

U 23 ショベルについて

On Hitachi U 23 Convertible Shovel

中 村 明* 久 保 沢 稔*
Akira Nakamura Minoru Kubozawa

内 容 梗 概

近年わが国における土木工法の日ざましい発達は、掘削機の主力たるショベルにも大型化をうながしている。これに応じて今回国産最大のディーゼルショベル U 23 (ジッパ容量 2.3m³) を完成発表したが、この機会に本機の仕様、構造、特長の概要を紹介する。

1. 緒 言

ショベルの歴史は、1836年米国でスチーム動力のものが作られたのが始まりで、以後ほとんど同国で発達をとげて今日に至っており、欧州では米国に比しかなり遅れて姿をみせている。

わが国では、昭和5年(1930年)に神戸製鋼が50Kを製作したのが初めてであるが、その後の進歩は遅々としたものであつた。

戦後米軍払下げ機の活躍に刺激されるとともに、荒廃した国土再建の花形としてクローズアップされ、いわゆる近代ショベルが第一歩を踏み出した。特に佐久間ダム(静岡県天竜川)建設の近代アメリカ式工法による大規模機械化施工は、そのスピード、規模、威力において、従来の日本の工法の観念を根底からゆさぶり、「建設の機械化」は常識となつた感があり、現在工事現場に建設機械を見ないところはないといつても過言ではないほどである。

これらを反映して、国産ショベルの発達も著しく、昭和23年に生れた0.4~0.6m³級や、昭和27年に生産開始された1.2m³級は、今や世界的技術水準に達し、国内のみならず海外にまで進出していることはまことに目ざましいことである。

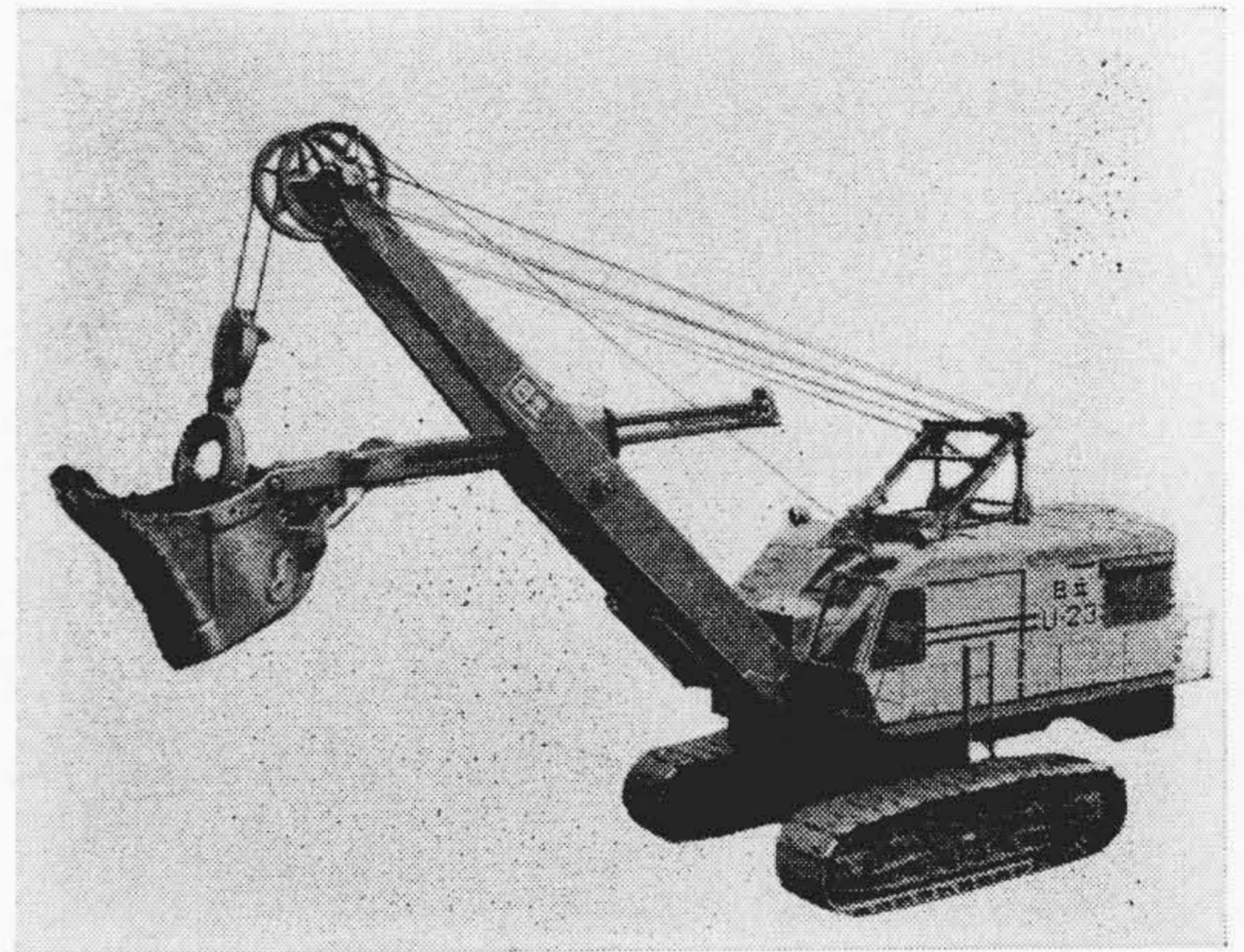
一方工法の発達は、より大型のショベルの要求を生み、秋葉ダム(静岡県天竜川)におけるMarion(米)4yd³(3m³)、御母衣ダム(岐阜県庄川)におけるBucyrus(米)6yd³(4.5m³)など国内でも大型機が活躍しだしている。

かかる傾向にかんがみ、日立製作所でもかねてより大型ショベルの研究を進めてきたが、数百台のショベルの製作経験と最新の技術を結集し、今春国産最大のディーゼルショベル3yd³級のU23ショベルを完成、デビューさせたので、本誌を借りてその仕様、構造、特長の概要を説明する。第1図はU23ショベルの全容である。

* 日立製作所亀有工場

2. U 23 ショベルの仕様および構造

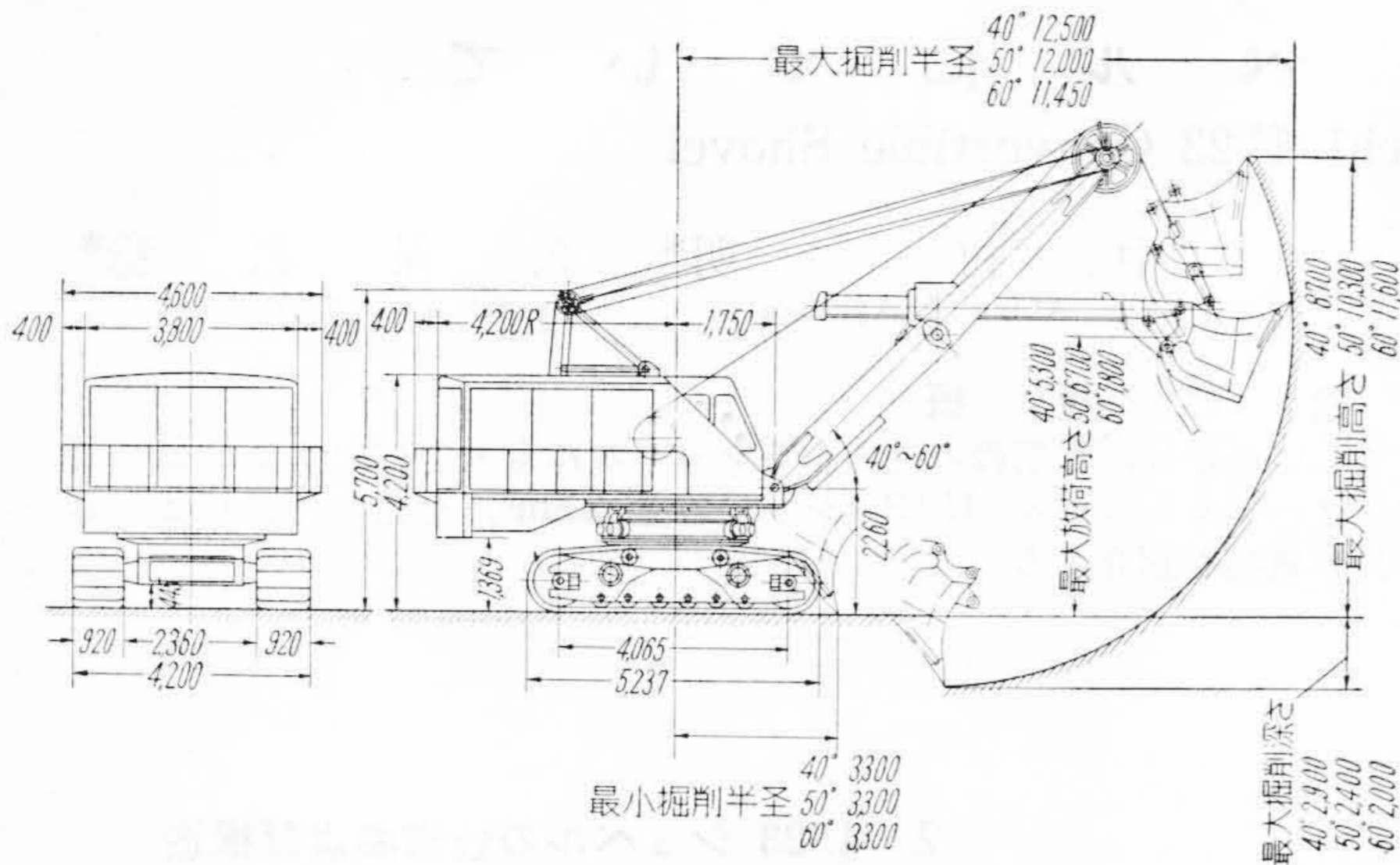
本機の仕様を第1表に、主要寸法を第2図に、機構を第3、4図に示す。すなわちエンジンからの動力はトルクコンバータを経て、チェーンにより減速され、第1段



