

橋げた架設用操重車について

Crane Car for Bridge Construction Work

村 田 師 男* 津 沢 泰 行*
Norio Murata Yasuyuki Tsuzawa

犬 童 考 一* 中 村 陽 一*
Kōichi Inudō Yōichi Nakamura

内 容 梗 概

鉄橋のけたを交換するための特殊操重車として日本国有鉄道から試作を命ぜられた ソ-200 形式操重車は、その構造、性能上、在来のもとは著しく趣を異にしている。この車に要求された性能は、2両1組となって重量140tのコンクリートけたをつり上げ運搬して在来の鉄けたと交換する作業、および重量30t、長さ22mの鉄けたを中央1本つりでつり上げ運搬する作業が可能なることであり、条件としては、作業時には建築限界を侵害せぬこと、回送時には車両限界内におさまる、一般列車に連結して回送可能なることが指定された。

安定の問題、重量配分、機械配置など設計的にもいくたの難関があったが、すべて克服され現在順調に稼動中である。

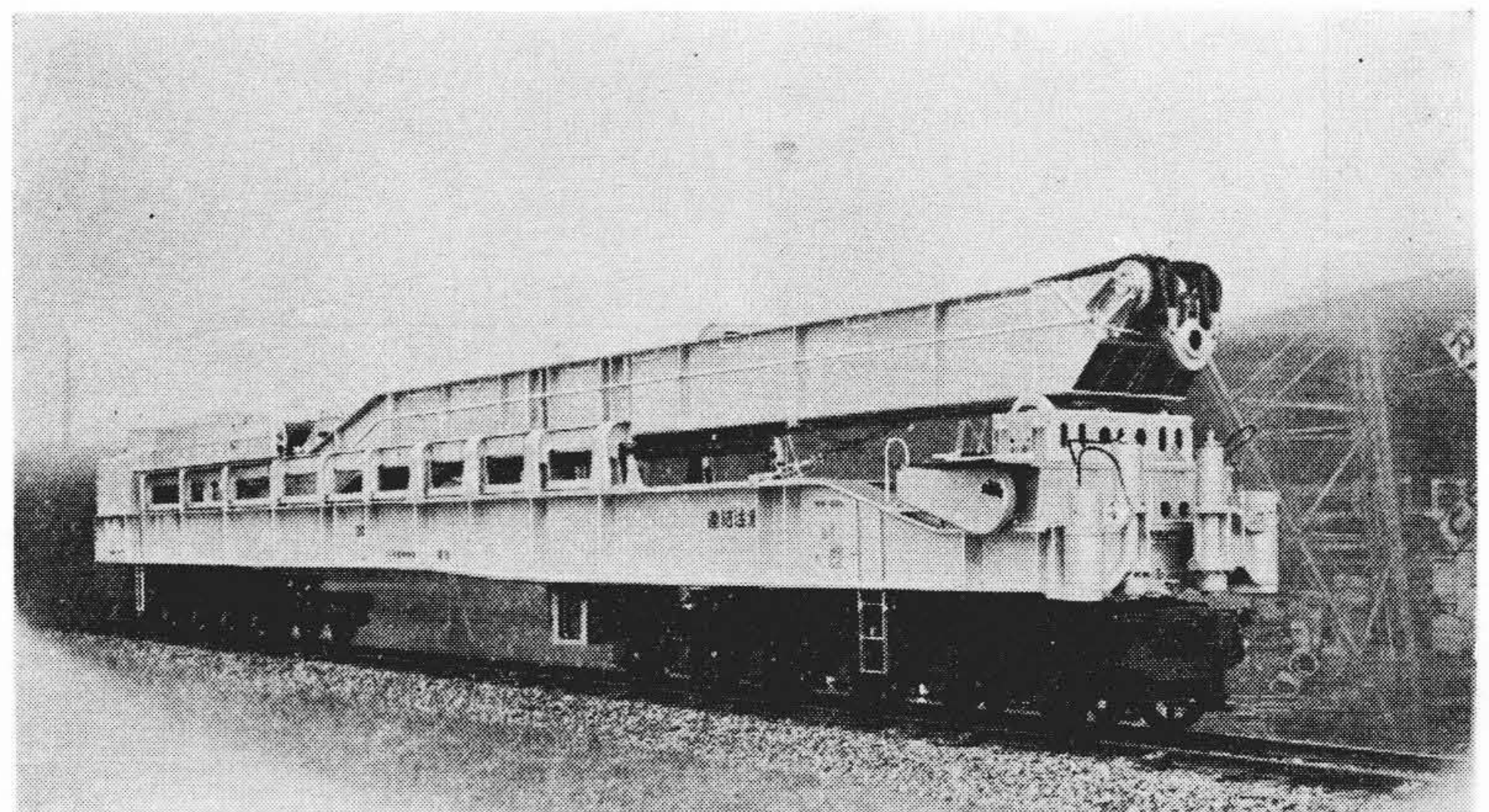
1. 緒 言

近年PC橋（プレストレスト コンクリート橋）の発達とともに従来の鉄橋の更新にPCけたを用いるほうが経済的に有利な場合が多くなってきた。日本国有鉄道においては日豊本線小丸川橋の更新にPCけたを用いることになったが、従来の鉄けた掛換え方法では自重120tもあるPCけたの架設は容量的に不可能なため、PCけた架設を主目的とする橋けた架設専用の操重車の製作にせまられていたが、日立製作所ではこの要望に応じ、昭和34年春より設計に着手し、本年5月完成納入した。すでに6月より小丸川橋けたの掛換えが開始され、目下順調に進行中である。

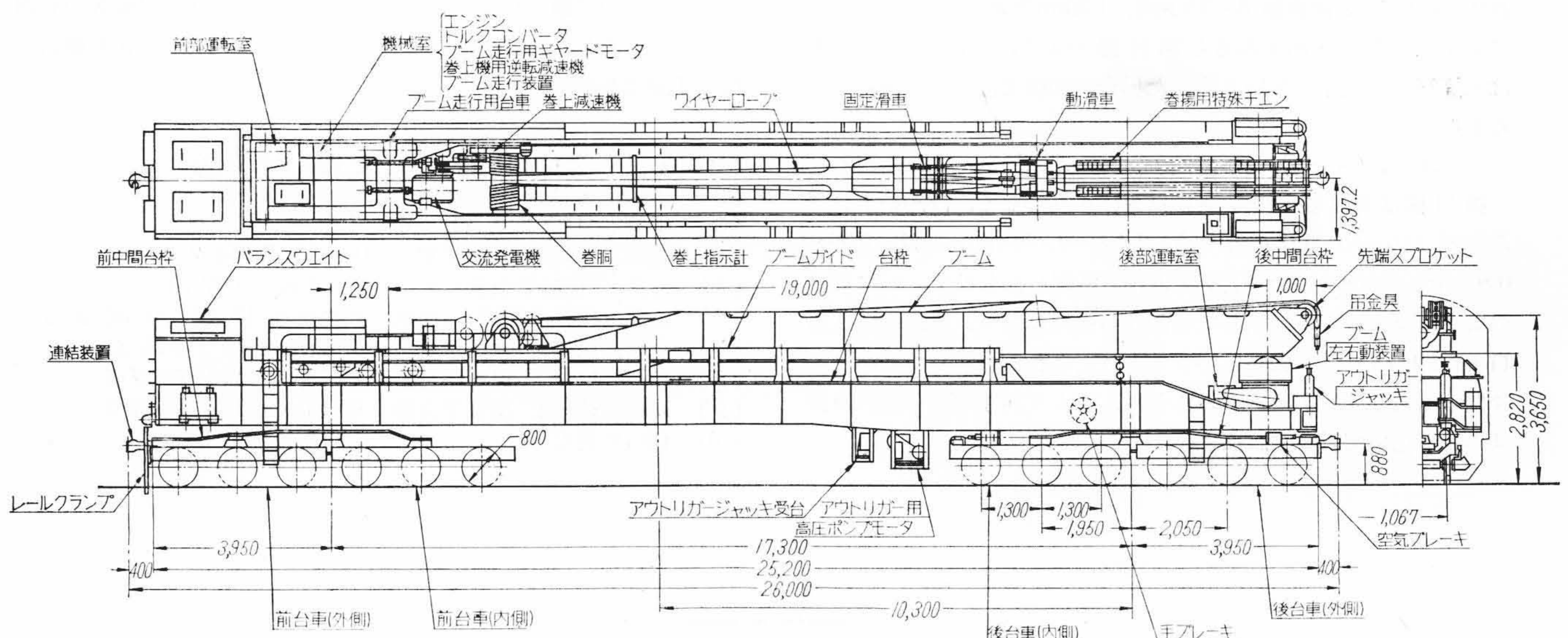
本操重車は叙上のようにPCけた架設に主目的をおいているが、従来の鉄けたの掛換えにも用いることのできる橋げた架設専用車であり、厳しい使用条件、車両限界、軌条の許容負担力などの諸制限が多く、設計上非常な苦

