

## 210 t 積 ト レ ー ラ

210 t Trailer

齊 田 信 幸\* 坂 井 裕 親\*  
Nobuyuki Saida Hirochika Sakai

## 内 容 梗 概

日立製作所では、さきにわが国最大の道路用大形車両である 300 t 積トレーラを製作したが、今回も引き続き日本通運株式会社の発注で、これに次ぐ大形道路車両 210 t 積トレーラを製作した。本車両は 300 t 積トレーラの経験を生かし、より使いやすい車という観点から、わが国最初のシュナーベル式大形道路車両とするなどいろいろの考慮をはらった構造のものとした。本車両はすでに第三回目の輸送任務も無事終わり、運転結果も上々なので構造性能を中心に紹介する。

## 1. 緒 言

変圧器を工場から現場まで完全組立のまま輸送できれば、分解輸送の場合に比べて性能の確保、製作費、納期の切りつめなどの点において益するところが少なくない。わが国においても戦後の電源開発ブームとともに、この問題がいろいろと研究され、最近では大形変圧器の完全組立輸送が常識化されるまでに発達してきた。

この変圧器の完全組立輸送のための車両は現在までにいろいろと作られているが、日立製作所においても鉄道車両として 150, 210, 280 t 積大物車、道路車両として 300 t 積トレーラなどの記録的製品の製作を行ってきた。

ここに述べる道路輸送用 210 t 積トレーラもこれらの背景のもとに今回日本通運株式会社納として完成したものであり、さきに納入した 300 t 積トレーラの製作運用面の経験をもとに、わが国状に適したより使いやすい車という観点から日本通運株式会社の関係のかたがたのご指導のもとにまとめあげたものである。

最大積載量としては 300 t 積トレーラを下回るが、道路用大形車両初の試みとして、積載物を車体の一部に利用するいわゆるシュナーベル形を採用したのをはじめ、いろいろの新考案が折り込まれている。以下この車両の構造性能を中心に説明する。

## 2. 設計上考慮した主要事項

第 1 図に本車両の外観を示すが、これの設計にあたって留意した主要項目を次に述べる。

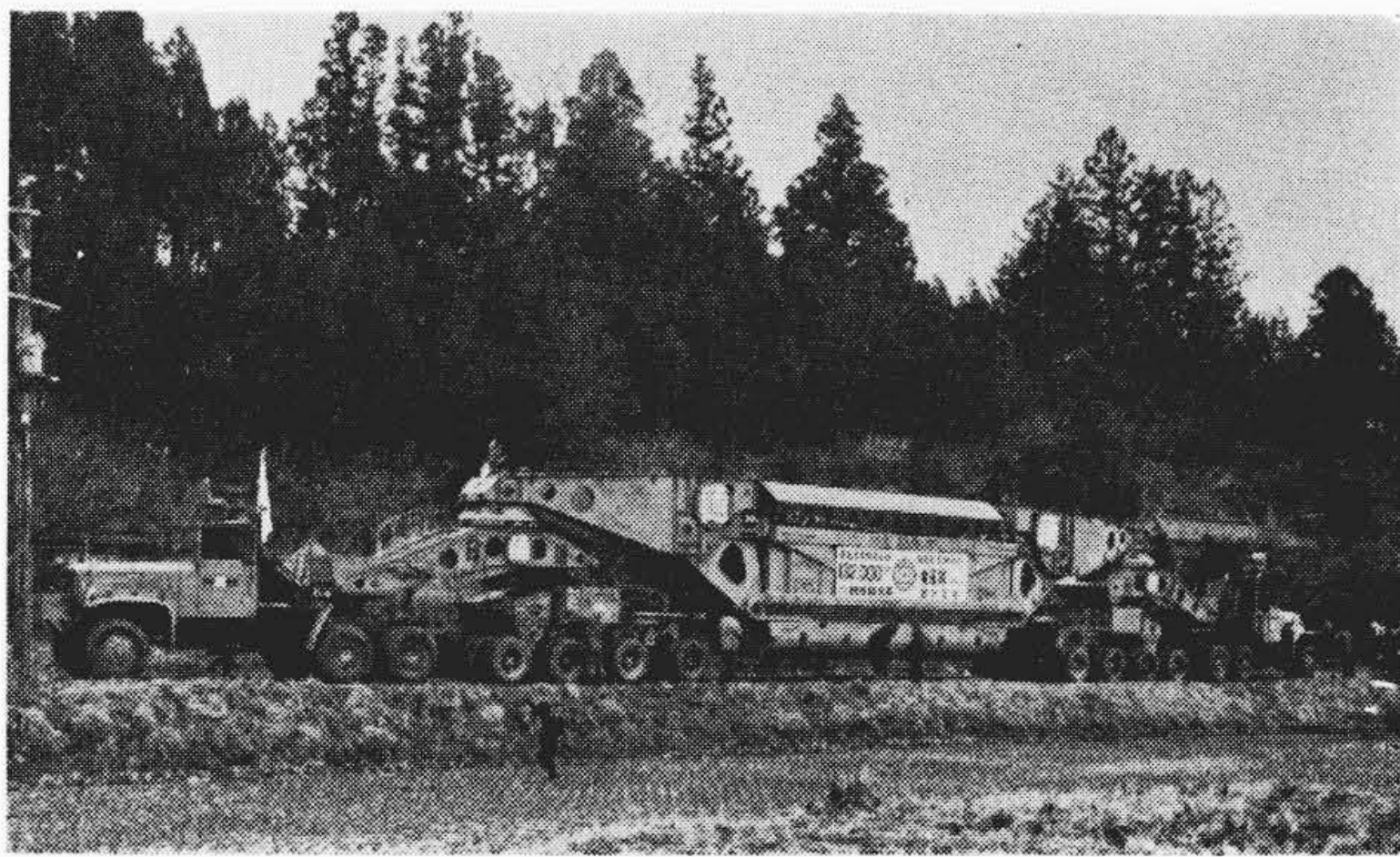
## (1) 車 体 構 造

本トレーラは最大 210 t の変圧器を積載運搬するものであるが、旋回時などにおける道路の幾何学的条件をできるだけ緩和し、使いやすくするため車体構造には積載物自身を車体の一部として利用するシュナーベル式を採用した。シュナーベル式においては積載物がそのまま車体の一部になるので、ガーダー式のように別に積載物を懸架する車体部分が不要になり車体の全長、最大幅が短縮され、重量も軽くなることなどの点で好都合である。しかし反面悪路走行時にその結合ヒンジ部などに大きな応力を発生する危険性があるので、車体支持装置を特殊構造にして条件の悪い道路の走行においても車体には大きなねじれがかからぬようにし、強度を保證する構造とした。

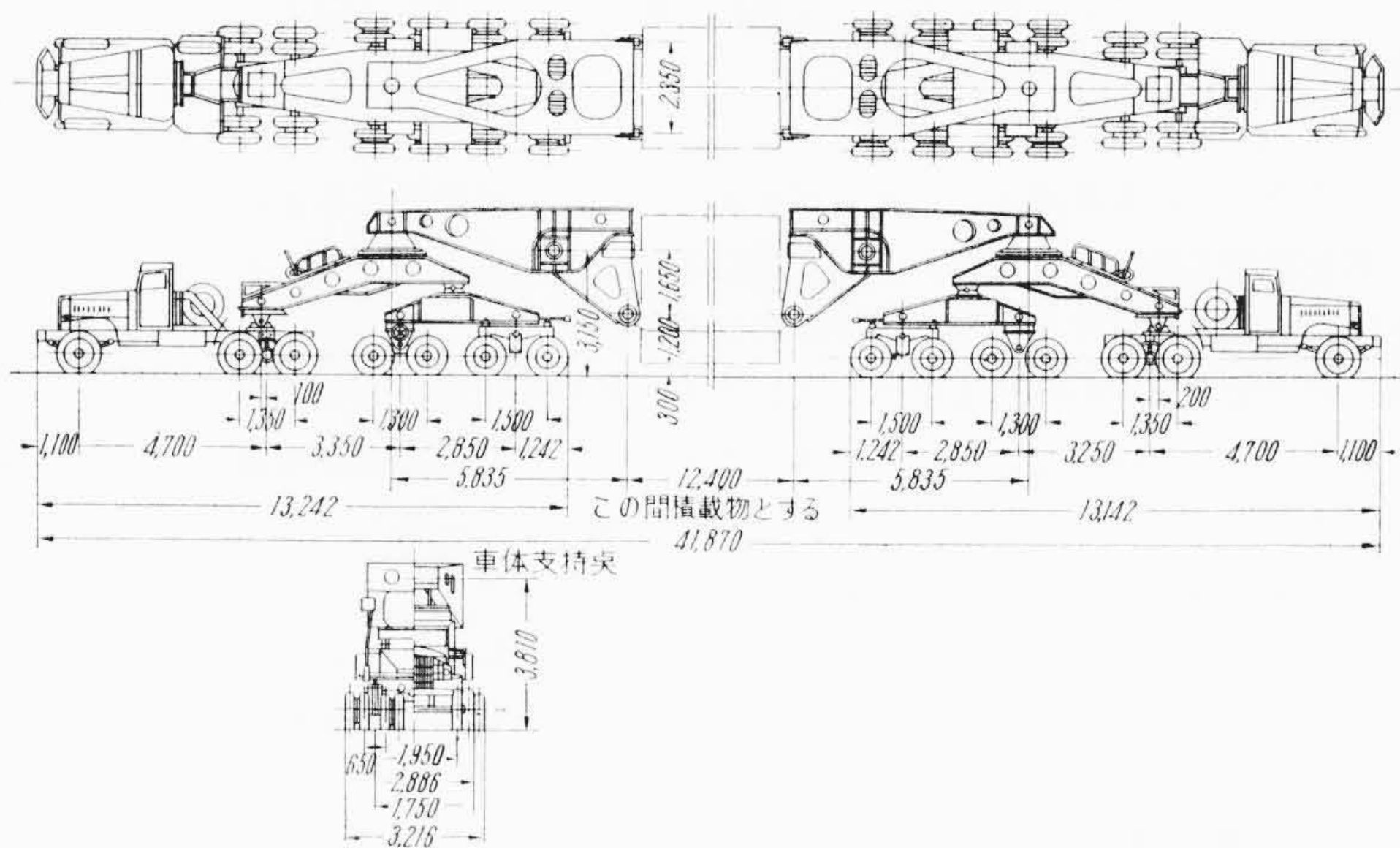
## (2) 輪 軸 配 置

道路用大形トレーラになると重量が相当大きなものになるので当然のことながら、走行する路面強度が問題になる。“使いやすい車”

