

# U23 ワードレオナード式電気ショベルの仕様と特性

## Specifications and Characteristics of U23 Ward-Leonard System Convertible Shovel

井 上 啓\* 遠 藤 正\*\*  
Kei Inoue Tadashi Endô

### 内 容 梗 概

1963年6月より水資源開発公団矢木沢ダム骨材採取工事現場で稼動にはいったU23ショベルは日立製作所の多年の実績をもとにして機械、電気を含むすべてを設計製作した近代的なワードレオナード式電気ショベルで業界の注目をあびている。その概要と仕様特長および約半年の実績について述べている。

### 1. 緒 言

ショベル系掘削機では掘削作業時の激しい負荷変動に対して十分に耐えられるように原動機が選定されており、したがってがんじょうでしかも能率的経済的にすぐれた性能を発揮すると同時に衝撃力過負荷に対して原動機および機械部分を十分に保護し耐久性をもたせるようにすることが必要であり、大形化に伴いこの傾向は強くなって来る。

ショベルに用いられる原動機としては一般にはディーゼルエンジン、交流または直流電動機があり、これらは機械部分と直結もしくは流体継手、トルクコンバータ、電磁継手などを経てつながれる。

第1表に各原動機別の比較を示す。

常識的には大形ショベル（ジッパ容量1.9m<sup>3</sup>以上）では直流電動機によるワードレオナード制御方式が多く採用されている。第2表にワードレオナードショベルの一覧を示す。

わが国でも戦後電源開発御母衣ダムに Bucyrus 150 B（ジッパ容量4.5m<sup>3</sup>、自重190t）がレオナードショベルとして初めて輸入され活躍している。

日立製作所では国産初のU23ワードレオナードショベルを2台水資源開発公団に納入し、矢木沢ダムにて熊谷組がこれを使用している。ここにその概要を述べ稼動中に実測したデータを発表する。

第1図は現地稼動中の写真である。

### 2. 仕 様 概 要

形 式 U23  
ジッパ容量 2.3 m<sup>3</sup>  
ブーム長さ 8.3 m  
ハンドル長さ 5.78 m



第1図 現地稼動中のU23ワードレオナードショベル

\* 日立製作所 亀有工場  
\*\* 日立製作所 日立工場

接 地 圧 力	1.2 kg/cm <sup>2</sup>	
登 坂 能 力	30%	
主 要 動 機	閉鎖通風形	
定 格	125 kW	1,000 rpm
電 源	400 V	50~
	速 度	ロープ径
巻 上	25 m/min	30 φ
推 圧	20 m/min	30 φ

第1表 大形ショベル（ジッパ容量1.9m<sup>3</sup>以上）  
原動機比較

原動機形式	直流電動機 ワードレオ ナード方式	交 流 電 動 機		エ ン ジ ン
		巻 線 形 二 次 抵 抗	か ご 形	
つ な ぎ	直 結	直 結	流 体 継 手 (または電磁接手)※1	トルクコンバーター
特 性	垂下特性	垂下特性	ふくらみのある曲線	大きなストールトルクが得られる
速度制御	できる	できない	できない (多少できる)	できない
トルク比	2~3	2~3	2 (2~2.5)	2~3
緩衝作用	大	小	中	中
効 率	大	小	中	中
※3 価 格 (%)	(原動機) +(つなぎ) 200~300	100~120	80~120	100
	ショベル 全体 ※2 130~150	105	95~105	100

