

翻 譯

引 拔 壓 延

II. 實 驗

根 守 侃 譯*

實 驗

引拔壓延の變形過程を研究するのに次の如き實驗を行つた。本實驗は主として普通の觀點、又ははその他の觀點から、特に用意した鋼塊をモーターの電路を開き、節動輪のブレーキをはずし、壓延過程の途中で急に停止せしめて行つたのである。この方法で壓延中に鋼塊に生ずる總ての變化を調べる事が出来る。かかる試験方法では、普通の壓延速度及び壓延壓力では、鋼塊が壓延されないと、異議を述べるかもしれぬ。然し先述の研究によつて、各壓延断面に於ける變形は絶對的のみならず、比較的の壓延速度及び壓延壓力に關係するといふ事は十分明かにされて居る。従つて絶對的の壓延速度の大きさは、例へば材料の中心で結晶相互の摩擦力によつて變化する、といふ様な事は間違ひない事であつて、これ等の事實の中に缺陷があつても、その根本的の意義から云へば、大して重要な事でない。

試験鋼塊の研究は次の如き觀點で行つた。

1. 上述の方法に依る壓延過程中に於ける鋼塊の縦方向の種々の變形態、特に孔の形成状態に就いて
2. 加工材料の顯微鏡組織検査
3. 一次晶の變化の肉眼組織検査
4. 各變形断面に於ける鋼塊の断面縮小率の測定
5. 鋼塊の振りの各種の測定法による決定

内部孔の形成過程の外観圖を、特に第 10 圖及び第 11 圖に明示



第 10 圖



第 11 圖 穿孔を途中で止めた試験鋼塊の縦断面

した。

兩圖で鋼塊の縦断面が二つあるが、何れも寸法及び壓延法を等しくして壓延したものである。

第 10 圖に於て鋼塊が初め間のは内部が破壊されず、次第に内部に孔の部分が出来て来て、更にそれが壓延されてゆく状態がよくわかる。内部の孔は均一でないのみならず、既述の如く鋸齒状でドルンが近づく程、次第にこの部分が均一になつてゆく、第 11 圖の鋸齒形状は、第 10 圖のものより特に目立つて居る。そしてこの方は、第 10 圖のものより内部の孔の出来方が早く、且その程度が大きい。鋼塊内部の大なる破壊は、鋼塊の中に別の鋼の棒を入れてこの棒の鋼塊断面内部に於ける變形状態に依つても明示出来ると思ふ。孔の形成過程であるが、初めの間は明かに殆ど圓形孔を示し、ここではこの棒が變形せず、内部の鋸齒形状は極めて著しく、材料の内部は激しく相互にもまれる。ドルンのある所迄来ると、ドルンによつて壓延作用が行はれる事がわかる。鋸齒状の縦方向の纖維は、鋼塊の回轉方向と反對にドルンとの摩擦で後へまわれ、そして相互の壓力で壓着される。第 11 圖と反對に第 10 圖の中空粗材は、既に完全に平滑な内面を有し、この場合は、ドルンは僅かに補助作用をなすだけである。

第 12 圖に鋼塊の縦断面を示し、各断面について檢鏡試験を行つた。

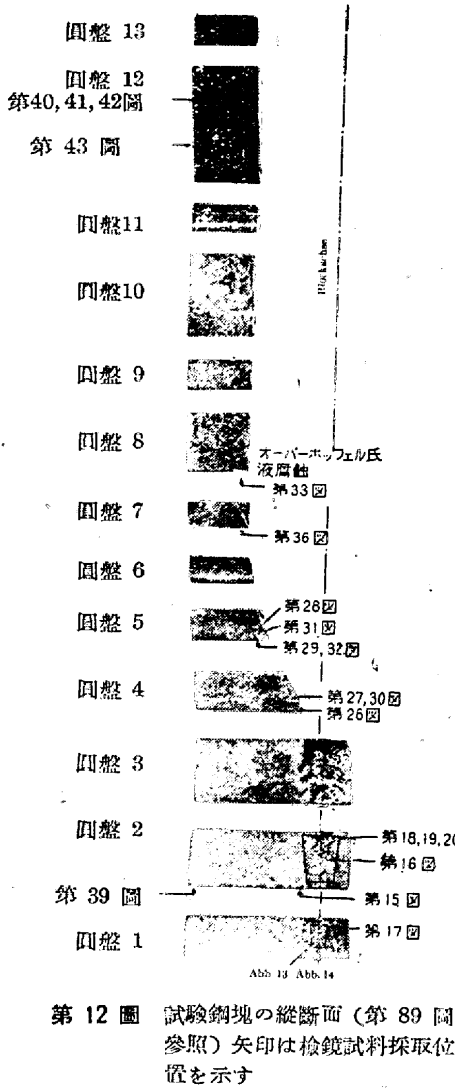
第 12 圖の圓盤試料第 7 から第 1 迄明かに内部が多孔性である。この多孔性は次第に増加して居り、第 2 で穿孔が行はれ、孔の部分は極めて不規則である。第 3 で内孔は著しく大きくなり、第 4 でドルンの作用が加はりはじめ、孔の内面が先づ平滑になり、漸次更に加工を受け、鋸齒状の部分が互に壓着されて、多孔性部が消失してゆく。結局この加工部分が第 4 と第 7 の間になるわけである。

第 8 から實際の壓延作用は全然行はれない。

鋼塊の顯微鏡試験の最初の問題は、先づ内孔形成の前提條件たる材料内部の破壊、並に弱質化が如何に行はれて行くかを、説明するにあるのである。最初の變形断面に於て、材料の内部にかゝる回轉作用 Q_1 、 Q_2 は、先に材料の前進作用に就いて説明したやうに、鋼塊内部の纖維が互に激しく動かされる。かかる事實の理論的説明は、一括して示した。第 2, 3, 4 圖表によつて確認されるものである。

顯微鏡組織の寫眞を見るに、これ等の組織は材料にかゝつた應力によつてだけ變化し、材料の冷却に際する結晶過程には全然影響されない、と云ふ事が出来る。壓延は Fe-C 状態圖の A_3 點以上の溫度で行はれる故、壓延状態から常溫迄の完全な結晶過程が與へられ常溫に於ける組織は結局最後の結晶粒を示して居り、フェライトとパーライトに分れて居る。壓延中には組織の變態は行はれない、變形

* 日本鋼管技術研究部



第12圖 試驗鋼塊の縦断面(第89圖参照) 矢印は檢鏡試料採取位置を示す

過程を考へる際、外形の破壊即ち割れや、孔又は組織成分等に對して顯微鏡組織が一番問題になるものであつて、この組織は冷却法の如何によつては、何等變化し得ないもので、この最後の組織中には、鍍滓やS、Pの偏析並に酸化物等を含出して居る。

オーバホフェル氏の帶狀組織發生に關する理論によれば、介在物は變形過程に大きな意義を有するものである。壓延方向に長く延ばされた介在物は、これと方向を同じくする層狀のフェライト(フェライトバンド)を生ずる。介在物の變形は、この場合又壓延の如



第13圖 鋼塊7圓盤1 縦断面



第14圖 鋼塊7圓盤1 縦断面



第15圖 鋼塊7圓盤2 横断面



第16圖 鋼塊7圓盤2 縦断面

何によつて問題となり、顯微鏡組織の寫眞が價值あるものとなるわけである。壓延過程に於ける組織状態を簡単に次の如く分けて考へられる。

1. 層狀組織の形成
2. 割れ又は内孔の形に依る機械的組織の破壊状態並に
3. 壓延過程に對する一般介在物の配列

回轉偶力による前進力は、前進線上に於て材料の中心部に集り、回轉と共に断面の位置を變化し、鋼塊内部の全面に及ぼされる。理論的に鋼塊の中心部に三角錐形の鋸齒狀部が形成されると考へられるが、然しこれは材料が完全に均一な性質を有するといふ前提を必要とし、實際にはこの様にはゆかない。鋼塊の鑄造からの凝固過程と、壓延後常溫迄冷却された粗材とは、密接な關係があり、鋼塊の圓部には不純物が含まれて居り、凝固後收縮によつて内部に一部分收縮孔を生じ、鋼塊の内部の均一性をなくするものである。 Q_1 、 Q_2 の推進作用は、未だ推進力が小さい位置で、先づ互に組織を引裂させるが、一般にかかる場所には鋼滓包含物が多いのである。

