

[해 설]

조종사에 있어서 Impossible Turn에 관한 고찰

송병흠*

A search on the Impossible Turn for Pilots

Byung-Heym Song

목 차

I. 서 론

II. 본 론 및 분 석

- 1 선회소요시간과 고도손실
- 2 선회율과 활공속도와의 관계

III. 결 론

* 한국항공대학교 항공운항학과 전임강사

요 약

본 연구에서는 항공기 사고의 대부분을 차지하는 이·착륙단계중에서, 이륙 직후 저고도에서 동력이 상실되었을 경우에 이륙활주로 방향으로 Turning Back하는 것은, 어떠한 안전 한계를 지니고 있는지를 선회 소요시간과 고도손실, 선회율과 활공속도와의 관계 등의 이론적인 근거에 기초하여 분석하고자 한다.

I. 서 론

항공기 운항에 있어서 가장 중요한 비행단계는 이륙과 착륙이라고 할 수 있다. 왜냐하면 비행단계별 항공기사고의 약 70%가 이·착륙단계에서 발생하기 때문이다. 그래서 본 장에서는 이륙직후 동력상실의 비상사태에 조우하여 조종사가 할 수 있는 선회는 어떠한 범위까지인지를 실예를 들면서 서술하기로 한다.

[실예 1]

오래 전 미국남부의 작은 공항에서 경비행기가 이륙하여 아름다운 작은 새처럼 사뿐히 날아 오르고 있었다. 그런데 갑자기 엔진이 꺼졌고, 그 앞에는 약간 거친 벌판이 있어 조종사는 비행기를 이륙활주로쪽으로 선회하려고 하고 있었다. 비행기는 선회를 시작한 후 얼마 되지 않아서 이미 선회경사각이 90° 이상 들어갔고 기수강하와 더불어 스펀에 진입했다. 비행기는 낮은 고도에서 불과 한 바퀴도 돌기전에 crash하여 산산조각이 되었다. 다행히 불은 나지 않았지만, 조종사의 모습은 볼 수가 없었다.

[실예 2]

신형 4인승 경비행기가 전쟁으로 유명해진 런던근처의 Biggin Hill에서 이륙하였다. 활주로는 비행장표고보다 200ft정도 낮은 계곡과 인접해 있었다. 약 250ft의 고도에서 엔진이 갑자기 정지하여 비행기 전방에는 활공할 수 있는 수백 ft가량의 계곡이 아래에 펼쳐져 있었다. 올바른 처치는 전방으로 그대로 비상착륙시키는 것이었지만, 조종사는 비행기의 기수를 돌려 급기야는 활주로 주

기장 근처에서 스피에 진입하여 추락하였다. 조종사와 승객 1명은 사망하고 다른 두 탑승자는 매우 심하게 다치고 말았다.

위의 두 실례에서 「실례1」은 숙련된 시험비행 조종사였고 「실례2」는 자가용조종사의 경우였다. 두 경우 모두 이륙방향으로 착륙을 시도하는 것이 이상적인 처치임에도 불구하고, 조종사는 이륙공향으로 선회하여 위험스런 경사각과 배풍착륙을 시도하는 오류를 범하였다. 이러한 실제의 예는 매우 귀중한 교훈이며 이러한 경험과 결과에 근거하여 만들어진 교본은 조종사의 숙련도에 관계없이 반드시 지켜져야 한다.

모든 행동을 자유스럽게 할 수 있다는 것이 인간의 기본적인 특권이라 할지라도, 조종사들은 이륙상승 초기단계에서 엔진의 이상징후를 감지했다면 절대로 이륙활주로쪽으로 기수를 돌리지 말아야 한다. 이러한 상황에서 기수를 활주로쪽으로 되돌려서 무사했던 경험을 자랑삼아 이야기하는 사람도 있지만, 그러한 상황은 확률이 거의 없는 경우라고 할 수 있으며, 결단코 선회를 피하고 전방으로 내렸어야 했던 것이다.

그러면 “왜 기수를 이륙활주로쪽으로 돌리면 안되는가?” 하는 물음에 “crash할지라도 차라리 비행장에서 그 파편들을 치우는 편이 훨씬 더 낫지 않겠어?”라는 대답이 멋진 말처럼 들릴지 모른다. 그러나 이런 사람들은 이륙장에서 배풍착륙의 시도에 대한 명확한 위험도와 스피에 진입하지 않으면서 활주로까지 도달할 수 있는 충분한 고도를 이론적으로 고려하지 못하는 실수를 범하고 있는 것이다.

본 논문에서는 선회 소요시간과 고도손실, 선회율과 활공속도와의 관계를 이론적으로 분석하여 이륙활주로로 Turning Back하는 것이 과연 안전한지를 논증해본다.

