

사면절단에 의한 웨지샘플 채취기술 개발

홍권표*, 김성근, 오완호, 정상희, 박명철, 진영관, 김길수
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111
 *kp8452@gmail.com

1. 서론

국제핵융합실험로(ITER)는 운영중에 중준위방사성폐기물(B형폐기물)이 발생되는데, 이들 폐기물을 처리하는 과정의 일환으로 샘플을 채취하여 폐기물 내에 함유된 삼중수소 양을 평가하도록 되어 있다. B형폐기물은 토카막 부품으로서 종류가 다양하지만 보통 크기가 1 m 이상이고 무게 또한 1 톤이 넘는 대형 금속물체이다. 또한 방사능 준위가 중준위급이므로 핫셀에서 원격으로 다루어야 하며, 삼중수소 오염의 확산을 방지하기 위해 냉각수 등을 사용하지 않고 샘플을 채취해야 한다.

주로 스테인레스강 재질인 B형폐기물에서 샘플을 채취하는 방법은 몇가지가 있을 수 있는데 현재 개발중인 기술은 코어샘플링(Core sampling), 칩샘플링(Chip sampling) 및 웨지샘플링(Wedge sampling) 이다. 이 논문에서는 금속 B형폐기물의 표면에서 웨지샘플을 채취하는 기술을 소개한다.

2. 본론

2.1 사면절단에 의한 웨지샘플링 개념

써클러쏘우(Circular saw)를 이용하여 금속물체 표면으로부터 웨지샘플을 채취하기 위해서는 Fig. 1과 같이 최소한 3회의 사면절단이 필요하다. 또한 냉각수를 사용하지 않고 스테인레스강 표면에서 샘플링을 해야 하므로 적합한 공구와 가공조건이 수립되어야 한다.

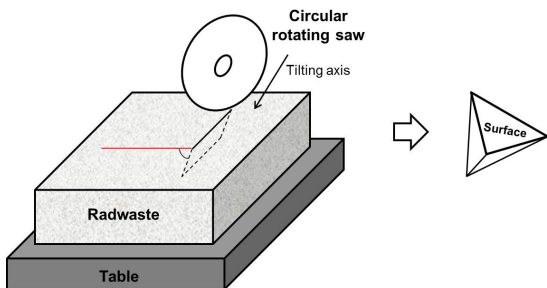


Fig. 1. Concept of wedge sampling.


2.2 실험

수차례의 시행착오를 거친 후 최종적으로 수행된 실험은 다음과 같다.

2.2.1 실험장비 및 공구

본 실험에 사용된 장비는 범용의 밀링머신이다. 또한 사면절단을 위해 절단공구는 HSS(High speed steel) side milling cutter를 사용하였다. Table 1에 절단공구의 사양을 나타내었다.

Table 1. HSS side milling cutter

	Tool specification
	Ext. diameter: 150 mm
	Width of blade: 2 mm
	Length of blade : 25.4 mm

2.2.2 절단계획(Cutting plan)

절단실험에 앞서 절단부위 및 절단방향 등 절단계획을 수립하였다. 절단가공장비의 특성상 1회의 사면절단과 3회의 수직절단을 하는 것으로 하였다. Fig. 2는 웨지샘플링을 위한 절단계획과 예상되는 샘플의 형상을 보여준다.

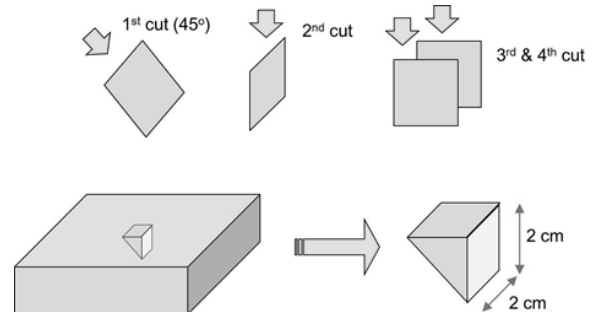


Fig. 2. Cutting plan.

2.2.3 절단실험

웨지샘플을 채취하는데 있어 기술적인 어려움으

로는 사면절단에 적합한 공구선정 및 가공조건과 원격취급성, 냉각수 미사용 등이므로 여기에 초점을 맞추었고 추후 실제 상황에 구현이 가능하도록 실험하였다. Fig. 3은 밀링머신에 스테인레스강 대상을 장착하여 사면절단하는 모습이다.

