U. D. C. 629.114.41 : 621.866-82

120 t 積自走運搬車の構造と性能

Mechanism and Characteristics of 120 t Elevating Vehicle

坂井裕親* 笠井健次郎*
Hirochika Sakai Kenjirô Kasai
岩崎義治* 松田暢之*
Yoshiharu Iwasaki Nobuyuki Matsuda

要　　旨

このたび日立製作所で開発し，石川島播磨重工業株式会社呉造船所に納入した120 t 積自走運搬車は，狭い構内で重量120 t までの大形ブロックを容易に運搬できるように，一般正規走行のほか，横走行およびその場でスピンターンする三つの走行姿勢をとることができ，さらに積載物を自力で積降ろしすることのできる油圧ジャッキ兼油圧サスペンションなどの新機構をもつ画期的な自走運搬車である。本文はその構造および性能の紹介である。

1. 緒　　言

本自走運搬車は，狭い造船所や製鉄所構内における重量品を最も合理的かつ能率的に運搬する目的で開発されたものである。

限られたスペース内で効率的に重量品の運搬・整理を継続的に行なおうとすると，どんなところへでも進入せねばならぬという前提条件から，一般自動車なみの前後走行性能のほかに，横方向への走行（幅寄せ）およびスピンターン（360度あらゆる方向に頭を向けることができる）の性能を自らの動力で行なうことが必要となる。

一般自動車を横方向に移動させる方法として，その都度アタッチメントを装着して，ある限られた距離の移動を行なわせたり，自動車全体をジャッキアップして車輪の方向を変え，ジャッキをおろして車輪を接地させて初めて横方向に運行するというような方法は従来実施されているが，100 t 級の自走運搬車で，あくまで自動車という観念の中で，随時随所でボタン一つの操作で，荷物を載せたまま自由に車輪の姿勢を変え，一般正規走行，横走行，その場でのスピンターンを行ないうる機能を，その運動性能の中に織り込んだ車は今まで存在しなかった。

今回，日立製作所で開発した“120 t 積自走運搬車”は上記要求を100％満足し，しかもクレーンの力を借りることなく，荷台の昇降によって自力で荷役作業のできるセルフローディングシステムを付加した理想的な構内用運搬車で，次のような多くの特長を有している。**表1**は仕様諸元を，**図1**および**図2**は外形および性能を示したものである。

（1） 駆動輪ユニット，従動輪ユニットは独特な車輪配置で，それぞれ車体に対し旋回できるので，正規走行，横走行およびその場でスピンターンすることができる。

（2） 正規走行，横走行，スピンターン姿勢への変換はボタン一つで自動的にできる。

表1　仕　　様　　諸　　元

形　　式	日立 HTT 1201
性　　能	
最大積載量	120,000 kg
最高速度（平坦路直進）	
120 t 積載走行時	約 4 km/h
空車走行時	約 10 km/h
最小回転半径	
正規走行時	約 8 m
横走行時	約 20 m
荷台昇降	250 mm
寸　　法	
全長	約 10,800 mm
全幅	5,500 mm
全高（最低）	1,650 mm
（最高）	1,900 mm
（上面木材厚さを含まぬ）	
軸距（第1, 2軸間）	2,500 mm
（第2, 3軸間）	2,500 mm
最低地上高	80 mm（走り装置部） 200 mm（キャブ，エンジン部）
定員	2名
重量	
空車重量	約 45,000 kg
車両総重量	約 165,000 kg
エンジン	
形式	日産UD434 ディーゼルエンジン
最大出力	151 PS/2,200 rpm
トルクコンバータ（逆転機付）	
形式	ニイガタ DBRG 100 MS230
逆転方式	撰択しゅう動歯車式（手動切換）
歯車比	前進 1：1 後進 1：1.026

形　　式	日立 HTT 1201
トランスミッション	
高低速切換	
形式	常時かみ合い式
歯車比	高速段 1：1.07　低速段 1：2.56
正規・その場旋回切換	
形式	撰択しゅう動歯車式＋湿式多板クラッチ式
差動歯車形式	すぐば傘歯車式
減速機	
歯車形式	スパイラルベベルギヤ
減速比	1：1.87
ドライブアクスル	
形式	全浮動式，スパイラルベベルおよびプラネタリギヤ減速
減速比	1：17.8
タイヤ	
種類	ウレタンソリッドタイヤ
サイズ—本数	36×16×30—12 本
サスペンション	垂直しゅう動式油圧ジャッキ兼用油圧サスペンション式
フレーム	全溶接構造
かじ取り装置	パワーステアリング
正規走行	第1，3軸操舵
横走行	全軸90度旋回，全軸操舵
スピンターン	第1，3軸定位置旋回
ブレーキ装置	
サービス	空気油圧式（エマージエンシーブレーキ付）
パーキング	機械式
油圧装置	
ポンプ形式	油圧ジャッキ用，スピリットフロープランジャポンプ
操舵用ギヤ式	
切換バルブ	ソレノイド式
電気装置	DC 24 V

