

片肺時の飛行安定性を追求した双発モデル

安藤 由隆

15エンジン・クラス・オリジナル飛行艇



ツインクルスターの製作

■夏場に向けて、毎年1機は水上機を作りたい…という目標を立てている筆者だが、今回、久々に紹介するのはガル翼スタイルの15エンジン・クラス双発飛行艇だ。絹張り塗装仕上げの力作である。

水の恋しい季節となって来ましたが、昨年はF4Cの世界選手権出場のため、準備に追われて一度も水上機を飛ばせずじまいでした。そこで、今年こそはと新作機にチャレンジです。今回のモデルは、見てのとおり双発の飛行艇です。双発機というと、「一発止まると落ちる」と思われている方が多いよう

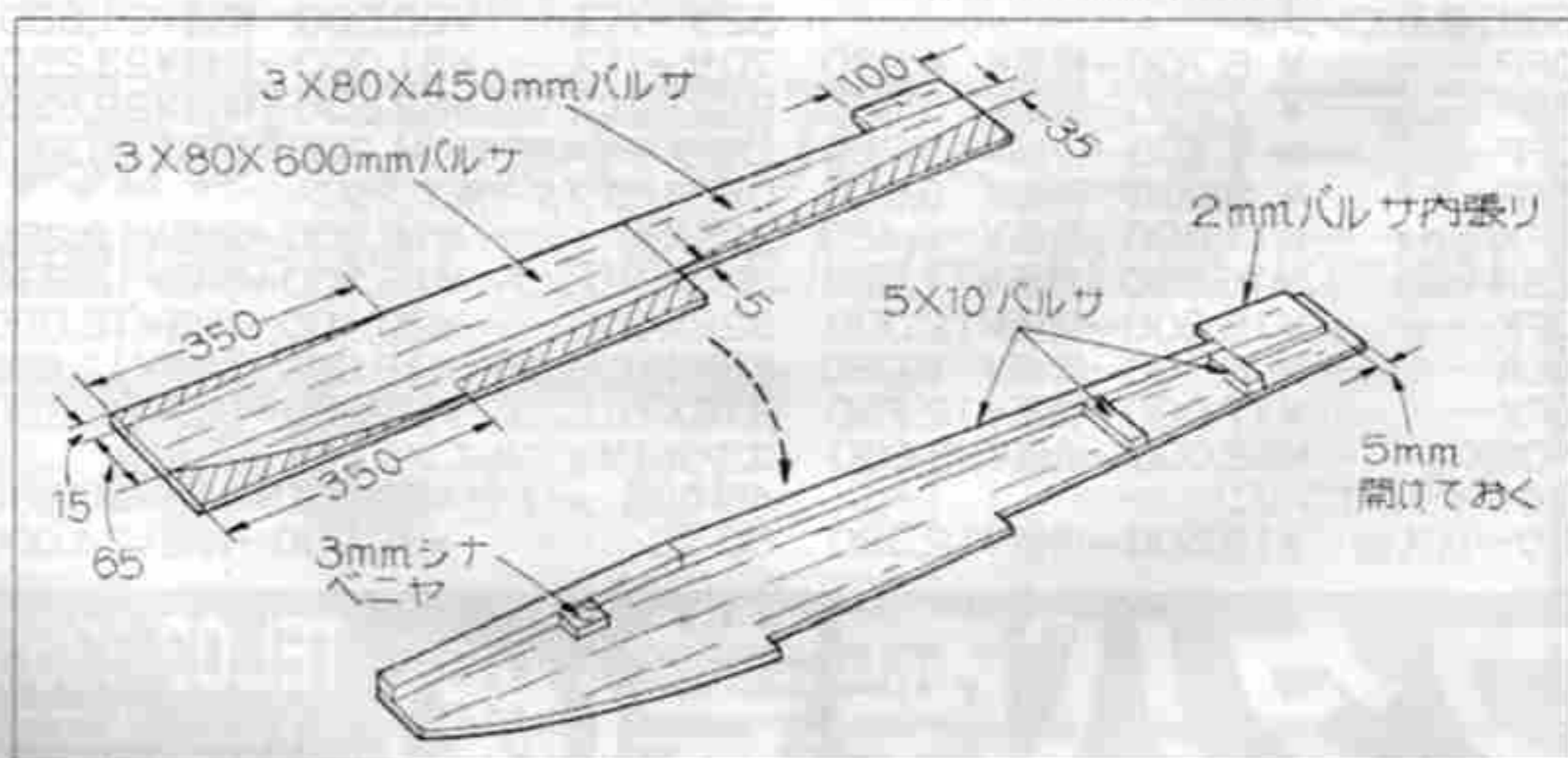
ですが、この機体はそれを逆手に取って「一発止まっても大丈夫」を目標に設計してみました。

バルサ板については、すべて600mmの長さのもので間に合うように図面を

描いてみました。各板厚およびその他については、材料表のとおりですが、水中舵に使用するピアノ線は、ロッドアジャスターの切った残りを流用すればよいと思います。

さらにエンジン・ナセルと胴体の補助支柱のために、1.5mmか2mm程度のアルミ板が手に入れば最高です。もし入用できないときは、2mmφ程度のビ

↓第1図/胴体側板の工作



テクニカル・データ

全 幅	1360mm
全 高	1175mm
全備重量	1850g
主翼面積	28dm ²
主翼翼型	クラークY類似
エンジン	OS15FP×2基
プロペラ	ヨシオカ8×4.5
燃料	GAIN25
スラスト角	ダウン、サイドとも0°
R/C装置	三和電子機器スタイラス6サーボ

材料名	サイズ(単位mm)	必要数
バルサ板材	2×80×600	18枚
	3×80×600	8枚
	5×80×600	3枚
	10×80×600	1枚
	20×80×600	1枚
バルサ角材	5×10×900	6本
	三角材 5×900	1本
シナベニヤ	3×300×600	1枚
ピアノ線	3φ	1本
	1.8~2φ	1本

↑本艇の製作に使用した材料表。

→第2図/胴(艇)体の組立て。

ピアノ線もしくは、やはりロッドアジャスターの切れ端で加工してもよいでしょう。

いつも述べることですが、接着剤の選定には気を使って下さい。まず木工用(水性)ボンドは使用しないことです。万が一、接着部に水がしみ込むと機体が空中分解してしまいます。また

強度の必要な部分、例えば翼の結合部、エンジン・マウント、翼端フロート支柱のマウントの接着などにはエポキシ系接着剤(硬化時間30分以上)の使用をおすすめします。それ以外は低粘度および高粘度瞬間接着剤を併用して作業を進めればよいでしょう。

工作の進め方は人によって様々ですが、私は部品を先に切り出す作業を行います。例えばリブやベニヤの胴枠、そして水平尾翼の材料、さらに翼端フロート、エンジン・ナセル、そして胴体の側板類等々、寸法が明確なものは先に準備しておくわけです。こうすれ

ば、市販のキットを製作する段取りで作業が進められます。

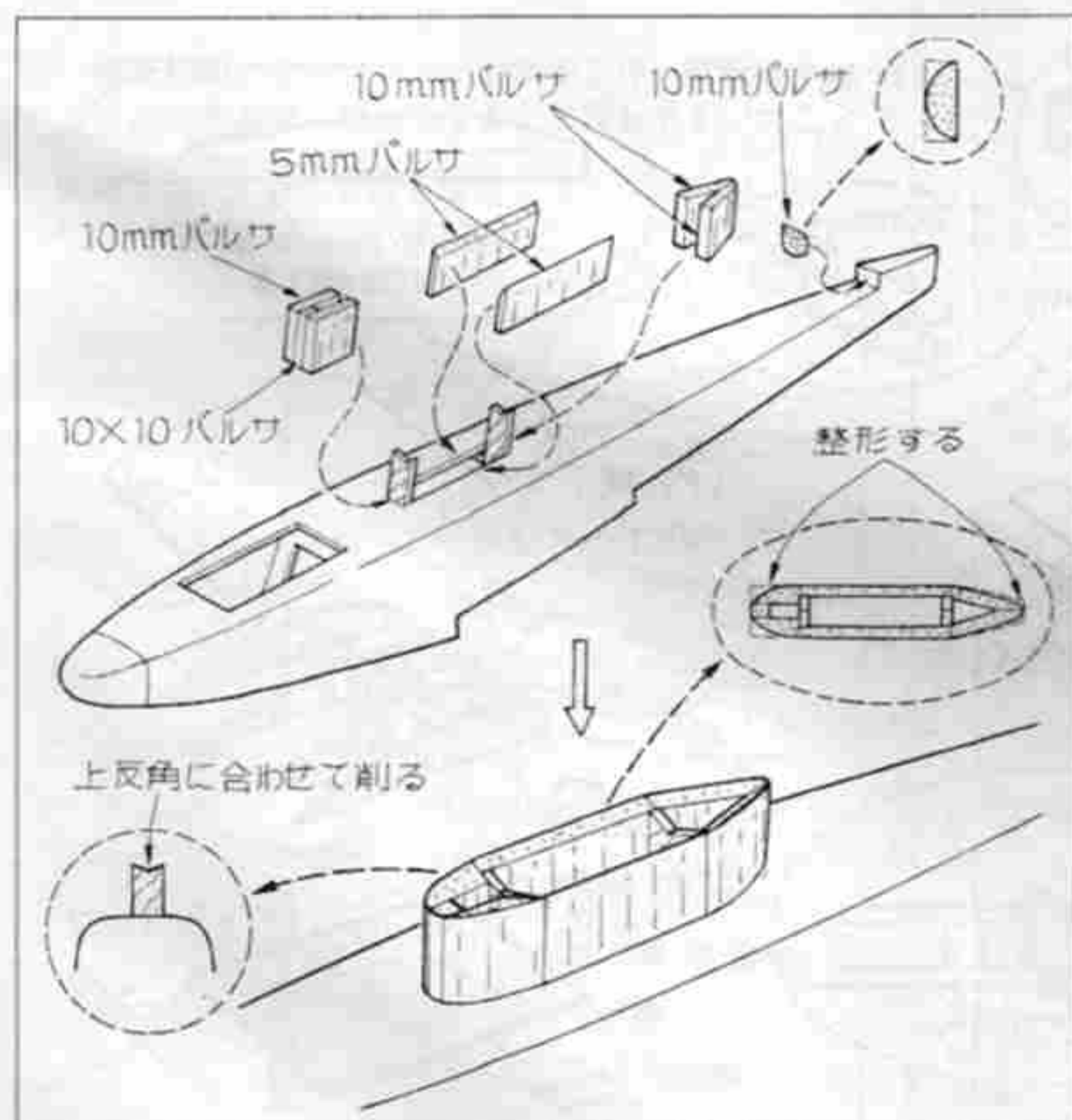
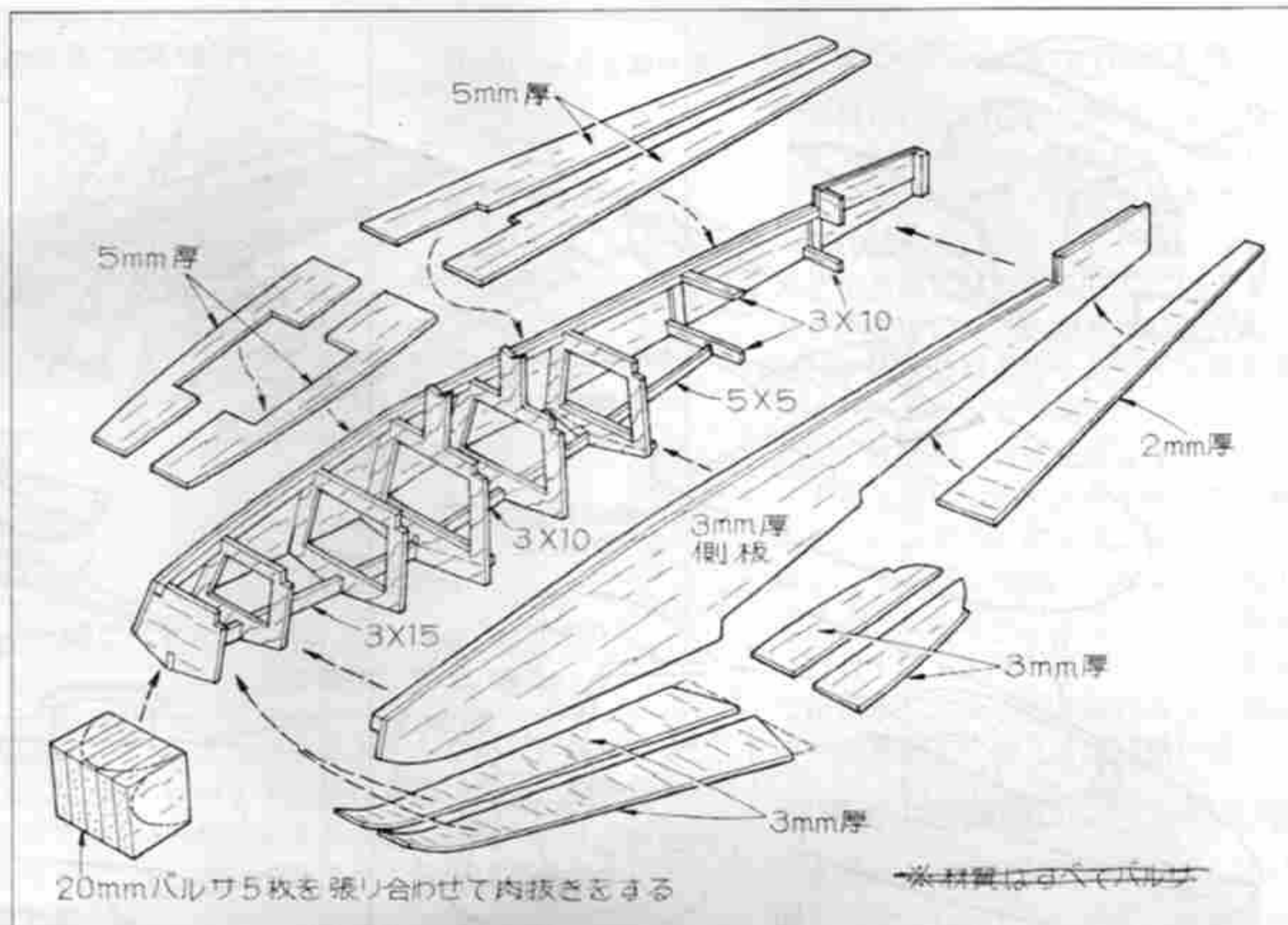
艇体の組立て

