

Micro-mechanical characterisation of strength and fracture resistance in sharp-edged region of Japanese swords

熊本大学 大学院先端科学研究所

助教 郭 光植

(2024 年度 国際会議等参加助成 AF-2024046-X1)

キーワード：日本刀，強度，破壊抵抗

1. 開催日時

2024 年 10 月 14 日～10 月 16 日

2. 開催場所

VSB-Technical University of Ostrava (Ostrava, Czech Republic)

3. 国際会議報告

NEW METHODS OF DAMAGE AND FAILURE ANALYSES OF STRUCTURAL PARTS は、世界中の研究者が先端金属材料の製造を始め、加工や信頼性評価に関する最近の研究進捗を議論する場として位置づけられる国際会議である。この国際会議では、持続可能な社会の実現に向けた構造材料の高強度化ならびに長寿命化を目指して、鉄鋼材料、医療材料、ナノ構造材料、複合材料、積層造形材料などの幅広い分野を対象とし、研究範囲としては材料の力学特性に関する基礎的な研究から、構造部材の損傷や劣化に関する研究まで広範囲にわたっている。この国際会議は、2024 年の開催で 10 回目を迎えており、大学と企業からの発表件数も年々増加傾向にある。本会議で開催されたセッションは以下のとおりである。

- 1) Fatigue Test and Life
- 2) Fracture, Strength and SCC
- 3) Evaluation by Hardness
- 4) Design and New Evaluation Methods
- 5) Microstructure and Mechanical Properties
- 6) Microstructures, Friction and Coating Technologies
- 7) Interface Strength, Joining and Bonding
- 8) Holography, Magnetic and Optical Technology
- 9) Nanotechnology for medicine, energy and environment
- 10) Crystal Structure and Medical Materials
- 11) Materials in Human Tissue
- 12) Construction and Building Materials

4. 講演内容

筆者は、主に Fracture, Strength and SCC のセッションに参加して、Micro-mechanical characterisation of strength and fracture resistance in sharp-edged region of Japanese swords というタイトルで招待講演を行った。

(講演概要)

室町時代の古刀(OS)および昭和時代の現代刀(MS)の刃先部における力学特性と組織の関係を理解するため、マイクロ引張試験およびマイクロ破壊試験を実施した。OS の刃先から約 4 mm の領域におけるビッカース硬さ(H_v)は 285–679 であり、MS に比べて約 27% 低い値を示した。刃先部では、刃先から離れるにつれ、マルテンサイト組織に混ざって、微細パーライト組織が観察された。さらに、OS における微細パーライト組織の領域は MS よりも粗大であった。このことは、日本刀の刃先部における硬さには微細パーライト組織の混在が反映されていることを示している。刃先部試験片によるマイクロ引張試験では、引張強度と破断ひずみの間には正の相関関係があることを見出しており、近代製鉄技術で作製した炭素鋼の傾向とは異なる結果となった。刃先部試験片の破面は粒界破壊とディンプルにより構成されており、OS における引張強度とディンプル破面率は MS よりも高かった。最も高強度を示した OS 試験片について、破面直下の縦断面を電子線後方散乱回折(EBSD)分析により解析した結果、微細パーライト組織とディンプル破面が対応することが示された。このことにより、微細パーライト組織が局所塑性変形による粒界破壊の連結を阻害することで、刃先部での強度増加に寄与することを示唆している。刃先部試験片を用いて実施したマイクロ破壊試験では、OS と MS の intrinsic な破壊抵抗は粒界破壊によって決まり、き裂伝播に対する抵抗(extrinsic な破壊抵抗)は微細パーライト組織により増加することが明らかとなった。本研究において実施したマイクロ力学試験により、日本刀の刃先部では、微細パーライト組織の存在により、強度と破壊抵抗が同時に強化されることが示された。

謝 辞

NEW METHODS OF DAMAGE AND FAILURE ANALYSES OF STRUCTURAL PARTS に参加するにあたり、公益財団法人天田財団より国際会議等参加助成のご支援をいただきました。ここに記し、感謝の意を表します。