



# 安全点検フライト



2005.12.3 JSAL異常姿勢WG



# 1. 概要

- 対象者 : 各大学の指導員(操縦教官)
- 実施者 : 点検フライト実施要領の学科講習受講者
- 実施課目 : ウィンチ曳航  
失速  
場周飛行
- 実施方法 : ウィンチ曳航による飛行を後席  
で2回以上実施する。  
(航空法92条の申請範囲内)

最近の金の事故をふまえ、安全曳航速度の確保に重点をおいた初期上昇。

種々のエントリーから完全失速を経験。一般的な複座練習機を用い、曲技インストラクター以外でも実施できる課目を設定。

緊急事態を想定したショートサーキット、ファイナルパスの確認。

実施時期、期限について確認



## 2. 課目実施要領

### 2-1 ウィンチ曳航

#### 2-1-1 安全点検フライト ウィンチ曳航確認項目

- 初期上昇時に、**最低安全曳航速度**が確保されていることを速度計でチェックする。
- 上昇角を確立するための適正なピッチアップレート。
- 初期上昇終了時の最大上昇角の確認。  
(翼端方向を見て、40 ~ 45 ° 最大50 °)
- 曳航全般で、適正な**索張力**(索角に対応した上昇角)、**安全曳航速度**を保つ。
- ウィンチと連携した曳航速度コントロールを行う。

最低安全曳航速度とは、基本的に1.2 - 1.3Vs程度であり、風の鉛直分布や、曳航システム(ウィンチのパワー、加速度等)によって変化する。初期曳航速度の確認方法の例として、グライダーがリフトオフし、ピッチアップ中ピッチが20から30 ° になった時に1.2-1.3Vs程度が確保されて加速していることを、速度計でザッと確認する。正確に速度を読み取る必要はない。また、同乗者が速度計を読み上げる方法もある。速度計ばかり注視してはならない。また、余裕のないグライダー初心者から強要するものではなく、曳航全般における適切な計器クロスチェックを単独飛行までに習得してもらおう。初期上昇後も適宜曳航速度をクロスチェックする。曳航速度は上昇ピッチ姿勢やエレベーター操舵力、風速分布、ウィンチの出力などの影響を受け変化するので、適切なタイミングと頻度でクロスチェックする。

初期上昇終了時のつりあい状態では最大上昇角は50 ° 弱であるが、ピッチアップレートが急であると、ピッチアップによるGが、索張力に作用し索切れを起こす可能性が増す。

一般的なウィンチでは、出発時にフルスロットルで加速し、グライダーが浮揚後、索巻き速度の加速を止めるため、スロットルを少し戻して、再度所望の速度にパワーを入れる。風の垂直分布や、グライダーの上昇角により、微妙な速度調整が必要である。インストラクターが、その日の訓練の最初の飛行で、基準となる初期上昇を行うことは重要である。

グライダー教官が専門ではない方が殆ど。飛行のインターバルがあいても安全を確保するためには、感覚だけでなく計器指示のような適切なリファレンスを持つことが必要。



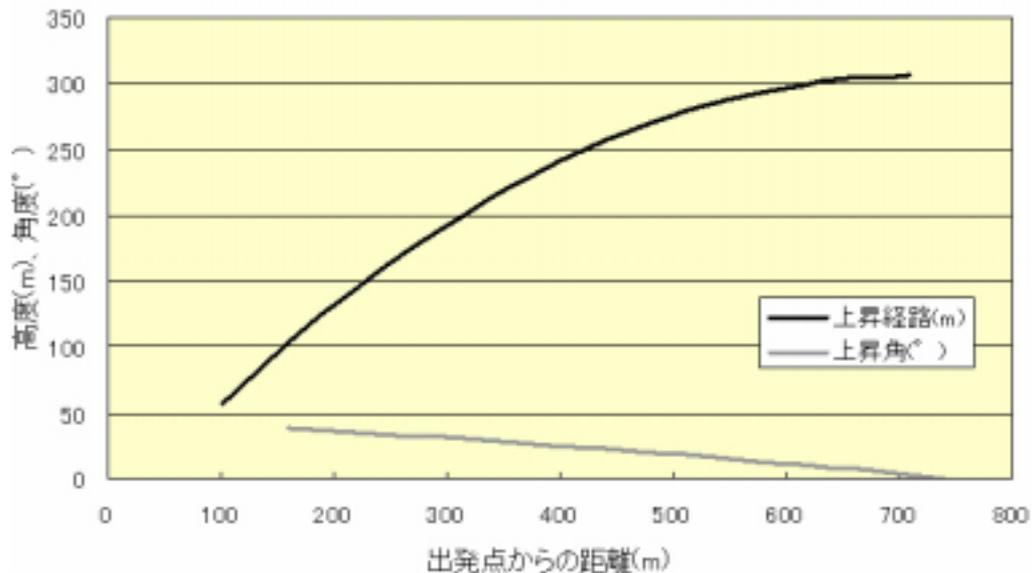
## 2-2-1 安全なウィンチ曳航を行うために

- 曳航力学の理解
- ウィンチ曳航安全確保の3要素
  - 失速の防止 安全曳航速度の維持  
最小1.3Vs ~ 1.5Vs
  - 索断の防止 適正な索張力の保持  
 $P/W = 1 \sim 1.2$
  - 機体構造の保護 Vwの遵守  
上昇離脱をしない
- 機体とウィンチのコントロール法
- 緊急操作

P/Wレシオとは、索張力Pと離陸重量Wとの比。ヒューズ強度は通常最大離陸重量の1.3倍の強度のものが取り付けられており、実離陸重量ではP/Wレシオ1.5 - 1.7程度となっている。



## 上昇経路と上昇角



P/Wレシオ一定で曳航した場合の上昇経路の例。(P/Wレシオ一定の場合)曳航中盤が最も上昇角が急なのではなく、(グレーの線)上昇角は初期の45°程度から徐々に減少する。1 - 1.5°/secほどでピッチダウンしていく。P/Wレシオが低いと浅い上昇角になる。ピッチ(上昇角)とエレベーターの舵感は別で、機種により異なり、一般に上昇するに従い操舵力は増していく。索角と上昇角の関係で平衡状態の索張力が与えられ、上昇角や曳航速度を変更しようとしてエレベーターを操舵すれば、一時的なピッチ変化による±Gが作用する。上昇経路を正しくイメージすることは、適切な索張力を維持するために重要。

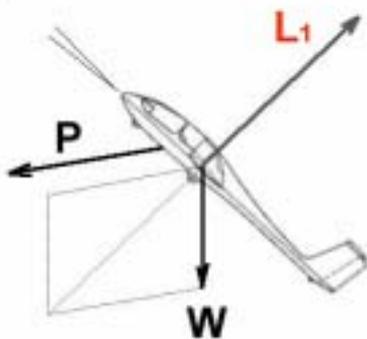
曳航最初の1/3ほどで離脱高度の半分を獲得してしまう。高度獲得には曳航前半が大事。後半にいくらアップをとっても、索切れ、失速マージンが減り、さらに機体に負荷をかけてしまう。

