

斜坑スキップ設備

Skip Winding Plant for Inclined Shaft

千葉 明* 渋谷英寅** 桧垣 登*** 横田 馨***
 Akira Chiba Hidenobu Shibuya Noboru Higaki Kaoru Yokota

内 容 梗 概

常磐炭砒神之山砒本坑に新設された斜坑スキップ設備について紹介する。
 本坑においては、切羽より選炭場までの運炭は主としてバンド方式が採用されているが、斜坑運搬にはスキップカー設備が使用されることとなった。
 本設備では石炭の積込み、巻上げ、放出、停止が自動化されているとともに、エンドレス巻上機の採用、周波数変換方式による安定微速走行、などの特長を有し、特に、スキップカーへの石炭積込み効率の向上において良好な結果をうることができた。

〔I〕 緒 言

炭砒運搬の合理化として立坑化が考えられるが、現在の斜坑から一挙に立坑に乗換えることは時日、資金、技術、いずれの面から見ても大問題で、なかなか困難である。通常最も多く用いられる斜坑炭車運搬と立坑との間には、斜坑スキップが位し、その必要能力、前後の事情によつては、はなはだ有効な運搬方法である。

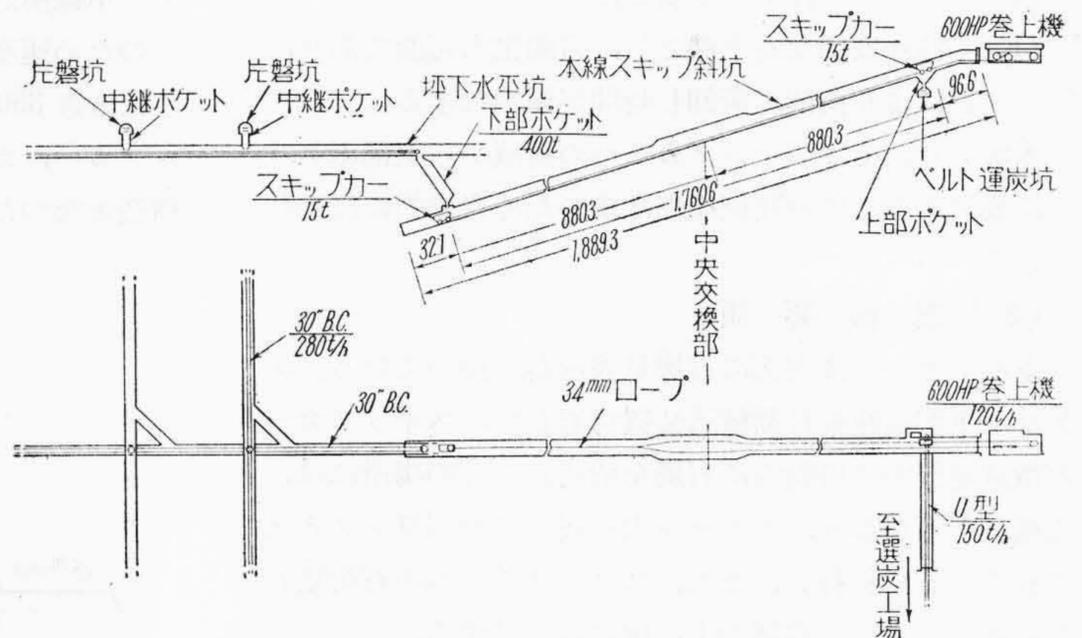
常磐炭砒神之山砒本坑の炭層は第三紀層の基盤の影響をそのまま受け、起伏はなはだしく、各所に潜丘が形成されており、したがつてその走向、傾斜も複雑な変化がある。本坑においては運搬の合理化を目標として、従来の炭車運搬を排し、全運搬をバンド方式とし、主要斜坑のみは、スキップカーによる方式を採用した。これにより採掘切羽の集約、すなわち、一坑口、一切羽、切羽の分散に伴なう通気、運搬各系統の錯綜、および坑内管理の不徹底を除去し、人員の節減、能率の向上を計りつつある。

本坑は昭和28年開坑し、32年1月をもつて一応の運搬合理化の完成をみ、月産30,000t(原炭43,000t)の出炭をしているが、まもなく月産40,000t(原炭57,000t)の目標に達しようとしている。今回完成したこれらの運搬系統につき、斜坑スキップ設備を中心としてその全貌を紹介する。

〔II〕 計画の概要について

(1) 運搬系統

本坑では炭車運搬を全廃して、バンド運搬を採用した



第1図 本坑運搬系統図

ことは前述した。

運搬の系統を第1図に示す。切羽およびゲート坑はダブルチェンコンベヤを使用し、片盤坑道はポータブルコンベヤに続いて、ベルトコンベヤをとり、水平主要運搬坑道もベルトコンベヤの一貫運搬にして、斜坑坪下にいたる。

