

ガイドブック
背風時のウィンチ曳航について
《要約》

JSAL-G-K003P issue 1, 2005.11.01
(2005.06.18暫定発行)

日本学生航空連盟 関東支部運営委員会
制作：相島正敏

- ウィンチ曳航のルールをヒューマンファクターズ活動で言うところのCRM(Crew Resource Management)の観点から考察し、作成した。
- ウィンチ曳航において、ウィンチはいわば(動力航空機の)エンジンであり、ウィンチマンは機長の役割の一部を持っている。そうしたことから、まず運航参加人員の全ての間でのCRM(別途制定)を検討し、このガイドブックでは背風時におけるルールに絞った。
- さらに、ウィンチ曳航全体および航空機曳航訓練全体のガイドブックを作成する必要があるが、CRMの考え方を取り入れることが望ましい。

- **背風に対する考え方**
まず下記のような風の状況について認識する。
 - **はっきりした背風**：滑走路、飛行区域全体が離陸方向に対し追い風。風向がほぼ一定。
 - **はっきりしない風**：風の変わり目や、近くにサーマルが発生した時などは風向、風速が一定しない。“風がまわっている”状況。発航地点とウィンチ側で風向が異なることもある。地上付近と上空では風の勾配(Wind gradient)がある。上空は向かい風、地上付近は背風ということもあり、風向、風速の見極めは難しい。(図1参照)
 - **急激な風向変化後の背風**：前線通過時などは上記のような“はっきりしない風”の後、急激に強い背風になることがある。

