

50 のスラグ及燐分の存在は一般工業上の使用に對し、全然其の目的を達すること能はずと雖も彈丸等には何等の影響を及ぼさざるか如し。

更に英、露兩軍の使用せし彈丸、榴霰彈に就き研究する所ありしか、其の中の數種に對する化學成分は表により知らるゝへく別に驚くに足るべき成分等皆無にして、何れの彈丸も皆普通の炭素鋼を以て製造せしものなることを知る、猶熱に對し何等特種の處理法を與へられざりし事も、其の有する化學成分及び普通行はるゝ簡單なる空氣冷却作用に基く細密なる組織に就き研究しても知るを得へし、表中二番、三番は英軍彈丸にして四番はフェライト及びパーライトより成れる榴霰彈なり、五番、六番に擧げたる彈丸は全部ソルバイトより成り、普通知らるゝ空氣冷却法に基ける鋼にして分析上より見る時は何等の不純物を混ぜずと雖も、第五圖に示すか如く其の光澤面を窺ふ時は、猶幾分のスラグを含有し一見鍊鐵より製せしものにはあらずやとの疑問を放たしむ、斯くスラグ含有分の多量介在せらるゝことは五箇の試験片を見るに何れにもあり、然も其の滿俺量及び組織の極めて一樣なることを知るに至りては、インゴット、スチールより製造せしものなること衆目の一決する所たり、其の含有せらるゝスラグは鍊鐵(ロート、アイオン)に見らるゝか如き硅酸に富めるものに非ずして寧ろ硫化滿俺に類似し、製造を迅速ならしむる必要上スラグの含有を顧慮する違あらずしなるへく、他の不純物も此際の使用目的に對しては材料に影響を及ぼすこと極めて微々たるものゝ如し。

英軍の使用せる彈丸は研究に好試料を提供せり、即ち第四圖は千二百倍に擴大せる顯微鏡寫眞にしてフェライト及びパーライトは一目瞭然として現はれ、其の結晶粒は普通吾人の見慣したるものに比し極めて細小なり、且つパーライト及びフェライトは多くの部分に於て極めて密接に錯雜せるを以て果して何れかフェライトの網なるや、又パーライトなるやを明言し得ざるものあり、何れも一樣に細き粒より成り、從つて作業の極めて適當に行はれたるを知るに足る。

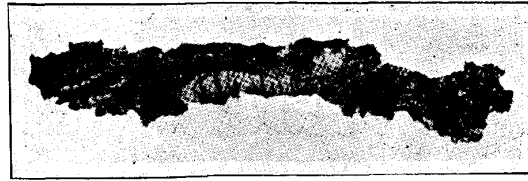
第五圖はスラグ含有分に平行して右側下方より左側上方に引ける條痕を示せるものにして、此等の條痕中にある粒は錯雜せる暗黒の部分よりも幾分細小なるを認む、此の細微なる粒の存在せることは恐らく圖に現はれたるよりも更らに非常に細き塵埃の如きスラグの含有せらるゝためなるべく、再製鋼に於ては右方と左方とに於ける粒の大小相違は吾人の想像外に出て右方に於ける粒の面積は左方に於けるものに比し約千倍も大なり。

第一表

試片	彈丸及ひ榴霰彈片の組成					
	炭素%	滿俺%	硅酸%	硫黄%	燐%	クロム%
1 フランス軍彈丸	○.五四	○.六八	○.三二	○.○三〇	一.二七〇	—
2 イギリス軍彈丸	○.四七	○.七六	○.三一	○.○四〇	○.○五六	—
3 同上	○.四五	○.七六	○.二二	—	○.○五三	—
4 イギリス軍榴霰彈	○.六〇	○.九〇	○.〇七	○.○二四	○.○五四	—
5 イギリス軍彈丸	○.三六	○.九〇	○.二二	○.○四〇	○.○三四	○.二五
6 ロシア軍彈丸	○.五八	○.五八	○.二四	○.○二四	○.○二五	○.一六

ニツケルは試片何れにも存在せず

圖 一 第

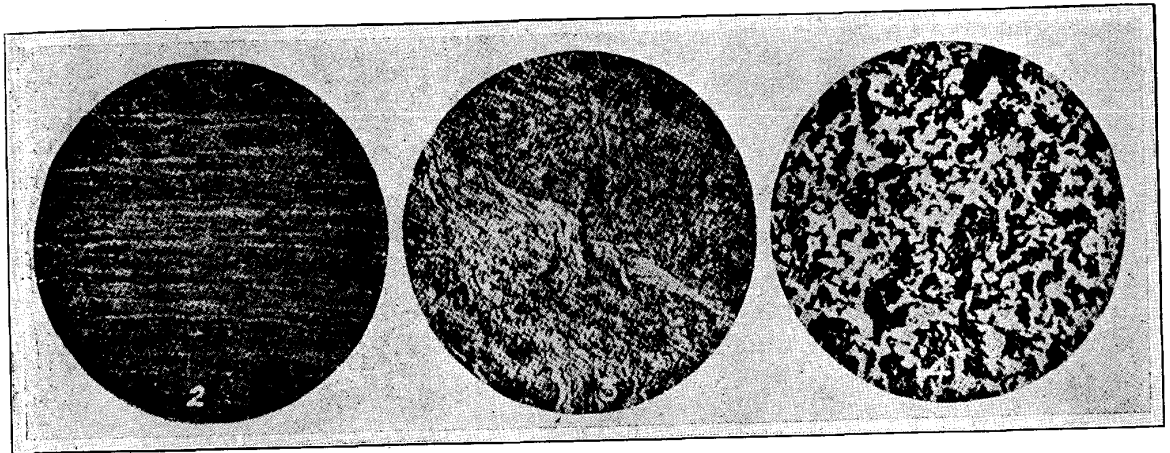


片丸彈用使軍國佛

圖 二 第

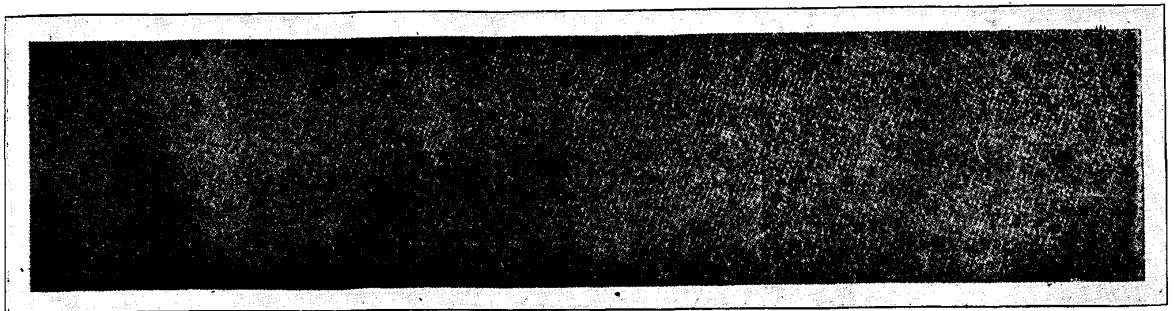
圖 三 第

圖 四 第



丸彈軍英は圖四第眞寫鏡微顯の片丸彈軍佛るせ示に圖一第は圖三第二第眞寫鏡微顯るせに大倍百二千を

圖 五 第



痕條及分有含グラスるけ於に片丸彈軍英

●合衆國政府の民間兵器製造所渴望

The Iron Age. Vol. 96, No. 5.

K I 生

西曆千九百十五年七月二十七日附ワシントン府より左の如き記事新聞紙上に發表されたり。

近時國防改善の必要にして焦眉の急務なるを呼號する行政問題突然有識者間に喧傳せらるゝに及ひ、數日前大統領はコルニシユ(Cornish N.H.)より歸華ワシントン後陸海軍大臣と會談の後遂に強大にして而かも合理的なる國防計畫を立つる事の必要なる旨七月二十七日附を以て白館(White House)より發表せらるゝに至れり、此に於て從來執り來れる國防問題に對する絶對的沈黙主義は放棄せられ、陸海軍省は數週前より歐洲動亂の影響として何時突發するやも計られざる危急の場合に備ふるため、特別議會或は十二月の通常議會に於て討議せらるべき雄大なる國防計畫に對し充分なる説明を與へ得んか爲め一個の案を起草中なりとの半官的記事新聞紙上に於て發表せらるゝに至れり。

斯くの如き行政問題の活動せらるゝ事は、合衆國か戰亂の渦中に投せん事を顧慮せる恐怖の念に起因せるは吾人の喋々するを待たずして明らかなる事實にして、大統領か獨逸に致せる彼の斷乎たる通牒公表せられたる時は、獨米兩國間の關係大に緊張せらるゝに至り、更に獨乙半官的新聞紙上に掲載されたる論評の此の通牒に加へたる冷笑罵詈的なるを認むるに至り、益々其の度を高め殆ど兩國間は危機に瀕する有様となれり。

然れども政府か斯く覺醒せるは全然過くる數日間に發展せる時局の危機なるに鑑みてのみによるとなすは皮相の觀をなすものゝ言にして、歐洲動亂勃發以前合衆國陸海軍の軍事専門家は短時日の間に於て陸海軍を進歩發達せしむる手段方法に關し周到なる研究をなしつゝありたるなり、而して彼等の専門的報告は政府當局者をして米國の國防状態は絶對に不充分にして其の軍隊組織は歐洲の四等國にも劣る程貧弱なるものなる事を確信せしむるに至れり。

以上の軍事専門家の指摘は遂に大統領をして迅速にして活潑なる行動をなすへき必要を自覺せしめ、合衆國の歐洲戰亂の渦中に投せん事を慮りて今日迄執り來れる沈黙不行動主義を放棄せしむるに至りぬ、此處に於てガリソン氏(Garrison)及ひダニエル氏(Daniel)の兩陸海軍大臣は陸海軍の擴張問題を始め米國內に於ける物品製造原料の利用方法、及ひ過去五年間の陸海軍費平均額の殆んど倍加すへき陸海軍費支出に關する案を起草し、直ちに大統領の下に呈出すへき様命せられたり、是れ議會に於て國防改善案に對し有力なる説明を與へんかためにして、斯くの如き雄大なる豫算一度ひ國會を通過するに及ひては政府の財政方針に根本的變化を與へ、收稅法案の改正を促すに至るへきは明白々の事たるへし。

陸海軍當局者か歐洲大戰亂により遺憾なく暴露せられつゝある近世戰爭に對する三大要素なるものに對し左程留意せざりし事を今日承認せざるを得ざるに至りしは或意味に於て屈辱なりと云はざるへからず、而して近世戰爭の三大要素とは何んぞや、曰く潛航艇、航空機及ひ小銃、野戰砲、攻城砲、戰艦等に必要なる彈藥に對する莫大なる貯藏の三者なりとす、潛航艇の發明は明らかに我か合衆國の發明によるものなれとも、米國海軍の採用及ひ其の進歩發達は遙に獨英兩國に一籌を輸せざるへからず、且つ吾人か最大の信賴を置き吾人の注意と海軍費の大部を捧け來りし戰闘艦の價値は、今次の歐洲戰亂に於ける潛航艇の活動に依りて大に疑問とせらるゝに至れり、更に完全にして實用的なる飛行機の發明も亦最初米國に於てなされたりしか、今日六ヶ國以上の歐洲各國は此の最も有力なる空中の勢力を占むる飛行機隊を有する點に於ては遙かに合衆國を凌駕する有様なり。

而して詳細の點に於ては之を専門家に譲るとし大體に於て吾か軍隊組織の絶望的劣等なる事實は之れを水雷及ひ種々なる口徑の砲彈の貯藏、戰時に於ける軍需品の補給等種々様々の點に於て照すも明らかに證明せらる、最近戰爭に於ける野砲彈藥の使用量は全く吾人の想像外に出て過去三ヶ

月間に佛國領土内に於て行はれたる戦闘によりて明らかなる如く、獨佛兩軍の野砲彈藥使用量は實に驚く可き多額に上り曾て前例を見すと云ふ。

或る確信すへき報道によれば比較的重要ならざる戦闘に於てさへも獨佛兩軍は榴霰彈、爆彈の多量を使用せしと云ふ、是れ獨佛兩國は此等の彈藥の貯藏充分なるを示すものにして、大軍隊に對し猶數週間供給するに堪へたりと云ふ、今若し假りに米國彈藥の貯藏量を以て供給すへしとなせば獨佛兩國の砲兵に僅か一週間すらも提供するを得ざるなるへし。

今陸軍砲兵の用ふる大砲の發達を見るに、合衆國は敢て歐洲諸國に劣れりと云ふに非ず、戰時多大の需要の下に於て十分に彈藥を供給する能力あるは勿論なれとも、之れを其の軍需品殊に砲車の點に於ては獨乙に對しては兎に角佛國には到底企及す可らず、彼は砲兵專家の稱讚を恣まゝにせる程發達し居れり、彼の舊式野砲に於ては發射の速度は砲手か砲身を反衝後舊位に復する能力に依て制限せらるゝものにして、最近の發明に係る砲車にありては反衝は機械の裝置によつて調整せられ、車の位置は變する事なく反衝後直ちに彈丸を填め得る様調整せらる、其の結果として發射の迅速を來たし從て最近歐洲戰場に於ける彈藥の消費量は軍事專家のみならず一般人をして驚愕措く能はさらしめたり、小銃及大砲に供給すへき彈藥を多量に供ふる事の極めて重要な事實は最近露軍の場合に於て充分明かに證明せられたり、即ち露國軍隊は小銃彈のみならず榴霰彈、爆彈等の缺乏に依り、攻撃は勿論秩序ある退却も不可能となり之れか爲め斃れたるもの數萬の多きに上りしなり。

斯くの如ければ軍事專家は歐洲戰亂の需要に應せんとする軍需品製造工場に最近起れる急激なる發展擴張事業に對し多大の満足の意を表し居れり、彼の政府案なるものは假令へ有効にして且つ有名なる専門大家に依りて指導改善せられつゝありとは云へとも、比較的小にして且つ生産力は極めて不充分なる政府の支出費によりて制限され居るを以て、生産目錄に附加せられたる民間工場

設立の議は戦争の際に處して政府と協力し得べき有力なる補助機關なりと云はざるへからず、戦亂の突發するに當つて政府側工場の大砲小銃等の彈藥製造能力は全米產出高の過半を占むと確信せるものあれと、現時の状態にありては實に政府の供給し得る量は二〇パーセントに過ぎざるなり。

今昨年度に於ける陸海軍經費を見渡すに大約二億七千萬弗を算し、内一億四千二百萬弗は海軍に、一億二千八百萬弗は陸軍に依りて消費せられたるを知る、現今起草中に係る軍備擴張案は更に猶多額の特別支出を要求せざるを得ざるへく、少くとも約七千五百萬弗は陸軍に要求さるへく、一億萬弗は海軍に依りて要求さるへしと觀察さる、斯くて陸軍は正式及び國民軍合せて五十萬の軍隊を作らんと期待しつゝありて國民軍は政府當局者に直接隸屬せしめらるへく、之れに伴ふ小銃、大砲の増加及び總ての軍需品に對し充分なる貯藏及び補給をなすに必要なる金額か必ず要求せらるゝに至るへし、海軍側に於ける計畫を窺ふに數隻の戦闘艦、巡洋艦、約五十隻の潜航艇、數隻の通報艦、其他給炭船、潜航艇母艦、工作船等を合せ補助勢力の外四隻のドレッドノート型を含むへしと云ふ、且つ陸海軍は協力一致して最も成功的の航空機大艦隊を編制するに必要なる支出費をも要求すへしと云ふ、此の如き有様なれば議會は陸海軍省に對しては特別支出費に就て出來得る限りの自由を與へ、猶又今日まで是認せられたる金額の消費目的に關しては左程干涉するか如き事なしと察せらる。

然れとも一步齟つて考ふるに此等の提出されたる費用に對し、莫大なる金額は何處より求め得べきか、現今の地租税、家屋税其他の永久税及内國に於ける歳入法に關する税は約二億一千五百萬弗たけ現今の要求額より不足せる状態にあり、されは陸海軍擴張案の是認せらるゝに及びては此の金額の不足は全部を通して四億弗の多額に上るへし、新財政年度は未だ一ヶ月に足らずと云へとも昨年の今月六百萬弗の剩餘金ありしに比すれば猶未だ一千七百萬弗の不足を算する譯なり、斯くの如き状態に加ふるに最近突發せる軍備擴張案の必要を合せ考ふる時は租税及び内國歳入法の一般改正

及び資金募集に對する非常手段の行はるべきは何人も想像するに難からず、今日に至るまで行政方面の當局者は新財政計畫をなさざるへからざる厄日を出來能う限り後日に延引せしむる様心掛け居たりしも、今日に於ては是れ以上の延引は全然不可能の事にして議會か此の尨大なる計畫に出逢ふ時は直ちに歳入委員及び財政委員に之れを附託せざるへからざる場合に立ち至るへしと假定し得るは當然の事なり、而して近時臨時國會開設の公算は日々増加しつゝありて莫大なる臨時支出費は切に必要なりと目せられ居れば特別法律案の通過は必ず行はる可しと期待さる。

千九百十四年十月規定の戰時特別所得税法は一千九百十五年一月一日を以て其の期限無効となるに至るも此の法案は猶繼續するの必要あり、従つて此れか遂行のため連帶の解決は期限停止の日附前に於て決定せざるへからず、而して更に一方ラ、フホレット氏(La Follette)の海員法案を廢止すへしとなす輿論盛んにして、議會は又之れか爲め手強き要求を受くる事なるへし。

海軍工廠に於て従業せる技師、雇人等の同盟罷工ありしたため大統領ウイルソン氏ワシントンに歸りて後大統領と彼等技師及雇人連の代表者との會見不可能となり、此れかため技師及多數の雇人等は政府の工場より兵器製造に關し外國との大契約を有する民間工場に走るに至りぬ、然れとも政府側の工場の何れもは此の動搖のため決して彼等によりて破壊せらるゝ事なかりき。

斯の如き状態を以て政府は常に軍需品を供給する點に於て到底官立工廠のみにては不充分なりと確信し、此に於て平時に於ても戰時に於けると同様民間工場よりして多量の軍需品を製造せしめんと努めつゝありき、此の目的のために造兵省は各地方に散在せる軍用品製造工場及びその生産能力を詳細に知らん事を努めつゝあり、歐洲戰亂の結果各交戰國軍用品の需要烈しきに依り、吾國土の人々をして種々百色眼鏡的の變化を起さしめ及び特に或る種の軍用品の製造に就て製造會社の製造能力に對し未だ曾て豫期せざる程の發展を惹き起さしむるに至れり、於此造兵省は民間工場の製

造能力により此の軍用品需要の擴張に應し得んかため大活動を開始し、軍用品需要の擴張案未だ中止せざる間に政府は兵器製造能力に關しての質問書を送付せんとし、遂に政府當局者は直接各兵器製造者に向つて質問狀竝に説明を容易にせんかため、説明的の圖面及び形式を添へて呈出せり、勿論政府當局者は市場に於て兵器を買ひ集むるか如き事萬々なかりき、是れ政府には斯る市場物品を買ひ得るだけの資本金なきのみならず猶流用し得る支出金に對し全然餘裕なきに由れり。

