

군의 시스템 안전 위험도 평가를 위한 테일러링 적용에 관한 연구

윤동환*, 김진성
국방기술품질원

A Study on The Application of Tailoring for Military System Safety Risk Assessment

Dong-Hwan Yoon*, Jin-Sung Kim
Defense Agency for Technology and Quality

요약 군의 무기체계 개발과정에서는 안전과 관련한 여러 형태의 문제들이 야기 될 수 있다. 이러한 안전문제를 관리하기 위해 그 과정에서 체계 안전성 검토를 실시하고 있으며 기준으로는 미군의 표준인 MIL-STD-882를 사용하는 것이 일반적이다. 시스템 안전에서 위험도 평가는 MIL-STD-882에서 별도의 승인과정을 통해 그 기준을 수정할 수 있음을 언급하고 있으며 점차 첨단화, 복잡해지고 다양해지는 미래 무기체계에 적용하기 위해서는 그 기준이 하나로 굳어져 있을 수 없으며 해당 내용의 테일러링에 대한 그 필요성의 공감과 논의가 필요하다. 본 논문은 미군의 시스템 안전 기준인 MIL-STD-882E를 바탕으로 시스템 안전의 대략적인 의미를 설명하고 현재 한국군에 적용하고 있는 시스템 안전 위험도 평가에 있어 다양한 기준의 적용이 가능함을 보임으로써 군 무기체계 개발을 위한 적절한 테일러링 적용방안의 유용한 시사점을 제시하였으며 이를 통해 보다 효율적이고 안전한 획득사업의 진행이 가능하리라 기대한다.

Abstract During the process of developing a weapon system for the military, various types of safety-related problems may arise. In order to manage these safety issues, system safety reviews are usually conducted using U.S. military standard MIL-STD-882. For system safety risk assessments, the standard can be modified through a separate approval process because assessment criteria cannot be fixed due to the increasingly advanced, complex, diversified nature of modern weapon systems. Thus tailoring of assessment criteria is a necessity. This paper provides a description of system safety based on MIL-STD-882E, the current safety risk assessment system applied by the Korean military, and implications for tailoring system safety risk assessments for the development of more efficient and safer military weapon systems.

Keywords : Weapon System, System Safety, MIL-STD-882, Risk Assessment, Tailoring

1. 서론

최근 우리 군의 무기체계는 복합화, 정밀화, 첨단 현상이 가속화되고 있고, 해외 무기체계를 기반으로 한 개발에서 벗어나 국내 독자 연구개발 중심으로 매우 빠르게 변화하고 있다[1]. 이러한 개발과정 중에는 다양하고 많은 생산 기술과 공정이 적용되기에 여러 결함들이 그

과정에 유입되기도 한다[2]. 또한 하나의 무기체계를 완성하기 위해 사업관리, 품질관리, 전자광학장비, 레이더, 소프트웨어, 항전장비, 비행동체 등 다양한 분야의 전문 지식이 어우러지게 되는데 이러한 분야 간 융합의 그 복잡성으로 인해 제품의 결함이나 개발과정에서의 예상치 못한 안전문제가 발생할 수 있다. 김진성 등의 연구[3]에서도 언급된 사례를 살펴보면, 스위치 인식 문제로 발생

*Corresponding Author : Dong-Hwan Yoon(Defense Agency for Technology and Quality)

email: donghwan@dtqaq.re.kr

Received June 17, 2022

Accepted August 3, 2022

Revised July 18, 2022

Published August 31, 2022

한 KT-1 추락사고[4], 파도 막이 강도가 부족하여 도하 중 침수사고가 발생한 K-21 잠잠차의 경우[5], 그리고 사격 중 이상 폭발로 인하여 개발사업이 취소된 K-11 복합소총의 사례[6] 등과 같이 예상치 못한 안전사고로 인적 및 경제적 피해가 발생하고 있다.

이러한 문제들을 사전에 예방하기 위하여 개발 간 위험도 평가와 같은 시스템 안전 절차를 거치게 되는데, 본 논문에서는 군의 획득체계에서 고려되는 시스템 안전 기준들을 살펴보고 특히 미군에서 사용하는 기준을 바탕으로 위험도 평가 시, 우리 군에 적절하게 적용하기 위하여 상황에 맞게 그 기준을 수정 적용하는 방안을 세우고, 그 예시를 작성하여 사업의 특성별로 다양한 기준의 적용이 가능함에 대하여 연구하였다.

