

전환규칙을 적용한 조정형 샘플링 검사의 종류 - Revised KS Standards for Acceptance Sampling By Attribute and By Variable Based On Switching Rule -

최 성 운*

Sungwoon Choi*

Abstract

This paper introduces fourteen single, double, multiple and sequential acceptance sampling plans based on switching rule. Revised KS standards for acceptance sampling by attribute and by variable such as KSA ISO 2859-0, 1:2001 2859-2:2001, 8422:2001, 3951:2006, 8423:2001, MIL-STD-105E:1989, 414:1968 and ANSI/ASQ Z1.4, Z1.9:2003 are presented

Keywords : Switching Rule, By Variable, By Attribute, Revised KS, Acceptance Sampling Plans, Single, Double, Multiple, Sequential

1. 서 론[1,2]

계수연속 조정형 1회, 2회, 다회, 축차 샘플링 검사는 다수의 경쟁공급업자를 둔 구입업자 측에서 장기적인 구매·외주품질(AQL)을 계약하고 공급업체의 실적에 따라 동기부여를 전환조정(switching)하는 검사유형이다. 이 검사는 컴퓨터 전자통신, 자동차 등 많은 중소협력업체와 관계를 갖는 대기업 모기업 세트 조립업체에 적용되는 검사로 미국의 군사규격 MIL-STD-105에 기초를 하고 있다.

* 경원대학교 산업공학과

현재 MIL-STD-105D와 JISZ 9015에 기초한 KSA 3109는 폐지되고 KSA ISO 2859-1, 2:2001로 개정되었다. 미국에서는 MIL-STD-105D를 105E로 변경한 후 미국 표준협회 국가 민간규격 ANSI/ASQ Z1.4 : 2003으로 개정하여 산업부문에서 적극적으로 활용하고 있다.

Z1.4에서는 AQL이 Acceptable Quality Level에서 Acceptance Quality Limit로 변경되었으며 ISO 2859-1, 2에서는 다회 샘플링 검사의 5회 실시 단축, 분수합격 판정 갯수 방식, 엄격도 조정규칙의 보통검사에서 수월한 검사에 스코어법 등을 도입하여 실무자에게는 다소 복잡한 규격으로 인식되고 있다. 그러나 Z1.4가 ISO 2859-1, 2와 다르게 이해하기 쉬운 정수 합격 판정 갯수 방식과 인지도가 있어 과거의 엄격도 조정규칙을 적용하는 검사 실무자에게 손쉽게 활용할 수 있는 장점이 될 수 있다.

따라서 한국에서는 KSA 2859 : 2001 이외에 미국민간단체규격인 ANSI/ASQ Z1.4 : 2003의 유사 규격으로 MIL-STD-105E에 기초한 KSA IEC 60410 : 2006을 제정하였다.

이 규격에서는 부품 검사항목의 중요도를 제품 부적합품률(불량률)과 연계 고려하여 시스템적으로 AQL을 설정하는 방법, 시간과 비용 등의 효율성면에서 검사항목 난이도를 고려한 시료문자, 일반검사수준, 특별검사 수준 선정방법, 검사샘플크기를 경제적으로 고려하는 1회, 2회, 다회, 축차샘플링 형식 선정 방법, 엄격도 고려 규칙, 1회 거래시 적용되는 LQ(Limiting Quality) 검사 방식, 선별형 AOQL과의 관계 등을 제시하고 있다.

현재 한국에서는 전자통신 컴퓨터세트 메이커 대기업과 중소납품협력업체간의 구매 검사협정서에 현실성 없는 AQL 설정을 계약, 명기하고 대기업 구매 담당자와 중소기업 영업, 품질 담당자 간의 파워게임에 의해 납품여부가 결정되는 국면이다.

따라서 효과적인 검사협정서를 맺기 위해서는 양측의 생산기술자의 스펙 검토에 의한 검사 항목에 따른 검사방식을 전문적으로 설계, 계약되어야 한다.

계량 조정형 1회 샘플링 검사는 미국에서는 군사규격인 MIL-STD-414를 국가민간 규격인 ANSI/ASQ Z1.9 : 2003으로 제정하여 활용하고 있다. 계수이산 조정형 검사의 저급형 AQL과 다르게 계량연속형 고급형 AQL은 스펙, 로트의 평균, 표준편차에 의해 정해진다. Z1.9는 로트의 표준편차를 알고 있는 경우 σ 방법, 로트의 표준편차를 모르는 경우 R방법, s방법 등 3가지 방법으로 한쪽, 양쪽 스펙인 경우 실무기술자를 위한 로트의 평균치를 보증하는 형식1과 경영관리자를 위한 로트의 부적합품률(불량률)을 보증하는 형식2로 구분하여 적용방법을 제시하고 있다.

