

공항 이동지역 항공기 지상조업사 사고 사례 연구 : ICAO SHELL 모델과 Swiss Cheese 이론을 적용하여

박성식*, 윤한영**

*한국교통대학교 항공운항학과

**한서대학교 항공융합학부

e-mail: sunsikpark@hotmail.com

A Case Study on Ground Service Agency's Accidents at Airport Moving Area using ICAO SHELL Model and Swiss Cheese Theory

Sung-Sik Park* , Han-Young Yoon**

*Dept. of Flight Operation, Korean National University of Transportation

**Division of Comprehensive Aviation Studies, Hanseo University

요약

본 연구는 최근 3년간 발생한 지상조업사 사고사례를 바탕으로 국제사회에서 항공기 사고조사 분석틀(tool)로 공인된 ICAO SHELL 모델과 Swiss Cheese 이론을 적용하여 지상조업사 관련 사례연구를 수행하고자 하였다. 국내에는 지상조업사에 대한 안전감독관 제도는 없는 상황이며, 관련 법에 근거한 감독·처벌 규정이 없어 항공관리감독 당국의 제재가 거의 불가능한 상황이다. 따라서 본 연구의 지상조업사 사고 사례 연구가 향후 관련 법 및 제도를 구축하는 데 있어 기초자료로 활용되어 국내 항공 안전 및 공항 이동지역 내 안전사고 예방에 기여할 수 있기를 기대한다.

1. 서론

국토교통부 항공철도사고조사위원회는 “항공기 사고조사란 사고예방의 목적을 위해 수행하는 절차로서 정보의 수집과 분석을 포함하며 사고의 원인을 결정하는 사항을 포함하여 이러한 결론을 도출하고 안전권고를 발행한다”라고 홈페이지 및 사고조사 보고서를 통해 사고조사의 목적과 취지를 분명히 제시하고 있다. 또한 국내항공법들 중에서 항공안전법 제2조 6항을 통해 항공기 사고의 개념 및 정의를 제시하고 있다. ICAO(국제민간항공기구, International Civil Aviation Organization)는 항공기 사고(Accident) 및 준사고(Incident)로 구분하고 있는 반면에, 국내 항공안전법은 보다 세분화된 기준을 적용하여 항공기 사고(Accident), 준사고(Serious Incident) 및 항공안전장애(Incident)로 구분하고 있다.

하지만 항공기 사고에 대한 법적 절차 및 규정은 구비되어 있는 반면에 공항 이동지역에서 발생하는 항공기 지상조업사의 사고에 대해서는 관련 법적 절차 및 규정이 미비한 상황이다. 이런 이유로 항공기가 관련된 사고가 아닌 사안의 경우에 국토교통부 항공철도사고조사위원회는 공항 이동지역에서 발생한 지상조업사 사고를 조사하지 않는다. 인천일보 보도 자료에 따르면 2020년부터 2022년까지 인천공항 계류장 등 항공기 이동지역 사고는 빈번했던 것으로 조사되었다. 지상조업사 사고 유형도 각각 다르고 인적요인(작업자)에 의한 것

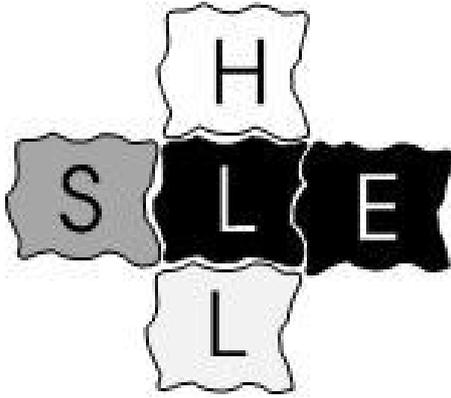
으로 파악된다. 가장 큰 문제는 공항운영당국에 지상조업사의 안전사고에 대한 제재·징계 등을 취할 수 있는 법적 또는 제도적 수단이 없다는 것이다. 항공사와 지상조업사를 참여시킨 공항안전관리시스템(SMS)위원회를 통해 캠페인을 벌이거나 안전결의, 독려하는 정도다. 따라서 본 연구는 최근 3년간 발생한 지상조업사 사고사례를 바탕으로 국제사회에서 항공기 사고조사 분석틀(tool)로 공인된 ICAO SHELL 모델과 Swiss Cheese 이론을 적용하여 지상조업사 관련 사례연구를 수행하고자 하였다.

