

# 檢査費用節減을 위한 2回 샘플링檢査의 設計\*\*

(Design of an Economic Double Sampling System)

裴 道 善\*  
金 成 寅\*  
全 敬 杓\*

## Abstract

A procedure for constructing a double sampling plan with zero acceptance number for the first sample whose combined sample size does not exceed that of the given single or double sampling plan is studied. Using this procedure a double sampling system is proposed that can be used in place of MIL-STD-105D system when the quality history is good, and its composite quality characteristics are tabulated and compared with those of MIL-STD-105D system. The study reveals that composite ASN's of the proposed double sampling system are considerably smaller than those of corresponding MIL-STD-105D system with no appreciable changes in other composite quality characteristics. The procedure is also applied to K SA 3102 plans with similar results. A cost model that can be used in comparing a given single sampling plan with the proposed double sampling plan is also developed.

## 1. 序 論

두 샘플링 檢査가 대략 같은 정도로 品質을 保護한다고 할 때 1回 샘플링 檢査에 대한 2回 샘플링 檢査의 장점 중의 하나는 檢査費用을 결정하는 主要因인 平均 試料個數를 減少시켜 檢査費用의 節減을 가져 올 수 있다는 것이다.

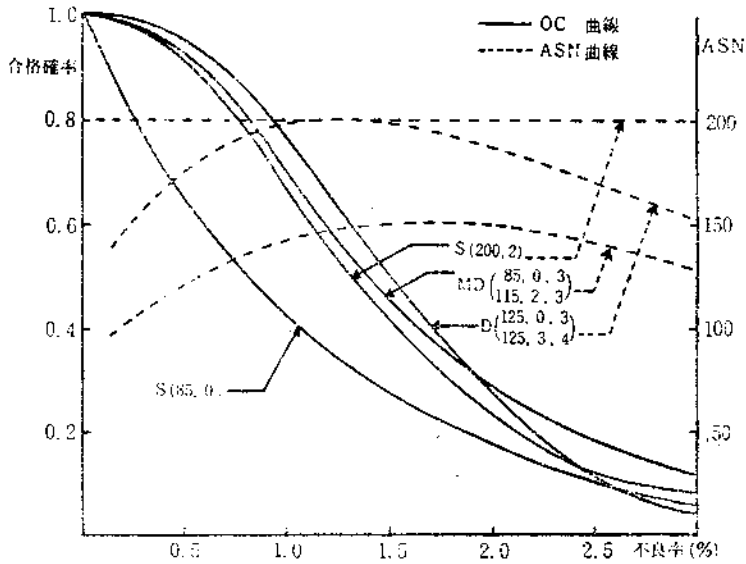
종래의 2回 샘플링 檢査는 1次 試料의 크기와 2次 試料의 크기 사이에 어떤 關係를 確定하여 設計되어 있는 것이 보통이다. 예를 들면 計數調整型 샘플링 檢査(KS A 3109[5] 또는 MIL-STD-105D[13])에서는 1次 試料의 크기와 2次 試料의 크기가 같도록 設計되어 있으며 Hamaker [3]의 檢査에서는 2次 試料의 크기가 1次 試料의 크기의 整數倍가 되도록 設計되어 있

다. 이렇게 1次 試料의 크기와 2次 試料의 크기의 關係를 確定시킴으로써 2回 샘플링 檢査의 장점인 平均 試料個數의 減少를 충분히 활용하지 못하는 경우가 있다.

이러한 觀點에서 過去의 檢査記錄 등으로 미루어 보아 로트의 品質이 상당히 좋다고 推定되는 경우, 合格 判定個數가 0이 아닌 1回 샘플링 檢査의 代案으로서 1次 試料에서 合格判定個數가 0인 2回 샘플링 檢査가 고려되었다[1]. 또한 이 샘플링 檢査는 既存의 2回 샘플링 檢査의 代案도 될 수 있다. 본 論文에서는 이 代案의 設計方法을 현재 產業界에서 가장 普遍的으로 使用되고 있는 計數規準型 1回 샘플링 檢査(KS A 3102) [4]와 計數調整型 샘플링 檢査에 適用하여 그 特性을 比較, 分析한다. 특히 計數調整型 샘플링 檢査에서는 嚴格度調整을 고려한 全 시스템의 特性을 比較, 分析한다. 또한 平均 試料個數와 관련된 費用 뿐만 아니라 그 이외의 費用도 고려하여 代案이 有用하게 使用될 수 있는 로트 不良率의 範圍를 구한다.

\* 韓國科學院

\*\* 本 研究는 “工產品 品質管理에 있어서 檢査費用 節減을 위한 샘플링 檢査에 관한 研究”의 課題下에 峨山社會福祉 事業財團의 研究費 支援에 의하여 遂行되었음.



〈그림 1〉 OC 曲線과 ASN 曲線の 比較.