心を払ったものであり、さらに使用目的が従来の操重車と異なるため構造上においても多くの特色を有している。

第1図は本操重車の外観を、第2図はその構造を示す。



第1図 橋げた架設用操重車の外観



第2図 橋げた架設用操重車の構造

* 日立製作所笠戸工場

2. 設計上考慮された主要事項

本操重車は従来の操重車と異なり、建築限界内で橋りょうの架設を行う独特な様式のもので、ブームの車端よりの突出し量に比して大きい扱荷重により誘引される安定性の問題、大きな荷重を扱わねばならない巻上機を車両限界内に納めるための特殊な構造、さらに大きな荷重のもとでブームをスムーズに移動させる機構など各面で予想せざる苦心を払わねばならなかった。

以下そのおもな点について概要を述べる。

2.1 安 定

ブームを車端より 12.25 ± 0.25 m 突出して 30 t つれる容量をもたせるため転倒モーメントが著しく大きくなるので、安定を保持させることがはなはだ困難であったが、

- (1) バランスウエイト、レールクランプならびにアウトリガーの設置
- (2) 前中間台わくならびに台車わくがバランスウエイトとして作用するように心皿中心ピンで車体と中間台わくならびに中間台わくと台車わくを連結した構造

などの方法を講じて解決した。

2.2 高 さ の 制 限

本車は台車、中間台わく、車体、ブームと積み重ねた構造により車両の高さが高くなるため、仕様条件の回送状態で第1縮小限界に納めることと、重心位置を低くすることのため

- (1) 車輪径を 800 mm に縮小 (標準 860 mm)
- (2) 凹形台車枕はりを用い、心皿高さを下げ、中間台わくを台車わく内に納める構造
- (3) ブームに高抗張力鋼板を採用し、ブームウェブ高さの低下と重量軽減

などの方法を採用した。

2.3 ブームの形状とライナ

ブームを突出し、荷重をつるとブームのたわみとともに車体が傾斜し、ブームの先端がかなり低下するのを防ぐため、ブーム下面に適当な傾斜ならびに段をつけて所定寸法の橋げたをつることができるよう苦心した。

なおブーム下面には特殊な熔接法を用い SUP 3 製ライナを熔接し、大きな反力に耐えうる構造とした。

2.4 巻上装置のけたつり上用チェン

建築限界の範囲内でけたの取付け、取はずし作業を行うためにはブーム先端からさがるつり金具を含む可動部分は寸法的に非常に苦しい制約を受けた。したがって一般のクレーンと同様に巻胴からつり金具までを一貫してワイヤーロープで連結することは所要のワイヤーロープに対して法規上許される最小の滑車径をもつてしても本操重車の場合には取付不能であったため、一般クレーンにおけるフックの取付けられる動滑車に相当する部分をブーム上で移動可能に配置し、この滑車からつり金具に達する約 5 m の間は重量物巻揚用のチェン 2 本を使用した。これによりブーム先端の屈曲部にスプロケットを使用することになり寸法上の問題は解決された。

2.5 ブーム前後動装置

ブームの可動範囲約 14 m に対してけたをつった状態で微動調整作業を行う場合にも極端な遊びを生ずることがなく、全長にわたって常にスムーズにブームを移動させるための調整も容易であることを主目的として、ブームの送り出し機構としてローラチェンを車体上に固定し、スプロケットをブームに取付けかみ合わせるによりブームの前後動をさせる方法を採用した。

2.6 送 電 方 法

ブーム上の発電機から車体上に設けられた左右動装置およびアウ

第1表 操重車 (ソ 200) 仕様諸元

項 目	仕 様
形 式	ソ 200
軸 配 置	3×2 軸ボギー
自 重 (装備重量)	130 t
最 大 扱 荷 重	
(1) 車端より 1.2 ± 0.25 m ブームを突出した位置において	70 t
(2) 車端より 9.15 ± 0.25 m ブームを突出した位置において	25 t
(3) 車端より 12.25 ± 0.25 m ブームを突出した位置において	30 t
巻 上 高	3.5 m
ブーム先端許容首振り量	
(1) 車端より 1.2 ± 0.25 m ブームを突出した位置において	± 300 mm
(2) 車端より 9.15 ± 0.25 m ブームを突出した位置において	± 900 mm
(3) 車端より 12.25 ± 0.25 m ブームを突出した位置において	± 1,300 mm
最 大 寸 法	
長	26,000 mm
幅	2,795 mm
高	4,000 mm
軌 間	1,067 mm
主 心 皿 距 離	17,300 mm
転車台へのせるとき	10,300 mm
台 車 心 皿 間 距 離	4,000 mm
台 車 固 定 軸 距 離	2,600 mm
車 輪 径	800 mm
連 結 器 高	880 mm
車 長 1 m 当 り 重 量	5 t
重 心 高	1,860 mm
最 大 軸 重	
(1) 空 車 回 送 時	11.5 t
(2) 車端より 1.2 m ブームを突出した位置で 70 t つったとき	26.4 t
(3) 車端より 9.15 m ブームを突出した位置で 25 t つったとき	21.1 t
(4) 車端より 12.25 m ブームを突出した位置で 30 t つったとき	24.6 t
連 結 装 置	柴田式自連 (横コッター式上作用) RD2 形ゴム緩衝器
ブ レ ー キ 装 置	203×250 SO 形ブレーキシリンダ付空気ブレーキおよび手ブレーキ

トリガー高圧ポンプ用の各電動機への送電線は、3仕様の所定の作業位置のいずれかに移動してからブームガイド上の各作業位置に設けた継ぎ箱でキャノンプラグにより接続する方法を採用することにより、長い配線をブームの移動とともに引きずらなくてすむようにした。

3. 構 造

本操重車の主要仕様を第1表に示す。以下各装置ごとにその概要を紹介する。

3.1 車体と中間台わく

車体は台わくとブームガイドより構成され、台わく上にはバランスウエイト、ブームガイド、走行用チェン、走行台車、ブームおよびブーム左右動装置が装架され、前車端にはレールクランプ、後車端にはアウトリガーが設けられている。

また、台わく両側上面にボルト締めされたブームガイドは上下にブーム走行台車用のガイドレールが設けられており、下レールにはクレーン用レールを、上レールには SNC 1 製レールを用い、大きなブーム反力に対して耐えられる構造になっている。

中間台わくには連結装置が設けられており、前中間台わく主心皿のみ中心ピンを通し、コッタにより中間台わくおよび台車わくがバランスウエイトとして作用する構造になっている。

3.2 台 車

台車は重ね板ばねを担ばねを使用した 1 自由度系の 3 軸ボギーで、台車わくは一体熔接組立構造である。枕はり心皿高さを低くして中間台わくを台車わく内に納めるため凹形に弯曲した構造になっている。

