

炭素繊維複合材料の耐候性試験結果

(財)日本ウエザリングテストセンター 技術委員長 代田 忠
 (財)日本ウエザリングテストセンター 主査研究員 山口富三雄

1. はじめに

炭素繊維複合材料（以下、CFRPと略記）は、熱的特性、機械的特性、耐久性等に優れているため、航空機をはじめ電気・電子部品、建築・建設、自動車及び宇宙等に幅広く利用されているが、材料・製品の設計、製作の際に、耐候性に関する基礎的データが重要となる。

そこで、CFRPの耐候性に関する基礎的データを得るための試験方法を標準化することを目標として、(財)高分子素材センターが通産省工業技術院から受託した“有機・複合系新素材の標準化に関する調査研究”のうち、炭素繊維複合材料の耐候性に関する調査研究を、該センターより昭和60年度から平成7年度まで(財)日本ウエザリングテストセンターが受託した。その後、長期間の耐候性試験を指向した自主試験研究として継続実施し、最長128 か月間の屋外暴露試験による結果が得られたので、ここに報告する。また、促進劣化試験として、サンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験機による最長20,000時間の結果及び複合サイクル試験の結果を併せて報告する。

2. 実験の概要

CFRPの耐候性に関する品質性能基準並びに、これらを適正に評価できる試験方法の標準化のための基礎資料を得る目的で、次に示す5シリーズの耐候性試験を実施した。

- (1) 屋外暴露試験における地域差及び曲げ変形負荷の影響
- (2) 樹脂の種類が耐候性に及ぼす影響
- (3) 炭素繊維含有率が耐候性に及ぼす影響
- (4) 曲げ変形負荷方法及び変形量の影響
- (5) 促進劣化試験

2.1 屋外暴露試験における地域差及び曲げ変形負荷の影響

試験試料は、177℃硬化形エポキシ系樹脂をマトリックスとしてプレス成形した織物強化板及び121℃硬化形エポキシ系樹脂をマトリックスとしてオートクレーブ成形した一方向強化板について、曲げ変形負荷を与えた暴露試験（以下、曲げ変形暴露という。）を、我が国を代表する寒冷積雪地域である旭川、高温多湿地域である那覇、並びに標準的な地域である銚子の3地域で、昭和

表1 地域差及び曲げ変形負荷の影響に用いた試料内容

種類	織物強化板	一方向強化板
炭素繊維	平織リ トレカ T300B-3000 ケブラー195 (トレーサ)	一方向 ベスファイト HTA7-12000
樹脂	177℃硬化形エポキシ系樹脂 (硬化剤DDS)	121℃硬化形エポキシ系樹脂 (硬化剤DICY)
プリプレグ 品番	F7373-06F	Q-3113-1450
積層枚数	11枚(2mm) 16枚(3mm)	7枚(1mm)、14枚(2mm) 21枚(3mm)
成形方法	プレス成形 180℃、1時間 180℃、1時間(アニーリング)	オートクレーブ成形 125℃、2時間

61年3月20日から同時に開始した。

なお、銚子においては、曲げ変形暴露と同時に標準的な暴露試験（以下、標準暴露という。）及びタブ付き引張試験片での暴露試験（以下、タブ付き暴露という。）を併せて実施した。

これら試料の内容を表1に示した。

曲げ変形暴露は、図1に示したようにL型鋼2本の間300mm×300mmの試料を挟みL型鋼の間隔を295mmまで締めつけて曲げ変形負荷を与える方法とし、南面30度の直接暴露試験とした。

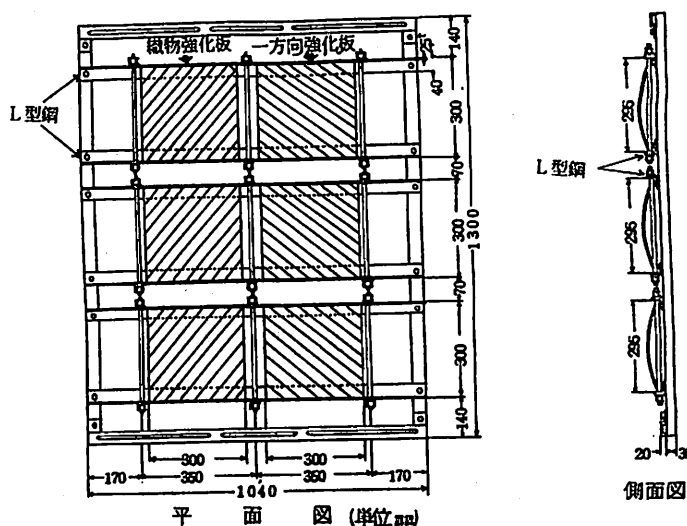


図1 曲げ変形暴露の試料取付け状況

(1) 織物強化板の結果

3地域における織物強化板の暴露開始後128か月までの結果を、次に述べる。

曲げ変形治具から取り外した試料は、3地域とも暴露開始後32か月で曲げ変形方向に残留変形が僅かに現われたが、その後、128か月暴露後まで残留変形は僅少であった。

試料表面の変化は、3地域とも暴露開始後8か月で炭素繊維の露出によるギラギラする白い輝きが現われ始め、これに伴って明度差（図2参照）及び光沢度の変化は著しく増加したが、その後、128か月暴露後までの変化は緩慢となった。

引張特性については、図3～図5に示した。各点は暴露期間によって異なるが、 $n = 3 \sim 10$ の平均値であり、縦線はそれらの推定母平均の95%信頼区間（ μ ）を示す。

（以下、同じ）この結果、暴露開始後48か月まで全て暴露期間の経過に伴って多少の増減を繰り返すが、暴露前とほぼ同程度であり顕著な変化が認められないため、地域差及び曲げ変形負荷の影響を明らかにする事はできなかった。また、タブ付き引張試験片の結果についても、暴露開始後128か月まで暴露前とほぼ同程度であり顕著な変化は認められなかった。

曲げ特性については、図6～図8に示した。この結果、引張特性と同様、暴露開始後128か月まで全て暴露期間の経過に伴って多少の増減を繰り返すが、暴露前とほぼ同程度であり顕著な変化が認められないため、地域差を明らかにする事はできなかった。一方、曲げ変形負荷の影響については、 μ が標準暴露より曲げ変形暴露の方がやや広くなる（バラツキが大きくなる）傾向が見られた。

シャルピー衝撃強さについては、図9に示した。この結果、那覇及び旭川の一部が暴露前の値をやや下回った他は、暴露前の値をやや上回り、128か月暴露後に旭川<銚子<那覇の順に高い値を示した。

