

건축 재료의 스펙트럼 특성에 관한 연구 : 화강석을 중심으로

조수현*, 김원우**, 신인중***, 박진철****

*중앙대학교 대학원 건축학과(virtuesky@hotmail.com), **HnC건설연구소(artkim55@hotmail.com),
대림대학 건축과(shinij@daelim.ac.kr), *중앙대학교 건축학부(jincpark@cau.ac.kr)

A Study on Characteristics of the Spectrum of Building Materials : Based on Granite

Cho, Su-Hyun*, Kim, WonWoo**, Shin, In-Jung***, Park, JinChul****

*Dept. of Architecture, Graduate School, Chung-Ang University(virtuesky@hotmail.com),
**HnC Lighting Design & Consulting(artkim55@hotmail.com),
***Dept. of Architecture, Daelim University College(shinij@daelim.ac.kr)
****School of Architecture & Building Science, Chung-Ang University(jincpark@cau.ac.kr)

Abstract

It is a wide range of types of building materials. Depending on the flow of time for the increased interest in building appearance of quality new and different materials are being developed. In particular, the case of granite widely used as cladding, recently, China's low-cost stone disguised as a large number of local granite stone as the domestic industry has been a big hit.

Therefore, the purpose of study is establishment of the database for granite building exterior materials. For that, the domestic granite and chinese granite are selected. The spectrums of these material are investigated and analyzed.

Keywords : 건축재료(Building materials), 화강석(Granite), 스펙트럼(Spectrum), 광학적 특성(Optical Characteristics)

기 호 설 명

Wp : 첨두과장(nm)
 Wd : 주과장(nm)
 lux : 조명도(lm/m²)
 W : 전력(W/m²)
 x, y : CIE1931 색좌표
 CCT : 상관색온도
 CRI : 연색지수

1. 서 론







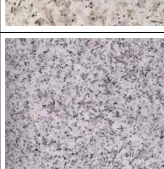
건축물에 사용되는 건축자재의 종류는 광범위하며 시대의 흐름에 따라 건축물 외관에 대한 관심이 높아지면서 새롭고 다양한 품질의 자재가 생산되고 있다. 특히, 외장재로 널리 쓰이는 화강석의 경우, 국내 화강석과 중국 화강석은 암색과 조직이 유사하여 국내 화강석의 품질 및 브랜드 인지도에 큰 타격을 주고 있는 실정이며 이러한 이유로 사용 가능한 건축자재에 대한 이해와 선택이 중요성이 증가하고 있다.

따라서 본 연구에서는 건축물의 외장재 중 화강석을 중심으로 국내의 산지별 화강석 7종류와 소위 거창석으로 불리는 “G603”과 포천석으로 불리는 “G355”, “G656”의 스펙트럼을 측정 및 분석함으로써 석재가 가지는 광학적 특성의 데이터베이스를 구축하고자 한다.

2. 이론적 고찰

우리나라에서 건축물 외장 재료로 널리 쓰이는 국내 화강석의 종류 및 특징, 적용사례를 조사한 내용은 다음 표 1과 같다.

표 1. 국내 화강석의 특징

석재		특징	
가평석 (加平石)		산지	경기 가평
		압축강도	1730kg/cm ²
		비중	2.59g/cm ³
		흡수율	0.33%
적용사례	한국일보 사옥, 국세청사		
거창석 (居昌石)		산지	경남 거창
		압축강도	1575kg/cm ²
		비중	2.64g/cm ³
		흡수율	0.34%
적용사례	수원삼성래미안		
고흥석 (高興石)		산지	전남 고흥
		압축강도	1697kg/cm ²
		비중	2.68g/cm ³
		흡수율	0.28%
적용사례	대한상공회의소 도곡동아크로빌		
마천석 (馬川石)		산지	경남 함양
		압축강도	1519kg/cm ²
		비중	2.85g/cm ³
		흡수율	0.14%
적용사례	상암 월드컴 주경기장, 대법원 청사		
운천석 (雲川石)		산지	경기 포천
		압축강도	1530kg/cm ²
		비중	2.59g/cm ³
		흡수율	0.22%
적용사례	국립중앙박물관		
포천석 (抱川石)		산지	경기 포천
		압축강도	1849kg/cm ²
		비중	2.59g/cm ³
		흡수율	0.39%
적용사례	청와대, 정부종합청사		
황등석 (黃登石)		산지	전북 익산
		압축강도	1531kg/cm ²
		비중	2.63g/cm ³
		흡수율	0.23%
적용사례	을지로 SK Telecom사옥		

