

大 物 車 に つ い て

Heavy Load Cars

高 本 一 男* 中 村 陽 一*

Kazuo Takamoto

Yoichi Nakamura

内 容 梗 概

近時、とみに大容量化されてきた発電所設備、そのほか各種の大型機器の鉄道輸送のために貨車の容量の増大が必然的に生じてくる問題があるが、おのおの場合に要求される条件にしたがつて大物車も種々特色を有するものが生れてきた。

日立製作所においては昭和29年 150 t 積分割式大物車、135 t 積低床式大物車を製作、さらに今回印度国鉄納 130 t 積低床式大物車7輛を一括受注完成したが、いずれも国内向け、輸出向けの記録製品であり、車体構造においても種々特色をもっているのでその概要を紹介し、あわせて強度試験結果について取まとめて報告する。

〔I〕 緒 言

最近の大容量化されてきた発電機、変圧器、そのほか諸種の大型機器の鉄道輸送において、分割輸送による種々の弊害を極力避けるため、できるだけ組立てたままの状態で送りたいという要望に応え、国の内外を問わず大物車の超大型化が急速に進められている。

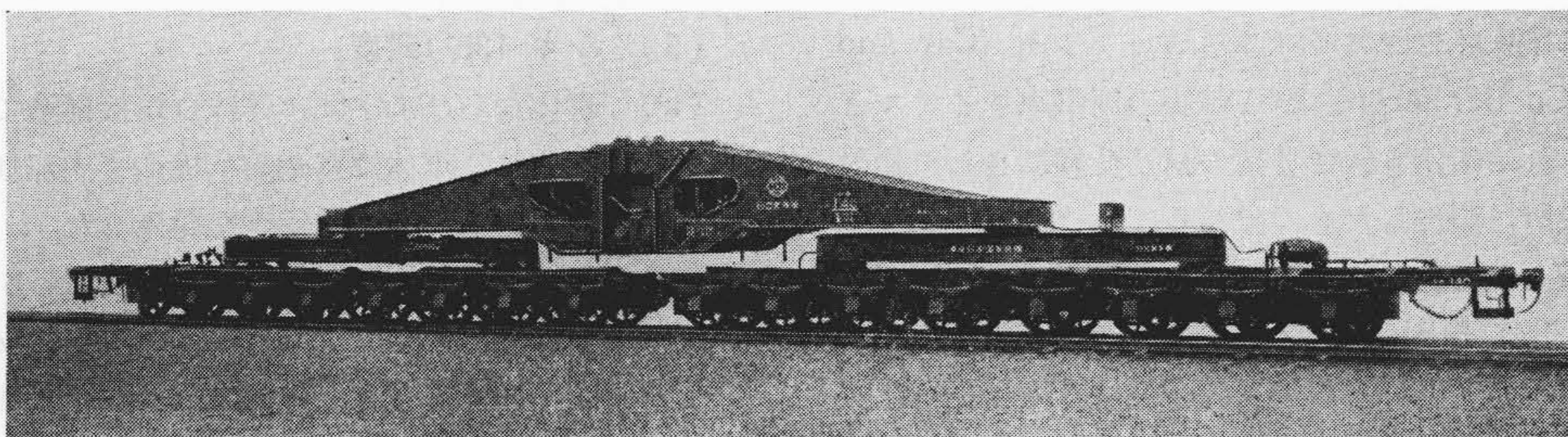
日立製作所においては昭和29年 150 t 積分割式大物車ならびに 135 t 積低床式大物車を完成、当時の国内記録製品としてデビューしたが⁽¹⁾、さらに今回印度国鉄より 130 t 積低床式大物車7輛を受注し、荷重試験そのほかを好成績に終了して全車輛を完成納入した。これは輸出向け大物車としてはわが国における記録製品であり、

構造上にも色々の特色をもっている。

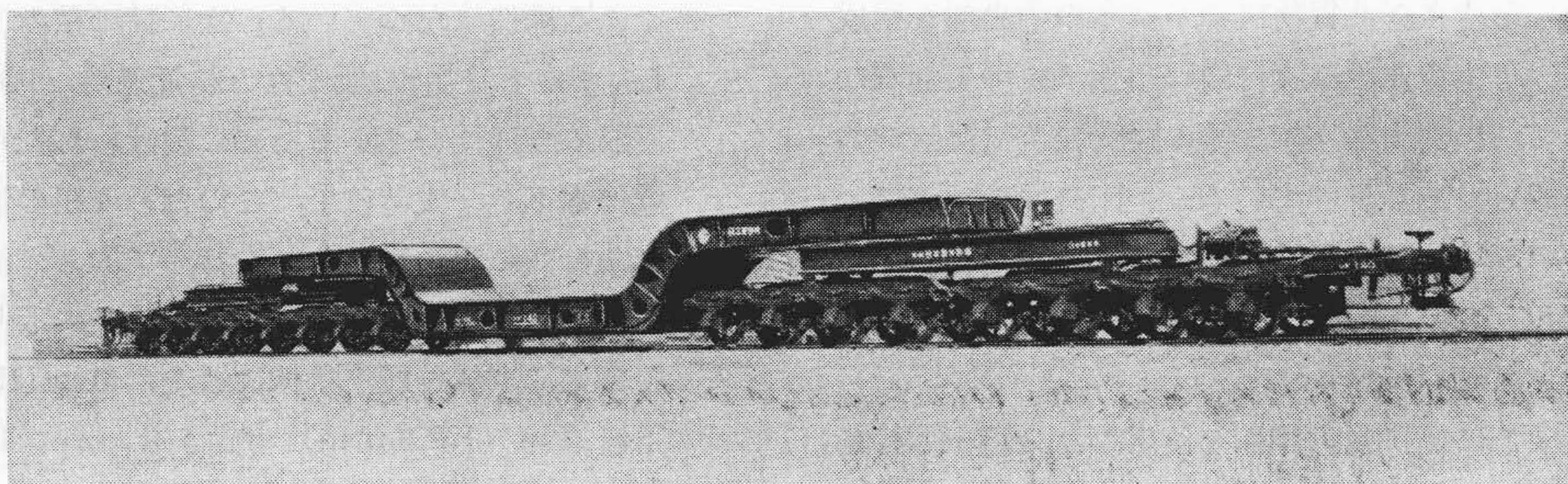
以上の各大物車について以下その構造を簡単に紹介し、あわせて荷重試験結果について報告する。

〔II〕 構 造

150 t 積分割式大物車〔以下シキ 140 (分割) と略称〕の外観を第1図に、135 t 積低床式大物車〔以下シキ140 (低床) と略称〕の外観を第2図に、130 t 積低床式大物車〔以下シキ 130 (印度) と略称〕の外観および構造を第3図および第4図に示し、主要仕様を比較併記して第1表に示す。シキ 140 (分割) およびシキ140 (低床) はいずれも新しく設計、製作され日立製作所私有貨車として国鉄に車籍編入されたもので、シキ 130 (印度) は