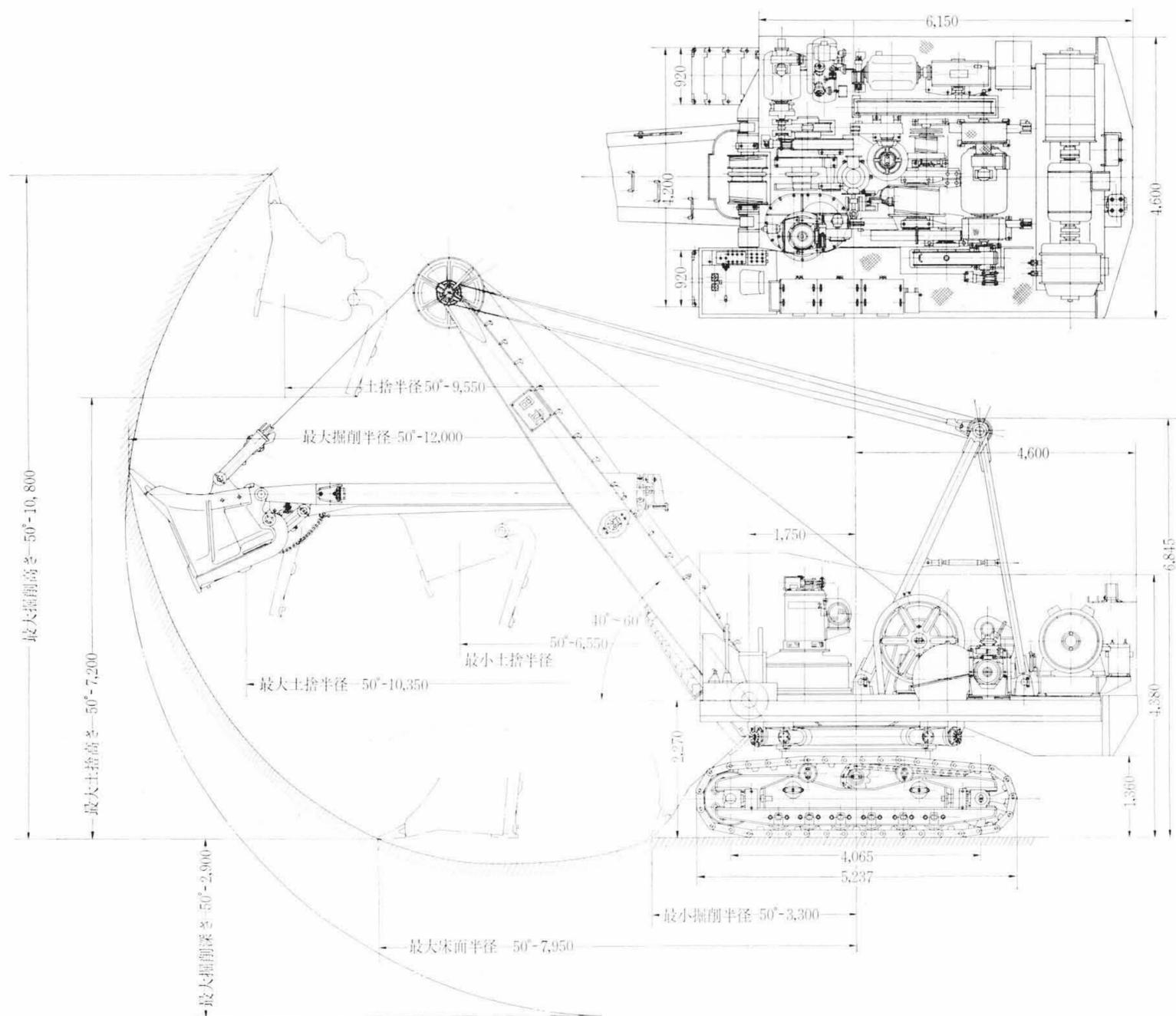
(注) ※1 電磁接手は巻上げ原動機のつなぎとして用いられるほか作業クラッチとして用いられることが多い。  
※2 地上受電設備、キャブタイヤケーブルを除く。  
※3 価格はエンジン+トルクコンバータ式を100とした値。

