

석재자원에 대한 물리적 특성에 관한 연구

이창신¹⁾, 강추원¹⁾, 정순오¹⁾

A Study on the Physical Characteristics of Building Stone Resources

Chang-Sin Lee, Choo-Won Kang and Sun-Oh Jung,

ABSTRACT. Samples examined in this paper were selected from Samwoo building stone, Sinra building stone, Gana building stone, and Chung gin building stone in Kyunggi province and Whakwang industry, Gomoch building stone, and Sejin building stone in Kyungbuk province. The point of this study is to examine the physical and mechanical features of Pochun rock, Munkyeong rock and Ildong rock through specific gravity, porosity, absorption, point load test, triaxial compressive test, Brazilian test, petrology test, and chemical analysis test.

Key words : building stone, specific gravity, porosity, absorption, point load test, triaxial compressive test

초 록. 본 연구논문에서는 우리나라 주요 석재인 포천석, 문경석, 일동석 원석을 경기도 포천군 창수면과 신북면에 위치한 삼우석재, 신라석재, 가나석재, 청진석재 등을 방문하여 원석과 판석을 색상, 조직, 구성광물, 입도의 차이에 따라 포천석 원석 42개, 일동석 원석 4개의 원석을 채취하였으며, 경북 상주와 문경시에 위치한 화광산업, 고모치 석재, 세진석재를 방문하여 문경석 원석 12개를 채취하였다. 본 현장에서 채취한 시료에 대한 비중, 공극율, 흡수율, Point Load Test, 삼축압축시험, Brazilian Test, 암석학적 시험 및 분석, 화학적 시험 및 분석을 통해 포천석, 문경석, 일동석 원석의 물리적 특성을 규명하여 석재의 용도에 따른 타당성을 파악하는데 목적이 있다.

핵심어 : 석재, 비중, 공극율, 흡수율, point load test, 삼축압축시험

1. 서 론

석재란 건물 장식재, 석공예재 등의 용도에 따라 서 경도, 강도, 사용 가능성, 광택성, 장식적 특성 등의 일정한 성질을 갖는 암석으로서 건축재료는 주거용 건물, 비주거용 건물, 종교용 건축물의 외면, 내면, 외부바닥, 내부바닥 등에 blocks, slabs, panels, tiles, chips, powder 등의 형태로 사용되고 있다. 석공예재로서는 기념물, 가구, 조각상, 주문 공예품, 창턱, 안장, 계단석, 기둥석 등으로 사용된다.

우리나라 석재산업의 초기 수출형태는 주로 원석상태로 소량수출 되었다. 1980년대에 들어서면서 그 동안에 축적된 가공기술로 일본의 전통문화와 생활양식에 부합되는 묘석, 석등, 석탑 등 고가의

석가공품이 수출의 주종을 이루면서 급신장되어 왔다. 또한, 수출시장과 함께 국내시장도 국민소득 수준이 높아지면서 건축물의 대형화 및 고급화 추세에 따라 석재의 수요가 급격히 증가하였다. 이에 따라 원석 수요의 부족 현상을 초래하였고, 동 기간중 석재개발 허가가 급증하여 자연환경을 훼손하는 부작용이 발생되기도 하였으나 이로 인해 석재산업이 유망업종으로 부각되기 시작하였다. 그러나, 이러한 우리나라의 석재산업이 괄목할만한 발전을 하고 있는 것과는 달리 아직도 몇 개의 대기업을 제외하고는 대부분의 석재 업체들이 영세한 실정에 있어 앞으로 낙후된 기술을 발전시키고 최근에 둔화되고 있는 수출경쟁력을 강화하기 위해서는 업체자체의 노력과 함께 정부의 육성대책을 필요로 하고 있다. 따라서 본 연구에서는 포천석, 문경석, 일동석의 원석의 물리적 특성을 규명하여 석재 용도에 따른 타당성을 규명하는데 그 목적이 있다.

