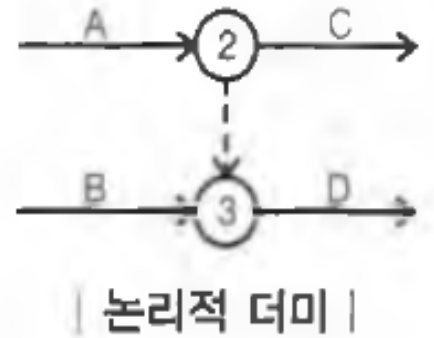
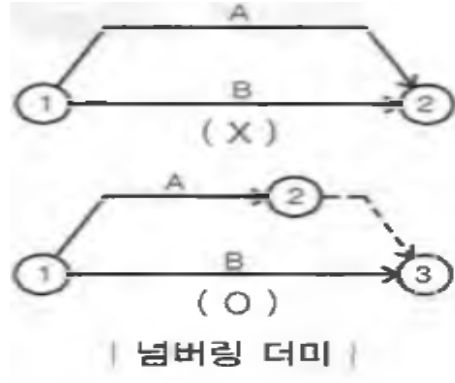
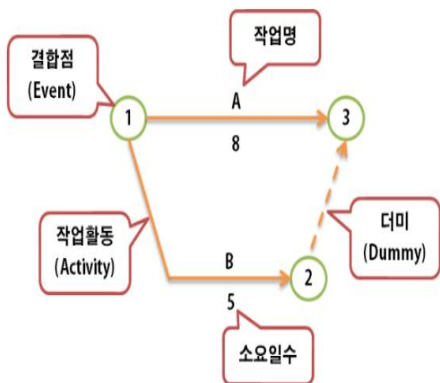


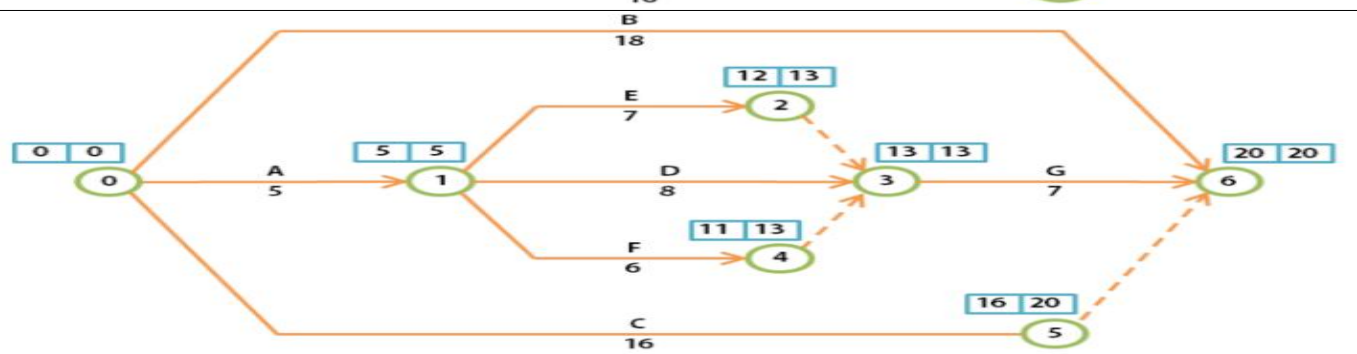
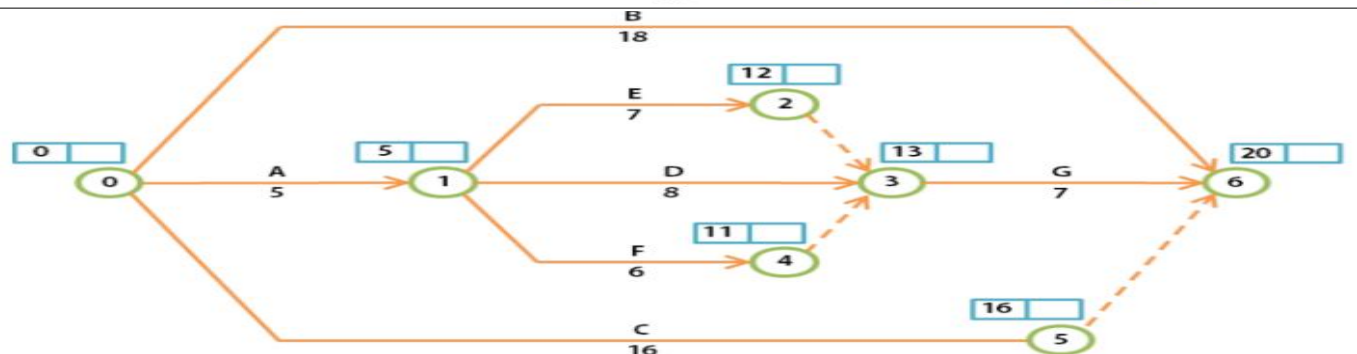
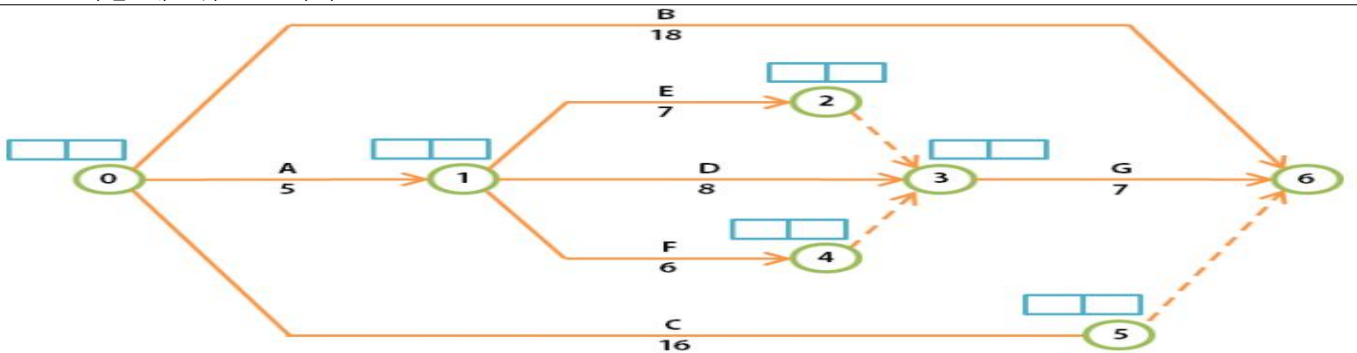
14. 공정관리

1) 네트워크의 구성요소

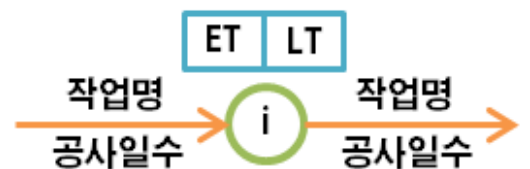


- ① Activity(작업활동) : 프로젝트를 구성하는 단위이며 (→)로 표시
- ② Event(결합점) : 작업의 시작과 완료를 표시하며(○)로 표시
- ③ Dummy(더미) : 명목상의 활동으로 실제로 시간과 물량이 없다.(---)로 표시
 - 넘버링 더미 : 결합점과 결합점 사이의 중복작업을 피하기 위해 사용
 - 로지컬 더미 : 선행작업과 후속작업에서 더미가 없는 공정표가 성립되지 않을 때 사용
- ④ 선행작업 : 어떠한 작업에 있어 선행되는 작업(전공정)
- ⑤ 후속작업 : 어떠한 작업에 있어 후속되는 작업(후공정)