2. 본론

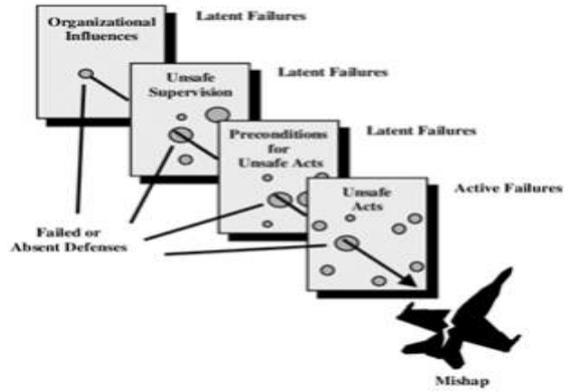
2.1 ICAO SHELL 모델

ICAO에서 항공기 사고조사를 위해 적용하는 SHELL 모델은 ICAO Doc. 9859 ‘Safety Management Manuel’에 처음 제시되었다. 1972년 처음 개념이 등장한 이후 1975년에 모델이 보완되어 현재까지도 가장 기본적이면서 보편화 된 사고조사 분석틀로 활용되고 있다. SHELL 이 의미하는 내용은 다음 아래와 같다.(ICAO Doc. 9589)

Software - the rules, procedures, written documents etc., which are part of the standard operating procedures.



[그림 1] ICAO SHELL 모델



[그림 2] Swiss Cheese 이론

Hardware - the Air Traffic Control suites, their configuration, controls and surfaces, displays and functional systems.

Environment - the situation in which the L-H-S system must function, the social and economic climate as well as the natural environment.

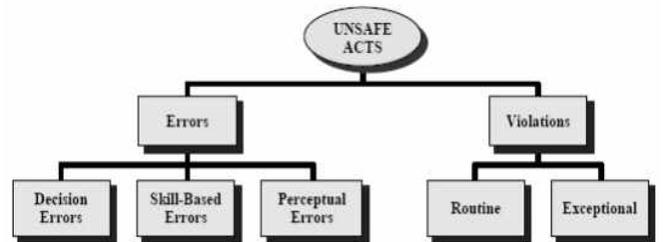
Liveware - the human beings - the controller with other controllers, flight crews, engineers and maintenance personnel, management and administration people - within in the system.

2.2 Swiss Cheese 모델

Swiss Cheese 모델은 James Reason(1990)에 의해 처음 고안되었다. 항공기 사고의 원인 분석과 관련하여 다양한 이론들이 있지만 ICAO SHELL 모델과 더불어 가장 보편적으로 적용되는 사고 분석 도구들 중 하나이다.

Reason(1990)은 항공기 사고의 원인으로 처음 직접적인 원인으로 보여지는 외부요인, 사고를 낸 당사자나 사고 발생 시 함께 있던 사람들의 불안정한 행위, 불안정한 행위를 유발하는 조건, 현장 감독자(항공기 기장, 지상조업 팀장 등)의 불안정한 관리감독 마지막으로 항공사 또는 지상조업사 조직의 시스템과 프로세스가 잘못되어 생기는 실수로 구분된다.

실제 직접적인 원인을 제외하고는 스위스 치즈에 생긴 구멍처럼 늘 사고가 날 수 있는 잠재적 결함이 도사리고 있다. 이 결함들이 동시에 나타날 때 대형사고가 발생할 수 있다는 것이다. 이상적 근무환경이란 실수가 하나도 발생하지 않는 완벽한 상황이지만 실제 근무(항공기 조업) 상황에서는 직원의 실수 또는 인적요인에 의한 사고위험은 항상 존재한다. 따라서 내재적 또는 외재적 위험을 사전에 탐색해서 결함을 최소화하기 위한 시스템을 갖추도록 노력해야 한다.



[그림 3] 불안정한 행동 분류

2.3 ICAO SHELL 사고 유형 분석

ICAO SHELL 모델을 토대로 2020년부터 2022년까지 발생한 공항 이동지역 지상조업사 사고를 분류한 결과는 다음과 같다. ICAO SHELL 모델을 토대로 지상조업사 사고를 분석한 결과 인적 요인 즉, E(Environment) 업무환경에 따른 사고가 가장 많았으며, 그 다음으로 L(Liveware)에 기인한 사고가 많은 것으로 나타났다. Swiss Cheese 이론에 따른 사고 사례를 분석한 결과 지상조업사 직원의 불안정한 행동에 따른 사고 사례가 가장 많았으며, 다음으로 불안정한 관리·감독에 기인한 사고사례가 많은 것으로 파악되었다.

