

# Measurement of the thermal conductivity on elevated compression load for Li<sub>2</sub>TiO<sub>3</sub> pebble bed using laser flash method

구덕영, 박이현\*, 이영민, 안무영, 조승연

한국핵융합에너지연구원

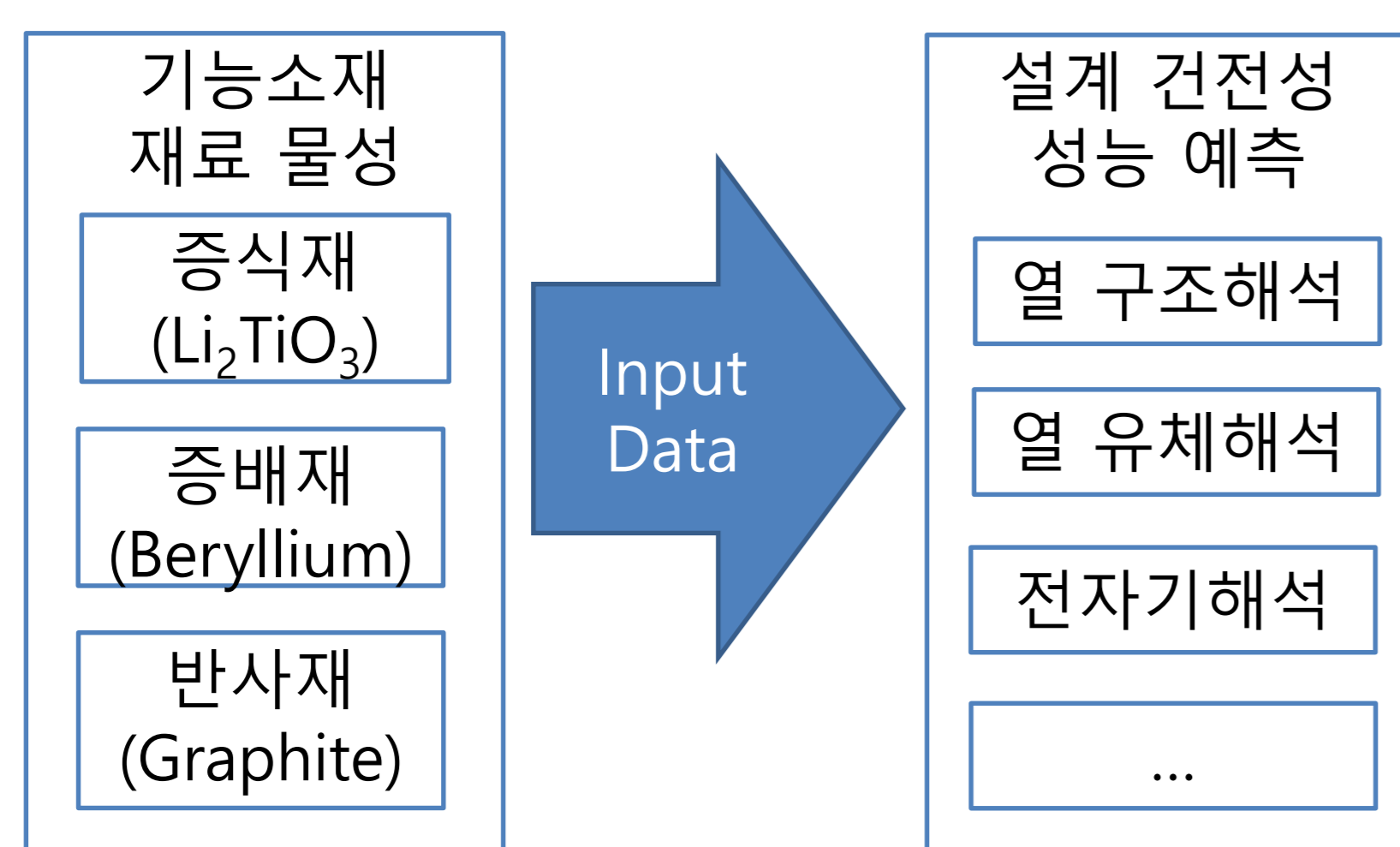
\* Corresponding author : 박이현, yhpark@kfe.re.kr, +82-42-879-5732

