

유리섬유(glass fiber) 가공

전북대학교 공과대학 섬유공학과
박 병 기

1. 서 론

유리를 압출하여 필라멘트형으로 제조하면 많은 소비자들의 요구를 충족시킬 수 있는 장식용 섬유로서 유용한 방적 재료가 얻어진다. 또한 유리의 고강도와 고탄성률을 고려하여 많은 산업용 직물과 복합재료의 보강재료에 이용된다.

본고에서는 유리섬유의 제조, 분류, 조성, 성질, 특성 등에 대해서 설명하고, 가공측면에서 표면처리 기술, Pre-preg의 제조와 용도, 필터백의 특징과 응용, 유리커튼의 특징과 제조, 방충망의 제조, 고무보강 기술에 대해서 언급하고자 한다.

유리섬유는 용융시킨 유리를 잡아늘리면서 급냉하여 아주 가느다란 섬유상으로 만든 것으로써 그

섬유화 방법과 형상에 따라서 표 1과 같이 분류할 수 있다.

유리 장섬유의 원료 유리 조성은 제품의 용도 및 요구조건, 용해(유리화), 채사(섬유화)의 용이성, 경제성 및 원료조달을 고려해서 결정하지만 현재 제조되고 있는 것은 표 2와 같다.

장섬유의 원섬유 제조 및 그 후의 제조공정은 그림 1에 나타낸 바와 같이, 우선 규사, 석회, Kaoline, 봉산 등의 원료를 가늘게 분쇄해서 조합하고 이것을 용해 가마(窯) 속에서 용해시켜 유리(glass)화 한다.

다음에 용융한 유리를 채사로(採糸爐) 밑에 설치한 다수의 작은 구멍을 통하여 유출시키고, 이것을 모아 끌어내어 권취기에서 고속으로 권취하므로써

표 1. 유리섬유의 분류

종 류	제 법	원료 섬유	단섬유지름(μ)	주된 용도
장 섬유 (continous filament)	고속권취법 * marble-용융법 * 직접용융법	다수의 단섬유를 집속한 것 (serand)	3~15	FRP용 보강재 필터 클로드 커튼, 방부식재 전기 절연재
단 섬유 사 (staple yarn)	취 부 법 재 생 법	다수의 단섬유를 집속한 가느다란 대 모양의 것(sliver)	5~15	FRP 보강재 필터 공업용
단섬유 mat (bonded Mat)	취 부 법	단섬유를 결합제에 의해서 박막상으로 응고시킨 것(web)	10~20	축전지 루핑, 필터 방부식용
단섬유 면 (glass Wool)	취 부 법 원 심 법	단섬유와 면모양 으로 집적시킨 것 (Basic wool)	보통면 4~20 극세면 0.3~3 조 면 20~100	단열재, 흡음재 단열재 필터 필터

표 2. 장섬유 유리 조성

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	B ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O
E glass (전기절연용 유리)	54.0	22.0		5.0	8.0	0.6	
C glass (화학용 유리)	65.0	4.0	14.0	3.0	5.0	8.0	1.0
S glass (고강도 유리)	65.0	25.0	—	10.0	—	—	—

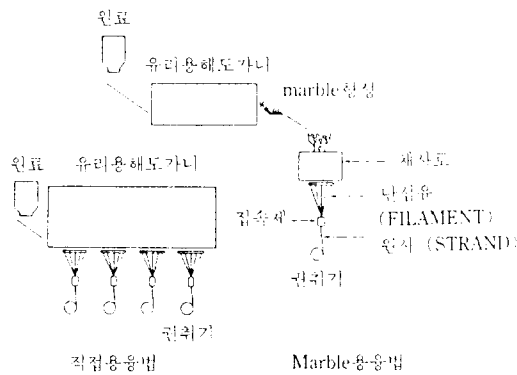


그림 1. 장섬유 원료섬유 제조법

strand를 만든다. 권취속도는 3~4000 m/min이다. 채사에 있어서 용융시킨 유리를 일단 marble이라고 부르는 구상(球狀)을 형성시킨 다음, 채사조에 공급해서 재용융하는 방법을 marble 용융법, 용해도가니에서 용융유리를 직접채사조에 공급하는 방법을 직접용융법이라 부르고 전자는 주로 세번호, 소량 다품종 생산시에 쓰고, 후자는 주로 붉은 번호, 대량 생산에 이용한다.

채사할 때, 다수의 탄섬유를 모아서 strand를 만들기 위해 집속체가 쓰인다. Strand는 가열되어 유리사가 되고, 직포, 편직 등 공정을 경과해서 유리 직물, tape, sleeve가 된다. 한편 정돈하기전에 절단, 성형에 의해 로빙(roving), chopped strand, chopped strand mat 등 강화플라스틱용 보강재료가 만들어진다.

유리 장섬유는 무기질 섬유이고 다른 천연 합성 각종 섬유에 비해서 특이한성질을 갖고 있는데 그

특징과 결점은 다음과 같다.