[표 1] ICAO SHELL 모델에 따른 사고 분류 결과

| | |
|---------------------|--|
| S (소프트웨어) | 20-4, 20-6, 20-7, 21-2, 21-6, 21-7, 21-11, 21-13, 22-20, 22-21 |
| H (하드웨어) | 20-10, 20-11, 21-3, 21-8, 21-16, 22-12, 22-16, 22-22 |
| E (근무환경) | 20-2, 20-3, 20-12, 20-13, 21-1, 21-5, 21-12, 21-15, 22-1, 22-3, 22-4, 22-5, 22-6, 22-7, 22-9, 22-14, 22-15, 22-18, 22-19, 22-23, 22-25 |
| L (근무자) | 20-1, 20-5, 20-8, 20-9, 20-14, 21-4, 21-9, 21-10, 21-14, 21-17, 22-2, 22-8, 22-10, 22-11, 22-13, 22-17, 22-24, 22-26, 22-27 |

[표 2] Swiss Cheese 이론에 따른 사고 분류 결과

| | |
|-----------------------------|---|
| Organization (조직 차원의 영향) | 20-4, 20-6, 20-7, 21-6, 21-7, 21-11, 21-13, 22-20 |
| Supervision (불안전한 관리감독) | 20-2, 20-3, 20-12, 20-13, 21-2, 21-12, 21-14, 21-15, 22-1, 22-3, 22-5, 22-6, 22-9, 22-15, 22-18, 22-21, 22-23 |
| Precondition (불안전한 징조) | 20-10, 20-11, 20-1, 21-3, 21-5, 21-8, 21-16, 22-4, 22-7, 22-12, 22-14, 22-16, 22-19, 22-22, 22-25 |
| Unsafe Act (불안전한 행동) | 20-1, 20-5, 20-8, 20-9, 20-14, 21-4, 21-9, 21-10, 21-13, 21-17, 22-2, 22-8, 22-10, 22-11, 22-13, 22-17, 22-24, 22-26, 22-27 |

2.4 공항 이동지역 내 지상조업사 사고 (2020-2022)

연구자는 김포국제공항 및 인천국제공항에서 최근 3년 간 발생했던 지상조업사 사고 자료를 받아 사례연구를 수행하였으며 관련 내용은 다음과 같다.

2020년에는 김포공항 및 인천공항에서 총 14건의 지상조업사 사고가 발생하였으며, 2021년에는 17건으로 3건 증가하였다. 2022년에는 27건으로 코로나-19 팬더믹 회복 후 항공기 운항횟수가 증가하면서 지상조업사 사고 숫자도 큰 폭으로 증가하는 모습을 보이고 있다.

[표 3] 공항 이동지역 내 지상조업사 사고 (2020년)

| 연번 | 공항 이동지역 내 지상조업사 사고 (2020년) |
|-------|---|
| 20-01 | 승합차량 운전자가 차량에 떨어진 물건을 줍다가 전방에 주차 중인 리프트카를 충돌 |
| 20-02 | 승합차량 운전자가 좌회전을 하다가 우측 장비 정치장에 있는 조업장비(달리)를 충돌 |
| 20-03 | 항공기에 지상조업장비(카고 로더)가 수하물 하기를 위해 접근 중 항공기에 접촉 |
| 20-04 | 승용차량 운전자와 승합차량 운전자가 교차로(사거리)에서 충돌(일시정지 위반) |
| 20-05 | 승객을 수송중이던 램프버스가 교차로 운행 중 반대편 차로에 정차중인 차량 충돌 |
| 20-06 | 주행 중이던 트럭과 작업 완료 후 사무실 복귀를 위해 도로를 횡단하던 터그카 충돌 |
| 20-07 | 주행 중이던 램프버스와 화물 적재 후 조업도로에 진입 중이던 터그카 간 충돌 |
| 20-08 | 터그카 운전자가 주행 중 맞은편 차로에서 주행중이던 로더차량과 충돌 |
| 20-09 | 터그카 운전자 주행 중 맞은편 차로에서 주행중이던 EOD차량과 충돌 |
| 20-10 | 작업대가 국내선 원격주기장에 주기되어 있던 항공기 좌측 날개 앞쪽 중앙 부위를 접촉하여 날개표면이 손상 |
| 20-11 | 수하물 운반용 달 리가 운행 중 분리되어 램프버스와 접촉(달리 정비불량) |
| 20-12 | 화물터미널 장비 정치장에서 견인하여 출발하는 달리가 인근에 정치된 달리를 충돌 |
| 20-13 | 남측지하차도 삼거리에서 좌회전하던 제설차량과 직진 중이던 승합차량 간 충돌 |
| 20-14 | 항공기를 견인하는 터그차량 운전자가 노즈맨 정지 지시에도 항공기를 정지선을 초과 및 견인하여 탑승교와 항공기 충돌 |

