

連続炭化

戸田 治 信

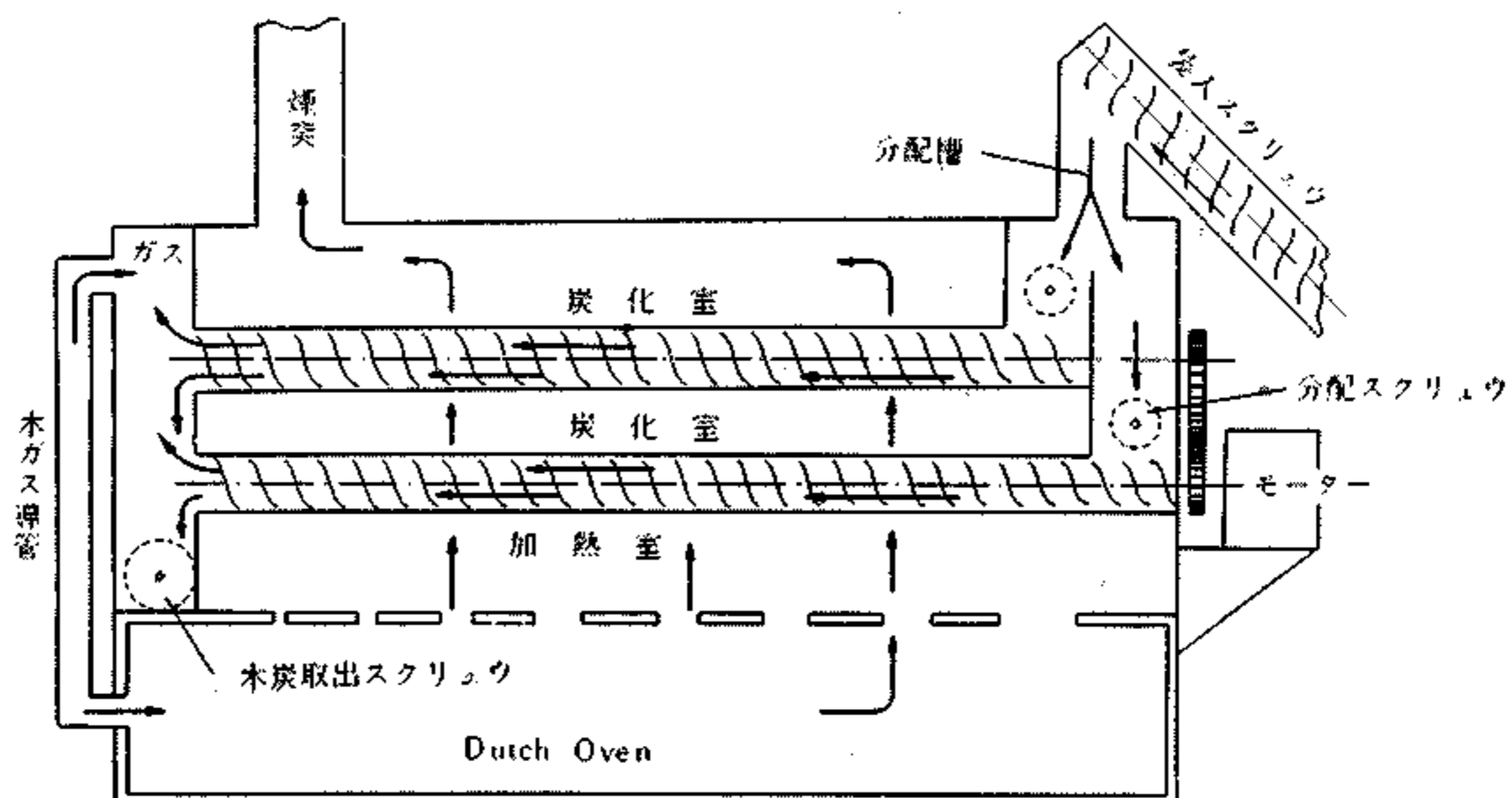
成型木炭は最近米國における消費量の増加により、需要がふえつつあり、また成型技術の進歩により品質的に良質の木炭と競合できる可能性が出来たので木材業界では廃材のうちバルブ原料に適さない（例えば鋸屑の様に細かな）ものを炭化し、成型木炭として販売することを考慮している、それに加え従来主に労務者の燃料として用いられた工場廃材が、石油、電気製品の進出により余る様になったことからこの傾向を強めている。しかし細かい廃材を炭化するには原料の通気性と伝熱性が悪いため、在米のオガ屑窯では能率が悪く、労力と空間を多く必要とするので、これに代るより能率的な方法を考えなくてはならない。その一つとして連続炭化が考えられるが、当所でもこれら業界の要望に応じて連続炭化を完成すべく、その本来の性格から中小企業の工場廃材のうち、鋸屑、プレーナー屑のように細かいものや、樹皮などを対象として研究を進めている。

