

(4) 現在の作業条件下においては、スタンゲン内の応力が最悪の場合、 $25\text{kg}/\text{mm}^2$ 前後になる可能性があるから、降伏点の高いスタンゲン材料を用い、これを 300°C 以下に冷却する必要がある。

(5) 軸荷重からロール圧下力およびストッペンに作用する圧力を推定したところ、摩擦係数 $\mu=0$ とするといずれの値も非常に大きくなった。したがって圧延時には大きい摩擦が作用し、また管はロールで押しこまれるため、ストッペンと理論値より大きな接触面積で接触しているものと考えられる。より正確な結論を得るために

はロール圧下力等の測定にまたなければならない。

(後記) この研究実施にあたって、東大生産技術研究所の鈴木教授、大井助教授の御指導と御協力を得、また実験に際し同研究所、浅野、輪竹、小倉の諸氏の御援助を得たことを感謝する。尙又、面倒な現場実験に際し、協力を惜しまれなかつた日本特殊鋼管本社工場の関係諸氏の御努力を多とする。

最後に本実験結果の公表を許可された同社社長須永巳代次氏に深く謝意を表する。(昭和 28 年 6 月寄稿)

スチーフエル・マンネスマン式穿孔機による 製管法の研究 (III)

(抑へ板間隔の影響)

昭和 27 年 11 月本会講演大会にて講演

井 上 勝 郎*・加 藤 信*

STUDIES ON THE PROCESS OF PIERCING SEAMLESS STEEL TUBES BY THE STIEFEL-MANNESMANN PIERCING MILL (III)

(Effects of Distance Between Top and Bottom Guide Shoes)

Katsuro Inouye and Mikoto Kato

Synopsis:

By the actual use of the Stiefel-Mannesmann piercer, the authors studied the effects of distances between top and bottom guide shoes made different as wide as possible upon the state of piercing phenomena from practical points of view. The results obtained were summarized as follows:

- 1) As the distance between top and bottom guide shoes increased while the other factors being kept constant, both the outside diameter and inside diameter of tubes became increased, while the wall thickness of tubes was kept constant, resulting in the decreased rate of elongation. However, the effects of these variations upon the practical operation were not so great to be taken into consideration. Nevertheless, when the distance between both top and bottom guide shoes was set wide open, the radii of both ends of the pierced shell became considerably larger.
- 2) The twist of tube surface increased.
- 3) While almost no variation was found in the main deformation, the swell of the circumference of the shell was conspicuously observed in the course of piercing operation, together with increase of the elliptic degree.

* 日本特殊鋼管株式会社

- 4) The average power required somewhat decreased, while the average amount of work required somewhat decreased,
- 5) While the axial moving speed of tubes during piercing operation somewhat decreased, the revolving speed of tubes somewhat increased. However, the variation of them was not so great. In effect, the pitch of locus on which the surface of solid rounds moved in the course of operation became somewhat shortened.
- 6) The pressing rate in the course or piercing operation somewhat decreased. But its variation was not so great. The pressing speed rate varied little.
- 7) The cracks that appeared on the inner surfaces of tubes tended to increase in number.
- 8) The cracks that appeared on the outer surfaces of tubes tended to increase in number.

I. 緒 言

スチーフエル・マンネスマン式穿孔機に於ける穿孔変形の研究として、ロール傾斜角の影響¹⁾及びロール間隔と芯金直径の影響²⁾を夫々既に報告した。本報告は之等に引きつづき第3の要素として上下の抑え板 (Guide Shoe, Lineal) の間隔が穿孔変形に及ぼす影響について論ずる。抑え板の役目は次の様なものである。穿孔作用が始まつて管材の中央に孔があき始めると、その後は材料はロールと芯金の間で板圧延の如く圧延をうけつつスパイラル状に進行する。此の時上下に抑え板があつてあだかも連続圧延機に於けるレビーターの如く作用し上下方向へのパイプの膨出を抑えつける。(但し、後に述べる如く、膨出には限度がある) 従つて抑え板の間隔が狭い程、無理に方向転換をさせる事になるから、それに伴なり変形上の諸現象の変化が現われる。写真第1は今回実験した各種抑え板間隔の場合の穿孔途中止め試料を示すものであつて、上下の抑え板の中央断面を同時に示してあるので、穿孔中のパイプの膨出を抑え付けている状況がよくわかると思う。

第1表 実験条件

実験 No.	1	2	3	4	5
抑え板間隔 mm	86.5	90.0	90.5	100.0	105.0
基準間隔との差 mm	-5.5	-2.0	+3.0	+8.0	+13.0

(備考 抑え板間隔は上下の抑え板の最狭間隔を示す)

