

직물설계(I)

1. 서 언

섬유산업에서는 섬유나 실을 만들 수만 있다면 옛날부터 사용되어 오고 있는 직물의 조직을 적용하여 직물을 간단히 만들 수 있다고 생각하고 있으며, ‘태초에 실이 있었다’라는 발상이 주류를 이루고 있다. 그러나 그 섬유나 실은 범용성을 중점으로 하여 만들어 졌기 때문에 각종 용도의 직물에 반드시 적합하다고는 말할 수 없다. 또한 과잉된 의류의 생산과 옷장에 많은 옷을 지니고 있는 현대에 의류의 수요환기를 위하여서는 소비자 지향의 다양화된 매력적인 직물의 공급체제를 조성하는 것이 중요한 과제이며 이를 위해 빼놓을 수 없는 기술이 직물설계이다. 따라서 여기서는 다음 각 항목에 대해 해설하여 실용화에 도움을 주고자 한다.

2. 직물설계의 목적

직편물의 상품개발은 상품의 다양화시대에서의 시장수요에 대응하기 위하여 적극적인 자세로 해야만 한다. 그러나 현장의 일상업무에서는 어려움을 해결하기 위해 현재 갖고 있는 실을 사용, 무언가 눈앞의 수요만을 지향한 직물설계가 강요되어지고 있는 경우가 오히려 많다. 또한 높은 이상을 걸기 보다는 현장의 임시 변통적인 제조로 일상업무를 처리하는 예가 많다.

그러나 의류의 생산이 과잉되어 있는 현재, 구매의욕을 환기시키기 위해서는 소비자가 기호로 하고 있는 직물의 상품개발이야말로 가장 중요한 과제이다. 이러한 상품개발의 출발점이 되는 직물설계는 표1과 같이 각종 직물의 개발요인을 조합하여 행해야만 한다. 그리고 용도에 적합한 실용기능과 심미성을 갖춰 현재 갖고 있는 기계설비를 사용하여 양산할 수 있는 직물제조법

을 설정하는 것이다.

<표 1> 직물개발 요인표

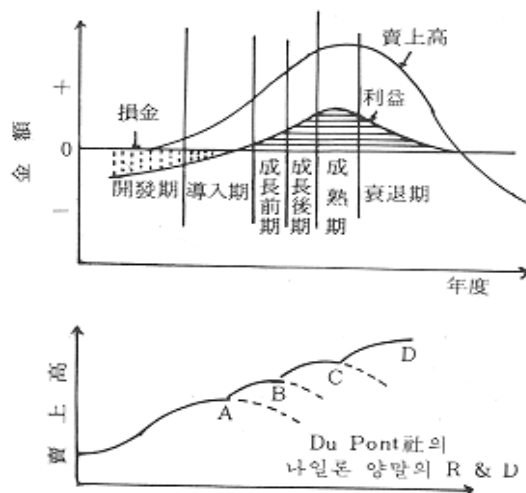
織物特性		실의構造	織物規格設計	製織工程	染色工程
表面外觀	色調	異染色系, 混織, 交燃	이온可染色系, 易染色系, 레귤러(regular)糸의 組合	줄무늬, 세크무늬배열, 삼브레이交織交燃	2色, 3色染, 多色染效果
	光澤		斷面形狀多葉化系, 扁平化系, 브라이트(bright)糸, 슈퍼브라이트(super bright)糸, 原着系	"	"
	表面形態 잔털	잔털糸, 루프糸, 슬립糸, 뱀糸, 交絡糸	잔털糸, 루프糸, 毛糸, 슬립糸, 뱀糸, 混織糸	撚數增加, 製織張力低下, 表面加糊	起毛加工
	表面凹凸	토크力, 卷縮形態	異熱收縮系, 異拖縮數, 組織異데니어糸, 撚數의 組合	原糸와 組織을 組合하여 製織張力의 增減	relax 주름세움 條件
테(handle)	부풀음	卷縮數, 堅牢度	異熱收縮系, 異拖縮數, 組織異데니어糸, 撚數의 組合	"	"
	촉촉함	잔털 μs	잔털 凹凸미끄러움 원지량	"	起毛條件, 柔軟加工
	매끈함	熱融着	撚數, 拖縮數, 熱融着, 데니어	"	硬加工劑
消費性能	強力, 耐摩耗, 引張	高重合度폴리머			減量加工條件
	抗필링, 스내그(snag)	低重合度폴리머	織物組織의 緻密化, 極細데니어糸, 低重合度 폴리에스터		抗필링, 스내그樹脂加工
	通氣, 吸濕		織物組織의 緻密化, 拖縮數의 增加, 親水性纖維		加工條件
	防皺		異데니어混織, 交燃, 織物組織疎開化	製織張力低下	리렉스幅×%增加, 加工세트溫度增加
	洗濯, 치수安定 W & W		織物組織	製織張力低下	加工세트溫度增加

또한 품질설계나 직물의 상품개발에서와 같이 내외의 정보를 반영시켜 상품에 대한 가설계와 시작을 하고 시작품의 시봉 및 시착을 하여 일부 손질을 한 후 본 설계를 함으로써 양산할 수 있는 제조조건을 설정한다. 다음에 실, 직물, 염색가공의 전공정을 통하여 종합적인 원가계산을 하여 경제성을 평가한다.

따라서 직물설계기술자가 갖추어야 될 자질은 직물의 용도, 요구성능, 설계목표를 충분히 인식하고 또한 실용제조기술의 요점으로부터 직물물성에 이르기까지 폭 넓은 지식과 이해를 갖는 것이다.

종래부터 섬유기술은 기계설비가 중점지향되어 왔으며 상품의 설계기술은 기업에서 빼놓을 수 없음에도 불구하고 특수기능 내지는 등한시 되어 왔다. 따라서 컴퓨터업계에서의 소프트웨어기술의 충실이 요구됨과 같이 섬유기술에서도 직물설계기술을 확립하여 자유로이 구사할 수 있는 체제를 만드는 것이 가장 급한 과제이다. 다음에 직물설계의 수법 및 평가법에 대해 기술한다.

