

令和 3 年 5 月 24 日現在

機関番号： 11301
研究種目： 奨励研究
研究期間： 2020 ~ 2020
課題番号： 20H00913
研究課題名 ねじりを主体とした複合的応力印加が可能な新規治具開発と、高精度応力測定技術の構築

研究代表者

千葉 雅樹 (Chiba, Masaki)

東北大学・多元物質科学研究所・技術一般職員

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 480,000 円

研究成果の概要：本研究では試料の傾斜、1軸方向へのステージ移動により、ねじり・引張応力の印加が可能な治具を製作した。ステンレス鋼圧延板を切出した試料に、治具で応力を印加した。可搬・非破壊・短時間で応力測定可能な手法であるcos法により、in situで試料の応力実測を行った。

ねじり応力印加により、試料短手方向の引張の主応力が表れた。引張応力印加により、試料の最大主応力が引張方向へ増大・回転した。試料は最大主応力が約1600 MPaで破断した。ねじり・引張応力を同時印加した場合、引張応力のみの場合と比較して、半分のひずみ量で破断した。本研究により、可搬な応力測定装置を利用し、各種応力状態の違いを評価できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

Fe基合金は、ねじり応力等の複合的な応力存在下で利用されている。ねじり応力は、力学的特性の発現や破壊メカニズムに大きな影響を与えており、安全性評価のために正しく評価することが必要である。しかし、ねじり応力印加時(in situ)での応力測定の研究報告は少ない。本研究はねじり・引張応力を複合的に印加可能な応力印加治具を製作し、外部応力存在下でX線応力測定を行い、実験結果の評価を行った。本研究により、ねじり・引張応力が複合的に印加された応力状態の評価を、可搬・非破壊で実測することができた。この手法を応用することで、産業界で求められているin situの応力測定技術の進展に寄与できると考えられる。

研究分野： 金属材料学

キーワード： 応力測定 X線回折

1. 研究の目的

Fe 基合金は、ネジ・バネ・大規模建造物・各種デバイス等に利用されており、ねじり応力を主体とした複合的な応力存在下で利用されている。ねじり応力は、力学的特性の発現や破壊メカニズムに大きな影響を与えており、安全性評価のために正しく評価することが必要である。しかし、ねじり応力印加時(in situ)での応力測定の研究報告は少ない。本研究はねじり応力と引張応力を複合的に印加できる応力印加治具を製作し、外部応力存在下で X 線応力測定を行い、実験結果の評価を行うことを目的とする。

2. 研究成果

図 1 のように、任意の角度への試料の傾斜、1 軸方向へのステージ移動により、ねじり・引張応力を同時に印加できる応力印加治具を製作した。試料は、ステンレス鋼の圧延板をゲージ部サイズが 20mm(L) × 3mm(W) となるように切り出した。本研究では、cos 法により応力測定を行った。応力測定に使用した装置(パルステック工業製 μ -X360)は、持ち運びが可能で、非破壊かつ短時間で応力実測が可能である。cos 法は、試料に X 線を照射した時に現れる、デバイリングと呼ばれる回折線を X 線検出器で検出し、無ひずみ時の回折線と比較することにより応力値を算定する手法である。本研究では試料長手方向に引張応力、引張方向を軸とするねじり応力を印加し、in situ で応力測定を行った。得られた残留応力値に数学的处理を施し、主応力の大きさ(楕円体の軸長)と方向(楕円体の軸の向き)、種類(内側矢印が圧縮応力、外側矢印が引張応力)を表す応力楕円を作成し、応力印加時での変化を解析した。



図1: 応力印加治具

図 2 に試料にねじり・引張応力を印加した時の応力状態変化を示す。ねじり応力印加により、試料短手方向への引張の主応力(94 MPa)が表れた。引張応力の印加により、試料の最大主応力が引張方向に増大し、最大主応力の方向が引張方向へ回転した。破断時の最大主応力は約 1600 MPa であった。ねじり・引張応力を同時に印加した試料は、引張応力のみ印加した試料と比較して、破断までのひずみ量が約半分と小さくなった。破断後は主応力のいずれか一方が引張応力から圧縮応力に転じた。本研究により持ち運びが可能な応力測定装置を利用して、in situ で試料の応力実測ができ、各種応力状態の違いを評価することができた。

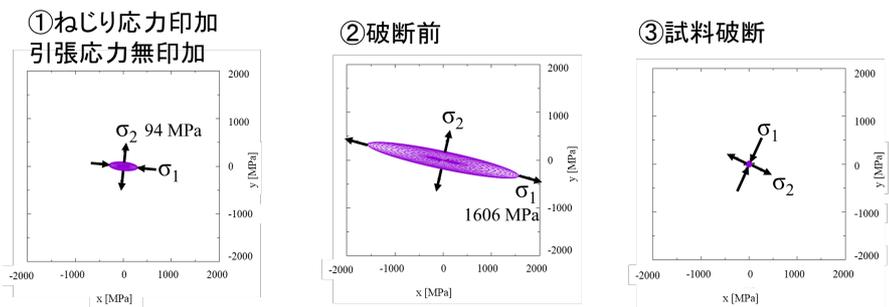
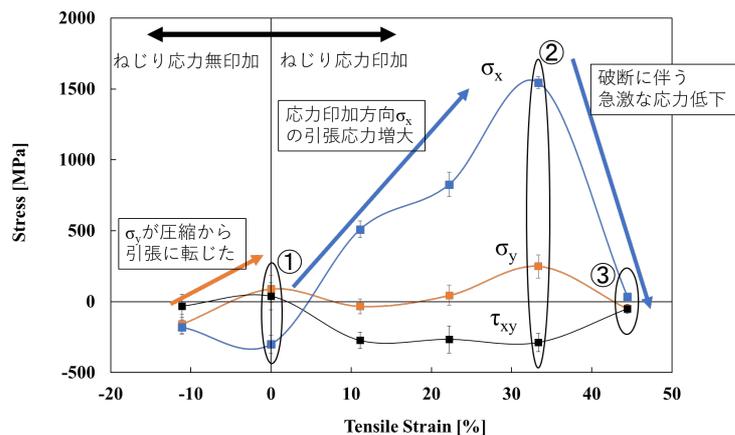


図2: ねじり応力を印加した試料の応力状態の変化

今後は 2D 法での 3 軸方向の応力測定や、EBSD による方位解析を行い、方位と応力の関係を調べる予定である。また他の材料で同様の実験をし、比較する予定である。

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 千葉雅樹、田中俊一郎、鈴木茂
2. 発表標題 引張・ねじり応力を印加した金属材料の応力測定
3. 学会等名 日本金属学会2021年春季大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
田中 俊一郎	(Tanaka Shun-Ichiro)
鈴木 茂	(Suzuki Shigeru)