

포천 운악산일대 함석류석화강암 석재자원의 물성특성

윤현수, 홍세선, 양동윤, 이병태

한국지질자원연구원 (hyuns@kigam.re.kr)

1. 서언

연구대상암은 경기도 포천의 운악산(933.5m)일대에 넓게 분포하는 석류석흑운모화강암으로, 1/5만 도폭상으로 미발간된 기산리와 포천동부에 해당한다. 이 곳은 광주산맥의 지맥에 해당하며 동부와 북부의 변성암류와 화강암류 그리고 서부와 남부의 변성암류는 높은 지형을, 북동부의 영평천과 포천천 주변의 화강암류는 다소 낮은 지형을 이룬다.

이 곳에는 함석류석화강암을 대상으로 하는 석산이 도처에 위치하고 있다. 이 연구에서는 이들 석재자원의 산출특성과 광물조성을 밝혔다. 그리고 암체내에 위치하는 석산의 대표 불력시료를 채취하여 물성시험(KS-F 2518, 2519)을 하였으며, 이들 물성과 모우드 값과의 상호 변화관계를 연구하였다. 또한 전반적인 열극발달상을 알기 위하여 가능한 대규모 암반을 대상으로 열극방향에 교차하는 축선설치와 실내연구로, 석재자원의 잠재특성을 해석하였다.

2. 암석분포 개요

연구지역은 구성암은 선캠브리아기의 편마암복합체(GMIK, 1973), 쥬라기의 흑운모화강암과 석류석흑운모화강암과 복운모화강암, 백악기의 토날라이트와 산성-염기성 암맥류, 그리고 제 4기의 충적층 등이다. 쥬라기 화강암류는 대체로 북북동향의 포천천을 기준으로 서부의 흑운모화강암, 동부의 석류석흑운모화강암 그리고 북동부의 복운모화강암으로 구분될 수 있다(윤현수 외, 2002; Kwon et al., 1994).

함석류석화강암은 회색, 담회색, 담홍색의 중-조립질을 이룬다. 야외에서 미립의 석류석이 전반적으로 산출됨이 특징이며, 곳에 따라 염기성광물 농집부가 수십 cm의 크기를 이루며 발달되기도 한다. 이 암은 QAP 삼각도에서 문조화강암에 속하며, 구성광물은 석영, 알칼리장석, 사장석, 흑운모, 백운모, 녹리석, 인회석, 저어콘, 석류석과 불투명광물 등이다. 석영은 대체로 과상, 모자이크 소광을 이루며 부분적으로 엽리상의 줄무늬소광이 종종 수반되어, 국부적으로 미약한 변형작용을 받은 특징을 보인다.

3. 함석류석화강암 석재자원의 물성과 광물 조성

함석류석화강암의 비중은 2.53~2.62(평균 2.60)로서 좁은 범위값을 가지며, 모두 Daly(1966)에 의한 2.52~2.81 범위내에 속한다. 흡수율은 0.20~0.39(평균 0.37) % 그리고 공극율은 0.53~1.02 (평균 0.84) %의 값을 가져 다소의 변화폭을 가진다. 흡수율은 협신 0.20 %, 원우(유정)와 금산 0.39 %, 공극율은 협신 0.53 %와 원우(유정) 1.02 %를 각각 가져 상호 일치되는 경향을 가진다. 이들의 비중 대 공극율은 미약한 부의 경향을, 공극율 대 흡수율은 뚜렷한 정의 경향을 가진다. 이는 백악기 화강암인 문경석의 흡수율 0.56과 공극율 1.42(윤현수, 1993)보다 크게 감소하여, 이 곳 석재가 보다 치밀함을 제시한다.

