김일성종합대학학보 주체109(2020)년
수 학 제66권 제2호

2차원확률편차의 검정을 위한 계량기준형발취검사법

한광룡, 리광선

경애하는 최고령도자 **김정은**동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《전사회적으로 제품의 질을 높이기 위한 사회주의경쟁열풍을 일으켜야 합니다.》

지금까지 연구되여 품질검사에서 널리 리용되는 계량기준형발취검사법은 계량검사자료에 대하여 생산자위험과 수요자위험을 생산자와 수요자쌍방이 사전에 합의하고 진행하는 검사법으로서 여기에는 무지의 특성값이 정규분포에 따르는 경우에 무지의 평균값이나 불량률, 표준편차를 보증하는 계량발취검사법이 있다. 이와 관련하여서는 발취검사에 관한 전문적인 문헌들과 국제규격 또는 민족규격들에 소개되여있다.[1－5] 여기서 문제로 되는것은 제품의 질특성값으로서의 표준편차 σ 나 확률편차 $B=0.674\ 5\sigma$ 에 대한 검정문제인데 어떤 제품인 경우에는 표준편차벡토르 $\sigma=(\sigma_x,\ \sigma_z)$ 나 2차원확률편차벡토르 $B=(B_x,\ B_z)$ 에 대한 (동시적)검정문제가 제기된다. 그러나 생산자위험과 수요자위험의 보장과 검사특성함수와 검사기준, 평균표본수고찰 등 여러가지 문제가 제기되는 계량기준형발취검사에서 지금까지 2차원이상의 확률편차검정을 위한 발취검사법은 연구적용되고있는것이 없다. 여기서 새롭게 연구하는 거리 및 확률편차의 동시적검정을 위한 계량기준형발취검사법과 지금까지의 확률편차에 대한 검정문제로서의 계량발취검사법과의 본질적차이는 앞의것은 하나의 품질지표에 대한 검정이라면 뒤의것은 2개의 품질지표 즉 거리확률편차와 방향확률편차에 대한 동시적검정이라는데 있다.

1. 계량기준형1회발취검사법

제품의 확률편차의 거리 또는 방향자리표 X 가 정규분포 $\mathrm{N}(\mu,\ \sigma^2)$ 에 따를 때 $P(\mu-B\le X\le\mu+B)=0.5$ 로 되는 B 를 제품의 확률편차라고 부른다.

보통 제품의 정밀도는 거리확률편차와 방향확률편차 그리고 제품의 표준값 X 를 직접 추정하여 B_X , B_Z 또는 $B_X/\overline{X},\ B_Z/X$ 를 가지고 검사평가한다. 여기서 B_X 와 B_Z 는 각각 개별적검사에서의 $X,\ Z$ 자리표 $x_i,\ z_i$ 에 기초하여 다음과 같이 계산한 표본거리확률편차 및 방향확률편차이다.

$$\overline{B}_X=0.674\ 5\sqrt{\frac{1}{n-1}(x_i-\overline{x})^2}=0.674\ 5\sigma_X$$

$$\overline{B}_Z=0.674\ 5\sqrt{\frac{1}{n-1}(z_i-\overline{z})^2}=0.674\ 5\sigma_Z$$

여기서

$$\overline{x}=\frac{1}{n}\sum x_i\ ,\ \ \overline{z}=\frac{1}{n}\sum z_i$$

1회발취검사는 한번에 취한 크기 n 인 표본에 기초하여 제품무지의 합격, 불합격을

판정하는 방식으로서 다음과 같은 과정으로 진행한다.

① 크기 n인 표본을 제품무지에서 취하여 거리 및 방향편차 $X_1, \cdots, X_n$과 $Z_1, \cdots, Z_n$을 얻는다. 이에 기초한 거리 및 확률편차추정량을 $\overline{B}_x$, $\overline{B}_z$라고 하자.

② $\overline{B}_X \le C_X$, $\overline{B}_Z \le C_Z$이면 제품무지는 합격이다.

