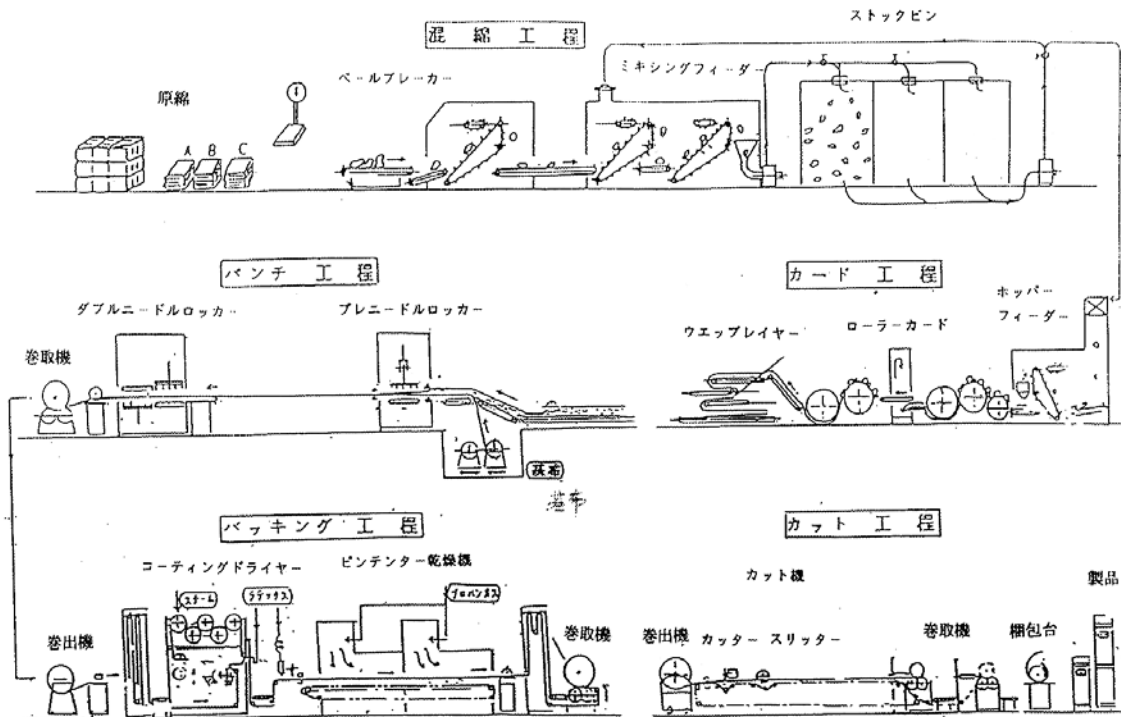


산업자재용 Needle Punching 부직포의 제조기술 동향

1. Geotextile(토목용) 부직포 제조기술의 동향

1.1 Needle punching 부직포의 제조기술

토목용 needle punching 부직포는 <그림 1>에 나타내는 일반적인 needle punching 부직포 제조라인에서 제조할 수 있다. 그러나 후술하는 요구성능을 만족시키기 위해서는 공리가 필요하다.



<그림 1> 부직포 제조 공정도

1.1.1 제조설비의 포인트

혼면설비, carding, layer, needle punching 등의 주요설비로 주의가 필요한 포인트에 대해서 기술한다.

① 혼면설비 : 사용하는 섬유는 polyester계(주로 PET섬유)가 된다. 섬유 굵기는 3~15denier(3.3~17dtex) 정도의 일반적인 굵기이다. 필터분야나 흡음재용과 같이 최신투하의 세denier의 섬유를 사용할 필요는 없다. 굵기나 다른 몇 종류의 섬유를 혼섬할 필요가 없는 경우도 있으며, 가장 단순한 경우는 한 종류의 섬유로만 하는 경우도 있다. 필요한 최저한의 설비로 된다.

② Carding : Interior carpet 등에서 문제가 되는 색반이라든가 열융착 섬유의 개섬도와 같은 품질상의 관리 포인트를 고려할 필요는 없다. Cost를 낮추기 위해서 어떻게 많은 섬유를 방출할 것인가가 포인트가 된다. 시간당 500kg 정도 방출하면 최고일 것이다.

③ Layer : 4m 폭의 제품이 되도록 하는 것이 바람직하다. 한국에서는 최저 폭이 4m로 규제되어 있다고 듣고 있다. 2m 폭까지 밖에 안되는 설비라면, 폭 방향으로 접합을 해서 4m폭을 확보할 필요가 있다. 고강력을 필요로 하는 경우가 많기 때문에 기포를 삽입할 수 있는 공간이 필요하다.(Interior와 같은 방식으로 좋다.)

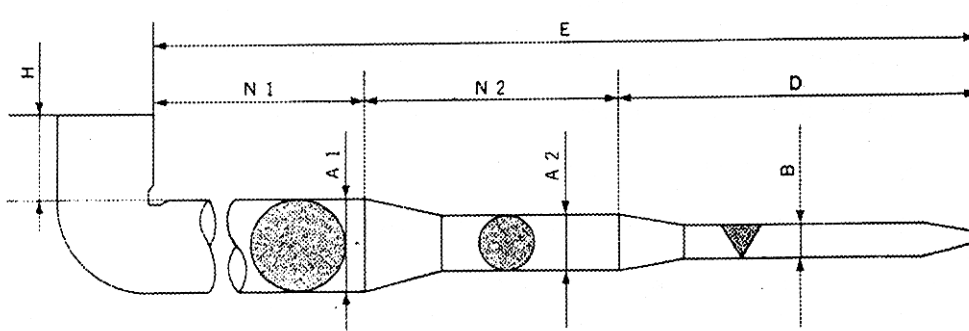
④ Needle punching : 고중량, 고밀도에 의한 고강력을 얻기 위해서 punching 조건이 차지하는 역할은 크다. 높은 침밀도(PEN수/cm²)를 얻으려고 하면 침 구부러짐이 발생하기 쉽다. 그 대책에 대해서는 다음 장에서 자세하게 기술한다.

