

500 t 積トレーラの構造・性能

Mechanism and Characteristics of 500-ton Trailer

村 田 師 男* 坂 井 裕 親*
Norio Murata Hirochika Sakai

古 沢 丈* 岩 崎 義 治*
Tasuku Furusawa Yoshiharu Iwasaki

要 旨

このたび日本通運株式会社に納入した 500 t 積トレーラは直径 4 m、重量 500 t 級の化学プラント用塔槽類を輸送するために開発されたもので、走行懸架、操舵(そうだ)装置に新機構を採用して低い荷台高さ、軽量化などのほか、台車を分割して小形トレーラにするなどの要求性能を満たすとともに、多目的に活用できるようにした画期的な超重量物輸送用トレーラである。本文は新機構のトレーラの構造性能について述べるとともに設計製作に際して実施した試験検討結果をまとめたものである。

1. 緒 言

200 t 級以上の大径長大な化学プラント用塔槽類の陸上輸送は従来おもに原始的なコロ引き運搬で行なわれてきた。これらの作業には多くの時間と人員を必要とし、きわめて非効率なものである。わが国における化学プラント機器も近時大形化してきたので輸送業界もこれら超重量品の輸送の合理化に目を向け始め、すでに大形発電機や変圧器などの輸送用として開発されているトレーラ輸送を考慮するようになった。

本トレーラは直径 4 m、重量 500 t 級の反応塔を積載したまま船積みのできる高さ 6 m、幅 6 m の車両限界を満足させるもので、油圧バランス式懸架装置を採用して低床化したものである。油圧操舵装置には新機構として台車を分割可能な構造にするなど各所に新方式を採用しており、事前検討も十分に行なって設計製作したので所期の性能を得ることができた。本トレーラは寒冷地でも使用が可能なように使用材料の低温ぜい性を考慮し、台車わくの主要部に SM41C、主要鋳鋼品に SCA2 を採用した。図 1 は 500 t 積トレーラの載荷状況を示したものである。

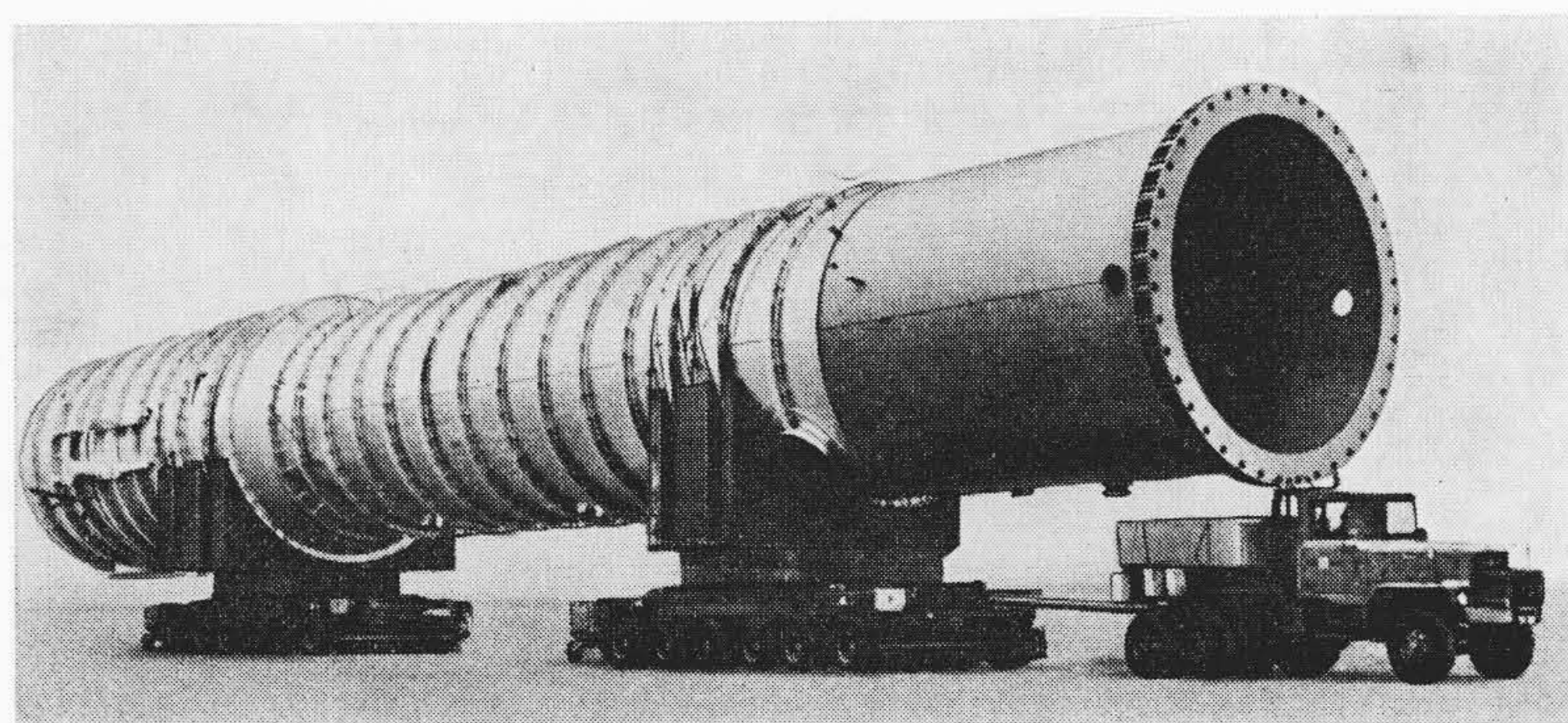


図 1 500 t 積トレーラ載荷状況

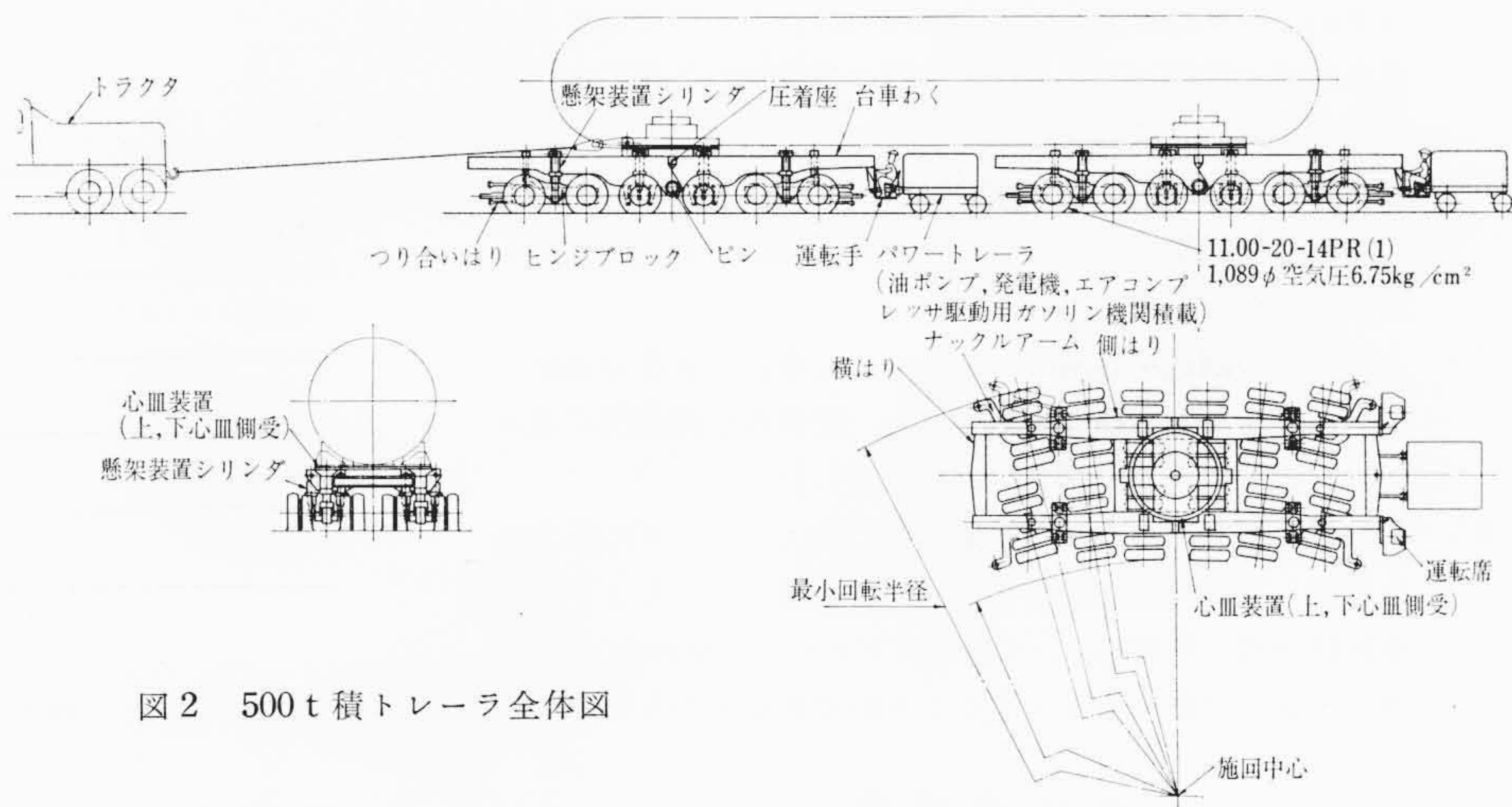


図 2 500 t 積トレーラ全体図

2. 500 t 積トレーラの概要

本トレーラの全体は図 2 に示すように、2 台の 6 軸台車から構成されている。各台車の台車わく上部に心皿およびサドルを設けこの上に積載物を積載して運搬する方式である。台車わくを簡単化するためパワーユニット関係(ブレーキ用圧縮空気、操舵用油圧、作業灯および電動ジャッキ用電源などを装備)を別個の小形トレーラにまとめてドローバでけん引させている。なお、台車わくの中央部をピン結合式にし配管には簡単に分離結合できるセルフシーリングカップリングを採用し、6 軸台車を 2 分割して 250 t 積トレーラ 2 台としても使用できるように配慮してある。表 1 は主要諸元、性能を示したもので、以下本トレーラの技術的問題点と各部構造について述べる。

