

最近の大形レッキングクレーン

Recent Large Capacity Wrecking Cranes

列車の脱線、転覆などの事故に対しダイヤを正常にもどすための緊急復旧作業の手段に、古くから鉄道車両用クレーンとしてレッキングクレーンが活躍している。最近では、レッカーとして用いられるばかりでなく、鉄道構内の荷役、製鉄所内での大容量インゴットのハンドリングや運搬作業にも使用されている。そのため、年々大形化し、かつその操作性、安全性も要求されるようになった。

このようなすう勢の中にあって、日立製作所では150tレッキングクレーンを製作したが、それを中心に大形化されたレッキングクレーンの機能、構造及び特長について説明する。

岡坂建一* Ken'ichi Okasaka
石毛良平* Ryôhei Ishige
柿沼武博** Takehiro Kakinuma

1 緒 言

日立製作所では、昭和5年南満州鉄道株式会社に対し80tのレッキングクレーンを初めて納入して以来、東南アジア、中近東、南米及びアフリカを中心に20tから100t級のものを、初期には蒸気機関を、最近ではディーゼル機関を動力としたものを六十数台納めている。しかし、年々、列車の脱線や転覆の緊急回復作業用として使用されるだけでなく、鉄道構内

荷役用や製鉄所内で使用されるに至って大形化し、現在150t級のものまで製作されるようになり、国によっては200t級のものも要求されている。またそのため、操作性、安全性が強く要求されるようになった。日立製作所では大形レッキングクレーンとして150tつりのものを製作したが、本レッキングクレーンは下記の特長をもっている。

(1) 動力源としてトルクコンバータを付けたディーゼル機関を用い、荷重に対して速度が連続的に制御されている。

(2) 動力降下装置を用い、空気制御による優れた操作性をもっている。

(3) 顧客の要求にあった操作性の良い油圧操作によるアウトリガーをもっている。

(4) 十分な安定度をもち、優れた安全装置を装備している。

この論文では、これらの特長を主体に、大形化されたレッキングクレーンの機能及び構造について述べる。



図1 150tつりレッキングクレーン 工場内での試験状況を示す。

表1 150tつりレッキングクレーン主要項目 最近、日立製作所で製作された大形レッキングクレーンの仕様を示す。

項 目	仕 様			
ブーム長さ	ブームフットピンから主巻シーブ軸まで12.4m			
トラックゲージ	1,435mm			
軸 重	25t以下			
リ フ ト		半 径	レール上	レール下
	主 巻	5.3m	9.6m	3 m
	補 巻	6.5m	12m	3 m
巻 上 速 度	主 巻	150t 時約3 m/min		
	補 巻	30t 時約15m/min		
起 伏 速 度	ロープスピード 約50m/min			
旋 回 速 度	約 1.0rpm			
自 走 速 度	約 16km/h			
回 送 速 度	最大 64km/h			
動 力	トルクコンバータ付ディーゼルエンジン			
	250HP 2,000rpm			

* 日立製作所笠戸工場 ** 日立製作所機電事業本部

2 構造

2.1 全 体

図1に現在日立製作所で製作した最大級の150tつりレッキングクレーンの試験状況を、表1にその仕様を示す。

構造はブーム、旋回体、走行体及びボギーから成り、従来に比べて操作性、安全性を十分考慮したものになっている。

また、主巻、補巻、起伏、旋回及び走行の各機能をもっている。

図2に各機能を満足させる動力伝達機構を示す。動力源は古くは蒸気機関が主体であったが、現在ではトルクコンバータを付けたディーゼル機関に変わっている。これにより、衝撃の少ない円滑な操作が行なえるとともに、負荷に応じて速度を連続的に制御することができる。