3. 직물의 상품개발 추진방법



<그림 1> 나일론의 라이프 사이클

- A: 착용비용의 감소(스토킹)
- B: 칼라 디자인(다양화, 팬티스토킹화)
- C: 착용층의 확대(주니어시장 개척)
- D: 타이어, 카펫(다른 분야에의 전개)

잘 알려져 있는 나일론 스타킹의 라이프 사이클의 예(그림1)에서도 알 수

있듯이 어떠한 획기적인 기능성을 갖춘 상품일지라도 장기간에 걸친 수요유지는 불가능하다. 따라서 시장개척을 위한 수정이 뒤따라야만 한다. 그리고 경합시장과 자사제품의 라이프 사이클을 염두에 두고 현행 상품의 소비성능과 심미성의 개선추구를 도모하여 유행에 밀착한 개발이 필요하다. 그러기 위하여는 다음 방법이 효과적이라고 생각된다.

가. 독창적 개발

무로부터 유를 낳는 것이 아니라 목적달성을 위하여 각종 원리의 응용에로부터 유추하여 이루어 놓는 것이다. 그리고 힌트를 자연현상이나 생물의 본능작용기구 등으로부터 얻어 내어 다변량해석법 등의 통계처리 등을 거쳐 종합적으로 처리한다.

독창성 개발수법에 대해서는 등가변환론, KJ법(발상법), NM법(감의 구조), 역전의 발상 등의 책을 참고하기 바란다.

이들의 사고방법은 단순기존기술의 조합이나 1차 정보의 정리를 통해 새로운 분야의 사상전이 및 전개, 더욱이 타 분야의 현상 및 기구에 착안하는 것 등 어떻게 사고를 정리하여 발전시키는가 등의 수법을 소개하고 있다.

나. 아이디어의 정리평가

상기의 독창적 개발검토법을 확인한 다음 많은 아이디어를 일람표로 작성하여 기술성, 경제성, 시장성, 기타 필요한 요인을 포함하여 정리한다.

그래서 이들을 종합평가하여 방침을 결정한다.

다. 기술도입

섬유제품에서 기술성을 평가할 때는 특성의 개조능력증대 및 감각능력의

확장에 대한 항목에 착안해야 하며 또한 새로운 감각의 상품을 제조하기 위해서는 신소재 개질소재, 신공정 등을 적용해야 한다.

또한 한편으로 특허기술을 검토할 경우에는 관련검색수단을 통하여 검토할 필요가 있다.

특허기술성의 유무 및 저촉가능성의 유무, 상지기술 또는 단순한 노하우 정도 등도 판단한다. 특허에 저촉되는 경우는 회피대책을 검토 연구개발할 것인가, 실시허락을 받을 수 있는 계약인가, 시기와 소요비용 등을 감안한 포괄적인 경제성을 검토하여 결정할 필요가 있다. 이때에 해당기술의 문제를 예측하는 것도 바람직하다.

라. 상품화 단계의 평가

우선 개발상품을 시판하여 각종 문제점을 유출하여 해결을 도모한다. 그리하여 스케일 업(scale up) 시점의 생산공정상의 문제 및 효율 파악, 그리고 판매시에 타사제품과 경합을 회피할 수 있는가, 판매루트의 설정은 어떠한가 등을 검토하여 양산 시판 시작할 때에 대비하는 것이 바람직하다.

마. 원가계산

개발상품의 원가는 원료비 및 제조비로 구성된다. 이의 산정기초에는 생산수량 및 기간을 고려해야 한다. 판매가격도 초기판매량 및 양산생산할 때의 두 제조가격을 구하고 경합제품의 판매가격과 대비하여 판매정책을 세워서 다방면으로 결정해야 한다.

4. 직물설계의 요인

직물을 설계할 경우에는 용도에 기초한 기능성, 태(handle), 심미성 등의 요

인에 착안해야 한다.

가. 기능설계

요구되는 강신도, 항필링성, W&W성, 주름(pleat)보지성, 치수안정성, 방추성, 난연성, 보온성, 통기성, 전열성, 흡습성, 흡수성, 전기절연성, 내수성, 내열성, 내약품성(산, 알칼리), 신축성, 방염성, 내균성 등의 요구성능을 충분히 만족시킬 수 있도록 한 다음 항목을 가미하여 직물을 설계한다.

- 1) 원사의 섬유집합사태와 직물구조의 상승효과
- 2) 염색가공공정에 의한 섬유집합상태의 변화
- 3) 각 제조공정(실, 직물, 염색의 각 공정)에서의 동일 섬유집합 구조체의 재현화

나. 태의 설계

직물수요의 고급화와 더불어 직물의 관능특성 즉, 시각적 및 촉각적인 요인이 중시되게 되었다. 전자는 색, 무늬, 광택 등의 특성이고, 후자는 촉감 즉 뽀뽀함, 팽팽함, 유연함, 부드러움, 두께 등이 이에 속한다. 이들의 특성은 고급직물에서 빼놓을 수 없는 것들이며 소비자의 요구가 강하고 또한 유통 단계에서 판매장점(sales merit)으로 강조되고 있다. 그러나 이들의 관능태는 시간, 장소, 분위기(온습도 등 기상조건과 인간의 정서안정성) 등에 의해 달라지기 쉽다. 이 결점을 보완하기 위한 시도로서 Livesey Owen 등의 개념을 마쓰오(松尾) 등이 발전시켰다. 관능태의 용어(생태: 우리들이 느끼는 태)를 기본역학적인 특성(태의 물리량)으로 변환하여 계측하고, 이것을 감각치 대신에 대비하는 방법이다. 가와바타(川端)도 이것과 동일한 개념의 수법으로 모직물의 태를 주체로 다변량해석하여 발전시키고 있는데, 해석만이 아니라 이

것을 직물설계에 반영시킬 수 있으면 좋겠다.

이 기본역학특성의 계측을 직물설계 효과의 확인과 설계를 수정할 때의 자료로 사용하면 정확한 태의 직물을 설계하는 데 효율화를 기할 수 있다.

