OC 곡선에 기초한 규준형 샘플링 검사 규격
- Revised KS Standards for Acceptance Sampling By Attribute and By Variable Based On OC Curve -

최 성 운*
Sungwoon Choi*

Abstract

This paper introduces six single and sequential acceptance sampling plans based on OC(Operating Characteristic) curve. Revised KS standards for acceptance sampling by attribute and by variable such as KSA 3102 : 1996, 3103 : 2005, KSA ISO 14560 : 2006, 8422 : 2001, 8423 : 2001 are presented

Keywords : OC Curve, Single, Sequential, By Attribute, By Variable, Revised KS Standards, Acceptance Sampling

1. 서 론[1,2]

계수이산 규준형 1회, 2회 축차, 다회 샘플링 검사는 구매・외주 품질 계약시 신규 거래 또는 1회 거래시 사용되는 검사방식으로, 공급업자와 구입업자가 서로의 구매외주관련 정보가 전혀 없는 상황에서 수행하는 검사이다. 그러나 공급업자 관심인 좋은 로트(Good Lot)의 부적합품률(P_0)과 구입업자 관심인 나쁜 로트(Bad Lot)의 부적합품률(P_0)은 양측의 이해 관계가 갈등을 일으키지 않도록 일정 간격이상(P_1 / P_0 > 5)을 유지해야 하며 그렇지 못할 경우 전수검사(Full Inspection)를 수행해야 한다.

실제 경쟁이 심한 비즈니스의 현실적인 상황에서 강자와 약자는 존재하게 되어 이러한 유형의 검사는 존재할 수 없으나 조정형과 선별형의 이론적인 기초를 제공하는 역할로 사용하는 것이 좋다. 생산공정의 적용에서는 새로운 설비를 도입시 설비초기 트러블이 발생하는 상황하에서 연속생산 두 공정간의 관계가 공급업자, 구입업자로 적용된다.

* 경원대학교 산업공학과

JISZ 9002를 기초로 하는 KSA 3102 계수이산 규준형 1회 샘플링 검사규격은 OC 곡선에 의한 샘플링 검사계획, 부적합품률 설정, 적용분야, 분포에 따른 샘플링 검사 용도 등을 중심으로 계수이산 샘플링 검사의 기초이론을 제공하는 KS규격이다.

공급업자가 좋은 로트의 부적합품률(P_0)이 합격이 되어야 하는데도 불구하고 불합격이 되는 과오(제1종오차, α), 구입업자가 나쁜 로트의 부적합품률(P_1)이 불합격 되어야 하는 데도 불구하고 합격이 되는 과오(제2종오차, β)를 실무적으로 설정하는 방법과 특히 실무자가 개념상 이해하기 어려워하는 α, β의 개념을 검사 성적서를 활용한 납품횟수로 해설된다.

또한 부적합품인 경우 로트(N)의 조치여부에 따른 초기하 분포, 이항분포, 포아송 분포가 로트의 크기(N), 시료크기(n), 합격판정 개수(C) 등의 연립방정식에 의해 샘플링 검사표의 산출하는 원리 및 방법을 제시하고 있다.

이 경우 로트의 부적합품률률(P)과 로트가 합격하는 확률($L_{(p)}$)의 감도(Sensitivity) 그래프인 OC(Operating Characteristc)곡선을 활용하면 시각화(visualization)에 의한 실무자의 이해를 도모할 수 있다. OC 곡선에서 공급업자와 구입업자의 관심있는 계약된 두 지점을 지정해놓고 설계해서 규준형(OC curve-based)검사라고 한다. 공급업체의 관심인 P_0는 조정형에서 AQL로 사용되며 P_1는 선별형에서 AOQL로 사용된다.

KSA 3102는 1회 샘플링 검사 형식을 보증하나 검사 항목의 난이도 즉 비용과 시간의 효율성에 따른 경제적 설계 방식을 ASN(Average Sample Number) 또는 ASS (Average Sample Size) 척도에 의해 1회, 2회, 다회, 축차인 경우 연계하는 것이 바람직하다.

특히 로트의 판별력이 분명한 경우 즉 아주 좋거나 아주 나쁜 로트 부적합품률이 제공된 경우 축차, 다회, 2회 샘플링 검사가 1회 샘플링 검사보다 경제적이고 효율적이라는 원리를 주지시켜 현재 한국에서의 천편일률적인 1회 검사에서 탈피하게 유도하는 것이 바람직하다.

