

가스플랜트에서 철골 구조물에 대한  
내화기준의 합리적인 개선방안

(A Study on Improvement of Legal Requirement for  
Fire Proofing for Steel Structures in a Gas Plant)

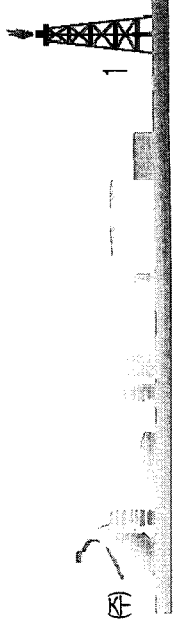
2007. 4. 11

차순철: 차스텍이앤씨(주) 대표  
황순용: 한국산업안전공단 국장(1급)



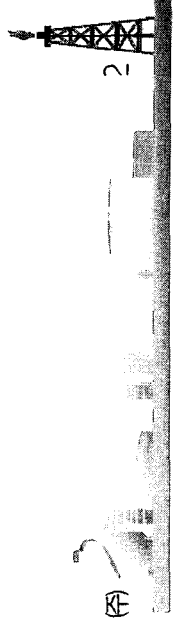
한국산업안전연구원  
KOSHA OF OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH AGENCY

CEC 기술사사무소 차스텍이앤씨(주)



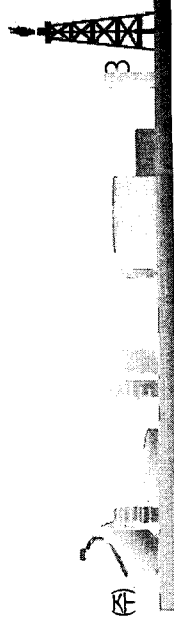
# 목 차

1. 서론
  2. 용어정의
  3. 내화구조 대상 및 범위
  4. 내화재료 및 성능
  5. 제도 및 실행상의 문제점
  6. 결론 및 향후과제
- ❖ 참고문헌



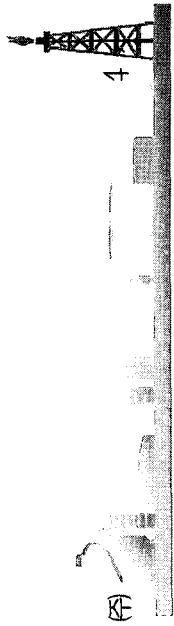
# 1. 서 론

- ◇ 산업구조의 변화에 따라 산업현장의 화재위험물질 보유량이 증대되고 있으며, 좁은 공간의 장치 집약화가 진행되고 있어 화재 시 철골구조물의 강도 저하로 인한 붕괴 및 화재·폭발사고의 확대 등 2차 재해의 위험이 증가하고 있음.
- ◇ 따라서 화재위험 지역의 철골구조물에 대한 내화구조는 매우 중요하나, 내화에 대한 인식이 부족하고 제도적 뒷받침도 미흡한 실정임.



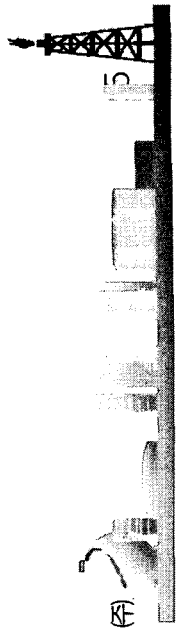
## 2. 용어 정의

- ◆ **내화구조(fire proofing):**  
건축물의 기둥 및 보, 위험물 저장·취급용기의 지지대 및 배관·전선관 등의 지지대가 화재 시 일정시간 동안 강도 및 그 성능을 유지할 수 있도록 화재에 견디는 구조
- ◆ **내화성능(fire resistance):**  
정해진 가열시험방법에 따라 시험한 결과 각 단면에서 측정된 강재의 평균 온도가 538 °C를 넘지 않고, 온도가 측정된 어느 곳에서도 649 °C를 넘지 않는 조건
- ◆ **내화재료(fire proofing materials):**  
내화구조에 사용되는 재료로서 내화 콘크리트, 내화 뱀철재, 내화 도료 등의 재료

