

국방 품질보증 활동 강화를 위한 샘플링 방법 개선: 전투물자 및 탄약 분야 사례 위주

안남수[†] · 정지선 · 정운권 · 황우열 · 박상원

국방기술품질원 대전센터

Sampling Procedures Enhancement in Government Defense Quality Assurance Procedures: Case Studies in Combat Force Support Material & Ammunition Areas

Namsu Ahn[†] · Jisun Jeong · Woonkwon Jeong · Wooyull Hwang · Sangwon Park

Daejeon Center, Defense Agency for Technology & Quality

Purpose: Recently, many quality issues are aroused in military forces, such as failures in K-series weapons, combat boots defects and 40mm ammunition explosion accident. To address these problems, the one and only government defense quality assurance agency, DTaQ(Defense Agency for Technology & Quality) tried to improve many quality assurance procedures and introduced new systems such as MRA(Manufacturing Readiness Assessment), TRA(Technology Readiness Assessment), and etc. However, as the amount of war supplies increasing every year, the resource(budget and manpower) for quality assurance is limited. Therefore, DTaQ had difficulty to handle the issue efficiently and effectively, and we propose the method to address this problem.

Methods: The most popular quality assurance technique is a sampling method, in this research, we first review the many sampling techniques and compare the strength and weakness of each method. After then, we selected the most appropriate sampling techniques and applied the procedures in combat force support material and ammunition areas.

Results: We can reduce the number of samples dramatically, thus the required amount of labor time and money can be saved. Also, the new sampling technique enforces the supplier to produce the product which meets the target value(desirable value).

Conclusion: We can reduce the number of samples dramatically, thus the required amount of labor time and money can be saved. Also, the new sampling technique enforces the supplier to produce the product which meets the target value(desirable value). Lastly, since the new sampling method requires many numerical calculations, we developed a simple android OS smart-phone application which can be used easily in field.

Key Words : Sampling Method, Sampling by Variables, Government Quality Assurance, Smart Phone

[†] Corresponding Author

275-18, Boksu-dong, Seogu, Daejeon-si,
302-210, Korea.

Tel: +82-42-580-1064 Fax: +82-42-580-1044

E-mail: namsu.ahn@gmail.com

1. 서 론

최근 들어 K 계열 장비들의 결함, 신형 전투화 대량 하자 발생 및 40 mm 탄약 폭발사고로 인한 인명손상 등 국방·군수분야에서 잦은 품질 문제가 발생하였다. 이러한 품질 문제가 발생 시마다 사회 각 분야에서는 정부의 품질보증 역할 및 감독에 대한 질타와 함께 정부 품질보증활동의 강화를 요구하고 있다. 이에 대한 대책으로 군수품의 품질보증을 전문적으로 수행하는 방위사업청 산하의 국방기술품질원(Defense Agency for Technology & Quality, 이하 기품원이라 칭함)은 여러 가지 제도들, 예를 들면 제조 성숙도 평가(Manufacturing Readiness Assessment) 및 기술 성숙도 평가(Technology Readiness Assessment) 등(국방품질보증방법론, 2011)의 제도를 도입하여 개발단계의 참여를 통한 정부품질보증 수준의 향상을 꾀하고 있다.

하지만 이러한 제도적인 방법론들은 그 성과를 가지적으로 나타내기 어려우며, 단기적인 차원에서는 그 효과를 기대하기가 어렵다. 또한, 실제 군수품의 생산 및 품질보증의 최일선에서 일하고 있는 정부품질보증요원들은 품질보증 강화를 위해 여러 가지 노력을 하고 있으나, 주어진 자원(인력 및 예산 등)의 한계로 인해 품질보증활동 강화에 어려움을 겪는 것도 사실이다.

품질보증활동 강화에 어려움을 겪는 또 다른 요소로는 수의계약에 따른 특정 품목에 대한 독점 공급권을 행사하는 일부 업체의 행태를 꼽을 수 있다. 즉, 특정 품목에 대해서 독점적으로 군수품을 생산하고 공급하는 업체의 경우 수년 동안 문제가 발생하지 않은 품목에 대해서는 반복적이고 요식적인 업체 자체 품질 검사 행위만을 수행함으로써 끊임없는 품질 향상을 위한 노력을 등한시 하는 경우가 있는 것도 사실이다.

흔히 L전자, S전자, H 자동차 등이 현재 세계 일류 기업이 될 수 있었던 첫 번째 요인으로, 치열한 세계경쟁 무대에서 살아남기 위하여 수행한 끊임없는 품질개선 노력을 꼽는다. 하지만, 일반적으로 소요군에 군수품을 납품하기 위해서는 정해진 규격과 절차, 소위 국방 규격을 충족하여야 납품이 가능하다. 즉, 국방 규격은 주어진 제품을 만들기 위해 충족해야 하는 최소한의 품질기준이나, 일부 업체들은 이러한 규격을 오해하여 오직 이러한 품질기준만을 만족하여 소요군에 납품하기 때문에 끊임없는 품질 개선 노력이 적은 것도 사실이다.

이러한 문제들을 해결하기 위한 대책, 즉 첫째로는 정부품질보증 활동을 강화함과 동시에 제한된 자원 활

용을 극대화 및 효율화하며, 둘째로는 군수업체들에게는 규격요구조건보다 우수한 품질기준의 군수품을 생산토록 하며, 마지막으로 소요군에게는 보다 우수한 군수품을 제공하여 사용자불만을 감소시켜 군수품 품질에 대한 신뢰도를 높일 수 있는 새로운 방법 혹은 발상의 전환이 기품원 및 군수업체들에게 요구되는 시점이 도래하였다.

군수품에 대한 정부의 품질보증 활동은 각 분야, 즉 전투물자, 탄약, 기동화력, 항공, 함정, 유도전자 등에서 가장 많이 활용되는 방식은 샘플링 검사방법이다. 즉 원자재, 공정, 완제품에서 임의의 시료를 선택하여 검사를 실시한 후, 이 검사 결과를 토대로 해당 제품 전체에 대해 합부 판정을 내리는 것이다.

이 샘플링 검사 방법은 먼저 품질특성 데이터에 따라 계수형 샘플링 검사방식과 계량형 샘플링 검사방식으로 나눌 수 있다. 계수형 품질특성이란 데이터가 부적합품의 개수로 표시될 시에 사용하는 샘플링 검사방식이며, 계량형 품질특성이란 데이터가 제품의 특성값, 즉 연속치 데이터로 표현될 시에 사용가능한 샘플링 검사방식이다. 일반적으로 계수형 샘플링 검사방식은 사용이 용이하나, 판별능력이 떨어지고 샘플개수가 많다. 계량형 샘플링 검사방식은 데이터의 기록 및 보관이 필요하며 통계적인 지식을 요구하는 반면, 판별능력이 높으며 샘플개수는 상대적으로 적다.

또한 검사유형에 따라 규준형, 선별형, 조정형, 연속생산형 샘플링 검사방식으로 분류할 수 있다. 규준형 샘플링 검사방식은 공급자에 대한 보호와 소비자에 대한 보호를 규정한 방식으로 로트에 대한 사전 정보, 즉 공정의 평균품질 등은 필요치 않다. 선별형 샘플링 검사방식은 로트에서 추출한 샘플의 검사결과가 합격이면 로트를 합격이라고 받아들이고, 불합격일시에는 로트를 전수 검사하여 불량품은 전부 선별하여 양품과 교체 혹은 대체하여 납품하는 방식이다. 조정형 샘플링 검사방식은 과거의 검사성적을 활용하여 업체에게 품질향상을 위한 자극을 끊임없이 주기위해 고안된 방식으로 검사엄격도 3개 수준, 보통검사, 까다로운 검사, 수월한 검사를 전환해가며 샘플의 검사개수를 조정한다. 연속샘플링 검사방식은 일반적으로 제품이 연속적으로 흐를 시에 검사하고자 고안된 방식으로 일반적으로 활용도가 높지는 않다.

그 외에도 규격의 제정기관, 즉 MIL, KS, ISO, ANSI/ASQ 등에 의한 분류를 할 수 있으며 샘플 회수(1회, 2회, 촉차 등), 보증품질(AQL(Acceptable Quality Limit,

합격품질수준), RQL(Rejectable Quality Limit, 불합격 품질수준)) 등에 의해서도 샘플링 검사 방법을 나누어 볼 수 있다.