通常曳航時の索切れと、曳航不良時の曳航経路は異なるので、曳航中断時後の処置において、残滑走路長の判断に影響する。

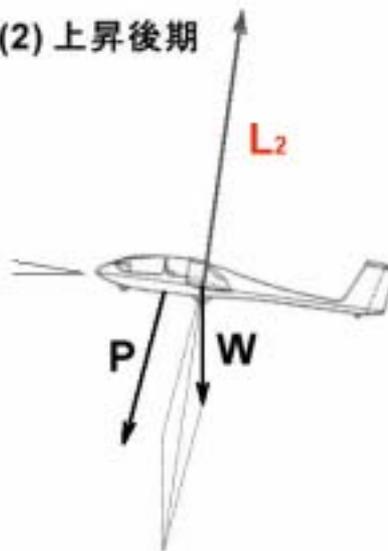


## 曳航時の翼面荷重の増加

(1) 上昇初期



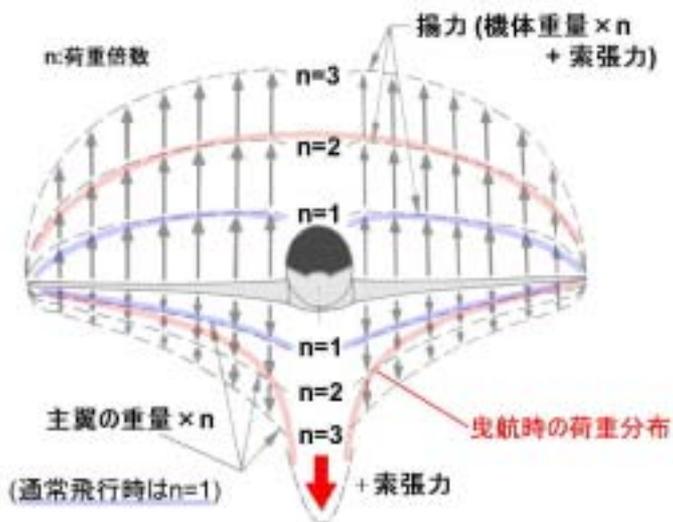
(2) 上昇後期



索張力が同じ場合、索角の上昇につれ、重量と索張力の方向が揚力に相反するようになり、必要揚力が増大し(L2は大)、翼面荷重が増す。



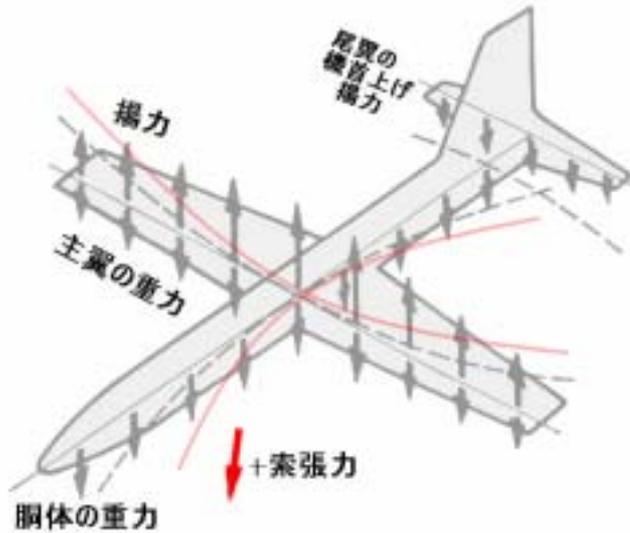
## 曳航時の荷重分布



通常飛行時1Gでは青線のように機体に力が作用する。曳航時には胴体に索張力が作用し、Gを感じなくても翼面荷重が増す(赤線)。しかも、翼付け根曲げモーメントが増大するので、 $V_w$ によって制限を受けることになる。曳航後半に索張力をかけた状態で $V_w$ をオーバーした場合は要注意。



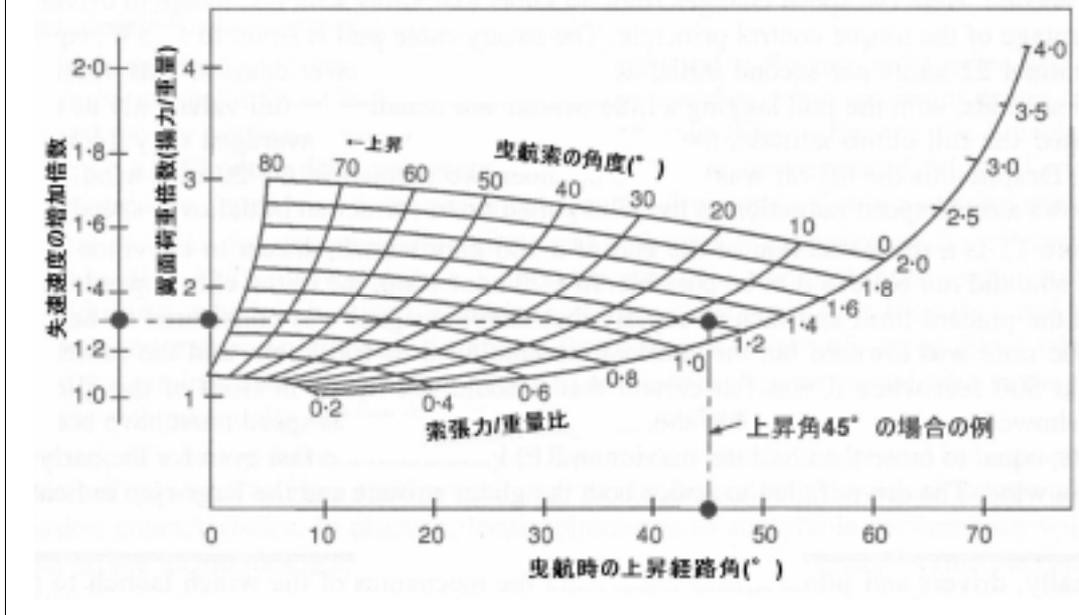
## 曳航中の機体に作用する曲げ応力



曳航時は、主翼の付け根部分の曲げモーメントの増大に加えて、胴体縦方向の曲げも増大する。曳航中に索張力の機首下げモーメントを打ち消すためにエレベーターをいっぱい操作するという事は、それだけ機体に負荷をかけていることになる。



## 曳航時の失速速度



曳航時の失速速度は、索角とP/Wレシオが増大するに従い増加する。

<例> 索角5° (索長800mでは高度70m)で45°の上昇角をとったとすると、失速速度は1.3倍となる。

また、P/Wレシオ1で曳航するとすれば、P/Wレシオ1.0の線に沿って上昇することになり、離脱付近では失速速度が1.4倍になる。

曳航荷重による失速速度は(特に曳航中期に向けて) 索角により増加する。

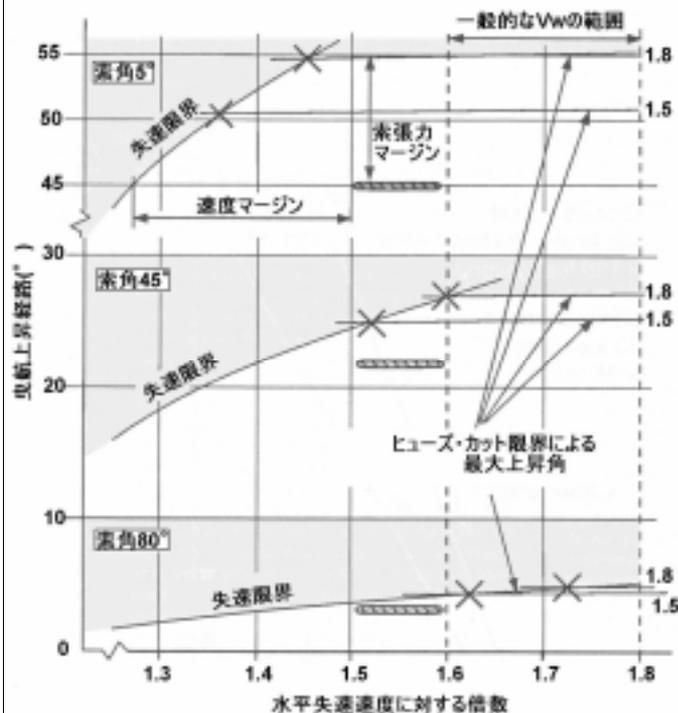
P/Wレシオが低くても(あまりアップを取らないで低空を)低速で曳かれていった場合、索角の上昇に伴い失速速度は増大する。つまり曳航速度が低下しなくても、失速速度が増して失速する。



## 代表的な練習機のVsとVw

機種	Vs(複座)	Vs(単座)	Vw	Vs マージン
ASK13	62km/h	56km/h	100km/h	1.61 ~ 1.79
ASK21	74km/h	65km/h	150km/h	2.03 ~ 2.31
SZD50	72km/h	57km/h	110km/h	1.53 ~ 1.93
L23	60km/h	54km/h	120km/h	2.00 ~ 2.22

一番右の項目は、VwのVsに対するマージンで、(重々量の)複座時、マージンが減少する。ASK13、SZD50で過度にVwを厳守しようとするとう失速マージンが低い。曳航速度は、Vsに対して適切なマージンをとるように設定する。



## 失速と索切れ マージン

索張力1.2Wでの運用範囲例  
曳航速度は1.5～1.6Vs

×  
臨界速度。これより速いと索断し、遅いと失速する可能性がある。

上から、索角5°(初期)、45°、80°(離脱近く)。斜線はP/Wレシオ1.2、曳航速度1.5～1.6Vsで曳航する場合の失速マージンと索切れマージンを示したもの。上昇するに従い、上昇角の変化に対して索切れマージンが減少。数度ピッチアップしただけで索切れする可能性がある。



## ウィンチ曳航時の失速

- (1) 曳航(飛行)速度の低下によるもの
  - ・ 急なアップをとってウィンチがパワー負けした
  - ・ ウィンチのパワーを抜く量が大きすぎた
  - ・ ウィンチのエンジントラブル
  - ・ ウィンドシアア、風の息、背風の増加
- (2) 翼面荷重が増大し失速速度に達するもの
  - ・ 初期上昇で十分加速しないうちにアップをとり過ぎた
  - ・ 低速なまま上昇を継続した
  - ・ 曳航後半にアップをとり過ぎて失速速度が増大した
- (3) 離脱後、曳航中断後の失速
  - ・ 低G状態、ピッチダウン不足、ウィンドシアア

