



バサルトファイバー

—概要と特性—

(一社) バサルトファイバー研究所

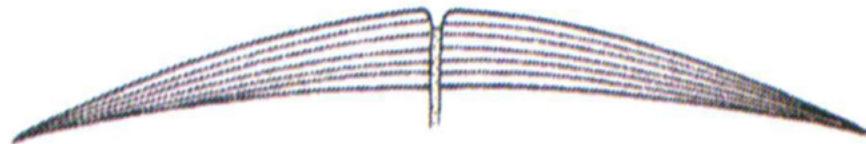
20210604 ichibushuuwei

バサルトファイバー（BF）概要

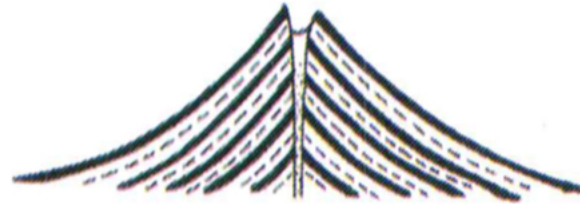
1. **原料玄武岩 (Basalt)**
 - ・ 玄武岩は天然物
 - ・ 組成により製品の物性に若干違いがある
2. **BF 製造法および工程**
 - ・ シンプルな製造工程
3. **特徴**
 - ・ Green Fiber
 - 優れた LCA (Life cycle Assessment) 特性
 - ・ End Of Life (EOL) に優れる (最終処分)
 - ・ 脆性材料である (カーボン、ガラスも同様)
4. **物性評価方法・規格・基準等**
 - ・ 評価方法
 - ・ 基準の課題
5. **サンプル評価に当たりお願いしたい事項**
6. **製品の例**

マグマの性質と火山

盾状火山



成層火山

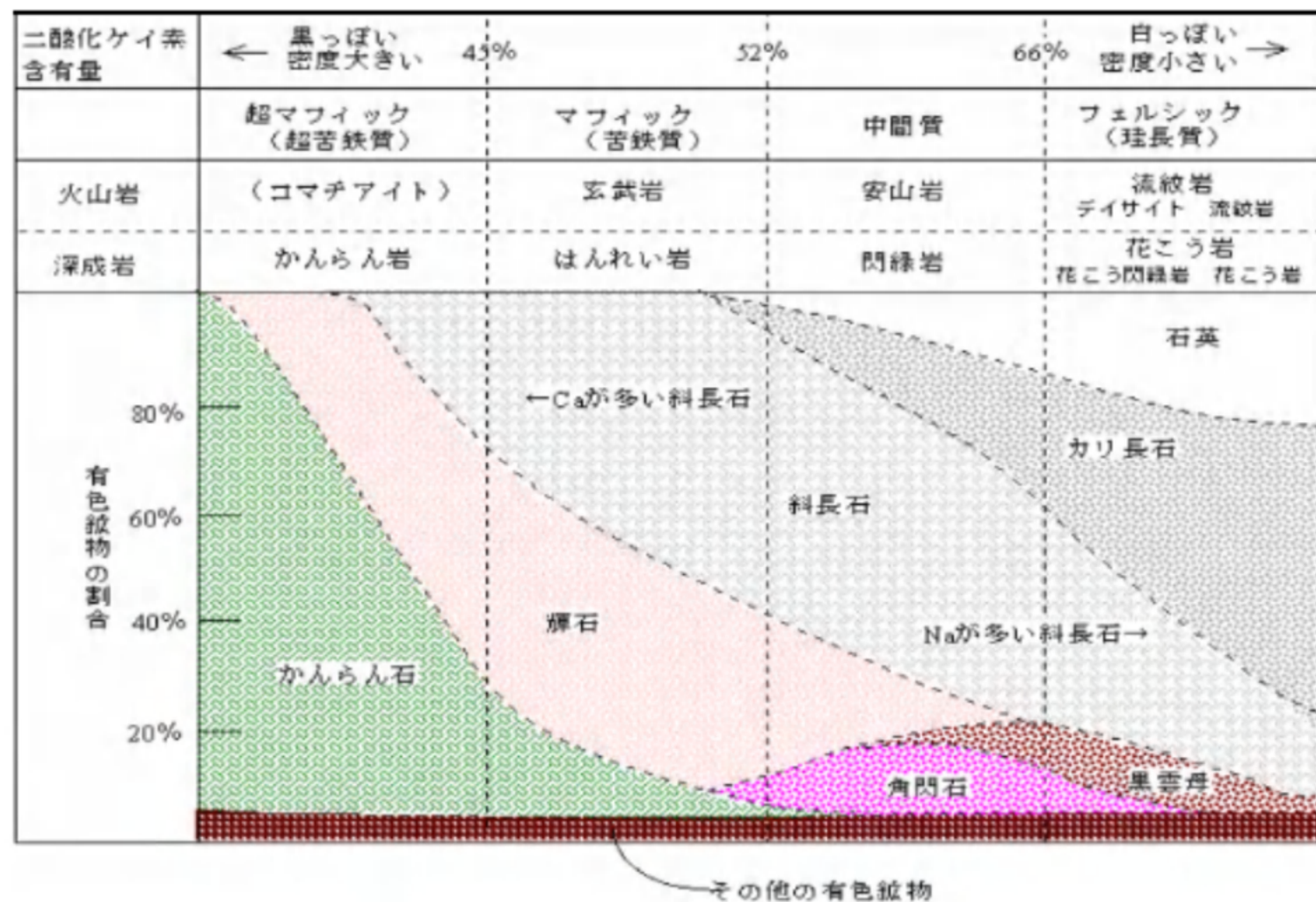


溶岩円頂丘
(溶岩ドーム)



