

Title	サテライトミルの開発と高機能材料への応用
Author(s)	宇都宮, 裕
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3065899
DOI	10.11501/3065899
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	宇都宮 裕 <small>のみや ひろし</small>
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第10728号
学位授与年月日	平成5年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科金属材料工学専攻
学位論文名	サテライトミルの開発と高機能材料への応用
論文審査委員	(主査) 教授 斎藤 好弘 (副査) 教授 山根 壽己 教授 永井 宏 教授 大中 逸雄

論文内容の要旨

本論文は新形式のサテライトミルの開発並びにその高機能材料の加工プロセスへの応用について検討したものである。サテライトミルとは一本の大径中心ロールとその外周上に配置された複数の小径の衛星ロールの間で連続圧延が行われる一種のコンパクトミルであるが、全ロールを同周速で駆動するため各衛星ロール間で長手方向の圧縮力が発生し、材料の延伸が著しく抑制される。この延伸抑制効果に着目して平条の拡幅圧延、異形断面条の圧延、銀シース法による酸化物超伝導体の線材化などの高機能材料の加工プロセスにサテライトミルを応用した結果をまとめたものである。

本論文は次の14章から構成されている。

第1章では本研究における背景ならびに目的について述べている。

第2章では本研究で用いたサテライトミルの原理について説明している。さらに試作機を製作し、異形断面条の試験圧延を行い、この圧延機では全ロールが同周速で駆動されることに起因して材料内に大きな圧延方向の圧縮力が発生し、横断面内のメタルフローが促進されることを明らかにしている。

第3章ではまず圧延機の弾性変形特性を明らかにしている。さらに平条の平圧延にサテライトミル圧延を適用し、通常の連続圧延法に比べて大きな幅広がりが生じること、下流段に中立点が存在し、衛星ロールの圧下力はフリクションヒル状の分布を呈することを明らかにしている。

第4章および第5章では、孔型衛星ロールを用いたサテライトミル圧延により平条の拡幅圧延を行う方法として、凹型衛星ロール法ならびに凸型衛星ロール法を考案し、サテライトミル圧延では通常圧延に比べて極めて大きな幅広がりを生じること、凸型衛星ロール法は凹型衛星ロール法に比べて幅広がり若干小さいが変形は均一であることを明らかにしている。さらに第6章ではサテライトミル圧延材の集合組織を調査し、サテライトミル圧延材ではひずみ比(幅広がりひずみ/延伸ひずみ)が1に近いことに対応して、一軸圧縮集合組織が形成されることを明らかにしている。

第7章～第9章ではサテライトミルを用いて素材平条より異形断面条を製造する方法として孔型中心ロール法ならびに孔型衛星ロール法を考案し、サテライトミル圧延では材料の延伸が抑制され、厚肉部での減肉が少なく孔型への充満性が極めて優れていること、孔型衛星ロール法は孔型中心ロール法に比べて孔型への充満性が優れ圧下力は小さいことを明らかにしている。第10章では孔型形状に改良を加え、板幅52mm、薄肉部の板厚0.7mmで板厚比が3を超える

健全なT型異形断面条を製造可能な孔型を開発している。さらに第11章では剛塑性有限要素法による解析を行い、横断面内のメタルフローは一般化平面ひずみモデルで近似できること、変形は段差部直近のフランジ部に集中することを明らかにしている。

第12章ではイットリウム系酸化物粉末をアルミニウムでシースした線材の通常圧延機による平線圧延について基礎的な検討を行い、コア酸化物粉末は圧延の際の幅広がりが多い条件でより圧密化されること、全圧下率が大きい場合、シースとコアの界面に波立ちが生じるが、波立ちの振幅は同じ全圧下に対しパス回数が多いほど小さいことを明らかにしている。

第13章では銀シース法によるピマス系酸化物超伝導粉末の線材化プロセスへのサテライトミルの適用について検討している。サテライトミル圧延材は、通常圧延材に比べて幅広がりが多いが、コアの見かけ密度は高いが、コアとシースの界面に波立ちを生じ易いこと、サテライトミル圧延材の臨界電流密度は通常圧延材のそれに比べて高いことを明らかにしている。

第14では得られた結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

近年、材料の高機能化あるいは高付加価値化への要求はますます強まっており、それに対応する新しい加工プロセスの開発が不可欠となっている。本論文は圧延加工による材料の高機能化を目的として、従来圧延機では実現できない延伸抑制圧延の機能を有する新型のサテライトミルを開発し、その圧延特性を明らかにするとともに、材料の高機能化への応用の可能性について検討したものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

- (1) 一本の大径中心ロールの外周上に5本の小径衛星ロールを配置し、全ての衛星ロールと中心ロールを同周速で駆動しつつ、中心ロールと衛星ロール間で材料を連続的に圧延する形式のサテライトミルを試作し、ミルの弾性変形特性を明らかにするとともに、アルミニウム平条の圧延実験により延伸抑制効果ならびに通常の圧延では不可能な大きな幅広がりを生じる拡幅圧延が実現できることを確かめている。
- (2) 衛星ロールに台形状の突起または溝を加工した孔型衛星ロール法により、さらに大きな幅広がりが生じ、得られた圧延板の集合組織は通常の圧延集合組織から一軸圧縮集合組織に近づき、面内異方性の少ない板が得られることを見いだしている。
- (3) サテライトミルの延伸抑制効果は孔型ロールを用いた場合、材料の孔型への充満性を著しく高めるため、通常の孔型圧延では製造困難な異形断面条、特に板厚が板幅方向に不連続的に数倍変化する板を平板から容易に製造できることを見いだしている。
- (4) 酸化物超伝導粉末を銀管に充てんした複合線をサテライトミル圧延した場合、高い圧縮応力の発生が粉末の圧密化に有効に作用し、これが延伸抑制効果とあいまって、得られた超伝導線材の臨界電流密度を通常圧延より上昇できることを見いだしている。

以上のように、本論文は、従来の圧延機では不可能な薄板の延伸抑制圧延を実現できる新型圧延機を開発し、その変形特性を解明するとともに、それを材料加工に適用して、従来の圧延板とは異なる集合組織を有する薄板の製造、従来圧延法では製造不可能な異形断面条の製造、超伝導線材の特性の向上などが可能であることを実証し、その機構を明らかにしており、材料加工学特に材料塑性工学の分野に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。