KS Q ISO 10725

집합체의 합격 샘플링 검사방식 및 절차

이 표준은 2000년에 발행된 ISO 10725(Acceptance sampling plans and procedures for the inspection of bulk materials)을 기초로, 기술적인 내용 및 구성을 변경하지 않고 작성한 한국산업표준이다. 이 표준은 집합체(bulk materials)에 대한 변수 결정을 통한 샘플링 검사방법과 합격 검사 절차의 이용방법에 대하여 규정한다. 이 표준은 다양한 집합체에 대하여 적용되나, 로트 합격 판정보다 로트 평균의 정밀한 추정값이 더욱 중요한 철광석, 석탄, 원유 등과 같은 광물질에는 반드시 적용되지는 않는다.

KS Q ISO 10725에서는 로트가 집합체(bulk materials)인 경우에 로트의 합격판정을 위하여 표준적인 집합체 샘플링 절차를 제공하고 있으며, 이 표준 집합체 샘플링 절차에 의하여 샘플링하여 샘플로부터 품질특성치 데이터를 얻은 후에 평균값 $\bar{x}$...을 계산하고, 결정된 합격 판정기준과 비교하여 로트의 합부를 판정한다. 이 표준에서는 집합체 샘플링에서의 표준편차와 샘플링 비용을 고려하여 경제적인 샘플링방법을 설계하도록 되어 있다.

▣ 표준 집합체 샘플링 절차

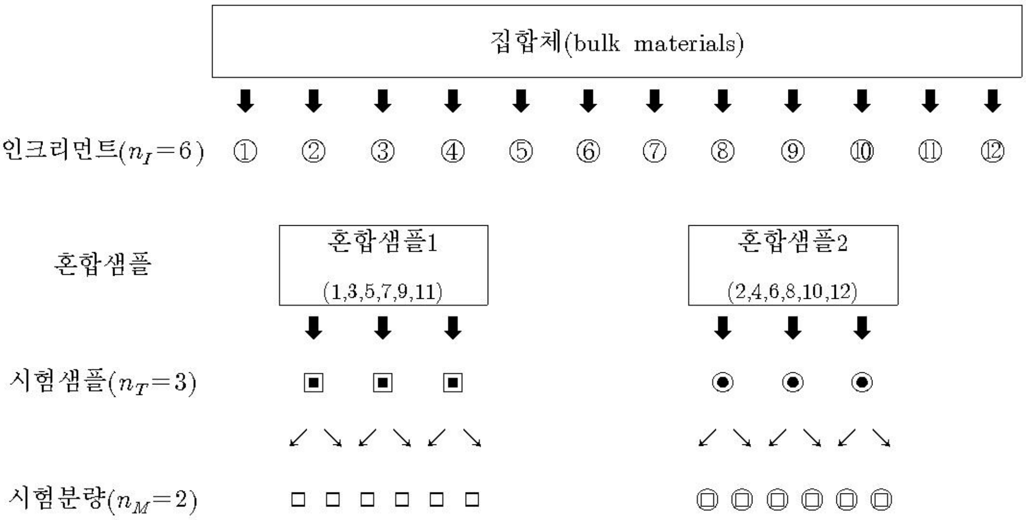
로트가 집합체(bulk materials)인 경우에 로트의 합격판정을 위하여 이 표준에서 사용되는 표준적인 집합체 샘플링 절차의 순서는 다음과 같다.

① 집합체로부터 인크리먼트(increment; 시료 채취기에 의하여 한 동작으로 취해지는 집합체의 양)를 채취하여 일련 번호$(1,\cdots,2n_I)$를 부여한다.

② 홀수 번호의 인크리먼트를 합치고, 짝수 번호의 인크리먼트를 합치어 2개 혼합샘플(composite sample)을 구성한다. 즉, 각 혼합샘플은 n_I개의 인크리먼트로 구성된다.

③ 각 혼합샘플로부터 n_T개의 시험샘플(test sample)을 채취한다.

④ 각 시험샘플을 n_M개로 나누어 시험분량(test portion)을 구성하여, 각 시험분량으로부터 특성치를 측정한다. 즉, 각 시험샘플을 n_M회 반복 측정하는 셈이다.



