

## ウラニウム合金鋼の研究

T. O. 生

The Iron Trade Review Vol. LXVIII, No. 6 By F. Polushkin.

一九一八年米國の一會社は、冶金工業上ウラニウム適用の當否に就き、繼續之が秩序的の研究に著手せり。其の要領は各種ウラニウム合金鋼に對し、普通若くは特殊鋼に相當する鑄物を恰も是等と同一状態の下に製造せんとする計畫にして、僅に之が一部を實施したるに過ぎざりき。今其の詳細を述べんに先づ容量五分の一噸なる小型の弧光式電氣爐に旋削屑四〇八封度を填充し、石炭を熔劑に用ゐる熔融したる後直に第一熔滓を流し去り、鹽基性熔滓のみを保護して熔融金屬を精製したりしが、全部の熔融作業には四時間と五分を費したり。而して爐には滿庵鐵三、三五封度、硅素鐵三封度を又取瓶には炭素鐵五封度及ウラニウム鐵の八封度を添加したり。前記ウラニウム鐵は爐或は取瓶に添加したる量とす。

鋼の檢鏡及物理的試験の成績に據るに、斯の如くウラニウム鐵添加の方法に相異なるも、鋼の性質に何等の影響を及ぼさざることを示せり。依て重量各約一二二封度にして寸度 $4.53 \times 4.53$ 吋の試験桿二個を採取し、是等に對して檢鏡せしに其の結果鋼には割裂罅裂等の瑕疵多く存することを現はしたり、然るに之が發生の原因はウラニウム其のもの性質に基くにあらずして、鋼の製造状態如何に重きを措くに似たり。されば冷間填充物にウラニウム鐵を添加し二、三の實驗を行

ひたるにウラニウムは極めて迅速に酸化を招きたるが故に大の良結果を收めざりしも、依て得たる所の鑄鋼塊を工場に送りて八角形の桿に火造し軟過を施したり、而して實驗室に於ては此等の試験桿材に對して熱處理を施す前、之を實驗用の電氣爐に收容加熱し其の臨界點を測定せり。

## ウラニウム鋼の臨界點

臨界點は二〇個の種類異なるウラニウム鋼の鑄塊に對し測定したるものにして、ウラニウム含有量〇・二〇乃至七〇、炭素含有量〇・二〇乃至一〇の範圍に涉り、各其の成分に差違あること第四表に示すが如し。表中。及Eの文字は臨界點たる $A_{G_1}$ 及 $A_{H_1}$ の初期並に最大變化を示せるものなりと雖、其の多くは攝氏七四〇乃至七五〇度に於ける $A_{G_1}$ の初期及最大變化の測定に係れり。本實驗中何れの場合に於ても、ウラニウムの存在は $A_{G_1}$ の最高及最低の測定に對して何等の效力を及ぼさず却て他の實驗的要件の爲め影響を蒙りしに似たり。而して測定の結果に據るに、例令ば第二十六號鋼の如くウラニウムの含有量過多なるとき、同元素は臨界點の上騰を阻止するも、少量なるときは $A_{G_1}$ の位置に何等の効果を及ぼすなきを示せり、之に反して $A_{H_1}$ はウラニウムの含有量二〇以上に達するときのみ著しく低下すと雖、夫以下の低量なる鋼に在りては、多少なりともウラニウムの作用に似たる影響を認むること不可能なり、然るに二〇以上のウラニウムを含む鋼に於ける $A_{H_1}$ は低下し且漸次に阻止せるものなり。

又試験桿に對し受容力一〇〇噸のオルセン式試験機を用ゐて、其弾性界をビームの落下に依り試験せり、詳言するに其の降伏點の視限界を測定し、其の限界と比例弾性界との差を

ウラニウム—ニッケル合金鋼の試験に於て認めたり。

試験桿に對して熱處理を施す前、桿の寸度は正規のものに比し僅に徑 $0.03$ 乃至 $0.04$ 吋大なるに過ぎざりしもの之を米國普通の試験桿寸度に旋削して $0.505$ 吋に修正せしが、熱處理の結果は多く削肉せし断面に對して遙に優勢となりしこと明なり、何となれば冷氣の侵徹力と冷却されたる断面との割合に著しき懸隔ありしのみならず、此の場合に於て既に冷却したる金屬の上層を普通の如く旋削せんとせしに無効に了はりたり。斯る現象を呈するは獨り上記の鋼のみにあらず、炭素を含むウラニウム鋼に在りても亦然りとす、是を以て會社は硬質なる試験桿の旋削至難なりとの理由の下に斯る寸度修正の實施を拒みたり。