1) 조선대학교

접수일 : 2004년 2월 28일

2. 연구지역의 지질개요

본 연구지역인 경기도 포천군 창수면, 신북면 일대는 선캄브리아기 경기변성암복합체의 일부인 편마암이 소규모로 분포되었으며, 주라기의 화강암이 조사지의 거의 전역에 넓게 분포되었다. 이 화강암은 백악기말~고제3기에 맥암류의 관입을 받았다. 본 암은 회색~담회색의 등립/조립질암으로, 주라기의 전형적인 화강암이다. 또한 경상북도 상주, 문경일대는 지질상 낙동강 본류를 경계로 북서부의 소백산지괴와 남동부의 영남분지로 나눌 수 있다. 소백산지괴는 선캄브리아대의 화강편마암과 결정편마암으로 구성되고, 영남분지는 중생대 백악기에 형성된 경상누층군으로 이루어져 있다. 지질도는 Fig 1, 2와 같다.



Fig. 1. Geological map of the study area (Pochun)

3. 석재의 특성

3.1 포천석

본 연구를 위해 사용된 포천석 원석은 경기도 포천군 창수면과 신북면에 위치한 삼우석재, 신라석재, 가나석재, 청진석재를 방문하여 42개의 시료를 채취하였다.



Fig. 2. Geological map of the study area (Munhyung)

포천석은 조립질의 완정질 화강암으로서 붉은색을 띠는 장석류가 다량 함유되어 있음에 따라 전반적으로 연분홍 색조를 띠고 있으며, 박리현상에 의한 것으로 보이는 미세균열이 약한 방향성을 보여준다. 주 구성성분은 조립질의 석영, 장석류와 흑운모이며, 부성분 광물로는 백운모, 인회석, 저콘, 스펀, 갈엽석 등이 소량 또는 미량 수반되어 있다. 장석류로는 사장석과 미사장석, 피어다이트 및 소량의 정장석등의 K-장석류 등으로 구성되어 있으며, 사장석은 대부분 자형 내지 반자형으로 누대구조를 보여주고, 누대구조를 따라 선택변질 작용에 의해 부분적으로 견운모, 방해석 및 점토광물 화되어 있기도 하다.

3.2 문경석

본 연구를 위해 사용된 문경석 원석은 경북 상주와 문경시에 위치한 화광산업, 고모치 석재, 세진석재를 방문하여 12개의 시료를 채취하였다.

본 석재는 조중립질의 석영, K-장석 및 사장석 등이 주 구성광물이며, 소량의 흑운모와 미량의 백운모, 인회석, 저콘, 스펀, 알라나이트 및 형석 등이 부성분 광물로 수반되고 있다. 석영은 대체로 조립질 타형으로 매우 약한 파동소광과 불합조직을 보여주며, 국부적으로 K-장석내에서는 미문상조직을 또한 사장석내에서는 미르메렉틱 조직을 보여준다. K-장석류는 orthoclase-perthite로 대체로

조립질로 산출하며, 비교적 심한 고령토화 작용을 받았다. 사장석은 대체로 중립질로서 부분적으로 누대구조를 보여주며, 또한 부분적으로 견운모화, 방해석 및 고령토화 작용을 받았다. 흑운모는 대체로 중립질로 부분적으로 녹니석화 작용을 받았다.

3.3 일동석

본 연구를 위해 사용된 일동석 원석은 경기도 포천군 신북면과 창수면 일대에 위치하고 있으며, 중립 내지 조립질암으로서 주 구성광물은 석영, 정장석, 사장석 및 흑운모 등이며, 소량 미량의 백운모, 저어콘, 인회석, 녹리석, 견운모, 점토광물 및 불투명 광물 등이 수반된다. 색상은 백색 및 유백색을 띤다.

4. 실험기기 및 방법

4.1 삼축압축시험

삼축압축시험은 암석의 역학적 특성을 명백히 하기 위한 기본적인 시험이며 삼축압축응력하의 응력-변형률관계나 강도 정수로서 겹보기 점착력(c) 및 내부마찰각(ϕ)을 구하기 위해 실시된다. 압축시험기는 영점조정과 하중속도의 조절이 가능한 Server controller system이 부착된 국내산 Model No : HST-100T, 용량 100ton의 시험기를 이용하였고, 하중속도는 5kgf/cm²/sec로 가압하였다. 구속압은 유압 pump를 사용하여 재하하였으며, 구속압 50, 100, 150(kgf/cm²)일 때, 각각의 삼축압축강도를 측정하였다.