第1図 日立 U 23 ショベルの全容

第1表 日立 U 23 ショベルの仕様

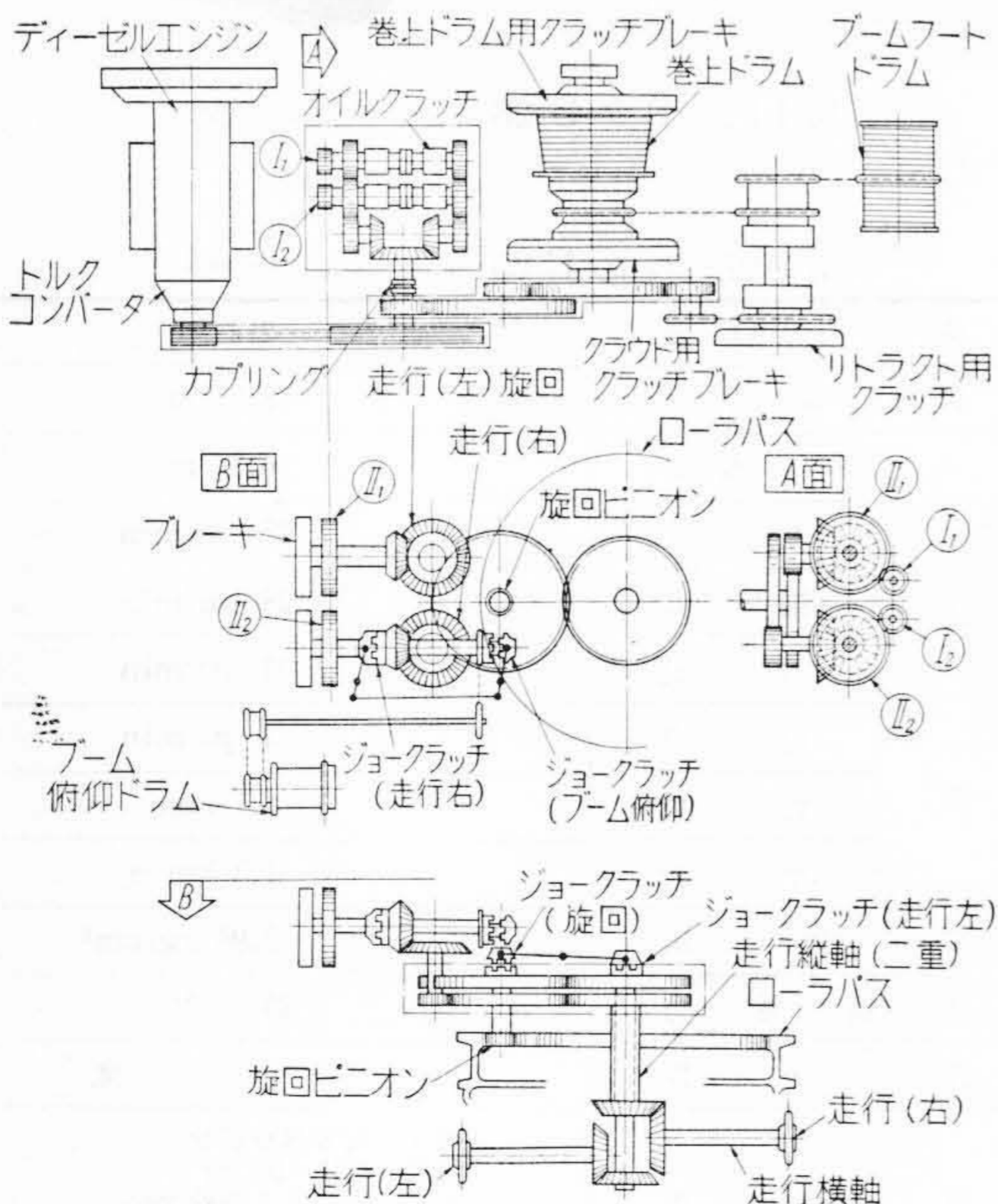
ジッパ容量	2.3 m ³	
ブーム長さ	8.3 m	
ハンドル長さ	6.3 m	
速	巻上	25 m/min
	推圧	28 m/min
	引込	42 m/min
度	俯仰	4 m/min
	旋回	2.7 rpm
	走行	1.3 km/h
接地圧	0.98 kg/cm ²	
登坂能力	30 %	
操 作	空 気	
原 動 機	ディーゼルエンジン 三菱 DL-IC 型 定格 265HP 1,500rpm トルクコンバータ 日立 TM 47 形付	



第2図 日立 U23 ショベルの全体寸法図

減速軸に至り、ここで二つに分けられる。一つは減速機構を経てドラム軸、引込軸に伝達され、巻上、推圧、引込の各動作がそれぞれエキスパンションクラッチとブレーキを介して行われる。一つはギヤカップリングを介してオイルクラッチトランスミッション(第5、6図)に入る。動力はここで正転、逆転に分けられ、オイルクラッチおよび2組のジョークラッチの切替えにより、それぞれ左右クローラの前後進、旋回の左右回転、ブーム俯仰の各動作が行われる。

オイルクラッチトランスミッションの心臓部であるオルクラッチおよび左右クローラを、別々のクラッチで駆動するいわゆる2系統式走行装置の構想をショベルに導



第3図 日立 U23 ショベルの機構図

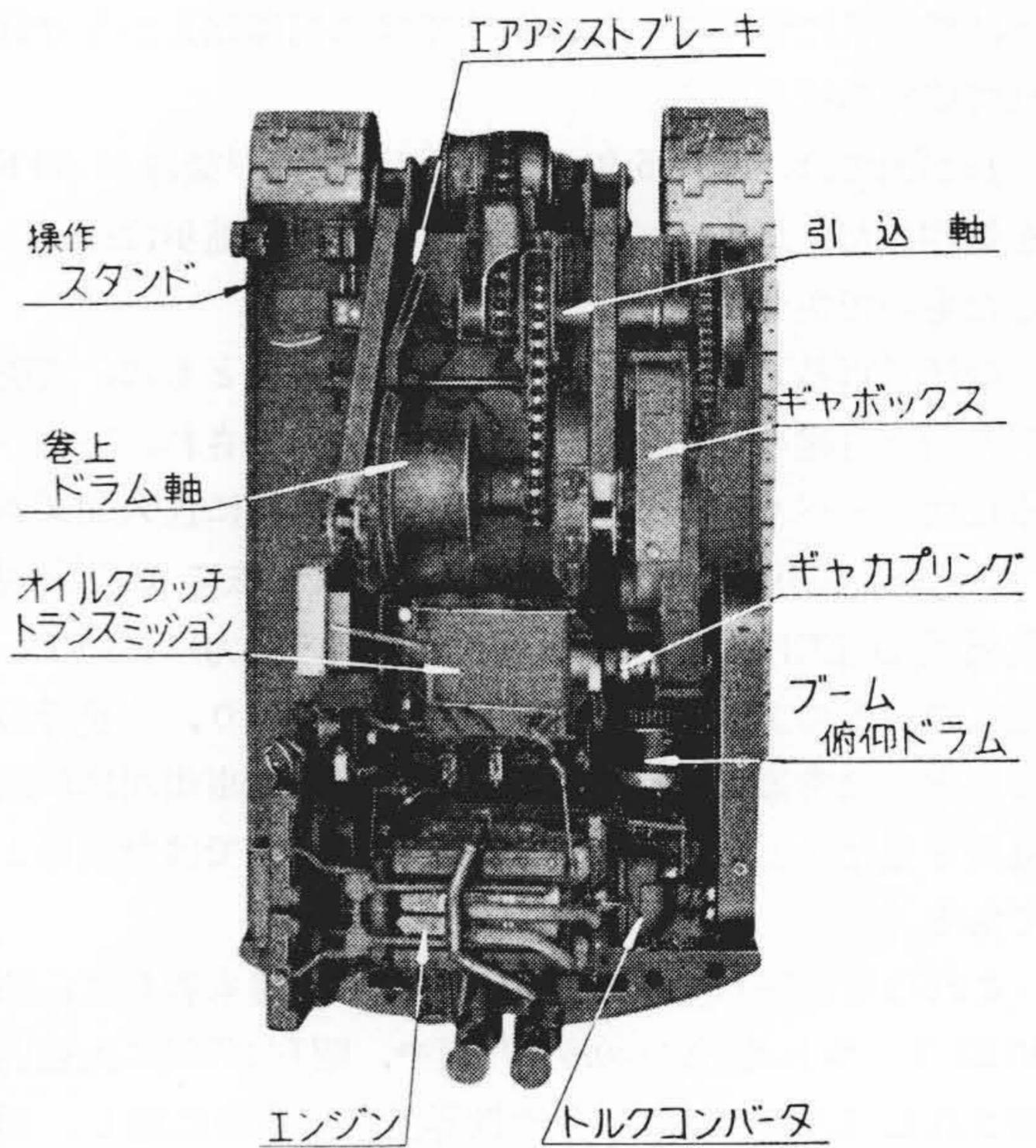
入したものは、全世界を通じ本機をもつて最初とするもので、まさに画期的な進歩というべきものであろう。

