

알루미늄 폭발 화재

김 동 일 <위험관리부 과장>

「화재에는 물」이라는 관념은 금속화재에서는 통용 되지 않는다. 가연성의 금속 중 특히 알루미늄 분체(粉體)는 위험성이 크고, 기타의 금속에 있어서도 절삭 칩(chip) 또는 분진에는 화재와 폭발의 위험이 있으므로 세심한 주의의 하여야 한다.

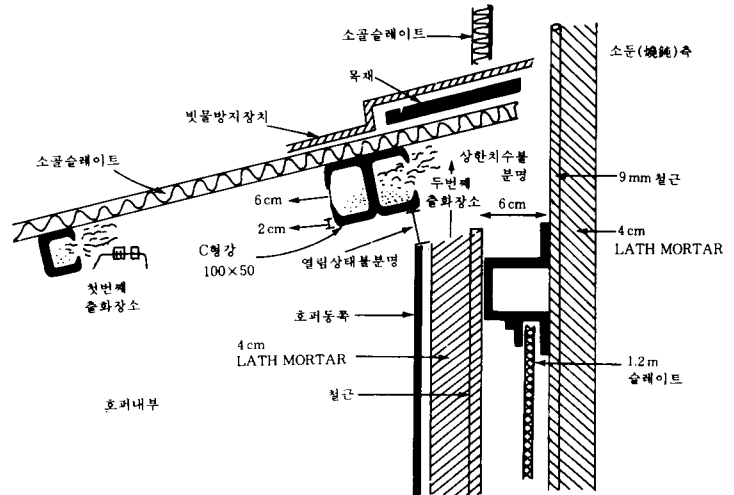
1. 화재 개황

- 출화장소 : 日本 靜岡縣 三菱알루미늄(株) 富士 製作所
- 출화일시 : 1986. 12.27 14:23
- 출화원인 : 용단기(鋸斷機) 불꽃이 지붕의 C형강에 퇴적된 알루미늄 분진 등에 착화, 폭발한 것으로 추정
- 피해 : 철골 슬래이트 1층 건물 58,000m² 중 245m² 파괴 (폭발이므로 소손 피해 없음), 사망 1명, 부상 4명

2. 화재 발생 경과

화재가 발생한 三菱알루미늄 富士제작소의 프로펠러기 (박판 가공에서 생긴 칩, 분말 등을 배관으로 운반, 호퍼 내에 모아 프레스 가공으로 괴상 알루미늄을 만드는 기계)가 낡아 고장이 발생하였다. 공장에서는 휴일을 이용, 이를 교환하기 위하여 하청업자에게 기계의 해체를 의뢰하였다.

해체작업에 앞서 하청업자(7인)는 오전 중에 프로펠러의 알루



<그림> 출화장소

미늄 분진 제거를 위해 대청소를 실시했다. 오후부터 해체작업에 들어가 호퍼(Hopper) 상부의 철관을 용단(鋸斷)하기 시작하였다.

용단작업시 불꽃이 부근의 알루미늄 분진에 1차 착화하였으나 CO₂소화기로 소화할 수 있었다. 두번째에는 추녀의 C형강 안에 퇴적되었던 알루미늄 분진에 착화하였다. (<그림>출화장소 참조)

하청업자는 회사의 작업지침에 따라 CO₂ 소화기 5대로 소화작업에 임하였다. 그러나 출화장소의 내벽과 C형강이 너무 근접하여 소화활동이 곤란하였다.

그 사이 화재가 확대되어 우왕좌왕 하는 동안 한 종업원이 근처에 있던 수도 호스로 물을 뿌리자

수초 후에 폭발하였다.

이 폭발 사고로 프로펠러실 부분 245m²의 지붕과 벽이 모두 파괴되고, 초기소화에 임했던 하청업체의 종업원 1명이 사망, 3명이 중상을 입었으며 또한 부근에 있던 三菱 직원 1명이 경상을 입었다.

3. 교훈과 소견

이 화재는 금속화재, 분체화재, 폭발화재 등 3가지 요인과 위험물의 복합화재라고 할 수 있다.

