

バサルト繊維と炭素繊維、ガラス繊維の特性・特徴の相違と棲み分け
 —その比較評価の一つの試み—

<2012.7.:バサルト連続繊維研究会>

特性・特徴	バサルト繊維 (BaF)	ガラス繊維 (GF)	炭素繊維 (CF)		補注
			PAN系	ピッチ系	
◆繊維としてのイメージ (出発原料)	◆火成岩の一種である玄武岩 (basalt, basalt rock) を溶融押出 (遠心) 紡糸して得られる [ここでは主として “高品位連続長繊維” を対象とする (短繊維もある)]。	◆ガラス質成分を混合、溶融 (遠心) 紡糸して、繊維にしたもの。複合材料の強化材としては、E ガラスが用いられる [長繊維を対象とする (短繊維もある)]。	◆PAN (polyacrylonitrile); [CH ₂ CH(CN)] _n を紡糸原液として紡糸、得られる特殊アクリル繊維を前駆体 (precursor) として使用される。	◆石炭ピッチ、石油ピッチ、あるいは合成ピッチを溶融 (遠心) 紡糸して得られる [長繊維を対象とする (短繊維もある)]。	*CF 出発原料の炭素含有率は、ピッチ系の方がPAN系に比べて高いとされる。
◆成分系 (例)	◆SiO ₂ (40~60%), Al ₂ O ₃ (10~20), CaO (5~15), MgO (5~15), Fe+Fe ₂ O ₃ (5~15), K ₂ O (0~3), Na ₂ O (0~5)。	◆<E ガラス> SiO ₂ (52~56%), CaO (16~25), MgO (0~6), Al ₂ O ₃ (12~16), B ₂ O ₃ (8~13), K ₂ O-Na ₂ O (0~1)。	◆C (~100%)。	◆C (~100%)。	*BaF と GF の成分系の中で、つぎにつき注目したい。 ▲BaF では、Fe の含有が顕著である。 ▲一方、GF では、B の含有が特徴的である。
◆繊維の製造技術	◆<必ずしも確立されているとは、云えない> 原料玄武岩鉱石⇒(粉碎、など)⇒溶融押出紡糸⇒(収束・表面処理)⇒巻取 [短繊維は、製法が異なる]。	◆<確立>。 原料(ケイ砂、石灰石、ソーダ灰、など)⇒(混合・攪拌、など)⇒溶融押出紡糸⇒巻取 [短繊維は、製法が異なる]。	◆<確立>。 PAN繊維⇒耐酸化(酸化)⇒炭素化⇒黒鉛化⇒(表面処理、サイジング)。	◆<確立>。 原料ピッチ改質(異方性)⇒溶融押出紡糸⇒不融性(酸化)⇒炭素化⇒黒鉛化⇒(表面処理、サイジング) [短繊維の製法は、別]。	
◆繊維の性状 *種類	◆長繊維: ~通常、1 グレード。	◆Eガラス(無アルカリ)、そして Cガラス(耐薬品性)、Aガラス(含アルカリ)、Sガラス(高引張強さ)、など。	◆長繊維(炭素質、黒鉛質): 焼成温度、230~650 Gpa [引張弾性率] で、グレードを制御する。	◆長繊維(炭素質、黒鉛質): 54~935 Gpa [引張弾性率] の範囲で、温度でグレードを制御。短繊維(炭素質): 18~40 Gpa [引張弾性率]。	
*繊維径	◆~13 μmφ [数~20 μmφ]。	◆~10 μmφ。	◆5~7 μmφ。	◆5~10 μmφ。 短繊維の場合は、13~18 μmφ。	
*繊維密度	◆2.60~2.80 g/cm ³ 。	◆2.54~2.60 g/cm ³ 。	◆1.7~1.9 g/cm ³ 。	◆2.1~2.2 g/cm ³ [ただし、短繊維の場合は、~1.6 g/cm ³]。	*CFの密度は、その焼成温度(引張弾性率)依存性がある。そして、同じ引張弾性率の焼成には、PAN系の場合ピッチ系よりも数100°Cのレベルで高い温度が必要とされる。
*繊維微細構造	◆その一例として、Dr. R. V. Kibol (Ukraine) のつぎのものがある: 断面において、内部(~68%)が非晶質、外部(~32%)が結晶質。	◆断面で大部分(~95%)が、非晶質構造 [Dr. R. V. Kibol]。	◆炭素質~黒鉛質構造。 γ c [5 nm]、Lc [~2 nm]、La ² [2 nm]、La ¹ [3 nm]、θ [< 10°]。	◆炭素質~黒鉛質構造。 γ c [50 nm]、Lc [20~40 nm]、La ² [20 nm]、La ¹ [30 nm]、θ [3°]。	
*フィラメント数	◆~数 100 / ストランド [必要に応じて、合糸]。	◆50~2000 / ストランド。	◆1000~24000 / ストランド。	◆1000~12000 / ストランド。	
◆引張特性・特徴 *引張強度	◆長繊維: (2.0~3.0<) Gpa [メーカーによってバラツキがある]。	◆長繊維: (1.5~2.2<) Gpa。	◆2.4~6.4 Gpa。	◆長繊維(異方性): 3.4~3.8 Gpa。 等方性: 1.1~2.4 Gpa。	*引張強度の理論値は、黒鉛結晶の網平面で 180 Gpa レベルとされるが、CF の場合は構造敏感型材料であり、そのマクロ欠陥によって支配されることから、繊維組織に固有の強さは、つぎのように推定されている。 ▲ピッチ系: ~7.0 Gpa。 ▲PAN系: 9.0~10.0 Gpa。
*引張弾性率	◆(~70~100 Gpa)。	◆~70 Gpa。	◆230~588 Gpa。	◆54~880 Gpa。	
*伸び	◆(~2~4%)。	◆2~4%。	◆0.5~2.2%。	◆0.3~2.0%。	