2.  $c_1=0$ 인 2회샘플링檢査의 設計

1회샘플링檢査의 節次는 試料의 크기  $n$ 과 合格判定個數  $c$ 에 의하여 決定되므로<sup>1)</sup> 이를  $S(n, c)$ 로 표시하기로 한다. 이 중  $c$ 가 0이 아닌 1회샘플링檢査의 代案으로서 複合試料의 크기 즉 1次試料의 크기  $n_1$ 과 2次試料의 크기  $n_2$ 의 合이  $n$ 을 초과하지 않고 1次試料에서의 合格判定個數  $c_1$ 을 0으로 하는 2회샘플링檢査가 고려되었다[1]. 이하 既存의 2회샘플링檢査를  $D\left(\begin{smallmatrix} n_1, c_1, r_1 \\ n_2, c_2, r_2 \end{smallmatrix}\right)$ 로 표시하며 既存의 1회샘플링檢査의 代案으로서의 2회샘플링檢査를  $MD\left(\begin{smallmatrix} n_1, c_1, r_1 \\ n_2, c_2, r_2 \end{smallmatrix}\right)$ 로 표시하기로 한다. 여기에서  $c_2$ 는 2次試料까지의 合格判定個數,  $r_1$ 은 1次試料에서의 不合格判定個數,  $r_2$ 는 2次試料까지의 不合格判定個數를 나타낸다.

$S(n, c)$ ,  $c \neq 0$ 의 代案으로  $S(n, c)$ 의 合格確率が 0.1이 되는 點을 지나고  $c=0$ 인 1회샘플링檢査  $S(n^*, 0)$ 를 생각하여 보기로 한다. 여기에서  $n^*$ 는 다음 節次에 의하여 구하여진다. 먼저  $f(k; n, p)$ 를  $n$ 이 80 이하이거나 또는 그보다 많음에 따라 二項分布 또는 포아손(Poisson) 分布에서 試料  $n$ 個중  $k$ 個가 不良品일 點確率函數를 나타낸다고 할 때

$$\sum_{k=0}^n f(k; n, p^*) = 0.10$$

되는 不良率  $p^*$ 를 찾는다. 다음  $(1-p^*)^{n^*} = 0.10$

되는  $n^*$ 를 찾는다. 이 샘플링檢査  $S(n^*, 0)$ 에 있어서 試料의 크기는 현저히 작아지고 消費者保護는 대략 같음을 알 수 있다. 그러나 品質이 좋은 경우에는 로트를 合格시키는 確率が  $S(n, c)$ 보다 현저히 낮기 때문에 生産者保護의 面에서는 좋은 代案이 되지 못한다. (그림 1 참조)

이러한  $S(n^*, 0)$ 의 補完으로  $n_1=n^*$ ,  $n_2=n-n^*$ ,  $c_1=0$ ,  $c_2=c$ ,  $r_1=r_2=c+1$ 인 2회 샘플링檢査  $MD\left(\begin{smallmatrix} n^*, 0, c+1 \\ n-n^*, c, c+1 \end{smallmatrix}\right)$ 을 생각하여 보면 본래의  $S(n, c)$ 의 OC 曲線과 대략 같을 것이 예상되며 어떠한 경우에도 平均試料個數 ASN이  $n$ 을 초과하지 않는 장점을 갖는다. 그러나 본래의  $S(n, c)$  보다는 다소 수월한 檢査가 되므로 消費者危險을 약간 增加시키게 된다. 따라서 品質이 좋은 경우에 使用하면 로트를 보다 높은 率로 合格시키고 消費者危險의 큰 增加없이 ASN을 減少시키므로 有用한 代案이 될 것으로 예상된다. 또한 이 샘플링檢査는  $S(n, c)$ 에 대응하는 既存 2회샘플링檢査의 代案도 될 수 있다. 그림 1에는 例로서 試料文字  $L$ , 合格品質水準  $AQL=0.4\%$ , 보통 檢査에 해당하는 計數調整型 1회샘플링檢査  $S(200, 2)$ , 2회샘플링檢査  $D\left(\begin{smallmatrix} 125, 0, 3 \\ 125, 3, 4 \end{smallmatrix}\right)$ 와 이들의 代案  $MD\left(\begin{smallmatrix} 85, 0, 3 \\ 115, 2, 3 \end{smallmatrix}\right)$

1) 計數調整型 1회 샘플링檢査 중 수월한 檢査에서는 試料 중 不良品數가 이보다 많으면 보통 檢査로 移行하여야 되는  $c^*$ 가 추가된다.

2) 計數調整型 1회 샘플링檢査 중 수월한 檢査에 대해서는  $MD\left(\begin{smallmatrix} n^*, 0, c+1 \\ n-n^*, c^*, c+1 \end{smallmatrix}\right)$ 이 된다.

의 OC 곡線과 ASN 곡線이 比較되어 있다.

