

정밀유도무기 품질관리를 위한 공정관리 수행모델에 관한 연구

김시옥*[†] · 이창우* · 차성희*

* 국방기술품질원

A Study on Process Control Modeling for Precision Guided Munitions Quality Control

Si-Ok Kim*[†] · Chang-Woo Lee* · Sung-Hee Cha*

* Defense Agency for Technology and Quality(DTaQ)

Abstract

Purpose: In this study, we propose the precision guided munitions verification methodology using the statistical analysis method has been proposed. and it can be applied to the precision guided munitions quality assurance work.

Methods: This modeling is based on Failure Mode and Effects Analysis, Statistical Process Control, Defense Quality Management System, Production Readiness Review, Manufacturing Readiness Assessment and so on.

Results: The Process Control Modeling that has the following procedures : searching the critical to quality, statistical analysis by process, verify process. Moreover, the effectiveness of the methodology is verified by applying to the precision guided munitions.

Conclusion: To achieve a analysis methods of statistical process control and verify process for precision guided munitions.

Key Words: SQC, SPC, FMEA, DQMS, PRR, MRA

• Received 26 July 2013, 1st revised 26 August 2013, 2nd revised 30 August 2013, accepted 30 August 2013

[†] Corresponding Author(k3570@nate.com)

© 2013, The Korean Society for Quality Management

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-Commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

전통적으로 공정관리라고 하면, 통계적 공정관리(Statistical Process Control, 이하 SPC)를 생각하게 된다. SPC는 학문적으로 검증된 통계기법을 이용하기 때문에 산술적이고 체계적인 통계적 분석기법이라고 할 수 있다. 또한 실제 적용사례도 많기 때문에 대부분의 산업분야에서 공정관리 방안의 표준으로 자리 잡고 있다. 그러나 통계적 공정관리를 적용하기 위해서는 적용대상에 대한 측정 데이터가 통계적으로 접근할 수 있는 만큼의 시료수를 가져야 의미 있는 통계적 분석을 할 수 있다는 단점을 가지고 있다. 측정 데이터의 시료수가 작다면 통계적 분석이 어렵고, 통계적 분석이 어렵다면 SPC적용 또한 쉽지가 않다는 것을 의미한다(DeVor et al. 2002, Montgomery 1991, Montgomery et al 1994, Del 2002, Im 2010). 정밀유도무기 체계의 경우에는 다품종 소량생산이라는 특수성으로 SPC적용을 위한 전제조건인 통계적으로 접근 가능한 시료수를 확보할 수 없기 때문에 SPC적용이 어려웠다.

또한, 정밀유도무기 체계의 기술발전에 따라 장비의 구성이 복잡해지고 그 기술이 첨단화되어, 제품에 대한 성능 요구조건의 합격여부만을 판정하는 제품확인감사 위주의 품보활동으로는 무결점 품질확보에 한계가 있어 프로세스 검증 수행의 중요성이 강조되고 있다. 이에 대한 대책으로 군수품의 품질보증을 전문적으로 수행하는 방위사업청 산하의 국방기술품질원(Defense Agency for Technology & Quality, 이하 기품원)은 완성품 규격 충족확인 위주의 품질보증 활동에서 업체 품질시스템 평가 및 프로세스 검증 활동 중심으로 품질보증방법을 전환하고 있다. 그러나 현 기품원의 프로세스 검증은 품보원이 계약품목의 위험식별 및 관리방안에 따라 품질보증활동 계획을 수립하고, 수립된 품질보증활동 계획에 따라 선정된 제조 및 생산 프로세스를 대상으로 업체의 프로세스 확인 및 프로세스의 검토 및 검증을 수행하고 있다. 정밀유도무기 체계의 기술발전으로 장비가 복잡해지고 첨단화될수록 검토 및 검증해야 할 프로세스 대상이 증가되어, 현 품질보증 활동에 따라 품보원이 식별된 모든 프로세스 대상을 검증하기에는 한계가 있다(Ahn et al. 2012, 246-247).

