

IV. 結 論

上述の研究結果を要約すると次の通りである。

- (1) C 0.3, Cr 2.5, W 5.0, V 0.3% を標準成分とし、これに対する各元素個々の影響を調べた。又 W 約 8% に對する C の影響をも實驗した。
- (2) 各試料の變態の生起狀況を測定し且つ焼入及び焼戻による硬度の變化を究明し、更に焼戻時間の影響を確めた。
- (3) 高温硬度は C 量を増す程増大し、韌性は多少減少する。
- (4) Cr は約 2.5% の場合高温硬度は最も高い。適當な Cr 量は實驗の結果 2.0~2.5% である。
- (5) W は約 5~9% に於ては高温硬度に餘り大差ない。韌性は W 量を増す程概ね減少する。

(6) V は 0.2~0.4% の範圍では高い方が高温硬度も高く、且つ韌性も 600° 以上に於ては殆ど大差ないから熱間工具として適當である。

尙此の種低 W-Cr 鋼の高温に於ける耐酸化性も重要な性質と考へられるのでこれに就ては既に實驗を終り改めて報告する豫定である。

終りに臨み本研究を遂行するに當り御指導を賜りたる菊田博士に感謝の意を表すると共に熱心に實驗に従事された永島祐雄及び又賀唯見兩君の勞を多とする。

(昭. 23. 10 月寄稿)

文 献

- (1) 小柴, 永島; 鐵と鋼 (35年4號 昭. 24. 4 月 P. 17~21)
- (2) 小柴, 永島; 鐵と鋼 (35年6號 昭. 24. 6 月 P. 21~24)
- (3) 小柴, 永島; 鐵と鋼 (35年7號 昭. 24. 7 月 P. 22~25)
- (4) 小柴, 永島; 鐵と鋼 (35年8號 昭. 24. 8 月 P. 17~20)

高 Mn-Cr 耐熱鋼の機械的性質に関する研究 (II)

(耐熱鋼の研究 V)

(昭和 21 年 4 月本會地方講演會講演)

出口喜勇爾*

STUDY ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF HIGH Mn-Cr HEAT-RESISTING STEELS.

(Study on the heat-resisting steels V)

Kiyoji Deguchi

The synopsis is described in the previous paper, "Study on the heat-resisting steels (IV)".

V. 高 Mn-Cr 鋼に及ぼす V の影響

前述の如く W, Mo は高 Mn-Cr 鋼の高温抗張力を高めるに有効であるが、我國の資源的關係からこれの使用は出來得る限り節約しなければならない。一方高 Mn-Cr 鋼に V を添加する時は高温匍匐強度が高くなる事が發表された⁸⁾。元來 V 炭化物のオーステナイトに於ける溶解度は頗る僅小であるが、適當なる高温度にて焼入焼戻を行へば十分硬度、抗張力を高め、従つて高匍匐の得られる事が推定される。依つて高 Mn-Cr 鋼に於ける C と V との關係並にその熱處理の影響を再検討する目的を以て、第 1 表分類(3) に示す如く、C 約 0.22% にして V 量を約 10% 迄變化せる試料 20~24 の 5 種の低 C 系試料、及び C 約 0.37% にして V 量を約 1.5% 迄變化せる試料 25~

29 の 5 種の高 C 系試料の各々に就き、焼入温度を 1000~1200° に變化させ、更にそれらの焼戻温度を 500~800° に變化させた場合(焼戻時間 3 h) のブリネル硬度及びシャルピー衝擊値を測定した。

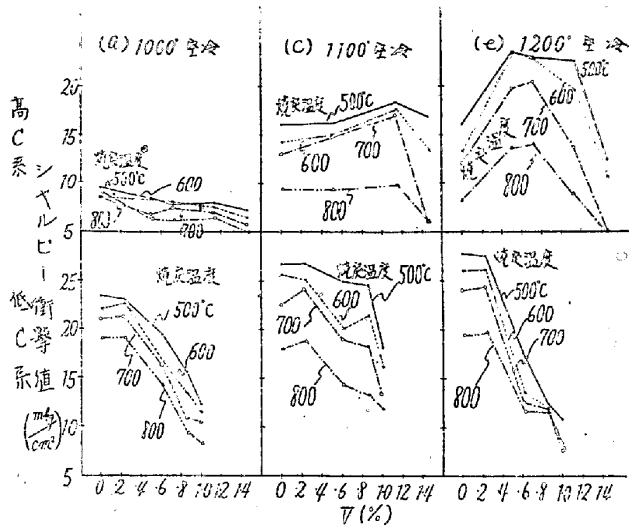
尙本實驗は前後 2 回行つたが、第 1 表には第 1 回實驗の試料の化學成分のみを示し、第 2 回のそれは殆どこれと類似するを以てこゝには掲げない。而して 2 回共に所定の熱處理項目に對してシャルピー試片 2 本づゝ製作した故に、衝擊値は 4 回、硬度は 8 回測定したものの平均を示す。測定結果は可成り不規則なる變化を示す場合もあるが、概略の傾向を述べると次の様である。

