

Read-back Error 요인의 해석

신 현 삼*

A Study of the interpretive rule on pilot's read-back error

H. S. Sin*

목 차

- I. 서 론
- II. 음성의 인식과 기억
- III. 의사 소통의 특성과 역할
- IV. 무선교신 오류의 귀인과 결과
- V. Hear-Back과 Read-Back Error
- VI. Read-back Error의 해석
- VII. 결 론

Abstract

In this study, pilot's read-back errors were reviewed in terms of its cause and consequence while FAA tried to weigh a new initiative in the ATC-pilot communication dispute in opposition of a majority of the aviation community by addressing an interpretive rule of 14CFR 91. Especially human factors in ATC communications were outlined with a view to suggest a line of recommendations for a successful accomplishment of safe flight in the busy terminal airspace.

* 한국항공대학교 항공교통학과 교수

I. 서 론

1. 연구의 목적

항공기 사고와 준사고에 있어서 언어의 역할에 대한 국제항공사회의 관심과 인식은 대단히 높으며, 주로 미국과 유러 컨트롤을 통해 인적요인의 영역에서 그 특성과 영향에 대한 연구가 집중되어 왔다고 할 수 있다. 영어는 국제항공계의 공통어로서의 지위를 갖고 있으며, 집중적인 훈련과 많은 노력에도 불구하고 아직도 시련과 도전의 언어로서 국내 항공분야가 극복해야 될 장벽으로 남아 있다. 본 연구에서는 무선교신에 있어 언어의 역할과 기능이 항공안전에 미치는 성과를 분석하여 향로 및 터미널 공역에서의 의사전달의 실패에 의한 일탈과 실수의 원인을 규명하고자 하였다.

2. 연구의 범위

본 연구에서는 인적요인에 의한 조종사의 관제허가, 지시 복창(read-back) 실패의 원인과 비행성과를 규명하기 위하여 NASA와 FAA의 연구자료를 분석하였으며, 무선교신에 관한 교훈과 지침을 다루었다.

3. 문제의 제기

항공교통 관리업무의 수행에 있어, 비행 승무원과 관제사의 임무에 영향을 미치는 주요변수는 정보의 유통이다. 최근 미래 항법시스템(FANS)의 핵심 장비인 데이터 링크 시스템의 부분적 운용으로, 전 비행구간 내에서 항공통신모드의 전환을 시도하고 있으나, 시간적 또는 공간적인 제약을 요구하는 항적(trajjectory)의 이동에 관한 비행허가, 지시 또는 긴급안전경보(Safety Alert)와 정보는 구두 교신에 의존할 수밖에 없다. 항공사회에 있어서, 음성에 의한 무선교신은 1930년이래 지속되어온 정보 전달수단으로 1947년 ICAO의 권고로 영어사용이 항공계에서의 보편화된 이래 무선에 의한 구두 의사전달은 영어의 언어적인 복잡성과 인식과정과 인적요인 특성으로 해서 문제의 해결을 지연시키고 있다. 1976년 FAA와 NASA는 공동인식과 목표에 따라 항공안전보고제도(ASRS)를 제정하여 비고의적인 위반 불만족사례를 면책사항으로 처리하여 유사사례의 재발방지 차원에서 이를 활용하고 있으며, 국내에서도 유사한 보고제도(CRS)를 도입운용 중에 있다. 조종사와 관제사간의 음성교신에 관한 ASRS 자료의 분석(Billings & Reynard ;1981)에 의하면, 보고서의 70%가 정보전달의 실수에 관한 것이며, 음성교신과 관련된 공통적인 문제는 부정확하거나, 불완전하거나, 애매하고, 또는 잡음이 섞인 상태에서 전문을 송신한 것(37%)으로 조사되었으며, 장비고장에 의한 교신실패는 2%에 불과한 것으로 조사되었다. 1981년 [파우쉬]와 [마노스]는 연구를 통하여, 항공관제 무선교신에 관한 문제점을 다음과 같이 밝혔다.

