

24
 様になりますと云ふと、如何にして今日の如く鐵鑛石として我國に送られませう、必ずや其のプロダクトとして送られると云ふことになることは火を見るよりも明かな事でありませう、其の場合には日本は砂鐵を利用するより外は無い、然る可き砂鐵に就て是まで長い歴史を持つて居る所の日本がなぜ發達しないかと云ふと、根本的に其の研究の突込み方が薄いからと私は思ふのであります、高い費用を掛けて今日の如き我國の研究方針を續けるよりも、却つて私は萬事根本的に突込んで行く方が早道かと思ひます、例へば砂鐵のストラックの問題でも根本的にやつて行く方が却つて私は砂鐵問題の解決が近いかと思ひます、而して此問題は我が國家として手を貸し足を貸して援助すると云ふことは大なる責任があるではないかと私は考へる次第であります。

○川上義弘君 尙ほ伺ひますが、唯今ストラックの研究の御話がございましたが、ストラックの研究の結果、色々それに對するチャージとか、或はワーキングのテムペレーチュアとか關係することと思ひますが、爐の操業溫度に關してテナニウム分と鐵分とを還元する溫度の差に依つてテナニウムの方はストラックの方に餘計やる、それから鐵の方はそこに殘して置かう、斯う云ふ風な事に依つて精煉をしやうと云ふやうな御考はありませぬでせうか。

○梅津七藏君 そこまで私の方はまだ進んで居りませぬが、兎に角ストラックの問題と云ひますと云ふと、どう云ふ風なコムボジションでどう云ふやうなものになつたか、各國でやつたもので其ダイヤグラムを拵へまして、さうしてそれを參考として大體の見當を付けて置いてやらうと、震災前ちよつとやつて、震災で壞れて、それまで進んで居ませぬですが、それに付て確たる私の返答はまだ出來兼ねる次第であります。

○會長(河村曉君) 外に御質問がございませれば一言御挨拶を申し上げます、我國

鋼塊の鍛鍊に就て

齋藤省三

目次

緒言

第一章 鍛鍊系數と物理的試験

第二章 丸棒の鍛鍊

に於て鐵鑛問題と云ふものが非常に重大であると云ふことは申上げるまでもないことで、我が版圖の内の鐵鑛と云ふものは僅か釜石と朝鮮の褐鐵鑛位のもので、あと大部分の製鐵所は皆輸入鑛に依つて仕事をして居ると云ふやうな有様でありまして、之を解決するのは非常に必要な問題であつて、之には二つの方面がある、私は豫て思つて居るのでありますが、一つは政策方面、一つは技術的の努力、政策方面と申しますのは、即ちうまく輸入が出来る方面から輸入すること、それからもう一つは、例へば石炭を持つて居るが鑛石は無い、鑛石は有るが石炭が無いと云ふやうな所がお互に共同して有無相通ずると云ふやうなことが政策問題で解決が出来はしないか。もう一つの解決は、今まで鐵は含んで居るが製鐵の原料として採ることが出来ぬものを技術的に解決して行かう、之には色々範圍もありませうが、從來大なる問題とせられて居たのは二つあつた、一つは即ち滿洲に多量に存在して居る所の貧鐵鑛を如何に處理するか、第二は即ち我國に普遍的に存在して居る所の砂鐵を如何に利用せるか、ところが誠に幸なことには滿鐵の梅根技師の非常な御盡力に依つて第一の貧鐵鑛を處理すると云ふことは殆ど解決が付いたのである、是からもう大々的の規模で以て起工されると云ふ氣運に向つたことは非常に喜ばしいことであります、第二の今日の梅津君の御話は色々な難問題が其間にあつて、私の知つて居る範圍でも二三箇所研究はされて居りますが尙ほ未解決の問題が澤山あるのでございます、梅津君は數年に亘つて此砂鐵鑛の磁選鑛、組織等に付きまして詳細に御研究になつた、今夕之を御發表下さいましたことは此方面の研究に對しまして非常に参考の資料を與へられたこととてございませう、唯今御話の如く、どうしても此砂鐵の解決は我國で我國の技術者が努力して、どうしても解決しなければならぬ問題だらうと考へます、今夕の御講演に對しまして深く感謝の意を表する次第であります。(一同拍手)

第一節 理論的考察
第二節 實驗の結果
第三章 角棒の鍛鍊

第一節 理論的考察
第二節 マンガン鋼による實驗
第三節 炭素鋼による實驗
第四章 圓筒の鍛鍊

第一節 理論的考察
第二節 實驗の結果
結 論

緒 言

鋼塊の鍛鍊に關しては、鍛鍊係數、鍛鍊の方法、鍛鍊の溫度、鋼塊の大小等の諸問題あれども、本文は鍛鍊係數及び鍛鍊の方法が材質に及ぼす影響に就き研究せる結果なり、後章に於て述ぶる如く、鍛鍊係數即ち原鋼塊の斷面積と鍛鍊後の斷面積との比及び鍛鍊の方向が其の材質に對し重大なる影響を及ぼすものなるを以て、鍛鍊方法如何によりては部分的に鍛鍊係數を異にする事なきや、從つて試験資料採取の個所及び方向の關係等は鋼の鍛鍊に際し看過し能はざる所なり、此れ部分的に鍛鍊の効果を考究し鋼材使用の際に起る應力の方向、位置等を考慮して鍛鍊する必要の生ずる所になり、以下述ぶる所のものは丸棒、角棒、及び圓筒の鍛鍊に際し鋼塊内部の肉の移動即ち鍛鍊の效果に就て研究せるものなり。

第一章 鍛鍊係數と物理的試験成績

試験に供せし資料はニッケル、クローム鋼にして其の化學成分次ぎの如し。

炭素 硅素 滿 燐 硫 黄 銅 ニッケル クローム

鋼塊の鍛鍊に就て

〇、三六〇、一五〇、五八〇、〇三七〇、〇一四〇、〇九 三、七七 〇、五二
鋼塊は重量一噸、斷面四角形のものにして其の一端を切り取り鑄放し状態（鍛鍊係數を一とす）に於ける試験材に供し残りの部分を鋼塊の軸の方向に二噸の蒸汽鎚にて延し斷面を四角形に保ちて鍛鍊係數（原鋼塊の斷面積と鍛鍊後の斷面積との比）一・七、二・七、四・二、五・九となる如く四段に鍛鍊せり、斯くして鑄放しのまゝのもの及び鍛鍊係數の異なる部分より鋼塊の軸即ち鍛鍊軸と平行及び直角の方向に、且つ鋼塊の外部に近き所と内部に近き所と、各々數個づゝ各種の物理的試験片を切り取り、此れ等の資料を電氣爐にて加熱し何れも八五〇度（攝氏溫度）より油中に焼入し六〇〇度より油中焼戻しを行へり、物理的試験の種類は、抗張力試験シャルピー式及びアイゾット式衝撃試験、松村式繰返し衝撃試験の五種類とす。

