Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 17, No. 2 pp. 252-258, 2016

http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2016.17.2.252
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

군수품 정부품보활동계획에 FMEA 분석결과의 적용방안 및 적용결과의 고찰

이영우[1*], 권인규[2]
[1]국방기술품질원 대전센터, [2]㈜한화

A Study on the Applicability of FMEA and it's Results for Hand Grenade in Government Quality Assurance Planning

Lee, YoungWoo[1*], Kwon, InKyu[2]
[1]Defense Agency for Technology and Quality, [2]Hanwha Co.

요 약 군수품 품질보증을 위한 정부품보활동계획 수립의 기반이 되는 위험식별(Risk Identification)은 품질보증활동의 근간이 되는 업무로서, 위험을 구체적으로 파악하여 반영하는 활동이다. 그러나, 현재의 위험도평가 방법은 규격서 등에 명시된 제품에 대한 기능요구조건을 위주로 작성함에 따라 제조프로세스 측면에서의 위험식별 및 반영이 부족할 우려가 있으며, 또한 품보원의 개인적인 판단 즉 과거 경험, 노하우 등 정성적인 판단으로 결정할 우려가 있기 때문에 위험식별의 객관성과 전문성의 보완을 위해 정량적인 자료에 의한 판단 기준이 필요하게 되었다. 이러한 문제점에 대한 해결방안으로 FMEA 결과를 위험식별의 결과로 활용하는 방안을 강구하였다. FMEA는 현 제조공정을 기준으로 잠재적 고장형태를 분석하고 고장에 대한 영향 분석을 수행하므로 FMEA의 분석결과를 반영하여 위험식별을 하게 되면, 더욱 공정하고 객관적으로 정부품보활동계획이 도출될 것으로 예상되었다. 본 논문에서는 양산단계 위험식별 업무를 강화시킬 수 있는 방안으로 세열수류탄에 대한 FMEA 수행내용과 이를 토대로 군수품 품보활동계획수립에 대한 적용방안을 모색하는데 그 작성 목적이 있다.

Abstract Risk identification based on the government quality assurance activity for military goods is being conducted to determine the risks to be reflected in a government quality assurance plan. On the other hand, current risk evaluation method focuses mainly on the functional requirements of the product specifications, which is a lack of reflection and identification of risks considering the process and the method is determined from a personal opinion, for example experience and know-how, which results in a lack of objectivity. Therefore, a standard of judgment according to quantitative data, which includes the present process control data using the FMEA method is required to improve the objectivity and dependability. This paper proposes useful suggestions for a government quality planning method to apply the results of FMEA to hand grenades.

Keywords : FMEA, risk analysis, government quality assurance activity, risk identification, hand grenade

1. 서 론

군수품 품질보증은 국방품질경영의 하나로서 계약기관(방위사업청)으로부터 계약서가 접수되면 계약위험과 제품 및 프로세스 위험, 계약업체의 품질시스템 위험, 과거이력, 고객불만 및 피드백정보를 토대로 위험식별을 하고, 군에서 사용하는 군수품에 대해 군이 요구하는 제품성능이 구현되었는가를 확인하고 품질의 신뢰성을 보장함으로써, 군의 요구를 충족시키는 활동이다[1]. 그러나, 현재의 위험도평가 방법은 해당품목을 위험 식별시 위험 발생 가능성, 영향(결과)의 수준을 품보원의 개인적인 판단, 즉 과거 경험, 노하우 등 정성적인 판단으로 결

*Corresponding Author : Young-Woo Lee(Defense Agency for Technology & Quality)
Tel: +82-42-580-1014 email: lywlyh@dtaq.re.kr
Received November 25, 2015 Revised (1st February 1, 2016, 2nd February 3, 2016)
Accepted February 4, 2016 Published February 29, 2016