今造兵省當局者か各民間工場に致せる書狀を見るに次の如き事記されありたり。

一、現歐洲戰亂突發前當造兵省は當時有力なる種々の已知條件よりして一旦緩急の場合に處して米國內各製造工場か製造し得る軍需品の製造高に關し一つの書類を編纂せしか、今次の歐洲戰に依りて明示されたるか如く其の莫大なる軍需品の消費量を見るに及んては政府のなせし見積高は極めて過少なるを示されたり、されは兵器の貯藏高及び戰時に於ける製造高の増加は極めて多量を要すべきものなる事を自覺せざるへからず。

二、軍需品の激増せる需要により此の種の物品製造工場か著しき擴張をなしたる事は何人も認むる所たると同時に、猶現今のまゝ或は之れに多少の改良を加ふるときは戰時に於て多量の必要なる物品製造に従事するを得る幾多の工場を設立し得べきや必せり。

戰時に當り多量に必要な物品とは即ち下の如し、榴霰彈、小銃彈丸、藥莢、信管、眞鍮製火藥包子盒等なり。

此等の物品に對する主要寸法及一般明細書は共に別紙に掲載しありて政府當局の位地にある者は此等物品の現在竝に將來に於ける製造工場の製造能力に關する報告書は極て尊重すへし。三、此の目的のために製造者は別紙の白地に工場の製造能力を記入すへし、但し政府は勿論此等の物品を購入する目的を有せざるを以て價額の點は記入するに及はず。

Capacity of..... (Name & Location of Plant) for the Production of War Material. Date						
Name of Article	Monthly Rate of Production in Units					
	One Shift			Two or More Shift		
	Forging	Machining	All Operation	Forging	Machining	All Operation
Shell 3" 3.8" 4.7" 6"						
Cartridge case 3" 3.8" 4.7" 6"						
Shrapnel case 2.95" or 3" 3.8" 4.7" 6"						
Shrapnel head 2.95" or 3" 3.8" 4.7" 6"						
Diaphragm 2.95" or 3" 3.8" 4.7" 6"						
Fuse parts: Stock (large Caliber) Stock (Medium Caliber) Rear plug (large Caliber) Rear plug (medium Caliber) Front plug						

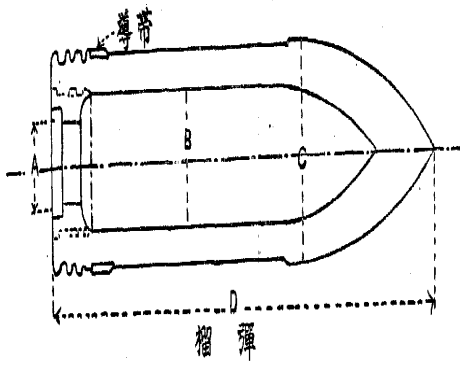
四、若し命令受領後一ヶ月以上を要して最大の産出高に到達するか如き工場にありては成る可く
最大産出高に達する迄の一ヶ月間の製造高を記入されたし。

五、此等上の質問に對する回答は秘密を希望する分に對しては政府當局は絶對秘密を守るに吝ならざるへし。

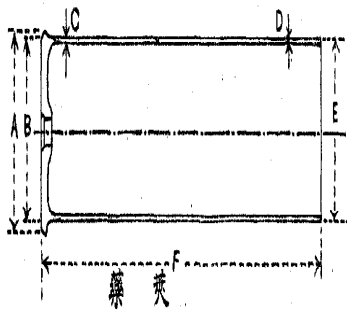
製造高に關して政府當局の回答を希望せる條項右の如し(特に原文のまゝ前頁に掲載す)

大統領ウイルソン氏は本週中にワシントンに歸り直ちに彼れか最も必要なりと確信せる事件即ち正當にして實際的なる國防計畫問題の立案に關し着手するなるへし、ウイルソン氏か陸海軍大臣に與へたる訓令の世上に發表せらるゝや多數の論評之れに加へられ、大統領も亦此の論評に對し多大の注目を以て觀察詳かなりき、一般輿論は極めて大統領の計畫に賛成の意を表し、國民一般は國會開設に當り議員と協力して此の莫大なる金額を含める大計畫を實行せしめんか爲め準備萬端に行き渡れるのみならず、陸海軍大擴張に必要な資金を供給するかため必要な新税法に對しては何等苦情なく承諾すへしといきまき居れるか如し、同時に又一方所謂平和主義の辨護者及び國會に於て可なりの勢力を振ひ又最も有力なる議員及元老院議員の二三者とか大統領の計畫に冷淡なる事も近時四圍の狀況全く明瞭となるに至れり。

斯くの如き状態にありと見てとりたる大統領ウイルソン氏は、先づ第一着に議會に於て敵對の位置にある反對黨を靡かせんかため外交的手段を執ることに内定し、若し萬一反對派をして沈黙せしむる能はざる場合には彼れか所望せる法案を得んかため最後の肉迫戰をなすべく準備をさく／＼怠る所なかりき、斯くて四五日前大統領は私書を以てオレゴン州(Oregon)の上院議員にして陸軍の上院委員長なるチェンバレン氏、サウスカロリナ州の上院議員にして海軍上院委員長なるテルマン氏、バルジニア州下院議員にして陸軍下院委員長なるヘーイ氏及びテネッシー州の下院議員にして海軍下院委員長なるパヂエット氏等の人々に對し國防改善の問題に就き會議を開きたければ成るべく早くワシントンに來集せられたき旨通告せり、先日來大統領の命令のもとに作成を急き

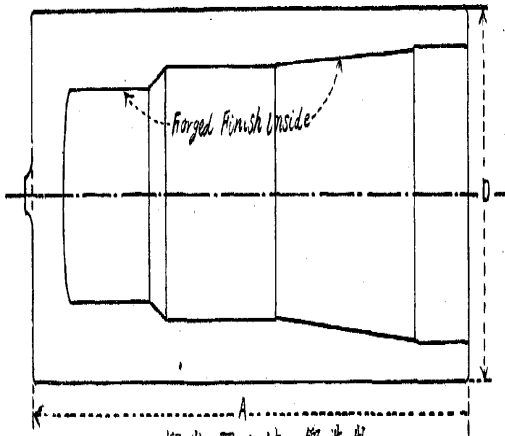


口徑	A	B	C	D
3. in.	1.5	2	3	11.6
3.8 in.	1.5	2.5	3.8	14.7
4.7 in.	1.5	2.8	4.7	18.5
6. in.	1.5	4.5	6.	27.



Drawn Cartridge Brass

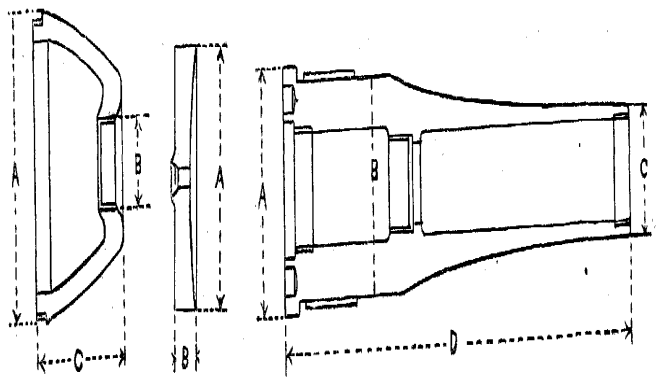
口徑	A	B	C	D	E	F
3. in.	3.5	3.2	0.06	0.04	3.05	10.8
3.8 in.	4.3	4.05	0.07	0.04	3.75	14.4
4.7 in.	5.25	5.	0.1	0.05	4.75	16.8
6. in.	6.75	6.5	0.08	0.04	6.25	10.



所要物理的性質 (最低)

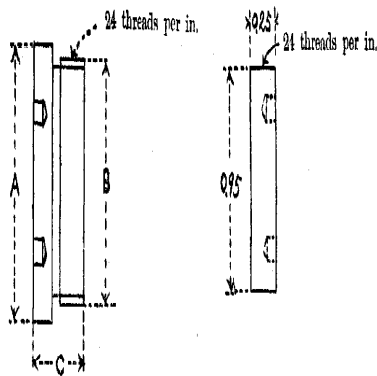
口徑	伸張力 (Tensile strength)	彈性率 (Elastic limit)	伸ビ (Elong. in 2 in.)	壓縮力 (Contraction)
2.95 in.	120,000	90,000	16 per cent	45 per cent
3. in.	120,000	90,000	16 "	45 "
3.8 and 4.7 in.	110,000	80,000	15 "	40 "
6. in.	110,000	80,000	15 "	40 "

但し彈性界(最大)口徑2.95及3. in. に対し115,000 lb/in² 以上なるべからず
3.8 4.7 及 6. " 110,000 " " "



榴散彈頭 隔板
(Commercial cold drawn steel)

信管體 - 大口徑 (鍛鍊鋼)



後栓 (Forged steel) 前栓 (Forged steel)

	(forged steel)
彈性界	120,000 lb/in ²
伸張力	140,000 "
伸ビ	125 %
壓縮 (面積)	20 %

中口徑 (Cold drawn steel)

A	B	C	D
2	1.5	1.1	5.

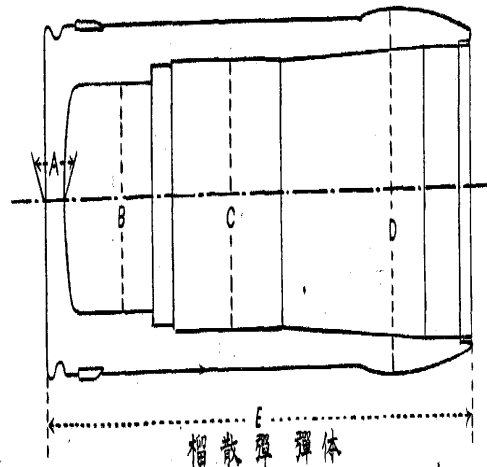
A	B	C	D
2.2	2	11.5	7.

大口徑

A	B	C
1.2	1.065	0.5

中口徑

A	B	C
1.25	0.94	0.375



口徑	彈體				彈頭			隔板		製造		
	A	B	C	D	A	B	C	A	B	A	B	
2.95 in.	0.3	2.2	2.5	2.95	7.2	2.85	1.7	1.05	2.5	0.45	7.25	3.
3. in.	0.375	2.1	2.375	3.	8.5	2.73	1.7	.87	2.36	0.45	8.66	3.05
3.8 in.	0.5	2.5	2.0	3.8	10.12	3.51	1.7	1.4	2.80	0.55	16.3	3.85
4.7 in.	0.6	3.	3.5	4.7	13.	4.25	1.7	2.3	3.52	0.7	13.2	4.73
6. in.	0.8	8.9	4.6	6.	16.45	5.33	1.7	3.35	4.6	0.8	16.6	6.05

つゝありし陸海軍省に對する質問に向つての豫備的報告書は既にガリソン及ヒダニエル兩氏の盡力によりて作成せられしか、最後の報告書之れは大部のものにして總てを盡せるものなりは大統領か陸海軍の上院、下院委員長と會議を開く前に大統領の手許に呈出せらるゝに至るへしと思はる、此等の材料によりて國會の領袖連か現時の趨勢要求を認識し、來る可き議會に於て未だ曾て其の例を見る事能はざりし程多額の特別支出案に對し衷心より協賛を與へん事は大統領の切に希望せる所にして、大統領は此の計畫を實行せんかため種々の軋轢を避くる様有らゆる手段を講すべく、然も自己及自己の忠告者か賛成せる特徴ある點に關しては一歩も讓歩する所あらざるへし。

近時大統領は彼の政策か軍國主義なりてふ批評一部人士に喧傳せらるゝを不快に思ふ様に至れりと雖も萬目の認むる所斯様なる責任を負ふべき根據は毛頭たもなし、現時陸海軍費に消費せられつゝある費用を合衆國全人口に割り當つるときは一人に對し一年三弗を算するに過ぎず、又目下起草中に係る陸海軍大擴張計畫案も之れを一人に對し五弗以上の負擔を課せざるへしと云ふ條件有るに於て更に又強制的には何等軍事行動を敢てするものにあらずてふ行政官當局の斷言等を綜合せば、這般の擴張案に加へられたる軍國主義的なりと稱ふるの無謀なるを覺る所あるへし、世上には大統領か他の總ての普通平凡なる事項を不問に附し以て國防改善の必要なるを國會に問はんとするものなりと喧傳され居るを以て、斯くは批難せらるゝに至りたるなるへし。

議會に於て多くの題目に就て述べたる大部の教書を送る代りに、税法改正を要求する數百字の簡單明瞭なる教書を送りて人心に感動を與へ、之れに依つて議員及ヒ元老院議員の注目を惹かしめ成功せる例は今日まで數多あれとも、特に大統領クリブランド卿の場合に於て顯著なりとす、當時教書は全國民の話題に上り新税法は直ちに制定せられたる程威壓を國會に及ぼしたり。

近時大統領及ヒ國會に於ける主なる領袖連との會議開かるへしとの發表により自ら特別議會開

催の評判を立たしむるに至れり、若し假りに大統領の案か議會を通過すとせば、普通の豫算に殆と二億弗の金額か追加さるへしとの事實及び戰時特別税法、砂糖稅廢止と共に大藏省は多額の不足に遭遇すへしと云ふ事により、多分兩院の陸海軍委員長及び財政委員會長との會議を開かしむるならんと想像せらる。

其の一例を擧げんに歳入委員會長の首領なる北カロリナ州選出議員キツチン氏の如きは國會は已に來る十月を以て召集せらるへしとの意見を發表せり、又大藏大臣マツクアドー氏も先週コルニツシユにて大統領と財政状態に關する會議を開きしか、今仄かに見聞する所によれば歳入の増加を來すへき試験的計畫案を作るならんと、今新財政年度の第一月に於て一千七百萬弗の缺乏を以て閉されたるを見れば、昨年同期に於ける收入超過と比較する時は陸海軍軍備擴張案か計畫さるゝに至らずとも、現今の税法にては全く絶望的に不足なりと云ふ印象與へらるへし。

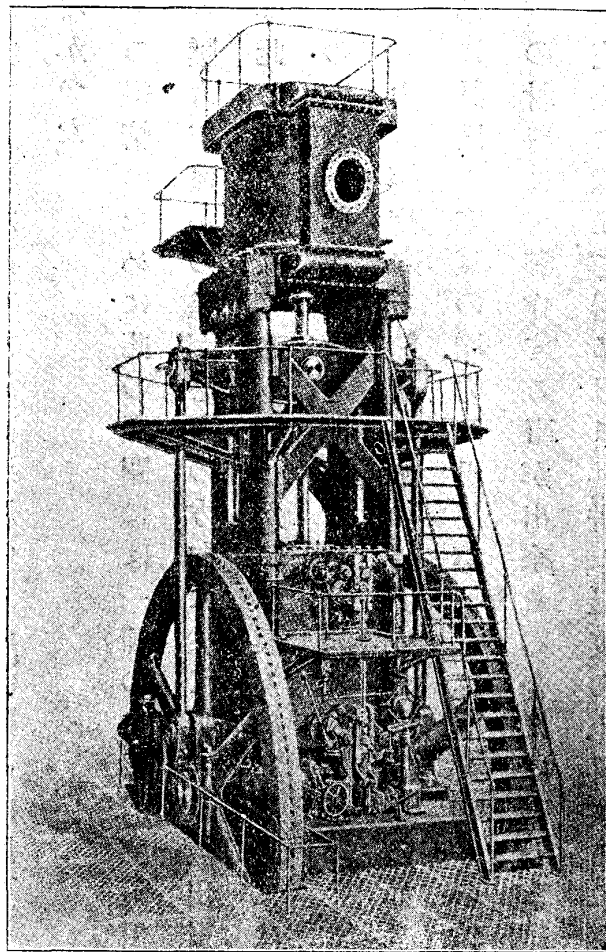
● 鎔鑛爐の衝風に就て

(Metallurgical and Chemical Engineering. April, 1914. シー、エー、ジョンソン氏論文より)

J. A. 生

鎔鑛爐の衝風に使用したる最初の動力は水車であつたが、それは略三十年以前の事で、今は或る特別な小規模のものゝみに限られて、水車の使用は、殆んど跡を絶つに至つた、之れ水車は風量の増加を希望し又は風壓増加を必要とする場合に際し水力不足の爲め鎔鑛爐作業に充分なる動力を供給し能はざることあるが爲めにして、此等の事が鎔鑛爐の衝風用として蒸汽機關を紹介するに至つたのである、而して其の當時には機關の型式及送風の方法種々ありと雖も、三十年以前に既に一つの型式が優秀なるものとして注目せられ、永年間衝風機の指導者となつたものがある、之れ即ち長滑頭型ロングスロウヘッドとして知られたるものにして、其の構造は直立せる汽筒ありて其の直上に空氣筒を有し、兩方の唧子は

第 一 圖



同一なる唧子鐸に取付けられ、而して動軸は汽筒の中心の直下において全重量を支持し居る床臺の外側に當り、兩端に節動輪を有す。節動輪には各々曲柄串クランクピンありて、兩節動輪をして同一なる働きをなさしむる様精密に一直線をなす。滑頭は二つの唧子の中間にありて、唧子鐸に固定せられ、其の兩端にリフトピンありて、前述の兩節動輪に於けるクランクピンと直線に連結し得る様動軸に平行に充分先

きの方迄伸ばしてある。又床臺より空氣筒を支持する框組の中央は滑頭が通る様に切つてあり、其の兩側面を滑面として、其間に滑動を挟み、聯結鐸の水平分力を受ける様になつて居る。最近の設計に係る此の型の機關が第一圖及び第二圖に示されて居るが、此の機關の利點は壓縮の際起る内力を圓筒から他の圓筒に直接に傳達するにあり、而して唧子が垂直に動くを以て圓筒の底を摺動する事

なきが故に水平型のものには一時避け得ざるものとして考へられし如き摩擦の働きなく、從て磨滅する事がない。此の機關は「小ジンマリ」として居るから基礎も簡單ですみ、動力室に於ける床面も僅かてよい。缺點を挙げれば二本の聯結鐸を要すること、二個のクランクピンを絶對的に正しき位置に置く様注意深き仕事を要する事とである。猶亦監督の際には一般の堅型機關に於けるが如く、其不便なるに苦しむけれ共利益の方が不利益より優る事大なる故に、此の型の機關は長年の間絶對に優勢なる地位を得て居る。尤も其の間事情の變化に伴ひ他の型の擴張を企てしこと屢々なりしも、此等の

機關が最近の設計にして且つ經濟なる型なりし間は使用を連續せしめしのみならず、此の型の新造も亦著しき數に上つてあつた、斯くして此の型の發展が最近の送風機關として實際の基礎をなすに至れるなり、尤も此型の機關が他の機關よりも卓越したものととして優待された時代には各爐に對する出鋼量が少なく、隨て送風の量及び壓力も低く恐らく今日使用して居る風量竝に風壓の平均半分よりも少なかつたであらう。