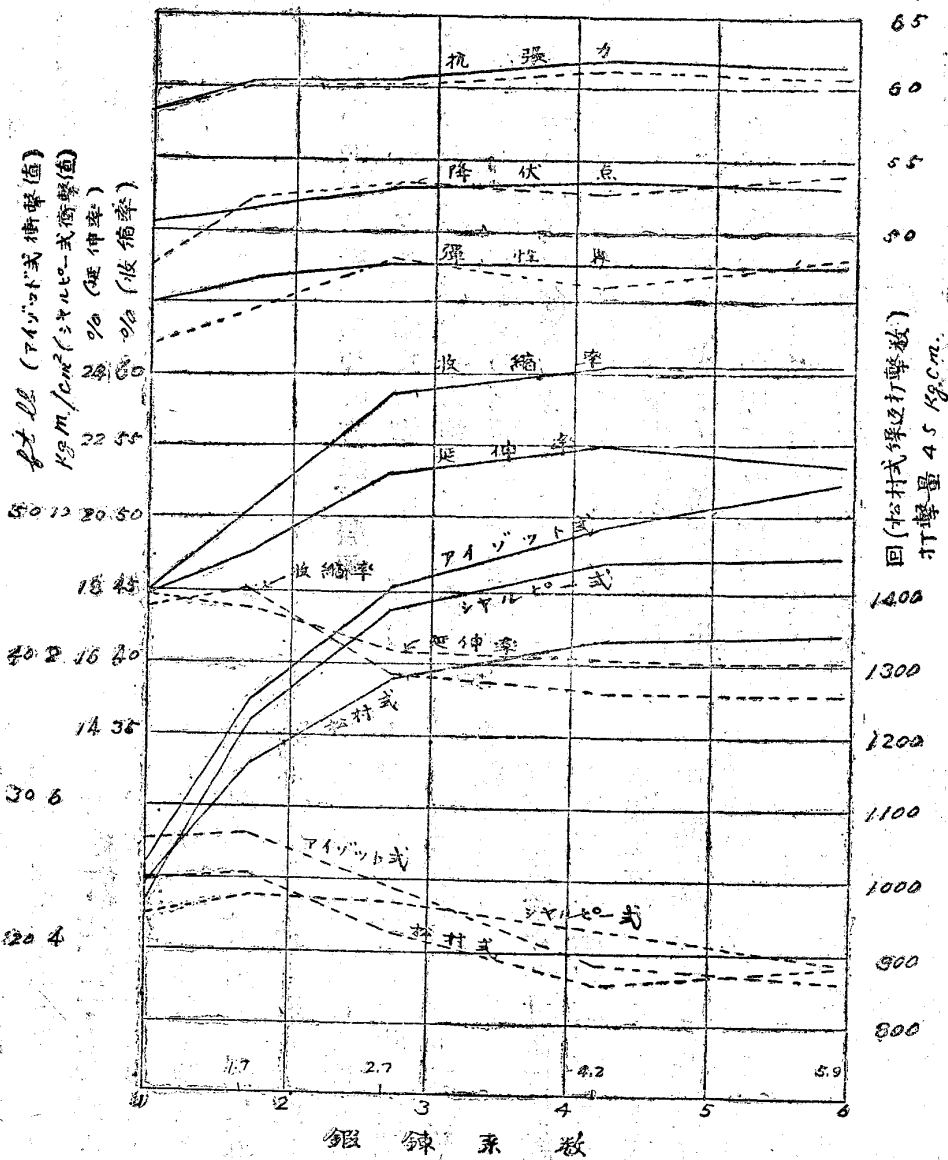
抗張力試験片の寸法は標點間長さ二吋、直径〇・五三三吋、シャルピー式衝撃試験片はシャルピー式三十疋、米突機に對する規定寸法。アイゾット式衝撃試験片はアイゾット式一二〇呎、封度機に對する規定寸法。松村式繰返し衝撃試験片も規定寸法のものなり。此れ等の各種物理的試験成績は第一圖に示す如きものにして鋼塊の外部に近き部分及び内部に近き部分より取りし試験片の平均價を示す、此れに依つて見れば抗張力、降伏點、弾性限は何れも鍛鍊係數及び試験片採取の方向により大なる相違なく延伸率、斷面收縮率及衝撃試験の結果は鍛鍊係數及び試験片採取方向により著しき相違あるを見る、此の結果は George Charpy 氏 (Influence of Hot-Deformation on the Qualities of Steel, Iron and Steel Inst. 1918 No.

II. (C)の研究の結果とほぼ一致す、延伸率、断面收縮率及衝撃試験成績は何れも試験片を鍛錬軸に平行に取りし場合に於ては、鍛錬係數の増加と共に増加するも試験片を鍛錬軸に直角

ほ此の研究中に於ても鋼塊の内部は外部に比し各種の物理的試験成績一般に不良なりしを認む。第一圖に依り見る如く鍛錬係數と其の方向とが鋼の物理的性質に對し著しき影響あり、此れ尙ほ進んで部分的に鍛錬の効果を考究し鋼材使用の際に起る應力の方向、位置等を考慮して鍛錬する必要の生ずる所以なり。

第一圖 鍛錬係數と各種物理的試験成績

實線 —— 試料ヲ鍛錬軸ニ平行ニ採リタル場合
破線 - - - 試料ヲ鍛錬軸ニ垂直ニ採リタル場合



に取りし場合に於ては鍛錬係數二以上に進むときは次第に其の成績不良となる、此れ砲身の如き又は高壓の瓦斯體を容るゝ圓筒の如きものの鍛錬に對し大に留意すべき事ならん、尙

し面積が相等しき様に同心圓の半徑を選ぶ即ち此れ等の面積を夫々、 A_1, A_2, A_3, A_4 及び a_1, a_2, a_3, a_4 とせば、
 $A_1 = A_2 = A_3 = A_4$

第二章 丸棒の鍛錬

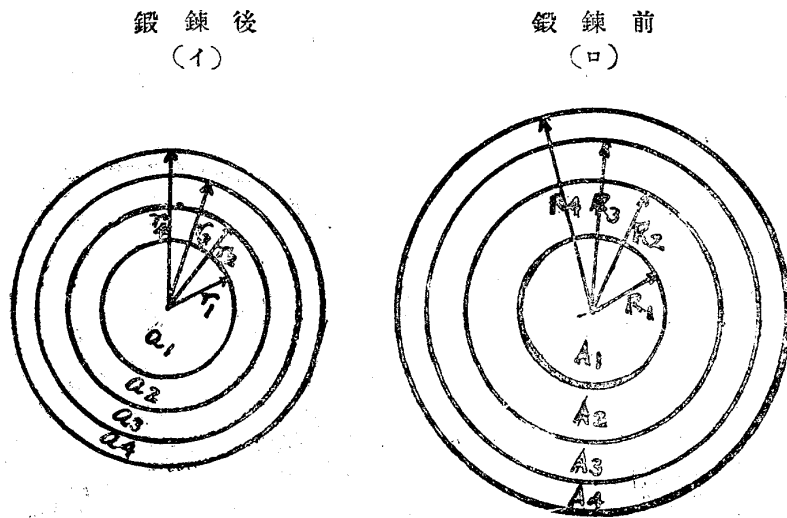
第一節 理論的考察

丸棒を鋸にて鍛錬し又は壓延機にて壓延するものと假定し第二圖(イ)及び(ロ)を鍛錬前後の断面形とす、(イ)及び(ロ)の面積をA及びaとせば、此の際の鍛錬係數は

$$k = \frac{A}{a}$$

なり、今假に(イ)及び(ロ)の圓内に夫々三つの同心圓を畫き此の同心圓により境され

第二圖



$$a_1 = a_2 = a_3 = a_4$$

なる關係ある加さ半徑を選び R_1, R_2, R_3, R_4 及び $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$ とす。
 此の場合第二圖の A_1 なる部分が鍛鍊後 a_1 となり、 A_2 の部分が鍛鍊後 a_2 に、以下同様になりしと考へ得べし、此れ鍛鍊後棒の兩端ほど平面となるにより各々の同心圓がほど同一長さに延ばされしと考ふる事なり、勿論(イ)に畫きし同心圓は最後まで完全なる同心圓ならず幾分歪みしものとならんも大體に於て同心圓となり居るものと見る事を得べし、斯くして部分的に鍛鍊の模様を見るには此の四つの同心圓に於て各個別々に考ふる事を得、故に此の場合に、半徑方面の鍛鍊割合と圓周方面の鍛鍊割合