マグマの性質	SiO ₂	温度	粘性	火山の形	火山の例	噴火の様式
玄武岩質	少ない ↑ ↓ 多い	高い ↑ ↓ 低い	小さい ↑ ↓ 大きい	盾状火山	マウナロア	大溶岩流
安山岩質				成層火山	浅間山, 桜島	爆発, 溶岩流
デーサイト質, 流紋岩質				溶岩円頂丘	昭和新山, 雲仙普賢岳	大爆発, 火砕流

岩石(分類と組成)





玄武岩の一例

玄武岩顯微鏡写真



紡糸工程模式圖

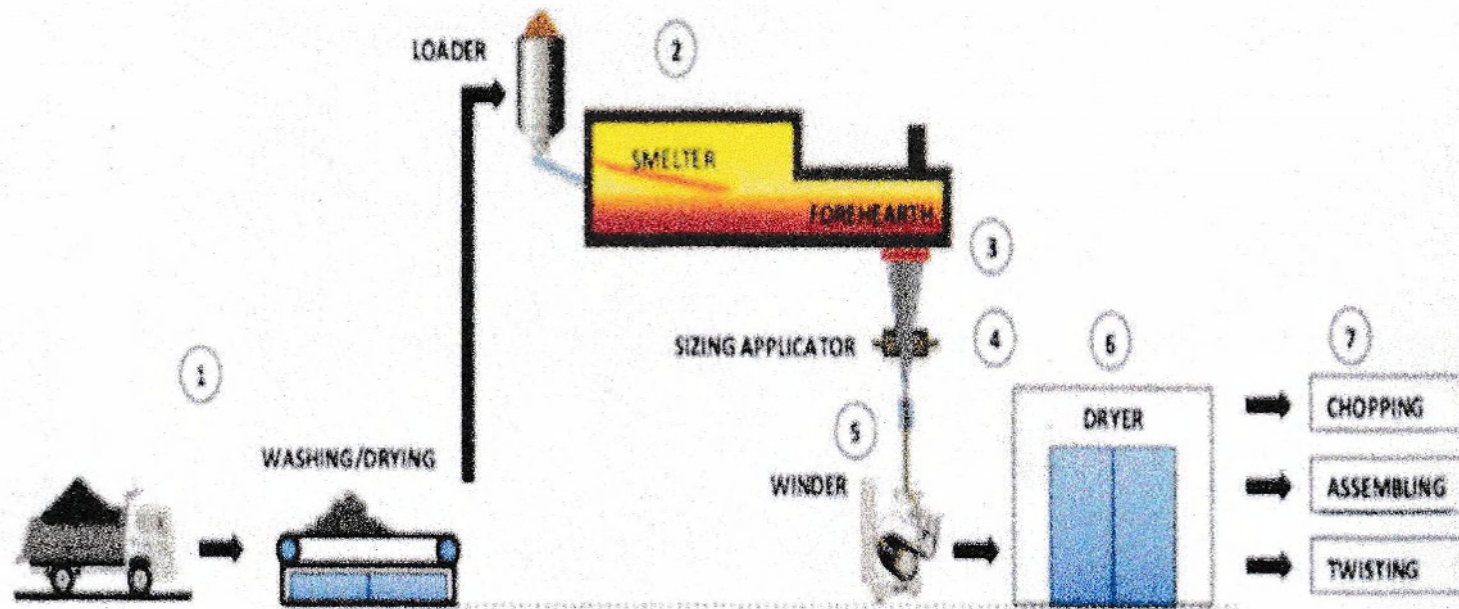
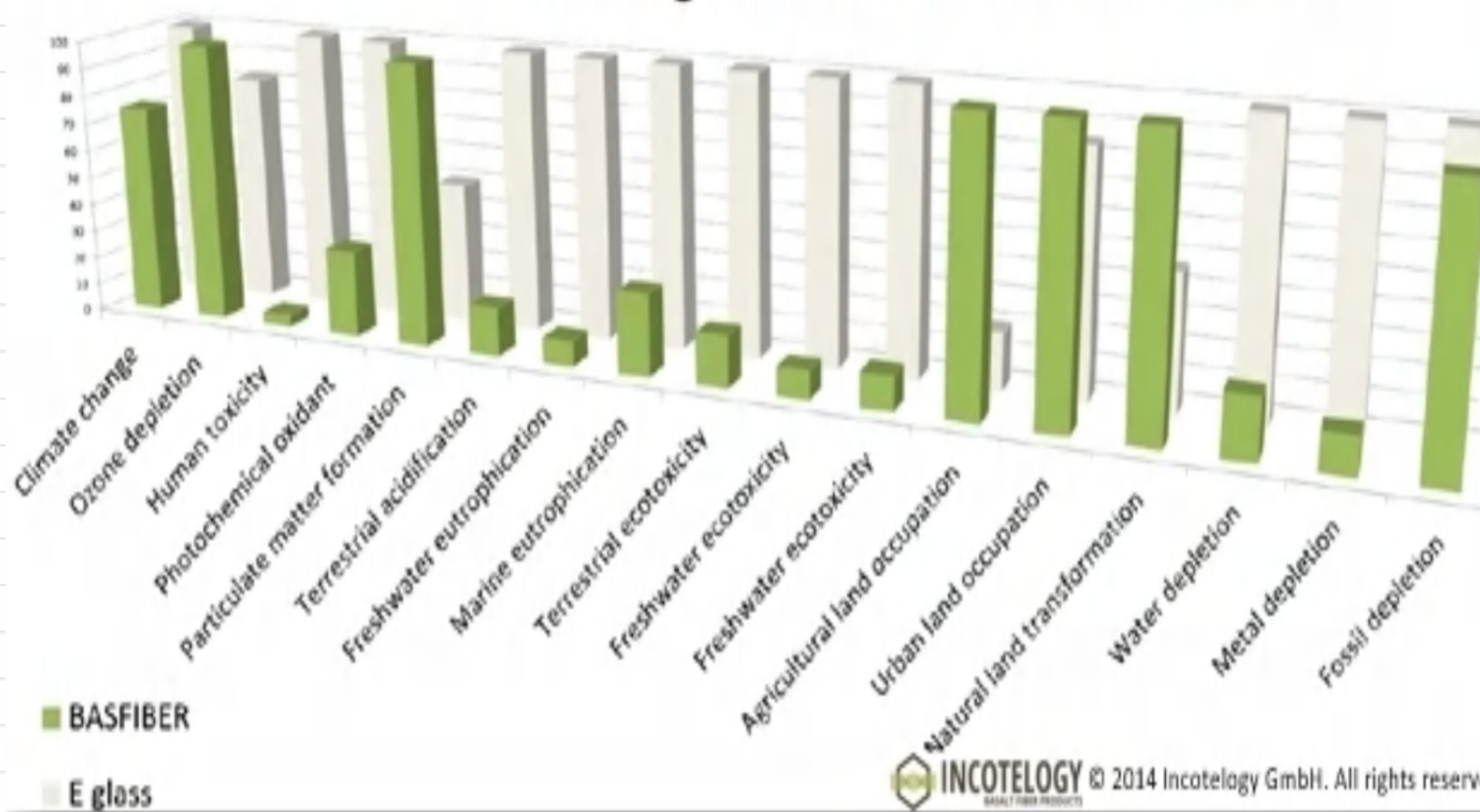