ロール傾斜角 7.5°
 ロール間隔 76mm
 芯金直径 70mm
 芯金位置 40mm (芯金先端とロール中央との距離)
 平均穿孔温度 1220°C
 平均加熱時間 2.5 時間

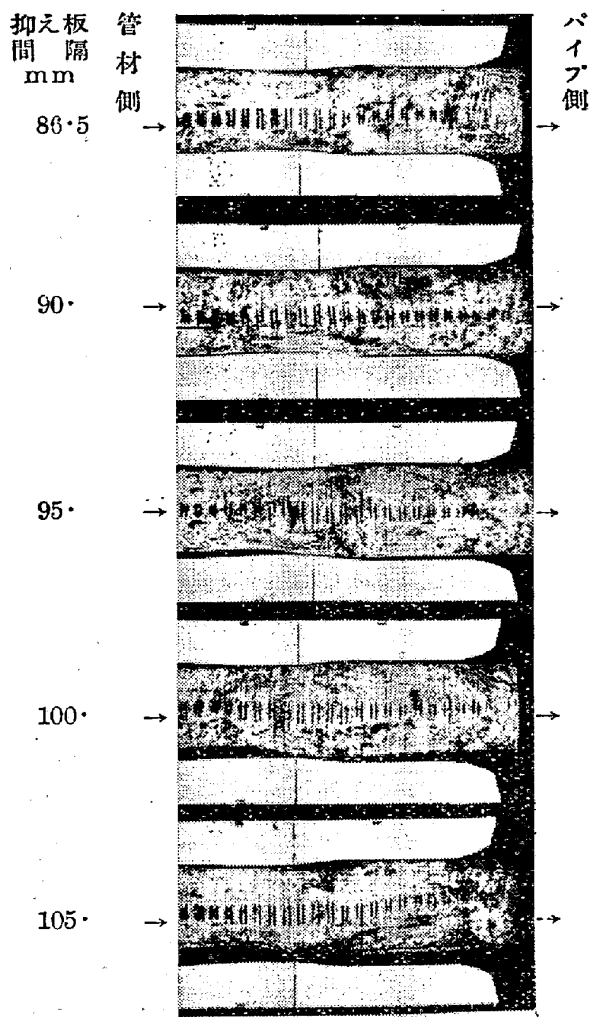


写真 第1
抑え板間隔を変えた場合の穿孔途中止め

II. 実験方法

前の報告と同様に、実際の 1000HP の穿孔機を用い、他の作業条件を標準状態で一定にして、抑え板間隔を色々に変えて穿孔作業を行い、必要なデータをとつた。実験条件は第1表の通りである。抑え板間隔の最小限は之

以上狭くすると管材がロールに嚙み込むより前に抑え板にぶつかる為に嚙み込み不能となる点で定まり、最大限は抑える作用がなくなる為に穿孔作業が不安定になる点で定まる。今回の実験範囲は実用上の上下限である。

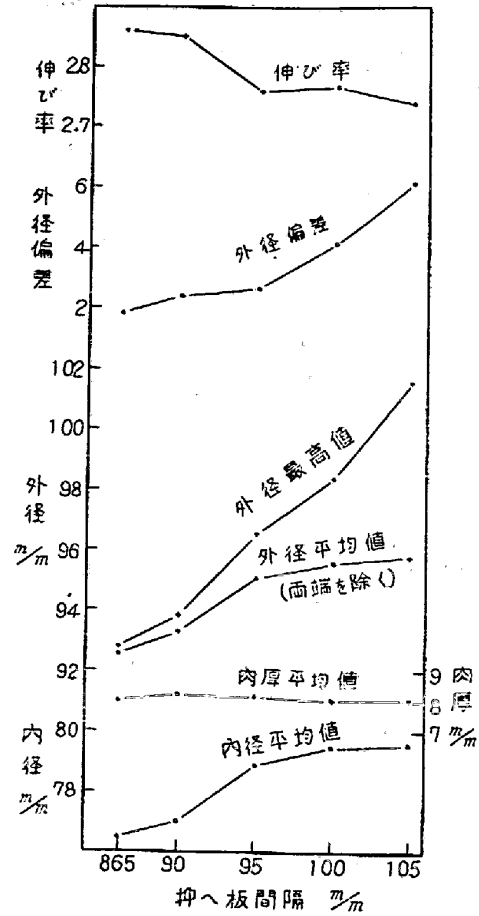
使用管材は低炭素リムド鋼 10 本、低炭素キルド鋼 1 本とし、前報告と同様にすべて約 4.5m の長尺を 5 等分して各実験組に振りわけて管材条件を揃えた。リムド鋼は予め材質調査をして良材、不良材を取り交えてある。キルド鋼は均質な良材の代表として入れ、之には外表面 4ヶ所に軸方向の人工条を入れて外面疵発生状況と表面の振れを見るようにしてある。11 本の試験材中 10 本は穿孔を完了してパイプにして、寸法、動力、穿孔速度、及び疵の調査資料とし、1 本は穿孔途中止めて、穿孔中の変形過程の資料とした。

