

聞慶-尙州 사이에 분포하는 화강암류 석재의 암석학적 특성

尹顯秀 · 朴用舜 · 李春吾 · 李炳大 · 金暻秀

한국자원연구소 (대전직할시 유성구 가정동 30, 305-350)

요 약: 문경-상주 사이에는 문경석 또는 상주석 등으로 불리우는 담홍색과 홍색 화강암류가 넓게 분포되며, 이들에는 맥상이나 포켓상의 애프라이트와 페그마타이트,空洞구조 등이 자주 발달된다. 공동은 다양한 크기를 이루며 미소한 산점상보다 큰 구조를 이룰 경우에 채석 조건에 유리하다. 절리의 극밀도 분포는 담홍색과 홍색 화강암에서 직교에 가까운 절리가 우세하다. 이런 절리의 배향성과 간격은 대체로 홍색보다 담홍색 화강암에서 더 뚜렷하고 더 크게 발달되어 후자에서 더 큰 석재 규격석이 기대된다. 담홍색과 홍색 화강암의 물성 평균값은 각각 비중 2.6과 2.6, 흡수율(%) 0.5와 0.6, 공극율(%) 1.4와 1.5, 압축강도(kg/cm²) 1440과 1680로서 모두 후자에서 다소 증가된다. 이들은 모두 硬岩에 해당되어 건축석에 유효하다. 열전도율(w/m·k)은 2.2~3.2의 값을 가지며, 흡수율 및 공극율의 증가에 따라 완만히 증가되어 치밀한 조직을 반영한다. 그리고 압축강도 증가에 따라 Fe₂O₃/(Fe₂O₃+FeO)는 불규칙한, CaO, Na₂O와 K₂O 등은 거의 균일한 분포경향을 보여 상호 관계성을 제시하지 않는다.

핵심어: 공동구조, 배향성, 압축강도, 硬岩

서 언

분야는 극히 미비한 편이다.

연구 지역은 沃川 지향사대 중부인 小白山脈 줄기로서 경북의 聞慶-尙州 일대에 해당된다. 이곳에는 지역에 따라 문경석, 상주석, 화북석 또는 농암석 등의 석재 상품명을 지닌 백악기의 홍색계열 화강암체가 광범위하게 분포한다. 즉 연구지역 북부에는 담홍색 화강암체가, 남부에는 이보다 약간 짙은 색을 띠는 홍색 화강암체가 발달된다.

이 연구에서는 이들의 여러 암석학적 특성을 석재산업자원과 관련하여 밝힌 것으로서 암석 기재 및 산출 상태, 절리선의 대체적인 분포 특성, 배향성과 발달 간격 등을 통해 두 암체의 특징과 차이점을 비교하였다. 그리고 이 지역 대부분의 석산과 일부 암반에서 가장 대표적이고 신선한 ब्ल록 시료를 택해, 비중, 흡수율, 공극율, 압축강도, 인장강도, 마모경도와 열전도율 등을 측정하여 석재로서의 암석 물성의 특징과 상호관계 등을 논하였다. 또한 암석의 화학적 성질과 물성간의 상관관계 등을 연구하였다. 연구지역의 범위는 대체로 북위 36°25'~36°44'과 동경 127°46'~128°06'에 해당된다.

이 지역에서는 김규환과 신윤수(1990), 윤현수와 김선억(1990), 진명식 외(1992) 등에 의한 암석, 암석 화학 및 지열 등에 관한 연구가 있으나 석재관련

암석 기재 및 산상

연구지역의 구성암층은 변성암류와 퇴적암류, 시대미상암류 그리고 화성암류로 구분될 수 있다(Fig. 1).

변성암류와 퇴적암류, 시대미상암류

변성암류와 퇴적암류는 편암 및 편마암류, 운교리층, 조선누층군, 옥천층군, 평안층군, 대동층군 그리고 영동층군이 포함된다. 시대미상암류는 연구지역 동부일원에 분포되며 운암사층, 상내리층과 각섬암으로 구성된다. 이들 여러 암류에 대해서는 비교적 상세히 보고된 바 있다(윤현수와 김선억, 1990).

화성암류

화성암류에는 각섬석 화강암, 안산암, 담홍색과 홍색 화강암, 그리고 반암류와 맥암류 등이 포함된다(윤현수와 김선억, 1990).