- 1) 단면은 원탄형(圓彈形)으로 표면이 평활한 기둥모양이다.
- 2) 탄성회복률이 100%이다.
- 3) 내열성이 크고 불연성이다.
- 4) 비중이 크다.
- 5) 인장강도가 현저히 강하다.
- 6) 치수 안정성이 우수하다.
- 7) 전기 특성이 우수하다.
- 8) 내약품성이 좋다.
- 9) 부서지기 쉽다(fragile).
- 10) 마찰에 약하다.
- 11) 흡수성이 적다.
- 12) 탄성률이 작다.

표 3에 유리 중밀에 따른 유리 장섬유의 일반적 성질을 나타냈다.

2. 유리 섬유의 가공

유리 장섬유는 주로 공업용으로 사용되고 있고, 그 용도에 따라서 각종처리, 가공이 실시되고 있다. 이들 가공법 중 중요한 것에 대해서 언급하고자 한다.

2.1 강화 플라스틱용 표면처리

강화플라스틱이란 유리섬유로 강화된 열경화성 수지 및 열가소성 수지인데, 전자를 FRP(Fiberglass Reinforced Plastecs), 후자를 FRTP 또는 FTP(Fiberglass Reinforced Thermo Plastics)라 부르고 있다.

표 3. 유리 장섬유의 성질

성질 \ type	E	C	S
비 중	2.54	2.49	2.48
경 도(mohs)	6.5	6.5	6.5
인장강도(22°C)(kg/mm ²)	355	340	470
(370°C)(kg/mm ²)	270	—	457
(540°C)(kg/mm ²)	177	—	248
인장탄성률(22°C)(kg/mm ²)	7400	7100	8200
과단시 신률(%)	4.8	4.8	5.7
탄성회복률(%)	100	100	100
유 전 륜(22°C) 60 Hz	5.9~6.4	—	5.0~5.4
(22°C) 10 ⁴ Hz	5.8~6.3	—	4.9~5.3
유전력률(22°C) 60 Hz	0.005	—	0.003
(22°C) 10 ⁶ Hz	0.002	—	0.003
체적고유저항(500VDC)	10 ¹⁴	—	10 ¹⁶
(Ωcm)(20°C)			
표면저항 (500VDC)(Ω)	10 ¹³	—	10 ¹⁴
(22°C)			

*기계적 성질은 단섬유, 전기적 성질은 고품 유리로 측정.

FRP용으로 사용되는 유리섬유 보강재로 로빙, chopped strand, chopped strand mat, continuous strand mat, 로빙 직물, 유리 직물 등이 있다.

진술한 바와 같이 유리 장섬유는 채사(採糸: 용융 유리를 섬유화해서 strand를 형성하는 공정)할 때 다수의 단섬유를 통합하여 strand로 만들기 위해 집속제(集束劑: binder)가 부여된다. 집속제는 용도에 따라서 직포용, 보강제용 그리고 공업용으로 분류할 수 있는데, 이중 보강제용 집속제는 보강되는 수지에 따라서, 이것과 친화성이 있는 플라스틱 에멀전을 필름 former로 하여, 여기에 표면처리제(coupling agent)를 배합한 것으로, 이것을 처리한 strand제품은 곧바로 보강재로 사용가능하다. 직포용 집속제는 진분 및 유지류, 계면 활성제가 주성분이고, strand가 연사, 직포 등 공정에서 기계부품과의 접촉, 마찰 등 심한 작업조건에 견디고, 또 단섬유 상호간의 마찰 손상으로부터 보호하며, fuzz의 일어남, 실끈감을 방지하여 작업성을 향상시

키고 품질을 유지하기 위해서 도포하는 것으로서, 유리직물 등을 써서 수지를 보강하는 경우에는 집속제의 존재가 유리와 수지의 접착을 방해한다.

따라서 사용에 앞서서 집속제를 제거하고, 다시 수지와 유리의 접착을 개선하는 표면처리제를 처리해야 된다. 이것을 유리직물 표면처리라고 부른다.

집속제 처리방법으로는 열처리에 의한 건식방법과 온탕, 용제, 세제 등으로 씻어 주는 습식법이 있다. 유리직물(glass cloth)은 열처리에 의해서 강도가 저하하게 되는데, 그 상태를 그림 2에 나타냈다. 여기서 분명히 알 수 있는 바와 같이 고온일수록 강도 감소가 크고, 훨씬 단시간내에 감소한다.

이와 같이 열처리에 의해서 강도가 감소한다해도 후술하는 표면처리에 의해 FRP강도는 현저하게 개선되기 때문에 별문제가 되지 않는다.

집속제를 제거한 유리직물에는 표면처리제가 부여된다. 표면처리제는 표 4에 나타낸 바와 같이 크롬계 처리제와 실란계 처리제가 있다. 이들 처리제는 보통 물로 희석해서 가수분해하고, 필요에 따라 촉매를 가하거나 혹은 pH 조절을 행해서 활성화시키고, 여기에 유리직물을 침지, 건조하므로써 유리섬유의 표면에 결합시킨다.

