

洗炭工場に於ける微粉炭の回収法について (第1報)

高 桑 健*

Recovery of Fines from Wash Water at a Coal Washing Plant. By Takeshi TAKAKUWA.

The result of the inspection at 11 plants shows that the amount of fines lost in the effluent water from a washing plant is estimated to be 3.4 per cent of the washed coal and the ash contents of the lost fines to be 25~45 per cent, 35 per cent on an average. As the first step to establish the method to catch them, some surveys were made to know the actual settling conditions in the settling tank with a scraper called Bache or Bacher settling tank at 3 washing plants in Hokkaido. Samples were taken from some points in the tank different in lateral and vertical distances and their pulp densities were measured. It was found that the general progression of settlement of the fines from the feeding point to the discharge point was very slow and that the Bacher tank was not a slime settler but was a deslimmer. To settle the fines some other means must be adopted.

The results of the sizing analyses of the samples taken will be discussed in next issue.

(Received July 9, 1951)

1. 緒 言

昭和24年度及び同25年度に実施せられた選炭技術指導(資源廳及び札幌石炭局或は札幌通産局)の報告書によつて、北海道の洗炭工場の放流水中に含まれて流失する微粉の量等を推察すれば(第1表参照)出炭量の0.2%~10.4%, 平均(算術平均)3.4%である。即ち1000萬噸の出炭に對しては34萬噸の流失炭があることとなる。流失微粉炭の灰分含有率は約25%~45%(第1表中S-A礦の64%を除く)平均35%程度であつて、水分を除けばそのまま利用し得るものが多く、又適當な方法で品位を向上すれば、良質の石炭として利用價值を高めることも可能なるものである。今この微粉炭を1噸當り1000圓の價值があるものと見れば、出炭1000萬噸については3億4000萬圓となる。

Table 1 Quantity of Fines Flowing Out.

Coal Mine	Coal Output	Water Discharged		Fines Discharged		
		Quantity (m ³ /day)	Density (%)	Ash (%)	Quantity (t/month)	Ratio to Feed Coal (%)
I S	62,228	2100	0.8	25.6	420	0.67
S-A	29,750	638	0.41	64	65	0.22
Y-S	18,000	2800	1.1	44.5	770	4.27
A-U	10,382	—	—	—	1080	10.40
Y-A	14,075	74.3	3.95	25.4	73.3	0.54
B-T	19,750	659	3.9	40.6	733	3.71
H	9,980	230	11.7	41.8	673	6.75
H-Y	77,900	—	—	40.6	895	1.15
B-O	35,500	—	—	30.0	1145	3.23
I-A	28,600	—	—	40.0	175	0.61
Y-M	25,900	—	—	33.0	1620	6.26

洗炭用水を循環して使用してゐる所では洗炭水から微粉を除去しないならば、その濃度が次第に高くなり、洗炭の機能に有害な影響を與へる様になる。この故に多くの洗炭工場に微粉除去のための施設が設けられてゐる。洗炭用水の循環を必要としない場合でも、將來は河川汚濁防止法によつて放流水の浄化が絶對必要となるであらう。

洗炭工場に於ける微粉の回収は、上述の如く積極消極兩面に於て重要な意義を有するものであ

* 北海道大學教授 鑛山學科 選鑛製鍊研究所兼勤 工學博士

るけれども、あと始末的性格が強いために、現在、現場では極めて消極的にしか関心が持たれていない状態である。今年3月末資源廳及び札幌通産局が微粉に関する調査を実施せられたのは微粉炭回収の合理化促進に貢献する所が大きい。

この企てに著者も参加を求められたので著者としても一步前進することが出来た。こゝにその調査結果の一部を報告して現状を紹介し逐次研究を進めて内容の充實をはかりたいと思ふ。

水洗原炭より事前に微粉を除けば、洗炭工程に於ける精選度は向上し、流失微粉が減少することとは明かであるが、普通の場合は水洗原炭が湿分を有してゐるために、事前の微粉除去が困難となつてゐる。場合によつては準備乾燥を行つてでも微粉(乾)を除き、その有利な利用をはかると共に洗炭工程中の微粉問題の軽減をはかることが有利な場合もあるのであらう。

