

## 532 nm에서 빔 형태에 따른 광용발 제염 특성

원휘준, 정선희, 바이갈마, 정중헌, 문제권, 이근우  
 한국원자력연구원, 대전광역시유성구 대덕대로 1045  
 nhiwon@kaeri.re.kr

### 1. 서론

레이저 제염공정은 원자력 산업에서 다양한 오염 대상에 대해 그 적용의 영역을 확장시켜가는 비교적 최근에 개발 중인 제염기술이다[1]. 미국, 일본, 프랑스, 독일, 러시아 등의 국가에서 레이저 제염 기술의 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 레이저 빔은 일반적으로 원형이다. 동일한 적용시간동안 보다 넓은 지역에 적용시키기 위해, 선형 레이저 빔을 사용하는 방안이 고려되었다. 본 연구의 목적은 모의 방사능으로 오염된 스테인리스강을 대상으로 오염물의 원형 및 선형 빔에 따른 제염특성을 파악하는데 있다.

### 2. 본론

#### 2.1 실험

레이저 발생장치로 프랑스 Quantel 사에서 제작된 Brilliant b를 사용하였다. 본 장치의 반복율은 10 Hz, 펄스에너지는 532 nm에서 420 mJ/pulse이다. Beam 직경은 8 mm, 펄스폭은 5.0 ns 이며 원형 렌즈 및 원통형 렌즈를 사용하여 빔 형태를 변화 시켰다.

보조 기체로는 질소, 방사성 핵종의 모사를 위해 CeO<sub>2</sub>를 사용하였다. 제염 시편으로는 Type 304 stainless steel을 사용하였다.

#### 2.2 제염장치 개요

광 용발 제염장치는 크게 레이저 발생장치, 파장변경장치(harmonic generation), 레이저 전송장치, 및 광용발 토치로 구성된다. 광용발 토치는 보조 기체를 통과시키기 위한 호스, 발생된 제염 생성물을 포집시키기 위한 여과 장치와 연결되어 있다. 레이저 토치의 위치를 원격으로 조정하기 위해 XY 방향 이송장치와 제염 대상과의 거리를 조절하기 위해 노즐에 의한 Z 축 방향 이송장치로 구성된다. 선형 빔을 형성하기 위한 장치의 개요도를 그림 1에 도시하였다.

### 2.3 실험 결과

#### 2.3.1 제염 장치

레이저 발생장치는 레이저 발생기와 광원 발생기로 구성되며 second harmonic generator 에 의해 532 nm 로 파장을 교정시켰다. 한편, 집속된 string type beam의 길이는 8 mm 이었으며 폭은 렌즈와 시편 사이의 거리를 변경시킴에 의해 조절이 가능하였다.

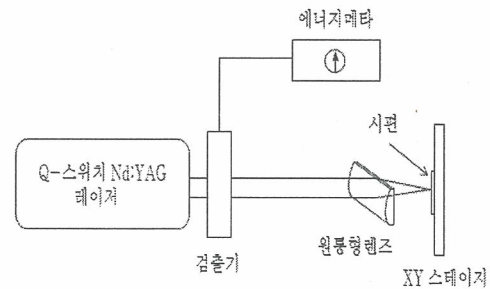


Fig. 1. Schematic diagram of light ablation decontamination process

#### 2.3.2 모사 제염 실험

그림 2는 전자현미경 사진으로 532 nm 선형 빔의 조사수를 변경시킴에 따른 CeO<sub>2</sub> 입자로 오염된 스테인리스강 표면의 변화를 보여준다. 조사수가 증가함에 따라 오염물 제거되며 제거된 표면이 깨끗함을 보여준다. 그림3은 전자현미경 사진으로 532 nm 원형 빔의 조사수를 변경시킴에 따른 CeO<sub>2</sub> 입자로 오염된 스테인리스강 표면의 변화를 보여준다. 그림 3(a)는 그림 2의 초기조건과 동일하며 조사 전 시편표면을 나타낸다. 그림 2(d) 와 그림 3(c)를 비교할 때, 원형 빔의 플루엔스가 선형 빔에 비해 높음에도 불구하고 시편표면이 깨끗하게 제거되지 않는다.

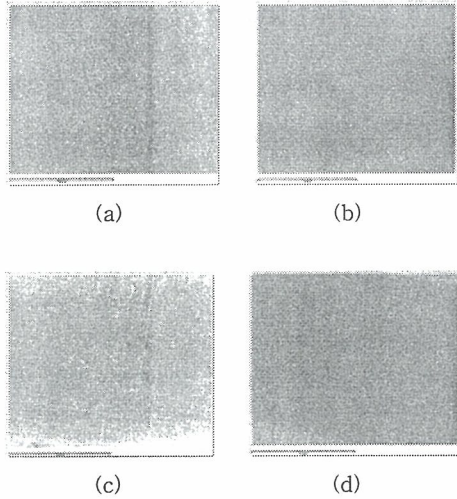


Fig. 2. SEM images of the Type 304 stainless steel surfaces contaminated with  $CeO_2$  particles after (a) 1shot, (b) 2shots, (c) 5shots and (d) 10 shots, string type, 100X,  $13.26 J/cm^2$

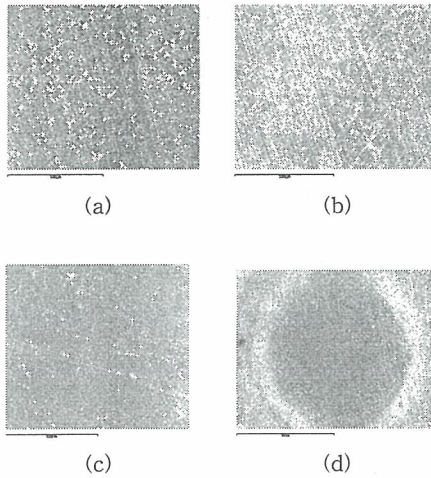


Fig. 3. SEM images of the Type 304 stainless steel surfaces contaminated with  $CeO_2$  particles (a) before, (b) after 1 shot, (c) 10 shots, 100X and (d) 10 shots, 50 X, circular type,  $20.90 J/cm^2$

### 3. 결론

광용발 제염공정의 효과를 높이기 위해 빔의 형태를 변경하는 연구를 수행하였다. 연구 결과, 선형 빔을 사용하는 것이 원형 빔에 비해 그 효과가 높은 것으로 나타났다. 선형 빔의 적용 효율이 원형 빔에 비해 크기 때문에 단 시간 동안 넓

은 지역에 효과적으로 적용하는 것이 가능함을 파악하였다. 차후, 빔 형태에 따른 산화물 제거 효율의 변화에 대해 심도 있는 연구를 수행할 예정이다.

### 4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 원자력연구개발 중장기 연구사업의 일환으로 수행되었습니다.

### 5. 참고문헌

- [1] J. P. Nilaya, P. Raode, A. Kumar and D. J. Biswas, "Laser assisted decontamination- A wavelength dependent study", *Appl. Surf. Sci.*, Vol. 254, pp. 7377-7380 (2008).