これら中小企業の廃材は、量的に限られているであろうし、中でも鋸屑のように粒の細かいものは非常に少いであろう。しかし木炭を成型する場合採算上から月産 100トン以上の生産規模を持つことが望ましいとの結果が出ているので、炭化炉の生産能力を24時間当り3トン前後と定めるのがよいと思われる。

又、乾溜の際副生する木タールや木酢液などは一工場当りの生産量が少いので、回収しても採算にのらないものとみて木炭のみの生産を考え、木タール及び木ガスは燃焼して炭化の熱源とした方がよいであろう。

連続炭化炉には色々の形式があるが、粒の細かいものを炭化できるものとしては、古いもので Seaman¹⁾ 炉、St. Paul²⁾ 炉、Stafford³⁾ 炉等があり、新しいものでは Rieck⁴⁾ 炉、流動炉⁵⁾、熱媒体を用

いた炭化炉⁶⁾等がある。これらの炉は岸本氏⁶⁾が述べて居られるように一長一短があり、まだ決定的と思われるものは出ていない。先ず熱効率の最も良い流動炉は余り小型では制御が難かしく、炭質を良くするために原料の炉内滞留時間をのばす方法がまだ完成されていない。Stafford法は木材の自己発熱を利用して炭化するのであるが、小型炉では熱収支の面に問題があり、又、能率も悪い様に思われる。ロータリーキルンを用いたものは攪拌が均一に行なわれ、熱との接触がスクリュウ式より良く、磨耗も少ないが、単位容量当りの充填量が少く、回転部分と固定部分の接目の密閉が困難な上に Seaman¹⁾ 炉や St. Paul²⁾ 炉の様な外熱式では炉体が大きくなり、Rieck⁴⁾ 法のように内熱式では、処理量が少い時は発生ガスの質が悪いので制御が難しく、補助燃料の消費量が大きい。スクリュウで円筒の中を送りながら炭化する方法では高温におけるシャフトの弯曲が問題であり、又、物体の送りムラが大きく、木炭による磨耗が他の方法より激しいと予想される。この加熱法としては、スクリュウを通した炭化室(円筒)の外側を熱風で直接加熱する方法と、ソルトバスに沈めて間接に加熱する方法⁶⁾が考えられている。直接加熱の場合、炭化炉温度を一定に保つことが難しく、火焰が直接炭化炉に当たるとその部分が直ちに損傷するおそれがあり、間接加熱は媒熱体の熱容量が大きいので、炭化炉に与える熱風の温度ムラの影響が少ないので、運転が非常に容易であるが、今のところ希望する温度で使用するのに最も適当な塩類と考えられる塩化物は、高温のために分解して生ずる塩素イオンの腐蝕作用が激しく普通の鉄では1年に約10mmの侵食が予想され、これを他の耐蝕材料にすると装置が余りにも高価になり