국내 및 중국 화강석의 산지별 석재의 일반적인 특징과 물리·화학적인 차이를 살펴보기로 한다.

2.1 국내 화강석의 특징

석재 시료 중에서 국내 거창석, 포천석과 그 중국 유사품의 특징 및 물리·화학적인 차이를 살펴보기로 한다.

(1) 거창석의 특징 및 모드 분석

거창석은 대체로 조중립질의 석영, 장식류와 흑운모 등이 주 구성원이며 부성광물로는 인회석, 저콘, 스펀, 알라나이트 및 기타 불투명광물들이 있다.

모드 분석 결과, 다음 표 2와 같이 나타났다.

표 2. 거창석의 모드 분석 결과

광물명	석영	사장석	K-장석	흑운모	백운모	인회석	녹염석	녹니석	흑운모	점토
합량	26	29	33	9	2	1	2	2	1	2

(2) 포천석의 특징 및 모드 분석

포천석은 조립질의 완전질 화강암으로서 붉은 색을 띠는 장식류가 다량 함유되어 있음에 따라 전반적으로 연분홍 색조를 띠고 있다. 주 구성성분은 조립질의 석영, 장식류와 흑운모이며 부성분 광물로는 백운모, 인회석, 저콘, 스펀, 갈염석 등이 있다.

모드 분석 결과, 다음 표 3과 같이 나타났다.

표 3. 포천석의 모드 분석 결과

광물명	석영	사장석	K-장석	흑운모	백운모	녹니석	인회석	점토
합량	38	14	31	7	1	2	< 0.5	3

2.2 국내 및 중국 화강석의 특성 비교

(1) 국내 석재와 중국의 동일한 화강석

한국 석재와 동일한 화강석 산지를 알아보면 같은 종류의 석재가 중국에서도 채광되고 있다. 국내 석재와 동일한 중국 석재를 정리하면 다음 표 4와 같다.

표 4. 국내 석재와 동일한 중국 화강석 산지표

분포 지역	석재명	색상	용도	복건성	산둥성	기타 지역
경기 강원	가평석	회백색	건축석			G439
	포천석	회백색	건축석	G655, G656	G635	
	후동석	암회색	건축석, 공예석	금사록		
영남	거창석	회백색	건축석, 묘비석	G603, G602	계열	
	마천석	흑색	건축석, 묘비석, 공예석	G684		
	문경석	담홍색	건축석	G635, G696	G367, G364	
호남 제주	고흥석	녹회색	묘비석, 건축석	G654	장구청	

(2) 국내 및 중국 화강석의 물리적 특성 비교
국내에서 생산되는 포천석과 중국 유사품에 대한 특성을 비교하면 다음 표 5와 같다.

표 5. 포천석과 유사품에 대한 특성 비교

구분	비중	흡수율	공극률	압축강도	탄성파 속도	쇼아경도	마모경도
중국석	2.59	0.383	0.991	1,600	3,850	91	35.75
포천석	2.58	0.367	0.947	1,750	3,700	93	40.23
비율 (%)	-0.39	-4.17	-4.44	9.37	-3.50	2.19	12.53

포천석의 경우 비중, 흡수율, 공극률, 압축강도, 마모경도 등이 우수하다.

국내 화강석과 중국 석재의 특성을 비교해본 결과 화학성분은 대동소이하나, 물리·역학적 특성은 국내산이 우수한 것으로 나타났다.

