

M6. 비상 조치 및 계획

Emergency Response & Planning

2006. 3. 22

광운대학교 화학공학과
교수 고재욱

목 차

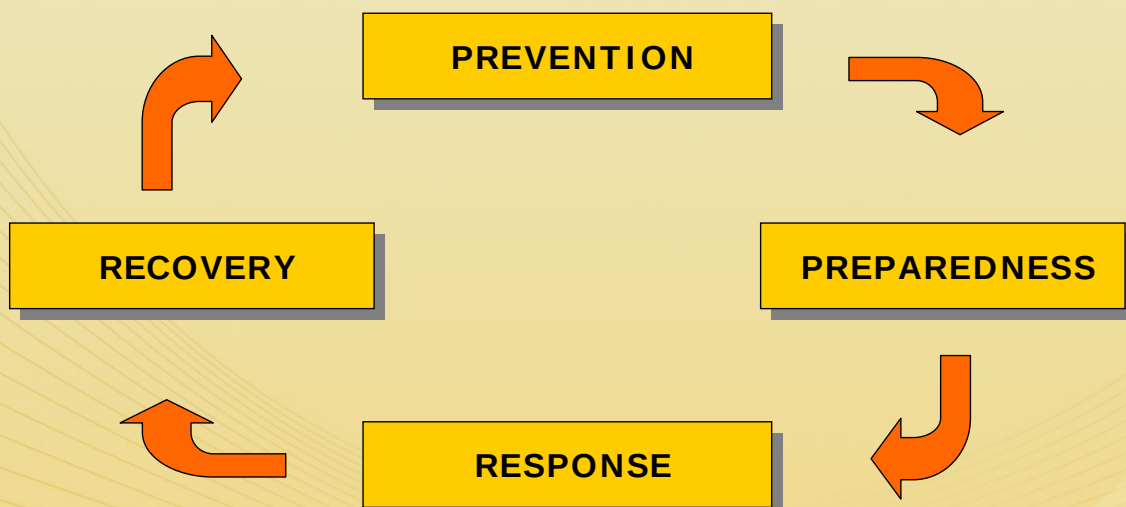
- 비상 조치 및 계획의 4단계
 - 예방 (Prevention)
 - 준비 (Preparation)
 - 대응 (Response)
 - 복구 (Recovery)
- 평가 핵심
- 평가 지표

