

ニッケル・クロム鋼に關する研究 (承前)

吉川 晴 十

第二章 不鏽性ニッケル・クロム鋼

第一節 緒言

從來不鏽鋼として一般に用ゐられたるはニッケル二五%乃至三〇%のハイニッケル鋼なりしがブレヤレー氏のクロム不鏽鋼發明以來不鏽性並に切削作業容易の點に於て遙かに後者の方優良なるにより諸種の用途に此種の高クロム不鏽鋼を使用するに至れり。

然るに高クロム不鏽鋼は炭素低く熱處理適當なれば相當の靱性を有し衝擊試験成績アイゾッド式にて二五乃至七〇呎听なりと稱せらるれども實際は往々脆弱なるとあり機械部分用としては甚だ不安心なる材料たるを免かれず、獨國クルツプ社にては夙に之れが研究を始め一九〇九年以來ニッケルを加へて靱性を増加することを試験し其結果としてクルツプ社は二種のニッケル・クロム不鏽鋼を發明して其特許を得たり、一は普通のクロム不鏽鋼にニッケル一、五%を加へたるものにて VIM なる符號を附し通常の強靱性ニッケル・クロム鋼と同程度の強度を有し機械部分品用材料として適當なり、他は符號 V2A にして不鏽性は前記のものに優れども恰もハイニッケル鋼の如く弾性限低く切削作業困難なるを以て腐蝕に對する抵抗力の大なることを主として要求する場合に

使用す、顯微鏡的組織上より云へば前者はトルーストソルバイト組織にて後者はオーステナイト組織なり。

強靱にして而かも不鏽性大なる鋼は工業上其用途甚だ大なるべきを以て著者はニッケル及びクロミウムの量を種々に變更して其強度殊に衝擊に對する抵抗牽引試験不鏽性及び顯微鏡的組織等を研究せり。

試験に供せる鋼の種類次表の如し。

第四十四表 ニッケル・クロム不鏽鋼化學分析

鋼番號	炭素%	硅素%	滿俺%	磷%	硫黃%	ニッケル%	クロミウム%
第十九	0.15	0.03	0.04	0.01	0.00	1.3	12.4
第二十	0.04	0.00	0.05	—	—	1.5	14.5
第二十一	0.09	0.07	0.06	0.00	0.03	3.3	13.5
第二十二	0.04	0.03	0.03	0.07	0.05	8.8	15.8
第二十三	0.03	0.04	0.05	0.04	0.00	8.9	17.7
第二十四	0.04	0.03	0.04	0.01	0.04	9.1	17.5
第二十五	0.06	0.03	0.03	—	—	7.8	2.5
第二十六	0.06	0.03	0.05	0.01	0.02	8.5	3.8
第二十七	0.02	0.04	0.05	0.07	0.05	8.0	2.8

右の内鋼番號第十九及び第二十はクルツプ社の不鏽鋼 VIM に相當するもの第二十一は更にニッケルの量を多くし之れによりて一層衝擊試験良好なるものを得べきや否やを試験した

るもの其他は何れもクルツプ社の不鏽鋼 VIM に相當するものなれども炭素及びクロミウム量を種々に變更して切削作業の難易等を試験したるものなり。

第二節 ニッケル一、五%を含有するニッケル・クロム不鏽鋼

第一項 鋼番號第十九 (炭ニッケル素 〇、二七
クロミウム 一、三三)

鋼番號第十九は電氣爐にて熔製し二〇〇疋鋼塊に鑄造したるものなり、之れを直徑一吋丸棒に鍛延せり、鍛延は高速度鋼等の場合の如く初め研磨機にて鋼塊表面の疵を除去して後

行へば困難を感ぜず。

(イ) 變態點

熱膨脹測定法によりて變態點を求めたる結果は第三十七圖 A に見る如く Δ は約八〇〇度に於て起り Δ は爐中冷却なるに拘はらず三七〇度より始まる故に本不鏽鋼は鍛鍊の儘等にては甚だ硬し。

(ロ) 材料試験成績

鍛延の儘にては切削不可能にて材料試験を行ふ事はせず只ブリネル硬度五五なるを知り得たるのみ焼鈍或は焼入焼戻を行ひたるもの、成績第四十五表の如し。

第四十五表 鋼番號第十九 (炭ニッケル素 〇、二七
クロミウム 一、三三)

の材料試験成績

試片符號	處	理	彈性限 kg/mm ²	破斷界 kg/mm ²	延伸 %	斷面收縮 %	斷面狀態	ブリネル 硬度	衝擊 呎呎
A	七〇〇度にて三時間保熱爐中冷却焼鈍		六三、〇	九二、三	一八、六	四九、七		二四八	一八、七
B	七五〇度 × 一時間 水中冷却		八二、五	八五、〇	二一、六	五〇、九		二二八	四七、〇
O	八〇〇度 × 一時間 水中冷却		一〇九、八	一二〇、五	七、〇	二四、九		三三二	六、八
D	八五〇度 × 一時間 水中冷却の後		六九、三	九五、一	一五、六	三六、三		二六九	二二、三
E	八五〇度 × 一時間 油中冷却の後		七八、一	九五、一	一八、八	四七、一		二五五	一一、八
F	八五〇度 × 一時間 油中冷却の後		八三、二	八五、四	二〇、三	五三、四		二三五	四〇、〇
G	七五〇度 × 一時間 油中冷却の後		七六、九	八四、一	二一、一	五〇、九		二三五	四七、七
H	七〇〇度 × 一時間 油中冷却の後		七九、四	八七、四	二二、七	五〇、九		二四八	四八、一
I	七〇〇度 × 一時間 油中冷却の後		七八、二	八六、九	二二、七	五二、一		二四二	四七、二
J	七〇〇度 × 三時間 油中冷却の後		七九、五	八七、一	二〇、三	五二、一		二三五	四二、二
K	九〇〇度 × 三時間 油中冷却の後		六五、七	八七、一	二一、一	四九、七		二四一	四〇、三