3. 新機構の採用

本トレーラの要求性能には過去に製作した大形トレーラになかった新しい問題点があったが、それらは下記によって解決することができた。

- (1) 荷台面高さ制限のために従来の機械式懸架装置ではとうてい制限寸法にはいらないので新しい油圧バランス式懸架装置を採用して要求の高さにおさえた。
- (2) この懸架装置は油圧シリンダと油圧回路の油密保持が不可欠の条件となり、溶接部なしのシリンダバレル、均一でバラ

* 日立製作所笠戸工場

表 1 500 t 積トレーラ主要諸元

車 両 名 称	日立 500 t 積トレーラ
車 両 形 式	HT5001
最 大 積 載 量	500 t
自 重	60 t × 2 (1 両は 2 台車より成る)
車 両 総 重 量	620 t
最 大 長 (1 台車)	13,500 mm
最 大 幅	4,500 mm
荷 台 高	1,500 mm (1,300~1,650 mm 調整可能) 500 t 積載時の荷台面高さ (標準) 1,760 mm
軸 数	6 × 2
輪 数	48 × 2
軸 重	51.4 t
輪 重	6.42 t
タ イ ヤ	11.00-20-15 PR (I)
リ ム	7.50 V × 20 (I)
懸 架 装 置	油圧によるイコライズシステム
操 舵 装 置	油圧によるパワーステアリング 操舵軸数 4 × 2
ブ レ ー キ 装 置	空油併用ブレーキ
使 用 条 件	
路 面	舗 装 路 面 またはこれに準ずる良好な路面
走 行 速 度	縦 断 こ う 配 1/20 以下 積 車 時 2 km/h 以下 空車直線路走行時 8 km/h 以下
けん 引 方 法	トラクタにて積載物または載荷用サドルをけん引