비상 조치 계획의 4단계

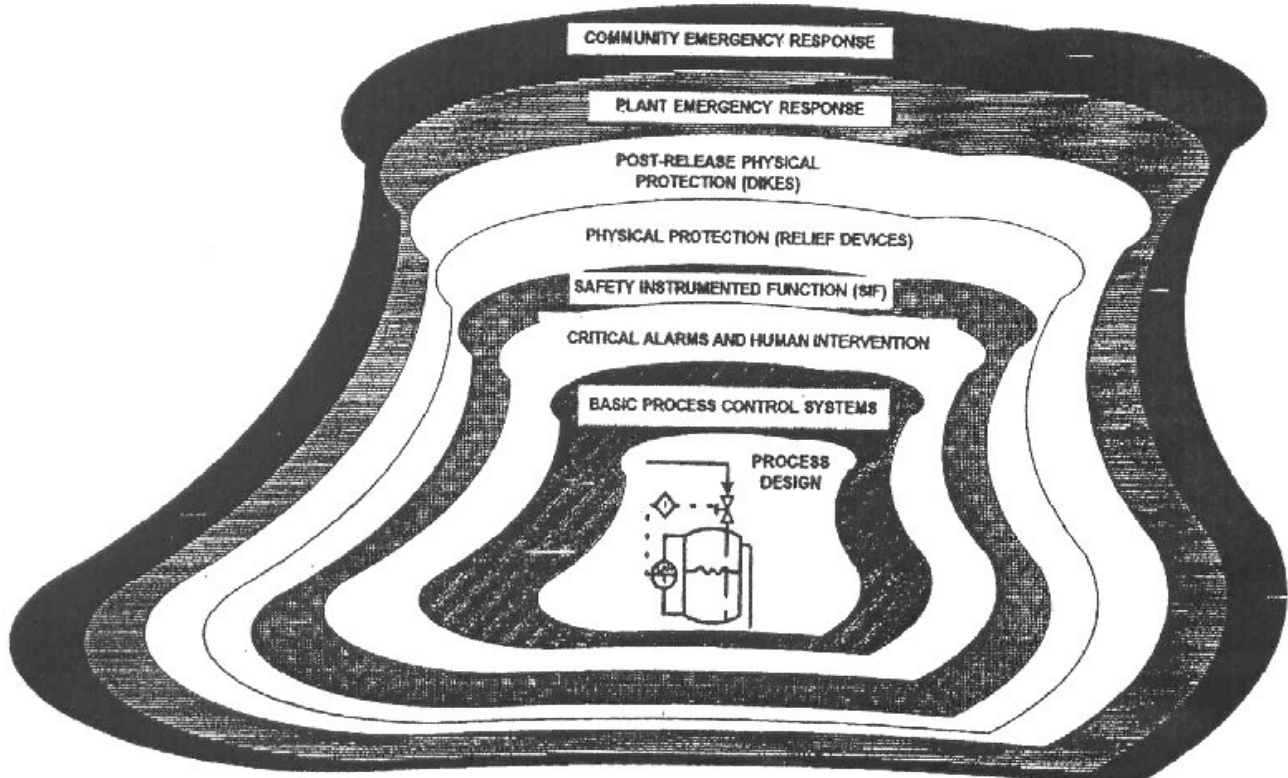
- 예방
- 준비
- 대응
- 복구



비상 조치 계획(4단계 순환과정)



Layers of Protection (Drake & Thurston, 1993)



예방 (Prevention)

- 공정의 위험성 파악
- 완화대책의 수립



예방의 원리 (Principle of Prevention)

- **공정위험의 인식(Process Hazard Recognition)**
 - 화학적, 물리학적 특성의 확인
 - 반응성 및 혼합 위험성 확인
- **본질적 안전한 공장(Inherently safer plants)**
 - 물질 대체 및 완화
 - In-Process Inventory의 감소
- **공정설계 변경(Process Design Modifications)**
 - 연속운전 VS 회분식 운전
 - 압력운전 VS 진공운전
 - 기체 VS 액체
 - 공정제어 전략
 - 냉동(Refrigeration) : 액화가스의 저장 및 수송

완화의 원리 (Principle of Mitigation)

- **공장배치/여유분(Passive), 저장시설과 조업시설의 분리**
- **누출 완화의 원리**
 - 누출의 원인들 파악
 - 누출 완화를 위한 설계
- **누출 후 완화시스템**
 - 누출확산방지 설비(Dike 등)
 - 원격조정 Shutoff, Flow Limitation, 이송
 - 흡수제/폼 등
 - 워터스프레이, 스팀커튼
 - 감지기
- **화재/폭발 완화의 원리**
 - 화재/폭발의 원인들 파악
 - 화재/폭발 완화를 위한 설계

준비 (Preparation)

- 비상조치계획 수립을 위한 사고 확인
- 사고 시나리오의 평가 및 선정



준비 (Preparedness)[1]

- Credible Incidents의 정의
- 비상조치계획을 위한 Credible Incident 확인 기술
- 정량적 평가가 필요한 사고의 우선 순위화
- 정량적 평가에 따른 피해크기 계산
- 비상조치계획 수립용 사고 시나리오의 선정
- 완화시스템의 재검토

준비 (Preparedness)[2]

- Credible Incidents의 정의
 - Localized Incident (e.g., Pump, fire, small toxic release)
 - Major Incident (e.g., major fire, small explosion)
 - Catastrophic Incident (e.g., major explosion, large toxic release)
 - ※ Worst-case Incident (OSHA PSM, EPA RMP)
- 비상조치계획을 위한 Credible Incident 확인 기술
 - 비공식적인 “Expert” 검토
 - Hazard Review (What-If 등)
 - Hazard Analysis (HAZOP, FTA 등)
- 정량적 평가가 필요한 사고의 우선 순위화
 - Risk Ranking Index 활용 (Likelihood and Severity)

