

パ ワ ー シ ョ ベ ル 用 原 動 機

Prime Movers for Power Shovels

田 中 成 一*
Seiichi Tanaka

内 容 梗 概

パワーショベルに用いられる各種原動機について、特にショベル用として望まれる特性を説明し、現在使用されている原動機とその動向を述べた。

1. 緒 言

最初のパワーショベル(第1図)が誕生したのは1837年で、アメリカ人 W. S. Otis 氏による蒸気機関を使用したものであった。以来主としてアメリカで発達したが、近年のショベルの生産は内燃機関か電動のものに限られ、蒸気機関のショベルはほとんど姿を消している。これは鉄道の分野でも同じ傾向が見られるように蒸気機関はボイラなどを含めた取扱いが不便でかつ高価なためであって、蒸気機関の出力特性そのものは十分満足すべきものである。このことは蒸気機関を使用するパワーショベルが1世紀にわたって使用された事実、あるいは電動式そのほかの今日のパワーショベルの原動機が蒸気機関と同様な垂下特性(いわゆるドループング特性—後述)を要求されることなどによっても明らかである。

第1表は、ショベル発達の沿革を年代順に掲げたものである。

ここでショベルの大きさを便宜上分類すると次のようになる。

- 小形：ジッパ、バケットの容量 0.6 m³ 以下
——貨車丸積輸送可能範囲
- 中形：ジッパ、バケットの容量 0.6 m³ をこえ 3.0 m³ 以下
——3.0 m³ は内燃機関駆動の一応の限界
- 大形：ジッパ、バケットの容量 3.0 m³ をこえる
——ほとんどが電動式である。

このうち、小形、中形のものを汎用ショベルといっている。

2. 掘削のメカニズムおよび原動機の数

パワーショベルはフロントアタッチメントを交換することによってショベル、ドラグラインなどの掘削機として使用されるほかに、クレーン、パイルドライバー(杭打機)などにも応用される。

Otis 氏が最初に計画したフロントアタッチメントはショベルフロントであったが、100 年余にわたったいくたの改良を経た今日でもショベルの掘削の原理そのものはまったく同じで、その主要動作は次の3動作からなっている。(第2図参照)——すなわち

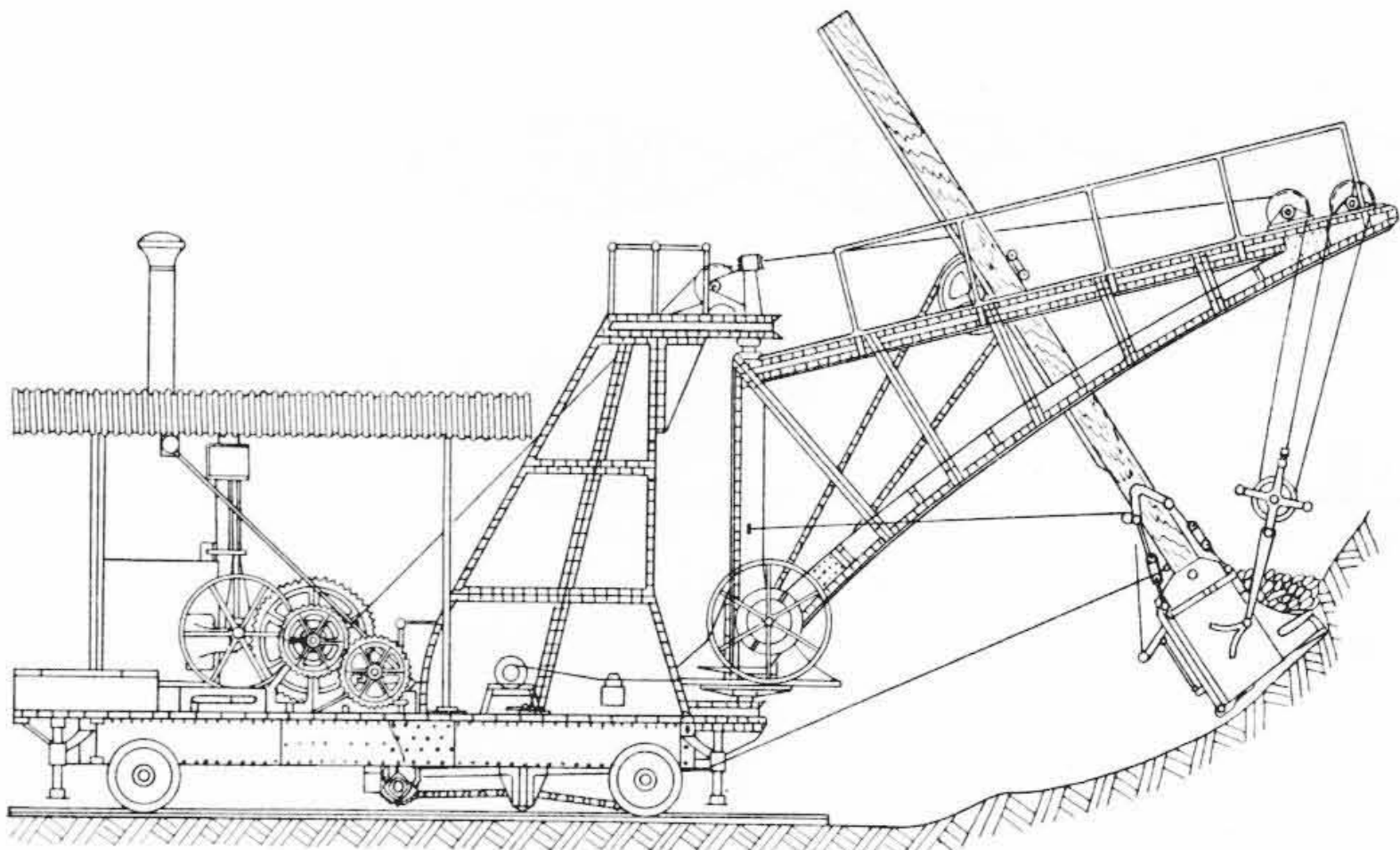
- (1) ジッパ巻上(下) } 主として掘削のために(1)(2)の
(2) ジッパの推圧・引込み } 動作を組合わせて行う。
(3) 旋回——運搬のために旋回体(フロントとも)が所要角度の
旋回を行う。

このほかにブーム俯仰、走行などがあるが、掘削の補助動作と考えられるので省略する。また、ショベルフロント以外の各フロントアタッチメント(ドラグラインドラグショベルなど)にはショベルフロントの場合の推圧引込みのどちらかの動作が不要であり、簡単になるので、以下ショベルフロントの場合として説明を進めることとする。

パワーショベルの構造・機構は、上述の各動作を行うことを目的として種々考えられているが、原動機数によって大別すると次の2通りとなる。すなわち

- (1) 1原動機方式

* 日立製作所亀有工場



動力には蒸気機関を使用した。
第1図 世界最初のパワーショベル(1837年)

第1表 ショベル用原動機の年表

年 度	
1837	W.S.Otis 氏により最初のパワーショベル(蒸気動力)が製作された
1895	R.Thew 氏により全旋回式ショベルが製作された
1903	電動のモータ式摩擦クラッチ形のショベルが生れた (Thew Lorain 社)
1916	ガソリンエンジン駆動式摩擦クラッチ形ショベルが作られた (P and H)
1924	ディーゼルエンジン駆動式摩擦クラッチ形ショベルが作られた (P and H)