2. 본론

2.1 시스템 안전과 방위사업

미 공군은 설계 및 제조 된지 60년 가량이 지난 B-52와 KC-153과 같은 모델뿐 아니라 F-22와 RQ-4와 같은 최첨단 항공기를 함께 운용하고 있는데, 이같이 더 복잡한 기술, 재료 및 소프트웨어 의존도가 높아지면서 운영과 유지에 여러 잠재적 문제가 발생할 수 있다. 이러한 우려는 실제 발생한 인명 손실 사고로 나타나 2019년 미국 군사항공안전에 관한 국가위원회 설립으로 이어졌다[7].

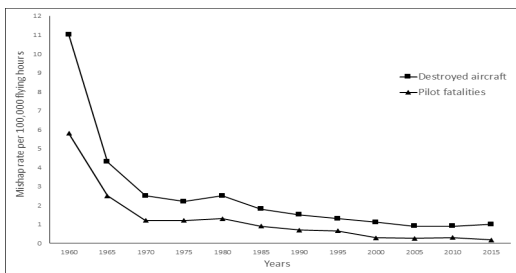


Fig. 1. U.S. Air Force Aircraft Mishap Rates[8]

Fig. 1은 10만 비행시간당 사고율 추세를 연도별로 나타낸 그래프이다[8]. 이 그래프에서 나타내는 사고율 감소는 새로운 재료 적용, 기계적 성능향상, 구형 항공기의 폐기, 유지보수 기능 강화, 안전 관련 정책 실시 등 항공기 신뢰성과 안전성 향상을 위한 다양한 노력의 산물이다. 그 중 대표적인 결과물로는 안전 관련 제도의 기준으로 1969년에 제정된 MIL-STD-882 "System Safety

Program for Systems and Associated Subsystems and Equipment"를 들 수 있는데, 이 적용은 시스템 설계 단계에서 위험요소와 재해 발생 원인을 예측하고 설계 변경을 통해 위험도를 경감하여 사고를 방지할 수 있도록 한 것으로 사고율 감소 요인 중 하나라 할 수 있다. 미 해군의 사례로 개발과정에서 공식적인 시스템 안전 프로그램을 적용하지 않았던 F-4의 10만 비행시간당 사고율은 9.52인데 비해, 시스템 안전 프로그램을 적용한 F-14는 5.77로 시스템 안전 적용에 따른 효과를 어느 정도 살펴볼 수 있다[7].

1960년대 초, 미 공군은 ICBM을 개발하면서 운용시험 중 막대한 재산 및 인명피해 발생으로 기존 사고예방 방법의 한계가 드러나게 되자 설계와 제작단계에서부터 사고예방이 필요하다는 결론에 이르게 되어 이로부터 MIL-STD-882라는 군사표준이 제정되어 미 국방부 획득사업에 적용되기 시작하였다[9].

이는 기술적 검토를 통해 사고를 예방하는 관점에서의 전환이라 할 수 있으며 특히 국방 획득분야에서 무기체계가 잠재적으로 인명의 사상과 막대한 재산의 손실을 발생시키는 위해조건을 벗어나게 하는 것을 의미한다. 즉, 방위사업에서의 시스템 안전은 획득대상 장비나 설비 등 시스템의 수명주기 전체 단계에 걸쳐 운영 유효성, 지속가능성, 시간, 비용의 제약 내에서 수용 가능한 위험 수준으로 통제하기 위한 공학 활동 및 관리기준·기법이라 할 수 있다[10].

2.2 시스템 안전 절차와 위험도 평가

2.2.1 시스템 안전 수행 절차

시스템 안전 목적은 시스템의 수명주기 동안 제한된 운영효과, 비용, 시간 내에서 인명의 사망이나 상해, 시스템 손실이나 손상을 발생시키는 위험요소의 제거 및 완화에 있으며 수용 가능한 안전수준을 달성하기 위해 공학적 능력, 관리 원칙과 기준, 기술을 적용한다.

