

紙類包裝工學特講 ⑥

紙類包裝工學要論

2. 紙類包裝의 原料概論

韓國 靑板紙包裝工業協同組合
專務理事 · 技術指導士 安 憲 榮

2.1.5 펄프의 제조공정

- ① 펄프의 제조공정 개관
- ② 각종 펄프화법에 따른 수율(收率)
- ③ 각종 펄프법에 의한 활엽수로 만든 미표백화학 펄프의 성질

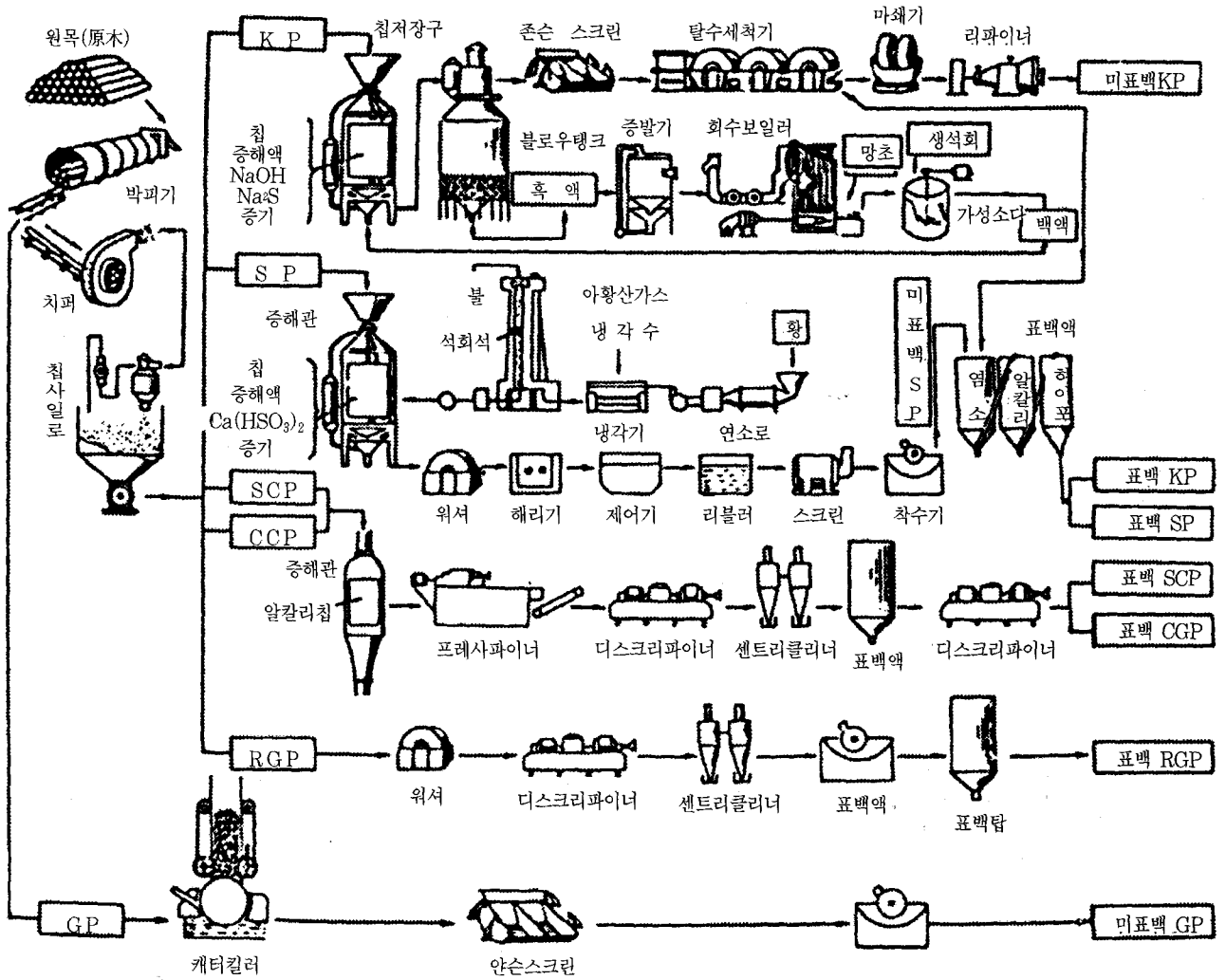
[표14] 각종 펄프화법에 따른 수율비교

1. 기계법(쇄목법) 케미·그라운드우드법(화학쇄목법) 90~95%
85~90%
2. 세미·케미칼법 콜드·소오다법 85~90%
중성·아황산법, 크라프트법 소오다법, 산성·아황산법 65~85%
3. 조(組)섬유법 에스플룬드법, 매이소나이트법 55~65%
스팀법, 습화약품법
4. 고수율화학법 크라프트법, 아황산법
5. 화학법 황산염법, 아황산법, 소다법 40~50%
전처리 황산염법 30~35%

[표8] 펄프제조용 식물섬유의 주성분(매일경제 상품대사전)

군	섬유	평균섬유장 (m μ)	평균직경 (m μ)	장경 비	비교밀도	비교중해 난이도
1	짚류 및 에스파르토	1,100-1,500	9-13	110-120:1	성글다	1
	벗짚	1,450	8.5	170:1	성글다	1
2	간 및 초류	1,000-1,800	8-20	8-120:1	성글다	2
	사탕수수대 섬유	1,700	20	85:1	성글다	2
3	목간 및 인피섬유					
	A. 목간부 B. 인피섬유	200-300 20,000-25,000	10-11 16-22	<30:1 >500:1	촉촉하다 성글다	4 3
4	잎섬유	6,000-9,000	16-18	250-300:1	성글다	3
5	대나무류	2,700	14	200:1	촉촉하다	4
6	침엽수	2,700-3,600	32-43	75-90:1	촉촉하다	4
7	활엽수	1,000-1,600	38-50	>50:1	촉촉하다	4

(그림1) 펄프 제조 공정도



(표15) 각종 펄프법에 의한 활염수로 만든 미표백 화학 펄프의 성질 비교(%)

펄프법	(1) 수율 (%)	(2) 소비 동력 HP/ Days	여수 도 (카 나다 표준 법)	비파 열도	비인 열도	열단장 (m)	밀도 (G/α)	(3) 반투 명도 (%)	광택 도 (G. E. %)	사 분 급 시 험				
										28일 (%)	체류잔존		200 일 통과 (%)	섬유 장 계수
											28~ 48일 (%)	48~ 100 일(%)		