エンジントラブルは認知が難しく、判断が遅れがち。



## 失速の兆候

ウィンチ曳航中以下の兆候のうち一つでも感じたら、直ちに索を離脱して回復操作を実施する。

- ・ バフェッティング
- ・ ロールをエルロンでコントロールできない
- ・ ピッチをコントロールできない
- ・ 上昇(降下率をコントロール)できない

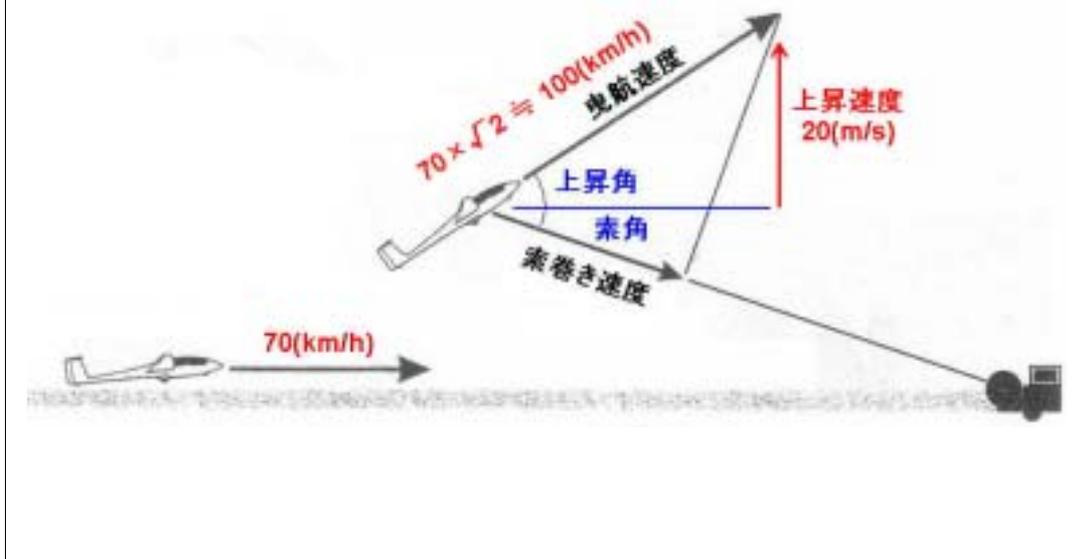
**完全失速、スピンに進展する前に離脱し回復させる。**

失速の兆候がなくても、最低安全曳航速度(1.3Vs)に近づき加速しないようであれば曳航中断を決断する。ダマシダマシ高度を獲得してから離脱しようとする、(索角の上昇による失速速度の増加で)失速して、最悪の状況となってしまう場合がある。

躊躇することなく離脱するには、緊急着陸場所を確保し、緊急着陸に常に備えておく。



## 初期上昇



索切れに対して、曳航の力が釣り合っている時の索張力に加えて、特にリフトオフ時の引き起こしのように、大きく姿勢を変える際のGによる荷重についても配慮が必要。例えば、リフトオフ後(無風で)索巻き速度が70km/hで一定として、45°の上昇角をとったとすると、曳航速度は100km/hになり、上昇速度は20m/sという計算になる。上昇初期の曳航速度の低下の原因は、グライダー側のピッチアップとウィンチ側のパワーを絞るタイミングが合わないことや、ウィンドシアー、エンジントラブルによる加速不良であることが多い。

上記計算条件で、初期上昇でピッチアップレートを10°/secで行ったとすれば、+0.45Gの引き起こしをすることになる。ピッチアップレートに注意するというのは、特に最大姿勢を確立する辺りのピッチアップレートが過大でないように注意するということで、索張力にピッチアップのGが加算され、索切れ限界に近づくことになる。

よく「安全高度確認」といって急にアップをとる練習生がいるが、考え物。



## 初期上昇法 (a)

### グライダー操縦の基礎 (原田覚一郎著 初版1969年)

上昇は約30m(安全高度)ぐらいの高度までは急角度の上昇をしてはいけない。安全高度とは索切れ、ウィンチの故障等のさい失速を防ぐため下舵をとり加速をつける場合、加速せぬまま地面に激突する恐れがあるから、使用機体の性能を考慮して、加速してから逃れる高度を安全高度という。離陸直後の急上昇は注意しなくてはならない。

安全高度に達したならば、静かに上舵をとり上昇角を増す。使用機種により上昇角に若干の差異がある。(三田式3型、H23-C級では $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ )

以下、日本における安全高度という概念について考察する。



## 初期上昇法 (b)

### グライダーパイロットノート (藤倉三郎著 初版 1984年)

安全速度というのは、ヒューズの破断荷重の0.7以内で上昇する速度。

離陸直後の安全高度50～60mで自機の姿勢を上昇姿勢に移したならば、自機の計器速度を読み取り、無線でウィンチ側へ連絡する。上昇姿勢に移すときはなめらかに行う。

(安全高度を過ぎたなら)離陸後3秒くらいの時間で、上昇角をとる。上昇角は最大60°程度で、45°程度が普通である。その間、機速は増加するので、速度計を読み取り、ウィンチへ連絡する。1.1～0.8Vwの範囲ならば、そのままの姿勢でよい。この際の上昇姿勢は横方向に見える翼と水平線の成す角度で判定する。

1.1Vwとなっている(曳航初期にはVwを超過してもよいというような記述)点



## 初期上昇法 (c)

### 風を聴け

(丸伊満著 初版1992年)

<初期上昇 ~ 60m>

高度60mまでは一定の初期上昇姿勢を保持  
ピッチ角を一定に保つ

<移行 60 ~ 100m>

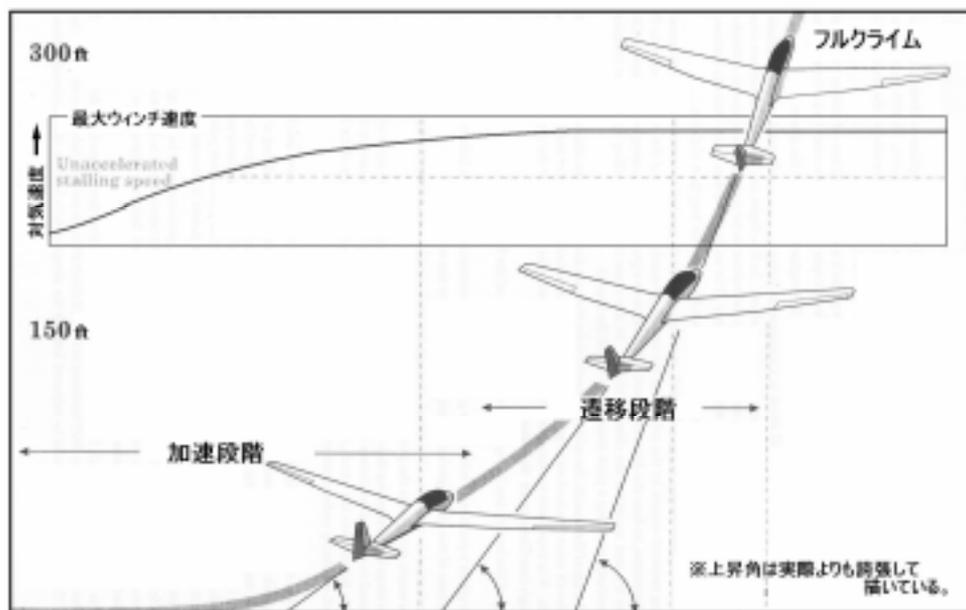
高度60mを通過したらゆっくりとアップを増し、中期  
上昇姿勢に移る。上昇角は翼下面と地平線との角  
度を見ることで判断することもできる。

位置エネルギーと運動エネルギーの総和は、高度60mで速度80km/hと、高度45mで速度100km/hは同等。

高度で失速を担保しますか？ 安全高度とはなんですか。



## 初期上昇法 (d)



(BGA INSTRUCTORS' MANUALより)

BGAインストラクターマニュアルから

如何に無駄なく安全に初期上昇を行うかは離脱高度を上げる鍵。

日本で目にする教本の多くには「安全高度を確認して上昇姿勢に」と書かれている。安全高度の定義はというと、「失速から安全に回復できる高度」とか、高度も30～60mと幅があり、あまり明確な説明はない。

BGAでは、曳航の初期段階を図のように、加速段階(最低安全速度まで浅いピッチで加速する。機体が飛ぶための運動エネルギーを得る)、フルクライムへの遷移段階(安全速度を確保しながら最大上昇姿勢約45°にピッチアップしていく。上昇するために索荷重(向心力)をかけていく)に分けている。

またBGAのマニュアルには「安全高度」という言葉は、曳航速度が速すぎても安全高度まで上昇を継続し曳航を中断するというような意味合いで出てくる。位置エネルギーで失速からの回復を保証するのではなく、初期上昇全般でVsに対して適正なマージンを見込んだ安全速度を確保し、失速に陥らないようにしている。

