



미립자 물질이
IT장비에
미치는 영향과
방화재와의
연관성



핵심 요약

공기 중 오염 물질이 IT 장비에 미치는 악영향은 익히 잘 알려져 있음에도 불구하고, 여러 데이터 센터는 방화코팅보드 등과 같은 기존 방화재를 사용하여 시설에 대한 위험요소에 의도치 않게 노출됩니다. 잦은 케이블 교체 시 이러한 소재를 재관통하면 고농도의 미립자 물질이 기류를 통해 방출됩니다. 섬유 소재를 사용하지 않는 방화재를 사용하여 공기 중 오염 물질로 인한 고장을 방지할 수 있습니다.



콘텐츠

1	신뢰성 및 에너지 효율을 위협하는 미립자 오염 물질	03
2	기존 설치된 방화재를 재관통하는 케이블 설치: 잠재적 오염원	04
3	방화보드 재관통 작업시 미립자 방출량 측정	05
4	케이블 유지 보수 작업 중 공기 오염 물질의 위험을 줄이기 위해 섬유 소재를 사용하지 않는 제품 선택	06

신뢰성 및 에너지 효율을 위협하는 미립자 오염 물질



오늘날의 IT 장비 크기가 점차 작아지면서 효율이 개선되고 있으나, 데이터 센터 환경에서 공기 중 오염 물질 관련 문제에 대해서는 다음과 같은 취약성도 함께 증가하고 있습니다.

- 배출구, 히트 싱크, 필터, 팬 등의 미립자 축적물로 인한 과열 및 이로 인한 장비 고장
- 기계 장치 인터페이스의 오작동 (예: 포트 및 연결 슬롯)
- 전자 장비의 수명 감소
- 냉각 장치의 수명 감소 / 잦은 필터 교체
- 열효율 감소 및 냉각 비용 증가

“ 미립자 오염 물질이 데이터 센터의 전력 수요를 2% 이상 증가시킬 수 있습니다. [1] ”

ISO 14644-1(클린룸 및 클린존의 공기 청정도를 분류하기 위한 국제 표준)에 의거하여 대부분의 설계 가이드라인에서는 데이터 센터를 클린룸 8등급 환경으로 분류하여 운영해야 한다고 권장하고 있습니다. 이는 미립자 물질 농축 성분이 상면 공간 내 어디에서 측정하든 다음 값을 초과하지 않아야 함을 의미합니다.*

ISO 등급	입자 크기별 한도 [m ³ 당 입자 수]		
	≥0,5 μm	≥1,0 μm	≥5,0 μm
ISO 8	3,520,000	832,000	29,300

그림 1: ASHRAE 권장 사항 기준 ISO 14644-1 미립자 물질 한도 [2] [5]
*ISO 14644-1에 의거하여 측정 지점 수 및 위치는 방의 크기와 클린룸 내에서 수행되는 중요 작업에 따라 다름

청결의 중요성은 공기 중 오염물질을 방지하기 위해 사용되는 다음과 같은 다양한 방법에서 명확히 알 수 있습니다.

- 데이터 센터에 특화된 작업자의 정기적이고 전문적인 청소
- 오염 방지 매트 사용
- 민감한 장비가 있는 환경에 과압 적용
- 고효율 미립자 공기 (HEPA) 필터 사용
- 박스 포장 해체를 위한 격리 구역 마련

“ 설계 고려 사항 중 오염 방지는 전력, 냉각, 보안만큼 중요합니다. [3] ”

100% 미립자 없는 환경을 조성하는 것은 쉽지 않으나, 오염 물질 권장 한도를 엄수하여 미립자 방출량을 제한하는 것이 민감한 IT 장비를 보호할 수 있습니다. 안타깝게도 때로는 표준 건축 관행에 따라 채택된 기존 방화시공 제품이 데이터 센터 운영을 위협할 수 있는 오염원을 불러들여 에너지 낭비나 예기치 않은 작업 중단을 초래합니다.

기존 설치된 방화재를 재관통하는 케이블 설치: 잠재적 오염원



파이프나 케이블이 파티션 벽을 관통하는 경우 방화재는 벽의 무결성을 다시 구축해야 합니다. 전 세계 여러 지역에서 저가의 미네랄 울 보드(통칭 “방화보드”)은 관통부에 가장 널리 사용되는 방화 시공법입니다.