품질특성데이터에 따른 분류로 보면, 국방분야에서 가장 많이 활용되는 샘플링 방식은 계수형 샘플링 방식이다. 그리고 탄약 분야처럼 생명에 치명적인 영향을 미치는 주요 군수품의 경우에는 계량형 샘플링 방식이 많이 활용되고 있다. 검사유형으로 살펴보면 국방분야에서는 대부분의 경우 조정형 샘플링 검사방식을 사용하고 있다. 이는 조정형 샘플링 검사방식이 주는 검사 방식의 탄력적인 운용성을 활용하여 군수업체들에게 끊임없이 품질향상에 대한 자극을 주기 위함으로 추정된다. 또한 합격품질한계, 즉 AQL이라는 개념이 샘플링 규격을 처음 접하는 이들에게도 쉽게 이해가 가능한 것 역시 조정형 샘플링 검사방식이 많이 활용되는 이유로 추측된다. 마지막으로, 국방분야에서는 초창기부터 미군에 의한 기술도입으로 제품 생산이 많이 되었기 때문에 주로 MIL 규격이 많이 사용되었고, 이후 국내에서 개발 및 생산된 군수품의 경우에는 KS 규격이 많이 사용된다. 샘플 회수에 따른 분류로 보면 대부분의 경우 1회 샘플링을 많이 적용한다. 이는 다회 샘플링 적용시 발생 가능한 문제점 들, 즉 업체별 샘플 회수의 차이에 따른 민원제기 가능성 및 업체 출장에 의한 샘플링 검사로 인한 한계 등이 고려되었기 때문이라고 추정한다.

본 연구에서는 먼저 2.1절에서 군수품 품질 보증으로 가장 많이 사용되는 샘플링 기법에 대해서 간략히 요약하였고, 2.2절에서는 군수품에 대한 정부품질보증 절차를 소개하였다. 이어서 3장에서는 샘플링 검사방법 별로 비교를 실시하였고, 이를 토대로 군수품 품질보증에 가장 적합한 샘플링 기법을 선택하였다. 그리고 4.1절에서는 선택된 샘플링 기법을 전투물자와 탄약 분야의 실제 사례에 적용해 보았고, 4.2절에서는 이 샘플링 기법을 현장에서 쉽게 사용 및 적용이 가능하도록 안드로이드 운영체제 기반의 스마트 폰 애플리케이션을 개발해 보았다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대해서 논의하였다.

2. 문헌연구

2.1 문헌연구

국방분야에서 가장 많이 사용되는 샘플링 기법으로는 먼저 계수 조정형 샘플링 검사방식인 MIL-STD-105(이

하 105로 칭함)를 들 수 있다(DoD U.S., 1989). 105는 1992년 폐지되었으며 ANSI/ASQ Z1.4(ASQ, 2008) 및 MIL-STD-1916(DoD U.S., 1996)으로 대체되었다. 105의 적용 범위는 원자재, 서비스, 가공품, 재공품, 수리부속, 관리절차, 완성품 등 다양하며 3가지의 검사 엄격도(보통 검사, 까다로운 검사, 수월한 검사)를 두어 업체에게 지속적인 품질개선의 자극을 주도록 하였다. 로트크기는 총 15단계로 구분하였으며 특별검사수준 4단계(S-1, S-2, S-3, S-4)와 일반검사수준 3단계(I, II, III)를 두어 시험의 목적(성능시험 등의 파괴시험과 육안검사 등의 비파괴 시험)에 따라 구별 후 검사수준의 차이로 판별력에 구분을 주었다. 공정의 평균 품질 수준인 합격품질한계(Acceptable Quality Limit, AQL)는 16단계(0.01% ~ 10%)로 차등을 주어 수요군이 원하는 품질수준에 따라 검사해야 하는 샘플의 개수와 합격 품질수준을 결정하도록 하였다.

105가 계수 조정형 샘플링 검사방식이라면, MIL-STD-414(이하 414라 칭함)는 국방분야에서 많이 사용되는 계량 조정형 샘플링 검사이다(DoD U.S., 1968). 414는 1999년 폐지되었으며 ANSI/ASQ Z1.9(ASQ, 2009)로 대체 되었다. 105와 마찬가지로 3가지의 검사 엄격도를 두었으며, 로트크기는 총 17단계로 구분하였으며, 검사수준은 5단계(I, II, III, IV, V)를 두었고, AQL은 14단계를 두었다.

105가 1992년 폐지되며 대체 도입된 규격은 두 가지, 즉 MIL-STD-1916과 ANSI/ASQ Z1.4, 이다. 하지만 실무에서는 MIL-STD-105와 유사한 ANSI/ASQ Z1.4를 많이 사용하며, MIL-STD-1916은 사용방법이 단순하나, 필요로 하는 샘플수가 상대적으로 크며 AQL 개념이 사라져 기존의 105에 익숙한 사용자에게 혼돈을 주기 때문에 널리 사용되지는 않는다.

ANSI/ASQ Z1.4(이하 1.4라 칭함)는 계수 조정형 샘플링 검사방식이며 105와 마찬가지로 3가지의 검사 엄격도(보통 검사, 까다로운 검사, 수월한 검사)를 두었으며, 로트크기는 총 15단계로 구분하였으며 특별검사수준 4단계(S-1, S-2, S-3, S-4)와 일반검사수준 3단계(I, II, III)를 두었다. 전체적인 샘플링 계획은 105와 유사하며 일부 엄격도 전환규칙만 다르다. 이에 대한 세부내용은 3장의 샘플링 검사방법의 비교에서 다루기로 한다.

414가 1999년 폐지되며 대체 도입된 규격은 ANSI/ASQ Z1.9(이하 1.9라 칭함)이다. 1.9는 계량 조정형 샘플링 검사방식이며 414와 마찬가지로 3가지의 검사 엄

격도를 채택하였으며, 로트크기는 총 16단계로 구분하였고, 특별검사수준 2단계(S3, S4)와 일반검사수준 3단계(I, II, III)를 두었다.

국방 분야, 특히 전력지원 체계 분야에서는 대부분의 국방규격 및 구매요구서 등이 국내에서 제정됨에 따라 샘플링 검사 규격 역시 미 규격인 105나 414보다는 국내 규격인 KS A 3109(이하 3109라 칭함)를 현실에 맞게 도입하여 사용하였다. 이후 3109가 2002년 폐지되며 국제 규격인 ISO가 대체 도입되었다.

KS Q ISO 2859-1(지식경제부 기술표준원, 2010)은 계수 조정형 샘플링 검사방식이며 3가지의 검사 엄격도(보통 검사, 까다로운 검사, 수월한 검사)를 두었으며, 로트크기는 총 15단계를 두었고, 특별검사수준 4단계(S-1, S-2, S-3, S-4)와 일반검사수준 3단계(I, II, III)를 두었다.

현재까지 저자들이 파악한 바로는 계량 조정형 샘플링 검사 규격은 2008년 제정된 KS A ISO 3951이 국내에서는 최초의 규격이다. KS A ISO 3951-1(지식경제부 기술표준원, 2008)은 단일 품질 특성 및 단일 AQL에 대한 검사 절차이며, KS A ISO 3951-2(지식경제부 기술표준원, 2008)는 여러 품질특성과 AQL이 존재시에 대한 검사절차를 담고 있다. KS A ISO 3951-1(이하 3951-1이라 칭함)과 KS A ISO 3951-2(이하 3951-2라 칭함)는 근본적으로 합격판정절차가 같다. 3951-1에서는 공정 표준편차가 알려져 있을시 사용되는 σ 방법과 그렇지 않은 경우에 사용되는 s방법이 존재한다. 2859-1과 마찬가지로 3가지의 검사엄격도를 두었으며 로트크기는 총 15단계를 두었고, 특별검사수준 4단계(S-1, S-2, S-3, S-4)와 일반검사수준 3단계(I, II, III)를 두었다.