\* 日立製作所笠戸工場



第 1 図 210 t 積 ト レ ー ラ



第 2 図 210 t 積 ト レ ー ラ 寸 法 図

という観点からすれば軸重および輪重をできるだけ小さく設計し、路面強度に対する要求を緩和することが条件になる。その具体的方法に車両自重を極力軽くすることと、輪軸の適正配置とがあるが、前者に対してはシュナーベル式車体の採用などを考慮するとともに、後者に対してはかじ取り、制動などの面も含めて、総合的に考え合理的に設計を行なった。

## (3) か じ 取 装 置

車輪数が多く車両が長いので“使いやすさ”の最も大きな因子になるのがかじ取りである。けん引力の関係もあってこの車両は第 1 図に示すようにトレーラの前後にトラクタを配する構造としたが、かじ取りはトレーラに取り付けられた油圧発生装置によるパワーステアリング方式とし、車速がおそいので前後トレーラの運転者間の電話連絡で車両全体のかじ取りが行なえるようにした。



第 1 表 210 t 積 ト レ ー ラ 主 要 目

| 項 目                 |   | 仕 様             |
|---------------------|---|-----------------|
| 荷 重                 | 重 | 210 t           |
| 自 重                 | 重 | 69 t            |
| 総 重 量               | 重 | 279 t           |
| 車 輪 数               | 重 | 64+[20]         |
| 車 軸 数               | 重 | 8+[6]           |
| 最 大 軸 重             | 重 | 27 t            |
| 最 大 輪 重             | 重 | 6.78 t          |
| タ イ ヤ ム             |   | 8.25-20-12PR(I) |
| ト ラ ク タ 五 輪 荷 重     |   | LA6・50T×20      |
| 最 大 長 さ (含 ト ラ ク タ) |   | 40 t            |
| 最 大 幅               |   | *41,870mm       |
| 最 大 高 さ             |   | 3,210mm         |
| 最 大 積 載 物 長 さ       |   | **約4,378mm      |
| ボ ー ル ト レ ー ラ 荷 重   |   | 12,400mm        |
|                     |   | 83 t            |

注：〔 〕内数値はトラクタと兼用するものを示す。  
 \* 最大積載物長さ 12,400mm の場合を示す。  
 \*\*標準状態の高さを示す。

#### (4) 分解組立の容易性

この種の大形車両になると上述のように車両運用上の問題があるが、さらに作業地から作業地に車両自身を急速に移動させうることも重要な条件である。積載物がないときも連結金具により 1 車両としての運行は可能であるが、速度が遅く道路上の制限を受けやすいので、長距離の移動にあたっては車両自身をいくつかのブロックに分解し、貨車積またはトラック、小形トレーラなどの利用により急速に移動し、目的地ではできるだけ簡単に積載物を含めたシュナーベル式車体が組み立てられる構造を考慮した。

### 3. 各 部 構 造

本トレーラの構造を第 2 図に、主要目を第 1 表に示すが、以下各部の詳細について説明する。

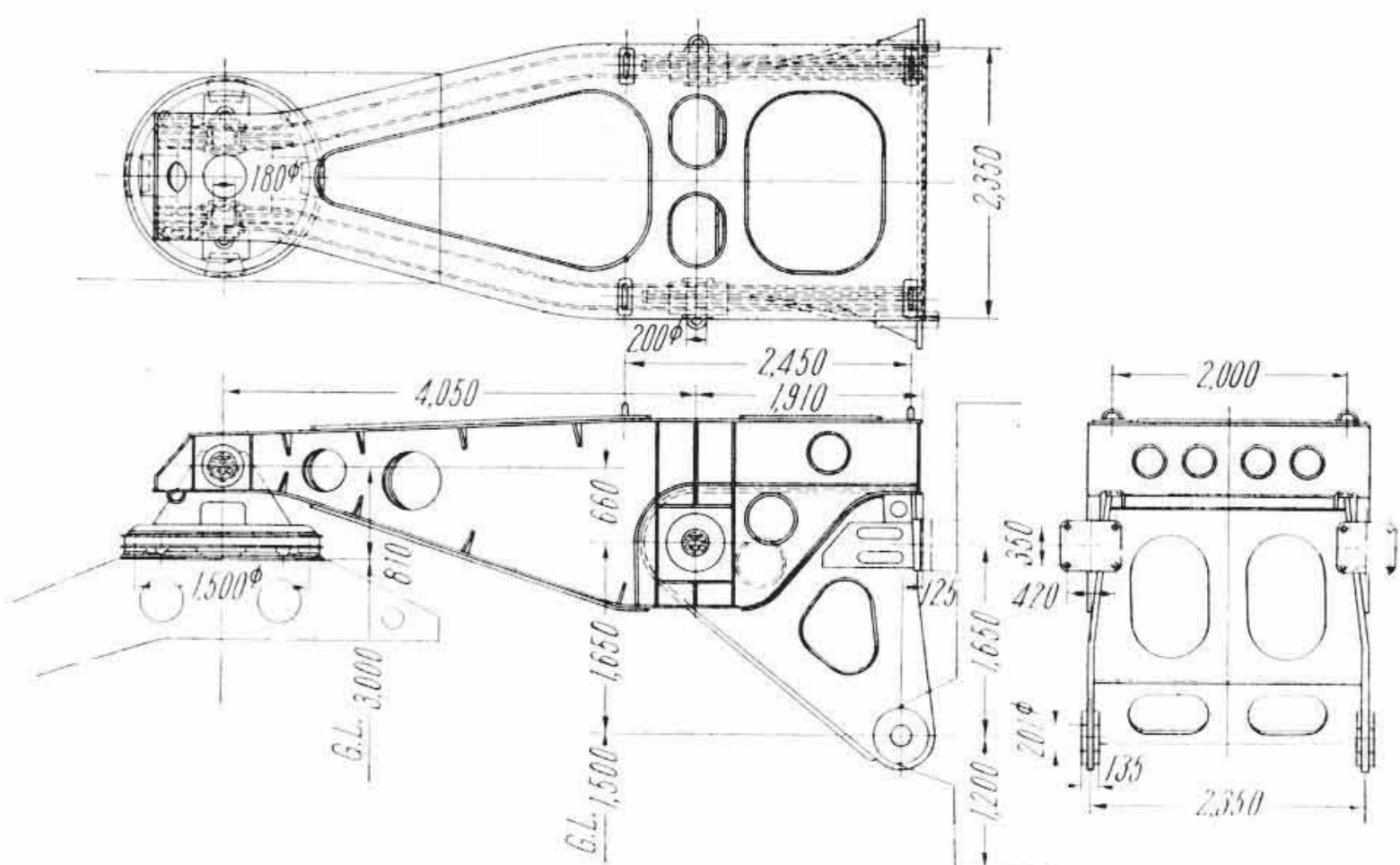
#### 3.1 車 体

前述のように本車両はシュナーベル式としたので積載物が車体の一部を構成することになるが、積載物たる変圧器の容量や種類により変圧器に取り付けられるヒンジの形状や位置は必ずしも一様でない。そこで車体を一体のものにしておくとこれら変圧器のヒンジとの結合がうまくゆかないので、アタッチメント付の二分割式特殊構造車体とした。すなわちアタッチメントの一端のヒンジ部を、それぞれの変圧器のヒンジ部に合うものとし、これらのアタッチメントは共通の車体本体に結合できる構造とし、必要に応じてアタッチメントのみを取り替えれば、車体本体は変えなくとも積載物とともにシュナーベル式車体が構成できるものとした。