Fig. 1. Simplified scheme of continuous basalt fiber (CBF) manufacturing process.

Screening LCA of Basalt Fiber vs. Glas Fiber



電気炉中加熱試験

昇温速度 10℃/分

試験条件 所定温度保持 5時間

炉冷



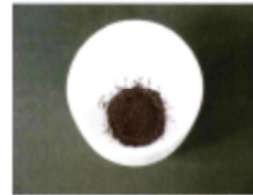
熱処理無し



800℃



950℃



1100℃



1200℃



◎ BF小史

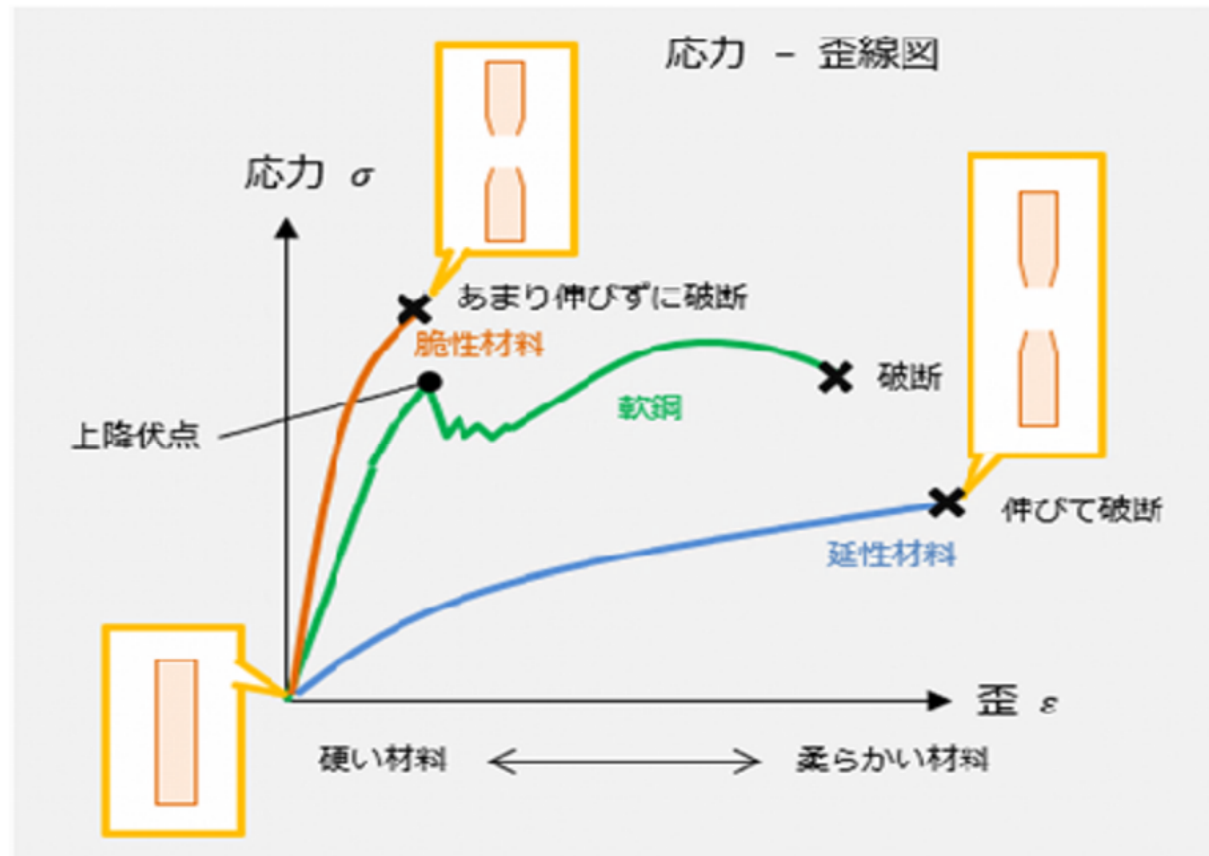
Composites Technology (2006年8月)に掲載された記事の要約を中心に若干の追加情報を加え簡単な歴史を下記する。

