

拔萃

モリブデン鋼の特質に就て

(エンジンニアリング
第二九〇五號所載)

T O 生

モリブデン鋼使用の範圍は、他種の合金鋼に比較すれば遙に廣汎なるが如き觀あり。歐洲開戰期間には、構造材料としてモリブデン鋼の製造法實用的に進歩し、幾多重要の用途に供せられたり。今其著しき一例を示さんに、佛國に於て小型タンクの構造に厚さ八分の五寸なるモリブデン合金鋼板を採用せしに、小銃彈の侵徹に對し厚さ三寸の滿掩鋼と等しき威力を現はしたり、加之モリブデン鋼は著しき靱性を保ち従つて其の質強固なるを以て、陸軍航空機の構造材料として用途極めて多し。

往時モリブデン鋼は刃具及マグネット鋼として使用するに過ぎざりしが、其の當時モリブデン鋼は現今世に知られし額より之が產出量遙に寡少なりしを以て、構造材料たるに好適のモリブデン鋼は、到底世の需要を滿たすに足るべき程度に多量製出すること能はずと思惟せられたり。然るに其後加奈陀及北米合衆國に於て、モリブデン鋼の無盡藏なる積床發見せらるるや茲にモリブデン鋼の消費し盡すことなく將來之が供給の杜絶するなきを確むるに到れり。

モリブデン鋼に對して初めて實驗を施したるは、三元素合金鋼に於てモリブデンの多量を含む其直接効果を究めむとせしに在りき、然るに此の元素の主要なる作用は、多くの合成的鋼に對し間接即ち之が強度を増大せしむに在るを知れり、詳言するに他の重要合金鋼に少量のモリブデンを含有せしむるときは、大に其の鋼の特質を益々發揮せしめ、若是等に對して一定量を添加すれば著しく之が使用の範圍を擴大するに到るなり。クローム、ニッケル及ヴァナジウム等の各元素の重要なる作用を爲す特殊鋼は、熱處理上其の有効温度の範圍極めて狹少なるが爲に、往々不利の位地に陥ることあるのみならず、亦此の有効範圍を逸するときは、是等の高級なる鋼の品質は毀損せらるること著し。然るに前記の合金鋼に對しモリブデンを配合するときは、大に之が性質上の缺點を補ひ、熱處理上有効なる温度の範圍を著しく擴大せしむ、今此の元素添加の利點を枚舉せんに、先づ熔離を防ぎて益々其の組織を均齊ならしめ、多少靱性を缺ける鋼に在りても之を強靱ならしむる効あり。又モリブデンの微量を鋼に添加するの有利なるは、高級炭素鋼、クローム鋼、ニッケル鋼、クローム・ニッケル鋼及ヴァナジウム鋼等の性狀に比較對照するも明かにして、炭素鋼及ニッケル鋼に在りては其の抗張強を増すと著し、クローム・ニッケル合金鋼は爲に副炭化物を組成するに由り、抗張強竝に硬度を増すのみならず多く他の有利なる特性を與ふるなり、就中寸度大なるものに在りては熱處理上著しく温度侵徹の効果を改善せしむ。

構造材料として使用する合金鋼の購求者は、任意に其の靜的及力學的性質とに著しき差異あらざる材料を一時に多量撰

定し得べしと雖、此の材料選擇は之を仕上げたる製品と成らしむる迄に、必ず行ふべき幾多の加熱的竝に機械的操作に關する相對的能率も亦與つて力あるべし、而も各種のモリブデン鋼に就き若之を使用するとあらば如何に其現はす處の物理的性質の發展し得るやは既に周知の事實なり。嘗て航空機用としてリバアチー式發動機の組立材料にクロム・ニッケル・モリブデン鋼を採用せしに、極めて嚴正なる規格なりしに拘らず其の物理的試験成績は頗る佳良にして、此の種の製造に使用したる他の各種合金鋼に優れる結果を示せり。自動車の機構部に用ふる材料としては、一般にクロム・モリブデン鋼を推奨すること普通なりと雖、特殊の要求に對してはクロム・ニッケル・モリブデン鋼の如き尙複雑せる種類の合金を使用すること肝要なり。クロム・モリブデン鋼に就きては世界の到る處に多量之を産出するを以て、モリブデン鋼の供給杜絶せざる限は、前記の如き合成的種類の鋼は實用上有効に使用せられざるの理なかるべし。

既に實用的の計畫に基き整頓せる設備の下に、是等の合成的鋼は製造せらるるに到り主として電氣爐を之に用ふ。一八八一年北米合衆國の合金鋼製造組合はモリブデン鋼の製造を開始してより以來、今日に到る迄既に此の種類の合金約二萬五千餘噸を製せしが、熔融、鑄造、壓延或は冷間引抜き作業の如き製造工程に於て甚しき困難あるを認めず、他の合金鋼製造に對すると同一の注意を要すれば足れりといふ。