側板の準備ができて、3mmシナベニヤから各胴枠を切り出せば、第2図のように組み上げていきます。特別に工夫する点もありますが、機首側V底面の3mmバルサは、水圧を考慮して多少硬めで粘りのある材料を選定しておきます。機首のブロックは、20mm厚のバルサを50mm幅で5枚切り出し、セメダインCなどで張り合わせて作ります。なお、このまま使用すると重くなるの

で、機首に仮付けして整形後に切り離し、内部を肉抜きするとよいでしょう。その後に本接着を行います。

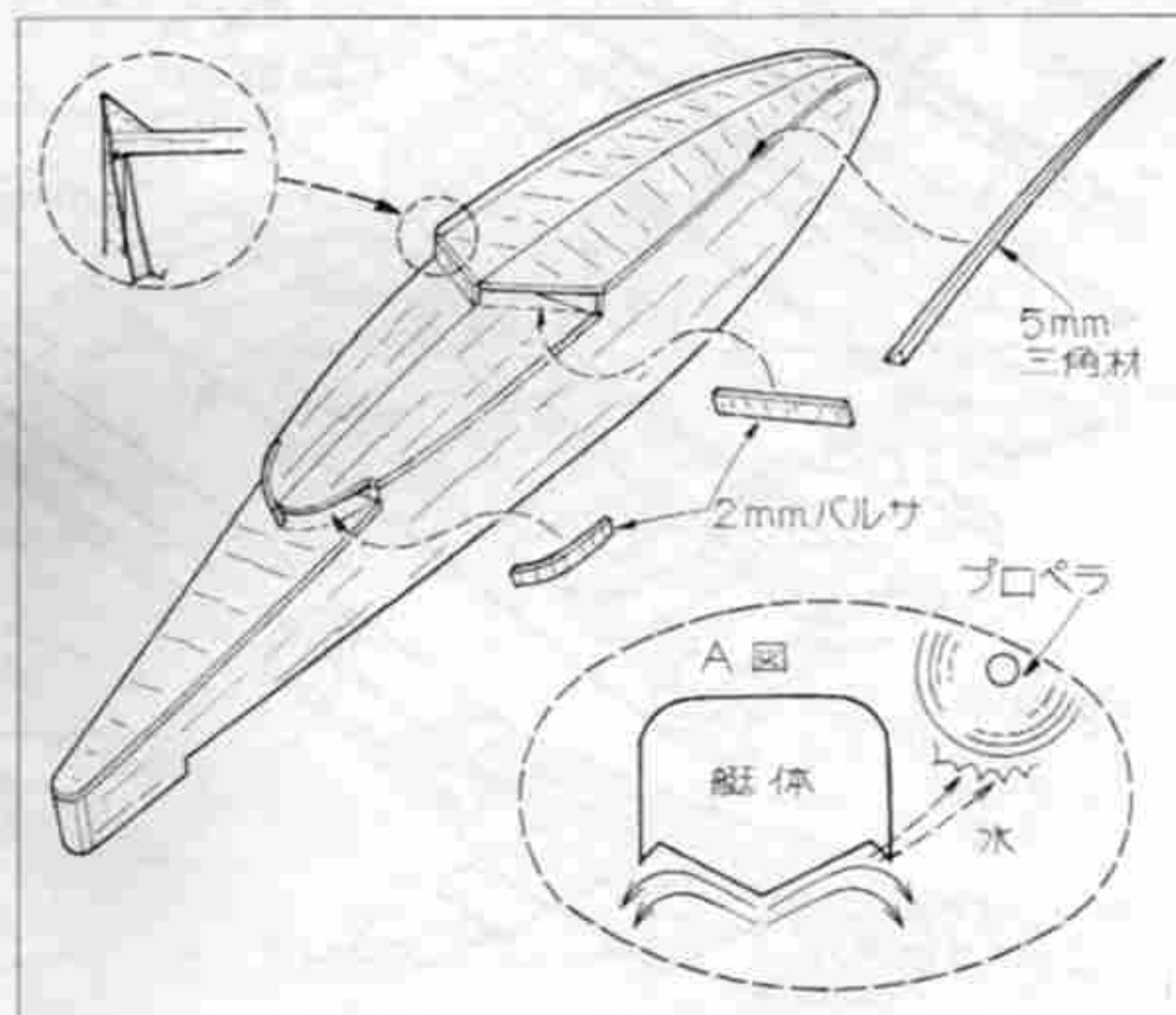
艇体の整形がある程度完了したら、第3図のように主翼の中央支柱の工作を行います。また、このとき水平尾翼の取付部の前方に、10mmバルサの整形材も接着しておきます。

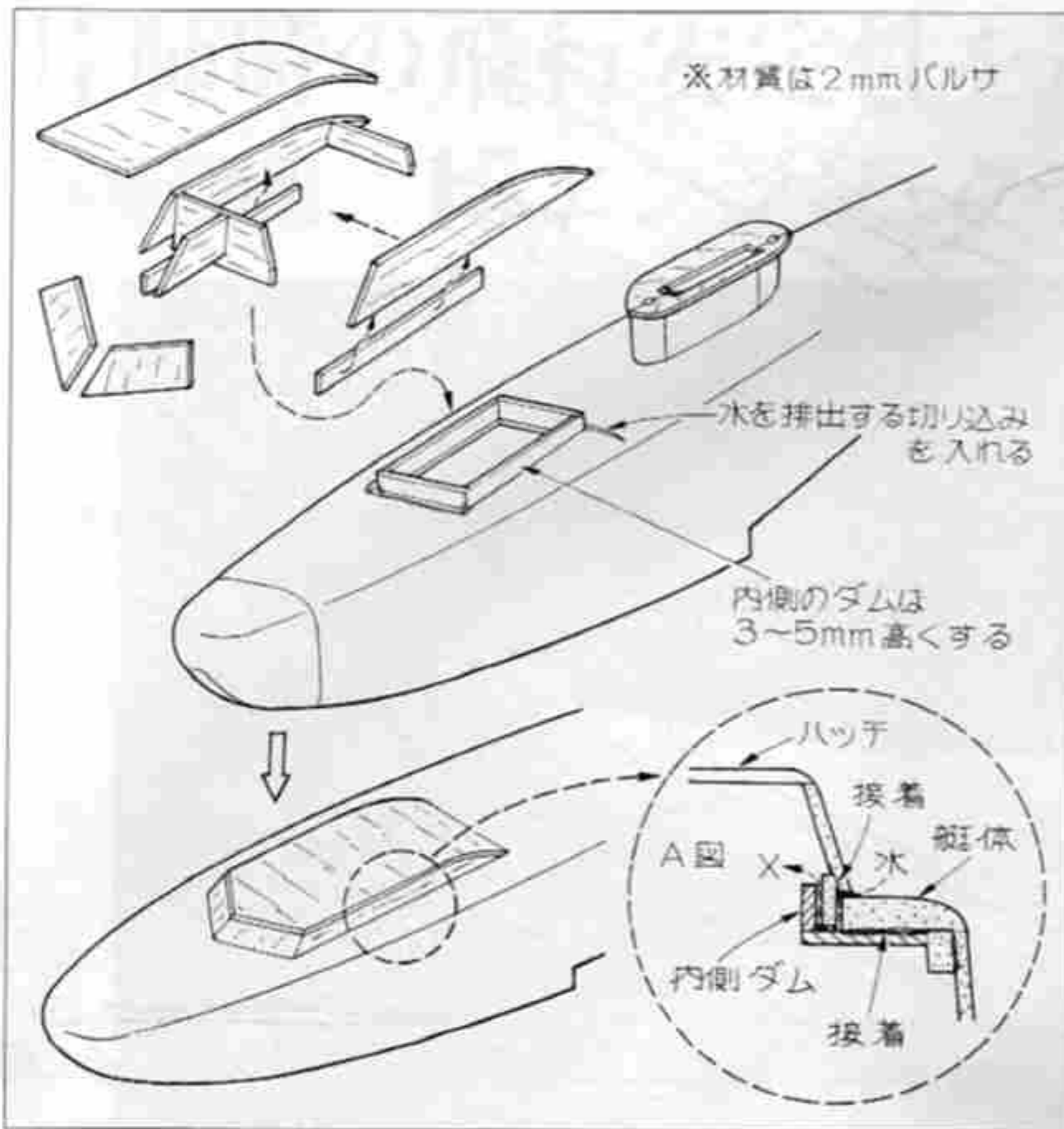
底面の工作は第4図を参考にして下さい。特に5mmの三角材は必ず取り付けして下さい。三角材の効果は大変大きく、滑水時の水の流れは第4図-Aのように、下方へ向かって押し出されます。しかし三角材を取り付けないと、水はV底の角度に沿って流れ、プロペラに吸い込まれてエンジン・パワーの