(1) 實驗結果

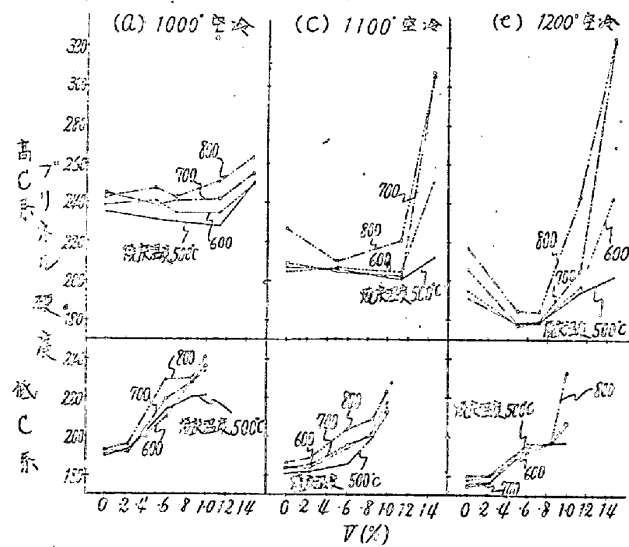
第 14, 15 圖は焼入焼戻温度一定なる時の V 量による衝

* 日本特殊鋼株式會社

撃値及び硬度の變化を示し、第16, 17及び18, 19圖は夫々V量一定なる時の焼入焼戻温度による衝撃値及硬度の變化を示す(第18, 19圖は省略する)。

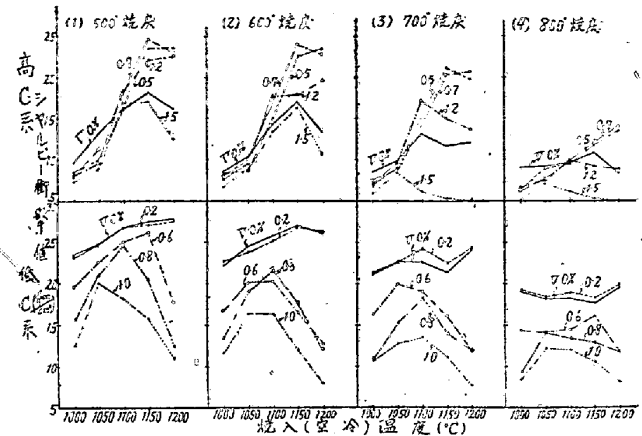


第 14 圖

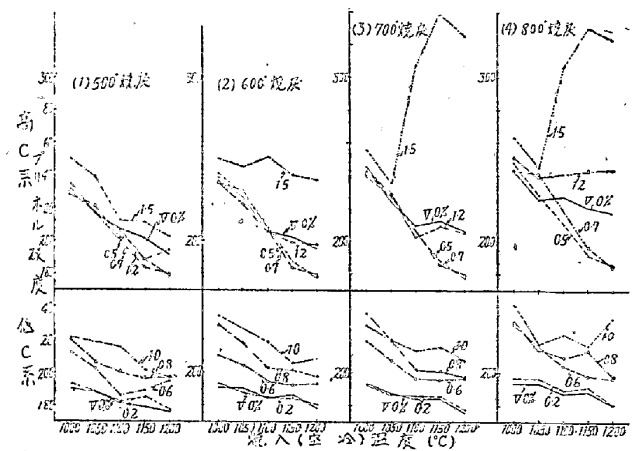


第 15 圖

これらに依つて先づ低C系試料に於けるVの影響を見るに、第14, 15圖に示すが如く、V約0.2%迄は衝撃値及硬度共に殆ど變化がなく、これ以上にVが増す時は何れの焼入焼戻温度に於ても衝撃値は低下し、硬度は概して衝撃値程變化が著しくはないが增加する。而してこれらの變化は1200°焼入の時が最も著しい。V量同一の場合の焼入、焼戻温度の影響を見るに、第16, 17圖に示すが如く、焼入温度上昇するに従ひ、衝撃値はV0.2%以下の試料では僅かに増加するか或は變化なきに反し、V0.6%以上の試料では焼入温度1050~1100°で極大を示し、硬度は若干減少するが、その減少量は僅少である。又焼戻温度上昇するに従ひ、第18, 19圖に示すが如く、衝撃値は一般に減少し硬度は殆ど變化なきか或は僅かに



第 16 圖



第 17 圖

増加する。

次に高C系試料に於けるVの影響を見るに、第14, 15圖に見る如く1000, 1050°空冷の場合には何れの焼戻温度に於てもV量による衝撃値及硬度の變化は殆ど認められない。1100°空冷の場合には何れの焼戻温度に於てもV1.1%迄はV量の増加により衝撃値、硬度共に殆ど變化がないが、更にVが1.5%に増加する時は衝撃値は低下し硬度は増加する。而してこの變化は焼戻温度が700~800°の時に特に著しい(500°焼戻では殆ど不變)。

