

섬유가공이라는 단어는 광의로 해석하면 방직, 제직, 편성, 가공사에서부터 염색, 가공에 이르기까지 섬유를 취급하는 가공의 전부가 포함된다. 그러나

일본에서는 방추, 방축, 방수, 방오, 방염 등 특수기능을 부여하기 위한 가공 뿐 아니라 코팅, 라미네이팅, 부직포, 합성피혁까지 포함하여 섬유가공이라고 표현하고 있다.

섬유가공에 포함되는 분야에 대해서 종래의 정리가공에서 최근의 응용가공까지 총괄적으로 나타낸 것이 <표 4.1>이다. 이와 같이 섬유의 가공분야는 다종다양하다. 그 가운데는 이론적, 기술적으로 확립된 것도 있고, 어느 정도 확립된 분야에서도 새로운 이론을 바탕으로 차츰 가공방법이 개발, 제안되고 있는 것 등 여러가지이다. 앞으로도 더한층 기술적으로도 깊이있는 지식이 요구될 것으로 생각된다.

4.1.2 섬유가공의 목적

직물에 심미적 또는 실제적인 효과를 부여하기 위하여 화학적, 물리적 처리가 더욱 중요하게 됨으로써 근대적인 염색공자에서는 염색가공분야를 분리하여 생각하는 것처럼 되고 있다. 염색은 섬유에 착색하는 것을 주목적으로 하지만, 가공에는 다음과 같이 대단히 광범위한 목적이 있다.

(1) 심미적인 성질, 예를 들면 촉감, 착용성, 광택 등의 개량, 이들의 성질은 섬유조성이나 직물구조를 통해서는 한계가 있기 때문에 가공에 의하지 않고는 충분히 효과를 달성할 수 없다.

(2) 직물을 구성하는 섬유 또는 직물의 조직이나 구조를 변화시켜서라도 얻고자 하는 특수한 실용적인 성질을 부여한다. 예를 들면 발수성, 방수성, 방오성, 봉합성을 향상시키는 섬유표면의 평활성의 개량이다.

(3) 가공의복의 “easy of care” 또는 “wash and wear”의 성질을 향상시킨다. 그 결과 세탁, 드라이클리닝, 아이롱이 쉽거나 아예 필요없게 된다.

(4) 마찰저항성, 내후성, 종류박테리아에 대한 저항성을 개선하여 의복의

내구성을 향상시킨다.

(5) 새로운 시장의 요구에 부응할 수 있기 때문에 현재의 식물 이용도를 증대시킬 수 있다.

면, 양모, 견, 마와 같은 천연섬유만이 이용되던 시대에서는 가공의 문제는 단순했으며, 한계가 있었다. 최근에는 합성섬유의 발달, 더욱이 면, 양모 등의 혼방기술이 진전되어 변화를 많이 준 직물의 성질이 요구되고 있다. 섬유제품의 최종성능을 미적 성질과 실용적 성질로 대별하면 <표 4.2>와 같다. 더욱이 의복에 사용되는 직물의 최소 성질에 대한 요구는 <표 4.3>과 같다. 이들 성질이 균형을 이뤄 적당한 촉감과 외관을 보지하는 데는 처리가공법과 섬유, 실, 직물의 조직구조를 철저히 이용할 필요가 있다.

<표 4.2> 섬유제품의 성능요구

1) 美的 外觀	}	外觀, 適合性, 順應性을 결정하는 實用的 性質
2) 取扱 容易		
3) 形態安定		
4) 物理的 要求		
5) 특별한 實用性에 대한 要求		
1) 美的 外觀의 保持	}	耐久性和 着用에 대한 抵抗을 결정하는 性質
2) 化學的 腐化腐壞에 대한 抵抗性		
3) 機械的 疲勞, 着用에 대한 抵抗性		
4) 最終強力 및 갑작스런 着用, 引裂에 대한 抵抗性		

