

# 1-3 境界層隔離板つき無尾翼ペーパーグライダー

二宮康明

The Tailless Paper Glider with Boundary-Layer Fence

Yasuaki Ninomiya

Key Words : *tailless paper glider, boundary-layer fence*

## ■ 無尾翼ペーパーグライダーの問題点

無尾翼機では縦安定の確保を容易にするために多くの場合、後退翼が採用されるが、後退翼の欠点として翼端失速がある。ペーパーグライダーでは上昇から滑空に移る際、あるいは突風による翼端失速からスピンまたはタンブリング (tumbling) と呼ばれる非正常落下の状態におちいり、大きく高度を落として長時間滞空に支障を来たすことが少なくない。すなわち全般的にペーパーグライダーの場合は実物機よりも極端な姿勢になるケースが多く、特に後退翼無尾翼機では、翼端失速から単に横転とかスピンにとどまらず、さらに図1のように翼幅方向軸を中心とした回転に移行して落下することがある。これは無尾翼機では翼幅方向軸まわりの回転が最も慣性能率が小さく、従って運動の自由度が高いためと考えられる。翼幅方向軸の回転では、翼の揚力が発生しないので縦安定による回復は望めず、落下途中で乱気流などに起因する機体姿勢の変化をきっかけとしてやっと正常な飛行に回復する。この間、機体は数~10m以上も落下して大きく高度を失う。無尾翼ペーパーグライダーの場合には特にこのような現象の発端となる翼端失速の防止が重要である。この対策の一つとして本稿では境界層隔離板 (以下境界層フェンスあるいは単にフェンスと呼ぶ) の有効性を調べることにした。

なおレイノルズ数10程度で飛行するペーパーグライダーでは迎え角10~12度付近から失速が始まる。これに対して最小沈下率で飛行する際の迎え角は7~8度程度と推定されるから、失速までの余裕は小さい。

## ■ 境界層フェンスつき無尾翼ペーパーグライダー

本稿の境界層フェンスの有効性を検証するために使用した無尾翼機を図2および写真に示す。この機体の全幅は約24cm、翼面荷重は7.8g/dm、境界層フェンスの高さは4mmである。翼前縁のドッグツースは境界層制御が目的ではなく、主として境界層フェンスの翼前縁からのほり出し部分を強固に保持するために設けてある。

## ■ 境界層フェンスの有効性の検証

図2 (写真も同じ) の機体をテスト用機として、次の説明のように強制的に失速に入れて、フェンスのある場合と、ない場合のスピンに入る率を比較した。失速してもスピンに入らず単に機首を下げるだけの場合は回復が早いので良しとした。実験は図3のように機体を約45度の角度で上に向けて高度約10mまで上昇させ頂点でほぼ失速速度になるようにゴムカタパルトで射出し、これを20回繰り返してそのうち失速後スピンに入る回数を観察した。この実験の結果を表に示す。

## ■ 結論

表に示すように失速からスピンに入る回数は平坪値で言えばフェンスがない場合の57.5%に対し、フェンスつきでは32.5%となり、ほぼ半分近くに減少し、ペーパーグライダーにおいても境界層フェンスの有効性は明かとなった。実際のフライトでは必ずしも毎回失速に入るわけではないからフェンスつき機体のスピンに入る率は32.5%よりも減少することが期待でき、また今後、翼端部分の後退角を減らした平面形をとることにより更なる低減が望まれよう。

