제 1 장

품질경영산업기사 실기 CBT 모의고사1

국가기술자격시험	품질경영산업기사 실기 모의고사 1-1R	시험시간 : 2시간 30분

◈ 품질경영실무 ◈

01 3정5S에 대해 기술하시오.

해설

☞ 3정(定)은 눈으로 보는 관리(Visual Management)를 위한 수단이며, 이는 JIT생산을 위해 토요타자동차에서 시작된 것으로서, 지정된 위치에, 지정된 품목이, 지정된 양만큼 있도록 하는 현장관리 수단이다.

① 정위치 : 정해진 곳에서 가져 올 수 있도록
② 정품 : 정해진 품목을 쓸 수 있도록
③ 정량 : 정해진 양을 얻을 수 있도록

☞ 5S(5행) 활동의 5가지 요소

① 정리(Seiri) : 필요한 것과 불필요한 것을 구분하고, 불필요한 것을 없애는 것.
② 정돈(Seiton) : 필요한 것을 필요한 때에 끄집어 내어 쓸 수 있는 상태로 놓아 두는 것.
③ 청소(Seiso) : 더러움, 먼지, 찌꺼기 등이 없는 상태로 만드는 것.
④ 청결(Seiketsu) : 정리, 정돈, 청소의 상태를 유지하는 것.
⑤ 습관화(Shitsuke) : 정해진 일을 올바르게 지키는 것이 습관이 되도록 생활화하는 것.

02 다음은 ISO 9000에서의 용어에 대한 정의이다. ( )를 채우시오.

(1) ( ) : 규정된 요구사항에 적합하지 않는 제품을 사용하거나 불출하는 것에 대한 허가
(2) ( ) : 발견된 부적합 또는 기타 바람직하지 않은 상황의 원인을 제거하기 위한 조치

해설

☞ (1) 특채(concession) (2) 시정조치(corrective action)

[참조]

① 시정(correction) → 발견된 부적합을 제거하기 위한 행위. 시정과 시정조치는 구별된다. 그리고 재작업, 재등급은 시정의 보기이다.
② 예방조치(preventive action) → 잠재적인 부적합 또는 기타 바람직하지 않은 잠재적 상황의 원인을 제거하기 위한 조치. 예방조치는 발생을 방지하기 위하여 취해지는 반면, 시정조치는 재발을 방지하기 위해 취해진다.

03 6시그마 추진에 있어 프로젝트의 성질에 따라 DMADOV 절차와 DMAIC 절차가 있다. 이 2가지 중 DMAIC 절차에 대해 간단히 적으시오.

- D	- M	- A	- I	- C

해설

☞ DMAIC는 6시그마 프로젝트를 해결하는 절차로, 기존의 PDCA 사이클에서 진보된 프로세스 개선절차라고 볼 수 있다.

단계	정의	Step	추진내용	추진 Tool
Define	정의	Step 1 Step 2 Step 3	프로젝트 선정배경 기술 프로젝트 정의 프로젝트 승인	QFD, CTQ Drill Down SIPOC(공급자-입력-프로세스-출력-고객)
Measure	측정	Step 4 Step 5 Step 6	Y's의 확인 현수준 확인(파악) 잠재원인변수(X's) 발굴	MSA(gage R&R) 공정능력분석(Cp, Cpk) Process Map, C&E Matrix
Analyze	분석	Step 7 Step 8 Step 9	데이터 수집 데이터 분석 Vital Few X's 선정	각종 Graphic Toos 상관분석, 가설검증 회귀분석
Improve	개선	Step 10 Step 11 Step 12	개선안(전략) 수립 Vital Few X's 선정 최적화 결과 검증	DOE(실험계획법) Robust Design(다구찌기법) EVOP
Control	관리	Step 13 Step 14 Step 15	관리계획 수립 관리계획 실행 문서화/공유	FMEA SPC Error Proofing

[참조] DMADOV는 DFSS(Design for Six Sigma)를 위한 절차이다.
D(Define, 정의)→M(Measure, 측정)→A(Analyze, 분석)→D(Design, 설계)
→O(Optimize, 최적화)→V(Verify, 검증)

◈ 통계적품질관리 ◈

04 1부터 5까지의 숫자 카드가 들어 있는 주머니 3개가 있다. 각 주머니에서 하나씩 꺼내 뽑은 숫자를 더했을 때 합이 5이상일 확률을 구하시오.

해설

☞ 3개의 주머니에서 하나씩 꺼내 뽑은 숫자를 각각 $x_1,\ x_2,\ x_3$라 하고, 그 합을 확률변수 X라 할 때, 각 주머니에서 뽑는 숫자들의 조합의 수(경우의 수)는 ${}_5C_1 \times {}_5C_1 \times {}_5C_1 = \{{}_5C_1\}^3 = 125$ 이다.
각 주머니에서 하나씩 꺼내 뽑은 3개 숫자의 합이 4이하인 경우의 사상을 A라고 하면 $A = \{(1,\ 1,\ 1),\ (1,\ 1,\ 2),\ (1,\ 2,\ 1),\ (2,\ 1,\ 1)\}$ 로서 4가지이다.

$$P_r(X \geq 5) = 1 - P_r(X \leq 4) = 1 - \frac{4}{\{{}_5C_1\}^3} = 1 - \frac{4}{125} = 0.968$$

05 다음에서 확률을 각각 계산하시오.

(1) 부적합품률이 4%인 크기 50의 로트에서 n=5의 랜덤 샘플을 뽑았을 때 부적합품이 1개 들어 있을 확률을 초기하분포를 이용하여 구하시오.

(2) 부적합품률이 5%인 무한모집단에서 n=5의 랜덤 샘플을 뽑았을 때 부적합품이 2개 이하일 확률을 이항분포를 이용하여 구하시오.

(3) 단위길이당 평균부적합수가 5인 무한모집단에서 단위길이를 추출해 내었을 때 부적합수가 3개 이상일 확률은 얼마인가?