백 양 목

중성아황산법	88	69	180	23	52	6,750	0.61	88	49	-	-	-	-	-	-
중성아황산법	92	99	180	12	33	2,960	0.46	94	51	-	-	-	-	-	-
냉소다법	88	33	250	36	63	6,350	0.62	75	(-)	24	-	-	-	-	-
냉소다법	92	36	335	19	60	3,600	0.61	(-)	54	24	29	25	8	14	0.153
화학쇄목법	89(4)	38	185	54	70	8,580	0.75	75	40	22	33	19	7	19	0.159
화학쇄목법	91(4)	41	245	31	78	5,710	0.60	(-)	55	16	42	16	8	18	0.133
쇄목법	97(5)	99	70	13	44	3,050	0.40	94	59	3	19	27	20	31	0.832
쇄목법(6)(7)	97(5)	(-)	60	11	39	2,400	0.38	(-)	60	8	22	16	22	16	0.083
혼합 활엽수															
중성아황산법	87	95	180	20	55	3,440	0.46	95	41	-	-	-	-	-	-
중성아황산법	92	104	180	6	26	1,530	0.34	98	38	-	-	-	-	-	-
냉소다법	90	(-)	180	26	53	4,400	0.57	(-)	42	-	-	-	-	-	-
냉소다법	92	(-)	180	14	42	3,040	0.44	(-)	44	-	-	-	-	-	-
중아황산법	90	143	170	8	27	2,030	0.36	98	38	2	11	34	15	38	0.073
발삼 전나무															
중성아황산법(9)	91	78	325	26	92	4,640	0.44	85	51	-	-	-	-	-	-
중성아황산법(9)	92	97	260	31	94	5,260	0.47	87	50	-	-	-	-	-	-
중성아황산법(9)	95	71	320	22	85	2,940	0.43	83	53	-	-	-	-	-	-
냉소다법(10)	-	49	245	17	49	3,060	0.44	86	47	-	-	-	-	-	-
중아황산법	90	57	380	26	113	4,230	0.34	88	46	60	60	11	4	7	0.266
화학쇄목법	96(4)	82	45	26	85	4,230	0.44	86	56	37	37	24	11	24	0.112
쇄목법	97(5)	56	113	15	51	3,100	0.40	(-)	59	16	16	24	14	29	0.093
솔 송나무															
중성아황산법(9)	87	73	310	35	101	5,500	0.49	83	42	57	57	6	3	21	0.138
중성아황산법(9)	93	77	260	24	103	4,060	0.37	91	47	37	37	15	7	16	0.151
이단산알카리법(11)	81	41	400	25	54	4,150	0.50	68	53	53	53	9	4	17	0.156
쇄목법	98(5)	(-)	100	13	93	2,575	0.43	95	54	8	8	23	16	32	0.083
중아황산법(6)	46(12)	(-)	620	49	93	7,380	0.73	68	42	56	56	13	3	11	0.203
가문비 나무															
아황산법	48(12)	(-)	450	29	100	7,250	0.72	88	53	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

- (1) 절건중량(絶乾重量)
- (2) t당 대기중 건조 펄프
- (3) 지편중량이 25" x 40" x 500 枚 연당 37 lbs의 종이
- (4) 처리 전후에 있어서 목재의 비중의 변화에 기초를 둔
- (5) 수용분으로서의 손실을 3%로 간주

- (6) 상용 펄프
- (7) 25% 백양목, 65% 가문비나무, 10% 발삼 전나무의 혼합물에서 만들었음.
- (8) 50%의 적풍과 각각 10%의 적해, 백해, 자작나무, 금목 유목으로 된 혼합물
- (9) 중탄산소오다 바파액으로 혼침

- 처리 하였음
- (10) 연속법
 - (11) 산성아황산액에서 침을 먼저 중해하고, 다음에 기계적 해섬에 들어가기 전에 알칼리용액에서 중해
 - (12) 가표백성펄프로서의 추정 수율

④ 펄프 제조공정 해설

(i) 펄프 제조공정은 ①의 (그림 1)에서 보는바와 같이 펄프의 제법별 종류에 따라 다소 다르다.

(ii) 원목(原木)을 주원료로 하는 펄프에 있어서는 원목을 적당한 길이로 자른 다음, 이 원목을 회전(回轉)하는 원통형 또는 지구형 드럼안에 넣어 회전시킴으로서 원목끼리 서로 부딪히게 하여 껍질을 벗긴다. 이것을 박피작업(剝皮作業 : Debarcking)이라 한다.

(iii) 각종 화학 펄프나 기계펄프중 RGP, TMP등에 쓰이는 껍질을 벗긴 원목을 칩퍼(Chipper)로 깎아 길이 12~20mm, 두께 3~5mm의 소편(小片)의 칩(Chip)으로 만들어 약액(藥液)이나 증기가 스며들기 쉽도록 만든다. 그러나 GP(Ground Wood Pulp)는 박피된 원목을 1.0~1.5m 길이로 절단한 다음 회전하는 원통형의 마쇄(磨碎) 맷돌 원주면에 가압시켜 만든다.