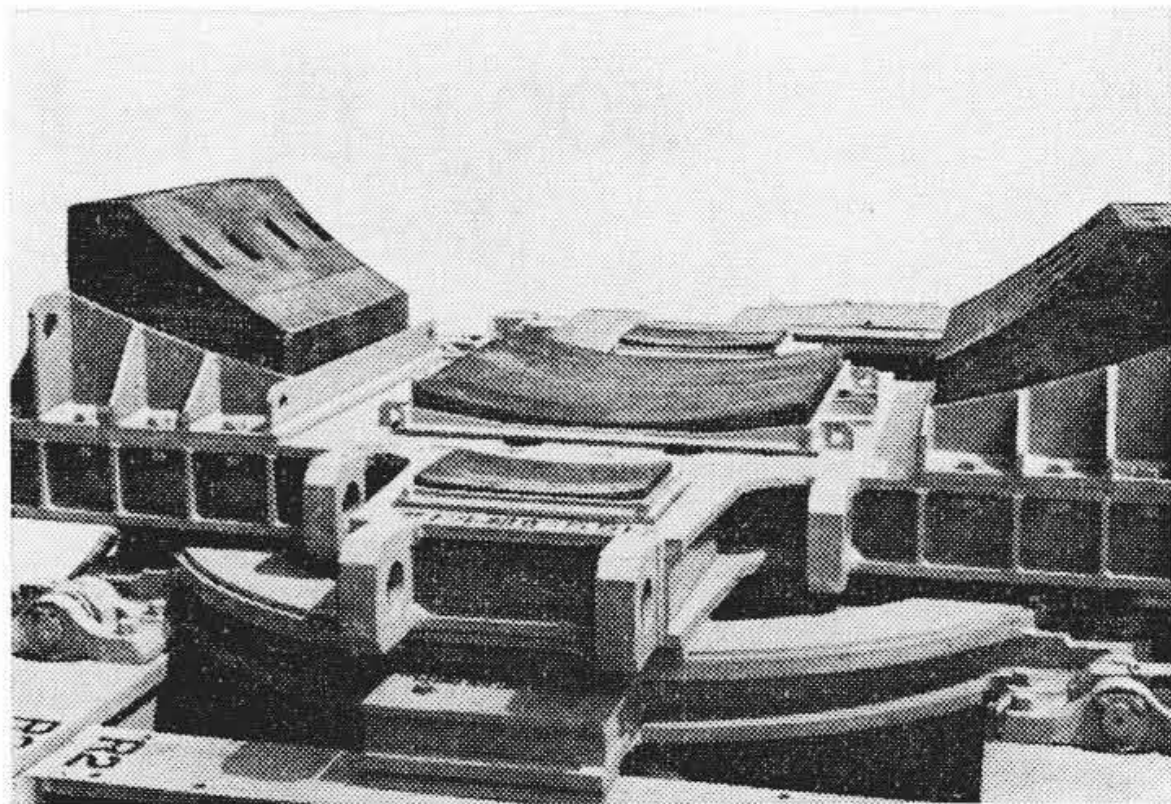


図 3 心 皿 装 置

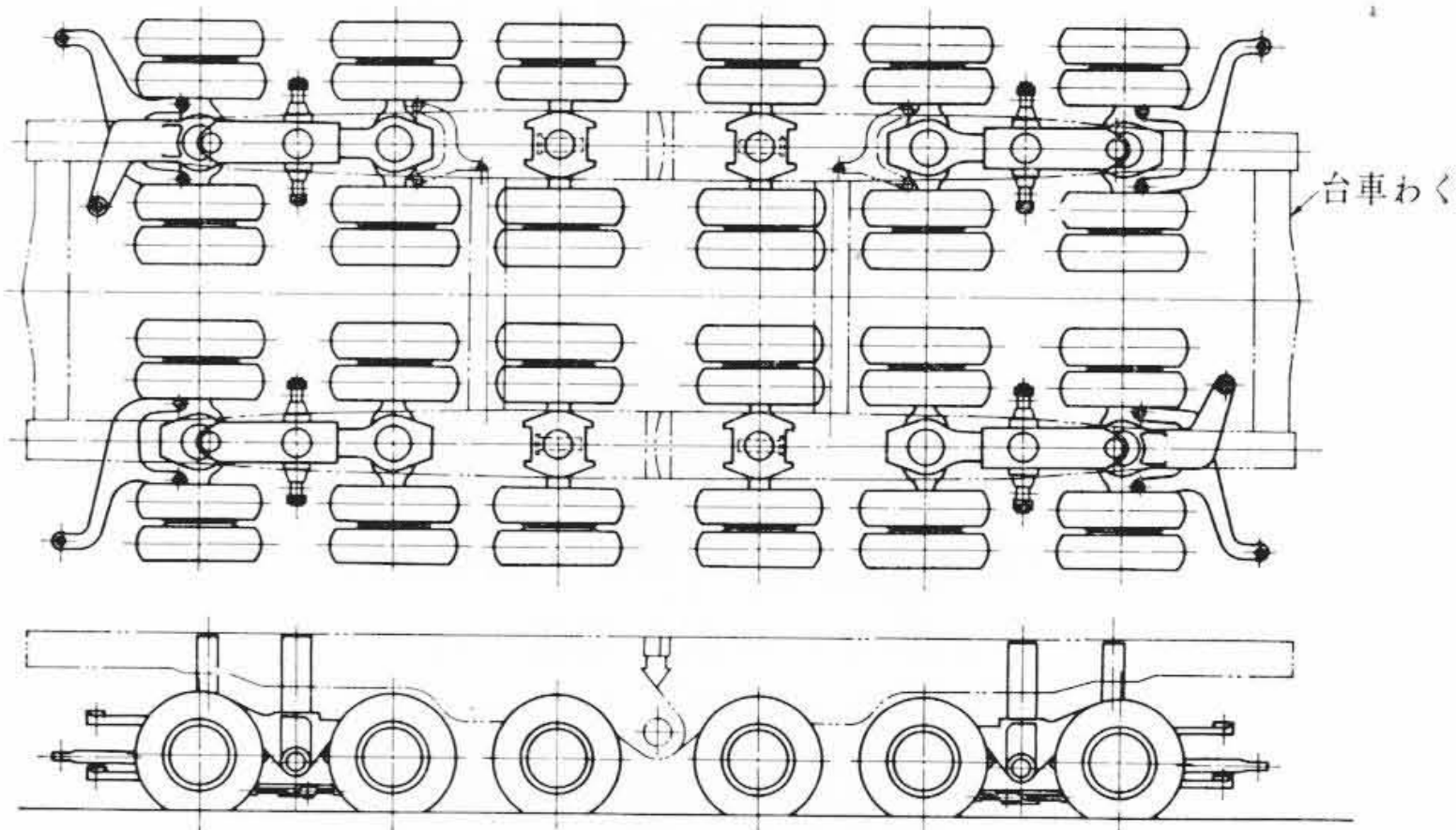


図 4 走行装置全体図

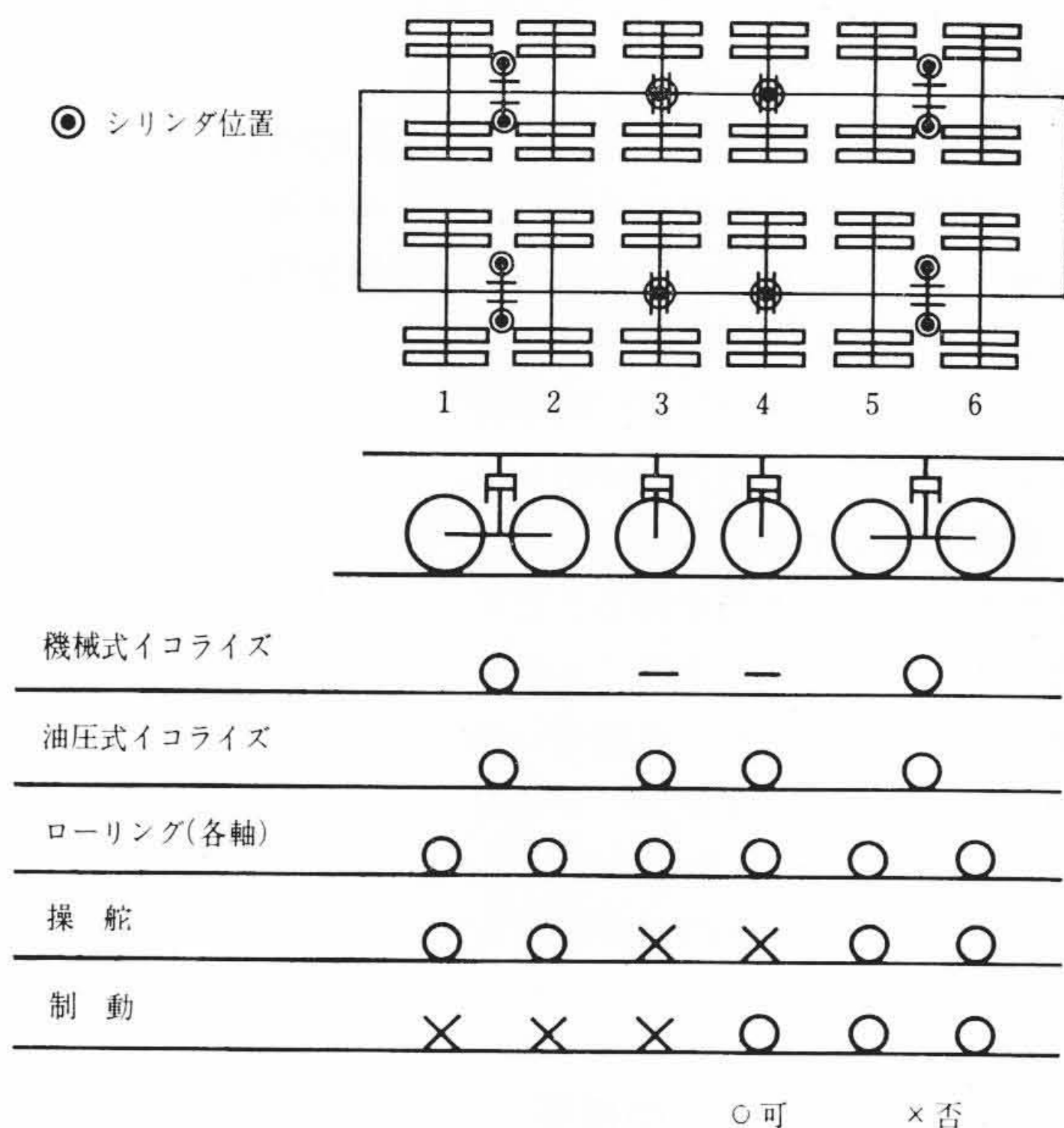


図 5 走 行 装 置 配 置

ツキの少ないUパッキン，アセタール樹脂バックアップリングを採用し厳格な荷重試験を実施して性能を確保した。

- (3) 油圧懸架装置の追従性能については凹凸路走行時の過渡的
油圧変動が問題であるが油圧回路の管径，機器配置に留意
しこれを最小限におさえた。なお油圧懸架回路はバルブの
操作によって適切なバランスを選ぶことができる。
- (4) 台車わくと走行装置にはさまれた狭いスペースに油圧式操
舵装置をおさめるため新機構を取り入れ，操舵および操舵
信号機構にガタのない変形の少ない部材を用いて操舵の安
定化を図った。
- (5) 台車わくを厚鋼板溶接構造(箱形断面)とし，積み荷による
垂直荷重と油圧バランス懸架装置の過渡的な負荷のアンバ
ランスを考慮して強度を決定した。
- (6) 走行装置と台車わくとの接続部はけん引力の伝達を行な
い，かつ懸架装置の油圧シリンダの伸縮による上下動をも
許す新機構をそなえている。
- (7) トレーラの回送を容易にするため，台車わく各部の連結を
すべてボルトおよびピン結合とし，配管の分離個所にはセ
ルフシーリングカップリングを採用した。
- (8) 荷役の能率を高めるため懸架装置の油圧シリンダに圧力油
を給排して載荷状態のまま荷台高さを変えられるように油
圧回路機器を配置し，シリンダストローク 320 mm の範囲
内で任意の位置にセットすることができるものとした。

4. 各部の構造

本トレーラ 1 両分は同一仕様の 250 t 積台車 2 台からなってい
る。したがって 1 台車について構造を説明する。

4.1 台車わく

台車わくは側はり 2 本，横はり 4 本で構成されており，側はりと
横はりはボルトで結合されている。さらに側はりの中央はヒンジ状
になっておりピンを抜き取れば台車を 2 分割できる。側はりには走
行装置との接合ガイドブロックおよび心皿装置との連結ピン穴が設
けられている。各はりは SM41C の溶接構造である。

4.2 心皿装置

心皿装置はサドル，上心皿，下心皿，側受からなっており，サド
ルは積載物と台車を接続するもので上心皿にボルトで結合されてい

る。下心皿はオイルバス状になっており上心皿との接着部は油中で
しゅう動する。横断こう配および縦断こう配路における運行で台車
わくと積み荷間に生ずる傾斜を一定値以内に制限するため側受を設
けている。上心皿は鋳鋼製，下心皿は鋼板溶接構造で台車わく中央部
で側はりにピンで結合されている。図 3 は心皿装置の外観である。

4.3 走行装置

走行装置は 6 軸からなっている。台車わくとの連結構造および各
軸の配置を図 4 に，各軸のイコライズ，操舵，制動の模様を図 5 に
示す。路面の傾斜，凹凸に対して追従できるように各軸とも単独の
ローリングが可能になっている。