3. U23 ショベルの特長

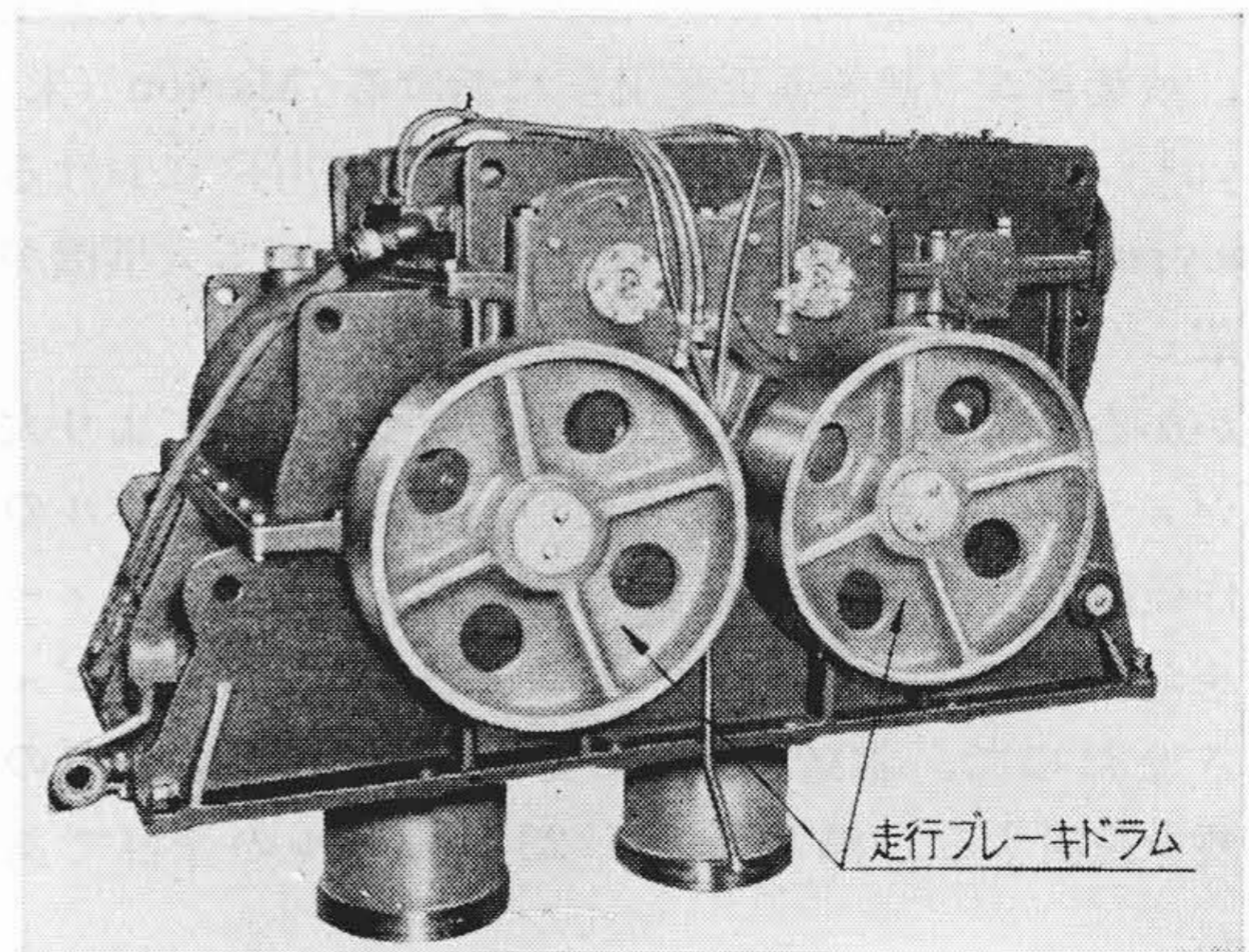
U23 ショベルは構造上数々のすぐれた特長をもっているが、そのうちの主なものについて述べる。

3.1 トルクコンバータの装備

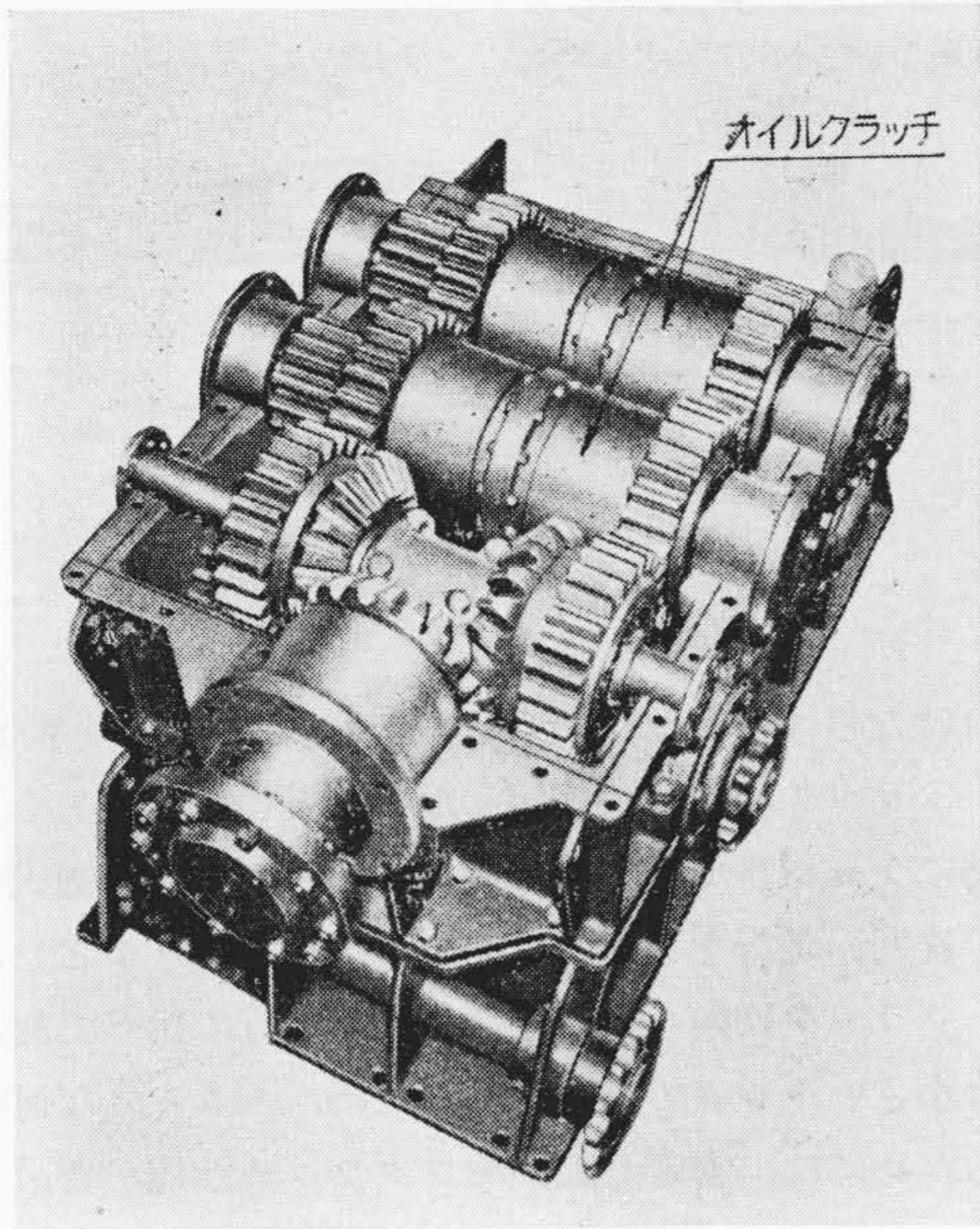
エンジンに流体伝導を組合せる方式は相当古くから考えられているが、特に車輛の分野における発達は著しいものがあり、自動車、ディーゼル機関車などに盛んに使用されている。ショベ