＊　日立製作所笠戸工場

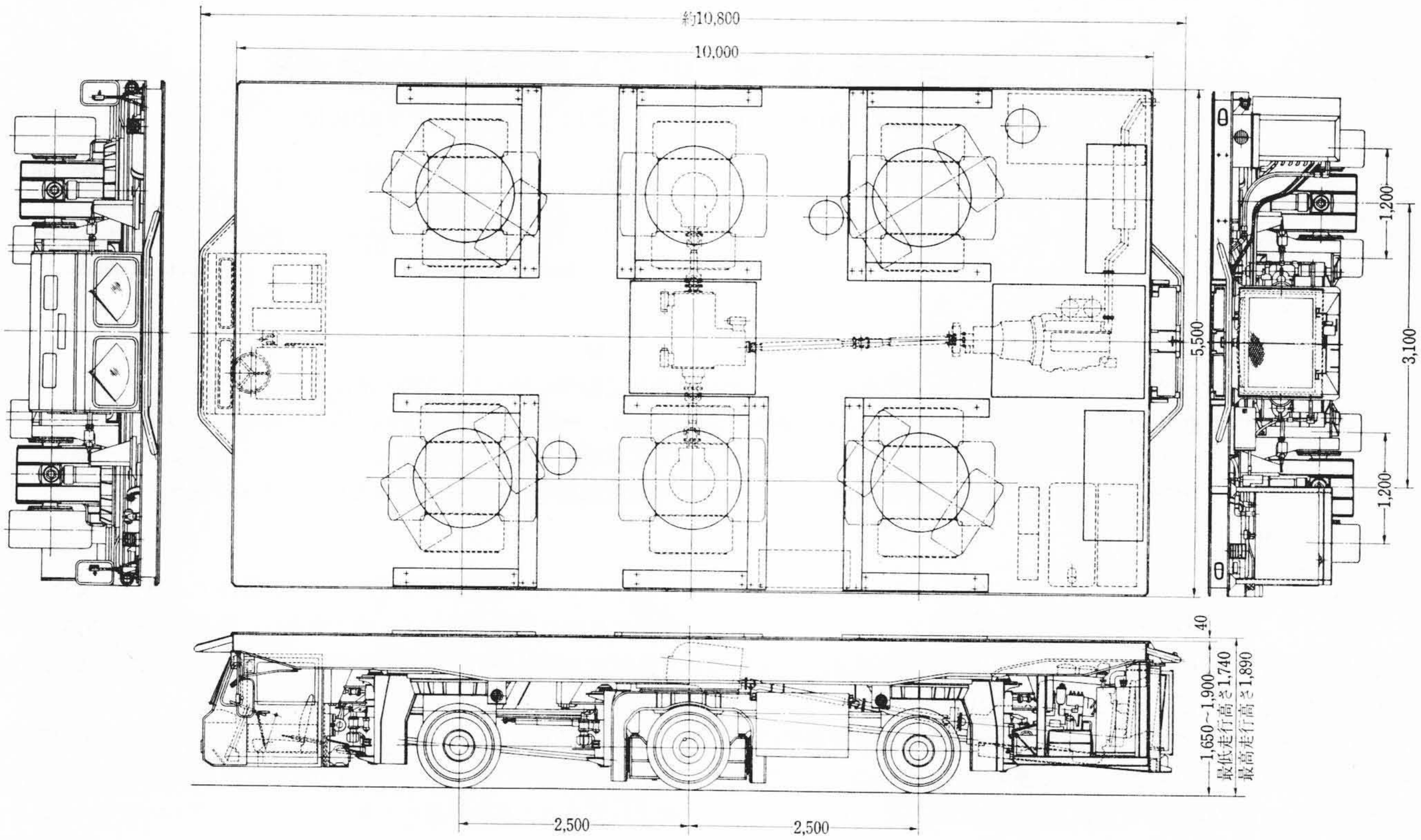

図1　120t 積自走運搬車形式図

エンジン　日産UD4
トルクコンバータ　DBRG100(MS230)
減速比　高速35.6
　　低速85
タイヤ有効径　0.9m

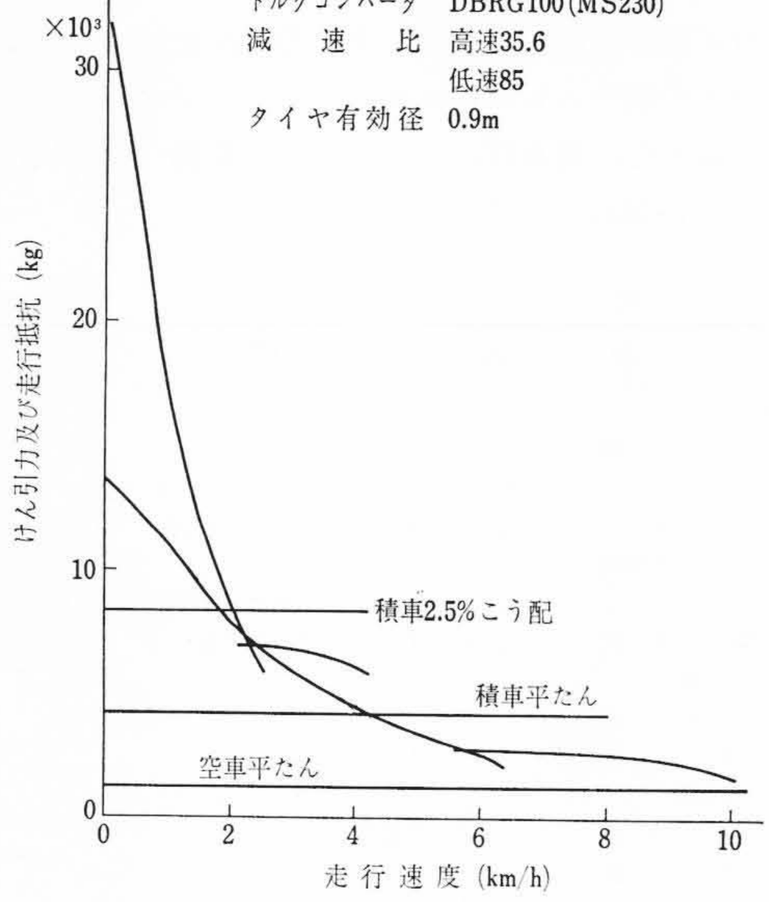

図2　走行性能曲線図

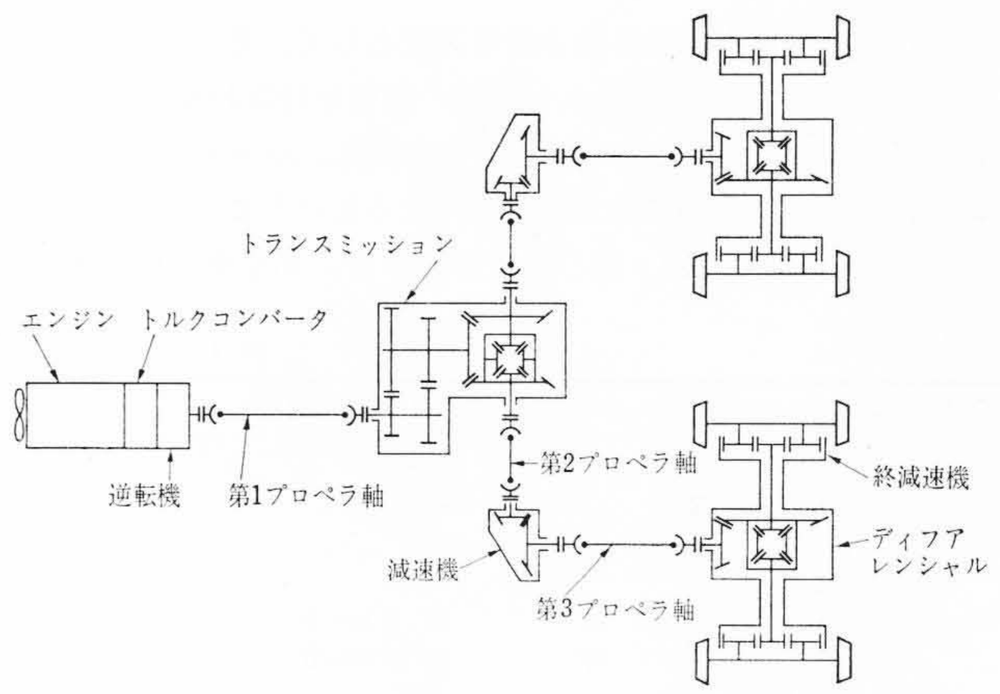

図3　動力伝達系統図

（3）　動力伝達装置は，荷台の昇降に関係なく動力伝達できる構造になっているので，荷台の昇降と走行の組合せにより，自力で荷役作業ができる。

（4）　荷台昇降の同期性は，特殊油圧ポンプを用いた等量供給方式によって良好である。

（5）　すべての操作は運転室からのワンマンコントロール方式である。

（6）　正規走行時の最小回転半径は約8mと一般トラックより小さく，横走行時においても約20mで操舵(そうだ)できるので，自由自在に走行することができる。

（7）　油圧サスペンションの採用で，構造が単純，しかも車輪の路面への追従性が良好である。

（8）　ウレタンソリッドタイヤの使用により，荷台が低く作業性および安定性がよい。

（9）　荷台上面は平面であるので，積載物の安定性がよい。

(10)　運転室は荷台下面前方にあるので，見通しがよく，積載物の障害にならない。

(11)　駆動方式は，ディーゼルエンジン・トルクコンバータ方式であり，経済的であると同時に運転が容易である。

(12)　保守点検性の容易な車体構造である。

2. 構造および性能

2.1 構　　造

2.1.1 動力伝達装置

動力伝達系は，図3に示すように，エンジンの出力はトルクコンバータ，逆転機，第1プロペラ軸，トランスミッション，第2プロペラ軸，減速機，第3プロペラ軸を経て駆動車輪に伝達されている。