斜坑坪下原炭ポケット(以後、下部ポケットとよぶ)に役入された石炭はスキップカー(16.5m³)に積込まれる。このカーは底開き式で600HPタンデム型プーリー巻上機により2台交互に運転されている。これが坑口に達すると、自動的に底戸が開き、上部ポケットに石炭を放出する。このポケットから坑口を經由選炭工場にいたる間はU型ベルトコンベヤを用い、選炭場の原炭ポケットに放出される。

このように切羽より選炭工場まで一貫運搬されているが、各運搬設備の間には大容量の原炭ポケットを築造し、各運搬のダイヤ運転を可能ならしむることによる総合的合理化を図っている。

(2) 斜坑スキップ運搬の特長

斜坑スキップ輸送は立坑の高効率運搬をそのまま、斜

* 常磐炭砒株式会社神之山鉱業所
 ** 日立製作所亀有工場
 *** 日立製作所日立工場

坑に採用したものであつて、米国イリノイ州の一炭鉱で初めて使用されたといわれている。本坑スキップは底開きスキップカーによる輸送法をさらに改良発達させたもので、従来の炭車運搬に比し、次のような利点がある。

- (A) 特殊車輛(スキップカー), 特殊軌道により速度を上げうる。
- (B) 自動的積込, 放出を行うことにより, 差しもどし時間が節約できる。
- (C) ロープソケットの着脱操作が不要となる。
- (D) 斜坑坑底などにポケット(本坑では400t)を設け, 運搬のクッションとして局部的な事故やピークに対処できる。
- (E) チップラ作業が不要となる。
- (F) 特殊安価な巻上機とし, 自動化も可能であり, これにより荷積, 荷卸し時間が節約できる。

本坑においてはスキップカーへの荷積から上部ポケットに放出するまでの運転操作はまったく自動的に行われている。

(3) 運転要領

下部ポケットは内部に石炭量表示器を持つている。ポケット下部に連続自動積込装置を有して, スキップカーの微速走行中に自動的に石炭を積込む。この場所には, 監視員1名がおり, ポケット内石炭の監視(ランプ表示されている)を行い, また, スキップカーへの石炭積込の異状なきことを確認の上, 坑口に信号する。

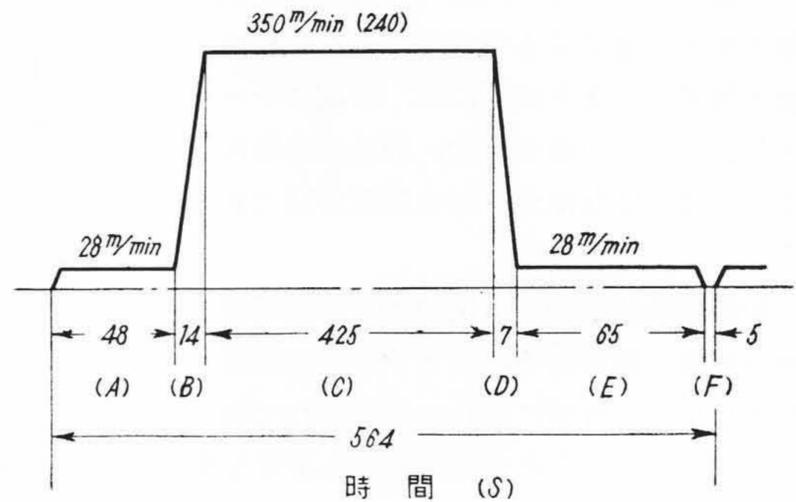
スキップカーが坑口に至ると, 底戸が開き上部ポケット内に石炭を落とし, その直後, 停止する。上部ポケット部にも1名の監視員がおり, スキップカーの停止および石炭放出の確認, ポケット内石炭の満空状況の監視, 原炭貯炭場との連絡, およびポケット下フィーダ, および連絡ベルトの運転, 巻上機の押釦運転を行い, 本設備全体の中心となつている。