L	M	N	O	P	Q	R	S	UT	V	W	X
九〇〇度×一時間油中冷却の後七〇〇度×三時間三〇〇度迄爐中其後油中冷却	一時丸棒を更に直徑一七耗の丸棒に鍛延し九五〇度×三十分間油中冷却の後七〇〇度×五時間にて六〇〇度まで爐中冷却然る後油中冷却したるもの	右と同様の丸棒を九五〇度×三十分間中冷却の後七〇〇度×四時間六〇〇度迄爐中に於て冷却し然る後油中冷却す	右と同様の丸棒を九〇〇度×三十分間油中冷却の後七〇〇度×四時間爐中冷却	右と同様の丸棒を九〇〇度×三十分間油中冷却の後七〇〇度×四時間爐中冷却	右と同様の丸棒を九〇〇度×三十分間油中冷却の後七〇〇度×四時間爐中冷却	右と同様の丸棒を九〇〇度×三十分間油中冷却の後七〇〇度×四時間爐中冷却	右と同様の丸棒を九〇〇度×三十分間油中冷却の後七〇〇度×四時間爐中冷却	右と同様の丸棒を九〇〇度×三十分間油中冷却の後七〇〇度×四時間爐中冷却	右と同様の丸棒を九〇〇度×三十分間油中冷却の後七〇〇度×四時間爐中冷却	右と同様の丸棒を九〇〇度×三十分間油中冷却の後七〇〇度×四時間爐中冷却	右と同様の丸棒を九〇〇度×三十分間油中冷却の後七〇〇度×四時間爐中冷却
八三、二	七三、四	八七、六	八八、五	八八、八	八七、七	八三、六	八九、六	八〇、六	七五、六	八七、一	測定せず
二二、一	二二、八	一九、三	一九、〇	一八、三	一七、五	二一、五	二〇、三	一九、〇	二六、五	五五、八	測定せず
四九、七	五二、八	四七、六	五〇、八	四八、七	四九、七	五四、八	五三、三	五一、八	五五、八	測定せず	測定せず
二四、一	二九、〇	五五、三	二五、五	二四、九	二五、五	二六、六	二四、六	二四、八	二五、五	二五、五	二五、五
三三、五〇	六〇、五	三六、八	二七、五	二七、五	二六、八	二六、八	二六、八	二六、八	二六、八	二六、八	二六、八

右の成績によりて見れば本不鏽鋼の機械的性質は八五〇度以上にて焼入を施し七〇〇度にて一時間以上焼戻を行へば普通の強靱性ニツケル・クロム鋼と略々同様にして機械部分用として適當なるものなり、只著しき事實は彈性限明かならざる事と衝撃試験が異なる事なり。

衝撃試験成績は全く同一處理を受け硬度は同一にてても非常に異なるものなり、低きは一八、六呎听にて高きは七一、三呎听に達するものあり之れは本材料が非常に熱處理に對して鋭敏なるによるか或は完全なる混合が行はれ難くクロミウム炭化物等が丁度試験錐の切込の部分に存在する場合に小さな衝撃試験成績を表はすものなるや末だ明かならず、但し適

當なる熱處理を施したるものは衝撃試験成績最低のものども猶一般の機械部分用としては充分の靱性を有するものなり。

(ハ) 高温度に於ける硬度

クロミウムを多量に含む鋼は一般に高温度に於て普通鋼よりは硬度高く従つて高温度に熱せらるゝ品物例へば内火式機關の弁等として利用せらるゝものあり、本不鏽鋼が高温度にて如何なる程度に硬きやを試験する爲め直徑一時高さ二分の一時の試片を作り落下式硬度試験機に取付けたる電氣爐にて加熱して硬度を測りたり、此落下式硬度試験機は落錘の重量一砵にて下端に直徑一〇耗の鋼球を有し五〇〇耗の高さよ

り落して其印痕の直径を測り硬度を知るものにて壓痕の直径三、五耗は普通のブリネル硬度の二三二に相當し四、〇耗は一七〇に相當す。

試験の結果を普通の強靱性ニツケル・クロム鋼と比較したるものは第四十六表の如くにして尙之れを第三十八圖に圖表として掲ぐ。

第四十六表 高温度に於ける硬度

落下式硬度試験機による壓痕の直径(耗)

硬度測定温度	(三〇分間保熱)	(一〇分間保熱)
常溫	三、二〇	三、四〇
一〇〇	—	三、五五
二〇〇	三、一〇	三、六〇
三〇〇	三、二〇	三、六〇
四〇〇	三、六〇	三、六五
五〇〇	三、六〇	三、八〇
六〇〇	三、六〇	三、八五
六五〇	三、八〇	—
七〇〇	三、九五	三、九〇
七五〇	四、一〇	三、九五
八〇〇	四、一〇	四、五〇
八五〇	四、二〇	四、七〇

右の結果によりて見れば本不鏽鋼四〇〇度附近に於て軟化する程度は普通のニツケル・クロム鋼よりは大きなり、但し七〇〇度近傍迄常に不鏽鋼の方硬く八〇〇度に至れば普通のニツケル・クロム鋼は俄に甚だ軟かになれども不鏽鋼はそれ程ならず。

(ニ)不 鏽 性

本不鏽鋼の熱處理を施したるもの及び焼鈍の儘のものにて一四三耗角厚さ一五耗の鋳を作り仕上削りの儘同様の軟鋼鋳と共に屋外に吊し置きたるに軟鋼鋳は直ちに發錆したるも不鏽鋼は四ヶ月を経過するも焼鈍のものも熱處理を施したるものも殆んど鏽を生ぜず。

同様の鋳を油にて濕したる麻繩にて海水中に吊し置きたるものを一〇五日間の後引き揚げて其重量を比較したるに第四十七表の如く不鏽鋼の方減量少なし。

第四十七表 一〇五日間海水中浸漬後の腐蝕量

鋼種	重量	原重量	腐蝕後重量	減重量
軟鋼	二、二八七	二、二八七	二、二六五	二二
不鏽鋼	二、二五七	二、二五七	二、二四五	一二
同	二、二二七	二、二二七	二、二二〇	七