KSA ISO 3951 : 2006 은 Z1.9과 AQL의 정의, 로트 크기 구간 등에서 약간의 차이점을 보이고 있어 두 규격을 상호비교하면서 사용하는 것이 바람직하다.

본 연구에서는 표1과 같이 계수이산 조정형 1회, 2회, 다회 샘플링검사로 2859-0, 1(효율적 표현을 위해 규격 번호만 인용하며 이하 동일), 60410, 105E, Z1.4, 1회 샘플링 검사로 21247, 13448-1, 2, 2859-2, 축차샘플링 검사로 8422를 제시한다. 또한 계량연속 조정형 1회 샘플링 검사로 3951, 414, Z1.9, 21247, 축차 샘플링 검사는 8423을 고찰한다.

표1 조정형 샘플링검사

용도	형식	규격	보증품질
1.2 계수조정형 : α 설계, 전환 (엄격도 조정)규칙	1.2.1 1회, 2회, 다회	1.2.1.1 : 2859-0, 1	AQL, 1회, 2회, 다회, α , 전환규칙
		1.2.1.2 : 60410	
		1.2.1.3 : 105E	
		1.2.1.4 : Z1.4	
	1.2.2 1회	1.2.2.1 : 21247	C=0, VL, α , 전환규칙, AOQL
		1.2.2.2 : 13488-1, 2	NQL, 고객검사, SCM, α , 전환규칙
		1.2.2.3 : 2859-2	AQL, α , 전환규칙
1.2.3 다회	1.2.3 : 8422	AQL, 다회, α	
2.2 계량조정형 : α 설계	2.2.1 1회	2.2.1.1 : 3951	AQL, σ, s, R , (F1), 전환규칙
		2.2.1.2 : 414	AQL, σ, s, R , (F1, F2), 전환규칙
		2.2.1.3 : Z1.9	AQL, σ, s, R , (F1, F2), 전환규칙
		2.2.1.4 : 21247	C=0, VL, s, (F1), 전환규칙, AOQL
	2.2.2 축차	2.2.2 : 8423	AQL축차, 전환규칙

2. 계수이산 조정형

2.1 1회, 2회, 다회 샘플링 검사

2.1.1. KSA ISO 2859-0, 1 : 2001[3,4]

1)AQL: Acceptable Quality Level

2)AQL의 비우선값

① Given : 형식(1회, 2회, 다회), Ac

② Find : $\frac{AQL}{n_0}$ = 부적합품 퍼센트, 100아이템당 부적합수 $\rightarrow n_0$

샘플크기 1회 = n_0 , 2회 = $0.63n_0$, 다회 = $0.25n_0$

3)전환규칙(Switching Rule): 보통검사(Normal Inspection), 까다로운 검사(Tightened Inspection), 수월한 검사(Reduced Inspection), 검사의 중지

4)전환스코어

① 1회 검사 : $Ac \geq 2$ 에서 Lot Accept 일 경우 +3 아니면 Zero, $Ac \leq 1$ 에서 Lot Accept일 경우 +2, 아니면 Zero

- ② 2회, 다회 검사 : 2회 검사에서는 제 1샘플, 다회검사에서는 제 3샘플까지 Lot Accept일 경우 +3, 아니면 Zero
- 5) 분수 합격 판정 개수
 - ① 샘플링 형식이 일정한 경우
 - ② 샘플링 형식이 일정하지 않은 경우
- 6) 검사수준 S-1, S-2, S-2, S-3, I, II, III 과 검사항목의 난이도 즉 S-1이 검사항목의 난이도가 크고 III가 작음, 따라서 파괴검사일 경우 5-1을 적용
- 7) AQL과 검사항목의 중요도 즉 검사항목이 중요한 경우 AQL = 0.010% 선정
- 8) Sampling Design : 정수, 분수 합격 판정 개수 동일
 - ① Given : 보통, 까다로운, 수월한 검사 각각 1회, 2회, 다회 검사
1단계 : N과 검사수준으로 CL(시료문자)를 찾음
2단계 : CL과 AQL
 - ② Find (n, Ac)
 - ③ Decision Making : $r \leq Ac$: Lot Accept, $r > Ac$: Lot Reject
 - ④ 2회에서 *는 대응하는 1회 샘플링 또는 아래 2회를 사용, 다회에서 **는 대응하는 2회 또는 아래 다회를 사용, #는 합격판정 불가능