압축강도는 1,147~1,954(평균 1,697) kg/cm² 큰 변화폭을 가진다. 이 값은 SWR인 봉수석재(폐석산)에서 그 값이 1,147 kg/cm² 로 크게 감소하며, 그 외는 모두 1,460 kg/cm² 이상에 해당한다. 압축강도 분류(Farmer, 1983; Winkler, 1973; Hawkes and Mellor, 1970)에 의하면, 이 곳의 석재자원은 경암-초경암에 속한다. 인장강도는 73~131(평균 100) kg/cm²로서

다소의 변화폭을 가지며, Farmer(1983)에 의한 70~250 kg/cm²의 범위내에 속한다. 마모경도는 24~40(평균 34)의 범위값을 가져 약간의 변화폭을 보인다.

이들 물성은 공극율 대 흡수율, 압축강도 대 마모경도(Fig. 1)와 인장강도, 인장강도 대 마모경도는 대부분 정의 경향을 이룬다. 물성 대 광물조성의 관계에서, 압축강도는 모우드 Af와 (Qz+Af+Pl)에 대하여 각각 미약한 부의 경향을 가진다. 인장강도는 모우드 (Qz+Af+Pl)(Fig.2)와 (Bt+Ac)에 대하여 각각 미약한 부와 정의, 마모경도는 모우드 (Qz+Af+Pl)와 (Bt+Ac)에 대하여 별다른 별다른 변화경향을 보이지 않는다.

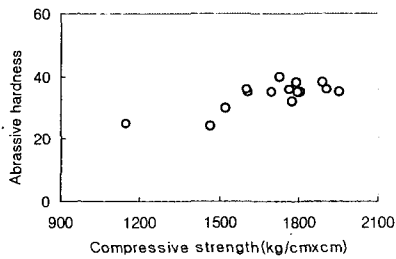


Fig. 1. Correlation of CS vs. AH.

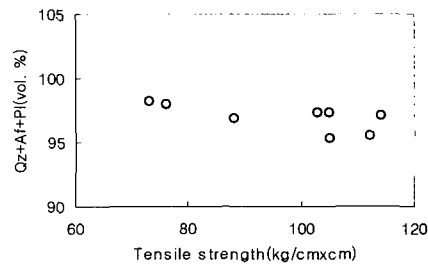


Fig. 2. Correlation of TS vs. modal Qz+Af+Pl.

4. 함석류석화강암의 열극발달

함석류석화강암에 발달하는 비교적 큰 규모의 암반에 발달하는 열극을 대상으로 주향과 경사를 측정하였다. 암반전체에 걸친 열극 발달상을 알기 위하여 가능한 많은 빈도수를 이루는 열극방향에 교차하도록 측선을 설치하였다. 대부분 40개 이상 측정된 암반을 대상으로 하였다. 주향은 N31°~40°W 11.1 %, NS~N10°E 9.7 %, N21°~30°W 9.2 %, N81°W~EW 8.6 %, N71°~80°W 6.9 %, N11°~20°E 6.1 %, N11°~20°W 5.5 %, N71°~80°E 5.0 % 등의 순으로 감소한다. 이들이 전체 주향의 62 %를 차지하여 다소 우세하나, 그 외의 모든 방향에 걸쳐 발달하는 경향을 보인다. 경사는 81°~수직 41 %, 71°~80° 29.8 % 그리고 61°~70° 11.0 % 등의 순으로 감소하며, 이들이 전체의 약 82 %를 차지한다.

열극등고선 및 로즈 다이어그램에서 이들 열극의 주향은 N20°~40°W, NS~N20°E, N70°~90°E 등이, 그리고 경사는 고각도의 것들이 우세하다. 이들 열극은 서로 직교보다 사교하는 경향이 우세하여 함석류석화강암에서는 규격석과 더불어 비규격석의 산출이 많을 것으로 해석된다. 이러한 경향은 연구지역의 남부에 분포하는 함석류석화강암(윤현수, 1997)과 비슷한 양상을 보인다. 즉 남부 화강암에서 열극의 주향은 N30°~50°W, N25°E~NS~N10°W, 경사는 급-수직이 우세하다.

