新しいチップ化技術による KP パルプ化の改良

Improve Kraft Pulping with a New Chipping Technique

Zhong Wang and Johan Gullichsen

Laboratory of Pulping Technology, Helsinki University of Technology, Finland

New chips were cut by a new chipping technique applicable to sawmill chipping to a unique thickness and length. There is no chip size profile and screening is not needed before use. Reference chips cut from the same stem with a conventional sawmill chipper were screened to eliminate overthick chips, fines and pin chips. Conventional kraft cooking, beating and chlorine dioxide bleaching were performed in laboratory scale. The results show that, new chips improve the delignification selectivity. They have a higher yield at comparable kappa reduction and brightness increment than reference chips. These advantages were maintained through oxygen delignification and chlorine dioxide bleaching. Good fibre properties of pulps from new chips result in better pulp strength properties. One unit more of tear index at 70 Nm/g tensile was observed for pulp from new chips. All these findings indicate that this new chipping technique offers great potential for improving the uniformity of kraft pulping, and for maximum utilization of raw materials.

(quoted from the original paper)

Keywords : chip dimension, chip thickness, chipping, screening, pulp properties, beating, bleaching, strength properties

(はじめに)

生産性やパルプの品質、コストおよび信頼性の観点から、パルプ工場にとってチップの品質は重要である。チップング操業の多様性によって得られるチップの品質を定めるために、いろいろな試みがなされてきた。

歴史的には、他産業からの篩い分けスクリーンが紙パルプ産業用に改良され用いられてきた。ここ数年、パルプ化の視点で重要なチップ品質の要素に基づいてチップを分級することを目的として、新しいチップスクリーニングの方法が開発されて来ている。これらの新しい方法では、大サイズ側の分布の大部分はチップの厚みを頼りに、小サイズ側は丸穴により篩い分けに依存している。

チップサイズの分布は、チップハンドリングのうちで最も重要な品質管理の要素である^{1,2)}。現代の浸

透・拡散理論では、チップへの液体の浸透は全ての方向からほぼ均等であるとしており、それはチップの厚さが速度制限要因であるということを意味している。もしもチップが十分に薄ければ十分浸透されるが、厚すぎる場合には、蒸解サイクル末期に未蒸解の生の木芯が残る^{3,4,5)}。

近年、厚み制御の目標を許容範囲の最大限まで高め、許容できる最小サイズを大きくすることに多くの関心が集まっている。これは、ダストとピンチップの量をできるだけ減らしながら薄いチップを長期間作るようなチップパーを開発するという努力を、チップパー製造業者に強いている。

理想的なチップは、液体が均一に浸透・拡散できる程度に薄ければ十分であって、繊維長を保てるほどに長さがあれば十分であろう。あいにく、紙パルプ産業には、そのような理想のチップを作れるようなチップ化技術もチップパーもない。

1995 年以来、この欠点を改善するためのプロジェクトが、ヘルシンキ工科大学木材・パルプ技術研究室 (HUT)、フィンランド技術研究センター木材研究室

* 著者は事情により来日出来なかった。寄稿文を翻訳して掲載する。

** (翻訳) 日本製紙株式会社生産部 二瓶 啓

(VTT), 及びヘルシンキ大学森林資源経営学部 (HU) の協力プロジェクトとして進められてきた。製材場でのチップ化に適用できる新しいチップ化技術ができつつある。この新しいチップ化技術によれば, どのような厚さ, 長さにセットしても工業規模でのチップ切削が可能である。チップサイズの分布がなく, チップ化の間にダストが生成しないことから, 使用の前にチップのスクリーニングを必要としない。

1. 目 的

本研究は, パルプ技術研究室 (HUT) の中での一連の研究プロジェクトの一部である。研究室手法により, 新チップのパルプ化, 叩解及び漂白の特性を評価した。対照として, 特別にスクリーンされた標準の製材場チップを用いた。

2. 実 験

2.1 チップの調製

スカンジナビア松=欧州赤松 (*Pinus silvestris*) をテストに用いた。この新しいチップ化技術を製材場に適用したことから, 丸太からカッティングする部分は新チップおよび対照チップいずれも Fig.1 に示すとおりとした。

