

# 鋼板の結晶方位のばらつきを 利用した剛性と残留応力制御

物質・材料研究機構

構造材料研究拠点

塑性加工プロセスグループ

主幹研究員 上路林太郎

2020年6月18日

# 従来技術とその問題点

金属材料・鋼板の強化には、以下の二種類

- ・弾性変形に対する高剛性化

(例 ヤング率向上)

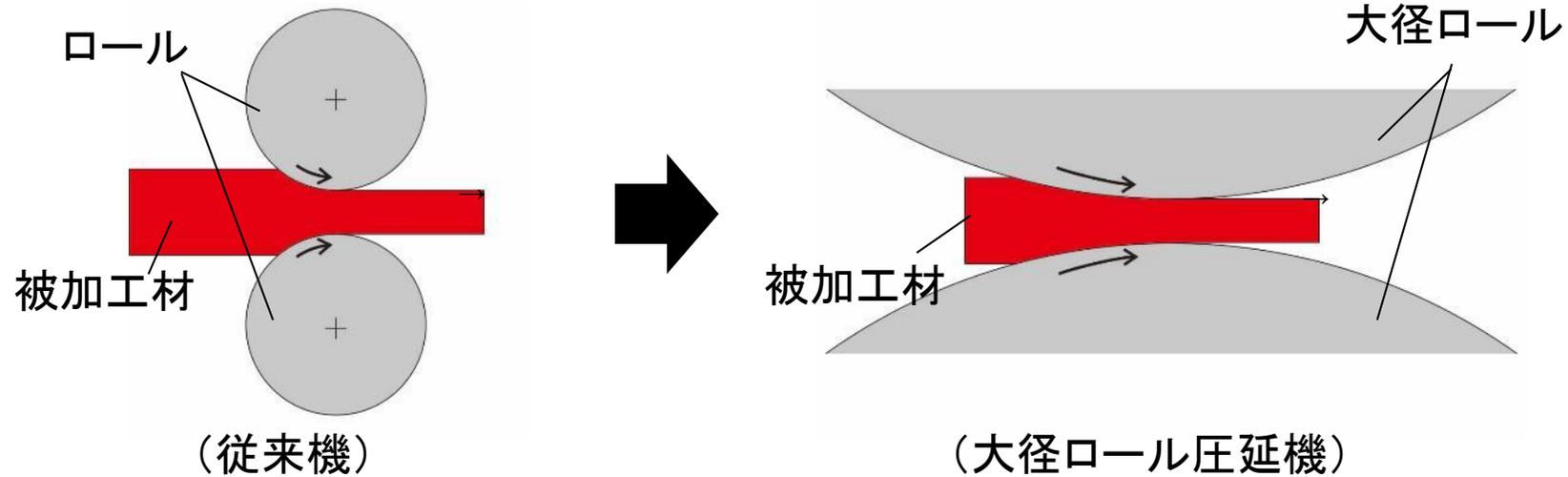
- ・塑性変形に対する高強度化

(例 降伏強度、引張強さ向上)