←第3図/主翼中央支柱の工作。

↓第4図/艇体下面の工作。



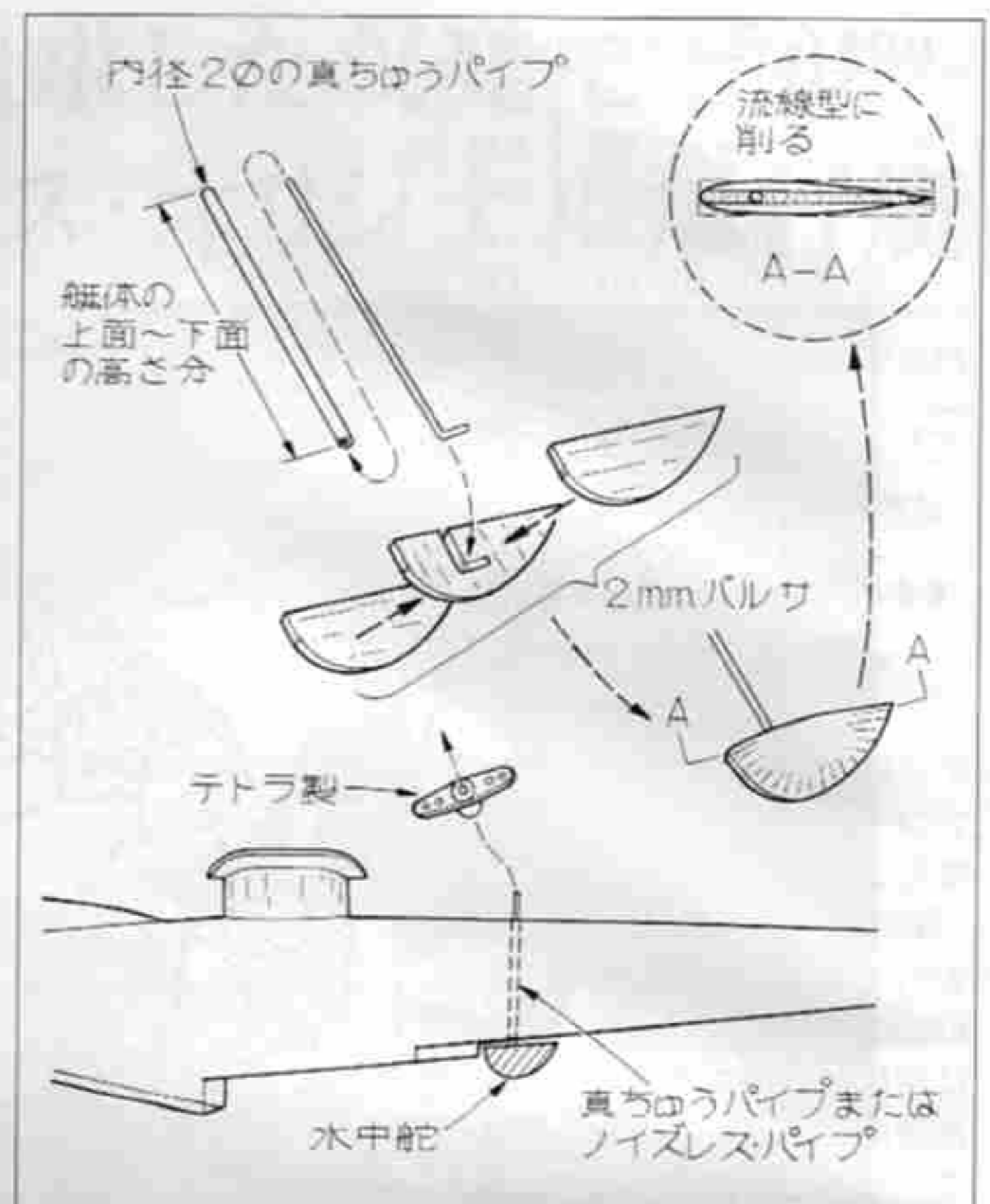


↑第5図/キャビン兼ハッチの工作。

低下を招きます。これがひどいと、エンジンが停止することもあります。

次にキャビン兼メカ室のハッチ部の工作を行います(第5図)。私は艇体側にダムを設けて、第5図-Aのように水の浸水を防ぐ工夫をしました。これで溝の中にラバー・シールなどを入れておけば、ハッチの差し込み枠がフィットして、浸水対策は万全です。さらに滑水中に入ってきた水は、溝の中を流れて後方に設けた切欠き部

↓第7図/主翼の工作。



↑第6図/水中舵の工作と取付け。

より排出される構造となっています。

これで主翼中央支柱に取り付ける台座を除けば、艇体は完成となります。後は、全体を整形してサンディングを行っておきます。

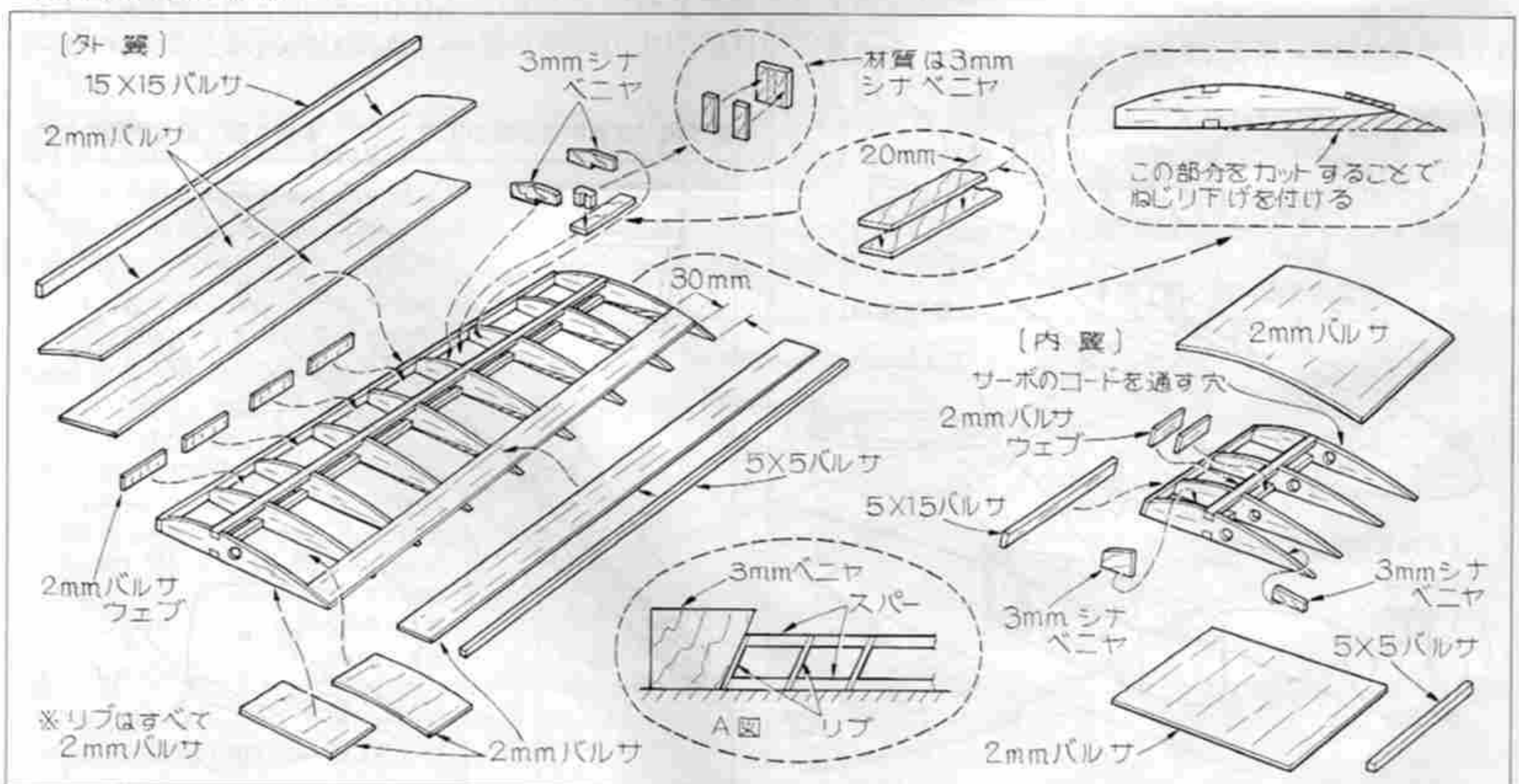
水中舵の工作と取付け

次に水中舵の工作です。私は第6図のようにバルサで工作しましたが、強度的に心配だと思われる方は、真ちゅう板などをハンダ付けするとよいでしょう。また底面から上面まで通したピアノ線は、ラダーのワイヤー・リンケ

ージの途中にI型クランクを用いて、それに固定する方法を採っています。

主翼の組立て

まず、切り出したリブのうち、10枚のスパ部後方にサーボ・ワイヤー用の穴を開けておいて下さい。そして中央から片側に5枚までは、この穴開きリブを使って第7図のように組み上げていきます。特に内翼については、すべてのリブに上反角を持たせて組み上げますので、第7図-Aのようにシナ



エンジン・ナセルの工作

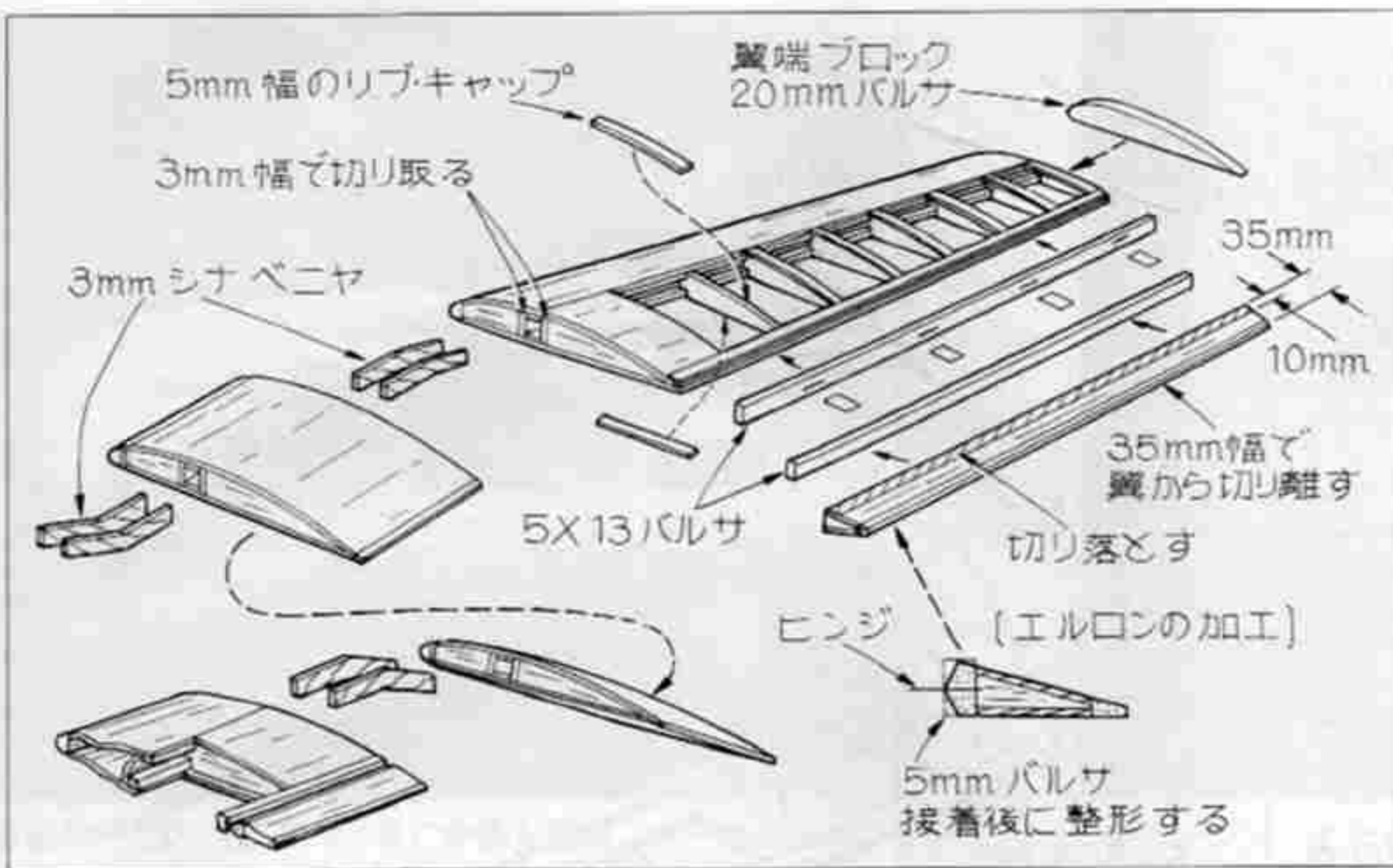
本機はOS15FPを使用しますので、これとMKの100cc燃料タンクが入るぴったりの大きさに図面を描きました(第10図)。私はナセル下面の5mmバルサを基準にして組み立てていきましたが、正確にでき上がりました。組立後、全体を整形してサンディング仕上げを行います。その後、エンジンに合わせて穴を開ければ完成となります。

でき上がったナセルを主翼に仮止めして、ハッチ内にエンコンおよびエルロン・サーボが搭載できるように加工します。この時点でまだナセルの接着は行わずに、主翼およびナセルを単体で絹張りした後に取り付けると、絹張りの効率がよくなります(第11図)。

尾翼および翼端フロートの工作

水平および垂直尾翼の工作は、第12図を参考にしてください。特に注意する点はありませんが、トーン角だけは正確にセットします。垂直尾翼は、ナセル同様に絹張り後に接着することにした。こうすれば、水平尾翼の絹張りは楽に行うことができます。

本機の翼端フロートは、大変シンプルな作りとなっていますが、もしバルサ・ブロックが簡単に手に入る人は、流線型に仕上げ、真ん中から切り離して肉抜き後に再接着するという方法



↑第8図/主翼の結合とエルロンの工作。

ベニヤのスクラップから治具を作っておくと便利でしょう。さらに外翼の下反角用の治具があれば大変便利です。

外翼については、多少のテーパとネジリ下げを設けるつもりで“ムサシノ方式”の工作を行いました。ただ、この方法は市販のエルロン材が利用しにくい欠点があるので、エルロンは切り加工方式としました(第8図)。