각섬석 화강암은 중-조립의 담회녹색을 띤 주라기

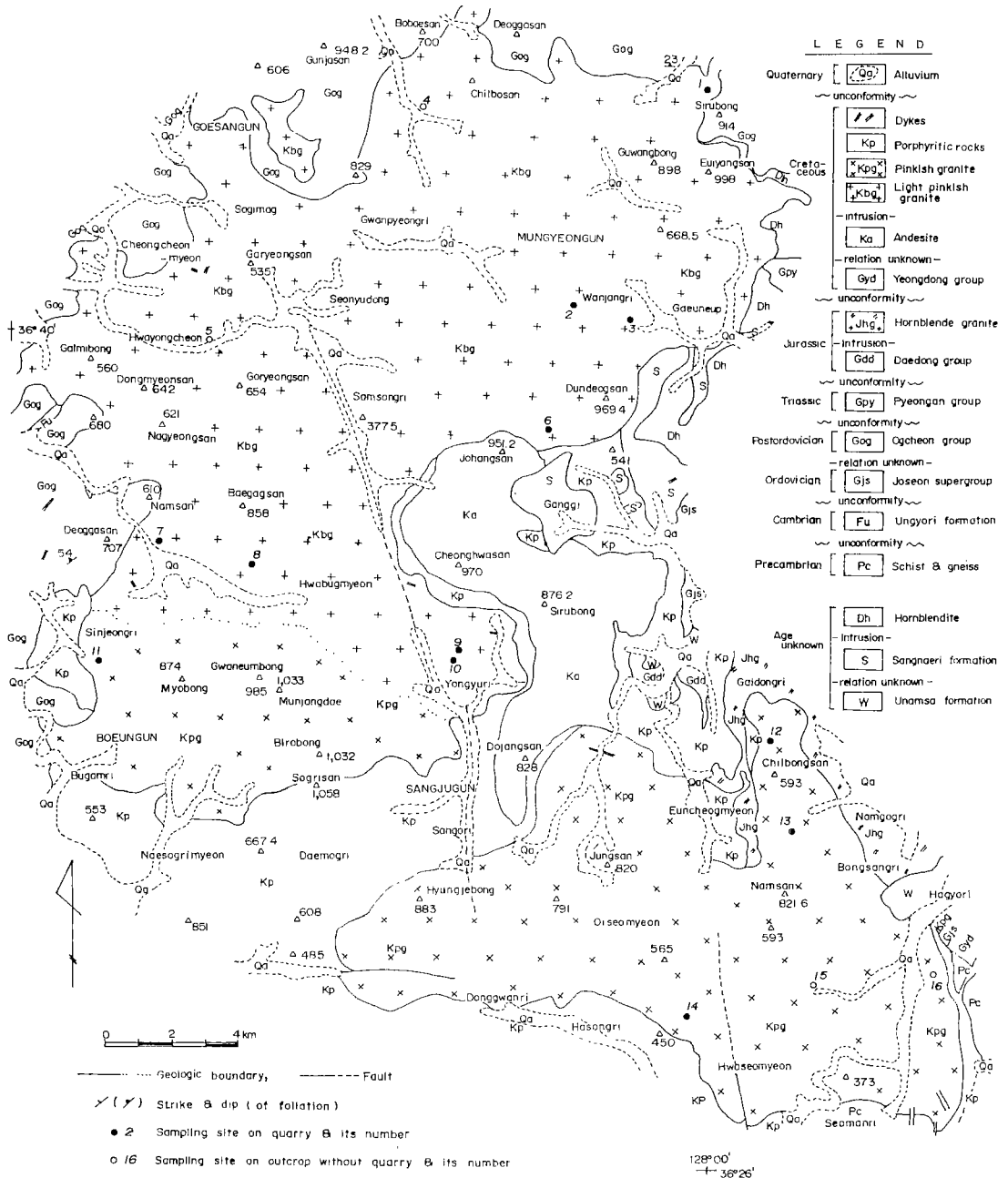


Fig. 1. Geologic map and sampling sites of the Mungyeong-Sangju area.

암체로서 석영, 미사장석, 사장석, 흑운모, 각섬석, 인회석, 저어콘과 불투명 광물 등으로 구성된다. 안산암은 암녹색을 띤 세립질암으로 석영과 장석반정이 발달된다. 그리고 다공질, 유동구조, 흑색 이암과 규암 등의 집괴암을 가진다.

담홍색 화강암은 북부 주변부에서 세립질 및 반정질화되나 전체적으로 보아 중립-조립질암이다. 그리고 그래픽 구조, 대상의 흑운모의 유동구조, 공동구조, 맥상이나 포켓상의 애프라이트와 페그마타이트 등이 종종 산출된다. 이 포켓상은 대부분 그 폭과

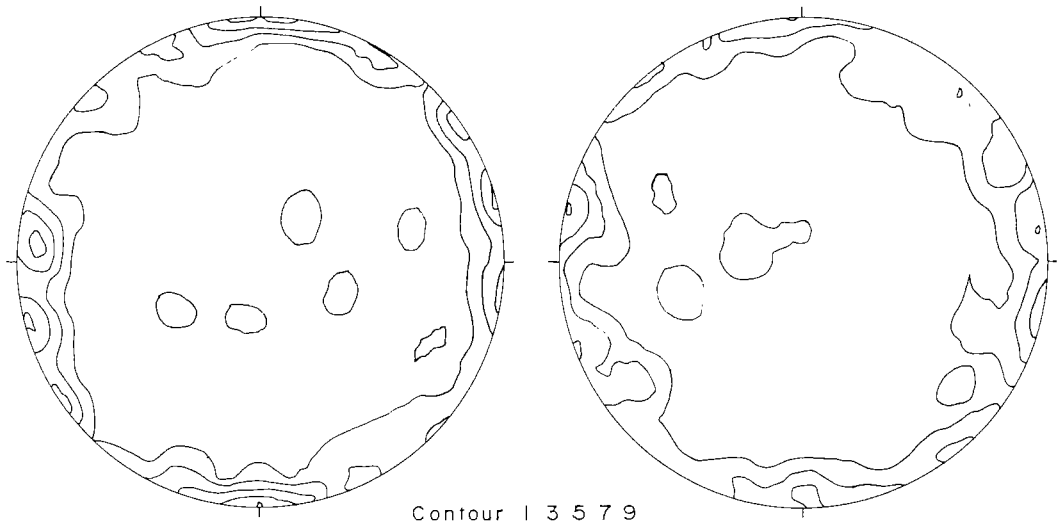


Fig. 2. Stereographic projections of joints from light pinkish granite (left) and pinkish granite (right).

