

氏 名	宅 田 裕 彦 たく だ ひろ ひこ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1749 号
学位授与の日付	昭 和 59 年 11 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Über das Warmwalzen für die Breitenabnahme der stranggegossenen Brammen (連続铸造スラブの熱間幅圧下圧延に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 小 門 純 一 教 授 大 矢 根 守 哉 教 授 井 上 達 雄

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、近年の鉄鋼業において大きな課題となっている連続铸造スラブの幅圧下圧延法の開発に関する一連の研究結果をまとめたものである。すなわち、造塊の連続铸造化が進んだ今日、幅の自由度の少ない連铸スラブから多種類の幅の熱延コイルを製造するためのいわゆる幅調整圧延法の開発が急がれているが、本論文は、このような圧延工程における材料幅端部の特殊な塑性変形機構、圧延荷重、圧延トルクおよび材料内部に発生する応力分布などの圧延特性について、圧延材としてアルミニウムおよびプラスチックを用いたモデル実験と、剛塑性有限要素解析を用いて解析した結果とを論述したものであり、緒論と結論を含めて9章から成っている。

第1章は緒論で、鉄鋼業における連続铸造法の発展について概説し、スラブの幅圧下圧延法に関する研究が重要な課題となって来た所以を示すとともに、従来からの研究成果と対比して、本研究の目的と方針について述べている。

第2章では、縦ロールによるスラブの幅圧延の際の基本的な圧延特性が検討されている。すなわち、フラットロールおよび種々の側壁傾斜角を持つカリバロールによる幅圧下圧延の際の、幅圧下量と圧延後のスラブ断面形状、圧延荷重および圧延トルクとの関係が実験的に明らかにされている。スラブは幅圧延されるとその幅端部に局部的に変形が集中し、その断面形状はいわゆるドッグボーン形状となる。カリバロールはフラットロールに比べてドッグボーン厚さを小さくすることができ、その側壁傾斜角が小さくなるほど幅圧下効率が良くなるが同時に圧延負荷の増大を招くことが示され、側壁傾斜角10~15°のカリバロールが幅圧延用ロールとして最適であると結論されている。また、この章では同時に、材料の加工硬化性およびひずみ速度依存性を考慮した剛塑性有限要素法による幅圧延の解析法が提案され、解析結果と実験結果を比較することによりその信頼性が検証されている。

第3章では、幅圧延によりドッグボーン形状となったスラブを平板に戻すために行われる、水平フラットロールによる平圧延の際の圧延特性が実験的に調べられるとともに、その解析法が幅圧延のそれと同様の手法を用いて提案され、解析的にも検討されている。平圧延で生じる幅戻りや圧延負荷は、ドッグボーン

ン厚さに支配的な影響を受け、ドッグボーン厚さにはほぼ比例して増大することが明らかにされている。

第4章では、幅圧下圧延工程でスラブ内部に発生する応力分布が、プラスチックに埋め込まれた圧力センサによる実測と第2、3章で提案された解析法による計算とにより検討されている。その結果、スラブ幅中央部付近には幅圧延時のみならず平圧延時においても圧延方向に比較的大きな引張応力が発生することが明らかにされている。

第5章では、圧延ロール径およびスラブ幅が幅圧延および後続する平圧延でのスラブ形状や圧延負荷などの圧延特性に及ぼす影響が、アルミニウム板を用いた詳細な実験により、また、実操業寸法の熱間の銅の場合については解析的に検討されている。幅圧延用縦ロール径の増大とともに、幅圧延荷重、圧延トルクは増大するが所要圧延動力は減少すること、同時にドッグボーン厚さが減少し平圧延での幅戻り量および圧延負荷が減少することが示されている。また、圧延されるスラブの幅が増大するほど大きな幅圧延負荷を要し、ドッグボーン厚さが増大し、平圧延での幅戻り量および厚延負荷も増大することが示されている。