③ $\overline{B}_X > C_X$, $\overline{B}_Z > C_Z$중의 적어도 하나가 성립하면 즉 ②가 성립하지 않으면 제품무지는 불합격이다. 여기서 C_X, C_Z는 검사지표이다.

거리 및 방향확률편차가 $B=(B_X, B_Z)$인 제품무지가 합격될 확률을 검사특성함수라고 부른다.

정리 1 제품무지의 거리 및 방향확률편차가 $B=(B_X, B_Z)$일 때 1회발취검사방식에서 검사특성함수는 다음과 같이 표시된다.

$$L(B)=P(\overline{B}_X \le C_X,\ \overline{B}_Z \le C_Z \mid B)=$$
$$=P\left((n-1)\frac{\overline{B}_X^2}{B_X^2} \le (n-1)\frac{C_X^2}{B_X^2}\right)\times P\left((n-1)\frac{\overline{B}_Z^2}{B_Z^2} \le (n-1)\frac{C_Z^2}{B_Z^2}\right)$$

여기서 B_X, B_Z는 각각 거리 및 방향확률편차의 지표값이다.

이제 검사지표를 결정하여보자

정리 2 1회발취검사에서 생산자위험을 α라고 하고 거리 및 방향확률편차의 기술적지표를 각각 B_{0X}, B_{0Z}라고 할 때 검사지표 C_X, C_Z는 다음과 같다.

$$C_X=\sqrt{\frac{1}{n-1}\chi^2_{1-\sqrt{1-\alpha}}(n-1)B_{0X}},\ C_Z=\sqrt{\frac{1}{n-1}\chi^2_{1-\sqrt{1-\alpha}}(n-1)B_{0Z}}$$

2. 계량기준형2회발취검사법

계량2회발취검사는 1차검사에서 제품무지의 합격, 불합격을 판정한 다음 불합격인 경우에는 다시 2차검사를 진행하여 역시 제품무지의 합격, 불합격을 판정하는 검사방식으로서 다음과 같은 과정으로 진행한다.

여기서는 1차검사와 2차검사를 독립적으로 진행하되 거리 및 방향확률편차를 동시적으로 검정하는 계량기준형2회발취검사법을 확립하기로 한다.

이때 두가지 방식을 생각할수 있다. 하나는 2차검사를 1차검사와 무관계하게 2차검사결과만으로 하는 경우이고 다른 하나는 2차검사를 1차검사와 결합하여 다시말하여 2차검사자료와 1차검사자료를 다같이 리용하는 경우이다. 분명히 1차에서 크기가 n인 표본을 취하고 2차에서 크기 n인 표본을 취할 때 2차에서 1차검사자료를 리용하지 않으면 2차검사지표는 1차에서와 같게 되며 1차검사자료를 리용하면 2차검사지표는 정보의 루적으로 작아지게 된다.

① 1차검사

ㄱ) 1차검사에서 n개 표본을 취하여 검사한 다음 거리 및 방향편차 $X_1, \cdots, X_n$과 $Z_1, \cdots, Z_n$을 얻는다. 이에 기초한 거리 및 방향확률편차추정량 $\overline{B}_{X1}$, $\overline{B}_{Z1}$을 계산한다. 이때 $\overline{B}_{X1} \le C_{X1}$, $\overline{B}_{Z1} \le C_{Z1}$이면 제품무지는 합격이다.

ㄴ) $\overline{B}_{X1} > C_{X1}$, $\overline{B}_{Z1} > C_{Z1}$중의 적어도 하나가 성립하면 즉 ㄱ)가 성립하지 않으면 제

품무지는 불합격이다.

② 2차검사

ㄷ) 2차로 n개를 검사하여 표본확률편차 $\overline{B}_{X1}$, $\overline{B}_{Z1}$을 계산한다.

ㄹ) $\overline{B}_{X1} \le C_{X1}$, $\overline{B}_{Z1} \le C_{Z1}$이면 제품무지는 합격이다.

ㅁ) $\overline{B}_{X1} > C_{X1}$, $\overline{B}_{Z1} > C_{Z1}$중의 적어도 하나가 성립하면 즉 우의 ㄹ)의 식이 성립하지 않으면 제품무지는 불합격이다.

