

脚 註

- 1) E. Körber, u. W. Oelsen: Mitt. K. W, Inst Eisenforsch 17 (1935) S231/245
- 2) 鹽基性鋼滓として我々は  $CaO/SiO_2 \geq 2$  と考えている. 依つて中性鋼滓として  $0 < CaO/SiO_2 < 2$  なる鋼滓を考える.
- 3) この場合中性鋼滓の鹽基度 ( $CaO/SiO_2$ ) は如何なる値を取るかは不明である.
- 4) 脱 Cr 率 = 鋼滓中の Cr 量 / 装入 Cr 量 =  $(Cr) / \Sigma Cr$

- 5) 鋼容量: A, 鋼滓量:  $A \times a\%$ , 装入 Cr 量  $A \times b\%$  とすれば  
 $A \times a / 100 \times x / 100 + A \times y / 100 = A \times b / 100 \dots \dots \dots IV$   
 (但し x: 鋼滓中 Cr %, y: 鋼液中 Cr %)  
 [IV] 式と (3) 式によれば酸性鋼滓に於ける又  
 [IV] 式と (4) 式によれば鹽基性鋼滓に於ける又  
 [IV] 式と (3) (4) (5) 式によれば中性鋼滓に於ける又  
 關係が算出出来る.
- 6) G. Rockrohr: St u Ei 61 (1941) S203/210

熱 間 工 具 鋼 の 研 究 (II)

(熱間工具鋼 (DC) に於ける炭素の影響に就て)

(昭和 22 年 10 月日本鐵鋼協會講演大會講演)

小 柴 定 雄\* 永 島 祐 雄\*

STUDY ON THE TOOL STEEL FOR HOT WORKING (II)

(On the Effect of Cr on the Tool Steel "DC" for Hot Working)

Sadao Koshiba & Sukeo Nagashima

Synopsis:—

The authors carried out the experiments of effect of chromium on the tool steel for hot working by the same method as first report. As the results of this investigation, there are ascertained that the moderate quantity of chromium are 2~3 % for tool steel for hot working containing C 0.25~0.30, W 9~11, V 0.3 %.

I. 緒 言

第 1 報<sup>1)</sup> に述べたと同様の理由により前述と同様の方法にて C 0.25~0.30 %, W 10 %, V 0.3 % の熱間工具鋼に及ぼす Cr 2~4 % の影響を研究し, Cr の効果を確めた.

II 試 料

本研究に供した試料の化學成分は第 1 表に示した. A 類の試料群は C 0.25%, W 10%, V 0.3% に對し

第 1 表

試 料 分 類 符 號	C	Cr	W	V	
A	D 12	0.25	2.41	9.84	0.31
	13	0.23	2.82	9.87	0.31
	14	0.25	3.73	10.10	0.35
B	D 15	0.29	2.11	10.45	0.27
	16	0.30	2.50	9.96	0.30

Cr を 2.4~4.0% に變化し, 又 C 0.3% に對し Cr を及び 2.5% の 2 種の B 類の試料を調製した. 試料の大きさ及び實驗方法は前に述べたと同様<sup>1,2)</sup> である.

III 變態點の生起狀況

前述と同様<sup>1)</sup> 本多式熱膨脹計を用ひ各試料の爐中

第 2 表

試 料	加熱變態		冷 却 變 態				
	開始	終了	爐 開始	冷 終了	空 開始	冷 終了	
D 12	840	880	825	760	720	—	
	13	855	900	850	785	(720)	21
	14	835	880	805	730	250	20
D 15	820	885	810	735	(620)	24	
	16	835	875	800	720	315	25

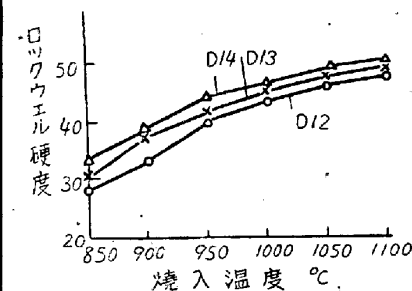
\* 日立製作所安來工場

空中冷却による變態の生起狀況を測定した。その結果を示したのが第2表である。加熱變態の開始及び終了温度は Cr 量によつて餘り明瞭な關係が見られないが冷却變態は明らかに Cr 量を増す程降下することが知られる。特に空中冷却の場合 Cr 量を増す程冷却變態を降下し Cr 約 3.8% の場合は 300°C 附近に Ar'' 點を現はし、自硬性を有することが首肯される。又 Cr 約 2.0% の場合には Cr 約 2.0% の時は Ar'、及び Cr 約 2.5% の時は 325°C に Ar'' を現はし、自硬性を有することが首肯される。又 Cr 約 2.5% の場合には Cr 約 2.0% の時は Ar'、及び Cr 約 2.5% の時は 325°C に Ar'' を現はし、自硬性を有することが首肯される。又 Cr 約 2.5% の場合には Cr 約 2.0% の時は Ar'、及び Cr 約 2.5% の時は 325°C に Ar'' を現はし、自硬性を有することが首肯される。又 Cr 約 2.5% の場合には Cr 約 2.0% の時は Ar'、及び Cr 約 2.5% の時は 325°C に Ar'' を現はし、自硬性を有することが首肯される。