### 3. 計數規準型 샘플링檢査에의 適用

앞에서 설명한 방법에 의하여 KS A 3102에 規定되어 있는 計數規準型 1회샘플링檢査의 代案으로 設計된 2회샘플링檢査가 表 1에 구하여져 있다. 例를 들어 生産者保護의 不良率  $P_0=0.356\sim0.450\%$ , 消費者保護의 不良率  $P_1=2.25\sim2.80\%$ 에 해당하는 計數規準型 1회샘플링檢査는  $S(200, 2)$ 이고 이의 代案은 表 1로부터  $MD\left(\begin{matrix} 85, 0, 3 \\ 115, 2, 3 \end{matrix}\right)$ 임을 알 수 있다. 따라서 두 샘플링檢査의 OC 곡線과 ASN 곡線은 그림 1과 같아진다.

그림 1의 OC 곡線을 比較하여 보면 不良率이 작은 경우에는 로트의 合格確率에 커다란 차이가 없고 다만 不良率이 큰 경우에 代案을 適用할 때 다소 增加하여 消費者危險이 커짐을 알 수 있다. 반면 ASN 곡線을 比較하여 보면 모든 不良率에 대하여 ASN을 현저하게 減少시킴을 알 수 있다. 一般적으로 모든 計數規準型 1회샘플링檢査  $S(n, c)$ ,  $c \neq 0$ 의 代案으로 2회샘플링檢査  $MD\left(\begin{matrix} n^*, 0, c+1 \\ n-n^*, c, c+1 \end{matrix}\right)$ 를 適用할 때의 結果도 위 例와 同一하다.

따라서 代案을 適用하면 대략 같은 수준으로 品質을 保護하면서 檢査費用의 主要因인 ASN을 減少시켜 檢査費用의 節減을 가져 올 수 있다. 특히 過去의 檢査記錄 등으로 미루어 보아 로트의 品質이 좋다고 推定되는 경우에 適用하면 消費者危險의 큰 增加없이 ASN을 減少시킬 수 있다.

### 4. 計數調整型 샘플링檢査에의 適用

計數調整型 샘플링檢査는 현재 産業界에서 計數規準型 1회샘플링檢査와 더불어 가장 普遍的으로 使用되고 있다. 計數調整型 샘플링檢査의 2회샘플링檢査는 1회샘플링檢査의 OC 곡線과 대략 같도록 設計되어 있다[2], [6], [7]. 그러나  $n_1=n_2$ 의 關係하에 設計되어 있기 때문에 2회샘플링檢査의 장점을 충분히 활용하지 못하는 경우가 있다. 본 節에서는 計數調整型 1회샘플링檢査와 2회샘플링檢査 그리고 이들의 代案을 比較, 分析한다.

2節의 設計方法에 의하여 보통 檢査, 까다로운 檢査, 수월한 檢査에서의 1회샘플링檢査의 代案이 각각 表 2, 表 3, 表 4에 구하여져 있다. AQL 0.025~6.5% 이의의 結果는 紙面關係로 생략한다. 例를 들어 試料文字 L, AQL=0.4%에 해당하는 既存 샘플링檢査와 代案이 表 5에 구하여져 있다.

計數調整型 샘플링檢査는 嚴格度調整規則에 따라 보통 檢査, 까다로운 檢査, 수월한 檢査를 번갈아 使用하는 샘플링 시스템이므로 어느 한 檢査만을 使用하는 것은 무의미한 것이다. 따라서 1회샘플링檢査, 2회샘플링檢査 및 이들의 代案에 대한 比較, 分析도 嚴格度調整을 고려한 샘플링 시스템에 대하여 行하여져야 한다.

Stephen과 Larson[12]에 의하여 嚴格度調整規則에 의한 調整型샘플링檢査 시스템의 보통 檢査, 까다로운 檢査, 수월한 檢査 간의 移行을 Markov 連鎖 모델로 나타내어 複合 OC 곡線과 複合 ASN 곡線을 구하는 방법이 제안되었다. 이와 같은 原理 하에 Sheesley[11]에 의하여 複合 OC 곡線, 複合 ASN 곡線, 複合 AOQ 곡線 및 複合 ATI 곡線을 구하는 컴퓨터 프로그램이 개발되었다. 한편 Schilling, Sheesley, Nelson[10]에 의하여 嚴格度調整을 고려하지 않는 각 샘플링檢査에서의 合格確率點을 구하는 컴퓨터 프로그램 GRASP이 완성되었다. Schilling과 Sheesley에 의하여 위의 두 컴퓨터 프로그램을 결합하여 計數調整型 1회샘플링檢査의 複合 OC, 複合 ASN, 複合 AOQ 및 複合 ATI에 대한 表가 작성되었다[8], [9].

이와 같은 방법으로 계산된 試料文字 L에 대한 代案的 複合 OC, 複合 ASN, 複合 AOQ, 複合 ATI의 結果는 각각 表 6, 表 7, 表 8 및 表 9와 같다<sup>3)</sup>. 이 중 AQL=0.4%에 해당하는 表 5의 각 샘플링檢査에 대하여 表 6~9와 [13]의 表로부터 그림 2의 複合 OC 곡線과 複合 ASN 곡線, 그림 3의 複合 AOQ 곡線과 代案的 1회 및 2회 샘플링檢査에 대한 複合 ATI 比率곡線이 그려진다.