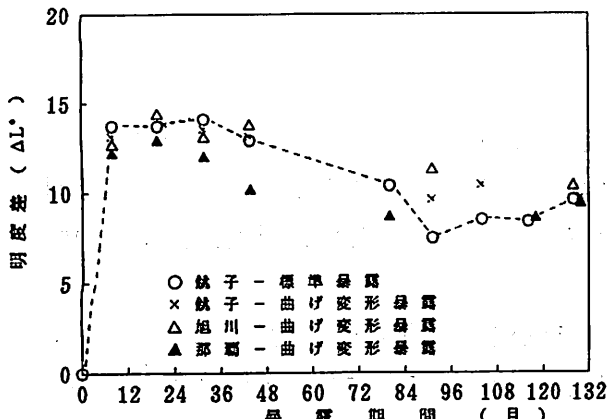


図2 屋外暴露試験による繊維強化板の試料表面の明度差の変化

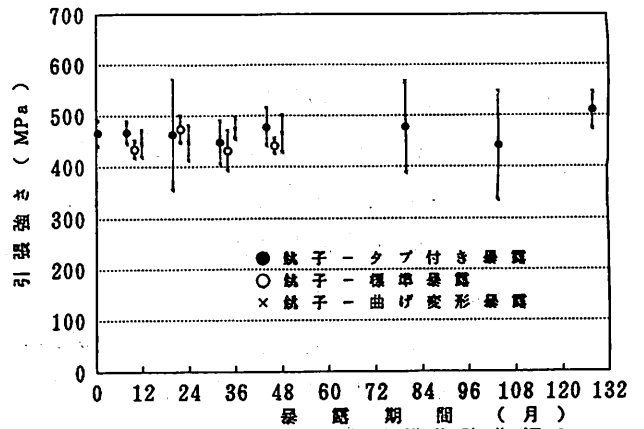


図3 屋外暴露試験による繊維強化板の引張強さの変化

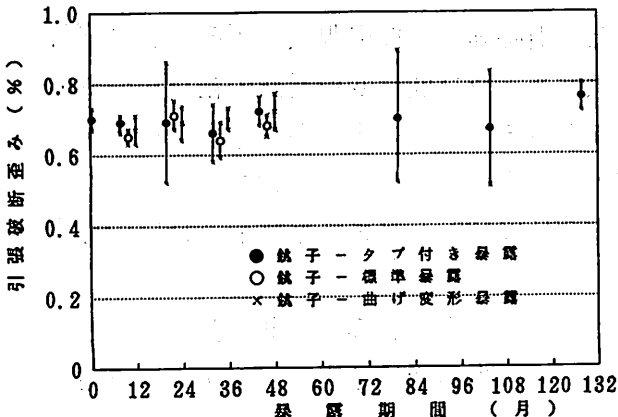


図4 屋外暴露試験による繊維強化板の引張破断歪みの変化

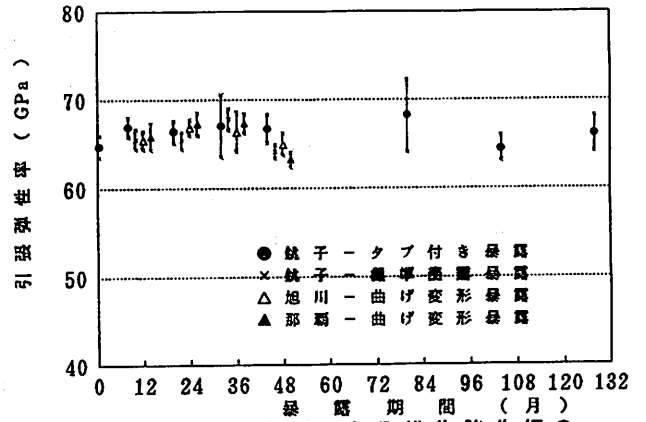


図5 屋外暴露試験による繊維強化板の引張弾性率の変化

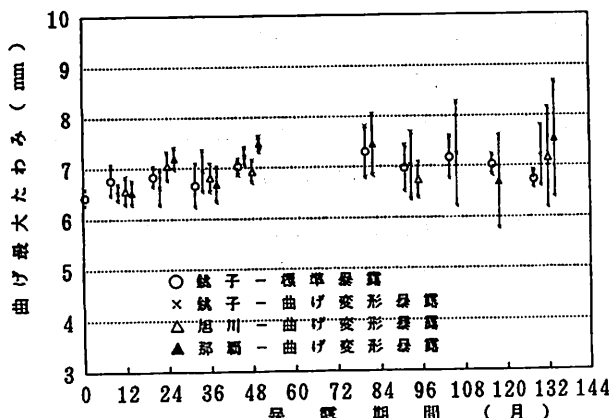


図6 屋外暴露試験による繊維強化板の曲げ最大たわみの変化

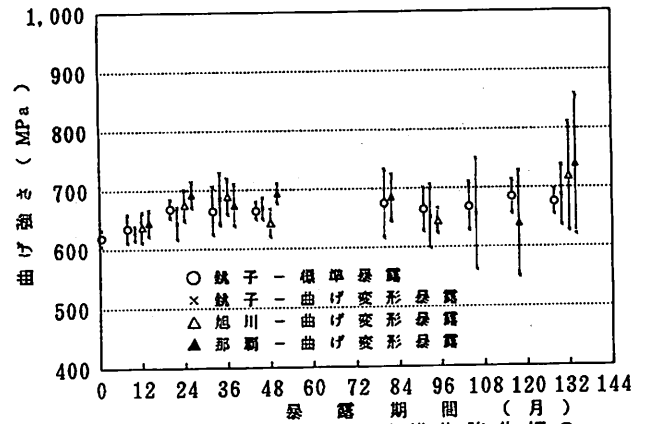


図7 屋外暴露試験による繊維強化板の曲げ強さの変化

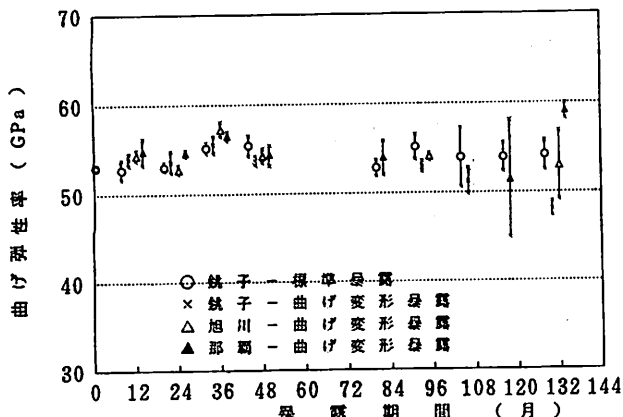


図8 屋外暴露試験による繊維強化板の曲げ弾性率の変化

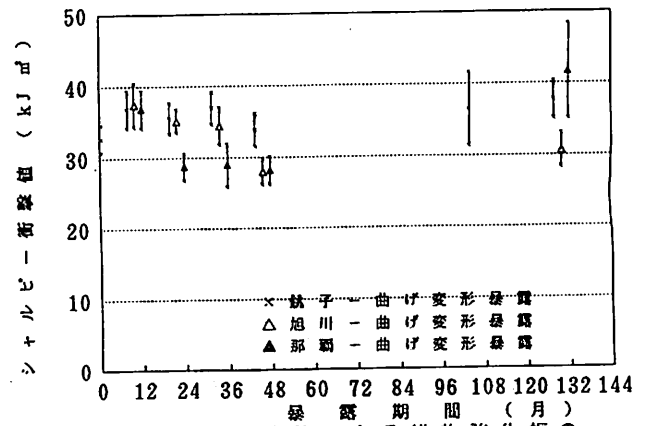


図9 屋外暴露試験による繊維強化板のシャルピー衝撃値の変化

(2) 一方向強化板の結果

3地域における一方向強化板の暴露開始後128 か月までの結果を、次に述べる。

曲げ変形治具から取り外した試料は、3地域とも暴露開始後32か月で曲げ変形方向に対して直角方向に残留変形が僅かに現われたが、その後、128 か月暴露後までの残留変形は僅少であった。

試料表面の変化は、織物強化板の場合とほぼ同様、3地域とも暴露開始後8か月で炭素繊維の露出によるキラキラした輝きが現われ始め、これに伴って明度差（図10参照）及び光沢度の変化は著しく増加したが、その後、128 か月暴露後までの変化は緩慢となった。

引張特性については、図11～図13に示した。引張強さ及び引張破断歪みは、タブ付け後加工の影響により暴露開始後12か月で標準暴露及び曲げ変形暴露の結果がやや低い値を示した他は、48か月暴露後まで暴露前とほぼ同程の結果であり顕著な変化が認められないため、地域差及び曲げ変形負荷の影響を明らかにする事はできなかった。

また、タブ付き引張試験片の結果は、暴露開始後128 か月まで暴露前とほぼ同程度であり顕著な変化は認められなかった。

曲げ特性については、図14～図16に示した。曲げ最大たわみ及び曲げ強さは、暴露開始後128 か月まで全て暴露期間の経過に伴って多少の増減を繰り返すが、暴露前とほぼ同程度の結果であった。曲げ弾性率の変化は、暴露開始後12か月で暴露前の値を僅かに下回り、その後、この変化は116 か月暴露後まで横ばいとなったが、128 か月暴露後に暴露前の値まで再び増加（那覇を除く）した。このように曲げ特性の結果からは、顕著な変化が認められないため地域差を明らかにする事はできなかった。一方、曲げ変形負荷の影響については、織物強化板の場合と同様、 μ が標準暴露より曲げ変形暴露の方がやや広がる（バラツキが大きくなる）傾向が見られた。