계수이산 규준형 축차 샘플링 검사는 검사 항목의 난이도 관점에서 시간과 비용이 많이 들어 검사 시료크기를 크게 감소 할 경우 사용되는 가장 경제적이고 효율적인 검사 방식이다. 그러나 이 검사는 1개씩의 축차적인(sequential) 시료에 대한 합격, 불합격, 검사 속행 등의 세가지 영역에 의한 복잡하고 이론적으로 어려운 판정을 감수해야 한다. 국내기업에서도 이 검사가 실무자에게 역시 복잡하고 교육이 요구된다는 이유로 많이 사용되고 있지 않다.

현재 JISZ 9009 에 기초를 둔 KSA 3107 계수이산 규준형 축차 샘플링 검사는 KSA ISO 8422 : 2001로 개정되었으나 두 규격은 같은 축차우도비 원리를 이용해서 거의 차이가 없으며 개정된 새로운 규격이 KSA ISO 2859와의 대응성을 규정하고 있어 2859 규격을 사용하는 것이 바람직하다.

샘플링 검사는 구매 외주활동에서 로트의 품질을 부적합품률, 부적합, 평균, 표준편차로 계약하고 샘플을 채취하여 주어진 표의 샘플의 크기(n)와 합격판정갯수(A_c 또는 C), 합격판정선($\overline{X_U}$, $\overline{X_L}$)에 따라 로트의 합격, 불합격을 판정하는 효율적, 경제적인 통계적 방법이다.

샘플링 검사는 스펙의 중요도를 고려한 데이터의 종류에 따라 계량연속형과 계수이산형 샘플링 검사로 분류되며 적용 용도 및 목적에 따라 규준형, 선별형, 조정형, 연속생산형 검사 등으로 분류되고 샘플 조성을 위한 시료 채취횟수에 따라 1회, 2회, 다회, 축차 검사 등으로 분류된다.

계수이산형 데이터는 측정불가능한 관능검사나 경미한 스펙인 경우 제품스펙의 성질 및 속성(attribute)에 따라 부적합(결점, nonconformities, defects)과 부적합품(불량, nonconforming units, nonconformances defectives)으로 구분된다. 결점인 부적합은 개개의 스펙에 의해 정수로 세는(count), 이산값(discrete value) 개수이며 불량인 부적합품은 유닛(unit)에 의해 세는 정수(integer)의 개수이다. 따라서 부적합품은 1개 이상의 부적합으로 이루어진다.

부적합, 부적합품등의 데이터를 카운트하는 계수이산형 샘플링 검사는 인간의 5가지 감각기관에 의해 간단하게 시료를 구할 수 있어 많은 시료를 사용해도 되나 계량연속형 샘플링 검사와 다르게 정밀・정확한 정보는 구할 수 없고 저급(low-level)의 데이터만을 취한다..

결점인 부적합 데이터는 포아송분포가 적용되며 불량인 부적합품 데이터에는 근사화(approximation) 원칙에 따라 초기하분포, 이항분포, 포아송분포가 적용된다. 가장 정밀하지만 계산이 복잡한 분포는 초기하분포이고 가장 연산이 간단하지만 분산이 정밀하지 않은 분포는 포아송분포이다. 따라서 효율성과 효과성 양측면이 고련된 이항분포를 부적합품 분포로 사용하며 예상 부적합품 개수가 5이상일 경우 정규분포로 근사하여 효율적인 적용을 한다.

계량연속형 데이터는 측정기(gauge)능력에 따라 zero에 가까운 연속된(continuous) 소수를 10^{-6}으로 측정할 경우 스펙의 중요도에 따라 마이크로(μ),10^{-9}으로 측정할 경우 나노(Nano) 등으로 소숫점의 자릿수를 부르며, 정해진 스펙에 맞추어 정밀・정확하게 오차 없이 생산하는 것을 목표로 한다. 스펙규격은 고객과 약속한 제품품질의 목표가 되며 데이터는 기업에서 실제 개발 생산된 제품의 결과이다.

계량연속형 샘플링 검사는 중요 제품의 개별 스펙에 적용되나 중요도에 따른 측정 소수점 자릿수 개발에 따라 측정기 사용 시간과 비용이 증대 되므로 계수이산형 샘플링 검사에 비해 시료의 크기를 작게 사용해야 효율적인 검사를 수행 할 수 있다.