普通の炭素鋼製牡螺型と比較せんが爲更にウラニウム鋼の加熱せしもの五箇を採り是等を分析したり。第三表には全數十八箇の多きに上る牡螺型に共通の成績及熱處理の状態を表はし、弾性界及破壊應力は平方吋に對する封度を單位とし、延伸率は標點距離二時間を測定したり。表中第一號鋼に對する冷却の効果輕微なりしは炭素含有量少なきに基因せり、要するにウラニウムは稍々鋼の特質を變ずる力あるが如し。

今化學成分並に其の熱處理同一にして、唯ウラニウム含有の有無を異にする第二號 $a$ 及第十六號を比較するは前事實を證する好例にして、ウラニウムは著しく弾性界を高からしむるを知るべし。又第三號鋼の弾性界は平方吋に付一六二、二〇〇封度、破壊應力平方吋に付一八二、九六四封度、延伸は一三・五%にして断面收縮は五四・四%なり、是に據るに炭素〇・二五%ウラニウム〇・二八%を含む鋼は炭素〇・二一%ウ

ラニウム〇・八五%を含むものより優良なることを知らむ。而して再熱溫度を攝氏三〇〇乃至四〇〇度に上騰するは、弾性界並に破壊應力を低下せしむる所以なり。

ウラニウム二・二〇%を含む、第四號鋼は、弾性界及破壊應力共に平方吋に付夫々一七七、八五〇封度並に二〇七、七二九封度に上り、延伸及断面收縮は八%と三一・五%に低下せり、而して是等の成績は冷却後攝氏二五〇度に於て再熱を與へて得たるものとす。然るに若第四號鋼に對し第三號鋼と同一の熱處理を施さば恐らく同一の特性を現はすべきを以て、斯る配合の鋼に二・二〇%の如き多量のウラニウムを含有せしむる要なきに似たり。第十號鋼は滿俺及硅素の少量を含むと雖、其の機械的性は却て稍々同一の成分を有しウラニウムを含まざる第十八號炭素鋼に優れり。

#### 物理的性質

第十一號鋼の弾性界及破壊應力は夫々平方吋に付二四七、五六七封度並に二六八、九一〇封度に達したるに拘らず、其の延伸は七%に断面收縮は二二・三%に低下せり。而して之が弾性界及破壊應力の斯く大なる所以は獨り多量のウラニウムを含むのみならず、炭素、滿俺及硅素の多量を含むに基因するが如し、此事實は僅にウラニウム〇・五三%を含み、炭素、滿俺及硅素の含有量斯く多からざる第十四號鋼の成績良好なるに徴しても明なり、加之第四號鋼の如きウラニウム二%以上を含みて炭素少量なきものは、第十一號鋼の如く良結果を示さず。又第十二號鋼に於けるウラニウムの含有量僅に〇・〇六%に過ぎざるに、弾性界は平方吋に付、一一八、〇九二封度、破壊應力は一六七、八九〇封度に達し一四%の延伸並に四〇・

一%の断面收縮を得たり。第十三號鋼は冷却後に到り其の質脆弱と成りしを以て次で低温度に再熱せしに、其の温度の上昇するや各方面より觀察するに品質劣等なる事を證したり。

第十四號鋼は平方吋に付三三〇、〇八九封度の破壊應力を示したるに拘らず靱性は零なりしが、冷却後攝氏三〇〇度に再熱せし此の種に屬する他の試験桿も、爐内に收容の儘漸次に放冷したりと雖同じく脆くして、其の靱性は第十四號の a 及 b 兩試験に劣りたり。然れども若此の鋼より全然其の脆弱性を奪ひ取らんことを欲せば、少くとも冷却後攝氏三五〇度或は其の以上の温度に於て再熱せざるべからず、斯るときは相當に弾性界竝に破壊應力を減ずるなるべし。第十四號鋼 a 及 b は第三號鋼と同一の弾性界竝に破壊應力を現はせるも其の断面收縮率は劣れり。