- ・1923 フランス人 Paul Dhe バサルトの溶融押出に関する
USPを取得
- ・1960頃 USおよびUSSRでミサイルなどの軍事用にバサルト繊維応用開発を開始
- ・玄武岩大産地のUS北西部でProf. R.V.Subramanian (ワシントン州立大) が玄武岩の化学組成と溶融押出性、製造された繊維の物理化学的性質との関連研究を実施
- ・オーエンス コーニングおよびガラス会社数社が独立に研究プログラムを実施し、数件のUSP
- ・1970頃 米国のガラス会社は彼等のコア製品に注力するとの理由でバサルト繊維開発を停止
- ・その結果オーエンス コーニングによるS-2ガラス繊維の開発等すぐれたガラス繊維の開発として結実した。
- ・同時期に1950年代にモスクワ、プラハ、その他の地域で独立したグループで行われた開発がUSSR国防省により国家プロジェクトとされウクライナのキエフに集中された。その結果、開発は機密の研究施設と工場で行われた。
- ・1991年のソ連崩壊により研究結果は開放され民生用に使用が可能となった。
- ・今日バサルト繊維の開発、製造、およびマーケティングは主にかつてソ連圏であった国々で行われてきたが、その後中国では積極的に研究開発が進められ複数の生産工場が稼働している。近年ヨーロッパ、アメリカ等でも生産が始まっており、産油国が今後の石油生産の落ち込みをカバーするために工場建設を予定あるいは計画を進めているとの情報もあるが詳細は把握できていない。

◎ B F の特徴

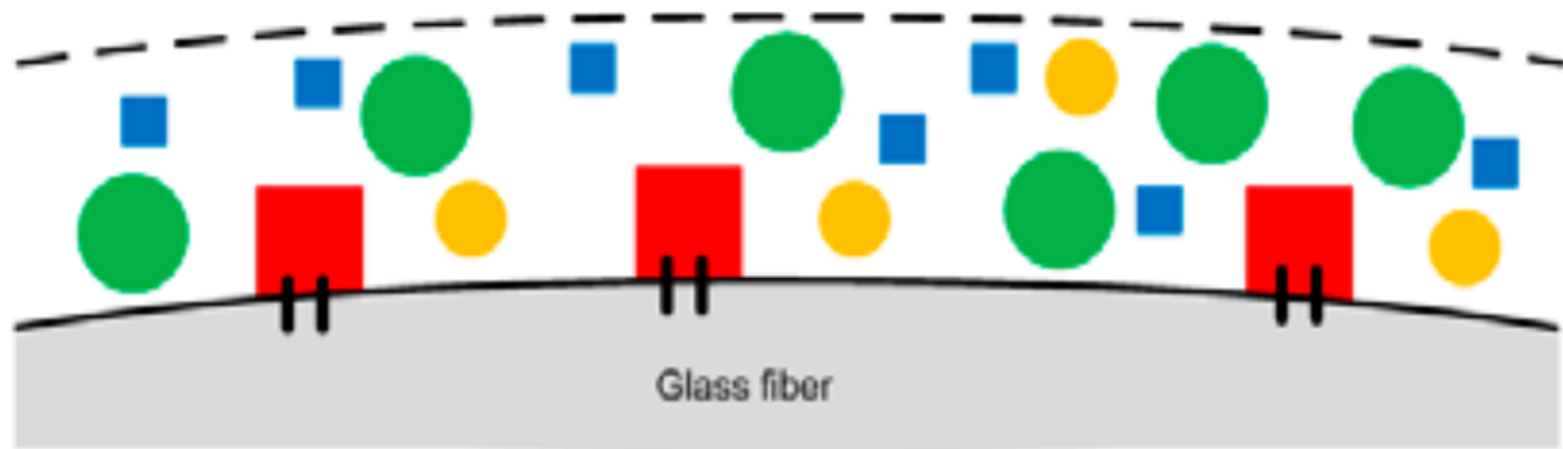
グラスファイバーと比較すると

- ・ 20～25%高い引張強さ
- ・ 10～15%高い弾性係数
- ・ 広い使用可能温度範囲
- ・ 著しく高い耐酸性および耐腐食性
- ・ 高耐アルカリ性
- ・ 環境にやさしい = 低い環境負荷
 - ・ 優れた L C A
 - ・ 一般焼却炉で処分＝焼却残渣は骨材として使用可能
 - ・ 有害成分を含有せず、分解による有害性生成物なし



