

べきものを提出した。數年間實驗上純粹な鐵は赤熱脆性であると言はれて居るが、此の赤熱脆性を現はす温度にて鐵が破壊されると其の破面は明かに inter-grain であることが見られる。ミラーは之れが inter-grain である事を示し、之れを鐵の酸化物又は或他の化合物であると述べて居る。リチアードソンは此赤熱脆性を銅の作用であるとした、而して銅が多くなる程赤熱脆性となる。此の温度は約攝氏八百度から千度の間であつて、此の間には inter-grain の材料が弱く且つ粘性となるが、之れより低い温度では強靱となり鐵は最早脆性でなくなる。リチアードソンの信ずる所に依れば此の inter-grain film の存在は實驗上純粹な鐵に腐蝕に對する抵抗力を與へるのである。

バーゲッス及アストンの研究によれば電解鐵は腐蝕に抵抗する力の弱い事を示して居る。而して鐵は或る不純物が或る量だけ存在して居る時に於て鑄に抵抗する力を生ずる事を推斷する事が出来る。此の腐蝕に對する inter-grain の説を承認すれば、粒の大きさを小さくする様な元素又は粒を小さくする様な熱取扱は腐蝕の抵抗力を増す理由である之れは滿俺又はクロミウムの影響である。滿俺又はクロミウムは赤熱脆性を無くするが inter-grain を破壊することはない。

以上を約言すれば次の如し。

(一) 鐵の腐蝕に對する影響に於て銅と滿俺とは互に作用し

銅のみにては純鐵の腐蝕を減じ鋼に對しては其の効果更に著しいのは之れ鋼中の滿俺の作用である。

(二) 若し滿俺がクロミウムにて置き換へらるれば其の効果は一層著しい。

(三) 銅に依る鐵の赤熱脆性は滿俺又はクロミウムの存在に依つて除去せられる。

(四) 此の赤熱脆性と腐蝕との間には或る關係がある事に基づいて、之等合金の腐蝕の抵抗力を説明するために film or inter-grain theory を提議した。(終り)

●小銃々身鋼の特質

(一九一九年刊行
アイアン・エージ)

T O 生

昨年九月米國シカゴ市に開催せられし米國採鑛及冶金技師協會の席上に於てマサチウセッツ州スプリングフィールド米國造兵廠の金屬組織學者たる G. F. Butterworth 氏は小銃々身鋼の金屬組織と題し、又同國軍需補給部陸軍少佐 A. E. Bellis 氏は小銃々身の腐蝕試験と題して共に一場の講演を試み、多年本問題に關し紛糾せる因襲的の所信を説破せられたり。今是等を抄録すれば次の如し。

小銃用鋼の金屬組織

小銃々身を檢鏡するに當り、次の顯微鏡圖に示すが如き(圖省略以下同)金屬組織に遭逢すること極めて稀なりとせ

ず。依て素材に對し必要の特質を現はす物理的狀態を保たしむる爲、施す所の方法に據り自然之を二種類に區分するを得べし。第一種は壓延銃身に屬するもの、即ち臨界範圍若くは其の附近の溫度に於て熱間作業を受くる銃身とす。第二種に屬する素材は第一種に比し其の徑小なるも、單に鍛造に依りて *butt* (圓大部) を成形し、次で健反淬を與へて加熱處理するものにして是等を加熱處理の銃身と假稱し以下之を説明すべし。

壓延銃身の組織

壓延銃身の組織は同鋼の軟過後に現はるものに酷似し、同じく粒より成る分界に輪郭を畫きて過剰なるフェライトの網目を現はすと雖、粒其のものはパーライトよりは寧ろソルバイトにて組織せられ、且之が大小は壓延溫度に密接の關係を保てり。而して炭素約〇・五〇乃至〇・六〇%、滿俺一乃至一・三〇%を含む是の等級に屬する鋼の臨界的曲線は、華氏一、三〇〇度と一、三五〇度(攝氏七〇四乃至七三二度)との間に現はること極めて著しく、此の範圍内の溫度に於て壓延せし銃身は、第一圖の如く頗る細粒なることを示せり。而して、斯の如く著しく細粒なることあるべきも、若之を低度に壓延するときは往々第六圖の下に述ぶる加熱處理の銃身組織と此同する惧あり。然れども五〇〇倍に廓大すれば、第二圖の如く組織は壓延銃身固有のものたるを識別なし得る。