표면처리제의 조정 및 유리표면, 수지와의 접착 기구는 그림 3에 나타낸 바와 같고 유리직물의 표면처리 효과는 표 5의 각 항에 의해서 평가할 수 있다. 표면처리제의 적정부착량은 크롬의 경우 0.03-0.06 Cr%, 실란의 경우 0.5%이고, 과잉 부착시켜도 그 효과는 상승하지 않을 뿐더러 직물이 딱딱해지고 성형시 작업성이 나빠지는 것도 있다.

유리섬유 보강재를 사용하여 FRP를 성형하는 방법에는 여러 가지가 있으나 그 대표적인 것은 Hand

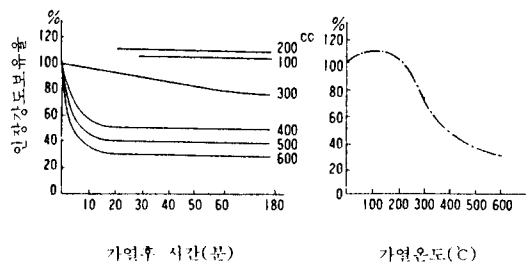
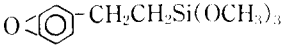


그림 2. 열처리에 의한 유리직물의 강도변화

표 4. 주요 표면 처리제

화 학 명	화 화 식	적 용	
		일경화성 수지	연가소성 수지
비닐트리클로로실란	$CH_2=CHSiCl_3$	폴리에스테르	메틸메타크릴레이트
비닐트리스β메톡시 에톡시실란	$CH_2=CHSi(OCH_2CH_2OCH_3)_3$	폴리에스테르 DAP	폴리에틸렌 폴리프로필렌
γ메타아크릴옥시 프로필 트리 메톡시 실란	$CH_2=C-C-O(CH_2)_3Si(OCH_3)_3$ CH ₃ O	폴리에스테르 에폭시 DAP	폴리스티렌 메틸 메타크릴레이트 폴리에틸렌 SAN, ABS 폴리프로필렌 등
β 3.4. 에폭시 시클로 헥실에틸 트리 메톡시실란		폴리에스테르 페놀 멜라민 에폭시DAP	PVC 폴리카보네이트 폴리에틸렌 ABS 나일론폴리프로필렌 SAN 폴리에틸렌 등
γ 글리시드 옥시 프로필 트리 메톡시 실란	$CH_2-CHCH_2O(CH_2)_3Si(OCH_3)_3$ O	〃	〃
γ아미노 프로필 트리에톡시 실란	$NH_2(CH_2)_3Si(OC_2H_5)_3$	에폭시 페놀 멜라민	PVC폴리카보네이트 폴리에틸렌, 나일론 폴리프로필렌
메타 아크릴레이트 크로믹 크로라이드	$CH_3 O-CrCl_2$ / \ C-C OH \ / CH ₂ O→CrCl ₂	폴리에스테르 페놀 에폭시 멜라민	폴리스티렌 메틸메타크릴레이트

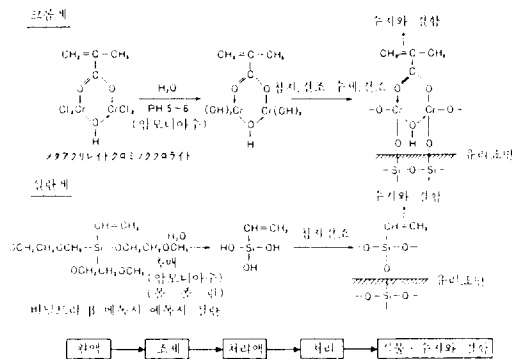


그림 3. 표면처리제의 접착기구

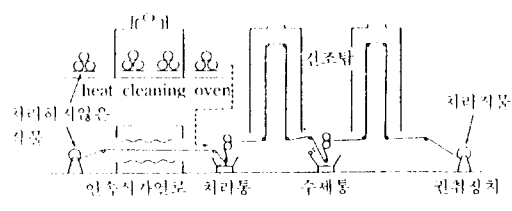


그림 4. 집속제 및 처리장치

표 5. 표면처리 효과의 평가방법

항 목	내 용
함 침	성형시에 실시하는 수지(미경화)에 의한 유리섬유의 젖음 속도(투명화 시간) 성형품의 투명도
기계적 강도	표준(dry) 상태에서 강도의 향상, 습윤(wet) 상태에서 강도 보유율
전기 특성	절연내역 유전특성 저항의 향상 및 이들의 습윤 특성 개선
내 구 성	성형품의 내수특성 향상 수중침지에 의한 열화(劣化) 방지 접착계면(유리-수지)의 박리 방지

lay up법, Spray up법, Free former법, 가압 bag법, 오토크레이브법, 진공 bag법, 필라멘트 와인딩 법, 주형 붓입법, 사출 성형법, 원심법, 연속 적층법, 원심 인발법 등이 있다.

2.2 Pre-preg

Pre-preg는 유리직물, chopped strand mat, 로빙 등의 보강재에 경화제 등을 배합한 수지를 함침시켜 건조시킨 소위 B stage인 반경화(半硬化) 성형재료이다.

Pre-preg를 사용하는 이점은 다음과 같다.

