

実機プラント材料分析による原子炉容器照射脆化評価技術実習

(5) 破壊靱性試験実習

Evaluation technique training of reactor vessel irradiation embrittlement using actual plant material

(5) Basic study and training for fracture toughness evaluation

*山本 真人¹, 三浦 靖史¹

¹電力中央研究所

原子炉圧力容器の健全性評価で使用する試験・評価技術の基礎を習得するため、破壊靱性評価法の学習と実習を行った。シャルピー衝撃試験と破壊靱性試験を通じ、延性破壊と脆性破壊の形態の差異を体験した。

キーワード：原子炉圧力容器鋼，健全性評価，シャルピー衝撃試験，破壊靱性試験，照射脆化，評価技術実習

1. 緒言

原子力工学系の学生、教員および原子力産業における若手研究者を対象とし、1 時間半の座学および 4 時間 20 分の実習を行った。参加者は、日本電気協会規程 JEAC4201^[1]および JEAC4206^[2]における評価体系の概要を学び、破壊靱性試験に関する基礎知識を身につけた。

2. 実習手順

一般構造用炭素鋼(S45C)と圧力容器鋼(SQV2A)の二材料に対し、ASTM E1820^[3]に準拠する破壊靱性試験を室温で実施し、亀裂進展の様相や最終破壊の有無を観察した。また、圧力容器鋼 (SFVQ1A) に対し、室温と低温 (-80℃) でシャルピー衝撃試験^[4]を行い、延性-脆性遷移の上部棚および下部棚におけるシャルピー吸収エネルギー(Cv)の評価や破面形態の観察を行った。取得した二試験片の Cv に基づいて延性-脆性遷移温度を同定し、Cv = 41J と推定される温度で追加のシャルピー衝撃試験を行い、破面形態を確認した。

3. 結果

室温の破壊靱性試験で、S45C は亀裂進展を伴わず即時破断し脆性破面を呈した (図 1(a))。SQV2A は安定した亀裂進展を示し、意図的に試験を停止するまで破断せず、延性破面を呈した (図 1(b))。SFVQ1A に対するシャルピー衝撃試験で、試験温度-80℃では Cv = 9J、延性破面率は 0% (図 2(a)) であり延性脆性遷移の下部棚、室温では Cv = 239J、延性破面率は 100% (図 2(b)) であり上部棚と判断された。Cv = 41J となる温度と推定された-40℃で追加試験を実施し、延性破面と脆性破面の混成破面を得た (図 2(c))。実習参加者は同一材料でも温度によって破壊形態が遷移すること、同一温度でも材料により破壊形態が異なることを体験した。

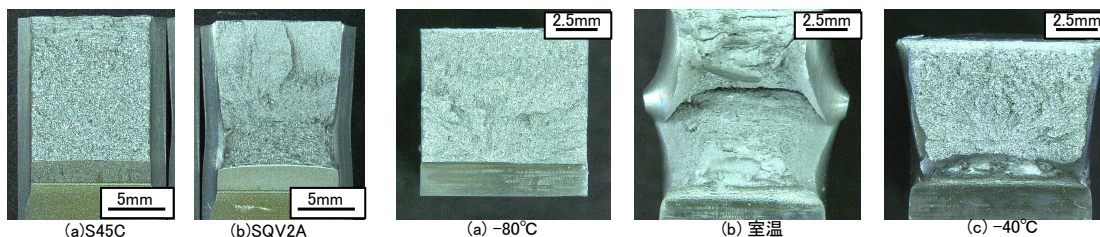


図1 破壊靱性試験における破断面様相

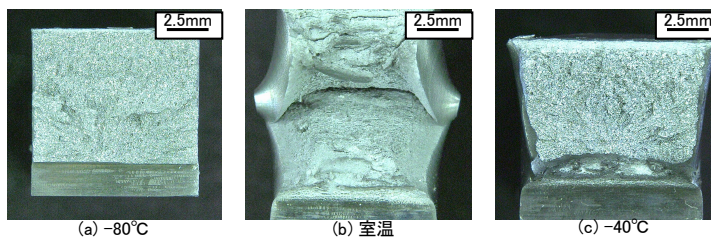


図2 シャルピー衝撃試験における破断面様相

参考文献

- [1] 日本電気協会規程 JEAC4201-2007(2013) [2] 日本電気協会規程 JEAC4206-2016(2016)
[3] ASTM standard, ASTM E1820-18ae1 (2018) [4] 日本工業規格, JIS Z2242:2018 (2018)

本実習は、経済産業省資源エネルギー庁の原子力の安全性向上を担う人材の育成事業により行われたものである。

*Masato Yamamoto¹ and Yasufumi Miura¹

¹Central Research Institute of Electric Power Industry