

連続繊維補強用材料（その2. アラミド繊維）

今回は、炭素繊維に引き続き、アラミド繊維について紹介し
ます。

1. アラミド繊維※1

単独重合系アラミド繊維は、1960 年代後半、アメリカの化学
会社デュポン社において、ナイロン(ポリアミド)繊維よりも軽くて、
強靱で、鉄のような引張強度を持つ繊維として開発し、1970 年
代の初めに、この繊維を「Kevlar」(ケブラー)と名付けて、量
産を開始した。一方、共重合系アラミド繊維は、1970 年代に帝
人によって開発され、1987 年から商業生産が開始された。

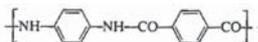
アラミド繊維は、アミド結合 (-CONH-) を持つ芳香族 (ベン
ゼン環) から成る全芳香族ポリアミド (wholly aromatic
polyamides) で、アミド結合 (-CONH-) の位置によって、パラ系 (単
独重合系、共重合系) とメタ系に分類される (図 1)。

土木・建築用途として使われているアラミド繊維は、パラ系ア
ラミド繊維がほとんどである。したがって、ここでは、パラ系ア
ラミド繊維を中心に説明する。

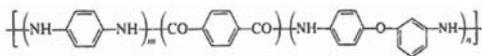
単独重合系のパラ系アラミド繊維については、アメリカのデュ
ポン社 (日本では、東レ・デュポン社が生産) が「Kevlar」※2 (ケ
ブラー) を、オランダのテイジン・アラミド社が「Twaron」※2 (ト
ワロン) を、共重合系のパラ系アラミド繊維については、日本の
帝人テクノプロダクツ社が「Technora」※2 (テクノーラ) をそ
れぞれ生産している。

(1) パラ系アラミド繊維 (単独重合系、共重合系)

①単独重合系<Kevlar Twaron>



②共重合系<Technora>



(2) メタ系アラミド繊維

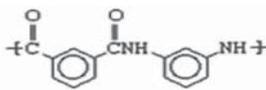


図 1 アラミド繊維の種類と分子構造

※ 1) 「アラミド繊維」の名称は、アメリカ連邦通商委員会 (FTC) が、ナイロンと区別して、aramids (アラミド) と命名、国際標準機構 (ISO) でも aramids (アラミド) を人造繊維の名称として、ISO 2076-1977 で定義している。

※ 2) 「Kevlar」, 「Twaron」, 「Technora」はそれぞれ、アメリカのデュポン社、オランダのテイジン・アラミド社、日本の帝人テクノプロダクツ社の登録商標である。

2. アラミド繊維の製造

単独重合系のアラミド繊維は、原料がパラフェニレンジアミン
とテレフタル酸で、剛直な高分子ポリマー (ポリパラフェニレン
テレフタラミド) を濃硫酸で溶かして糸にすると図 1 の①に示す
ベンゼン環を持った剛直な分子が液晶状態で配向して、強固な
結晶構造となり、強い繊維となる。より高い弾性率を有するア
ラミド繊維も得ることが出来る。

共重合系のアラミド繊維は、図 1 の②に示すように、単独重
合系とは異なるプロセス (配向を高めるために、水洗、乾燥後
500℃以上の高温で約 10 倍に延伸して繊維化する) により製造
されるため、弾性率がやや低い繊維となっている。

①単独重合系の製造工程



②共重合系の製造工程



図 2 パラ系アラミド繊維 (単独重合系、共重合系) の製造工程

3. アラミド繊維の特性

パラ系アラミド繊維の材料特性は、表 1 の通りである。土木・
建築分野での補修・補強用シートでは、材料特性の違いにより、
単独重合系のアラミド繊維 (Kevlar, Twaron) をアラミド 1、
共重合系のアラミド繊維 (Technora) をアラミド 2 と区分してい
る。

表 1 パラ系アラミド繊維の特性

商品名	Kevlar	Twaron	Technora
引張強度 (MPa)	2060	2060	2350
引張弾性率 (GPa)	118	118	78
伸び (%)	2.4	2.4	4.6
密度 (g/cm ³)	1.45	1.45	1.39

パラ系アラミド繊維は、炭素繊維と比べて、合成繊維としての
しなやかさを有すること、取り扱いやすいこと、および非導電性
であること、が大きな違い (特長) である。また、メタ系アラミ
ド繊維は、パラ系アラミド繊維と比べて、強力は低いが、耐熱性
が高いという特徴を有している。

パラ系アラミド繊維の特徴として、①軽い (比重は鉄の約 1/5、
炭素繊維の 4/5 倍)、②高強度 (引張強度は鉄の 10 倍で、高弾
性の炭素繊維と同等)、③耐熱性 (繊維形態を保ったまま 500℃
以上で熱分解する)、④寸法安定性がよい (線膨張係数がほとん
どゼロに近い負の値を示す)、⑤非導電性、非磁性、⑥耐切削性、
⑦その他 (低誘電性、耐衝撃性、摺動性) などがあげられる。

4. アラミド繊維の用途

炭素繊維は、繊維単体では十分な引張強度が発揮できないため、エポキシ樹脂などのマトリックスとの複合材料として使われるのに対し、アラミド繊維は、繊維単体で強度を発揮することが出来るため、繊維単独としても使用されている。

アラミド繊維の用途として、以下のものがある。

タイヤ・ゴム資材

ラジアルタイヤのスチールコードに代わる軽くて、強いタイヤコード材料として使用。

コンベアベルトや伝動ベルト・ホース類への利用。



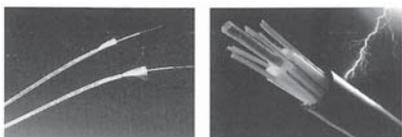
安全防護およびロープ・ケーブル材

ナイロン繊維に代わる防弾用途（防弾チョッキ）、安全防護具（作業用安全手袋）、船舶係留用ロープ、深海ケーブル等のロープ類、として使用。



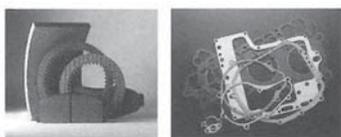
情報通信基材

通信用光ファイバーのテンションメンバー、携帯電話等高密度プリント基板材への利用。



アスベスト代替材

自動車用ブレーキ・クラッチ部品でのアスベスト代替材料としての利用。



②FRP 成形品、複合材料（硬化板、スピーカ、樹脂ギア、等）への利用。

③摺動用樹脂部品への利用。

④土木・建築の補修・（耐震）補強材

- ・鉄筋代替補強用ロッド材（棒材）、格子状に成形した補強材（グリッド材）

- ・耐震補強用繊維シート

アラミド繊維を一方向に配した一方向シート

タテおよびヨコ方向にアラミド繊維を配した二方向シート、など

