常磐磐城西部選炭工場について

清 水 忠 秋*

Iwaki-West Coal Preparation Plant, Joban Colliery

Tadaaki SHIMIZU

Brief description is made in this article on the Iwaki-West coal preparation plant, Joban colliery, Fukushima Prefecture, which was completed in March 1961.

After being sorted by Bradford breaker, 120/28mm run-of-mine coal goes to PIC-Drewboy dense-medium baths (a 210t/h main washer and a 115t/h rewasher) using magnetite medium, while 28/0mm raw fines are washed by Baum jigs (a 240t/h main washer and a 120t/h rewasher). Slurries are treated in the circuit which consists of settling tanks, a thickener, and centrifuges. Jig washery refuse is retreated by a vertical-type Drewboy separator (28/8mm) and a densemedium cyclone (8/1mm) to recover low-grade boiler coals.

Automatic control systems relating to dense-medium density and to jig operating variables are shortly mentioned.

1. 選炭工場概要

本選炭設備は磐城礦業所の西部礦の出炭増産計画による坑内外設備の合理化の一環として、新鋭選炭機による選炭効率の向上と処理能力の増強ならびに集約選炭による経費の節減を計る目的で建設されたもので、昭和35年5月工事着工し、翌36年3月完成、営業運転に入つた。

処理能力は 70,000t/月 であるが全負荷運転になるのは38年度の予定である。粒度 120~28mm を重液選炭、28mm以下をバウムジグ選炭とし、さらに水選廃石より低品位炭を回収するため高比重重液選炭を採用した。重液選炭設備は塊、中塊の歩留り増加および精品の安定を計るためフランスPIC社のドルーボーイ重液選炭機(主選機210t/h、再選機 115t/h)を採用し、また 28mm 以下の粉炭にはバウジグ(主選 240t/h、再選120t/h)を採用し、選炭汚水は 21mφ のシクナで浄化し、そのスピゴットより遠心分離機で微粉の回収を計った。

上記原炭受入、重選、水選、低品位炭各設備は一貫した総括制御運転であるが、特に重選設備では自動比重調節装置を取付け、重液比重の安定を計り、また水選設備にも自動制御装置を取付け、原炭の変動に対応できるようにした。

2. 主要系統の概況

(第1図、第2図および第1表参照)

2.1 原炭及び前処理設備

将来はケーブルベルトコンベヤにより原炭は坑内ポケット(500m³×3個)から直接坑外原炭ポケット(3,400m³)に送炭される予定であるが、現在は 2m³ 炭車によりチ

ップラ(403)*を経て、坑内ズリ運搬兼用のコンベヤを通り——石炭の場合は 150t/h インパクトクラッシャ(408)およびチェーンフィーダ(401)は通らず——自動遠隔操作のシャトルコンベヤ(5,6)で原炭ポケットに入れられる。その際サウジング装置の検知器のコンベヤの自動運転により塊炭の粉化防止を行なっている。

原炭ポケットの原炭は中央指令室の運転指令により 130mm 目 RFS** スクリーン(19)によりふるい分けられ、+130mm は 120mm 目のブラッドフォードブレーカにより破碎選別される。ブレーカ網上の手選2号炭は再びインパクトクラッシャで破碎され、RFS およびブレーカ網下と共に 28mm 目 RFS スクリーン(24,25)に送られる。その網下(120~28mm)は重選原炭、網下(-28mm)は水選原炭となる。

2.2 ドルーボーイ重選設備(塊炭重選)

120~28mmの原炭は HVS*** スクリーン(27)で脱泥され、210t/h ドルーボーイ主選機(28)に投入される。ここで重液比重1.53で選別され、浮炭は脱液洗浄された後 120~75mm (灰分 14.94%)、75~28mm (灰分 14.06%) にふるい分けられ、シャトルコンベヤ(32)で精炭ポケットに入れられる。一方沈炭は 115t/h ドルーボーイ再選機(40)で重液比重 1.9 で選別され、その浮炭は脱液洗浄された後、120~75mm はミドリリングとして再度破碎の上原炭に返され、75~28mm (灰分44.36%) は低カロリー炭として発送される。

