제 4 장

생산운영관리론

4.1 생산 기초・전략・유형 / 113

4.2 제품・공정・입지 설계 / 120

4.3 설비배치 및 작업방법설계 / 124

4.4 수요예측 / 132

4.5 생산계획 설계 및 능력계획 / 144

4.6 총괄・대일정・개별일정 계획 / 149

4.7 MRP 및 재고통제・관리 / 158

4.8 PERT・CPM 일정계획 / 172

4.9 방법연구 및 표준시간 / 175

4.10 설비관리 및 TPM / 183

4.11 품질관리 / 188

4.12 생산관리 관련활동 / 201

4.1 생산 기초 · 전략 · 유형

생산운영관리 기초

01 생산관리의 목표에 해당하지 않는 것은?

① 원가우위 ② 고객만족을 통한 순현가 극대화
③ 품질우위 ④ 납기준수 및 단축 ⑤ 생산시스템 유연성 향상

해설 생산관리의 목표로는 생산성, 품질, 원가, 납기, 유연성, 안전, 환경 등이다.

02 제품과 그 제조공정의 특성을 연결한 것 중 가장 적절하지 않은 것은?

① 휘발유 - 연속흐름(continuous flow)
② 소형승용차 - 조립라인(assembly line)
③ 전통공예가구 - 개별작업(job-shop)
④ 특수 중장비 - 다중흐름라인(multi-flow line)
⑤ 제과점의 여러 가지 빵과 생과자 - 배치 프로세스(batch process)

해설 ④ 특수 중장비 - 배치 프로세스(batch process)

○ 배치 프로세스(batch process) : 식품, 철, 플라스틱, 특수 중장비 등의 각종 공산품을 제조할 때, 가공에 필요한 원료를 일괄하여 처리하는 공정이며, 묶음 프로세스, 일괄처리 프로세스라고도 한다.

과학적 생산관리 태동

01 테일러의 과업관리원칙이 아닌 것은?

① 공정한 1일과업량의 결정 ② 실패한 작업자는 그 실패에 대한 손실 각오
③ 작업에 대한 표준 ④ 이동조립법의 개발
⑤ 성공에 대한 고임금

해설 ④ [×] 컨베이어에 의한 이동조립법의 개발은 포드시스템의 큰 특징이다.

정답 01. ② 02. ④ | 01. ④

○ 테일러의 과업관리 원칙은 ㉠ 공정한 1일 과업량의 결정, ㉡ 표준화된 제작업 조건의 구비, ㉢ 성공에 대한 고임금, ㉣ 실패한 경우에는 손실 등이다.

02 포드는 컨베이어시스템을 효율적으로 운영하기 위한 전제로 생산에 대한 표준화를 제시하였는데 생산의 표준화에 해당되지 않는 것은?

① 제품의 단순화 ② 기계 및 공구의 전문화 ③ 부품의 표준화
④ 성과급의 차별화 ⑤ 작업의 단순화

해설 ④ [○] 성과급의 차별화는 테일러시스템의 내용이다.

○ Ford system의 내용으로서의 생산의 표준화는 ㉠ 제품의 단순화, ㉡ 부품의 규격화, ㉢ 기계・공구의 전문화, ㉣ 작업의 단순화 등이다.

03 과업관리로 불리는 과학적 관리론은 테일러(Taylor)에 의해 제시되었다. 다음 중 테일러시스템의 특성이 아닌 것은?

① 하루 일할 수 있는 공정한 과업결정 ② 기초적 시간연구
③ 차별적 성과급제의 직능식 조직 ④ 저가격・고임금의 원리
⑤ 성공시 우대, 실패시 상대적 손실을 부담시킴

해설 ④ [×] 저가격・고임금의 원리는 포드시스템의 특성이다. 테일러는 고임금・저노무비의 원칙이다. 소비자에게는 저가격, 노동자에게는 고임금의 원리는 포드시스템의 특징이다. 테일러는 노동자에게는 고임금, 기업주에게는 저노무비의 원칙이 해당된다.

신생산 패러다임

01 제품의 디자인에서 생산에 이르기까지 각 과정의 설계작업을 동시에 수행함으로써 생산리드타임을 획기적으로 단축시키는 기법은?

① 벤치마킹(benchmarking) ② 리엔지니어링(reengineering)
③ 리스트럭처링(restructuring) ④ 다운사이징(downsizing)
⑤ 콘커런트엔지니어링(concurrent engineering)

정답 02. ④ 03. ④ | 01. ⑤

해설 ⑤ [○] 콘커런트엔지니어링(concurrent engineering)은 동시공학(CE)이라고도 하며, 제품 및 그에 관련된 제조 및 지원부문을 포함한 여러 과정을 동시적이며 병행적으로 설계하기 위한 시스템 관점의 접근방법이다. 이는 납기를 획기적으로 단축할 수 있다.

① 벤치마킹(benchmarking)은 측정의 기준이 되는 대상을 설정하고 그 대상과 비교 분석을 통해 장점을 따라 배우는 '창조적 모방 행위'를 말한다.

② 리엔지니어링(reengineering)은 업무프로세스의 혁신적 재설계 기법이다.

③ 리스트럭처링(restructuring)은 사업구조개편 기법이다.

④ 다운사이징(downsizing)은 기업규모 축소나 감원을 뜻하는 구조조정의 하나이다.

02 많은 개별 고객들의 요구를 만족시키기 위해 제품들을 맞춤화하여 생산하는 것은?

① 서비타이제이션(servitization) ② 가치공학(value engineering)
③ 린생산(lean production) ④ 대량생산(mass production)
⑤ 매스커스터마이제이션(mass customization)

해설 ⑤ [○] 매스커스터마이제이션(mass customization)은 개별 고객의 니즈에 맞춰 주문생산된(customization) 제품 및 서비스를 대량생산 (mass production) 함으로써 낮은 비용으로 제공하는 시스템이다.

① 서비타이제이션(servitization)은 제조기업 또는 제조산업의 가치사슬(value chain)에 서비스를 융합함으로써 제품을 구매한 소비자의 만족도 극대화를 추구하는 전략이다.

② 가치공학(value engineering)은 사물 자체가 아니라 사물의 가치에 눈을 돌려서 그 사물의 가치를 높여 가는 노력을 하는 가치향상 기법이다.
가치=기능/원가, 즉 V=F/C (영문자는 Value, Function, Cost의 의미이다.)

③ 린생산(lean production)은 각 생산 단계에서 인력이나 생산설비 등 생산능력을 필요한 만큼만 적게 유지하면서 생산효율을 극대화하는 방식이다.

④ 대량생산(mass production)은 규격화된 제품을 체계적인 기술과 기계를 사용하여, 표준화된 제품을 대량으로 생산하는 방식이다.

정답 02. ⑤

03 서비스업에 대한 운영관리가 유형제품의 생산관리보다 상대적으로 복잡하고 어려운 이유와 가장 관련이 깊은 것은?

① 상대적으로 고가이기 때문 ② 준거집단의 영향력이 상대적으로 크기 때문
③ 종류가 많기 때문에 ④ 고객화에 드는 비용이 크기 때문
⑤ 소비와 구매가 동시에 이루어지기 때문

해설 ⑤ [○] 소비와 구매가 동시에 이루어지기 때문에 품질관리가 어렵다. 서비스는 유형인 제품과는 달리 4대 특성인 무형성, 이질성, 비분리성, 소멸성이라는 특성을 가지고 있다.

04 다음에 해당하는 서비스의 예로 적절한 것을 고르면?

> 이는 고객접촉 및 고객화의 정도가 높은 반면 노동집약도는 낮은 경우의 서비스 형태로서, 서비스 공급의 일정관리(scheduling), 비수기와 성수기의 수요관리 등에 의사결정의 중점을 두어야 한다.

① 성형외과 ② 공무원 시험대비 학원 ③ 회계법인 ④ 대형 호텔
⑤ 건축사무소

해설 ① [○] 성형외과가 고객맞춤형 전문직으로서 전문서비스에 해당한다.

○ 쉬메너(R. Schmenner)의 서비스 유형별 믹스 매트릭스

	(저) 고객접촉도 및 고객화 정도 (**고**)	
(저) 노동집약도	서비스 공장 (항공, 호텔, 운수회사)	서비스 숍 (병원, 자동차수리업소)
(**고**)	대량서비스 (도매상, 소매상, 학교)	전문서비스 (**의사**, 변호사, 회계사)

정답 03. ⑤ 04. ①

입지설계 (Location Design)

01 입지선정기법들에 관한 다음의 기술 중 가장 적절한 것은?

① 입지손익분기분석(locational break-even analysis)은 입지별로 입지와 관련된 비용을 장기비용 요소와 단기비용 요소로 구분 한 뒤, 입지별 예상생산수량과 비교하여 최종입지를 결정하는 분석을 말한다.

② 운송모형(transportation model)은 고객시장을 기준으로 수익을 최대화할 수 있는 입지를 선정하는 기법이다.

③ 요소분석방법(factor rating method)은 입지결정과 관련된 요인들에 가중치를 부여하여 평가하는 분석을 말한다.

④ 무게중심분석방법(center of gravity method)은 한정된 후보지들을 대상으로 하는 입지선정 시 효과적이다.

⑤ 입지에 관한 분석 시 직각거리(rectilinear distance)를 이용한 분석은 두 지점 사이의 직선거리 또는 가장 단거리를 이용하여 입지선정에 활용하는 방법이다.

해설 ③ [○] 요소분석방법(factor rating method)은 입지에 관한 양적 요인과 질적 요인을 동시에 고려하여 체크리스트를 이용하여 대안들을 평가하는 기법으로서, 입지결정과 관련된 요인들에 가중치를 부여하여 평가한다.

① 입지손익분기분기분석(locational break-even analysis)은 입지별로 입지와 관련된 비용을 고정비용 요소와 변동비용 요소로 구분한 뒤 입지별 조업도 변화에 따른 비용의 변화 과정을 비교하여 최종입지를 결정하는 분석이다.

② 운송모형(transportation model)은 총운반비를 최소화할 수 있는 입지를 선정하는 기법이다.

④ 무게중심분석방법(center of gravity method)은 여러 지방에 흩어져 있는 창고나 유통센터간의 운반비를 최소화할 수 있는 입지를 선정하는 기법이다.

⑤ 입지에 관한 분석 시 직각거리는 도시의 블록과 같이 직각으로 이동시 거리이고, 두 지점간 직선거리는 유클리드 거리라고도 하며 A와 B점의 거리로서 유클리드 거리는 가로 좌표를 x, 세로 좌표를 y라고 할 때 다음과 같은 $d_{AB} = \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2}$ 로 산출하는 거리이다.

정답 01. ③

4.3 설비배치 및 작업방법 설계

설비배치 설계

01 제품별 배치(product layout)에 관한 설명 중 적절한 항목으로만 구성된 것은?

a. 소품종 대량생산에 적합하지만 유연성이 떨어진다는 단점이 있다.
b. 자재들이 작업장 사이를 오고 가며 작업이 진행된다.
c. 제품의 가공 순서를 따라 배치되므로 주로 저가품이나 소량생산에 적합하다.
d. 표준화된 제품의 조립과 같이 반복적인 생산에 적합하다.
e. 작업자 직무만족도가 낮은 경우가 많으므로 동기유발에 신경을 써야 한다.

① a, c ② b, c ③ b, c, d ④ a, d, e ⑤ b, e

해설 ○ 설비배치의 유형 중에서 제품별 배치(product layout)는 특정제품을 생산하는데 필요한 기계 설비를 제조과정의 순서에 따라 배치하는 방법으로, 연속생산 공정을 따르는 소품종 대량생산, 장치형 산업에 적합하다.

(b) [×] 자재들이 작업장 사이를 오고 가며 작업이 진행된다. → 공정별 배치

(c) [×] 제품이 만들어지는 순서를 따라 배치되므로 주로 저가품이나 소품종대량 생산에 적합한 것이 제품별 배치의 특징이다.

02 설비배치 유형에 관한 비교설명으로 가장 적절한 것은?

① 공정별 배치(process layout)는 대량생산을 통한 원가의 효율성이 제품별 배치(product layout)보다 상대적으로 높다.
② 제품별 배치는 생산제품의 다양성과 제품설계변경에 대한 유연성이 공정별 배치보다 상대적으로 높다.
③ 제품별 배치는 설비의 활용률(utilization)이 공정배치에 비해 상대적으로 낮다.
④ 제품별 배치는 경로설정(routing)과 작업일정계획(scheduling)이 공정별 배치에 비해 상대적으로 단순하다.
⑤ 공정별 배치는 실비의 고장에 따른 손실이 제품별 배치보다 상대적으로 크다.

정답 01. ④ 02. ④

해설 ④ [○] 제품별 배치는 소품종대량생산으로서 장치형 라인생산이 특징이며, 경로설정(routing)과 작업일정계획이 공정별 배치에 비해 상대적으로 단순하다.

① 공정별 배치(process layout)는 대량생산을 통한 원가의 효율성이 제품별 배치(product layout)보다 상대적으로 높다.

② 제품별 배치는 생산제품의 다양성과 제품설계변경에 대한 유연성이 공정별 배치보다 상대적으로 높다.

③ 제품별 배치는 설비 활용률(utilization)이 공정배치에 비해 상대적으로 낮다.

④ 제품별 배치는 경로설정(routing)과 작업일정계획(scheduling)이 공정별 배치에 비해 상대적으로 단순하다.

⑤ 공정별 배치는 실비의 고장에 따른 손실이 제품별 배치보다 상대적으로 크다.

03 공정별 배치의 장점에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 다양한 생산공정으로 신축성이 크다.

② 생산시스템의 계획 및 통제가 단순하다.

③ 범용설비는 비교적 저렴하므로 초기 투자비용이 크지 않다.

④ 하나의 기계가 고장나도 전체시스템은 크게 영향을 받지 않는다.

⑤ 종업원들에게 다양한 과업을 제공해 줄 수 있어 직무 권태감을 줄일 수 있다.

해설 ② [×] 생산시스템의 계획 및 통제가 단순한 것은 제품별 배치의 특징이다. 공정별 배치는 기능별 배치라고도 하며, 생산시스템의 계획 및 통제가 복잡하다. 범용설비(다목적 설비)를 이용하고, 운반비 감소가 중요한 과제인 특징이 있다.

04 공장 내 설비 배치에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 공정별 배치는 비슷한 작업을 수행하는 기계, 활동들을 그룹별로 모아 놓은 것으로 개별주문생산시스템에 적합하다.

② 제품별 배치는 공정의 순서에 따라 배치하는 것으로 연속적인 대량생산에 적합하고, 재공품과 물류비 감소 및 생산 통제가 용이하다.

③ 위치고정형 배치는 대단위 제품들을 한 곳에 모아놓고 조립하는 형태로 프로젝트 기법을 활용하여 생산계획과 통제를 한다.

정답 03. ② 04. ④

④ 혼합형 배치는 공정과 제품 요소를 동시에 혼합하는 것으로 소품종 대량생산의 경우에 적합하다.

⑤ 프로세스별 배치는 특정제품을 생산하는 일련의 고정된 순서에 의해 배치하는 것으로 주로 특수화된 공구와 장치 생산에 적합하다.