(此の割合とは面積の變化に非らず、とを考ふれば次ぎの如き關係を有す。

半徑方向の鍛鍊割合は

$$\frac{R_1}{r_1} = \frac{R_2}{r_2} = \frac{R_3}{r_3} = \frac{R_4}{r_4} = k$$

鋼塊の鍛鍊に就て

圓周方向の鍛鍊割合は各同心圓により境されし部分の中間を通る圓周の長さの比と見て、

$$\frac{2\pi \left(\frac{R_1}{2}\right)}{2\pi \left(\frac{r_1}{2}\right)} = \frac{2\pi \left(\frac{R_2 + R_1}{2}\right)}{2\pi \left(\frac{r_2 + r_1}{2}\right)} = \frac{2\pi \left(\frac{R_3 + R_2}{2}\right)}{2\pi \left(\frac{r_3 + r_2}{2}\right)} = \frac{2\pi \left(\frac{R_4 + R_3}{2}\right)}{2\pi \left(\frac{r_4 + r_3}{2}\right)} = k$$

即ち丸棒の鍛鍊に於ては半徑方向、圓周方向共に其の鍛鍊の割合同一にして鍛鍊係數の平方根に等し且つ棒の外部内部共に同一割合の鍛鍊を受く、換言せば丸棒の鍛鍊に於ては其の効果、棒の外部及び内部に依り變化なく且つ半徑方向、圓周方向に依る變化なし、但し此の事は鍛鍊前後の形に就て考察せるものにして鏈にて鍛鍊する場合其の途中に於て棒の表面に近き部分は内部より幾分多くの變形を受くる事は想像し得れども此の影響は壓延機にて壓延する場合或は丸形タップを使用せし場合等により其の程度を異にすべし。

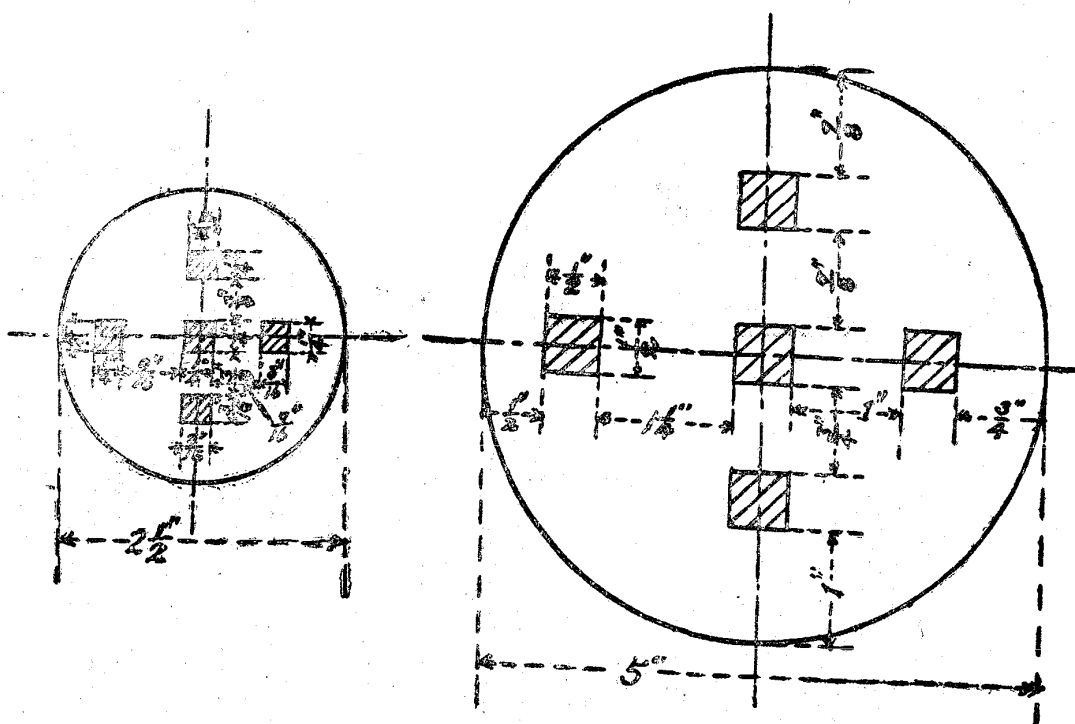
第二節 實驗の結果

最初鉛の丸棒を造り其の縦軸に平行に圓形の孔を數ヶ所穿ち此の孔に鉛と錫との合金を熔解して注入し此の丸棒を鍛鍊せしに鉛と合金との硬度の相違のために鉛の部分のみ延ばされ合金の部分は殆ど原形を保ち居れり、次ぎに第三圖に示す如く直徑五吋長さ三吋の丸棒を造り五ヶ所に二分の一吋角の孔を縦軸に平行に穿ち此の孔に二分の一吋角の鉛の細き棒を打込み、然る後直徑二吋半へ鍛鍊係數(四)まで鍛鍊せり鍛鍊の方法は四分一噸の蒸汽鏈にて大體延ばし最後に丸形タップを使用せり。

鍛鍊後數ヶ所の横断面を強硫酸にて腐蝕し前に打込み置きし細き角棒の境界を調査せしに、其の二つの断面に於ける形

は第三圖の如し、然して切斷個所に依りて此の形狀の變化は殆ど認めず、第三圖に於て見る如く鍛鍊前打込み置きし五本

第三圖 鍛鍊後 鍛鍊前



の二分の一吋角棒が鍛鍊後三本は四分の一吋角となり他の二本は幾分寸法の相違を來たせしも此は最初打込みし角棒の寸

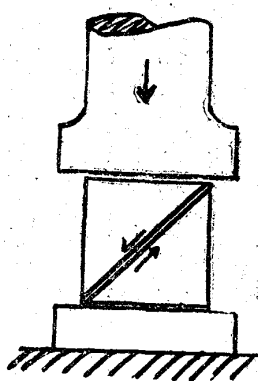
法の不正確より起りし事と思はるゝに依り斯の如き鍛鍊に於ては棒の外部内部に依り鍛鍊係數に變化なき事及び半徑方向圓周方向に依り鍛鍊の割合に差異なき事は理論的考察と一致す。

第三章 角棒の鍛鍊

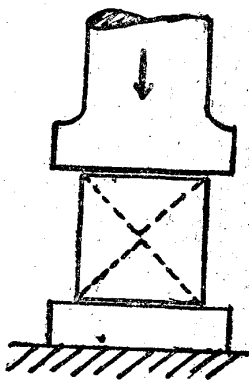
第一節 理論的考察

鋼塊を斷面角形に鍛鍊する場合に於ては前記丸棒の鍛鍊と同様各部均一なる鍛鍊係數を得るも尙ほ此の場合に於ては別に考慮すべき現象を呈す。

第四圖



第五圖



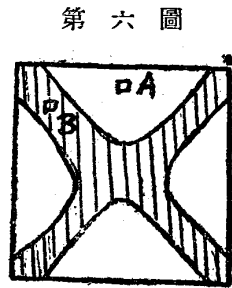
今平面のパレットを有する鋤或は水壓機を以て角棒を延ばす場合を考ふるに、第四圖の如く上下より壓力が加はるとき、其の壓力の方向と四十五度の角度に於て即ち棒の斷面の對角線に沿ふてスリップを起す、或