4.4 制動装置

制動装置は空気，油圧併用で 1 台車 6 軸のうち後 3 軸に設けられ

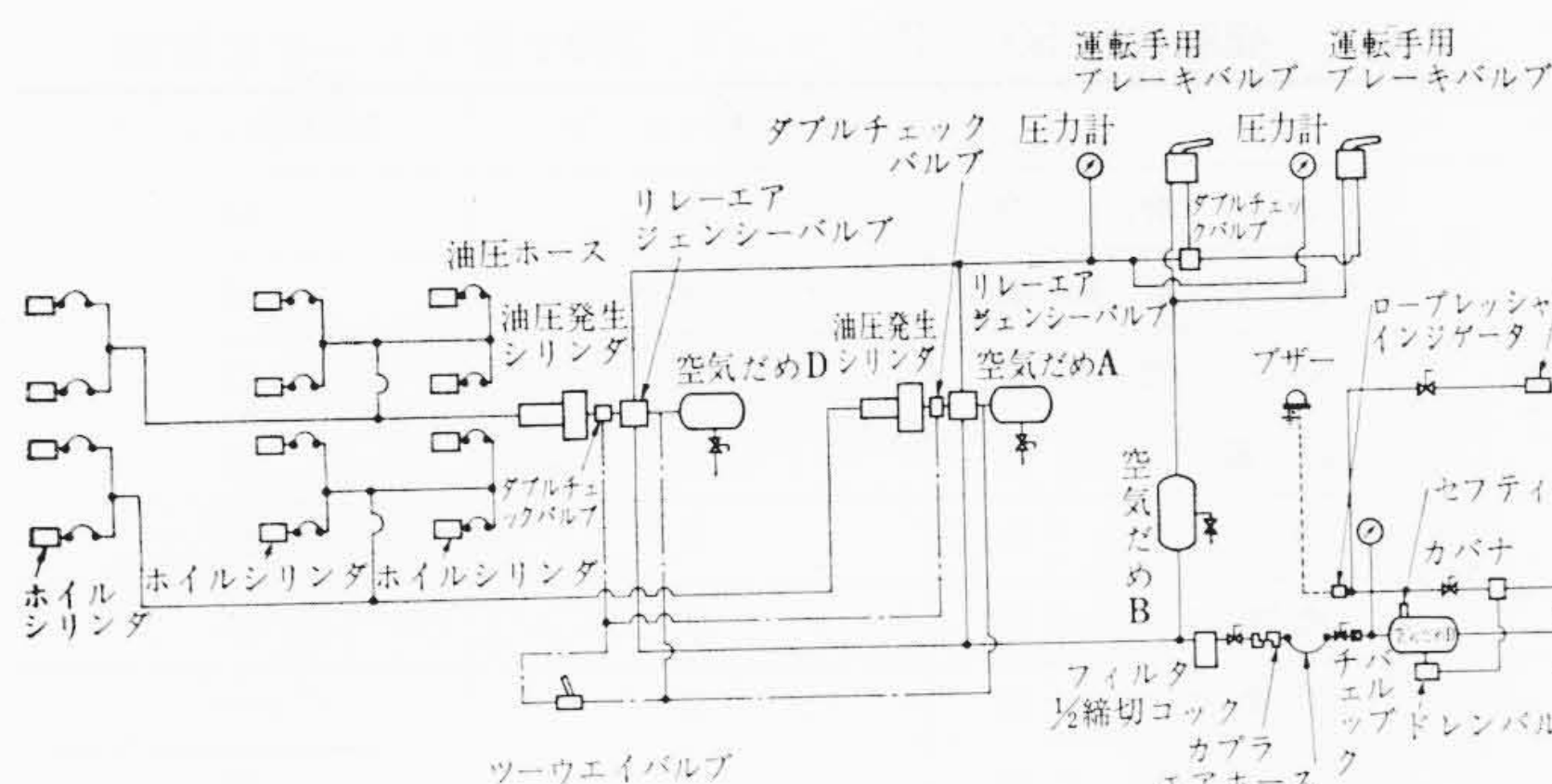


図6 制動装置系統図

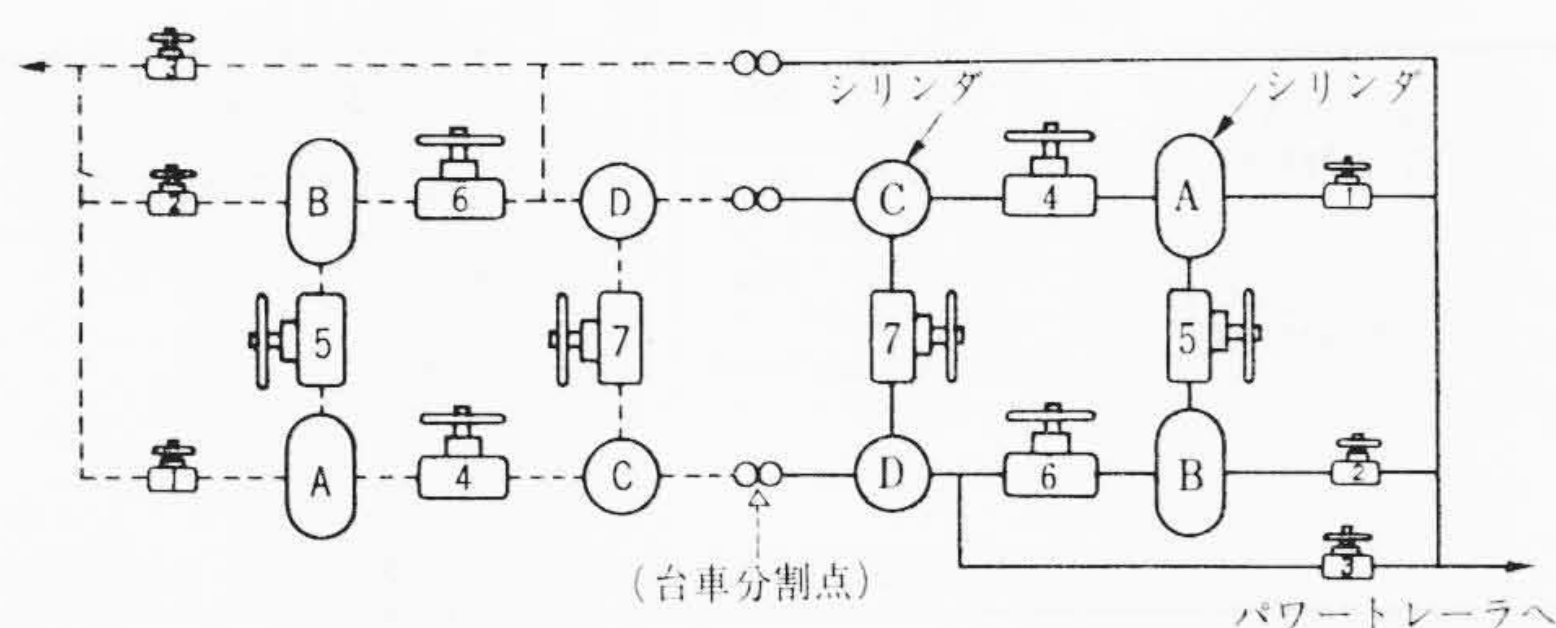
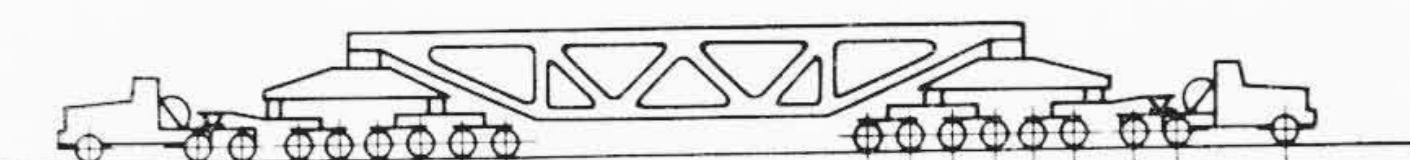


図7 油圧懸架回路図

日立300t ガード式トレーラ



日立210t シュナーベル式トレーラ

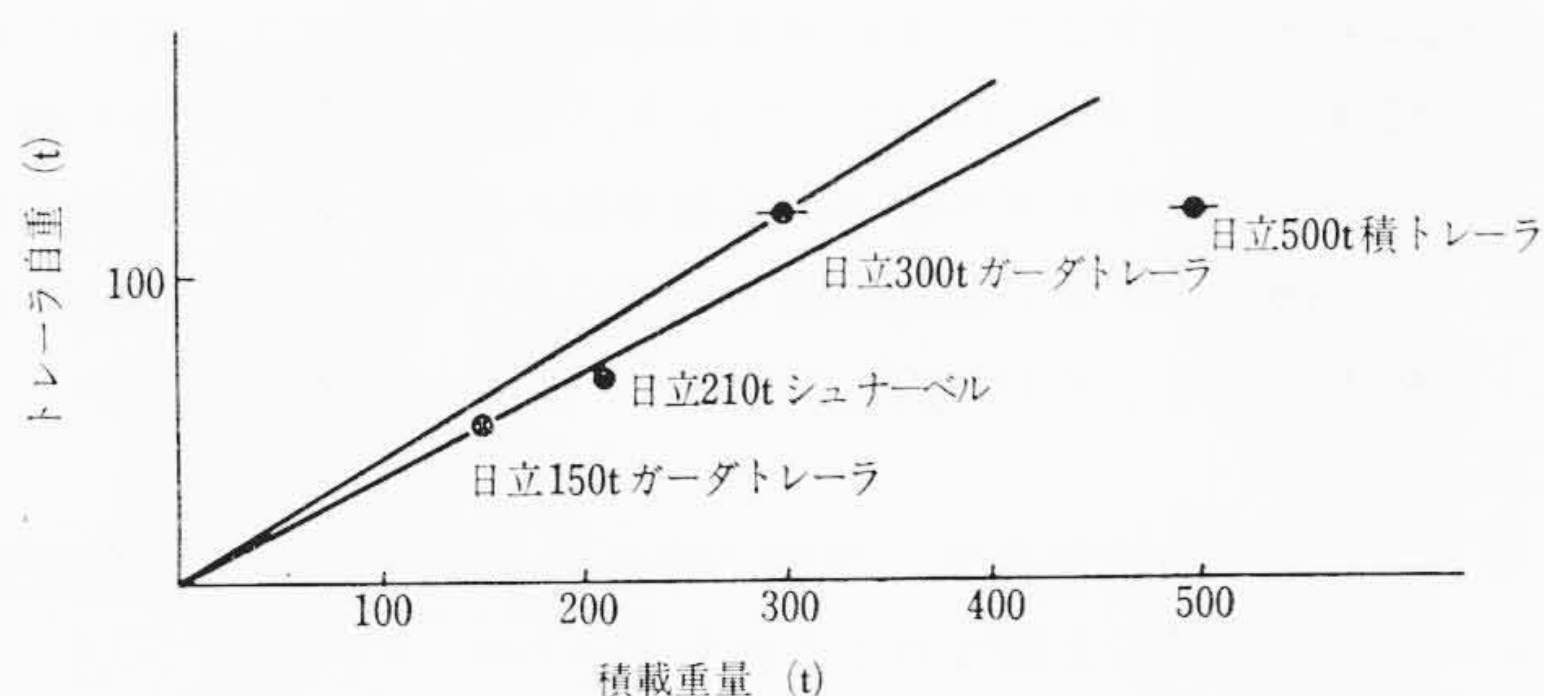
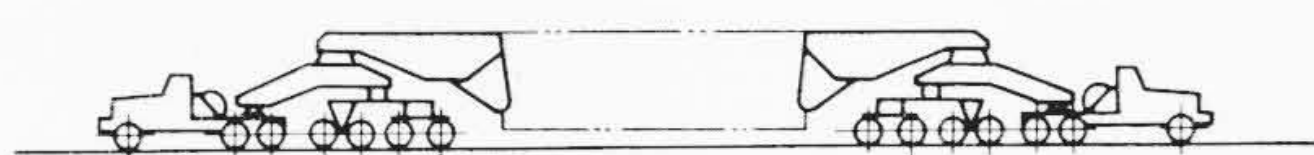


