

## Article

## 항공기 사용사업에서의 안전관리요소의 중요도에 관한 연구

변아름\*, 조영진\*\*, 최연철\*\*\*

## Study on Importance of Safety Management Factors in Aircraft Using Business

A-Reum Byeon\*, Young-Jin Cho\*\*, Youn-Chul Choi\*\*\*

## ABSTRACT

2016, in total 53 corporations operate 160 aircraft. Since 2000, 52 accidents occurred in these corporations. This number takes 20.2% out of in total 257 accidents. Especially in 2016, in two(2) accidents, two(2) aircraft and people onboard were damaged. According to accident reports of aircraft using service, in most cases actions against common sense were connected to accidents. This means that attentions of managers or pilot would have protected accidents.

On the basis of such background, this research analyses accidents cases of corporations operating aircraft by utilizing ahp. According to this analysis, unlike scheduled and unscheduled airlines, pilots in command (0.109) and assisting crew (0.105) in Liveware have taken the most importance. Operational procedure (0.100) in Software and a controlling system (0.086) in Hardware have shown the second most importance. This result demonstrates that in case of corporations operating aircraft require safety management at different level than airlines.

**Key Words** : General Aviation(일반항공), Helicopter Accident(헬기사고), SHELL Model(셸모델), AHP(계층화분석), Liveware(인적요소)

## I. 서 론

항공운송사업이란 타인의 수요에 맞추어 항공기를 사용하여 유상으로 여객이나 화물을 운송하는 사업을 말하며, 국내항공운송사업, 국제항공운송사업, 소형항공운송사업, 항공기사용사업으

로 분류된다.[1] 이 가운데 항공기사용사업은 항공운송사업 외의 사업으로서 타인의 수요에 맞추어 항공기를 사용하여 유상으로 농약 살포, 건설 또는 사진촬영 등 국토교통부령으로 정하는 업무를 하는 사업이며, 항공분야의 타 업종과 달리 다양한 분야의 업무를 수행하는 사업으로 농약살포, 공중광고, 사진촬영, 측량, 산불진압, 수색구조, 건설자재운반, 비행훈련, 고공낙하 및 글라이더 견인 등이 대표적이다.

2016년 1월을 기준으로 항공기사용사업체는 53개 업체에서 160대의 항공기가 운영 중이다. 2000년 이후부터 2015년 말까지 총 257건의 사고가 발생되었는데 이 가운데 사용사업항공기에 의한 사고가 52건으로 20.2%의 비중을 차지

Received : 15. May. 2016. Revised : 30. May. 2016.

Accepted : 15. June. 2016

\* 한서대학교 대학원 항공운항관리학과

\*\* 한서대학교 헬리콥터조종학과

\*\*\* 한서대학교 항공산업대학원

연락처, E-mail : [pilot@hanseo.ac.kr](mailto:pilot@hanseo.ac.kr)

충청남도 태안군 남면 태안비행장 본관 226호

하고 있어서 사용사업항공기의 안전관리에 대한 중요성이 대두되고 있다. 특히 2016년에는 동일한 사용사업체의 동일 기종인 BO-105 헬기가 1월 및 3월에 추락하는 사고가 발생되었으며 김포공항 및 무안공항 인근에서 교육용 비행기가 추락하여 이들에 대한 안전관리가 부각되고 있다. 항공기사용사업체는 원천적으로 다양한 업무를 수행하면서 여러가지 형태의 사고를 유발하였는데, 대부분의 사고는 인명손상으로 이어졌다. 사고를 분석한 사고보고서를 살펴보면 사고의 대부분은 어처구니 없거나 상식 밖의 행동이 사고로 이어진 것으로 나타나서 관련된 관리자 혹은 조종사의 관심으로도 사고를 방지할 수 있었다는 점에서 큰 아쉬움을 남긴다. 이러한 배경에서 본 연구는 항공기사용사업체의 안전관리를 기본적인 부분부터 체계적으로 수행하기 위하여 필요한 요소들을 확인하고, 이들의 우선순위를 도출하였다.

