

# 弾性応力下におけるマルテンサイト鋼中の水素起因 格子欠陥の形成促進と水素脆化

Enhanced lattice defect formation associated with hydrogen and hydrogen embrittlement under elastic stress of a tempered martensitic steel

ユーザー氏名: 土信田知樹、鈴木啓史、高井健一、平出哲也\* (上智大、原子力機構\*)

実施機関担当者: 大島永康 (産総研)

## ▶ Key words

hydrogen embrittlement, vacancy type defect, positron microscope

## 概要 / Overview

水素を含んだ鉄鋼材料は含まないものに比べ、応力付与によって延性低下が著しく進展し、より破断しやすくなる(水素脆化問題)。水素脆化の機構は、材料中の格子欠陥形成と深く関係するとされているが、一般に格子欠陥の実験的評価が難しいため不明な点も多い。本研究課題では、水素脆化と格子欠陥との関係を明らかにするために、昇温脱離分析(TDA)と陽電子プローブマイクロアナライザー (PPMA)を用いて、一定弾性応力下に保持された鉄鋼材料(焼戻しマルテンサイト鋼)の水素チャージによって形成する格子欠陥の検出を試みた。この結果、弾性応力下であっても水素をチャージすることで鋼中での原子空孔生成が著しく促進されること、さらに生成した空孔型欠陥が鋼の延性低下をもたらすことを明らかにした。

Studying the creation and time evolution of defects is an important issue for interpreting the hydrogen embrittlement mechanism of steels. We have been studied the relationship between hydrogen embrittlement of high strength steel and lattice defects associated with hydrogen by thermal desorption analysis (TDA) and positron probe microanalyzer (PPMA).

### 供試材: 高強度鋼(焼入れ焼戻しマルテンサイト)

#### 化学成分 (mass%) (母材 Fe)

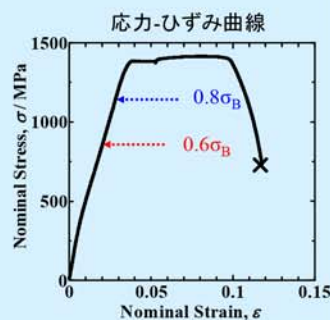
C	Si	Mn	P	S
0.32	1.75	0.72	0.015	0.007

#### 熱処理温度 (°C)

焼入れ温度	焼戻し温度
1010	525

#### 力学特性 (MPa)

0.2%耐力	引張強さ( $\sigma_B$ )
1370	1443



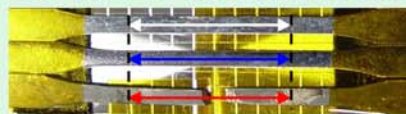
### 陽電子プローブマイクロアナライザー(PPMA)を用いた欠陥検出



PPMA: 電子の反粒子である陽電子のマイクロビームを用いる原子空孔・分子間空隙評価装置(世界で1台)  
さまざまな材料(金属・半導体・高分子)に適用可能

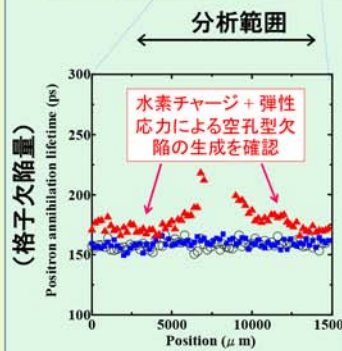
ナノテクプラット公開中

- (i): 水素チャージ無・応力無
- (ii): 水素チャージ無・応力有(75時間)
- (iii): 水素チャージ有・応力有(75時間)



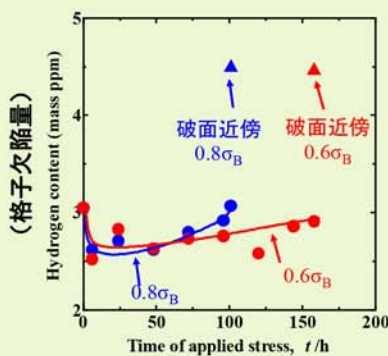
### PPMA の分析結果

- (1) 水素を含まないで一定荷重負 → 格子欠陥形成なし
- (2) 水素を含んで一定荷重負荷 → 格子欠陥形成
- (3) 格子欠陥量と形成分布 → 破面近傍で局所的に形成
- (4) 格子欠陥の種類 → 空孔型欠陥(原子空孔・マイクロポイド)



### 昇温脱離分析(TDA)による水素を用いた欠陥検出

#### TDA の分析結果



- (1) 応力負荷時間ともに格子欠陥増加
- (2) 破面近傍で格子欠陥量が著しく増加
- (3) 負荷応力比が大きいほど格子欠陥形成速度が増加
- (4) 各応力下での破面近傍の格子欠陥量は等しい

本研究結果を論文として発表した: T. Doshida *et al.*, ISIJ International 52, 198 (2012)

日本鉄鋼協会 平成25年度 澤村論文賞を受賞

## ▶ Contact

氏名: 高井健一(上智大) / 大島永康(産総研)