본 연구는 다품종 소량 생산되고 고정밀 첨단기술이 적용된 정밀유도무기 체계의 효율적인 품질보증활동 수행을 위하여 SPC를 적용한 프로세스 검증 중심의 공정관리 수행모델을 제안한다. 제시하는 공정관리 수행모델은 고장유형 영향분석, 통계적 공정관리, 국방품질경영시스템, 생산준비검토, 제조성숙도 평가항목 등의 가이드라인을 기반으로 작성되었으며, 이를 정밀유도무기 체계 A사업에 적용하여 제안하는 방법의 효과성을 검증하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 정부품질보증 절차와 정밀유도무기에 적용 가능한 통계적 공정관리 개념을 소개하였다. 3장에서는 본 논문에서 제안하고 있는 정밀유도무기 품질관리를 위한 공정관리 수행모델의 개념과 기능에 대해 살펴보고, 4장에서는 공정관리 수행모델을 적용한 실질적인 사례를 소개하였다. 5장에서는 연구결과를 종합하고 연구의 한계점을 밝히고 향후 연구방향을 제시하였다.

2. 선행연구

2.1. 국방품질보증 활동 소개

현재 군수품에 대한 국방품질경영은 크게 계약품목에 대한 정부품질보증활동, 품질경영시스템이 우수한 업체에게 인증을 주는 국방품질경영시스템(DQMS), 규격 및 도면 등을 관리하는 형상통제관리, 그리고 소요군에 대한 대군지원활동 등으로 나누어 볼 수 있다. 이러한 활동들은 정부 측 품질보증 기관인 기품원에 의해서 이루어지며, 이는 계약당사자인 방위사업청이 계약서 및 방위사업관리규정에 이러한 내용을 명시하여 기품원의 활동근거를 마련해 두었

다. 기품원 및 계약업체별 품질보증절차는 계약문서 접수부터 납품에 이르기까지 단계별로 수행된다(Ahn et al. 2012, Kim et al. 2010).

계약기관으로부터 계약문서가 접수되면 기품원은 계약특수조건 및 기술자료, 과거 납품이력 등을 검토하여 품질 보증활동 준비를 한다. 만일 계약이행가능 여부에 대한 문제점이 발견 시 계약부서에 통보한다. 업체는 생산착수 이전에 자체적인 품질경영시스템을 구축한 후, 계약서에서 요구하는 수준의 업체품질보증계획서를 기품원에 제출한다. 기품원은 업체가 제출한 품질보증계획서 및 과거납품이력 등을 토대로 위험관련 품질자료를 수집하여 해당 계약에 대한 위험 식별을 한다. 위험 식별이 완료되면 위험에 대한 관리방법을 설정하여야 하는데, 크게 위험에 대한 통제와 위험에 대한 회피로 나눌 수 있다. 위험에 대한 회피는 식별된 위험요소를 계약기관 등으로 통보하는 행위를 뜻한다(Ahn et al. 2012, Kim et al. 2010).

위험에 대한 통제는 식별된 위험요소에 따라 계약품목에 대한 제품확인감사, 품질경영시스템 평가, 프로세스 검증 등으로 수행된다. 제품확인감사는 계약품목의 특성에 따라 범위가 달라지는데, 크게 원자재, 가공품, 완성품 그리고 최종 수락품으로 구분할 수 있다. 기품원은 위험식별 및 평가결과에 따라 수립된 정부품질보증활동 계획에 따라 제품확인감사를 실시하는데 제품의 수량이 많은 경우 혹은 성능검사가 파괴검사인 경우에는 샘플링 검사를 통하여 제품의 계약요구조건 달성여부를 판단 후 이상이 없을 시에 소요군에 납품을 한다(Ahn et al. 2012, Kim et al. 2010).

국방품질보증 활동에는 SPC활동에 대한 명확한 정의가 되어있지 않지만, 개발단계의 참여를 통한 정부품질보증 활동 수준의 향상을 위하여 기품원은 제조성숙도평가의 제도를 도입하였으며, 제조성숙도평가 내용에는 SPC 활동 수행여부에 대한 평가를 포함하고 있어 향후 국방품질보증 활동에도 SPC 활동에 대한 절차 및 평가방법에 대한 보완이 필요할 것으로 판단된다.

