建設省土木研究所
2.5.17
図書館

共同研究報告書
整理番号第40号

ガイドウェイバスシステムに関する
共同研究報告書

平成2年3月

建設省　土木研究所
道路部　新交通研究室

ガイドウェイバス共同実験研究会

株式会社神戸製鋼所
三菱重工業株式会社
日本車輌製造株式会社
株式会社新潟鐵工所
株式会社熊谷組
西武建設株式会社
東急建設株式会社

「Copyright © (1990) by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は，土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって，本報告書の全部又は一部の転載，複製は，土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。」

共同研究報告書
第40号　1990年3月

ガイドウェイバスシステムに関する共同研究報告書

道路部　新交通研究室

ガイドウェイバス共同実験研究会
株式会社神戸製鋼所
三菱重工業株式会社
日本車輌製造株式会社
株式会社新潟鐵工所
株式会社熊谷組
西武建設株式会社
東急建設株式会社

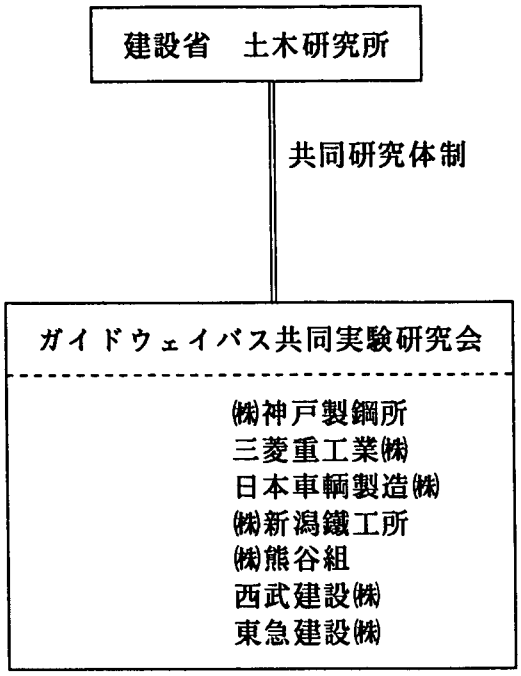
要　旨

新交通システムは神戸、大阪で開業されたのを始めとして各地で導入計画が進められている。しかしながら、中小規模の都市のように、公共交通に対する需要がありながらも財政負担力の面で完備された新交通システムを整備することが困難な都市が多い。この問題を解決する一方策として、段階的にシステムを構築し、最終的に新交通システムとなるガイドウェイバス設備方策も考えられる。

本報告書は、官民共同研究「ガイドウェイバスシステムに関する研究」における平成元年度に実施したシステム機器に関する研究及び走行試験結果、アジア太平洋博覧会場内輸送としての運行実績の報告を取りまとめたものである。

キーワード：ガイドウェイバス、新交通システム、システム機器、デュアルモードバス

《主としてハード面の検討》



ガイドウェイバスシステム研究体制フロー

平成元年度官民共同研究分担一覧表

研究項目及び細目	平成元年度研究分担		備考
	土研	民間	
1．システムの適応性に関する研究			
1)安全性の検討	○	○	
2)運行計画の検討	○		
2．インフラストラクチャーに関する研究			
1)軌道出入口の構造検討		○	
2)インフラの延伸の方策	○	○	
3．システム機器に関する研究			
1)高速走行の検討		○	
2)誘導方式の検討	○	○	
3)車両故障時の撤去システム		○	
4．研究成果のとりまとめ			
1)研究成果とりまとめ	○	○	
2)成果の報告	○	○	

研究参加者一覧表

所属名	氏名	役職名
建設省土木研究所	柴田正雄	道路部長
	神崎紘郎	〃 道路交通総括研究官
	谷口栄一	〃 新交通研究室長
	山中義之	〃 〃 主任研究員
	川名万寿雄	〃 〃 研究員
	河野辰男	〃 〃 〃
	安田泰二	〃 〃 〃
	中口和巳	〃 〃
	伊藤善裕	〃 〃
	石渡史浩	〃 〃
株式会社神戸製鋼所	福本陽三	産業ｼｽﾃﾑ部 新交通ｼｽﾃﾑ室課長
	原田稔	〃 〃 室長
	大河内勝也	〃 〃
	網島均	〃 〃
	内藤廣幸	〃 〃
	足立好庸	〃 市場開発室
三菱重工業株式会社	高木聰	機械事業本部交通・輸送ｼｽﾃﾑ部主務
	小川進	一般機械設計部輸送機器設計課主務
	入道潤二	〃 〃 主任
	志賀陽一	〃 〃
日本車輌製造株式会社	中井靖英	ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ部 技術ｸﾞﾙｰﾌﾟ 主幹
	尾之内昌二	〃 〃 課長
株式会社新潟鐵工所	矢崎芳直	新交通システム部 次長
	大野真一	〃 〃
	伊藤恒夫	〃 課長
	伊庭正勝	〃 主任
	石岡正照	〃 〃
	藤田徹	〃 〃
	片平耕介	〃 〃
株式会社熊谷組	松村信雄	土木設計部第一課 課長
	江口薫	〃 〃
	大島邦彦	技術部企画課
西武建設株式会社	鎌田浩	取締役企画開発部 部長
	小柏力	企画開発部技術課 課長
	小澤哲哉	〃 〃
東急建設株式会社	常田左門	施工本部土木技術部 部長
	蟾川洋二	〃 〃 技術開発課 課長
	中山弘	〃 〃 参事
	舟戸登	〃 〃 〃