2) PERT기법 네트워크 그리기

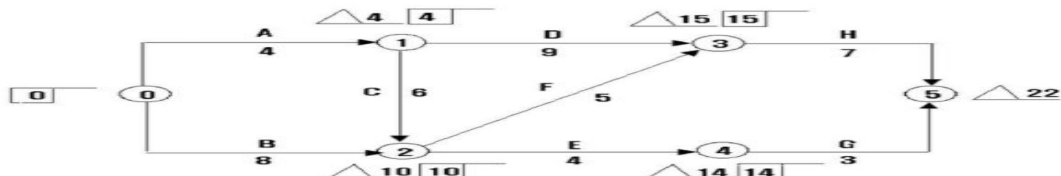


- ① 최조시각(T_E) : 공정표상에서 전진 계산을 따르는 데 최대값이 우선
- ② 최지시각(T_L) : 후진 계산을 따르는데 최소값이 우선
- ③ 주공정(CP) : $T_E - T_L = 0$ 인 곳

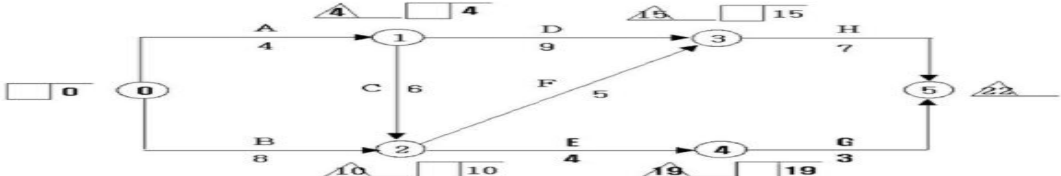


3) CPM기법 네트워크 및 데이터 공정표 작성

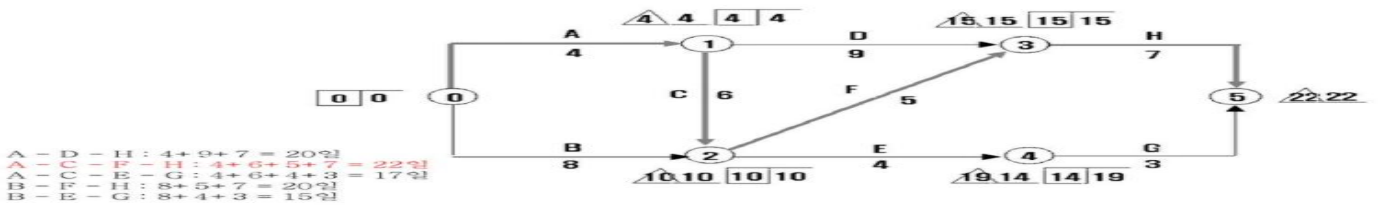
EST, EFT의 계산은 작업의 흐름에 따라 전진계산하고, 개시결합점에서 나간 작업의 EST는 0(Zero)으로 하며, EFT는 EST + Duration(작업기간)으로 구한다. 복수의 작업에 후속하는 작업의 EST는 선행작업 중 EFT의 최대값으로 한다.



LST, LFT의 계산은 역진(작업진행과 반대방향)으로 하고, 개시되는 LFT의 값은 EFT의 종료결합점의 최대값(전체공기)으로 한다. LST는 LFT - Duration로 구한다. 후속작업이 복수일 때 선행하는 작업의 LFT는 후속작업 중 LST의 최소값으로 한다.



주공선은 최초의 개시결합점에서 마지막 종료결합점에 이르는 가장 긴 경로를 말한다.

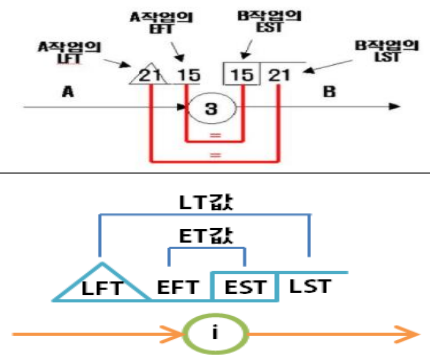


A - D - H : 4 + 9 + 7 = 20일
 A - C - F - H : 4 + 6 + 5 + 7 = 22일
 A - C - E - G : 4 + 6 + 4 + 3 = 17일
 B - E - H : 8 + 5 + 7 = 20일
 B - G : 8 + 4 + 3 = 15일

따라서 주공선(CP)은 A - C - F - H의 22일이다.
 주공선이 지나가는 결합점에서는 EST, EFT, LST, LFT의 숫자가 모두 같다.

액티비티		개시시각		종료시각		여유시각			크리티컬 패스
i→j	시간	최초	최저	최초	최저	총	자유	간섭	CP
	D	EST	LST	EFT	LFT	TF	FF	IF	
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

- 액티비티 i→j : i이벤트에서 j이벤트로 작업 활성화 과정을 순서대로 만들어 나감
- i이벤트에서 j이벤트로 활성화 될 때 작업일수(D)
- 최초개시시각 : $EST = T_{Ei}$
- 최저개시시각 : $LST = T_{Lj} - D = LFT - D$
- 최초종료시각 : $EFT = T_{Ei} + D = EST + D$
- 최저종료시각 : $LFT = T_{Lj}$
- 총여유시각 : $TF = T_{Lj} - (D + T_{Ei}) = LFT - (D + EST)$
- 자유여유시각 : $FF = T_{Ej} - (D + T_{Ei}) = T_{Ej} - (D + EST)$
- 간섭여유시각 : $IF = TF - FF$
- 크리티컬 패스(CP) : $T_E - T_L = 0$ 인 곳에 별표(☆)



4) 특급상태와 비용구배

- 특급상태 : 지정된 공사기간 내에 작업을 달성하기 어려울 경우에는 작업인원증가, 자재의 증강, 초과근무를 실시하여 공기를 단축하고 자하는 공정
 - 비용구배(공비증가율, 비용경사) : 특급상태로 작업할 때 표준상태보다 시간당 추가되는 비용

$$\text{비용구배} = \frac{\text{특급상태비용} - \text{표준상태비용}}{\text{표준상태시간} - \text{특급상태시간}}$$
 - 단축일수 : 정상일수에서 특급일수를 뺀 작업일
 - 최소비용 = 단축일수 × 비용구배
- * 각각의 작업에서 특급공정과 표준공정 상의 특급 비용에서 정상 비용을 뺀 비용의 합으로 계산

5) 공사비용계산

- 직접공사비 = 직접재료비 + 직접노무비 + 직접(기계)정비
- 순공사비(순공사원가) = 재료비 + 노무비 + 경비
- 총공사비(총원가) = 순공사비(재료비 + 노무비 + 경비) + 일반관리비 + 이윤

		항목	금액	
순 공 사 원 가	재료비	직접재료비	-	
		간접재료비	-	
		기타재료비	-	
		소계	-	
		노무비	직접노무비	-
			간접노무비	-
	소계		-	
	경비		총괄관리비	-
			시정관리비	-
			가설비	-
		직원차량비	-	
		보험료	-	
외주가공비		-		
		기타경비	-	
		소계	-	
		일반관리비	5 %	
		이윤	10 %	
		총원가 < 공비가액 합계 >	-	
		부가가치세	10 %	
		합계 금액	-	