は第五圖に示す如く方錐形の楔の如くなりて中央に押し込まるゝ傾向を有す、(此の方錐形の楔の如き作用ある事は Massey, Engineering, Nov. 18, 1921, p. 700 にも記載しあり)此の第四圖、第五圖、何れの場合を取るかは棒の長さパレットの大きさ等により異なるならんも、何れの場合に於ても棒の斷面の對角線に沿ふてスリップの起る結果、此の部分の肉が非常によく揉まるゝ事となり他の部分に比し鍛鍊の效

果を異にすべし。

第二節 マンガン鋼による實驗

前記の如きスリップの作用を確むるためにマンガン鋼（マンガ十二パーセント）を取り攝氏千五十度より水中に投じてオーステナイト組織のものを得たり、此れ鍛錬の効果を顯微鏡組織より見るに普通炭素鋼のパーライト組織に於ては結晶の大小を比較する事困難なるためなり、斯くして得たるマンガ鋼は約一吋角棒にして其の横断面に就て組織を顯微鏡にて調べ、粒子の大きき大體一樣なるオーステナイト組織なる事を確め、然る後常溫に於て鈍にて打延ばし約二倍の長さにして再び其の横断面を磨きピクリン酸にて腐蝕せしに肉眼にて第六圖の如き模様を認むる事を得たり、此れ對角線に沿ふ部分と他の部分とに於て光線の反射 態の異なる結果なり。



第六圖

次に第六圖A及びB部の顯微鏡寫眞を示せば第七圖及び第八圖の如きも

り、此れに依つて見れば第七圖の組織は第八圖の夫れに比し遙かに其粒子大にして殆ど鍛錬前の組織と變化なきも第八圖の粒子は細かく破壊されしを知る事を得、即ち對角線に沿ふて鍛錬中繰返しスリップの起りし事を想像し得べし、此れA部に於ては鍛錬に際し其の附近の粒子と粒子との間に相互的の移動を起さず、B部に於ては粒子と粒子との間に激しき移動を起せし事を示すものにして鍛錬の効果はA部よりB部に於て大なる事を知る、但しB部に於ては激しくスリップせ

鋼塊の鍛錬に就て

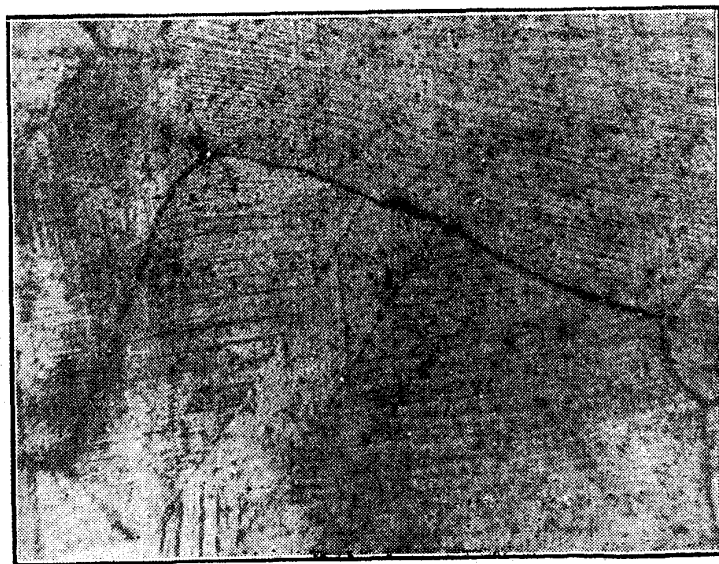
て惡結果を起す事は次ぎの實驗に依つて確むる事を得たり。

第三節 炭素鋼による實驗

第二節に於て述べし如き事實が材料の物理的性質に如何なる影響を及ぼすかを見るために次ぎの如き實驗を行へり、材料としては普通炭素鋼にして、鋼塊は其の重量一噸半、断面形状は十二角形にして其の内接圓の直徑十五吋のものなり、

其の化學成分を示せば次ぎの如し。

第七圖 第六圖(A)の部分 倍率 100

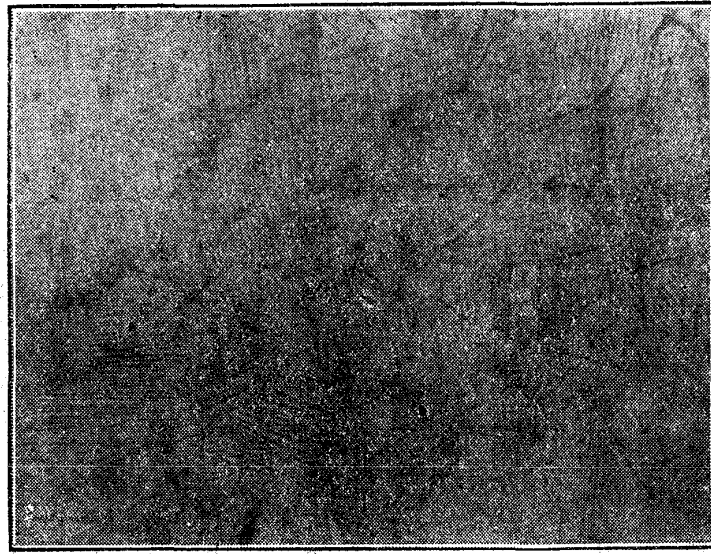


- 炭素 ○、四五%
 - 滿 俺 ○、六二%
 - 磷 ○、〇三五%
 - 硫 黃 ○、〇二九%
 - 銅 ○、一三%
 - 硅 素 ○、二〇%
- 尚ほ不純物 析出等の影響

を少くするため、此の鋼塊の下部に於て全長の五分の一を切り棄て次ぎに約十二吋長さのものを切り取り、此のものを鋼塊の軸の方向に二噸蒸汽錘にて五吋角棒に延ばせり（鍛錬係數、約七）斯くして造りし五吋角棒の一部分を切り取り其の横断面を鹽化アンモニウム銅の溶液にて腐蝕しマクロ

エツチングを行ひ、其の面に謄寫版用インクを塗りて印刷せしものを第九圖に示す、此の圖に就き仔細に見るときは點線にて圍まれし部分と其の他の部分とに於て目の荒さを異にする事を認め得べし、即ち斷面の對角線に沿ふ部分と其の他の部分との相違を認むる事なり、試験に供せしは丸形に近き十二角形の鋼塊なれば、鋼塊の凝固に際して生ずる結晶の