이를 위하여 시스템 안전은 Fig. 2와 같이 MIL-STD-882E(2012)에 명시된 8대 요소의 절차를 따르게 된다. 이를 상세히 살펴보면 위해성(Hazard)은 위해성 추적 시스템에 데이터화 하여 관리되는데 이때 데이터에는 식별된 위험도(Risk), 위험도 평가, 위험도 경감 방법 등 안전성 관련 문서들을 계약자, 정부관계자 등이 적절한 시스템으로 연결될 수 있게 문서화하여 수행할 것을 요구하고 있다. 우리 군의 경우 미국에서 개발하였거나 그 기반으로 개발된 무기체계를 많이 사용하고 있으며 우리 해

군의 함정 설계/건조 기준 중 하나인 ‘시스템안전 적용 지침’도 MIL-STD-882를 기반으로 작성되는 등에 따라 대부분 해당 미 군사표준을 준용하고 있다.

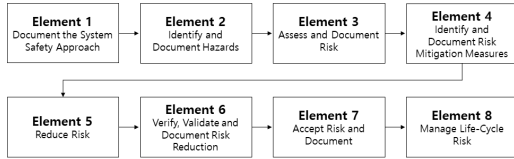


Fig. 2. Eight Elements of the System Safety Process (MIL-STD-882)

2.2.2 위험도 평가

개발과정에서 시스템에 발생 가능한 위험성은 위험도 평가표를 사용하여 평가하는데, 이는 심각도(Severity)와 발생확률(Probability)로 구분되어 있다. Table 1은 MIL-STD-882E에서 제안된 표준형태의 평가표로서 심각도의 기준은 인명의 사망 또는 상해, 환경 영향성, 경제적 손실 발생확률은 유사 시스템 자료를 참고하여 평가하거나 없을 시 정성적으로 평가한다.

이 평가를 통해 위험도를 결정하고 이의 완화 방안 역시 위험성 추적시스템 내에 문서화하는데, 이때 문서에는 완화 수단과 그에 따른 기대 효과를 작성하며 해당 위험성을 제거할 수 없는 경우 그 위험도를 시스템 안전 설계의 우선순위로 적용하여 제한조건 내에서 수용 가능한 수준이 되도록 설계 변경한다. 위험도를 기술적으로 낮출 수 없는 경우에는 경고 시스템을 반영하고 위험 표시, 안전 절차, 교육 훈련, 개인보호장비 등을 추가 반영하여 위험도를 경감한다[11,12].

Table 1. Risk Assessment Matrix(MIL-STD-882E)

RISK ASSESSMENT MATRIX				
Severity \ Probability	Catastrophic (1)	Critical (2)	Marginal (3)	Negligible (4)
Frequent(A)	High	High	Serious	Medium
Probable(B)	High	High	Serious	Medium
Occasional(C)	High	Serious	Medium	Low
Remote(D)	Serious	Medium	Medium	Low
Improbable(E)	Medium	Medium	Medium	Low
Eliminated(F)	Eliminated			

2.3 테일러링의 필요성과 유사 예시

2.3.1 테일러링의 필요성

현재 군의 위험도 평가 절차 기준으로 사용되는 MIL-STD-882E에 따르면 별도의 절차를 통해 공식적 승인이 없을 경우, 위에 제시된 Table 1의 평가표를 사용할 것을 제안하고 있다. 앞서 언급한 심각도와 발생확률의 각 단계의 기준과 평가표의 테일러링이 불필요하다고 여겨질 수는 있으나, 해당 표준문서에서의 기준 역시 개정을 거치면서 변화가 있으며 또한 서론에서 언급한 바와 같이 점차 다양하고 복잡해지는 무기체계의 개발과 생산에 있어 한 가지 기준으로 모든 사업의 평가를 진행하는 것이 최선이라 할 수는 없을 것이다.