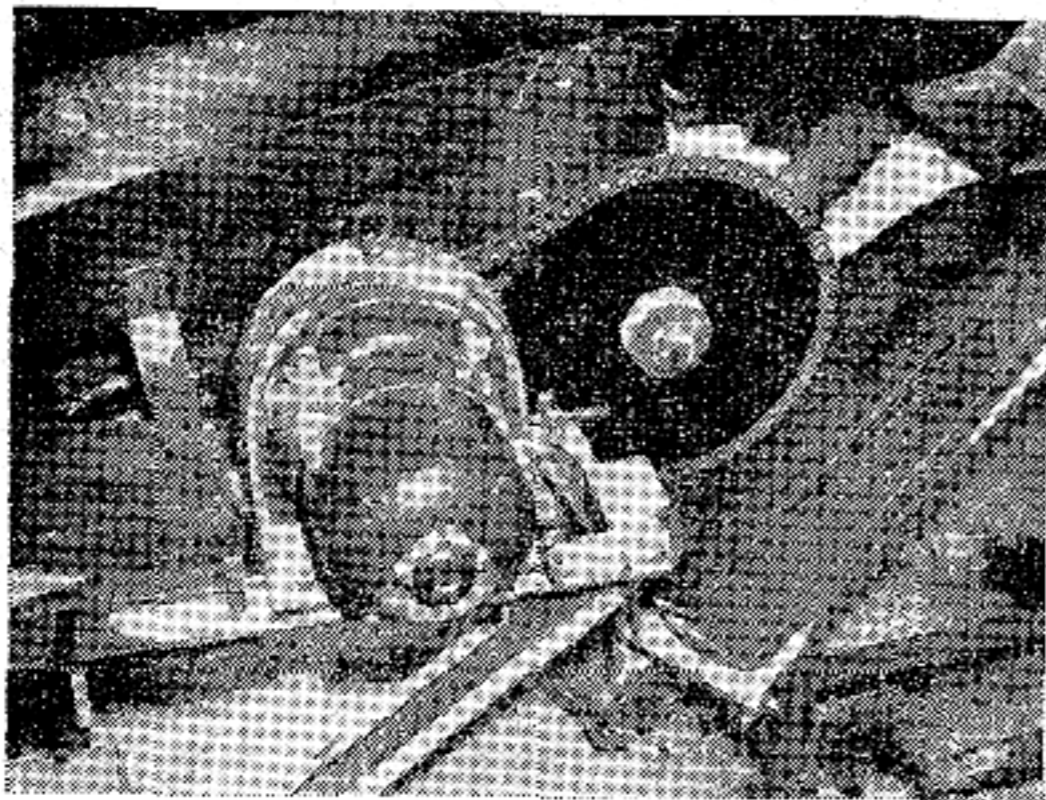


第1図 木材連続炭化工業図

又、熔融塩の取扱いが困難であるなど、小型の炭化炉では技術と採算の面で疑問がある。以上から簡単で取扱容易なことを考慮するとスクリュウ送り直接加熱法が最も難点が少ない様に思われる。

最近U.S. Forest Products Journal⁷⁾に、この直接加熱スクリュウ送り炭化炉について報告されているので紹介する。(第1～5図参照)

この炭化炉は最大木炭生産能力24時間当り10トンを目標に設計されたもので、長さは9.4m、巾4.5m、高さ3.6mであり、その中に上下二段13本の炭化室がある。原料はスクリュウコンベアーで装入ホッパーに押し上げられ、分配スクリュウで13本の炭化室に平均に送られる。炭化室の中をスクリュウで送られる間に炭化された原料は排出スクリュウに落ちて排出され、蒸気を吹付けて冷却すると共に或程度活性化した後、貯槽に入れるか、又は直接成型機に落す。炭化炉は底部がDutch Oven⁸⁾になって居り、炭化の際発生するガス



第2図 木材廃材は、貯槽から傾斜した管(約45°)の中をスクリュウで運ばれる。

は導管によりOvenに導かれて燃焼し、熱風はOven上部のガス分配孔を通して加熱室に入り、炭化室を加熱した後煙突に逃げる。含水率の余り高くない場合は、運転開始後炉内が炭化温度に達する迄燃料を使えば、あとは炭化に伴って発生するガス、タールを燃焼することにより自力で炭化出来る。炭化温度は800～900°F(427～482°C)で炉内滞留時間は約2時間である。