**Abstract :** The functional materials of the solid breeding blanket are mainly used in the form of pebble bed. Since the pebble bed is continuously heated by the exothermic reaction of neutrons and lithium-6 during normal operation of the fusion reactor, compressive load will be applied to the pebble bed by the thermal expansion of itself pebbles. The compressive load will also affect the contact area between the pebbles. It is important to measure the effective thermal conductivity of the pebble bed, which affects the performance of the breeding blanket under fusion environment. To measure the effective thermal conductivity of the pebble bed, laser flash method was used with the advantages such as high accuracy and repeatability with wide range of measurement, easy sample preparation and fast measurement time and absolute measurement technique. However, the laser flash method using a disc-type standard sample is mainly applied to measure the thermal properties of bulk materials, it is necessary to develop a new sample holder for the pebble bed and to establish and verify the measurement technique. This study focuses on investigating the effective thermal conductivity of Li<sub>2</sub>TiO<sub>3</sub> pebble bed under compressive loading conditions applied at room temperature. Considering the compressive load, additional devices such as dial gauge, load transducer, and pressure indicator are installed in the conventional laser flash apparatus, and experiments are conducted under various load conditions using this device.

## Introduction

### 기능소재의 재료 물성 자료

- 증식블랑킷의 설계 건전성 및 성능 해석을 위해 반드시 필요



### 증식재의 유효열전도도

- 증식재와 중성자의 핵반응에 의해서 열이 발생하여 페블이 팽창함에 따라 페블 베드에 가압력이 발생함
- 페블베드의 열 성능을 고려한 설계를 위해 반드시 유효열전도도 측정이 필요함

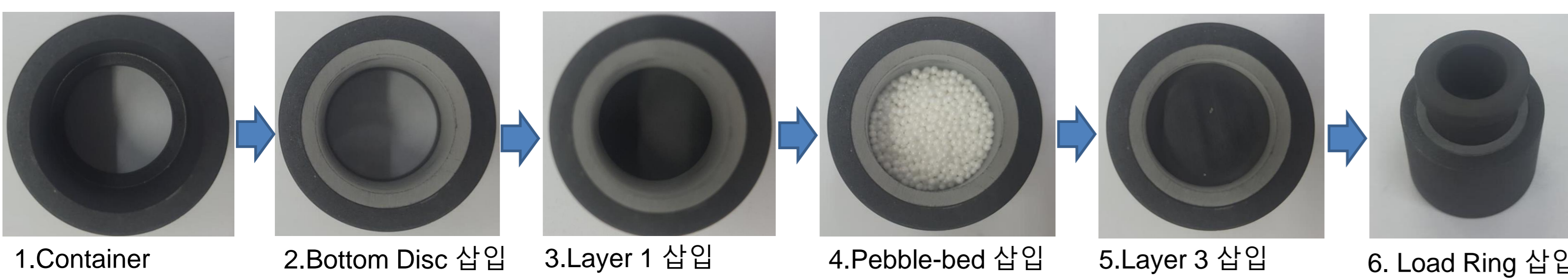
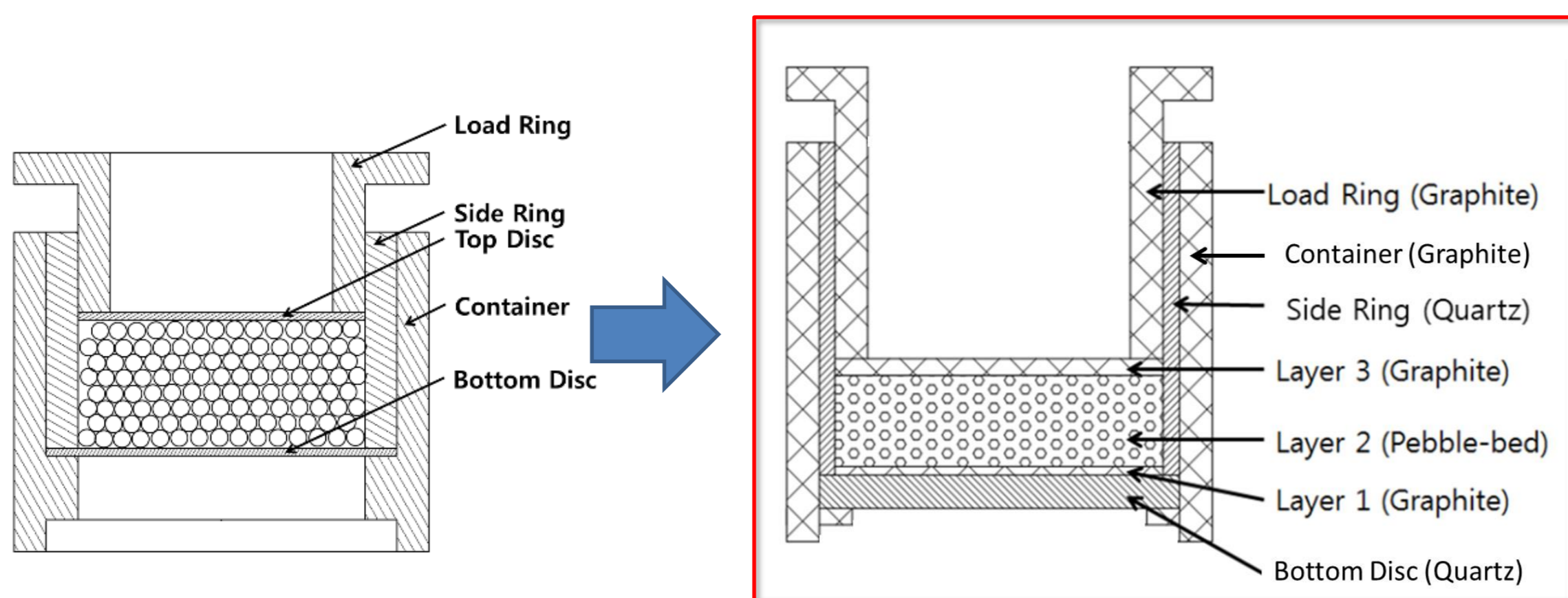
## Laser Flash Apparatus for Fusion Applications