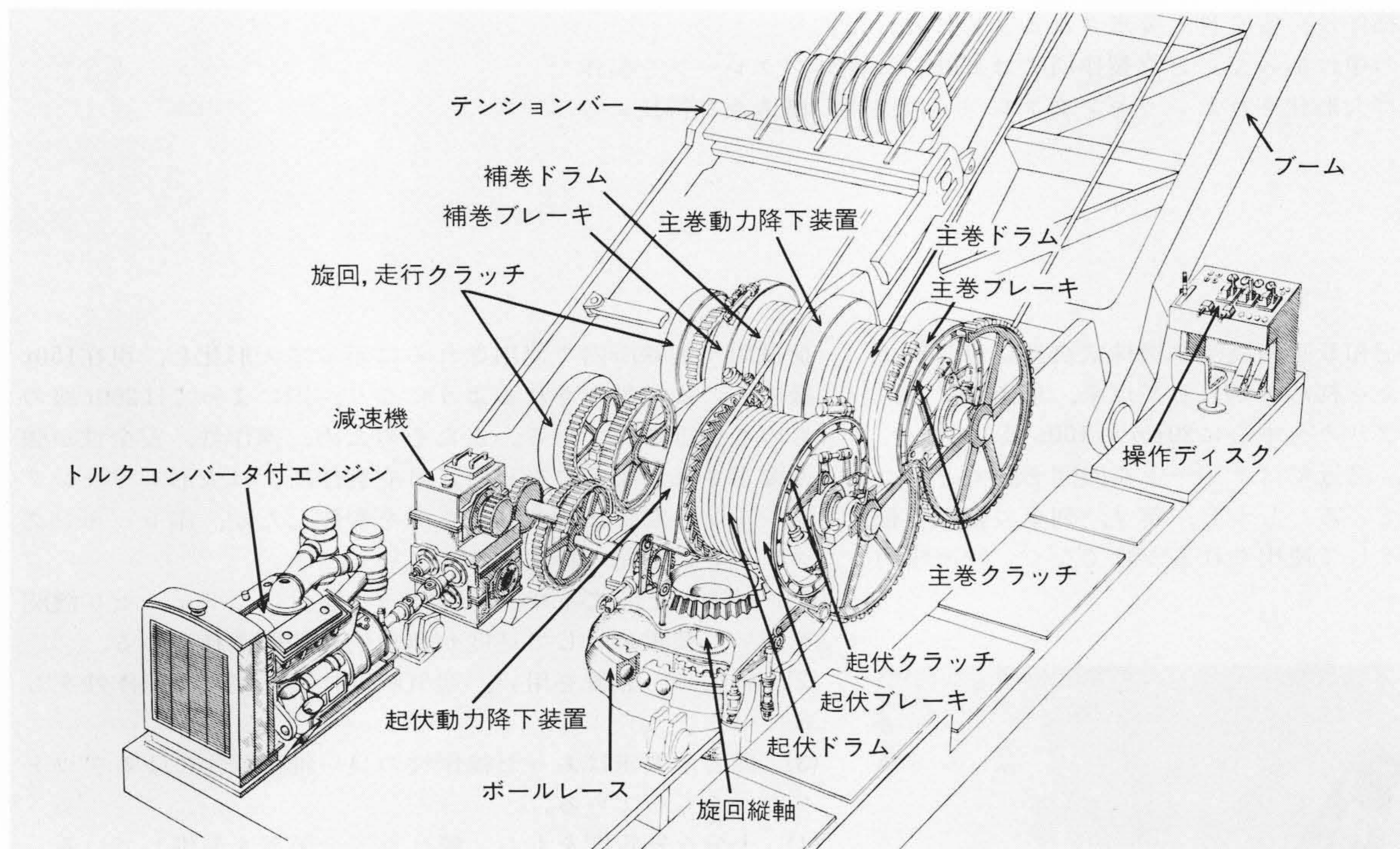


図2 旋回体内構造図 主巻, 補巻, 起伏, 旋回及び走行の動力伝達機構を示す。

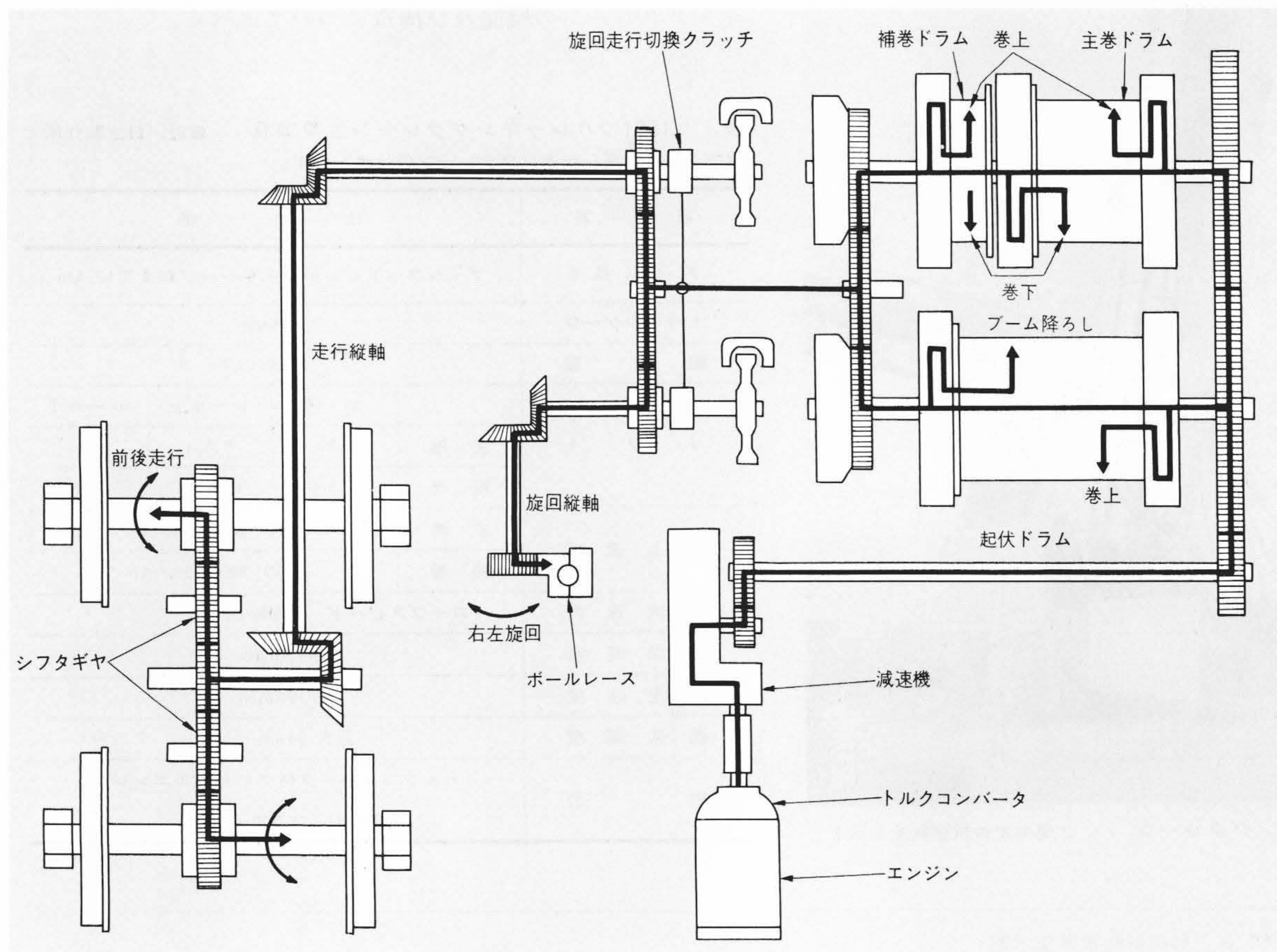


図3 歯車動力伝達機構 主巻，補巻及び起伏の各巻上，巻下走行の前後，旋回の左右動作での動力伝達機構を示す。

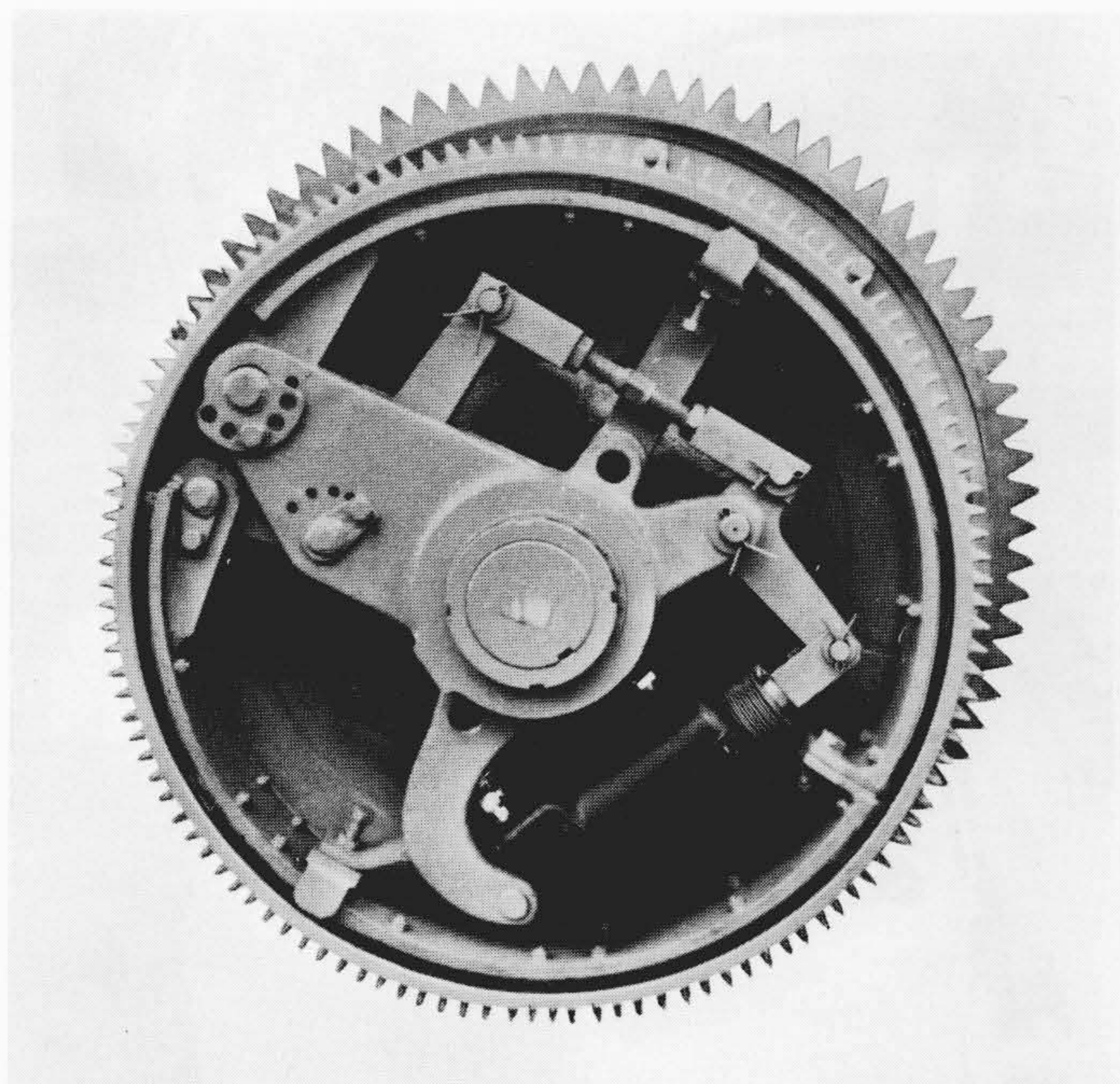


図4 クラッチ 重負荷に耐え、円滑かつ迅速な運転が行なえるように設計されたエキスパンションクラッチである。

2.2 巻上、起伏

図3に巻上、起伏の歯車動力伝達機構を示す。各動作はクラッチとブレーキを空気制御することによって行なわれる。クラッチは図4に示すようなエキスパンションクラッチを採用しているが、大きな負荷に抗することができ、円滑かつ迅速に操作される。巻上、起伏のブレーキはバンドタイプであり、回路的にクラッチとインタロックされている。すなわち、空気圧のないとき、また操作をしていないときはブレーキはかかっており、クラッチは外れている。巻上又は起伏を行なうときは、ブレーキは外れクラッチがかかるネガティブブレーキであり、フェイルセーフとなっている。

巻下又はブーム降ろしに対しては、エンジンの回転速度を下げ、エンジンの駆動トルクを負荷側からくるトルクよりも下げるにより行なう方法、またエンジンからくる駆動トルクをシャ断して、負荷によるトルクを足踏みペダルによりバンドブレーキを滑らせながら降ろす方法などがある。前者は降下速度制御が難しく、後者は降下速度の制御が足踏みペダルによるもので、大荷重で使用頻度の多い場合は運転者の疲労度が高くなること、ブレーキの熱容量の問題などが生ずる。