総計 55 本の試験材を一度に穿孔するのであるが、その間に加熱状況その他はできるだけ均一に保つようにしたが、ある程度の変化は止むを得ない。此の影響を消す為に、1つの実験組の 10 本の穿孔を 2組にわけて、5 本ずつ 10 回の穿孔にわけ、此の 10 回の順序と、各回内の 5 本の順序とをランダムにした。

III. パイプの寸法

各条件で穿孔したパイプの寸法を測定比較した。測定方法は次の通りである。外径は 1 本につき任意に 10ヶ所ずつ各条件 9 本測り、合計 90 のデータの平均値をとった。肉厚は各条件につき 3 本を撰び、各 7ヶ所を切断し、各断面 3ヶ所を任意に測定して、合計 63 のデータの平均値をとった。内径は上記の外径と肉厚とから計算で求めた。之等の結果と抑え板間隔との関係を第 1 図に示す。

外径は抑え板間隔を大きくすると共に大きくなる。此の事は抑え板の機能からみて当然予想できる事であるが案外増加の程度が小さい。第 1 図の示す所では外径平均値に 3mm の差しか現われていないが、此の程度の変化は抑え板間隔一定でロール間隔を変化させた場合にも現われている。(第 2 報、第 2 図) 則ち抑え板間隔を拡げても平均外径は案外大きくなり、且つ或る程度(間隔 95mm) で増加が停止する。但し抑え板間隔が大きくなると共に、特異な現象としてできたパイプの両端の外径が大きく、中央に向い細くなる傾向が現われる。第 1 図の外径偏差は両端と中央の外径の差、外径最高値は端部に現われた最大外径を示す。図に示す如く、共に抑え板間隔と共に大きくなり、間隔 105mm の場合ではかなり著しい。此の原因は次の様に考えられる。一般に穿孔



第 1 図 パイプ寸法の變化

中にパイプはロールと芯金の間で圧延を受けて円周方向に膨出すると同時に、ロール表面摩擦力の軸方向成分の為に軸方向にも伸ばされる。ロールと芯金の間隔を一定に保てば、外径の膨出と軸方向の伸びは相殺し合う関係にある。所でパイプの中央部はその前後の部分すべてロールに接触しているから、ロール摩擦力が十分に効いていて軸方向の伸びが大きい、パイプ両端部は片側がブランクであるから、軸方向に伸ばす力が小さく、その分だけ外径方向に膨出しようとする。所が抑え板間隔が狭い場合は、外径方向への膨出を抑え板が阻止するから、パイプ両端部も外径方向へ膨出できずに中央部と同様な軸方向への伸びを示す。抑え板間隔が大きくなり、膨出が自由になると上記の現象がそのまま現われるので第 1 図の様な結果になるのである。

肉厚は第 1 図に示す如く抑え板間隔による変化は殆んどない。肉厚はロールと芯金との最狭間隔で決定されるものであるから、此の結果は当然である。又、ロールと芯金の間で圧延された肉厚が抑え板で強く圧迫されると再び厚くなるかという予想もありうるので、穿孔途中止め材について穿孔中の抑え板直下の肉厚を実測した結果

その傾向がある事を認めた。内径は肉厚が一定である為に外径と同じ変化を示す。

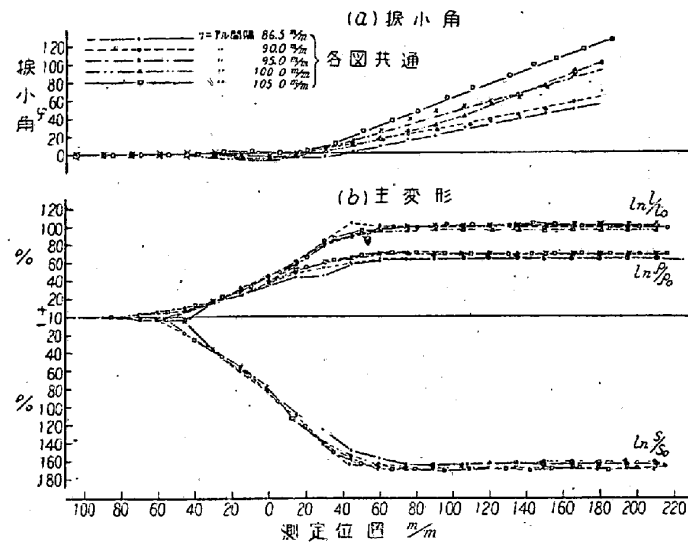
伸び率は外径及び内径とは逆に抑え板間隔を広くする程小さくなる。第1図は穿孔前後の長さを実測して求めた値であるが、同図の外径及び内径の値から計算しても同じ結果になる。

