레이저 화재 사례

레이저를 응용한 기술은 CD(컴팩트 디스크)로 대표되는 광디스크를 시작으로 광파이버 통신, 레이저 프린터, 레이저 바코드리더, 레이저가공 등 주변 가까운 곳에서 응용되고 있고, 또 기술개발도 왕성한 분야이다.

본 고는 일본의 어느 대학에서 레이저의 실험중 발생한 화재 사례를 분석한 것으로써, 레이저라고 하는 특이한 발화원에 주목할만 하여 그 개요를 소개하고자 한다.

□ 화재 개요

- ○ 출화일시 : 1995. 7. 27. 21:10(진화 2:11)
- ○ 출화장소 : 일본 나고야 소재 대학 공학부
- ○ 사고건물 : 내화조 1/3층 건물의 1층, 광통신 실험실
- ○ 화재개황

연구개발 중인 광디바이스의 평가실험을 하기 위하여 YAG 레이저를 발생장치에 의하여 방사하고, 실험재료에 레이저를 입사하기 위하여 반사경에 의한 광축을 조정하던 중 반사경에서 약 2m 떨어진 곳에 있는 암막에 YAG 레이저가 조사되어 연소하였다. 화재는 암막과 인접해 있던 목제 책상을 소손시켰으나, 실험중이던 학생과 직원이 분말소화기와 옥내소화전으로 소화하였다.

* 광디바이스 : 근접 광파이버 사이의 광 이행을 이용하는 것

□ 실험장치의 개요

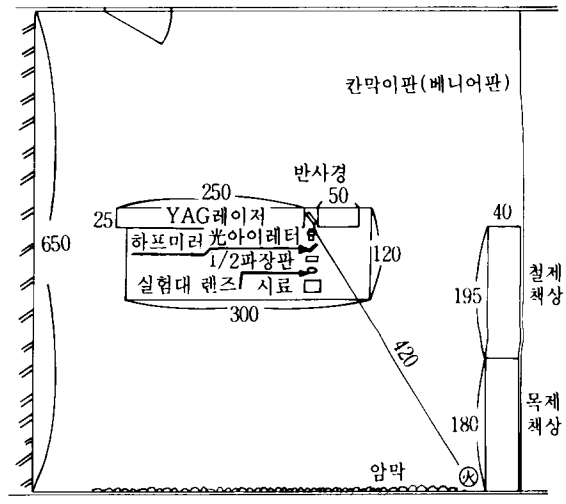
실험장치는 그림 1에 나타난 바와 같이 YAG레이저 발생장치에서 방사된 레이저를 반사경으로 반사시키고, 광 아이소레이터, 1/2 파장판과 렌즈를 끼워 실험재료에 입사시킬 수 있도록 되어있다.

* 광 아이소레이터 : 일방향으로만 광을 통할 수 있는 장치
* 1/2파장판 : 레이저의 방향을 자유롭게 회전시킬 수 있는 장치

□ 출화원인의 고찰

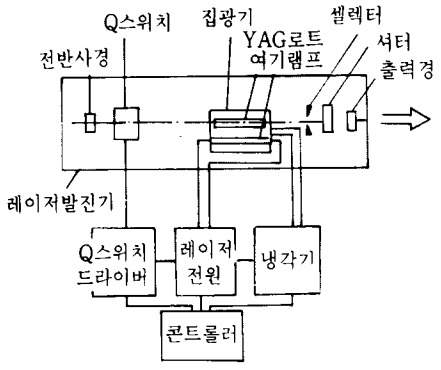
YAG 레이저는 눈에 보이지 않기 때문에(근적외선 ; 파장 1.06㎛) 레이저의 광축을 IR판(적외선검지판:레이저에 접하면 발광하는것)으로 확인하면서 실험을 하였으며, 화재 당일에도 IR판에 의하여 정규 위치로 레이저가 통과하는 것을 확인하였다. 그러나 반사경 조정에 필요한 작은 틈에 광필터의 외측으

【그림 1】 실험실 배치도



로 레이저가 반사하여 암막(광의 흡수율이 큼)에 조사되면서 순식간에 연소된 것으로 추정된다. 이 때 레이저의 출력은 약 4W였다.

【그림 2】 TAG 레이저의 기본 구성도



① 励起램프를 Kr 아크램프로 연속적으로 여기하면 CW 레이저를 얻을 수 있고, Kr 프래시램프로 펄스 여기하면 초당 수백 펄스를 얻을 수 있다.
② 집광기는 TAG 로트에 광이 모이도록 한다.
③ 전반사경과 셔터 사이에서 반복 증폭된다.
④ Q스위치는 폭발적으로 레이저 발진을 하게 한다(발진시간이 작기 때문에 아주 큰 피크출력을 얻을 수 있다)
⑤ TAG 로트는 최고 10ϕ × 150㎜ 정도임

□ 레이저의 흡수에 의한 승온 프로세스

레이저는 재료 표면의 아주 얇은 곳에서 흡수되어 (CO_2 레이저의 경우 표면에서 100A라고 함) 열에너지로 변환되어 온도가 상승한다.

온도 상승의 형태는 레이저가 펄스방사인가 연속방사인가에 따라 다르다.

일반적으로 연속 레이저광에 의한 표면온도는 다음의 식으로 나타난다.

$$Tc = \frac{2\mu p}{\pi Kd}$$

μ = 흡수율

d = 조사 스포트경

P = 출력

K = 열전달율

이 사고의 광이 연속 레이저였다고 가정할 경우, d=1㎜, K=0.243W/m K, P=4W, μ=80% 이상이기 때문에 암막의 레이저 조사부는 순간적으로 발화온도 560℃를 훨씬 초과하는 온도가 되었다고 생각되며, 이로써 충분히 출화할 원인이 된다고 추측된다.

□ 화재 예방대책

레이저를 가공기로 사용하는 경우의 출력은 통상 100W~수십kW이다. 사고를 일으킨 이 장치의 출력은 최대 16W, 화재 발생시는 약 4W로 출력이 그다지 크다고는 할 수 없는 것이었으나 암막 등과같이 흡수율이 크고 연소하기 쉬운 물질에 조사되면 용이하게 화재에 이를 수 있음이 판명되었다. 따라서 오조사의 가능성이 있는 영역을 불연화하고, 레이저를 사용하는 실험장치의 주위에는 50~60㎝ 높이의 차폐장치를 설치하여야 할 것이다.

□ 맺는 말

레이저가 실용화 되어 그 사용량이 증가하면서 이에 따른 사고도 자주 발생할 것으로 예상된다. 레이저 사용 시설에 있어서의 안전 대책 보급에 관심을 기울여야 할 것이다.

(近代消防, 1995. 11 참조)