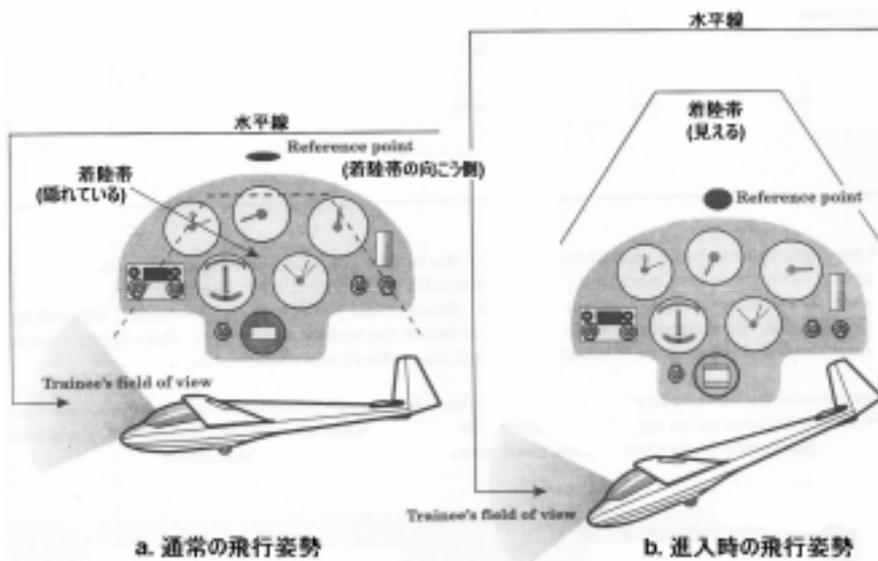
加速域は、離陸重量が重く、安全速度が速いほど、また正対風が弱く、ウィンチのパワーが弱いほど長くなる。

速度計の誤差5-10%は一般的

BGAの最近の論調では、安全速度の確保が第一。



# 曳航中断時の処置



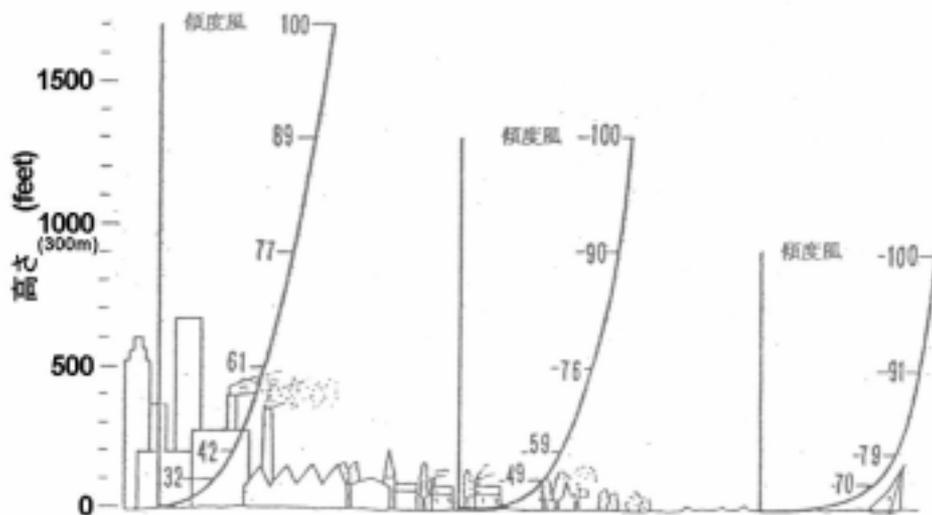
(BGA INSTRUCTORS' MANUALより)

曳航中断時には、進入時の飛行姿勢を確立し、進入速度を得ることが第一。ただし(超)低空で押え過ぎないこと。

左図のように進入姿勢を確立しないと、緊急着陸パターンに関して誤った判断をしてしまうことがある。高度計の読みは低高度で高度が変化する中では、正確ではない。



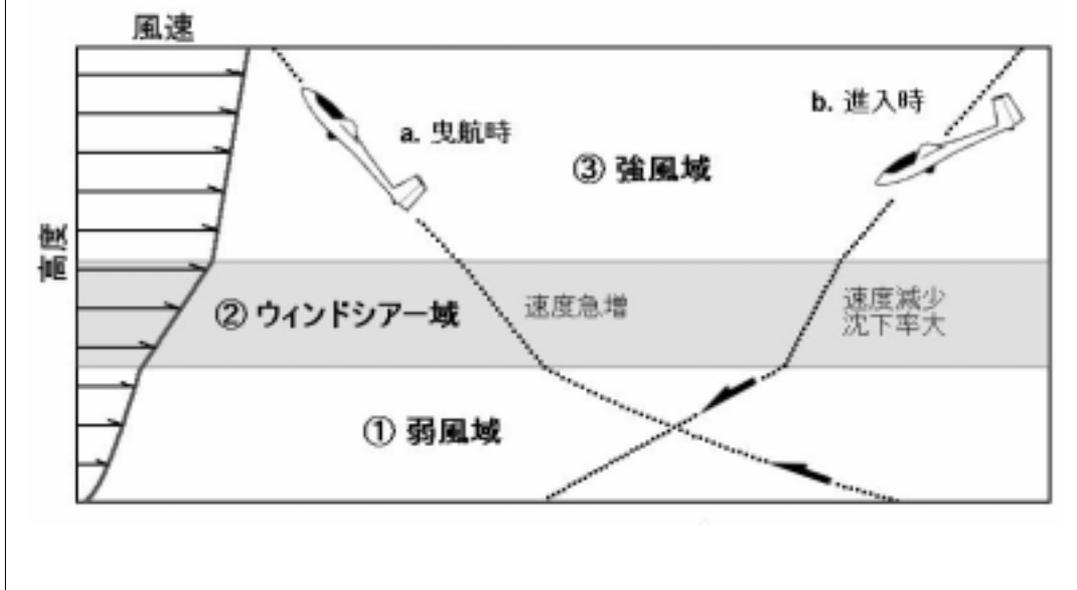
## 風の垂直分布



地表の障害物等があまりないところでは、風速が変化する高度帯は地表近くになる。



## ウィンドシアーによる影響



ウィンドシアー、沈下帯について

- ・ 曳航上昇時など、正対風が急に増大する高度帯では、速度が急増する。
- ・ 索切れ時や、進入時、正対風が減少する領域では、速度が低下し、降下率も増大する。
- ・ Best L/D速度より高速では抗力の増大により滑空性能が低下し、過剰に増速すれば対地グライドパスも低下する。
- ・ 風上に向かう場合、低空の弱風域では、上空に比べて対地グライドパスが向上することがある。
- ・ 地面効果を過大に評価しない。



## 2-2 失速訓練

### <課目の目的>

減速またはGを増加させて失速エントリーを行い、失速速度近傍、失速時における舵の効き具合、グライダーの挙動、回復方法を体験する。

### < 課目の概要>

- (1) 水平完全失速
- (2) 上昇失速
- (3) 高G失速
- (4) 低G失速

(1)(2)は減速させて失速 できれば失速を持続させて、挙動を観察  
(3)(4)はGを増加させる 失速エントリー時の挙動を観察



## 失速の種類

- **初期失速** : 失速の初期兆候が発現した段階。  
まだ3舵は作用し、安定性もあり、失高も少ない。
- **完全失速** : 主翼の揚力が殆ど失われ、ロール安定性は激減する。水平尾翼と重心位置による復元性により失速から回復する。低速ではエレベーターの効きが悪い。
- **ディープストール** : 機体設計上の不具合等により、失速時に水平尾翼が主翼の洗流に入り、回復が非常に困難な失速。

例えば、ASK21は通常の重心位置では完全失速しにくい。速度(のみ)が徐々に減って失速に陥る場合、完全失速まで進行せずに初期失速で終わる場合が多い。

初期失速と、完全失速時では、操縦性や挙動が大きく異なる機種もあるので注意。

飛行機曳航の出発時にウィングドロップしやすい機種は、失速からスピンの発展しやすいかもしれない。

ディープストールについては、JSA Info No.257(2003.10月)参照。



## 実地試験実施細則

下記の組み合わせによる失速とその回復操作を2種類以上実施

1. 直線滑空中又は旋回中
2. 初期失速又は完全失速
3. ダイブブレーキ又はフラップが閉じた状態と開いた状態

ここでは、実地試験課目のように上手に失速課目を実施することよりも、安全な範囲で完全失速を体験することに重点をおく。初期失速からすぐに回復させずに、失速速度近傍、失速時における舵の効き具合、完全失速時のグライダーの挙動、回復方法を体験する。



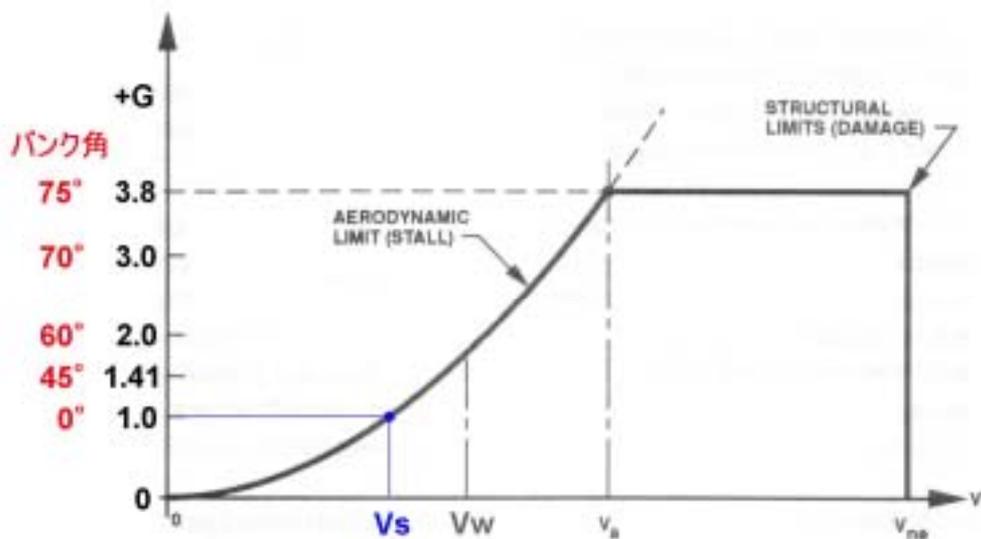
## 耐空性審査要領

失速の証明は2km/h /secを超えないように速度を減じ、制御できない機首下げ、若しくは片翼下げによって失速を認めるか、又は操縦装置がストッパーにあたるまで実施すること。