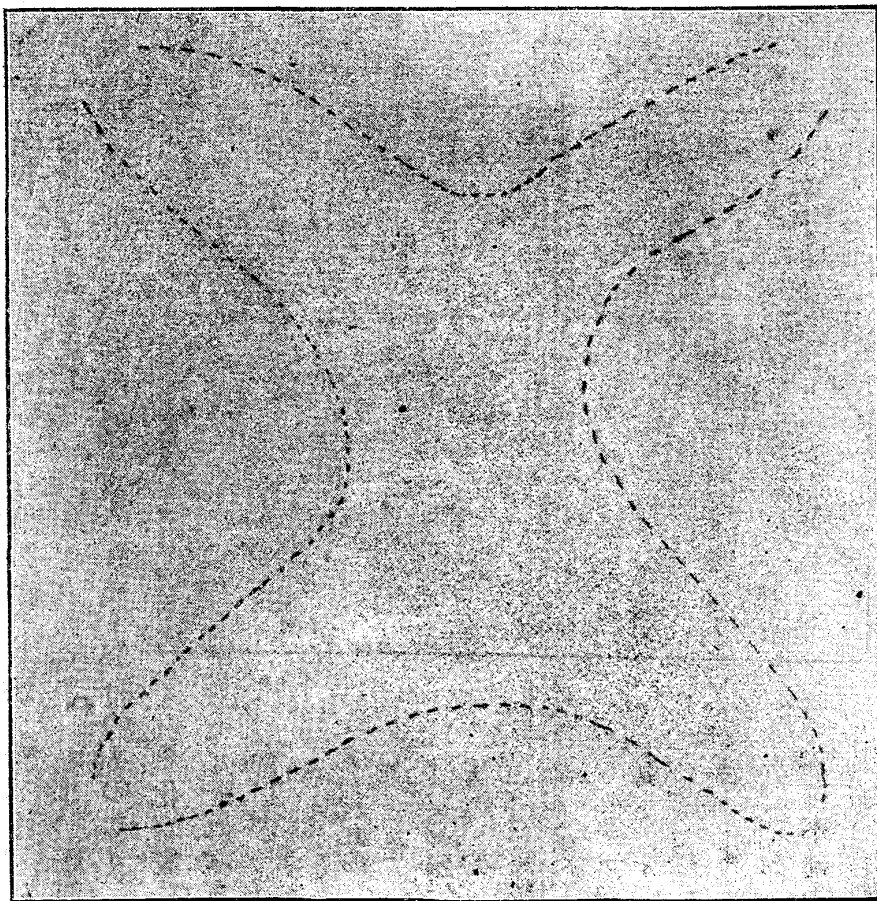
第八圖 第六圖 (E) の部分 倍率 100



發達により斯の如き模様の現はるゝ事は想像し得られざるに依り、此は鍛鍊のため起りし現象なる事明なり、尙ほ第九圖より見れば對角線に沿ふ部分は他の部分に比し目が荒く即ち結晶の粗大なるか

の如く見ゆるもマンガ鋼の實驗にて明かなる如く此の部分はスリップの起りし處なれば組織の粗大なるにあらず、鹽化アンモニウム銅による腐蝕がスリップの起りし部分に於て深く利きしと考へらる、尙ほ各部分の顯微鏡的組織を調べしも何れもパーライト組織にして場所による差殆ど認められ

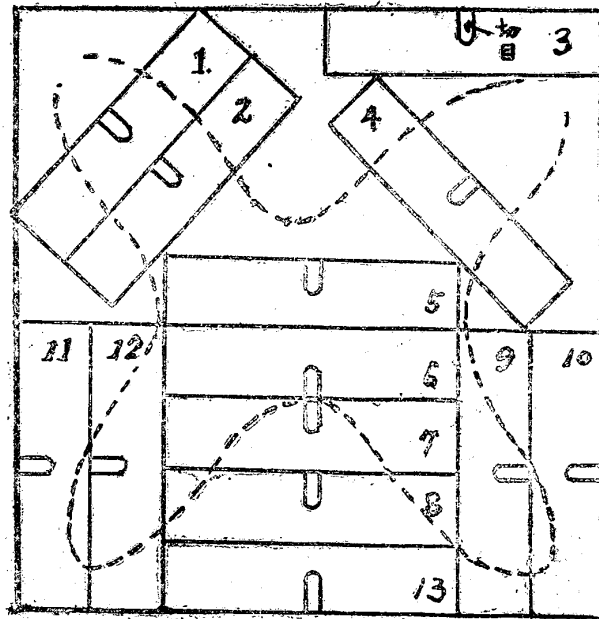
第九圖 マクロエツチング



ず、次に此のマクロエツチングを行ひし材料よりシャルピ式衝擊試験片(三十瓦米突機の規定方寸のもの)を第十圖の如く切り取り十三本の試験片を得、其の内六本は攝氏八百度にて三十分間熱して軟化し他は其のまゝ、試験に供せり、資料番號を一より十三までとす、此れ等試験片の中、一、二、

四、五、六、九、十二の七本は衝擊試験機により破壊さるゝ面が第九圖の點線にて示せる模様内即ち鍛鍊の際スリップの起りし部分内にあり且つ一、二、四の試験片は試験機により

第十圖
衝擊試驗片採取個所



破壊さるゝ面が断面の對角線と平行の位置にあり、九、十二の試験片は此の面が對角線と四十五度の角度を有す、其の他の試験片は第十圖の如く點線にて示せる模様の外にあり、此れ等試験片の試験成績は次表の如きものなり。

シャルピー式衝擊試験成績表
資料の位置 衝擊値 (Kg.M./Cm.) 熱 處 理

資料番號	位置	衝擊値 (Kg.M./Cm.)	熱 處 理
一	破壊さるゝ面が對角線と平行	一、七三	鍛 鍊 の まゝ
二	同	一、七五	八百度にて軟化
三	同	一、九七	鍛 鍊 の まゝ
四	同	二、三四	同
五	破壊さるゝ面が中心部にあり	二、六〇	八百度にて軟化
六	同	二、六〇	鍛 鍊 の まゝ
七	破壊さるゝ面が對角線と四十五度	二、六〇	八百度にて軟化
八	同	二、六七	鍛 鍊 の まゝ

銅塊の鍛鍊に就て

資料番號	位置	衝擊値 (Kg.M./Cm.)	熱 處 理
三	破壊さるゝ面が對角線と平行	二、五五	鍛 鍊 の まゝ
七	同	二、六〇	八百度にて軟化
八	同	二、八〇	鍛 鍊 の まゝ
十	同	二、八〇	八百度にて軟化
十一	同	三、〇六	鍛 鍊 の まゝ
十二	同	三、五五	八百度にて軟化

此の表より見れば一、二、四の試験片は切目が對角線と平行にして従つて試験機により破壊さるゝ面がスリップの起りし面と平行なるため衝擊試験成績悪しく、切目が對角線と四十五度の角度に及び中央部にある五、六、九、十二の試験片は一、二、四の試験片に比し衝擊値良好なり、又スリップの起らざる範圍にある試験片は何れも一、二、四の試験片に比し成績良好にして豫想と全く一致せる結果を得たり、尙ほ攝氏八百度にて軟化せしものと鍛鍊のものとのに於て殆ど其の差を認めず、以上の結果より角形の鍛鍊材に於ては試験片採取個所により、其の成績に相當の影響あるべく、對角線に沿ふて鍛鍊中起るスリップのために、此の部分に弱點の生ずる事を知るを得たり、尙ほ表に示せる衝擊値は何れも鍛鍊軸に對し試験片を直角に取りし場合にして、鍛鍊軸と平行に試験片を取りし場合に於ては同一材料に就て試験せし結果、衝擊値は四・五内外となり、スリップの起りし部分より試験片を取るも此の場合には試験機により破壊さるゝ面に對してスリップせる面が直角なる關係にあるによりスリップの影響はあまり認められず。

