

湿式法によるSiC繊維上への新界面層の形成と SiC / SiCの特性

(アート科学)○長谷川 良雄・金 聖潤・高橋 一憲
(原子力機構)田口 富嗣
(産総研)井上 貴博

研究の背景

低コストで、さまざまな形状と大きさの複合材料作製法である**ポリマー含浸焼成法**(PIP(Polymer Infiltration and Pyrolysis)法)で得られる**SiC/SiC複合材料**は、宇宙材料や原子炉材料の最有力候補の一つとして期待されているが、実用化にはいくつかの課題がある。

1. 緻密化

先進PIP法(APIP(Advanced PIP)法)により、気孔率が10%以下のSiC/SiCが製造可能となった。

2. 界面層

SiC/SiCの強度や靱性を向上させるための重要な要素技術であるSiC繊維表面へのBNやC層の形成は、従来高コストで時間のかかる**CVD法**による乾式法が主に用いられていた。しかしながら、国内においてはこれらBN層やC層を有するSiC繊維(織布)が製造中止となり、入手は国外に頼るしかない状況になった。我々はこの現状に対して、短時間・低コストな方法である**湿式法による新界面層**を検討した。

界面層の役割

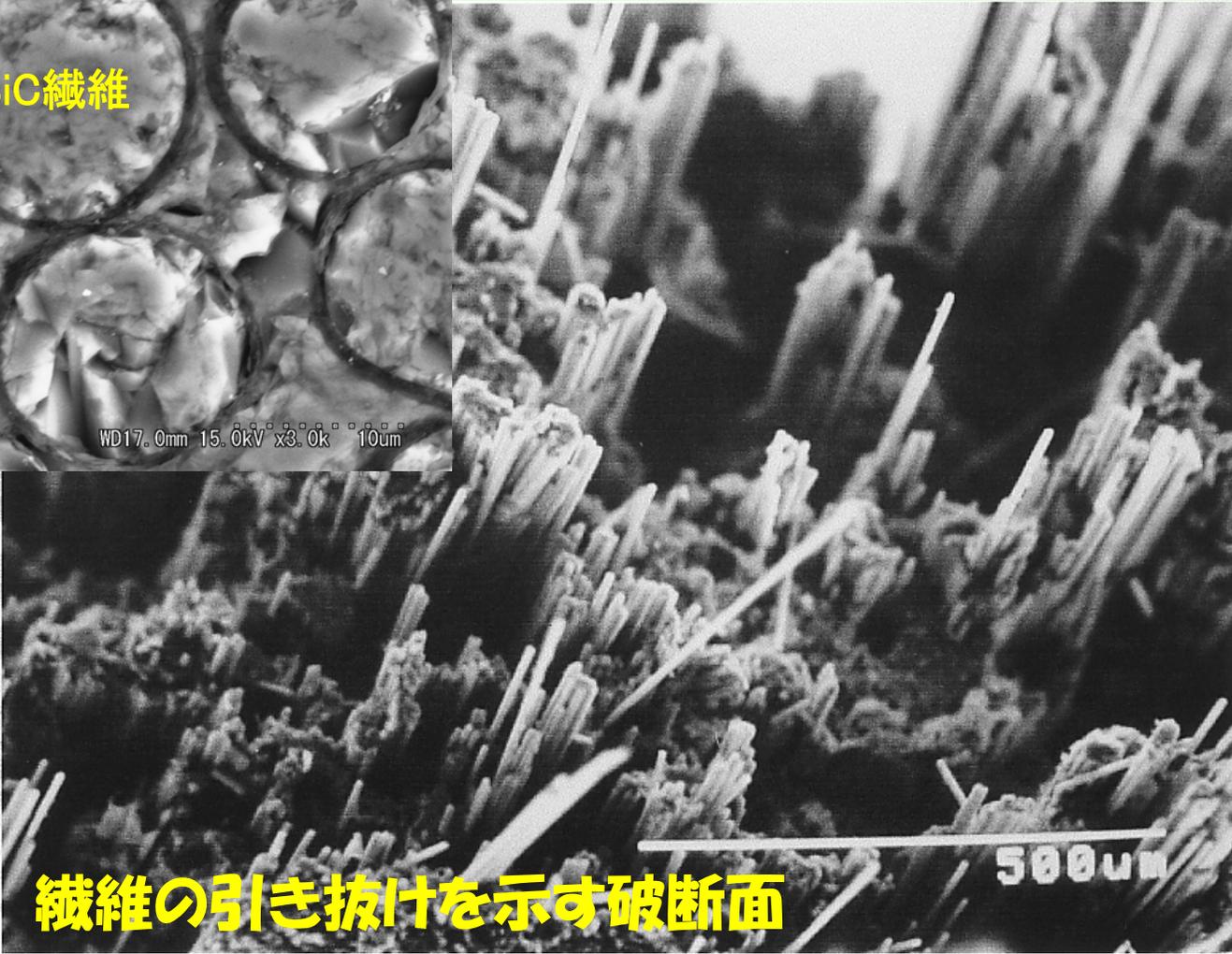
SiC/SiC複合材料の構造



SiC繊維

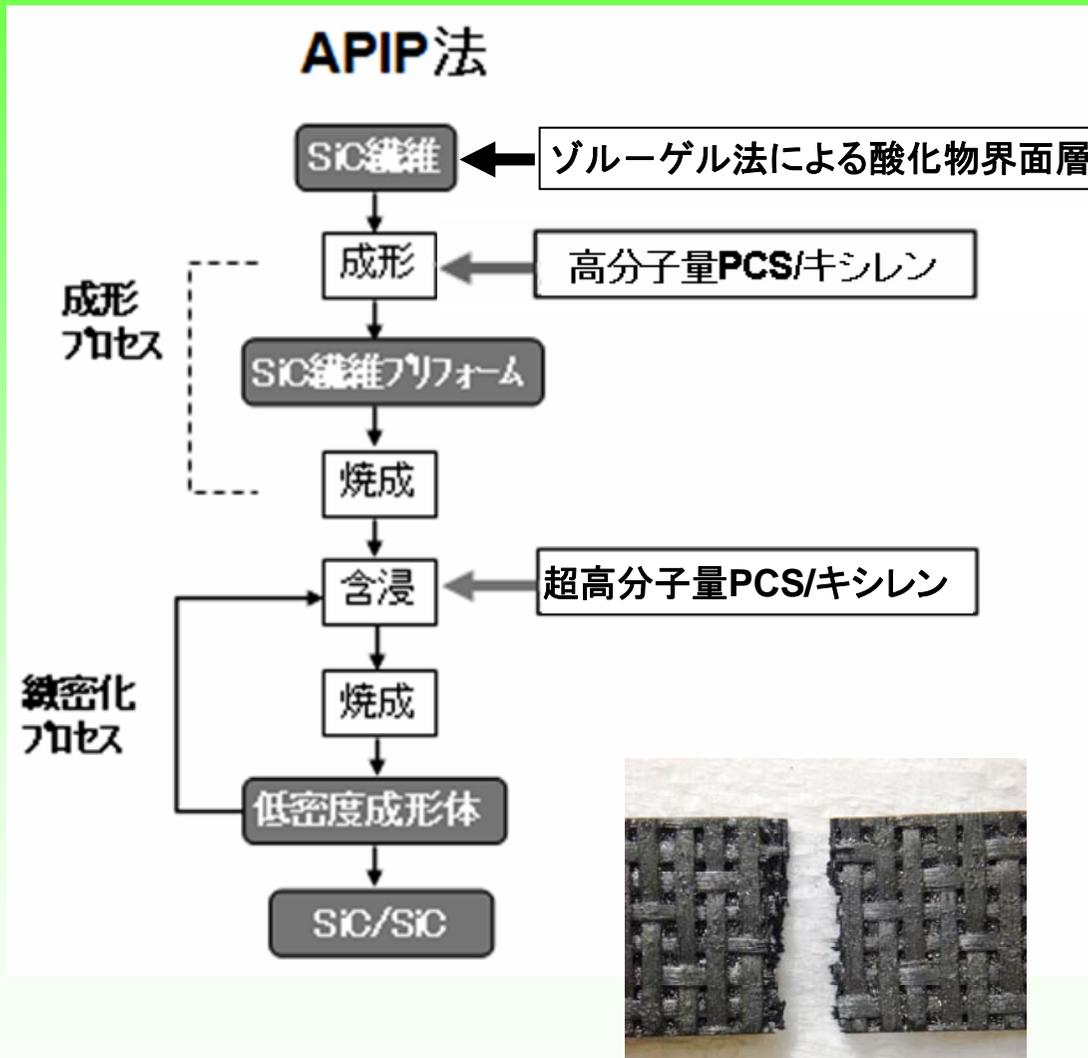
界面層

SiC
マトリックス

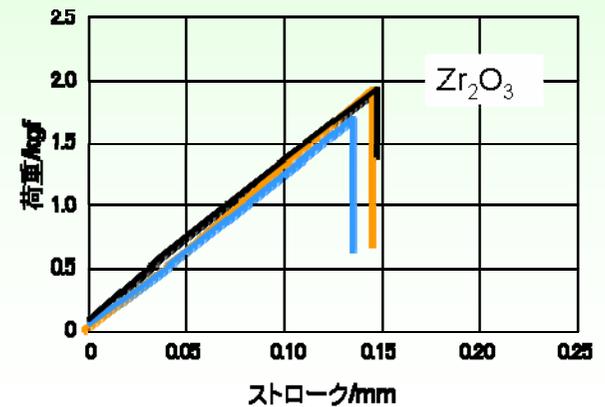
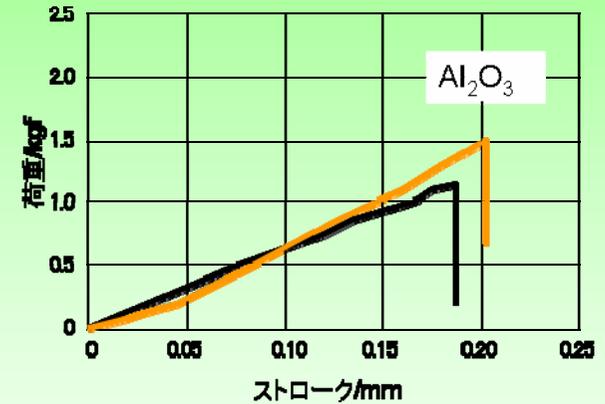
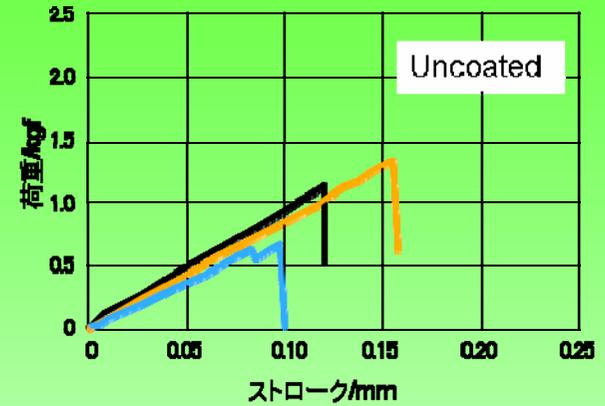


