แอสเบสทอส

เรณู ตามไท

แอสเบสทอส (asbestos) เป็นคำภาษากรีกที่มีความหมายว่า "ไม่สามารถทำลายได้ด้วยไฟ" ซึ่งเป็นสมบัติที่สำคัญของแร่ชนิดหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า แร่แอสเบสทอส ผลึกของแร่นี้มีลักษณะแปลกและแตกต่างจากแร่ทั่ว ๆ ไป คือมีลักษณะเป็นเส้นใยเล็ก ๆ ในอุตสาหกรรมสิ่งทอจัดเป็นเส้นใยธรรมชาติชนิดหนึ่ง นอกเหนือจากเส้นใยธรรมชาติที่ได้จากพืชและสัตว์ และเป็นเส้นใยธรรมชาติชนิดเดียวที่ได้จากสารอนินทรีย์

แร่แอสเบสทอสเกิดในรอยแตกแยกของหินชั้นต่าง ๆ เช่น เซอร์เพนติไนท์ (Serpentinite) โดโลไมท์ (Dolomite) ไพรอกซีน (Pyroxine) หรือมักปะปนกับแร่อื่นในหิน จึงเรียกว่า "แร่ใยหิน" แหล่งที่พบมากได้แก่ แคนาดา รัสเซีย แอฟริกาใต้ และสหรัฐอเมริกา

แร่แอสเบสทอสมีหลายชนิด ทุกชนิดจะมีส่วนประกอบทางเคมีส่วนใหญ่เป็นไฮเดรท ซิลิเกต ของธาตุต่าง ๆ โดยเฉพาะแมกนีเซียม และอาจมีธาตุอื่นปนอยู่ด้วยบ้าง มีสีขาว เทา เขียว น้ำตาล หรือน้ำเงิน เส้นใยมีลักษณะไม่เหมือนกัน เช่น มีความยาว ความกว้างของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใย ไม่เท่ากัน แต่มีขนาดเล็กและละเอียดเหมือนกัน แร่แอสเบสทอสแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท

1. เซอร์เพนทีน (Serpentine) เป็นแอสเบสทอสที่เกิดในหินเซอร์เพนติไนท์ มีชนิดเดียวคือ คริสโซไทล์ (Chrysotile) มีสีขาว มีสูตรทางเคมีเป็น $Mg_6[(OH)_4Si_2O_5]_2$ เส้นใยมีลักษณะเป็นรูปเข็มโค้งหรือหยิกงอ อ่อนนุ่ม และค่อนข้างยาว เหมาะที่จะใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ แร่แอสเบสทอลชนิดนี้มีปริมาณการนำมาใช้มากถึง 94% ของปริมาณแอสเบสทอลที่นำมาใช้ประโยชน์ทั้งหมด

2. แอมฟีโบล (Amphiboles) แร่กลุ่มนี้มีลักษณะเป็นเส้นใยตรง แบ่งเป็น 5 ชนิด คือ

2.1 โครซิโดไลท์ (Crocidolite) หรือบลูแอสเบสทอส (Blue asbestos) มีสูตรเป็น $Na_2Fe_5[(OH)Si_4O_{11}]_2$ เส้นใยมีสีน้ำเงินเข้ม ปลายแหลม คมเป็นแฉก มีความทนกรด ด่าง สารเคมี และน้ำทะเลได้ดี เป็นชนิดที่เป็นอันตรายมากที่สุด

2.2 อะโมไซต์ (Amosite) หรือบราวน์แอสเบสทอส (Brown asbestos) มีสูตรเป็น $Mg_6Fe[OH)Si_4O_{11}]_2$ เส้นใยมีสีน้ำตาล เหยียดตรง ปลายแหลมและเปราะ

2.3 แอนโทฟิลไลต์ (Anthophyllite) มีสูตรเป็น $(Mg, Fe)_7[OH)Si_4O_{11}]_2$ เส้นใยเปราะ

2.4 เทรโมไลต์ (Tremolite) มีสูตรเป็น $Ca_2(Mg, Fe)_5[OH)Si_4O_{11}]_2$ มีสีเทาหรือสีขาว เส้นใยมีความแข็งแรงปานกลาง

2.5 แอคทิโนไลต์ (Actinolite) มีสูตรเป็น $Ca_2(Mg,Fe)_5[(OH)Si_4O_{11}]_2$ คล้ายเทรโมไลต์ แต่มีธาตุเหล็กมากกว่า เส้นใยสั้นและเปราะ

สมบัติทางฟิสิกส์และอื่น ๆ ของแร่แอสเบสทอส แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติของแร่แอสเบสทอส

