

# 건설기계 기술사

2009.01. .

## [ 목 차 ]

|        |              |       |     |
|--------|--------------|-------|-----|
| 제 1 편  | 건설기계 총론      | ..... | 1   |
| 제 2 편  | 건설기계         | ..... | 37  |
| 제 3 편  | 배관 및 PLANT공사 | ..... | 313 |
| 제 4 편  | 기계재료 및 기계공작  | ..... | 351 |
| 제 5 편  | 기계설계         | ..... | 387 |
| 제 6 편  | 유체기계         | ..... | 455 |
| 제 7 편  | 유체역학         | ..... | 483 |
| 제 8 편  | 유압기계         | ..... | 523 |
| 제 9 편  | 재료역학         | ..... | 559 |
| 제 10 편 | 용접공학         | ..... | 577 |
| 제 11 편 | 내연기관         | ..... | 619 |

# 제 1 편   건설기계   총론

# [ 목 차 ]

## 제 1 장. 건설기술의 경쟁력 향상방안 및 관리기법

1. 건설기술의 경쟁력 향상
2. CALS
3. 건설 CALS
4. 건설사업관리 (CM : Construction Management)
5. Turnkey 공사
6. Plant건설의 PM(Project Management)
7. 민간투자사업 (SOC : Social Overhead Capital)
8. VE기법 (Value Engineering : 가치공학)
9. 건설수요 패턴의 변화
10. 건설업의 특성 및 건설기술의 특성
11. 건설기계에 대한 관리법

## 제 2 장. ISO 인증제도

1. ISO 9000 품질시스템
2. 국제 표준 인증 ISO 14000 시리즈
3. ISO 9001과 ISO 14001 인증비교

## 제 3 장. 기계화 시공

1. 건설공사 관리
2. 건설기계 선정방법 및 고려사항
3. 건설기계 조합
4. 시공속도
5. 성능 및 작업능력
6. 건설기계관리
7. 건설기계의 유지관리
8. 건설기계 정비·보수 요령 및 개선책
9. 건설기계의 경비산정(경제적 관리)

## 제 4 장. 건설공사 공해 및 부실공사

1. 건설공사 공해
2. 부실시공 및 감리

# 제 1 장. 건설기술의 경쟁력 향상방안 및 관리기법

## 1. 건설기술의 경쟁력 향상

### 1) 국내 건설시장 여건

- 기술 엔지니어링, 금융 조달 능력, 프로젝트 관리 및 개발능력이 선진국의 30~40%수준
- 시공과정에서의 법적, 기술적 전문성 부족으로 집중적인 클레임 제기 예상
- 자본 구조 취약
- 면허 개방 이후 치열해진 수주 경쟁으로 수익성 저하
- 국산 자재 품질이 선진국에 비해 미흡
- 고임금, 해외근무 기피로 경쟁력 상실
- 기술 인력 및 기술 경쟁력 부족
- 안전 사고 등으로 이미지 실추
- 건설 수요의 고급화, 다양화 및 전문화로 건설환경 변화됨

### 2) 해결방안 **69회(03)** **71회(03)**

- ① 지속적인 기술 개발 및 인재 양성
- ② 신기술도입 및 협력개발 등의 검토
- ③ 선진 건설경영기법, 건설관리(CM : Construction Management) 도입
- ④ 연구개발에 투자확대하여 안전관리, 품질향상 도모 및 교육문화, 사회복지 활동 등으로 기업홍보 강화(기업이미지 제고)
- ⑤ 업무 표준화 및 전산화, 인적자원의 정예화, 경영 효율 극대화
- ⑥ 국내 기업간 수평협조 및 기업간 공동 수주 전략 수립
- ⑦ 선진기업과 전략적 제휴로 국내외 공사 공동 참여
- ⑧ 자금 지원 개선
- ⑨ 중소기업 보호 대책 수립
- ⑩ 구매 및 계약관리 기능 강화
- ⑪ 감리기능 확보
- ⑫ 건설기술 경쟁력 확보
  - 기술개발의 주체를 기업으로 전환
  - 기술 경쟁체제의 조성에 주력
  - SOC(사회간접자본)투자확대에 따른 미래의 대량 수요에 부응하는 기술 확보
  - 국제 경쟁력이 취약한 기술 및 국민 생활의 질을 높이기 위한 기술을 조속히 향상
- ⑬ 취약 기술분야 중점 육성
  - 가. 건설 엔지니어링 및 감리기술의 고도화 :
    - 설계의 고도화
    - 감리기술의 이전
  - 나. 건설사업관리 기술
  - 다. 유지관리 기술의 고도화
    - 안전점검 기술의 향상과 신뢰성 제고
    - 구조물 해체 기술 향상
  - 라. 재해 예방 기술의 선진화
  - 마. 현장 안전관리 효율화

⑭ 미래 수요 기술의 중점연구

- 고부가가치 기술개발
- 토지의 이용고도화 및 신공간 확충 기술개발
- 환경친화 및 자원보존 기술개발
- SOC 투자 및 관리 효율화 기술개발

3) 건설기술인으로서 국가기술 기여방안

① 가치창출자의 역할 수행

- 생산 시스템의 변화주도

② 원가절감 생산

- 생산성 향상 추구

③ 부실공사 근절

④ 물류비용의 절감

⑤ 투명한 입찰과 공정한 경쟁

⑥ 시공원가 절감 및 경쟁력 확보

- 건설기술개발
- 시공법 개선
- 건설기계 부분 자동화

4) 업체 구조조정

- 경영체제 단순화 및 구조 재편성
- 생산성 향상으로 원가절감
- 경쟁력 강화

## 2. CALS : 통합정보시스템 57회(99)

· 정보 시스템의 국제적인 표준화에 전제되는 필요 시스템

- ① 계속적인 조달과 Life Cycle 지원 : Continuous Acquisition and Life-cycle Support
- ② 컴퓨터에 의한 조달과 전략의 지원 : Computer-aided Acquisition and Logistic Support
- ③ 광속 상거래 : Commerce At Light Speed

### 1) 내용

#### ① Paperless 운동

- 목표 : 전산업, 전기업이 모든 작업을 On-line상에서 행하도록 함
- 효과 : 기업이 갖는 정보가 모두 디지털화되어 기존 문서를 줄임

#### ② CAD System

- 설계도뿐만 아니라 계약서나 취급 매뉴얼 등여러가지 데이터 수용
- 모든 기업과 정보교환

#### ③ EDI (Electronic Data Interchange)

- 전자문서 교환 (수주, 발주 등 거래 데이터)
- 매매제품의 데이터 교환  
제품의 재질, 성능, 설계도 등 제품 정보교환
- 모든 기업정보의 디지털화 지향

#### ④ ISO 규격

- 설계도 규격
- 문서표기 규격
- EDI 데이터 규격

#### ⑤ 전자사전

- 데이터 베이스로 이용
- 자료정리, 보존, 관리 등 제품의 취급 매뉴얼에 효율적으로 사용

#### ⑥ Re-Engineering

- 최신 정보시스템을 활용하여 경영계획 실시
- 국가적 또는 세계적 규모의 개혁 실시

#### ⑦ 멀티미디어(Multimedia)

- 쌍방향으로 대량의 정보교환
- 기업이 갖는 모든 정보(설계도, 계약서 및 취급 매뉴얼 등)를 통합
- 정보량의 증가 및 정보의 왕래 기능 요구

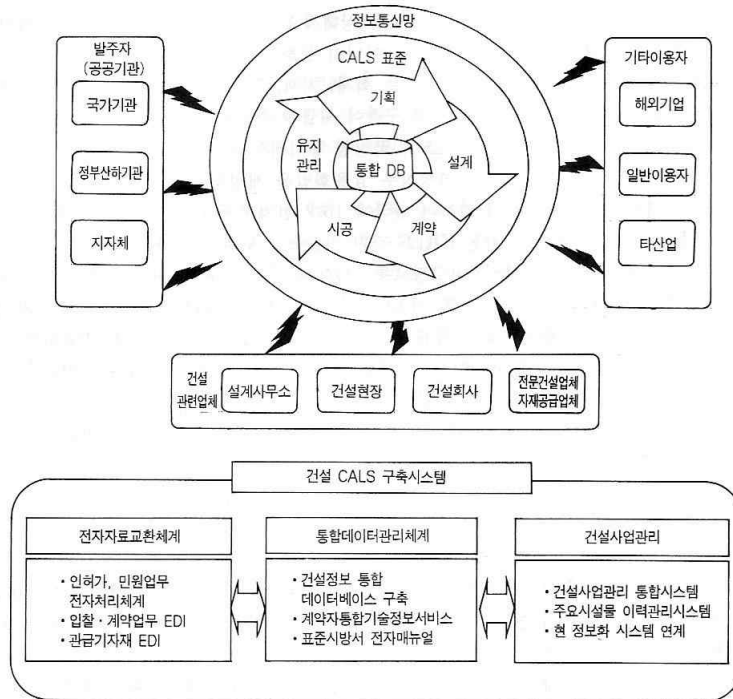
### 2) CALS의 효과

- CALS가 구축되면 생산에서 조달까지 전세계적으로 확대
- CALS 구축으로 경쟁력을 갖춘 업체들만이 상호협력력을 반복하여 더 강한 경쟁력 확보
- CALS로 각각의 프로젝트마다 가장 우수한 인재 확보