内翼と外翼をそれぞれ単体で組み上げ、全体を#180程度のサンドペーパーで粗仕上げしておきます。そして、第8図のように3mmシナベニヤのスパーク結合材を組み込みながら、各翼を接着固定していきます。両翼端が定板から20mmの高さになるように組み立てて下さい。その後、エルロン部を外翼にケガキ、切り離して加工します。そし

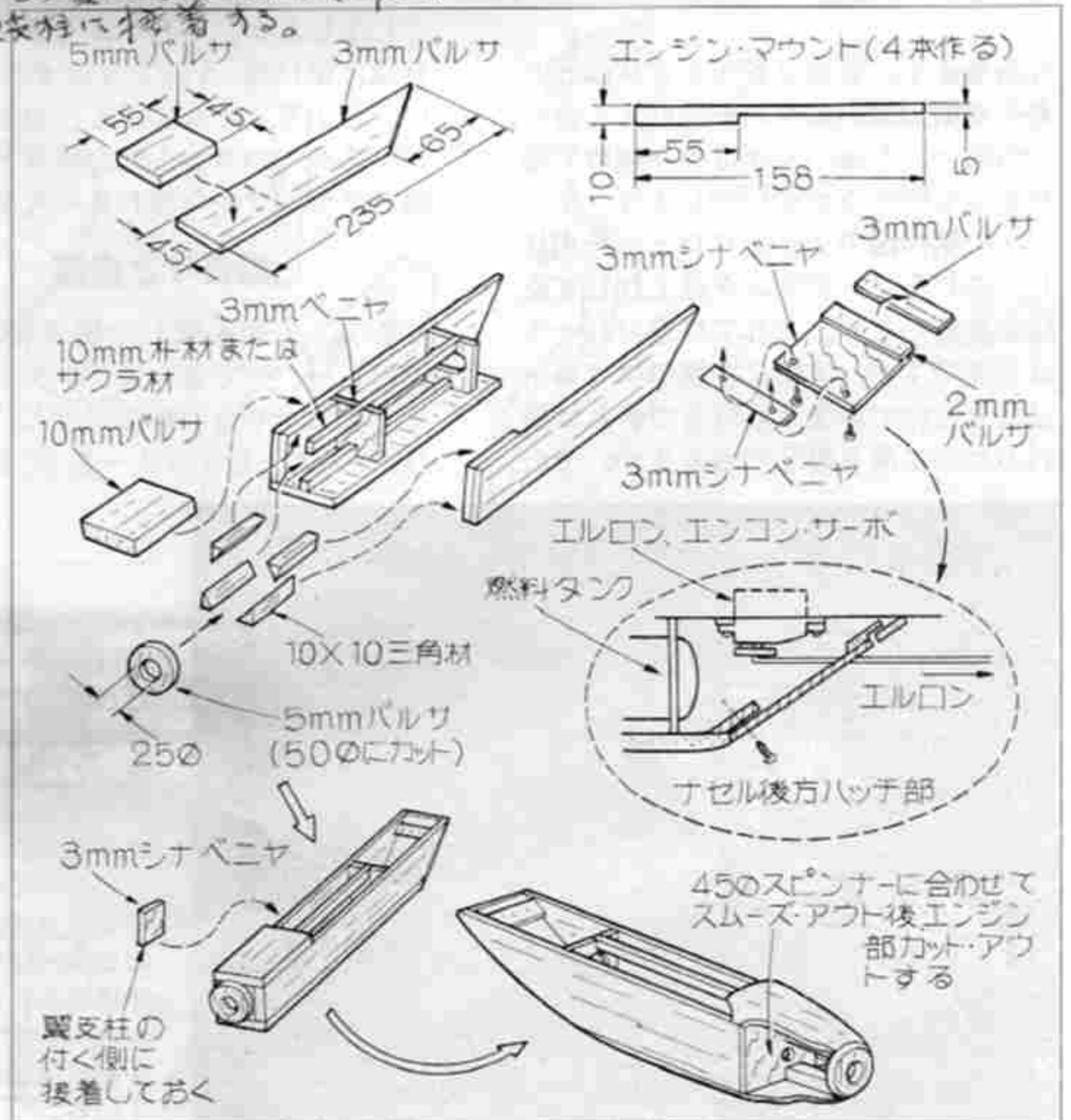
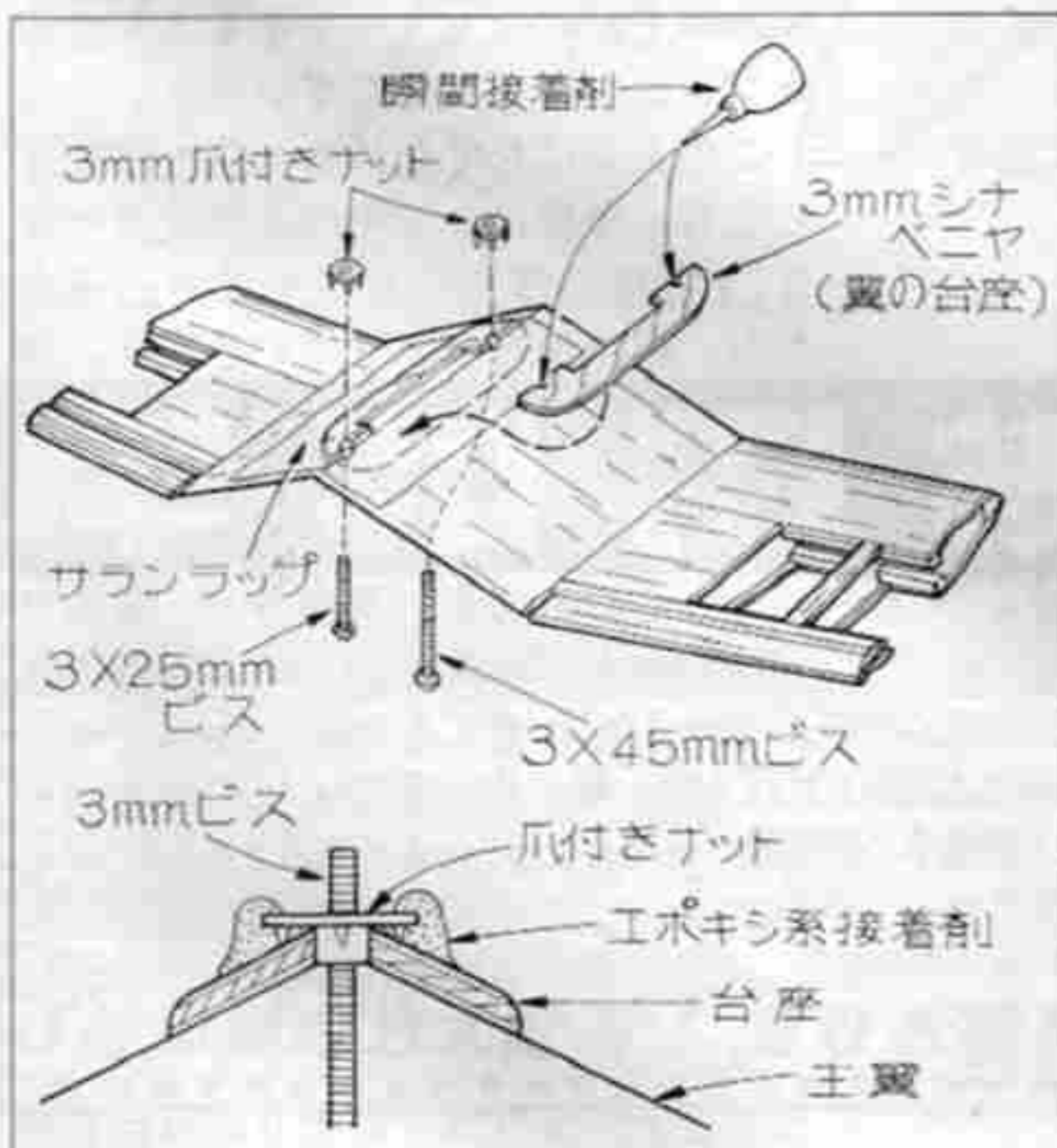
てヒンジを組み込みながら再取り付けを行います。後は翼端ブロックを接着し、再度全体を#180~240程度のサンドペーパーで仕上げ、主翼は完成です。

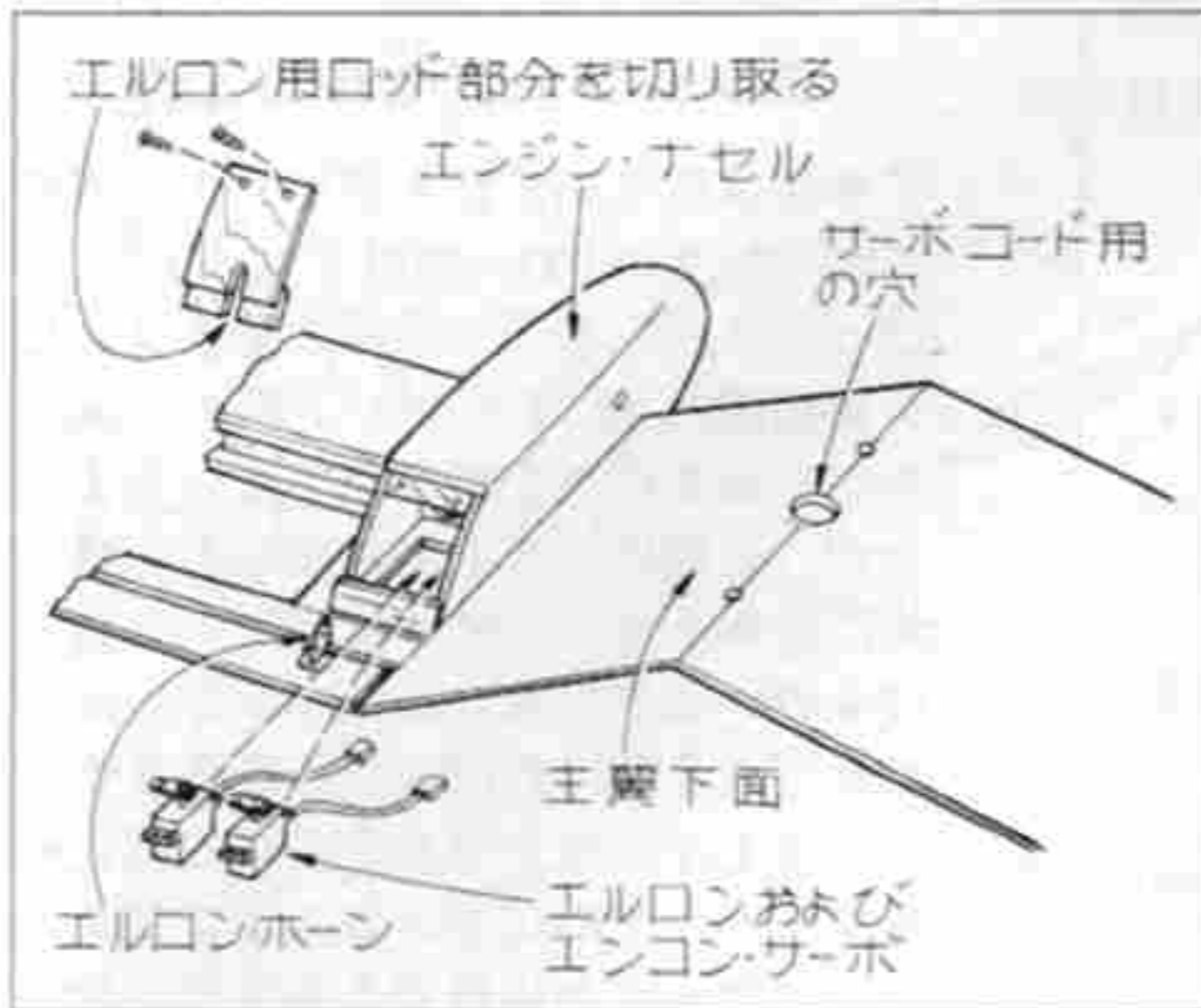
主翼台座の工作

主翼の台になる部分は第9図のように、3mmシナベニヤから切り出します。これを主翼の下面側にサララップを敷いて、上反角に合わせるように接着しておきます。そして主翼の取付ビスの穴を同時に開けておき、3mm爪付きナットを埋め込んで主翼と固定します。なお、この爪付きナットはOSから発売されているものを利用しました。この台座を主翼に固定したまま主翼の中央支柱に接着する。