（1）　トルクコンバータ

自動車用として製作されているニイガタ DBRG 100 形で，逆転機を内蔵し，コンバータ運転から直結運転へは自動的に切り換わる全自動式であり，またクラッチ操作は，電磁—空気式の採用により，運転操作は非常に容易である。

（2）　トランスミッション

正規走行および横走行の場合は，左右の出力軸の間にディファレンシャル機構を必要とし，スピンターン時には，左右の出力軸を互に逆回転させるため，ディファレンシャル装置および正規・横走行—スピンターン駆動系の切換装置を内蔵し，電磁・空気で自動的に切り換える方式である。 図 4 は正規・横走行—スピンターン動力系の切換えを示すもので，一つのベベルピニオンとかみ合う二つのベベルギヤ，ディファレンシャル装置および三つのクラッチから成っており，正規・横走行駆動系の場合は，ベベルピニオンから一つのベベルギヤに動力が伝達され，ディファレンシャルを経て両出力軸を同一方向に回転させる。またスピンターン駆動の場合は，クラッチ操作によって，ベベルピニオンから，二つのベベルギヤに動力が伝達され，ディファレンシャル作用のない状態で，左右の出力軸を互に逆回転させる。

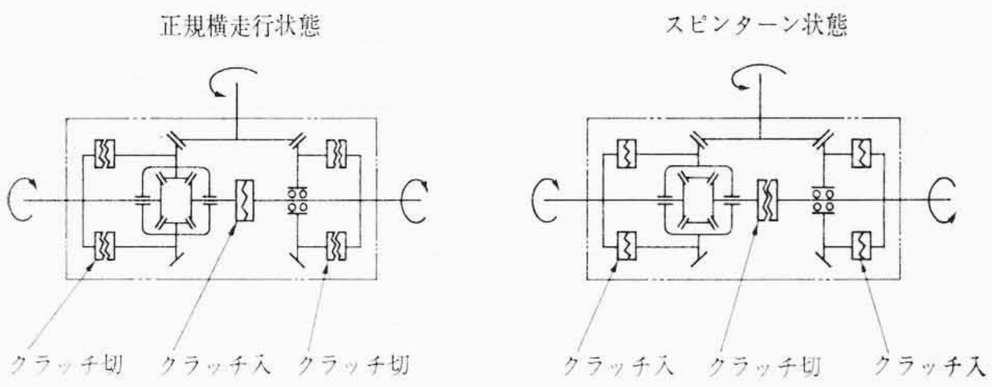

図 4　正規・横走行—スピンターン動力系

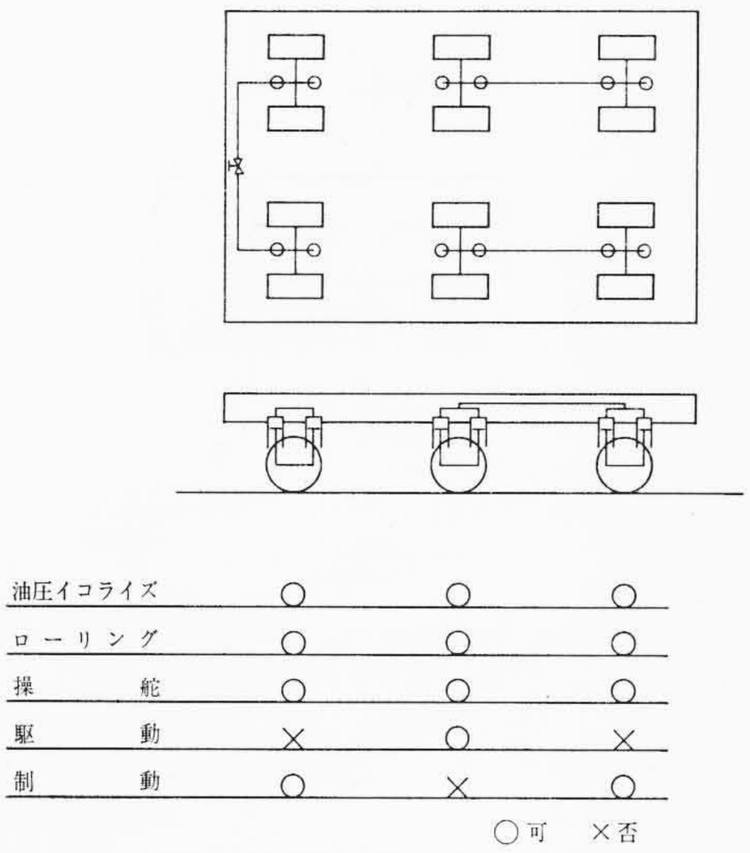

図 5　走行装置の配置

（3）　減　速　機

第 2 プロペラ軸より伝えられた動力を駆動車輪上部で 90 度方向を変えるもので，一組のベベルギヤで構成されている。また本ベベルギヤを中空形ギヤキャリヤに取り付け，このギヤキャリヤ上部に第 3 プロペラ軸のクロスジョイントを取り付けることによって，低い荷台にもかかわらず，荷台昇降に支障なく動力を伝達している。

（4）　駆動軸および終減速機

駆動軸は全浮動式・バンジョー形で，中央部にディファレンシャル装置を，また左右の車輪内に終減速機〈プラネタリ減速機〉を内蔵している。

2.1.2　走行装置および懸架装置

本車両の走行装置は，駆動輪ユニット二組と従動輪ユニット四組で構成されている。図 5 は車輪配置・各車輪のイコライズ，駆動，制動の模様を示したものである。

懸架装置は駆動輪および従動輪を油圧サスペンションシリンダにより支持し，第 1 軸の左と右，第 2 軸と第 3 軸の左どうしおよび右どうしをそれぞれ油圧連通回路によって連通し，イコライズしている。なお，第 1 軸の連通管に設けられているバルブの開閉により，3 点支持と 4 点支持の切り替えができる。またこの油圧サスペンションシリンダに 250 mm のストロークを与え油圧ジャッキとして作用させることができる。図 6 は従動輪ユニットの構造を示したものである。

2.1.3　操舵装置および走行姿勢変換装置

本車両は正規走行，横走行およびスピンターンを行なうための走行姿勢変換装置と，正規走行および横走行時の操舵装置を必要とする。各車輪ユニットはターンテーブルにより回転自在で，横走行時は各車輪ユニットを 90 度回転し，スピンターンの場合は各車輪ユニットを同心円上になるように回動させねばならない。回動させる動力源には油圧シリンダを用い，各車輪ユニットを定