各種材料 S - S 曲線

サイジング剤の機能と構成



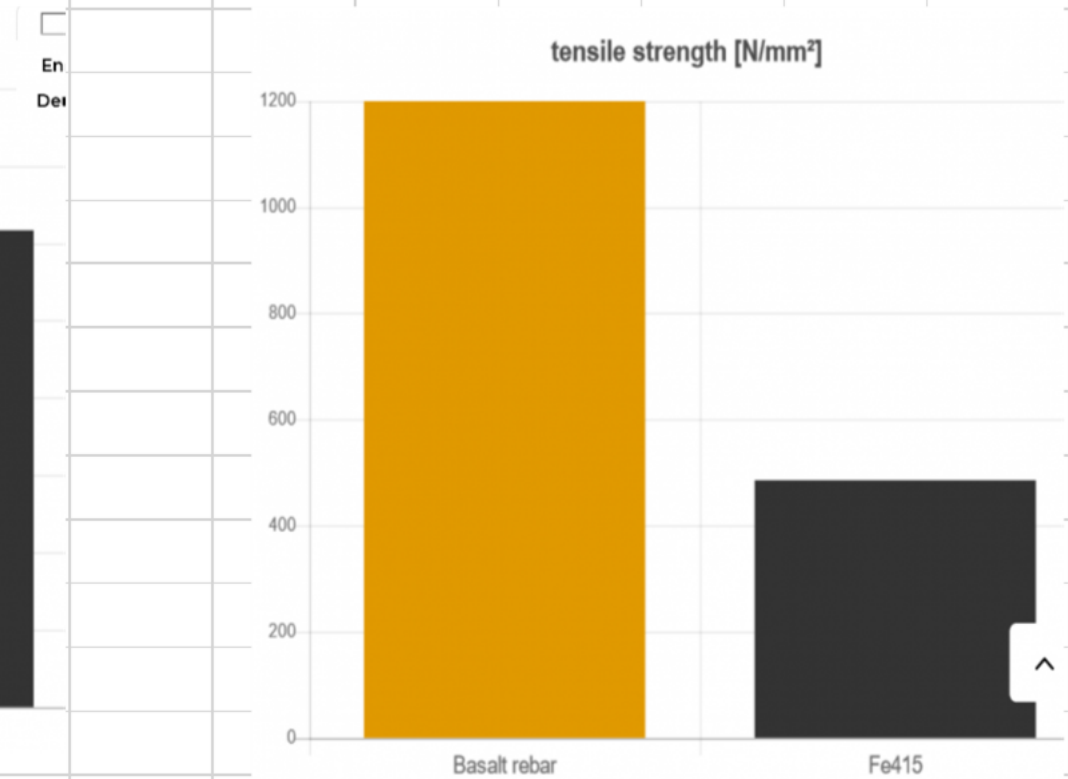
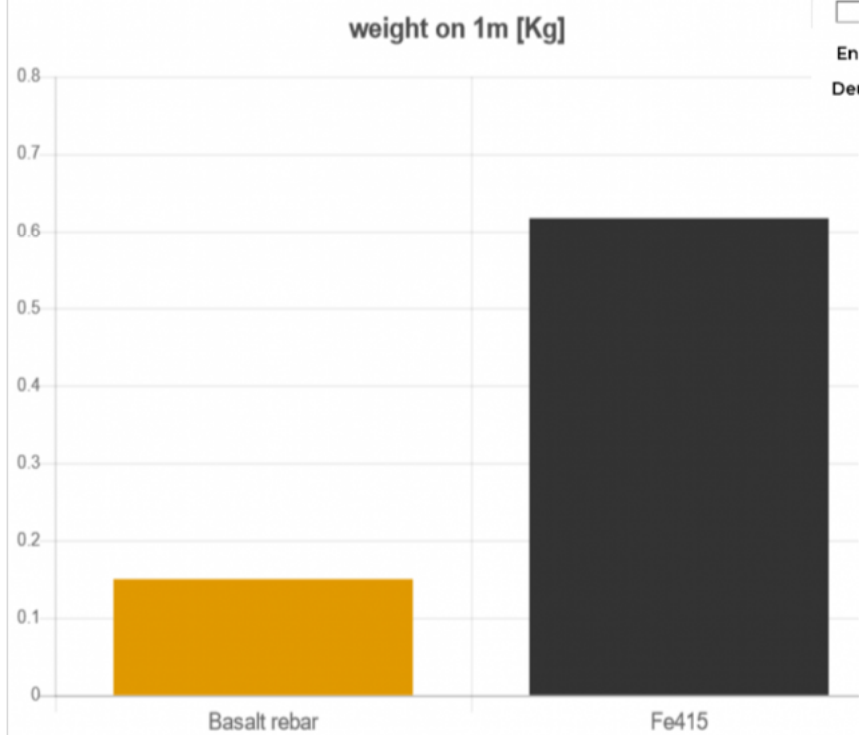
サイジング層模式図

- bonded organosilane polymer
- free organosilane oligomer
- film former
- other sizing components



鉄筋補強コンクリートの破壊

バサルト筋と鉄筋の比較



調査資料

「Global Basalt Composites Market Data Analysis 2019-2025: Kamenny Vek, Technobasalt-Invest, Sudaglass, Mafic, Zaomineral