第13、14、15圖は鋼塊内部の引抜き壓延によつて生ずる割れが如何に断面の弱質の部分に近く、且鋼滓包含物に近接して出來てゆくかを特に示した。

第13圖に於て、二つの剪斷線は完全に互に近接平行して居り、裂目の外側には大なる應力がかゝり、剪斷線と方向を等しくした鋼滓包含物が存在してゐる。そしてこれに従つて、フェライトの結晶

が層狀に走つてゐる。第14圖は材料内部の著しき組織の破碎を示したもので、この組織の破碎に、鋼滓包含物が明かに關係をもつてゐる事を示す。

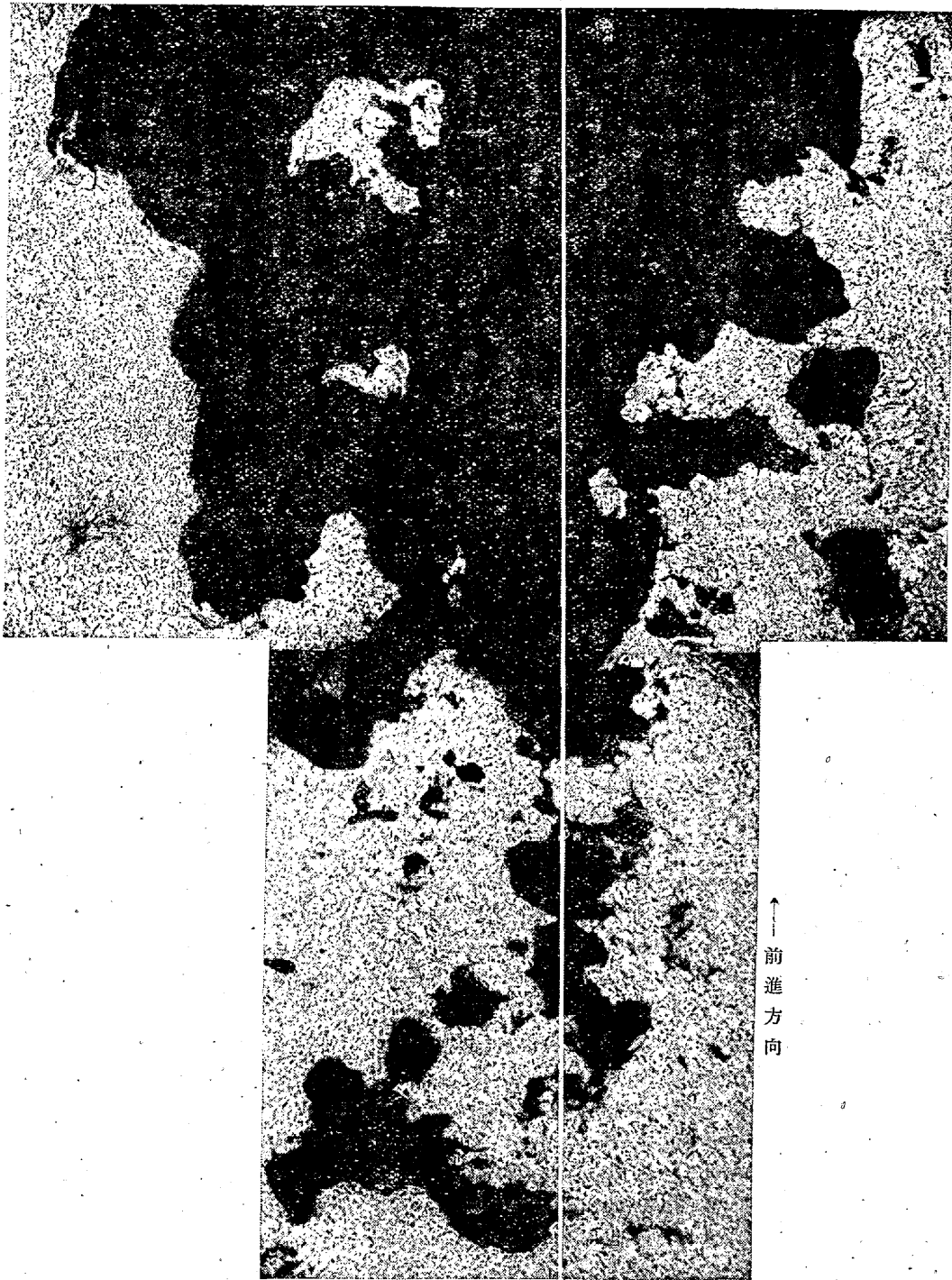
材料の内部に剪斷力が長く及ぼされる程、内部の組織の破碎は著しくなり、裂目は廣くなる。第16圖はこの一例を示したものである。

引抜き壓延の最初の變形断面で、材料に大なる過剩應力がかゝつた状態圖を第



第17圖 鋼塊7圓盤1 縦断面 (第1表第12圖参照)

軸



第 18 圖～第 20 圖 鋼塊 7 圓盤 2-縱断面
(第 1 表第 12 圖参照)

17, 18, 19, 20 圖 (圖表 2, 3) に示し, 第 12 圖の圓盤試料第 1, 2 と比較した。

内孔の形成状態は, 材料の性質如何によつて, 只偶然に不規則に變るもので, 又大なる多孔性によるものである。これ等の圖をよく考察してみると, 研磨面の到る所にこの剪斷線が生じてゐるのがわかる (第 14, 15 圖参照)。

第 7 鋼塊と同様な現象を, 別種の鋼塊についても調べてみた。

第 21 圖は内孔の形成される最初の状態を, 第 8 鋼塊に就いて實際に比較してみたもので, 注目すべきものである。

。介在物のある部分, 並びに回轉偶力による應力線を通して, 一本の丸い棒状の部分形成する事が出来るが, この棒の部分は外周に於

ては, 棒以外の部分と全然關係なく, 只長さの方向にだけ關係を有する。圖面に直角に前へ引張られる力は, この棒に引張力として及ぼされるにより即ち斷面を一緒に引張る事になる。そしてこれ以上加工されない場合は, この棒状部は第 21 圖の様な周邊線を有し, 孔の縁は閉じた状態になつてゐる。この棒状部は他の部分と關係を有しない爲, 前進力に對する抵抗は全斷面に於ける抵抗より小さく, 従つてこの部分が斷面收縮を起して, 第 21 圖の様な明瞭な孔を生ずるに至るのである。