이 검사에 적용되는 스펙규격은 상한규격(~이하, 망소특성), 하한규격 (~이상, 망대특성), 양쪽 규격(공칭기준치수 ±허용차 ; 공차, 망목특성) 등의 3가지가 있으며 평균과 표준편차를 갖는 이 데이터가 스펙규격을 벗어나는 비율을 정규분포로 산출하여 구하게 되면 계량연속형 로트부적합품률(불량률)이 된다. 로트부적합품률(불량률)은 목표스펙과 실제 평균과 표준편차 데이터에 의해 산정되며 구매,외주품질 계약시 로트의 평균을 보증하는 방식과 로트의 부적합품률을 보증하는 방식으로 활용된다. 제품특성을 이해할 수 있는 계측측정단위를 사용하는 실무기술자형 로트 평균보증방식과 전체 부적합품률(불량률)을 파악할 수 있는 경영관리자용 로트부적합품률(불량률) 보증 방식으로 조직구성원의 담당자 업무 관심별로 구별되어 활용될 수 있다.

계량연속 규준형 1회 샘플링 검사 용도는 계수 규준형 샘플링 방식과 용도면에서

동일하나 카운팅한 부적합품(불량)수에 의한 계수이산형 부적합품률과 측정된 소수점의 데이터가 스펙을 벗어나는 정규분포면적계산에 의한 계량연속형 부적합품률(불량률)의 차이를 구별해야 한다. 계수이산형 부적합품률은 저급 데이터이고 계량연속형 부적합품률은 고급데이터이다. 계량 규준형 1회 샘플링 검사는 로트의 평균치를 보증하는 방식과 로트의 부적합품률(불량률)을 보증하는 방식 2가지가 있으며 로트의 표준편차를 알고 있는 경우 KSA 3103, 로트의 표준편차를 모르는 경우 KSA 3104로 설계 구분되어있다. 로트의 표준편차를 알고 있다는 것은 사전에 축적된 검사성적서에 의해 검사시료의 정보를 축적하여 일관되고 일정 값을 유지하였다는 것을 의미한다. 따라서 로트의 표준편차를 알고 있는 경우보다 모르고 있는 경우 사전에 검사 데이터의 축적 노력을 하지 않았으므로 패널티 측면에서 시료의 크기를 크게 하여 정보량을 증대하는 원리를 기초로 샘플링 검사가 설계되어 있다. JISZ 9003, 9004에 기초를 둔 KSA 3103, 3104 계량연속 규준형 1회 샘플링 검사에서 시료의 크기, 합격판정계수 α,β의 개념은 ANSI/ASQ Z1.9:2003 계량연속 조정형 샘플링 검사의 기초이론을 제공해준다.

계량연속 규준형 축차 샘플링 검사의 적용용도는 계수연속 규준형 축차 샘플링 방식과 동일하다. 현재 JISZ 9010에 기초한 KSA 3108 계수이산 규준형 축차 샘플링 검사는 폐지되고 KSA ISO 8423 계량연속 축차 샘플링 방식으로 개정되었으나. 로트 표준편차를 표에서 고려하는 KSA 3108 방식에 비해 판정식으로 함께 고려하는 ISO 8423 방법이 실무자에게는 복잡해 보이나 ISO 3951 규격과의 대응성 관점에서 새로운 규격을 사용하는 것이 바람직하다.

본 연구에서는 계수이산 규준형 1회 샘플링 검사는 3102(효율적 표현을 위해 규격번호만 인용하며 이하 동일), 14560, 축차 샘플링 검사는 8422를 계량연속 규준형 1회 샘플링 검사는 3103, 3104 축차 샘플링 검사를 고찰하며 요약 정리하며 표 1과 같다.