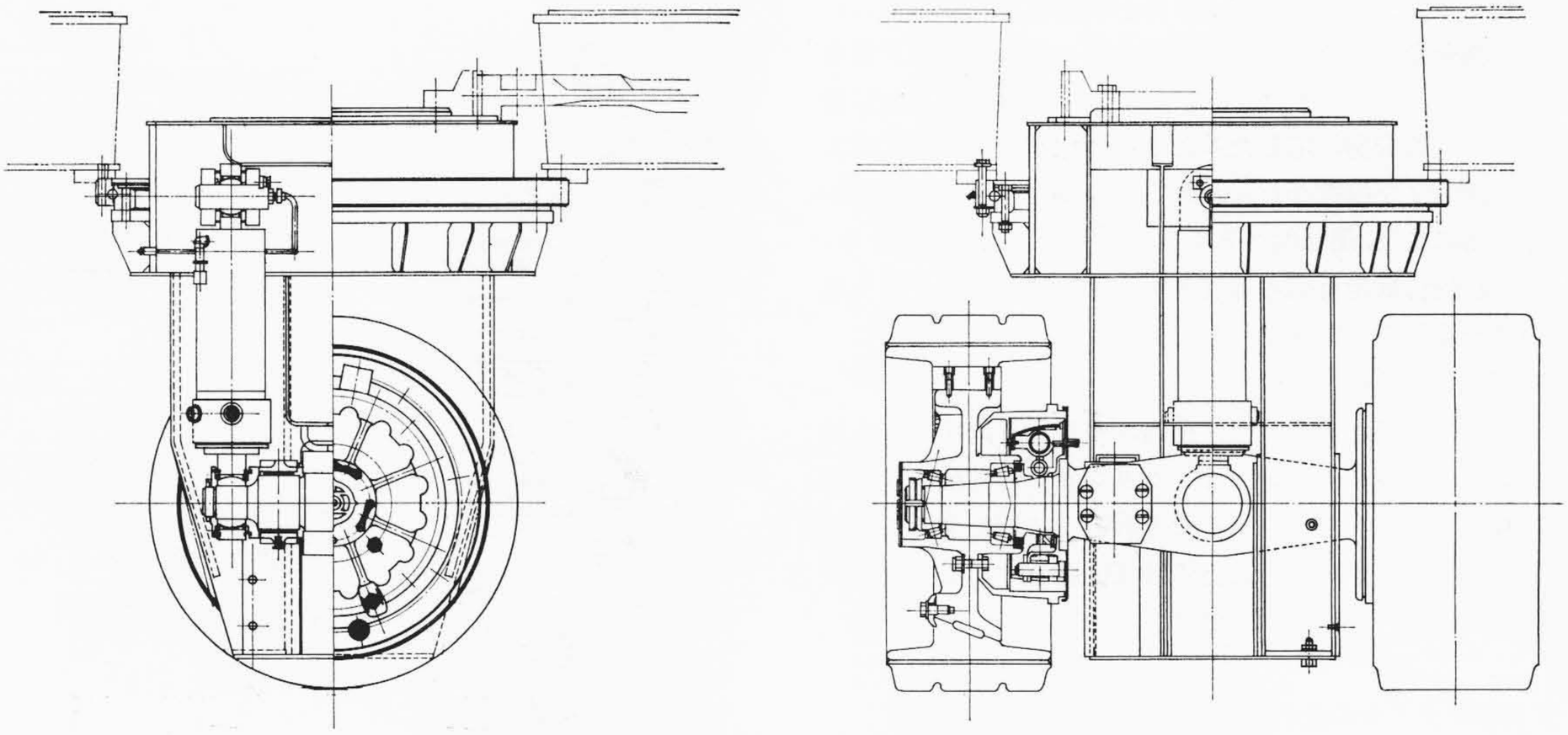

図 6　従　動　輪　ユ　ニ　ッ　ト

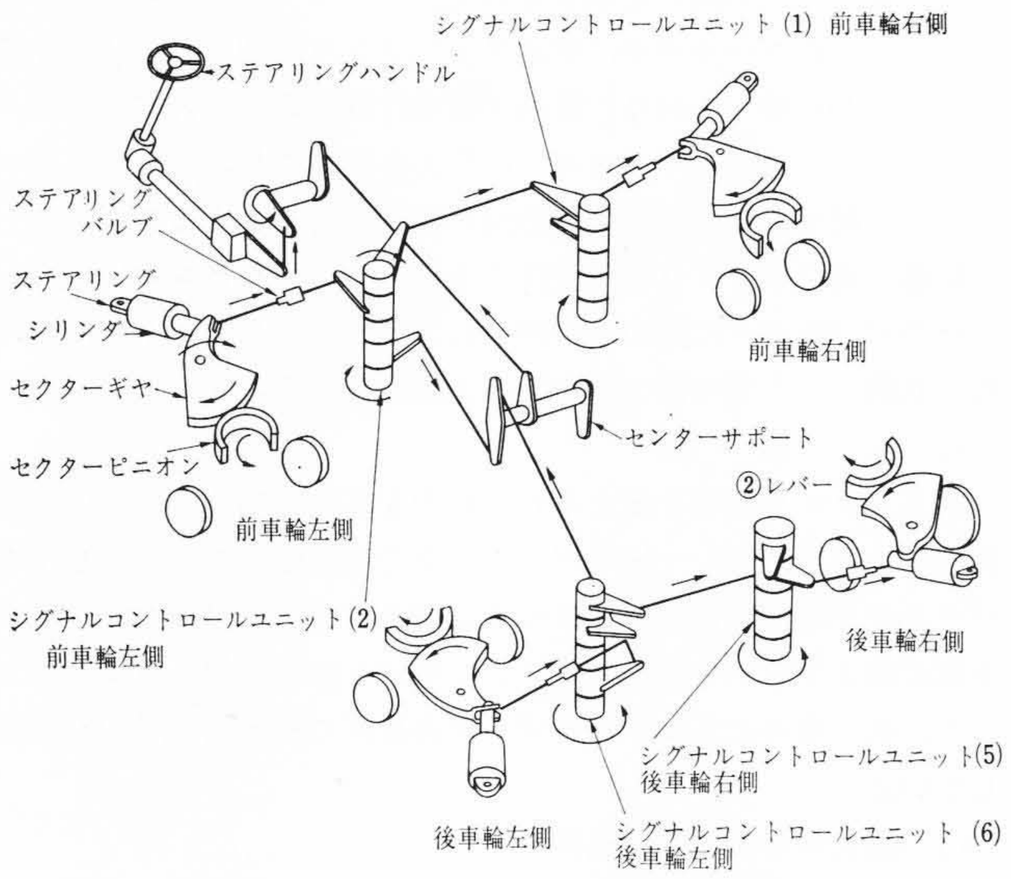

図 7　正規走行操舵リンク系統図

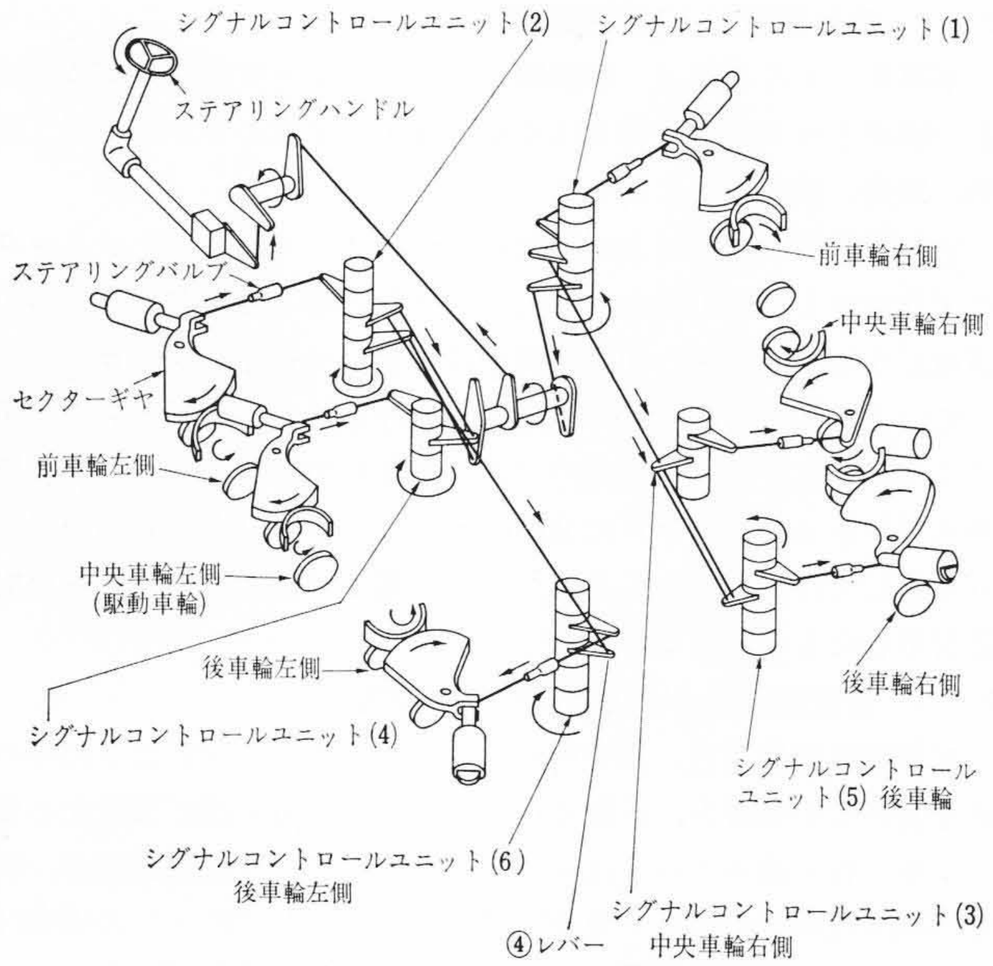

図 8　横走行操舵リンク系統図

位置まで回動させるための指示および停止位置検出装置をもった姿勢変換用の指令系および正規走行・横走行の両操舵リンク指令系をもったシグナルコントロールユニットを各車輪ユニットに設け，それぞれの走行姿勢に応じた系だけを選択結合することによって，姿勢変換および操舵が行なわれる。なお姿勢変換は電気・油圧制御の採用により，運転席からボタン一つで自動的にできる。図 7，8 は正規走行，横走行時の操舵リンク系統図である。図 9 は操舵および姿勢変換の経路図を示したものである。

2.1.4　油　圧　装　置

積載物を安定に昇降させるため，荷台が平行に昇降するよう油圧ジャッキシリンダ（サスペンションシリンダ）の伸縮に同期を保つこと，6 個の車輪ユニットをそれぞれ確実に操舵することおよび走行姿勢変換の自動化が行なえる油圧回路とすることが必要である。図 10 は荷台昇降の油圧回路図である。

