

포항, 대구지역 퇴적암의 물리, 역학적 특성에 관한 연구

이승재¹⁾ · 노상립²⁾ · 윤지선³⁾

1. 서론

퇴적암의 경우 지하수위 변동, 지산 굴착에 의한 응력 해방과 흡수 팽창 및 풍화와 환경 변화에 의거한 건조·습윤 반복에 의하여 Slaking 현상이 현저하다. 특히 다른 암석과 달리 퇴적암의 경우 이러한 환경변화 요인에 대하여 민감하게 반응 한다. 이에 본 논문에서는 상기 지역 퇴적암의 물리·역학적인 특성을 실험적으로 연구하고자 팽창 시험을 시행하고, 특히 암반구조물 설계에서 요구되는 암석의 일축압축강도에 대하여 습윤 및 건조에 따른 강도 열화현상을 알아보기 위하여 세가지 상태를 적용(자연상태, 건조 상태, 습윤상태)하여 실시하고, 이를 통계처리 하였다. 또한 풍화 및 강도 열화 현상에 대하여 환경청에서 제시하는 수질 Data를 인용하여 실험 계획법에 의거한 pH와 온도조건이 Slaking에 미치는 영향에 대하여 알아보았다.

2. 시료 채취 및 분석

우리나라의 대부분 지역은 화성암과 변성암으로 구성되어 있는데 반하여, 지질학적으로 신생대(Cenozoic Era) 제3기(Tertiary Period)의 마이오세(Miocene Epoch)에 해당되는 포항 이암(mudstone)층 및 중생대(Mesozoic Era) 백악기(Cretaceous Period) 하양군층으로 구성되어 있는 대구지역의 지질은 혈암(shale)이 가장 많고 그 다음은 이암, 그리고 사암, 역암 순으로 존재 하는 국내 지질 분포상 퇴적암으로 구성되어 있는 지역이다. 두 대상지역의 광물조성에 대한 X선 회절 분석(X-ray diffraction analysis : XRD)결과 포항지역 mudstone의 경우 quartz, albite, 대구지역 blackshale의 경우 quartz, muscovite, clinochlore, augite or diopside 가 존재 하였다.

3. 실험 방법

본 연구에서는 팽창특성을 알아보기 위한 방법으로 ISRM에서 제시한 구속 상태의 팽창압 시험을 압밀시험기를 이용하여 실시하였으며, 이때 팽윤압의 측정은 변형이 1/100mm 진행될 때 축하중을 증가시키는 방법으로 실질적으로 체적변화를 허용하지 않는 상태의 팽창압력을 측정 하였다. 또한 자유 팽창 변형률을 알아보기 위하여 비구속 상태의 팽창 변형률 시험을 실시하여 다섯 방향에서 그에대한 변형률을 측정하였다. 일축압축강도 시험은 실험계획법에 바탕을 두고, 세가지 상태 (자연상태, 건조 상태, 습윤상태)의 시험 조건을 적용하여 실시하였고, 이에 대하여 다중비교를 통한 검증을 해 보았다. 또한 Slaking 시험시 환경청에서 제시하는 수질 Data(1999년 월별 통계치)를 기준으로 하여 월별 수온과 pH 변화 양상을 참

주요어 : Slaking, XRD

- 1) 인하대학교 지구환경공학부 석사과정
- 2) 인하대학교 지구환경공학부 박사과정
- 3) 인하대학교 지구환경공학부 교수

고로하여 그에따른 수온(5°C, 20°C, 35°C)과 pH의 조건(pH5, pH7, pH9)을 설정하였으며, 시험은 건조와 습윤을 2회 이상 반복(총 5회까지 실시)하고, 각각의 조건에 대한 동일한 실험을 3회 반복 하여 pH와 온도조건이 Slaking에 미치는 영향에 대하여 알아보았다.

3. 실험결과 및 결론

1) 구속 상태의 팽창압력 시험결과 Mudstone의 경우 최대 팽창 압력은 0.148~0.177kgf/cm²으로 초기 24시간 이내에 급속한 증가를 보이는 반면, Blackshale의 경우는 0.003~0.009 kgf/cm²로서 1~3일 이내에 증가 하는 경향을 보이며, 약 2주 후 부터는 두 대상 시료 모두 수렴해가는 양상을 나타낸다.

또한 비구속 상태의 팽창 변형률의 변화를 알아본 결과 Mudstone의 경우 다섯 방향에서 측정된 횡방향의 최대 팽창 변형률은 0.039%~0.388%, 축방향의 경우 0.561%~0.642% 로 횡방향에 비해 약 1.6배의 팽창량을 보이며 Blackshale의 경우 최대 팽창 변형률은 횡방향의 경우 0.002%~0.006%, 축방향의 경우 0.006%~0.01% 로서 횡방향에 비해 약 1.6배의 팽창량을 나타낸다.

2) 일축압축 시험 결과 각 상태에 따른 강도 평균치를 보면 Mudstone의 경우 자연상태 174 kgf/cm², 건조상태 209kgf/cm², 습윤상태 53kgf/cm²를 나타내며, Blackshale의 경우 자연상태 1458kgf/cm², 건조상태 1935kgf/cm², 습윤상태 990kgf/cm²를 나타낸다. 각각에 대하여 통계처리 해 본결과 Mudstone의 경우 P-value가 0.0001, Duncan Method에 의한 Grouping 결과 A,B,C 라는 3개의 Group나누어 졌으며 Blackshale의 경우 P-value가 0.0276, Duncan Method에 의한 Grouping 결과 A,B로 2개의 Group나누어 졌다. 이러한 결과를 볼 때 두 대상시료 모두 P-value가 유의수준 0.05이하로 나왔으며, 두 대상지역의 시료는 건조상태, 자연상태, 습윤상태 순으로 강도 열화가 나타나는 것으로 판명되었다.

3) 온도와 pH조건을 달리 하여 구한 Slake 내구성 시험 결과 2 Cycles에 해당하는 내구성 지수(I_{d2})는 해당하는 두 시료 모두 대단히 높은값인 98%이상을 나타냈으며, 이는 Gamble(1971)에 의한 slake 내구성분류에서 최상의 단계인 Very high durability 등급에 해당 한다. 온도에 따른 내구성 지수(I_{d2})의 평균치를 보면 각각의 온도(5°C, 20°C, 35°C)에 대하여 Mudstone의 경우 98.87%, 98.50%, 98.20%를 blackshale의 경우 99.51%, 99.37%, 99.37%를 나타낸다. 각각에 대하여 통계처리 해본 결과 온도 및 pH에 대한 상호 교호 작용이 없는 것으로 나타났으므로, 각각의 영향을 알아본바 Blackshale의 경우 온도 및 pH 대하여 두 요인 모두 영향성이 나타나지 않았으나 Mudstone의 경우 pH(P-value=0.6175)에 있어서는 영향이 없는 반면에 온도(P-value=0.0509, Duncan Grouping A,B)에 대해서는 Slaking에 영향이 있는 것으로 나타났다.

참고 문헌

1. 이영휘, 1996 “포항 이암층의 Slaking, 팽창 및 전단강도 특성”, 한국 지반공학회지, Vol. 12, No. 2, pp. 33-42.
2. 윤지선 역, 1991 암석·암반의 조사와 시험, 구미서관, 서울, pp. 515-530.
3. Richard E. Goodman, 1980, Rock Mechanics, pp. 36-38.
4. E.T. Brown, 1981, Rock Characterization Testing and Monitoring, pp. 89-94.