第2表 主要ワードレオナード電気ショベル一覧表

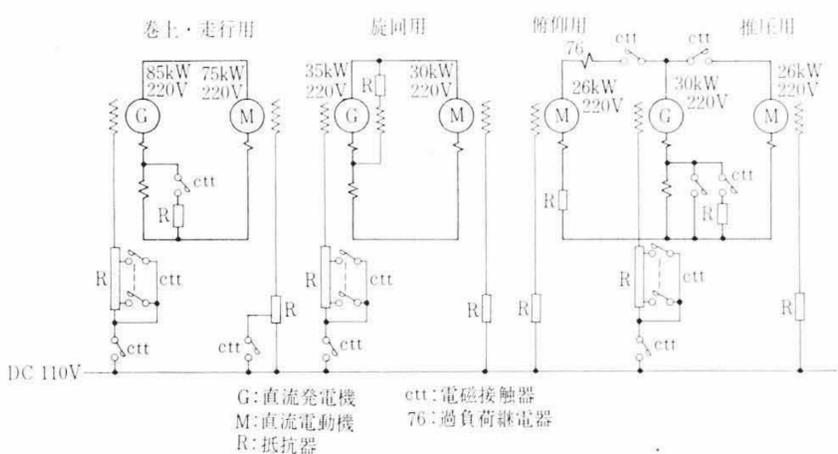
ショベル メーカー	形 式	ジッパ 容 量 YD <sup>3</sup>	電 動 機 出 力 PS				全装備重量 t
			主電動機	巻上用	旋回用	推圧用	
Bucyrus	54-B	2½	125	60	23	23	79
Bucyrus	85-B	3¼	150	75	29	23	106
Bucyrus	110-B	4½	250	137.5	44	35	142
Bucyrus	150-B	6	350	187.5	2×35	44	190
Bucyrus	190-B	8	450	250	2×50	62.5	249
Marion	93M	2½	150	75	35	25	78
Marion	111M	4	250	125	50	35	116
Marion	416 I	6	300	187.5	2×44	44	122
Marion	151M	7	450	250	2×44	44	198
Marion	191M	10	600	375	2×62.5	62.5	322
P & H	120K	3	300	190	2×30	40	142
P & H	1400	3½~5	100	250	45	45	152
P & H	1500	5	135	250	不明	不明	
P & H	1600	5~6	150	300	不明	不明	

(注) 1. Bucyrus は走行と巻上が共用。  
2. Marion は走行と旋回が共用。  
3. P & H は巻上はマグネトルク、主電動機容量はその他電動機用。

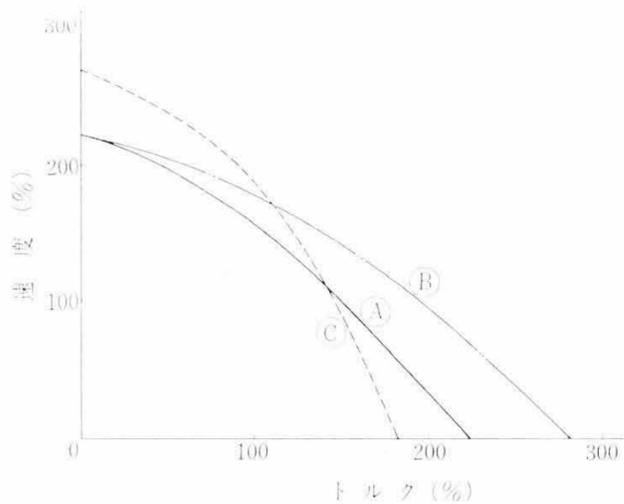




第 3 図 U 23 ワードレオナードショベル全体寸法図



第 4 図 レオナード主回路概略結線図



第 5 図 巻上電動機速度—トルク特性曲線

おける速度—トルク特性曲線を示す。巻上、推圧電動機の出特性は巻上、推圧単独の特性よりも対象とする掘削物によってそのコンビネーションが掘削特性をきめることとなる。したがって掘削に応じて巻上トルクを推圧トルクに比し相対的に強弱変化させて適合した掘削が可能なるようにそれぞれのコントローラノッチを選択し運転操作を行なうが、そのほかに第 5 図 A、B、C のように特性曲線そのものを全面的に変えるためセットが変更できるよう考慮されている。