## II. 본론

### 2.1 항공기 사용사업

항공기사용사업(Aerial work)는 항공기를 농업, 건축, 사진촬영, 조사, 관측, 순찰, 수색 및 구조, 공중광고사업 등과 같은 특정 목적을 위하여 행하는 사업(운항기술기준 8.1.2 용어의 정의)을 말하며 국내 항공기사용사업체의 업무범위는 항공법 시행규칙(제15조의 2 ‘항공기사용사업의 사업범위’ 법 제2조제35호)에 제시되어 있다.[1][2] 한편 해외에서 규정하는 항공기사용사업은 일반항공(General Aviation)이라는 범주로 분류되고 있다. 항공기 사용사업은 항공법 제134조에 준하는 사업자를 말하며, 현재 국내 사용사업체는 총 56개 업체이고, 업체가 보유하고 있는 항공기의 수는 Table 1.과 같다.[3]

Table 1. Aircraft Registration Status

사업종류	비행기	헬기	비행선	활공기	계
국제항공운송	325	0	0	0	325
소형항공운송	9	20	0	0	29
항공기사용	90	70	0	0	160
자가용	111	92	0	3	206
총계	535	182	0	3	720

자료원 : 항공정보포털시스템 에어포털 (2015) [3]

### 2.2 항공기사용사업체 사고현황 분석

2000년 이후 통계자료를 항공기 종류 및 업무별로 분석하면 총 257건 가운데 국적사에서 가장 많은 93건의 사고(준사고 포함)가 발생하였고, 다음으로 사용사업(소형항공기업 포함 시)에서 57건의 사고와 준사고가 발생한 것으로 분석되었다. 이는 현재 보유 중인 항공기사용사업의 대수(160대)와 비교할 때, 높은 비율이라고 볼 수 있다.

Table 2. Aircraft Accident & Incidents Status

사용사업	소형항공	국적사	외항사	국가기관	개발시험	자가용	경량/초경량	합계
53	4	93	14	5	1	21	14/52	257

항공기사용사업 사고 가운데 가장 빈도가 높은 사고는 헬기에 의한 사고이며 사고유형 중 헬기 항공방제중 발생한 사고의 원인은 하절기(여름)에 밀폐된 조종실의 높은 기온 하에서의 농약살포를 함으로써 주의력 저하로 고압선, 전선, 전신주, 전신주 지지대 접촉에 의한 전복 사고가 많이 발생하였다. 또한 기상, 항공기 결함 및 지상작업(주유) 등 안전 부주의에 따른 사고가 다수 발생하였으며 2000년도 이전의 경우 항공기 부품 및 정비와 관련된 사고가 많았지만 2000년도 이후에는 기상문제에 의한 영향이 많은 것으로 조사되었다.

그러나 최근에는 조종사의 소요가 급증하면서 조종교육을 위한 항공기 운영에서의 사고가 급격하게 증가되는 경향을 보이기도 하였다.

### 2.3 안전관리 중요도 요소 도출과 AHP

본 연구의 목적은 항공기사용사업의 안전관리를 위한 다양한 요소 가운데 우선적으로 적용되어야 하고 높은 관심을 가져야 하는 부분을 도출하는 것이므로 이를 위하여 중요도를 분석할 수 있는 AHP에 의한 의사결정방법을 적용하여 분석을 시행하였다.

왜냐하면 항공안전을 위한 요소들에 대한 중요도는 거의 모든 요소들이 중요한 요소이지만 소규모로 운영되는 사용사업의 조직특성과 임무 형태에서의 안전관리를 위하여 상대적으로 더 높은 관심을 가져야 하는 요소를 도출하여야 하기 때문이다. 일반적인 의사결정은 한정된 정보만으로 수행되며 상당 부분은 주관적인 요소가 포함되어

비가시적인 정보, 계량화가 힘든 정보들에 기초한 의사결정과 평가는 수행이 되어도 신뢰성에 문제가 발생하는 경우가 발생한다. 더구나 복수 대안 혹은 요인들 가운데 최선이나 중요도의 비교를 통한 대안의 선택이라는 문제에 봉착하면 결국 여러 대안들 간에 상호비교 평가를 통하여 최선안이 도출된다. 하지만 평가요소 및 요인들이 계량적인 것과 비계량적인 것들이 혼합되어 있을 경우 일정한 방법을 통해 합리적인 의사결정을 내리기가 어렵다.