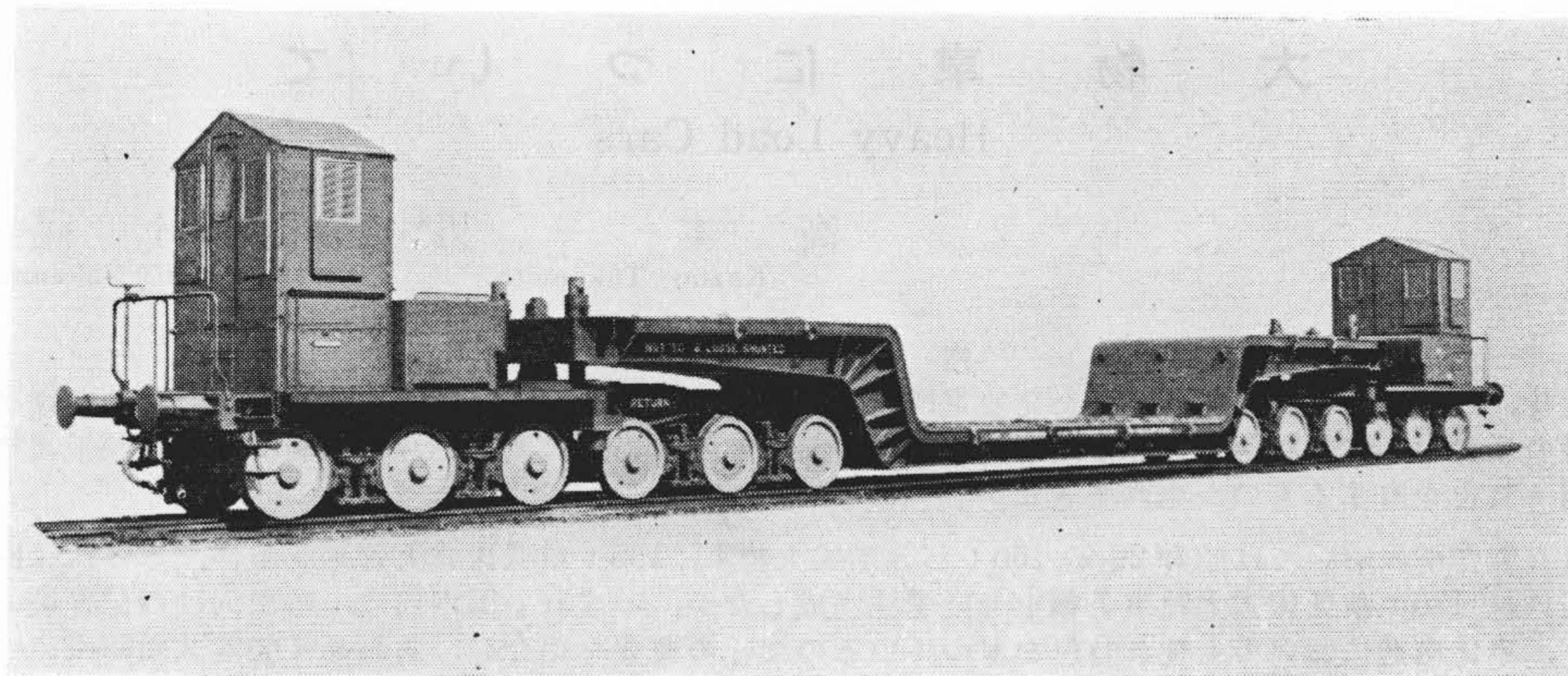


第1図 150 t 積 分 割 式 大 物 車 外 観 図

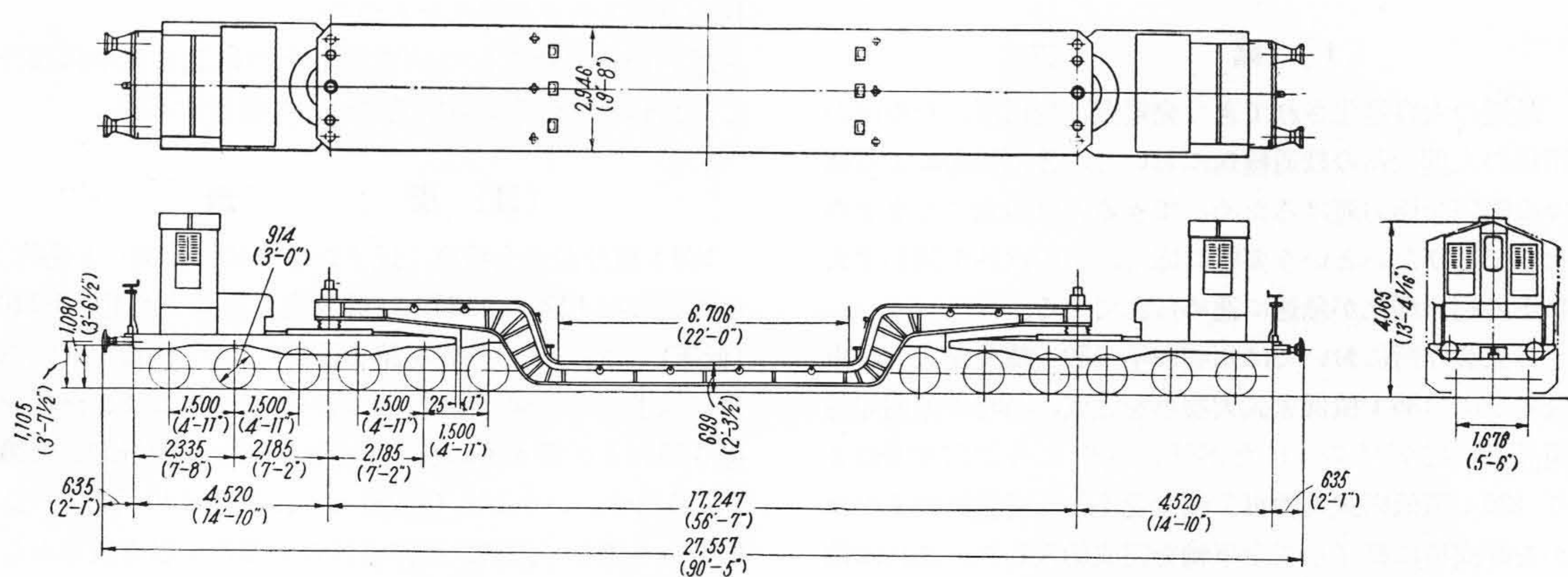


第2図 135 t 積 低 床 式 大 物 車 外 観 図

* 日立製作所笠戸工場



第3図 130 t 積低床式大物車 (印度) 外観図



第4図 130 t 積低床式大物車 (印度) 組立図

印度国鉄に納入されたスイスシュリーレン社 (Car and Elevator Co. Schlieren)-1951年製の同型車をモデルとして発注され、指定された各部の構造仕様にさらに検討を加えて設計、製作したものである。

各車構造上の特色は次のとおりであるが、シキ 140 (分割)、シキ 140 (低床) についてはすでに紹介済⁽¹⁾であるので要点のみにとどめる。

(1) シキ 140 (分割)

前後台車上におのおの分割された車体 (荷受梁) が貨物 (変圧器) をささえ、貨物自身が車体の中央部を構成する構造で、車体の変圧器支持側は当板によつて強固な箱形とし、これに変圧器支持金具の荷受装置 (ヒンジおよび圧着装置) を取り付けている。軸配置は軸重 13.5 t とした場合の許容自重より 16 軸を採用、前後おのおの 8 軸 (4 軸台車×2) とした。

(2) シキ 140 (低床)

車体は主要部に高抗張力鋼板を使用した全鋼板熔接構造で、シキ 140 (分割) とともに熔接完了後焼鈍を行い残留応力を除去した。台車、連結器、ブレーキ装置などについてはシキ 140 (分割) と同様である。

(3) シキ 130 (印度)

