

SiC/SiC 複合材料円管のフープ強度に及ぼす織物構造の影響

Effect of fabric architecture on hoop strength of SiC/SiC composite tube

*野澤 貴史¹, 兪 周炫², 朴 峻秀², 谷川 博康¹

¹原子力機構, ²室蘭工大

異なる織物構造の円管 SiC/SiC 複合材料に内圧バースト試験を初めて適用し、フープ強度の異方性を評価した。軸方向に一方向強化した材料を除き、2次元織物はいずれも繊維のブリッジングによる高靱化が良く機能し、巨視き裂導入後も完全破断には至らないことを確認し、複合材料化の一定の優位性を示した。

キーワード : SiC/SiC 複合材料, 円管, 内圧バースト試験, フープ強度

1. 緒言

SiC/SiC 複合材料は低放射化・耐照射特性を代表に、数多くの利点から原子力用構造材料として期待される。これまで、板材を中心に機械的特性評価を進め、特に非主軸方向の引張試験において、試験片のサイズに起因するエッジ効果による強度低下を特定した。本研究では、新たにエッジのない円管 SiC/SiC 複合材料を対象に、破壊挙動に及ぼす表面損傷の影響をより体系的に整理することを主目的とした。具体的には、織物構造の異なる種々の円管 SiC/SiC 複合材料のフープ強度の異方性について評価する。

2. 実験方法

高結晶性・化学量論組成 Cef-NITE 繊維を強化材とし、ナノインフィルトレーション遷移共晶相 (NITE) 法で作製された SiC/SiC 複合材料円管 (円管長手方向に並行に配列された一方向材、 $\pm 45^\circ$ 材、 $\pm 60^\circ$ 材、及び $0^\circ/90^\circ$ の直交積層材の 4 種類) を供試材とした。フープ強度は ASTM C1819 に準拠し、内圧バースト試験により評価した。本研究では、硬質ウレタンをインサートとし、金属プラグにより圧縮変形させることで円管内側表面に膨張力による径方向負荷を与え試験を行った。その際、ひずみゲージによる変形評価、アコースティックエミッション (AE) による損傷蓄積評価を実施した。試験後は、表面のき裂伝播及び破断面の様子をそれぞれビデオマイクロスコープ、走査型電子顕微鏡にて観察した。

3. 結果及び考察

いずれの織物構造においても、比例限度以降の非線形挙動は限定的であった。中でも一方向材は、比例限度応力こそ他と比較して高かったものの、負荷方位に対して垂直に繊維が配向されていることから、瞬時的に完全破断が生じた。一方、繊維配向が円周方向に近い $\pm 60^\circ$ 材や $\pm 45^\circ$ 材では、強度の絶対値こそ比較的低いものの、円管の破壊はインサートが位置する中心部で発生し、き裂は繊維強化構造に沿って両端に向けて複雑に分岐しながら進展する事 (図 1) を確認した。本講演では、AE 解析結果と併せて、詳細な破壊挙動について報告する。

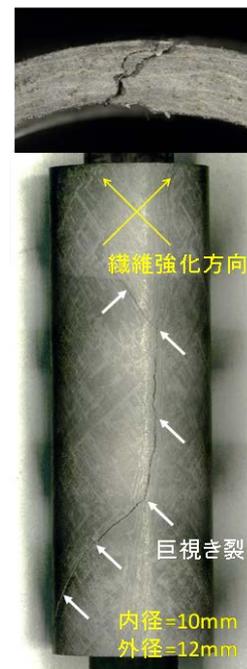


図 1 室温内圧バースト試験による円管 SiC/SiC 複合材料へのき裂導入の様子

*Takashi Nozawa¹, Ju-Hyeon Yu², Joon-Soo Park² and Hiroyasu Tanigawa¹

¹JAEA, ²Muroran Institute of Technology