次に1150, 1200°空冷の場合には、V量の増加に従ひ、0.5~0.7%迄は衝撃値は増加し硬度は僅かに減少し(或は實驗誤差範囲内に於ては硬度は殆ど變化しないと見るべきものもある)、0.5~0.7%に於て衝撃値の極大又は硬度の極小を示し、更に1.5%迄は衝撃値の減少、硬度の増加を示す。而してこの硬度の増加は焼戻温度高きもの程著しく、700及800°に焼戻したものでは硬度數約140を増して330となつて居る。更にV量同一の場合の焼入焼戻温度の影響を見るに、第16, 17圖に示すが如く、焼入温度上昇するに従ひ衝撃値は一般に増加して居る。然し500及600°焼戻の場合には1150°以上、700°焼戻の場合には1050~1100°以上では、焼入温度が上昇し

ても衝撃値は殆ど増加しないか或は却つて僅かに減少するものもあり、800°焼戻の場合には全試料共に焼入温度上昇しても衝撃値は殆ど増加しないか或は増加しても極く僅小となつて居る(第16圖)。又硬度は焼入温度上昇するに従ひ一般には減少するが、V1.5% 試料の硬度は、600°焼戻の時は焼入温度により殆ど變化せず、700及800°焼戻の時は焼入温度が1050°より1150°に上昇する時に急激なる増加即ち硬度數約80を増して330となり、焼入温度が更に1200°に上昇しても殆ど變化がない(第17圖)。最後に焼戻温度の影響は、第18, 19圖に示すが如く、焼戻温度上昇するに従ひ一般には衝撃値は低下し硬度は増加するが、唯1000, 1050° 空冷の時は前述せし如く全試料共に概して低衝撃値(概略5~10kg m/cm²)、高硬度(220~250)にして焼戻温度による影響は殆どなく、又V1.5% 試料の1100~1200° 空冷の場合の硬度は500~700間に於ては焼戻温度上昇に従ひ著しく増加(硬度數約100~130を増す)するが更に700°以上800°に迄焼戻温度が上昇しても殆ど變化がない(第18, 19圖省略)。

(2) 實驗結果に対する考察

CのVに対する親和力は非常に強く、Crに対するそれよりは大きい。従つて複雑なる特殊鋼に於てもVの炭化物V₄C₃はFe或はCrの炭化物よりも優先的に生成すると考へられる⁹⁾。而してV₄C₃を生成するにはV1%に對してC0.15%を要する勘定で、各試料に就てVの全部がCと結合せるものと假定してVと結合せるC量を計算すれば概略次の通りである。

試料	C(%)	V(%)	Vと結合せるC(%)	残りのC(%)
20	0.22	—	—	0.22
21	0.21	0.23	0.04	0.17
22	0.22	0.61	0.09	0.13
23	0.22	0.86	0.13	0.09
24	0.22	1.00	0.15	0.07
25	0.38	—	—	0.38
26	0.38	0.50	0.08	0.30
27	0.37	0.72	0.11	0.26
28	0.36	1.13	0.17	0.19
29	0.38	1.46	0.22	0.16

扱て前記實驗結果に對して若干の考察を行ふと、一般にはV量が増加すれば(本實驗の如く約1.5%以下の場合)V炭化物増加の爲に衝撃値は低下し硬度は増す。又同一V量に於ては焼入温度高くなるに従ひ炭化物のオーステナイト中への溶解量が増す爲に衝撃値は増加し硬度は減少する。次に焼戻温度高くなるに従ひオーステナイト中に溶解した炭化物の析出が著しくなる爲に衝撃値は低下し硬度は増加する。然し前記實驗結果中にはこれのみにては説明出来ない箇所があるので、これに就て更に

詳細に考察すれば次の様である。

第14, 15圖に示す如く高C系試料が1100~1200° 空冷の場合にV0.5~0.7%に於て衝撃値の極大或は硬度の極小を示すのは、Vと結合せるCのオーステナイトに對する固溶量がこの場合にはVと結合せざるC量との關係で焼戻温度附近に於ても尙若干存在し、かゝるVと結合せるCは結局焼入焼戻による炭化物の溶解析出に關係しないものと考ふれば、V量が増加するに従ひ、V₄C₃は増加するが、猶Vと結合せざる炭化物(Cr炭化物等)が最初は多量に存在し、これの減少する影響の方が強く作用するので結局衝撃値は増加し硬度は若干減少する。然るに更にV量が増加する時は、V₄C₃が多くなりVと結合せざる炭化物が減少するため、結局V₄C₃の増加による衝撃値の減少及硬度の増加する事大となる。かゝる兩作用の爲にV量増加に際して衝撃値の極大、硬度の極小が起るものと考へられる。又高C系の1000, 1050° 空冷の場合にはオーステナイト中に溶解せずして残存せる炭化物が多く溶解炭化物が少い爲に比較的low衝撃値、高硬度を示しV量が増加しても溶解炭化物の量が變化せない爲に衝撃値及硬度の變化が少いのである。又低C系試料に於ては、V量増加と共にVと結合せざるC量は減少するが、その全體量が高C系の場合の様に多くない爲に、V0.2%以上では主としてV₄C₃のみが影響し、衝撃値の極大、硬度の極小は表はれないものと考へられる。但し顯微鏡的にはV炭化物と他の炭化物との識別困難の爲、顯微鏡組織に依て證明し難い。