### 3. 건설 CALS : 건설정보 통합 전산망 51회(97) 54회(98) 71회(03)

#### 1) 건설 CALS

- 건설생산활동 전과정의 정보(기획, 설계, 시공, 유지관리 등)를 발주기관, 건설업체들이 전산망을 통해 신속히 공유하여 건설사업을 지원하는 통합시스템



[그림] 건설 CALS 개념도

#### 2) 추진 방향

- 건설사업 수행 절차 개선, 정보인프라확충, 제도 정비

##### ① 건설사업 수행 절차 개선

- 공공건설부분에서 민간부분으로 점진적 확대
- 현행건설사업 수행절차 및 관련제도 등을 전산화하여 재설계, 효율적인 절차와 제도마련
  - 입찰 및 계약업무 EDI 체계 구축
  - 건설사업관리 통합시스템 개발
  - 건설 CALS과정 표준 모델 연구
  - 표준 시방서 전자 매뉴얼 개발
  - 인허가, 민원업무 전자처리 체계 구축
  - 주요시설물 이력관리 시스템 개발
- 건설사업의 전체 수명주기(Life-Cycle)를 지원하는 것으로 범위 적용

##### ② 정보인프라 확충

- 건설 CALS 표준화 개발
- 종합건설 정보망 구축
- 업계의 근거리 통신망 및 정보 통신망 구축

##### ③ 제도정비

- 건설CALS의 주도적 추진 조직 구성
- 건설 CALS의 확산을 위한 교육, 홍보 추진



### 3) 목표 및 추진 전략

#### ① 목표

가. 기본계획 : 2005년까지 CALS 선진국으로의 도약

나. 세부계획

- 건설사업비 14% 절감
- 인허가 및 자재조달 기간 95%단축
- 종이문서 90%감소

#### ② 추진 전략

- 건설기술정보 공유체제를 확립하여 건설산업의 적응기반 마련
- 공공부문에서 건설 CALS를 선도적으로 구축하여 민간부문의 자발적 참여유도
- 조기 구축을 위하여 건설업무 절차 개선, 정보 인프라 확충 및 제도정비 병행 추진
- 민원 인허가 절차의 전자화로 신속하고 정확한 행정서비스 제공 체계 확립 및 관련업무의 공정성 및 투명성 제고
- 관련기관의 CALS 투자확대 및 각 사업의 추진은 CALS 체계로 구축되도록 제도화

### 4) 사업계획 주요내용

| 구분     | 1단계(1998~1999년)     | 2단계(2000~2002년)   | 3단계(2003~2005년)    |
|--------|---------------------|-------------------|--------------------|
| 목표     | 전자문서 처리체계구축         | 건설관련 정보유통의 디지털화   | 공공 건설사업을 CALS로 운영  |
| 중점추진과제 | 인허가 전자처리 입찰제도 EDI구축 | 기재자 전자조달 통합시스템 개발 | 시설물 이력관리 시스템 개발 운영 |
| 표준화 대상 | 전자문서 관련 표준          | 도면 및 통신표준         | 멀티미디어 표준           |
| 적용대상   | 시범사업                | 주요 국책 사업          | 일정규모이상 공공사업        |

### 5) 효과

#### ① 설계시간단축

- 도면의 작성 및 검토시간

#### ② 물류비용 감소

- 도면의 복사, 배포 등

#### ③ 업무 생산성 향상

- 도면의 재활용
- 기자재 공급업체의 도면을 설계에 반영

#### ④ 품질향상

- 사전 검토 후 부실설계 및 오류의 최소화
- 최신 개정도면을 유지하여 시공불량을 사전에 예방
- 건설사업관리(CM)의 강화
- 기획/제안력 강화
- 프로젝트 관리 기능 강화

#### ⑤ 건설비용 절감

#### ⑥ 업체의 영업력 강화

#### ⑦ 정보화에 의한 생산성 향상

#### ⑧ 건설사업 전체의 강화

#### ⑨ 조달기간의 단축

#### 4. 건설사업관리 (CM : Construction Management) 51회(97) 54회(98)

- 전문가 집단의 통합관리로 가격대비 우수한 목적물 완성을 위해 효과적이고 체계적 관리
- 건설사업에 대해 기획, 타당성 조사, 설계, 계약, 시공관리, 유지관리 등 업무의 전부 또는 일부를 수행하는 건설사업 관리제도

##### 1) 건설사업관리(CM)

- ① 건설공사 수행과정에서 발생할 수 있는 발주자, 설계자, 시공자간의 불화를 해결하고 조종자로서의 역할과 원활한 의사소통의 매개자로서의 기능 발휘
- ② Project수행동안 설계 및 시공의 문제점에 대해 수많은 의사 결정시 발주자측에 조언제공
- ③ 첨단 관리기법을 활용하여 건설공법, 원가관리, 공정관리 등의 종합 관리자 역할
- ④ 효과 : 공기단축, 원가절감, 품질향상

##### 2) 목표

- ① Project의 목적달성을 위해 종합적이고 전문적인 서비스를 모든 과정에 걸쳐 제공
- ② CM발주자의 권리나 이해를 모든 Project과정을 통해 대행
- ③ 공사기간중 발생하는 모든 분쟁조정

##### 3) CM절차 및 시공방법

- ① 계획 : 사업시행자 선임, 사업계획서 · 계획도 · 예산서 작성
  - 구성요소
    - Project 개요
    - 주공정표
    - 기본계획공정표
    - 품질관리 접근방법
    - Project 서류화 관련사항
    - 조직표 및 인원 투입계획
    - CM 구성원의 역할, 책임 및 권한
    - 작업분류관계
    - Project 예산, 환경 및 위기 관리
    - Project 수행절차 관련
- ② 설계
  - 설계 및 감리자 선정
  - 공사시방서, 설계도, 내역서 작성
- ③ 시공
  - 시공관리자 선정
  - 시공계획서, 시공도, 준공도 작성
- ④ 사용
  - 시설관리자 선정
  - 유지보수 계획수립
  - 준공도 보존
  - 보수작업 수행

##### 4) 핵심관리 기능요소

- ① 공사경영관리
  - 공사수행절차서 준비, 건설사업관리 계획
- ② 공기관리 (CPM : Critical Path Method)
  - 공정 계획표 작성
- ③ 비용관리
  - Project가 가장 경제적으로 계획, 설계, 조달, 시공됨을 보장하는데 숙련된 기술과 기법 적용

## 5) CM 공사 특징

### ① 장점

- 공법 및 기술활용 다양(특수공법 검토)
- 발주자가 최선의 결정을 내리도록 조언  
(공사비, 공사일정, 공사수행)
- 설계자와 시공자의 원활한 의사·조정
- 설계 및 시공기간 단축
- 공기단축, 원가절감
- VE기법 활용

### ② 단점

- 공사비 증가시 CM방식보다 총액 계약이 유리함
- 발주자의 이해가 필요
- 발주자, 설계가, 시공자간의 이해상충
- Project성패가 CM의 계획, 공정관리 등 관리자 능력에 좌우됨

### ③ 개선방향

- Engineering Service의 극대화
- 설계, 시공자간의 긴밀한 업무협조
- CM요원육성
- 고부가 가치산업으로 발전유도

## 6) CM의 관리부분

- ① 계약경영관리 : 설계도서 검토, 입찰 및 계약과정, 현장 의사소통, 계약문서화
- ② 정보관리 : 프로젝트의 당초계획대비 현황과 예측의 즉시 보고체계 구성
- ③ 품질관리 : 가치공학, 현장시공도 및 견본, 수정일람표 작성, 시운전 절차서 및 운영훈련규정
- ④ 안전관리 : 작업안전 및 건강규약 규정, 불안정한 환경에서 작업 금지. 예상위험의 보고

## 7) CM방식과 Turnkey 방식의 비교

### ① CM방식 : 시공위주

- 공사시 발주자의 위임하에 발주자, 설계자, 시공자간의 의견조정 및 기술지도 등 발주자의 종합관리자 역할의 통합관리 시스템

### ② Turnkey 방식

- 시공자가 금융, 토지조달, 설계, 시공, 설치, 시운전 등 요구사항을 조달하여 인도하는 공급방식

### ③ 차이점

| 구 분    | CM 방식                                                            | Turnkey 방식                                             |
|--------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 채용방식   | · 발주자의 위임으로 결정, 통합관리                                             | · 사업일체를 일괄도급<br>· 도급계약방식의 일종                           |
| 업무     | · 발주자, 설계자, 시공자간의 분쟁 조정 및 기술지도                                   | · 발주자 대상계획의 전권을 위임받아 공사진행                              |
| 발주자 입장 | · 발주자의견을 시공자, 설계자에게 CM이 기술지도                                     | · 시공자의 기술력에만 의존                                        |
| 목적     | · 발주자의 이익 증대                                                     | · 기업의 이윤추구                                             |
| 문제점    | · 발주자의 이해 필요<br>· 강력한 하청업체 필요<br>· 발주자, 설계자, 시공자간의 이해 상충         | · 발주자의 설계 미참여<br>· 대형건설업체 유리<br>· 하도급 계열화 미흡           |
| 개선사항   | · Engineering Service의 극대화 필요<br>· CM요원 육성<br>· 고부가 가치산업으로 발전 유도 | · CM방식으로 발주자 의견 수렴<br>· EC화 정착<br>· 기술 평가는 금액이 아닌 설계위주 |