[그림] 집합체 샘플링 절차의 예

KS Q ISO 10725에서는 집합체의 합격 샘플링 검사를 위하여 n_I, n_T, n_M을 결정하여 집합체 샘플링절차로 샘플링하여 샘플로부터 품질특성치 데이터를 얻은 후에 평균값 $\overline{x}_{...}$을 계산하고, 결정된 합격판정기준과 비교하여 로트의 합부를 판정한다.

그리고 이 표준에서는 집합체 샘플링에서의 표준편차와 샘플링 비용을 고려하여 경제적인 샘플링방법을 설계하도록 되어 있다.

σ_I : 샘플링 인크리먼트간 표준편차

σ_P : 시험샘플간 표준편차

σ_M : 측정 표준편차

σ_T : 시험샘플 표준편차($\sigma_T^2 = \sigma_p^2 + \sigma_M^2 / n_M$)

그러면 로트 평균에 대한 분산 $\sigma_E^2 = V(\overline{x}_{...}) = \dfrac{\sigma_I^2}{2n_I} + \dfrac{\sigma_P^2}{2n_T} + \dfrac{\sigma_M^2}{2n_T n_M} = \dfrac{\sigma_I^2}{2n_I} + \dfrac{\sigma_T^2}{2n_T}$가 된다.

C_I : 집합체로부터 인크리먼트를 채취하고 혼합샘플을 구성하는 비용, c_I는 단위 비용

C_T : 시험샘플을 만드는 비용, c_T는 단위 비용

C_M : 측정비용, c_M는 단위 비용

그러면 총비용 $C = C_I + C_T + C_M = 2n_I c_I + 2n_T c_T + 2n_T n_M c_M$이 된다.

▣ 검사의 절차

(1) 품질특성치의 규격을 결정한다.

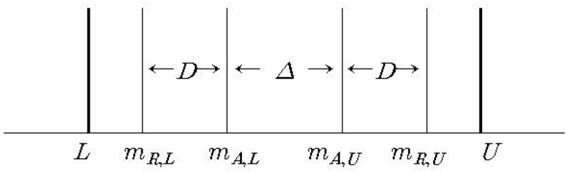
(2) 집합체 샘플링에서의 표준편차 σ_I, σ_P, σ_M을 결정한다. 이 값이 공급자와 구매자 간에 합의하여 정밀하지 않은 표준편차인지 알려진 표준편차인지를 판정한다. 알려진 표준편차인 경우의 절차와 정밀하지 않은 표준편차인 경우의 절차가 서로 다르다.

① 알려진 표준편차: 최근 10개의 로트에 대하여 S_C 관리도, S_T 관리도, S_M 관리도에서 관리상태를 나타내는 경우

② 정밀하지 않은 표준편차: 관리도에서 이상상태이거나 샘플링검사 초기인 경우

(3) 합격품질한계와 불합격품질한계를 결정한다.

- 한쪽 규격인 경우: 규격내에서 합격이 될만한 한계값인 합격품질한계 m_A와 규격내에서 불합격이 될만한 한계값인 불합격품질한계 m_R을 결정한다. 그러면 식별구간 D는 합격품질한계와 불합격품질한계 사이의 구간으로 $D=m_A-m_R$(규격하한이 주어진 경우) 혹은 $D=m_R-m_A$(규격상한이 주어진 경우)이 된다.
- 양쪽 규격인 경우: 규격하한쪽에서 합격이 될만한 한계값인 합격품질한계 $m_{A,L}$와 불합격이 될만한 한계값인 불합격품질한계 $m_{R,L}$을 결정하고, 규격상한쪽에서 합격이 될만한 한계값인 합격품질한계 $m_{A,U}$와 불합격이 될만한 한계값인 불합격품질한계 $m_{R,U}$를 결정한다. 이때 양쪽 식별구간($m_{A,L}-m_{R,L}$ 및 $m_{R,U}-m_{A,U}$)이 같도록 한계값을 결정하여야 한다.



[그림] 양쪽 규격에 대한 합격/불합격 품질한계

(4) 집합체 샘플링에서의 비용 c_I, c_T, c_M을 결정한다.

(5) 샘플크기 n_I, n_T, n_M을 결정한다.