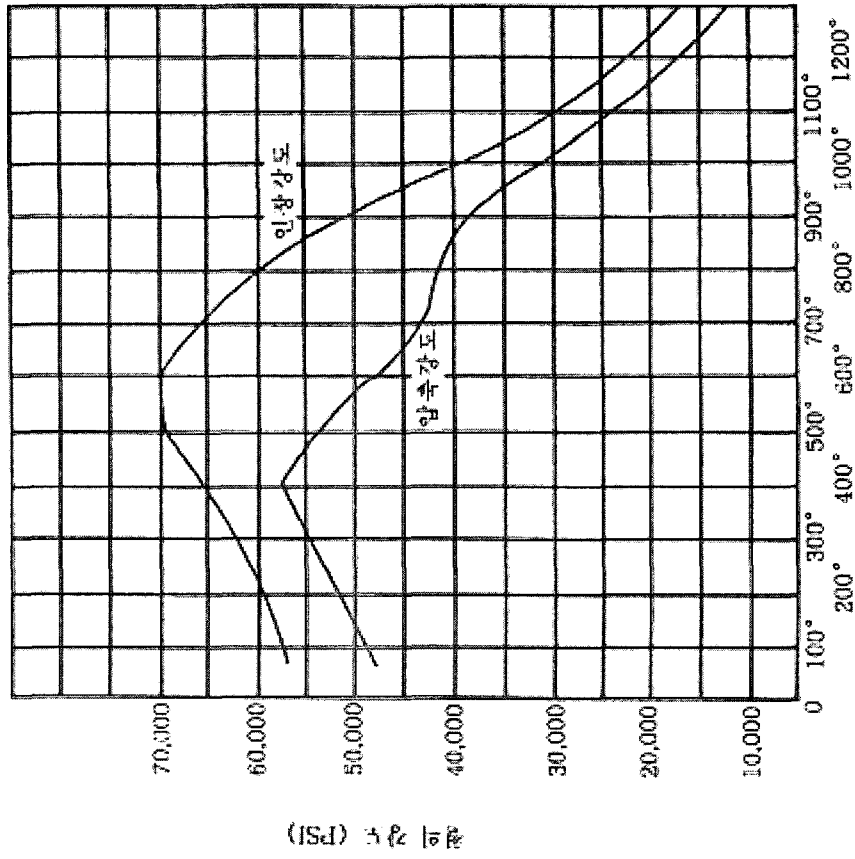


# 철골 구조물에 대한 화재의 영향

- 화재 시 고열 발생 : 1000°C 내외
- 강재의 특성 변화 (일반적으로 H-Beam)
  - 열에 일정시간 이상 노출 (600°C 이상)
  - 강도(인장강도, 압축강도 등)에 급격한 변화 발생
  - 강구조물이 뒤틀리거나 휘어져서 결국 건축구조물  
이 붕괴
- 2차 사고(배관 파열에 의한 화재확산 등)로 진행



# 화재 노출 시 철재의 강도변화

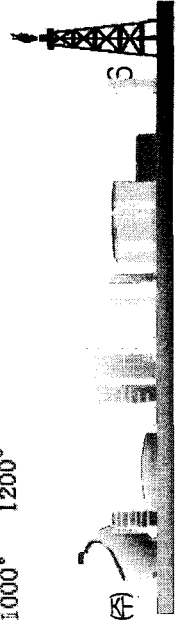


철의 온도(°F)



**한진엔지니어링컨설팅**  
HANJIN ENGINEERING CONSULTANTS & ARCHITECTS

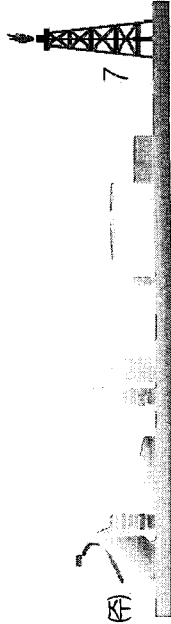
**CEC** 기술사사무소 치스텍이앤씨㈜



### 3. 내화구조 대상 및 범위

➤ 고압가스안전관리법(시행규칙 별표 4-3-다-(5))

- 배관은 지진·풍압·지반침하·온도변화에 의한 신축 등에 대하여 안전한 구조의 지지물로 지지하여 둘 것.
- 배관 지지물은 철근콘크리트구조 또는 이와 동등이상의 내화성을 가지는 것으로 할 것.  
다만, 화재로 인한 변형의 우려가 없는 경우에는 그러하지 아니함.