<표 4.3> 직물의 성질에 대한 최소한의 요구항목

- 1) 치수安定性
- 2) 防皺性(乾 및 濕)
- 3) 주름의 保持性 (pleats의 保持 등)
- 4) 아이통질의 용이
- 5) 洗濯 및 乾燥後의 外觀

이상과 같이 섬유가공은 목적에 따라, 또한 가공효과에 따라 종류가 대단히 많으며, 기본적으로는 기존의 섬유 또는 직물에 대한 부가 가공인 것이다. 우수한 제품을 개발하기 위해서는 섬유 자체의 본질을 물리적, 화학적 양쪽으로 충분히 인식해야 하며, 특히 적절한 가공상태에서(예를 들면 섬유의 굵기, 직물조직, 가공전처리, 불순물제거 등) 합리적으로 가공해야만 된다.

4.1.3 가공방법의 종류

섬유가공은 물리적 가공법과 화학적 가공법의 2가지로 대별된다.

1) 물리적 가공법

섬유재료를 열적 또는 기계적 작용을 이용하여 가공하는 방법이다. 이 가공에는 옛날부터 일반적으로 사용되는 실린더 건조나 열풍병용 방식, 열풍에 의한 텐터(tenter)나 롤러식, 루프식, 석션드럼식, 노터치식, 적외선이나 과열증기를 이용하는 건조와 펠트, 부직포, 카펫 등의 처리에 사용되는 직열식 접촉건조 그리고, 캘린더, 프레스, 슈라이너(schreiner)에 의한 광내기(윤내기)(glazing 또는 lustering)가 있으며 또한 강제축포의 샌퍼라이즈(sanforize), 변형고정의 므와레(moire), 엠보스가공, 합성섬유의 열가소성을 이용한 주름(pleat)가공, 가공사 제조, 열고정, 천연섬유나 합성섬유의 외형을 변화시켜 평활화시키는 소모(singeing), 전모, 기모가공 등 많은 예를 들 수 있다.

2) 화학적 가공법

화학약제로 직물을 처리하여 약제를 섬유 또는 직물에 부착시키거나 또는 화학적으로 결합시킴으로써 희망하는 가공효과를 나타내는 것이다.

최근에는 유기화학과 고분자화학의 진보에 따라 가공목적에 적합한 각종 새로운 가공제, 예를 들면 합성수지 접착제, 섬유개질제, 방화제, 방수제나 계면활성제를 비롯하여 각종 화학약제 및 염료 등이 개발되어 싼값으로 제조할 수 있게 되었다. 이에 부가하여 섬유제품의 성능도 현저히 향상되었다.

<표 4.1>에서 알 수 있듯이 화학적 가공법은 일일이 열거할 수 없을 정도로 많다.

물리적 가공법을 포함하여 이들 화학적 가공기술의 발달은 각종 화학약제나 가공공정의 개발을 비롯하여 가공목적에 부응한 적절한 고능력 가공기계와 공정관리나 품질관리에서 볼 수 있는 계측과 자동제어장치의 개발이 크게 기여하고 있다는 것도 간과할 수 없다.