水洗工程に入つた微粉を回収するには次の様な方法がある。

(a) 精粉炭バケツトエレベーターのブート内に於て沈降せしめ、精粉炭と共に回収する。この時混入を許される微粉の量は、微粉部分に於ける粒度と灰分含有率の關係及び精粉炭に混入を許される程度の限度等によつて定められる。精粉炭エレベーターのブートの形状及び大きさを適當に選び、或はその中に於ける流動の状態を適當に調整することに依つて、適當量を回収することが出来る。この目的に永田製作所特許の微粉回収装置がある。

(b) 精洗炭のエレベーターのブートの溢流又は精粉炭脱水用篩の網下を沈澱槽に導き、微粉分を沈降、沈積せしめて回収する。こゝで回収せられる微粉の粒度及びその量は、鑛液の性質、沈澱槽の形式及び大きさ、その中に於ける流動状態、沈澱した微粉の回収方法等によつて異なる。ドル式シクナー、高架コーン、Eacher 式沈澱槽、沈澱池等がこの目的に使用せられる。Eacher 式沈澱槽は構造が簡單で沈澱微粉が連続的に回収せられるために好んで用ひられる。Eacher 式沈澱槽に於て沈澱したものを回収する方法には(1)底面を延長して斜面とし、それに副つてスクレーパー運搬機で沈澱微粉を掻き上げ極めて濃厚な状態で回収するもの、(2)下底に沈んだものをスクレーパー運搬機で水槽の一端に掻き寄せ、バケツトエレベーターのブートに落して、バケツトで汲み上げるもの、(3)上記のバケツトエレベーターで汲み上げる代りにポンプで吸い出すもの等がある。Eacher 式沈澱槽の設計に際しては、その沈澱槽の容量を適當に選定すると同時に沈澱物の回収能力を十分にし、溢流の出し方に留意しなければならない。スクレーパー運搬機をスクリュウ運搬機に置き代えたものもある。

(c) 精粉炭エレベーター、ブートの溢流を篩にかけて篩上産物として回収する。この時篩の目を適當に選べば品質良好な微粉炭を回収することが出来る。これは精粉炭エレベーターのブート内に於ては上昇水流による分級作用が行はれてゐてその溢液中には等速落下の理論による附加鑛粒としての炭粉が存在するによるものである。この時の篩下産物を(b)の方法で処理することもある。こゝに用ひられる篩は振動篩或は定置篩の何れかであらう。

(d) 殆んど總ての洗炭工場で、最後の押へとして沈澱池を設けて微粉の流失を防止しやうとしてゐる。數個の沈澱池を設けて交互に、沈澱と沈澱微粉の搬出を行ふ。沈澱池が充滿するまで沈澱を續行せしめるために、その終期近くでは微粉の逸出を避けることが出来ない。これに反しドル式シクナーを用ふれば殆んど完全な結果を得ることが出来る。

(e) Eacher 式沈澱槽或は篩によつて粗粒部を回収し、沈澱し難い微細部をシクナーによつて回収し、洗選法によつて、その品位を向上するのが最も完全な方法と考へられるけれども、設備費運轉費の關係で一般化することは困難と考へられてゐる。

