

# 다양한 운영환경을 고려한 무인이동체 분야 Safety Management System(SMS) 적용에 대한 연구

김승인, 장홍석, 정호전  
한국산업기술시험원

e-mail:seungin0120@ktl.re.kr, hklove@ktl.re.kr, hjjeong@ktl.re.kr

## A study on SMS application in the field of unmanned air vehicles considering various operating environments

Seung-In Kim, Hongseok Jang, Hojeon Jung

\*Dept. of System Verification and Validation Center, Korea Testing Laboratory

### 요약

지속적인 연구개발을 통해 무인이동체(드론)은 다양한 분야에서 활용되고 있다. 무인이동체에 다양한 임무 수행이 요구됨에 따라 체계적인 운용의 필요성이 증대되고 있다. 이에 따라 무인이동체를 운용하는데 있어 지속적인 위험요소의 발굴 및 리스크 관리를 수행하기 위해 항공안전관리시스템의 도입이 필요하다. 항공안전관리시스템은 사람 또는 재산에 대한 리스크를 허용가능한 수준으로 통제하기 위한 조직적, 능동적 관리체계이다. 무인이동체 분야에도 안전확보 및 안전문화 정착을 위해 항공안전관리시스템의 도입이 필요하다. 본 논문에서는 ICAO Annex 19 기반의 국가항공안전프로그램(SSP)에 따른 국내 무인이동체 분야의 항공안전관리시스템의 도입 필요성 및 도입방안에 대하여 연구하였다.

## 1. 서론

무인이동체(드론)는 단순 취미생활을 넘어 도서/시설점검, 기상관측, 교통 순찰, 방재업무, 수색/구조, 환경감시, 산림감시, 지적조사 등 접근이 어려운 공간에서 업무시간을 단축하여 업무를 수행할 수 있는 무인 이동체의 연구들이 진행되고 있다.

이를 통해 정부는 2025년까지 국가대표 기업을 2개 이상, 혁신기술 보유 유망주기업을 20개 이상 육성하여 글로벌 드론 시장을 선도할 수 있도록 지원을 하고 있으며, 드론산업 실무협의체를 통한 각종 규제·애로사항 개선을 통해 공공분야의 드론활용을 촉진하고 있다.

하지만 활발한 연구들이 진행됨에도 무인이동체를 활용하는 조직의 안전시스템에 대한 연구는 미비한 실정이다. 세계 항공기 사고율은 1950년대부터 현저히 감소하였으나 1977년을 기점으로 둔화되어 1980년대 이후 낮아지지 않았다. 항공기 사고율을 감소시키기 위해 ICAO에서 제33차 총회(1988년)세계항공안전 계획을 승인 함으로서 항공안전관리시스템이 항공분야에 도입이 되었고 안전의 객관성 및 신뢰성 확보하였다.

무인이동체(드론)은 아직 상용화가 되어있지 않고 시범적 운영 단계임에도 불구하고 조종사의 미숙 또는 기체 결함으로 인하여 드론 추락에 따른 상해사고 등 무인이동체(드론)

사고가 증가 되고 있다.

이러한 상황들을 고려했을 때, 산업적으로 개발이 완료되어 드론을 운영하는 조직이 양성 되기전 무인이동체(드론)에 적합한 안전관리시스템(SMS) 구축이 필요하다.

안전관리시스템(SMS)은 조직이 최고 수준의 안전 수준에서 제품 또는 서비스를 제공하고 안전한 운영을 유지할 수 있도록 지원한다. SMS 또한 연방 항공국(FAA)이 시행하는 미국 연방 규정(CFR)의 제목 14와 같은 법적 요구 사항을 충족하는 공식적인 수단으로도 사용할 수 있다. 국제 민간 항공기구(ICAO)에 따르면 안전 관리 시스템의 핵심 프로세스는 위험 식별, 발생보고, 위험 관리, 성능 측정 및 품질 보증이다.

본 논문에서는 무인이동체의 공공 수요 기반으로 운영 단계에 도달하기 전 사고 예방 및 안전확보를 위한 안전관리시스템 적용의 필요성에 대해서 작성했다. ICAO 부속서19 국가항공안전프로그램(SSP)에 따라 마련된 항공안전관리시스템(SMS)을 국내 무인이동체 분야에 적용하고 이를 통해 안전관리시스템을 구축해야 한다.

## 2. SMS의 4가지 주요 구성

### 2.1 안전정책(Safert Policy, Objective)

안전정책 및 방향은 관리자의 책임과 권한, 안전에 관한 업무분장 핵심안전직원의 임명, 비상대응계획조정, 안전관리시스템을 문서화 하며, 관리자의 책임과 권한을 정하여야 한다.