표 1. 규준형 샘플링검사

<table>
<tr><th colspan="2">용도</th><th colspan="2">형식</th><th>규격</th><th>보증품질</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">1.1
계수규준형
: α,β설계,
OC곡선</td><td colspan="2" rowspan="2">1.1.1
1회</td><td>1.1.1.1 : 3102</td><td>$(p_o,\alpha)\ (p_1,\beta)\quad \alpha=5\%,\ \beta=10\%$</td></tr>
<tr><td>1.1.1.2 : 14560</td><td>LQL(PPM) $\alpha=5\%,\ \beta=10\%$</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.1.2
축차</td><td>1.1.2 : 8422</td><td>$(p_o,\alpha)\ (p_1,\beta)\quad \alpha=5\%,\ \beta=10\%$</td></tr>
<tr><td rowspan="4">2.1
계량규준형
:α,β설계</td><td rowspan="3">2.1.1
1회</td><td colspan="2" rowspan="2">로트표준편차를 알고있는 경우
2.1.1.1</td><td>로트평균보증
2.1.1.1.1 : 3103</td><td>$(m_o,\alpha)\ (m_1,\beta)\quad \alpha=5\%,\ \beta=10\%$</td></tr>
<tr><td>로트부적합품률보증
2.1.1.1.2 : 3103</td><td>$(p_o,\alpha)\ (p_1,\beta)\quad \alpha=5\%,\ \beta=10\%$</td></tr>
<tr><td colspan="3">로트표준편차를 모르는 경우,
로트부적합품률 보증
2.1.1.2 : 3104</td><td>$(p_o,\alpha)\ (p_1,\beta)\quad \alpha=5\%,\ \beta=10\%$</td></tr>
<tr><td>2.1.2
축차</td><td colspan="3">2.1.2 : 8423</td><td>연결식, 개별식 $\alpha=5\%,\ \beta=10\%$</td></tr>
</table>

2. 계수이산 규준형

2.1 1회 샘플링 검사

2.1.1 KSA 3102:1996[3]

1) Given : 공급자(P_0, α), 구입자(P_1, β)
   Find : (n, c)
   Decision Making : $r \leq$ c : Lot Accept, $r >$ c Lot Reject
2) Design : OC(Opertating Characteristics) 곡선
   이항분포 적용 : $1-\alpha=\sum_{r=0}^{c}\binom{r}{n}p_0 r(1-p_0)^{n-r},\ \beta=\sum_{r=0}^{c}\binom{r}{n}p_1 r(1-p_1)^{n-r}$
   두 연립방적식의 해(n, c)를 표로 설계
3) 공급자, 구입자의 이해관계가 조정이 안될 경우 : P_1/P_0<5
   Design : $n=\{14.6/(\sqrt{P_1/P_0}-1)\}^2/P_0,\ c=\{1.46/(\sqrt{P_1/P_0}-1)+0.82\}^2$
4) 샘플링
   ① 랜덤샘플링 : 단순 랜덤샘플링, 계통샘플링, 지그자그샘플링 $V(\overline{x})=\sigma^2/n$
   ② 2단계 샘플링 : $V(\overline{x})=\frac{M-m}{M-1}\frac{\sigma_b^2}{m}-\frac{\overline{N}-\overline{n}}{\overline{N}-1}\frac{\sigma_w^2}{m\overline{n}}$
   ③ 층별 샘플링 : $V(\overline{x})=\frac{\overline{N}-\overline{n}}{\overline{N}-1}\frac{\sigma_w^2}{m\overline{n}}$
   ⅰ) 층별비례 샘플링 $n_i=n\left(\frac{N_i}{N}\right)$
   ⅱ) 최적할당 $n_i=n\frac{N_i\sigma_i}{\sum_{i=1}^{m}N_i\sigma_i}$
   ④ 취락샘플링 : $V(\overline{x})=\frac{M-m}{M-1}\frac{{\sigma_b}^2}{m}$
5) OC 곡선 : ① Sensitivity Analysis, N은 무영향, n, c는 영향
② 초기하분포에서 이항분포 간략조건 $\frac{N}{n}\geq 10$ 또는 N → ∞
③ 이항분포에서 포아송분포 간략조건 $np=0.1\sim 10$ 또는 $n\geq 50,\ p\leq 0.1$

2.1.2 KSA ISO 14560:2006[4]

1) %가 아닌 PPM 부적합품률의 프로세스 품질수준 P_M : 10가지 비모수 순위 척도에 의하여 추정 가능

$$\hat{P}_M = \left(\frac{\sum_{i=1}^{m} r_i + 0.7}{\sum_{i=1}^{m} n_i + 0.4} \right) \times 10^6$$

2) Given : LQL(Limiting Quality Level), $L_P \le P_M \le U_P$

Find : (n, Ac)

Decision Making : $r \le Ac$ Lot Accept, $r > Ac$ Lot Reject

3) Sampling Error

α=10% : 프로세스 위험 품질수준 $\hat{P}_M$ (1-α=90%)

