

力学機能のナノエンジニアリング
2020 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

柴田 暁伸

物質・材料研究機構 構造材料研究拠点
グループリーダー

高強度鋼における水素脆性クラック伝播挙動のマルチスケール解析

§ 1. 研究成果の概要

前年度に力学試験を実施した引張強度 1.2GPa 級のマルテンサイト鋼に加えて、引張強度 1.5GPa 級のマルテンサイト鋼 (Fe-3Mn-0.2C 合金) を準備し、引張試験および除荷コンプライアンス試験により水素脆性特性を評価した。特に除荷コンプライアンス試験から得られたクラック進展抵抗曲線を利用して、破壊開始靱性 (J_{IC}) とクラック進展抵抗 (ティアリングモデュラス, T_R) の観点から水素脆性特性を評価した。

1.2 GPa 級マルテンサイト鋼について、除荷コンプライアンス試験後の試験片の中心断面近傍付近を切り出し、X 線 CT によりマクロレベルでのクラック伝播挙動 (未チャージ材) を調べた。一定の大きさの非破壊リガメントが存在していたため、3 次的にクラックは不連続伝播しており、あるサイトでクラック伝播が停止していることがわかった。また、分解垂直応力とクラック開口変位の関係を調べたが、両者の相関を確認することができなかった。そのため、マクロな力学因子よりもマイクロ組織に起因した力学条件がクラック伝播に大きな影響をおよぼしていると考えられる。今後は、未チャージ材と水素チャージ材におけるマクロクラック 3 次元形態の比較をしていく予定である。

FIB-SEM シリアルセクションングによりマイクロレベルでのクラック伝播挙動 (未チャージ材) を調べた結果、次のことが明らかとなった。(i) 大きな分解垂直応力が働いている旧オーステナイト粒界であっても、クラックが伝播しない場合がある。(ii) 小角の粒界セグメントおよび比較的大きなマルテンサイトバリエーションが存在する粒界 3 重点においてクラック伝播が停止する。(iii) クラック伝播が停止した場所に比較的大きなマルテンサイトバリエーションが存在する場合、クラック先端の鈍化が生じる。今後は水素チャージ材のマイクロレベルクラック伝播挙動を調べ、未チャージ材との比較を行うことにより、水素脆性クラックの詳細を明らかにする予定である。