연장이 수십 cm와 수 m 미만이다. 홍색 화강암은 중립-조립질암으로 담홍색 화강암보다 다소 더 짙은 홍색을 띠며 거의 같은 산상을 이루며 반암류에 의해 북측과 남측으로 분할된다. 이중 북측의 것은 보다 크고 많은 공동이 빈번히 발달된다. 남측의 것은 동부 주변부에서 반정을 이룬 세립질암으로 석영맥, 유문암질 또는 염기성 암맥 등이 발달된다. 이 홍색 화강암은 절리면을 따라 녹니석화 또는 황화 광물의 산화 착색이 수반되기도 하여 채석상의 저해 요인이 되고 있다. 이런 변질 작용은 절리선의 수용액(aqueous fluids) 충전에 의한 것으로 암석 자체내의 반응으로 인해 석재 악화의 주요 원인이 될 수 있다 (Segal, 1984; Bowels, 1934).

또한 두 암체에서 자주 발달되는 공동은 다양한 형태와 크기를 이루어, 수 mm 내지 수 cm의 산점상에서 폭 수십 cm/심도 2m의 정동을 이루기도 한다. 이런 산점상의 공동구조는 담홍색보다 홍색 화강암에서 더 발달되어 채석 저해의 요인이 된다. 그리고 대체로 큰 공동을 이룰 경우에 산점이 덜 분포되어 채석 조건에 유리하다. 이는 후기 마그마 분화과정 중 수분과 휘발물질이 분산되어 산점상 또는 밀집되어 큰 공동상을 이룬 것으로 해석된다 (Hyndman, 1985). 이들 암체는 석영, 알카리 장석, 사장석, 각섬석, 흑운모, 견운모, 저어콘, 스피넬과 불투명 광물 등으로 구성된다.

반암류는 주변의 홍색 화강암과 관입 또는 점이적 관계를 이룬다. 맥암류는 도처에서 산출되는 산성

혹은 염기성암이다.

절리 발달상

절리의 측정

이 연구에서는 절리의 자료를 균일하게 수집하기 위해 가능한 큰 규모의 암반과 석산에서 그 연장성(persistence)이 수 m 이상 발달되는 것을 택하여, 절리의 주향과 경사 방향을 측정하였다(Hudson and Priest, 1983).

측정된 숫자는 담홍색 화강암이 28개소(125개), 홍색 화강암이 35개소(122개)로 모두 63개소(247개의 절리)에 해당된다.

절리의 배향성

이들 측정된 배향자료를 입체 투영망에 투영하여 선택 배향의 극점들의 집합으로 구성된 극밀도 다이아그램을 작성하였다(Fig. 2). 이들 절리의 배향성은 대체로 담홍색 화강암은 EW/90°와 NS/90°에서, 홍색 화강암은 EW/90°, N15°W/85°SW, N10°E/90°에서 가장 높은 밀도의 분포를 보인다. 이들은 직교(orthogonal)에 가까운 절리가 우세하며, 홍색 보다는 담홍색 화강암에서 더 뚜렷한 배향성을 이룬다. 이런 절리는 구조적 융기(tectonic uplift)와 관련된 것으로 해석된다(Nur, 1982). 절리선은 구조

Table 1. Experimental results of the physical properties for the granites

Sp. No. (석산명)	비중	흡수율 (%)	공극율 (%)	압축강도 (kg/cm ²)	인장강도 (kg/cm ²)	마모경도	열전도율 (w/m·k)	입도
1(삼보)	2.58	0.25	0.66	1,834	71	34	2.257	조립
2(원경)	2.59	0.47	1.20	1,260	59	34	2.392	〃
3(정화)	2.59	0.52	1.34	1,285	62	30	2.301	〃
4*	2.57	0.39	1.00	1,432				〃
5*	2.57	0.42	1.08	1,868				반정
6(고모치)	2.54	0.64	1.64	1,531	60	26	2.784	조립
7(풍산)	2.57	0.64	1.62	1,130	86	42	2.865	〃
8(신진)	2.58	0.63	1.63	1,540				〃
9(화강)	2.57	0.77	1.95	1,390	79	33	3.156	〃
10(쌍용)	2.57	0.61	1.55	1,100				〃
11(동인)	2.58	0.53	1.37	1,548				〃
12(삼광)	2.59	0.64	1.56	1,849	80	33	2.390	〃
13(칠봉)	2.56	0.79	2.02	1,470	86	37	2.768	〃
14(삼주)	2.53	0.81	2.05	1,705	81	31	2.845	〃
15*	2.56	0.38	0.97	1,764				중립
16*	2.56	0.43	1.09	1,746				조립

Sp. No. 1-10: light pinkish granite, 11-16: pinkish granite; *노두시료.