해설 ④ [×] 혼합형 배치는 공정과 제품 요소를 동시에 혼합하는 것으로 GT(그룹테크놀로지) 방법 등이 활용되며, 중품종 중량생산의 경우에 적합하다.

05 생산공정 밑 설비배치에 관한 설명으로 가장 적절한 것은?

① 제품이 다양하고 배치크기(batch size)가 작을수록 잡숍(job shop)공정보다는 라인공정이 선호된다.

② 주문생산공정은 계획생산공정보다 유연성이 높지만 최종제품의 재고수준이 높아지는 단점이 있다.

③ 제품별배치에서는 공정별배치에 비해 설비의 고장이나 작업자의 결근 등이 발생할 경우 생산시스템 전체가 중단될 가능성이 낮으며 노동 및 설비의 이용률이 높다.

④ 그룹테크놀로지(GT)를 이용하여 설계된 셀룰러배치는 공정별 배치에 비해 가동준비시간과 재공품재고가 감소되는 등의 장점이 있다.

⑤ 프로젝트공정에 주로 사용되는 고정위치배치에서는 장비와 인원 등이 작업장의 특정위치에 고정되므로 작업물의 이동경로로 관리가 중요하다.

해설 ④ [○] 그룹테크놀로지(GT)를 이용하여 설계된 셀룰러배치는 한 개의 셀(세포, 방)에서 처리가 완성되는 형태이므로, 공정별 배치에 비해 가동준비시간과 재공품재고가 감소되는 등의 장점이 있다.

① 제품이 다양하고 배치크기(batch size)가 작을수록 라인공정보다는 잡숍공정(job shop process)이 선호된다.

② 연속공정의 소품종대량생산이 특징인 계획생산공정보다 주문생산공정은 유연성이 높고, 최종제품의 재고수준이 높아질 위험이 적다.

③ 제품별배치에서는 공정별배치에 비해 설비의 고장이나 작업자의 결근 등이 발생할 경우 생산시스템 전체가 중단될 가능성이 높으며 노동 및 설비의 이용률이 높다.

정답 05. ④

⑤ 프로젝트공정에 주로 사용되는 고정위치배치에서는 작업장의 작업물은 고정되어 있으며, 장비와 인원 등이 작업장의 특정위치로 이동되므로 작업물의 이동경로 관리는 중요하지 않다.

06 제품별 배치(product layout)가 공정별 배치(process layout)에 비해 상대적으로 유리한 장점만을 모두 선택한 것은?

a. 산출률이 높고 단위당 원가가 낮다. b. 장비의 이용률(utilization)이 높다. c. 장비의 구매와 예방보전(preventive maintenance) 비용이 적다. d. 자재운반이 단순하고 자동화가 용이하다. e. 재공품 재고(WIP)가 적다. f. 훈련비용이 적게 들고 작업감독이 쉽다.

① a, b, d, e, f ② b, c, d, e, f ③ b, d, e, f ④ a, d, e
⑤ a, b, c

해설 (c) [×] 제품별 배치(product layout)는 '라인별 배치'라고도 하며, 대량생산제품별 연속형 라인 배치가 특징이므로, 장비의 구매와 예방보전 비용이 크다.

○ 공정별 배치(process layout)는 작업기능의 종류에 따라 공정들을 분류하고, 같은 종류의 작업기능을 갖는 공정들을 한 곳에 모아 배치하는 형태로 기능별 배치(functional layout)라고도 한다. 이는 다품종소량생산에 적합하고 범용설비가 배치되어 가공에 이용된다.

07 현대의 기업은 시장생산을 원칙으로 하는 소품종대량생산체제가 보편적이다. 다음 중에서 대량생산체제에 가장 적합한 설비배치 방법은?

① 제품별 배치 ② 공정별 배치 ③ 위치고정형 배치 ④ 그룹별 배치
⑤ 묶음 배치

해설 ① [○] 제품별 배치는 제품종류별로 라인 배치의 연속생산 장치형에 해당하다.
② 공정별 배치는 기능별배치이고, 다품종소량생산에 유리하다.
③ 위치고정형 배치는 조선업, 항공산업 등 프로젝트생산에 유리하다.
④ 그룹별 배치는 GT나 배치(batch)생산시스템에 유리하다.
⑤ 묶음 배치는 배치생산시스템을 말한다.

정답 06. ① 07. ①

08 생산설비의 배치는 제품의 생산공정과 밀접한 관계를 맺고 있다. 다음 설비배치에 관한 설명 중 가장 적절하지 않은 것은?

① 대형 여객기 제조회사에 가장 적합한 설비 배치 형태는 위치고정형 배치(fixed position layout)이다.

② 제품별 배치(product layout)는 생산제품에 변화가 있을 때마다 시설배치를 변경해야 하기 때문에 공정의 유연성이 떨어진다.

③ 공정별 배치(process layout)는 유사한 공정을 그룹별로 모아 배치하므로 공장 내 반제품 및 원자재의 흐름을 파악하기 쉽고 생산계획 및 통제가 간단하다.

④ 제품별 배치는 일반적으로 대규모의 생산설비 투자가 필요하며 표준화된 제품의 대량 생산에 적합하다.

⑤ 공정별 배치는 제품별 배치에 비해 과업이 다양하므로 작업자로 하여금 작업에 대한 흥미와 만족도를 높여줄 수 있다.

해설 ③ [×] 공정별 배치(process layout)는 유사한 공정을 그룹별로 모아 배치하므로 공장 내 반제품 및 원자재의 흐름을 파악하기 어렵고 생산계획 및 통제가 어렵다. 공정별 배치는 운반거리 단축과 운반비 최소화가 중대 관심사이다.

작업방법 설계

01 라인밸런싱(line balancing)에 관한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 밸런스 효율(balance efficiency)과 밸런스 지체(balance delay)를 합하면 항상 100%가 된다.

② 최다 후속작업 우선규칙이나 최대 위치가중치(positional weight) 우선규칙 등의 작업할당 규칙은 휴리스틱(heuristic)이므로 최적해를 보장하지는 않는다.

③ 주기시간(cycle time)은 병목(bottleneck) 작업장의 작업시간과 동일하다.

④ 주기시간을 줄이기 위해서는 작업장 수를 줄일 필요가 있다.

⑤ 작업장 수를 고정하면 주기시간을 줄일수록 밸런스 효율은 향상된다.

해설 ④ [×] “주기시간(사이클타임, C/T)=최장소요공정시간”이므로, 주기시간을 줄이기 위해서는 작업장 수를 증가시킬 필요가 있다.

정답 08. ③ | 01. ④

02 아래 그림과 같이 a, b, c 3개의 순차적인 과업을 통해 제품을 조립하는 생산라인이 있다. 이를 하루 8시간 가동할 때 조립라인 균형의 효율(efficiency)과 하루 생산량은 각각 얼마인가?

	ⓐ →	ⓑ →	ⓒ
수행시간	10초	30초	5초

① 50%, 960개 ② 66.7%, 960개 ③ 75%, 960개 ④ 50%, 640개
⑤ 66.7%, 640개

해설 ○ 조립라인 균형의 효율(efficiency) 및 하루생산량

$$\text{라인랠런싱효율}\ E_b = \frac{\sum t_1}{n \times t_{\max}} = \frac{10+30+5}{3 \times 30} = 0.5\,(50\%)$$

$$\text{하루 생산량} = \frac{\text{하루작업시간}}{C/T} = \frac{8 \times 60 \times 60}{t_{\max}} = \frac{8 \times 60 \times 60}{30} = 960\,(\text{개})$$

03 다음 그림과 같이 버퍼(buffer)가 존재하지 않는 4개의 작업장으로 구성된 생산 프로세스에 관한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은? (단, 각 작업장에 기재된 시간은 각 작업장에서 투입된 재공품 1단위를 처리하는 데 걸리는 시간이다.)

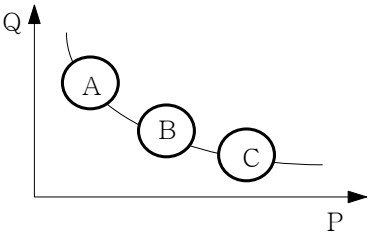
작업장 A (5초)	→	작업장 B (10초)	→	작업장 C (7초)	→	작업장 D (3초)

① 이 생산 프로세스의 흐름시간(Flow time)은 25초이다.
② 병목(bottleneck)이 발생하는 작업장은 작업장 B이다.
③ 작업장 C에서는 작업공전(starving)이 발생한다.
④ 이 생산 프로세스의 시간당 생산량은 720단위이다.
⑤ 작업장 D의 이용률(utilization rate)은 30%이다.

해설 ④ [×] 이 프로세스 시간당 생산량은 1시간/주기시간=(60×60)/10=360단위이다.
⑤ 작업장 D의 이용률(utilization rate)$= t_D / t_{\max} =$ 3/10=0.3(30%)

정답 02. ① 03. ④

04 P-Q곡선 분석에서 C영역에 해당하는 설비배치로 가장 적절한 것은?



① 제품별 배치 ② GT cell 배치 ③ 공정별 배치
④ 위치고정형 배치 ⑤ 혼합형 배치

해설 ③ [○] 공정별 배치=기능별 배치. C영역은 다품종소량생산에 해당하므로 공정별 배치(기능별 배치)가 적절하다. A영역은 소품종다량생산에 적합한 제품별 배치, B영역은 중품종중량생산에 적합한 혼합형 배치(예, GT배치)가 적절하다.

05 어떤 전자제품은 7가지 조립작업을 거쳐 생산된다. 후속작업의 수가 많은 작업을 우선 할당하는 규칙을 이용할 때 얻어지는 라인의 효율은 얼마일까? (단, 주기시간은 1분으로 주어져 있으며 후속작업의 수가 같은 경우에는 작업시간이 긴 작업을 우선적으로 할당한다.)

작업	A	B	C	D	E	F	G
후속작업수	6	5	2	2	1	1	0
선행작업	-	A	B	B	C	D	E,F
작업시간	0.3	0.5	0.8	0.6	0.2	0.2	0.6

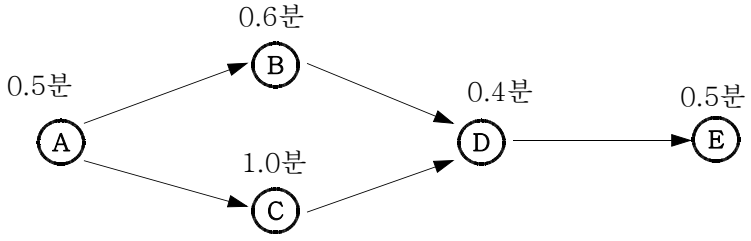
① 75% ② 80% ③ 82% ④ 88% ⑤ 92%

해설 ② [○] 라인밸런싱효율 $E = \frac{\sum t_i}{n \times C} = \frac{3.2}{4 \times 1.0} = 0.8\ (80\%)$

여기서, 작업장수 $n = \frac{\sum t_i}{C} = \frac{3.2}{1.0} = 3.2$ → 4개

정답 04. ③ 05. ②

06 어떤 조립라인 균형문제로 선행도표와 과업시간이 그림과 같다. 작업장을 3개로 할 때 얻을 수 있는 최고의 라인효율은 약 얼마인가?



① 85.5% ② 88.9% ③ 90.9% ④ 94.5% ⑤ 92.3%

해설 ③ [○] 작업장을 3개로 할 때 제1작업장에는 작업 A, B를 배정하고, 제2작업장에는 작업 C, 제3작업장에는 작업 D, E를 배정하게 되며, 목표사이클타임 C =1.1분(제1작업장의 과업시간)이 된다.

$$\text{라인밸런싱효율 } E_b = \frac{\sum t_i}{n \cdot C} \times 100 = \frac{3.0}{3 \times 1.1} \times 100 = 90.91\%$$

제 4 장

정답 06. ③

4.4 수요예측

수요예측 기법의 개요

01 수요예측 방법 중 정성적(qualitative) 예측법이 아닌 것은?

① 경영자 판단 ② 델파이법 ③ 회귀분석 ④ 소비자조사법
⑤ 판매원의견종합법

해설 ③ [×] 회귀분석은 회귀선에 의한 예측치를 구하는 정량적(quantitative) 예측법이며, 인과형분석법이다.

02 생산관리에서 수요예측 방법 중 양적 기법이 아닌 것은?

① 이동평균법(moving average) ② 델파이(Delphi) 기법
③ 지수평활법(exponential average) ④ 회귀모형(regression model)
⑤ 시계열분해법[decomposition of a time series)

해설 ② [×] 델파이(Delphi) 기법은 정성적 예측 기법이며, 전문가 패널을 구성하여 e-메일로 설문 분석하는 정성적 분석 기법으로 전문가 합의법이라고도 한다.

03 수요예측에 관한 다음의 설명 중 옳은 것은?

① 수요예측오차의 척도 중 평균절대오차(mean absolute deviation)는 예측치가 실적치를 완벽하게 나타내지 않더라도 그 값이 0이 될 수 있다.
② 시계열 수요 자료를 분해하여 분석하는 목적은 자료에 내재되어 있는 임의변동(random variation)의 패턴을 분석하여 예측치에 반영하는 것이다.
③ 가중이동평균법(weighted moving average method)을 사용하면 과거자료 중 최근의 실적치를 더 많이 예측치에 반영할 수 있다.
④ 이동평균법(moving average method)에는 과거예측이 초래한 오차의 일정부분을 미래 예측치에 반영할 수 있는 학습효과가 내재되어 있다.
⑤ 지수평활법(exponential smoothing method)을 사용하면 예측치의 산정에 반영될 과거 기간의 수(n)를 조절함으로써 예측의 정확성을 높일 수 있다.

정답 01. ③ 02. ② 03. ③

해설 ③ [○] 가중이동평균법을 사용하면 과거자료 중 최근의 실적치를 더 많이 예측치에 반영하여 예측 정도를 더 높일 수 있는 점이 이를 사용하는 이유이다.

① 수요예측오차의 척도 중 평균절대오차(MAD)는 예측치가 실적치를 완벽하게 나타내지 않으면 그 값이 0이 될 수 없다. $\text{MAD} = \sum |E_t| / n = \sum |A_t - F_t| / n$ 로 구하는 식에서 확인이 되며, 여기서 E_t는 예측오차, F_t는 예측치, A_t는 실적치, n는 산출기간을 각각 의미한다.

② 시계열 수요 자료를 분해하여 분석 목적은 자료에 내재되어 있는 임의변동의 패턴을 분석하여 예측치에 반영하는 것은 어렵기에 변동요인에서 제외된다.

④ 이동평균법에서 과거예측이 초래한 오차는 미래 예측치 추정에 반영하지 않는다.

⑤ 지수평활법은 직전 기의 예측치와 실적치에 의거 차기 예측치를 산정한다.

04 시계열(time series)분해법은 시계열변동을 4가지 구성요소로 분해하여 수요를 예측하는 방법이다. 4가지 구성요소에 해당하지 않는 것은?

① 계절(seasonal) 변동 ② 추세(trend) 변동 ③ 불규칙(irregular) 변동
④ 순환(cyclical) 변동 ⑤ 인과(causal) 변동

해설 ⑤ [×] 예측의 변동요인으로는 추세(trend, T), 순환요인(cyclical, C), 계절적요인(seasonal, S), 불규칙요인(irregular, I)의 4가지이다.