前台車と後台車とは負荷条件が異なるため、それぞれの負荷に応じた強度の 2 種類の台車を用いている。

第2表 ブレーキ装置仕様

項 目	仕 様
制 動 筒	203×250 SO形 4 個
補 助 空 気 溜	320×700 2 個
制 御 弁	K2 2 個
空 気 圧	3.5 kg/cm ²
空 気 ブレーキ 倍 率	7.47×4
空 気 ブレーキ 率 (全 車)	40.6%
手 ブレーキ 倍 率	214
手 ブレーキ 率 (全 車)	4.9%
制 輪 子	国鉄標準甲形 24個

第3表 機械装置主要機器仕様

A ガソリンエンジン		
名 称	トヨタ F 形ランドエンジン	
形 式	4 サイクル 6 気筒頭上弁式	
シリンダー内径×行程	90mm×101.6mm	
総 排 気 量	3,878 cc	
最 高 出 力	125 ps/3,600 rpm	
使 用 数	1 台	
B 交流発電機		
形 式	回転界磁形、自己通風防滴形	
出 力	7.5 kVA	
電 圧	200V	
相数、極数、周波数	三相 6 極 60 サイクル	
回 転 数	1,200 rpm	
使 用 数	1 台	
C トルクコンバータ		
形 式	日立 TM36-CH 1 段 4 要素三相形	
ス ト ー ル ト ル ク 比	3.7	
使 用 数	1 台	
D ギヤードモータ		
形 式	TFOG-KK	
出 力、電 圧	5.5 kW, 200V	
回 転 数	30 rpm (60 サイクル)	
使 用 数	2 台	
E ジャッキ		
揚 力、揚 程	100 t, 850mm	
圧 力	常用 430 kg/cm ² 最高 520 kg/cm ²	
ポ ンプ	電動高圧プランジャポンプ	
電 動 機	TFO 形 3.7 kW	

ブレーキは台車ブレーキとし、後 2 台車に、それぞれ 2 個の制動筒が設けられている。なお手ブレーキはこの台車のうち、内側台車のみに作用するようになっている。

3.3 連結装置

連結装置には RD 2 形ゴム緩衝器（日立形式 L1-7B）付横コッタ式柴田式自動連結器（上作用）を装備し、解放でこの代りに連結器上錠揚にリングを設けている。

3.4 ブレーキ装置

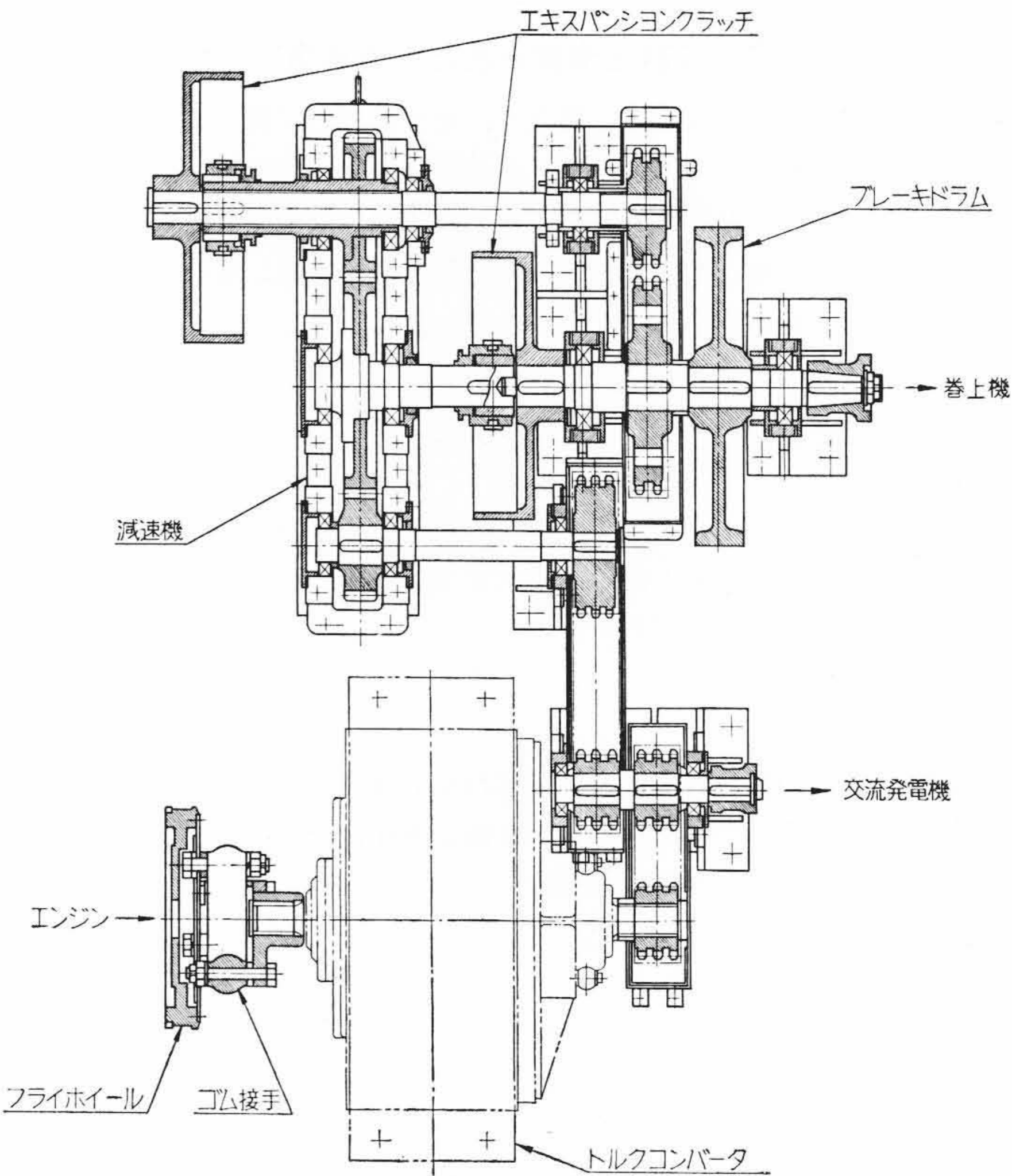
ブレーキ装置は空気および手ブレーキを設備しており、その仕様は第 2 表のとおりである。

本操重車は車長が長すぎるため、このままの状態では転車台へられないので、前台車を車体内側へ移動させる構造のため、ブレーキ装置は後台車のみに設けた特殊構造のものである。

3.5 安定装置

作業中ならびに回送中の安定を保持するため、つぎの装置を有している。

- (1) レールクランプ
- (2) アウトリガー（電動高圧ポンプにより作動）
- (3) バランスウエイト（鋳鉄ブロックとバラストをバランスウエイトボックスに積載、さらに前中間台わく、前台車わくをもバ



第3図 巻上用逆転減速機

ランスウエイトに兼用)

- (4) ラッシングチェンと走行台車固定用リンク（回送中のブームを安定させる）

3.6 ブーム

高抗張力鋼製ブームの先端は車体上に設けられたブーム左右動装置上へのせられ、後端部は球面心皿を介してブーム走行台車へ取付けられた構造で、この球面心皿を中心にしてブーム左右動装置によりブーム先端の首振りをすることができるようになっている。

