

지하역사 내 석면조사

- 공기 중 석면모니터링 결과 지속적으로 석면농도가 높게 나타나거나, 석면자재가 사용되고 있는 「석면중점관리역사」에 대해 주기적 석면조사를 통해 시민건강 피해 예방 및 쾌적한 생활환경을 조성코자 함

1. 조사개요

- 조사기간 : 2014년 3월, 10월 (상, 하반기)
- 조사항목 : 공기 및 퇴적먼지 중 석면
- 조사지점
 - 공기 중 석면 조사 : 1호선 6개역, 2호선 2개역(8개소)
1호선 : 구서동역, 서면역, 범일동역, 남포동역, 중앙동역, 동대신동역
2호선 : 서면역, 경성대·부경대역
 - 퇴적먼지 중 석면 조사 : 1·2·3호선 각 5개역(15개소)
1호선 : 토성동역, 중앙동역, 서면역, 동래역, 온천장역
2호선 : 서면역, 경성대·부경대역, 전포역, 동의대역, 호포역
3호선 : 망미역, 연산역, 만덕역, 강서구청역, 체육공원역

2. 조사방법

- 시료채취 : 실내공기질공정시험기준 『실내공기 중 석면 및 섬유상먼지 농도 측정방법 (ES 02303.1)』에 따름.
 - 시료포집필터 : MCE 필터(0.8 μm pore size, 25 mm)
 - 시료포집유량 : 10 L/min
 - 시료포집용량 : 1,200 L
 - 퇴적먼지 시료채취 : 공기시료 채취지점 주변에 쌓여있는 먼지나 흙을 약 50g 정도 채취하여 비닐백에 담음.
- 공기 중 석면분석 : ISO 14966 『주사전자현미경법; Ambient air - Determination of numerical concentration of inorganic fibrous particles- Scanning electron microscopy method』에 따름.
 - 주사전자현미경 : FE-SEM, Jeol, JSM-6701F
 - EDS(에너지분산형 X-선 분석장치, Oxford, INCA) 장착
 - 분석배율 : 2,000 배율
 - SEM image 시야면적 : 0.0020 mm^2

- 총 분석시야 수 : 500 시야
- SEM 관찰 총면적 : 1.0 mm²
- 퇴적면지 중 석면분석 : 현장에서 채취한 퇴적면지시료는 실체현미경으로 1차 확인 후, 석면 의심 섬유를 따로 분리하여 EDS를 장착한 주사전자현미경으로 확인
- 실내공기질 권고기준 : 0.01개/mL

3. 조사결과

- 공기 중 석면농도
 - 석면중점관리 역사 8개 지점에 대한 대합실과 승강장에서의 공기 중 석면 조사결과, 석면 입자는 검출되지 않았음.
 - 전자현미경 관찰 결과, 대부분의 섬유입자는 cellulose, pulp와 같은 천연 섬유입자 또는 폴리에틸렌, 나일론과 같은 합성 섬유입자들이었으며, 그 외에 유리섬유(glassfiber), 미세 락울, 세라믹울, 암면 등과 같은 무기성 인조섬유입자가 다소 검출됨.(그림 1)

표 1. 공기 중 석면 조사결과

조사 지점		상반기 ('14.3.14.~'14.4.30.)		하반기 ('14.9.16.~'14.10.30.)	
		Asbestos (fibers/cc)	Other inorganic (fibers/cc)	Asbestos (fibers/cc)	Other inorganic (fibers/cc)
구서동	대합실	0.0000	0.0010	0.0000	0.0013
	승강장	0.0000	0.0013	0.0000	0.0006
서면1호선	대합실	0.0000	0.0026	0.0000	0.0016
	승강장	0.0000	0.0022	0.0000	0.0010
범일동	대합실	0.0000	0.0010	0.0000	0.0003
	승강장	0.0000	0.0010	0.0000	0.0010
남포동	대합실	0.0000	0.0013	0.0000	0.0013
	승강장	0.0000	0.0006	0.0000	0.0013
중앙동	대합실	0.0000	0.0006	0.0000	0.0016
	승강장	0.0000	0.0010	0.0000	0.0013
동대신동	대합실	0.0000	0.0019	0.0000	0.0019
	승강장	0.0000	0.0016	0.0000	0.0019
서면2호선	대합실	0.0000	0.0010	0.0000	0.0003
	승강장	0.0000	0.0019	0.0000	0.0013
경성대부경대	대합실	0.0000	0.0013	0.0000	0.0003
	승강장	0.0000	0.0016	0.0000	0.0003
기하평균		0.0000	0.0013	0.0000	0.0009