然れども鋳の表面を檢査する時は發錆狀況著しき相違あり、第三十九圖は即ち其の約二分の一に縮寫したる實物寫眞にして軟鋼は平等に一面に鏽び不鏽鋼は繩の觸れたる部分及び貝類の着きたる部分のみ鏽びたり、油繩に觸れたる部分が殊に深く鏽び居るは著しき事實にして其原因は油の有機酸によるか或は貝類の附着早かりしによるか未だ判明せずと雖も他物に接觸したる所のみが腐蝕せらるゝ故鋼自身の成分或は組織の不同に因るには非ざる事明かにして本材料が單獨に存在する場合には著しく不鏽性大なれども他物と接觸し居る場合に鏽び易き事は多少本不鏽鋼の用途を狭むるものに非ずやと懸念せらる。

(ホ)顯微鏡的組織

鍛錬の儘の組織は顯微鏡寫真第九十四（前號所掲顯微鏡寫真參照以下同じ）に示す如くマルテンサイトと小粒の炭化物とより成る、腐蝕は容易ならず本寫真は鹽酸一〇%のアルコール溶液を以て三〇分間腐蝕して撮影したるものなり、九〇度にて一時間加熱し大氣中にて冷却したるものは寫真第九十五に見るが如くマルテンサイトと炭化物とより成れどもマルテンサイトの結晶は甚だ微小にて四百倍にても明瞭ならず、寫真第九十六は九五〇度にて三〇分間加熱し油焼したるものにして完全なるマルテンサイトなり、之れを七〇〇度にて一時間焼戻したるものは寫真第九十七に示す如くソルバイト組織となる。

第二項 鋼番號第二十

本材料は金屬クロミウムを加へて製造したる坩堝鋼なり、二五珪鋼塊に鑄造し直徑一時の丸棒に鍛延し各種試験を行へり。

(イ) 材料試験成績

各種状態に於ける材料試験成績次表の如し。

第四十八表 鋼番號第二十(炭素〇、二四)の材料試験成績

試験片符號	處理處	彈力性限 kg/mm ²	破斷限 kg/mm ²	延に伸付時 %	斷面縮收 %	斷面状態	ア硬リ度	衝擊
A	鍛延の儘	切出	切出	切出	切出	切出	切出	切出
B	七〇度にて三時間保熱爐中冷却	切出	切出	切出	切出	切出	切出	切出
C	同右	切出	切出	切出	切出	切出	切出	切出

ニッケル・クロム鋼に關する研究

符號	處理	彈力性	破斷力	延に伸付	斷面縮收	斷面状態	ア硬リ度	衝擊
D	九〇〇度にて三〇分間保熱油中冷却	51,0	91,0	18,4	58,8	Rd	31	54,5
E	同右	61,0	155,5	58,8	31	Rd	31	57,5
F	同右	99,9	160,0	47,7	56,0	Rd	31	57,5

此場合にも鋼番號第十九の如く同一處理を受け硬度は同等にても衝擊試験は著しく異なるものあり、此種の不鏽鋼を重なる機械部分品として使用する場合には衝擊試験に注意する必要あり。

(ロ) 弾性率

各荷重に對する變形量をエクステンソメーターを使用して測定したる結果より弾性率 (Modulus of elasticity) を計算すれば平均二八、九七八、〇〇〇 lbs/in² となり、尙變形量並に破斷力及び該試験鐸の延伸率を他の各種の鋼と比較して圖表に作りたるものは第四十圖にして之れによりて見るも本不鏽鋼は荷重に對する變形量砲身用ニッケル・クロム鋼と實用上殆んど同等なりと見る事を得べく降伏點及び破斷界は却つて之れに優るものなる事を知る。

(ハ) 不鏽性

大氣中に於ける不鏽性を他の鋼と比較する爲め本不鏽鋼の外にオーステナイト組織の不鏽鋼番號第二十五ハイニッケル鋼普通の強靱性ニッケル・クロム鋼及炭素鋼二種より巾二〇耗長き四〇厘厚さ五耗の試験片を作り何れもエメリー研磨紙 No. 0 にて磨き硝子板の上へ載せて屋外に放置し雨露に曝して發錆度を試験せり、三百七十八日間曝露して置きたる後の狀況は第四十一圖の寫真に見るが如くにして本不鏽鋼即

ち鋼番號第二十は多少錆び鋼番號第二十五は殆んど錆びず、從來不錆鋼として使用せられしハイニッケル鋼は全く錆び普通の強靱性ニッケル・クロム鋼及び炭素鋼は厚き酸化鐵の層の剝落する迄に錆びたり。

海水中に於て他の金屬と接觸して存在する場合の腐蝕度を試験する爲めに前記と同様の試験片を眞鍮板と合せて各別に海水を充したるピーカーの中に入れ置き其海水は一週間毎に取換へ一ヶ月毎に取出して試片の重量を測り腐蝕量を記録せり、十五ヶ月間の結果を圖表となしたるものは第四十二圖にして大氣中に於ける場合の發錆度と同様番號第二十五は腐蝕最も少なく本不錆鋼は第二位ハイニッケル鋼が中位にて普通の強靱性ニッケル・クロム鋼は炭素鋼と略々同一なり、但し此場合にも前記鋼番號第十九の海水中に於ける時の如く多少局部的の腐蝕を生じたり。

稀薄なる酸の中にて腐蝕せらるゝ程度を比較する爲前記と同様の試片を一%硝酸及び一%硫酸水溶液中に二十四時間浸し置き減量を測りたるに第四十八表の結果を得、硝酸中にては大氣中に於けると略々同様なれども硫酸中に於ては全然其趣を異にしハイニッケル鋼が最も腐蝕少なくニッケル・クロム不錆鋼は却つて高炭素の普通鋼にも劣るを見たり。

