木材チップの水輸送について

王子製紙株式会社 野田容道, 林 土光

Pipe Line Hydraulic Transportation of Woodchips

Masamichi Noda and Dokō Hayashi

Oji Paper Manufacturing Co., Ltd.

1. 開発の端緒

1.1 PPRIC (Pulp and Paper Research Institute of Canada) の研究とその経過

木材チップのパイプラインによる水輸送について、本格的なテスト研究を行なったのは、カナダの PPRIC が初めてであるとされている。

1957年に開始し1963年にレポートの発表がなされている。それによると実用パイプライン計画としては、管サイズは6 B, 8 B, 10 Bの各サイズのもの
体積濃度は20~40%

スラリー流速は1.2~1.8 m/sec

の範囲を選ぶことが適当であろうと結論づけているがその後 PPRIC ではチップの水輸送研究は打ち切っている模様である。

1.2 その他の動向

一方 PPRIC の1960年のテスト結果発表に刺激されて、アメリカ、カナダはもとより、ソ連などでも色々のテストが行なわれ、またチップ水輸送実用設備計画などが発表されてきている。しかし、これらテスト結果についてはいずれも詳細が発表されておらず、また比較的小規模実験が多かったようである。

現在までのところチップの水輸送に関する実用ないしは半実用の設備はまだ世界中で建設された例はなく、当社のチップ水輸送設備が稼働すれば、世界最初のものになると見られる。

2. 苫小牧工場における実用化試験

2.1 実用化の背景

原材料不足の我が国紙産業においては、年々輸入チップに依存する割合は大きい。当社もその例外ではない。現在輸入チップは苫小牧港に陸揚げし、工場へトラック輸送している。輸送距離は約3 kmである。

将来輸送コストの高騰と交通公害の問題は避けることができない。

そこで、これに代わる輸送方式を検討した。

まず風送方式であるが、これは電力消費が莫大となるばかりでなく、チップの細裂が進み長距離輸送には

適さない。

次にコンベヤー方式であるが、市街地の通過には地下埋設が必要となろう。この場合、建設費が嵩むなど短所が多い。

これらに比べ、水輸送はパイプの敷設ですみ、チップも傷まず、同時にチップの洗浄ができ、最も有利であると判断し、実用化試験に踏み切ったものである。実験は約3年の歳月と概算1億円の費用をついやした。

2.2 実験設備概要 (図-1 参照)

混合設備より流出するチップスラリーは、ポンプを経てパイプラインに送り込まれ、循環テストでは混合設備に、放流テストでは放流場に放出する配管とした。

パイプラインには要所にアクリル管を挿入、流相観察ができるようにし、パイプバンドRは種々のものを取り入れ、最適Rの見極めを行なった。もちろん各所に圧力計を設置した。チップは混合設備に定量供給できる設備とし、また清水供給設備は言うまでもなく、輸送物量は計画量を上回る実験を行なうなど、全て実用設備に近いものとして実験を行なった。

2.3 試験経過概要

(1) 43年度

小規模混合テスト

工業技術院公害資源研究所にて小規模実用化試験
苫小牧工場にて8 B 40 mライン循環、放流試験

(2) 44年度

6 B 300 m, 600 m, 1,200 mライン循環、放流試験

8 B 100 m, 200 m, 300 mライン循環、放流試験

混合設備、スラリーポンプの開発研究から始まり、流動現象、圧力損失、チップサイズと管径など上記パイプラインにより実験を重ねる。

(3) 45年度

6 B 600 mライン循環、放流試験

8 B 300 m, 600 mライン循環、放流試験

樹種別、管径の相異による特質、長時間連続運転などの試験を上記パイプラインにて実施。

さらに、ラジオアイソトープ (RI)、高速度カメラ撮影による流動現象の追跡ならびに観察試験。

2.4 試験結果の概要

図-1

(1) 混合設備およびスラリーポンプ

チップのポンプ輸送の前工程として特に大切なことは、濃度の均一化とエアの混入防止を考慮した設備とすることである。当社はその開発に成功した。

長距離輸送を考えた場合、そのスラリーポンプは、高揚程、高効率化の要求は当然のすう勢である。某社と共同研究を進めれば満足の得られるポンプを開発した。

(2) スラリー流相 (図-2 参照)

高流速での管中のチップを観察すると個々のチップは乱れ動いて流れ、均一に分散した乱流状態となる。これを乱流または安定流と呼んでいる。

流速を徐々に下げると比重の重いものは沈降しようとし、管上下に濃度の差が見られるようになる。この状態を乱流と摺動流の間と呼んでいる。

さらに流速を下げると上部に浮遊するものと、管底を堆積摺動するものに分離し、管中央部が比較的薄くなる、これを摺動流と呼ぶ。

さらに下げると部分的に凝集し、流れ方向の濃淡が現われる。これを部分流または山形流と呼んでいる。これより流速を下げるとプラグ状となり、圧力損失は急上昇し閉塞につながる。これを限界流と呼ぶ。