2.1.2. KSA ISO 60410 : 2006 [5]

- 1) KSA ISO 2859-0,1 : 2001에서 전환규칙 전환 Score, 분수합격 판정 개수를 제외한 나머지는 동일
- 2) 보통검사에서 수월한 검사로 전환 할 경우 수월한 검사를 위한 한계갯수(Limited Number : LN)를 사용
 - ① Given : 최초 10로트의 누적 표본의 크기($\sum n$), AQL
 - ② Find : LN
 - ③ Decision Making : $\sum r \leq LN$: 수월한 검사, $\sum r > LN$: 보통 검사

2.1.3 MIL-STD-105E : 1989[6]

- 1) KSA IEC 60410 : 2006과 동일
- 2) 1995년 2월 27일 폐지되고 ANSI/ASQ Z1.4 : 2003으로 변경

2.1.4 ANSI/ASQ Z1.4 : 2003[7]

- 1) 1995년 2월 27일 MIL-STD-105E : 1989가 폐지되고 ANSI/ASQ Z1.4 : 2003으로 전환됨
- 2) AQL이 Acceptable Quality Level에서 Acceptance Quality Limit로 변경
- 3) AQL : the quality level that is the worst tolerable process average when a continuing series of lots is submitted for acceptance sampling
- 4) KSA IEC 60410 : 2006과 동일

2.2 1회 샘플링 검사

2.2.1 KSA ISO 21247 : 2007[8]

- 1) VL(Verification Level) : 입증 수준, 치명적 특성 VL-7, 주특성 VL-4, 경특성 VL-2
- 2) 전환규칙 : 보통검사, 까다로운 검사, 수월한 검사
- 3) Sampling Design
 - ① Given
 - i) N과 VL를 이용해서 CL(코드문자)를 찾음
 - ii) CL, VL
 - ② Find : $(n, c = 0)$
 - ③ Decision Making : $r \leq 0$: Lot Accept, $r > 0$: Lot Reject

2.2.2 KSA ISO 13448-1, 2 : 2007[9,10]

- 1) APP : Allocation of Priorities Principle
 - 소비자 검사 : 수입 검사, 회계 검사, 합격 샘플링 검사
 - NQL(Nominated Quality Limit) 기준 품질 한계
 - 신뢰수준 : T1 ~ T7, β_0, r_0 예를 들어 T7은 절대적 신뢰로 $\beta_0 = 1, r_0 = 1$
- 2) 가용성 체크
 - ① Given : N, NQL
 - ② Find : Δ 는 주어진 로트 크기 범위에서 가용하다는 의미
- 3) 샘플링 검사 방식표
 - ① Given : N, T2 ~ T6
 - ② Find : 백분율 부적합 A25 ~ A32, 100단위당 부적합수 A33
- 4) A25 ~ A33
 - ① Given : 구분된 N(A33은 모든 N), NQL
 - ② Find : (n, Re)
 - ③ Decision Making : $r \geq Re$: Lot Reject
- 5) $NQL = 0$ 인 고객 샘플링 검사는 n은 모든 샘플 크기, $Re = 1$
- 6) SCM(Supply Chain Management) Quality 확인에 적용 가능

2.2.3 KSA ISO 2859-2 : 2001[11]

- 1) 절차 B : 공급자는 연속 Series Lot, 소비자는 고립(Isolated) Lot로 간주
- 2) AQL과 LQ의 대응
 - ① Given : N, AQL
 - ② Find : CL(샘플문자), n, LQ
- 3) CL
 - ① Given : N, 검사수준 S-1, S-2, S-3, S-4, I, II, III

- ② Find : CL(샘플문자)

2.3 축차 샘플링 검사 : KSA ISO 8422 : 2001[12]