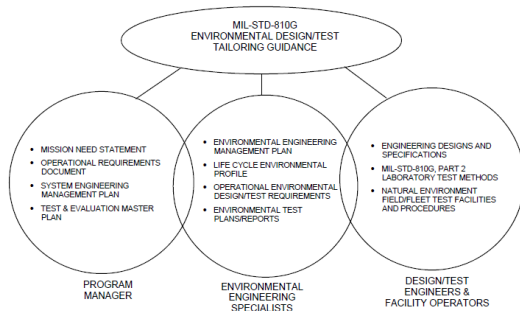


Fig. 3. Roles of acquisition personnel in the environmental design/test tailoring process (MIL-STD-810)

테일러링의 목적은 사업별 규모나 성격, 상황 등을 고려하여 최적의 방법을 찾고자 하는 절차이며 군의 무기체계 개발과정에서 많이 사용하는 표준 문서인 MIL-STD-810에서도 Fig. 3과 같이 테일러링 지침에 관한 내용을 중요하게 다루고 있는 것처럼 위험도 평가표의 테일러링에 대한 방향의 논의도 보다 진취적일 필요성이 있다.

2.3.2 타 문서의 위험도 매트릭스 예시

앞서 기준으로 제시한 MIL-STD-882E에서는 별도 승인절차를 통한 테일러링을 제안하고 있기에 우선 타 문서에서는 위험도 평가를 위한 매트릭스를 어떻게 구성하고 있는지 살펴해보도록 한다.

Table 2. Risk Index Matrix(AQAP-2070)

RISK INDEX MATRIX			
Impact Probability	9	4	1
9	81 High	36 High	9 Medium
4	36 High	16 Medium	4 Low
1	9 Medium	4 Low	1 Low

북대서양조약기구(NATO)의 품질보증에 관한 표준문서인 AQAP-2070을 살펴보면 MIL-STD-882E에서는 5단계의 21칸으로 분류한 것과 달리 Table 2와 같이 3단계 9칸으로 보다 단순하게 정량적 지표로 보고 있다 [13].

Table 3. Risk Reporting Matrix(DoD Guide)

RISK REPORTING MATRIX					
Consequence Likelihood	1 Minimal	2 Minor	3 Moderate	4 Significant	5 Critical
5	Low	Moderate	High	High	High
4	Low	Moderate	Moderate	High	High
3	Low	Low	Moderate	Moderate	High
2	Low	Low	Low	Moderate	Moderate
1	Low	Low	Low	Low	Moderate

NATO의 문서뿐 아니라, 미 국방부의 국방 획득사업에 대한 지침문서인 "Department of Defense Risk, Issue, and Opportunity Management Guide for Defense Acquisition Programs" 에서도 위험도 보고에 사용하는 매트릭스와 기준을 Table 3과 같이 제안하고 있는데[14], 이는 Table 1보다 더 상세한 25칸으로 분류하였지만 그 단계는 3단계로 단순하게 분류하고 있음을 알 수 있다.

다음은 영국의 철도분야에서 사용하는 유럽 안전 적용 규격인 EN50126에서[15] 제시된 위험 평가표다. 군사분야에 사용되는 표준문서는 아니지만 MIL-STD-882를 인용하여 작성된 만큼 군 획득사업에서 참고할 가치가 있다. 이 문서에서는 발생빈도를 6단계로 나누어 총 24칸으로 위험을 분류하고, MIL-STD-882에서의 '제거된(Eliminated)' 등급을 대신하여 '매우 가능성 없는(Highly Improbable)'의 의미를 사용하고 심각도를 적용하여 위험 발생가능성은 상존하는 것으로 보고 있다.

Table 4. Risk Acceptance Categories(EN50126-1)

RISK ACCEPTANCE CATEGORIES				
Severity Frequency	Catastrophic	Critical	Marginal	Insignificant
Frequent	Intolerable	Intolerable	Intolerable	Undesirable
Probable	Intolerable	Intolerable	Undesirable	Tolerable
Occasional	Intolerable	Undesirable	Undesirable	Tolerable
Rare	Undesirable	Undesirable	Tolerable	Negligible
Improbable	Undesirable	Tolerable	Tolerable	Negligible
Highly Improbable	Tolerable	Negligible	Negligible	Negligible

2.4 평가표 테일러링의 적용 사례

앞서 2.3.1항에서 언급하였듯이 Table 1~4의 여러 표준문서에서 제시된 기준 평가표는 각 사업별로 달리 적용할 수 있으며 다음에서 이러한 사례 두 가지를 살펴본다.