次に第16, 17圖に示す如く、焼戻温度一定なる時の焼入温度の影響に就て考察するに、焼入温度上昇するに従ひオーステナイト中へ溶解する炭化物の増加による衝撃値の増加と、結晶粒粗大化による衝撃値の低下との合成結果の爲に焼入温度1050~1100°に於て衝撃値の極大を示す。然し800°焼戻の場合にこの極大を示さないものや判然としないものは、焼戻温度が高くなるとオーステナイト中に溶解した炭化物の析出量が甚だ多い爲に、炭化物析出の影響の方が結晶粒の影響よりも遙に強く、又結晶粒成長に及ぼす添加元素の影響¹⁰⁾等によると考へられる。硬度は結晶粒の粗大化によつて餘り影響されず、主として炭化物の溶解析出にのみ影響され同一焼戻温度に於ては焼入温度高い方が析出量少い爲に第17圖の如くなる。尙この圖に於てV1.5% 試料29の700~800° 焼戻に於て1050°以上の焼入試料が大なる硬度を示すのは、多量のV₄C₃が生成しこれのオーステナイト中への溶解が1050°以上に於て起り、その析出は700°以上に於て起る事を示す(顯微鏡寫眞省略)、第18, 19圖に示す焼入温度一定なる時の焼戻温度の影響も上記により同様に

説明される。

VI. 高 Mn-Cr-V 鋼に及ぼす熱処理の影響

高 Mn-Cr-V 耐熱鋼製小物鍛造品の大量生産に當り、その各熱処理操業の影響を検討し、餘り必要ならざる操業は出來得る限り省略して以て現場作業の量産に資する爲に、2t 高周波電氣爐によつて熔解し、100kg 鋼塊に造塊後、5 1/2" 次に更に 15mm 角に鍛伸した試料を、下記64種の熱処理を施した後シャルピー試片に仕上げ、硬度及衝撃値を測定した。第1表分類(4)試料30はその化學成分を示し、第5表は測定結果を示す、但し各熱処理項目に對してシャルピー衝撃値は3回、硬度は6回の測定値の平均を示す。

- (i) 1000° に焼鈍する時間: 0, 1, 3, 10h.
- (ii) 焼入温度: 1100, 1200°.
- (iii) 同上保熱時間: 30mn, 3h.
- (iv) 焼入冷却法: 空冷, 水冷.
- (v) 750° 焼戻時間: 3, 10h.

第5表に依れば次の事が知られる。

(i) 1000° 焼鈍時間の影響

硬度に對しては一般的の影響は認められない。衝撃値は3h 焼戻試料に於ては、焼鈍せざる試料(0h 焼鈍)は約 20~22, 1h 焼鈍せしものは 20~26, 3, 10h 焼鈍せしものは 16~20kg m/cm² を示す。即ち焼鈍せざる試料に比し 1h 焼鈍のそれは衝撃値が若干増し、更に 3h 以

上焼鈍した試料は少しく衝撃値が低下し且つ焼鈍時間による影響は認められない。又 10h 焼戻試料に於ては焼鈍時間の影響が全然認められない。

(ii) 焼入温度の影響

硬度は焼入温度高く且同保熱時間長いものでは 220~230 の様に高い硬度を示すものもあるが、焼入温度による一般的の影響は認められず、硬度は大體 200~220 の間にある。衝撃値は一般に1200°焼入試料の方が1100°焼入試料に比し約 2 kg m/cm² 大なる値を示すものもあるが、殆ど差異がない。但焼入保熱時間短く且焼戻時間の短い試料の間では必ずしもこの様にはなつて居ない。

(iii) 焼入保熱時間の影響

硬度には判然たる傾向が認められない。衝撃値は3, 10h 焼鈍試料に於ては、焼入保熱時間長い方が最大約 3 kg m/cm² だけ大なる値を示す様であるが、その他の焼鈍試料に於ては殆ど一般的の影響は認められない。

(iv) 焼入冷却方法の影響

角 15mm 程度の試料の硬度に對しては、焼入の際の空冷、水冷の差異は殆どない様である。衝撃値は空冷試料の方が概して大きい様であるが、その差は一般に約 3 kg m/cm² 以下であつて、6 及 4kg m/cm² の差を示すものは夫々唯一種づゝあるのみ。但しこの逆の關係を示すものも若干あるがこの場合にも兩者の差は僅少である。

