



석면류 광물 (Asbestiform minerals)

고 상 모

한국지질자원연구원 광물자원연구본부

석면(asbestos)은 산업적으로 활용되는 산업 원료광물 중 하나로서 상품명으로 주로 사용되거나 광석명으로도 불리운다. 석면은 최초 BC 2,500년에 핀란드에서 각섬석계인 앤소피라이트(anthophyllite)가 점토와 도기의 강도를 향상시키기 위해 사용된 것이 최초이다. 19세기 초 이태리에서는 근세의 실질적 사용분야인 섬유에 사용하기 시작하였다. 2차대전 때 내열재 및 방화재의 군사용 활용이 증가 되었으며 이후에 건축분야로 확대 되었다. 1960-1970년대에는 공기 중 노출된 석면섬유가 심각한 건강 문제를 야기 시킴이 확인되고 발암물질로 분류되면서 강력하게 규제되면서 그 활용은 감소되었다. 국내에서도 최근에 사회적으로 문제시되고

있는 석면은 환경위해성 광물질로서 국가적인 조사가 이루어지고 있으며 복원 및 그 대책방안이 검토되고 있다.

석면류 광물은 자연계에서 산출하는 길다란 주상, 침상 및 섬유상의 결정형을 가지는 여섯종의 규산염광물종으로 정의된다 (표 1). 이들은 크게 두 가지 광물군인 사문석군(serpentine group)과 각섬석군(amphibole group)으로 구분된다.

사문석군(serpentine group)은 크리소타일(chrysotile: 온석면 또는 백석면) 한 종으로서 석면상(asbestiform) 결정형을 특징적으로 나타낸다. 각섬석군(amphibole group)은 앤소피라이트(anthophyllite), 아모사이트 (amosite:

표 1. 석면류 광물의 종류

광물명	각섬석계 석면류 광물					사문석계 석면류 광물
	투각섬석 Tremolite	앤소피라이트 Anthophyllite	아모사이트 Amosite (갈석면)	크로시돌라이트 Crocidolite (청석면)	양기석 Actinolite	크리소타일 Chrysotile (온석면, 백석면)
화학조성	$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$	$Mg_7Si_8O_{22}(OH)_2$	$(Fe^{2+})_2(Fe^{2+}, Mg)Si_8O_{22}(OH)_2$	$Na_2(Fe^{3+}, Mg)_3Fe^{3+}Si_8O_{22}(OH)_2$	$Ca_2(Mg, Fe^{2+})Si_8O_{22}(OH)_2$	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$
결정형 (정벽)	주상, 섬유상	주상, 섬유상	주상, 섬유상	섬유상	주상, 섬유상	섬유상
결정장계	단사	사방	단사	단사	단사	단사

석면류 광물

grunerite의 asbestiform 변종), 크로시돌라이트(crocidolite: 섬유상 riebeckite 변종), 투각섬석(tremolite), 양기석(actinolite)의 5가지 종으로 구분된다. 따라서 이 총 여섯 가지 광물종(chrysotile, amosite, crocidolite, tremolite, anthophyllite 및 actinolite)이 석면(asbestos)류 광물이다. 6종의 석면류 광물 중에서 크리소타일이 세계적으로 95% 이상 활용되는 석면류 광물이다.

석면류 광물들은 공통적으로 섬유 집합체 즉 다발 형태로 산출되며, 주변 암체로부터 쉽게

분리되어지고 더 작은 조각으로 벽개면을 따라 쪼개진다. 특히 사문석계 크리소타일 석면은 미소섬유 다발 형태로 산출하고 서로 얽혀 있고 느슨하게 결합되어 있으며 극히 가늘어 각각의 섬유 단위는 평균 직경이 25 나노미터(0.025 μm)에 달할 정도로 미세하다(그림 1). 그에 반해 각섬석계 석면 섬유는 다발 형태보다는 개개 결정이 독립적으로 분리된 미세한 튜브형태로 산출함이 일반적이다(그림 1).