新チップは最適チップ寸法として厚さ 4 mm 長さ 40 mm のサイズを選び, 20 m/s (750 rpm) の速度で切削した。最適チップ寸法と切削速度及び切削角の選定については, 他の論文で報告する予定である⁶⁾。使用前に新チップにスクリーニングを施すことはなかった。

対照チップは新しいチップ化技術に用いた部分と同じ部分を用いて従来型の製材場チッパーで製造した。スクリーンは $\phi 45$, $\phi 13$, $\phi 7$, $\phi 3$ 各 mm のスクリーンプレートを篩い分けに用いた。アクセプトは $\phi 13$ と $\phi 7$ mm のプレートからだけ取り, わずか

Fig.1 Chipping area, (shadow part)

のバークとノットを手で取り除き, 蒸解前にチップをよく混ぜ合わせた。

2.2 蒸 解

新チップと対照チップを, 通常 KP 蒸解で 50 l の強制循環研究用蒸解釜を用いて蒸解した。蒸解条件は以下の通りであった:

スチーミング: 15 分

液 張 り: 白液, 19% EA as NaOH (黒液アルカリを含む)

液 比: 5.0 (黒液で調整)

昇 温: 1.5°C/min で 175°C まで

圧 力: 5 分で 10 bar へ, 120°C

蒸 解 時 間: H-factor 1400

釜から液を抜いて蒸解を止め, 冷水 20 l を注入したのち循環して 100°C まで加熱した。釜から排出したパルプを更に温水で洗浄, 解繊し, 0.25 mm のスリットをもつ振動フラットスクリーンによりスクリーン処理を施した。

2.3 漂 白

新チップおよび対照チップから製造したパルプは O-D-Eo-D-D のシーケンスにより漂白した。パルプ中の重金属の影響を除くために, はじめにキレート処理を実施した。パルプ濃度は 10% で漂白した。漂白条件は, Table 1 に示すように調整した。

2.4 叩 解

叩解試験は, PFI ミルを用いた。漂白パルプを異なる濾水度 (SR) レベルに叩解した。手抄きシートの調製および全ての分析は SCAN 標準により実施した。

3. 結果と議論

3.1 チップサンプル調製

製材場の対照チップから過大サイズとダストを除くために, $\phi 45$, $\phi 13$, $\phi 7$, $\phi 3$ 各 mm のプレートで篩い分けた。Fig.2 にチップサイズ分布を示す。

Fig.2 に示すように, ダストは全フラクションの中で大きな割合を占めており, $\phi 45$, $\phi 13$ mm オンの過大サイズの比率よりも高くなっている。 $\phi 3$ mm オンのピンチップの量もかなり多く, パルプの性質に悪影響を及ぼすとされる立方体の形状になっている^{7,8)}。この研究では, $\phi 13$ mm および $\phi 7$ mm オンだけをアクセプトとして採取し, 全チップの $58.6+9.1=67.7\%$ だけを用いた。残りはスクリーン・ロスである。

新チップは, 最適チップ寸法として選んだ厚さ 4 mm 長さ 40 mm のサイズに切られた⁶⁾。チップサイズの分布がなくダストは全く生成しないので, チッピ

Table 1 漂白条件

試験	薬品	添加率 %	温度℃	時間 min	pH
Q	EDTA	0.2	50	40	5-7
O ₂	O ₂	5 bar	100	60	11-12
	NaOH	2.5			
	MgSO ₄	0.1			
D 0	ClO ₂	0.25 * kappa	70	60	<2
E 0	NaOH	2	70	60	11-12
D 1	ClO ₂	2.5	70	180	3-4
	NaOH	0.4			
D 2	ClO ₂	0.6	70	180	3-4

Fig. 2 Classification of reference chips

ングの過程では全く損失がなかった。このチップはサイズが均一であるため、使用の前にスクリーン処理をしなかった。この新しいチップ化技術は、原料の利用効率を最大に高めた調木工程を簡略化するために、大きな可能性を提供する。

3.2 パルプ化

Table 2 に通常 KP 蒸解の結果を示す。Fig. 3 には新チップと対照チップのパルプの性質の比較を示している。

新チップは、対照チップに比較して全収率および精選収率ともに高く、カップー価も低い。新チップは明

Fig. 3 Results of the conventional kraft cooking for new and reference chips

Table 2 Cooking results of and reference chips

	unscreen		screened					
	yield %	Kappa number	yield %	reject %	Kappa number	viscosity m/g	fibre* length mm	eff. alk. cons. mol NaOH /kg wood
new chip	49.93	27.76	49.18	0.75	27.7	1,350	2.81	4.1
ref. chip	48.83	29.70	48.44	0.39	29.1	1,373	2.42	4.0

*Fibre length was measured with Kajaani FS-100 apparatus.