- 1) 성형시 수지의 배합, 함침 등 번잡한 작업이 불필요하고, 곧바로 성형할 수 있으며 작업을 섬세하게 행할 수 있다.
- 2) 미리 성형물 형태로 잘라서 가압가열하면 되기 때문에 성형능률이 좋다.
- 3) 제품의 두께를 부분적으로 바꿀 수 있다.
- 4) 유리함유량을 일정하게 할 수 있다.
- 5) 고점도인 수지를 사용할 수 있다.
- 6) 제품의 마무리 상태가 양호하다.

Pre-preg용 수지로서 불포화 폴리에스테르 수지, 에폭시 수지, 페놀 수지 등이 있으나 Pre-preg제법에 따라 결정성이 강한 수지, 고형 혹은 액상 수지를 용제로 용해한 것, 금속계 가교제를 첨가한 것 등이 사용된다.

Pre-preg제조공정은 수지액의 조제, 함침, 건조,

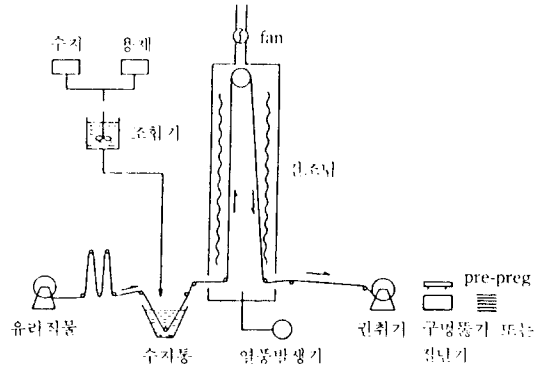


그림 5. Pre-preg 장치

권취, 절단 순서로 행해지고, 그 장치는 건조장치의 형상에 따라 입형(立型)과 횡형(橫型)이 있다. 그림 5에 Pre-preg 장치를 나타냈다.

직물은 제일 먼저 수지액에 침지된다. 수지액의 농도, 배합은 목적, 수지의 종류 등에 따라서 다르지만 양호한 함침, 균일한 수지 부착량을 얻기 위해서 점도, 액면(液面) 등의 관리가 중요하다. 수지를 함침한 직물은 squeeze roll 등으로 여분의 수지를 제거해서 균일한 부착량이 되게 한 다음 건조탑에 넣고, 용제를 제거하여 적당히 경화시킨다. 건조탑의 온도와 통과 속도는 로(爐)의 길이, 유리직물의 종별, 두께 혹은 무게, 수지의 종류, 성질, 용제의 끓는 점, 도는 cure정도 등에 따라서 결정되지만 통상적인 온도는 50-200°C, 처리속도는 0.5-10 m/min 정도이다.

건조가 끝난 Pre-preg는 절단하거나 구멍을 뚫어서 다음공정으로 보내지지만 불순물이 묻었을 경우 폴리에틸렌필름 등을 끼우고, 흡습성일 때는 방습포장을 하여 저온으로 저장시킨다. Pre-preg는 일정기간 내에 사용하지 않으면 경화되기 때문에 주의하지 않으면 안된다. Pre-preg 응용예를 표 6에 나타냈다.

적층판 성형은 Pre-preg 소정 매수를 포개서 쌓고 press에 의해서 가압, 가열해서 행한다. Pre-preg의 적용 중, 특수한 예로서 resinoid grinding wheel이 있다. 여기서 말하는 "Grinding wheels"이란 인공 연마재료를 적당한 결합제로 고착시켜 고속회전에 이용하는 연삭(研削) 또는 절단용 공구이다.

결합제에 의한 grinding wheel 종류로서는 자기질

표 6. Pre-preg의 용도

보 강 재	수 지	용 도
유 리 직 물	에 폭 시	print 배선용 적층판
유 리 직 물	케 놀	납시대, 전기 절연용 적층판
유 리 직 물	케 놀	resinoid grinding wheel
유 리 직 물	실 리 콘	전기 절연용 적층판
chopped strand mat	폴리에스테르	자동차 body
roving	에 폭 시	필라멘트 와인딩법에 의한 pipe 등

(磁器質) 결합제에 의한 vitrified wheel, 규산소다질 결합제에 의한 silicate wheel, 고무질 결합제에 의한 고무 wheel, 천연수지 결합제에 의한 shellac wheel, 합성수지 결합제에 의한 resinoid wheel 등이 있으나 이들 중 유리직물에 의한 보강을 이용하는 것은 resinoid wheel이다. Resinoid wheel은 1955년경에 개발된 이래 점차 생산량이 증가하여 최근에는 전체 wheel 생산량의 약 50%를 점하고 있다.

유리직물 보강 resinoid wheel의 특징은

- 1) Vitrified wheel에 비해서 제조하기 쉽다.
- 2) Vitrified wheel에 비해서 제조시간이 짧고 생산성이 높다.
- 3) 파괴 회전수가 높고, 고속작업이 가능하며 충격흡수가 좋다.
- 4) 저온 소성이 가능하므로 제품이 균일하다.
- 5) 잘라지는 느낌이 좋고 연삭량이 많다.
- 6) 분할하기 어려워 파편 비산이 방지된다.
- 7) wheel 마모량이 적고 수명이 길다.
- 8) 얇고 경량이어서 작업이 용이하다.
- 9) 마무리면이 양호하다.