제 4 장

이동평균법

01 ㈜한국의 연도별 제품 판매량은 다음과 같다. 과거 3년간의 데이터를 바탕으로 단순이동평균법을 적용하였을 때 2020년도의 수요예측량은?

연도	판매량(개)	연도	판매량(개)
2014	2,260	2017	2,150
2015	2,090	2018	2,310
2016	2,110	2019	2,410

① 2,270 ② 2,280 ③ 2,290 ④ 2,300 ⑤ 2,310

정답 04. ⑤ | 01. ③

해설 $F_{2020} = \dfrac{A_{2017} + A_{2018} + A_{2019}}{3} = \dfrac{2{,}150 + 2{,}310 + 2{,}410}{3} = 2{,}290$(개)

○ 단순이동평균법에 의한 차기 예측치 : $F_t = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} A_{t-i}}{n}$

여기서, F_t : 차기 예측치, A_{t-i} : $t-i$ 기간의 실적치, n : 기간의 수

02 M제조회사에서 6월까지의 월별 실제판매량이 다음 표와 같을 때 7월의 판매예측량(단위 : 만개)을 6개월 이동평균법으로 구하면?

월	1	2	3	4	5	6	7
개수	35	38	40	40	46	50	(?)

① 41.5만개 ② 49.5만개 ③ 39.5만개 ④ 53.5만개 ⑤ 55.2만개

해설 ① [○] $F_7 = \dfrac{A_6 + A_5 + \cdots + A_1}{6} = \dfrac{50 + 46 + \cdots + 35}{6} = \dfrac{249}{6} = 41.5$

03 최근 3개월 자료로 가중이동평균법을 적용할 때, 5월의 예측생산량은? (단, 가중치는 0.5, 0.3, 0.2를 적용한다.)

구분	1월	2월	3월	4월
제품생산량(개)	90만	70만	90만	110만

① 87만개 ② 90만개 ③ 93만개 ④ 96만개 ⑤ 99만개

해설 ④ [○] $F_t = \sum_{i=1}^{n} (A_{t-i} w_{t-i}) \rightarrow F_5 = \sum_{i=1}^{3} (A_{5-i} w_{5-i}) = A_4 w_4 + A_3 w_3 + A_2 w_2$

$= 110 \times 0.5 + 90 \times 0.3 + 70 \times 0.2 = 96$(만개)

○ 가중이동평균법에 의한 예측치

1. 가중치가 주어지는 경우 : $F_t = \sum_{i=1}^{n} (A_{t-i} \cdot w_{t-i})$

여기서, F_t : 차기예측치, 가중치 합 $\sum w_i = 1$

정답 02. ① 03. ④

2. 가중치가 주어지지 않은 경우 : $F_t = \dfrac{\sum A_{t-i}}{n} + S \cdot N_i$

여기서, F_t : 차기예측치, S (기울기)= $\sum (A_{t-i} \cdot w_{t-i}) / \sum w_{t-i}^2$

n 이 홀수일 때 $N_i = (n+1)/2$

04 다음 자료는 회사의 판매실적이다. 가중이동평균법에 의하여 6월의 예측값을 구하면 약 얼마인가?

월	실제판매량	가중치
1	5	1
2	6	2
3	8	3
4	9	4
5	12	5

① 8.2 ② 9.1 ③ 0.5 ④ 12.0 ⑤ 13.5

해설 ② [○] 가중이동평균법에 의한 수요량의 6월 예측치

$$F_6 = A_5 \times w_5 + A_4 \times w_4 + \cdots + A_1 \times w_1 = 12 \times \frac{5}{15} + 9 \times \frac{4}{15} + \cdots + 5 \times \frac{1}{15} = 9.1$$

○ 가중이동평균법에 의한 수요량의 예측

1. 방법 1 : $F_t = \sum_{i=1}^{n} (A_{t-i} \times w_{t-i})$ 식에 의한 예측.

여기서, F_t : 차기 예측치, A_{t-i} : $t-i$ 기간의 실적치

n : 기간 수, $\sum w_i = 1$

2. 방법 2 : $F_t = \bar{x} + S \cdot N$ 식에 의한 예측.

여기서, F_t : 차기예측치, $\bar{x}$: 실적 평균치, x_i : 수요량

S(Slope, 기울기) : $S = \dfrac{\sum w_i x_i}{\sum w_i^2}$, w_i : 가중치

N : 가중치가 0이 되는 달로부터의 개월 수

정답 04. ②

지수평활법

01 A자동차 회사의 3월 판매예측치는 20,000대, 3월 판매실적치는 21,000대이며, 지수평활계수는 0.3일 때, 지수평활법을 활용한 4월의 판매예측치는 얼마인가?

① 20,000대 ② 20,100대 ③ 20,200대 ④ 20,300대 ⑤ 20,400대

해설 ④ [○] $F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1}) \rightarrow F_4 = F_3 + 0.3(A_3 - F_3)$

$= 20{,}000 + 0.3(21{,}000 - 20{,}000) = 20{,}300$ (대)

○ 단순(1차) 지수평활법에 의한 예측치 : $F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$

여기서, F_t : 차기예측치, F_{t-1} : 당기 예측치, A_{t-1} : 당기실적치

02 7월의 판매실적치가 20,000개, 판매예측치가 22,000개이었고, 8월 판매실적치가 25,000개일 때, 7월과 8월 2개월 실적을 고려하여 지수평활법으로 9월의 판매예측치를 계산하면 얼마인가? (단, 지수평활상수 α 는 0.2이다.)

① 20,880개 ② 22,080개 ③ 22,280개 ④ 24,080개 ⑤ 26,320개

해설 ③ $F_9 = \alpha A_8 + \alpha(1-\alpha)A_7 + (1-\alpha)^2 F_7$

$= 0.2 \times 25{,}000 + 0.2 \times 0.8 \times 20{,}000 + (0.8)^2 \times 22{,}000 = 22{,}280$ 개

○ 전기($t-2$) 데이터를 이용하는 지수평활법 공식

차기예측치 $F_t = \alpha A_{t-1} + \alpha(1-\alpha)A_{t-2} + (1-\alpha)^2 F_{t-2}$

03 수요예측기법 중 시계열(time-series)과 시계열분석기법에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 시계열은 특정 현상을 일정시간 간격으로 관찰하여 얻어진 일련의 관측치이다.
② 시계열분석기법은 과거 수요패턴이 미래에도 계속될 것이라는 가정에 기반한다.
③ 대표적인 시계열분석기법에는 이동평균법, 지수평활법, 추세분석법이 있다.

정답 01. ④ 02. ③ 03. ④

④ 시계열분석기법은 수요패턴의 전환점이나 근본적 변화를 예측할 수 있다.
⑤ 시계열은 추세, 계절적 변동, 순환요인 및 불규칙 변동의 패턴을 가지고 있다.

해설 ④ [×] 시계열분석은 과거의 수요패턴이 어느 정도 추세를 가정하는 방법이므로 급격한 변화를 예측할 수는 없다.

04 단순지수평활법(simple exponential smoothing)을 활용한 수요예측에 관한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 당기예측치는 전기예측치에 전기예측오차(전기실적치와 전기예측치의 차)의 일정부분을 더하는 방식으로 계산한다.
② 평활상수의 값을 크게 하면 최근의 수요변화에 더 민감하게 반응하고, 작게 하면 평활효과(smoothing effect)가 커진다.
③ 평활상수의 값을 작게 하면 전기실적치에 부여되는 가중치가 작아진다.
④ 과거 수요의 변동이 크고 평활상수의 값이 1.0인 경우, 당기예측치는 전기예측치와 같다.
⑤ 과거 실적치에 대한 가중치는 현재로부터 멀어질수록 지수적으로 하락한다.

해설 ④ [×] 과거 수요의 변동이 크고 평활상수의 값이 1.0인 경우, 당기예측치는 전기실적치와 같게 된다(차기예측치 $F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$ 식에서 α =1이면 $F_t = A_{t-1}$이 되기 때문).

제 4 장

인과형 회귀분석 모형

01 시계열분석이란 과거자료로부터 추세나 경향을 알아보는 방법으로, 추세변동(T), 순환변동(C), 계절변동(S), 불규칙변동(I)일 때 수요예측모델식은?

① $Y = T \times C \times S \times I$ ② $Y = \dfrac{T \times C}{S \times I}$ ③ $Y = \dfrac{T \times C \times S}{I}$

④ $Y = (T \times C) - (S \times I)$ ⑤ $Y = T \times (C + S + I)$

해설 ① [○] 승법모델의 수요예측 공식은 $Y = T \times C \times S \times I$ 이 된다.

정답 04. ④ | 01. ①

○ 수요예측의 변동요인으로는 ㉠ 추세(trend) T, ㉡ 순환요인(cyclical) C, ㉢ 계절적요인(seasonal) S, ㉣ 불규칙요인(irregular) I의 4가지가 있다.
수요예측모델에는 승법모델 $Y = T \times C \times S \times I$ (수요변동 크기가 각 기간별로 다를 때 적용)과 가법모델 $Y = T + C + S + I$ (수요변동의 크기가 각 기간별로 같을 때 적용)의 2가지가 있다.

02 인과관계 예측기법으로 옳지 않은 것은?

① 회귀분석법 ② 계량경제모형 ③ 박스-젠킨스모형 ④ 투입-산출모형
⑤ 시뮬레이션모형

해설 ③ [×] 박스-젠킨스(Box-Jenkins) 모형은 시계열자료 분석의 대표적인 예측모형이다.
○ 인과형 예측기법은 수요에 영향을 주는 환경 요인들을 파악하고 수요와 이 요인들간의 인과관계를 파악함으로써 미래의 수요를 예측하는 기법이다.
인과형 기법에는 계량경제모형(회귀분석기법 포함), 선도지표방법 등이 있다.

예측오차 척도

01 수요예측에 관한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 이동평균(moving average)에서 이동평균기간이 길수록 평활효과(smoothing effect)는 커지고, 실적치의 변동에 반응하는 시차(time lag)도 커진다.
② 추세조정지수평활법(trend-adjusted exponential smoothing)은 2개의 평활상수를 사용하며 단순지수평활법에 비해 추세의 변화를 잘 반영하는 장점이 있다.
③ 순환변동(cycles)은 계절변동(seasonality)에 비해 보다 장기적인 파동모양의 변동을 의미한다.
④ 계절지수(seasonal index)는 계절변동을 반영하는 기법 중 가법모형(additive model)에서 사용되며 1.0 이상의 값을 갖는다.
⑤ 수요예측의 정확성을 평가하기 위한 방법 중 평균제곱오차(MSE)는 큰 오차에 더 큰 가중치를 부여할 수 있으며, 평균절대백분율오차(MAPE)는 실적치 대비 상대적인 오차를 측정할 수 있다.

정답 02. ③ | 01. ④

해설 ④ [×] 계절지수(seasonal index)는 계절변동을 반영하는 기법 중 가법모형 또는 승법모형에서 사용되며 1.0을 기준으로 더 크거나 작은 값이 될 수 있다. 가법모델의 수요예측치 $F = T + C + S + I$ 에서 계절지수는 S에 해당한다.

○ 평균제곱오차(MSE, mean square error) : $MSE = \dfrac{\sum E_t^{\,2}}{n}$

평균절대백분율오차(MAPE, mean absolute percent error) :

$$MAPE = \frac{\sum \left(|E_t| / A_t \right)}{n} \times 100\,(\%)$$

02 수요예측에 관한 다음 설명 중 적절한 항목만을 선택한 것은?

a. 지수평활법(exponential smoothing method)에서 최근 수요패턴의 변화를 빠르게 반영하기 위해서는 평활상수의 값을 줄여야 한다.
b. 추적지표(tracking signal)의 값이 지속적으로 음의 값을 보이는 경우 예측을 실제보다 작게 하는 경향이 있다고 볼 수 있다.
c. 이동평균법(moving average method)에서 이동평균 기간을 길게 할수록 우연요소에 의한 수요예측치의 변동이 줄어들게 된다.
d. 지수평활법에서는 오래된 자료보다 최근 자료에 더 큰 비중을 두고 수요를 예측한다.

① a, b ② a, c ③ b, c ④ b, d ⑤ c, d

해설 (a) [×] 지수평활법(exponential smoothing method)에서 최근 수요패턴의 변화를 빠르게 반영하기 위해서는 평활상수(α)의 값을 크게 해야 한다.

(b) [×] 추적지표(tracking signal)의 값이 지속적으로 음의 값을 보이는 경우 예측을 실제보다 크게 하는 경향이 있다고 볼 수 있다.

1. 추적지표(tracking signal : TS)는 예측치의 평균이 일정한 진로를 유지하고 있는지를 나타내는 척도로서, TS의 값이 0에 가까울수록 예측의 정확도가 높다.

$$TS = \frac{CFE}{MAD} = \frac{\sum (A_t - F_t)}{\sum |A_t - F_t| / n}$$

정답 02. ⑤

2. 예측오차 $E_t = A_t - F_t$ 에서 $A_t < F_t$ 이면 음수가 된다. 누적예측오차 $CFE = \sum E_t$ 에서 E_t 가 음수이면 누적예측오차 CFE 가 음수가 된다.

(c) [○] 이동평균법 (moving average method)에서 이동평균 기간을 길게 할수록 우연요소에 의한 수요예측치의 변동이 줄어들게 된다.

$$F_t = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_{t-i}}{n}$$

여기서, F_t : 차기예측치, A_{t-i} : $t-i$ 기간 실적치, n : 기간 수

(d) [○] 지수평활법에서는 오래된 자료보다 최근 자료에 더 큰 비중을 두고 수요를 예측한다. 지수평활법은 N 기간을 과거시계열 자료가 있는 모든 기간에 대하여 무제한 연장하여 대상으로 삼으며, 가중치는 예측하려는 기간에 가까울수록 크게 하고, 점차 멀어질수록 일정한 율인 지수평활상수(α)에 따라 점진적으로 작게 되도록 N기간에 걸쳐 적용하는 기법이다.

03 예측모델이 사용목적에 가장 적합한지를 측정하기 위하여 사용되는 통계적 기법에 속하지 않는 것은?

① 추적지표 ② 상대편차 ③ 절대평균편차 ④ 제곱오차평균
⑤ 누적예측오차

해설 ② [×] 예측오차의 크기를 측정하는 척도에는 ㉠ 예측오차(E_t), ㉡ 누적예측오차(CFE), ㉢ 평균제곱오차(MSE), ㉣ 표준편차(σ), ㉤ 평균절대오차(MAD), ㉥ 평균절대백분율오차(MAPE), ㉦ 추적지표(TS) 등이 있다.

04 수요예측방법의 설명으로 가장 올바른 것은?

① 단순이동평균법에서는 가중치가 일정하다.
② 지수평활법에서는 α 의 가중치가 현 시점에 가까울수록 일정하다.
③ 시계열분석에서는 장래 수요예측시 수요량이 독립변수가 된다.
④ 최소자승법은 계절변동을 나타내는데 효과적이다.
⑤ 이동평균법은 추세변동만을 고려하여 장래의 수요변동을 예측한다.