- 낮은 이해수준과 책임분담 (35%) - 응답결여와 이중확인 요소의 결여
- 조종실 내외의 외부적 답소에 의한 간섭(16%)
- 1인 이상조종사의 송신착각(15%)
- 교신의 결핍(12%)
- 과신 또는 자만[complacency](10%)

또한, ASRS 제도 시행 후 5년간 접수된 28,000건의 보고서의 70%가 교신 시 정보전달 문제(Connel)를 다루었으며, 플라체우스키(1989)는 연구를 통해 무선교신에 따르는 실수유형을 여섯 개로 분류하였다.

- ATC 허가의 부정확한 복창 - 관제사 미 수정
- 조종사 교신 시 관제사의 부정확한 복창을 조종사가 미 수정

- 제 3 항공기용 허가의 비 고의적인 오해
- 관제사 간의 정보교환 오류

비행 중에 발생하는 정보 전달오류에 관한 국제항공사회의 연구는 조종사와 관제사의 다른 작업환경과 특성 및 인적요인에 집중되고 있다. 본 연구에서는 영어사용과 교통상황의 처리와 분규해결에서 나타나는 인식과 사고과정의 인적취약구조를 분석하고, 국내항공교통환경에 고착된 무선교신의 고의적, 비고의적인 태만(Negligence)의 귀인을 통해 실수와 이탈의 역제를 강요하고, 항로 및 터미널 구역 내에서의 항공교통관리 시스템의 생산성과 안전성을 제고하기 위한 통로를 일반화하려 하였다.

II. 음성의 인식과 기억

1. 언어와 스피치

우리가 사용하는 언어는 단어와 상징을 서로 연결하여 만든 의미를 시각과 청각을 통하여 형상화해 온 것이다.* 또한 언어는 의사전달과 마찬가지로 사고과정이나, 인식과정과 복잡하게 연결되어 있다고 믿어지고 있다. 언어는 개인간의, 또는 집단간의 의사전달의 매체로서 기능하고 있으나 언어의 사용형태에 따라 전달내용이 달라지게 되는 모호함(Ambiguity)를 내포하고 있다.

이와 같은 특징은 서로 상이한 감각 시스템이 각기 다른 형태의 언어의 인식과 관련되어 나타나게 되는 데 구두에 의한 의사전달은 청각기관을 사용하므로 시각언어와 구별되고 있다. 언어는 모호성(ambiguity)를 갖고 있는데, 단어와 어휘의 사용 빈도수와 발음은 명료도(articulation)와 관계를 가지고 있다(Kryter,1972). 그리고 스피치의 명료도는 주위의 소음에 의해 방해받으며 (Howell et al., 1975) 단어의 이해도(Intelligibility)는 시각자료(cue)의 영향을 받는다. (Sumby et al., 1954)

2. 가청범위

스피치의 다른 특성은 주파수이다. 파수는 1초 당 측정된 피치(pitch)의 느낌이며 헤르츠 또는 싸이클로 측정한다. 목소리의 주파수는 통상적으로 1000Hz ~ 9000Hz 범위 내에서 진동하며, 건강한 인간은 16Hz ~ 20,000Hz 이내의 범위 내에서 주파수를 탐색할 수 있는 것으로 알려져 있다. 1967년 에델의 소음실험연구에 따르면 25세를 정점으로 하여 4000 Hz 가 50세의 성인남녀의 청각민감도에 현저한 차이를 나타내고 있다.** 정상인의 대화는 500 ~ 3000Hz 범위 내에서 이루어지며 인간의 청각범위는 -10 ~ +25dB 내에 있으며 -10dB에 미달하는 소리는 지각할 수 없다. 항공 생리적인 실험과 연구결과에 의하면 조종사는 어느 주파수 대역이건 25dB이상의 소리를 듣지 못하는 경우 청력상실을 경험하고 있다고 할 수 있으며, 이 외에도 개인의 건강, 피로도, 업무량과 기내 소음 등의 요소가 조종사의 임무수행 중 무선교신에 영향을 주고 있는 것으로 알려져 있다.