(2) 多原動機方式

1原動機方式は、ただ一つの原動機により各動作を摩擦クラッチなどで切替えて操作する方式で小形・中形の汎用ショベルに多く、原動機には主として内燃機関を使用している。

多原動機方式は、各動作それぞれに独立の原動機を用いるかまたは一部の動作を兼用の原動機を用いるもので、大形のショベルに多く、ほとんどが電動式である。

3. ショベル用原動機の特性と種類

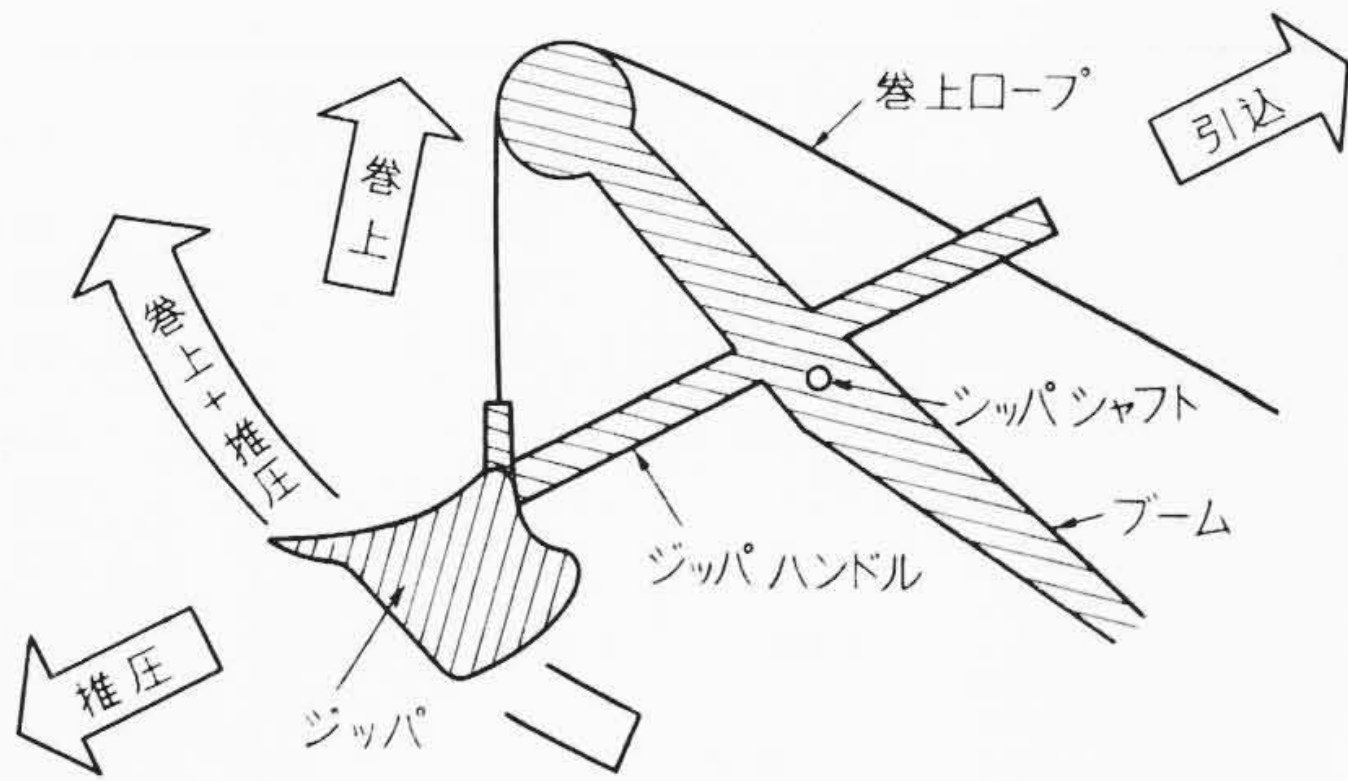
3.1 特 性

3.1.1 出力特性

蒸気機関の出力特性(速度とトルクとの関係)は第3図Aに示すように「速度がおそい場合にはトルクが大きく、速度が速い場合にはトルクが小さい(いわゆる垂下特性)」もので、これがショベルの掘削特性にきわめてよいと考えられている。すなわち掘削が容易なところではできるだけ速度を上げて運転すべきであり、また重掘削の場合には速度を下げねばならない。一方、ジッパが、大きな障害物に当たったような場合、過大なトルクとならぬことが要求される。

現在のパワーショベルにはこの垂下特性がほとんどの原動機にとり入れられている。第3図Bの曲線はこの一例である。

巻上・推圧・旋回の各動作を組合わせて行われるショベルの操作は、それぞれの動作について起動・停止・逆転をひんぱんに繰返す。特に小形ショベルでは毎分3～5回繰返すのが普通である



第2図 ショベルの掘削動作

ので、ショベル用原動機としては慣性が小さいことが要求される。これはまた多電動機方式の大形ショベルではクラッチによる切替えを行わず、電動機自身が起動・停止・逆転を常時繰返すこととなり、電動機回転部分の慣性の大小がショベルの性能に大きな影響を及ぼすため特に要求される。すなわち過大な慣性は機械部分そのほかに過大な荷重をかけ、ついには各部破損の原因となるばかりか、正逆転時に時間の損失をもたらしことにもなる。この場合、直流機と交流機の比較では一般に同一定格に対して直流機の慣性のほうが交流機のそれよりも小さいといわれており、この点も直流機がまさると考えられている一因である。

摩擦クラッチ式の機械部分をもつ汎用ショベルでは、大形ショベルと異なり原動機自身は常に一方に回転を続け、クラッチなどによって各動作の切替えおよび正・逆転の切替えを行うが、原動機の慣性が大きいことはこの場合でも機械部分に悪影響を与えることが多い。慣性が大きいことは、掘削時に原動機が出すピークトルクが大きくなるためその機械の正常以上の過大な掘削力を出すこととなり、機械にきわめて悪い結果をもたらす。

3.1.2 荷重動力降下用原動機のブレーキ特性

ブームの動力降下（エンジンブレーキなど動力を利用して降下させる）は以前から行われていたが、最近のショベルはクレーンとして使用する場合に、荷重の動力降下が行われることがようやく一般化されようとしている。（大形の直流運転式ではショベル・ドラグラインの場合にも巻下に発電制動を用いるなど動力による降下が以前から行われていた。）汎用の摩擦クラッチ式のものでは内燃機関のエンジンブレーキを利用して行っており第4図のマイナストルクの太線部分がこれである。今後のショベル用原動機はこのブレーキ特性がますます重要な要素となる傾向がある。

3.1.3 その他の特性

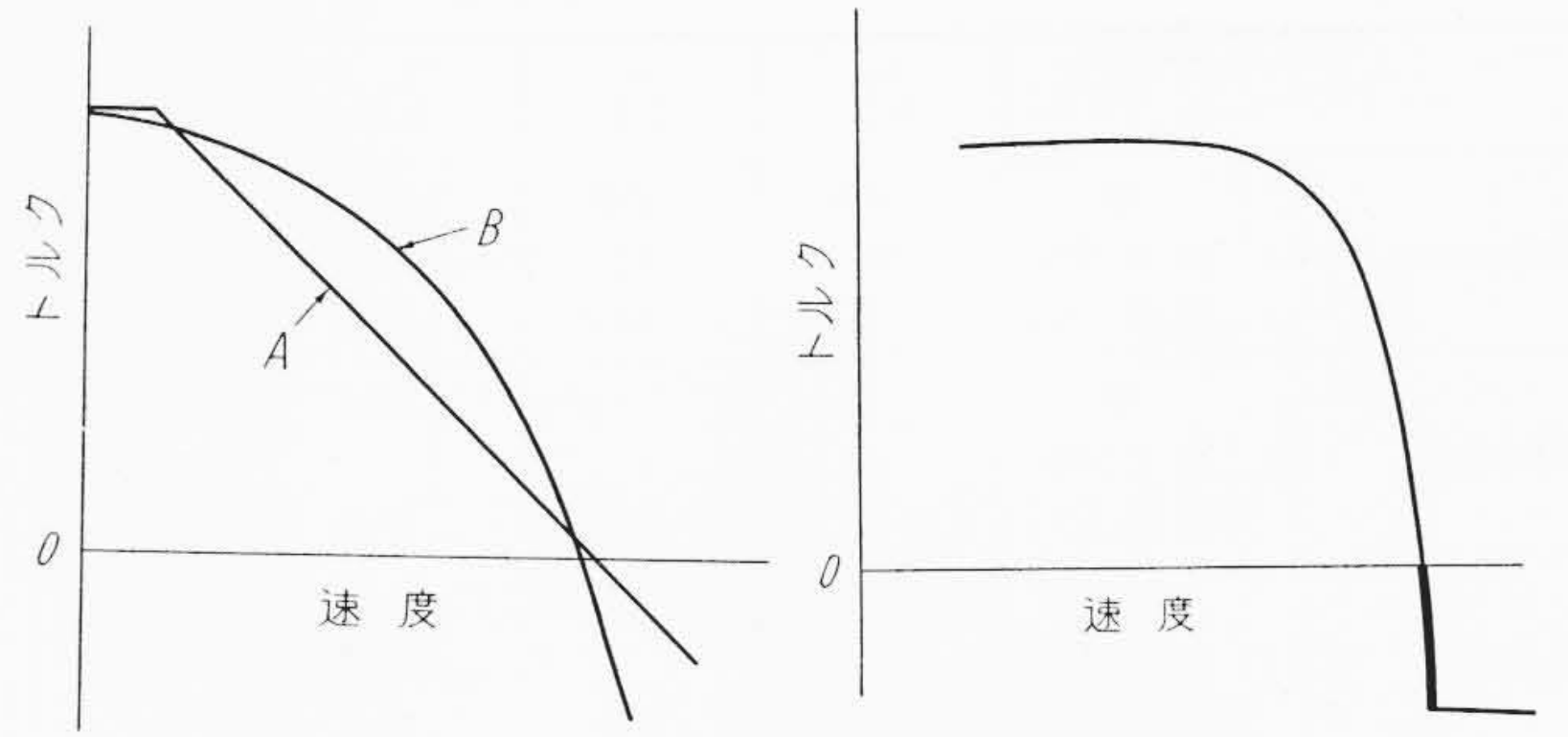
経験によればショベルの作業が荒っぽく激しいことから、その機械部分・原動機などに対しても相当にきびしい条件が要求され、保守の状態は工場内で使用する機種のような良好さを望みえないのが普通である。また、振動・温度・湿気・風雨などの悪条件にさらされ、泥・じんあい・油にまみれることが多いので、これらに対しても十分使用に耐えるものでなければならない。

またその上に長時間の連続運転に耐えられることと、工事上の要求から定期整備までの時間が長いことが要求される。そしてほかの建設機械などと組合わせて使用する場合が多く、このときは連帯作業のダンプトラック・ブルドーザなどくらべて台数では数分の一程度の比率で使用されるのが普通であるため、ショベルの信頼性は建設機械の中で最も高いことが要求される。

3.2 ショベル用原動機の種別

現在よく使われているショベル用の原動機と制御方式の種類を大別すると次のようになっている。

- (1) 内燃機関直接運転（ディーゼル・ガソリン）
——摩擦クラッチ式



第3図 ショベル用原動機の出力特性
(トルク-速度特性)

第4図 ディーゼルエンジンの出力特性
太線の部分がエンジンブレーキに利用される

- (2) 内燃機関直接運転——摩擦クラッチ式で旋回のみ電動機を使用するもの。
- (3) 内燃機関流体運転（流体接手、トルクコンバータなど）——摩擦クラッチ式
- (4) ディーゼル発電——電動式（ディーゼル——エレクトリック）
- (5) 全電動式

上の内燃機関とあるものは、現在小・中形ショベルにほとんど限られており、なかでもディーゼルエンジンが大部分であって、ガソリンエンジンは小形の一部あるいはクレーンとしてのみ使用されるものに限られている観がある。

(5)の全電動式はショベルの外部から電力の供給を受けるものでこの中のほとんどのものは大形の直流運転ワードレオナード式のものであり、この直流電源は交流電動機によって直流発電機を駆動して発電されるものである。小・中形のショベルには、全電動式のものが少ないが坑内用などの特殊用途および自家電力が豊富であるなどの理由から使用されることがあり、この場合は交流運転式が普通である。