第3図 変速モーターは13本の炭化室内のスクリュウを駆動する(変速機より後はチェーン駆動)

炉内は装入ホッパーえ原料を押し上げるスクリュウコンベアー入口から木炭排出口まで気密になって居り、前の入口は原料、出口は木炭により密閉されているので炉の内圧は外部よりも多少高くなっている。炭化室のスクリュウの送り速度は、無段変速機により随意に変えられる。炉の原料装入量と木炭生産量は、木材廃材粒子の大きさと形、含水率、廃材の比重等によって大きく変動するので、変速機により最適の送り速度に調整された。木炭の収率及び生産能力は木材の含水率に影響され、余りに含水率の高いものは炭化に長時間を要し、しかも十分に炭化されない。操業試験の結果最も収率の良いものは含水率の低い原料を用いた場合で、挿入原料絶乾量当り木炭収率は30%に達した。試験操業中に於ける生産量の最大は24時間に換算して7トンである。出来た木炭を U.S. Forest Products Laboratory で工業分析したところ、比較的揮発分が多く、炭化度の低い木炭であった。

収率と生産能力について試験結果の一例を第1表に生産された木炭の工業分析結果の一例を第2表に示す

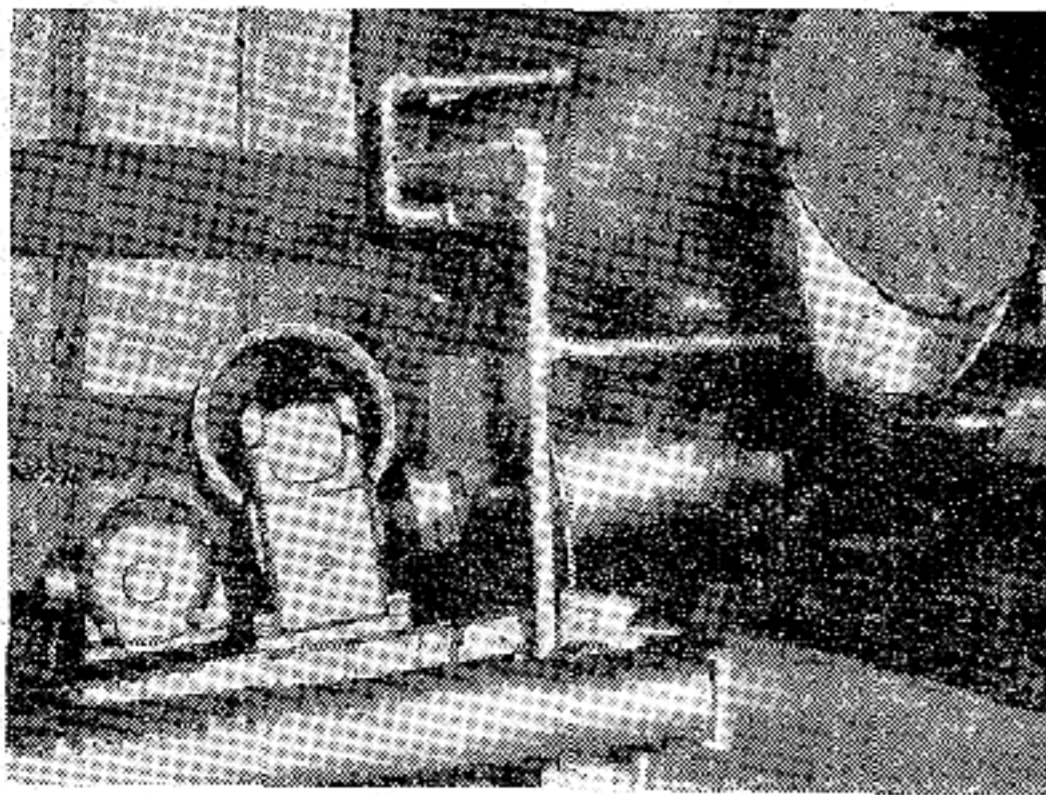
第1表 24時間当り生産量

	広葉樹 チップ	プレーナ 一屑
原料装入量(絶乾ton)	16.4	14.9
木炭生産量(ト)	4.7	4.2
収率(絶乾量当り%)	28.4	27.9
平均含水率(%)		
原料生材	36.2	12.5
木炭	1.5	1.8