→第10図/エンジン・ナセルの工作。底板の5mmバルサを基準に組み立てると工作しやすい。

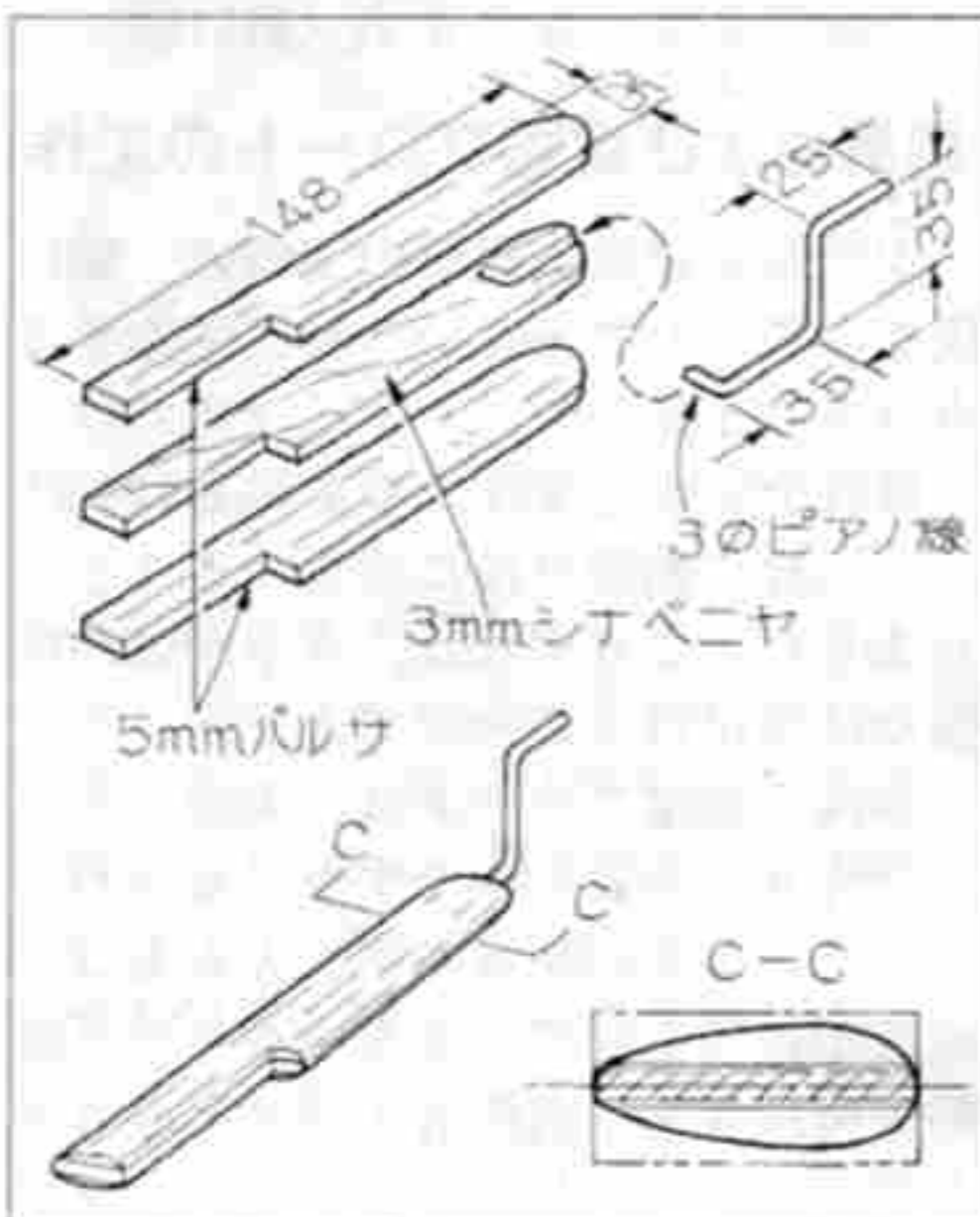
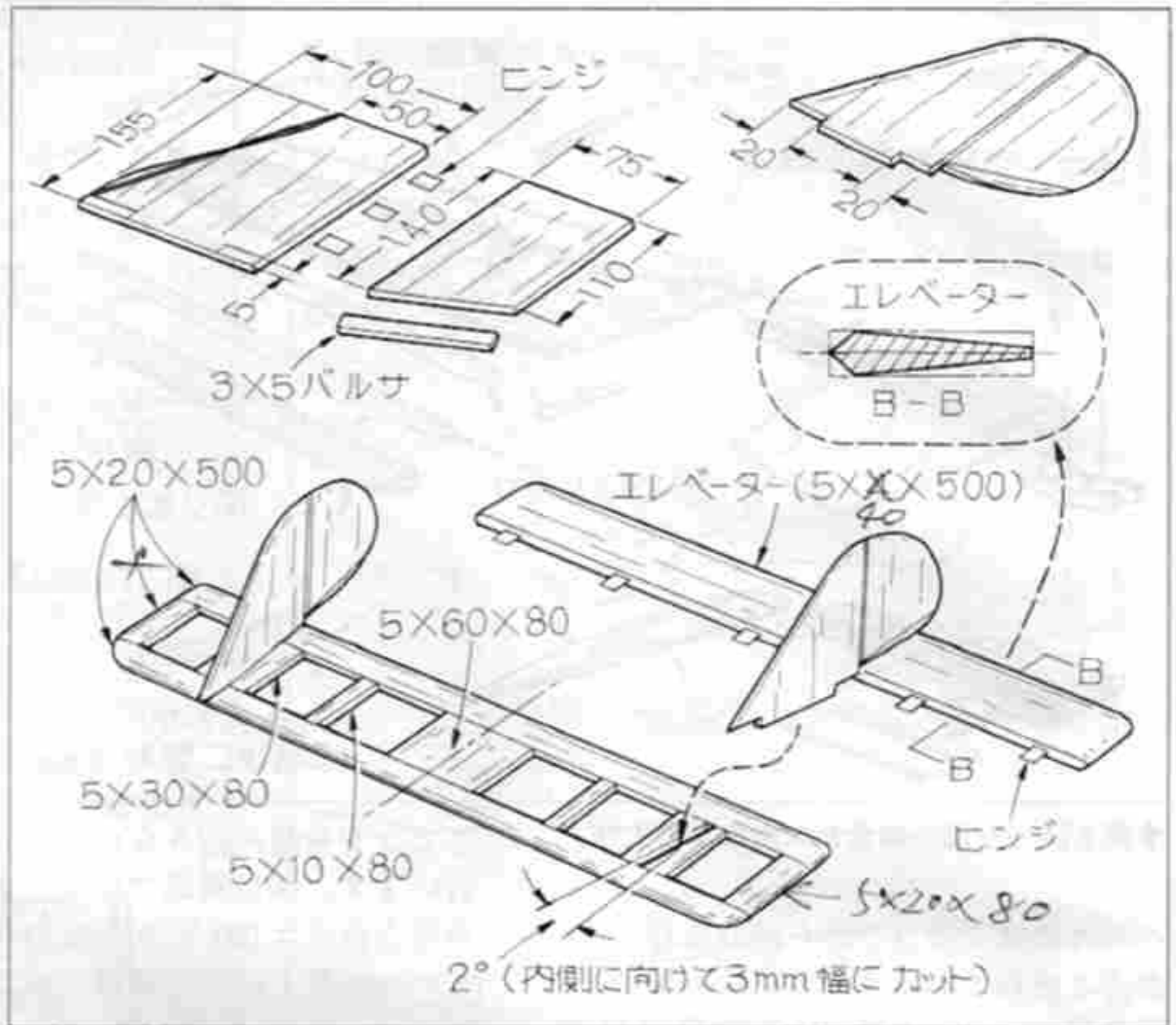
↓第9図/主翼の台座と取付工作。





↑第11図/エンジン・ナセル部の取付け及びサーボの組み込み。

→第12図/垂直及び水平尾翼の工作。



←第13図/翼端フロート支柱の工作。C-C断面のように加工して、流線型に整形する。

空気抜きのニューム管は塗装完了後に取り付けるのがよいでしょう。

サイド・ストラットの取付け

本機の場合、翼中央支柱だけでもどうか大丈夫ですが、サイド・ストラットを取り付けばなお安心です。私は2mm厚アルミ板を第15図のように加工しましたが、もしアルミ板がない場合は、第15図-Aのようにするのもよいでしょう。これですと、ロッド・アジャスターのカットした残りとバルサのスクラップから作れるので簡単です。

絹張りと塗装

さて、生地完成した機体を#320程度のペーパーでさらにサンディングして、表面がザラつかないほどになったら、シンナーとラッカーを2:1に混ぜ

たものを2~3度全体に塗り込みます。乾燥すると表面がザラザラになりますが、もう一度#320のペーパーでサンディングすれば表面のザラつきがなくなります。これでさらにラッカーを塗っていくと表面がツルツルになりますので、この時点で絹張りを行います。

絹は、張る部分の大きさよりも2cm程度大きめにカットして、張る部分に当てておきます。そして、ハンド・スプレーなどでたっぷり水を吹き付けて、絹を湿らせます。この状態で絹に生じたシワは、絹の端を引っ張ることで取り除いておきます。

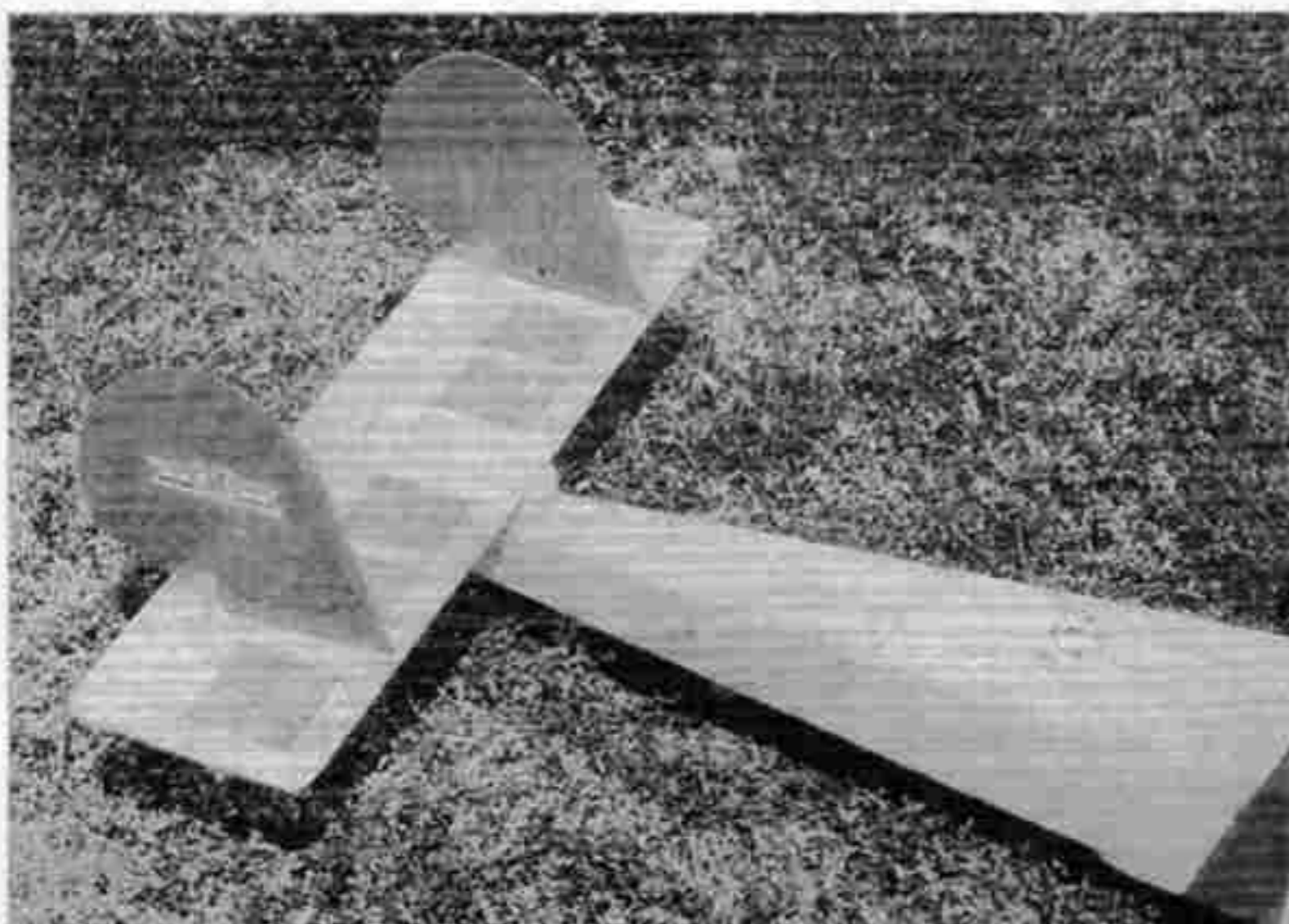
次に湿ったままでもかまいませんので、ラッカーを直接その上から塗って絹を張り止めてしまいます。このとき、絹が乾いて来ると表面に白いカブレを生じますが、心配いりません。もう一度その上からラッカーを塗ると、そのカブレはなくなってしまいます。