(4)のディーゼル発電——電動式は移動式のショベルの電源を外部から入れるわずらわしさをなくすために、発電用の原動機として交流電動機に代えてディーゼルエンジンを使用するものである。しかし原動機全体として考えると、電動直流運転式がほとんどであることからむしろ直流運転式ワードレオナード制御の一応用形式と考えるほうが妥当ではないかと思う。

3.3 ショベルと原動機容量

ショベルは大地を掘削するので、原動機出力の大きさがその掘削力、能率を左右する。この原動機出力は大略ジッパ容量の $\frac{2}{3}$ 乗、すなわちジッパ前面の面積に比例すると考えてよい。第2表は汎用ショベルの出力と重量のリストでアメリカ5社・日本2社・ドイツ1社について掲げた。この表の出力はディーゼルエンジンの連続定格出力で表示したものである。第5図は出力とジッパ容量($\frac{2}{3}$ 乗のスケール)を示したものである。大形ショベルは多電動機式がほとんどであるので、汎用ショベルとは傾向が異なるため省略することとした。

4. ショベル用原動機各論

ここで現在使用されているものについてのみ述べることにし、蒸気機関にはふれない。また3.2項の考えによりディーゼル発電——電動式についても省略することとする。

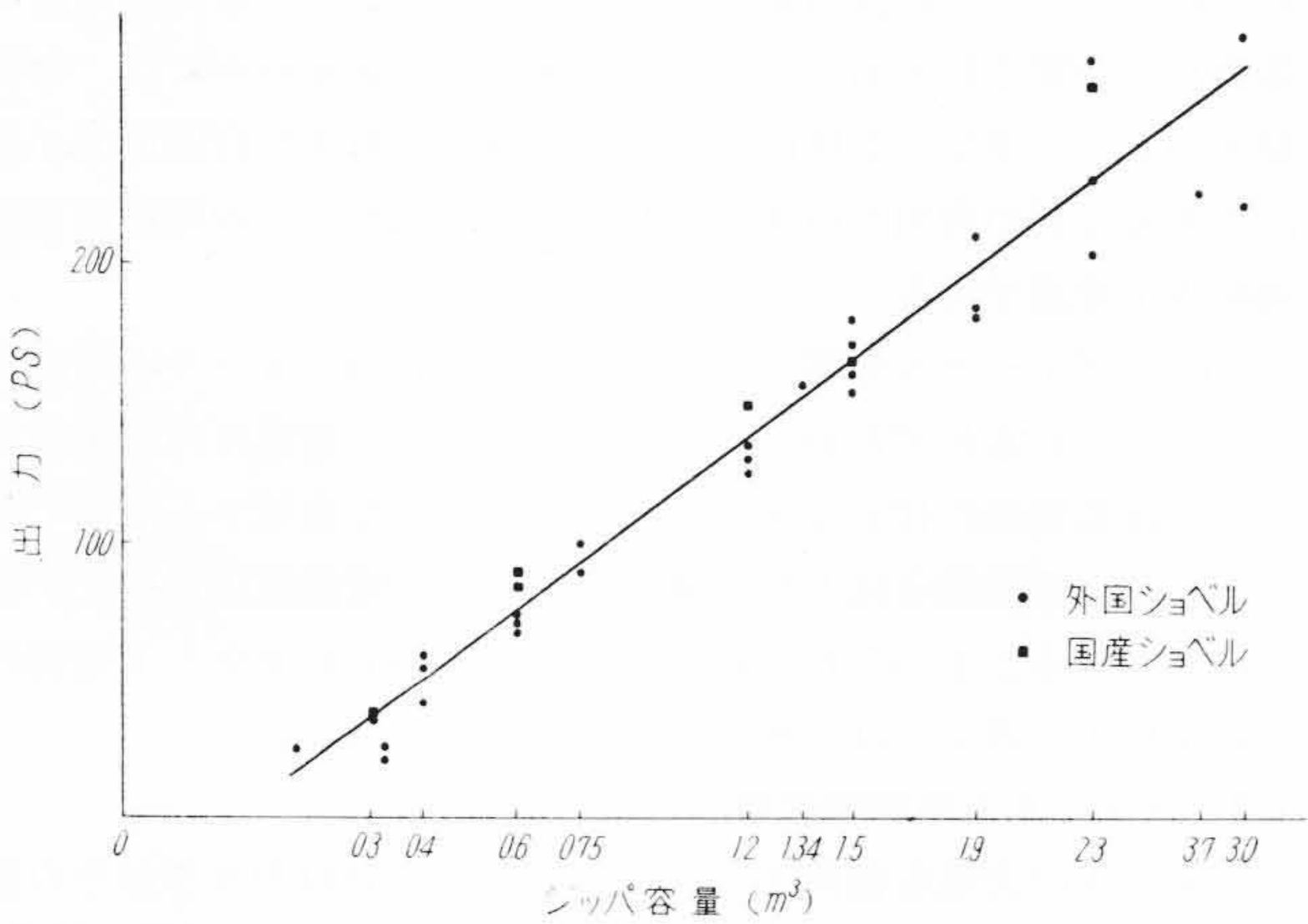
4.1 交流運転式

この方式はショベル全体の数からみれば少ないものではあるが汎用のショベルが1原動機式であり、前に述べたような坑内などで使用する場合、内燃機関の排気の問題があるので、現状ではど

第2表 内外クローラシヨベル要目

ジッパ Cu.yd. (m ³)		3/8 (0.3)	1/2 (0.4)	3/4 (0.6)	1 (0.75)	1 1/2 (1.2)	1 3/4 (1.34)	2 (1.5)	2 1/2 (1.9)	3 (2.3)	3 1/2 (2.7)	4 (3.0)
Bucyrus (米)	形	10B	15B	22B	30B	38B		51B	54B	71B		88B
	出力(PS)	38	54	72	100	130		171	182	274		220
	重量(t)	8.84	12.1	19.2	27.4	44.2		55.2	72.5	84.4		115.5
Marion (米)	形			33M	43M	362		83M	93M	101M		111M
	出力(PS)					150						282
	重量(t)			21.3	26.5	45.6		55.9	73.0	80.6		111
Lima (米)	形			34 (Cat.D318 70 Buda.6 DT468)	44	604	704	802 180 (Cat. D17000)	1,002	1,250	1,201	
	出力(PS)					130		61.5		225		
	重量(t)			18.7		38.7	41.4		86.0	97.8		
P & H (米)	形		155A	255A		655B	755B	855B	955A	1,025	1,055	
	出力(PS)		60	70		136	156	160	210			
	重量(t)			20.0					75			
Koehring (米)	形		205	305	405	605		805	1,005	1,205		
	出力(PS)		56	75		125			183	230		
	重量(t)		13.0	20.0		42.5			74.9	82.0		
日 立 (日)	形	U03		U06		U12		U16		U23		
	出力(PS)	38		85		150		165		265		
	重量(t)	9.5		19.8		45.0		52.0		85.0		
油 谷 (日)	形	16		24								
	出力(PS)	40		90								
	重量(t)	9.4		20.0								
Demag (独)	形		B504	B406	B408	B412		B315	B418	B323		B335
	出力(PS)		42		90			154		203		
	重量(t)		11.5		26.2			53		88.3		
全 平 均	形											
	出力(PS)	38	53	77	95	137	156	166	191.5	243	225	251
	重量(t)	9.25	12.2	19.85	26.7	43.2	41.4	55.5	76.4	84.1	97.8	113

備考：出力は連続定格（10 hr）出力とする。最大出力表示のものは 85% を掛けて連続定格出力とした。



第5図 ジッパ容量とエンジン定格出力

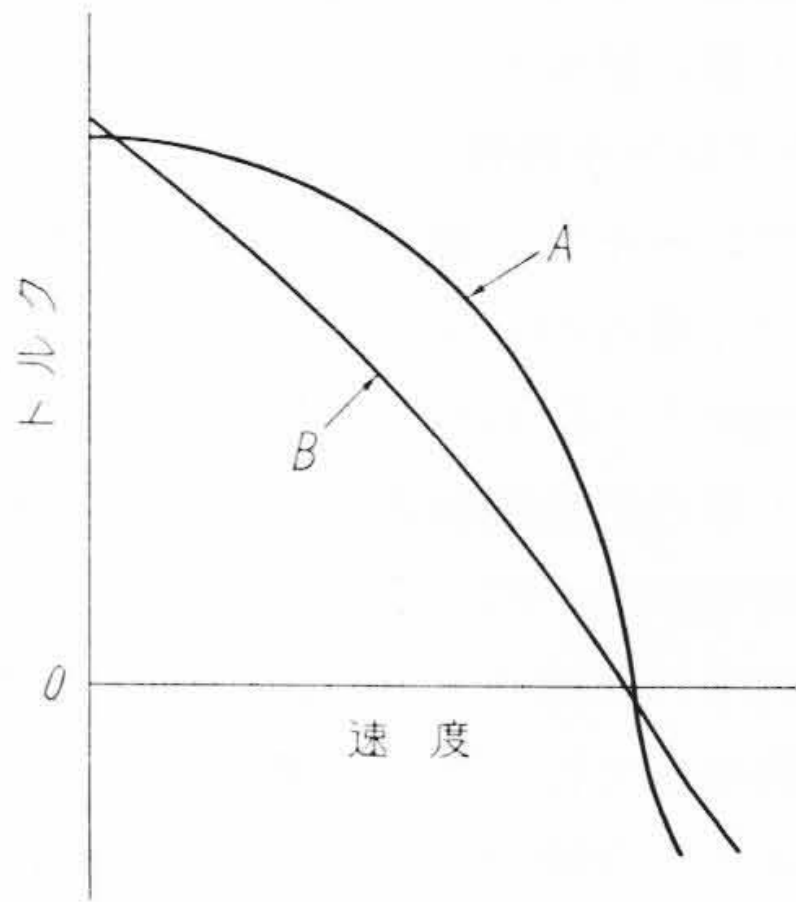
のショベルメーカーも交流運転式の製作を続けている。

汎用ショベルが使用される工事の規模は、大形ショベルのそれとくらべて小さいのが当然であって、これは工事期間が短く移動・転用などの機会が大形に比べて多くなり、付属の電源設備やキャブタイヤケーブルの取扱いがわずらわしい欠点がある。また、直流運転式に比べて低速時に動力の損失は多少多い。しかし構造が簡単で安価なため使用されるわけである。