## 5. Turnkey 공사 **74회(04)** · Turnkey공사의 주요공정절차, 관리항목

- 언어유래 : 발주자가 “열쇠만 돌리면 쓸 수 있다”라는 뜻
- 시공자가 사업발굴, 기획,타당성 조사, 설계, 시공, 시운전, 운영, 유지관리까지 발주자가 필요로 하는 것을 조달하여 인도하는 도급계약방식

### 1) 계약방식의 종류

- ① 설계도서 없이 성능만을 제시하고 설계도서 요구
- ② 기본설계도서에 따른 구체적 설계도서 요구
- ③ 상세설계도서에 따른 특정부분 대안 요구

### 2) 특징

- ① 장점
  - 설계, 시공의 업무 협조 우수
  - 책임시공에 따른 공기단축, 공사비 절감, 창의적 설계 유도
  - 구조물 문제 발생시 책임소재 명확
- ② 단점
  - 우수한 설계도서의 반영이 어려움
  - 발주자의 의도반영이 어려움 : 발주자의 설계 미참여가 원인
  - 총공사비 산정 사전파악이 곤란
  - 최적낙찰제에 따른 품질저하 우려
  - 대규모 회사에 유리하여 중소건설업체의 발전 저해
  - 하도급 계열화 미흡
- ③ 개선방향
  - CM방식으로 발주자의견 수렴
  - EC의 정착화
  - 부대입찰제도 적용 검토
  - 기술평가는 설계위주로 진행
  - 신기술 적용에 따른 배점 기준
  - 객관적 심사기준 마련
  - 분야별 유형의 세분화
  - 사업별 배점기준 마련
  - 충분한 검토기간 및 전문평가단에 의한 심사
- ④ 공정 및 관리항목
  - Project발굴 → 기획 → 타당성 조사 → 기본설계 → 본설계 → 시공 → 시운전 → 인도  
→ 운영 → 유지관리

### 3) CM절차 및 시공방법

- ① 계획 : 사업시행자 선임, 사업계획서 · 계획도 · 예산서 작성
  - 구성요소
    - Project 개요
    - 주공정표
    - 기본계획공정표
    - 품질관리 접근방법
    - Project 서류화 관련사항

## 6. Plant건설의 PM(Project Management) 54회(98)

### 1) PM (Project Management)

- Project 종합관리기술
- 총체적 관리기법
- 건설관리능력과 엔지니어링 관리능력을 접목시키기 위한 제도

### 2) PM영역

- |                                                                                                                                           |                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• 공사기간 관리</li><li>• 품질관리</li><li>• 인력 및 조직관리</li><li>• 정보관리</li><li>• 위기관리</li><li>• 영역관리</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• 비용관리</li><li>• 계약관리</li><li>• 클레임관리</li><li>• 안전관리</li><li>• Project관리</li></ul> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 7. 민간투자사업 (SOC : Social Overhead Capital)

### 1) 목적

- 사회간접자본 시설에 대한 민간의 투자를 촉진하고 창의적이고 효율적인 사회간접자본시설의 확충 및 운영을 도모함으로써 국민경제의 발전에 이바지

### 2) 사업대상시설 및 범위

- ① 행정투자자와 정부기업투자의 누적액인 공공자본
- ② 사회구성원 모두에 대해 제공되는 무상 또는 유상의 시설
- ③ 생산활동, 소비활동 등 일반 경제활동의 기초이며 재화, 서비스 생산에 대해 간접적으로 공헌
- ④ 범위
  - 가. 도로, 항만, 공항, 철도 등 교통시설
  - 나. 전기, 통신, 상하수도, 댐, 공업단지시설 등
  - 다. 대기, 하천, 해수 등 자연 및 사법, 교육 등 사회제도

### 3) 사업방식

- ① BOT (Build-Operate-Transfer)
  - 사업시행자가 시설을 건설, 소유하고 운영하며 계약 완료시 주무관청에 소유권 양도
- ② BTO (Build-Transfer-Operate)
  - 사업시행자가 시설을 건설하여 주무관청에 소유권을 양도하고, 사업시행자에게 일정기간 시설 관리 운영권 부여
  - 시민으로부터 시설이용료 징수하여 투자자금 회수
  - 수입이 부족할 경우 정부재정에서 보조금 지급(운영수입보장)하여 사후적으로 적정 수익률 실현
  - 민간의 수요위험 부담
  - 대상시설 : 시설이용료 수입으로 투자비 회수가 가능한 시설의 사업방식
- ③ BOO (Build-Own-Operate)
  - 사업시행자가 시설을 건설, 소유권을 갖고 운영

④ BLT (Build-Own-Sell)

- 사업시행자가 시설을 건설하여 일정기간동안 시설을 주무관청에 대여, 기간 종료 후 시설 소유권을 주무관청에 양도

⑤ BOS (Build-Own-Sell)

- 사업시행자가 시설을 건설하여 주무관청에 매각하고, 주무관청으로부터 시설을 리스받아 운영

⑥ ROT (Rehabilitate-Operate-Transfer)

- 사업시행자가 시설을 개량, 소유하고 운영.  
계약 만료시 소유권을 주무관청에 양도

⑦ ROO (Rehabilitate-Own-Operate)

- 사업시행자가 시설을 개량하여 당해 시설소유권을 갖고 시설 운영

⑧ BTL (Build-Transfer-Lease)

- 사업시행자가 시설을 건설하고, 정부가 시설을 리스하여 운영
- 사업시행자는 준공 후 일정기간동안 시설의 사용 및 수익권한 획득

가. 특징

- 민간이 건설, 정부가 소유
- 정부가 시설임대료를 지급하여 민간투자자금 회수
- 정부가 적정 수익률을 고려하여 임대료 산정, 지급하여 사전에 목표 수익률 실현 보장

나. 투자대상시설

- 민간투자법에 열거된 44개 시설  
(교통시설, 환경시설, 전기·가스·통신시설, 관광단지, 생활편의시설, 문화여가시설, 학교시설, 주거시설, 복지시설, 보건시설 등)
- 정부가 국민의 기초적 서비스 제공을 위한 의무적으로 건설, 운영하여야하는 국·공립시설이 우선 대상
- 시민들로부터 시설이용료 부과가 어렵거나, 시설이용료 수입만으로는 민간투자비 회수가 어려운 시설
- 사업편익이 크고 시설의 확충이 시급하나, 재정여건상 더디게 진행되고 있는 시설
- 민간의 창의, 효율적인 활용으로 사업편익 증진 및 비용절감이 기대되는 시설
- 금면 투자할 시설이 당해연도에 착공 가능한 시설(부지확보, 설계, 인허가, 이주민 대책 등)

## 8. VE기법 (Value Engineering : 가치공학) 54회(98)

### 1) VE기법

- 신뢰성 있는 생산기술과 최소의 비용으로 최대의 효과를 올리기 위한 과학적 생산관리 기술
- 공학적 합리성 추구

### 2) 활용 효과

- 기업 체질 개선의 도구
- 경쟁력 제고의 도구
- 기술력 축적의 도구
- 조직활성화의 도구

### 3) 플랜트공사에서의 VE기대효과

- 공사의 질을 높이고 혁신 유도
- 파잉 설계부분을 변경효율을 높이고 공사비 절감
- 발주자의 만족도를 높여주고 투자의 가치향상
- 설계부터 VE를 적용하여 전체적인 원가관리로 비용절감효과 기대

### 4) 원가절감요소

- 구매방법의 합리화
- 가설 및 운반작업의 효율화
- 파잉시방 및 설계의 개선

### 5) 절감방안

- 각부서 및 공구별 물동량 통합운영으로 물류비 절감
- 통합구매로 구매단가 절감 및 우수한 품질확보
- 건설기계의 대기시간 최소화 및 가동율(작업능력)향상
- 적정기능도 배치 및 우수한 책임자에 의한 작업추진력으로 능력 향상
- 가치공학(VE)을 건설사업관리제도(CM)와의 연계를 통하여 효과적으로 원가절감
- 가치공학(VE) 검토팀 구성으로 획기적인 원가절감이 가능한 설계결과 추구

## 9. 건설수요 패턴의 변화

### 1) Life-Cycle 비용 절감 공사

### 2) 발주방식의 단순화

- 시공발주방식을 Package식, Turnkey식으로 단순화 → 공사비 절감 및 공사기간 단축

### 3) 21세기 건설유망분야

- 고급주택 및 실버타운
- 해저터널 및 운하
- 초고속 전철 및 수직이착륙 항공기 관련
- 고난도 및 위해작업 자동화 건설기계

## 10. 건설업의 특성 및 건설기술의 특성

### 1) 건설업의 특성

- 선판매 후생산
- 경기선도 산업
- 옥외생산 산업
- 단위생산 및 이동생산 산업
- 종합산업 : 품질보증 및 책임시공
- 최대의 자원은 인력(사원 : 수주, 시공능력, 경영관리 능력의 발휘)
- 복합산업 : 토목, 건축, 전기 및 설비공사 등 전문화된 여러업종이 참여
- 사업발굴, 타당성 조사, 설계 및 감리, 유지보수업무 일괄수행

