

한반도 기후 변화로 인한 먼지시험의 강화 The climate change by Strengthening of the dust test

유성규 · 김철희 · 조재립

경희대학교 산업공학과, 전자부품연구원 신뢰성연구센터

Sung-Kyu Yoo · Chul-Hee Kim · Jai-Rip Cho

Dept. of Industrial Engineering, KyungHee University · Reliability Technology Research Center

Abstract

Since the 2000s on the Korean Peninsula has been gradually increasing of frequency of Dust-Storm. These environmental changes due to the dust test are increasing in proportion of normal environment test. However, increasingly is becoming less important than the results of the study, through this research, I will pursue the trends of Dust Test and the direction of the prospect change.

1. 서론

2000년대 이후 한반도의 환경의 변화 중 두드러진 특징을 살펴보면 주로 황사 현상의 발생의 증가를 꼽을 수 있다. 특히 동북아 지역의 지구 온난화, 무분별한 개발 및 벌목 등의 요인으로 인하여 급격한 사막화가 진행되고 이에 영향을 받아 황사발생 빈도는 지속적으로 증가 하고 있다.

중국 몽골의 사막지대에서 발생된 황사는 매년 3~5월 집중되고 있다. 황사의 주성분은 규소(Si), 알루미늄(Ai), 칼슘(Ca), 칼륨(K), 나트륨(Na)의 성분을 포함하고 있으며 매년 황사가 집중되는 3~5월의 경우 이러한 농도가 상승한다. 특히 2002년 3월에 발생한 황사의 경우 초등학교의 휴교, 호흡기 질환자의 급증, 반도체 및 정밀 산업체의 휴업이 발생되기도 하였다. 이러한 황사의 발생 증가는 일상생활의 불편을 초래하기도 하였지만 다른 한편에서는 먼지 시험의 중요성이 점차 증대되어 지

는 결과를 만들었다. 이번 연구에서는 환경에 변화로 인하여 최근 중요시 되고 있는 먼지 시험에 대한 국내의 시험 동향을 소개하고자 한다.

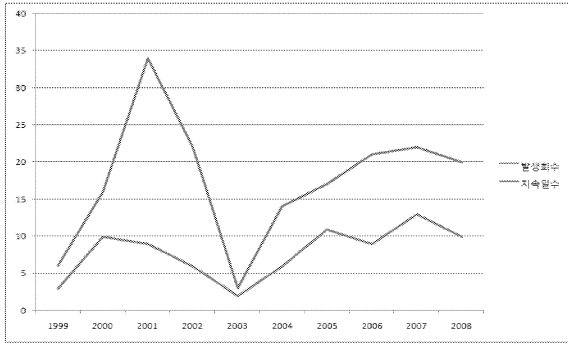
2. 최근의 한반도 환경 변화

우리나라는 2002년부터 황사에 대한 예?특보제를 시행하고 있으며 황사의 농도(ug/m³)를 기준으로 황사의 발생과 강도에 대한 사전 예보 및 조기경보 정보를 제공하고 있으며 관측 기준은 혼탁도, 황색 먼지의 쌓이는 정도에 따라 <표 1>과 같이 3단계로 구분 된다.

<표 1> 황사의 목측 기준

구분	기 준
강도 0	시정이 다소 혼탁
강도 1	하늘이 혼탁, 황색먼지가 물체 표면에 약간 쌓임
강도 2	하늘이 황갈색으로 변해 빛을 약화, 황색 먼지가 물체 표면에 쌓임

기상청의 자료를 근거로 중국 및 몽골 등 황사 발원지의 황사 발생 건수 중 실질적으로 한반도에 영향을 준 황사의 빈도를 확인하면 [그림 1] 과 같다.



[그림 1] 연별 황사발생 횟수와 지속일수
자료 : 기상청 기상기술 기반국 관측기술 운영팀 자료 편집

이를 근거로 한 통계청의 발표 자료를 살펴보면 과거 한반도의 연 평균 황사 발생빈도는 3.3회였으나 최근 2000년 이후 평균 8.4회로 그 발생빈도는 2배 이상 증가 하였다. 또한 과거의 황사는 주로 봄에 관측 되던 황사가 2007년 이후에는 겨울철에도 관측되는 특징을 보이고 있어 이제는 어느 특정 계절만 국한되지 않고 연간 2 ~ 3개월 이상 일상에서 노출되게 된다. 이러한 영향으로 과거 먼지시험의 경우 그 시험 적용의 대상의 범위는 대부분 직접적으로 사용 환경에서 먼지의 영향을 많이 받는 군수용 장비, 항공, 선박 및 자동차 등으로 제한되었으나 최근의 추세는 이러한 범위에서 벗어나 실내에서 사용되는 제품군과 휴대용 전자기기에 까지 그 시험의 대상이 확대되어 가고 있다.