방화보드는 금속 광석과 화성암으로 이루어진 섬유로 만들어져 열, 화염, 유독 연기 및 기타 가스의 전달을 방지하는 데 효과적입니다. 코팅층이 섬유를 둘러싸고 있어서 일반적으로 무해한 것으로 알려져 있지만, 많은 데이터 센터에서 초기 시공 완료 후 방화보드가 중대한 입자 방출 원인으로 작용하는 경우가 발생합니다.



그림 2: 코팅된 미네랄 울 보드 [6]



그림 3: 방화보드의 미립자 크기는 평균 직경 2~10 μ m로 제조 프로세스에 따라 크게 차이 남 [7] [8]

IT 및 이동통신 기술의 빠른 발전으로 인해 상면 공간을 가로지르는 지점에서 데이터 케이블이 지속적으로 추가, 변경 또는 철거됩니다. 이러한 케이블 보강, 변경 작업을 위해서 유지 보수 담당자는 방화보드를 다시 절단하거나 폐기해야 하며 그 과정에서 다양한 크기의 다량의 섬유조직을 서버룸에 방출하게 됩니다.

방화보드 재관통 작업시 미립자 방출량 측정



클린룸 환경을 전문적으로 다루는 프라운호퍼 (Fraunhofer) IPA 연구소(슈투트가르트) 에서 이러한 기존 방화 시스템에서 재관통 시 방출되는 입자 농축 성분을 평가했습니다. 공식적인 측정에 사용되는 입자 계수 장비가 손상될 것을 우려하여 최고 수준의 클린룸 내부에는 코팅 방화보드가 일반적으로 허용되지 않습니다. 그럼에도 불구하고 프라운호퍼 IPA 연구소는 난류가 있는 6등급 클린룸 환경에서 방화보드를 재관통할 수 있도록 했습니다.

두 번째 공인 연구소에서도 미네랄을 방화보드의 설치 및 재관통 중 기류에 유입되는 입자 방출을 정량화했습니다. 결과는 BGI/GUV-I- 505-46 및 VDI 지침 3492와 함께 TRGS 519에 의거하여 평가함으로써 방화보드에서 방출된 섬유만 고려하도록 했습니다.

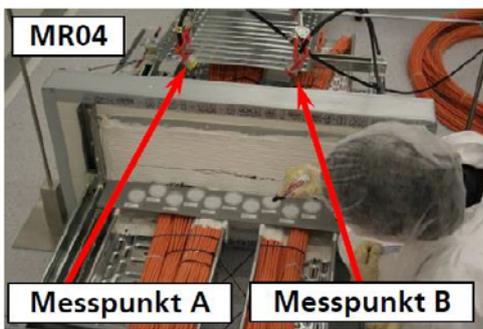


그림 4: 방화보드 재관통 중 입자 방출 측정 [9]



그림 6: 미네랄을 방화보드 절단 및 피팅 [11]

표준 케이블 트레이 재관통 과정에서 이 연구소는 데이터 센터의 권장 한도 (관통면적 1000 x 800mm) 보다 최대 2.5배 높은 입자 농도를 측정했습니다.

	입자의 수(길이 > 5µm, 직경 < 3µm) [섬유/m³]
ISO 14644-1 8 등급 기준 한도	29,300
측정된 공기 중 입자 (절단을 통한 재관통)	75,250

그림 7: 미네랄을 방화보드 절단 및 피팅 [10][11]

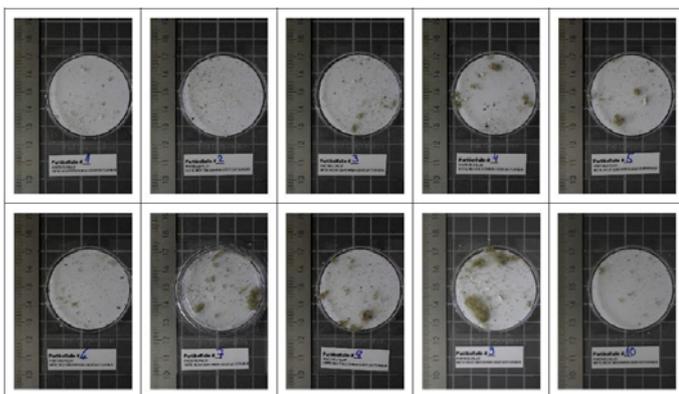


그림 5: 방화보드 재관통 중 입자 방출 측정 [9]