4.2 수지가공

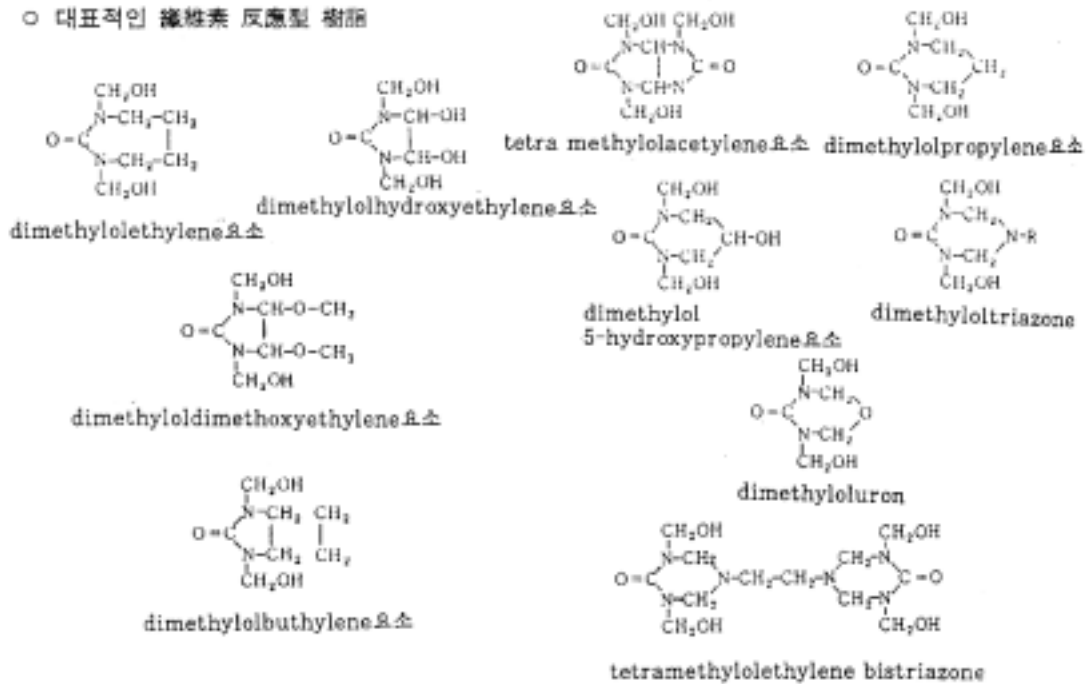
실의 형상 또는 섬유의 종류에 따라 차이가 있는데, 한번 생긴 주름의 회복은 주름부분의 개개의 섬유가 꾸부러졌을 때 받는, 이른바 왜곡(strain)으로부터의 탄성회복에 근거하는 것이다. 따라서 각종 섬유중에서 탄성회복율이 큰 섬유로 만든 직물(예를 들면 양모, 나일론, 폴리에스터 직물)은 탄성회복율이 적은 섬유로 만든 직물(예를 들면 면, 레이온, 마직물)과 비교하여 주름이 잘 생기지 않는다.

직물의 수지가공은 이와 같이 섬유의 탄성회복을 향상시켜 방추성과 방축성을 개선시킬 목적으로 폭넓게 행해지고 있다. 요소포름알데히드 및 페놀포름알데히드 초기축합물을 비롯한 각종 열경화성 수지를 주체로 하는 가공에

서 셀룰로스 반응성의 가교성(예를 들면 dimethylol ethylene 요소 : DMEU, dimethylol triazone, dimethylolpropylene 요소 : DMPU 등)을 사용하여 종래의 수지가공과 똑 같은 드라이큐어(dry cure)법으로 건방추회복성을 부여하는 것을 목적으로 한 것에서 발전하였다.

합성섬유 직물, 특히 폴리에스터 혼방직물의 눈부신 보급과 섬유가교제의 개발에 의해 제품의 품질은 현저하게 향상되었다. 직물의 방추가공은 반복세탁에도 견디며 아이롱질 하는 번거러움도 줄일 수 있다. 이른바 wash & wear 가공에 주력하게 된 것이다. 이와 관련하여 면직물의 건방추회복성의 향상뿐만 아니라 세탁중 또는 세탁후의 건조시에 나타나는 습방추회복성의 향상에도 주목하여, 습윤상태에서 셀룰로스에 가교반응을 하도록 하는 가교제로서 dichloropropanol과 divinylsulfon계 화합물이 출현하여 각각 실용화되었다. 더욱이 최근에 이르러 대대적으로 채택되고 있는 의복의 주름이나 미싱의 봉목까지 포함하여 세탁에 대한 형태보지성이 높은 방추가공으로서 PP(permanent press)가 발전하였으며, 특히 제품에 방오성을 부여하는, 이른바 SR가공이 급속히 진전되었다.

○ 대표적인 纖維素 反應型 樹脂



4.2.1 방추가공

방추가공에 이용되는 수지는 아주 많다. 섬유의 내부에 수지를 생성시키기 위하여 섬유내의 미셀간격에 쉽게 침투할 수 있는 열경화성이 큰 수지 모노머 또는 저분자량의 초기축합물이 주제로서 적용되고 있다.