Ⅰ．はじめに ---------- 1

Ⅱ．システム検討編 ---------- 3

1．システムの適応性に関する検討 ---------- 3
1.1 信頼性・安全性の検討 ---------- 3
1.1.1 システムの信頼性 ---------- 3
1.1.2 システムの耐久性 ---------- 4
1.1.3 曲線部における高速走行試験結果 ---------- 5
1.1.4 パンク走行試験結果 ---------- 8
1.2 信号保安システムの実用性検討 ---------- 28
1.2.1 アジア太平洋博覧会会場内軌道輸送システムの例 ---------- 28
1.2.2 実用化について ---------- 32
1.3 建築限界と段階整備に関する検討 ---------- 33
1.3.1 建築限界に関する検討 ---------- 33
1.3.2 段階整備の検討 ---------- 35
1.4 導入効果の検討 ---------- 37
1.4.1 シミュレーション手法の概要 ---------- 37
1.4.2 モデルの設定 ---------- 38
1.4.3 シミュレーションの検証 ---------- 39
1.4.4 旅行速度の向上効果 ---------- 40
1.4.5 時間短縮による走行便益の検討 ---------- 40
1.4.6 ガイドウェイバスシステム導入可能性 ---------- 43
1.5 まとめ ---------- 46
2．インフラストラクチャーに関する検討 ---------- 47
2.1 軌道出入口の構造検討 ---------- 47
2.1.1 構造形式 ---------- 47
2.1.2 一般車両の侵入防止策 ---------- 51
2.2 インフラ延伸の方策 ---------- 54
2.2.1 基本的な留意事項 ---------- 55
2.2.2 ランプ形式の違いによる軌道延伸の適応性について ---------- 57
2.3 まとめ ---------- 58
3．システム機器に関する検討 ---------- 61
3.1 高速走行の検討 ---------- 61
3.1.1 案内方式と最高速度の整理 ---------- 61
3.1.2 高速走行対策 ---------- 63
3.2 操向案内方式の検討 ---------- 63
3.2.1 入出線部のモード切換方法 ---------- 63
3.2.2 分岐部操向案内の信頼性 ---------- 64
3.3 車両故障時の撤去システム ---------- 75
3.3.1 推進運転の実用性検討 ---------- 75
3.3.2 アデレード（O-Bahn Busway）の例 ---------- 75
3.4 まとめ ---------- 76

Ⅲ．ガイドウェイバスシステムの事業実施報告編 ---------- 85

1．導入経緯 ---------- 85
2．施設設計の基本方針 ---------- 87
3．軌道 ---------- 91
3.1 路線計画 ---------- 91
3.1.1 概要 ---------- 91

3.1.2 線形 ---- 92
3.2 設計 ---- 103
3.2.1 設計基準 ---- 103
3.2.2 一般構造物 ---- 105
3.2.3 軌道構造物 ---- 116
3.2.4 付帯設備工 ---- 127
3.3 施工 ---- 134
3.3.1 一般構造物 ---- 135
3.3.2 軌道を形成する構造物 ---- 139
4. 車両 ---- 163
4.1 基本計画 ---- 163
4.1.1 概要 ---- 163
4.1.2 重量計画 ---- 164
4.1.3 適用法規 ---- 166
4.1.4 強度基準 ---- 168
4.2 限界 ---- 174
4.2.1 基本限界 ---- 174
4.2.2 車両の座床艤装に対する限界 ---- 177
4.2.3 曲線部における案内レールの拡幅量 ---- 177
4.2.4 曲線部における建築限界の拡幅 ---- 177
4.3 車両設計 ---- 185
4.3.1 概要 ---- 185
4.3.2 車体艤装 ---- 192
4.3.3 懸架装置 ---- 206
4.3.4 案内装置および舵取り装置 ---- 206
4.3.5 内燃機関および動力伝達 ---- 231
4.3.6 制動装置 ---- 231
4.3.7 運転保安装置 ---- 237
4.3.8 列車無線装置 ---- 237
4.3.9 その他 ---- 237
4.4 車両製作 ---- 238
4.5 検査・試験 ---- 238
4.5.1 検査 ---- 238
4.5.2 走行試験 ---- 238
4.6 保守 ---- 239
5. 運転保安装置 ---- 257
5.1 概　要 ---- 257
5.2 運転保安装置の諸元 ---- 257
5.2.1 保安方式 ---- 258
5.2.2 常置信号機 ---- 258
5.2.3 車内警報装置 ---- 258
5.2.4 運行監視装置 ---- 258
5.2.5 車上片側押付制御装置 ---- 258
5.3 運転保安装置の構成と機能 ---- 258
5.3.1 構　成 ---- 258
5.3.2 動　作 ---- 259
5.3.3 機　能 ---- 260
5.4 試験 ---- 281
5.4.1 試験目的 ---- 281
5.4.2 試験場所 ---- 281
5.4.3 試験車両 ---- 281

5.4.4 試　験　日 ---------- 281
5.4.5 試験概要 ---------- 281
5.4.6 試験結果 ---------- 290
5.4.7 まとめ ---------- 297
6. 列車無線設備 ---------- 301
6.1 概　要 ---------- 301
6.2 構　成 ---------- 301
6.3 定　格 ---------- 301
6.4 動作の概要 ---------- 302
6.5 無線局免許 ---------- 302
7. 運行実績 ---------- 307
8. 今後の課題 ---------- 311
9. アンケート調査結果 ---------- 315
10. まとめ ---------- 323

Ⅳ. おわりに ---------- 324

Ⅰ．はじめに

昭和６０年度よりガイドウェイバスシステムに関する民間との共同研究を開始し、今年は５年目に当る。今年度はガイドウェイバスシステムの適応性及びインフラストラクチャー，システム機器等についての検討を行ったのでその結果を報告する。

また、福岡で開催されたアジア太平洋博覧会の会場内輸送としてガイドウェイバスシステムを実際に運行した。

博覧会場内での運行には、建設・運輸両省による軌道法上の認可を受けたもので、我国では初めての実用路線である。本報告ではその運行のためのシステムの準備、実際の運行状況等について述べる。

Ⅱ．システム検討編

1．システムの適応性に関する検討

1．1 信頼性・安全性の検討

福岡市で開催されたアジア太平洋博覧会（以下、福岡博という）の会場において我が国で最初のガイドウェイバス実用化路線が実現した。ガイドウェイバスシステムに関し従来から検討されてきた安全性についても福岡博での施設を利用して検証実験が行われたのでその結果を以下に報告する。