IV. 表面の振れと主変形その他

管材表面に人工条を入れておいて穿孔途中止めし、之を輪切りにして表面の振れと主変形の変化過程その他を調査した。方法は第1報及び第2報と全く同一である。

(a) 振れ

パイプ表面の振れは抑え板間隔が広い程増加する。第2図の上図は穿孔過程に於ける振れ角の変化を比較した



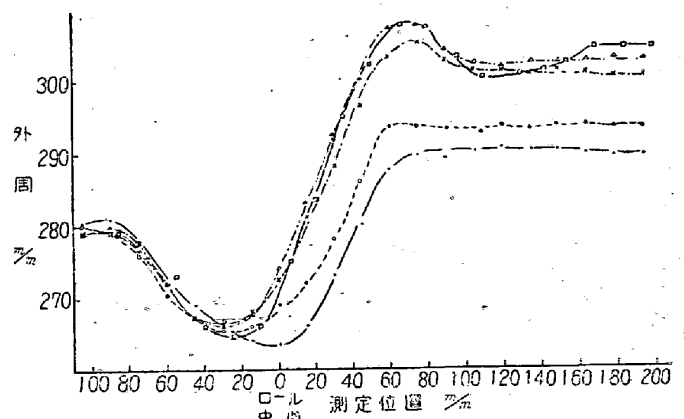
第2図

ものであるが、穿孔後半から振れ角の差が現われ、穿孔終了後の値は明瞭に間隔が広い程大きい事を示している。此の現象は次の様に説明できる。穿孔によるパイプの振れはロール中央部と出口部の周速度の差によつて生ずる事は言う迄もない。一方之に対して抑え板はパイプ表面との間に摩擦があるから、ロールからパイプに与えられた回転を減殺する効果を有する。抑え板間隔を狭めると、抑え板とパイプの接触面積は勿論増加するが、その増加する接触部はロール中心付近が多い。その為ロール中心部がパイプに与える高い回転数が減殺される程度が大きく、従つて振りが小さくなるのであろう。抑え板間隔による接触状況の変化は写真1に明かであるが、実測した接触面積は下表の通りで、上記の推論の根拠になつている。

抑え板間隔 mm	接解面積(上下側合計)cm ²
86.5	102.60
90.0	56.48
95.0	64.62
100.0	45.09
105.0	43.49

(b) 主変形その他

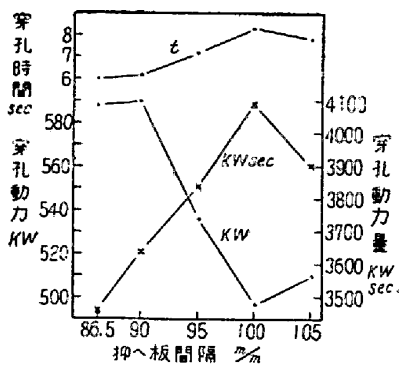
穿孔過程に於ける3つの方向の主変形、軸方向 l 、半径(円周)方向 ρ 及び厚さ方向 s の変化を穿孔途中止め材の輪切りにより測定した結果は第2図下図の通りである。抑え板間隔をかえても之等の状況には殆んど変化がない事がわかる。所で抑え板間隔を変えた場合、最も目立つ変化は前節で述べた様に抑え板方向へのパイプの膨出の差である。第3図はパイプ全周の長さの変化を示したものであるが、管材がロールに嚙込まれてから孔があき始める迄はどの場合も同様に周長が減少し、それから孔があき始めると共に急速に周長が増し、一定の値に到達する。その場合に抑え板間隔が大きい程周長の増加が大きいが、図に見る如く或る限度以上の増加はない。之はロールと芯金の間隔は一定である為にパイプ肉厚の減殺従つて膨出に限度があるのであつて、それ以上の間隔になると抑え板がその機能を果していないと見られる。今回の場合、その限度は100 mm 附近にある。穿孔中のパイプの膨出は穿孔の為に余分な変形過程であつて、その程度が大きい事はすべての面で好ましくない事は明かである。



第3図 各位置断面の全周長さ

V. 所要動力

穿孔機モーターの動力を記録電力計で記録した。電力計の記録から各種損失を含めた平均動力と所要仕事量を求める事ができる。此の結果は第4図であつて、図の各点は10本の値の平均値である。此の結果によると、抑