마지막으로 MIL-STD-1916(이하 1916이라 칭함)은 기존의 샘플링 방법론이 합격판정계수라는 개념이 포함되어 시료에서 일부 불합격품이 나와도 해당 로트가 합격이 됨에 따라, 군수품 공급업체들에게 Zero defect 품질개념(국방품질경영총론, 2010)에 대한 경각심을 주고자 고안된 방법이다. 즉 AQL 개념이 사라지고 로트에서 시료를 채취하여 검사 후 하나라도 불합격시 해당로트는 불합격 판정을 받게 된다. AQL대신 결점의 분류, 치명결점(Critical characteristic), 중결점(Major characteristic), 경결점(Minor Characteristic)의 분류와 로트크기를 알면 시료수를 구할 수 있도록 설계되어 있다. 마찬가지로 3가지의 검사엄격도를 두었으며, 로트크기는 총 11단계를 두었고, 검사수준은 7단

계(I ~ VII)를 두었다. 1916은 계수형, 계량형, 연속형 샘플링 검사방식 모두에 대해서 사용이 가능하나 검사에 필요한 시료수가 타 샘플링 검사규격에 비해 상대적으로 크며 실질적으로 활용도가 높지는 않다.

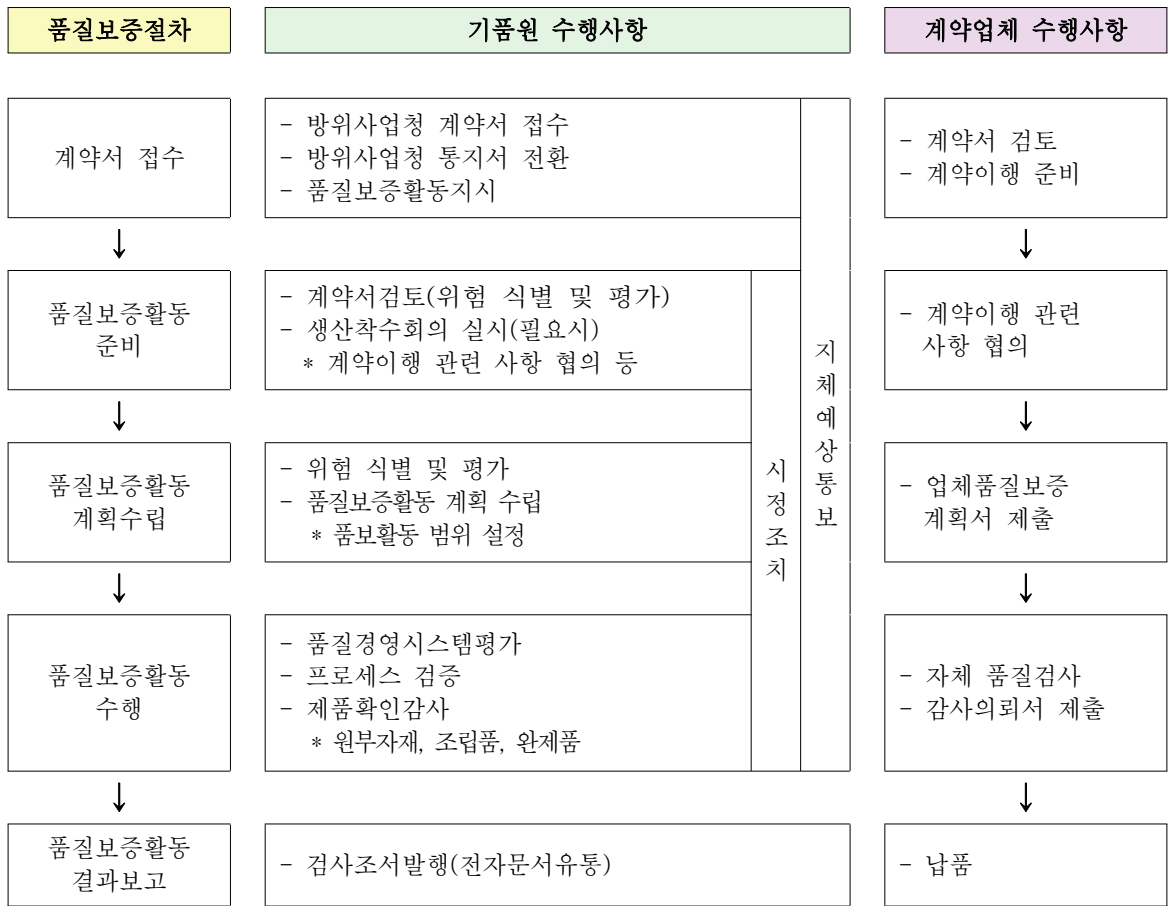
학계에서는 샘플링 관련 연구 논문을 많이 찾아볼 수 없었다. 국내에서 최초로 계량 조정형 샘플링 검사방식의 도입을 제안하고, 제안한 샘플링 검사규격을 ANSI Z1.9와 비교 평가한 연구결과 보고서가 있었으며(배도선, 1989), 이후 KS 샘플링 검사규격들이 폐지 및 ISO 검사규격으로 대체되어감에 따라 계수 조정형 샘플링 검사규격을 비교한 논문들이 다수 존재하였다(임재근, 2004; 홍성훈 그리고 이승환, 1996; 홍성훈 et al., 1999). 계량 조정형 샘플링 검사규격으로는 ISO 3951을 소개한 논문이 존재하였다(홍성훈 그리고 이승환, 1995). 마지막으로, KS 샘플링 검사 규격의 넓은 활용을 위해 소프트웨어 개발을 다룬 논문들(이승훈 et al., 2004; 이승훈 2012)이 존재하였다.

2.2 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 소요 군에 대한 대군지원활동 등으로 나누어 볼 수 있다. 이러한 활동들은 정부 측 품질보증 기관인 국방기술품질원(이하 기품원이라 칭함)에 의해서 이루어지며, 이는 계약당사자인 방위사업청이 계약서 및 방위사업관리규정에 이러한 내용을 명시하여 기품원의 활동근거를 마련해 두었다. 기품원 및 계약업체별 품질보증절차 및 단계별 수행내용은 <그림 1>과 같다(김용섭 et al., 국방품질경영총론).

계약문서가 접수되면 기품원은 계약특수조건 및 기술자료, 과거 납품이력 등을 검토하여 품질보증활동 준비를 한다. 만일 계약이행가능 여부에 대한 문제점이 발견시 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 해당계약에 대한 위험 식별을 한다. 위험 식별이 완료되면 위험에 대한 관리방법을 설정하여야 하는데, 크게 위험에 대한 통제 와 위험에 대한 회피로 나눌 수 있다.

Fig. 1. Quality assurance procedure of DTaQ



지체예상통보
시정조치

위험에 대한 회피는 식별된 위험요소를 계약기관 등으로 통보하는 행위를 뜻한다(김용섭 et al., 국방품질경영총론)..

위험에 대한 통제는 식별된 위험요소에 따라 계약품목에 대한 제품확인감사, 품질시스템 감사, 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 정부품질보증활동계획에 따라 제품확인감사를 실시하는데 제품의 수량이 많은 경우 혹은 성능검사가 파괴검사인 경우에는 샘플링 검사를 통하여 제품의 계약요구조건 달성여부를 판단 후 이상이 없을시에 소요군에 납품을 한다.

3. 샘플링 검사방법의 비교

3.1 엄격도 전환 규칙

조정형 샘플링 검사규격에서는 군수업체에게 끊임없이 품질향상에 대한 자극을 주기 위해 품질수준이 안정되었을 시에는 수월한 검사로 전환하여 전체로트에서 검사하는 시료수를 줄이며, 만일 군수업체가 해당 로트에서 불량 발생하면 까다로운 검사로 검사 엄격도를 전환하여 검사하는 샘플수를 늘임으로써 군수업체에게 품질향상에 대한 자극을 주도록 하였다. 계수형 샘플링 검사 방식과 계량 조정형 샘플링 검사방식간의 엄격도 전환 규칙은 아래 <표 1>과 <표 2>와 같다.