정할 우려가 있기 때문에 위험식별의 객관성과 전문성의 보완을 위해 정량적인 자료에 의한 명확한 판단 기준을 세워야 한다. 이에 따라, 식별된 위험에 대해 단일 품보원이 평가하기 보다는 관련분야의 다수의 전문가가 평가하여 의견을 수렴하여 반영하는 방식의 도입을 검토하게 되었다. 그리고 기존의 위험 식별/방법은 체계장비와 같이 수많은 부품과 프로세스를 통하여 제작되는 복잡품목인 경우 모든 부품의 위험을 식별하기 위해 매우 많은 인력을 필요로 하는 등 제한적인 요소를 포함하고 있다. 이 경우 현실적인 제약으로 인해 해당품목에 대한 정확한 위험식별을 수행하지 못할 가능성이 있기 때문에 잠재적인 고장을 발생시킬 수 있는 부품을 파악하지 못할 수 있다. 또한, 위험을 식별해 내고, 이 위험이 어떤지 평가한 후, 이를 제거하거나 감소하기 위해 조치를 취했다면, 조치의 결과/영향이 어떤지 평가해야 하는데, 현재로서는 감소되거나 제거된 위험의 정도를 확인시켜 줄 수 있는 근거자료나 판단지표도 미흡한 실정이다. 이러한 문제점에 대한 해결방안으로 FMEA 결과를 위험식별의 결과로 활용하는 방안을 강구하였다. FMEA는 현 제조공정을 기준으로 잠재적 고장형태를 분석하고 고장에 대한 영향 분석을 수행하므로 FMEA의 분석결과를 반영하여 위험식별을 하게 되면, 더욱 공정하고 객관적으로 정부품보활동계획이 도출될 것으로 예상되었다[2].

세열수류탄(K413)은 양산/운용중인 무기체계로서 잠재 위험 발생시 인명에 미치는 영향이 치명적일 뿐 아니라 戰場과 같은 악조건에 사용되어 무기체계에 대한 신뢰도 보장이 절실한 품목으로, 완성탄체와 신관으로 구성되어 복잡도가 높지 않아 분석대상으로 선정하여 수행하였다.

본 논문은 양산단계 위험식별 업무를 강화시킬 수 있는 방안으로 세열수류탄에 대한 FMEA 수행내용과 이를 토대로 군수품 정부품보활동계획수립에 대한 적용방안을 모색하는데 그 작성 목적이 있다.

2. 선행연구

군수품 품질보증에서 위험식별(Risk Identification)은 품질보증활동의 근간이 되는 업무로서, 계약품목에 대한 계약문서, 업체 품보계획서, 연구개발자료, TDP (Technical Data Package) 등을 이용하여 제품, 프로세스, 원자재, 품질경영시스템 상에 존재하는 위험을 구체적으로 파악하여 정부 품보활동 계획수립시 반영하는 활동이다. 위험식별 시 위험의 정도는 위험발생 가능성과 위험의 영향(결과)이라는 두 가지 지표를 종합한 개념으로 평가할 수 있으며, 하나의 요소라도 커지게 되면 위험이 크다고 간주할 수 있다. 실제로 어떠한 사업의 위험발생 가능성이 매우 작다고 하더라도, 일단 발생하면 치명적인 인명손실이나 재산상의 심각한 손해가 예상될 경우 이 사업은 위험이 높다고 볼 수 있다. 반대로 위험 영향(결과)이 크지 않더라도 그 발생 가능성이 매우 높다면, 이 또한 체계가 정상적으로 임무를 수행하는데 심각한 문제를 초래할 수 있게 된다. 따라서 위험식별은 다음과 같이 두 가지 지표를 각각의 축으로 한 위험식별 매트릭스(Table 1)를 기준으로 품목별 위험을 저, 중, 고로 분류한다. 즉, 현재 사용하고 있는 위험 매트릭스의 특징은 발생 가능성, 영향/결과의 수준의 합을 통해 위험등급을 결정하는데 있으며, 위험의 등급이 결정되면 위험의 등급에 따라 위험관리방안을 수립할 수 있다.

