

화강암조암광물들의 결면특성과 화강석물스밈방지

한광현, 량흥모

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《대기념비와 혁명사적건물관리는 원상태를 보존하고 영구성을 보장할수 있게 하여야 합니다. 대기념비와 혁명사적건물은 언제나 첫 모습이 그대로 보존되게 하여야 합니다.》

(《김정일선집》 증보판 제17권 96페이지)

석재로 리용되는 화강석의 결면에 얼룩이 생기지 않도록 하는것은 건축물들을 원상그대로 보존하는데서 나서는 중요한 문제의 하나이다. 그러므로 우리는 알루모규산염광물들의 결면특성에 기초하여 화강석에 물이 스며드는것을 방지할수 있는 스테아린산알루미늄다핵착화합물을 합성하고 그것의 물스밈방지특성을 연구하였다.

1. 화강암조암광물들의 결면특성

화강암의 주요조암광물들은 알루모규산염광물들인 칼리움장석(26~30%), 사장석(20~33%), 석영(21~24%), 흑운모(5~10%)이며 석재로 많이 리용되는것은 중세립흑운모화강암이다.[1]

화강암에는 크기가 0.03mm정도인 미세기공들과 가공과정에 기계적인 결정파괴로 하여 화강석의 결면에 생기는 실라놀기($\equiv\text{Si}-\text{OH}$)가 있어 시공과정과 시공후에 물이 쉽게 스며든다. 화강석에 물이 스며들면 광물-물사이계면에 전기2중층이 형성되고 세멘트의 경화과정에 나오는 Ca^{2+} , 화강석이 풍화되어 생기는 Fe^{3+} , 먼지 등에 의하여 계면물리화학적흡착이 일어나 화강석결면에 백화와 녹 등과 같은 오염층이 생긴다. 화강석결면의 오염은 화강암조암광물들의 결면전하와 계면물리화학적특성과 관련된다. 그러므로 화강석의 생소한 결면을 처리하면 물이 스며들지 않게 할수 있다.

먼저 화강암조암광물들인 흑운모와 칼리움장석의 결정화화식을 계산하고 결정층사이에 존재하는 전하보상양이온들의 화학량론수와 조암광물들의 결면전하를 결정하였다.(표 1)

표 1. 화강암조암광물들의 결면전하

조암광물	전하보상양이온	결면전하
흑운모	$\text{K}_{0.81}\text{Na}_{0.06}\text{Ca}_{0.03}$	0.465
칼리움장석	$\text{K}_{0.83}\text{Na}_{0.08}\text{Ca}_{0.09}$	1.09

알루모규산염광물들의 결면전하는 칼리움장석과 같은 골격상규산염광물들인 경우에는 전하보상양이온의 전하량과 화학량론수를 곱한 값이며 흑운모와 같은 층상규산염광물인 경우에는 전하량과 화학량론수를 곱한 값의 절반이다.[2]

화강암조암광물들이 결면전하를 띠는것으로 하여 OH^- 이 실라놀기의 형태로 화강암의 결면에 덮여있다.

다음으로 화강암조암광물들의 결면전하로 하여 광물-물사이계면에서 나타나는 계면물리화학적특성을 평가하였다.

ζ -포텐셜은 알루모규산염광물들에서 실라놀기의 해리와 전하보상양이온들의 교환 등에 의하여 결면분극화가 일어난 결과에 생긴 전기2중층의 전위이다. 그러므로 ζ -포텐셜이 작은 광물일수록 광물결면에서 전하적흡착이 더 잘 일어난다.

립도가 $40\mu\text{m}$ 이하인 석영, 장석, 흑운모단광물들을 선별하여 4°C 에서 측정한 ζ -포텐셜은 표 2와 같다.

표 2. 화강암조암광물들의 ζ -포텐셜

광물	전류/mA	결면부호	삼투액이 10cm 이동하는데 걸린 시간/s	전기전도도 $/(m\Omega^{-1})$	ζ -포텐셜 /mV
흑운모	15.2	—	102	0.15	9.48
장석	12.9	—	69	0.21	13.97
석영	10.8	—	45	0.31	15.07

표 2에서 보는바와 같이 흑운모와 장석의 ζ -포텐셜이 석영보다 작으므로 광물결면에서 전하적흡착이 더 잘 일어난다. 화강암에는 흑운모와 장석이 50~70%정도 포함되어있으므로 화강석결면에 소수성물질을 특이흡착시키면 화강석에 물이 스며드는것을 방지할수 있다.

2. 물스밈방지제의 합성과 그 특성

화강석의 결면에 히드록소알루미늄다핵착양이온[3]과 스테아린산음이온이 정전기적으로 특이흡착되면 화강석결면에는 스테아린산알루미늄다핵착화합물이 형성된다. 다시말하여 히드록소알루미늄다핵착양이온이 조암광물결면에 특이흡착되면 실라놀기와 배위결합을 이루는데 여기에 소수성을 띠는 스테아린산음이온이 특이흡착되면 화강석의 결면이 소수화된다. 이러한 원리에 기초하여 화강석물스밈방지제를 합성할수 있다.

0.3% 히드록소알루미늄다핵착화합물용액으로 화강석을 전처리하고 1% 스테아린산나트륨용액으로 후처리한 다음 화강석을 70°C 에서 건조시키는 방법으로 화강석의 결면에서 물스밈방지제가 합성되게 하였다. 이와 같은 방법으로 처리한 화강석의 기술적특성과 규소수지방지제로 처리한 화강석(립규 2726; 2010)의 특성을 비교하였다.(표 3)

표 3. 물스밈방지제로 처리한 화강석의 기술적특성

지표	착화합물방지제	규소수지방지제
흡수률/ $(\%\cdot\text{d}^{-1})$	0	0.5
물침투깊이/ $(\text{mm}\cdot\text{d}^{-1})$	0	1.2
적심각/ $(^\circ)$	155.3	98.5
열안정성/ $^\circ\text{C}$	-30~200	-30~200
처리량/ $(\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-1})$	8~10	7~8
처리온도/ $^\circ\text{C}$	상온	상온
건조온도/ $^\circ\text{C}$	70~80	100≤
물탈부착세기/MPa	0.25	0.25
시공후 색변화	없음	없음

표 3에서 보는바와 같이 스테아린산알루미늄다핵착화합물로 처리한 화강석의 흡수률과 물침투깊이, 적심각은 규소수지방지제로 처리한 화강석에 비하여 우월하다.

맺 는 말

화강암조암광물들의 결면전하와 관계되는 ζ -포텐셜을 측정 한데 기초하여 스테아린산 알루미늄다핵착화합물을 합성하고 그것을 리용하여 화강석에 물이 스며드는것을 방지하였다.

참 고 문 헌

- [1] 한광현; 전국과학토론회논문집(지구환경과학, 지질), 김일성종합대학출판사, 311~312, 주체100(2011).
- [2] G. Susanne; Applied Clay Science, 16, 289, 2000.
- [3] 毛惊 等; 矿物岩石, 32, 1, 67, 2012.

주체104(2015)년 6월 5일 원고접수

Surface Properties of Minerals Contained in Granite and Its Waterproof

Han Kwang Hyon, Ryang Hung Mo

We studied the formation of the stearic acid aluminium polynuclear complex on the surface of the granite and its waterproof properties on the basis of the surface properties of aluminosilicate minerals.

Key words: granite, waterproof