

楮皮를 포함하는 絹紙의 特性

강경돈 · 이기훈 · 정병희 · 류운영* · 남중희
서울대학교 농업생명과학대학, *고유한지연구소

Properties of the Handsheet Paper made from Silk Fibers and Paper Mulberry

Kyoung Don Kang, Ki Hoon Lee, Byoung Hee Chung,
Woon Young Ryu* and Joong Hee Nahm

College of Agriculture and Life Science, Seoul National University
*Institute of Traditional Paper, Hanji

ABSTRACT

The silk/paper mulberry paper was prepared by recycling of the hard twisted silk waste and its mechanical properties was investigated. The silk waste was pretreated with sodium hydroxide (0.5%) and sodium carbonate (4%) to make it easy for beating and fibrillation. The silk/paper mulberry hand sheet paper has better mechanical properties of tearing strength and air permeability compared with the traditional and modified traditional paper. Treating with alkaline solution, the hard twisted silk waste could be used for a novel composite material.

Key words : Waste silk, Recycling, silk paper.

序 言

옛부터 고치실을 종이원료로 이용한 사례가 보고(鳴崎昭典, 1992)된 바 있다. 즉 불랑고치로부터 풀솜(floss silk)을 만든 후 물속에 분산시켜 眞綿紙(floss silk paper)를 제조하였고, 小林勝利(1993)등은 누에의 토시습성이 유전자에 의하여 지배된다는 사실을 기초로 하여 평면토시습성을 갖는 누에고집종을 육성하여 繭紙를 제조한 사례를 보고한 바 있다. 최근에는 실크의 機能利用과 資源化에 관한 응용연구로 絹紙를 제조하여 농산물의 新鮮度維持材料로서의 이용가능성을 시사하였다.(秦珠子외, 1997, 加藤弘, 1998)

한편 견직물 제조업에서는 부잡사가 발생하는데 특히 强撚絲屑(hard twisted silk waste)의 경우 해연은 물론 정련도 곤란하다. 강연사설은 용해·분말화하여 식품으로 이용될 수 있으나(平林潔, 1996), 현재까지 섬유로서의 재활용은 불가능한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 견직물 제조업에서 발생하는 强撚絲屑을 단섬유화시켜 分解한 후, 傳統韓紙의 材料인 닥나무 섬유와 混用하여 종이를 제조하고, 紙質을 분석하여 그 활용방안을 모색하고자 수행하였다.

본 연구는 농촌진흥청 특정연구지원사업('97-'98)으로 수행되었습니다.

材料 및 方法

1. 재료

1) 강연사설 : Crepe dechine 제조용 견연사설(2,000 T/m 이상)를 이용하였다.

2) 分纖化試藥 : 수산화나트륨(NaOH)과 탄산나트륨(Na₂CO₃)을 이용하였으며 모두 GR급 시약이다.

3) 楮皮纖維 : 1997년 경북 상주산 楮皮를 이용하였다.

4) 分散劑 및 接着劑 : 草本類인 黃燭葵(*Hibiscus manihot*)의 뿌리를 잘게 절단하여 물에 담구어 얻은 粘液으로 섬유의 분산제 또는 접착제로 사용하였다.

2. 방법

1) 强撚絲屑의 分纖 : 처리농도, 온도 및 시간은 분산제에 따라서 Table 1과 같이 처리하였다.

2) 楮皮纖維 : 닥나무(黑皮)의 외피를 제거하여 白皮를 얻는다. 이를 갯물에 담구어 蒸解하여 유연하게

Table 1. The reacting conditions of the hard twisted silk by each reagents

Reagent	Concentration (%)	Temperature (°C)	Time (min)	liquor ratio
NaOH	2.0, 4.0, 6.0, 8.0	30, 45, 60	90	1 : 50
Na ₂ CO ₃	4.0, 6.0, 8.0	90	30, 60, 90	1 : 50
NaOH + Na ₂ CO ₃	0.5 + 4.0	90	30	1 : 50

만들고 日光으로 漂白한다. 이렇게 얻어진 백피는 叩解과정을 통하여 단섬유화 시킨다.

3) 製紙工程 : 전통의 手抄紙法(hand made paper) 따라 제조하였다. 먼저 재료(分纖絹絲 + 解離楮皮纖維 + 닥풀)를 혼합한 후 종이틀에 뜨고(抄紙), 압착탈수 · 건조정리 과정을 거쳐 종이를 제조하였다.