衝風の入用が僅少なりしたため適度なる速度にて適度なる大きさを有する送風機をして必要なる風量を供給する事が出來た故、高速度のものをを用ゐて所要機關の數及大きさを減ずる如き要求は少しも起らなかつた。

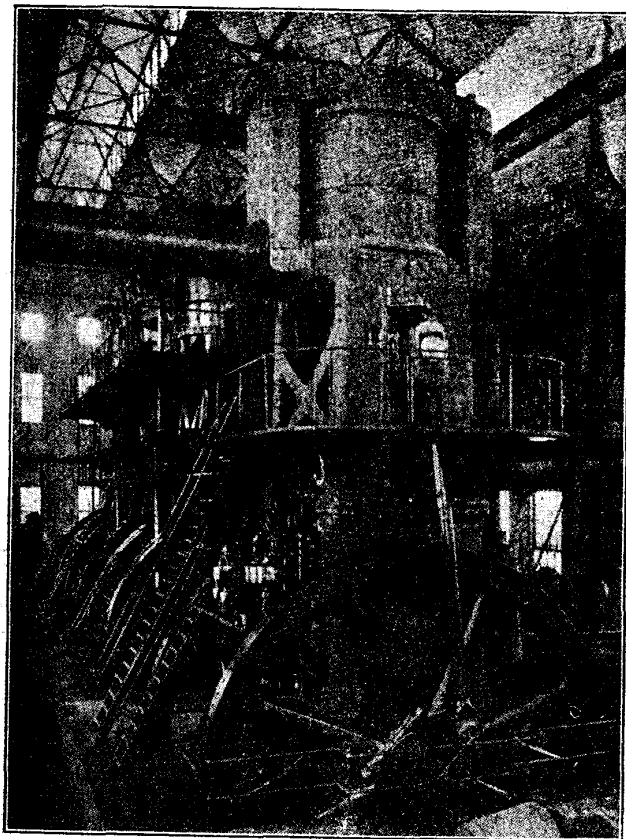
此等の事情のために此の機關には一種の自動的空氣瓣を附するに至つた、其裝置は圓筒の内外に於ける壓力の僅かの差が必要の方向に於て吸入及放出瓣の兩方に働き、而して唧子が最端に達せし時には此の壓力がなくなり、唧子が再び戻り始める時には壓力の差が以前と反對に働き、依て生ずる逆戻りの空氣が此等の瓣を閉塞する様になつて居る。

低き壓力及適度なる速度のものにありては、以上の如き運轉状態は何等異狀を生じない、殊に壓縮の爲めに昇ほる空氣の壓力及溫度が低く、弁面及唧子の鑰環が各々革若くは木にて作り又は其他の纖維質の材料にて製作する事が出來る場合には悪しき結果を生じない、併し以上の材料は溫度が低ければ完全に満足で居るけれ共、併し溫度の上昇するに従ひ急激に化學的變化を受け、又壓力が増すに従ひ壽命を短くするから到底斯様な材料では満足して此等の目的に使用する事が出來ない、此の故に弁の金屬面と取換ふる必要を餘儀なくせられ且つ斯くして自動弁に於ける二つの困難を一層著しからしめた。

第一に若しも之れ等の弁が其處を通過する空氣の流動に依つてのみ働くならば弁は空氣が逆流

する迄は閉塞することは無いけれ共、一朝逆流が起る時には甚しき低速度の外は如何なる場合にても非常の激動を弁座に與ふる事になる、此の時に當り革を使用し得るとせば此等の激動は革の弾力の爲めに大部分緩和さるゝけれども、前述の事情の爲めに金屬面が必要なる時は一層の困難を増す事になる。

第 二 圖



る壓力は弁の内外の壓力の差に加へざる可からざるを以て動力の損失を益々大ならしむるものなり、殊に壓力が上り速力が増した時には此等の困難も亦大なるに至るべし。

猶ほ此の外に遭遇すべき大切な状態あり。

第一、單に餘隙の處にて壓縮され而して次の衝程の初めに再び膨脹し外部より侵入する空氣を拒絶する代りに餘隙を小にし唧子に依て排出した丈けの空氣を殆ど全部放出弁より放出せしむる事。

第二、低速又は普通速度の時に圓筒を完全に充たし又は迅速に放出せしむるに充分大なる弁面積

は高速度の同一なる圓筒に向つて不充分なれば、瓣面積は唧子の面積及速度に對して一定の割合を有せしめざる可らず、猶之れと同時に其の損失は摩擦によりて生ずる事及速度の平方に從て變ずる事を特に記憶するを要す。

例へば三十廻轉の時二オンスの損失で充たす圓筒は、六十廻轉の時は半封度を要し、九十廻轉の時は一・一二五封度を要す、上記の二状態に向て満足なる結果を得んには吸入及放出に於て多數の弁を設くるを要す、而して此の方法が多年の間標準の製造法であつて設計された或るものゝ如きは普通大の空氣筒の各端に於て此の如き弁が百以上もあるものがあつた。

又廻轉の増加と共に壓力も増加する様になり遂に他の困難なる状態を惹き起した、即ち空氣筒に於ける指示汽力圖の形を機關の見地より論じて甚だ悪い様に變化せしめた、例へば四封度の衝風壓力にては唧子の働きが空氣が要せられたる壓力に迄壓縮され放出弁を通じて放出する可く始める前に其の衝程の只二割に過ぎなかつた、夫れ故に弁が正當に良く設計されたるものなる時は空氣圓筒に於てなされたる仕事は全衝程を通じて全く一樣に分配され猶壓力變化が甚だ少なかつた、又二十封度の衝風壓力の時には其の唧子は衝程の五割よりも餘計に動き、而して其間一樣にして急激に上る壓力に逢遇するが故に衝程に於ける全仕事の略四分の三が最後の半分の衝程に於てなさるゝ様な結果を生ずる。

一方に於て不經濟なる蒸汽圓筒の最も古き型が使用されたが、極僅少の膨脹で而して壓力も衝程の初めの壓力よりは終りの壓力が殆ど僅か低い位に其の差が僅かのものであつて、壓力の降下も全く漸次にして急激なる變化がなかつた。

後章に指示したるが如き經濟を増進せしむる要求が起つた、而して此の事は蒸汽の膨脹をして最大の完成をなさしむると云ふ一手段あるのみである、而して之れは普通の状態の下に衝程の全仕事

の略半分が其最初の四分の一に於て發生するを要する事になる、語を換へて詳しく云へば前述した如く四分の三なる空氣壓縮の仕事を後の半分の衝程にて成すと云ふ事になる、

平均器の具備すべき條件は衝程の早き部分に於ける蒸汽筒内の剩餘動力を蓄積し置き、壓縮作用増加の際に放出せしむるものにして即ち力車及往復動をなす部分の惰性を云ふのである、併し廻轉する機械に於ては運動する部分に於て幾分の遊隙を有するを以て、或方向の歪力歪力が衝程の中央附近で反對の方向に轉換する爲め平滑なる働きをなさしむる事が出来ない、前述の状態より察するに昔時使用されたる長滑頭型の送風機は近來鑄鑛爐作業の發達するに隨ひ益不完全のものとなつた。以上の如く送風機は鑄鑛爐に次で製作者竝に作業者をして種々なる困難に苦しめたのである。

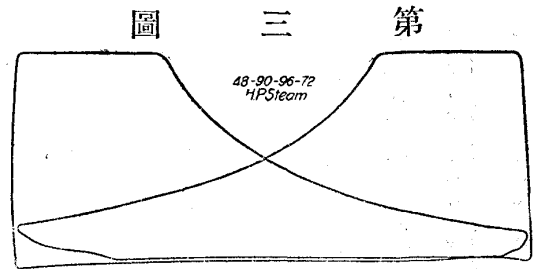
空 氣 弁

状態の變化の爲め自動式弁をして困難ならしめた、而して之れに對して積極的に働く弁の澤山なる設計が案出せられた、併し日猶淺くして試験するの餘裕がなかつたし又其の成績の全部を論ずる事は此の如き單篇には不可能なる故茲には工業上に關して大成功をなせしものゝみに止めやう。

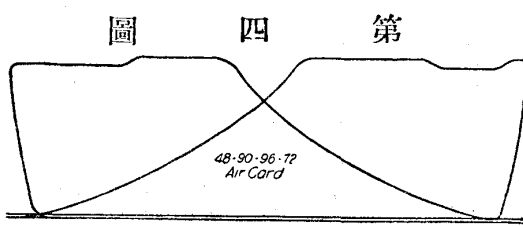
コリス式弁

コリス弁即ち半廻轉弁の長所は取扱の比較的簡易なる事及び永年繼續使用するも磨滅少なく密着を失はざる事等にして、殆ど五十年間も蒸汽機關に使用し得た事により其の弁の有益なる事の證明がせられた時恰も今茲に論ぜんとする發展が始まりし時であつたから、空氣筒に應用せられし最初のものも此の式の弁ならざる可らざる事は決して驚くに足らない事であつて、而して此の弁の最初の形は蒸汽機關に使用せられたるものと殆んど全く其の方法相等しきものであるが、只空氣筒に於ける吸入弁が蒸汽筒に於ける排出弁に相當り空氣筒に於ける放出弁が蒸汽筒に於ける送入弁に相當して居るの差あるのみだ。

次の指示汽力圖に於て第三及第五圖は蒸汽圖表を示し、第四、第六圖は空氣圖表を示す、而して此等の圖表に依れば普通の型にして且つ同一なる形だけれども、只一方は或る方向に



第三圖

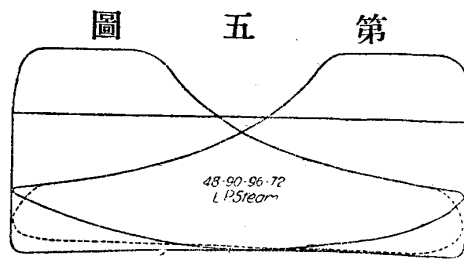


第四圖

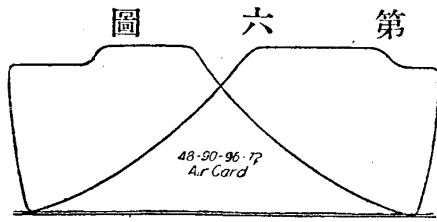
の圖表に依れば普通の型にして且つ同一なる形だけれども、只一方は或る方向に畫くとすれば他の方は反對に畫かるゝ様になる、即ち一は積極的の仕事を示し、他は消極的(即勢力吸收)の仕事を示すの差異あるのみである、而して一の基底線は放出されたる消費流動體を顯はし他の基底線は壓縮さるべき所得の流動體を顯はして居る、又空氣筒の送入線は變化する状態に依ては殆んど變化がない、詳言すれば送入弁の開閉の時間が速度或は壓力の變化の爲めに極僅か變化するのみである、理論上より云へば餘隙に於ける高壓なる空氣の大量が大氣の壓力に於ける大なる容積に膨脹する爲めに開閉の適當なる時間が僅かに變化さるゝ譯である、而して此の空氣が全く再膨脹をなす事に歸する凡ての勢力を恢復する爲めに吸入弁は再膨脹が此の餘隙の壓力を大氣の壓力に迄下降する迄は開かないのがよい、猶高壓の時は低壓の時よりも吸入弁が幾分遅く開くを要するは勿論の事である、併し實際には此の如き事はしないで通常なる状態に適する點にて瓣が開く様になつて居る、此等の理由の爲めに吸入弁は積極的に偏心盤に接續せられ而して衝程の豫め定められたる點に於て開閉するが、他方の排出弁は若しも二十封度の壓力ならば其壓力より四封度異りたる點に於て開弁するを要する事明かである、而して此の排出弁は其の原理に於てコーリス式^{ダウソフ}彈壺と同種の跳足機構^{トリップカム}の或る型を用ゐて檢束せしむる様に此の弁を置く事が必要である事が永き間考へられて居

つた、今少しく其の構造の大略を陳ぶれば、別に副筒を有し主筒に於ける壓力が上つた時に副筒の唧子が泄汽の聯動機を外づし彈壺が弁を引き開く様に小なる補助筒が主筒の一端と直接に通ずる時

泄汽する様に作られたるものである。



ノードベルグ製造會社の B. V. ノードベルグ氏に向て遺されたる記事に依れば、放出弁を餘り早く聊か開く爲め損失は極僅である事を示して居る、亦假令事實放出壓力に於て著しき變化ありとするも實際上彼は云ふの價值なきものであるから、彼は吸入及放出弁を兩方共偏心盤に確かり聯結し、適當の狀態に於ける適度なる點に於て開閉するやう時を定めたる送風機を作つた、此等機關の最初のものに向つては(念の爲め)次の約束の文句を付け加へて見た、即ち若し必要と認めたらば小なる追加經費にて自働聯動機を備へ壓力が上つた時放出弁の開きの點を轉置せしめんとしたが、併し實際上に於ける機關よりの結果は絶対に完全にして、而して如何なる狀態に於ても此の自働的裝置がない爲めに、後悔せしむる如き事は未だ嘗て起らなかつた。



コーリス弁は數多の大なる利益がある、猶弁動機の適當なる設計によりてはコーリス弁が僅かの勢力及び僅かなる磨滅にて働き得る様に、弁の兩側に於ける壓力が殆ど同一なる時に於て衝程の大部分を仕遂ぐる様作事が出来るし、又肘桿板の適當なる設計によりて得らるゝデット、トラベルに歸因して弁上に於ける不平均なる壓力が著しき時は殆ど動かない様に作る事も出来るのである、弁が壓力の爲めに弁座に對して支持せられ而して磨耗すれば従て下降し良好なる狀態の下に弁の密着が能く保たるゝ様になる、而して此の式の弁は最小なる餘隙にて大なる氣孔を有し得るものである、併し一方より云へば此弁は適當なる注油をなさんとせば多量の油を要するを以て此の型の弁を使用し設計したる大なる機關は、之れが運轉を繼續する爲めに要する油は非常なる多大の量に達し弁の先導者として發展するに此の失敗は他のあらゆる狀態よりも最

70 も多く責任あるものであつた、此の事實あるにも拘はらず少くとも此の型の弁を有する一機關は實に二十五年間も長き間運轉が繼續せられ、而して今も第一流の状態にある事が記者に迄知られて居る。

ポペット弁

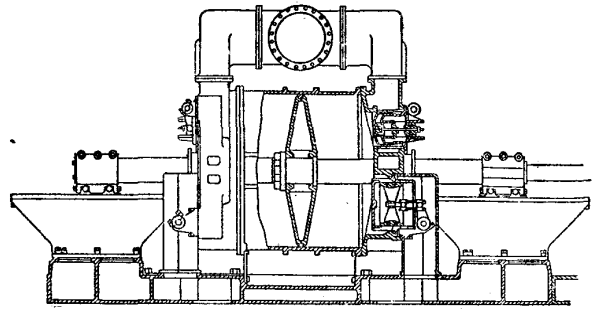
ポペット型の弁が常に放出弁に用ゐられてあつた而して空氣筒にコーリス弁を置き換ふる最初の階段の一は獨逸機械技師リードラー氏の考案に成れる自動的に開き積極的に閉づる様作られたるポペット弁の變形したるものであつた、此の弁は鋼片より引き延ばされたる中空の鋼製の壺より出來て居つて、而して此の壺は徑十八吋乃至二十四吋ありて、球形の底を有し殆ど同じ深さに作らる、内に底の厚さ四分の一時、側の厚が十六分の三吋なるメタルを有す、此の壺が唧子に接近したる圓筒蓋にある適當なる弁座を閉塞して居る、其の内部には嚙形唧子^{プランジャー}あり、此のプランジャーは唧子として働く壺の内徑と同一なる事があるし、時としては小徑なる事もある、嚙形唧子は偏心盤竝に動搖桿により運轉せられ、其働作は曲柄が中心を通る前而して氣槽から氣筒に戻る空氣の背流が起る前、其間に弁座に對して弁を壓迫する、夫から嚙形唧子が引き出されるれば、ポットの周圍には鳥渡弁座の上方に數多の小孔ありて氣槽と相通ずる様に成つて居るし、且つプランジャー及び氣筒との間に於て空氣の逃げる事を許し居るを以て、其の内部に於ける過剩壓力の爲めに弁は弁座を依然として壓迫して居る、如此して衝撃或は震聲なしに弁座に持ち來すべく保持せらるゝ様出來て居る。

此等の弁の一が第七圖の右端の上部に於て示されて居る、此の型の瓣は積極的動作弁の大勢力を有せし時代に優勢なるものとして残つたものであつて、此の設計の根本の形は故エドゥエン、レイノード氏の發明したるものである、空氣弁の種々なる形を試みたが餘隙を極少くし、且つ空氣の送入に充分なる面積を與ふる様設計したる凡ての弁は吸入を少くしたのみならず、しかも壓縮衝程の始ま

る前に圓筒の完全なる充實を安全ならしめた、此等の設計の内て二つのものが丈夫なる爲め根元的

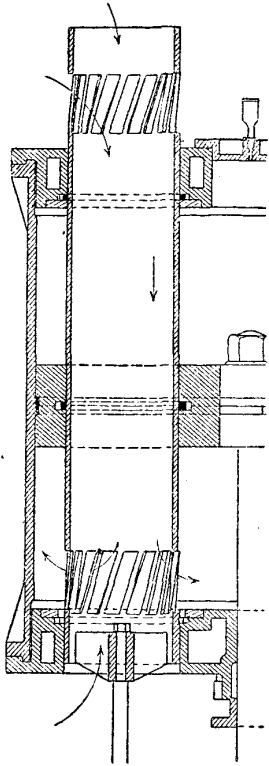
で且つ興味あるものであつた、即ち一は其の發見者なるジュリアン、ケンニ
 デー氏からケンニデー吸入弁として知られたるものにして、第八圖に示さ
 る、如く空氣圓筒の兩筒蓋及唧子の處を貫通する細長き圓筒あり全部に
 て三ヶの適當なる填環パッキングリング或は壓蓋グラインドを有す、此の圓筒は上部竝に下部の端に近
 き所に長き螺旋狀に其の壁を通して切りたる氣孔が空氣筒の各端に一組
 づゝある、此の弁は其の内方の氣孔が送入衝程の間筒蓋内に持ち來さざる
 様に偏心盤によりて廻はさるゝ様出來て居つて、弁の兩端は完全に空氣に
 開き其の端より圓筒の内部に通し、且つ此等の氣孔を経て外部共通する、又
 弁は圓筒の各端に於て適當なる時期に於て正しく開閉する様に出來て居
 る。

第七圖



第八圖は此の弁が圓筒の一側に置かるゝ設計を示す、而して此の場合には大抵此の如き弁が二個
 附て居る、一般の設計に於ては其處に圓筒の中央に一個の弁があつて、空氣唧子が其れの兩側に同じ