(a) 車体ならびに中間車体は全熔接構造で、組立後焼鈍を施し、車体は密閉箱型構造で内部は外気と遮断されており、特殊防錆剤を封入した。

(b) 車体支持、旋回ならびに昇降装置

車体はその両端で中心ピン両側の車体支持柱により中間車体上にささえられ、支持柱の下部は中間車体上に固定された溝型案内円板上におかれ、中間車体が転車台上で中心ピンのまわりに左右 90 度旋回できる構造になっている。次に荷の積み下しを便にし、またトンネル、橋梁などの通過時、車輛限界の上下限に融通性を与えるために設けられた車体昇降装置は本車の一大特色で、このため 4 組の油圧ジャッキならびに手動油ポンプを持つており、油圧ジャッキは車体支持柱の両側に中間車体上に取り付けられていて、車体を標準状態より上に 6 in (152.4 mm)、下に 7 in (177.8 mm) 可動させ、かつ 1 in ごとに上記の車体支持柱にコッタを挿入することにより任意の高さに固定できる構造になっている。

(c) 中心ピン装置ならびに緩衝機構

第1表 大物車の仕様

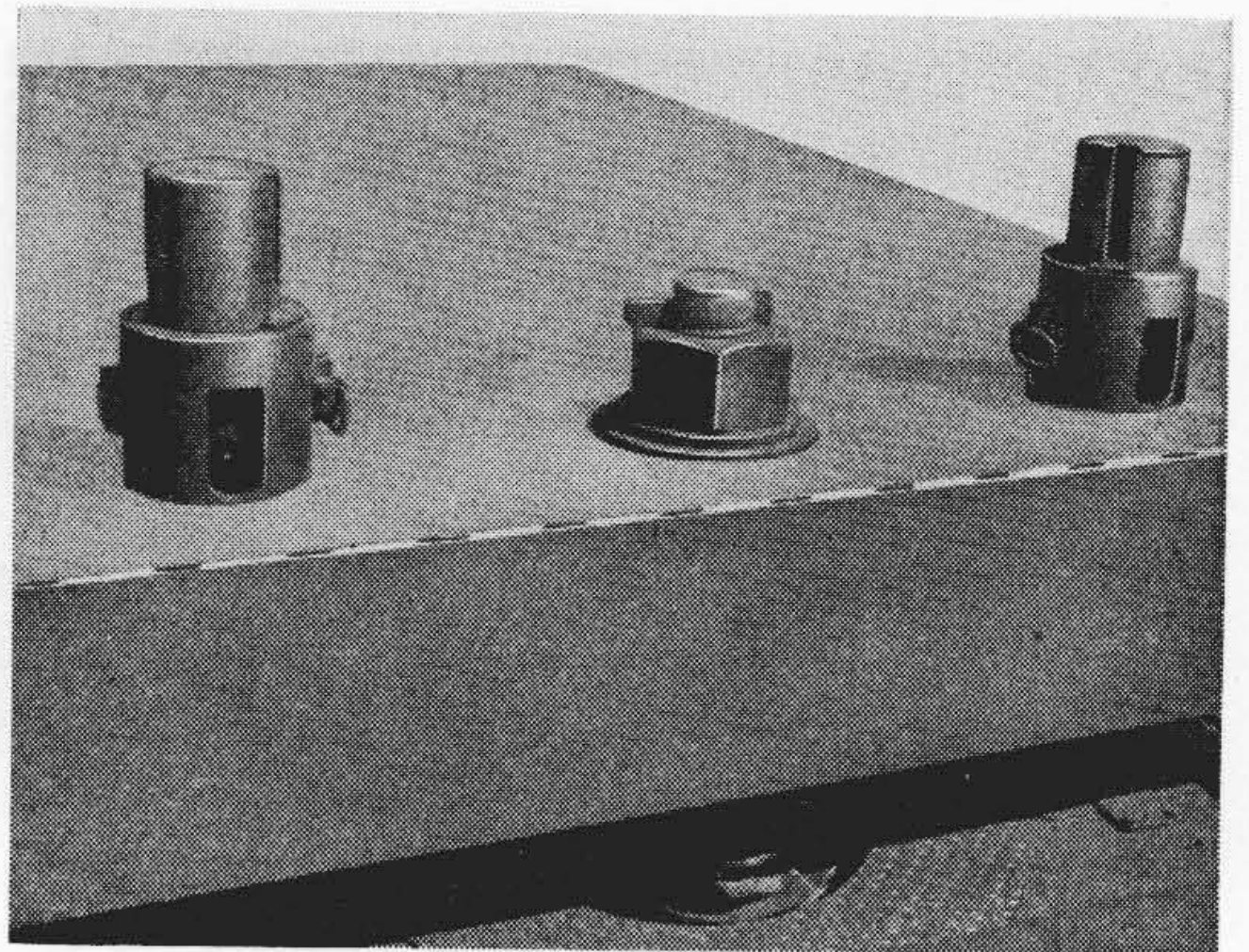
納入先	日立製作所日立工場		印度国鉄
形式	シキ140(分割)	シキ140(低床)	シキ 130 (低床)
軌 間	1,067mm		1,676mm (5'-6")
軸 配 置	(4+4)×2		(3+3)×2
最大積載荷重	150 t	135 t	130 英 t
自 重	61.2 t	76.8 t	88 英 t
最 大 長	34,900mm		27,557mm (90'-5")
最 大 幅	2,200mm	2,180mm	2,946mm (9'-8")
最 大 高	3,235mm	2,131mm	4,065mm (13'-4 $\frac{1}{16}$ ")
主心皿(中心ピン)間距離	19,800mm		17,247mm (56'-7")
固定軸距離	1,400mm		1,500mm (4'-11 $\frac{1}{2}$ ")
車 輪 径	860mm		914mm (3'-0")
荷物積載部長	8,000mm	5,400mm	6,706mm (22'-0")
荷物積載面高	—	900mm	699mm (2'-3 $\frac{1}{2}$ ")
連結器高	880mm	877mm	1,080mm (3'-6 $\frac{1}{2}$ ")
連結装置	柴田式下作用並形自動連結器		印度国鉄標準ネジ式連結器
緩衝装置	50 t 輪バネ緩衝器		印度国鉄標準18"側緩衝器
制動装置	空気ブレーキおよび手ブレーキ		真空ブレーキおよび手ブレーキ
車体昇降装置	—		最高+6", 最低-7" (1"段階)
車体旋回装置	—		90 度 旋 回 可 能
車 掌 室	—		両 端 各 1 個

中心ピンは上述のように車体の両端に車体支持柱にはさまれており(その外観を第5図に示す), 索引ならびに推力のみを伝達する構造で, その下部は中間車体に緩衝装置を介して取り付けられている。これは印度国鉄標準緩衝装置(側緩衝器と索引緩衝器)のほかに設けられたもので, 標準緩衝装置で吸収できぬ余剰の衝撃エネルギーを吸収する構造になつていて, 中心ピン部緩衝装置は40 t の衝撃を受けたとき1 in 撓んで中間車体が車体のストッパーに当り, 衝撃力は中心ピンを介せず直接車体に伝達され, 大衝撃に対して中心ピンを保護するようになつている。