IV 熱處理による硬度の變化

1) 焼入硬度に及ぼす最高加熱温度の影響

前述の如く各試料は充分焼鈍し、試験に供した。先づ各試料を 850°~1100°C の最高加熱温度から油中に焼入し、焼入硬度に及ぼす Cr の影響を調べた。その結果を示したのが第1圖及び第2圖である。但し焼入温度に保持する時間は 30 分とした。各試料共前述と同様最高加熱温度を上昇する程焼入硬度を増大する。

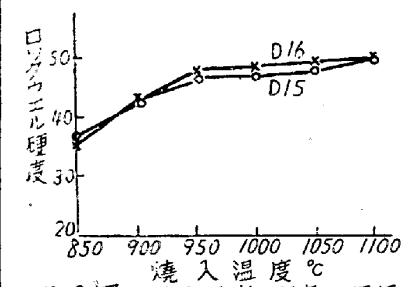


第1圖 焼入温度と硬度との關係 (試料 D/12~14)

これは前述の熱膨脹曲線より明かにこの種組成の試料に於ては冷却の際 Ar'' 點を現はし自硬性を有するものと考へられる。尚 Cr 含有量を増加する程各焼入温度共僅かに硬度を増加する。

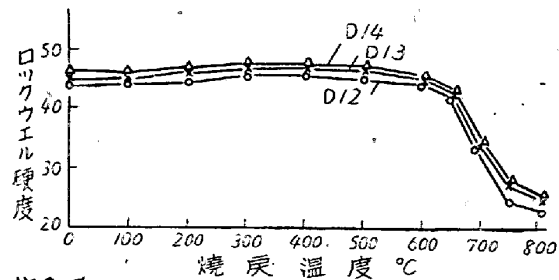
次に各試料の 1000°C から油中焼入した場合の顯微鏡組織を觀測した。孰れも微細な複炭化物と麻留田(一部吐粒洲を含む)とよりなる。

(2) 焼戻温度と硬度との關係



第2圖 焼入温度と硬度との關係 (試料 D/15~16)

次に焼戻硬度に及ぼす Cr の影響を見るため 900°C、1000° 及び 1100° から焼入した各試料の焼戻温度と硬度との關係を調べた。1000° の場合の一例を第3圖に



第3圖 D/12~D/14の焼戻温度と硬度との關係(焼入温度1000°C)

示した。C 0.25%, W 10%, V 0.3% に対する Cr の影響を見るに焼入温度 900°C の場合 Cr 2.4~2.8% に於ては 600°C 附近までは硬度の減少は極めて少く 650°C 以上は稍急激に減するも Cr 3.7% の場合には 600° 以上は著しく減少する。而して焼入温度 1000° 以上は何れも 600° 附近までは餘り變化なく 650° 以上は減少する。焼戻軟化に對する抵抗も Cr 量を増す程大であることが首肯される。而して焼入温度を上昇する程焼戻によつて軟化する温度は高い方に移動する。これが理由も前に述べた通り焼入温度を上昇する程地質に溶解する複炭化物の量を増し焼入によつて生ずる麻留田(大洲田を含む)を安定ならしめる爲である。

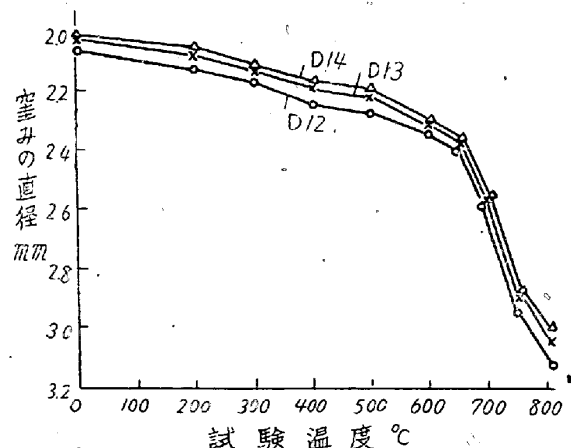
(3) 焼戻時間の影響

Cr 含有量の反覆加熱及び冷却による硬度の變化に及ぼす影響を見る爲各試料を 1000° から油中焼入し之を 600° 及び 700° の温度に反覆加熱し、その硬度の變化を調べた。加熱温度 600° の場合には A 類の試料に於て各 Cr 含有量共反覆加熱時間を増す程硬度を減少する。而して Cr 約 2.8% の試料は C 量稍低い爲反覆加熱により硬度の減少は稍著しい。

