

強化ポリエステル耐熱強度試験

池田 健・古田 敏康

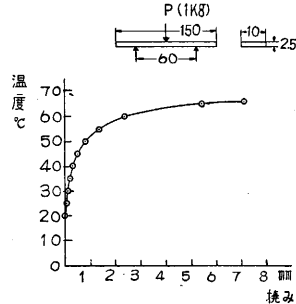
1. はしがき 強化ポリエステルは低圧成形ができ、また重量が軽くてデュラルミンに匹敵する抗張力があり、電気的性質も良好で、耐薬品性にも優れている等の利点がある。特にその比抗張力が大きい点を利用して、自動車や航空機の構造の一部に採用されつつある。

そこでペビー・ロケットの設計に当り、エンジン部を除いた機体部分の材料としてポリエステルを使用することの提案がありその試作がなされた。しかし、その強度、特に耐熱強度に疑問が持たれた。すなわちロケットは超音速の場合には空力的加熱によって外板の温度は上昇し、そのために材料の強度低下と熱応力が生ずる。さらにエンジン部の加熱によってエンジン接合部近辺のポリエステル材料は熱伝導による強度の低下も考えられる。また計画のペビー・ロケットの場合はエンジンとポリエステル胴体との接合は接合金具をアラルダイト TYPE 15にてポリエステル部に接着したので、接着剤自身の熱による強度低下もある。そこでポリエステルおよびアラルダイト接着剤の耐熱性を調べるために高温曲げ試験を行った。

2. 試験装置および試験方法 試験機は東洋精機K.K.製の加熱変形試験機を使用した。その中にビームの両端支持中央荷重用アンビルを設け、高温曲げ試験を行った。試験機の容量は温度は常温より最高 200°Cで、温度調節の精度は±0.2°C程度である。荷重はレバー式により最大 60kg まで加えられる。

使用した試験片の組成は第1表の通りである。非耐熱性の試験片(A)は機体胴体部よりとり、その寸法は 150×10×2.5mm とし、他の耐熱性ポリエステル試験片は

積層板よりとり、その寸法はリゴラック 260H(F)は 80×5×4.5mm, その他は 120×10×3mm とし、曲げ試験の両支点距離は 60mm とした。非耐熱性ポリエステル(A)はテープ状グラスファイバーを円周方向に螺旋状に巻き込み、その他は平織状グラスファイバーを積層したものである。試験片試料はリゴラック 260H(F)は理研合成K.K.で、その他は富士精密工業K.K.で作成したものである。しかしポリエステル材料は理研合成K.K.および日本ライヒホルドK.K.のものである。試験中

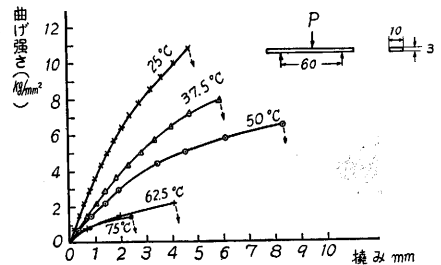


第1図 非耐熱性ポリエステルの耐熱性

の変形は試験片中央部の撓みを取り、ダイヤルゲージで測定した。
3. 試験結果 まず非耐熱性ポリエステルにつきどの程度の耐熱性があるかを調べてみた。その結果は第1, 2, 4, 5図に示す。第1図は一定の荷重 1kg (応力 1.44kg/mm²) を加えて温度を常温より次第に上昇させ、その時の撓みの増加曲線で、45°C 以上で変形は急激に増加し、66°C で破壊している。次に第2図は図示のように常温より 75°C までにある温度を選び、その温度を一定に保ちながら荷重を加え破壊するまでの撓み曲線で、温度上昇と共に破壊強度は低下している。第4, 5図にも示すようにその強度は 45°C ですでに半分位に低下している。以上によりこの材料は耐熱的性質は余りよくないことがわかった。

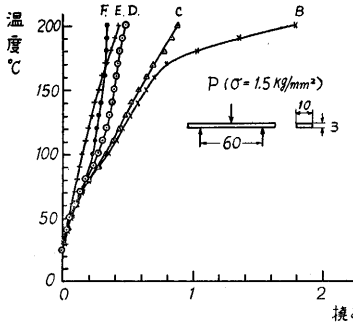
第 1 表

試料番号	名 称	ポリエステル樹脂	促進剤 (D.D.M)	触媒 (B.P.O)	コバルト液	グラスファイバー
A	非耐熱性ポリエステル	—	—	—	—	—
B	ポリライト #8009 (日本ライヒホルド K.K.)	250gr	2gr	2gr	1gr	C C #230 含アルカリ 日東紡製 50%
C	ポリライト #8009 (日本ライヒホルド K.K.)	250gr	2gr	2gr	1gr	E C #230 無アルカリ 日東紡製 50%
D	リゴラック 170H (理研合成 K.K.)	200gr	1gr	0.5gr	0.5gr	C C #230 含アルカリ 日東紡製 50%
E	リゴラック 170H (理研合成 K.K.)	250gr	3gr	3gr	2gr	E C #230 無アルカリ 日東紡製 50%
F	リゴラック 260H (理研合成 K.K.)	30%	—	A T C 2%	—	E C #180 無アルカリ 日東紡製 50%