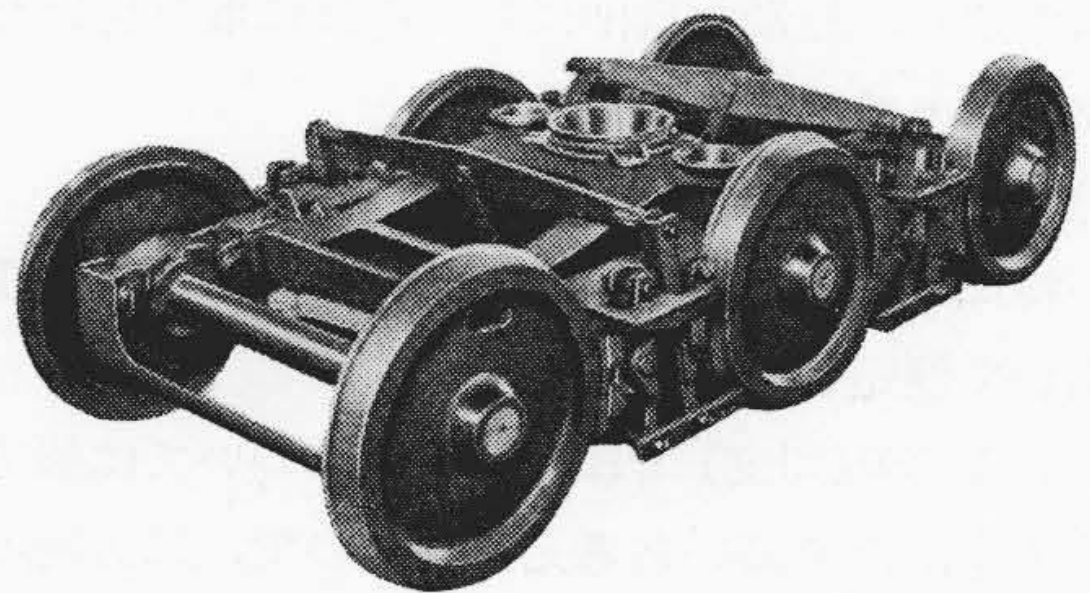
(d) 台車は第6図に示すように3軸ボギーで全溶接構造である。台車枠はそれぞれ軸箱とピン結合され, 心皿荷重は揺枕より車軸に平行におかれた2組の枕バネ(重ね板バネ)を介して台車枠に伝達され, 各軸に等分に作用する構造となつている。鋳鋼製の軸箱は車輪の内側にあり, テムケン製のテーパローラベアリング入である。

(e) ブレーキ装置は中間車体両端に各4組の真空制動筒と1組の手ブレーキを有し, 真空ブレーキは積荷状況に応じて三段階に制動力(作動制動筒個数を増減)を調節できる積空式ブレーキである。

(f) 車掌室は軽量かつ分解可能な構造で, 窓は鎧戸, 硝子戸の二重式であり壁, 屋根には15mm厚



第5図 130 t 積低床式大物車(印度)車体支持装置外観図



第6図 130 t 積低床式大物車(印度)台車外観図

第2表 試験荷重条件

車 種	シキ 140 (分割)	シキ 140 (低床)	シキ 130 (印度)
試験荷重 (t)	225	186	147.5 (145 英 t)
加荷範囲	8,000	5,400	6,706 (22'-0")
備 考	上下加速度 0.2g, 安全係数 1.3 より決める	上下加速度 0.2g, 安全係数 1.3 より決める 4箇所に集中荷重を加える	印度国鉄指定による 4箇所に集中荷重を加える

のトムレックス吹付けを行つて防暑に万全を期し, 内部に乗務員用腰掛, 非常制動弁, 真空計などを設置している。

〔III〕 静荷重試験と強度

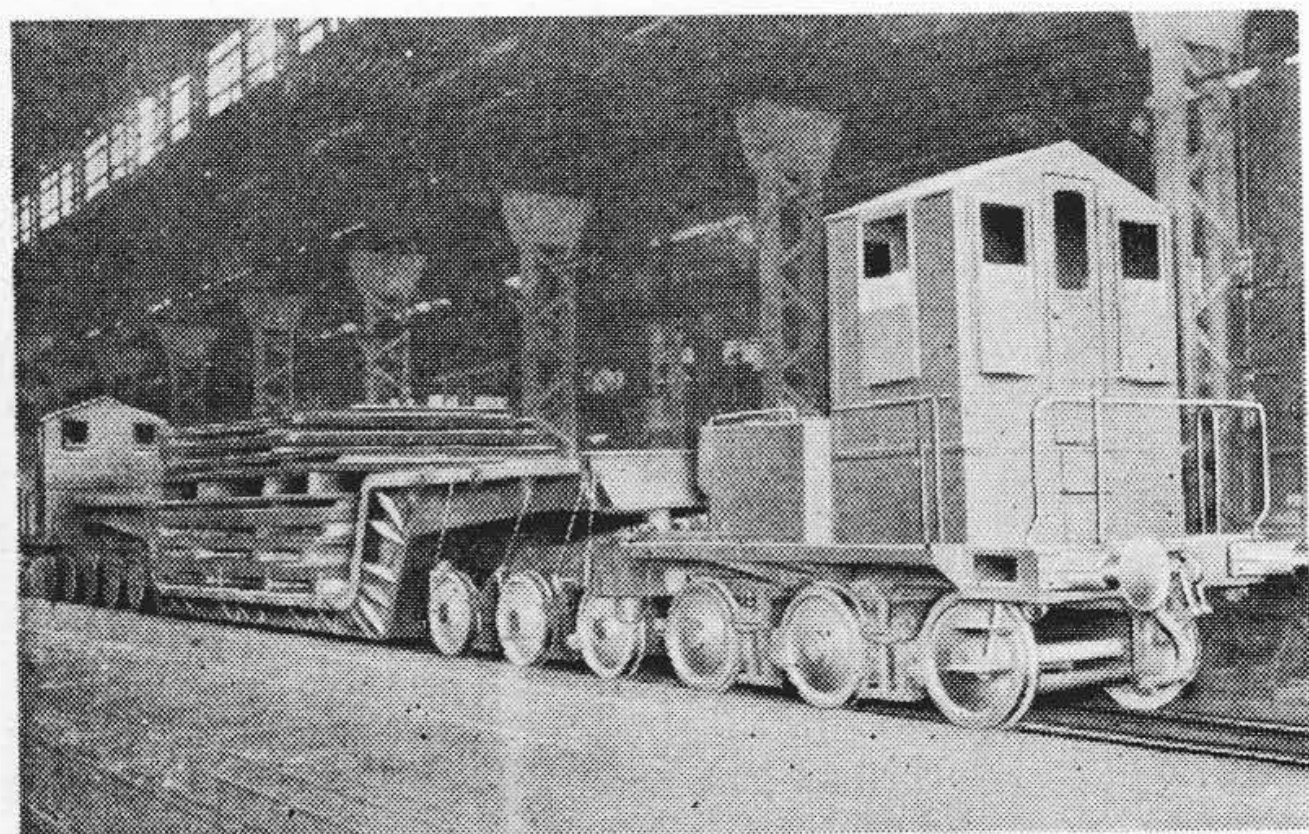
(1) 試験方法

試験方法はいずれの場合も同様で, 積載部に等分布になるよう, 仕様条件に適した荷重を加え, 段階的に加荷および減荷させた。荷重条件を第2表に示す。試験は2回ないし3回行い, 最初の最大荷重状態で18ないし20時間放置し, 降伏あるいは亀裂発生の有無を調べた。第7図はシキ 130 (印度) の場合の試験状況を示す。