V 高温硬度試験

前報告<sup>1)</sup>と同様の方法により Cr 量異なる各試料の高温硬度を測定し、熱間に於ける性能を確めた。

(1) 試験温度と高温硬度



第4圖 D/12~14 試料の試験温度と高温硬度との關係

1000° から油中焼入し、650°C に焼戻した試料を 200°~800° の試験温度に 30 分保持し、高温硬度を測定した。その結果を示したのが第 4 圖である。これによつて Cr 量の高温硬度に及ぼす影響が知られる。尙各試料の熱処理を第 8 表に示した。

第 3 表

試料	焼入, 焼戻, 硬度 RC
D 12	38.5
13	39.0
14	39.0
D 15	39.4
16	39.8

圖より明かに各試料共 650°C までは比較的徐々に高温硬度を減少するも 700° 以上は急激に減少し軟化する事が首肯される。尙各試験温度共 Cr 量を増す程高温硬度を増大する事が判る。

### (2) 高温硬度に及ぼす焼入及び焼戻温度の影響

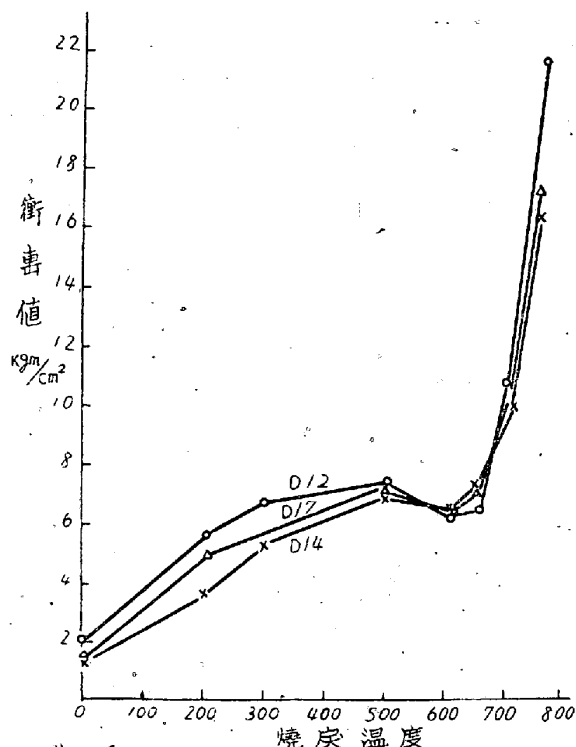
次に各試料の焼入及び焼戻温度の高温硬度に及ぼす影響を見る爲先づ焼入温度を 900°, 1000° 及び 1100°C の 3 種とし、焼戻温度を 650°C に一定とした場合の高温硬度の變化及び焼入温度を 1000°C 一定とし、焼戻温度を 300°, 650° 及び 700° の 3 種に變化した場合の結果を調べた。

前述と<sup>1)</sup>同様各試料共焼入温度を上昇する程高温硬度を増大する。之が理由も前に述べた通りである。尙 Cr 量を増す程その程度は僅であるが高温硬度を増大する。

次に焼戻温度の影響を見るに 300° の場合最も高く 650° に於ては僅かに減少し、700° 以上は前述の通り著しく減少し軟化する。而して 700° の場合は各 Cr 含有量共高温硬度は殆ど變りない。又 650° の場合も前述の如く Cr 2.1% と Cr 2.5% とは殆ど大差ない。これ等の結果から Cr 含有量 2~3.8% に於ては高温硬度は Cr 量を増す程稍増大するも餘り大なる影響はない、殊に焼戻温度を上昇すると殆ど差異がない。

## VI 高温衝撃試験

次に高温に於ける靱性を見る爲各試料を 1000° から油中焼入後 650° 焼戻し、前述と同様<sup>2)</sup> シャルピー衝撃試験機により高温に於ける衝撃試験を行つた。その測定結果は第 5 圖に示した。但し各測定値は 2 本試料の平均値を示した。試験温度に対する衝撃値の關係は前述<sup>1,2)</sup> と略同様である。各試料共常温の場合には衝撃値低きも試験温度を上昇するに従ひ急激に靱性を増し 500° 附近で極大を現はし 600° に於て僅か減少し、