적 응력, 파쇄작용(fracturing), 잔류 응력, 냉각이나 건조에 의한 수축작용 그리고 표면 이동 등에 의해 형성된다(Hatch *et al.*, 1978; Billings, 1972).

절리 간격은 매우 변화가 심하여 적당 내지 매우 넓은 편이며(moderately close to very wide), 대체로 홍색보다 담홍색 화강암에서 보다 크게 발달된다(Hunt, 1984). 이런 절리의 배향성과 간격 등으로 보아 홍색보다 담홍색 화강암체에서 보다 크고 많은 석재 규격석이 얻어질 것으로 기대된다(Billings, 1972; Nelson, 1985). 절리선은 채석 효율과 생산성에 큰 비중을 차지하며 여러 방향의 절리면을 따라서는 풍화작용이 특히 쉽게 일어난다(Twindale, 1982; Hatch *et al.*, 1978).

암석의 물리적 성질

물성의 시험 방법

암석의 물리적 특성을 알기 위해 16개 블럭(30×30×30 cm 크기)을 채취하였다. 이중 12개는 석산에서, 4개는 노두에서의 시료이며 균일한 물성 비교를 위해 대부분 조립질을 택하였다. 시료는 직경 5 cm 높이 5 cm의 試驗片을 3~6개씩 제작 및 시험하여 그 평균값을 대표값으로 하였다. 암석의 물성 중에서 인장강도는 ASTM D 3967-86에 언급된 간접 인장강도 시험법인 압열 인장시험법(Brazilian test)에 의해 측정하였다. 비중, 흡수율, 공극율과 압축

강도는 KS-F 2518과 2519, 그리고 마모경도는 ASTM C 241-51에 의해 측정하였다(Table 1).

비중= $W_0/(W_1 - W_2)$, 흡수율(%)= $(W_1 - W_0)/W_0 \times 100$, 공극율(%)= $(W_1 - W_2)/V \times 100$ 이다. 여기서 W_2 는 20±5°C의 증류수에 48시간 침수시킨 후의 수중 중량(g)이다. W_1 은 수조에서 꺼내어 표면의 수분만을 제거시킨 표면 건조 포화상태의 중량(g)이다. W_0 는 105±2°C의 乾燥爐 및 데시케이터에서 각각 24시간 건조시킨 다음 공기 중에서 측정된 절대 건조 중량(g)이다. V는 시료의 겉보기 체적(cm³)이다.

압축 강도(kg/cm²)= P/A , 인장강도(kg/cm²)= $2P/\pi DL$ 이다. 여기서 P는 시험편의 파괴하중(kg)이며 A는 단면적(cm²), D는 직경(cm)이고 L은 길이(cm)이다. 마모경도= $10G(2,000 + W_s)/2,000 W_a$ 이다. 여기서 G는 시험편의 비중, W_s 는(시험전 중량+시험 후 중량)/2, W_a 는 시험 중 손실된 중량(g)이다.

열전도율(w/m·k)은 모델 QTM-2(Showadenko 社) 시험기에 의해 측정되었다. 이 값은 石板材(20×15×2 cm 크기)의 후면에서 측정된 5개 지점의 평균값이다.