抜

鋼身鋼の特質

の溫度の増加に伴ひ益々粒は粗糙と成るを認む、之に反し若し壓延溫度臨界範圍以下に位するときは、壓延以前に有せし組織は消滅することなくして、壓延作業の効果は粗鬆なるソルバイト粒を壓延方向に引き伸ばすに過ぎざるは第三圖の如し、而も此の歪みは特に *muzzle* (銃口) に最大なりとす。

加熱處理せる銃身の組織

加熱處理に依り成形せる銃身を、臨界範圍以上の溫度より油中に急冷するときは、必ず第四圖の如くマルテンサイト狀の組織を現はすべしと雖、此の急冷にして強烈ならざれば、第五圖の如く其のマルテンサイト組織内に若干トルースタイトの現存を認むることあり。而して其の後反淬を施し發現なさしめたる組織は稍々第五圖に類するも、斯の如く著しからずしてソルバイト狀或はソルバイトを混在するパーライト狀を成し、之を低度に廓大せるものは恰も鹽と胡椒の細紛を充分混和したる場合の如く、殆ど同質の觀を呈するは第六圖の如し。然るに此の組織は華氏八〇〇乃至一、三〇〇度(攝氏四二七乃至七〇四度)に屬する何れの溫度を採用するも、實際同一の組織を現はすを以て、就中反淬には華氏一、二〇〇度(攝氏六四八度)に依るを普通とす要するに實際に當り銃身の組織を檢鏡し、之が反淬溫度を大體測定することさへ至難にして、華氏一〇〇度内外の差あるを免れず。

嘗て反淬温度の高低に因り試験片の色相に變化あることを認めしが、温度の増加に従ひ其の色淡し之れ第七圖に據り明かなり、即ち同圖の下部は華氏八〇〇度（攝氏四二七度）、上部は華氏一、二〇〇度（攝氏六四八度）に反淬せしものに係り兩片を接續し撮影せしなり、而して其の色相の對照をして顯著ならしむるには、酒精に五%のピクリツク酸を混したる溶液に四五秒間試験片を浸漬腐蝕せしむるか、或は酒精に五%の硝酸を混したる溶液に六秒間浸漬するに如かず。然れども比較すべき試験片の腐蝕時間に避け難き差あるを以て、自然生ずる影響を幾分減ずる爲、記者は前者を腐蝕薬とし採用せんことを推奨するなり。而して初期の急冷温度に差あるに因り、反淬後に生ずる色相如何に就き幾多の實驗を重ねたるに、何等の變化を呈せざりしも、此の要因と色相との關係は將來決定せらるべき問題なり。第八圖は華氏一、五〇〇度に急冷し、一、二〇〇度にて反淬せし銃身の組織を高度に廓大したるものにして、黑色の構成的細胞内に色淡き種子狀の細粒散在することを現はせり。

加熱處理の缺點

次に述べんとするは、往々檢鏡に依り加熱處理上に缺點ある證據を認むる事實にして、若し適當の温度に銃身の浸透せざる以前に之を急冷に附するときは、一般に粒狀組織を成す境界線の附近に過剰のフェライトは多量に集合し、特に是等の白色を帶ぶる素地は銃身の外側よりも腔綫附近

に現はること多きは、第九圖及第十圖の比較に據りて明白なり。而して第九圖は銃口附近の組織を、第十圖は同一銃身の外側附近を示せるものにして、若し反淬温度低きに過ぐる銃身の試験片を、反淬温度適當ならざりしものと比較對照すれば、前者は著しく黑色を帶ぶる觀あり。又若し反淬温度極めて高く而も臨界範圍以下に位するも試験片は普通より稍々淡き色相を保ち、之に反し臨界範圍若くは其の以上温度にて反淬を施すときは、過剰なる鋼狀のフェライトは再び外面に現はるべし。