第四十九表 稀薄酸中に二十四時間浸したる場合の腐蝕度

鋼種類	一%硝酸中		一%硫酸中	
	原表面積 一方糎に 對する減 量(瓦)	炭素鋼 (0.25%) の減量を 對する 比較	原表面積 一方糎に 對する 減量(瓦)	炭素鋼 (0.25%) の減量を 對する 比較
鋼番號第二十	0.0033	兎	0.0041	馬

鋼番號第二十五
ハイニッケル鋼(炭素 0.12) 0.0026 一四 0.0119 六
普通のニッケル鋼(炭素 0.25) 0.0115 一五 0.0011 八
クロム鋼(ニッケル 0.75) 0.0150 一五 0.0063 八
炭素鋼(炭素 0.40) 0.0078 一〇〇 0.0151 一〇〇
炭素鋼(炭素 0.20) 0.0078 一〇〇 0.0151 一〇〇
炭素鋼(炭素 0.10) 0.0078 一〇〇 0.0151 一〇〇
クロムニウムを多量に含む鋼が不錆性を有するはタンマン氏の説に依ればクロムニウムがパッシブ性を有するに因るものにしてクロムニウムのパッシブ性は鐵を濃硝酸に浸したる場合等のパッシブ性と異なり一時的ならず、硝酸中等に於ては殆んど永久に持續するを以て硝酸中にては腐蝕せらるゝことと少し、硫酸或は鹽酸中にては此パッシブ性は速かに消失するを以て容易に腐蝕せらるゝに至るなり、故に此種不錆鋼の顯微鏡的組織を檢査するには硫酸或は鹽酸を以て腐蝕せざるべからず。

第三節 ニッケル三%を含有するニッケル・クロム不錆鋼

ニッケル一、五のものは往々衝擊試験のあまり良好ならざるものあること前節に於て述べたるが如し、若しニッケルを増せば之れを一層良好ならしむる事を得べきや否やを試験する爲め鋼番號第二十一を坩堝爐にて試製したり、本不錆鋼のクロムニウムは鋼番號第十九と殆んど同様にしてニッケルは約二倍即ち三、三二%なり。

(イ)材料試験成績

本不錆鋼はニッケルは多けれ共炭素低き故軟かなるべしと思ひしに事實は之れに反し材料試験成績第五十表の如く強度大にして衝擊試験取て良好ならざるを見たり、即ち此種の材

料は前節のニッケル一、五%のものに比し優る所なし。

第五十表

鋼番號第二十二

(炭ニケツケル素〇、一九)の材
クロミニウム一二、六五

料試驗成績

試片符號	處	彈 性 限 kg/mm ²	破 斷 界 kg/mm ²	延 縮 %	斷 面 收 縮 %	斷 面 狀 態	リブ 硬 度	衝 擊 吸 収
A	九〇度×三〇分 間油中冷却の後六 分	—	—	—	—	Rd	—	—
B	右を更に七〇度 ×一時間油中冷却	—	—	—	—	Rd	—	—
C	分間保熱油中冷却 の六〇度にて三〇 時間油中冷却	—	—	—	—	Rd	—	—
D	分間保熱油中冷却 の六〇度にて三〇 時間油中冷却	—	—	—	—	Rd	—	—
E	×一時間油中冷却 前段同右六五度	—	—	—	—	Rd	—	—
F	分間油中冷却×三〇 分	—	—	—	—	Rd	—	—
G	×一時間油中冷却 前段同右七二五度	—	—	—	—	Rd	—	—
H	×一時間油中冷却 前段同右七五〇度	—	—	—	—	Rd	—	—

(P)顯微鏡的組織

本不鏽鋼の組織は略々鋼番號第十九と同様なり、顯微鏡寫眞第九十八は九〇〇度にて一時間加熱後大氣中にて冷却したるものを一〇%鹽酸にて一〇分間腐蝕したる組織にてマルテンサイトの中に炭化物の小粒散在す特に黒き部分は一種の顯微鏡的析出して此部分には炭化物多し、寫眞第九十九は九五〇度にて三〇分間保熱し油焼入を施したるものにて寫眞第九十八と略々同様なり寫眞第百は九五〇度にて油焼入後七〇

〇度にて一時間焼戻し油中急冷を行ひたるものなり、一見焼入のものと同様の組織なれども腐蝕速かにて同じく一〇分間腐蝕したるものにて此方がよほど暗黒なり。

第四節

ニッケル八%を含有するニッケル・クロム不鏽鋼

鋼番號第二十二以下は皆ニッケル及びクロミウム多くオーステナイト組織のものなれどもクロミウム一五、八三%より二四、八二%まで種々あり、クロミウム少なきもの程切削作業容易にて延伸度も大なり、次に各番號の鋼に就きて順次其性質を記述す。

第一項 鋼番號第二十二

鍛鍊は一一〇〇度附近にて行へば容易なり。

各種状態に於ける材料試驗成績第五十一表の如し。

第五十一表

鋼番號第二十二

(炭ニケツケル素〇、四四)の
クロミウム一五、八三

材料試驗成績

試片符號	處	彈 性 限 kg/mm ²	破 斷 界 kg/mm ²	延 縮 %	斷 面 收 縮 %	斷 面 狀 態	リブ 硬 度	衝 擊 吸 収
A	鍛 延 の 儘	七〇	—	—	—	極小	—	—
B	七〇〇度×一時間 爐中冷却	—	—	—	—	極小	—	—
C	一二〇〇度×一〇 分間油中冷却	—	—	—	—	極小	—	—
D	一二〇〇度×一時 間油中冷却	—	—	—	—	極小	—	—

右の内試験片C即ち一二〇〇度にて油焼したるものは形成機にて衝擊試験片を製造すること不可能なりし故ミリングにて切削したり、其成績は九〇呎听以上にて甚だ良好なり、C

Dとは加熱時間を換へて試験したるものなれども成績に相異なし即ち加熱は短時間にて差支なき事を知る。

第二項 鋼番號第二十三

本材料は鋼番號第二十二と大差なく鍛延も一一〇〇度附近にて容易に行ふことを得、材料試験成績次表の如し。

第五十二表

鋼番號第二十三(炭ニツケル素 〇、三九)のクロミニウム一七、〇七(の)

