

# 비행자료산출을 위한 소요시간과 정답오차범위에 관한 연구

김 칠 영\* 한 경 근\*\*

## A Study on the Time Required and Error Tolerance Limits for Flight Data Computation

Chil-Young Kim, Kyoung-Keun Han

### 목 차

- |      |      |    |
|------|------|----|
| I.   | 서    | 론  |
| II.  | 연구의  | 방법 |
| III. | 연구내용 | 분석 |
| IV.  | 결    | 론  |

\* 한국항공대학교 항공운항학과 교수

\*\* 한국항공대학교 비행교육원 전임교원

## Abstract

The purpose of the present paper is to determine the time required and error tolerance limits for flight data computation.

The results of statistical analysis showed that the calculator side computation required about 50 seconds for each question and wind side computation needed about 115 seconds for each question.

In case of error tolerance limits, it was found that the error tolerance limit for altitude computation was 90 feet and two knots of interval was recommended for the speed computation in calculator side, and one degree of interval for heading computation and five knots interval for speed computation in wind side.

## I 서 론

조종사는 직무수행을 위하여 정해진 수준 이상의 경험과 지식을 필요로 하며 이러한 조종사의 경험과 지식을 평가하기 위하여 우리나라에서도 자가용조종사, 사업용조종사, 운송용조종사등의 학과시험이 시행되고 있다. 이러한 조종사 자격증명별 학과시험의 과목은 항공법, 공중항법, 항공기상, 비행이론, 항공교통통신정보업무등으로 구성되며 그 가운데 공중항법 학과시험의 많은 부분이 항법관련 비행자료산출문제로 출제되고 있다.

그러나 비행자료산출 문제의 응답소요시간과 정답의 오차범위가 구체적으로 연구되지 않아 시험을 시행하는데 시간부족, 난이도, 그리고 문제구성시 보기의 적합성 등 여러 가지 문제점이 대두되고 있어 이에 대한 연구를 통해 조종사 자격시험에서의 학과시험 시행시 필요한 자료를 도출하여 이러한 문제점들을 해소하기위해 비행자료 산출을 위한 소요시간과 정답의 오차범위에 관한 연구를 진행하게 되었다.

## II. 연구방법

### 가. 연구방법

공중항법관련 비행자료 산출을 위한 소요시간과 정답의 오차범위를 알아보기 위하여 항법 계산만을 이용하여 계산해야 하는 문제를 각각의 계산면을 다양하게 사용할 수 있도록 구성하고, 표본을 정하여 시험을 2회 실시하였다. 수집된 답안지를 1차로 정리하여 신뢰도가 떨어지는 답안은 제외한 후 문제풀이를 위해 소요되었던 시간과 정답을 통계분석하여 소요시

간과 응답의 평균, 응답평균과 정답과의 차이를 구하였고, 표준편차를 구하여 평균으로부터의 산포도를 알아보았다. 분석의 결과로 소요시간의 기준과 정답의 적절한 간격기준을 도출하였다..

## 나. 표본선정

공중항법의 이론과 실기교육을 이수한 후 6개월이 경과된 한국항공대학교 항공운항학과 학생을 대상으로 2년에 걸쳐 조사하였다.

항공종사자의 학과시험 응시 때와 유사한 조건을 부여하기 위해 시험일정을 고시한 다음 시험을 시행하였으며 시험에 응한 학생의 수는 1차(1996년. 9.) 49명, 2차(1997년. 9.) 52명으로 총 101명의 학생이 시험에 응하였다.

## 다. 문제의 구성

### 1. 문제선정기준

문제 선정기준은 조종사의 직무수행을 위해 반드시 숙지하여야 할 공중항법의 기본적 이론과 비행계획시 항법계산반을 사용하여 계산을 요하는 문제를 기준으로 하였다. 특히 항법계산반의 Calculator Side와 Wind Side의 각각의 창을 이용하였을 때의 응답소요시간과 응답평균을 구하기 위하여 Calculator Side의 경우 pressure altitude window, density altitude window를 이용하여 진대기속도와 진고도를 구하는 문항을 포함하였고, Wind Side의 경우 바람삼각형의 각각의 요소를 구하는 문제를 포함하였다. 또한 Calculator Side와 Wind Side의 문항은 필요로하는 응답의 수가 상이하므로 응답수의 차이에 따른 소요시간과 오차의 값도 비교할 수 있도록 하였다. 문제지에 포함된 각 Side 별 문제유형은 다음과 같다.