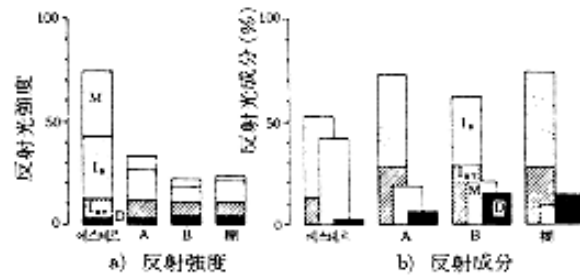
다. 심미설계

소비자의 관점에서 직물을 병택할 때 또 다른 한 가지는 시각적인 요인이다. 즉 색채, 모양 등의 성분과 직물본래의 표면조직으로부터 나타나는 결의 섬세함과 광택 등에 의한 광택성분이다. 이들이 직물의 구매요인이 된다. 또한 직물의 드레이프성과 같이 기본역학특성-전단모멘트의 구매에 관련된 수치로 어느 정도 판별가능한 것도 있다.

따라서 패션성이 있는 고급직물을 설계할 때는 심미성 및 시각관정을 가미해야만 한다. 이것은 개성적이므로 일원화하기 어렵다. 한편 광택 및 드레이프 등은 물리량으로 취급되고 있다. 실크 또는 합섬의 심미성 특히, 실크와 같은 광택의 양적 또는 질적인 광택을 평가하여 동일한 조직의 견직물과 비교한다. 직물의 조직, 밀도, 실을 구성하고 있는 단섬유의 단면형태, 단섬유의 섬도, 백도, 연수, 연방향 등을 검토하여 목표치에 접근시켰다.

그림 2는 편광법에 의한 8매 주자의 반사광 강도 및 성분으로서 a) 섬유표면전반사광 I_{RT} , b) 내부투과광 I_R , c) 섬유표면 1차반사광 M , d) 섬유표면 확산광 D 등을 나타낸다. 이들은 섬유구조에서 생기는 반사광의 각 요인별 강도와 비율로 실키 각(silky) 섬유의 특징을 정확히 알 수 있다.

실키섬유 A는 내부투과광 성분의 비율이 견에 가깝고, 실키섬유 B는 반사광 강도가 견에 가깝다. 육안으로는 실키섬유 B가 견에 더 가까운 것으로 판정된다.



<그림 2> 8매주자의 반사광 강도 및 성분

섬도를 1데니어 정도로 하여 견에 가깝게 경위사를 추연하여 밀도가 많은 평직과 같이 직물의 표면조직(texture)을 미세화하면 견과의 차이를 식별할 수 없게 된다.

광택계측법에서는 비교광택도 $G_{\alpha}(\alpha=60^{\circ})$, 3차원광택도 $\rho G_{\gamma}(\alpha=\beta=60^{\circ}, \gamma=45^{\circ})$, 반치폭광택도 $G_H(\alpha=\beta=60^{\circ}, \gamma=45^{\circ})$, Jeffries 광택도 $G_J(\alpha=40^{\circ}, \beta=-75^{\circ})$, 두미광택도 L_m 등의 모두가 직물 표면조직상태의 영향을 받기 어렵고, 입사광이 비치는 부분에 따라 반사광이 크게 달라지기 때문에 적당하지 못하다. 따라서 질적인 광택을 판정하는 데는 편광법이 좋다.

5. 직물의 조직도와 제직도

직물을 설계할 때는 용도 및 사용목적에 접근시킬 수 있는 대세를 결정하는 것이 직물조직의 병택이다. 직물조직은 경위사가 교차되는 상태를 나타내는 것이기 때문에 평직은 극히 조직이 치밀하고 얇은 직물로 뽀뽀한 기가 있는 직물에 적합하다.

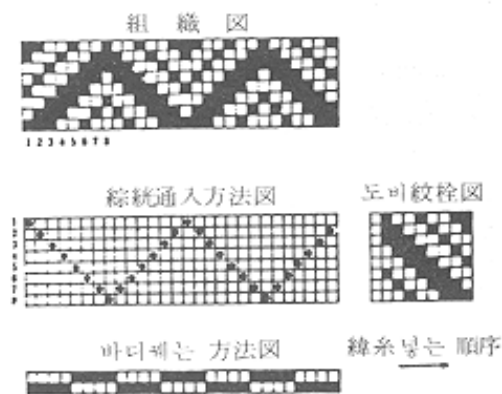
능직은 평직보다 밀도가 많더라도 유연하기 때문에 두꺼운 직물에 적합하다. 주자직은 경사 또는 위사 중 어느 한쪽이 직물표면에 떠 정렬되기 때문에 밀도를 더욱 많게 하면 광택이 좋은 보다 유연한 직물을 얻을 수 있다.

이러한 점을 염두에 두고 직물의 조직을 병택하여 설계를 하여야 한다.

그리하여 제직준비과정 즉, 통경을 하고 또는 직기에 통경된 빔을 거는 작업요령을 결정한다.

가. 제직도

제직도를 그림3에 나타냈다. 이것은 조직도를 기준으로 하여 종광도입순서, 바디꺾는 방법, 도비와 자카드의 개구장치인 문전(peg) 심는 방법 또는 페퍼카드 이용의 경우에는 천공(punching)순서 등의 상호관계를 동일도에 나타낸 것이다.



<그림 3> 출형조직(herringbone twill)

1) 조직도

출형(herringbone twill) 조직도에서 좌단의 경사로부터 1, 2, 3, 4 . . . 14와 같이 번호를 매긴다. 또 위사는 위사 넣는 순서를 조직도의 아래로부터 위로 ① ② ③ . . . ⑧과 같이 번호를 매긴다. 즉 경사 14올, 위사 8올이 이 직물의 일완적조직(1 repeat)이 된다.

