

である。LCR-C鋼は例外的に90°方向においてもつとも高い降伏点、抗張力を示し最少延性の45°方向との不一致が認められる。

延性の方向性は他の強度特性、すなわち降伏点、抗張力、降伏比、および n -値などに比して大きいようである。Table 2において全伸びとR値の間には明瞭な正相関が存在する。しかし一様伸びについてはこのような相関関係は存在せず、またLCR-B、LCR-C鋼の45°方向は著しく他の試験片とはずれた傾向を示す。結局全伸びとR値の間の正相関は局部伸びがR値に依存するからであり、この理由として引張試験片の寸法形状効果と材料の異方性の交互作用が考えられる。すなわちR値の高い試験片は一様伸びをすぎてもなお巾方向に収縮しやすく、R値の低い材料は板厚方向にneckingを起こしやすいと考えれば前者の場合のほうが寸法効果的に局部伸びが大なることは容易に推論することができよう。

(110) [001] 集合組織のLCR-B鋼と、(100) $\pm 10^\circ$ to plane, [011] $\pm 25^\circ$ to R.D. 近傍の集合組織を有するLCR-C鋼における45°方向の一様伸びの異常減少については明確な説明をつけることはできなかつた。かりにそれがPやSの偏析、あるいは介在物分布の方向性に起因しているものであれば、LCR-A鋼についても同様な現象が認められなければならないはずである。この現象をも含めてあらゆる機械的特性と集合組織の関係を検討するにあたっては、一つには塑性変形にさいしてのmechanical fibreと集合組織の交互作用、一つには強い集合組織を有する材料におけるすべり方向と最大剪断応力の方向の差角の問題といった観点からの説明が今後必要であろうと考えられる。

5. 結 言

(111)[110]: cube-on-corner, (110)[001]: cube-on-edge, および(100) [011] 集合組織の[011]軸が圧延方向に対して左右25°振れ、(100)面が圧延面に対して約10°傾いたcube-on-face類似の集合組織という3種類の試料を同一の母材より製作し、化学成分、異相粒子、内部歪の状態はまったく同じで結晶粒度も大体同程度という条件のもとに深絞り試験、引張り試験を行なった結果次のことが明らかとなつた。

(1) 集合組織は深絞り性を左右する非常に大きな要因の一つである。

(2) プレス加工時の耳生成にかんしては集合組織がその基本的な要因であるが、一軸引張り試験における ΔR との対応関係についてはさらに詳細な検討を必要とする。

(3) 深絞り性のみならず機械的特性も、特に伸びなどが集合組織の影響を強く受けることが明らかとなつた。この場合寸法形状効果および異相欠陥との交互作用は常に重要視しなければならないと考えられる。

文 献

- 1) 神崎, 中里, 伊藤: 鉄と鋼, 50 (1964) 4, p. 588, 591
- 2) R. S. BURNS & R. H. HEYER: Sheet Metal Ind. 35-372 (1958), p. 261
- 3) 山田: 日本機械学会誌, 67-542 (1964), p. 453

(166) 極低炭素鋼冷延リムド鋼板の張り出し性におよぼす集合組織、結晶粒度の影響

(極低炭素鋼板のプレス加工性に関する研究—II)

川崎製鉄, 千葉研究部 工博 神崎 文 暁
○伊藤 庸

Effect of the Crystallographic Orientation and Grain Size on the Stretchability of Extra-Low Carbon Rimmed Steel Sheets.

(Study on the press formability of extra-low carbon steel sheets—II)

Dr. Fumiaki KANZAKI and Yō ITŌ.

1. 緒 言

冷延鋼板の張り出し性にかんしては化学成分、結晶粒度、内部歪(調質度)および異相粒子(非金属介在物、炭化物、窒化物)などの要因が大なる影響をおよぼすことが一般的に理解されている。しかし集合組織についてはこれらの他の要因が除去されているような試料の作成が困難であつたためこの効果は確認されておらず、むしろ無視されてきたのが現状であるといえよう。前報¹⁾に引続いて本報では鋼板の張り出し性におよぼす集合組織の影響を純粋に取り出すという目的でまったく同一の熱延母板から異なる集合組織を有する極低炭素冷延鋼板を作成し試験を行なった結果について報告する。これとともに鋼板の結晶粒度との交互作用についても検討を加えた。なお張り出し性の試験のさいに常に問題となる形状効果にかんしてもせまい範囲ではあるがポンチ直径を変化させてその影響を調べている。