3. 스펙트럼 실험 및 결과

3.1 실험계획

화강석의 스펙트럼을 측정을 위해 220mm×240mm×320mm어둡상자에 주변의 반사광을

제외한 주광만이 석재 시료에 입사할 수 있도록 150mm×150mm크기로 빛 창을 내었다.

석재 시료는 크기가 150mm×150mm×30mm이며 국내의 가평석, 거창석, 고흥석, 마천석, 운천석, 포천석, 황등석 등 7종류와 대체품으로 사용되는 중국석 G603, G355, G656 등 3종류를 사용하였다.

3.2 실험장비¹⁾

OPI-200 PORTABLE SPECTRORADIO METER는 LED, 태양광, 기타 일반광원의 스펙트럼을 측정하는 계측기이다.



그림 1. OPI-200

계측기 본체를 Optical Fiber를 사용하여 Optical Head와 연결시키고, Head에서 입력된 시료의 정보를 컴퓨터에 전달하기 위해 USB로 컴퓨터와 계측기를 연결한다. Head를 통해 전달되는 시료의 정보는 컴퓨터에 설치된 LEOS소프트웨어에서 광특성 및 전기 특성의 스펙트럼으로 나타나게 된다.

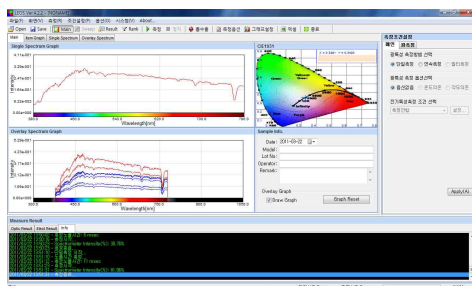


그림 2. LEOS 프로그램에 나타난 광특성 정보

3.3 실험방법

1) 분광계 장비 OPI-200, 광전자정밀(주)

주변의 물체로부터 입사될 수 있는 반사광을 배제시킬 수 있는 장소에서 석재 시료를 다음 그림 3과 같이 어둠상자에 설치한다. OPI-200 계측기 Optical Head를 그림자가 생기지 않도록 시료로부터 직각으로 설치한 후 석재 시료로부터 반사되어 나오는 스펙트럼을 LEOS프로그램을 통해 측정한다.

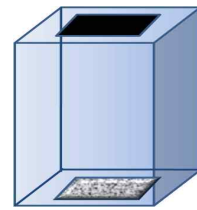


그림 3 실험(어둠)상자

3.3 실험 결과

(1) 국내 화강석의 광특성 및 스펙트럼 실험을 통해 측정된 국내 화강석 7종류의 광특성 및 전기특성은 표 6과 같이 나타났다.

표 6. 국내 화강석의 광특성 및 전기특성

	가평석	거창석	고흥석	마천석	운천석	포천석	황등석
Wp	476.7881	477.3263	476.7233	477.0065	476.7638	476.5128	477.0475
Wd	503.363	562.2781	533.9838	508.0154	562.2917	565.0406	515.24
lux	24923.57	15879.8	9164.075	7426.762	14062.28	15958.84	19622.72
W	119.5522	76.4058	43.5864	35.4051	66.9332	76.7101	93.1191
x	0.3259	0.3328	0.33	0.3266	0.3366	0.338	0.3281
y	0.3398	0.3447	0.3436	0.3412	0.3491	0.3492	0.342
CCT	5798.81	5485.188	5609.146	5760.044	5332.954	5272.98	5695.542
CRI	98.7261	98.3421	98.2901	98.7592	88.8181	87.9238	98.5796

국내 화강석 7종류의 스펙트럼에서 침두과장(Wp)은 476nm~477nm로 균일한 편이나, 주과장(Wd)은 석재의 종류에 따라 다소 다르게 나타남을 볼 수 있다. 특히, 전기적인 특성에서 각 석재별로 lux(lm/m²)와 W(W/m²) 항목에서 뚜렷이 다른 값을 보이고 있어 석재별로 주광에 의한 각각 다른 전기적인

특성을 가짐을 알 수 있다. 이는 육안으로도 확인할 수 있는 석재 시료의 결보기 색이 석재별로 다를 뿐만 아니라 석재의 주 구성광물 함유량이 서로 다름에서 오는 차이라고 사료된다.