2) 종광통입 방법도

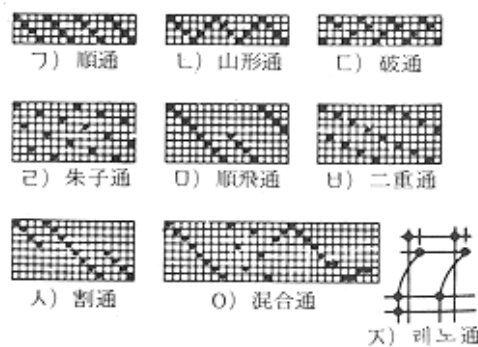
종광통입 방법도는 섹션페퍼(Section Paper)의 가로열(행)이 종광 1매를 나타

내고 위로부터 순서대로 1~8까지가 각 종광의 번호를 나타낸다.

이 예에서 종광의 통입방법은 조직도의 경사 1을 즉, 1(이후부터 경사 1, 2라 부른다)은 종광의 1매째 즉, 종광 1로 통과시킨다. 다음에 경사 2는 종광 2에, 경사 3은 종광 3과 같이 하여 계속 경사 8은 종광 8에 통과시킨다. 다음에 경사 9는 종광 7, 경사 10은 종광 6과 같이 하여 계속 경사는 14까지 종광번호는 5~1까지 통과시키면 경사의 번호가 커짐과 반대로 종광의 번호가 작아진다. 따라서 경사 8을 대칭축으로 하여 종광통입 방법은 V형을 나타내게 된다. 이것은 종광 1에는 경사 1 및 14, 종광 2에는 2 및 13과 같이, 이하 동일한 방법으로 그 반복(repeat) 횟수배의 경사 올수가 통과되어져 있으나 종광 8만은 경사 8의 반복횟수배의 경사 올수 밖에 통과되어 있지 않다.

종광의 통입 순서는 종광궤는 순서로도 말하며 그림4와 같이 순통, 출형통, 파통, 주자통, 순비통, 이중통, 할통, 혼합통 등이 있다.

레노직물을 위해서는 레노통을 이용한다.



<그림 4> 종광통입 방법도

3) 바디궤는 방법

바디궤는 그림에서 조직도의 경사 1, 2, 3 · · · 14에 대응하는 위치의 1 색

선은 그 대응하는 경사 각 1을 나타내고 있다. 그리고 겹쳐 칠해져 가로로 1열로 연속하고 있는 색선은 동일 바디살 틈사이에 동시에 끼워져 있는 을 수를 나타내고 있다. 이 열에서는 바디에 4을 통과하고 있으며 종광 순서에 대응하는 경사, 예를 들면 1~4 또는 5~8까지가 동일 바디살에 끼워져 있는 것을 나타낸다. 바디살에 꿰는 을 수는 그림5와 같이 바디살에 1을, 2을, 3을, 4을 2, 3, 4을 및 바디살 2을 비우고 꿰는 등의 방법이 있으며 이것은 직물의 종류, 직물의 밀도, 경사의 종류, 경사의 가호상태, 직물의 축감등에 따라 병행해야 한다. 직물면상에 레노직과 유사한 조직을 만들기 위하여 그림5와 같이 바디살 2을 비웠으며 그곳에는 경사를 끼우지 않았다. 또 그밖에 바디살 1에 n을 끼우고 또한 바디살 1당 2을과 3을, 2을과 4을 등의 난통, 그리고 바디살 1에 n을 끼우고 m살을 비우는 (즉 경사를 끼우지 않는 바디살을 n을 끼우는 중에 m살을 비운다)것 등도 있다.



<그림 5> 바디살 꿰는 을 수

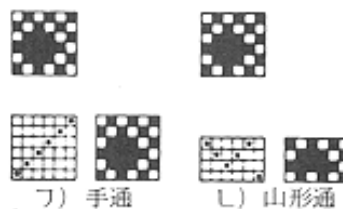
4) 도비문전도

그림3과 같이 도비문전도는 가로열이 문판(lag)을 나타내고 위로부터 순서에 따라 1, 2, . . . 8, 세로열은 좌로부터 우로 향하여 조직도의 위사 넣는 순과 합치시켜 ① ② ③ . . . ⑧의 번호를 매긴다. 즉 문전도에서는 조직도의 위사 넣는 순 ①의 경사 1은 경사 위에 떠있는 조직상태이기 때문에 종광 1을 개구시키도록 하여 도비 문전도에서 문판 1에 문전을 심는 것을 나

타낸다. 그리하여 위사 넣는 순 ①에서는 동시에 경사 2, 3, 6, 10, 13, 14가 개구하도록 되어 있다. 따라서 도비문전도의 종광순서 2, 3, 6에도 문전을 심는다. 위사 넣는 순 ②에서는 종광순서 2, 3, 4, 7에 문전을 심는다. 동시에 위사 넣는 순 ③에서는 종광순서 3, 4, 5, 8, 위사 넣는 순 ④에서는 종광순서, 1, 4, 5, 6, 위사 넣는 순 ⑧에서는 종광순서, 1, 2, 5, 8의 각 문전을 심는 것을 나타낸다.

이 제작도에서는 출형통을 사용하고 있기 때문에 순통과 같이 문전도는 조직도를 꼭 90° 만큼 우회전시킨 것과 같다. 또한 경사 9~14는 종광통입 방법을 출형통으로 하였기 때문에 종광 1~8을 사용할 수 있어 사용 종광매수를 절약할 수 있다.

또한 그림6과 같이 동일조직이라 하더라도 종광통입 순서를 다르게 하면 문전도가 달라지며, 페퍼 카드의 편칭 역시 마찬가지다.



<그림 6> 도비문전도

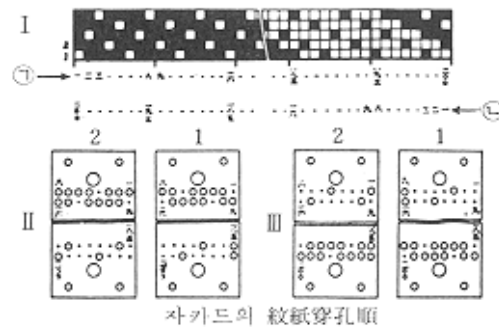
5) 자카드의 문지천공순

자카드 개구장치의 개구수(종광개구 지시의 자유도, 즉 동시에 종광의 개구를 지시할 수 있는 종류수의 것)와 통사의 매는 법, 모양의 대칭성, 비대칭성, 파조(leash)의 유무를 고려하여 종광의 전후배열을 결정한다.