1.2 침 구부러짐 방지기술

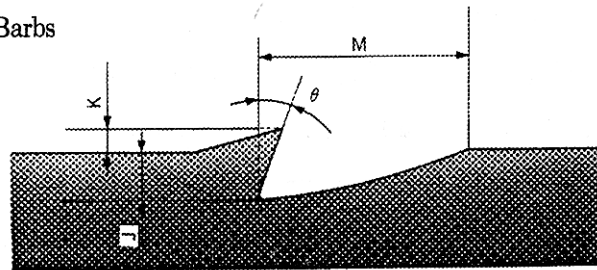
1.2.1 Needle(침) 개요

침 구부러짐 방지를 검토하는 데에는 먼저 침에 관한 기초지식을 확인해 둘 필요가 있다. 그림 2~ 그림 6에 참고가 될 자료를 인용하였다.

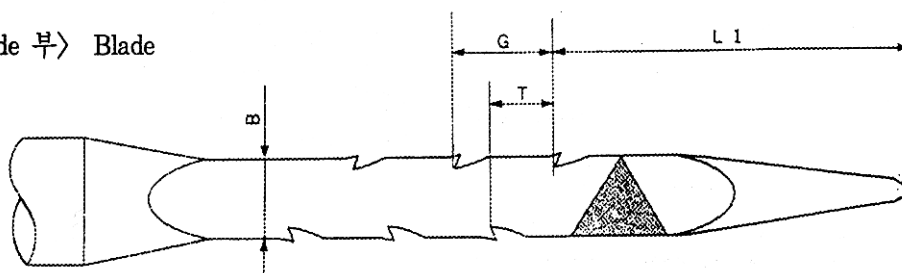
<침전체>



<Barb 형상> Barbs

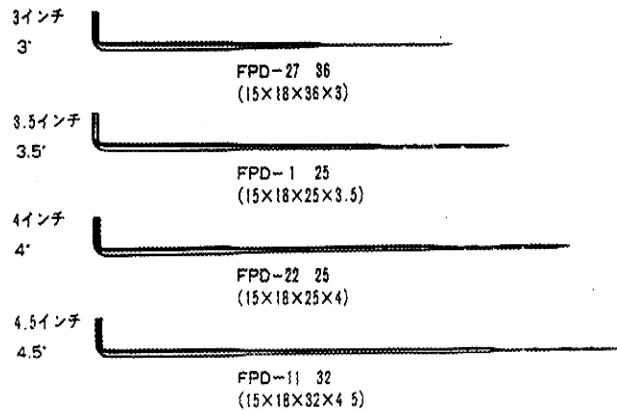


<Blade 부> Blade



<그림 2> 침 각부의 명칭과 치수 기호 : 침전체, Barb 형상, Blade부

(例)	15	×	18	×	32	×	3.5"	RB
FPDタイプ								
(FOR EXAMPLE)								
FPD								
	●		●		●		●	●
	シャーク太さ15		中間ブレード太さ18		ブレード厚み32		針長さ3.5"	レギュラーバブ
	= 1.83mm		= 1.22mm		= 0.70mm		= 88.9mm	regular barb
	shank thickness		intermediate shank		blade thickness		needle	
			17 = 1.32mm				4" = 101.6mm	
			thickness				length	
							4.5" = 114.3mm	



E 침전장(mm) = for needle full length(working length)

N1 Shank의 길이(mm) = for length of shank

N2 중간 blade의 길이(mm) = for length of intermediate blade

D Blade의 길이(mm) = for length of blade

A1 Shank의 굵기(ϕ) = for shank thickness

A2 중간 blade의 굵기(ϕ) = for intermediate shank thickness

B Blade의 size(번수) (mm) = for blade thickness

H Crank의 높이(mm) = for height of crank

L1 선단(point)으로부터 제1 barb까지의 길이(mm) = for distance of 1st barb from needle point

J Barb의 깊이(mm) = for depth of throat indent

K Barb의 kick-up(높이) (mm) = for height of raised-up barbs

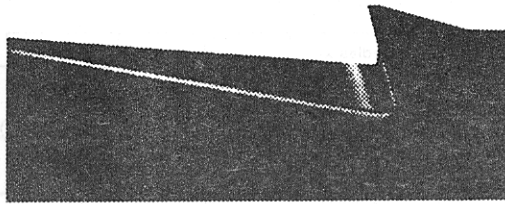
M Barb의 throat(저)의 길이(mm) = for length of indented throat

θ Barb의 UA(under cut angle($^{\circ}$)) = for under cut angle

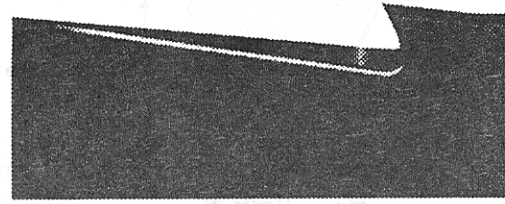
T 이열의 barb와 barb의 간격(mm) = for distance of barbs between 2rows

G 동열의 barb와 barb의 간격(mm) = for distance of barbs in the same row

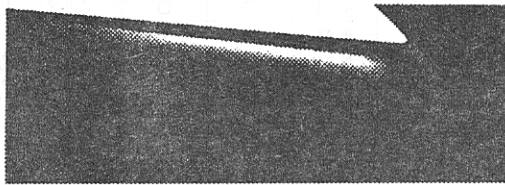
<그림 3> 기호의 설명 : 침 굵기 길이 등



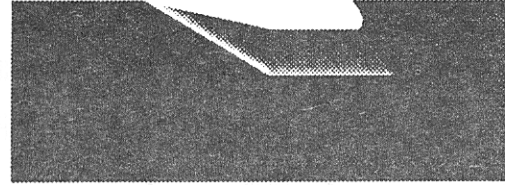
(1) Kick-up
Kick-up이 큰 barb.