α=5% : 생산자 위험 품질수준 $P_{1,\,M}$ (1-α=95%)

β=10% : 소비자 위험 품질수준 $P_{2,\,M}$

β=21% : LQL의 합격 확률

4) 데이터 제외규정 : r > 경계갯수

2.2 축차 샘플링 검사 : KSA ISO 8422:2001[5]

1) Given : 공급자 PRQ(Producer Risk Quality),

α=5%, 구입자 CRQ(Consumer Risk Quality), β=10%

Find : h_A, h_R, g

Decision Making : $R = gn_{cum} + h_R$, $R_t = A_t + 1$

$A = gn_{cum} - h_A$, $A_t = gn_t$

$D = \sum r$, Lot Accept, Lot Reject, Continue 3가지 판정 영역

2) n_t 결정 방법

① 1회 n_0 : $n_t = 1.5n_0$

② 부적합품률 : $n_t = \dfrac{2h_A h_R}{g(1-g)}$

③ 100항목당 부적합수 : $n_t = \dfrac{2h_A h_R}{g}$

3) Sampling Design

① 부적합품률

$h_A = \log[(1-\alpha)/\beta]/\log\{[P_R(1-P_A)]/[P_A(1-P_R)]\}$

$h_R = \log[(1-\beta)/\alpha]/\log\{[P_R(1-P_A)]/[P_A(1-P_R)]\}$

$g = \log[(1-P_A)/(1-P_R)]/\log\{[P_R(1-P_A)]/[P_A(1-P_R)]\}$

② 100항목당 부적합수

$h_A = \log[(1-\alpha)/\beta]/\log(P_R/P_A)$

$h_R = \log[(1-\beta)/\alpha]/\log(P_R/P_A)$

$g = 0.43429(P_R - P_A)/\log(P_R/P_A)$

3. 계량연속 규준형

3.1 1회 샘플링 검사

3.1.1 로트 표준편차를 알고 있는 경우

3.1.1.1 로트 평균 보증 : KSA 3103:2005[6]

1) 로트 표준편차 Known의 의미

오랫동안 축적된 통계량으로 안정된 모수를 구하는 것

$$\hat{\sigma} = \overline{S}(\overline{V}) = \frac{S(V)\text{의합계}}{\text{로트의수}}$$

2) 상한규격(USL)

① 좋은 로트 관점

$$\overline{X_U} = m_0 + Z_{1-\alpha}\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = m_0 + G_0\sigma$$

Given : 공급자(m_0, α), 구입자(m_1, β)

Find : (n, G_0), $n = \left(\frac{Z_{1-\alpha} + Z_{1-\beta}}{m_1 - m_0}\right)\sigma^2$

Decision Making : $r \le \overline{X_L}$: Lot Accept, $r > \overline{X_U}$: Lot Reject

② 나쁜 로트 관점

$$\overline{X_U} = m_1 - Z_{1-\beta}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

3) 하한규격(LSL)

① 좋은 로트 관점

$$\overline{X_L} = m_0 - Z_{1-\alpha}\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = m_0 - G_0\sigma$$

Given : 공급자(m_0, α), 구입자(m_1, β)

Find : (n, G_0), $n = \left(\frac{Z_{1-\alpha} + Z_{1-\beta}}{m_1 - m_0}\right)^2\sigma^2$

Decision Making : $r \ge \overline{X_U}$: Lot Accept, $r < \overline{X_L}$: Lot Reject

② 나쁜 로트 관점

$$\overline{X_U} = m_1 + Z_{1-\beta}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

4) 양쪽규격

① 좋은 로트 관점

$\overline{X_U} = m_0' + G_0\sigma,\ \overline{X_L} = m_0'' - G_0\sigma$

② 나쁜 로트 관점

$\overline{X_U} = m_1' - Z_{1-\beta}\sigma,\ \overline{X_L} = m_1'' + Z_{1-\beta}\sigma$

③ $(m_0' - m_0'')/(\sigma/\sqrt{n}) > 1.7$

3.1.1.2. 로트 부적합품률 보증 : KSA 3103:2005[6]

1) 상한규격(USL)