15. 건설기계일반

1) 건설기계관리법의 건설기계

명 칭	범 위	규 격
불도저(bulldozer)	무한궤도 또는 타이어식	자중[ton] 또는 작업가능상태의 중량[ton]
굴삭기(excavator)	무한궤도 또는 타이어식, 굴삭장치를 가진 1톤 이상	자중[ton]
로더(loader)	무한궤도 또는 타이어식, 적재장치를 가진 1톤 이상	표준버킷용량[m ³] 또는 표준버킷의 산적용량[m ³]
지게차(fork lift)	타이어식으로 들어올림 장치	들어올림용량[ton]
스크레이퍼(scraper)	흙, 모래의 굴삭 및 운반장치를 가진 자주식인 것	볼(bowl)평적용량[m ³]
덤프트럭(dump truck)	적재용량 12톤 이상 ※ 적재용량 12톤 이상 20톤 미만인 것으로 화물운송에 사용하기 위하여 자동차 관리법에 의한 자동차로 등록된 것은 제외	최대적재량[ton]
기중기(crane)	무한궤도 또는 타이어식, 강재의 지주 및 선회장치를 가진 것 ※ 궤도(레일)식은 제외	기중 능력[ton]
모터 그레이더(motor grader)	정지장치를 가진 자주식인 것	삽날(blade)길이[m]
롤러(roller)	조정석과 전압장치를 가진 자주식인 것 피견인 진동식인 것	중기의 용량[ton]
노상 안전기(stabilizer)	노상안정장치를 가진 자주식인 것	유체 탱크의 용량[L]
콘크리트 배칭플랜트 (concrete batching plant)	골재 저장통, 계량장치 및 혼합장치를 가진 것으로서 원동기를 가진 이동식 인 것	콘크리트의 시간당 생산량[ton/hr]
콘크리트 피니셔 (concrete finisher)	정리 및 사상장치를 가진 것으로 원동기를 가진 것	시공할 수 있는 표준 폭[m]
콘크리트 스프레드 (concrete spreader)	정리장치를 가진 것으로 원동기를 가진 것	시공할 수 있는 표준 폭[m]
콘크리트 믹서트럭 (concrete mixer truck)	혼합장치를 가진 자주식인 것 (재료를 투입 배출을 위한 보조장치가 부착된 것을 포함)	용기내에서 1회 이상 혼합할 수 있는 콘크리트 생산량[m ³]
콘크리트 펌프 (concrete pump)	콘크리트 배송능력이 매시간당 5m ³ 이상으로 원동기를 가진 이동식과 트럭 적재인 것	콘크리트의 시간당 배송능력[m ³ /hr]
아스팔트 믹싱 플랜트 (asphalt mixing plant)	골재공급장치, 건조가열장치, 혼합장치, 아스팔트 공급장치를 가진 것으로 원동기를 가진 것	아스콘 시간당 생산량[ton/hr]
아스팔트 피니셔 (asphalt finisher)	정리 및 사상장치를 가진 것으로 원동기를 가진 것	아스콘을 부설할 수 있는 표준 포장폭[m]
아스팔트 살포기 (asphalt distributor)	아스팔트 살포장치를 가진 자주식인 것	아스팔트 탱크의 용량[L]
골재 살포기(spreader)	골재살포 장치를 가진 자주식인 것	노반재 표준 부설폭[m]
쇄석기(crusher)	20kW이상의 원동기를 가진 이동식인 것	[m ³ /hr]
공기 압축기 (air compressor)	공기 토출량이 매분당 2.88m ³ (매 cm ² 당 7kg 기준 이상의 이동식 인 것)	매분당 공기 산출량[m ³ /min]
천공기(drill machine)	천공장치를 가진 자주식인 것	
항타 및 항발기 (pile hammer, pile driver)	원동기를 가진 것으로 해머 또는 뽑는 장치의 중량이 0.5톤 이상인 것	
사리채취기	사리채취장치를 가진 것으로 원동기를 가진 것	사리채취량
준설선(dredger)	펌프식, 버킷식, 디퍼식 또는 그레브식으로 비자항식인 것	[PS] 또는 [m ³]
특수건설기계	제1호 내지 제25호의 건설기계와 유사한 구조 및 기능을 가진 기계류로서 건설부장관이 따로 정하는 것 ① 도로보수트럭 ② 노면파쇄기 ③ 노면측정장비 ④ 콘크리트 믹서 트레일러 ⑤ 아스팔트 콘크리트 재생기 ⑥ 수목이식기	

2) 건설기계안전기준규칙에서 정하는 “대형건설기계”의 정의
① 길이가 16.7미터를 초과하는 건설기계 ② 너비가 2.5미터를 초과하는 건설기계 ③ 높이가 4.0미터를 초과하는 건설기계 ④ 최소회전반경이 12미터를 초과하는 건설기계 ⑤ 총중량이 40톤을 초과하는 건설기계 ⑥ 총중량 상태에서 축하중이 10톤을 초과하는 건설기계
3) 건설기계에 사용되는 동력 전달기구
① 클러치 : 기관과 변속기 사이에 설치, 필요에 따라 동력을 차단 및 전달 ② 변속기 : 주행 상태에 맞도록 기어의 물림을 변경, 전진과 후진을 하기 위한 장치 ③ 추진축 : 변속기와 종감속 기어사이에 설치, 변속기의 출력을 종감속 기어에 전달 ④ 종감속 기어 및 차동장치 : 추진축으로부터 전달된 기광의 회전력을 최종적으로 증가시킴과 동시에 회전을 할 때 좌우 타이어 적합한 회전속도로 동력을 전달 ⑤ 조향 장치 : 트랙장비에서 변속기로부터 전달된 동력을 베벨기어에서 동력을 90°로 변환하여 동력을 차단 또는 연결 ⑥ 브레이크 : 휠 타입에서는 타이어에 제동을 가해주며, 트랙장치에서는 스티어링 클러치 외부를 밴드로서 좌우 트랙을 정지 ⑦ 최종감속장치 : 회전속도를 최종적으로 감속시켜 구동 스프로킷에 전달하는 역할, 좌우조향장치의 바깥쪽에 설치 ⑧ 언더캐리지 및 차축 : 동력을 받아 움직이는 하부 구동 장치를 말하며, 중량을 지지하고, 전·후진에 필요한 각종 장치가 설치되어 있음
4) 굴착기 구성요소 및 주행장치에 따른 분류
구성요소 : 전면부 장치, 상부 회전체, 하부 추진체 주행장치에 따른 분류 : 크롤러형(무한궤도식), 휠형(타이어식), 트럭 탑재형
5) 기중기(Crane)의 작업장치(전부장치 : front attachment) 6개
① Hook(갈퀴) : 화물의 적재 및 적하 ② Clamshell(클램셸) : 토사적재, 수직 굴토, 오물 제거, 수중굴착, 호퍼작업, 깊은 구멍파기 ③ Shovel(셔블) : 지면보다 높은 곳의 토사굴토, 경사면의 굴토, 차량의 토사적재, 도로의 기초공사 ④ Dragg line(드래그라인) : 제방구축, 배수로구축, 평면굴토 및 수중작업 차량에 토사를 적재시 ⑤ Trench hoe(트렌치 호) : 배수로, 매물, 굴토, 채굴, 송유관 매설 작업 ⑥ Pile driver(파일드라이버) : 기동박기 작업, 교량의 교주 항타작업
6) 굴삭기의 전부장치와 규격
① 백호우 : 작업위치보다 낮은 굴착, 버킷의 용량[m ³] ② 유압 셔블 : 작업위치보다 높은 굴착, 버킷의 용량[m ³] ③ 드래그라인 : 수중작업 넓은 굴착, 버킷의 용량[m ³] ④ 클램셸 : 수중작업 좁은, 우물, 웰 작업, 버킷의 용량[m ³] ⑤ 어스드릴 : 무소음 대구경 소음방지, 굴착 구경으로 표시[mm] ⑥ 파일드라이버 : 말뚝 박기, 중량물의 들어올리기와 내리기, 다른 작업장치를 이용하여 파쇄작업, 해머의 중량[ton]
7) 건설기계 제원으로 활용하는 마력의 종류
① 순간최대마력 : 엔진이 낼 수 있는 최대마력, 피스톤속도, 배기온도, 연료소비율을 제한하지 않고 낼 수 있는 최대값, 장시간 회전은 불가능한 마력 ② 실용최대마력 : 정격회전속도에 의해 1시간 이상 연속시험에 견딜 수 있는 실용상의 최대마력, 배기온도600도 이하, 연료소비율 240g/ps·hr이하로 제한 ③ 실용정격마력 : 실용최대마력과 동일한 조건하에서 10시간 이상 연속시험에 견딜 수 있는 마력, 실용최대마력의 85% 채용하고 있으며 건설기계처럼 1일 중 연속 작업하는 기계는 이 마력을 적용 ④ 연속정격마력 : 연속적으로 수천시간 사용할 수 있는 마력(선박, 펌프), 실용최대마력의 70%정도가 보통이며 연속부하마력 성능시험은 정격마력의 90%부하로서 10시간 연속 회전시킬 때의 상황으로 결정
8) 시간당 작업량 계산식
$\text{시간당 작업량 } Q = \frac{60 \cdot q \cdot f \cdot E}{C_m} [m^3/hr]$ <p> ※ q : 토공판용량[m³], E : 작업효율[%], f : 토량환산계수 = 체적 환산계수 ※ C_m : 1회사이클 시간[min] C_m = 전진하는 데 걸린 시간 + 후진하는 데 걸린 시간 + 변속시간 $= \frac{L}{V_1} + \frac{L}{V_2} + t$ ※ V₁ : 전진속도, V₂ : 후진속도, t : 변속시간 </p>