(2) 중국 화강석의 광특성 및 스펙트럼 실험을 통해 측정된 중국 화강석 3종류의 스펙트럼은 다음 표 7과 같다.

표 7. 중국 화강석의 스펙트럼

	G603	G355	G656
380	0.002137	0.058957	0.057601
390	0.000368	0.072493	0.080887
400	-0.00011	0.132639	0.136434
410	0.001854	0.169095	0.178587
420	0.00142	0.188869	0.194521
430	0.000026	0.193418	0.204839
440	0.001167	0.234192	0.242708
450	-0.002	0.256709	0.272139
460	0.000637	0.292281	0.30339
470	0.000214	0.28762	0.299039
480	-0.00056	0.293714	0.302584
490	-0.00033	0.279133	0.287151
500	-0.00021	0.271056	0.28003
510	-0.00019	0.276532	0.285668
520	-0.0009	0.265942	0.27681
530	0.000004	0.276299	0.287285
540	0.000465	0.288296	0.279971
550	-0.00025	0.272166	0.285439
560	0.00015	0.267716	0.277356
570	-0.00013	0.264427	0.273574
580	0.000241	0.264875	0.278875
590	-0.00025	0.263026	0.271464
600	0.000266	0.260103	0.269822
610	0.000544	0.256204	0.267331
620	-0.000003	0.254655	0.261603
630	0.000517	0.244059	0.250762
640	0.000901	0.245554	0.252998
650	0.00015	0.246486	0.250557
660	-0.00045	0.244543	0.25358
670	0.000985	0.242553	0.249496
680	-0.00037	0.240735	0.246037
690	0.000243	0.206619	0.213321
700	0.000329	0.226339	0.237994
710	0.001227	0.228836	0.242326
720	0.000413	0.214243	0.224056
730	-0.00044	0.219802	0.231156
740	0.000118	0.221019	0.227807
750	-0.0013	0.224466	0.235586
760	0.002246	0.119862	0.126058
770	0.000358	0.202626	0.214022
780	-0.0001	0.206942	0.21887

중국 화강석 3종류의 스펙트럼에서 소위 거창석으로 불리는 “G603”의 침투파장은 약

392nm, 주파장은 약 502nm로 나타났고, 소위 포천석으로 불리는 “G355”, “G656”의 경우 침투파장 약 477nm, 주파장은 542nm~546nm로 나타났다. “G603”과 “G355”, “G656”의 차이는 분명한 것을 볼 수 있지만, 같은 종류인 “G355”와 “G656”은 스펙트럼 및 전기적인 특성이 거의 흡사한 것을 알 수 있다.

(3) 국내 화강석과 유사품의 스펙트럼 비교 국내 거창석과 유사품인 “G603”의 스펙트럼(표 8참고)을 비교해보면, 광학적인 특성이 확연히 차이가 남을 볼 수 있다.

표 8. 거창석과 유사품의 스펙트럼 비교 (Start Wave: 380nm, Stop Wave: 780nm)