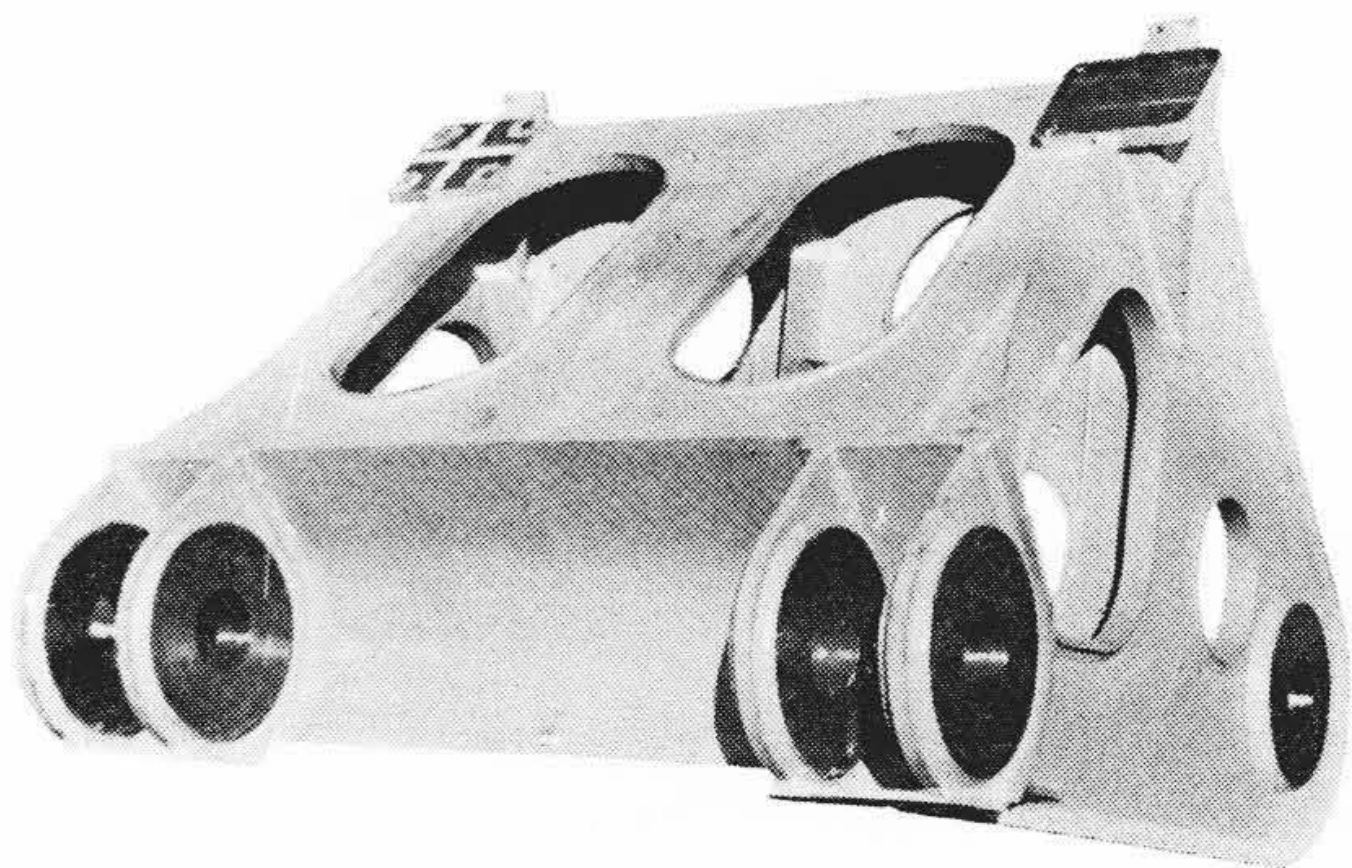
##### 3.1.1 車 体 本 体

車体を二分割構造にしたので、車体本体の自重はそれだけ小さくなっているが、車体本体の運搬条件、路面条件などの点から考えると相当に切りつめた設計にする必要がある。加わうるに車体が長いので車体端部の幅方向はこれが広いと車両旋回時、旋回半径からこの部分が大きく外側に出張ることになり、必要以上の道路幅を要求することになるので、極力寸法的に小さくすることにした。

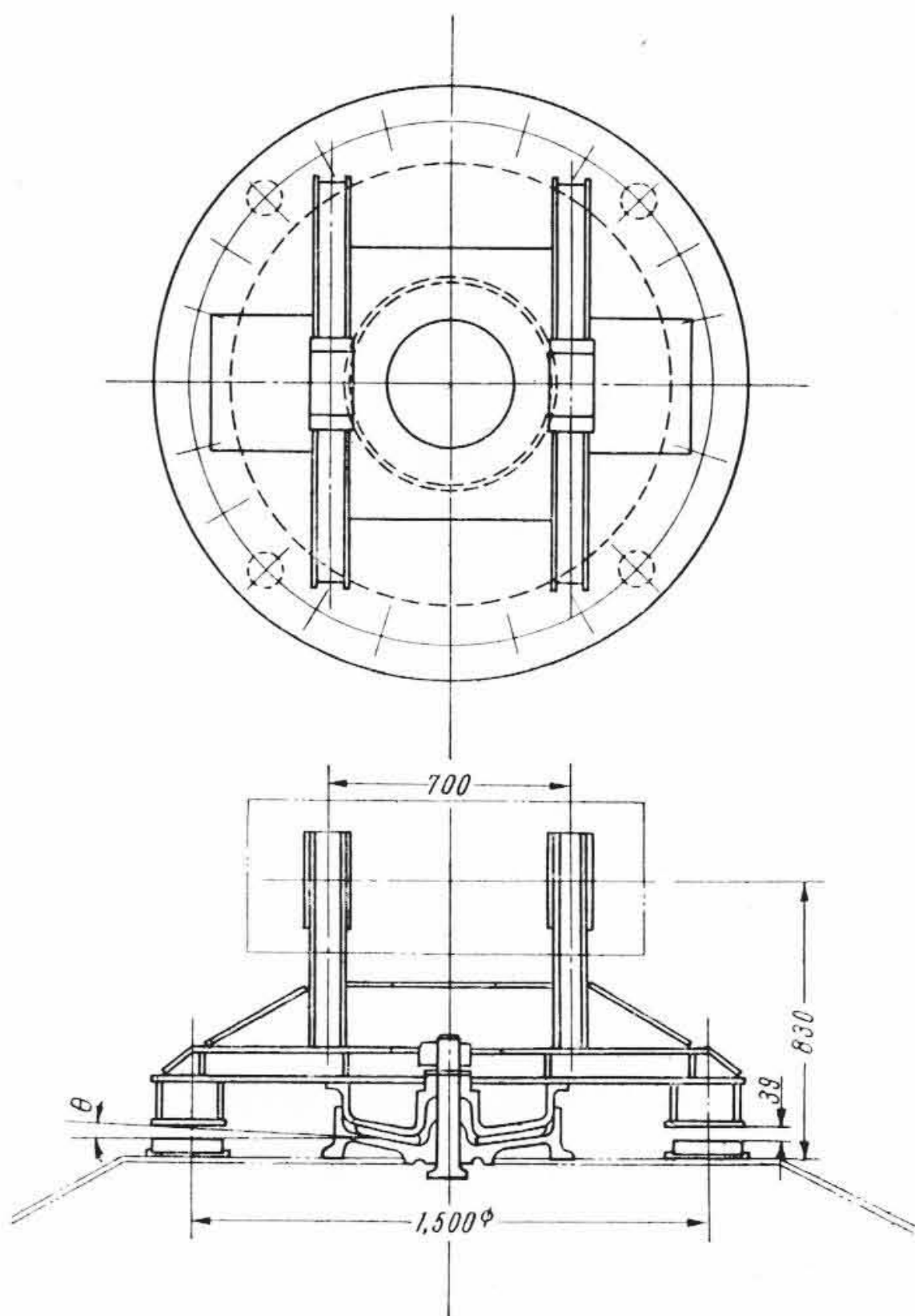
このような観点から強度、製作面を考慮して決定したのが第 3 図に示す鋼板溶接構造、重量約 7.5 t の車体本体である。なお車両が長いので前台車と後台車が逆こう配の路面にさしかかった場合には、普通の車体支持装置では車体に大きなねじり応力が発生することになるが、車体支持装置を特殊なものとし、ここで車両に要求されるねじり変形をとり車体にはねじりモーメントがほとんどかからない構造にしたので、車体設計においては垂直荷重を中心に強度を考え軽量化をはかった。車速がおそく振動荷重の大



第 3 図 車 体



第 4 図 ア タ ッ チ メ ン ト



第 5 図 車 体 支 持 装 置

きさは積載荷重に比べると小さく、特殊大形車両である関係上年間の実動回数も少ないので、強度的には材料の降伏をベースに設計を進めた。また品物が大きく寒冷地での使用も考えられるので低温ぜい性破壊についても十分意を用いた。

##### 3.1.2 ア タ ッ チ メ ン ト

第 3 図でアタッチメントと車体本体、および変圧器との結合状態がわかるが、変圧器の種類によっては必ずしも同一品を使用することができないのでアタッチメントは取り替えられることが必要である。第 4 図はアタッチメントの他の一例であるが、この場