4.2 점하중 시험(Point load test)

점하중시험에 사용된 기기는 미국 ENERPAC사의 Model No : P-80, 최대하중 10,000psi인 핸드펌프(hand pump)와 Model No : RC-254, 용량 25ton의 실린더 및 20ton의 하중을 견딜수 있는 frame으로 제작된 시험기를 사용하였다.

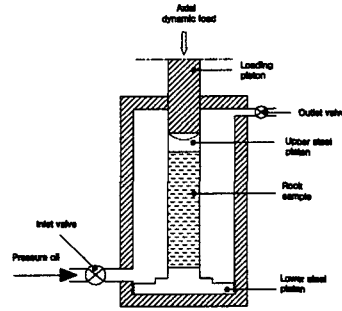


Fig. 3 Schematic diagram of triaxial confining pressure cell system

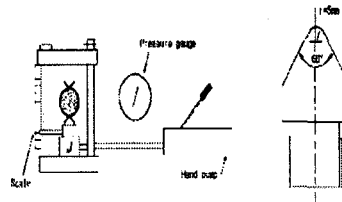


Fig. 4 Apparatus for point load test

4.3 압열인장시험(Brazilian test)

직접 인장시험은 시료의 제작이 까다롭기 때문에 암석의 인장강도를 구하는데 있어서 시료의 제작 및 하중의 재하 방법이 직접 인장시험에 비해서 용이한 압열인장시험을 실시하였다.

본 시험에 사용된 장치는 Fig. 5와 같다.

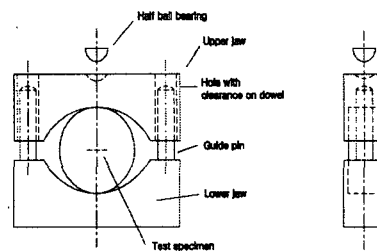


Fig. 5 Apparatus for Brazilian test

4.4 비중, 흡수율, 공극률 시험

본 실험에서 비중을 측정하는데 사용된 기기는 METTLER TOLEDO 사의 AG Balance를 사용하였다. 자세한 사양은 다음과 같다[Table 1].

Table 1 Specification of the balance

Measurement accur. (g/cm^3)	0.001
Measurement range. (g/cm^3)	0.1~30
Sample mass(g)	1~50
Sample volume (ml)	30~60
Temperature range($^{\circ}C$)	10~30
Typical measurement time(s)	<60

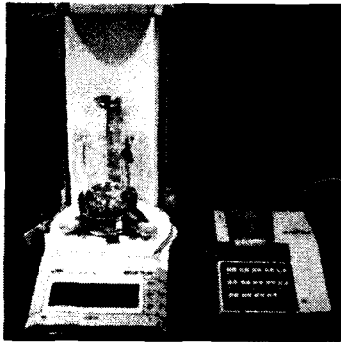


Fig. 6 Photography of AG Balance

4.5 암석학적 시험

포천석 원석 시료 42개, 문경석 원석 시료 12개, 일동석 원석 시료 4개, 합 58개 시료에 대해 제작된 박편(0.03mm 두께)에 대하여 Polarizing Microscope을 사용하여 50배에서 125배의 배율로 각각 Open nicol과 Cross nicol 하에서 구성 광물의 종류 및 조직을 조사하였으며, 모드 분석(Modal Analysis)을 실시하였다. 또한 색상, 구조 등을 육안 관찰하였으며, 모드 분석 결과를 이용하여 석재 시료의 정확한 암석명을 규명하였다.

4.6 화학적 시험

제작된 표준시료 glassbead를 이용하여 standard 값을 측정하고, 측정된 값을 이용하여 Calibration을 Matrixcorrection을 통해 실시하였으며, 이를 이용해 검정곡선을 그린 후 check sample을 이용하여 Alpha 보정값을 측정한 후 분석 시료에 대한 분석을 실시 하였다.

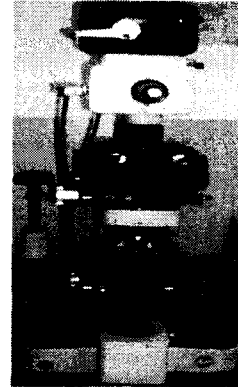


Fig. 7 Polarizing Microscope

5. 석재에 대한 실험 및 결과

5.1 비중

시험횟수는 각 Grade당 5회를 실시하였으며, 시험결과 포천석 원석의 비중은 2.591~2.617(평균 : 2.61)이고, 또한 문경석과 일동석 원석의 비중은 각각 2.603~2.617(평균 :2.61), 2.604~2.633(평균 : 2.62)로 나타났다. 시험결과는 Table 2, Table 3에 정리 하였다.