주의 2회발취검사법을 설계함에 있어서 2차검사에서의 표본확률편차를 1차검사에서의 표본확률편차와 무관계하게 2차검사자료만을 가지고 계산할수 있고 또는 1차검사에서의 표본확률편차와 산수평균 또는 두제곱평균할수 있다.

검사특성함수는 다음과 같이 구해진다.

정리 3 제품무지의 거리 및 방향확률편차가 $B=(B_X,\ B_Z)$일 때 2회발취검사방식에서 검사특성함수는 다음과 같다.

$$\begin{aligned}L(B)&=P(\{\{\overline{B}_{X1}\le C_{X1}\}\cap\{\overline{B}_{Z1}\le C_{Z1}\}\}\cup\\&\cup\{\{\{\overline{B}_{X1}>C_{X1}\}\cup\{\overline{B}_{Z}>C_{Z1}\}\}\cap\{\{\overline{B}_{X2}\le C_{X2}\}\cap\{\overline{B}_{Z2}\le C_{Z2}\}\}\}\mid B)=\\&=2\times\left[P\left((n-1)\frac{\overline{B}_{X1}{}^2}{B_X{}^2}\le(n-1)\frac{C_{X1}{}^2}{B_X{}^2}\middle|B\right)\right]^2-\left[P\left((n-1)\frac{\overline{B}_{X1}{}^2}{B_X{}^2}\le(n-1)\frac{C_{X1}{}^2}{B_X{}^2}\middle|B\right)\right]^4\end{aligned}$$

이때 $(n-1)\dfrac{\overline{B}_X{}^2}{B_X{}^2}\sim C(n-1)$이다. 여기서 $C(n-1)$은 자유도 $n-1$인 χ^2-분포이다.

이제 검사지표를 결정하자.

정리 4 2회발취검사방식에서 생산자위험을 α라고 하고 거리 및 방향확률편차의 기술적지표를 각각 B_{0X}, B_{0Z}라고 할 때 검사지표들은 다음과 같다.

$$C_{X1}=C_{X2}=\sqrt{\frac{1}{n-1}\chi^2_{1-\sqrt{1-\sqrt{\alpha}}}(n-1)}B_{0X},\ C_{Z1}=C_{Z2}=\sqrt{\frac{1}{n-1}\chi^2_{1-\sqrt{1-\sqrt{\alpha}}}(n-1)}B_{0Z}$$

2회발취검사에서 평균표본수는 다음과 같다.

정리 5 2회발취검사방식에서 생산자위험을 α라고 하고 2회발취검사에서의 표본수를 우연량 N이라고 하면 평균표본수는 다음과 같다.

$$EN(B_0)=n(1+\sqrt{\alpha})$$

참 고 문 헌

[1] ISO 3951:1989 Sampling Procedures and Charts for Inspection by Variables for Percent Nonconforming
[2] ISO 3951:2006 Sampling Procedures for Inspection by Variables, Part2
[3] ISO 3951:1:2002 Sampling Procedures for Iinspection by Variables
[4] ISO 10725:2000 Acceptance Sampling Plans and Procedures for the Inspection of Bulk Materials
[5] S. H. Linet al.; Jounal of Applied Statistics, 36, 4, 415, 2009.

주체108(2019)년 12월 15일 원고접수

Sampling Inspection by Variables based on Operating Characteristics for Testing 2-Dimensional Probability Deviation

Han Kwang Ryong, *Ri Kwang Son*

This paper gives the summarized results of the research of sampling inspection by variables based on operating characteristics for testing 2-dimensional probability deviation.

In this paper, studied OC function as acceptance probability of lot and criterion in case single inspection, OC function and criterion and average inspection number for null hypotheses $H_0 : B_0 = (B_{0x},\ B_{0z})$ respectively.

Where $B_{0x} = 0.674\ 5\sigma_{0z}$, $B_{0z} = 0.674\ 5\sigma_{0z}$ are probability deviations and σ_{0z}, σ_{0z} are standard deviations of population(lot).

Keyword: probability deviation