

連続繊維補強用材料 (その 1. 炭素繊維)

今回から 3 回にわたって連続繊維シート補強で使われている材料 (連続繊維, エポキシ樹脂) についての解説を連載します。第 1 回として炭素繊維について紹介します。

1. 炭素繊維

1879 年にトーマス・エジソンが日本の竹を焼いて作ったフィラメントを白熱電球に用いたのが炭素繊維の最初であると言われている。炭素繊維の工業化は、1958 年に米国ユニオンカーバイド社 (UCC 社) の関係会社ナショナルカーボン社が、レーヨン織物を千数百度の温度で炭化して作ったレーヨン系の炭素繊維織物を製造したのが世界で最初です。その後 (1961 年)、大阪工業試験所の進藤博士がポリアクリルニトリル繊維を原料として、酸化工程を経て千数百度で炭化することによって優れた炭素繊維 (PAN 系炭素繊維) が得られることを発見し、1963 年に「アクリルニトリル系合成高分子物より炭素製品を製造する方法」として特許登録がなされた。一方、ピッチ系炭素繊維は、1963 年に群馬大学の太谷教授が石油系ピッチから炭素繊維を製造する特許を出願し、1970 年には呉羽化学工業が等方性ピッチを用いて汎用ピッチ系炭素繊維 (短繊維) を、1976 年に UCC 社が石油系ピッチを用いて高性能ピッチ系炭素繊維 (連続繊維) を工業化しました。しかし、レーヨン系炭素繊維は、図-2 に示すように PAN 系、ピッチ系炭素繊維に比べて強度特性上の特徴がなく、現在は生産されていません。

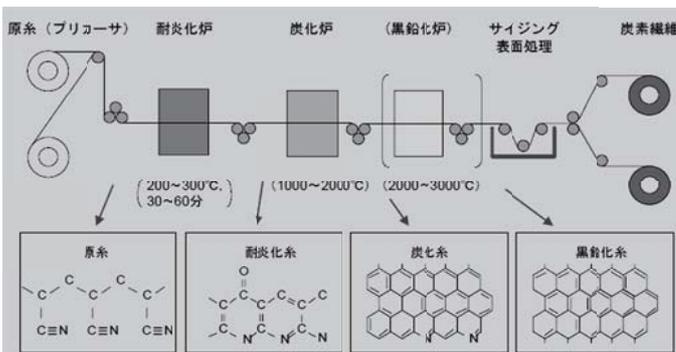


図-1 PAN 系炭素繊維の製造プロセス¹⁾

2. 炭素繊維の製造

PAN 系炭素繊維の製造プロセス (図-1) は、原糸を耐炭化炉、炭化炉で熱処理を行なうと炭化糸 (高強度タイプの炭素繊維) が、さらにこれを黒鉛化炉で熱処理することによって高弾性の炭素繊維が得られる。

PAN 系炭素繊維の生産能力を見ると、東レグループ、東邦テナックスグループ、三菱レイヨングループの日本企業 & グループが世界の生産能力の約 70%以上を、ピッチ系炭素繊維では、日本のメーカ 4 社 (三菱樹脂、日本グラファイトファイバー、クレハ、ドナック) が世界の約 85%の生産能力を占めている。

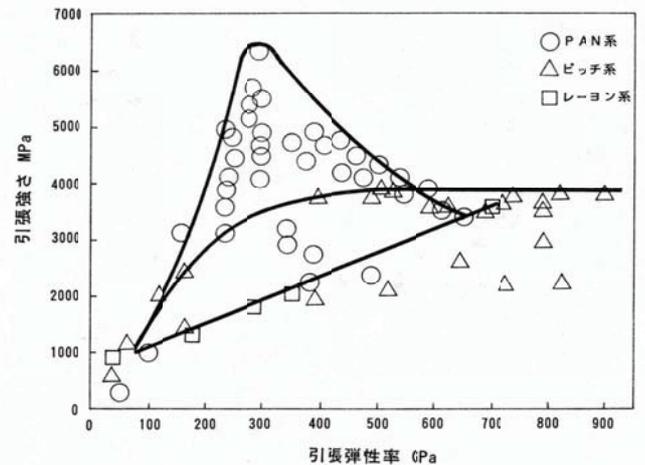


図-2 各種炭素繊維の引張強さと弾性係数の比較²⁾

3. 炭素繊維の特性

炭素繊維の特徴として、①軽い (比重は鉄の 1/4), ②強い (引張強さは鉄の 10 倍), ③錆びない・腐らない, ④その他 (X線透過性, 耐薬品性, 耐熱性, 極低温性) などがあげられる。