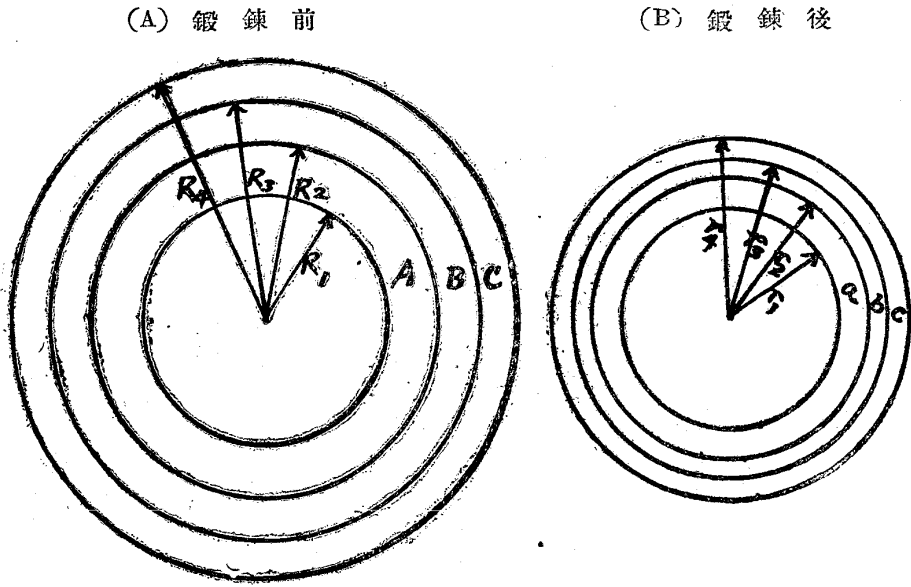
第四章 圓筒の鍛鍊 (Hollow Forging)

第一節 理論的考察

圓筒の鍛鍊とは圓筒の内部に鋼棒を挿入し置き其上より

鍛鍊する方法にして高壓の瓦斯體を入るる圓筒、大口徑の砲身等の鍛鍊方法なり、此の種の鍛鍊に於ては圓筒の内徑に變化なく厚みを減じて長さの方向に延ばす場合、内徑も外徑も

第十一圖



R^3 及び γ_2, γ_3 なる假想の同心圓を畫き、此れ等の同心圓にて圍まれし面積は夫々 A, B, C 及び a, b, c とす、然して

$A=B=C,$
 $a=b=c.$

共に減じて長さ

の方向に延ばす場合、内徑を擴大して行く場合等種々なる方法あり、今此れ等の場合に就き圓周方向、半徑方向との鍛鍊の割合を考察せんとす、今第十一圖

A に示す如く内徑 R_1 外徑 R_4 なる圓筒を鍛鍊して B に示す如く内徑 γ_1 外徑 γ_4 なる圓筒に延ばすと假定す、第十一圖の如く半徑 R_2

なる如く半徑 R_2, R_3 及び γ_2, γ_3 を選ぶ、茲に三つの部分に區分せるは説明を簡單にするためにして、四つの部分に區分するも五つの部分に區分するも可なり。

假定により

$$\pi(R_2 \cdot R_1) = \pi(R_3 \cdot R_2) = \pi(R_4 \cdot R_3) \dots \dots \dots (1)$$

$$\pi(\gamma_2 \cdot \gamma_1) = \pi(\gamma_3 \cdot \gamma_2) = \pi(\gamma_4 \cdot \gamma_3) \dots \dots \dots (2)$$

丸棒の鍛鍊と同様の考へより A, B, C の部分が鍛鍊後夫々 a, b, c となり、例へば A の部分の肉が b, c の方に移動して行かぬとし、斯くして鍛鍊の様子を見るに各々獨立に此の三つの部分の變化に就て考ふるを得べし、今鍛鍊係數を K とせば、

次ぎの如き關係を有す。

$$\pi(R_4 \cdot R_1) = \pi K (\gamma_4 \cdot \gamma_1) \dots \dots \dots (3)$$

$$\pi(R_3 \cdot R_2) = \pi K (\gamma_3 \cdot \gamma_2) \dots \dots \dots (4)$$

$$\pi(R_2 \cdot R_1) = \pi K (\gamma_2 \cdot \gamma_1) \dots \dots \dots (5)$$

$$\pi(R_4 \cdot R_1) = \pi K (\gamma_4 \cdot \gamma_1) = (R_4 \cdot \gamma_1^2) \dots \dots \dots (6)$$

(1) 鍛鍊前後の内徑相等しき場合

假定により

$$B_1 - \gamma_1 \dots \dots \dots (7)$$

(1) ... (7) 式より次ぎの關係を導き得べし

$$\gamma_2 = \frac{R_2^2 + 12 + 3(k-1)R_1^2}{3c} \dots \dots \dots (8)$$

$$\gamma_3 = \frac{2R_3^2 + 11 + 3(k-1)R_1^2}{3K} \dots \dots \dots (9)$$

$$\gamma_4 = \frac{R_4^2 + (k-1)R_1^2}{K} \dots \dots \dots (10)$$

$$R_2 = \frac{R_2^2 + 2R_1^2}{3} \dots \dots \dots (11)$$

$$R_3 = \frac{2R_3^2 + R_1^2}{3} \dots \dots \dots (12)$$

a. b. c 各部の鍛錬割合（此の割合とは面積の變化にあら
ず、長さの變化の割合なり）を考ふるに、二つの方向に分ち、
半徑方向、圓周方向とす、半徑方向の鍛錬割合を a. b. c 部に
就き夫々 K_1, K_2, K_3 とせば

$$K_1 = \frac{R_2 - R_1}{\gamma_2 - \gamma_1}, \quad K_2 = \frac{R_3 - R_2}{\gamma_3 - \gamma_2}, \quad K_3 = \frac{R_4 - R_3}{\gamma_4 - \gamma_3} \dots \dots \dots (13)$$

となり、圓周方向の鍛錬割合としては、丸棒の場合と同様
各同心圓により境されし部分の中間を通る圓周の長さの比と
見て（但し此の關係は各同心圓の半徑の差が小なるとき成立
するものとして嚴格に云へば無數の同心圓を畫きて論ずべき
ものなれど簡單のために三つの部分に分ちたり） a. b. c 部に
就き夫々 K_1^1, K_2^1, K_3^1 とせば

$$K_1^1 = \frac{2\pi \left(\frac{R_2 + R_1}{2} \right)}{2\pi \left(\frac{\gamma_2 + \gamma_1}{2} \right)}, \quad K_2^1 = \frac{2\pi \left(\frac{R_3 + R_2}{2} \right)}{2\pi \left(\frac{\gamma_3 + \gamma_2}{2} \right)}, \quad K_3^1 = \frac{2\pi \left(\frac{R_4 + R_3}{2} \right)}{2\pi \left(\frac{\gamma_4 + \gamma_3}{2} \right)} \dots \dots \dots (14)$$

となり、此の (13), (14) 兩式に於て R_2, R_3 及 $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$ の價を
(7) …… (12) 式より求むれば K_1^2, K_2^2, K_3^2 及び K_1^1, K_2^1, K_3^1 は何れも
相等しからず、従つて丸棒鍊鐵の場合と異なり、a, b, c の各
部は何れも其の方向により鍛錬割合相等しからず、但し鍛錬
系数は場所により變化なき故

$$K = K_1 \times K_1^1 = K_2 \times K_2^1 = K_3 \times K_3^1 \dots \dots \dots (15)$$