3.7 動力伝達系統

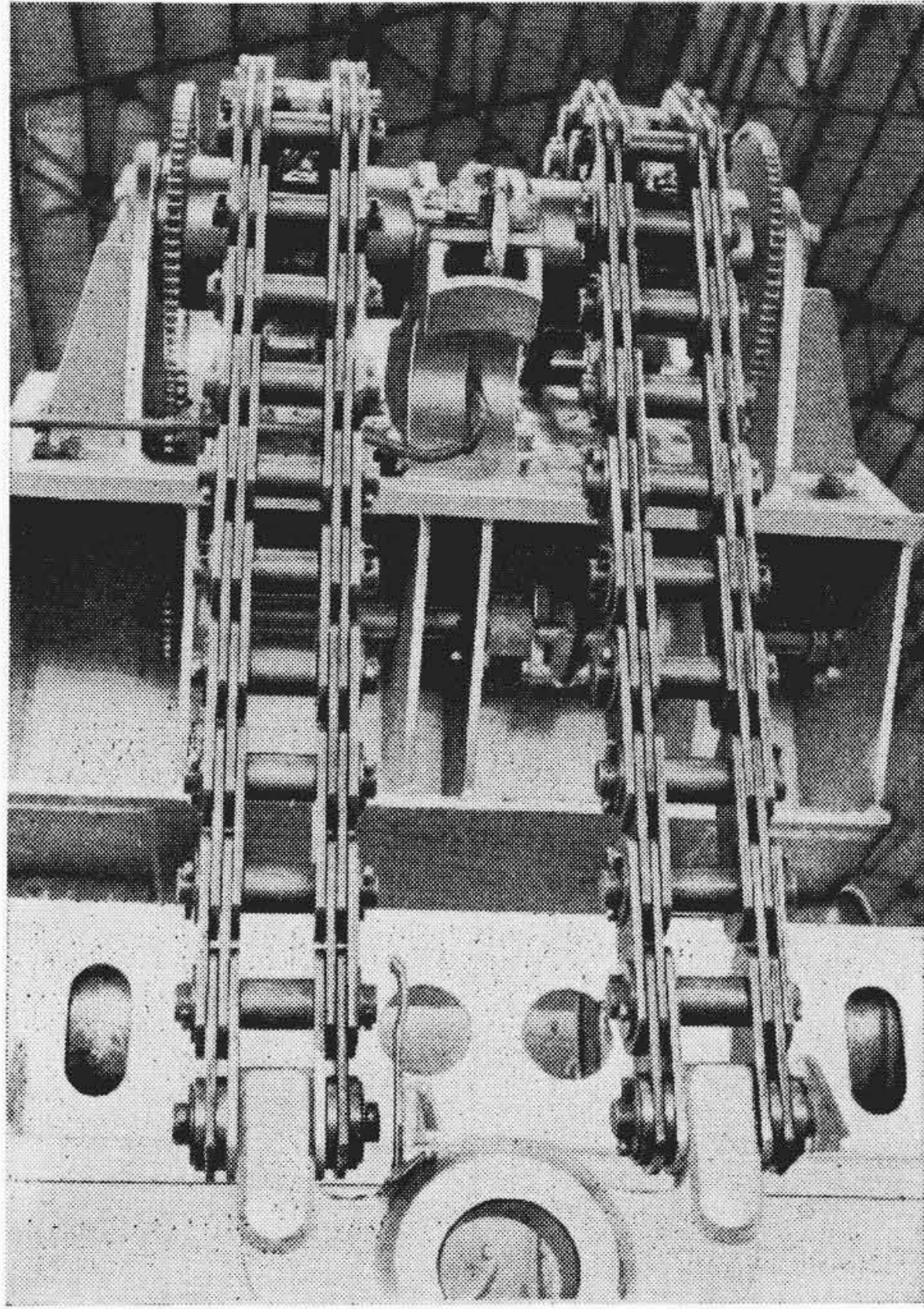
機械装置の動力源にはガソリンエンジンを使用し、巻上機のみ直接エンジンにより駆動されるが、ほかの装置はこのエンジンによって駆動される 7.5 kVA 三相交流発電機からそのつど、電力の供給を受ける 3 台の電動機によって駆動される方式で、第 3 表に主要機器の仕様を示す。

3.8 巻上装置

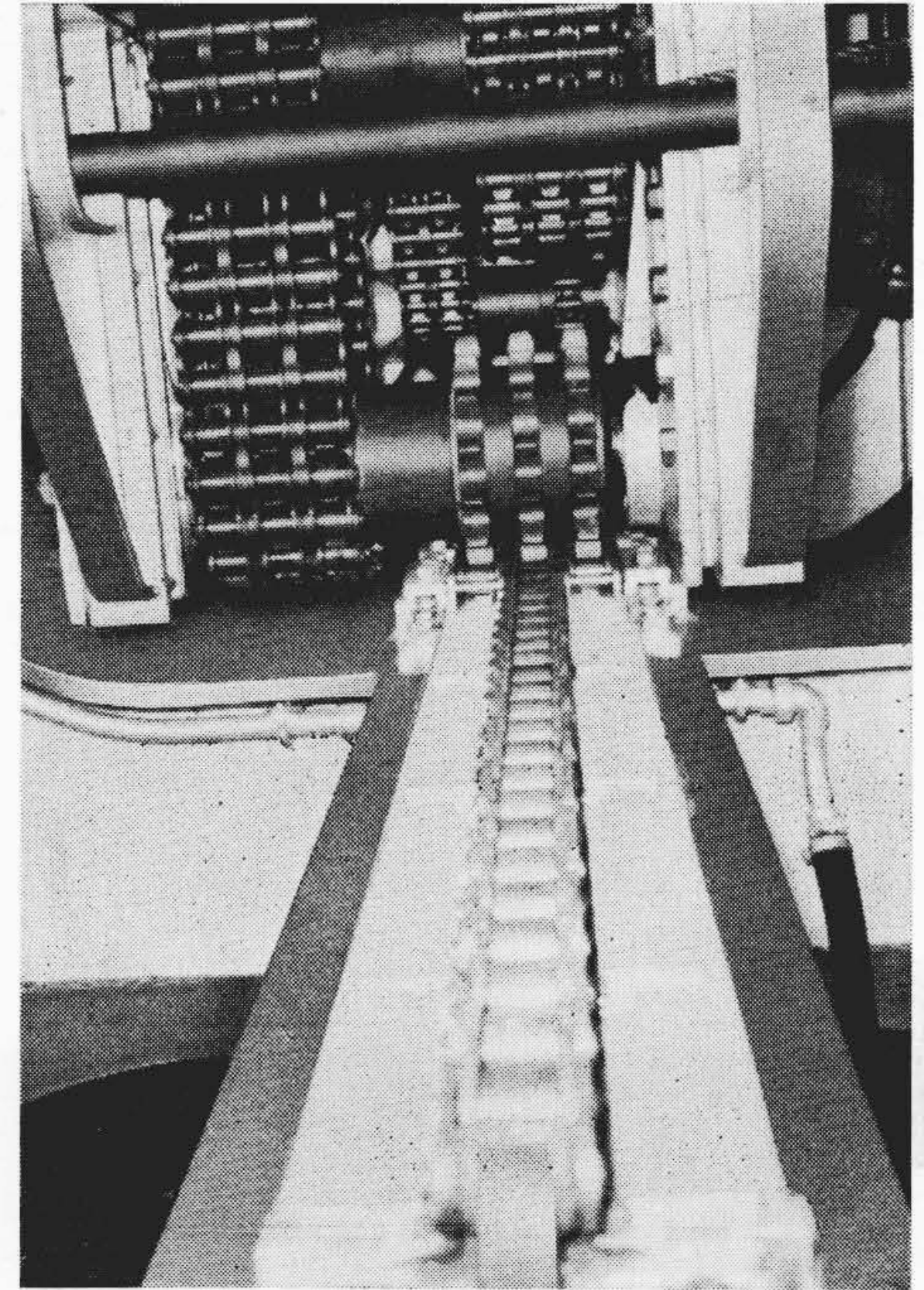
動力はエンジンからトルクコンバータ、逆転減速機をへて巻上機のかさ歯車ピニオン軸に伝達され、さらに 4 段の減速歯車をへて巻胴に伝達される。巻上げ巻おろしの切替えは 2 個のエキスパンションクラッチを交互にかん脱させて行い、制動は特に巻おろし時に有効な片ききバンドブレーキを採用した。