5.2 흡수율

포천석, 문경석 및 일동석 원석에 대한 흡수율 측정 결과를 보면, 각각 0.390~0.505 (평균:0.411%), 0.397~0.706% (평균:0.474%), 0.456~0.602% (평균:0.554%)로서 Table 4, Table 5에서와 같이 각 원산지 원석들의 흡수율의 편차가 미약하게 나타남을 보여주고 있다.

Table 2 Specific gravity (Pochun rock)

Specimen ID.	Specific gravity(g/cm ³)	Remark
1	2.602	Samwoo
2	2.594	
3	2.605	Sinra
4	2.617	
5	2.601	Gana
6	2.598	
7	2.616	Chunggin
8	2.609	
9	2.607	Samwoo
10	2.610	
11	2.595	Samwoo
12	2.604	
13	2.615	
14	2.593	
15	2.607	Samwoo
16	2.615	
17	2.593	
18	2.602	
19	2.615	Samwoo
20	2.603	
21	2.609	Sinra
22	2.598	
23	2.607	
24	2.600	Sinra
25	2.615	
26	2.614	
27	2.603	
28	2.592	Sinra
29	2.615	
30	2.603	Sinra
31	2.605	
32	2.594	Gana
33	2.591	
34	2.607	Gana
35	2.603	
36	2.598	Gana
37	2.614	
38	2.617	Gana
39	2.602	
40	2.609	Chunggin
41	2.598	
42	2.601	Chunggin
Average	2.61	

Table 3 Specific gravity(Munkyoung and Ildong rock)

Ore type	Specimen ID.	Specific gravity	Remark
Munkyoung rock	1	2.612	Gomochi
	2	2.603	
	3	2.605	Whakwang
	4	2.609	Sejin
	5	2.605	Sejin
	6	2.612	
	7	2.615	Sejin
	8	2.605	
	9	2.609	Whakwang
	10	2.615	
	11	2.617	Whakwang
	12	2.601	
Average	2.61		
Ildong rock	1	2.615	Kyungseo
	2	2.633	
	3	2.619	Kyungseo
	4	2.604	
	Average	2.62	

Table 4 Absorption rate(Pochun rock)

Specimen ID.	Absorption rate(%)	Remark
1	0.412	Samwoo
2	0.390	
3	0.405	Sinra
4	0.423	
5	0.404	Gana
6	0.396	
7	0.391	Chunggin
8	0.408	
9	0.432	Samwoo
10	0.454	
11	0.413	Samwoo
12	0.505	
13	0.407	
14	0.479	
15	0.490	Samwoo
16	0.421	
17	0.395	
18	0.402	
19	0.411	Samwoo
20	0.433	

Table 4 continued

Specimen ID.	Absorption rate(%)	Remark
21	0.408	Sinra
22	0.397	
23	0.395	
24	0.401	Sinra
25	0.386	
26	0.377	
27	0.412	Sinra
28	0.475	
29	0.504	Sinra
30	0.476	
31	0.412	Gana
32	0.435	
33	0.414	Gana
34	0.403	
35	0.422	Gana
36	0.418	
37	0.455	Gana
38	0.419	
39	0.400	Chunggin
40	0.417	
41	0.405	Chunggin
42	0.391	
Average	0.411	

Table 5 Absorption rate(Munkyung and Ildong)

Ore type	Specimen ID.	Absorption(%)	Remark
Munkyung rock	1	0.500	Gomochi
	2	0.415	
	3	0.706	Whakwang
	4	0.402	Sejin
	5	0.421	Sejin
	6	0.415	
	7	0.403	Sejin
	8	0.397	
	9	0.405	Whakwang
	10	0.412	Whakwang
	11	0.606	
	12	0.613	
Average	0.474		
Ildong rock	1	0.587	Kyungseo
	2	0.456	
	3	0.574	Kyungseo
	4	0.602	
	Average	0.554	

5.3 공극율

포천석, 문경석 및 일동석의 원석들에 대한 공극율 시험결과 포천석 : 0.984~1.412% (평균 : 1.076%), 문경석 : 1.102~1.804% (평균:1.349%), 일동석 : 1.471~1.543% (평균:1.510%)로 나타났으며, Table 6, Table 7와 같이 포천석, 문경석, 일동석에 대한 각 원산지 원석들의 공극율의 편차가 비교적 미약하게 나타남을 보여주고 있다.