第八圖

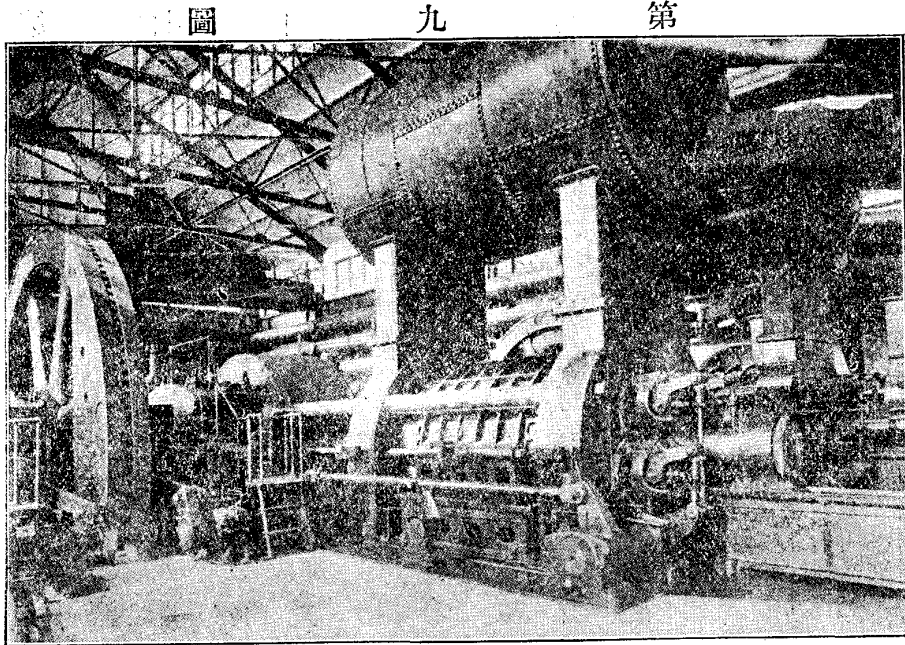


様に場所を取つて居る二つの唧子鐸を通して廻は
 さるゝ、而して此の設計は稍々褒賞の價值あるもの
 である。

又他の設計は前にイツチャー、トムソン工場ラヂカルの主
 任技師にして今ではカレバリア製鋼會社の總支配

71 全體がケンニデー吸入弁の如く氣孔の一組を以て兩端の處に鑽孔せられて居る、而して此の圓筒は

此等氣孔が圓筒には獨立に確り保持せられ、而して唧子の如く其れを以て摺動接續をなす様出來て居つて、吸入衝程の間此等の氣孔が相當なる筒蓋の内部表面内に來るやう重き搖軸によりて前後に動かさるゝ、之れ明らかに氣孔に向つて氣筒の全周圍を與へる處のものにして、なほ吸入孔に歸する餘隙は絶對にない。



第九圖

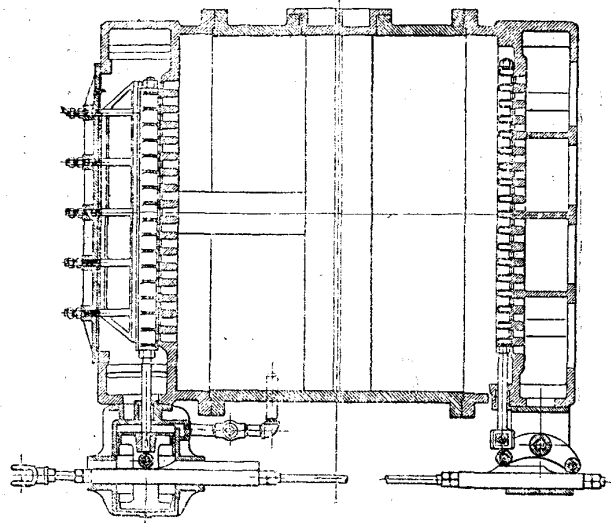
第九圖に示さるゝ此の装置は大なるもの特に高速度の送風機には多年用ゐて好結果であつた、併し多くの機械技師並に鑄鑛爐操業者は數千封度もある圓筒が略一尺も走行して毎分六十か七十五、場合によれば猶多數の回轉速度にて前後に摺動する事に反對した、猶又ケンニデー弁も金屬の大なる質量を有しながら殆んど二尺の行程で五十以上六十回轉位の速さで前後に引かるゝ事と、且つ唧子の處に一つ及各筒蓋に一つ宛三ヶ處に可動接續部の工夫を設置するを要する等の爲めに多くの機械技師並に操業者に嫌はれてあつた。

猶ほ此等の弁が度々働らかせ居る機構から分離する事がある、其の時は彼等の重量及び高速に歸因する惰性の爲めに其の時の状態に應じて甚だしく破壊されるのが通例であるから此の弁の變形を工風して遂に成功した、其の形狀は第七圖の右方なる氣筒蓋の下半及び第十圖に示せるが如く、實際に於ては主なる氣筒蓋内に置かれたる短き圓筒に於て働らくケンニデー吸入弁の一端より成り立つ、その場合に於て空氣は弁を通して長手の方向に通過し其れから其れを運ぶ所の袖の内にある氣

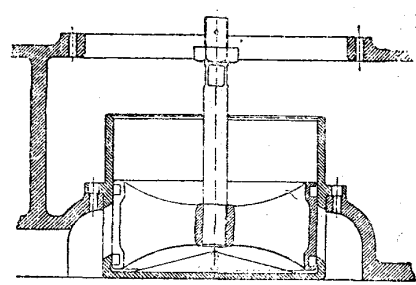
は筒蓋の外側にあり其の後方にある蓋板によりて平均する、此弁は衝程の端に於て吸入弁に働作す

抜
萃

第十圖



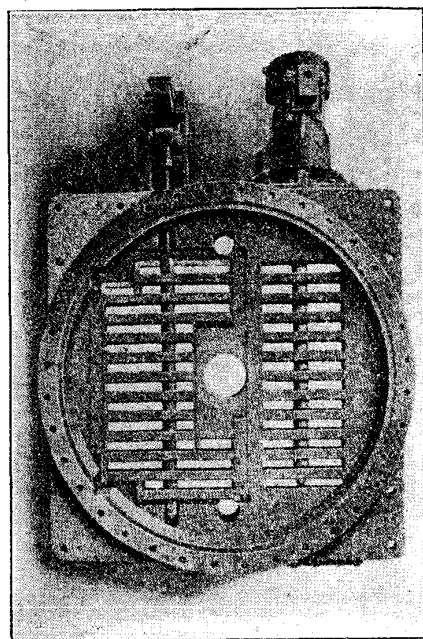
第十圖



ンニデーの重量の幾分に過ぎずして且つ歩行亦甚だ少ないから此の型の惰性はケンニデー弁及スリップ弁型に於ける惰性に比較すれば殆んど些細である。サウスワーク、ファウンドリー、エンド、マシソ會社(Southwork Foundry & Machine Co.)が送風機に於ける輓近の發達に伴ひ汽筒に調整機の支配の下に働く平均滑動弁を取付け、其當時他型の大なる機關にて得らるゝ所のものよりは大なる速力にて働作する様此等の機關をさせたので、高速機關の製造の先驅者として多年間其名譽を悦んで居た、彼等は猶亦機關の運轉上に慣性内力を利用する事に注目し、單に機械的の立場より高速の利益を認め、之即ち吾人が現に論ぜんとする所の問題であつて、此等の二つの状態がサウスワーク會社が送風機に高速機關の此の型の利益を擴むる様望まねばならず、從て激動なしに開閉し而かも送風機が成功して動作し得らるゝ様な速度に於て充分なる氣孔を備ふる様に設備したる積極的動作弁を擴張せねばならぬ様に自然にさせた、而して此の組織には吸入竝に放出用に多孔式即ちグリデロソ弁を使用し吸入弁は偏心盤に依り動かさるゝカムに依り全く動作する様作つた、吸入弁は筒蓋の内側にありて、其働きは兩側の壓力が等一なる時、一時に行はるゝ故不平均になり、放出弁

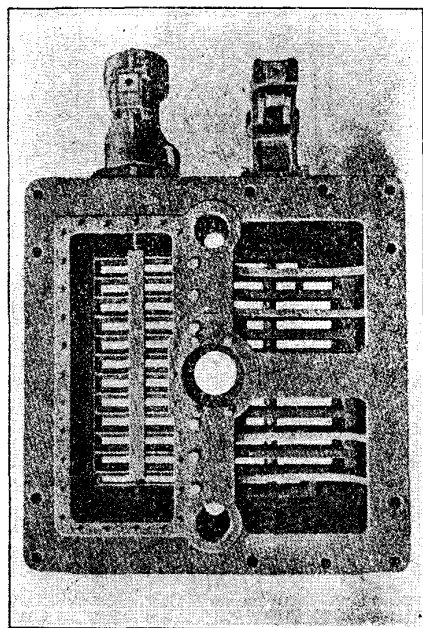
74
 るものと同じ機構なるものに接觸するカムにより閉塞するが、併し壓縮の最後に於ける壓力の上騰が受器に於ける壓力に等しき時小なる補助筒を主筒と相通ずる中に開くやうになつて居る、第十一圖は縦斷面を示し第十二、第十三圖は弁を有する筒蓋を内外より見たる所を示す。弁の此組織が現在の状態に擴まつた機械的動作弁の内にて最も早きものにして、且つ同時に一般の使用に残されたものである。又此の弁は瓦斯機關運轉の送風機關に絶対に必要なる高速度にて米國にて第一着に使用されたものであつて、又此の弁を多く蒸汽機關に使用する事も大に望ましい事であると云ふのが多分公平であらう。

第二十圖



自働弁の復活

第三十圖



此二三年間送風機の進歩は却て吾人をして出發點に逆戻せしむる如き有様を呈した、其れは瓦斯機關が獨逸に於て大なる發達をした事で、廻轉數が蒸汽機關に於けるよりも著しく高い爲めに空氣弁の問題が獨逸の機械技師に取て重大なる研究事項の一となり遂に一つの型が發明された、これは最近の製作法と最近の冶金法との助に依つて實現されたのである、各弁は半徑狀鐸又は梁骨にて一所に保

持する三ヶの同心環より成り、環全體は薄き特別鋼の單なる板にしてスタンプにて斷截せらる、而して此の弁は中心を通じたる孔によりて其座に保てる鋼板發條を螺^{ネリ}狀でなく平螺旋狀に固着して居る、弁座も同様なる構造なれども只交互に開放せる同心環より成るを異れりとす、而して其間の開き

的動作弁の代りに此の自働弁を使用すれば只一時か二吋の距離を動く處の輕き弁夫れ自身の外に動く部分が更にないから此の震動が消滅する、記者は一方は始んど危険に震動し他のものは完全に靜に兩方相列んで運轉して居る機關を見た、其の時に弁を取外づさんとして居つた支配人が語るよ、自働弁の方の機關も機械的働動作弁にて作用し居りたる時は他方と同じく著しく震動して居つた事を私に話した、此の新しき發展に於て其の最後の結果如何と云ふ事を云々するは餘り早計に失す

圖 五 十 第

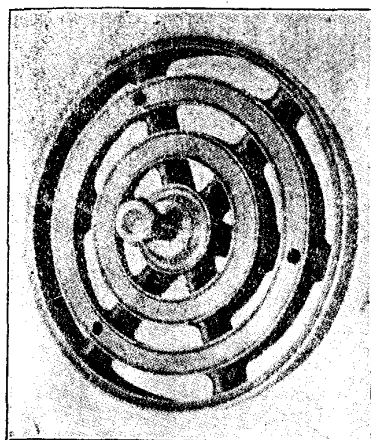
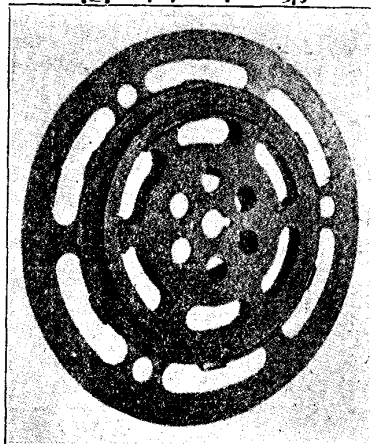


圖 四 十 第



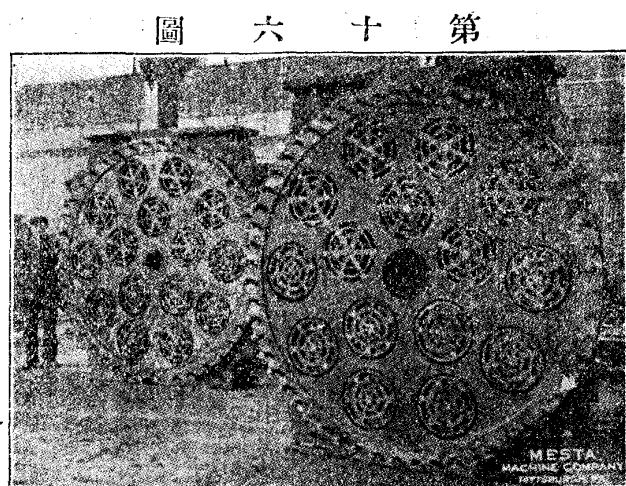
が氣孔を構成し而して閉塞したる時には弁環によりて覆はれて居る、弁は重量甚だ輕く弁を全開せんとするには僅かに弁を上ぐるを要するのみなれば、其の惰性は甚だ小なるものである、此の理に依て偏心螺旋發條の小なる緊張が其れを通過する空氣抵抗に對し何等の力を加へず適當なる時に於て弁を落付かせるべく充分である、弁の原理は五十年前に於けるポベツト弁の原理と大差がないけれ共設計の細目に至つては實に雲泥の差がある、米國に於ける此の種の弁の特許權をピッツボルのメスタ機械會社が買收して多少改良を加へイバートン弁と稱して世に紹介しつゝある、此等の弁は第十四、第十五、第十六圖に示すが如くである。

指示圖表の底部に於て最低吸込をなさしめ、又其の頂線に於て最少なる過剩壓力にて吸入及び放出弁に必要な面積を備ふる事に關し、此の弁は機械的に動作する弁の中にて最も良きものと匹敵するもので、餘隙も少なく又其の動作も靜かである、此等の弁は猶亦一つの利益を持つて居る、それは直立型機關に於ては空氣弁を動かす爲めの偏心盤、搖軸及其他的の機構等の惰性が機關全部に或る震動を與へ、而して此の震動は塔型タワー型のものには特に甚だしきものである、此の場合機械

76
るかも知れないが併し現在の希望が履行されたならば恐らく近き將來に於て多くの複雑なる經費のかゝる機構を送風機より削除し得る事丈けは保證が出来るだらう。

複式の方法

前述の如き送風機に於ける經濟の要求が次第に複式を必要とするに至つた而して長滑頭型の機關は一見此の目的に能く適合しなかつた然るに故ジョーン、フリッツ氏は前に單氣筒の置いてあつ



た位置にて車軸の上方に複式の高壓低壓氣筒を並置する事に依りて問題を解決した、即ち長滑頭に兩方の唧子鐸を聯結し其の位置及び平形形は其の外端に於ける聯結鐸にて確かりと支配せしめ、之れに依りて二つの圓筒に於ける壓力の終始變化する差をして機關に不平均なる内力を與へず確實に吸收せしむるやうにした、亦空氣筒は單式機關と同じく單筒が用ゐられ其の唧子鐸は前の如く長滑頭の中心に聯結して居る、併し機關の此の型は決して一般から寵愛を受けなかつた、其れ故に複式にするに都合のよい他の型が發達して來た、此等の型の主なるものを擧ぐれば、縱聯式の空氣筒を有する水平並置複式機關とか、塔式として知られたる縱聯式空氣筒を有する直立型並置複式とか、曲柄の上部に直立に置かれ而して其の曲柄にて廻はされる空氣筒を有し直角なる二つの曲柄に働く水平氣筒を有する並置複式水平直立機關とか、彼等を聯結する曲柄軸を除きては蒸汽竝に空氣の側が全く別になつて居る四分の一曲柄直立機關とか、又は同上の構造にて分離することが出来る複式機關などである、吾人は此等種々なる型の機關を論ぜんとするには其の前に往復動部分に對する惰性及び機關摩擦の問題を簡單に述べて置くのが得策である、之れに關する問題は蒸汽機關に就き

記載して居る善い本には常に見出される共送風機に於ては空氣及蒸汽の唧子が同一の鉸ヒンジに聯結して居るから蒸汽機と違つて居る、即ち動力機關パワーエンジンにて圓筒内に發生した凡ての仕事は動く部分ムービングパート、滑頭鉸スライドヒンジ、曲柄鉸及び主軸承を経て曲柄軸に傳り、其れから必要なる出力エナジーを放出する様になつて居るけれども、蒸汽及び空氣唧子が同一なる鉸ヒンジに確かりと聯結してをる送風機にありては、蒸汽筒にて發生したる勢力は只空氣筒に迄直接固定したる物のみを経て傳達され、前述せし如く蒸汽筒に於ては仕事の大部分が初の衝程に生ずれども、空氣筒に於て重なる利用は最も遅き衝程に起るから、空氣筒に於て直ちに利用せられざる過剩部分は力車又は往復する部分に貯へ置き、最後衝程の時に於て不足を補ふ様に出力しなければならぬ、運轉する部分を通じて過度に成つたり不足に成つたりする力の傳達が眞實に機關の摩擦に影響を與へる、而して其の事たる單に勢力が損失する計りでなく、機械自身の動く部分に加勢し有害の勢力を表はすものなる故、維持費の經濟の爲めに出來得る丈け低く保たなければならぬ、能く製作せられたる往復蒸汽機關でも摩擦は格定荷重に於て其の指示馬力の略一割で、又無荷重にして既定速度なる時は摩擦は以上の二分の一となり、即其格定馬力の略五分位である、故に若しも力車中介によらず蒸汽筒に擴がらんとする勢力を直接に其の動力を應用し得るならば、吾人は摩擦を著しく節約する事が出來、從て磨耗も少なくする事が出來る事明らかなる事である。

往復動をなす部分の惰性

本問題を完全に精密なる研究をなすには、面倒なる數學上の問題に渉るし、且つ此處には餘り詳述の要がない、如何となれば今論ぜんとする目的に向つては衝程の終りに於ける往復動惰性は曲柄串クランクシャフトに懸てをる同一重量の遠心力に相等しく、且つ其の方向も同じき、詳言すれば曲柄の中心より外方に廻る力が働くと云ふ事さへ云へば其れにて充分であるからである、先づ其力量から論ずれば衝程の中心より唧子の距離と同じ比例にて零より段々減じ其れから唧子が衝程の他の終端に近づく時は