III. 의사전달의 특성과 역할

1. 의사전달의 특성

가. 어원

의사전달(Communication) 이라는 단어는 중세영어의 “Comynycacion” 에 어원을 두고있으며, Comynycacion은 Common이라는 의미를 갖고 있는 “Communis” 와 어근으로서 “icus”, “atus” 와 “ion” 의 라틴어 합성어이

* Frank, H,Hawkins. Human Factor in Aviation. ASHGATE. P153

** Frank H Hawkins, Human Factors in Flight Ash Gate,7th edition,pp161-162 .

다. 이 단어는 원래 협동(cooperate)과 참여(participate)의 의미를 통합시킨 “나누다(share)”의 의미를 나타내고 있다.* 다른 의미로는 사람들 간의 공통적인 바탕을 설정하고 있는 활동(activity)으로 해석되기도 한다. 또한 Theodorson에 의하면 의사전달이란 개인이나 집단의 구성원 또는 전체간에 주로 부호를 통해 정보, 생각, 태도 또는 느낌을 송출(transmission)하는 것을 말한다.

나. 정의

피터 드러커 교수의 정의에 의하면 의사전달은 다음과 같은 의미를 가지고 있다.

1) 인식(perception)

의사전달은 송화자가 수화자의 언어로 말할 때 비로소 달성된다.

2) 기대감(expectation)

사람은 오직 자신이 기대하는 것 만 인식하려는 경향을 가지고 있으며, 타인이 기대하는 대상을 이해하지 않으면 상호간의 의사전달이 성립되지 않는다.

3) 요구(demand)

의사전달은 타인에게 어떤 대상을 요구하는 행위이므로 상대방의 가치, 소망, 목표와의 부합이 이루어져야 한다.

2. 항공안전과 언어

개인간의 마찰은 일정한 대상에 대한 인식과 사회적인 상호작용간의 불일치가 언어의 사용을 통하여 발생한다고 믿어지고 있다. 그러므로 개인의 인식요소는 둘 또는 그 이상의 대화자간의 내부적인 정신상태이거나 과정을 취급하는 의사전달이 요구되는 제반 양상이다. 반면에 사회적인 상호작용요소는 둘 이상의 관계나 상호작용의 제반양상이다.

이와 같은 관점에서 볼 때 항공기의 운항에 있어서 언어의 역할은 관제사와 조종사간의 비행허가 지시 그리고 교통정보의 유통을 통하여 항공기의 안전을 확보하고 효율적 비행관리를 지속시키는 것이지만 사용언어의 특성과 인적 취약요소로 인하여 그 성과가 억제되고 있다. 미연방 항공청이 1999년 9월, 5일 동안 실시한 자체감사에 나타난 결과로서, 관제사의 비행허가 지시에 대한 조종사의 확인 복창실수는 9000건에 달했으며, 관제사가 발견하지 못한 사례도 12% 에 달했다. 조종사의 복창실수 가운데 주파수 배정이 39%로 가장 높았으며, 고도배정은 20%, 트랜스폰더, 기수방향, 항공기 속도에 관한 지시는 12%의 분포를 나타내었다.

3. 항공기 운항과 영어의 비중

관제사, 조종사와 항공 정비사의 영어 소통능력은 전세계 항공사회의 문제로 인식되고 있다. 미국의 경우, 특정한 상황에서 발생하는 언어의 차이(gap)는 어학적인 견지에서 순수한 미국인과 마찬가지로 비 미국인을 위험에 처하게 하며, 특히 인명을 위협하는 사건에 관한 의사전달 시에 발생하고 있다. 특히 항공기 운항의 경우 비행허가나 지시가 시간이나 공간 제한적인 성격을 갖고있으며 FAA는 항공기 안전에 대한 언어장애의 위험을 직시하고 AC60-28 (9/23/97) “English Language Skill Standards Required by 14CFR Part61, 63 and 65” 의 제정을 통해 항공종사자의 영어구사능력의 표준화를 세계각국의 PART 121 항공기운영자에게 요구하고 있으며 중국, 일본, 한국을 위시한 아시아 각국의 경우 조종사와 관제사의 영어능력 향상을 위한 대책을 수립하여 교육훈련을 강화하고 있다.

IV. 무선교신 오류의 귀인과 결과

1. 의사전달의 오류

* Communication and Behavioral Characteristics, Human Factor Awareness Course JAPAN AIR SYSTEM.