암석 물성 및 상호관계

비중, 흡수율과 공극율

석재의 비중은 시료의 중량과 동일한 체적을 가진 물의 질량과의 비로서 겉보기 비중을 말한다. 담홍

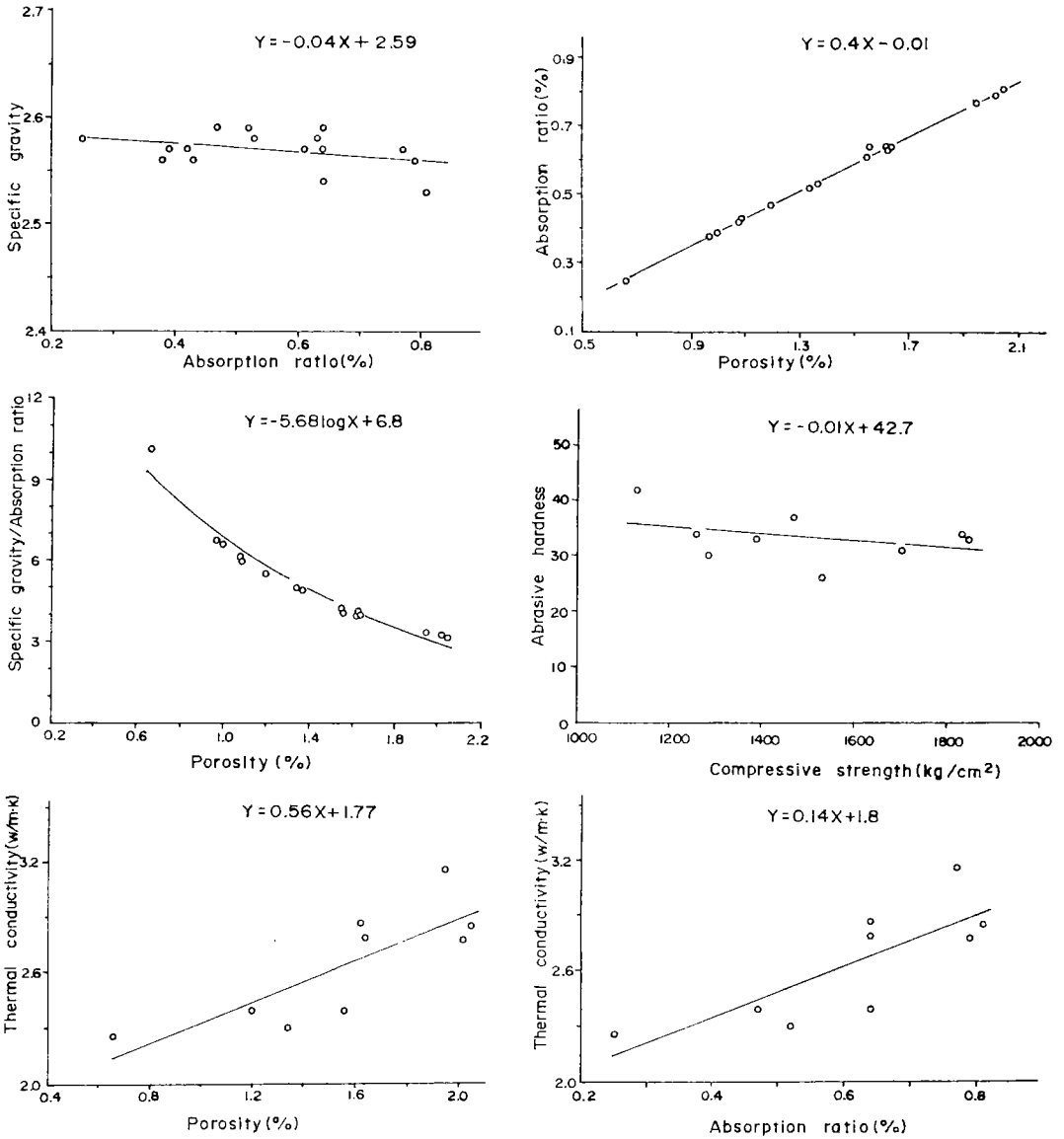


Fig. 3. Correlation diagrams of the physical properties for the light pinkish and pinkish granites.

색과 홍색 화강암은 모두 2.5~2.6 범위에 2.57과 2.56의 평균값을 가진다. 이는 화강암의 비중 범위인 2.52~2.81에 해당된다(Daly, 1966).

흡수율(%)은 시료내에 수분이 침투하여 포화상태 일 때의 함유수분을 말한다. 담홍색과 홍색 화강암은 각각 0.2~0.8과 0.3~0.9의 범위값을 가지며, 0.53과 0.60의 평균값을 가져 후자에서 약간 증가된다. 결정질암의 비중과 흡수율은 각각 2.5 이상과 2 미만의 값을 가진다(Duncan, 1969). 비중과 흡수율은 미약한

부의 상관관계를 보인다(Fig. 3). 흡수율은 풍화가 진행될수록 그 값이 뚜렷이 증가된다(강승철 외, 1985).

공극율(%)은 시료 중의 전공극의 체적과 공극을 포함하는 시료의 전체적의 비를 말한다. 담홍색과 홍색 화강암은 각각 0.6~2.0과 0.9~2.1의 범위에, 1.37과 1.51의 평균값을 가져 후자에서 약간 증가된다. 이중 화강, 철봉과 삼주석재의 값은 2 정도로 일반적인 화강암의 공극율 0.5~1.5 범위보다 다소

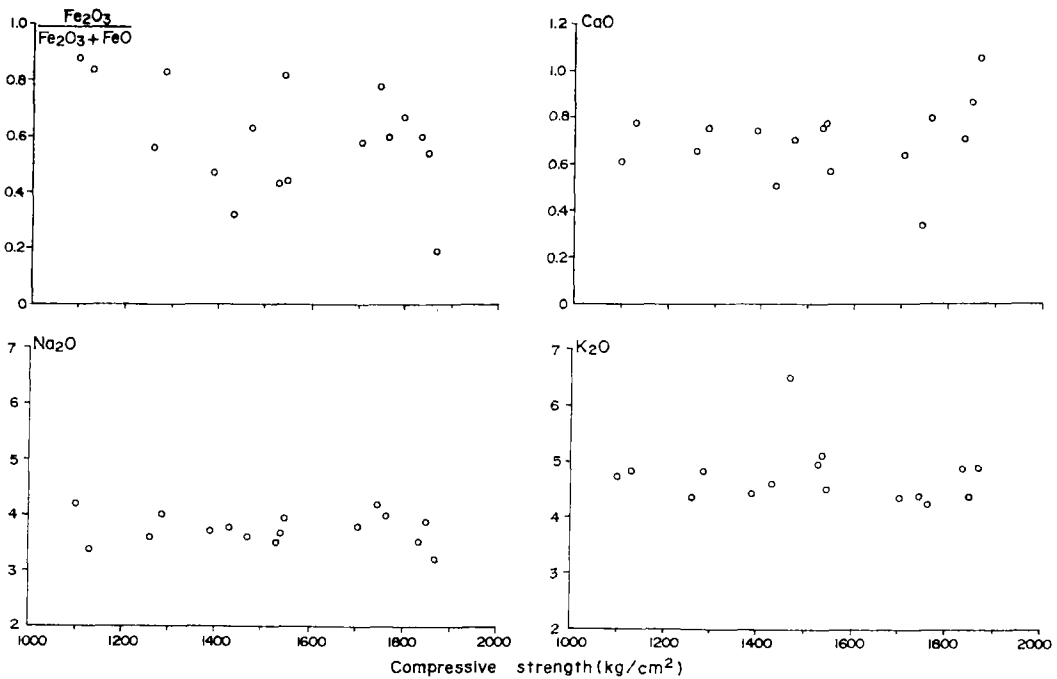


Fig. 4. Relationship diagrams of the chemical composition and compressive strength for the granites.

