

木造艇造船のための エポキシ樹脂使用手引き

2009年3月23日

1.1版

新世代木艇工房

木造艇造船のためのエポキシ樹脂使用手引き

はじめに

新世代造船工法はエポキシ樹脂なくしては実現できないと言えるほど重要です。高価な樹脂ですが、飛行機や車や船や一部建設などでもその性能の良さから使われています。一般に出ているのはチューブ入りの100g以下の接着剤です。これらは量が少ないため、模型等の工作、部分的な接着にしか使えません。当工房では低価格高性能な国産の低粘エポキシ樹脂、及びエポキシ接着剤を使用します。以下、エポキシの長所 短所 使い方等を述べますが、これは当工房の経験上のことで、絶対正しい、このようにしなければならないということではありません。もっと有効なことが多々あると思いますので皆さんの自己責任でためして見ることも良いと思います。

1. エポキシ樹脂とは

エポキシ樹脂とはエポキシ基を含んだものが主剤とし、硬化剤としてアミン等が使われます。エポキシは主剤と硬化剤を混合することにより分子結合(硬化)します。エポキシ以外の樹脂は、触媒反応や樹脂の中の溶剤がぬけることにより硬化します。良いエポキシ樹脂は分子結合のため、また溶剤を含んでいないため、目減りしないし、強度が強い・耐湿性・耐油性などすぐれた特徴をもっています。当工房では、低粘性エポキシとエポキシ接着材を使っています。

注)メーカーによっては溶剤入りのエポキシを低粘度エポキシと呼んでいるところがある。シンナの匂いがするのでわかります。使用しないでください。

2. 木造艇とエポキシ

木は同重量の鉄の3倍、アルミニウムの2倍の強度があるといわれています。また、他の材料のように無機質でなく、温かみがあり、振動の吸収性や粘りもあります。しかし、木造艇は造船に手間がかかり、技術がいる(高価)、腐る手入れが大変と、現在では、ほとんど造船は行われていません。これらの欠点を克服するため、アメリカではWEST工法(WOOD EPOXY STABILIZATION TECHNIQUE)とよばれエポキシ樹脂をさまざまな方法で木造艇に使用しています。日本でも多くのアマチュアボートビルダーや、当工房も、WEST工法を参考にしています。

ちなみに、WEST工法では、エポキシ樹脂にさまざまなものを充填し使用目的にあった樹脂を作ります。接着剤はマイクロファイバー・シリカパウダー等を混合し作成します。当工房では当初、WEST工法で接着剤を作っていましたが、強度がたりない／充填材の入手困難から接着剤は専用エポキシ接着材を使用しています。

3. エポキシ使用にあたっての注意事項

①低気温では使用禁止

20度以下では樹脂が硬い感じとなります。12度以下では不良効果を起こすので使用しないでください。冬場の造船は暖房を入れ木材、樹脂等も温まってから使用してください。また、硬化するまでの間、低温は禁物です。

②湿度に注意

エポキシは硬化すると水には強いが、硬化するまでは水分を嫌います。木部は接合部は乾燥した状態で、雨の日は室内でも要注意、外で造船する場合は夜露も厳禁です。

③混合比率は正確に

分子結合ですので混合比を間違えると、ずっと硬化しません。必ず、秤(1グラム単位表示できるもの)で計量してください。

当工房の混合比 低粘エポキシ 2:1 エポキシ接着剤 1:1

④一度に大量に作らない(一度に50グラム以下)

樹脂を混合すると発熱します。薄い塗布面はそうでもないですが、大量ですと熱が内部にこもり、更に反応が早くなります。例えば気温30度で150グラム作り器に入れたままですと、約、一分で沸騰状態になります。夏場は少なめにこまめに作りましょう。

⑤取り扱い注意

エポキシ樹脂は毒性は無いといわれています。しかし、人によっては湿疹や皮膚炎を起こします。また、硬化時若干のガスもでます。作業場所は換気の良いところで、硬化前の樹脂は直接皮膚につけないようにゴム手袋等を使い、注意してください。ちなみに私は素手で作業していますが、今のところ皮膚炎や健康上の問題は