元來モリブデンは二様の形狀に化して之を鋼に添加す、其の一はフェロ・モリブデンとして、他の一は三酸化モリブデンとして添加するなりと雖、就中第一法を採用するを可と

す。而してモリブデンは將にチャーヂの熔融點に達せんとするるとき添加するものとす、之れ最も組織均齊の製品を得ればなり。斯くしてモリブデンを添加するも酸化若くは發散の爲其の若干を失ふことあり、而も其の量は敢て多量ならず、又モリブデン鋼の削屑をチャーヂに添加するも有利なりとす。要するにモリブデンは酸化物を除去する性質を保たざることを明かにして、又他方に在りても製鋼上有害の効果を與ふることなく、實に壓延及鍛鍊に要する有効温度の範圍を増大する力あり。是を以てモリブデン鋼は熱間加工及熱處理の孰れに對しても、廣き範圍の温度變化に服せしむることを得べし。特に一般に採用せらるるクロム・モリブデン合金鋼は、前記の特性を帶ぶること大にして、ニッケル鋼及クロム・ニッケル合金鋼中之に相當する種類のものに比較し、最も著しき高温度に耐へ良好の結果を與ふるなり。又モリブデン鋼の熱處理に對して卓越せる性状あるは、實際の熱處理に利用すべき急冷温度の範圍廣きこと並に寸度大なる鋼に在りては、斯の如き處理後に於ける熱侵徹の效果極めて良好なること等にして、若し之が反淬温度の範圍大なるとき唯少しく其の物理的性質に變化あるのみ。

是等の鋼の専門製造家の發表する試験成績表は、多く靜的諸性の大に均齊なるを示すのみにして、未だ嘗て力學的諸性を表はせしものあらず例令ば華氏一、五〇〇乃至二、〇〇〇度の範圍に於ける健淬温度に對して鋼の撃突竝に靜的諸性に著しき變化なかりしことを證明する爲、次の分析成分を保つモリブデン鋼に就き秩序的實驗を施したり。

炭 素 〇・二七% 硫 黃 〇・〇三六%

クローム	〇・八三%	燐	〇・〇一八%
モリブデン	〇・四二%	硅	〇・〇八〇%
滿	〇・六六%	素	

而して取扱はれし試験桿は徑八分の七吋丸棒にして、指定の温度に於て水に急冷したる後華氏一、〇五〇度に反淬せしものなり、其の成績次の如し。

急冷温度 (華氏)	平方吋		平方吋		断面 グリネル 硬度數
	彈性界 封度	抗張強 封度	延伸率	收縮率	
一、五〇〇	一四〇、〇〇〇	一六三、五〇〇	一八・五	六二・七	三一九
一、六〇〇	一三九、五〇〇	一六一、七〇〇	一七・〇	六三・一	三一九
一、七〇〇	一三八、四〇〇	一六〇、二〇〇	一七・五	六一・七	三二一
一、八〇〇	一三八、三〇〇	一五八、五〇〇	一八・〇	六一・五	三一九
一、九〇〇	一三九、六〇〇	一五九、六〇〇	一六・八	五七・九	三二七
二、〇〇〇	一四〇、〇〇〇	一五七、〇〇〇	一七・〇	五九・〇	三一七

モリブデン鋼に對する熱處理の效果極めて著しく、大なる物理的諸性を得んが爲には、高温度を適用するも支障を生ぜざる主たる證憑は航空機製造に當りて曲柄軸及連接桿の材料に採用せし一定種類のクローム・ニッケル・モリブデン鋼の狀性に徴して明白なり。而して此合金鋼の分析成分は次の如し

炭	素	〇・二二乃至〇・三〇%
ク	ローム	〇・七〇乃至〇・九〇%
ニ	ツケル	二・七五乃至三・二五%
モ	リブデン	〇・三〇乃至〇・五〇%
滿	燐	〇・五〇乃至〇・七〇%
硫	黄	〇・〇二五%(最大量)
燐	素	〇・〇三%(最大量)
硅	素	〇・一〇乃至〇・二〇%

而して曲柄軸の材料には炭素〇・二五乃至〇・三〇%、連接

拔 萃 モリブデン鋼の特質に就て

桿には炭素〇・二二乃至〇・二五%のものを充てたり。又物理的試験片は所要する曲柄軸素材の全長を豫め延長し置き、徑四吋の圓材より任意に二八箇を採取したるに、夫等の平均試験成績は次の如し、即ち彈性界は平方吋に付一三〇、〇〇〇封度、結局強さは同じく一四二、〇〇〇封度、延伸二〇・五%断面の收縮率六五にして、グリネル硬度數は三〇三なりき。