日立製作所では、遊星歯車機構を用いた動力降下装置を採

用している。巻下又はブーム降ろしするとき、ブレーキと同じバンドタイプの動力降下装置用バンドブレーキを操作させることにより、遊星歯車を静止させ、ドラムの回転方向とエンジンの回転方向を同じにすることにより、エンジンのもつエンジンブレーキ力で負荷側のトルクを吸収している。この方法は、誤操作に対しても安全であり、エンジンの回転速度を加減し、エンジンブレーキ力を制御することにより、巻下又はブーム降ろしの速度を制御できるようになっている。

2.3 旋回、走行

一般に旋回、走行に対しても、各々巻上、起伏とは別の単独の軸で左右旋回又は前後走行のクラッチをもつ形式が多い。日立製作所では、旋回、走行を同時に行なうことは危険でもあり、またその必要性もないという考えから、図3の歯車伝達機構に示すように、旋回、走行切換クラッチをもち、その動力を巻上軸、起伏軸から伝えるようにして、構造を簡単に、かつ保守を容易にした点を特長としている。旋回走行のクラッチは巻上軸、起伏軸の端に設けてあり、巻上、起伏の場合と同じエキスパンションタイプである。ブレーキは一般には巻上、起伏の場合と同じバンドタイプのものが多いが、旋回走行の場合は、左右、前後と方向性がないため、方向性のあるバンドタイプを用いると機構が複雑となり、良い性能が得られないので、日立製作所ではディスクタイプを採用している。これはキャリパーと呼ばれる一種のシリンダで、ディスクを押えることにより制動する。その制動力は、運転室の操作盤の下にある足踏みペダルの踏み加減で制御された空気圧が、マスタシリンダをもつシリンダ内の油の圧力を制御し、キャリパー部のシリンダを動作させることにより行なわれる。したがって、旋回、走行の停止位置は、足踏みペダルで容易に制御でき、操作性に優れている。

2.4 ボギー

ボギーは大別すると、板ばねタイプとフレキシブルボギータイプがある。日立製作所では、大形化されたレッキングクレーンに対しては図5にみられるようにフレキシブルボギータイプを採用し、アクスルロードのアンバランスの少ない構造としている。

また、一般の鉄道車両と異なって荷重をつって自走できるためスタビライザを設け、アウトリガー無しでの作業時には、ボギーの両側のフレームから荷重を伝え、コイルスプリングに力をかけずに安定性を保つ構造としている。

2.5 アウトリガー

アウトリガーは、ヒンジタイプのものと伸縮タイプのものに大別できるが、150tレッキングクレーンでは一つのアウトリガーの反力が大きくならないように、両サイド各2本、中