3. 국내 먼지시험의 동향

국내 먼지 시험에 대한 관련 규격은 KS A 0090 : 시험용 분체 및 시험용 입자 (2007.11.30), KS C 60721-2-5 : 환경조건의 분류 2장 : 자연환경조건 5항 : 먼지, 모래, 염수분무 (2008.06.30), KS A 0079 : 부유분지 농도 측정 방법 통칙 (2004.12.28)에서 먼지의 종류와 성분에 대하여 설명하며 이를 근거로 KS R 1063 : 자동차 부품의 먼지 시험 통칙 (2005.12.30), KS C 60512-11-8 : 전자기기용 전기기계 부품 - 기본시험절차 및 측정방법 - 제11-8부 : 기후시험 - 시험 11h : 모래와 먼지 (2004.08.24), KS R 12103-1 : 도로차량 - 필터 평가용 시험먼지 - 제1부 : 아리조나 시험먼지 (2004.08.23) 등의 시험 방법이 있다.

2007년 5월부터 2009년 9월까지 전자부품 연구원에서 진행한 먼지시험의 내용을 살펴보면 <표 2>과 같다.

<표 2> 2007~2009 먼지시험 집계

시험 기준	시험 건수
MIL S 810F	24
MIL S 810G	1
JIS D 0207	7
IEC 60529	2
DIN 40050-9	5
국내 기준	1
자체 기준	1

다음은 국내 기업에서 활용하는 먼지 시험에 대하여 정리한 내용이다.

A 사 먼지 시험 기준

자동차 제조업체인 A사의 경우 먼지시험의 기본적인 관련 기준은 JIS D 0207을 기초하여 진행한다. JIS D 0207은 부유시험과 기류시험으로 분류되며 이중 부유시험은 부유하는 먼지에 대한 시험품의 내부 침투여부를 보는 방지성과 먼지의 부착 또는 침투에 의한 시험품의 성능평가를 하는 내구성을 목적으로 한다. 기류시험은 시험 품에 임의적으로 먼지의 흐름을 주어 그 흐름에 의한 시험품의 방진성과 내구성을 보는 것을 그 목적으로 한다. 시험후의 평가는 별도의 자체 기준을 두어 별도로 평가를 하며 시험에 사용되는 먼지의 종류는 JIS Z 8901에 규정된 8종을 사용한다.

<표 3> JIS Z 8901 8종 화학 성분

성분	질량 백분율 (%)
이산화규소 (SiO ₂)	34 ~ 40
삼산화철 (Fe ₂ O ₃)	17 ~ 23
알루미나 (Al ₂ O ₃)	26 ~32
산화칼슘 (CaO)	0 ~ 3
산화마그네슘 (MgO)	0 ~ 7
산화티탄 (TiO ₂)	0 ~ 4
강열감량	0 ~4

B 사 먼지 시험 기준

주로 건설용 중장비를 생산하는 업체인 B사의 경우 기본적인 관련 기준은 IEC 60529를 그리고 세부적인 부분은 DIN 40050-9를 참고하고 있다. 주로 IP Code 의 First Code 중 5K 와 6K를 가지고 방지성과 내구성을 평가하는 것을 그 목적으로 한다. B사 역시 시험후의 시험품의 평가에 있어서는 자체적인 평가기준을 따로 두어 평가를 실시하며 시험에 사용되는 먼지의 종류는 ISO 12103-1의 A2 Fine Grade Dust 를 사용한다.

<표 4> ISO 12103-1의 A2 Fine 화학 성분

성분	질량 백분율 (%)
이산화규소 (SiO ₂)	68 ~ 76
삼산화철 (Fe ₂ O ₃)	2 ~ 5
알루미나 (Al ₂ O ₃)	10 ~15
산화칼슘 (CaO)	2 ~ 5
산화마그네슘 (MgO)	1 ~ 2
산화티탄 (TiO ₂)	0.5 ~ 1
산화나트륨 (Na ₂ O)	2 ~ 4
포타쉬 (K ₂ O)	2 ~ 5

C 사 먼지 시험 기준

군수 항공 부품을 생산하는 업체인 C사의 경우 기본적인 관련 기준은 MIL S 810F를 그리고 세부적인 부분은 MIL S 810F Blowing Dust를 따르며 기류시험 하에서 먼지의 유입으로 인한 제품의 오작동 여부를 중요한 평가 사항으로 두며 사용되는 먼지의 종류는 MIL STD 810 Dust를 사용 한다.