유리 직물 보강 resinoid wheel은 용융산화 알루미늄, 탄화규소 등 연삭재, 케놀수지 결합제, 충전재 및 영근 유리직물에 의한 Pre-preg를 원료로 해서 만들게 되는데 Pre-preg의 수지 함유율은 약 30%이다. 한편 숯돌가루는 분말 케놀수지와 결합을 강하게 하기 때문에, 미리 액상수지로 습윤시킨 후 충전재를 합하여 충분히 혼합시킨다. 다음 혼합원료, Pre-preg와 반복해서 합쳐서 소정의 두께로 만든다. Pre-preg는 보통 1-3층 사용된다. 적층한 원료는

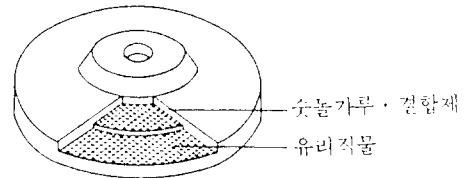


그림 6. Offset resinoid wheel의 구조

press에 넣고 가압성형한다. 압력은 50-200 kg/cm²이고, 온도는 냉압법은 상온, 반가열법에서는 50-60°C, 가열법에서는 150-170°C이다. 소성은 85-185°C에서 약 30시간 소정의 schedule에 따라서 행한다.

유리 직물은 통상 무처리 작물이 사용되지만 heat treatment를 실시한 후 아미노실란으로 표면처리한 것은 grinding wheel 성능이 현저하게 향상된다.

그림 6에 유리직물 보강 resinoid wheel을 나타냈다.

2.3 필터 bag용 처리

공해 방지용 고온 집진 장치, 고온 가스 중에 미세 분말상으로 생성되는 제품의 포집, 배기 가스 중의 분체회수 등에 유리필터 백이 많이 사용된다.

고온 함진 가스는 가능한 한 고온에서 처리하는 것이 유리하다고 되어 있으나 섬유질 여과재료를 사용하는 경우 재질에 따라 사용 온도에 한계가 있고, 배출 가스를 사용하는 여과재료의 내열한도 이하로 냉각하지 않으면 안된다. 배출가스는 자주 수분을 함유하고 있는 것이 많고 냉각에 의해서

수분이 응축하면 여러 가지 장애를 일으키고 특히 물에 의해 산을 생성하는 성분을 함유하는 경우, 산 이슬점이 상승하기 때문에 한층 더 수분이 응축되기 쉽게 되어, 이것을 피하기 위해 처리온도를 다시 올리지 않으면 않된다.

요하는 여과집진의 경우, 배기가스의 이슬점 이상,

즉 건조상태에서, 게다가 여과재료의 내열한도 이하에서 행해야 되고, 또한 여과 온도가 높을수록 냉각설비는 간단하다. 이 때문에 여과재료는 내열성이 높아야 한다. 현재 실용되고 있는 각종 여과재료 중 유리섬유가 가장 내열성이 우수하고 다른 섬유에 없는 독특한 성질을 갖고 있어서 최근 그

표 7. 각종 여과재료의 내열성

종 별	최고사용온도℃	고온에서의 상황
양 모	90	100℃에서 경화, 130℃에서 분해
폴리아미드계 섬유	100	연화점 180℃, 용점 215℃, 용융하면서 서서히 연소
아 크 릴 계 섬유	120	연화점 150~200℃
폴리에스테르계 섬유	150	용점 260℃, 용융하면서 서서히 연소
유 리 섬유	300	연화점 846℃, 불연, 서서히 처리제가 분해

표 8. 여과재료인 유리 섬유

용 도	사용온도℃	여과재료의 형상	사 용 목 적
에 어 필터	상 온	조잡한 섬유집적체 glass wool bonded mat	공기조절, 공기정화, 가스정제
액 체 용 필터	상온~130℃	조잡한 섬유집적체 wool ,mat cloth	산, 기름, 유기용제 등의 여과
용 용 금속 필터	약 700℃	조잡한 눈의 cloth	알루미늄 및 그 합금의 이물제거
고 온 가스 집진	-300℃	cloth (필터백)	제품 포집, 가스 정제 유기분체의 회수, 집진

표 9. 유리필터백의 응용분야

응 용 분 야	사 용 개 소	사 용 목 적
카본블랙공업	제조 unit, 드라이어	제 품 포 집
철 강 공업	전기로, 규소합금로, 전(轉)로, cupola로	배 기 가 스 집진
시멘트 공업	kiln 배기가스, clean car cooler	배 기 가 스 집진
비철정련	아연, 납 정련	분체 회수, 가스정제
화학 공업	석고, pearlite, 알루미늄 등 소성 또는 건조로	배 기 가 스 집진

응용분야가 현저히 확대되었다. 표 7에 각종 여과 재료의 내열성, 표 8에 여과재료로서 유리섬유 및 표 9에 유리필터백의 응용분야를 나타냈다.

