

残留応力測定中性子回折による巨大ひずみ加工後の鉄鋼材料の高強度発現メカニズムの解明

Study of abnormal-strengthening mechanism in Fe after severe plastic deformation by neutron diffraction

戸高 義一¹⁾, 好井 美樹²⁾, 熊谷 匡明²⁾, 東 宏昭²⁾, 鈴木 裕士³⁾, 友田 陽⁴⁾

Yoshikazu TODAKA, Miki YOSHII, Masaaki KUMAGAI, Hiroaki AZUMA, Hiroshi SUZUKI, Yo TOMOTA

¹⁾ 豊橋技科大(工), ²⁾ 豊橋技科大(院), ³⁾ 原子力機構, ⁴⁾ 茨城大(工)

HPT 加工した純 Fe における高強度化に及ぼす残留応力の影響を調査した。歪量(回転回数)の増加に伴う残留応力の変化、および、その大きさは小さく、著しい高強度化に及ぼす残留応力の影響は小さいことが分かった。

キーワード: High Pressure Torsion, Severe Plastic Deformation, Tensile property

1. 目的

巨大ひずみ加工の一種である HPT 加工を施した純 Fe が、引張強度 UTS 1900 MPa, 破断伸び EL 30% の高強度・高延性を示すことを明らかにした[1]。これは優れた力学特性を有する高合金鋼のマルエージング鋼に匹敵する。一般に引張強度 UTS はビッカース硬さ Hv の 1/3 に概ね等しいことが知られている。しかしながら、HPT 加工材では、相当歪 $\epsilon_{eq} > 27$ (回転回数 $N > 3$) でその関係からはずれ、著しく高強度化 ($UTS > Hv/3$) した[1]。本研究では、HPT 加工による著しい高強度化に及ぼす残留応力の影響を調査した。

2. 方法

供試材として直径 10 mm, 厚さ 0.85 mm の純 Fe (11C, <20Si, <30Mn, <20P, <3S, 300Al, mass ppm) を用いた。HPT 加工は圧縮圧力をかけながら同時にねじり変形を加える加工法である。HPT 加工は圧縮応力 5 GPa, 回転速度 0.2 rpm, 回転回数 $N=1, 5, 10$, 室温にて行った。中性子回折は、HPT 加工した試料の表面を機械研磨・電解研磨後、直径 10 mm, 厚さ 10 mm の円柱形状に重ねたものを用いた。波長 2.21 Å, スリット 2×15 mm でラジアルコリメーターを用いて RESA-II にて中性子回折を行い、図 1 に示す 2 軸方向の残留応力を調査した。

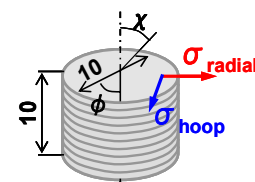


図 1 中性子回折用試料形状。

3. 研究成果

試料の円板中心からの距離 r に対する残留応力の変化を図 2 に示す。HPT 加工はねじり変形であることから歪量は回転軸に対称であり、残留応力も同様に回転軸対称の変化を示した。回転回数に対する残留応力の変化は小さく、残留応力の大きさは概ね ± 200 MPa の範囲であった。

4. 結論・考察

HPT 加工を行った純 Fe の残留応力について調査した。回転回数に対する変化、および、その大きさは小さく、著しい

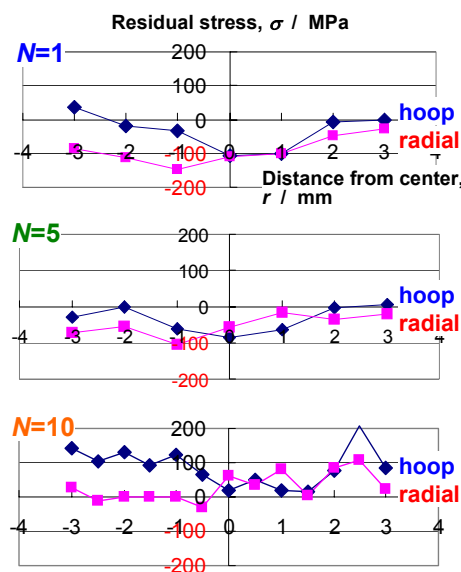


図 2 HPT 加工材における残留応力分布。

引張強度を示すための因子とは考えにくい。これまでの研究から集合組織の影響も小さいことが分かっており、残留応力や集合組織以外の因子を考察する必要がある。

5. 引用文献

[1] Y. Todaka, M. Yoshii, M. Umemoto, C. Wang and K. Tsuchiya: Mater. Sci. Forum, 584-586, (2008), 597.