9) 건설기계의 견인력과 견인계수
$\text{견인력 } T[kgf] = \frac{270 \times \text{기계 효율} \times \text{제동마력 [PS]}}{\text{기계속도 [km/hr]}}$ $\text{견인계수 } \mu = \frac{T}{W} \frac{\text{견인력}}{\text{기계의 전하중}}$
10) 건설기계의 주행저항의 종류
① 회전저항 : 건설기계가 노면 또는 지면을 굴러갈 때 받는 저항 ② 구배저항 : 건설기계가 구배있는 경사지를 올라갈 때 필요한 견인력은 그 구배에 비례해 감소, 이 때 증가되는 힘 ③ 공기저항 : 주행시 차량이 전면으로 받는 공기저항 ④ 가속저항 : 기계를 감속, 가속시의 관성저항
11) 크레인용 케이블(와이어로프)의 구조 및 교체 시기
구조 : 심줄(코어), 가닥(스트랜드), 소선(와이어) ① 와이어로프 길이 30cm 당 소선이 10% 이상 절단 시 ② 와이어로프 지름이 7% 이상 감소 시 ③ 심한 변형이나 부식이 발생 될 때 ④ 킹크(꼬아 놓은 것이 풀어지는 현상)가 심할 때
12) 준설선의 종류와 규격
① 그레브 준설선 : 그레브 버킷(크램셀) 평적 용량[m ³] ② 버킷 준설선 : 주 엔진의 연속 정격출력[PS] ③ 디퍼 준설선 : 버킷의 용량[m ³] ④ 펌프 준설선 : 주엔진의 정격출력[PS]
13) 다짐용 기계(Roller)의 다짐하는 방법에 따른 분류
① 정적압력에 의한 것(탠덤 로울러, 머캐덤 로울러, 탬핑 로울러, 타이어 로울러) ② 진동에 의한 것 : 진동 로울러 ③ 충격에 의한 것 : 램머
14) 지게차의 마스트와 포크의 운동방향에 따른 분류
① 카운터밸런스형 지게차 : 차체 전면에 포크와 마스트가 부착되어 있으며 차체 후면에는 카운터 웨이터가 설치됨 ② 리치형 지게차 : 마스트 또는 포크가 전후로 이동할 수 있는 지게차 ③ 사이드포크형 : 좁은 통로에서도 선회할 수 있도록 차체측면에 포크와 마스트를 장착한 지게차
15) 지게차 안전장치
후방경보기, 경광등, 후방감지기
16) 쇄석기(Crusher)
(1) 1차 쇄석기 : 광산에서 암석을 가져와서 100~500mm 크기로 만드는 쇄석기 ① 죠 크러셔(Jaw crusher) ② 자이레토리 크러셔(Gyratory crusher) : 투입구의 크기는 콘케이브와 맨틀 사이의 간극[mm]×맨틀지름[mm] (2) 2차 쇄석기 : 1차 쇄석기에서 나온 것을 10~15mm 크기로 만드는 쇄석기 ① 콘 크러셔(Cone crusher) : 맨틀의 최대지름[mm], 베드의 지름[mm] ② 햄머 밀 크러셔(Hammer mill crusher) : 드럼 지름[mm]×길이[mm] ③ 더블 롤 크러셔(Double roll crusher) : 롤의 지름[mm]×길이[mm] (3) 3차 쇄석기 : 2차 쇄석기에서 나온 것을 10mm 이하로 만드는 쇄석기 ① 로드 밀(Rod mill) : 5mm이하의 잔골재를 생산, 드럼 지름[mm]×길이[mm] ② 햄머 크러셔(Hammer crusher) ③ 임팩트 크러셔(Impact crusher) : 시간당 쇄석능력[ton/hr] ④ 볼 밀(Ball mill) : 드럼지름[mm]×길이[m]
17) 컨베이어 종류
스크류, 벨트, 포터블, 롤러, 체인, 버킷 컨베이어
18) 건설공사의 종류
전기공사, 전기통신공사, 소방설비공사, 문화재수리공사를 제외한 공사
19) 건설업종 종류
① 종합공사(토목, 건축, 토목건축, 산업·환경설비, 조경), ② 전문공사(종합공사업종을 제외한 나머지 25개)
20) 감가상각법의 종류
정률법, 정액법, 이중제감잔액법, 활동기준법(생산량비례법), 연수합계법

16. 플랜트 배관

1) 배관의 지지방법

대분류		소분류	
명 칭	용 도	명 칭	용 도
서포트 (Support)	배관계의 중량을 지지하는 장치 (밑에서 지지하는 것)	파이프 슈	관의 수평부, 곡관부 지지
		리지드 서포트	빔 등으로 만든 지지대
		롤러 서포트	관의 축방향 이동 가능
		스프링 서포트	하중변화에 따라 미소한 상하이동 허용
행거 (Hanger)	배관계의 중량을 지지하는 장치 (위에서 달아매는 것)	리지드 행거	빔에 턴버클 연결 달아 올림 (수직방향 변위 없는 곳에 사용)
		스프링 행거	방진을 위해 턴버클 대신 스프링 설치 (변위가 적은 개소에 사용)
		콘스탄트 행거	배관의 상하이동 허용하면서 관지지력 일정하게 유지(변위 큰 개소)
레스트레인트 (Restraint)	배관의 열팽창에 의한 이동을 구속 제한하는 것	앵커(Anchor)	관지점에서 이동, 회전 방지(고정)
		스토퍼(Stopper)	관의 직선이동 제한
		가이드(Guide)	관의 회전제한, 축방향의 이동안내
브레이스 (Brace)	열팽창 및 중력에 의한 힘이 외의 외력에 의한 배관 이동을 제한하는 것, 주로 배관의 진동 및 충격을 흡수하는 역할	방진기	배관계의 진동방지 및 감쇠
		완충기	배관계에서 발생한 충격을 완화

