

부직포 filter의 개발과 제조기술

4. 구체적인 여과기술

4-1 층여과와 면여과

수명이 긴 filter 설계기술로서, 섬도가 다른 섬유를 사용하여 농도공배를 지내게 한 배열에 따른 송고성이 있는 부직포가 있다. 유체의 흐름방향으로 두께를 지니게 하여 filtration을 행하여, 층여과(심층여과)라 불리운다. Filter의 두께를 유효하게 이용하기 위해서, DHC(Dust Holding Capacity)가 증가하여 수명이 긴 filter가 된다.

Filter bag으로 대표되는 dust의 제거능력이 요구되는 filtration 기술이 면여과이다. 초기의 자동차용 air cleaner는 여과지(phenol paper)를 사용한 면여과구조이었지만 filter 수면중대를 위하여 농도공배형의 chemical bonding 부직포가 주류가 되었다. 최근에는 asphalt 포장에 의한 사진의 저감과 전방을 주행하는 앞차의 흡입에 의한 점착성 진에 때문에 층여과의 우위성이 낮아지고, 또 다시 면여과에 의한 filter가 재조명되고 있다.

(층여과의 구체적인 기술)

1. 섬유를 섬도별로 밀도공배를 지니게 배열한다.

(건물관리용 조진 filter 3~20dtx, 자동차용 air cleaner 1.0~8.0dtx)

복수의 carding engine에 의해 섬도가 다른 web을 형성해서 close 혹은 parallel에 적층한다. 최근에는 filter에의 응용에는 없지만, double doffer · triple doffer carding engine에 의해 섬유의 이행성의 차를 이용해서 한 대의 card로 밀도공배적층web을 만드는 시도도 행하여지고 있다.

2. 섬유의 흐름특성(친수-발수)의 차이를 이용해서 점착제를 편재화시킨다.

Carding engine에 거는 섬유의 섬도는 0.5dtx가 한계이고, 이것보다 가는 섬유에 의한 치밀화가 froth coating에 의해 연구되고 있다. 정착수지를 거품내어 서, web에 coating하여 섬유간극에 섬유보다도 가는 수지를 가교결합한 것도 있다.

3. crimp 권회도가 큰 섬유를 이용한다.(문헌에 없는 know-how)

자동차용 air cleaner로 발현한 현상이지만, 섬유maker를 변형하면 동일한 굵기와 길이의 polyester를 사용하고 있음에도 불구하고, DHC에 큰 차가 생기는 경우가 있다. 조사결과, 섬유의 crimp 권회도에 차가 있고, 고온다습환경 하에서 crimp권회도가 낮은 섬유로 제조한 air cleaner는 DHC 저가가 보여진다.

Zigzag crimp로 크림프 수가 많고, 권회도가 큰 것이 더 양호하였다.

Coil crimp는 좋아졌지만 그 이유는 불분명하다. 단, 너무 high-crimp를 고집하면 web의 균정도가 나빠지기 때문에 주의할 필요가 있다.

(면(面)여과)

면여과의 대표적인 filter bag은 섬유소재에 의한 면여과(체효과에 의해 구멍보다 큰 입자가 포집된다.)와 cake여과(포집입자의 층표면에서 재포집. 여과재는 포집입자 그 자체)의 조합으로, web내부에 입자가 침입할 수 없고 표면에 dust cake를 만들기 용이하게 연구되어있다.

air filter와 크게 사고의 차이가 다른 설계사상이 필요하며, 초기의 압력손실이 커도 dust cake를 제거한 후의 반복 압력손실증가가 적으면 장기간 사용 가능한 bag이 되고, 초기의 dust 투입시에 저압손-고효율이어도, dust제거후의 압력손실이 크다면 바로 수명으로 이어지게 된다. 더욱이 실사용 시의 제거 방법(진동, 고압역세, pulse jet etc.)에 견딜 수 있는 압력이 필요하게 되고, 저

신도특성이 요구된다.

초기 modulus를 크게 하기 위해서 저신도 scrim(ex. 구라보 크리넷)의 사용이나 scrim에 damage를 주지않는 needle punching이 연구되고 있다.