炭素〇・六〇%或は其の以上を含む鋼に在りては、ウラニウムは弾性界及破壊應力を高むと雖、却て如此き鋼は著しく其の靱性を減ずる缺點を伴ふなり。普通のウラニウム鋼は冷却後緩徐に再熱を施し始めて品質優良なる物を得らるべし、而して此鋼に對する滿庵含有量は〇・五五乃至〇・六五%を適當とす、是を以て第十號鋼に於ける如く滿庵及硅素含有量輕少なる種類のものは、之が炭素の上限界を〇・五五%迄増進せしむるも可なり。亦一方に在りては斯の如く炭素〇・五〇乃至〇・六〇%の多量を含む鋼に對しては、特にウラニウムを添加するも何等の新結果を生ぜざるが故に不必要なりといふべし。

#### 檢鏡面の準備

ウラニウム鋼より採取せる試験桿の琢磨面には、必ず輕微の瑕疵として認めらるべき小孔を現はすが故に、若之が琢磨

作業に長時間を要するとき、是等の小孔は消失して其の代りに第一圖及第二圖(略之)に示す如く炭化ウラニウムの硬き粒あることを認め得らるなり。然れどもウラニウム鐵合金内に存する此の炭化物の有無を検出する最良法は、熔融したる錫槽に試験桿の琢磨面迄を挿入加熱し依て生ずる色合を檢するに如かず。而して既に琢磨面の黄色に成りたる時、炭化ウラニウムの粒は鈍藍色、綠色及董色を呈し、若烙錫内の加熱長時間に失すれば、上記の色合は全く一變して鈍き暗藍色と成るなり。是等の種々異なる色合の粒を現はすはウラニウムに富む合金の常とす、例令ばウラニウム九〇%及炭素二乃至四%より成る合金は、白色の區劃にて分離せられ而も暗色を帯びずして、全く集合色合の粒より成る奇觀を呈すと雖、他の炭化物或は合金には決して斯の如き光景を示すことなきが故に、以上はウラニウム炭化物固有の特色といふべし、然るに何が故に附近の粒と異なる色合を現はすやを探究するに、此等の結晶は第三圖及第四圖(略之)に示す如く各位置を異にし現出するに拘らず、王水の爲粒は深く浸蝕せられて、二箇の接近する粒は恰も同質の結晶より成る如き觀あるが爲なり。

ウラニウム炭化物は硬質にして結晶固く、時に白色の結晶を交へ鋸齒狀を成せるパーライトの薄層を生ずる傾あり。此の事實はウラニウム鐵合金中に此の炭化物のユークテックタを組成する状態を回想するに足り、若ウラニウム鐵合金中にウラニウムの含有量多ければ、パーライトは鈍色を帯び組成する薄層も亦不完全たるを免れず。未だ鋼に存する炭化ウラニウムの化學方式は正確に決定しあらざるも、ウラニウム鐵

合金を研究するに、同合金は炭化ウラニウム其のものに外ならざることを想定するに難からず。高温度に於て鑄造されたる鋼に存する炭化ウラニウムの量は、一體と成り微細なる網目を組成すと雖、ウラニウム含有量減ずるに従ひ此の網目は破壊せられ、別に細長き形状の一體を組成するは一%以下のウラニウムを含む鋼に在りても認むるを得べし。然るに若ウラニウム含有量再び減ずるとあらば第二圖に示す如く炭化物は粒状と成りてフェライト組織内に散在するか或はパーライトと結合するか孰かなり。

本實驗に於て高度の破壊應力を示せる試験桿は、悉くマルテンサイト状の組織を呈し而も稍々分解せられしも依然炭化ウラニウムは消失せざりき。如何なる種類の鋼なりと雖、平行組織を成せるものは概して旋削し難きに、ウラニウム鋼の一部は必ず鈍き暗藍色を帯び酸化状態を呈するのみならず、特に其の酸化力急速なるを以て到底之が組成を防遏する能はざるに似たり、之を要するにウラニウムは之を含有する鋼の組織上に良効果を與へざるものと推定せらる。

又他に四箇のウラニウム—ヴァナヂウム合金鋼を製せるに一として有益なる効果を齎らす者なし、就中最良と認めし者は次の成分を有したり、即ち炭素 $0.57\%$ 、ウラニウム $0.21\%$ 、ヴァナヂウム $0.20\%$ 、滿俺 $0.67\%$ 及硅素 $0.26\%$ にして、是等の鑄塊より試験桿を採取し實驗せしに、弾性界は平方吋に付一六二、一九九封度破壊應力は一八三、五三一封度、延伸一五%及斷面の收縮は四七%なりき。因て是等の成績に據れば、第十六號及十八號たる普通の炭素鋼に優れるが如し、然れども結局炭素の平均量を含む第三號ウラニウム鋼

