

15. 멀티플체크(multiple check:복합체크) : 시스템의 안전점검을 할때 멀티플체크(복합체크 또는 다중점검)을 이용하여 다음 단계와 같이 시스템의 안정성을 평가한다.


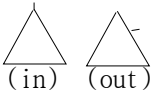


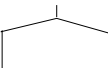
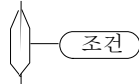
- (1) 1단계 - 시스템 어프로치(system approach) : 대상에 대한 시스템에 문제점이 있는가 없는가를 명확히 한다.(관계 자료의 정비검토, 관계법규기준 검토).
- (2) 2단계 - 체크리스트 안전진단 : 체크리스트에 의한 안전진단을 실시한다.
- (3) 3단계 - FMEA(fail mode event analysis)에 의한 평가 : 주요원인에 대해 잠재위험성을 정량적으로 평가하여 중요도를 결정한다.
- (4) 4단계 - 안전대책 시행 : FMEA 의 결과에 의하여 안전대책을 시행한다.
- (5) 5단계 - what if(또는 operability study) : 재해상정에 의한 4단계까지의 경과를 평가하여, 「만약에 - 라면」 등으로 관찰한다.
- (6) 6단계 - FTA 와 ETA에 의한 종합판단 : 대책 실패시에는 피해가 점차 커진다는 발생확률을 중점적으로 진단한다.

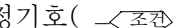
16. 위험(risk) 처리(조정)기술

- | | |
|-------------------|-------------------|
| (1) 회피(avoidance) | 경감, 강축(reduction) |
| (2) 보류(retention) | 전가(transfer) |

17.F.T.A(결함수 분석법)

- (1) FTA의 특징 : 연역적, 정량적 해석이 가능한 기법이다.
- (2) FTA 도표에 사용하는 논리기호

명 칭	기 호	명 칭	기 호
① 결함 사상		⑤ 전이 기호 (이행 기호)	
② 기본 사상		⑥ AND gate	
③ 이하 생략의 결함 사상(추적 불가능한 최후 사상)		⑦ OR gate	
④ 통상사상(家刑事像)		⑧ 수정 기호	

(3) 수정기호()

- ① 우선적 AND Gate : 입력사상 가운데 어느 사상이 다른 사상보다 먼저 일어났을 때에 출력 사상이 생긴다. 예를들면 「A는 B보다 먼저」와 같이 기입한다.
- ② 짜맞춤 AND Gate : 3개 이상의 입력사상 가운데 어느 것이던 2개가 일어나면 출력 사상이 생긴다. 예를 들면 「어느 것이던 2개」라고 기입한다.
- ③ 위험지속기호 : 입력사상이 생기어 어느 일정시간 지속하였을 때에 출력사상이 생긴다. 예를 들면 「위험지속시간」과 같이 기입한다.

④ 배타적 OR Gate : OR Gate로 2개 이상의 입력이 동시에 존재한 때에는 출력사상이 생기지 않는다. 예를들면 「동시에 발생하지 않는다」 라고 기입한다.

(4) D.R.Cheriton의 FTA에 의한 재해사례 연구순서

- ① 1단계 : 톱(TOp) 사상의 선정
- ② 2단계 : 사상의 재해 원인의 구명
- ③ 3단계 : FT의 작성
- ④ 4단계 : 개선계획의 작성

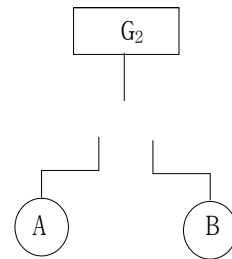
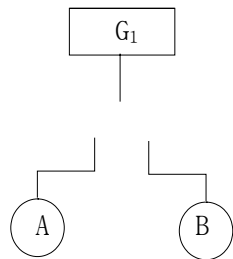
(5) 확률사상의 적(積)과 화(和): n개의 독립사상에 관해서