炭素繊維の引張強さ、弾性率については、図-2 に示すように使用する原料によって製品としての特性 (引張強さ、弾性率) に限界がある。ピッチ系では、熱処理温度とともに弾性率が高くなり、最高 900GPa の製品が製造されているが、弾性率 400GPa 以上では引張強さは熱処理温度に関係なく一定 (約 4,000MPa) となる。一方、PAN 系は、弾性率 300GPa 以上では、熱処理温度が高くなると弾性率は向上するものの引張強さは低下する。このため、PAN 系炭素繊維は、高強度化に、ピッチ系炭素繊維は高弾性化に適しているといえる。

4. 炭素繊維の用途

炭素繊維市場の変遷は図-3 に示すとおりである。炭素繊維は、図-4 に示すように用途および成型方法に応じた製品形態 (クロス、プリプレグ、チョップなど) に加工されて使われている。

土木・建築分野での耐震補強用途としてクロスが、カーテンウォールなどの繊維補強コンクリートでは長繊維を短く裁断したチョップドファイバー (短繊維) が使われている。耐震補強に使われている炭素繊維の使用量は 1995 年の阪神淡路大震災以降、年々増加し、2000 年から年間約 120 万 m² となっている。

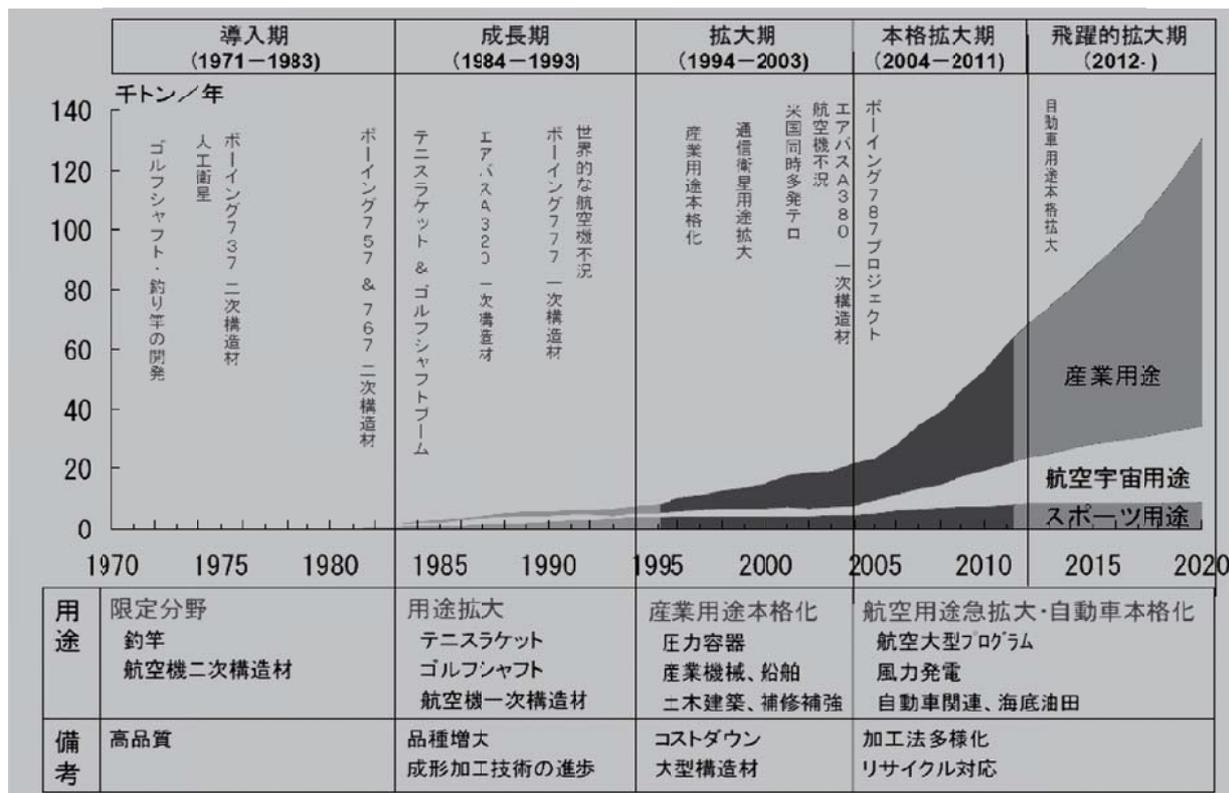


図-3 世界の炭素繊維市場の変遷³⁾

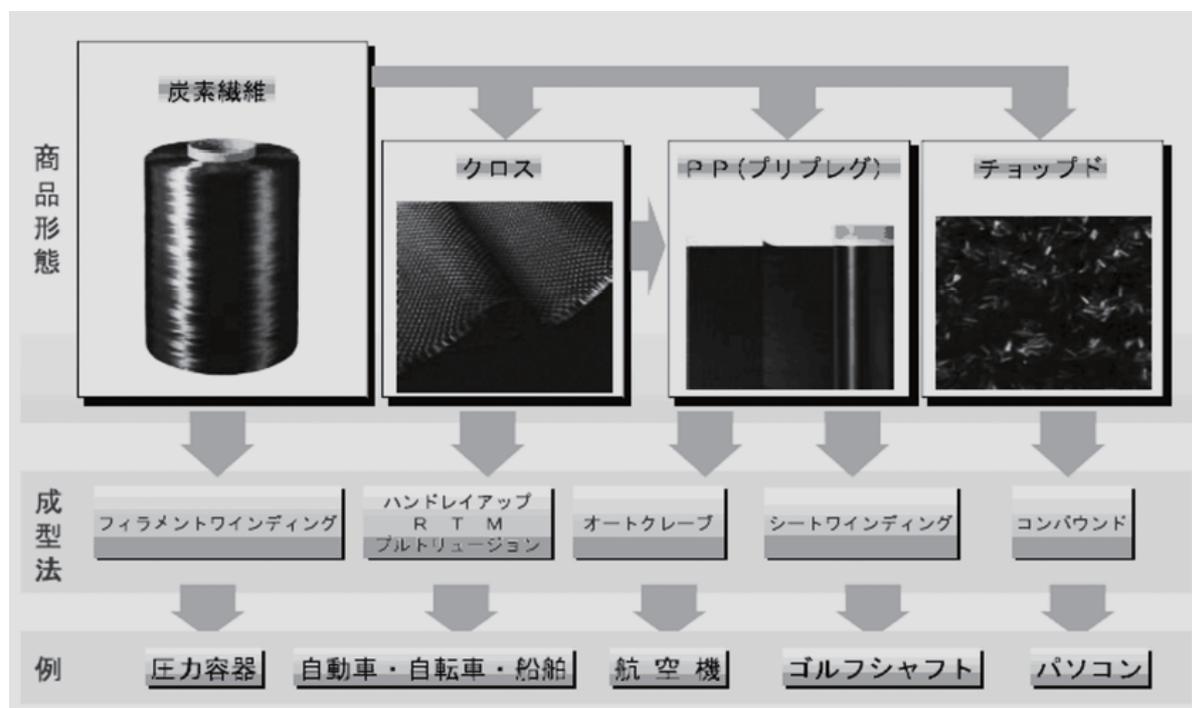


図-4 炭素繊維の形態と成型方法¹⁾

【引用・参考文献】

- 1) 第7回東レIRセミナー 2005.06 説明資料(東レ(株)HPより引用)
- 2) 松井醇一：炭素繊維の話，強化プラスチック Vol.43, No.5, No.6, No.8, No.9

- 3) 第3回 IT-2010 戦略セミナー（炭素繊維複合材料）説明資料（東レ(株)HPより引用）