종래, 주력이었던 일반적인 polyester bag filter의 큰소비자였던 고로 제조회사의 규모축소인해 신장이 둔화되고 있다. 한편, 환경대책으로서의 도시 쓰레기소각로의 bag filter가 현재의 주력이다.

도시쓰레기소각로에서는 배출가스에 대해서 에너지절약의 관점으로부터 300℃ 부근의 온도에서 전기집진기를 사용하고 있지만, 전기집진기의 사용온도범위가 다이옥신발생과 중첩되기 때문에 소각로내의 온도를 800℃ 이상으로 연소시켜, 배출가스는 200℃ 전후로 급속하게 낮추는 것이 요구되고 있다.

게다가 쓰레기가 다양해짐에 따라, plastic 쓰레기의 증가와 더불어 연소시의 배기가스에 부직성 가스가 포함되는 경우가 많고, bag filter에 내약품성이 요구되게 되었다. 에너지를 절약하기 위해서 가능한한 고온에서 배기가스를 방출하는 것이 바람직하고, 종래의 polyester bag filter 보다도 고온에서 사용할 수 있는 내열 bag filter연구가 활발해졌다.

내열 bag filter : aramid

내열내약품성 bag filter : PPS, P-84, PTEE/glass

석탄보일러용 bag filter : pure acryl의 needle punching 부직포가 사용된다.

최근에는 고강도 고내열성의 PBO bag filter도 개발되어 있지만 고가이므로 실적은 적다.

4-2 조진용 filter의 내세탁성

빌딩공조나 공장의 외부환기유입 pre-filter는 경제성 측면에서 세탁내구성이 요구된다. 폭 160cm×길이8~20m, 두께 15~25mm의 seat를 cage drum에 넣

어서 세제액속에서 회전시켜 세정한다. 탈수설비라든지 건조설비를 갖추지 않은 빌딩관리업자가 대부분이고, 세탁수에 젖은 무거운 seat를 인간의 손으로 꺼내어서 햇빛에 건조시키고 있다.

이때 폭, 길이의 수축 혹은 확대와 같은 치수변화에 의해 filter장치에 다시 고정시킬 수 없게 되는 문제가 발생하는 경우가 있다.

부직포의 젖음에 의한 치수변화 뿐만 아니라, 부직포의 제조공정에서의 이상장력이 걸린 채로 상품화되면, 세탁후의 긴장완화에 의해 길이수축, 폭이 확대되기 쉬우므로 주의할 필요가 있다.

4-3 filter 가공

면여과로 수명을 길게해서 compact하게 고정하려고 하면, 좁은 용적에서 여과면적을 크게 취하지 않으면 안된다. 그렇기 위해서, 히더수가 많은 녀힘 가공(pleat접기)을 시행하지만, 실사용시에 풍압에 의해 히더접축이 일어나고, 압력손실을 초과하기 쉽게 된다.

이것을 방지하기 위해서, beat가공(히더의 접힘부분을 belt상의 수지고 연결함)등의 풍압대책이 행하여 지고 있다.

(pleat 접기가공)

compact하면서도 filter의 유효여과면적을 크게 취하는 방법으로서, 소재를 zizag로 접는 것이 행하여진다. 가공방법으로는 다음의 2가지 방법이 있다.

reciprocal method : phenol paper 가공에 많음. 열경화성수지를 B-stage인체로 filter 원반(부직포)을 이루고, 접힘 pitch에 맞추어 가공판을 부직포 위에서부터 압접하여 교대로 산·계곡의 흔적을 내어서 접는다. 그 다음 온도를 올려서 C화처리 한다.

여과재에 damage를 부여하지 않고, 히더형상의 보형성도 양호하지만 생산

성이 낮기 때문에 다음에 기술하는 rotary method가 주류가 되고 있다.

Rotary method : 부직포원판을 2정의 gear roll에 끼워서 흔적내기와 접힘을 동시에 행하는 방법으로 생산성이 높지만, gear 톱니에 의해 상처나기 쉽고, 소성변형하기 어려운 취화하기 쉬운 소재의 경우에는 산부분과 계곡부분이 찢어지기 쉽고, 반발탄성이 큰 부직포의 경우에는 pleat 형상이 흐트러지는 결점이 생기기 쉽다.