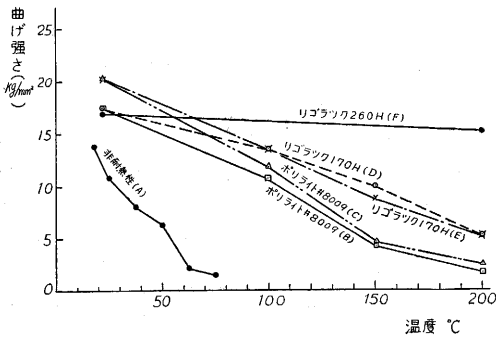
第2図 非耐熱性ポリエステルの曲げ強さに対する温度の影響

次に現在市販されている耐熱性ポリエステル数種(第1表参照)を選び耐熱試験をしてみた。第3図は一定の荷重(応力 1.5kg/m²)を加え、温度を常温よ



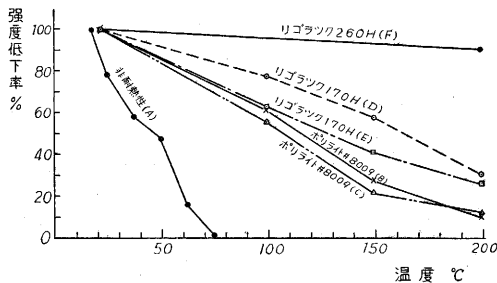
第 3 図 各種耐熱性ポリエステル
の耐熱性

り 200°C まで
上昇させたとき
の撓みの曲線
で、前回より
相当に優れた
性質を示して
いる。次に
200°C までに
ある温度を選
び、一定温度
に保ちつつ破
壊強度を調べ



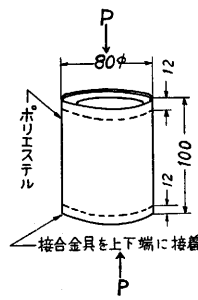
第 4 図 各種ポリエステルの曲げ強さの
温度による影響

たのが第 4 図である。リゴラック 260H は常温では他に
くらべてその強さは低いが、高温では相当の強さを維持
している。次いでリゴラック 170H, ポリライト #8009
の順となり、リゴラック 260H にくらべて高温ではその
強さは相当低下している。ここで強化材としてのグラス
ファイバーのアルカリ含有量の有無による強さの差は余
りでない。これはアルカリの有無は湿度によりその
強度が左右されるので、このような高温曲げ試験ではそ
の差は認められないものと思われる。



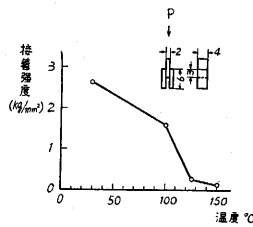
第 5 図 各種ポリエステルの強度に
対する温度の影響

第 5 図は常温の場合の破壊強度と高温時の破壊強さの
強度低下率を百分率で表わしたものである。リゴラック
260H は 200°C までには優秀な性質を示している。その他は
その強度が半分までに低下する温度はリゴラック 170H
(D) は 160°C 付近で、その他は 110°C ~ 130°C 位である。



第 6 図 アラルダイト
接着力試験片

次に第 6 図に示すように非耐
熱性ポリエステル製ペビー胴体
部に接合金具を両端にアラルダ
イトで接着し、その接着力の剪
断強度試験を常温 (22°C) にお
いて行ったが、破壊したのは接
着個所ではなく、円筒中央部のポ
リエステル部が先に破壊し、接
着力は 1.44kg/mm² 以上という
結果を得たのみである。これは
ポリエステルのグラスファイバ
ーの層に対して平行荷重を加えたので前回の曲げ試験強
度より相当に低下している。これはポリエステルの強度
は強化材の方向性により左右されることを示している。



第 7 図 アラルダイト
TYPE 15 接着強度の
温度による影響

次に第 7 図に示すように
6×4mm の軟鋼試験片の両
面に 12mm² ずつ耐熱性アラ
ルダイト TYPE 15 を接着
し、加熱剪断試験を行った。
この結果アラルダイトは
100°C を越すとその強度は
急激に低下することがわか
った。試験片の小さいのは
試験機の容量に制約を受けたからである。

4. むすび 以上 5 種類の強化ポリエステルとアラ
ルダイト接着剤についてその耐熱強度試験を行ったが、そ
の耐熱性質は大体わかった。これをロケットに利用する
場合には最高速度が音速を超すロケットの場合に使用す
ることは現在の段階では危険であると思われるが、亜音
速の速度のロケットの場合、または空気密度の少ない上
空での気球発射用ロケット等のように空力的加熱の比較
的小さい場合には耐熱性ポリエステルの利用の可能性が
考えられる。また、超音速ロケットでもこれらの材料は
加熱の少ない内部構造には使用可能である。強化ポリ
エステルは熱伝導率は少ないが、エンジン部は相当の高温
になるので、接着剤による直接接合は避けるべきである。
結局、ペビー・ロケットは最高速度 200m/sec 程度である
から、すでに報告されているように一部の構造にリゴラ
ック 260H を使用した。

この研究はロケットの構造材料として強化ポリエステ
ルの利用価値を判定するために行ったものであるが、従
来比較的等閑に付されていたこの種の材料の耐熱性につ
き一般の認識を深め、さらに耐熱性ポリエステルの研究
に対する刺激となれば幸である。

また強化ポリエステルは、常温近くの強度も温度に対
して極めて敏感であるから、しばしば見受けられるよう
な測定温度の記入のないこの種の材料の強度資料は無意
味であることも特に強調したい。(1956. 2. 22)