- 2.1.1. 조직이 SMS를 통해 달성하려는 목표를 설정
- 2.1.2. 조직이 원하는 안전결과를 달성하기 위해 사용할 요구 사항, 방법 및 프로세스 설명
- 2.1.3. 조직이 지속적으로 안전을 개선할 것이라는 경영진의 약속과 기대 확립 및 더 나아가 높은 안전 성과에 대한 고위 경영진의 기대치를 설정하고 정의
- 2.1.4. 아래 표 에 대한 경영진의 약속을 반영

표 2 경영진 약속

경영진 약속
측정 가능하고 달성 가능한 안전 목표를 설정하고 달성하기 위한 절차 및 프로세스 구현
SMS를 구현 및 운영하고 안전 위험을 관리하기 위한 리소스를 제공
긍정적인 안전문화 조성을 지원

## 2.2 안전 위험 관리(Safety Risk Manage)

적용 가능한 모든 조직은 위험의 초기 및 지속적인 식별과 안전 위험의 분석 및 평가를 제공 하는 SRM 기능을 설정하고 유지해야한다. SRM의 통합 시스템은 잠재적인 사고, 위험 및 완화에 대하여 관련 종사자들에게 해당 위험요소들을 억제시킬 수 있는 방법을 제공 한다.

시스템의 허점 및 문제발생시 방어하기 위해서는 운용 상태, 환경, 또는 장비 보수 상태 변경 등의 “시작” 과 “마무리” 단계에서 발생하는데 이런 “틈새”는 제어 활성화를 실패한 운용자의 관리 부실의 결과 일수 있거나 시스템 장애로 인해 나타날 수 있다.

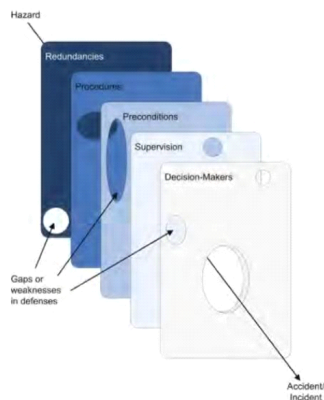


그림 1 Swiss Cheese Model

- 2.2.1. 시스템분석. 중요한 시스템 설계 및 성능에 대한 이해 확립
- 2.2.2. 위험 요소 또는 잠재적인 위험 요소를 식별하고 문서화
- 2.2.3. 안전 위험을 평가 함으로써 확인된 각 위험의 영향에 대한 안전 위험을 확립된 위험과 비교
- 2.2.4. 허용할 수 없는 위험이 있는 위험에 대한 안전 위험 제어를 설계하고 구현
- 2.2.5. 지속적으로 식별된 위험을 추적하고 구현된 안전 위험 제어/완화를 모니터링하여 의도한 목표를 달성할 수 있도록 한다.

## 2.3 안전 보증(Safety Assurance)

안전관리책임자는 내부 적으로 안전감사(Internal Safety Audits), 안전보고(Safety Reporting System), 내부 안전 조사(Internal Safety investigations), 설문조사(Safety Surveys), 안전 연구(Safety Studies), 안전검토(Safety Reviews)방법으로 안정성과 모니터링 한다.

2.3.1. 조직은 안전 위험통제가 의도한 목표를 달성하고 위험을 식별하기 위한 작업을 평가하는데 사용이 되도록 안전 보증 프로세스를 수립하고 유지해야 한다.

안전 보증 프로세스는 다음 표3의 내용을 참고한다.

표 3 안전 보증 프로세스

직원 보고 시스템	직원이 안전 문제 또는 우려 사항을 보고할 수 있는 안전 보고 시스템
조사	조사 데이터 수집하고 사건 및 사고를 조사하여 위험 또는 비효율적인 안전 위험 통제 식별
모니터링, 평가 및 감사	프로그램 및 프로세스를 정기적으로 모니터링 하여 안전 위험 통제의 성능과 효율성을 결정
데이터/정보 분석	데이터를 분석 후 안전 성능을 평가하고, 위험을 식별하며, 안전 위험 제어의 효율성 측정
시스템 평가	안전 위험 통제의 효율성과 SMS의 전반적인 성능에 대한 평가를 수행
시정 조치	시스템 평가중 식별된 안전 문제에 대하여 시정 조치, 완화 하거나 제거하여 우선 순위 지정 및 구현
관리 검토	SMS 효율성에 대한 정기적인 검토를 수행하고 변경의 필요성을 평가하여 지속적인 개선(분기별, 격년,연간)

## 2.4 안전 증진활동(Safety Promotion)

안전증진은 안전 교육훈련과 정보 소통이다. 안전증진 활동을 통하여 임무를 수행하면서 안전 목표를 달성할 수 있는 조직 환경을 만들기 위한 조치가 포함되어있다.