第 22 圖 (圖表 4) は斷面内部の孔の形成方向と, 鋼塊の外周より中心への應力線の方向が一致してゐる事を示す。

第 23 圖は, 材料にかゝる應力の状態を 150 倍に擴大したもので



第21圖 鋼塊8圓盤3横断面



第22圖 鋼塊8圓盤4横断面



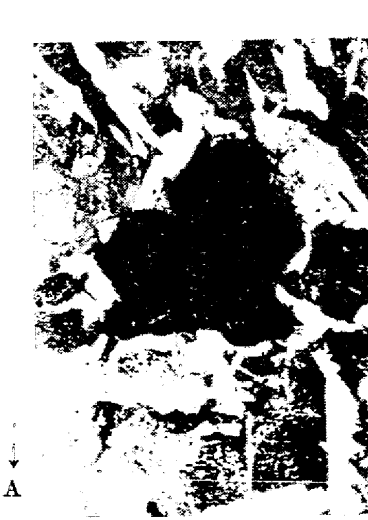
第23圖 鋼塊8圓盤4横断面

ある、縦方向に引伸ばされたフェライトの結晶粒が、裂目に直接近接して、鋼滓介在物の形と明かに關係してゐるのが認められる。

鋼塊のある部分には、比較的炭素の高い第24、25圖の如き部分が造られる、内部の氣孔性は、第24圖の如く生じ、介在物に近接



第24圖 鋼塊1圓盤8横断面



第25圖 鋼塊1圓盤8横断面

して孔が形成される状態は、第25圖の如し。

顯微鏡試験の目的及び結果は、ロールとドルンによつて歴延される處の引抜歴延の一部の過程を説明する上に、穿孔部分の引抜歴延作用を明かならしめるにあるのである。そこで先づこの孔の部分に對して檢鏡試験を行つた結果、断面收縮する場合、ドルンを主として孔の部分に生じた氣孔性及び鋸齒狀の形を、鍛着により平滑な内面とし、完全な肉厚な中空粗材になす働きを有する事が示された。ドルンの作用は材料がドルンとロールの間に來る前に起り、初め前進方向と反對に、鋼塊の内部にドルンの形に従つて、ある一定の壓力を與へて、材料の前進を抑制しつゝ、断面收縮並に長さの方向の延を生ぜしめる。(介在物の位置とフェライトの前進方向に直角に層狀に並んだ状態を第26圖参照)



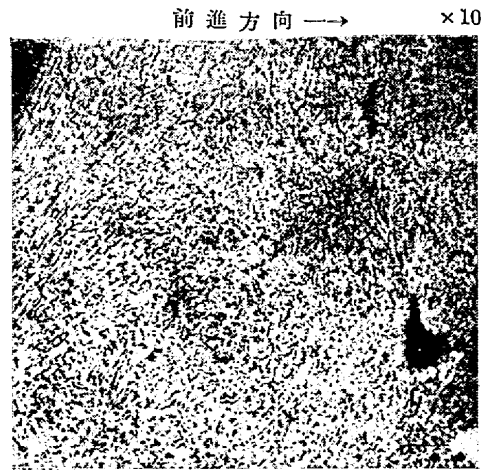
第26圖 鋼塊7圓盤4縦断面

ドルンの第二の働きは、摩擦によつて生じた内部の孔の不規則な鋸齒部を、反對に平滑に均らす事である。これ等の過程はパウマンのサルファープリントによつて簡単にたどる事が出来る(圖表12、13参照)。

圖表中の圓盤試料第9では鋸齒部が平滑にされる。鋸齒部の側面は再び相互に壓縮されて、ドルンの特殊の歴延作用が始まるや否や、大なる壓力

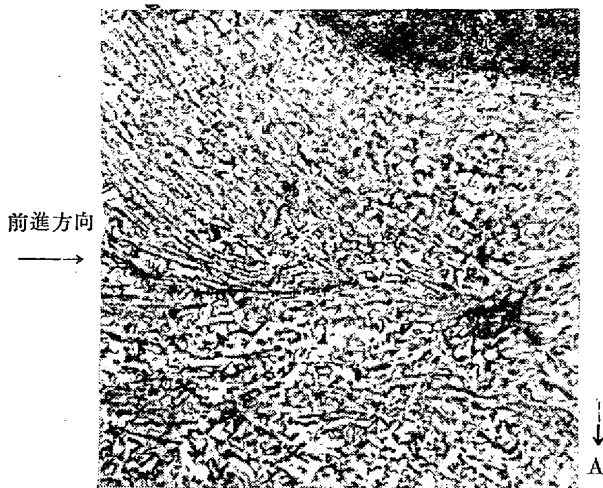
が加はつて完全に相互に鍛着される。

介在物がある爲に、僅かな剪斷力しか有しない鋸齒部、及び割目の形成に關する性質と、これ等の鋸齒部の表面に大抵小さな介在物を有する、といふ事とは密接な關係にある。かゝる鋸齒部の側面が相並んで加工されてゆくものであれば、こゝには割目があるか、又はこの割目に沿ふてフェライトのバンドを伴ふ小さな介在物の筋が認められる可きであるが、事實試料の研磨面のあらゆる場所にこれが示されて居る。第27、28圖(圖表4、5参照)は縦断面で第29圖は横断面で、これ等によつて以前相互に無關係であつた部分分、如何に互に壓縮されて鍛着す



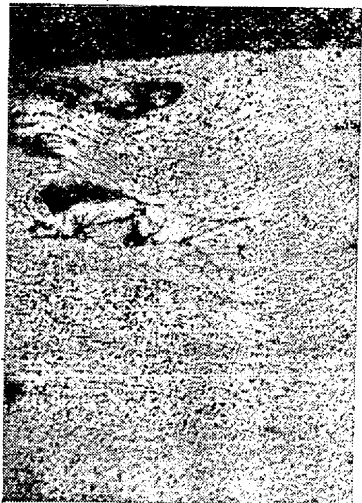
第27圖 鋼塊7圓盤4縦断面

ドルンの上方に於ける鍛着



第 28 圖 鋼塊 7 圓盤 5 縱断面
ドルンの上方に於ける鍛着

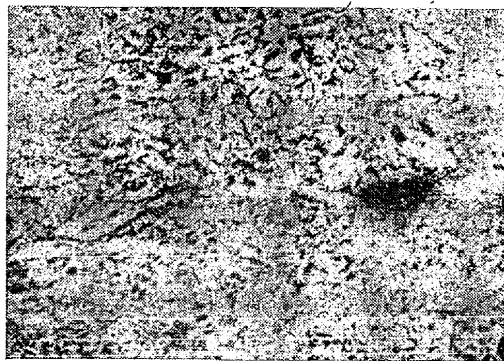
× 10



第 29 圖 鋼塊 7 圓盤 5 横断面
ドルンの上方に於ける鍛着

るかが判る。

第 27 圖に於て、一つの孔から他のフェライトのバンドへ續く鍛着線が見られる。フェライトの層で區分された場所に、確かに二つに分れた鋸齒部が附屬して居り、これは第 30 圖の擴大寫真によつても確證される。



第 30 圖 鋼塊 7 圓盤 4 縱断面(27 圖の擴大)

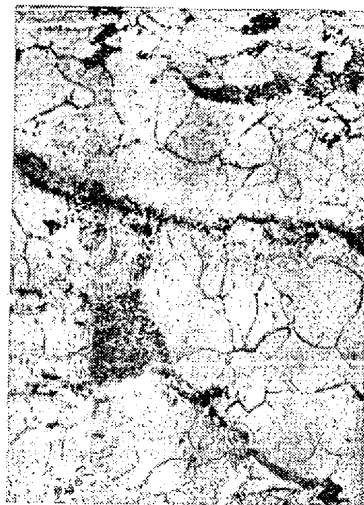
ここで尙注目すべきは、第 28 圖であつて、微細な割れで分割され、その間に一部分鑄滓が入り込てゐるのがわかる。

第 31 圖は内部の孔の部分を押縮し、介在物のある部分を壓延す



第 31 圖 鋼塊 7 圓盤 5 縱断面

× 150



第 32 圖 鋼塊 7 圓盤 5 横断面
(第 29 圖擴大)

× 150



第 33 圖 鋼塊 7 圓盤 8 横断面
鍛着せる割れ目

主な働きは及ぼされてない。ドルンに對して材料が前へ進む程肉厚が均一になり、又壓力も均一になる。従つて介在物の並ぶ方向は、最後の壓力の方向に直角となり、層狀組織は完全に均一になる。第 35 圖は完全な中空粗材の断面に相當する