2.2　性　　能

2.2.1　ソリッドタイヤの走行性能

本車両のころがり抵抗係数をプロペラ軸トルクの測定値から換

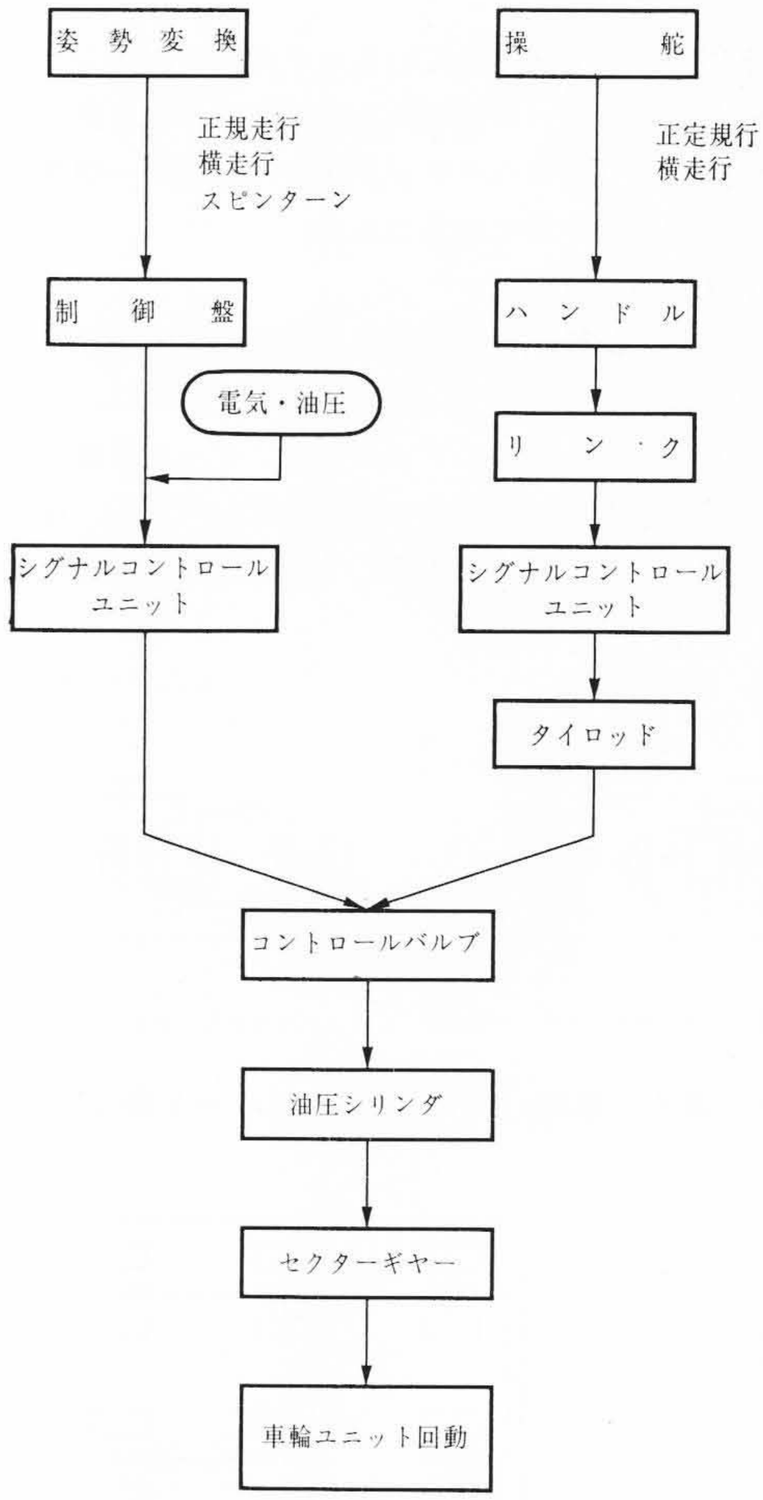

図 9　操舵・姿勢変換経路図

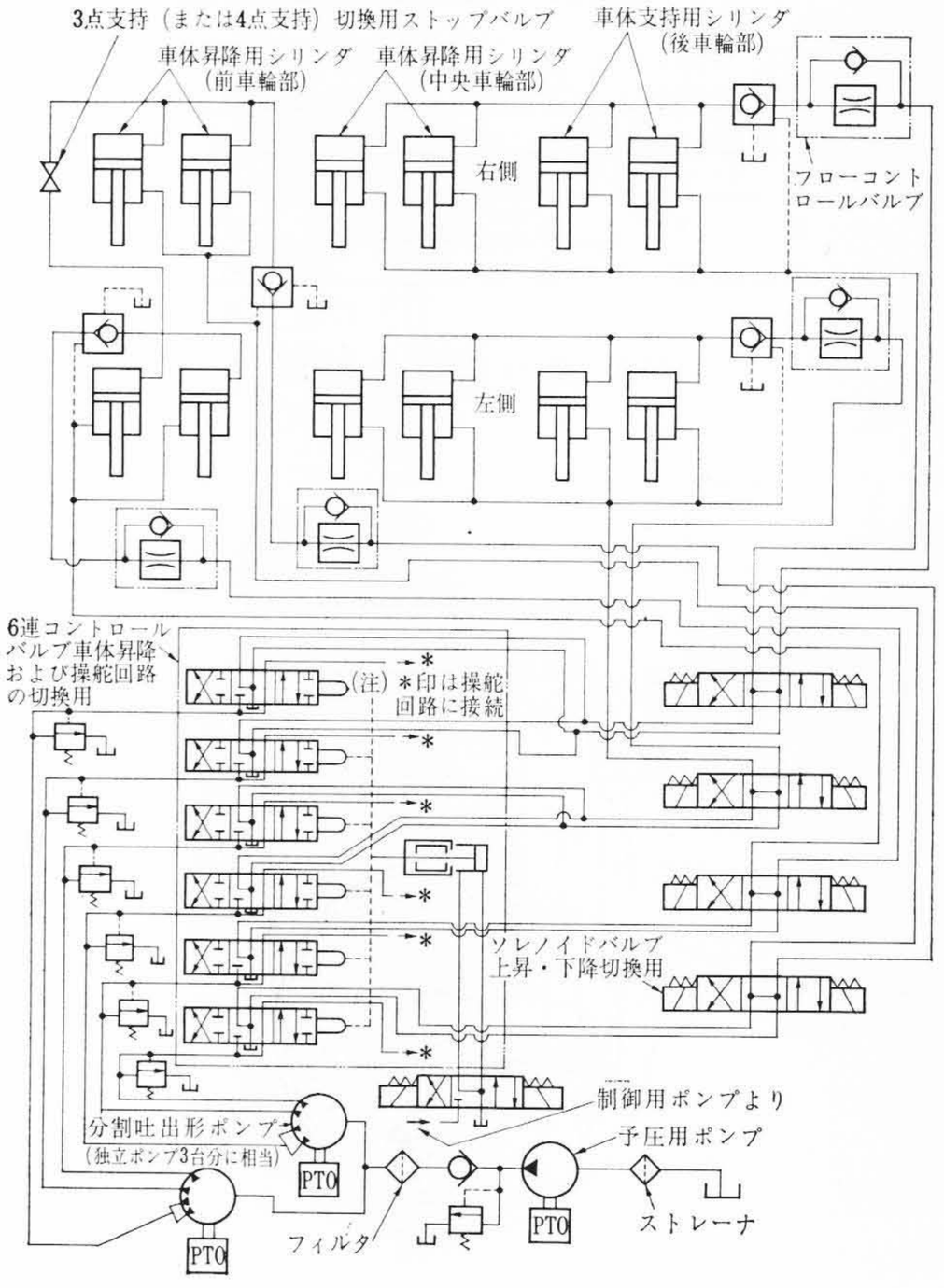

図 10　荷 台 昇 降 油 圧 回 路

表2　自動操作による作動時間　（単　位：秒）

項　　目	設　計　値	実　測　値
正規位置より直角位置	57	53
直角位置より正規位置	57	57
正規位置よりその場旋回位置	27	22
その場旋回位置より正規位置	27	25
直角位置よりその場旋回位置	33	25
その場旋回位置より直角走行位置	57	57
