

Title	ステンレス鋼の表面に生じた圧縮残留応力の安定性解明
Sub Title	Stability of compressive residual stress on stainless steel
Author	羽山, 元晶(Hayama, Motoaki)
Publisher	慶應義塾大学
Publication year	2024
Jtitle	学事振興資金研究成果実績報告書 (2023.)
JaLC DOI	
Abstract	ステンレス鋼は耐食性・耐熱性に優れ、腐食環境や高温環境に曝される設備や構造物に広く用いられる。過酷環境下での使用中に生じる疲労破壊や応力腐食割れなどといった破損を防ぐために、ショットピーニングなどの表面改質による圧縮残留応力の付与が工業的に広く適用されている。しかしショットピーニングにより付与した圧縮残留応力が、材料の使用中に減少するなど解決すべき課題も残されている。ステンレス鋼の安全性・信頼性を向上させるには、より安定な圧縮残留応力を材料に付与することが必要である。そこで本研究では、ショットピーニングによりステンレス鋼表面に生じた圧縮残留応力の疲労過程における変化挙動について、本研究室で開発した「X線応力その場測定」を用いて調べ、そのメカニズムについて検討を行った。「X線応力その場測定」とは、疲労試験中に試験片を試験機から取り外すことなく、試験片表面の残留応力を測定可能にした測定法である。これにより従来よりも詳細に残留応力の変化挙動を測定することが可能となっている。 ショットピーニング処理を施したステンレス鋼に対して、疲労試験を行いながら「X線応力その場測定」を行った結果、圧縮残留応力は疲労負荷1サイクル目の圧縮負荷では増加し、引張負荷では減少することが明らかとなった。これまで、ピーニングにより炭素鋼に生じた圧縮残留応力は圧縮負荷により減少することが知られている。すなわち、炭素鋼とステンレス鋼では、圧縮残留応力の変化メカニズムが異なると考えられる。「X線応力その場測定」の結果から、炭素鋼とステンレス鋼におけるメカニズムの違いは疲労負荷により試験片に生じる塑性ひずみの大きさの差が影響している可能性が示唆された。今後も更なる実験を行い、ステンレス鋼における圧縮残留応力の解放メカニズムを明確にする。 Stainless steel has corrosion and heat resistance and is widely used in structures exposed to corrosive and high-temperature environments. Generating compressive residual stress by shot peening is one of the most effective ways to prevent damage such as fatigue fracture and stress corrosion crack. However, the compressive residual stress induced by shot peening decreases during the use of the materials. To improve the safety and reliability of stainless steel, it is necessary to induce more stable compressive residual stress to the material. In this study, we investigated the change behavior of the compressive residual stress on the stainless steel surface during the fatigue process using "in-situ X-ray stress measurement" which was developed in our laboratory. "in-situ X-ray stress measurement" can measure the change behavior of compressive residual stress during fatigue test without removing the test specimen from the fatigue test machine. Results revealed that the compressive residual stress on the stainless steel specimen increased with compressive loading and decreased with tensile loading in the first cycle of fatigue. It has been known that the compressive residual stress on carbon steel decreases with compressive loading. These results show that the mechanism of compressive residual stress changes is different between stainless steel and carbon steel. The results of "in situ X-ray stress measurement" imply that the difference in the mechanisms between carbon steel and stainless steel is influenced by the difference in the plastic strain deformation by the fatigue loading. Further experiments will be conducted to elucidate the mechanism of the compressive residual stress change in stainless steel.
Notes	
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=2023000010-20230202

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

2023年度 学事振興資金（個人研究） 研究成果実績報告書

研究代表者	所属	理工学部	職名	助教（有期）	補助額	1,000千円 （特A）
	氏名	羽山 元晶	氏名（英語）	HAYAMA Motoaki		
研究課題（日本語）						
ステンレス鋼の表面に生じた圧縮残留応力の安定性解明						
研究課題（英訳）						
Stability of compressive residual stress on stainless steel						
1. 研究成果実績の概要						
ステンレス鋼は耐食性・耐熱性に優れ、腐食環境や高温環境に曝される設備や構造物に広く用いられる。過酷環境下での使用中に生じる疲労破壊や応力腐食割れなどといった破損を防ぐために、ショットピーニングなどの表面改質による圧縮残留応力の付与が工業的に広く適用されている。しかしショットピーニングにより付与した圧縮残留応力が、材料の使用中に減少するなど解決すべき課題も残されている。ステンレス鋼の安全性・信頼性を向上させるには、より安定な圧縮残留応力を材料に付与することが必要である。そこで本研究では、ショットピーニングによりステンレス鋼表面に生じた圧縮残留応力の疲労過程における変化挙動について、本研究室で開発した「X線応力その場測定」を用いて調べ、そのメカニズムについて検討を行った。「X線応力その場測定」とは、疲労試験中に試験片を試験機から取り外すことなく、試験片表面の残留応力を測定可能にした測定法である。これにより従来よりも詳細に残留応力の変化挙動を測定することが可能となっている。 ショットピーニング処理を施したステンレス鋼に対して、疲労試験を行いながら「X線応力その場測定」を行った結果、圧縮残留応力は疲労負荷1サイクル目の圧縮負荷では増加し、引張負荷では減少することが明らかとなった。これまで、ピーニングにより炭素鋼に生じた圧縮残留応力は圧縮負荷により減少することが知られている。すなわち、炭素鋼とステンレス鋼では、圧縮残留応力の変化メカニズムが異なると考えられる。「X線応力その場測定」の結果から、炭素鋼とステンレス鋼におけるメカニズムの違いは疲労負荷により試験片に生じる塑性ひずみの大きさの差が影響している可能性が示唆された。今後も更なる実験を行い、ステンレス鋼における圧縮残留応力の解放メカニズムを明確にする。						
2. 研究成果実績の概要（英訳）						
Stainless steel has corrosion and heat resistance and is widely used in structures exposed to corrosive and high-temperature environments. Generating compressive residual stress by shot peening is one of the most effective ways to prevent damage such as fatigue fracture and stress corrosion crack. However, the compressive residual stress induced by shot peening decreases during the use of the materials. To improve the safety and reliability of stainless steel, it is necessary to induce more stable compressive residual stress to the material. In this study, we investigated the change behavior of the compressive residual stress on the stainless steel surface during the fatigue process using "in-situ X-ray stress measurement" which was developed in our laboratory. "in-situ X-ray stress measurement" can measure the change behavior of compressive residual stress during fatigue test without removing the test specimen from the fatigue test machine. Results revealed that the compressive residual stress on the stainless steel specimen increased with compressive loading and decreased with tensile loading in the first cycle of fatigue. It has been known that the compressive residual stress on carbon steel decreases with compressive loading. These results show that the mechanism of compressive residual stress changes is different between stainless steel and carbon steel. The results of "in situ X-ray stress measurement" imply that the difference in the mechanisms between carbon steel and stainless steel is influenced by the difference in the plastic strain deformation by the fatigue loading. Further experiments will be conducted to elucidate the mechanism of the compressive residual stress change in stainless steel.						
3. 本研究課題に関する発表						
発表者氏名 （著者・講演者）	発表課題名 （著書名・演題）	発表学術誌名 （著書発行所・講演学会）	学術誌発行年月 （著書発行年月・講演年月）			