Table 1. Classification Criteria for The Results of Risk Analysis

Occurence Possibility Level + Level	2 ~ 5	6 ~ 7	8 ~ 10
Risk Level	L	M	H

FMEA(Failure Mode, Effects and Analysis)는 개발 초기단계에서부터 제품 및 공정에서 발생할 수 있는 잠재적 고장이 소비자와 제품에 미치는 영향과 그 원인 및 메커니즘을 상향식(Bottom-up)으로 조사하고, 각 고장유형에 대한 위험평가를 통해 위험을 줄이거나 없애기 위한 권고조치 등을 수행하여 품질 및 신뢰성을 개선하기 위한 분석방법이다[2]. 미국의 경우 70년대에 이미 MIL-STD-1629A와 같은 규격을 제정하여 무기체계 개발 및 품질보증시에 FMEA기법을 적용하고 있으며, 국내의 경우 방위사업청 개청이후 방위사업관리규정에 관련규정을 추가하여 개발시에 실시토록 요구하고 있으나, 양산품에 대하여는 실시하지 못하고 있는 실정이다. 미국방부의 MIL-STD-1629A와 미 자동차공학회(SAE), KS의 FMEA 규격에서는 FMEA를 "제품 및 공정의 잠재적 고장형태를 규명하고, 이를 제거하기 위해 체계적인 방법을 사용하는 분석기법"이라고 정의하고 있으며,

일반적인 FMEA의 적용목적은 다음과 같다[3]. 첫째, 시스템의 다양한 기능적 계층 수준에서 규명된 각 품목 고장유형에 의하여 일어나는 사상 연쇄 및 영향을 평가한다. 둘째, 시스템의 올바른 기능이나 성능에 대한 각 고장 유형의 중요도나 치명도, 관련 공정의 신뢰성 및 안전성에 미치는 영향을 결정한다. 셋째, 고장 유형의 심각성, 발생가능성, 결과, 기타 적절한 특성에 따라 규명된 고장 유형을 분류한다. 넷째, 자료의 가용도에 따라 좌우되는 고장의 중요도나 확률의 척도에 대한 추정을 시도한다. 즉, FMEA는 고장과 관련된 부품과 원인, 결과, 그에 대한 평가와 후속조치 등의 정량적/정성적 자료까지 포함된 총체적인 정보를 담고 있는 것으로 신뢰성 블록도(RBD ; Reliability Block Diagram), 고장나무분석(FTA ; Fault Tree Analysis)과 같은 다른 기법과 동시에 작성된다.

무기체계의 경우 제품의 특성상 높은 신뢰성과 안전성을 요구하며, 유지보수에 들어가는 운용비용이 크기 때문에 FMEA 기법을 적용하여 사전에 위험을 제거하는 것이 매우 중요한 것으로 판단되었다. 또한, 탄약류의 경우 악작용 등 치명결점 발생시 인명에 미치는 피해가 막대하여 이에 대한 과학적인 품보관리 기법의 도입이 타 무기체계에 비해 상대적으로 더 필요할 것으로 판단되었다. 본 논문에서 FMEA에 대한 적용 규격은 TS-16949를 기준으로 적용하되, 심각도와 발생도는 현 적용규격이 자동차 등 대량생산분야에 적합하게 제정되어 있어, 탄약제조공정에 부합하게 수정/보완하여 적용하였다[4].

3. FMEA 수행

3.1 세열수류탄

세열수류탄, K413은 업체자체개발로 개발되어 '98.1월부터 초도양산된 휴대용 무기체계로서, 기존에 운용하던 K400 세열수류탄 대비 외형과 중량을 감소시켜 운용편의성을 증대시키고, 성평파편을 이용하여 살상효과를 증대시킨 무기체계이다. 장비의 작동은 수류탄을 지환통에서 꺼낸 후 손잡이를 잡은 상태에서 안전크립을 제거한 후 안전핀을 뽑아 목표지점으로 투척하며, 투척시 공이의 스프링력에 의해 공이가 회전하여 뇌관을 타격하면 뇌관 기폭에 의해 지연제가 점화되며 4~5초후 연소한 후 기폭관이 기폭되어 고폭약을 폭발시키면, 고폭약의 폭발력에 의해 파편이 비산되어 인마살상 효과를 발휘한다.