図1 風がまわっている状態

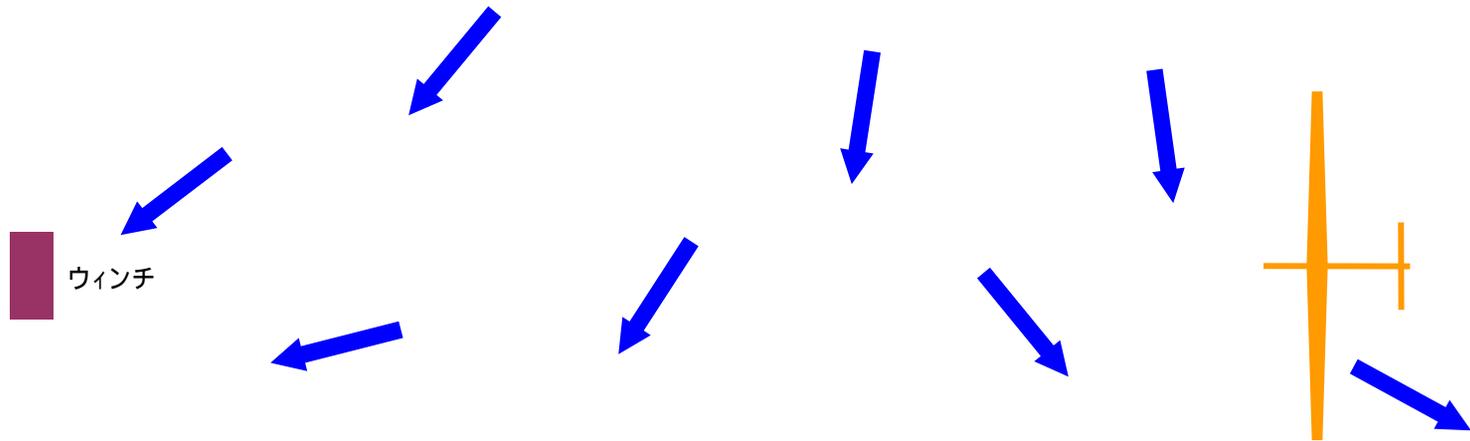


図2 背風での曳航

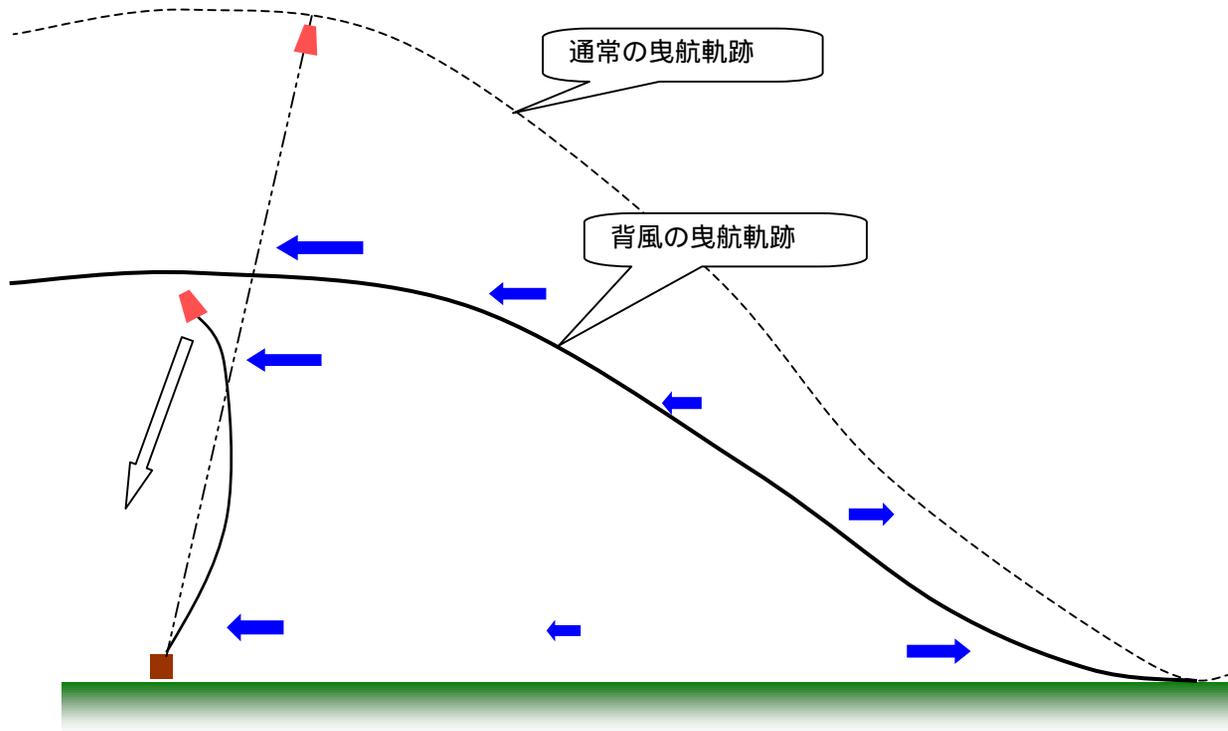


表1.1 背風が曳航におよぼす影響(はっきりした背風を想定)

ステージ	航空機曳航	ウィンチ曳航
地上滑走中	滑走開始直後は追い風をうけるため、エルロン(エレベータ、ラダーも)は逆に効いたり効きが悪い。そのため翼端を地面に打ちつけることがある。	左記と同様、ただし加速は航空機曳航より早いので、時間的には早く左記の状から脱する。
離陸時および直後	離陸後の加速は風向の影響はあまり受けないので、すぐに正常な曳航速度に達する。	滑走距離が長い。意図的に通常より、機首をあげて離陸させてしまうと対気速度は遅く、迎え角は大きい。 離陸後は風の勾配の影響で背風が強くなるため加速は悪く正常な速度に達しづらい。

表1.2 背風が曳航におよぼす影響(はっきりした背風を想定)-2

ステージ	航空機曳航	ウィンチ曳航
初期上昇	ウィンチ曳航に比べ上昇率が小さいのであまり風の勾配の影響はなく、問題はない。	エンジン回転数の限界により、フルスロットルにしても十分な対気速度が得られないことが多い。風の勾配による影響は航空機曳航の場合より大きく、十分な増速が望めない。
上昇中盤～離脱	曳航方向を自由に変更できる。風向きと対気速度はほとんど無関係で正常な曳航が行われる。	十分な対気速度が得られず、上昇率も低い。離脱高度は十分にとれない。曳航策がウィンチに落下する恐れも多い。

表1.3 背風が曳航におよぼす影響(はっきりした背風を想定)-3

	航空機曳航	ウィンチ曳航
まとめ	<p>離陸時の翼端落下に注意し、また高度が十分に上がる前に滑走路端に到達するので、障害物に注意すれば特に問題はない。</p>	<p>離陸から離脱まで全てのステージにおいて、速度不足つまり大きな迎え角で飛行せざるを得なくなり、極端な場合、失速、翼端失速、スピンの危険性が曳航の最後までつきまとう。Gの増加による失速速度の増加も考慮すべき。</p>

ウィンチ曳航の限界-1

多くのウィンチの性能と設定は次のようになっている。

- 無風でも、すみやかに(離陸直後)適切な曳航速度(100km/hまたは110km/h)に達すること。
- 多くの場合これはフルスロットルかそれに近い状態で、つまりエンジン回転数はほぼ許容最大回転数(最高出力に近い)になる。
- この段階での索の巻き取り速度は無風の場合、対気速度と等しい。

ウィンチ曳航の限界-2

上昇中は飛行経路と索の間には角度がつき、グライダーの速度より索の巻き取り速度を遅くしなければならないので、エンジン回転数を下げる。

- 背風の限界
上空で追い風が強い場合、フルスロットルでも対気速度が不十分な場合がある。
- 向かい風の限界
風が強いほど回転を下げなければならない、しかし曳航の最終段階では低速回転でのエンジントルクが負荷に負けてエンジンストップすることもある。