第2表 木炭分析結果

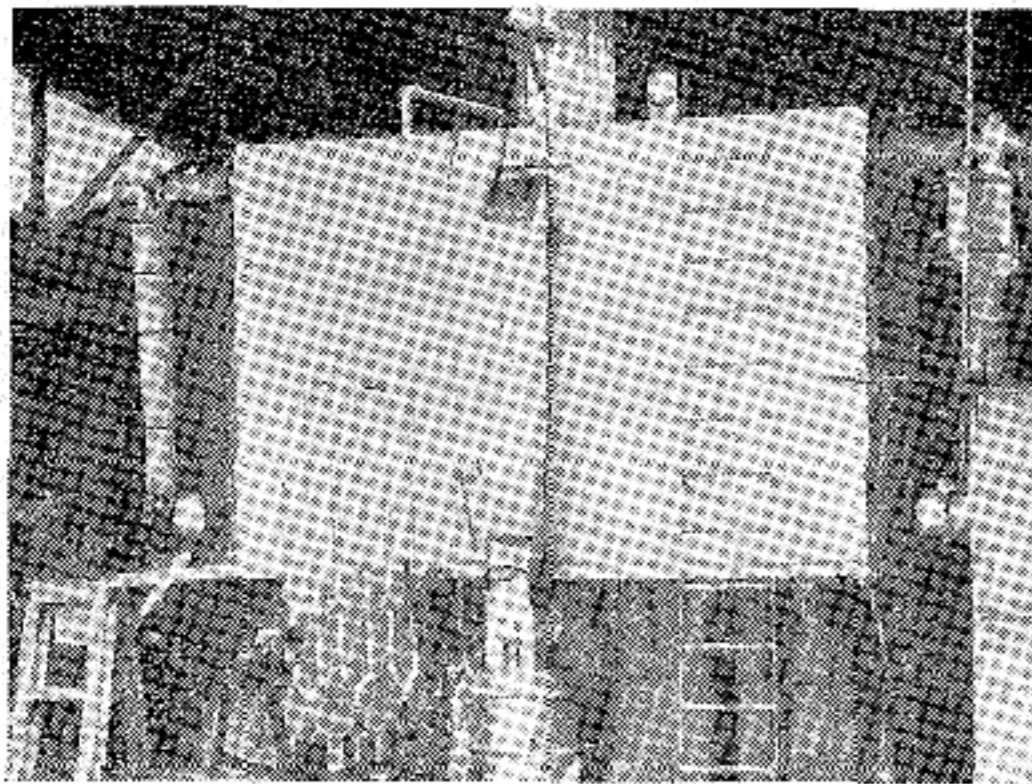
試料番号	含水率 %	揮発分 %	水分 %	固定炭素 %
1-1	0.88	17.41	1.16	84.13
1-2	0.93	20.24	0.99	78.77
2-1	0.55	13.77	1.17	85.06
2-2	0.59	20.23	0.98	78.79
3-1	0.39	16.33	1.10	82.07
平均	0.67	17.16	1.08	81.76

以上米国で企業化された炭化炉について抄訳紹介したが、この炉の特徴を考察して見ると、第一に加熱方式として直接加熱を採用し、原料をスクリュウ送りで炭化していること。第二に自力炭化を考えていること。第三に炭化を均一にするため、原料の炉内滞留時間を長くして比較的低温で炭化し、合せて炉体の材料に対する要求を緩和し、所期の生産能力を得るために、炉内に13本と言う多くの炭化室を設けていることであろう。この炉を我国で使用する場合は、容量が大きすぎて中小企業には適さないこと、そのまま縮小すると自力炭化が難かしくなること。炭化度が低