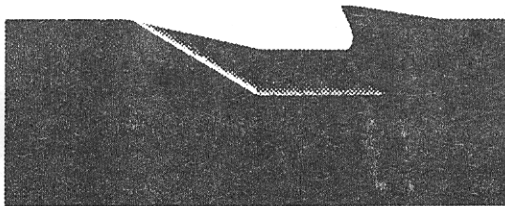
(2) No kick-up
Kick-up이 없는 barb.



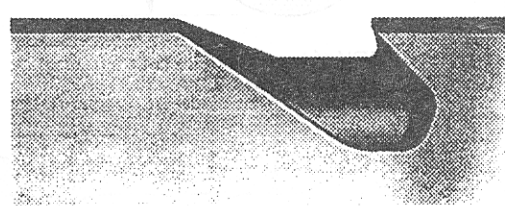
(3) FTD(TP)
프레스방식에 의한 barb로
kick-up이 없는 것.



(4) FTD(TP-ML)
프레스방식에 의한 barb로
kick-up은 없고 底面이 넓음.



(5) FBR
프레스방식에 의한 barb로
Kick-up이 있고 底面이 넓음.

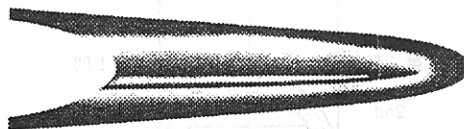


(6) FF
프레스방식에 의한 barb로
kick-up은 없고 底面은 넓고
round 面加工되어 있음.

첨두형상 (Point) POINT SHAPE



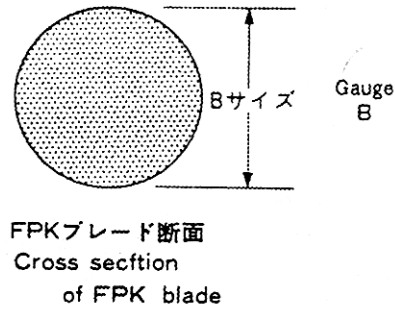
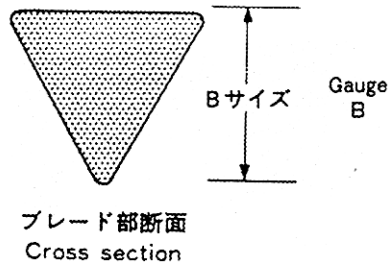
Regular point



(6) Ball point
※SM(smooth)針
The points and edges of barbs
and blades are smooth

<그림 4> Barb의 종류와 첨두 형상

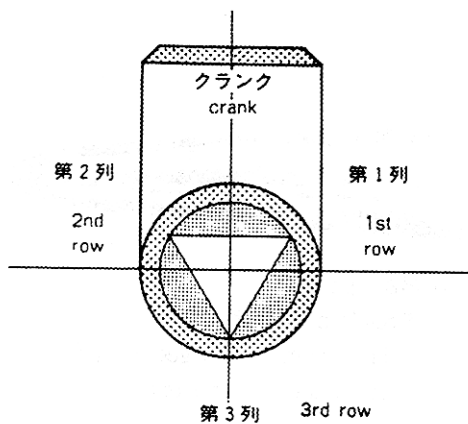
첨두영상 (Point) POINT SHAPE



침의 size란 삼각형으로 프레스된 blade의 size, 또 fork 침의 경우는 blade의 직경을 말한다.

Needles 針 種 類 B 寸 法 Gauge No.	FPD FTD FBR	FPS	FPK 数字は直径 (forked point)
14	1.80	○	○1.70
16	1.50	○	
18	1.30	○	
19	1.20	○	○1.14
20	1.00	○	○0.95
22	0.95	○	
25	0.90	○	○0.85
28	0.78	○	
30	0.75	○	○0.72
32	0.70	○	○0.67
34	0.65	○	
36	0.60	○	○0.57
38	0.55	○	○0.52
40	0.50	○	
42	0.45	○	

--- 삼각 프레스된 blade의 예 ---



제 1열이란 침의 point에서 가장 가까운 barb이 있는 열을 말한다.