シリンダ上昇時間	37	30
シリンダ下降時間	30	28

注：（1）　エンジン回転数　2,200 rpm
（2）　荷重（鋼板）　150 t 積載
（3）　コンクリート舗装路面

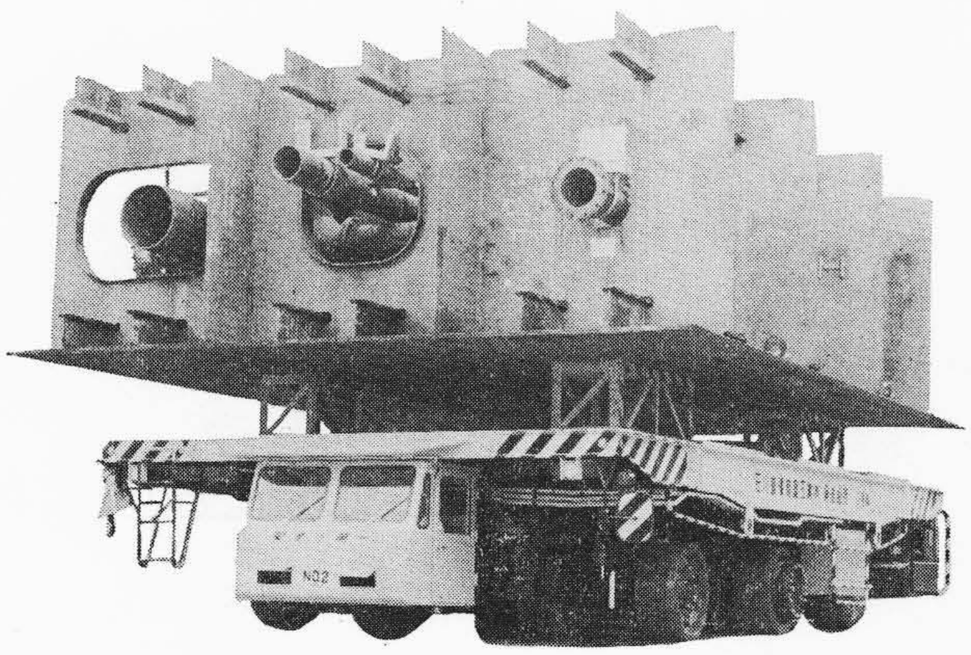

図 11　ブロック運搬中の 120 t 積自走運搬車

算すると積車時(110% 負荷時) においても計画性能にはじゅうぶん余裕がある。なお，ころがり抵抗係数の値は，タイヤ単体による測定値よりも若干高い値となっている。またソリッドタイヤの粘着係数は，コンクリートまたはアスファルト舗装路面において乾燥状態，水または砂散布状態についてタイヤ単体を用いて測定し，いずれの場合もあまり変わらないことが確認された。

