

木材工業に於ける熱効率の向上に就いて

近 藤 武

木材工業に於ける熱管理に就ては、本誌第三月号で斎藤先生、小谷、堤、面屋、渡辺の諸氏に依り詳細に論述されて余す処がないのでありますが、特に熱損失の最大要因となる次の四つの場合についての改善方策を考究して見たいと思います。

1. 汽罐の燃焼装置について

水分の多い廃材を燃料とし、汽罐も大部分丸罐（横置多管式）を使用している関係上、他の産業ボイラーに比し特段の工夫と研究が必要で、旧来は自家産の廃材であるため割合に関心が薄かった問題ですが、之を改善するだけでも面屋氏の御指摘の通り格段の効率向上、及び汽罐の能力を上昇し得るのであります。

木材は水分が多く、有効発熱量少く且つ其の容積が大きいため、炉への投入回数も多く操作時間も永くなるため、焚口よりの冷風侵入が非常に多くなり、炉内の温度が下り之に加えて投入後の短時間に燃料水分が蒸発するために、莫大な熱消費が起り炉内温度を一層下げることになります。

今1回の投入量を200kg 其の含水量100kgとすれば

水分が蒸発するための消費熱量は
 $540\text{kcal} \times 100 = 54,000\text{kcal}$ であり

燃料の発熱量は $4,560\text{kcal} \times 100 = 456,000\text{kcal}$

然るに燃料の水分蒸発は、燃焼時間の数分の一の時間で終るので、之れを1/4とすれば

$54,000 \times \frac{1}{4} = 114,000\text{kcal}$

$$\frac{54,000}{114,000} = 0.474$$

即ち47.4%の熱が一時に奪われるため、炉内温度は木材の揮発成分の燃焼に必要な温度以下に下り、不完全燃焼を起し益々炉内温度を下げることになり極めて悪い燃焼状態となります。

又長尺の燃料が燃焼中の火床面を遮蔽して熱副射を妨げるため、熱の伝導が悪くなり汽罐能力が著しく低下します。又木材は発熱成分中に揮発分が多いため乾燥が終ると一時に多量の乾溜瓦斯を発生し、非常に多量の空気が必要となります。此の時期は一般に極端な空気不足を生じ不完全燃焼を生じ易く燃焼室の形状が

不良であったり、容積が不足すると空気との混合が悪く不完全燃焼が起り、他の時期には逆に空気過剰となり損失が増大します。之等の原因が重り合つて汽罐効率が極端に低下し横置多管式の標準汽罐効率50~65%より非常に下がり実際には20~40%と言う低位にあるものが多いので、之等の工夫改善に依り相当に効果を上げ得るのは明瞭であります。

改善施策として考えられる方法は、

(i) 投入材を短尺小片化すること

少くとも8尺位とし長手に入れずに横に押込む。此の様にすると乾燥期の燃料が焚口をふさいでいる中に新燃料で奥え押しやる事が出来るわけです（傾斜火格子では空気孔を少くし傾斜を大きくする）

(ii) 通気方法の改善

炉内減圧を少くし、火格子下よりの強制通風にすると炉壁や、焚口よりの冷風の侵入が少くなり又投入操作時にも自由に空気の加減が出来るので燃焼帯の状況に依つて適当な処のみに通風を集め且来合理的燃焼状態が得られます

(iii) 燃焼室の改善

横置多管式に於る備胴下部第一、第二接合部に生じ易い亀裂の防止、並に揮発成分を完全燃焼させるために燃焼室を改造する。

以上に述べた改善に要する費用は、筆者の経験、計算よりすれば極く短期間に回収し得られる筈です。

2. 煙突排氣熱の利用

木材工業に使用されている汽罐は、前述の如く非常に大きな熱損失を伴い、その上大部分は煙突排氣損失として徒らに大空に向つて放出せられているので、之れの回収利用は有意義なものがあると思います。此の廃氣熱は蒸気ドレーンと異り其の温度が高いため利用するには好都合です。通常排氣熱温度はボイラー出口に於て 250~350°C であつて近代の高効率汽罐といえども汽罐本体だけでは、あの高い効率は得られないのであつて其の大部分は如何にして此の廃氣損失を少くするかにかゝつていふ言つても過言ではありません