자카드용 조직도 읽는 법을 그림7에 나타냈다. I 은 의장도이고 □二三 · · · 은 견침(경침)의 번호, II는 의장도를 좌로부터 우(㉠)로 읽는 경우의 문

천법, Ⅲ은 의장도를 우로부터 좌(㉠)로 읽는 경우의 문천도이다.

Ⅱ, Ⅲ의 그림에서 1, 2는 각각 의장도 Ⅰ의 가로부분 1, 2에 대응하는 문지로서 의장도의 조직점을 문지에 가로 1부분부터 문지 1매당 천공한 것이다.



<그림 7> 자카드의 문지천공순

문지문공의 번호순(一, 二, 三 . . . 등)은 견침 번호 즉, 실린더 구멍의 번호순과 같다. 실린더가 직수의 좌측에 있으면 문지의 우측상단구석의 구멍이 최초의 번호가 되며, 좌측 상단구석의 구멍이 마지막 번호가 된다. 그리고 문지는 우로부터 좌로 번호순으로 정렬하여 제작한다.

그리고 직물의 표면을 밑으로 하여 제작하는 경우에 다 제작된 직물의 표면무늬모양의 방향을 의장도대로 나타내려면 우측에서는 Ⅱ와 같이 의장지를 좌에서 우로 읽어 천공한 문지를 사용하면 된다. 또한 좌측에서는 Ⅲ과 같이 우에서 좌로 읽어 문천한 문지를 사용한다. 이때에 문자와 같이 방향이 정해져 있는 무늬에서는 특히 주의를 해야 한다.

또한 위 2종조직 및 그 이상의 다층조직의 경우는 표면에 위사 다음은 이면에 위사와 같이 하여 위사를 넣을 때 마다 문지를 천공한다. 더욱 상세한 것은 자카드의 제작에 관한 서적을 참고하기 바란다.

6. 직물설계와 제직한계

직물을 설계할 때에는 특히 직물의 기하구조를 고려하여 제직한계치와 설계할 직물의 특성치와의 상관관계를 충분히 알아두어야 한다. 이것을 무시하면 사용목적에 부적당할 뿐만 아니라 제직성을 조해하고 상태도 나쁘게 된다.

가. 직물의 기하학적 구조개념

그림8에 평직물에 대한 기하학적인 구조모델(F. T. Peirce의 크럼프이론의 설명도)을 나타냈다.

F. T. Peirce는 이 기하학적인 구조모델을 기초로 하여 직물의 경사와 위사의 직축률과 커버팩터(cover factor)와의 관계를 단순화하여 취급하였다. 이것을 더욱 발전시켜 실용화시킨 편리한 보고도 있다.

F. T. Peirce의 평직물에 대한 기하학적인 구조모델에서는 직물을 구성하고 있는 실은 휘어지기 쉽지만 늘어나기 어렵고 길이에 따라서 직경이 균일한 원형단면의 실린더라고 판정하여 경사에는 w , 위사에는 f 의 첨자를 붙인다.

그림8로부터 다음과 같은 관계식이 성립된다.

$$h_w = P_F \sqrt{2C_w} \quad (\text{성글은 구조인 경우})$$

$$h_w = 4/3 \cdot P_F \sqrt{C_w} \quad (\text{실용적이고 광범위})$$

$$\text{조직의 조밀(잼구조): } \theta_w = L_w / D_T$$

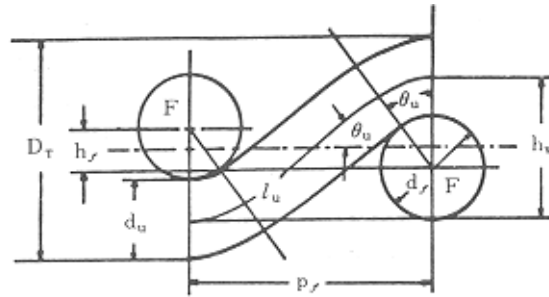
$$\text{경사, 위사 모두 잼구조 : } \theta_F = L_F / D_T$$

가 된다. 따라서

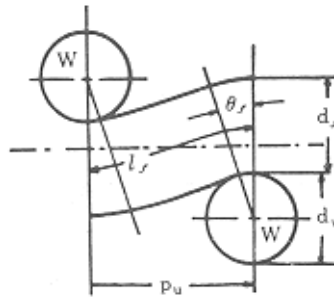
$$\sqrt{1 - (P_w / D_T)^2} + \sqrt{1 - (P_F / D_T)^2} = 1$$

이것이 잼(Jam)구조직물의 조건식이 된다.

이 식으로부터 직축률을 변수(parameter)로 하여 파고 h/D 와 사간거리 P/D 의 관계를 나타낸 것이 그림9이다. 이 그림에서 좌측편의 경계선이 직물구조에서의 사간 간격이 없어진 잦구조의 영역이다.