シャルピー衝撃強さについては、図17に示した。この結果、暴露開始後128 か月までのシャルピー衝撃強さは暴露前とほぼ同程であり顕著な変化が認められないため、地域差を明らかにすることはできなかった。

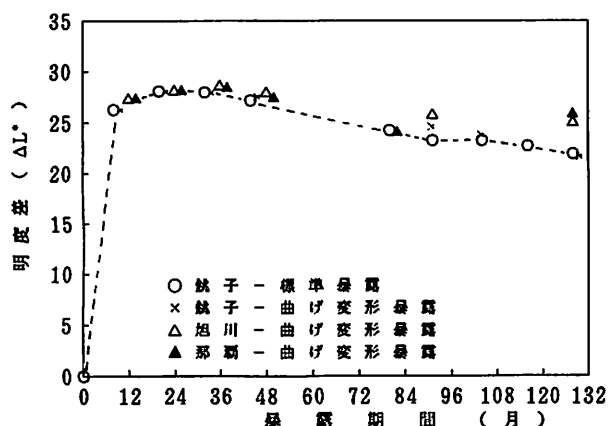


図10 屋外暴露試験による一方向強化板の試料表面の明度差の変化

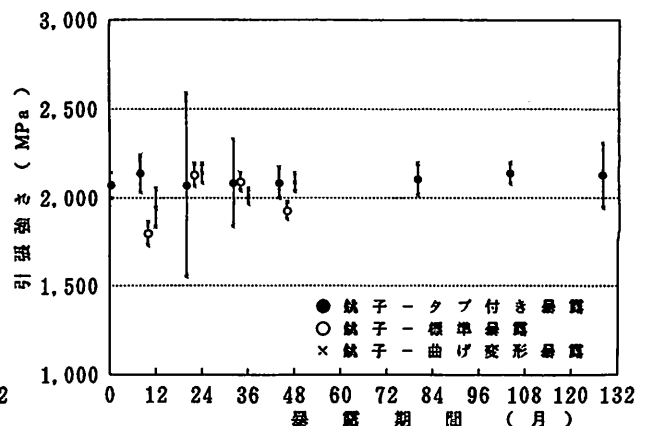


図11 屋外暴露試験による一方向強化板の引張強さの変化

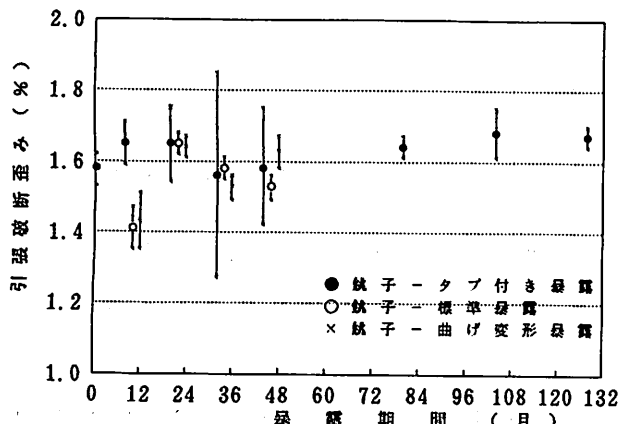


図12 屋外暴露試験による一方向強化板の引張破断歪みの変化

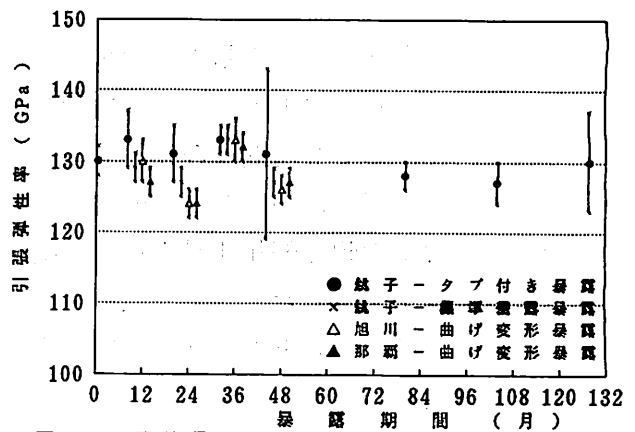


図13 屋外暴露試験による一方向強化板の引張弾性率の変化

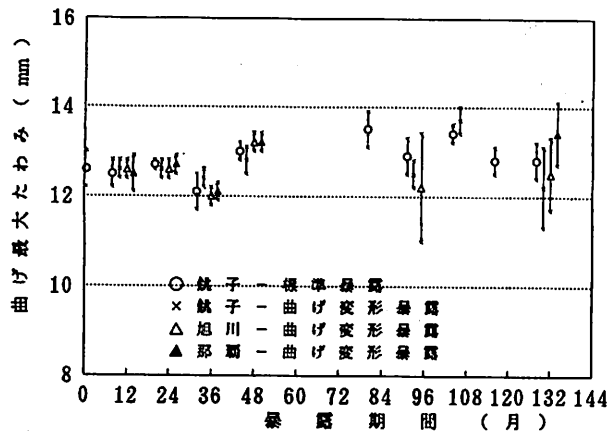


図14 屋外暴露試験による一方向強化板の曲げ最大たわみの変化

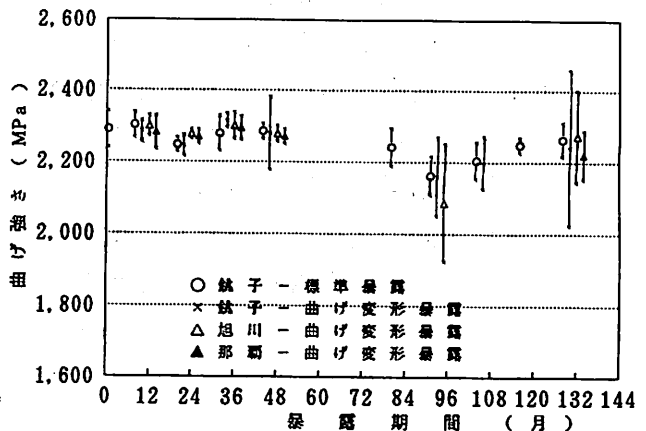


図15 屋外暴露試験による一方向強化板の曲げ強さの変化

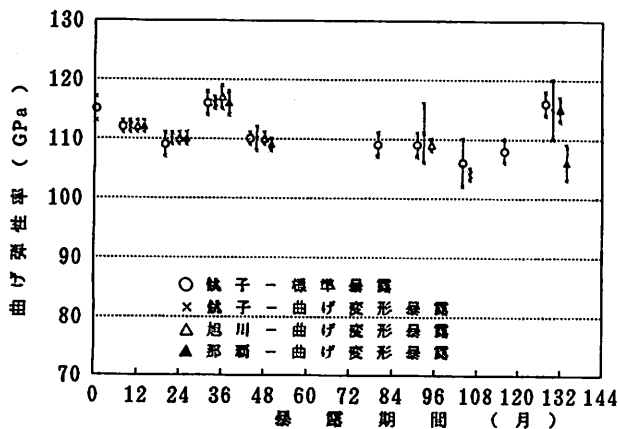


図16 屋外暴露試験による一方向強化板の曲げ弾性率の変化

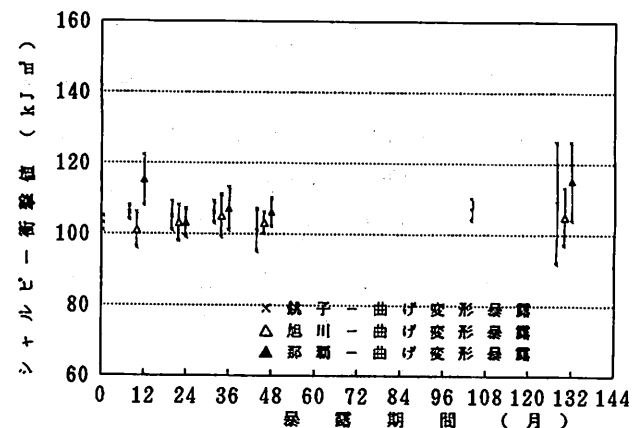


図17 屋外暴露試験による一方向強化板のシャルピー衝撃値の変化

2.2 樹脂の種類が耐候性に及ぼす影響

試験試料として、177℃硬化形エポキシ系樹脂をマトリックスとしてプレス成形した一方向強化板及び121℃硬化形エポキシ系樹脂をマトリックスとしてオートクレーブ成形した一方向強化板を用いて、標準的な地域である銚子で昭和61年3月20日から屋外暴露試験を開始した。これら試料の内容を