1．1．1 システムの信頼性

福岡博は昨年（１９８９年）３月１７日より９月３日までの約半年間に亘り開催されたが、その間ガイドウェイバスは会場内輸送施設として運行された。通常、新車両が導入された場合（新システムの路線においては特に）、運行開始より半年ないし一年間は初期故障として故障率や事故率が高く、何らかのトラブルが発生し運休事故等が起きやすいと言われている。しかし、ガイドウェイバスの場合、表１－１－１に示すような車両故障が数件発生したものの、一度も運休にいたる故障や事故はなく、最大でも15分程度の遅れ（運行の中断）が生じたにすぎない。これはガイドウェイバスの安全性について当初より進めてきた考え方が正しかったことの証明であり、信頼性の高いシステムであることが実証されたものと考える。

福岡博における本施設の平面図を図１－１－１に示す。車両の運行条件は以下に示すとおりである。

- 車両数　４両　ＧＢ－１０１，ＧＢ－１０２
  ＧＢ－２０１，ＧＢ－２０２

運行期間　１９８９年　３月17日　～　９月３日

運行時間　３月17日～６月30日で下記以外の日，および９月３日
９時３０分～１８時
５月３、４日、６月の土曜日，および７月１日～９月２日
９時３０分～２１時

運行車両数　３両　（１両は予備、ただし日曜日は予備なしの４両運行）

走行距離　　各車両共　約１００００ ㎞

１．１．２ システムの耐久性

ガイドウェイバス車両の耐久性については、車両のベースが一般の大型バスであることから案内装置関係を除けば十分に実績のあるものである。また軌道内走行おいては一般道路に比べ振動等は小さく強度上も有利と考えられる。軌道内走行で振動等が小さいことは、福岡博において行った走行試験の結果からも明らかとなった。

案内装置についても既に実績のある新交通システムの技術を活用しており、耐久性・耐摩耗性については問題がないと考える。

表１－１－２は福岡博の開会前と閉会後に同一条件で測定した走行実験の各種試験結果を示しているが、会期前後の試験結果にほとんど変化がない。もし耐久性に問題があったとすれば、半年間とはいえデータ上は異常振動等によってなんらかの変化が見られるものであるが、これら種々の試験結果がほとんど変わらないということは総合的にみた耐久性についても問題はないと考えられる。

なお、前出の表１－１－１において、ステアリング系のガタによる案内輪の摩耗について記述しているが、これは案内装置と前輪とを結ぶドラッグリンクのボールジョイントが自動車用のショック吸収（荷重によってストロークする）形式であったため案内装置にガタを設けたことと同じ結果となったことと、案内装置のリンク機構が複雑になって案内輪の周辺に余裕をあまり設けなかったことによって起きた問題であり、今後十分注意して設計すれば問題はない。

異常摩耗を別にして、正常摩耗によって定期的に交換すべき部品としてガイドウェイバスの場合は案内輪や走行輪タイヤがある。案内輪とタイヤとについて会期中における摩耗量を調査した結果をそれぞれ表１－１－３、図１－１－２に示す。

案内輪はほとんど摩耗していない。どちらかといえば前軸側の案内輪がやや摩耗傾向にあるが、前軸側案内輪４両分を平均した値が約 0.25 ㎜であり、案内輪の摩耗限度６㎜から計算してみると摩耗寿命は約１７万㎞ということになる。摩耗量の中には案内輪の製作公差も入っていることを考慮すると実際の摩

耗量はさらに小さいといえる。ただし、測定結果が１万km弱の走行距離における値であるからこれによって摩耗寿命が明らかになったとは言い難い。

タイヤについては案内輪よりも摩耗が大きく、実測データを単純に直線で延ばして見ると前輪タイヤで約１０万km、後輪タイヤで約４万 km の摩耗寿命ということになる。しかし、寿命カーブは摩耗が進行するにしたがい徐々に曲線を描いて寿命が延びる傾向を示すものであり、実際はもっと寿命は長いと推定される。ただし、走行距離が約１万km程度の段階では案内輪同様、摩耗寿命をを正しく推定するためには、さらに調査を進める必要がある。

車両の燃料消費率について調査した結果を図１－１－３に示す。通常では燃費が２km/l(㌔)位であるが、４月からの調査で月毎に燃費は下がってきている。これは４月から８月にかけて徐々に気温が高くなりクーラーを入れる頻度が多くなったためと考えられる。

１．１．３ 曲線部における高速走行試験結果

ガイドウェイバスは前輪操舵・後輪固定の方式であるため走行安定性が良く曲線部を走行する場合の設定速度を高くできる。しかし、福岡博での運行においては、運輸省の指導もあって、従来の新交通システムと同様の考え方で超過遠心加速度および緩和曲線長の制約を設けたために、より低い設定速度で制限されることになった。そのため福岡博閉会後に走行試験を行い設定速度よりも高い速度で走行した場合の車両の挙動について測定確認したので、その結果について以下報告する。

1）走行試験の条件

試験場所　　アジア太平洋博覧会会場内軌道輸送施設　本線上

試験車両　　ＧＢ－１０１，ＧＢ－２０１

速度向上試験区間　　遊戯施設前 → パピリオン西　Ｒ４０曲線区間

パピリオン東→ 東ゲート　Ｒ８０曲線区間

東ゲート → パピリオン東　Ｒ８４曲線区間

パピリオン西→ 遊戯施設前　Ｒ４４曲線区間

試験速度　　R40,R44m： 設定速度（25 km/h）+5,+10,+15　km/h

R80,R84m： 設定速度（30 km/h）+5,+10,+15,+20 km/h

2）試験結果　試験データをグラフにあらわしたものを以下の図に示す。なお、図の中で実線と点線はそれぞれ下記車種のデータを示す。

実線（ ―― ）：　ＧＢ－１０１

点線（ ---- ）：　ＧＢ－２０１

図 1-1-4　曲線部での車両左右振動加速度

図 1-1-5　緩和曲線部での左右加速度変化率（入口）

図 1-1-6　緩和曲線部での左右加速度変化率（出口）

図 1-1-7　曲線部での案内輪作用力

図 1-1-8　曲線部でのステアリング角

図 1-1-9　緩和曲線部でのステアリング角速度（入口）

図 1-1-10 緩和曲線部でのステアリング角速度（出口）

図 1-1-11 走行速度とステアリング角速度

以上の結果からすると曲線部において設定速度より+15ないし+20km/hまで速度を上げても車両の安定性としては全く問題はなく、図１－１－７、図１－１－８に示すように案内輪作用力・ステアリング角も速度上昇による変化は見られない。ただし、図１－１－４の左右振動加速度について、振動成分の値は速度による差は見られないが、定常加速度成分についてはほぼ理論値に合った変化となっている。