해설

(1) 초기하분포에 의한 확률

$P=0.04$, $N=50$, $n=5$이고, $P_r(X=x)=p(x)=\dfrac{{}_{NP}C_x \cdot {}_{N-NP}C_{n-x}}{{}_N C_n}$ 에서,

$$P_r(X=1)=p(1)=\frac{{}_{50\times0.04}C_1 \times {}_{50-50\times0.04}C_{5-1}}{{}_{50}C_5}=\frac{{}_2C_1\times{}_{48}C_4}{{}_{50}C_5}=0.1837$$

(2) 이항분포에 의한 확률

$P=0.05,\ n=5,\ X\le 2$ 이고, $P_r(X=x)=p(x)={}_nC_xP^x(1-P)^{n-x}$ 에서,

$$P_r(X\le2)=p(0)+p(1)+p(2)$$

$$={}_5C_0P^0(1-P)^{5-0}+{}_5C_1P^1(1-P)^{5-1}+{}_5C_2P^2(1-P)^{5-2}$$

$$={}_5C_0 0.05^0(1-0.05)^5+{}_5C_1 0.05^1(1-0.05)^4+{}_5C_2 0.05^2(1-0.05)^3=0.9988$$

(3) 포아송분포에 의한 확률

$m=5,\ X\ge3$이고, $P_r(X=x)=p(x)=\dfrac{e^{-m}\cdot m^x}{x!}$ 에서,

$$P_r(X\ge3)=1-P_r(X\le2)=1-\left[p(0)+p(1)+p(2)\right]=1-e^{-5}\left(\frac{5^0}{0!}+\frac{5^1}{1!}+\frac{5^2}{2!}\right)=0.8754$$

06 A 제품의 평균강도가 5.0, 표준편차가 0.20이라고 할 때, 4.8≤x≤5.4의 확률을 구하시오.

해설

☞ 표준화 정규확률변수로 변수변환하여 확률 계산이 가능하다.

$$P_r(4.8\le x\le5.4)=P_r\left(\frac{4.8-\mu}{\sigma}\le\frac{x-\mu}{\sigma}\le\frac{5.4-\mu}{\sigma}\right)=P_r\left(\frac{4.8-5.0}{0.2}\le U\le\frac{5.4-5.0}{0.2}\right)$$

$$=P_r\left(-1.0\le U\le2.0\right)=0.34135+0.47725=0.8186$$

[참고] $\mu\pm1\sigma$ 안에 포함될 확률 → 0.6827(68.27%)

$\mu\pm2\sigma$ 안에 포함될 확률 → 0.9545(95.45%)

07 다음은 계수치 관리도에 대한 데이터이다. 자료표를 보고 물음에 답하시오.

로트번호	시료의 크기	부적합품개수	로트번호	시료의 크기	부적합품개수
1	40	3	6	30	3
2	40	5	7	50	6
3	40	3	8	50	5
4	30	4	9	50	6
5	30	2	10	50	4

(1) 무슨 관리도를 사용하는 것이 바람직한가?
(2) 관리도를 그리고 판정하시오.

해설

(1) 관리도 선정

로트별 시료크기가 불일정하므로 비율에 기반하는 부적합품률 p 관리도가 적절하다.

(2) 관리도 작성 및 관리상태 판정

(가) 중심선 및 관리한계선 계산 : $C_L = \bar{p} = \dfrac{\sum np}{\sum n} = \dfrac{41}{410} = 0.10\ (10\%)$ 이고,

각 군별로 시료크기(동일 숫자는 한 번만)에 의거하여 U_{CL} 및 L_{CL}을 계산한다.

① n =30인 경우

$$U_{CL} = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.1 + 3\sqrt{\frac{0.1(1-0.1)}{30}} = 0.2643$$

$$L_{CL} = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.1 - 3\sqrt{\frac{0.1(1-0.1)}{30}} = -$$ (음수로서, 고려하지 않음)

② n =40인 경우

$$U_{CL} = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.1 + 3\sqrt{\frac{0.1(1-0.1)}{40}} = 0.2423$$

$$L_{CL} = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.1 - 3\sqrt{\frac{0.1(1-0.1)}{40}} = -$$ (음수로서, 고려하지 않음)

③ n =50인 경우

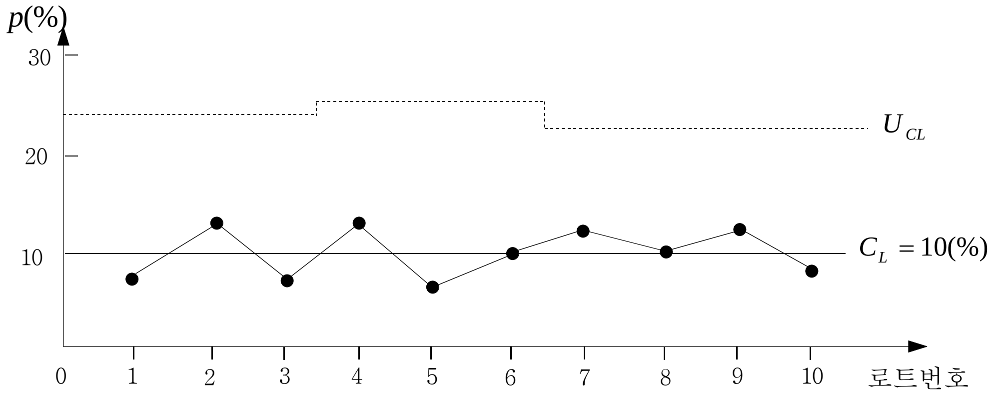
$$U_{CL} = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.1 + 3\sqrt{\frac{0.1(1-0.1)}{50}} = 0.2273$$

$$L_{CL} = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.1 - 3\sqrt{\frac{0.1(1-0.1)}{50}} = -$$ (음수로서, 고려하지 않음)

(나) 각 군마다의 부적합품률 $p(\%)$ 계산

번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$p(\%)$	7.5	12.5	7.5	13.3	6.7	10.0	12.0	10.0	12.0	8.0

(다) 관리도 작성



[그림 1] p관리도

(라) 관리상태 판정

관리한계선을 벗어나는 점이 없고, 점의 배열에 이상 상태로 볼 수 있는 버릇이 없으므로 관리상태에 있다고 판정할 수 있다.

08 관리도에 대한 설명으로 맞으면 ○, 틀리면 × 표시를 하시오.