그림 2로부터 複合 OC 곡線과 複合 ASN 곡線の 比較, 分析 結果는 計數規準型 샘플링檢査의 경우와 同一함을 알 수 있다. 즉 全 區間의 不良率에서 複合 ASN을 현저하게 減少시키며 높은 不良率에서 로트의 合格確率을 약간 增加시킨다. 그림 3으로부터 代案이 全 區間의 不良率에서 AOQ를 약간 增加시키고 낮은 不良率에서 複合 ATI를 현저하게 減少시킴을 알 수 있다. 따라서 計數規準型 샘플링檢査의 경우와 마찬가지로 代案은 品質이 좋은 경우에 특히 有用함을 알 수 있다.

### 5. 諸 費用에 대한 考慮

샘플링檢査 費用에는 試料의 檢査費用 뿐만 아니라 試料중에 포함된 不良品을 良品으로 交替하기 위한 費

3) 기타 試料文字에 대한 結果도 數表化하였으나 紙面關係로 생략한다.

〈表 1〉 計算標準型 I 圖型音程検査(KS A 3102)의 代案

$P_2(f)$ / $P_1(f)$	0.51-1.12	1.13-1.20	1.41-1.80	1.81-2.24	2.25-2.80	2.81-3.55	3.56-4.50	4.51-5.60	5.61-7.10	7.11-9.00	9.01-11.2	11.3-14.0	14.1-18.0	18.1-22.0	22.1-28.0	28.1-35.5
0.090 - 0.112	250 0 2 150 1 2															
0.113 - 0.140	190 0 2 110 1 2															
0.141 - 0.180	300 0 3 300 2 3	170 0 3 230 2 3	150 0 2 100 1 2													
0.181 - 0.224		170 0 3 230 2 3	150 0 2 100 1 2	120 0 2 80 1 2												
0.225 - 0.280		170 0 3 230 2 3	130 0 4 160 2 3	90 0 2 60 1 2												
0.281 - 0.355			140 0 4 260 3 4	110 0 3 140 2 3	70 0 2 50 1 2											
0.356 - 0.450			140 0 5 360 4 5	100 0 4 200 3 4	85 0 3 115 2 3											
0.451 - 0.560				110 0 5 290 4 5	85 0 4 165 3 4	65 0 3 85 2 3	45 0 2 35 1 2									
0.561 - 0.710				110 0 7 390 6 7	85 0 5 215 4 5	70 0 4 130 3 4	50 0 3 70 2 3	35 0 2 25 1 2								
0.711 - 0.900					85 0 7 315 6 7	70 0 5 180 4 5	50 0 4 100 3 4	40 0 3 60 2 3	30 0 2 80 1 2							
0.901 - 1.12						65 0 7 235 6 7	55 0 5 145 4 5	40 0 4 80 3 4	35 0 3 65 2 3	25 0 2 15 1 2						
1.13 - 1.40						75 0 11 425 10 11	50 0 7 200 6 7	40 0 5 110 4 5	35 0 3 65 2 3	25 0 3 35 2 3	15 0 2 15 1 2					
1.41 - 1.80						60 0 11 300 10 11	45 0 7 155 6 7	35 0 5 85 4 5	25 0 3 55 2 3	15 0 2 30 2 3	15 0 2 10 1 2					
1.81 - 2.24							45 0 11 255 10 11	30 0 7 120 6 7	25 0 5 70 4 5	20 0 4 40 3 4	20 0 4 40 3 4	15 0 3 25 2 3	12 0 2 8 1 2			
2.25 - 2.80								35 0 11 215 10 11	25 0 7 55 6 7	20 0 5 40 4 5	20 0 5 40 4 5	15 0 3 35 2 3	15 0 3 15 2 3	8 0 2 6 1 2		
2.81 - 3.55									30 0 11 170 10 11	20 0 7 50 6 7	20 0 7 50 6 7	15 0 5 35 4 5	15 0 4 30 3 4	10 0 3 20 2 3	6 0 2 4 1 2	
3.56 - 4.50										130 10 11	20 0 11 130 10 11	15 0 7 65 6 7	15 0 5 35 4 5	10 0 4 20 3 4	8 0 3 12 2 3	
4.51 - 5.60												15 0 11 105 10 11	10 0 7 50 6 7	10 0 5 17 3 4	8 0 3 9 2 3	6 0 3 6 0 3
5.61 - 7.10													15 0 11 85 10 11	10 0 7 40 6 7	8 0 5 22 4 5	6 0 4 14 3 4
7.11 - 9.00														10 0 10 70 10 11	8 0 7 24 6 7	7 0 5 18 4 5

〈表 2〉 計數調整型(KS A 3109 또는 MIL-STD-105D) I 回심플링檢査의 代案(모호 檢査)