### Laser Flash Method

- 넓은 측정 온도 와 다양한 재료에 대해서 측정
- 뛰어난 정확도 및 재현성을 가지고 빠른 시간 내에 열전도도 측정
- 측정방법 중 가장 적은 시료를 이용하여 측정할 수 있음
- 페블베드를 측정하기 위해서 전용 샘플홀더 개발이 필요
- 가압에 따른 유효열전도도를 측정하기 위해 Load Device 를 개발

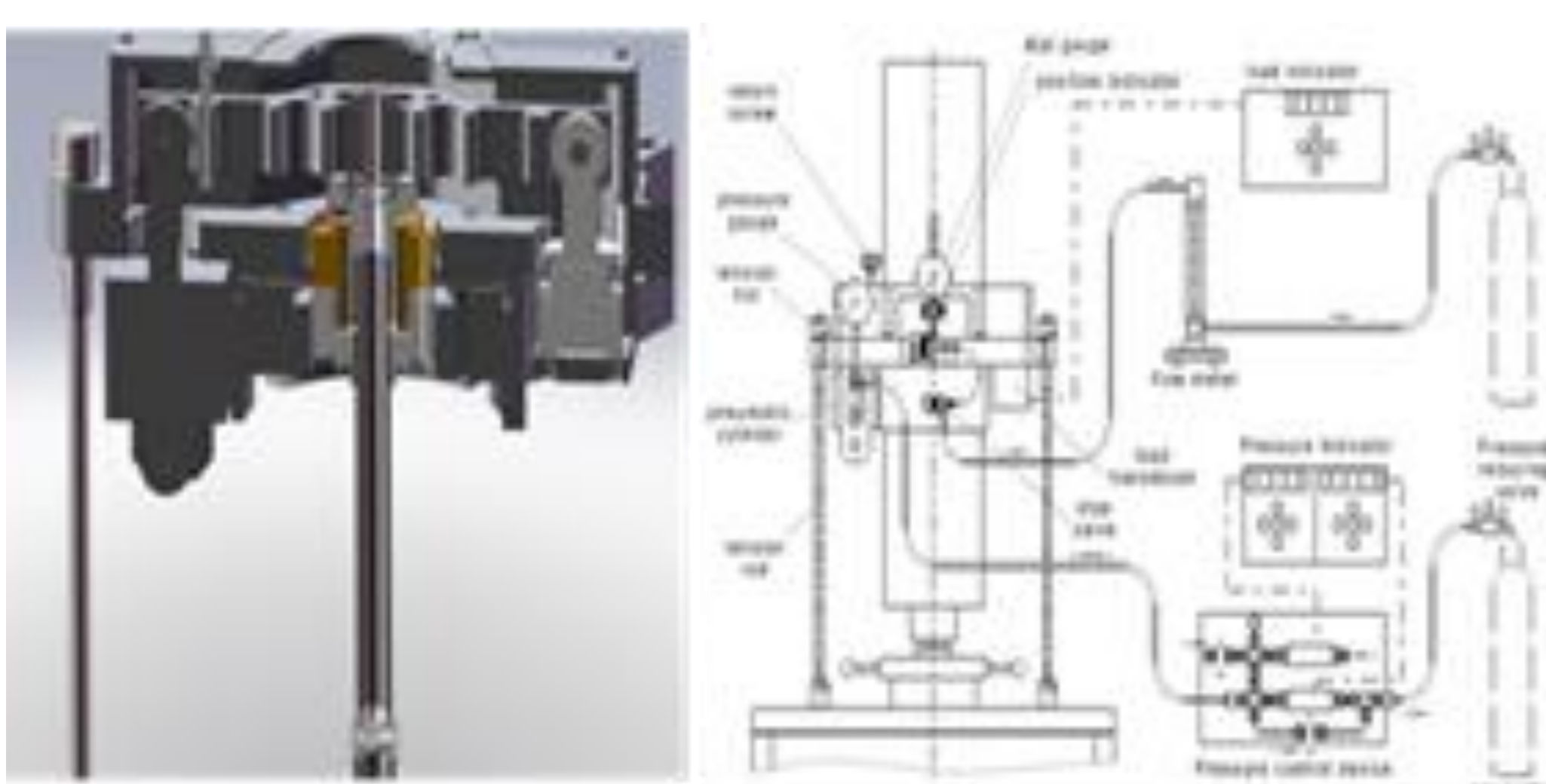
### 샘플홀더

- 페블베드에서 Container로 전달되는 열을 단열시키기위해 샘플홀더를 개선함 Side Ring과 Bottom Disc의 재질을 Quartz로 제작