2.2. 통계적 공정관리(SPC)

일반적으로 SPC는 공정을 감시하고 공정 이상의 원인을 파악하며 그에 대한 조치를 하는 활동으로 구성된다. 먼저 공정으로부터 품질 특성에 대한 데이터를 수집하여 공정이 관리 상태에 있는지를 감시한다. 만일 공정이 이상원인에 의해 공정변화가 발생했고 관리 상태를 이탈했다면 해당 이상원인을 파악하여, 이를 제거하는 활동을 수행한다. 지금까지 SPC에 관한 연구는 주로 공정 변화를 감시하는 방법론 측면의 연구들이 대부분이었다(Im 2010, Lee and Kim 2005).

SPC의 가장 대표적인 공정 감시 방법론인 관리도는 품질 특성의 변동을 그래프로 나타낸 것이다. 1930년대 슈와트트(Shewhart)에 의해 제안된 관리도는 품질 특성의 중심을 관리하는 '평균값 관리도(X-bar Chart)', 산포를 관리하는 '범위 관리도(R Chart)와 표준편차 관리도(s Chart)', 개개의 측정값과 이동범위를 관리하는 '측정값과 이동범위 관리도(I - MR Chart)' 관리도, 계수형 관리도인 '불량률 관리도(P Chart), 결점수 관리도(C Chart)' 등이 있다. 슈와트트 관리도는 실제 공정에 구현하기 간단하며, 이상원인에 의한 공정 평균의 변동이 큰 경우에 이상원인의 발생유무를 빨리 감지할 수 있다는 장점은 있지만, 공정평균의 변동량이 작은 경우에 민감도가 상대적으로 떨어진다는 단점이 존재한다. 민감도를 향상시키기 위한 대안으로서 '누적합(CUSUM) 관리도'와 '지수가중 이동평균(EWMA) 관리도'가 대표적인 예이며, 이들에 대한 연구도 많이 진행되었다(Im 2010, Lee and Kim 2005).

소량생산 공정에 적용할 수 있는 관리도에 대한 연구도 진행되어, 한 개의 공정에서 여러 가지 제품이 생산되면서 Tolerance가 동일한 제품에 적용하기 적합한 'Target Chart' 관리도가 발표되었다. 보잉사의 항공기 날개 뼈대(Spar)의 경우에는 관리해야 할 품질특성이 수십 개가 있으며, 이러한 특성들을 관리도에 적용하려면 수십 개의 X bar R 관리도가 필요하다. 이러한 관리도의 숫자를 줄여 공급업체의 품질관리 활동을 효과적으로 지원하기 위하여

개발된 관리도가 Target Chart 이다. Target Chart를 작성하기 위해서는 먼저 “명목값=측정값-Spec”을 산출한다. 다음으로 명목값을 이용하여 표준편차를 계산하고 관리한계선을 계산한다. 즉, \bar{X} R 관리도는 \bar{X} bar를 계산하여 관리도를 그리지만, Target Chart는 명목값을 산출하여 품목 평균값(Coded \bar{X} bar)를 타점한다. 명목값을 이용하여 관리도를 작성하면, Target값이 다른 여러 품질특성을 한 장의 관리도로 작성 할 수 있다. 단, 관리도를 이용한 공정능력(C_p, C_{pk})를 산출하기 위해서는 Tolerance가 동일한 품질특성이 한 개의 관리도에 작성되어야만 한다. $Spec = A \pm t$ 일 때, $USL = A + t$, $LSL = A - t$ 이고, $C_p = (USL - LSL) / 6\sigma$ 이다. $USL - LSL = [(A + t) - (A - t)] = 2t$. 그러므로 $C_p = 2t / 6\sigma$ 이다. 한 공정에서 Target이 다르고, Tolerance가 같으면 한 장의 관리도를 이용하여 품질특성을 관리할 수 있으며, 공정능력을 산출하는데도 전혀 문제가 없다. 한 공정에서 여러 제품이 생산될 경우 \bar{X} R 관리도를 적용하면, 잦은 규격 교체로 시료수가 적어 공정능력의 신뢰성이 낮아 질 수 있다. Target Chart를 이용하면 이러한 단점을 보완할 수 있다(Shin and Ree 2007).