る、ドルンの鍛着作用を示すものである。

第 32 圖は第 29 圖の場所を再擴大したものである。

鍛着部に近接しては主としてフェライトの組織が目立つて存在し、これは介在物の附近でフェライトの結晶が発生した、とだけでは説明がつかない。介在物は殆ど酸化物で、炭素を周囲の部分から吸収する。第 33 圖に於ては鍛着部はフェライトのバンドの中を走つて居り、ここに介在物が碎かれた形で含まれてゐる。

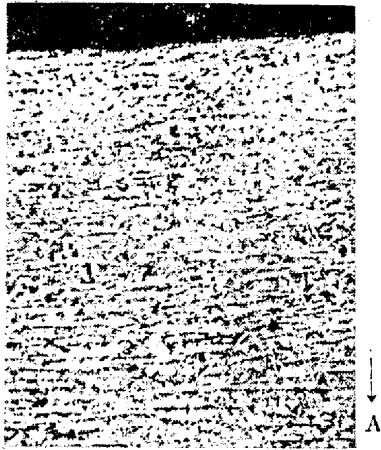
この特殊の層狀組織は、強度の壓延で出来るもので、ドルンの上にある鋸齒部の厚さに従つて、ドルンの磨碎作用で主軸の方向へ變化し、壓延が終つた後の組織が層狀を示す様になり、この層狀組織は完全に均一で中空粗材の側壁に平行してゐる。

不均一な形の内孔を有する鋼塊の断面(側壁の厚さ)が、最も大なる位置では、ドルンにかゝる壓力は比較的大きく、壓力はドルンに直角で、鋼塊の外壁に向つてゐる。兩側で肉厚が減少すると共にこの壓力が減少し、材料は強壓から低壓の方へ流れを生ずる。従つて、この壓力の分力はドルンの壁に平行で、その合力はドルンの壁に或角度で傾斜する事になる。そして常に壓力の方向に直角に介在物が並び、この爲第 34 圖の様不均一な弓狀の層狀組織が示される。

第 34 圖の加工位置で、ドルンの磨碎作用が初まるが、こゝでは未だドルンの



第34圖 鋼塊8圓盤6横断面

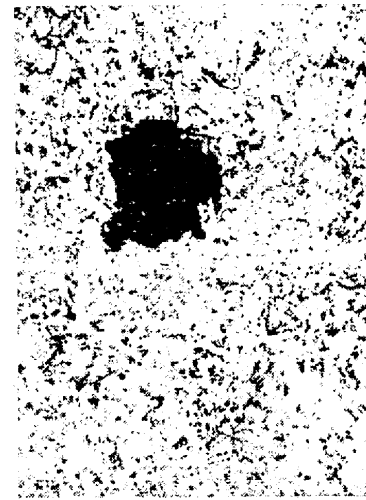


第35圖 鋼塊7圓盤7横断面

廢却品となつてしまふ。

顯微鏡試験の副産物として鋼塊の鑄造から凝固迄の組織過程の二三の寫眞が得られた。周知の氣泡偏析が、鋼塊の外表面近くに生じて居り、これが鋼塊の外表面に生ずる缺陷になる。

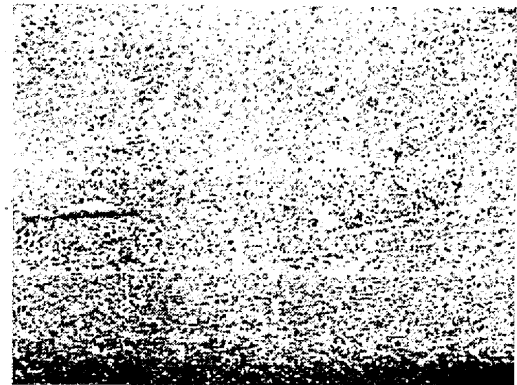
第39圖は鋼塊の外表面から3mmの深さの所の氣泡の狀態を示すもので、この部分は未だ壓延を受けて居らない。



第39圖 外側より3mmの所の氣泡偏析

この鋼塊の氣泡と同じ層に、微小な點狀の介在物が存在して居り、その周圍にフェライトの存在が目立つてゐる。そしてこれ等の介在物は鋼塊壁に平行な一つの層内にあり、鋼塊の外部と内部の關係を不利に妨害する。鋼塊の外部の應力は、壓延中に必ず幾回かその方向を變化し、最初は鋼塊の外部がロールの表面より速度が大きく、次で兩方共同になり、更に又變更される。ロールのカリバーの部分にかゝると、この變り方が一層激しくなつて來る。鋼塊の内外の關係は、介在物の層で著しく阻止されるので、方向變換による大きな應力に堪へられなくな

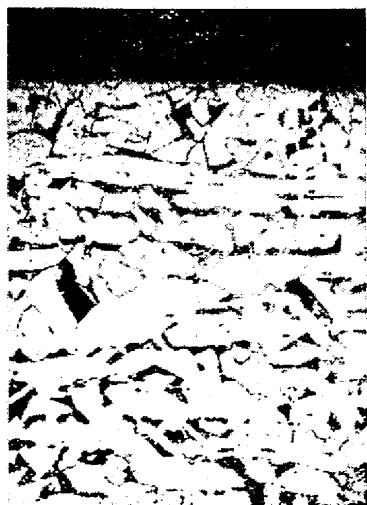
く阻止されるので、方向變換による大きな應力に堪へられなくな



第40圖 鋼塊7圓盤12外側に於ける縦断面

中空粗材の最後の顯微鏡組織は、全體に均一で、加工當初の断面内の組織の破壊の跡は、もはや全然見出されない。第36圖(圖表4は)、中空粗材の内面、第37圖は中心、第38圖は、外面の組織を示す。

ウォルフ氏の意見では、引拔壓延作業に於て、材料の鍛着に就いては全然問題にして居らぬが、ここに示した様な組織からして、氏の意見は根本的に否定される可きである。孔の部分の組織の破壊された部分が、再び壓縮を受けないとすれば、孔の部分や裂目は鍛着されず、かゝる製管方法では健全な管が出来ないのみならず、全部



第36圖 内側 ×150



第37圖 中心 ×150



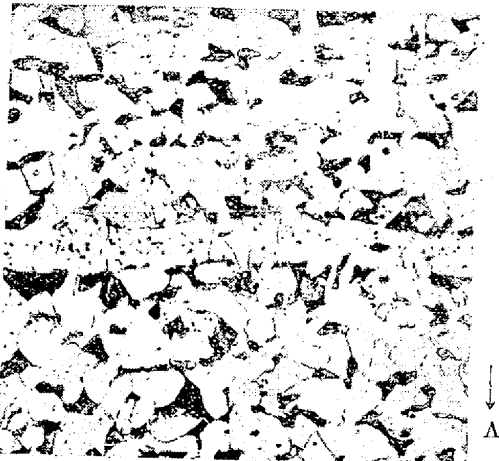
第38圖 外側 ×150

完成せる中空粗材の顯微鏡組織鋼塊8圓盤8横断面

り、この部分で割れを生じ、この割れが鋼塊の外壁に平行に走り、特にこの割れは認められないか、又は外壁迄同じ様に割れが進行し、爾後の加工で健全な管になるか何れかがある。鋼塊の外層は、直接大気又は冷却水に接し、一方不純物と近接し内外の接ぎ目をなくして居るから特に不利な部分である。