耐空検査飛行の場合は、このような方法で失速速度を決定する。



## 運動包囲線図



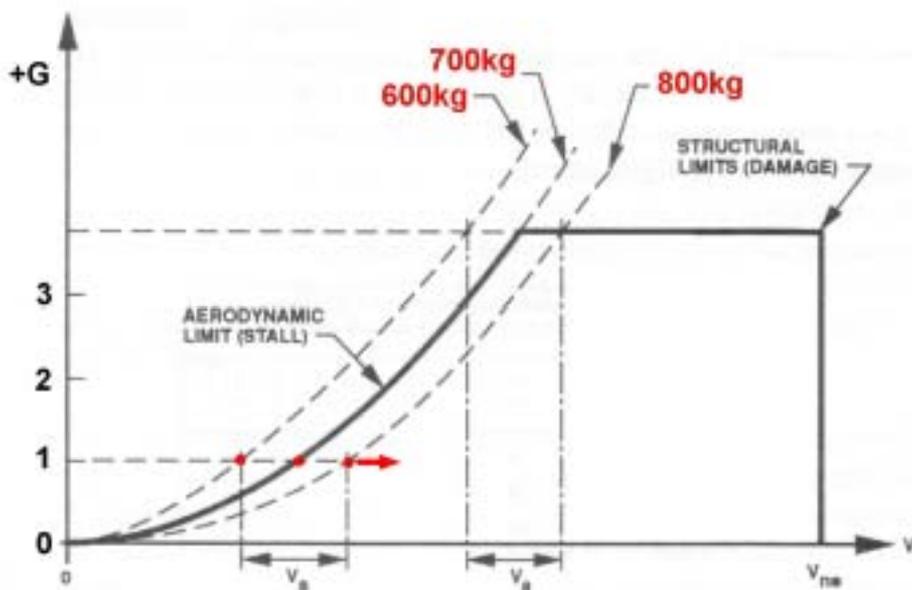
(EMERGENCY MANEUVER TRAININGより)

飛行機の図面なので3.8となっていますがご勘弁を。

一般的に主翼の失速迎え角は15°程度で、例え降下姿勢であっても、相対気流が失速迎え角以上なら失速している。バンクや飛行荷重、翼面荷重が増大すれば、失速速度も増加する。



## 重量変化と失速速度



(EMERGENCY MANEUVER TRAININGより)

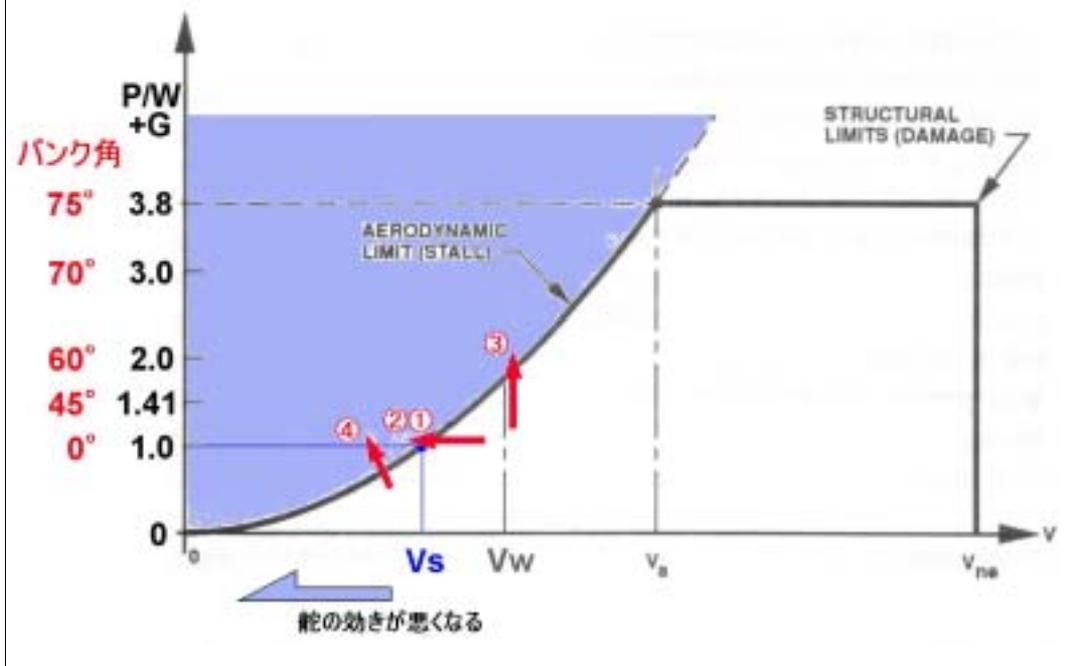
重量が増せば、失速速度も増大する。

単独飛行 同乗飛行、水バラスとの搭載。

ウィンチ曳航における索張力も(上昇するに従って重量が増す)同様の影響。



# 失速課目エントリー



一般的に行われている失速課目、課目 水平完全失速と 上昇姿勢からの失速は、1G近傍において速度を減少させて失速させるというもの。

高G失速は、 $V_s$ より高速でも、Gをかけることにより失速させる。Gがなくなれば失速から回復する。

低G失速は、低Gで $V_s$ より速度が低い状態から失速させる。もともと速度が低いので、より加速が必要。

低速ほど舵の効きが鈍い。

一般的に、低速になるにつれ、エルロン、エレベーター、ラダーの順で舵の効きを失う。低速で不用意に大きな舵を使うと、増速する従いおつりがきてオーバーコントロールになる。



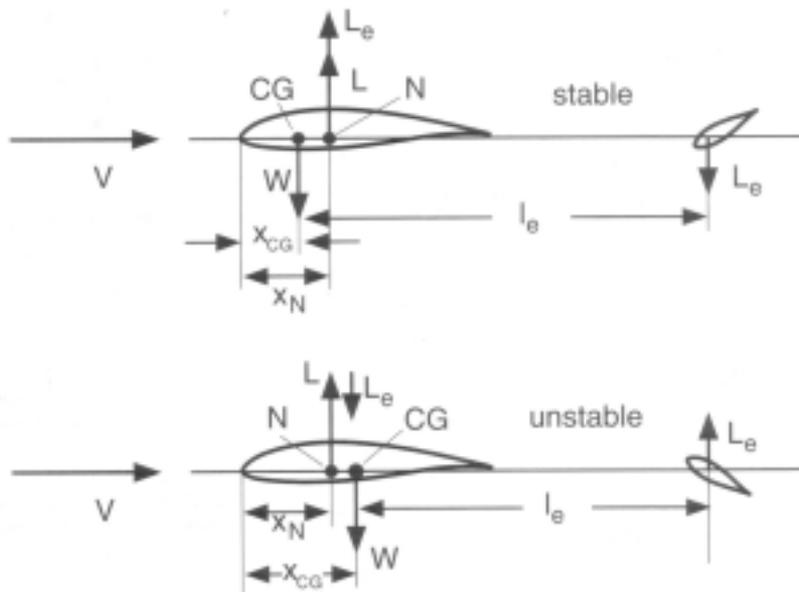
## 失速時の飛行特性に影響する因子

- |             |                                |
|-------------|--------------------------------|
| (1) 機体設計    | 翼型、水平尾翼形状、<br>スピン特性            |
| (2) 重量、重心位置 |                                |
| (3) 飛行形態    | フラップ、ダイブブレーキ、<br>トリム、エレベーターの位置 |
| (4) 飛行状態    | 姿勢、減速率、飛行荷重、バンク、<br>曳航荷重、スキッド  |
| (5) 翼表面の状態  | 着氷、雨滴                          |
| (6) 気象状態    | 気流の乱れ、風の鉛直分布<br>下降気流           |