[표 4] 공항 이동지역 내 지상조업사 사고 (2021년)

| 연번 | 공항 이동지역 내 지상조업사 사고 (2021년) |
|-------|--|
| 21-01 | 터그카 운전자가 주기장에서 바닥 결빙으로 제동능력을 상실하여 작업자를 충격 |
| 21-02 | 주기장 마킹 제거작업 과정에서 후진을 하던 중 작업자를 차량후면으로 충격 |
| 21-03 | 항공기를 견인 하던 중, 항공기-토잉카 간 연결 장비(토우바)가 탈락되면서, 항공기가 견인차량 모서리와 충돌 |
| 21-04 | 위탁수하물을 실은 장비를 운전하여 이동 중 탑승교 하부 케빈 회전부와 접촉 |
| 21-05 | 터크카 달리의 연결 장치가 풀리면서 진행 중이던 케터링 차량과 접촉 |
| 21-06 | 졸음운전으로 GSE 도로를 벗어나 인근 주차되어 있던 차량 3대와 충돌 |
| 21-07 | 운전자 부주의의 검문소 로드블럭을 넘어 보안문과 충돌. 보안철문 등 일부 손상 |
| 21-08 | 항공기 푸쉬백 완료 후 후진하던 중 주행중이던 캐빈버스 우측 후면과 충돌 |
| 21-09 | 스텝카가 운전부주의로 스텝카 운행금지지역으로 주행하여 탑승교를 충돌. |
| 21-10 | 고소작업차량의 이동이 금지된 전면 GSE 도로를 운행하다가 탑승교 하부와 충돌 |
| 21-11 | 활주로 점검 중 토목차량 운전자가 전방 주시를 소홀히 하여 차량 간 충돌 |
| 21-12 | 수동 탑승계단이 원래 위치에서 이탈하여 대한항공 항공기 앞 우측면에 접촉 |
| 21-13 | GSE 도로에서 졸음운전으로 정차되어있던 달리와 충돌 |
| 21-14 | 항공기에 화물탑재 조업 완료 후 이동하는 과정에서 운전자 착오로 항공기 우측 날개 하단으로 통과하다가 충돌 |
| 21-15 | 후진으로 GSE도로 진입하던 터그카가 방역차량과 충돌 |
| 21-16 | 스텝카의 상단덮개 부위가 탑승교를 충돌하여 발생 |
| 21-17 | 터그카를 이용하여 달리를 후진하다 방지턱을 넘어 클리임 컨베이어를 충돌 |

[표 3] 공항 이동지역 내 지상조업사 사고 (2022년)