### 2) 성격

#### ① 공공성과 공익성

- 연구개발에 막대한 투자 필요
- 성과에 따른 공사비 절감은 국민 전체에 대한 개발이익 환원

#### ② 공인성

- 건설기술의 이전과 도입 및 보급에 공인성 보장

#### ③ 지역성

- 지역적 전통기술확립과 보전 및 개량

#### ④ 종합성

- 정부 주도하의 종합적 계획, 조달, 관리와 정보체계의 확립 필요

#### ⑤ 1회성

#### ⑥ 연구개발에 장기간 소요

### 3) 건설 기술력 강화

- 기술위주의 경쟁 체제 정착
- 기술인력의 효율적 관리와 책임의식 제고
- 기술 혁신의 기반 확립
- 기술연구 개발의 활성화 추진
- 원가절감, 생산성 향상을 위한 기술개발
- 품질 확보 및 향상을 위한 기술개발



## 제 2 장. ISO 인증제도

### 1. ISO 9000 품질시스템 **42회(94)** **50회(97)**

#### 1) ISO 9000

- 국제 표준화기구에서 제정한 품질경영 실천지침

#### 2) 품질 시스템 규격의 구성

##### ① ISO 9000

- 품질경영 및 품질보증 규격의 선택 및 사용지침

##### ② ISO 9001

- 설계, 개발, 제조, 설치 및 서비스의 품질보증

##### ③ ISO 9002

- 제조, 설치 및 서비스의 품질보증 모델

##### ④ ISO 9003

- 최종검사 및 시험의 품질보증 모델

##### ⑤ ISO 9004

- 품질경영과 품질 시스템 요소에 관하여 상세한 정보제공

#### 3) 품질 시스템 구성요소

- 시장조사 및 수주계약 기능, 개발/설계기능, 구매, 생산/설치, 서비스, 경영검토 및 감사기능

##### ① 시장조사 및 수주계약 기능

- 고객 요구사항 파악
- 수주검토 및 계약

##### ② 개발/설계기능

- 설계 및 개발
- 설계의 검토, 검증, 타당성 확인

##### ③ 구매

- 외주업체 선정
- 구매품의 구입
- 고객 지급품 관리

##### ④ 생산/설치

- 작업관리
- 공정관리
- 검사 및 시험
- 취급, 포장 등

##### ⑤ 서비스

- A/S 실시

##### ⑥ 경영검토 및 감사기능

#### 4) 인증효과

##### ① 기업 및 제품의 이미지 제고

- 고객 요구 충족

##### ② 매출액 증가

##### ③ 불량률 감소

- 기업활동 효율성 증가
- ④ 국제정세에 능동적인 대처 가능
- ⑤ 개인의 Know-How나 기술을 문서화하여 기업의 재산으로 축적
- ⑥ 조직원의 일체감 조성
- ⑦ 인증된 업체로만 입찰 제한 증가
- ⑧ 건설업의 효과
  - 근거에 따fms 업무추진의 습관화
  - 관례에 따른 업무 습성의 배제
  - 불필요한 공수의 감소
  - 생산성 향상 기대
  - 업무 누락 방지
  - 시행착오나 동일한 문제 발생을 미연에 방지
  - 기술력 및 관리 능력 향상
  - 경쟁력 증가
  - 건설사업관리(CM)의 전 단계 효과

## 2. 국제 표준 인증 ISO 14000 시리즈

### 1) ISO 14000

- 환경보존 및 오염방지를 위한 정책적 수단 중 법규제수단 및 경제적 수단과 더불어 기업경영적 수단

- ① 95종 특정물질의 생산 및 사용 규제
- ② 국가보고서 (온실가스 배출량 및 흡수량에 대한 통계 및 저감정책 보고서) 제출
- ③ 환경보호 정책수단
  - 환경 오염 물질의 배출에 관한 법규제
  - 배출부과금 부과, 쓰레기 종량제 실시
  - 기업자체의 자율적인 환경관리 체제 구축운영

### 2) 영향

- 향후 무역상 기술장벽 수단으로 활용될 가능성이 높음
  - 해외건설 입찰 요건화 가능성
  - 기업생산활동의 투명하고 공개적 실행

### 3) 대응 자세

- ① 국제환경 표준화에 적극 대응
- ② 인증 및 경영체제를 위한 제도적 장치 마련
- ③ 환경경영마인드를 확산하기 위한 여건 조성
- ④ 기업의 대응
  - 새로운 무역질서와 국제 경쟁력을 향상할 수 있다는 적극적 자세 필요
  - 기업내 환경 경영체제의 조속한 구축과 실행
  - 생산공정의 혁신 필요
  - 기업활동의 투명성과 공공성을 확보할 수 있는 대내외 정보전달체계 구축

### 4) 인증 효과 및 잠재적 이점

- ① 각종 관리 기법 활용으로 국제 경쟁력 향상의 계기
- ② 기업이미지 제고로 환경시대에 적합한 영업 및 홍보 (시장 점유율 확대)
- ③ 고객들에게 환경경영의 공약 보증
- ④ 원가관리 개선
- ⑤ 업무상 사고(재해)의 감소
- ⑥ 인허가 획득에 유리
- ⑦ 합리적 환경보호활동 인증

### 5) ISO 14000 시리즈

- ① ISO 14000 : 환경경영체제 구축지침

가. ISO 14000시리즈의 가이드라인 제공

나. 기업의 EMS(환경경영체제 : Environmental Management System)를 수립하거나 기존시스템을 개선하는 것을 지원하기 위한 단계적 지침. 실무지침

- ② ISO 14001 : 환경경영체제

가. 기업이 환경경영시스템을 운용하고 있는지 확인하기 위한 개인과 기관의 요구를 제시한 지침서

나. 요구사항

- 일반사항
- 환경방침
- 계획 : 환경요인, 법규 및 기타요구사항, 목표 및 세부목표, 환경경영 프로그램
- 실행과 운영 : 구조 및 책임, 훈련, 인식 및 자격, 문서관리, 운영관리
- 점검 및 시정조치 : 부적합 사항과 시정 및 예방조치, 기록, 환경경영 시스템 감사
- 경영자 검토

다. 강조부분

- 지속적인 개선
- 법규 준수
- 환경영향평가
- 비상사태 대비
- 원활한 의사소통

③ ISO 14010

- 환경감사 일반원칙

가. 감사요건

- 피감사자의 요구 또는 법적 권한이나 계약에 의한 심사 의뢰자의 요구
- 피감사자의 협조 및 감사와 관련된 충분하고 적절한 정보의 존재 등

나. 일반원칙

- 감사의뢰인이 설정한 감사목적에 준하여 감사범위 설정
- 설정된 감사의 목적과 범위를 피감사자에게 통보
- 감사 의뢰인과 감사원간의 합의에 의해 감사기준 설정
- 내부 감사원 또는 외부 감사원의 활용은 감사의뢰인의 재량 등을 제시

④ ISO 14011

- 환경경영체제 감사절차
- 환경감사에 대한 감사절차 제공

가. 사전단계 : 감사목표, 사전서류심사

나. 준비단계 : 감사계획, 감사팀 구성, 작업문서 준비

다. 감사단계 : 착수회의, 증거수집, 감사발견사항 서류작성, 피감사인과의 회의

라. 종료단계 : 감사보고서, 감사종료

⑤ ISO14012

- 환경감사원 자격 요건
- 감사원 대상은 내부, 외부 감사원, 선임감사원 등에 대하여 적용

가. 적정실무 능력

- 환경과학 및 기술
- 환경시설 운전기술
- 환경법규 관련업무
- 환경경영체제 및 표준안
- 감사절차 및 기술

나. 감사원 자격

- 고졸출신 : 최소 5년 적정 실무능력 훈련
- 대졸출신 : 최소 4년 적정 실무능력 훈련

⑥ 환경경영시스템 인증효과

가. 환경적인 면

- 각종 환경법규 및 규정 준수
- 환경영향의 지속적인 감소 및 관리

나. 재정적인 면

- 폐기물 처리비용 감소
- 원자재 사용 감소
- 경쟁업체와의 비교 우위

다. 기대효과

- 환경압력에 적절히 대응
- 환경문제에 대한 불안감 해소
- 기회 선점을 통한 경쟁 우위 확보
- 환경보정을 통한 사회 공헌기여
- 환경 선진 기업
- 기업 이미지 제고

3. ISO 9001과 ISO 14001 인증비교 **54회(98)**

1) 차이점

| 구 분  | ISO 9001                               | ISO 14001                                                             |
|------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 구조   | · 제조공정흐름<br>수주→설계→구매→생산→시험 및 검사<br>→출하 | · PDCA 사이클<br>계획(Plan)→실행, 운영(Do)→점검 및 시정조<br>치(Check)→경영자 검토(Action) |
| 관리대상 | · 의도된 제품 또는 서비스                        | · 의도된 제품 또는 서비스<br>· 의도되지 않은 부산물                                      |
| 요구수준 | · 일정수준유지                               | · 계속적인 관리                                                             |
| 목표   | · 고객만족(기준이 분명함)                        | · 이해관계자 만족<br>(명확한 기준이 없는 것도 있음)                                      |

2) 공통점

- ① 제 3자 인증제도
- ② 시스템 감사
- ③ Sampling에 대한 감사

## 제 3 장. 기계화 시공

### 1. 건설공사 관리

#### 1) 시공관리(공사관리) 47회(96)

- 일정시간(공기)내 최적의 원가로 요구되는 시공품질을 가진 공사를 완성하기 위한 기법

##### ① 공사관리 개요

###### 가. 중요성

- 적정이윤 및 수요자가 만족하는 건축물 생산
- 최소의 비용으로 최대의 효율 발휘
- 고유기술 : 노무, 시공법, 자재, 기계, 자금의 5가지 생산수단을 각각 향상
- 관리기술 : 5가지 생산수단을 요령있게 활용하여 우수하고, 빠르고, 저가에 안전하게 완성이 위한 과학적이고 계획적인 관리기술