図8 トレーラ重量比較

ており、抑速用として使用される。図6は制動系統図である。

4.5 油圧懸架装置

懸架装置には従来の機械式と異なる油圧シリンダを用いた油圧懸架方式を採用している。構造は油圧シリンダ、油圧回路切換用バルブ、連通用配管からなっており、図7は油圧懸架回路を示したものである。

油圧懸架装置の特長は、各油圧シリンダを相互に油圧回路で連絡することで、道路の凹凸に対して追随性がよく、各車輪が均一な負荷状態となる。機械式の場合は、はりを積み重ねてバランスをさせる形となる。したがって油圧懸架方式は、機械式に比べて、軽量化され、かつ荷台高さも低くなる。

図8は日立製各種トレーラの重量の比較を示したものである。図に示すように500t積トレーラは、積載重量に対する自重が他のトレーラに比べて軽いことがわかる。

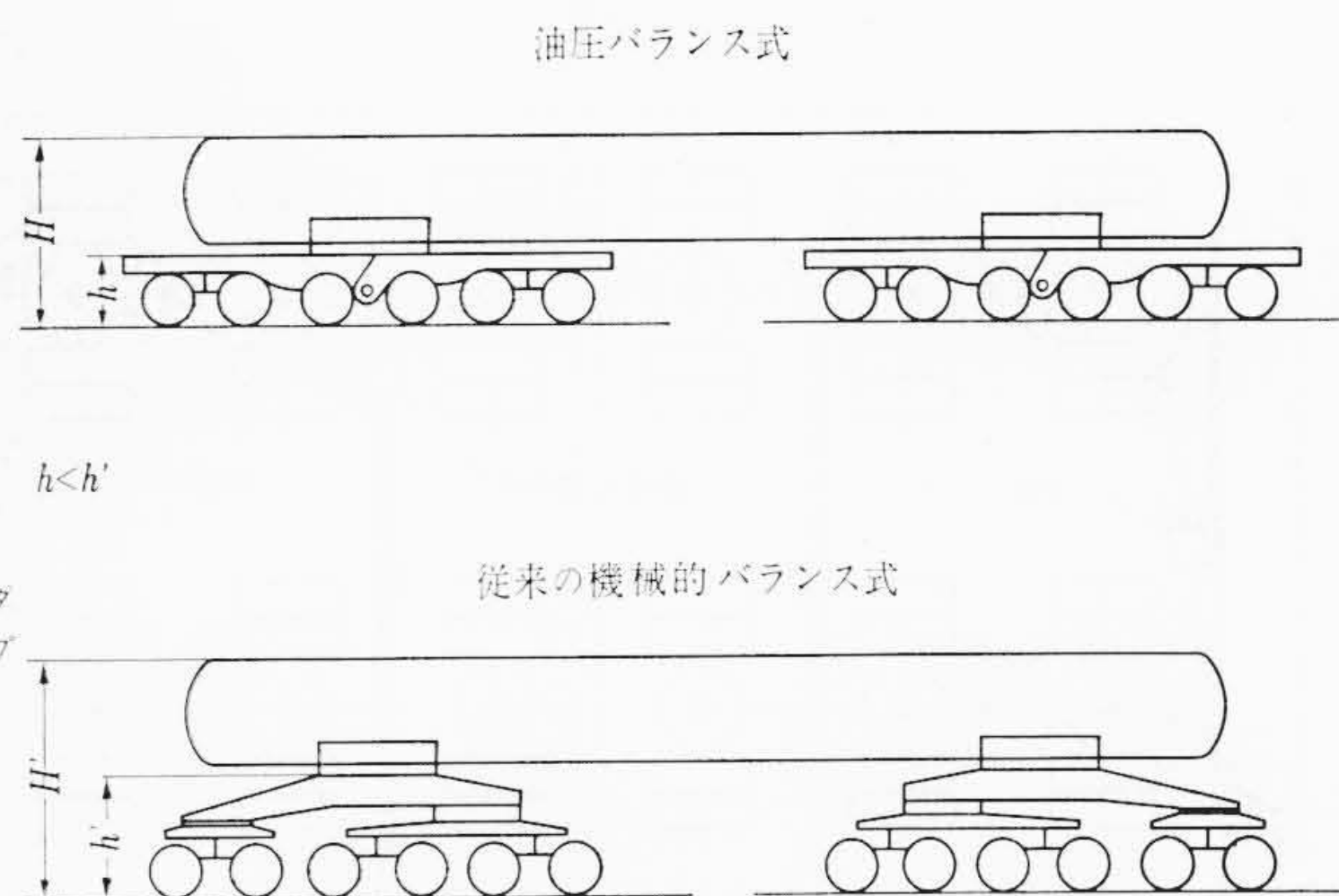


図9 懸架装置比較図

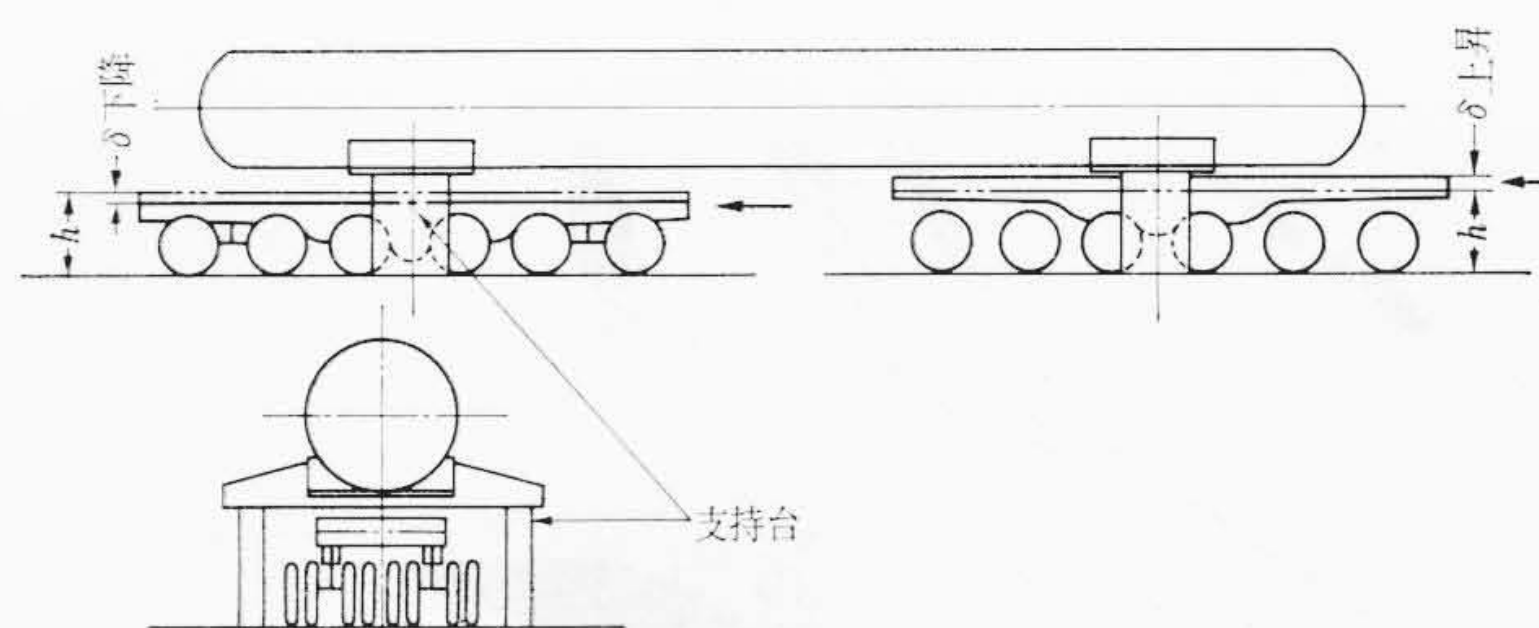


図10 積載物荷役姿図

図9は油圧バランス式と従来の機械式トレーラとの構造を比較したものであるが、機械式は軸数が増加するに従って台わくを積み重ね、イコライズさせなければならないので、トレーラ荷台面が高くなる。300tトレーラと500tトレーラを比較すると、500tトレーラは $h=1,700$ mm、300tトレーラは $h'=3,000$ mmであり、約1/2の高さとなっているので、化学プラント用装置などの輸送には、油圧懸架装置を採用したトレーラのほうが積載時の高さが低くなり安定性がよい。

