

## 공학적 규모 완충재블록의 성형특성

임진규, 이재완, 조원진

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

[iolee@kaeri.re.kr](mailto:iolee@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

고준위폐기물처분장에 설치할 완충재 블록의 제작기술은 중요한 처분기술요소 중의 하나로서, 완충재의 성능기준과 제작 및 설치 시 블록의 건전성을 만족하는 대형 (large scale)의 고밀도 압축벤토나이트 블록 제작기술 확보는 처분장의 설계 및 안전성 측면에서 매우 중요하다. 이와 관련해서, 본 연구에서는 공학적 규모의 압축벤토나이트 블록 제작을 통하여, 건조밀도, 수분함량, 입자크기, 윤활유 (lubricant) 사용 유무에 따른 압축력 (compaction pressure)을 측정하였고, 성형블록이 어느 정도 균일성 (structural homogeneity)을 갖는지 보기 위해 블록 내 위치에 따른 건조밀도와 수분함량의 분포 조사를 통하여 KRS 처분장에 적용할 완충재 블록의 성형특성을 조사하였다.

### 2. 실험 및 결과

실험에 사용된 벤토나이트는 경주산 벤토나이트로 원광을 분쇄 한 후 200 메쉬(mesh) ASTM (American Society for Testing and Materials)망 체를 통과한 것을 사용하였다. 분말 벤토나이트의 입도분포는 그림 1.과 같고, 액성한계와 소성한계는 각각 162%와 39%이며, 소성지수는 123% 이었다. 광물분석 결과, 벤토나이트는 몬모릴로나이트 (montmorillonite, 70 %)와 장석(feldspars, 29%)을 주성분으로 하고, 소량의 석영 (quartz, ~1%)을 포함하였다. 화학조성은 SiO<sub>2</sub> 56.8%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 20.0%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 6.0% 및 기타 미량성분으로 되어 있다. 기준 벤토나이트 시료의 수분함량은 15 %였으며, 수분조질이 필요한 시료는 110℃에서 24시간 동안 건조 한 후, 필요한 양 만큼 유리접시에 옮겨 증류수 (distilled and demineralized water)가 든 데시케이터에 넣고, 일정한 시간 간격으로 스푼으로 저어주며, 목표 수분함량에 도달할 때까지 기다렸다가 사용하였다. 벤토나이트 완충재블록은 유압프레스 (hydraulic press)와 ‘양방향 압축블록 성형몰더’ (그림 2. 참조)를 이용해서 제작하였다.

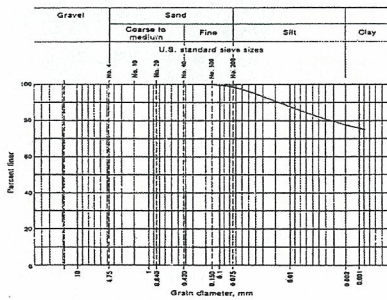


그림 1. 경주벤토나이트의 입도분포.

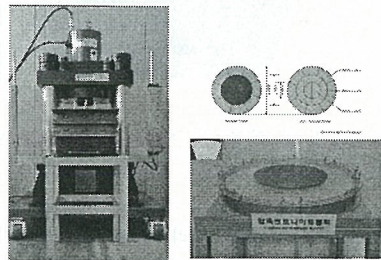


그림 2. 양방향 압축블록 성형몰더 및 유압프레스

벤토나이트 완충재 블록의 성형특성시험에는 그림 3.과 같은 압축벤토나이트 블록을 사용하였으며, 건조밀도, 수분함량, 입자크기, 윤활유 (lubricant) 사용 유무에 따른 압축력 (compaction pressure) 측정과 성형블록이 어느 정도 균일성 (structural homogeneity)을 갖는지 보기 위해 블록 내 위치에 따른 건조밀도와 수분함량의 분포를 조사하였다. 실험결과는 그림 4.~그림 8.과 같이 나타났다.

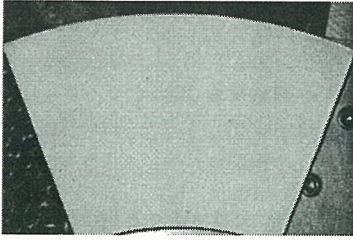


그림 3. 성형특성 시험에 사용한 압축벤토나이트 블록

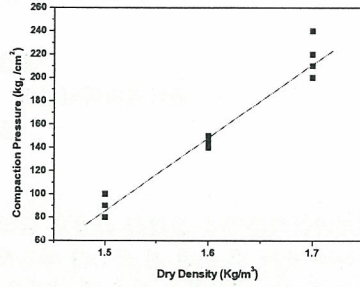


그림 4. 건조밀도에 따른 압축력

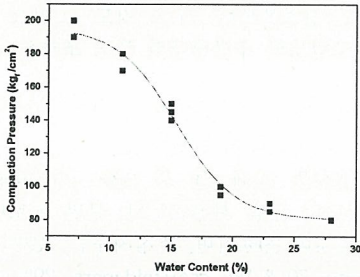


그림 5. 수분함량에 따른 압축력

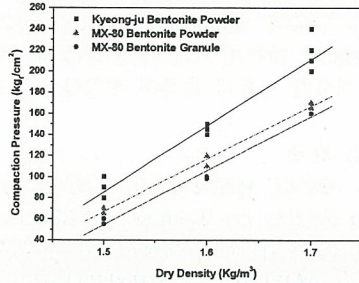


그림 6. 입자크기에 따른 압축력

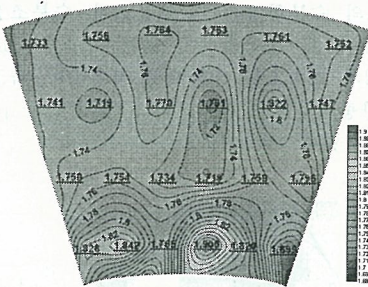


그림 7. 완충재블록의 건조밀도분포

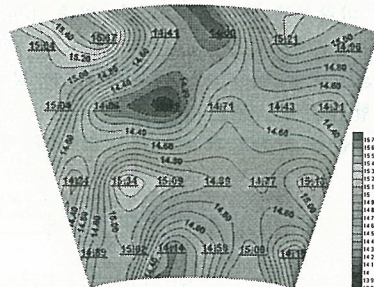


그림 8. 완충재블록의 수분함량분포

### 3. 결론

건조밀도가 증가함에 따라 선형으로 압축력이 증가하였고, 수분함량은 증가함에 따라 2차곡선 형태로 수분함량 15%를 기점으로 압축력이 급격히 감소하였다. 따라서 블록 제작의 적정 수분함량은 15~18% 내외로 수분함량 18%를 넘을 경우 압축력은 급격히 감소하지만 블록과 몰드사이의 점착력이 강하여 몰드 해체시 블록의 깨짐현상이 발생할 가능성이 높았다. 윤활유의 유무에 따른 차이는 근소하여 오차범위였으며, 입자크기에 대한 압축력은 분말(powder)이 과립(granule)보다 압축력이 증가함을 확인할 수 있었다. 성형된 완충재블록의 건조밀도분포는 블록의 가장자리에서 감소하였고, 수분함량분포 또한 가장자리에서 증가하였으나 블록의 중앙부와외의 값 차이는 5%내외로 근소하여 성형된 블록이 균일성을 갖는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 얻어진 결과는 추후 KRS 처분장에 적용될 완충재 블록 제작의 작업성(workability) 향상을 위한 기초자료로 활용될 것이다.