蒸発量1,000kg/hの汽罐に於ける排気損失は、水分100%（絶乾物対比）の場合通常400,000kcal/h～700,000kcal/hに上るのであって之れを有効に利用すると、内輪に見積つても200～500kg/hの蒸気量の節約か、或は同一燃料消費量に於ての汽罐能力の増加ということになります。

利用方法としてはエコマイザーや、エーヤプレヒーター等を設置するということにはなりますが、普通木材工業の汽罐の場合にはエコマイザーに依る汽罐の給水加熱だけでは此の膨大な熱量は吸収し得ず、且つ煤落し、給水装置の改善等に相当な費用が掛るのでエーヤプレヒーターのみの方がむしろ経済的である場合が多い様です。

ホットエヤーは、乾燥室用、燃焼室用、暖房用として可成り多く木材工業としては利用面があります。次に述べる理由からも乾燥室用熱源としては、蒸気よりも此の熱空気の方が優れた利点を持っているということがわかります。

乾燥室排気温度と所要空気量、排気熱量、入口温度
（室外空気は釧路7月の平均気温15.2°C
平均湿度92%を基準とする）

	排気温度	室外空気を排気温度にした時の温度	排気温度70%の時の所要空気量	入口空気温度	排気損失熱量
	25°C	52%	166kg	38.5°C	398kcal
	30°C	29%	100	53.0°C	360kcal
スチームヒーターの場合	40°C	17%	455	91.5°C	273kcal
熱空気の場合	50°C	12%	20	165.0°C	158kcal

- 註 1 乾燥室排気湿度ヲ70%トスル。
2 入口温度水分1kgヲ蒸発スル=必要ナ熱量ト上表空気量カラ算出シタモノ。
3 排気損失トハ排気ト室外ノ温度差=ヨル熱量損失。

上表の如く高温状態に於ける乾燥は、著しく熱損失が小さい、スチームヒーターを利用すると120°C以上の熱空気を作るのには蒸気との温度差が少く不経済で

すが、高温のボイラー排瓦斯を利用すると、180°C位の熱空気を作るのは容易であり、配管は低圧で漏洩の憂もなく経費も割合い少なくて済むので、経済的であり、近時種々の工業に利用せられる様になって来ました。又此の空気をボイラーに供給すると著しく燃焼状態を改善出来るので汽罐能力を20～50%増加することが出来ます。

3. 低価格粉炭の利用

小規模工場用として中空火格子強制通風、或は階段火格子強制通風に依り沈澱粉炭を利用すると燃料費を著しく節約出来るが、灰の処理、汽罐に損傷を与え易い等の欠点があります。大容量の場合にはストーカーを使用することになりますが、此のために沈澱粉炭が利用出来なくなり燃料費が増大致しますので、自然通風用のチェーンプレートストーカーを改造して強制通風用とし、沈澱粉炭、並に低質粉炭を混焼して燃料費を節約することが出来ます。旭川市の北王製油K. K. のパブコック汽罐（毎時蒸発量3,500kg）の場合には年間250日（1日16時間運転）で此の方法に依り燃料費を650万円節減出来たという実例があります。

4. スチームエンジン排気熱の利用

木材工業に可成り多く使用されているスチームエンジンは、蒸気の膨脹力を利用しているもので其の有する熱エネルギーの大部分は損失となるので之れの有効利用化を図れば、莫大な熱資源となり乾燥、煮沸、暖房或は附帯工場としての農産物乾燥事業等に相当な利用価値があります。

上記諸問題は、燃料が極端に安価であり廃材価格の低廉であった時代は無視し得られても、廃材利用工業が企業化せられ廃材は廃物でなく重要な工業原料となって来ており、又熱原価が製品価格に大きな比重を占めている今日、前述の何れの方法も経済価値が逐年上って来ておりますので今後一層の御研究を望んで止みません。