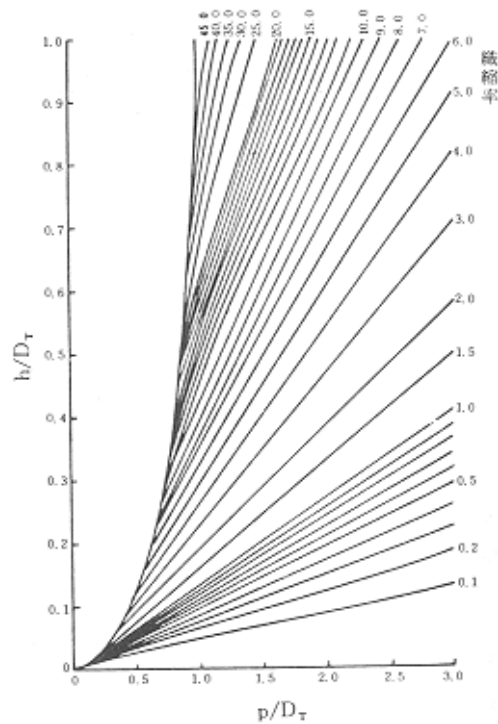


a) 纜索斷面의 經糸緯 構造



<그림 8> 평직물의 기하학적 구조의 모델

- d_W : 경사의 직경 d_F : 위사의 직경
- P_W : 경사간의 거리 P_F : 위사간의 거리
- h_W = 경사축 곡선의 포면중심부터 최대변위(파고, wave height)
- θ_W = 포의 중심면에 대하여 이루어진 경사축의 최대경각
- θ_F = 포의 중심면에 대하여 이루어진 위사축의 최대경각
- L_W = 인접하는 교차사간(위사간)의 경사축의 길이
- L_F = 인접하는 교차사간(경사간)의 위사축의 길이
- C_W = 경사의 크림프 %(h_W 산출식에 사용)
- C_F = 위사의 크림프 %(h_W 산출식에 사용)
- $D_T = d_W + d_F$, 모든 길이의 요소는 이 D_T 를 기준으로 함
- W = 경사의 단면을 나타냄
- F = 위사의 단면을 나타냄



<그림 9> 사축곡선의 파고 h/D_T 와 사간의 거리 P/D_T 의 관계

P : 경사간 또는 위사간의 거리

$DT : dw + dF$

h : 경사축 또는 위사축 선의 포면중심부터의 최대변위(파고)

그런데 실제 직물구조내의 경사와 위사는 직물밀도의 많고 적음, 실 자체 탄성률의 크고 작음에 의해 편평화하고 있다. 이에 대해서는 Kemp가 실의 단면을 레이스 트랙(race track)과 유사한 형상으로 간주하여 취급하였다.

나. 제작한계의 고찰

1) 실의 직경

직물을 구성하고 있는 실의 단면을 원형으로 간주하여 방적사일 경우에 변수를 S 라하면 실의 직경은 $d=k\sqrt{S}$ 가 되며 이때 k 는 실의 비중 및 변수의 종류를 결정하는 표준중량 및 표준장의 결정방법에 따라 달라지게 된다.

면사에서는 $k=0.0358\text{in}=1/28\text{in}$ 가 된다.

2) 직물의 커버팩터

경사 또는 위사가 단위장(예를 들면 in) 사이에서 직물의 표면을 커버하는 비율을 커버팩터라 한다. 구성하고 있는 실의 변수를 S, inch간 실의 밀도를 T라 하면 커버팩터 $K=T/\sqrt{S}$ 가 된다.

이것은 inch사이에 실의 투영면적이 점하는 비율로 생각해도 좋다.

이 개념에 의하면 실의 변수가 다른 경우에 단순히 실의 밀도에 대한 비교뿐만이 아니라 조직의 조밀상태도 알 수 있다.

그림8에서 d_w/P_w 또는 d_F/P_F (w는 경사, F는 위사와 관계하고 있는 것을 나타내고 이하는 여기에 준한다. 여기에서 d_w 는 경사의 직경, P_w 는 인접하고 있는 2올의 경사중심 사이의 거리를 나타낸다)를 실제의 커버팩터라고 할 때도 있다.

또한 경사와 위사를 동시에 생각할 때에는 직물의 커버팩터를 K_c 라 하며

$K_c = K_w + K_F - k \cdot K_w \cdot K_F$ 가 된다(여기에서 $k=1/28\text{in}$).

<표 2> 실의 외관 직경 환산식

方 式	Ashenhurst의 式	經 驗 式	比重(S) 변수(N) 直徑(d)
변수法 糸의直徑式	$d = 1 / \sqrt{\text{重量 1 lb 中のyd數} - K}$	$d = 1 / K \sqrt{\text{변수}}$	$Nd^2 S = K$
共 通 式	K	K	K
綿 糸 (英式)	7%	26.8	0.01274
絹 紡 糸 (英式)	10%	27.2	0.00752
梳 毛 糸 (英式)	10%	21.3	0.01128
紡 毛 糸 (요크식)	15%	13.5	0.02468
麻 糸 (英式)	10%	16.0	0.02107
데니어식 (生糸)	4%	$d = \sqrt{\text{데니어}} / 2023$	$d^2 S = 0.000001415D$
데니어식 (나일론)	-	$d = \sqrt{\text{데니어}} / 1870$	-
데니어식 (레이온)	-	$d = \sqrt{\text{데니어}} / 2140$	-

S가 면변수일 때에는 경사 또는 위사가 인접하고 있는 실에 밀착되어 있

는 잼직물의 K_w , K_F , K_c 는 모두 28이 된다. 이것은 소재에 의해 표2와 같이 실의 외관상이 비중 및 직경이 다르면 수치가 다르게 된다. 이것을 염두에 두고 직물의 밀도를 취급하는 것이 좋다.

3) 실의 변수비

$$\beta = d_F/d_w = \sqrt{S_w/S_F}$$

을 실의 변수비라 하며 잼직물에서는

$$K_w = 1/P_w \sqrt{S_w} = 28d_w/P_w = \{28/(1+\beta)\}P_w/D_T$$

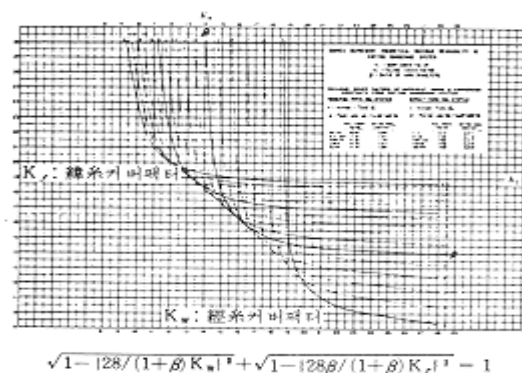
$$K_F = 1/P_F \sqrt{S_F} = \{28\beta/(1+\beta)\}P_F/D_T$$