(iv) 칩의 크기는 증해에 적합하게 균일할 것이 요구됨으로 칩 스크린(Chip Screen)을 이용하여 너무 큰 것은 걸러낸 후, 정치형 증해부(蒸解釜 : Digester)나, 연속식 증해부(Continuous Digester)에 보내고 여기에 일정량의 약액(NaOH, Na₂S)과 증기를 보내어 증자(蒸煮 : Cooking)하게 된다. 대개 정치식 증해부에서는 4~8시간 증자후 배출시킨다.

(v) 칩과 함께 투입하는 약액을 백액(白液)이라 부르며, 백액을 넣어 칩을 증자한 후 배출할때 나오는 검정액을 흑액(黑液)이라 부른다. 이

흑액의 폐기는 공해와 Cost상 문제가 큼으로 1930년 부터는 이를 농축 연소시켜 다시 회수 사용하고 있다. 흑액과 펄프로 분리된 펄프는 세척과 걸르는 스크린을 통과한 다음 표백 또는 미표백 상태로 하여 펄프로 완성하게 된다.

(vi) 목재자재를 마쇄하여 제조하는 GP는 수율은 높으나 섬유질 이외의 여러 성분이 함유되고 있어 백색도 강도가 떨어짐으로 주로 신문용지에 사용되며, 특히 맷돌을 가압시켜 마쇄함으로 GP 1 M/T을 얻는데 1.0~1.4 kWh의 전력이 소모됨으로 수력발전력이 풍부한 미국·캐나다 등에서 많이 생산되어 왔다.

2.1.6 펄프의 시험방법

① 펄프시험규격 : 펄프 시험에 대한 한국공업규격(KS)는 93년 8월 현재 펄프원재의 분석용 시료 채취 방법 및 조제방법 등 총 41종의 펄프시험규격이 제정되어 있다. 다음에 중요 규격번호와 규격명을 소개하고자 한다.

(i) KS M7031 펄프원재의 분석용시료 채취방법 및 조제 방법 (Sampling and Preparation Method for Analysis of Raw Material of Pulp)

(ii) KS M7041 제지용 펄프의 시료채취방법(Sampling Method of Pulp for Paper)

(iii) KS M7024 펄프의 여수도(濾水度)시험방법 (Testing Method for Beating Degree and Freeness of Pulp)

(iv) KS M7026 종이 및 펄프의

현터 백색도 시험방법(Testing Method for Brightness of Paper and Pulp by Hunter)

(v) KS M7030 펄프시험용 수초지 제조방법 (Method of Preparing Handsheets for Pulptesting)

(vi) KS M7032 펄프원재의 수분시험방법 (Testing Method of Moisture in Sample for Analysis of Raw Material for Pulp)

(vii) KS M7033 펄프 원재의 회분시험 방법(Testing Method for Ash of Pulp Wood)

(viii) KS M7036 펄프의 실험실적 고해 방법 (Laboratory Processing of Pulp (Beater Method))

(ix) KS M7037 펄프수초지의 물리시험방법 (Physical Testing Method of Pulp Handsheets)

(x) KS M7042 제지용 펄프의 이물시험방법 (Method of Testing Dirt, Shives and Specks of Pulp for Paper)

(xi) KS M7044 펄프의 알파·베타·감마 셀룰로오스시험방법 (Testing Method for Alpha, Beta, and Gamma-Cellulose in Pulp)

(xii) KS M7045 펄프 원재의 리그닌 시험방법 (Testing Method for Lignin in Raw Materials of Pulp)

(xiii) KS M7048 제지용 펄프의 섬유 분류시험방법 (Testing Method for Fiber Classification of pulp for Paper)

(x iv) KS M7055 펄프원목 및 목재칩의 밀도시험방법 (Testing Method for Density of Pulp Wood and Wood chips)

(x v) KS M7059 펄프 원재의 셀룰로오스시험방법 (Testing Method for Cellulose Raw in Materials of Pulp)

(x vi) KS M7070 용해용 펄프의 시험방법 (Testing Method for Dissolving Pulp)