試料 文字	試料 次	0.025		0.040		0.065		0.10		0.15		0.25		0.40		0.65		1.0		1.5		2.5		4.0		6.5			
		$n_1, c_1, F_1$	$n_2, c_2, F_2$	$n_1, c_1, F_1$	$n_2, c_2, F_2$	$n_1, c_1, F_1$	$n_2, c_2, F_2$	$n_1, c_1, F_1$	$n_2, c_2, F_2$	$n_1, c_1, F_1$	$n_2, c_2, F_2$	$n_1, c_1, F_1$	$n_2, c_2, F_2$	$n_1, c_1, F_1$	$n_2, c_2, F_2$	$n_1, c_1, F_1$	$n_2, c_2, F_2$	$n_1, c_1, F_1$	$n_2, c_2, F_2$	$n_1, c_1, F_1$	$n_2, c_2, F_2$	$n_1, c_1, F_1$	$n_2, c_2, F_2$	$n_1, c_1, F_1$	$n_2, c_2, F_2$	$n_1, c_1, F_1$	$n_2, c_2, F_2$	$n_1, c_1, F_1$	$n_2, c_2, F_2$
A	1 " "	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	
B	1 " "	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
C	1 " "	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
D	1 " "	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
E	1 " "	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
F	1 " "	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
G	1 " "	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
H	1 " "	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
I	1 " "	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
J	1 " "	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
K	1 " "	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
L	1 " "	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
M	1 " "	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
N	1 " "	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
O	1 " "	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
P	1 " "	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
Q	1 " "	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
R	1 " "	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔

\* S(0,1)를 사용한다.

4) MD(1850 0 2)를 사용한다.

〈表 8〉 計數調整型(KS A 3109 또는 MIL-STD-105D) I 回抜림檢査의 代案(꺼디民은 檢査)

試料 文字	檢 査 合 格 (AQL)										檢 査 代 案		
	0.025 $n_1, c_1, F_1$	0.040 $n_1, c_1, F_1$	0.065 $n_1, c_1, F_1$	0.10 $n_1, c_1, F_1$	0.15 $n_1, c_1, F_1$	0.25 $n_1, c_1, F_1$	0.40 $n_1, c_1, F_1$	0.65 $n_1, c_1, F_1$	1.0 $n_1, c_1, F_1$	1.5 $n_1, c_1, F_1$		2.5 $n_1, c_1, F_1$	4.0 $n_1, c_1, F_1$
A 1 " 水 2 "	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
B 1 " " 2 "	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
C 1 " " 2 "	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
D 1 " " 2 "	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
E 1 " " 2 "	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
F 1 " " 2 "	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
G 1 " " 2 "	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
H 1 " " 2 "	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
J 1 " " 2 "	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
K 1 " " 2 "	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
L 1 " " 2 "	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
M 1 " " 2 "	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
N 1 " " 2 "	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
P 1 " " 2 "	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Q 1 " " 2 "	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
R 1 " " 2 "	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

※ S(0,1)은 사용된다.

〈表 4〉 計數調整型(KS A 3109 또는 MIL-STD-105D) 1 回 샘플링檢査의 代案(수월한 檢査)

試料 文字	試料	合 格 品 率 (AQL)											
		0.095 $n_1, c_1, r_1$	0.040 $n_1, c_1, r_1$	0.065 $n_1, c_1, r_1$	0.10 $n_1, c_1, r_1$	0.15 $n_1, c_1, r_1$	0.25 $n_1, c_1, r_1$	0.40 $n_1, c_1, r_1$	0.65 $n_1, c_1, r_1$	1.0 $n_1, c_1, r_1$	1.5 $n_1, c_1, r_1$	2.5 $n_1, c_1, r_1$	h.o $n_1, c_1, r_1$
A	1次 2"	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
B	1" 2"	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
C	1" 2"	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
D	1" 2"	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
E	1" 2"	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
F	1" 2"	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
G	1" 2"	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
H	1" 2"	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
J	1" 2"	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
K	1" 2"	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
L	1" 2"	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
M	1" 2"	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
N	1" 2"	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
P	1" 2"	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Q	1"	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
R	1"	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

※ 5(0.1)을 사용한다.

〈表 5〉 試料文字 L, AQL=0.4%의 샘플링檢査

보통 檢査	까다로운 檢査	수월한 檢査
$S(200, 2)$	$S(200, 1)$	$S(80, 3)^{a)}$
$D\begin{pmatrix} 125, 0, 3 \\ 125, 3, 4 \end{pmatrix}$	$D\begin{pmatrix} 125, 0, 2 \\ 125, 1, 2 \end{pmatrix}$	$D\begin{pmatrix} 50, 0, 3 \\ 50, 0, 4 \end{pmatrix}$
$MD\begin{pmatrix} 85, 0, 3 \\ 115, 2, 3 \end{pmatrix}$	$MD\begin{pmatrix} 120, 0, 2 \\ 80, 1, 2 \end{pmatrix}$	$MD\begin{pmatrix} 35, 0, 3 \\ 45, 1, 3 \end{pmatrix}$

用, 不良品을 合格시킴으로써 발생하는 損失 등 여러 종류의 檢査費用이 포함된다. 본 節에서는 이러한 諸費用을 고려하여 代案이 有用하게 適用될 수 있는 로트不良率의 範圍를 구한다.

檢査費用으로 다음의 세 費用을 고려하기로 한다.