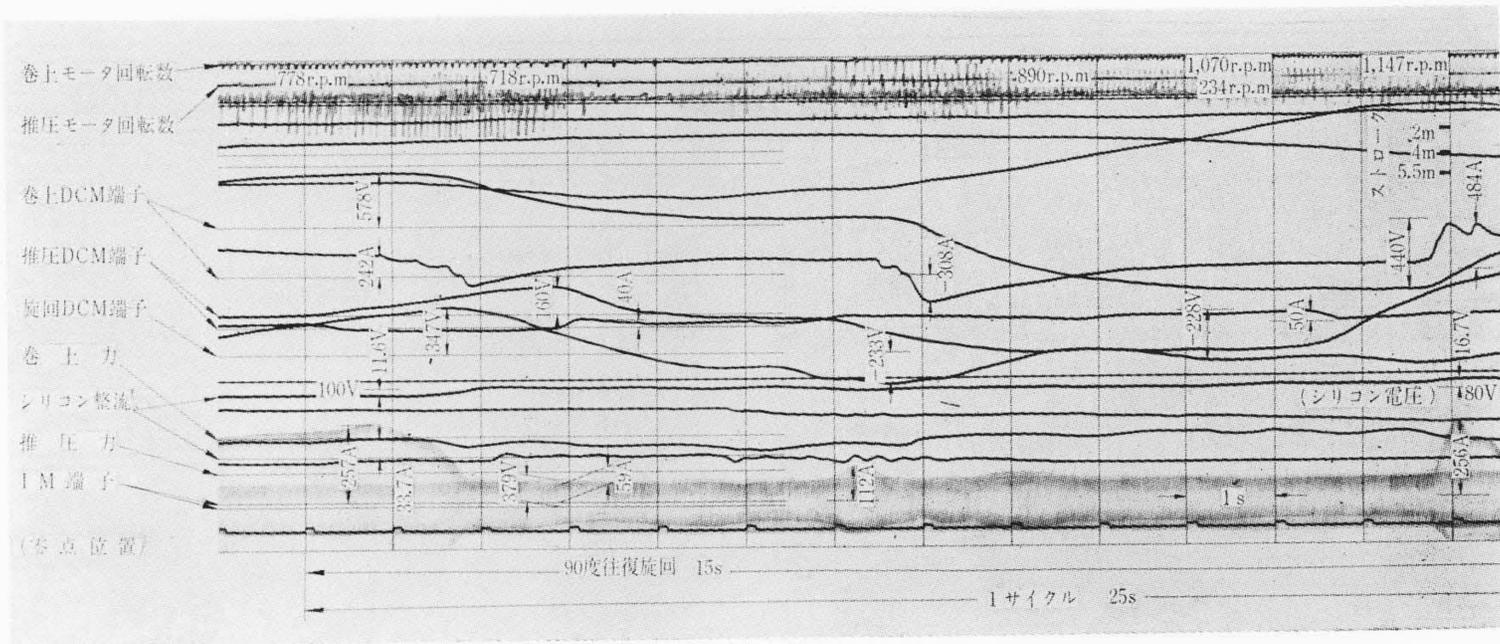
各電動機は他冷方式としてあり、ファンが運転中でなければ主回路が生きないようインターロックされている。

### 5. 総合コントローラと運転操作

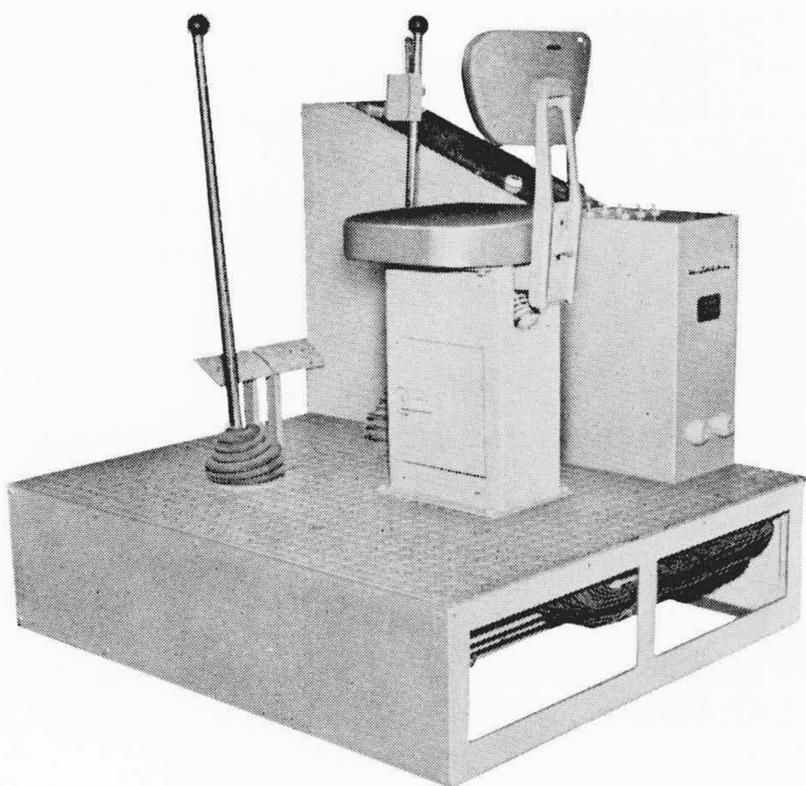
総合コントローラは運転装置の中枢部をなすものであり(巻上)(推圧)の 2 本の主操作レバーと左右旋回用ペダル 1 組を備え軽快な操