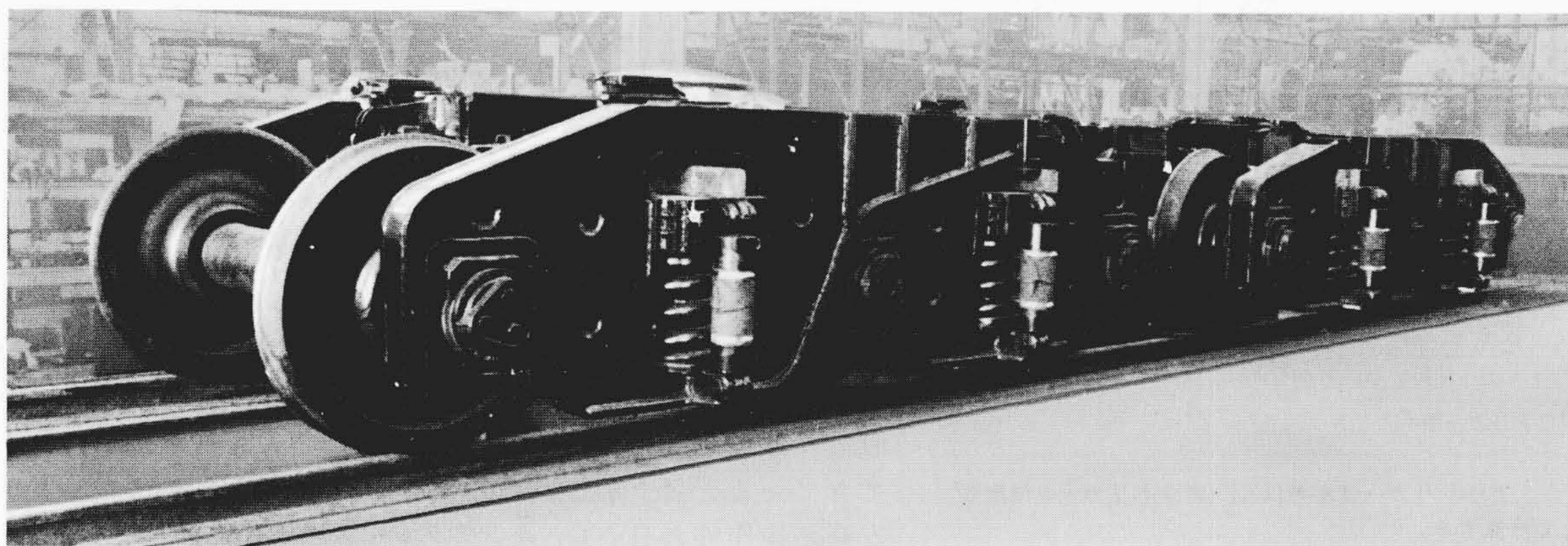


図5 ボギー
フレキシブルボギータイプのものを示すもので、軸重アンバランスの少ない構造となっている。

中央1本の計5本のアウトリガーをもつ伸縮タイプを用いている。この場合は中央のアウトリガーは1本しかないため、作業を行なうほうだけ引っ張り出す。したがって、大荷重に対しては作業範囲は中央のアウトリガーの張り出された側の180度の範囲だけとなる。これに対してヒンジタイプは、大きな容量のものに対しても適用できるが、4本の足しかないため一つのアウトリガーにかかる反力は大きくなる欠点があるが、360度旋回可能という利点をもつ。アウトリガーの操作は手動式が一般的であるが、近來、作業のスピードアップの要求により、油圧方式が採用されるようになった。油圧源は、エンジンプーリから動力を引き出しオイルポンプを駆動する方法、また単独にエンジンゼネレータセットを設け、発電された電源から油圧ユニット内の電動機を回転させて動力を得る方法などがある。前者は割安であるが操作が面倒であり、後者は割高であるが操作が容易であるというそれぞれ一長一短をもつが、150tレッキングクレーンでは後者を採用している。日立製作所では、どの方式も製作可能であり、車両限界、作業の必要性を考慮し、顧客の要求に応じて採用している。

3 安定度の考え方と安全装置

レッキングクレーンでは、何よりも安定性をもっていることが必要であるため、日立製作所では十分な安定度をもっているように設計している。すなわち、図6にみられるようにつり荷側の支点Aを基点とし、反つり荷側を正とするつり荷

