

ビーチクラフト式A-36型機を用いた 出力アイドル状態での降下角について

山下 勝

A study on Descending angle of Beechcraft TypeA36 under Idling Engine

By
Masaru YAMASHITA

1 まえがき

航空大学校は平成4年4月から単発訓練機として、ビーチクラフト式A-36型機（以下「A36」という）を使用している。

単発機のA36においては、エンジン停止を想定した不時着訓練は、緊急操作訓練の中でも重要な訓練である。承認された飛行規程には、A36のエンジン停止時の滑空性能に関して、「滑空距離は地表からの高度1,000フィート当り約1.7哩（2哩）である。」と規定され¹⁾、過去、横山ら²⁾はA36の出力アイドル時の滑空性能（IAS：110ノット）に関して、滑空距離は地表から高度1,000フィート当り約1.9哩であり、Prop High RPMでの滑空性能は、Low RPMに比べて悪い事を明らかにしている。

不時着訓練の1つの課目として、Simulated Power Off 180° Side Approach³⁾がある。これにおいて出力アイドル状態で、100ノット・フラップ上げ形態から、90ノット・フラップアプローチ形態への移行の判断は、目視により行うこととしている。しかし、学生にはその降下角の違いはほとんどわからず、判断に迷いを生じているのが現状で、実際に課目として実施する上では、その両者にはっきりとした違いはないのではないかと感じている。こ

れについては過去の横山らの報告にも言及されていない。

そこで本研究報告では、上記両者の降下角の違いについて調べることにした。

2 滑空性能

ある一定の迎角で滑空するとき飛行経路は直線であり、滑空角を θ 、機体重量を W 、揚力係数を C_L 、抗力係数を C_D 、滑空速度を V 、空気密度を ρ 、翼面積を S とすると、

$$\cot \theta = C_L / C_D$$

$V^2 = 2W / C_r \rho S (C_r^2 = C_L^2 + C_D^2)$ と表される⁴⁾。

上記2つの式より滑空性能に影響する要因は、機体重量、空気密度、翼面積、揚力係数、抗力係数であることがわかる。

3 計 測

3-1 飛行条件

飛行実験は、実科教官の職員訓練を利用して実施した。乗組員は2名または3名編成である。

3-1-1 気象

飛行実験を実施するにあたり、気象条件は以下の

ような基準とした。

- 1) 実験日の気象状態はVMCであること。
- 2) 降水現象や雷雲等が観測されていないこと。
- 3) 気流が安定していると予測されること。

3-1-2 飛行形態

課目: Simulated Power Off 180° Side Approachにおいては、当初出力アイドル状態における100ノット・フラップ上げ状態での降下、次に90ノット・フラップアプローチ状態での降下と続く(図1参照)。

そこで本研究では、まえがきでも述べたように、この2つの形態における降下角の比較を行うこととする。

脚は格納状態、カウルフラップは閉状態、エアコンディショナーは使用しない。プロペラレバーについては、飛行訓練においてLow RPM位置とすることはないためHigh RPM位置と限定し、Low RPM位置との違いは比較しない。

従って、以下の飛行形態を比較する。

- 1) IAS 90 kts, Prop High RPM, Flap APCH
- 2) IAS 100 kts, Prop High RPM, Flap UP