2. 試 料

前報¹⁾とまったく同様の手法により化学成分、異相粒子、内部歪の状態が同一で集合組織の選択方位が異なる極低炭素冷延鋼板を焼鈍後の状態で準備した。本報の試験では前報で試験した(111)[110]: cube-on-cornerのLCR-A鋼、(110)[001]: cube-on-edgeのLCR-B鋼(100)[011]集合組織の[011]軸が圧延方向に左右25°振れ、(100)面が圧延面に対して約10°傾いたcube-on-face類似の集合組織のほか結晶方位が不規則に近いLCR-D鋼も一部の試験では比較に用いた。結晶粒度を変化させるための手段として最終焼鈍の条件を変えているので、このさい若干集合組織の強度が変動することはやむを得ないが、これが定性的な意味のみならず定量的にも試験の目的に十分な範囲の変動でしかないとX線反極点図法によつて確かめている。

3. 実験結果および考察

3.1 張り出しドームの歪分布—集合組織

直径40mmの球底ポンチによる張り出しカップ試験における歪分布の状態を割れ発生前(張り出し限界の約85%)のポンチストローク140mmにおいて調べた。同心円および放射状に標線を1mm間隔で焼付け、張り出し後に $\pm 1/100$ mmの精度でコンパレータによつて歪量をもとめた。結果をFig. 1に示す。

プレス部品の歪分布は加工硬化係数(n 値)によつて本質的に決定されるということは定説であるが、この試

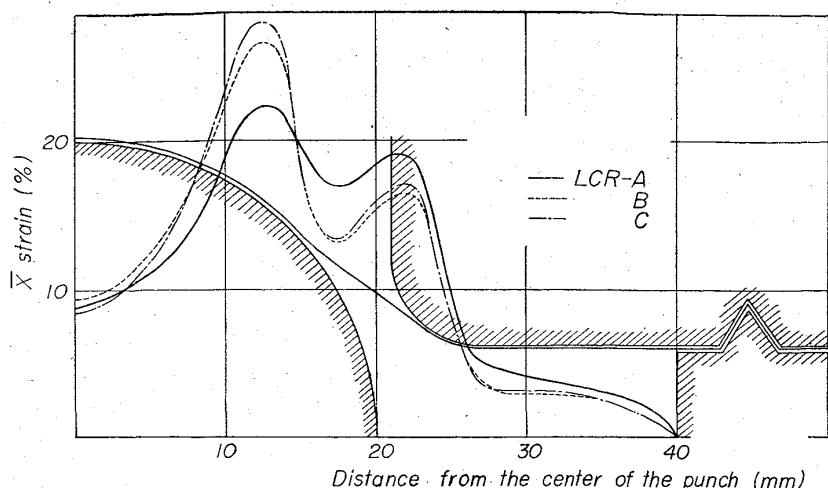


Fig. 1. Strain distribution of the steels tested.

験結果によれば集合組織に起因する塑性異方性もまた要因となり得ることが示されている。Fig. 1 において cube-on-corner 集合組織の LCR-A 鋼は板厚方向に薄くなりにくい強い異方性を有しているため、necking を起こしにくく周囲からの絞り込みも大きい。ここで注目されるのは他の方位の試料に比してポンチ肩部の necking 量が減少しダイス肩部の necking 量が大きくなっていることである。実際種々の張り出し試験を行なった結果ではダイス肩半径が小さい場合にはこの試料はポンチ面で破断せず、ダイス肩部で破断するような例がしばしば認められた。cube-on-face 近傍の集合組織を有し R 値が低い LCR-C 鋼はポンチ肩部の necking を起こしやすいが周縁部に歪をおよぼす程度は少ない。Goss texture を含む LCR-B 鋼は necking 特性は LCR-C 鋼と平均的には同程度であったが、大きい平面異方性 ΔR を有しているため歪分布の平面的な一様性もやはり最も悪い。

3.2 張り出し性-形状効果-結晶粒度-集合組織

張り出し性の試験として a) ポンチ直径 17.4mm, ネジしわ押さえ, 荷重-張り出し深さ曲線記録型の張り出し試験, b) JIS エリクセン試験, c) 通常のエリクセン試験機を用いてしわ押さえを完全にししめつけたままで行なった試験, d) エリクセン社のカップテスターを用い油圧しわ押さえ, 荷重-張り出し深さ曲線記録によるエリクセン試験, e) エリクセン社のカップテスターを用いポンチ直径 33mm, 油圧しわ押さえ, 荷重-張り出し深さ曲線記録による張り出し試験の 5 種類を行なった。このうち b) の試験だけは試料の母板が異なっているので、直接には他の 4 種類の試験値と比較はできない。試験片は直径 8cm の 8 角形に切断し、45° ずつ圧延方向と試験機の相対角度を回転せしめて同一試料について 8 回の繰返しで測定した。測定にあたっては順番を無秩序とし、さらに測定者は試料符号を未知の状態と測定するように管理した。試験の結果を Fig. 2 に示す。