① 논리적(곱)의 확률

$$q(A \cdot B \cdot C \cdots N) = q_A \cdot q_B \cdot q_C \cdots q_N$$

논리화(합)의 확률

$$q(A + \cdots + N) = 1 - (1 - q_A) \cdots (1 - q_N)$$



(6) 컷과 패스

- ① 컷(cut) : 컷이란 그 속에 포함되어 있는 모든 기본사상(여기서는 통상사상, 생략 결함 사상 등을 포함한 기본사상) 이 일어났을 때 정상사상을 일으키는 기본사상의 집합을 말한다
- ② 미니멀 컷(minimal cut sets) : 컷 중 그 부분집합만으로는 정상사상을 일으키는 일이 없는것, 즉 정상사상을 일으키기 위한 필요 최소한의 컷을 미니멀 컷이라 한다.
- ③ 패스(path)와 미니멀 패스(minimal path sets) : 패스란 그 속에 포함되는 기본사상이 일어나지 않을 때 처음으로 정상사상이 일어나지 않는 기본사상의 집합으로서, 미니멀 패스는 그 필요 최소한의 것이다.

(7) FTA 의 사용기호

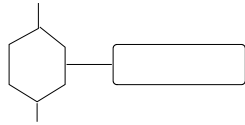
① 기본사상 및 생략사상

명 칭	기 호	명 칭	기 호	명 칭	기 호
기본사상		생략사상		생략사상 (간소화)	
기본사상 (인간의실수)		생략사상 (인간의실수)		전이기호 (수량이 다르다)	
기본사상 (조작자의 간과)		생략사상 (조작자의 간과)			

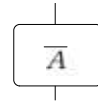
② 억제게이트와 부정게이트

- ① 억제게이트(inhibit gate) : 수정기호(modifier) 의 일종으로서 억제 모디파이어 (inhibit modifier)라고 하며 실질적으로 수정기호를 병용해서 게이트의 역할을 한다.

- ㉠ 입력사상이 일어난 조건이 만족되어야 출력사상이 생긴다(조건이 만족되지 않으면 출력은 생기지 않는다)
- ㉡ 조건은 수정기호 안에 쓴다



억제 게이트



부정 게이트

- ㉢ 정게이트(not gate): 부정 모디파이어(not modifier)라고 하며 입력사상의 반대 사상이 출력된다.

18. 공장설비의 안전성 평가

(1) 안전성평가의 종류

- ① 세이프티 어세스먼트(safety assessment) : 안전성 평가
- ② 테크놀로지 어세스먼트(technology assessment) : 기술개발의 종합평가
- ③ 리스크 어세스먼트(risk assessment) : 위험성 평가
- ④ 휴먼 어세스먼트(human assessment) : 인간과 사고상의 평가

(2) 안전성 평가의 기본원칙(6단계)

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| ① 제1단계 - 관계자료의 정비검토 | 제2단계 - 정성적 평가 |
| ② 제3단계 - 정량적 평가 | 제4단계 - 안전대책 |
| ③ 제5단계 - 재해정보에 의한 재평가 | 제6단계 - F.T.A에 의한 재평가 |

(3) 안전성 평가의 4가지 기법

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| ① 체크리스트에 의한 평가(check list) | 위험의 예측평가(lay outdml 검토) |
| ② 고장형 영향분석(FMEA 법) | FTA법 |

(4) 테크놀로지 어세스먼트의 5단계

- | | |
|-------------------|-------------|
| ① 1단계 - 사회적 복리기여도 | 2단계 - 실현가능성 |
| ② 3단계 - 안전성과 위험성 | 4단계 - 경제성 |
| ③ 5단계 - 종합평가(조정) | |

(5) 리스크 어세스먼트의 순서

- | | |
|----------------|---------------|
| ① 리스크의 검출과 확인 | 리스크의 측정과 분석 |
| ② 리스크의 처리 | 리스크의 처리방법의 선택 |
| ③ 계속적인 리스크의 감시 | |

19. 화학설비의 안전성 평가

(1) 안전성 평가의 5단계

- | | |
|---------------------|---------------|
| ① 제1단계 : 관계자료의 작성준지 | 제2단계 : 정성적 평가 |
| ② 제3단계 : 정량적 평가 | 제4단계 : 안전대책 |
| ③ 제5단계 : 재평가 | |