항공기 운항에 있어 조종사와 관제사를 연결하는 고리는 언어이며, 실례로서 1976 테너라이프 공항에서 발생한 KLM과 PANAM 항공사의 B-747 지상충돌 사고는 의사전달 오류의 결과를 극명하게 보여주는 교훈으로 항공사에 남아 있다. 세계 국제 항공계의 충격 속에 미국의 NASA와 FAA는 유사사례의 재발을 방지하기 위한 장치로서 항공안전보고제도(ASRS)를 운영하고 있으며, 유러 컨트롤도 민간 항공 준사고 보고제도(CAIRS)를 운영하고 있다.. 한편 한국도 1999년에 유사한 항공 준사고 보고제도(KAIRS)를 시행하고 있으나 터미널 공역 내에서 또는 항로비행구간에서 항공기의 상승이나 고도 강하 중에도 의사전달의 실패는 계속하여 발생하고 있다.

가. 영어 해석 미숙 사례 - 해롤드, 스포로이거스[Deadly Misunderstanding of English in Aviation]

- 1). We are being instructed to turn to a heading,
- 2). We are being given a vector,
- 3). We are being given a non-standard, but acceptable initial holding entry,

나. 비 표준 무선교신어휘 - 레비슨[English for Air Communication]

- 1). Runway is wet and water pools up to 2 milli-meters.
- 2). Lion 774. can we nip up on to the uteder get past Olympic?

2. 의사전달 실패의 유형

NASA AMES 연구소의 <쥬디스 오레산느> 박사가 분류한 의사전달의 실패유형은 다음과 같다.

<표1> 무선교신의 실패 유형
(Source of Communication Failure- ASRS and IATA Reports)

Language Category	ASRS	IATA
Language / Accent	47	5
Partial or Improper Read back	24	8
Dual language switching	23	2
Unfamiliar terminology	17	4
Speech acts	12	0
False assumption or inference	9	23
Homo phony	7	1
Unclear hand-off	5	3
Repetition across language	4	2
Uncertain addressee	3	13
Lexical inference	1	0
Lexical confusion / speed / heading / altitude / runway		4
Unexplained mistake		3
TOTAL	152	68

출처 : NASA Ames Research center

3. 의사전달 실패의 결과

조종사 - 관제사 간의 무선교신 실패는 조종사의 상황인식 상실의 결과를 초래하게 되며, 쥬디스 오레산느 박사는 다음과 같이 그 결과를 분류하고 있다.

<표2> 무선교신실패의 결과

Consequence	Frequency
Altitude Deviation	26
Violation of FAR	25
Heading Deviation	23
Traffic Conflict	21
Non-Adherence	19
Crossing Restrictions	13
Taxiway Excursion	·
Dangerous Flight Situation	7
Landing without Clearance	6
Aborted Takeoff	4
Runway Transgression	4
Controlled Flight Into Terrain	3
Speed Deviation	2
Runway Excursion	1
Others	37

출처 : NASA Ames Research Center

V. Hear-back과 Readback Error

1. Hear-back 문제

Hear-back이라는 어휘는 1986년 3월 자로 발행된 NASA의 계약 연구 보고서 번호 177398의 “항공운항의 인적 요인 : Hear-back 문제”에 유래하고 있으며 정의에 의하면 “항공관제 기관이 발부한 비행허가에 대한 조종사의 복창을 관제사가 확인하여 그 내용을 무선 청취하는 행위”로 규정하고 있으며, 무선교신 시 Readback / Hear-back의 성능에 영향을 미치는 원인요소는 다음과 같다.

- 가. 숫자를 하나 청취한 뒤 다른 숫자를 말하는 것.
- 나. 조종사가 자신이 기대하는 것을 듣는 것.
- 다. 고도 배정 후 조종사가 고도입력을 잇는 것.
- 라. DME 거리 숫자를 고도계에 입력시키는 것.
- 마. 동료 조종사가 비행허가를 청취했다고 가정하는 것.

2. 무선교신 의 결합순위

무선교신 시 발생하는 오류는 전문내용의 확인실패와 감시적인 적극청취의 부재의 결과이며 다음과 같은 과정으로 나타나고 있다.

- 가. 조종사가 비행허가 전문에 명시된 숫자를 잘못 듣고 관제사의 확인을 위해 틀린 숫자를 복창한다.
- 나. 관제사가 조종사의 잘못된 허가사항의 복창을 듣지 않거나, 관제사로 부터의 확인응답이 없는 경우 자신의 허가내용 복창이 옳은 것으로 간주하는 것.