感じません。皮膚や爪につき硬化するとなかなかとれません。特に爪は伸びるまで取れません。

⑥ゲル化した樹脂は使わない

エポキシは高価なためゲル化した樹脂まで使う方もいますが、一旦ゲル化が始まりますと木部への浸透力も弱く、表面張力もはたらかないため、仕上がりが汚く強度もでません。

⑦使用した刷毛やローラは使えません。

一度エポキシ樹脂で使用した刷毛やローラはアセトン等で洗っても、わずかな樹脂の残りでも固まってしまい使いものになりません。

⑧作業順序を、前もって十分検討する。

エポキシは高価です。エポキシや刷毛の無駄を防ぐため作業順序は十分検討してください。また、次の作業ができるまでの硬化時間は十数時間かかります。硬化待ちで無駄な待ち時間も発生しやすいのでなおのこと、作業順序の検討が必要です、

4. 低粘エポキシ樹脂の混合

①混合比にしたがい主剤と硬化剤を配合します。

エポキシの硬化剤の缶より、の約1/3(必要量30グラムなら10グラム)を器(紙コップが便利)に移します。次に主剤を硬化剤の2倍いれます。このとき、誤差は3%以内にしてください。

注意) ポリエステル等と違い、硬化剤を多く入れても硬化は早くなりませんし、不良硬化を起こすだけです

②ゆっくり攪拌します。

攪拌棒(割り箸が良い)で、ゆっくり十分に(約30秒)攪拌します。攪拌中に若干泡が樹脂の中にはいますが、これは反応がはじまった為で問題はありません。あまり早くかき混ぜますと、樹脂に空気が混入しますし、時に小さなシャボン玉様の樹脂が空中に飛びます。また、攪拌が不十分ですと硬化不良を起こすことがあります。

注意) 混合/攪拌で、すぐに反応がはじまりますので、ただちに作業に入ってください。使用可能時間は気温により異なりますが(約20分)、ゲル化する前に使いきってください。ゲル化は粘度が急に強くなるのでわかります。

5. エポキシ接着剤の混合

硬化剤と主剤をスプーン等で1:1で正確に秤で計量し、器にとります。スプーン等は硬化剤と主剤は別のものを使用してください。パテベラ等で十分(30秒以上)混ぜ合わせてください。

注意) 粘度がかなりありますので注意して、均等にまぜてください。これにより、接着強度がかなり違います。

6. パテ材の作成

混合攪拌済みの低粘エポキシ樹脂を器にとります。これに、マイクロバルーン(パテ材)を入れます。エポキシとマイクロバルーンの混入濃度はマイクロバルーンが完全にエポキシと混ざる直前位(少々ぱさぱさくらい)が良いでしょう。

注) 後で、エポキシ樹脂が追加されるためパサパサでも良い。

7. 木部の事前処理

樹脂と相性を良くし、軽く強く美しい艇をつくるための重要な作業です

① 十分乾燥させる。

キットから作る場合は問題ありませんが、雨にぬらしてしまった湿気のあるところに保管していたなぞの場合、乾燥させてください。

② 表面を平滑にする。

合板の面は基本的にサンディングの必要はありませんが、ガンネル 部材の接合面は樹脂の厚みを少なくするためにサンディング等で平滑にしてください。

③ 汚れをとる。

もし、油分がついてしまったら、アセトン等で取り除いてください。油分の多い木(チーク等)もアセトン等で表面の油分を拭き取ってください。また、木の表面には小さなおがくず等木粉も付着しています。ブロアー、エアガンで吹き飛ばしたり、掃除機で吸い取ってください。以外に効果的なのは、ハタキや箒ではらうことです。

8. 木部の接着

強固な接着をするためには、圧着と硬化するまでに動かさないことです。

エポキシ接着剤は他の接着剤とは違いあまり圧着しなくてもそれなりの強度はありますが、圧着するにこしたことはありません。

① 接合面にエポキシ接着剤をパテベラ等で塗る。

均等に、あまり分厚くぬらない。

② 圧着する

圧着方法は箇所によって道具や方法は違うが一般的にはクランプやはたがねが良い。クランプが使えない箇所は、仮釘や仮螺子を使用しますが、当工房ではタッカーやガムテープ等も使います。