測定は車体の撓みならびに応力について行い, その方法は下記のとおりである。

(a) 車体の撓み

車体長手方向の撓みは前後主心皿(または中心ピン)間に張つたピアノ線により車体両側について測



第7図 130 t 積低床式大物車 (印度) 荷重試験状況

定し、幅方向の撓みは撓み計取付け具の一端を車側に固定し、他端を自由にしてそれに取り付けたダイヤルゲージで測定した。

(b) 車体の応力

特に問題になりそうな部分について抵抗線歪計を用いて測定した。

シキ 130 (印度) では曲り梁部については幅方向の応力もかなり高いと考えられたので、二方向のひずみを測定して次式より各点の応力を求めた。

$$\sigma_x = \frac{E}{1-\nu^2} (\epsilon_x + \nu \epsilon_y)$$

$$\sigma_y = \frac{E}{1-\nu^2} (\epsilon_y + \nu \epsilon_x)$$

..... (1)

ここで σ_x : 長手方向の応力

σ_y : 幅方向の応力

ϵ_x : 長手方向のひずみ

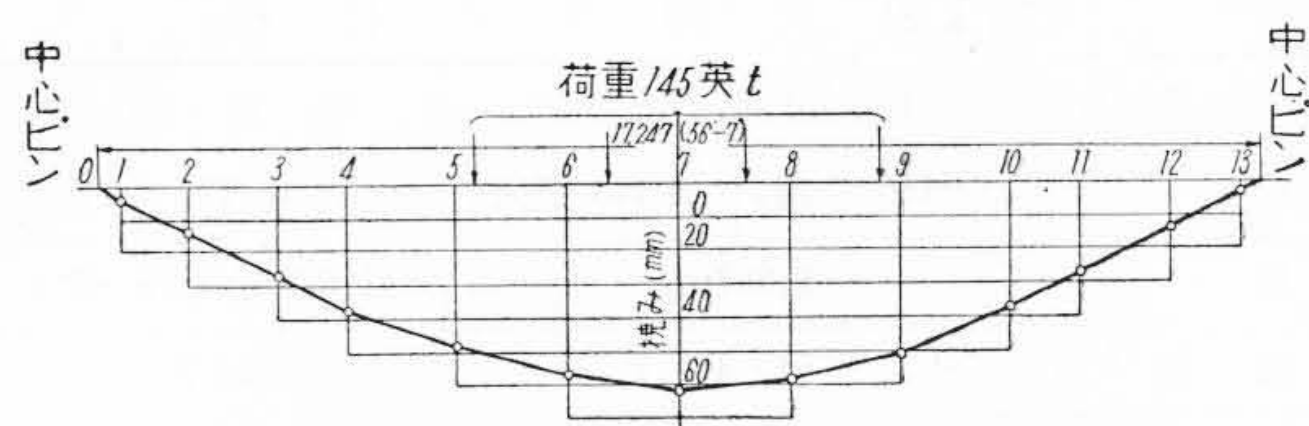
ϵ_y : 幅方向のひずみ

E : 縦弾性係数

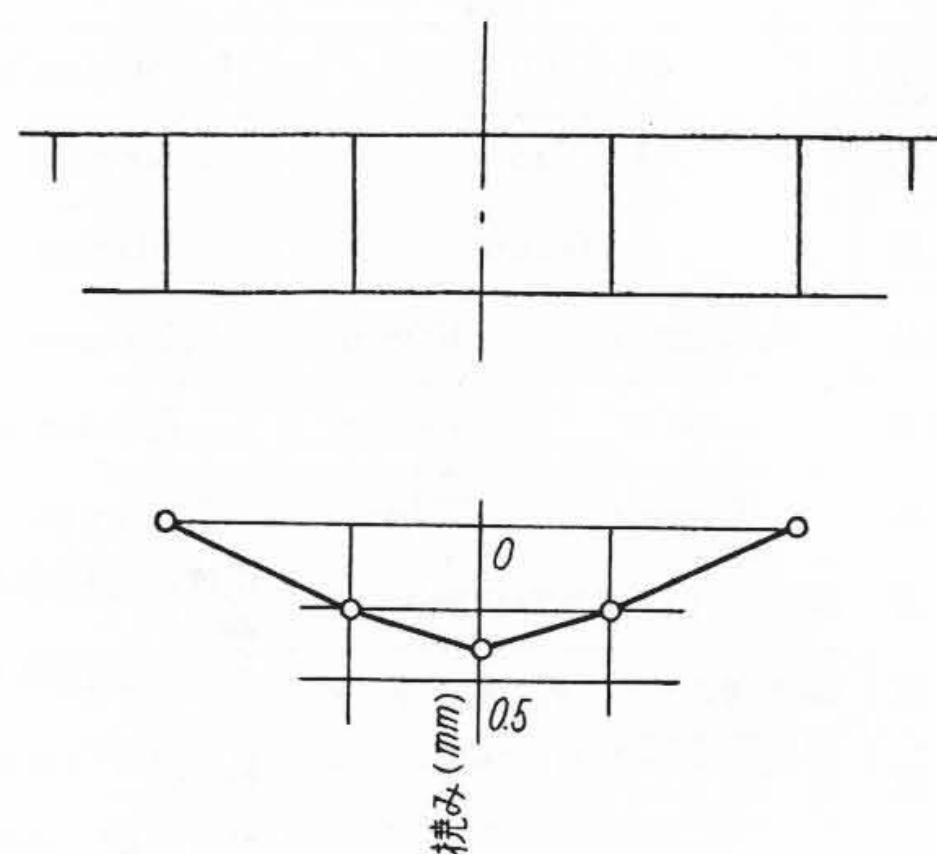
ν : ポアソン比

(2) 試験結果

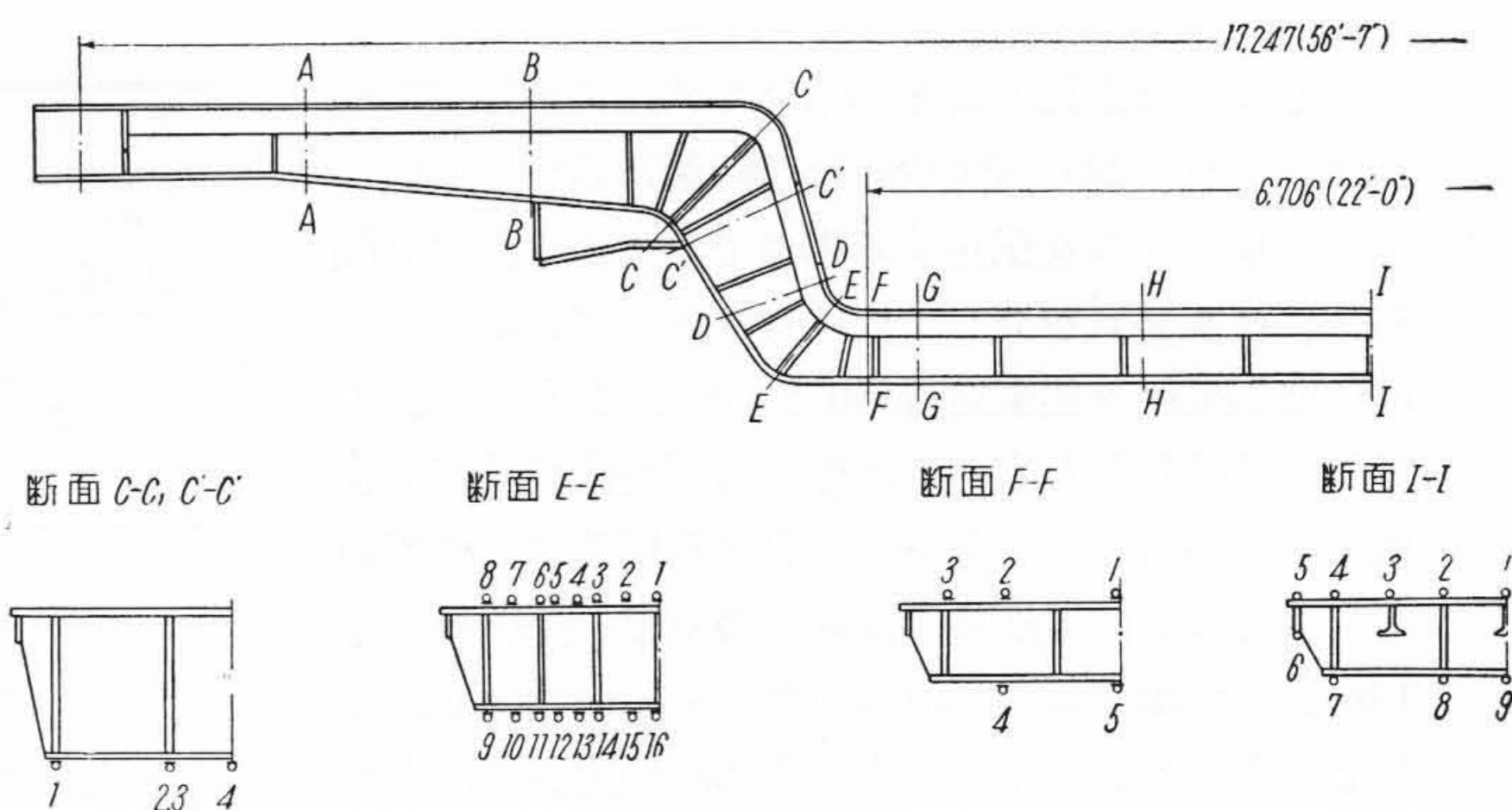
シキ140(分割)ならびにシキ140(低床)