다. 조종사가 비행허가 사항의 수신을 확인 응답하였으나 조종실 내부의 비행허가 관리상의 실수로 이탈결과가 발생하는 것.

3. Read-back 문제

Read-back은 조종사가 송신된 비행허가, 지시 또는 교통정보를 무선을 통하여 반복하여 전문의 내용을 확인하는 행위이며, Read-back 실수는 다음의 네 가지 유형으로 구분되고 있다.

- 가. 동일한 시간, 공역, 주파수대에 유사한 숫자를 가진 항공기 식별부호.
- 나. 비행 허가, 지시와 교통조언을 조종사 한사람이 모두 청취하는 동안 타조종사는 ATIS 방송을 청취하거나, Company Radio를 사용하는 2인 조종사 비행 시스템의 결함.
- 다. 전형적인 인적요인에 의한 실수유형으로 타 항공기에게 발부된 비행허가, 지시 내용을 자신의 것으로 착각하는 실수.

<표3> 무선교신 실수의 기여요소(Dr.Cardosi)

ERROR 기여요소	보고횟수
Similar Call sign	58
Pilot expectation	55
Controller expectation	45
Frequency congestion	23
Pilot workload	20
Other factors	50

출처 : FAA

4. 스피치 의 인식 실험

1998년 3월의 <스피치 인식에 관한 비교실험 보고서> / EEC Note No. 09/98에서 유러 컨트롤은 관제 허가 및 지시에 대한 조종사의 스피치 인식과 성과를 실험 측정하였다.

< 표 4> 비행허가지시의 빈도

instruction type (%)	So"llingen	Geneva	Zurich
transfer	57.0	32.9	33.6
level change	16.8	28.4	25.9
manoeuvre	8.8	5.3	8.3
clearance	8.3	19.0	14.6
report	2.7	2.6	1.9
speed	0.3	0.2	0.1
ident	0	3.3	5.2
miscellaneous	2.9	3.8	4.8
negative	0.3	0.3	0.1
roger	2.2	3.0	4.4

출처 : 유러컨트롤

VI. Read-back Error 의 해석

1. 조종사의 비행허가준수 의무조항

FAA의 비행정보 교범 (AIM) 는 비행허가발부와 관련 조종사와 관제사의 책임을 다음과 같이 해석하고 있다.

가. 조종사

- 1) 항공관제기관으로부터 비행허가를 접수하고 그 내용을 이해한다.
- 2) 항공관제기관으로부터 접수한 여하한 내용의 활주로 진입 전 대기지시를 복창하여야 한다.
- 3) 접수된 비행허가의 내용에 대한 전체적인 이해가 곤란하거나, 비행안전의 견지에서 수락할 수 없는 경우에는, 확인 또는 내용의 수정을 항공관제기관에 요구한다.
- 4) 항공기 비상상황의 발생 시를 제외하고는 항공관제 허가를 신속하게 준수해야 되며, 필요 시 허가내용의 이탈을 관제기관에 요구한다.

나. 관제사

- 1) 항공기운항을 위하여 설정된 기준에 의거 적절한 비행허가를 상황에 맞게 조종사에게 발부한다.
- 2) 계기비행 항공기의 운항 시는 관할 관제구역 내의 최저 안전 고도를 감안하여 비행고도를 배정한다.
- 3) 비행허가, 지시 또는 정보를 제공 시는 조종사로부터 그 내용의 수신여부를 확인한다.
- 4) 조종사에게 발부한 비행고도, 기수방향이나 기타항목의 지시 내용에 대한 조종사의 복창을 확인하고, 지시내용과 상이한 복창의 경우 이를 재 수정한다.