惰性は零より反方向に於ける時と同量に迄上るものである、此の惰性は常に曲柄軸の外方に働く事明らかにして詳言すれば慣性力は衝程の上端に於ては氣筒の上方に働き、衝程の曲柄端に於ては氣筒の曲柄端の方に働く、此の力が中心の處では零で終端に於て最高迄増し、それから一直線の圖力線て再び中心の處にて、下降してをると云ふ事實は此處に大に語氣を強めおく必要がある、なぜかと云へば此の事は未だ此の問題を研究しなかつた人には屢々誤解されて、此の力は衝程の終りに於てのみ働くものだと想像されたからである。

諸て此の力が衝程の中心からの距離に精密に比例すると云ふたのは、聯結鉸が限りなく長き時、或は摺動滑頭スロットクロックスヘッドか若しくはスコッチ、ヨークが使用される時には、精密に眞實であるけれども、送風機には勿論此の如き事は決して出來得ない、斯の如き限りある長さの聯結鉸を有して居るものにおいて、は惰性の影響は定めたる分量よりも曲柄串距クランクスベイと聯結鉸の長との比丈頭端に於て大であつて、曲柄端に於ては却て小である、併し此の事たるや設計者には幾分必要なる事柄なれども、吾々の目的には其れ程精密なる勘定を要さない。

又前述せし事より次の如く云ふ事が出来る、惰性力は衝程の早き部分に於て蒸汽筒より勢力を吸收し、即ち勢力が動く部分を加速する時、衝程の最後の部分にて再び之れを出す事になる(即ち曲柄の働きが緩漫に成る時)、是れ往復動をなす部分は蒸汽筒が節約し得べき時に際し勢力を貯藏し、空氣筒が之れを要する時に際し前に貯へたるものを再び出すと云ふ事を意味するのである。

空氣及蒸汽壓力に關し數量的に此の結果を研究する爲めに全體の惰性の感應を決定し、然る後恰も其れが平方時に於ける夫れ丈けの封度の力である如く空氣筒全部に配布せられたるものとして考へる必要がある、吾々は蒸汽壓力を蒸汽筒の面積と空氣筒の面積との比に換算し得る故に此等の三つの力全體を空氣筒面積の一平方吋當り何封度と云ふ共通の單位にする事が出来る。

ヤングスタウンのウキリアム・トッド會社(William Todd Co. of Youngstown)の厚意により、私は蒸汽送風機に於ける空氣及蒸汽筒の指示汽力圖、及び瓦斯送風機の同様なる汽力圖をも手に入れた、猶ほ此等の機關の格定速度及び往復動部分の重量並に各圓筒の直徑及び衝程をも同會社より知らせて呉れた、此等の機關は水平並列複式送風機にして、高壓圓筒の徑四十八吋低壓筒の徑九十吋あり空氣筒の徑九十六吋共通の衝程六十呎にて凡て第三、四、五、六圖に示すが如し。

此等の汽力圖は凡ての圓筒に於て殆んど同時の状態を顯はす様取られたるものなり、此の機關の格定速度は四十回轉にして、各側に於ける往復動部分の重量は大略六萬五百封度である、此等の事より私は蒸汽筒の力、及び空氣筒の力並に惰性の力に對し、三力の合成汽力圖とも稱へ得るものを作つた、但し凡ての力は空氣筒の面積の平方吋毎の封度に換算したるものを用ゐた、斯様の機關には各方向並に各側に於ける一衝程を示す合成汽力圖が明らかに四組あるが此等の凡ては殆んど同じ者であるから包含する主義を示すには一つさへ示せば充分である。

吾人は第一に各氣筒の各端に於て一回轉の周期全部の状態を表はす汽力線圖を變し、而して蒸汽に向つて「實際壓力汽力圖」に變化せしめ、又空氣筒に對しては代數的減算にて一方の壓力から反方向に於ける氣筒の反對の端に同時に起る壓力を減じて汽力圖を換へる事が必要である、第十七圖は此等二つの「實際壓力汽力圖」を示したものにして、但し空氣汽力線の壓力は蒸汽汽力圖の壓力とは反方向であつて、又零線より下方にある縦線は上方の縦線で表はさるゝ壓力と反對の方向に於ける壓力を表はすものとす。

吾人は一の縦線から他の縦線を代數的に減じて此等二つの汽力線を一つに併合する事が出来る、而して其結果は第十八圖に示さるゝ如く、壓力は衝程の半分に至る迄全く一方向にあり、又衝程の中央に近づく處で急に反對の方向に變化する事が分る、此の汽力圖に於て中心を通過する實線は四十

80 回轉の場合に於ける空氣筒の毎平方吋當りの惰性の値を示し、點線は五十回轉に於けるもの、値を表はす。

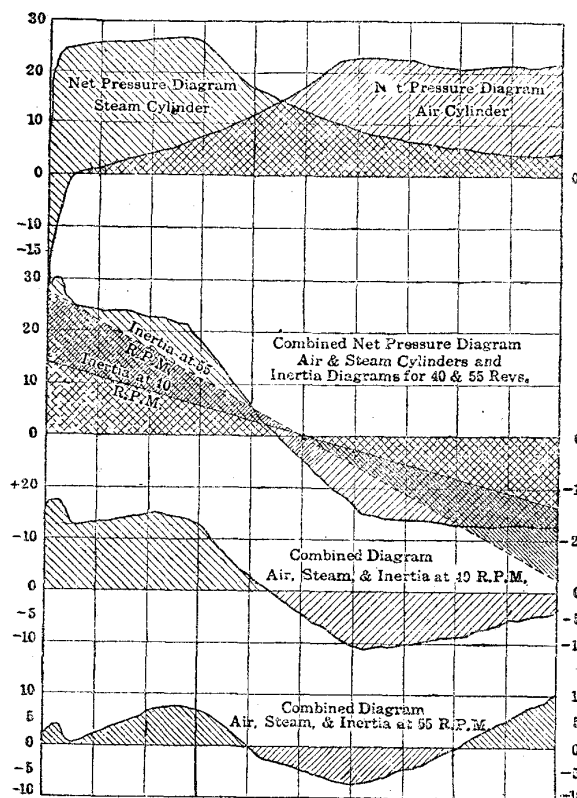
此合併汽力圖に於て零線上の惰性圖力線の左方の縦線は吸収したる勞力を示し、零線以下の惰性圖力線の右方の縦線は放出さるゝ勢力を示す事を記憶する、處て吾人は空氣及び蒸汽に對する結合汽力線の正味壓力の縦線より此等の惰性力の縦線を減じ得る事明らかにして、其の結果は曲柄串に

第十七圖

第十八圖

第十九圖

第二十圖



傳達する最後の實際の壓力である、第十九圖は四十回轉の場合に於ける此の減算の結果を示し、第二十圖は若し機關が四十回轉の代りに五十五回轉にて回轉する場合に同一の根底にて得らるゝ結果を示す、其の汽力圖を一見すれば惰性汽力圖の三角形の面積で表はさるゝ勢力が衝程の一部に於ては力車に分配さるゝ勢力より減ぜられ、而して衝程の他の部分に於ては力車から放出さるゝ勢力から減せらるゝ事になり、其の結果四十回轉の時は運轉部分に傳達する勢力は全體のなしたる仕事の殆んど半分、五十五回轉のときは殆んど些細なる分量になる、

此等の考へは實際上としては餘り理論的であるやうに考へらるゝが、併し私は低速度で運轉する時は恰かも蒸汽槌の如き騒音を發する送風機も、速度が増すに従て次第に其の音が靜かになり、遂に辨動機が維持し得る丈けの高速度に達したるも何等の音も發せず、而かも能く運轉し居る大なる送風機を見た、加之サウス、ワーク會社は多年間此の主義にて送風機を設計し、他の製造者の如く善く運轉

が出来、而かも高速のものを恐れたるために低速度のものを使用したる他の製造よりも大に成功した。

ノードベルグ製造會社にて作つた送風機の内のあるものは、又此の主義にて設計せられたる記者の仕様に依つて作つたものもある、此等の送風機は比較的短き衝程を有し、且つ高き廻轉速度にて廻るから低速度にしてより大なる機關と同じ排出量を得たのである、此等の機關は惰性の内力に關しては適當に比例されて最も完全に圓滑に廻轉し、七十五乃至八十回轉の高速度並に稍低速度の時と雖も打つ音や又他の騒音を發する事が無い、此等の事實は一層好き送風機を設計するに極めて必要なる事柄である。(未完)

●メーリーランド、アナポリスの工業試験所に於て行ひたる材料試験

千九百十五年五月發行ジャーナル、オブ、ゼ、アメリカン、ソサイエティー、オブ、ネーバル、エンジニア、ニヤース第二十七卷第二號所載

一、水管式汽罐の水管

ヤコブ、ジョンズ號及ウエンライト號に使用の目的を以て製作せる汽罐に於て、水管九千三百本中約二百本は之をドラムに挿入してエキスバンドしベベルする際管の端に裂疵を生し取換へざる可からざるものとなりたり、右二百本中より任意に十三本を撰みて本試験を執行せり。

右水管はピツツバーク、スチール、プロダクト、コムパニーの製造に懸るものなるか、製造者に於て其の製鋼の際の加熱番號を辿ること能はざるに依り、製造の際の化學分析の結果を知ること能はず。

本試験の目的は右材料の性質を判斷する爲めに化學分析及組織試験を行ふにあり。

試験に供したる水管は一應寫真に取りたる後縦に二つに切放して組織試験を行ひ、之と同時に化學分析試験を行ひたり、組織試験に供したる試験片の順序は第一圖に於て1より26迄番號を附して之を示せり、組織試験を行ひたる後水管の原狀のまゝ、及當試験所に於て熱處理を爲したるものに就き可延試験を執行せり。

化學分析試験の結果は左の如し。

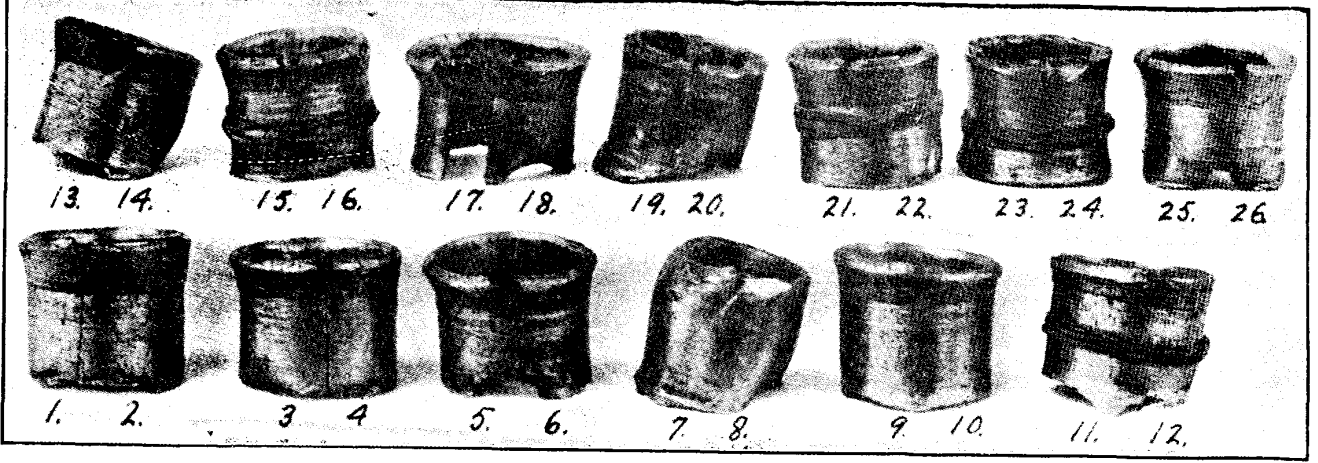
元素	試験の數	平均含有量%
炭素	二	〇・一六六
硫黄	一	〇・〇二九
磷	二	〇・〇四二
滿	一	〇・三九二
硅素	一	〇・〇三七

組織試験の結果は第三圖に於て第一號乃至第十八號の寫真にて之を示せり、凡て此等の寫真に於て白地の部はフェライトを示し、黒地の部はパーライトを示すものなり。

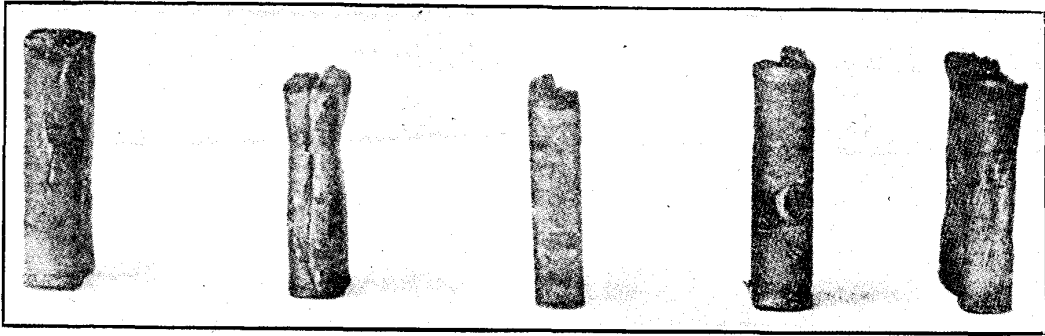
第一號は第一圖に示したる試験片第一號の外面裂疵に近き部分を示すものにして、擴大率は百倍なり、此の附近に於てはフェライトの結晶粒は多少延伸せられ、パーライトも亦管の長の方向に條文を作れり、而して其のパーライトの量は管の他の部分に比し著しき相違を示せり。

第二號は第一圖に示したる試験片第二號の外面裂疵に近き部分を示すものにして、擴大率は五百倍なり、本試験片に於てはパーライトの量は第一號に比して遙に僅少なるも、純フェライトの比較的大なる部分に取圍まれて分離の狀態になり居れり、斯の如き組織に於ては炭素含有量多き脆弱の部分は、或程度迄は恰も鑛滓か又は全くの不純物かの如き性質を表はすものなり、即ち此の狀態に於け

第一圖



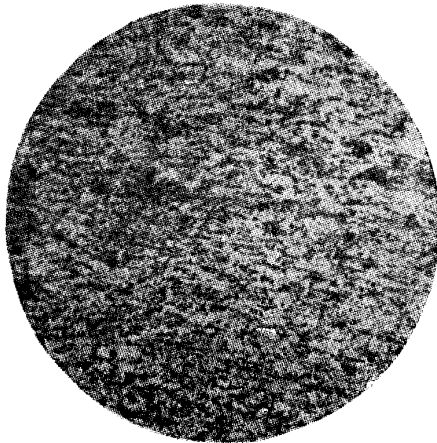
第二圖



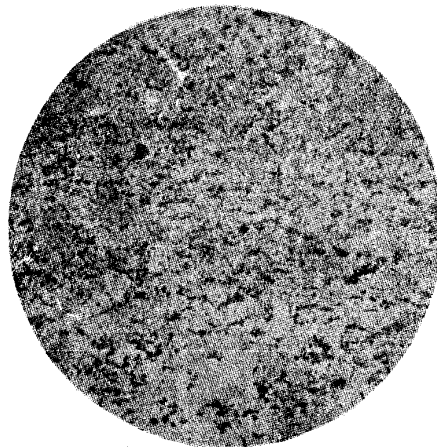
第三圖

(凡テ鏽蝕シタルモノ)

