

# 白色 X 線を利用した省資源型二相ステンレス鋼のひずみ測定

Strain Measurements by using Synchrotron Radiation White X-ray in a Lean Duplex Stainless Steel

土田 紀之<sup>1)</sup> 河畠 太治<sup>1)</sup> 菖蒲 敬久<sup>2)</sup>

Noriyuki TSUCHIDA, Taiji KAWAHATA, Takahisa SHOBU

<sup>1)</sup>兵庫県立大学      <sup>2)</sup>原子力機構

## (概要)

省資源型二相ステンレス鋼の優れた静的引張特性を明らかにするために、白色 X 線装置を用いた回折実験を行い、変形に伴う各相および各結晶粒の残留格子ひずみについて調査した。また、比較材として同じ二相ステンレス鋼である SUS329J4L 鋼を用いた同様の実験を行い、それぞれの変形挙動の違いをマクロな引張特性と格子ひずみによる不均一変形の観点より考察した。

**キーワード** : 二相ステンレス鋼, 引張特性, 残留格子ひずみ

**1. 目的** 二相ステンレス鋼はオーステナイト相とフェライト相からなるステンレス鋼であり、優れた強度と耐食性から幅広い用途で使用されている。最近では、モリブデン(Mo)を低減しニッケル(Ni)の一部を窒素(N)やマンガン(Mn)で代替した省資源型二相ステンレス鋼が開発されている。この省資源型二相ステンレス鋼は、従来材と比べて優れた延性を得ることができるため、汎用オーステナイト系ステンレス鋼の置換も期待されている。そのためにも、その優れた延性について解明することが必要であると言える。本研究では、二相ステンレス鋼における機械的特性と構成相の役割を定量的に整理し、省資源型二相ステンレス鋼の優れた引張特性について白色 X 線を利用した実験により明らかにする。

**2. 方法** 本研究では、省資源型二相ステンレス鋼と市販の二相ステンレス鋼である SUS329J4L 鋼を用いた。これらより引張試験片を作製し、常温においてひずみ速度  $10^4 \text{ s}^{-1}$  のオーダーでの静的引張試験を行った。また、引張試験により様々なひずみを加えた試験片を準備した。これらの試験片を用いて SPring-8 におけるビームライン BL14B1 において回折実験を行った。回折プロファイルから各ピークのエネルギー変化より様々なピークでのオーステナイトとフェライト相の残留格子ひずみを算出した<sup>1)</sup>。

**3. 研究成果** 白色 X 線による測定結果より残留格子ひずみを計算したところ、SUS329J4L 鋼の場合は、フェライト相( $\alpha$ )が引張、オーステナイト相( $\gamma$ )が圧縮の残留格子ひずみであった<sup>2)</sup>のに対して、S32101 鋼の結果は  $\alpha$  と  $\gamma$  に大きな違いではなく、 $\gamma$  の一部が圧縮でほとんどが引張の残留格子ひずみであった。つまり、 $\alpha$  と  $\gamma$  の強度に SUS329J4L ほどの違いはないことがわかった。また、各相の残留格子ひずみの変化を見ると、一部のデータを除き  $\alpha$  の残留格子ひずみはひずみとともに減少したのに対して、 $\gamma$  は増加していた。これは  $\gamma$  が変形とともに硬くなっていることを示している。以上の結果は、日本原子力研究開発機構 JRR-3 RESA を用いて行ったその場中性子回折実験結果を補遺しているデータであり、白色 X 線を用いた結果により結晶粒間の違いに加えて、相間の強度(応力)の違いについても明らかとなった。

**4. 結論・考察** ひずみを加えた 2 種類の二相ステンレス鋼を用いて、白色 X 線による残留格子ひずみ測定を行った。その結果、省資源型二相ステンレス鋼は従来の SUS329J4L 鋼とは異なり、 $\alpha$  と  $\gamma$  の強度に大きな違いではなく、一方で  $\gamma$  は  $\alpha$  よりも変形とともに強度が大きくなっていることがわかった。 $\gamma$  が  $\alpha$  並みの強度で、さらに優れた加工硬化挙動を示したことが、省資源型二相ステンレス鋼の優れた均一伸びに繋がったと考えることができる。今後は、 $\gamma$  と  $\alpha$  の応力分配について、白色 X 線、中性子回折実験とマイクロメカニクスの手段より検討を進めることを計画している。

## 5. 引用(参照)文献等

- 1) K.Kiriyama, T.Shobu, J.Shibano, T.Fujishiro, H.Kaneko and S.Miura, Mater. Sci. Forum, 652 (2010), 161.
- 2) S.Harjo, Y.Tomota, P.Lukas, D.Neov, M.Vrana, P.Mikula and M.Ono, Acta Mater., 49 (2001), 2471.