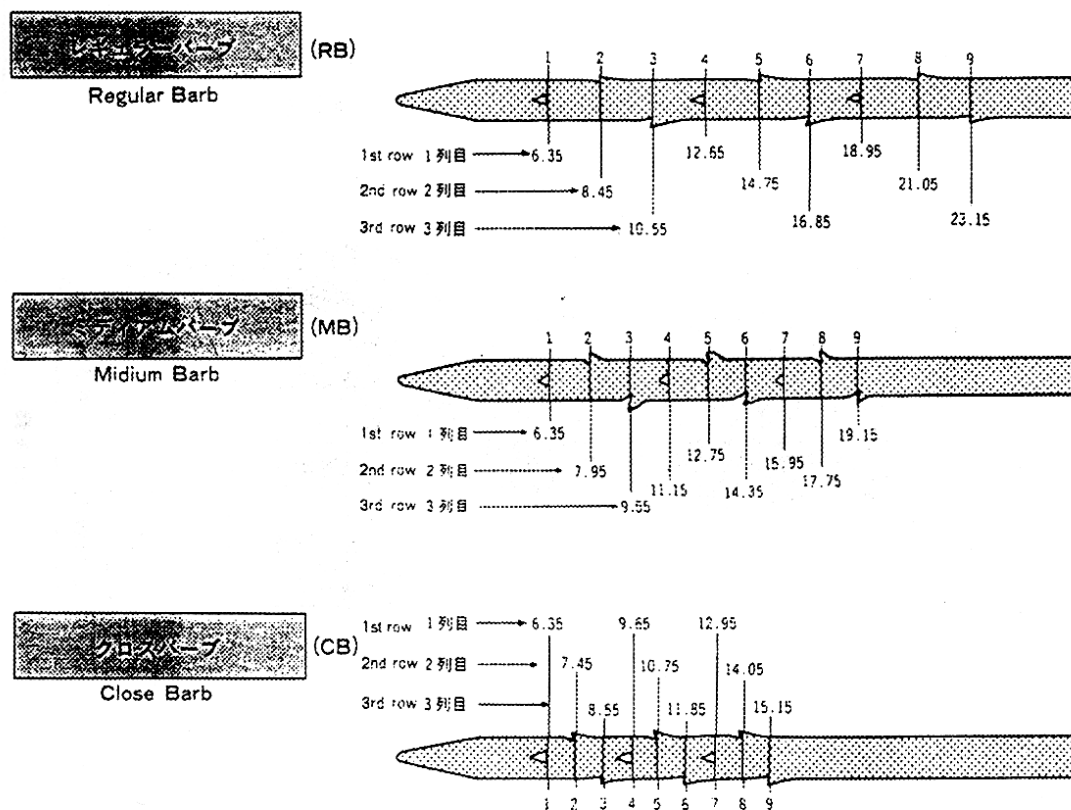
<그림 5> Gauge(번수): 번수의 종류와 Blade 굵기

Barb의 간격은 크게 2종류로 나뉘어진다. 표준의 간격은 다음과 같다.

	동열의 barb 간격(G)	이열의 barb 간격(T)
Regular Barb	6.3mm	2.1mm
Medium Barb	4.8mm	1.6mm
Close Barb	3.3mm	1.1mm

[주] Barb 간격의 Regular barb(RB)는 특별히 표시하지 않고, Medium barb는 gauge(번수) 뒤에 M을 표시하고, Close barb는 gauge의 뒤에 C로 표시한다.

※ 상기 이외의 치수도 희망에 따라 제작됩니다.



<그림 6> Barb의 간격 : Regular Medium Close

1.2.2 침 구부러짐 방지기술

침 구부러짐과 각종 조건과의 관계를 표 1에 나타낸다. 이하 항목마다 설명한다.

<표 1> 침구부러짐과 각종 조건과의 관계

	구부러지기 어려움	부러지기 쉬움
침 굵기(번수)	#36 전후	너무 가늘다(#40) 너무 굵다(#32)
Kick-up	없음	있음
Blade 길이	짧다(22~27mm)	길다(30mm)
침 형상	Conical형 Star blade형	Regular형
침 길이	3.5inch 전후	긴 것(4inch)
침심도	얕다	깊다
APS 비	작다	크다
제품중량	작다	크다
제품밀도	작다	크다

① 침 굵기(번수) : 너무 가늘거나 굵어도 구부러지기 쉽다. 굵어지면 구부러지기 어렵다는 생각은 틀린 것으로, 토목용도와 같이 중량이 큰 것은 needling 할 때 관통저항이 커지게 되어 구부러짐으로 이어진다.

36번수 전후가 일반적이지만, 기준으로서 아래에 나타내는 섬유 굵기와 침 굵기를 매칭시키는 것이 중요하다. 곤란한 경우는 먼저 가는 침을 사용하는 것을 생각해 보는 것도 한 방법이다.

섬유 굵기(Denier)	번 수
0.5 ~ 1.5D	# 42
1.5 ~ 6D	# 40
6 ~ 10D	# 38
10 ~ 18D	# 36~34
18 ~ 30D	# 36~32
30D 이상	# 30 이하

② Kick-up : 있는 것과 없는 것을 비교하면, 있는 쪽이 한번에 섬유를 보유하는 수가 많아져서 저항이 커지기 때문에 구부러지기 쉽다.

③ Blade 길이 : 당연히 길이가 긴 쪽이 구부러지기 쉽다. 30mm가 일반적이지만, 구부러지기 어려운 것으로 22~27mm의 것이 사용되고 있다.

④ 침 형상 : Regular type의 침으로는 어떻게 해도 침 구부러짐이 해결되지 않는 경우, 특수한 형상을 가진 침을 사용하면 좋다.

· Conical(원추)형 : Blade부의 침 굵기가 taper상으로 되어 있으며, 선단이 가늘어서 저항이 적고, shank가 굵어서 구부러지기 어렵게 되어 있다. 토목용도에서는 많이 사용되고 있다.

· Star Blade형 : Blade부의 단면이 통상의 삼각형이 아니고, 사각형에 가까운 별모양으로 되어 있으며, 구부러지기 어려운 구조이다. Groz-Becker사의 신상품이다.

⑤ 침 길이 : 3.5inch 전후가 적당하다. 4inch 등 긴 것은 구부러지기 쉽다.