繊維の引き抜けを示す破断面

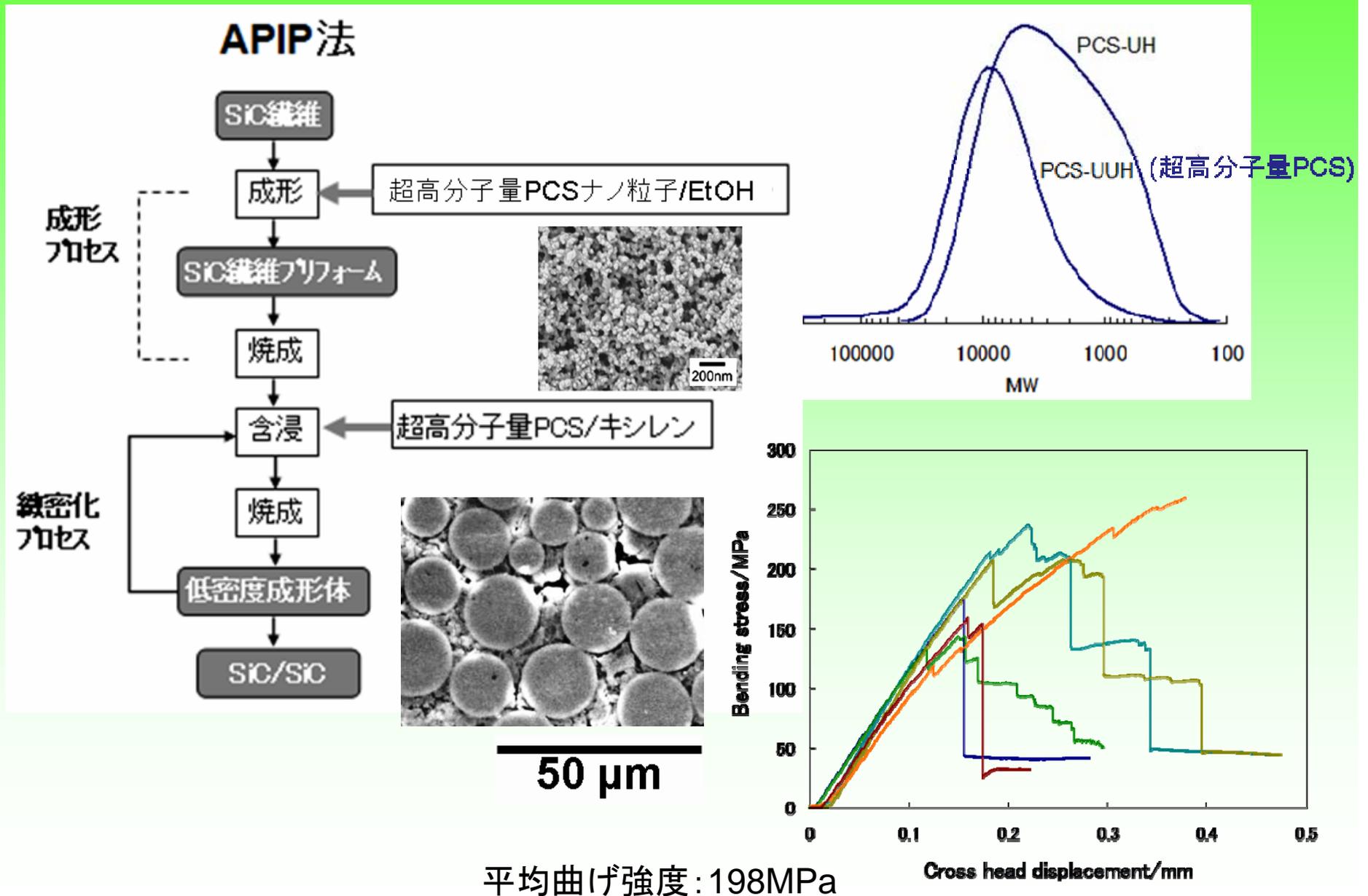
これまでの研究



平均曲げ強度: 151MPa

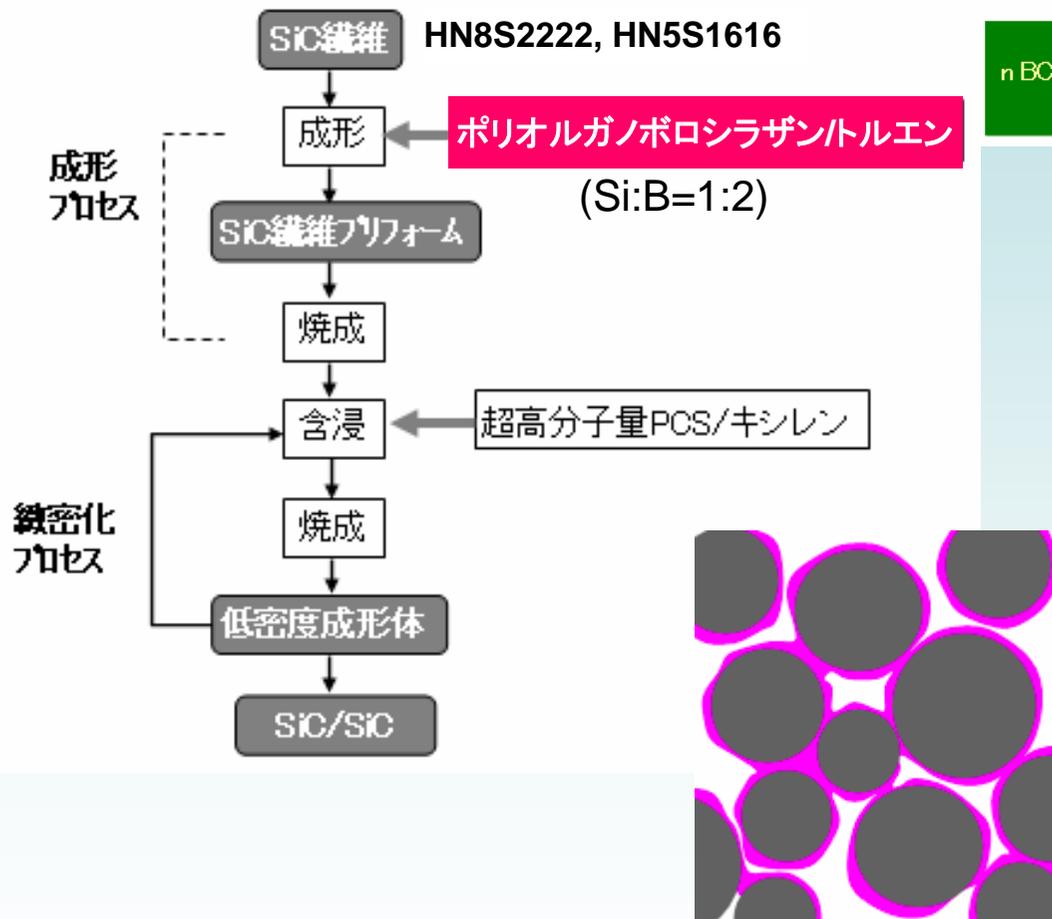


これまでの研究

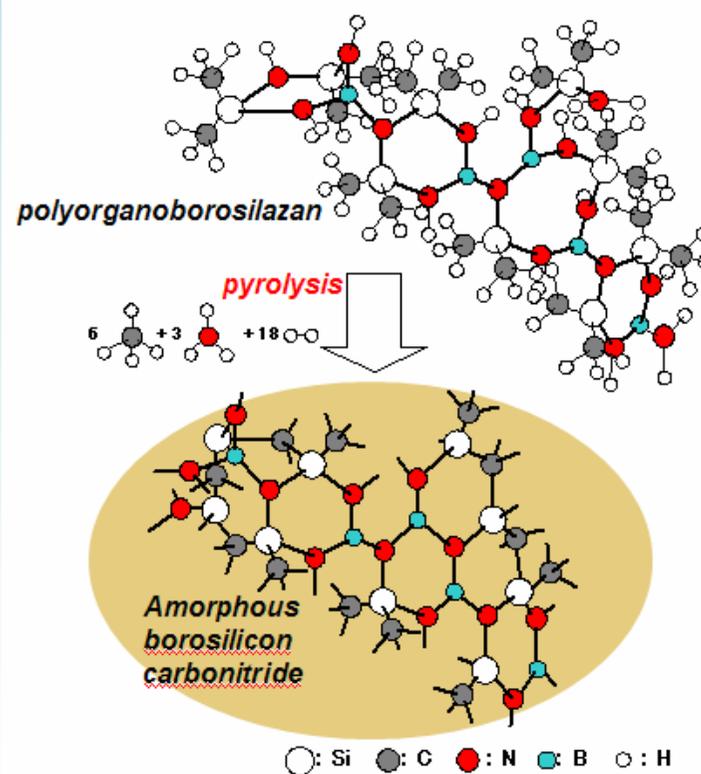