ウィンチ曳航の限界-3

表2 学連4連ウィンチとTOSTウィンチの性能比較

項目	学連4連(ディーゼル)	TOST(ガソリン)
最高出力 / 回転数	199kW(270PS) / 2150rpm	---
最高回転数	2400rpm 減速比2.093 (2 nd)	4850rpm 減速比5.97 (推定)
ドラム 寸法	直径457mm 幅456mm	直径700mm 幅235mm

ウィンチ曳航の限界-3

表3 曳航初期の対気速度比較

条件	学連4連(ディーゼル)	TOST(ガソリン)
無風時	103 km/h (28.6m/s) at 2400rpm (*1)	110 km/h (30.6m/s) at 4850rpm (*2)
背風 3m/s	92 km/h (25.6m/s) at 2400rpm (*1)	99 km/h (27.6m/s) at 4850rpm (*2)
背風 5m/s	85 km/h (23.6m/s) at 2400rpm (*1)	92 km/h (25.6m/s) at 4850rpm (*2)

(*1): 曳航開始時の曳航索2巻分を加えドラム径477mmとして計算

(*2): TOST社データによる

背風発航の限界-1

- 例えば学連4連ウィンチでは無風時には103km/hの初期速度が得られるが背風3m/sでは対気速度は92km/hに下がる。5m/sでは85km/hになり、ASK21等のウィンチ曳航の最小推奨速度(90km/h)を満足できない。
- 大雑把な目安
期待する初期速度: 100km/h(27.7m/s)
背風: 3m/s
得られる初期速度: 90km/h (24.7m/s) 10%減

背風発航の限界-2

- エンジン出力(またはトルク)は曳航できるグライダーの大きさ(重さ)にかかわるだけ。
- 背風に対する“強さ”はエンジン回転のレッドゾーンまでどの位余裕があるかによる。
- ほとんどのウィンチは無風時に最大出力が得られる回転数(レッドゾーンに近い)で曳航初期の必要速度が出るように設計されている。つまり背風に対する余裕はない。
- どのようなウィンチでも背風が3m/sでは発航限界を超えているとみなすべきである。
- 実際には風の回っている状態での風速の判定は難しく、風の勾配も考慮すると地上付近では、やはり2m/s程度以上の背風を感じたら発航を控えるのが妥当。

背風時の発航の判断の問題点

発航の判断は機長が行っている。このこと自体には基本的には問題ないが実際には次のようなことが発生し得た。

- 機長が発航の判断をしたあと、グライダーに乗り込みキャノピーを閉め出発を待つ間に背風が強くなり、機長がこれに気づかないと、ピストが発航に無理であることを機長に進言しない限り、発航をしてしまう。
- ウィンチ側でピストより強い背風が吹いていて、ウィンチマンがそれをピストに報告しても、コミュニケーションが悪いと機長あるいはピストの判断だけで発航の**指示**がでてしまう。過去にそれがもとでいくつかのインシデントがあった。

背風発航の判断(今後)

- 背風の限界：地上での背風が2m/s程度以上

風速は平均風速をとるのかガストなのか、また測定器あるいは吹流しで判断する場合、地上何mで測るかによって微妙な判断の相違がある。

- 運航に参加する人員すべてに安全確保の努力義務がある。風向風速については発航地点から1kmも離れたウィンチマンにもその確認義務があり、発航準備の合図があった場合でも、それに同意しないことが出来る。具体的な発航手順を次項に示す。

発航要領-1

- **機長：「準備よし」=通常、無線は使わない**
グライダー側の準備ができたことの意味表示であり、指示ではない。
- **翼端保持者：「準備よし」=発声とともに主翼を水平保持**
曳航索の装着状況、機体前方、後方、進入機の確認後、機長による発航意思表示を復唱しピストへ伝達。**何らかの理由で発航に適さない**と判断した場合ピストおよび機長にその旨伝達する。
- **ピスト：「ウィンチ、準備よし」=無線による伝達**
機長および翼端保持者と同様の安全確認後、発航に同意できた場合に送信する。例えば他機との離着陸の重複、**風向風速の変化**などで同意できない場合はこれを行わず、機長および翼端保持者にその旨伝え、翼端を下げさせる。