이 측정값은 케이블을 교체할 때마다 상당량의 미네랄을 섬유가 기류를 통해 방출될 수 있음을 보여줍니다. 재관통이나 유지 보수 작업 중에 원천적으로 섬유 분진 방출을 완전히 제어하는 것은 불가능하며, 작업 구역에 임시 차단막을 설치해도 모든 입자를 완전히 막지는 못합니다. 방화보드를 절단 및 제거할 때 미세한 섬유 입자가 기류를 통해 방출되며 빠르게 전자 장비에 축적되어 결국에는 데이터 센터 운영에 위협을 가할 수 있습니다.

케이블 유지 보수 작업 중 공기 오염 물질의 위험을 줄이기 위해 섬유 소재를 사용하지 않는 제품 선택



데이터 센터의 공기 중 오염 물질을 제거하기 위한 핵심은 애초에 오염 물질을 유입 시키지 않는 것입니다. [12]



초기 시공 시점 뿐만 아니라 이후 매번 케이블을 교체할 때마다 청결을 보장하는 제품을 선택하는 것이 중요합니다. 동적 케이블 환경의 요구사항을 충족하도록 설계된 무섬유 방화 소재를 선택하여 설계 단계에서 오염원이 발생할 여지를 차단해야 합니다.

힐티 스피드 슬리브와 같은 방화 통로 장치는 공기 중 오염의 위험을 줄일 뿐 아니라 상면 공간에서 빠져나가는 공기량을 줄여줍니다.

케이블 트레이 및 버스바, 버스덕트 등 여러 서비스를 수용해야 하는 대형 개구부의 경우, 힐티 방화 블록(CFS-BL)처럼 재사용할 수 있고 섬유 소재를 사용하지 않는 제품을 선택합니다.

또한 프라운호퍼 IPA 연구소에서 힐티 방화 블록을 테스트하고 입자 방출 행동을 평가한 결과, “4등급”에서 “9등급”까지의(ISO 14644-1 기준) 클린룸 어플리케이션에 적합한 제품이라고 결론 내린 바 있습니다. [13]

위에서 언급한 무섬유 소재의 제품을 사용하면 케이블 유지 보수 중 공기 중 오염 물질 방출을 줄이고, 케이블 교체 시 전문 유지 보수 작업자가 필요 없거나 필요성이 줄어 총 설비 비용을 감축하고 보안을 강화할 수 있습니다.

장기적인 관점에서 재관통을 위해 설계된 더 깨끗한 기술을 사용하면 장비 수명 연장과 높은 에너지 효율을 보장하고 유지 보수에 드는 노력을 줄이며 미래 성장을 위한 데이터 센터를 유지할 수 있습니다.



그림 8: 힐티 스피드 슬리브 (CFS-SL / CP 653 BA)



그림 9: 힐티 방화 블록 CFS-BL

결론적으로



저자 소개:

리비아 노게이라 디비노(Livia Nogueira Divino)는 만하임 대학에서 이학 석사 학위를 받고 환경 관리를 전공했습니다. 리비아는 여러 회사의 제품 개발, 생산 계획 및 품질 관리 관련 다양한 직무에서 전문적인 경험을 쌓은 후 2015년 기술 서비스팀의 개발 엔지니어로 힐티에 입사했습니다. 현재 데이터 센터처럼 중대한 시설과 까다로운 에너지 및 산업 환경을 위한 방화 솔루션을 개발 중입니다.

힐티 소개:

힐티는 1941년 가족 운영 회사로 설립되어 120여 개국에서 약 2만 명의 직원이 근무하고 있습니다. 힐티 사내 방화 엔지니어링 팀은 비구조 현장 엔지니어, 화재 예방 전문가 및 타사 에이전시와 협력하여 모든 방화 제품을 최고의 기준에 맞춰 테스트하고 있습니다. 힐티는 내화 정격 벽 또는 마루를 통해 조인트 및 관통부에 방화시공 솔루션을 제공하는 검증된 시스템을 천 개 이상 보유하고 있습니다.