③ はみでた接着剤の除去

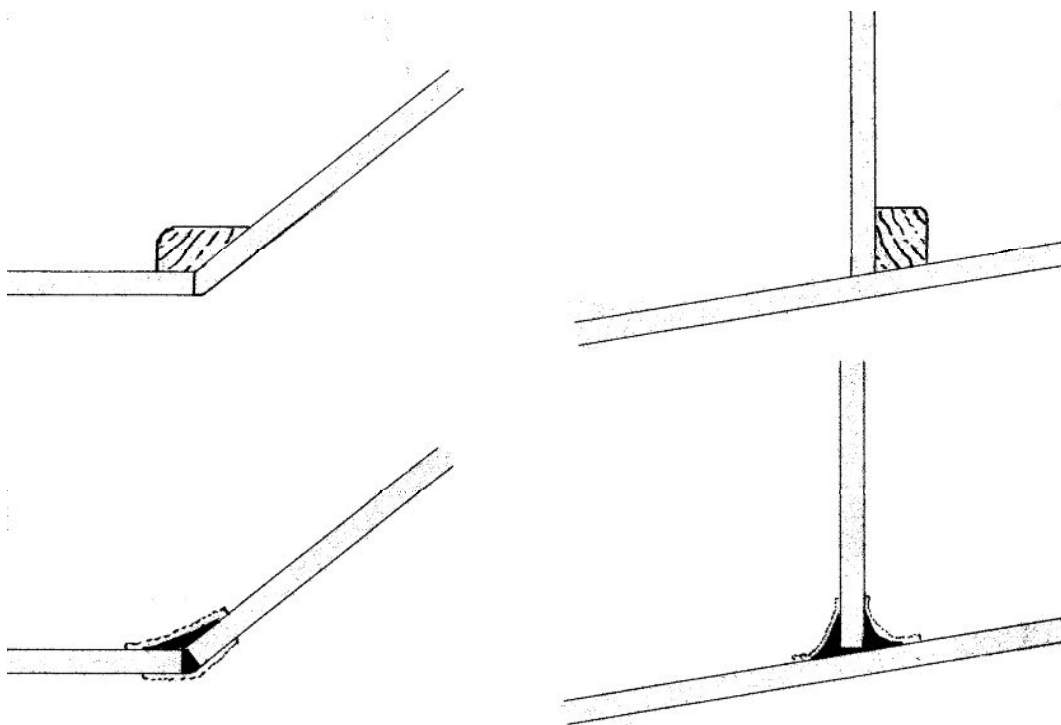
圧着すると接着剤がはみだす場合があります。硬化してから除去するのは困難な

ので、圧着直後、アセトン等をウエス等に染み込ませ拭き取ってください。

9. フィレット接着

ステッチ&グルー工法のグルーにあたるほとんどが、このフィレット工法で実現しています。下図を見ていただきたい。左側がチェーン板の接合例 右側がバルクヘッドの接合例です。上側は在来工法で接合部は木材を整形し接合しています。下側はフィレット工法の例です。

黒い部分はパテです。パテはエポキシとマイクロバルーンを使用するので非常に軽量で整形も容易です。パテの外側はグラステープをエポキシ樹脂で貼り付けますのでパテ強度+エポキシグラスファイバーのサンドイッチ構造となり軽量かつ強度を実現します。



作業方法ですが、エポキシがゲル化する前に行わなければならないので手早く行います。

- ①艇体内側のパテの塗る幅の外側にマスキングテープを貼る。(省略可)
パテの幅は10ミリから20ミリ(接合部の角度により違う)。
- ②パテを塗る箇所に混合攪拌済みエポキシ樹脂(以下エポキシ樹脂と言う)を刷毛で軽く塗る(ウエット)
木部にエポキシの根を這わせパテとの密着を良くするため行います。
- ③6項で作成した混合攪拌済みパテ剤(以下パテ剤と言う)を塗る

接合部の角度が少ない場合は頭が平らなパテベラで、角度がきつところは頭が半径10ミリ程度の半円形のパテベラを使用しパテを塗る。パサパサだったパテに②での余分なエポキシが吸収され結構なめらかな整形ができる。