(1) 관리한계를 이탈하면 부적합이 있다는 것이다. ( )

(2) 3σ 법의 $\bar{x}$ 관리도에서 제1종 과오(α)는 0.27%이다. ( )

(3) 관리한계의 폭을 좁게 잡으면 제1종 과오(α)를 범할 가능성이 커진다. ( )

(4) 공정이 안정상태가 아닌 것을 놓치지 않고 옳게 발견해 내는 확률을 제2종 과오(β)라 한다. ( )

(5) $\bar{x}-R$ 관리도는 대표적인 계수치 관리도이다. ( )

(6) 공정의 평균에 변화가 생겼을 때 $\bar{x}$ 관리도의 시료의 크기 n이 크면 이상상태를 발견하기가 어려워진다. ( )

해설

☞ (1) × (2) ○ (3) ○ (4) × (5) × (6) ×

[참조] (1) 이상(異常)상태이다. (4) 검출력($1-\beta$) (5) 계량치 관리도

(6) $\mu \pm 3\dfrac{\sigma}{\sqrt{n}}$: $n\uparrow$ → 관리한계 폭 좁아 짐 → $\alpha\uparrow$, $\beta\downarrow$ → 검출력$(1-\beta)\uparrow$

09 계수 샘플링검사와 계량 샘플링검사에 대한 내용이다. 보기에 맞는 내용을 나타내시오.

[보기] (1) ① 요한다. ② 요하지 않는다.　(2) ① 짧다. ② 길다.
(3) ① 간단하다. ② 복잡하다.　(4) ① 간단하다. ② 복잡하다.
(5) ① 작다. ② 크다.　(6) ① 낮다. ② 높다.

구분 / 내용	계수 샘플링검사	계량 샘플링검사
(1) 숙련의 정도	숙련을 ( )	숙련을 ( )
(2) 검사소요시간	검사 소요시간이 ( )	검사 소요시간이 ( )
(3) 검사방법	검사설비가 ( )	검사설비가 ( )
(4) 검사기록	검사기록이 ( )	검사기록이 ( )
(5) 검사개수	검사개수가 상대적으로 ( )	검사개수가 상대적으로 ( )
(6) 검사기록의 이용	검사기록이 다른 목적에 이용되는 정도가 ( )	검사기록이 다른 목적에 이용되는 정도가 ( )

해설

☞ (1) ②, ①　(2) ①, ②　(3) ①, ②　(4) ①, ②　(5) ②, ①　(6) ①, ②

10 AQL 지표형 샘플링검사에는 검사의 엄격도 조정 절차가 있다. 다음의 검사로 전환될 때의 조건을 각각 쓰시오.

(1) 까다로운 검사에서 보통검사로 전환될 때

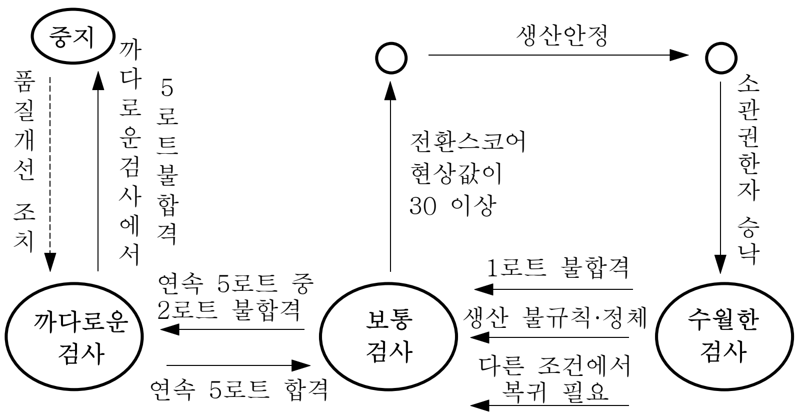
(2) 보통검사에서 까다로운 검사로 전환될 때

해설

(1) 까다로운 검사에서 연속 5로트 합격

(2) 보통검사에서 연속 5로트 중 2로트 불합격

[참조] AQL 지표형 샘플링검사 : 전환규칙의 개략도



11) 이느 기계부품 제조공장에서 A공정, B공정의 두 공정에서 같은 부품을 생산하고 있다. 각 공정에서 최근 검사결과는 아래와 같다고 한다면, 평균부적합품률은 얼마가 되겠는가?

	생산개수	부적합품수
A공정	1,500	12
B공정	4,000	60

해설

☞ $\overline{p} = \dfrac{\sum r_i}{\sum n_i} = \dfrac{r_A + r_B}{n_A + n_B} = \dfrac{12+60}{1{,}500+4{,}000} = \dfrac{72}{5{,}500} = 0.0131\ (1.31\%)$

12) n=5인 관리도의 3σ 관리한계로서 U_{CL}=24.7, L_{CL}=16.7이고, $\overline{R}$=12.1이다. 다음 물음에 답하시오.

(1) 본 관리도가 $\overline{x}$ 관리도일 때 $\hat{\sigma}_{\overline{x}}$를 구하시오.

(2) 본 관리도가 x 관리도일 때 $\hat{\sigma}_x$를 구하시오.

해설

(1) $\overline{x}$ 관리도일 때 $U_{CL} = \overline{\overline{x}} + 3\dfrac{\hat{\sigma}_x}{\sqrt{n}} = 24.7,\ L_{CL} = \overline{\overline{x}} - 3\dfrac{\hat{\sigma}_x}{\sqrt{n}} = 16.7$ 이므로

$$U_{CL} - L_{CL} = 6 \times \frac{\hat{\sigma}_x}{\sqrt{n}} \ \rightarrow\ 24.7 - 16.7 = 6 \times \hat{\sigma}_{\overline{x}} \ \rightarrow\ \hat{\sigma}_{\overline{x}} = 1.33$$

(2) x 관리도일 때 $U_{CL} = \overline{x} + 3\hat{\sigma}_x = 24.7,\ L_{CL} = \overline{x} - 3\hat{\sigma}_x = 16.7$ 이므로

$$U_{CL} - L_{CL} = 6 \times \hat{\sigma}_x \ \rightarrow\ 24.7 - 16.7 = 6 \times \hat{\sigma}_x \ \rightarrow\ \hat{\sigma}_x = 1.33$$

13) 어떤 부품의 과거 치수는 평균 7.95mm, 표준편차 σ=3mm라는 것을 알고 있다. 제조공정의 일부를 변경하여 10개의 샘플을 랜덤으로 측정한 결과는 다음과 같다. 이 부품의 치수가 과거와 달라졌다고 할 수 있겠는가? (단, 위험률 5%로 검정하시오.)