สมบัติ	คริสโซไทล์	โครซิโดไลต์	อะโมไซต์	แอคโทฟิลไลต์	เทรโมไลต์	แอคทิโนไลต์
ระบบผลึก	โมโนคลินิก	โมโนคลินิก	โมโนคลินิก	ออร์โธรอมบิก	โมโนคลินิก	โมโนคลินิก
รูปผลึก	เส้นใย	เส้นใย	แท่งเรียว-เส้นใย	แท่งเรียว-เส้นใย	แท่งเรียวยาว, ผอม, เส้นใย	แท่งเรียวยาว, ผอม, เส้นใย
สี	ขาว,เทา,เขียว แกมเหลือง	น้ำเงิน-ลาเวนเดอร์, น้ำเงินโลหะ	เทาขี้เถ้า หรือน้ำตาล	ขาวแกมเขียว, เทาน้ำตาลหรือเขียว	เทา-ขาว, แกมเขียว, แกมเหลือง, แกมน้ำเงิน	แกมเขียว
ความวาว	วาวแบบใยไหม	ใยไหม-ด้าน	หลายแบบ บางครั้งคล้ายมุก	แก้ว-มุก	ใยไหม	ใยไหม
ความแข็ง	2.5-4.0	4	5.5-6.0	5.5-6.0	5.5	6±
ความถ่วงจำเพาะ	2.4-2.6	3.2-3.3	3.1-3.25	2.85-3.1	2.9-3.2	3.0-3.2
รอยแยกเรียบ	110 สมบูรณ์	110 สมบูรณ์	110 สมบูรณ์	110 สมบูรณ์	110 สมบูรณ์	110 สมบูรณ์
ความยาว	สั้น-ยาว	สั้น-ยาว	2-11 นิ้ว	สั้น	สั้น-ยาว	สั้น-ยาว
เนื้อ	นุ่ม-สาก และคล้ายผ้าไหม	นุ่ม-สาก	หยาบ	สาก	โดยทั่วไปสาก มีบ้างนุ่ม	สาก
ต้านทานต่อแรงดึง ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi)	80,000 100,000	100,000 300,000	16,000 90,000	4,000 และน้อยกว่า	1,000 8,000	1,000 และน้อยกว่า
จุดหลอมตัว 1 °ฟ	2,770	2,180	2,550	2,675	2,400	2,540
ทนต่อกรดและด่าง	ไม่ดี	ดี	ดี	ดีมาก	ดี	ปานกลาง
ดัดตัว (Flexibility)	ดีมาก	ดี	ดี	ไม่ดี	พอใช้	ไม่ดี
คุณสมบัติการกรอง	ช้า	ไว	ไว	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
ประจุไฟฟ้า	บวก	ลบ	ลบ	ลบ	ลบ	ลบ

องค์ประกอบทางเคมี

แอสเบสทอสมีส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญและเป็นองค์ประกอบหลัก(major element constituents) คือ แมกนีเซียม (Mg) ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) และเหล็ก (Fe) นอกจากนี้ยังมีธาตุที่เป็นองค์ประกอบรองซึ่งปนอยู่ในปริมาณน้อย (minor element constituents) เช่น โคบอลต์ (Co) นิกเกิล (Ni) แมงกานีส (Mn) ปริมาณธาตุต่าง ๆ เหล่านี้แสดงไว้ในตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 องค์ประกอบหลักทางเคมีของแอสเบสทอสชนิดต่าง ๆ

ชนิด / ส่วนประกอบ, %	คริสโซไทล์	โคร์ซิโดไลต์	อะโมไซต์	แอนโทฟิลไลต์	เทรโมไลต์	แอคทิโนไลต์
แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO)	38-43	0-13	1-7	17-34	20-26	12-20
ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2)	38-42	44-56	48-53	53-60	55-60	49-56
อะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3)	0.1-2.0	0-1	0-1	0-5	0-3	0-3
เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3)	0.1-5.0	13-20	0-5	0-5	0-5	0-5
เหล็กออกไซด์ (FeO)	0.1-3.0	13-21	34-47	3-20	0-5	5-15
แคลเซียมออกไซด์ (CaO)	0-2.0	0-3	0-2	0-3	10-15	10-13
โซเดียมออกไซด์ (Na_2O)	0-1.0	4-9	0-1	0-1	0-2	0-2
โพแทสเซียมออกไซด์ (K_2O)	-	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1
แมงกานีสออกไซด์ (MnO)	0-0.05	-	-	-	-	-
น้ำ $(H_2O)^+$	12-14	2-5	2-5	1-6	1-3	1-3