(x vii) KS M7084 목재칩 및 톱밥의 수분시험방법 (톨루엔법 : Testing Method for Moisture in Wood Chips and Sawdusts (Toluene Method))

(x viii) KS M7085 펄프의 셀룰로오스시험방법 (Testing Method for Cellulose in Pulp)

(x ix) KS M7086 펄프의 수분시험방법 (Testing Method for Moisture in Pulp)

(x x) KS M7087 펄프의 회분시험방법 (Testing Method for Ash in Pulp)

(x x i) KS M7091 펄프의 섬유장시험방법 (Testing Method for Fiber Length of Pulp by Projection)

(x x ii) KS M7092 펄프의 표백성시험방법 (Testing Method for Bleach Requirement of Pulp)

(x x iii) KS M7093 펄프의 철분분석시험방법 (Testing Method for Iron in Pulp)

(x x iv) KS M7126 제지용펄프의 강도시험방법 (Testing Method for

Strength of Pulp for Paper)

② 펄프원재의 분석용 시료채취 방법 및 조제방법

(KS M7031 : Sampling and Preparation Method for Analysis of Raw Material of Pulp)

(i) 시료의 채취 : 1) 통나무의 로트가 1,000개까지는 10개, 1,000개 이상인 때의 시료 $S=10 \times \sqrt[3]{\frac{N}{1000}}$ (정수 첫째자리까지)로 한다. 여기서 N:로트의 개수 2)칩의 로트가 5000kg까지는 50kg, 5000kg 이상인 때의 시료 $S=50 \times \sqrt[3]{\frac{N}{1000}}$ (정수 첫째자리까지) 여기서 N:로트의 무게(kg)

(ii) 시료의 조제 : 1) 통나무는 양끝을 각각 약 300mm를 잘라버리고 껍질을 벗긴후, 약 30mm간격으로 가로로 톱으로 썰어 톱밥을 모은다.

2) 이 톱밥을 바람에 말려서 25 μ m

체에 걸러 통과시킨후 177 μ m체에 남는 부분을 대기중에서 함수율(含水率)을 평형시켜 기밀용기에 넣어 어둡고 시원한 곳에 보존하여 분석 사용한다. 3) 칩은 5kg을 바람에 말린 후 적당한 분쇄기로 미분쇄하여 통나무의 경우와 같이 체거름을 하고 습도를 조절하여 분석사용한다.

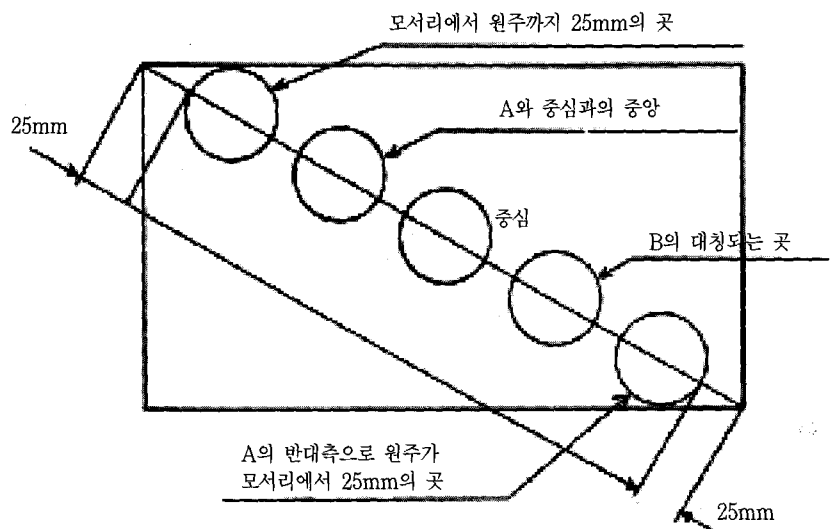
(iii) 사용하는 분쇄기는 해머 밀 또는 윌리밀을 사용한다.