<표 5> MIL STD 810 Dust 화학 성분

성분	질량 백분율 (%)
이산화규소 (SiO ₂)	75 ~ 83
삼산화철 (Fe ₂ O ₃)	2 ~ 5
알루미나 (Al ₂ O ₃)	10 ~15
CaCO ₃ , MgCO ₃ , MgO, TiO ₂ 외의 기타 성분	Under 5

D사 먼지 시험 기준

ATM (현금 자동 인출기)의 주요 부품을 생산 개발 하는 D사의 경우 기본적인 관련 기준은 MIL S 810F Settling dust를 따르고 있다. 시험 후 평가는 착화 후의 시험품의 동작 혹은 인식 오류여부를 평가 사항으로 두며 사용되는 먼지의 종류는 KS L 5201에서 규정하는 6종 포틀랜드 시멘트를 사용하고 있다.

E사 먼지 시험 기준

연료전지 개발 업체인 E사의 경우 기본적인 관련 기준은 MIL S 810G를 그리고 세부적인 부분은 MIL S 810G Blowing Dust를 따르며 기류시험 하에서 일정 성능 유지 여부를 평가 하며 사용되는 먼지의 종류는 MIL STD 810 Dust를 사용 한다.

<표 6> MIL STD 810 Dust 화학 성분

성분	질량 백분율 (%)
이산화규소 (SiO ₂)	75 ~ 83
삼산화철 (Fe ₂ O ₃)	2 ~ 5
알루미나 (Al ₂ O ₃)	10 ~15
CaCO ₃ , MgCO ₃ , MgO, TiO ₂ 외의 기타 성분	Under 5

시험기준을 살펴보면 대부분의 시험은 MIL STD 810으로 진행 되었으며 국내 KS 기준으로 진행한 시험은 거의 찾기가 어려웠다. 이는 의뢰된 시험제품 대부분이 수출을 염두하고 제작된 제품인 관계로 국제 시험 규격을 인용하여 진행한 것으로 예상된다.

4. 시사점

먼지시험의 영향은 제품에 있어 주로 이동 부품의 움직임 방해, 광학 기구 표면의 흐려짐, 윤활유의 오염, 열전도성의 감소, 환풍기, 부상, 파이프, 필터 등 의 기능 상실을 들 수 있다. 그리고 이번 조사에서 확인된 규격들은 이러한 현상만을 확인 하여 평가 하는 것으로 조사되었다. 그러나 이러한 부분은 그 결과가 대부분 시험 후 시험품의 평가 여부를 바로 확인 할 수 있는 일차적인 문제 이다. 먼지 시험 후 당장 그 동작과 성능에는 이상이 발생 하지 않을 수 있으나 장기적으로 이러한 것이 어떠한 고장으로 진행 될 수 있는지, 수증기와 염기 등 다른 환경 요인과의 혼합으로 발생하는 이차적인 문제에 대한 평가 자료는 이번 조사에서 확인 할 수 없었다. 추후 필요한 연구로는 먼지로 인한 시험품의 오염 후 습도, 염분 및 다른 환경적인 요인이 복합적으로 결합되었을 때 기존의 환경 실험과 비교하여 그 고장 모드가 어떠한 차이가 발생 될 수 있는지에 대한 연구도 필요할 것으로 보인다.

5. 참고문헌

[1] KS A 0090 : 시험용 분체 및 시험용 입자 (2007)
 [2] KS C IEC 60721-2-5 : 환경 조건의 분류-제2부 : 자연환경조건-제5항 : 먼지, 모래, 염수분무(2003)
 [3] LS C IEC 60512-11-8 : 전자기기용 전기 기계 부품-기본 시험절차 및 측정 방법-제 11-8부 : 기후 시험-시험 11h : 모래와 먼지 (2004)

- [4] KS R ISO 12103-1 : 도로 차량-필터 평가용 시험 먼지-제1부 : 아리조나 시험 먼지 (2004)
- [5] KS R 1063 : 자동차 부품의 먼지 시험 통칙 (2005)
- [6] JIS D 0207 : General ruled of dust test for automobile parts (1977)
- [7] MIL STD 810F (2000)
- [8] MIL STD 810G (2008)
- [9] ES95400-10 : 자동차용 전자기기 환경시험 (2002)
- [10] GMW3172 GM WORLDWIDE ENGINEERING STANDARDS (2007)
- [11] GMW14906 : GM WORLDWIDE ENGINEERING STANDARDS (2007)
- [12] IEC 60529 Ed. 2.1 b Cor.2 : Corrigendum 2 - Degrees of protection provided by enclosures (IP Code) (2007)
- [13] 동북아 황사 조기경보체제 구축을 위한 선행 연구 - 기상청 (2007)