このようにして全体の絹張りが完了したら、今度はシンナーとラッカーを3:1程度に薄めたものを塗り込みながら、絹の目をつぶしていきます。薄めのラッカーを使用するという事は、機体を重くしないためにも重要です。第16図のように、最初から濃いめのラッカーで絹の目止めを行うと、翼のリブ間の絹にラッカーがたっぷりしみ込んで、かなり重くなってしまいます。

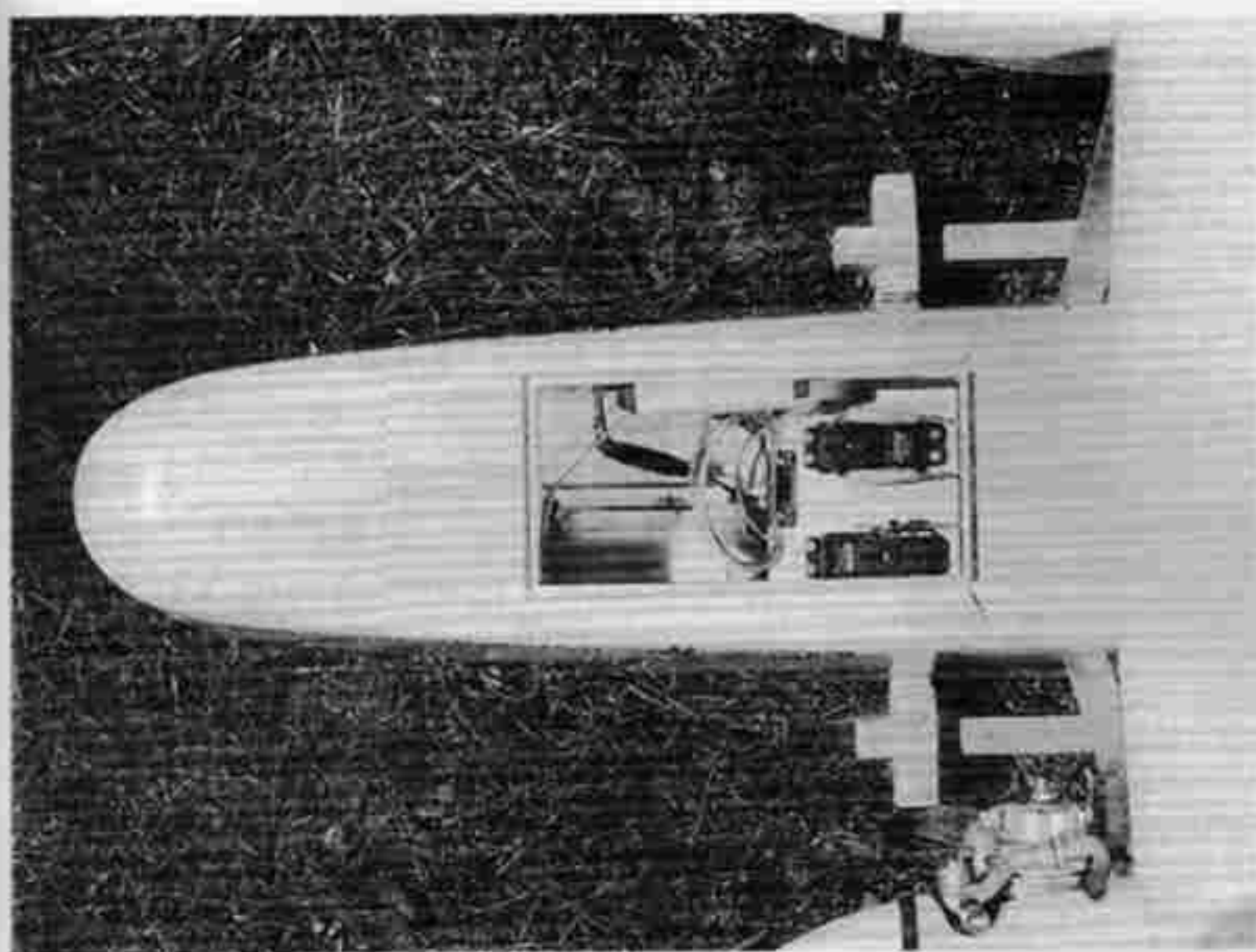
一応絹の目が止まったことを確認できれば、濃いめのラッカーを塗ってもよいでしょう。それから、ラッカーは一回塗るごとに#500程度のペーパーで表面をサンディングして下さい。こうすると、ラッカーの塗り込み回数が

もあります。翼端フロート支柱はとりあえず第13図のようにを作りましたが、この場合、5mmバルサは少々硬めで粘りあるものの方がよいでしょう。

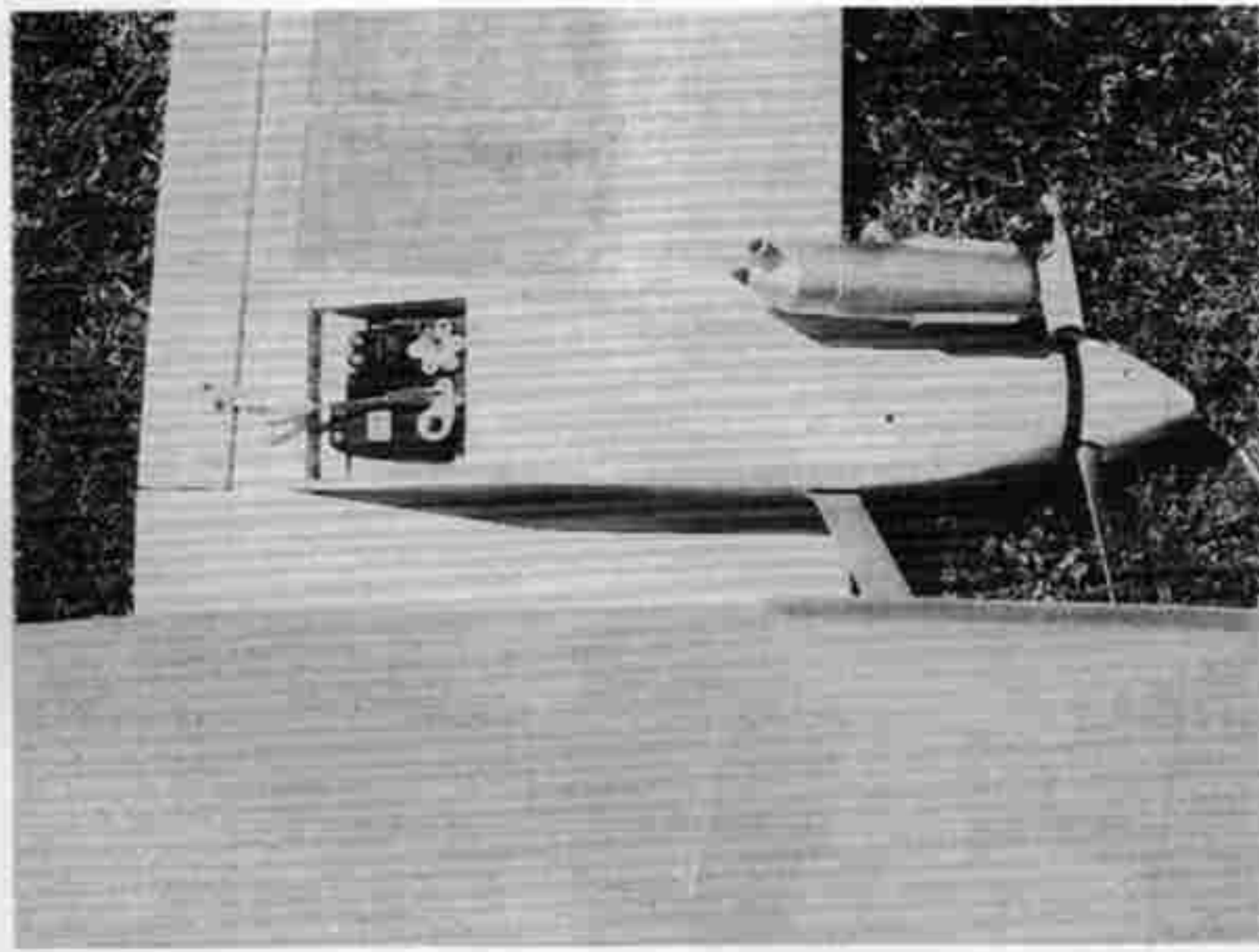
次に第14図のようにフロートを工作し、これをサンディング仕上げして支柱を接着します。これで翼端フロートは完成ですが、実際に主翼のマウントに取り付けてみます。OKであれば塗装のために取り外しておきます。また、



←2枚の垂直尾翼には2°のトーインが付けられ、片肺時における直進性の向上を図っている。ラダーのリンケージは、胴体上面のクランクを介したワイヤーによる両引き式で、左右のラダーはワイヤーで連結されている。なお、クランクと水中舵は同軸に配されている。



↑ 艇体の前方ハッチ内にRC装置を搭載。サーボは上がラダー、下がエレベーター用。防水対策を施したハッチは輪ゴムで固定。



↑ エンジン・ナセル内にはエンコンおよびエルロン・サーボを配置。この他にMKの100cc燃料タンクが収まっている。

減って、さらに軽量に仕上がります。

私は色絹をデザインの一部として使用したので、目止め用のタルクやペーパー・パウダーは使用しませんでした。もし全体を塗装する方は、生地段階と絹の最初の目止め後に使用すれば、さらにテカテカの仕上げが可能です。

カラーリングはアクリル系のラッカーで着色して、最後にクリヤーのウレタンで耐燃料処理をしておきました。

メカ積みとリンケージ

エンジンの取付けは3×20のタッピング・ビスで行いましたが、このとき、

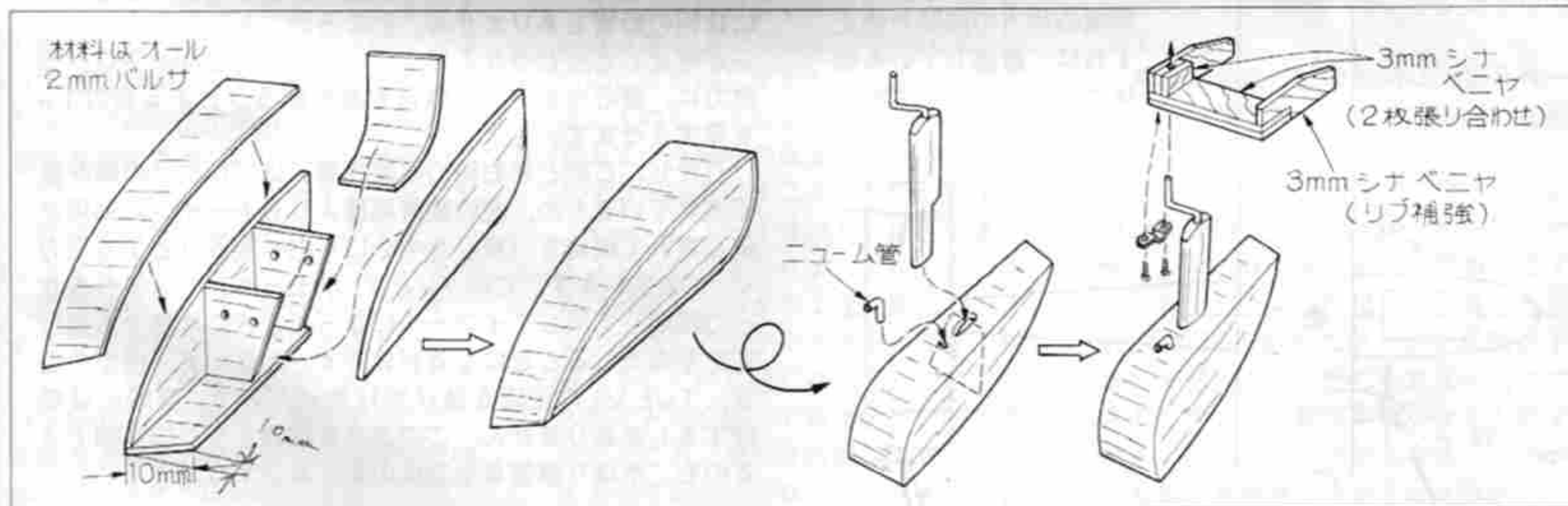
ビスにエポキシ系接着剤を塗り込んで締め付けました。もし心配であれば、マウントの後ろから通常のとおり3mmビスで固定できるように、ナセルの工作時に加工しておくといいでしょう。