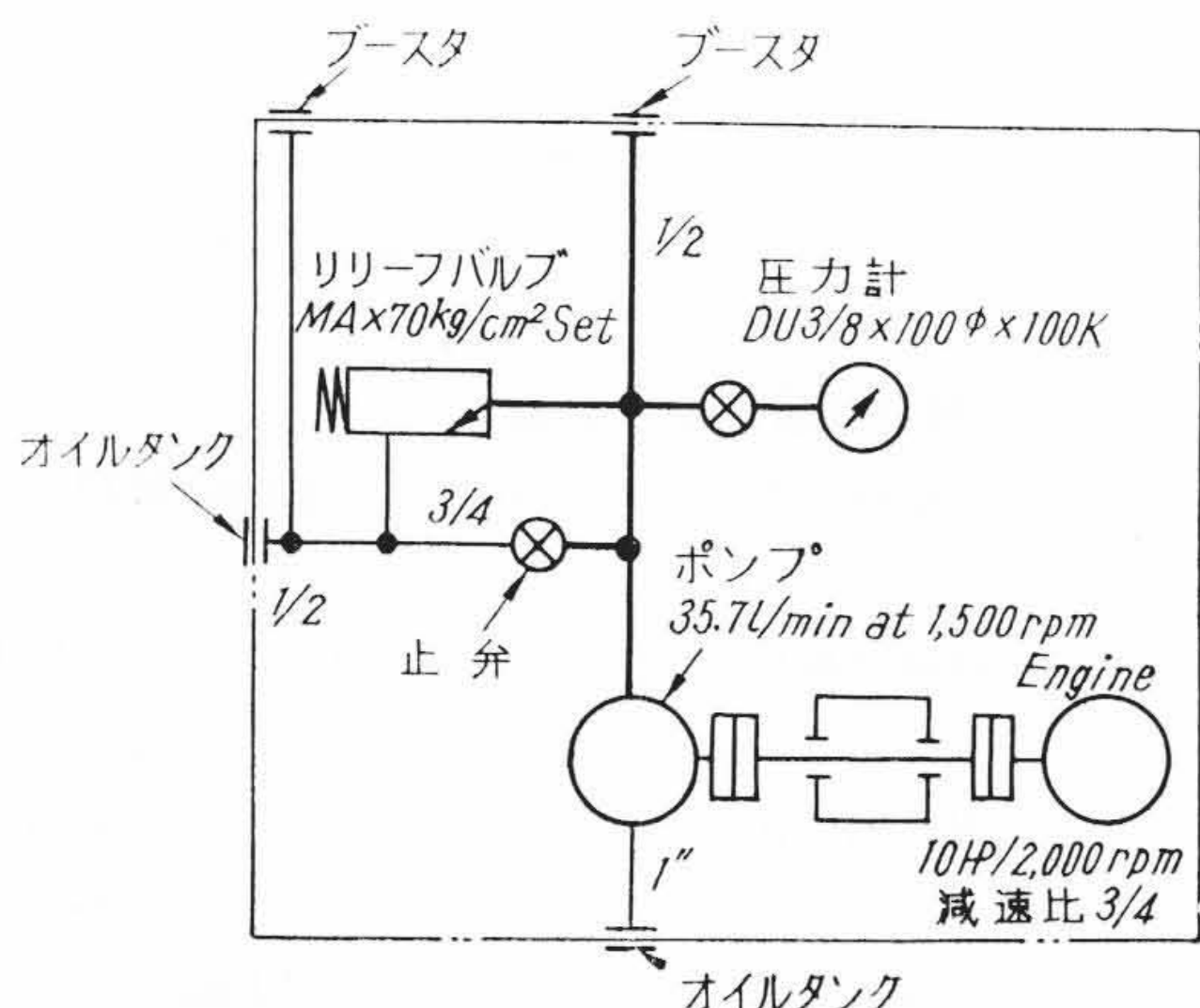


第 2 表 曲線通過時における各軸旋回計算角度

| 台車回転<br>中心半径(m) | 10     | 15     | 20     | 25    | 30    | 40    | 50    | 70    | 100   |
|-----------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\theta_1$      | 19°2'  | 12°58' | 9°47'  | 7°52' | 6°34' | 4°56' | 3°57' | 2°49' | 1°59' |
| $\theta_2$      | 4°5'   | 2°38'  | 1°57'  | 1°33' | 1°17' | 0°57' | 0°46' | 0°32' | 0°23' |
| $\theta_2'$     | 3°25'  | 2°20'  | 1°47'  | 1°27' | 1°12' | 0°54' | 0°44' | 0°31' | 0°22' |
| $\theta_4$      | 12°58' | 8°27'  | 6°16'  | 4°59' | 4°8'  | 3°4'  | 2°27' | 1°44' | 1°13' |
| $\theta_4'$     | 10°56' | 7°32'  | 5°44'  | 4°38' | 3°54' | 2°56' | 2°22' | 1°42' | 1°12' |
| $\theta_5$      | 21°32' | 14°18' | 10°40' | 8°29' | 7°3'  | 5°16' | 4°11' | 2°59' | 2°5'  |
| $\theta_5'$     | 18°19' | 12°47' | 9°47'  | 7°55' | 6°39' | 5°2'  | 4°3'  | 2°54' | 2°2'  |

第 3 表 油 圧 装 置 用 機 器 仕 様

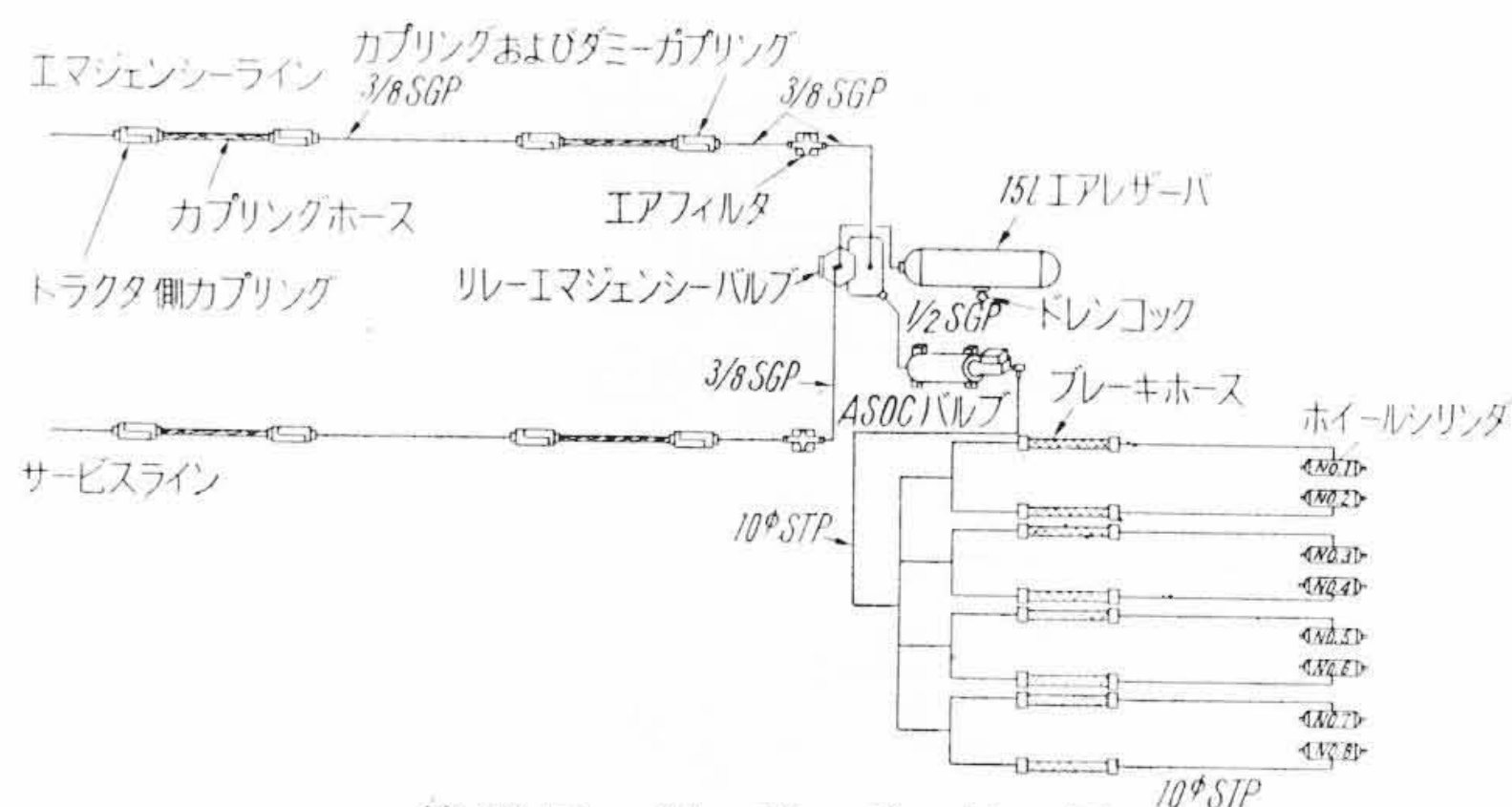
|       | 名 称                | 1 両 分 個 数 | 性 能                                        |
|-------|--------------------|-----------|--------------------------------------------|
| 機 械 室 | ディーゼルエンジン          | 2         | 出力軸 10 HP/2,000 rpm<br>減速装置付 (減速比 3/4)     |
|       | オイルポンプ             | 2         | 35/min<br>at 500 rpm 65 kg/cm <sup>2</sup> |
|       | リリーフバルブ            | 2         | 調整圧 65 kg/cm <sup>2</sup>                  |
|       | トメベシ               | 2         | 使用最高圧 70 kg/cm <sup>2</sup>                |
|       | 圧 力 計              | 2         | 100 kg/cm <sup>2</sup> 用耐振形                |
| 室 外   | ブ ー ス タ            | 8         | 70φ×400 mm ストローク<br>オーバーラップ スプールバ<br>ルブ式   |
|       | オイルフィルタ            | 2         | 接手 1 B 150メッシュ                             |
|       | 高 圧 ホ ー ス          | 2         | 耐圧 200 kg/cm <sup>2</sup>                  |
|       | セルフシーリン<br>グカップリング | 2         | 耐圧 320 kg/cm <sup>2</sup>                  |