정답 03. ② 04. ①

해설 ① [○] 단순이동평균법에서는 여러 기간에 걸쳐 가중치가 일정하다.

② 지수평활법에서는 지수평활계수 α의 가중치가 현 시점에 가까울수록 큰 비중을 준다.

③ 시계열분석에서는 장래 수요예측시 수요량이 종속변수가 된다.

④ 최소자승법은 추세변동만을 고려하여 장래의 수요변동을 예측하는 데 효과적이다. 계절변동은 이동평균법을 이용하여 예측한다.

05 ㈜한국의 4개월간 제품 실제 수요량과 예측치가 다음과 같다고 할 때, 평균절대오차(MAD)는?

월(t)	실제 수요량(A_t)	예측치(F_t)
1월	200개	225개
2월	240개	220개
3월	300개	285개
4월	270개	290개

① 2.5 ② 10 ③ 20 ④ 412.5 ⑤ 1,650

해설 평균절대오차 $MAD = \frac{\sum |E_t|}{n} = \frac{\sum |A_t - F_t|}{n} = \frac{80}{4} = 20$

월(t)	수요(A_t)	예측치(F_t)	오차(E_t)	절대오차 $\lvert E_t \rvert$
1	200	225	-25	25
2	240	220	20	20
3	300	285	15	15
4	270	290	-20	20
		합계	-10	80

06 수요예측에 관한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 단순지수평활법(simple exponential smoothing)에서 평활상수 값이 클수록 최근의 자료를 더 많이 반영한다.

정답 05. ③ 06. ③

② 델파이법은 예측에 불확실성이 크거나 과거의 자료가 없는 경우에 유용하며, 신제품 개발을 위한 예측에 사용된다.

③ 평균오차(mean error)가 0이 아닐 때에도 평균절대편차(mean absolute deviation)는 0이 될 수 있다.

④ 예측오차의 측정방법 중 평균절대비율오차(mean absolute percent error)는 수요의 크기에 대한 상대적 예측오차를 측정하는 방법이다.

⑤ 단순이동평균(simple moving average)은 과거의 데이터에 합이 1이 되는 동일한 가중치를 부여하고, 가중이동평균(weighted moving average)은 합이 1이 되는 임의의 가중치를 부여한다.

해설 ③ [×] 평균오차(mean error)가 0이 아닐 때에는 평균절대편차(mean absolute deviation)도 0이 될 수 없다. 이 관계는 다음의 식으로 확인이 가능하다.

1. 누적예측오차 $CFE = \sum E_t$ (단, $E_t = A_t - F_t$), 평균예측오차는

$\overline{E} = \dfrac{CFE}{n}$ 이다.

2. 평균절대오차는 $MAD = \dfrac{\sum |E_t|}{n} = \dfrac{\sum |A_t - F_t|}{n}$ 이므로, 0이 아닐 수 있다.

07 다음 중 누적오차(RSFE)를 MAD로 나눈 것을 무엇이라 하는가?

① CMA(평균중심이동) ② MSE(평균자승오차) ③ α (평활상수)
④ TS(추적지표) ⑤ MAPE(평균절대백분율오차)

해설 ④ [○] TS(Tracking signal, 추적지표)는 예측치의 평균이 일정한 진로를 유지하고 있는지를 나타내는 척도이며, 0에 가까울수록 예측의 정확도가 높다.

$$TS = \frac{RSFE}{MAD}$$

여기서, RSFE(누적예측오차, Running Sum Forecasting Error)

$$= \sum (A_t - F_t)$$

MAD(절대평균편차)= $\dfrac{\sum |A_t - F_t|}{n}$

정답 07. ④

08 만일 예측오차가 평균이 0인 정규분포를 따른다면 절대평균편차(MAD, Mean Absolute Deviation)와 오차제곱평균(MSE, Mean Squared Error)과의 관계로 가장 올바른 것은?

① $MSE \fallingdotseq 1.2\ MAD$ ② $\sqrt{MSE} \fallingdotseq 1.25\ MAD$ ③ $MAD \fallingdotseq 1.25\ MSE$

④ $\sqrt{MAD} \fallingdotseq 1.25\ MSE$ ⑤ $MSE \fallingdotseq 1.25\ MAD$

해설 ② [○] $\sigma = \sqrt{MSE} \fallingdotseq 1.25\ MAD$ 관계식이 이용된다.

○ 예측 오차의 의미

1. 평균제곱오차(mean square error, MSE), 표준편차(standard deviation, σ), 평균절대오차(mean absolute error, MAD)는 예측오차의 산포도를 나타낸다.

㉠ $MSE = \dfrac{\sum E_t^{\ 2}}{n}$, ㉡ $\sigma = \sqrt{MSE} \fallingdotseq 1.25\ MAD$

㉢ $MAD = \dfrac{\sum |E_t|}{n} = \dfrac{\sum |A_t - F_t|}{n}$

2. MSE, MAD가 작으면 예측이 정확한 것이고, 반대로 이 값들이 크면 예측 오류가 크다.

정답 08. ②

4.7 MRP 및 재고통제 · 관리

자재계획 원단위 산정

01 제조공정이 간단할 때 원단위 산정요령과 관계가 깊은 것은?

① 재료의 원단위=(제품생산량÷제품소비량)×100%
② 재료의 원단위=(제품소비량÷제품생산량)×100%
③ 재료의 원단위=(제품생산량÷원료투입량)×100%
④ 재료의 원단위=(원료투입량÷제품생산량)×100%
⑤ 재료의 원단위=(원료투입량÷제품소비량)×100%

해설 ④ [○] 공정이 간단할 때 원단위(原單位) 계산 : 재료의 원단위 $= \dfrac{\text{원료투입량}}{\text{제품생산량}}$

○ 공정이 복잡할 때 원단위 계산 : 공정별, 작업별, 단계별로 원단위를 산정.

$$X\text{원단위} = \frac{X\text{소비량}}{Y\text{생산량}} \times Y\text{원단위}$$

여기서, X : 임의의 재료, Y : X의 투입으로 인한 생산물

02 화합물 A를 200톤 생산하는 데 화합물 B가 188톤이 소비되었고, 화합물 B를 100톤 생산하는 데 90톤의 원료 C가 소비되었다. 이때 화합물 A 1톤당 원료 C의 원단위는?

① 0.846톤 ② 1.044톤 ③ 1.178톤 ④ 0.957톤 ⑤ 1.125톤

해설 $C\text{의 원단위} = \dfrac{C\text{의 소비량}}{B\text{의 생산량}} \times \left(\dfrac{B\text{의 소비량}}{A\text{의 생산량}} \times A\text{의 원단위}\right) = \dfrac{90}{100} \times \left(\dfrac{188}{200} \times 1\right) = 0.846\text{톤}$

○ $C\text{의 원단위} = \dfrac{C\text{의 소비량}}{B\text{의 생산량}} \times B\text{의 원단위}$, $B\text{의 원단위} = \dfrac{B\text{의 소비량}}{A\text{의 생산량}} \times A\text{의 원단위}$

정답 01. ④ 02. ①

자재소요계획 (MRP)

01 MRP에서 부품전개에 사용되는 양식에 쓰이는 용어에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 계획수취량은 초기에 보충되어야 할 계획된 주문량을 말한다.
② 예정수취량은 주문은 했으나 아직 도착하지 않은 주문량을 말한다.
③ 순소요량은 총수요량에서 현재고량을 뺀 후 예정수취량을 더한 것이다.
④ 발주계획량은 필요시 수령이 가능하도록 구매주문이나 제조주문을 통해 발령하는 수량으로 계획수취량과 동일하다.
⑤ "총소요량=순수요량+ 현재고량+ 예정수취량-안전재고량"이다.

해설 ③ [×] 순소요량=총수요량-현재고량-예정수취량+ 안전재고량
○ 부품전개방식에 의한 재고관리란 원자재와 부품, 그리고 이를 필요로 하는 상위조립품 및 완제품과의 종속관계를 나타내는 자재명세서(bill of material, BOM)에 따라 필요한 자재를 필요한 시기에 맞추어 조달하는 방식이다.

02 반제품에 대한 수요 패턴 및 재고통제에 관한 설명으로 옳은 것은?

① 독립적인 재고수요를 따른다.
② 경제적 주문량에 따라 주문을 하여 재고를 통제한다.
③ 자재소요계획을 이용한 단위주문량에 의해 재고를 통제한다.
④ 수요를 파악하기 위해 정교한 예측 기법을 사용한다.
⑤ 수요의 발생 원천이 회사의 통제권 밖에 있기 때문에 기업에서 관리하는 것은 불가능하다.

해설 ③ [○] 반제품에 대한 수요 패턴 및 재고통제는 완제품과 달리 종속수요품의 재고관리 방법인 MRP를 이용하여 단위주문량에 의해 재고를 통제한다.
① 반제품은 종속적인 재고수요를 따른다.
② MRP에 의거한 주문량에 따라 주문을 하여 재고를 통제한다.
④ 수요를 파악하기 위해 정교한 예측 기법을 사용하는 것은 완제품인 경우이다.
⑤ 수요발생 원천이 종속수요품인 수요로서 기업에서 관리하는 것은 가능하다.

정답 01. ③ 02. ③

03 자재소요계획(MRP)을 효과적으로 수립하고 원활히 실행하기 위해서 직접적으로 필요한 정보가 아닌 것은?

① 총괄생산계획(aggregate production planning)
② 자재명세서(bill of materials) ③ 재고기록철(inventory record file)
④ 자재조달기간(lead time) ⑤ 주일정계획(master production scheduling)

해설 ① [×] MRP시스템으로의 3대 입력자료는 대일정계획(MPS), 자재명세서(BOM), 재고기록철(IRF) 등이다(여기서, 대일정계획은 주(主)일정계획이라고도 한다). 여기에다 리드타임(조달기간)이 추가로 필요하다.

04 MRP(자재소요계획)에 관한 설명 중 적절한 항목만을 모두 선택한 것은?

a. MRP를 위해서는 재고기록, MPS(기준생산계획), BOM(자재명세서)의 입력자료가 필요하다.
b. 각 품목의 발주시점은 그 품목에 대한 리드타임을 고려하여 정한다.
c. MRP는 BOM의 나무구조(tree structure)상 하위품목에서 시작하여 상위품목 방향으로 순차적으로 작성한다.
d. MRP를 위해서는 BOM에 표시된 하위품목에 대한 별도의 수요예측(forecast-ing)과정이 필요하다.

① a, b ② a, c ③ b, c ④ b, d ⑤ c, d

해설 (a) [○] MRP를 위해서는 3대 입력자료인 재고기록, MPS(기준생산계획), BOM(자재명세서)의 입력이 필요하다.

(b) [○] 각 품목의 발주시점은 그 품목에 대한 조달소요기간인 리드타임을 고려하여 정한다.

(c) [×] MRP는 BOM의 나무구조(tree structure)상 상위품목에서 시작하여 하위품목 방향으로 순차적으로 작성한다.

(d) [×] MRP를 위해서는 BOM에 표시된 종속품목인 하위품목에 대한 별도의 수요예측(forecasting) 과정이 필요하지 않다.

정답 03. ① 04. ①

05 자재소요계획(MRP)에 관한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① MRP는 종속수요품목에 대한 조달 계획이며, 독립수요품목과 달리 시간에 따른 수요변동이 일괄적(lumpy)이라는 특징을 가진다.

② MRP의 입력자료인 자재명세서(BOM)는 품목 간의 계층관계와 소요량을 나무 구조형태로 표현한 것이다.

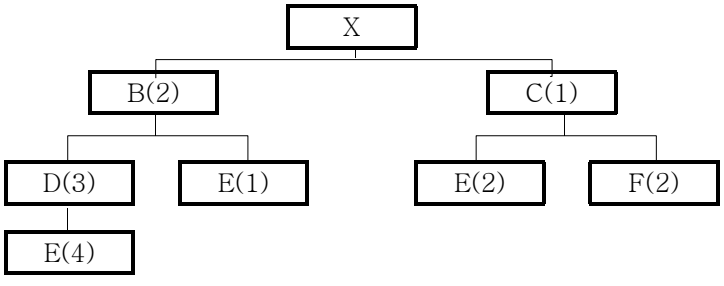
③ L4L(lot for lot) 방식으로 조달하는 품목의 계획발주량은 보유재고로 인해 순소요량(net requirements)보다 많다.

④ 계획발주량은 계획입고량(planned order receipts)을 리드타임(lead time)만큼 역산하여 기간 이동한 것이다.

⑤ 하위수준코딩(low level coding)이란 동일품목이 BOM의 여러 수준(계층)에서 출현할 때, 그 품목이 출현한 수준 중 최저수준과 일치하도록 BOM을 재구축하는 것을 의미한다.

해설 ③ [×] L4L(lot for lot) 방식은 부품의 '순소요량' 만큼 발주하는 계획발주 방법이다. "순소요량=총수요량-현재고량-예정수취량+ 안전재고량"

06 그림과 같은 자재명세서(BOM)를 갖는 X제품을 200단위 생산하기 위하여 필요한 구성품 D, E의 수는 각각 몇 개인가? (단, 괄호 안의 숫자는 각 구성품의 소요량이다.)



① D : 600개, E : 1,200개 ② D : 600개, E : 2,400개

③ D : 200개, E : 2,800개 ④ D : 1,200개, E : 5,600개

⑤ D : 1,000개, E : 3,200개

해설 ④ [○] D부품 수량=200×2×3=1,200개

E부품 수량=200×(2×3×4+ 2×1+ 1×2)=5,600개

정답 05. ③ 06. ④

07 수요예측 및 생산계획에 관한 설명으로 가장 적절한 것은?

① 시계열분석기법에서는 과거 수요를 바탕으로 평균, 추세, 계절성 등과 같은 수요의 패턴을 분석하여 미래 수요를 예측한다.

② 지수평활법은 최근 수요일수록 적은 가중치가 부여되는 가중이동평균법이다.

③ 예측치의 편의(bias)가 커질수록 예측오차의 누적값은 0에 가까워지며 예측오차의 평균절대편차(MAD)는 증가한다.

④ 총괄생산계획(APP)을 통해 제품군 등을 기준으로 월별 혹은 분기별 생산량과 재고수준을 결정한 후, 주일정계획(MPS)을 통해 월별 혹은 분기별 인력운영 및 하청 계획을 수립한다.

⑤ 자재소요계획은 전사적자원관리(ERP)가 생산부문으로 진화·발전된 것으로, 원자재 및 부품 등의 필요량과 필요시기를 산출한다.

해설 ① [○] 시계열분석기법에서는 과거 수요를 바탕으로 평균, 추세, 계절성 등과 같은 수요의 패턴을 분석하여 미래 수요를 예측한다.

② 지수평활법은 최근의 수요일수록 큰 가중치가 부여되는 일종의 가중이동평균법이다.

③ 예측치의 편의(bias)가 커질수록 예측오차의 누적값은 0에 가까워지는 것은 아니며, 예측오차의 평균절대편차(MAD)는 증가할 수도 있다.

