

## 양성자 빔 조사중의 0-18 target의 상태변화에 대한 고찰

허민구\*(원자력의학원), 오환섭(경희대학교)

주제어 : 양성자 빔, 방사성동위원소, FDG, 액체표적, F-18, O-18

양전자 단층촬영(PET: Positron Emission Tomography)에 가장 널리 사용되는 방사성의약품인 FDG는 방사성동위원소인  $^{18}\text{F}$ 가 사용되며, 이는 안정물질인  $\text{H}_2^{18}\text{O}$ 를 액체표적에 주입한 후, 고 에너지의 양성자 빔을 조사하여 생산한다. 표적은 내화학적 및 높은 인장강도를 가진 재질인 titanium으로 제조하며, 0.075mm의 얇은 박판이 양성자빔 입사부에 사용된다.  $\text{H}_2^{18}\text{O}$ 가 주입된 표적에 양성자빔이 입사되는 순간 표적 내부는 높은 에너지로 인하여 표적물은 고온상태로 기화가 일어나고 이것이 압력을 증가시켜 target window는 바깥쪽으로 팽창한다. 이 때 발생하는 응력집중으로 용접선단에서 미세한 균열이 발생 성장하며, 이는 현재 target의 수명을 단축시키는 중요한 원인으로 보고되고 있다. 액체표적의 강도설계에 반영하는 내압은 발생하는 내압의 최대값을 기준으로 한다. 이 경우에 발생하는 내압은 하나의 단일압력이며 온도 및 열의 분포가 균등하다는 가정에서 유효하다. 종래의 표적의 조사 중 내부 상태 변화에 대한 관찰은 대기압 하에서 개방형으로 진행되었으며 이를 바탕으로 표적의 에너지 감쇄 길이 등을 정의하고 있다. 여기서는 이러한 가정이 실제 빔조사의 경우에서처럼 밀폐된 경우에도 유효한지에 대하여 확인하고자 하였다. 양성자빔 조사중의 표적 내부의 상태변화를 관찰하고 가시화 장치를 구성하였다. 실험에 사용된 표적은 원자력의학원에서 사용중인 티타늄 표적을 사용하였고, 표적 내부의 표적물에 입사되는 에너지는 18MeV이며 전류량은 1  $\mu\text{A}$  단위로 22  $\mu\text{A}$  까지 조사하였고 각 단계별 조사시간은 1분으로 하였다. 표적의 냉각은 표적 전면에서 25°C 25°C, 5 L/min의 냉각수를 흘려 냉각하였으며 조사중의 압력 측정은 Sensotec type A-105 pressure sensor를 사용하였고 Lab View를 사용하여 압력의 변화 과정을 기록하였다. 실험을 통하여 전류량의 증가에 따라 압력이 비례하여 증가하는 것을 관찰하였고 기포의 발생과 성장 소멸이 압력변동의 원인으로 작용할 것이 예측되었다. 고압하에서 발생하는 기포의 크기가 작아지는 것으로 보아 표적의 압력을 통하여 발생하는 기포의 크기를 제한하는 것이 가능할 것으로 생각된다. 또한 압력에 의한 표적의 변형으로 양성자 빔이 조사되지 못하는 영역이 생기는 것이 관찰 되었다. 이는 표적에 일정 전류량 이상의 빔이 조사되는 것이 불필요함을 나타내는 것이며 이의 해결을 위해서는 표적의 내압을 낮추는 방법(예를 들면 냉각 효율 증대)에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

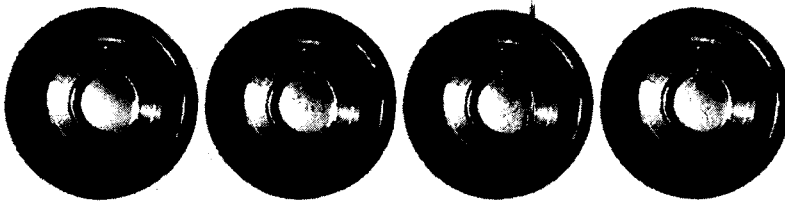


Fig. 1 Bubble floats at 6  $\mu\text{A}$ , 18MeV (0.25sec intervals)

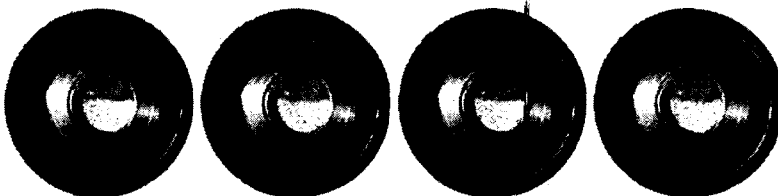


Fig. 2 Bubble floats at 20  $\mu\text{A}$ , 18MeV (0.25sec intervals)