と同一なりとす。又ウラニウム—滿俺合金鋼に在りては滿俺の含有量を一、一〇%迄増したるに拘らず、牽引試験の結果のみ滿俺少量を含むウラニウム鋼良好なりき。

第二表に掲ぐるウラニウム—ニッケル鋼の明細表には炭素ニッケル及ウラニウム等の各元素含有量種々異なる牡螺型を含み、炭素含有量 $0.25$ 乃至 $0.85\%$ 、ニッケルは三乃至 $3.7\%$ 、ウラニウムは $0.22$ 乃至 $0.50\%$ 等なり。今普通のニッケル鋼にて製せる牡螺型より試験桿を採取しウラニウム—ニッケル鋼と比較するに、第二十九號鋼は一般に良好の成績を示し就中其の最たるものは破壊應力大にして且韌性に富みたりしが、普通のニッケル鋼にして前者と同一の化學成分を有し唯ウラニウムのみを缺くものは、斯の如き韌性を現はさず。

然るに第二十九號鋼に比しニッケル、ウラニウム及滿俺量多き第三十一號鋼の試験桿中其の成績最良好のものにても、韌性は第二十九號鋼の最良試験桿に劣り、僅に弾性界竝に破壊應力のみ之に優れり、而して第三十一號鋼に比し普通ニッケル鋼の破壊應力及弾性界の等しからざりし所以は、前者はウラニウムを含有するのみならず、亦滿俺、ニッケル及クロムの含有量多きに基因す。又第三十一號鋼より其の炭素含有量大なる第三十二號鋼は、却て韌性低くかりしも破壊應力は前者に超へたり。

ウラニウム—ニッケル鋼の檢鏡組織には何等の特色を認めず、第五圖は再熱後に於ける第二十九號鋼の組織を現はし、セメントタイトの多くは分離するを觀る。第六圖は第二十九號鋼の試験桿の組織にして、此の鋼のマルテンサイトは一部分

既に分解を起したるも、炭素及酸化ウラニウムの結合より成る粒は單獨に金屬面全體に散在す。(第五及第六圖略之)

第一表に示す如くウラニウムクローム合金鋼の臨界點 $\Delta$ 及 $\Delta_1$ は、クロームの存在に依り少しく高まり、之に反しウラニウムクロームニツケルの三素合金鋼に在りてはニツケルの及ぼす影響クロームより強大なるを以て其臨界點は低しとす。表中第三十九號鋼の三種試験桿は初回水にて急冷し低温度に再熱せしものなるを以て、他の鋼に比し彈性界低く即ち延伸に對する收縮率高かりしも、破壊應力を減せしが故に到底此等の諸性を一致せしむること不可能なるのみならず、亦斷面收縮も高率を示したり。依て普通のクローム鋼とウラニウムクローム鋼とを比較するにウラニウムの存在は何等の効果を與へざるなり。

第四十一號鋼に在りては彈性界、破壊應力及靱性共にウラニウムクローム鋼より大なりとす、就中a試験桿はクロームニツケル鋼に比較し尙品質稍々良好なり。第四十一號鋼たる牡螺型を初回分析したる時には $0.16\%$ に等しきヴァナジウムを含みしが、第二回分析の結果は唯其の痕跡を示すに止まり。而も是等諸鋼の檢鏡組織には何等の特色を現さず

#### ウラニウム鋼の硬度

破壊應力平方吋に付三三〇、〇八六封度の多きに達したる第十四號ウラニウム鋼に在りては、普通の鋼より五五五乃至六〇〇封度の増加したる抗力を示せる結果、其の硬度は之が爲多少の制限を受けたり。打撃試験はシャビー式の試験機を用ゐる角桿に對して之を施せり、又レジリエンスは實斷面積にて全仕事量を除きて之を求め平方吋に對する、 $\sigma$ 封度にて示

せり、而して試験桿は悉く加工したる後に熱處理に附し、其の後に到り旋削せしは徑に於て $0.040$ 吋以下の金屬過剰量のみなり、第五表は打撃試験成績を示すものなり。