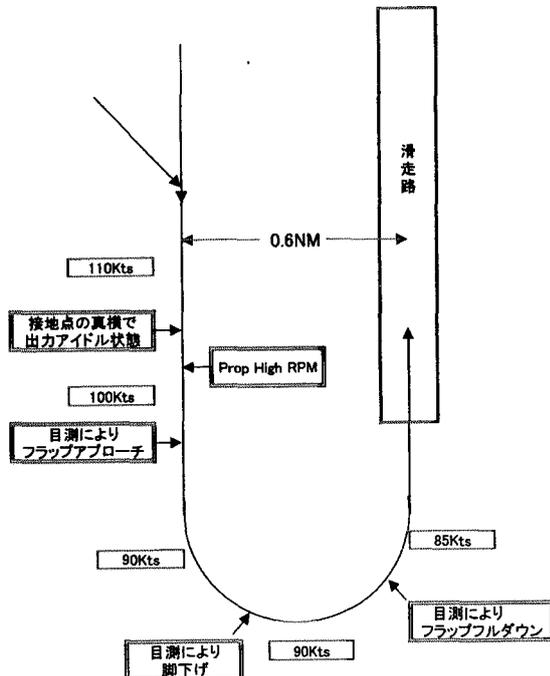


図1 Simulated Power Off 180° Side Approachの流れ

なお、上記のうち kts は knots、Prop は Propeller、RPM は Revolution Per Minute、UP は Up Position、APCH は Approach の略である。

3-2 飛行の方法

下方に不時着場を選定できる場所を選び、気流の状態について上昇・下降気流、タービュランス等の少ないことを実験前に確認する。

飛行データの収集は、気圧高度4,000フィートから3,000フィートへ降下する間に測定した(気圧高度とは、QNE法による高度で標準気圧29.92inHgから測定した高度)。

降下中の出力は、アイドル状態とする。

1,000フィート降下する間、滑空姿勢を安定させ、操縦輪をほとんど手放しの状態となるようにエレベータートリムをとる。計測している間IASが一時的にでも基準から3ノット以上変化した場合や、明らかな上昇気流、下降気流、タービュランスを感じた場合は計測を中止し、再度実施する。

3-3 記録

機体重量は、同乗者の体重及び実験開始時の燃料計などから50ポンド単位で概算として求めた。

3-2の飛行の方法によって安定した状態を確認した後、降下率(50フィート/分単位)、PROP RPM(50RPM単位)、トリムの値(0.5単位)を計器から、4,000フィートから3,000フィート間、任意の500フィートの高度差を通過する時間(0.01秒単位)をストップ・ウォッチ(SEIKO:SO51-4000)で記録した。

4 計測結果

4-1 計測結果

計測結果を表1～表6に示す。表中の「計算した降下率」は、500フィートの高度差を通過する時間

から求めた。実験を行ったHOP（飛行回数）は平成14年度3回、平成15年度3回の合計6HOP、個々の降下データはそれぞれの形態で合計33個ずつであるが、このうち信頼できるデータを以下の基準で選定した。この結果1個のデータを除外した。

表1 HOP 1における降下データ

実験日 平成15年1月7日 機番 4213 OAT -4℃

IAS 100kts FLAP UP形態における測定 TAS 104kts						
NO.	WT	トリム	降下率	PROP	TIME	計算した降下率
1	3400	11.5	1250	1500	23.04	1302
2	3400	11	1250	1500	23.38	1283
3	3400	11	1200	1450	22.98	1305
4	3400	11	1150	1450	23.72	1265
5	3400	11	1200	1500	23.76	1263
6	3350	11	1150	1500	24.1	1245
平均		11.1	1200	1483	23.50	1277.2
IAS 90kts FLAP APCH形態における測定 TAS 94kts						
NO.	WT	トリム	降下率	PROP	TIME	計算した降下率
1	3400	15	1100	1350	26.12	1149
2	3400	15.5	1150	1350	25.62	1171
3	3400	15.5	1100	1350	26.28	1142
4	3400	15	1050	1350	26.45	1134
5	3350	15	1100	1350	25.93	1157
平均		15.2	1100	1350	26.08	1150.4

表2 HOP 2における降下データ

実験日 平成15年1月16日 機番 4218 OAT -4℃

IAS 100kts FLAP UP形態における測定 TAS 104kts						
NO.	WT	トリム	降下率	PROP	TIME	計算した降下率
1	3250	11.5	1200	1500	24.82	1209
2	3250	11	1250	1500	24.05	1247
3	3250	11.5	1200	1500	24.92	1204
4	3250	11.5	1150	1500	25.02	1199
5	3200	11.5	1200	1500	24.5	1224
6	3200	11.5	1150	1500	25.15	1193
平均		11.4	1192	1500	24.74	1212.7
IAS 90kts FLAP APCH形態における測定 TAS 94kts						
NO.	WT	トリム	降下率	PROP	TIME	計算した降下率
1	3250	15	1100	1350	27.15	1105
2	3250	15.5	1050	1300	27.11	1107
3	3250	15.5	1050	1300	27.62	1086
4	3250	15	1000	1300	27.76	1081
5	3200	15.5	1100	1300	27.02	1110
6	3200	15.5	1150	1350	26.74	1122
平均		15.3	1075	1317	27.23	1101.8