がある。いずれも薄肉化に必要な強化である。

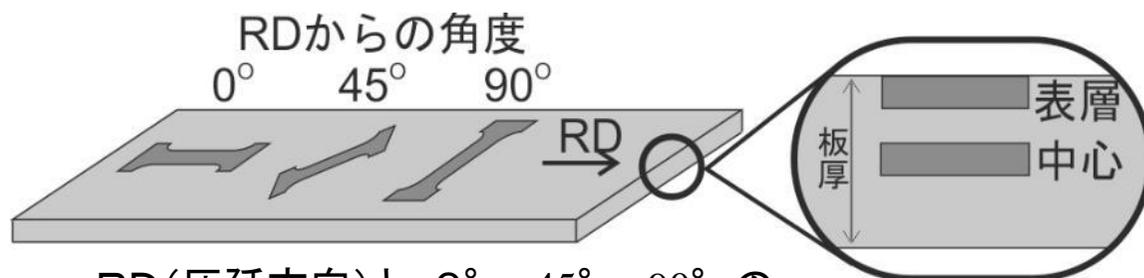
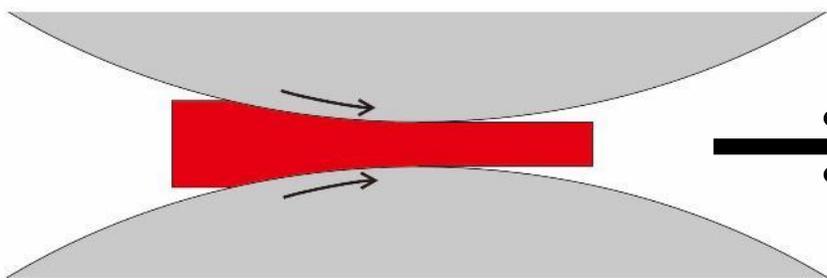
ヤング率の向上に関しては、熱処理などによる金属組織制御では難しいという問題点がある。

# 新技術の特徴・従来技術との比較



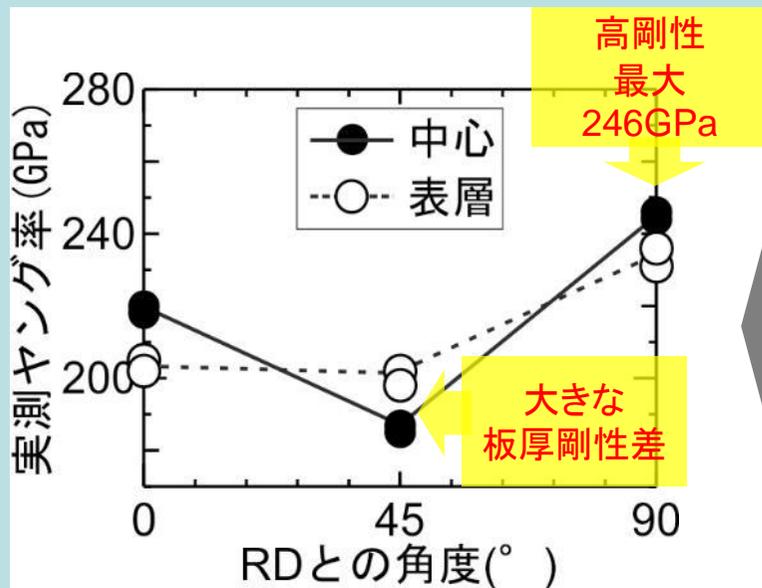
大径ロール圧延機により、ロール/素材間の摩擦に起因する大きな付加的ひずみを利用する。

# 実施例 : 試作材の高剛性

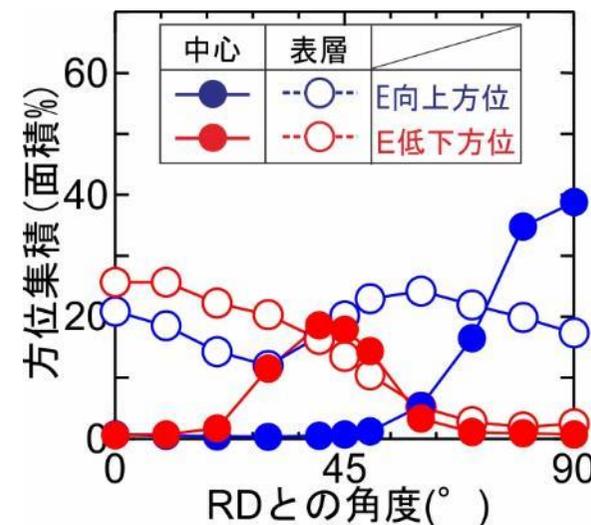
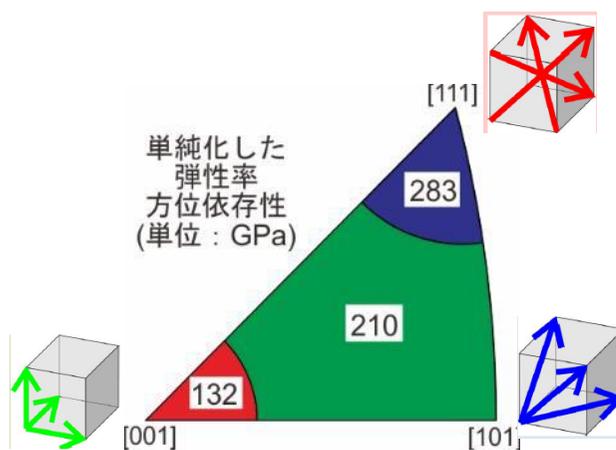