ウラニウムニツケルを含む第二十九號鋼は、靱性に於て第三十六號鋼に優ると雖却て打撃試験成績は後者に劣れり。彈性界高く且破壊應力大なるを以て著しき普通のウラニウム鋼たる第十四號鋼に在りては、適度の硬質を保つ試験桿に對してのみ打撃試験を行ひ他は之を施さざりき、何となれば此の種の靱性を缺くが故に、打撃に因り割裂を招き易く而も其の成績は注意するに足るべき價値なきを知ればなり。

又毎分三〇〇回轉を爲し一回轉毎に二打撃を試験桿に與ふるランド、グラフ、ターナー打撃試験機を用ゐたり。而して此試験に供する試験桿は其中心位置を定め、夫より兩端には八分の三吋なる傾斜を附し且全く加工し終はりたる後熱處理を行ひ、其の後は徑 $0.040$ 吋に足らざる金屬過剰量を削り取れるのみ。第六表には其の成績を示すと雖、就中優良なるは十六號炭素鋼及第二十九號ウラニウムニツケル鋼とす。

炭化ウラニウムの鐵に伴ひ固熔體に竄入し得る理由如何てふ問題を解決せんが爲、含有炭素竝にウラニウム $0.15$ 乃至 $0.70\%$ に渉る各種のウラニウム鋼より試験桿を採取し是等に對して一種の實驗を行へり。今之を詳言するに、上述したる鋼の或ものは電氣爐を用ゐ、他のものは坩堝爐にて製し且ウラニウム鐵は直接爐に若くは取瓶に添加したり。而して是等の鋼より採取したる試験桿の斷面を充分に琢磨し、顯微鏡下に之が發錆の有無を檢したる後攝氏 $1100$ 乃至 $1250$ 度の熱を與へ水に急冷し、更に其の面を再び琢磨して檢鏡

したりしが、其の結果炭化ウラニウムはマルテンサイト状の聚團と獨立し、依然同一状態を保ち存在することを知れり。而もウラニウム含有量〇・二〇％以下に位するウラニウム鋼に在りても、高温度より急劇に冷却するときは炭化ウラニウムより成る粒の孤立して存在するを認む、因て是等の實驗は固熔體を成せる鐵には炭化ウラニウムの熔解せざることを明示するに足れり。

今日に到る迄ウラニウム鋼に對し打撃試験を行ひたるもの多かりしに、未だ嘗て成功の榮冠を贏ち得たるものあらざりし所以は、此の種の鋼は必ず酸化ウラニウムを含有するを以て、之が利點を求めんと努力するに拘らず、之に含む炭化物は適度の高熱を與ふるも酸化し易きが爲常に失敗に了はりしなり、是を以て第二十二回米國材料試驗協會大會の席上に於て、博士ゼー、エー、マンウース氏は報告して曰くウラニウム鋼に就き探るべき利點あらば、其の何たるを問はず之が發見に勗むる所ありしに到底不可能なりきと嗟言を放つに到れり。

### 概論

(1) ウラニウムの含有量多からざれば、其の位置に何等の影響する所なきも、七％或は其の附近に達すれば臨界點を阻止せざるはなし、之に反し既にウラニウム含有量二％以上に及ぶときは著しく、 $\Delta T_c$ は低下し次で漸次に阻止せらる、而も二％以下なれば精確にウラニウムの及ぼす效果如何を認むる能はず。

(2) ウラニウムは酸化物或は炭化物と成りて鋼に存在することあり。而して其の組織を検するに、酸化ウラニウムは濃き灰色にして微かに暗藍色を帯ぶる觀あり。又炭化

ウラニウムは容易に固有の熱色に依り之を認むるを得、若其の加熱長時間に及ぶときは炭化物の粒は灰色を帯ぶる暗藍色に變ずべし、之は硬質にして固く結晶し往々白色結晶を混じて鋸齒状を成せるパーライトの薄層を組成し易し、然れどもウラニウムの含有量多きに從ひパーライト薄層の色合濃厚にして且成形一様ならず。

(3) 炭化ウラニウムは縦令攝氏一二五〇度の如き高温に達するも鐵と共に固熔體に竄入することなし。

(4) 少くとも炭素〇・二五乃至〇・四五％を含む炭素鋼にウラニウムを添加するときは之が韌性に影響することなくして弾性界及破壊應力を高むるなり。然れども炭素〇・六〇或は其の以上を含む炭素鋼に對してウラニウムの添加は弾性界竝に破壊應力を高むと雖韌性を減ずること著し