らかに繊維長が長いので、たとえ粘度がほとんど同じであったとしてもパルプ強度が強い可能性を示している。新チップはわずかにリジェクト含量が高いが、ノットとバークが蒸解前に取り除かれていないという事実によって説明できる。新チップは脱リグニンが進むので有効アルカリ消費が少し増える。

これらの結果は、独特の厚さと長さを持つ新チップがKPパルプ化の均一性を改善するというを示している。パイロットチッパーによって実用速度で切ることによりチップに多くの割れ目や裂け目ができるので、パルプ化の間に液体が浸透・拡散し易くなる。多くの過去の研究が、薄いチップが厚いチップより浸漬および蒸解において物質の移動により良い状態になるので、選択性が良くなるということを立証している^{9,10)}。これらのチップのほとんどは手で切削するかベニヤで作られており裂け目は少ない。新チップは過去の研究よりも厚い状態で均一に蒸解されており、割れ目と裂け目が多く入っていることに帰因することは明らかである。

3.3 酸素脱リグニンと漂白

新型および対照チップから製造したパルプをO-D-Eo-D-Dのシーケンスにより漂白した。結果をTable 3に示す。

新チップのパルプは、対照チップより酸素脱リグニン後の収率がわずかに高いにも拘わらず、カップー価の低下は2%大きい (Fig.4)。このdYield/dKappa

の比が低いという事実は、新チップのパルプが対照チップのそれより脱リグニン選択性が良いということをも更に示すものである。

新チップのパルプは、酸素脱リグニンと漂白を通して晒し減りが少ないという有利性も示している (Fig.5)。また、対照パルプよりも粘度低下が少なく色上がりが良好であるが (Fig.6)、対照は活性塩素

Fig.4 The selectivity of O₂ delignification

Fig.5 Yield reduction during O₂ delignification and bleaching

Table 3 Results of O₂ delignification and bleaching

	reference chip	new chip
Chelation		
unscrn. Kappa no.	29.1	27.7
Viscosity, ml/g	1,373	1,350
O ₂ delignification :		
Yield, %	96.93	97.12
Kappa, no.	14.87	13.52
Viscosity, ml	1,038	1,023
end pH	11.85	11.6
Bleached		
residual Cl, g/l	0.186	0.187
pH	3.65	3.67
yield %	95.88	96.37
viscosity, ml/g	927	924
ISO brightness	88.1	88.9

Fig.6 Effects of bleaching on pulp properties

Fig.7 Active chlorine consumption in each bleaching stage

の消費量がやや多い (Fig.7)。

新チップのパルプの最終白色度は、対照より約1%高い。これらは、Tikka, P. が報告している厚みスクリーン処理されたチップについての結果と良く一致している^{11,12)}。

対照チップがピンチップを含まず、従来の商業的製材場チップの最良の部分の状態を示していることに留意する必要がある。新チップから製造したパルプが対照チップからのパルプより良い性質を持つという事実は、新チップが結果として良い品質のパルプを作れる、より均一なクラフトパルプ化条件を備えていることを示している。

3.4 叩 解

漂白パルプをいずれも異なる回転数まで PFI ミルで叩解した。結果を、Table 4 に示す。

新チップからのパルプは、叩解範囲全体にわたって引裂き強度に明らかな優位性がある (Fig.8)。比破裂度でも同じ傾向がみられる (Fig.9)。叩解に伴う引張強度の変化は、両方のパルプで同じである (Fig.10)。対照チップで作ったパルプの方が、4,000 回転以降の高 SR 領域でわずかに易叩解性を示している (Fig.11)。