① 좋은 로트 관점

개개의 데이터(x) : $USL = m_0 + Z_{1-p_0}\sigma$

평균데이터($\bar{x}$) : $\overline{X_U} = m_0 + Z_{1-\alpha}\dfrac{\sigma}{\sqrt{n}}$

$$\therefore\ \overline{X_U} = USL - Z_{1-P_0} + Z_{1-\alpha}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$
$$= USL - (Z_{1-P_0} - \frac{Z_{1-\alpha}}{\sqrt{n}})\sigma$$
$$= USL - k\sigma$$

Given : 공급자($P_0,\ \alpha$), 구입자($P_1,\ \beta$)

Find : ($n,\ k$)

$$n = \left(\frac{Z_{1-\alpha} + Z_{1-\beta}}{Z_{1-P_0} + Z_{1-P_1}}\right)^2,\ k = \frac{Z_{1-\alpha}Z_{1-p_1} + Z_{1-\beta}Z_{1-P_1}}{Z_{1-\alpha} + Z_{1-\beta}}$$

Decision Making : $\bar{x} \le \overline{X_U}$: Lot Accept, $\bar{x} > \overline{X_U}$: Lot Reject

② 나쁜 로트 관점

개개의 데이터(x) : $USL = m_1 + Z_{1-P_1}\sigma$

평균 데이터($\bar{x}$) : $\overline{X_U} = m_1 - Z_{1-\beta}\dfrac{\sigma}{\sqrt{n}}$

$$\therefore\ \overline{X_U} = USL - Z_{1-P_1}\sigma - Z_{1-\beta}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$
$$= USL - (Z_{1-P_1} + \frac{Z_{1-\beta}}{\sqrt{n}})\sigma$$

2) 하한규격(LSL)

① 좋은 로트 관점

개개의 데이터(x) : $LSL = m_0 - Z_{1-p_0}\sigma$

평균데이터($\bar{x}$) : $\overline{X_U} = m_0 - Z_{1-\alpha}\dfrac{\sigma}{\sqrt{n}}$

$$\therefore\ \overline{X_U} = LSL + Z_{1-P_0}\sigma - Z_{1-\alpha}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$= LSL + (Z_{1-P_0} - \frac{Z_{1-\alpha}}{\sqrt{n}})\sigma$

$= LSL + k\sigma$

Given : 공급자(P_0, α), 구입자(P_1, β)

Find : (n, k)

$$n = \left(\frac{Z_{1-\alpha} + Z_{1-\beta}}{Z_{1-P_0} + Z_{1-P_1}}\right)^2, \ k = \frac{Z_{1-\alpha}Z_{1-p_1} + Z_{1-\beta}Z_{1-P_1}}{Z_{1-\alpha} + Z_{1-\beta}}$$

Decision Making : $\overline{x} \geq \overline{X_U}$: Lot Accept, $\overline{x} < \overline{X_U}$: Lot Reject

② 나쁜 로트 관점

개개의 데이터(x) : $LSL = m_1 - Z_{1-P_1}\sigma$

평균 데이터($\overline{x}$) : $\overline{X_L} = m_1 + Z_{1-\beta}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

$\therefore \ \overline{X_L} = LSL + \left(Z_{1-P_1} + \frac{Z_{1-\beta}}{\sqrt{n}}\right)\sigma$

3) 양쪽규격

$\overline{X_U} = USL - k\sigma$

$\overline{X_L} = LSL + k\sigma$

3.1.2 로트 표준편차를 모르는 경우, 로트 부적합품률 보증 : KSA 3104:1985[7]

1) 3.1.1.2의 n과 k에 대해 $n' = \left(1 + \frac{k^2}{2}\right)n$과 $k' = \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{k^2}{2(n-1)}}$ 만큼 증가하는 이유는 로트의 표준편차를 오랫동안 통계량으로 축적시키지 않은 penalty 개념

2) 상한규격(USL)

① 좋은 로트 관점 : $\overline{X_U} = USL - k'S$

② 나쁜 로트 관점 : $\overline{X_U} = USL - \left(Z_{1-p_1} + \frac{Z_{1-\beta}}{\sqrt{n'}}\right)S$

3) 하한규격(LSL)

① 좋은 로트 관점 : $\overline{X_U} = LSL + k'S$

② 나쁜 로트 관점 : $\overline{X_L} = LSL + \left(Z_{1-p_1} + \frac{Z_{1-\beta}}{\sqrt{n'}}\right)S$

4) 양쪽규격

$\overline{X_U} = USL - k'S$

$\overline{X_L} = LSL + k'S$

5) Given, Find, Decision Making은 3.1.1.2와 동일

3.2 축차 샘플링 검사 : KSA ISO 8423:2001[8]