(iv) 칩의 시료는 적어도 200g을 채취한다.

③ 제지용펄프의 시료채취방법 (KS M7041 : Sampling Method of Pulp for Paper)

(i) 시료의 채취갯수 : 1) 시트상 고리펄프의 시료 갯수는 그 로트의 5~7%에 상당하는 갯수로 한다. 다만 15고리 이상이고 5의 배수로 한다. 2) 랩 펄프(Lap Pulp)의 시료갯수는 랩수가 1000개까지는 15

(그림2) 시트상 펄프의 시료 채취 위치



개로 하고, 1000개 이상의 경우는
 $S = 15 \times 3 \sqrt{\frac{N}{1000}}$ 여기서 N: 로
 트의 랩의 수, S는 5배수로 하고 원
 형 그대로의 완전한 것을 고른다.
 (ii) 로트수분시험용 시료채취방법
 : 1) 시료채취기구는 칼이 붙은 휴
 대용 수동 드릴 또는 전기드릴을 사
 용한다. 2) 시트상 고리 펄프는 한
 고리에서 10매의 원반을

- ㉠ 포장지로 부터 2매째 되는 곳
에서 1매
- ㉡ 깊이 $25 \pm 2\text{mm}$ 되는 곳에서 2
매
- ㉢ 깊이 $50 \pm 2\text{mm}$ 되는 곳에서 3
매
- ㉣ 깊이 $75 \pm 2\text{mm}$ 되는 곳에서 4
매를 채취한다. 시료의 채취
위치는 5고리를 1조로 다음
그림과 같이 채취한다.

3) 랩펄프의 시료는 건습(乾濕)이
 심하지 않은 곳에서 채취한 랩 5개
 를 1조로 하고, 나비 $5.0 \pm 0.5\text{cm}$
 를 채취, 이것을 다음 그림과 같이
 5등분 채취한다.

(그림3) 랩 펄프의 시료 채취 위치



(iii) 물리시험용 및 화학시험용
 시료채취방법 : 1) 위 (ii)의 2)에
 따라 시트상 펄프에서 수분측정용
 시료를 채취하고 남은 원반에서 15
 매씩을 모아 이것을 잘 혼합한 것
 에서 풍건량으로 하여 $1.0 \pm 0.3\text{kg}$
 채취한다. 그중에서 약 100g을 취
 하여 손으로 잘게 찢어서 혼합하여
 화학시험용시료로 한다. 다음에 남
 는 것을 고해가 되지 않도록 주의하

여 해리하고, 수분 약 70%로 짜서
 풀어 물리시험용 시료로 한다. 2)
 위(ii)의 3)에 따라 채취한 로트수분
 측정용 시료의 인접위치에서 적당량
 을 모아 이것을 뜯어서 잘 혼합한
 것 중에서 풍건량으로 하여 $1.0 \pm$
 0.3kg 을 취하고 이를 물리·화학시
 험용 시료로 한다.

④ 펄프원재의 수분시험방법(KS
 M7032 : Testing Method of
 Moisture in Sample for Analysis
 of Raw Material for Pulp)

(i) 장치 : 1) 뚜껑이 있는 원통
 형의 무게다는 병, 2) $105 \pm 3^\circ\text{C}$ 를
 유지할 수 있는 항온건조기 3) 감
 량 1mg의 화학저울 4) 데시케이터
 (ii) 시료 : KS M7031 (펄프원
 재의 분석용 시료의 채취방법 및 조
 제방법)에 의하여 채취 및 조제한
 것.

(iii) 조작 : 1) 시료 약 2g을
 0.1mg 까지 달아서 무게다는 병에
 넣는다.

2) 시료가 든 무게다는 병을 항온
 건조기속에서 $105 \pm 3^\circ\text{C}$ 로 건조시킨
 다. 3) 약 2시간 건조시킨 후에 무
 게다는 병의 뚜껑을 닫고, 데시케이
 터에 넣어 방냉(放冷)시킨 다음 무
 게를 0.1mg 까지 단다. 4) 다시 시
 료를 건조기에 넣어 1시간 건조시킨
 후 방냉하고, 무게다는 조작을 항량
 이 될때까지 반복한다.