図10に油圧懸架装置の油圧シリンダを荷役機械として使用した場合を示した。これは荷降ろしをするときの例で、トレーラの標準高さを h とすると、油圧シリンダをジャッキとして使って、この高さを δ だけ上昇させ、その状態で積載物を支持台上に支持する。図の右台車はこの姿を示したものである。

トレーラを降ろすと積載物は完全に支持台上に支持されているので、トレーラは自由に積載物から抜くことができる。図の左台車はこの姿を示している。

トレーラの積載物の積み降ろしには、いままではたいへんな手数を要していたが、上記の方式によると簡単に操作ができる。

4.5.1 油 圧

500t 積トトレーラに発生する常用圧力は約 120 kg/cm^2 で突起物などを乗り越える場合のピーク圧力を推定して、この回路を構成するシリンダ、ストップバルブ、セルフシーリングカップリング、継手、パイプなどの要素は単体でピーク圧に耐えるように設計されている。

4.5.2 油圧シリンダ

油圧シリンダはストローク350 mm(常用320 mm)のラム形のシリンダで、本トレーラで最も重要な部品であるため設計に当たっては次の点に留意した。

(a) 低温におけるぜい性破壊を考慮し、使用最低温度で衝撃値(15 FT-LB 以上)を有するキルド鋼を採用し、溶接なしの一体構造とした。

(b) 荷重積載時に発生する静的圧力と凹凸路面運行時に発生す

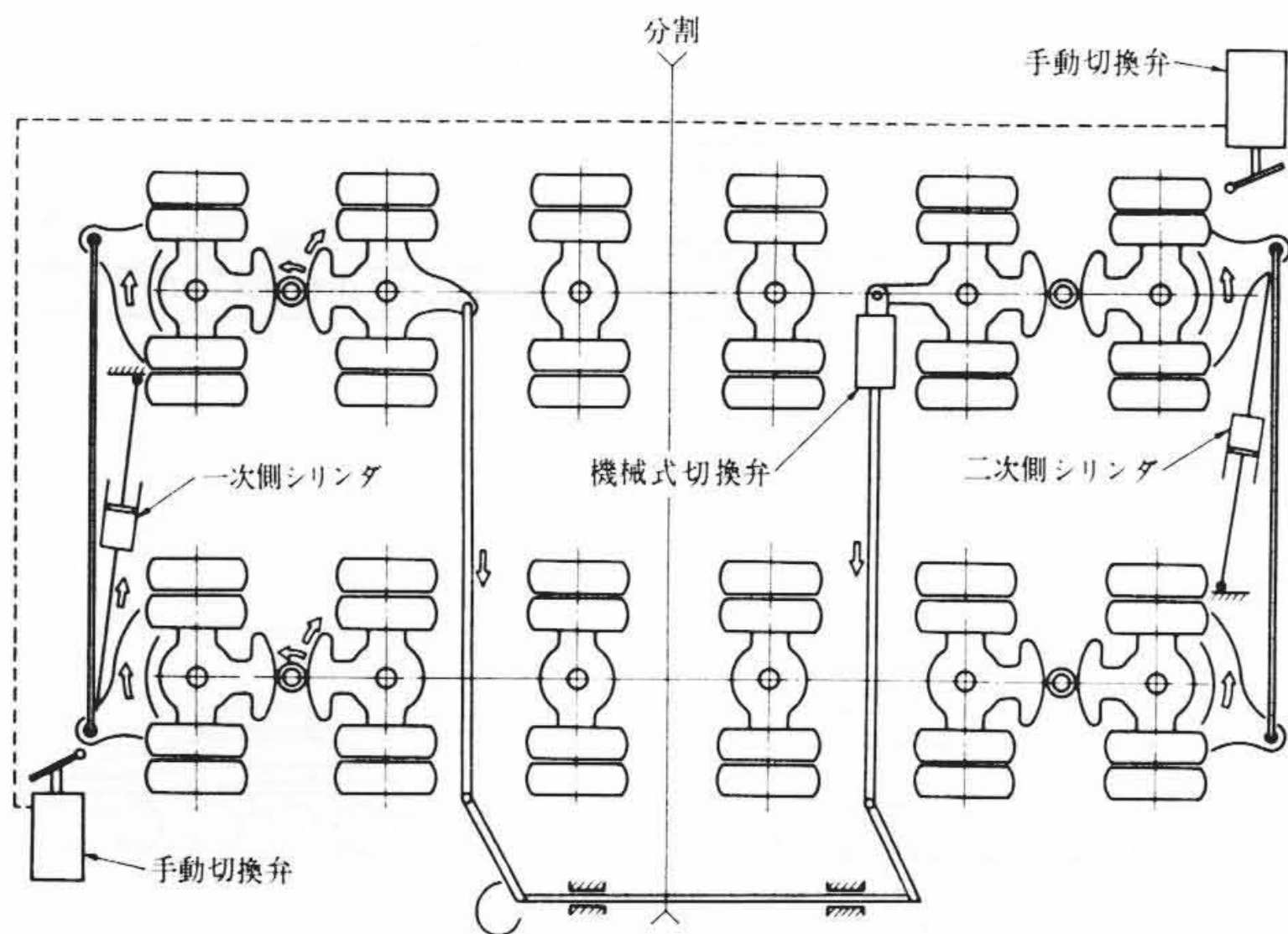


図11 操舵機構

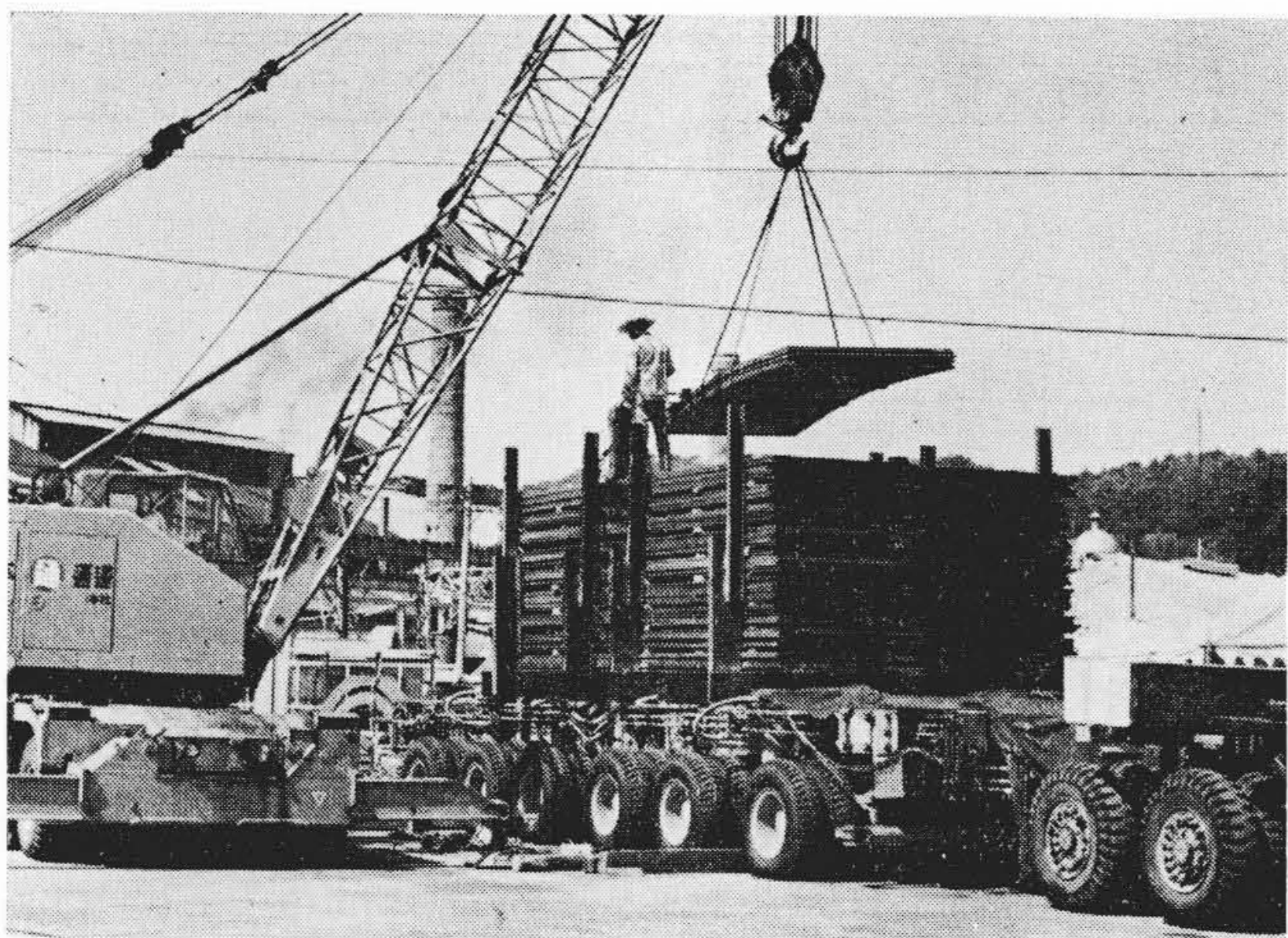


図12 荷重積載試験状況

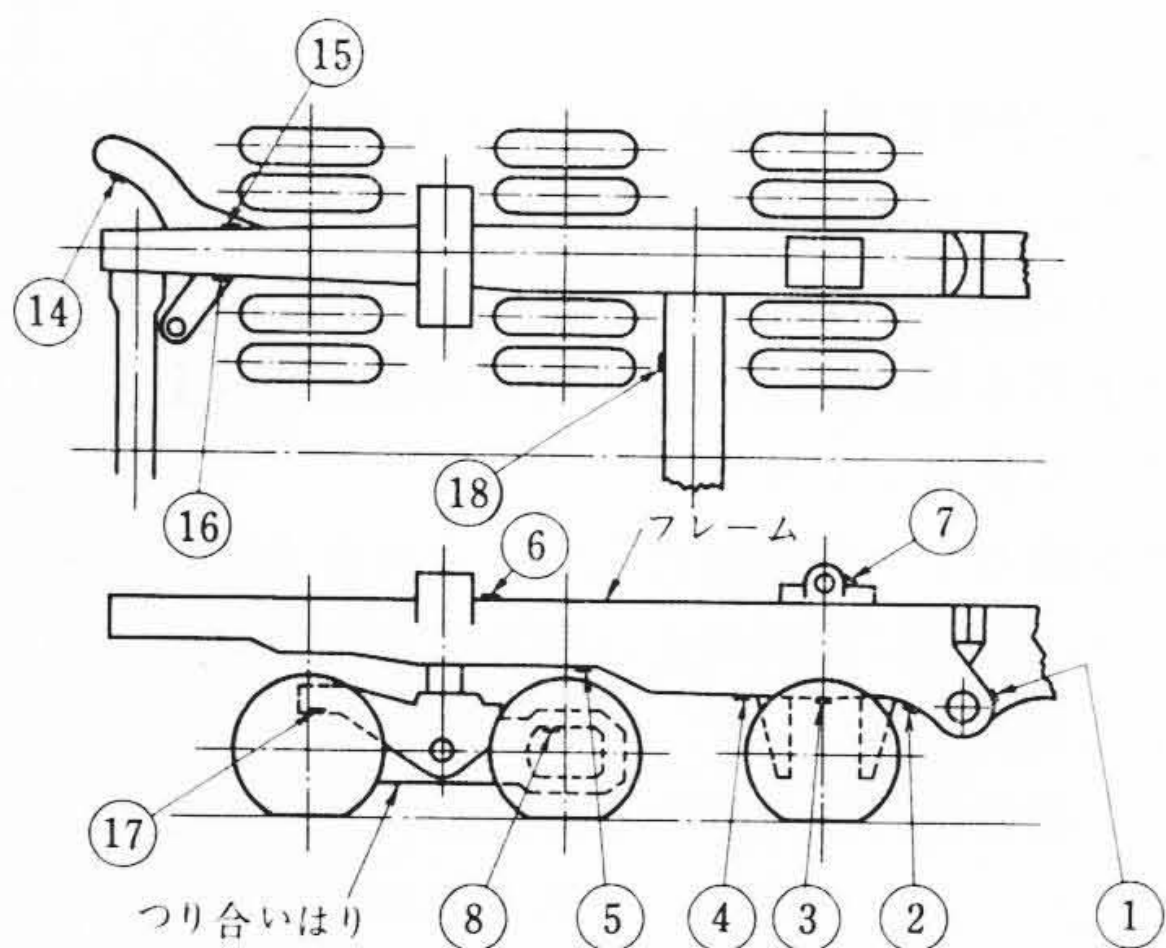


図13 フレームとつり合いはりの応力測定点

る振動加速度および管路抵抗により誘起される付加圧力を考慮して使用圧力を決定した。

(c) 両端クレビス構造とし球面継手を用いシリンダが曲げを受けない構造として、シリンダ、ピストンしゅう動部のカジリ、パッキンの摩耗を極力少なくするようにした。

(d) シリンダ、ピストンしゅう動部の長さ、しゅう動部メタルは、カジリ付きを起こさないようにした。

(e) しゅう動部のすき間はパッキン部の油漏れがないように、圧力作用時にシリンダの変形によるカジリ付きがないよう考慮して決めている。

(f) ピストンしゅう動部には、クロームメッキを施し、パッキンのしゅう動抵抗の減少、摩耗の減少、カジリ付の防止を図って

表2 操舵機構 500 t 積トレーラ, 300 t 積トレーラ比較表

		500 t 積トレーラ	300 t 積トレーラ
輪	車 輪 数	96	48
	操 舵 車 輪 数	64	48
軸	車 軸 数	12	12
	操 舵 車 軸 数	8	12
操 舵	油 圧 シ リ ン ダ 数	8	24
	機 械 式 切 換 弁 数	2	24
	手 動 切 換 弁 数	2	—
	信 号 ロ ッ ド 数	4	34

上記の値は 500 t, 300 t 積各トレーラ 1 両分を示す。