[데이터]	7.93	7.95	7.94	7.92	7.91	7.95	7.92	7.93	7.81	7.95

해설

☞ σ가 기지인 때의 한 개의 모평균과 기준치와의 차이 검정

① 가설 설정 : $H_0 : \mu$=7.95(μ_0), $H_1 : \mu \neq$7.95 (양쪽검정)

② 유의수준 : $\alpha = 0.05$

③ 검정통계량의 값(U_0) 계산 : $U_0 = \dfrac{\overline{x} - \mu_0}{\sigma_0 / \sqrt{n}} = \dfrac{7.92 - 7.95}{3/\sqrt{10}} = -0.032$

여기서, $\overline{x} = \dfrac{\sum x}{n} = \dfrac{79.2}{10} = 7.92$

④ 기각역 설정 : $|U_0| > u_{1-\alpha/2} = u_{0.975} = 1.960$ 이면 H_0 기각

⑤ 판정 : $|U_0| = 0.032 < u_{0.975} = 1.960$ 이므로 유의수준 5%로 H_0 를 기각할 수 없다.

즉, 이 부품의 치수는 과거와 달라졌다고 할 수 없다.

14 어떤 회사에서 사내에 있는 5명의 품질관리기사를 소집하여 작업표준의 작성과 관리도의 사용에 대한 토론을 실시한 결과 다음과 같은 의견이 나왔다. 이들 중 옳은 의견을 제시한 사람은 누구인가?

A기사	관리도는 공정의 이상유무를 통계적으로 판정하는 도구이기 때문에 작업표준이 만들어져 있어도 관리도는 작성하여야 한다.
B기사	관리도는 작업표준을 만들기까지의 수단이기 때문에 작업표준이 완성되면 관리도를 작성할 필요가 없다.
C기사	모든 작업자가 완성된 작업표준에 따라 작업을 실시하고 있기 때문에 관리도는 작성할 필요가 없다.
D기사	작업표준은 공정관리를 목적으로 작성하는 것으로, 여기에는 표준의 작업방법뿐만 아니라 이상시의 조치방법도 기술되어 있기 때문에, 작업표준이 작성되어 있으면 관리도는 작성할 필요가 없다.
E기사	관리도는 공정의 관리뿐만 아니라 공정의 해석에도 사용되는 것이기 때문에 작업표준이 작성되어 있어도 관리도는 작성하여야 한다.

해설

☞ 옳은 의견을 제시한 사람 : A기사, E기사

15 한 상자에 100개씩 들어있는 기계부품이 50상자가 있다. 이 상자간의 산포가 σ_b=0.5, 상자내의 산포가 σ_w=0.8일 때 우선 5상자를 랜덤하게 샘플링한 후 뽑힌 상자마다 10개씩 랜덤샘플링을 한다면 이 로트의 모평균의 추정정밀도 $V(\bar{\bar{x}})$ 는 얼마나 되겠는가?

(단, $M/m \geq 10$, $\bar{N}/\bar{n} \geq 10$ 의 조건을 고려하여 $M, \bar{N}$ 는 무시하여도 좋다. 답은 소수점 이하 셋째 자리로 맺음하시오.)

해설

☞ 2단계 샘플링에서 측정오차(σ_M)를 무시하는 경우이고, $M, \bar{N}$ 를 무시하여도 좋으므로 유한수정계수를 무시하고 무한모집단으로 취급하여 $V(\bar{\bar{x}})$ 를 구한다.

$$V(\bar{\bar{x}}) = \frac{{\sigma_b}^2}{m} + \frac{{\sigma_w}^2}{m\bar{n}} = \frac{0.5^2}{5} + \frac{0.8^2}{5 \times 10} = 0.063$$

여기서, $m = 5,\ \bar{n} = 10$, $\sigma_b = 0.5$, $\sigma_w = 0.8$

◈ 실험계획법 ◈

16 어떤 반응공정의 수율을 올릴 목적으로 반응시간(A), 반응온도(B), 성분의 양(C)의 3가지 인자를 택해 라틴방격의 실험을 하여 아래의 데이터를 얻었다. 분산분석을 실시하시오.

	A_1	A_2	A_3
B_1	C_1=77.5	C_2=84.3	C_3=86.4
B_2	C_3=86.0	C_1=91.9	C_2=88.2
B_3	C_2=90.1	C_3=94.8	C_1=89.3

해설

☞ 3×3 라틴방격 실험계획법의 분산분석

① 변동의 계산

변동 계산을 위해 활용되는 다음의 보조 값들을 먼저 계산한다.

$T_{i..}$ 의 계산 : $T_{1..}$=253.6, $T_{2..}$=271, $T_{3..}$=263.9, T=788.5

$T_{.j.}$ 의 계산 : $T_{.1.}$=248.2, $T_{.2.}$=266.1, $T_{.3.}$=274.2

$T_{..l}$ 의 계산 : $T_{..1}$=258.7, $T_{..2}$=262.6, $T_{..3}$=267.2

$$CT=\frac{T^2}{k^2}=\frac{788.5^2}{3^2}=69{,}081.36$$

$$S_T=\sum_i\sum_j\sum_l {x_{ijl}}^2-CT=(77.5^2+86.0^2+\cdots+89.3^2)-69{,}081.36=196.73$$

$$S_A=\sum_i\frac{{T_{i..}}^2}{k}-CT=\frac{253.6^2+271^2+263.9^2}{3}-69{,}081.36=51.03$$

$$S_B=\sum_j\frac{{T_{.j.}}^2}{k}-CT=\frac{248.2^2+266.1^2+274.2^2}{3}-69{,}081.36=118.00$$

$$S_C=\sum_l\frac{{T_{..l}}^2}{k}-CT=\frac{258.7^2+262.6^2+267.2^2}{3}-69{,}081.36=12.07$$

$$S_e=S_T-(S_A+S_B+S_C)=196.73-(51.03+118.00+12.07)=15.63$$

② 분산분석표의 작성

요인	SS	DF	MS	$E(MS)$	F_0	$F_{0.95}$
A	51.03	2	25.515	$\sigma_e^2+3\sigma_A^2$	3.265	19.0
B	118.00	2	59.00	$\sigma_e^2+3\sigma_B^2$	7.550	19.0
C	12.07	2	6.035	$\sigma_e^2+3\sigma_C^2$	0.772	19.0
e	15.63	2	7.815	σ_e^2		
T	196.73	8				

③ 검토 : 위의 분산분석 결과에서 모든 인자가 유의적이 아니다.