この図から明らかなように集合組織と結晶粒度はともに張り出し性に大きな影響をおよぼし、しかも形状効果との間の交互作用も認められる。すなわち深絞り性の優れている cube-on-corner の結晶方位の LCR-A 鋼は

同一結晶粒度において他の方位の鋼板よりも優れた張り出し性を示している。R 値の低い結晶方位の試料は前項で述べたごとく板厚方向に local necking を起こしやすいために張り出し性も若干劣る結果になったのではないかと考えられる。結晶粒度の影響は粒度番号 8 付近をピークとして結晶粒度が微細となつても、また粗粒となつても張り出し性は低下する傾向が認められる。結晶粒が微細であると延性が低下することは一軸応力の引張り試験における伸びについても一般的に認められる現象であるが、この観点からすれば粒度番号 8~6 程度の範囲で結晶粒の粗大化につれて延性が低下するとは考えられず、したがってこれを説明するためには伸びの場合と張り出しの場合では別の機構を考えなければならない。前にも述べたようにこれを結晶粒度の変化に伴う集合組織の変化に結びつけることは妥当でない。実際われわれがエリクセン試験を観察していて気がつくことは、張り出しドーム面の肌荒れがはなはだしいと局部的な necking による破断が起こりやすいということである。結晶粒が小であるような場合にはエリクセンドームの破断はリング状に生じる場合がしばしば見られるが、肌荒れが生じた場合はこのような破断形態は絶対にとらない。したがって結晶の粗粒化に伴う張り出し性の劣化はこの肌荒れによる

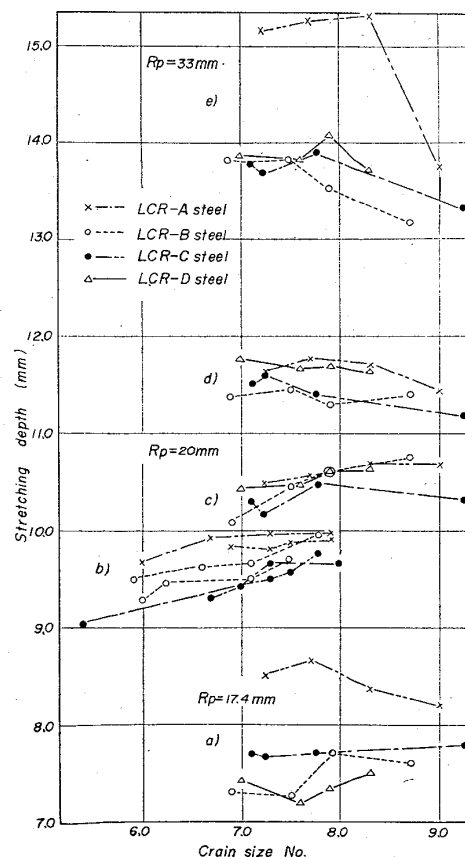


Fig. 2. Results of stretching cup test.

応力集中によつてあらわれるとする機構が最も確からしいと考えられる。さらに local necking しやすいR値の低い結晶方位の試料ほど結晶粒粗大に伴う張り出し性劣化もはなはだしいという交互作用も無理なく説明できる。同じ直径のポンチを使用しながら実験c)とd)で若干結晶粒度と張り出し性の間の関係の傾向が異なるのは、しわ押さえ方法の差ということよりも張り出し応力最大点をもつて張り出し限界とするかあるいは目視判定によつて限界を定めるかの違いが強くて出ているものと考えられる。すなわち後者のほうが肌荒れ、あるいは local necking に対して厳しい判定が出るといえる。

張り出し性の形状効果と結晶粒度の間の交互作用については概括的にいつて局部張り出しになるほど、すなわちポンチ直径が小さくなるほど張り出し性のピークに相当する粒度は微粒側に移行し、またポンチ直径が大きくなるほど、さらに絞り込みの要素が含まれてくると粗粒側に移行するようである。