5.4 Point Load Test

시험 결과 포천석 원석이 1,080 kg/cm²~1,410 kg/cm²(평균:1,244 kg/cm²), 문경석 원석이 1,080 kg/cm²~1,260 kg/cm²(평균:1,179 kg/cm²), 일동석 원석이 980 kg/cm²~1,020 kg/cm²(평균:1,000 kg/cm²)로 나타나 흡수율과 공극율이 낮은 포천석 원석이 문경석과 일동석 원석에 비해 높은 값을 보였으며, 포천석, 문경석 및 일동석 원석의 압축강도를 비교해 볼 때 큰 편차 없이 거의 비슷한 값을 나타냄을 알 수 있다.

5.5 삼축압축강도

삼축압축시험시 Chamber 내의 봉압력을 50, 100, 150 kgf/cm²를 사용하여 포천석 및 문경석, 일동석 원석 각각의 삼축압축시험을 실시한 결과 접착력은 평균 286.93, 279.53, 253.51, Internal friction angle은 평균 40.68, 37.97, 38.75으로 나타났으며, Hoek & Brown Failure envelope에 의한 상수 m과 s의 변화를 살펴보면, m 값은 7.27, 5.92, 6.47, s 값은 1 로 나타났다. 삼축압축강도시험 결과를 Table 8~Table 10 및 Fig. 8~10에 각각 나타냈다.

Table 6 Porosity(Pochun rock)

Specimen ID.	Porosity(%)	Remark
1	1.085	Samwoo
2	0.984	
3	1.283	Sinra
4	1.084	
5	1.126	Gana
6	1.031	
7	1.075	Chunggin
8	1.052	
9	1.015	Samwoo
10	1.024	
11	0.996	Samwoo
12	1.015	
13	1.077	
14	1.083	
15	1.012	Samwoo
16	1.044	
17	1.139	
18	1.067	Samwoo
19	1.015	
20	1.046	
21	1.032	Sinra
22	1.011	
23	1.004	Sinra
24	1.056	
25	0.975	
26	0.987	
27	1.012	Sinra
28	1.024	
29	1.078	Sinra
30	1.039	
31	1.012	Gana
32	1.304	
33	1.218	Gana
34	1.016	
35	1.412	Gana
36	1.013	
37	1.044	Gana
38	1.079	
39	1.065	Chunggin
40	1.216	
41	1.155	Chunggin
42	1.022	
Average	1.062	

Table 7 Porosity(Munhyung and Ildong rock)

Ore type	Specimen ID.	Porosity(%)	Remark
Munhyung rock	1	1.495	Gomochi
	2	1.306	
	3	1.804	Whakwang
	4	1.207	Sejin
	5	1.255	Sejin
	6	1.306	
	7	1.102	Sejin
	8	1.200	
	9	1.114	Whakwang
	10	1.149	
	11	1.702	Whakwang
	12	1.551	
	Average	1.349	
Ildong rock	1	1.543	Kyungseo
	2	1.523	
	3	1.471	Kyungseo
	4	1.506	
		Average	1.510

Table 8 Results of triaxial compressive strength (Pochun rock)

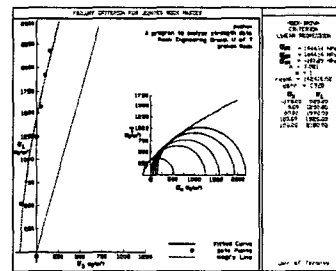
Specimen ID.	Con. Press. (kgf/cm ²)	Max. Stress (kgf/cm ²)	c (kgf/cm ²)	Ψ (°)	r ²
1-1	50	1,570	301.02	42.28	0.986
1-2	100	1,920			
1-3	150	2,180			
3-1	50	1,510	277.37	44.42	0.973
3-2	100	1,890			
3-3	150	2,300			
11-1	50	1,310	277.17	38.05	0.994
11-2	100	1,530			
11-3	150	1,820			
15-1	50	1,480	292.12	37.96	0.998
15-2	100	1,710			
15-3	150	1,960			