① 측정 개수 n_M에 대한 경제적인 값 결정

㉮ 알려진 표준편차인 경우

$b=\frac{\sigma_M}{\sigma_p}\sqrt{\frac{c_T}{c_M}}$ 를 계산하여 다음의 규칙으로 n_M을 결정한다.

$$\begin{cases} b < 1.5 \text{ 이면 } n_M = 1 \\ 1.5 \le b < 2.5 \text{이면 } n_M = 2 \\ b \ge 2.5 \text{이면 } n_M = 3 \end{cases}$$

㉯ 정밀하지 않은 표준편차인 경우

$$\begin{cases} \sigma_M/\sigma_P < 0.5 \text{ 이면 } n_M = 1 \\ \sigma_M/\sigma_P \ge 0.5 \text{ 이면 } n_M = 2 \end{cases}$$

② 시험샘플 표준편차 σ_T의 결정

$$\sigma_T = \sqrt{\sigma_p^2 + \sigma_M^2/n_M}$$

③ 상대적 표준편차 d_I 및 d_T의 결정

표준편차 σ_I 및 σ_T를 식별구간 D로 나누어 상대적 표준편차 d_I 및 d_T를 계산한다. 즉,

$$d_I = \frac{\sigma_I}{D} \text{ 및 } d_T = \frac{\sigma_T}{D}$$

④ 시험샘플 취급비용 c_{TM}의 결정

$$c_{TM} = c_T + n_M c_M$$

⑤ 비용 비율 R_C 및 비용 비율 수준의 결정

$R_C = \frac{c_{TM}}{c_I}$ 계산한 다음에 다음 지침에 따라서 비용 비율 수준을 결정한다.

(a) $0 \le R_C \le 0.17 \Rightarrow R_C \approx 0.1$, 비용 비율 수준 1

(b) $0.18 \le R_C \le 0.56 \Rightarrow R_C \approx 0.32$, 비용 비율 수준 2

(c) $0.57 \le R_C \le 1.7 \Rightarrow R_C \approx 1$, 비용 비율 수준 3

(d) $1.8 \le R_C \le 5.6 \Rightarrow R_C \approx 3.2$, 비용 비율 수준 4

(e) $R_C \ge 5.7 \Rightarrow R_C \approx 10$, 비용 비율 수준 5

⑥ n_I 및 n_T에 대한 경제적인 값 결정

비용 비율 수준과/혹은 n_M에 의해 분류된 표로부터 상대적 표준편차 d_I 및 d_T값을 참조하여 n_I 및 n_T에 대한 경제적인 값을 결정한다.

(a) 알려진 표준편차인 경우

- 통상적인 절차($\alpha \approx 5\%, \beta \approx 10\%$)는 KS Q ISO 10725의 표 3~7을 참조함
- 선택적 절차($\alpha \approx 5\%, \beta \approx 5\%$)는 KS Q ISO 10725의 표 8~12를 참조함. 이 경우는 통상적인 절차보다 소비자 위험을 줄이기 위하여 샘플크기가 커진다.

(b) 정밀하지 않은 표준편차인 경우

정밀하지 않은 표준편차인 경우에는 소비자 위험을 줄이기 위하여 $\alpha \approx 5\%, \beta \approx 5\%$의 절차를 사용하며, KS Q ISO 10725의 표 13~22에 주어져 있다.

(6) 합격 판정값을 결정한다.

(a) 알려진 표준편차의 통상적인 절차($\alpha \approx 5\%, \beta \approx 10\%$)인 경우

① 규격하한 L만 주어진 경우(망대특성)

$$\overline{X}_L = m_A - \gamma \times D = m_A - 0.562 \times D$$

② 규격상한 U만 주어진 경우(망소특성)

$$\overline{X}_U = m_A + \gamma \times D = m_A + 0.562 \times D$$

③ 양쪽 규격(L, U)이 주어진 경우(망목특성)

$$\overline{X}_L = m_{A,L} - \gamma \times D = m_{A,L} - 0.562 \times D$$

$$\overline{X}_U = m_{A,U} + \gamma \times D = m_{A,U} + 0.562 \times D$$

(b) 알려진 표준편차의 선택적 절차($\alpha \approx 5\%, \beta \approx 5\%$) 및 정밀하지 않은 표준편차인 경우

① 규격하한 L만 주어진 경우(망대특성)