필터 직물에 필요한 특성으로서 통기 저항(압력 손실) 집진 효율, 본체의 탈락성 등이 있으나 여과 직물 및 부착 분진에 따라서 형성되는 여과층에 의해 집진되는 것으로, 여과 직물 자체의 압력 손실(부하가 걸리지 않을 때)은 형성된 여과층의 압력 손실에 비해서, 실용상 무시할 수 있을 정도로 적다.

따라서 여과 직물 설계의 주안은 부착분체에 의한 여과층을 효과적으로 형성하기 쉽게 하고, 또 집적한 분체를 제거해서, 적당한 여과층을 잔류시키고 반복사용할 수 있게 하는 것이다.

유리필터 직물에 사용하는 유리실은 유연성이 풍부한 D-E yarn(단섬유 지름 6 μ) 및 여기에 bulky 가공을 실시한 bulky yarn 혹은 texturized yarn이 사용된다.

제작 방법으로는 능직, 주자직, 파사문직 등이 이용된다. 필터백의 경우 처리는 FRP보강재 경우와 똑같이, 우선 집속제를 제거하고 계속해서 고온용 처리제를 처리한다. 고온용 처리제의 기능으로서는 윤활성, 유연성, 내마모성, 분진박리성 및 발수성 등을 들 수 있다. 고온용 처리제로서는 디메틸 폴리실록산, 메틸페닐폴리실록산 등의 실리콘계 처리제, 콜로이드상 graphite, 4불화 에틸렌 수지 등의 에멀전이 사용된다.

이들 처리제는 목표 부착량(보통 직물 무게에 대해서 3% 정도) 및 각각 직물의 흡수량에 따라 적당한 농도로 만들고, 여기에 유리직물을 침지하여, squeeze roller를 통해서 적당한 부착량으로 한 다음 건조탑에서 건조시켜 권취한다. 이 처리도 FRP용 표면처리와 똑같은 장치로 행할 수 있다. 처리가 끝난, 필터직물은 지름 290 mm, 길이 4-12 m 또는 지름 130 mm, 길이 3-4 m의 원통상으로 봉제된다. 봉제용에는 불소수지를 coating한 유리 미싱사가 사용된다. 봉제된 bag은 그림 7에 나타낸 바와 같이 상하의 cap 및 thimble에 끼우고 band로 묶은 후 spring을 써서 장력을 걸고, 그림 8에 나타낸 집진실에 장치시킨다. 집진실의 bag설치 본수는 가장 많은 것이 2000본 정도까지 각종 제품이 있다. 유리 필터백의 사용 수명은 처리 및 사용조건에 따라 다르지만 1년 내지 3년 정도된다.

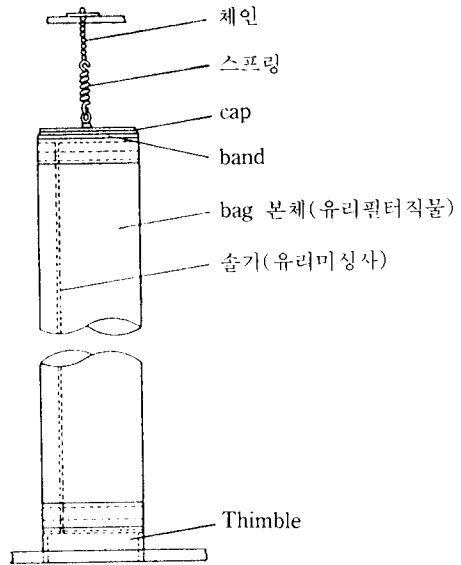


그림 7. 유리필터백 및 그 장치

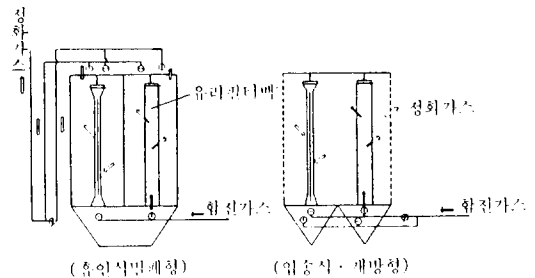


그림 8. 집진실의 형식 및 집진기구

2.4 커튼 및 인테리어

우리나라 유리커튼의 보급은 이제 시작 단계인데, 이것은 기술상의 문제라기 보다 생활양식에서 오는 시장의 협소함 때문이라고 생각되며, 최근 건축자재의 불연화 지향으로 인하여 금후 꽤 신장될 것으로 기대된다.

원래 유리섬유는 다른 섬유에 비해서 유연성이 결여되고, 마찰에 약하고, 염색·봉제가 곤란하며, 피부에 대해서 자극성이 있는 등 결점이 있어 피부 혹은 인테리어 용으로 이용이 불가능하다고 생각해 왔다.

이에 대해서 세계 최대의 유리섬유 maker인 미국의 Owens-Corning Fiberglass Corp(OCF) 개발

진은 이들 제결점을 제거하고, 커튼으로서 실용적인 기능을 부여하여 시장 보급에 성공했다.