(5) ウラニウムは鋼の硬度を増加す。

(6) ウラニウム鋼に對する一回の加熱は良好の結果を示し其の韌性の如きは普通のニッケル鋼、クロム鋼及ヴァナジウム鋼に優ると雖、他の牡螺型より採取したる試験桿の成績に徴するに却て有利ならざるが如し。

(7) 第四項以下第六項に記載したるウラニウムの利點に就きては、未だ之が製造方式を異にし或は熱處理の方面より的確に測定せざりしと雖、要するに他の特殊鋼に對し求め得られざる如き優秀の結果を收めざるに似たり。

(8) 他の特殊なるウラニウム含有鋼に對しては、ウラニウム存在の爲改良進歩の形跡を認めず。

(9) ウラニウムは打撃竝に交番應力試験に關する抗力に何等の影響を示さず。



第三表 ウラニウム鋼の物理的性質

化學的分析(%)

機械的性質

熱處理

| 鋼及試験<br>桿番<br>驗 | 化學的分析(%)        |        |        |                  | 機械的性質           |                     | 熱處理         |                       |                      |                      |         |
|-----------------|-----------------|--------|--------|------------------|-----------------|---------------------|-------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---------|
|                 | 炭素<br>ウラニ<br>ウム | 滿<br>掩 | 硅<br>素 | ジ<br>ア<br>ナ<br>界 | 彈性<br>(平方<br>吋) | 破<br>壞<br>(平方<br>吋) | 延<br>伸<br>率 | 斷<br>面<br>收<br>縮<br>率 | 攝氏<br>第一<br>回冷<br>却法 | 攝氏<br>第二<br>回冷<br>却法 |         |
| 一               | 0.07            | 0.05   | 0.05   | 0.00             | 16,114          | 76,831              | 30.0        | 6.8                   | 水急冷                  | 250                  | 一時間大氣冷却 |
| a               | 0.07            | 0.05   | 0.05   | 0.00             | 16,114          | 76,831              | 30.0        | 6.8                   | 水急冷                  | 250                  | 一時間大氣冷却 |
| 二               | 0.02            | 0.05   | 0.06   | 0.06             | 62,660          | 79,677              | 30.5        | 6.1                   | 普通の如く冷却せり            | 400                  | 一時間大氣冷却 |
| a               | 0.02            | 0.05   | 0.06   | 0.06             | 62,660          | 79,677              | 30.5        | 6.1                   | 普通の如く冷却せり            | 400                  | 一時間大氣冷却 |
| b               | 0.02            | 0.05   | 0.06   | 0.06             | 62,660          | 79,677              | 30.5        | 6.1                   | 普通の如く冷却せり            | 400                  | 一時間大氣冷却 |
| c               | 0.02            | 0.05   | 0.06   | 0.06             | 62,660          | 79,677              | 30.5        | 6.1                   | 普通の如く冷却せり            | 400                  | 一時間大氣冷却 |
| 三               | 0.05            | 0.08   | 0.08   | 0.08             | 28,008          | 33,741              | 16.0        | 5.6                   | 水急冷                  | 400                  | 二時間大氣冷却 |
| 四               | 0.05            | 0.08   | 0.08   | 0.08             | 28,008          | 33,741              | 16.0        | 5.6                   | 水急冷                  | 400                  | 二時間大氣冷却 |
| 一〇              | 0.05            | 0.08   | 0.08   | 0.08             | 28,008          | 33,741              | 16.0        | 5.6                   | 水急冷                  | 400                  | 二時間大氣冷却 |
| 一一              | 0.05            | 0.08   | 0.08   | 0.08             | 28,008          | 33,741              | 16.0        | 5.6                   | 水急冷                  | 400                  | 二時間大氣冷却 |
| 一二              | 0.05            | 0.08   | 0.08   | 0.08             | 28,008          | 33,741              | 16.0        | 5.6                   | 水急冷                  | 400                  | 二時間大氣冷却 |
| 一三              | 0.05            | 0.08   | 0.08   | 0.08             | 28,008          | 33,741              | 16.0        | 5.6                   | 水急冷                  | 400                  | 二時間大氣冷却 |
| 一四              | 0.05            | 0.08   | 0.08   | 0.08             | 28,008          | 33,741              | 16.0        | 5.6                   | 水急冷                  | 400                  | 二時間大氣冷却 |
| a               | 0.05            | 0.08   | 0.08   | 0.08             | 28,008          | 33,741              | 16.0        | 5.6                   | 水急冷                  | 400                  | 二時間大氣冷却 |
| b               | 0.05            | 0.08   | 0.08   | 0.08             | 28,008          | 33,741              | 16.0        | 5.6                   | 水急冷                  | 400                  | 二時間大氣冷却 |
| c               | 0.05            | 0.08   | 0.08   | 0.08             | 28,008          | 33,741              | 16.0        | 5.6                   | 水急冷                  | 400                  | 二時間大氣冷却 |
| d               | 0.05            | 0.08   | 0.08   | 0.08             | 28,008          | 33,741              | 16.0        | 5.6                   | 水急冷                  | 400                  | 二時間大氣冷却 |
| e               | 0.05            | 0.08   | 0.08   | 0.08             | 28,008          | 33,741              | 16.0        | 5.6                   | 水急冷                  | 400                  | 二時間大氣冷却 |
| f               | 0.05            | 0.08   | 0.08   | 0.08             | 28,008          | 33,741              | 16.0        | 5.6                   | 水急冷                  | 400                  | 二時間大氣冷却 |
| g               | 0.05            | 0.08   | 0.08   | 0.08             | 28,008          | 33,741              | 16.0        | 5.6                   | 水急冷                  | 400                  | 二時間大氣冷却 |
| h               | 0.05            | 0.08   | 0.08   | 0.08             | 28,008          | 33,741              | 16.0        | 5.6                   | 水急冷                  | 400                  | 二時間大氣冷却 |
| 一五              | 0.09            | 0.05   | 0.04   | 0.00             | 16,506          | 18,786              | 23.5        | 3.1                   | 礦油急冷                 | 500                  | 一時間大氣冷却 |
| 一六              | 0.06            | 0.05   | 0.06   | 0.00             | 28,008          | 33,741              | 16.0        | 5.6                   | 水急冷                  | 400                  | 二時間大氣冷却 |
| a               | 0.06            | 0.05   | 0.06   | 0.00             | 28,008          | 33,741              | 16.0        | 5.6                   | 水急冷                  | 400                  | 二時間大氣冷却 |
| 一七              | 0.06            | 0.03   | 0.03   | 0.00             | 28,008          | 33,741              | 16.0        | 5.6                   | 水急冷                  | 400                  | 二時間大氣冷却 |
| 一八              | 0.05            | 0.04   | 0.04   | 0.00             | 28,008          | 33,741              | 16.0        | 5.6                   | 水急冷                  | 400                  | 二時間大氣冷却 |