木材チップの実用流速は安定流域であることが望ましい。カナダの文献に示された 1.2~1.8 m/sec は濃度との関係もあろうが、当社の実験の結果と較べると、低流速過ぎるので、実用には適さない。

安定流		下安定流			限界流
乱流	乱流と摺動流の間	摺動流	摺動流と部分流の間	部分流 (山形流)	限界流 (プラグ流)

図-2 スラリー流相

(3) 流速と圧力損失の関係 (図-3 参照)

図の如く他の鉱滓スラリーと良く似ている。高濃度ほど、圧力損失は増加し、輸送限界濃度は $C_v=35\%$ %位である。カナダ文献では $C_v=45\%$ まで可能と言っているが、この点については今もって疑問に思っている。

ある流速以上になると、清水の圧力損失より少なくなる点がある。

ある流速以下になると、急速に圧力損失が増大し、閉塞する。

(4) 管径と圧力損失の関係 (図-4 参照)

図は一定濃度における相関関係を表わしている。径の大きいもの程圧力損失は少ないが、同一流相とするためには流速を上げなければならない。

径が小さい程圧力損失が大きい、チップが浮流し易いため、流速が下げられる。

(5) 樹種別の特質 (図-5 参照)

図-3 流速と圧力損失（ダグラスファー）

図-4 パイプ径別流速と圧力損失（ダラスファー）
但し、一定濃度

ダグラスファー、北洋樹、広葉樹の各樹種により相違が見られる。

容積重の重い樹種ほど圧力損失も大きい。

チップ表面の平滑な樹種（広葉樹など）ほど凝集の度合いは少ないので部分流となりにくい。したがって摺動流の領域が広い。

異樹種混合チップの安定流速は容積重の重いものに左右される。

図-5 材種別流速と圧力損失（但し一定濃度）

(6) RI 試験

各流相における管内チップの動向を知ることは、実用化に当り必要なことである。例えばチップの速度と水との間に速度差があるとして、さらにこの速度差が、輸送距離と共に変化することがあるとすれば、長距離の間に管内の流相が変わり、ひいては閉塞につながるかも知れない。このような速度のずれはないのかどうかを確認する手段として、ラジオアイソトープをチップに埋め込みその追跡実験を行なった。

実験の結果、安定流であれば、水の平均流速よりもテストピース（チップ）の流速が速いことが判明した。これは、チップが管中央部に集中して流れるため、水の平均流速よりもチップが速いことになる。速度差は一定であるから、この点からも、安定流を得れば、長距離輸送に心配は無い。

(7) 安全設備

最も重要なことは停電、故障に備えて管内スラリーの処置をどうするかである。

種々実験の結果では、流れを停止させずすみやかに清水もしくはエアーによって管外に排出洗管することである。当社ではエアーページテストを数多く行ない、予想外の好結果を得たが、これは特殊バルブを開発したためである。

なお、特殊バルブを含め数多くの特許を申請中である。

3. 実用設備計画概要（図-6 参照）

1. 亘長（港～工場間）2,460 m（内社有地通過60%）

図一六 港・工場間チップ水輸送パイプライン (国道36号線以降工場間は殆ど社有地)

2. チップおよび清水供給設備 1式
3. スラリーパイプ 8 B圧力鋼管・ライニング
4. 水パイプ 12B圧力鋼管・ライニング
5. スラリーポンプ 2～3台 直列

6. 脱水処理設備 1式
7. 安全対策設備 1式

なおこのチップ水輸送設備が完工すれば、既に港と工場間に敷設されている重油パイプラインと共に、苦小牧工場の重要な輸入原料資材の動脈となり、輸送の近代化に大きな役割を果すものと期待される。

60th Annual Meeting

主催; Canadian Pulp and Paper Association

場所; Queen Elizabeth Hotel, Montreal

期間; 1月29日～2月1日, 1974年

ホテル予約先; the Room Division Manager,
Queen Elizabeth Hotel,
900 Dorchester Blvd. West,
Montreal, Que., Canada

論文照会先; R. A. Joss, Manager, Technical
Section, CPPA, 2300 Sun Life
Building, Montreal 110, P. Q. H3B
2×9

注) 展示会は1974年1月29日～31日に行なわれる
予定。

1974 Spring Corrugated Container Conference

主催; Technical Association of the Pulp & Paper
Industry (TAPPI)

場所; The Marriott Hotel in New Orleans, Lo-
uisiana

期間; 1974年6月4日～6月6日

参加費; 10ドル

ホエル予約申込先; The TAPPI Preregistration
Desk, One Dunwoody Park, Atlanta,
Georgia 30341 U.S.A.

照会先; Mr. W.B. Manning, One Dunwoody Park,
Atlanta, Georgia 30341, U.S.A