作によって制御器を介して各電動機を運転する。掘削時の操作をエンジン駆動の一原動機方式と比較するとき、エンジン駆動の場合は巻上クラッチ入れ巻上げ→巻上ブレーキ ON して停止→巻上ブレーキ加減し自由落下して停止となるに反して、レオナード方式の場合には巻上げ巻下げともに電動機の正転逆転で行ない、旋回中および放荷のときも低ノッチで巻上げ巻下げながら行なって停止、制動がほとんどない状態でスムーズに運転できる。推圧引込も同様に行なわれるがジッパーハンドルストロークの終端近くで警報灯を点滅させ自動的にノッチをおとして安全運転ができるよう配慮してある。

一原動機方式の場合は各クラッチ・ブレーキの組み合わせによる運転操作であるから各動作は断続的であるのに反し、レオナードの場合は通常の場合連続操作ができることが大きな違いでありしたがっ



第7図 掘削時の



第6図 総合コントローラ

て運転は容易で機械部分の損耗も少なくなる。そのためレオナードの場合には一原動機方式に比べて耐用時間が少くとも20%は長くなるといえる。

第6図に総合コントローラを示す。

### 6. エアクラッチの採用

両用電動機(巻上-走行)(推圧-俯仰)の切換のほか過負荷防止用としてエアクラッチを設けている。このクラッチは打ち出しの鋼板製リムの内側にゴムコードエアチューブをプレスフィットしその外側に数個のライニングをセグメント状に取り付けた構造でエアチューブの内部に圧気を送るとチューブの体積の膨張で内側径が収縮しこの収縮力によりエアチューブの内側が戻しバネを介してセグメントをクラッチドラムに圧着し動力をクラッチドラムからエアクラッチエレメント・アダプタ・ハブを経て伝達するものである。したがって圧力により伝達トルクがきまるので適正な圧力として過負荷を防止する。

### 7. 集中給脂の採用

本機は多電動機方式であり上部旋回体上の各歯車、軸受、しゅう動部分に対して、手動のオートグリスタによる集中給脂方式を採用した。この方式は給脂時間別に第一、第二の二系統より成りいずれ

も手動式のもので前者は5時間ごとに約100cc、後者は200時間ごとに約50ccを給脂する。グリース保有量が外部から確認できるグリースだめとポンプ本体、手動ハンドルおよび給脂完了時に給脂管路を切換える自動切換弁の内蔵されたグリース給脂ポンプと給脂箇所に対応した給脂口数をもった分配弁、給脂部につながる半透明の合成樹脂製の給脂主管より成っており、各給脂口ごとに一定量のグリースを加圧給脂する。