Table 10 Results of triaxial compressive strength (Ildong rock)

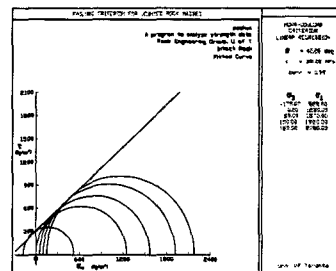
Specimen ID.	Con. Press. (kgf/cm ²)	Max. Stress (kgf/cm ²)	c (kgf/cm ²)	Ψ (°)	r ²
1-1	50	1,170	246.39	37.33	0.997
1-2	100	1,410			
1-3	150	1,630			
2-1	50	1,350	254.36	41.16	0.985
2-2	100	1,590			
2-3	150	1,920			
3-1	50	1,290	252.49	39.61	0.990
3-2	100	1,500			
3-3	150	1,810			
4-1	50	1,200	260.81	36.88	0.990
4-2	100	1,480			
4-3	150	1,670			

Table 9 Results of triaxial compressive strength (Munhyung rock)

Specimen ID.	Con. Press. (kgf/cm ²)	Max. Stress (kgf/cm ²)	c (kgf/cm ²)	Ψ (°)	r ²
1-1	50	1,350	276.97	39.23	0.995
1-2	100	1,600			
1-3	150	1,880			
2-1	50	1,290	277.25	35.12	0.997
2-2	100	1,420			
2-3	150	1,610			
7-1	50	1,430	280.27	38.86	0.989
7-2	100	1,590			
7-3	150	1,780			
9-1	50	1,360	283.61	38.65	0.998
9-2	100	1,610			
9-3	150	1,850			

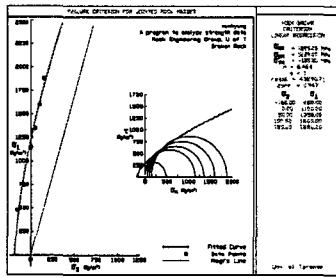


(a) Heok-Brown failure envelope

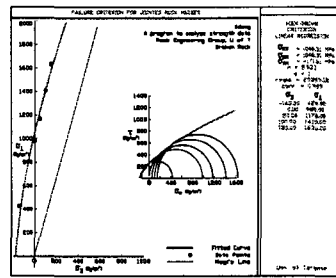


(b) Mohr-Coulomb failure envelope

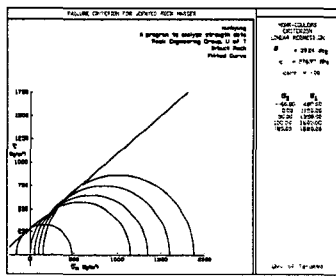
Fig. 8 Estimation of cohesion(c) and friction angle(Ψ) from failure envelope of Pochun rock



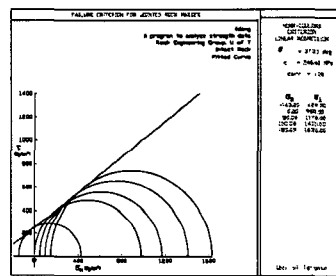
(a) Heok-Brown failure envelope



(a) Heok-Brown failure envelope



(b) Mohr-Coulomb failure envelope



(b) Mohr-Coulomb failure envelope

Fig. 9 Estimation of cohesion(c) and friction angle(Ψ) from failure envelope of Munkyeong rock

Fig. 10 Estimation of cohesion(c) and friction angle(Ψ) from failure envelope of Ildong rock

5.6 압열인장강도

압열인장시험은 간접인장시험 또는 브라질리안 (Brazilian) 시험이라고 한다. 얇은 원판시험편에 직경 방향으로 점 접촉 집중하중을 가하였을 때 하중과 응력조건을 고려하여 인장강도를 구한다 (Overt and Duvall, 1967).

포천석 20개, 문경석 12개, 일동석 4개의 각각 압열인장강도 평균은 161, 160, 152kgf/cm²의 값을 보였다.