일반적인 가공법에 대해서 그 개요를 소개하면 다음과 같다.

셀룰로스를 비롯한 일반직물의 방추가공을 목적으로 하는 방법은 앞의 발전과정에서도 언급한 것처럼 지금까지 기계적 장치에서는 여러가지 개량을 거듭하면서 진보해 왔으나 기본적인 공정은 변하지 않았다. 대개 다음의 순서에 따라 실시되고 있다.

수지액에 침지 → 과잉 침지액의 제거(padding) → 건조 → 고열처리(baking 또는 curing) → 소우핑 → 건조

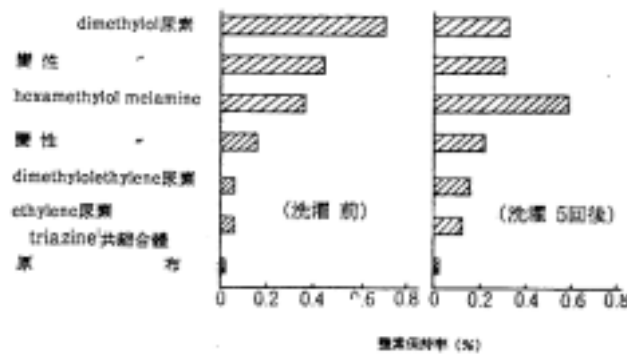
열경화성 수지에 의한 방추가공수지 또는 직물제품의 기계적 성질은 가공

에 의해 강도가 증가하는 대신 신도는 감소하고, 그 밖에 탄성과 촉감이 많이 개량된다. 반면에 마찰저항성과 인열강도가 저하하는 결점도 있다. 이들 결점을 최소한으로 억제하기 위해서 적당한 유연제, 방수제의 첨가 또는 열가소성 수지, 예를 들면 폴리에틸렌, 아크릴수지 에멀전, 합성고무 에멀전 등을 병용하는 등 여러가지로 연구되고 있다.

일반적으로 수지가공된 직물을 세탁하는 경우, 세탁조건에 의해 변색이 현저하게 보이는 경우가 있다. 특히 세탁후 아이롱에서 이런 현상이 많이 나타나는 것을 강조하고 있다. 함질소수지로 가공한 직물을 차아염소산소다 용액에서 처리하면 섬유상의 수지가 염소를 흡착하여 변색하거나 또는 다음 아이롱이나 캘린더 등의 가열처리로 강력저하가 현저하게 나타난다. 요소 및 멜라민계 수지에 비해 에틸렌요소 및 멜라민계 수지에 비해 에틸렌요소 및 에틸렌요소트리아진 공축합계가 같은 반응형 수지는 염소를 적게 흡착한다. PP 가공에 자주 쓰이는 glyoxal계, dimethylol isopropyl carbamate, 질소를 포함하지 않는 아세탈수지 등 반응형 수지는 내염소성이므로 방추성이 우수한 가공을 할 수 있다.

4.2.2 W & W 가공

열경화성 수지에 의해 건조시의 방추성은 현저하게 향상되지만 습윤시의 방추성은 그에 상응하지 못한다. 그러나 의류와 같이 일상생활에서 특히 세탁을 되풀이 하는 제품에 대해서는 습윤시에 높은 방추성을 갖는 것이 이상적이다. 합섬제품의 보급에 따라 세탁후의 아이롱을 필요로 하지 않는, 소위 말하는 wash & wear성은 합섬 이외의 직물에도 요구되어, 이것을 면포에도 부여하여 new cotton이라는 명칭으로 시장에 나오고 있다.