2. Eacher 沈澱槽に於ける沈降状態の實狀

1) H-Y 鑛

同鑛の Eacher 式沈澱槽は精粉炭エレベーターのブートの溢流を受けてゐる。

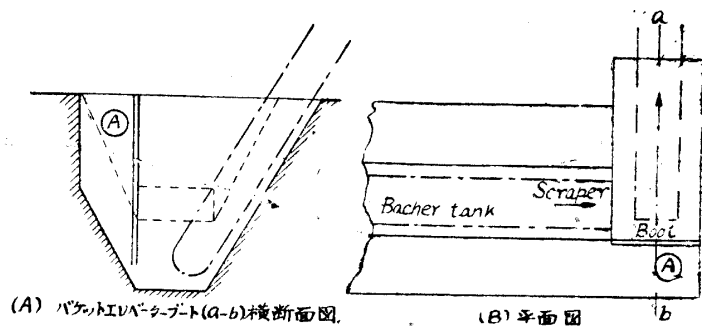
その大きさは次の通りである。

上面の中	下底の中	深 さ	長 さ	容 量
5.8 m	2.1 m	3.9 m	18.3 m	272 m ³

沈澱物運搬用のスクレーパーの羽は 1.76 m × 0.25 m 間隔約 0.7 m 速度 4.85 m/min である。沈澱物は一端に掻き寄せられ、隣接のバケットエレベーターのブーツの中に落ちバケットエレベーターで汲み上げられる。その部分の関係は Fig. 1 の様である。溢流の位置は Bacher 槽の一端でエレベーターのブーツに近い側面にある。

流入する量は、38.0 m³/min (循環水、溢水、補給水、放流水より計算) であるといふ。即ち Bacher 式沈澱槽内に滞留する時間は 7.2 min (272 ÷ 38) である。流入濃度の濃度は 13~14% と報告せられてゐる。

同洗炭工場は一方操業であつて、午後 2 時頃には沈澱槽の状態が一定状態に達するといふ。この時に測定を行つた。沈澱状態を見るために、沈澱槽中の中心線に割つて濃液の入口



第 1 図 Bacher 槽とバケットエレベーターブーツの関係

Fig. 1 Bacher Tank and Bucket Elevator Boot.

附近、中程、出口附近の 3 箇所について、深さの異なる位置から試料を採取して、その濃度を測つた。當時の気温は 0° 前後、水温は補給水が坑内水であるために 14.5°C 程度を保つてゐた。試料採取にあつては、所定の位置の試料が正確に採られるやうに特に設計した採取器を用ひた。測定の結果は Table 2 に示されてゐる。

Table 2 Density at Each Point of Bacher Settling Tank at H-Y Mine.

Near Entrance		Middle		Near Delivery	
Depth of Measured Point (m)	Density (%)	Depth of Measured Point (m)	Density (%)	Depth of Measured Point (m)	Density (%)
0	13.2	0	7.9	0	9.6; 8.9
-2	18.9	-2	17.5	-2	16.5; 20.9
-3.3	24.5	-3.6	31.8	—	—

この溢流の濃度を測定した結果は 10.4% であつた。

エレベーターのブーツ内 (その中心附近) の濃度の測定結果は

表 面	水面下 2 m	同 3 m	同 4 m
15.0 %	27.1 %	33.2 %	46.3 %

であつた。バケットエレベーター (バケットは有機) で上げられたものの濃度は 66.3% であつた

Fig. 1 に於ける A の場所は Bacher 槽の一部で、エレベーターのブーツ内の攪乱の影響からは隔絶せられてゐる。この部では表面で 17%、水面下 2 m でも 17%、同じく 3 m でも 17% の濃度であつた。この部分の液は僅かな動揺によつても懸濁状態を保ち得る様な微粉が集合してゐるものと考へられる。Table 2 に示された様に Bacher 槽内の中層部の濃度もほぼこの A 部の濃度と同じである。このことは此の様な性質の微粉はこの Bacher 式沈澱槽では極めて沈澱し難いものであつて、この部分の処理には別の考慮を要することを示すものと考へてよいであらう。

循環水ポンプのサクシヨン管が Bacher 槽の深い所に入つてゐて水面下約 2.5 m の所に開口してゐる (Table 2 の出口附近の最下位の測定が缺けてゐるのは 2 m 以下では試料採取器がサクシヨンのために保持出来なかつたためである。このことからサクシヨンの開口の深さをたしかめ

た), このサクシオン状態では最も沈澱降し難い部分を循環させてゐることになる。Bacher 槽の溢流を循環水として使用する様にすれば循環水の濃度が低下し沈降状態も改善せられるであらう。

2) M-A 鑛

同鑛の Bacher 沈澱槽は精粉炭エレベーターのブートの溢流を受け、沈澱物はスクレーパーで掻き寄せられ、バケットエレベーターで運び上げられ、溢流はポンプで高架コーンへ送られ、高架コーンの溢流が洗炭水にと循環せしめられてゐる。Eacher 式沈澱槽の大きさは

上面の中	下底の中	深 さ	長 さ	全 容 積
3.6 m	2.0 m	2.0 m	11.0 m	272 m ³

沈澱物運搬用スクレーパーの羽は 0.65 m × 0.18 m ピッチ 0.4 m 速度 4 m/min である。流入量は 9.55 m³/min (濃度 8% と報告されてゐる) で鑛液の槽内の滞留時間は約 14.6 min である。この溢流にその 0.7% 程度の清水を補給したものの濃度は 6.2% であるといふ。

Table 3 は測定の結果である。測定時の氣温、水温共に零度近いものであつた。

Table 3 Density at Each Point of Bacher Settling Tank at M-A Mine.