第 3 図は逆転減速機の構造を示すものである。

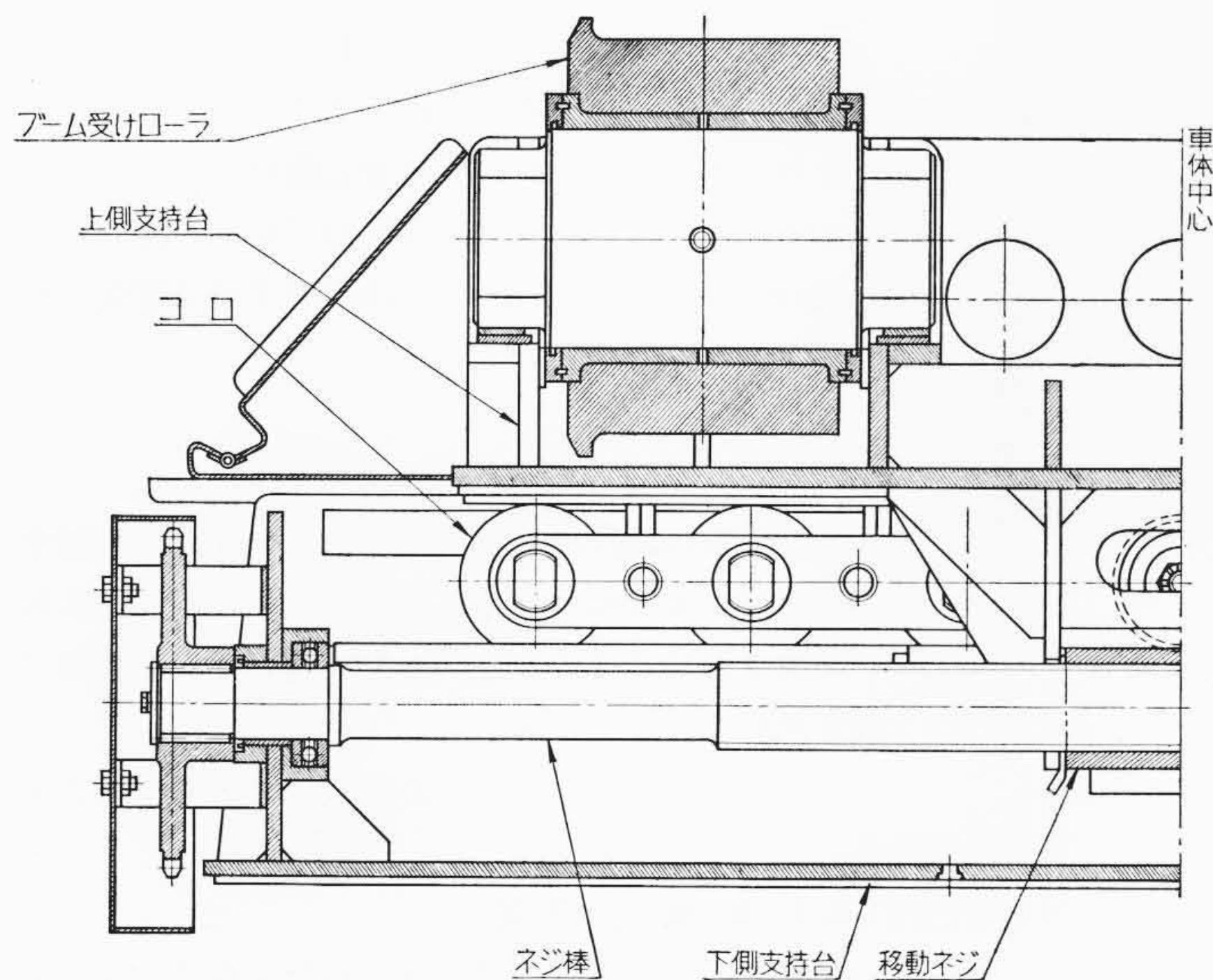
巻胴と動滑車間には 30 ϕワイヤロープを複列 10 本がけとし、動滑車には直接橋げたをつるための 2 本の特殊ローラチェンをピンにより取付けた構造で、動滑車および固定滑車が限界内に納まるよう、ブームの内部に納めてある。ブーム先端には第 4 図に示す上記 2 本のチェンとそれぞれ単独にかみ合う 2 個のスプロケットを設けてあり、無負荷時につり金具を所定高さまでおろす時に巻胴から直接別のチェンによって駆動し、ブーム上の重いチェンおよび動滑車をひきずって軽量のつり金具を降下させる構造になっている。なお、けたの揚降量は前記ブーム先端のスプロケットの回転をブーム上の指



第4図 ブーム先端スプロケットとチェン



第6図 前後動装置のスプロケットとローラチェン



第5図 ブーム左右動装置

針の左右動に変え、運転席から確認できるようになっている。

3.9 ブーム左右動装置

ブーム左右動装置はスラストベアリングによって水平に支持された送りねじ棒を設けた下側支持台、ブームを直接支持するフランジ付ローラ2個および上記ねじ棒にはまり左右動を伝達するナット状移動ネジの設けられている上側支持台、上下支持台間の14個のコなどから構成されている。下側支持台のねじ棒は5.5kWギヤードモータにより減速機を経て駆動されて上側支持台を左右動させ、2個のローラのフランジによってガイドされたブームが他端の心皿を中心にして回転しうる構造になっている。第5図に左右動装置の構造の一部を示す。

3.10 ブーム前後動装置

駆動装置はブームに連結されている機械室の下面に設けられており、5.5kWギヤードモータによって駆動されるが、動力はすべてロ

第4表 主要試験要目

試験の種類	項 目	仕 様			
		車端よりブームの突出量(mm)	荷重 (t)	ブームの前後動(mm)	ブームの左右動(mm)
機能試験	ブームの運動状態と性能の確認	1,200	70 および 84	±250	±300
		9,150	25	±250	±900
		12,250	30	±250	±1,300
	巻上げ巻下し性能の確認	荷重70t および84t 時について実施			
徐行試験	徐行時性能の確認	車端より12,500mmブームを突出して荷重30t 時に実施			
強度試験	強度の確認	車端より12,500mmブームを突出して最大荷重30t まで実施			
軸重測定	軌条負担力と安定性の確認	1. 回送時			
		2. 車端より12,500mmブームを突出して、荷重0tならびに30t 時にブーム先端の首振り量を0mm, 1,300mmにした時			

ーラチェンによって最終スプロケットに伝達され、2 m/min および 0.5 m/min の2段に速度切替えを行うことができる。最終スプロケットは車体上に約 14 m の区間にわたって固定されたアタッチメント付ローラチェンとかみ合い、回転によってブームを前後動させるが、このチェンはブームが3箇所の所定作業位置にある時は橋げたをつった状態で前後動が可能であるように部分的に3列とし、ほかは1列にしてある。なお制動は駆動装置の軸に設けられたバンドブレーキにより行われる。

第6図に前後動装置のスプロケットとローラチェンのかみ合状況を示す。

3.11 アウトリガー

アウトリガーには1個当り容量100tのオイルジャッキ2個を使用しており、回送時には車両限界内に格納しうるよう車体後端に取付けられた2個のささえ腕に取付けられている。ジャッキは車体下に取付けられた電動高圧ポンプにより加圧された油を操作室のバルブにより給排し作動させる構造である。