2859-1에서는 전환스코어란 개념을 도입하여 보통 수월한 검사로의 전환의 기준으로 삼았다. 합격 판정 개수가 2이상일 때 만일 AQL이 한 단계 더 엄격해져도 해당 로트가 합격이면 전환 스코어에 3을 더하고 그렇지 않으면 0으로 되돌린다. 만일 합격판정 개수가 0 혹은 1일 경우에 로트가 합격이면 전환 스코어에 2을 더하고 그렇지 않으면 0으로 되돌린다(지식경제부 기술 표준원, 2010).

Table 1. Switching rule of sampling procedures for inspection by attributes

| | 105 | 2859-1 | Z1.4 |
|----------------------|---|--|---|
| 보통 검사 → 수월한 검사 | <ul style="list-style-type: none"> · 10로트가 모두 합격이며, · 10 로트에서 결점이 수월한 검사를 위한 한계숫자보다 같거나 작으며, · 생산이 안정적이며, · 수월한 검사가 바람직하다고 판단되었을 시 전환 | <ul style="list-style-type: none"> · 전환스코어의 현상 값이 30이상이며, · 생산이 안정되었을 시 · 소관 권한자가 승인시 전환. | <ul style="list-style-type: none"> · 10 로트가 모두 합격이며, · 10 로트에서 나온 불합격품의 총 계수가 주어진 한계숫자와 같거나 작으며, · 생산이 안정적이며, · 소관 권한자가 수월한 검사가 바람직하다고 판단시 전환 |
| 수월한 검사 → 보통 검사 | <ul style="list-style-type: none"> · 1 로트가 불합격이거나 · 합격판정 기준을 충족하지 않고 샘플링이 종료시 다음번 로트부터 보통검사로 적용 · 생산이 불규칙이거나 · 다른 조건들이 보통검사로의 대체를 보장시 전환. | <ul style="list-style-type: none"> · 1로트가 불합격 이거나 · 생산이 불규칙이거나 · 보통검사로 복귀가 필요시 전환 | <ul style="list-style-type: none"> · 1로트가 불합격이거나 · 합부판정을 내리기 전에 샘플링이 종료시 다음 로트부터 보통검사로 적용 혹은 다른 조건들이 보통검사로의 대체를 보장시 전환. |
| 보통 검사 → 까다로운 검사 | <ul style="list-style-type: none"> · 연속5로트이내에서 2로트가 불합격일시 | <ul style="list-style-type: none"> · 연속5로트이내에서 2로트가 불합격일시 | <ul style="list-style-type: none"> · 연속5로트이내에서 2로트가 불합격일시 |
| 까다로운 검사 → 보통 검사 | <ul style="list-style-type: none"> · 연속 5로트가 합격시 | <ul style="list-style-type: none"> · 연속 5로트가 합격시 | <ul style="list-style-type: none"> · 연속 5로트가 합격시 |

Table 2. Switching rule of sampling procedures for inspection by variables(Hong and Lee 1995)

| | 414 | 3951-1 | Z1.9 |
|----------------------|--|---|--|
| 보통 검사 → 수월한 검사 | <ul style="list-style-type: none"> · 연속 k로트가 모두 합격이며, · 추정한 로트의 불량률이 규격에서 제시하는 한계 불량률보다 작으며, · 공정이 안정적일시 전환. | <ul style="list-style-type: none"> · 연속 10로트가 합격이며, · 한 단계 더 높은 AQL에서도 로트가 합격하며, · 공정이 통계적 관리 상태에 있으며, · 책임자의 승인이 있을시 전환. | <ul style="list-style-type: none"> · 연속 10로트가 합격이며, · 공정이 안정적이며, · 책임자의 승인이 있을시 전환. |
| 수월한 검사 → 보통 검사 | <ul style="list-style-type: none"> · 한 로트라도 불합격이거나, · 추정한 공정평균이 AQL보다 크거나, · 생산이 불안정 혹은 지연되거나, · 보통 검사로의 전환이 타당시 전환. | <ul style="list-style-type: none"> · 1로트라도 불합격 이거나 · 생산이 불안정 또는 지연이거나, · 기타 보통검사로 전환이 타당하다고 생각시 전환. | <ul style="list-style-type: none"> · 3951-1과 동일 |
| 보통 검사 → 까다로운 검사 | <ul style="list-style-type: none"> · 연속 k로트에서 추정한 공정 평균이 AQL보다 클 때, · 연속 k로트에서 추정한 불량률이 AQL보다 큰 로트의 수가 T*이상일 때, | <ul style="list-style-type: none"> · 연속5로트이내에서 2로트가 불합격일시 | <ul style="list-style-type: none"> · 3951-1과 동일 |
| 까다로운 검사 → 보통 검사 | <ul style="list-style-type: none"> · 추정한 로트의 공정 평균이 AQL보다 작거나 같을 때 | <ul style="list-style-type: none"> · 연속 5로트가 합격시 | <ul style="list-style-type: none"> · 3951-1과 동일 |

3.2 합격판정 절차비교

계수 조정형 샘플링 검사방식에서 합격판정 절차는 간단하다. 105, 2859-1, 그리고 Z1.4 모두 주어진 로트크기와 검사수준을 가지고 샘플(크기)문자를 구한 후, 샘플링 표에서 찾은 샘플문자와 AQL이 일치하는 지점의 합격 판정 개수로써 로트에서 뽑아서 검사한 샘플과 비교하여 합부 판정을 내리면 된다.

계량 조정형 샘플링 검사방식의 경우 샘플링 검사 방식에 따라 합격판정 절차가 조금씩 상이하다. 414의 경우 먼저 표준편차를 아는 경우와 모르는 경우로 나뉘볼 수 있다(DoD U.S., 1968). 또한 단측 규격치가 있는 경우와 양측 규격치가 있는 경우로도 나뉘 볼 수 있다. 양

측 규격치가 있는 경우는 하나의 AQL로써 관리하는 경우와 규격치 별로 AQL을 두는 경우로 나뉘볼 수 있다. 주어진 시료에서 평균과 표준편차 등을 계산하여 로트 불량률을 추정하고 이를 로트크기, 검사수준 및 AQL에서 주어진 값과 비교하여 로트에 대한 합부판정을 내린다.

Z1.9의 경우 전반적인 합격 판정 절차 및 계산 방식은 414와 유사하나 범위법이라는 개념을 도입하여 주어진 데이터의 범위으로써 로트에 대한 합부판정을 내리는 방법을 추가하였다(ASQ, 2009). 추가적으로 최대공정편차값을 계산하여 주어진 데이터가 편차 값보다 클 시 불량률을 계산하기 이전에 해당로트는 바로 불합격 판정을 내리도록 하였다. 또한 단측 규격의 경우 수락상수으로써 판정을 내리는 경우와 로트추정 불량률로 판