重液材はマグネタイト(比重 4.5)を使用する重液の循環系統は主選機、再選機おのおの異なる比重の重液を

* 括弧内の数字は、第1図、第2図および第1表の機械番号を示す。

** RFS: PIC シングル・エキセンタ・スクリーン(リプルフロー型)

*** HVS: PIC ダブル・エキセンタ・スクリーン(ローヘッド型)。

* 常磐炭礦株式会社磐城礦業所 鉱務部次長兼選炭課長

第1図 西部選炭工場系統図

第2図 西部選炭工場平面配置図

収める4個のタンク(低比重重液タンク、稀比重重液タンク、重比重重液タンク、洗浄タンク)から成り、PIC社の自動比重調整装置と1次、2次磁選機によって、重液比重の安定を計っている。

2.3 水選設備

28~0mm 原炭はボケット(96,97)からサービスホッ

パー(104)を経て240t/hの主選機(106)(空気動ジグ、風圧0.21kg/cm²、風量89.1m³/min、有効面積18.04m²、水槽大略寸法幅6,000×長7,666×深4,500mm、回転数39,42,45rpm、永田式自動ボタ抜装置つき)にフィードされる。主選精炭は弧状フルイ(122,123)およびHVSスクリーン(126,127)で脱水され、+3mm

第 1 表 西部選炭工場主要機械仕様

No.	型 式 名 称	寸 法 mm(または公称能力)	速度m/min または回転数	据付馬力 kW	台数	そ の 他
1	坑内ケーブルコンベヤ					
2	坑口原炭 No. 1 ベルトコンベヤ	1,050×107,580	90	37	1	傾斜 11°53' 水平
3	坑口原炭 No. 2 ベルトコンベヤ	1,050×77,000	90	37	1	傾斜 8°8' 秤量機付
4	逆転式チェーンフィーダ	900×5,000	15	3.7	1	水平 可逆式 F 型チェーン 4 連
5	No. 1 原炭シャトルコンベヤ	1,200×16,000	65,10	3.7, 2.2	1, 1	水平
6	No. 2 原炭シャトルコンベヤ	1,200×16,000	65,10	3.7, 2.2	1, 1	水平
7	原炭ポケット及び坑内硬ポケット	3,400m ³ , 460m ³				
14	No. 1 原炭払出ベルトコンベヤ	1,050×60,200	90	22	1	水平 傾斜 16°
15	No. 2 原炭払出ベルトコンベヤ	1,050×59,500	90	22	1	水平 傾斜 16°
16	No. 3 原炭払出ベルトコンベヤ	1,050×13,200	90	7.5	1	傾斜 5°
17	No. 4 原炭払出ベルトコンベヤ	1,050×41,300	90	30	1	傾斜 16°
20	原炭ブレーカ	3,000φ×6,000	8.10rpm	22	1	120mm 目
21	No. 1 ブレーカ下ベルトコンベヤ	1,050×49,800	90	30	1	傾斜 16°
22	No. 2 ブレーカ下ベルトコンベヤ	1,050×25,000	90	22	1	傾斜 17°
23	二次原炭チェーンフィーダ	1,500×3,000	10	3.7	1	水平又は -10° F 型チェーン 5 連傾斜変更式
24	No. 1 二次原炭スクリーン	1,800×5,544	1,000rpm	19	1	28mm 目
25	No. 2 二次原炭スクリーン	1,800×5,544	1,000rpm	19	1	28, 30mm 2 種
26	重選原炭ベルトコンベヤ	1,200×2,200	30	7.5	1	
27	重選原炭洗浄スクリーン	1,800×5,544	800rpm	22	1	25mm 目
28	ドルボーイ主選機	2,000×5,345×2,670×3,800 ホール 210t/h	(スキンマー) 7	3.7 2.2	1	
29	精炭脱液洗浄スクリーン	1,800×5,544	800rpm	15	1	上段 10mm 目, 下段 2×5mm 目 ステンレス織網
30	特塊スクリーン	1,500×3,600	850rpm	7.5	1	75, 15mm 目
31	特塊ベルトコンベヤ	750×16,200	90	3.7	1	傾斜 15°
32	特塊シャトルコンベヤ	750×20,500	50, 10	3.7, 2.2	1	水平
33	特塊スパイラルシュート	外径 2,000φ×内径 1,300φ×高 9,000				P L-6
34	特塊スパイラルシュート	外径 2,000φ×内径 1,300φ×高 9,000				P L-6
35	特中塊ベルトコンベヤ	750×15,000	90	5.5	1	傾斜 15°
36	特中塊シャトルコンベヤ	750×20,000	90, 10	5.5, 2.2	1	水平
40	ドルボーイ再選機	1,200×4,165×3,200φ 115t/h	(スキンマー) 7	3.7, 2.2	1	
41	二号炭脱液洗浄スクリーン	1,100×5,543	800rpm	15	1	上段 10mm 目, 下段 2×5mm ステンレス織網
42	並中塊スクリーン	1,200×3,000	850rpm	5.5	1	上段 75mm 目, 下段 15mm 目