II. 본론 및 분석

1. 선회소요시간과 고도손실

이륙장주 특히 Upwind Leg에서 선회가 이루어지는 범위를 「그림1」에 도시하였다. 그리고, 실험에 의해 밝혀진 조종사들의 평균 반응시간은 적어도 4

초가 걸리며, 다른 보고서에서도 언급했듯이, 예기치 않은 상황에 직면했을 때 대부분의 조종사들이 반응하는데 걸리는 최소한의 시간이라 할 수 있다.

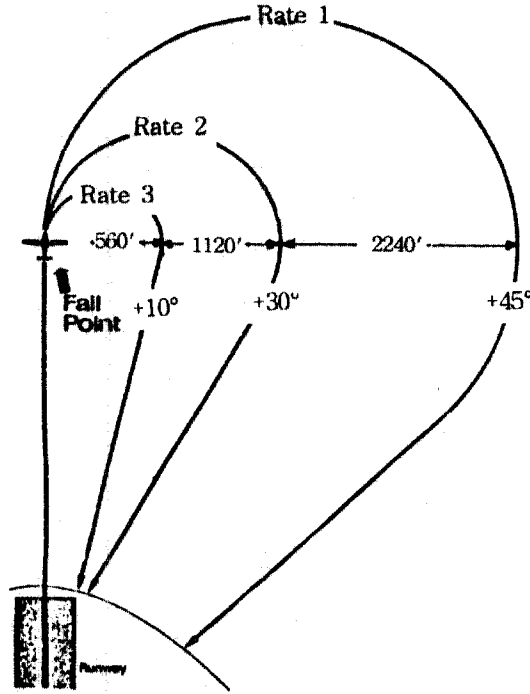


Fig.1, Although doubling turns rate halves turn radius when attempting to turn back to the runway, stalling speed increase dramatically.

예를 들어, 비행기가 정상적으로 이륙하여 300ft까지 상승한 후 동력이 상실되었을 경우를 생각해보자. 4초후 조종사가 이 사실을 인지한 후, 기수를 낮추고 최적 활공속도를 유지하는 단계에서 활주로로 선회를 시작하였다. 스펜에 진입하지 않고 안전하게 선회하기 위해서 표준율선회를 적용한다면 180°를 완전히 도는데 60초가 소요된다.

그리고, 최적 활공속도가 70knot인 경우라도 선회반경은 2,240ft나 된다. 기수방향을 바꾸는 시간까지 계산하면, 비행기는 활주로로부터 거의 1mile 떨어진 4,480ft지점에 있게 된다. 또한, 「그림1」에서 나타낸바와 같이 비행기의 기수가 활주로 방향에 평행하게 선회한 후 활주로로 향하기 위해서는 45°를 더

선회해야 한다. 따라서, 총선회량은 $180^\circ + 45^\circ = 225^\circ$ 가 된다. 소요시간도 60초+15초=75초가 되므로 엔진정지 후 총소요시간은 상황 반응에 필요한 4초를 더하여 79초가 되고, 일반적인 경비행기가 활공선회시 1000fpm으로 강하한다고 가정하면 약 1,316ft의 고도손실을 가져온다. 결국 300ft(AGL)에서 이륙활주로로 활공선회를 시작한다면 비행기는 지하 1,016ft에 있게 된다는 것이다.

2. 선회율과 활공속도와의 관계

만약 표준율선회로 이륙활주로로 선회하는 것이 최선의 비행조치가 아니라고 제기한다면, 이에 대한 이론적인 근거를 제시하고자 한다.

「표1」을 살펴보면 수직하중때문에 경사각에 따라 stall속도가 증가한다는 것을 알 수 있고 선회경사각이 90° 가 되면 stall속도는 두배가 된다. 안전하고도에서 엔진고장시 이륙활주로로 비상착륙을 하기 위한 선회에서는 최소한 45° 의 경사각으로 선회해야 한다. 반면에 경사각이 증가하면 속도가 증가해야 되고, 이에 따라 강하율도 증가한다. 예를 들면, 70knots의 비행기가 45° 경사

Bank Angle	Stall Speed	Increase (%)
0°	49 knots	0 %
35°	53 knots	8 %
45°	59 knots	20 %
60°	71 knots	43 %
75°	97 knots	97 %

Table 1, Typical chart for a four-seat single shows relation of stall speed to bank angle.

각으로 선회한다면 속도가 약 80knots가 되어 하는데, 이는 양력발생방향이 기울어지므로 중력반대방향으로 작용하는 분력의 감소로 인하여 강하율과 stall속도가 증가하기 때문이다.

또한, 속도 80knots를 유지하면서 45° 경사각으로 선회를 하면, 선회율이 표준율선회의 거의 4배에 이르게 되어 180° 선회를 하는데 15초가 소요된다.