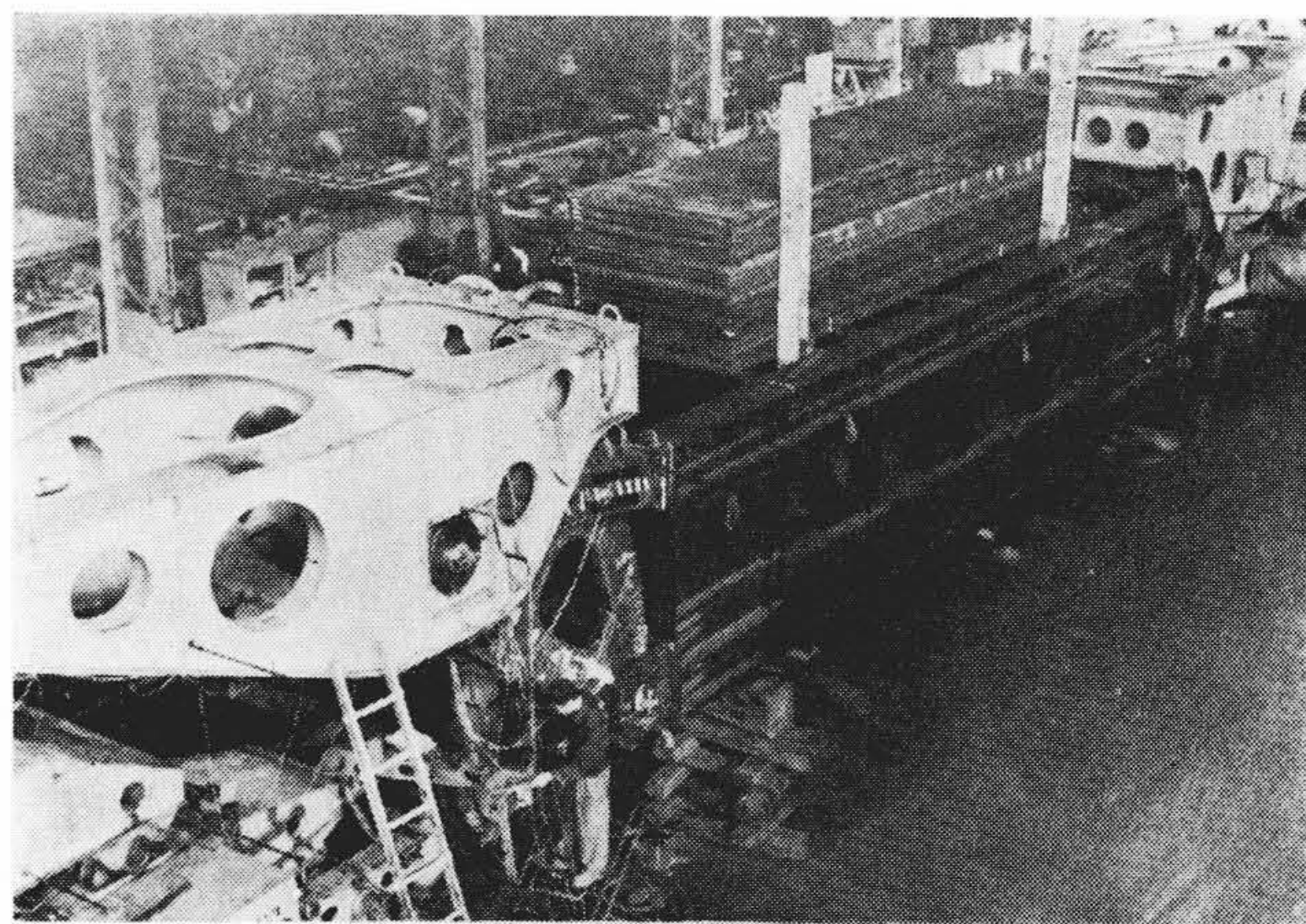
第 9 図 機 械 室 回 路 図

抵抗を少なくするためにトレーラにかじ取装置を設けた。これはトラクタの旋回にしたがい仮想回転中心にたいしてボルトトレーラの車軸をかじ取りするもので、ボルトトレーラの後 2 軸にパワーステアリングを設けトラクタとトレーラの五輪カプラー部における角変位に連動した信号装置によりブースタを作動させる構造とした。曲線通過時におけるトレーラの輪軸の回転状況は第 8 図、その計算旋回角度は第 2 表の値となる。表中の  $\theta_2$   $\theta_2'$  は仮想回転中心に対して最も近い位置にある輪軸の回転角で、他の車輪の回転角に比べて小さな値となっているのでこの輪軸についてのかじ取抵抗は他の輪軸に対するものよりはるかに小さい。この 1, 2 軸の抵抗はかじ取機構を必ずしも必要としないので機構の簡略化による使いやすさをはかるため 1, 2 軸のかじ取りは行なわず 3, 4 軸のみのかじ取りとした。

かじ取りには与えられた信号に忠実に動くブースタと、与えられた信号を確実にブースタに伝える信号装置を必要とする。本トレーラの信号伝達には機械的な方法を採用し、ロッド・レバーのガタ、摩耗はバネで押え、部材の弾性変形は剛性を大にすることで解決した。かじ取り装置の取り付けの基礎となるトラクタ・台わく関係は回転を許してお互いは路面の状況により運動するので、それぞれに取り付けられた信号伝達関係もやはり動くが、極



第 10 図 制 動 系 統 図



第 11 図 荷 重 試 験 の 状 況

力この影響が信号伝達に効かないような機構として、ガタその他の集積が車軸に不安定な動きを起こさないように考慮した。

ブースタに過負荷がかかったときは、ブースタのコントロールバルブを操作する信号レバーの一部にバネ式安全装置を設け、全体の信号系統の故障を防ぐ機構とした。

### 3.2.3 機 械 室

油圧かじ取り用の油圧は第一台わくに設けられた機械室内のビクターオート製 10 馬力エンジンとトキコ製ベーンポンプを使用して発生させている。油圧装置の仕様を第 3 表に、回路図を第 9 図に示す。

### 3.2.4 制 動 装 置

トレーラの全長が長くなり、前後台車を片台車の制動弁で同時に制動をかけることは、制動の作動までのタイムラグを長びかせるので、前後台車を別々に作動させる方式としてタイムラグを短くする構造とした。そのためトレーラとしての統一した制動は、各運転手の電話連絡により行なうこととした。制動系統を第 10 図に示す。

## 4. 試 験

210 t の荷重を安全確実に運搬するためには、強度と機能を確認することが必要であるので、荷重試験、かじ取り試験、制動試験、悪路試験を実施した。その結果十分な特性を有することが確認された。各項目にしたがい次に述べる。

### 4.1 荷 重 試 験

試験状況を第 11 図に示す。負荷要領は変圧器の代りに両車体間に試験わくを取り付け、この中に第 11 図に示すように鋼塊ならびに鉄板を積載して荷重とした。積載重量は振動その他の条件を考えて静荷重の 20% 増として、これから試験わく重量を差引いた 229.5 トンを最高試験荷重とした。