第4図 排出管（上方）は、炭化した残渣を成型の前に攪拌槽（下方）又は貯槽えのコンベアー（中央）に運ぶ。冷却と活性化のために、蒸気が吹きつけられる。

く、特に含水率の高い原料の炭化が困難なこと。生産される木炭の揮発分が多いため、我国の市場に適合す



第5図 炭化装置の背面である。ガスをDutch Oven え導く配管があり、炉内の木炭を排出する装置の外え出た部分が右側に見える。又、木材乾留生成物を採集する実験用分留装置がある。

るかどうかに多少不安があること等があげられる。この文献には炭化炉の細部についての記述が無く、この報文をもとにして炭化炉をまとめあげるのは困難であるが、当所としても早急に我国に適した炭化炉を完成したいと考えている次第である。

文 献

- 1) U.S. Patent 1 236 884, 1 236 885 (1917)
- 2) Jacob, P.B ; I. E. C., Vol.32, No.2, P217 (1940)
- 3) Nelson, W.G. ; Ibid., Vol.22, No.4, P312 (1930)
- 4) Rieck, H.G., E.G. Locke, E. Tower ; Timberman, Vol.46, No.2 (1945)
- 5) 国井大蔵、秋山忠明、高木香住；流動化法 新化学工学講座 IV-5
丹野晴彦；石炭化学工業 P52 (化学工業、Vol.8, No.3, 1957年別冊)
- 6) 岸本定吉；木材工業、Vol.15, No.156, P12

(1960)

- 7) Dargan, E.E., W.R. Smith ; Forest Products Journal Vol. IX, No.11, P395 (1959)
- 8) 黒田一郎；木材工業、Vol.8, No.10, P10 (1953)

—特産防腐研究室—

樹皮の利用について

新 納 守

樹皮から一体どのような製品が得られるか

土場を歩いて、うず高く積まれた原木の山を見、さらにその切断された木の香も新らしい木口面を眺めるとき、すぐに連想することは、この原木はどの位の値段で買って、どの位の製品が出来て、どの位もうけることが出来るだろうかということであろう。しかし、現在、足の下にある、汚れた木の皮に注意を払うことは恐らくないだろう。たとえ、木の皮があることがわかって、せいぜい、皮をむくのに金をかけて、又捨てるのにも金をかける、こんな木の皮みたいな無駄なものを神様はどうしてお造りになったのだろうと考えるに過ぎまい。

ところがこの木の皮から出来るものをざっとあげてみると、ブリケット燃料、土壤改良材、接着剤、成型物、モルタル用充填剤、ハードボード、インシュレーションボード、紙、カードボード、繊維素、織物用繊維、プラスター用繊維、タンニン、ポリフェノール合成樹脂、ラッカーワニス、イオン交換樹脂、抗酸化剤、石油精製剤、油井穿孔用剤、浮游選鉱剤、用水処理剤、染料、化粧品、殺菌剤、防虫剤、脱インキ剤、写真現像薬、古代鉄器類の保存剤、ブドウ酒の調製剤、タバコの添加剤、メッキの助剤、古栓のクリーナー、木糖液処理剤、絹改良剤、セメント添加剤、インキ主剤、起泡剤、合成洗剤、合成繊維、炭水化物、油脂、樹脂、脂肪酸、色素、フラボノール、デヒドロクェルセチン、アルカロイド等がある。

しかし、以上の物質がとれることがわかって20.5世紀の今日、どのようなことが主として問題になっているか、これに関して次のような最近の文献がある。

- I. A. Pearl and J. W. Rowe
Forest Products Journal, 10, 91-112 (1960)

成型木炭は最近米国における消費量の増加により、需要がふえつつあり、また成型技術の進歩により品質的に良質の木炭と競合できる可能性が出来たので木材業界では廃材のうちパルプ原料に適さない(例えば鋸屑の様に細かな)ものを炭化し、成型木炭として販売することを考慮している。それに加え従来主に労務者の燃料として用いられていた工場廃材が、石油、電気製品の進出により余る様になったことからこの傾向を強めている。しかし細かい廃材を炭化するには原料の通気性と伝熱性が悪いため、在来のオガ屑窯では能率が悪く、労力と空間を多く必要とするので、これに代るより能率的な方法を考えなくてはならない。その一つとして連続炭化が考えられるが、当所でもこれらの業界の要望に応じて連続炭化を完成すべく、その本来の性格から中小企業の工場廃材のうち、鋸屑、プレーナー屑のように細かいものや、樹皮などを対象として研究を進めている。