「그림1」에서 나타낸 것과 같이 70knots로 선회를 하면 선회반경이 560ft로 되며, 활공속도도 10knots가 늘어나지만 선회반경은 그다지 큰 차이가 나지 않는다. 소요시간은 반응시간이 4초, 180° 선회에 15초, 10° 를 더 선회하는데 1초가

소요되어 총 20초가 된다. 강하율은 실제로는 더 증가하게 되지만 계속 일정하게 유지된다하더라도, 45°경사각으로 20초동안 선회하면 333ft이상 강하하게 된다. 이 경우 역시 300ft(AGL)에서 이륙활주로로 비상착륙을 시도하였다면 그 결과 역시 마찬가지일 것이다.

Turn Rate	Time to Turn 180°	Additional Turn Required	Total Time
standard (3°/sec.)	60 sec.	45°	75 sec.
twice standard (6°/sec.)	30 sec.	30°	35 sec.
four times standard (12°/sec.)	15 sec.	10°	15.8 sec.

Table 2, Turning back to the runway requires more than 180° of turn, consumes extra time and altitude.

「표2」는 각 선회율에 따른 선회소요시간을 나타내었다. 「그림1」처럼 활공 속도 70knots의 경우에서 선회율이 표준선회율의 2배, 4배로 증가됨에 따라 속도의 증가는 선회반경을 더욱 크게 하고 있다. 따라서, 「그림2」와 같이 이륙 직후 turning back하지 않고 이륙경로의 좌우 60°안에 있는 가용할 수 있는 비상착륙장을 선택할 수 있는 범위를 표시한 것이다.

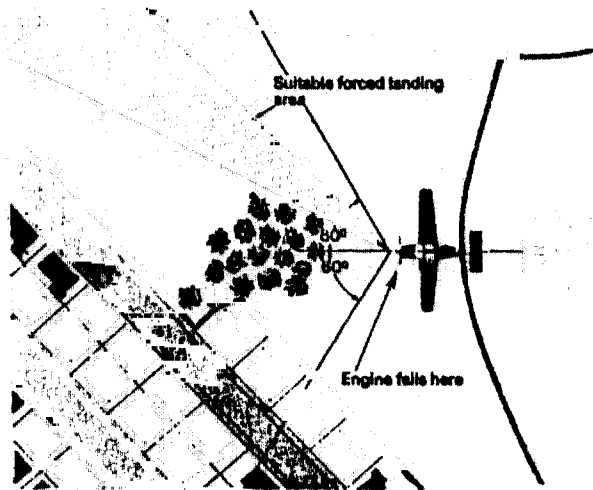


Fig. 2, If engine fails at low altitude, it's reasonable to search for a suitable landing site up to 60° on either side of aircraft heading.

III. 결 론

이상과 같이, 조종사가 이륙직후 저고도에서 turning back해야 할 다른 이유가 있더라도 극히 위험한 상황으로 돌입하지 않게 하기 위하여, 이륙활주로 쪽으로 turning back하는 것은 이론적으로도 안전하지 않다는 것을 본론에서 증명하였고, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 이륙활주로 쪽으로의 turning back은 비행장주내의 항공교통흐름을 위반하는 것으로, 활주로에 다른 비행기가 없더라도 배풍착륙은 생지(발)에 착륙하는 것보다 더 큰 위험도를 갖는다.

둘째, 이륙후 600ft이상의 고도에서 동력이 상실되었을 경우에는 지체없이 9°/sec의 선회율로 활공선회를 시작하면 10knots의 활공속도 증가와 함께 비상착륙을 할 수 있다. 그러나 이 경우에도 선회를 끝내고 나면 어려운 착륙상황에 처해 있음을 느끼게 될 것이다. 그 이유는 무엇보다도 비행기의 활공성능과 조종사의 능력이 비상착륙에 많은 영향을 미치기 때문이다.

셋째, 이륙직후 600ft이하에서 동력이 상실되었을 경우에는 지체없이 이륙경로의 좌우 60°안에 있는 상대적으로 안전한 장소를 찾아 완만한 경사각으로 기수를 그 방향으로 향하면서 최적활공각으로 활공한 후 비상착륙을 시도하여야 한다.

▣ 참 고 문 헌

1. FAA General Aviation Community, Accident Prevention Program, FAA-P. 8740-44
2. H.H.Hurt, Aerodynamics for Naval Aviators, p.35 ~ 36, p.158 ~ 159, p.178
3. FAA, Flight Training Handbook, 1991, p.72 ~ 130,
4. Trevor Thom, Pilot's Manual Instrument Flying, 1990, p.5-1
5. William K. Kershner, The Advanced Pilot's Flight Manual, 1990, p.106 ~ 111
5. 翼醇, 항공역학, 일본항공정비협회, 1980, p.54 ~ 68