

2021M-217 パーライト鋼のラメラ配向制御法の確立と 超高強度-高延性化 補助事業

背景

パーライト鋼・・・フェライト(α)+セメンタイト(Fe₃C)層状組織

軟質 硬質 (ラメラ組織)

コロニー
→層状組織の向き(ラメラ配向)が同一の領域

ラメラ配向はランダム



伸線パーライト鋼(ピアノ線)
超高強度 - 低延性

伸線加工によりひずみが導入

ラメラ配向が一方向に揃う

伸線加工を施すことなくラメラ配向を揃えられれば超高強度かつ高延性？

実施内容

- 3次元ラメラ配向の定量評価法の確立
電子顕微鏡観察+Pythonによりラメラ配向解析の時間効率の改善を行った。
- 前加工処理のラメラ配向への影響の調査
圧延材、伸線加工材からパーライト鋼を作製し、(1)の手法を用いて解析を行った。
- ラメラ配向の異なる試料の引張特性の調査
高温圧縮後に冷却した試料のラメラ配向と引張特性を評価した。

実施成果

(1) 3次元ラメラ配向の定量評価法の確立

ラメラ配向を二次元画像上でトレースする以外の解析工程の自動化が出来た。図1に示すように1500個のコロニー(ラメラ配向)について解析が実施でき、その時間は1日半程度であった。通常の手作業による解析では1ヵ月程度かかることから大幅な時間効率の改善が行えた。

パーライト鋼の3次元ラメラ配向を定量評価する手法が確立された。

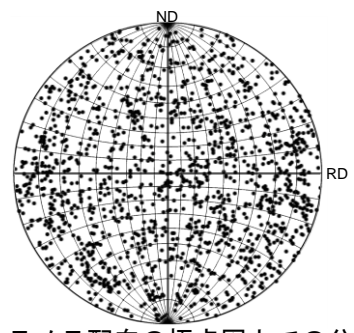


図1 ラメラ配向の極点図上での分布

(2) 前加工処理のラメラ配向への影響の調査

(1)で確立されたラメラ配向の定量評価法を用いて、圧延加工材、伸線加工材を出発材としてパーライト鋼を作製した。その結果、無加工材ではラメラ配向がランダムに分布したのに対して、圧延加工材および伸線加工材ではラメラ配向が一部に集積した。図2には一例として伸線加工材のラメラ配向分布を示す。矢印の領域の密度が高くラメラ配向が集積していることがわかる。このようなラメラ配向の集積は、加工により形成する集合組織や残留応力が影響していることが示唆された。

前加工処理がラメラ配向に影響を及ぼすことが明らかになった。

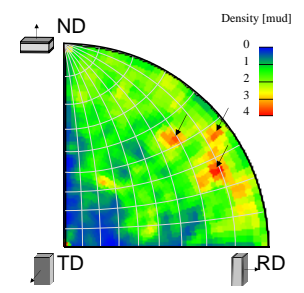


図2 伸線加工材のラメラ配向分布

(3) ラメラ配向の異なる試料の引張特性の調査

図3に高温域で90%圧延後に冷却した試料と圧延加工を施さずに冷却した試料の応力-ひずみ曲線を示す。90%圧延材では、圧延軸に平行なラメラ配向が多く集積していた。図3から90%圧延材は、無加工材よりも著しく最大応力(強度)と伸びが大きいことがわかる。よって、ラメラ配向の集積によって、機械的特性が改善したといえる。

ラメラ配向の制御により機械的特性が改善可能であることが示された。

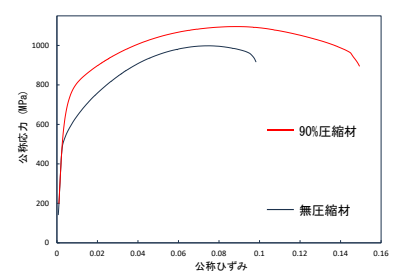


図3 応力-ひずみ曲線

今後の予定

更なるラメラ配向の集積によって従来パーライト鋼を凌駕する機械的特性のパーライト鋼を創製する。