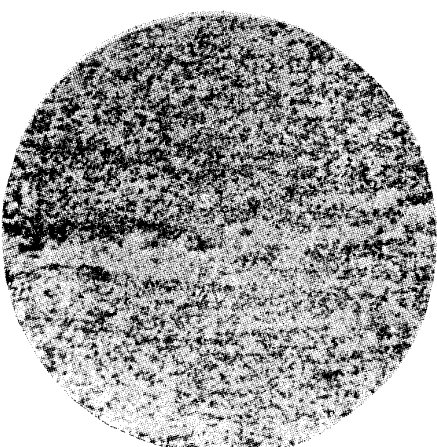
第一號



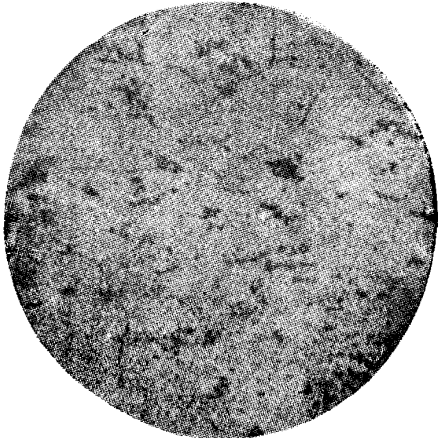
第三號



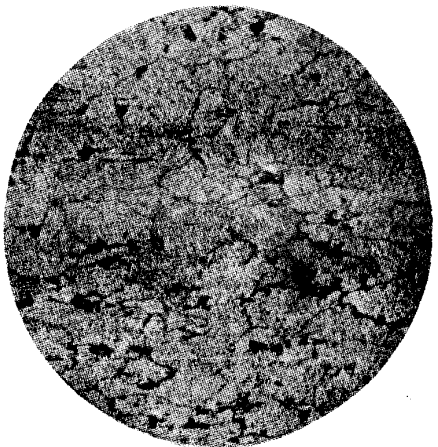
第五號



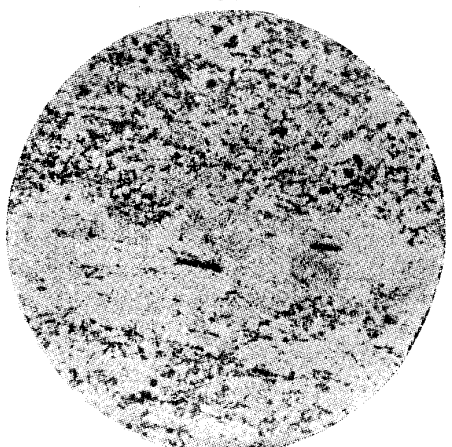
第二號



第四號



第六號



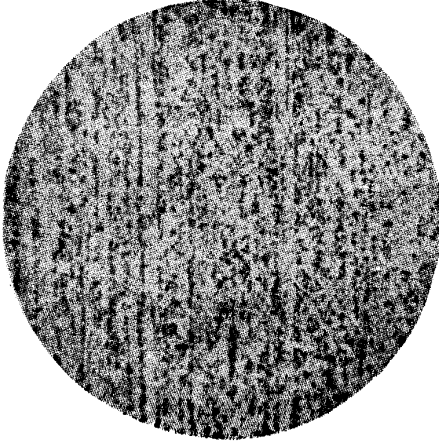
ノーリーランド、アナポリスの工業試験所に於て行ひたる材料試験

附圖第一

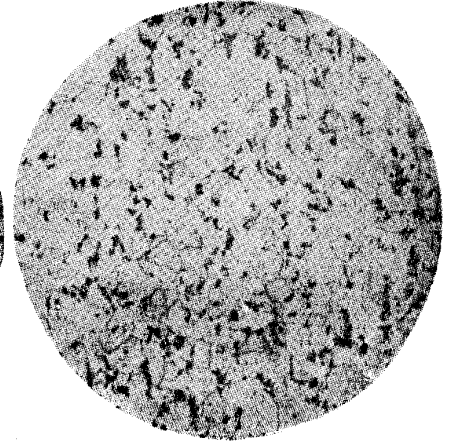
號一十第



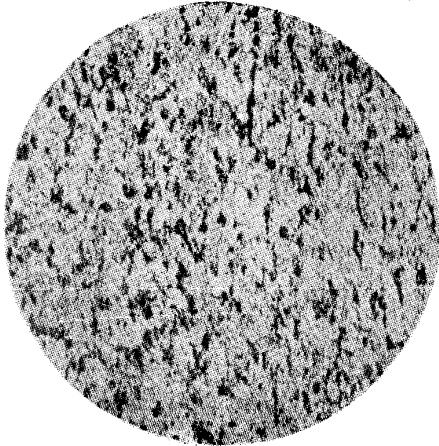
號九第



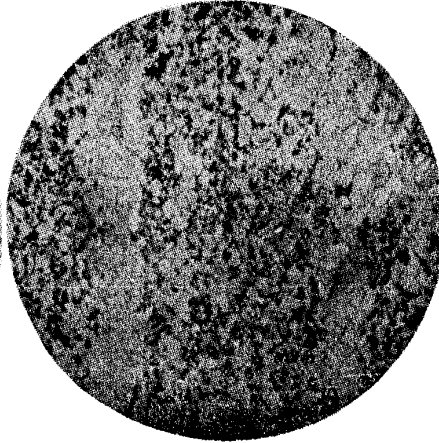
號七第



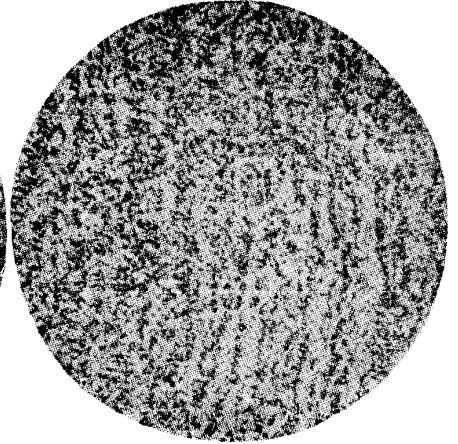
號二十第



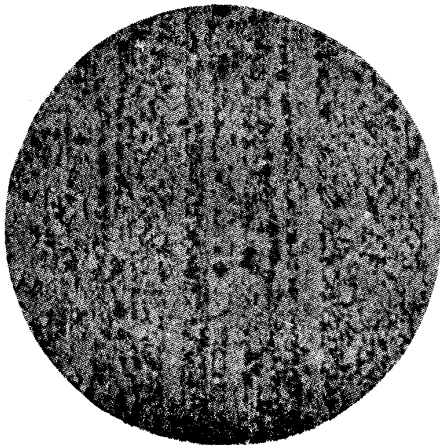
號十第



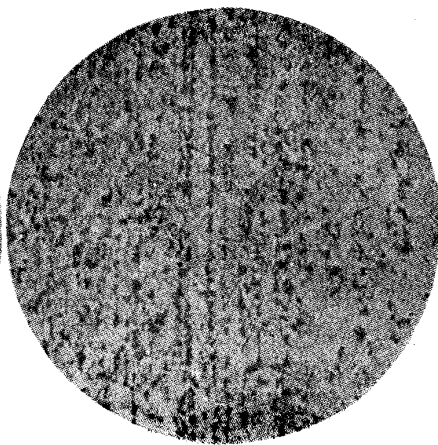
號八第



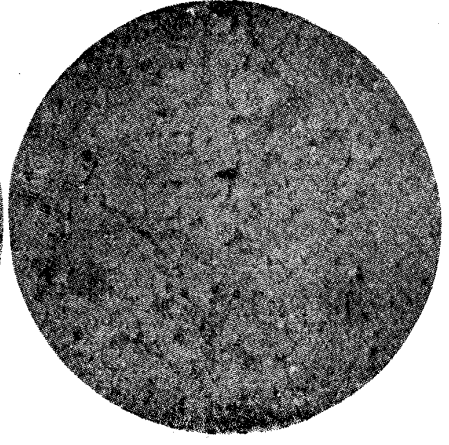
號七十第



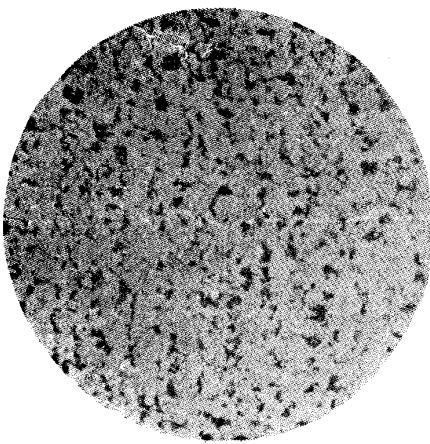
號五十第



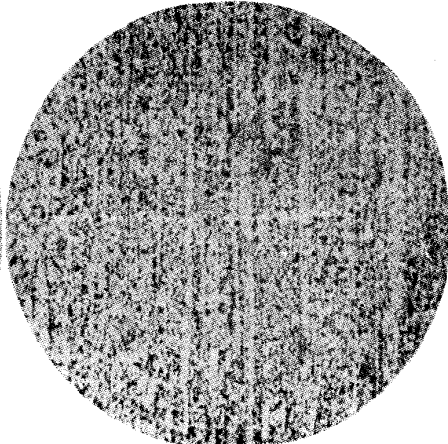
號三十第



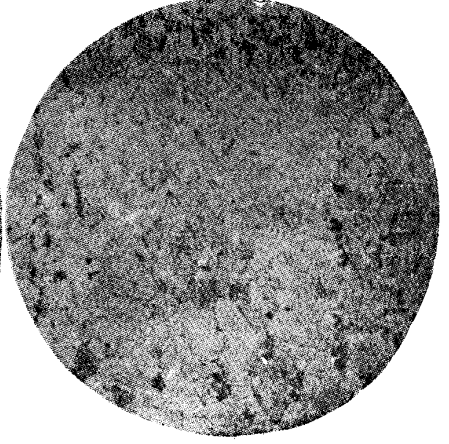
號八十第



號六十第



號四十第



るパーライトは金屬の強力を増加する性質殆んど皆無なりと見るを得へし。

第三號は第一圖に示す試験片第四號の外側面を百倍に擴大したるものにして之に於てはパーライトは管の長の方向に延びて其の配置甚た不均等なり。

第四號は第一圖に示す試験片第五號の縦截面を百倍に擴大したるものにしてフェライトの結晶粒は歪みを受け、又パーライトの配置甚た不均等なり。

第五號及第六號は試験片第八號の外側面を表はすものにして其の擴大率は各四十五倍及百倍なり、此に於てはフェライトの結晶粒は歪みを受け、又パーライトは管の長の方向に延びたる條文を作り、寫眞の中央部に於て殆んど純フェライトの幅廣き條文ありて其の中に鑛滓の細粒を含むを見るへし。

第七號は試験片第十號の縦截面を示すものにして其の擴大率は百倍なり、此に於てはフェライト及パーライトの配置は可なり均等にして、フェライトは何等歪みを受けたる形跡なし。

第八號は試験片第十一號の横截面を示すものにして其の擴大率四十五倍なり、之を見るにフェライトとパーライトとは管の圓周に平行に交互に層をなして配置せり、斯の如く組織か分離状態になれるは寒冷のまゝ加工せる後の焼鈍不充分なるに歸因するものと認めらる。

第九號及第十號は共に試験片第十三號を示すものなり、第九號は縦截面を四十五倍に擴大せるものにして、パーライトの條文と殆んど純フェライトより成る部分とは層を成せること寫眞に於て見るか如し、第十號は同試験片の外側面を百倍に擴大したるものにして、該部は恰も第一圖第十三號の裂疵の部に相當す、此の寫眞に依りて見るにフェライトとパーライトとは著しく分離して平均の炭素含有量よりも遙に含炭量の多き部分か純フェライトに依りて取圍まれ居り且つフェライトの條文中に僅少の鑛滓の細粒散在せるを見る。

第十一號は試験片第十六號の外側面を百倍に擴大したるものを示す、此の試験片は上記各試験片に比すれば比較的良好なる組織を有するも、尙可なりのパライトの分離あり、即ちパライトは不均等に配置せる小結晶粒となり殆んど純フェライトを以て取圍まれ居れり。

第十二號は試験片第十七號の外側面を百倍に擴大したるものにして、フェライトの結晶粒は管の抽拔せられたる方向に延伸し、同時にパライトも亦幾分延伸せる粒となれるを見る。

第十三號は試験片第二十號の外側面を百倍に擴大したるものにして、此に於てはフェライトの結晶粒に多少の歪みあり、即ち管の抽拔せられたる方向に多少延伸せり、パライトは其の量少なく其の配置不均等なり。

第十四號は試験片第二十二號の外側面を百倍に擴大したるものにして、寫眞に取りたる部分は裂疵に近き部分なり、此に於てはパライトの甚たしき分離を示せり、即ち寫眞の中央部を見るにパライトの過剰の部分か殆んど純フェライトに依りて取圍まれ居れり、又寫眞の上端部に於てはパライトの著しき條文表はれ居るを見る。

第十五號は試験片第二十三號の縦截面を百倍に擴大したるものにして、管を抽拔したる方向にフェライトの結晶粒の延伸せるを見るへし、パライトも亦縦の方向に條文を作れり。

第十六號及第十七號は試験片第二十五號の縦截面を示すものにして、其の擴大率は各四十五倍及百倍なり、此に於てはフェライト及パライトの條文的分離殊に著し、フェライトの結晶粒の歪みも亦之を認め得へし。

第十八號は當試験所に於て試験片第十一號を熱處理したるものの横截面を示すものなり、即ち試験片を華氏千六百度に於て二時間熱したる後之を爐中に於て冷却したるものなり、其の原狀の組織は第八圖に於て之を示せり、此に於ても尙多少の分離は殘存せるも熱處理の爲めに寒冷のまゝの加

工に歸因する分離状態を餘程除去せり、之に依りて見れば顯著なる條文は加熱處理に依るも尙之を除去すること甚だ困難なるを知るへし。

種々の可延性試験中ビュロー、オブ、スチーム、エンヂニヤリングか汽罐の管の検査に對して規定する試験方法に依り試験したる結果を第二圖に示せり、即ち原状のままの管の二片を取りて之を萬力に挟みて扁平にしたるに、其の結果は第二圖の左方に示す二箇の如くなれり、更に同様の管の三片を取り爐中に於て華氏千六百度に二時間熱したる後之を爐中に於て冷却し前と同様に萬力に挟みて之を扁平にしたるに、其の結果は第二圖の右方に示す三箇の如くなれり、此の試験の結果に依るに最初の二箇は最大屈曲部に於て裂疵を示し後の三箇は何等裂疵を示し居らざるは全く最初のものに於て熱鈍不充分なることを證するものと認めらる。

〔評論〕

化學分析試験より見るときは炭素及燐の量は今幾分少なき方可なりと認めらるゝも、大體に於て此の材料の成分は満足すべきものなり、ビュロー、オブ、スチーム、エンヂニヤリングは汽罐用水管に關し何等成分の割合を規定し居らず、然るに米國材料試験協會は千九百十二年一月一日に採用したる仕様書に炭素及燐の最大含有量を各〇・一五及〇・〇四と規定せるか、本問題の水管の化學分析表を見るに此の制限を幾分超過せり、炭素及燐は鋼の可延性を減少せしむるを以て燐の含有量は之を出來得る限り僅少に保ち、又炭素含有量は強力の不充分を來さゝる限り之を僅少にするを以て可なりとす。

組織試験の結果として試験片の大多數はフェライトの結晶粒の歪みを示し、且つフェライト及パールライトの明かなる分離を示せるは顯著なることなり、或部分に於ては管の抽抜の方向に延伸したるパールライト散在して群を爲せり、又他の部分に於てはフェライトとパールライトと交互に明確なる

條文を作り、又パーライトの量も管の各部分に依りて著しき相違を示せり。

結晶粒の歪み及條文形になれる分離多きは、是れ全く寒冷のまゝ加工したる後の焼鈍不充分なりしに歸因するものなり、然るに分離の或ものは疑ひもなく既に管を作る原料たる塊鋼中にありたる分離に歸因するものと認めらるゝものあり、若し充分注意して焼鈍を行へば結晶粒の歪み及條文形の分離の大部分は之を除くことを得んも、幅廣き條文は普通の熱處理に依りて之を除くこと能はざるなり。

鋼を寒冷のまゝ加工することか其の物理的性質に及ぼす影響は已に汎く知らるゝ處なるか、此等の水管の末端をエキスパンドしたる時に呈したる現象の如き管の脆弱性は全く寒冷のまゝ加工したることに歸因する組織の歪み及分離に因らすんはあらざるなり、組織試験の結果到達したる此等の結論は既に本文に於て記述したる處に依りて證明せられ居れり、ビュロー、オズ、スチーム、エンヂニヤーリングの仕様書に従へば、各管の兩端より切取りたる試験材は水壓機又は鉋打に依りて扁平試験を行ひ外面に何等の裂痕を示さざるものならざる可からざることとなり居れり、第二圖を見るに左方二箇の試験片は此等の要求を充たさず不合格となりしものなり、然るに熱處理を施したる三箇の試験材は外面に何等の裂痕を示さずして扁平試験に合格せること、第二圖に於て見るか如し、故に若し此等の管にして、今一層焼鈍を充分になしたるものなりしならんには其の脆弱性は除去せられて其の端は何等の裂痕を生ずることなくエキスパンドすることを得たるなるへし。

〔結論〕

化學分析の結果は此の材料に於て今少し炭素及燐の含有量少なかりせば一層可なりしならんと考ふべき點あるも、先づ化學的成分は大體適當のものと認む。

組織試験を爲したる殆んど凡ての試験片は結晶粒の歪みを示し、フェライト及パーライトの多少

の顯著なる分離を示せり、斯の如き組織は寒冷のまゝ加工し而かも其の焼鈍法不充分なりしに歸因して生したるものにして斯の如き材料は一般に脆弱なり、此の汽罐の水管の脆弱なりしも之に依りて證明し得へし、當試験所に於て充分注意して焼鈍したる試験片に於て其の脆弱性の大部分を除き得たる事實は上記の説明を一層裏書きするものなり。

二、驅逐艦の外板

最近の建造に懸る一驅逐艦の試運轉の際其の外板に於て横の方向に裂疵を生し口を開きたる事實ありたりを以て、其の外板より三箇の試験材を取りて其の組織試験を執行せり、此の材料の硫黄及燐の含有百分率は不明にして且つ之に對して特に熱處理を爲さざりし。

本試験の目的は此の材料の組織試験を爲し以て其の性質を判斷するにあり。

第一圖は、此等三箇の試験材を示す、試験材第五番、六番及十二番は何れも之を數箇の細片に分ち其の表面を磨きて組織試験に供したり、第二圖は此等試験材の分割の状態を示すものにして之に第一號乃至第十三號の番號を附せり、而して此の材料の代表的組織を示す寫眞を第三圖に於て第一號乃至第十三號を以て示せり。

〔試験の結果〕

第三圖の鏽蝕したる試験片の寫眞に於て、白地の部分はフェライトを示し、黒地の部分はパーライトを示すものなり。

第一號は試験片第四號の鏽蝕せざる面を四十五倍に擴大したるものなり、此の寫眞を見るに鑄滓の細粒所々に散在し、其の或ものは板か壓延せられたる方向に延長せる不規則なる配列となりて存在せり。

第二號は試験片第五號の縁部を百倍に擴大したるものにして、之を見るに板か壓延せられたる方

向に延長せるフェライト及パーライトの薄き條文あり、然るに此等の條文は極めて僅少なるを以て材料の性質を害するに至らざりしものなり。

第三號は試験片第七號の組織を百倍に擴大したるものにして、此に於ては結晶粒小にして均等なる組織表はれ居れり。

第四號は試験片第九號の鏽蝕せざる面を四十五倍に擴大したるものにして、寫眞の面は板の破損面に近き部分なるか其の破損面より延長せる裂疵及之に平行に起れる短き裂疵あるを見るへし、此等裂疵の線は鏽滓粒の分離の線に沿ふて起れるものなり。

第五號及第六號は試験片第十二號に於て相近接せる二つの部分の鏽蝕せざる面を示すものにして、其の擴大率は四十五倍なり、第六號に於ては寫眞の上部に裂疵の線及全體に亘りて散在せる鏽滓の細粒あるを認め得へし、又此の試験片中には多數の巢窩存在し、裂疵は此の巢窩を連ねて起れるを見るへし、而して此等小裂疵は凡て板の破損の面の方向に平行なり。

第七號は第六號に示すと同一試験片の面を百倍に擴大したるものをして示す、此の寫眞に於ては多數の大なる巢窩ありて、其の或ものは裂疵の起點を爲せることを明かに認め得へし。

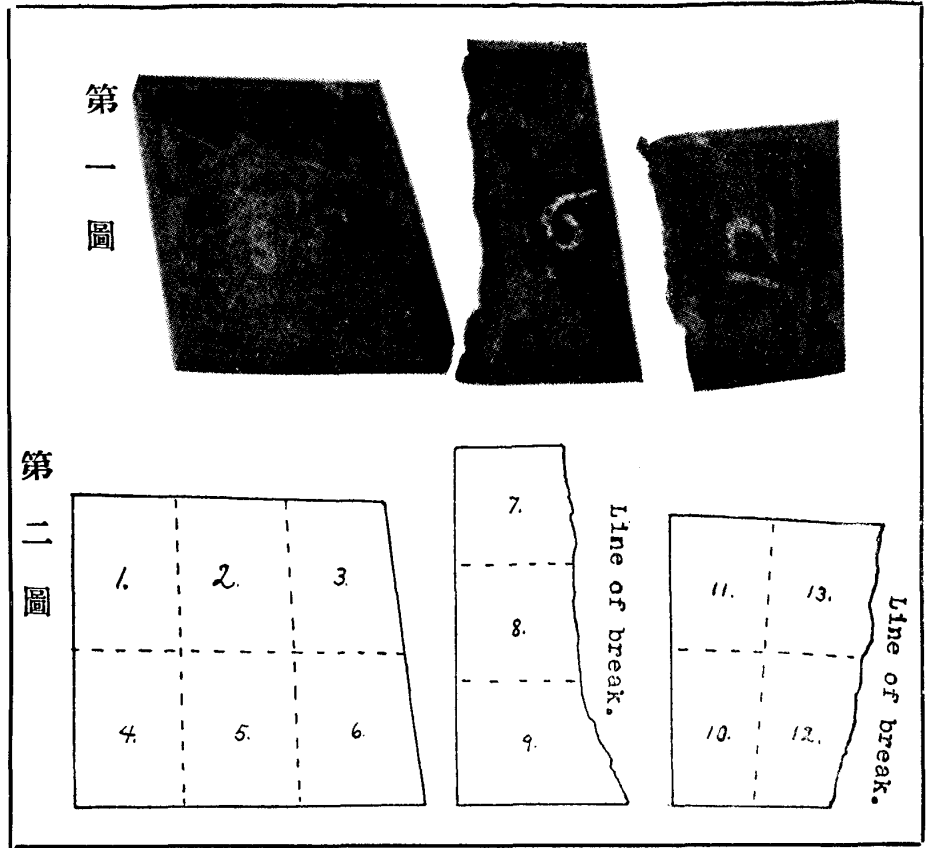
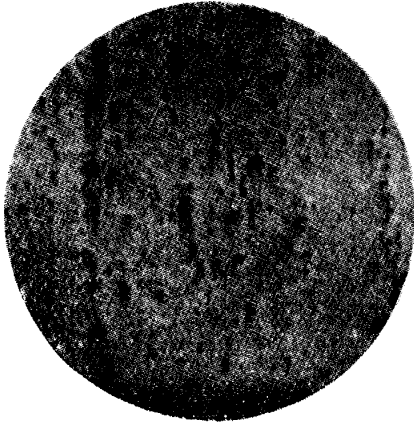
第八號及第九號は試験片第十二號の破損面に近接する部分を取り、之を鏽蝕せるものをして示すものにして、寫眞に表はれ居る面は寫眞第五號に示せる部分を含む、第九號は寫眞第五號の中央部を示す、此の材料の一般的組織は結晶粒細微にして且つ均等なるもの、其の面に多くの巢窩あるを見るへし、而して此等の巢窩を通して破損面の方向に平行なる細微の裂疵あり。