증가되는 바, 이는 국부적인 미세 공동구조에 기인 되는 것으로 해석된다(Farmer, 1968; Winkler, 1973). 또한 흡수율과 공극율은 뚜렷한 정의 상관관계를 보여, 공극율이 클수록 흡수 능력의 증가 경향을 잘 보인다(Fig. 3; Dunkan, 1969). 이들 석재는 KS F 2530의 물성 분류에서 모두 硬岩으로 구분된다.

압축강도, 인장강도와 마모경도

압축강도(kg/cm²)는 담홍색과 홍색 화강암이 각각 1,100~1,870과 1,470~1,850으로서 비교적 넓은 범위값을 가진다. 평균값은 1,440과 1,680으로서 후자에서 그 값이 증가된다. 이중 풍산과 쌍용석재는 1,100 정도의 비교적 낮은 값을 가지는 바, 이는 국부적으로 수반된 미약한 변질작용에 기인된 것으로 해석된다(Dixon, 1969). 전형적인 화강암의 압축강도는 1,000~2,500이며 연구 지역의 석재는 硬岩(hard rock)에 해당되어 건축석에 유효하다(Farmer, 1983; Hawkes and Mellor, 1970; Winkler, 1973). 연구대상 암의 압축강도 대 공극율은 불규칙한 관계를 가진다(Table 1).

인장강도(kg/cm²)는 담홍색과 홍색 화강암이 60~90과 80~90의 범위에 70과 82의 평균값을 가져,

그 값이 후자에서 약간 증가된다. 마모경도는 담홍색과 홍색 화강암이 20~50과 30~40의 범위에 33과 34의 평균값을 가지며, 후자에서는 거의 균일한 값을 가진다. 석재가 계단석과 바닥재 등으로서 오랜시간 사용되면 그 마모저항의 영향을 받는다(Bowels, 1934). 그리고 마모경도와 압축강도는 부의 상관 경향을 뚜렷이 보인다(Fig. 3).

열전도율

열전도율(w/m·k)은 건축재로서 중요한 석재의 절연(insulating capacity) 능력을 반영한다. 담홍색과 홍색 화강암은 각각 2.2~3.2(평균 2.6)과 2.3~2.9(평균 2.7)의 범위값을 가지며, 흡수율 및 공극율의 증가에 따라 정의 상관관계를 보인다(Fig. 3). 이는 연구 지역의 석재가 일반적인 화강암의 흡수율과 공극율과 같은 값을 가지는 치밀한 구조 때문으로 해석된다. 일반적으로 열전도율은 30°C/대기압하에서 흡수율이 클수록 감소되며, 치밀한 암석보다 공극율이 커질수록 감소된다(Winkler, 1973; Clark, Jr., 1966). 그리고 열전도율은 온도 증가에 따라 화강암에서는 완만하다(강대우 외, 1987).

Table 2. Major elements of the light pinkish and pinkish granites. Sample number is the same as Table 1

Sp. No.	1	2*	3*	4*	5	6	7*	8*	9	10*	11*	12*	13*	14*	15*	16
SiO ₂	76.08	76.41	74.41	72.50	75.67	75.54	75.31	74.43	76.72	74.28	75.96	74.59	73.50	74.17	74.64	75.48
TiO ₂	0.08	0.09	0.09	0.06	0.14	0.11	0.08	0.08	0.11	0.08	0.06	0.13	0.13	0.13	0.13	0.15
Al ₂ O ₃	12.41	12.72	13.96	14.79	12.64	12.60	13.19	13.74	11.99	13.89	13.01	13.67	12.51	13.97	13.55	12.66
Fe ₂ O ₃	0.58	0.64	0.89	0.82	0.37	0.66	0.97	0.94	0.64	1.05	0.44	0.75	1.28	0.80	0.86	1.40
FeO	0.86	0.50	0.18	1.71	1.56	0.86	0.18	0.21	0.72	0.14	0.57	0.64	0.76	0.57	0.57	0.39
MnO	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04
MgO	0.09	0.05	0.05	0.18	0.06	0.10	0.07	0.06	0.10	0.06	0.05	0.11	0.11	0.10	0.07	0.08
CaO	0.71	0.66	0.76	0.51	1.06	0.76	0.78	0.78	0.75	0.61	0.57	0.87	0.71	0.64	0.80	0.34
Na ₂ O	3.54	3.61	4.02	3.78	3.23	3.51	3.39	3.68	3.71	4.22	3.96	3.90	3.61	3.82	4.01	4.21
K ₂ O	4.90	4.38	4.85	4.63	4.92	4.98	4.84	5.14	4.45	4.74	4.53	4.40	6.52	4.38	4.26	4.41
P ₂ O ₅	0.06	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.01	0.01	0.04	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.07

*윤현수와 김선익 (1990).