▶ **산업안전보건법 (산업안전규칙 제290조: 내화기준)**

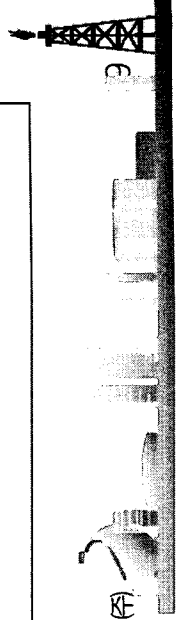
- 가스 또는 분진폭발위험장소에 설치되는 건축물 등으로서 다음 각호에 해당하는 경우
  1. 건축물의 기둥 및 보는 지상1층(1층 높이가 6m를 초과하는 경우 6m)까지
  2. 위험물 저장·취급용기의 지지대(높이가 30cm 이하인 것은 제외)는 지상에서 지지대의 끝부분까지
  3. 배관·전선관 등의 지지대는 지상으로부터 1단(1단 높이가 6m를 초과하는 경우에는 6m)까지
- 다만 건축물 등에 물 분무시설 또는 폼헤드설비 등의 자동소화설비를 설치하여 2시간 이상 내화를 유지할 수 있는 경우에는 생략 가능



➤ 건축법(법 제40조 및 시행령 제56조)

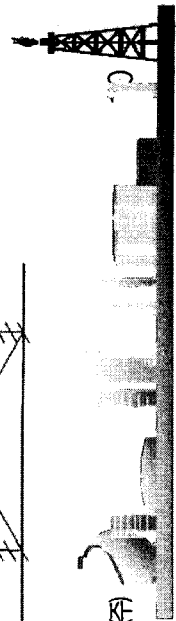
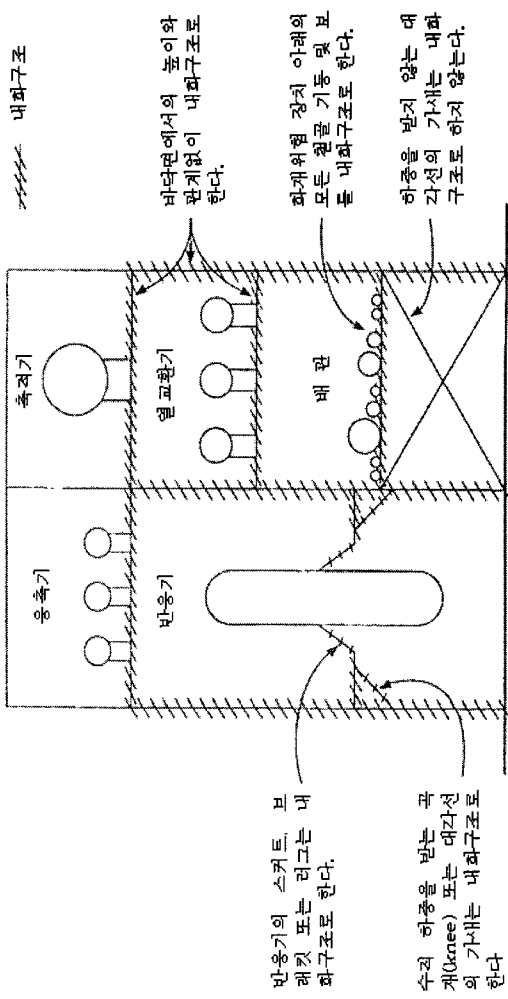
.....