4) 物性測定

(1) 透氣度 : 공기저항도를 응용한 투기도 시험기 (Teledyne Gurley Model No. 4110)로 측정하였다. 공기저항도는 시료 1 cm³에 물 10 ml에 상당하는 압력을 작용시켜 1 cm³의 공기가 통과하는데 소요되는 시간(초)이다.(金魯洙 외, 1985)

(2) 引裂強度 : Elmendorf tear tester를 사용하여 가로 10 cm, 세로 6.5 cm인 시료편을 고정크랩프와 가동크랩프에 고정하여 인장속도 30 cm/min로 측정하고 인열때의 소요된 최대하중(g)으로 나타내었다.(신동소, 1996)

(3) 引張強度 : Shopper형 정속인장 시험기를 사용하여 TAPPI (Technical Association of Pulp and Paper Industry)법에 따라서 180 mm×25 mm의 시료편으로 20 cm/min의 인장속도로 측정하였다. (신동소, 1996) 모든 성적은 10회 반복의 평균 성적이다.

結果 및 考察

1. 탄산나트륨에 의한 피브릴화

絹을 구성하고 있는 fibril束을 短纖維化하는 동시에 叩解(beating)로 섬유가 fibril化 하여 물에 분산되기 위해서는 섬유사이의 응집력을 약화시켜야한다.

따라서 탄산나트륨에 의한 처리농도와 처리시간에 따른 피브릴화의 효과를 검토한 결과 탄산나트륨 농도 6%, 90분(Table 2) 처리로 피브릴화 되었다.

강연사를 탄산나트륨으로 약화시켜 손으로 叩解시킨 섬유의 형태는 Fig 1과 같다. 탄산나트륨의 농도가 8%인 경우, 처리시간이 연장되면 微細纖維의 발생이 증가하였으며, 濾水性은 저하하는 경향이였다.

Table 2. Fibrillation of the hard twisted silk by sodium carbonate at 90°C

Concentration(%)	Treated time(min)		
	30	60	90
4	×	△	△
6	△	△	◎
8	○	◎	◎

× : not fibrillaed, △ : not fibrillated ○ : only untwisted, ◎ : fibrillated



Fig. 1. Fibrillation of hard twisted silk by sodium carbonate (8%, 90°C, 90 min).

그리고 섬유는 脆化하여 고해는 필요하지 않았다.

2. 수산화나트륨에 의한 피브릴화

수산화나트륨에 의한 강연견사의 피브릴화는 탄산나트륨에 비하여 현저히 촉진되는 결과를 나타내었다. 탄산나트륨으로 처리하는 경우 6%, 90분간 처리로 분섬되었지만 수산화나트륨의 경우는 같은 농도에서 60분처리로 가능하였다(Table 3).

일반 정련견사의 抄紙가 가능한 조건은 2.2% 수산화나트륨으로 실온에 24시간 방치하는 방법(秦珠子 등 1997)이 알려져 있으나 강연견사에서는 분섬이 불가능하였다.

Table 3. Fibrillation of the hard twisted silk by sodium hydroxide for 90 min

Concentration(%)	Temperature(°C)			Remark
	30	45	60	
2.0	×	×	×	partial swollen
4.0	×	×	○	
6.0	○	○	◎	hand sheet possible
8.0	○	◎	◎	yield decreased

× : not fibrillated, ○ : only untwisted, ◎ : fibrillated

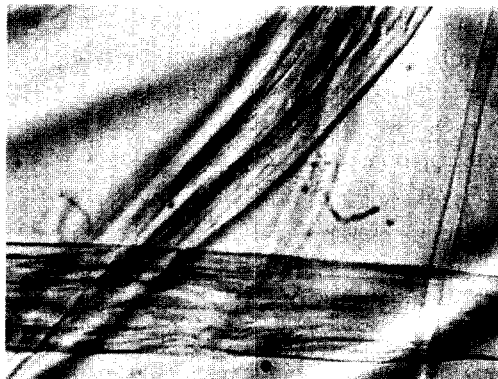


Fig. 2. Fibrillation of the hard twisted silk by sodium hydroxide (2.0%, 60°C, 90 min).