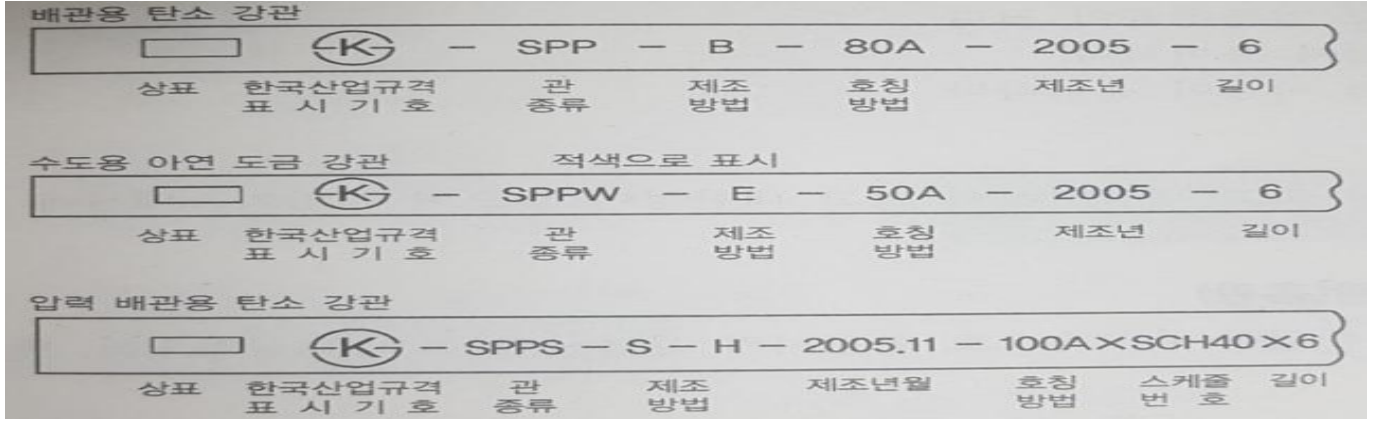
2) 탄소강관의 종류

분 류	규격 명칭	KS기호	비 고
배 관 용 (액 체 수 송 용)	배관용 탄소강 강관 (steel, pipe, piping)	SPP	온도 350°C이하, 압력1MPa이하
	압력 배관용 탄소강 강관 (steel pipe pressure service)	SPPS	온도 -15~350°C, 압력 1~10MPa
	고압배관용 탄소강 강관 (steel pipe prrsure high)	SPPH	온도 350°C이하, 압력10MPa이상, 이음매 없는 강관
	고온 배관용 탄소강 강관 (steel pipe high temperature)	SPHT	온도350°C이상
	배관용 아크용접 탄소강 강관 (steel pipe welding)	SPW	호칭경 350~1500A, 사용압력 1.5MPa이하
	배관용 합금강 강관 (steel pipe alloy)	SPA	온도350°C이상에서도 잘 견디므로, 보일러의 증기관에 사용
	저온 배관용 강관 (steel pipe low temperature)	SPLT	빙점이하의 특히 저온용, SPHT와 같은 외경으로 사용
	수 도 용	수도용 아연도금 강관 (steel pipe piping water) 상수도용 도복장 강관 (steel tube pipe water asphalt coltar)	SPPW STPW-A STPW-C
열 전 달 용	보일러 및 열교환기용 탄소강 강관 (steel tube boiler heat)	STBH	관내외에서 열교환이 목적인 보일러의 수관, 연관, 과열관, 공기예열관, 화학공업, 석유공업의 열교환 기관, 콘덴서관, 축매관, 가열노관용
	보일러, 열교환기용 합금강 강관 (steel tube heat alloy)	STHA	관의 내외에서 열을 주고받을 목적으로 사용, 용도 및 규격은 탄소강 강관과 같음
	저온 열교환기용 강관 (steel tube low temperature)	STLT	빙점아래, 저온에 사용, 50kgf/cm ² 의 수압시험
구 조 용	일반 구조용 탄소강 강관	STK	일반 구조용 강재로 사용되며 내열, 내식성이 있고 사용 온도 범위가 넓음
	기계 구조용 탄소강 강관	STKM	자동차, 기계, 항공기 등의 기계부품으로 절삭해서 사용
	기계 구조용 합금강 강관	SCMTK	항공기, 자동차, 자전거, 기타 구조물에 사용
	일반 구조형 각형 강관	SPSR	토목, 건축, 기타 구조물, 표준 길이 6,8,10,12m
기 타	고압가스 용기용 이음매 없는 강관 (steel tube high gas)	STHG	고압가스, 액화가스 또는 용해가스를 충전하고 용기의 제조에 사용

3) 탄소강관의 사용압력과 온도 범위

온도(°C)	450	SPHT 또는 SPA			압력(MPa)	SPP 배관용 탄소강관
	350					SPPS 압력 배관용 탄소강관
	0	SPP	SPPS	SPPH		SPPH 고압 배관용 탄소강관
	-40	1	SPLT	10		SPHT 고온 배관용 탄소강관 SPLT 저온 배관용 탄소강관 SPA 배관용 합금강 강관

4) 강관의 규격표시방법



5) 배관의 스케줄 번호(Sch. No) 계산하기

$$Sch. No = 10 \times \frac{\text{사용압력} [kg_f/cm^2]}{\text{허용응력} [kg_f/mm^2]}, \text{허용응력} = \frac{\text{인장강도}}{\text{안전율}}$$

6) 스트레이너 종류

Cone형, Y형, T형, U형, Bucket형/Basket형

7) 관이음의 부품

- ① 배관 방향을 바꿀 때 : 엘보, 벤드
- ② 관을 도중에 분기할 때 : 티, 와이, 크로스
- ③ 지름이 같은 관의 직선 연결 : 소켓, 유니언, 플랜지, 니플
- ④ 지름이 다른 관의 연결 : 부싱, 이경 소켓, 이경 엘보, 이경 티
- ⑤ 관 끝을 막을 때 : 캡, 플러그, 블라인드 플랜지
- ⑥ 관의 수리, 점검, 교체가 필요할 때 : 유니언(50A이하 관에 사용), 플랜지

8) 관이음에서 신축이음의 종류

- ① 슬리브형 신축 이음쇠
- ② 벨로즈형 신축 이음쇠
- ③ 루프형 신축 이음쇠
- ④ 스위블형 신축 이음쇠
- ⑤ 볼조인트형 신축 이음쇠
- ⑥ 플렉시블 신축 이음쇠

9) 배관시험 방법

- ① 수압시험 : 수두 3mAq 또는 수압 0.3kgf/cm²이상으로 30분 이상 유지
- ② 기압시험 : 압력(기압) 0.3kgf/cm²이상으로 15분 이상 유지
- ③ 연기시험(최종시험) : 수두 25mmAq에 상당하는 기압으로 15분 이상 유지
- ④ 박하시험(최종시험) : 모든 배관과 트랩을 봉수한 다음 주관(수직관) 7.5m마다 50g(57g)의 박하기름을 주입 후 4L(3.8L)의 온수를 붓고 시험수두 25mmAq로 15분 이상 유지 후 냄새로 누설 확인

10) 강관 작업에 사용되는 공구

바이스, 파이프 커터, 파이프 리머, 파이프 렌치, 나사절삭 공구

11) 덕트의 설계방법

- ① 등속법 : 공기 속도를 가정하고 공기량을 이용하여 마찰저항과 덕트 크기를 구함
- ② 정압법(등마찰손실법) : 단위길이당 마찰저항의 값을 일정하게 하여 덕트의 단면을 결정
- ③ 정압 재취득법 : 분기 덕트를 따낸 다음의 주덕트에서의 정압 상승분을 거기에 이어지는 덕트의 압력손실로 이용하는 방법
- ④ 전압법 : 덕트 각 부분의 국부저항은 전압 기준에 의해 손실계수를 이용하여 구하며, 각 취출구까지 전압력 손실이 같아지도록 덕트 단면을 결정