④ 총괄생산계획(APP)에서 인력운영 및 하청 등을 검토하며, 총괄생산계획(을 통해 제품 등을 기준으로 월별 혹은 분기별 생산량과 재고수준을 결정한 후, 주일정계획(MPS)을 통해 월별 혹은 분기별 생산계획을 수립한다.

⑤ 생산부문의 자재소요계획에서 원자재 및 부품 등의 필요량과 필요시기를 산출한다. 자재소요계획(MRP)은 제조자원계획(MRP-Ⅱ)를 거쳐 전사적자원관리(ERP)로 진화·발전되었다.

재고 통제 및 관리

01 다음 중 재고모형들에 관한 설명이 옳지 않은 것은?

① 정기주문모형(periodic review system)은 재주문점(reorder point)의 개념과 병행되어 사용된다.

정답 07. ① | 01. ①

② 단일기간(simple period) 재고모형은 재고부족에 따른 기회비용과 초과재고에 따른 재고잉여비용의 합을 최소화하는 재고모형이다.

③ 경제적 주문량(economic order quantity) 모형은 주문비용과 재고유지비용의 합을 최소화하는 재고모형이다.

④ 조달기간(replenishment lead time) 동안의 수요에 변동성이 없다면 재주문점은 조달기간 동안의 일일 평균수요의 합과 동일하다.

⑤ 다른 모든 조건이 동일하다면 조달기간이 길수록 안전재고의 양도 많아진다.

해설 ① [×] 재주문점(reorder point)의 개념은 정량을 재주문하는 것이며, 정량주문량모형(Q-시스템)에만 사용된다.

02 다음 로트사이즈 결정방법 중 동적계획법을 이용하여 재고유지비와 주문비의 합이 최소가 되도록 주문하는 방법은 무엇인가?

① 부분기간법 ② 와그너-위틴 방법 ③ 고정주문량 방법
④ 경제적 주문량 방법 ⑤ 고정주문기간 방법

해설 ② [○] 와그너-위틴 방법은 일정 전체의 순소요량에 대해 이론적인 최적주문정책에 도달하기 위해 계획구간의 각 구간마다 순소요량을 주문하는 모든 가능한 방법들을 구하고, 이를 평가하는 수학적으로 적합한 동적 로트크기의 결정 방법이다.

03 재고유형과 이에 관한 설명이 다음과 같을 때 (A), (B), (C)의 내용으로 옳은 것은?

재고유형	설명
파이프라인 재고	공장, 유통센터, 고객 간에 이동 중인 재고
(A)	경제성을 위해 필요 이상 구입하거나 생산하여 남은 재고
(B)	수요나 생산의 불확실성에 대비하여 보유하는 재고
(C)	향후 급격한 수요증가에 대비하여 사전에 확보한 재고

① A : 주기재고, B : 안전재고, C : 예비재고

② A : 주기재고, B : 대응재고, C : 예비재고

정답 02. ② 03. ①

③ A : 주기재고, B : 예비재고, C : 수요재고
④ A : 필요재고, B : 안전재고, C : 예비재고
⑤ A : 필요재고, B : 예비재고, C : 대응재고

해설 (A) 주기재고는 재고품목을 주기적으로 일정한 단위로 발주하여 발생되는 재고이다. 경제적 구매를 위하여 필요량보다 훨씬 많은 양을 구입하거나 생산하여 주문·생산 준비 횟수를 현저히 줄이면서 준비 비용을 절감하고자 하는 것에 목적을 두고 있다.

(B) 안전재고는 수요, 리드타임, 부품공급 등의 불확실성으로 인한 고객서비스 차질과 부품부족으로 발생하는 기회비용을 예방하기 위한 비축량이다.

(C) 예비재고는 수요가 높아질 것을 기대하고 미리 확보해 두는 재고이다.

04 순매출액 8,000만원, 원재료 재고액 1,600만원, 매출액에 대한 총이익률이 20%인 경우 재고회전기간은 얼마인가?

① 2개월 ② 3개월 ③ 4개월 ④ 6개월 ⑤ 5개월

해설 ② [○] 재고회전율$=\dfrac{\text{매출원가}}{\text{재고액}}=\dfrac{8{,}000\times 0.8}{1{,}600}$=4회/년

재고회전기간$=\dfrac{\text{연간}}{\text{재고회전율}}=\dfrac{12\text{개월/년}}{4\text{회/년}}$=3개월/회

정량발주 모형

01 해리스(F. W. Harris)가 제시한 EOQ(경제적 주문량) 모형의 가정으로 옳은 것은?

① 단일품목만을 대상으로 한다. ② 조달기간은 분기 단위로 변동한다.
③ 수량할인이 적용된다. ④ 연간수요량은 알 수 없다.
⑤ 주문량에 정비례한다.

해설 ① [○] EOQ(경제적 주문량) 모형의 가정으로, 단일품목만을 대상으로 한다.
② 조달기간은 일정하다. ③ 수량할인은 없고 단가는 일정하다.
④ 연간수요량은 알 수 있다. ⑤ 주문량은 동일하다(Q-시스템).

정답 04. ② | 01. ①

02 부품단가 1,000원인 어떤 전자부품의 연간 소요량이 1,000개, 주문비용이 매회 2,000원, 연간 재고유지비가 부품단가의 10%일 때, 경제적 연간 주문회수는 몇 회인가?

① 5 ② 20 ③ 50 ④ 200 ⑤ 100

해설 ① [○] 적정 주문회수(발주회수) $N_0 = \frac{Y}{Q_0} = \frac{1,000}{200} = 5$

여기서, $Q_0 = \sqrt{\frac{2YC}{U \cdot i}} = \sqrt{\frac{2 \times 1,000 \times 2,000}{1,000 \times 0.1}} = 200$

단, Y : 연간수요량, Q_0 : 적정발주량, C : 1회주문비,

U : 단가(원/단위), i : 재고유지비율

03 A 기업의 X부품에 대한 연간 수요는 2,000개이다. X부품의 1회 주문비용은 1,000원, 연간 단위당 재고유지비용은 400원일 때 경제적 주문량 모형을 이용하여 1회 경제적 주문량과 이때의 연간 총비용을 구하면?

① 50개, 20,000원 ② 50개, 40,000원 ③ 100개, 20,000원
④ 100개, 40,000원 ⑤ 150개, 60,000원

해설 연간총비용 $TC = T_C + T_H = \left(\frac{Y}{Q} \times C\right) + \left(\frac{Q}{2} \times H\right)$

$= \left(\frac{2,000}{100} \times 1,000\right) + \left(\frac{100}{2} \times 400\right) = 40,000$ (원)

여기서, $EOQ(Q) = \sqrt{\frac{2YC}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 2,000 \times 1,000}{400}} = 100$ (개)

04 경제적주문량(EOQ)모형에 관한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 단위당 재고유지비용(holding cost)이 커지면 최적주문량은 줄어들지만, 재주문점(reorder point)은 변하지 않는다.

② 주문당 주문비용(ordering cost)이 커지면 최적주문량은 늘어나지만, 재주문점은 변하지 않는다.

정답 02. ① 03. ④ 04. ⑤

③ 리드타임(lead time)이 증가하면 재주문점은 커지지만, 최적주문량은 변하지 않는다.

④ EOQ모형에서는 재고보충시 재고수준이 일시적으로 증가하지만 경제적생산량(EPQ)모형에서는 생산기간 중 점진적으로 증가한다.

⑤ 주문량에 따라 가격할인이 있는 경우의 EOQ모형에서 최적주문량은 일반적으로 연간 재고유지비용과 연간 주문비용이 같아지는 지점에서 발생한다.

해설 ⑤ [×] EOQ모형은 주문량에 따라 가격할인이 없는 경우를 가정하고 있다. 가격할인이 있는 경우에는 EOQ모형을 적용할 수 없다.

05 자재품목인 볼트를 조달하고자 한다. 볼트의 조달기간 중 평균사용량이 2,000개이고, 조달기간이 5주일 때 자재의 발주점은? (단, 안전재고는 200개이다.)

① 1,800개 ② 2,000개 ③ 2,200개 ④ 3,000개 ⑤ 2,500개

해설 ③ [○] 정량발주시스템의 발주점(OP)는 $OP = D_{LT} + SS = d \times L + SS$

여기서, D_{LT} : 조달기간 중 평균사용량, d : 1일 수요량, L : 조달기간

$\therefore\ OP = D_{LT} + SS = 2{,}000 + 200 = 2{,}200$ 개

06 수요와 리드타임이 일정하다면 재주문점은? (단, 연간수요의 작업 일수는 250일이다.)

○ 연간 수요 : 10,000개	○ 1회당 주문비용 : 50,000원
○ 단위당 연간 재고 비용 : 1,250원	○ 리드타임 : 7일
○ 제품단가 : 150원	

① 40개 ② 220개 ③ 280개 ④ 894개 ⑤ 6,258개

해설 재주문점 $ROP = D_{LT} + SS = d \times L + SS = (10{,}000 / 250) \times 7 + 0 = 280$(개)

여기서, D_{LT} : 조달기간 중 수요량, SS : 안전재고, d : 1일수요량

L : 리드타임

재주문점(ROP)는 주문점(OP)는 같으며, 질문에 따른 구분 표기이다.

정답 05. ③ 06. ③

07 대리점의 연간 타이어 수요량은 1,000개이다. 타이어의 단위당 재고유지비는 100원이고 1회 주문비는 2,000원이다. 발주량을 경제적 발주량(EOQ)으르 하는 경우 연간 주문횟수는?

① 5 ② 10 ③ 12 ④ 15 ⑤ 24

해설 연간 주문횟수 $N = \frac{Y}{Q} = \frac{1,000}{200} = 5$(회)

여기서, 경제적 발주량 $Q(= EOQ) = \sqrt{\frac{2YC}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 1,000 \times 2,000}{100}} = 200$(개)

08 재고관리에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 동일 공급자로부터 여러 품목을 납품받는 경우에 고정주문간격모형이 많이 사용된다.
② 다른 조건이 일정할 때 연간수요가 증가하면 경제적 주문량은 감소한다.
③ 고정주문간격모형은 주문할 때마다 주문량이 일정하지 않을 수 있다.
④ 고정주문량모형은 재고수준이 재주문점에 도달하면 주문하고, 고정주문간격모형은 정해진 시기에 주문한다.
⑤ 고정주문량모형은 주문할 때마다 주문량이 동일하다.

해설 ② [×] 다른 조건이 일정할 때 연간수요가 증가하면 경제적 주문량은 증가한다.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2YC}{H}} = \sqrt{\frac{2YC}{U \times i}}$$

여기서, Y : 연간수요량, C : 1회구매비, H : 재고유지비, U : 단가
i : 재고유지비율

정기발주 모형

01 재고관리의 정기주문모형(periodic review system, P시스템)과 고정주문량모형(continuous review system, Q시스템)에 관한 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

정답 07. ① 08. ② | 01. ⑤

① P시스템은 정기적으로 정해진 시점에서만 재고를 조사하고 보충하기 때문에 Q시스템에 비해 재고관리가 간편하다.
② Q시스템에서는 현 재고 상태를 항시 알고 있어야 하므로 P시스템에 비해 일반적으로 재고조사 비용이 많이 소요된다.
③ 동일한 수준의 품절률을 가정하면, Q시스템이 P시스템에 비해 더 낮은 안전재고 수준을 유지한다.
④ 다품종 재고관리의 경우, P시스템은 각 제품의 주문을 묶어서 일괄 요청할 수 있으므로 주문비용과 수송비용을 줄일 수 있는 장점이 있다.
⑤ 일반적으로 P시스템의 주문간격은 Q시스템의 주문간격보다 길다.

해설 ⑤ [×] P시스템의 주문간격은 Q시스템의 주문간격보다 길다고 일반화시킬 수는 없다. 고정주문량모형의 주문량은 일정하되 주문간격은 변동하기 때문이다.

02 정기주문방식에 의해 재고시스템을 운영하기 위하여 결정해야 할 두 개의 매개변수는?

① 주문량과 재주문점 ② 주문량과 주문주기
③ 최대재고수준과 주문주기 ④ 최대재고수준과 재주문점
⑤ 최대재고수준과 주문량

해설 ③ [○] 정기발주시스템(고정주문기간 모형, P시스템)은 일정기간마다 부정량(최대재고량-현재의 재고보유분)을 주문하는 모형이다.
최대재고수준(최대재고량)이 매개변수로서 결정되어야 하며, 주문주기(발주주기)에 부정량을 발주한다.

03 생산시스템 지표들 간의 관계에 관한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은? 단, 아래의 각 보기마다 보기 내에서 언급된 지표를 제외한 나머지 지표들과 생산환경은 변하지 않는다고 가정하며, 생산능력(capacity)은 단위시간당 생산되는 실제 생산량(산출량)을 나타낸다.

① 수요와 리드타임(lead time)의 변동성이 커지면 재고는 증가한다.
② 준비시간(setup time)이 길어지면 생산능력은 감소한다.
③ 주기시간(cycle time)을 단축하면 생산능력은 증가한다.

정답 02. ③ 03. ⑤

④ 설비의 고장과 유지보수로 인해 시간지연이 길어지면 처리시간(flow time)은 커지고 생산능력은 감소한다.

⑤ 로트크기(lot size)를 크게 하면 생산능력은 증가하고 재고는 감소한다.

해설 ⑤ [×] 로트크기(lot size)를 크게 하면 로트당 생산능력은 증가하고, 재고도 증가한다.

재고관리 기타 모형

01 공단기학원에서는 매일 수강생들을 위해 자체커피점 Coffee Bay에서 커피를 저렴하게 판매하고 있다. 커피의 수요량은 매일 200L에서 400L 사이이며, 리터당 커피의 원가는 400원, 판매가격은 1100원, 커피의 잔존가치는 리터당 100원이다. Coffee Bay의 최적 커피 재고량은 몇 L인가?

① 340L ② 350L ③ 360L ④ 370L ⑤ 380L

해설 커피와 같은 식료품의 경우에는 단일기간 재고모형을 활용한다.

커피가 판매될 확률(서비스수준) $p = \dfrac{C_s}{C_s + C_e} = \dfrac{700}{700+300} = 0.7$

여기서, 과다(excess)예측시 비용 C_e=단위당비용-잔존가치=400-100=300

과소(shortage)예측시 비용 C_s=단위당 수익-단위당 비용

=1100-400=700

최적재고 $S_o = 200 + 0.7(400-200) = 340$ (L)

02 인터넷 비즈니스에서 성공한 기업들이 20%의 히트상품보다 80%의 틈새상품을 통해 더 밑은 매출을 창출하는 현상과 관련된 용어는?

① 파레토(Pareto) 법칙 ② 폭소노미(folksonomy) ③ 확장성(scalability)
④ 롱테일(long tail) ⑤ 네트워크 효과(network effect)

정답 01. ① 02. ④

해설 ④ [○] 롱테일(long tail) 현상은 파레토 법칙을 그래프에 나타냈을 때 꼬리처럼 긴 부분을 형성하는 80%의 부분을 일컫는다. 파레토 법칙에 의한 80:20의 집중현상을 나타내는 그래프에서는 발생확률 혹은 발생량이 상대적으로 적은 부분이 무시되는 경향이 있었다. 그러나 인터넷과 새로운 물류기술의 발달로 인해 이 부분도 경제적으로 의미가 있게 되었는데 이를 롱테일이라고 한다.