⑥ 침 심도 : 침 심도가 커지면 펄트 중에 침이 체류하는 시간이 길어져서 무리한 저항이 걸리고, bed plate의 구멍에 침이 들어가기 어렵게 되거나 빠지기 어렵게 되어 침 구부러짐이 발생한다. 침 심도를 작게 하기 위해서 선단

으로부터 제1 barb까지의 침 길이(L1)을 짧게 한 침을 사용하는 것도 하나의 대책이 된다.

⑦ APS 비 : Advance per stroke 즉 1stroke의 사이에 제품이 진해하는 거리가 클수록 침 구부러짐은 발생하기 쉽다. APS 비는 needle mark발생의 주요 인이고, 생산성을 결정하는 매우 중요한 조건이므로 주의가 필요하다. 침 그 자체의 선정조건 이외에 제조조건에 있어서는 이 APS 비와 침 심도가 포인트가 된다.

⑧ 제품 중량 밀도 : 중량이나 밀도가 클수록 침 구부러짐은 발생하기 쉽다. 그러나 이들 조건은 고객이 결정하는 것이기 때문에 변경할 수는 없다. 특히 큰 중량이나 밀도가 필요한 경우에는 상술한 ④의 conical형이나 star blade형을 사용해 보는 것이 좋다.

⑨ 기타 : 침은 board에 단단하게 고정되어 있는가, 흔들거림은 없는가? 침과 stripper plate bed plate의 구멍의 위치는 맞고 있는가? 기본적인 것도 빠뜨려서는 안된다.

1.3 요구 성능

토목용도 부직포에서 필요로 하는 성능은 통상의 interior 용도 등에 비해서 강도, 내구성 등에 있어서 보다 높은 level이 요구된다 한 예로서 <표 2>에 폐기물 처리장 보호 mat의 규격항목을 나타냈다.

① 중량 : 바람직한 것은 400g/m^2 이상. 때로는 1500g/m^2 와 같은 큰 경우도 있을 수 있다. 부직포 전체로서의 강도물성을 만족시키기 위해서 중량을 크게 한다.

② 인장강도 : 장섬유 부직포 즉 spunbond는 단섬유 부직포인 펠트류에 비해서 매우 높은 값을 가진다. 이 점이 토목용도에 있어서 spunbond가 압도적

으로 우위에 있는 이유이다.

<표 2> 보호 mat에 필요한 규격 항목

항 목		단위	시험법	규 격 내 용	장섬유 부직포	단섬유 부직포	反毛 펠트	Geocom- posite
재 질				합성섬유 합성수지제를 원칙으로 하지만, 성분이 명확하다면 다른 재질이라도 좋다.	합성섬유	합성섬유	합성섬유	합성수지
중 량		g/m2		품질을 명확히 보증할 수 있는 항목에 대하여 재료별로 규정할 것	400이상	500이상	1000이상	
강 도	인장 강도	N/cm	JIS L1908	인장강도를 측정한다. 규격치는 재료의 품질을 명확히 보증하기 위한 것으로 참고치 취급	185이상	28이상	20이상	100이상
	貫入 저항	N	ASTM D4833	관입저항을 측정한다. 규격치는 차수 sheet에 작용하는 하중 및 안전율을 고려한다.	500이상			
내 구 성	내후성	N	JIS A1415	육외 暴露상당시간은 보호 mat의 구분에 따른 것으로 한다.	WS형 促進暴露시험후의 관입저항 500이상			
	차광성	%	JIS L1055	차폐율을 측정한다. 규격치는 차수 sheet가 일광에 의해 열화하지 않는 차폐율을 고려한다.	95이상			
안 전 성	용출성			환경청 고시 제 13호, 59호에 준하는 용출시험	지하수환경 기준치, 수질환경 기준치 이하			

③ 관입저항 : 폐기물에 따라서는 예각인 edge를 가진 물건이 있어서 보호 mat을 손상시킬 우려가 있다. 파손방지의 성능확보의 의미에서 관입저항을 측정한다.

④ 내후성 : WS형 sun shine carbon arc 등을 사용하여 촉진폭로시험을 한다. 63 ° CX1000 시간의 폭로시험 후 시료의 관입저항을 측정한다.

⑤ 차광성 : 차수 sheet의 광열화를 방지하기 위하여 cover가 되는 보호 mat의 차광성을 95% 이상으로 규정하고 있다.

1.4 용도 예

1.4.1 폐기물 처리장 보호 mat

환경을 보호하는 입장에서 폐기물 처리장의 설치기준의 재평가가 행해져 폐기물 처리장에 요구되는 구조 및 기능도 종래에 비해서 고도인 것이 필요하게 되었다. . . . [일반 폐기물의 최종처분장 및 산업 폐기물의 최종 처분장에 관한 기술상의 기준을 정하는 명령](총리부 후생성)

참조

차수공의 구조에 대해서 이하와 같이 기술되어 있다.

① 두께가 50cm 이상에서 투수계수가 $10\text{cm}^{-6}/\text{s}$ 이하인 점토 그 외의 재료의 층의 표면에 차수 시트가 부설되어 있는 것

② 두께 5cm 이상에서 투수계수가 $10\text{cm}^{-7}/\text{s}$ 이하인 아스팔트 층의 표면에 차수 시트가 부설되어 있는 것.

③ 부직포 그 외의 것의 표면에 2중의 차수시트가 부설되어 있는 것.

④ 차수층의 표면에 차광성을 가진 부직포 그 외의 것이 부설되어 있는 것.