これらの中小企業の廃材は、量的に限られているであろうし、中でも鋸屑のように粒の細かいものは非常に少ないであろう。しかし木炭を成型する場合採算上から月産 100 トン以上の生産規模を持つことが望ましいとの結果が出ているので、炭化炉の生産能力を 24 時間当たり 3 トン前後と定めるのがよいと思われる。

又、乾溜の際副生する木タールや木酢液などは一工場当りの生産量が少ないので、回収しても採算にのらないものとみて木炭のみの生産を考え、木タール及び木ガスは燃焼して炭化の熱源とした方がよいであろう。

連続炭化炉には色々な形式があるが、粒の細かいものを炭化できるものとしては、古いもので Seaman 炉¹⁾、St.Paul 炉²⁾、Stafford 炉³⁾等があり、新しいものでは Rieck 炉⁴⁾、流動炉⁵⁾、熱媒体を用いた炭化炉⁶⁾等がある。これらの炉は岸本氏⁶⁾が述べておられるように一長一短があり、まだ決定的と思われるものは出ていない。先ず熱効率の最も良い流動炉は余り小型では制御が難しく、炭質を良くするために原料の炉内滞留時間をのばす方法がまだ完成されていない。Stafford 法は木材の自己発熱を利用して炭化するのであるが、小型炉では熱収支の面に問題があり、又、能率も悪い様に思われる。ロータリーキルンを用いたものは攪拌が均一に行われ、熱との接触がスクリュウ式より良く、磨耗も少ないが、単位容量当りの充填量が少なく、回転部分と固定部分の接目の密閉が困難な上に Seaman 炉や St.Paul 炉の様な外熱式では炉体が大きくなり、Rieck 法のように内熱式では、処理量が少ない時は発生ガスの質が悪いので制御が難しく、補助燃料の消費量が大きい。スクリュウで円筒の中を送りながら炭化する方法では高温におけるシャフトの弯曲が問題であり、又、物体の送りムラが大きく、木炭による磨耗が他の方法より激しいと予想される。この加熱法としては、スクリュウを通した炭化室(円筒)の外側を熱風で直接加熱する方法と、ソルトバスに沈めて間接に加熱する方法⁶⁾が考えられている。直接加熱の場合、炭化炉温度を一定に保つことが難しく、火焰が直接炭化炉に当たるとその部分が直ちに損傷するおそれがあり、間接加熱は媒熱体の熱容量が大きいため、炭化炉に与える熱風の温度ムラの影響が少ないので、運転が非常に容易であるが、今のところ希望する温度で使用するのに最も適当な塩類と考えられる塩化物は、高温のために分解して生ずる塩素イオンの腐蝕作用が激しく普通の鉄では 1 年に約 10mm の侵食が予想され、これを他の耐蝕材料にすると装置が余りにも高価になり

又、溶融塩の取扱いが困難であるなど、小型の炭化炉では技術と採算の面で疑問がある。以上から簡単で取扱容易なことを考慮するとスクリュウ送り直接加熱法が最も難点が少ない様に思われる。

最近 U.S. Forest Products Journal⁷⁾に、この直接加熱スクリュウ送り炭化炉について報告されているので紹介する。(第 1～5 図参照)

この炭化炉は最大木炭生産能力 24 時間当り 10 トンを目標に設計されたもので、長さは 9.4m、巾 4.5m、高さ 3.6m であり、その中に上下二段 13 本の炭化室がある。原料はスクリュウコンベアーで装入ホッパーに押し上げられ、分配スクリュウで 13 本の炭化室に平均に送られる。炭化室の中をスクリュウで送られる間に炭化された原料は排出スクリュウに落ちて排出され、蒸気を吹付けて冷却すると共に或程度活性化した後、貯槽に入れるか、又は直接成型機に落ちる。炭化炉は底部が Dutch Oven⁸⁾になっており、炭化の際発生するガス