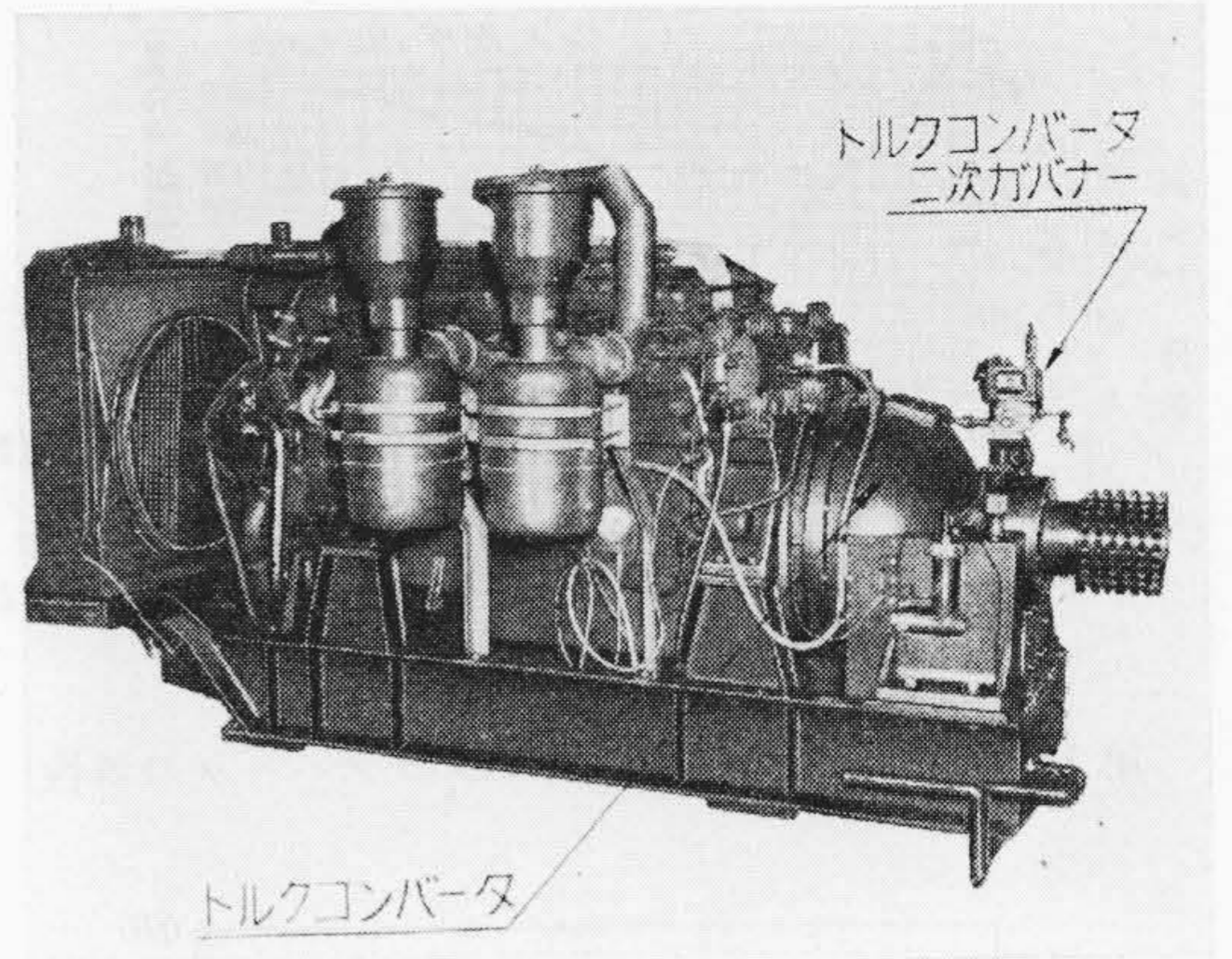
第4図 ウ イ ン チ



第5図 オイルクラッチトランスミッション



第6図 オイルクラッチトランスミッションの内部

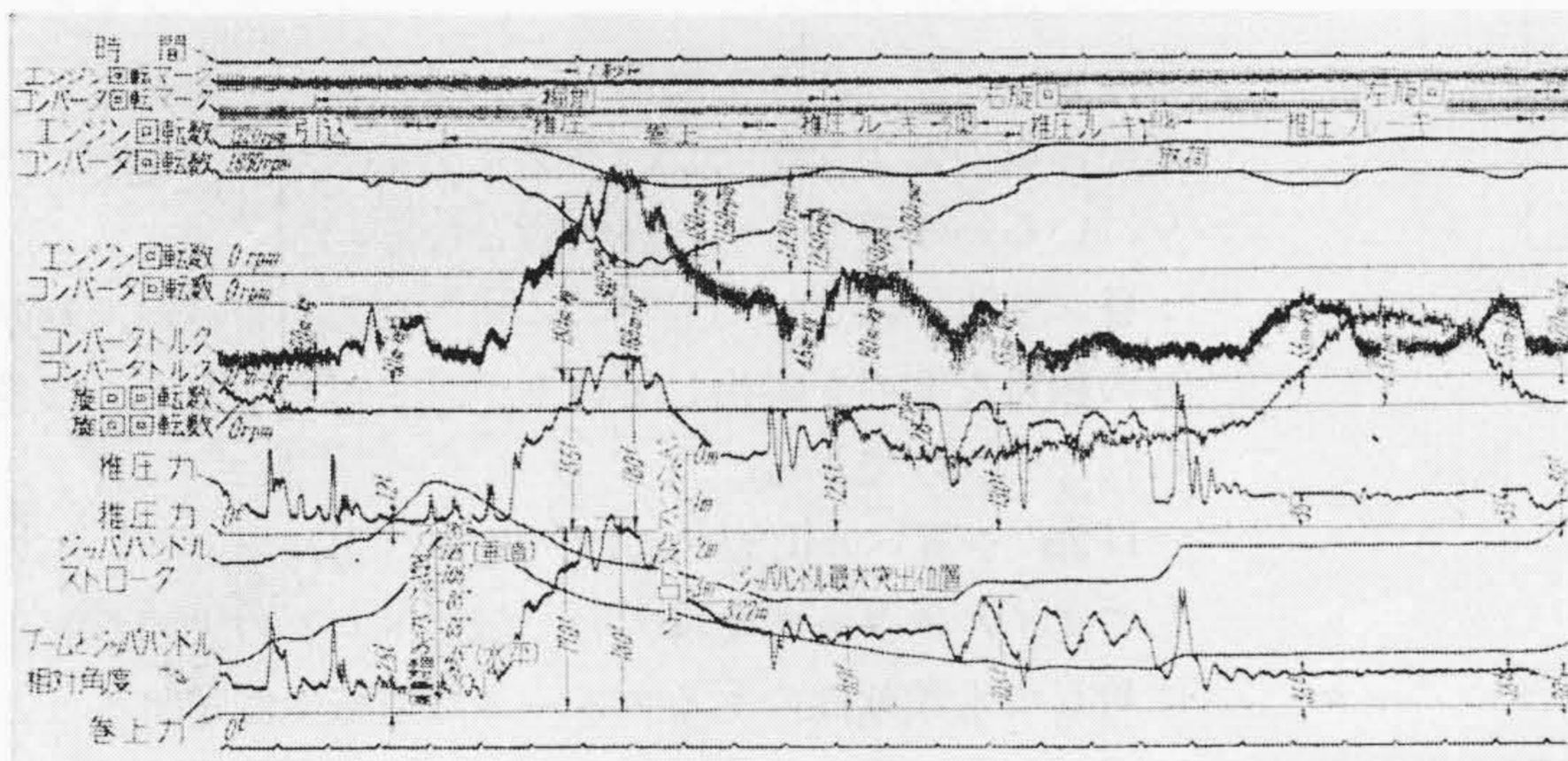


第9図 エンジンとトルクコンバータ

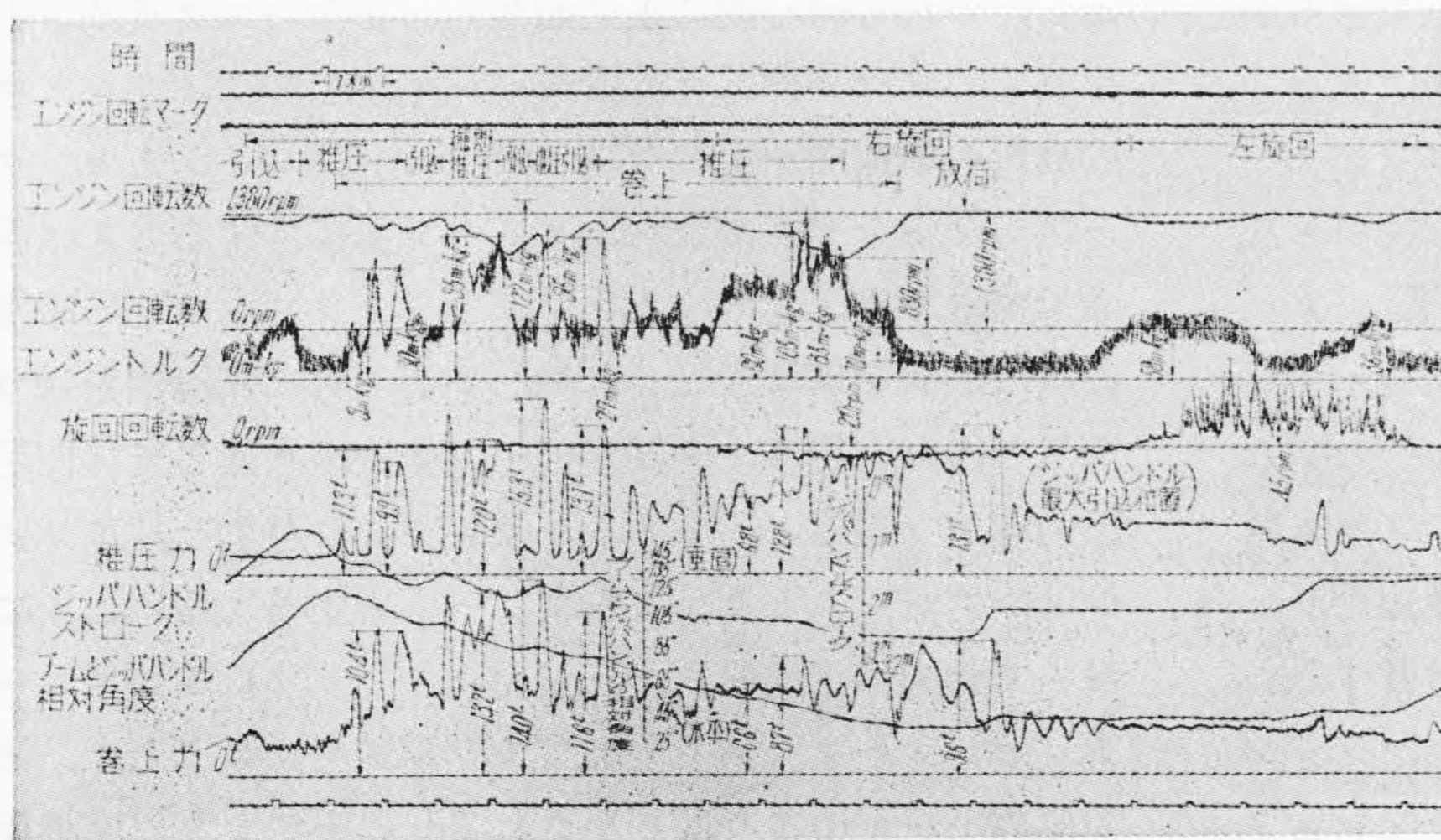
ルに使用した例はまだ少ないが今後トルクコンバータ付ショベルも増加する傾向にある。

トルクコンバータの一般的特長は周知のように、

- ① 原動機の始動を容易にする。
 - ② 原動機が絶対に失速（エンジンストップ）しない。
 - ③ 過負荷の状態が生じても原動機を保護する。
 - ④ 軸系の振り振動や衝撃を切断吸収し、各部の寿命をのばす。
 - ⑤ 負荷に応じて自動的に出力軸回転数を変えて、出力軸トルクをバランスさせる。
- などである。



第7図 掘削時のオシログラム (トルクコンバータ使用の場合)

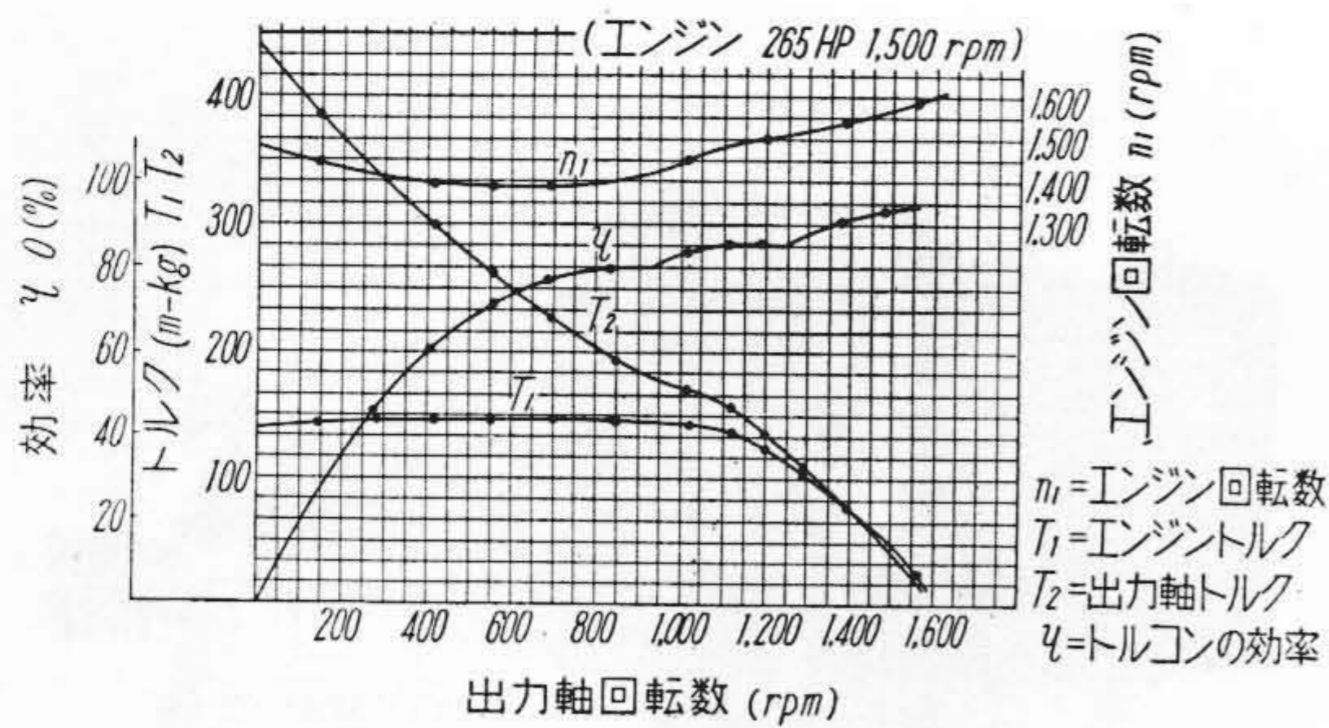


第8図 掘削時のオシログラム (トルクコンバータなしの場合)