第8図 130 t 積低床式大物車 (印度) 負荷状況と車体の撓み



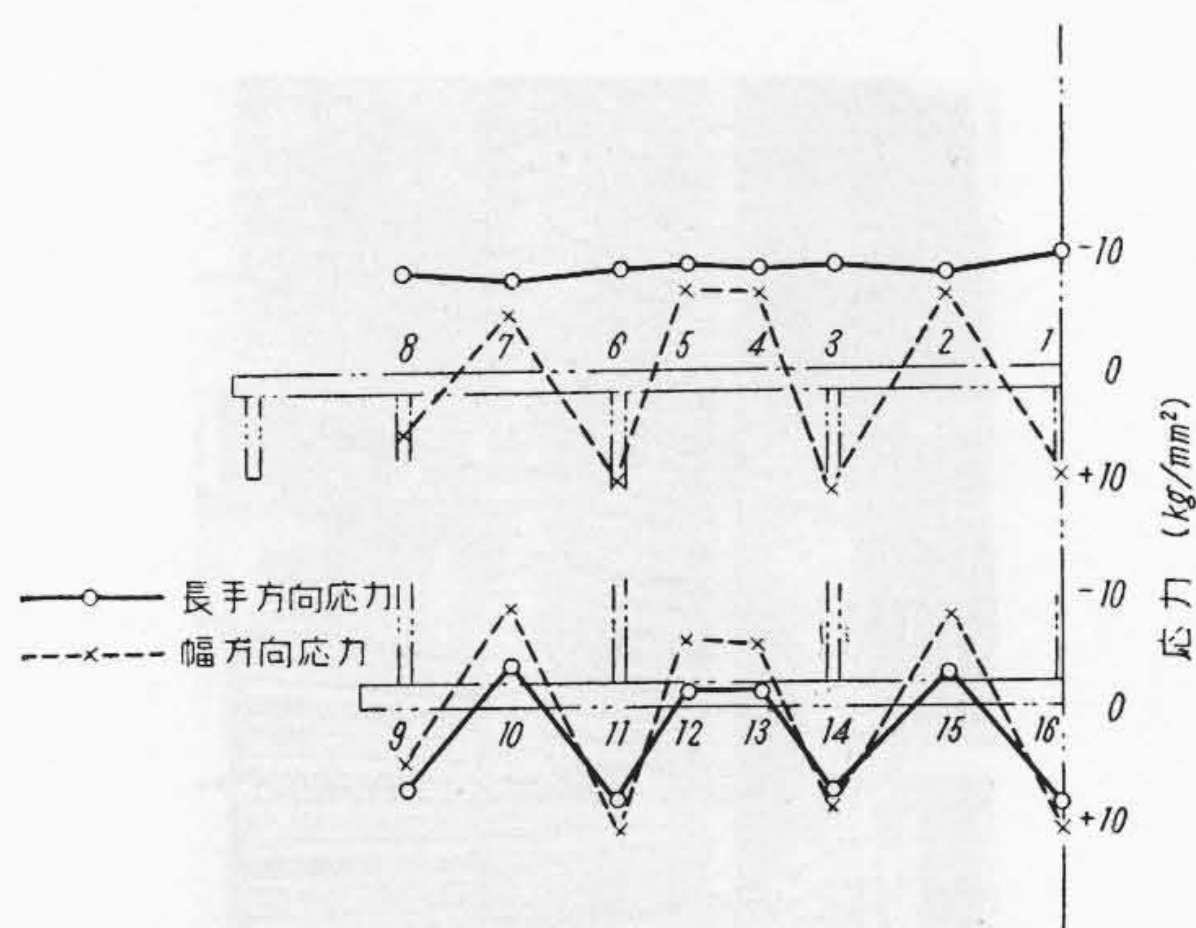
第9図 130 t 積低床式大物車 (印度) 車体中央断面幅方向の撓み



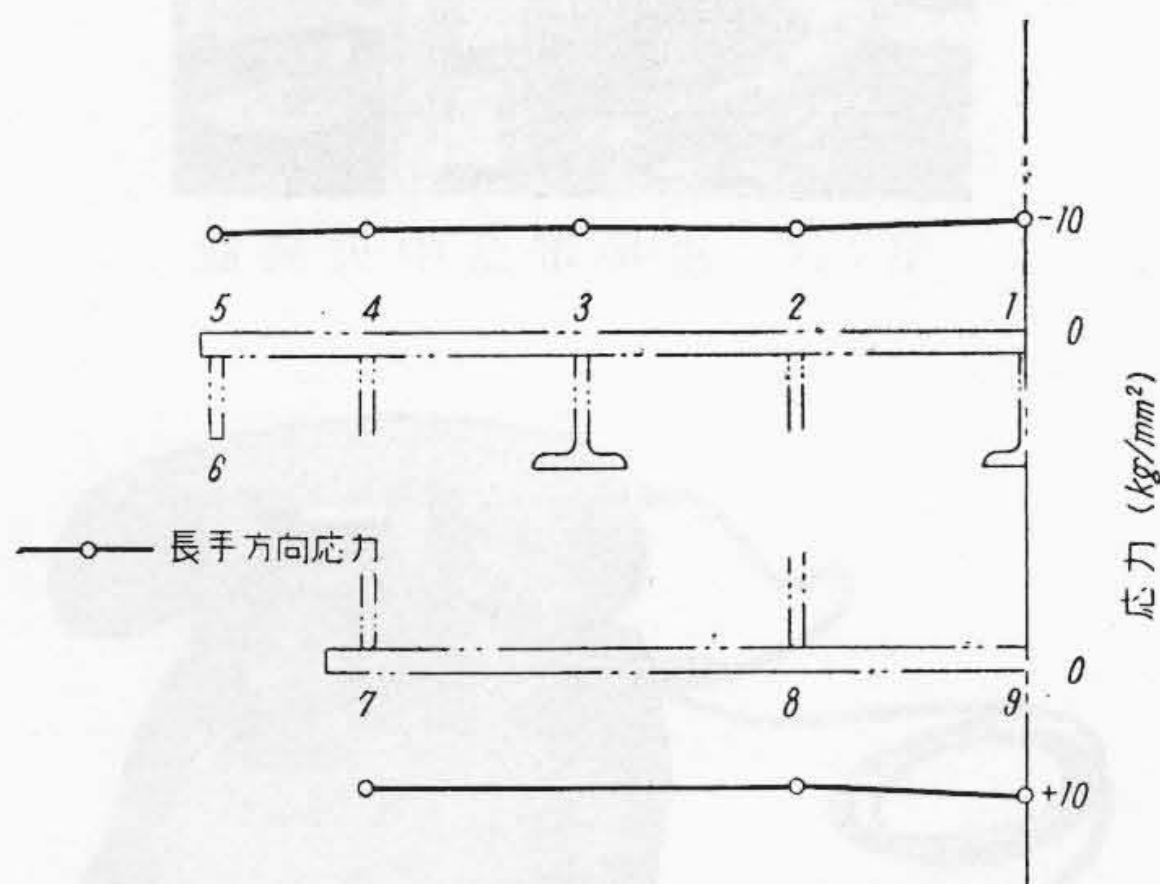
第10図 130 t 積低床式大物車 (印度) 車体応力測定箇所

第3表 130 t 積低床式大物車 (印度) 応力測定結果 (kg/mm²)

測定位置	応 力		測定位置	応 力		測定位置	応 力	
	長手方向	幅 方 向		長手方向	幅 方 向		長手方向	幅 方 向
C. 1	+ 8.46	-11.77	E. 9	+ 7.70	+ 5.25	F. 5	- 0.97	- 6.79
	+ 7.33	- 5.36		- 3.70	- 8.48			
C'. 3	+13.66	+ 3.16		+ 8.69	+11.44	I. 1	-10.10	—
	+13.95	+ 3.46		- 1.75	- 6.19		- 9.24	—
E. 1	-10.16	+ 9.56		- 1.55	- 5.50		- 9.50	—
	- 8.43	- 6.75		- 1.55	- 5.50		- 9.30	—
	- 9.25	+11.30		+ 7.62	+ 9.22		- 8.70	—
	- 8.83	- 6.66		- 3.61	- 7.81		- 2.70	—
	- 9.78	- 7.05		+ 8.69	+11.43		+10.24	—
	- 9.02	+ 9.91					+10.20	—
	- 7.58	- 4.90	F. 1	-10.03	+ 9.73		+11.00	—
	- 8.32	+ 5.92		-11.36	+11.50			
			3	- 4.38	+ 3.30			
			4	+ 1.69	- 7.30			



断面 E-E



断面 I-I

第 11 図 130 t 積低床式大物車 (印度) 車体断面の応力分布

についてはすでに紹介済⁽¹⁾なので、シキ 130 (印度) の試験結果のみ報告する。

第 8 図は長手方向の撓み、第 9 図は車体中央断面における幅方向の撓みを示し、第 10 図および第 3 表は応力測定点ならびにその値を示す。