材料試験成績

試片符號	處	理	彈 性 破 斷 延 縮 收 縮	斷 面 縮 收 縮 %	斷 面 硬 度	衝 擊
A	鍛 延	の 儘	六、五	五、〇	二九、四	三〇、三
B	七〇〇度×一時間	爐中冷却	六、二	五、一	二五、四	四、〇
C	一二〇〇度×一〇分	間油中冷却	五、四	六、五	五、〇	五、八
D	一二〇〇度×一時	間油中冷却	四、〇	五、〇	五、八	三、六

此場合にもこの衝擊試験片はミリングにて製造したり、靱性甚だ大なる故試験片折れず衝擊試験の數字を得ること能はざる程なり。

直徑一吋の丸棒を一二〇〇度にて一時間加熱し油中冷却を行ひたるものに螺錐にて徑二分の一吋の孔を穿ちたるに長さ六吋の圓筒を作ることを得たり、之れを更にダイスを通して引抜鋼管に製造せんと試みたるも圓筒が破斷して成功せざりき。

右と同様の處理を施したる試験片に就きて彈性率を測り他の鋼と比較したるものは第四十圖にて知ることを得。

本不鏽鋼の彈性率は三三、二、六〇〇、〇〇〇 lbs/in²にて普通の鋼よりも寧ろ大なれども一五、二、〇、〇、〇 位の荷重にて既に比例限

(Limit of proportionality)に達し降伏點二五、二、〇、〇、〇 位なる故鋼番號第二十或は普通のニツケル・クロミニウム鋼に比しては甚だ低し但し破斷力は敢て低からず五〇、五、二、〇、〇、〇 に達し延伸度及び衝擊試験も甚だ長く切削作業もあまり困難ならず靱性並に不鏽鋼の大なる事を要求する材料例へばタルピン翼等として最も適當なるものなり。

第三項 鋼番號第二十四

本材料は分析成分前項の鋼番號第二十三と大差なければども之れに就きて種々の熱處理の場合に於ける材料試験を行ひたる結果次表の如し。

第五十三表

鋼番號第二十四(炭ニツケル素 〇、四〇)のクロミニウム一七、五、四(の)

材料試験成績

試片符號	處	理	彈 性 破 斷 延 縮 收 縮	斷 面 縮 收 縮 %	斷 面 硬 度	衝 擊
A	爐中冷却	七〇〇度×三時間	六、〇	二〇、二	二五、三	四、九
B	間水中冷却	八〇〇度×三〇分	六、二	二二、九	二七、二	三、一
C	間爐中冷却	九〇〇度×三〇分	六、三	二二、八	二八、一	三、五
D	間水中冷却	九〇〇度×三〇分	六、二	二二、八	二八、一	三、一
E	間爐中冷却	九〇〇度×三〇分	六、〇	二二、八	二八、一	三、一
F	間水中冷却	一一〇〇度×三〇分	六、七	二二、八	二八、一	三、一
G	間爐中冷却	一一〇〇度×三〇分	六、六	二二、三	二八、一	三、一
H	間水中冷却	一二〇〇度×一〇分	六、一	二二、三	二八、一	三、一
I	分間油中冷却	一二〇〇度×一〇分	六、〇	二二、三	二八、一	三、一
J	分間油中冷却	一二〇〇度×三〇分	五、一	二二、三	二八、一	三、一

K	一二〇〇度×一時	六、七	七、一	一、四九	一〇七	五五〇
	間油中冷却					六〇〇
L	一二〇〇度×一時	六、七	六、二	四、三	一、四九	一〇〇、五
	間水中冷却					一四〇〇

右の成績によりて見れば本材料は九〇〇度迄は水中冷却にても爐中冷却にても強度高く衝撃試験比較的低し、一一〇〇度以上にて水中或は油中冷却を行へば著しく衝撃試験良好となる殊に一二〇〇度にて良好なる成績を示す、之れ組織が完全なるオーステナイトとなるに依るなり、加熱時間は一〇分間にて充分なり。

本不鏽鋼の顯微鏡的組織は寫真第百一乃至百四に掲ぐるものなり寫真第百一は鍛錬の儘の組織にて細粒の炭化物を有するもの第百二は九〇〇度にて三〇分間加熱し水中冷却を行ひたるもの第百三は同様に加熱し爐中緩冷を行ひたる者なり何れも相似たる組織にてオーステナイトの中に少々のマルテンサイトを有す、之れ即此處理を施したるものが衝撃試験良好ならざる理由なり、腐蝕は容易ならず之れ等は一〇%の鹽酸中にて四〇分間腐蝕したる者なり、寫真第百四は一二〇〇度にて一〇分間加熱し水中急冷を行ひたるものにて完全なるオーステナイト中に多少の炭化物粒散在す此種不鏽鋼のオーステナイトは滿庵鋼或は高速度鋼のオーステナイト組織となりたる場合と異なり刃物にて切削不可能に非ず、此點は高ニツケル鋼の場合と同様に工業用として有利なる性質の一なり、

第四項 鋼番號第二十五

本材料は炭素〇、六六%にて比較的高き點他のものと異り不鏽性及び機械的性質は炭素を此位含み居りても著しく不良ならず、炭素多くても差支なきことは不鏽鋼製造上好都合な

る點にして坩堝爐にて製造する場合の如きは高價の金屬クロミウムを一部分フェロクロミウムを以て置換することを得るなり。

(イ) 變態點

第三十七圖中Bは本不鏽鋼を一旦一〇〇〇度迄加熱して緩冷したるものを再び熱したる場合の熱膨脹曲線にして九五〇度迄殆んど變化なく一〇〇〇度迄の間に於て變態するを見る、之れ即ちオーステナイトに變ずる點にして此種不鏽鋼は一〇〇〇度以上にて急冷すれば強靱なる材料となるは之れによるなり。