又華氏一、四五〇度に於て油に急冷したる後、規定の温度に反淬せし前記と同種の徑二吋の圓桿より採取したる若干の試験片に對し施せる試験に在りては次の結果を得たり。

反淬温度 (華氏)	平方吋		平方吋		断面 グリネル 硬度數
	彈性界 封度	結局強さ 封度	延伸%	收縮率	
五〇〇	三三三、〇〇〇	二四九、八〇〇	一四・〇	四六・八	四五五
九〇〇	一七〇、〇〇〇	一八九、二〇〇	一六・〇	五一・六	三六三
一、〇〇〇	一六一、〇〇〇	一八〇、七〇〇	一八・五	五八・三	三四四
一、一〇〇	一六六、〇〇〇	一六六、八〇〇	一八・五	六〇・〇	三二八

以上の成績中華氏九〇〇及び一、一〇〇度に於て反淬したる試験桿との物理的諸性は、二者共に相異なる所輕微なりと雖、是等了他種の油健淬鋼に比較するに華氏一、〇〇〇度に反淬せしものの抗張強は平方吋に付二〇〇、〇〇〇封度少く、又華氏九〇〇度に反淬したる鋼の彈性界は、平方吋に付二〇〇、〇〇〇封度劣れることを認めたり。

次に華氏一、四五〇度に於て油中急冷を施し、華氏四〇〇及び一、〇〇〇度に於て反淬せる他の標準鋼に對する試験に在りては、夫々次に示す如き成績を現はしたり。

反淬温度 (華氏)	平方吋		平方吋		断面 グリネル 硬度數
	彈性界 封度	抗張強 封度	延伸%	收縮率	
四〇〇	三三二、〇〇〇	二三六、六〇〇	一〇・〇	二二・四	

一、〇〇〇 一九〇、〇〇〇 二〇二、〇〇〇 一五・〇 五〇・一

凡そ材料たる鋼に機械的操作を施し、之をして完成品たらしむるに要すべき主たる作業は冷間壓搾成形、頭部成形及機械作業即ち旋削にして、金屬の冷間艶出し迄を網羅する作業中、製造費の節約上最有效なるは半成品及完成品の廢品率を減じ、且つ壓型及工具の維持費を節するに在り。然るに此等の諸點に關するモリブデン鋼の眞價は實に賞讃するに堪へたり、詳言するにモリブデン鋼は之と等しき物理的諸性を有する他の合金鋼よりは遙に機械的操作を施し易き事實に數千噸に達する鋼の實際的操作の立證する處なり、今一例を舉げんにモリブデン鋼を採用する場合に在りてはバイトの研磨費は之が生産量及び硬度を同一なりと假定し、三%のニッケル鋼を取扱ふに當りて生ずる費用の三分の一丈高價なるのみにして、三四〇のブリネル硬度數を保つモリブデン鋼の素材より前軸を鋸削するも、又硬度三〇二のクローム・ニッケル鋼より之を製するも其の費用及所要時間は同一なりとす。

チタン含有鋼の品質

T O 生

製鋼上合金としてチタンを使用するときは、條痕及罅裂を存することなくして、瓦斯竝に夾雜物を包藏せざる極めて均齊の組織を保つ鋼を得ること可能なるのみならず、熔離の効果を減ずといへり。本年四月十五日刊行の佛國リエージュ府萬國鑛山評論には、此の稀金屬に就き次の有益なる報告を公にせり。

チタンを含有する最も著名の鑛石は、ルーチル(金紅石)即ち酸化チタン FeO_2 にして、火成岩及自然變性岩中に發見せらる。此の鑛石は酸化チタン九八乃至九九%を含み、殘餘は酸化鐵より成れり。ルーチルには結晶學上幾多の種類あり、ブルーカイト・アナテーズ及オクタヘッドライト等之なり。其の重要な鑛床は諾威に現存すと雖、亦米國ヴァージニア州のゴルト・コースト及西阿に於ける佛國殖民地たるダーホーメーのネルガ地方にも存在するなり然れどもチタンの最も汎く分布せる鑛石は Fe_2O_3 (三酸化チタン鐵にして、チタン酸最大量五二%を含むイルメナイトとす。此の鑛石の豊富なる鑛床は加奈陀の沿岸、西阿佛國殖民地セネゴール及新西蘭等にして、多く其の淵源は地盤淺き海上に存する鑛床の崩壞に發するなり。

チタン純金屬の用途に關しては、未だ深く研究せられざるも、現今は需給の關係上求め易く且熔融し易きとの二理由より合金質のもの而已を採用せり。而して其の主たるものはチタン鐵、炭化チタン鐵の状態を成せりと雖、往々チタン銅若くは滿俺チタンの如きものあり。

チタン鐵はゴルトシウミツ法 (Aluminothermy) として著名なる獨逸式に則りて製し、粉末アルミニウムの作用に依り金屬の還元を行ふに在り。然るに此の製造方式は多量のアルミニウムを要するが故に、經濟上利益ならざる缺點の伴ふあり。又炭化チタン鐵に對しては、ロシーイ式に依り電氣爐中に其の鑛石と還元したる木炭との混合物を收容し、之に熱を與へて製するものとす。次表には上述したる二合金の比較分析成分を示せり。