実験方法

APIP法

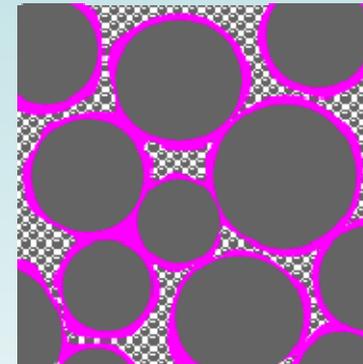


Molecular-designed polyorganoborosilazane

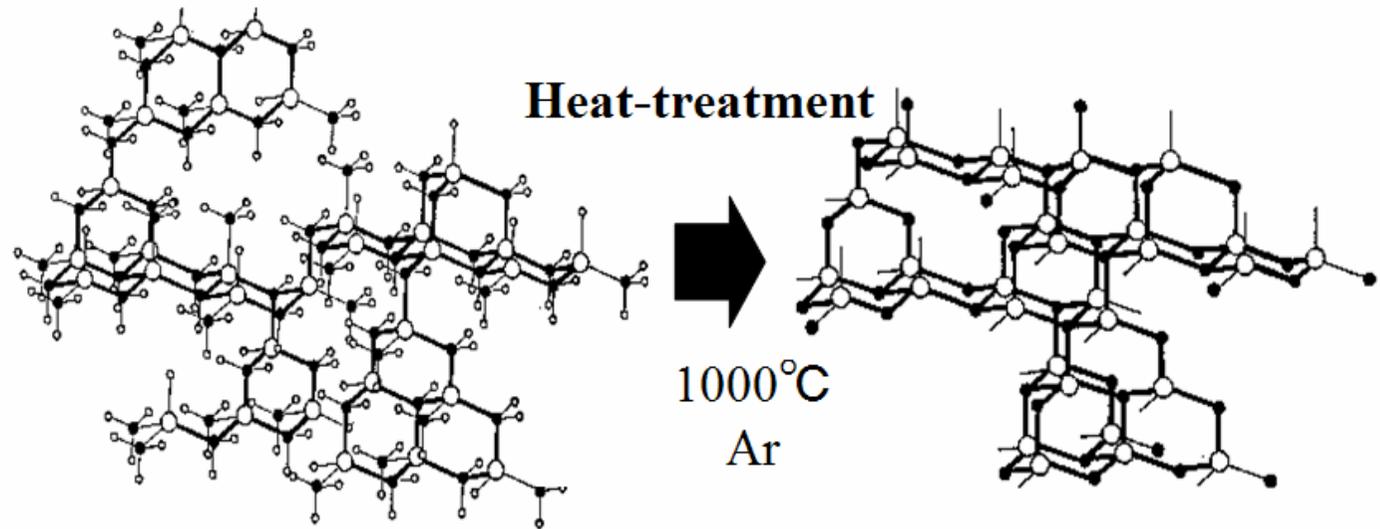
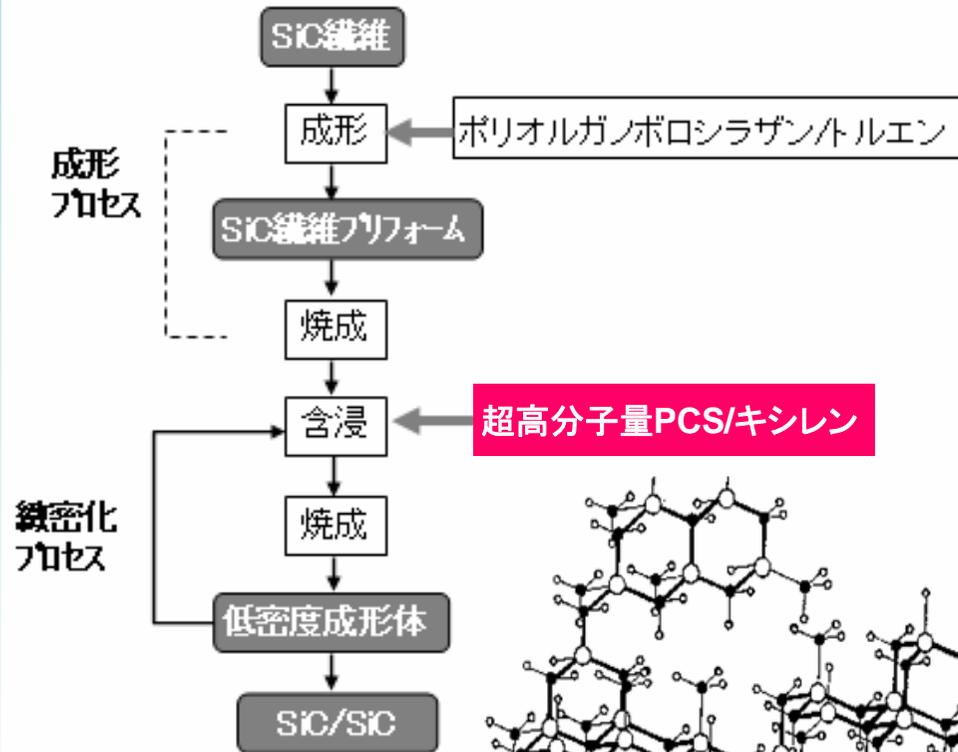