表2 樹脂の種類が耐候性に及ぼす影響に用いた試料内容

種類	177℃硬化形	121℃硬化形
炭素繊維	一方向	一方向 ベスファイト HTA7-12000
樹脂	177℃硬化形エポキシ系樹脂	121℃硬化形エポキシ系樹脂 (硬化剤DICY)
プリプレグ品番	P3060-15	O-3113-1450
積層枚数	15枚(2mm)	7枚(1mm)、14枚(2mm) 21枚(3mm)
成形方法	プレス成形 180℃、1時間 180℃、1時間(アニーリング)	オートクレーブ成形 125℃、2時間

表2に示した。

また、マトリックス樹脂単体の試験として、ステンレス板上でエポキシ樹脂をそれぞれ180℃で2時間及び130℃で1時間硬化した試料について、標準的な地域である銚子で昭和63年4月1日から屋外暴露試験を開始した。

暴露方法は、両者ともに南面30度の直接暴露試験とした。

(1) 一方向強化板の結果

177℃硬化形及び121℃硬化形のエポキシ系樹脂を用いた一方向強化板の暴露開始後128か月までの外観及び曲げ特性の結果を、次に述べる。

試料表面の変化は、両者とも暴露開始後8か月で炭素繊維の露出によるキラキラする輝きが現われ始め、その後、128か月暴露後までの変化は緩慢となった。

曲げ特性については、図18～図20に示した。曲げ最大たわみ及び曲げ強さは、177℃硬化形よりも121℃硬化形の方が、全体的にやや高い値を示した。一方、曲げ弾性率の暴露前の結果は、121℃硬化形がやや高い値を示したが、暴露開始後8か月では逆転し177℃硬化形の方がやや高い値を示し、その後、92か月暴露以降は両者ともにほぼ同程度となった。

(2) エポキシ樹脂単体の結果

ステンレス板上に硬化した130℃硬化形及び180℃硬化形のエポキシ樹脂単体の暴露開始後36か月までの質量変化率の変化を、図21に示した。

両者の質量変化率は、暴露開始後3か月まで増加するが、それ以降は暴露期間の経過に伴って直線的に減少する傾向を示した。また、両者を比較すると180℃硬化形の方が、130℃硬化形

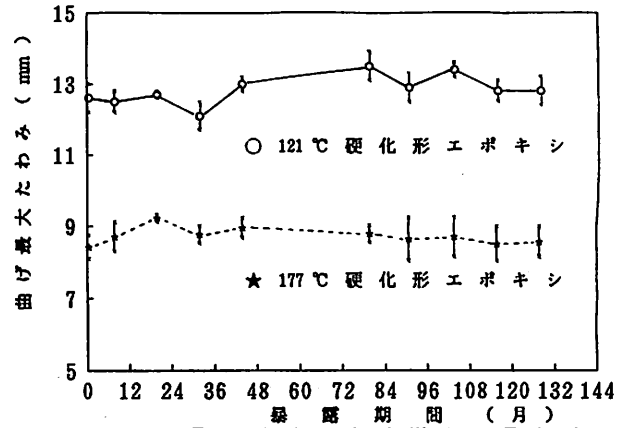


図18 屋外暴露試験による樹脂の異なる一方向強化板の曲げ最大たわみの変化

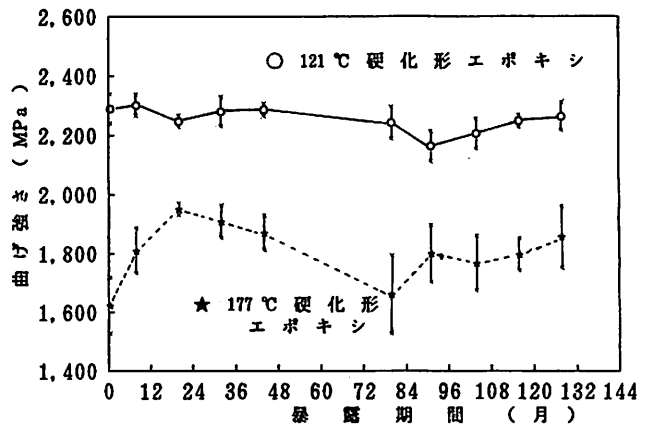


図19 屋外暴露試験による樹脂の異なる一方向強化板の曲げ強さの変化

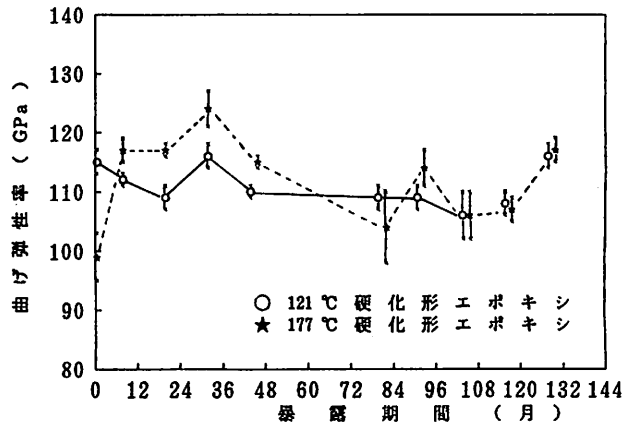


図20 屋外暴露試験による樹脂の異なる一方向強化板の曲げ弾性率の変化

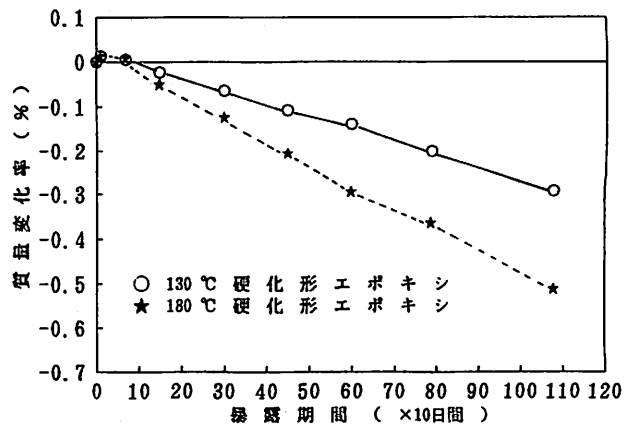


図21 屋外暴露試験による樹脂単体の質量変化率の変化

より質量減少率がやや大きく表れ、マトリックス樹脂の種類によって強化板の耐候性に差がみられた。

2.3 炭素繊維含有率が耐候性に及ぼす影響

試験試料は、177℃硬化形エポキシ系樹脂をマトリックスとしてプレス成形した繊維含有率60%、55%及び50%の3種類の織物強化板について、標準的な地域である銚子で昭和62年3月29日から屋外暴露試験を開始した。これら試料の内容を表3に示した。

表3 炭素繊維含有率が耐候性に及ぼす影響に用いた試料内容

炭素繊維	平織リ トレカT300B-3000 ケブラー195(トレーサ)		
樹脂	177℃硬化形エポキシ系樹脂		
成形方法	プレス成形：180℃、2時間 アニーリング処理：177℃、1時間		
積層枚数	11枚 (F7373-06F)	6枚 (F7373-06F) 4枚 (F7373-06M)	9枚 (F7373-06M)
繊維含有率	Vf60%	Vf55%	Vf50%

