

## 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 : 2015년 3월 ~ 10월 (상, 하반기)
- 조사항목 : 공기 및 퇴적먼지 중 석면
- 조사지점
  - 공기 중 석면 조사 : 1호선 6개역, 2호선 2개역(8개소)  
1호선 : 구서역, 서면역, 범일역, 남포역, 초량역, 동대신역  
2호선 : 서면역, 경성대·부경대역
  - 퇴적먼지 중 석면 조사 : 1·2·3호선 각 5개역(15개소)  
1호선 : 토성역, 초량역, 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  $\mu\text{m}$  pore size, 25 mm)
  - 시료포집유량 : 10 L/min
  - 시료포집용량 : 1,200 L
  - 퇴적먼지 시료채취 : 공기시료 채취지점 주변에 쌓여있는 먼지나 흙을 약 50 g 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  $\text{mm}^2$

- 총 분석시야 수 : 500 시야
- SEM 관찰 총면적 : 1.0 mm<sup>2</sup>
- 퇴적면지 중 석면분석 : 현장에서 채취한 퇴적면지시료는 실체현미경으로 1차 확인 후, 석면 의심 섬유를 따로 분리하여 EDS를 장착한 주사전자현미경으로 확인
- 실내공기질 권고기준 : 0.01 개/mL

### 3. 조사결과

- 지하역사 내 공기 중 석면농도
  - 석면중점관리 역사 8개 지점에 대한 대합실과 승강장에서의 공기 중 석면 조사결과, 석면 입자는 검출되지 않았으며(표 1), 이는 부산지하철의 석면자재 사용지점은 대부분 기기실, 창고, 물탱크실 등 거의 노출되지 않는 지점이며, 부산교통공사에서 지하철역사내 석면 함유 자재를 지속적으로 교체하고 있고, 또한 역사 내부에 대한 주기적인 습식 청소 등으로 석면 및 섬유상면지 발생요인이 저감되었기 때문에 사료됨

표 1. 공기 중 석면농도

조사 지점		상반기 ( '15.3.20. ~ '15.4.8.)		하반기 ( '15.9.16. ~ '15.10.2.)	
		Asbestos (fibers/cc)	Other inorganic (fibers/cc)	Asbestos (fibers/cc)	Other inorganic (fibers/cc)
구서역	대합실	0.0000	0.0003	0.0000	0.0006
	승강장	0.0000	0.0006	0.0000	0.0003
서면1호선	대합실	0.0000	0.0016	0.0000	0.0022
	승강장	0.0000	0.0016	0.0000	0.0006
범일역	대합실	0.0000	0.0006	0.0000	0.0006
	승강장	0.0000	0.0016	0.0000	0.0003
남포역	대합실	0.0000	0.0010	0.0000	0.0010
	승강장	0.0000	0.0013	0.0000	0.0010
초량역	대합실	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	승강장	0.0000	0.0006	0.0000	0.0000
동대신역	대합실	0.0000	0.0016	0.0000	0.0006
	승강장	0.0000	0.0016	0.0000	0.0003
서면2호선	대합실	0.0000	0.0006	0.0000	0.0016
	승강장	0.0000	0.0010	0.0000	0.0016
경성대부경대	대합실	0.0000	0.0003	0.0000	0.0003
	승강장	0.0000	0.0006	0.0000	0.0006
기하평균		0.0000	0.0007	0.0000	0.0006

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

- 전자현미경 관찰 결과, 대부분의 섬유입자는 cellulose, pulp와 같은 천연 섬유입자 또는 폴리에틸렌, 나일론과 같은 합성 섬유입자들이었으며, 그 외에 유리섬유(glassfiber), 미세알루미늄, 세라믹알, 압면 등과 같은 무기성 인조섬유입자가 미량 검출됨(그림 1)
- 유기성 인조섬유입자는 서면역, 남포동역, 범일동역 등 대형 상가가 인접해 있는 역사에서 높게 나타났고, 무기성 인조섬유는 지하철 1호선(서면, 남포, 범일, 동대신역) 역사들에서 2호선 역사보다 높게 나타났음
- 무기성 인조섬유입자의 농도는 0.0000 ~ 0.0022 개/mL로서, 전년도 전자현미경에 의한 조사결과(0.0003 ~ 0.0026 개/mL) 및 2009년부터 2013년까지 위상차현미경법에 의한 석면 및 섬유상면지 평균농도(0.0015 ~ 0.0033 개/mL)보다 낮게 나타났음