2.2.2　姿勢変換性能

運行に機動性をもたすため，前述の姿勢変換に要する時間を極力短くすることが望まれる。 最大積載量の 125% に相当する 150 t 積載時の姿勢変換所要時間は**表 2** に示すとおりであり，じゅうぶんである。またサスペンションシリンダの昇降時間は**表 2** に示すように 30 秒程度であり，積降ろし時間がきわめて短縮される。

2.2.3　走行性能そのほか

走行試験において，空車 10.3 km/h，積車 4.5 km/h の最高速度が得られ，じゅうぶんな走行性能を有している。また，正規走行で 7.95 m, 横走行で 18 m の最小回転を有することが確認され，それぞれ設計値の 8 m，20 m の値を満足しており，じゅうぶんな旋回性能をもっている。

3.　新機構の採用

図 11 はブロック運搬中の本運搬車を示したものである。 本車両は要求性能を満足させるため**表 3** に示す新技術を折り込んで製作した。その概要は次のとおりである。

（1）　車　輪　配　置

車輪にはウレタンソリッドタイヤを使用し，その負担能力から車輪数を 12 個と定めたが，3 姿勢走行いずれに対しても無理のない，合理的な車輪配置を得るために，2 輪ずつ一軸にまとめた

表3　要求性能と新技術

要求性能と必要条件		新技術
自走式	駆動力装置の具備	3姿勢走行が可能なエンジン・トルクコンバータ駆動方式
機動性	3姿勢走行（前後走行／横走行／スピンターン）	3姿勢走行切換装置
		2姿勢ステアリング装置
		旋回軸受支持によるユニット式車輪
	小さな旋回半径	旋回軸受支持によるユニット式車輪
		全ユニット車輪操舵方式
	低い荷台	大形ウレタンソリッドタイヤ
	走行中荷台昇降	トーションバー式駆動軸支持方式
凸凹走行	路面への追従性	油圧ジャッキ兼用油圧イコライズ式
運転性	変速の容易さ	全自動トルクコンバータ
	走行姿勢変換の容易さ	自動操作（電気—油圧式制御方式）
	荷台昇降操作の容易さ	6台の油圧シリンダの同期制御
	ハンドル操作の容易さ	重荷重用　パワーステアリング

6 個のターンテーブル付車輪ユニットを採用し，これらを車両の側面から見て 3 軸となるように配置した。中央の 2 ユニットは駆動車輪で，走行時の輪重抜けを防ぐため，油圧サスペンション方式を利用して，常時駆動軸に荷重がかかるよう配慮した。また駆動車輪ユニットとしては減速機の取付け，駆動トルク反力の処理に対しトーションバーを利用したコンパクトな構造とした。

（2）　動　力　伝　達

一つのエンジンで 2 個の駆動車輪ユニットを駆動するため，車輪ユニット内のディファレンシャルを含めて 3 組のディファレンシャルを配置した。さらに，その場でスピンターンする場合は，各駆動車輪ユニットを互に逆方向に回す必要があるため，前記のトランスミッションを開発した。また低い荷台にもかかわらず，荷台昇降に支障なく動力を伝達するため，スプラインによって上下にしゅう動しながら動力を伝達することのできる縦形減速機も開発した。

（3）　操　　舵

各車輪ユニットは運転席ハンドルからの指令に従って，油圧シリンダで必要角度だけ回動されるが，正規走行および横走行のそれぞれの場合において，制御される車輪の数とその運動の方向が異なるので，2 系統のリンク・タイロッド系を考案し，必要に応じて選択使用できるようにした。

（4）　走行姿勢変換

各車輪ユニットはターンテーブルで回転自在である。横走行時は，各車輪ユニットを 90 度だけ回し，スピンターンの場合は各車輪が同心円上にあるように回動させる。

各車輪ユニットを定位置まで回動させるための指示および停止位置検出装置をもった姿勢変換用の指令系を設け，この指令系と姿勢変換後の走向ハンドルによる操舵指令系とを各車輪ユニットに共存させ，その時々に必要な系だけを選択結合する方式である。**図 12，13** は横走行およびスピンターン姿勢の状態を示したものである。

（5）　走行姿勢変換の自動化

上述のような 3 姿勢への変換と，それに伴う操舵系の選択結合を自動化するため，各動作を単位動作に分解し，それぞれを電気的指令—リレー—電磁弁—油圧シリンダによって分離・結合の動作を行なわせる。また各動作の終了をリミットスイッチで検出し，リレーにフィードバックして次の動作に移る態勢をつくる。たとえば正規走行から横走行に変換する場合は，いったん停車して“横走行”のボタンを押す。そうすると次のような順序で姿勢変換が行なわれる。