第4圖 所要動力の變化

え板間隔を大きくすると共に次の変化が現われる。先ず平均動力 (kw) は低下する。之は抑え板による摩擦抵抗が減少する為であろう。所が穿孔所要時間は増加する。此の理由はよくわからないが、抑え板で変形を制限した方がロールとパイプの間の摩擦力が増加して前進速度が増すらしく、抑え板間隔を拡げた場合は穿孔状態が不安定になつて、パイプがふらふらしながら出てくる。全所要仕事量は平均動力と穿孔時間の積であつて、之を求めた結果は抑え板間隔を拡げた方が大きくなつてゐる。結局抑え板間隔を拡げると、抑え板の摩擦抵抗が減少する為平均動力は低下するが、前進効率がわるくなる為全体としては余分な動力を費やす傾向になる。

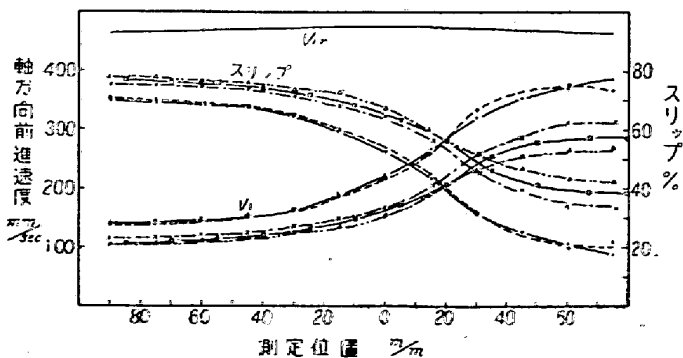
但し以上の変化は比較的小さく、傾斜角或いはロール間隔を変えた場合に比べれば 1/5 乃至 1/10 である。

VI. 穿孔速度とスリップ

穿孔能率を決定する所の穿孔速度を軸方向前進速度と回転速度とにわけて求める。測定方法は第1報及び第2報で述べたから省略する。但し理論値とはロール表面の速度の事であつて、材料がロールとの間にスリップなく移動した場合の値である。

(a) 前進速度

第5図は穿孔過程中的前進速度の変化を示したもので



第5圖 穿孔中の前進速度の變化

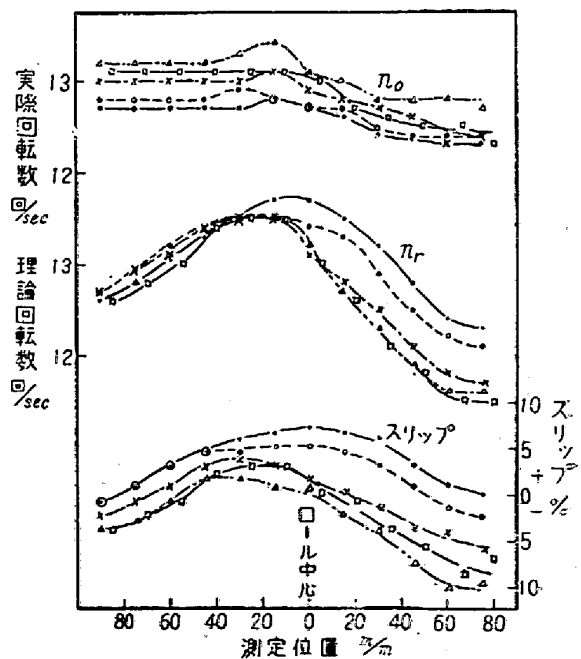
あつて、図の右端に於ける値が各場合の穿孔機出口速度に相当する。之が実測値であつて、穿孔中の値は途中止め試験材によつて逆算して求めたものである。穿孔機出口に於ける前進速度は図から明らかな如く抑へ板間隔の増加と共に低下する。此の事は前節でも述べた。之に対し理論速度は各場合共一定であるから、スリップは逆に抑え板間隔の増加と共に上昇する。次に穿孔過程に於ける変化を見ると、穿孔の最初では前進速度が小さくてスリップが大きく、穿孔が進むと共にパイプの伸びの為に前進速度が増してスリップが減少する事は今迄に報告した各場合と同一である。従つて穿孔機出口に於ける前進速度は伸び率を考慮に入れた値、入口に於ける値は伸び率の変化を消去した値と考える事ができる。穿孔機入口に於ける値は出口に於ける値に比べて差は小さいが、やはり抑え板間隔が大きい程前進速度が小さい。