| 용도 구분  | 대 상  |
|--|--|
| 문화 및 집회시설(전시장 및 동·식물원 제외)<br>의료시설 중 장례식장, 위락시설 중 주점영업  | 관람석, 집회실의 바닥면적<br>200m <sup>2</sup> 이상인 것 (옥외 관람석<br>은 1,000m <sup>2</sup> 이상) |
| 문화 및 집회시설 중 전시장 및 동·식물원,<br>판매 및 영업시설, 교육연구 및 복지시설,<br>체육관 및 운동장, 위락시설, 창고시설, 화장장,<br>위험물 저장 및 처리시설, 방송국, 관광휴게시설 | 용도에 쓰이는 바닥면적이<br>500m <sup>2</sup> 이상인 것                                       |
| 공 장  | 용도에 쓰이는 바닥면적이<br>2,000m <sup>2</sup> 이상인 것                                     |
| 단독주택 중 다중주택, 의료시설, 교육연구 및<br>복지시설, 업무시설 중 오피스텔 또는 숙박시설   | 용도에 쓰이는 바닥면적이<br>400m <sup>2</sup> 이상인 것                                       |



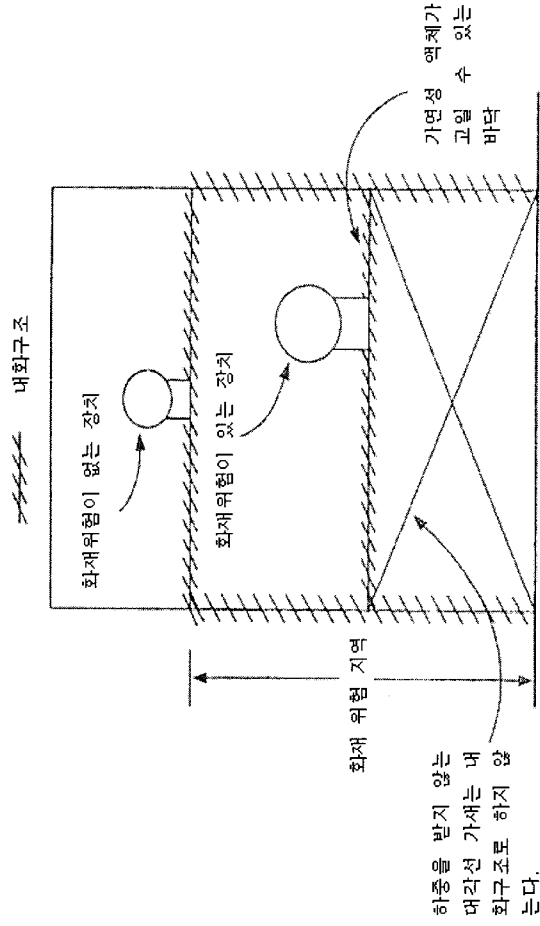
## ▶ API Code 2218

- 다층 구조의 철골구조물 (Pipe Rack 제외)
- 연료추가 또는 화재확대의 잠재성이 있는 설비를 지지하는 구조물인 경우에는 가장 높은 위치까지 수직 및 수평의 지지구조물에 대하여 내화구조로 하여야 함.