第 5 表 軸 重 と 輪 重

(1) 各台車の軸重

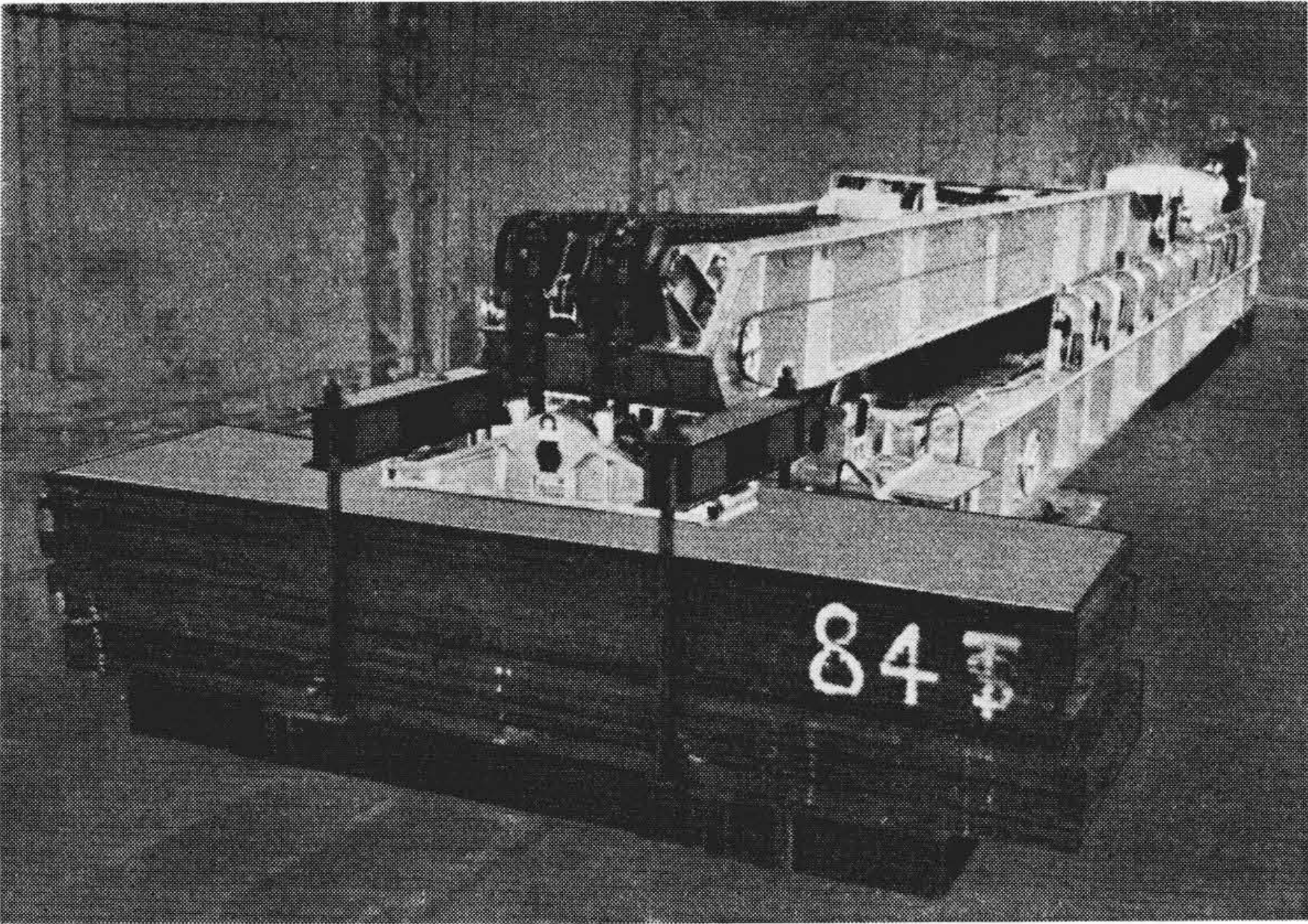
台 車		回送状態	車端より12,500mmブームを突出した時	
			荷 重 0 t	荷 重 30 t
前台車	外 側	11.4 t	6.7 t	2.1 t
	内 側	10.6 t	6.3 t	1.4 t
後台車	内 側	11.0 t	15.1 t	25.1 t
	外 側	10.3 t	15.2 t	24.7 t

(2) 左右輪重の和

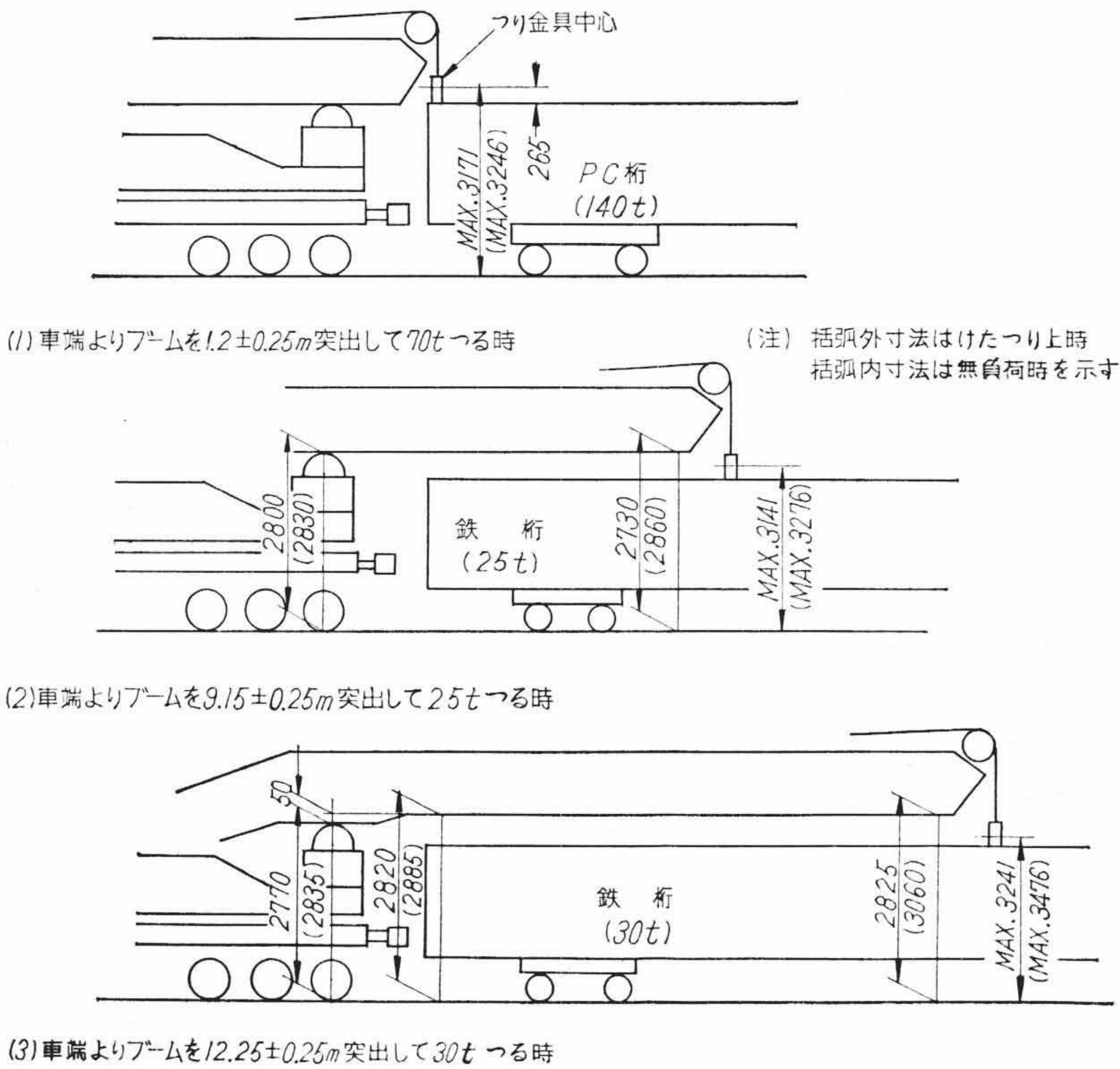
左 右	回送状態	車端より12,500mmブームを突出した時			
		ブーム先端の首振り量 0 mm		ブーム先端の首振り量 1,300mm	
		荷重 0 t	荷重 30 t	荷重 0 t	荷重 30 t
1 位 側	64.7 t	65.7 t	80.7 t	74.9 t	125.4 t
2 位 側	65.0 t	63.8 t	78.8 t	54.8 t	34.3 t