3. 공정관리 수행모델

공정관리 수행모델은 국방품질보증 활동과 차별화된 개념으로 SPC 분석결과에 따라 프로세스 검증을 수행하여 공정을 관리하는 개념이다. 국방품질보증 활동은 업체가 제출한 품질보증계획서 및 계약품목에 대한 정부 품질보증 활동을 수행하기 위하여, 위험관련 품질자료를 수집하고 위험을 구체적으로 파악하는 활동인 위험식별 및 평가의 수행결과를 반영하여 기품원 품질보증활동 계획을 수립하고, 수립된 품질보증계획에 따라 제품확인감사, 품질경영시스템 평가, 프로세스 검증으로 구분하여 품질보증활동을 수행한다. 제품확인감사는 계약업체의 자체 품질보증활동 결과 합격된 제품에 대한 정부활동으로 업체품질보증 결과의 신뢰성 및 계약품질 요구조건에 일치여부를 확인하는 것이다. 품질경영시스템 평가는 품질보증형태별 품질경영시스템(KDS 0050-9000) 요구사항에 대하여 평가를 하는 것이다. 프로세스 검증은 품질보증활동계획에 따라 선정된 제조 및 생산 프로세스를 대상으로 업체의 프로세스를 확인하거나 직접 프로세스를 검토하는 검증활동이다. 즉, 최초 품보원이 수립한 품질보증활동 계획에 따라 품질보증활동이 3가지로 각각 구분되어 수행되고 있으며, 업체에서 품질보증활동 계획을 수정제출하거나 위험추적을 통한 위험의 처리 및 변경사항이 없을 경우 품질보증활동에 변화는 발생하지 않는다. 공정관리 수행모델은 품질경영시스템 인증 업체에 적용되며, FMEA 기법을 적용하여 CTQ를 도출한다. 도출된 CTQ는 소량생산에 적용가능한 통계적 기법을 적용하여 SPC분석을 실시한다. SPC분석결과 공정변동 발생 시 프로세스 검증을 수행하며, 프로세스 검증결과 공정이 안정적이면 제품확인감사를 수행하지 않고, 불안정할 경우 제품확인감사를 수행하여 품질의 안정상태에 따라 국방품질보증 활동을 수행하는 개념이다. 즉, 품질시스템을 준수하는 업체가 기품원으로 제품확인감사 의뢰 시 제시한 검사성적서의 측정값에 대한 SPC 분석결과에 따라 프로세스 검증과 제품확인감사를 유동적으로 수행하여, 품질안정품목에 대한 불필요한 제품확인감사를 수행하지 않는 효율적인 정부 품질보증활동을 위한 공정관리 수행모델이다(Kim 2010, Noh and Ree 2009, 334-335).

공정관리 수행모델은 CTQ도출, SPC적용, 프로세스 검증 순으로 이루어진다. 기본 기능이 단순하고 간단한 경우에는 CTQ를 선정하는 것이 명확하지만, 정밀유도무기와 같이 구성이 복잡하고 첨단기술이 적용된 장비의 경우에는 측정해야할 CTQ의 결정이 쉽지 않다. CTQ 선정의 신뢰성을 높이기 위해 FMEA 기법을 적용하여 CTQ를 도출하였다(Ree 2006, 149-150, Jang and An 1997, 158-160).

정밀유도무기 체계의 특수성을 고려하여 소량생산에 적합한 각각의 측정으로부터 공정의 안정상태의 판정 및 조치까지 시간적인 지연이 없는 '측정값과 이동범위 관리도(I - MR Chart)'에 통계적 분석을 위한 유효 시료수 확보를

Table 1. Process Control Evaluation Item Number

4M&1E	Evaluation Item Number
Man	5
Material	10
Machine	5
Method	10
Environment	2

위해 '누적합(CUSUM) 관리도'의 개념을 적용하여 현재 검사 결과뿐만 아니라 앞서 검사한 결과를 누적하여 SPC를 수행하였다. 또한, 한 개의 공정에서 Tolerance가 동일한 제품이 생산될 경우 'Target Chart' 관리도를 적용하여 통계적 분석의 신뢰성 높이기 위한 최대한의 시료수를 확보하였다.