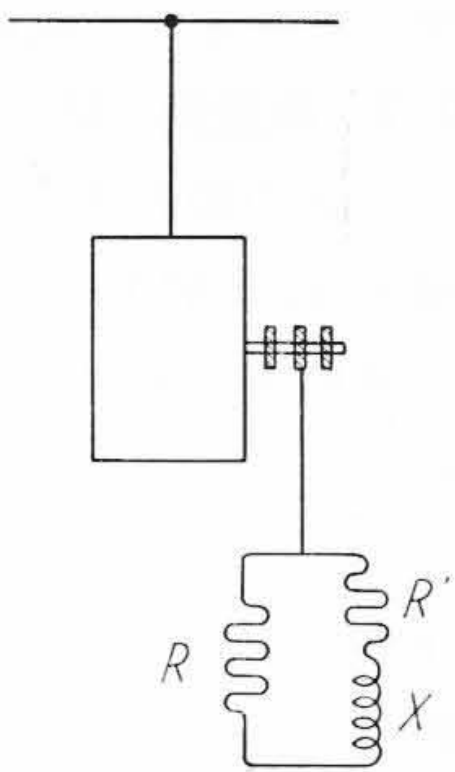
ここで直流運転の長短について直流運転の観点から一般的に比較すると次のようになる。

直流運転の長所

- (1) 速度—トルク特性をショベルに適応させることが比較的容易な制御方式により可能である。
- (2) 起動など大きな慣性の加速時、あるいは重負荷低速時に動力損失が少ないため、運転経費が低く、電動機などの損耗も少ない。



第6図 ショベル用交流巻線形誘導電動機出力特性



第7図 交流巻線形誘導電動機二次インピーダンス制御の結線図

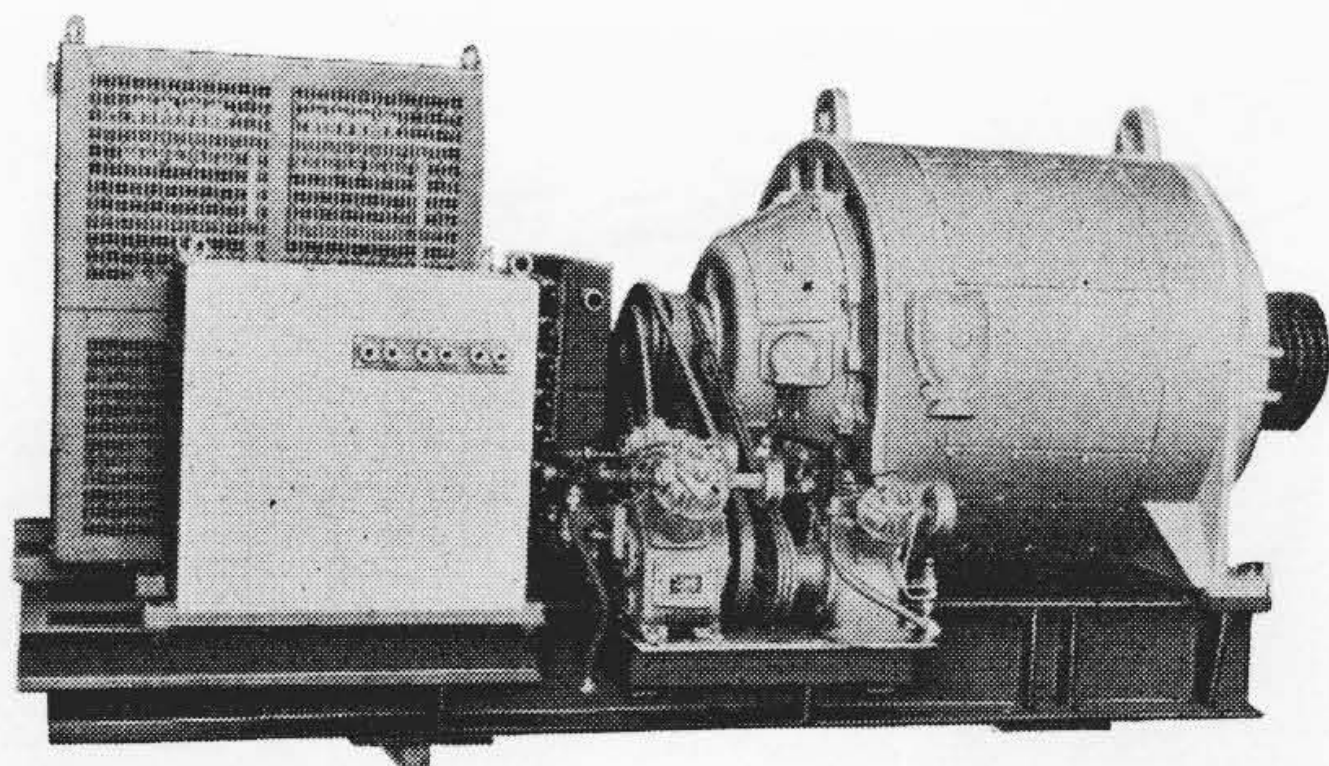
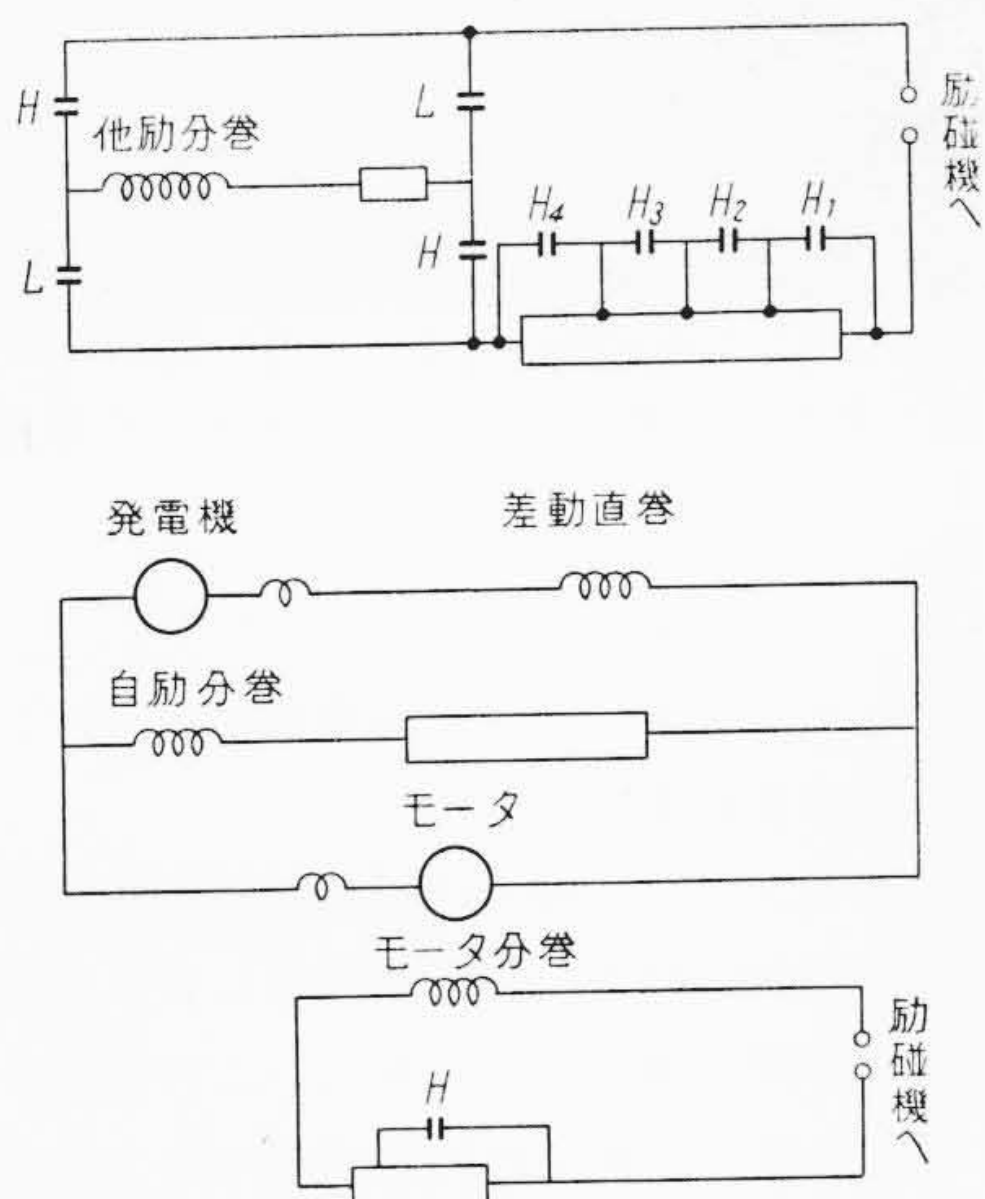
直流運転の短所