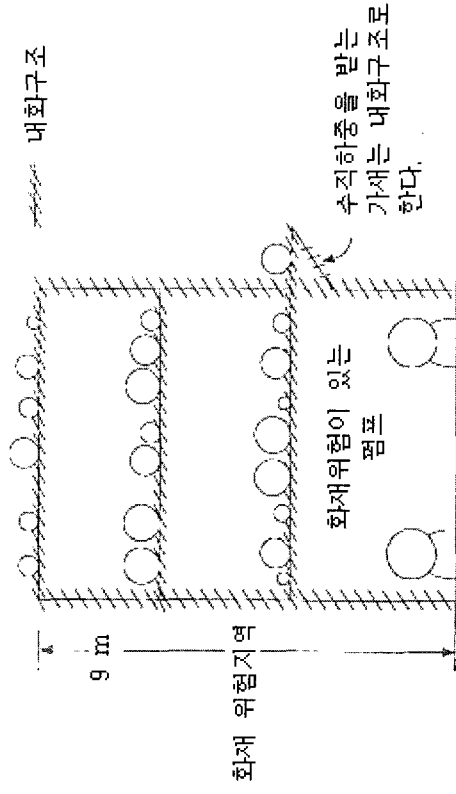
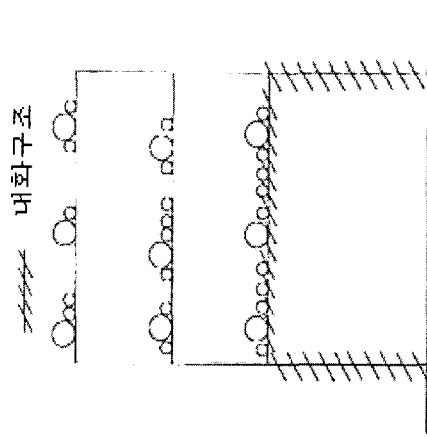
## ➤ API Code 2218

- 액체상태의 탄화수소 물질이 다량 유지되는 바닥과 플랫폼은 지면에 설치된 것과 동등하게 상부의 철골 구조물에 대하여 내화구조로 설치하여야 함.



## ▶ API Code 2218

- Pipe Rack 지지구조물
  - Pipe Rack이 화재위험지역 내에 있는 Pipe Rack 1단까지(다만, Pipe Rack 하부에 내용량 펌프가 있는 경우는 9.1m 까지) 모든 수직 및 수평구조물을 내화구조로 설치하여야 함.



(펌프가 없는 경우)

(펌프가 있는 경우)



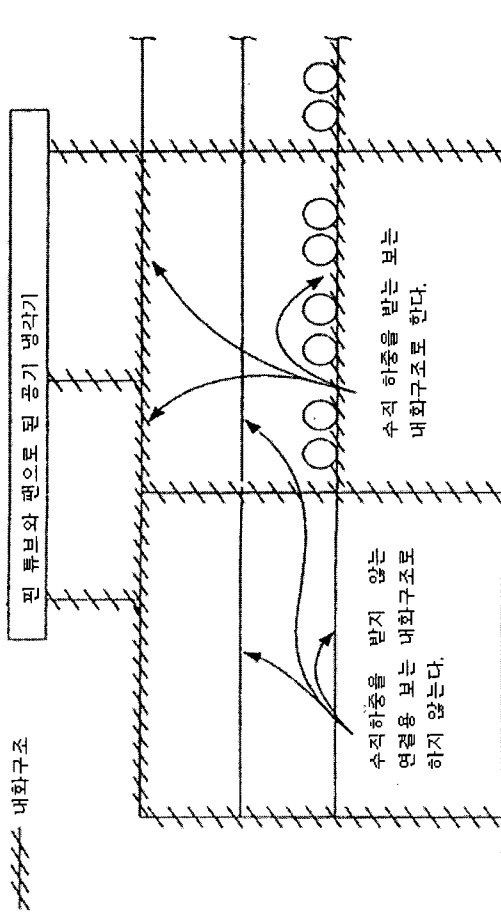
한국신원인재개발원  
Korea Fire Research Institute

CEC 기술사사무소 차스텍이엔씨(주)