1) Given : 공급자($PRQ = P_A$, α), 구입자($CRQ = P_R$, β)

Find : h_A, h_R, g, n_t

$$h_A = \frac{2.30259 \log[(1-\alpha)/\beta]}{Z_{1-P_A} + Z_{1-P_R}}, \quad h_R = \frac{2.30259 \log[(1-\beta)/\alpha]}{Z_{1-P_A} + Z_{1-P_R}}$$

$$g = 0.5(Z_{1-p_A} + Z_{1-p_R}), \quad n_t = 1.5n_0 = 1.5\left[\frac{Z_{1-\alpha} + Z_{1-\beta}}{Z_{1-P_A} + Z_{1-P_R}}\right]$$

2) 연결식 : 동일한 AQL, PRQ → Ψ, $LPSD = \Psi(USL - LSL) > \sigma$

3) 개별식 : 상이한 AQL, PRQ → f, $MPSD = f(USL - LSL) > \sigma$

4) 여유치(leevy), $y = x - USL(LSL)$, $Y = \sum y$, $A_t = g\sigma n_t$

① USL

$R = g\sigma n_{cum} + h_A\sigma$, $A = g\sigma n_{cum} - h_R\sigma$

② LSL

$A = g\sigma n_{cum} + h_A\sigma$, $R = g\sigma n_{cum} - h_R\sigma$

5) 연결식

① $R^{(USL)} = \{(USL - LSL) - g\sigma\}n_{cum} + h_R\sigma, A^{(USL)} = \{(USL - LSL) - g\sigma\}n_{cum} - h_A\sigma$

$A^{(LSL)} = g\sigma n_{cum} + h_A\sigma$, $R^{(LSL)} = g\sigma n_{cum} - h_R\sigma$

② $A_t^{(USL)} = \{(USL - LSL) - g\sigma\}n_t$, $A_t^{(LSL)} = g\sigma n_t$

6) 개별식

① $R^{(USL)} = \{(USL - LSL) - g^{(USL)}\sigma\}n_{cum} + h_R{}^{(USL)}\sigma$

$A^{(USL)} = \{(USL - LSL) - g^{(USL)}\sigma\}n_{cum} - h_A{}^{(USL)}\sigma$

$A^{(LSL)} = g^{(LSL)}\sigma n_{cum} + h_A{}^{(LSL)}\sigma$, $R^{(LSL)} = g^{(LSL)}\sigma n_{cum} - h_R{}^{(LSL)}\sigma$

② $A_t^{(USL)} = \{(USL - LSL) - g^{(USL)}\sigma\}n_t$, $A_t^{(LSL)} = g^{(LSL)}\sigma n_t$

4. 결 론

본 연구에서는 공급자, 구입자가 신규거래 또는 1회 거래시 사용되는 계수, 계량 규준형 1회, 축차 샘플링 검사 계획을 소개하였다. 계수 규준형 축차 샘플링 검사로 8422:2001를 고찰하였다. 또한 계량 규준형 1회 샘플링 검사로 모표준편차를 알고 있는 경우 KSA 3103:2005, 모표준편차를 모르는 경우 KSA 3104:2005, 축차 샘플링 검사로 KSA ISO 8423:2001을 제시하였다.

5. 참 고 문 헌

[1] 최성운, “품질 및 신뢰성 샘플링 검사의 활용", 대한안전경영과학회지, 8(5)(2006) :243-251.
[2] 최성운, "PPM 부적합품률의 샘플링 검사 계획의 고찰", 대한안전경영과학회지, 9(4)(2007) :137-142.
[3] KSA 3102:1996 계수 규준형 1회 샘플링 검사.
[4] KSA ISO 14560:2006 계수치 합격 판정 샘플링 검사 절차-백만개당 부적합품수로 지정된 품질수준.
[5] KSA ISO 8422:2001 계수값 검사를 위한 축차 샘플링 방식.
[6] KSA 3103:2005 계량 규준형 1회 샘플링 검사.
[7] KSA 3104:1985 계량 규준형 1회 샘플링 검사 : 표준편차를 모를때 상한 또는 하한 규격치를 한쪽만 규정된 경우.
[8] KSA ISO 8423:2001 계량치 검사를 위한 축차 샘플링 양식 : 부적합품률, 표준편차를 알고 있을 때.