

## ピーニングによる残留応力の回折面依存性の研究

Lattice plane dependency of residual stress by peenings

鈴木賢治<sup>1)</sup>                      高橋尚子<sup>1)</sup>  
 Kenji SUZUKI                      Naoko TAKAHASHI  
 高木愛夫<sup>2)</sup>                      田中良彦<sup>2)</sup>  
 Yoshio TAKAGI                      Yoshiko TANAKA  
 菫蒲敬久<sup>3)</sup>  
 Takahisa SHOBU

<sup>1)</sup>新潟大学    <sup>2)</sup>東京電力    <sup>3)</sup>原子力機構

(要約 2～3 行) レーザおよびウォータージェットピーニング面の残留応力を測定した。いずれも 2mm 近くまで圧縮の残留応力が導入されていた。また、回折面により残留応力の大きさが異なり、弾性異方性の影響が明らかとなった。その傾向は引張塑性と逆傾向であった。

キーワード：残留応力，オーステナイト系ステンレス，弾性異方性，ピーニング，塑性

### 1. 目的

オーステナイト系ステンレス鋼は原子力プラントに多用されるが、溶接、機械加工などに起因する引張残留応力が原因となり、応力腐食割れ(SCC)が問題となる。その対策としてウォータージェット、レーザなどのピーニングにより表面に塑性変形を起こさせ、表面圧縮の残留応力を形成する方法もとられ始めている。そして、ピーニング処理による圧縮残留応力は、結晶粒のあらゆるところで高経年化しても安定して保たれる必要がある。

本研究では、塑性変形の結晶異方性がピーニング残留応力の形成にどのように関与しているかについて、高エネルギー放射光を用いて測定する。すなわち、粒間ひずみの大小は、各結晶粒単位でピーニング効果を左右する。長期間の原子炉の安全性を高めるために、ピーニング効果の回折面依存性を検討する。また新たに開発した回転ひずみスキニング法および  $\cos^2 \chi$  法を実際の測定に適用し、その有効性も実証する。

### 2. 方法

SUS316L にレーザおよびウォータージェットピーニングを施した試験片を各 1 個ずつ用意した。試験片の板厚は 8mm とした。SPRING-8 ビームライン BL22XU の 4 軸回折装置にて残留応力測定を行った。回折装置には、 $\cos^2 \chi$  法の回転ジグステージを装着して測定を実施した。実験に使用した X 線エネルギーは、66.4keV であった。

$\gamma$ -Fe の 331 面を利用してひずみスキニングを行った。また、311, 222, 400, 331, 420, 422, 620, 642 回折の 8 つを選定し、残留応力を測定した。

### 3. 研究成果

前述の実験方法に従い WJP 材及び LP 材の測定を行った。その結果を図 1 に示す。WJP 材、LP 材共に、回折面毎の残留応力には差が認められる。しかしながら、最も高い応力値であっても圧縮側に留まり、回折面間の差については、昨年度に計測した静的塑性引張試験片の各回折面における残留応力の差（柔らかい回折面と硬い回折面の差が最大 250MPa）よりも小さい。このような各回折面の残留応力の差が小さくなる傾向は、予防保全工法と静的引張のひずみ速度の違いがもたらした可能性がある。また WJP 材は LP 材と比べて、施工方向に対する角度  $\phi$  による差が小さく、より等二軸に近い残留応力分布である。これは両者の施工条件（高圧水流またはレーザの照射面積・方向等）の違いによる可能性がある。さらに、WJP 材、LP 材共に、ヤング率と残留応力（+ が引張、- が圧縮）には負の相関が認められる。一方、これまで計測した静的引張試験片では、正の相関が認められており、対照的な結果である。

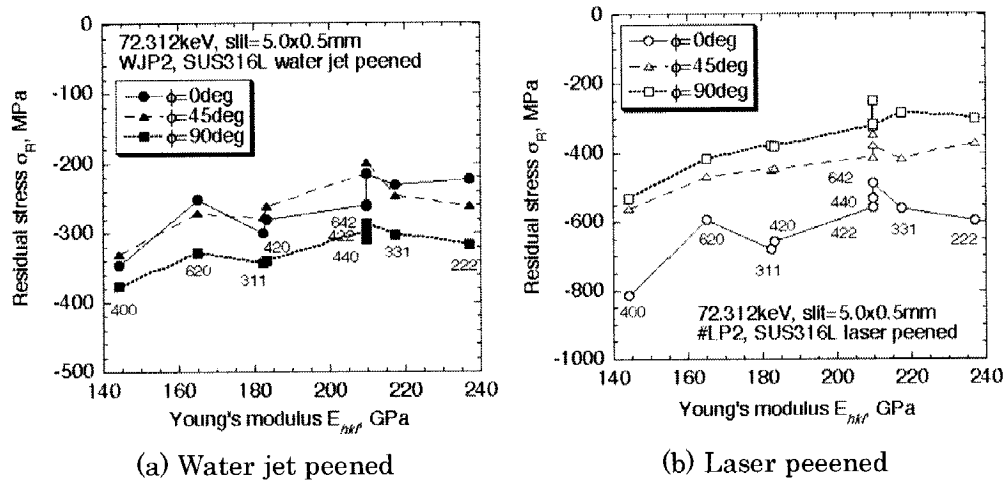


図1 各回折面による残留応力

#### 4. 結論・考察

本実験では、ウォータージェットピーニングおよびレーザーピーニングを施した SUS316L の残留応力を各回折面により測定した。全体として、いずれも圧縮の残留応力が測定された。残留応力の回折面による依存性は、ピーニング方法によらず同じ傾向を示した。ヤング率の低い(100)面では大きな圧縮を示し、硬い方に属する(321), (110)面ではより小さい圧縮となった。

原子力発電設備の予防保全において、今回の回折面依存性をよく把握した上で安全な施工方法について検討したい。

日立GEニュークリア・エナジー株式会社及び株式会社東芝には、予防保全工法施工材を提供頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

#### 5. 引用(参照)文献等