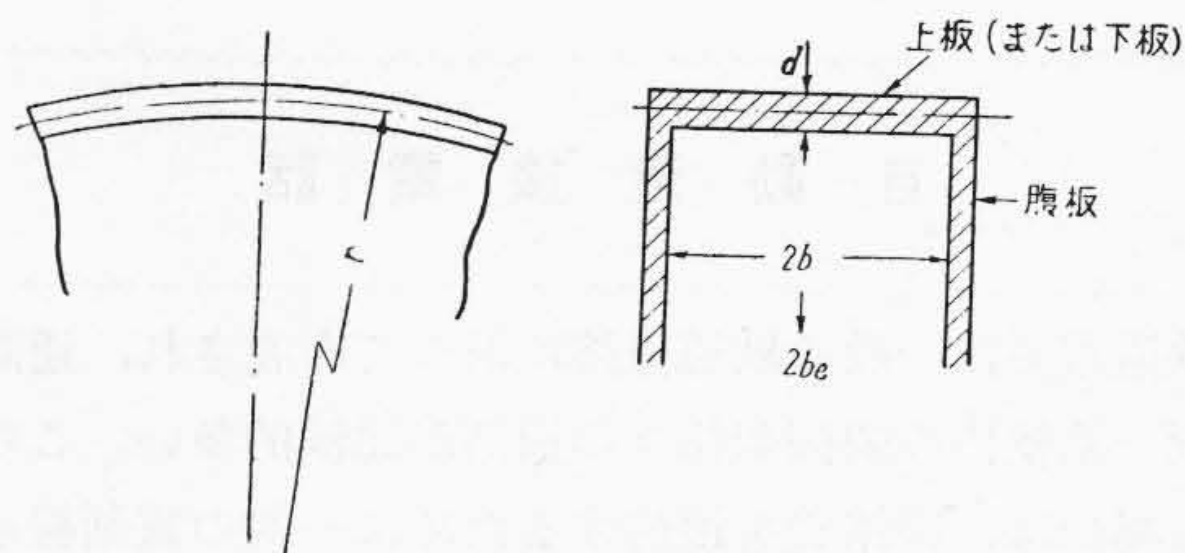
(3) 強度計算

車体強度上の問題点は、分割式ではヒンジ部、低床式では曲り梁部である。ヒンジ部の解析についてはすでに詳述されているので⁽¹⁾曲り梁部の応力について述べる。

第 11 図はシキ 130 (印度) の車体曲り梁部ならびに中央断面における応力分布を示したものであり、曲り梁部では腹板上部 (または下部) の応力は高く、腹板間中央部の応力は低い値を示している。中央断面は比較的一様であり、上板、下板ともほとんど完全に強度部材として働いているが、曲り梁部では応力の変化がはなはだしい。

曲り梁部の応力計算では I 型断面についての解析法⁽²⁾を箱型断面に拡張して導いた下式によつて、上板ならびに下板の有効幅を求め、曲り梁としての応力計算を行つた。

$$be = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{-\cos 2\alpha b + \cos h 2\alpha b}{\sin 2\alpha b + \sin h 2\alpha b} \dots\dots\dots (2)$$



第 12 図 曲 り 梁

$$\alpha^4 = \frac{3}{r^2 d^2}$$

ここで be : 有効幅 (b に対するもの)

r : 上板 (または下板) の中立軸の曲率半径

d : 上板 (又は下板) の厚さ

$2b$: 腹板間の上板 (または下板) の幅

(第 12 図参照)

シキ 130 (印度) 車体 E 断面長手方向応力の計算値は上面 -10.40 kg/mm^2 、下面 $+9.52 \text{ kg/mm}^2$ であり測定値とほぼ一致する。

[IV] 結 言

以上日立製大物車の構造、荷重試験および強度について述べたが、要約すれば構造上において、

(1) シキ 140 (分割) は貨物を車輛の中央構成部とする構造のものであること。

(2) シキ 130 (印度) においては車体支持方法に特色を有し、あわせて車体の旋回、昇降を可能にしていること、および中心ピン部に緩衝機構を有した衝撃荷重の受け方に特色をもち、また乗務員の車掌室を有すること。