- (1) 翼型 グラス機の主翼は、翼厚のある木製機に比べ主翼揚力曲線がフラットで、失速の兆候をつかみにくい。性能重視の上級機や、コスト重視の機体、設計ポリシーとして失速を緩慢にさせないような練習機(東欧機)で低速時の安定性が悪い機体がある。T尾翼機では、高迎角で失速した場合、主翼の洗流の影響を受ける場合があるが、ディープストールとなる場合は殆どない。富士川のL23の失速訓練の事故(失速訓練時、過大な速度から急激に回復させたため、主翼を損傷した)は、ディープストールではないと思われる。
- (2) 重量が重ければ失速速度は増加し、慣性力から減速、増速率は鈍くなる。木製機に比べ重いグラス機の複座は、失速(減速)しにくい、失速してしまえば増速(回復)も鈍い。重心位置が後方であると、縦安定性も悪くなり、アーム長が短くなるのでエレベーターの効きも鈍くなる。
- (3) フラップを下げれば失速速度が減少し、ダイブブレーキを開けば失速速度は増加する(ASK21で2、3km/h増加)。失速からの回復時には、不用意にフラップを上げるとさらに悪化するのでフラップ位置を変更しないが、ダイブブレーキは閉じる。エレベータートリムタブのタブ角によっては、エレベーターの舵力をフルに得られないことがある。失速時の状況や、重心位置、機体設計によりエレベーターをフルアップしたままであると失速が持続したり、回復が遅れる場合がある。
- (4) 荷重により失速速度は増大する。失速に陥る前の飛行状態、姿勢により、失速からスピンの進展したり、なかなか回復しなかったりする。減速率や荷重の急激な増加時は、失速の兆候なしに急激に完全失速する場合がある。
- (5) 着氷や雨滴など、翼表面の状態により、失速速度は増加する。
- (6) 気流の乱れで失速からスピンに進展する場合もあり、風のシアーや下降気流で増速が鈍くなる場合がある。



## 水平尾翼によるピッチングモーメント

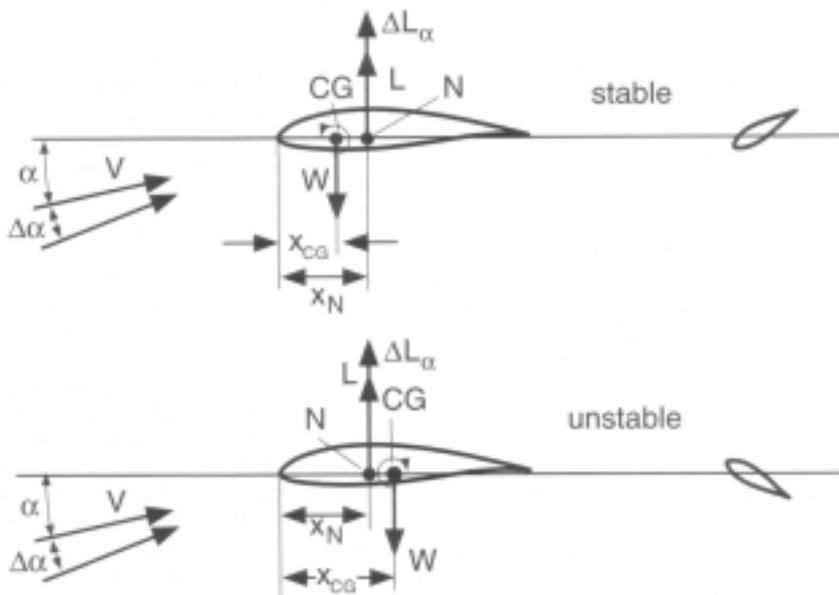


(Fundamentals of Sailplane Designより)

下段のようにCGが後ろのほうが、揚力にバランスする水平尾翼の揚力が上向きとなり、全機揚力が増すので、多少滑空性能が向上すると言われている。その反面、縦安定性は減少し、舵感も軽くなり、フワフワとした飛行特性となる傾向がある。



## 迎角の変化による主翼ピッチングモーメント



(Fundamentals of Sailplane Designより)

上段 迎角が増しても、ピッチダウン方向のモーメントが生じるので安定

下段 迎角が増すと、さらにピッチアップ方向のモーメントが生じるので不安定

重心位置の後方限界は、縦の静安定が得られる限界で、これを一定の迎角で飛行せず、迎え角が気ままに変化することになる。

もし、バラストを積み忘れたり、テールドリーをつけたまま離陸し、運用上の後方限界(マージンを加味している)を超えた場合、本当の後方限界を超えておらず、そして失速しなければ帰還できる可能性は高い。

(主翼の)失速時、回復させるには、エレベーター若しくは水平尾翼が作用し、ピッチダウンモーメントを生じなければならない。



## 2-2-(1) 水平完全失速

**<目的> 完全失速時のグライダーの挙動  
及びその回復法を体験する。**



通常の水平飛行から、高度を維持しながら約5°ピッチアップの姿勢を確立しその姿勢を維持する。ピッチ確立後は高度は維持しなくてよい。トータルエナジータイプの昇降計は参考にならない。低速になるに従い、所望のピッチ姿勢を維持するための操舵量、感覚を体感する。失速に近づくとつれエルロンの効きも鈍くなる。ラダーでのバンク修正は、グライダーの場合応答が鈍く、失速速度近傍ではラダーの過大な操作によりスピンに陥る可能性がある。

エレベーターはフルアップとなり、機体のピッチ姿勢をコントロールできなくなる。

機種により失速時の飛行特性が異なるが、可能な範囲でエレベーターフルアップを持続させ以下の事象を観察する。

- ・ 失速に陥った速度。その後の速度の指示。
- ・ 降下率はどうか。降下率をコントロールができるか。
- ・ エルロンの効き具合。

SZD55等では、エレベーターをフルアップに保持したままでも機首が落ち、増速して失速から回復するが、そのままエレベーターをアップにしたままであるとまたピッチアップしていき、再度2次失速に陥ることを体験してもよい。

重心位置にもよるが、ASK21等では、エレベーターをフルアップに保持したままでも機首が下がらず、そのまま沈んでいくだけで、エルロンコントロールも作用する。AS社ではK21用のスピントレーニングキット(テールバラスト)をオプション販売している。

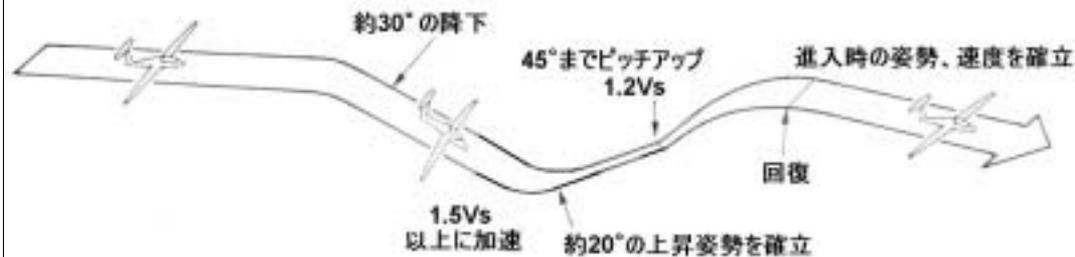
エレベーターを円滑に操作し失速から回復させ、進入時の姿勢、速度に戻す。

スピンに陥りそうな場合には、エレベーターを中立に戻し、回転を止めて回復させる。



## 2-2-(2) 上昇失速

<目的> ウィンチ曳航初期の失速を模擬する



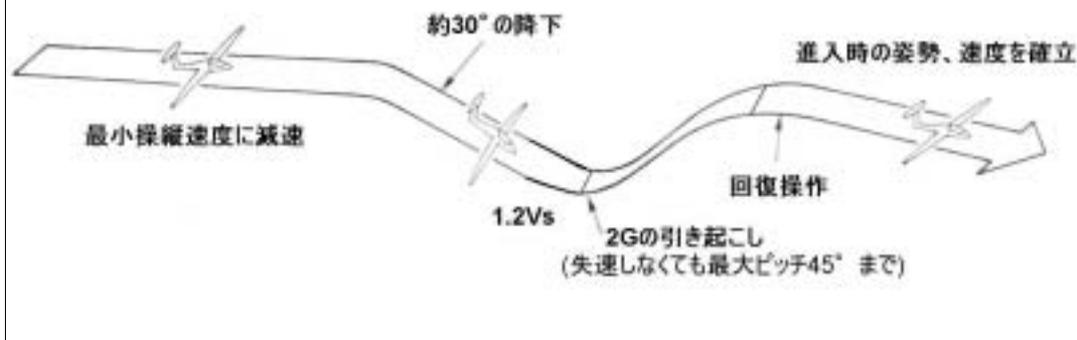
通常の飛行状態から、約30°のピッチダウンで降下する。降下角が浅すぎると加速時の失高が大きくなり、深すぎると所望の速度をオーバーしてしまう。1.5Vs (110km/h)以上になったら、約20°ピッチアップの上昇姿勢を確立する。速度が1.2Vs (90km/h)程度に減速したら、通常のレートでピッチ45°まで引き起こし、失速させる。20° 45°の2段階ではなく、簡略化して1度に30°程度の上昇姿勢としてもよい。失速した後、機首が下がって回復することを観察する。失速後の低速時にエレベーターを操作しても効きが鈍く、増速とともに効きが戻ってくるので、エレベーターのオーバーコントロールに注意する。加速してきたら、進入時の姿勢と速度を確立する。回復開始速度が過小または過大にならないように注意する。