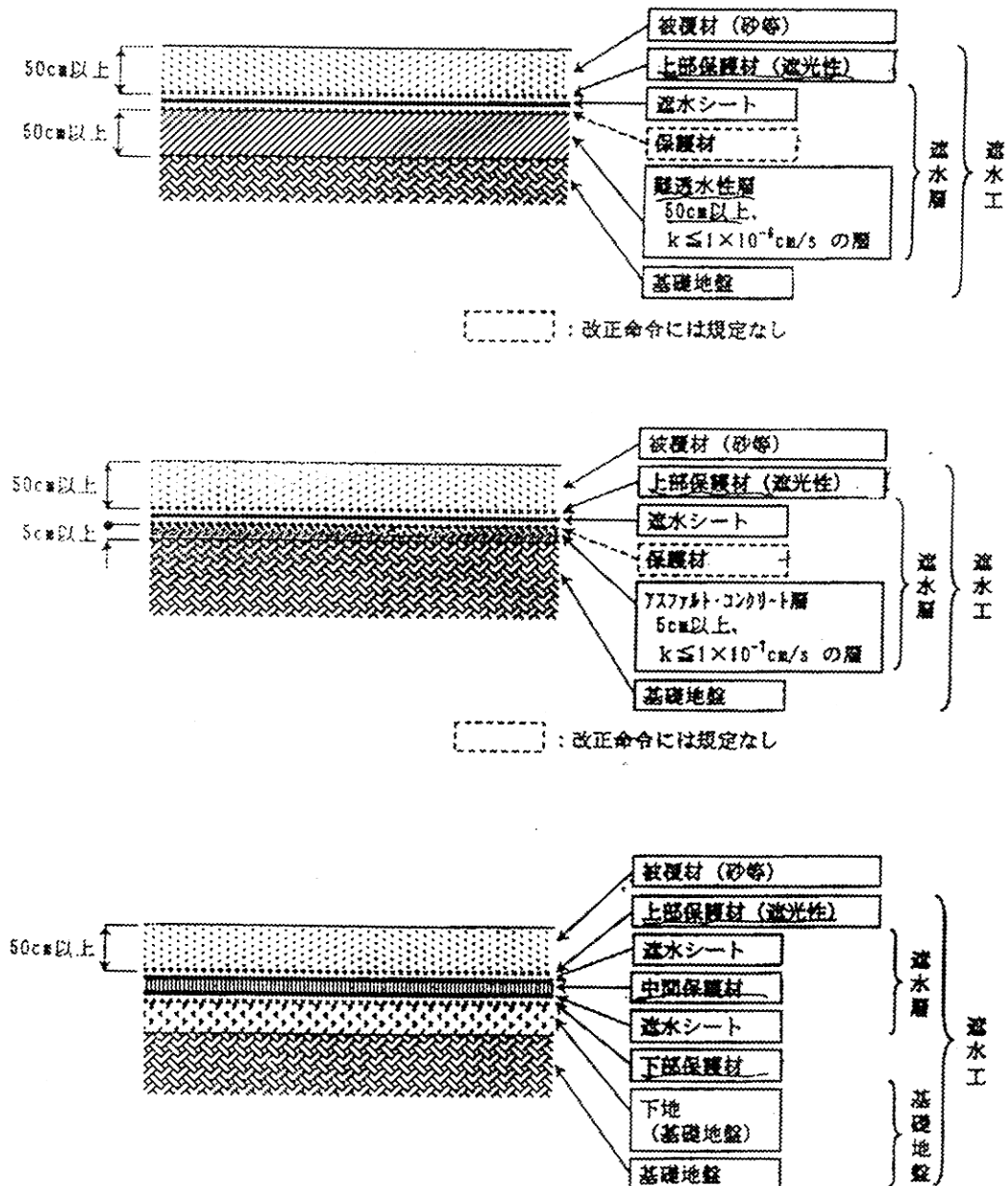
이상의 ① ~ ④의 구조를 모식도로 나타낸 것이 <그림 7>이다.

차광성을 가지는 부직포로서 당사가 생산하고 있는 보호 mat의 제품 사양서를 첨부자료1에 나타낸다.

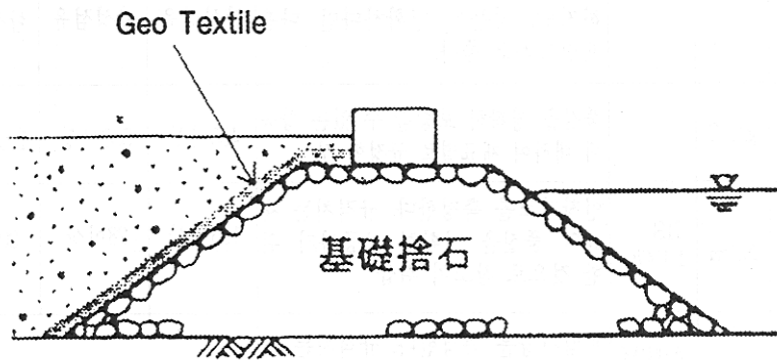
1.4.2 매립호안 mat

항만관계의 공사 중에서 초석으로 호벽이 되는 토대를 만들고, 그 내측에 토사를 다시 메워가는 호안매립공사라는 시공방법이 있다. 그래서 ① 토사가 초석을 통해서 밖으로 유출되지 않도록 하는 것, ② 토사가 초석의 안으로 메워져서 필요 이상의 폭압이 안벽에 걸리지 않도록 하는 것의 이 separate와

filtration 기능이 있는 재료로서 종래의 직포로부터 부직포가 사용되어지고 있다. 시공 예를 <그림 8>에 나타낸다.