発航要領-2

- **ウィンチ： 「 ウィンチ準備よし」 = 無線によるピストへの
応答、索を張り合わせることの意味表示**
主翼が水平になっていることの確認、ウィンチおよび曳航索の状況、見える範囲内の滑走路および上空の安全確認、風向風速の確認後、発航に同意できた場合に送信。索の張り合わせを開始する。不同意の場合はその旨ピストに送信する。「 赤」等短い合図を送った後その理由を伝える。風向風速の変化が理由の場合もこの要領で行う。
- **ピスト： 「 出発」 = ウィンチへの曳航開始の伝達**
曳航索の張り合わせおよび発航に支障がないことを確認してから行う。この合図を発するまでは曳航に支障がある場合中断できる。中断の場合速やかに「 赤」によりその意思と理由を伝える。

発航要領-3

- **ウィンチ:** 「**出発**」 = 無線による曳航開始の応答
ひとたび「**出発**」を応答したら**ピストから合図がない限り曳航の中断は行わない。**

ただし突然の状況変化で支障を認めた場合はこの限りではない。例えば滑走路への侵入者の発見がこれにあたる。

中断する場合「**赤**」を送信し注意を喚起する。しかしながら機体が地上滑走を開始した後の中断はグライダーの破損などの危険があることを承知の上、緊急かつやむを得ない場合に限る。

離陸後は少なくとも安全高度に達するまで曳航を中断しないこと。

背風における曳航の注意事項-1

風がまわっている状態やピスト交換の前等、背風における曳航において下記のことを認識し注意する。

- 背風における曳航の限界を判断する。地上付近だけでなく、上空の風、地形による特性と風向きの変化なども考慮。
- ピスト交換で、複数機をフェリーする予定でも、**個々のグライダーの発航時点で判断する**。準備ができて発航の中止を躊躇しないこと。
- キャノピーを閉めた機長は風の微妙な変化を把握しにくい。ピストまたは翼端保持者は風の変化を「肌で感じる」ことが出来る。**ウィンチ側の風の状況はウィンチマンしか知り得ない**。
- 急な風の変化で支障がある場合、機長からの「準備よし」の合図の後でもピスト、翼端保持者、ウィンチマンは**発航を中止できる**。
- ウィンチマンは日々のウィンチの「調子」を把握している。その状況によっては、ピスト側にテストフライトを積極的に進言すること。ピスト、機長は単独飛行でのテストフライトを行うなどの対応を行うこと。

背風における曳航の注意事項-2

- 背風の影響や、ウィンチのパワー不足などにより十分な曳航速度が得られない飛行が行われた場合、風が好転しない限り、ウィンチマンはその飛行の次の曳航の取りやめを申し出ることができる。
- ウィンチマンは「出発」の合図を復唱した後は曳航を継続しなければならない。風の変化を理由とする中断は機長以外あり得ない。「出発」の復唱後の中断は、その他緊急やむを得ない場合に限る。
- ウィンチマンが発航に合意し、トラブルが発生したとしても、**ウィンチマンには責任を負わせることはできない**。第一義的な責任は機長にあり、機長は予想できる状況に対応できるように飛行することが出来るし、そのように努力すべきである。

背風が影響したインシデント/アクシデント事例-1

季節/グライダー	気象状況	インシデント/アクシデント内容
事例No.1 初夏 三田式3型改1b (2名)	準備中は風がまわっていた。索張り合わせの瞬間、3～5m/sの背風。前線の通過。	すでに出発の合図で地上滑走開始。その直後に翼端を地面に打ちつけ翼端FRPカバーを破損。リリースし離陸断念。
事例No.2 季節不明 ASK21(2名)	発航準備中は弱い背風であったが、曳航中に、ウィンチ側で3～5m/sの背風となった。	速度が遅く浅い上昇角で曳航された。ウィンチ上で高度200m程度で離脱。曳航索がウィンチに落下した。
事例No.3 夏 ASK13(2名)	雷雲のような雲があり、雲の吸い上げの報告が他機からあった。離陸時は向かい風3m/s。(下降気流、ウィンドシェア等の可能性)	順調に上昇し、高度200mで突然何の兆候もなく失速状態に。機首はすぐ下を向き、索を離脱、高度150mで回復。その後の小場周経路でも失速。90mで回復、逆進入。

背風が影響したインシデント/アクシデント事例-2

季節/グライダー	気象状況	インシデント/アクシデント内容
事例No.4 季節不明 ASK21(2名)	背風の微風。	曳航開始時、急加速ですぐに離陸、高度数メートルで機体が索を追いこし、「ウィンチ赤」。離脱をしたが操縦席がドラッグシュートに突っ込み被ったまま着陸。
事例No.5 季節不明 Ka-6	事例No.4と同日、 背風の微風。	事例No.4とほぼ同じ。
事例No.6 季節不明 クラブリベレ	無風	初期から速度が遅く高度100m程度で、曳航索がついたまま左旋回に入りながら機首が下がり索は途中ではずれ、R/W左側の森に消えていった。比較的冷静に回復し、場外着陸した。