AHP Analytic는 계층화 분석과정/방법(Hierarchy Process)으로 의사결정 전 과정을 여러 단계로 나눈 후 이를 단계별로 분석 해결함으로써 최적의 의사결정에 이르는 방법이다. 그 방법으로는 먼저 브레인스토밍(Brainstorming)을 통하여 계층구조를 설정하고 평가의 목표를 명확히 하며 평가에 중요한 요인들을 도출하기 위한 모든 관련된 항목과 대안을 열거하는 과정이다. 이후 계층구조의 설정은 찾아낸 의사결정에 영향을 미치는 요소들 사이의 종속관계를 찾아내고 군집화하여 최상의 계층에는 문제의 궁극적인 목표를 나타내고 제1수준에는 최종목표에 영향을 미치는 평가기준을, 그 다음 단계로 제2수준에는 제1수준에 영향을 미치는 세부 평가기준을 나타내고, 최하위 수준에는 평가 대안들을 위치시키는 과정이다.

이러한 과정을 통하여 복잡한 사안들을 계층화, 시각화함으로써 논리적인 판단을 통한 보다 올바른 의사결정을 할 수 있도록 하는 단계이다. 또한 쌍대비교 및 상대적 중요도의 설정하는데 이는 계층적인 분석을 통하여 얻어낸 각각의 요소 및 대안간의 쌍대비교(1:1 비교)를 통하여 각각의 요소 및 대안들이 상위요소 및 기준에 대하여 얼마나 많은 영향을 미치는지 또는 중요성을 갖는지 등을 찾아내는 과정으로 이러한 과정을 전 계층에 대하여 수행하고, 찾아낸 비교 값을 고유치계산 방법을 이용하여 최종적으로 각 요소들간의 중요도 및 대안의 선호도를 도출한다.[4]

## 2.3 계층구조 설정을 위한 사고사례 분석

항공에서의 SHELL Model을 활용한 연구는 35편 이상의 논문에서 활용될 정도로 중요도가 높으며 이를 이용한 분석은 현재까지도 국내외적으로 활발하게 전개되고 있는 항공사고 및 안전관리의 요인분석에 대한 가장 기본적인 분류이다. 이러한 내용을 근거로 본 연구에서는 항공안전에서 가장 기본이 되는 SHELL Model을 적용

하여 사고와 관련된 분석을 시행하였다.[5] [6] 또한 항공안전에 있어서 가장 기본이 되는 것은 인적요소라는 말은 이제 구체화된 정의로 굳어졌으며 사고의 75-80% 정도가 인적요소에 의해 발생된다고 연구되고 있다.[7]

SHELL 모델의 정착은 Edward(1972)가 조종사와 항공기 사이에 상호작용하는 개별적이거나 집단적인 요소를 체계적으로 보여주는 SHELL 모델을 고안하였으며[8], Hawkins(1975)는 Edwards가 고안한 SHELL모델을 수정하여 새로운 SHELL모델을 제시함으로써 현재의 형태로 구축되었다. 이는 많은 항공기 사고에서 밝혀진 원인을 뒷받침할 수 있는 이론적 근거를 제공하는 유용한 수단이 되었으며, 국제민간항공기구(ICAO)에서 추진하는 인적 요인에 대한 이론적 모태가 되기도 하였다.[9]

이와 같은 연구결과에 근거하여 본 연구에서는 대표적인 사고형태 가운데 비교적 최근에 발생한 항공기사용사업 5건의 사고보고서를 SHELL Model을 활용하여 분석하였다. 분석방법은 Software, Hardware, Environment, Liveware를 기본으로 하여 각각의 요소들의 세부사항들을 검토하였으며 항공철도사고조사위원회의 사고보고서 내용 가운데 개요, 사고보고서 분석, 안전권고 등의 내용을 중심으로 활용하였다.

Table 3. Aircraft Accident Sample

일 시	장 소	업 무
2011년 1월 21일	울 진	교육비행
2011년 10월 19일	김 해	화물공수
2012년 2월 06일	대 구	산불계도
2012년 7월 21일	대 구	항공방제
2013년 2월 09일	부 천	항공출영

## Ⅲ. 방법론 및 실증분석

### 3.1 설문지 설계 및 자료수집

본 연구는 항공기사용사업의 안전을 개선하기 위한 요소의 우선순위에 의한 평가항목을 도출하기 위하여 국내외 선행연구를 검토하고, 현재까지도 가장 중요하게 다루어지는 항공분야의 SHELL Model을 기초로 Software, Hardware, Environment, Liveware와 그들의 하위변수들을 제시하고 전문가의 인터뷰사전조사 등을 실

시하여 사용사업의 안전에서의 중요 요인들을 도출하고 이를 토대로 설문지를 작성하였다.