12) 대수평균온도차 : 열교환을 하는 두 유체가 온도차가 장소에 따라 다를 때의 평균값

평행류

대향류

평행류

$$\Delta T_1 = T_{h,in} - T_{c,in}$$

$$\Delta T_2 = T_{h,out} - T_{c,out}$$

대향류

$$\Delta T_1 = T_{h,in} - T_{c,out}$$

$$\Delta T_2 = T_{h,out} - T_{c,in}$$

대수평균온도차 $\Delta T_m = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)}$

열전달률 $Q = UA \Delta T_m [W]$

※ U : 총괄열전달계수, A : 열전달면적

※ $Q = \dot{m} C \Delta T$ (\dot{m} : 질량유량, C : 비열, ΔT : 온도차)

17. 유체기계

1) 에너지 변환에 따른 유체기계의 분류

- ① 수동력을 발생시키는 장치(기계적 에너지를 이용하여 유체에너지 발생) : 펌프, 송풍기, 압축기
- ② 축동력을 얻는 장치(유체가 가진 위치에너지 및 속도에너지를 이용하여 기계적 에너지 발생) : 수차, 풍차, 유압모터
- ③ 동력을 전달하는 유체전동장치(유체를 통해 동력을 전달) : 유체커플링, 유체토크컨버터

2) 작동유체에 따른 유체기계의 분류

유체기계	수력기계	펌프	터보형	원심식 : 별류트펌프, 터빈펌프(디퓨저 펌프) 사류식 : 사류펌프 축류식 : 축류펌프(=프로펠러 펌프)
			용적형	왕복식 : 피스톤펌프, 플런저펌프
				회전식 : 기어펌프, 베인펌프
		특수형 : 마찰펌프, 제트펌프, 기포펌프, 수격펌프		
		수차	충격수차 : 펠튼수차	
			반동수차 : 프란시스수차, 프로펠러수차, 카플란수차	
	공기기계	저압식 : 송풍기, 풍차		
		고압식 : 압축기, 진공펌프, 압축공기기계		
	유압기기	유압펌프 : 기어펌프, 베인펌프, 로터리플런저펌프		
		유압액추에이터 : 유압실린더, 유압모터, 요동모터		
제어밸브 : 압력제어밸브, 유량제어밸브, 방향제어밸브				
액체전동장치	유체커플링 토크컨버터			
유체수송장치	수력수송장치 공기수송장치			

3) 펌프 분류

- ### 3-1) 터보형(비용적식 유체기계)
- : 임펠러를 케이싱 내에서 회전시켜 액체에 에너지 부여
- ① 원심식 : 임펠러의 원심력에 의해 액체에 압력 및 속도에너지 부여
 - ② 축류식 : 임펠러의 양력에 의해 액체에 압력 및 속도에너지 부여
 - ③ 사류식 : 임펠러의 원심력 및 양력에 의해 액체에 압력 및 속도에너지 부여
- ### 3-2) 용적형
- : 피스톤, 플런저 등의 압력작용에 의해 액체를 압송
- ① 왕복식 : 피스톤펌프, 플런저 펌프
 - ② 회전식 : 기어펌프, 베인펌프, 나사펌프
- ### 3-3) 특수형
- 마찰펌프, 제트펌프, 기포펌프, 수격펌프

4) 원심펌프의 분류

4-1) 안내날개의 유무

- ① 별류트펌프 : 안내날개 없음, 저양정, 캐비테이션 발생 많음
- ② 터빈펌프 : 안내날개 있음, 고양정, 캐비테이션 발생 적음

4-2) 흡입구에 의한 분류

- ① 단흡입펌프 : 흡입구가 한쪽만 설치(소유량)
- ② 양흡입펌프 : 양쪽에 흡입구를 설치(대유량)

4-3) 단수에 따른 분류

- ① 단단펌프 : 펌프 한 대에 회전차 한 개를 설치(저양정)
- ② 다단펌프 : 한 개의 축에 여러개의 회전차를 설치(고양정)

4-4) 회전차 모양에 따른 분류

- ① 반경류형 회전차 : 유체가 축에 거의 수직인 평면 내를 반지름 방향으로 흐르게 하는 회전차(저속도)
- ② 혼류형 회전차 : 반지름 방향과 축방향의 조합된 회전차(고속도)

4-5) 케이싱에 따른 분류

- ① 상하분할형 펌프 : 대형펌프에 많이 사용
- ② 분할형 펌프 : 다단펌프에 사용
- ③ 원통형 펌프 : 고압용(80kg/cm²)이상

4-6) 축의 방향에 따른 분류

- ① 횡축펌프 : 설치 면적이 넓을 때
- ② 종축펌프 : 설치 면적이 좁을 때

5) 펌프의 축추력과 방지법

- ① 축추력 : 단흡입회전차에 있어서 전면측벽과 후면측벽에 작용하는 정압 차가 생겨 축방향으로 작용한 힘
- ② 방지법 : 평형공(balance hole)을 설치, 리브 설치, 자기평형법 사용, 평형원판이나 평형피스톤 사용, 스러스트 베어링 사용, 양흡입형의 회전차 사용

6) 공동현상(캐비테이션) : 어느 부분의 정압이 증기압이하로 되면 부분적으로 증기 발생

6-1) 공동현상이 발생하는 부분

- ① 펌프입구
- ② 교축(관줄임=관의 단면적 변화)
- ③ 펌프의 회전차

6-3) 유압펌프에서 공동현상 방지책

- ① 유효흡입수두를 크게 한다.
- ② 흡입양정을 낮춘다.(펌프의 설치위치를 낮춘다.)
- ③ 손실수두를 작게 한다.
- ④ 관의 단면적을 크게 한다.
- ⑤ 펌프의 회전수를 낮추어 유속을 작게, 비교회전수를 적게, 유량을 적게 한다.
- ⑥ 양흡입펌프를 사용
- ⑦ 입축펌프를 사용하고, 회전차를 수중에 완전히 잠기게 한다.

