

헬리콥터 사고에 관한 HFACS(Human Factors Analysis & Classification System) 활용방안 연구

Study on Application of Human Factors Analysis and Classification System to Helicopter Accidents

임세훈* (산림항공관리본부), 이용운(SK Telecom), 송병흡(한국항공대학교)

1. 서 론

1) 개요

현재까지 항공기 산업은 눈부시게 발전해왔고 회전익 분야 역시 기술적으로 많은 성장을 해오고 있다. 우리나라 헬리콥터의 양적인 증가도 꾸준히 이루어져 현재는 약 760대의 회전익 항공기를 보유하고 있다. 회전익 항공기가 전체 항공기의 약 50%를 차지하는 분포로써 상당히 높은 비율이다. 이는 우리나라 지형의 특성상 회전익 항공기의 활용성이 높기 때문이며 앞으로도 회전익 항공 산업은 꾸준히 발전할 전망이다.

하지만 회전익 항공기에 대한 안전관리는 아직도 제자리걸음이다. 특히 우리나라의 경우 회전익의 대부분은 국가기관이 소유하고 있으나 아직 원활한 정보의 공유가 이루어지지 않고 있으며 그밖에 부정기 및 사용사업용, 자가용 회전익을 보유하고 있는 곳에서는 규모면에서 작기 때문에 안전관리가 체계적으로 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

항공기 사고의 대부분은 인적요인에 기한다. 헬리콥터의 경우에 있어서도 마찬가지이다. 기술의 발달로 기계적인 결함에 의한 사고는 현저히 줄었지만 인적요인에 의한 사고 감소율은 현저히 낮은 수준이다. 따라서 인적요인에 대한 다각적인 분석이 필요할 때이다. 본 연구에서는 헬리콥터 사고 인적요인에 대한 분석으로 HFACS의 활용방안에 대하여 제시한다.

2. 본 론

1. 헬리콥터 사고의 특성

1) 회전익과 고정익 차이

헬리콥터는 고정익과는 다르게 임무범위가 매우 폭넓다. 또한 낮은 고도에서 운용되는 경우가 대부분이며 산불진화, 화물공수, 항공방재 등 임무특성상 고난위도의 임무가 많다. 이러한 특성 때문에 회전익 조종사는 고정익 조종사에 비해 약 1.5배의 심리적인 부담감이 크다고 한다. 따라서 이러한 운용 특성 때문에 운용환경이 비슷한 항공기별로 분류하여 항공기 사고조사 통계의 필요성이 있다.

2) 임무별 헬리콥터 사고

EMS(Emergency Medical Service) 헬리콥터의 경우 <표 1>를 보면 조종사의 인적요인과 관련된 치명적인 사고의 경우 1987년에서 1993년 사이에 총 18건으로써 약 72%를 차지한다.

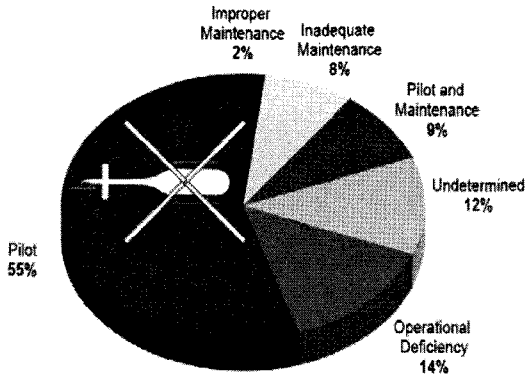
<표1-1> EMS 헬리콥터 사고원인(1987-1993)

Causal Factor	All Accidents	Fatal Accidents
Pilot	25 (66%)	13 (72%)
Pilot and maintenance	4 (11%)	0 (0%)
Inadequate maintenance	4 (11%)	1 (5%)
Operational deficiency	2 (5%)	1 (5%)
Undetermined	3 (8%)	3 (17%)
Total	38	18

자료원: U.S National Transportation Safety Board

농업용 헬리콥터의 사고의 경우는 <표 2>를 보면 조종사의 인적요인에 따른 사고가 55%를 차지하고 있다. 이렇듯 헬리콥터 사고에서도 여전히 인적요인이 많은 부분을 차지하고 있다.

<표 2> 농업용 헬리콥터 사고원인(1989-1995)



자료원: U.S. Federal Aviation Administration

헬리콥터 사고 중 한가지 더 주목해야 할 것은 바로 로터충격(Blade Strike)사고이다.