- (1) 通常最初の設備費が高い。
- (2) 構造が複雑である。

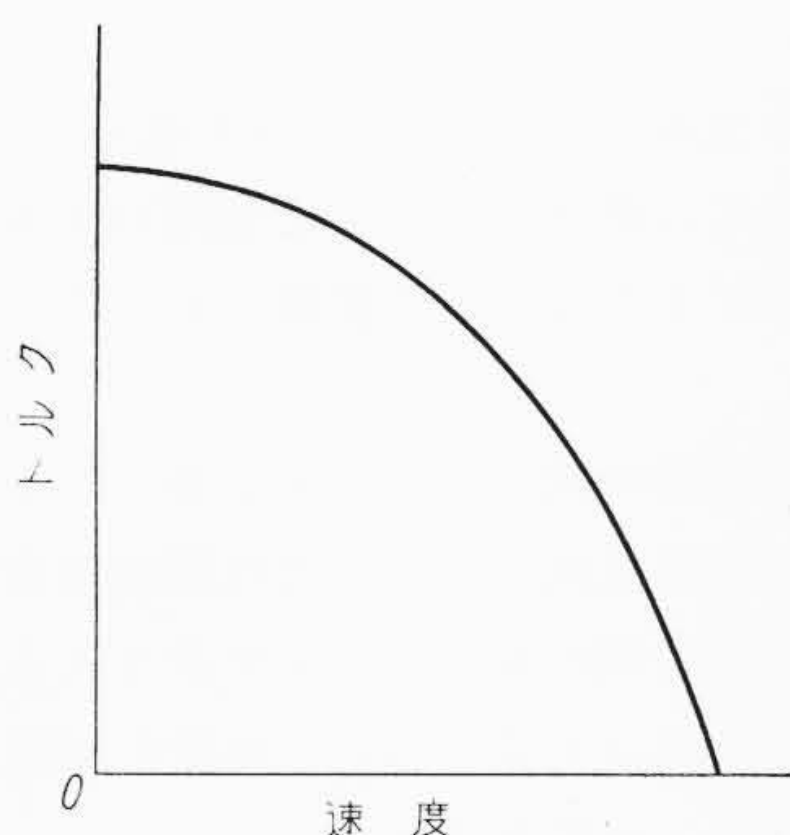
この分野には普通巻線形誘導電動機で二次インピーダンス制御の垂下特性をもったものが使用される。第6図Aは日立 U12 形 1.2 m³ ショベル用の 75 kW 6 極誘導電動機のトルク—速度の特性曲線である。これは二次側に抵抗とリアクタンスとを並列に入れており、第7図はその結線図である。単に二次抵抗を用いるのみでは第6図のBのようになり重負荷の場合に速度が落ちることはAと同じであるが定格負荷におけるすべりが多くなり効率の面からは好ましくない。

第8図は日立 U23 形 2.3 m³ ショベルの 175 kW 二次インピーダンス制御の巻線形誘導電動機である。

かご形誘導電動機は、出力特性を巻線形のようにすることができないが、構造が簡単ですみ安価である。したがって小容量の場合にはショベルにも使用される場合がある。

第 8 図 日立 U23 形 2.3 m³ ショベル用交流電動機

第 9 図 直流 3 界磁発電機ワードレオナード制御方式の結線図

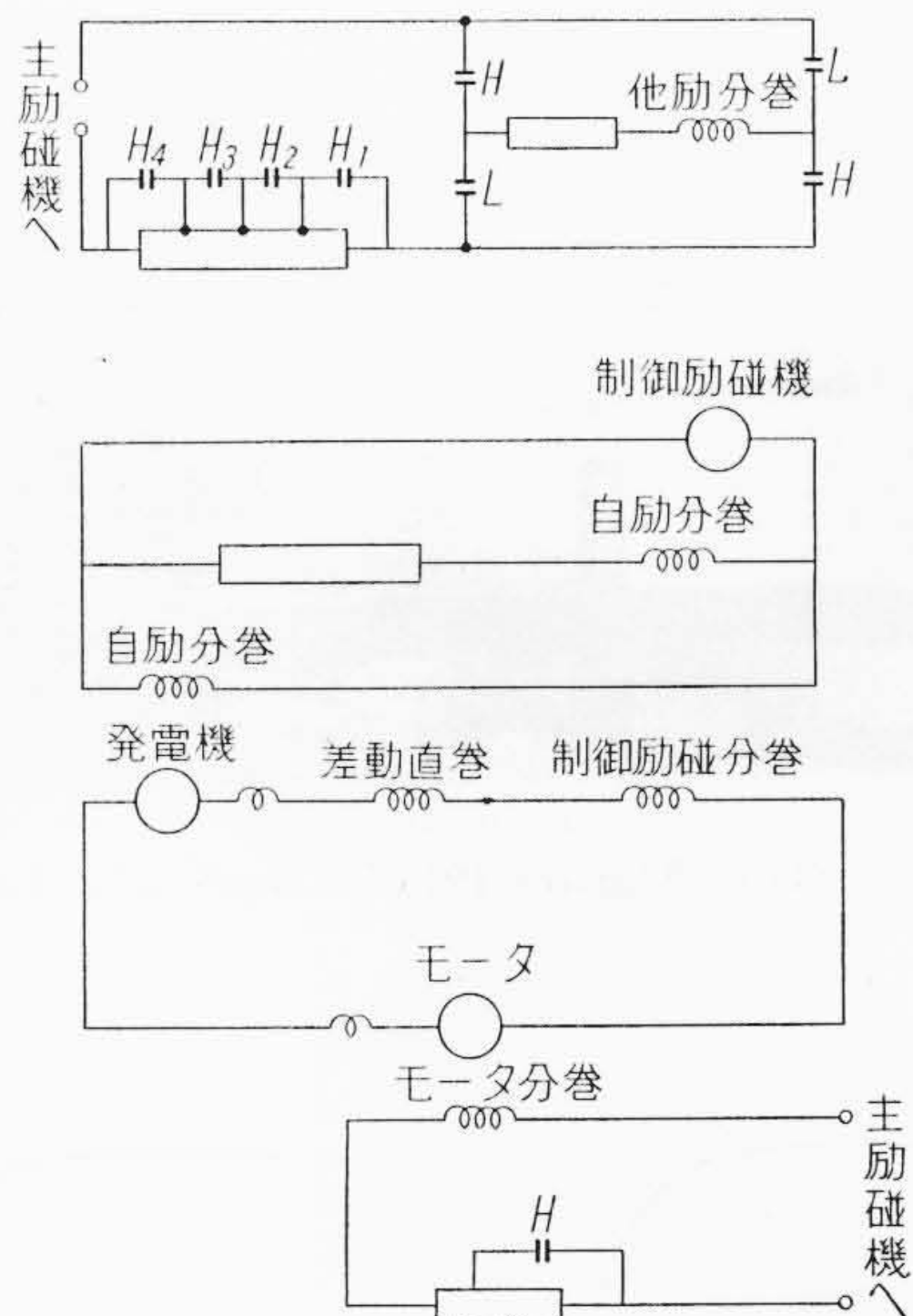


第 10 図 3 界磁発電機ワードレオナード制御の出力特性

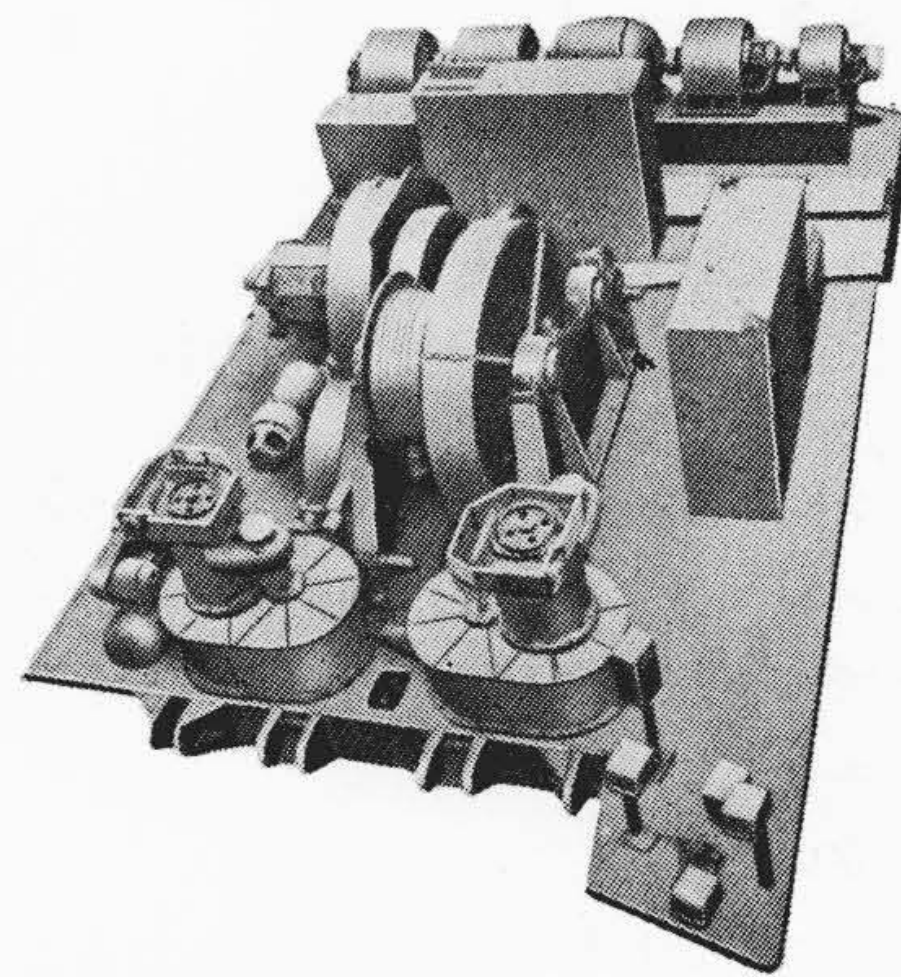
4.2 直流運転式

往時には直流抵抗制御の一発電機式のショベルがあった。これは出力特性が現在のものに比べて不十分であるばかりでなく大きくて操作の重いコントローラを必要とし、また巻上用電動機に十分な大きさの発電機を使用することが巡回用電動機に対しては容量が大きすぎるなどの欠点をもっていたため現在では使用されていない。今日用いられているワードレオナード制御のショベル用発電機は下記の 3 界磁巻線形である。第 9 図は 3 界磁発電機の結線図である。この 3 界磁巻線とは、差動直巻・自励分巻・他励分巻の 3 巻線である。この発電機を使用した場合の出力特性は第 10 図のように優秀なものである。起動—停止—逆転は発電機他励磁回路をオペレータが制御するのみで十分であり、差動直巻界磁は重負荷時の電流を安全範囲に制限する働きをもち、自励界磁は軽負荷時にかなり高い出力となるように働く。