6-2) 캐비테이션 발생에 따른 현상

- ① 진동, 소음 발생
- ② 양정곡선과 효율곡선의 저하
- ③ 캐비테이션이 발생하는 부분에 침식

7) 펌프의 소음
7-1) 펌프가 소음을 내는 경우 ① 여과기가 너무 작은 경우 흡입에 대한 손실이 클 때 ② 유압유의 점도가 너무 큰 경우 유동저항 및 손실수두가 클 때 ③ 펌프의 회전이 너무 빠른 경우 ④ 유중에 기포가 있는 경우 기포가 터지면서 충격에 의한 소음 ⑤ 흡입관이 막혀있는 경우 ⑥ 흡입관의 접합부에 공기를 빨아들이는 경우 ⑦ 펌프축과 원동기축의 중심이 맞지 않아 편심이 되었을 경우
7-2) 펌프 소음을 줄이는 방법 ① 공동현상이 일어나지 않도록 한다. ② 맥동을 흡수하기 위해 펌프축구에 머플러를 설치 ③ 방진고무를 설치 ④ 송출 관로의 일부에 고무호스를 설치 ⑤ 펌프 내부의 급격한 압력변화를 주지 않는다. ⑥ 펌프축과 원동기축의 중심을 잘 맞춘다.
8) 맥동현상(서징현상) 펌프, 송풍기 등 액체나 기체를 송출하는 중에 한 숨을 쉬는 것과 같은 상태(송출압력과 송출유량 사이에 주기적인 변동이 일어나는 현상)
9) 수격현상 관 속을 액체가 충만하게 흐르고 있을 때 관로의 끝에 있는 밸브를 갑자기 닫으면 운동하고 있는 물체를 갑자기 정지시킬 때와 같은 심한 충격을 받게 된다. 또한 액체의 유속을 급격히 변화시키면 압력의 변화가 심하게 변화되는 현상
10) 수격현상 방지법 ① 펌프의 플라이휠을 설치하여 펌프의 속도가 급격히 변화하는 것을 막는다. ② 관의 직경을 크게하여 관내의 유속을 낮게 한다. ③ 조압수조를 관선에 설치하여 충격을 흡수한다. ④ 밸브는 펌프 송출구 가까이 설치하고 밸브의 개폐는 천천히 하도록 한다.
11) 수차의 종류 ① 중력수차 : 물의 중력에너지 이용(물레방아) ② 충격수차(충동수차) : 물의 속도에너지를 이용(펠턴수차) ③ 반동수차 : 물의 중력에는 관계없이 물의 압력과 속도에너지 이용 - 프란시스 수차 : 반경류방향으로 물이 유입 - 프로펠러 수차(고정익형) : 축방향으로 물이 유입(축류수차) - 카플란 수차(가동익형) : 축방향으로 물이 유입(축류수차)
12) 유체 토크 컨버터 ① 입력축에 해당하는 펌프(회전차, 임펠러), 출력축에 해당되는 터빈(깃차, 러너), 토크 변동을 줄 수 있는 스테이터(안내깃)가 있다. ② 터빈 토크 = 펌프 토크 + 스테이터 토크
13) 윤활유의 역할 윤활, 기밀, 냉각, 청정, 방청, 소음방지, 응력분산
14) 압력제어밸브 릴리프(최고압력 제한), 감압, 시퀀스(순차동작), 카운터밸런스(낙하 방지), 무부하 밸브
15) 방향제어밸브 체크밸브(역방향 저지), 감속밸브, 셔틀밸브, 스톱밸브, 전환밸브, 포핏밸브
16) 축압기(어큐뮬레이터) 기름부족으로 압력이 저하되지 않도록 기름 보충, 갑작스런 충격압력을 예방, 작동유가 갖고 있는 에너지를 잠시 축적하여 완충작용
17) 실 고정부분에 사용되는 개스킷, 운동부분에 사용되는 패킹
18) 여과기 스트레이너(흡입구에 설치, 불순물 제거), 필터(표면식, 다공체식, 적층식, 흡착식)
19) 유압회로의 주요구성품 유압펌프, 유압밸브, 유압실린더, 유압모터, 필터, 축압기 등

18. 기계요소설계
형상 모델링 기법
와이어 프레임, 서피스, 솔리드 모델링
끼워맞춤 종류
헐거운, 억지, 중간 끼워맞춤
나사의 종류
체결용 나사 : 미터(보통, 가는)나사, 유니파이나사, 관용나사 운동용 나사 사각나사, 사다리꼴나사, 톱나사, 너클(등근)나사, 볼나사
볼나사의 장점
나사의 효율이 좋다. 백래시를 작게 할 수 있다. 높은 정밀도 작동토크 변동이 적다
볼트의 종류
용도에 의한 분류
관통볼트 : 관통된 구멍에 집어넣어 너트로 짐 탭볼트 : 상대쪽에 탭으로 암나사를 내고 머리달린 볼트로 짐 스터드볼트 : 볼트에 머리가 없으며, 한쪽은 미리 박아 놓고, 다른 한쪽에 너트를 끼워 쥘다.(양끝 수나사)
볼트 머리부의 따른 분류
·육각볼트 : 머리모양이 정육각형인 볼트 ·사각볼트 : 볼트 머리모양이 정사각형인 볼트 ·육각구멍볼트 : 원형볼트 머리에 육각의 홈이 패어있는 볼트 ·특수볼트 ·아이볼트 : 볼트의 머리부에 핀을 끼울 구멍이 있어 자주 탈착하는 뚜껑에 사용, 아이볼트 중 고리볼트는 무거운 물체를 달아 올리기 위하여 혹은 걸 수 있는 고리가 있다. ·나비볼트 : 볼트의 머리부를 나비모양으로 만들어 손으로 조이거나 풀수 있음 ·스테이볼트 : 두 물체 사이의 거리를 일정하게 유지시키면서 결합 ·기초볼트 : 기계 구조물 등을 콘크리트 기초에 고정시키기 위하여 사용 ·T볼트 : 동작기계로 가공할 때 공작물을 테이블에 고정하는데 사용하는 볼트 ·리머볼트 : 리머로 다듬질한 구멍에 박아 체결하는 볼트
여러 가지 나사
·작은나사(cap screw) : -, +드라이버를 사용 ·멈춤나사(set screw) : 두 물체사이에 회전이 생기지 않도록 사용 ·나사못(wood screw) : 목재와 같은 연한 재료에 사용 ·태핑나사(tapping screw) : 칩탄 담글질로 경화시킨 작은 나사, 박판을 고정 및 전기기구에서 사용
와셔의 종류
스프링 와셔, 접시와셔, 이불이 와셔, 허불이 와셔, 갈퀴불이 와셔 너트(나사)의 풀림방지
① 로크너트(2개의 너트를 끼워 아래에 위치한 너트)에 의한 방법 ② 분할핀에 의한 방법 ③ 스프링와셔나 고무와셔에 의한 방법 ④ 특수 와셔(턱불이, 이불이, 허불이)에 의한 방법 ⑤ 멈춤나사에 의한 방법

키의 종류
물힘키(성크키), 안장키(새들키), 평키(납작키), 원추키(원뿔키), 미끄럼키, 접선키, 반달키, 등근키(핀키), 스플라인키, 세레이션
핀의 종류
평행핀, 테이퍼핀, 분할핀, 스프링핀
코터이음 : 로드와 쇼켓을 연결한 후 코터를 수직으로 끼워 축을 연결
리벳이음 : 2개 이상의 판 등을 고정하는 영구적인 체결요소
리벳이음의 장단점
·열응력에 의한 잔류응력이 생기지 않아 취성파괴가 일어나지 않음 ·구조물 등에서 현장조립할 때에는 용접이음보다 쉽다. ·경합금과 같이 용접이 곤란한 접합에 유리 ·리벳길이 방향으로 인장응력이 생기므로 길이방향의 하중에 약하다. ·영구적인 이음이므로 분해 시 파괴하여야 한다. ·리벳이음 시 소음 발생 ·기밀, 수밀의 유지가 곤란
리벳의 종류
보일러용, 저압용, 구조용
리벳작업
리벳팅, 코킹, 플러링
잔류응력 발생 이유
용접열로 가열된 모재의 냉각 및 용착금속의 응고 냉각에 의한 수축이 자유로이 이루어질 때 위치에 따라 그 차이가 있으면 용접 변형이 발생한다. 용접 변형이 발생하지 않도록 하면 용접부는 외부로부터 구속받은 상태가 되어 잔류 응력이 발생한다.
잔류응력의 영향
① 재료의 인성이 빈약한 경우에는 파단 강도가 심히 저하된다. ② 뒤틀림의 발생은 제품의 정밀도를 저하 및 외관을 손상시킨다. ③ 박판에는 뒤틀림이 발생하고, 후판에는 잔류 응력이 발생한다.
잔류응력의 방지대책
① 모재에 줄 수 있는 열량을 될 수 있으면 적게 한다. ② 열량을 한 곳에 집중시키지 말아야 한다. ③ 홈의 형상이나 용접 순서 등을 사전에 잘 고려한다. ④ 용착 방법의 채택을 용도에 맞게 선정한다. ⑤ 차평해머로 비드 표면을 연속적으로 가볍게 때려주는 파장법을 사용한다. ⑥ 응력제거 풀림 열처리를 한다. ⑦ 가스화염을 이용한 저온 응력 경감법을 사용한다.
용접의 종류
·용접 : 모재의 접합부를 가열하여 용융 또는 반응용상태로 접합 (TIG, MIG, CO ₂ , 테르밋, 서브머지드 아크용접,) ·압접 : 모재를 반응용 또는 냉간에서 압력을 가하여 접합 (플래쉬, 마찰, 프로젝션, 심) ·납접 : 용점이 낮은 납을 용융시켜 접합(납땜)
겹치기 용접 및 맞대기 용접
·겹치기 용접 : 점(shot), 돌기(projection), 시임(seam) ·맞대기 용접 : 업셋(upset), 플래쉬(flash)
용접부의 종류
그루브, 필릿, 비드, 플러그, 슬롯, 덧붙임용접
용접부의 결합
용입부족, 언더컷, 오버랩, 슬래그섞임, 비드밀터짐
형상에 따른 축 분류
크랭크축, 직선축, 플렉시블 축
작용하는 힘에 의한 축 분류
차축(굽힘하중), 전동축(비틀림모멘트), 스피들(굽힘+비틀림)
축이음의 종류
커플링(영구 축이음), 클러치(탈탈 축이음)