암석의 화학성과 물성 관계

이 연구대상 암의 화학성분과 표준물성(index property)인 압축강도와와의 관계는 다음과 같다(Table 1, 2; Fig. 4; Bell, 1978; 윤현수, 1990). Fe₂O₃/(Fe₂O₃+FeO)의 비는 0.1~0.9로서 비교적 넓은 범위값을 가지며 압축강도의 증가에 따라 불규칙한 분포 경향을 이룬다. 연구 석재와 노두시료는 풍화 초기나 중기 암석에 발달되는 흑운모 등의 산화철(ferric oxides)의 착색 현상이 관찰 안되는 신선한 암석이다(Hunt, 1984; Brownlow, 1979; Krauskopf, 1967; Kelly and Zumbege, 1961).

CaO는 0.3~1.1의 범위값을 가지며, 압축강도의 증가에 따라 대체로 균일한 값을 가진다. Na₂O와 K₂O는 각각 3.2~4.3과 4.2~6.6의 범위값을 가지며 압축강도 증가에 따라 각각 거의 균일하게 분포된다. 그리고 SiO₂와 Al₂O₃는 각각 불규칙하거나 균일한 값을 가져 전체적으로 화학성분과 압축강도는 특이한 상관 경향을 보이지 않는다. 이는 이들 석재가 거의 균일한 화학성분을 가지며 조립질의 신선한 암석이기 때문에 해석된다(Table 1,2).

결 언

문경-상주 사이의 북부와 남부에는 각각 담홍색과 홍색 화강암류가 넓게 발달하며, 이들 암체에는 소위 문경석, 상주석, 화복석과 농암석 등의 산출지의 석재명을 가진 여러 석산이 분포한다.

담홍색과 홍색 화강암류는 그래프 구조, 대상의 흑운모 유동구조, 공동구조, 맥상이나 포켓상의 에프라이트와 페그마타이트 등이 종종 산출된다. 이

공동의 크기는 다양한 크기와 형태를 이루며, 대체로 큰 정동을 이룰 경우에 그 산점 빈도수가 크게 감소되어 채석 조건에 유리하다. 홍색 화강암은 이런 구조의 빈번한 산출 외에, 여러 맥암류 및 변질작용 등이 수반되어 담홍색 화강암보다 채석 실수율이 저하될 것으로 보인다.

절리선은 담홍색과 홍색 화강암이 각각 EW/90°와 NS/90°, EW/90°와 N15°W/85°SW와 N10°E/90°에서 가장 높은 밀도 분포를 보여 직교에 가까운 것들이 우세하며 이런 경향은 전자에서 더 뚜렷하다. 절리 간격은 적당 내지 매우 넓은 편이며 대체로 담홍색 화강암에서 더 넓게 발달된다. 이로보아 홍색보다 담홍색 화강암에서 보다 크고 많은 석재 규격석이 기대된다.

담홍색과 홍색 화강암의 평균 비중은 모두 2.6이다. 흡수율(%)과 공극율(%)의 평균은 담홍색이 0.5와 1.4이고 홍색이 0.6과 1.5로서 후자에서 약간 증가된다. 그리고 압축강도(kg/cm²)의 평균은 담홍색과 홍색이 1,440과 1,680으로 그 값이 후자에서 다소 증가된다. 이들 석재는 물성분류상 硬岩에 해당되며 건축석에 유효하다.

비중과 흡수율, 공극율과 흡수율은 각각 부 및 정의 상관관계를 가져 공극율이 커질수록 흡수 능력의 증가 경향을 뚜렷이 보인다. 압축강도 중 풍산과 쌍용석재는 각각 1,130과 1,100으로 그 값이 감소되는 바, 이는 미약한 국부적 변질작용에 기인된 것으로 보인다.

열전도율(w/m·k)은 2.2~3.2의 범위값을 가지며 흡수율 및 공극율과는 정 상관관계를 가진다. 이는 연구된 석재가 열전도율이 감소되는 흡수율이 크거나 다공질인 암석과 달리 치밀한 구조 때문으로

해석된다.

압축강도 증가에 따라 $Fe_2O_3/(Fe_2O_3+FeO)$ 는 불규칙한 그리고 CaO, Na_2O 와 K_2O 는 균일한 분포 경향을 보인다. 그리고 SiO_2 와 Al_2O_3 는 불규칙하거나 균일한 값을 가진다. 이는 연구된 석재가 거의 균일한 화학성분과 조립질의 신선한 암석이기 때문으로 해석된다.

사 사

문경-상주 일대의 야외조사 및 실내에서 많은 수고를 해준 석재산업자원그룹의 김선억 부장님, 박덕원과 김영범 연구원 외 여러분에게 감사드립니다. 그리고 열전도를 측정에 수고해준 김형찬 연구원, 그래프 작성에 도움을 준 전북대 박희열 석사, 암석물성부분을 지적해준 박철환 박사, 조언을 해준 이한영 박사에게 감사를 드립니다. 끝으로 이 논문을 자재히 보아준 나기창 교수님 외 두 분 심사위원과 진명식 박사님에게 깊은 감사를 표한다.