가. 알루미늄의 화재특성

단순히 알루미늄이라고 해도 화합물의 종류에 따라 전해용 촉매, 내화물 등에 사용되는 산화알루미늄(Al₂O₃), 알루미늄의 제조,

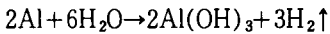
합성피혁 마감가공(Buffing) 제 등에 이용하는 초산알루미늄, 기타 황산알루미늄, 수산화알루미늄 등 다종다양하다.

알루미늄은 가벼운 은백색의 금속으로서 연성(延性), 전성(展性)이 풍부하고 비중은 2.71로서 가볍다. 열전도와 전기 전도도가 양호하며 용점은 658.8°C, 비점은 2,327°C(768mmHg)이다.

공기 중에서 표면에 산화피막을 생성하고 괴상(塊狀)으로는 공기 중에서 연소하지 않으나 질삭 칩(Chip) 등에서는 주의가 필요하다. 특히 미세분말이 되면 인화, 폭발에 주의하여야 하며 연소하고 있는 알루미늄 분말에 주수(注水)하면 폭발을 일으킬 위험이 있다.

나. 알루미늄 분진의 폭발

이 사고는 연소하고 있는 알루미늄 분진에 물을 부어 발생한 수소 가스가 돌연 폭발한 것으로 원인 조사에서 밝혀졌다. 그 방정식은 다음과 같다.



다. 알루미늄의 소화실험

알루미늄의 발열량은 196.7Kcal로서 대단히 높다. 따라서 주수소화가 곤란하므로 산소의 차단효과가 큰 소화기를 사용하여 실험하였다.

① 실험방법

〈표〉 금속화재 (폭발) 사례

화재발생물질	화재개요
금속나트륨	① 옥내저장소의 배수구가 막혀있는 상태에 빗물이 침투되어 뚜껑을 잘 덮어두지 않은 금속나트륨과 물이 접촉, 발화.
	② 금속나트륨이 들어 있는 용기를 드럼에 넣어 옥외보관 하였는데 부식부분에서 보호액이 증발하고, 침투된 물과 접촉하여 폭발, 비산, 연소.
	③ 연구소 내의 시험배관에서 용융나트륨이 누설, 연소.
	④ 구조공장 내에 저장 되어 있던 금속나트륨의 보호액이 감소하여 공기와 접촉, 발화.
	⑤ 금속나트륨 용융 연구시설에서 정전으로 순환펌프가 정지하여 금속나트륨이 가스배출구로 누설, 발화.
	⑥ 나트륨, 피리딘 등을 원료로 하는 제조제공장에서 원료인 용융 나트륨이 누설, 발화.
	⑦ 금속나트륨 환원에 의한 알코올제조설비 내에서 정전으로 압력이 상승하여 디스크가 움직여서 미반응 금속나트륨이 유출, 발화.
아연분(粉)	① 아연분 분급기(分級機)의 유동조정을 위해 저항기의 손잡이를 돌릴 때 스파크가 발생하여 아연분이 폭발.
	② 아연분공장 전기로를 수리하던 중 파이프에 부착 또는 부유하고 있던 마립자의 아연분말이 용접불꽃에 의해 폭발.
철 분	① 발열자경성(發熱自硬性) 주형조형재료(鑄造型材料) 제조시설의 파이프 수리작업중 분쇄기 등을 가동한 상태에서 발생한 용접불꽃이 웨로실리콘 미분에 착화, 폭발.
망간분	① 중탄산망간 분쇄공장의 건조기를 점화한 직후 미연소 가스에 인화, 건조기 내에 부유하고 있던 망간분이 폭발.
알루미늄	① 알루미늄 스크린기를 작동시키기 위하여 콘센트를 접속한 순간 스파크가 발생, 배선에 부착되어 있던 알루미늄분에 인화한 뒤 벽등에 부착되어 있던 알루미늄분에 연소.
	② 알루미늄박을 재단, 분쇄하여 스크린한 뒤 스테아린산을 혼합하는 공정 중 스크린실 부근에서 자연발화에 의한 출화.
	③ 알루미늄 조분(粗粉) 분급(分級)설비에서 분진폭발.
	④ 알루미늄분 취급소의 덕트 부근에서 폭발, 출화.
	⑤ 알루미늄분 분쇄기 모터에 접지를 하지 않았기 때문에 스파크가 발생하여 알루미늄분에 인화.