(v) 焼戻時間の影響

硬度は殆ど全試料共に焼戻時間の長い方が大きいが、

第 5 表

温度 °C	焼 入		750° 焼戻 時間 h	1000° 焼 鈍 時 間 h								
	保熱 時間	冷却 法		0		1		3		10		
				ブリネル 硬 度	シャルピー 衝 撃 値	ブリネル 硬 度	シャルピー 衝 撃 値	ブリネル 硬 度	シャルピー 衝 撃 値	ブリネル 硬 度	シャルピー 衝 撃 値	
1100	30 mn	空冷	3	198	21.7	198	23.5	207	18.2	202	19.5	
			10	212	15.2	202	17.9	207	18.0	203	17.1	
		水冷	3	203	19.8	205	21.8	207	16.0	207	17.6	
			10	219	16.3	212	16.4	200	16.5	209	15.6	
	3 h	空冷	3	198	21.3	202	25.5	192	19.7	202	21.5	
			10	214	15.8	202	19.9	202	18.5	203	18.9	
		水冷	3	203	20.1	202	24.1	207	19.2	198	19.7	
			10	209	16.0	207	17.5	198	18.1	202	19.8	
	1200	30 mn	空冷	3	196	20.3	207	24.5	199	18.1	200	18.5
				10	207	15.6	207	17.9	207	17.4	209	16.6
			水冷	3	207	21.0	205	23.0	199	16.1	207	16.6
				10	212	16.2	212	17.3	207	16.6	207	17.2
3 h		空冷	3	207	21.4	196	24.5	202	18.7	207	20.4	
			10	228	14.1	210	19.0	209	16.8	210	16.9	
		水冷	3	202	21.5	226	20.1	200	18.7	198	17.7	
			10	209	16.6	223	13.5	198	17.5	202	18.0	

その差は最大20である。尙この差は焼鈍時間長き試料の間に於ては一般に少い様である。衝撃値は硬度の變化によく相對應して居る。即ち焼戻時間短い方が大なる値を示し、その差は最大 7kg m/cm^2 である。又3及10h 焼鈍試料間に於ては焼戻時間の影響は一層少くなつて居る。

以上の諸結果より本耐熱鋼の大量生産に参考となるべき次の資料を得た。

(i) 實際の生産に當つては 1600° に焼鈍する必要はない様である。

(ii) 焼入温度は 1100° でも 1200° でも殆ど差異がないから、この間の任意の温度で焼入すればよい。

(iii) 焼入保熱時間は長く保つ必要はない様である。

(iv) 焼入冷却方法は水冷、空冷殆ど差異がない。

(v) 焼戻時間の3hと10hとは幾分差異を認められるが僅かであるから、量産の爲には短時間焼戻を採用するが至當と思はれる。

VII. 總括

以上述べた所を總括すれば次の如くである。

(1) 高 Mn-Cr 鋼の高温機械的性質に及ぼす Cr, Ni, W, Mo, V, Ti, Cu の影響を試験し、比較の爲に特殊高 Cr, 高 Ni 鋼の高温機械的性質をも検討した。尙高温加熱による脆化試験及酸化試験をも参考の爲に行つた。

(2) 上記諸元素は何れも適量添加すると高温強度を増す、就中 W, Mo の効果が著しい。又 Cr, Cu, Mo は耐酸化性を増すが、Cr (約15%以上に増した時), Cu は高温に於ける靱性を著しく害する。

(3) 高 Mn-Cr-W-Mo 鋼の焼入後の高温長時間保熱による脆化防止に對する Ti の効果は、常温並に高温衝撃試験結果を併せ考へれば、殆ど認められない。

(4) 低 C 及高 C の高 Mn-Cr 鋼の硬度及衝撃値に及ぼす V の影響を、 $1000\sim 1200^\circ$ 焼入、 $500\sim 800^\circ$ 焼戻の各場合に就て検討した。

(5) V 量増加に従ひ一般には靱性が低下するが、C 及 V の量の相對的關係により或る V 量に於て衝撃値の極大硬度の極小を生ず。又焼入温度上昇に従ひ一般には靱性が増加するが、C 及 V の量並に焼戻温度の相互關係により焼入温度 $1050\sim 1150^\circ$ に於て衝撃値の極大を示す。これらの事實に關し理論的考察を試みた。尙焼戻温度上昇に従ひ一般に硬度が増加するが、特に C 0.38%, V 1.5% 試料は焼入温度 1100° 以上、焼戻温度 700° 以上の場合硬度は著しく高くなり、ブリネル硬度 330 を示す。