表3 HOP 3における降下データ

実験日 平成15年1月20日 機番 4169 OAT -12℃

IAS 100kts FLAP UP形態における測定 TAS 103kts						
NO.	WT	トリム	降下率	PROP	TIME	計算した降下率
1	3200	11.5	1200	1500	24.21	1239
2	3200	11	1250	1500	23.56	1273
3	3200	11	1200	1450	24.04	1248
4	3200	11.5	1200	1450	23.48	1278
平均		11.3	1213	1475	23.82	1259.5
IAS 90kts FLAP APCH形態における測定 TAS 93kts						
NO.	WT	トリム	降下率	PROP	TIME	計算した降下率
1	3200	15.5	1050	1300	26.58	1129
2	3200	15.5	1100	1300	26.64	1126
3	3200	15	1050	1300	26.73	1122
4	3200	15.5	1100	1300	25.62	1171
平均		15.4	1075	1300	26.39	1137.0

○姿勢が安定した状態での降下率計の指示が、時間測定により求めた平均降下率と比べ「200フィート/分」以上差がある場合（降下率計の目盛りが「200フィート/分」であるため）

表4 HOP 4における降下データ

実験日 平成16年2月13日 機番 4212 OAT -3℃

IAS 100kts FLAP UP形態における測定 TAS 104kts						
NO.	WT	トリム	降下率	PROP	TIME	計算した降下率
1	3250	11.5	1200	1500	23.42	1281
2	3250	10.5	1250	1500	23.68	1267
3	3250	11.5	1250	1450	23.39	1283
4	3250	11	1250	1450	23.39	1283
5	3250	10.5	1200	1500	24.44	1227
6	3250	10.5	1250	1500	22.94	1308
7	3250	11	1200	1500	23.64	1269
平均		10.9	1229	1486	23.56	1273.9
IAS 90kts FLAP APCH形態における測定 TAS 94kts						
NO.	WT	トリム	降下率	PROP	TIME	計算した降下率
1	3250	15.5	1150	1300	25.79	1163
2	3250	15	1050	1300	25.58	1173
3	3250	15.5	1150	1300	25.48	1177
4	3250	15.5	1100	1300	27.28	1100
5	3250	15.5	1050	1300	27.07	1108
6	3250	15.5	1050	1300	26.88	1116
7	3250	15.5	1200	1300	24.62	1219
平均		15.4	1107	1300	26.10	1150.9

表5 HOP 5における降下データ

実験日 平成16年2月16日 機番 4217 OAT +2℃

IAS 100kts FLAP UP形態における測定 TAS 105kts						
NO.	WT	トリム	降下率	PROP	TIME	計算した降下率
1	3250	9.5	1200	1450	24.76	1212
2	3250	8.5	1150	1500	25.39	1182
3	3200	8.5	1150	1450	24.91	1204
4	3200	8.5	1150	1450	24.81	1209
5	3200	8	1150	1450	26.08	1150
平均		8.6	1160	1460	25.19	1191.4
IAS 90kts FLAP APCH形態における測定 TAS 95kts						
NO.	WT	トリム	降下率	PROP	TIME	計算した降下率
1	33250	13	1050	1350	27.54	1089
2	3250	12.5	1050	1400	26.82	1119
3	3200	12.5	1000	1350	28.85	1040
4	3200	12	1000	1400	28.7	1045
5	3200	12.5	1050	1350	26.23	1144
平均		12.5	1030	1370	27.63	1087.4