4-4 단판성능과 assay 성능

filter media 성능은 부직포seat의 여과성능으로 나타내는 경우가 많지만, 실용면에서는 assemble 한 후의 filter 장치로서의 성능이 가장 중요하다. 부직포 제조회사로서는 다음공정의 고객이 어떻게 사용할 것인지에 대해서 세밀히 조사한 후에 개발할 필요가 있다.

ex. 자동차제조회사로부터 어느날 갑자기 [filter성능이 나빠졌다]는 지적을 받았지만 단판성능에서는 변화가 없고, 짐작이 가는 부분도 없었다. 조사결과, 자동차의 경량화를 위해 air cleaner case내의 buffer plate가 제거되어 있었던 것이 원인이었다. 외기흡입 nozzle로부터 여재에 직접 바람이 맞고, 이 풍압 때문에, 여재자신의 헤리터와 히더접촉이 발생하여, 실효여과면적이 감소함에 따른 열화였다. 그러나, buffer plate의 복활은 인정되지 않고, 부직포로의 대응이 요구되었다. Chemical bonding line에 needle loom을 도입해서, 두께방향의 섬유기둥을 설계하여, 이 섬유기둥을 수지가공 함으로써 강화하여 내풍압성을 향상시킴과 더불어 좌굴강도를 특성치로 하여 제조관리를 행하였다.

Elect let melt blown에서는 filter형상이 크게 성능에 영향을 미치기 때문에,

beat가공 등의 조합에 관한 연구가 행하여지고 있지만, 부직포자신도 저압손실로 강성강도가 있는 지지체 부직포와의 복합화가 추행되고 있다.

5. 부직포 filter의 감용화대책

사용한 후의 filter 처분이 문제가 되고 있으며, 감용화가 검토되고 있다.

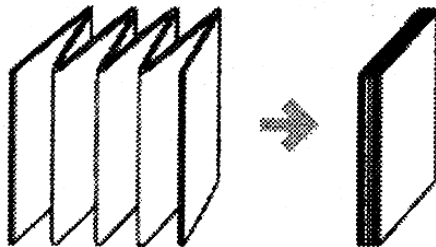
1. 금속테두리 나무테두리(소감각용)
2. 회수후에 부쉬기 용이하도록 구조체의 강도를 낮춤.(폐기수송 비용절감)
3. 테두리 없는 filter(부직포만으로 unit를 구성함)

all fabric 여재교환형

4. glass섬유 elect let melt blown

가연성 원료소재의 사용

용적이 1/10로 감소하여 소각처리 가능



부직포 filter 설계에 있어서는 내구성 뿐만 아니라, 사용후의 소각처분에 유의할 필요가 있다. 아래의 표는 필자가 측정한 섬유의 연소가스 분석치이다.

발생가스성 유종류		탄산가스 CO ₂	일산화 탄소 CO	탄화수소 CO	시아화 수소 HCN	염화수소 HCL	아황산 가스 SO ₂	질소 산화물 NO _x	※ 독성 지수 T
A	난연 PET	900	270	12.4					5.0
	PET	975	263	14.2					5.0
	Modacrylic	728	166	3.4	32.5			2.1	19.5
	Polyclal	749	265	10.8		100			7.1
	염화비닐	520	267	18.1		545			16.9
	양모	806	256	1.8	16.2		38.2	1.1	15.7
	면	913	176	0.2					3.5
B	5~10분 흡입에 의한 치사농도 (mg/10L)	1650	60		2	45	80		

※독성지수 $T=A1/B1+A2/B2+\dots$

6. 부직포 filter의 고부가가치화

항균, 향공팡이, aroma therapy 등등, 부직포 filter에 다양한 부가가치향상책이 실시되고 있다. 처리방법으로서는 섬유에 약제 이겨넣기, 부직포 제조시에 binder에 약제를 첨가하는, 염색마무리가공 등의 후가공시에 약제를 사용하는, laminate 등의 복합부직포로 하는 등등의 방법이 있다.