湿式法によるSiC繊維上への新界面層の形成

不融性PCSによるSiC繊維間へのマトリックスの形成



APIP法

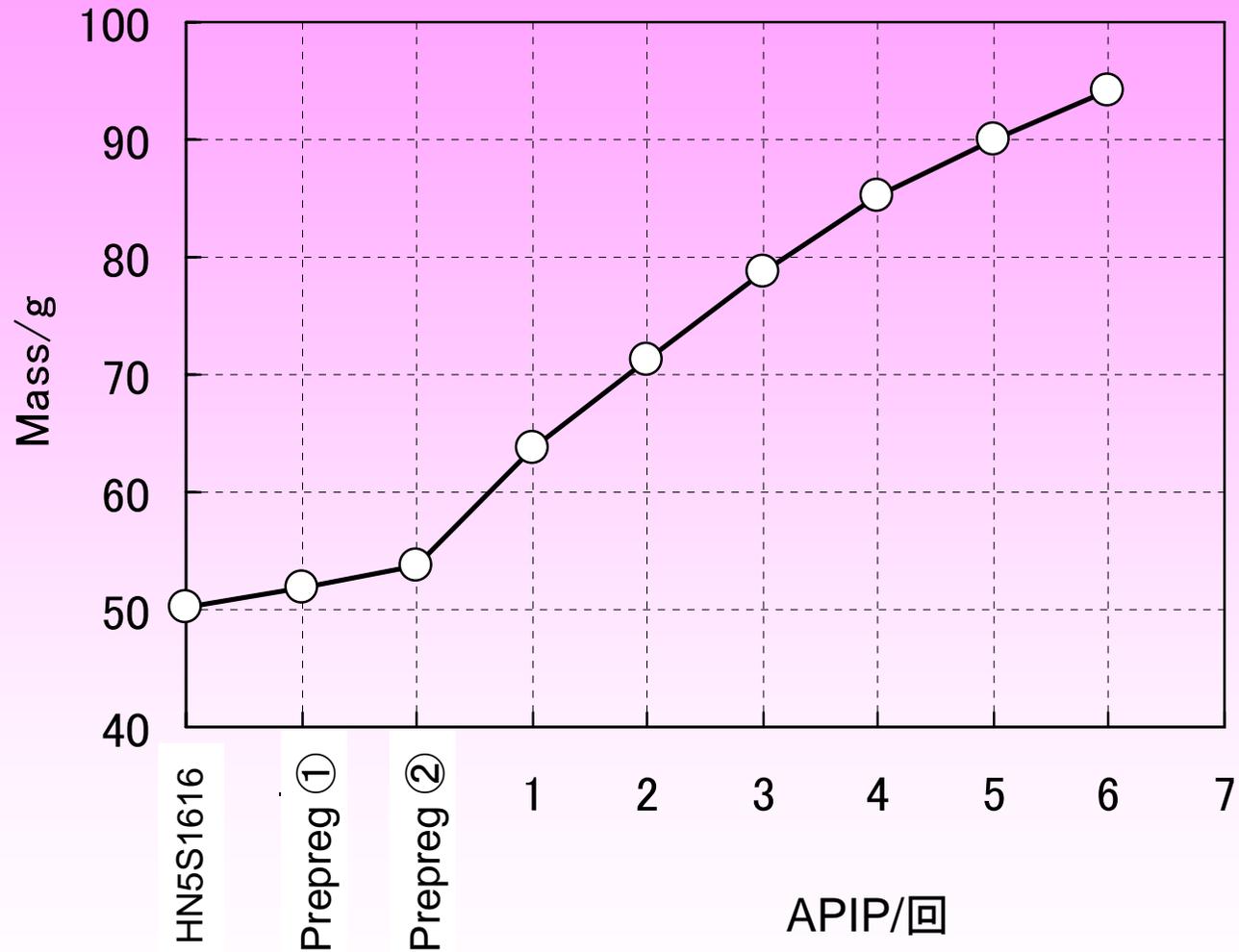


Polycarbosilane (PCS)

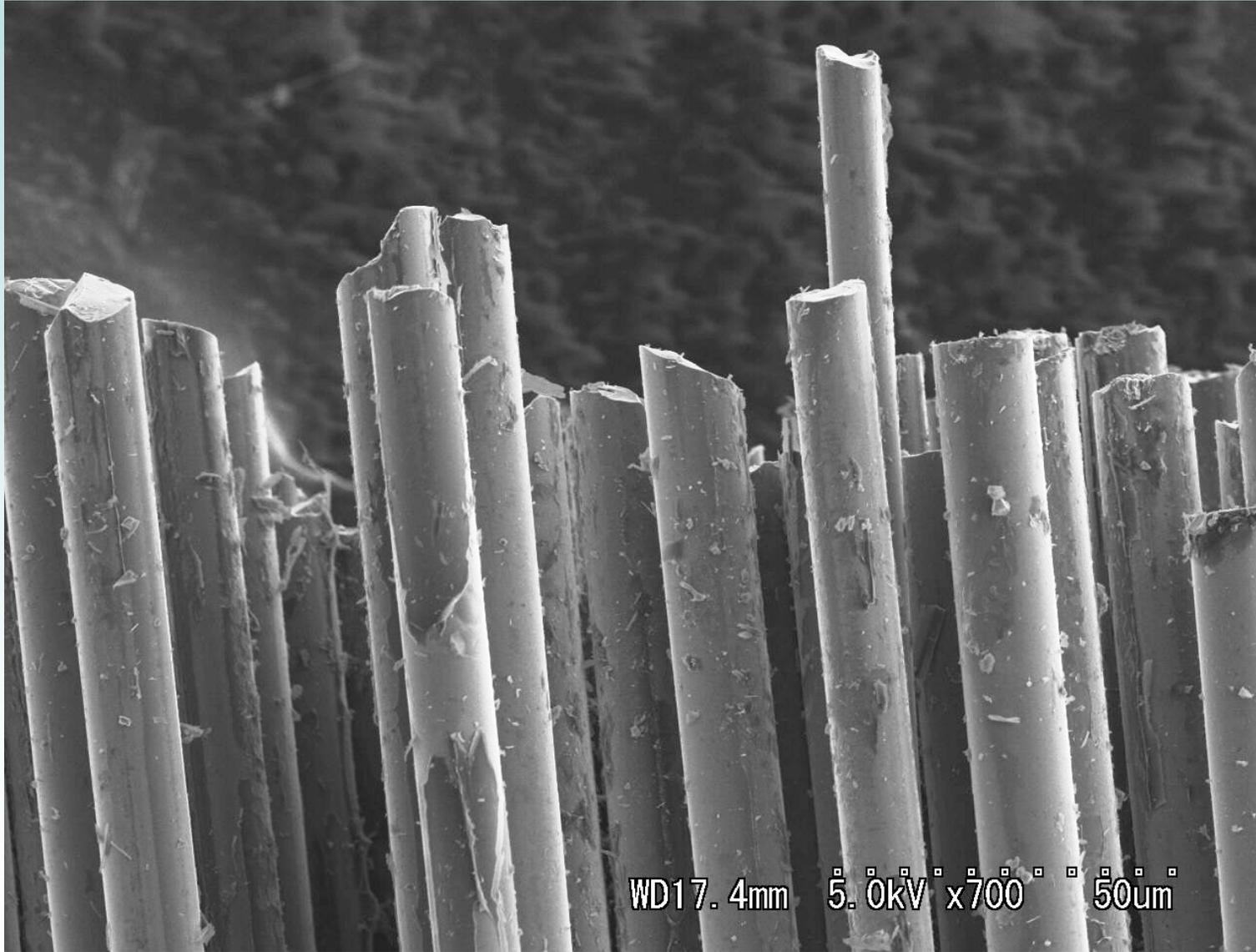
Si-C Ceramics

結果

APIPにおける質量増加プロフィール(HN5S1616の場合)