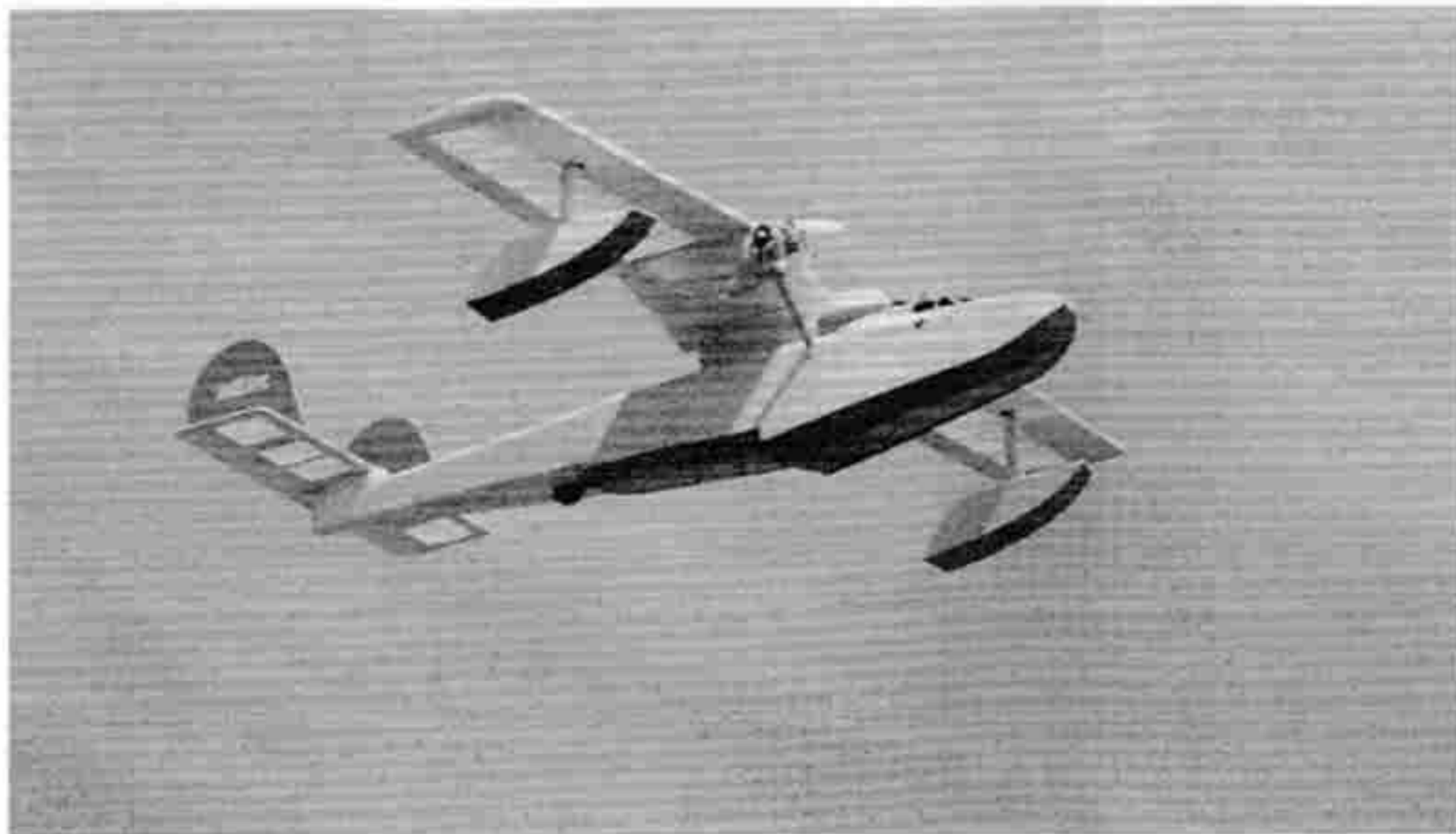
RC装置は、エレベーターおよびラダーには普及型サーボを、そしてエンコンおよびエルロンにはミニ・サーボを使用しました。前述のように、エルロンとエンコン・サーボは主翼に搭載しますが、受信機、その他は艇体のキャビン（ハッチ）内に搭載します。このときに、機体の重心を見ながらバッテリーの位置などを決めるとよいでし

よう。因みに重心位置は主翼の前縁から65mm（約27%）になるようにします。

リンケージはラダーが少々特別である他は、通常の方法と変わりません。ラダーについては垂直尾翼にワイヤーを通す穴を開けますので少々いただけませんが、これが一番シンプルな方法です。エレベーターは、ピアノ線とバルサ棒を使用した一直線のリンケージですが、水中舵のピアノ線が艇体の中を通っていますので、多少中心

↓ 第14図/翼端フロートの工作。上面の2mmバルサを基準にすると組み立てやすい。





←テスト飛行の当日は、あいにくの強風であったが、スロットル中スローでも十分な直進安定性を見せてくれた。

が揃うように調整しておきます。

余談ですが、私は三和電子機器のスタイラスを使用したので、1chと8chでもともと準備されているツインエンジン・ミキシングをそのまま使いました。おかげで簡単に左右の調整が行えました。他の機種の場合でも、通常のミキシングが使用できますので、エルロン同様にエンコンも左右でチャンネルを分けた方がよいと思います。

いよいよ初フライトです。早速機体を水に浮かべてみます。想定どおりの沈み具合でまずは合格点。各舵を再点検してエンジン始動です。左右とも簡単に掛かりました。アイドルからハイに至るまで順調に回転しています。機体は少々ダウン傾向にあるのではと考え、トリムを3コマほどアップにしておきました。そして、いざ出発。

水面に滑り込ませるように機体を押

からオフセットしないといけません。

それからエルロンおよびエンコン・サーボは、構造上、水が浸入する可能性があります。そこで、私はサーボに浸水防止策を施しました。第17図のように、サーボの合わせめとコードの根もとにバスコークを塗り込んで、いざ

というときに備えておきました。

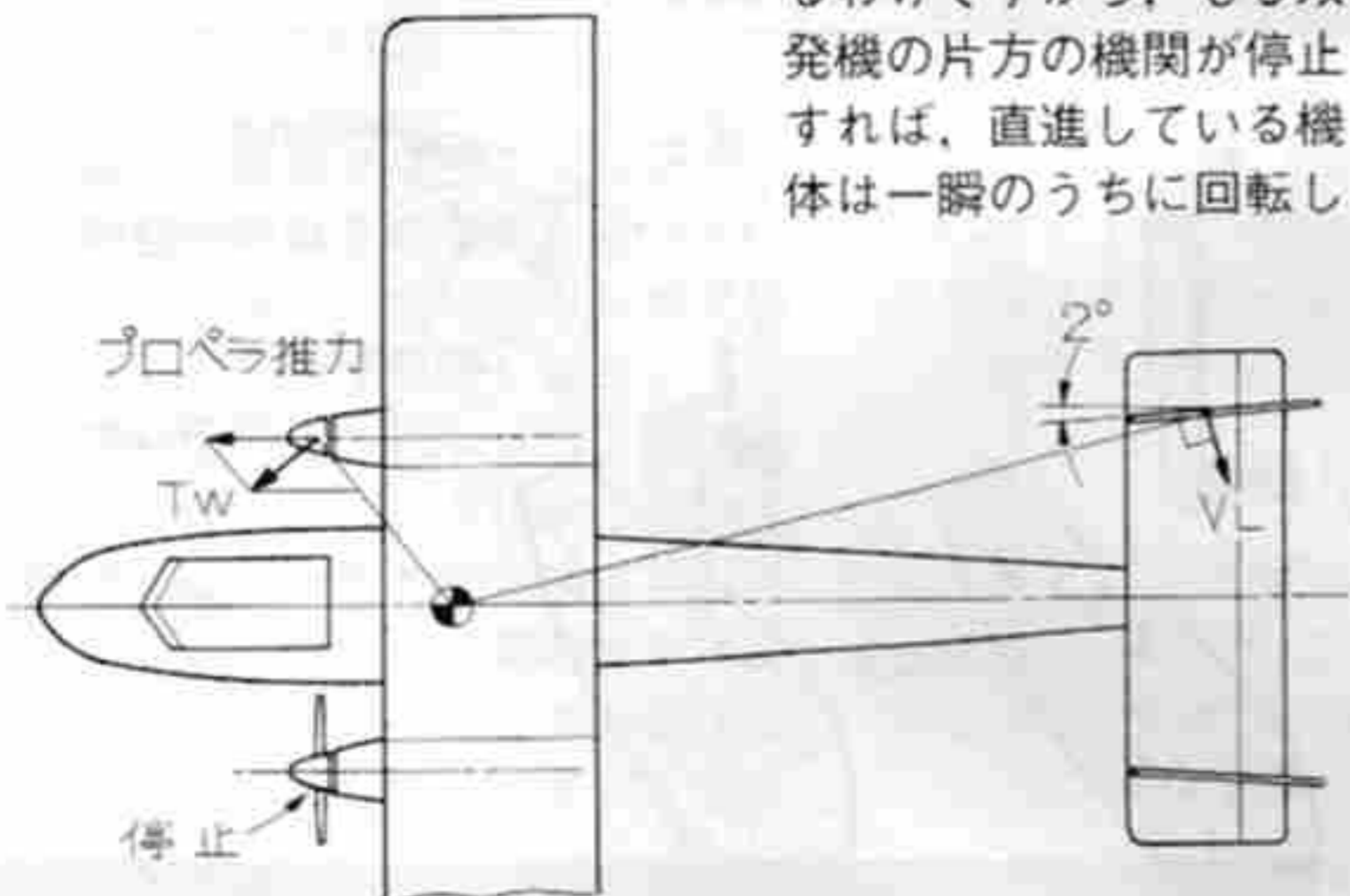
フライト・インプレッション

すべての準備が整い、まずエンジンの慣らし運転を行いました。慣らし後は、左右のエンジンの同調を取るとともに、アイドル付近の運転状態も左右

片肺時の飛行安定性の考案

双発仕様のRC機は、一方のエンジンが停止して片肺となった場合、運がよければ螺旋降下、ひどいときにはキリモミ状態に陥るものと、一般には考えられているようです。当然軽量に作られている模型の場合は、直進する慣性力も小さく、さらに機体重量に近いプロペラ推力で飛行している

