通常得られるポリエチレンの結晶は周期的に分子鎖が折り畳まれた結晶であるが、もし分子鎖が伸び切った完全結晶として繊維を構成することができれば、高分子材料中最高クラスの強度と弾性率をもつことが知られていた^{1),2)}。この場合、分子末端が欠陥となるので、高強度にはある程度以上の分子量が必要であり、超高分子量のポリエチレンを原料として高強度繊維を得る研究開発が行われてきた。

この高強度繊維の存在は1790年代後半から種々の文献に発表されている³⁾が、1976年にPenningsが発表した繊維状結晶成長法⁴⁾は、超高分子量のポリエチレンを見事に引きそろえ、伸び切り鎖結晶状繊維を調製できたこと、またその繊維が狙い通り高強度・高弾性率を発現したことは画期的であったし、その概念・手法はその後の種々の工業化技術の母体となっている。

現在、工業化技術の主流は溶液紡糸により得られるゲル状の糸を延伸するゲル紡糸法⁵⁾と、溶融体から紡糸、延伸する溶融延伸配向法であり、いずれの方法でもほぼ同程度の強度と弾性率をもつ繊維が得られる。前者による高強度繊維としてダイニーマ（ダイニーマ社：東洋紡とDSMとの合併）、スペクトラ（アライドシグナル社）があり、後者によるものとしてテクミロン（三井石化）がある。

高強度ポリエチレン繊維は「ケブラー」（デュポン社の商品名）で有名なアラミド繊維に劣らぬ強度・弾性率を発揮するが、加えて耐摩耗性・耐水性・耐薬品性・耐候性に優れた、最も軽い繊維であるところにある最大の長がある。

これらの特性は、船舶用のロープに代表される各種ロープ、細紐用途に、防護衣に代表される安全関係の織布用途に、あるいはスポーツカーのボデーに代表される各種複合材の強化材用途に、優れた威力を発揮するものである。

この反面、高強度ポリエチレン繊維についてもいくつかの課題があるが、その解決の糸口は見いだされている。ポリエチレンの熱的性質であるが、化学的な架橋構造の導入により、200℃以上に高融点化できることが分かってきた。また、分子側鎖に立体的な障害を導入することによる部分的な分子鎖のからみ合いにより、耐クリープ性が改良できることも知られてきた。

一方、強度については現在得られている繊維強度は理論値の10%に過ぎないので、今後の技術向上で抜

図1 比強度/比弾性率の比較

群の強化が期待できる。

これらの課題を解決しながら超高分子量ポリエチレン繊維はスーパー繊維としての地位を築きつつある。

文献

- 1) I. Sakurada, *et al.*: *J. Polym. Sci.*, **C15**, 75 (1966)
- 2) D.S. Boudreaux: *J. Polym. Sci., Polym. Phys. Ed.*, **11**, 1285 (1973)
- 3) 太田利彦: 繊維学会誌, **40**, 407 (1984)
- 4) A.J. Pennings, *et al.*: *Colloid & Polym.*, **254**, 868 (1976)
- 5) P. Smith, *et al.*: *Makomol. Chem.*, **180**, 2983 (1979)

中村 隆行 Takayuki Nakamura (三井石油化学工業(株)新素材事業部テクミクロン G/L, 専門=化学工学)