설문지 작성을 위하여 그간 SHELL Model을 활용하여 연구를 진행하였던 학계전문가들을 대상으로 델파이기법을 활용하여 기초자료를 수집하고 의견을 종합하여 설문지를 작성하였다.

이후 설문지의 기초자료를 중심으로 세부적인 설문문항을 작성하였고 비교적 최근 발생하였던 항공기사용사업의 사고보고를 대상으로 항공철도사고조사위원회의 보고서를 심층 분석하였다.

본 연구의 설문을 위한 기초조사에는 항공기 사용사업의 주체인 조종사 3명, 학계전문가 2명, 사고조사와 관련된 인원 2명, 항공안전관련 연구원 2명 등 총9명의 전문가가 참여하였다. 전문가들을 대상으로 설문작성자를 선정한 이유는 본 연구의 특성상 설문내용의 의미를 정확하게 파악하고 응답자의 명확한 기준을 갖고 있지 않은 응답의 경우 다음 단계의 쌍대비교를 수행시 일관성계수(CI)가 기준을 초과하여 무의미한 응답이 될 가능성이 높다는 선행연구에 근거하였다.

### 3.2 연구모형의 설정

분석을 위한 연구모형은 AHP 분석이 가능하도록 설계하였는데 먼저 계층화를 위한 상위계층인 Criteria(기준)과 아래 계층인 Alternatives(대안)를 설정하였는데 상위기준은 SHELL Model을 활용하였으며 하위계층은 학계전문가를 대상으로 델파이기법을 활용한 자료와 항공기사용사업의 사고에 대한 항공철도사고조사위원회의 보고서를 심층분석하여 사용하였으며 AHP 설문 에 근거한 연구모형은 다음과 같다.

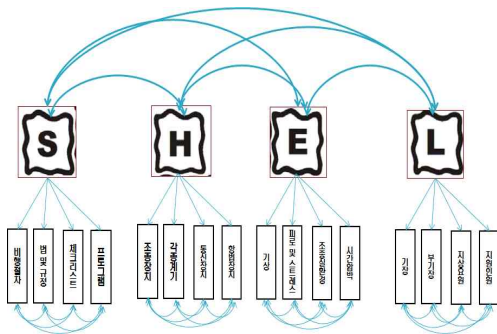


Figure 1. Research Model of safety

### management elements and SHELL Model

본 연구에서는 연구를 수행하기 위한 설문은 2015년 11월 1일부터 11월 15일까지 실시하였다. 총 9부의 설문지를 배포하여 모두 설문 응답을 회수하였는데 설문지는 모두 Satty가 제시한 일관성계수 CI값이 0.1이하로 일관성이 검증되어서 분석의 도구로 사용이 가능하였다.

### 3.3 실증분석 결과

사용사업의 안전을 위한 개선요소를 도출하기 위하여 평가에서 각 요인들 간의 우선순위를 도출을 위해 먼저 연구 설계과정에서 도출된 상위개념과 하위개념 간의 계층구조에 따라 Expert Choices를 활용하여 AHP분석을 실시하였다. 분석과정에서 일관성지수(CI)가 0.02 ~ 0.04로 전체적으로 0.1 이하이므로 전체 설문데이터 분석에 문제가 없었으며 도출된 결과를 정리하면 다음과 같다.

#### 3.3.1 상위개념 차원의 중요도 분석

먼저 AHP분석에 따른 상위개념 차원의 중요도를 살펴보았다. Liveware(0.316)과 Software(0.243), Hardware(0.23) 순으로 나타났다. 즉, Liveware(기장, 부기장, 지상인원, 지원인원)가 Software(법, 규정, 절차, Check List, 프로그램)보다 평가에 있어서 안전에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

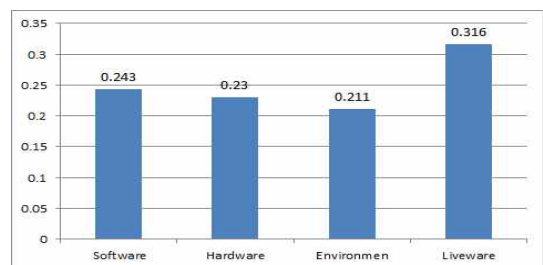


Figure 2. AHP associated default priorities

#### 3.3.2 하위개념차원의 중요도 분석

부분별 세부 중요도를 살펴보면 사용사업 안전을 위한 중요도는 비행절차(0.412), 조종장치(0.375), 법 및 규정(0.351), 기장(0.345)순으로 나타났다.