また給油も2台の電動油ポンプにより行なわれ油ポンプが運転しなければ、主電動機は操作できないようインターロックが設けられている。

### 8. 測定結果

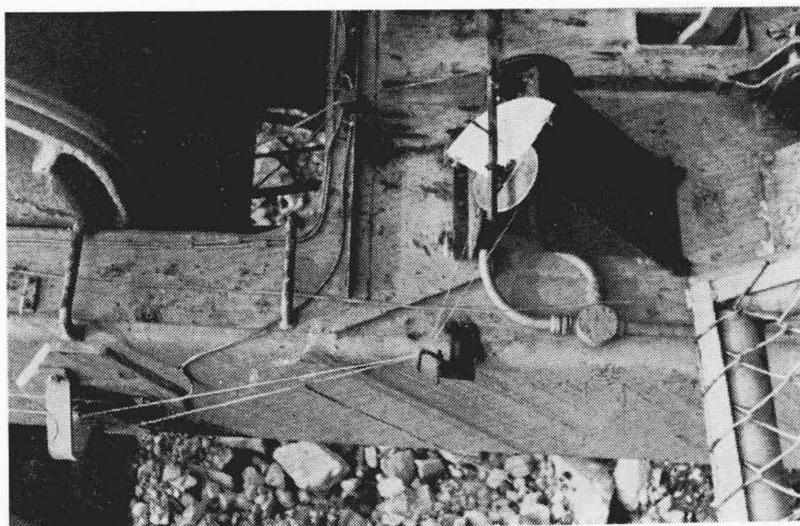
本機は1962年11月現地組立を終わり越冬後63年6月よりダムせき堤骨材用原石を採取するため稼動をはじめた。

日立製作所では水資源開発公団および熊谷組のご協力を得て5月に現地における実運転の測定を行なった。

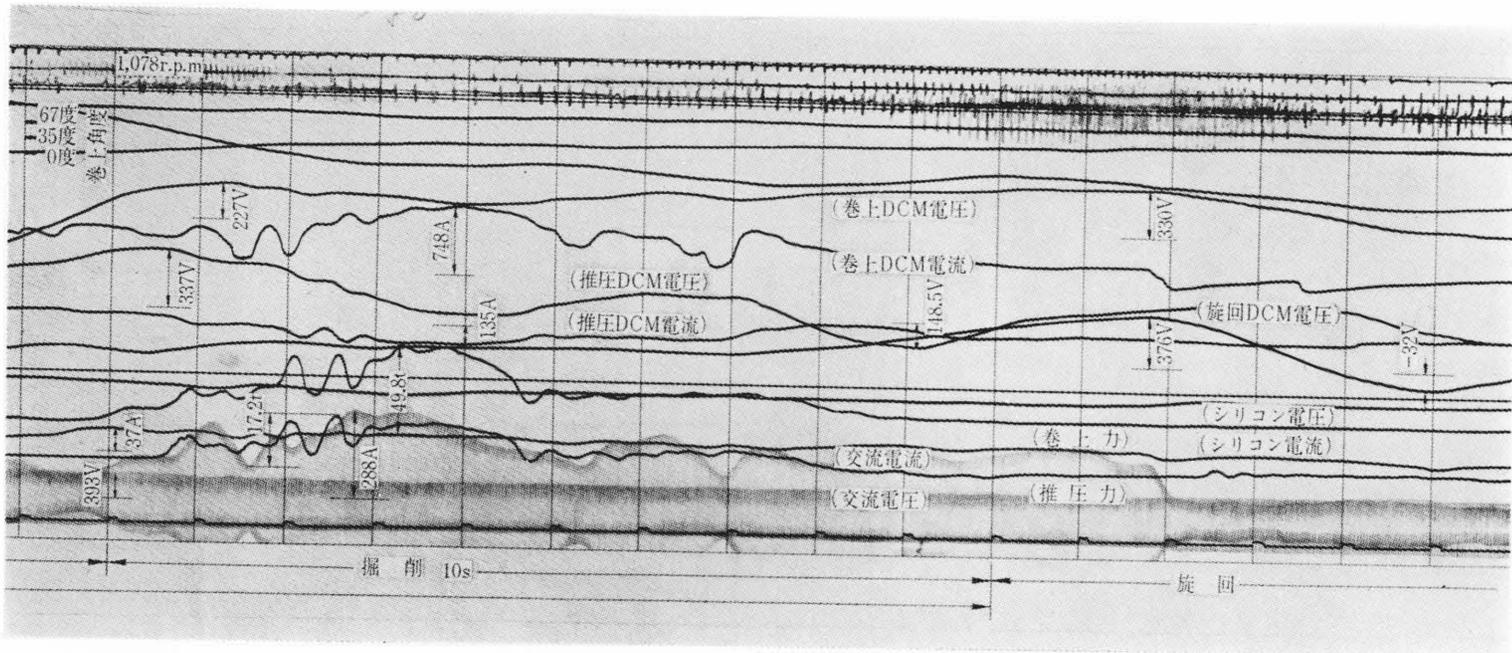
その結果掘削性能をきめる巻上および推圧の特性はほぼ満足すべき値であることが確認され、引き続き稼動にはいってから好調に運転している。