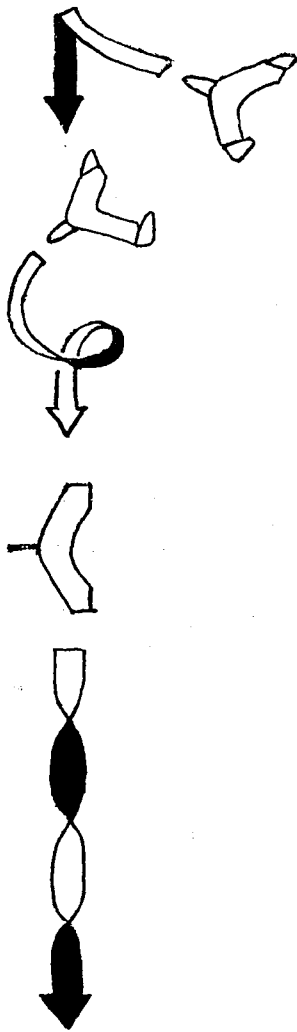


図1 失速後の落下

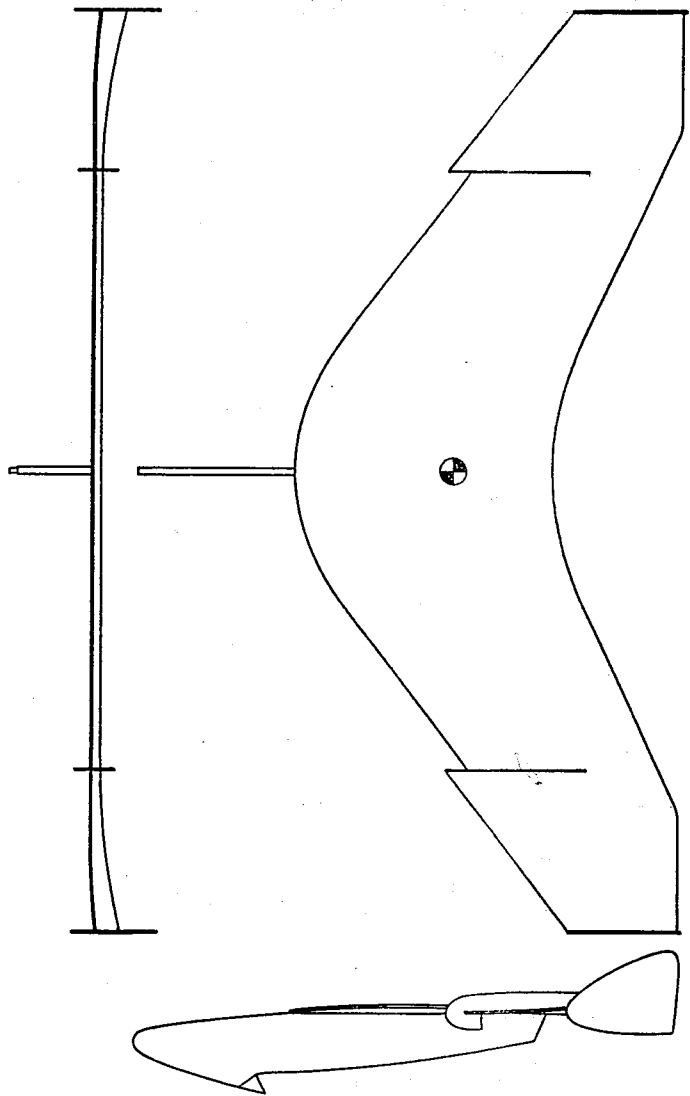


図2 テスト用機の三面図

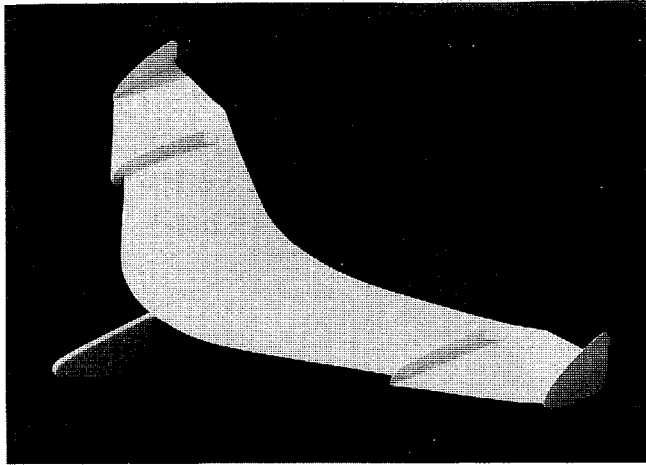


写真 テスト用機

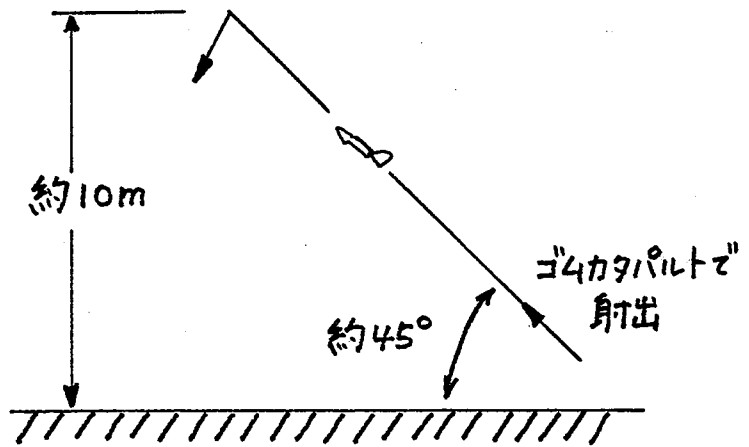


図3 失速テスト

		フェンスあり		フェンスなし	
実験	テスト回数	スピントに入った回数	%	スピントに入った回数	%
初回	20	6	30	11	55
2回目	20	7	35	12	60
平均			32.5		57.5

表 失速テスト結果