

한국원자력연구원 고에너지 레이저 시설 구축 현황

Current Status of the KAERI Laser Facility

홍성기, 서영석, 고광훈, 이기태, 진정태, 김민석, 윤동현, 구재진, 이용철, 김영원*, 이동원**, 임창환

한국원자력연구원 양자광학기술개발센터

*세종대학교 대학원 광공학과

**한국과학기술원, 물리학과

hsk7060@kaeri.re.kr

최근 10년 동안 기술 선진국에서는 고밀도 플라즈마 또는 핵융합 기반연구를 위해 ~kJ에서 ~MJ급 이상의 초고에너지 레이저 시설들이 활발하게 구축되고 있다.⁽¹⁾ 그러나 국내에서는 아직 100 J급 이상의 레이저 시설에 대한 운영 경험이 부족한 상태이다. 현재 한국원자력연구원에서는 일본 레이저에너지학연구소(ILE; Institute of Laser Engineering)로부터 Nd:Glass 시설의 증폭기 일부와 고전압 시스템을 기증받아 고에너지밀도 플라즈마 연구를 위한 kJ급 Nd:Glass 레이저 시설을 구축하고 있다. 본 논문에서는 1 kJ KAERI Laser Facility (KLF) 구축을 위해 현재까지 진행된 연구결과에 관하여 기술하고자 한다.

그림 1은 KLF의 각 구간별 near-field beam 패턴 측정 결과를 나타내고 있다. 발진기로는 기존 제품의 Nd:YAG 레이저(model Quanta-Ray Pro-230)가 사용되었으며, 입력 에너지는 70 mJ (8ns) 이었다. 튕니개구(8mm)와 공간필터를 이용하여 회절무늬가 있는 Gaussian 형태의 발진기 빔의 공간분포를 flat-top 형태로 개선하였다.⁽²⁾ 각각의 증폭기는 공간필터와 함께 설치되었으며, 이 공간필터는 공간 고주파수 성분 제거와 빔 expander 역할을 한다. 현재까지 70 mm rod 증폭기 4-line이 완공되었으며, 레이저 빔 직경은 67mm이다. 총 4-line 400 J 정도의 에너지를 얻을 수 있었다.

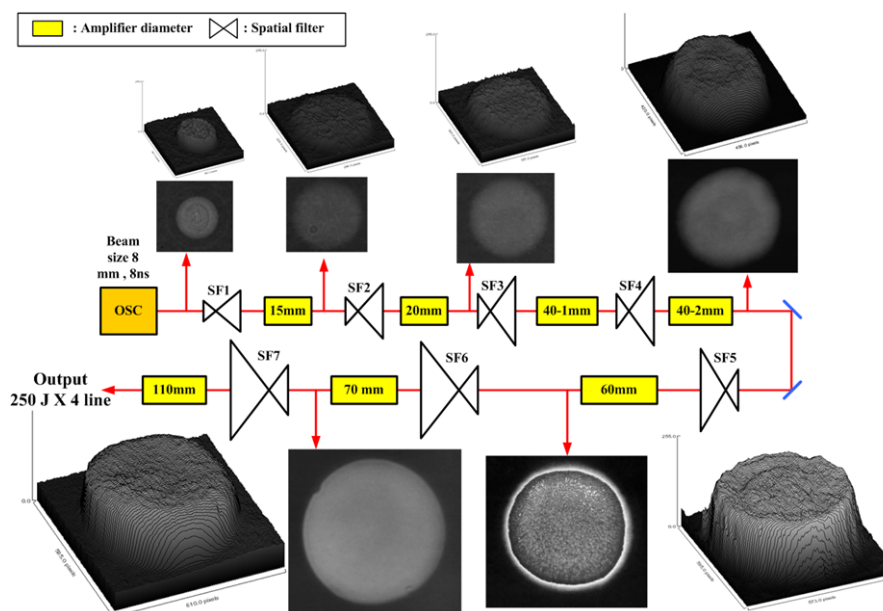
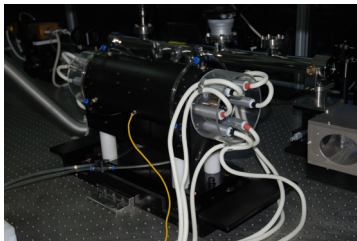