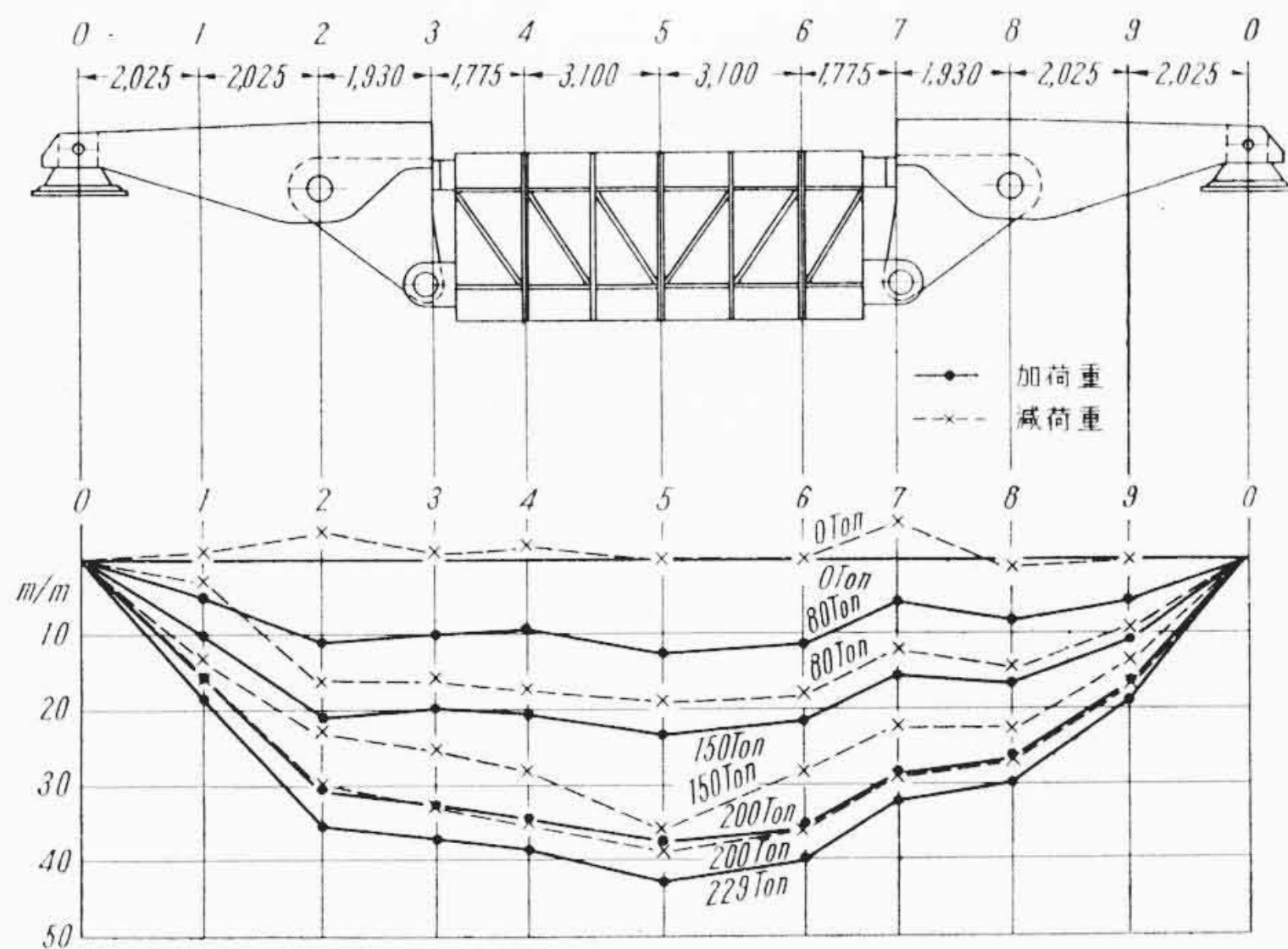
#### (1) 車 体 た わ み

車体支持点間をピアノ線で結び第 12 図に示す 9 点にスケール

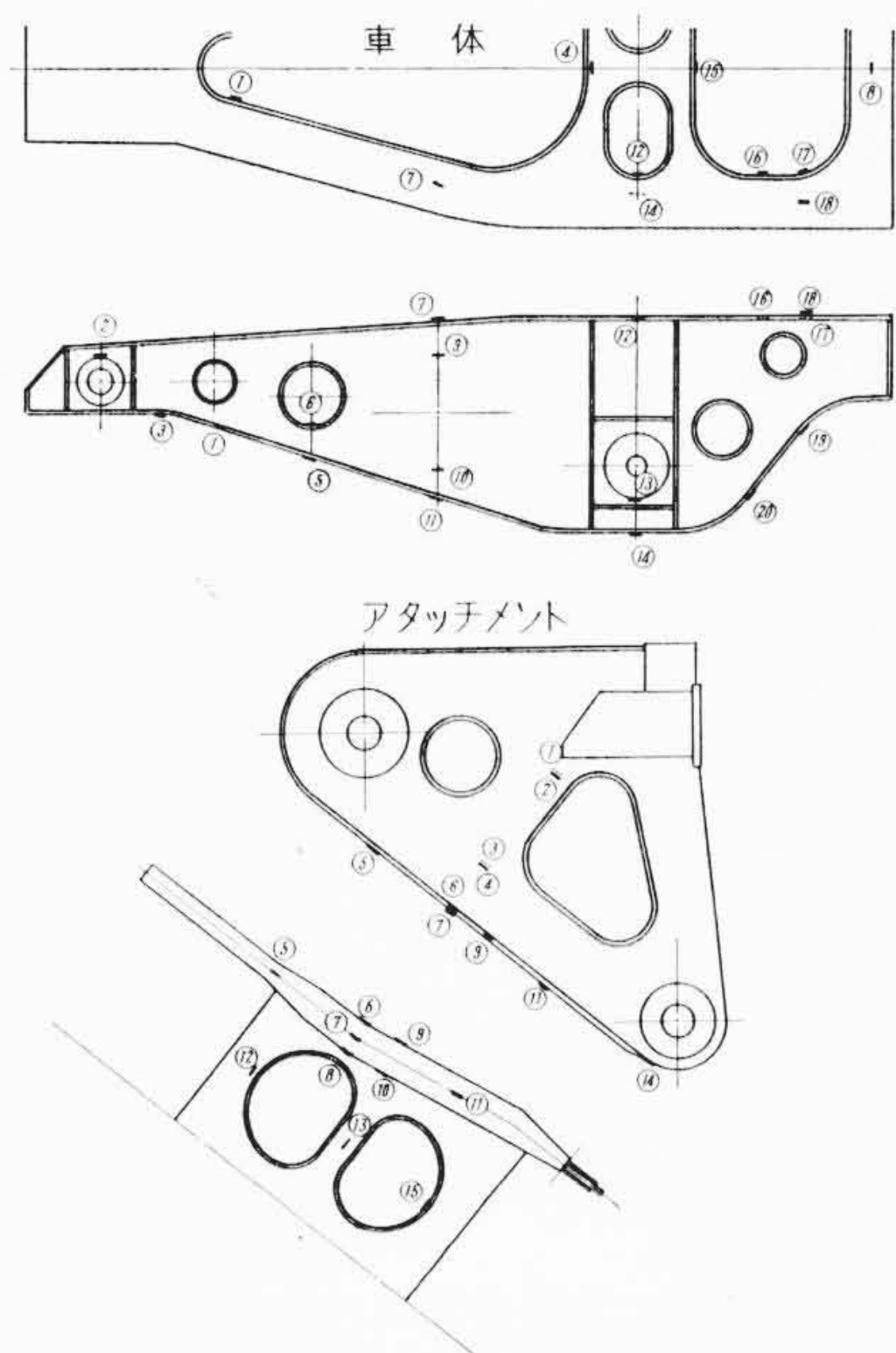


第4表 応 力 測 定 結 果

| アタッチメント | ゲージ No. | (1)   | (2)   | (3)   | (4)   | (5)   | (6)   | (7)   | (8)   | (9)   | (10)  | (11)  | (12)  | (13)  | (14)  | (15)  |
|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         | 測定応力    | +5.03 | +4.54 | +3.28 | +3.52 | +7.32 | +21.4 | +11.6 | -3.54 | +10.2 | +10.3 | +7.70 | +9.60 | +5.55 | +6.55 | +10.3 |
| 車 体     | ゲージ No. | (1)   | (2)   | (3)   | (4)   | (5)   | (6)   | (7)   | (8)   | (9)   | (10)  | (11)  | (12)  | (13)  | (14)  |       |
|         | 測定応力    | +4.82 | +5.80 | +14.9 | -5.55 | +11.8 | +2.51 | -18.4 | -10.3 | -11.1 | +5.54 | +5.04 | -7.35 | +6.38 | +12.2 |       |
|         | ゲージ No. | (15)  | (16)  | (17)  | (18)  | (19)  | (20)  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|         | 測定応力    | -12.3 | -19.6 | -12.6 | -12.8 | +3.28 | +4.25 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |



第12図 荷重試験時たわみ



第13図 静荷重試験応力測定点

を貼布して各荷重ごとにそのたわみを測定した。第12図にその結果を示す。

## (2) 応 力

車体本体ならびにアタッチメントの応力測定を第13図に示す各部にストレーン・ゲージを貼布して行なった。測定結果を第4表に示す。

## 4.2 かじ取試験

運行の難易はトラクタとトレーラが接続された状態で計画どおりに旋回能力を有するか否かにかかっているため単車試験とトレーラ全体組み合わせ試験の2種目を行ない期待どおりの結果を得た。

## (1) 単 車 試 験

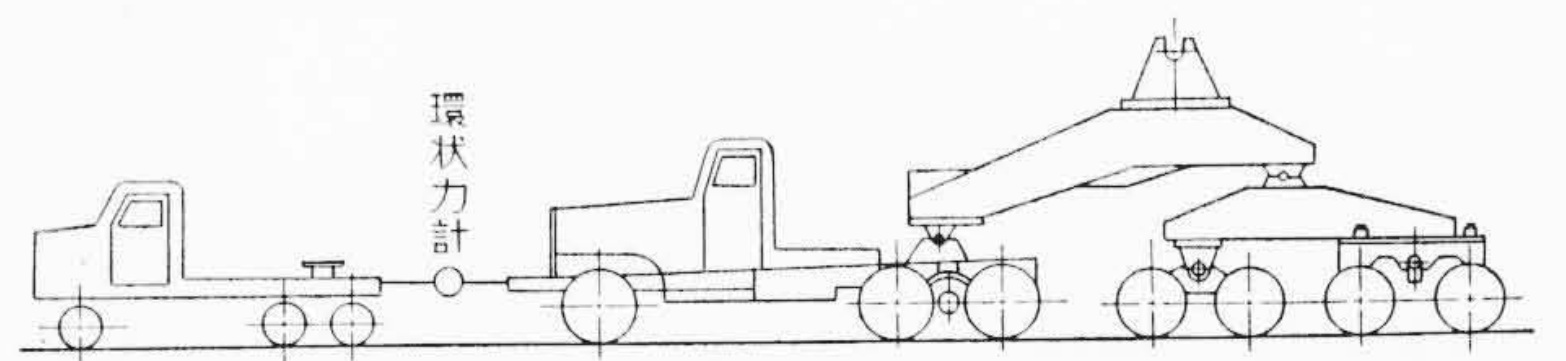
トラクタとボールトレーラを中間台わくで組み合わせた状態で旋回して各車輪の回転角、トラクタとトレーラの相対角をチェッ