· 2

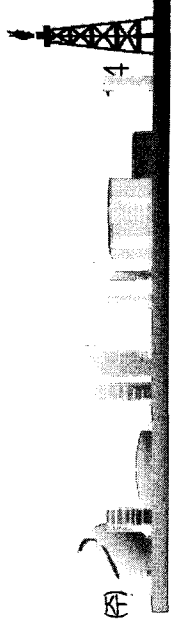
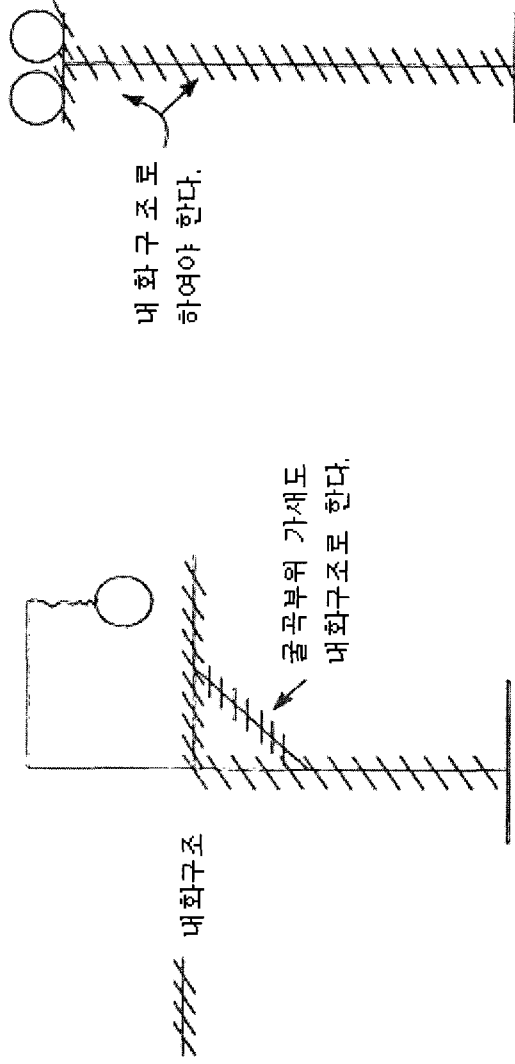
## ➤ API Code 2218

- Pipe Rack 최상부에 Fin-Fan형 공기냉각기가 있는 경우에는  
높이에 관계없이 전 단(층)의 모든 수직 및 수평구조물을  
내화구조로 설치하여야 함.



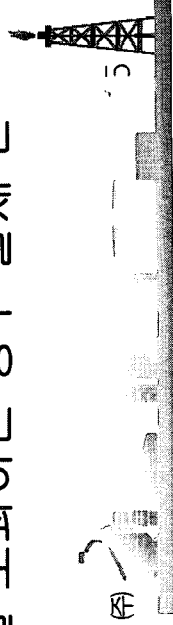
## ▶ API Code 2218

- 배관이 Pipe Rack 을 벗어나 측면 Pipe Rack 또는 독립적인 기둥을 필요로 하는 경우에 직경 150mm 이상의 배관 등 주요 배관의 지지대는 내화구조로 설치하여야 함.



## ▶ API Code 2218

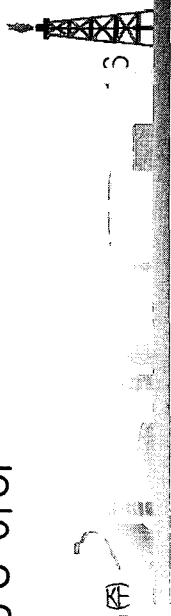
- Tower 및 Vertical Vessel의 Skirt 내화조치
  - Tower 및 수직용기의 Skirt 외부 표면
  - ※ 스킵트에 직경 600mm 이상의 개구부가 있고, 내부에 플랜지 또는 밸브가 있는 경우에는 내부도 내화구조로 설치하여야 함.
  - Skirt에 부착된 Bracket 또는 Lug도 포함.
- Tower 및 Vessel의 Leg
  - 탑류 또는 용기류가 노출되는 지지대 위에 설치되면, 지지대의 가장 높은 위치까지 내화구조로 설치하여야 함.
- Horizontal Type 열교환기, 냉각기, 드럼 등의 받침대
  - 직경 750mm 이상인 열교환기, 냉각기, 드럼 등의 받침대가 콘크리트 받침대와 동체와의 간격이 300mm를 초과하는 경우 철제 받침대도 내화구조로 설치하여야 함.



