

시멘트산업 Kiln Bag House에서의 Filter Media 적용사례

정 연 홍
<고어코리아>

1. 서 론

1990년대 중반이후 환경문제에 대한 관심고조와 더불어 정부의 환경규제강화 및 비산먼지의 자동화 감시 모니터링 시스템에 대응하고자 국내 대부분의 시멘트 회사에서는 그동안 사용하여 왔던 ESP(전기집진 장치)설비로 부터 Filter Bag을 분진 여과매체로 사용하는 Bag House의 개조공사를 수행하여 왔으며 2004년말 기준 국내 45개 가동 Kiln에 대하여 40대의 Bag House 개조 또는 신설공사를 마무리 하였다. 이에 따라 광범위한 Bag House의 설치 및 사용과 더불어 Bag House의 핵심 요소인 Filter Bag의 중요성이 그 어느때 보다도 부각되고 있는게 국내의 현실이다. 이에 국내의 Kiln Bag House현황을 살펴보고 Filter Media적용사례를 고찰하여 봄으로써 Filter Media의 선정에 도움을 주고자 한다.

2. 국내 시멘트산업의 Kiln Bag House 설치 현황

2.1 Kiln 총 대수 : 45기

2.2 Bag House 대수 : 40기

2.3 ESP 대수 : 13기

☞ 현존 ESP는 Kiln장기 운휴 및 조업단축 등에 의한 가동일수 부족으로 Bag House 개조공사 미수립

2.4 Bag House 형식

Reverse type : 4기

Pulse Jet type : 36기

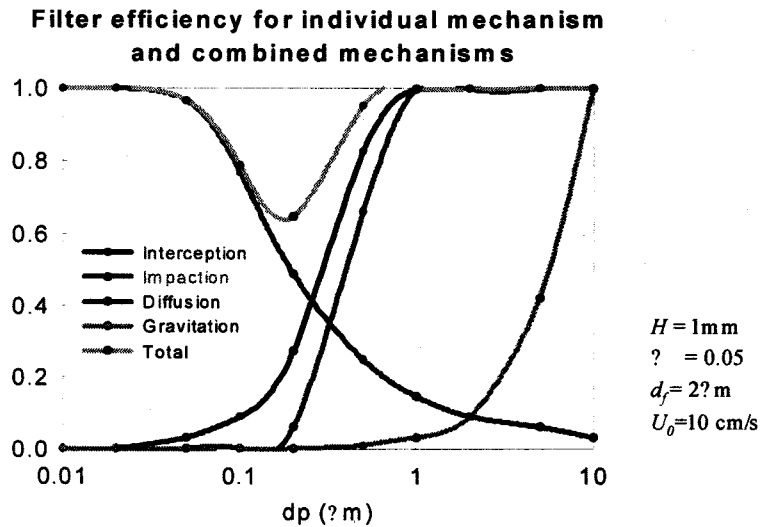
3. Fabric Filter 분야에서의 최근의 개발 동향

과거 Fabric Filter 분야, 특히 고온용 Filter소재인 Fiberglass Fabric은 자체의 Flex특성상의 취약점으로 인하여사용자에게 빈번한 Maintenance와 설비운휴를 제공하였다. 그러나 과거 십수년간 PTFE Membrane Filter Bag의 지속적인 성능개선 및 품질 향상이 이루어져 왔다. 특히 사용 기간에 따른 양호한Permeability를 확보하면서도 내구성을 보장할 수 있는 High Duability Filter Bag의 팔목할 만한 기술적인 진보를 이룩하였다. 이는 Filter Bag을 구성하는 Media의 화학적, 물리적 특성의 발전은 물론이고 e-PTFE Membrane 을 이용한 표면여과방식(Surface Filtration)의 개념을 도입하여 과거 심층여과 방식(Depth filtration)의 Conventional Filter Bag에 비하여 매우 우수한 System 차압특성 및 Dust Emission 저감을 보이고 있다. 또한 Filter Media의 Backer에 있어서도 기술적인 발전을 보이고 있어