第5表 旋 回 時 回 転 角

| 項 目   | 台車中心<br>回転半径 | 3 軸    |        | 4 軸    |        | トラクタと中間台<br>わくの旋回角 |
|-------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------------------|
|       |              | 外側     | 内側     | 外側     | 内側     |                    |
| 計 算 値 | 10m          | 10°56' | 12°58' | 18°19' | 21°32' | 19°2'              |
| 実 測 値 | 第1回右回り       | 10m    | 11.5°  | 13.0°  | 20.0°  | 23.0°              |
|       | 第1回左回り       | 10m    | 8.5°   | 9.0°   | 16.0°  | 18.0°              |
|       | 第2回右回り       | 10m    | 9.5°   | 12.0°  | 17.5°  | 20.5°              |
|       | 第2回左回り       | 10m    | 9.5°   | 12.0°  | 17.0°  | 20.5°              |

第6表 プレーキ試験測定結果

|                  |             | 試験規定<br>初 速 度<br>km/h  | ブレーキ作<br>動初速度<br>km/h | 停止距離<br>m | 補 正 停<br>止 距 離<br>m | 天 候    | 道路状況   | 積 載 量  |
|------------------|-------------|------------------------|-----------------------|-----------|---------------------|--------|--------|--------|
| 単<br>車<br>試<br>験 | 一<br>号<br>車 | 5                      | 4.67                  | 1.320     | 1.510               | 雨      | アスファルト | —      |
|                  |             | 5                      | 4.96                  | 1.000     | 1.010               | 雨      | アスファルト | —      |
|                  |             | 5                      | 6.40                  | 1.800     | 1.230               | 雨      | アスファルト | —      |
|                  |             | 18.2                   | 18.2                  | 4.34      | 4.34                | 晴      | アスファルト | —      |
|                  | 二<br>号<br>車 | 5                      | 4.71                  | 1.145     | 1.290               | 曇      | アスファルト | —      |
|                  |             | 5                      | 5.42                  | 1.390     | 1.180               | 曇      | アスファルト | —      |
|                  |             | 5                      | 5.11                  | 1.260     | 1.210               | 曇      | アスファルト | —      |
|                  |             | ト組み<br>ンミ<br>合試験<br>ラわ | 最高速度                  | 1.75      | 0.88                | 0.88   | 晴      | コンクリート |
| 最高速度             | 1.85        |                        | 0.50                  | 0.50      | 晴                   | コンクリート | 120 t  |        |
| 最高速度             | 1.54        |                        | 0.55                  | 0.55      | 晴                   | コンクリート | 210 t  |        |



第14図 駐 車 制 動 試 験

クし第5表に計算値ならびに試験結果を示した。この場合回転半径は急旋回を考慮し、台車中心で10mとした。測定にあたっては半径10mの円を白線で引き、台車中心がこのの上を通過しているのを確認しながら各軸回転角の測定を行なった。

## (2) トレーラ全体組み合わせ試験

荷重を210t積載してタイヤの接地圧が最大となったとき、支障なく旋回しうるかどうかが確認した。トレーラの1,2軸をかじ取りさせないことによる影響がこの試験で表われるが、運行には全然支障なく、スムーズな旋回であった。

3,4軸のかじ取りは最高油圧65 kg/cm<sup>2</sup>でかじ取りするポンプユニット・ステアリング装置としたが、かじ取り運行の場合の油圧ブースタ使用のかじ取り力について、かじ取り油圧を60, 30, 10 kg/cm<sup>2</sup>と低下させて運行した結果、舗装路面では10 kg/cm<sup>2</sup>でも旋回可能なことが確認できた。これにより、砂利道はもちろん多少の凹凸路面でもかじ取り性能は十分であると考えられる。

## 4.3 制 動 試 験

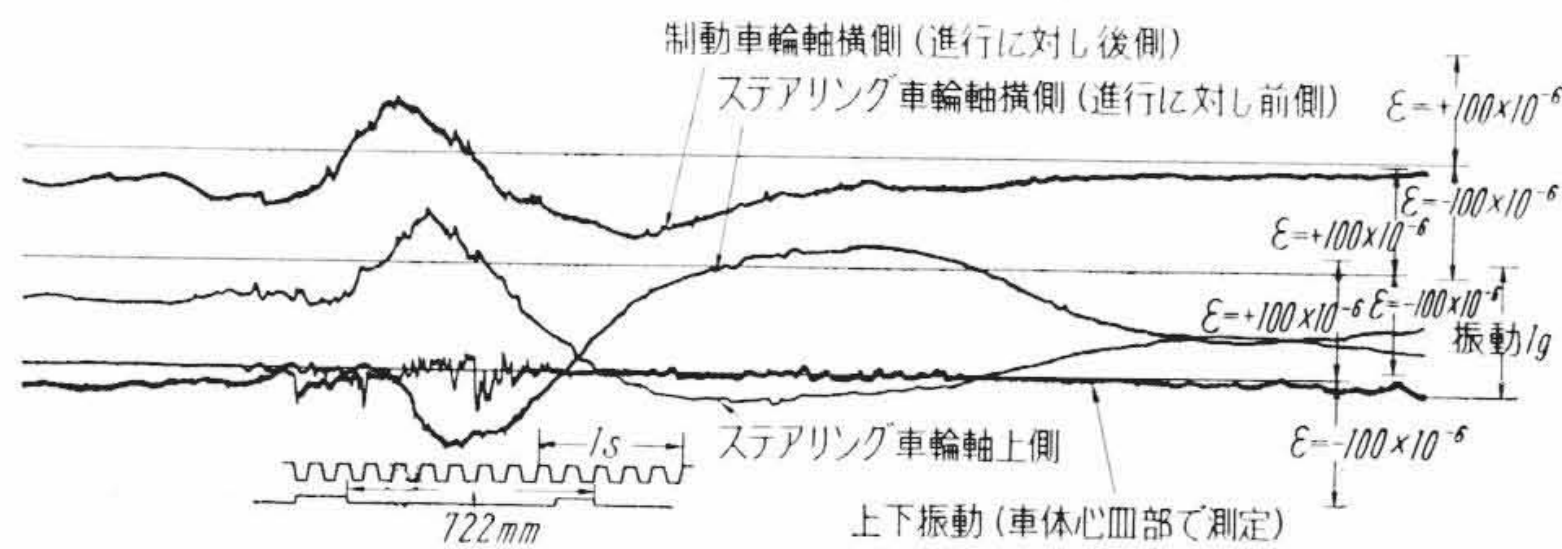
ブレーキの作動について三菱ふそう W-27 トラクタとボールトレーラを組んだ単車制動試験、単車時における駐車制動試験、トレーラ全体組み合わせ制動試験を行なった。第6表に単車制動試験、トレーラ全体組み合わせ制動試験結果を示した。道路運送車両の保安基準では車速20 km/hまでの車はその最高速度で5m以内で停止すればよいことになっているので第6表の制動試験結果は満足すべ