1) 平均檢査費(AIC)

이 費用은 ATI에 個當 檢査費  $C_1$ 을 곱한 것으로  $AIC=ATI \cdot C_1$

이 된다.

2) 平均交替費(ARC)

이 費用은 不合格된 로트에서 不良品을 良品으로 交替시켜 주는 費用이다. 不合格된 로트는 全數選別하여 不良品을 良品으로 交替한다고 가정한다. 로트의 合格確率을  $P_a$ 로 표시하고 個當 交替費를  $C_2$ 라고 하면

$$ARC=N_P(1-P_a) \cdot C_2$$

로 구하여 진다.

3) 不良品을 合格시킴으로써 발생하는 損失(ALC).

〈表 6〉 代案(試料文字 L)의 合格確率點에 대응하는 로트의 不良率(%)

$P_a$	합 격 품 질 수 준 (AQL)							
	0.25	0.4	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5
99.0	0.119	0.351	0.581	1.14	1.76	2.94	4.53	7.23
95.0	0.225	0.504	0.799	1.41	2.12	3.39	5.15	8.05
90.0	0.289	0.574	0.909	1.52	2.29	3.57	5.41	8.38
75.0	0.412	0.709	1.12	1.73	2.61	3.97	5.86	8.94
50.0	0.620	0.912	1.53	2.11	3.14	4.68	6.74	10.0
25.0	0.973	1.52	2.23	2.85	4.07	5.86	8.17	12.0
10.0	1.43	2.23	3.13	3.85	5.33	7.44	10.2	15.6
1.0	2.56	3.99	5.50	6.65	9.25	13.2	18.4	30.7

〈表 7〉 代案(試料文字 L)의 複合 ASN

$P_a$	합 격 품 질 수 준 (AQL)							
	0.25	0.4	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5
99.0	78.4	58.4	60.7	59.3	64.9	60.0	55.2	66.5
95.0	110	86.0	91.5	90.2	100	95.2	85.6	95.6
90.0	137	106	113	112	124	122	109	117
75.0	188	133	142	144	151	153	149	149
50.0	225	149	152	160	167	167	166	159
25.0	223	144	149	164	178	179	177	169
10.0	209	135	135	154	181	189	186	182
1.0	190	123	102	110	151	191	198	196

5) 보통檢査로의 移行條件은 試料 중 不良品數가 1개보다 많을 때 즉  $c^*=1$ 이다.

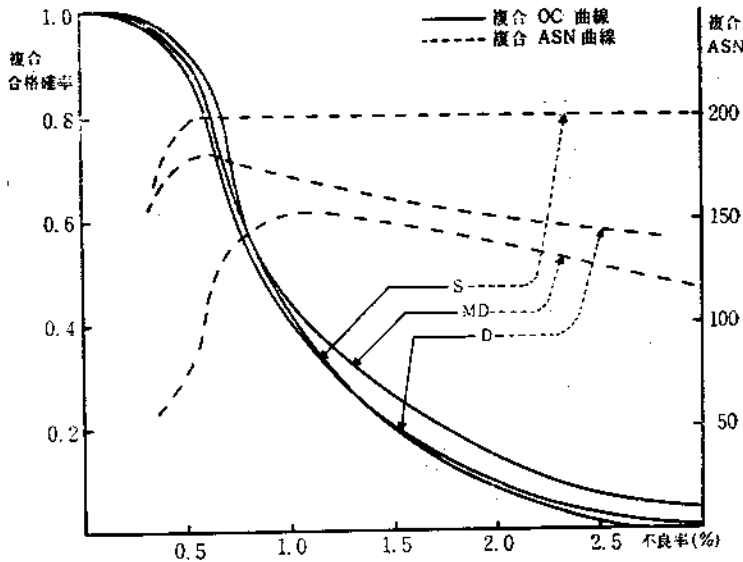


〈表 8〉 代案(試料文字 L)의 複合 AOQ(%)