ตารางที่ 3 องค์ประกอบรองทางเคมีของแร่แอสเบสทอส

	โคบอลต์ Co (ppm)	นิกเกิล Ni (ppm)	โครเมียม Cr (ppm)	แมงกานีส Mn (ppm)	เหล็ก Fe (%)	Analytical Method&Ref.
Chrysotile :						
UICC	45-54	795-1445	316-1390	366-443	0.88-1.14	HF/AA
UICC	40-41	700-880	460-1400	360-460	2.2-2.8	HF/AA
UICC	43-54	802-1482	317-1378	231-444	0.6-1.24	HF/AA
UICC	45-55	802-1482	317-1390	393-480	0.6-2.6	NAc
UICC	46-55	990-1250	490-1390	393-480	1.7-2.6	NAc
Canadian	36-78	299-1187	202-771	325-1065		HF/AA
Canadian	39-110	550-2600	380-1200	1.8-5.0		NAc
Canadian	44-110	330-1820	317-1200	420-630	1.2-4.8	NAc
Canadian	38-60	917-1097	733-1369			NAc
Canadian	19-43	63-389	5-79	145-541	0.58-1.34	HCL/AA
African	54-55	1360-1480	1378-1390	393-450	0.6-1.7	NAc
African	<100	1200-2900	600-1700	300-800		NAc
Others		90-1700	40-1200	150-740	0.95-1.68	NI/AA
Others	19-49	493-1064	273-919			NAc
Others		900	600	230	0.56	XFL
Crocidolite:						
UICC	2-10	12-58	16-120	820-1320	15-33	NAc/AA
UICC	10-12	0-8	17-20	833-842	14-15	HF/AA
African	0-7	<100	0-20		20-26	NAc
African	<100	<100	<100	100-300		NI
Amosite:						
UICC	7-12	34-58	32-120	13600-15000	15-28	NAc/AA
UICC	11-13	33-35	31-33	13347-13690	14-15	HF/AA
African	<100	<100	<100	1400-14800		NI
Others		300	2200	200	15.5	XFL
Anthophyllite:						
UICC	16-24	217-414	536-584	545-986	13-20	HF/AA
Others		450	3000	2900	6.1	XFL
Tremolite:						
Others		700	1700	1600	3.5	XFL

Techniques used:
HF/AA = Hydrofluoric acid degestion & Atomic Absorption Spectr.
NAc = Neutron Activation Techn.
XFL = X-Ray Fluorescence Tech.
HCL/AA = HCL digestion and Atomic Absorption Spectrometry
NI = Technique not identified

แร่แอสเบสทอสแต่ละชนิดมีส่วนประกอบทางเคมีและทางฟิสิกส์หลาย ๆ อย่างคล้ายกัน ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางเคมีและฟิสิกส์ทั่วไปหรือวิธีใดวิธีหนึ่งโดยเฉพาะ จึงไม่สามารถชี้บ่งชนิดของแอสเบสทอสได้ แต่จะต้องอาศัยข้อมูลจากการวิเคราะห์หลายวิธีประกอบกันเพื่อให้มีความถูกต้องและแม่นยำ เช่น นำผลการวิเคราะห์ทางเคมีมาประกอบกับการดูสมบัติของการละลายในน้ำ กรด ด่าง ที่ชนิดและความเข้มข้นต่าง ๆ กัน หรือใช้เครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ เพื่อดูลักษณะของเส้นใย เช่น IR Spectroscopy, Energy Dispersive spectrometer (EDS), X-ray Analysis (EDXA), Transmission Electron Microscope (TEM), Scanning Electron Microscope (SEM) เป็นต้น ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้จะช่วยบอกความแตกต่างของแอสเบสทอสแต่ละชนิดและเส้นใยสังเคราะห์ชนิดอื่น ๆ ได้ด้วยคุณสมบัติเฉพาะตัวของเครื่องมือพิเศษนั้น