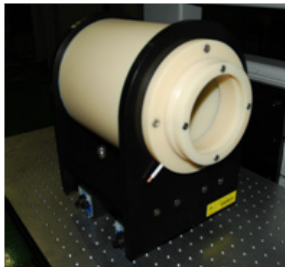
그림 1. KAERI laser facility의 각 구간별 near-field beam 패턴

KLF 시설을 구축하면서 고에너지 레이저 시스템 관련 연구가 병행 되었다. 그 연구 성과로써 레이저 증폭 헤드 부분을 국내에서 제작 가능하게 되었고, Faraday rotator를 국산화 하였다.(그림 2 참고) 또한 레이저 빔 자동 정렬 장치를 개발하였으며, 레이저 빔 발생 효율의 문제를 될 수 있는 섬광 방전 Lamp의 수명을 체크하기 위해 무선 전류 센서를 개발 KLF 시설에 장착되었다. 현재, 마지막 증폭단인 110 mm disk Amp 4 line 이 구축되고 있다. 110 mm disk Amp는 Disk 형태의 Nd:glass 6장을 브루스터 각도로 배열, 섬광 방전 Lamp 20개로(유효방전 길이 1300mm) Pumping 하게 된다.

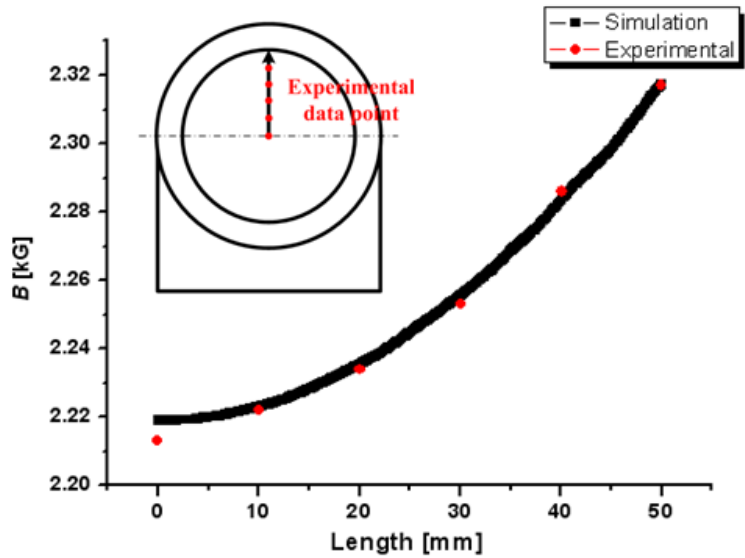
한국원자력연구소(KAERI)에서는 고에너지밀도 플라즈마 연구를 위한 1 kJ급 Nd:Glass 레이저 시설 (KLF: KAERI Laser Facility)을 구축하고 있다. 본 레이저 시설은 4개의 beam-line으로 구성되며, 각각의 beam-line에서 250 J 이상의 레이저 에너지를 제공할 것이다. 본 시설이 완공되면 국내의 고에너지 밀도 플라즈마, EUV 발생 기초, X-선 계측 등 여러 레이저 관련 연구 활성화에 기여할 것으로 전망하고 있으며, 시설완공 예정인 2008년부터는 고에너지 레이저를 이용한 연구를 희망하는 국내외의 연구 그룹에게 개방될 예정이다.



(a)



(b)



(c)

그림 2. (a) 증폭 장치 (b) 제작된 FR 사진 및 (c) 자속밀도 B 측정결과.

참고문헌

1. Peter J. Wisoff, Mark W. Bowers, Gaylen V. Erbert, Donald F. Browning, Donald R. Jedlovec, "NIF Injection Laser System", Proceedings of SPIE, 5341, 146-155 (2004).
2. Changhwan Lim, Sung-Ki Hong, Dong-Hyun Yun, Long-Zhe Li, Jae-Jin Goo, Kwang-Hoon Ko, Ki-Tae Lee, Jeong-Tae Jin, Dae-Sik Chang, Min-Suk Kim, and Cheol-Jung Kim, "Status of the 1 kJ Nd:Glass Laser Facility at KAERI for Basic Researches on Quantum Engineering" ICUIL (International Conference on Ultra-High Intensity Lasers Development, Science and Applications) (2006)