5.7 암석학적 시험 및 분석

(1) 포천석

포천석 원석의 모드 분석(Modal Analysis) 결과 함량비를 보면 포천석 원석의 석영, K-장석, 사장석 및 흑운모의 평균 광물 조성은 각각 27.4%, 29.9%, 35.5%, 3.9%의 함량비를 보임을 모드분석 (Fig11)을 통해 알 수가 있다.

(2) 문경석, 일동석

문경석 원석과 일동석 원석의 모드 분석결과 함량비를 보면 문경석 원석의 석영, K-장석, 사장석 및 흑운모의 평균 광물 조성은 각각 30.1%, 28.5%, 34.8%, 3.6%의 함량비를 보임을 모드분석을 통해 알 수가 있다. 일동석 원석의 석영, K-장석, 사장석 및 흑운모의 평균 광물 조성은 각각 26.5%, 28.3%, 34.8%, 6.5%로 나타났다.

5.8 화학적 시험 및 분석

화학분석은 X-선형광분석기(X-RAY fluorescence spectrometer: XRF)로 분석하였으며, 일본 Rigaku社의 RIX-2000이 이용되었다.

포천석 원석의 Fe₂O₃ + FeO는 0.94-1.23 wt(%) (평균 : 1.06 wt(%))이며, 문경석 원석의 Fe₂O₃ + FeO는 0.97-1.58 wt(%) (평균 : 1.19 wt(%))이고, 일동석 원석의 Fe₂O₃ + FeO는 1.17-1.35 wt(%)

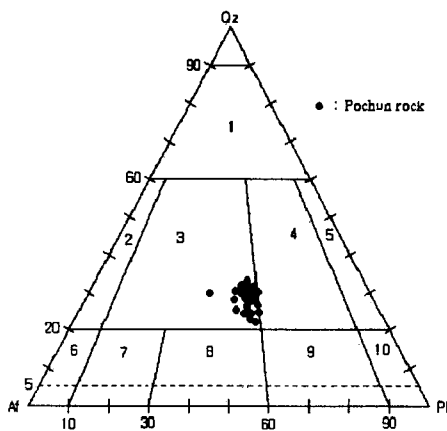


Fig. 11 Ternary plot of modal Composition in the Pochun rock samples

- 주) Qz : Quartz Af : Alkali felspar Pl : Plagioclass
- 1 : quartz rich granitoid
 - 2 : alkali feldspar granite
 - 3 : granite 4 : granodiorite 5 : tonalite
 - 6 : alkali geldspar quartz syenite
 - 7,8 : quartz syenite, monzonite
 - 9 : quartz monzodiorite (gabbro)
 - 10 : quartz diorite (gabbro)

(평균 : 1.27wt(%))으로 분석되어졌으며, 지각의 평균 철 함량 4.6 wt(%)와 비교할 때 3.33~3.54 wt(%)정도 낮게 나타나 우수한 석재품으로 평가된다. 또한, 포천석, 문경석, 일동석 은 SiO₂ 성분을 다량 함유하고 있어 내산성이 크므로 바닥재나 외장재로 사용하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

6. 결 론

본 연구는 경기도 포천군의 주요 석재인 포천석과 일동석 경북 상주와 문경의 주요석재인 문경석을 대상으로 Point Load Test, 삼축압축시험, 비중,

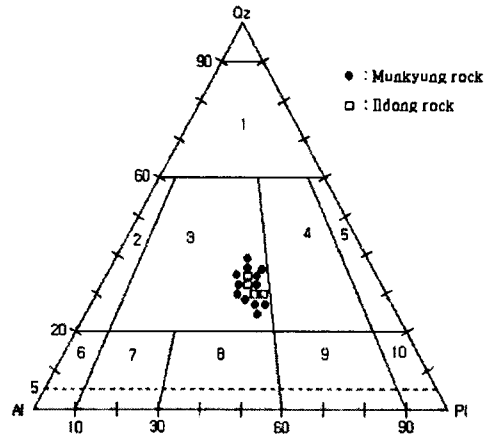


Fig. 12 Ternary plot of modal composition in the Munkyoung and Ildong rock samples