暴露方法は、南面30度の直接暴露試験とした。

(1) 曲げ特性の結果

暴露開始後116か月までの曲げ特性の変化を、図22～図24に示した。曲げ最大たわみの結果から、繊維含有率により Vf60% < Vf55% < Vf50% の順の傾向を示し、繊維含有率の少ない試料程たわみが大きく現われたが、その他の曲げ強さ及び曲げ弾性率は繊維含有率の割合に関係ない結果となった。また、暴露開始後116か月までの曲げ特性は、暴露期間の経過に伴って多少の増減を繰り返すが、顕著な変化は認めら

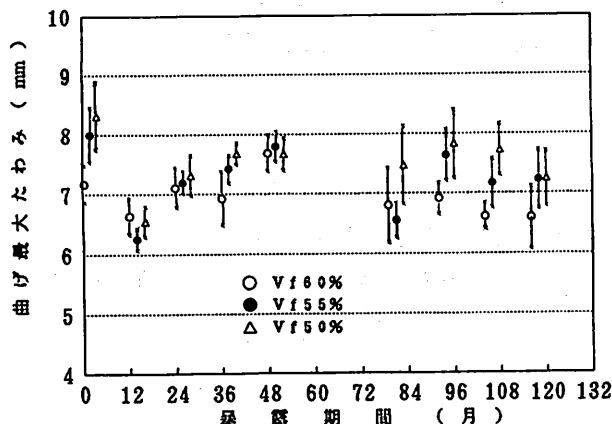


図22 屋外暴露試験による繊維含有率の異なる織物強化板の曲げ最大たわみの変化

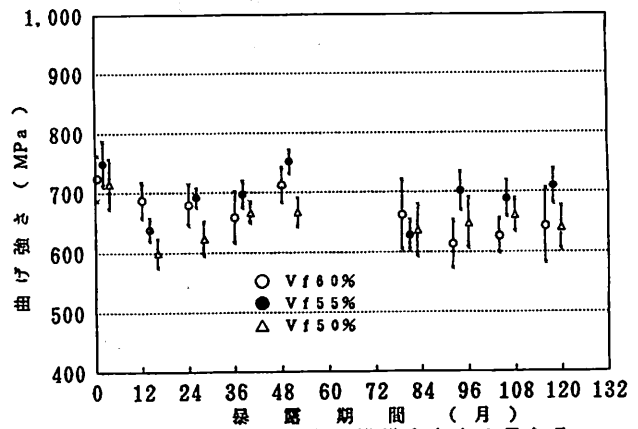


図23 屋外暴露試験による繊維含有率の異なる織物強化板の曲げ強さの変化

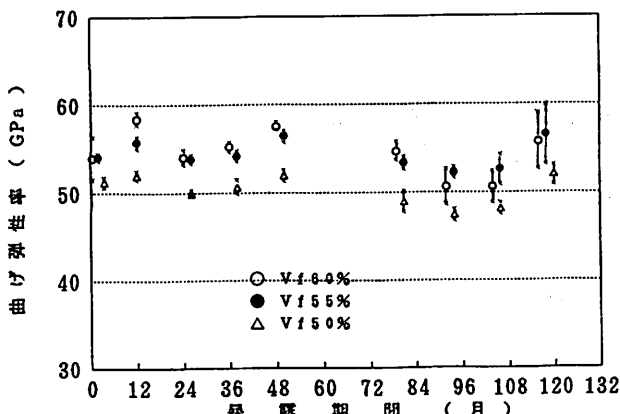


図24 屋外暴露試験による繊維含有率の異なる織物強化板の曲げ弾性率の変化

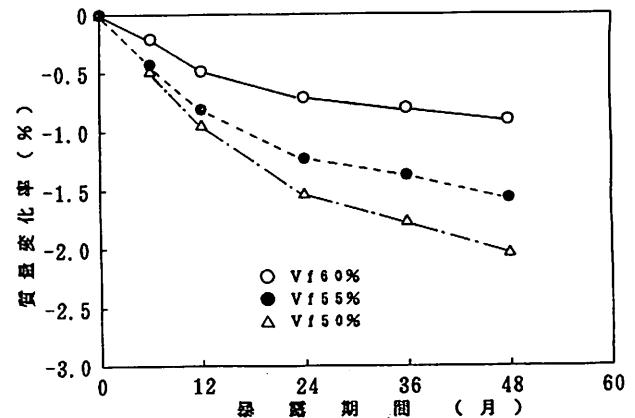


図25 屋外暴露試験による繊維含有率の異なる織物強化板の質量変化率の変化

れないため、繊維含有率が耐候性に及ぼす影響を明らかにすることはできなかった。

(2) 質量変化率の結果

暴露開始後48か月までの質量変化率の変化を、図25に示す。3種類の質量変化率は、24か月暴露後までやや大きく減少し、その後、緩やかな減少となった。この変化は、繊維含有率により Vf 60% < Vf 55% < Vf 50% の順の傾向を示し、繊維含有率の少ない試料程、質量の減少が大きく表れた。

2.4 曲げ変形負荷方法及び変形量の影響

試験試料は、121℃硬化形エポキシ系樹脂をマトリックスとしてプレス成形した繊維含有率60%の織物強化板について、標準暴露試験を含む5とおりの曲げ変形暴露試験を、標準的な地域である銚子で平成2年12月20日から開始した。これら試料の内容を表4に示した。

表4 曲げ変形負荷方法及び変形量の影響に用いた試料内容

項目	内容	
炭素繊維	使用炭素繊維 トレーサー 織組織 織物品番	トレカ T400HB-3000 ケブラー49 195 平織り CJ6343
樹脂	硬化タイプ	121℃硬化形エポキシ系樹脂(硬化剤 DDS)
プリプレグ	品番	FJ6343G-05F
積層枚数	—	11枚
成形方法	方法 条件 アニーリング	プレス成形 121℃ × 60分 なし

曲げ変形暴露は、試験前に予め3点曲げ試験を行って比例限たわみを求め、その比例限たわみの100%、90%及び80%のたわみ量を、L型鋼2本の上に80mm×140mmの試料を挟み込んで与えた。また、比例限たわみ100%を与える方法については、3点曲げ試験と同様の方式を加えた。

(1) 曲げ特性の結果

暴露開始後60か月までの曲げ特性の変化を、図26～図28に示した。

5とおりの曲げ変形暴露による曲げ特性の変化は、暴露開始後48か月及び60か月で各特性値のバラツキが暴露前に比べやや大きく表れたが、全体的には暴露前とほぼ同程度、若しくはそれを僅かに上回る結果であり、この程度の負荷では暴露試験結果に大きな差異が見られず、曲げ変形負荷方法及び変形量の影響を明らかにすることはできなかった。