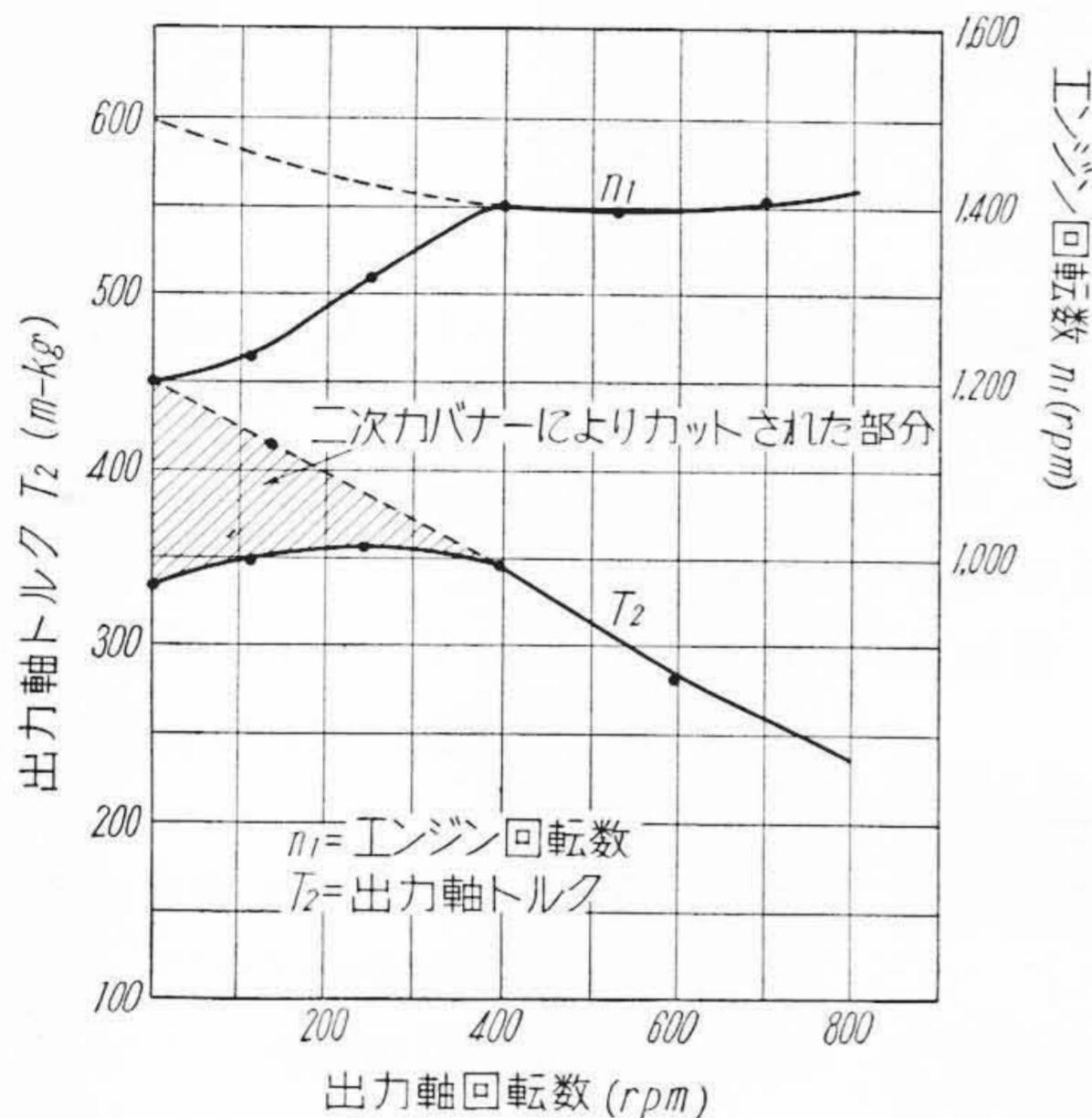
第7、8図は日立 U12 ショベルにおいてトルクコンバータの有無について比較したオシログラムで、第7図はトルクコンバータを使用した場合、第8図はトルクコンバータを使用しない場合である。

オシログラムによれば前者は後者に比し非常に安定した掘削を行つていことがわかる。第7図でもわかるようにトルクコンバータを装備すると衝撃荷重を吸収し、滑らかな荷重のもとに作業するので、GMCのダンプトラックの実例では、エンジンが50%、トランスミッションが400%、ファイナルドライブが100%寿命が増したといわれている。

U23 ショベルにトルクコンバータを装備するに当つては、第7図に見るようにU12 ショベルで十分実験、検討を加え最もショベルに適したものを製作し、



第 10 図 日立 TM 47 型トルクコンバータの特性



第 11 図 トルクコンバータ二次ガバナの試験

次のような特長をもっている。

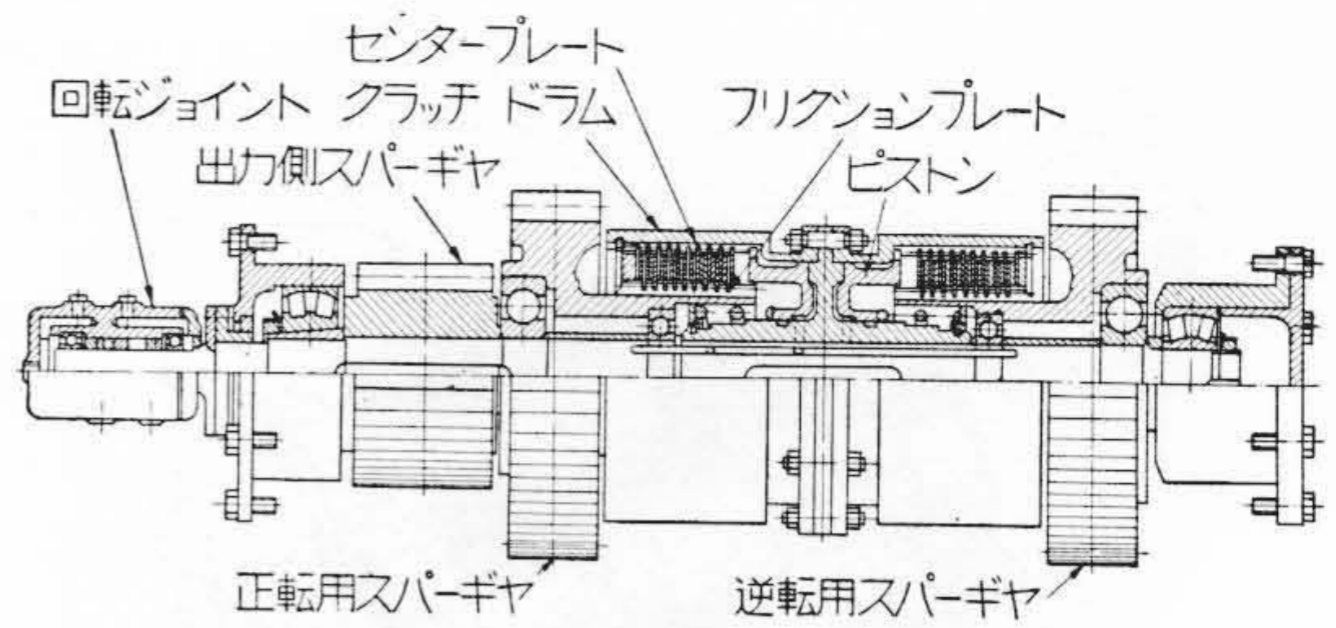
- (1) 油タンクおよびギヤポンプをトルクコンバータケース内に収めたユニット構造としてあり取り扱いが簡単なうえ、油洩れの心配が全然ない。
- (2) ガバナーによつて高速側の回転数を任意に設定したりまた低速時のトルクを任意の点に制限できるから、作業条件に最適な特性をもたせることができる。

第 9 図は U 23 ショベルに使用されるトルクコンバーター付エンジンの外観、第 10 図にガバナーを使用しない場合のトルクコンバータの特性曲線、第 11 図にガバナーで低速時のトルクをカットした実験の一例を示す。

3.2 オイルクラッチについて

ショベルは巻上、推圧、引込、旋回、走行、ブーム俯仰などの各動作を適時行うためには、多数の摩擦クラッチが必要で、これの優劣は著しく作業能率に影響する。

従来のショベルは主としてバンド型エキスパンションクラッチあるいは多板デスククラッチ、エアフレックス型クラッチなどが使用されているが、これらは皆乾式であるためライニングの摩耗が多く、たびたび交換しな