$$\overline{X}_L = m_A - \gamma \times D = m_A - 0.5 \times D$$

② 규격상한 U만 주어진 경우(망소특성)

$$\overline{X}_U = m_A + \gamma \times D = m_A + 0.5 \times D$$

③ 양쪽 규격(L, U)이 주어진 경우(망목특성)

$$\overline{X}_L = m_{A,L} - \gamma \times D = m_{A,L} - 0.5 \times D$$

$$\overline{X}_U = m_{A,U} + \gamma \times D = m_{A,U} + 0.5 \times D$$

(7) 절차(5)의 샘플크기로 샘플링하여 샘플평균 $\overline{x}_{...}$를 구하여 절차 (6)의 합격판정값과 비교하여 로트의 합부를 판정한다.

① 규격하한 L만 주어진 경우(망대특성)

$\overline{x}_{...} \geq \overline{X}_L$ 이면 로트를 합격으로 판정한다.

② 규격상한 U만 주어진 경우(망소특성)

$\overline{x}_{...} \leq \overline{X}_U$ 이면 로트를 합격으로 판정한다.

③ 양쪽 규격(L, U)이 주어진 경우(망목특성)

$\overline{X}_L \leq \overline{x}_{...} \leq \overline{X}_U$ 이면 로트를 합격으로 판정한다.

[예제] 정제된 입자로 구성된 산업용 화학제품은 주기적으로 집합체 형태로 인도된다. 이 화학제품은 품질특성의 규격은 규격하한 90으로 규정되어 있다. 규격내에서 합격이 될만한 한계값인 합격품질한계 m_A는 96으로, 규격내에서 불합격이 될만한 한계값인 불합격품질한계 m_R은 92로 정하였다.

샘플링검사 초기인 경우이므로 정밀하지 않은 표준편차를 사용하기로 하였고, 해당 표준편차는 각각 다음과 같이 추정된다.

- 샘플링 인크리먼트간 표준편차(σ_I)=4.4
- 시험샘플간 표준편차(σ_P)=1.0
- 측정 표준편차(σ_M)=3.0

그리고 샘플링 및 측정에 관련된 비용은 다음과 같이 추정된다.

- 집합체로부터 인크리먼트를 채취하고 혼합샘플을 구성하는 단위 비용(c_I) =25
- 시험샘플을 만드는 단위 비용(c_T)=20
- 측정의 단위 비용(c_M)=60

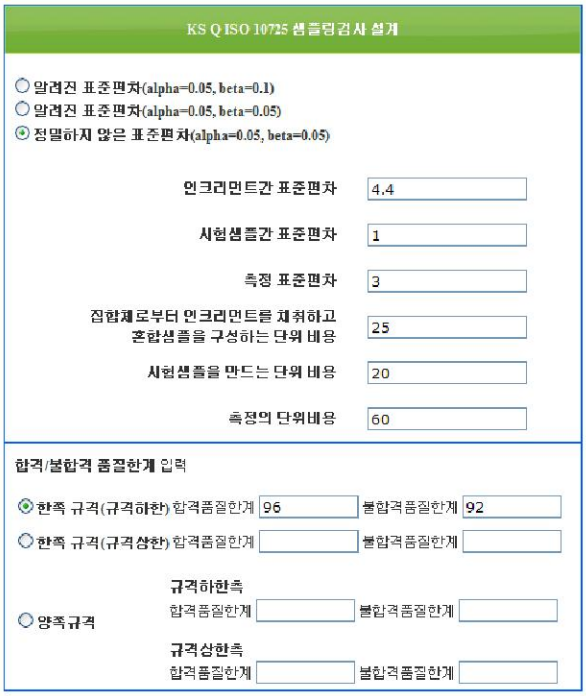
KS Q ISO 10725에 의하여 집합체의 합격 샘플링 검사방식을 설계하라.