###### 나. 필요성

- 공기는 짧게 요구되고, 공사비 조건은 까다로워지며 환경 및 안전에 대한 기준도 엄격해지고 있음
- 품질만족 및 경제적 공사를 실시

###### 다. 역할

- 시공품질 향상
- 공사비 절감
- 공기단축
- 안전성 확보

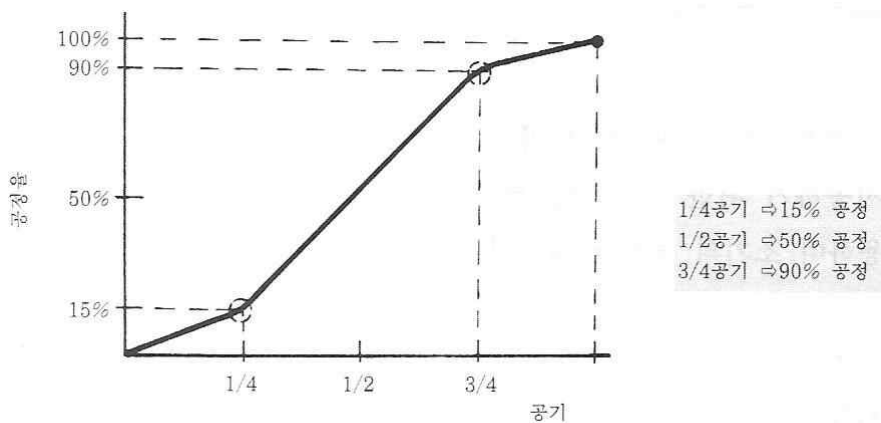
###### 라. 주요분야

- 품질관리
- 원가관리
- 공정관리
- 안전관리

#### ② 공사관리 주요분야(건설사업장의 중요관리사항) 50회(97)

##### 가. 공정관리

- 건설신기술, 신공법 개선으로 시공 및 공정관리 혁신
- 공정계획, 기계사용 계획, 기계설비 계획, 작업계획 수립



〈S곡선 공정관리표〉

- 공정을 합리화하고 공기의 엄수 또는 단축 도모
- 작업분할을 적절히 하여 일정계획을 세분화 관리
- 필요자재를 적기에 투입한 후 반입 우선순위에 따라 소운반자재에 따른 인력 대기손실을 줄여 가동률 극대화
- 계약 공기준수를 위한 S곡선 공정관리로 절대공기 엄수

나. 원가관리 **50회(97)**

- 최적원가로 공사를 완료하기 위해 인적 및 물적 생산력의 능력을 극대화하여 공정관리의 낭비성을 배제하는 관리법
- 공정관리 및 품질관리 혁신으로 생산성 향상에 따른 원가절감
- 공사원가를 구성요소별로 세분화하여 계획원가와 실시원가를 비교, 검토하고 요소별 증감 차액에 대해서 그 원인을 분석하여 결과에 따라 대책 수립
- 작업사항을 분석하고 각 분야 손실을 최대한 줄여 가동율을 향상
- 품질관리를 강화하여 시공불량에 의한 재수정 작업을 최소화
- 공정개선을 통한 작업속도 증대로 공기단축
- 원자재 구매시 유통구조를 조사하여 적기구매방법을 모색
- 가설비 및 경비 절약
- 공법 개선에 의한 총합적 원가 저감

다. 품질관리

- 품질인증제도를 통한 관리기법정착으로 항상 우수한 시공품질 확보
- 공정, 원가, 안전관리를 통합 조정해서 균형있는 공사관리를 하며, 주요문제점에 대한 요인을 분석, 예측, 평가 등 여러 측면에서 과학적 접근방법 요구됨
- 데이터에 의한 통계적이고 과학적 품질관리 필요
- 일정수준의 품질을 얻기 위해서는 각종 시험과 검사가 필요
- 발주자 또는 사용자의 요구를 충족
- 입지조건, 원가, 공기 등을 감안하여 공학적으로 구체화하는 설계의 품질관리
- 공사시방서와 도면에 준한 품질관리
- 유지관리를 고려한 품질관리
- 공사원가에 영향을 줌

라. 안전관리 **42회(94)** **45회(95)** **48회(96)**

- 원가안전기준을 정하고 표준화함
- 상층 간부는 경영관리의 한가지 요소로 도입
- 안전계획 관리책임자가 전임
- 안전달성을 위한 경쟁방식 채용
- 위험물 취급, 관리, 보관 방법을 명확하게 함
- 안전계획의 공사
  - 신규 고용자의 건강진단 및 안전준수 교육
- 공종별 관련 안전교육자료를 마련, 작업전 교육 실시
- 각 공사의 안전계획 수립
- 작업안전을 위한 보호시설 설치
- 공사환경관리 기준 규정
- 안전관리 조직의 체계화
- 지속적인 안전관리활동으로 주의 환기
- 작업장 정리
- 응급준비 설비 구성

### ③ 품질관리로 인한 문제점

#### 가. 발생 문제점

- 일단 정해진 표준은 수정이 어렵다
- 작업자와 관리자의 의사소통에 한계가 있고, 역효과가 발생할 수 있다
- 작업자의 작업효율 저하
- 현장에서 발생하는 세세한 문제에 대처가 어렵다
- 품질관리에 지나친 중점(품질관리를 위함 품질관리)을 두게 되면 적정 공기확보 불충분
- 저가 수주를 하게 되면 품질관리 결여로 인한 부실공사 우려

#### 나. 문제점 해결방안

- 독자적 품질관리 배제, 부서나 그룹단위 실시
- 과학적 관리기법 적용
  - 통계적 관리수법 : 그래프, 특성요인도, 관리도, Check Sheet 등
  - 데이터 분석 및 평가
  - 신뢰성 해석방법
- 건설기술 및 품질관리 기법의 선진화 추구
- 적정공기 관리로 품질 향상
- 건설공사 시공전 충분한 조사로 적정 시공법 선정
- 건설물 인재 사고시 품질관리 미흡에 따른 부실공사 사례를 분석하여 시행착오를 줄임



## 2. 건설기계 선정방법 및 고려사항 29회(87) 44회(95) 48회(96) 57회(99)

### 1) 건설기계 선정방법 50회(97) 71회(03)

- 작업 목적의 적합성, 경제성 분석, 보유실태 분류, 시공기술, 성능 및 효율, 조합효율 및 호환성

#### ① 작업 목적의 적합성

- 작업종류, 시공량(공사규모), 작업장소, 토질, 지형, 운반거리, 굴삭고 등 현장제한 사항

#### ② 경제성 분석

- 단위 작업당 비용 산출하여 경제성 고려

#### ③ 보유 실태분류

- 수급이 용이한 건설기계 고려

#### ④ 시공기술

- 공사 시공에 적합한 건설기계 선정

#### ⑤ 성능 및 효율

- 성능이 안정되고 신뢰도가 높은 건설기계 선정

#### ⑥ 조합효율 및 호환성

- 조합효율이 높고 용도가 다양하고 범용성이 좋은 건설기계 선정

#### ⑦ 기타 고려사항

- 공사 및 작업종류의 분류
- 작업조건 검사 : 토질 및 암질
- 작업물량과 기계조합의 검사
- 공기, 시공품질과의 관계
- 작업환경 준수 (소음, 진동공해)
- 안전사고 및 돌연한 사태의 발생 가능성
- 건설기계의 현장 반입시기
- 건설기계의 제작사, 판매자의 신용 및 사후관리 정도
- 특수운전원의 필요성
- 법규, 품질규정 및 계약상의 원가절감요소 검토
- 건설기계 사용계획에 준한 경제성
- 부대장치 장착 가능 및 보유
- 주요작업 실적 조사
- 정비성 및 부품의 수급성
- 수송, 조립 및 해체
- 최대 시공능력 및 표준 시공능력
- 보유건설기계와의 호환성, 조합효율 및 제작사 검토
- 건설기계 대형화 및 고도화 적합성
- 건설기계 반입조건
- 건설기계 보관 방법
- 목적 완료 후 전매 용이성
- 노면의 상태에 따른 노면점착계수

### 3. 건설기계 조합 42회(94) 45회(95) 50회(97) 69회(03) · 건설기계조합의 순서별 검토항목

#### 1) 건설기계 조합

- 각각의 건설기계는 10%가동율을 기대할 수 없고, 기종 및 성능에 따라 가동율은 다르다 더구나 이들 기계를 조합할 경우 총합의 가동율은 각각의 가동율보다 낮아진다.
- 이러한 가동율이 저하는 건설기계의 조합이 많아질수록 심하다
- 조합된 건설기계의 가동율을 일정하게 확보하기 위한 충분한 검토 필요