70 Nm/g の引張強度においての引裂強度が強度基準として適切であるとすれば、新チップで作ったパルプの方が対照チップのパルプより引裂き強度が1単位高いことが分かった (Fig.12, 13)。

これら全ての結果は、新チップによって製材場チップで作ったパルプよりも強度を良くできる品質の良い繊維が作れることを示している。これは、厚みスクリーンで処理したチップで作ったパルプの方が、

Fig.8 Tear index as the function of beating

Fig.9 Burst index as a function of beating

Table 4 Pulp strength properties of new and reference chips during beating

code	revolution rpm	°SR	tensile index Nm/g	tear index mNm²/g	stretch %	burst index KPam²/g	tear at 70 tensile mNm²/g
reference chip	0	10.5	15.0	12	2.3	0.7	19.5
	250	11.2	19.6	18	3.2	1.2	
	1,500	12.6	40.4	26	4.1	2.6	
	4,000	21.7	62.6	21	5.0	4.7	
	6,000	33.0	72.7	19	5.1	5.45	
new chip	0	10.5	14.1	15	2.2	0.7	20.5
	250	11.2	20.1	21	2.6	1.2	
	1,500	13.0	37.3	32	3.7	2.75	
	4,000	20.0	63.0	26	4.7	4.9	
	6,000	30.5	68.1	22	4.7	5.9

Fig.10 Tensile index as a function of beating

Fig.13 Tear index at 70 Nm/g tensile

Fig.11 Schopper-Riegler number as a function of beating

Fig.14 Total yield from cooking to bleaching

Fig.12 Tear index at a specified tensile strength

従来の工場チップで作ったパルプよりも引裂強度が強いということを見いだした Tikka, P.¹²⁾ の知見と一致する。

新チップによって、工場チップよりも収率を改善できるより均一なクラフトパルプ化を実現した。Fig. 14に蒸解、酸素脱リグニン、漂白を通しての収率を要約する。新チップは収率において明らかに有利であり、最終漂白までこの優位性を維持している。より均一なパルプ化によって、収率ロスの減少、高い脱リグニン効率、良好な白色度上がりそして強度の強いパルプになることを示したように、漂白し易い良い繊維を作ることができる。

4. 結 論

新型および製材場の対照チップの両方について、研究室スケールで通常 KP 蒸解、酸素脱リグニン、二酸化塩素漂白および叩解を実施した結果は、蒸解、酸素脱リグニンから漂白までの収率で新チップが有利であることを示している。収率ロスが低くカップー価削減率が高く色上がりが良いことから、対照チップに較べて新チップは、選択的に脱リグニンされており漂白

性が改善することを示している。新チップで作られたパルプは、70 Nm/g 引張強度における引裂強度からみて強度の点でも優れている。

新しいチップ化技術は、より均一な KP パルプ化に対して大きな可能性を与え、原料の使用効率を相当改善する。

謝 辞

本プロジェクトの同僚に感謝するとともに、ヘルシンキ工科大学パルプ化研究室の同僚の協力と助力に対して感謝致します。

文 献

- 1) Fuller, W. S. : TAPPI-Chip Preparation & Quality Short Course, 1996, pp.337-
- 2) Smith, D. : ibid, pp.99-
- 3) Stone, J. E. et. al. : TAPPI, 39(10) ; 679- (1956)
- 4) Stone, J. E. : Pulp Pap. Mag. Can., No.6, 1956, pp139-
- 5) Lonnberg, B., et. al. : Progress '93-Needs and Possibilities of Paper Industry Development in the countries Changing Their Economic System, Lodz, Poland, Sep. 1993 Vol-2 pp.67-
- 6) 7) 8) Wang, Z. and Gullichsen, J. : (近く公開される報告)
- 9) Robertsen, L., et. al. ; Paperi ja Puu, 78 (3) : 96-(1996)
- 10) Gullichsen, J., et. al. : Paperi ja Puu, 77 (5) : 331-(1995)
- 11) Tikka, P., et. al. : 1993 Pulping Conference -Tappi Proceedings., pp.833-
- 12) Tikka, P., et. al. : 1994 Pulping Conference -Tappi Proceedings., pp.177-