—藤辰工業株式会社専務—

木材工業に於ける熱管理に就いては、本誌第三号で斎藤先生、小谷、堤、面屋、渡辺の諸氏に依り詳細に論述されて余す所がないのでありますが、特に熱損失の最大要因となる次の四つの場合についての改善方策を考究して見たいと思います。

1. 汽罐の燃焼装置について

水分の多い廃材を燃焼とし、汽罐も大部分丸罐（横置多管式）を使用している関係上、他の産業ボイラーに比し特段の工夫と研究が必要で、旧来は自家産の廃材であるため割合に関心が薄かった問題ですが、これを改善するだけでも面屋氏の御指摘の通り格段の効率向上、及び汽罐の能力を上昇し得るのであります。

木材は水分が多く、有効発熱量少なく且つ其の容積が大きいため、炉への投入回数が多く操作時間も永くなるため、焚口よりの冷風侵入が非常に多くなり、炉内の温度が下がりこれに加えて投入後の短時間に燃料水分が蒸発するために、莫大な熱消費が起り炉内温度を一層下げることになります。

今 1 回の投入量を 200kg 其の含水量 100kg とすれば

水分が蒸発するための消費熱量は

$$540\text{kcal} \times 100 = 54.000\text{kcal} \text{ であり}$$

燃料の発熱量は $4.560\text{kcal} \times 100 = 456.000\text{kcal}$

然るに燃料の水分蒸発は、燃焼時間の数分の一の時間で終わるので、これを $\frac{1}{4}$ とすれば

$$54.000 \times \frac{1}{4} = 114.000\text{kcal}$$

$$54.000 / 114.000 = 0.474$$

即ち 47.4%の熱が一時に奪われるため、炉内温度は木材の揮発成分の燃焼に必要な温度以下に下がり、不完全燃焼を起し益々炉内温度を下げることになり極めて悪い燃焼状態となります。

又長尺の燃料が燃焼中の火床面を遮蔽して熱副射を妨げるため、熱の伝導が悪くなり汽罐能力が著しく低下します。又木材は発熱成分中に揮発分が多いため乾燥が終わると一時に多量の乾溜瓦斯を発生し、非常に多量の空気が必要となります。この時期は一般に極端な空気不足を生じ不完全燃焼を生じ易く燃焼室の形状が不良であったり、容積が不足すると空気との混合が悪く不完全燃焼が起り、他の時期には逆に空気過剰となり損失が増大します。これ等の原因が重なり合って汽罐効率が極端に低下し横置多管式の標準汽罐効率 50 ~ 65%より非常に下がり実際には 20 ~ 40%と言う低位にあるものが多いので、これ等の工夫改善に依り相当に効果を上げ得るのは明瞭であります。

改善施策として考えられる方法は、

(イ) 投入剤を短尺小片化すること

少なくとも 3 尺位とし長手に入れずに横に押込む。

この様にすると乾燥期の燃焼が焚口をふさいでいる中に新燃料で奥へ押しやる事が出来るわけです（傾斜火格子では空気孔を少なくし傾斜を大きくする）

(ロ) 通気方法の改善

炉内減圧を少なくし、火格子下よりの強制通風にすると炉壁や、焚口よりの冷気の侵入が少なくなり又投入操作時にも自由に空気の加減が出来るので燃焼帯の状況に依って適当な処のみに通風を集中出来合理的燃焼状態が得られます。

(ハ) 燃焼室の改善

横置多管式に於ける罐胴下部第一、第二接合部に生じ易い亀裂の防止、並びに揮発成分を完全燃焼させるために燃焼室を改造する。

以上に述べた改善に要する費用は、筆者の経験、計算よりすれば極く短期間に回収し得られる筈です。

2. 煙突排気熱の利用

木材工業に使用されている汽罐は、前述の如く非常に大きな熱損失を伴い、その上大部分は煙突排気損失として徒らに大空に向けて放出せられているので、これの回収利用は有意義なものがあると思います。この廃気熱は蒸気ドレーンと異なり其の温度が高いため利用するには好都合です。通常排気熱温度はボイラー出口に於いて 250～350 であって近代の高能率汽罐といえども汽罐本体だけでは、あの高い効率は得られないのであって其の大部分は如何にしてこの廃気損失を少なくするかにかかっていると云っても過言ではありません。