第 11 図は 3 界磁巻線発電機の制御応答を改善するために独立の励磁機を用いたものの結線図である。この方式は General Electric ではアンプリダイン方式、Westing House ではロートロール方式



第 11 図 直流独立励磁機付 3 界磁発電機ワードレオナード制御方式の結線図

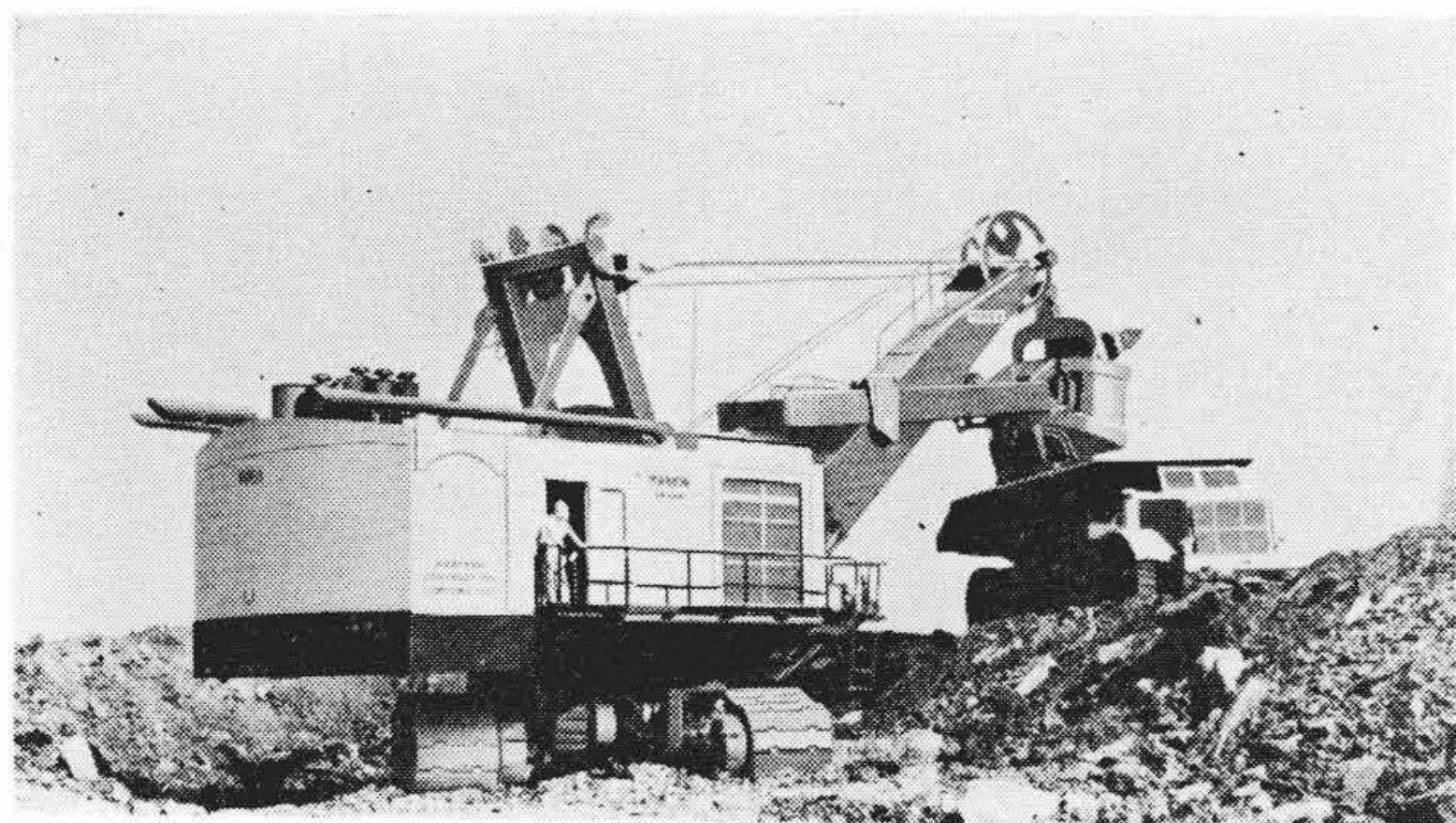
第 12 図 Marion 191 M 7.5 m³ ショベル (直流運転式) の上部旋回体

と呼ばれている。第 12 図はこの方式による Marion 191M 7.5 m³ パワーショベルの旋回体の写真である。第 12 図写真の上方がショベルの後部でここに交流電動機・3 個の直流発電機、独立の励磁機が直結されている装置があり、中央部には巻上用直流電動機とその機械部分があり、前方(写真の下方)には二組の巡回用直流電動機などが見えている。第 13 図は Marion 191 M の同じショベルをディーゼル発電電動式としたものである。

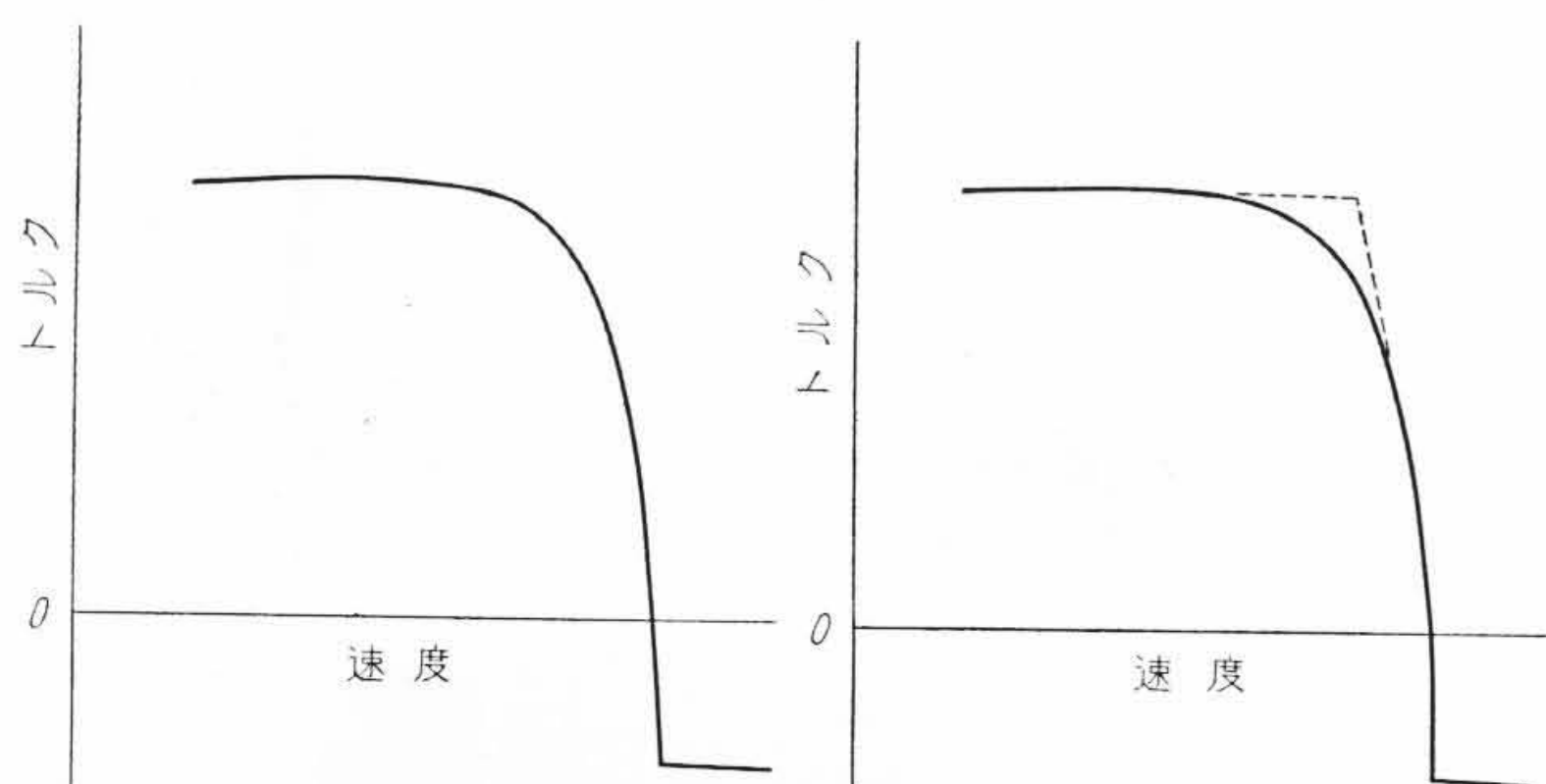
4.3 内燃機関直接運転式 (主としてディーゼルエンジン)

内燃機関の出力特性は第 14 図に示すようなもので、その欠点は低速時に運転が不安定となりある回転数 (普通はアイドリング回転数) 以下では運転を継続することができずついには停止してしまうこと (いわゆるエンスト) である。重負荷によって原動機が停止させられようとした場合に電動式または内燃機関流体運転式では、負荷を軽くしてやることによってそのままショベルの運転を継続できるのであるが、内燃機関直接運転式では負荷を無くした上、エンジンの始動をやりなおす必要がある。これはショベルの掘削時間のむだとなるばかりでなく、オペレータがエンストせぬように何時も気をつかいながら運転をする負担が加わることになる。