スキップカーの運転ダイヤグラムは第2図のとおりである。

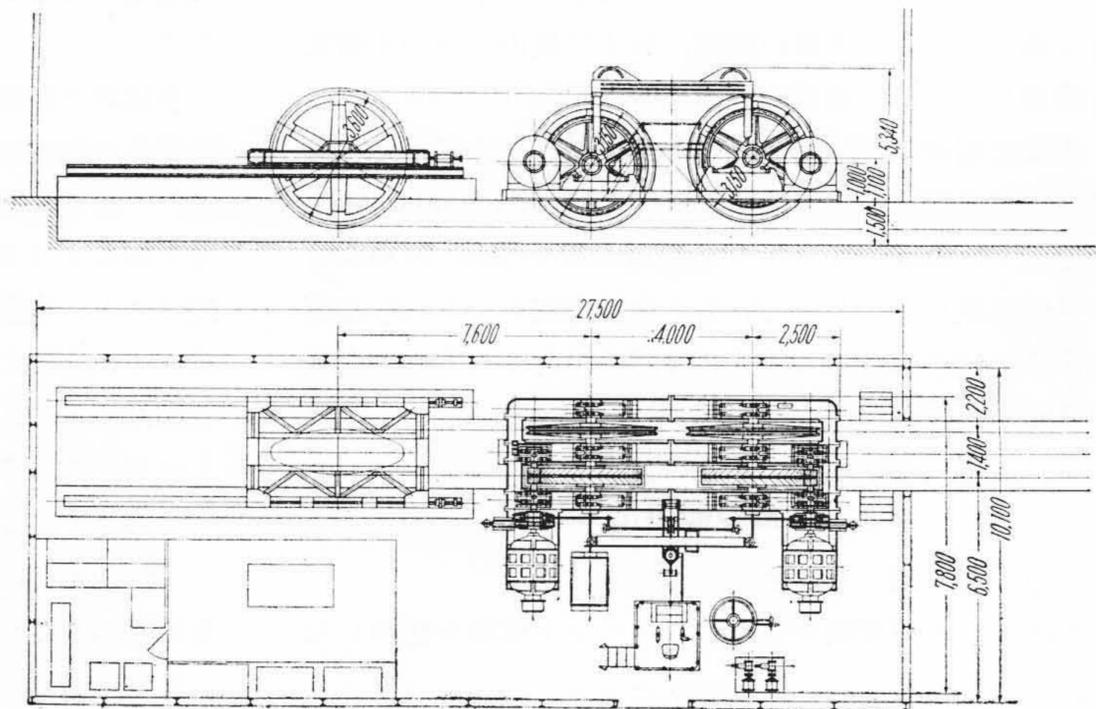
A部は坑口側スキップカーが下り始めにすでに開放してあつた底戸を順次閉じて行くため必要な微速走行期間で, 構造上約30 m/minが必要であり, Bは加速, Cは全速, Dは減速, E部は坑底において走行しながら, ポケットよりスキップカーに連続的に自動積込を行うに必要な微速走行期間で, 約30 m/minが必要であり, この最終時に上部坑口側のカーは底戸開放用のストライカーの作用により

石炭を自動放出する。F部は坑底確認後坑口監視員の押釦をおすまでの時間で5秒あれば十分である。これらのスピード中E部の速度は低くかつ安定していなければ, 車に平均に石炭を満載することができない。過去の例では, 手動あるいは補助的な自動制御を用いたが, 荷重の変化が大きいこと, 運転操作が安定しないこと, 巻上機と坑底スキップ車の距離が長くロープの伸び, および振動などのため, 速度に変動があり, また, 車の構造も不十分で積込効率は約85%しが期待できなかつたが, 今回はいずれも良好で100%満載できた。

全速は350 m/minの予定であつたが, 坑底に近い部分の盤圧が大きく, 坑道変形の危険があり, 仕操作業を考へて単線構造とし, 後述の第11図のような軌道とし, このため速度は当分240 m/minで使用し, 完全複線となつたとき350 m/minとすることとした。したがつてスキップカー, ガイドローラなどはケーブルカーに近似した構造となつた。



第2図 運転ダイヤ



第3図 巻上機組立図

〔III〕 巻上機

第3図(組立図)、第4図(外観写真)にその構造を、第1表に仕様を示す。

図のようなケーベ巻上機を2台直列に置いた構造で、ロープ長調整用を兼ねたベンドシーブを持つている。この構造によれば巻上機が簡単軽量の構造となり、摩擦駆動のため、ショックが無い利点がある。

また、必要ロープの長さは複胴巻に比べ半分以下であり、ゴムライニング、特殊のガイドローラの採用とともに寿命が延びるので大きな節約ができる。

通常の複胴巻では、左右ドラムの直径差、ロープ径差、有効巻段数差などが積算されると、車の停止位置が坑口を基準にすれば7m以上の差を生じ、この分を微速走行に加えると時間損失が案外大きい。本計画のような1本ロープではその心配はない。微速走行は通常の50～電源のほかに4～の電源を持ち、これに切換えて行っており、荷重条件が常に一定であるので、加速は抵抗切換、減速は4～電源の電圧自動制御を行い、実用的に十分な結果を得た。

これらの速度制御は片側ドラムから駆動される歯車式制限開閉器によつている。

停止は上部ポケットの上部にあるトラックスイッチをスキップカーで直接踏むことにより、モータピニオン軸ブレーキ(油圧駆動)を電磁切換弁により操作して行う。これらの加速、減速、停止部を拡大せるオシログラムを第5図に示す。図において全速部は省略し、また、後半(右端)は停止時の制動操作を調査するため、特に拡大してある。なお左右の車による左右トラックスイッチ作動を利用し、次回起動方向の選択を行つているので、起動押釦は1個であり、誤動作はない。