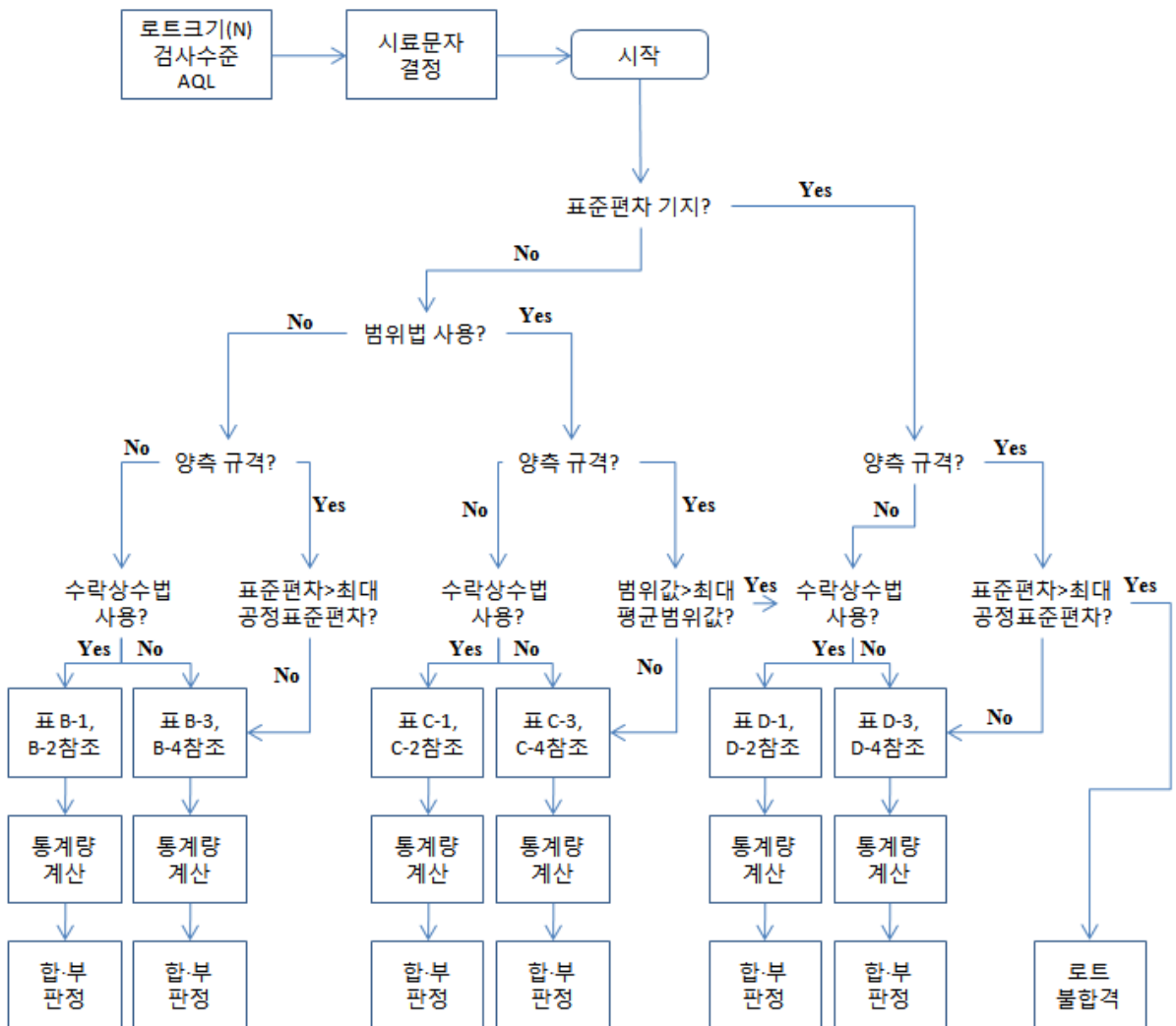


Fig. 2. ANSI/ASQ Z1.9 Sampling procedure

정을 내리는 두 가지 방법을 제안하였다. Z1.9의 세부 절차는 <그림 2>와 같다.

3951-1의 경우는 s방법(공정의 표준편차를 모를시 사용하는 방법)과 o방법(공정의 표준편차를 알시 사용하는 방법)간의 전환 규칙을 좀 더 명확히 하였다. 또한 양측 규격을 좀 더 구체적으로 나눠 놓았다. 즉 하나의 AQL로써 관리하는 방법과, 양측을 각각의 AQL로 관리하는 방법, 그리고 규격 특정 영역에 대해 별개의 AQL을 두고 전체적으로는 하나의 AQL로써 관리하는 방법이다(지식경제부 기술표준원, 2008).

3.3 시료크기의 비교

국방분야에서는 원자재 및 완제품에 대해 검사를 수행하는 방법은 크게 결점 항목 확인 및 일شم씨 등을 보는 육안검사와 제품의 성능, 안전성 및 내구도를 테스트하는 성능검사로 나눠 볼 수 있다. 성능검사의 경우 주로 파괴시험, 즉 시험 종료 후 해당 제품의 사용이 불가능해진다. 또한 성능검사의 경우 시험에 장시간이 소요되는 경우가 많으므로, 주어진 AQL을 만족하기 위해 적정시료수로 시험을 수행하는 것이 중요하다. 계수 조정형 샘플링 검사법의 각 시료문자별 시료수는 <표 3>과 같다(보통검사 기준으로 비교함). 계량 조정형 샘플링 검사법의 시료수 비교표는 <표 4>와 같다(보통검사 및 표준편차를 모를시 기준으로 함). 또한 계수조정형 샘플링 검사방식인 2859-1과 계량조정형 샘플링 검사방식인 3951-1간의 시료수 비교는 <표 5>와 같다.

국방 분야, 특히 전투물자 분야는 시험에 따른 비용을 군수업체에서 부담하므로, 계수형 검사방식과 비교하여 계량형 샘플링 검사방식 도입에 따른 비용 및 시간절감 효과는 무척 클 수 있음을 알 수 있다. 또한 실제 품질보증 업무를 수행하는 담당원 입장에서도 보다 적은 시간과 노력으로 좀 더 정확한 품질보증 업무의 수행이 가능함을 알 수 있다.

3.4 불량률에 따른 로트 수락율의 비교

로트 불량률에 따른 로트 수락율, 즉 OC 곡선의 경우 각 샘플링 방법 간의 차이는 미비하므로 실제 현장에서는 큰 의미는 없다고 할 수 있다. 다만 계수형 샘플링 방법과 계량형 샘플링 방법의 경우는 불량률이 낮은 경우에는 3951-1의 수락율이 2859-1보다 조금 높으며, 불량률이 높은 경우에는 3951-1의 수락율이 2859-1보

다 조금 낮다. 하지만 이 차이 역시 미비한 차이이므로 실제 현장에서 의미를 가지기 어렵다.

Table 3. Sample size code letters of sampling procedures for inspection by attributes

| 시료문자 | 105 | 2859-1 | Z1.4 |
|------|------|--------|---------|
| A | 2 | | |
| B | 3 | | |
| C | 5 | | |
| D | 8 | | |
| E | 13 | | |
| F | 20 | | |
| G | 32 | | |
| H | 50 | | |
| J | 80 | | 105와 동일 |
| K | 125 | | |
| L | 200 | | |
| M | 315 | | |
| N | 500 | | |
| P | 800 | | |
| Q | 1250 | | |
| R | 2000 | | |

Table 4. Sample size code letters of sampling procedures for inspection by variables

| 시료문자 | 414 | 3951-1 | Z1.9 |
|------|-----|--------|------|
| B | 3 | 3 | 3 |
| C | 4 | 4 | 4 |
| D | 5 | 6 | 5 |
| E | 7 | 9 | 7 |
| F | 10 | 13 | 10 |
| G | 15 | 18 | 15 |
| H | 20 | 25 | 20 |
| J | 30 | 35 | 35 |
| K | 35 | 50 | 50 |
| L | 40 | 70 | 75 |
| M | 50 | 95 | 100 |
| N | 75 | 125 | 150 |
| P | 150 | 160 | 200 |

Table 5. Comparison of sample sizes between inspection by variables and inspection by attributes

| 시료문자 | 3951-1(σ 방법) | 3951-1(s방법) | 2859-1 |
|------|----------------------|-------------|--------|
| B | 2 | 3 | 3 |
| C | 3 | 4 | 5 |
| D | 4 | 6 | 8 |
| E | 6 | 9 | 13 |
| F | 8 | 13 | 20 |
| G | 10 | 18 | 32 |
| H | 12 | 25 | 50 |
| J | 15 | 35 | 80 |
| K | 18 | 50 | 125 |
| L | 21 | 70 | 200 |
| M | 25 | 95 | 315 |
| N | 32 | 125 | 500 |
| P | 40 | 160 | 800 |

3.5 KS A ISO 3951 의 소개

KS A ISO 3951은 크게 단일 품질 특성 및 단일 AQL에 활용이 가능한 3951-1과 독립 품질 특성을 가졌을 경우에 적용하는 3951-2의 1회 계량 조정형 샘플링 검사방법, 그리고 마지막으로 연속 생산 방식, 즉 표준 편차를 알 경우에 활용하는 축차 샘플링 검사방법에 대한 3951-5 총 3 부분으로 나누어져 있다. 세 검사방법 모두 ISO에서 발행된 Sampling Procedures for Inspection by Variables - Part 1 : Specification for Single sampling Plans indexed by Acceptance Quality

Limit(AQL) for lot-by-lot inspection for a single quality characteristics and a single AQL, Part 2: General specification for Single sampling Plans indexed by Acceptance Quality Limit(AQL) for lot-by-lot inspection of independent quality characteristics, 그리고 Part 5: Sequential sampling Plans indexed by Acceptance Quality Limit(AQL) for inspection by variables(known standard deviation) 을 기초로 기술적인 내용 및 구성, 그리고 절차 등을 변경하기 않고 작성된 한국산업표준이다.