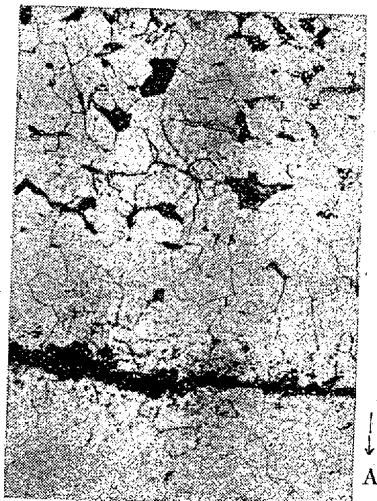
材料が冷却されて黒くなれば、もはや鍛着されなくなる。第 40 圖は介在物層の内部の割疵を示すもので割疵は外壁迄は達して居らぬ。割れは丁度介在物の配列と相沿ふて出来てゐる。

第 41 圖は應力に堪へて割れを生じてゐない介在物の層を示す。



第 41 圖 鋼塊 7 圓盤 12
(第 40 圖の拡大)縦断面

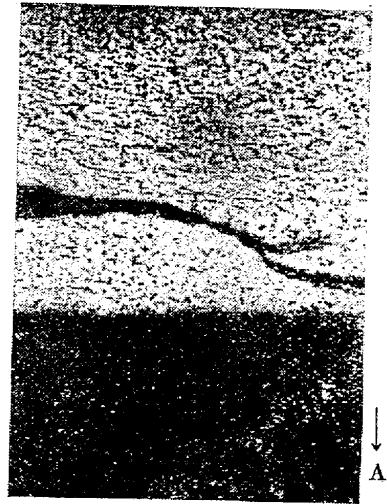
第 42 圖は鋼塊の外壁に直接近接せる介在物層中の割れの状態を示し、この割れは加熱爐の火焰で完全に脱炭されてゐる。



第 42 圖 鋼塊 7 圓盤 12 縦断面

第 43 圖の鋼塊の外層の缺陷は明かに鋼塊の鑄肌の缺陷に原因してゐる。鑄型に熔鋼が上昇すると共に、鋼塊の外層が手風琴の様な形に出来てゆき、鑄型壁に直ちに凝固し、内部に熔鋼の上昇する途が出来ると共に、大抵小さな割目が鑄肌に生ずる。そしてこの割目の周囲は、第 43 圖に示す様に、鋼塊を爐中に加熱する際の火焰で脱炭され、不純物や酸化物を必ず伴つてゐるものである。従つてこの爲鍛着が不可能となり、壓延によつてこの割疵が縦に引延ばされる。

顯微鏡試験は、主として材料内部の加工状態についての説明を與



第 43 圖 鋼塊 7 圓盤 12 縦断面

へるが、これと反對にマクロ試験は、鋼塊の周邊部の加工状態を調べる上に有効なものとして利用される。

結晶の變態に關する金相學に依り、次の現象が知られてゐる。即ち凝固に際して鑄型に接して出来る一次晶は、熱の流れの方向と平行で、即ち結晶は鑄型壁に直角に配列され、長い針狀結晶を示し、その軸は鋼塊の中心部へ向つて居り、鋼塊の加工過程を簡單に知る一つの手段として考へられる。

鋼塊の一次晶を現出するエッチングは、各變形断面の周邊部の針狀晶の形の變化を追究する上に、必ず必要なものである。

各試験鋼塊に就いて、かかる結晶の變形を決定する事が出来る。

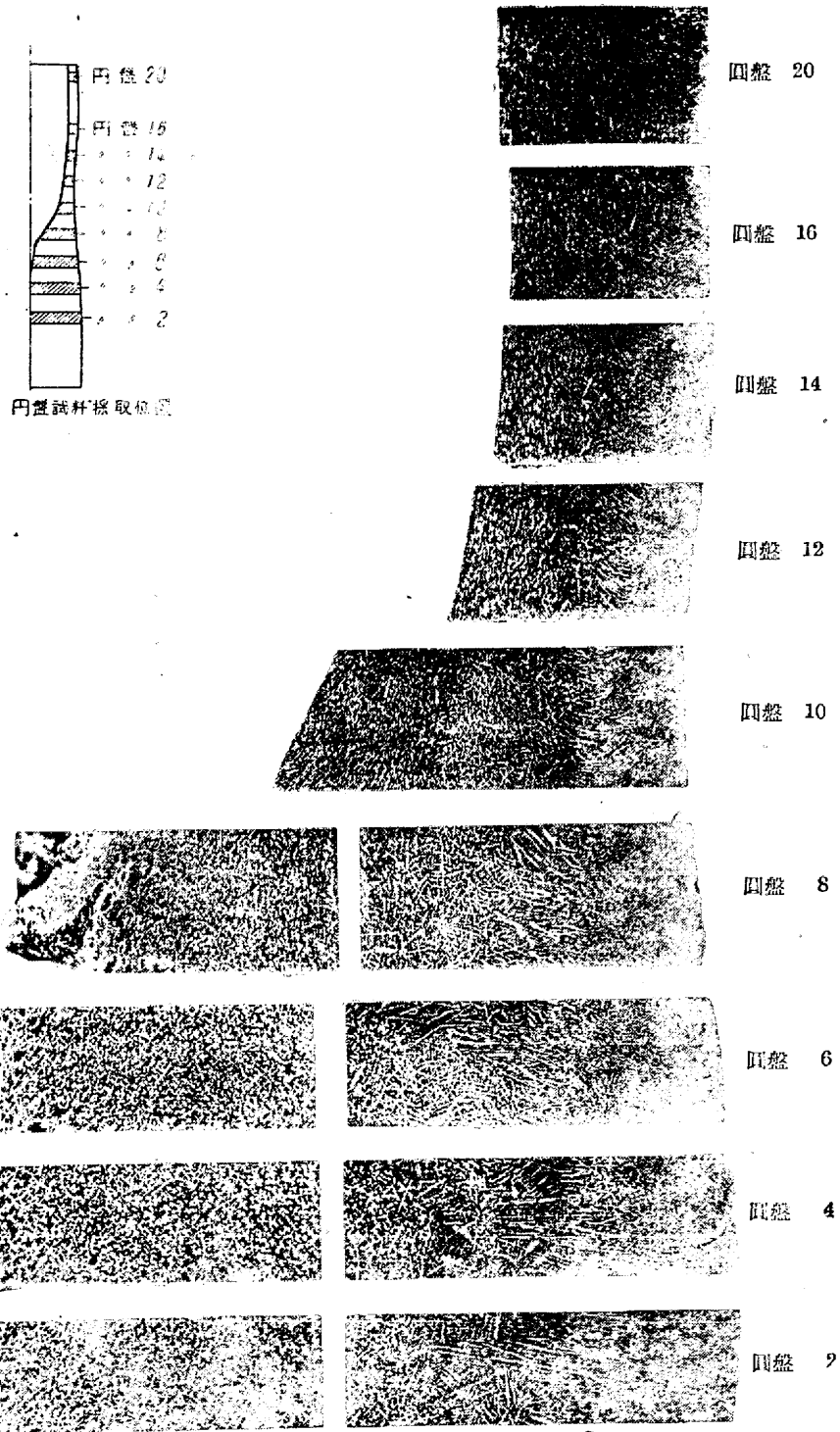
圖表 7, 8, 9, 10, 11 は、オーバーホフエルの改良したローゼンハインの腐蝕液で、腐蝕した結果を示したのであるが、先づ周邊の針狀組織の變形は、断面の不均一な加工に大いに影響される、といふ事が明瞭に示されてゐる。鋼塊は引拔壓延で、長さの方向に完全に均一に伸ばされ、従つて断面全體が、内部の裂目を有する棒狀部と同じ様に均一に引延ばされ、周邊の針狀晶は、常に鋼塊の外壁に直角方向を保持して居る。