<그림 7> Sheet 차수공의 구조 개념도



● 사용 목적

1. 매립 토사 吸出 방지
2. 해양 오염 방지
(우수한 여과 성능)

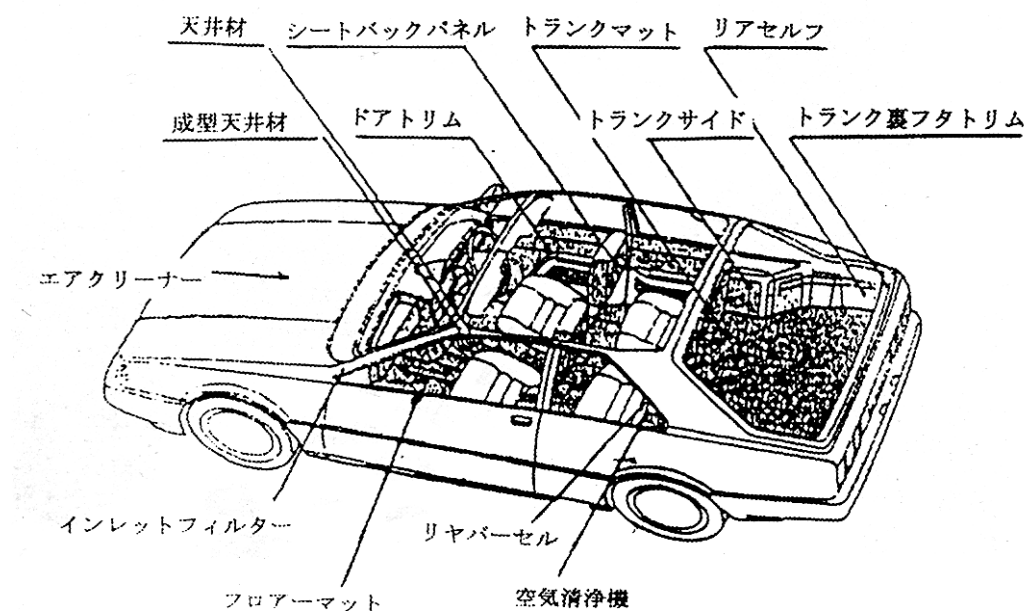


<그림 8> 매립호안 mat 시공 예

2. 자동차용 needle punching 부직포의 제조기술

2.1 자동차 사용부위 개요

<그림 9>에 needle punching 부직포가 사용되고 있는 부위를 나타냈다. Floor carpet, door panel, 리어파셀, trunk mat, trunk side, 천장재 등 널리 부직포가 사용되고 있다. Floor의 경우 이전에는 고급차는 tufted carpet, 대중차는 needle punching carpet로 구분되어 있었는데, 최근에는 cost down 요청과 경량화에 따라 needle punching 부직포가 널리 사용되게 되었다. 특히 “DI-LOUR”형의 velour용 punching기의 등장에 의해 종래의 plain needle punching 대신에 random velour조의 고급감이 있는 것이 생기게 되었고, 한층, needle punching 부직포의 사용이 많아지고 있다. 일본에 있어서는 needle punching carpet 부직포의 50% 이상이 자동차용도가 되고 있다. 이하 제조기술에 대해서 간단히 설명한다.



<그림 9> 자동차 내장

2.2 Trunk mat 제조기술

Polyester 섬유 백색(고안사제 Bringt 6 dtex) 30중량%, polyester 섬유 검정(제인사제 Black 3 dtex) 20중량%, polyester 섬유 검정(제인사제 Black 6 dtex) 40중량%, polyester 열융착섬유 백색(동양방사제 4 dtex) 10중량%를 혼합하여 카드기에 걸어 web을 형성하고, 그 web을 cross layer 장치로써 12매 적층시키고 needle punching에 의해 결합시켜서 410g/m^2 의 부직포 펠트를 얻었다. 그 펠트에 2배 발포시켜 점도를 2000mP s로 조정된 latex emulsion(이테크사제 SBR계 고형분 40%)을 고형분 환산으로 80g/m^2 도포하고 mangle에서 압착시켜 두께 방향으로 적어도 35% 침투시키고, 그 후, 150°C 로 set시킨 건조공정을 거쳐 총 중량이 490g/m^2 이고 두께가 3,8mm의 mat를 얻었다. . . . 이하 생략

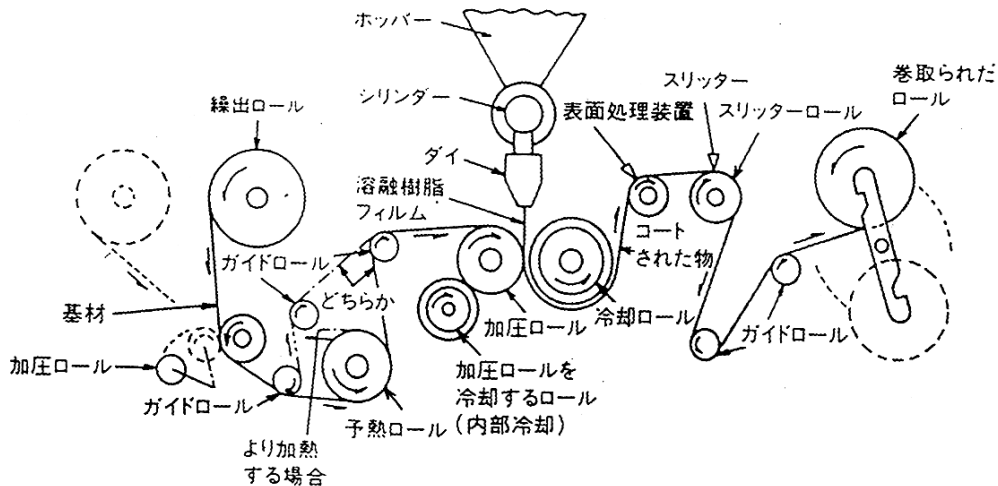
상술한 바와 같이 trunk mat는 흑백의 서리 내린 듯한 색의 것이 대부분을 차지하고 있다. 또 상층에 상기의 섬유조성의 펠트 $100\sim 200\text{g/m}^2$ 을 사용하고, 하층에 700g/m^2 의 반모 펠트를 사용한 2층 구조의 trunk mat도 자주 사용되고 있다. 어떠한 cost 경쟁이 심하고 합리화를 위한 기술개발이 필요하다.