<次葉に続く>

<技術資料(2/2)>

<前業からの続き> “バサル繊維と炭素繊維、ガラス繊維の特性・特徴の相違と棲み分け” 【その比較評価の一つの試み】

特性・特徴	バサル繊維 (BaF)	ガラス繊維 (GF)	炭素繊維 (GF)		補注
			PAN系	ピッチ系	
◆化学、物理特性 *熱的特性 *電気的特性 *耐薬品性(耐酸性、耐アルカリ性)	◆(熱伝導係数、0.027~0.033 kC/°C)。 ◆<データ調査中> ◆耐酸性[2N HCl, 3 hr boiling (wt. loss, %) : 2.2]。	◆(熱伝導係数、0.029~0.035 kC/°C)。 ◆(150°C, Ω・cm ⇒ 10 ¹⁷) ◆耐酸性[10 %H ₂ SO ₄ , 80°C, 90 hr (wt. loss, %) ; 42]、耐アルカリ性[セメント飽和水溶液, 80°C, 200 hr (wt. loss, %) ; 10.5]。	◆熱伝導率は、~100 W/mK。 ◆電気抵抗率では、9.7~20 μΩ・m レベル[金属の場合は、10 ² ~10 ¹¹]。 ◆<定量的データ調査中>	◆熱伝導率は、320~1000 W/mK [銅(Cu)でも、400]。また、熱膨張係数(CTE)は、-1.3 × 10 ⁻⁶ /°C。 ◆電気抵抗率で、4~10 μΩ・m レベル [黒鉛結晶では、4~7 × 10 ⁻¹ (網面平行)、1~5 × 10 (網面垂直)]。 ◆<定量的データ調査中>	
◆特記事項 *最近の幾つかの話題 *現行生産能力 *関連する学協会など	★日本における現段階での BaF への取り組みは、つぎのようであると想定される。 *つぎのメーカーの製品が輸入されている。 ・Kamenny Vek (Russia)。 ・Technobasalt (Ukraine)。 ・GBF Basalt Fiber (China)、ほか。 *事業化開発が、それなりに進んでいると想定されるが、その実態は定かではない。その中でも、自動車メーカーでの取り組みがかなり進んでいるのではと思われる。 ☆現在、輸入中心？ [数 1000 t/年と見込まれる？]。 ★バサル連続繊維研究会。	★GF は、リサイクルなどの環境面から問題があるとされて、BaF が注目された時期もあったが、BaF の品質、供給が安定しないところから、いま一歩の前進がないように見受けられる。 ☆40~50 万トン/年[国内]。 ★硝子繊維協会、[樹脂強化プラスチック協会]。	★国家プロジェクト「革新炭素繊維基盤技術開発」、「革新炭素繊維プロセス技術開発」[H23年度~H27年度；東大]の推進。 ★CFメーカー(東レ、帝人、三菱レイヨン)の自動車材料向け国際戦略が激化。 *東レ-ダイムラー。 *帝人-GM。 *三菱レイヨン-BMW (CF の供給)。 ☆~9 万トン/年[海外も含む]。 ★炭素繊維協会。	★事業化開発から~30年を経て、2社 [三菱樹脂株、日本グラファイト株] が事業化に成功、国際商品に育っている。その業績で、H24年、「先端材料技術協会 (SAMPE Japan)」 “協会特別賞” が授賞されることになった。 ☆~3,500 トン/年[海外も含む]。 ★炭素繊維協会。	*なお、「PAN系、ピッチ系炭素繊維の開発・事業化の歩み」が、“先端材料技術協会 創立25年史”(平成24年6月刊)にまとめられています。

<2012.7:バサル連続繊維研究会>

<備考>

◆この表の作製にあたっては、できるだけ信頼性のある(公知の)ものを探り上げるように努めたが、必ずしも同一の試験条件で比較されたものではないことに留意されたい。