준비 (Preparedness)[3]

- 정량적 평가에 따른 피해크기 계산
 - 사고형태
 - ✓ Flash, Evaporation, and/or Aerosol Formation
 - ✓ Toxic or Flammable vapor dispersion
 - ✓ Fire
 - ✓ Explosion
 - Tools
 - ✓ Source and dispersion modeling
 - ✓ Explosion Modeling
 - ✓ Fire or Thermal Effects Area Modeling
 - 피해분석
 - ✓ Toxic Gas Effects(ERPG, IDLH, LC₁₀ 등)
 - ✓ Explosion Overpressure Effects
 - ✓ Fire Effects

준비 (Preparedness)[4]

- 비상조치계획 수립용 사고 시나리오의 선정
 - The Upper Boundaries of Severity of Consequences
 - The Upper Boundaries of Risk
- 완화시스템의 재검토
 - 예방시스템의 적절성
 - 완화시스템의 적절성
 - 누출처리시스템의 적절성

대응(Response)

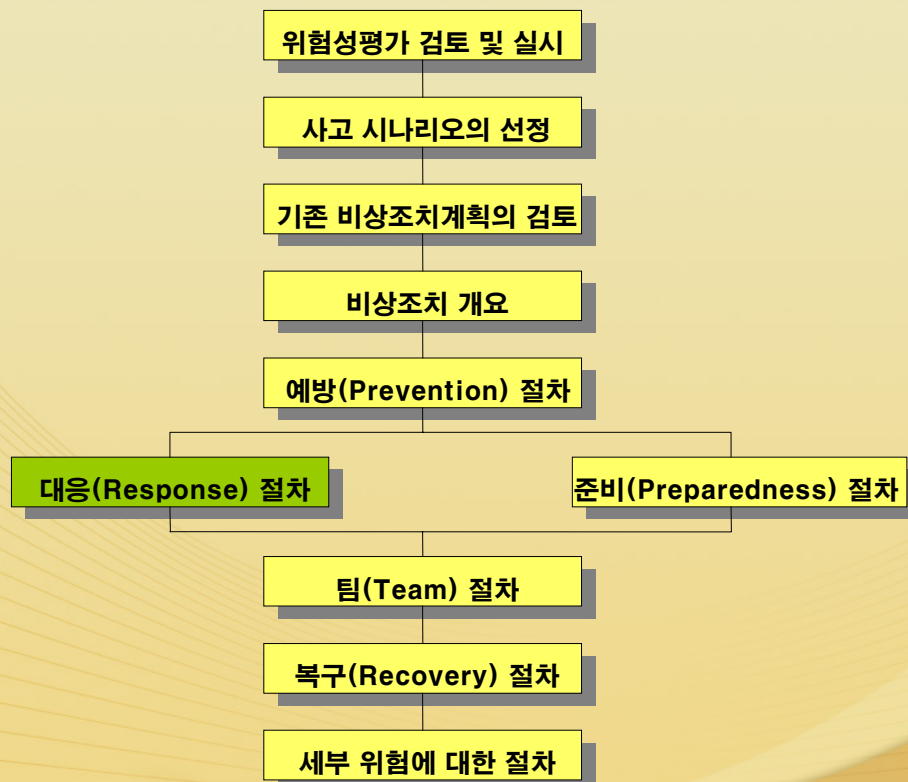
- 사고에 대한 명령체계 및 대응전략 수립
- 비상대응시스템 및 설비의 검토



대응(Response)

- ◆ 비상 조치 계획 수립 절차
- ◆ 비상 조치 계획의 정의
- ◆ 관련 법규
- ◆ 비상시 행동요령 수립
- ◆ 비상 조치 계획 수립
- ◆ 비상 대응 설비