RD(圧延方向)と、0°、45°、90°の角度を有する方向に引張変形を与えてヤング率を評価した

## 評価結果

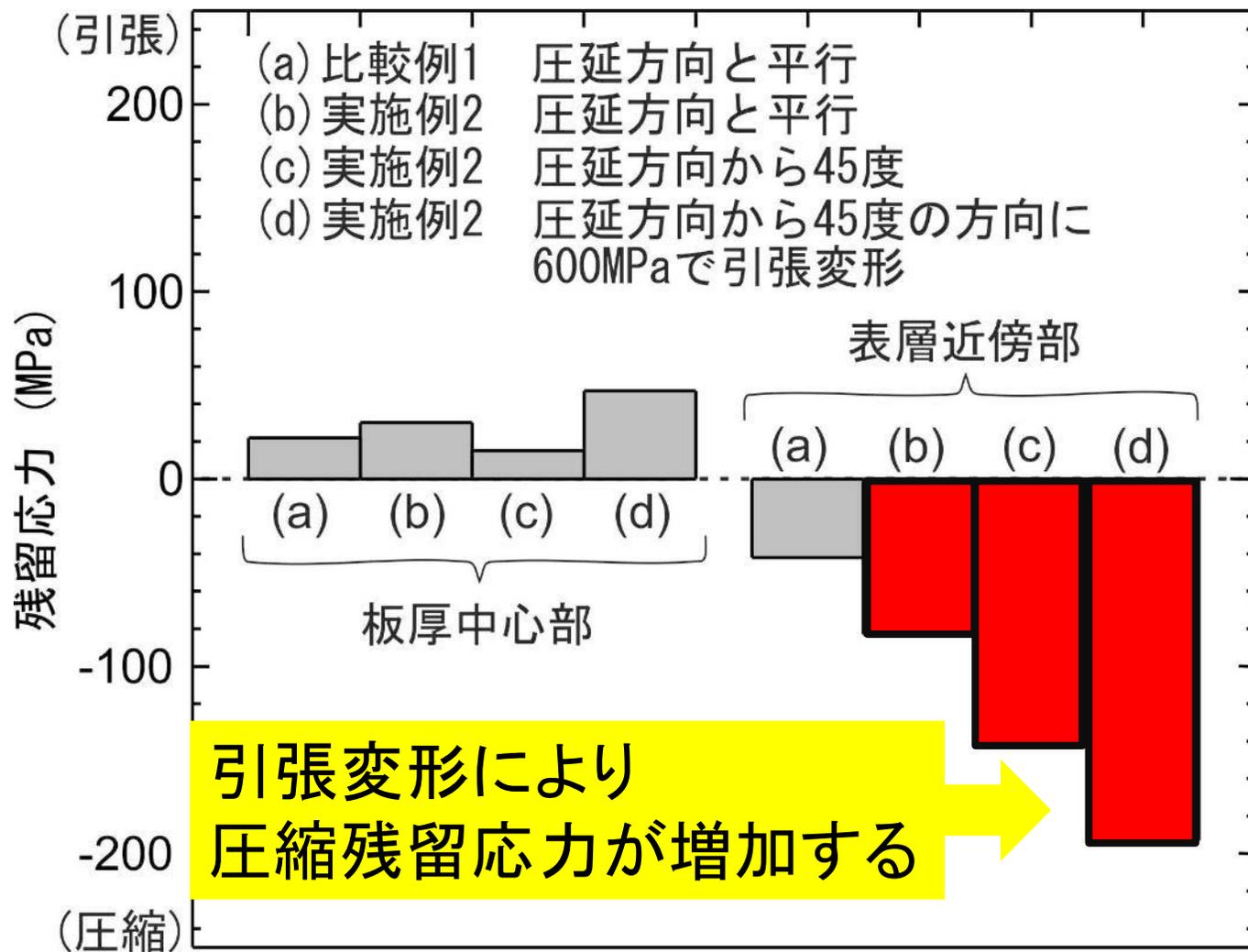


↑ヤング率(E)結果



↑高い剛性は結晶方位の配向性が原因

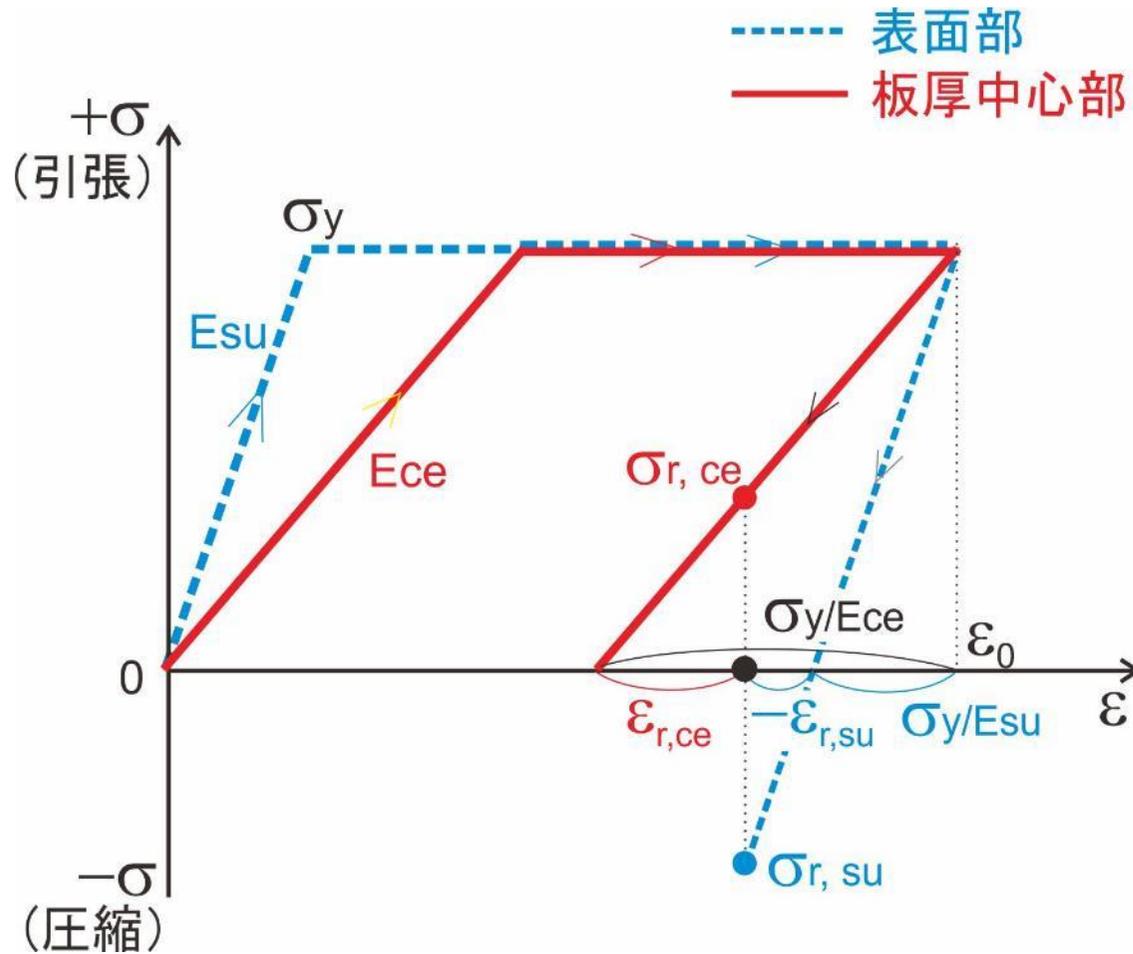
# 実施例：剛性差による残留応力



圧延材や引張変形材の表面に圧縮残留応力が形成される。  
(従来技術では無理)  
→疲労特性等に有利

(特願PCT/JP2018/041416 明細書より)

# 残留応力の形成メカニズム



弾性率起因の残留応力のみを見積もるため、  
(仮定1) 表層部、内部ともに弾完全塑性体、  
(仮定2) 降伏応力は同じ値(σ<sub>y</sub>)  
(仮定3) 表層部、内部はそれぞれ均一に変形

表層部の体積率 : f  
表層部のヤング率 : E<sub>su</sub>  
内部のヤング率 : E<sub>ce</sub>

表層部の除荷後の残留応力、残留ひずみ: σ<sub>r,su</sub>, ε<sub>r,su</sub>

内部の除荷後の残留応力、残留ひずみ: -σ<sub>r,ce</sub>, -ε<sub>r,ce</sub>

(1) 応力のつり合い条件

$$(1-f)\sigma_{r,ce} + f\sigma_{r,su} = 0$$