#### 2) 건설작업의 기능적 분류

##### ① 흐름 작업과 단속작업

- 흐름 작업 : 골재 생산 공정 등
- 단속 작업 : 재료를 일정장소에 적재. 기계와 인력이 단속작업을 하는 건설공사 등

##### ② 주작업, 종속작업

- 주작업 : 로더에 의한 적재
- 종속작업 : 덤프트럭에 의한 운반

#### 3) 기계조합의 계획

##### ① 주작업 선정

##### ② 전체 작업공정에 대한 주작업의 정상 시공속도 결정

##### ③ 주작업의 정상시공속도 확보를 위해 최대 시공속도 결정 → 주작업 기계 선정

##### ④ 종속작업의 정상 시공속도 결정 : 주작업의 최대 시공속도와 동일하거나 커야 함

##### ⑤ 조합기계의 작업효율 향상

##### ⑥ 분업 작업능력의 균등화

- 각작업의 시공속도 균등화, 소요시간 일정화

#### 4) 건설기계 조합의 문제점

##### ① 조합효율에 의한 가동율

##### ② 조합의 불균형과 공사원가

##### ③ 조합의 건설기계의 현장관리

##### ④ 공사의 기술적 요인에 의한 관리

### 4. 시공속도 37회(92)

#### 1) 작업효율

- 작업효율 = 실작업시간율 × 작업능력
- 실작업 시간율과 현장조건 등에 의한 작업능률에 의해 산정
- 동일 작업조건에서 3공정으로 분할된 경우 작업효율의 최소값은 0.6으로 계산
- 조합작업의 실제작업효율은 60~72%정도

##### ① 작업능력 검토 조건

- 건설기계 용량 : 성능, 작업출력 등
- 지형과 지질에 대한 건설기계의 적정성
- 기종 선정 및 배치, 건설기계 조합성
- 시공법
- 기계상태
- 운전원의 숙련도
- 작업의욕과 작업준비 상태
- 기상조건
- 작업장 환경

##### ② 실작업 시간율 분석

- 작업대기시간 (장애물 제거, 감독원의 지시대기, 연료 보급 등)제외
- 운전원의 숙련도 차이
- 운전원의 현장조사
- 기상상황

## 5. 성능 및 작업능력

### 1) 성능 표시

#### ① 트랙터

- 전장, 전고, 전폭, 총중량, 접지길이, 접지압, 최저 지상고, 등판능력, 엔진출력, 변속장치, 주행속도, 견인출력 등

#### ② Scraper

- 적재함 용량, 작업가능 상태의 중량, 접지압, 견인용 트랙터의 중량

#### ③ Crane

- 인양능력, 최대 작업반경, 총양정, 로프 권상속도

#### ④ 적재기계

- 전장비 중량, 버킷용량, 접지압, 견인출력, 이송속도, 작업장치의 조작시간, 주행저항

#### ⑤ 콘크리트 펌프

- 단위 시간당 수송량 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

#### ⑥ 펌프성능

- 토출량, 양정, 회전수, 축동력

### 2) 작업능력 **53회(98)**

#### ① 작업량 $q$ : 시간당 시공량 [ $\text{m}^3/\text{h}$ ] **74회(04)**

$$q = \frac{Q \cdot f \cdot 60 \cdot \eta}{C_m} = q_0 \cdot \eta$$

$\therefore Q$  : 회당 블레이드 이동 토사량(토공판 용량 [ $\text{m}^3$ ])

$f$  : 토공량 환산계수

$\eta$  : 불도저 작업효율

$q_0$  : 거리가 고려되지 않은 블레이드 용량 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$C_m$  : 사이클 시간 (min/회)

$$C_m = \frac{L}{V_1} + \frac{L}{V_2} + t$$

$t$  : 기어변속시간(min)

$V_1$  : 전진속도(m/min)

$V_2$  : 후진속도(m/min)

#### ② 토량 환산계수 $f$

| 구하는 토량<br>기준 토량 | 자연 상태                    | 흐트러진 상태                    | 다져진 상태                     |
|-----------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 자연상태            | 1                        | 1.1 ~ 1.2                  | 0.9                        |
| 흐트러진 상태         | $\frac{1}{1.1 \sim 1.2}$ | 1                          | $\frac{0.9}{1.1 \sim 1.2}$ |
| 다져진 상태          | $\frac{1}{0.9}$          | $\frac{1.1 \sim 1.2}{0.9}$ | 1                          |

③ 작업효율 계수  $\eta$

가. 실작업 시간율 (T)

$$E = T \cdot \eta$$

$$\cdot \text{순조로움} : \eta = \left( \frac{54\text{분}}{60\text{분}} \right) = 90\%$$

$$\cdot \text{보통작업} : \eta = \left( \frac{50\text{분}}{60\text{분}} \right) = 80\%$$

$$\cdot \text{어려운 작업} : \eta = \left( \frac{45\text{분}}{60\text{분}} \right) = 75\%$$

$\therefore Q$  : 회당 블레이드 이동 토사량(토공판 용량)[m³]

f : 토공량 환산계수

$\eta$  : 불도저 작업효율

| 작업조건   | 정 비 상 태 |      |      |      |
|--------|---------|------|------|------|
|        | 양 호     | 보 통  | 미 흡  | 불 량  |
| 양 호    | 0.84    | 0.81 | 0.76 | 0.70 |
| 보 통    | 0.78    | 0.75 | 0.71 | 0.65 |
| 약간 어려움 | 0.72    | 0.69 | 0.65 | 0.60 |
| 최악 조건  | 0.63    | 0.61 | 0.57 | 0.52 |

나. 작업능력 ( $\eta$ ) : 기상, 지형, 토질, 시공법, 기계정도, 운전원 기량, 의욕, 작업 난이성  
표준 시공량에 대한 실제 시공량과의 비율

$$\cdot \text{양호} : \eta = 90\% \quad \cdot \text{보통} : \eta = 70\% \quad \cdot \text{불량} : \eta = 50\%$$

④ 작업능력

- 작업환경에 대한 기계의 적절성
- 기종의 선정, 기계의 배치, 조합상태
- 기상에 따른 가동율 변화
- 조명이나 시계 등 환경 및 정비불량
- 시공법 및 작업 준비 상태
- 기계의 유지, 수리 상태 및 노후도
- 감독자 및 운전원의 작업경험과 숙련도
- 기계성능
- 노면 점착계수
- 주행로 지지력
- 작중 저항에 따른 건설기계 적응성 : 구배저항, 가속저항, 공기저항 등

⑤ 작업능력 향상

- 기계화 시공은 항상 가동율과 작업능률의 향상에 노력하고 공사단가의 저감을 꾀할 필요가 없다.
- 단위 시간당 작업량 증대, 1일 작업시간 증대, 월평균 가동율 증대

가. 작업량 증대

- 가능한 용량이 큰 대형기계 사용
- 사용 건설기계의 대수 증가
- 토공 건설기계 작업시 병렬로 작업하여 호트러짐을 최소화
- 불도저는 토공판이 큰 것으로 하고, 작업시간은 짧게, 전후진은 빠르게 한다

나. 1일 작업시간의 증대

- 교대작업가능 기계는 2~3교대 작업으로 순가동 시간을 높인다.
- 작업이외 시간의 최소화  
(작업이외 시간 : 작업장 이동, 작업지시 및 편성, 식사 및 정비 시간, 연료보급, 운전 중 정지 및 휴지, 장애물 제거 대기 등)
- 1일 평균 작업시간

| 구 분   | 1일 근무시간 (A) | 1일 평균작업시간 (B) | 효율 (B/A) |
|-------|-------------|---------------|----------|
| 1 교대제 | 8           | 5.5~6.5       | 70~80%   |
| 2 교대제 | 16          | 10~11.5       | 65~75%   |
| 3 교대제 | 24          | 13.5~15.5     | 55~65%   |

다. 월평균 가동율 증대

- 기상조건, 공휴일 등으로 인한 월 가동일수 조정
- 철저한 정비계획으로 정비 시간 단축
- 현장을 잘 파악하여 대기시간 감소

라. 가동 일수율 : 기계 기종 및 작업조건에 따라 달라짐

- 기후조건에 따른 휴무
- 기계조합의 불균형에 따른 휴무
- 작업준비 및 대기에 따른 휴무
- 공휴일로 인한 휴무

### 3) 작업효율에 영향을 미치는 요소 **35회(91)**

① 작업효율은 보통 50~80% 정도

② 작업효율의 기본 요소

- 작업능력 계수
- 작업시간율
- 실가동율

③ 작업효율 저하요인

- 기계점검 및 정비불량에 의한 고장
- 기계노후화
- 작업환경 (기상, 지형, 토질 등) 및 제반사항(작업량, 작업거리, 공기 등)에 부적절한 기계 선정
- 선작업 지연 및 사전 작업준비 미비 등으로 인한 대기
- 안전사고
- 운전원의 기량 및 의욕
- 태업 및 휴업
- 화재, 악천후 등 돌발 사항

4) 작업효율 저하요인에 의한 대책

- 기계점검, 정비 등을 일상점검, 정기점검으로 실시하여 장비고장 미연에 방지
- 노후기계 교체
- 작업환경 및 제반사항에 적절한 기계선정
- CPM (Critical Path Method) 공정관리 철저로 선공정의 미시공에 의한 작업중단 근절
- 안전관리 준수 및 철저
- 우수한 운전원 확보
- 악천후시 실내교육, 장비 점검 등
- 사전 작업준비 철저
- 균형있는 조합작업 유지
- 기계특성 파악
- 기계 가동율에 대한 기록, 차기 공사자료 확보
- 기술자의 적절한 지시
- 공사 계획에 따른 건설기계의 효율적 가동
- 작업환경 점검 및 개선
- 운전원의 상태에 따른 시간손실을 미연에 방지