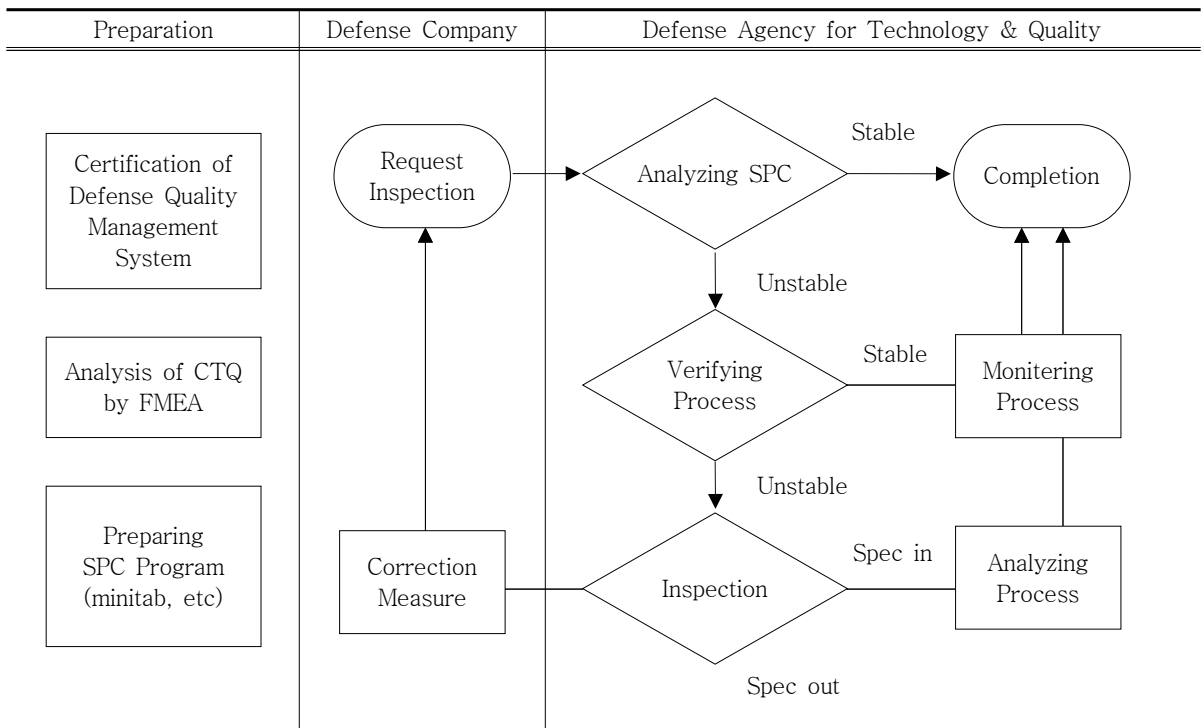
효과적인 프로세스 검증을 위하여 국방품질경영시스템 인증평가, 생산준비검토, 제조성숙도평가 항목을 통합하여 4M&1E 기준으로 재분류하였다. 이는 이상원인을 발생시키는 요인은 4M&1E의 변동에 따른 원인으로 발생되며, 품보원의 프로세스 검증 수행이 용이할 수 있도록 프로세스 검증 평가항목을 Table 1과 같이 수립하였다. 공정관리 수행모델 개념도는 Figure 1과 같다.

도출된 점검항목의 대표적인 예는 다음과 같다.

4M&1E

- *Man*: 인원별 교육계획이 수립되어 있는가?
- *Material*: 선정된 자재의 특성은 설계요구조건을 만족하는가?

Figure 1. Concept of Process Control Modeling



- *Machine*: 시험장비와 치공구는 규격을 만족하도록 설계되어 있는가?
- *Method*: 기술자료의 작성은 적절한가?
- *Environment*: 환경요인(열, 습도, 정전기, 먼지 등)에 의해 민감한 영향을 받는 시설 및 장비가 있는 경우, 그에 대한 대책 방안이 수립되어 있는가?