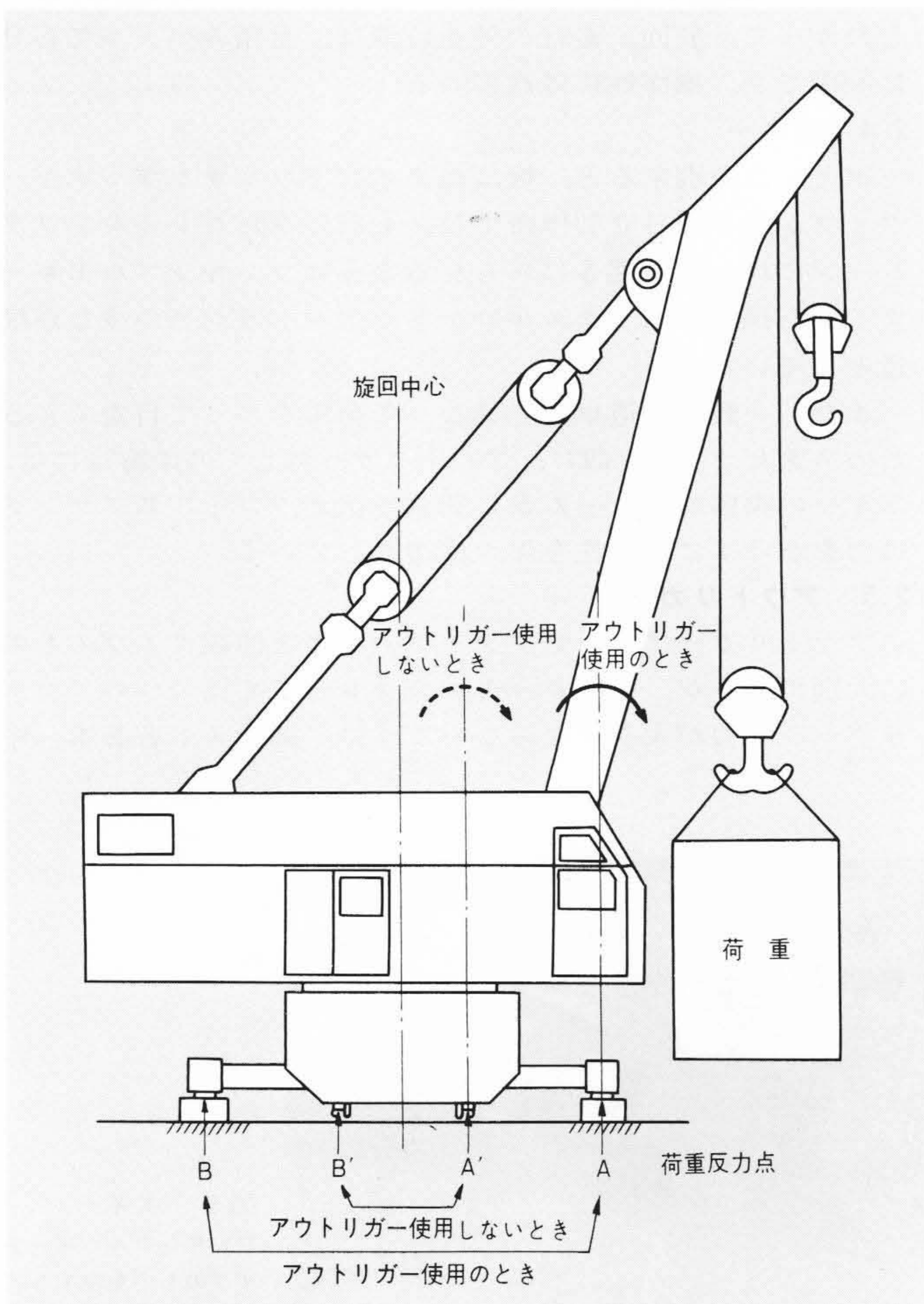


図6 安定度説明図 アウトリガー使用時はA、アウトリガーを使用しないときはA'を基点として計算する。

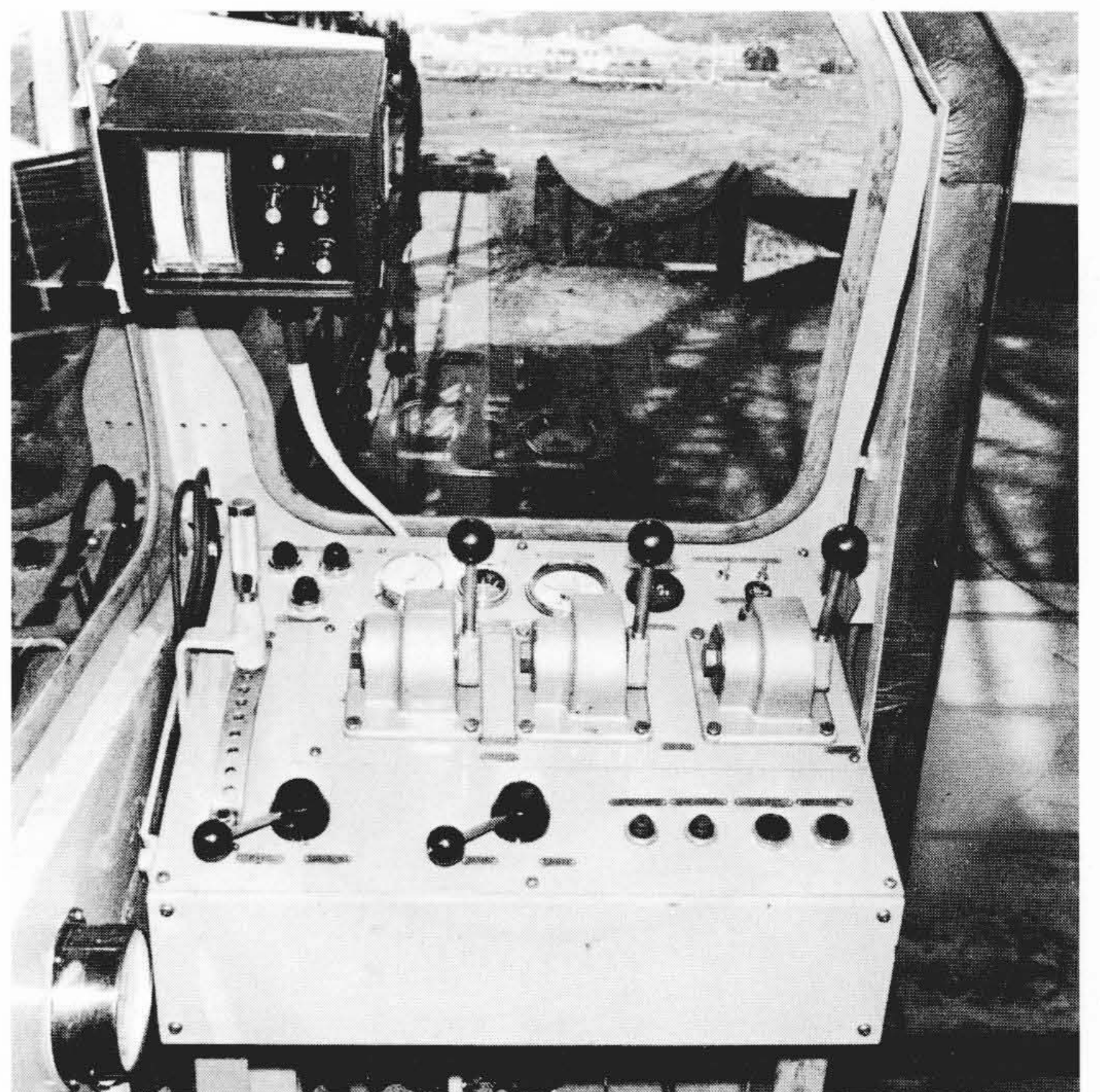


図7 運転室内配置 モーメントリミッタ、操作ディスクを示す。

を除いたすべてのモーメントの総和を安定モーメントとし、支点Aを基点としつり荷によるモーメントを転倒モーメントとすれば、アウトリガーを張ったとき、アウトリガーを張らないとき、いずれも転倒モーメントに対し安定モーメントが十分な値をもつように設計している。また後方に転倒しないように、最悪の条件でも（通常、荷をつらないでブームが最小半径となったとき最悪である。）2点の支持点のうち小さな反力を受けるアウトリガー側の反力が、全体の荷重に比べて十分な値をもつようにしている。この考え方は、外国各国の基準に対してもより安全なものである。