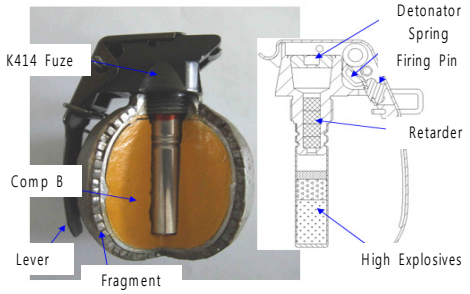

Fig. 1. The Cross Section of Hand Grenade and Main Parts

세열수류탄은 신관과 탄체 2개의 조립체 등 총 20여개의 부품으로 구성되어, 제품의 복잡도가 크지 않고 조기폭발이나 불폭 등의 악작용 발생시 인명에 직접적인 영향을 줄 수 있는 무기체계로서, 잠재위험을 식별하고, 식별된 잠재위험요소의 제거를 통해서 제품의 품질 및 신뢰성을 향상시키고 안전성의 향상을 도모키 위하여 FMEA 분석을 실시하게 되었다. 분석대상공정으로는 세열수류탄의 충전, 조립 및 포장공정이고, 분석수행내용으로는 고장형태의 분석과 잠재적영향 분석, 심각도/발생도/검출도 평가이다.

3.2 공정흐름도

세열수류탄의 공정은 경강선재 파편이 부착된 알루미늄 탄체에 용융화약(COMP-B)을 충전하는 용융충전공정과 충전된 탄체를 신관과 조립하는 조립공정, 조립된 완성탄을 개별로 충전제와 함께 지환통에 포장 후 최종적으로 목상자에 포장하는 완성탄 포장공정으로 크게 분류할 수 있다.

3.3 고객불만 및 공정능력 현황

세열수류탄은 '98년 양산이래 1건의 제품에 대한 고객불만(수요군, 신관불발)이 발생되었으며, 최근의 2개 로트(한화보13사625-067, 한화보13아625-068)를 대상으로 탄체에 충전되는 용융화약의 밀도에 대하여 공정능력(Ppk)분석을 실시한 결과 1.24~1.42로 보통이상의 공정능력을 보유한 것으로 분석되었다.

3.4 잠재적 고장형태/잠재적 영향/현 공정관리 분석

잠재적 고장형태는 공정 요구사항을 잠재적으로 충족시키지 못할 수 있는 요인을 분석하기 위한 것으로, 분석누락을 방지하기 위하여 공정흐름도를 기초로 기능상실, 기능저하, 단속적 기능, 원치 않는 기능 측면에서 고장형태 분석을 실시하였다. 세부적으로는 "고폭약 검사/투입 → 용융/충전/냉각 → 신관공 Trimming → 충전탄체마킹 → 페트멘시멘트 도포 → 완성탄조립 → 포장재건조 → 지환통수함 → 목상자포장 → 팔레트포장"으로 분류하였으며, 대상공정별로 공정기능/요구사항을 분석후 관련 국방규격상의 요구사양과 불량발생율, 고객 불만사항 등을 기초로 참여인원간의 협의를 통하여 잠재적 고장형태에 대한 분석을 수행하였다. 각 공정별로 잠재적 고장형태에 대한 분석결과 고폭약 투입공정에서는 이물질이 검출될 경우, 용융/충전/냉각 공정에서는 비중이나 약량이 미달될 경우와 충전화약이 누출될 경우 등이 잠재적 고장형태를 일으킬 수 있는 것으로 분석되었다. 신관공의 Trimming공정에서는 신관공의 내경과 깊이등 치수부분과 나사부에 화약잔재가능성 등이 분석되었고, 충전탄체마킹공정에서는 표기내용이나 표기상태 등이, 페트멘시멘트 도포공정에서는 도포량의 과다/과소, 시효기간 초과 자재 도포 등이, 완성탄 조립 공정에서는 부품의 누락이나 조립토크, 안전핀 끝부분의 형상 변형 등이 분석되었다.