第 6 表 機 械 試 験 成 績

試験の種類	運 動	荷 重 (t)	測定速度 (m/min)
ブームの速度	前 後 動	0	高速： 2.56 低速： 0.69
		30	低速： 0.61
		70	低速： 0.60
		84	低速： 0.61
	左 右 動	30	1.07
		84	1.04
巻上げ巻下し速度	巻 上 げ	30	1.04
		70	0.74
		84	0.59
	巻 下 し	30	1.05
		70	1.07
		84	1.07



第 7 図 荷 重 試 験



第 8 図 ブ ー ム と 橋 げた

3.12 操 作 機 構

運転室は前後部 2 箇所があり、前部運転室はブームとともに移動する機械室に、また後部運転室は車体上にそれぞれ設けられており、各運転室で行う操作内容は次のとおりである。

前部運転室： エンジン巻上げ巻おろし、交流発電機、ブーム前後動

後部運転室： ブーム左右動、アウトリガー

なお、本操重車においては巻上機のクラッチ、ブレーキ操作およびブーム前後動のブレーキ操作のみが機械的操作により行われ、ほかはすべて電気的操作となっている。

4. 試 験

本操重車の使用に先だって本車の仕様条件に対する適応性、安定性ならびに強度を確認する意味において第 4 表に示すような試験を実施した。第 7 図は荷重試験の状況を示す。

以下試験結果について主要事項のみ概要を報告する。

4.1 軸 重 と 安 定

第 5 表は軸重測定結果をまとめたもので、ほとんど計画どおりの値を示していた。

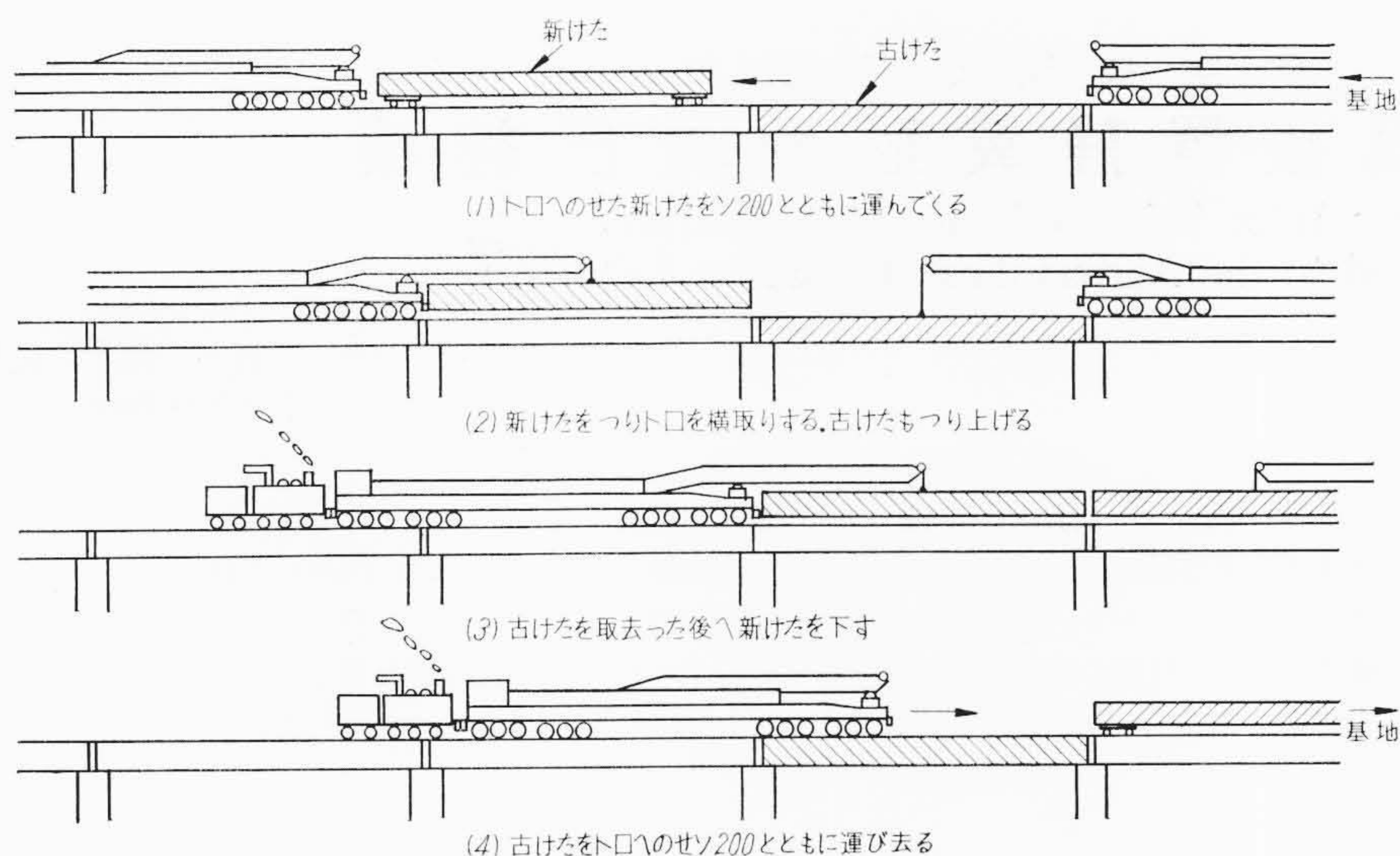
ブームを車端より 12.5 m 突出して 30 t づつた時の前台車の軸重の和は 10.5 t になり、台車バネ下重量約 5.5 t を引いた 5 t が安定荷重となり、安定性が若干悪いが使用上にはさしつかえないと思われる。なお、さらに安定性を良くするためバランスウェイトを積載するためのバランスウェイトボックスの余裕は十分とってある。