### Compression Load Device

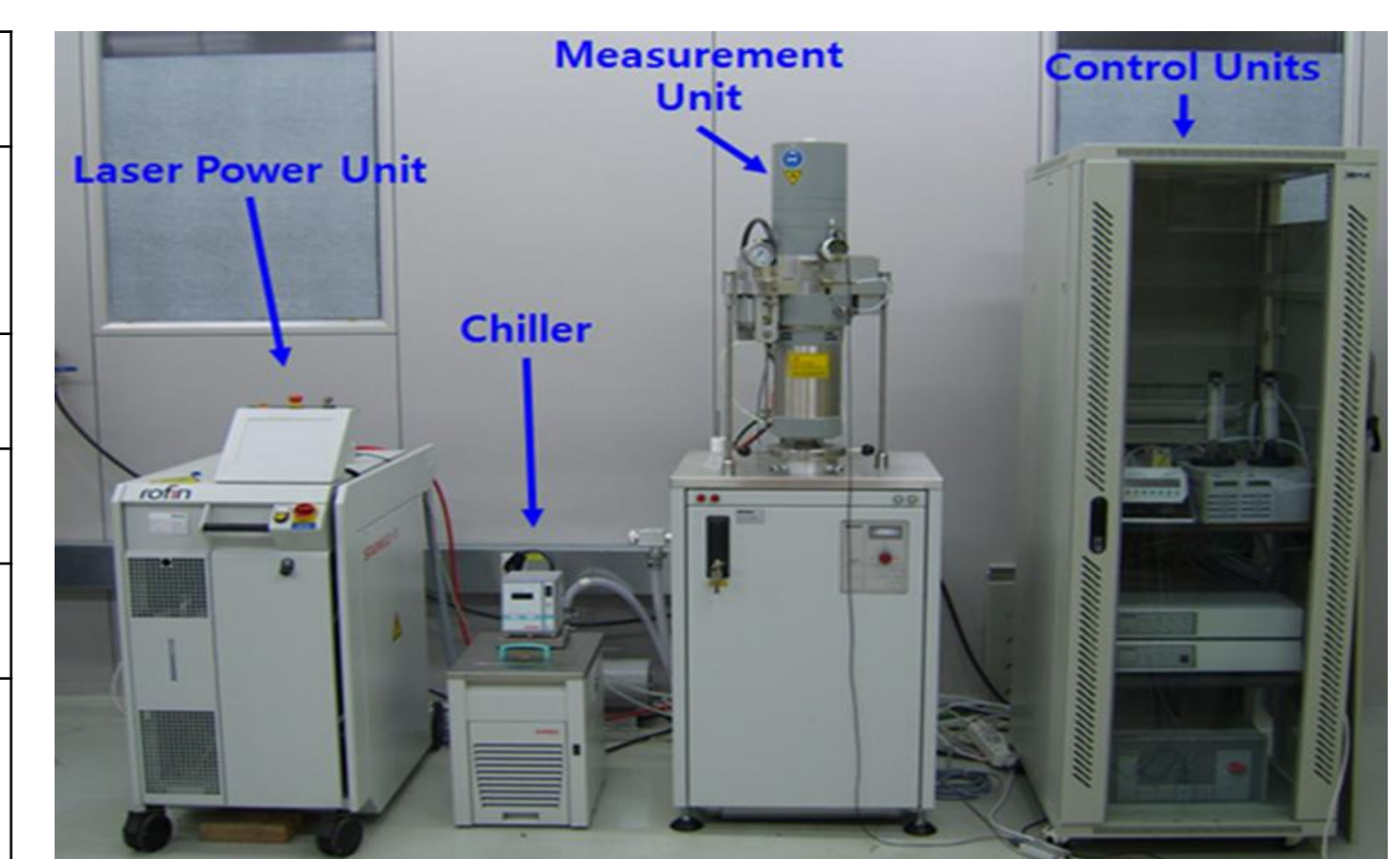
- 페블베드에 가압과 두께 변화를 측정이 가능하게 설계함
- Graphite를 이용하여 제작하였으며 최대 10MPa까지 가압이 가능하게 설계함
- 가압에 사용된 가스는 공기를 사용함