しかし電動式に比較して最も大きな特長は 3.1 項に述べたように、ショベルという移動性の機械が電線などにわずらわされず簡単に操作できることである。特に汎用ショベルは移動が激しいので内燃機関が多用されることがうなずかれる。



(ディーゼル発電電動式)
第 13 図 Marion 191 M 7.5 m³ ショベル



第 14 図 ディーゼルエンジンの出力特性

トルクスプリング付ガバナを使用するもの
第 15 図 ディーゼルエンジンの出力特性

ディーゼルエンジンがショベルに用いられた最初は、1924年であって、このエンジンはさきに用いられたガソリンエンジンを次第に駆逐して、現在では断然優位を示している。ディーゼルエンジンに比べてガソリンエンジンの長所は、

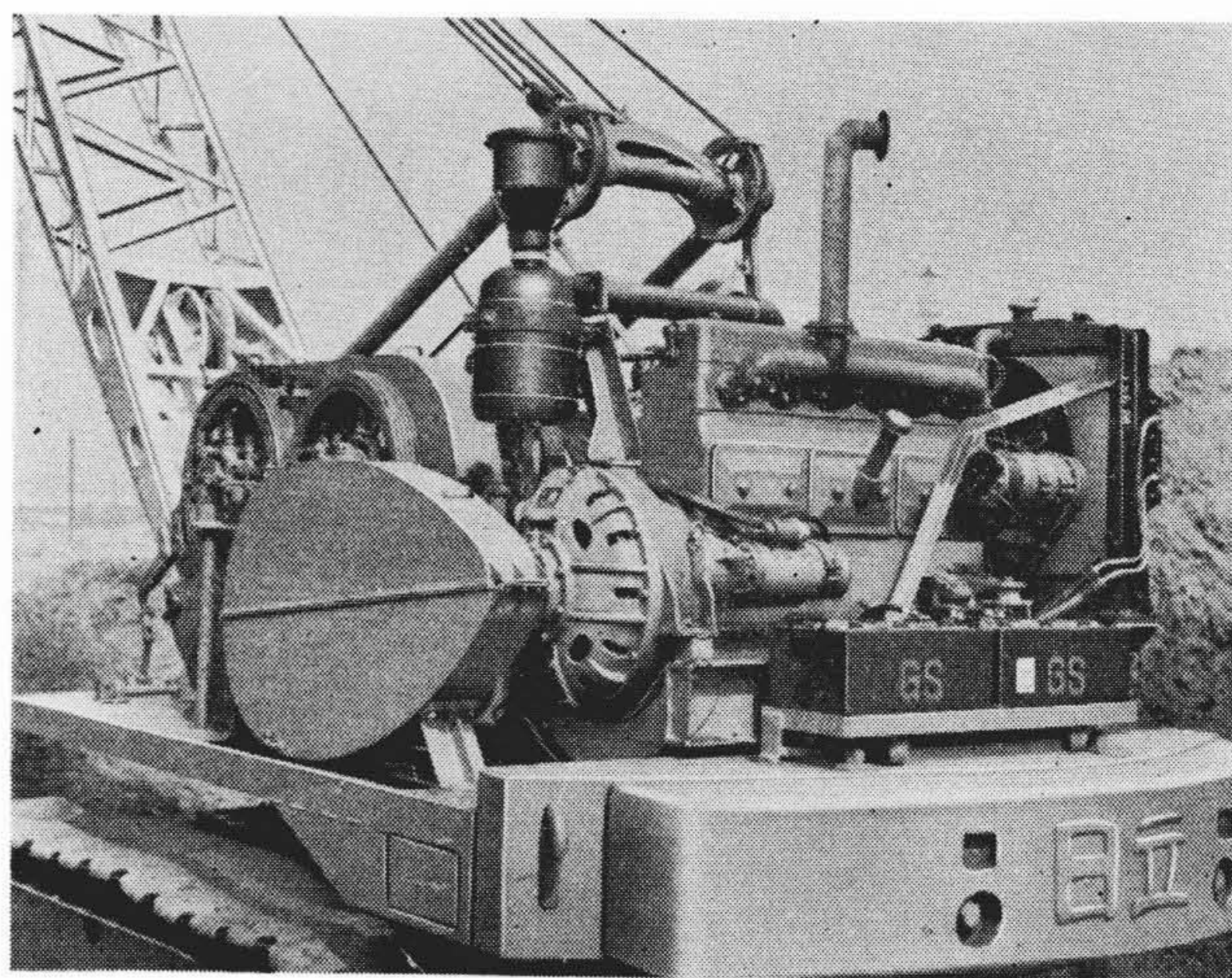
- (1) 価格が安いこと。
- (2) 低速部分に安定した回転速度が得られること。

すなわち建設用としてのガソリンエンジンの最高回転数は 3,500～4,000 rpm で、ディーゼルのそれは 1,600～2,000 rpm であり、アイドリング時の回転数は、ガソリンで 200～250 rpm、ディーゼルでは 400～500 rpm となっている。最高速度に対するアイドリング速度は、ガソリンが約 $\frac{1}{20}$ 、ディーゼルでは $\frac{1}{5}$ となり、低速作業の要求に対してはガソリンが適していることになる。すなわちクレーン作業に適している。

また、アイドリング回転数が低いことはクレーン作業の場合にアイドリング時間が非常に多いということから、作業時間当りの燃料費は、ガソリンエンジンを使用してもディーゼルと匹敵することである。しかし一般の掘削作業では、ガソリンエンジンを使用したとき、ディーゼルよりも燃料費が高価になるのが普通で、アメリカにおいてすらガソリンの場合はディーゼルの 2～2.5 倍に達している。日本ではアメリカとちがって小形ショベルでもほとんどがディーゼル駆動となっている。

ディーゼルエンジンの出力特性を垂下式にする目的のためにエンジンのガバナにトルクスプリングを用いて第 15 図の実線のような特性とすることが一般に行われている。

エンジンブレーキトルクはディーゼルエンジンの場合、普通最大トルクの 30% 程度であって、これはその機械的損失トルクを利用するものである。動力降下の観点からすれば、エンジンブレーキの容量は大きいことが望ましいが、エンジンブレーキが機械的損失を利用する限りこれを常時大きなものにすることは効率の悪いエンジンにすることになり感心できない。これに対しては動力降下時にのみエンジンブレーキの容量が大きくなるような装置を用いるべきである



流体継手を使用している。
第 16 図 日立 U106 形 0.6 m³ ショベルの原動機部分

ショベル用ディーゼルエンジンには車両用エンジンと異なって次のような性質が要求される。

(1) 自動車用エンジンの場合は運転速度の範囲は広いが、その使用時間の大部分を $\frac{1}{3}$ 以下の負荷で運転し全負荷が要求されるのは加速などの短時間の場合のみである。この特質から多少寿命をぎせいにしても軽量、高速で短時間定格での大出力に耐える安価なエンジンとなる傾向がある。これに対して建設機械用は運転速度範囲はせまいが、常に高負荷で連続運転し、さらに急激なトルク変動、衝撃に対して長期間にわたる安定した性能が要求される。

(2) 自動車の故障は、それ 1 台のみの運休ですむ場合が多いが、建設機械の場合には機械に付帯する他種の工事機械や多数の人々の仕事が停滞して工事期間に大影響があるので、特に信頼性が要求される。

(3) 自動車は使用時間が短いことが多いので、保守、手入れが容易であるが、建設機械の場合は長時間連続使用し、しかも工事上定期整備までの時間が長いことが要求される。さらに未熟者によって運転される機会が多いから、取扱いが簡易で、かつ複雑な調整箇所のないことが要求される。

(4) 自動車は平坦でほこりの少ない道路上で運転されるのが普通であるが、建設機械は工事現場で凹凸、ほこり、傾斜などのあらゆる悪条件下で作業するため、これを十分に考えたものが要求される。