なる關係を有す、今一例として

$$R_1 = \gamma_1$$

$$R_1 = 4 \text{ (鍛錬前の内徑)}$$

$$R_4 = 12 \text{ (鍛錬前の外徑)}$$

$$K = 4 \text{ (鍛錬系数)}$$

とせば前記の式より

$$R_1 = 4.000$$

$$\gamma_1 = 4.000$$

鋼塊の鍛錬に就て

となり、此の結果より見れば a 部に於ては半徑方向に壓縮さ
るゝ割合大にして圓周方向に於てほとんど變化なく、C 部に
於ては此れと反對の傾向を有す。

$R_2 = 7.659$	$\gamma_2 = 5.164$
$R_3 = 10.066$	$\gamma_3 = 6.110$
$R_4 = 12.000$	$\gamma_4 = 6.930$
$K_1 = 3.140$	$K_1^1 = 1.272$
$K_2 = 2.545$	$K_2^1 = 1.572$
$K_3 = 2.358$	$K_3^1 = 1.690$

(ロ) 鍛錬前後に於て内徑共に相等し

からざる場合

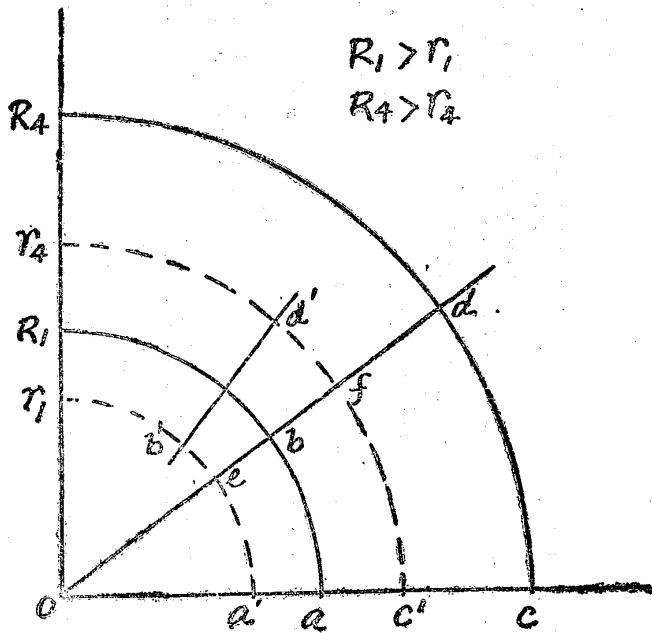
此場合に於ても (イ) の場合と同様にして數學的に各部の
鍛錬割合を知る事を得れども大體の傾向を知るために、次ぎ
の如き圖式により其の割合を求むる事を得、第十二圖、第十
三圖、第十四圖、第十五圖に於て實線及び點線にて示せる圓
弧は鍛錬前後の圓筒の横斷面の四分の一を示す、今鍛錬によ
る變形を考ふるに第十五圖、h i j k なる扇形の部分が鍛錬
により l m n p なる扇形のものに變化せる事を知るべし、即
ち圓筒の内側に於ては弧 h i が弧 l m となり、外側に於ては
弧 j k が弧 n p となりし事を示す、依つて第十二圖、第十三
圖、第十四圖に示す如く任意の角度に於て o d 線を書き、此
の直線が鍛錬前後の圓筒の内周に交はる點を b d e f とす、
次ぎに