(2) 内部/表層部のひずみの整合条件(左図参照)

$$\frac{\sigma_y}{E_{su}} - \varepsilon_{r,su} = \frac{\sigma_y}{E_{ce}} - \varepsilon_{r,ce}$$

(3) 応力ひずみ関係(弾性)

$$E_{su} \varepsilon_{r,su} = \sigma_{r,su}, \quad E_{ce} \varepsilon_{r,ce} = \sigma_{r,ce}$$

(1)(2)(3)から

$$\sigma_{r,su} = E_{su} \sigma_y \left( \frac{1}{E_{su}} - \frac{1}{E_{ce}} \right) \left\{ 1 + \frac{f}{(1-f)} \frac{E_{su}}{E_{ce}} \right\}^{-1}$$

## 想定される用途

- 本技術の特徴を生かすためには、板材製造に適用することで、高剛性化による肉厚軽減のメリットが大きいと考えられる。
- 上記以外に、残留応力による疲労特性向上も期待される。
- また、本効果が弾性率の局所不均一に起因することに着目すると、他の塑性加工製品に展開することも可能と思われる。

## 企業への期待

- 金属材料の塑性加工・二次成形技術を持つ、企業との共同研究を希望。
- また、新規塑性加工技術を開発中の企業、既存塑性加工プロセスに一工夫加えることにより、製品の付加価値の展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。

## 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 高靱性を有する鋼材及びその製造方法、この鋼材を用いた構造用鋼板
- 出願番号 : 特願PCT/JP2018/041416
- 出願人 : 物質・材料研究機構
- 発明者 : 井上忠信/邱海/上路林太郎

# お問い合わせ先

## 国立研究開発法人物質・材料研究機構 外部連携部門 企業連携室

### 企業様向け総合窓口HP（スマホ対応）

<https://technology-transfer.nims.go.jp/>



企業様向けの総合窓口です。各種お問い合わせ・ご相談などお気軽にご連絡ください。



### 基礎研究を社会へつなげる

こちらは、企業様向けの総合窓口です。  
NIMSは技術相談、共同研究、装置利用など、  
企業様の多様なご要望に対応しております。



#### 技術指導・業務実施

研究者からアドバイスが欲しい

#### 試料貸与

NIMSの研究試料（サンプル）を  
評価してみたい

#### 装置利用

NIMSの持つ最先端設備を使って  
評価・分析を行いたい

#### 実施許諾

特許やノウハウをライセンスしてほしい

#### 共同研究

NIMSの研究者と一緒に研究がしたい

#### その他