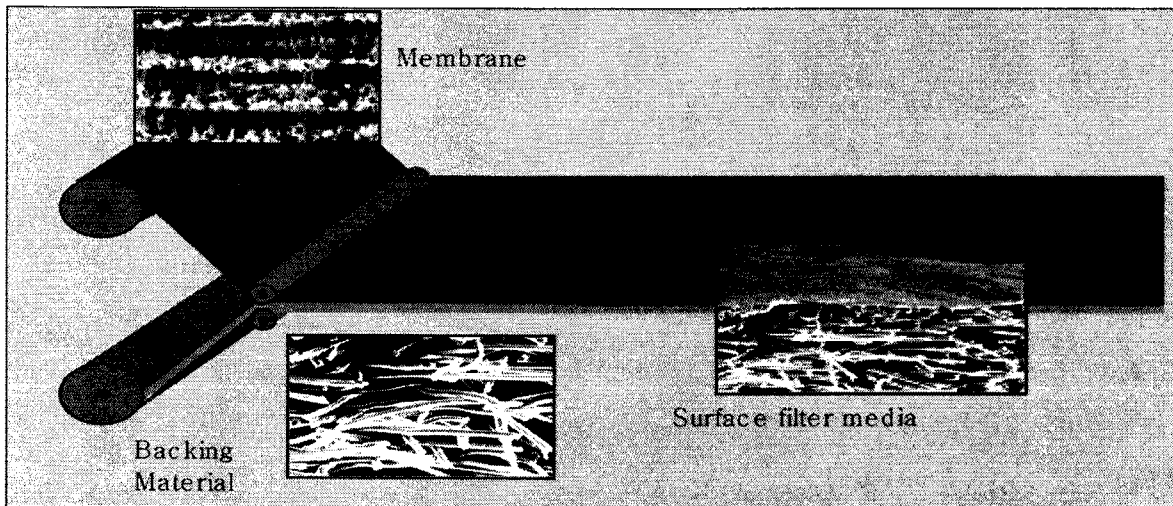
다양한 소재의 Backer가 실용화되어 매우 까다로운 공정조건에도 적절한 Optimisization이 가능하게 되었다. 특히 시멘트 산업 Kiln Bag House에서 폭넓게 사용되고 있는 Fiber glass분야에 있어서 직조 방법 및 두께 등 다양한 변화와 더불어 PTFE 소재를 활용하여 Fiber glass의 최대 약점인 Flexibility를 보완/개선하는 수중에 까지 이르고 있다. 이를 통하여 Pulse Jet시스템에서 흔히 만날 수 있는 내구성개선의 과제가 해결 가능하게 되었다.

4. Filtration Theory

- 1) Sieving
- 2) Inertial Impaction
- 3) Interception
- 4) Diffusion



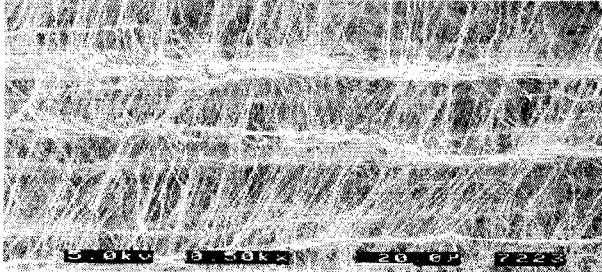
5. Membrane Filter Media의 개조



6. High Duability Filter Media

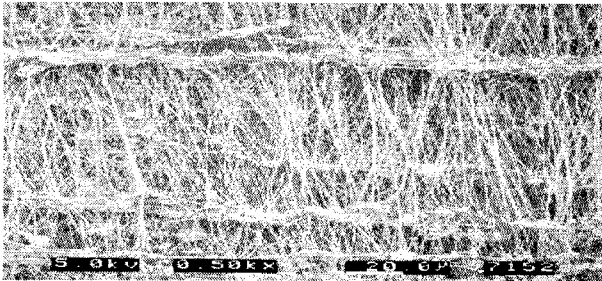
6.1 Membrane의 발달

6.1.1 Traditional Membrane for versatility



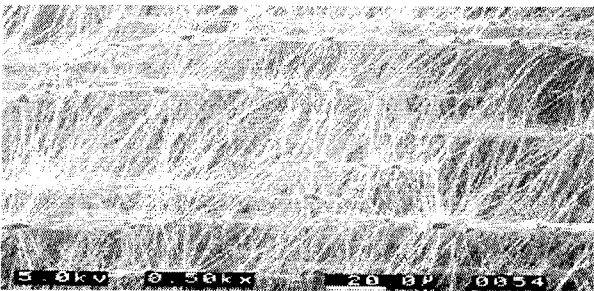
Airflow & Efficiency (circa 1973)