〔IV〕 巻上機電気部分

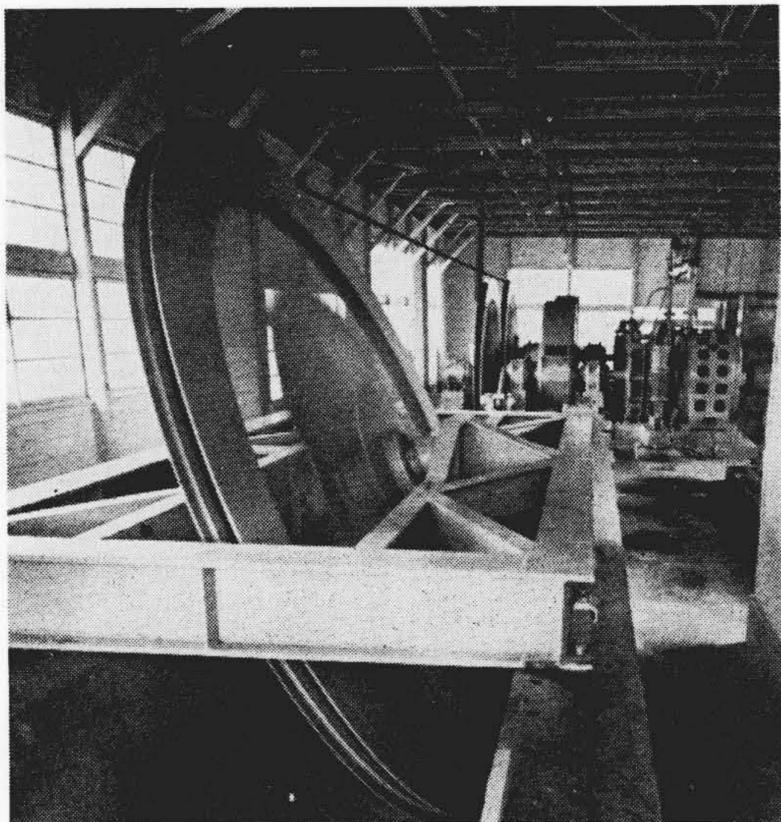
石炭のスキップカーへの自動積込みには、安定な微速度運転が要求される。これらの必要から、全速度50～運転に対して微速度4～低周波運転とした。

電動機仕様は下記のとおりである。

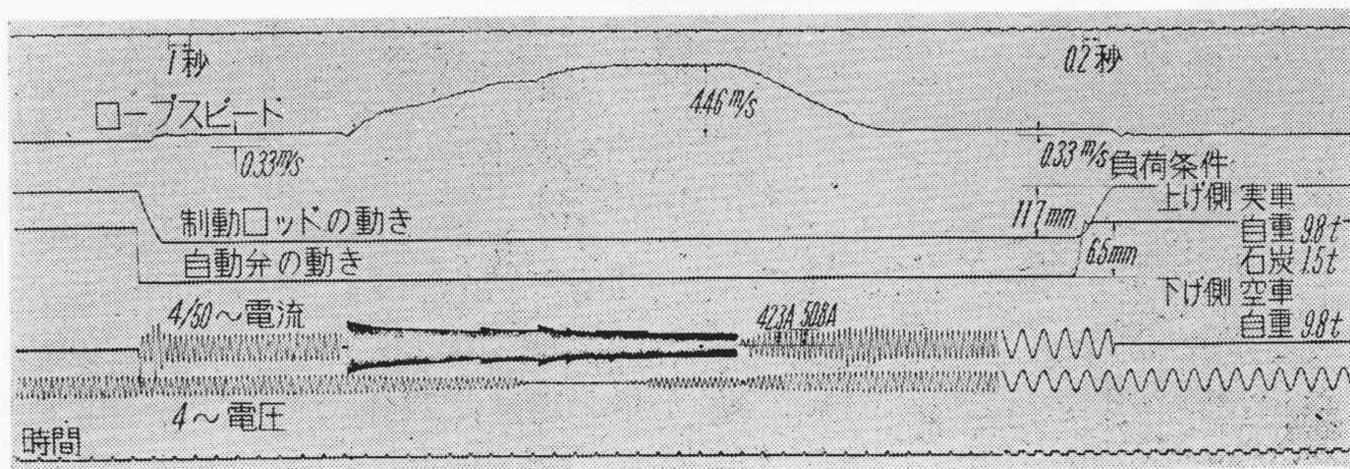
主電動機	三相誘導電動機	2台
出力	300HP	
型式	開放巻線型	
周波数	50/4～	
電圧	3,000/300V	
極数	18極	
回転数	333/26.7rpm	

第1表 巻上機の仕様

型式	EVD-NPOE
巻上荷重	10,600kg
不平衡荷重	6,900kg
巻上速度	350(240)m/min
巻胴直徑	3,150mm
鋼索直徑	34mm
巻上距離	1,760m
電用動機	300HP×2
	坑外設置斜坑スキップ