[June 19, 2019 ann.castro](#)」にリストアップされている BF 企業

●Kamenny Vek
Dubna ロシア

●Technobasalt-Invest
Kyiv , Ukraine ウクライナ

●Sudaglass : Sudaglass Fiber Technology, Inc.
Houston, USA

●Mafic
USA Basalt Fiber Production Starting 2018
Dr. Shelby, NC 28150
Ireland

●Zaomineral

●Aerospace Tuoxin 四川航天拓鑫玄武岩実業有限公司
四川省

●Shanxi Basalt Fiber
Taiyuan 太原・山西省

●GMV

Jiangsu Green Materials Vally New Material T&D Co., Ltd (GMV)
Jianye District, Nanjing
江蘇省

●Jiangsu Tianlong

Jiangsu Province, 天龍

●Tongxin(CBF) : Jilin Tongxin Basalt Technology Co.,Ltd

吉林通鑫玄武岩科技株式会社
吉林省

●Jilin Jiuxin

Jilin province, China 吉林省

○Chengdu Aerospace Tuoxin Basalt Industry Co., Ltd.

四川航天で検索するとここにアクセス
Chengdu, Sichuan 成都

○[HG GBF Basalt Fiber Co., LTD](#) : . 浙江石金玄武岩纤维股份有限公司

浙江省

◎ B F の化学組成例

Table 1

Typical composition of basal fibres (as reported by different authors [1,3]).

Constituent	Content [wt%]	
	[1]	[3]
SiO ₂	43.3–47	42.43–55.69
Al ₂ O ₃	11–13	14.21–17.97
Fe ₂ O ₃	<5	10.80–11.68
CaO	10–12	7.43–8.88
MgO	8–11	4.06–9.45
Na ₂ O	<5	2.38–3.79
TiO ₂	<5	1.10–2.55
K ₂ O	<5	1.06–2.33

◎ B F と G F の化学組成

Table 2

Chemical compositions of the basalt and glass fibers (wt%).

Composition	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Fe _x O _y	TiO ₂	B ₂ O ₃
Basalt fiber	48.39	14.7	7.7	4.7	1.6	3.0	15.3	3.8	-
Glass fiber	52.1–53.4	13.5–14.5	18.5–19.5	3.6–4.4	0–1		0–0.6	0–0.5	8.0–9.0

各種繊維の物性比較

中国・上海交通大・Zongwen Li, その他による"Applications of Basalt Fibers and Its Composites (doi:10.1088/1755-1315/186/2/012052)"

記載の比較表抜粋に他の情報源からの物性値を追加した。

物理物性

	E - ガラス	Advantex	S - ガラス	C B F	ケブラー49	C F
比重/ (g/cm ³)	2.55-2.62	2.62	2.46-2.49	2.8	1.44	1.78
引張強度/MPa	3100-3800	3100-3800	4590-4830	4840	2758-3034	2500-3500
弾性/Gpa	76-78	80-81	88-91	89	124-131	2.3-2.4
破断伸度/%	4.7	4.6	5.6	3.1	2.3	1.2
線膨張係数 20-300°C/°C・10E6	5.4	6	2.9	8.0		
軟化点/°C (10E7dPaS)	850	916	1056			
可使用温度/°C	-60-350		-60-300	-260-880	<250	<2000

Advantex：マフラー用 G F 日本の H K S（株）がタイの H K S - I T 社で製造

化学特性

	CBF		GF	
媒体	重量減少	強度保持率	重量減少	強度保持率
H ₂ O	0.2	~100	0.3	~100
2M/L NaOH	5.5	~20	45	~0
2M/L HCl	8.1	>50	25.3	>80

処理条件：煮沸×3時間

誘電率および誘電損失(10GHz)

	誘電率	誘電損失
E-ガラス	6.13	0.0055
S-ガラス	5.21	0.0068
ケブラー49	3.8	0.001
C B F	2.61	0.0068
日東紡NE	4.8	0.0015

各種物質の誘電率

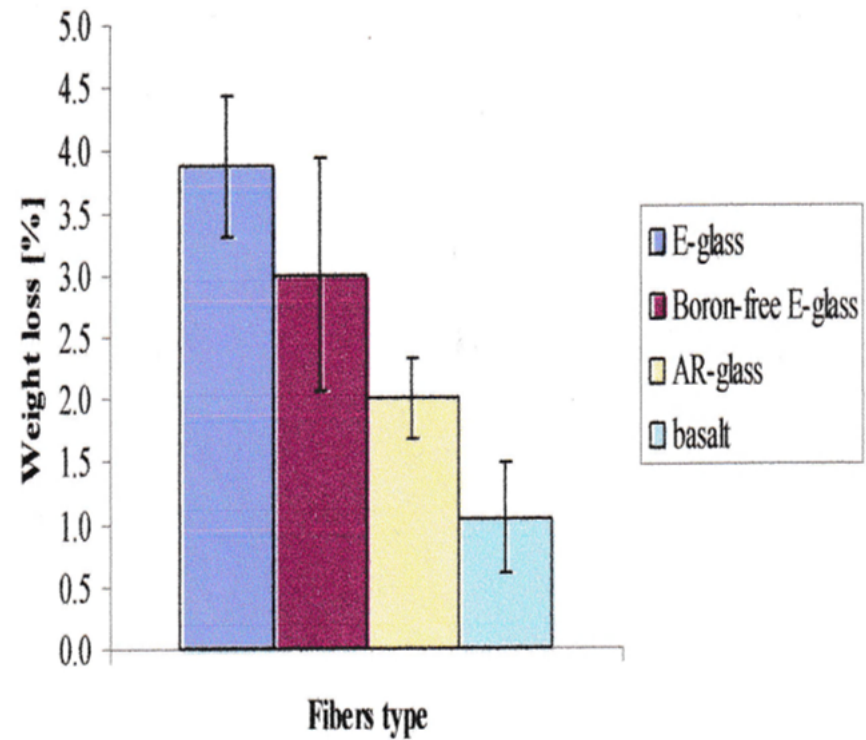
PTFE	2	マイカ	5.7-7.0
PE	2.3-2.4	ワセリン	2.2-2.9
PC	2.9-3	ガラス	3.7-10.0
PP	2.2-2.6		