6.1.2 Traditional Membrane for rugged environments



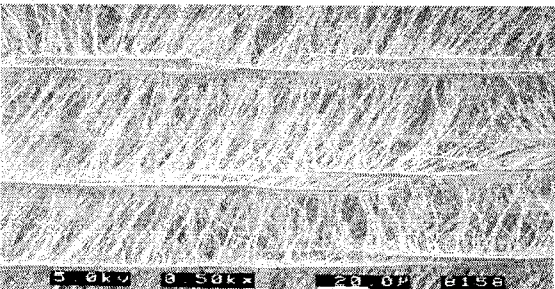
Durability & Efficiency (circa 1990)

6.1.3 Membrane optimized for airflow and durability



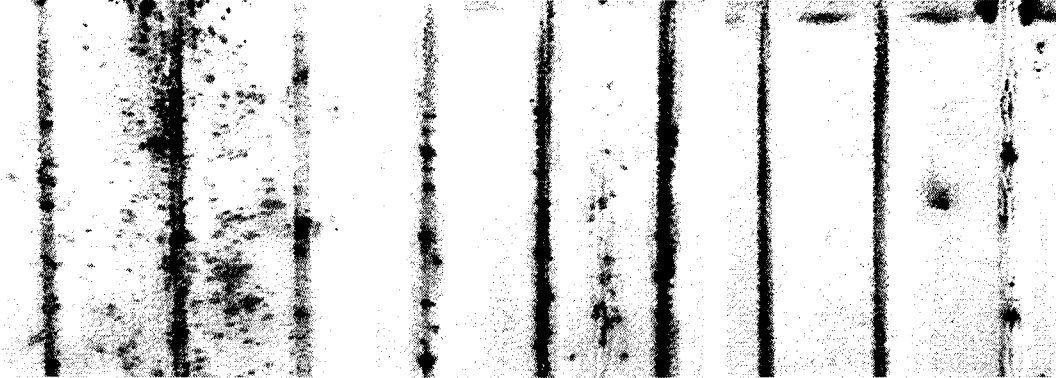
Enhanced Durability & Efficiency (circa 1992)

6.1.4 Membrane optimized for durability and efficiency



Airflow, Enhanced Durability & Efficiency (circa 2000)

7. Duability



8. High Duability Filters with SUPERFLEX Fabric

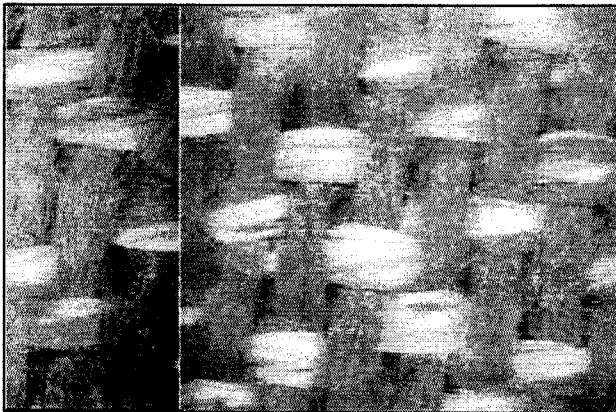
High Duability SUPERFLEX Fabric은 최대 Surge Temperature 274℃ 까지 사용할 수 있는 고온용 Fabric으로서 PTFE Fiber를 첨가하여 Fiberglass의 최대단점인 Flexibility를 최대한 보완하였다. 이를 통하여 SUPERFLEX Fabric은 현존하는 Filter Media중 가장 우수한 내구성을 보인다. 특징을 간단히 요약하면

8.1 향상된 Fabric

- Weaving시 Warp 방향으로 100% Fiberglass
- Weaving시 Fill 방향으로 100% SUPERFLEX yarn
 - ☞ Weaving시 Fill 방향으로 100% SUPERFLEX yarn이 주는 장점으로는
- Flexibility를 향상시켜 Flex Wear와 Fabric의 Fatigue를 감소
- Yarn Strength의 현저한 강도증가를 통하여 Fabric 자체의 강도가 증가한다.
- Double Filling Face 구조를 사용하여 직조된다.