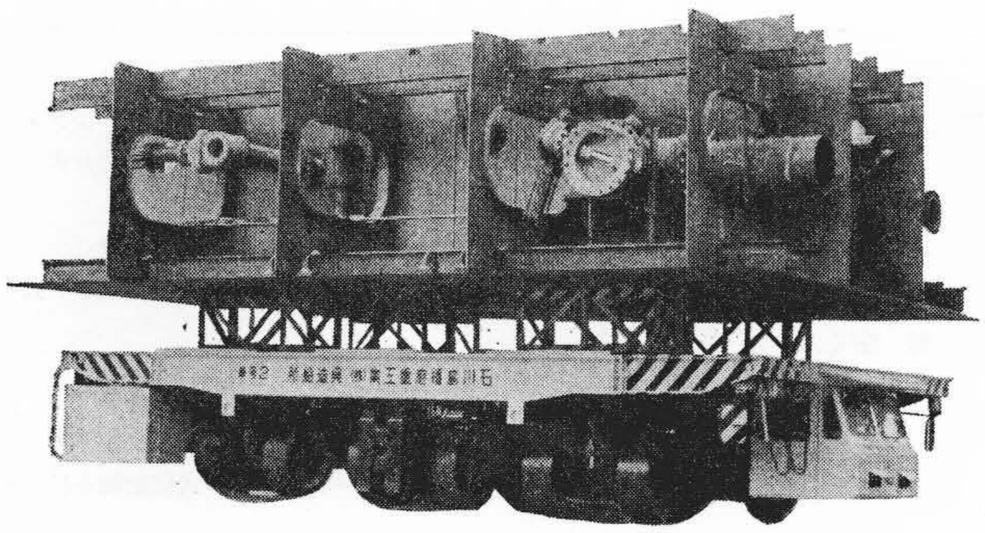

図12 横走行姿勢

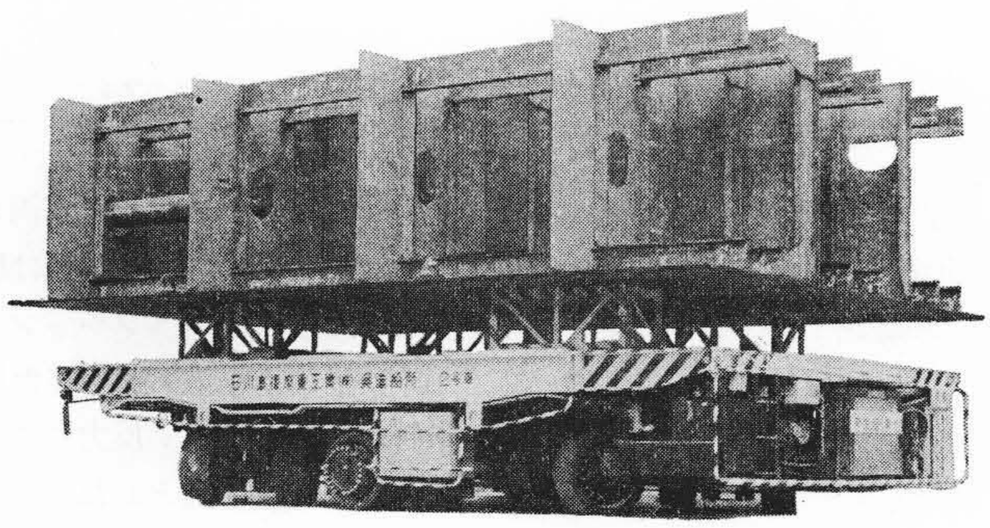

図13 スピンターン姿勢

（a） 正規走行用の操舵リンク・タイロッドの解放
（b） 車輪ユニットを90度回動させる指令リンクの結合
（c） 油圧シリンダにより車輪ユニットを90度回動
（d） 横走行用操舵リンク・タイロッドの結合
（e） 姿勢変換用の指令リンクの解放

この各動作は，作動終了とともに運転台表示盤にランプで表示され車輪が全部横を向けば，動力を入れて横走行に移る。

（6） 油圧サスペンション(1)

日立製作所が500t積トレーラで開発した方式を改良して適用した。各車軸を油圧シリンダで支持し，イコライズ車軸の油圧シリンダどうしを連通管で結んだもので，連通されたシリンダ群の中では，路面の凹凸(でこぼこ)に対しイコライズされることになる。この方式は，機械式イコライズ方式に比べ，構造が簡単で荷台が高くならない利点がある。

（7） セルフローディングシステム

上記油圧サスペンションシリンダに外部から圧油を給排して，ジャッキ作用を行なわせ，荷台を昇降させるもので，適当な支持台を使用して，クレーンなどの荷役機械の力を借りずに荷物の積み取り，置き逃げを行なうことができる。図14は本動作の状態図である。なお，荷台が水平に昇降するように，各シリンダに等量の圧油が給排される油圧回路となっている。

（8） 安全について

大形重量品の運搬を安全に行なうため，運転室を荷台の下面に入れ込むとともに，姿勢変換の動作中は走行ができないとか荷台昇降中はほかの動作および走行ができないインターロックを装備し万全を期している。また，セルフローディング機構をもっているので重量物に対して荷台を上昇させてとることとなり衝撃なしにローディングすることが可能である。

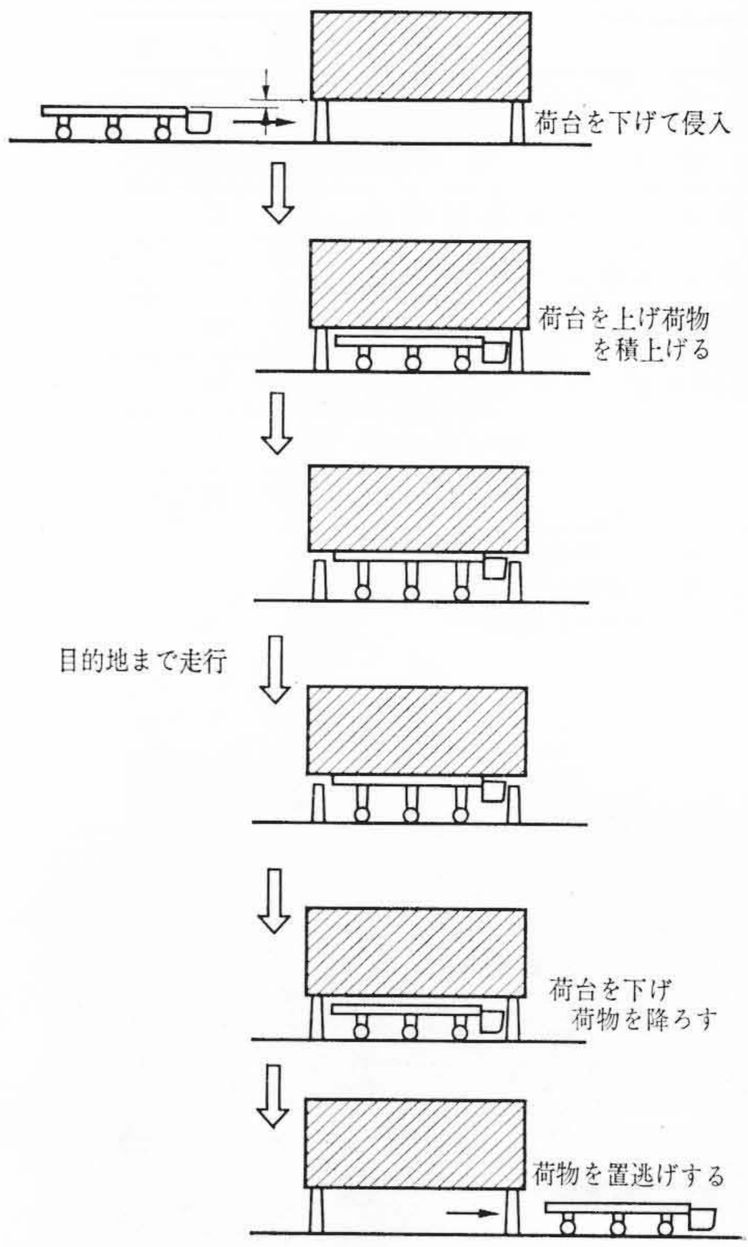

図14 クレーンなしの積降ろし方法

4. 結　　言

新機構を採用した本車両の構造とその性能について紹介したが，これを要約すると下記のとおりである。

（1） 造船所などにおける使用現場および日立製作所製自走車の仕様，稼働状況の調査により各部強度，運行性能，操作性など，実際の使用に適するように各部仕様を決定し，これを満足するように設計した。

（2） 試験の結果，性能，強度とも所期の目的を達していることが確認され，姿勢転向の容易さ，セルフローディング機構による積降ろしの迅速性，小さな旋回半径など機動性に富んでいることが立証された。

終わりに，本車両の開発にご協力賜わった石川島播磨重工業株式会社呉造船所の関係各位に深く謝意を表する。

参　考　文　献

（1） 村田，坂井，ほか，日立評論 50，795（昭43-9）