03 ABC재고관리와 관련한 다음의 설명 중 가장 적절치 않은 것은?

① 취급상품의 종류가 다품종인 경우에 적용한다.
② A품목, B품목, C품목 중 총가치 대비 비중이 가장 큰 품목군이 A품목이다.
③ A, B, C품목 중 C품목의 주문주기가 가장 짧다.
④ C품목군은 정기주문 시스템인 P-시스템 주문모형에 적합하다.
⑤ ABC재고관리 목적과 개념상 3개 이상의 품목으로 분류하는 것도 가능하다.

해설 ③ [×] A, B, C품목 중 C품목의 주문주기가 가장 길다. C품목은 통제의 정도가 낮고 주문 순위 역시 낮으므로 비교적 많은 안전재고를 확보해도 무방하고, 재고유지비용이 저렴하며, P시스템의 주문방식을 활용하는 것이 적합하다.

04 연간 10,000단위 수요가 있으며 생산준비비용이 회당 2,000원, 재고유지비용이 연간 단위당 100원일 때 연간 생산율이 20,000단위라면 경제적 생산량(EPQ)과 1회 생산기간(t_p)은 각각 약 얼마인가? (단, 1년은 365일이다.)

① 875단위, 16일 ② 895단위, 16일 ③ 913단위, 17일
④ 933단위, 17일 ⑤ 973단위, 18일

해설 $$EPQ = \sqrt{\frac{2YC}{H} \cdot \frac{p}{p-d}} = \sqrt{\frac{2 \times 10{,}000 \times 2{,}000}{100} \times \frac{20{,}000/365}{(20{,}000-10{,}000)/365}}$$

$$= 894.43 \text{ 단위}$$

경제적 생산량 $Q = p \cdot t_p$ → 생산기간 $t_p = \frac{Q}{p} = \frac{894.43}{20{,}000/365} = 16.23$ 일

여기서, Y : 연간 수요량, C : 1회당 준비비, H : 연간단위당 재고유지비
p : 일당 생산량(생산량/1일), d : 일당 수요량(수요량/1일)

정답 03. ③ 04. ②

05 JIT시스템을 적용받은 어떤 생산현장에서 부품의 수요율이 1분당 2개이고, 컨테이너당 25개의 부품을 담을 수 있다고 한다면 최대 재고수는 몇 개인가? (단, 컨테이너의 순환시간은 200분이다.)

① 200개 ② 400개 ③ 600개 ④ 800개 ⑤ 900개

해설 ② [○] $k = \dfrac{d \times T}{c}$ → $I_{\max} = k \times c = d \times T = 2 \times 200$개

여기서, k : 간판 수, d : 수요량, c : 상자 크기, T : 간판 순환시간

06 테니스공을 취급하는 어느 운동구점의 공에 대한 연평균 수요는 1,000캔이고 일간 수요는 N(4, 12^2)에 따르며 서로 독립이라고 하자. 조달기간은 5일, 연중 영업일은 250일이다. 서비스수준은 95%이고, 경제적 주문량은 80캔일 경우 테니스공을 정기발주방식으로 통제하려고 한다면 발주주기와 최대재고수준은 각각 얼마인가? (단, $P_r(Z \le 1.645) = 0.95$)

① 29일, 148캔 ② 29일, 127캔 ③ 20일. 89캔
④ 20일, 110캔 ⑤ 20일. 115캔

해설 ④ [○] 정기발주방식에서 Y=1,000, $d \sim N(4,\ 1.2^2)$, L=5, 품절률 α=0.05, Q=80, 연간영업일=250일 때

1. 발주주기 $T = \dfrac{1}{N}$×연간영업일=$\dfrac{Q}{Y}$×연간영업일=$\dfrac{80}{1{,}000}$×250=20일

여기서, 발주회수 $N = \dfrac{Y}{Q}$

2. 최대재고수준(I_M)

최대재고수준=($T+L$)동안의 평균수요량+ 안전재고=100+ 9.87=109.87

여기서, ($T+L$)동안 평균수요량 : $\overline{D}_{T+L} = (T+L)\overline{d} = (20+5) \times 4 = 100$

안전재고 : $SS = Z_{1-\alpha}\sqrt{(T+L)\sigma_d^2} = Z_{0.95}\sqrt{(T+L)\sigma_d^2}$

$= 1.645 \times \sqrt{(20+5) \times 1.2^2} = 9.87$

정답 05. ② 06. ④

제 4 장

4.8 PERT · CPM 일정계획

PERT에 의한 일정계획

01 PERT기법에서 낙관적시간을 a, 정상시간을 m, 비관적시간을 b로 주어졌을 때, 기대시간의 평균(t_e)과 분산(σ^2)을 구하는 식으로 옳은 것은?

① $t_e = \dfrac{a+m+b}{3}$, $\sigma^2 = \left(\dfrac{b+a}{6}\right)^2$　　② $t_e = \dfrac{a+m+b}{3}$, $\sigma^2 = \left(\dfrac{b-a}{6}\right)^2$

③ $t_e = \dfrac{a+4m+b}{6}$, $\sigma^2 = \left(\dfrac{b+a}{6}\right)^2$　　④ $t_e = \dfrac{a+4m+b}{6}$, $\sigma^2 = \left(\dfrac{b-a}{6}\right)^2$

⑤ $t_e = \dfrac{a+m+b}{6}$, $\sigma^2 = \left(\dfrac{b-a}{6}\right)^2$

해설 ④ [○] PERT기법에서의 활동시간, 기대시간, 분산

1. 활동시간(t_0, t_m, t_p)의 추정 : 낙관시간치(t_0 또는 a), 정상시간치(t_m 또는 m), 비관시간치(t_p 또는 b) → $t_0 \le t_m \le t_p$ (또는 $a \le m \le b$)
2. 기대시간(t_e)의 계산 : 특정활동을 완성하는데 소요되는 기대시간(t_e)은 활동시간이 β분포를 이룬다는 가정하에 다음 식으로 계산한다.

$$t_e = \frac{t_0 + 4t_m + t_p}{6} = \frac{a+4m+b}{6}$$

3. 분산($\sigma_{t_e}{}^2$)의 계산 : $\sigma_{t_e}{}^2 = V_{t_e} = \left(\dfrac{b-a}{6}\right)^2$

02 일정계획에 있어서 전동차조립에 소요되는 시간치가 다음과 같은 경우 기대시간치(t_e)와 분산 σ^2은 약 얼마인가?

낙관치 : 5일, 정상치 : 6일, 비관치 : 7일

정답 01. ④　02. ④

① $t_e = 3$, $\sigma^2 = 0.10$ ② $t_e = 4$, $\sigma^2 = 0.11$ ③ $t_e = 6$, $\sigma^2 = 0.10$

④ $t_e = 6$, $\sigma^2 = 0.11$ ⑤ $t_e = 5$, $\sigma^2 = 0.11$

해설 ④ [○] 기대시간치 $t_e = \dfrac{t_0 + 4t_m + t_p}{6} = \dfrac{5 + 4 \times 6 + 7}{6} = 6$

분산 $\sigma^2 = \left(\dfrac{t_p - t_0}{6}\right)^2 = \left(\dfrac{7-5}{6}\right)^2 = 0.11$

CPM에 의한 일정계획

01 PERT/CPM에서 어떤 요소작업의 정상작업이 10일에 250만원이고 특정작업이 5일에 1,000만원일 때 8일에 완성하면 얼마의 비용이 들겠는가?

① 700만원 ② 600만원 ③ 550만원 ④ 500만원 ⑤ 650만원

해설 ③ [○] 비용구배$= \dfrac{\text{특급비용} - \text{정상비용}}{\text{정상시간} - \text{특급시간}} = \dfrac{1{,}000 - 250}{10 - 5} = 150$ 만원/일

정상사업 10일을 2일 단축해서 8일에 완성하기 위한 비용
=정상비용+ 비용구배×단축일수=250만원+ 150만원/일×2일=550만원

02 주경로 분석법(critical path method)의 단일시간 예측기법(single time estimate)에서 다수의 선행활동이 필요한 활동 b를 수행하는데 소요되는 시간은 3, 가장 빠른 시작시간 ES(ear1y start time)가 20, 가장 늦은 완료시간 LF(late finish time)가 25라고 할 때, 다음의 설명 중 가장 적절한 것은?

① 전체 프로젝트의 완료시간을 지연시키지 않는 범위 내에서 활동 b의 가장 늦은 시간 LS(late start time)는 23이다.
② 활동 b를 가장 일찍 끝낼 수 있는 시간은 25이다.
③ 활동 b의 여유시간(slack time)은 2이다.
④ 활동 b의 선행활동인 활동 a의 가장 빠른 완료시간 EF(early finish time)는 20이다.
⑤ 활동 b는 주경로(critical path) 상에 있다.

정답 01. ③ 02. ③

해설 ○ 소요시간(t_e) 3, ES 20, LF 25에 의거 활동 b의 필요정보 정리

1. ES 20 → EF=ES+ t_e =20+ 3=23
2. LF=25 → LS=LF-3=25-3=22
3. 여유 S=LS-ES=22-20=2 또는 S=LF-EF=25-23=2

③ [○] 활동 b의 여유시간(slack time)은 2이다. S=LS-ES=22-20=2

① 전체 프로젝트의 완료시간을 지연시키지 않는 범위 내에서 활동 b의 가장 늦은 시간 LS(late start time)는 22이다. LS=LF-3=25-3=22

② 활동 b를 가장 일찍 끝낼 수 있는 시간은 25이다. EF=ES+ T=20+ 3=23

④ 활동 b의 선행활동인 활동 a의 가장 빠른 완료시간 EF(early finish time)는 EF규칙상 "활동 a의 EF=ES+ 소요시간(t_e)"이고, 활동 a의 경우는 주어진 정보(ES, 소요시간 t_e)가 없으므로 EF를 구할 수 없다.

⑤ 활동 b는 S=2이므로 S=0이 아니라서 주경로(critical path) 상에 있지 않다.

4.10 설비관리 및 TPM

설비보전관리

01 설비열화의 대책 중 열화방지와 관련이 있는 것은?

① 양부검사 ② 경향검사 ③ 예방수리 ④ 설비청소 ⑤ 사후수리

해설 ④ [○] 설비청소는 설비열화의 대책 중 열화방지 활동이다.

○ 설비열화의 대책 3가지

1. 열화방지 → 급유, 교환, 조정, 청소
2. 열화측정 → 양부(良否)검사, 경향검사
3. 열화회복 → 예방수리, 사후수리

02 설비의 노후화는 열화현상 중 어디에 속하는가?

① 기술적 열화 ② 경제적 열화 ③ 절대적 열화 ④ 상대적 열화
⑤ 자연적 열화

해설 ③ [○] 설비의 노후화는 열화현상 중 절대적 열화에 속한다.

○ 설비열화의 종류로는 ㉠ 기술적 열화(→성능열화), ㉡ 경제적 열화(→가치감소), ㉢ 절대적 열화(→노후화), ㉣ 상대적 열화(→구식화) 등이다.

03 설비관리에서 우발고장시 실시하는 관리기법은?

① DM ② BM ③ CM ④ MP ⑤ TBM

해설 ② [○] 사후보전(BM)은 보전정책상 필요에 의해 실시되는 계획사후보전(PBM)과 관리상의 부재 또는 돌발·긴급적으로 발생하는 돌발사후보전(EBM, 응급사후보전)으로 구성된다. 사후보전은 설비의 중요도가 낮고 장치의 신뢰성에 영향이 적은 설비에 대해 고장이 난 후에 실시되는 보전이다. 우발고장기에 사후보전은 계획사후보전(PBM)인 경우에만 사용될 수 있다.
욕조곡선에 있어서 우발고장(일정형 고장률)의 경우에는 설비진단기술을 활용한 예지보전(CBM)이 가장 유효하다.

정답 01. ④ 02. ③ 03. ②

③ CM(개량보전)은 고장률의 어느 형에서나 가능한 보전방식이고, ④ MP(보전예방)는 초기고장기에 실시되면 효과적이다.

04 1회 수리비는 30만원이고, 월간 보전비가 10만원인 설비의 최적수리 주기는? (단, 계산 결과값을 전제로 한다.)

① 2.0개월 ② 2.5개월 ③ 3.0개월 ④ 3.5개월 ⑤ 4.0개월

해설 ② [○] 기능저하형의 경우 최적수리주기 x_0 계산

$$x_0 = \sqrt{\frac{2a}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 30}{10}} = 2.45 \text{개월}$$

여기서, a : 1회보전비, m : 월간보전비

05 장치류의 결함발견이나 두께측정 등의 비파괴 검사, 회전기계의 진동측정에 의한 수리시기의 판정을 위해 기계장치 가동 중에 행하는 검사는?

① OSI ② OSR ③ SPM ④ SOAP ⑤ PBM

해설 ① [○] 예지보전 방식, 즉 CBM(condition based maintenance, 상태기준보전) 방식에는 OSI(on stream inspection, 운전 중의 검사, 회전기기를 진단·수리), OSR(on stream repair, 운전 중 수리, 정지기기 진단·수리) 등이 있다.

TPM 및 설비종합효율

01 1일 부하시간은 460분, 준비, 고장, 조정 등으로 인한 설비정지시간은 30분, 1일 총 생산량은 600개, 가공시에 이론 사이클 타임은 0.3분/개이며, 실제 사이클 타임은 0.5분/개이다. 양품률이 95%일 경우, 설비종합효율은 약 몇 %인가?

① 37.2% ② 39.1% ③ 39.8% ④ 41.9% ⑤ 45.2%

해설 ① [○] 설비종합효율=시간가동률×성능가동률×양품률

$$= \frac{\text{가동시간}}{\text{부하시간}} \times \frac{\text{생산량} \times \text{이론C/T}}{\text{가동시간}} \times \frac{\text{양품량}}{\text{생산량}}$$

정답 04. ② 05. ① | 01. ①

$$= \frac{\text{부하시간} - \text{정지시간}}{\text{부하시간}} \times \frac{\text{생산량} \times \text{이론C/T}}{\text{가동시간}} \times \frac{\text{생산량} - \text{불량수량}}{\text{생산량}}$$

$$= \frac{460-30}{460} \times \frac{600 \times 0.3}{430} \times 0.95 = 0.3717 \ (37.17\%)$$

02 T사의 1일 조업시간은 480분이다. 오늘 B설비의 가동상황을 조사하였더니 계획보전을 위해 10분, 조회를 위해 15분을 사용하고 있다. 기계고장시간은 15분, 품종의 교체로 인한 정지시간은 30분이며, 제품의 총생산량은 500개이지만 양품률은 95%이었다. 이 기계는 이론적으로 2.5개/분을 만들 수 있지만, 실제 사이클 타임은 0.6분이다. 설비종합효율은 약 얼마인가?