최근 유행이 되고 있는 것은 [마이너스이온]이지만, 효과성능도 측정방법도 정해져있지 않으므로,<팔리지 않았기 때문에>상품개발을 하게 되는 경향에 위기감을 기억한다.

필자는 항균 mask를 개발해서, 후생성과 약사법에 저촉하는지 어떤지를 논쟁한 끝에 1960년에 일본에서 최초로 항균mask를 시판하였다. 당시는 신사양말의 항균처리가 상품으로서 존재하고 있었지만, 그 후 모든 제품에 항균가공이 실시되어, 쓸모 없는 항균상품이 범람하여, 다제내성균의 출현에 기여하고 있는 것 처럼 생각된다. 일찍이 원적외선이 유행하였고, 그 후 이미 한

폴떡기였다. [마이너스 이온]상품도 이미 정착되어서 기술자 윤리에도 상관없이 개발할 필요가 있다.

부직포 filter분야에서는, 냉풍선풍기에 마이너스 이온을 강조하는 것이 많고, 에어컨이나 공기청정기도 마이너스 이온을 자랑으로 내세우는 제품이 많다. 그러나 그것을 뒷받침하는 데이터가 없는 제품이 대부분이다.

아래에 재미있는 data를 발견하였기에 나열한다. 마이너스이온의 진위를 개별적으로 판단하기 바란다. 숨을 내쉬면, 대부분 모든 제품으로부터 나오는 마이너스이온을 간단히 능가한다는데 주의.

마이너스이온	정체를 알 수 없고, 농도표시도 통일되어 있지 않음 인체에의 영향은 연구단계	일경trendy 9월호
--------	--	--------------

7. 특수한 filter개발의 구체적인 예

filter image로부터 벗어난 개발품

tundra지대 gas pipeline 보호 seat

하계의 지하 수위상승에 따른 부력으로 gas누출이나 pipe파손을 방지하기 위한 seat, 현재는 부력대책으로서 일정한 간격에 콘크리트 케이슨으로 억제하고 있지만, 혹한의 현지에서는 동계에 콘크리트를 양생하는 것은 곤란하고, 역으로 하계에는 연약한 지반 때문에 중기계 투입은 어려운 상황이 있다.

Pipe line을 지하매설할 때에 파해친 토사를 부직포(field test에 사용한 것은 조직이 1200g/m²의 needle punching부직포)로 싸서 다시 묻음으로써 파이프라인의 중석부분은 물이 침투하기 때문에 부력의 영향을 받지 않는다.

이 공법에 의해 flange로부터의 가스누출이 적어지고, 가스손실을 방지해서 화재의 위험성이 감소하였다. 가격 면에서도 콘크리트 케이슨보다 훨씬 싸지

만, 구소련의 외화부족으로 사업에는 실패하였다.

지하수에 의한 토사이동을 방지하는 seat로서 tundra지대의 파이프라인 보호 이외에도 토사seat로서의 용도확대가 가능하다고 생각된다.

베터(관상어)용 통기방수용기

베터는 폐어(肺魚)의 일종으로 투어라고도 불리우며, 수컷끼리 같은 용기에 넣는 것이 불가능하고, 또한 labyrinth기관이라 불리는 호흡기에 의해 필요한 산소의 60%를 공기중으로부터 섭취하는 특수한 열대어이다. 이 고기를 수송 할때에 개별 용기를 밀봉하면 산소부족으로 죽을 경우가 있고, 문제가 되고 있다. PTFE막 등의 투습방수막은 고가이고, 통기성이 너무 낮아서 도움이 되지 않는다. 발수가공 부직포라든지 flash spun등의 다양한 부직포를 검토한 결과 melt blown이 적절한 seat를 용기의 덮개로 채용함으로써 용기를 기울여도 물이 새어나오지 않고, 태국에서 미국으로 수송도 문제없게 되었다.

질산체 질소 질소가스화를 위한 탈질균배양포

질소의 오수처리는 암모니아수체 질소 질산체질소 질소가스로 추이하여 완료된다. 질소가스화를 위한 탈질균배양을 연구하였다.

Methanol을 봉입한 봉지가 탈질균의 담지체를 겸하여, methanol을 미량방출 함으로써 탈질균을 배양해서 수질정화를 꾀한다.

