

(討17) 塑性加工におけるメタルフローの検出

金属材料技術研究所 ○前橋陽一

§1 緒言

塑性加工を行った際のメタルフローの変化を検出する手段として、従来も種々な方法が行われているが、実体そのものについて知る事の出来る方法としてはマクロ組織現出による方法だけであり、他の方法は何れも実体の変形に何らかの影響を帯びていると考えられる。

ラジオアイソトープの利用は放射線障害防止の問題、アイソトープ固有の問題(核種の有無・放射線の種類・エネルギー・寿命)、測定の手間さなどの難点があるが、従来の方法では得られなかった情報を得ることが出来るという点で意義がある。

以下、塑性加工時のメタルフロー測定にアイソトープを適用した例に就て述べる。

§2 ラベル試料の作成法

主なラベル法として次のものが考えられている。

(1) 圧接一体化法⁽¹⁾

試験母材と全く同じ組織状態でラベル面を入れることの出来る方法である。

試験材をラベル予定位置で切断し、切断面にアイソトープをラベルし、次いで再び元の形に組み合わせ、圧接を行って一体化した試験片を得る方法である。

ラベル法としては鍍金・蒸着または塗布が考えられる。

試験材が純鉄ないしS15C位までの極軟鋼の場合には、アイソトープとして⁵⁹Feを用いることが出来、母材と同一組織のラベル面を得ることが出来る。(図1)。しかし、冷間加工組織として得ることは出来ない。

母材の材種の如何によつては適当な核種が得にくいという問題があるが、ラベル層の厚さが数μ程度であるので、母材より変形抵抗の小さい核種を選べば変形に対する支障は少ないと思われる。

この試験片は熱間・冷間加工に用いることが出来、試験片内部に引張り応力の効くような加工、加工中に局部的に加工硬化や冷却効果の効く小形材の加工に向くが、加工前の組織が焼準状態で得られること、大形材への適用が困難であるという欠点を持っている。また、ラベル試料作成までに相当の時間が掛るのでその事も考慮しなければならぬ。

(2) 罫書法⁽²⁾

試験材を中心面で分割し、アイソトープを含んだ溶液で分割面に格子線を描く方法である。最も簡単な方法は普通のインク中に⁵⁹FeSO₄を滴下したもので描く方法

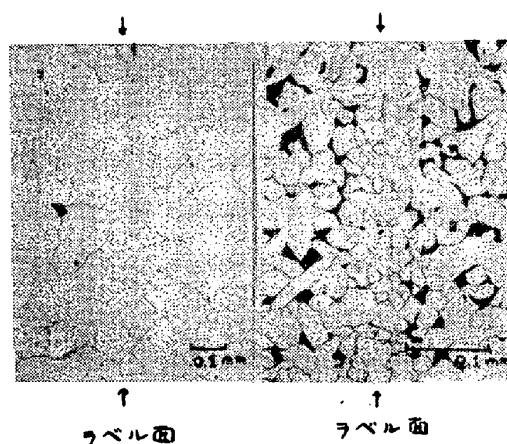


図 1

S546

であるが、余り細い線を描くことが出来ず、現在1~0.5mm中である。写真製版法その他を検討中であるが問題がある。熱間圧延した板の中心面(板厚の)との変形例を図2に示す。

抜がらない中心面の変形の測定に用いられる。アイソトープを用いることにより熱間加工にも用いることが出来る。

使用する核種はβ線のあるものなら何でも良いが、溶媒と反応しないこと、熱間の場合には気化しないことが必要である。

(3) 鑄ぐるみ法⁽³⁾

P. L. Gruzin の行つた方法であり、アイソトープを添加した材料とアイソトープを含まない材料とを交互に鑄込み試験材を作る。多くのラベル層を入れることは困難であり、組織は鑄造組織として得られる。放射化した材料を鑄ぐるむという方法も考えられる。

(4) 埋込法⁽⁴⁾

佐伯らの行つた方法であり、試験材の要所要所に点状のアイソトープ(β線核種・1~2mmφ)を埋め込み、共材で埋め戻して試験片とする。比較的手間が掛らず大形材にも適用出来実用的である。

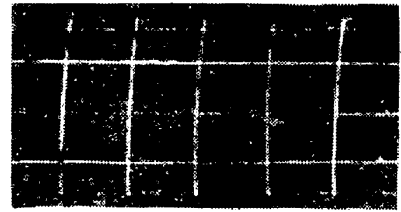


図2 Si5C材 1200°C 50% 圧下時のオートラジオグラフ

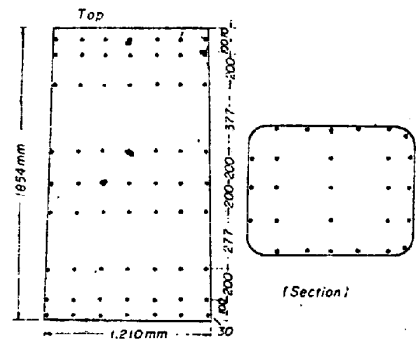


図3 →

§3 測定法

埋込法の場合にはサーベネータで検知して試験材を削つて行き線源を見出す。その他の場合には、観測面で分割し、マイクロプローブで検出するかオートラジオグラフを撮る。後者の方が時間と手間はかゝるが精度が良く、且つ弱い放射能のものも使える。