## 6. 건설기계 관리 28회(86)

### 1) 가치관리

#### ① 기계구입 51회(97) 74회(04)

##### 가. 고려사항

- 사용의 계속성
- 다목적 활용성
- 매각 처분의 용이성
- 정비의 용이성

##### 나. 구입판단

- 내용 시간의 60%정도 계속 사용시 구입을 검토

##### 다. 중고기계 구입검토

- 1년 이내 단기 사용
- 보조적 용도
- 일 운전시간이 적거나 월간 대기일수가 많은 경우

#### ② 기종 선정시 검토사항 : 공사비 원가절감을 위한 가장 중요한 사항

- 구조 및 성능
- 사용의 편리성
- 정비 용이성
- 경제성
- 보유기계와 조합성

#### ③ 기계의 감가상각

- 기계의 특성과 내구성을 기초로 하되 연간 표준 운전시간과 내용년수에 의한 내용시간 적용

#### ④ 시공능력

- 작업유형별(현장조건, 기상조건, 정비상태, 운전원의 기능도 등에 따라 상이) 시공실적을 집계, 평균적 기준을 정하여 공사시 원가계산의 적산자료로 활용

#### ⑤ 기계 경비 관리

- 기계경비를 계획대비 실발생경비를 구성요소별로 비교, 검토하여 그 차액의 발생원인을 분석, 최적의 원가로 접근시키는 방법

#### ⑥ 사용 계획 및 기계조합

- 지형, 토질, 작업환경, 작업종류에 따른 형식과 기종선정
- 작업물량과 공기에 의한 기계용량과 사용대수 결정
- 각 작업의 속도를 균일하게 하기위한 기계조합 검토

#### ⑦ 작업실적의 기록

#### ⑧ 운전관리

- 신뢰성 있고 숙련된 기능의 운전원 배치

### 2) 성능관리 : 기계 시공능력을 정상적으로 유지하기 위함

#### ① 예방정비

- 일일, 주간, 월간, 연간 정비실시

#### ② 점검 및 조사

- 운전전, 중, 후 각부의 점검 실시

#### ③ 정비작업관리

- 장비 내역, 이력 기록, 관리

#### ④ 예비부품관리

- 적정재고 수준 결정

#### ⑤ 윤활관리

#### ⑥ 정비비 관리

## 7. 건설기계의 유지관리

### 1) 관리 **36회(91)**

- ① 가동관리 (운전관리)
  - 계획적인 일일운전작업계획으로 운영가동율 증대
  - 기계효율 증대 및 기계경비 최소화
- ② 유지관리
  - 기계의 최적상태 유지
  - 일상점검, 정기점검
- ③ 기타 관리
  - 기계 구매, 임대, 보관, 수송, 해체 및 조립 등

### 2) 관리상의 제문제

- ① Q.H.B 증대
  - 시공 능률의 향상
  - 시공조건 개선
  - 투입 기종 및 대수 계획
    - 시간당 작업량 증대 [ $m^3/h$ ] : Q
    - 일일 작업시간 증대 [h] : H
    - 월평균 가동율 증대 (%) : P
- ② 기계운영
  - 건설기계 투입전 주의사항
    - 공사 조건과 기종 및 용량의 타당성
    - 기계의 합리적 조합
    - 작업현장의 적응성
    - 공사수량과 기계의 표준 시공 능력과의 관계
    - 인력시공과의 관계
    - 투입시기와 완료시점의 판단 및 계속성 검토
    - 교통, 작업거리 등 작업 외적 조건

### 3) 관리의 제요소별 효율성

- ① 제요소
  - 경제, 운영, 기계요소
    - 경제요소 : 구입, 운전경비 등 건설기계 대체의 경제적 판단
    - 운영요소 : Cycle time, 생산력, 작업효율성
    - 기계요소 : 정비계획, 폐기 판단
- ② 효율성
  - 신뢰도, 정비성, 이익성
    - 신뢰도 : 운영관점에서 본 기계적 품질관리 품질 측정 기준
    - 정비성 : 경제성 감안하여 기계의 정비 또는 교체의 판단 기준
    - 이익성 : 경제적 요소와 운영요소사이에 발생하는 효율 기준



## 8. 건설기계 정비·보수 요령 및 개선책 23회(83) 48회(96)

### 1) 정비종류

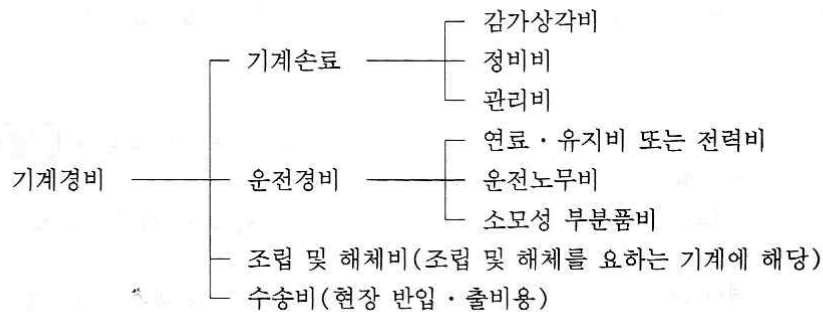
- ① 일상정비 (일일, 주간, 월간 정비)
  - 청소, 점검, 급유, 조정, 오일 및 연료 필터 상태 등 간단한 부품의 교환
- ② 정기정비
  - 정비공장 입고 정비
  - 건설기계 각 부분의 상황을 조사하여 결정하거나, 가동시간을 기준으로 하여 결정

### 2) 정비계획

- ① 일상 정비를 충실히 하여 고장 발생 건수 줄임
- ② 현장에서 실시가 곤란한 부분은 정기정비로 하여 정비공장에 입고
- ③ 정비 기록자료를 작성, 보관하여 활용
- ④ 정기 정비의 소요시간을 충분히 파악하여 시공에 차질이 없도록 계획

## 9. 건설기계의 경비산정(경제적 관리) 26회(85)

### 1) 기계경비



- ① 기계손료
- ② 운전경비
- ③ 기타 : 조립 및 해체비, 수송비

### 2) 기계손료(사용료) 26회(85) 42회(94) 53회(98) 57회(99) 69회(03)

- 기계손료 = 감가상각비 + 정비비 + 관리비
- 기술적 시공 가능성, 경제적 사용범위의 기계 사용료의 제반 수치
- 일반적 건설업체가 기업으로 성립할 수 있는 제반수치
- 기계사용료의 제반 수치와 적산방법을 관계자가 충분히 합리성을 갖고 신뢰할 수 있어야 함
- 건설기계손료는 일반적으로 건설공사비 중 직접공사비의 기계경비 항목으로 분류 됨

#### ① 감가상각비 : 정액법, 정율법, 산고비례법

- 고정자산으로서의 損耗(손모)를 비용으로 계상

가. 정액법 : 내용년수 기간동안 매년 동일 상각액 적용

$$D = \frac{P - S}{N}$$

∴ D : 상각비

S : 잔존가치

P : 취득가격

N : 내용년수

- 특징 : 계산이 상식적이고 이해가 쉬움

매년 상각액이 동일

나. 정율법 : 매년 일정율로 감가상각

$$D = 1 - \left( \sqrt[N]{\frac{S}{P}} \right)$$

- 특징 : 상각액이 초기에 많아 사업주에 유리함  
상각율이 오차에 자동수정 능력이 있음

다. 산고비례법 : 내용년수 대신 실제사용할 수 있는 내용시간당 상각액 계산

$$d = \frac{P-S}{X}$$

∴ d : 시간당 상각액

S : 잔존가치

P : 취득가격

X : 내용시간

- 특징 : 생산고에 비례하여 감가상각하므로 원가계산면에서 가장 합리적

## ② 정비비

- 기능유지를 위한 정비비 소요되는 비용

$$\text{정비비} = \frac{\text{취득가격} \times \text{정비비계수}}{\text{경제적내용시간}}$$

## ③ 관리비 = 기계관리에 필요한 이자 및 보관격납 비용

- 금리
- 격납, 보관비
- 보험료, 세금 등

## ④ 기타

- 조립 및 해체비
- 운송비

## 3) 운전경비

- 연료비 및 유지비, 운전노무비, 소모성 부품비 등으로 구성
- 공사현장의 작업조건에 따라 크게 영향을 받음

## 4) 용어

① 감가상각비 : 기계사용에 따른 가치의 가감액

② 정비비 계수 : 정비비 누계액의 기계취득가격에 대한 비율

③ 취득가격 : 수입기계는 수입에 따르는 재경비를 포함하는 가격

국산기계는 표준시가로 한다

④ 경제적 내용시간 : 잔존율이 취득가격의 10%인 경우에 경제적 사용이 가능하다고 인정되는  
운전시간

## 제 4 장. 건설공사 공해 및 부실공사

47회(96) · 공해발생 문제점 및 대책

57회(99) · 도심지 공사에서의 환경보전 대책

### 1. 건설공사 공해

#### 1) 건설공사 공해 및 소음

- 공사규모의 대형화 및 기계시공의 증대에 따라 건설공해 증가

#### 2) 공해

##### ① 시공시 발생 공해

- 소음
- 진동
- 분진
- 악취
- 수질오염

##### ② 시설 설치시 발생 공해

- 일조권 침해
- 전파장애
- 바람의 영향

##### ③ 시설 이용시 발생 공해

- 도로 혼잡에 의한 소음 및 대기오염

#### 3) 공해의 원인

##### ① 소음, 진동 26회(85) 53회(98) 56회(85)

##### 가. 원인

- 해체공사 : 브레이커, 압축기, 중량추 등
- 토공사 : 굴삭기, 덤프트럭, 도저 등
- 말뚝 공사 : 드롭해머, 디젤해머, 스팀해머 등
- 콘크리트 공사 : 콘크리트 배치 플랜트, 콘크리트 펌프카, 믹서 트럭 등
- 골재 생산작업 : 쇄석기, 발파, 선별기
- pipe 내부 : Steam Cleaning