第十號は試験片第十二號に於て破損の面より約四分の一時隔りたる處を取り、鏽蝕したる面の一部を示すものにして、擴大率二百倍なり、此の寫眞の中央部に二ヶの窩表はれ居れり、此等の窩は多分巢窩なるへし、併し其の一つは或は研磨の際鏽滓の擦落に依りて生したる窩なるやも知れず、而して

メーリーランド、アナポリスの工業試験所に於て行ひたる材料試験

第三圖
(ノモルザセ蝕鐵)

第一號



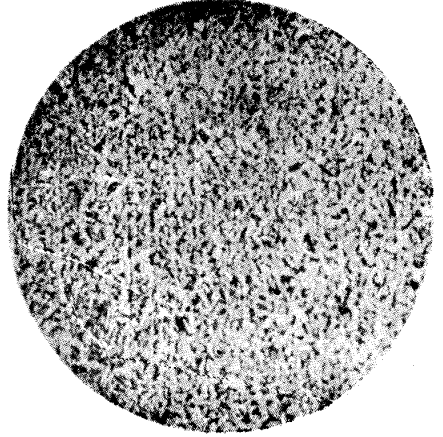
第六號



第四號



第二號



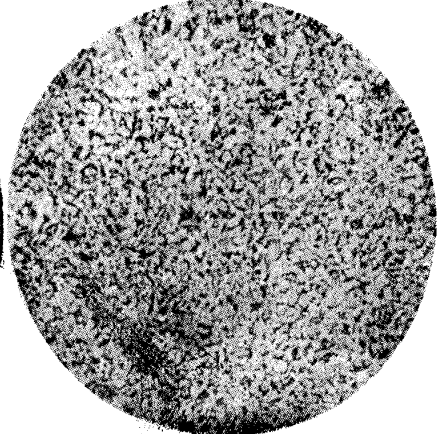
第七號



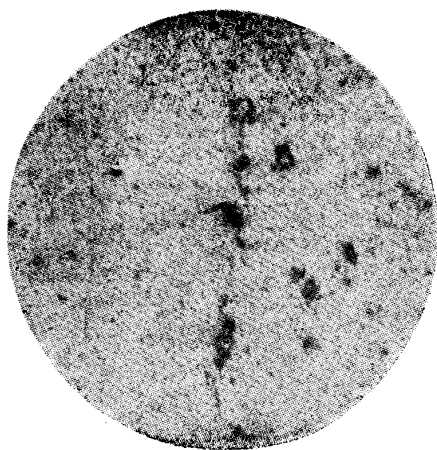
第五號



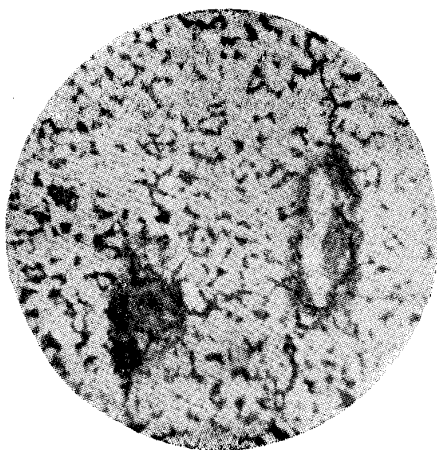
第三號



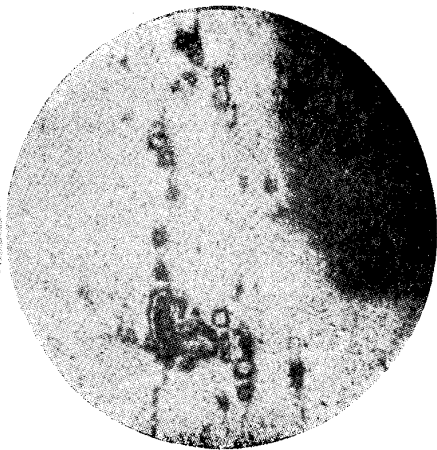
號二十第



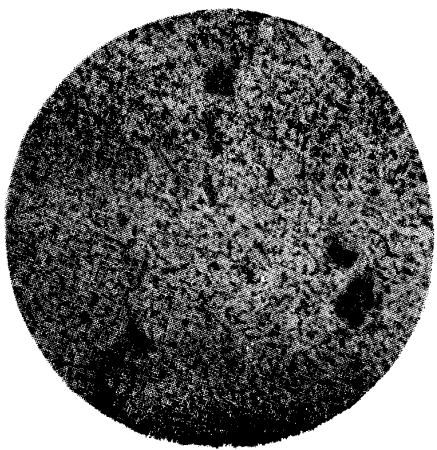
號十第



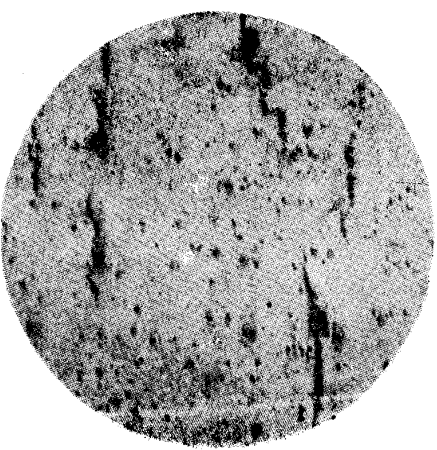
號八第



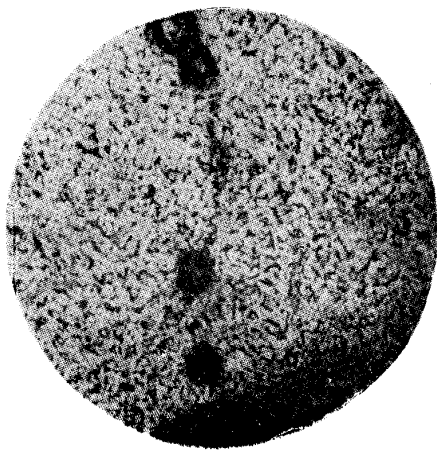
號三十第



號一十第



號九第



細微なる裂疵は此等兩窩に於て其の端を發せり。

第十一號は試験片第十三號の破損面より約八分の一時隔りたる部分の鏽蝕せざる面を示すものにして其の擴大率は四十五倍なり、此には多數の鑛滓の細粒及數箇の巢窩か散在せるを認むへし、且此等の巢窩及鑛滓粒を起點として細微なる裂疵か板の破損面の方向に平行に走れるを見るへし。

第十二號及第十三號は試験片第十三號の破損面より約二分の一時隔りたる部分の鏽蝕せる面を示すものにして、第十三號は第十二號に示せる面の一部を一層擴大せるものなり、鏽蝕は細微なる鑛滓の存在を多少不明瞭ならしめたるも、巢窩の群は尙之を認め得へし、此等巢窩の或ものは破損の面に平行なる裂疵の起點となり居れり。

〔評論〕

材料其れ自身の組織は組織試験に於て示さるゝ如く、其の結晶粒細微にして且つ可なり均等なるものなり、板の縁部は板の壓延作用に起因して幾分條文形の分離を示せるも、其の程度は材料の性質を害する程のものにあらず。

斯く材料自身の組織は良好なるも其の内部に非金屬の包含物を有し爲めに材料をして著しく脆弱ならしめたるものと察せらる、寫真第一、四、五、六及十一號に於て示す如く多數の鑛滓の細粒材料内に散在せり、此等の多くは材料か壓延せられたる方向に延長せる線狀に又は群狀になりて存在せり、此等鑛滓粒の群か材料を脆弱ならしめたることは分離の線の方向に沿ふて起れる顯微鏡的裂疵に依りて之を證するを得へし。

然るに此の材料の脆弱なりし主原因は巢窩の群の存在にあり、即ち其の破損面附近に於て殊に巢窩多きを見るへし、此等の巢窩に其の端を發し又は巢窩の不規則なる線に沿ふて發生せる多數の細微なる裂疵あるを見るへし、此等の裂疵は常に相互平行にして又破損の面の方向に平行になり居れ

〔結論〕

本材料の一般的組織は良好なるも非金屬物の包含に依りて著しく其の材質を脆弱に爲せり、即ち鑛滓の細粒多數に散在し又屢々群集して脆弱の部を作れるなり、然るに此の材料に於ける主なる缺點は巢窩の群の存在にあり、此等巢窩は殊に破損面附近に於て多し、故に之れ實に此の材料の破損の主原因なりしや疑ひなし。

三、合衆國軍艦タコマ號の螺旋軸

後部螺旋軸肘の後方黃銅卷の後端テーパーの始まらんとする箇所にて折損せる螺旋軸より試験材を取りて本試験を執行せり、送り來りたる試験材は折損面を含み且つ黃銅卷の附着したるまゝなること第一圖及第二圖に示すか如し、又第三圖は黃銅卷を除きたる處を示す。

本螺旋軸は高級の材料を指定してベスレヘム、スチール、コムパニーに於て徑三十五吋の壓搾鑄塊（ラライド、コムプレッスド、インゴット）より水壓機に依りて鍛鍊して製作したるものにして一度焼鈍し次に焼入れし又再び焼鈍したるものなり、但し熱處理の詳細は之を知ることを得ず。

本試験の目的は其の材料の性質を判断し、且つ能ふ可くんは其の折損の原因を知悉せん爲めに充分の研究を爲すにあり。

先づ第一圖及第二圖の寫眞を撮影したる後黃銅卷を除きて第三圖に點線にて示す如く材料を分割せり、而して各片より化學的分析試験に供す可き試験片を切取りたる後殘餘を物理的試験及び組織試験に供する爲めに更に分割せり、試験片の數値は當試験所に於て熱處理を爲したる上物理的試験を行へり、又硫黃印刷（サルファアークプリント）を取りたり、其の一つは第六圖に之を示せり。

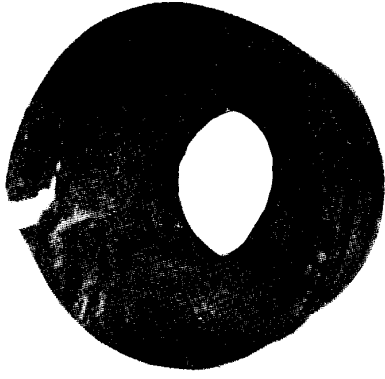
化學分析の結果は左の如し。

メーリーランド、アナポリスの工業試験所に於て行ひたる材料試験

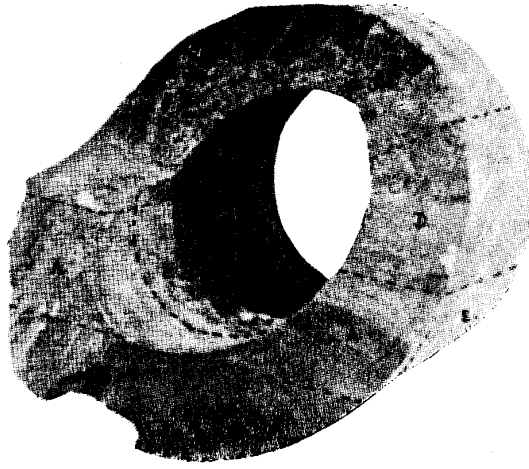
第一圖



第二圖



第三圖



第四圖



第五圖

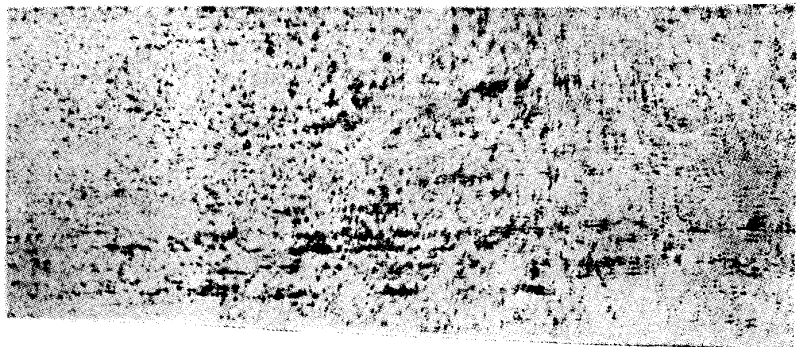


第七圖
ノモルガセ蝕鏡

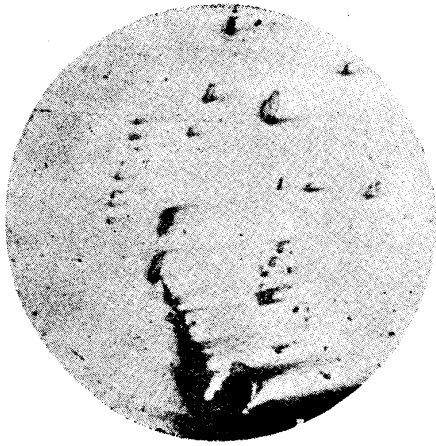


第六圖

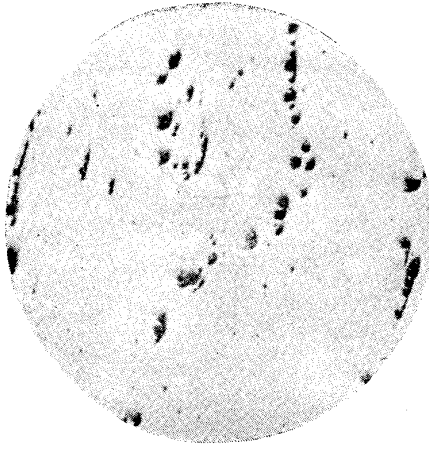
第一號



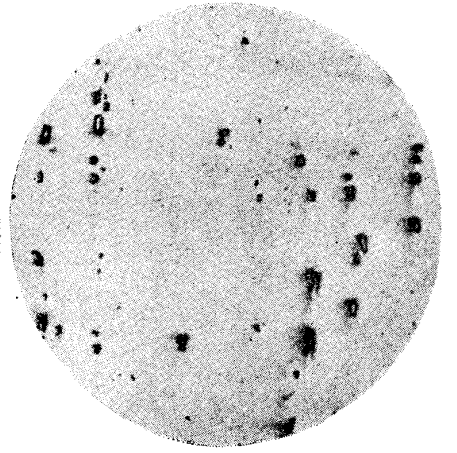
號六第



號四第



號二第



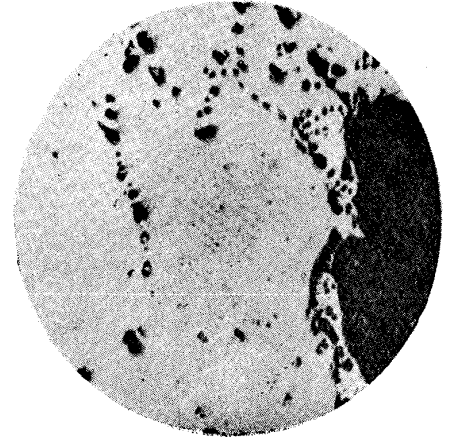
號七第



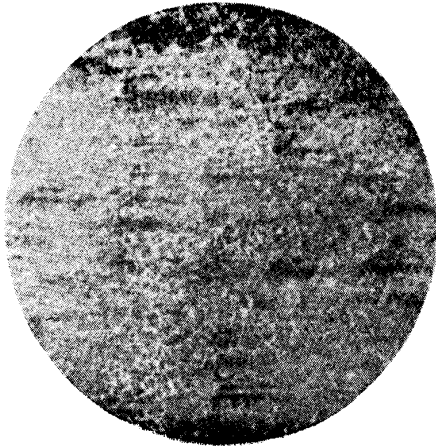
號五第



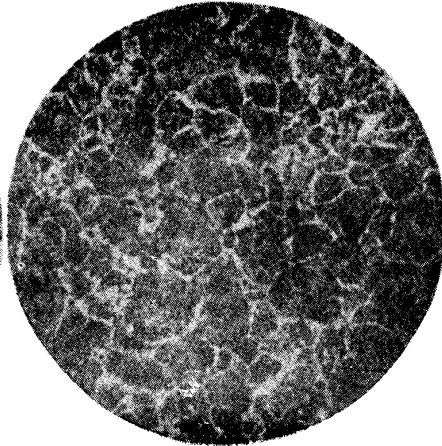
號三第



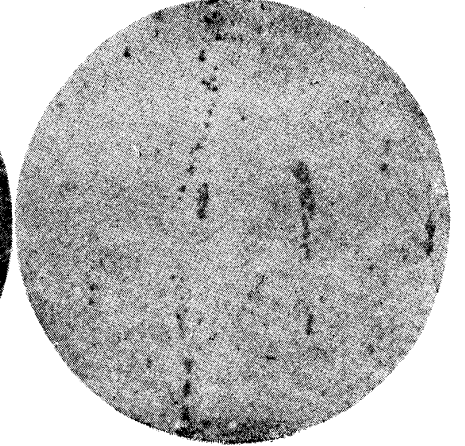
號二十第



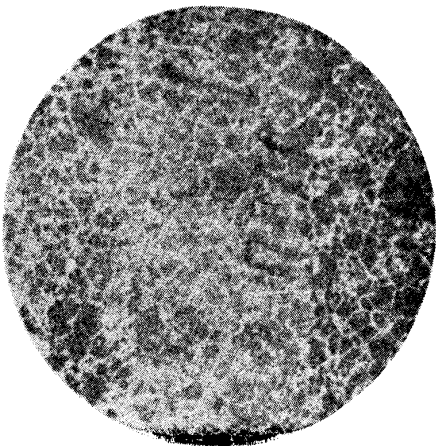
號十第



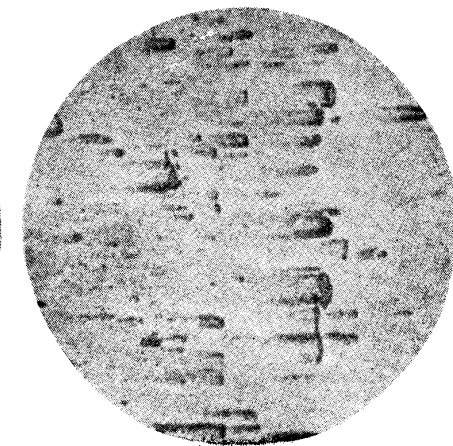
號八第



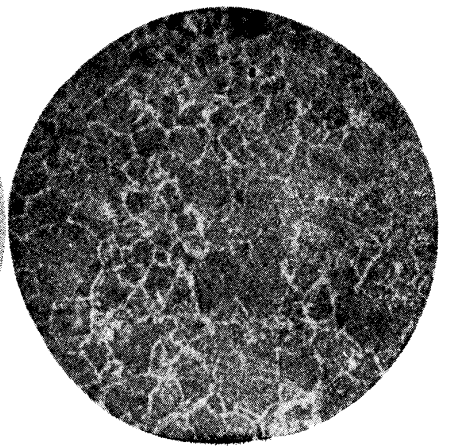
號三十第



號一十第



號九第



元素

試験の數

平均百分率

炭素	二	〇・三四八
硫黄	二	〇・〇三一四
滿侖	二	〇・七二四
硅素	一	〇・二六五
磷	一	〇・〇二一
ニッケル	二	三・二二

抗張試験、屈曲試験、捻回試験、衝撃試験及耐忍試験(エンデイヤランス、テスト)の結果は之を第一號表乃至第五號表に示せり、上記試験に於ては縦(軸心の方向)及横(軸心に直角の方向)の試験片を使用せり、又其の或ものは當試験所に於て熱處理を施したる後に試験せり。