次に緩和曲線部における変化率についてみると、加速度の変化率については設定速度ではかなり低く 0.01 g/s 程度の値であり、乗り心地的にも性能的にも速度向上が無理なく可能であることを示している。

ステアリング角速度については、この値があまり大きいと案内レールの変化に車両の案内装置が追従できなくなって案内輪が案内レールから離れる現象が生じるため、車両には動揺が発生することになる。図１－１－９および１－１－10より、設定速度での緩和曲線部でのステアリング角速度は 1.0～1.5deg/s 程度の値であるが、走行試験では車両は動揺を起こすこともなく安定して走行しており、それを2.0～2.5 deg/s程度に上げても問題ないと思われる。

設定速度以下の速度ではどうかについて、他の曲線の出入口部でのデータを調査し速度との関係をグラフにしたものを図１－１－11 に示す。これらのデー

タから、ガイドウェイバスが安定して走行できる限界に余裕を見込んで曲線で示すとステアリング角速度は次式で表すことができる。

$$\omega = 0.14 \times 1.035^{-V} \quad \text{rad/s} \quad \cdots\cdots (1\cdot1)$$

$$(= 8.0 \times 1.035^{-V} \quad \text{deg/s})$$

ω：ステアリング角速度　　rad/s

V：走行速度　　km/h

上記の高速走行試験の結果より、車両は+15～+20km/h の速度オーバで走行しても安定性、振動、荷重とも何ら問題なく、ガイドウェイバスの安全性の高さが確認できた。

また、本試験の結果から、ガイドウェイバスの軌道線形を決める場合には、従来の新交通システム等の考え方にとらわれず、ガイドウェイバスの特性に合わせてつぎのような対応とすればより合理的と考える。

(1) カント不足量（超過遠心加速度）

曲線部におけるカントを決める場合、車両の通過速度に対してカント不足量を従来では６％（0.06 g）以下に設定していたが、ガイドウェイバスとしての乗り心地や安定性に問題のないことからより大きな値を採用することが考えられる。例えば、通常9%（0.09g）以下、最大で、12%（0.12g）以下など。

(2) 緩和曲線長

直線と曲線との間に入れる緩和曲線の長さは、従来から$L = V^3 / 14R$という式を使って計算していたが、上記の試験結果を参考とし次式で求めることを提案する。

$$L = \frac{V \cdot LB}{3.6 \cdot \omega \cdot R} \quad m$$

L：　緩和曲線長　　m

V：　通過速度　　km/h

LB：　車両のホィールベース　　m

R：　曲線半径　　m

ω：　ステアリング角速度　（式(1･1)）

これは、曲線部におけるステアリング角までガイドウェイバスが安定

に走行するステアリング角速度（式(1·1)）で変化すると考え、次の２式の関係を組み合わせて緩和曲線長を求めたものである。

$$\theta = LB / R \quad rad$$

$$\omega = \frac{\theta}{3.6 \cdot L / V} \quad rad/s$$

ただし　θ：前輪のステアリング角　　rad

なお、従来は速度が低い区間で「 L ＜ LB 」の場合、緩和曲線を省略できるとしてきたが、片側案内をより確実に行わせるために、ガイドウェイバスにおいては小曲線といえども上式で計算した長さの緩和曲線を入れることが望ましい。

１．１．４ パンク走行試験結果

タイヤパンク時の走行安全性については、すでに土木研究所の実験線において試作車による走行試験を行って確認している。今回は、より複雑な線形での安全性確認と今回新たに付加した車上分岐機構の安全性確認を目的として、実用化対策としての試験を実施した。この結果について以下報告する。

1）試験条件

- 試験車両　　ＧＢ－１０１，ＧＢ－２０１
- パンク位置　　前走行輪　右側　１本
- 試験速度　　通常速度　および　通常速度＋５km/h

2）試験結果

パンク走行の試験結果と正常時の結果とを対比させたものを図１－１－１２に示す。

パンク試験の結果、車両はパンク時においてもほとんど問題なく走行できることが確認された。分岐部でも案内輪が案内レールから離れることもなく確実に案内されており、パンク時における車上分岐機構の安全性が確認された。

測定データを見ると、作用力等については正常時とパンク時とで後者の方が若干大きな値を示している。しかし、運用上パンク走行が必要となるのは車両を回送する場合のみであること、新交通システムの実績からもタイヤパンクはほとんど発生していないことなどから、強度上も問題はないと考える。

なお、ＧＢ－１０１で遊戯施設前からパピリオン西に向かう下り線のＲ４０ｍの曲線進入時＋５㎞/hの速度で動揺が発生し、案内輪作用力と前軸床上左右加速度が大きくなっていた。これは前輪１輪パンクのため若干片側へハンドルが取られる傾向がでたことと、緩和曲線部のカントが全長に亘って均等にすり付けているためオーバーカントとなり車両が内軌側へ寄ったためと考えられる。タイヤが正常な車両でもその傾向が生じているので、今後の線形計画に当たっては緩和曲線部のカントの立ち上がりを緩やかにする必要があると考えられる。