他に加熱處理の缺點に基かざるも、既に仕上げたる製品に現はるる瑕疵あり、例令ば圓大部を鍛造するに當り往々過焼することあるに因り、其の結果著しく粒の大きさを増し無理の分裂を招きて、遂に第十一圖に示す如く粒子間に黑色の割裂を生ずることあり。又壓延或は鍛造銃身の孰れたるを問はず他に最も生じ易き缺點は、第十二圖に示す如き普通の加熱處理にては到底除去し得ざる帶狀の瑕疵を大に著しく現はすことなり。此の組織の現はれたる試験片に對し、スデッド氏の試薬を用ゐて腐蝕せしむときは、往々第十三圖の如く此の帶狀瑕疵發生の原因は直接燐の分凝に在るを探知し得ることあり、加之第十四圖に示す銃身の縦斷面に紐狀の瑕疵を現出するは、熔滓の混在に基き多く免る能はざる缺點なりと雖、之が發生極めて多きか或は重積せざる限は、有害の影響を與へざるに似たり。

銃身の侵蝕試験

銃身鋼問題に關し鋼の成分、加熱處理の適否組織及物理的性質等は、銃身の命數に比較的重大的關係ありとの説に就き種々異論ありと雖、今茲に此の鋼に對し Butterworth 氏の施せる精細の顯微鏡的研究を示さば、獨り銃身鋼問題を解決し得るのみならず、是等試験の結果を他に應用するときは利する所頗る大なるべし。

銃身鋼に對する規格

一九〇三年式小銃（スプリングファイナルド）に採用する銃身鋼に對し 米國政府の定めたる規格には、炭素〇・五〇乃至〇・六〇%、滿俺一・〇〇乃至一・二九%、硅素〇・二五%以下、硫黃〇・〇六%以下、磷〇・〇八%以下とありて、最少限度の物理的要件は抗張強平方吋に付一一〇、〇〇〇封度（每平方糲七、七三三疋）、降伏點は平方吋に付七五、〇〇〇封度（每平方糲五、四七二疋）、延伸二〇%、斷面の收縮四五%とす。然るに是等の要件を具備する材料は試験射擊を行ふに當り、實彈射擊に超ふることに四〇%多き即ち平方吋に付七〇、〇〇〇封度の腔壓を用ふると雖、實際に故障を生ぜざるなり。而して銃身に對し鋸削及鑽孔作業を施すとき、適當に加熱せし平爐製鋼に在りても偶然 seams 或は laps. (瑕疵の種類) を發見することあるを以て、勿論瑕疵ある普通の素材は射擊試験前悉く之を除去し不合格たらしむるなり。

上記の物理的要件は、適當なる温度の下に細き銃身素材の形狀に壓延したる短鋼片にも、或は加熱處理に依り breech section (尾筒部) を擴大する爲、鍛造せられたる桿狀鋼の孰れにも適用し得る條件にして、加熱上此の鋼の變質温度は之が成分の如何及加熱時間の長短に據り異なりと雖、華氏一、二五〇度（攝氏七三二度）とす。今製造者を異にし實際處理されたる四種の銃身を示さんに、便宜上是等を A、B、C 及 D と名くべし。

A 銃身は素材を鍛造し加熱處理を施したるものにして、華氏一、五〇〇度（攝氏八一六度）に於て油中に急冷し、二時間臨界温度以下位するもの即ち華氏一、二〇〇度（攝氏六四八度）にて反淬せり。B 銃身は鋼の臨界温度たる華氏一、三五〇度（攝氏七三二度）或は其の以上に於て壓延に依り成形し、C 銃身は華氏一、二〇〇乃至一、二五〇度（攝氏六四八乃至六七七度）或は臨界範圍以下にて壓延に依り製したり。又 D 銃身は短鋼片を加熱し華氏一、五〇〇度（攝氏八一六度）より油中に急冷したる後、華氏一、二五〇度に於て厭延せしものなるに拘らず、依て生ずる所の組織竝物理的性質は獨り A 種の銃身と同一なりき。而して上記の處理は、所要の物理的性質を具備せざりし B 及 C 種の品質を昂上なさしむる爲施せる法なり。