유리커튼의 특징은 다음과 같다.

- 1) 불연성, 내열성으로 화재예방효과가 크다.
- 2) 부패하지 않고, 곰팡이가 생기지 않고 벌레 먹지 않는다.
- 3) 내수성이어서 수분에 의한 변질, 신축이 크지 않다.
- 4) 일광에 의한 변질이 크지 않다.
- 5) 투광률이 높고 실내가 밝다.
- 6) 흡음 효과가 좋다.
- 7) 치수 안정성이 좋다.
- 8) 염색이 견뢰하다.

유리커튼용 유리직물은 일반 유리직물과 똑같이 제직하지만 특히 복잡한 지문직(地紋織)은 자카드 직기에 의해서 제직된다. 또 최근에는 편직물도 만들어지게 되었다. 유리커튼에 사용되는 원사는 보통 장섬유사외에 장식효과를 주기위해 의장연사(fancy yarn), bulky yarn이 사용된다. 이들 실은 유연성이 풍부한 D-E yarn 혹은 B yarn이 이용된다. 특히 B yarn은 시판 유리 장섬유 중 단섬유의 지름이 가장 가늘고, 종래 유리 섬유와 최대 결점인 내마모성을 현저하게 개선한 것으로 커튼의 편직물, 침대커버(bed spread) 등에 이용되고, 특히 달 표면 착륙시 우주복에 사용되어 주목을 끌었다.

유리직물 커튼의 가공을 위한 처리로서 OCF사가 개발한 Coronizing법(coronizing process)이 기본을 이루고 있으나 이 방법은 그림 9에 나타난 장치에 의해서 열처리, 염색 및 후처리를 일관해서 행하고 있다.

유리직물은 우선 약 650°C로 설정된 weave set 오븐을 통과하여 집속제를 제거하고, 염색 처리액의 접촉이 쉬운 상태로 만들어 주면서 고온에 의해 직물의 눈을 고정(weave set)시키고, 또 섬유화할

때 급냉에 의해 발생된 유리의 내부 strain을 제거한다.

다음에 유리직물은 염색처리통을 지나서 처리액에 침지하여 squeezing roller로 부착량을 균일하게 한다 다음 제1오븐에서 건조시킨다. 유리섬유는 수분을 흡수하지 않기 때문에 그 표면에 안료를 포함한 수지피막을 만드는 염색법(Resin Pigment System)이 취해진다. 처리액은 안료, 아크릴계 수지 에멀전, 커플링제, migration 방지제, 윤활제, 소염제 등을 배합한 것이 사용된다.

다음 제2처리액 통에 넣어, 여기서 실리콘 등 발수성 처리제를 도포하고, 다시 불러로 짜서 건조시킨다. 이와 같이 해서 유리섬유 표면에 유연하고 견고한 피막을 만들고 안료를 고착시킴과 동시에 유리직물을 마찰로부터 보호해서 내구성이 풍부한 유리커튼으로 마무리된다. 그 후 스크린 또는 롤러프린터로 프린트를 실시하므로써 다시 화려한 커튼지로 만들 수 있다. 커튼 외에 천정지, 벽지, 테이블보 등 수요 증가가 예상된다.

2.5 방충망

생활양식의 향상에 따라서 방충망의 수요가 증가하고 있고 특히 알루미늄紗의 보급이 이것을 조장하고 있다. 방충망 재료로는 염화비닐, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 스테인레스, 알루미늄 등을 들 수 있으나 유리섬유제 방충망은 독자적인 특성을 갖고 진출하여 전체시장의 상당량을 점유했으나 그 후 가격 등의 이유 때문에 보급이 늦어지고 있다.

유리 방충망의 특징은

- 1) 눈밀림, 눈열림이 일어나지 않는다.
- 2) 강도가 강하고, 내구성이 풍부하다.
- 3) 약품에 대해서 저항성이 높다.
- 4) 선명한 착색이 가능하다.
- 5) 녹슬지 않고 부식하지 않는다.
- 6) 늘어나고 줄어들지 않는다.
- 7) 불연성이다.

등을 들 수 있다. 유리 방충망의 원사가 되는 유리비닐 coated yarn 제조는 그림 10에 나타난 장치로 행한다.

유리실은 수지통을 지나, 다이스에 의해 부착량을 조절하고, 수지가 섬유속 내부까지 침투하게 도포

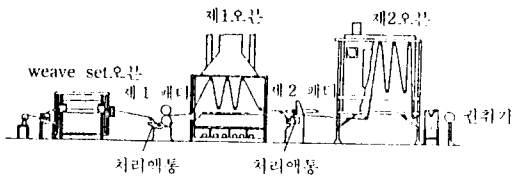


그림 9. Coronizing 법

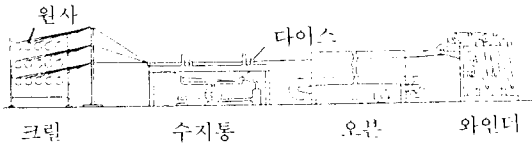


그림 10. 유리 비닐 coated yarn 제조법

되어 건조실로 들어가 건조된 후 와인더에 권취된다. 필요에 따라 2회 도장함으로써 보다 균일한 비닐 coated yarn이 얻어진다. 수지 부착량은 약 50%이다.