後輪タイヤについてはダブルタイヤであり２輪同時にパンクすることはほとんど無いと考えられることから試験を省略した。

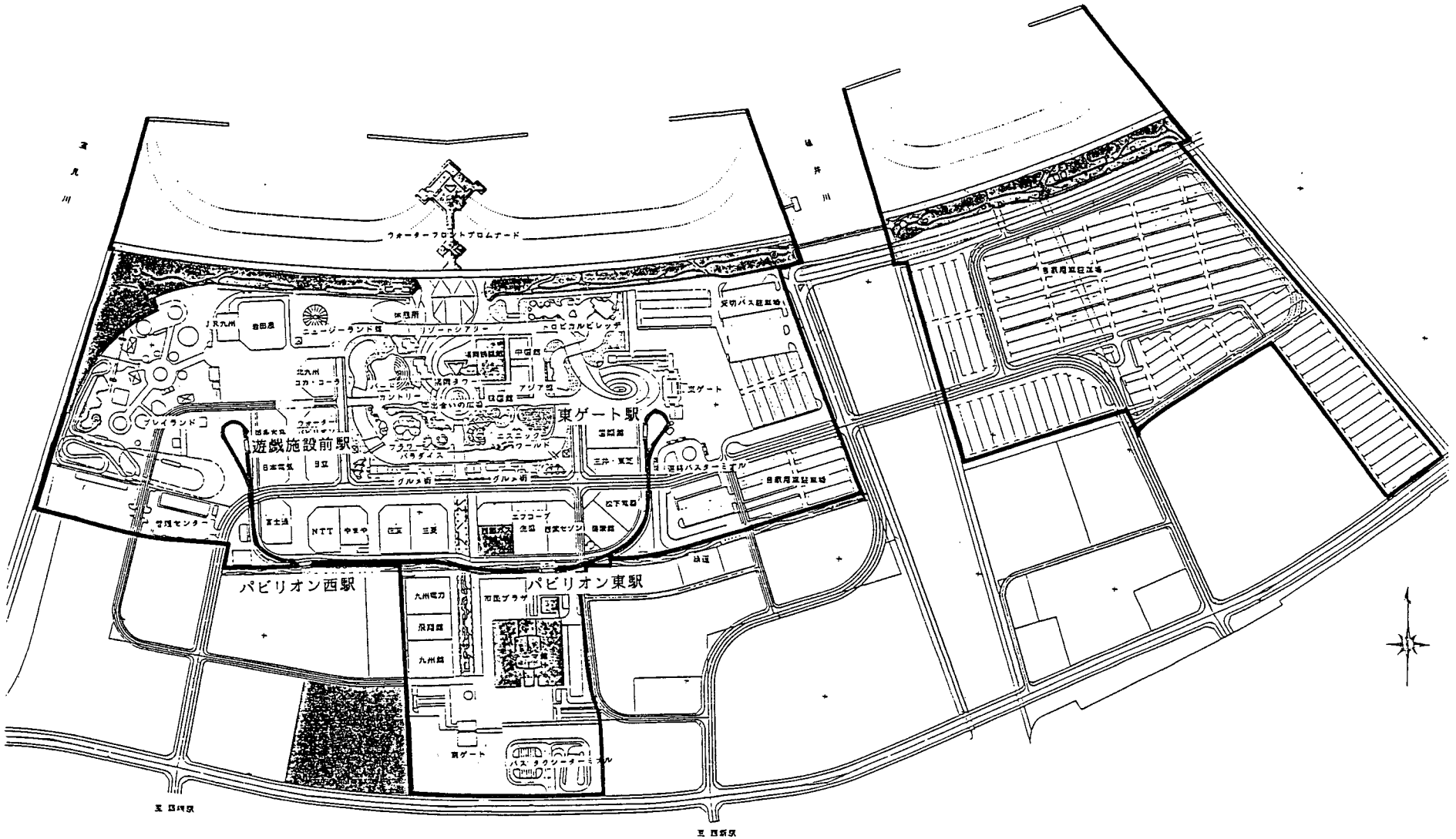


図１－１－１　アジア太平洋博覧会－福岡’８９会場計画図

表　1－1－1　福岡博における車両故障例

装　置	故　障　内　容　と　対　応	車両番号	発生件数
車体	1. 中央扉開閉不良 両開き式のスウィングドアのため調整位置が難しく数回調整を行った。	全　車	数　件
電気	1. アクセル操作不能 オートマチックトランスミッションのＣＰＵ関係のトラブルと考えられるが、後正常動作し原因不明。	ＧＢ－１０２	1　件
	2. 案内装置中立制御灯異常点灯 機能は正常、空気回路の圧力ＳＷの接触不良。	ＧＢ－２０１	1　件
油圧	1. クラッチ油のミッション側への洩れ オイルシール不良によるか機能は問題ないためそのまま運行使用	ＧＢ－２０２	1　件
	2. パワステＯＮ－ＯＦＦ回路のホース抜け 銅管にホースを差しパンチバンドで締める構造であったが、銅管端部のつぶれによる。ネジ式に変更。	ＧＢ－２０１ ＧＢ－２０２	1　件 2　件
懸架装置	1. 曲線出口にてローリング発生 スタビライザーの再調整	ＧＢ－２０２	1　件
案内装置	1. 曲線出入口部で車両動揺 車両の速度オーバー、軌道線形、パワステのＴｙｐｅ等の原因による。 速度厳守、パワステＯＮ－ＯＦＦ回路の追加にて対応	ＧＢ－２０１ ＧＢ－２０２	1　件 3　件
	2. 案内輪角部摩耗 リンク系のガタによるタイヤとの接触ガタの調整とテコ比を変更しステアリングゲインに余裕を持たせた。	ＧＢ－２０２	2　件

表　1－1－2　(1/3)　開会前と閉会後の走行試験結果比較表　(1)