공정관리 수행모델 적용을 통하여 식별된 이상원인에 대해 업체 프로세스 검증을 수행한 결과에 따라 모니터링 단계와 분석단계로 분류하였으며, 분석단계 중 개선이 필요한 항목에 대해서는 원인분석 및 공정개선을 수행하였다. 국방품질경영시스템을 인증 받은 방위산업체의 경우 SPC 분석결과 도출된 이상원인에 대한 개선을 요구하기보다는 국방품질경영시스템 요구조건에 대한 업체 품질시스템의 준수여부를 확인하여 업체의 공정관리 적용에 대한 근거를 제시하였다.

4. 군수품 적용사례

4.1. 작업자 관리개선

A사업 B부품에 대한 측정값을 관리도 분석결과 이상원인이 발견되어 원인분석을 수행하였다. Figure 2, Figure 3은 해당 공정에 대한 관리도 분석과 공정능력분석을 실시한 결과이며, x Lot의 경우 타 Lot에 비해 측정값의 변동이 큰 것으로 확인되었다. 프로세스 검증 평가항목을 기준으로 4M&1E의 변동여부를 확인한 결과 B부품의 x Lot 생산 시 작업자가 변경되었다는 것을 확인할 수 있었다.

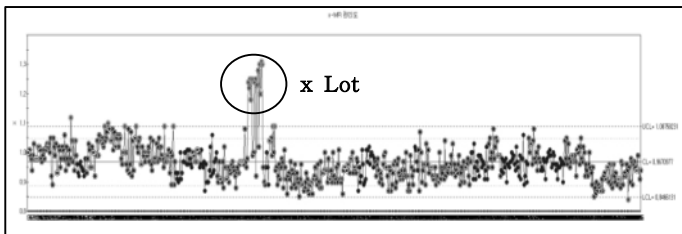


Figure 2. I-MR Chart of part B

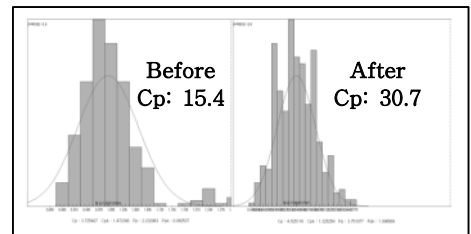


Figure 3. Cp of part B

작업자 변경 시에는 국방품질경영시스템에서 요구하는 “6.2 인적자원”에 근거하여 제품에 영향을 미치는 업무를 수행하는 인원에 대해 필요한 적격성을 결정하여, 이러한 필요성을 충족시키기 위한 교육훈련을 제공하거나 기타 조치를 취하여야 하나 해당 조치가 미흡했다고 판단하였다. 해당 인원에 대한 교육과 문제가 되었던 튜닝 포인트 변경에 대해 재발방지를 위한 튜닝 포인트 최적화 관련 작업방법 개선을 실시하였다. 작업방법 개선결과 B부품에 대한 관리도가 안정화되었으며, 공정능력지수가 Cp 15.4에서 Cp 30.7로 향상되었다.

4.2. 시험절차 개선

A사업 C부품에 대한 측정값을 관리도 분석결과 이상원인이 발견되어 원인분석을 수행하였다. Figure 4, Figure 5는 해당 공정에 대한 관리도 분석과 공정능력분석을 실시한 결과이며, 개선전의 경우 측정값 변동이 증가하는 경향

이 확인되었다. 프로세스 검증 평가항목을 기준으로 4M&1E의 변동여부를 확인한 결과 C부품의 측정값이 y Lot 이후 측정값 변동이 점차 증가하는 현상이 발생하였는데, 그 원인은 해당 조정절차가 명확하지 않아 미숙련자의 경우 조정절차를 명확하게 이해하기가 어려운 것으로 확인되었다.