Prepreg①, ②: SiNBC-1/2 ~20% toluene 溶液 APIP: PCS-UUH 45% xylene 溶液
焼成条件: 1000/100-2.0, Ar/500



SiC / SiC複合材料

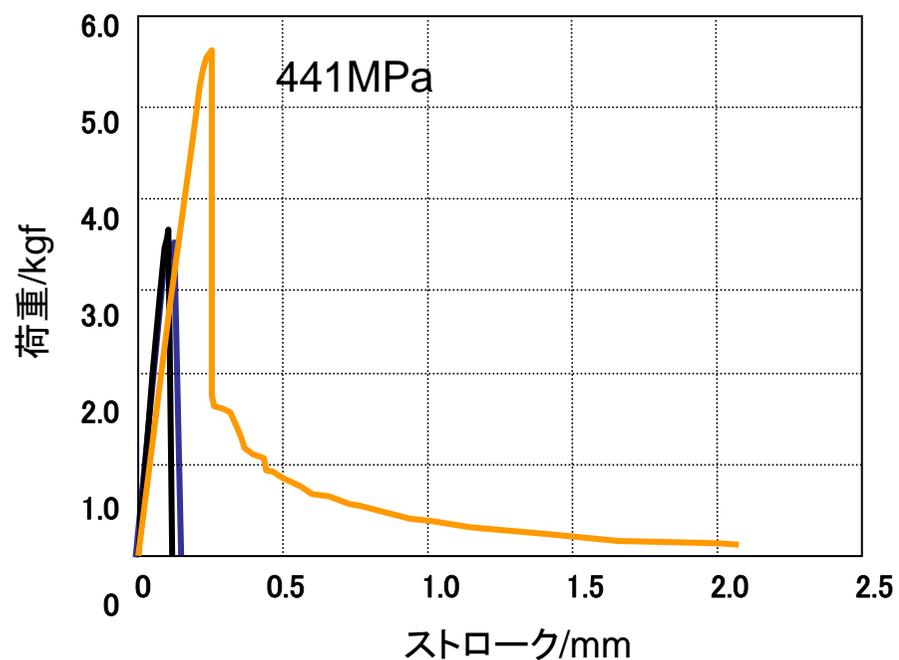


曲げ試験片

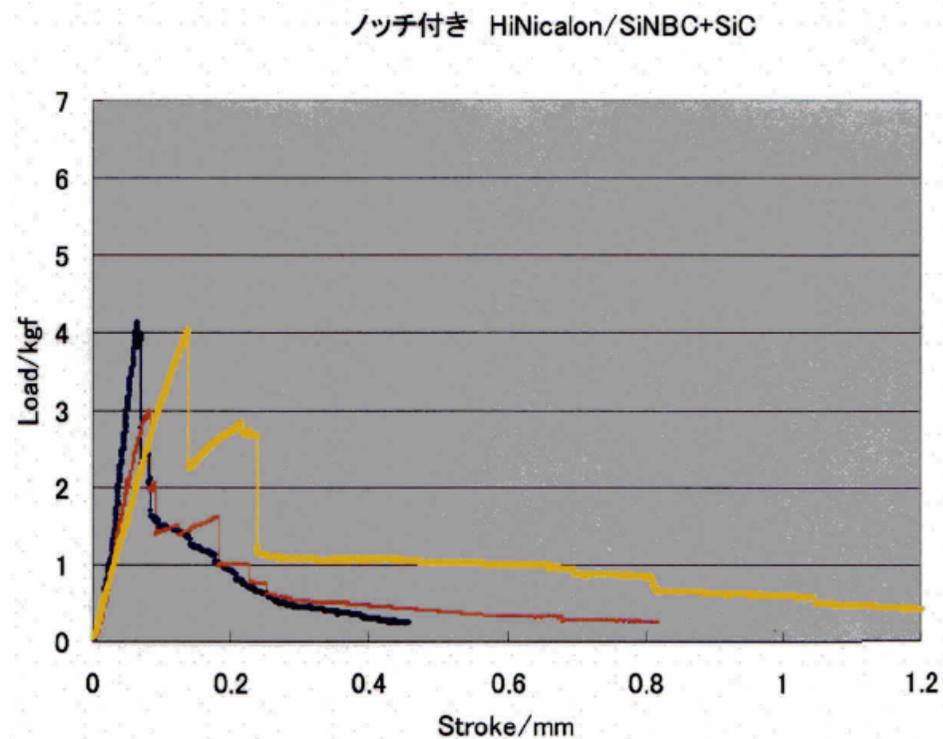
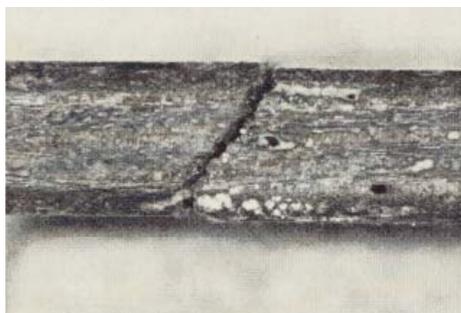
ボロシリコンカーボナイトライド新界面層の効果