また、左右輪重の和もブームの仕様に基く首振りに対する安定性が十分であることを示している。

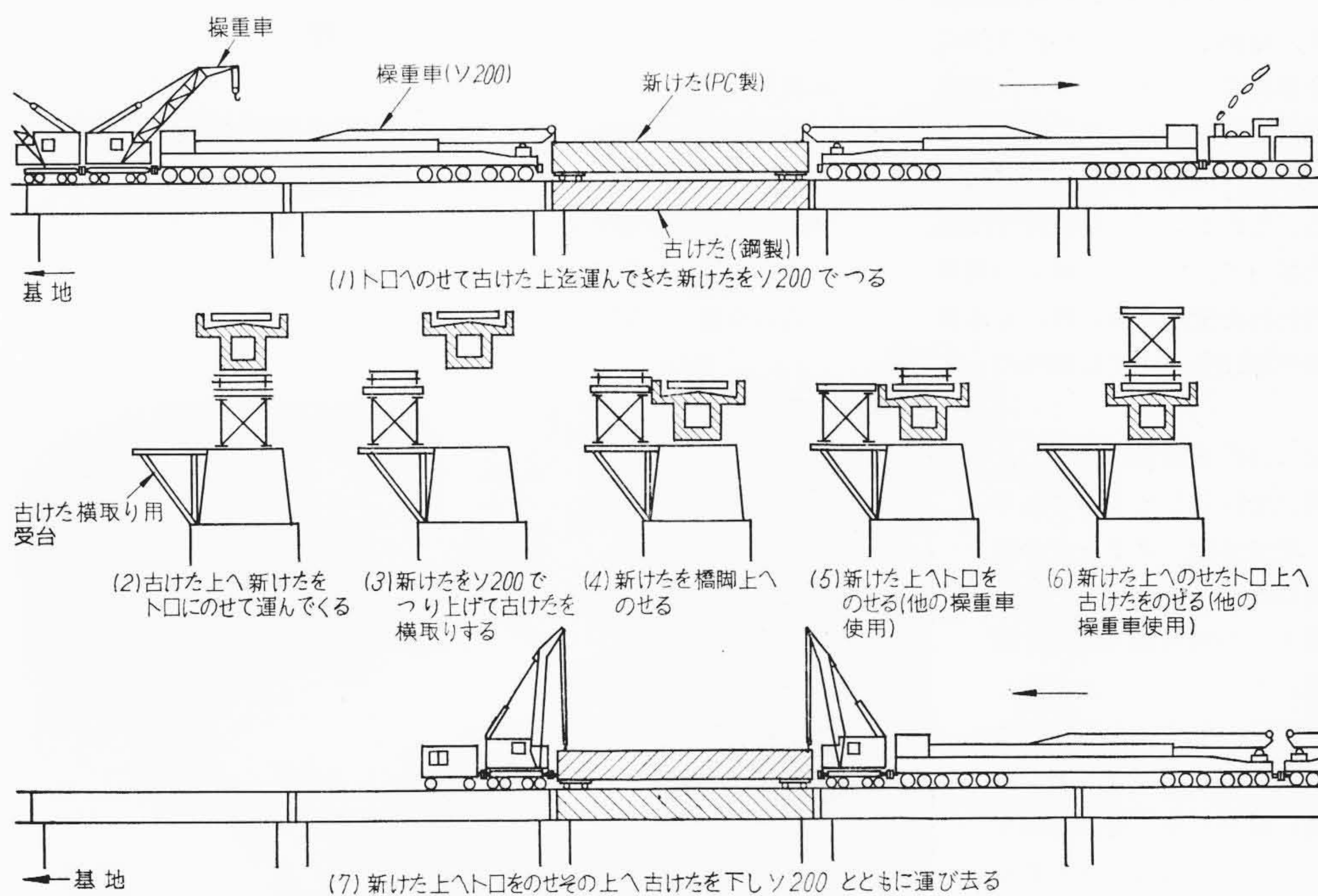
4.2 機 能 試 験

第 6 表は機能試験の結果で、ブームの速度、巻上げ、巻下し速度とも満足すべき値を示しており、十分な性能を発揮している。

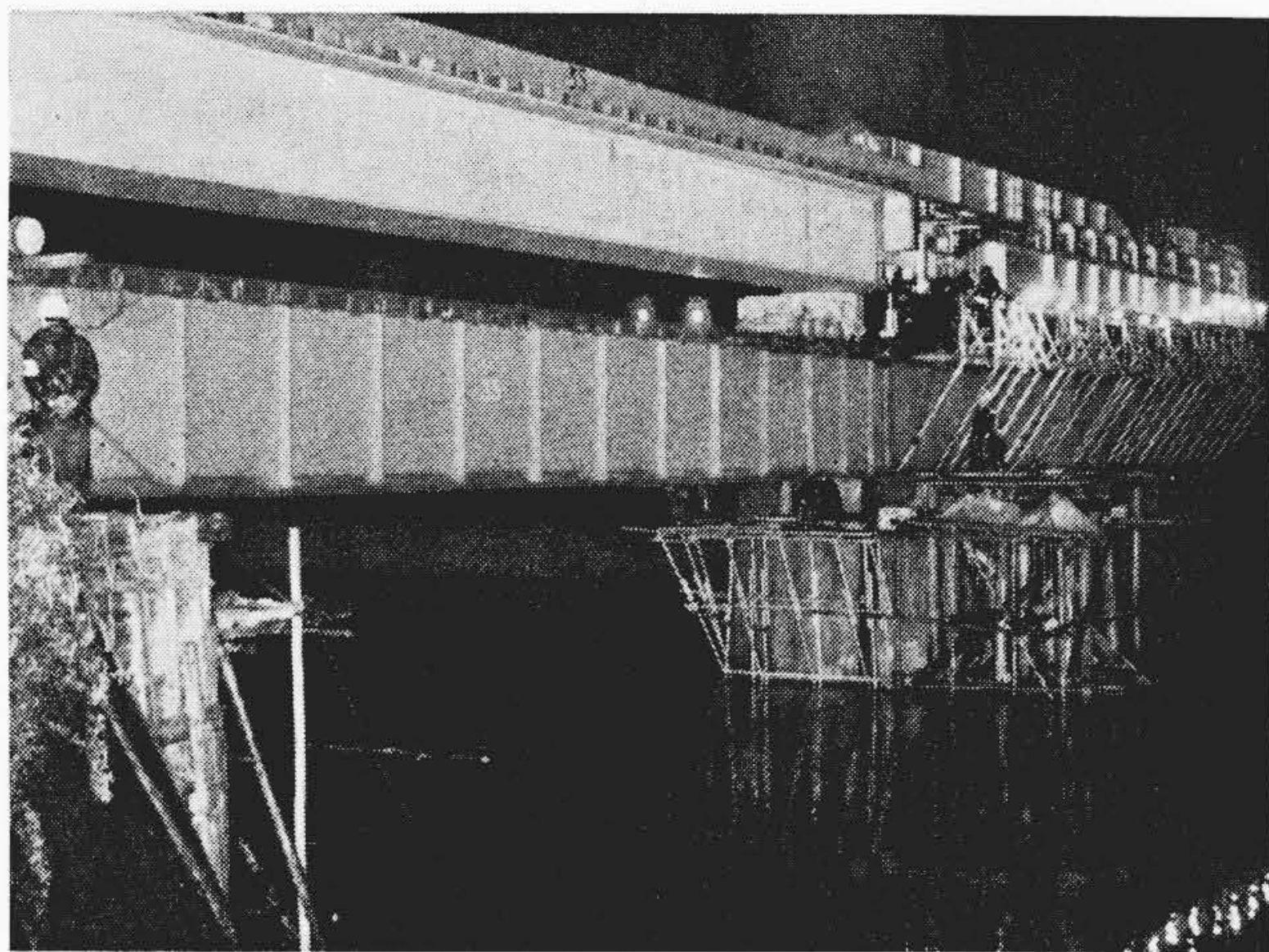
なお、第 8 図は測定結果をもとにして各業作条件の場合のブームと橋げたとの関係を示したものである。



第9図 鉄 げ た 掛 換 方 法



第10図 PC け た 掛 換 方 法



第11図 PC け た 架 設 作 業

4.3 強 度

台わく、台車わく、中間台わく、ブームおよびブームガイドにつき最悪条件で応力測定を実施した。その結果、局部的に応力集中し、二、三若干高い応力を示した部分もあったが、ほかの部分は SS 41 製部分で最大 $1,200 \text{ kg/cm}^2$ 、高抗張力鋼製部分で最大 $1,750 \text{ kg/cm}^2$ であり、設計目標の許容応力とほぼ同じで、十分な強度を有していると考えられる。

5. 橋げた架設作業

橋げた重量が 30 t 以下で、長さが 22.3 m 以下の橋げたの架設には橋げた中心を1点つりすることにより本操重車1両で作業を実施することができるが、それ以上の条件の橋げたに対しては2両で2点つりにより最大重量 140 t の橋げたまで作業が行える。

第9図および第10図は上記両者の橋げた掛換作業の一方法を示したもので、小丸川橋においては第10図の方法で行っており、第11図にその作業状況を示す。

6. 結 言

以上本操重車の構造を中心に、計画から試験までその概要を紹介し、さらに作業方法について言及したが要約するとつぎのようになる。

(1) 安定性、高さの制限、および駆動方式について特に

苦心を払った。

(2) 各種仕様条件、制限から従来のものと著しく異なった車両ならびに機械装置に多くの特色を有している。

(3) 仕様条件に十分適合した性能を有することが各種試験で確認された。

(4) 本操重車による作業の紹介を行った。

最後に本操重車の製作、試験に種々ご教示ならびにご協力をいただいた日本国有鉄道関係各位、および設計に際しご指導いただいた日立製作所亀工工場関係各位に深く感謝の意を表する。