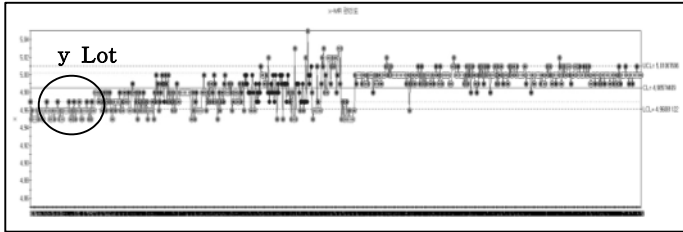


Figure 4. I-MR Chart of part C

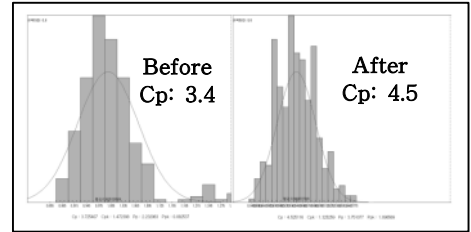


Figure 5. Cp of part C

절차서 작성 시에는 국방품질경영시스템에서 요구하는 “8.2 모니터링 및 측정”에 근거하여 요구되는 측정 및 시험방법이 포함되어 작성되어야 하나 해당 절차서의 작성상태가 미흡했다고 판단하였다. 이를 개선하기 위해서 해당 절차서 조정절차 내용을 보완하고 해당 작업자 교육을 통한 개선을 실시하였다. 작업자 교육 및 절차서 개선 후 C부품에 대한 관리도가 안정화되었으며, 공정능력지수가 Cp 3.4에서 Cp 4.5로 향상되었다.

4.3. 시험장비 개선

A사업 D부품에 대한 측정값을 관리도 분석결과 이상원인이 발견되어 원인분석을 수행하였다. Figure 6, Figure 7은 해당 공정에 대한 관리도 분석과 공정능력분석을 실시한 결과이며, 개선전의 경우 측정값이 주기적으로 변화를 확인하였다. 프로세스 검증 평가항목을 기준으로 4M1E의 변동여부를 확인한 결과 D부품의 측정값이 규격하한치에 치우치는 패턴이 주기적으로 발생하였는데, 이는 조정장치 점검장비(#1, #2)간 Offset(목표값과 제어량의 차이)에 의한 영향으로써 두 장비 간에 약 1V정도의 Offset 차이가 원인이었다. 그에 따라 제품별, 시험 항목별로도 그 편차 정도가 상이하게 나타났다.

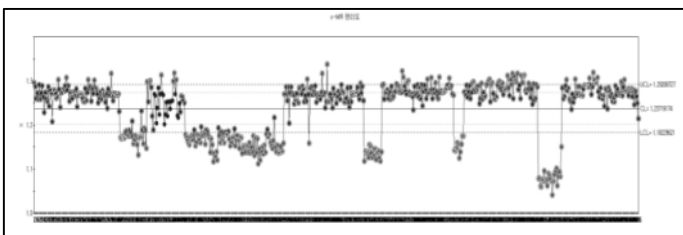


Figure 6. I-MR Chart of part D

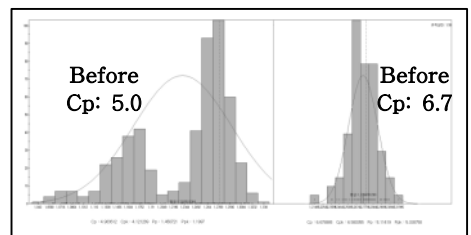


Figure 7. Cp of part D

측정장치 관리 시에는 국방품질경영시스템에서 요구하는 “7.6 모니터링 장치 및 측정장치의 관리”에 근거하여 측정결과를 무효화시킬 수 있는 조정으로부터 보호될 수 있도록 프로세스를 수립하여야 하나 해당 조치가 미흡했다고 판단하고, 이를 개선하기 위해서 시험장비간 Offset 보정을 통한 개선을 실시하였다. 시험장비 개선결과 D부품에 대한 관리도가 안정화되었으며, 공정능력지수가 Cp 5.0에서 Cp 6.7로 향상되었다.