表3 応 力 測 定 結 果

台 車 わ く (材 質 SM41C)	ゲ ー ジ No.	1	2	3	4	5	6
	測定応力 kg/mm ²	4.00	4.84	1.47	2.26	4.10	4.10
つり合いはりおよび油圧 シリンダ受(材質SCA2)	ゲ ー ジ No.	7	8				
	測定応力 kg/mm ²	4.94	11.5				

表4 操舵試験時の応力測定結果 (単位 kg/mm²)

ゲ ー ジ No.	14	15	16	17	18
応 力	9.10	5.05	3.92	5.05	1.15
材 質	SCM3	SCM3	SCM3	SCA2	SM41C

ある。

(g) パッキンにはUパッキンを使用し、しゅう動抵抗の減少、均一なしゅう動抵抗、確実な油密保持を有する構造とした。さらに高圧に対するパッキンのはみ出し現象を防ぐために、アセタール樹脂(デルリン)のバックアップリングを採用した。

4.6 操 舵 装 置⁽¹⁾⁽²⁾

操舵は図6に示すように1台車6軸中4軸が油圧によって行なわれる。機構は図11のようになっており、操作は手動切換弁の動きにより、一次側シリンダが動き、前側車輪—信号レバー—機械式切換弁—二次側シリンダ—後側車輪と作動して、前後の各2軸車輪が、台車中心に対して対称的に操舵され、トレーラとして旋回する形となる。

本トレーラの操舵方式は、単純で特性がよいのでこれを300 t 積トレーラと比較すると表2のようになる。

300 t 積トレーラは、各軸ごとに油圧シリンダ、機械式切換弁を設けているので、油圧シリンダ数が多く、かつ信号ロッドが34となっている。500 t 積トレーラの操舵装置は簡略化され、油圧シリンダ、信号ロッド、切換弁が少なく、信号装置の集積誤差が少なくなるので、多軸操舵のトレーラとして優秀な性能を得ることができた。

5. 試 験

500 t 積載時の各装置の性能、強度を事前に確認するため1台車に250 t 積載して下記の試験を実施したが、その結果いずれも所期の性能、強度を有することが確認された。

(1) 250 t 載荷時(静荷重)の応力測定

1台車上に250 t 積載して各部の応力を測定した。図12はその試験状況で、図13、表3は応力測定点と測定結果を示したものである。

(2) 250 t 載荷状態での操舵時応力測定

1台車上に250 t 積載した状態で据え切り(路面は乾燥したコンクリート舗装)を行ない各部の応力を測定した。表4に測定結

表 5 障害物乗越試験変動圧力値

No.	測 定 点	①	②	③	④
	乗 上 軸				
1	左側車 1 軸乗上げ	16.5	25.0	27.5	24.5
2	左側車 2 軸乗上げ	22.0	25.0	33.0	30.0
3	左側車 3 軸乗上げ	22.0	24.9	36.7	24.0
4	左側車 4 軸乗上げ	22.0	29.9	27.5	39.0
5	左側車 5 軸乗上げ	22.0	29.9	27.5	27.0
6	左側車 6 軸乗上げ	19.2	25.0	27.5	24.0