석면 섬유들은 높은 인장력을 보이며 단경 대 장경의 비율이 20~1,000을 가지는 긴 길이를

표 2. 석면류 광물의 물리화학적 성질 (USGS, 2002)

	크리소타일	아모사이트	크로시돌라이트	투각섬석
색상	보통 흰색 ~ 회색 빛 녹색;	노란빛 회색 ~ 어두운 갈색	코발트 청색 ~ 라벤더 청색	회색-흰색, 녹색, 청색
광택	건사	유리-진주	건사-무염(dull)	건사
모오스 경도	2.5-4.0	5.5-6.0	4.0	5.5
비중	2.4-2.6	3.1-3.25	3.2-3.3	2.9-3.2
광학적 성질	이축성(+) 평행소광	이축성(+) 평행소광	이축성 경사소광	이축성(-) 경사소광
굴절률	1.53-1.56	1.63-1.73	1.65-1.72	1.60-1.64
유연성 (flexibility)	높음	중	중	낮음, 대체적으로 잘게짐
조직	부드러움-거침	조립질, 유연함	부드러움-거침	대체적으로 거침
실뿔힘성 (spinnability)	매우 좋음	중	중	낮음
인장력, MPa	1,100-4,400	1,500-2,600	1,400-4,600	<500
내산성 내알칼리성	약함, 빠른반응 매우 좋음	중, 약한반응 좋음	좋음 좋음	좋음 좋음
표면전하, mV (zeta potential)	+13.6 ~ +54	-20 ~ -40	-32	-
분해온도, °C	600-850	600-900	400-900	950-1,040
산류물	포르스테라이트 (forsterite), 실리카, 최종 엔스타타이트 (enstatite)	Fe-Mg 휘석, 자철석, 적철석, 실리카	Na-Fe 휘석, 적철 석, 실리카	Ca-Mg-Fe 휘석, 실리카

갖는다. 육안으로 셀룰로스(cellulose)와 같은 유기질 섬유와 공통점을 보이며, 실을 만들 수 있을 만큼 유연하다. 석면 광물들은 불연성, 내

화성, 생물학적 분해 내성이나 대부분 화학적 불활성 및 낮은 전기 전도성과 같은 특이한 특성을 나타낸다 (표 2).

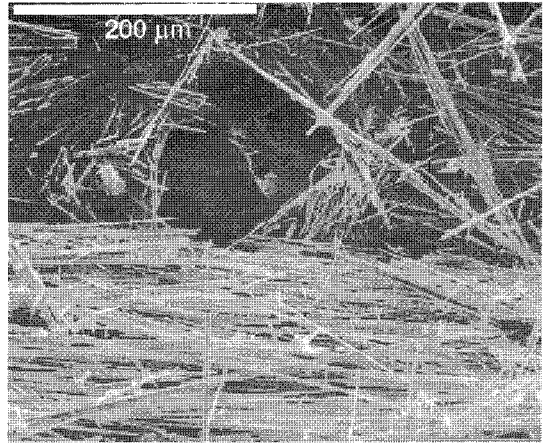
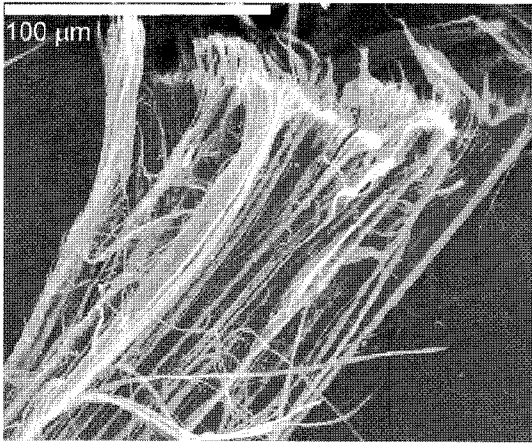


그림 1. 크리스토일 석면과 앤소파라이트 석면의 주사전자현미경 사진.

석회석연구개발협의회 홈페이지

www.rdlc.or.kr

Carbonates & Limestone
석회석연구개발협의회

LOGIN
이 아이디와 패스워드를 입력하신 후 로그인 버튼을 눌러주세요.
ID:
PW:

Carbonates & Limestone : more than cement raw material

공지사항 | 행사안내 | 회원등록 | 산업계 소식 | R & D 소식

석회석 연구개발 관련 연구용역 수요조사	[2007/06/14]
법인 이사회 결성	[2007/05/29]
법인 발기인 모임	[2007/05/21]
법인성립 추진 예정	[2007/05/14]
'석회석 산업계 연구개발 실태' 자료 추가	[2007/05/07]