第4図 外観



第5図 オシログラム

低周波発電機装置

低周波発電機

出力	100kVA
型式	開放他励整流子型
電圧	300V
周波数	4~
回転数	1,000rpm
交流励磁機	5kVA 50/4~
交流発電機	7.5kVA 50~
駆動電動機	100kW三相誘導電動機

制御は巻上能率の向上、運転人員の節約、停止前の確実な微速を得るために押釦による1サイクル全自動運転を採用した。その主回路接続図を第6図に示す。低周波発電機を使用しない一般交流巻上機と同様な手働運転もできることはもちろんである。ここでは押釦自動運転方式について第2図と第6図により述べる。

(1) 微速度起動

坑口にある運転監視盤の押釦を押せば、誘導電動機は4~低周波電源に接続され、限時継電器により誘導電動機の二次抵抗を順次短絡して加速し微速度となる(第2図A部)。

(2) 高速度加速

歯車式制限開閉器により、スキップカー底戸閉じ終り位置に達すれば、誘導電動機は4~電源を開路され、特殊回路により4~遮断時のアークが完全に消滅したことを確認して50~電源に接続され、与えられた加速度に一致するように選定された二次抵抗を、歯車式制限開閉器により自働短絡して加速する(第2図B部)。

(3) 減速

減速開始位置に至れば、50~電源は切り離され、誘導電動機は4~電源に接続される。同時に電動操作速度指令抵抗器は駆動されて、与えられた減速度-時間曲線を電圧として指令する。この指令電圧と巻上機速度、すなわちパイロット発電機電圧との差電圧を磁気増幅器で増幅して、第6図のように、ACG-EX-LFGのそれぞれの電圧を変化せしめて回生制動力を調整し、さらに制動力を円滑に得るため誘導電動機二次抵抗を適時減じ、適当な安定回路とともに、この種の時定数の大きな制御回路に対しても、十分安定に所定の減速曲線に沿って減速され、石炭積込の微速運転に至る(第2図D部)。

この指令電圧と巻上機速度、すなわちパイロット発電機電圧との差電圧を磁気増幅器で増幅して、第6図のように、ACG-EX-LFGのそれぞれの電圧を変化せしめて回生制動力を調整し、さらに制動力を円滑に得るため誘導電動機二次抵抗を適時減じ、適当な安定回路とともに、この種の時定数の大きな制御回路に対しても、十分安定に所定の減速曲線に沿って減速され、石炭積込の微速運転に至る(第2図D部)。

(4) 停止

スキップカー停止直前では上部カーは石炭を放出し、下部カーは石炭積込完了されているので、電源を遮断して後制動するのは制動力の遅れでズリ落ちの危険がある。よつて、停止位置に至れば、トラックスイッチによりまず電磁弁を切換えて機械的制動力をかけ、制動力十分大となつてズリ落ちがなくなつたとき4~電源を遮断して完全停止せしめる。