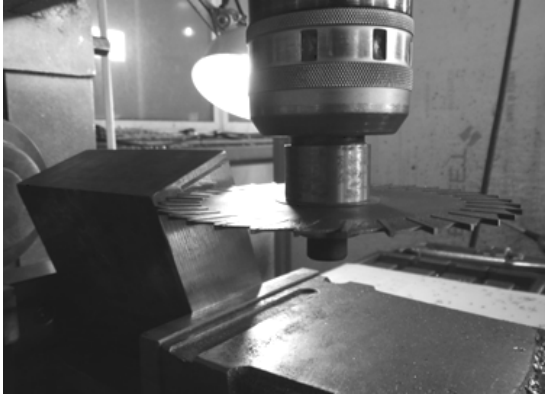


Fig. 3. Wedge sampling experiment by slope cutting.

2.3 실험결과

여러차례의 반복실험을 통해 수립된 최적의 가공 조건에 의하여 성공적으로 웨지샘플을 채취하였으며 그 결과는 Table 2와 같다.

주축의 회전속도는 장비의 최저속도인 75 rpm으로 하였고, 절삭이 순조롭게 되도록 각 축의 이동속도를 수동으로 맞추었다.

실험결과 하나의 샘플을 채취하는데 걸린 시간은 스테인레스강인 경우 약 3 시간, 구리합금인 경우 약 1.5 시간이 소요되었다.

Table 2. Machining conditions and sample dimensions

	SS316L (SS-2)	CuCrZr (Cu-1)
Machining	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Milling machine & large wheel cutter ◆ rev. : 75 rpm ◆ X-mov = ~1 mm/min (manual) ◆ Y-mov = 2 mm/min ◆ Sampling time : 3 hrs ◆ Cut slope : 30° 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Milling machine & large wheel cutter ◆ rev. : 75 rpm ◆ X-mov = ~2.8 mm/min (manual) ◆ Y-mov = 10 mm/min ◆ Sampling time : 1.5 hrs ◆ Cut slope : 20°
Sample	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Sample dimension - Depth : 3.20 cm - S. length : 3.65 cm - W : 1.9 cm - L : 1.8 cm 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Sample dimension - Depth : 4.0 cm - S. length : 4.2 cm - W : 1.5 cm - L : 0.9 cm

채취한 시편의 형상 및 제원은 Fig. 4와 같고, 샘플링 중에 수집된 칩들의 형상들은 Fig. 5와 같다.

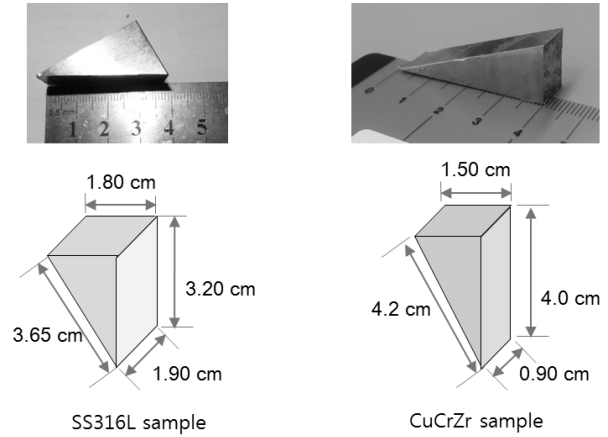


Fig. 4. Wedge samples obtained by slope cutting.

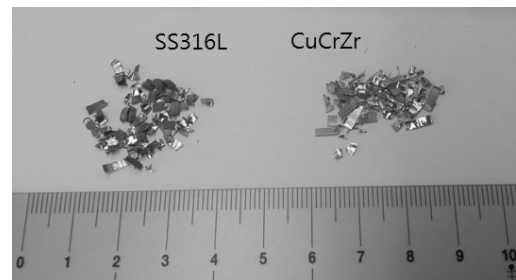


Fig. 5. Chips generated from wedge sampling.

3. 결론

ITER B형폐기물로부터 웨지샘플을 채취하는 기술을 개발하였고 관련된 실험을 수행하였다. 원격으로 작업이 가능하고 냉각수를 사용하지 않는 조건을 만족하도록 기술을 개발하였다.

반복실험을 통하여 얻은 최적의 가공조건으로 스테인레스강(SS316L)과 구리합금(CuCrZr) 물체에 대해 웨지샘플링 실험을 수행하여 실제상황에서 샘플채취 구현이 가능함을 확인하였다.

원격취급성을 고려한 웨지샘플링 기술은 추후 ITER 핫셀에서 B형폐기물의 샘플채취공정에 적용될 수 있을 것으로 보이며, 또한 여기에서 사용된 금속물체 사면절단기술은 추후 원자력시설 해체시에도 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

4. 참고문헌

- [1] D. Torcy et. al. Technical specification of Type B radwaste processing and treatment equipment development, EGZV3J(ITER Document), 08 Jul. 2015.