回轉方向に對して、鋼塊はある振りを受けると考へられる。この場合断面全體が、完全に均一相互に振られるわけであるが、針狀晶の部分は依然として尙鋼塊壁に直角になつてゐる。針狀組織の長さの變化から、材料全體の長さの伸び、又は材料の實際の振りを推定する事は不可能であつて、只鋼塊壁からの種々の距離に於ける加工の差異だけを推定し得るのである。これ等の問題を研究するため、ドルンを用ひたものと、用ひぬ二つの鋼塊を引拔壓延作業にかけた。そしてこの鋼塊を縦方向に 25 mm づつの厚きの圓盤に切斷し、縦及び横断面を研磨した。腐蝕劑としてオーバーホフエルのローゼンハインの腐蝕液を使用した圖表 7, 8 には、ドルンを入れて壓延した鋼塊の断面を示した。

圖表 7 は縦断面、圖表 8 は各圓盤試料の横断面を示す。

最初の變形断面で、鋼塊は外部より内部が強く加工されるが、これは圓盤試料第 2 と第 4 の断面でよく證明される。従つて先づこの原理に就いて詳しく説明する必要であるが、これは鋼塊の最初の横断面、即ち圖表 7 の圓盤試料第 3, 第 4 に示した断面に於ける力の作用線で、よく説明し得るものであつて、この力の作用により、總ての材料は、縦横兩方向へ大きな速度で引張られるのである。この現象は第 6 圖の作用線の配列によつて明かに想像される。

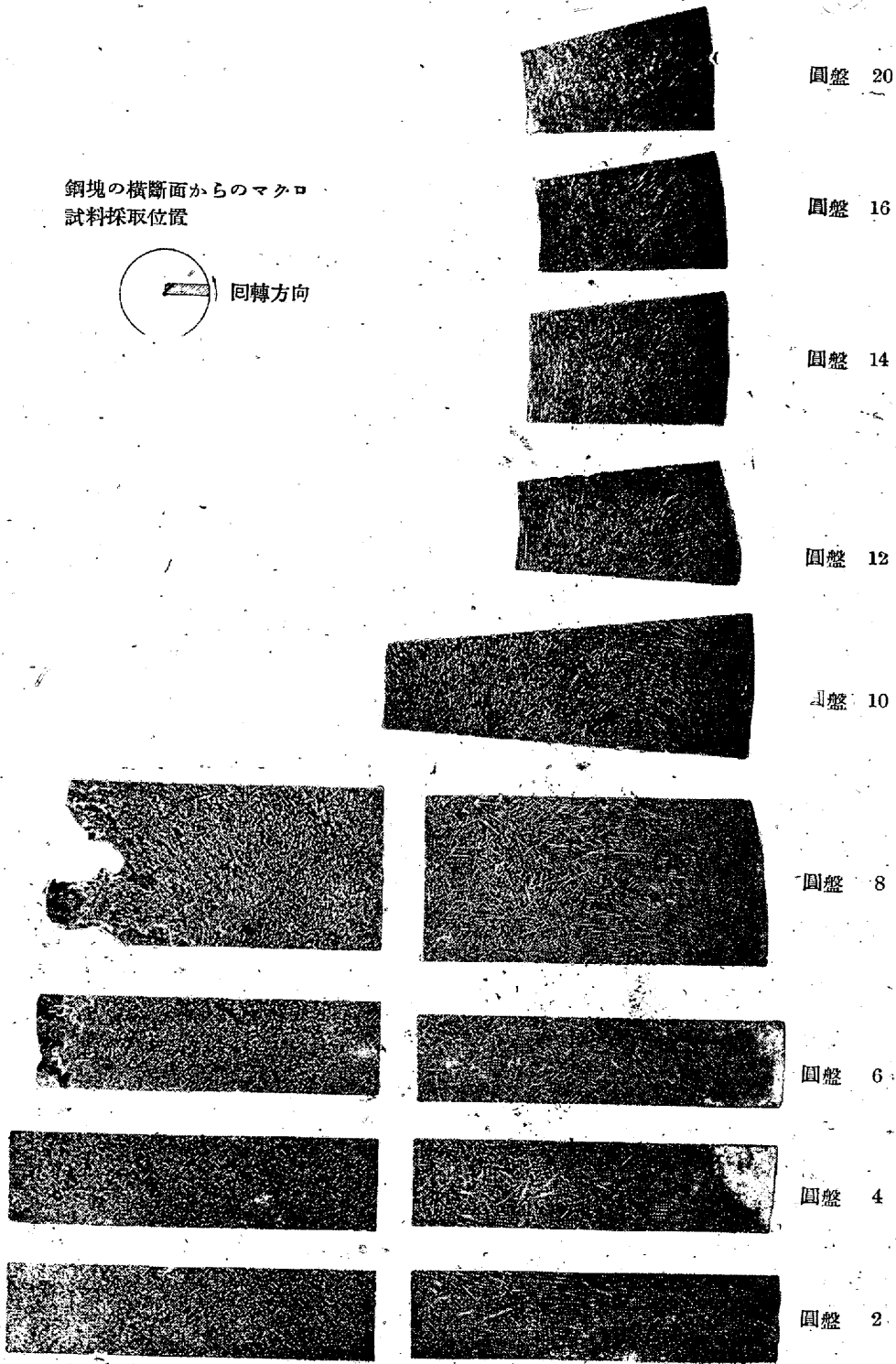
これと同様な作用が、圖表 9 のドルンなして壓延した鋼塊の縦



試験鋼塊の縦断面のマクロ組織 (第 46 頁参照)

圖 表 7

鋼塊の横断面からのマクロ
試料採取位置



試験鋼塊の横断面のマクロ組織 (第 46 圖参照)

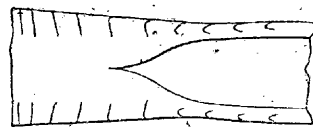
圖 表 8

断面の圓盤試料第 1—6 に示されてゐる。

鋼塊の断面が、ロールの高點に近づくにつれ、断面を貫通する方の作用線が減少して來る。そして鋼塊の中心では、全然力が加はつてゐない點に達して居り、中心の部分はその周りの部分より速かに前へ引張られ、且力の作用線は、何時も鋼塊の外周へ次第に近づいてゐる。然し初め鋼塊の中心部が、外周部より壓延による移動が速く行はれても、鋼塊が次第に前進する程、その進行過程が變化して、逆に或一定の變形部では、鋼塊の外殻部の方が、中心部より激しく前へ引張られる様になるのである。これ等の過程はドルンが内部で

前進方向に反抗して動く大きな抵抗に對して、補助作用を生ずる事になる。

圖表 7 に圓盤試料 8 を通り過ぎて、前の方へ繊維が強く引張られてゐる點が示されてゐるが、この現象は第 8 の試料でも可成顯著に現れてゐるが、第 10 では最も顯著に示されてゐる。



第 44 圖 縦断面に於ける周邊の針狀晶の方向變換

この部分で横方向の壓延が始まり、周邊の針狀組織は、先づ兩

端で押し進められ、ドルンの壓力で兩端で互に壓碎されて、明瞭に弓狀の形を示すに至る。圖表9に示した縦斷面をまとめて概略圖を描くと第44圖の如くなる。

切斷面に於ける結晶の細長い形は、本質的に變つてくる。加熱した鋼塊は容易に加工出来るが、然し全然彈性的でないわけではなく、加工に對して尙恐らく可成の抵抗を有し、一般にロールから傳導される周速度に一致しないものである。ロールの徑が大きくなる程、鋼塊に與へられる振りが重要になり、材料の塑性を出来るだけ大きくすればする程、振り應力に對する強さは常に大きくなり、振りの理論量は著しく減少を來す。ロールと鋼塊の表面上の點の周速度に差異があつて、この振りは完全に引續いて起らない。ロールの圓錐形の内部でだけ、回轉方向に於ける周速度が一致する、この點より前では、周速度はロールより鋼塊の方が大きく、鋼塊の外殻は壓延作用によつて後へまくられる。又この點より後では、この速度の割合は逆になり、鋼塊の外殻が再び前へ引張られる様になる。回轉方向の應力の變化は、材料の壓延には有害なものである。この振り作用を比較して説明してみるに、鋼塊の外周の針狀品は、丁度細い針金を前後に曲げ試験をした場合同様な加工を受ける事になる。