Depth (m)	Position of Measured Point			
	Near Entrance	Middle Point of 1/3	Middle Point of 2/3	Near Delivery
0.6	6.9	6.5	6.6	6.5
1.2	8.2	6.3	6.1	6.4

入口より出口に至るまで、深さの異なる點に於ても濃度の變化が認められず、沈澱は極めて粗粒の部分のみに起ることゝ考へられる。各試料の分粒分析が出来上れば更に詳細の状態を推測することが出来るであらう。

この Bacher 式沈澱槽では歸りのスクレーパーも水面下に入つてゐるので、槽中が攪亂状態になつてゐてそれが槽内に於て沈澱の進行が認められない原因となつてゐるのではなからうか。

〔附〕 當鑛に於ける高架コーンは前述の様に、Bacher 式沈澱槽の溢流を受け、コーン溢流は洗炭用水として水洗機に送られる。コーンは次の様な大きさのものである。

直 徑	圓筒部の深さ	總 深	容 量
8.6 m	1.5 m	8.7 m	280m ³

このコーンに於ける流入濃度は 6.2%、溢流濃度は 5.5% と報告せられてゐる。コーンの基礎に狂いが来たために全體が傾斜してゐるので圓周の一方から流入せしめ反対側から溢流を出してゐる。コーン内の滞留時間は 30 min に近いものである。

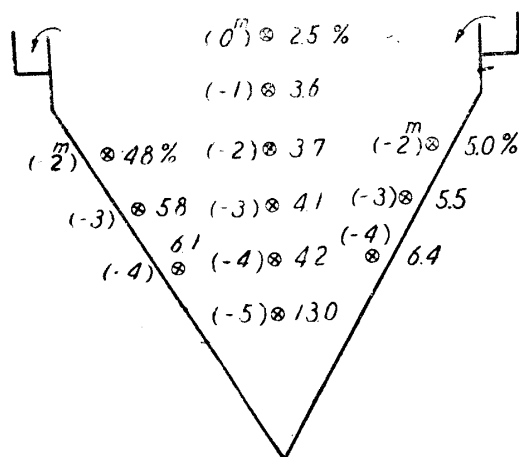


Fig. 2 Density in the Elevated Cone.

このコーン内の状態を見るため各點から試料を採取して濃度を測定した結果は Fig. 2 の様であつた。側壁に副つた測點は壁から 10~20 cm 離れてゐるのである。圖に示された様に同じ深さでも中心部では著しく濃度が低い。鑛液を中心部に供給し、全圓周から溢出せしめた時の沈降状態について測定を行ひ供給状態の異なる場合の比較の機会を得たいと思ふ。Bacher 式沈澱槽に比較すれば、このコーン内の沈澱状態は良好な様に考へられる。

3) Y-M 鑛

當鑛では主洗機の精炭はジンマ式篩で中塊分を除かれ、粉炭が水と共に精粉炭エレベーターのブートに入り、その溢流は新設 Bacher 式沈澱槽と稱せられる沈澱槽に入る。再洗機の精炭はそ

のまゝ再洗精粉炭エレベーターのブートに入り、その溢流は第 1 Bacher 沈澱槽と稱せられる沈澱槽に入る。上記新設 Bacher 沈澱槽の溢流は、再洗精粉炭エレベーターのブートの溢流と合せて、この第 1 Bacher 式沈澱槽に入る。第 1 Bacher 式沈澱槽の溢流は隣接の第 2 Bacher 式沈澱槽に入る。第 2 Bacher 槽の終點に近い所に循環ポンプのサクシヨン管が入つてゐる、サクシヨン管の口は水面下約 2 m の所にある。第 2 Bacher 槽から出る少量の溢流は下流の沈澱池に入ることになつてゐる。