第6章では、材料温度、とりわけスラブ幅方向に温度分布を持つ場合のドッグボーン形状と幅圧下量との関係が実験的に調べられ、幅端部の温度が中央部に比べて低い場合、材料内温度が一樣の場合と比べてドッグボーン厚さは小さくなり、幅圧下効率が良くなることが明らかにされている。また、幅圧延の圧延特性に関する解析方法が温度分布を考慮できるように拡張され、その計算結果は実測結果とよく一致することが示されている。

第7章では、種々のパススケジュールによる多段の幅圧下圧延工程でのスラブ形状変化および所要圧延負荷の推移が実験的に明らかにされている。

第8章では、連铸ビレットから切り出された鋼材モデル材とした実験により、幅圧下圧延が連铸スラブの幅端部のマクロ組織および機械的性質に及ぼす影響について検討され、幅端部での局所的な変形の繰返しにより連铸時に形成された幅端部の柱状晶組織が破壊され、その部分の機械的性質は、幅圧下圧延工程を経ないものに比べて、加工性の面で改善されることが示されている。

第9章は結論で、本研究によって得られた成果を要約したものである。

論文審査の結果の要旨

鉄鋼業において、従来からの造塊法に対する連続鑄造法の優位性が明確にされるに従って、連続熱間圧延用スラブの連铸比率は年々急速に増加しつつある。しかし、熱延工程で要求される多種類の幅を持つスラブを、連続鑄造工程で鑄型の幅を変更することにより製造することは、生産能力、歩留りおよび品質管理の面から必ずしも得策でない場合が多い。したがって、連続鑄造工程でできるだけ一定幅で鑄造されたスラブを熱延工程入口で任意の幅まで軸方向圧延する方法が実用化され始めている。本論文は、このような背景の下で、幅圧延時のスラブの形状変化の推移および圧延特性を明らかにするために行われた一連の基礎実験と、この結果の剛塑性有限要素法による3次元解析の手法について述べたもので、得られた主な成果はつぎのとおりである。

1. 矩形断面のスラブがその幅方向に圧延されるとその断面はいわゆるドッグボーン形状となり、その

最大厚さは幅圧下量の増加とともに増大すること、また、幅圧下効率、幅圧下力および幅圧延トルクはいずれも幅圧下量とともに増加することが詳細な実験によって明らかにされた。

2. 材料の加工硬化性、ひずみ速度および温度依存性を考慮した剛塑性有限要素法による3次元の変形機構を解明するための解析手法が提案され、その有用性が上記の実験結果により検証された。

3. ドッグボーン材をもとの板厚まで平圧延する際の圧延特性に対しては、ドッグボーン厚さが支配的因子であることが立証された。

4. 幅圧延および平圧延の際スラブ内に発生する3方向応力について詳細な検討が加えられ、いずれの圧延においてもスラブ幅中央付近には圧延方向にかなりの引張応力が発生するので、幅方向圧延される連続鋳造スラブには、その内部品質の健全性が特に要求されるものであることが初めて明らかにされた。

5. 幅圧下用縦ロールとして用いられるカリバロールのカリバ角が幅圧下効率、圧下力および圧延トルクに及ぼす影響について実験的および理論的考察が加えられ、ロール摩耗をも考慮すれば、 $10\sim 15^\circ$ のカリバ角が最も実用的であることが確かめられた。さらに、縦ロール径が圧延諸特性に及ぼす影響についても検討が加えられ、縦ロール径としては1,500 mm程度が最適であることが示された。これらは実機により経験的に得られていた結果に対し理論的根拠を与えたものである。

以上要するに本論文は、連続鋳造スラブの幅変更を圧延方式で行う際問題となる圧延特性とそれに係わる諸因子との間の関係を一連の詳細な実験と新しく提案された3次元剛塑性有限要素法による解析とにより明確にし、本設備設計上有益な指針を与えたもので、その成果は学術上、工業上寄与するところが少ない。

よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また、昭和59年10月15日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。