43	クラッシュ行ベルトコンベヤ	750×25,800	60	5.5	1	
44	シングルロールクラッシュ	破碎 - 75mm ロール径 750φ	50rpm	30	2	45t/h
45	並中塊 No. 1 ベルトコンベヤ	600×20,200	80	3.7	1	傾斜 15°
46	並中塊 No. 2 ベルトコンベヤ	600×32,700	80	3.7, 2.2	1	水平, トリッパー付
50	硬脱液洗浄スクリーン	1,100×5,544	800rpm	15	1	上段 10mm 目, 下段 2×5mm ステンレス織網
52	No. 1 総合硬ベルトコンベヤ	760×9,700	30	2.2	1	水平
53	沈没槽	2,750×2,750×4,600 水 250m ³ /hr				
54	脱水バケットエレベータ	リンクピッチ 300 タンブラー中心 9,000	8.5	5.5	1	傾斜 60° l=18.3m ³
55	サクシヨンバック	3,000×3,000×4,000 27m ³				コンクリート製
56	洗浄水ポンプ	250m ³ /h H=12m	1,500rpm	15	1	
77	一次磁選機	幅 1,200×600φ 14t/h-120	12-48rpm	1.5	1	1,500 ガウス
91	No. 2 総合ボタベルトコンベヤ	900×196,000	70	75	1	4°-15°, 13°-30°
92	No. 3 総合ボタベルトコンベヤ	900×146,000	70	75	1	14°-34°
93	No. 4 総合ボタベルトコンベヤ	900×160,200	70	75	1	14°
100	粉原炭 No. 1 ベルトコンベヤ	900×21,400	90	5.5	1	水平
101	粉原炭 No. 2 ベルトコンベヤ	900×59,000	90	37	1	18°
106	主選バウム水洗機	6,000×7,610 240t/h	45rpm	3.7	1	
115	再選バウム水洗機	4,800×6,595×3,928 120t/h	46rpm	3.2	1	
126	No. 1 特粉ローベットスクリーン	1,800×4,200 3mm 目	850rpm	11	1	
130	特粉ベルトコンベヤ	900×36,000	65	15	1	18°
131	特粉シャトルコンベヤ	900×26,600	65	5.5	1	水平 走行 10m/min
141	No. 1 細粉スクレーパーコンベヤ	750×21,000	15	11	1	
153	並粉ローベットスクリーン	1,500×3,600 3mm 目	850rpm	7.5	1	
156	No. 1 並粉ベルトコンベヤ	600×36,000	50	5.5	1	18°
157	No. 2 並粉ベルトコンベヤ	600×10,800	50	2.2	1	水平
168	浄化シクナ	21,000mmφ				
171	バート脱水機		600rpm	40	3	
174	循環水ポンプ	11m ³ /m H=20,000	1,500	75	3	
186	混炭用並粉チェーンコンベヤ	500×5,700	50	2.2	1	8°
201	回収原炭ベルトコンベヤ	600×36,900	50	7.5	1	14°-17°
202	回収原炭ホッパー	5,500×5,500×12,500 200m ³				
204	回収原炭バケットエレベータ	1,500×15,200 リンクピッチ 400	6	11	1	傾斜 60°
212	1mm 原炭洗浄スクリーン	1,500×5,000 1mm 目	900rpm	15	1	8°
256	ボールミル	560×1,830φ 0.3t/h	26rpm	55	1	
257	クラッシュファイヤ	4,500×450φ 0.3t/h		2.2	1	
271	No. 1 回収炭ベルトコンベヤ	500×30,500	40	2.2	1	
272	No. 2 回収炭ベルトコンベヤ	500×74,900	40	3.7	1	
287	マグネット搬入スクレーパ	500×6,200	12	5.5	1	45°
403	チップラ			5.5	1	
406	連絡斜坑 No. 1 ベルトコンベヤ	1,050×42,500	50	15	1	V S モーター, 17°
407	リップルフロースクリーン	1,500×3,650	750rpm	7.5	1	250mm 目, 傾斜 15°
408	インペラクラッシュ	150t/h	150rpm	110	1	
409	連絡斜坑 No. 2 ベルトコンベヤ	900×42,000	75	15	1	15°
410	連絡斜坑 No. 3 ベルトコンベヤ	900×53,200	75	22	1	15°
411	総合ボタ No. 5 ベルトコンベヤ	900×30,000	75	22	1	
412	総合ボタ No. 6 旋回ベルトコンベヤ	900×6,000	75	7.5	1	ブリーモーター
423	総合ボタ切替ベルトコンベヤ	750×30,000	75	7.5	1	水平
207	堅型ドルボーイ	4,150×3,600φ 40t/h	(スキンマー) 7	2.2	1	
216	サイクロン重選機	2,050×500φ 25t/h				