(ロ) 材料試験成績

本材料は鋼番號第十九等よりも炭素ニツケル及びクロミウム何れも甚だ高けれども鍛延の儘にて切削することを得之れ其組織が多少オーステナイトになりたる故却て軟くなりたるによるなり。

鍛延の儘及び其他の處理を施したるもの、材料試験成績第五十四表の如し。

第五十四表

鋼番號第二十五

(炭素ニツケル 〇、六六%)
(クロミウム 二一、五七%)
材料

材料試験成績

試片符號	處	彈力性	破斷	延	斷面	硬	衝擊
A	鍛延の儘	kg/mm ²	斷界 kg/mm ²	%伸	縮收 %	リブ度	呎呎
六〇〇度×一時	七、一	七、一	一〇、五	一〇、三	(標點外) 三、八	微小	三、九
七〇〇度×一時	七、八	七、八	一〇、一〇	一、六	(標點外) 三、四	微小	三、〇
八〇〇度×一時	八、〇	八、〇	一〇、一〇	二、〇	(標點外) 三、二	微小	三、〇
大氣中冷却	八、〇	八、〇	一〇、一〇	二、〇	(標點外) 三、二	微小	三、〇

E 一二〇〇度×一〇分間油中冷却 五、三〇 三〇、〇〇 三〇、〇〇 二五、〇〇 三〇、〇〇

一二〇〇度にて油中急冷を行ひたるものはオーステナイト組織となる故靱性を増すなり、之れは鋼番號第二十三等に比し衝撃試験不良なれども此位ならば實用上多くの場合差支なし。

(ハ)不 鏽 性

大氣中に於ける不鏽性は鋼番號二十と共に試験したるに之れよりも寧ろ優秀なること第四十一圖の寫真に見るが如し。

海水中にて眞鍮釘と重ね置きたる場合の不鏽性試験結果も鋼番號第二十よりも良きこと第四十二圖の線圖にて明かなり本不鏽鋼も多少局部的に腐蝕せらるゝ傾向あれども鋼番號第二十程著しからず。

第五項 鋼番號第二十六

本材料は鋼番號第二十四に比しクロミウム高けれども炭素低き故各種熱處理後の材料試験成績は第五十五表の如く鋼番號第二十四よりも却つて稍軟かなり。

第五十五表

鋼番號第二十六

炭素 〇、二八
クロミウム 八、六五
ニッケル 二、三八

料試験成績

試片符號	處	理	彈 性 限 kg/mm ²	破 斷 界 kg/mm ²	延 伸 %	斷 面 收 縮 %	斷 面 狀 態	布 硬 度	衝 撃 呎 听
A	七〇〇度	×三時間	五、〇	九、五	二四、二	四、八	—	三四〇	一四、八
B	九〇〇度	×一時間	五、六	一〇七、〇	三三、四	三、三	—	三〇二	一六、五
C	九〇〇度	×一時間	五、二	一〇六、五	二五、〇	三、一	—	二九三	一七、八

試片符號	處	理	彈 性 限 kg/mm ²	破 斷 界 kg/mm ²	延 伸 %	斷 面 收 縮 %	斷 面 狀 態	布 硬 度	衝 撃 呎 听
D	九〇〇度	×一時間	五、三	一〇四、〇	二二、一	二、九	—	二九三	一〇、五
E	一〇〇〇度	×一時間	五、九	九二、〇	三三、二	三、三	—	三三八	一〇、五
F	一〇〇〇度	×一時間	五、二	八九、六	三三、二	三、三	—	二〇三	六、三
G	一〇〇〇度	×一時間	五、三	九〇、七	三三、二	三、三	—	二〇三	五、〇
H	一〇〇〇度	×一時間	五、〇	八八、〇	三〇、〇	三、一	—	二〇七	四、〇
I	一〇〇〇度	×一時間	五、八	九〇、一	三三、四	三、一	—	二〇七	一〇、〇
J	一〇〇〇度	×一時間	五、二	八八、二	三三、四	三、一	—	二〇二	九、四
K	一〇〇〇度	×一時間	六、〇	九〇、二	三三、四	三、一	—	二〇七	九、五
L	一〇〇〇度	×一時間	五、三	八七、七	三〇、〇	三、一	—	二〇七	九、六

右の成績によりて見れば本材料も亦一二〇〇度にて處理するを最も適當なりとす、右溫度にて加熱する時間或は冷却方法はあまり材料試験成績に影響なきものゝ如し。

第六項 鋼番號第二十七

本材料はクロミウム二四、八三%を含み供試材料中最もクロミウム含有量大なるものなり、炭素も比較的高きを以て一二〇〇度以下にては鍛延困難なり、材料試験に於ても延伸度低く試験鐸の破斷面微細なる結晶狀をなし機械部分用として稍不安心のものたるを免かれず、材料試験成績第五十六表の如し。

第五十六表

鋼番號第二十七

炭素 〇、四七
クロミウム 二四、八三

料試験成績

試片符號	處	理	彈 性 限 kg/mm ²	破 斷 界 kg/mm ²	延 伸 %	斷 面 收 縮 %	斷 面 狀 態	布 硬 度	衝 撃 呎 听
A	鍛 延	の 儘	五、〇	一一、二	一九、五	三、三	—	三四一	作 試 片 製 驗 不 能

B	七〇〇度×一時間 爐中冷却	八、九	二二八	八六六	三、八	微小	三、四	八、二
C	一二〇〇度×一時 間油中冷却	—	107、E	六、〇	二七、八	微小	三、〇	七、三
D	一二〇〇度×一時 間油中冷却	六、〇	103、D	五、八	二九、一	F	二、九	—

此場合に於ては一二〇〇度にて一〇分間加熱したるものと一時間加熱したる者とは餘程の相違あり、一時間加熱したるものは試験鋸の断面纖維状を呈し硬度も二六九に下る故に斯くの如くクロミウム及び炭素の高き場合には長時間處理するを良しとす、尙此鋼は一二〇〇度にて處理したる者は切削作業著しく困難にてDの衝撃試験片はミリングにて漸く製作したり。此種材料の切削作業を要するものは七〇〇度焼鈍の状態にて大體の寸法に仕上げ置き然る後一二〇〇度の處理を施すを適當とす。