<표 3>를 보면 멕시코만 헬리콥터 사고 빈도가 나타나 있다. Engine Failure의 경우 가장 많은 비율을 차지하고 있지만 점차 단발 피스톤 엔진 헬리콥터의 운용이 감소하면서 사고는 줄어들고 있는 추세로 로터충격에 의한 사고는 여전히 많은 부분을 차지한다.

우리나라의 경우도 2003년도에만 테일러터 미부회전익에 머리가 부딪혀 발생한 사고가 2건을 기록하고 있다. 이렇듯 로터충격 사고는 외국이나 우리나라나 꾸준히 발생하고 있는 사고이다.

<표 3> 멕시코만 헬리콥터 사고원인(1999-2004)

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total
Loss of Engine Power / Engine Failure	2	2	1	1	4	4	14
Main / Tail Rotor Blade Strike to Object	1	1	1	2	3	1	9
Loss of Aircraft Control (Other than rotor)	0	1	1	1	3	0	6
Flight into Terrain/Water During IMC	1	0	0	0	4	1	6
Loss of Tail Rotor / Drive System (Mechanical Failure)	1	2	1	0	1	0	5
Loss of Tail Rotor Effectiveness	2	1	2	0	1	0	5
Fuel Contamination / Fuel Exhaustion	0	1	2	1	0	1	5
Tie Down Attached / Gear Hung up	1	0	0	1	0	0	2
Personnel Hit by Main / Tail Rotor	1	0	1	0	0	0	2
Others / Unknown	0	1	1	0	0	3	5

3) 우리나라 사고조사의 실정

우리나라는 대부분 고정의 위주의 안전관리 정책이 강화되어 있고 반면에 헬리콥터에 대한 안전관리는 관심이 상대적으로 낮았다. 또한 헬리콥터를 운용하는 대부분은 국가기관이기 때문에 원활한 정보교환의 부재로 사고의 추세를 알아보기 어렵다.

헬리콥터 사고조사에서도 인적요인에 의한 실수라는 결과가 나오면 징계 및 처벌이 주어질 뿐이고 아직까지 구체적인 인적요인의 원인에 대해 분석하지는 않았다.

2. 인적요인의 관리

1) 실수의 정의

Helmreich에 의하면 조종사들의 실수를 조직의 의도나 기대로부터 일탈을 유발하는 행위나 해야 할 행위를 하지 않은 것이라고 정의하고 아래와 같이 다섯가지로 분류하였다. 이러한 구분을 근거로 인적요인에 대해 관리할 수 있는 프로그램을 개발해야 한다고 주장하였다.

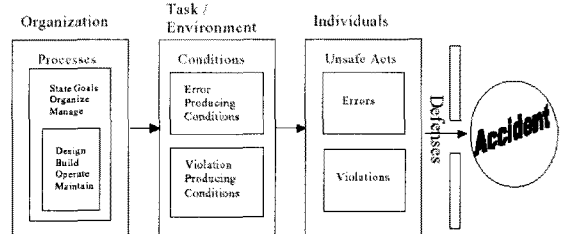
- ① 의도적인 불이행(Intentional non-compliance)
- ② 절차상 실수(Procedural errors)
- ③ 의사 소통상의 실수(Communication errors)
- ④ 숙련성과 관련된 실수(Proficiency errors)
- ⑤ 운항 중 의사 결정의 실수(Operational decision errors)

2) 안전관리 시스템(SMS)의 인적요인 관리

안전관리시스템(SMS)는 비용을 고려한 효과적인 안전 계획, 프로그램과 항공기 사고 예방을 위한 적절한 행동을 발전시키기 위한 시스템적인 접근이다. 안전관리시스템(SMS)에서는 크게 사전적(Proactive)과 사후적(Reactive)인 관점으로 나뉜다. 간단히 설명하면 사전적이라는 것은 사고가 일어나기 전 위험요인을 찾는 것이고 사후적이라는 것은 사고나 준사고 발생 시 정확하게 분석하는 의미를 포함한다.

<그림 1>와 같이 Reason의 스위스 치즈 모델을 살펴보면 모든 사고의 연결 고리를 중간에 차단하면 사고를 예방하게 되기 때문에 사전적 및 사후적으로 인적요인의 원인을 발견하여 관리하는 것이다.