Web Sampling을 이용한 분석

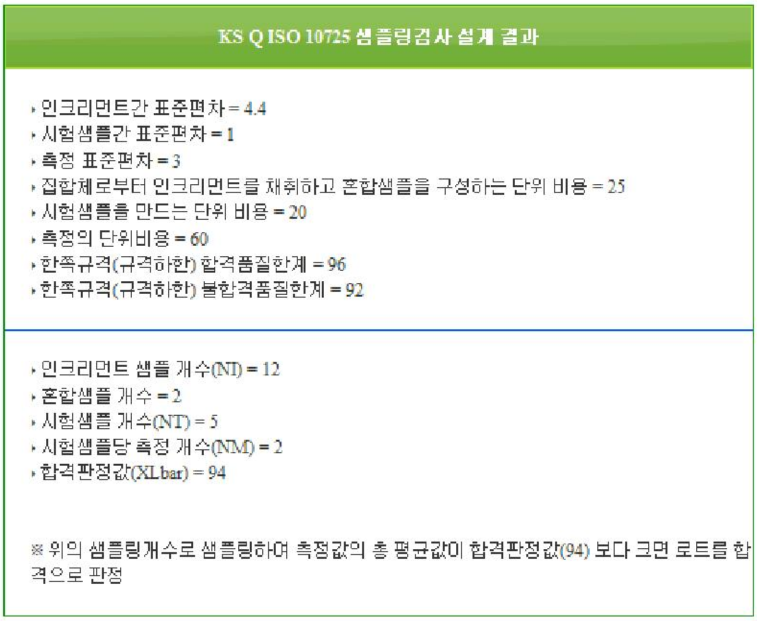
① www.sqcweb.com 에 접속

② Web Sampling에서 [KS Q ISO 10725] 클릭

③ 입력요소 입력


KS Q ISO 10725 샘플링검사 설계
알려진 표준편차(alpha=0.05, beta=0.1)
알려진 표준편차(alpha=0.05, beta=0.05)
정밀하지 않은 표준편차(alpha=0.05, beta=0.05)
인크리먼트간 표준편차
4.4
시험샘플간 표준편차
1
측정 표준편차
3
집합체로부터 인크리먼트를 채취하고 혼합샘플을 구성하는 단위 비용
25
시험샘플을 만드는 단위 비용
20
측정의 단위비용
60
합격/불합격 품질한계 입력
한쪽 규격(규격하한) 합격품질한계
96
불합격품질한계
92
한쪽 규격(규격상한) 합격품질한계
불합격품질한계
양쪽규격
규격하한측
합격품질한계
불합격품질한계
규격상한측
합격품질한계
불합격품질한계

④ 설계결과 출력


KS Q ISO 10725 샘플링검사 설계 결과
인크리먼트간 표준편차 = 4.4
시험샘플간 표준편차 = 1
측정 표준편차 = 3
집합체로부터 인크리먼트를 채취하고 혼합샘플을 구성하는 단위 비용 = 25
시험샘플을 만드는 단위 비용 = 20
측정의 단위비용 = 60
한쪽규격(규격하한) 합격품질한계 = 96
한쪽규격(규격하한) 불합격품질한계 = 92
인크리먼트 샘플 개수(NI) = 12
혼합샘플 개수 = 2
시험샘플 개수(NT) = 5
시험샘플당 측정 개수(NM) = 2
합격판정값(XLbar) = 94
※ 위의 샘플링개수로 샘플링하여 측정값의 총 평균값이 합격판정값(94) 보다 크면 로트를 합격으로 판정

⑤ 결과 해석

▸KS Q ISO 10725에 의하여 집합체의 합격 샘플링 검사 방식의 설계결과, 총비용이 최소가 되는 값은 $n_I=12$, $n_T=5$, $n_M=2$, $\overline{X}_L=94$로 나왔다. 따라서 아래의 샘플링 절차에 의하여 해당 집합체에서 샘플링하여 로트의 합격/불합격을 판정한다.

❶ 집합체로부터 24개의 인크리먼트(increment)를 채취하여 일련 번호(1,⋯,24)를 부여한다.

❷ 홀수 번호의 인크리먼트를 합치고, 짝수 번호의 인크리먼트를 합치어 2개 혼합샘플(composite sample)을 구성한다.

❸ 각 혼합샘플로부터 5개의 시험샘플(test sample)을 채취한다.

❹ 각 시험샘플을 2개로 나누어 시험분량(test portion)을 구성하여, 각 시험분량으로부터 특성치를 측정한다.

❺ 특성치의 평균값($\overline{x}_{...}$)을 계산한 다음에 $\overline{x}_{...} \geq \overline{X}_L=94$ 이면 로트를 합격으로 판정한다.