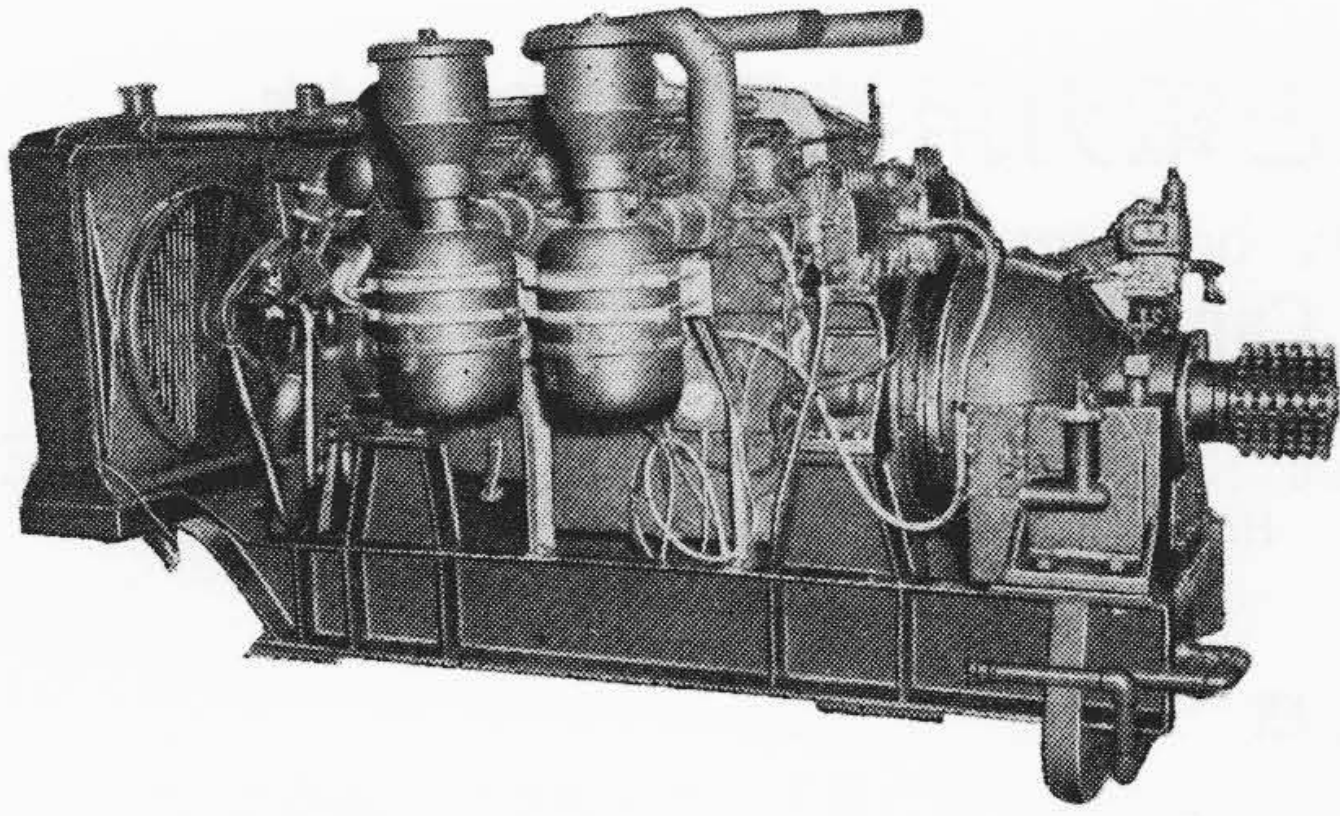
4.4 内燃機関——流体運転式

流体運転の方式には、流体継手あるいは流体トルクコンバータを使用するものがある。第 16 図は日立 U106 形 0.6 m³ ショベルで、流体継手付を標準としており第 17 図は日立 U23 形 2.3 m³ ショベルのエンジン部分で、トルクコンバータ付を標準としている。

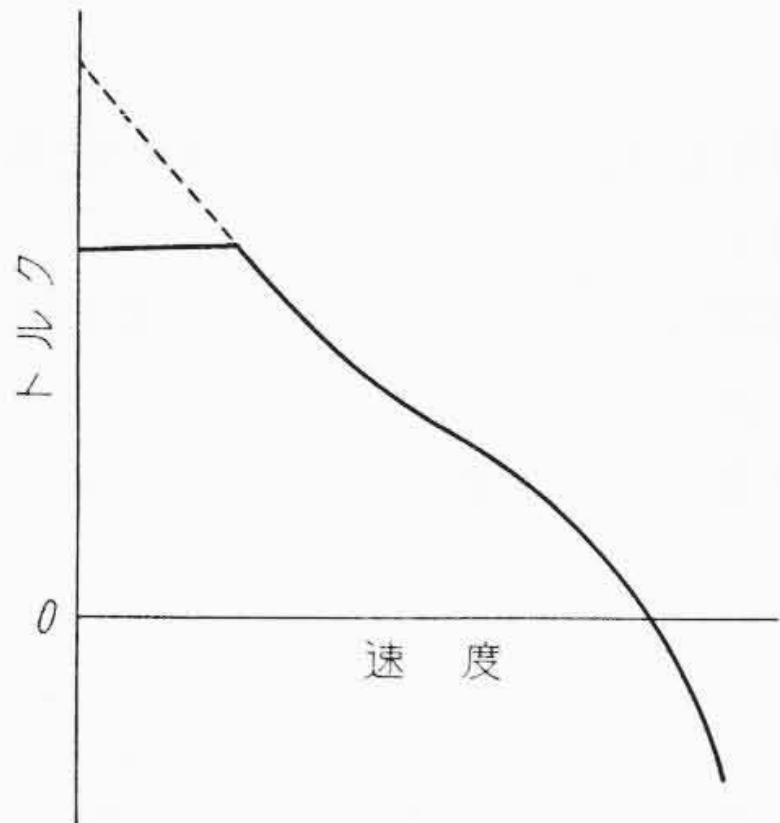
内燃機関の直接運転と流体継手付、トルクコンバータ付の得失を第 3 表にかかげたが、流体運転の最もよい点は次の 3 点である。

- (1) 運転操作が楽になる。——エンストが無い。
- (2) ショベルの寿命が延びる。——衝撃による過大な荷重を緩和する。
- (3) トルクコンバータの場合は出力特性が垂下特性となる。——エンジンのトルクがトルクコンバータにより自動的に変換される。(流体継手はトルク変換を行なわない。)

第 18 図はエンジン—トルクコンバータを組合わせた出力特性である。ショベル用ディーゼルエンジンの容量が次第に大きくなって



トルクコンバータを使用している。
第 17 図 日立 U 23 形 2.3 m³ ショベルの原動機部分



第 18 図 ディーゼルエンジン——トルク
コンバータの出力特性

きている昨今では、トルクコンバータの進歩と相まって直流運転の分野に進出しつつある現状である。

流体継手の場合にはエンジンとのトルク比が 1 対 1 すなわちトルク変換は行わないので、コンバータとは非常に特性が異なるものであるが、流体を介しての動力伝達であるので衝撃力の軽減、振動吸収などには十分な性能を持ち、ストール特性はコンバータと同様の性能である。すなわち流体継手はトルク比 1 のトルクコンバータと解してよい。したがってコンバータとくらべてトルク増加の面ではショベルに使用しての効果が無いが、エンジン直結と出力特性がほぼ同じであり、かつ早くから安定した製品であったため、大勢はコンバータにだんだん切換えられる傾向にあるが、その中間的な段階として流体継手が使用されているものと考えられる。しかし小形ショベルの分野では十分に大きなエンジンを積みやすいので流体継手も今後相当の期間使用されてゆくものと考えられる。

5. 各種原動機による掘削性能の考察

汎用ショベルについては実際に機械部分にかかるトルクなどの測定を行ったので、その検討結果をまとめると次のようになる。

- (1) ディーゼル——流体継手の方式はディーゼルエンジンのものに対して衝撃的な過負荷を減少し、しかも掘削量は同等であるからショベルにはすこぶる有効である。
- (2) ディーゼル——トルクコンバータの方式は(1)よりも垂下特性の点で良好であり流体継手の場合よりもさらに衝撃的過負荷に対する緩衝効果がすぐれているので、特に重掘削用として優秀である。ショベルに対する原動機容量の決定は、もちろん、原動機のどの方式に対しても重要であるが、トルクコンバータのように原動機のトルクを自動的に変換するものにあつては、そのトルク比あるいはその制御方式（トルクまたは速度を適当な値にカットするなど）とそれに組合わせる原動機の容量の問題が特に重要である。すなわちトルクコンバータを用いることがすべて良い結果をもたらすのではなく、流体継手範囲をもち、トルク比を適当なものとするなどの注意が必要である。

第 3 表 流体運転の得失対照表

要 目	トルクコンバータ付	流体継手付	直 結 式
出力軸のトルク変化	トルクが変換される、すなわち速度が下ればトルクは大きくなり、重掘削に適合する	トルクは変らない トルク比は 1:1	トルクは変らない
掘削中の平均出力馬力	大きい（エンジンの速度低下が少ないから）	小さい	小さい
エンジンおよび機械部分にかかる衝撃荷重	緩和される（流体継手より効果大）したがって事故が減り消耗品の寿命が伸びる	小さい	緩和されない
エンジンのねじり振動	緩和される（高速小形エンジンが使用できる）	緩和される（小さい）	緩和されない
過負荷によるエンスト	起らない	起らない	起る
クレーンの場合のエンジンブレーキ下し	できる	できる	できる
クレーンの場合のストール下し	できる	普通できない	できない
エンジンクラッチ	必要ない	必要ない	必要
動力の伝達効率	悪い（70～95%くらい）	コンバータよりは良いが直結式よりは悪い（94～98%くらい）	良い
流体伝導部分の保守	やや注意を要する	ほとんど注意を要しない	
流体伝動部分の維持費	流体継手付より高い	トルクコンバータ付より安い	
ショベルの値段	少し高くなる	トルクコンバータ付よりは安い直結式よりはわずかに高くなる	少し安い

(3) 垂下特性をもった交流運転式はショベルに対して期待していた成果が得られた。

(4) ディーゼル直接運転式は最も簡単な方式ではあるが、衝撃的過負荷が最も大きく、エンストをせぬように運転操作する必要から作業サイクルタイムが多少長くなる傾向が見られるので総合的にみて必ずしも良好な方式とは考えられない。直流運転ワードレオナード制御方式については、測定検討を行っていないが、この方式がショベルに非常に適していることは文献などに見られている。

6. 結 言

ショベル用原動機の動向は、内燃機関流体運転式が目だってきているほか、今のところ特に大きな動きが無いが流体運転が交流運転式の誘導電動機に応用される動きが見えている。ガスタービンや、ガスタービンとディーゼルとの複合エンジンなどをショベルに応用するまでには、なお相当な年月を要するものと思われる。しかし技術の進歩は近年ますます急ピッチとなつてきているので、ショベルの大きな変革があるいは近く起ることも考えられ、その原動機も同じように新しくなつてゆくものと思われる。

今までの日本では、他国の技術水準を急迫するあまり他国に追従することのみであったといわれる向もあったが、今後はショベルに限らず、世界にさきがけて日本の技術が発展してゆくことを念じて稿をおわることとする。

参 考 文 献

- (1) J. L. Allhands: Tools of the Eearthmover, 188 (1951-Sam Houston State Teachers College)
- (2) J. F. Weis: Elect. Eng. 74, 782 (Sep. 1955)
- (3) 高木 正, 桜井泰男: 日立評論 別冊 No. 8 103 (昭 29-10)
- (4) 大山松次郎: 産業電動機工学, 182, 256 (昭 25 オーム社)
- (5) 安河内春雄: 建設の機械化 96, 21 (昭 33-2)
- (6) 阿部哲義: 建設の機械化 104, 31 (昭 33-10)
- (7) 田中成一: エンジンと産業機械 9, 62 (昭 33-9)