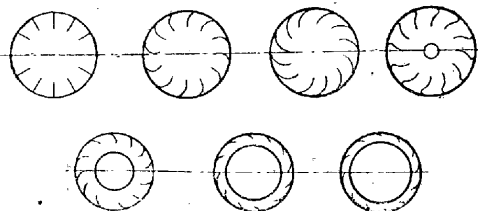
材料に對するロールの壓力が大きくなる程、外殻の應力の方向の變化が益々有害になる。普通の引拔壓延作業に於ける中空粗材の製造に際して用ふるロールには、先づ挿込口のカリバーに次いで、圓錐形(前カリバー)のカリバーがあり、應力は唯一度だけでなく、鋼塊の外殻を最も不良な状態にする迄、丁度ロールの徑が減少して、ドルンに最も大きな壓力がかかる位置で、二度その方向を變へるのである。中空粗材の外殻は、仕上カリバー部で、大きな壓力に依つて生ずる處の鋼塊の外殻と、ロールの間の摩擦力の方向變換を生ぜしめる。實際の壓延に對する觀察によつて、この經過がよく確證される。

材料の振りの及ぼす悪影響は、纖維の振りに對しては僅かであるが、振りに反抗する材料の強度に對しては大きくひびき、中程度の回轉速度の調節でもつて、鋼塊の外殻は前後に色々の方向に引張られる事になる。

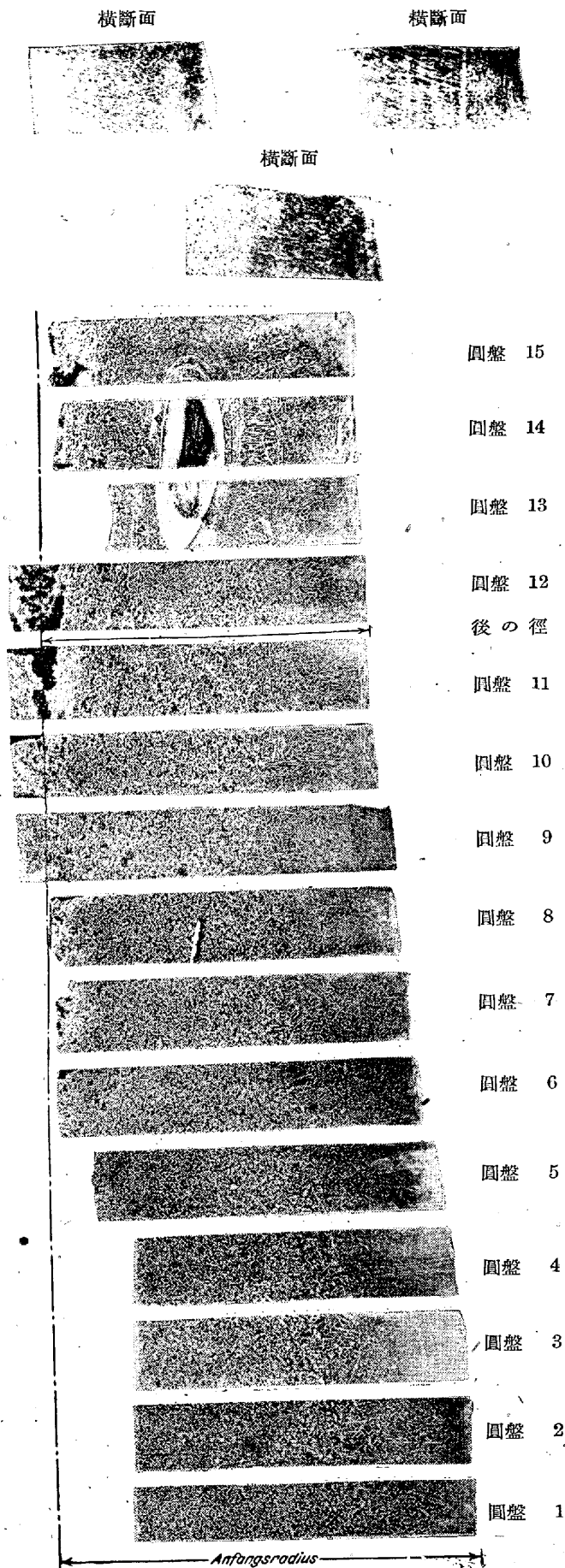
肉薄の鋼塊の外壁に對する實際の應力は、圖表8の横斷面圖では、その程度が實際どの位か明かに認める事が出来ない。周邊の針狀組織の變形は、只鋼塊の外層が、どの程度の摩擦力に堪へ得るかを推知出来るだけである。圓盤試料第2迄は、斷面の周邊針狀組織は、未だ何等變化を示さず、第4では外殻で遅れを生じ、第6では最も遅れを來して居る。第8ではロールが材料に接する部分を既に通過して居り、摩擦方向を逆轉し、外殻は前へ引張られる最後に壓延作用が極めて激しくなり、第10で最初の周邊結晶の彎曲が相對する様になる。第14迄外殻は内部よりも前へ引張られる。そしてこの部分に來ると全然明かな變化は受けて居らない。

第45圖は同じく斷面の周邊結晶の變形状態を示す。

以上の説明及び圖表7, 8によつて得られた知識は、ドルン無しで壓延した鋼塊の縦横斷面のマクロ組織を示した圖表9, 10, 11に



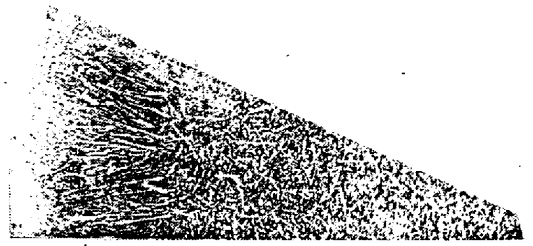
第45圖 横斷面に於ける周邊の針狀品の方角變換



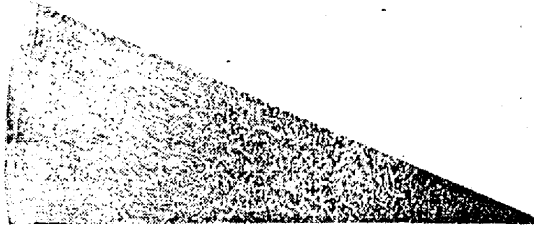
圖表9 ドルン無しの壓延を中途で停めた試験鋼塊の縦斷面のマクロ組織 第46圖参照