| 연번 | 공항 이동지역 내 지상조업사 사고 (2022년) |
|-------|---|
| 22-01 | 원격주기장에서 항공기급유를 위해 급유차량이 후진하던 중 항공기의 좌측날개 끝 하단 접촉 |
| 22-02 | 북측지하차도에서 좌회전을 하던 스타렉스 차량이 지하차도 내부 외벽, 배관등을 접촉·파손 |
| 22-03 | 푸쉬백 작업 중 토잉카 전기계통 고장으로 멈춰 승객 하기, 항공편 교체 투입 후 수리 |
| 22-04 | 터그카에 달리차량을 연결하기 위해 전진 후 정지하는 도중 미끄러지면서 시설 벽면에 충돌 |
| 22-05 | 제방빙 작업 중 차량 이동과정에서 항공기 우측엔진(2번)과 접촉 |
| 22-06 | 터그카에 화물 달리를 연결한 후, 사람이 있는 것을 확인하지 못한 상태로 출발하여 부상 발생 |
| 22-07 | 항공기 세탁물 운반을 위해 이동 중 전면에 끼인 상태로 보행중인 사람을 인지하지 못해 충돌 |
| 22-08 | 스타렉스 차량이 부주의로 일시정지 후 교차로에 진입한 터그카의 운전석 측면 충돌 |
| 22-09 | 터그카가 주기장에서 GSE도로로 진입 중 주행중인 차량 측면부를 접촉한 사고 |
| 22-10 | 램프버스가 주기장에서 승객 탑승 후 이동 중 사거리 교차로에 먼저 진입하였으나, 일시정지하지 않고 갑자기 진입하는 다른 차량과 충돌을 피하기 위해 급정거 시도, 승객과 물건이 앞쪽으로 쏘리면서 차량 파손 및 승객에 경미한 부상 발생 |
| 22-11 | 공항 내곽도로에서 주행 중 운전자의 부주의로 곡선구간 도로에서 이탈하여 배수로로 전도됨 |
| 22-12 | 터그카에 달리를 체결하여 운행하던 중 후미 달리가 탈락하여 주기중인 항공기에 충돌 |
| 22-13 | 항공기에서 승객하기 완료 후, 탑승교 이현 중 조작 과실로 인해 항공기 출입문 우측 하단부 굽힘 |
| 22-14 | 장비정치장에 정지중이던 빈 ULD 달리가 순간돌풍에 밀려 주기중인 페덱스 항공기 동체와 접촉 |
| 22-15 | 램프버스가 후진 중 운전부주의로 차량 대기장소에서 급유를 위해 정차중이던 급유 차량을 추돌 |
| 22-16 | 램프버스가 승객하차를 위해 국내선 탑승교 사이 도착장에 진입 중 게이트 위쪽 캐노피(천장)와 접촉 |
| 22-17 | 주기장 전면 서비스도로에서 전방 주의의무 위반으로 인해 터그카 간 추돌발생 |
| 22-18 | 램프버스가 승객을 탑승시킨 후 후진하던 중 뒤쪽에서 대기중이던 자회사 승합차를 추돌 |
| 22-19 | 장비정치장에 ULD 달리가 강풍으로 밀려 주기장에 주기중인 항공기 노즈기어 타이어와 접촉 |
| 22-20 | 항공기 화물 카고로더 운전자가 보조사다리를 잡고 올라가다 부주의로 손잡이를 놓쳐 낙상 |
| 22-21 | 직선도로 운행 중 운전자 졸음운전으로 인해 차량이 도로에서 이탈하여 배수로로 전도 |
| 22-22 | 항공기에서 수하물 하기를 벨트로더를 접현하던 중 차량이 갑자기 가속되며 항공기와 충돌 |
| 22-23 | 터그카가 달리견인을 위하여 후진 중 뒤쪽 지상조업도로에서 대기중인 승무원 수송차량과 충돌 |
| 22-24 | 활주로 점검차량이 GSE 도로에서 주행 중 중앙선을 침범하여 조업사 소속 터그카와 충돌 |
| 22-25 | 정치된 조업 장비가 강풍에 밀려 주기 중인 항공기와 충돌 |
| 22-26 | 여객터미널 주기장 인근을 주행하던 모닝차량이 고정탑승교 충돌방지대와 접촉 후 전복 |
| 22-27 | 항공기견인과정에서 견인차량 정차 전 보조작업자가 하차하며 넘어져 차량 앞바퀴 하부에 치임 |

3. 결론

국내 16개 공항들에서 항공안전법 및 공항시설법을 근거로 항공관리감독기관(국토교통부, 지방항공청 및 공항공사 등) 들이 항공기 지상조업사를 처벌한 사례가 전무 한 상황이다. 특히 안전관리시스템이 미비한 지상조업사들에 대한 퇴출, 인·허가 취소 등 처벌 규정은 존재하지 않는다.

국토교통부는 항공사에 대해 항공안전감독관 제도 운영을 통해 객실승무, 관제, 정비 등 점검·감독을 실시하고 있다. 하지만 항공기 입출항을 위해 조업을 수행하는 지상조업사에 대한 안전감독관 제도는 없는 상황이며, 관련 법에 근거한 감독·처벌 규정이 없어 항공관리감독 당국의 제재가 거의 불가능한 상황이다. 다만 공항운영당국이 운항계획팀, 계류장관제팀, 계류장운영팀, 운항안전팀 또는 지상조업 TF팀 등을 조직하여 지상조업사의 안전시스템 관리 및 비상상황 대응을 하고 있지만 관련 법 및 제도가 없어 현장에서 비상상황 발생 시 대응 수준이 매우 미비한 실정이다. 따라서 본 연구의 지

상조업사 사고 사례 연구가 향후 관련 법 및 제도를 구축하는데 있어 기초자료로 활용되어 국내 항공안전 및 공항 이동지역 내 안전사고 예방에 기여할 수 있기를 기대한다.

참고문헌

- [1] ICAO, Doc. 9859, "Safety Management Manual", 5th Edition, 2018.
- [2] Reason, J. (1990) Human Error. Cambridge University Press, Cambridge.
DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781139062367>
- [3] Perneger, T. V. "The Swiss cheese model of safety incidents: are there holes in the metaphor?", BMC Health Research Research, Vol.5, No. 71, 2005
DOI: <https://doi.org/10.1186/1472-6963-5-71>
- [4] Wiegman, D. A., Shappell S. A. "A Human Error Analysis of Commercial Aviation Accidents Using the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS)", DOT/FAA/AM-01/3, 2001