Table 4. Optimum fibrillation conditions of the hard twisted silk^a

Chemicals	Concentration (%)	Temperature (°C)	Time (min)	Remark
NaOH	6	60	60	Optimum conditions of fibrillation
Na ₂ CO ₃	6	90	90	
NaOH + Na ₂ CO ₃	0.5 + 4	90	30	

a : liquor ratio 1:50

Fig 2에서 보는 바와 같이 낮은 농도(2.0%)처리에서 강연건사는 단순히 팽윤된 상태로 분섬화는 보이지 않았다. 이러한 결과로 미루어 強燃絹絲는 精綿 혹은 精練絹絲에 비하여 처리조건을 강화시켜야 分纖이 가능함을 알 수 있다.

그러나 수산화나트륨 단독으로 처리하는 경우 섬유가 용해되어 수율이 떨어지는 단점이 있다.

3. 수산화나트륨 + 탄산나트륨에 의한 피브릴화

수율의 감소를 방지하고 보다 효과적인 분섬 효과를 보기 위하여 수산화나트륨과 탄산나트륨을 혼합액을 이용한 결과 각각 0.5%와 4%의 혼합액에서 90°C, 30분 처리로 분섬이 가능하였다. 이는 각 시약을 단독으로 처리했을 경우에 비하여 낮은 농도이다.(Table 4)

4. 抄紙 및 종이의 性狀

전통한지원료인 닥섬유와 분섬된 실크 피브릴을 1 : 1로 혼합하여 재래식으로 抄紙한 후 마무리 가공하였다. 抄紙規格은 90×60 cm였으며 앞물질과 옆물질의 횡수로 종이의 두께를 조절하였다.

일반적으로 종이제조의 경우, 表面電荷를 감소시켜 물속에서의 分散力을 높일 목적으로 계면활성제, 消泡劑 및 紙力補強劑등을 첨가하지만 이 실험에서는 닥풀만을 첨가하여 섬유의 分散과 接着을 도모하는 전통한지제조방법에 따라 抄紙하였다.

抄紙의 경우, 分纖條件에 따라서 叩解纖維의 표면 상태는 현저한 紙班(Fig 3)을 나타냈지만 濾水性和 抄紙狀態는 전통한지제조와 큰 차이를 인정할 수 없었다.

Fig 3은 수산화나트륨(0.5%)과 탄산나트륨(4%)으로 분섬된 실크를 첨가한 경우로 抄紙가 양호하였고 종이기가 부드러웠으며 굴곡 저항이 좋았다.

5. 실크/닥 종이의 특성 및 용도 전개

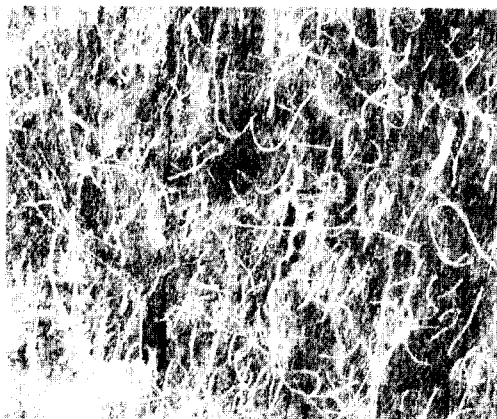


Fig 3. Silk/paper mulberry paper (weakly fibrillated fibers).

Table 5. The mechanical properties of silk/paper mulberry paper

Properties Items	Silk/paper mulberry paper	Traditional paper	Modified traditional paper
Weight (g/m ²)	34.2 (49) ^a	30.8 (45)	69.9 (100)
Thickness (μm)	120.5 (107)	98.1 (87)	112.6 (100)
Air permeability (sec)	0.62 (7.8)	2.18 (27.6)	7.88 (100)
Tearing	32.6 / 39.7 ^b	27.5 / 35.3	11.8 / 23.8
Strength(g/sheet)	(276) / (167)	(233) / (148)	(100) / (100)
Breaking	2.65 / 1.80	1.75 / 1.30	5.80 / 23.8
Strength (g/sheet)	(46) / (163)	(30) / (118)	(100) / (100)

a : index are calculated from modified traditional paper as 100

b : machine direction / cross direction

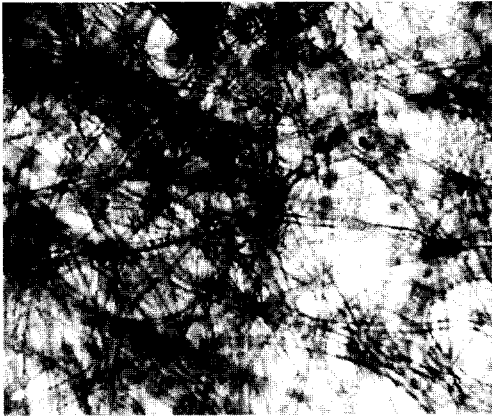


Fig 4. Microscopic feature of silk/paper mulberry paper (fully fibrillated fibers).