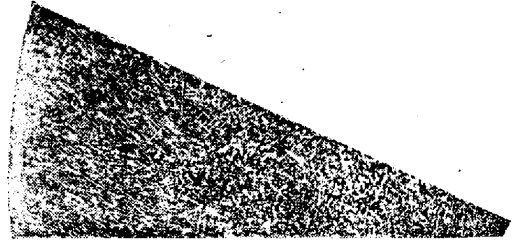
圓盤 1



圓盤 2



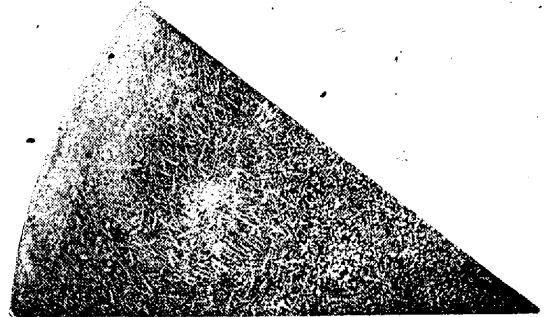
圓盤 3



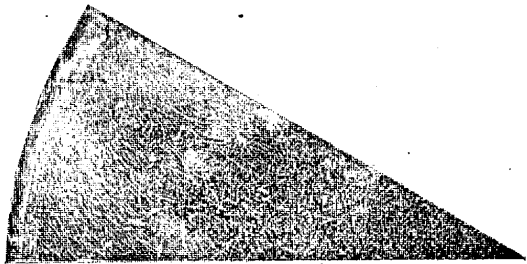
圓盤 4



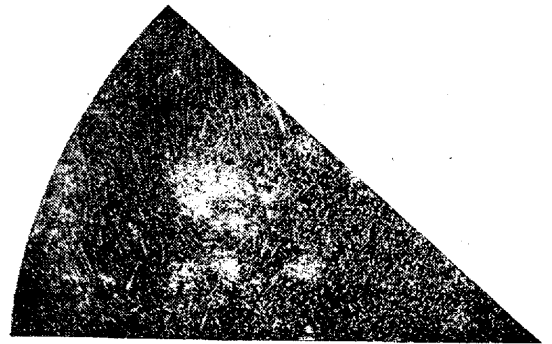
圓盤 5



圓盤 6



圓盤 7



圓盤 8

圖表 10 ドルン無しの試延を途中で停めた試験鋼塊の横断面マクロ組織
第 1~8 第 47 圖参照

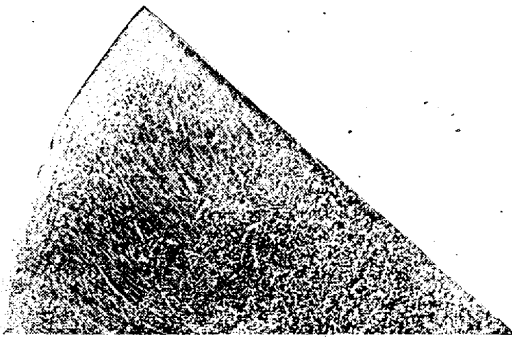
よつて一層深められる。

圖表 9 は試験鋼塊の半分の縦断面の一部で、圓盤試料第 1 は、鋼塊が未だ加工されて居らず、第 2 は周辺の針狀晶の先が既に前方へ引張られ、第 3 は強く變形されて居る。

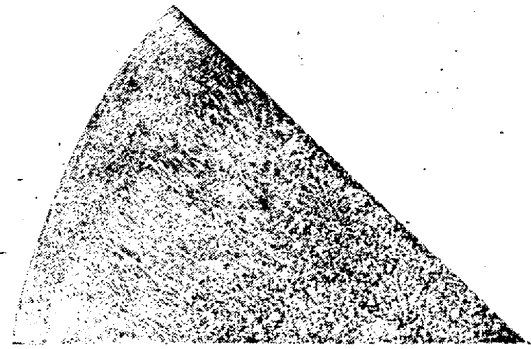
第 3 の様に横断面で著しく彎曲して居る針狀晶は、縦断面ではもはや現れず、強く押しつぶされた形でき進んで居る。即ちこの縦断面では、實際の針狀晶の形態は見られない。それ故こゝに横断面の周辺針狀晶の方向を調べる目的で、第 4, 6, 9 の三つだけについて各縦断面と並べてみた。この輪切りの断面では、針狀晶が丁度弓状をなして居る。第 4 では針狀晶が前へ曲つて居ないが、第 6 では

著しく曲つて居り、第 9 迄は個々の針狀晶が逆方向に運動して居り、第 10、では主方向は再び鋼塊壁に直角になつて居る。第 10、11 では鋼塊壁に對して軽く曲げられて、外殻が前へ引張られる事になる。第 11 の近くではロールの径が最も大きくなり、壓延過程が終る。従つてそれから先は、周辺の結晶は一定に同じ形を示す。第 13 から 15 迄は、實際的に振りを説明するために、縦方向に挿込んだ棒が、縦断面で傾斜して入つて居るが、これは大事な點である。

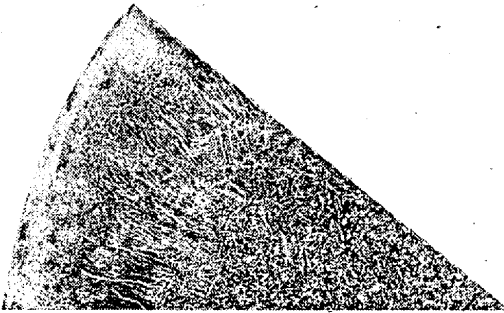
圖表 10, 11 により横断面の周辺の結晶の變形を知る事が出来る。圓盤試料第 5 迄は、外殻はまくられて内部は前へ振られる。



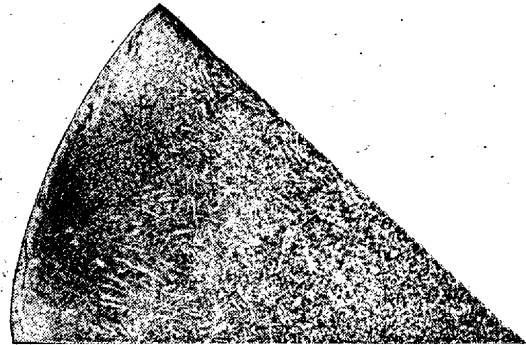
圓盤 9



圓盤 10



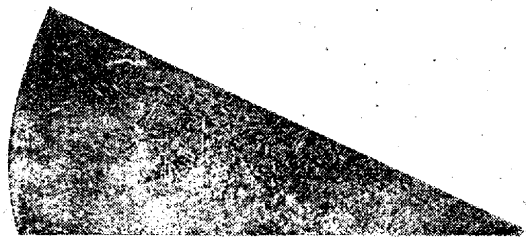
圓盤 11



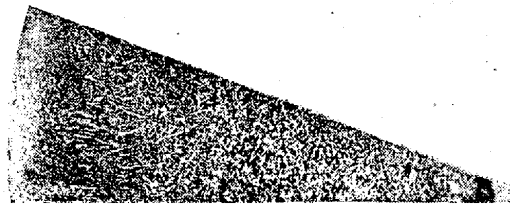
圓盤 12



圓盤 13



圓盤 14



圓盤 15

圖表 11 ドルン無しの壓延を途中で停めた試験鋼塊のマクロ組織
圓盤 9~15 (第47圖參照)

第6でこの變形過程は逆になり、第10で針狀晶の内部の方が鋼塊壁に直角になる。外壁に近い部分は變形を受けず、もとの形を保

持して居り、これは明かに鋼塊が水冷されて、ロールと材料の接觸部に於て材料の塑性が減少した事に原因するものである。

長野縣宮川村に産する合水ニッケル珪酸鹽鐵物 (I) 理研彙報第22卷4號 中平光與
産狀は粘土中の岩塊にあるもの、粘土中を細脈となつて走るの二種ありて、顯微鏡的には spherulitic structure であり、化學成分は第1表の通りである。X線粉末寫眞の結果ガーニエライトなる事が判明した(ニウカレドニア産との比較により)

| 第 1 表 | | 第 1 表 | |
|--|-------|-------------------|-------|
| 成分 | 含有率 | 成分 | 含有率 |
| SiO ₂ | 48.28 | MgO | 15.38 |
| Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃ | 1.71 | H ₂ O+ | 5.42 |
| NiO | 23.42 | H ₂ O- | 5.61 |