고장의 잠재적 영향은 고객이 인지한 고장형태의 영향으로서, 고객이 인지하거나 경험할 수 있는 것이라는 관점에서 분석하였다. 이에 따라 공정별 사내 후속공정과 체계조립 사업장, 최종 사용자인 소요군 등 내부 고객과 외부 고객측면, 이외에도 작업자의 안전이나 법규/규제, 기계/설비 측면 등 다각도에서 잠재적 고장형태에 대한 분석을 실시하였다. 분석 수행결과 고폭약 검사/투입공정에서 이물질 혼입시 마찰이나 폭발로 작업자의 안전에 잠재적인 영향이 발생할 수 있을 것으로 분석되었으며, 충전비중이나 약량이 미달시는 소요군 측면에서 파편의 위력저하가 발생될 것으로 분석되었다.

현 공정관리는 가능한 정도까지 고장 원인의 발생을 예방하거나, 고장형태 또는 고장 원인이 발생했을 경우 이를 검출하는 방안이다. 관리예방은 고장 원인 또는 고장형태의 발생을 방지하거나 발생률을 감소시키는 방안이며, 관리검출은 고장 원인 또는 고장형태를 파악(검출)하고 연관된 대책의 개발을 위한 것이다. 현 공정관리에 대한 분석 수행결과를 토대로 각각의 공정항목에 대하여 권고사항을 분석/도출하였다. 현 공정관리를 기초로 검출도, 발생도, 심각도에 대한 평가를 수행하였다. 평가결과를 위험우선수(RPN = 심각도 x 발생도 x 검출도)로 평가하여 조치우선순위를 결정하였다.

3.5 특별특성 선정

특별특성은 심각도가 9~10이거나, 심각도가 7~8이며 발생도가 5~10인 항목과 국방규격상 치명결정으로 분류된 항목중에서 Table 3과 같이 선정하였다.

3.6 권고조치사항

선정된 특별특성과 RPN평가결과 기준점수(60점) 이상인 항목에 대하여 권고조치사항으로 설정하여 위험도 감소를 위한 대상으로 선정하여 위험감소를 통한 개선활동을 시행하였다.

3.7 FMEA 수행결과

세열수류탄에 대한 FMEA수행결과 고폭약 투입공정 등 분석・식별된 고 RPN 공정과 특별특성공정에 대하여 정부품보활동대상에 추가하였다. 이를 FMEA 실시전과 비교하여 보면 제품 및 프로세스 위험 측면에서의 위험도 증가와 고 RPN 공정으로 식별된 고폭약검사/투입공정과 용융/충전/냉각 공정등이 공정감사대상으로 추가되었음을 알 수 있었다. 이는 기존의 정부품보활동계획 수립시 식별치 못하였던 부분으로 FMEA 수행결과를 통해서 정부품보활동에 대한 객관성과 신뢰도가 증대되는 효과가 있음을 확인 할 수 있었다. 이러한 차이가 발생한 원인은 현행 정부품보활동계획은 국방규격이나 도면 등에서 요구하는 제품 성능요구사항 위주로 계획서를 작성하여 발생한사항으로 판단되며, 공정 FMEA분석 결과를 통해 잠재위험요인을 식별하고 고위험의 공정을 정부 품보활동계획에 반영함에 따라 품보활동의 객관성과 신뢰성이 증대됨을 알 수 있었다. 즉, 제품의 공정흐름 등을 기초로 잠재위험과 영향을 평가하는 FMEA는 정부품보활동의 객관성과 효과성 증대에 기여가 가능함을 확인 할 수 있는 부분이다. 또한, FMEA 수행결과 심각도가 증가시에는 위험의 영향정도가 커지고 발생도와 검출도 증가는 위험의 발생가능성을 증대시키는 것을 알 수 있었다.