## 4. 내화재료 및 성능

### ➤ 산업안전보건법(안전규칙 제290조 : 내화기준)

- 내화재료의 종류는 제한하지 않고 있으며, 내화성능은 산업표준화법에 의한 한국산업규격(KSF)2257-1,6,7(건축부재의 내화시험방법) 또는 동등이상의 시험방법에 의한 내화시간 1시간 이상인 경우 인정하고 있음.
- 다만 건축물 등에 물 분무시설 또는 폼헤드설비 등의 자동 소화설비를 설치하여 2시간 이상 유지할 수 있는 경우에는 생략 가능
- ❖ KSF 2257 가열시험 판정기준
  - 내화시간(1시간, 2시간, 3시간) 가열시험 결과 평균온도:538℃ 이하, 최고온도:649℃ 이하

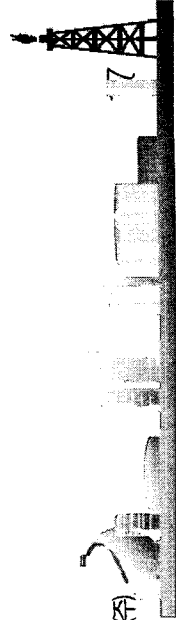




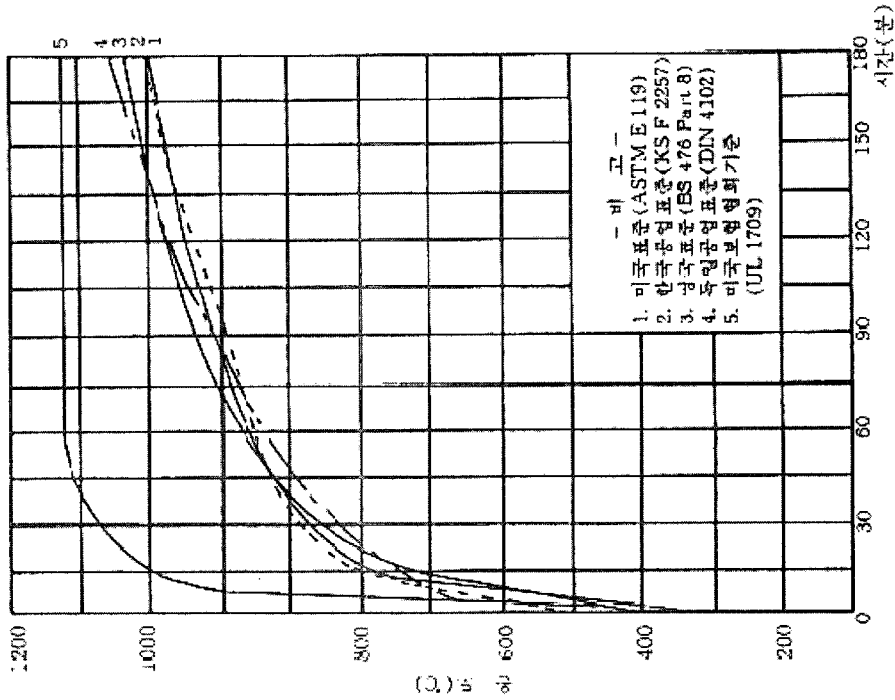
▶ 건축법(법 제40조 및 건교부 고시 제 2000-93호)

.....

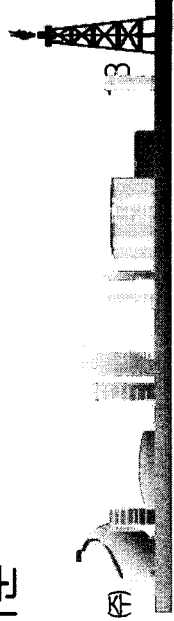
| 용도 구분    |  | 용도 규모(층수/최고높이(m)) | 내화시간(보/기둥) |
|----------|--|-------------------|------------|
| 일반<br>시설 | 업무시설, 판매 및 영업시설, 군<br>사시설, 방송국, 발전소, 전신전<br>화국, 통신용시설, 관광휴게시<br>설, 운동시설, 문화 및 집회시설,<br>교육연구 및 복지시설 | 12층 / 50m         | 초과<br>3 시간 |
|          |  | 4층 / 20m 이하       | 이하<br>2 시간 |
|          |  |                   | 1 시간       |
| 주거<br>시설 | 다가구주택, 공관, 공동주택,<br>숙박시설, 의료시설   | 12층 / 50m         | 초과<br>3 시간 |
|          |  | 4층 / 20m 이하       | 이하<br>2 시간 |
|          |  |                   | 1 시간       |
| 산업<br>시설 | 공장, 창고시설, 분노 및 쓰레기<br>처리시설, 정비공장, 위험물저<br>장 및 처리시설   | 12층 / 50m         | 초과<br>3 시간 |
|          |  | 4층 / 20m 이하       | 이하<br>2 시간 |
|          |  |                   | 1 시간       |