#### ◇ Calculator Side를 이용하여 계산하는 문제

- 진고도 산출
- 진대기속도 산출

#### ◇ Wind Side를 이용하여 계산하는 문제

- 나침로 산출
- 풍향/풍속 산출
- 대지속도 산출
- 항적과 대지속도 산출
- 진침로와 진대기속도 산출



- 행동반경 산출
- 등시점 산출
- 바람수정각과 편류각 산출
- 평균 풍향 / 풍속 산출
- 마하수 산출
- 진대기속도 산출을 위한 F Correction Factors

## 2. E-6B COMPUTER (Model FDF-50)

○ 모델에 따라 MB-4 COMPUTER AIR NAVIGATION와 동일하게 제작된 것도 있고, 어느 모델의 경우에는 대동속도 산출을 위한 F Correction Factors가 제시되지 않은 것도 있다.

## 3. CR-3 COMPUTER

### (가) 특징

○ CR-3 COMPUTER는 모양이 원형으로 되어 있어 취급하기가 용이한 장점이 있는 반면에 바람과 관련한 자료산출은 정확히 Vector합성법을 구현할 수 없어 오차를 수용해야하는 단점이 있다.

### (나) 산출가능한 비행자료

- MB-4 COMPUTER AIR NAVIGATION와 동일

## 4. Navtronic Flight Computers

### (가) 특징

○ Navtronic Flight Computers는 계산방식이 기존의 계산기가 수동식으로 계산기를 손으로 맞추어 사용하는 방법에 비해 이 계산기는 내장되어 있는 컴퓨터가 자동적으로 계산해주는 장점을 가지고 있다.

### (나) 계산가능한 비행자료

○ MB-4 COMPUTER AIR NAVIGATION의 기능에 추가하여 Weight & Balance 계산이 가능하며, 항정선향로와 RNAV와 관련된 자료를 산출할 수 있다.

III. 연구내용 분석

가. 기초통계치

문항	Var	Mean	Std Dev	정답과의 오차
1	TIME	53.28	42.91	
	ANS1	9350.76	96.47	14.24
2	TIME	48.86	40.41	
	ANS1	5250.89	86.45	10.89
3	TIME	38.31	29.01	
	ANS1	117.10	1.84	0.10
4	TIME	141.12	108.93	
	ANS1	199.91	2.35	0.91
	ANS2	35.90	18.25	1.90
5	TIME	109.89	67.75	
	ANS1	275.33	2.22	0.33
	ANS2	41.76	16.77	1.76
6	TIME	132.02	89.34	
	ANS1	90.06	0.78	0.44
	ANS2	160.32	14.56	0.32
7	TIME	120.68	72.22	
	ANS1	56.66	2.20	0.34
	ANS2	275.59	34.07	3.41
8	TIME	145.28	250.64	
	ANS1	62.28	0.82	0.22
	ANS2	179.10	20.13	11.90
9	TIME	102.49	55.21	
	ANS1	47.45	2.59	0.55
	ANS2	162.95	13.67	5.05
10	TIME	152.35	114.08	
	ANS1	193.57	1.58	0.43
	ANS2	139.52	12.24	6.52
11	TIME	123.56	93.20	
	ANS1	243.16	3.83	3.16
	ANS2	231.12	20.51	9.88

## 나. 결과 분석

### 1. 소요시간의 분석

(가) 항법계산반의 calculator side를 이용하여 계산해야 하는 문항(1-3번)에서는 소요시간의 평균이 각각 53.28, 48.86, 38.31초로 나타났고 표준편차는 각각 42.91, 40.41, 29.01로 나타났으며 calculator side 내의 사용하는 창(pressure altitude window, density altitude window)의 종류에 따라서도 10초 정도의 소요시간 평균의 차이를 보이고 있다.

(나) 계산반의 wind side를 이용하여 계산해야 하는 문항(4-11번)에서는 바람삼각형의 원리를 이용하여 풍향, 풍속을 구하는 문항(4-5번)의 소요시간 평균이 각각 141.12, 109.89초로 나타났고 표준편차는 각각 108.93, 67.75로 나타났다.

진침로와 대지속도를 구하는 문항(6-7번)에서는 소요시간 평균이 각각 132.02, 120.68초로 나타났으며 표준편차는 각각 89.34, 72.22로 나타났다.

항적과 대지속도를 구하는 문항(8-9번)에서는 소요시간 평균이 각각 145.28, 102.49초로 나타났으며 표준편차는 각각 250.64, 55.21로 나타났다.

진침로와 진대기속도를 구하는 문항(10-11번)에서는 소요시간 평균이 각각 152.35, 123.56초로 나타났으며 표준편차는 각각 93.20, 20.51로 나타났다.