第 12 図 オイルクラッチ

ければならず、またライニングの摩擦係数の変動が多く、クラッチの特性が安定しないなどの欠点がある。

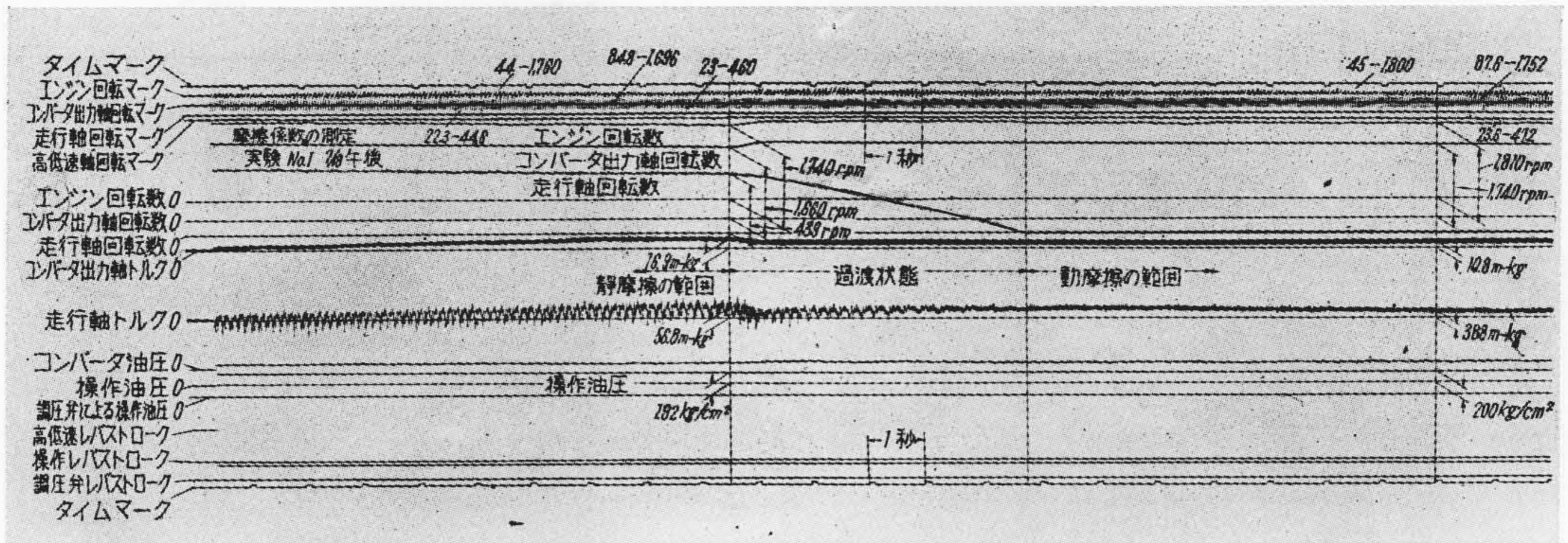
特にショベルでは大型電気ショベルの多原動機式を除き、旋回、走行を共通のフリクションクラッチとし、ジョークラッチ切換を通常とするが、走行に比べて旋回は割合小さいトルクで駆動されるため、スムーズな運転をするためには、安定したハーフクラッチ性能が要求される。したがってこの共用はショベルが大きくなり旋回イナーシャが大きくなるほどクラッチの特性が適切でないと旋回時に大きなショックがかかたり（旋回開始あるいは停止がスムーズでなく、ガクン、ガクンする）あるいはクラッチ面が過熱して、クラッチライニングの摩擦係数の低下をきたし、クラッチがきかなくなつたり、いろいろ望ましくない状態となる。

各メーカーはこれの対策には相当な苦心を払い、おのおの独自のものを案出しているが、まだ完全なものは見られないようである。

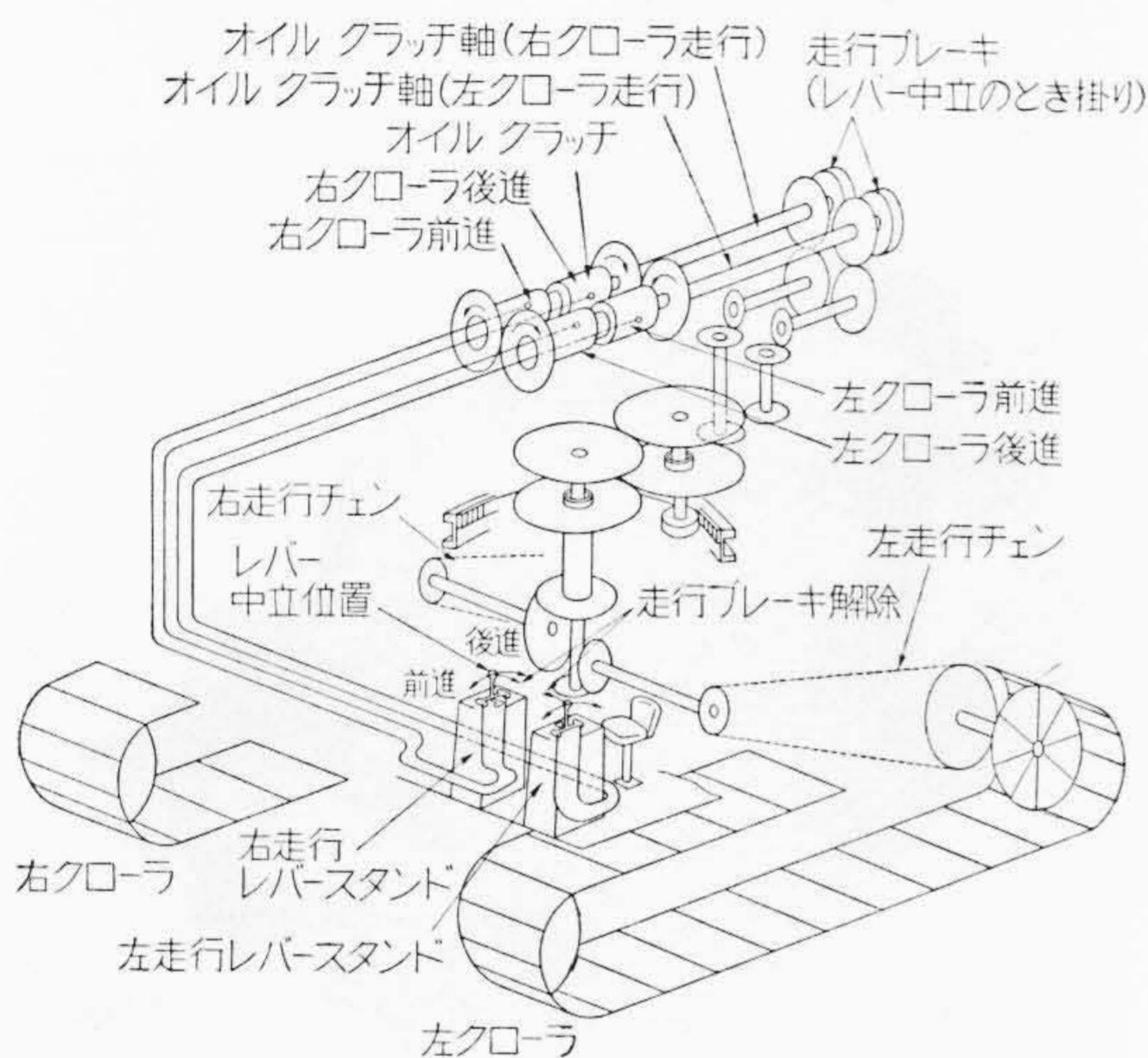
U 23 ショベルにおいては、旋回、走行用クラッチとしてオイルクラッチを導入し、伝達トルク的大幅な変化に対しても柔軟性のあるスムーズな運転性能を得ることに成功した。次にオイルクラッチについて説明する。

第 6 図にその外観を、第 12 図に内部構造を示す。

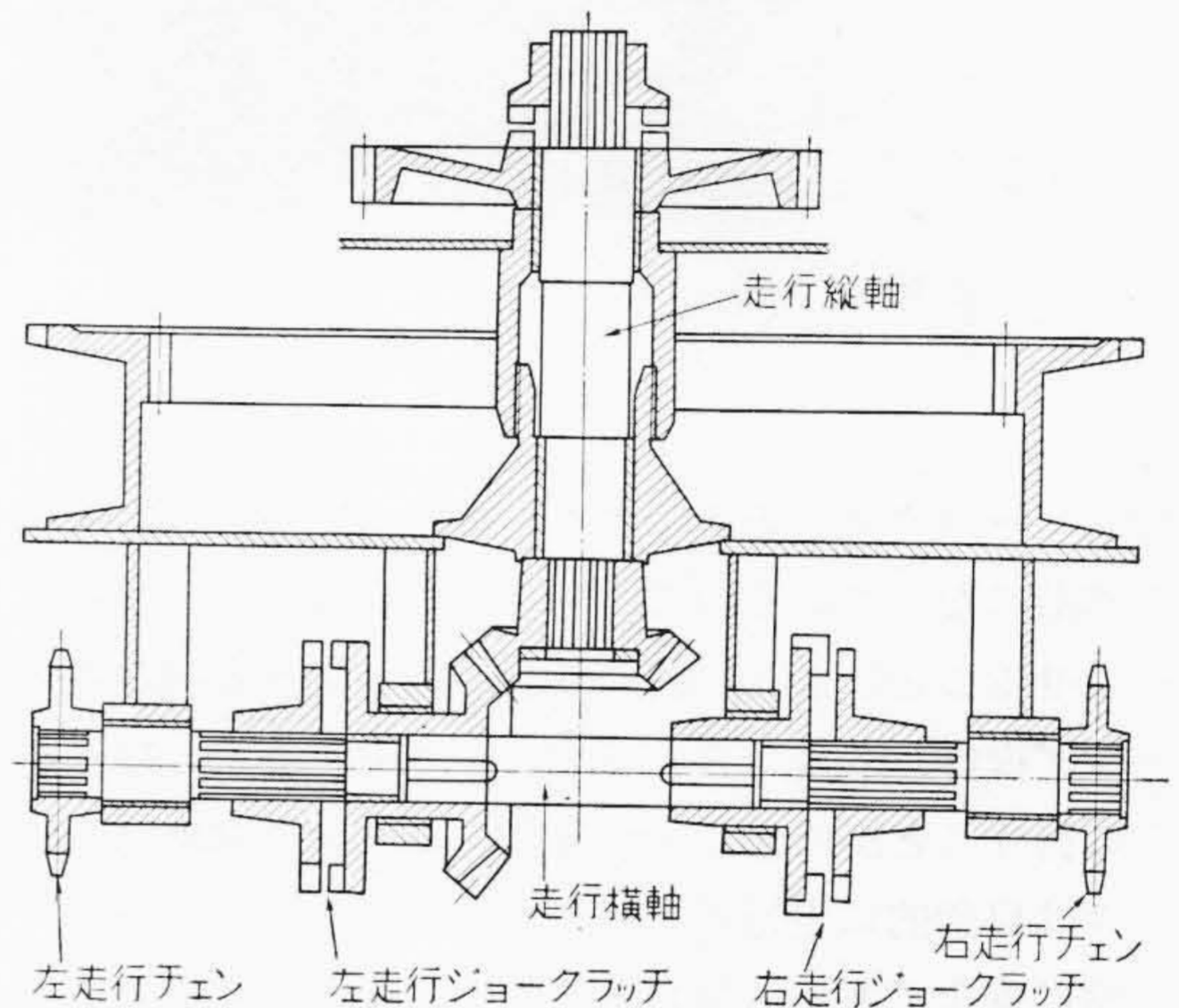
オイルクラッチの中央部に 2 個のクラッチドラムを固定し、これと同心的に正逆転スパーギヤのスプライン部を置く。クラッチドラムとスパーギヤの間にはリング状の金属の摩擦面をもつたフリクションプレートとセンタープレートを交互に入れ、ピストンを操作するときは両面で密着するようにする。フリクションプレートの摩擦面には油溝を切り、ここに軸心部より常に潤滑油を送り潤滑と冷却を行う。今軸端部の回転接手を通じて操作用圧力空気を送ると、ピストンは軸方向に移動し、フリクションプレートとセンタープレートを圧着する。ここにおいて動力は正逆転スパーギヤよりフリクションプレート、センタープレートを経てクラッチドラムに至り、出力側スパーギヤより取り出される。以上のように摩擦面が完全な油潤滑のもとで作動するので、摩擦係数も安定し寿命も長い。また操作空気圧はすぐれた調圧弁の働き