## ❖ 성능시험 시 가열속도

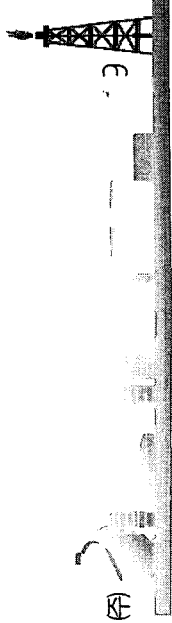


- 미국, 영국, 독일, 한국과 비슷
- UL-1709(미국보험협회 기준)
  - 화재발생 후 15분 : 1050℃
  - 화재발생 후 45분 : 1120℃
  - 석유 시추선/채유선, 위험물 운반선박 등에 적용 중임
  - 화학공장에 적용하는 국가는 현재까지 없음
  - 보험요율과 연계되는 기준
  - 영국선박협회(Lloyd) 기준과 비슷
  - 내화재료 시험 중 가장 엄격한 기준



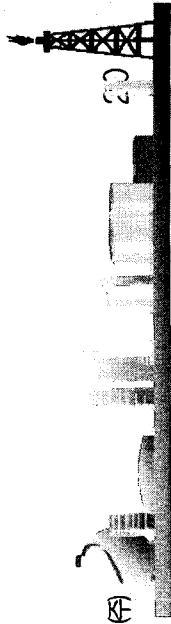
## 5. 제도 및 실행상의 문제점

- 모든 건축구조물 등을 내화구조로 설치하려면 상당한 시간과 비용이 소요되는 등 어려움이 있으므로 적절한 범위에 대하여 내화구조로 시공하여야 하나, 국내 관련법 상의 대상 및 범위가 상이하거나 명확하지 않음.
- 현재 시행하고 있는 내화시험방법(KSF-2257)은 일반화재에 적용하는 온도상승곡선을 적용하고 있으며, 대형 가스화재, 유류화재 등의 경우 급속하게 온도가 상승될 수 있으므로 대형 가스시설, 유류취급시설 등에는 적합하지 않음.
- 내화성능을 유지하기 위해서는 정확한 시공과 명확한 감리기준이 필요하나 현재 구체적인 기준이 없으며, 시공 후 균열, 탈락 등 손상 부위에 대한 보수가 미흡한 실정임.



## 6. 결론 및 향후과제

- 내화시공은 보다 엄격한 기준을 선정하여 설계단계에 서부터 고려하여야 함.
- 내화구조와 관련된 관계법령의 정비, 통합, 일관성 및 관련 기술기준 등이 개정되어야 함.
- 대형 가스화재, 유류화재와 같이 급속한 화재확산에 해당하는 내화시험방법에 의한 내화성능 인증이 적용되어야 함.
- 내화시공에 대한 감리기준이 요구됨.
- 내화시공 부위에 대한 적절한 보수 및 유지관리가 요구됨.



# 참고문헌

1. API RP 2218(Fireproofing practices in petroleum and petrochemical processing plants)
2. IRI Information(Fireproofing for oil and chemical properties)
3. Shell Standards(Fireproofing of steel structures)
4. Caltex General Engineering Specification GPS-M2 (Fireproofing)
5. KSF 2257-1,6,7(건축 부재의 내화시험방법)
6. UL-1709(Rapid rise fire test of protection materials for structural steel)