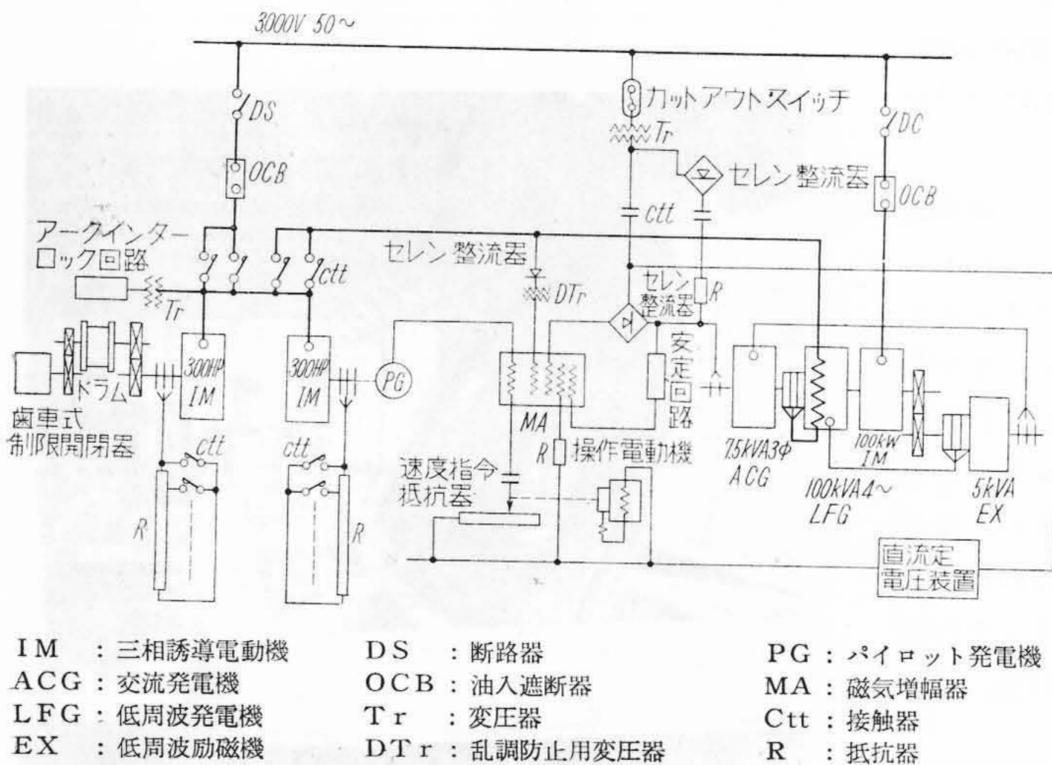
(5) 保安装置

一般巻上機における停電、過負荷、過巻、過速度、油圧低下、そのほか電源投入時の各種条件のほかにも本巻上機の特長として次の諸点が考慮されている。

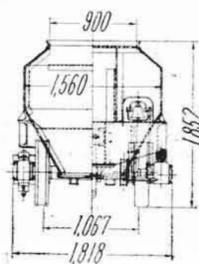
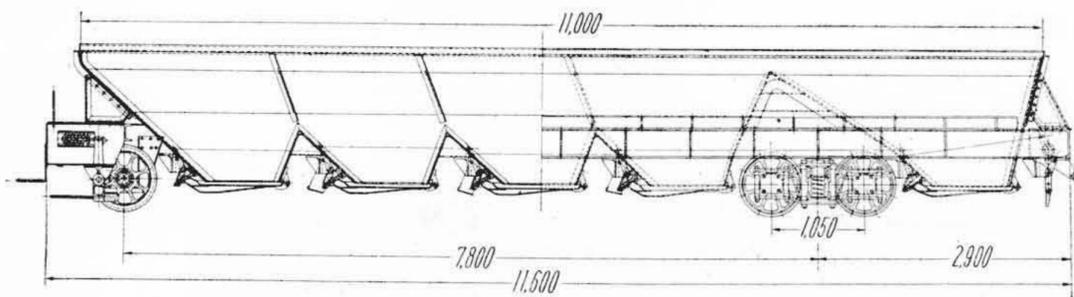
(A) 70%、30%速度監視

減速時に70%および30%速度となるべき位置において、これ以上の速度であつたときに非常制動をかける。

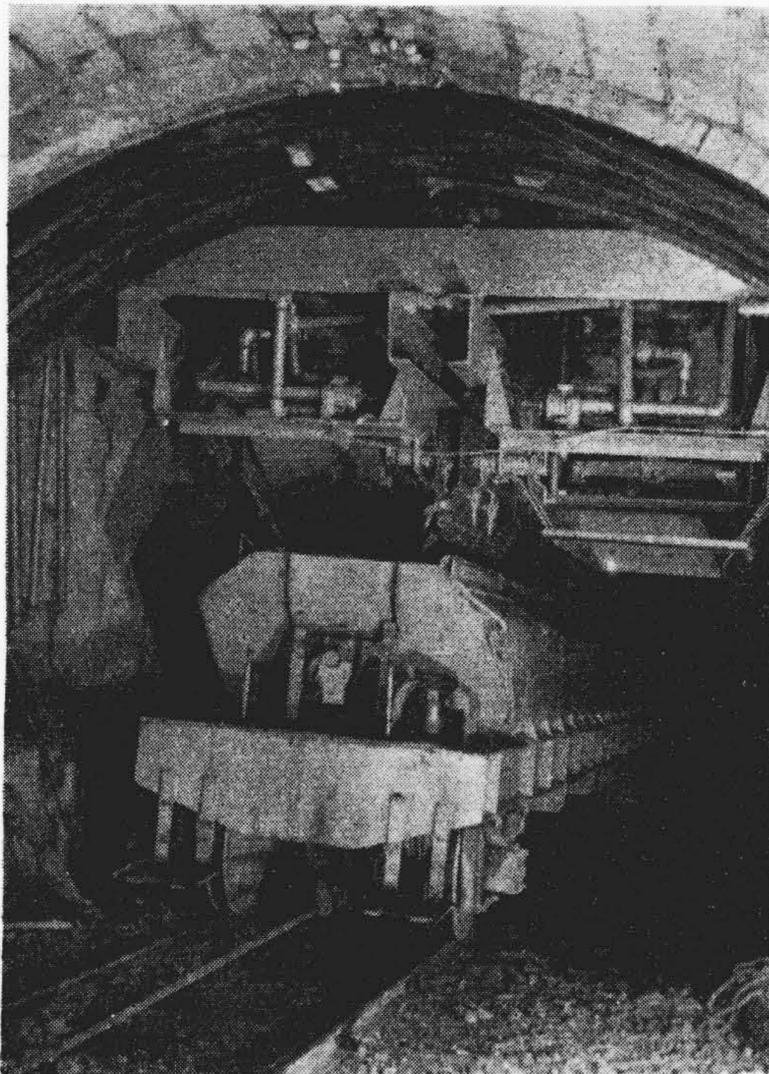
(B) 停止時の制動力不足



第6図 主回路接続図



第7図 スキップカー



第8図 石炭積込状況

〔V〕 スキップカーおよび附帯設備

構造の概略を第7図に示す。当初、計画と異り坑底部が単線となつたので、車輪をケーブルカーのように、外側車輪は両フランジ、内側車輪はフランジ無しとし、ロープ取付部は極力低位置にして、ガイドローラとの関係位置に注意した。