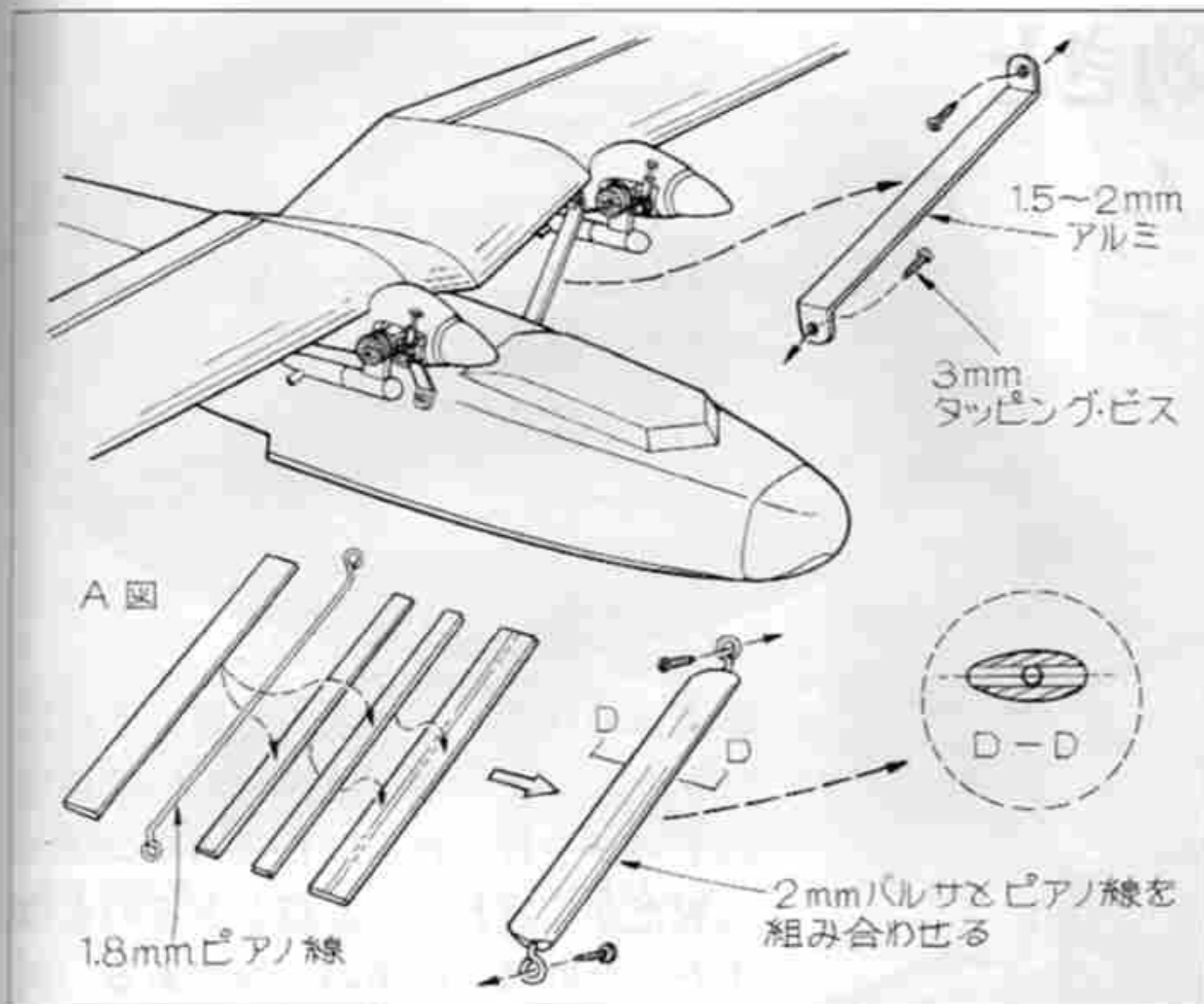
わけですから、もし双発機の片方の機関が停止すれば、直進している機体は一瞬のうちに回転し



ている側のプロペラに振り回されることとなります。

それでは双発機を作れば絶対にそうならないのかというと、答はノーです。今回の飛行艇はこの実験も兼ねて設計を行ってみました。それでは片肺時の安定性を確保するには、どのようにしたらよいのでしょうか。まず左図をご覧ください。この平面図上では、垂直尾翼が各プロペラの後流圏内に2°のトーイン角を持って取り付けられています。そして両方のエンジンが順調に回っていれば、直進性には何の影響もありません。ところが、もし左側のエンジンが停止したらどうなるのでしょうか。当然右側のプロペラ推力は、重心点を中心に機首を左へ振ろうとする合力 T_w を発生させます。

しかし、このとき右側の垂直尾翼にはプロペラの風が強く流れているため、左の垂直尾翼よりもトーインの効果が強く表れて機首を（重心を中心に）右へ振ろうとする合力 V_L が発生します。この T_w と V_L がモーメント（重心点からの距離）を乗じてイコールになったときに片肺でも飛行安定が保たれることになるわけです。とはいえ、模型の場合、 T_w と V_L の正確な値は判りませんので、実際には想像するしかありません。このような課題をすぐに実験できるのも、やはり模型ならではの楽しみですね。



↑第15図/サイド・ストラットの取付け。

し出した後、水中舵の確認です。少々風も強く、水中舵の効き具合が悪いのではと思いましたが、それほどでもありません。プロペラへの水の吸い込みもほとんど感じられません。

機体を風上に向け、徐々にエンジンの回転を上げていくと、4~5mほどでプレーニングに入りました。エンコン・スティックは、まだ半分まで行っていません。これを半分より上に上げたところで、自然に離水してしまいました。上空では少々アップ気味で、3コマ^{はつきり}トリムをダウンにして、ちょうどよい水平飛行となりました。速度も少々オーバー・パワー気味ですので、ハーフ・スロットルで十分です。

何度かのローパスの後、タッチ・アンド・ゴーを行ってみました。双発の同調音と相まって、気分は最高です。あまり調子がよいので、上空ではループとロールを行ってみました。パワーは十分ですので軽々と行えましたが、本機のような大型艇をイメージした機体には、あまり向いていません。

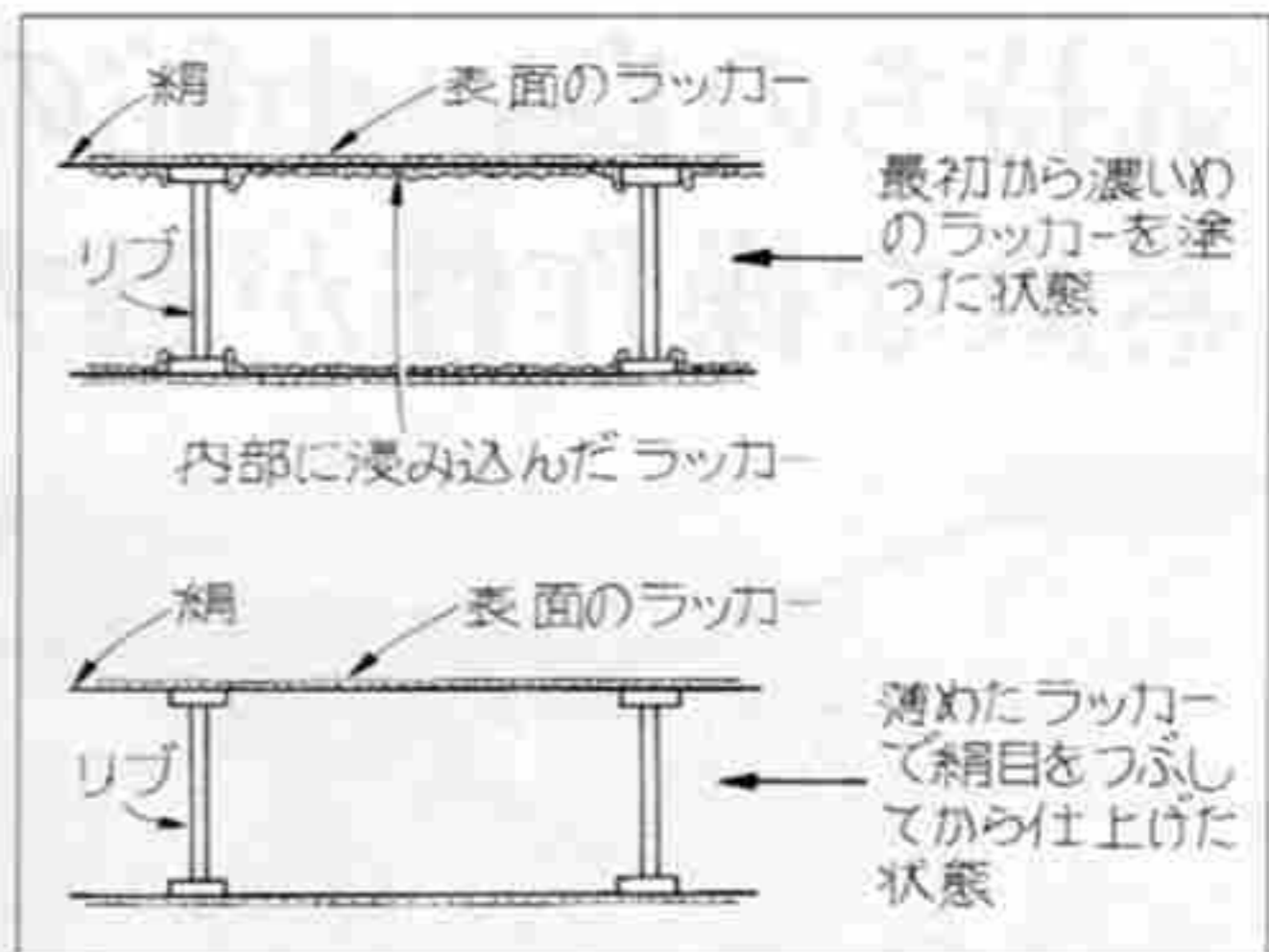
→第17図/サーボの防水対策。ケースのビスをゆるめ、すき間にバスコークを塗り込んで再度ビスを締め直す。コードの出口にもバスコークをたっぷり塗っておく。

初飛行としては少々過激でしたが、そろそろ燃料もなくなりますので着水です。着水も最後までエレベーターを効かせてきれいに行えるので、十分速度を落とすことができました。

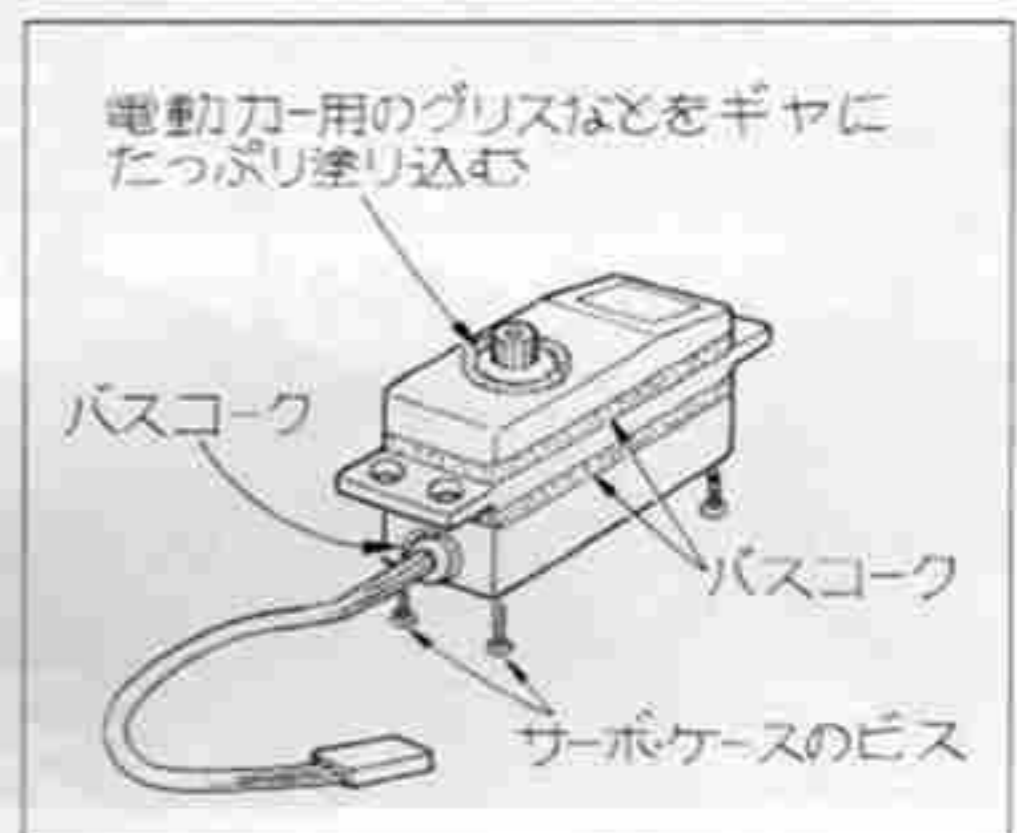
一発停止実験

さて、次はいよいよ片肺テストです。止める側のエンジンの燃料を1/3くらいにして飛ばしました。とりあえず右側を止めることにしましたが、安全を考えて少々高め的高度で、大きく旋回させながら飛ばすことにしました。

そして、3~4分ほどして何となくエンジン音が変わりました。しかし機体は何事もないかのように飛んでいます。気持ち機体が少々水平のまま、横滑りをしている感じがしましたので、スロットルを絞って前面をローパスさせたところ、やはり右側のエンジンが止まっており、プロペラが見えます。



↑第16図/絹張り翼の塗装方法を比較する。



もう一度、ローパスで再確認の後に着水させて、とりあえず実験は成功です。

想定どおりで大満足ですが、まだ左側の停止実験が残っており、こちらは次の機会にとっておくことにしました。おそらく、問題はないでしょう。ともかく、単発機と変わらないフィーリングでフライトを楽しむことができたのです。

本機の初飛行後の舵角は、折込ページに示す値となりました。また、各舵のエキスポネンシャルも好みに応じて入力して下さい。困みに本機は、エルロンで18%、エレベーターは28%、そしてラダーは52%を入力しております。

それからプロペラはヨシオカの8×4.5を使用しましたが、少々回転が上がりすぎのように感じられましたので、APCの8×5程度がよいかもしれません。さらに申し上げるなら、エンジンも10FP程度で十分でしょう。