2.4.1. 인사능력 - 조직은 인력이 SMS의 운영 및 수행과 관련된 의무를 수행하는 데 필요한 역량을 갖추고 있는지 확인

2.4.2. 안전문화 - 조직은 적절한 지식 기반, 인력 역량, 커뮤니케이션, 교육, 정보에 입각한 의사 결정 및 교환과 모범 사례가 개발되고 공유되는 정보 공유를 특징으로 하는 조직 전체에 긍정적인 안전 문화를 촉진한다. 안전 문화는 경쟁적인 목표와 요구보다 안전에 대한 약속을 보여주는 공유된 가치행동으로 구성된다. 구성원은 자신의 책임을 인정하고 안전에 대한 개인의 책임에 따라 행동해야 하며 조직의 프로세스를 신뢰하고 사용하며 의존한다.

## 3. 무인이동체 시스템 적용을 위한 안전관리 프로세스 개선방안 도출

무인이동체에 적합한 안전관리 프로세스를 개발하여 무인이동체를 운영하는 조직 또는 제작사의 SMS 매뉴얼 품질향상을 도모할수 있다. 또한 잠재적 위험을 사전에 차단함으로써 안전을 확보하고 위험관리를 통하여 수용할 수 없는 위험을 수용 가능한 수준까지 완화 시켜 무인이동체(드론)에 적용된 규제를 완화하여 무인이동체산업 상용화 성장에 촉진제가 될 것이다.

## 4. 결론

드론산업은 혁신성장의 8대 핵심 선도사업으로 현재 미개척 시장이자 최대 유망 시장 산업이다. 다양한 유형의 드론 운영 활성화를 위해 각 유형에 따라 네거티브 방식으로 규제를 최소화하는 등 규제 차등 적용을 시행하고 있다. 사업용 중심의 드론산업 생태계 가 조성되면 국가·공공기관의 다양한 업무를 수행하는 드론이 조직적으로 도입·운영 이 될 것이다.

지속적으로 증가 하고있는 무인이동체(드론)에 대한 무분별한 규제로 최대 유망 시장 산업인 드론산업의 발전에 장애물이 될 수 있다.

현재 항공분야에 특화된 SMS 활동을 무인이동체(드론)에 적용할 수 있도록 안전관리프로세스를 테일러링하여 운전자

그리고 제작사와 함께 지속적인 안전확보 활동 및 불필요한 제재를 완화함으로써 드론산업의 성장을 촉진 해야한다.

표 4 테일러링한 안전관리 프로세스

위험 매트릭스 구축	무인이동체 관련 사고 빈도, 심각성, 위험등급, 운용환경 등 고려
잠재적 위험 시나리오 식별	장비, 재산 및 인력에 대한 현재 또는 잠재적인 위험
위험 모니터링	허용가능한 위험에 대한 지속적인 모니터링
위험 수준 완화	수용할 수 없는 위험을 수용 가능한 수준으로 완화
시스템 평가	위험을 완화하기 위해 시행된 조치의 효과 평가
위험 관리 적용	무인이동체 운전자 또는 단체에서 안전관리 개선에 참여하여 위험 관리를 적용할 수 있도록 장려
기술적 관리	위험 평가 프로젝트, 프로그램 및 활동의 수명 주기 전반에 걸쳐 위험 요소를 식별하고 제어하는 특별한 기술적 관리 적용
보고 시스템 구축	자발적 보고 및 조사 시스템 통한 보고체계 구축
안전성과 지표 및 안전 성과 목표 협정 개발	안전성 보고서를 통하여 데이터 수집, 처리 및 분석수립 후 안전 성과 지표 및 안전 성과 목표에 대한 감독기관과의 협정 개발

### 감사의 글

본 논문은 과학기술정보통신부/산업통상자원부/국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음.(과제번호 19DPIW-C153651-01)

### 참고문헌

- [1] 국토교통부, “일상 속 드론 상용화 지원을 통한 드론산업 경쟁력 강화 방안” 2021.12.14
- [2] FAA, ‘ORDER 8000.369B’ 2016.03.18
- [3] 국토교통부, ‘항공안전관리시스템 승인 및 모니터링 지침’, 2020년 10월 개정
- [4] ICAO, ‘Annex19, Safety Management’ 2016.07
- [5] ACI SMS Handbook\_WEB\_FINAL 2016