탈질균은 혐기성세균으로 물이 흐르는 곳에서는 증식시키기 어렵다. 수질 정화라는 관점으로부터는 질산체질소를 포함한 물이 빠짐없이 탈질균에 접촉할 필요가 있다.

그러기 위해서 밀도공배형 부직포의 밀층부에 PE film을 laminate하여 film을 내측으로 하여 봉투를 작성하여 이 봉투에 methanol을 충전시켜, 오수속에 투입하였다. 밀도공배를 조정함으로써 조층부가 수류에 접촉되어도 밀층부에서 탈질균이 증식하여 오수정화에 유효하였다. 이것은 현재, 조개껍질을

이용하거나 인(燐)제거부직포와 함께 하수도가 없는 국립공원내의 화장실정 화조에서 field test중이다.

발열도시락의 내열칸막이 seat

물, 철분, 생석탄, 소금 등에 의한 발열로 음식을 따뜻하게 하는 발열도시락이 있다. 대부분의 것은 음식과 발열재의 칸막이 seat의 내열성이 부족하기 때문에 고온은 불가능하다. 발열중기의 투과성을 좋게 하면 발열재료인 미립자가 누출되는 문제를 해결할 수 없고, 음식을 비닐봉투안에 넣어서 간접가열하고 있다. 그렇기 때문에 진짜 따뜻한 도시락밖에 안되고 도시락 용기의 가격도 비싸서 보급되지 않았다.

딱끈딱끈한 hot lunch를 제공하기 위해서 내열부직포로 칸막이 seat를 개발하였다. Aramid fiber와 미연신 polyester에 의한 thermal bond의 seat이다. Seat의 치밀함과 강도, 발수도를 조정함으로써, 미립자가 통과하지 않고, 180℃까지의 승온과 음식에 직접가열이 가능하게 되었다.

Soup등의 국물있는 음식에도 사용이 가능하여 금 후 발전이 기대된다.

단, 한국에서는 spoon으로 음식을 휘젓는 경우가 많고, 현재의 seat로는 강도가 부족한 것 같아 개선의 여지가 있다.

가래흡수 filter

목구멍에 가래가 끓어 나오지 않는 환자가 타인의 도움없이 사용가능한 휴대용 흡인기로 사용한다. 가래(수분)를 분리해서 병원균을 제거함에 흐트리지 않고, 흡인기가 수분으로 손상되지 않도록 하는 filter이다.

병원내에 설비된 흡인기는 대형으로 진공도가 크고, 취급에 따라 환자의 구강점막을 손상시킨다. 고정식이기 때문에 침대에서만 이용이 가능하다는 불편한점이 있다. 간이적인 흡인기를 만드는 것은 그다지 곤란한 작업이 아니었지만, 흡입한 가래를 어떻게 처리할까 문제였다. 흡인기와 nozzle의 중간

에 저장탱크를 만들어 여기에 투습방수막을 설치하면 되지만, 흡인기에 부하를 주지않으면서 compact하게 하기 위해서는 가능한 한 통기성이 큰 것, 흡인되어 날아 들어오는 수분을 차단하기 위해서는 발수뿐만아니라 내수압성이 있는 seat가 필요하였다.

초흡수성 acrylate fiber를 air through thermal bond로 송고성이 이쁜 부직포로 하여 이것과 PTFE막을 라미네이트한 needle punch 부직포를 겸용하여 해결하였다.

결 론

부직포와 조진용 ~ 중성능filter에 대해서, 가능한한 구체적으로 제품과 연관하여 기술하였다. 부직포 filter를 개발함에 있어서, 부직포나 filter에 지식도 중요하지만, 가장 필요한 것은 문제 해결의 의욕이며, 부직포는 그 수단에 지나지 않는다.

부직포에 얽매이기보다도 문제해결에는 어떻게 접근해야 좋을지, 가장 적절한 재료는 무엇인지, 가장 적절한 가공방법은 무엇인지를 추구하는 것이다. 따라서, 당연한 것이지만 출품하는 것이 아니라 시판하는 것이며, 이론보다는 실험데이터를 우선하게 된다.