(iv) 보고 : $M = \frac{L_2 - L_1}{S} \times 100$

여기에서 M : 수분 (%)

S : 시료의 무게 (g)

L_1 : 건조전의 무게(g)

L_2 : 건조후의 무게(g)

⑤ 펄프원재의 리그닌시험방법
 (KS M7045 : Testing Method
 for Lignin in Raw Materials
 of Pulp)

(i) 장치 및 기구 : 1) 도가니꼴
 유리거르개를 넣을 수 있는 뚜껑있
 는 통형 무게다는 병 2) 도가니꼴
 유리거르개 1G₁ 및 1G₄ 3) 용량
 $100 \sim 200\text{g}$, 정밀도 1mg의 화학저
 울 4) 속슬레 추출기 5) 100ml 비
 커 6) 100ml 비커를 덮을 수 있는
 시계접시 7) $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 로 온도를 조
 절할 수 있는 물중탕 장치 8) 1 l,
 길이 약 70cm, 반지름 약 7mm의
 유리관으로 된 역류 냉각기를 부착
 한 삼각플라스크 9) $105 \pm 3^\circ\text{C}$ 로
 조절할 수 있는 항온건조기 10) 데
 시케이터

(ii) 시약 : 1) 알콜벤젠 혼합용
 매 2) 에틸알콜 3) 72% 황산

(iii) 시료 : KS M7031 (펄프
 원재의 분석용 시료채취방법 및 조
 제방법)에 따라 조제한 것을 KS
 M7032(펄프 원재의 수분시험 방
 법)에 따라 수분을 정확히 측정하여
 사용한다.

(iv) 시험방법 : 1) 시료 약 1g을
 취하여 유리거르개 1G₁에 담아 무게
 다는 병에 넣고 무게를 정확히 달아
 절건(絶乾)시료의 무게를 계산한다.
 2) 시료를 속슬레 추출기에 넣고 알
 콜벤젠 혼합 용제를 사용하여, 6시
 간 정도 수지분을 추출한다. 3) 건
 조된 탈지 시료를 100ml의 비커에
 옮기고, 물중탕장치로 약 20°C 의 온
 도를 유지하며 여기에 약 20°C 의
 72% 황산 15ml를 한 방울씩 넣어

유리막대로 균일하게 잘 저으면서 물중탕 장치에서 4시간동안 계속 유지한다. 4) 반응물을 560ml의 증류수로 씻어 1l 삼각플라스크에 넣는다. 이때 황산농도는 약 3%가 된다. 역류냉각기를 장치하고 4시간동안 끓인다. 5) 반응물을 정지하여 불용해 잔류물을 갈아 앉힌다. 무게를 달아놓은 유리거르개 1G4로 감압하여 거른 후 500ml의 뜨거운 증류수로 세척한다. 6) 잔류물이 들어 있는 유리거르개를 무게다는 병에 넣고 105±3℃로 조절된 항온건조기에서 4시간 가량 건조하고, 데시케이터에 넣어 냉각시킨후 무게를 단다. 7) 다시 항온(恒溫)건조기에서 1시간 가량 건조하고, 방냉하여 무게를 달아, 연속 2회의 무게의 차가 1mg이하로 될때까지 반복하여 잔류물의 무게를 측정한다.

(v) 보고 : 리그닌 L(%)은 다음과 같이 계산하여 소숫점 이하 한자리까지 보고한다.

$$L = \frac{W}{S} \times 100$$

여기에서 S= 시료의 절건무게 (g)

W= 잔류물의 무게 (g)

혼합 용매로 추출하기 전에 알콜로 추출할 경우에는 이를 보고한다.