<그림 1> “Swiss cheese” model of human error causation



3) 인적요인 관리의 정책

인적요인에 대한 관리 철학은 실수에 대한 비처벌 정책에서 출발한다. 그렇다고 의도적인

위반까지 처벌하지 않는다는 것은 아니다. Reason의 모델에서와 같이 실수를 줄이는 주변 환경을 조성하고 조치를 강구하여야 한다. 또한 인적요인에 대한 정확한 분석의 도구를 활용하여 잠재되어 있는 사고원인을 도출하여야 한다. 이러한 모든 행동이 바로 안전관리시스템(SMS)안에서의 인적요인을 관리하는 정책인 것이다. 현재 인적요인 분석 도구로 선진국에서 사용하는 있는 것은 HFACS(Human Factors Analysis & Classification System)이다. HFACS를 이용하여 항공사고 원인의 70%이상을 차지하는 인적에러의 원인을 분석하고 관리함으로써 항공기 사고 예방에 혁신적인 기여를 할 수 있다.

3. HFACS(Human Factors Analysis & Classification System) 적용

1) HFACS(Human Factors Analysis & Classification System)의 배경

HFACS는 U.S military에서 개발된 항공사고의 인적 원인 조사와 분석을 위한 도구이다. 최근에는 미국 민간항공에서도 이 도구를 이용하여 인적요인에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 안전관리 시스템(SMS)안에서 위험관리(Risk Management) 도구로써 활용되고 있다.

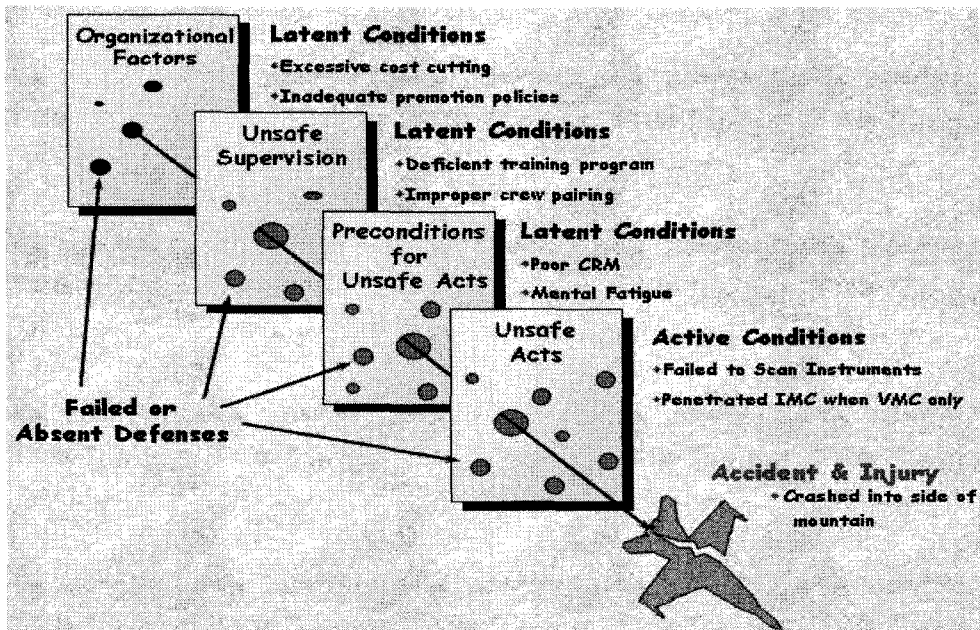
2) HFACS 단계

<그림 2>에서 보듯이 이 모델은 인적에러에 대해 4단계(Unsafe supervision, Organizational influences, Preconditions for unsafe acts, Unsafe acts of operators)의 총 19개의 목록으로 이루어져 있다. 이 4단계는 기본적으로 Reason's model에 근거하는 인적에러에 초점을 맞추고 있다.

예를 들어 불안정한 행동(Unsafe Acts)는 크게 2개의 목록인 실수(Errors)와 위반(Violations)으로 나눈다. 실수는 또다시 기술기반실수(Skill based Errors), 결심실수(Decision Errors), 지각실수(Perceptual Errors)로 나뉜다. 불안정한 행동은 사고가 바로 나기 전단계의 최종적인 단계이지만 불안정한 행동의 이전의 단계 나아가 생각할 수 있는데 바로 불안정한 행동 필수조건(Precondition for Unsafe Acts)이다.