新設 Bacher 式沈澱槽の沈澱物はスクレーパーで一端に搔き寄せられポンプによつて吸ひ上げられてゐる。第 1 及び第 2 Bacher 式沈澱槽の沈澱物はスクレーパーで斜面を搔き上げられて次の処理に移されてゐる。

各 Bacher 式沈澱槽の大きさ等は次の通りである。

新設 Bacher 式沈澱槽は

上面の中	下底の中	深 さ	長 さ	容 量
4.4 m	0.8 m	4.0 m	9.3 m	94 m ³

スクレーパーの搔板は 0.158 m × 0.418 m 速度 7.9 m/min である。流入量は普通の状態では 7.8 m³/min と云はれてゐる。この槽内の滞留時間は約 12 min である。7.8 m³/min の流入量の内 7 m³/min が溢流となつて第一 Bacher 式沈澱槽に行き、0.8 m³/min 即ち流入量の約 10% が沈澱物と共に底の方からポンプで抜きとられるのである。流入時の濃度は 2.4%、溢流の濃度は 1.4%、底からポンプに入るものは濃度 9.0%、流入物の微粉は 20 メツシ以下のもので、そのうち 20~50 メツシの部分は 1/8、50~100 メツシの部分は 1/3、100 メツシは 3/4 が溢流に出てゐるといふ。

第 1 及び第 2 Bacher 式沈澱槽は同形であつて

上面の中	下底の中	深 さ	長 さ	傾斜部の 水平距離	容 量
4.4 m	0.8 m	4~4.6 m	27 m	8.5 m	270 m ³
底面は少し傾斜してゐる					

スクレーパー運搬機の羽は 0.158 m × 0.418 m、速度は 5.7 m/min である。流入量は 11.2 m³/min で槽内の滞留時間は夫々約 24 min である。

第 1 Bacher 式沈澱槽に流入するものは濃度 2.2% で第 2 Bacher 式沈澱槽へ移行する所の濃度は 1.7% 第 2 Bacher 式沈澱槽の溢流の濃度は 0.9%、循環水の濃度は 1.1% であると報告されてゐるが實測の結果は循環水の濃度は 2% 程度のものと考へられる。Table 4 は測定の結果である。測定時の氣温水温共に零度近いものである。

Table 4 Density at Each Point of Bacher Settling Tank at Y-M Mine.

New Bacher Tank				No. 1 Bacher Tank					No. 2 Bacher Tank						
Near Entrance		Near Delivery		Near Entrance		Near Middle		Near Delivery		Near Entrance		Near Middle		Near Delivery	
Depth (m)	Density (%)	Depth (m)	Density (%)	Depth (m)	Density (%)	Depth (m)	Density (%)	Depth (m)	Density (%)	Depth (m)	Density (%)	Depth (m)	Density (%)	Depth (m)	Density (%)
0	1.3	0	2.1	0	2.2	0	1.5	0	1.5	0	2.3	0	0.8	0	1.1
-2	2.8	-2	2.7	-2	2.4	-2	2.2	-2	2.2	-2	1.8	-2	2.0	-2	1.9
-3.6	4.2	-3.6	3.8	-4	44.8	-3.7	3.2	-2.4	3.2	-3.2	17.5	-3.5	21.9	-3.6	35.7
Density of Inflow : 3.2 % Density of Overflow : 2.8 %				Density of Inflow : 2.2 % Density of Overflow : 1.7 %					Density of Inflow : 1.7 % Density of Overflow : 1.1 %						

當礦の Bacher 式沈澱槽の沈澱状態は比較的良好な様に思はれる。然し進行方向に於て沈澱状態の進行は認められない。循環水ポンプのサクシヨン管を水面下 2 m といふ深い所に入れずして、第 2 Bacher 式沈澱槽の溢流を循環水とすれば、洗炭用水の濃度も下り、沈降の状態も更に良好となるであらう。

[上出各試料の分粒分析の結果等は分析未完のため次回に記述する]。