4. 結 言

化学成分、異相粒子、内部歪の状態が同一で集合組織結晶粒度のみが異なるような試料について張り出し性と関連を調べた結果、次のことが明らかとなつた。

(1) 球底張り出しにおけるポンチ面での歪分布は集合組織によつても影響を受ける。

(2) 集合組織は張り出し性に影響をおよぼす要因の一つと考えられる。深絞り加工にさいして有利に作用する cube-on-corner 集合組織は張り出し加工に対しても有利に作用する。

(3) 結晶粒度は肌荒れを媒体として張り出し性に影響をおよぼすと考えられる。

(4) 張り出し加工性に関しての最適結晶粒度は大体粒度番号にして8程度であると考えられるが、これも張り出しの形状効果、あるいは純粋張り出しに深絞り要素が加味されるにしたがつて、若干移動するのではないかと考えられる。

文 献

- 1) 神崎, 伊藤, 鉄と鋼, 51 (1965) 11

(167) 押出鋼管の先端異常性について (18-8 ステンレス鋼管のリングテスト結果—I)

住友金属工業, 鋼管製造所 宇多小路勝
○滝口博司

Extraordinary Behaviors of the Extruded Steel Tubes Near the Leading End.

(Results of ring-test of 18-8 stainless tubes—I)

Masaru UTAKOJI and Hiroshi TAKIGUCHI.

1. 緒 言

熱間押出鋼管の先端部分は他に比較し、押広げなど実用試験成績が劣るのが通例である。これは押出のメタルフローに起因する先端部分の低加工度と使用するビレット断面における半径方向の性質、加工度が不均一であることによるものと考えられる。

今回この状況を 18-8 ステンレス熱間押出鋼管につい

てリングテストを採用し、若干の調査を行なつたので報告する。リングテストを採用した理由は扁平試験などの実用試験では定量的調査が困難なことで、長手方向引張試験では異常性質を検出できないからである。

2. 試験方法

2.1 供試管

540mm ϕ の 3t インゴットを 149mm ϕ に分塊圧延し、外径 142mm ϕ 、内径 34mm ϕ に機械加工した後外径 39.4mm ϕ 、内径 30mm ϕ の管にガラス潤滑熱間押出を行なつた。

2.2 押出条件および押出管の処理

押出管は押出後空冷したものとそのまま (-50°C ないし 900°C より) 水冷したものに分け、さらにそれぞれについて 1080°C \times 5min 保持後水冷する熱処理を行なうものと、そうでないものに分けた。

これに加えて押出における浸炭の影響を調査するためダイスなどの工具類にコロイド黒鉛を塗付したものと、そうでないものに分けた。すなわち計 8 種類の製造工程を採用した。

2.3 試験片の採取

押出管先端から 75mm ピッチに厚さ 19mm のリングを切り出し、各製造工程別に外径を 1mm 切削(皮むき)したものとそうでないもの 2 種類を準備した。

2.4 試験方法

テーパ 1/10 のコニカル形状の治具を使用し、リングテストをおこなつた。

3. 試験結果

3.1 押出管先端部加工度、管表面とビレット端面位置との関連調査

ビレットの先端面にポンチマークを打ち、そのビレットを押出し後変形したポンチマークの寸法と押出管先端からの距離を測定し、押出管の加工度(押出比に相当す

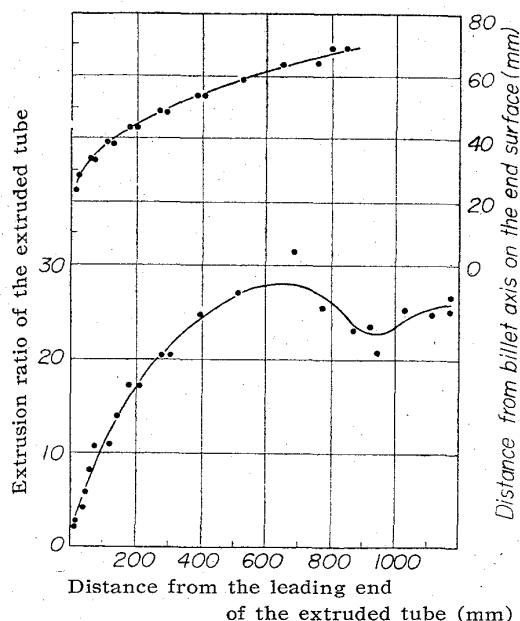


Fig. 1. Relations between the position of the extruded tube and the corresponding position on the end surface of the billet and extrusion ratio.