2. Read-back 에 관한 FAA의 해석

FAA는 1999년 4월 1일 14CFR91에 조종사의 비행허가와 지시준수에 관한 수의적인 해석과 함께 자체문서를 발행하였다. FAA에 의하면 조종사는 비행허가 지시에 관한 한 FAR 91.123(a) 의 허가 내용의 복창을 의무적으로 이행할 책임을 지고 있으며, 이의 불이행으로 초래될 지도 모르는 사태의 발전에 대해서 국가 업무인 항공교통관제 업무의 실질적인 주체인 FAA로서 민사적 책임의 귀책사유의 개연적 발생을 의도적으로 배제하겠다는 의도로 해석될 수 있다. 그러나 FAA는 관제사의 Hearback 의무조항 이행에 관한 해석을 유보하여 국제 항공사회의 논란을 야기하고 있다.

3. Read-back에 관한 ALPA의 해석

미국의 항공회사 조종사연합(ALPA)은 FAA의 14CFR91의 해석에 관해 이를 거부하는 입장을 단호하게 천명하였다. ALPA는 터미널 공역의 교통밀집도와 관제사의 눈 스톱무선교신 습성에 대한 조종사의 교신내용의 모호성과 복잡성에 의한 혼동을 이유로 관제사에 의한 무선주파수의 감청의 중요성을 강조하고 있다.

VII. 결 론

항공교통관제업무는 제한된 공역과 교통 환경 하에 항공기의 수직, 수평적인 공간이동을 관리하는 특성을 정격화 하여 항공기의 안전과 비행운항의 경제성을 시스템의 수용능력 범위 내에서 확보하는 과정이 연속되는 업무이다. 본 논문에서는 관제사와 조종사간의 정보교환의 정확성과 비행지시, 허가내용의 완벽한 이행이 비행안전에 미치는 영향을 언어적인 특성과 인적요인에 입각하여 분석하였다. 비행안전과 시스템의 효율과 생산성은 조종사와 관제사의 인적요인에 의한 이탈을 억제하고, 개인과 집단 구성원의 능력을 최대화시킬 수 있는 제도와 도구의 개발을 통해 가능하다. 결론적으로 2000년 2월 인천국제공항의 개항을 목전에 두고있는 국내 항공사회의 구성원의 영어소통능력에 대한 문제에 대한 재인식이 필요하며, 관제사와 조종사의 영어교육훈련을 위한 공통의 광장[forum]

의 개선을 통한 과업수준의 향상과 함께 FAA CFR 91에서 규정하는 조종사의 Readback과 관제사의 Hearback에 관련된 국제민간 항공사회에서 권장하는 무선교신의 효율을 높이는 방안은 다음과 같다.

1. 관제사는 비행허가, 저시의 발부 시 1회의 전문 송신에 네 개가 초과되지 않도록 송신한다.
2. 관제사는 1분에 140단어 이상의 속도로 말하지 않도록 유의한다.
3. 조종사는 관제사의 관제지시에 복창 시 가장 핵심적인 내용을 포함한다.
4. 관제사는 조종사의 비행허가의 복창을 주의 깊게 청취하여 오류의 발견 시 이를 수정한다.
5. 한 주파수에 유사한 식별부호를 가진 항공기가 여러 대 있는 경우 관제사는 이 사실을 방송한다.
6. 조종사는 한 주파수에 유사한 식별부호를 가진 항공기가 여러 대 있는 경우 비행허가 복창 시, 전문의 후미에 항공기의 식별부호를 포함시킨다.

▣ 참 고 문 헌

1. Japan Air System Human Factor Awareness Program "Communications and Behavioral Characteristics
2. An Analysis of Tower(ground) Controller-Pilot Voice Communication, CAMI report
3. Flight Crew Situation Awareness . Dr. Judith Orasanu
4. Pilot-Controller Communication Analysis. NASA ASRS Direct Line issue no.1; March 1991
5. Pilot Safety Bulletin, May/June 1981
6. Deadly Misunderstanding of English in Aviation. Aviation Research Associate,Ltd.
7. ICAO CIR 241-AN/145 Human Factor Digest no.8 Human Factors in Air Traffic Control
8. NASA ASRS Analysis report(1998) . Dr. Cardosi
9. Fatal Word" . Steven Cushing
10. "Communication-related Incidents in General Aviation Dual Training ASRS DIRECT LINE Issue no.10. Dec 1998
11. Morrow ,D, Lee and Rodvold M. 1993. Analysis of Problems in Routine Controller-Pilot Communication. International Journal of Aviation Psychology, 3(4), 285-302.