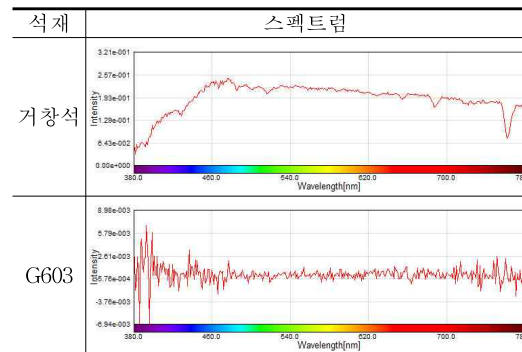
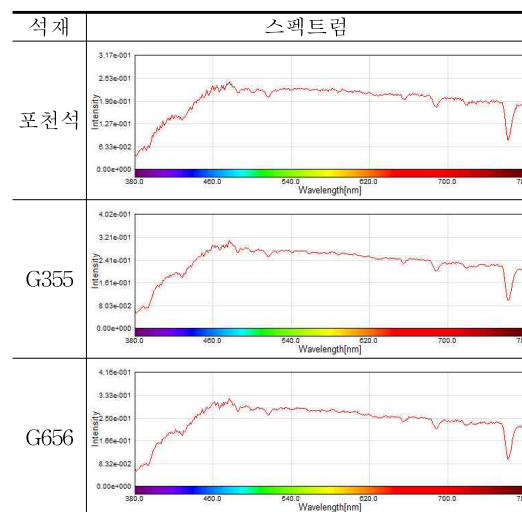


표 9. 포천석과 유사품의 스펙트럼 비교 (Start Wave: 380nm, Stop Wave: 780nm)



그러나 국내 포천석과 유사품인 “G355”, “G656”은 침투파장이 약 476nm과 477nm, 주파장이 약 565nm와 542~546nm로 스펙트럼에서는 큰 차이를 보이지 않았으나, 전기적인 특성인 lux값이 국내 포천석이 약 16,000lm/m², 중국 유사품이 약 19,000~20,000lm/m²로 차이를 보임을 알 수 있다.

5. 결론

건축물의 외장 재료로서 가장 널리 사용되고 있는 화강석의 스펙트럼 측정 실험에서 실제 육안으로는 확인할 수 없었던 국산 화강석 및 중국 유사품의 광학적 특성 및 전기적인 특성을 정리하면 다음과 같다.

- (1) 본 연구에서는 측정 시 주변의 반사광을 받지 않는 조건을 만족시키기 위해 어둡은 상자에 석재를 설치한 후, OPI-200 PORTABLE SPECTRORADIO METER를 사용하여 석재 시료의 스펙트럼을 측정하였다.
- (2) 국내 화강석과 중국 석재의 특성을 비교해 본 결과 화학성분은 대동소이하나, 물리·역학적 특성은 국내산이 우수한 것으로 나타났다.
- (3) 국내 화강석 7종류의 경우, 침투파장(Wp)은 476nm~477nm로 균일한 편이나, 주파장(Wd)은 석재의 종류에 따라 다소 다르게 나타나는데, 이는 석재별 주 구성 광물의 함유량이 다르기 때문이라고 사료된다.
- (4) 중국 유사화강석의 경우, 육안으로는 확인할 수 없었던 국내 화강석과의 광학적인 차이를 보임을 알 수 있었다.
- (5) 중국 유사화강석이 국내 화강석보다 파장이 낮게 나타나 중국 유사 석재가 가지는 에너지가 큼을 알 수 있다.

참 고 문 헌

1. 김정섭 외, 화강석 건조물의 표면 거칠기별 초음파속도법에 의한 강도 추정, 한국건축시공학회지 Vol.10 No.1, 2010
2. 박성철 외, 거창 화강석에 대한 현장 물성 평가, 한국암석학회 학술발표회 논문집 Vol.2009 No.5, 2009
(최진범 외, 2006; 좌용주 외, 2007)
3. 김용현, 조형재료로서의 중국석재 연구, 군산대학교대학원 석사학위논문 미술학과, 2008.2
4. 최진범 외, 거창화강석 품질기준 설정을 위한 광물조성 분석, 한국광물학회 Vol.19 No.4, 2006
5. 한상수, 가로변 건축물 외장재료의 물성과 이미지에 관한 분석적 연구, 전북대학교대학원 박사학위논문 건축공학과, 2005.8
6. 정순오, 석재자원에 대한 물리적 특성에 관한 연구, 조선대학교대학원 석사학위논문 자원공학과, 2004.2
7. 광전자정밀(주), 스펙트럼 분석기 Manual, 2008