커플링 종류(원통형 커플링, 플랜지커플링)
·머프커플링 : 원통속에 두 축을 맞대어 키로 고정
·반중첩커플링 : 축의 끝을 약간 크게하여 기울어지게 중첩시키고 키로 고정(축방향 인장력이 작용하는 경우 사용)
·마찰원통커플링 : 2개로 분할된 원통의 바깥을 원추형으로 만들어 여기에 두축을 끼우고 그 바깥쪽에 2개의 링을 끼워 고정(축과 원통사이의 마찰력에 의해 토크전달)
·분할원통커플링 : 클램프커플링(볼트로 체결)
·셀러커플링 : 바깥원통에 2개의 원추통을 양쪽에 박아 3개의 볼트로 죄어 축을 고정(테이퍼슬리브커플링)
·플랜지커플링 : 축 끝에 플랜지를 키로 고정하고 플랜지를 서로 맞대어 리머볼트로 쥘 것
·플렉시블 커플링 : 회전축이 자유롭게 이동
·올덤커플링 : 2축이 평행하거나 약간 떨어져 있는 경우 사용
·유니버설커플링(유니버설 조인트) : 2축이 같은 평면안에 있으면서 그 중심선이 서로 어느 각도로 마주치고 있을 때 사용
클러치의 종류
맞물림클러치(클로우클러치), 마찰클러치, 유체클러치, 일방향클러치, 원심클러치, 전자클러치
베어링과 저널
베어링 : 축을 지지, 저널 : 축이 베어링과 접촉하는 부분
하중방향에 따른 베어링 분류
·레이디얼베어링 : 축에 직각으로 하중을 지지
·스러스트 베어링 : 축방향으로 작용하는 하중을 지지
·테이퍼베어링 : 레이디얼하중과 스러스트 하중을 동시에 지지
미끄럼베어링 윤활방법
·적하급유법 : 오일걸을 사용하여 모세관현상이나 사이편작용으로 윤활
·링급유법 : 베어링 아랫부분에 기름을 채우고 축에 오일링을 걸쳐놓아 축이 회전하면 링도 함께 회전하여 윤활유를 위쪽으로 공급하여 베어링에 급유
·패드급유법 : 철도차량용 베어링에서와 같이 레이디얼베어링에서 급유가 곤란한 경우 패드의 모세관작용을 이용
·비말급유법 : 크랭크축에 급유할 때 사용
·순환급유법 : 펌프의 압력을 이용하여 강제적급유법과 베어링 상부에 설치한 기름탱크로부터 파이프를 거쳐 중력수두압으로 급유하는 중력급유법
마찰차의 종류
원통마찰차, 홈마찰차, 원추마찰차, 무단변속마찰차
기어의 종류
·평행축 : 평, 헬리컬, 더블헬리컬, 랙과피니언, 내접기어
·교차축 : (직선, 헬리컬, 스파이럴, 제롤)베벨기어, 크라운기어
·어긋난 축 : 나사기어, 웜기어, 하이포이드기어
치형곡선(인벌류트 곡선, 사이클로이드 곡선)
·인벌류트 : 언더컷 발생 가능, 치가 맞물리는 피치점에서 미끄럼률은 0이나, 이뿌리와 이끝쪽으로 갈수록 미끄럼률과 마모가 증가
·사이클로이드 : 언더컷 없음, 치가 맞물리는 모든 구간에서 미끄럼률이 일정하고 마모가 균일하게 생김

	사이클로이드 치형	인벌류트 치형
치형곡선	2개의 곡선으로 구성	1개의 곡선으로 구성
추력	작다	크다
굽힘강도	약하다	강하다
미끄럼률	균일	불균일
중심거리	정확해야 함	약간의 오차는 허용
공작	어렵다	쉽다
언더컷	무관	발생한다
조립	어렵다	쉽다
이의 간섭(큰 기어의 이 끝이 작은기어의 이뿌리에 부딪혀서 회전할 수 없게 되는 현상)		
(원인) ·피니언의 잇수가 한계잇수 이하일 때		
·기어와 피니언의 잇수비가 클 때(속비가 클 때)		
·압력각이 작을 때		
·유효이높이가 높을 때		
(방지책) ·피니언의 반경방향의 이뿌리면을 파낸다.		
·치형의 이끝면을 깎아낸다.		
·압력각을 증가시킨다.(20°이상으로 한다.)		
·이의 높이를 줄인다.		
백래쉬		
기어의 원활한 회전을 위해 이와 이 사이에 주는 약간의 여유틈새		
언더컷		
이의 간섭이 심할 경우 간섭에 의하여 피니언의 이뿌리를 깎아내어 이뿌리가 가늘게 되어 이의 강도가 약해지며 물림길이가 짧아지는 현상		
언더컷 방지법		
·이의 높이를 낮춘다.		
·한계잇수 이상으로 한다.		
·전위기어를 만든다.		
·압력각을 크게한다.(20° 또는 이상으로 한다.)		
전위기어 : 언더컷 방지, 인벌류트 표준기어의 결점을 개선하기 위해 사용하는 기어, 랙공구의 기준피치선이 기어의 피치원에 접하지 않고 일정간격(전위량) 떨어져 있는 기어		
전위기어 사용목적		
·두 기어의 중심거리를 변화시키고자 할 때		
·언더컷을 방지하려고 할 때		
·이의 강도를 증가하려고 할 때		
·물림률을 증가하려고 할 때		
·최소잇수를 적게하고자 할 때		
벨트의 종류		
가죽, 고무, 직물, 강철, 타이밍벨트		
체인 종류		
롤러체인, 부시체인, 더블피치롤러체인, 오프셋체인, 핀틀체인, 사일런트체인, 리프체인, 블록체인		
브레이크의 종류		
·반경방향으로 밀어붙이는 형식(블록, 밴드, 드럼(내확)브레이크)		
·축방향으로 밀어붙이는 형식(원판, 원추 브레이크)		
·자동하중 브레이크(웜, 나사, 캠, 원심 브레이크)		
스프링의 종류		
코일스프링, 겹판스프링(자동차의 현가장치), 스파이럴스프링(태엽스프링), 접시스프링, 토션바(자동차의 현가장치), 벌류트 스프링(오토바이 완충용), 와이어스프링, 와셔스프링		
스프링의 기능 및 용도		
·정적기능 : 힘 측정(하중의 규정), 축적에너지(에너지 저축)		
·동적기능 : 진동 또는 충격에너지 흡수, 복원성 이용(힘을 주는 데 사용)		