(6) 高 Mn-Cr-V 鋼に及ぼす各熱處理操業の影響を検討し、該耐熱鋼の大量生産の爲の熱處理の簡略化を計つた。

VIII. 附記：14%Cr-14%Ni-W 鋼の脆化に及ぼす V 及 Ti の影響

(1) 緒言

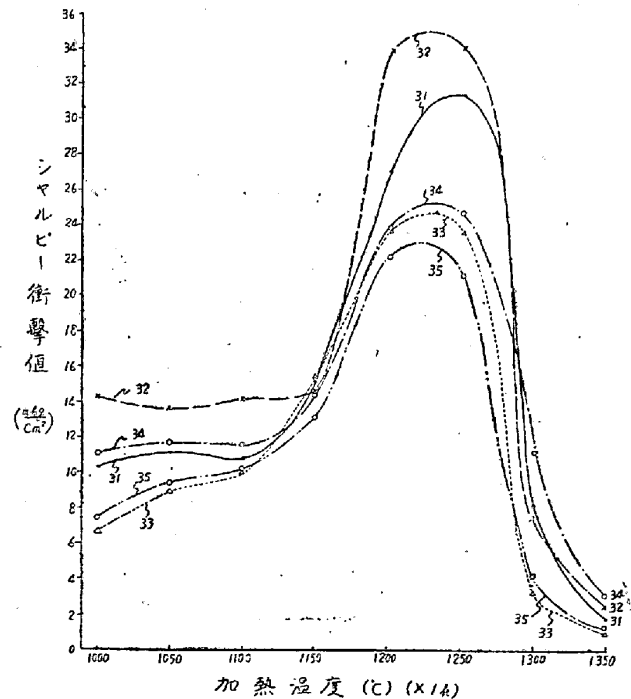
著者は以前に 14%Cr-14%Ni-W 耐熱鋼の脆化に及ぼす V 及 Ti の影響を検討したが、これは前述の「高 Mn-Cr-W-Mo 鋼の脆化に及ぼす Ti の影響」と相關聯する所ある故にこゝに参考の爲に附記する。

(2) 實驗の概要

試料は第1表分類(5)試料31~35に示す通りである。即ち同一原料を用ひて標準とすべき試料31とこれに V 又は Ti を夫々約 0.2, 0.5% 添加した試料 32~35 との5種の鋼を調製した。而して下記の如き熱處理を施した後シャルピー衝撃値及ヴィツカーズ硬度を測定した。

(i) $1000\sim 1350^\circ$ 間に於て 50° 間隔の各温度に加熱、1h 保熱後水冷。

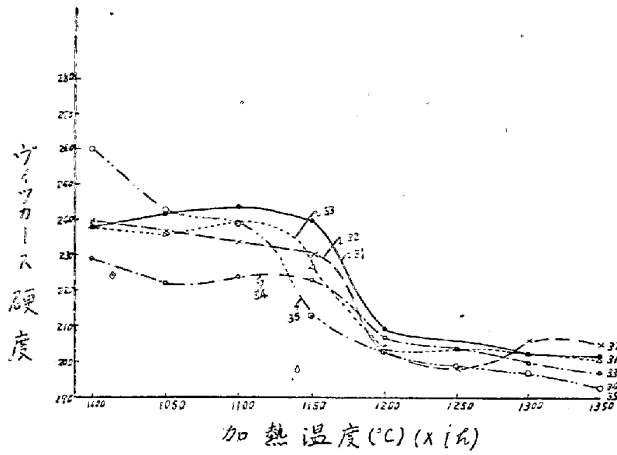
(ii) 1100 及 1200° 水冷後 750° に再加熱し、20mn~20h 保熱後放冷。