表6 HOP 6における降下データ

実験日 平成16年3月19日 機番 4217 OAT -4℃

IAS 100kts FLAP UP形態における測定 TAS 104kts						
NO.	WT	トリム	降下率	PROP	TIME	計算した降下率
1	3400	10	1200	1400	24.65	1217
2	3400	10	1300	1350	24.59	1220
3	3400	10	1250	1400	23.88	1256
4	3400	10	1250	1400	25.76	1165
5	3400	10	1250	1350	25.67	1169
平均		10	1250	1380	24.91	1205.3
IAS 90kts FLAP APCH形態における測定 TAS 94kts						
NO.	WT	トリム	降下率	PROP	TIME	計算した降下率
1	3400	12	1100	1250	28.51	1052
2	3400	12	1100	1250	28.21	1063
3	3400	12	1100	1300	27.5	1091
4	3400	12	1100	1250	27.3	1099
5	3400	12	1100	1250	28.56	1050
平均		12	1100	1260	28.02	1071.2

4-2 降下角の算出

降下角については、HOP毎に真対気速度 (TAS) と計算された降下率の平均からそれぞれ「斜辺」、「高さ」を求め、その \sin^{-1} (「高さ」/「斜辺」) から角度を求めた (表7)。

真対気速度 (TAS) は測定高度の外気温度とIASを較正して求めた速度値である。

HOP毎の比較としたのは、HOPによって機体重量、空気密度が異なり、その影響を予測することが困難と判断したためである。

表7 降下角の比較

HOP	90kts FLAP APCH			100kts FLAP UP			降下角の差 A-B
	TAS	降下率	降下角: A	TAS	降下率	降下角: B	
1	94	1150.4	6.94	104	1277.2	6.97	-0.03
2	94	1101.8	6.65	104	1212.7	6.61	0.04
3	93	1137	6.93	103	1259.5	6.94	-0.01
4	94	1150.9	6.94	104	1273.9	6.95	-0.01
5	95	1087.4	6.49	105	1191.4	6.43	0.06
6	95	1071.2	6.39	104	1205.3	6.57	-0.18
平均	94.2	1116.5	6.72	104	1236.7	6.74	

5 考 察

5-1 降下速度の誤差

降下速度については、3ノット以上基準から変化した場合は計測を中止したことで、±2ノットの最大4ノットの誤差がある。この差は降下角に換算すると約0.3°に相当する。従って2つの形態の降下角の差が0.3°以内であれば、降下速度の誤差範囲のみを考えても計測誤差内の数値であり、両者には明らかな差は見られないと判断して良いと考える。

5-2 プロペラ回転数の影響

プロペラ回転数は、実験を通してばらつきはすべて50RPM以内であり、抵抗としてその差を考慮する必要はないと思われる。これは横山らの研究報告においても同様の結果となっている⁵⁾。

5-3 降下角の差

表7から両者の降下角の差は、6 HOPすべてに

おいて0.3°以内であった。計測誤差を考えるに両者に明らかな差を見出すことはできない。

6 まとめ

今回の実験で課目 Simulated Power Off Approach の実施において、100ノット・フラップ上げ状態での降下角と、90ノット・フラップアプローチ状態での降下角について、明らかな差は見られないことがわかった。

Simulated Power Off Approachは、学生訓練でその実施機会も限られ、かつ GEAR や FLAP を下げる時期の判断が難しい課目と言われている。接地までの形態の変化としては、「フラップアプローチ」、「脚下げ」、「フラップフルダウン」の3つの判断時期が要求される。このうちフラップを、アプローチ位置にすることによる降下角の変化が、ほとんどないと考えるならば、提言として、学生訓練においては、90ノットのフラップアプローチ状態での降下に早めに移行させた方が、学生にとってはその後の降下角の判断が容易ではないかと考える。

参考文献

- 1) 運輸省航空局承認「ビーチクラフト式A36型飛行規程」、平成2年7月23日、pp. 3-4
- 2) 横山裕好・土屋正興：ビーチクラフト式A36型機の滑空性能について、航空大学校研究報告R-(49) pp.17-32
- 3) 「独立行政法人航空大学校単発事業用課程学生訓練実施要領」平成13年4月1日、第4章4-22~4-24
- 4) 比良二郎著「飛行の理論」、昭和47年4月20日、P152、広川書店
- 5) 「前掲2」pp.20