(b) 回転速度

穿孔機出口に於ける前進速度と、抑え板の出口端がパイプ表面につけたスパイラル状の疵とから、穿孔機出口に於けるパイプの回転速度が求まる。又穿孔途中止め材の表面の振れ分布を用いて、穿孔過程に於ける回転速度を逆算できる。一方理論回転数 n_r は次式から求める。

$$n_r = (\text{ロール速度}) / \text{パイプ全周の長さ}$$

抑え板間隔を変えてもロール周速度は何等変化を受けないから、 n_r に変化はないように思われるが、実際は第9図に示した如くパイプ全周の長さが変化する為に、 n_r は同一ではない。第6図は之等の結果を示す。 n_r は



第6圖 穿孔中の回転速度の變化

ロール形状に伴なつて山型分布を示し、之に対して実際回転数 n は穿孔前半では殆んど一定で、後半で幾分低下する事は今迄の各報告で述べた通りである。従つてスリップは山型分布をする。抑え板間隔が之等に及ぼす影響は、間隔が拡がると共にパイプとの間の摩擦抵抗が減少するから回転速度の上昇となつて現われる。第6図の結果によると回転速度 n そのものは、出口に於ては断定できる程の差は現われていない。しかし n の差も考慮に入れたスリップでみると明かに差があつて、抑え板間隔が大きい程スリップは小さい。穿孔過程の値も大体同じ傾向を保っているが、穿孔中の回転数 n の低下は抑え板間隔が大きい程幾分大きい。此の理由はⅣの項で述べた様に、抑え板間隔が小さいと、ロール中心部附近でロールからパイプに伝えられた大きい周速度が抑え板の摩擦抵抗の為に妨害されるからである。

(c) 穿孔中の管材表面の軌跡

前進速度及び回転速度の実測値を用いて、材料表面上の1点が1回転毎に前進する量、則ち穿孔過程での回転ピッチを求める事ができる。材料上の1点がロールに接触してから穿孔終了迄に経過する回転数は次表の様である。

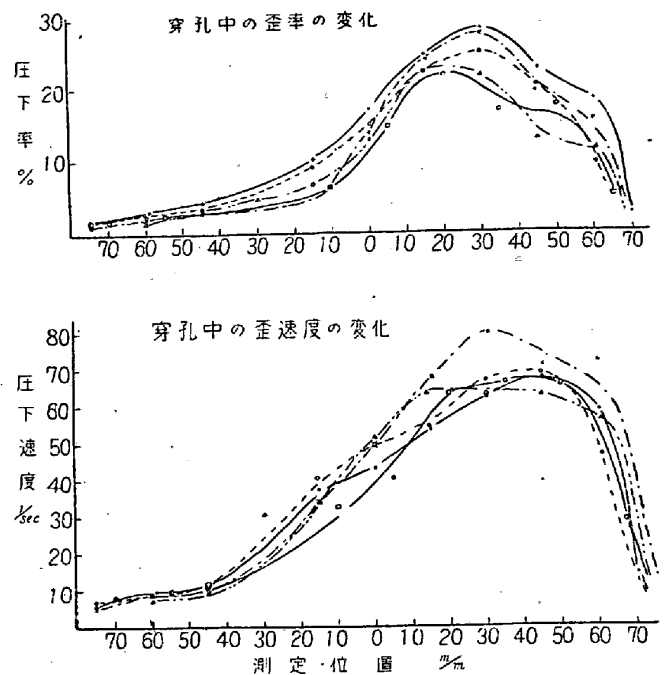
抑え板間隔 mm	ロール鑄込み より芯金先端 迄の回転数	芯金先端よりロ ールをはなれる 迄の回転数	合計 回転数
85	3.5	6.5	10.0
90	3.5	6.5	10.0
95	5.5	9.0	14.5
100	4.5	9.5	14.0
105	4.5	9.0	13.5

抑え板間隔を拡げると共に回転ピッチは細くなり、穿孔中に経過する回転数が増加する。芯金先端迄の回転数が増加すると、穿孔による内面割れを助長し、一方芯金先端以後の回転数が増加すると、ロールと芯金の間で受ける圧延の歪率が小さくなる。

VII. 穿孔中の歪率と歪速度

穿孔変形はロールと芯金との間での圧延の連続と考える事ができるから、穿孔途中止め試料を用いて、穿孔中の各位置に於ける歪率(圧下率)と歪速度(圧下速度)を求める事ができる。詳細は前報で述べたから省略する。測定結果は第7図である。

前節に述べた如く、抑え板間隔を狭めると穿孔中の回転ピッチが大きくなるから、1回転毎の歪率は大きくなる筈である。又、Ⅲ節で述べた様に抑え板間隔を狭めると抑え板の圧迫の為に半回転の間に幾分肉厚を増すから