第五節 第二章の結論

以上各節に於て述べたるニッケル・クロム不鏽鋼の機械的性質不鏽性等を綜合約言すれば次の如し。

(イ) 高クロム不鏽鋼にニッケル一、五%を加へたるものは適當なる熱處理即ち九五〇度焼入後七〇〇度焼戻の處理を施せば強度韌性共に普通の強韌性ニッケル・クロム鋼に劣らざるものとなる、但し同様の處理を施したるものにては衝撃試験に於て多數試験片の成績を見れば他の一般材料に比して不同多き故充分なる韌性を要求する場合には代表試験の方法に依らず各個の材料に就き衝撃試験を行ふ必要あり。

(ロ) 右材料は八〇〇度以上に於て普通の強韌性ニッケルクロム鋼より硬し故に斯かる高溫度に於て硬きことを要する如き部分例へば内火式機關の弁等を使用して有利なり。

(ハ) 他物と接觸して海水中に存在する場合に局部的に深く腐蝕せらるゝことあり其原因は未だ明かならざれども鋼自身の成分或は組織の不同に因るものに非ざる事は確かなり、従つて實用上之れに對する注意を拂ふ事肝要なりとす。

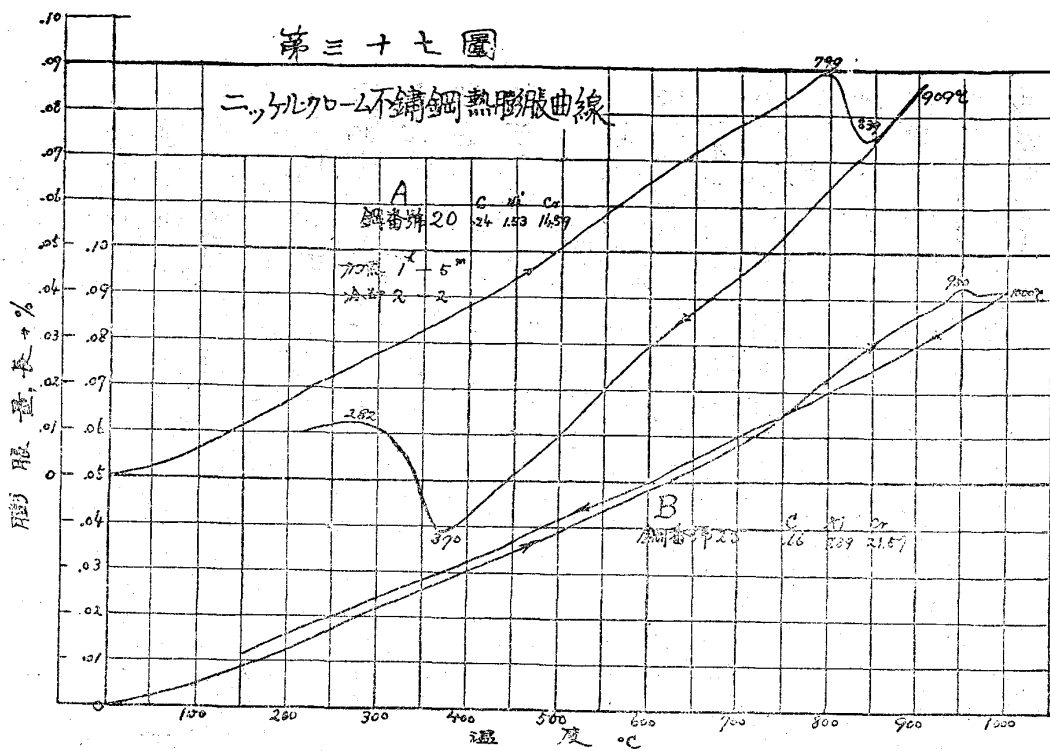
(ニ) 稀薄なる硫酸中にてはニッケル・クロム不鏽鋼は腐蝕せらるゝ事大なり、各種鋼材に就きて試験せる結果に依ればハイニッケル鋼最も腐蝕少なくニッケル・クロム不鏽鋼は普通の炭素鋼にも劣ることあり。

(ホ) 高クロム鋼にニッケル三%を加へたるものは機械的性質ニッケル一、五%のものに比して優る所なし。

(ヘ) クロミウム一五%以上ニッケル八%以上を含む鋼は鍛延の儘にて切削可能なり、之れ多少オーステナイト組織を生ずるが故なり、之れを一二〇〇度にて水焼或は油焼する時は全部オーステナイト組織となる此オーステナイトは滿庵鋼の場合と異なり又物にて切削することを得、之れ工業上甚だ有利の點なり。

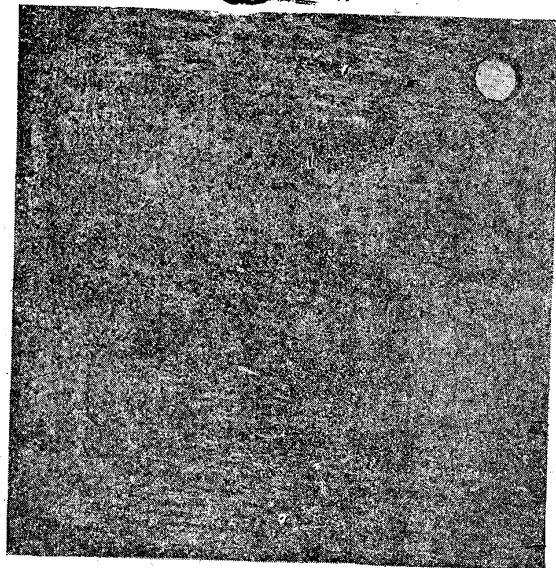
(ト) 右材料の弾性率は普通鋼より寧ろ大なる位なれど比例限度は低く一五 $F_{0.2}$ (二三、六 kg/mm^2) 位なり、然れども破斷界は五〇 $F_{0.2}$ (七八、八 kg/mm^2) を超え延伸度及び衝撃試験も著しく良好にて甚だ強韌なる材料なり。