原料繊維: HN8S2222
APIP: 10回

試験片: 4 × 20 × 1t



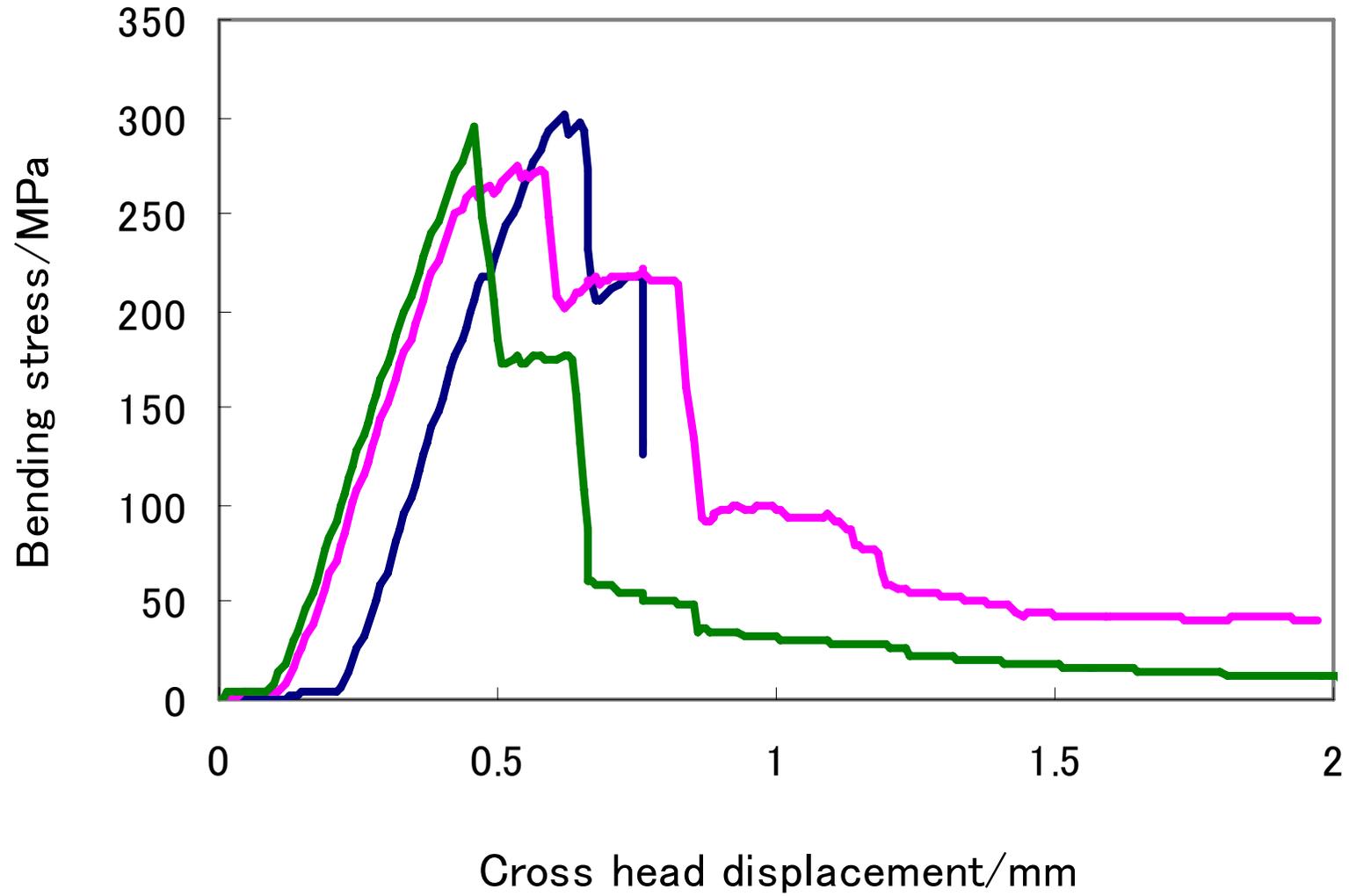
平均曲げ強度: 331MPa



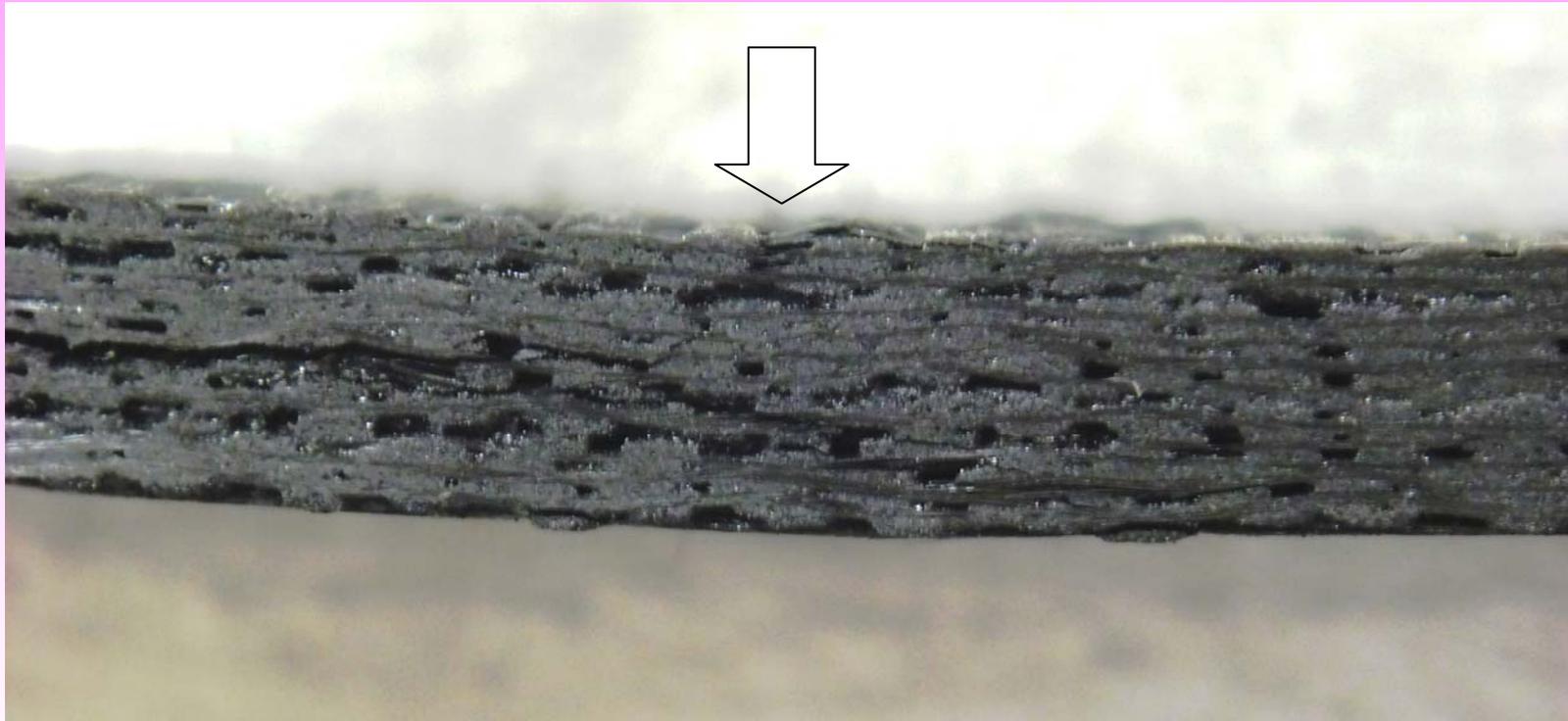
破壊靱性値: $4.2\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$