열차제어시스템 안전성에 관한 조현정 등의 연구[16]에서는 앞서 살펴 본 EN50126의 표준을 기반으로 Table 5와 같이 리스크 매트릭스를 작성하였는데, 이를 Table 4와 비교해보면 '참을 수 없는(Intolerable)' 수준인 레벨 I의 비중은 같으나 '부적절한(Undesirable)' 수준인 레벨 II를 축소하고 전체적으로 평가 등급을 하향하는 형태를 보여주고 있다.

Table 5. Risk Matrix for Guaranteeing Safety in the Train Control System

RISK MATRIX				
	Negligible	Marginal	Critical	Catastrophic
Frequent	II	I	I	I
Probable	III	II	I	I
Occasional	III	III	II	I
Remote	IV	III	III	II
Improbable	IV	IV	III	III
Incredible	IV	IV	IV	IV

Table 6. Risk Factor Matrix for OOOOO Program

RISK FACTOR MATRIX				
5	10	15	20	25
4	8	12	16	20
3	6	9	12	15
2	4	6	8	10
1	2	3	4	5

Table 6는 해외의 OOOOO 사업에서 사용한 사례로 DoD Guide[14]의 Table 3을 일부 조정한 경우이며 발생빈도와 심각도를 각각 1~5점으로 분류하고 이를 곱한 뒤 4점 이하, 5~12점, 그리고 12점 초과와 3단계로 위험요소의 등급을 단순히 정하여 Moderate 영역을 확장하였다.

2.5 테일러링의 수행

2.5.1 테일러링을 위한 원칙의 수립

위험도 매트릭스를 구성하는 양대 축은 위험항목의 심각도와 발생빈도이다. 세부기준은 각 문서마다 정의되어 있고 이 역시 절차에 따라 테일러링을 하여 사용하는 것을 허용하고 있으나 본 논문에서는 다루지 않았다.

앞서 살펴본 내용을 바탕으로 현재 무기체계 개발 등에 대부분 적용하는 Table 1을 바탕으로 테일러링을 수행하는데, 기준이 된 표준문서에서 테일러링의 방향이나 그 방법에 대한 원칙을 직접적으로 언급하고 있지 않아 연구에 있어 어떠한 기준이 필요하였고, 테일러링의 과정에 있어 무분별한 변형과 위험도의 단계가 갑자기 변하는 것을 방지하기 위해 아래의 두 가지 주관적인 원칙을 세워 적용하였다.

- ① 기준안(Table 1) 대비 고위험군(High)과 저위험군(Low)의 심각도와 발생확률은 최대 한 단계씩 변형한다.
- ② 인접한 칸의 Risk Level 차이는 두 단계 이상이 될 수 없다.

2.5.2 수립 원칙을 적용한 테일러링의 예시

위의 두 원칙을 바탕으로 '저위험군의 확장', '고위험군의 축소' 및 두 조건의 중첩되는, 총 세 가지 조건을 가정하여 다음의 테일러링된 매트릭스를 그 예시로 형성해 보았다.

먼저, 제시된 Table 7는 Table 1에 대한 저위험군을 확장시킨 경우로 위험도 평가코드(RAC, Risk Assessment Code) 4B와 3E 부분을 Medium에서 Low로 변형하였고, 원칙 ②에 따라 다른 영역도 일부 위험도를 낮추는 방향으로 변형하였다.

그 다음 Table 8는 Table 1에 대한 고위험군 축소의 경우로 RAC 2A, 2B 및 3C 영역을 High에서 Serious로 위험도를 낮춘 형태로 변형하였으며, 마지막으로 Table 9는 Table 7와 Table 8을 결합한 경우이다.

Table 7. Risk Assessment Matrix(Low Extended)

RISK ASSESSMENT MATRIX (Low Extended)				
Severity \ Probability	Catastrophic (1)	Critical (2)	Marginal (3)	Negligible (4)
Frequent(A)	High	High	Serious	Medium
Probable(B)	High	Serious	Medium	Low
Occasional(C)	High	Serious	Medium	Low
Remote(D)	Serious	Medium	Medium	Low
Improbable(E)	Medium	Medium	Low	Low
Eliminated(F)	Eliminated			

Table 8. Risk Assessment Matrix(High Reduced)