① 31.7% ② 41.8% ③ 48.8% ④ 68.8% ⑤ 56.2%

해설 ② [○] 설비종합효율=시간가동률×성능가동률×양품률

$$= \frac{\text{가동시간}}{\text{부하시간}} \times \frac{\text{이론사이클타임} \times \text{생산량}}{\text{가동시간}} \times \frac{\text{양품량}}{\text{생산량}}$$

$$= \frac{410}{455} \times \frac{(1/2.5) \times 500}{410} \times 0.95 = 0.4176 \ (41.76\%)$$

여기서, 부하시간=조업시간-휴지시간=480-(10+15)=455

가동시간=부하시간-정지시간=455-(15+30)=410

양품률(=적합품률)=0.95

$$\text{이론사이클타임(단위 : 분/개)} = \frac{1}{\text{이론생산량(단위: 개/분)}}$$

03 1일 조업시간이 480분인 공장에서 1일 부하시간 450분, 고장시간 30분, 준비시간 30분, 조정시간 30분인 경우 시간가동률은 약 몇 %인가?

① 77 ② 80 ③ 82 ④ 89 ⑤ 85

해설 ② [○] $\text{시간가동률} = \frac{\text{가동시간}}{\text{부하시간}} = \frac{\text{부하시간} - (\text{고장시간} + \text{준비 시간} + \text{조정시간})}{\text{부하시간}}$

$$= \frac{450-(30+30+30)}{450} = 0.8 \ (80\%)$$

정답 02. ② 03. ②

04 1일 조업시간은 8시간, 1일 부하시간 460분, 1일 가동시간 380분, 1일 생산량 380개, 정지내용(준비작업 30분, 고장 30분, 조정 20분), 불량품 5개이다. 또 기준 사이클타임은 0.5분/개, 실제 사이클타임은 0.8분/개이다. 속도가동률은 얼마인가?

① 85.3% ② 82.6% ③ 70.4% ④ 62.5% ⑤ 78.4%

해설 ④ [○] 속도가동률= $\frac{\text{기준사이클타임}}{\text{실제사이클타임}} \times 100 = \frac{0.5}{0.8} \times 100 = 62.5\%$

○ 성능가동률 = $\frac{\text{생산량} \times \text{실제사이클타임}}{\text{가동시간}} \times \frac{\text{기준사이클타임}}{\text{실제사이클타임}}$

=실질가동률×속도가동률

05 설비의 효율화를 저해하는 6대 로스(가공산업형)와 가장 관계가 먼 것은?

① 고장정지로스 ② 가공로스 ③ 속도저하로스 ④ 초기가동로스
⑤ 잠깐(순간)정지・공회전로스

해설 ② [×] 가공로스는 TPS(토요타 생산시스템)에서의 7대 낭비(과잉생산낭비, 대기낭비, 운반, 낭비, 가공낭비, 재고낭비, 동작낭비, 불량낭비) 중 하나이다.

○ 설비 효율화를 저해하는 가공산업형 6대 로스에는 고장로스, 준비・교체・조정로스, 잠깐(순간)정지・공회전로스, 속도저하로스, 초기수율저하로스, 불량・재가공로스이다. 한편 장치산업형 6대 로스에는 설비고장로스, 프로세스고장로스, 정상생산로스, 비정상생산로스, 품질불량로스, 재가공로스이다.

`

06 자주보전 전개의 7단계 방식으로 가장 올바르게 나열된 것은?

① 청소기준작성→초기청소→발생원・곤란개소대책→총점검→정리・정돈→자주점검→목표관리철저
② 초기청소→발생원・곤란개소대책→청소기준작성→총점검→자주점검→정리・정돈→목표관리철저
③ 초기청소→청소기준작성→발생원・곤란개소대책→정리・정돈→총점검→자주점검→목표관리철저

정답 04. ④ 05. ② 06. ②

④ 청소기준작성→초기청소→발생원・곤란개소대책→정리・정돈→총점검→자주점검→목표관리철저

⑤ 정리・정돈→초기청소→청소기준작성→발생원・곤란개소대책→총점검→자주점검→목표관리철저

해설 ② [○] TPM 자주보전 활동의 추진단계로서 일반적인 추진 단계이다. 명칭은 약간 달리 사용되는 경우가 있으며, 자주보전 제3스텝인 청소기준작성은 '청소・점검・급유기준작성'으로, 제6스텝인 정리・정돈은 '자주보전시스템화' 또는 '공정품질보증'으로, 제7스텝인 목표관리는 '자주관리철저'로 스텝명칭 용어가 실무에서는 더 많이 쓰이고 있다.

4.11 품질관리

품질경영

01 국제표준화기구(ISO)에서 제정한 환경경영체제와 관련된 국제표준은?

① ISO 9001 ② ISO 14001 ③ ISO 22000 ④ ISO 26000
⑤ ISO/IEC 27001

해설 ② [○] ISO 14001(환경경영시스템)은 모든 산업 분야 및 활동에 적용할 수 있는 환경경영시스템에 관한 국제표준이다.

① ISO 9001(품질경영시스템)은 모든 산업 분야 및 활동에 적용할 수 있는 품질경영시스템의 요구사항을 규정한 국제표준이다.

③ ISO 22000(식품안전경영시스템)은 사업장에서 발생할 수 있는 식품위해요소를 사전에 예방·관리하는 자율적인 식품안전관리시스템 국제표준이다.

④ ISO 26000(사회적책임지침)은 기업의 사회적 책임(CSR, Corporate Social Responsibility)의 국제표준이다.

⑤ ISO/IEC 27001(정보보호경영시스템)은 정보보호를 위한 전체적인 경영시스템을 구현하기 위한 선도적인 국제표준이다.

02 파이겐바움이 제시한 품질에 영향을 주는 요소 9M에 해당되지 않는 것은?

① Markets ② Motivation ③ Money ④ Maintenance ⑤ Market

해설 ④ [×] 파이겐바움(A. V. Feigenbaum)은 품질에 영향을 주는 요소로서 9M인 Markets(시장), Money(자금), Management(관리), Man(사람), Motivation(동기부여), Materials(자재), Machines and Mechanization(설비 및 기계화), Modern information method(최신정보방법), Mounting product requirements(증가하는 제품요구조건들)의 9개로 제시했다.

정답 01. ② 02. ④

03 품질관리와 품질비용에 관한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 공정능력(process capability)은 공정이 안정상태(under control)에서 설계규격(specification)에 적합한 제품을 생산할 수 있는 능력을 의미하며, 공정능력이 커질수록 부적합품률은 줄어든다.

② 품질특성 산포의 평균이 규격한계(specification limit)의 중앙에 있고 공정능력지수(C_p)가 1.0인 공정에서 규격한계의 폭이 12라면, 산포의 표준편차는 1.0이다.

③ 파레토의 원리(또는 80:20 법칙)는 소수의 핵심품질인자(vial few)에 집중하는 짓이 전체 품질개선에 효율적인 방안임을 시사한다.

④ 품질비용을 예방·평가·실패 비용으로 구분할 때 예방 및 평가비용을 늘리면 일반적으로 품질수준은 향상되고 실패비용은 감소한다.

⑤ 실패비용은 부적합품이 발생했을 경우 이를 기업내·외부에서 처리하는데 발생하는 비용을 포함한다.

해설 ② [×] 품질특성 산포의 평균이 규격한계의 중앙에 있고 C_p=1.0인 공정에서 규격한계의 폭이 12라면, 산포의 표준편차는 2.0이다.

$$C_p = \frac{S_U - S_L}{6\sigma} = \frac{12}{6\times 2} = 1 \rightarrow S_U - S_L = 6\sigma = 12 \rightarrow \sigma = 2$$

04 ISO 9000 품질경영시스템 규격의 기초가 되는 품질경영원칙이 아닌 것은?

① 고객중시 ② 리더십 ③ 종합조정 ④ 개선 ⑤ 프로세스 접근법

해설 ③ [×] ISO 9000 품질경영시스템 규격에서 품질경영 7대 원칙에는 ㉠ 고객중시, ㉡ 리더십 , ㉢ 인원의 적극참여, ㉣ 프로세스 접근법, ㉤ 개선, ㉥ 증거기반 의사결정, ㉦ 관계관리/관계경영 등이다.

05 다음의 품질코스트에 대한 내용으로 가장 올바른 것은?

① 제조공정이 안정되면 평가코스트가 증가된다.

② QC활동의 초기단계에서는 평가코스트가 가장 큰 비율을 점한다.

정답 03. ② 04. ③ 05. ④

③ 예방코스트를 증가시키면 평가코스트도 증가된다.

④ 평가코스트가 실패코스트보다 크게 된다면 QC활동의 성과가 높아졌다고 할 수 없다.

⑤ 적합품질이 향상되면 실패코스트는 더욱 높아진다.

해설 ④ [○] 평가코스트가 실패코스트보다 크다면 이것만으로 QC활동의 성과가 높아졌다고는 할 수 없고, 예방코스트와 평가코스트의 합계액이 실패코스트보다 클 경우에 QC활동의 성과가 높아졌다고 할 수 있다(쥬란, 샤르본노).

① 제조공정이 안정되면 평가코스트는 일반적으로 감소되나, 감소되는 경우(커크패트릭 모형)와 증가하는 경우(쥬란, 샤르본노 모형)가 있는 만큼 논자에 따라 견해 차이는 있다.

② QC활동의 초기단계에서는 부적합품률이 높으므로 실패코스트가 가장 큰 비율을 점한다.

③ 예방코스트를 증가시키면 평가코스트와 실패코스트는 감소되는 경우(커크패트릭)와 예방코스트 및 평가코스트의 합의 증가로 실패코스트가 감소되는 경우(쥬란, 샤르본노)가 있듯이 논자별로 차이점은 있다.

06 가빈(D. A. Garvin) 교수가 제시한 것으로서 품질의 전략적 분석을 위한 프레임으로 활용할 수 있는 품질요소에 포함되지 않는 것은?

① 성능(performance) ② 내구성(durability)
③ 심미성(aesthetics) ④ 커뮤니케이션(communication)
⑤ 신뢰성(reliability)

해설 ④ [×] 미국 하버드대학 D. A. Garvin 교수가 제시한 품질의 8가지 범주(차원)로는 성능, 특징, 신뢰성, 적합성, 지속성, 서비스 편의성, 심미성, 인지 품질 등이다.

07 파라슈라만 등(Parasuraman, Berry & Zeithaml)에 의해 제시된 서비스 품질 측정도구인 'SERVQUAL 모형' 의 5가지 품질특성에 해당되지 않는 것은?

① 유용성(usefulness) ② 유형성(tangibles) ③ 신뢰성(reliability)
④ 반응성(responsiveness) ⑤ 공감성(Empathy)

정답 06. ④ 07. ①

해설 ① [×] PZB(Parasuraman, Zeithaml and Berry)(1985)에 의한 SERVQUAL 모형에서 사용된 5가지 품질특성으로는 신뢰성, 확신성, 유형성(Tangibles), 공감성(Empathy), 대응성(Responsiveness) 등이다.

08 크로스비(P. B. Crosby)의 품질경영에 대한 사상을 정리한 것으로 옳지 않은 것은?

① 수행표준은 무결점이다. ② 품질의 척도는 시장품질이다.
③ 품질은 고객요구사항에의 일치로 정의한다.
④ 고객의 요구사항을 위해 공급자가 갖추어야 되는 품질시스템은 당초부터 올바르게 일을 행하는 것이다.
⑤ 품질시스템에서 예방철학을 중시한다.

해설 ② [○] 크로스비(P. B. Crosby)의 품질에 대한 기본철학은 절대원칙이라고 지칭한 다음의 4가지 기본적인 신념에 기초를 두고 있다.

구분	품질의 절대원칙	
	전통적 견해	크로스비
1. 정의	양호함	요구에의 적합성
2. 시스템	평가	예방
3. 표준	충분히 근접	완전무결(ZD)
4. 척도	지표(indices)	부적합(결함)비용

09 말콤 볼드리지상에 관한 설명이 아닌 것은?

① 3개 요소 7개 범주로 구분하고 있다.
② 데밍상을 벤치마킹하여 제정한 것이다.
③ 기업경영 전체의 프로그램으로 전략에서 실행까지를 전개한다.
④ 품질향상을 위해 실천적인 'How to do'를 추구하는 프로세스 지향형이다.
⑤ 말콤 볼드리지상의 기준이 제시하는 핵심적인 가치관은 고객지향의 품질 등 11개 항목을 중시한다.

해설 ④ [×] 말콤 볼드리지(Baldrige)상은 미국의 국가품질상으로서, 고객만족 지향의 실천적인 'How to do' 를 추구하는 프로세스 지향형이 특징이다.

정답 08. ② 09. ④

다구치 품질공학

01 다음 중 다구치방법의 특징과 관련이 없는 항목은?

① 손실함수 ② SN비 ③ 직교배열표 ④ 샘플링검사 ⑤ 강건설계

해설 ④ [×] 다구치방법(품질공학, 실험계획)의 특징은 다음의 6가지이다.
㉮ 설계단계를 중요시, ㉯ 손실함수에 의한 실험설계, ㉰ 잡음의 사용에 의한 실험설계, ㉱ 라인외 품질관리와 라인내 품질관리의 구분, ㉲ 잡음제거의 기능으로서 설계·개발의 연구단계와 생산기술의 공정설계 단계를 중요시함, ㉳ 품질향상 계획의 초점으로서 ㉠ 목표치에 대한 성능특성치의 변동을 끊임없이 줄이고, ㉡ 제품의 공정을 설계하거나 개선함에 있어 제품의 성능특성치가 잡음에 둔감하도록 하며, ㉢ 제품이나 공정을 설계할 때는 적은 비용이 소요되면서 목표치의 허용한계를 만족시키는 설계변수들의 최적조건을 찾도록 함 등이다.

02 다구치 방법은 품질개선을 위한 접근방법이다. 다음 중 다구치 방법에서 사용되는 수단과 가장 거리가 먼 것은?

① off-line QC ② 손실함수 ③ 파라미터설계 ④ SPC ⑤ SN비

해설 ④ [○] SPC(Statistical Process Control)는 통계적 공정관리로서 모토롤라의 6σ 품질혁신의 주요 도구이다.

관리도

01 관리도(control chart)에 대한 다음 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 관리도는 공정의 안정상태를 유지하는데 사용하는 통계적 도구이다.
② 공정이 안정상태를 유지할 때, 공정내에는 우연변동만이 존재한다.
③ 슈하트의 3σ법은 검사결과 평균에서 3σ 범위 밖이면 불량으로 판단한다.
④ 관리도상의 타점(plot)들이 일정한 패턴을 보이면, 관리한계를 벗어나지 않더라도 공정내에 이상이 있음을 뜻한다.

정답 01. ④ 02. ④ | 01. ⑤

⑤ 속성(attributes) 관리도는 정규분포를, 변량(variables) 관리도는 이항분포 또는 포아송 분포를 가정한다.

해설 ⑤ [×] 속성(attributes) 관리도는 이산형(discrete) 데이터에 의한 이항분포 또는 포아송 분포를, 변량(variables) 관리도는 연속형(continuous) 데이터에 의한 정규분포를 가정한다.

02 슈하트 관리도에 관한 설명으로 가장 부적절한 것은?

① 슈하트 관리도에서 $\pm 3\sigma$ 관리도의 관리한계선을 벗어나는 제품은 부적합품이다.

② 슈하트의 $\bar{x}-R$ 관리도는 공정의 평균과 산포의 변화를 동시에 볼 수 있는 특징이 있다.