◆ 비상 조치 계획 수립 절차



◆ 비상 조치 계획의 정의

- **비상 조치 계획이란 ?**
 - 주어진 인적 · 물적 자원을 효과적으로 활용하여
비상 사태시 피해를 최소화 할 수 있도록 체계화하는 것
- **비상 조치 계획의 목적**
 - 인적 · 물적 피해 최소화
 - ⇒ 종업원 안전 확보
 - ⇒ 설비 손실 최소화
 - ⇒ 생산 기회 손실 최소화
 - ⇒ 공중 협력 체계화
 - ⇒ 인근 주민 안전 확보

◆ 관련 법규

- **산업안전보건법(노동부)**
- **OSHA (미국 산업안전보건청)**
 - Occupational Safety And Health Stds
(29 CFR 1910.119)
 - ⇒ PSM of Highly Hazardous Chemicals 관련 2가지 요소 중
Emergency Planning and Response에 해당
- **EPA (미국 환경보호청)**
 - Chemical Accident Prevention Provisions(40 CFR
68.95)
 - ⇒ Emergency Response Program

◆ 비상시 행동요령 수립

• 주요내용

- 비상시 대피절차 및 대피경로
- 대피 전 주요공정에 대한 비상운전 절차 및 운전책임자
- 비상대응관련 임무 책임 및 권한
- 대피 후 인원파악 및 대피자 행동지침
- 비상사태에 대한 신고/보고 수단
- 구조/구급에 관한 절차

◆ 비상 조치 계획의 수립

- 비상 사태의 구분
- 비상 대응 절차 체계
- 비상 대응 조직
- 비상 대응 FLOW
- 비상 관련 작업표준
- 비상 대응 훈련
- 비상시 연락체계