1. Asbestos : 백석면, 청석면, 갈석면, 트레몰라이트, 액티노라이트, 안소필라이트석면
2. Other Inorganic : glassfiber, rockwool, mineralwool, ceramicwool, gypsum, etc.

- 유기성 인조섬유입자는 서면역, 남포동역, 자갈치역, 범일동역 등 대형 상가가 인접해 있는 역사에서 높게 나타났고, 무기성 인조섬유는 지하철 1호선(서면역, 남포동, 중앙동, 동대신동) 역사들에서 2호선 역사보다 높게 나타났음.

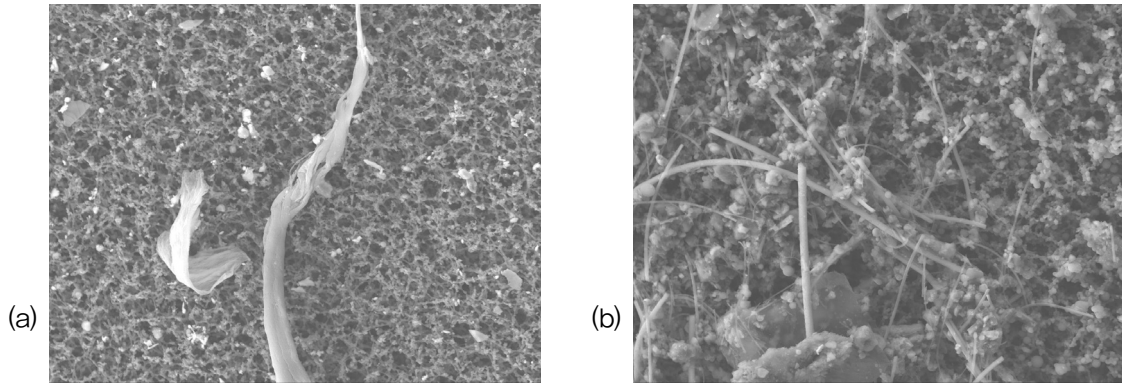


그림 1. (a)유기성 인조섬유입자, (b)무기성 인조섬유입자

○ 퇴적면지 중 석면

- 상반기에는 15개 역사 내의 퇴적면지를 주사전자현미경으로 확인한 결과, 망미역과 만덕역에서 백석면이 검출되었고, 나머지 역사에서는 석면입자가 검출되지 않았으며, 하반기에는 모든 역사에서 석면입자가 검출되지 않았음.

표 2. 역사 내 퇴적면지 중 석면 조사결과

조사 지점	상반기 ('14.3.14. ~ '14.4.30.)		하반기 ('14.9.16. ~ '14.10.30.)		
	석면검출여부	석면농도(%)	석면검출여부	석면농도(%)	
1호선	토성동역	불검출	-	불검출	-
	중앙동역	불검출	-	불검출	-
	서면역	불검출	-	불검출	-
	동래역	불검출	-	불검출	-
	온천장역	불검출	-	불검출	-
2호선	서면역	불검출	-	불검출	-
	경성대부경대역	불검출	-	불검출	-
	전포역	불검출	-	불검출	-
	동의대역	불검출	-	불검출	-
	호포역	불검출	-	불검출	-
3호선	망미역	백석면	0.1% 미만	불검출	-
	연산역	불검출	-	불검출	-
	만덕역	백석면	0.1% 미만	불검출	-
	강서구청역	불검출	-	불검출	-
	체육공원역	불검출	-	불검출	-