などであり、また荷重試験および強度においては、

(3) 試験荷重として振動加速度、安全性を考慮して割増した荷重を加え、車体の撓みならびに応力を測定したこと。

(4) シキ 130 (印度) の曲り梁部については二方向のひずみ測定を行つて応力を求めたこと。

(5) 曲り梁部の応力計算においては有効幅の考慮を (2) 式によつたこと。

などである。なお、緒言にも記したように、大物車の積載荷重はさらに増加される傾向にあり、これらの荷重の大きな大物車について計画せねばならない状況である。

各車の製作ならびに試験に際しては常に九州大学石橋教授ならびに鉄道技研三木室長より有益な御助言をいただいた。ここに厚く御礼申上げる次第である。

参 考 文 献

- (1) 飯島, 大江: 日立評論 37, 623 (昭 30-3)
- (2) プライヒ, 池部ほか訳: 鉄骨構造 下巻 699 (コロナ社) (昭 28)

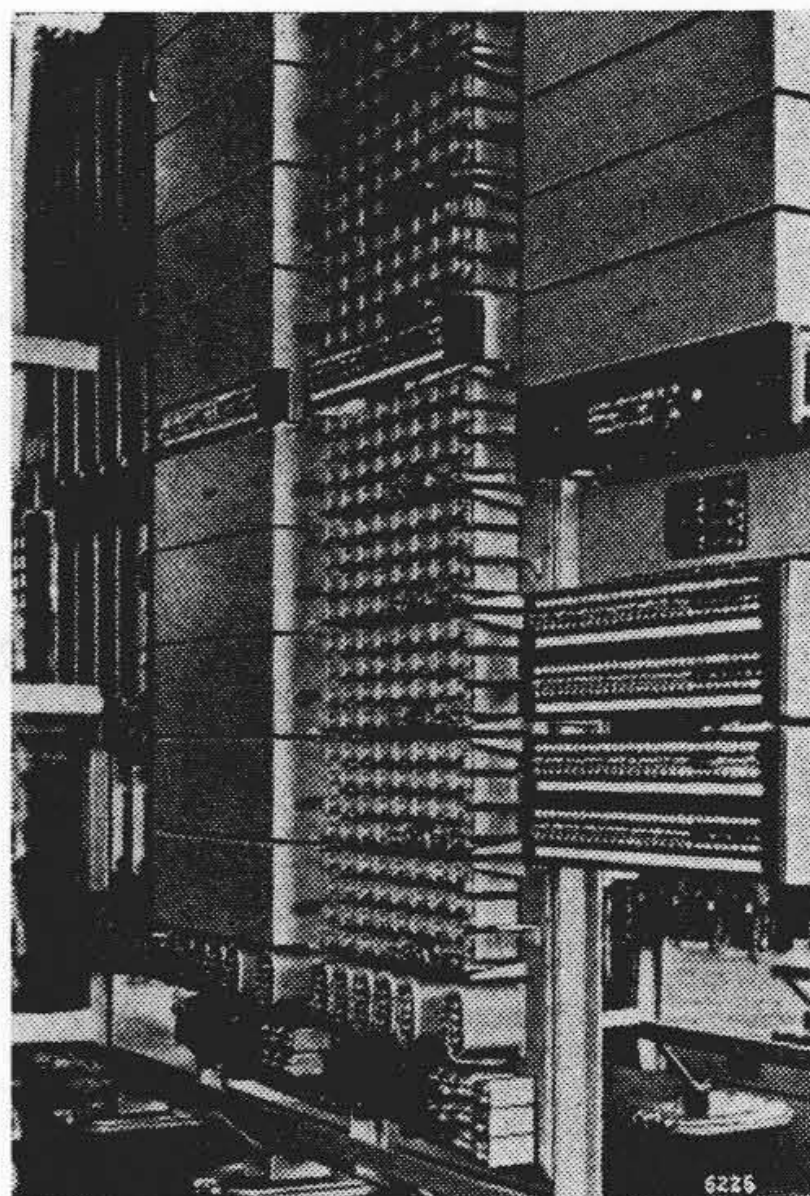
自動接続電話

鉄道電話は一般に鉄道線路に沿って布設され、通話量も同一系統内の隣接駅相互の通話が比較的多い。このような場合は、線路費を節約するために一対の電話線に駅ごとに電話機を並列に接続し、磁石式電話機による符号呼出しで駅相互の連絡をとるのが普通であつた。ところが電話機が自動化されるにつれて接続電話も自動化されるに至り、現在では一般の自動単独加入者とまったく同様な取扱いによつて、希望の自動接続加入者を呼出することができるようになった。すなわち自動接続電話の実施により、その操作が簡単で、また被呼接続加入者の電鈴のみが鳴るいわゆる完全選別方式になつたため、従来の符号呼出しのように誤信号がない。

自動接続電話はその信号方式によつて同調電鈴式、放電管式および誘導インパルス式など各種の方式があるが、いずれも一系統内に最大8個程度の加入者を収容することができる。また接続加入者の宅内装置には回線の空塞表示が付いているので、同一系統内で同時に発信する恐れもほとんどない。もし同一系統内の接続加入者が相互通話を行つているとき、必要あれば手動中継台より取扱者が割込通話をすることもでき、また同一系統内の接続加入者のいつせい指令も可能である。

放電管式接続電話の中央装置を第1図に、接続電話宅内装置の外観を第2図に示す。中央装置は接続線継電器群と電源装置とよりなり、接続線継電器群は各接続系統に一個ずつ装置する。第1図は20回線分の接続線継電器群を示す。加入者宅内装置は4号電話機と宅内附属装置とよりなり、宅内装置には、放電管、セレン整流器および継電器などが収容されている。

現在実用化されている自動接続電話は従来の磁石式連



第1図 接続電話中央装置



第2図 接続電話宅内装置

接回線に適用されているが、従来に比べて加入者装置の取扱いが簡単になり、かつ完全選別方式であるので業務能率の向上も著しいようである。また電気鉄道に沿った架設が多いが、誘導妨害、地電位差などの影響は全然認められていない。

日立評論 別冊特集号 No. 21 電線ケーブル特集号 第3集

——12月10日発行予定—— (1部 定価 100円)

- ◎電線技術の動向
- ◎因島4号ブチルゴム絶縁海底ケーブル (1)
- ◎因島4号ブチルゴム絶縁海底ケーブル (2)
- ◎因島4号ブチルゴム絶縁海底ケーブル (3)
- ◎低ガス圧ケーブルの自己回復作用
- ◎低ガス圧電力ケーブルのガス圧伝播と電気特性
- ◎国鉄に納入した低ガス圧電力ケーブル
- ◎各種エナメル線の寿命

- ◎チープラー法ポリエチレンの電線への応用
- ◎テフロン絶縁電線の特性
- ◎高電圧用ブスの短絡電流による電磁力
- ◎ローラダイス伸線法における孔型の考察
- ◎超高圧送電線 (ACSR) の機械的諸問題
- ◎日立防蝕 ACSR の接続法
- ◎トロリ線の磨耗に関する一考案

発行所 日立評論社 東京都千代田区丸ノ内1丁目4番地 振替口座東京 71824 番
取次店 株式会社オーム社書店 東京都千代田区神田錦町3丁目1番地 振替口座東京 20018 番