第7図は掘削時の巻上推圧のオシロ測定結果を示す。このオシロからわかるようにエンジン駆動の場合に比し安定したなめらかな運転であり結果的に動力の消費が少なくできる。

次に巻上、推圧ともに単独連続操作であるから一原動機方式に比べ掘削軌跡はより自由に作れるが、実作業でどのような軌跡が描かれているかまたどのような軌跡が最も掘りやすいかを確認するためジッパーハンドルの角度および出入の長さを縮小して掘削ごとに重畳して記録し好ましい運転操作をは握するよう第8図に示すような



第8図 掘削軌跡記録装置



オ ッ シ ロ 線 図

記録装置をサドルブロックの付近に設けて掘削軌跡をとった。

また実際の巻上、推圧ロープの張力を計測するため巻上ロープ端および推圧ロープのベンド部分にひずみ計を取り付けてロープ張力の変化を測った。

### 9. 運 転 実 績

作業現場は三段にカットされた原石山で発破により爆砕された原石を U23 ショベル 2 台 1.9 m<sup>3</sup> ショベル (一原動機方式で交流電動機+流体継手) 1 台で掘削し 13T ダンプに積載し約 1 km を運搬し破碎用クラッシャーに供給している。

6 月~10 月までの運転実績の例として、掘削積込能率を稼働時間当たりのダンプトラック台数 (台/h) で下記に示す。

期 間	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
U23 (No.4)	— 台/h	11.85 台/h	12.0 台/h	13.7 台/h	15.2 台/h
U23 (No.5)	13.2	11.5	13.6	14.9	19.0

このように時間当たりのダンプ台数は次第に上がってきている。すなわち、運転のなれるにしたがって、本来の能力を発揮するようになったものであり能率よく、疲労を感じないショベルとして好評を得ている。

またエンジンショベルに比べてブレーキ・クラッチライニングをはじめ巻上、推圧ロープの摩耗交換が少なく使いやすい保守の容易なショベルであることが実証されつつある。

### 10. 結 言

ショベル系掘削機分野において高い占有率を有する日立製作所が、この U23 ワードレオナード式電気ショベルの機械電気を含むすべてを完成したことによってこの分野における自信をさらにいっそう深めることができた。

終わりにこのショベル製作の機会を与えられ、本格的な稼働に至るまで全面的にご協力いただいた水資源開発公団および熊谷組の関係者各位の絶大なるご好意に厚く感謝申し上げます。



### 特 許 の 紹 介



特 許 第 404906 号

小 川 毅・栗 田 健太郎  
窪 田 道 也

### 変 圧 器 巻 線

変圧器巻線に過大な電流が流通した場合、巻線の上端部および下端部における漏洩磁束と巻線自体を流れる電流との相互作用により、巻線に大なる軸方向および半径方向の機械力が発生し、また定常状態においても、漏洩磁束に起因して巻線の渦電流損が増大する。

このような機械力および渦電流損の低減を目的として、従来巻線内部の導体間へ、強磁性体、例えば珪素鋼板片を配列して巻線を横切る漏洩磁束をこの強磁性体へ吸収させて巻線軸方向へ矯正するようにした変圧器巻線が提案されている。

ところが、このような変圧器巻線においては、磁束はむしろ強制的に巻線導体へ吸引されることになるため、漏洩磁束は全体からみれば、明らかに巻線の軸方向へ矯正されるが、各巻線導体間の強磁性体の途中において多くの導体を横切ることになり、従って強磁性体は、漏洩磁束の矯正作用には不十分なきらいがある。

この発明は、このような不都合を除去すべく、鉄心脚 1 に対して巻回された巻線層 2 および 3 の互に対応する主間隙部分へ珪素鋼板などの強磁性体 4 および 5 を配置したものである。

この発明によれば、各巻線層 2 および 3 の対応する主間隙内の漏洩磁束は、強磁性体 4 および 5 によって吸引されて矯正され、従来

のように、強制的に巻線層の内側へ吸引されないから、機械力の低減ならびに、渦電流損の低減により有効である。(須田)