따라서

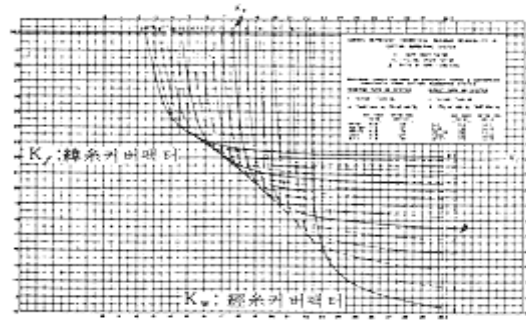
$$\sqrt{1 - \{28/(1+\beta)K_w\}^2} + \sqrt{1 - \{28\beta/(1+\beta)K_F\}^2} = 1$$

이것이 잼구조의 조건이며 이것을 플롯 시킨 것이 그림9의 좌단경계선이다. 각각 가로 및 세로의 좌표축에 경위사의 변수비 β 를 변수로 하여 이 잼직물의 K_w , K_F 를 플롯한 것이 제작한계의 커버팩터이다.

이 값은 Love가 작성한 면평직물, 면 3매직물, 면 4매직물, 면 4매 옥스퍼드직물, 면 5매주자직물 등의 제작한계도[그림10, 그림11, 그림12의 a, b 및 그림13 등]을 사용하여 간단히 구할 수 있다.

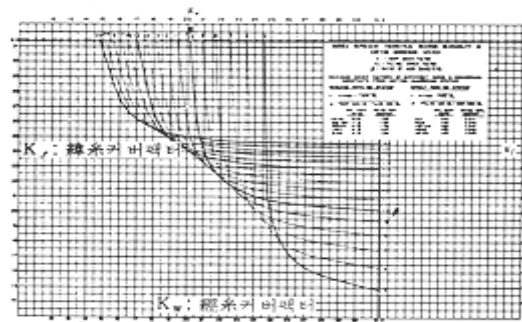


<그림 10> 면평직물의 β 와 커버팩터에 의한 제작성 한계도



$$\sqrt{1 - \left[\frac{M \left(\frac{30.2}{K_w} - 1 \right) + 1.08}{1.08(1+\beta)} \right]^2} + \sqrt{1 - \left[\frac{M \left(\frac{30.2}{K_r} - 1 \right) + 1.08}{1.08(1+\beta)} \right]^2} = 1$$

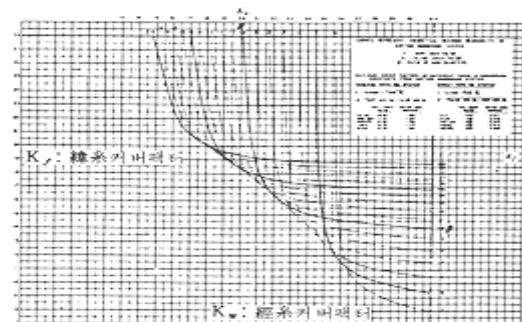
<그림 11> 면 3매 중광능직물의 β 와 커버팩터에 의한 제직한계도



$$\sqrt{1 - (P_w/D_r)^2} + \sqrt{1 - (P_r/D_r)^2} = 1$$

$$\frac{P_1}{D} = \frac{M \left(\frac{31.4}{K_w} - 1 \right) + 1.12}{1.12(1+\beta)} \quad \frac{P_2}{D} = \frac{\left[M \left(\frac{31.4}{K_r} - 1 \right) + 1.12 \right] \beta}{1.12(1+\beta)}$$

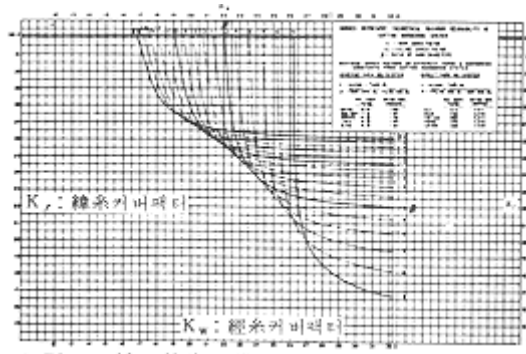
<그림 12.a> 면 4매 중광능직물의 β 와 커버팩터에 의한 제직한계도
(윗식을 그래프화한 것)



$$\sqrt{1 - (P_w/D_r)^2} + \sqrt{1 - (P_r/D_r)^2} = 1$$

$$\frac{P_1}{D} = \frac{M \left(\frac{32.2}{K_w} - 1 \right) + 1.15}{1.15(1+\beta)} \quad \frac{P_2}{D} = \frac{\left[M \left(\frac{32.2}{K_r} - 1 \right) + 1.15 \right] \beta}{1.15}$$

<그림 12.b> 면 옥스퍼드직물의 β 와 커버팩터에 의한 제직한계도



<그림 13> 면 5매 주사직물의 β 와 커팩터에 의한 제직한계도

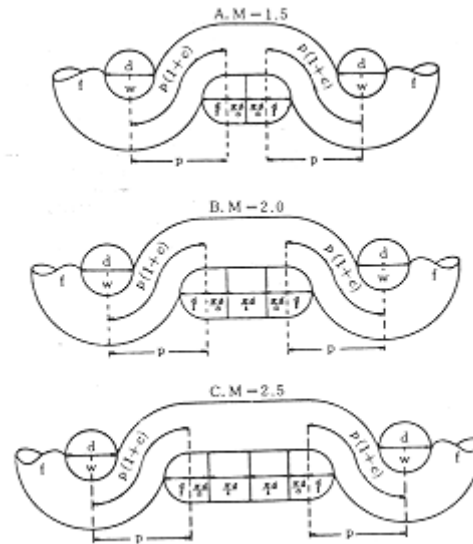
다. 직물의 조직과 제직한계

앞에서 설명한 각 직물조직에 따른 제직한계의 그래프 즉, 그림10~13은 모두 세로축에 위사의 커팩터 K_F , 가로축에 경사의 커팩터 K_w , 경위사의 직경비 $\beta = (d_F/d_w) (= \sqrt{S_w/S_F})$ 의 각 곡선위에 각 변수비율로 구성되어 있는 해당조직의 직물에 대한 제직한계치를 나타냈다. 이 값은 면사를 모델로 하여 작성하였기 때문에 섬유소재가 다르거나 또는 필라멘트직물인 경우에는 표2에 있는 변수 환산계수를 사용하면 편리하다. 그리고 이것은 실을 동일 원통형의 구조로 하고 또한 실의 구부러짐이나, 경사와 위사의 사이나, 각각의 실끼리의 교차 및 마손 등에 의한 변형이나 이그러짐이 없다고 가정하여 산출한 값이다.