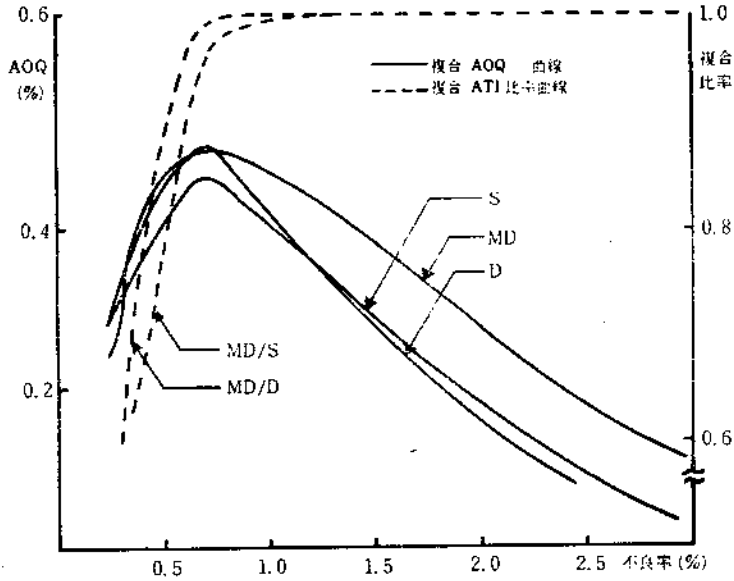
P <sub>a</sub>	합 격 품 질 수 준 (AQL)							
	0.25	0.4	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5
99.0	0.12	0.35	0.57	1.12	1.73	2.88	4.45	7.08
95.0	0.21	0.47	0.75	1.32	1.99	3.17	4.84	7.54
90.0	0.26	0.51	0.81	1.35	2.02	3.16	4.80	7.42
75.0	0.30	0.52	0.83	1.27	1.92	2.92	4.31	6.57
50.0	0.30	0.48	0.75	1.03	1.54	2.29	3.30	4.92
25.0	0.23	0.37	0.55	0.70	1.00	1.44	2.01	2.95
10.0	0.14	0.22	0.31	0.38	0.52	0.74	1.01	1.55
1.0	0.02	0.04	0.05	0.07	0.09	0.13	0.18	0.31

〈表 9〉 代案(試料文字 L)의 複合 ATI

P <sub>a</sub>	합 격 품 질 수 준 (AQL)							
	0.25	0.4	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5
99.0	143	123	125	123	129	124	119	131
95.0	431	407	412	410	421	415	406	416
90.0	777	750	754	752	765	762	750	757
75.0	1780	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
50.0	3410	3370	3370	3370	3370	3370	3370	3360
25.0	5010	4990	4980	4980	4980	4980	4980	4970
10.0	5960	5950	5950	5950	5950	5950	5950	5940
1.0	6540	6540	6540	6530	6530	6530	6530	6530



〈그림 2〉 代案(試料文字 L, AQL=0.4%)의 複合 OC 曲線 및 複合 ASN 曲線



〈그림 3〉 代案(試料文字 L, AQL=0.4%)의 複合 AOQ 曲線과 1회 및 2회 샘플링檢査에 대한 複合 ATI 比率 曲線

合格된 로트 속에도 不良品이 포함되어 있을 것이므로 이들에 의한 損失이 발생한다. 한 개의 不良品을 合格시킴으로써 발생하는 損失을  $C_3$  라고 하면

$$ALC = N_p \cdot P_a \cdot C_3$$

로 구하여 진다.

따라서 平均總費用 ATC는

$$ATC = ATI \cdot C_1 + N_p [(1 - P_a) \cdot C_2 + P_a \cdot C_3]$$

가 된다. 1회 샘플링檢査에서의 ATI는

$$n + (N - n)(1 - P_a)$$

이고 代案(2회 샘플링檢査)에서의 ATI는

$$n_1 + n_2(1 - P_{a1}) + (N - n_1 - n_2)(1 - P_a)$$

임을 이용하면( $P_{a1}$ 은 1次試料結果 로트가 合格할 確率) 1회 샘플링檢査에서의 平均總費用  $ATC_1$ 은

$$ATC_1 = [n + (N - n)(1 - P_a)] \cdot C_1 + N_p [(1 - P_a) \cdot C_2 + P_a \cdot C_3]$$

가 되고 代案에서의 平均總費用  $ATC_2$ 는

$$ATC_2 = [n_1 + n_2(1 - P_{a1}) + (N - n_1 - n_2)(1 - P_a)] \cdot C_1 + N_p [(1 - P_a) \cdot C_2 + P_a \cdot C_3]$$

가 된다.

代案이 有用하게 使用될 수 있는 로트不良率의 範圍는 不等式

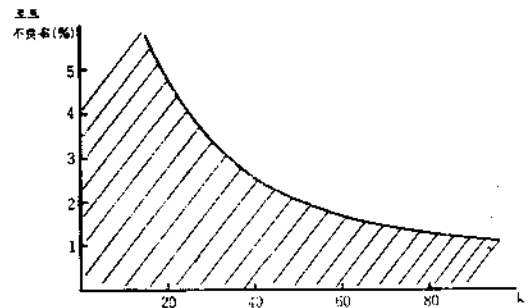
$$ATC_1 \geq ATC_2$$

로부터 구하여진다. 그러나 이 不等式을 만족시키는 解를 찾기는 매우 어려울 것이다. 따라서  $C_1, C_2, C_3$  사이에

$$C_2 = C_1$$

$$C_3 = k \cdot C_1, \quad k = 1, 2, \dots$$

의 關係를 가정하기로 한다. 이러한 가정하에  $N$ 과  $k$ 를 變化시켜 가면서 解를 구하여 본 結果는 代案이 有用하게 使用될 수 있는 로트不良率의 範圍가  $N$ 에 거의 無關함을 보여주고 그림 4와 같이  $k$ 의 값이 커짐에 따라 점차로 좋아짐을 보여 준다. 斜線의 부분이 代案이 有用하게 使用될 수 있는 로트不良率을 표시한다. 그림 4로부터 不良品 한 개를 合格시킴으로써 발생하는 損失이 適當 檢査費의 20배 이내라면 로트不良率이 5% 보다 작은 範圍에서, 50배 이내라면 2% 보다 작은 範圍에서, 100배 이내라면 1% 보다 작은 範圍에서 代案이 有用하다.