上表は静止圧力 50 kg/cm^2 からの変動圧力の最大値を示す。

果を示す。操舵に要した油圧は 65 kg/cm^2 であった。

(3) 250 t 载荷時の車高姿勢確認試験

油圧懸架装置のシリンダ、バルブ、継手の油密確認のため 3 点支持回路の保持試験を行なったがシリンダ、バルブの油漏れもなく良好な性能を示した。

(4) 油圧懸架装置の応答試験

3 点支持の状態において片側の車輪が連続的に 1 個の障害を乗り越える場合の各シリンダ内部圧力の変化について測定した。その結果は表 5 に示すとおりで十分な性能を有することが確認された。

測定条件は、

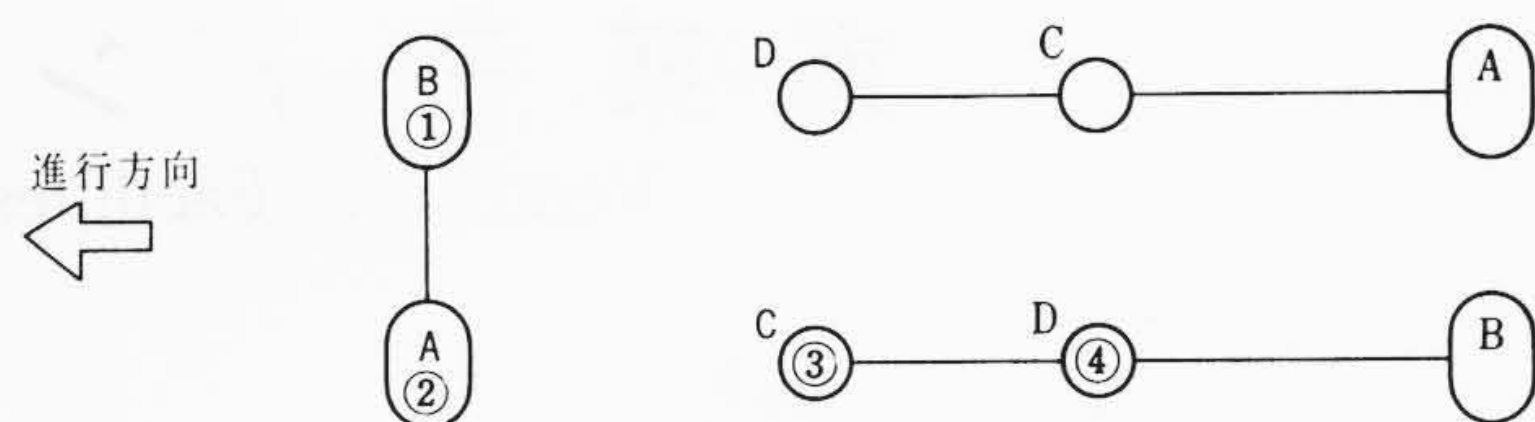
- (i) 乗上路面 100 mm 凸起
- (ii) 乗上は左側車輪 1~6 輪通過
- (iii) 圧力ヘッド取付位置は図 14 に示すとおり、図 15 は試験のオシログラムである。

図 15 からわかるように過渡状態において特に異常なピーク圧は発生せずほぼ管路抵抗のみのピーク値となっている。またこの値を 250 t 载荷で 2 km/h 走行時に換算すれば当初の計画値を下回っており、満足すべき値であることが確認された。

6. 結 言

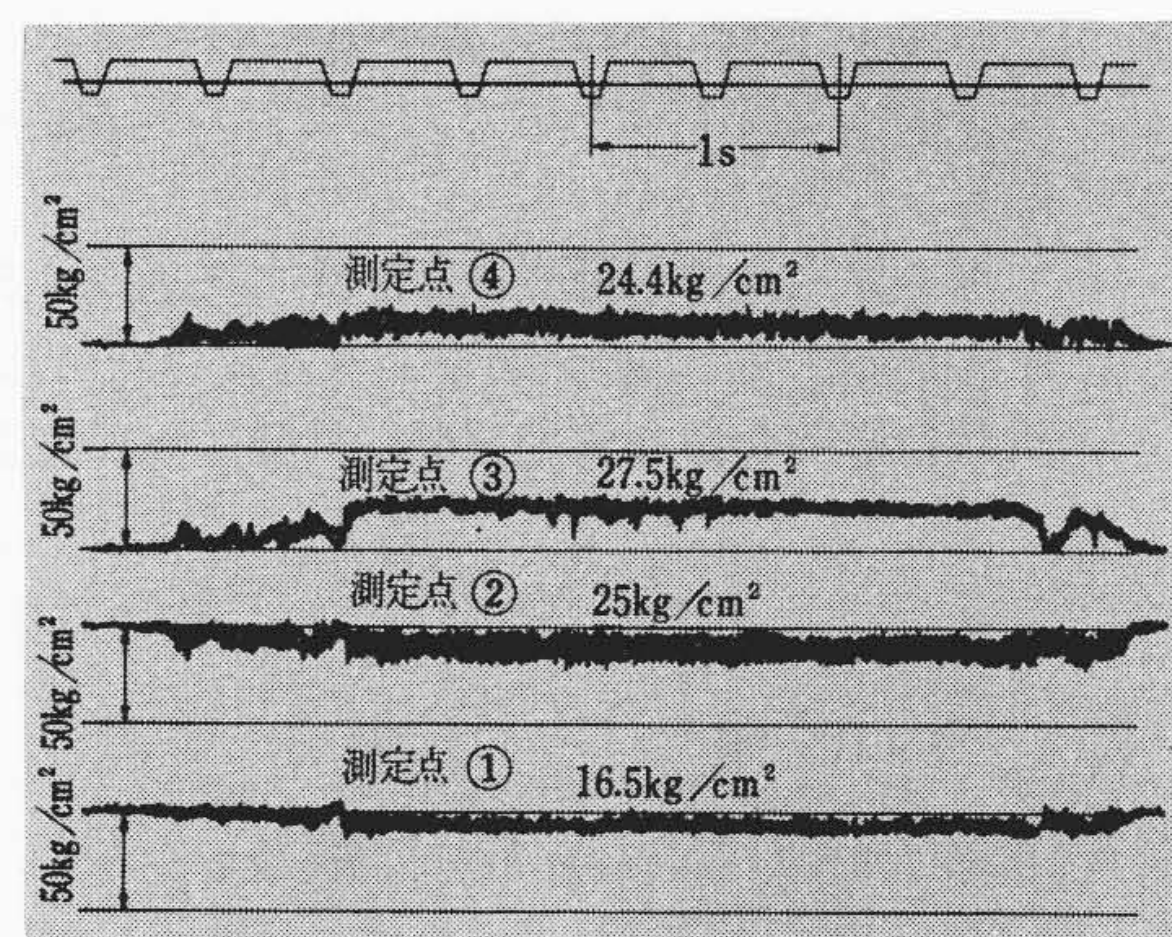
新機構を採用した本トレーラの構造と試験結果について紹介したが、これを要約すると下記のとおりである。

- (1) 油圧バランス式懸架装置と油圧操舵装置の組み合わせによって従来の機械的イコライズ方式では得られない荷台の低い超大形トレーラを製作することができた。
- (2) 油圧バランス式懸架装置は従来の機械的イコライズ方式の懸架装置と同様に多軸車両のイコライズシステムとして安定した性能を有することが確認された。
- (3) 油圧バランス式懸架装置の採用によって台車わくを分割可能な構造にすることが容易になり、数組のユニットトレー



注 (1) A~D シリンダ記号
(2) ①~④ 圧力ヘッド

図 14 圧力ヘッド取付位置



第 1 軸が障害物に乗り上げたとき (100 t 積載時)

図 15 障害物乗越試験オシログラム

ラを組み合わせることによって 100 t 級から 500 t 級さらに 1,000 t 級までの重量物輸送用超大形トレーラを製作する足がかりを得た。

- (4) 油圧バランス用シリンダを利用して荷台高さは自由自在に調整でき積載物の置き逃げ、または仮置きした荷物の積み取りが簡単にでき、油圧シリンダは油圧ジャッキとしても効果的に使用できることが確認された。

本トレーラは、従来超重量品輸送には原始的なコロ引き運搬をしていた輸送業界に画期的な輸送のスピードアップをもたらし、大形超重量の輸送に関する種々の制約を大幅に削減した。

終わりに、本トレーラの設計、製作、試験、納入にいたる間種々ご指導、ご協力賜わった日本通運株式会社関係各位に深く謝意を表す。

参 考 文 献

- (1) 村田, 中村, 坂井: 日立評論 41, 1638 (昭 34-12)
- (2) 斎田, 坂井: 日立評論 44, 717 (昭 37-5)