

## 研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 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

2. 個人研究者名

柴田 暁伸（物質・材料研究機構構造材料研究拠点 上席グループリーダー）

3. 事後評価結果

高い引張強度を有する鋼の実用上での重大な欠点である水素脆性について、破壊をもたらす原因であるき裂進展の微視メカニズムを明らかにすることを目的としている。特に、マクロな力学特性を把握するとともに、X線CT、FIB-SEM シリアルセクションング、STEM 観察を用いたき裂とその近傍の微視組織の詳細観察により、マルチスケールの視点から破壊進展様相を解明して、力学解析を援用しつつ複雑な微視的破壊メカニズムとメカニクスに挑戦している。

水素脆性破壊においても安定き裂成長があることを見出してマクロな伝ば抵抗曲線を導出するとともに、最新鋭の X 線 CT による 3 次元詳細観察によって材料内部を含むき裂形状の精密同定に成功している。特にき裂先端近傍部の観察に基づいて、微視組織による力学的局所要因が水素侵入による複雑で特異なき裂様相を産み出していることを明らかにしたことを高く評価する。

FIB-SEM シリアルセクションングによって、粒界に生じたき裂後方にナノメートルオーダーのブリッジングが小角粒界セグメントにおいて形成されており、き裂伝ばの抵抗を高める有力な微視組織的力学因子であることを明らかにしたことを評価する。また、STEM によりき裂先端領域における微視組織の変化の詳細も明らかにしている。

微視組織の影響をシミュレーションするための力学モデルの構築に取り組んでおり、連続体解析によってき裂の幾何学的因子がき裂伝ばに大きな影響を与えていることを解明したことを、高く評価する。また、この成果よりマルチスケール解析の基盤について深く考察を進めていることは、将来発展性が高いと判断する。

今後の発展と期待

微視組織が破壊に強い影響を及ぼしていることは良く知られているが、その複雑性のために有効なアプローチがなされてこなかった。最新鋭の観察装置を駆使した本研究のき裂と微視組織の関連性についての研究は、これに対する突破口となる有力な基礎研究であり、さらなる発展を強く期待している。そのためには、微視組織要因に関する統計的な情報も含めた力学モデルの構築および数値シミュレーションを含む力学解析へ展開が重要であろう。

また、鋼の破壊過程を考慮するとき、微細なき裂発生・伝ばに対する微視組織の影響（微視組織的微小き裂）に関する力学的研究への発展可能性も高い。力学的考察法を会得しつつあり、材料研究に留まらず、微視的視点での材料学と力学の融合した学理への発展を望む。その意味で、水素脆化のみならず多様な強度現象への発展を期待する。

ここで開発された観察手法は、多様な材料の破壊過程に展開が可能である。他材料や他破壊現象の研究者との協働による発展も期待している。優れたリーダーシップを有しており、鋼のみならず材料全体の強度分野を牽引してゆくスケールの大きなリーダー人材としての将来発展にも期待している。