- 선정된 15개 역사는 사무실의 천장텍스나 칸막이 등에 석면이 함유되어 공기 중으로 비산될 가능성이 있는 지점을 선정하였으며, 용역대기실, 사무실, 상가 등 직원이나 시민에 노출될 수 있는 공간은 청소를 자주함에 따라 퇴적먼지의 양도 적고, 섬유상 입자도 거의 발견되지 않았음.
- 망미역은 변전실 내부 벽면이 석면함유 콘크리트로서, 변전실 내부 구석의 먼지입자 중에 백석면 입자가 함유되어 있었으며, 만덕역 또한 변전실 내부의 먼지 중의 콘크리트 조각에서 석면입자가 검출되었는데, 이는 과거 석면함유자재의 보수작업 이후에 청소가 완벽하지 못해 잔여물이 남아 있었던 것으로 사료됨.(그림 2)

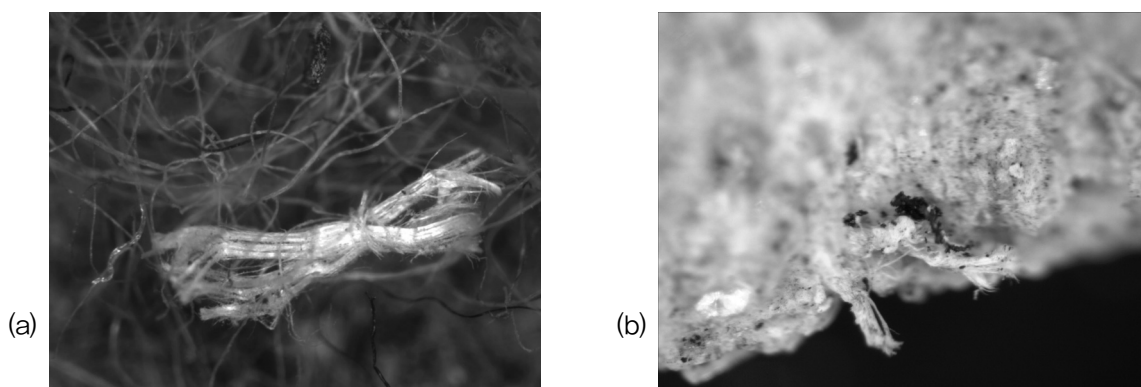


그림 2. 퇴적먼지 중의 석면입자 (a)망미역 변전실 내부 퇴적먼지 중 백석면입자, (b)만덕역 변전실 내부 퇴적먼지 중 백석면입자

4. 결론 및 향후계획

- 석면중점관리 8개 지하역사의 대합실과 승강장에서의 공기 중 석면은 불검출로 조사되었는데, 이는 부산지하철의 석면자재 사용지점은 대부분 기기실, 창고, 물탱크실 등 거의 노출되지 않는 지점이며, 부산교통공사에서 지하철역사내 석면함유 자재를 지속적으로 교체하고 있고, 또한 역사 내부에 대한 주기적인 습식 청소 등으로 석면 및 섬유상먼지 발생요인이 저감되었기 때문으로 사료됨.
- 15개 석면자재 사용지점의 퇴적먼지를 채취하여 주사전자현미경으로 확인한 결과, 2개 지점에서 백석면 입자가 검출되어, 자주 이용하지 않는 공간이라 하더라도 주기적인 청소 작업이 필요할 것으로 판단됨.
- 지하역사의 공기 중에서의 석면은 역사 내부로부터 오염되지 않더라도, 외부 공기 및 주변 상가건물의 리모델링 공사 등에 의해 석면입자가 유입될 수 있으므로, 주기적인 청소와 환기가 필요할 것으로 판단됨.
- 지하역사 내의 석면은 상·하반기 2차례(3월 ~ 4월, 9월 ~ 10월)의 조사 결과, 부산교통공사의 적극적인 관리에 따라 매우 안전하고 적절하게 유지되고 있는 것으로 판단되며, 향후 지속적인 모니터링을 통해 더욱 쾌적하고 안전한 지하역사 공기질을 유지코자 함.