・下記表の上段は開会前のデータを、下段は閉会後のデータを示す。

・区間は　A－遊戯施設前、B－パビリオン西、C－パビリオン東、D－東ゲート前をそれぞれ示す。

・案内アーム応力については値が小さいことから閉会後のデータは測定を省略した。

車番	通常走行	下り線			上り線		
	項目＼区間	A－－B	B－－C	C－－D	D－－C	C－－B	B－－A
GB101	案内輪作用力 WFR, WFL kgf	100±60 140±50	110±50 100± 100	110±20 100±100	140±40 120±120	110±50 160±30	160±40 120±50
	案内アーム応力 (3回測定のうち最大値) kgf/mm²	+1.2 --	−3.2 —	+1.4 —	−5.2 —	−3.4 —	−5.4 —
	前軸床上上下振動G CH－1 g	±0.08 ±0.09	±0.12 ±0.13	±0.13 ±0.11	±0.09 ±0.09	±0.12 ±0.19	±0.08 ±0.08
	後軸床上上下振動G CH－2 g	±0.08 ±0.09	±0.12 ±0.12	±0.11 ±0.10	±0.08 ±0.08	±0.11 ±0.16	±0.08 ±0.10
	前案内輪上下振動G AH－1 g	± 0.8 ± 1.0	± 0.8 ± 1.0	± 1.0 ± 1.1	± 0.7 ± 0.9	± 0.7 ± 1.1	± 0.6 ± 0.9
GB201	案内輪作用力 WF kgf	120±40 120±50	140±60 180±80	120±70 120±50	110±50 140±70	100±60 180±40	160±80 120±60
	案内アーム応力 kgf/mm²	+3.6 —	+3.6 —	+4.0 —	+3.6 —	+4.0 —	+3.6 —
	前軸床上上下振動G CH－1 g	±0.12 ±0.09	±0.16 ±0.15	±0.12 ±0.11	±0.11 ±0.08	±0.13 ±0.12	±0.10 ±0.06
	後軸床上上下振動G CH－2 g	±0.08 ±0.06	±0.12 ±0.12	±0.11 ±0.10	±0.08 ±0.09	±0.14 ±0.11	±0.07 ±0.06
	前案内輪上下振動G AH－1 g	± 1.4 ± 1.1	± 1.4 ± 0.9	± 1.8 ± 1.8	± 1.0 ± 1.0	± 1.1 ± 1.0	± 1.2 ± 0.6

表　1－1－2　(2/3)　開会前と閉会後の走行試験結果比較表　(2)

・下記表の上段は開会前のデータを、下段は閉会後のデータを示す。

・区間は　A－遊戯施設前、B－パビリオン西、C－パビリオン東、D－東ゲート前をそれぞれ示す。

・データについては代表的な曲線部、分岐部に限定し下表に示した。

車番	通常走行 下り線	A → B → C → D					
	区間 / 項目	左曲線 40R i＝7%	分岐部 500R i＝0%	右曲線 80R i＝0%	左曲線 80R i＝0%	分岐部 500R i＝0%	左曲線 80R i＝5%
GB101	ステアリング角 SF－1 deg	7.0 7.8	0.96 1.52	3.7 3.1	3.7 3.1	0.93 1.3	3.7 3.3
GB101	ヨーイング角速度 CY－1 deg/s	9.2 9.9	0.9 0.4	4.0 5.0	4.7 4.1	1.0 0.6	6.0 5.6
GB101	前軸床上左右振動G CL－1 g	0.03±0.03 0.03±0.04	0.01±0.04 0.0 ±0.02	0.05±0.02 0.05±0.03	0.08±0.03 0.05±0.04	0.03±0.02 0.02±0.02	0.05±0.02 0.03±0.06
GB101	後軸床上左右振動G CL－2 g	0.03±0.02 0.03±0.03	0.02±0.01 0.02±0.02	0.04±0.02 0.05±0.03	0.07±0.02 0.07±0.01	0.03±0.01 0.04±0.01	0.06±0.01 0.04±0.02
GB201	ステアリング角 SF－1 deg	7.3 7.2	0.7 0.3	3.7 3.2	3.5 3.7	0.3 0.5	3.4 2.6
GB201	ヨーイング角速度 CY－1 deg/s	10.0 9.0	0.4 0.2	4.0 4.4	4.0 4.4	0.5 0.3	5.5 5.8
GB201	前軸床上左右振動G CL－1 g	0.08±0.04 0.04±0.03	0.01±0.02 0.01±0.04	0.06±0.01 0.05±0.03	0.06±0.04 0.06±0.02	0.02±0.02 0.01±0.05	0.04±0.02 0.04±0.02
GB201	後軸床上左右振動G CL－2 g	0.07±0.04 0.03±0.04	0.01±0.02 0.01±0.01	0.05±0.02 0.06±0.02	0.06±0.02 0.06±0.02	0.02±0.02 0.02±0.02	0.04±0.02 0.03±0.02

表　1－1－2　(3/3)　開会前と閉会後の走行試験結果比較表　(3)

・下記表の上段は開会前のデータを、下段は閉会後のデータを示す。

・区間は　A－遊戯施設前、B－パビリオン西、C－パビリオン東、D－東ゲート前をそれぞれ示す。

・データについては代表的な曲線部に限定し下表に示した。

車番	通常走行 上り線	D ⟶ C ⟶ B ⟶ A					
	区間 / 項目	右曲線 16R i＝0%	左曲線 30R i＝0%	左曲線 84R i＝5%	右曲線 80R i＝0%	左曲線 80R i＝0%	右曲線 44R i＝7%
GB101	ステアリング角 SF－1 deg	17.0 —	9.3 10.0	3.3 3.3	3.3 3.3	3.7 3.0	6.6 7.0
	ヨーイング角速度 CY－1 deg/s	10.1 10.8	7.9 7.9	5.7 6.0	4.6 5.0	4.6 4.2	7.8 9.0
	前軸床上左右振動G CL－1 g	0.09±0.02 0.06±0.03	0.07±0.02 0.06±0.02	0.05±0.02 0.03±0.03	0.07±0.02 0.07±0.03	0.08±0.02 0.06±0.03	0.05±0.02 0.03±0.02
	後軸床上左右振動G CL－2 g	0.08±0.01 0.05±0.03	0.06±0.02 0.05±0.01	0.03±0.01 0.03±0.01	0.07±0.01 0.06±0.02	0.07±0.02 0.06±0.02	0.04±0.02 0.03±0.03
GB201	ステアリング角 SF－1 deg	15.4 —	9.7 9.0	3.5 3.9	3.6 3.8	3.5 3.5	6.0 6.6
	ヨーイング角速度 CY－1 deg/s	8.5 9.7	5.5 8.0	5.0 5.5	4.7 4.4	4.7 4.1	9.0 8.5
	前軸床上左右振動G CL－1 g	0.06±0.02 0.03±0.05	0.03±0.02 0.07±0.01	0.04±0.02 0.02±0.03	0.08±0.02 0.06±0.02	0.07±0.02 0.06±0.02	0.07±0.03 0.04±0.03
	後軸床上左右振動G CL－2 g	0.05±0.02 0.06±0.02	0.04±0.02 0.07±0.01	0.04±0.02 0.03±0.03	0.07±0.02 0.06±0.02	0.07±0.03 0.06±0.01	0.06±0.03 0.05±0.07