はシャトルコンベヤ (131) でポケット (132, 133) へ、また -3mm は強制沈澱槽 (135, 136) (幅 4,400×長4,400×高7,000mm, 有効面積 11m²×2) に入れられ、バケットエレベータ (138) で脱水されつつポケット (143) へ運ばれる。主選 1 槽ボタは低品位炭の原炭として重選工場に送られ、2 槽ボタは沈澱槽 (146) サービスホッパー (113) を経て、再選機 (115) (空気動ジグ風圧 0.175kg/cm², 風量 76.6m³/min, 有効面積 12.2m², 水槽大略寸法幅 4,800×長 6,595×高 3,928mm, 回転数 43,46, 49rpm, 永田式自動ボタ抜装置つき) にフィードされる。再選精炭は主選機同様弧状フルイ (154) および HV S スクリーン (155) でふるい分け脱水され、28~3mm はポケット (160, 161) へ、-3mm は再選機用沈澱槽 (158) (主選機同型 1 個) に入れられる。再選機 1 槽ボタは主選機同様低品位炭原炭として重選工場へ送られ、2 槽ボタは再選原炭として再びポケットに返される。

2.4 低品位炭回収設備

水選系統の主選 1 槽ボタおよび再選 1 槽ボタの 28~0mm 原炭はそれぞれ脱水バケットエレベータを経てホッパー (202) (容量 200m³, 幅 5,500×長 5,500×高 12.5mm) に入る。ここからチェーンフィーダ (203, 205) を経て HVS スクリーン (206) (容量 70t/h, ステンレス織網, 幅 1,100×長 5,544mm) に送られ +8mm と -8mm にふるい分けられる。網上 (28~8mm) は 40t/h 立型ドルボーイ重選機 (207) (幅 500mm, ボタホイール 3,600mmφ) に、-8mm は HVS スクリーン (212) (容量 25t/h, ステンレス織網, 幅 1,100×長 5,544mm) を経て 8~1mm がサイクロン重選機 (容量 25t/h, 500mmφ×2, 050mmL) にフィードされる。各重選精炭はそれぞれ脱液洗浄され、低品位炭精炭として混炭ポケット (198) で他の銘柄炭と混炭され、3,500kcal/kg の火力発電用炭として発送されている。この場合 HVS スクリーン網下は沈澱槽 (248) に入り、ここで 1mm~60mesh の固形物がバケット (249) で掻き上げられ、廃石としてボタ山に送られる。浄化水は一部低品位炭洗浄用に循環し、余水は主浄化シクナ (168) に吸収される。

3. 特殊設備の説明

3.1 ドルボーイ重液選炭機 (第 2 表)

主、再選機とも中に重液の入った分離槽、浮炭掻出装置 (スキナー) および槽の底部から沈炭を回収する羽根付ホイールから成っている。重液は分離槽の一端から入り、比較的低速度で原炭を正確に分離するに充分な時間をかけて出口に流れる。またホイールのシャフトは 45° に傾斜しており、その上部ベアリングは重液に接触しないようにカバーで保護されている。

使用するマグネタイトの粒度は、-20μ 3~10%,

第 2 表 ドルボーイ重液選炭機要目

		主 選 機	再 選 機
容 量 t/h		210	115
フィードの粒度 (現在)	mm	120~28	120~28
槽の寸法	幅	2,000	1,200
	長	4,350	4,165
	深	2,670	2,432
ホイールの径	mm	3,800	3,200
ホイールの周速度	m/min	12	12
重液循環量	m ³ /h	160(最大)	95
タンク内重液保有量	m ³	10.0	4.7
スキナー径	mm	2,000	2,000
電動機*浮炭掻出用	kW	2.2	2.2
ホイール用	kW	3.7	3.7