<그림 4.1> 수지가공 면포의 세탁전후의 염소흡수량

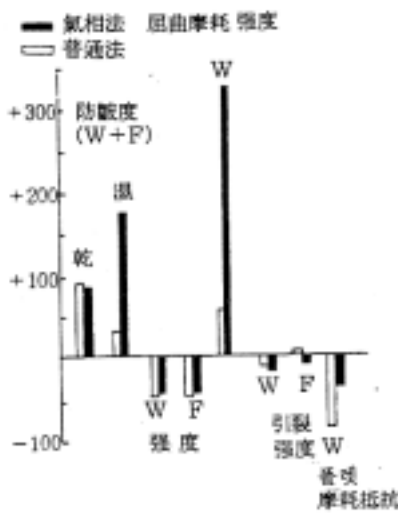
이들은 셀룰로스 분자간에 섬유를 팽윤상태에서 화학적 가교를 생성시키는 것을 활자로 하고 있다. 보통 이것을 습식가교법으로 부른다. 습식가교제는 여러종류의 약제가 있으며, 포름알데히드산, 알칼리존재하에서의 다클로로프로판올과 디비닐술포계 화합물이 잘 알려져 있다.

Dimethyloldihydroxyethylene 요소(DMDDEU)도 산성욕(염산)에서, 또한 dimethylolpropylene요소(DMPU)도 일정 습도하에서 가교를 생성한다. 예를 들면 DMPU를 수산으로 pH 1.3으로 하여 패딩한 후 습도 4.5~5.5%(실온에서는 5.5~6.0%)로 건조하고 실온에서 24시간 방치한다. 이렇게 하는 것을 moisture 가교라고 부르는데, 항상 수분이 존재하도록 해야한다. 또 4-methoxy-5,5-dimethyl-N,N-dimethylolpropylene요소(4MO-5DMPU)는 건열가교, 습식가교, 모이스처가교 모두 가능한 것으로 알려져 주목받고 있다. 모이스처가교의 가장 큰 장점은 내마모성의 저하가 매우 적다는 것이다.

포름알데히드의 실온습식법도 습방추성을 크게 높일 수 있는 것으로 알려져 있다. 이 처리에서는 습방추성은 물론 흡습성도 증대하지만 건방추성은 그다지 향상되지 않는다. 습식처리 후에 열처리(baking)하면 건방추성은 현저하게 개선되지만 흡습성은 약간 저하한다.

또 아황산가스를 촉매로 하는 면포의 포름알데히드 기상처리가 연구되고 있는데, PP가공에서도 봉제후의 최종공정에서 기상에서 여러 종류의 반응제를 사용하여 가교반응시키는 방법이다.

기상계로 하는 가공의 대표적인 것은 머서라이즈, xeno법, 프로판가공 등이 있는데 이들의 공통된 특징은 기상반응실에서의 기상성분이 염산 또는 암모니아로 비교적 조정하기 쉬운 것으로 한정되어 있다는 점이다.



<그림 4.2> 기상법과 보통법으로 가공한 제품의 각종 특성

기상가공에 의한 W&W가공을 종래의 패딩, 건조, 큐어법과 비교하면 <그림 4.2>와 같다. 기상법이 마모강도를 현저하게 보지하며 습방추도도 우수하다. 이와 같이 강도저하가 적은 이유로서 Jutras는 보통법은 섬유단면 전 영역에 걸쳐 가교결합이 일어나는데 반해 기상법에서는 섬유주변부는 가교결합하지만 중심부는 가교결합하지 않기 때문인 것으로 밝혔다.

4.2.3 PP 가공

Permanent press가공은 가공방법에 따라 일반적으로 다음과 같이 분류된다.

분류 방식 공정개요

1) Defferred cure : 염색 → 수지패딩 → 예비건조 → 재단

→ 봉제 → 예비프레스 → 큐어

2) Pre cure : 염색 → 수지패딩 → 예비건조 → 큐어 → 재단

→ 봉제 → 고온고압프레스

3) 고온고압법 : 염색 → 가공 → 봉제 → 고온고압프레스

1) Defferred cure법

Delayed cure법 또는 Post cure법으로도 부른다. 일반염색방법으로 염색된 직물을 methylolimidazoline(예, Permafresh reactant 183, Permafresh LF, Fixaprest)이나 dimethylol, ethylcarbamate와 같은 셀룰로스 반응형을 주체로 한 수지액에 침지하여 이들 수지가 축합반응을 일으키지 않는 상태로 건조하고 재단, 봉제 후 의복에 필요한 주름(fold, 절목)을 미리 프레스한 다음에 오픈하여 큐어링하고 섬유상에 수지반응을 완결시켜 초기의 형태로 세팅한다.