音響および熱特性

	C B F	C F	A F	G F
熱伝導率(W/m・K)	0.031-0.038	5-185	0.04-0.13	0.034-0.040
線膨張率20-300°C) /°C・10E6	6.5			5.4
軟化温度/°C ($\iota = 10E7.6dPaS$)	960			
耐熱温度/°C	-260-880	<2000		-60-350
固有体積抵抗率/($\Omega \cdot cm$)	1X10E12	2X10E-5	3X10E13	1X10E11
吸音率/%	0.9-0.99			0.8-0.93
備考			詳細不明	

耐アルカリ性比較

- NaOH 5% pH=14
- 22°C ± 3°C
- 密閉容器中 28日間



2018/06/20

各種耐アルカリ性試験法

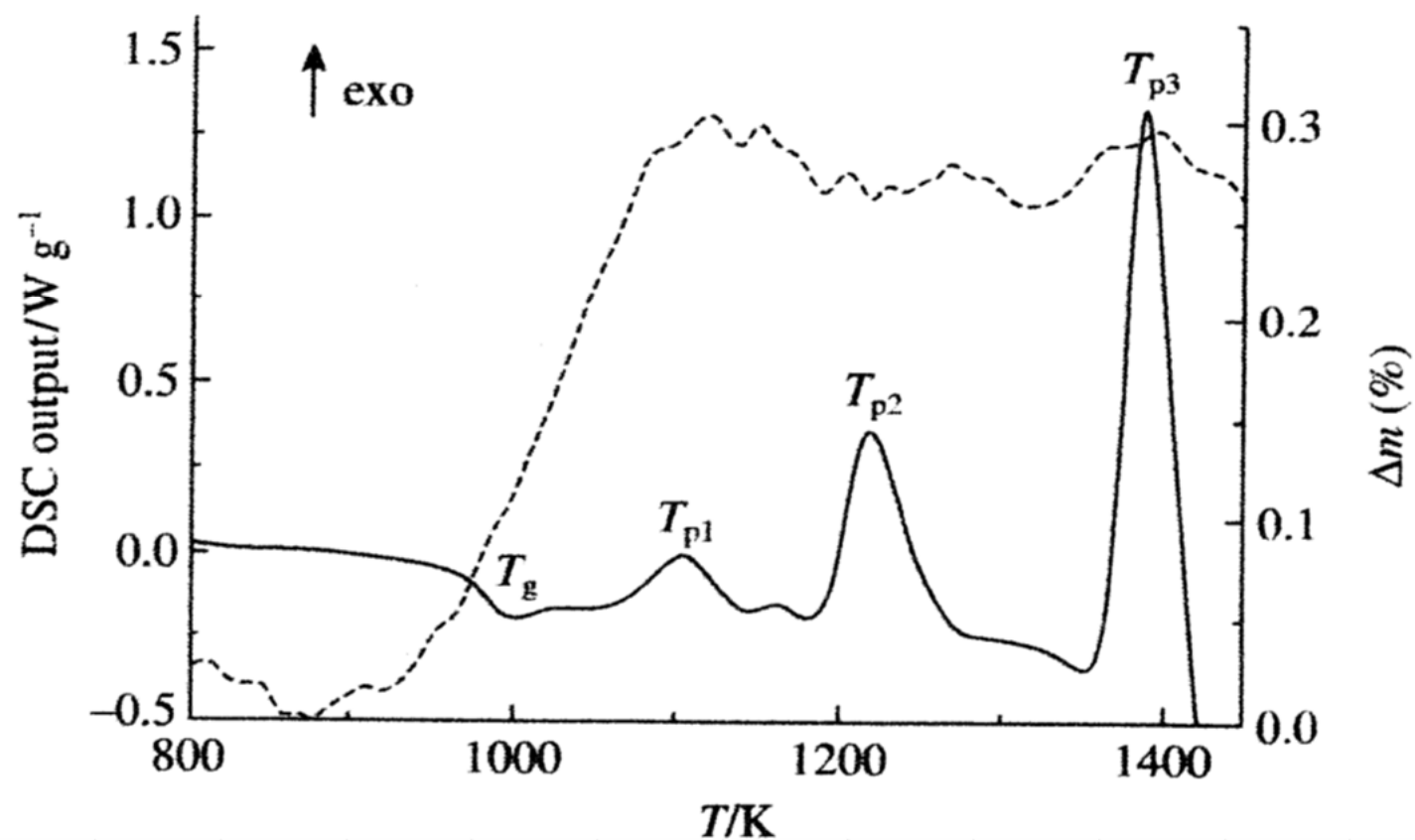
試験条件	規格・出展	評価法	名称	備考
規定されたアルカリ水溶液 A, B を混合 (詳細は備考に 記載)	JIS A 1193:2005	引張試験	コンクリート用連続繊維補強材の 耐アルカリ試験方法	溶液A : KOH14g水1000m L と CaOH2g 水1000mLを混合 溶液B : NaOH100g水1000m L
5%NaOH22°CX28days		重量減少 引張試験	Durability of Fibers in Aggressive Alkaline Environment	サンプル形態 : 等方向織物 ASTM E 2098-00 準拠
NaOH(mol%)X(°C)X(1- 28days) 0.05X40 0.5X20,40,60 1.9X40 2.0X40	コンクリート工学年次論 文 報告集Vol16, No.1(94)	強度低下	アルカリによるガラス繊維劣化のメカニズ ムとその定量化に関する基礎研究	
セメント 飽和水溶液X80°CX200時間	日本電気硝子資料	重量減少		ARG 0. 8% / E 10. 5%
NaOH(1.0mol/L;pH=14)	土木学会論文集Vol.23 No.490 (94)	強度低下	各種繊維の耐アルカリ性の評価法に関する 基礎研究	
KOH,NaOH,NH3 BoilX24hrs	American Journal of Materials Science 2016,6(1)	重量変化 引張試験	Evaluating the Efficiency of Basalt and Glass Fibers on Alkaline, Acid, and Thermal Environment	