③ 슈하트 관리도에서 $\pm 3\sigma$ 관리도의 관리한계선 안에서 변동이 생기는 원인은 일반적으로 우연원인이다.

④ 관리도는 현장에서 작업자가 관리한계선을 벗어났을 때 즉시 조치를 취하기 위한 적절한 품질개선의 도구이다.

⑤ 3σ 관리한계선을 조치선이라 하고, 2σ 관리한계선을 경고선이라 한다.

해설 ① [×] 관리한계는 규격한계와 동일한 것이 아니다.

○ $\bar{x}-R$ 관리도에서 관리한계는 규격한계 안에서 결정되며, $\bar{x}$ 값이 관리한계선 밖으로 벗어났다고 하여 규격한계를 벗어났다고 볼 수 없다.

샘플링검사

01 10톤씩 적재하는 5대의 화차에서 각 화차로부터 3인크리멘트씩 랜덤하게 시료를 채취하는 샘플링 방식은?

① 취락샘플링 ② 층별샘플링 ③ 계통샘플링 ④ 2단계샘플링
⑤ 층별비례샘플링

해설 ② [○] 층별샘플링(stratified sampling)은 로트를 몇 개의 층으로 나누어 각 층으로부터 시료를 취하는 샘플링법을 말하며, 층화(層化)샘플링이라고도 한다.

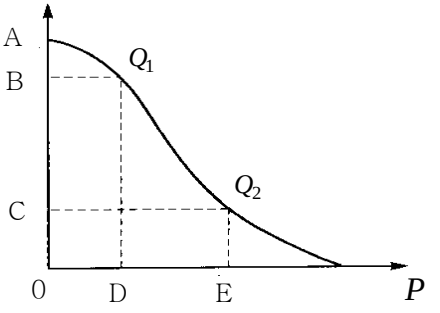
정답 02. ① | 01. ②

02 다음 중 표본검사의 OC곡선(검사특성곡선)의 특징으로 옳지 않은 것은?

① 표본의 크기가 커질수록 소비자의 위험은 감소한다.
② 표본의 개수를 증가시킬수록 부적합품 식별능력은 감소한다.
③ OC곡선은 부적합품률이 변화함에 따른 합격 로트(lot)의 확률을 나타낸다.
④ 검사표본의 크기는 검사의 효율성과 비용간의 관계를 고려하여 결정한다.
⑤ 특정로트의 부적합품률과 합격률을 나타내는 곡선은 우하향하는 형태를 보인다.

해설 ② [×] 표본의 개수를 증가시킬수록 제1종확률(생산자위험, α)은 커지고, 제2종확률(소비자위험, β)은 작아지고, 부적합품의 식별능력(검출력, $1-\beta$)은 커진다. 샘플링검사에서 OC곡선(operating characteristic curve) 또는 검사특성곡선은 가로축에 부적합품률(불량률), 세로축에 합격확률로 하여 지정된 부적합품률에서의 로트가 검사에서 합격할 확률을 알 수 있는 곡선이다.

03 OC곡선의 그래프 설명 중 틀린 것은? (단, $\overline{AB}=\alpha$, $\overline{OC}=\beta$ 이다.)



① $\overline{OD}$는 AQL을 나타낸다. ② $\overline{EP}$는 RQL을 나타낸다. ③ $\overline{OA}$ =1이다.
④ $\overline{DE}$는 P_0+P_1이다. ⑤ 곡선은 검사특성곡선이다.

해설 ④ [×] $\overline{DE}$는 P_1-P_0이다. D점은 되도록 합격시키고자 하는 부적합품률의 상한 P_0를, E점은 되도록 불합격시키고자 하는 부적합품률의 하한 P_1을 나타내며, $\overline{DE}$는 (P_1-P_0)에 상당하는 부적합품률이다.
우리나라 KS의 통계관련 규격 전체에서는 2009년부터 ISO규격에 대응하여 "불량률→부적합품률, 불량품수→부적합품수, 결점수→부적합수"로 명칭이 변경되어 사용중이므로 특히 주의를 요한다.

정답 02. ② 03. ④

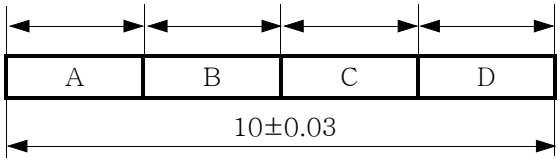
규격·공차 및 공정능력

01 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

① 공차란 규정된 최대치와 최소치와의 차이이다.
② 허용차란 규정된 기준치와 한계치와의 차이이다.
③ 공차는 허용차와 다른 의미이다. ④ 공차는 '±허용차'와 동일 의미이다.
⑤ 끼워맞춤방식의 최대치수와 최소치수와의 차이도 공차라고 한다.

해설 ⑤ [×] 끼워맞춤방식의 최대치수와 최소치수의 차이는 죔새 또는 틈새라 한다.
④ 공차=규격상한-규격하한=최대치수-최소치수=(+허용차)-(-허용차)=±허용차

02 제시된 그림과 같이 길이가 동일한 4개의 부품으로 조립된 제품의 규격은 10±0.03cm이다. 각 부품의 규격은 얼마이어야 되는가?



① 2.5075±0.015 ② 2.5±0.075 ③ 2.5±0.015
④ 2.4925±0.0075 ⑤ 2.5±0.0075

해설 ③ [○] 개개 부품의 공칭치수=10/4=2.5
개개 부품의 허용차를 T라 두면,
조립공차=$\pm T\sqrt{n}$ =$\pm T\sqrt{4}$ =±0.03 → ∴ $T = 0.015$
∴ 개개 부품의 규격=공칭치수±허용차=2.5±0.015cm

03 어떤 제품의 품질특성을 조사하였을 때 표준편차가 0.02이고, 공정능력지수가 1.20이었다. 규격의 하한이 15.50이라면 규격상한은 얼마인가?

① 15.64 ② 16.54 ③ 16.10 ④ 15.57 ⑤ 17.42

해설 ① [○] 공정능력지수 $C_P = \dfrac{S_U - S_L}{6\hat{\sigma}}$ → $1.2 = \dfrac{S_U - 15.5}{6 \times 0.02}$ → $S_U = 15.664$

정답 01. ⑤ 02. ③ 03. ①

04 어떤 공정에서 가공되는 품질특성은 두께로서 규격이 5.0±0.05mm로 주어져 있다. 생산 제품의 평균두께가 4.98mm, 표준편차가 0.02mm이었다. 이때 치우침을 고려한 공정능력지수(C_{PK})는 약 얼마인가?

① 0.33 ② 0.50 ③ 0.83 ④ 1.17 ⑤ 0.93

해설 $C_{PK} = (1-K)C_P = (1-K)\dfrac{T}{6\hat{\sigma}} = (1-K)\dfrac{S_U - S_L}{6\hat{\sigma}} = (1-0.4)\dfrac{0.1}{6\times 0.02} = 0.5$

여기서, 치우침도 $K = \dfrac{|M - \bar{x}|}{T/2} = \dfrac{|5.0 - 4.98|}{0.1/2} = 0.4$

단, $M = \dfrac{S_U + S_L}{2} = \dfrac{5.05 + 4.95}{2} = 5.0,\quad T = S_U - S_L = 5.05 - 4.95 = 0.1$

측정시스템

01 측정시스템에서 선형성, 편의, 정밀성에 관한 설명으로 적절한 것은?

① 선형성은 Gage R&R로 측정한다.
② 편의가 기대 이상으로 크면 계측시스템은 바람직하다는 뜻이다.
③ 계측기의 측정범위 전 영역에서 편의값이 일정하면 정확성이 좋다는 뜻이다.
④ 편의는 측정값의 평균과 이 부품의 기준값과의 차이를 말한다.
⑤ 계측기의 예상 작동범위에 걸쳐 생기는 편의값들의 차이를 재현성이라 한다.

해설 ④ [○] 편의=측정값-평균. 편의=편기=치우침
① [×] 반복성과 재현성은 Gage R&R로 측정한다.
② [×] 편의(bias : 치우침, 편향, 편기)는 측정값과 평균과의 차이로서, 그 값이 작을수록 좋다.
③ [×] 편의값이 작으면 정확성이 좋다는 의미이다.
⑤ [×] 계측기의 예상 작동범위에 걸쳐 생기는 편의값들의 차이를 선형성이라 한다.
○ 측정시스템에 관련되는 오차 또는 변동의 유형에는 ㉠ 편의(bias), ㉡ 반복성, ㉢ 재현성, ㉣ 안정성, ㉤ 선형성의 5가지가 있다.

정답 04. ② | 01. ④

02 어떤 측정법으로 동일 샘플을 무한 횟수 측정하였을 때 측정치와 참값의 차이를 무엇이라고 하는가?

① 오차 ② 편차 ③ 치우침 ④ 정밀도 ⑤ 허용차

해설 ① [○] 오차 : 측정치와 참값(기준값)과의 차이

③ 치우침(bias, 편의, 편기) : 평균값과 참값(기준값)의 차이, 정확도를 평가.

6시그마 및 품질혁신

01 공정중심이 100이고, 규격 하한과 규격 상한이 각각 88과 112이며, 표준편차가 4인 공정의 시그마 수준은?

① 1 ② 3 ③ 4 ④ 6 ⑤ 10

해설 ② [○] σ 수준 $= \dfrac{S_U - S_L}{2\sigma} = \dfrac{112-88}{2\times 4} = 3$

○ 모토롤라 6시그마활동에서 품질척도로 σ 수준이 사용되고 있으며 산출 방식은 일반적인 방법과는 달리 다음의 식으로 구한다.

시그마 수준(Sigma level) = Z bench + 1.5

여기서, z-bench의 의미로서, 한쪽 규격(S_U 또는 S_L)이 있을 때의 Z값을 의미하는 용어는 z-value이고 $z = \dfrac{S_U - \bar{x}}{\sigma}$ 로 산출하지만, 양쪽규격((S_U 및 S_L)이 있을 때는 z-value 대신에 Z bench라는 용어를 사용하며, 규격을 벗어나는 양쪽의 확률을 한쪽으로 합쳐서 통계S/W 미니탭으로 σ 수준을 구한다.

02 다음에서 설명하는 경영혁신 기법으로 옳은 것은?

통계적 품질관리를 기반으로 품질혁신과 고객만족을 달성하기 위하여 전사적으로 실행하는 경영혁신 기법이며 제조과정뿐만 아니라 제품개발, 판매, 서비스, 사무업무 등 거의 모든 분야에서 활용 가능하다.

① 학습조직(learning organization) ② 다운사이징(downsizing)

정답 02. ① | 01. ② 02. ⑤

제 4 장

③ 리스트럭처링(restructuring) ④ 리엔지니어링(reengineering)
⑤ 6시그마(six sigma)

해설 ⑤ 6시그마(six sigma, σ)는 기업에서 전략적으로 완벽에 가까운 제품이나 서비스를 개발하고 제공하려는 목적으로 미국의 모토롤라사에서 처음 시작하여 정립된 후, GE의 획기적인 성공사례를 거쳐 한국 등 전세계적으로 퍼져 나갔던 품질경영혁신 활동이다. 6σ는 100만 개의 제품 중 3~4개의 불량만을 허용하는 3~4ppm 달성의 경영을 추구하는 품질혁신 활동을 말한다.

03 6 sigma 품질을 부적합품률 3.4ppm과 연관시킬 때 목표치로부터 공정평균의 흔들림을 어느 정도까지 허용한 것인가?

① ±0.5sigma ② ±1.5sigma ③ ±3sigma ④ ±6sigma ⑤ ±2sigma

해설 ② [○] 모토롤라의 6Sigma 활동은 목표치 6 sigma로부터 ±1.5sigma까지 공정평균의 흔들림(shift)을 허용함으로써 장기공정능력 4.5sigma일 때의 불량률 3.4ppm을 목표로 하였다.

04 데이터가 존재하는 범위를 몇 개의 구간으로 나누어 각 구간에 들어가는 데이터의 출현도수를 세어서 도수표를 만든 다음 그것을 도형화한 것을 무엇이라 하는가?

① 특성요인도 ② 파레토도 ③ 산점도 ④ 히스토그램 ⑤ PDPC

해설 ④ [○] 히스토그램(histogram)이란 "데이터가 존재하는 범위를 몇 개의 구간으로 나누어 각 구간에 들어가는 데이터의 출현도수를 세어서 도수표(도수분포표)를 만든 다음 이것을 도형화한 것"으로, 데이터의 분포 파악 및 평균치, 산포 크기가 파악 가능한 그림을 말한다.

05 다음 중 6σ 수준이라고 볼 수 없는 것은?

① $C_P = 2$ ② 규격하한에서 규격상한까지 거리가 표준편차의 12배가 되는 경우
③ 3.4ppm(±1.5σ의 치우침을 고려했을 때)
④ $C_{pk} = 1$(±1.5σ 치우침을 고려시) ⑤ 2ppb(분포의 치우침이 없을 때)

정답 03. ② 04. ④ 05. ④

해설 ④ [×] 6σ 수준은 $C_{pk}=1.5$(±1.5σ 의 치우침을 고려시)일 때의 수준이다.

○ 6σ 수준은 분포의 치우침 없는 공정능력지수 $C_P=\frac{S_U-S_L}{6\sigma}=\frac{12\sigma}{6\sigma}=2$ 로서, 규격하한에서 규격상한까지의 거리가 표준편차의 12배가 되는 거리, 즉 $S_U-S_L=12\sigma$일 때이다. 분포가 어느 한쪽으로 1.5σ 만큼 치우쳐 있을 때의 치우침도는 $K=\frac{|M-\bar{x}|}{T/2}=\frac{1.5\sigma}{6\sigma}=0.25$이므로, 치우침 고려한 공정능력지수 $C_{pk}=(1-K)C_p=(1-0.25)\times 2=1.5$가 되고, $C_{pk}=1.5$일 때는 분포가 치우친 쪽의 규격한계를 벗어나는 부적합품률은 3.4ppm(±1.5σ 의 치우침을 고려했을 때)이 된다.

확률과 확률분포

01 다음 데이터에 대한 기하평균은 약 얼마인가?

[데이터] 4.3, 5.7, 6.9, 7.1, 8.5, 9.2

① 6.521 ② 6.742 ③ 6.750 ④ 6.950 ⑤ 6.986

해설 ② [○] 기하평균 $G=\sqrt[n]{x_1\times x_2\times\cdots\times x_n}=\sqrt[6]{4.3\times 5.7\times\cdots\times 9.2}=6.742$

02 정상적인 상태에서 공정부적합품률이 10%인 어떤 공정에서 n=5개의 샘플을 추출할 때 부적합품이 1개 이상 나올 확률은?

① 0.41 ② 0.59 ③ 0.65 ④ 0.86 ⑤ 0.75

해설 ① [○] 이산확률변수인 부적합품수 X 는 2항분포를 따른다고 볼 수 있으므로

$$P_r(X\geq 1)=1-P_r(X=0)=1-p(0)$$

$$=1-{}_nC_x p^x(1-p)^{n-x}=1-{}_5C_0\,0.1^0(1-0.1)^{5-0}=1-0.59=0.41$$

정답 01. ② 02. ①