第 2 図 木材廃材は、貯槽から傾斜した管(約 45°)の中をスクリュウで運ばれる。

は導管により Oven に導かれて燃焼し、熱風は Oven 上部のガス分配孔を通して加熱室に入り、炭化室を加熱した後煙突に逃げる。含水率の余り高くない場合は、運転開始後炉内炭化温度に達する迄燃料を使えば、あとは炭化に伴って発生するガス、タールを燃焼することにより自力で炭化出来る。炭化温度は 800～900 °F(427～482)で炉内滞留時間は約 2 時間である。

第 3 図 変速モーターは 13 本の炭化室内のスクリュウを駆動する (変速機より後はチェーン駆動)

炉内は装入ホッパーへ原料を押し上げるスクリュウコンベアー入口からは木炭排出口まで気密になっており、前の入口は原料、出口は木炭により密閉されているので炉の内圧は外部よりも多少高くなっている。炭化室のスクリュウの送り速度は、無段変速機により随意に変えられる。炉の原料装入量と木炭生産量は、木材廃材粒子の大きさと形、含水率、廃材の比重等によって大きく変動するので、変速機により最適の送り速度に調整された。木炭の収率及び生産能力は木材の含水率に影響され、余りに含水率の高いものは炭化に長時間を要し、しかも十分に炭化されない。操業試験の結果最も収率の良いものは含水率の低い原料を用いた場合で、挿入原料を絶乾量当り木炭収率は 30%に達した。試験操業中に於ける生産量の最大は 24 時間に換算して 7 トンである。出来た木炭を U.S. Forest Products Laboratory で工業分析したところ、比較的揮発分が多く、炭化度の低い木炭であった。

収率と生産能力について試験結果の一例を第 1 表に生産された木炭の工業分析結果の一例を第 2 表に示す。

第 1 表 24 時間当り生産量

第 2 表 木炭分析結果

以上米国で企業化された炭化炉について抄訳紹介したが、この炉の特徴を考察して見ると、第一に加熱方式として直接加熱を採用し、原料をスクリュウ送りで炭化していること。第二に自力炭化を考えていること、第三に炭化を均一にするため、原料の炉内滞留時間を長くして比較的低温で炭化し、合わせて炉体の材料に対する要求を緩和し、所期の生産能力を得るために、炉内に 13 本と言う多くの炭化室を設けていることであろう。この炉を我国で使用する場合の隘路としては、容量が大きすぎて中小企業には適さないこと、そのまま縮小すると自力炭化が難しくなること。炭化度が低

第4図 排出管(上方)は、炭化した残渣を成型の前に攪拌槽(下方)又は貯槽へのコンベアー(中央)に運ぶ。冷却と活性化のために、蒸気が吹き付けられる。

く、特に含水率の高い原料の炭化が困難なこと。生産される木炭の揮発分が多いため、我国の市場に適合す

第5図 炭化装置の背面である。ガスを Dutch Oven へ導く配管があり、炉内の木炭を排出する装置の外へ出た部分が右側に見える。又、木材乾留生成物を採集する実験用分留装置がある。

るかどうかには多少不安があること等があげられる。この文献には炭化炉の細部についての記述が無く、この報文をもとにして炭化炉をまとめあげるのは困難であるが、当所としても早急に我国に適した炭化炉を完成したいと考えている次第である。

文献

- 5) 国井大蔵、秋山忠明、高木香住；流動化法 新化学工学講座 - 5
丹野晴彦；石炭化学工業 P 52 (化学工業、Vol.8, No.3, 1957 年別冊)
- 6) 岸本定吉；木材工業、Vol.15, No.156, P 12 (1960)
- 8) 黒田一郎；木材工業、Vol.8, No.10, P 10 (1953)

- 特産防腐研究室 -