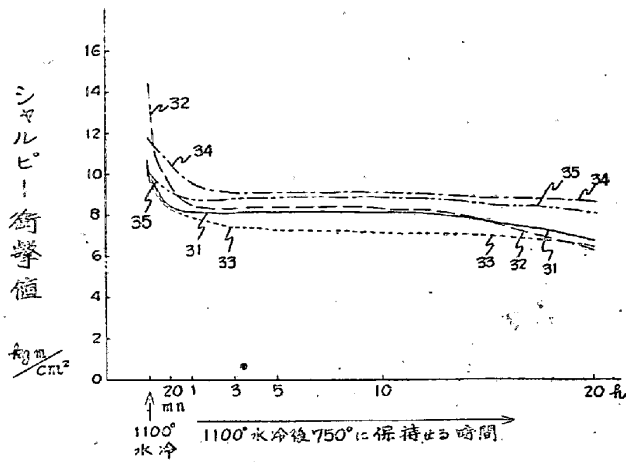
第 20 圖

以上の如くして實驗した結果を第20~25圖に示した。

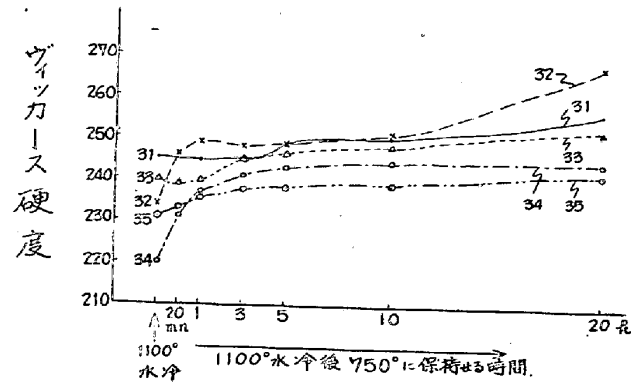
(i) 第20, 21圖は $1000\sim 1350^\circ$ 加熱水冷試料の衝撃値及硬度を示す。これによれば衝撃値は加熱温度約 $1225\sim 1230^\circ$ に於て最高となり、 1050° 焼入のものに比し約2倍の値を示すが、 1250° 以上に於ては焼入温度の上昇に従つて急に衝撃値が低下する。これは結晶粒の粗大化に基因する。硬度は加熱温度の上昇に従つて漸次低下するが、 1200° 以上になると殆ど一定となる、即ちオーステナイト組織に於ては結晶粒の大小は硬度には大なる影響



第 21 圖



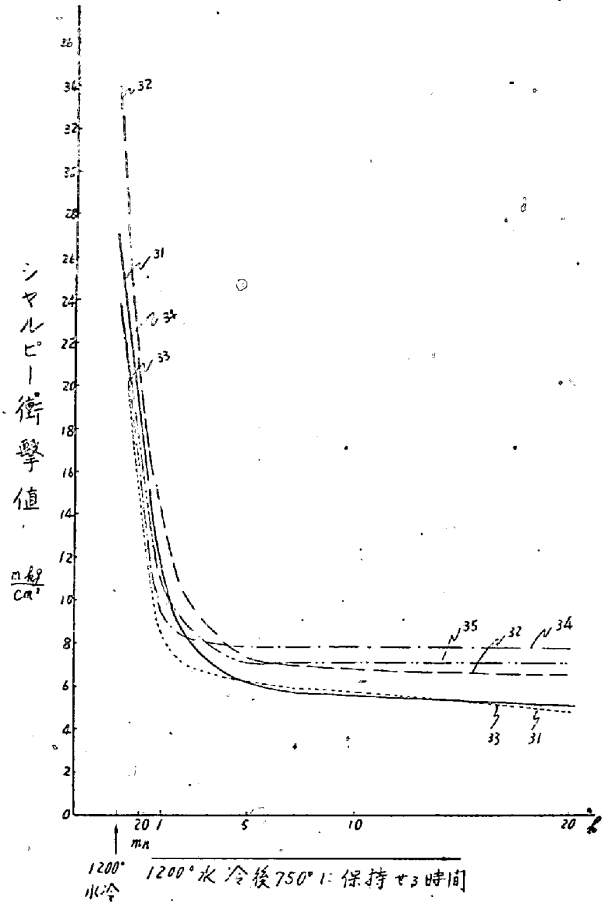
第 22 圖



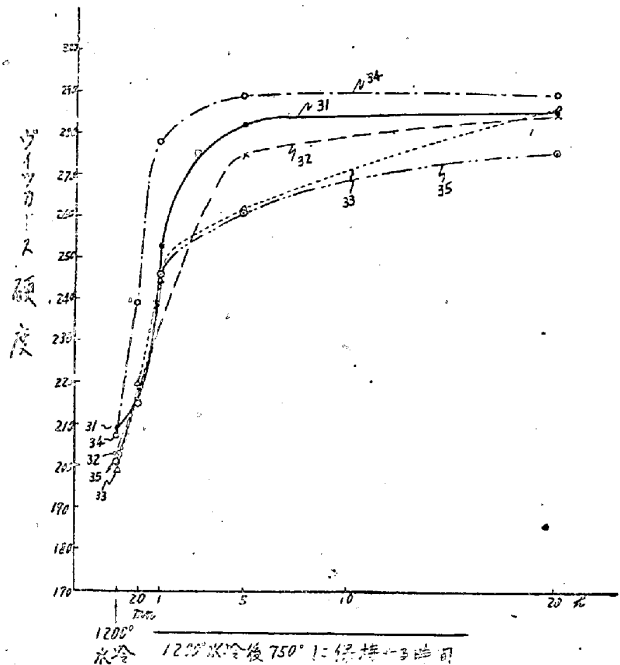
第 23 圖

がないのである。この場合 V, Ti の一般的影響は認められない。

尙これらの試料の顕微鏡組織を検するに、加熱温度 1000 又は 1050° に比し 1100° では炭化物のオーステナイト中への固溶量が相当多くなり、1150° で結晶粒界が表はれ始め、1200° では不溶解炭化物が少量残るのみで結晶粒は著しく粗大化し、1300° 以上に加熱したものは粒界及非金属介在物を中心として少しく熔融し始めて居る。又 V 及 Ti は結晶粒を微細化せしむる作用ありとせられて居るが、本実験の如きオーステナイト鋼に於て