上昇時のピッチアップで滑ったり、バンクがあるとスピンの可能性がある。



## 2-2-(3) 高G失速

<目的> 高G・高速での失速を体験する。



高G失速トレーニングは、バンクを入れる方法と、ピッチアップによる方法があるが、前者はスピンの進展する可能性が高く(曲技飛行申請が必要)、その機体の失速・スピン飛行特性により、機体の挙動は異なり回復が難しい場合がある。また、この課目では、状況が多少異なるがウィンチ曳航後期の失速速度の増加や、あるいは緊急着陸時等で加速が十分でないときに過大に引き起こしを行った場合の模擬も兼ねる。

最小操縦速度から、約30°のピッチダウンで降下し約90km/h(1.2Vs)に達したら、最大ピッチ45°に向けて2G以上の急な引き起こし(プルアップ)を行う。(参考:ループエントリーのGは4G程度) テールスライド等の防止のため、ピッチアップは失速しなくても45°までとするが、失速エントリーが適正なら、ピッチが水平に達する前に失速し、それ以上プルアップできない。ダイブによる増速が過剰であると失速し難く、過小であるとエレベーターが十分に作用できない。VA以上に加速しないこと。

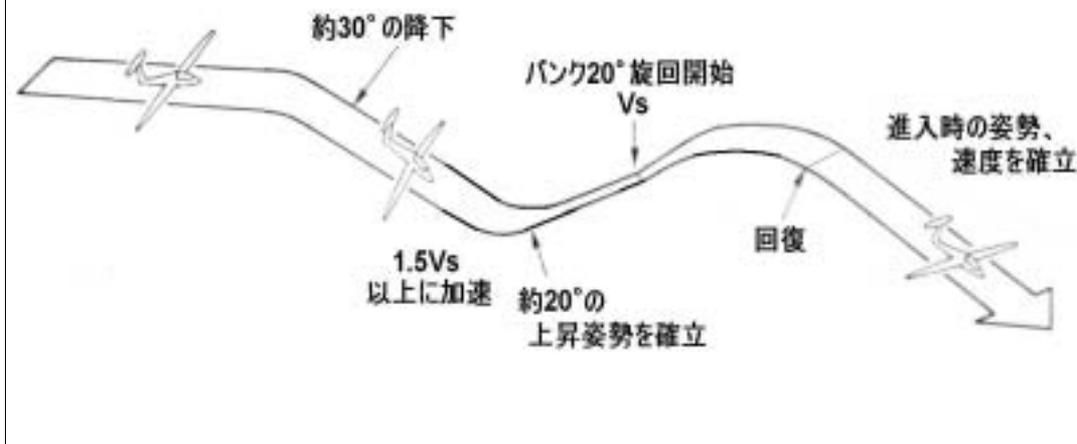
失速すればGが低下し自然に回復するが、エレベーターフルアップのままであると、失速が持続したり、再度失速に入る場合がある。

機種により高G失速しにくい場合がある。



## 2-2-(4) 低G失速

<目的> 低G・低速での失速を体験する。



ウィンチ曳航離脱直後の失速や、サーマル中の低速旋回時の失速を模擬。

通常の飛行状態から、約30°のピッチダウンで降下し1.5Vs (110km/h)以上になったら、約10 - 20°ピッチアップの上昇(姿勢)を確立して1G未満を維持し、Vs(約75km/h)に減速したら、加速しないよう速度(ピッチ)を保持しながら、約20°バンクの旋回を開始する。低Gでは失速度はVsより低い、上昇率が下がることと旋回により失速速度が増加する。失速の兆候を感じたら、スピンの進展する前に回復操作を行う。低速で失速しているので、他の失速課目に比べ回復には時間、高度を必要とするかもしれない。

(九重の事故のスピンもこのようなエントリーだったのかもしれない)



## 失速課目実施の注意点

- ・ 課目実施前に実施空域のクリアを確認する。
- ・ 機体型式の限界事項、性能、操縦性について飛行規程を確認しておく。(例:SZD50のスピンの特性、ASK21の失速スピンの特性等) 機種によって、ウィングドロップからスピンに進展する可能性がある。ASK21はできるだけ重心位置許容範囲内後方で行う。
- ・ 相対気流に対する失速迎え角は約 $15^{\circ}$ であり、降下率が大きい場合十分にピッチダウンしないと失速から回復しない場合がある。
- ・ 2周するタイプの速度計では、速度の読み取りを間違えないように注意する。
- ・ 自身の限界を超えて無理な訓練を行わないこととし、不安を感じたら躊躇せずに直ちに回復させる。



## 2-2-2 テイクオーバーによる失速、 異常姿勢からの回復訓練

<目的> 教官として、テイクオーバーによる失速からの回復訓練を行う。

<実施方法> エントリー法は、前述の失速訓練に準ずる。練習生役は失速又は異常姿勢状態にエントリーし、初期失速以降の任意の時期に、教官役はテイクオーバーして回復させる。

<注意点>

教官役はテイクオーバーする際に、操縦を交代することを明確にコールアウトする。

テイクオーバー訓練は、失速又は異常姿勢( $\pm 30^\circ$ ピッチ、 $45^\circ$ を超えるバンク、速度が $V_s$ 未満、 $V_A$ 以上等)から、操縦を交代して回復させる訓練。異常姿勢へのエントリーは、教官役は最初目を閉じて、合図により目を開けて回復訓練を行うという方法もある。

訓練は無理のない範囲で行い、回復操作を行う者を明確にする。



## 2-3 場周飛行

### 2-3-1 場周パターン

a. ノーマルパターン： 基本場周経路の確認

b. ショートサーキット：

緊急着陸時におけるプランニング能力の育成。

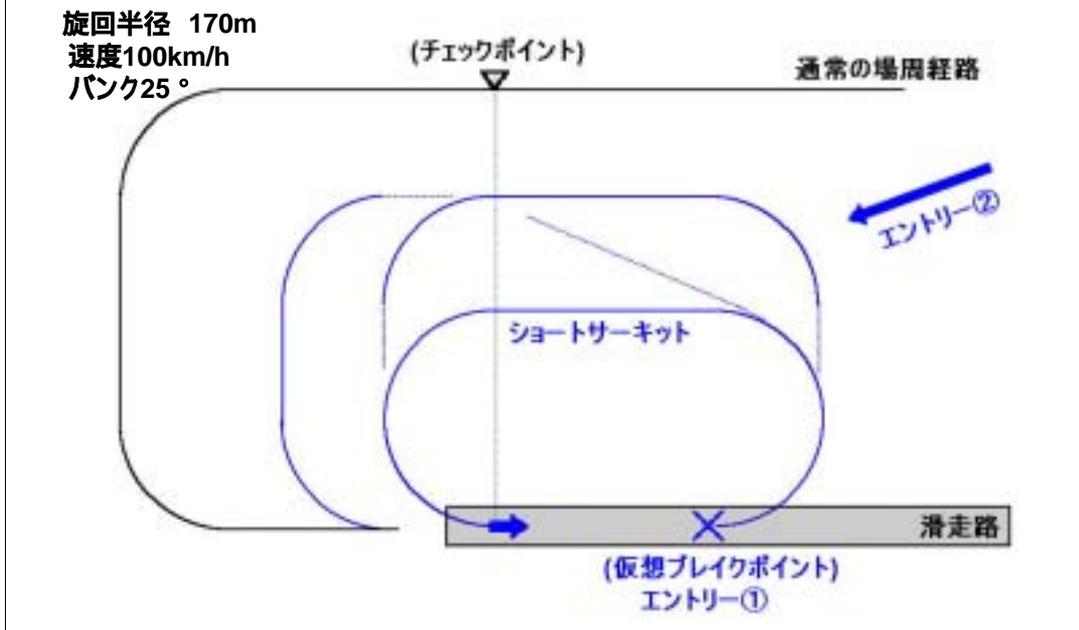
曳航中断時の処置を模擬する。滑走路上空を曳航方向に高度250m～150mの低空でエントリーしてショートサーキットを行うか、通常ダウンウィンド幅の1/2程度の場周にエントリーし着陸する。

事前にピストに連絡し、ショートサーキットに関するトラフィック情報を得、進入の優先権を確保する。

机上の計算では、速度100km/h、バンク30°の旋回半径は約140m。1旋回で約40m失高する。



# ショートサーキット



課目はエントリー法は または による。

ファイナルレグが短いと、軸線を合わせ辛い。ここで低速、ラダーが過剰になるとスピンの陥る。

バンク角が浅すぎると、旋回半径が大きくなり、旋回に要する失高も多くなる。

バンク角が急すぎて、ピッチアップしていくと、荷重により失速速度が増大。(今年の板倉の事故)