- 1) 보통검사, 축차 샘플링 검사의 부적합품률, 100항목당 부적합수
 - ① Given : CL(코드문자), AQL
 - ② Find : h_A, h_R, g
 - ③ Decision Making : KSA ISO 8422 : 2001 계수 규준형 축차 샘플링 검사와 동일
- 2) 보통검사, 축차 샘플링 검사의 n_0, n_t, A_t
 - ① Given : CL(코드문자), AQL
 - ② Find : n_0 : 1회 샘플링 방식의 샘플 크기
 n_t : 누계 샘플 사이즈의 중지 감소
 A_t : 합격판정 개수의 중지 감소

3. 계량연속 조정형

3.1 1회 샘플링 검사

3.1.1 KSA ISO 3951 : 2006[13]

- 1) 정규성 만족, 2회, 다회는 주어지지 않고 1회 검사만 존재
- 2) σ 방법 : n 관점에서 가장 경제적, 그러나 사전에 정보축적 노력
 s 방법 : 계산 복잡, σ 방법에 비해 많은 n을 요구
 R 방법 : 계산 간단, Subgrouping 따라 부적절한 특성
- 3) 검사수준 S-3, S-4, I, II, III, 최초 검사수준 III
- 4) 로트크기 구간 15분류, 최대 N=500,000
- 5) AQL 15분류, CL(코드문자) 14분류(B~N, P)
- 6) 표를 이용한 방법 : 한쪽 또는 별도 양쪽규격한계, σ 법, s 법
- 7) 그래프를 이용한 방법 : 한쪽 또는 별도 양쪽규격한계, 결합 양쪽규격한계, σ 법, s 법
- 8) 전환규칙(엄격도조정규칙) : 보통검사, 수월한, 까다로운 검사, 검사중지 중 ASNI/ASQ Z1.9 : 2003과 보통검사에서 수월한 검사, 검사 중지의 규칙만 차이가 나고 나머지는 동일

3.1.2. MIL-STD-414 : 1968[14]

- 1) 1999년 2월 2일 MIL-STD-414 : 1968은 폐지되고 ASNI/ASQ Z1.9 : 1993으로 전환
- 2) 로트크기 구간은 17 분류로 최대 N=550,000
- 3) 검사수준 I, II, III, IV, V, 최초 검사수준 IV

⑥ 개별식 : $P_U \leq M_U, P_L \leq M_L, P \leq M_U + M_L$: Lot Accept

③ MAR

- i) Given : n, AQL
- ii) Find : f
- iii) Decision Making : $MAR = f(USL-LSL) > R$

6) D편 : σ 방법

① 한쪽 형식 1 : 보통, 까다로운, 수월한 검사

- i) Given : CL, AQL
- ii) Find : (n, k)

iii) Decision Making : $\frac{USL - \bar{x}}{\sigma} \geq k$: Lot Accept, $\frac{\bar{x} - LSL}{\sigma} \geq k$: Lot Accept

② 양쪽, 한쪽 형식 2 : 보통, 까다로운, 수월한 검사

- i) Given : ㉞ CL, AQL ㉞ $Q_U = \frac{USL - \bar{x}}{\sigma} v, Q_L = \frac{\bar{x} - LSL}{\sigma} v, n$
- ii) Find : ㉞ (n, v, M) ㉞ P_U, P_L

iii) Decision Making : ㉞ 한쪽 : $P_U \leq M, P_L \leq M$: Lot Accept

㉞ 양쪽 ㉞ 연결식 : $P = P_U + P_L \leq M$: Lot Accept

㉞ 개별식 : $P_U \leq M_U, P_L \leq M_L,$

$P \leq M_U + M_L$: Lot Accept

③ MPSD

- i) Given : n, AQL
- ii) Find : F_σ
- iii) Decision Making : $MPSD = F_\sigma(USL-LSL) > \sigma$

3.1.4 KSA ISO 21247 : 2007[8]

1) VL(Verification Level)

2) N과 VL 7~1으로 CL(코드문자)를 발견

3) Sampling Design

- i) Given : CL, VL
- ii) Find : $n_V, ㉞ k$ (한쪽 혹은 양쪽) ㉞ F (양쪽)

iii) Decision Making : ㉞ $\frac{USL - \bar{x}}{s} \geq k, \frac{\bar{x} - LSL}{s} \geq k$: Lot Accept

㉞ $\frac{s}{USL - \bar{x}} \leq F, \frac{s}{\bar{x} - LSL} \leq F$: Lot Accept

4) 전환규칙, AOQL 연관

3.2 축차 샘플링 검사 : KSA ISO 8423 : 2001[16]