⑥ 펄프 원재의 셀룰로오스 시험 방법 (KS M7059 : Testing Method for Cellulose in Raw Material of Pulp)

(i) 장치 및 기구: 1)칭량(秤量) 100~200g, 감도 1mg의 화학천칭 2)경질 속슬레 추출기 3)100ml의 마개달린 삼각 플라스크 4)물중탕

5)1G1의 도가니꼴 유리거르개 6) 100ml, 200ml 비커, 7)원통형 무게다는 병 8)105±3℃의 항온건조기 9)데시케이터

(ii) 시약 : 1)알콜-벤젠혼합용제 2) 0.5%의 염소수 3) 3%의 아황산수 4) 2%의 아황산나트륨 용액 5) 0.1%의 과망간산칼륨 용액 6) 95부피 %의 에틸알콜

(iii) 시료 : KS M7031(펄프원재의 분석용 시료채취방법 및 조제방법)에 따라 만든 것을 사용하고, 미리 KS M7032(펄프 원재의 수분 시험방법)에 따라서 수분을 측정하여 둔다.

(iv) 시험방법 : 1) 시료 2g을 정확하게 달아서, 그 절건 무게를 계산한다. 2)속슬레 추출기를 사용하여 6시간 알콜벤젠 혼합용제로 추출한 다음, 알콜과 증류수로 차례로 씻어서 용제를 제거한다. 3)추출한 시료를 마개 달린 삼각 플라스크에 옮겨, 염소수(0.5%) 60ml를 가한 후, 실온에서 5분간 방치하여 염소화한다. 4)염소화가 끝나면 내용물을 유리거르개에 옮겨 증류수로 흡인장치를 써서 씻는다. 5)다음에 아황산수(3%) 500ml와 증류수 500ml로 차례로 씻는다. 6)시료를 비커(100ml)에 옮겨, 아황산나트륨 용액(2%) 50ml를 가하고, 시계 접시를 덮고 끓는 물중탕 속에서 30분간 가온(加溫)한다. 그 사이에 때때로 젓는다. 7)가온이 끝난 다음 내용물을 다시 유리거르개에 옮겨, 뜨거운 증류수 200ml로 씻는다. 8)이어서 찬 증류수 50ml로 씻고, 내

용물을 실온에 방냉(放冷)하고, 다시 전과 똑같은 염소화 이후의 조작을 한다. 9)목분이 어느정도 희어져서 아황산나트륨 용액을 가했을때, 시료가 균일하게 옅은 색이 남을 정도로 될때까지 이 조작을 반복한다. 10)최종의 아황산나트륨 처리 및 그 세척(洗滌)조작을 끝낸 후, 과망간산칼륨 용액 (0.1%) 20ml를 가하고, 10분간 방치하여 표백하고, 아황산수(3%)로 탈색하여 여과하고, 뜨거운 증류수 200ml로 충분히 씻는다. 11)내용물을 비커(200ml)에 옮겨, 뜨거운 증류수 200ml를 가하고, 끓는 물중탕 속에서 1시간 가열하여 잔존(殘存)하는 산의 흔적을 용출시킨다. 12)셀룰로오스를 유리거르개에 옮겨, 뜨거운 증류수 500ml를 사용하여 충분히 씻는다. 13)다음에 알콜(95%) 50ml로 씻고, 유리거르개와 함께 무게다는 병에 넣고, 105±3℃로 4시간 건조하여, 데시케이터 속에 방냉하여 무게를 단다. 14)다시 한번 1시간 건조하고 방냉하여, 무게를 달아 연속 2회의 무게차가 2mg이하로 될때까지 같은 시험 절차를 반복한다.

(v) 보고 : 셀룰로오스 (%) Z는 다음 식에 따라 계산하고, 소숫점 이하 1자리로 끝맺음하여 보고한다.

$$Z = \frac{W}{S} \times 100$$

여기에서 S = 시료의 절건(絶乾) 중량(g)

W = 셀룰로오스의 무게(g)