150tレッキングクレーンでは、この安定度をチェックする機能を備え、より安全としている。主巻、補巻のロープ端にロードセルを設け荷重を、ブームの根元に角度計を用いブームの起伏角度を入力し、図7にみられるように半径に応じたつり上許容荷重と現在のつり上荷重を表示し、操作者に対し注意を促している。またつり上荷重が許容荷重に対して95%になれば注意警報を、100%になれば巻上、ブーム降ろし回路をしゃ断し、それらの動作を停止させることによりクレーンの転倒を防止している。

他の安全装置としては、主巻、補巻の過巻防止機構、すなわち巻上し過ぎると自動的に巻上回路がしゃ断され巻上を停止させる機構、また起伏し過ぎると起伏回路がしゃ断され後方に転倒することを防ぐなどの安全機構を備えるなど、安全に対しては十分に考慮を払っている。

4 結 言

最近レッキングクレーンが、単に列車の脱線、転覆などの緊急復旧作業ばかりでなく、構内荷役用として用いられるようになり、年々つり上荷重の増大化、操作性の要求が増してきたため、それに対応すべく巻下、ブーム降ろしのための動力降下装置、アウトリガーの油圧化、モーメントリミッタの設置など、トラッククレーン並みの機能を用いるようになってきている。日立製作所はそれらの動向に対応すべく、より安全で操作性の良いレッキングクレーンの製作に邁進している。