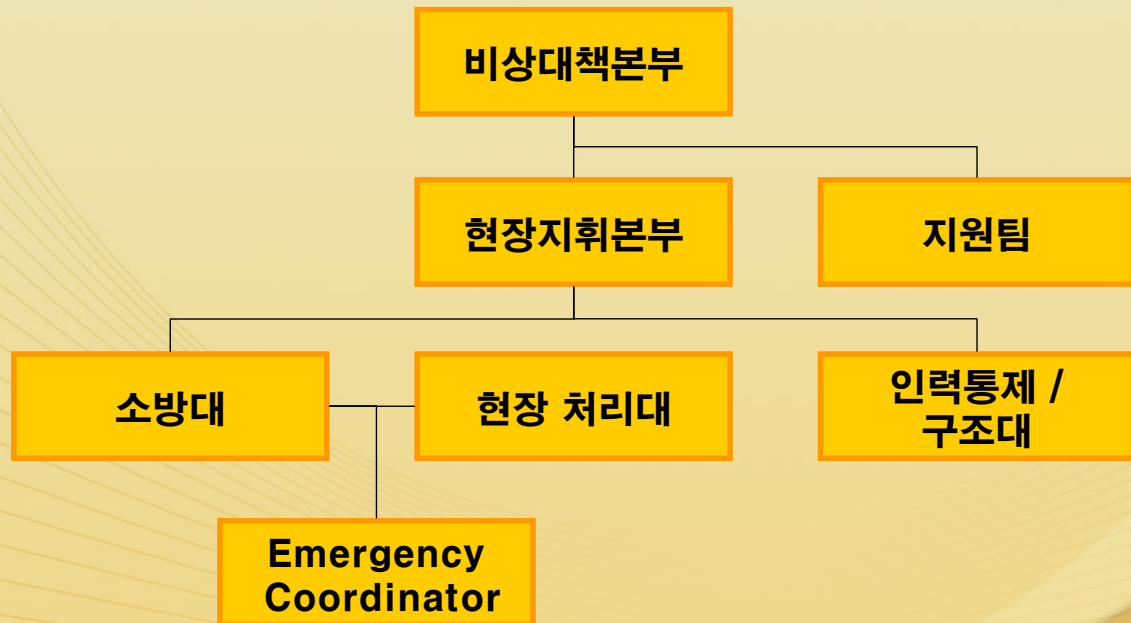
■ 비상 사태의 구분

- 화재 및 폭발
- 가연성 및 독성가스의 누출
- 누유 (해상 및 육상)
- 태풍 및 폭우
- 지진

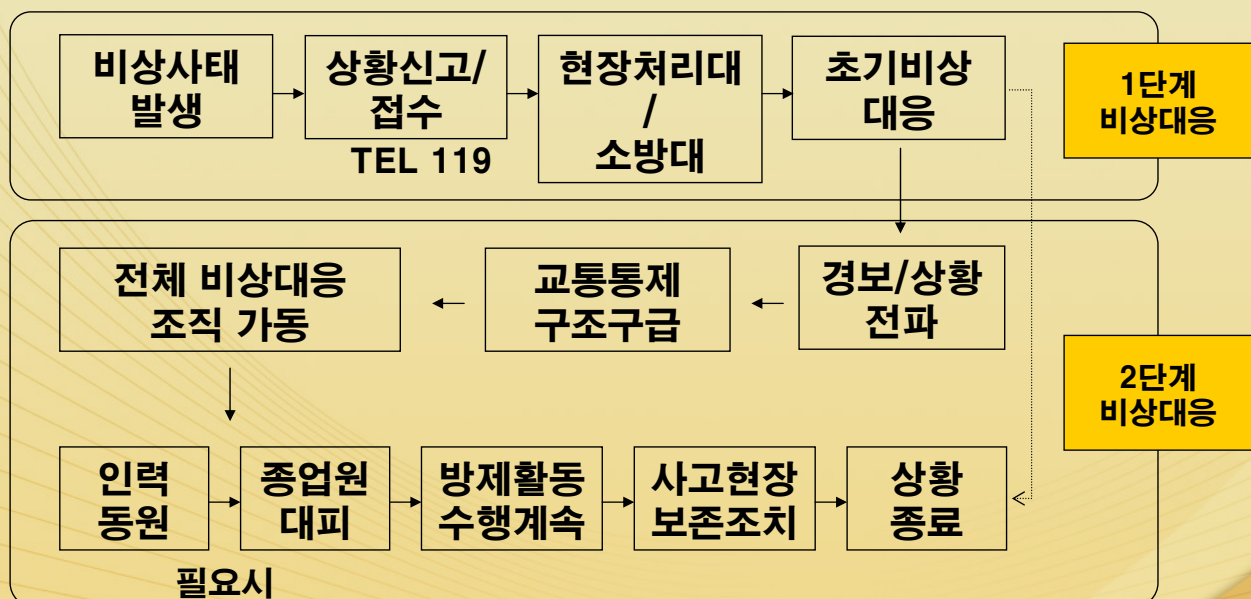
■ 비상 대응 절차 체계



■ 비상 대응 조직



■ 비상 대응 FLOW



■ 비상 관련 작업 표준(생산팀)

비상 사태별 대응절차

비상 대응 작업 표준	비상시 운전작업 표준
○ 화재/폭발시 ○ 가연성 가스 누출시 ○ 독성가스 누출시 ○ 태풍/폭우시 ○ 지진발생시 ○ 비상대응 훈련 ○ Team단위 비상연락체계 ○ 주요 설비별 화재 시나리오	○ 비상 운전 절차 ○ 비상운전정지절차 ○ Utility Failure시 - Power Failure - I/A 공급중단시 - Steam, C/W공급중단시 ○ Main설비 이상시 - Pump, Heater, Reactor등 ○ 인근공정 Trouble시

■ 비상 대응 훈련(예)

- 합동 비상 대응 훈련 : 2회/년
- 현장부서/ 안전부서 합동훈련: 1회/주
- 현장부서 자체훈련: 1회/주
- 비상 연락 훈련(Group 별) : 2회/월
- 자위 소방원 훈련: 2시간/2주 (1인당)
- 종업원 소방훈련: 2시간/년 (1인당)