RISK ASSESSMENT MATRIX (High Reduced)				
Severity \ Probability	Catastrophic (1)	Critical (2)	Marginal (3)	Negligible (4)
Frequent(A)	High	Serious	Serious	Medium
Probable(B)	High	Serious	Serious	Medium
Occasional(C)	Serious	Serious	Medium	Low
Remote(D)	Serious	Medium	Medium	Low
Improbable(E)	Medium	Medium	Medium	Low
Eliminated(F)	Eliminated			

Table 9. Risk Assessment Matrix(Combined)

RISK ASSESSMENT MATRIX (Combined)				
Severity \ Probability	Catastrophic (1)	Critical (2)	Marginal (3)	Negligible (4)
Frequent(A)	High	Serious	Serious	Medium
Probable(B)	High	Serious	Medium	Low
Occasional(C)	Serious	Serious	Medium	Low
Remote(D)	Serious	Medium	Medium	Low
Improbable(E)	Medium	Medium	Low	Low
Eliminated(F)	Eliminated			

제시된 Table 7~9는 특정한 무기체계를 염두하고서 작성된 것은 아니며 이는 앞서 제안한 두 가지의 테일러링을 위한 원칙을 지켜 위험도 평가표를 각 무기체계의 개발사업 특성에 맞게 적절히 조정하여 사용할 수 있음을 보여주는 것에 의미가 있다.

2.5.3 테일러링을 통한 적절한 평가의 수행

고위험군의 축소나 저위험군의 확대의 경우에도 기준을 전체적으로 한 단계씩 변형을 두는 방법을 예시로 제

안하였지만, 심각도와 발생확률 중에서 한 가지 조건의 방향에서만 단계조정을 하는 방법도 가능하다. 동일한 기준에서 파생된 평가표는 아니지만, Table 5와 같이 고 위험(High)과 저위험(Low) 영역을 모두 확장시킨 형태는 물론이며 심각(Serious)이나 보통(Medium) 영역만을 일부 조정하는 방법도 충분히 가능하다.

이렇듯 적극적인 테일러링을 통한 획득사업별 특성에 맞는 평가표의 적용이 가능하고 이를 통한 적절한 평가를 수행함으로써 보다 효율적인 획득사업의 진행이 가능할 것이다.

3. 결론

본 논문은 군 무기체계 획득에서 사용하고 있는 시스템 안전의 표준문서인 MIL-STD-882E에서 다루는 주요 개념을 설명하고 해당 문서에서 제안하고 있는 위험도 평가표의 조정을 시도하여 일률적 기준적용을 선호하는 우리 군의 여러 사업에 적용할 수 있는 유용한 시사점을 제시하고자 하였다.

우선 시스템 안전 개념을 구체화하기 위해 사고 사례 등을 통해 그 개념을 이해하고자 하였고, 방위산업에 있어 시스템 안전과 위험도 평가의 필요성에 대한 부분을 그 발전이력을 통해 살펴보았다. 이로부터 MIL-STD-882E에서 제안한 위험도 평가표와 기준 등에 대한 테일러링의 필요성을 설명하고 무기체계 개발과 획득에 있어 적용하고 있는 타 규정과 지침 등의 문서를 비교하여 테일러링의 적용이 필요함을 제시하고 그 방향을 살펴보았다.

목표가 된 위험도 평가 매트릭스를 테일러링하는데 있어 부분별한 변형을 지양하기 위하여 두 가지의 원칙을 수립해보았으며, 이 원칙을 적용한 세 가지 형태의 변형된 매트릭스 예시를 제안함과 함께 기존 적용된 변형 매트릭스 사례를 살펴보자 복잡해지고 다양해지는 미래 전장의 무기체계 개발과 획득에 있어 그 수만큼이나 다양한 기준 평가표의 테일러링이 가능함을 보였으며, 향후 사업별 특성에 맞게 테일러링된 평가표가 적용된 보다 효율적인 획득사업의 진행이 가능할 것으로 기대된다.

다만 무기체계의 개발은 대부분 그 비용이 크고 오랜 기간에 걸쳐 이루어지기에 위험도 평가표를 테일러링하여 적용한 경우에 대한 효과를 직접 비교할 수 없다는 제한이 있다.