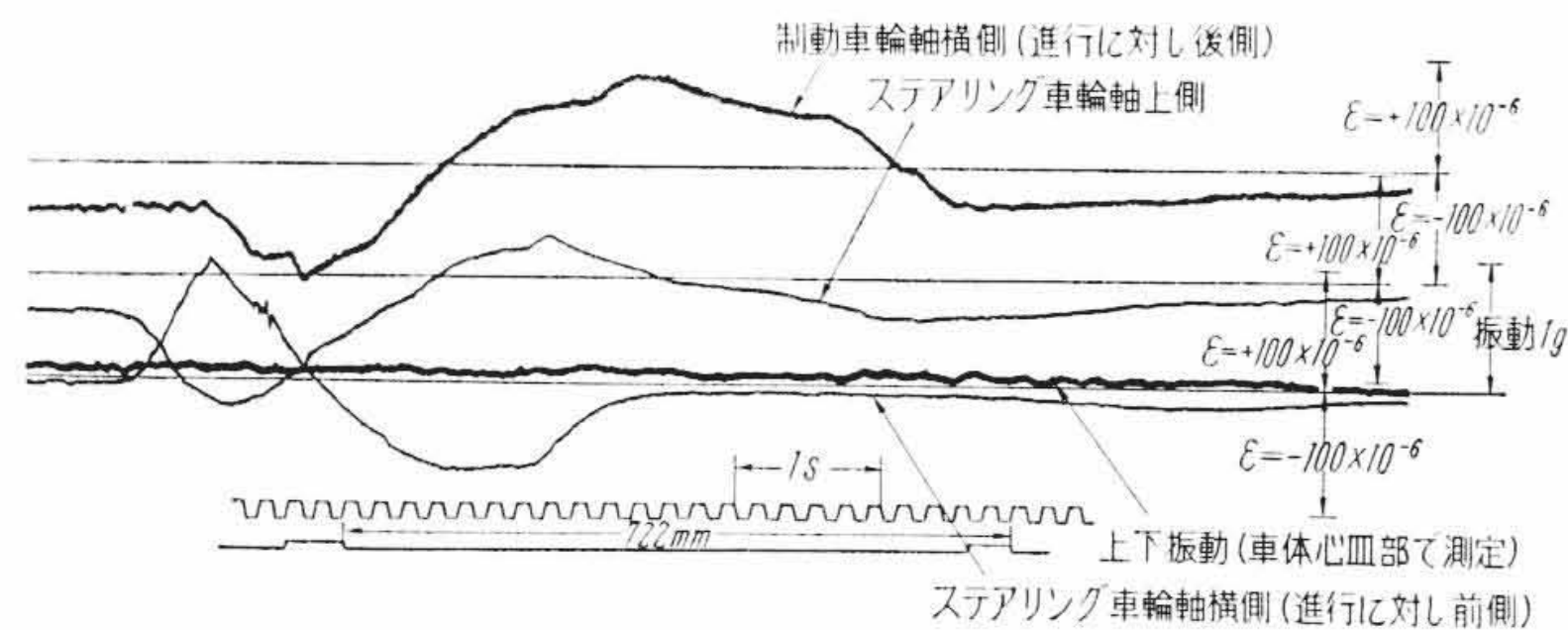
第7表 駐車ブレーキ試験結果

| 項 目                                                       |                        | 結 果     |         |
|-----------------------------------------------------------|------------------------|---------|---------|
|                                                           |                        | No. 1   | No. 2   |
| トレーラ自重                                                    | $W(\text{kg})$         | 18.860  | 18.860  |
| トレーラ駐車ブレーキ力( $F_1$ )+トラクタ<br>出発抵抗( $F_2$ ) $F(\text{kg})$ |                        | 7.400   | 7.100   |
| トラクタ出発抵抗(*14790×**0.01)                                   | $F_2(\text{kg})$       | 147.9   | 147.9   |
| トレーラ駐車ブレーキ力                                               | $F_1=F-F_2(\text{kg})$ | 7.252.1 | 6.952.1 |
| 駐車ブレーキ作用最大こう配および角度 $\theta=\tan^{-1}\frac{F_1}{W}$        |                        | 21°2′   | 20°14′  |

\* トラクタ自重  
\*\*コロガリ抵抗=0.01



第 15 図 障害物乗越試験オシログラム



第 16 図 障害物乗越試験オシログラム

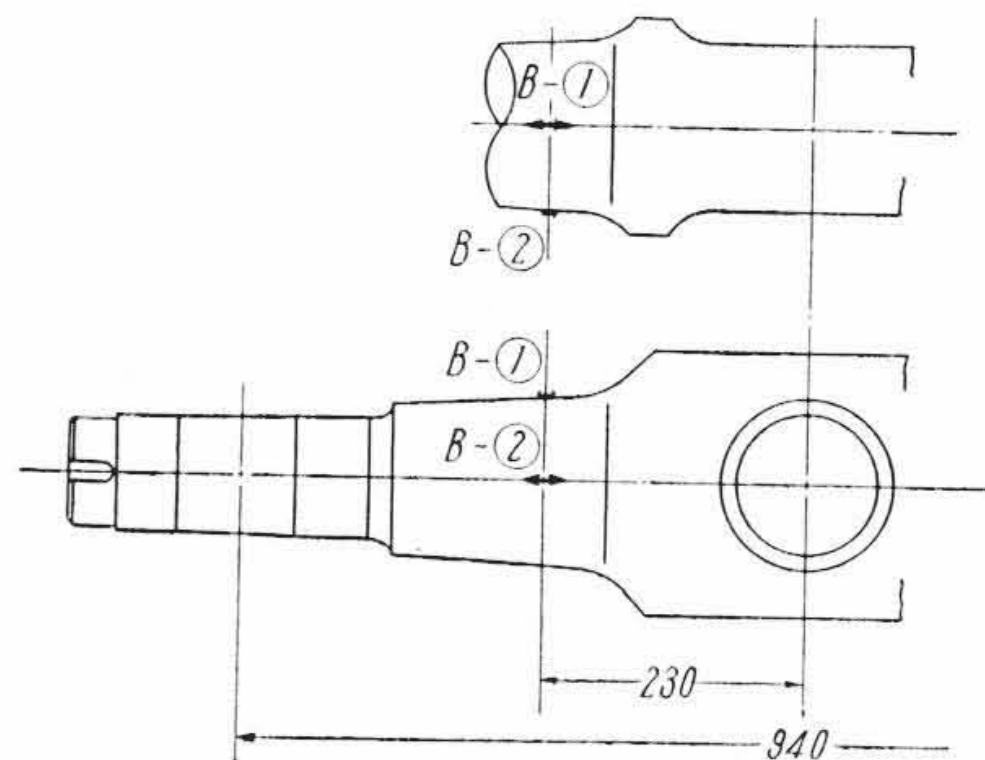
き値である。

駐車制動試験は第 14 図で示す要領で路面はアスファルト舗装、乾燥状態でけん引トラクタに日産民生 6 TW12 T を使用して、けん引ワイヤに取り付けられた環状力計により、トレーラの移動時の荷重を読み、これよりトラクタの転がり抵抗を除いたものを駐車制動力とした。結果は第 7 表に示すとおりで、これも法規を満足する値であった。

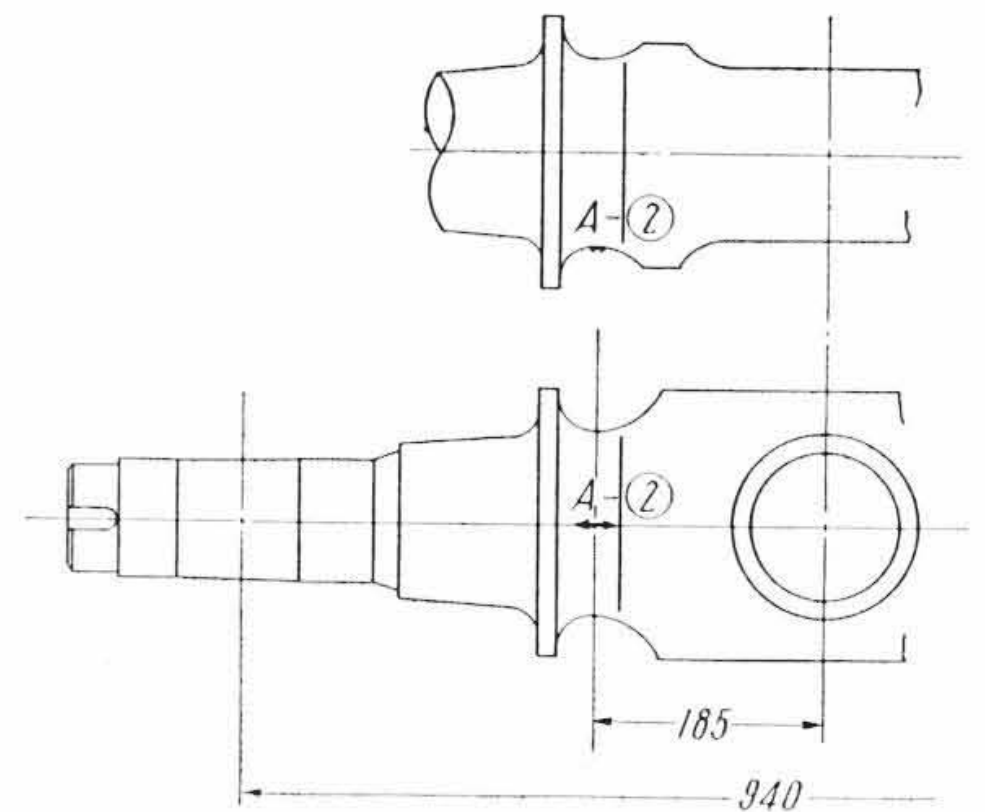
#### 4.4 悪路試験

トレーラの走行は、使用条件として進行方向のこう配 1/10 とし、これと直角方向のこう配を 3 度に限定して車の安定性を保証したが、悪路走行の状態を次の試験により確認した。

(1) トレーラに 210 t の荷重を積載した状態でトレーラの片台車の片側車輪部に高さ 125mm の枕木を並べ、トレーラを通過させて片こう配 4 度 05 分の路面を無事に通過することを確認めた。



第 17 図 ステアリング車輪側車軸応力測定点



第 18 図 制動車輪側車軸応力測定点

(2) トレーラが高さ 125 mm 幅 200 mm 緩和こう配 1/2 の凸障害物を越えるときの車軸応力ならびに車体心皿上の上下振動を第 15, 16 図に示す。測定条件はコンクリート舗装路面上に設けた障害物の乗越しで、トレーラは一直線上を運行するものとした。第 15 図は速度 1.50 km/h, 第 16 図は速度 0.558 km/h の場合である。このオシログラムで明らかなことは平らな路では上下振動加速度が最大のもので 0.08 g 程度で高さ 125mm 程度の障害を越した場合でも速度を 0.5 km/h 程度に押えたと約 0.1 g を越えることはない、しかし速度を 1.50 km/h に上げると約 0.3 g になるので、悪路走行時は速度を落し最高 0.5 km/h に押えたと安全である。車軸応力測定点は第 17 図ならびに第 18 図に示すとおりである。

## 5. 結 言

日本通運株式会社納 210 t 積トレーラを完成して、すでに第三回目の輸送も無事終了したので、その構造、特長を中心に概略について述べた。

本車両の製作にあたり、関係各方面からいろいろと指導、ご援助を賜った。厚く謝意を表す次第である。

## 参 考 文 献

(1) 村田ほか 2 名：日立評論 43, 1640 (昭 34-12)