(2) 평가의 진행방법

(가) 제1단계 : 관계자료의 작성준비

- ① 안전성의 사전평가를 위해 필요한 자료의 작성준비를 실시한다.
- ② 관계자료의 조사항목
 - ㉠ 입지조건과 관련된 지질도, 풍배도(風配圖) 등의 입지에 관한 도표
 - ㉡ 화학설비 배치도 : 설비내의 기기, 건조물, 기타 시설의 배치도를 말한다.
 - ㉢ 건조물의 평면도, 입면도 및 단면도
 - ㉣ 기계실 및 전기실의 평면도, 단면도 및 입면도
 - ㉤ 원재료, 중간체, 제품 등의 물리적, 화학적 성질 및 인체에 미치는 영향:물질 각종의 측정치에 관해서는 법령 및 관계부처에 나타난 수치에 따른다.
 - ㉥ 제조공정의 개요 : Process flow sheet 에 따라 제조공정의 개요를 정리한다.
 - ㉦ 제조공정상 일어나는 화학반응: 운전조건하에서 정상인반응, 이상반응의 가능성 특히 문제되는 폭주반응 또는 불안정한 물질에 의한 폭발, 화재 등의 발생에 관해서 검토하고 자료를 정리한다.
 - ㉧ 공정계통도
 - ㉨ 공정기기목록
 - ㉩ 배관, 계장계통도
 - ㉪ 안전설비의 종류와 설치장소
 - ㉫ 운전요령, 요원배치계획, 안전보건교육 훈련계획

(나) 제2단계 : 정성적 평가

주요 진단항목

1. 설계 관계	항 목 수	2. 운전 관계	항 목 수
① 입지 조건	5	① 원재료, 중간체 제품	7
② 공장내 배치	9	② 공 정	7
③ 건 조 물	8	③ 수송, 저장 등	9
④ 소방설비	5	④ 공정기기	11

(다) 3단계 : 정량적 평가

- ③ 당해 화학설비의 취급물질, 용량, 온도, 압력 및 조작의 5항목에 대해 A,B,C,D급으로 분류하고 A급은 10점, B급은 5점, C급은 2점, D급은 0점으로 점수를 부여한후 5항목에 관한 점수들의 합을 구한다.
- ④ 합산 결과에 의한 위험도의 등급은 다음과 같다.

등 급	점 수	내 용
등 급 I	16점 이상	위험도가 높다.
등 급 II	11 - 15점 이하	주위상황, 다른 설비와 관련해서 평가
등 급 III	10점 이하	위험도가 낮다.

(라) 4단계 : 안전 대책

- ⑤ 설비대책 : 안전장치 및 방재장치에 관해서 배려한다.
- ⑥ 관리적 대책 : 인원 배치, 교육훈련 및 보건에 관해서 배려한다.

㉠ 적정 인원 배치

구 분	위 험 등 급 I	위 험 등 급 II	위 험 등 급 III
인 원	긴급시, 동시 다른 장소에서 작업을 행할 수 있는 충분한 인원 배치	긴급시, 동시 다른 장소에서 작업이 가능한 인원 배치	긴급시 주작업을 하고 바로 지원이 확보될 수 있는 체제의 인원 배치
자 격	법정자격자를 복수로 배치, 관리밀도가 높은 인원 배치	법정자격자가 복수로 배치되어 있는 인원 배치	법정자격자가 충분한 인원 배치

㉡ 교육 훈련 과목

학 과	실 기
① 위험물 및 화학반응에 관한 지식 ② 화학설비등의 구조및 취급방법에 관한지식 ③ 화학설비등의 운전 및 보전의 방법에 관한 지식 ④ 작업규정 ⑤ 재해사례 ⑥ 관계법령	① 운전 ② 경보 및 보전의 방법 ③ 긴급시의 조작방법

(마) 제5단계 : 재평가

제4단계에서 안전대책을 강구한 후 그 설계내용에 동종설비 또는 동종장치의 재해정보를 적용하여 안전대책의 재평가를 한다.

