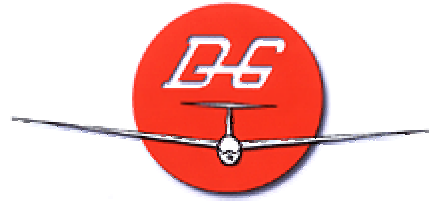


DG Flugzeugbau GmbH



グライダーの最適な重心位置について

弊社主任設計者 **Wilhelm Dirks** からの注意

古典的な飛行機理論では、主翼が揚力を発生して尾翼が安定性を生むと説明されています。一般にキャンバーの有る主翼に発生する空力モーメントは機首を下げる方向の力を発生させるため、尾翼はこの力を打ち消さなくてはなりません。尾翼は重心位置や速度によって変化する機首下げの力に対抗した力を発生させなくてはならず、速度が速く重心位置が前方にあるほどより大きな下向きの力を発生させていることとなります。重心位置が後方の場合には逆に尾翼が上向きの力を生む状況もありえます。

多くの競技パイロットはグライダーの重心を後方限界ぎりぎりに調整します。理論的には、特に旋回時に性能が向上して操縦桿を引き続ける必要がなくなります。**Stuttgart** で開かれた“ドイツ滑空シンポジウム”において、いくつかのグライダーについてこの理論に関する詳細な検討がなされた論文が発表され討論されました。

まず初めに重心位置が前方の場合と後方の場合でどのくらい性能が違つか検討されました。重心位置の許容範囲は設計者によって決定されます。重心位置の前方限界が水平安定版とエレベータの大きさを、すなわち旋回時に十分な力をエレベータが発生するよう、決定されます。後方限界はグライダーが十分な縦安定性を有してスピンからの回復に問題がないように決定されます。全ての種類のグライダーで重心位置を最前限界としたときよりも後方限界としたときの方が L/D が 1.5 から 2.0 程度良くなる計算結果が示されました。かなり大きな差ではないでしょうか。このことが重心位置を後方限界ぎりぎりに調整することの裏づけでしょうか。重心位置について少し考えてみましょう。

性能への影響について

滑空機の L/D は全ての揚力と全ての抗力の比で計算されます。尾翼が下向きの力を発生させている場合には主翼はより大きな揚力を生み出さなくてはなりません。そのため誘導抗力と形状抗力も増加してその結果 L/D が減少することとなります。しかしながら後方限界に近い重心位置が必ずしも良い結果をもたらすと

は限りません。尾翼は大きな揚力を生むようには設計されていないからです。一般的に尾翼はほとんど対称な翼形をしています。主翼の形は揚力を生むように設計されていますので尾翼よりも効率よく揚力を生み出せます。それに加えてアスペクト比の小さい尾翼が発生する誘導抗力は（主翼と同じ割合ではなく）発生している揚力と比べて大きなものとなります。もっとも良い状態と考えられるのは主翼が発生する揚力が胴体部分で減少する量にちょうど相当する揚力を尾翼が発生する状態です。この状態のときに機体の誘導抗力が最小になるでしょう。この状態は設計にもよりますが、尾翼から最後方重心位置までの距離によって決定されます。

飛行特性と安全性について

後方限界時には特にロール軸に関しての安定性が最低となり、サーマル旋回時に生ずる速度変化に対応するために絶え間の無い修正を行いながら“飛ばす”事を強いられます。経験と技量にも拠りますがかなりパイロットの疲労を増加させ集中力を減少させる事となるでしょう。そのため L/D の向上の意味がほとんど無くなってしまいうでしょう。また、重心位置が前方の場合ならばスピンの入らないような速度域でも重心位置が後方限界に近いグライダーではスピンに入りやすくなります。この状態では特に低高度において致命的な結果となるかもしれません。

グライダーによって状況は違っていますがこの傾向は明らかです。ベテランの競技パイロットでも後方限界近くに重心位置をセットすることに慎重でなくてはなりません。

重心位置によって飛行特性と性能が大きく変化します。現実的な妥協点は重心位置を最後方位置から 30 ~ 40 % 前方に調節することでしょう。

後方限界に近い重心位置での飛行ではあなたの命が危険にさらされていることとなります。

機体の重量・重心位置の測定を実施しましょう。

あなた自身の体重も忘れずに。



Wilhelm Dirks

英訳 Albin Schreiter - CDN

編集 Pete Williams

Stuttgart 2000 ならびに Braunschweig 2001 における “ 滑空シンポジウム ” 後の加筆

Akaflieg Braunschweig のメンバーは再び最適な重心位置に着目した研究を行いました。

慎重に検査されてチェックされた 2 機の ASH-25 を使った試験飛行が何度か実施されました。双方のグライダーには予想される小さな性能差をもきちんと計測できるように高度で複雑な計測機器が積み込まれました。1 機は基準として、またもう 1 機は飛行前に重心位置を移動できるように設計されました。

飛行試験はさまざまな速度とフラップ位置で行われ、飛行後にコンピュータによって詳細な解析が実施されました。

それぞれの飛行試験の結果は我々の興味とするところではありません。標準的なパイロットは通常の長距離飛行中にさまざまな速度とフラップセッティングで飛んでいますから、我々がもっとも興味有るのは平均的な結果です。全ての結果が入手できなかったとしても次のような結論は得られます。