- 1) 보통검사, 까다로운 검사, 수월한 검사, 축차 검사
- 2) Sampling Design
 - i) Given : CL, VL
 - ii) Find : $\textcircled{+} h, g \textcircled{+} n_t, \frac{A_t}{\sigma}$
 - iii) Decision Making : KSA ISO 8423 : 2001 계량 규준형 샘플링 검사와 동일
- 3) 연결식 LPSD
 - i) Given : AQL
 - ii) Find : ψ
 - iii) Decision Making : $LPSD = \psi(USL-LSL) > \sigma$
- 4) 개별식 MPSD
 - i) Given : AQL
 - ii) Find : f
 - iii) Decision Making : $MPSD = f(USL-LSL) > \sigma$

4. 결 론

본 연구는 다수의 경쟁공급업자를 둔 구입자 측에서 전환규칙을 적용하는 계수, 계량 1회, 2회, 다회, 축차 조정형 샘플링 검사 계획을 제시하였다. 계수 조정형 1회, 2회, 다회 샘플링 검사는 KSA ISO 2859-0, 1 : 2001, KSA IEC 60410 : 2006, MIL-STD-105E, ANSI/ASQ Z1.4 : 2003을 소개하였다. 계수 조정형 1회 검사로 KSA ISO 21247 : 2007, KSA ISO 13448-1, 2:2007를, 계수 축차 샘플링 검사로 KSA ISO 8422 : 2001을 제시하였다. 계량 조정형 1회 검사로 KSA ISO 3951 : 2006, MIL-STD-414 : 1968, ANSI/ASQ Z1.9 : 2003를, 계량 축차 샘플링 검사로 KSA ISO 8423 : 2001을 소개하였다.

5. 참 고 문 헌

- [1] 최성운, "품질 및 신뢰성 샘플링 검사의 활용," 대한안전경영과학회지, 8(5)(2006) : 243-251.
- [2] 최성운, "PPM 부적합품물의 샘플링 검사 계획의 고찰," 대한안전경영과학회지, 9(4) (2007) : 137-142.
- [3] KSA ISO 2859-0 : 2001 계수값 검사에 대한 샘플링 검사 절차 - 제 0 부 : KSA ISO 2859 샘플링 검사 시스템 서론.
- [4] KSA ISO 2859-1 : 2001 계수값 검사에 대한 샘플링 검사 절차 - 제 1 부 : 로트별 검사에 대한 AQL 지표형 샘플링 검사 방식.
- [5] KSA IEC 60410 : 2006 계수값 검사를 위한 샘플링 계획과 절차.
- [6] MIL-STD-105E : 1989 Sampling Procedures and Tables For Inspection By Attributes.
- [7] ANSI/ASQ Z1.4 : 2003 Sampling Procedures and Tables For Inspection By Attributes.
- [8] KSA ISO 21247 : 2007 제품합격 판정을 위한 합격판정개수 0 샘플링 검사 시스템과 공정관리 절차의 결합.
- [9] KSA ISO 13448-1 : 2007 우선순위 원칙 할당(APP)에 따른 합격 판정 샘플링 검사 절차 - 제 1 부 : APP 접근 방법에 대한 원칙.
- [10] KSA ISO 13448-2 : 2007 우선순위 원칙 할당(APP)에 따른 합격 판정 샘플링 검사 절차 - 제 2 부 : 계수값 샘플링에 대한 조정된 1회 샘플링 검사 방식.
- [11] KSA ISO 2859-2 : 2001 계수값 검사에 대한 샘플링 검사 절차 - 제 2 부 : 고립 로트의 검사에 대한 LQ 지표형 샘플링 검사 방식.
- [12] KSA ISO 8422 : 2001 계수값 검사를 위한 축차 샘플링 방식.
- [13] KSA ISO 3951 : 2006 백분율 부적합을 위한 계량값 검사에 대한 샘플링 절차 및 차트.
- [14] MIL-STD-414 : 1968 Sampling Procedures and Tables For Inspection By Variables For Percent Defective.
- [15] ANSI/ASQ Z1.9 : 2003 Sampling Procedures and Tables For Inspection By Variables For Percent Nonconforming.
- [16] KSA ISO 8423 : 2001 계량치 검사를 위한 축차 샘플링 방식 ; 부적합품물, 표준 편차를 알고 있을 때.