2.3 Floor mat 제조기술

Floor mat에는 전술한 trunk mat에서의 제조기술 외에 floor의 요철에 맞도록 성형성이 필요하다. 성형성을 얻기 위해서 baking제에는 열가소성수지인 PE, 또는 EVA 등을 사용하는 수가 많다.

가공법의 한 예를 <그림 10>에 나타낸다. 압출성형법에 의한 용융한 PE를 film상으로 압출하고, 미리 latex를 precoat시킨 carpet 원단의 이면에 laminate하여 압착 roller로 접착시키는 방법이 일반적이다. Floor mat의 기본 물성인 pile 빠짐 방지, 내필링성은 precoat에 의해 얻어지지만, 경우에 따라서는 생략되는 경우도 있다. 또 난연성에 대해서는 엄하게 MVSS-302법에서 규제되

어 난연 latex를 사용하는 경우도 있다. PE 도포량은 200~400g/m² 정도이다.



<그림 10> 압출 라미네이트 가공장치

2.4 요구 성능

2.4.1 전 반

자동차용 carpet에는 일반 시판용 carpet에서 요구되는 기능에 추가하여 성형성, 웰드성의 가공기능이 요구된다. 사용되는 부위에 따라서도 필요한 기능이 다르며, 또 사용조건이 열대지방으로부터 혹한지방까지 폭이 넓기 때문에 내후성, 내마모성, 난연성이라 하더라도 interior에 비해서 과혹한 성능이 요구된다. 그 때문에 1차 기포는 그 성형성 및 내열성을 고려해서 polyester 부직포가 사용된다. 부위별 요구 성능을 <표 3>에 나타낸다. 그 중 특히 중요시되고 있는 난연성과 내마모성에 대해서 간단히 설명한다.

<표 3> 부위별 요구성능

부 위	성형성	내광성	내마모성	난연성	방오성	웰드성	제전성
Floor mat	○	○	○	○	○	○	○
Trunk mat	○		○	○	○		
리어파셀	○	○	○	○			
Door trim				○	○	○	

2.4.2 난연성

자동차의 난연성의 경우, 미국의 MVSS-302 규격을 나타내는 수가 많다. 일정 조건하에서의 연소속도를 측정하여 매분의 연소율(inch/분)이 4inch(약 100mm) 이상의 비율로 연소하거나, 표면을 불꽃이 번져가는 경우는 불합격이 된다. Latex에 의한 수지가공처리를 한 경우는 난연제의 첨가 등의 난연처리를 하지 않으면 합격하기 어렵다. 역으로 수지가공을 하지 않고 열융착성유를 첨가하여 열처리에 의한 접착가공인 경우, 합격하기 쉬워진다. 난연제는 halogen계가 주류이며, 지구환경의 보전을 위해서는 탈 halogen의 난연화를 진행해 갈 필요가 있다. 현재 각사가 다투어서 탈 halogen계 난연처방을 개발하고 있다.

2.4.3 내마모성

Taper 마모측정법에 의한다. 일반적으로 마모론은 H18을 사용하고, 하중은 9.8N(1Kgf)으로 하여 마모회수는 100회로 하고 있다. Pile 절단, 마모가 약간 발생하지만 두드러지지 않는 것을 3급으로 하고, 3급 이상이 합격이다. Pile 절단, 빠짐 및 마모를 분명히 알 수 있는 것이나 마모면에 패임이 있는 것은 1~2급이 되어 불합격이다.

2.5 Troubleshooting

2.5.1 Needle mark

Needle mark의 개선은 needle punching 부직포 제조회사의 영원한 과제이다. 그러나 요인을 조사하면 의외로 영향을 미치는 인자는 적어서 아래에 나타낸 것들이다.

- ① APS 비
- ② 침심도
- ③ Needle pattern
- ④ Needle(침)
- ⑤ 신장 및 수축

이들 중에서 APS 비와 침심도는 운전조건의 한가지이며 조정이 가능하지만, needle pattern의 경우는 설비로써 결정되므로 조건변경은 매우 곤란하다. 즉 needle pattern에 대해서는 구입에 앞서 충분히 검토하는 것이 중요하다. 제품에 필요한 침밀도와 생산속도로부터 필요한 APS 비의 범위가 대략 결정된다. 그 범위의 APS 비에 있어서 needle mark가 잘 생기지 않는 needle pattern을 사용한다. 최근에는 컴퓨터에 의한 simulation이 발달하여 신뢰성이 높다.

현장에서 needle mark가 발생한 경우, 진행 방향에 줄무늬 형태로 발생한 mark는 먼저 침의 파손을 의심해 본다. Needle mark가 발생하는 있는 위치의 침을 교환하면 고쳐지는 경우가 많다. 경사지거나 횡방향으로 발생하고 있는 mark는 APS 비에 의한 것으로 볼 수 있기 때문에, 회전수나 생산속도를 변경해서 APS 비를 변경해 줄 필요가 있다. 또 침심도를 알게 하는 것도 효과가 있다.