通常より低い高度で旋回するので、土手越え気流やウィンドグラジェントに注意。

適正な進入速度、パスを維持する。緊急事態において通常の接地点を狙う必要はない。緊急状態では100点満点の処置を狙うのではなく、迅速に安全サイドで判断する。

ショートサーキットでは、パスや軸線の修正に対する(時間的)余裕がなくなる。

ショートサーキットは低いパスで低空飛行するというのではなく、帰還のための適正なパスを維持しつつ場周飛行経路が小さい。

参考値：ショートサーキットの幅の最低値は旋回半径の2倍程度。360°旋回に50~60m必要。



## 2-3-2 ファイナルパス

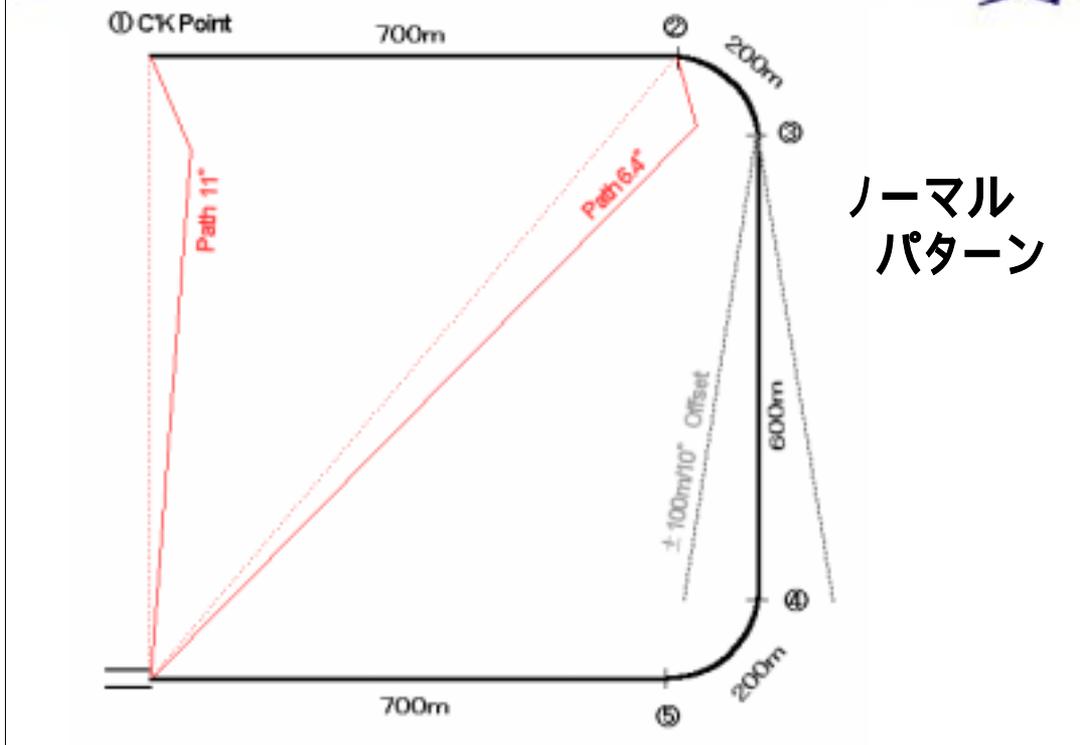
### a. ノーマルパス

ファイナルレグの約7割を、ダイブブレーキ半開以上で進入する。

### b. ハイパス

障害物回避、曳航トラブル後の短距離着陸等の緊急着陸を想定し、ファイナルレグにおいてダイブブレーキ全開で進入する。

ノーマルとショートサーキットの2種類の場周パターンと、ノーマルとハイパスの2種類のファイナルパスを組み合わせ、進入し着陸する。フォワードスリップは適宜行うが、地表から余裕のある高度で回復させる。(緊急着陸時にフォワードスリップからの回復が遅れた事故例あり) ショートサーキットでは安全に着陸することを第一とし、指定地着陸は要件としない。



## ノーマル パターン

幅800mの場周パターンを示す。以下の図に、旋回は25°バンクとし、各レグの長さは概略図のようになる。

チェックポイント 高度160m、接地点へのパス 11°

ベースターン開始点 高度 120m、接地点へのパス 6.4° (実際はもう少し高いほうがよい)

ベースターン終了点 高度 110m、接地点へのパス 5.9°

ベースを10°オフセットすれば100mファイナルが伸縮する。

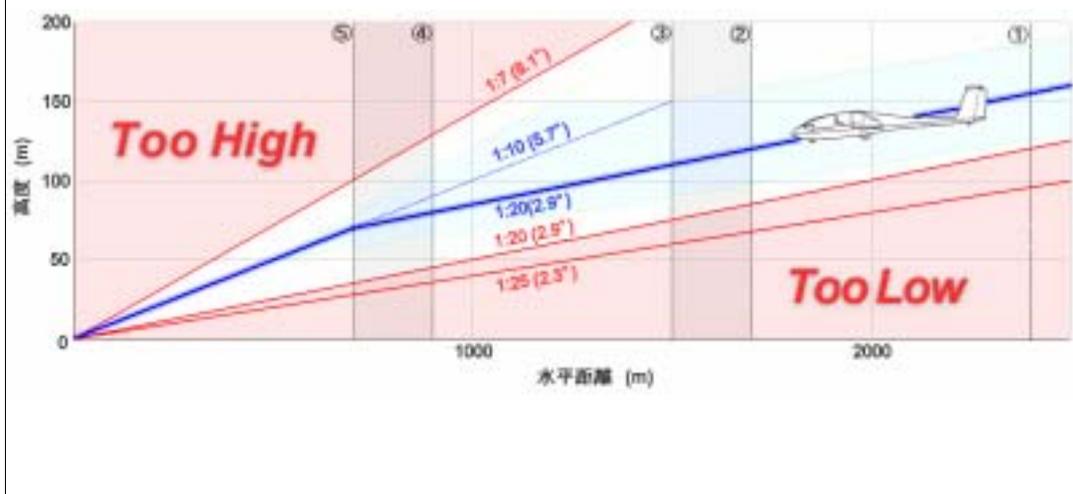
ファイナルターン開始点 高度80m

ファイナルターン終了点 高度70m、パスは5.7°

矩形場周パターンでは第3旋回以降は、接地点へのパス角はほぼ6°で一定となり、ファイナルではダイブブレーキを使用する。



## チェックポイント以降の垂直断面図



垂直断面図は、チェックポイント以降を展開して直線的に図示しており、風は無風とし、ブルーラインは滑空比1:20、ファイナルでは1:10(ダイブブレーキ半開程度)としている。1:7はダイブブレーキ全開時耐空審査要領要件。フォワードスリップを併用すれば、さらに急角度な降下は可能。

- ・ 10km/h加速するのに約10m失高する。
- ・ 90km/h=25m/s=45kt よって正対風5kt 2.5m/sでは10%高くする。
- ・ ウィンドシアーを考慮する。
- ・ 旋回時の滑り(失高)を図では考慮していない。

以上から、チェックポイント180mというのは妥当な高度であり、160mを切った場合、経路の短縮無しには適正なファイナルパスになかなかのれなくなる。

高性能機といえども、チェックポイント以降を低いパスで飛ぶことは避ける。低いパスで飛ぶということは、高度エネルギーマージンが低いということで、下降気流やウィンドシアーで、高性能機ほど性能の低下率が大きくなる。



## 沈下帯による滑空性能の低下

L/D	20	35	50
進入速度	90km/h	100km/h	100km/h
0m/s	-1.25m/s	-0.8m/s	-0.56m/s
-1m/s	11.1	15.5	18
-2.5m/s	6.7	8.4	9.1
-5m/s	4	4.8	5

L/D20,35,50の機体が、90km/h又は100km/hで飛行しているとして、-1,2.5,5m/sの沈下帯に遭遇したとすると、高性能機ほど性能が低下し、-2.5m/sを超える沈下帯では殆ど滑空性能は一緒になってしまう。(もちろん沈下帯から脱すれば滑空性能は回復する) 不用意に場周パターンを広げれば、沈下帯に遭遇する確率が増し、低高度であれば回復のための高度エネルギーが低いということになる。地面効果を過大に評価しないこと。ウィンドシアー高度帯にも注意する。



# 安全点検 フライト チェックシート

安全点検フライトチェックシート					
実施日	2025年	月	日	実施場所	実施機
氏名				( )	大卒(経歴欄)
機体形式	JA				
				(1)	(2)
調査項目				達成・前実	達成・前実
ウイング点検					
初期上昇	最低安全高度確保の確認 上昇角を確立するためのピッチアップレート 最大上昇角の確認			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
後続全航	適正な昇降力、速度を保つ ウイングと連携した失速速度コントロール			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
最低安全高度確保、安全後続確保、V <sub>st</sub> の確認				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
失速中機体の状態のレビュー				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
失速訓練 (各々合計2回以上実施)					
失速				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
予イコローバー				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
帰航 (各々1回実施)					
ノーマル/グレン				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ショートサーキット				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ノーマルパス				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ハイパス				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
特記事項					
点検実施者(承認定時検査員署名)				( )	大卒

技量を評価するという目的ではない。

点検フライトにより、グライダー運航における危機管理意識が向上し、今後の安全飛行に役立てば幸いです。