참고문헌

姜大雨, 幾世橋廣, 田中正三, 朱錫福, 1987, 고온에 있어서 암석의 열전도를 변화에 관한 연구. 대한광산학회지, 24, 107-114.

강승철, 전효택, 전용원, 1985, 풍화화강암의 물리적, 암석학적 및 지구화학적 특성. 대한광산학회지, 22, 339-352.

김규환, 신윤수, 1990, 충주-월악산-제천 화강암류의 암석화학적 연구. 광산지질, 23, 245-259.

윤현수, 김선억, 1990, 문경남부 일대에 분포하는 백악기 화강암류의 암석학 및 암석화학. 광산지질, 23, 343-352.

윤현수, 1991, 문경남부 일대에 분포하는 백악기 화강암류의 미량원소 및 광물화학. 광산지질, 24, 379-391.

진명식, 이진수, 지세정, 서효준, 김상열, 김성재, 신성천, 1992, 고온암체의 지열에너지에 관한 암석학적, 지화학적 연구(3). KR-92(T)-23, 172 p.

Bell, F.G., 1978, The physical and mechanical properties of the Fell Sandstones, Northumberland, Eng-

land. Eng. Geol., 12, 1-29.

Billings, M.P., 1972, Structural geology. Prentice-Hall, Inc., 606 p.

Bowels, O., 1934, The stone industries. McGraw-Hill Book Comp., 493 p.

Brownlow, A.H., 1979, Geochemistry. Prentice-Hall, Inc., 498 p.

Clark, Jr., S.P., 1966, Thermal conductivity. In Handbook of physical constants (ed. Jr. Clark), Geol. Soc. Am., Inc., 461-482.

Dixon, H.W., 1969, Decomposition products of rock substances. Proposed engineering geological classification. Rock Mechanics Symp. Stephen Roberts Theatre, Univ. Sydney, 39-44.

Duncan, 1969, Engineering geology and rock mechanics. Leonard Hill, 252 p.

Farmer, I., 1983, Engineering behaviour of rocks. Chapman and Hall, 208 p.

Farmer, I.W., 1968, Engineering properties of rocks. E. and F.N. Spon Ltd., 180 p.

Hatch, F.H., Wells, A.K. and Wells, M.K., 1978, Petrology of the igneous rocks. George Allen & Unwin Ltd., 515 p.

Hawkes, R.D. and M. Mellor, 1970, Uniaxial testing in rock mechanics laboratories. Eng. Geol., 4, 177-285.

Hunt, R.E., 1984, Geotechnical engineering investigation manual. Magraw-Hill Book Comp., 331-336 p.

Hyndman, D.W., 1985, Petrology of igneous and metamorphic rocks. McGraw-Hill Book Comp., 786 p.

Kelly, R.N. and Zumberge, J.H., 1961, Weathering of a quartz diorite at marble point, Mcurdo Sound, Antarctica. J. Geol., 69, 433-447.

Krauskopf, K.B., 1967, Introduction to geochemistry. McGraw-Hill Book Comp., 721 p.

Nelson, R.A., 1985, Geologic analysis of naturally fractured reservoirs. Gulf Publishing Comp., 320 p.

Nur, A., 1982, The origin of tensile fracture lineaments. J. Struct. Geol., 4, 31-40.

Segal, P., 1984, Formation and growth of extensional fracture sets. Geol. Soc. Am. Bull., 95, 454-462.

Twindale, C.R., 1982, Granite landforms. Elsevier Scientific Publishing Comp., 372 p.

Winkler, E.M., 1973, Stone: properties, durability in man's environment. Springer-Verlag, 230 p.

(책임편집 : 나기창)

Petrological characteristics of the granitic building stone in the Mungyeong-Sangju area

Hyun-Soo Yun, Yong-Sun Park, Choon-Oh Lee,
Byeong-Dae Lee and Kyeong-Su Kim

KIGAM (30 Gajeongdong, Yuseong Gu, Daejeon, 305-350 Korea)

ABSTRACT: The light pinkish granite (LPG) and pinkish granite (PG) distributing widely in the Mungyeong-Sangju area are characterized by miarolitic texture of various shape and size. By the joint frequency contour diagram, the joints of orthogonal type are recognized in the LPG and PG. From the petrologic textures, joint patterns, and joint spacings, it is recommended that the LPG has more possibility than the PG in recovery ratio of stone. The average physical properties such as specific gravity, absorption ratio (%), porosity (%) and compressive strength (kg/cm^2) have been tested 2.6 and 2.6, 0.5 and 0.6, 1.4 and 1.5, 1440 and 1680 for the LPG and PG, respectively. The stones belong to the hard rock, and represent applicable building stone. The thermal conductivity ($\text{w/m}\cdot\text{k}$) showing proportional relationships with the absorption ratio and porosity is 2.2~3.2 and suggests massive texture. With increasing of the compressive strength, the ratio of $\text{Fe}_2\text{O}_3/(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})$ show irregular trend and CaO, Na_2O and K_2O have uniformal values without variations. These results suggest there are no mutual relationships.

Key Words: Miarolitic texture, orthogonal type, compressive strength, hard rock