- 주) Qz : Quartz Af : Alkali felspar Pl:Plagioclass
- 1 : quartz rich granitoid
 - 2 : alkali feldspar granite
 - 3 : granite
 - 4 : granodiorite
 - 5 : tonalite
 - 6 : alkali geldspar quartz syenite
 - 7,8 : quartz syenite, monzonite
 - 9 : quartz monzodiorite (gabbro)
 - 10 : quartz diorite (gabbro)

흡수율, 공극율, Brazilian Test, 암석학적시험, 화학 분석시험을 실시하여 이들 석재에 대한 암석역학적 특성을 규명하고자 하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 암석학적시험 결과, 현장에서 채취한 포천석, 문경석, 일동석 원석는 전형적인 화강암으로 나타났다. modal 분석 결과 주 구성광물은 모두 석영, K-장석, 사장석 및 흑운모 등이며, 소량미량의 백운모, 저어콘, 방해석, 인회석, 녹리석, 견운모, 점토광물 및 불투명 광물 등이 수반된다.

(2) 비중시험 결과, 포천석, 문경석, 일동석 원석

에 대한 각각의 평균(2.61, 2.61, 2.62)흡수율 시험 결과(0.411%, 0.474%, 0.554%), 공극율 시험결과 (1.076%, 1.349%, 1.510%) 으로 측정되어졌으며, 이 분석값으로 볼 때 포천석, 문경석보다 일동석 원석 시료에 미세한 기공들이 존재하고 있는 것으로 사료된다.

(3) 압축강도시험 결과, 포천석, 문경석, 일동석의 평균 압축강도는 각각 $1,244 \text{ kg/cm}^2$, $1,179 \text{ kg/cm}^2$, $1,000 \text{ kg/cm}^2$ 으로 흡수율과 공극율이 낮은 값을 보인 포천석이 가장 높은 값의 압축강도를 보여준다. 이는 일동석이나 문경석에 존재하는 미세한 기공이나 조직이 압축강도에 영향을 미친다는 것을 본 연구를 통해 얻을 수 있다

(4) 화학적분석시험 결과, 포천석, 문경석 및 일동석 원석에 대한 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ 의 평균 값은 각각 1.06 wt(%), 1.19 wt(%), 1.27 wt(%)이며, 이들 원석들을 비교할 때 거의 비슷한 Fe 함량을 나타내며, 각각의 평균 Fe 함량 4.6 wt(%)와 비교할 때 3.33~3.54 wt(%) 정도 낮게 나타나 우수한 석제품으로 평가될 수 있을 것으로 판단된다.

(5) 본 연구에 사용된 포천석, 문경석, 일동석의 채취된 시료를 통한 암석역학적 연구 결과, 이들 석재의 화학성분은 대동소이하나, 암석조직의 치밀성 및 기공 등의 존재여부에 의해 비중, 흡수율, 공극율, 압축강도 등의 실험 결과가 포천석 원석이 문경석, 일동석 원석보다 석재 가공품으로 비교적 좋은 결과를 나타냈다.

(6) 본 석재 원석들의 암석역학적 실험 결과, 강도특성이 우수하여 계단 등 내부바닥재나 내부건축구조재로 사용시 매우 우수한 품질을 지닌 석재로 보인다. 반면 암석의 조직입자가 조립질이고 미세한 기공 및 균열이 있어 공예, 조각품의 용도에는 적합치 않을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2001년도 조선대학교 학술연구비의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 석재 자원 특성 조사 연구, 광업진흥(50) 1994.
2. 한국 동력자원 연구소 1986, 화강암류 석재자원 조사 연구.
3. Broch E. 1970, Point load testing rocks, PhD. thesis, Imperial College, University of London, p.88.
4. Kahraman S., 2001, Evaluation of simple methods for assessing the uniaxial compressive strength of rock, Int. Jour. of Rock Mech. and Min. Sci., pp.981-994.
5. Einstein H. H., and Dershowitz W. S., 1990, Tensile and shear fracturing in predominantly compressive stress fields-A review, Eng. Geol., 29, pp.149-172.
6. Broch E. and Franklin J. A., 1972, The point-load strength test, Int. Jour. of Rock Mech. and Min. Sci. & Geomechanics Abstracts, Vol. 9, pp.669-697.
7. Hudson J. A., Harrison J. P., 1997, Engineering Rock Mechanics, An Introduction to the Principles, Pergamon, pp. 110-111.