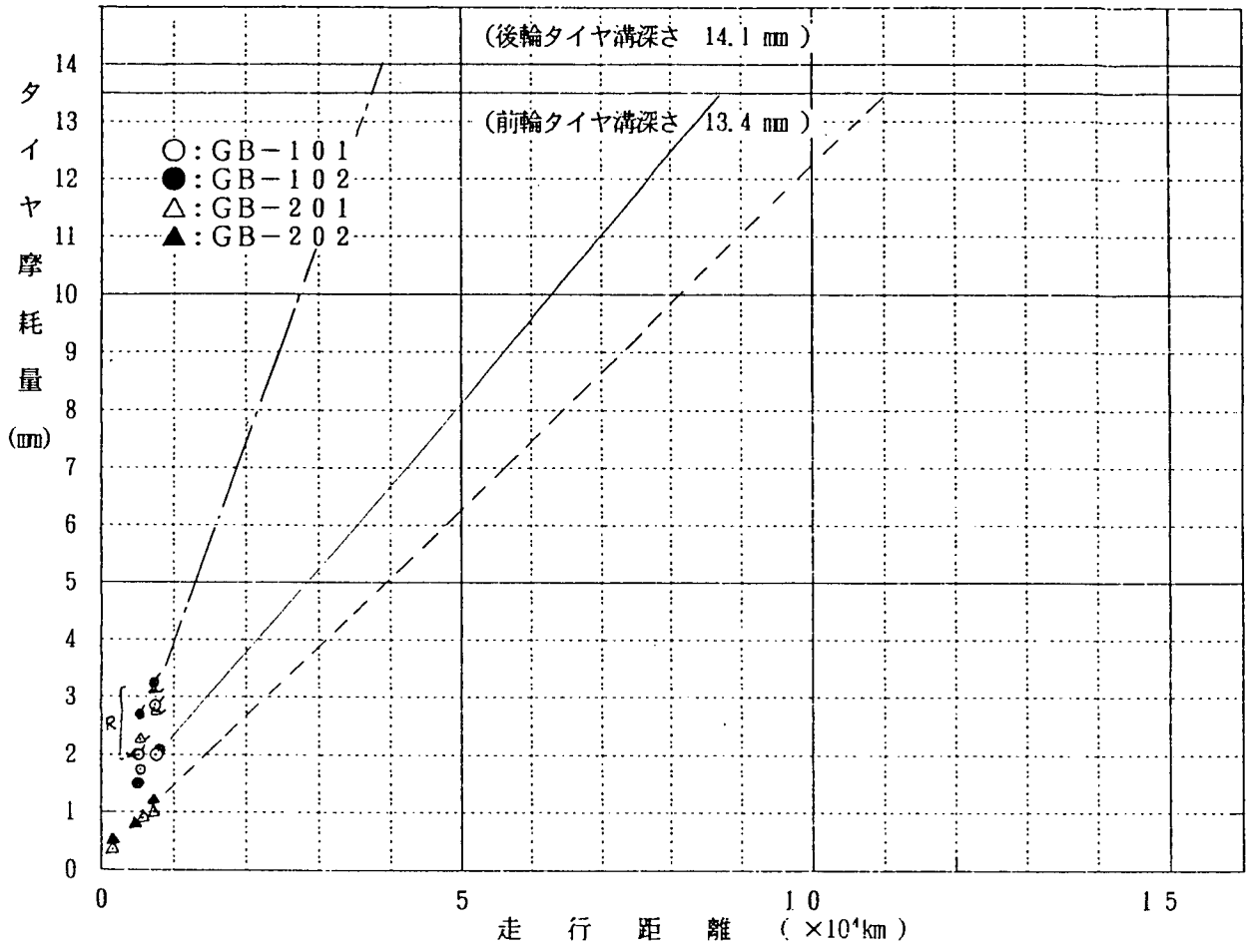


図 1－1－2 タイヤ摩耗量と走行距離

表　1－1－3　案内輪摩耗調査結果

車　番	位　置	案内輪直径 mm	摩耗量 mm	走行距離 km
GB－101	前側	199．6	0．2	7300
	後側	199．8	0．1	
GB－102	前側	199．2	0．4	7400
	後側	200．0	0．0	
GB－201	前側	199．8	0．1	7200
	後側	199．9	0．05	
GB－202	前側	199．4	0．3	7100
	後側	199．8	0．1	