알루미늄	⑥ 농황산과 알루미늄 반응조의 배관 교체공사 중 반응조 뚜껑안에 부착되어 있던 알루미늄분이 낙하하여 발생한 수소가스에 인화, 폭발.
	⑦ 아연광의 야금에 필요한 농황산 여과설비의 개조공사 중 부착되어 있던 알루미늄분이 농황산 반응조에 낙하하여 발생한 수소가스에 불꽃이 인화, 폭발.
	⑧ 알루미늄 슈트 습식집진기의 청소 중 집진기 내에서 출화 ⑨ 알루미늄 용해로에서 용융알루미늄의 탈가스처리를 할 때 알루미늄 조성제를 장착한 투입기를 로 내에 삽입했으나 그 때 수분이 혼입되어 폭발.
	⑩ 알루미늄괴(塊)로부터 알루미늄분을 제조하는 시설에서 발화.
알칼리알루미늄	① 알칼리알루미늄 붐베를 가요관(Flexible tube)에 접속하여 송입(送入)중 호스 끝 부분에서 누설, 발화.
	② 정기점검을 위하여 탱크 내의 알칼리알루미늄을 배출하는 작업 중 펌프 하부에서 누설, 발화.
마그네슘분	① 질소가스로 치환된 반응조에 마그네슘분과 테트라히드로후란을 넣고 가온하여 염화비닐가스를 도입하는 작업이 종료된 후 이상반응으로 폭발.
기 타	① 적린과 마그네슘을 배합조에 투입중 출화.
	② 마그네슘분, 알루미늄분 등의 약품실에서 화재가 발생.
	③ 알루미늄, 마그네슘, 철 등과 적린을 혼합하는 혼화기(混和機)로부터 이 혼합물을 배출할 때 마찰에 의해 발화.

드럼(Drum)을 20cm 정도의 깊이로 절단 하고 이것을 화상(火床)으로 하였다. 그 아래에 슬레이트판 1매를 놓고, 화상 한 가운데에 알루미늄분 약 1.5Kg을 산(山) 모양으로 쌓은 뒤 점화하려 하였으나 입자가 커서 착화하지 않았다.

그래서 알루미늄분의 중간에 과산화나트륨을 5~10g 정도 뿌려 그 부분에 착화시키고 잠시 방치하여 화세가 확장 되었을 때 소화

시험을 실시 하였다.

② 고찰

알루미늄이 연소할 때는 직시(直視)가 곤란할 정도의 강한 빛(白輝光)을 내며 고온상태의 연소를 계속한다. 소화시험의 결과 표면연소 억제제는 가능하지만 내부 핵까지의 소화는 곤란하였다.

라. 화재 예방 대책

① 소화설비

이 부분은 위험물 허가시설이

아니므로 규제할 수는 없지만 위와 같은 폭발위험이 있으므로 수계(水系) 이외의 소화설비를 설치할 필요가 있다.

② 철저한 점검

출화전 알루미늄 분진을 깨끗이 청소한 뒤 용단작업을 실시하였으나 추녀의 C형강에 퇴적된 알루미늄 분진으로부터 출화하는 등 의외의 상황이 발생할 수 있다. 그 때문에 점검시에는 분진이 쌓일만한 곳 등은 구석 구석 까지 세밀하게 검사하여 화재발생 요인을 제거하여야 한다.

③ 각종 예상 훈련의 실시

사고의 정도에 따라 관계자가 패닉(Panic) 상태에 이르면 임무를 망각, 지휘체통의 혼란을 초래할 수 있다. 따라서 부서의 책임자나 계원의 인사이동이 있는 경우에는 반복하여 사고 발생 대비 훈련을 실시하여야 한다.

4. 맺는 말

알루미늄 분체 외에 각종 금속의 화재가 자주 발생하고 있다. 앞으로는 정보화 시대의 총아라고 하는 컴퓨터 등 첨단기술의 발전과 더불어 이들의 부품제조에 사용되는 첨단소재(원자로용 1차 금속, 알칼리금속, 알칼리토류금속 등) 가공 공정에서의 금속화재가 더욱 증가할 것으로 예상된다. ●