■ 비상시 연락 체계

- 사내 119 신고 체계 구축
 - 사내 인체사고, 화재/폭발, 환경오염, 누출사고시 신고일원화
- 비상방송 SYSTEM
 - 안전팀/ Control Room / 사고현장/ 전공장 방송가능
- 동시통보 SYSTEM
 - 공장별/ 각 Team 및 비상대책 본부원등
- TRS (공용 주파수 방식 무전기) 설치
 - 기존 무전기의 통신 반경 제한 및 통신불능 문제점 보완
- Hot Line & One Touch Call
 - 안전부서 -생산부서간 Hot line설치
 - SKOC , SKGAS, SK해운 및 사내 9개소
 - 경영기획실, 회장, 사장등

◆ 비상 대응 설비

- 비상 대응 시설
 - Fire Water System
 - Fireproofing
 - Emergency Isolation Valves
 - Toxic Gas Protection
 - Fire Detection System
 - Gas Detection System
 - Portable Fire Extinguisher
 - Clean Agent Fire Extinguishing System등

복구(Recovery)

- 사고후의 빠른 대책 수립
- 설비의 안전성 확보/
비상대응 시스템 복구



복구 (RECOVERY)

- Managing Recovery
- Scene Security
- Employee Assistance
- Damage Assessment
- Process Data Collection
- Incident Investigation
- Restoration of Safety and Emergency Systems
- Legal
- Insurance
- Public Information

비상조치 관련 법규



산업안전보건법

- 산업안전보건법 제20조 안전보건관리규정의 작성등, 49조의2 공정 안전보고서의 제출등
- 시행령 제33조의6 공정안전보고서의 내용
- 시행규칙 제130조의2 공정안전보고서의 세부내용등
- 고시 제98-67호 공정안전보고서의 제출.심사 등에 관한 규정 40조 비상 조치계획의 작성, 53조 비상조치계획
- KOSHA CODE P-29-2000 비상조치계획 수립지침, P-37-2004 최악의 누출시나리오 선정지침

고압가스안전관리법

- 고법 제13조의2 안전성평가등
- 시행령 제10조 안전성향상계획의 내용
- 고법통합고시 제10-1-3조 안전관리규정의 작성기준등,
제10-2-5조 안전성향상계획서의 세부내용

평가 핵심 및 지표



평가 핵심

- 비상 조치 계획(4단계) 내용의 적절성
- 비상 조치 계획의 현실적인 수립 여부
- 비상 조치 절차 제반사항의 문서화
- 사고 시나리오 분석 및 피해 예측 결과의 활용성
- 비상 조치 절차의 교육·훈련(근로자 숙지상태, 훈련기록)

평가 지표[1]

구성요소	평가 항목	가중치
비상 조치 조직 및 관리 (30)	1. 문서화	4
	2. 비상 조치 관리자	4
	3. 관리자 교육	4
	4. 장비점검	4
	5. 비상 조치팀	4
	6. 비상 조치팀의 교육훈련	10

평가 지표[2]

구성요소	평가 항목	가중치
비상 조치 계획의 수립 (35)	7. 위험성 평가 결과의 활용	5
	8. 비상 연락망의 비치	2
	9. 비상 연락망의 개정	2
	10. 칼라코드 및 라벨링	4
	11. 지역사회의 비상 조치 계획	4
	12. 수송 중 비상 조치	3
	13. 지역사회의 비상 조치 장비	5
	14. 비상 조치 계획서	10

평가 지표[3]

구성요소	평가 항목	가중치
비상 조치 교육 및 훈련 (20)	15. 훈련실시 여부	5
	16. 인근 및 지역사회의 참여	5
	17. 훈련 목표	3
	18. 비상 조치 계획의 열람	3
	19. 비상 조치 절차의 인식	4

평가 지표[4]

구성요소	평가 항목	가중치
응급 조치 관련사항 (15)	20. 응급 조치 요원의 수	3
	21. 응급 조치 요원의 교육 수준	3
	22. 관리자의 교육 이수여부	2
	23. 응급 조치 요원의 연락	3
	24. 장비 확보 상태	4

Thank you for your attention!!!

경청해 주셔서 감사합니다!!!