④パテ表面にエポキシ樹脂を軽く塗る

パテの足りないエポキシ補充と表面整形のための作業ですので、必要以上にエポキシ樹脂を塗ってはならない。多すぎるとパテやエポキシ樹脂が流れます。

⑤パテがゲル化を始めたならグラステープを貼る。

マスキングテープをした方は、テープをはがしてください。グラステープをパテの上に置き、その上を刷毛でエポキシ樹脂を塗る。テープに良く浸透させるため、エポキシ樹脂は混合攪拌直後のものを使ったほうが良い。塗る量は多すぎたはいけない。一度塗り、しばらくすると白いガラスが透明になってくるので、もう一度軽く塗る。白い箇所はエポキシ樹脂不足か空気が入っている箇所です。このようなところがないようにしてください。

⑥だれたエポキシの除去外側を行う。

エポキシ樹脂がだれてしまった場合はアセトン等をウエス等に染み込ませ拭き取ってください。

注) グラステープの上は絶対してはならない。

⑦船体内側が完全硬化したら外側作業を行う

内側作業と同等の作業①～④を行う。

注) マスキングする場合は、パテの入る隙間の外側です。

注) パテは若干大目に膨らむように盛る。

⑧パテが硬化したら角面を半円形にサンディングする。

角取りは十分行ってください。不十分ですと次の作業のグラステープ貼りがうまくいきません。(角でグラステープが浮いてします。)

⑨テープ幅エポキシ樹脂を刷毛で軽く塗る(ウエット)

⑩ グラステープを貼る。

⑤を参考にしてください。

10. エポキシ浸透処理

エポキシ浸透は、防水処理と強度を増すため、船体内外の木部全体に行います。防水はエポキシは体積が減らないため、ほぼ完璧です。ほとんどの塗料や樹脂は完全防水にはなりません。硬化するとき溶剤が抜けた目に見えない穴があるからです。

エポキシを木部に塗ると木に染み(木部に根をはり強度や対磨耗性を増します。、船を組み立てる前に合板にエポキシ浸透処理は絶対しないでください。合板は曲

がらなくなります。木材浸透は本当にわずかですが、合板を、あんにしたサンドイッチ構造になるからです。

エポキシ浸透処理は一度塗りでもかまいませんが二度塗りをお勧めします。特に一度塗りの後サンディングする場合は必ず、二度塗りをしてください。

①混合攪拌したばかりのエポキシ樹脂を塗る

刷毛でも良いが厚塗りや塗り斑がしやすいのでローラでの塗布をお勧めします。ローラは小径で短く短毛で安価のものが良いでしょう。

できるだけ大きく塗ります。木部に浸透すると、木の色が赤さをましますのでそれを目安に均等にもれなくぬります。毛足の長いローラやスポンジローラ等では空気の泡ができる場合があります。そのときは刷毛等で軽くなぜ泡をなくしてください。

11. 仕上げ塗料

エポキシ樹脂の欠点のひとつとして紫外線に弱いことがあります。紫外線はエポキシの分子と分子の結合の手を切り離してしまいます。対策としては、仕上げ塗料に色つきのものを使うのも良いでしょう。しかし、色付塗料を使うためには板表面が平滑処理していなければ、木目跡やガラステープ等が目立ってしまいます。折角の木の船ですから木目を出したいものです。当工房では紫外線対策をほどこした2液性クリアウレタンを使用しています。ウレタン塗料は表面張力も強く刷毛塗りでも比較的平滑に塗ることができます。また、耐磨耗性も非常に強く、つやも十分です。欠点として高価であることと、一度硬化した後、同じウレタン塗料を塗っても、前の塗料からはがれやすいことです。重ね塗りは、3日以内に、するか表面を細かなサンドペーパーで荒らして塗ることです。

12. 保管

紫外線対策塗料とて、完璧ではありません。保管にあては直射日光にあてないように屋内に置くか外に置く場合はオーニングでおおうと良いでしょう。もちろん工事用シートでもかまいません。

修理や改造は、ご自分で作った船なら、構造も、樹脂の使いかたも理解しているからできるでしょう。

13. お願い

本文は、誤字脱字はもちろんのこと、説明不足も多々あると思います。随時、絵や写真の追加を含め改訂します。皆様のご意見質問要望をお待ちしています。