미국의 Koratoron(Koratoron Company), Super crease(J.P.Stevens & Co.), Danpress(Dan River Mills)가 여기에 속한다. 바지, 블라우스 등 비교적 후지직물을 대상으로 하고 있다.

2) pre cure법

평평한 직물상태로 수지의 반응을 완결시킨 다음 봉제하고 고온고압프레스하여 성형하는 것으로, 미국의 Cone Prest(Cone Mills), Sharp/Shape(Everprest Inc.)가 이에 속한다. 비교적 박지직물에 적용된다.

3) 특수수지 병요의 고온고압 프레스방식

양모의 siroset가공의 경우와 마찬가지로 필요한 주름에 특수수지액을 뿌리고 화학처리를 병용하여 주름(pleat) 보지성을 강조하는 기구로, 미국의

Burmi-crease(Burlington men's wear deviation)와 Never press(Wamsutta men's wear deviation)가 여기에 속한다.

이들 방법은 가공품의 강력저하가 크기 때문에 이것을 개선하는 유력한 보강재로서 폴리에스터 섬유가 혼방되고 있다. 합섬 자신의 열가소성을 이용한 플리트보지성의 향상을 겨냥한 것이다.

PP가공의 주의점으로는 다음과 같은 것들이 있다.

① 종래의 수지가공에 비해 고농도의 수지액을 필요로 하며, 내마모강력을 저하시키기 때문에 주의해야 한다.

② 원리적으로는 post cure법이 pre cure법보다 우수하지만 2단가공에 적합한 수지가 공제와 가공방법이 필요하다.

③ 소우핑을 하지 않기 때문에 소우핑을 하지 않더라도 포르말린 냄새가 나지 않는 수지가공제를 필요로 한다.

④ 강력한 금속촉매를 사용하여 약 10분동안 160~170°C의 가혹한 조건에서 방치하기 때문에 승화, 분해, 변색 등을 일으키기 쉽다. 이 때문에 염료의 염색을 요한다.

⑤ 내염소성이 우수한 수지가공제가 필요하다.

⑥ 산성촉매가 잔류하기 때문에 내가수분해성이 큰 수지가공제가 필요하다.

가공제는 DMDHEU와 dimethylol ethylcarbamate(DMEC)가 적합하여 가장 많이 실용화되어 있다. 앞에서 언급한 4MO-5DMPU가 내염소성과 내가수분해성이 우수한 것을 BASF사가 발표했다.

특히 각종 수지가공제를 이용할 수 있어서 실용성이 높은 2단가공법이다. 이 방법은 섬유내부에서 어느 정도 중합체로 한 후, 가교시키든가 또는 어느 정도 팽윤시킨 상태에서 가교시킨 것으로 일반 건식큐어법보다 내마모성의

저하가 적다.

(1) Double cure법

불활성이며 불휘발성인 tetramethylenesulfon과 tetramethyleneglycol dimethylether의 수용성을 DMEU 수지욕에 첨가하여 패딩, 건조 150°C에서 10분간 큐어링, 수세, 촉매를 다시 첨가하고 봉제 후에 170°C에서 10분간 큐어링한다. 최후의 큐어링에서 첨가제가 휘발하여 수세가 불필요한 경우도 있다.

(2) Short cure법

DMEU, DMDHEU, DMEC 등은 산성촉매 존재하에서, 디비닐술폰화합물은 알칼리성 촉매 존재하에서 패딩하여 93~132°C로 10~200초의 단시간큐어링하고 수세한 다음 촉매액을 재첨가한 것을 봉제하고 나서 163~171°C에서 3~5분간 큐어링한다. 저장안정성이 좋아 도중에 방수제나 유연제 등을 첨가할 수도 있으며, 최후의 큐어링도 비교적 단시간으로 되기 때문에 염료승화도 적게 일어나는 것으로 알려져 있다.