然るに A 及 D 銃身は第一圖に示す如く、同質のソルバイト組織を與へ、B 銃身亦齊しくソルバイト組織を成すと雖、

高度即ち五〇〇倍に之を廓大するに、吸収せられざりしフエライトの小球状と成れる分子は、第二圖に示す如く其の組織内に遊離することを認めらる。又C銃身は概して冷間作業の特徴を現はし、第三圖に示す如く特に其の縦斷面に於ける銃口端に之を帶ぶること甚だし。要するに遊離フェライトの多量に凝集するは、此の種に屬する銃身の特質なるべし。

侵蝕の要因

銃身の品質良否を實際試験するに當り、之が標準とすべきは過度に侵蝕することなく精度を失はずして發射し得る彈丸の多寡に據るものとす。而して侵蝕は發射後腔綫の大きさを増すことに據り直接に測定し得べきも、之が程度如何は鋼の品質良否に重大の關係ありとは一般製銃技師の推測する所なりと雖、未だ曾て事實に基き公表するに足るべき論據を有するものにあらざるなり。銃身の精度竝に命數の尊重すべきは明白の事項にして、特に機關銃の綫腔作業を行ふ場合に於て是等を要求すること大なるを以て、自然本問に關する冶金上の條件も亦重要視すべきを認む。何となれば記者は命數短かき銃身を檢鏡せしにC組織を現はし、之に反して前者と發射状態を同一にして、而も命數大なる他の銃身を採り檢鏡したるに、A組織を示せるを以て特に其の感を深くせり。然るに小銃技師の多數は協議を開き、小銃の侵蝕は鋼の組織以外に存する他の要因ありて、之が

過度の侵蝕を招く第一原因なりと信ずるに到れり。去れど綫腔及藥室の寸度、鋼の成分、發射状態竝に火藥に及ぼす直接温度の關係等は侵蝕發生の大原因たること既明の理にして敢て論議する餘地なきなり。

是に據り記者は前記侵蝕の原因を常數と看做し、加熱處理の方法、組織及他冶金上の要件を明細に記録し置くことを計畫し次の實驗に著手せり、即ち同一鋼桿より三本の銃身素材を採り、各代表的のA、B及C銃身と同一組織のものを得んが爲異なる方式を行へり、詳言すればA銃身は華氏一、五〇〇度より急冷し、一、二〇〇度(攝氏七三二度)に於て二時間反淬を施し、B銃身に對しては華氏一、三五〇度(攝氏七三二度)に於て壓延を行ひ、又C銃身は華氏一、二〇〇度(攝氏六四八度)に於て壓延を施したるに、各素材に對する物理的試験の成績は第一表に示すが如し。

第一表 A、B、及C銃身に對する物理的試験成績

| 降伏點(平方吋封度) | | | 抗張強(平方吋封度) | | |
|------------|-------|-------|------------|--------|--------|
| A 銃身 | B 銃身 | C 銃身 | A 銃身 | B 銃身 | C 銃身 |
| 7000 | 7100 | 7700 | 10650 | 11600 | 11075 |
| 81450 | 70300 | 86200 | 106400 | 114750 | 114550 |
| 70600 | 71150 | 83550 | 106110 | 116110 | 110950 |
| 81150 | 70550 | 82650 | 105660 | 114960 | 113800 |
| 84500 | 70750 | 82650 | 109450 | 116050 | — |
| 延伸率 | | | | | |
| A 銃身 | B 銃身 | C 銃身 | A 銃身 | B 銃身 | C 銃身 |
| 二三 | 二五 | 一六・五 | 五九 | 五三 | 四四・九 |
| 二三 | 二三 | 二〇・一 | 六〇 | 五三 | 四七・一 |
| 斷面收縮率 | | | | | |
| A 銃身 | B 銃身 | C 銃身 | A 銃身 | B 銃身 | C 銃身 |
| — | — | — | — | — | — |

| | | | | | |
|----|----|------|----|----|------|
| 三四 | 二四 | 一九・六 | 六〇 | 五五 | 四七・八 |
| 二三 | 二三 | 一八・五 | 五九 | 五三 | 三九・四 |
| 二二 | 二二 | — | 五六 | 五四 | — |