第 5 圖 Cr 量異なる試料の試験温度と高温衝撃値

650° 以上は著しく増大する。而して Cr 量を増す程概ね衝撃値を減少する事が知られる。

これら高温衝撃値と前述の高温硬度との關係を綜合してみるに 650° までは高温硬度の減少も少く、一方衝撃値は比較的高く熱間工具鋼として極めて優れ、而してこの種 Cr 含有量による相違は比較的少く 4% 以上高 Cr を含有すると反つて性質を悪化するものと考へられる。

## VII 結 言

上述の研究結果を要約すると次の通りである。

- (1) C 0.25~0.3%, W 10%, V 0.3% の熱間工具鋼 DC に及ぼす Cr 2~4% の影響を研究した。
- (2) Cr 量を増加する程冷却の際の變態点を低下し C 0.25% の場合 Cr 約 3.8% の時 Ar'' 点を 300° 附近に生起し、自硬性を有することを示した。尙 C 0.30% の場合は Cr 2.5% に於て既に 300° 附近に Ar'' 点を生起する。
- (3) 850~1100° の 6 種類の最高加熱温度による焼入硬度を測定し、又焼戻による硬度の變化をも求め、Cr の挙動を明らかにした。
- (4) 1000° から油中焼入した各試料の 600° 及び 700° の温度に反覆加熱及び冷却による硬度の變化を調べ焼戻軟化に対する抵抗は餘り大差ない。
- (5) Cr 含有量 2~3.8% の範圍に於ては Cr 量を増す程高温硬度は僅か増大する。尙高温硬度に及ぼす

焼入及び焼戻温度の影響をも明かにした。

(6) Cr 量を増す程高温衝撃値は概ね減少するも、600~650° 附近に於ては Cr 量によつて餘り大差ない。

終りに臨み本研究を遂行するに當り終始御懇篤なる御指導を賜りたる菊田博士に深甚なる敬意と感謝の意を表する。

### 参 考 文 献

- (1) 小柴, 永島, 鐵と鋼, 35年. (昭 24), 4號. P 17~21  
 (2) 小柴, 永島, 日評, 27 (昭 19), 215

## シルクロムタンングステン耐熱鋼に就て

(耐 熱 鋼 の 研 究 II)

(第 5 回東北地方講演會 昭 19. 10. 3 於仙臺)

出 口 喜 勇 爾\*

### STUDY ON THE SILICHRONE-TUNGSTEN HEAT-RESISTING STEELS

*Kiyoji Deguchi*

(1) By the results of measurements of the transformation points, tensile proper and shock values at the room and the high temperatures, we have confirmed that we can substitute the molybdenum of Si-Cr-Mo heat-resisting steels by the same amount of the tungsten and that we can lower the content of the silicon.

(2) We have checked in detail the influences of over-heating and the degrees of removal of its influences by the heat-treatments after over-heated, not only on the room temperature, but also on the high temperature shock values of Si-Cr-W steels.

When we deoxydize with the proper amount of the aluminium or the titanium and make the grain sizes fine, we can reduce the grain growth, the coarse fracture and the lowering of the shock values of Si-Cr-W steels after over-heated.

(3) We have studied the influences of the nickel, copper and tin, mixed from the steel-making materials, on the transformation points and, not only on the room temperature, but also on the high temperature mechanical properties.

### I. 緒 言

現今耐熱弁用鋼として最も多量に使用される Si-Cr-W 鋼に關する實用的諸問題の解決に資する目的を以て、次の諸項につき研究した。

(1) 従來の Si-Cr-Mo 鋼の Mo を資源的見地より節約するため、これを適量量の W にて置換せる試料及び火造り加工を容易ならしむるため、Si を若干低下せる試料につき、變態點、常溫並に高温の抗張力及び衝撃値を測定した。

(2) Si-Cr-系耐熱鋼は破面の粗大、衝撃値の不同且低い事が屢々問題とされ、過熱を受けた Si-Cr-

W 鋼につき、單に常溫、高温の諸試験をも行つて過熱の影響を検討すると共に、過熱後の熱處理が常溫高温の諸試験値に及ぼす影響をも詳細に検討した。

(3) 結晶粒を微細化せしめ、過熱による粗大結晶粒並に粗大破面を改良せんがために、脱酸劑としての Al 及び Ti の影響を検討した。

(4) 製鋼原料(高周波電氣爐用)より混入せる Ni, Cu, Sn が變態點或は高温機械的性質に及ぼす影響を検討した。

\* 日本特殊鋼株式會社