참조 자료



[1] The Threat of Data Centre Contamination – by Colleen Miller on 14.09.2010.
Available at: <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2010/09/14/the-threat-of-data-center-contamination/>

[2] Design Considerations for Datacom Equipment Centers – Second Edition – ASHRAE Datacom Series 3 – ASHRAE

[3] 2011 Gaseous and Particulate Contamination Guidelines for Data Centers – ASHRAE

[4] DCA Data Centre Anti-Contamination Guide V1.3 from datacentrealliance – The DC Industry association. Available at: http://cymcdn.com/sites/www.data-central.org/resource/collection/78F6045F-6E71-42C6-BD3E-E8779A7A259D/DCA_Data_Centre_Anti-Contamination_Guide_V1_3_final.pdf

[5] ISO 14644-1:2015: Cleanrooms and associated controlled environments - Part 1: Classification of air cleanliness by particle concentration

[4] Association of Data Center Cleaning Professionals. Available at: www.adccp.org

[5] Data Foundry – Why you should pay attention to DC Contamination Control – 11.Aug.2016 <https://www.datafoundry.com/blog/data-center-contamination-control>

[6] Ablative coated batt. Available at: <http://www.insulationexpress.co.uk/Insulation/Rockwool-Ablative-Coated-Batt.htm>

[7] Analysis of Mineral Wool. Available at: <https://www.bruker.com/products/x-ray-diffraction-and-elemental-analysis/eds-wds-ebsd-sem-micro-xrf-and-sem-micro-ct/quantax-micro-xrf/applications/mineral-wool.html>

[8] Inorganic Fibers. Available at: http://www.awapaper.co.jp/e/products/detail/s_m01e.html

[9] Machbarkeitsstudie zum partikulären Emissionsverhalten bei einer Kabelnachbelegung – Fraunhofer IPA report HI 1702-888-3 from 24.05.2017

[10] Report 160623_Hilti - Exposure Measurement “Man-made mineral fibers (MMMf)” during fitting of MMMf –mattings in fire-retarding sealing” from 29.06.2016 – IGM: Ingenieuresellschaft für Gefahrstoffanalysen München m.b.H. – institute accredited by DAkkS

[11] Report 160929_Hilti - Exposure Measurement “Man-made mineral fibers (MMF)” during inserting cables into MMF conduits” from 05.10.2016 – IGM: Ingenieuresellschaft für Gefahrstoffanalysen München m.b.H. –institute accredited by DAkkS

[12] What are the best practices for data center cleaning – by Robert McFarlane - Shen Milsom & Wilke LLC. Available at: <http://searchdatacenter.techtarget.com/answer/What-are-the-best-practices-for-data-center-cleaning>

[13] Hilti Firestop Block CFS-BL: Cleanliness suitability and cleanroom suitability tests at Fraunhofer IPA – report HI 1702-888-2 from 05.05.2017

[14] Data Center Best Practices for Contamination Control. Available at: <https://www.dataclean.com/data-center-best-practices.htm>

[15] What are the best practices for data center cleaning? By Robert McFarlane. Available at: <http://searchdatacenter.techtarget.com/answer/What-are-the-best-practices-for-data-center-cleaning>

[16] Data Center Cleaning Services – Excerpt from Processor magazine from 07.04.2006. Available at: http://www.airplenum.com/data_center_cleaning_services_article_excerpt.pdf

[17] The importance if the Systematic Cleaning of the Data Center – by Rich banta from 10.02.2015. Available at: <http://www.lifelinecenters.com/data-center/importance-systematic-cleaning-data-center/>

[18] Threat: Data Center Dust. Available at: <https://set3.com/threat-data-center-dust/>

[19] Clean the Dirt and Dust In Data Center - by Alice Gui from 11.01.2016. Available at: <http://www.fiber-optic-tutorial.com/clean-the-dirt-and-dust-in-data-center.html>

[20] Reduce the risk of dust and dirt entering your Data Centre - by Steve Hone from 01.08.2012. Available at: <http://www.data-central.org/blogpost/852693/147117/Reduce-the-risk-of-dust-and-dirt-entering-your-Data-Centre>



힐티코리아(주)

📍 서울특별시 송파구 법원로 11길 12 (한양타워) 7층

☎ 힐티코리아 고객센터: 080-220-2000

✉ krsales@hilti.com | 🌐 www.hilti.co.kr

📺 힐티코리아 유튜브 채널 | 📘 힐티코리아 페이스북 | 🗨 힐티코리아 카카오톡채널 |  askHilti