실크와 닥섬유의 복합종이의 물성을 傳統韓紙와 改良韓紙와 비교분석한 결과를 Table 5에 나타냈다.

실크/닥의 복합종이는 거의 같은 두께를 고려하더라도 개량종이에 비하여 가벼운 특성(약 50%)을 나타내었다. 이는 실크 피브로인이 닥섬유에 비하여 미세하고 가볍기 때문인 것으로 평가된다. 개량한지가 무거운 것은 紙力補強劑나 充填劑 등(부직포 연구회, 1993)이 포함된 것으로 생각된다.

종이의 透氣도는 포장지, 필터지 등에 요구되는 성질로 실크/닥 복합종이의 투기도(0.62 sec)는 전통한지(2.18 sec)와 개량한지(7.88 sec)에 비하여 각각 3배와 12배 이상이다. 투기도가 높은 것은 微細絹纖維가 첨가되어 미세공극이 증가되어 공기의 유통이 잘되는 것으로 믿어지며 이러한 특성은 고급 포장지 또는 結露防止用 窓戶紙로 적합한 것으로 평가된다.

인장강도는 섬유의 리파이닝(refining)후의 섬유길이 및 섬유간의 결합강도와 관계가 있는 성질로, 실크/닥 복합종이의 경우 개량종이에 비하여 길이방향(276%)과 폭방향(167%) 모두 현저히 증가되는 경향이다. 또한 전통한지에 비하여도 증가된 사실로 미루어 내구성도 요구되는 기록용지에 적합한 것으로 평가된다. 이러한 인열강도의 증가는 미세한 fibril의 交絡(entanglement)(加藤, 1998)이 많아진 것으로 생각할 수 있다.

인장강도는 섬유의 고해정도, 섬유길이 및 섬유간

결합정도와 밀접한 관계가 있는 성질로 전통한지에 비하여 증가되었지만, 개량종이보다는 길이방향에서 낮은 경향을 나타내었다. 이는 섬유길이의 차이에 의한 것으로 고찰된다.

摘 要

強撚絲屑를 활용하여 실크의 새로운 용도 전개를 목표로 닥섬유를 혼합하는 실크/닥 종이를제조하고 그의 기계적 특성과 최종용도를 모색하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 강연사는 수산화나트륨(0.5%)와 탄산나트륨(4%) 혼합액으로 분섬처리(30°C, 90분)로 초지가 가능하였다.

2. 수산화나트륨 단독처리는 분섬은 가능하였으나 수율이 감소하였고 변색되었다.

3. 인열강도는 전통한지와 개량한지에 비하여 현저히 증가되었다.

4. 투기도는 전통한지와 개량한지에 비하여 각각 3배와 12배 증가되었다.

이상의 결과로 미루어 폐기상태의 강연사는 분섬화되어 다른 소재에 혼용함으로써 실크 촉감을 실현하는 새로운 紙料로 활용할 수 있는 사실을 확인하였으며, 제조된 실크/닥 복합종이는 화선지, 포장지, 혼서지, 족보지 및 창호지 등에 이용이 기대된다.

參考文獻

- 不織布 研究會 (1996) 不織布의基礎と應用, 日本纖維機械學會, 394-395
- 秦珠子, 加藤弘 (1997) 絹のファイブシル, 其の處理條件と絹紙の製造, 日 雜, 66, 132-135
- 平林潔 (1966) シルクを食べる, 絹の再發見, (株)高輪出版社(Tokyo), 56-68
- 加藤弘 (1998) 再生セルロース纖維Tencelを含有した絹紙の特性, 日 雜, 67, 347-353
- 金魯洙, 金相溶 (1985) 섬유공업시험법, 문운당, 134-135
- 小林勝利, 鳥山國士 (1993) 蠶は用途の廣い生物資源, ミルクのはなし, 技報堂, 102-103
- 嶋崎昭典 (1992) 紙はなせ絲へんか, 眞綿の文化誌, (株)サイエンスハウス, 60-62
- 신동소 (1996) 제지과학, 광일문화사, 387-407