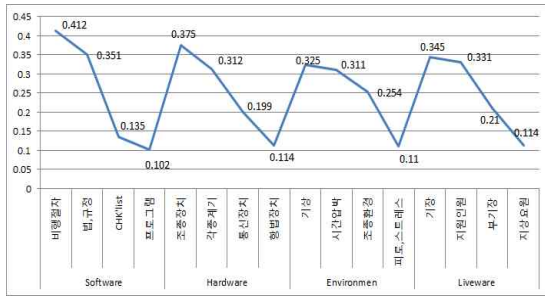


Figure 3. AHP hierarchy, Details priorities

각 대변수에 연계된 하위 소변수별 높은 중요도를 나타낸 요소는 Liveware에서 기장이 가장 높은 중요도를 나타냈으며, Software에서는 비행절차, Hardware는 조종장치, Environment에서는 기상이 중요하다고 분석되었다.

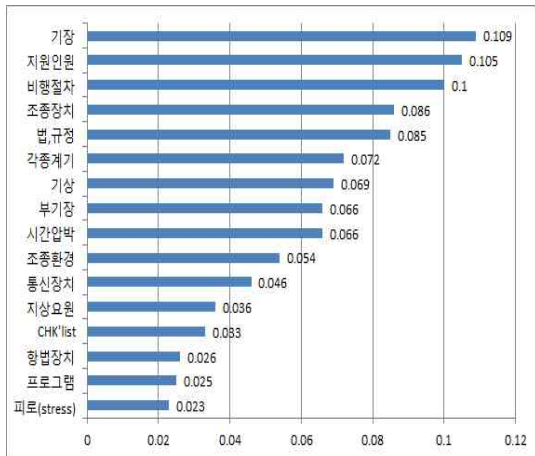


Figure 4. AHP hierarchy, default priorities and Details

종합우선순위 결과에서 나타나는 전체적인 부분에서의 중요도는 Liveware의 기장(0.109)과 지원인원(0.105)이 가장 높은 중요도를 보였으며, Software의 비행절차(0.100), Hardware의 조종장치(0.086) 순으로 중요도가 나타났다.

결과를 바탕으로 분석한 결과, Liveware의 요소가 으로 안전에 많은 영향을 끼치는 것으로 분석되었고, 이는 안전운항을 위한 인적관리 및 교육이 필요한 것으로 판단할 수 있다.

Table 4 Comprehensive result table priorities

대변수	상위 중요도	순위	소변수	부분별 중요도	전체 중요도	평가
Soft ware	0.243	2	비행절차	0.412	0.100	3
			법.규정	0.351	0.085	5
			CHK' list	0.135	0.033	13
			프로그램	0.102	0.025	14
Hard ware	0.23	3	조종장치	0.375	0.086	4
			각종계기	0.312	0.072	6
			통신장치	0.199	0.046	11
			항법장치	0.114	0.026	14
Enviro nment	0.211	4	기상	0.325	0.069	7
			시간압박	0.311	0.066	8
			조종실환경	0.254	0.054	10
			피로,스트레스	0.11	0.023	15
Live ware	0.316	1	기장	0.345	0.109	1
			지원인원	0.331	0.105	2
			부기장	0.21	0.066	8
			지상요원	0.114	0.036	12

#### IV. 결 론

연구결과, 2000년 이후 발생한 총 257건의 사고 가운데 사용사업항공기 분야는 52건의 사고가 발생하여 20.2%의 비중을 차지하고 있어서 이들에 대한 안전관리가 매우 중요하다는 부분을 확인할 수 있었다. 이러한 배경에서 본 연구는 항공기사용사업체의 안전관리 우선순위를 검토하였고, 분석결과 대부분이 항공운송에서 가장 중요하다고 판단되는 Liveware가 항공기사용사업에서도 가장 중요한 요소로 도출되었다. 세부적인 분석에 있어서는 정기 및 부정기 항공사와는 달리 Liveware의 기장(0.109)과 지원인원(0.105)이 가장 높은 중요도를 보였으며, Software의 비행절차(0.100), Hardware의 조종장치(0.086) 순으로 중요도가 나타났다. 따라서 항공기사용사업체의 경우 항공사와는 다른 차원의 안전관리가 요구된다.