第7図 穿孔中の歪率の變化

之も歪率を大きくする。第7図の結果は大体之を裏書きして、抑え板間隔を狭める程歪み率が大きい。次に歪速度は歪率を通過時間で割つたものであり、通過時間は回転速度に逆比例する。所で前節に述べた様に回転速度は抑え板間隔を拡げると共に幾分大きくなる傾向がある。従つて抑え板間隔による歪速度の變化は歪率よりも小さくなり、第7図の結果では結局變化は認められない。

VIII. 割れ疵の發生

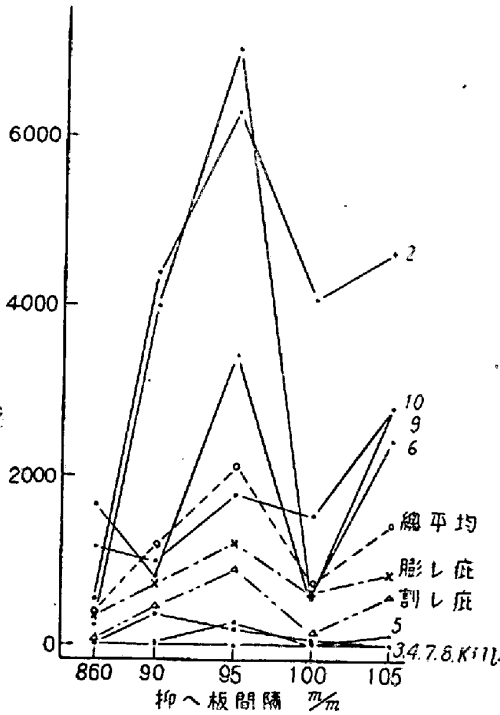
(a) 内面疵

前報と全く同様に、各条件で穿孔した10本の管を酸洗後切開して發生した疵の状況を調べた。疵は口を開いた割れ疵と表面下で割れているフレ疵との2種類に分け、程度による係数を疵の長さにかけて合計する事、例の通りである。従つて疵が多い程点数が高い。管材は予め良材と思われるものと不良材と思われるものとを混ぜて選んである。

第8図は此の結果である。抑え板間隔95mmの時に内面疵の發生が最も多く、85mmの時に最も少ない。此の事は各管材の成績も各種の平均値も共に此の傾向になつている。

それ以外の場合は大体同一結果で一定の関係を認め難い。此の様な結果が抑え板間隔によつて生ずる理由は今の所考え難く、又抑え板間隔以外の隠れた原因も除去して計画を組んであるので、此の説明は今後に譲りたい。

尙今回の結果も従来の如く、偏析の甚しいリムド鋼の



第 8 圖

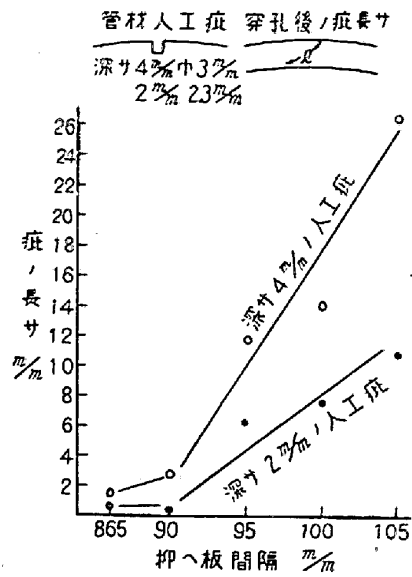
場合に条件による疵発生之差が著しく、偏析のないリムド鋼或いはキルド鋼は各条件共殆んど疵を発生していない。

(b) 外面疵

管材表面に存在した割れ疵は穿孔変形により表面から斜めに巻き込まれてパイプの外面疵となる。抑え板間隔をかえる事によつて、巻き込まれる程度が如何に変わるかを試験した。管材表面に自然に存在する疵は、同一深さの形状のものを揃える事が困難であるから、機械切削による人工疵を用いた。各条件の試験材1本づつに、表面に軸方向に全長にわたつて 90° 間隔で4本の溝を切り、その寸法は巾 2mm 深さ 2mm 及び巾 2mm 深さ 4mm の2種類にした。此の試験材を各条件で穿孔し、穿孔後溝が転化して生じた疵の状況を比較調査した。

抑え板間隔を拡げると共に外面疵が大きく現われる事は一見してわかるが、此の状況を更に明かにする為に、試験材を3ヶ所で輪切りにして、各断面内での疵の長さ l を測定した。第9図はその平均値を示したものである。図から明らかな如く、抑え板間隔と共に疵の長さは大きくなり、特に間隔 90mm 以上に於て増加が著しい。