8.2 향상된 Membrane

- Laminating crack을 최소화



PTFE interwoven with fiberglass

9. 개선 내용 (20 oz to 18.5 oz)

Weight	678 g/m ² (20 oz/yd ²)	630g/m ² (18.5oz/yd ²)
Fiber Content	Fluoropolymer-Fiberglass Composite	Fluoropolymer-Fiberglass Composite
Fabric Construction	Modified Crowfoot	Double-Filling Face
Continuous Operating Temperature	260°C (500°F)	260°C(500°F)
Maximum Surge Temperature	274°C (525°F)	274°C(525°F)
Acid Resistance	Very Good	Very Good
Alkali Resistance	Fair	Fair
Breaking Strength		
- Machine Direction	1558 N/2.54 cm (350 lb/lin) ravel	2500N/2.54cm(560lb/lin) ravel
- Cross-Machine Direction	1780 N/2.54 cm (400 lb/lin) ravel	2200N/2.54cm(500lb/lin) ravel
Mullen Burst	6205 kPa (900 psi)	5500kPa(800psi)
Thickness	0.86 mm (0.034 in)	0.86mm(0.034in)
MIT Flex	Over 1,000,000 Cycles	Over1,000,000Cycles

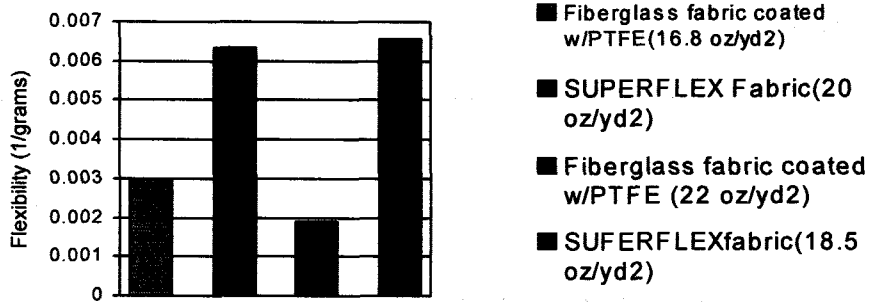
본 개선의 목적은

- (1) MIT flex test(내굴곡성 시험)에서 보다 좋은 결과를 얻고
- (2) Weave pattern을 변형하여 보다 양호한 Tensile strength를 얻는데 목적이 있다.

표에서 보시면 Mullen Burst (Jig에 fabric을 고정시키고 구형의 물체로 밀었을때 파손되는 압력)는 다소 줄어드나 Pulse jet type에서는 Flex resistance 와 Tensile strength가 더 중요한 요소이다. 아울러 Laminating crack을 최소화하여 Durability(내구성) 과 집진효율을 더욱 향상 시킨 제품이다.

10. 각 Filter Bag 재질별 특성비교

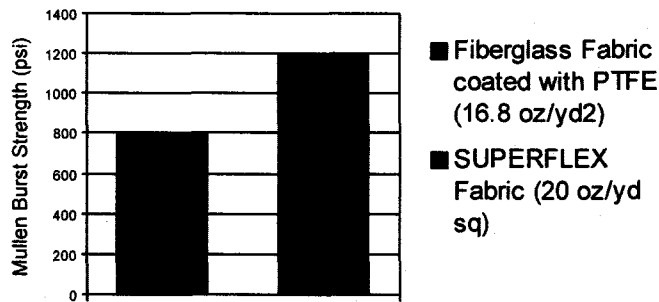
10.1 Average Flexibility of Fabric Filter Media