다만 3951-5의 경우는 축차 샘플링 검사방식으로 로트 합부 판정을 위한 시료수를 최소화하기 위한 가장 유효한 방법이기도 하나, 실제로 군방 군수분야에서 적용하기에는 여러 가지 제약 등이 존재한다. 첫째로는 1회 샘플링 검사방법의 단순한 규정에 비해 축차 샘플링 검사방법은 복잡해서 이해하기 어렵다. 두 번째로는 로트에 대한 검사개수의 가변성으로 인해 검사 계획의 수립이 복잡해진다. 세 번째로는 로트 간 품질의 변동이 존재할 시에 축차 샘플링 검사방식으로는 이를 감지하고 대응하기가 어려워진다는 점이다. 또한 현실적으로 축차 샘플링 검사방법은 많이 알려지지 않은 방식이므로 다양한 계층 및 배경지식을 가진 이들로 구성된 군수분야에서 사용하기에는 공감대를 얻기가 쉽지 않을 것으로 판단된다. 또한 실질적으로 저자들이 아는 한에서 국방규격에 축차 샘플링 검사방법을 적용하는 사례는 존재하지 않는다(지식경제부 기술표준원, 2008).

3951-2는 3951-1의 내용을 포함하면서 다변량 품질특성에 대해 적용이 가능한 규격으로 각 품질특성이 근사적으로 독립이며, 각 품질특성이 정규분포와 근사한 경우에 사용이 가능하다. 현실적으로는 정규성 및 독립성 검증을 통계적으로 엄격하게 실시 후 3951-2를

Table 6. 3951 Sampling procedure

| 단계 | σ 방법 | s방법 |
|----|--|--|
| 1 | · 주어진 로트크기, 검사수준, AQL로 샘플문자를 찾는다. | · σ 방법과 동일 |
| 2 | · 양쪽 규격인 경우에는 최대공정편차(MPSD)값을 구한다. * 최대공정편차값이 알려진 공정표준편차값보다 크면 로트를 불합격시킨다. | · 양쪽 규격인 경우에는 최대샘플편차(MSSD)값을 구한다. * 최대샘플편차값이 알려진 공정표준편차값보다 크면 로트를 불합격시킨다. |
| 3 | · 샘플로부터 평균을 계산하고, 표준정규분포의 누적확률값으로써 부적합품률을 계산한다. | · 샘플로부터 평균과 표준편차를 계산하고, 형상모두가 (n-2)/2인 베타분포의 누적확률로써 부적합품률을 계산한다. |
| 4 | · 합격판정 공정부적합품률값과 비교하여 로트에 대한 합부판정을 내린다. | · σ 방법과 동일 |

적용하는 방법보다는 대략적인 데이터의 추세를 그래프 등을 활용하여 검증 후 3951-1 및 3951-2를 적용하였다(지식경제부 기술표준원, 2008).

3951의 합격판정을 위해서는 크게 합격판정계수 방식과 합격판정 부적합품률이 존재하는데, 합격판정계수 방식은 계산은 간단하나 양쪽 규격의 결합관리 및 복합관리일 경우에는 사용이 불가하다. 합격판정 부적합품률 방식의 경우 상대적인 계산량은 많으나 양쪽 규격의 결합관리, 분리관리, 복합관리 모두에 적용이 가능하다. 따라서 컴퓨터의 활용이 보편화된 현대에서는 합격판정 부적합품률의 사용하는 것이 더 편리하다. 또한 부적합품률로 계산되는 것이 계약 당사간에도 이해가 빠르다.

3951에서 합격판정 부적합품률 방식의 개략적인 검사절차는 <표 6>과 같다(이승훈, 2012).

4. 군수품 적용사례 연구

4.1 전투물자 분야

전투물자 분야는 과거 비무기체계라고 불렸던 분야로써 무기체계 외의 장비, 부품, 시설, 소프트웨어 등 그 밖의 물품 등 제반요소를 통합한 것을 통칭함으로써, 무기체계 분야의 경우 많은 사업체가 방위산업체로 지정됨에 따라 전문 인력의 양성이 가능해졌으나, 전투물자 분야의 경우 일반경쟁으로 계약되는 품목이 많아짐에 따라 전문인력 양성이 어려운 실정이다. 따라서 로트의 합부 판정을 위한 샘플링 검사 역시 계수 조정형 샘플링 검사방식을 주로 사용하였다.

장병들이 혹한기 보온용으로 사용하는 일회용 주머니 난로 <그림 3>의 경우 계약부서인 방위사업청에서는 원재료의 품질기준과 완제품의 온도특성 및 유해물질에 대해 규정을 하고 있다. 이 중 완제품의 온도 특성의 경우 최고온도, 50℃에 도달하는 시간, 유효온도, 지속시간, 평균온도에 대해서 2859-1, S-O, AQL 0%의 계수 조정형 샘플링 방법을 적용할 것을 요구하고 있다.

업체의 생산능력을 고려시 한 로트당 약 13개의 완제품의 성능시험이 필요하며 약 2주간의 시험기간과 상당한 액수의 시험비용을 지출한다.

온도특성 각 항목에 대해서 3951-1을 적용하기 위해 일차적으로 기존에 얻어진 데이터들로 정규성 검증

을 실시하였고(<그림 4>), 이를 만족함을 알 수 있었다.



Fig. 3. Handwarmer

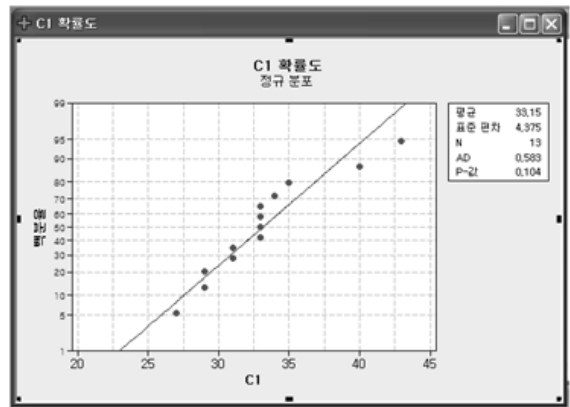


Fig. 4. Normality test case(Minitab 15)

3951-1의 s방법을 적용시 샘플 수는 9개로 줄어들며, σ방법을 적용시 시료수는 6개로 절반 이하로 줄어든다. 또한 추정불량율은 모두 0%에 근접하므로 제품이 상당히 안정이 돼 있음을 알 수 있었다.

전투물자 분야의 또 다른 사례로 신형전투화를 들 수 있다. 신형전투화(<그림 5>)는 '10년 물이 세어 밀창이 떨어지는 불량품이 다수 발생하여 사회적인 이슈가 되었고, 이로 인한 생산 및 공급 차질로 인하여 일부 사병의 경우 전투화가 아닌 운동화를 신고 훈련에 임하는 촌극이 발생하기도 하였다.



Fig. 5. Combat boots

Table 7. Comparison between inspection by variables and inspection by attributes

| 내용 | 계수형 | 계량형 |
|----------|---|--------------------------------|
| 규격번호 | KS Q ISO 2859-1 | KS A ISO 3951-1 |
| 치수검사 샘플수 | 20 | 13 |
| 성능시험 샘플수 | 5 | 4 |
| 장점 | 시험의 해석이 간단. 비전문가도 특별한 교육 없이 수행이 가능. | 데이터의 활용을 통한 품질수준 평가 및 개선이 가능함. |
| 단점 | 데이터의 활용을 통한 품질수준 평가 및 개선이 어려움. 시험이 상대적으로 어려움. | 시험의 해석이 어려움. 통계에 관한 기본 지식이 필요. |

대량하자 발생이후 국방기술품질원 주관으로 전투화의 품질개선 및 규격변경을 실시하였고, ‘11년부터는 제품의 품질이 안정화 되었다. 하지만 국방규격이 계수형 샘플링 검사방법을 적용하게끔 되어있어, 해당 업체의 품질수준의 측정 및 평가, 그리고 향후 품질 목표를 설정하는데 어려움이 있는 것도 사실이다.