사진척상황을 사선 그래프로 표현한 것.

장점

- 공사의 지연에 대해 빨리 대처할 수 있다.
- 공사의 진행상태를 표시하는데 대단히 편리하다.

③ 네트워크(Net Work)공정표 : PERT(Program Evaluation and Review Technique)와 CPM (Critical Path Method)이 주로 사용되고 있다.

장점

- 각 작업 상호간의 관련성을 표시할 수 있다.
- 공사 전체의 파악이 용이하다.
- 계획단계에서 공정상의 문제점을 도출할 수 있으므로 작업전에 적절히 수정할 수 있다.
- 작업수속이 과학적이며 신뢰성이 높다.

(2) 공기(工期):공기는 다음과 같은 여러가지 요인에 의해서 결정된다.

① 제1차적인 요인(내부적, 기술적)

- ㉠ 건물용도(주택, 공장, 은행 등)
- ㉡ 건물규모(건물 면적, 층수 등)
- ㉢ 구조(목조, 철골조 등)
- ㉣ 기초의 구조, 정지(整地)의 정도, 마감의 정도, 타일의 유무 등

② 제2차적인 요인

- ㉠ 지리적 입지조건
- ㉡ 기후, 계절 등의 천연현상
- ㉢ 노무사정, 금융사정, 자재상황 등의 사회적·경제적 조건
- ㉣ 도급자의 능력

③ 제3차적인 요인 : 설계의 적부 감독능력 발주자측의 요구

5. 시공일반

(1) 시방서 : 건축설계도에 포함되는 것으로 설계자가 설계도에 표현할 수 없는 사용재료의 품질, 종류, 수량, 공사방법 및 순서, 필요한 시험, 저장방법 등을 공사 전반에 걸쳐 상세히 기재하여 설계자 및 건축주의 의도하는 바를 시공자에게 전달하여 공사수행에 차질이 없게 하는 것이다.

(2) 견적 방법

① 명세 견적 : 설계도서, 현장설명, 질의응답 등에 의하여 정밀히 적산 견적하여 공사비를 산출하는 것으로 공사집행에도 쓰이며 가장 정확한 공사비의 산출이 가능하다.

② 개산 견적 : 설계도서가 불완전하거나 정밀 산출시간이 없을 때 과거 공사경험 등으로 미루어 견적하는 방법으로 일단 입찰하게 되면 그 가격에 대하여 책임을 지므로 신중하게 산출근거를 명확하게 한다.

㉠ 단위 기준에 의한 견적 : 단위 설비에 의한 견적, 단위 면적에 의한 견적, 단위 체적에 의한 견적

㉡ 비례 기준에 의한 견적 : 가격 비율에 의한 견적, 수량 비율에 의한 견적

(3) 공사 시공 방식의 종류별 특징

① 직영 제도

[장 점]

- ㉠ 도급 공사에 비해 영리를 도외시한 확실한 공사를 할 수 있다.
- ㉡ 계약에 구속되지 않고, 임기응변의 처리가 가능하다.
- ㉢ 발주, 계약 등의 수속이 필요 없다.

[단 점]

- ㉠ 공사비가 증대될 우려가 있다.
- ㉡ 시공관리 능력이 부족하고, 공사기일도 연장될 우려가 크다.
- ㉢ 재료의 낭비 또는 잉여가 되기 쉽고, 가설재 시공기계의 불경제성이 크다.

② 도급 계약 제도

[일식 도급의 특징]

- ㉠ 공사 관리가 용이하고, 가설재 등의 중복 사용이 없어진다.
- ㉡ 건축주의 의도나 설계도의 취지가 충분히 반영되지 못한다.
- ㉢ 공사가 거칠고, 불량해지기 쉽다.