Wind Side를 이용하는 문항의 경우 주어진 요소와 구해야 하는 요소의 종류에 따라 평균 소요시간의 차이를 보이고 있다.(최대 50초)

이상의 평균 소요시간의 분석에서 Calculator Side를 이용한 단답형 문항의 경우 소요시간의 평균이 약 46.82초로 나타났고, Wind Side를 이용한 다답형 문항의 경우 소요시간의 평균이 약 128.42초로 나타났다.

### 2. 정답 오차에 대한 분석

(가) 항법계산반의 calculator side를 이용하여 계산해야 하는 문항(1-3번)에서는 응답 평균과 정답과의 오차가 각각 14.24', 10.89', 0.10kts로 나타났으며 각각의 표준편차는 96.47, 86.45, 1.84로 나타났다. 오차는 계산반의 눈금단위가 클수록 커지고, 눈금의 단위가 작을수록 작아지는 것을 알 수 있다.

(나) 계산반의 wind side를 이용하여 계산해야 하는 문항(4-11번)에서는 풍향, 풍속을 구하는 문항(4-5번)의 경우 응답 평균과 정답과의 오차가 각각 (0.91, 1.90), (0.33, 1.76)로 나타났고 표준편차는 각각 (2.35, 18.25), (2.22, 16.77)로 나타났다. 즉, 풍향의 오차가 풍속의 오차보다 비교적 적은 것으로 나타났으며 이는 계산반의 중심위치를 정확히 위치시키는데 어려움이 있는 구조적 제한 때문인 것으로 보인다.

진침로와 대지속도를 구하는 문항(6-7번)에서는 응답 평균과 정답과의 오차가 각각 (0.44, 0.32), (0.34, 3.41)로 나타났고 표준편차는 각각 (0.78, 14.56), (2.20, 34.07)로 나타났다.

항적과 대지속도를 구하는 문항(8-9번)에서는 응답 평균과 정답과의 오차가 각각 (0.22, 11.90), (0.55, 5.05)로 나타났으며 표준편차는 각각 (0.82, 20.13), (2.59, 13.67)로 나타났다.

진침로와 진대기속도를 구하는 문제(10-11번)에서는 응답 평균과 정답과의 오차가 각각 (0.43, 6.52), (3.16, 9.88), 표준편차는 각각 (1.58, 12.24), (3.83, 20.51)로 나타났다.

Wind Side를 이용하여 계산하는 문항의 경우 일반적으로 속도의 계산에 있어서 오차가 비교적 많은 것으로 나타났다. 문항 4-11의 경우 방향과 속도의 두가지 답을 동시에 요구하였고 방향의 경우 응답 평균과 정답과의 오차가 비교적 작고(평균 0.80), 속도의 경우 응답 평균과 정답과의 오차가 비교적 크게(평균 4.34) 나타났다.

#### IV. 결 론

본 연구에서는 항법계산반을 이용한 비행자료산출시 요구되는 소요시간과 정답오차범위에 대한 표본집단의 시험결과를 통계분석하여 다음과 같은 결과를 도출하였다.

첫째, 항법계산반의 Calculator Side를 이용하여 계산해야하는 문제의 경우 소요시간은 문항당 약 50초, Wind Side를 이용하여 계산해야하는 문제의 경우 문항당 약 115초의 소요시간이 요구된다.

둘째, 정답의 오차 범위는, 항법계산반의 Calculator Side를 이용하여 고도를 구하는 문제의 경우 약 90피트, 속도를 구하는 문제의 경우 약 2노트로 나타났다.

셋째, Wind Side를 이용하여 계산해야하는 문제일 때 방향을 구하는 경우는  $1^{\circ}$ , 속도를 구하는 경우는 약 5노트가 오차범위로 나타났다.

이상의 연구 결과는 항공종사자 자격 시험 관리에 기초자료가 되어 각종 공중항법관련 시험의 합리성과 타당성을 제고시킬 수 있을 것으로 판단된다.



## ▣ 참고 문헌

1. Dale De Remer, Global Navigation for Pilots, 1993
2. FAA, FAR Part 61, 1998
3. ICAO, ICAO Annex 1, 1998.
4. Jeppesen, Slide Graphic Manual, 1987
5. Jeppesen, CR Professional Computre Manual, 1994
6. Navtronic, Flight Coputer Operation Manual, 1983
7. SAS Institute Inc., SAS/STAT User's Guide, 1988
8. 박용한, 송병흠, 공중항법, 한국항공대학교 출판부, 1988