2018/06/20

各種耐酸性試験法

試験条件	規格・出展	評価法	名称	備考
HCl:10% H ₂ SO ₄ :10% HNO ₃ :1,5,10,20,30% HCOOH:CH ₃ COOH:1,5,10,20,30		重量変化 引張試験	Chemical Stability of Basalt Fiber in Acid Solution	原語：韓国語
HCl:2M/L H ₂ SO ₄ :2M/L CH ₃ COOH:2M/L Boil 24Hrs	American Journal of Materials Science 2016,6(1)	重量変化 引張試験	Evaluating the Efficiency of Basalt and Glass Fibers on Alkaline, Acid, and Thermal Environment	
1N塩酸X50X1hr		重量減少	日本電気硝子資料	
HCl:1M/L 20,40,80°C 30,60,90,120 Days	コンクリート工学年次論文報告集 Vol.21, No.2(1999)	引張強度	各種溶液における繊維強度の温度依存性	

BFの熱分析 (DSC)



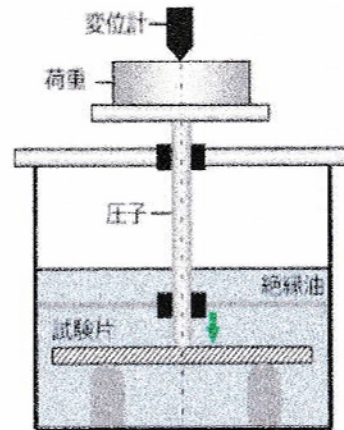
耐熱性評価法の例

1. 熱変形温度（荷重たわみ温度、HDT）

- ・ ISO 72/低荷重 0.45MPa、高荷重 1.80MPa
- ・ JIS K 7191-1 : 2007 (ISO 75-1 : 2004)

熱変形温度は、耐熱性指標の一つであり材料の高温時剛性（弾性率）の指標です。試験方法は曲げ試験と同様の3点曲げ法であり、曲げ弾性率が一定のひずみ速度で破断荷重を求めるのに対して、熱変形温度は一定の荷重（ISO 72/低荷重 0.45MPa、高荷重 1.80MPa）を負荷した状態で徐々に昇温（120°C/hr）し、規定の変位量に達する温度を求めます。また、ISO 試験片のように成形品断面が長方形の場合、長辺側（10mm）の面を圧子で加圧する方法をフラットワイズ法、短辺側（4mm）の面を加圧する方法をエッジワイズ法として区別しています。

一般的に熱変形温度は、曲げ弾性率の温度依存性と関連した特性です。



2. 連続使用温度（試験） UL746B

UL 規格の UL746B に規定される、物質の長期的物性評価（耐熱性）の規格。

40,000 時間一定の温度の大気中に放置した場合、その物性値が初期値の 50%劣化した温度を「連続使用温度」という。

サンプル評価にあたりお願いしたい事項

可能な範囲で下記につきご開示いただけると効率的かつ的確な準備が可能となります。

1. 準拠すべき規格、参考文献、具体的方法・条件等

ISO、ASTM、JIS、学協会ガイドライン、業界規格等

2. 評価基準
3. 使用目的・製品・方法等に必要な具体的性能あるいは／および目標性能
4. ご提供すべきサンプルの形状、組織・規格、その他の留意事項
5. その他特記事項

以上

B F 一次製品の例



Roving



Chopped Strand



Twisted Yarn

B F 二次製品の例



Fabric



Mesh



Needle punched mat



Rope



Rebar

B F 応用製品の例－ 1



B F 応用製品の例-2



(a)

12 mm wrench (25% fiber)



(b)

Helical gear (10% fiber)



(c)

Handrail Clamp (25% fiber)



B F 応用製品の例-3



B F 応用製品の例-4