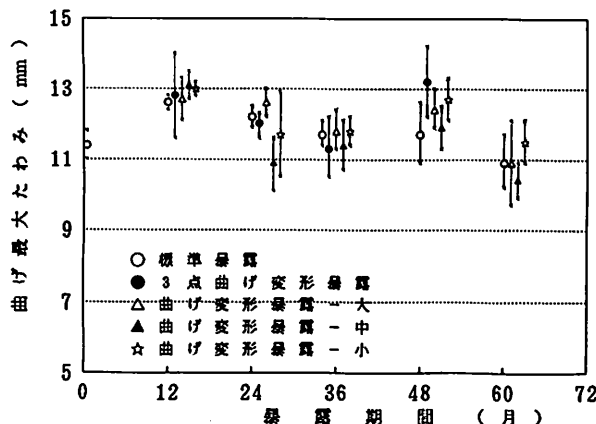


図26 屋外暴露試験による曲げ変形負荷の異なる織物強化板の曲げ最大たわみの変化

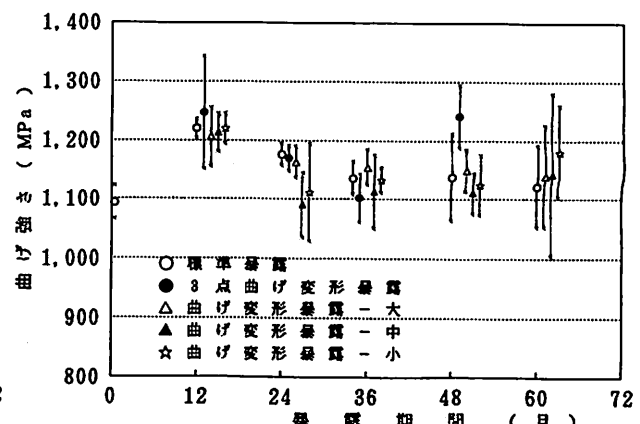


図27 屋外暴露試験による曲げ変形負荷の異なる織物強化板の曲げ強さの変化

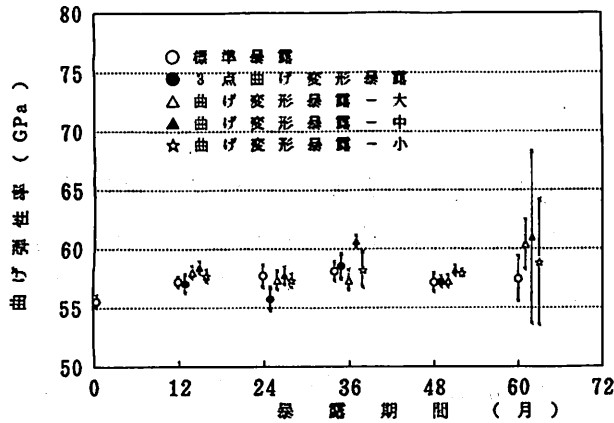


図28 屋外暴露試験による曲げ変形負荷の異なる織物強化板の曲げ弾性率の変化

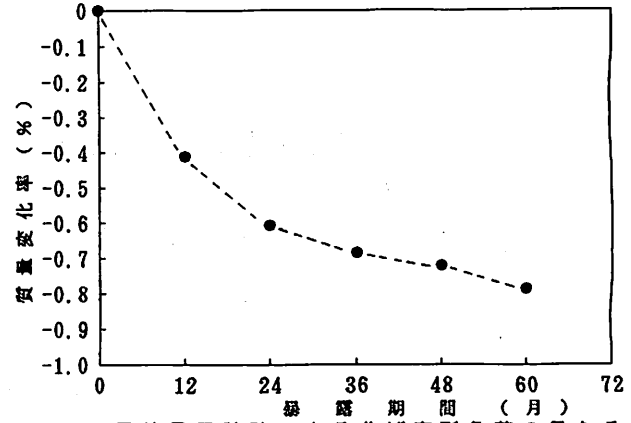


図29 屋外暴露試験による曲げ変形負荷の異なる織物強化板の標準暴露試験料の質量変化率の変化

(2) 質量変化率の結果

標準暴露における試料の質量変化率の変化を、図29に示す。質量変化率は、24か月暴露後までやや大きく減少し、その後、緩やかな減少となり60か月暴露後の質量変化率は -0.8% であった。

2.5 促進劣化試験

試験試料は、屋外暴露試験で用いたものとはほぼ同様（ロットが異なる）であり、 $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ 及び $177\text{ }^{\circ}\text{C}$ 硬化形エポキシ系樹脂をマトリックスとしてプレス成形した織物強化板と、 $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ 硬化形エポキシ系樹脂をマトリックスとしてオートクレーブ成形した一方向強化板の計3種類について、サンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験（高温SW試験及びSW試験という。）及び複合サイクル試験を実施した。

これらの試験条件を、表5及び表6に示した。

表5 サンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験による試験条件

項目	高温SW試験	SW試験
光源用カーボン	サンシャインカーボン	同 左
平均放電電圧電流	$5.0\text{ V} \pm 2\%$ 、 $6.0\text{ A} \pm 2$	同 左
ブラックパネル温度	$8.3 \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$	$6.3 \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$
噴霧水圧力	$0.8 \sim 1.0\text{ kgf/cm}^2$	同 左
水 質	脱イオン水	同 左
水を噴霧する時間	120分照射中18分間	同 左

表6 複合サイクル試験による試験条件

順番	試験方法	試験条件	試験時間
1	SW試験	ブラックパネル温度： $8.3 \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 水を噴霧する時間：120分照射中18分間	52時間
2	多湿試験	温 度： $5.0 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 相対湿度：98%以上	24時間
3	低温試験	温 度： $-4.0 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$	24時間
4	高温試験	温 度： $20.0 \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$	24時間

注) 試験は、1より順次4まで進行して1サイクルとした。各段階における条件の切替えはできるだけ速やかに実施した。

(1) 高温SW試験の結果

- ① $177\text{ }^{\circ}\text{C}$ 硬化形エポキシ系樹脂をマトリックスとした織物強化板の試験開始後2,400時間までの引張強さ、曲げ強さ及びシャルピー衝撃強さの変化を、図30～図32に示した。

引張強さはタブ付け後加工の影響もあって試験前の値を僅かに下回った。曲げ強さ及びシャルピー衝撃強さは、2,400時間まで試験前を僅かに上回ったが、顕著な変化は認められなかった。

- ② $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ 硬化形エポキシ系樹脂をマトリックスとした一方向強化板の試験開始後2,400時間までの引張強さ、曲げ強さ及びシャルピー衝撃強さの変化を、図33～図

35に示した。

引張強さは 200時間やや減少し、その後、1,200 時間まで僅かな増加を示したが、2,400 時間ではタブ付け後加工の影響もあってやや大きく減少した。曲げ強さは、1,200 時間まで僅かな減少を示した。なお、2,400 時間の曲げ強さは未照射面を引張側として測定した結果である。(他の試料は、照射面を引張側として測定した。)