露書法の場合には分割面そのまま、他の場合には観測予定面で切断し、湿式エメリーにより800 mesh程度迄研磨し、十分乾燥してX線フィルムまたは原子核乾板の上にのせ、冷暗乾燥した場所に置き露出させる。筆者はX線フィルムさくらN(ノースクリンタイプ)を用い、入射電子数 $10^7 \sim 10^8 / \text{cm}^2$ を目標とし、フィルムと試料とを直接密着させて露出を行わせている。

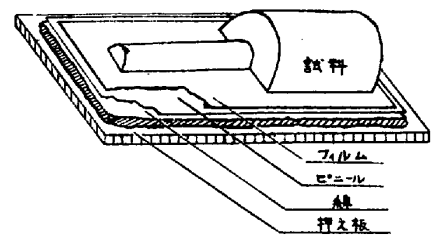


図4 オートラジオグラフのセット

§4 応用例

(1) 熱間板圧延

圧接一体化法により試験片の作成を行つた。ラベル位置を図5に示す。試料は純鉄及びS10C材であり、20×30×120

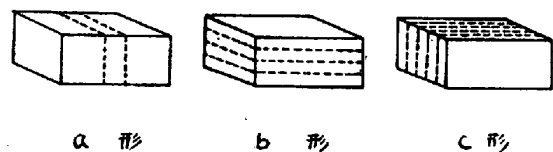


図5 圧延用試験片

mmの寸法である。使用核種は⁵⁹Feであり、FeSO₄の形のものである。ラベルは次の条件によつた。

鍍金条件：
 $FeSO_4 \cdot NH_4(SO_4)_2$ 1モル1モル溶液
⁵⁹FeSO₄ 20μCi/l
 温度 50°C、電流密度 3A/dm²

鍍金後の比放射能：1000cpm/cm²以上（膜厚2mg/cm²GM管・巨角15mm）

圧接：1200°C 10~15% 据込み

図5 a形試験片を1200°Cで75%圧下した際の変形例を図6に示す。

同形同寸のプラスチック及び棒嵌入試験片を同一条件で圧延した際の変形を図7に示す。

本例のような小形材の場合には、圧延過程での試験片の冷却などのためにプラスチックとは相当に異つた変形を示している。また、棒嵌入試験片においては嵌入棒の影響がみとめられる。

図8は図5のb形試験片について一形試験片とプラスチック試験片とき比較したものであり、着色プラスチックの変形が鉄と相当異なることが窺われる。

(2) 冷間圧延

試験材はS10C材、3×30×120mmであり、図5と同じ形状にラベル面が入れている。

図5 a形試験片を25~75%圧下した際の変形を図9に、また図5 c形試験片を50%圧下した際の変形を図10に示す。これらは他の方法では知ることの困難なものである。

(3) 棒圧延

S10C材 20mm 角の図5 b形試験片を用い、オーバー・角・オーバー加工を1200°Cにて行つた。プラスチックと比較し、定性的には良く類似した変形を行つてゐることが認められた。（字頁有巻）

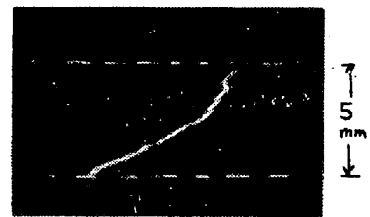


図6

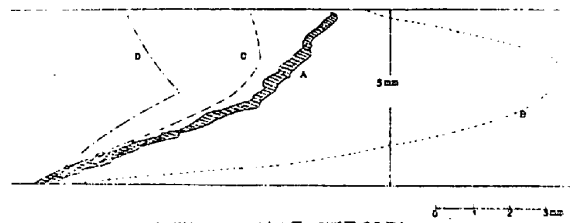


図7

厚さ5mm圧延した際の板中央部の縦断面での複製
 A アイソトープ添加による方法
 B プラスチックによる方法
 C 棒嵌入による方法
 D 18~8ステンレス棒嵌入による方法
 矢印→進行方向