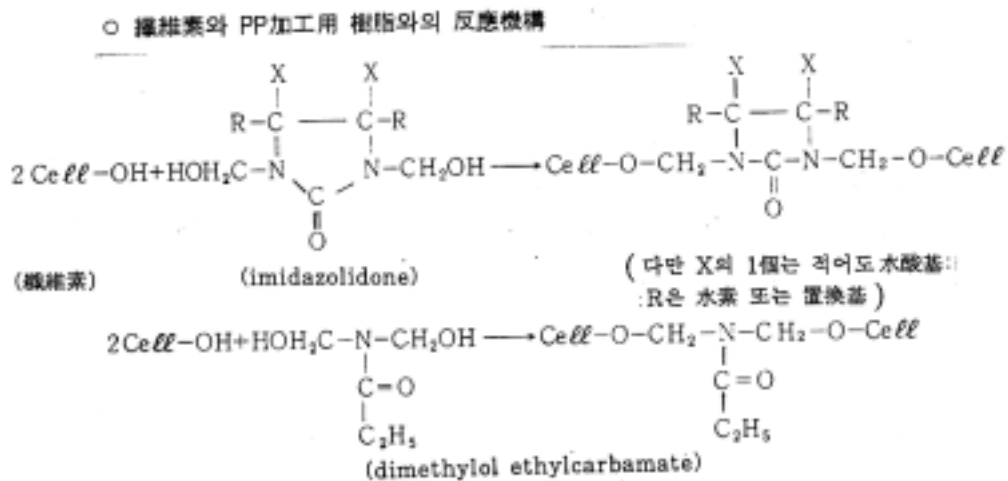
(3) Wet fixation법

DMDHEU나 DMEC 등에도 광산을 넣은 수지액에 패딩한 다음 밀폐용기 속에서 82°C로 15분간 습윤상태로 가열하여 수지를 고착한다. 그런 다음 중화, 수세하고 초산아연이나 염화마그네슘 같은 산성촉매를 첨가한다. 봉제후 150°C에서 8분간 큐어링한다.

(4) Poly-Set법

DMDHEU, DMEU, DMEC, MMM등 N-methylol 수지제에 초산지루코늄을 촉매로 첨가하고 160°C에서 5분간 큐어링한다. 수지는 고정되지만 거의 가교는 생성되지 않는다. 여기에 초산아연이나 염화마그네슘 등의 촉매를 첨가하여 큐어링하면 비로소 가교가 생성된다고 하는 방법이다. 이밖에 methylolacrylamide를 사용하는 이온화 방사선조사 포스트큐어법도 보고되었

다. 이것은 제일 ㄱ너저 산성촉매로 건식큐어하고 한쪽을 셀룰로스에 결합한 다음(비가교결합) 수세하여, 미반응물을 제거하고 봉제한 후 상온에서 β선 또는 γ 선을 조사하여 다른쪽을 드래프트시키는 방법으로 내마모성의 저하도 적고 처리능률도 크기 때문에 실용적이다.



한편 PP가공에 의한 마모강력 저하를 적게 하기 위하여 여러가지가 시도되고 있다. 가장 흥미를 갖게 하는 것은 VP-3법(기상법)으로 방추가공, PP가공, 발수가공과 다른 응용이 시도되고 있다. 반응조건은 가교제에 따라 실온 ~120°C, 시간 15초~120분이 걸린다. 가교제에는 glyoxal, divinylsulfon, paraldehyde, chloral, butadiene dioxide 등이 있으며, 산성촉매증기를 가하여 기상반응을 하도록 한 것이다. 종래의 패드-드라이-큐어의 PP가공에 비하면 강력이나 굴곡마모는 적고, 평면마모는 반대로 2배 이상 향상된다.