シャルピー衝撃強さは、2,400 時間まで試験前とほぼ同程度であり顕著な変化は認められなかった。

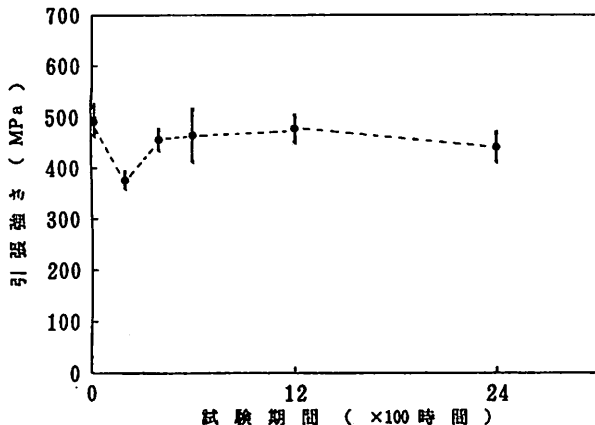


図30 高温SW試験による繊維強化板の引張強さの変化

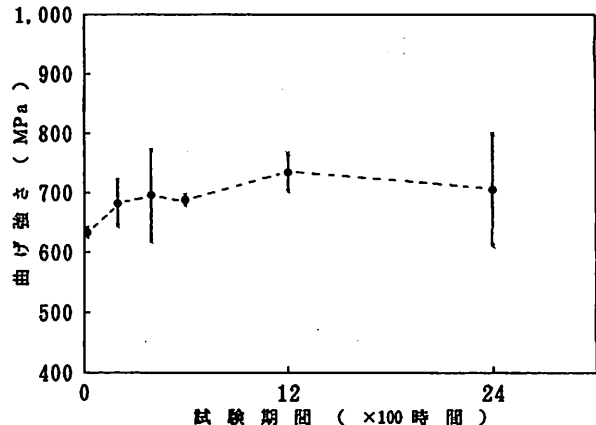


図31 高温SW試験による繊維強化板の曲げ強さの変化

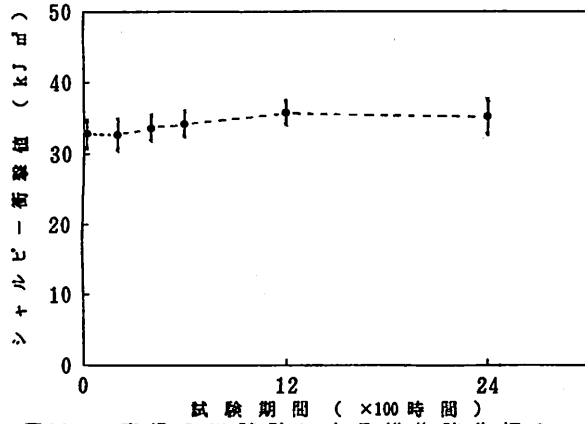


図32 高温SW試験による繊維強化板のシャルピー衝撃値の変化

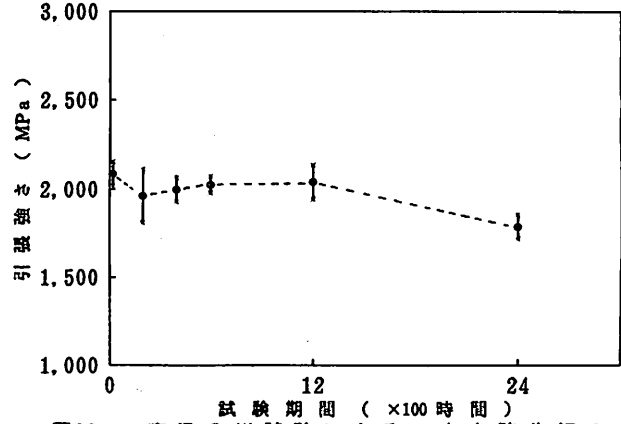


図33 高温SW試験による一方向強化板の引張強さの変化

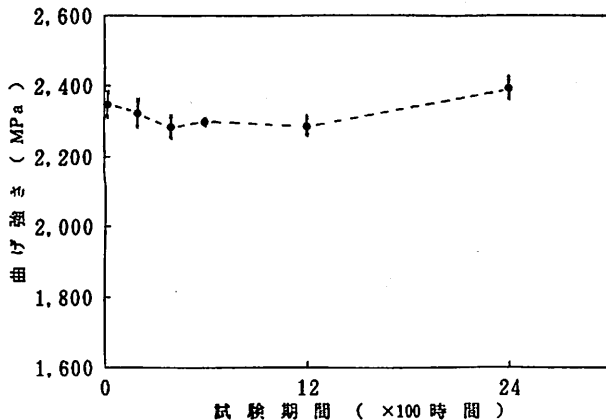


図34 高温SW試験による一方向強化板の曲げ強さの変化

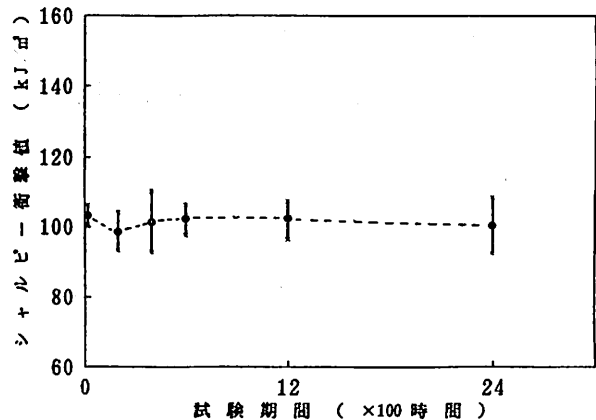


図35 高温SW試験による一方向強化板のシャルピー衝撃値の変化

(2) SW試験の結果

121℃硬化形エポキシ系樹脂をマトリックスとした織物強化板の試験開始後20,000時間までの曲げ特性及び質量変化率の変化を、次に述べる。

曲げ特性については、図36～図38に示した。曲げ特性は、20,000時間まで初期値とほぼ同程度、若しくはそれをやや上回る結果となり、長時間に及ぶ試験でも顕著な変化は認められなかった。

質量変化率の変化を、図39に示す。質量変化率は、5,000時間まで急激に減少し、その後、緩やかな減少となり20,000時間の質量変化率は-0.8%であった。

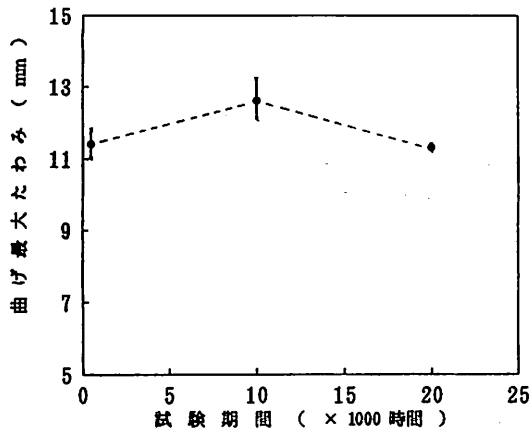


図36 SW試験による織物強化板(121℃硬化形エポキシ系樹脂)の曲げ最大たわみの変化

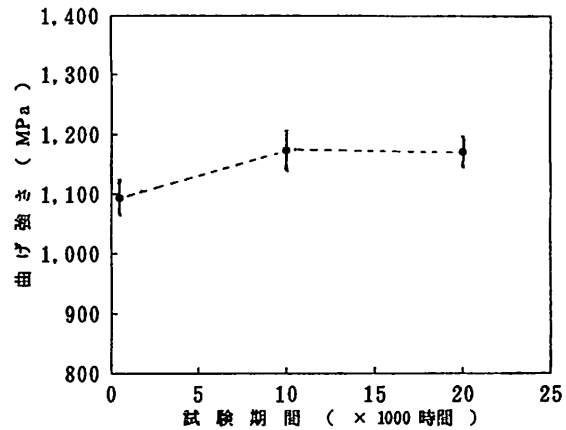


図37 SW試験による織物強化板(121℃硬化形エポキシ系樹脂)の曲げ強さの変化

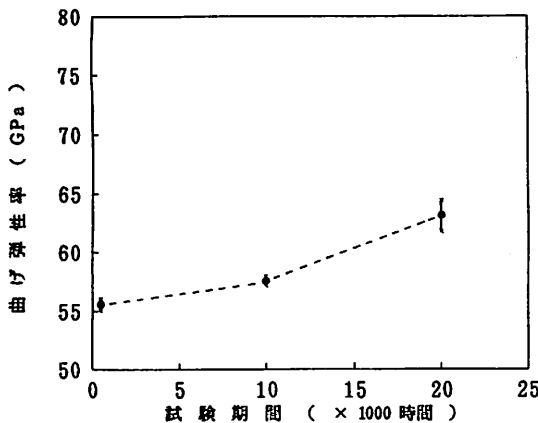


図38 SW試験による織物強化板(121℃硬化形エポキシ系樹脂)の曲げ弾性率の変化

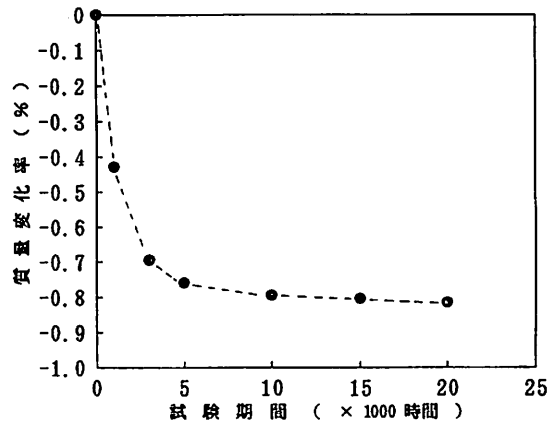


図39 SW試験による織物強化板(121℃硬化形エポキシ系樹脂)の質量変化率の変化

(3) 複合サイクル試験の結果

① 177℃硬化形エポキシ系樹脂をマトリックスとした織物強化板の10サイクルまでの引張強さ、曲げ強さ及びシャルピー衝撃強さの変化を、図40～図42に示した。

引張強さは、10サイクルまで試験前とほぼ同程度の結果を示したが、曲げ強さ及びシャルピー衝撃強さは3サイクル以降、試験前をやや上回る傾向を示した。

② 121℃硬化形エポキシ系樹脂をマトリックスとした一方向強化板の10サイクルまでの引張強さ、曲げ強さ及びシャルピー衝撃強さの変化を、図43～図45に示した。

引張強さ及び曲げ強さは、10サイクルまで試験前とほぼ同程度の結果を示し、顕著な変化は認められないが、シャルピー衝撃強さは織物強化板と同様、3サイクル以降に試験前をやや上回る傾向を示した。