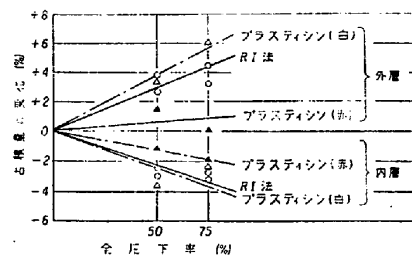


図8 RI試験片とプラスチック試験片における熱間圧延時の厚さ方向の変化

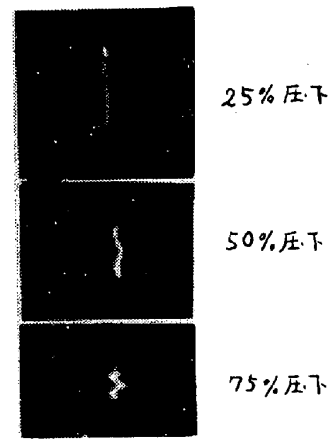


図9

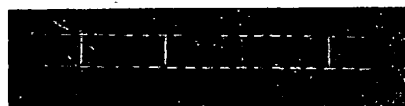


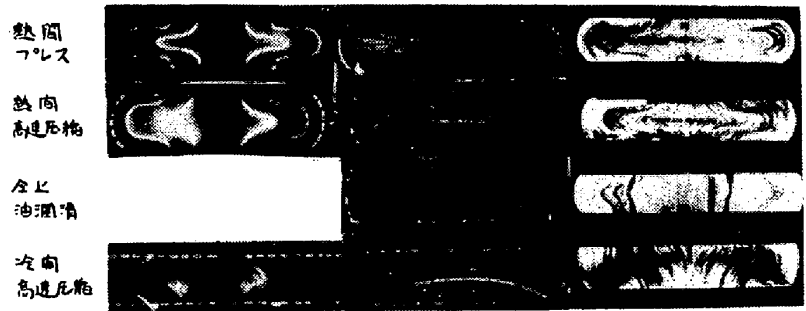
図10

S548

(4) 単純据込加工

S15C材 40mmφ×50mm

試験片の据込方向に垂直に一体化法により4層のラベル面を入れたもの、及び据込方向に平行に圧入法によりラベル面を入れたものについて、各種の据込サを行った例を図11に示す。前者は他の方法では知り得ないものである。後者のラベル法は高速高加工には適しないことが図11のマクロ組織と比較してわかる。



圧縮率 $\frac{A_0 - A}{A_0}$ 0.65のときの变形

図11 各種方法による据込加工

(5) 衝重押出加工

S15C材 38mmφ×60mm 試験片の据込方向

に垂直に一体化法によりラベル面を入れた試験片(図12a形)を作成し、ダイナパーク1220型を用いて1100°Cで衝重前方押出を行った例を図13に示す。本加工のような場合は前項と同様押出方向に平行にラベル面を入れることは一体化法では困難である。しかし、この加工は周囲を拘束された加工であるので分割形を用いることが出来、罪書ラベル法が利用出来る。(図12b形)。図14に両者の比較を示す。罪書法の方が格子線を入れることが出来る利点があるが、同一加工条件の場合分割形の方が残余変形量が小さくなり、分割の影響が入る。しかし、変形の傾向は両者似ている。

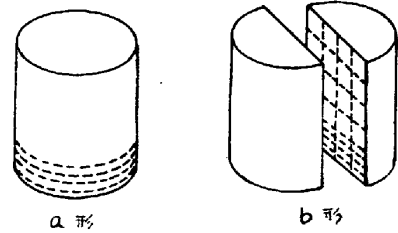


図12 押出加工用試験片

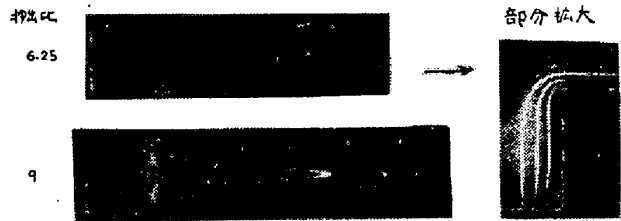


図13 押出加工1

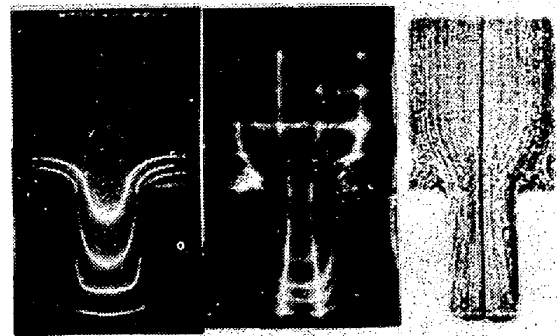


図14 押出加工2. 押出比4

§4 結 言

メタルフロー測定へのアイソトープの利用は、緒言にも述べたような幾らかの問題点はあるが、従来の方法では得られなかつた情報を得ることが出来、また、実体そのものについて行なうので従来の方を4エック出来るといふ意味を持つている。

文 献

- 1) 前稿・野村：金属材料報告 Vol9 No1(1966)64~70
- 2) " " " "：金属材料10周年記念講演会報告文集(英文)(1966)165~166
- 3) P.L.Gruzin: Soviet J. of Atomic Energy 11(1962)1027
- 4) 佐伯・宮川・野村・神崎・吉川：塑性と加工 Vol8 No74(1967)152~155