後方限界位置では最適な結果は得られませんでした。一番良い結果は重心位置が後方限界から 30 ~ 35 % 前方の時に得られました。これは重心位置がセンターの時にエレベータが中立（気流に対して平行）でなく、設計では想定されていない下向きの揚力を発生させているために抵抗を増やしているからです。

私どものお客様で競技に参加するパイロットの方から、機体を精密に測定して重心位置を後方 98 % にセットしてほしいと要望されることがあります。私どもではお客様のだどのようなご要望でも実現できるように努力していますが、これはお応えできかねるご要望の一つです。

グライダーはこのような後方限界に近い位置では良い性能は得られません。単にピッチとロール方向のコントロールが非常に敏感となるだけです。また、パイロットは長距離飛行中に 2 L 程度の水分を失う（汗をかく）ことはありえますので、飛行中に重心位置が許容範囲を超えてしまい、すべてのコントロールが過敏といえる状況になってしまうでしょう。

後方限界から 30 ~ 35 % 前方の重心位置を選んでください。
このあたりが安全性の面からも性能の面からも最適な位置
です。

Phil King 氏からのメール

いつも素晴らしい DG からのニュースレターありがとうございます。4 番目の“グライダーの最適重心位置 新しい結果 ” について少しコメントがあります。

“ 後方限界に近い重心位置での飛行ではあなたの命も危険にさらしていることとなります ” と指摘されています。私自身も予期しないスピンによって墜落しそうになったことがありますし、また私の妻はスピンによるクラッシュを経験しています。 -- 幸運なことに彼女は擦り傷ですみました。

我々は平均的な体重よりも軽いのです。

そのために多くのグライダーで “ 後方限界に近い重心位置 ” での飛行を余儀なくされ、二人とも “ 命を危険にさらしている ” と実感しています。これは我々が好んで選んでいるのではなく、ほとんどのグライダーが平均的成人男子を想定して設計されており最低重量が 70kg と決められているためです。

去年の 11 月に南アフリカで最新のグライダー（DG 製ではありません）を借りましたが、特別に鉛板 6 枚を南アフリカに発送しなくてはなりませんでした。幸運にも我々はこの問題を予想していたおかげで鉛板をコンテナで事前に発送できて手荷物で持ち込まずに済みました。

もし、南アフリカにバラストを持って行ってなかったら、私たちは休日をあきらめたでしょうか、ひょっとすると危険な重心位置で飛んだかも知れません。

私たちもあなた方同様グライダーとの長い付き合いの間に、何人かの友人を事故で無くしていますので安全を第一に考えます。

しかしながら経験の少ないパイロットが、性能を求めてではなくて全くフライトをあきらめるより後方限界位置でのフライトを選ぶ状況もあるでしょう。

もし、新しいグライダーがより少ない最小座席重量で設計されて大多数のパイロットが後方限界からずっと前方位置で飛行できるようになれば、何人かのパイロットの命を救えることになると思います。また、非常に軽量のパイロットのためには簡単にバラストが固定できる装置をグライダーの機首に備えるべきでしょう。どうして新しいグライダーの最小座席重量は 70kg なのですか？

Phil さん、興味深いメールありがとうございます。

あなたからのご質問にお応えいたします。

最小座席重量 60kg、(50kg でも)実現することは可能です。特に私どもの DG800S ではバッテリーを垂直尾翼から荷物室に移動したり、尾輪を軽いプラスチックから重い真鍮製に変えたりする等によって重心位置の範囲を広く調整することが可

能です。また、DG-1000ではトリムBOXも用意いたしました。

DG-808では重いエンジンのために少し問題がありますが重心位置の調整はある程度可能です。

問題は最小座席重量ではなく最大重量の方にあります。

最小と最大重量の差は36kgしかなくとても十分ではないのです。たとえば私の体重は92kgです。服と朝食と水筒を加えると102kgとなり、最大重量と前方限界近くで飛行していることとなります。

鉛のクッションバラストや、通常のトリムウエイトや私どもが機首に装備する特別なバラストで重量を増加させることは簡単ですが、体重の重いパイロットのために特別に最大許容重量を増加することは不可能です。

通常の最低座席重量は70kgですがお客様の体重をお知らせいただければご要望に沿って機体重心位置を調整いたします。厳密にお客様のご要望に沿った機体を出荷することとなります。

以上でよろしいでしょうか？

Phil KING さんからのもう一つのコメント

鉛シートが滑って操縦装置を邪魔する可能性も高いと思います。この種のバラストは、特別に用意された固定方法でグライダーにきちんと取り付けられなければ使わないことです。

小柄のパイロット全員が鉛のクッションに賛成できるわけではありません。重くて持ち運びに不便で、また座席位置のバラストは重心位置から遠いバラストと比べ大変重量がかさむからです。

全くご指摘のとおりです！



翻訳 畠本 斉

この翻訳を引用される場合は、出典を明らかにしていただきたく存じます