

企画にあたって

小山元道¹ 本間智之² 諸岡 聡³ 河野義樹⁴
岩岡秀明⁵ 八田武士⁶ 圓谷貴夫⁷

様々な金属材料の力学特性が測定され、その知見とデータの蓄積が現在における多くの材料開発、特性予測、ならびに機械構造設計の指針となってきた。また、それら知見とデータの蓄積と応用には標準となる評価法と学理が求められ、転位論を含む金属学⁽¹⁾や材料・弾性力学などにおける数多の学術的努力が積み上げられてきた。現代においては、準静的かつ常温、常圧、大気環境における試験データの蓄積、そしてその学理構築の状況は成熟期にあり、近年ではさらに従来知見からは予測し難い高性能材料の探索を目指して、データサイエンスが発展してきている⁽²⁾。

しかし、高温⁽³⁾・低温環境や腐食⁽⁴⁾・高圧水素ガス環境⁽⁵⁾などでは、室温、大気環境とは変形と破壊の様相が全く異なる。また、き裂先端の応力特異場⁽⁶⁾やせん断型応力場、多軸応力場などの特殊な力学条件では単純負荷条件とは異なる力学現象が報告されており、特に直接観察が困難である部材内部き裂発生および進展についてはその実用的な重要度に反して未解決課題が多い。これら複雑かつ過酷な条件における強度および破壊に関わる現象は、実際の事故原因に関連していることが多く、時に常温常圧、大気環境における試験結果より重要視される⁽⁷⁾。また、原子力部材⁽⁸⁾などの極限環境に曝され、かつ大事故が許されない対象では、実環境を想定した材料強度および寿命の測定・解析ならびにそれら結果に基づくシミュレーションが要求される。例えば、BWR (Boiling Water Reactor, 沸騰水型軽水炉)におけるPLR (Primary Loop Recirculation, 再循環系)配管溶接HAZ (Heat Affected Zone, 熱影響部)部の応力腐食割れ現象は部材寿命を支配する重要因子の一つとして挙げられており、研究が進められている⁽⁹⁾。これら需要を背景として過酷環境での安全、安心な材料選択および構造設計を確立するため、特殊条件における強度・寿命の評価および学理構築が希求されている。

当然、それら過酷環境における強度、寿命の実験的評価・解析は容易ではないが、最近では様々な環境を模擬した力学装置・評価法の開発や最新顕微鏡⁽¹⁰⁾、中性子回折⁽¹¹⁾、X線Computed tomography⁽¹²⁾などを用いた新規な力学挙動およ

びき裂の解析法の発展が著しく、年々その本性が明らかとなってきている。しかし、過酷環境の特殊性から、多くの力学実験データを測定し、統計的な信頼に足る規模のデータベースを構築、公知とすることのハードルは高く、その力学挙動の包括的理解には骨子となる学理が必要不可欠である。過酷環境における力学挙動の学理構築には多視点的かつ学際的な議論が必要であるが、様々な特殊環境における力学挙動および関連課題を並べて俯瞰的に見る機会は多くない。本特集企画は上述のような過酷環境に焦点をあて、高温、腐食、面圧、長期負荷(ギガサイクル疲労)などが関与する材料強度および寿命を取り扱い、各力学現象の特殊性およびその理解の現状を分野外の研究者も含めて共有することを狙いとしている。また、それら過酷環境の克服に向けた材料選択、探索ならびに開発の最前線も紹介する。この特集企画内容の共有を一助として、我が国の材料科学および機械工学分野を始めとした様々な研究者の興味が実用上重要な過酷環境における未解決課題に向き、問題を解決することを願う。

最後に、大変ご多忙の中本特集企画にご寄稿いただきました先生方に対し、深謝いたします。

文 献

- (1) 小柳禎彦, 小山元道, 芹沢 愛, 圓谷貴夫, 長岡 亨, 諸岡聡, 本間智之: 未だあり, **62**(2023), 7.
- (2) 出村雅彦: 未だあり, **58**(2019), 155.
- (3) 佐藤英一: 未だあり, **56**(2017), 161-165.
- (4) 土井康太郎, 寺西 亮, 轟 直人, 小島淳平, 齊藤信雄, 宮部さやか, 小嶋隆幸: 未だあり, **61**(2022), 391.
- (5) 秋山英二: 未だあり, **56**(2017), 230-233.
- (6) 田中将己, 定松 直, 奥山彫夢: 未だあり, **61**(2022), 844-847.
- (7) 森戸春彦: 未だあり, **55**(2016), 447.
- (8) 山本知一: 未だあり, **62**(2023), 153.
- (9) 榊原洋平: 未だあり, **61**(2022), 406-412.
- (10) 赤瀬善太郎, 木口賢紀, 佐藤幸生, 田中智仁, 田辺栄司, 寺本武司, 仲村龍介, 本間智之, 横山賢一: 未だあり, **58**(2019), 67.
- (11) 鈴木謙爾: 未だあり, **48**(2009), 345.
- (12) 上杉健太郎, 星野真人, 竹内晃久: 未だあり, **61**(2022), 65-71.

¹ 東北大学金属材料研究所(〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1)

² 長岡技術科学大学 ³ 日本原子力研究開発機構 ⁴ 北見工業大学 ⁵ 大阪産業技術研究所 ⁶ 大同特殊鋼 ⁷ 熊本大学

Preface to Special Issue on Materials Strength and Life in Harsh Conditions

Keywords: *harsh environment, metal fatigue, embrittlement, creep, corrosion*

2024年8月29日受理[doi:10.2320/materia.63.763]