##### 나. 해결방안 42회(94)

- 공법 변경 : 기계 말뚝 타설공법 → 보링 압입 공법
- 사용 기계 변경 : 저소음, 저진동의 기계시공
- 작업시간 변경 : 오후 7시 ~ 익일 오전 7시 작업배제
- 차음벽 설치
- 무진동 폭약사용
- 방호벽 설치
- 발파시 젖은 가마니 사용
- 발파공에 점토 또는 모래를 채우고 발파
- 해체 공사시 유압잭 사용
- Steam Cleaning시 소음기 부착
- 공압 실린더 배기음 저감을 위한 소음기 부착
- 공사전 주민들에게 사전 양해 및 홍보

- 공사 현장내 정리 및 주행로, 정비로 소음 억제
- 공사장 주변 경음기 사용제한 및 감속기 등을 통해 소음 저감

## ② 대기오염

### 가. 원인

- 시공자재 및 사토운반 : 덤프트럭, 트레일러
- 콘크리트 공사 : 시멘트 비산, 골재 분진
- 해체공사 : 분진, 파편
- 말뚝공사 : 디젤해머에 의한 디젤 매연
- 샌드블라스팅 : 분진
- 채석기 : 돌가루 먼지
- 토공사 : 덤프트럭적재 토사 비산, 타이어 부착 토사 공로상 비산
- 마감공사 : 도장공사, 아스팔트 관련공사

### 나. 해결방안 **42회(94)**

- 도로 살수, 세륜시설
- 차량 덮개
- 노후 장비 교체
- 집진기 설치
- 샌드 블라스팅 → 슛 블라스팅으로 공법 변경
- 벨트 콘베어 덮개 부착
- 해체공사
  - 방음대책 :
    - 동력원에 엔진구동이 없는 모터 사용
    - 브레이크에 소음머플러 또는 방음 커버 사용
    - 방음 패널(방음벽, 방음 펜스, 차음 펜스)설치
  - 방진대책 :
    - 부재 전도시 쿠션재(페타이어, 멍석 등)를 사용하여 충격 진동 저감
    - 해체 건물 주위 방진시트 설치
    - 작업장내 방진 마스크 사용

## ③ 수질오염

### 가. 원인

- 믹서 트럭 : 콘크리트 배치 플랜트 배수
- 현장 말뚝 공사 : 약액 주입

### 나. 해결방안 **42회(94)**

- 골재 재생 플랜트 설치
- 배수처리장치 설치
- 오폐수, 슬러지 : 폐기물 처리

## ④ 교통장애 및 기타

### 가. 원인

- 교통 체증
- 도로 파손
- 주민 및 보행자 불안감 조성
- 배기가스

### 나. 해결방안 **42회(94)**

- 교통정리 요원 배치
- 작업시간 변경 및 제한
- 도로보수, 청소 및 살수
- 교통법규 준수

4) 건설기계 소음 및 진동 **53회(98)**

① 진동원

- 기계장치의 언밸런스 및 충격
- 기계본체진동이 기초 지반, 인접 구조물에 전달

② 방지책

- 기계장치의 정도를 높임
- 단조기, 프레스기 등 충격장치는 방진대책
- 건설기계의 충격 등은 방진장치 플로팅(Floating)기초 또는 행잉(Hanging)기초로 지반과 기초 사이를 단절
- 지반을 거쳐 전달되는 진동을 최대한 상쇄시킬 것

③ 영향

- 주변민원 발생
- 지반으로 전파되는 진동원은 방진재 및 각종흙, 틈새 등을 크게하여 구조물을 약하게 함

## 2. 부실시공 및 감리

### 1) 건설 책임 감리 문제점 및 대책

#### ① 문제점

- 책임감리 대상 공사가 공사의 규모만으로 결정되어 공사의 난이도나 전문성에 고려되어 있지 않다.
- 탄력적인 감리원 배치 기준 미흡하여 현장에서 필요한 적정 감리원 확보에 애로
- 입찰제도로 인한 저가수주로 감리 부실 우려
- 감리원과 업무 담당관의 업무범위가 명확치 않아 감리원의 고유권한이 침해되거나 행정처리 절차에 혼선
- 지나친 처벌로 감리원의 사기저하 및 건설공사 부실의 원인을 정확히 구분할 수 있는 기준 미흡

#### ② 해결방안

- 기능사 자격 소지자를 현장의 검측원으로 활용하고 감리원의 공급을 늘리고 대상공사의 범위를 조정한다.
- 책임감리의 도입에 따라 가중된 업무 규정과 처벌조항에 맞는 보수와 대우 보장
- 감리원의 권한이 침해되지 않도록 하며, 사명감과 책임의식을 갖고 자율적인 감리활동 보장
- 경직된 제도 및 규정을 과감히 간소화하고 기관별로 공사의 특성에 맞는 건설공사 수행절차 및 표준 계약서 마련
- 전문가 양성을 위하여 대학 및 관련교육기관의 교육체계와 교과목을 대폭 개정
- 국내 책임 감리 제도 발전을 위해 통역형태를 기본으로 한 한국형 건설관리 체계 도입 정립
- 감리원 교육을 전문기술분야, 행정업무 분야, 고취분야로 나누어 실시

#### ③ 시행사항

- 감리회사가 공사초기부터 참여하여 설계, 엔지니어링, 시공사 관리를 포함하는 종합적인 관리형태로 참여하여 운영
- 감리에 투입되는 기술자의 기술수준과 인력을 상당한 수준으로 향상
- 독특한 책임감리 정착과 체계화된 건설관리 체계로 발전시키기 위해 현행 책임 감리제도의 미비점을 먼저 개선해 정착
- 공기 단축, 원가절감, 품질향상에 효과가 있게 선진감리제도 반영 요구
- 부실시공을 예방하기 위해 고질화된 건설 환경과 의식구조 변화 등 주변 환경의 획기적인 변화와 지속적인 감리의 육성이 요망

## 2) 경부고속철도 부실공사

### ① 공사개요

- 국책사업(92년 6월 착공)으로 규모면에서나 기술의 고도성면에서 전국민의 관심사로 출발
- 사전 조사 부실, 시공도면 부실, 공기지연, 공사비 증대, 품질 저하 등 향후 안전사고 요인으로 작용

### ② 부실원인

#### 가. 공사관리 체계가 일관성이 없음 (표준의 적용 기준이 서로 다름)

- 설계 : 외국 4개사 (독일 DEC, 프랑스 SEE 등)
- 감리 : 벽산 ENG 등
- 설계 검증 : 프랑스 시스트라사
- 사업관리 (CM) : 미국 벡텔사
- 안전진단 : 미국 WJE사
- 한국 고속철도 공단 사업추진 시행 착오
  - 공단 인적구성 : 경험이 부족한 신입사원 채용으로 전문성 결여 → 공단의 역할수행 부족
  - 종합 시스템 엔지니어링 기능 미흡

#### 나. 설계

- 설계단계에서 설계도면이 확정되지 않아 착공 지연
- 일부 구조물은 시공 후 변경사례 발생
- 철도 차량이 독일 제품에서 프랑스 제품으로 바뀌면서 설계변경
- 면밀한 현장 조사 미 실시
- 전문 설계 인력부족으로 공기지연
- 설계기준 설정 착오
  - 고속 철도 차량 선정전 설계기준을 세계철도연맹(UIC), 일본 신칸센, 독일 ICE, 프랑스 TGV선의 설계기준 중 가장 엄격하다고 생각되는 것을 부위별로 선택

#### 다. 감리

- 감리사 경험 부족
- 감리사 기술 부족

### ③ 시공문제

#### 가. 저가 수주로 인한 채산성 악화

- 최저가 낙찰제 시행이 문제
- 공기지연에 따른 채산성 악화

#### 나. 고속철도 시공경험 미숙

#### 다. 공기지연

- 설계 지연에 따른 공사 중단
- 용지 보상지연 및 민원 발생

#### 라. 하도업체 변경 수시 발생

#### 마. 품질관리, 안전관리 소홀

### 3) 부실방지 대책

#### ① 공사외적 원인 대책

##### 가. 공사관리 체계 일관성 유지

- 설계, 설계 검증, 감리 등 일관성 유지 필요

##### 나. 입찰 제도 개선

- 최저 낙찰제도를 PQ제도(기술경쟁 낙찰제도)로 전환
- CM 방식으로 전환

##### 다. 설계

- 사전조사를 면밀히 실시 후 설계반영
- 설계기간을 적절히 하고 시방서 작성을 상세히 할 것
- 설계기술과 설계관리 기술을 대폭 강화하고 현장 상주 설계팀을 가동하여 현장에서 발생하는 문제점을 즉시 해결할 것

##### 라. 감리

- 전문 종합 감리제도로 책임감리 및 권한 강화
- 감리, 주가 현실화

#### ② 시공대책

##### 가. 현장 여건을 충분히 고려한 입찰예가 산정

- 일정금액이하 입찰 배제
- 품질관리 혁신
- 기술시방서의 범위 확대 및 체계화
- 부실시공 부분은 철저히 재시공