본 연구에서는 위험도 평가표의 테일러링의 기본 방향을 제시하였고 군 무기체계의 운용특성을 고려한 세부적

인 적용 테일러링 기법을 수립하기 위하여 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

References

- [1] DAPA, Weapon System Product Support Analysis Manual, p.539, 2021, pp.1
- [2] J. E. Kim, "Effectiveness Analysis and Profile Design Automation Tool Implementation for The Mass Production Weapon System Environmental Stress Screening Test", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 17, No. 8, pp.379-388, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2016.17.8.379>
- [3] J. S. Kim, M. S. Seo, S. C. Park. "A Study on the System Safety Policy of the Korean Military and the US Air Force". *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 23, No.1, pp.530-537, 2022.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2022.23.1.530>
- [4] J. H. Kim, *The cause of the Sacheon pilot training crash was "Immaturity in Operation."* [Internet]. Newsis Newspaper, c2003 [cited 2003 December 16], Available From: <https://news.naver.com/main/read.naver?mode=LSD&mid=sec&sid1=001&oid=003&aid=0000013103> (accessed Sep. 16, 2021)
- [5] K. S. Jang, *K-21 Armored vehicle was judged to pass despite underperformance* [Internet]. Donga Newspaper, c2015 [cited 2015 January 12], Available From: <https://www.donga.com/news/article/all/20150112/69031243/1> (accessed Sep. 16, 2021)
- [6] K. W. Yun, *A series of flawed K-11 composite rifles ceased business after 9years of military delivery* [Internet]. Maeil Newspaper, c2019 [cited 2019 December 4], Available From: <https://mk.co.kr/news/politics/view/2019/12/1015567/> (accessed Sep. 16, 2021)
- [7] Thomas, L., Thomas, H., and Spencer, P., 2019. *Trends in U.S. Air Force Aircraft Mishap Rates*, Research Report, Rand Corporation, USA, pp.1-5
- [8] Air Force Safety Agency, *Air Force System Safety handbook.*, p.161, HQ AFSC/SEPP, 2000, pp.2
- [9] Louis J. Gullo., and Jack Dixon. *Design for Safety*, p.520, Wiley, 2017, pp.43-52
- [10] Air Force Policy Directive, *The US Air Force Mishap Prevention Program*, p.203, AFSEC/CV, 2014, pp.11-16
- [11] U.S. Department of Defense, *System Safety*, p.104, Air Force materiel Command/SES, 2000, pp.9-13
- [12] C.B.H. Edwards., M. Westcott, and N. Fulton, "The Application of Hazard Risk Assessment in Defence Safety Standards", *The Proceeding of Improving*

Systems and Software Engineering Conference, ISSEC, pp.135-146, August 2009.

- [13] AQAP-2070, *NATO Mutual Government Quality Assurance*, Edition B, Version 4, NATO Allied Quality Assurance Publication, October 2019, pp.C-6.
- [14] Deputy Assistant Secretary of Defense Systems Engineering, *Department of Defense Risk Issue and Opportunity Management Guide for Defense Acquisition Programs*, p.87, January 2017, pp.28.
- [15] The British Standards Institution, BS EN 50126-1, *Railway Applications - The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety*, November 2017, pp.94, ISBN 9780580916922.
- [16] Jo Hyun-Jeong, Hwang Jong-Gyu, Yoon Yong-Ki. "Risk Assessment Method for Guaranteeing Safety in the Train Control System", *Proceedings of the Korea Society for Railway Conference*, 2006.11b, pp.870-877, 2006.

윤 동 환(Dong-Hwan Yoon)

[정회원]



- 2003년 2월 : 영남대학교 기계공학부 (공학사)
- 2009년 2월 : 영남대학교 대학원 기계공학과 (공학석사)
- 2009년 8월 ~ 2012년 8월 : 한국항공우주연구원
- 2015년 8월 ~ 현재 : 국방기술품질원 개발품질연구본부

<관심분야>

기계공학, 무기체계, 시험평가

김 진 성(Jin-Sung Kim)

[준회원]



- 2009년 2월 : 인제대학교 나노공학부 (공학사)
- 2012년 2월 : 부산대학교 대학원 전자전기공학과 (공학석사)
- 2012년 3월 ~ 2018년 12월 : LS산전 설계 및 기술개발 과장
- 2019년 1월 ~ 현재 : 국방기술품질원 개발품질연구본부

<관심분야>

전자기응용, 품질경영, 정보통신, 에너지변환