## Experiment & Results

### Laser Flash 장치 측정 설정 값

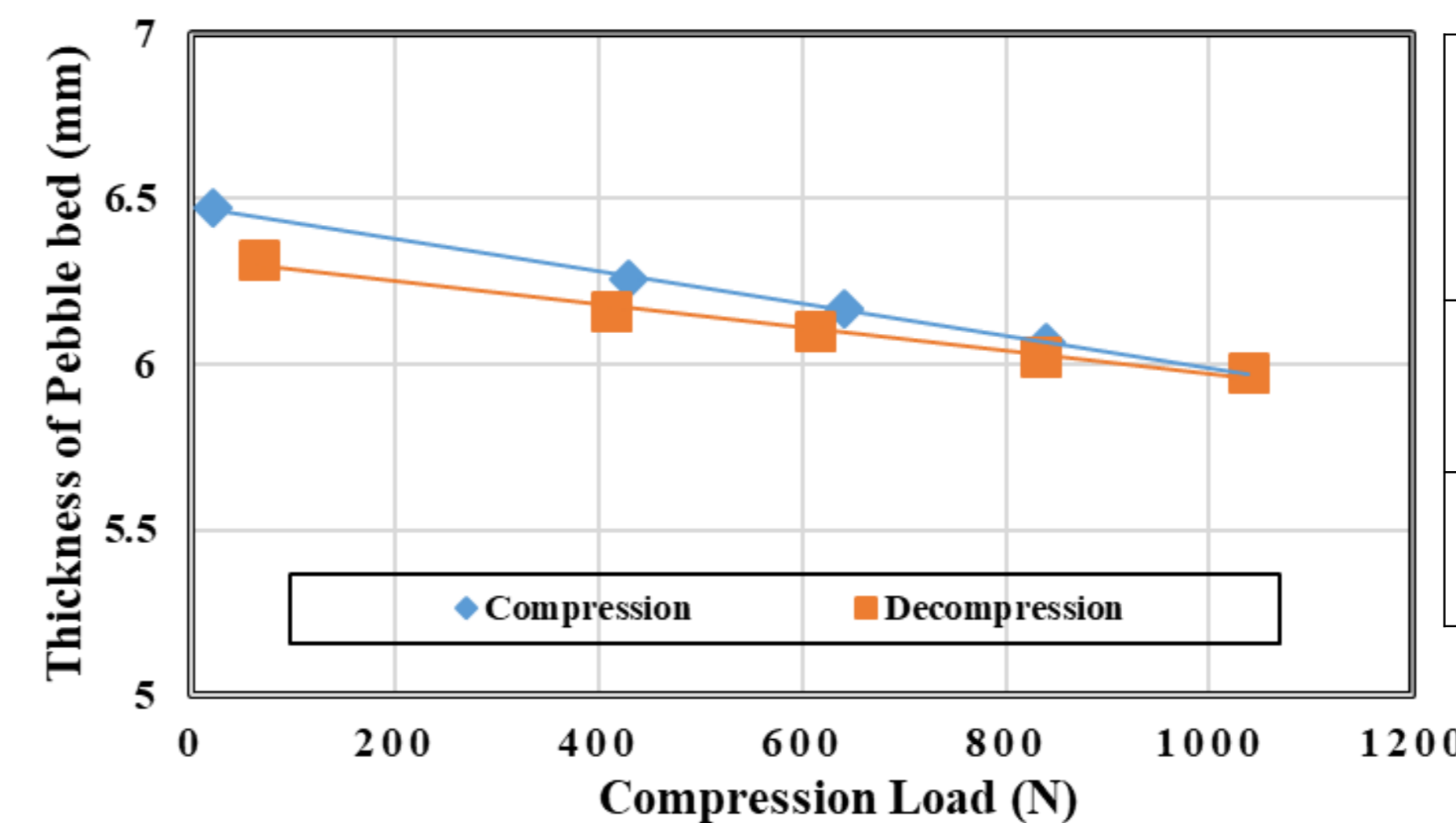
Laser voltage (V)	700
Laser pulse width (ms)	1.2
Temperature (°C)	RT
Heat Rate (K/min)	5
Atmosphere	He
Measurement technique	3-layer measurement