第 24 圖



第 25 圖

はその影響を認め難い（顕微鏡写真省略）。

(ii) 第22~25圖は1100及1200°水冷後750°に長時間加熱による析出硬化試験の結果を示す。

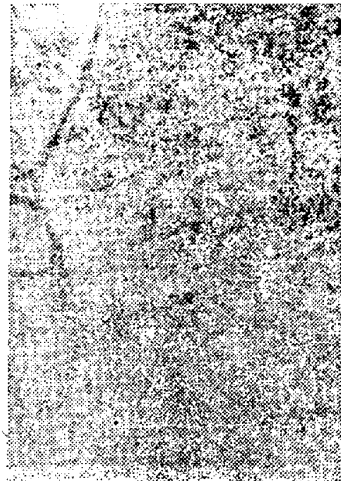
1100° 焼入のものは析出硬化に伴ふ衝撃値の低下は30~50%程度で、Vの有無には殆ど関係がなが、Tiを0.2%

添加せるものは若干析出硬化を阻止する傾向が認められ Ti 0.5% 添加せるものはその傾向を認めない。又全試料共析出硬化の著しく起るのは最印の 30mm 間で、その後は保熱時間を増すに従つて極めて少しづつ、硬度の上昇衝撃値の低下を示すに過ぎない。

又 1200° より水冷したる試料に於ては 750° に 1h 保つ時は最初の衝撃値に對して 1/4~1/5 に迄低下し、その後は長時間保熱による低下は殆どない。即ち焼入温度 1100° の場合でも 1200° の場合でも 750° に保つ時間 30mn ~ 1h の間にこの温度に於ける炭化物の析出が最盛に起り、その後は徐々に起るのであるから、この種の鋼の熱處理としては焼入後 750° に 1h 保持して置けば使用温度がこれ以下の場合には充分である。又本實驗に於て添加した程度の V 又は Ti によつては顯著なる影響は認め難いが、1100° 焼入の場合と同様この場合にも Ti 0.2% 添加試料の衝撃値低下が他のものに比し若干少い様である。

尙 1200° 焼入後 750° に加熱したるものでは、粗大結晶粒の内部に劈開面に沿つて炭化物の析出が認められるが、この種のもは極めて脆弱であり又 750° に 5h 以上加熱したるものに於ては寫眞第 4 に示すが如く小き多角

寫眞第 4 (×500)



試料 35, 1200° 水冷, 750° × 5h.

形の Ti 化合物が認められる事もある。

(3) 總 括

(i) 14%Cr-14%Ni-W 耐熱鋼に V 又は Ti を單獨に添加したる場合には過熱による結晶粒粗大化阻止には殆ど効果がない。(ii) 1100° 又は 1200° 焼入後 750° に保持することによる炭化物析出状況は、最初の 1h 以内に大部分析出を終りその後は極めて少しづつ、析出量を増加する。加熱温度を 1200° とすると結晶粒の發達著しく従つて材質を脆弱化する。(iii) V 又は Ti の添加により炭化物析出阻止に對し期待するだけの効果は得られず、幾分効果を認め得るゝものは Ti 0.2% 程度加へたもので、0.5% 添加は多きに過ぐる様に思はれる。

終りに臨み本研究に對し御指導御鞭撻を賜りし渡邊社長、玉置研究部長並に村上武次郎先生に深甚の謝意を表す。(昭. 23. 10 月寄稿)

脚 註

8) 寺島氏, 誌上未發表.

9) 濱住, 輓近鐵鋼及特殊鋼 (昭19), 271. 大屋博士は V 炭化物として V_5C (β) 又 V_4C_3 (ϵ) の存在を認め, Vogel-Martin 兩氏は V_4C_3 のみを認めて居る.

10) 「數種の構造用特殊鋼の過熱に関する研究」(鐵と鋼, 29 (昭18), 704) に於て著者は構造用特殊鋼の過熱によるオーステナイト結晶粒の粗大化に對して熔解の際の脱酸剤の種類及量が影響を及ぼす事を實驗的に證明した. オーステナイト鋼の結晶粒に關しては未だかゝる實驗を完成して居ないが, 矢張りこの場合にも添加元素の種類及量の影響があるものと推定される.

大型特殊鋼材の軟化焼鈍への等温變態の應用 (I)

(昭 23. 4 月本會講演大會講演)

堀 川 一 男**

FULL ANNEALING OF LOW ALLOY STEEL THICK FORGINGS BY A ISOTHERMAL TRANSFORMATION. (I)

Kazuo Horikawa.

Synopsis; The purpose of this study was to save fuels, equipments and labours required for full annealing of low alloy steel thick forgings.

In this first report, theory of isothermal annealing and fundamental studies carried out on small spacimens were given..

** 日本鋼管株式會社技術研究所