(チ) 炭素〇、四七%ニッケル八、一〇%にてクロミウム二四、八三%に達する鋼は鍛延稍困難にて機械的試験に於ても延伸度少なく斷面状態概ね結晶状を呈し機械部分用として不安心のものなり。(終)

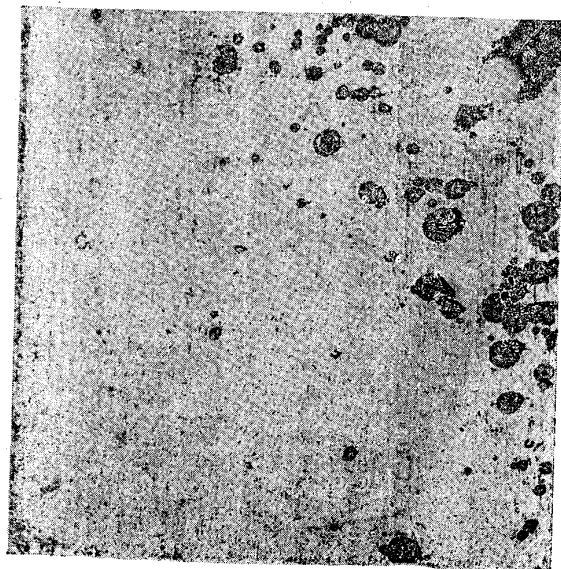


第三十九圖

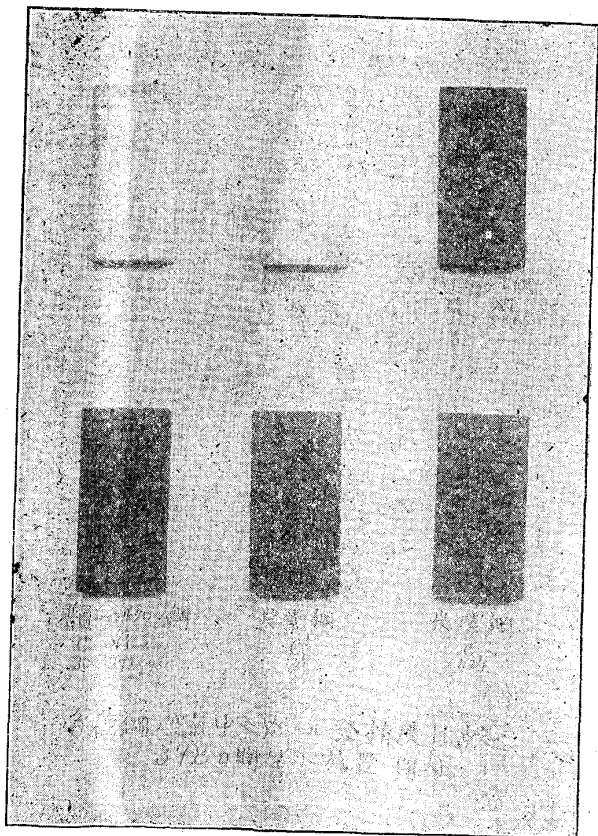
鋼



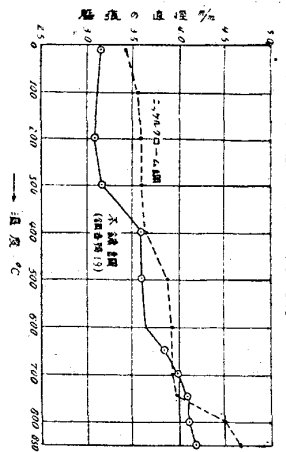
不銹鋼、鋼番號 9.



第四十一圖

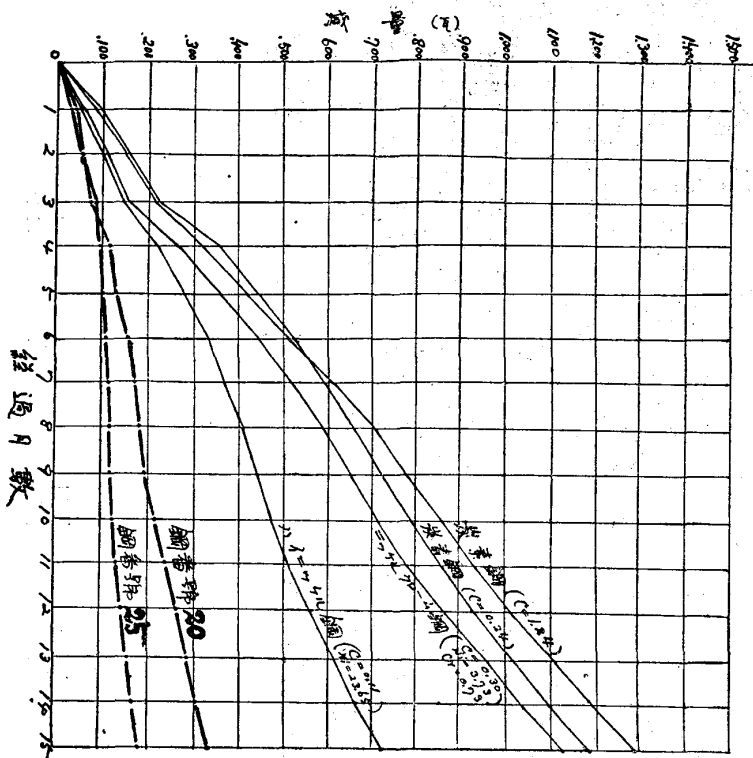


第三十八圖 赤温度に於ける腐蝕



第四十圖

直銻銀に會する海水中に浸漬せる場合、
腐蝕度比較
試片 20x40x5mm (重量約30g) / 試片、腐蝕=9g
減重量+9



第四十圖
弾性率及破断力比較