蒸発量 1.000kg/h の汽罐に於ける排気損失は、水分 100%（絶乾物対比）の場合通常 400.000kcal/h ~ 700.000kcal/h に上るのであってこれを有効に利用すると、内輪に見積もっても 200 ~ 500kg/h の蒸気量の節約が、或は同一燃料消費量に於いての汽罐能力の増加ということになります。

利用方法としてはエコノマイザーや、エーヤプレヒーター等を設置するという事になります。普通木材工業の汽罐の場合にはエコノマイザーに依る汽罐の給水加熱だけではこの膨大な熱量は吸収し得ず、且つ煤落し、給水装置の改善等に相当な費用が掛るのでエーヤプレヒーターのみの方がむしろ経済的である場合が多い様です。

ホットエアーは、乾燥室用、燃焼室用、暖房用として可也多く木材工業としては利用面があります。次に述べる理由からも乾燥室用熱源としては、蒸気よりもこの熱空気の方が優れた利点を持っているということがわかります。

乾燥室排気温度と所要空気量、排気熱量、入口温度
(室外空気は釧路 7 月の平均気温 15.2 平均湿度 92% を基準とする)

- 注 1 乾燥室排気温度ヲ 70% トスル。
2 入口温度水分 1kg ヲ蒸発スルニ必要ナ熱量ト上表空気量カラ算出シタモノ。
3 排気損失ト八排気ト室外ノ温度差ニヨル熱量損失。

上表の如く高温状態に於ける乾燥は、著しく熱損失が小さい、スチームヒーターを利用すると 120 以上の熱空気を作るのには蒸気との温度差が少なく不経済ですが、高温のボイラー排瓦斯を利用すると、180 位の熱空気を作るのは容易であり、配管は低圧で漏洩の憂もなく経費も割合少なく済むので、経済的であり、近時種々の工業に利用せられる様になって来ました。又この空気をボイラーに供給すると著しく燃焼状態を改善出来るので汽罐能力を 20 ~ 50% 増加することが出来ます。

3. 低価格粉炭の利用

小規模工場用として中空火格子強制通風、或は階段火格子強制通風に依り沈澱粉炭を利用すると燃料費を著しく節約出来るが、灰の処理、汽罐に損傷を与え易い等の欠点があります。大容量の場合にはストーカーを使用することになりますが、このために沈澱粉炭が利用出来なくなり燃焼費が増大致しますので、自然通風用のチェーンプレートストーカーを改造して強制通風用とし、沈澱粉炭、並びに低質粉炭を混焼して燃料費を節約することが出来ます。旭川市の北王製油 K.K のバブコック汽罐（毎時蒸発量 3.500kg）の場合には年間 250 日（1 日 16 時間運転）でこの方法に依り燃料費を 650 万円節減出来たという実例があります。

4. スチームエンジン排気熱の利用

木材工業に可也多く使用されているスチームエンジンは、蒸気の膨脹力を利用しているもので其の有する熱エネルギーの大部分は損失となるのでこれの有効利用化を図れば、莫大な熱資源となり乾燥、煮沸、暖房或は付帯工業としての農産物乾燥事業等に相当な利用価値があります。

上記諸問題は、燃料が極端に安価であり廃材価格の低廉であった時代は無視し得られても、廃材利用工業が企業化せられ廃材は廃物でなく重要な工業原料となって来ており、又熱原価が製品価格に大きな比重を占めている今日、前述の何れの方法も経済価値が逐年上がって来ておりますので今後一層の御研究を望んで止みません。

藤辰工業株式会社専務