物理的試験を行ふ場合に於て、試験片は可成的銃身の圓大部附近より採りて鋼を分析せしに、炭素〇・四八%、滿俺〇・九八%、硫黄〇・〇五%、燐〇・〇六%を含みたり。然るに炭素及滿俺量共に最少限度なるを以て、此の材料に對して是等二元素を補給する必要あるを知れり。

然る後是等の銃身に對し、精度及侵蝕程度を測定する爲一萬三千發の發射試験を行ふこととし、精度の試験には銃口前五〇〇ヤードに於て十圈の二標的を裝置し、四千發乃至一萬發迄は二千發發射する毎に精度を測定し、其の以後は千發毎に之を測定せり。而して各銃身共毎分一〇發乃至一二發の割合にて發射し、一〇〇發々射せし毎に水にて銃身を冷却し、試験中は全く同様の彈丸を使用したりしが、其の成績は第二表に示すが如し。

第二表 侵蝕表 (單位〇・〇〇〇一吋)

| | A 銃身 | | B 銃身 | | C 銃身 | |
|----|------|----|------|----|------|----|
| | 隔牆 | 綫底 | 隔牆 | 綫底 | 隔牆 | 綫底 |
| 尾筒 | 八五 | 三五 | 九〇 | 四五 | 九〇 | 七八 |
| 銃口 | 一八 | 四 | 二〇 | 四 | 二九 | 六 |

銃口に於ける隔牆の徑の増加に據りて三銃身の侵蝕程度を測定するに、A、B及C銃身共に侵蝕單位を一時の一萬分とし、Aは一八、Bは二〇又Cは二九なりき。而してB銃身の命中精度極めて佳良にして、一萬三千發々射の後五

拔萃 小銃々身鋼の特質

〇〇ヤードの距離に於て中間徑七・三吋の箇所を貫通し、C銃身は一萬千發々射後A銃身は一萬二千發々射圈的に命中せり。然れどもA銃身は銃口より一時を去る部位に輕微のフクレあることを銃身縦斷後に發見したり。

以上詳記せし實驗に據り、鍛造後加熱處理の銃身(A及D)に於ける均齊の組織は侵蝕に對する抗力良好なるを示し、C銃身の組織に現はれたる網狀の遊離フェライトは、金屬に對する熱瓦斯の作用に因り侵蝕すること明かなり。又全部同質の組織を示すB銃身は、Cに比較すれば侵蝕に對する抗力稍佳良なるも、未だ鍛造後處理の銃身即ちA及Dに及ばざること遠きを認む。(完)

◎米鐵需要大勢

去る十五日市内某所入電に依ば細育ユー、エス、スチール社毎月發表する鐵材註文殘高は米國鐵材需要の大勢を表示するのバロメータとして一般の注意を集むる處なるが、昨年中に於ける毎月末殘高及一昨年對照左の如し。

| 月 | 昨年 | | 一昨年 | |
|----|-----------|---------|-----------|-----------|
| | (單位封度) | | | |
| 一月 | 九二八、四四四 | 六六四、三六八 | 二、二八四、六八 | 五、七〇八、六一 |
| 二月 | 九五〇、〇八一 | 六〇〇、〇七七 | 一、〇八〇、〇三八 | 六、一〇九、一〇三 |
| 三月 | 九八九、三〇七 | 五四〇、〇七二 | 一、〇七四、八〇四 | 六、二八四、六三八 |
| 四月 | 一、〇三五、九七四 | 四八〇、〇六五 | 一、〇八三、八三五 | 六、四七三、六八八 |
| 五月 | 一、〇九四、〇四六 | 四三三、三三〇 | 九〇三、〇〇〇 | 七、二八三、三〇〇 |
| 六月 | 一、〇七六、八七七 | 四八九、三八五 | 八二四、六三三 | 八、三三五、三六六 |