5. 결론

함석류석화강암 석자자원은 회색, 담회색, 담홍색의 중-조립질로서 미립의 석류석이 전반적으로 산출된다. 곳에 따라 염기성광물 농집부가 발달하며 그 크기가 수십 cm에 달하기도 한다. 구성광물은 석영, 알칼리장석, 사장석, 흑운모, 백운모, 녹리석, 인회석, 저어콘, 석류석과 불투명광물 등이며, QAP 모우드에서 문조화강암에 속한다. 부분적으로 석영의 염리상 줄무늬소광이 종종 발달되어, 국부적으로 미약한 변형작용을 받은 것으로 해석된다.

물성 중에서 비중은 2.59~2.62, 흡수율은 0.20~0.39(평균 0.37) %, 그리고 공극율은 0.53~1.02(평균 0.84) %의 값을 가진다. 비중 대 공극율은 미약한 부의, 흡수율 대 공극율은 뚜렷한 정의 관계를 이룬다. 압축강도는 1,147~1,954(평균 1,697) kg/cm² 큰 변화폭을 가지며, 그 값은 SWR의 폐석산에서 가장 감소한다. 이 곳의 석재자원은 경암-초경암에 해당한다

다. 인장강도는 $73\sim 131\text{ kg/cm}^2$ 로서 다소의, 마모경도는 $24\sim 40$ 의 약간의 변화폭을 가진다. 공극율 대 흡수율, 압축강도 대 마모경도와 인장강도, 인장강도 대 마모경도는 대부분 정의 경향을 이룬다. 그리고 압축강도는 모우드 Af와 $(Qz+Af+Pl)$ 에 대하여 각각 미약한 부의, 인장강도는 모우드 $(Qz+Af+Pl)$ 와 $(Bt+Ac)$ 에 대하여 각각 미약한 부와 정의 경향을 가진다. 비교적 큰 규모의 암반을 대상으로 측정된 열극은 열극등고선과 로즈 다이어그램에서 $N20^\circ\sim 40^\circ W$, $NS\sim N20^\circ E$, $N70^\circ\sim 90^\circ E$ 등의 주향과 고각도의 경사가 우세하다. 이들은 직교보다 사교하는 경향이 우세하여 함석류석화강암에서는 규격석과 더불어 비규격석의 산출이 많을 것으로 해석된다.

6. 참고문헌

- 윤현수, 1997, 포천-의정부지역 화강암류 석재자원의 암석학적 특성연구. 암석학회지, 6, 34-44.
- 윤현수, 박용순, 이춘오, 이병대, 김경수, 1993, 문경-상주사이에 분포하는 화강암류 석재의 암석학적 특성. 암석학회지, 2, 32-40.
- 윤현수, 홍세선, 이윤수, 2002, 포천-기산리 일대에 분포하는 주라기 대보화강암류의 암석 및 암석화학. 암석학회지, 11(발간중).
- Daly, R.A., Manger, G.E. and Clarke, Jr.S.P., 1966, Density of rocks. In handbook of physical constants(ed. S.P. Clarke, Jr), Geol. Soc. Am., Mem., 97, 20-26.
- Farmer, I., 1983, Engineering behaviour of rocks. Chapman and Hall, 208p.
- Kwon, S.T., Cho, D.L., Lan, C.Y., Shin, K.B., Lee, T. and Merzman, S.A., 1994, Petrology and geochemistry of the Seoul granitic batholith. Jour. Petrol. Soc. Korea, 3, 109-127.
- GMIK(Geology and Mineralogy Institute of Korea), 1973, 1/250,000 Seoul geological map of Korea. GMIK, Korea.
- Hawkes, R.D. and Mellor, M., 1970, Uniaxial texturing in rock mechanics laboratories. Eng. Geol., 4, 177-285.
- Winkler, E.M., 1973, Stone: properties, durability in man's environment. Springer-Verlag, 230p.