Table 2. The Recommended Actions for Present Process Control

Proc-ess	Potential Failure Modes	Present Process Control		Recommended Actions	Due Date
		Prevention	Inspection		
Testing of High Explosives /loading	Extraneous substance mixing	▪ prohibition of personal belongings and accessories ▪ molten bath hole cover and sensor installation ▪ cover fastening bolt and nut sealant coating ▪ request set-up of sensitivity setting at a professional facility ▪ performing daily check of system checklist	▪ X-Ray All Inspection System ▪ performing daily check using master (per loading of High explosives)	▪ Additional description of X-Ray Inspection ▪ System operation and check list at ▪ SOP/equipment checking standard table	00. 00
molting, charging and cooling	nonstandard of charging scale	▪ operation of automatic hot water control system ▪ operation of charging scale X-MR chart	▪ check of hot water tank and temperature kettle 2 times a day, description ▪ measure charging scale (1 peace/2 hr)	Installation recorder and alarm at hot water tank	00. 00
		▪ operation of automatic temperature control system at washing bath	▪ check of hot water temperature at washing bath(1 time /2 hr)	Installation alarm at washing bath	
	nonstandard of charge quantity (explosive unfilled part formation)	▪ operation of automatic temperature control system at washing bath	▪ check of hot water temperature at washing bath(1 time /2 hr)	Installation alarm at washing bath	
		▪ operation of automatic hot water control system	▪ check of hot water tank and temperature kettle 2 times/day, description	Installation recorder and alarm at hot water tank	
marking charged projectil	Unidentified description (lamination and erasing of ink)	▪ using mature diluted ink	▪ check of print condition before commencement of every works	reflection of standard ink, thinner and mix proportioning to SOP	00. 00
spread with pattman cement	stained external charging projectile	▪ using after warming at winter season	▪ complete round paper ring cask visual all inspection	pettman cement warming method improvement and reflection to SOP	00. 00
assembly complete round	assembly washer retaining ring to reverse direction	▪ arrangement skilled worker, secure the number of peple and training before work	▪ complete round paper ring cask visual all inspection	SOP supplement : addition of caution and picture to identify washer retaining ring assembly direction	00. 00
	safety pin dead end shape modification	▪ contact conveyer and workbench. installation of fall prevention bump	▪ complete round paper ring cask visual all inspection	inspection automation(VISION) review/implement	00. 00
	loss of safety clip				
dry packaging	moisture of filler and support standard exceed	▪ retaining first-in, first-out	▪ moisture measurement (3 times/1 day)	record of injection date at dry room of drying material packaging box	00. 00
wood box packaging	lack of complete round quantity	▪ manager perform packaging of light box	▪ inspection of contents total weight as package of wood box ▪ periodic check-up of work in process quantity, record (1 time/2 hr)	inspection automation (record of gravimetric value) method review/implement	00. 00

Table 3. The Selection of Special Characteristics

special charicte-ristics (KPC)	Requirements	Present Process Control
No extraneous substances in molten bath hole	Not allowed	▪ X-Ray All Inspection System ▪ performing daily check using master (per loading of High explosives)
Charging scale	min 1.63	▪ operation of automatic hot water control system ▪ operation of automatic temperature control system at washing bath ▪ operation of charging scale X-MR chart ▪ check of hot water tank and temperature kettle 2 times/day, description ▪ check of hot water temperature at washing bath 1 time /2 hr ▪ check charging scale 1 EA /2 hr
To be flat safety pin properly	Shape in diamond type and no dividedness at the end (Drag force:4.5~13.5Kg)	▪ check all components before after assemble the fuze

4. 결 론

무기체계에 대한 정부품보활동에 객관성과 신뢰성을 증대시키기 위하여 세열수류탄에 대한 FMEA 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 기존의 정부품보활동계획 수립시 식별치 못하였던 제조공정의 잠재위험이 식별되어 정부품보활동계획에 반영됨으로서 정부품보활동에 대한 객관성과 신뢰도가 증대되는 효과를 확인 할 수 있었다. 이러한 결과는 현행 정부품보활동계획 수립시 위험도평가결과에 따라 세부내용 작성시 국방규격이나 도면 등에서 요구하는 제품 성능요구사항 위주로 계획서를 작성하여 발생한 사항으로 판단되었다.

