又Vの多くなるにつれて最高硬度の

Table 1. Chemical composition of steels tested.

Steel No.	Chemical composition (%)									Ac (°C)	Ar (°C)
	C	Si	Mn	P	S	Cr	W	V	Cu		
S-15	0.30	1.07	0.42	0.016	0.017	1.54	2.01	0.24	0.17	805~900	820~715
16	0.36	0.93	0.40	0.015	0.017	1.47	2.13	0.24	0.17	795~900	800~715
17	0.43	1.06	0.43	0.014	0.017	1.47	2.39	0.24	0.17	790~895	780~700
18	0.46	1.01	0.40	0.014	0.015	1.44	2.24	0.26	0.15	790~890	775~700
19	0.53	1.04	0.39	0.012	0.016	1.45	2.18	0.24	0.14	785~875	765~700
20	0.56	1.06	0.38	0.012	0.015	1.51	2.25	0.26	0.15	785~875	760~700
21	0.62	0.97	0.38	0.012	0.016	1.47	2.02	0.26	0.15	785~865	750~690
22	0.50	0.90	0.38	0.015	0.020	1.44	2.18	—	0.17	780~865	740~680
23	0.50	0.93	0.37	0.017	0.020	1.54	2.18	0.12	0.14	780~865	745~690
24	0.54	0.89	0.36	0.020	0.022	1.45	2.05	0.66	0.15	785~905	775~705
25	0.52	0.92	0.37	0.017	0.023	1.45	2.09	0.92	0.14	790~925	790~710