틀림없이 사고의 80%는 조종사의 불안정한 행동과 관련있지만 단순히 그것에 초점을 맞추기 보다는 작업환경의 전체적인 틀을 이해하는 것이 중요하다.

따라서 인적요인의 첫 시작은 인적자원관리, 조직환경 등의 조직요인부터 시작되며 최종적으로 작업자의 불안정한 행동까지 연결되는 구조로 되어 있다.



<그림 2> 인적요인의 “Swiss Cheese”

3) 자료 수집

건설교통부의 사고조사위원회 자료를 근거로 최근 2000년부터 2005년까지의 민간항공 회전의 사고자료를 수집하였다. <표 4>

<표 4> 회전의 사고자료(2000-2005)

일자	장소	등록부호	비행단계
00.02.28	경남 진주	HL9124	산불진화
00.10.29	울릉도	HL9259	화물 인양중
00.11.07	충북 청원	HL6114	착륙 시도중
01.06.22	제주도	HL9133	비행중
01.07.08	진해시	HL9240	비행중
01.07.16	김포	HL9139	비행중
01.09.10	충북 단양	HL9141	비행중
02.07.18	경남 합천	HL9148	비행중
02.08.05	경기 이천	HL9130	비행중
02.11.19	제주	HL9132	착륙중
03.06.30	충북 청원	HL9140	방제 비행
03.07.24	부산	HL9103	지상 시운전중
03.07.26	충북 음성군	HL9145	지상 대기중
03.08.22	경북 구미	HL9151	지상 대기중
04.08.09	경북 포항	HL9147	비행중
05.06.23	경기 광주	HL9167	비행중
05.06.23	경기 도양양	HL9136	비행중
05.07.30	전남 해남군	HL9136	비행중

3. 결 론

우리나라 헬리콥터의 운용비율은 점차 증가하고 있는 추세이다. 헬리콥터 역시 고정익과 마찬가지로 인적요인이 사고의 큰 비율을 차지하고 있다.

하지만 현실은 아직까지 인적요인의 구체적인 분석에 대해서는 이루어지지 않고 있다. 현재 선진국에서는 인적요인 분석의 모델인 HFACS(human factors analysis and classification system)를 이용하여 인적요인을 분석하고 또한 안전관리의 측면에서 활용하는 등의 노력을 기울이고 있다. 우리나라에서도 아직까지 생소하지만 이러한 도구를 이용하여 헬리콥터 안전관리에 힘쓰도록 노력해야 한다.

나아가 군과 민간의 원활한 자료공유를 통하여 많은 자료를 바탕으로 정확한 분석이 될 수 있도록 해야 한다.

4. 추 후 연구방향

HFACS를 이용한 자료의 분류를 하기 위해서는 먼저 운항경력이 있는 전문가 두명 이상을 선정한다. 그리고 크게 세단계로 이루어 지는데 먼저 전문가들에게 HFACS의 모델 구조에 대해 교육을 시킨다. 두 번째로 앞에서 수집한 자료를 바탕으로 전문가들이 독립적으로 자료분류를 실시한 후 마지막으로 자료에 대하여 분석을 실시한다.

앞으로 우리나라 헬리콥터 사고의 인적요인에 대한 분석결과를 도출한 후 헬리콥터 임무운용별 인적요인에 대한 연구도 필요하다.

참 고 문 헌

1. 최연철(2004), 헬리콥터의 사고 추세와 안전 대책에 관한 연구, 항공운항학회지
2. Dr Scott Shappell & Dr Doug Wiegmann(2004). HFACS Analysis of Military and Civilian Aviation Accidents: A North American Comparison.
3. Schmidt, J., Schmorro, D. & Figlock, R.(2000). Human Factors Analysis of Naval Aviation Maintenance Related Mishaps. Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting, San Diego, CA.
4. Douglas A. Wiegmann & Scott A. Shappell(2001). Applying the Human Factors Analysis and Classification System(HFACS) to the Analysis of Commercial Aviation Accident Data.
5. James T. Luxhoj(2004). The Science and Art of Safety Risk Assessments for the Aviation Industry.
6. Shappell, S.A. & Wiegmann, D.A.(2000). The human factors analysis and classification system(HFACS). (Report Number DOT/FAA/AM-00/7). Washington DC:FAA
7. ICAO Safety Management System Manual(2005); DOC 9859, AN/460