둘째, FMEA 수행결과 심각도가 증가시에는 위험의 영향정도가 커지고 발생도와 검출도 증가는 위험의 발생가능성을 증대시키는 방향으로 품보활동 계획에 반영된다.

셋째, 군수품은 기동장비/탄약류/통신전자장비/항공·함정/전력지원체계 등 다양한 분야의 무기체계가 존재하며, 무기체계별로 특화된 품질경영을 하고 있으므로, 분야별로 FMEA 수행시는 생산업체와 무기체계에 적합한 심각도평가기준과 발생도기준의 수립이 필요하다. 따라서, 각 무기체계별로 FMEA결과를 반영하기 위하여는 세밀한 시범적용을 통하여 문제점을 사전판단후 시행함이 타당할 것으로 판단된다.

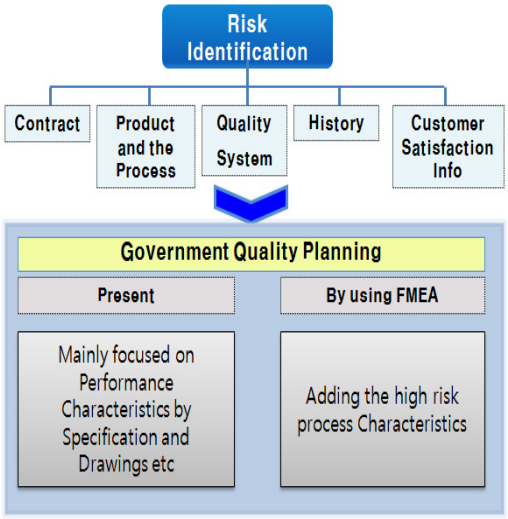

Fig. 2. The Change of Risk Analysis before and after FMEA in GQA

마지막으로, 현재 군수품의 생산은 수의 계약을 하는 방산업체와 입찰경쟁계약을 하는 일반 군수업체로 구분되어 있으므로, 방산업체에 대하여는 계약업체 자율적으로 FMEA를 시행할 수 있도록 하여 이에 대한 이행상태 확인과 시행결과를 정부 품보계획에 반영하는 방향으로 제도를 시행하되, 일반 군수업체에 대하여는 기품원이 대상업체를 파악하여 기술적 지원을 위한 제도의 보완후 시행시 관련분야 전문가 등이 참여할 수 있도록 하는 것이 필요할 것으로 판단된다. 이 경우 계약부서인 방위사업청과 업무협조를 통하여 기술적 지원을 위한 예산의 획득이 필요할 것으로 판단된다.

References

[1] YongSub Kim, “Quality Management Development Direction for the Weapon System”, DTaQ, 91-92, Nov. 2011.

[2] JungHo Kim etc, “A Study on the Efficient Risk Identification using FMECA in Manufacturing Phase”, DTaQ, 20-21, Nov. 2011.

[3] Chang Hee Lee etc, “A Study on the Risk Identification Methods for Initial and Mass Production Stage of Military Products Using FMEA”, Korean Society

Quality Management 42,3,313-314, Sep. 2014.
DOI: http://dx.doi.org/10.7469/JKSQM.2014.42.3.311

[4] "The Procedure Analysis on the Potential Faiure Modes(TS16949)", Jun. 2008.

이 영 우(Young-Woo Lee) **[정회원]**

- 2012년 8월 : 서울시립대학고 기계공학과 석사
- 1993년 4월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원

<관심분야>
탄약류 시험평가, 품질보증

권 인 규(In-Gyu Kwon) **[정회원]**

- 2010년 2월 : 충북대학교 화학공학과 학사
- 2010년 3월 ~ 현재 : ㈜한화 보은사업장 품질개발팀

<관심분야>
탄약시험평가, 품질보증