この型式のスキップは積込装置との関連、巻上速度、車輛構造などにより、積込時のコボれあるいは積込効率の低下などの問題が起りやすいが、積込時運転速度の、低サイクル制御による安定、積込装置下部と車輛間の隙間の改良、底戸の位置、傾斜の改良などにより解決し、当初の予定よりも良好で、100%の積込効果を得た。また底戸の開放性、戸閉め装置もさらに改良されている。

積込状況を第8図に示す。

前例による3年間の実績を考慮し、圧気動扉開閉装置の改良を行い、また特に扉下部とスキップカーの間隙を考慮し、側方への炭コボれに対し改良した結果、積込中走行速度の安定とともに良好な積込効果を得た。スキップカー交換部附近の軌道構造は第9図に示すとおりで、ケーブルカーの場合に近似している。

〔VI〕 結 言

本設備はエンドレス巻上機、50/4〜駆動による微速安定走行、自動積込装置、底開きスキップカー、押釦自動運転、を組合せることにより高速による能率向上、積込放出の時間節減による能率向上、人員節約、機械費の節減、ロープ消耗費の節減を目的としたが坑道の関係による高速運行を除き、ほかはほぼ予期どおりの結果を得た。

坑道の条件、すなわち、地盤傾斜、距離、坑内水の有無により、一概に本設備のような型式が採用できるか否やはいえないが、今後の運搬方式の検討の際、中容量の運搬用として参考になる点が多いと思う。

なお、末尾ながら、本設備の採用、製作結果の検討に当り、常磐炭硯株式会社茨城硯業所全員より多大の援助をいただいたことに対し、厚く感謝する次第である。

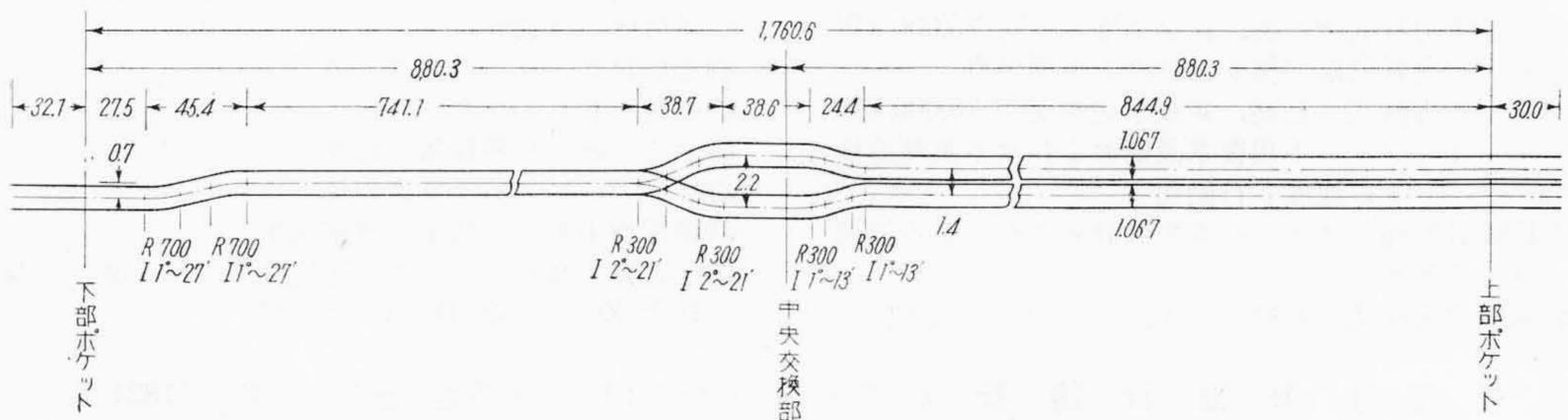
機械的制動開始より一定時限後においても、制動力が十分に出ていないときに非常制動をかける。

(C) 混触防止と同防止回路の故障保安

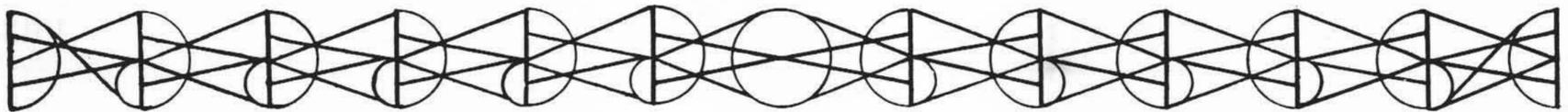
4〜から50〜、50〜から4〜に切替えた時には特殊な混触防止法がとられ、その回路が故障した時には、自動運転ができないようになっている。