第13図 オイルクラッチの特性試験



第14図 二系統式走行装置



第15図 一系統式走行装置

によりレバーの動きに対して忠実に変化するので、ハーフクラッチも自由に得られ、真にスムーズな運転が可能となる。

第13図はオイルクラッチの特性試験の一例で、走行軸の回転数が静摩擦→過渡期→動摩擦とトルクの変化に応じて、非常に安定した変り方を示している。これはすなわちクラッチの特性が安定していることを示すものである。またオイルクラッチは第12図に見るように構造上調整をまったく必要としないので、その長寿命と相まってショベルの保守を著しく簡単にすることができる。

3.3 二系統式走行装置について

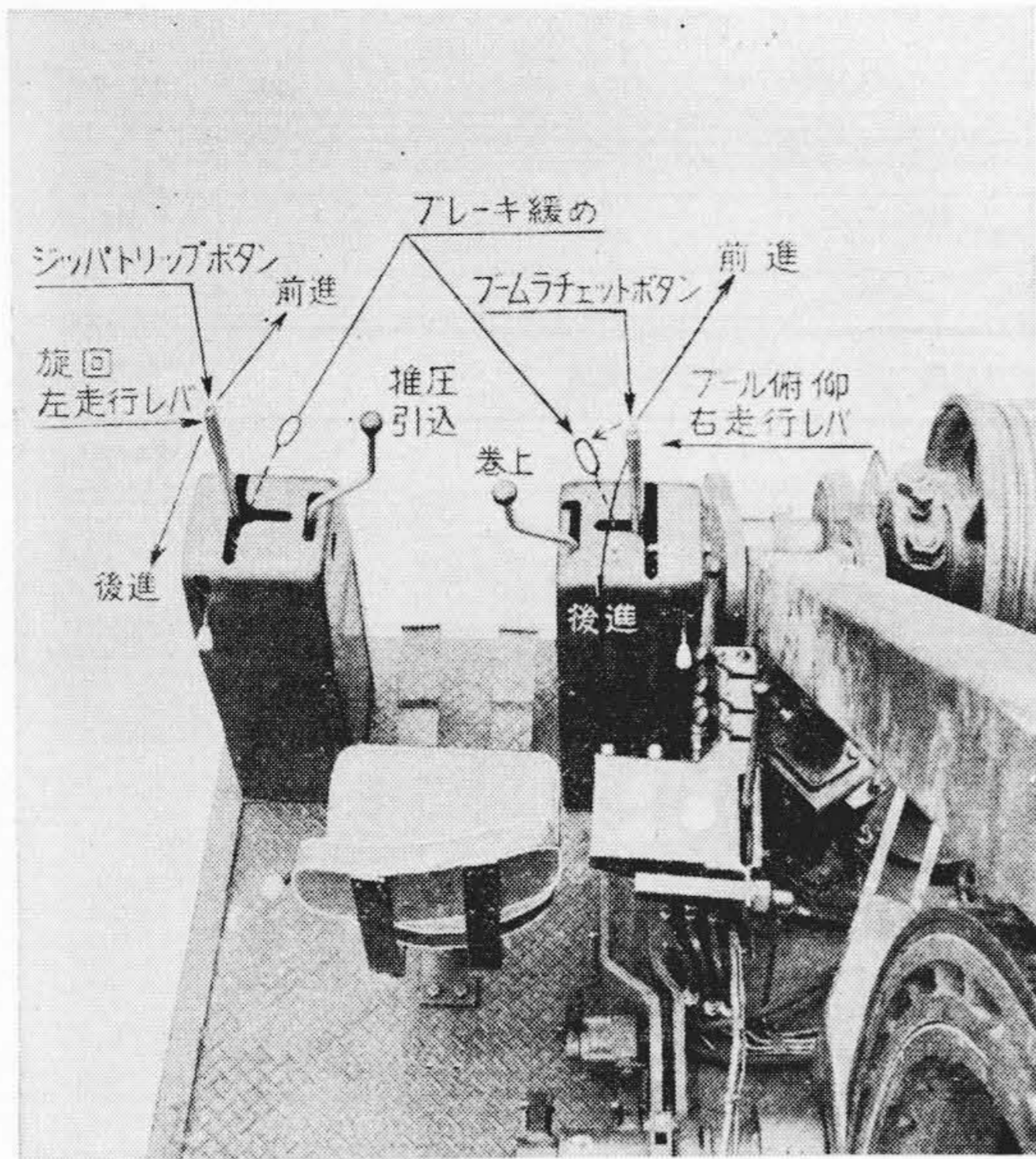
二系統式の走行装置とは、第14図に示すように、左右のクローラをそれぞれ独立した別個のクラッチで駆動する方式で、第15図に示した代表的従来型の一系統式と比較してみよう。

一系統式においては、走行時の動力の伝達は1本の走行縦軸からベベルギヤを経て走行横軸に至り、左右の走

行ジョークラッチを介して走行チェーン-トラックリンクを駆動し走行が行われる。このため、ステアリングを行う場合には必ずいつたん停止し、走行ジョークラッチの噛合をゆるめてから嵌脱を行わなければならない。このため平坦地でのステアリングにおいてもスムーズな切換運転はなかなか望めなく、まして坂路でのステアリングには危険を伴うことすらあつた。これはほかの建設機械、たとえばブルドーザなどが不整地においても自由にステアリングできることに比較すれば、数段低い走行性能といわなければならない。

由来ショベルは掘削機であり走行する機械ではないといわれてきているが、最近の実情では必ずしもそうではなく、広大な作業場では相当な機動性を要求される。

U 23 ショベルの二系統式走行装置は、このような従来の欠点を除くために考案された方式で、走行性能をブルドーザの水準まで高めることができた。すなわち第14、16図で左、右のクローラはそれぞれ独立した2本の



第16図 操作スタンド

走行レバー（クラッチにはオイルクラッチ使用）で操作する構造になっているので、左、右の走行レバーの動きを組合せることにより、前、後進、あらゆる方向のステアリング操作、スピントーンなどを停止することなく連続的に行うことができ、また操作レバーを中立位置にするときは自動的に走行ブレーキがかかるので、坂路走行も非常に安全である。なお走行ブレーキを緩めるときは走行レバーを内方に倒すことにより行われる。

以上のような走行方式をもつたショベルは、世界でも例をみない画期的なもので、この点世界水準を一步抜いたものといえよう。なお第14図にみるように走行下部に操作部分たとえばジョークラッチ、ブレーキなどがなく、これにかわるものとして上部旋回体に高性能のオイルクラッチトランスミッション(第5, 6図参照)を置き、下部走行装置は完全オイルボックス入りとしたので保守、点検の労を大幅にはぶくことができた。

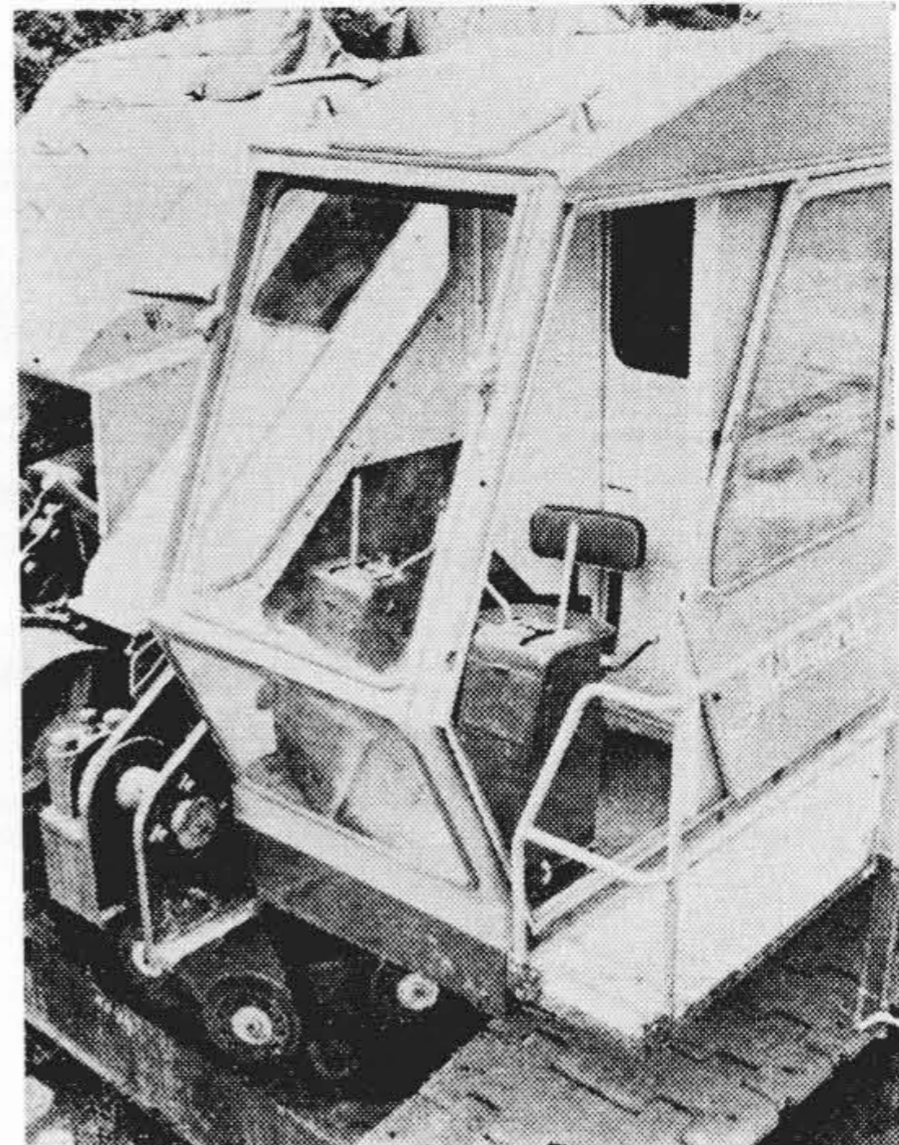
以上で U 23 ショベルの主な特長について述べたが各部の特長については次項で簡単に説明しよう。