즉, 가장 높은 중요도를 보인 기장에 대한 교육 및 안전관리가 우선적으로 시행되어야 한다. 또한 항공사와는 달리 항공기사용사업체에는 운항관리를 비롯한 다양한 지원인원의 편제가 없는 실정이다. 따라서 운항관리사의 확보를 위한 노

력과 현재 편제되어 있는 운항관리사에 대한 교육(항공기상, 임무별) 및 필요시 공동운영을 통한 효율성의 재고와 비행절차의 표준화, 감독기관에 의한 조종사의 평가 강화 등이 요구된다. 또한 항공기사용사업체의 경우 조종사의 부족으로 계기비행 및 다양한 교육을 접하기 어려운 실정이다. 이를 해소하기 위해 임무가 집중되지 않는 공한기를 활용한 집체교육이 요구된다. 결론적으로, 항공기사용사업의 경우 안전관리 부분에 있어서 근본적으로 인원의 부족, 지원인원의 미편제, 교육의 부재 등의 문제가 잠재되어있다. 따라서 이를 해소하기 위한 제도적인 보완과 국가적 차원의 교육관련 지원이 필요하며 특히 해당 업체의 경영진과 기장의 안전관리에 관한 관심도의 증진이 사고를 감소시키는 주요 요인이 될 것이다. 본 연구의 한계로는 항공기사용사업체의 경우 너무나 다양한 임무를 수행하고 있으므로 이를 획일적으로 분류하여 중요도를 판단하는데 다소 간의 무리가 있었으며, 소규모 업체로서 실상과약이 어려워 세심한 부분까지의 안전관리에 관한 의견을 청취하거나 조사하는데 무리가 따랐다. 따라서 향후 연구는 국가적인 차원에서 항공기사용사업체의 전반적인 실태과약과 안전을 증진시키기 위한 노력이 요구된다고 사료된다. 본 연구는 항공기사용사업체의 사고원인에 대한 세부적 요인을 중요도의 관점에서 검토하였다는 점에서 의미를 가지며 특히, 우선적으로 관리해야 할 요소들의 순위를 제시함으로써, 항공기사용사업체의 안전관리에 기여하였다는 점에 큰 의미를 가진다.

## 후 기

본 논문은 2016년 항공운항학회 춘계학술대회의 발표자료를 수정, 보완하였습니다.

## Reference

- 1) Korea Aviation Law, (2015), Ministry of Land, Infrastructure and Transport.
- 2) Flight Safety Regulations for Aeroplanes, 2016, Ministry of Land, Infrastructure and Transport.

- 3) Airpotal(2015)
- 4) Park,Hyun Soon, (2013), Study Regarding the Logistics Center Evaluation Model Using the AHP and ANP Methods, Graduate School Myongj Uniersiy
- 5) Yong Jeong Kim(2014), A Study on the Development Strategy of Korea Air Logistics for Hubbing in Northeast Asia -Focused on the Experts Survey Using AHP Method, Journal of the Aviation Management Society of Korea, Vol.12 No.1.
- 6) Kim, Seon-nyeo(2015), Analysis of hospital entry errors cause with the SHELL model, The Graduate school Pusan National University
- 7) Chun-Yong Kim(2015), An Empirical Study on Safety Culture of Aviation Maintenance Organization in Korea, Korea Aerospace University.
- 8) A Study on the Human Factors Influencing on the Safety of the Training Flight, Seol EunSuk, 2011, Graduate School of Hanseo Uniersiy
- 9) HUMAN FACTORS CONTRIBUTION TO AVIATION SAFETY, INTERNATIONAL CONFERENCE of SCIENTIFIC PAPER AFASES 2015, Iulia Mădălina Dumitru and Mircea Boşcoianu.
- 10) Edwards, E., Man and Machine: Systems for Safety. In Proceedings of the British Airline Pilots Association Technical Symposium, London, UK: British Airline Pilots Association, pp.21-36, 1972.