[분할도급의 종류별 특징]

- ㉠ 전문공종별 분할도급 : 시설공사중 설비공사(전기, 난방등)를 주체공사와 분리하여 계약하는 방식이다.
 - ㉡ 설비업자의 자본, 기술이 강화되고 복잡한 공사 내용이 전문화되므로 건축주와 시공자와의 의사소통이 잘된다.
 - ㉢ 건축주가 신뢰하는 전문업자를 선택할 수 있으며, 공사비가 다소 저렴해진다.
 - ㉣ 각 공종별 공사와 의견차이로 인해 공사 전체 관리가 곤란하므로, 각공사의 연락조정이 비교적 복잡하다.
 - ㉤ 가설 및 시공 기계의 설치가 중복되어 공사비가 증대될 우려가 있다.
- ㉡ 공정별 분할도급 : 정치, 기초, 구체, 마무리 공사 등의 과정별로 나누어 도급하는 방식으로 후속공사를 다른업자로 바꾸거나 후속 공사금액의 결정이 곤란하며 업자에 대한 불만이 있어도 변경하기 어렵다.
- ㉢ 공구별 분할도급 : 대규모 공사에서 지역별로 공사를 분리하여 발주하는 방식으로 중소기업에게 균등한 기회를 주고 업자 상호간의 경쟁으로 공사기일을 단축하며 시공 기술 행상에 유리하다.
- ㉣ 직종별·공종별 분할도급 : 전문직별 또는 각 공종별로 세분하여 도급하는 방식으로 전문직종에게 건축주의 의도를 정확하게 시공시킬 수 있다.

③ 공동도급 (Joint Venture Contract)

[공동도급의 필요 조건]

- ㉠ 복수 참가자가 독립된 공동체를 작성하고 공동출자하며 공동관리권을 가진다.
- ㉡ 특정한 공사를 목적으로 하며 공동의 영리를 목적으로 한다.(이윤의 증대는 없다.)

[도급의 장점]

- ㉠ 신용자력이 증대된다.
- ㉡ 시공 능력이 증대 된다.
- ㉢ 위험 부담이 분산된다.
- ㉣ 공사 시공의 확실성이 크다.

④ 턴키(Turn-Key) 도급이란 : 건설업자가 대상 계획의 기업·금융·토지조달·설계·시공·기계기구 설치·시운전 까지 주문자가 필요로 하는 모든 것을 인도하는 도급 계약 방식이며 새로운 프랜차이즈 공사와 특정 공사 등에만 적용하고 있다.

[장점]

- ㉠ 공사비의 절감과 그 연구를 유도할 수 있고, 공기단축이 가능하다.

- ㉠ 공사법의 연구 및 개발을 할 수 있다.
- ㉡ 설계, 시공인이 동일인이므로 애로가 적다.
- ㉢ 많은 설계, 시안 중에서 선택하므로 선호도의 제고가 가능하다.
- ㉣ 창의성 있는 설계유도 및 책임시공에 의한 기술개발을 할 수 있다.

[단점]

- ㉠ 설계, 건적 기간이 짧아 계획이 불충분할 우려가 많다.
 - ㉡ 설계의 우수성이 반영되지 못하고, 최저 낙찰제로 인한 건축물의 질이 저하될 우려가 많다.
 - ㉢ 건축주의 의도가 반영되지 못한다.
 - ㉣ 제출하는 도면이 불필요하게 많고, 설계지침이 자주 변경된다.
 - ㉤ 소수업자로 한정되는 경향이 있고, 과당경쟁으로 인한 덤핑의 우려가 많다.
 - ㉥ 대규모 회사에만 제도상 유리하므로 중소기업체의 육성을 저해한다.
 - ㉦ 응찰 각사가 과도한 설계비를 지출하므로 손해가 많다.
 - ㉧ 단순한 구조물이 되기 쉽고, 기능 및 미(美)의 저하가 우려된다.
- (4) 성능 발주 방식이란 : 건축주가 제시한 기본 요건에 맞게 도급자가 제시한 시공법, 공사비 등을 대상으로 심사하여 적격자에게 시공시키는 방식으로 직종별, 공종별 분할 도급에 사용된다.