17 $L_{16}(2^{15})$형 직교배열표에 다음과 같이 배치했다. 다음 물음에 답하시오.

열	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
기본 표시	a	b	a b	c	a c	b c	a b c	d	a d	b d	a b d	c d	a c d	b c d	a b c d
배치	M	N	O	P				S					Q	R	T

(1) 2인자 교호작용 $O\times T$, $S\times R$은 몇 열에 나타나는가?

(2) 2인자 교호작용 $R\times T$가 무시되지 않을 때 위와 같이 배치한다면 어떤 문제점이 일어나는가?

해설

(1) $O\times T = (ab)(abcd) = a^2b^2cd = cd$ → 12열에 배치

(∵ 2수준계 직교배열표에서는 $a^2 = b^2 = c^2 = \cdots = 1$)

$S\times R = (d)(bcd) = bcd^2 = bc$ → 6열에 배치

(2) $R\times T = (bcd)(abcd) = ab^2c^2d^2 = a$ → 1열에 배치

이 경우는 1열에는 이미 M이 배치되어 있는 상태이다. 그러므로 $R\times T$와 M은 서로 교락된다.

국가기술자격시험	품질경영산업기사 실기 모의고사 1-3R	시험시간 : 2시간 30분

◈ 품질경영실무 ◈

01 QC의 기본 7가지 도구 중 5가지를 적으시오.

해설

☞ 7가지 QC기초수법

① 히스토그램(histogram), ② 파레토그림(Pareto diagram), ③ 특성요인도(causes-and-effects diagram), ④ 체크시트(check sheet), ⑤ 각종의 그래프(graph), ⑥ 산점도(scatter diagram), ⑦ 층별(stratification) 등이다.

여기서 ⑦항의 층별 대신에 관리도를 7가지 QC기초수법의 하나로 보는 경우도 있다.

02 어떤 인쇄공장에서 부적합 항목에 대한 발생빈도에 대한 내용이다. 파레토도를 그리시오.

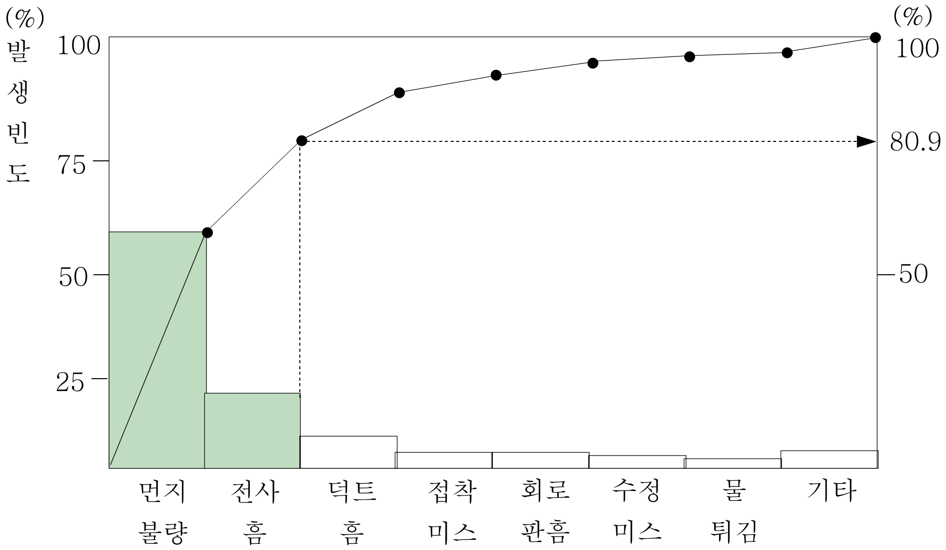
부적합 항목	발생빈도(%)
접착미스	2.7
먼지불량	59.4
물튀김	1.5
수정미스	2.3
전사흠	21.5
덕트흠	6.8
회로판흠	2.7
기타	3.1

해설

(1) 부적합항목별 발생건수가 가장 큰 순서로 나열하면서 점유율(%), 누적점유율(%)을 정리하면 다음과 같다.

순위	부적합항목	발생빈도(%)	누적빈도(%)
1	먼지불량	59.4	59.4
2	전사흠	21.5	80.9
3	덕트흠	6.8	87.7
4	접착미스	2.7	90.4
5	회로판흠	2.7	93.1
6	수정미스	2.3	95.4
7	물튀김	1.5	96.9
8	기타	3.1	100

(2) 파레토도의 작성



(3) 검토 : 먼지불량, 전사흠의 합계가 전체에서 80.9%를 차지하므로 이들을 중점개선 대상으로 하여 개선을 하면 개선효과가 크게 될 수 있다.

03 다음 (   )속에 적당한 말을 보기에서 찾으시오.

[보기] ① 품질목표 ② 품질표준 ③ 품질보증 ④ 관리수준

(1) 현재 기술로는 도달이 어렵지만 제반 요구에 의해 장래 도달하고 싶은 품질의 수준 (ⓐ)
(2) 현재 기술로서 관리하면 도달할 수 있는 품질의 수준 (ⓑ)
(3) 현재의 기술, 공정관리, 검사에 의해 소비자에 대하여 보증할 수 있는 품질의 수준 (ⓒ)
(4) 각 공정에 대해서 공정관리를 실시하기 위한 품질의 수준 (ⓓ)

해설

☞ (1) ⓐ → ① (2) ⓑ → ② (3) ⓒ → ③ (4) ⓓ → ④

04 길이가 각각 $x_1 \sim N(5.00,\ 0.25^2)$, $x_2 \sim N(7.00,\ 0.36^2)$, $x_3 \sim N(9.00,\ 0.49^2)$인 3개의 부품을 임의의 조립방법에 의해 길이로 직렬연결할 때 $(x_1 + x_2 + x_3)$의 조립 완제품의 평균과 표준편차 값은 약 얼마인가? (단, 조립시의 오차는 없는 것으로 한다.)

해설

☞ 조립품의 기준치수 $= x_1 + x_2 + x_3 = 5.00 + 7.00 + 9.00 = 21.00$

조립품의 표준편차 = $\sigma_T = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2} = \sqrt{0.25^2 + 0.36^2 + 0.49^2} = 0.657$

◈ 통계적품질관리 ◈

05 부적합품률이 1.0%인 크기 500의 모집단에서 n=10의 랜덤샘플링을 하였을 때 샘플속에 부적합품이 1개이하 포함되어 있을 확률은? (단, 포아송분포를 이용하시오.)