以上の結果は次の様に考える事ができる。元来管材表面の縦疵が穿孔により巻き込まれた疵に変わるのには、穿孔中にパイプの外面と内部で周速度の差を生ずるからである。パイプ外面はロールから摩擦により回転を伝えられ之に対して内面は芯金表面が回転を制動する様に働らく



第9圖 穿孔条件と外面疵

から周速度の差を生ずるわけであるが、此の場合抑え板はパイプ表面に対し摩擦抵抗を与えるから、ロールによる周速度の差を打ち消す様に働らくものと考えられる。従つて抑え板間隔が狭い程、パイプに与えられる内外面の周速度差が小さく、巻き込みが短くなるのであろう。

IX. 總 括

スチーフエル・マンネスマン穿孔機に於て、他の条件を同一に保つて抑え板間隔を実用上可能な範囲内で行き渡るだけ広く変化させた場合、穿孔状況は次の様に变化する。抑え板間隔が広くなると共に次の变化を生ずる。

- (1) パイプの外径及び内径が幾分大きくなり、肉厚は一定である。従つて伸び率は小さくなる。又パイプの両端の直径が大きくなる傾向がある。
- (2) 表面の換れは大きくなる。
- (3) 主変形の変化は少ない。但し穿孔中の外径の膨出と精円度が大きくなる。
- (4) 所要平均動力は幾分減少し、所要全仕事量は幾分増加する。
- (5) 前進速度は幾分低下し、回転速度は僅かに増加する。管材表面が穿孔中にたどる軌跡のピッチは幾分細くなる。
- (6) 穿孔中の各点に於ける歪率は少しく低下する。歪速度は殆んど変化しない。
- (7) パイプ内面に発生する割れ疵は増加する傾向がある。
- (8) 管材外面の縦疵がパイプ外面の疵となる場合、著しく深くはいつて大きな疵になる。

以上を要約して実用上の結論として、

(1) 抑え板間隔の変化による穿孔状況の変化は他の諸条件に比べて小さい。

(2) 抑え板間隔を広くすると、パイプ内外面に発生する割れ疵が大きくなり、その他の状況の変化は小さいから実際穿孔にあつては抑え板間隔を十分狭くする方が有利であろう。

(後記) 本実験は日本特殊鋼管本社工場で行つたもの

であつて、須永社長以下関係各位の御指導に厚く感謝する。(昭和 28 年 5 月寄稿)

文 献

- 1) 井上, 加藤: スチーフエル・マンネスマン式穿孔機による製管法の研究 (I), 鐵と鋼, 昭和 27 年 6 月號
- 2) 井上, 加藤: 同上 (II), 鐵と鋼, 昭和 27 年 12 月號

I 形鋼に於ける表面氣泡疵について (I)

(表面氣泡に依る疵, 特にスヂ疵について)

(昭和 28 年 4 月本會講演大に會於て講演)

大 黒 竹 司*・臼 井 弘 治*

SUBSURFACE BLOWHOLE DEFECTS IN I-BEAM STEELS (I)

(On Various Defects Caused by Subsurface Blowhole

Especially on Seamy Defect)

Takeshi Okuro and Hiroharu Usui

Synopsis:

In manufacturing of the I-beam steel directly from the small ingot in one heat without billeting, they are often annoyed by the seamy defects on its flange edges. For prevention of the seamy defects, the authors began to study the various factors of their occurrence in both steelmaking and rolling.

At first they investigated the surface deformation of I-beam by rolling the experimental ingot on which was drilled many small holes and found that the holes situated within 35mm from the corner of ingot became the source of seamy defects of flange edges.

So the subsurface blow holes of the ingot corners were assumed by counting number of them at adjacent chipping lines and the correlation between skinholes vs. seamy defects was found.

The experimental ingot was rolled on which was drilled thousand or more small holes with varying diameter and depth around the ingot and the length and number of artificial defects were measured.

Then the authors showed the effects of diameter and depth of artificial blow holes on the length and percentages of occurrence of artificial defects.

I. 緒 言

小形鋼塊を分塊工程を経ず直接圧延に依り鋸山用 I 形鋼を作る場合、そのフランジ端面にスヂ疵が屢々発生する。(第 1 図参照) このスヂ疵の大なるものは機械的性質に悪影響を及ぼし、当然その成品は級外品となるが、機械的性質に及ぼす影響の少いと考えられる小なるスヂ

疵も成品外觀を損う為、格落疵の対称となり、良品歩留り低下の大きな原因となつている。筆者等はこれらのスヂ疵を防止減少させる為、その発生原因及び発生条件を追求し、工場実験的に下記の調査を行つた。

調査は先ず人工疵を作ることに依り、鋼塊表面の成品

* 尼崎製鋼所