비닐 coated yarn은 직기에서 제작한 후 tenter fram이 부착된 heat set 오븐에서 가열해주므로써 수지가 용착하여 직물눈이 고정되고, 눈밀림이 일어나지 않는 방충망으로 마무리 된다.

2.6 고무 보강용 처리

유리 섬유는 고무와의 접착이 나쁘고, 굴곡, 마모에 약하기 때문에 고무분야에서는 거의 사용되지 않았다. 1962년 OCF의 Dr. A. Marzocchi 등은 고무보강용 유리 cord를 만들기 위해 새로운 처리기술을 발표하여, 이분양의 진출을 가능하게 한 이래 타이어, 벨트 등에 대량의 유리섬유가 사용되게 되었다.

고무와 유리섬유의 접착성 개선 요지는 개량된 고무용 집속제와 RFL Coating조합에 있다. FRP보강재에 있어서 유리섬유를 표면처리제로 처리해 주는 것과 똑같이 표면처리제가 고무의 접착에 유효하다는 것이 인정되어, 이에 근거해서 고무용 집속제가 새로 개발되었다. 또 똑같은 RFL(Resorcinol-Formaldehyde-Latex)을 처리하여 타이어 코드와 고무의 접착을 현저하게 개선시키는 것에 착안하여 유리섬유용 특수배합을 개발했다. 또 일반 타이어 코드가 발 조직상태로 RFL처리되는 데 대해, 유리섬유는 단섬유 1가닥 1가닥 사이에 처리제를 침투, 피복시키고 이것을 보호하기 위해 단사 상태로 처리된다. 이와 같이 해서 접착 및 마찰 굴곡에 견디는 유리코드가 얻어진다. RFL처리 방법은 coated yarn의 처리 방법과 거의 똑같아, 소정의 본수를 정돈한 유리실을 처리액에 침지한 후 다이싱을 통

해서 부착량을 조절하고, 오븐을 통해서 건조시킨 다음 와인더에 권취한다. 그런데 사용되는 고무의 종류에 따라서 처리제의 배합이 변한다. 고무 보강용 유리코드의 용도로는 V 벨트, 평 벨트, 타이밍 벨트, 타이어, snow mobile truck, 스팀호스 등이 있다. 자동차용 타이어에는 섬유에 의한 보강 방향에 따라 bias 타이어, 래디알 타이어가 있다. Bias타이어의 트레드부에 브레이크 또는 벨트라 부르는 보강대를 감아 붙인 바이아스(bias) belted 타이어가 유리타이어코드의 출현에 의해서 개발되고 래디알 타이어의 벨트재에도 유리코드가 사용되고 있다. 최근 전체 유리 래디알 타이어가 출현하려는 참이다.

3. 결 론

유리섬유의 마무리 처리에서 가장 중요한 것은 커플링제에 집중되어 있으며, 이것은 뒤 단계에서 적용되는 수지 혹은 폴리머와 유리표면 사이의 계면을 형성하는 접착제이다. 커플링제로는 크롬착제와 유기 실란 화합물이 주류를 이루고 있다.

이에 부가해서 유리섬유는 복합재료 중 보강재로써 크게 기여하고 있을 뿐만 아니라 기술적으로 어려운 문제점들을 하나하나 해결해가므로써 용도와 영역을 넓혀가고 있는 실정이다.

따라서 유리섬유 생산과정에서 채사할 때 필요한 집속제, 복합시 사용되는 강화플라스틱 수지와, 커플링제, 집속제는 유리 와 수지의 접착을 방해하기 때문에 필요한 집속제 제거 기술, FRP 성형방법, 프레프레그의 wheel 제조시 응용, 다른 섬유보다 열적성질이 훨씬 유리한 유리섬유 필터백, 불연성, 방부성, 치수 안정성을 이용한 커튼 및 방충망 제조, 유리섬유와 고무의 접착성을 개량한 유리섬유 타이어 코드, 벨트, 스팀 호스 등에 대해서 언급하였다.

우리나라에서도 과거 수입에만 의존하고 있던 유리섬유가 몇 회사에 의해 이미 생산에 들어 갔고 현재로서는 주로 공업용으로 이용되고 있지만 내마찰성, 부쉬지기 쉬운 성질 등을 복합기술로 해결해 줄 수 있다면 유리섬유공업의 가능성이 무한한 성장산업으로 발전시킬 수 있을 것이다.

참고문헌

1. M.E. Carter, Essential Fiber Chemistry, Marcel Dekker, p. 183-198, 1971.
2. 박병기, 탄소섬유의 응용기술, 대한 교과서 주식회사, p. 100-177, 1987.
3. 井手文雄, 高分子表面改質, 近代偏執社, p. 228-279, 1987.
4. 最新纖維加工技術偏執委員會, 纖維加工技術, 日本纖維機械學會, p. 413-438, 1973.