原料繊維:HN5S1616
APIP:6回

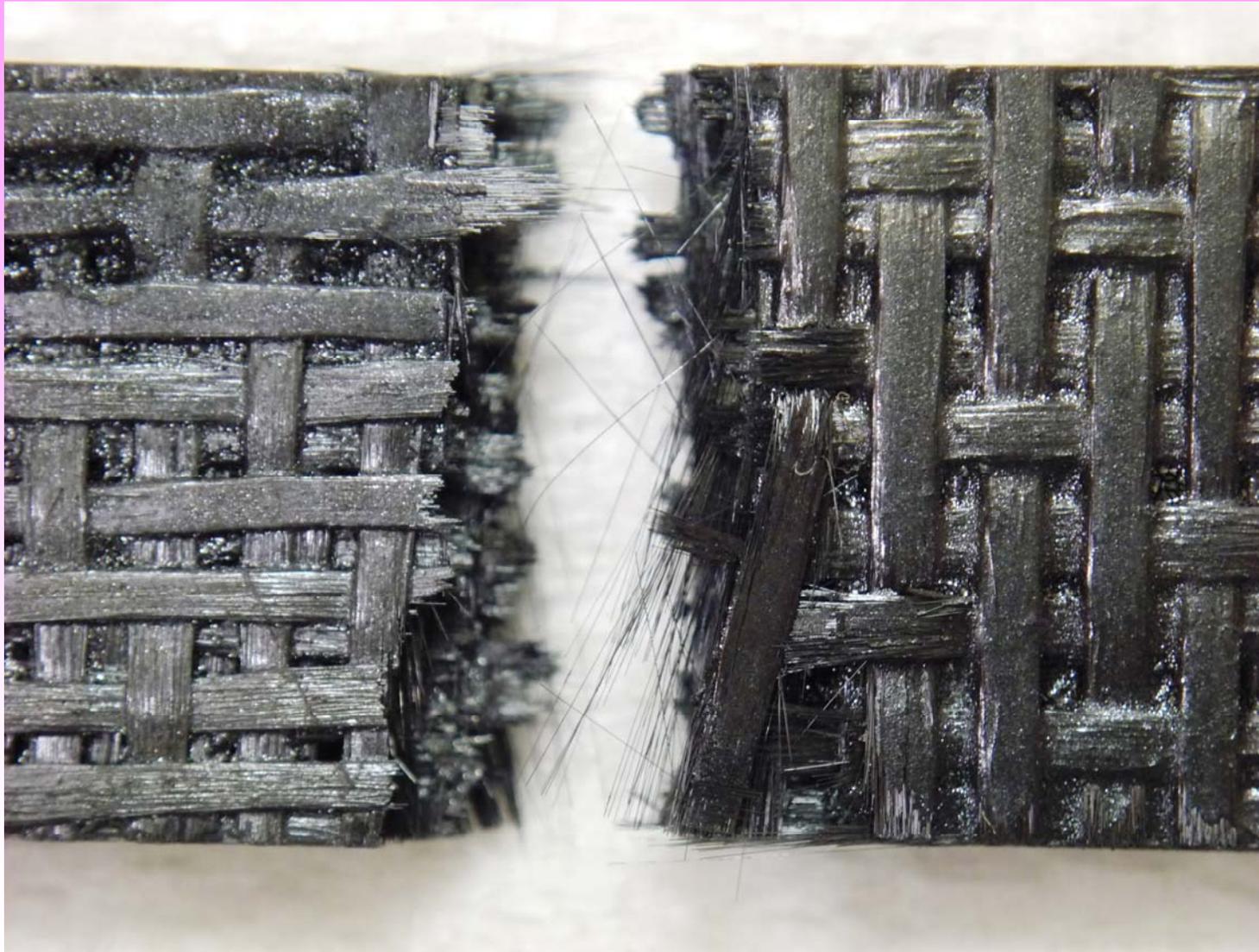
試験片:10×50×3.5t



試験後の試料概観



破断部分

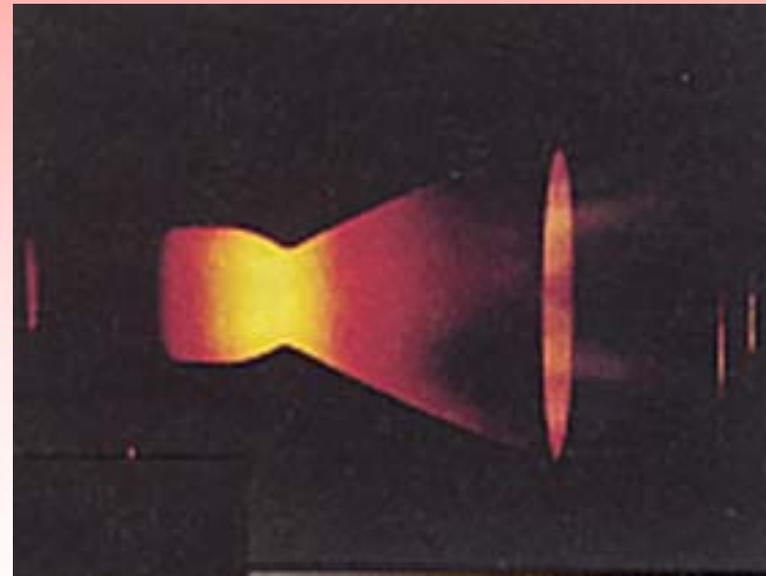


結論

1. SiNBCポリマーを用いてプリプレグを作製することにより、乾式法によるBN界面層に代わる、湿式法によるSiNBC新界面層の導入に成功した。
2. 不融性超高分子量PCSによるAPIPプロセスで、高曲げ強度で、破壊靱性値が $4.2\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 程度の大きな値のSiC/SiCが得られた。



複雑な部材の作製



SiC/SiCCスラスタ(宇宙往還機姿勢制御システム用燃焼器)の燃焼試験(予想図)