해설

☞ $m = nP = 10 \times 0.01 = 0.1$ 이고, $P_r(X = x) = p(x) = \dfrac{e^{-m} \cdot m^x}{x!}$ 이므로

$$P_r(X \le 1) = p(0) + p(1) = \frac{e^{-m}m^0}{0!} + \frac{e^{-m}m^1}{1!} = \frac{e^{-0.1}(0.1)^0}{0!} + \frac{e^{-0.1}(0.1)^1}{1!} = 0.9953$$

06 계수규준형 샘플링검사에서 부적합품률이 5%, $N = 100$, $n = 10$, $c = 2$ 의 조건이 되었다면, 로트가 합격할 확률은 얼마나 되겠는가?

(1) 이항분포　　(2) 포아송분포　　(3) 초기하분포

해설

(1) 이항분포를 이용하여 $L(p)$를 구하면,

$$L(p) = \sum_{x=0}^{c} \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} = \sum_{x=0}^{2} \binom{10}{x} p^x (1-p)^{10-x}$$

$$= \binom{10}{0} 0.05^0 (1-0.05)^{10} + \binom{10}{1} 0.05^1 (1-0.05)^9 + \binom{10}{2} 0.05^2 (1-0.05)^8 = 0.9885$$

(2) 포아송분포

$$L(p) = \sum_{x=0}^{c} e^{-np} \cdot \frac{(np)^x}{x!} = \sum_{x=0}^{2} e^{-0.5} \cdot \frac{(0.5)^x}{x!} = e^{-0.5} \cdot \frac{(0.5)^0}{0!} + e^{-0.5} \cdot \frac{(0.5)^1}{1!} + e^{-0.5} \cdot \frac{(0.5)^2}{2!} = 0.9856$$

(3) 초기하분포

$Np = 100 \times 0.05 = 5,\ N - Np = 100 - 5 = 95,\ n = 10$ 이므로

$$L(p) = \sum_{x=0}^{c} \frac{\binom{Np}{x}\binom{N-Np}{n-x}}{\binom{N}{n}} = \sum_{x=0}^{2} \frac{\binom{5}{x}\binom{95}{10-x}}{\binom{100}{10}}$$

$$= \frac{\binom{5}{0}\binom{95}{10}}{\binom{100}{10}} + \frac{\binom{5}{1}\binom{95}{9}}{\binom{100}{10}} + \frac{\binom{5}{2}\binom{95}{8}}{\binom{100}{10}} = \frac{\binom{5}{0}\binom{95}{10} + \binom{5}{1}\binom{95}{9} + \binom{5}{2}\binom{95}{8}}{\binom{100}{10}} = 0.9934$$

07 금속판의 표면경도 상한규격치가 로트웰경도 68이하로 규정되었을 때 로트웰경도 68을 넘는 것이 0.5% 이하인 로트는 통과시키고, 그것이 4% 이상인 로트는 통과시키지 않도록 하는 계량규준형 1회 샘플링검사 방식이다. 다음 물음에 답하시오. (단, α=0.05, β=0.10, σ=3)

(1) n	(2) k	(3) $\overline{X}_U$

해설

☞ 계량규준형 1회 샘플링검사, 로트 부적합품률 보증, 상한규격치 S_U 가 주어진 경우

$S_U = 68,\ \sigma = 3$ 이고,

$K_{p_0} = K_{0.005} = 2.576, K_{p_1} = K_{0.04} = 1.751, K_\alpha = K_{0.05} = 1.645, K_\beta = K_{0.10} = 1.282$ 이므로

(1) $n \ge \left(\dfrac{K_\alpha + K_\beta}{K_{p_0} - K_{p_1}}\right)^2 = \left(\dfrac{1.645+1.282}{2.576-1.751}\right)^2 = 12.59 \ \rightarrow\ n = 13$ (개)

(2) $k = \dfrac{K_{p_0} \cdot K_\beta + K_{p_1} \cdot K_\alpha}{K_\alpha + K_\beta} = \dfrac{2.576 \times 1.282 + 1.751 \times 1.645}{1.645 + 1.282} = 2.11$

(3) $\overline{X}_U = S_U - k \cdot \sigma = 68 - 2.11 \times 3 = 61.67$

[참조] S_U 가 주어진 경우와 S_L 이 주어진 경우 모두 n, k 를 구하는 식은 동일하다.

08 다음 표준 검사자에 대한 기억력 x 와 판단력 y 를 검사하여 얻은 데이터이다.

기억력 x	11	10	14	18	10	5	12	7	15	16
판단력 y	6	4	6	9	3	2	8	3	9	7

(1) 공변동 S_{xy} 를 구하시오. (2) x 에 대한 y 의 상관계수를 구하시오.

(3) 기여율을 계산하시오. (4) x 에 대한 y 의 회귀방정식을 구하시오.

(5) $y = a + bx$ 일 때, x=7일 때 y 의 추정치를 구하시오.

해설

(1) 공변동 $S_{xy} = \sum xy - \dfrac{(\sum x)(\sum y)}{n} = 756 - \dfrac{118 \times 57}{10} = 83.4$

(2) x 에 대한 y 의 상관계수 : $r = \dfrac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \times S_{yy}}} = \dfrac{83.4}{\sqrt{147.6 \times 60.1}} = 0.885$

여기서, $S_{xx} = \sum x^2 - \dfrac{(\sum x)^2}{n} = 1{,}540 - \dfrac{118^2}{10} = 147.6$

$S_{yy} = \sum y^2 - \dfrac{(\sum y)^2}{n} = 385 - \dfrac{57^2}{10} = 60.1$

(3) 기여율 : $r^2 = 0.885^2 = 0.784\ (78.4\%)$

(4) x 에 대한 y 의 회귀방정식 : $\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x \ \rightarrow\ \hat{y} = -0.97 + 0.57x$

여기서, $\hat{\beta}_1 = \dfrac{S_{xy}}{S_{xx}} = \dfrac{83.4}{147.6} = 0.57$, $\hat{\beta}_0 = \overline{y} - \hat{\beta}_1 \overline{x} = 5.70 - 0.57 \times 11.8 = -0.97$

(5) $y = a + bx$ 일 때, x=7일 때 y 의 추정치

$\hat{y} = -0.97 + 0.57x \ \rightarrow\ \hat{y} = -0.97 + 0.57 \times 7 = 3.02$

09 $x,\ y$의 시료상관계수 r과 회귀계수 b를 구하기 위하여 X=(x_i-15)×10, Y=(y_i-3)×100인 데이터를 수치변환하여 $X,\ Y$를 그대로 사용하여 $X,\ Y$의 상관계수 r'=0.37이었다면 원데이터 $x,\ y$의 상관계수 r의 값은 얼마인가?