신형 전투화의 경우 ‘10년 문제가 되었던 접착력 관련하여 완제품의 걸창 박리시험과 완제품의 가수분해 걸창 박리시험 크게 두 가지로 나뉘 볼 수 있으며, 세부 접착력 시험 항목은 총 8가지가 된다. 해당 국방규격에서는 2859-1, S-O, AQL 0.0%의 계수 조정형 샘플링 검사 방법을 적용하도록 되어있다.

업체의 생산능력을 감안하면 한 로트당 약 5개의 완제품 박리시험을 필요로 하며, 약 10일간의 시험기관과 130 만원 상당의 시험비용을 지출한다.

3951-1의 방법을 s적용시 샘플 수는 4개로 줄어들며, σ방법을 적용시 시료수는 3개로 줄어든다. 다만, 3951-1을 적용하기 위한 전제조건인 정규성 검증의 경우 KS Q ISO 5479(지식경제부 기술표준원, 2009)에 의하면 표본의 크기가 8개 미만일 경우 검정이 비효율적이라 하였으므로, 생산 및 품질이 안정시의 누적데이터를 토대로 정규성 검증의 실시가 필요하다.

신형전투화의 제작업체는 크게 A 및 B 업체가 존재하는데, A업체의 경우 접착력의 모든 시험 항목이 규격에서 요구하는 조건의 몇 배 상위 값이 나오므로 3951-1의 계산절차에 의거 계산할 필요 없이 로트 추정불량율이 0%에 근접함을 알 수 있었다. 하지만 B업체의 경우 합격판정기준 안에는 들어오나, 접착력 시험 항목별로 불량률이 편차가 큼을 알 수 있었다. 기품원은 이러한 결과를 해당 업체에 통보하여 향후 품질관리에 중점을 둘 것을 권고하였다.

4.2 탄약 분야

탄약분야는 전쟁의 승패를 가름하는 가장 중요한 분야이면서도 탄약의 품질은 생명과 직결된다는 점에서 품질관리가 가장 중요한 분야중 하나이다.

○○고속유탄용 탄피 ○○○의 경우 열처리 후 경도를 로크웰 경도기로 측정하는데 이때 HRF [규격 하한 값~규격 상한 값]을 국방규격에서는 요구한다. 경도측정 후 해당 탄피를 폐기하기 때문에 업체에서는 샘플링 검사방법을 적용하며, 2859-1, S-O, AQL 0.0%의 계수조정형 샘플링 검사방법을 적용하는 실정이다.

업체의 생산능력을 감안하면 한 로트당 약 ○○개의 경도시험을 실시해야 하며, 합격판정계수는 ○이다. 3951-1의 s방법을 적용시 샘플 수는 13개로 줄어들며, σ방법을 적용시 시료수는 8개로 감소한다. 역시 로트추정불량율이 0%에 근접하여 우수한 수준으로 품질관리가 이루어짐을 알 수 있었다. 다만 전반적으로 경도가 규격하한 부근에서 많이 분포함을 알 수 가 있었고, 해당 내용을 업체 품질관리과에 통보하여 공정관리를 좀 더 강화하도록 요구하였다.

전기식 폭관(Electronic Squib) ○○의 경우, 완폭강도와 신뢰도 시험을 2859-1, G-O, AQL 0.0%의 계수조정형 샘플링 검사 방법을 적용하도록 되어 있다. 실제 얻어지는 데이터는 두 시험항목 모두 계량형으로 얻어지고 있으나, 규격이 계수형 샘플링 검사를 적용하도록 되어있어 업체에서는 그동안 누적된 데이터의 활용이 어려운 형편이었다.

업체의 생산능력을 감안하면 로트당 약 315개의 성능시험을 필요로 하며 이는 파괴검사이기 때문에 검사에 따른 시간과 비용은 상당하다. 더욱이 해당 품목의 경우 수 십여 년 동안 규격 불일치 사례가 없으며, 수요군에서 제품의 성능 관련하여 불만이 제기된 사례가 없던 품질이 매우 안정된 품목이라고 할 수 있다. 본 품목

은 3951-1의 s방법을 적용시 시료수는 95개로 절감 가능하며, 만일 o방법을 적용시에는 25개로 약 1/10 분의 샘플수로도 품목에 대한 평가가 가능하였다. 3951-1의 절차에 의거하여 불량률을 추정해본 결과 완폭감도의 경우 약 1%에 근접하며 신뢰도 관련 항목의 경우 0%에 근접하였다. 둘 다 만족할 만한 성능을 보이거나 완폭감도의 품질관리 및 공정관리에 신경을 쓰도록 해당 업체에게 통보 하였다.

Table 8. Comparison between inspection by variables and inspection by attributes

| 내용 | 계수형 | 계량형 |
|----------|--------------------------------|--|
| 규격번호 | KS Q ISO 2859-1 | KS A ISO 3951-1 (s 방법) |
| 성능시험 샘플수 | 315 | 95 |
| 장점 | 기록이 간단. 측정 설비가 간단. | 검사비용이 많이 드는 파괴검사에 유리. |
| 단점 | 데이터의 활용을 통한 품질수준 평가 및 개선이 어려움. | 통계에 관한 기본지식이 필요. 소요시간이 길며 데이터의 기록이 필요. 숙련을 요함. |

5. 3951-1의 스마트폰용 앱 개발

계량형 샘플링 검사 규격이 여러 가지 측면에서 계수형 샘플링 검사보다 우월함에도 불구하고 널리 활용이 안 되었던 이유는, 다양한 배경지식을 가진 이들에게 통계적인 기본지식을 필요로 하는 계량형 샘플링 검사 규격은 이해 및 적용이 쉽지 않은 것이 사실이다. 계량형 샘플링 검사의 넓은 활용을 위해 웹 기반 샘플링 검사 방식(이승훈, 2012)도 개발되었지만, 국방 분야라는 특수성 때문에 웹에 접근하는 것이 제한적임에 따라 활용도 제한적이라는 것도 사실이다. 또한 국방 분야별 특수성을 고려한 계량형 샘플링 검사방식을 쉽게 활용할 수 있는 방안이 필요하다.

이제 저자들은 안드로이드 운영체제에서 활용이 가능한 스마트폰용 애플리케이션을 개발하였다. 사용자는

로트크기, 검사수준, 엄격도, 표준편차 기지여부 등을 입력하면 애플리케이션은 이에 필요한 샘플수와 합격 판정계수를 자동으로 계산하여 사용자에게 데이터 입력을 받는다. 사용자가 데이터를 입력하면 애플리케이션은 표의 절차대로 계산을 수행 후 해당 로트에 대한 합부 판정을 내린다.

본 애플리케이션은 엠비즈메이커(김길웅, 2011) 라는 모바일 앱 프로그램 개발 도구를 활용하여 제작하였다 (<그림 6> 과 <그림 7> 참조). 현재 운영성 시험 평가 중으로 추후 사용자의 편의성 확대를 위한 기능 추가, 데이터의 정규성 및 독립성 검증 모듈 추가, 데이터 입력방법의 자동화(엑셀파일의 불러오기 기능 등), 그리고 사용된 데이터 및 결과를 기품원의 품질보증체계 데이터베이스와의 연동 기능 등의 개발이 필요하다.

6. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서는 군수품 정부품질보증 활동 강화를 위한 샘플링 방법론의 개선안을 제안하였다. 먼저 샘플링 방법론을 전반적으로 살펴보았으며, 각 샘플링 방법론을 품질특성, 검사유형, 규격의 제정기관, 샘플 회수 등으로 분류하여 설명하였다. 또한 군수품 분야에서 새로운 샘플링 방법론을 활용하기 위하여 군수품분야 정부품질보증절차를 소개하였다. 그리고 민수분야와 달리 군수품 분야에서 주로 활용되고 있는 샘플링 방법론을 시료수 및 엄격도 전환규칙 등으로 나누어서 집중적으로 분석해 보았다. 그리고 계량 조정형 샘플링 검사규격인 3951을 소개하였고, 이를 군수품의 전투물자분야와 탄약분야에 적용해 보았다. 또한 각 사례별로 계량형 샘플링 검사규격을 적용시 유의점과 시사점을 기술하였다. 마지막으로 군수품 분야 국방규격을 위한 새로운 형태의 샘플링 검사방식의 국방규격을 제안하였고, 이 새로운 방법론의 넓은 활용 및 활용도를 높이기 위하여 스마트폰용 애플리케이션 프로토타입을 개발하였다.