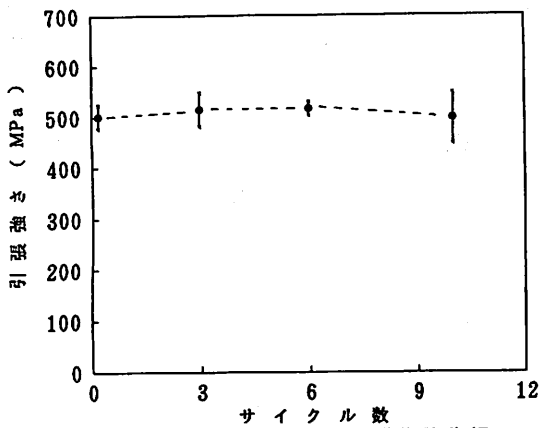


図40 複合サイクル試験による織物強化板の引張強さの変化

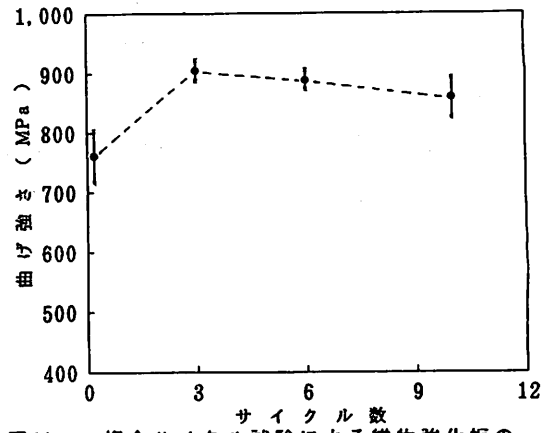


図41 複合サイクル試験による織物強化板の曲げ強さの変化

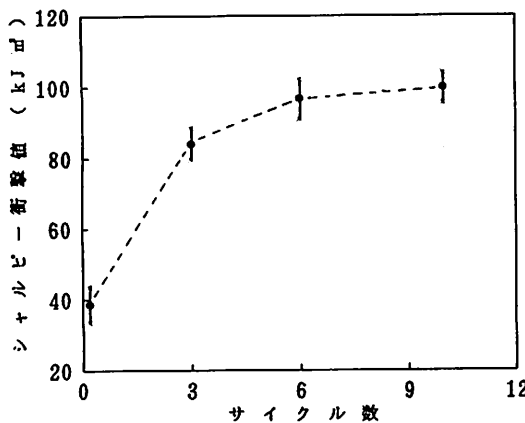


図42 複合サイクル試験による織物強化板のシャルピー衝撃値の変化

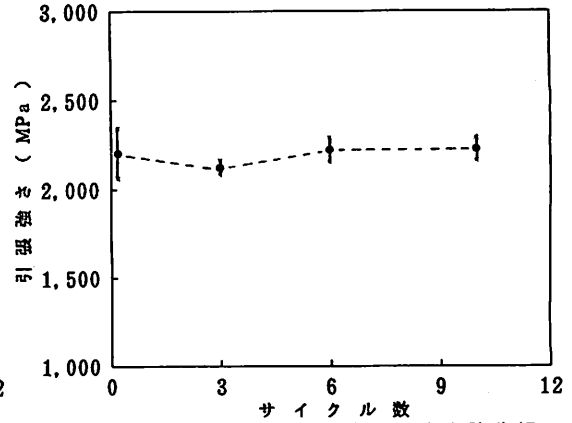


図43 複合サイクル試験による一方向強化板の引張強さの変化

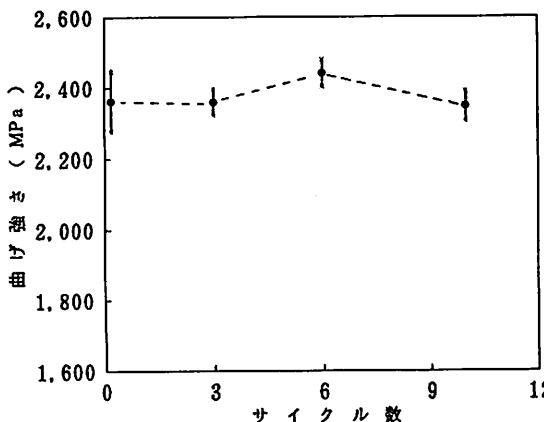


図44 複合サイクル試験による一方向強化板の曲げ強さの変化

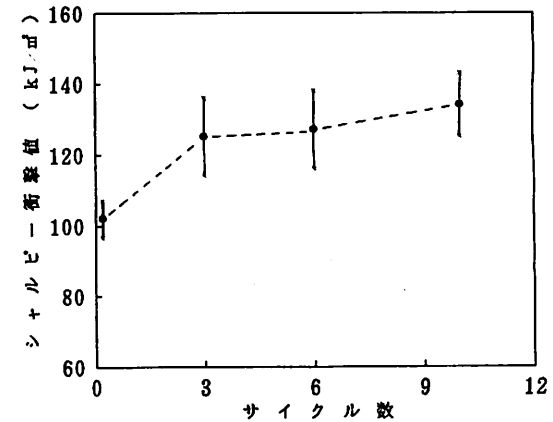


図45 複合サイクル試験による一方向強化板のシャルピー衝撃値の変化

以上、複合サイクル試験によりシャルピー衝撃強さが増加する理由については、エポキシ樹脂の後硬化だけでは説明できず、衝撃試験後の試験片の破断状況から推測するとマトリックスである樹脂の劣化などにより炭素繊維間の結合力が低下し、衝撃時に繊維間がほぐされエネルギーを吸収するためと考えられる。

3. 結 言

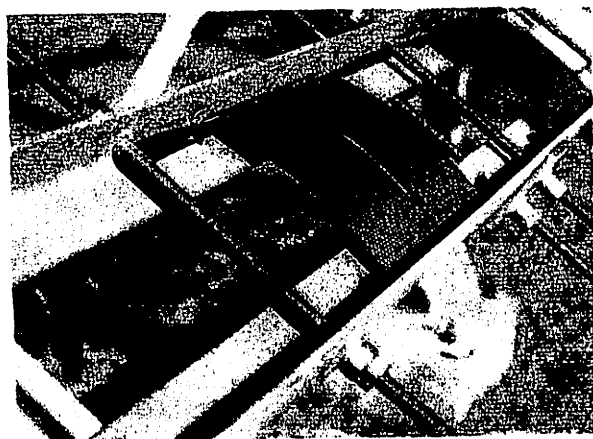
CFRPの耐候性に関する品質性能基準並びに、これらを適正に評価できる試験方法の標準化のために実施した5シリーズの耐候性試験では、最長128か月の屋外暴露試験及び最長20,000時間のSW試験を行ったが、ともに力学的特性に顕著な変化（減少傾向）は認められなかったため、5シリーズの影響について明らかにする事ができなかった。

しかし、CFRPの表面に塗装等の保護膜を施さない試料でも、環境条件の厳しい場所（寒冷積雪地域である旭川及び高温多湿地域である那覇）で、10か年間の屋外暴露試験（屋外での促進性を増した曲げ変形暴露試験）に耐える貴重なデータを得たことは、材料・製品の設計、製作等においてメーカ、ユーザにとって信頼性のある有益な情報であると思われる。

今後、更に引続き長期にわたる屋外暴露試験を継続し、CFRPの耐候性について評価していく計画である。また、CFRPのように耐候性の優れた材料及び製品の耐候性評価方法として、特に、促進劣化試験方法（試験条件）について、早急に検討する必要がある。

参考文献

(財)高分子素材センター：新素材の標準化に関する調査研究・成果報告書（1985年～1995年）



L型鋼で挟み込んだ状況



3点曲げ変形暴露の状況