해설

☞ $X=(x-x_0)\times h,\ Y=(y-y_0)\times g$로 수치변환한 경우

$$r'=\frac{S_{(XY)}}{\sqrt{S_{(XX)}S_{(YY)}}}=\frac{S_{(xy)}\times hg}{\sqrt{\left(S_{(xx)}\times h^2\right)\times\left(S_{(yy)}\times g^2\right)}}=\frac{S_{(xy)}}{\sqrt{S_{(xx)}S_{(yy)}}}=r=0.37$$

따라서, 수치변환 전후의 상관계수 r의 값은 동일하게 0.37이 됨.

[참조] $X=(x-x_0)\times h,\ Y=(y-y_0)\times g$로 수치변환한 경우의 환원 방법

$$S_{xx}=S_{XX}\times\frac{1}{h^2},\ S_{yy}=S_{YY}\times\frac{1}{g^2},\ S_{xy}=S_{XY}\times\frac{1}{hg}$$

10 로트별 검사 AQL 지표형 계수값 AQL=1.0%, 일반검사 Ⅱ, 보통검사 1회 샘플링검사일 때 빈 칸을 채우시오.

로트 번호	N	샘플문자	n	A_c	R_e	부적합수	합부판정	전환 스코어	엄격도 적용
1	300	H	50	1	2	1	합격	2	보통검사 시작
2	500	H	50			2	불합격		보통검사 속행
3	300	H	50			0	합격		보통검사 속행
4	800	J	80			2	합격		보통검사 속행
5	1,500	K	125			1	합격		보통검사 속행

해설

☞ 정수 A_c를 적용할 때의 합부판정 및 엄격도 전환에 대한 공란 작성이다.

로트 번호	N	샘플문자	n	A_c	R_e	부적합수	합부판정	전환 스코어	엄격도 적용
1	300	H	50	1	2	1	합격	2	보통검사 시작
2	500	H	50	1	2	2	불합격	0	보통검사 속행
3	300	H	50	1	2	0	합격	2	보통검사 속행
4	800	J	80	2	3	2	합격	5	보통검사 속행
5	1,500	K	125	3	4	1	합격	8	보통검사 속행

[참조] 합부판정 및 엄격도 전환 절차 설명

① 샘플문자 : KS Q ISO 2859-1 <부표 1>에서 로트크기 N과 검사수준 Ⅱ에 대한 샘플문자를 얻는다.

② n, A_c와 R_e : AQL=1.0과 각 로트의 샘플문자가 만나는 칸에서 또는 화살표의 방향을 따라 가서 만난 칸에서 A_c와 R_e를 얻고 이 칸에 대응하여 샘플크기 n을 정한다.

③ 합부판정 : (부적합품수≤ A_c)이면 로트합격, (부적합품수≥ R_e)이면 로트불합격 판정한다.

④ 전환스코어 : 보통검사 1회 샘플링방식에서 로트가 불합격이면 전환스코어는 0이고, A_c 가 0 또는 1에서 합격하면 (직전 로트의 전환스코어+2), A_c 가 2이상에서 합격하면 (직전로트의 전환스코어+3)이 된다. 수월한 검사로 전환하면 전환스코어 계산은 중단된다.

⑤ 엄격도 조정 : 보통검사에서 전환스코어 현상값이 30이상이 되는 로트의 다음 로트부터 수월한 검사로 전환한다.

11 L사에서는 3일에 한 번씩 뱃치의 알코올 성분을 측정하여 다음의 자료를 얻었다. $x-R_m$ 관리도의 관리한계선을 구하시오.

번호	측정치(x)	이동범위(R_m)	번호	측정치(x)	이동범위(R_m)
1	2.07	-	7	2.32	0.12
2	2.21	0.14	8	2.37	0.05
3	2.16	0.05	9	2.15	0.22
4	2.36	0.20	10	2.08	0.07
5	2.23	0.13	11	2.24	0.16
6	2.20	0.03			

해설

☞ $x-R_m$ 관리도의 관리한계선

① 중심선 계산 : $\bar{x}=\dfrac{\sum x}{k}=\dfrac{24.39}{11}=2.217$, $\overline{R}_m=\dfrac{\sum R_m}{k-1}=\dfrac{1.17}{11-1}=0.117$

② x 관리도 관리한계선 계산

$$U_{CL}=\bar{x}+E_2\overline{R}_m=\bar{x}+2.66\overline{R}_m=2.217+2.66\times 0.117=2.53$$

$$L_{CL}=\bar{x}-E_2\overline{R}_m=\bar{x}-2.66\overline{R}_m=2.217-2.66\times 0.117=1.91$$

③ R 관리도 관리한계선 계산

$$U_{CL}=D_4\overline{R}_m=3.27\overline{R}_m=3.27\times 0.117=0.382$$

$L_{CL}=D_3\overline{R}_m=-$ ($n\le 6$ 으로서, 값이 주어지지 않음)

12 전자레인지의 최종검사에서 20대를 랜덤하게 추출하여 부적합수를 조사하였다. 한 대당 발견되는 부적합수를 기록하여 보니 다음과 같았다. 물음에 답하시오.

군번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
부적합수	4	5	3	3	4	8	4	2	3	3	6	4	1	6	4	2	4	4	3	7

(1) 부적합수 c 관리도의 중심선, 관리상한, 관리하한을 구하시오.

(2) 관리도를 그리시오.　　(3) 관리상태 여부를 판정하시오.