$$\text{弧 } ab = \text{弧 } a'b'$$

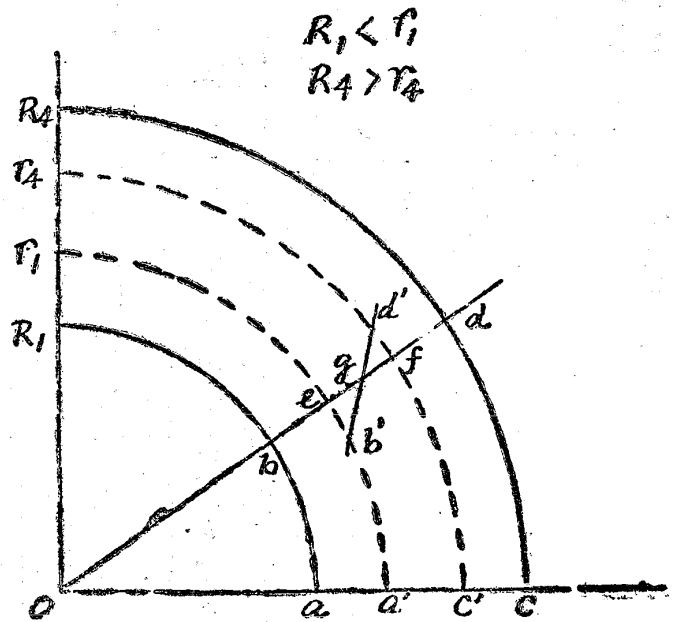
$$\text{弧 } cd = \text{弧 } c'd'$$

なる如く b' d' 點を求め此の二點を直線にて結ぶ、斯くして圓
筒の内周及び外周に於ける圓周方向の鍛錬割合は

第十二圖

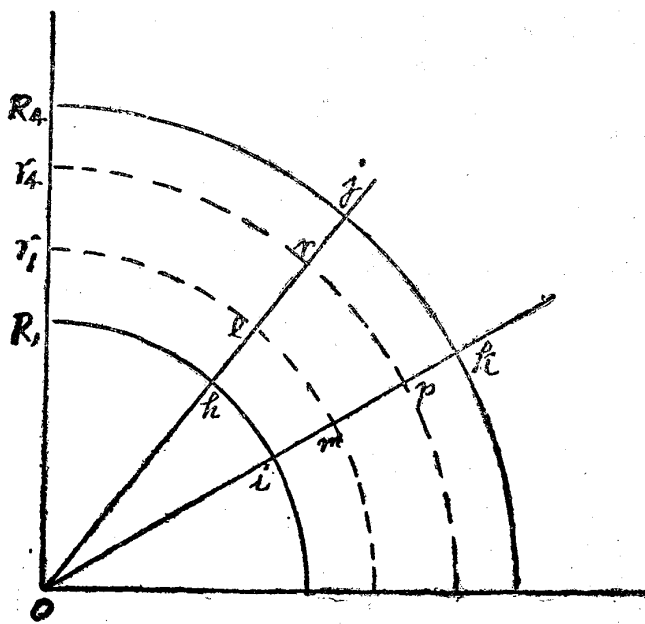


第十三圖

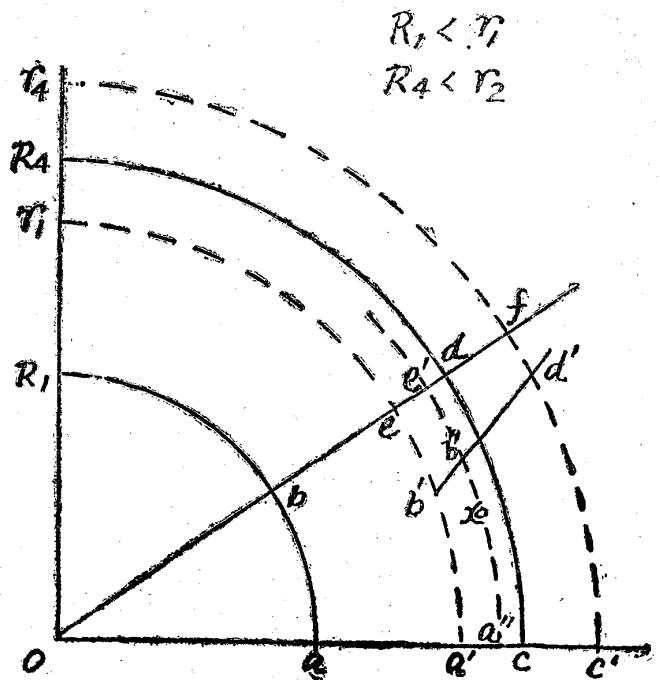


鐵
と
鋼
第十年
第八號

第十四圖



第十五圖



五五二

直 $a'e$ 直 $c'f$
直 $a'b'$ 直 $c'd'$

となり、此の價が一より小なるときは、鍛錬により壓縮され一より大なるときは鍛錬により延ばされし事を示す、又圓筒内任意の點例へば第十四圖、 x 點の鍛錬割合を見んには O 點を中心とし x 點を通過する圓弧を畫き此の圓弧が $b'd$ 及び $b'd'$ 線と交はる點を $e'b'$ とせば x 點の圓周方向の鍛錬割合は

直 $a'e$ 直 $c'f$
直 $a'b'$ 直 $c'd'$

となり、第十二圖の如く $b'd$ 線が $b'd'$ 線と交はるとき（鍛錬後の圓筒の厚みの間に於て）其の交點 g に於ては鍛錬により圓周方向の長さに変化なき事を示す、但し、斯の如き圖式解法は大體の價を知るものにして嚴格には $b'd$ 點を結ぶに直線を取らず、或る曲線を用ふるとき任意の點 x の鍛錬割合を正確に求むる事を得、圖式により圓周方向の鍛錬割合を知るときは (15) 式により半徑方向の割合を知る事を得べし。

第一章に於て述べし如く鋼材の物理的試験成績は鍛錬の方向に重大なる關係を有す、故に高壓の瓦斯體を入る、如き圓筒は圓周方向に張力を受くるにより其の方向に延ばさる、如き鍛錬方法を取るを可とす、従つて第十四圖の如く内徑、外徑共に擴大さる、如き鍛錬方法を可とすべし。

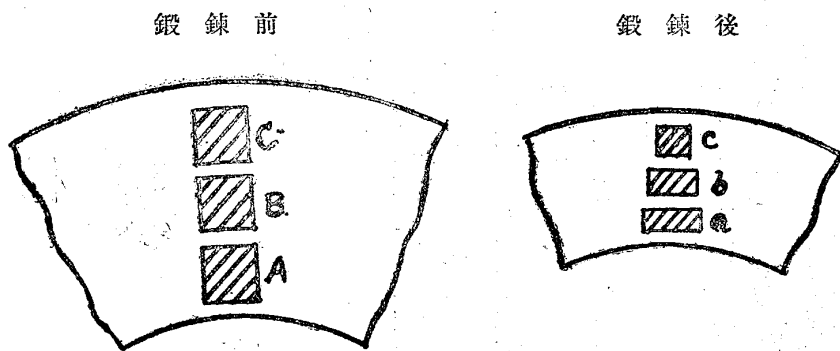
第二節 實驗の結果

鉛にて内徑二吋半外徑五吋の圓筒を造り、此の圓筒内に外徑二吋半の鐵棒を挿入して鍛錬せり、即ち内徑に變化なく、外徑を縮少す此れ第一節 (イ) の場合の鍛錬方法なり、第十六圖は鍛錬前後の横斷面の一部分を示すものにして肉の移動を見るために鍛錬前 ABC の如き鉛の角棒を圓筒の軸の方向

鋼塊の鍛錬に就て

に挿入し置きしに、鍛錬後此の角棒は abc の如く變形せり、即ち内側に近き a は圓周方向に殆ど變化なく半徑方向の壓縮率大に、外側にある c は圓周、半徑兩方向共に相當の壓縮を受けし事を認む、勿論、最初挿入し置きし ABC の角棒の面積、同一なる場合に於ては鍛錬後 abc の角棒は何れも同一面積を保つ、即ち第一節、(イ) に於て述べし理論的考察と全く同一の結果を得たり、此れより見れば、此の種の鍛錬を受けし圓筒は圓周方向の張力に對し内側に近き部分が外側に近き部分よりも良好なる性質を有すべし。

第十六圖



尙ほ第一節 (ロ) の場合に於ける實驗は未だ完成なるを以て茲に報告する事を得ず。

結論

一、丸棒の鍛錬に於ては位置及び方向により鍛錬割合の差なし。

二、角棒の鍛錬に際し、横斷面の對角線に沿ふてスリップ起り此の部分に弱點の生ずる事を知る。

三、圓筒の鍛錬に於ては位置及び方向により鍛錬割合を異

にす。

本文は住友製鋼所研究室に於ける研究の結果にして此の研究の一部を擔當又は援助せられし前岡武夫、首藤立冬の兩氏

に感謝の意を表す。

(大正十三年六月十八日稿)

(完)

試験片寸法と延伸率の關係

其四、壓延銅棒

室井嘉治馬

本研究に關する詳細な記録は昨年地震火災で焼失した。幸其以前に要點丈を纏めて置いたものに依り此の報告を作つた。

一、緒言

本報告は前報告(本誌、大正十三年七月號二四頁)に引續き壓延銅棒の場合に海軍造船試験片及造兵試験片の延伸率を吾新標準試験片の場合に換算することを研究したものである。

壓延銅棒に對し右諸試験片の主要寸法は第一表の通である。但し本表中Iは標點距離、Aは斷面積、pは平行部長を表はすものである。

第一表

種類	直徑	標點距離	平行部長	$\frac{l}{\sqrt{A}}$	$\frac{p}{\sqrt{A}}$
海軍造船	〇、七五吋	二吋	無規定	三、〇一	—
海軍造兵	〇、五三三吋	二吋	二、二五吋	四、二三	四、七七
日本標準	一四耗	五〇耗	六〇耗	四、〇三	四、八四

本表に見る様に造船試験片には從來平行部長を規定して居

なかつた。

二、試験片及試験法

本研究に用ひた試験片は直徑八分七吋の壓延丸棒から旋削製造せられた。其要項は第二表の通である。

第二表

記號	直徑	標點距離	耗	平行部長	耗	$\frac{l}{\sqrt{A}}$	$\frac{p}{\sqrt{A}}$	個數
CL	一九、〇五	五〇、八	—	五〇、八	—	三、〇一	—	二〇
CS	一三、五	〔四八、二〕 〔五〇、七〕	—	五〇、八	—	〔四、〇三〕 〔四、二三〕	—	二〇

右の内 CL は造船試験片と同一の直徑及標點距離を有し
 CS は造兵試験片及新標準試験片に近似の大きさを有して居る。
 又 CS に對し標點距離の段に二値を掲げたのは同一試験片に二様の標點を刻したことを示すものであつて此等に相當する $\frac{l}{\sqrt{A}}$ の値は夫々新標準試験片及造兵試験片と同一である。猶 CS には四八、二耗間を八等分する標線を刻し牽引後破斷面を成るべく中央に含み一二・〇五耗、二四・一〇耗、及三六・一