* 12~48 サイクロンバイエルモーター, 1,500rpm, IM 型

-40μ 40~50%, +150μ 2~5% とされている。

3.2 自動比重調節装置

自動比重調節装置における比重検出の機構の概略は第 3 図に示す。すなわちドルボーイよりの溢流重液の一部を、固定スクリーン③の下部シュートより比重検出用としてボックス①に導き、一方ボックス①より水管を設け、重液高さ H とバランスした $H' = H \times d$ (d は重液比重) の水位を比重計②により検出するものである。この場合 H は常に一定に保つ必要があり、そのため比重検出用重液の液面は常に溢流しているようにしてある。

重液比重が高くなり、比重計の水位が上ると、補給水のバルブが開き、重液タンクに補給水が添加される。もし重液比重が低くなり比重計の水位が下ると、重液の一部を稀釈重液系へ送り、磁選機を通して高比重の重液として重液タンクへ返す。すなわち自動的に重液比重をコントロールし、液の安定を保つようにしてある。

3.3 バウムジグ自動制御装置

(a) 給炭量および給水量自動制御装置 (1 槽制御) バウム主選機への給炭品位が急激に変動した場合、自動ボタ抜装置のみでは安定な運転状態を継続することは困難となる。そこで給炭量および給水量を調節して、ボタ

第 3 図 重液比重検出器

ベッドの高さを早急に復元させるために、1槽側に本装置を設備した(第4図)。

第4図に示すように、1槽に設備されたボタベッド高さ検出フロートの移動変動は、ボタ高さ発信器によりボタ高さ記録調節計に電送される。この調節計は設定されたボタ高さにフロートが維持されている時は、電気的信号を比例増幅リレーに伝えず、電動機制御器(マグネトロール)はVSモーターを所定の回転数で運転し、給炭量は設定値に維持される。いまフロートが設定ボタベッド高より上下に移動した場合、ボタ高さ発信器からの信号により、ボタ高さ調節計は設定高さの(電気的)偏差信号をVS制御比例増幅リレーに伝え給炭機制御器を作動しているVSモーターの回転数を増減させ、その結果設定給炭量に比べて給炭量は増減することになる。

給水量は給炭量とある函数関係にあると考えられているので、給炭量が変化すれば給水量も当然制御されなければならない。自動給水量制御装置は、電動機制御器の速度変化用可変抵抗器と同軸に設けられた給水用比例増幅リレーにより、給水電動バルブを制御する。すなわちボタベッド高さ(=給炭量)の変化によつて給水電動バルブが制御される仕組みになっている。

(b) 送風量自動制御装置(2槽制御) 本装置はボタベッドの高さを検出して、2槽室の送風量の制御を行なうものである。第5図に示すように、設定されたボタベッドの高さにフロートが維持されている時は、送風制御バルブは送風用比例増幅リレーにより設定された流量を保持する開度にかかっている。もしフロートが設定位置より上下に移動すると、ボタ高さ記録調節計はその偏差に応じた信号を送風用比例増幅リレーに送り、送風制御バルブを駆動して送風量を変化させる(ボタベッドが厚くなると、送風量が増加し、ボタの進行速度を早

第5図 自動送風量制御装置略図

第6図 自動ボタ抜装置略図

め、ベッド高が常に一定になるように調節する)。

(c) 自動ボタ抜装置(1槽2槽制御) ボタベッド高さの変動に応じて、ボタ排出の調節を行ない精炭品位の安定を計るもので、スワンコックと回転ゲートを電気的に同時に、それぞれ異なる比例増幅リレーにより駆動する設備になっている(第6図)。

4. 結 言

本工場は昭和36年3月下旬操業運転を開始したばかりで、まだ選炭成績を発表するまでに至っていない。現在までのところ、操業上の二、三の問題点はあつたが、全体的に円滑な運転を継続している。

本工場の工事効率を要約してみると：

- (1) 設備の集約によつて操業経費が軽減されたこと、
- (2) 塊・中塊炭の重液選炭によつて歩留りが上昇したこと、
- (3) バウムジグの大型化により選炭効率が向上したこと、
- (4) 低品位炭回収として高比重液による重選を採用、これにより未利資源の回収に1段の進歩を来したこと、
- (5) 各機械の自動制御と電気的遠方総括制御運転により、労務ならびに電力経費が意外に軽減されたこと等があげられる。

しかし操業開始以来何分まだ日が浅く、重液比重および粘性の安定等種々研究を要する問題が今後に残されている。以上、常磐磐城西部選炭工場の概要を記し、関係諸賢の御批判を仰ぐ次第である。

終りに本工場の建設に当り、種々御骨折りを願つた東北大学和田教授ならびに永田製作所の各位に対し、衷心より感謝の意を表したい。

第4図 自動給炭給水量制御装置