해설

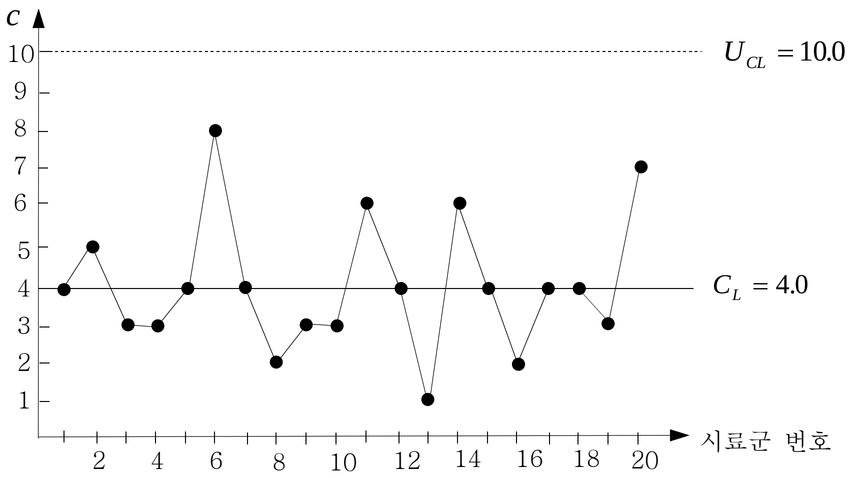
(1) c 관리도의 중심선, 관리상한, 관리하한 계산

k =20, $\sum c$ =80이므로 $C_L = \bar{c} = \frac{\sum c}{k} = \frac{80}{20} = 4$ 가 되며,

$U_{CL} = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 4 + 3\sqrt{4} = 10.0$

$L_{CL} = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} = 4 - 3\sqrt{4} = -$ (음수로서, 고려하지 않음)

(2) c 관리도의 작성



(3) 관리상태의 판정 : 관리한계선을 벗어나는 점이 없고, 점의 배열에 어떤 이상한 버릇도 없으므로 공정은 관리상태라고 판정할 수 있다.

◈ 실험계획법 ◈

13 2원배치 실험에서 인자 A를 5수준, 인자 B를 4수준으로 하여 20회의 실험을 랜덤으로 실시하였다. 다음 분산분석표의 데이터를 사용하여 인자 A의 순변동 (S'_A)과 기여율(ρ_A)을 구하시오.

요인	변동	자유도	불편분산
A	35.4	4	8.85
B	21.9	3	7.30
e	18.0	12	1.50
T	75.3	19	

해설

☞ 반복없는 2원배치 실험에서 인자 A의 순변동(S'_A)과 기여율(ρ_A)

(1) $S'_A = S_A - \nu_A \cdot V_e = 35.4 - 4 \times 1.50 = 29.4$

(2) $\rho_A = \frac{S'_A}{S_T} \times 100 = \frac{29.4}{75.3} \times 100(\%) = 39.04(\%)$

14 어느 실험실에서 여러 명의 분석공이 있다. 이 중 3명의 분석공을 뽑아 분석결과치가 차이가 있는지를 확인하기 위하여 일정한 표준시료를 만들어서 동일 장치로 날짜를 랜덤하게 바꾸어 가면서 각 3회씩 반복하여 분석공에게 분석시켰다. 이들 분석공에게는 분석되는 시료가 동일한 표준시료라는 것을 모르게 하여 실시한 후 다음 분석치를 얻었다. 다음 물음에 답하시오.

	A_1	A_2	A_3
1	12.4	19.8	12.9
2	17.9	14.4	14.6
3	13.7	17.2	17.1

(1) A 인자는 모수인자인가, 변량인자인가?

(2) 분산분석을 행하시오(단, 검정포함, $\alpha = 0.05$).

해설

(1) 여러 분석공 중에서 랜덤으로 뽑히고, 각 수준이 기술적인 의미를 갖고 있지 못하므로 변량인자이다.

(2) 분산분석

① 가설 설정 : H_0 : $\sigma_A^2 = 0$, H_1 : $\sigma_A^2 > 0$

② 변동 계산

$$CT = \frac{T^2}{N} = \frac{(140)^2}{9} = 2{,}177.78$$

$$S_T = \sum_i \sum_j x_{ij}^2 - CT = (12.4^2 + 17.9^2 + \cdots + 17.1^2) - 2{,}177.78 = 51.30$$

$$S_A = \sum_i \frac{T_{i\cdot}^2}{r} - CT = \left[\frac{44.0^2 + 51.4^2 + 44.6^2}{3}\right] - 2{,}177.78 = 11.26$$

$$S_e = S_T - S_A = 51.30 - 11.26 = 40.04$$

③ 자유도 계산

$$\nu_T = lr - 1 = 3 \times 3 - 1 = 8,\ \nu_A = l - 1 = 3 - 1 = 2,\ \nu_e = l(r-1) = 3(3-1) = 6$$

④ 분산분석표 작성

요인	SS	DF	MS	$E(MS)$	F_0	$F_{0.95}$
A	11.26	2	5.63	$\sigma_e^2 + 3\sigma_A^2$	0.84	5.14
e	40.04	6	6.67	σ_e^2		
T	51.30	8				

[참조] $E(V_A) = \sigma_e^2 + r\sigma_A^2$ 에서 $r = 3$ 인 경우 $E(V_A) = \sigma_e^2 + 3\sigma_A^2$

분산분석 결과로 볼 때 F_0 =0.84< $F_{0.95}$(2, 6)=5.14가 성립되므로 H_0 를 기각할 수 없다. 즉, 유의수준 5%로 인자 A 가 유의하지 않다고 할 수 있다.

15 $L_8(2^7)$형 직교배열표에 다음과 같이 인자 A, B, C, D를 배치하여 랜덤한 순서로 실험하여 데이터를 얻었다. S_A의 값을 구하시오.

열번	1	2	3	4	5	6	7	실험 데이터 x_i
요인		B		C	A		D	
1	0	0	0	0	0	0	0	20
2	0	0	0	1	1	1	1	5
3	0	1	1	0	0	1	1	26
4	0	1	1	1	1	0	0	17
5	1	0	1	0	1	0	1	0
6	1	0	1	1	0	1	0	1
7	1	1	0	0	1	1	0	14
8	1	1	0	1	0	0	1	1
기본표시	a	b	ab	c	ac	bc	abc	$\sum x=84$

해설

☞ 2수준계 직교배열표에서의 변동 계산

$$S_A=\frac{1}{N}[1수준\ 데이터\ 합-0수준\ 데이터\ 합]^2 \quad (여기서,\ N=2^m=2^3=8)$$

$$=\frac{1}{8}\left[(5+17+0+14)-(20+26+1+1)\right]^2=18.0 \quad (단,\ 데이터는\ 5열에\ 대한\ 값임.)$$