當試験所に於て施したる熱處理は左の如し。

熱處理(イ) 漸次に華氏千七百度に熱したるまゝ一時間を保ちたる後之を油中にて急冷し、再び漸次に華氏千四百二十五度に熱したるまゝ一時間を保ちたる後之を油中にて急冷し、更に漸次に華氏千二百二十五度に熱したるまゝ一時間を保ちたる後之を爐中にて冷却したるもの。

熱處理(ロ) 漸次に華氏千七百度に熱したるまゝ一時間を保ちたる後之を油中にて急冷し、再び漸次に華氏千四百二十五度に熱し其のまゝ爐中に於て冷却したるもの。

物理的試験を行ひたる試験片には各片毎に第三圖の寫眞に示す如く試験片を切取りたる區劃の番號を示す文字を附して之を區別せり。

組織試験に供したる試験片は次の如し。

A 區劃より	二四片
B 區劃より	三四片
C 區劃より	九片
D 區劃より	五〇片

右試験片中此の材料の代表的組織を表はすもの十三箇に就き寫眞を取りたり、鏽蝕したる表面を表はす寫眞六箇に就ては白地の部分はフェライトにして黒地の部分はソルバイトなり。

第七圖中第一號及第二號は共に試験片A₁₇の縦截面を表はすものにして擴大率は四十五倍なり、此は鏽蝕せざる面を表はすものなるか、軸の長の方向に多數の鑛滓細粒の配列せるを見るへし、第一號は折損面に近き部分を示すものにして折損面より内部に進行せる裂疵あるを見るへし。

第三號及第四號は試験片A₂₁の縦截面を四十五倍に擴大したるものにして鏽蝕せざる面を示す、此には多數の鑛滓及硫化物の細粒の群あるを見るへし、第三號は折損部を示すものにして其の折損面に沿ふて鑛滓群集せるを注意すへし。

第五號は試験片B₃₀の縦截面を鏽蝕せざるまゝ四十五倍に擴大したるものを示す、此にはフェライト及ソルバイトより成る、可なりの大きさの網狀の紋形表はれ居るを見るへし、此の寫眞に表はれ居る部分は折損面より約二吋隔りたる箇所なり、又寫眞の中央部に他の部分よりは稍々色薄き縦の條文ありて此の中に多數の鑛滓及硫化滿俺の延伸せる細粒を含むを見るへし、此の薄き條文の箇所に於ける炭素含有量は明かに平均含炭量以下にあり、本材料に於ては斯の如き多數の條文を所々に認めたり。

第六號及第七號は共に試験片B₃₄の縦截面の四十五倍に擴大したるものを示す、第六號は折損の部に於ける鏽蝕せざる面を示すものにして第一號乃至第四號に表はれたると同様の鑛滓細粒の配列

本試験片の面に現はれ居るを見る、而して一ツの短き裂疵か折損面より此等の鑛滓の配列線に向て延長せり、又第七號は同一試験片を鑲蝕したるものなるか炭素含有量の少なき幅廣き條文あるを見るへし、其の組織は恰も第五號に示すと同様にして其の條文の中に鑛滓細粒の群存在せり。

第八號は試験片D₃₅の縦截面を四十五倍に擴大したるものを示す、本寫眞に表はれ居る部分は折損面より可なり隔りたる處なるか尙多數の鑛滓細粒の配列現はれ居るを見るへし。

第九號及第十號は試験片D₃₅及D₄₆を鑲蝕したるものを示すものにして其の擴大率は百倍なり、此は第五號及第七號と同様に可なりの大さの網狀の紋形現はれ居れり、又第九號に於ては二三の延伸されたる鑛滓細粒あるを見るへし。

第十一號及第十二號は共に試験片D₉の縦截面を示すものにして何れも多數の分離せる鑛滓細粒あるを見るへし、殊に鑲蝕せざる面の寫眞第十一號に於て甚たし、第十二號に於ては鑛滓の分離と相應してフェライト及ソルバイトの分離あるを見る。

第十三號は試験片D₅₀の縦截面を四十五倍に擴大したるものにして其の中央に炭素含有量の少なき縦の條文あるを見るへし、此の條文中には鑛滓粒の配列を有し恰も第五號及第七號に示したるもの及び其他本材料に於て多く表はれたると同様の状態となり居れり。

〔評論〕

第七圖第五、七、九、十二及十三號に示したる如く本材料の結晶粒の大さは適當のものなるも第二、三、四、六、八及第十一號に示したる如く多量の鑛滓を含有せり、而して其の鑛滓粒は軸の長の方向に延びて配置せられ居れり、此等鑛滓は殊に折損面に於て多く且つ第三號に示す如く裂疵は屢々此の鑛滓の分離の線に沿ふて起れり、此等鑛滓の條文か可なりの硫化滿俺を含有することは硫黃印刷の寫眞なる第六圖に於て現はれ居れり、之を見るに多數の硫化物の線ありて何れも軸の長の方向に平行

になり居れり、又鑛滓の條文と相應して炭素含有量の少なき幅廣き多數の層あり、其の適確なる例は第十三號に現はれ居れり。

斯く鑛滓及炭素の分離せるは本材料が脆弱性を表はしたる原因たらずんはあらず、然るに之れのみか軸を折損に至らしめたるものと斷定するは早計なり、何となれば此の性質は軸の耐久性を左右する多數の項目中の唯一つに過ぎされはなり、第三圖、第四圖及第五圖を見るに軸の折損は軸に止螺旋(セツト、スクリュ)の端を受くる爲めに穿ちたる孔に其の端を發し居ることを示せり、而して折損面の畝ワネは此の止螺旋孔より放射的になり居りて折損か明かに此の孔の部に其の端を發したることを示す、當試驗所に於ては既に之と同様に軸の止螺旋孔より折損の端を發したる多數の實例を受取り居れり、此等の孔に歸因する軸の脆弱は孔を穿つ爲めに削取る材料の量に關係なきものなるを以て、斯の如き孔を穿つことは出來得る限り之を避くることに努めざる可からず。

本材料の物理的性質を決定する爲めに執行したる物理的試験の結果は既に上に述べたり、而して通常の如く縦の試験片を以て行ひたる抗張試験、屈曲試験、捻回試験及衝擊試験の結果は第一、三、四及五號表に之を示せり、此等縦の試験片は第五號表に與へたる單一衝擊試験を除く外の試験に就て非常に良好なる結果を與へたるを見る、然るに單一衝擊試験に依りて得たる結果は本材料の如き化學成分の材料としては稍々劣れを見る、而して本材料は燒鈍後に於ても急劇の衝擊に對して脆弱性を示せり。

軸より横の試験片を取りて物理的試験を行ふことは普通採用せられざる處なり、軸に於ける横の強力及可延性は大砲に於ける場合の如く重要ならざるも尙頗る重要なる事に屬す、一般に横及縦の試験片の物理的性質の關係は、軸の材料の化學的成分及嘗て受けたる處理如何に依りて著しく相違するものなり、故に本材料の横の試験片に就て物理的試験を執行せば何等か重要なる結果を得るに

あらざるかと考へ試験を行ひたる次第なり。

第一號表に示す横の試験片抗張試験成績を見るに、抗張力及彈性限界は略同様なるも其の延長率及截面の縮少率は縦に取りたる試験片に比して遙に小なり、第五號表に示したる衝撃試験の結果も亦縦の材料か横の材料に比して幾分優秀なることを示せり、斯く横の試験片か縦の試験片に比し多少劣れる理由の一は疑もなく鑛滓及硫化物か縦の方向に條文を作り居るに歸因するものなり、然るに一般に餘程材質均等なる材料に於ても尙横の試験片の方遙に劣等なる結果を示すこと屢々なり。熱處理の二種を適用したること已記の通なるか、何れの場合に於ても千七百度に於ける豫備加熱は材質の均等を得る爲めに行ひたるものなり、熱處理(イ)に於ては二重焼鈍の法を採用し、熱處理(ロ)に於ては單に材料を熱して徐々に之を冷却せり、第二號表に於て見るに熱處理の何れも横の試験片の抗張力に何等の改善を來たさざりし、又縦の試験片に對しては抗張力及可延性には變化を來たさざりしも、イールディング、ポイントは約五十%増加せり、又第五號表に於て示す如く熱處理(イ)は縦の試験片の衝撃試験の結果を約三倍増加し、横の試験片の衝撃試験の結果を二倍以上増加せり、然るに熱處理(ロ)は縦及横の試験片何れに對しても殆んど影響なきことを見る、此等の結果は二重焼鈍か單一焼鈍即ちソツフニングに比し遙に優秀なることを示すものと見るを得へし、然るに此の熱處理(イ)の優秀なることは巨大なる材料に對しても同様に有効なりと謂ふを得ず、

尙機會ある度毎に各種の鋼材に對し縦及横の試験片の物理的性質に關する一層多數のデータを蒐集せんとす、種々の熱處理に依りて生ずる物理的性質の相互の關係も亦好箇の研究問題なり。

〔結論〕

組織試験に於て見る如く、此の材料の結晶粒の大きさは適當にしてフェライトとソルバイトとの配合可なり均等になり居れり、然るに多量の分離したる鑛滓及硫化物所々に群集し、且つ軸の長の方

向に配列せり、而して此等の鑛滓の細粒は折損面の附近に於て殊に著しく且つ裂疵は屢々此の鑛滓の配列に沿ふて起れり、此等鑛滓の配列の部に於ては平均炭素含有量よりも含炭量少なき幅廣き條文多數あり、此の鑛滓及炭素の分離は疑ひもなく此の材料の弱き原因を爲せり。

物理的試験に於ては縦の試験片は衝撃試験を除きては好結果を示せり、衝撃試験の結果は此の成分の材料に對しては低きに失する結果を示せり、從て此の材料は不意の衝動に對して脆弱性を顯はすへきものとす、横の試験片の抗張試験に於ては可延性の不足を示し、衝撃試験に於ても亦著しき脆弱性を示せり。

當試験所に於て熱處理をなしたる場合に、縦の試験片の抗張試験及捻回試験の結果は彈性界限のみの著しき増加を示し、横の試験片に於ては熱處理に依りて殆んど何等の改善を示さざりし、衝撃試験は二重焼鈍に依りて著しき改善を示したるも、單一焼鈍即ちソツフニングに依りては事實少しも改善を示さざりし、是に依りて見れば不意の衝動に對して本材料の弱きは材料の硬度に歸因するものにあらざるを知る。

此の材料は多量の鑛滓の分離を有し、殊に横の方向に於て脆弱性を表はせるも、其の折損を來せる原因を全然此の缺點に歸す可きものにあらず、第二、三及四圖に示せる止螺旋の孔は幾分此の軸を弱めたるや必然なり、故に若し此の材料の材質が一層良好のものにして其の他の條件に相違なかりせば、果して此の軸か折損せざりしや否やは俄かに之を決定すること能はざるなり、又反對に若し止螺旋の孔なくして其の他の條件に相違なかりせば此の軸か果して折損したりしや否やは全く計り難し。

〔第一號表〕 抗張試験成績

縦の試験片

横の試験片

標準試験片の番號

E₂

E₇

平均

B₂

D₂

D₄

平均

試験片の直徑(吋)

〇・五〇五

〇・五〇五

〇・五〇五

〇・五〇五

〇・五〇五

同上切斷部(吋)

〇・三五二

〇・三五五

〇・四八八

〇・四六三

〇・四三三

試験片の截面積(平方吋)

〇・二〇〇

〇・二〇〇

〇・二〇〇

〇・二〇〇

〇・二〇〇

同上切斷部(平方吋)

〇・〇九七

〇・〇九九

〇・一六四

〇・一六八

〇・一四六

同上縮少百分率

五・一五

五・〇五

五・一〇

一・八〇

一・六〇

二・七〇

二〇・三

標點距離(吋)

二

二

二

二

二

延 長(吋)

〇・四七

〇・四七

〇・一七

〇・三二

〇・三六

同上百分率

二・三五

二・三五

二・三五

八・五

一・五五

一・八〇

一四・〇

イールド、ポイント(封度)

一一三・〇〇

一三・一〇〇

一三・一五〇

一三・七〇〇

一三・八〇〇

同 上(封度/平方吋)

五六・五〇〇

六五・五〇〇

六一・〇〇〇

六〇・七五〇

六三・五〇〇

六四・〇〇〇

六二・七五〇

最大應力(封度)

二二・〇八〇

二二・〇六〇

二〇・一〇〇

二二・二〇〇

二二・二八〇

同 上(封度/平方吋)

一〇五・四〇〇

一〇五・三〇〇

一〇五・五〇〇

一〇〇・五〇〇

一〇六・〇〇〇

一〇六・四〇〇

一〇四・三〇〇

備 考 破斷面

普通

普通

粗なる條
痕を生ず

粗なる條
痕を生ず

粗なる條
痕を生ず

〔第二號表〕

抗張試験成績(熱處理を施したる試験片につき)

縦の試験片

横の試験片

E₁₁

B₁

B₃

D₁₀

D₃

標準試験片の番號

〇・五〇五

〇・五〇五

〇・五〇五

〇・五〇五

〇・五〇五

同上切斷部(吋)

〇・三五五

〇・四六〇

〇・四五三

〇・四三〇

〇・四五〇

試験片の截面積(平方吋)

〇・二〇〇

〇・二〇〇

〇・二〇〇

〇・二〇〇

〇・二〇〇

同上切斷部(平方吋)	〇・〇八三	〇・二六六	〇・二六一	〇・二四五	〇・二五九
同上縮少百分率	五八・五	一七・〇	一九・五	二七・五	二〇・五
標點距離(吋)	二	二	二	二	二
延長(吋)	〇・四六	〇・二八	〇・二〇	〇・三五	〇・二四
同上百分率	三三・〇	一四・〇	一〇・〇	一七・五	一一・〇
イールド、ポイント(封度)	一八・八〇〇	二三・〇〇〇	一三・二五〇	一三・一〇〇	一三・八〇〇
同上(封度/平方吋)	九四、〇〇〇	六五、〇〇〇	六〇、七五〇	六五、五〇〇	六四、〇〇〇
最大應力(封度)	三三、二五〇	二二、〇〇〇	一八、九五〇	二二、一〇〇	二二、一〇〇
同上(封度/平方吋)	二六、二五〇	一五、〇〇〇	九四、七五〇	一〇五、五〇〇	一〇五、五〇〇
熱處理	(イ)	(イ)	(ロ)	(イ)	(イ)
備考 破斷面	細微	粗なる條痕を生ず	粗なる條痕を生ず	粗なる條痕を生ず	粗なる條痕を生ず

[第三號表] 捻回試驗成績 * 印は當試驗所に於て熱處理を施したるもの

項目

縦の試験片

標準試験片の番號	E_1	E_{12}
試験片の直徑(吋)	〇・七五〇	〇・七五〇
標點距離(吋)	三・	三・
彈性界限に達する迄の捻回角度	一・六三	二・二二
最大トルクに於ける捻回角度	五三・〇	六六・〇
彈性界限(吋封度)	三、二〇〇	四、四〇〇
最大トルク(吋封度)	八、一五〇	九、〇三〇

弾性界限に於ける剪應力(封度/平方吋)

最大トルクに於ける名目上の剪應力(封度/平方吋)

モデュラス、オブ、ツランス
 パース、エラストイシテイー (封度/平方吋)

〔第四號表〕 屈曲、交番衝撃及耐忍試験成績

屈曲試験 標準試験片

裂疵を生せずして屈曲したる角度

交番衝撃試験

標準試験片

鋸の墜落距離(センチメートル)

破斷する迄の鋸の墜落數

耐忍試験

標準試験片

荷重(封度)

ファイバー、ストレッツス(荷重の三五・三八倍)(封度)

ファイバー、ストレッツスと弾性界限との比(百分率)七八二

破斷に至る迄の回轉數

〔第五號表〕 單一衝撃試験成績

材料の方向(縦或は横)

縦

同

拔萃

三八、六〇〇
 五三、一〇〇
 九八、四〇〇
 一〇九、〇〇〇
 一〇、八〇〇、〇〇〇
 一一、六〇六、〇〇〇

一八〇・
 E₅

縦の試験片(*印は當試験所に於て熱處理を施したるもの)

E₄ * E₁₀ * E₁₃

九 九

五〇七 六三二 六四三

E₃ E₆

一三五 一三五

四七、七〇六 四七、七〇六

七八二

六一九、八〇〇 四八七、〇〇〇

標準試験片截面四分
 の一時×八分の三吋

破斷に要したるエ
 ネルギー(呎封度)

熱處理

熱處理を施さず

B₅ B₄ 二四 二七

(同)

同 同 同 同 同 同 同 横 同

C₁₀ C₉ C₁₄ C₁₃ C₁₂ C₁₁ D₉ D₈ C₂ C₁ C₈ C₇ C₆ C₅ C₄ C₃ B₇ B₆

一四 二〇五 四七 五四 五二 五四 二一五 一六五 四二 四一 三一 二八 八一 七七 七八 七四 七六 七七

(完)

(□) (□) (イ) (イ) (イ) (イ) 同 (□) (□) (□) (□) (イ) (イ) (イ) (イ) (イ) (イ)

熱處理を施さず