3.4 その他の特長について

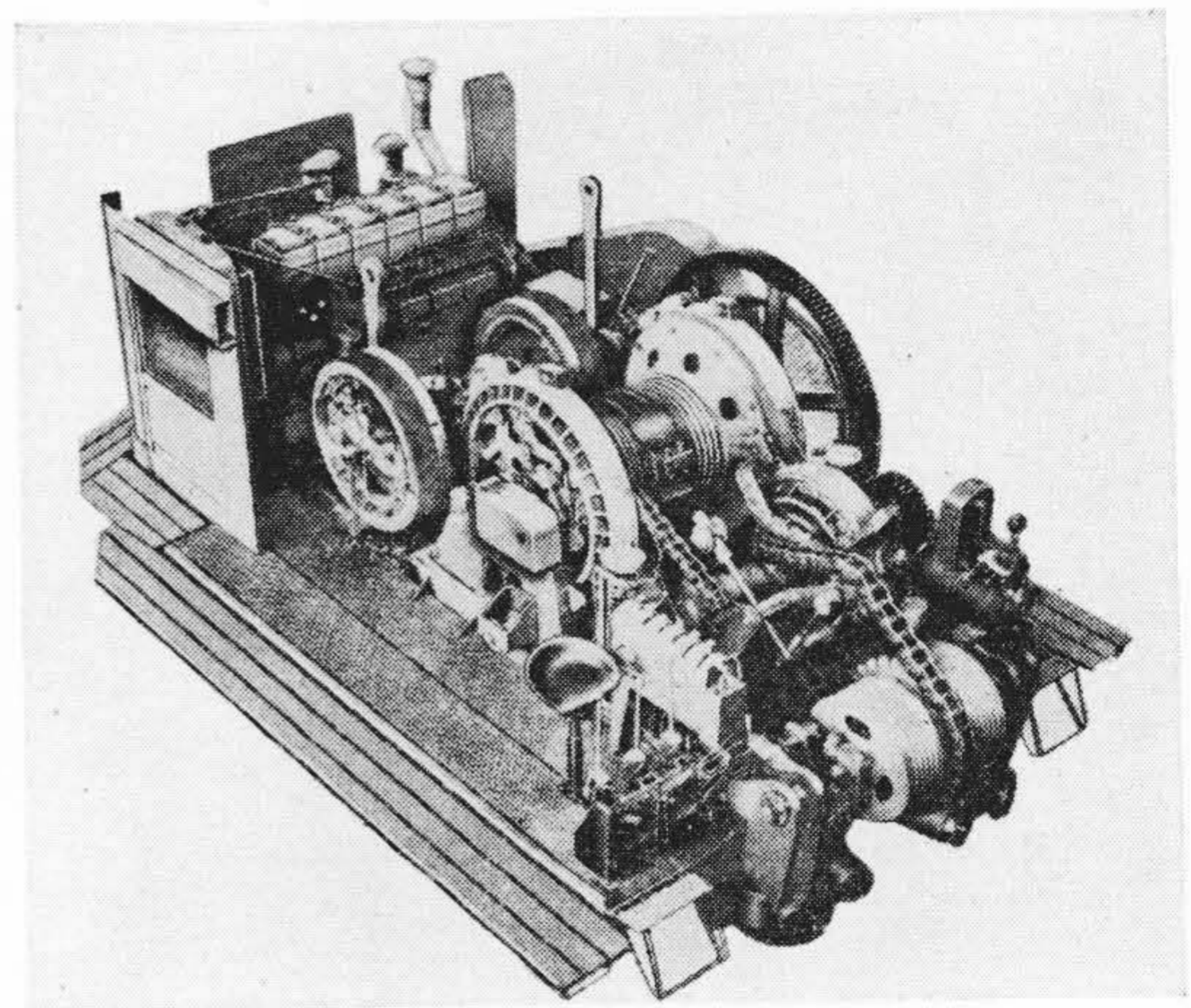
3.4.1 操 作

本機の操作は空気操作式によるいわゆるフィンガチップコントロールで、安定した操作性能と相まってきわめて軽く操作できるので、作業能率を著しく向上できる。

第16図は操作スタンドで前方の4本のレバーによりすべての主要動作すなわち旋回、巻上、推圧引込、ジッパートリップ、ブーム俯仰、ブームラチェット、



第17図 運 転 室



第18図 Bucyrus の ウ イ ン チ

前後進、スピントーン、ステアリング、走行ブレーキの各動作を行うことができる。第17図は運転室で機械室から完全に独立した個室となっており、運転員は原動機、ウインチの騒音から絶縁されているので快適なコンディションで運転できる。

3.4.2 ギヤ潤滑方式

近代の機械設計においては、それが比較的低速運転を行う機種であつても、歯車伝導装置はすべてギヤボックス入りとし、耐久度の向上、保守の容易など性能の向上を計ることが常識化されてきた。最も苛酷な条件下で使用されるショベルにおいては、まだ裸ギヤ、グリース潤滑によるものが多く、この点ほかの機種に比し著しく立遅れているというべきで今後改良の余地を残している。

日立ショベルにおいては、全シリーズにわたり一貫して完全オイルバス式潤滑方式を採っており、この点

にも十二分の考慮が払われている。米国 Bucyrus 社の新型 88 B 4 yd³ ショベルのウインチ (第 18 図) と第 4 図を比較されたい。

3.4.3 旋回ローラ

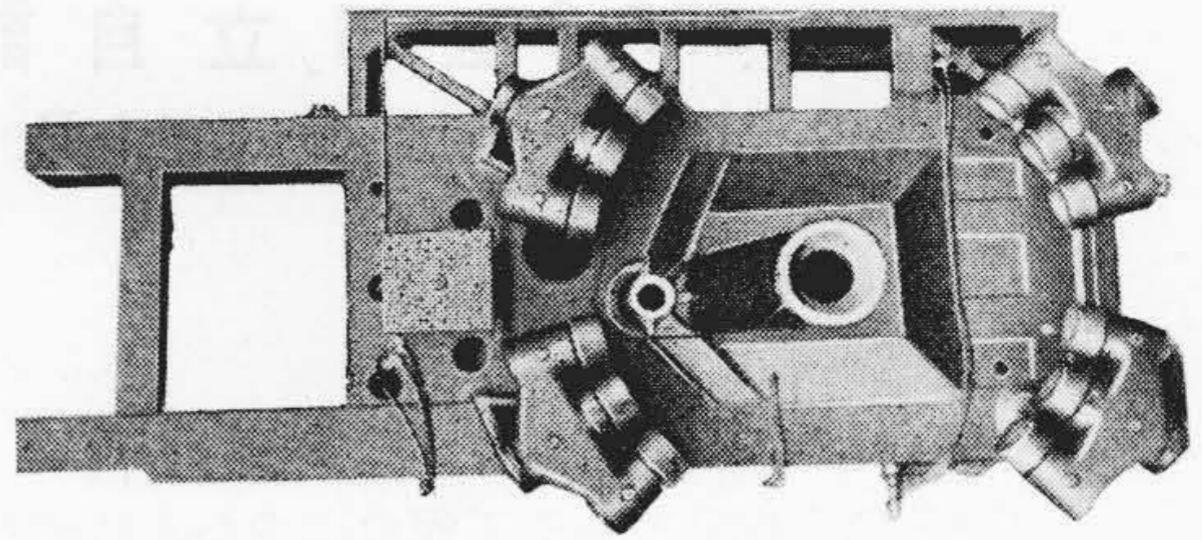
U23 ショベルの旋回ローラは第 19 図にみるように 3 個 1 組ずつのローラブロック 4 組から構成されている。ローラブロックの内両端の 2 個は下向荷重をイコライズして受けるようになっており、ローラ荷重を少なくかつ平均化している。なお中央のローラはローラ中心を上下に調整可能にしてあるのでギャップ調整も簡単に行うことができる。

3.4.4 ブレーキ

主ブレーキは足踏ペダルで操作するが、手のフィンガーチップコントロールによる軽い操作力にマッチするようエアアシスト式ブレーキになっており、きわめて軽く操作できる。またブレーキ弁の性能も良いのでフィール (feel) も良く性能の高いものとなっている。

3.4.5 スイングロック

ローラパス上面に頑丈な凸部を設け、これに旋回体



第 19 図 旋 回 ロ ー ラ

よりロックバーを垂直に降す方法を採用しているので、頑丈なうえ作用も確実でかつ構造も簡単である。

4. 結 言

以上日立 U 23 ショベルの概要を紹介したが、前述のようにオイルクラッチ、あるいは二系統式走行装置など新しい構想のもとに近代技術を導入駆使して新しい時代にふさわしい新しいショベルを完成したが今後もユーザー諸賢の御助力を得てさらに研究改良を続けたい。



日立製作所社員社外講演一覧表

(昭和 33 年 6 月受付分)

講演月日	主 催	演 題	所 属	講 演 者
7. 上旬	電気通信学会	搬送用通話路濾波器について	戸塚工場	菅田昌次郎 岡田義男
6. 24	テレビジョン学会 テレビジョン回路 研究委員会	共振回路による鋸歯状波電流の合成	戸塚工場	油井重樹
6. 26	日本科学技術連盟	サ ー ボ 型 演 算 器	中央研究所	沼倉俊郎
7. 1	日本学術振興会	化学実験室に便利な新しい器具と操作	中央研究所	栗田常雄
6. 28	日刊工業新聞社	歯車に加わる荷重について	中央研究所	歌川正博
7. 31	日本科学技術連盟 アナコン研究委員会	そのほかの特殊計算機	中央研究所	三浦武雄
6. 25	日本科学技術連盟 アナコン研究委員会	アナログ計算機の一般的使用法	中央研究所	三浦武雄
6. 20	真空冶金懇談会	真空熔解用耐火材料について	中央研究所	岩田篤
6. 27	日本科学技術連盟	アナコンの自動制御への応用	中央研究所	只野文哉
6. 30	日本科学技術連盟 アナコン研究委員会	アナログ計算機の自動制御系問題への応用	日立研究所	小林栄二
6. 18~23	北海道電力KK 北海道電力使用合 理化委員会	最近の電動機とその応用	本 社	椿 健三
5. 20	東京毎夕新聞	涼しい夏は家庭電化で	本 社	和田可一
6. 7	日本機械学会	ポンプの自動運転	大阪営業所	木暮健三郎

(第56頁に続く)