(D) 速度指令抵抗器の起動位置への自動復帰

手動運転などの後における速度指令抵抗器とカーとの相関位置の不一致、または速度指令抵抗器、中途位置のときには、自動運転に切替えることにより両者の相関位置を一致せしめるように、速度指令抵抗器は自動的に起動位置に復帰し、押釦運転可能な状態になる。



第9図 スキップカー軌道



日立金属工業株式会社社員社外講演一覧表

(昭和32年1月～6月受付分)

講演月日	主催	演題	所属	講演者
1. 9	筑豊工作談話会	センターバッファにかかる荷重とその強度について	戸畑工場	山根昭久
3. 20	日刊工業新聞社	高速度鋼最近の進歩	安来工場	小柴定雄
4. 2	日本金属学会	双物鋼の機械的性質および耐酸耐蝕性に及ぼす微量Sの影響	安来工場	小柴定雄
4. 2	日本金属学会	双物鋼の熱处理的性質に及ぼす微量Sの影響	安来工場	小柴定雄
4. 3	日本金属学会	双物鋼の機械的性質および耐酸耐蝕性におよぼす微量Pの影響	安来工場	小柴定雄
4. 3	日本金属学会	双物鋼の熱处理的諸性質に及ぼす微量Pの影響	安来工場	小柴定雄
4. 2	日本鉄鋼協会	5%Cr含有鋼の耐熱性としての適性について	安来工場	九重常男
4. 2	日本鉄鋼協会	高炭素、高クロム系ダイス鋼に及ぼすNiの影響について	安来工場	小柴定雄
4. 10	日刊工業新聞社	ステンレス鋼の熱処理について	安来工場	小柴定雄
5. 6	日本鋳物協会	白鉄の焼鈍性に対する熔解材料の影響	戸畑工場	岩瀬昌徳
5. 11	自動車技術会	デフケース剛性の測定	戸畑工場	矢野満
5. 28	北海道炭硯技術会	センターバッファの強度および堅坑炭車用の連結器について	戸畑工場	山根昭久
6. 11	分析化学会	鋳鉄中の微量テルルの分析法について	戸畑工場	田原穂泉
6. 25	日本非破壊検査協会	蛍光浸透探傷試験の実際(鋳物検査)	深川工場	江上種一
6. 15	日本鋳物協会九州支部	塩基性キュボラによるダクタイル鋳鉄原湯の熔解	戸畑工場	河本昭治
9. 8	日本鋳物協会	白鉄第二段黒鉛化における直接変態ならびに間接変態について	桑名工場	近藤賢治
9. 8	日本鋳物協会	中子砂の研究(第1報) —中子油の管理—	桑名工場	鈴木敏彦
10. 中旬	日本鉄鋼協会	自硬性鋼の焼入性について	安来工場	小柴定雄
10. 12～15	日本金属学会	析出型磁石合金の高温における磁気特性の変化について	安来工場	小柴定雄
10. 12～15	日本金属学会	真空熔解せる13%Cr不銹鋼および耐熱合金Nimonic 80 A, S 816の諸性質について	安来工場	小柴定雄

Vol. 39

日立評論

No. 10

- ◎東京電力株式会社納, 新東京発電所用 75,000 kW 再熱ボイラ
- ◎東京電力株式会社納, 新東京発電所用 75,000 kW 再熱タービン
- ◎東京電力株式会社納, 新東京発電所用 75,000 kW 級火力発電設備の概要と計画上の問題点
- ◎東京電力株式会社納, 新東京発電所用 75,000 kW タービンプラント用復水設備および給水加熱設備
- ◎エレベータの速度と自動化
- ◎UM-2型超マイクロームの設計とこれによる連続切片の観察
- ◎電源開発株式会社納, 田子倉ダム用セメント空気

輸送設備

- ◎日立強力型 No. 3, No. 4 フライス盤
- ◎フレオン 12 中の水分の定量
- ◎高調波振動を用いた水晶振動子の等価回路
- ◎通信機の運動解折用シャドウグラフ
- ◎送信管グリットの温度上昇
- ◎車輛用窓バルンサー
- ◎マイラ貼合せ絶縁物の特性
- ◎フェノールノボラックの流れ性
- ◎絶縁物中ボイド放電の放電図形
- ◎高炭素—高バナジウム高速度鋼の切削耐久力に及ぼす Zr および B+Ti の影響

発行所 日立評論社 東京都千代田区丸の内1丁目4番地 振替口座東京 71824 番
 取次店 株式会社オーム社書店 東京都千代田区神田錦町3丁目1番地 振替口座東京 20018 番