5. 결 론

본 연구는 정밀유도무기 체계의 품질보증활동 강화를 위하여 SPC를 적용한 프로세스 검증 중심의 공정관리 수행 모델을 제안하였다. 먼저 군수품 분야에서 새로운 공정관리 수행모델 적용을 위하여 국방품질보증 절차와 다품종 소량생산에 적용 가능한 SPC 기법을 소개하였다. 그리고 FMEA를 이용한 CTQ도출, 업체 제품확인감사 의뢰 시 CTQ 항목에 대한 SPC를 적용한 프로세스 검증 수행, 수행결과에 따라 국방 품질보증활동을 유동적으로 수행할 수 있는 공정관리 수행모델의 개념을 설명하였으며, 이를 정밀유도무기 체계 A사업에 적용하여 제안하는 방법의 효과성을 검증하였다. 공정관리 수행모델의 실효성을 높이기 위해서는 개발단계에서부터 장비별 FMEA가 선 수행되어야 한다. 개발기관에서는 정밀유도무기 체계개발 시 성능에 중요한 영향을 미치는 CTQ를 도출하여 양산 품질보증기관에 이관하여야 한다. 시험장비 개발 시에도 SPC분석이 가능하도록 측정값을 자동변환해주는 기능을 적용하여 SPC분석 시 분석 프로그램에 측정값을 입력하는 시간을 절약하여야 한다. 궁극적으로는 공정관리 수행모델을 이용한 국방품질보증 시스템을 개발하여야 한다. 업체에서 기품원으로 제품확인감사 의뢰 시 자동시험장비로 측정된 시험 데이터를 함께 전산등록하면 시스템에서 자동으로 SPC분석이 수행되어야 한다. 그 결과에 따라 공정이 안정되면 업체 자체에서 공정관리를 수행하도록 하고, 품질변동 사항이 식별되면 정부 품보원에게 경고를 주어 취약공정에 집중한 정부 품질보증활동이 수행될 수 있어야 한다. 공정관리 수행모델은 정밀유도무기 체계 A사업에 적용하여 효과성을 검증하였으나, 장비별 특수성을 고려하여 타장비에 적용성을 추가 검증하여 전 무기체계에 적용이 가능한 공정관리 수행모델로 발전해 나가야 할 것이다.

REFERENCES

- Ahn, Namsu, Jeong, Jisun, Jeong, Woonkwon, Hwang, Wooyull, and Park, Sangwon. 2012. "Sampling Procedures Enhancement in Government Defense Quality Assurance Procedures: Case Studies in Combat Force Support Material & Ammunition Areas." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 40(3):245-258.
- Del Castillo, E. 2002. *Statistical process adjustment for quality control*. NY: John Wiley & Sons, Inc.
- DeVor, R. E., Chang, T. H., and Sutherland, J. W. 2002. *Statistical quality design and control*. NY: Macmillan Publishing Company.
- Im, Kwanghyuk. 2010. "Rule-based Process Control System for multi-product, small-sized production." *Journal of the Korean Society for Industrial Information Systems* 15(1):47-57.
- Jang, Joongsoon, and An, Dong geun. 1997. "How to Perform FMEA Effectively." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 25(1):156-172.
- Kim, Yongseop et al. 2010. *Defense Quality Management*. Hyeongseol Press.
- Lee, Myeongsoo, and Kim, Kwangjae. 2005. "A Comparative Study of SPC and EPC with a Focus on Their Integration." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 33(1):22-33.
- Montgomery, D. C. 1991. *Introduction to statistical quality control*, 2nd Ed. NY: John Wiley & Sons, Inc.
- Montgomery, D. C., Keats, J. B., Runger, G. C., and Messian, W. S. 1994. "Integrating statistical process control and engineering process control." *Journal of Quality Technology* 26(2):79-87.
- Noh, Jaeyoung, and Ree, Sangbok. 2009. "A Study on Effective and Improvement of Certification Defense Quality Management System." *Journal of the Korean Society for Quality Management* Oct(31):334-340.
- Ree, Sangbok. 2006. "Study on CTQ measurement for improving Quality." *Journal of the Korean Society for Quality Management* Apr(8):149-152.
- Shin, Heungsub, and Ree, Sangbok. 2007. "A Study on the complex Target & Pre-Control Chart Apply to lean Production." *Journal of the Korean Society for Quality Management* Apr(14):187-195.