備考 第十四號九a至hの試験桿は第一の温度に加熱しつゝ第二の温度迄冷却し次で記載する如く冷却法を行ひたり。

拔 萃 ウラニウム合金鋼の研究



第四表 臨界點に及ぼすウラニウムの影響

成分(%) Ac1 Acl

| 鋼番 | ウラム  | 炭素   | 滿掩   | 硅素   | 初回の變化 | 最大の變化 | 初回の變化 | 最大の變化 |
|----|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 二〇 | 0.33 | 1.01 | —    | —    | 7.41  | 7.43  | 7.07  | 7.44  |
| 二一 | 0.31 | 0.36 | 0.61 | 0.61 | 7.47  | —     | 6.83  | —     |
| 一五 | 0.45 | 0.92 | 0.44 | 0.40 | 7.43  | 7.46  | 6.95  | 6.90  |
| 一  | 0.50 | 0.27 | 0.25 | 0.30 | 7.44  | 7.47  | 6.88  | 6.86  |
| 一三 | 0.50 | 0.21 | 0.91 | 0.37 | 7.38  | 7.48  | 6.86  | 6.82  |
| 一四 | 0.53 | 0.23 | 0.54 | 0.75 | 7.53  | 7.55  | 6.90  | 6.77  |
| 二二 | 0.83 | 0.31 | 0.79 | 0.33 | 7.41  | 7.47  | 6.63  | 6.56  |
| 二  | 0.85 | 0.31 | 0.55 | 0.56 | 7.37  | 7.36  | 6.60  | 6.44  |
| 二二 | 0.97 | 0.34 | 0.34 | 0.32 | 7.44  | 7.47  | 6.85  | 6.77  |
| 二四 | 1.03 | 0.44 | —    | —    | 7.61  | 7.60  | 6.82  | 6.76  |
| 七  | 1.53 | 0.43 | 0.55 | 0.56 | 7.43  | 7.56  | 6.80  | 6.71  |
| 一一 | 1.90 | 0.63 | 0.77 | 0.75 | 7.57  | 7.66  | 6.80  | 6.78  |
| 四  | 2.30 | 0.35 | 0.65 | 0.30 | 7.33  | 7.47  | 6.53  | 6.41  |
| 八  | 3.2  | 0.17 | 0.80 | 0.80 | 7.48  | 7.48  | 6.40  | 6.44  |
| 二五 | 3.85 | 0.48 | 0.57 | 0.63 | 7.56  | 7.66  | 6.59  | 6.50  |
| 二六 | 7.0  | 0.47 | 0.81 | 0.74 | 7.49  | 7.57  | 6.60  | 6.55  |