## Results

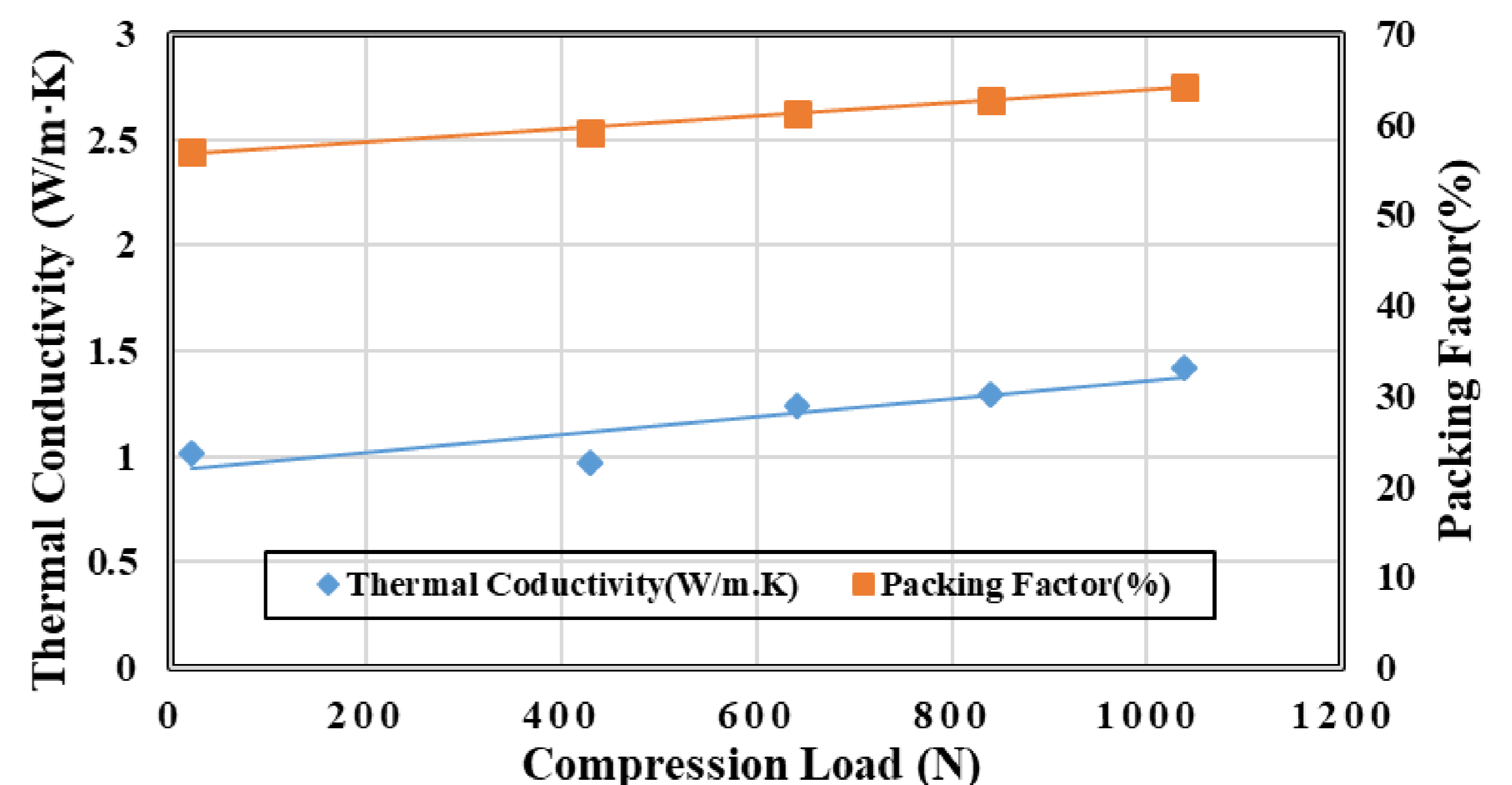
### Compression Load Device를 이용한 페블베드 두께 측정 검증

- Dial gauge를 이용한 측정값과 만능재료시험기(INSTRON) 측정값 비교
- 측정된 값이 잘 일치 하는 것을 확인함



### 유효열전도도 (Effective Thermal Conductivity)

- 유효열전도도는 유효열확산도, 비열, 밀도에 의해 결정
- 압축 하중이 증가함에 따라 Packing Factor가 증가함을 보임
- 압축 하중이 증가함에 따라 페블베드의 밀도가 증가하게 됨에 따라 유효열전도도가 증가함



## Conclusions

본 연구에서 개발된 페블베드의 열전도도 측정용 샘플 홀더와 Load device를 이용하여 상온에서 안정적으로 유효열전도도를 측정하였다. Li<sub>2</sub>TiO<sub>3</sub> 페블베드를 이용하여 압축 하중을 증가하면서 유효열전도도를 상온에서 측정한 결과 압축하중이 증가함에 따라 밀도가 증가하게 되어 유효열전도도가 증가하였다. 추후 연구할 부분은 가스분위기와 압축하중 변화에 따른 증식재 페블베드의 유효열전도도를 측정 하는 방법에 대한 연구가 필요하다.

## Acknowledgments

This work was supported by the R&D Program through the Korea Institute of Fusion Energy (KFE) and funded by the Ministry of Science and ICT of the Republic of Korea (KFE-IN2103).