ประโยชน์

เนื่องจากแอสเบสทอสมีสมบัติเด่นหลายประการ คือ ทนความร้อนได้สูงตั้งแต่ 700 ถึง 1000 องศาเซลเซียสขึ้นไป ทนต่อแรงดึง (tensile strength) สูงตั้งแต่ 5000 ถึง 31000 กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร ทนต่อสารเคมี กรด ด่าง เชื้อจุลินทรีย์ และการทำลายของแมลงได้ อีกทั้งยังมีราคาถูก จึงมีการนำมาใช้ประโยชน์กันมาก ในประเทศไทยมีการนำมาใช้งานในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น ใช้เป็นตัวเพิ่มความแข็งแกร่งในผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ ใช้ทำผลิตภัณฑ์ทนความร้อน เช่น เสื้อผจญเพลิง จอภาพยนตร์ ท่อกระเบื้องและผนังซีเมนต์ ทำฉนวนไฟฟ้า ใช้บุผ้าเบรค บุหน้าคลัทช์ ทำสารกรอง (filter) ทำกระดาษ ทำสารอุดรอยรั่ว และใช้ผสมทำวัสดุกันรั่วซึม

อันตรายจากแอสเบสทอส

จากประโยชน์มากมายของแอสเบสทอส ทำให้มีการนำแอสเบสทอสมาใช้งานอย่างแพร่หลายและมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกปี ฝุ่นหรือผงของแอสเบสทอสที่ฟุ้งกระจายในบรรยากาศเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อสุขภาพทั้งของผู้ผลิตและผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ เพราะเมื่อหายใจเข้าไปจะเกิดสะสมอยู่ในระบบทางเดินหายใจ ปอดไม่สามารถขจัดฝุ่นหรือผงเหล่านี้ได้ เนื่องจากความทนทานของเส้นใย การได้รับฝุ่นหรือผงเหล่านี้สะสมในปริมาณมากจะทำให้เกิดโรคปอดอย่างร้ายแรง เช่น มะเร็งปอด มะเร็งเยื่อหุ้มปอดหรือช่องท้อง นอกจากนี้ยังทำให้เกิดโรคปอดหิน (Asbestosis) หรือปอดแข็ง โดยเนื้อเยื่อปอดจะแข็งตัวเนื่องจากเกิดพังผืด ทำให้ไม่สามารถทำงานได้อย่างปกติ

แอสเบสทอสเป็นสารอันตรายระดับปานกลางเมื่อเทียบกับปรอท คลอรีน หรือสารพิษชนิดอื่น ๆ ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม แต่เนื่องจากมีการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์หลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน จึงทำให้ประชาชนได้รับอันตรายมากกว่า ได้มีผู้พยายามนำเส้นใยชนิดอื่นมาใช้ทดแทน แต่ยังไม่ปรากฏมีเส้นใยชนิดใดมีสมบัติเทียบเท่า ความนิยมใช้แอสเบสทอสจึงยังคงอยู่ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้ผลิตพยายามผสมแอสเบสทอสลงในผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดความแข็งแรง ทนทาน เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการก่อสร้างต่าง ๆ ได้แก่ ผนัง หลังคา ฝ้าเพดาน เป็นต้น ดังนั้นการตรวจสอบแอสเบสทอสที่ผสมหรือปนเปื้อนจึงเป็นสิ่งสำคัญ การตรวจสอบโดยใช้วิธีทางเคมี ทางฟิสิกส์ และเครื่องมือพิเศษต่าง ๆ ประกอบกับดังได้กล่าวมาแล้วจะช่วยให้ทราบแน่ชัดว่ามีแอสเบสทอสปนเปื้อนอยู่หรือไม่และมีปริมาณเท่าไร เพื่อประโยชน์ในการป้องกันอันตรายต่อสุขภาพ และการเลือกใช้วัสดุให้ปลอดภัย ดังนั้นการนำแอสเบสทอสมาใช้ประโยชน์จำเป็นต้องปฏิบัติตามข้อกำหนด ข้อบังคับและมาตรการความปลอดภัยต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยสูงสุด หน่วยงานที่ดูแลเรื่องนี้คือ กระทรวงมหาดไทย และกระทรวงอุตสากรรม ซึ่งจะต้องควบคุมและให้ความรู้แก่ผู้เกี่ยวข้องให้ได้รับอันตรายน้อยที่สุดทั้งต่อประชาชน และสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

Schreier, H. **Asbestos in the natural environment.** Amsterdam : Elsevier Science Publishers, 1989. P. 15-44

จุมพล คืนตัก. แอสเบสทอส (แร่ใยหิน) **ข่าวสารการธรณี,** มิถุนายน, 2535, ปีที่ 34, เล่มที่ 6 หน้า 62-66

รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์. ธีรชัย รัตนโรจน์มงคล และ นภาวรรณ แสงบำรุง. **รายงานการศึกษาเรื่องการวินิจฉัยแอสเบสทอสที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์กระดาษ.** กรุงเทพมหานคร : กรมวิทยาศาสตร์บริการ, กองการวิจัย, ม.ป.ป. หน้า 1-3