第五表 ウラニウム鋼の撃突試験成績

| 鋼番 | 彈性界 (平方呎) | 破壊應力 (平方呎) | 延伸率 | 斷面收縮率 | ブリネ硬度 | レジリエンス (平方呎) | 撃突回数 |
|----|-----------|------------|-----|-------|-------|--------------|------|
| 三  | 9.600     | 118.04     | 30  | 59    | 341   | 43.5         | 4    |
| 五  | 5.75      | 76.87      | 33  | 61    | —     | 40.6         | 2    |
| 六  | 5.690     | 86.79      | 30  | 63    | 1.9   | 33.1         | 2    |
| 九  | 6.829     | 89.63      | 38  | 63    | 1.87  | 35.8         | 2    |
| 一二 | 7.540     | 115.43     | 33  | 67    | 3.34  | 33.7         | 2    |
| 一四 | 14.94     | 175.04     | 33  | 33    | 3.57  | 10.3         | 4    |
| 一六 | 12.80     | 163.64     | 22  | 33    | 3.65  | 2.9          | 4    |

第六表 ウラニウム鋼の交番應力試験成績

| 鋼及試験棒番號 | 彈性界 (平方呎) | 破壊應力 (平方呎) | 延伸率 | 斷面收縮率 | ブリネ硬度 | 撃突回数 | 實驗回数 |
|---------|-----------|------------|-----|-------|-------|------|------|
| 二八      | 1.5, 3.6  | 1.75, 0.44 | 1.3 | 4.4   | —     | 2.5  | 4    |
| 二九      | 3.0, 5.4  | 3.7, 5.0   | 1.3 | 4.4   | 5.5   | 1.0  | 8    |
| 三二      | 2.5, 7.0  | 2.9, 7.0   | 0.8 | 3.0   | 5.5   | 6.4  | 4    |
| 三六      | 3.4, 8.3  | 3.7, 5.0   | 0.8 | 3.3   | 4.6   | 5.1  | 4    |
| 三七      | 1.8, 5.3  | 1.9, 4.4   | 1.0 | 3.3   | —     | 6.6  | 4    |
| 三九      | 1.6, 7.9  | 1.8, 4.9   | 1.4 | 5.7   | 3.4   | 3.0  | 4    |
| 四一      | 1.2, 0.5  | 1.5, 5.0   | 1.6 | 4.7   | —     | 2.5  | 4    |
| 三       | 9.6, 0.0  | 118.04     | 30  | 59    | 341   | 43.5 | 2    |
| 一四      | 14.9, 4.1 | 175.04     | 33  | 33    | 3.57  | 10.3 | 2    |
| 一六      | 12.8, 0.5 | 163.64     | 22  | 33    | 3.65  | 2.9  | 2    |
| 二八      | 1.5, 3.6  | 1.75, 0.44 | 1.3 | 4.4   | —     | 2.5  | 2    |
| 二九      | 3.0, 5.4  | 3.7, 5.0   | 1.3 | 4.4   | 5.5   | 1.0  | 6    |
| 三二      | 2.5, 7.0  | 2.9, 7.0   | 0.8 | 3.0   | 5.5   | 6.4  | 4    |
| 三六      | 3.4, 8.3  | 3.7, 5.0   | 0.8 | 3.3   | 4.6   | 5.1  | 2    |
| 三七      | 1.8, 5.3  | 1.9, 4.4   | 1.0 | 3.3   | —     | 6.6  | 2    |
| 三九      | 1.6, 7.9  | 1.8, 4.9   | 1.4 | 5.7   | 3.4   | 3.0  | 2    |
| 四一      | 1.2, 0.5  | 1.5, 5.0   | 1.6 | 4.7   | —     | 2.5  | 2    |