〈그림 4〉 代案이 有用하게 使用될 수 있는 로트不良率의 範圍

## 6. 結 論

$c \neq 0$  인 1회샘플링검사와 이에 대응하는 2회샘플링검사의 代案으로  $c_1=0$ ,  $n_1+n_2=n$  인 2회샘플링검사가 提案되었다. 이 代案의 設計方法은 計數規準型 1회샘플링검사와 計數調整型 샘플링검사에 適用되어 代案의 샘플링檢査表가 작성되었다. 計數調整型 샘플링檢査에서 보통 檢査, 까다로운 檢査, 수월한 檢査인 때의 代案은 각각 그 嚴格度에 해당하는 1회샘플링檢査의 代案이다.

計數規準型 1회샘플링檢査에의 適用에 있어서는 既存의 1회샘플링檢査와 代案의 特性으로서 OC 曲線과 ASN 曲線이 比較, 分析되었다. OC 曲線은 代案이 全 區間의 不良率에서 대략 같은 정도로, 높은 不良率에서 다소 높은 確率로 로트를 합격시킴을 보여준다. A SN 曲線은 代案이 全 區間의 不良率에서 ASN 을 현저하게 減少시킴을 보여준다.

計數調整型 샘플링檢査에의 適用에 있어서는 既存의 1회샘플링檢査, 2회샘플링檢査 및 이들의 代案의 特性으로서 嚴格度調整을 고려한 全 시스템의 複合 OC 曲線, 複合 ASN 曲線, 複合 AOQ 曲線과 複合 ATI 曲線이 比較, 分析되었다. 複合 OC 曲線 및 複合 ASN 曲線에서의 結果는 計數規準型 샘플링檢査의 경우와 同一하다. 複合 AOQ 曲線은 낮은 不良率에서는 거의 같고 높은 不良率에서 代案의 경우 다소 增加함을 보여준다. 複合 ATI 曲線은 代案이 낮은 不良率에서 ATI 를 현저하게 減少시킴을 보여준다.

檢査數와 관련된 費用 뿐 아니라 다른 諸 費用을 고려하여 보면 代案이 낮은 不良率에서 有用함을 알 수 있다.

이상의 結果 代案은 다음의 경우에 특히 有用하게 使用될 수 있다.

- 1) 過去の 檢査記錄 등으로 미루어 보아 로트의 品質이 좋다고 推定되는 경우
- 2) 어느 정도의 消費者危險을 감수할 수 있는 경우
- 3) 檢査數의 減少가 要求되는 경우

## 參 考 文 獻

1. Bai, D.S., "Double Sampling with Zero Acceptance Number for the First Sample," *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, Vol. 3, No. 2, 99-106, 1977

2. Cocca, O.A., "MIL-STD-105D, An International Standard for Attribute Sampling," *Industrial Quality Control*, Vol. 21, 249-253, November 1964.
3. Hamaker, H.C., "The Theory of Sampling Inspection Plans," *Philips Technical Review*, Vol. XI, 266, 1950.
4. 韓國工業標準協會, KS A 3102 計數規準型 1회샘플링檢査 表.
5. 韓國工業標準協會, KS A 3109 計數調整型 샘플링檢査 表.
6. Keefe, G.J., "Attribute Sampling-MIL-STD-105D," *Industrial Quality Control*, Vol. 19, 7-12, April 1963.
7. Pabst, W.R. Jr., "MIL-STD-105D," *Industrial Quality Control*, Vol. 20, 4-9, November 1963.
8. Schilling, E.G. and Sheesley, J.H., "The Performance of MIL-STD-105D under the Switching Rules, Part I; Evaluation," *Journal of Quality Technology*, Vol. 10, No. 2, 76-83, 1978.
9. \_\_\_\_\_, "The Performance of MIL-STD-105D under Switching Rules, Part II; Tables," *Journal of Quality Technology*, Vol. 10, No. 3, 104-124, 1978.
10. Schilling, E.G., Sheesley, J.H., and Nelson, P.R., "GRASP: A General Routine for Attribute Sampling Plan Evaluation," *Journal of Quality Technology*, Vol. 10, No. 3, 125-130, 1978.
11. Sheesley, J.H., "A Computer Program to Evaluate MIL-STD-105D Sampling Plans with Application of Switching Rules," *Technical Report 1300-1444*, General Electric Co., Lighting Research and Technical Services Operation, Nela Park, Cleveland, Ohio, 44112, 1977.
12. Stephens, K.S., and Larson, K.E., "An Evaluation of the MIL-STD-105D System of Sampling Plans," *Industrial Quality Control*, Vol. 23, 310-319, January 1967.
13. United States Department of Defense, Military Standard, "Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes, (MIL-STD-105D)," United States Government Printing Office, Washington D.C., 1963.