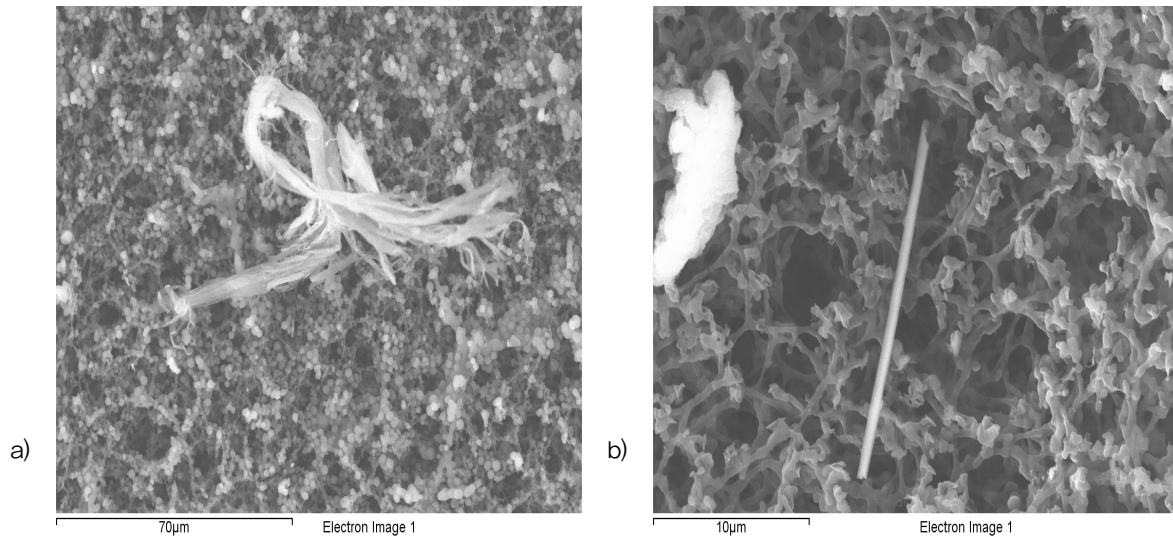


그림 1. (a)유기성 인조섬유입자, (b)무기성 인조섬유입자

- 석면소재 사용역사 내 퇴적면지 중 석면
  - 15개 역사 내의 퇴적면지를 주사전자현미경으로 확인한 결과, 모든 역사에서 석면입자가 검출되지 않았음
  - 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 자주 함에 따라 퇴적면지의 양도 적고, 섬유상 입자도 거의 발견되지 않았음
  - 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 판단

표 2. 퇴적먼지 중 석면농도

조사 지점	상반기 ( '15. 3. 20. ~ '15. 4. 8.)		하반기 ( '15. 9. 16. ~ '15. 10. 2.)	
	석면검출여부	석면농도(%)	석면검출여부	석면농도(%)
1호선	토성역	불검출 -	불검출 -	
	초량역	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	불검출 -	불검출 -	
	연산역	불검출 -	불검출 -	
	만덕역	불검출 -	불검출 -	
	강서구청역	불검출 -	불검출 -	
	체육공원역	불검출 -	불검출 -	

#### 4. 활용방안

- 지하역사 내에서의 석면노출 실태 파악하여 부산시 석면관리 대책을 위한 자료로 활용
- 지하역사의 석면모니터링 자료 수집으로 주요 오염원 파악 및 관리 우선순위 파악
- 홈페이지 자료실에 게재하여 홍보 및 학술자료로 활용

#### 5. 기대효과

- 공기 중 석면모니터링 결과 지속적으로 석면농도가 높게 나타나거나, 석면자재가 사용된 「석면중점관리역사」에 대한 주기적 석면조사를 통해 시민건강 피해예방 및 쾌적한 생활 환경 조성에 기여
- 정확하고 신뢰성 있는 결과 공개로 석면에 대한 시민들의 막연한 불안감 해소