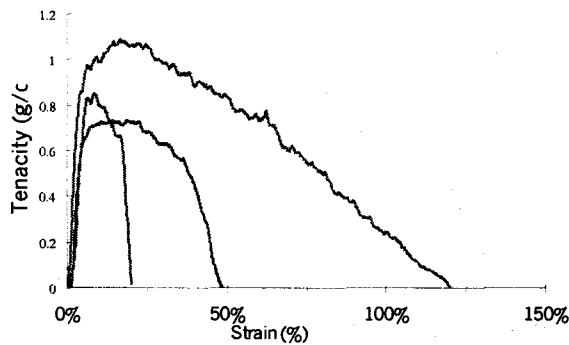
10.2 Average MIT Flex Cycles



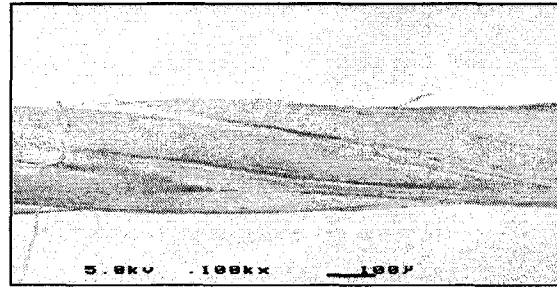
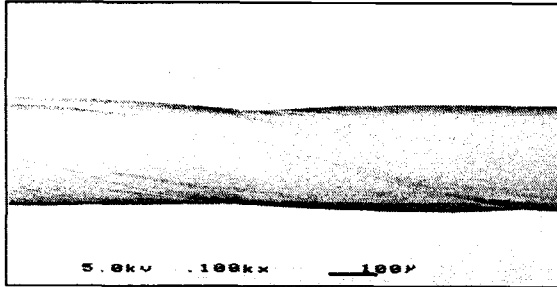
10.3 Average Mullen Burst



10.4 232°C Tensile Test(4.9" Gauge Length, 10in/min Cross Head Speed)



10.5 Sewing Thread



11. Case History

[사례1]

1. Plant status

- USA
- 2의 FLS type long/Dry Kiln 보유
- Clinker 증산 Project의 일환으로 Pulse Jet Bag House 설치(ESP Retrofit).

2. 공정현황

- B/H Manufacturer : American Air
- Process : Cement Kiln Exhaust
- Design Airflow Rate : 4,357 acm/min
- Design Temperature : 160℃
- No Bag/Compartment : 238
- Inlet Grain Loading : 30 35 g/dscf
- No Bags/Collector : 1904
- A.C.R(m/min) : Gross 1.03 / Net 1.14
- Bag Dimension : 130 mm dia × 4500 mmL
- Bag Material : SUPERFLEX fabric (20oz/yd2)
- Cleaning System : Pulse Jet
- Installation Date : 1997. January

3. 운전 결과

- Pulse Pressure : 60 psi
- Differential Pressure : under 152 mmWG
- Life time : 4년 7개월

[사례2]

1. Plant status

- Lafarge , USA
- Wet Process Rotary Kiln
- Pulse Jet Bag House로 Low Pressure/High Volume

2. 공정현황

- Process : Cement Kiln Exhaust
- Design Temperature : 210°C
- Inlet Grain Loading : 8 20 g/dscf
- No Bags/Collector : 1425
- A.C.R(m/min) : 1.18
- Bag Dimension : 127 mm dia × 6095 mmL
- Bag Material : SUPERFLEX fabric (20oz/yd2)
- Cleaning System : Pulse Jet On-line
- Installation Date : 1996

3. 운전 결과

- Differential Pressure : under 130 mmWG
- Life time : 7년

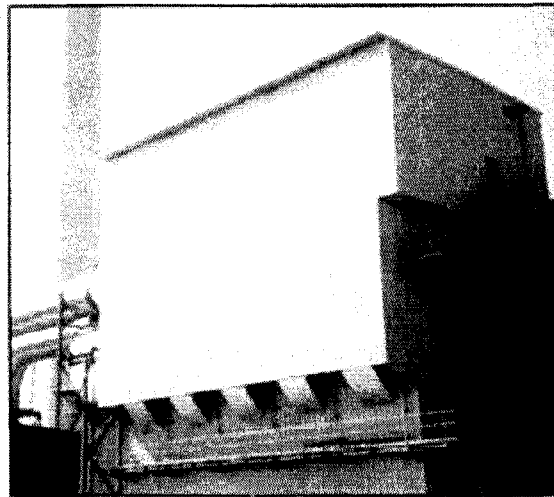


Figure 1 The TGT baghouse at Lafarge Paulding

12. 결 론

이미 언급하였듯이 Filter Bag분야에서 끊임없는 기술발전이 지속적으로 이루어 질것이며 이를 통하여 고객이 요구하는 Expectation을 충족시킬 것이다. 위의 SUFLEX Filter Media와 같은 다양한 소재의 기술발전이 이루어 질것이고 이는 결론적으로, Filter Bag의 보다 긴 내구성을 보장해줌으로써 시스템의 Downtime 또는 설비 제한운전을 최소화 해주고 안정적 조업 및 공장 제조원가 감소에 기여할 것이다.