단지 능직과 주사직에서는 그림14와 같이 떠있는 실 밑의 실은 찌그러져 있다고 가정하고 있다. 따라서 그림11등에서 각 β 값의 커팩터곡선으로부터 아래 좌측에 K값이 위치하면 어느 경우라도 직물의 기하구조적인 여유가 있어 제직한계에 달하였다고 말할 수 없다.

따라서 설계하고 있는 직물의 커팩터가 제직한계에 있는지 어떠한지를 알려면 이들의 제직한계도를 사용하여 검토하면 편리하다. 표3은 각종 면직

물의 커버팩터의 일례를 나타낸 것이며 이들의 직물은 모두 제직한계내에 있다.



<그림 14> 떠있는 실 밑에 실의 찌그러진 모양

<표 3> 각종 면직물의 커버팩터

織 物 的 名 称	d	β	K_w	K_F	織 物 的 名 称	d	β	K_w	K_F
Casement	6.8	1.25	9.1	14.1	Ponge	4.6	1.00	9.3	9.3
Voile	5.1	1.00	8.2	8.2	Ponge	5.8	0.93	9.4	8.8
Tussar	6.0	0.97	17.3	17.5	Cretonne	7.2	1.58	14.0	11.4
Mull	4.6	1.00	8.3	8.3	Cretonne	7.2	1.25	18.0	11.0
Lawn	6.0	0.97	12.0	11.7	Mexicans	9.0	0.89	13.0	11.6
Muslin	4.0	1.00	5.4	5.4	Tent duck	9.9	1.05	13.7	14.4
Muslin	3.6	1.00	9.6	8.4	Net duck	18.0	0.67	22.0	9.7
T cloth	9.0	1.00	10.0	10.0	Domestic	8.5	0.71	13.2	9.3
T cloth	8.1	1.00	12.5	12.5	Domestic	7.4	0.78	13.1	10.1
Lawn cloth	6.0	0.97	12.0	11.7	Baffs	9.0	0.89	14.0	15.2
Cheese cloth	5.7	1.05	8.2	7.3	Baffs	8.1	0.79	12.5	12.0
Organdie	4.6	1.00	9.8	8.8	Batiste	5.7	0.93	8.5	7.1
Cambric	4.6	1.09	11.6	12.7	Batiste	5.1	1.00	13.6	13.9
Cambric	4.6	1.00	12.9	15.6	Moreen	10.4	0.56	12.7	12.7
Shirting	6.4	0.80	11.3	9.1	Down proof	4.9	1.00	17.0	18.5
Poplin	6.1	1.08	22.0	5.5	Imitation repp	7.4	1.41	12.3	13.3
Poplin	6.1	1.08	21.1	10.2	Filter cloth	4.3	1.00	14.1	14.1
Broad cloth	6.0	1.00	21.0	10.8	Typewriter ribbons	4.02	0.87	16.0	15.5
Ponge	6.2	1.03	10.3	10.6					

注: 1) 直径d의 單位는 0.001in=1mils 2) β 는 經糸 및 緯糸의 變수比의 제품군

3) K_w , K_F 는 經, 緯의 커버팩터

그러나 수년전에 젊은이들의 방한복으로부터 길거리에 입고 다니는 옷으로도 유행했던 다운웨어(Down wear)용의 직물과 컴퓨터리본클로드(Computer ribbon cloth)용의 직물 등은 조직이 극히 조밀한 것으로 비교적 얇은 직물이다.

이들의 요구성능을 알아내기 위해서는 제작한계의 부근이나 필요한 경우에는 다소 제작한계를 상회하는 커버팩터를 갖는 직물을 설계한다. 그리고 생산성면을 고려할 때에는 이 제작한계값을 적당히 밑돌게 해야만 된다. 또한 그림10~13에서와 같이 제작시 사용종광매수가 많으면 많을수록 제작한계값이 커진다. 다시 말하면 표4에 나타낸 최대커버팩터가 크게 된다. 이것은 직물의 기하구조내에 떠있는 실의 올수가 많은 조직에서는 1완전조직내에 경사 및 위사의 굵는횟수가 적기 때문이다. 또한 실을 구성하는 섬유소재의 종류에 따라 실의 비중이 다르기 때문에 실의 외관직경은 표2와 같이 된다. 또한 혼방일 경우에는 혼방섬유소재의 비율로부터 혼방사의 비중을 산출한다.

<표 4> 최대 커버팩터

恒 重 式			恒 長 式		
커버팩터 = $\frac{\text{인間실올수}}{\sqrt{\text{번수}}}$			커버팩터 = $\frac{\text{인間실올수} \cdot \sqrt{\text{데니어}}}{\text{번수}}$		
糸直徑比 $\beta = \frac{\sqrt{\text{經糸번수}}}{\sqrt{\text{緯糸번수}}}$			糸直徑比 $\beta = \frac{\sqrt{\text{緯糸번수}}}{\sqrt{\text{經糸번수}}}$		
織 維	最大커버팩터	綿換算率	織 維	最大커버팩터	綿換算率
綿	28.00	1.000	絹	2310	0.0121
紡 毛	17.10	1.637	나 일 론	2100	0.0133
폴리에스테르	26.30	1.070	폴리에스테르	2400	0.0117
梳 毛	22.00	1.227	레 이 온	2500	0.0112
유 리 싹 유	15.28	1.832	아 세 테 이 트	2330	0.0120
P / C 65 / 35	26.399	1.0606			