만일 군수업체의 품질이 안정되었고, 업체의 통계적인 공정관리 능력이 충분하다면, 계수 조정형 측정 샘플링 검사방식인 KS Q ISO 2859-5 및 계량 조정형 측정 샘플링 검사 방식인 KS A ISO 3951-5의 도입도 검토가 필요할 것이다. 또한 추후 스마트 워크 및 유비쿼터스 업무 환경의 도입이 예상됨에 따라 스마트폰 등의 기기를 활용한 정부품질보증도 준비가 필요할 것이라 여겨진다.

참고문헌

- [1] Kim, Gilung(2011), *Mobile application program development*, Wondersoft Inc..
- [2] Kim, Yongseop et al.(2010), *Defense Quality Management*, Hyeongseol Press.
- [3] Bae, Dosun(1989), "Research on sampling procedures for inspection by variables", *National Research Foundation of Korea Research Report*.
- [4] Baek, Seungho et al.(2011), *Defense Quality Assurance Procedure*, Beopmun Press.
- [5] Lee, Seunghun(2012), *Web Sampling V2.0*, www.sqcweb.com.
- [6] Lee, Seunghun, Lee, Jeonghwan, Lee, Changwoo, Kim, Jongil(2004), "Development of web-based software for sampling inspection", *Inf. & Communication Report*, Vol. 5.
- [7] Lee, Seunghun(2012), "Development of software for KS sampling inspection", *Working Paper*.
- [8] Lim, Jaegun(2004), "Comparison between KS A 3109 and KS A ISO 2859", *Inha University Graduate School*, 20-4.
- [9] Hong, Seunghun, Lee, Sangbeom, Choi, Seongil (1999), "ISO/DIS 2859-1:1997 sampling procedures for inspection by attributes", *Journal of the Korean Society for Quality Management*, Vol. 27, No. 1.
- [10] Hong, Seunghun, Lee, Seunghwan(1995), "ISO 3951 sampling procedures for inspection by variables", *Journal of the Korean Society for Quality Management*, Vol. 23, No. 1.
- [11] Hong, Seunghun, Lee, Seunghwan(1996), "ISO 2859-1:1989 Sampling procedure for inspection by attributes", *Journal of the Korean Society for Quality Management*, Vol. 24, No. 3.
- [12] ANSI/ASQ Z1.4(2008), *Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes*, American Society for Quality.
- [13] ANSI/ASQ Z1.9(2008), *Sampling Procedures and Tables for Inspection by Variables for Percent Nonconforming*, American Society for Quality.
- [14] ISO 3951-1(2005), *Sampling Procedures for Inspection by Variables - Part 1: Specification for Single sampling Plans indexed by Acceptance Quality Limit(AQL) for lot-by-lot inspection for a single quality characteristics and a single AQL*, ISO.
- [15] ISO 3951-2(2006), *Sampling Procedures for Insp-*

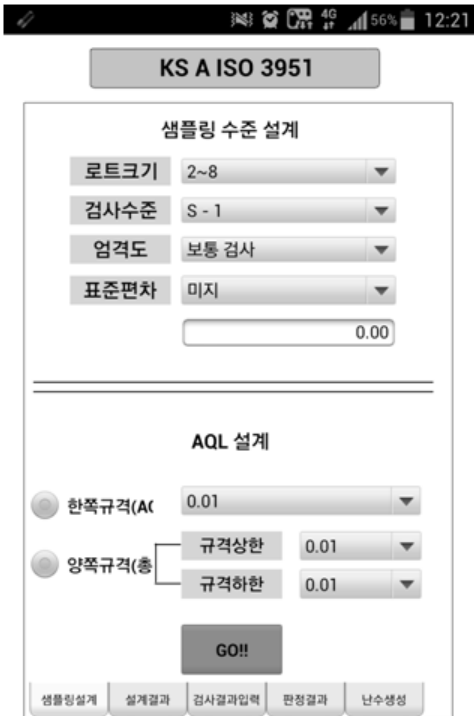


Fig. 6. KS 3951-1 smartphone application UI-1

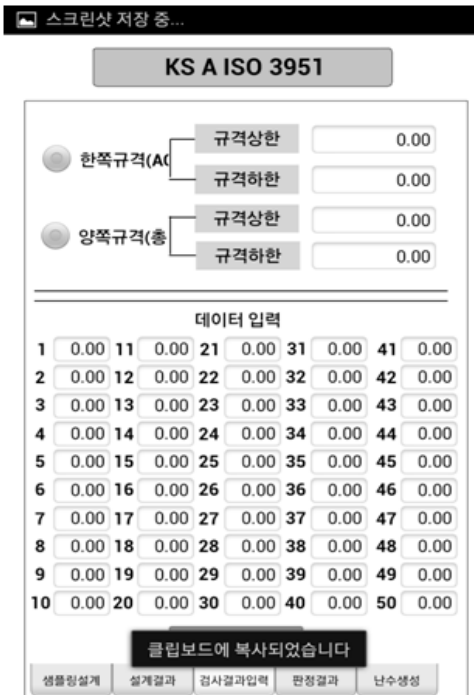


Fig. 7. KS 3951-1 smartphone application UI-2

ection by Variables - Part 2: General specification for Single sampling Plans indexed by Acceptance Quality Limit(AQL) for lot-by-lot inspection of independent quality characteristics, ISO.

[16] ISO 3951-5(2006), Sampling Procedures for Inspection by Variables - Part 5: Sequential sampling Plans indexed by Acceptance Quality Limit(AQL) for inspection by variables(known standard deviation), ISO.

[17] MIL-STD-105E(1989), Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes, Department of Defense, U.S.A.

[18] MIL-STD-1916(1996), DoD Preferred Methods for Acceptance of Product, Department of Defense, U.S.A.

[19] MIL-STD-414(1968), Sampling Procedures and Tables for Inspection by Variables for Percent Nonconforming, Department of Defense, U.S.A.

[20] KS Q ISO 2859-1(2012), Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection, Korean Agency for Technology and Standards.

[21] KS Q ISO 2859-2(2010), Sampling plans indexed by limiting quality (LQ) for isolated lot inspection, Korean Agency for Technology and Standards.

[22] KS Q ISO 2859-3(2010), Skip-lot sampling procedures, Korean Agency for Technology and Standards.

[23] KS Q ISO 2859-5(2010), System of sequential sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection, Korean Agency for Technology and Standards.

[24] KS A 3109(2008), Sampling procedures for inspection by attributes, Korean Agency for Technology and Standards.

[25] KS A ISO 3951-1(2008), Specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection for a single quality characteristic and a single AQL, Korean Agency for Technology and Standards.

[26] KS A ISO 3951-2(2008), General specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection of independent quality characteristics, Korean Agency for Technology and Standards.

[27] KS A ISO 3951-5(2008), Sequential sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for inspection by variables (known standard deviation), Korean Agency for Technology and Standards.

[28] KS A ISO 5479(2009), Tests for departure from the normal distribution, Korean Agency for Technology and Standards.

[29] Minitab 15 Statistical Software(2007), www.minitab.com.

2012년 8월 1일 접수, 2012년 8월 15일 수정, 2012년 8월 18일 채택

부 록 : 혼합형 샘플링 검사를 위한 국방 규격의 제안

Table 9. Defense standard using the mixed sampling procedure

| 항목 구분 | 항목 | 샘플링 규격 | 품질특성 | 검사규격 | 과과유무 | 검사수준 | AQL(%) |
|-------|----|----------------------|------|------|------|------|--------|
| 육안검사 | A | 2859 | 계수형 | 결점수 | 비과과 | G-II | 6.5 |
| | B | | | 이상유무 | | S-3 | |
| 관능검사 | C | 3951-1 | 계량형 | 이상유무 | 과과 | S-1 | 2.5 |
| 성능검사 | D | | | 규격상한 | | | |
| | E | | | 규격하한 | | | |
| | F | 복합규격 *범위로 주어 짐 | | | | | |