注記）• 案内輪の直径に対する製作公差は、200±$^{0.5}_{0.1}$ mmであるため上表の摩耗量の中にはこの公差も含まれる。

• 後側案内輪とは、前側と異なり後輪タイヤを保護するための支持輪であり直接は案内レールと接触しない。

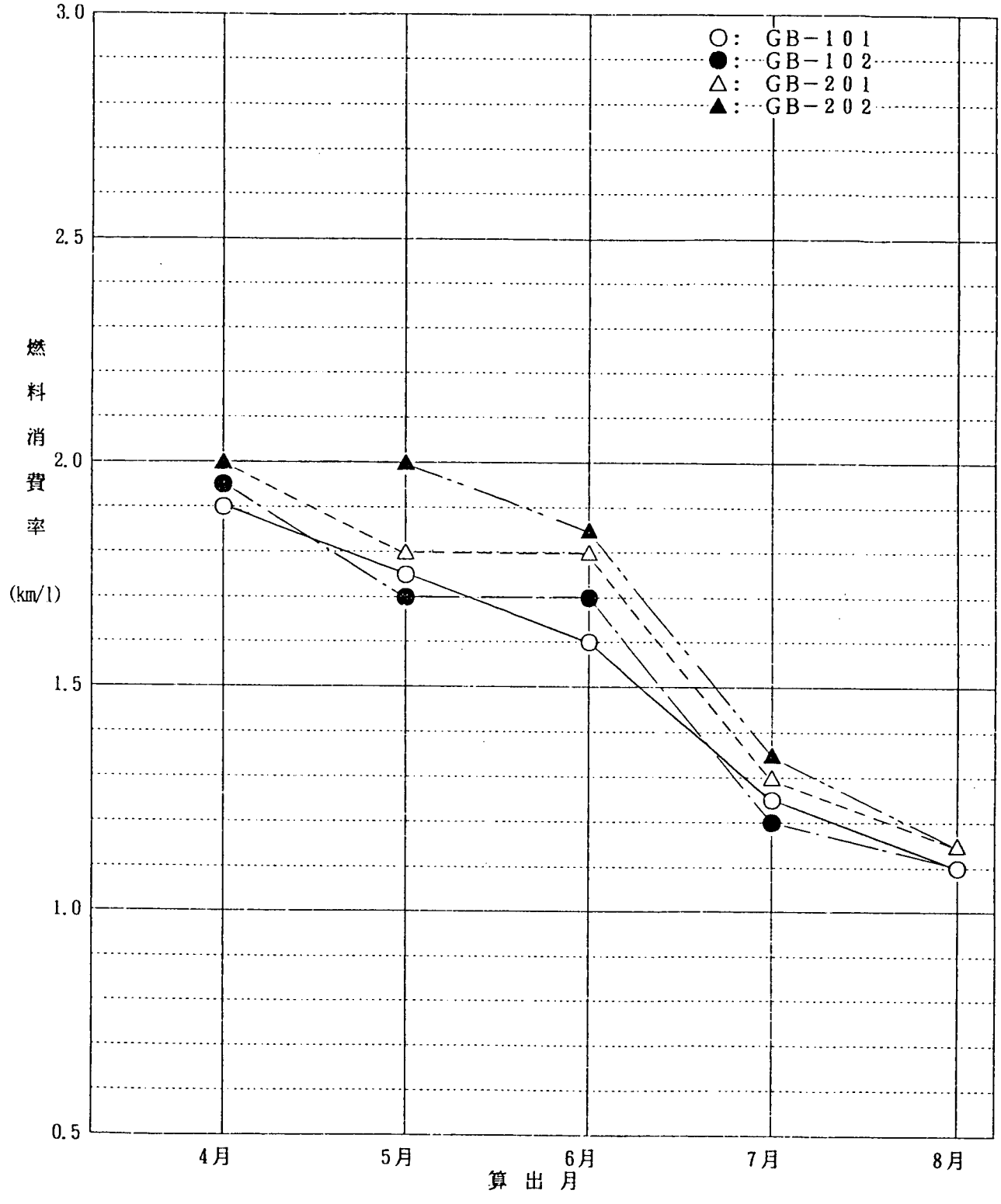


図　1－1－3　各月別燃料消費率

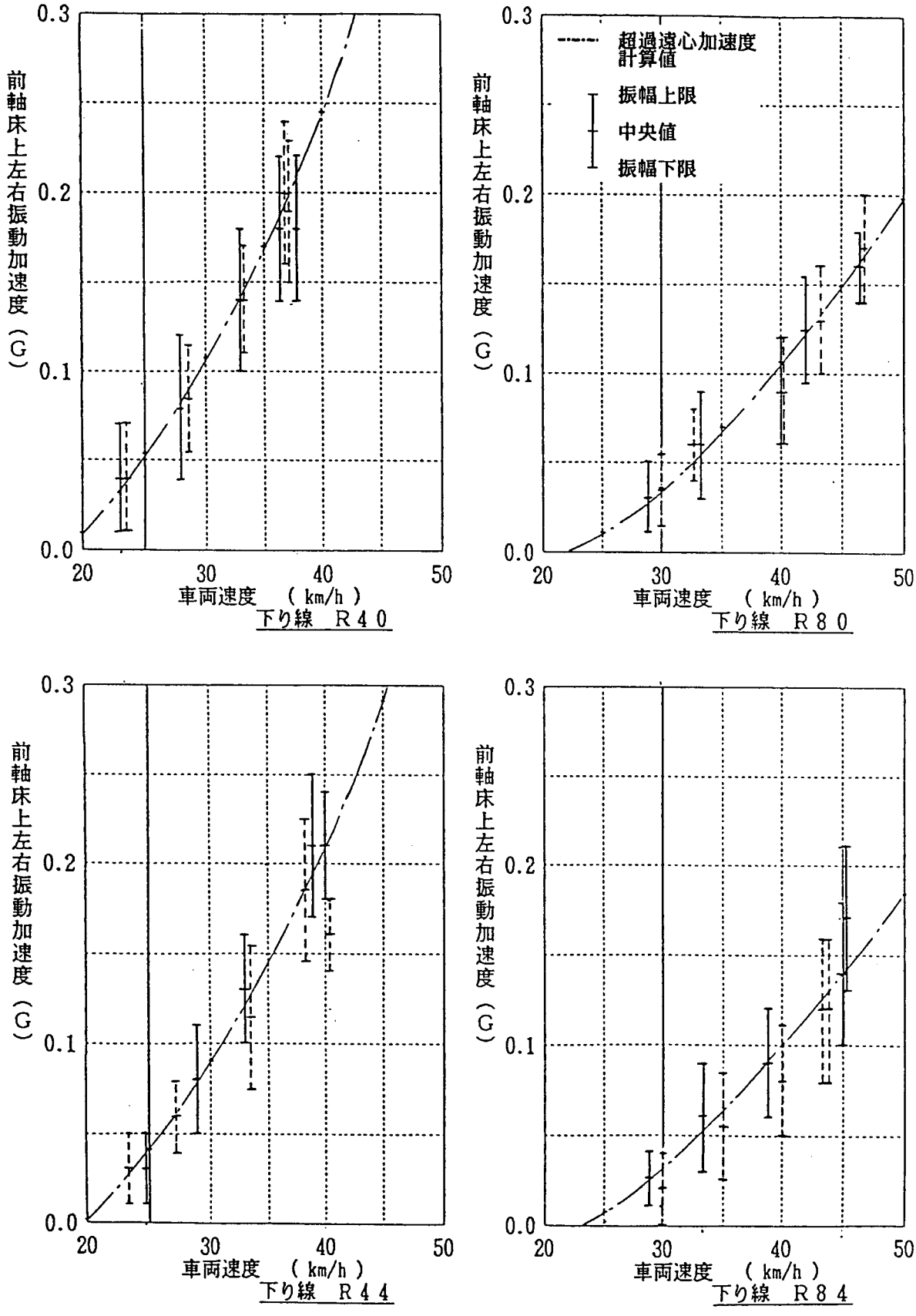


図　１－１－４　曲線部での車両左右振動加速度

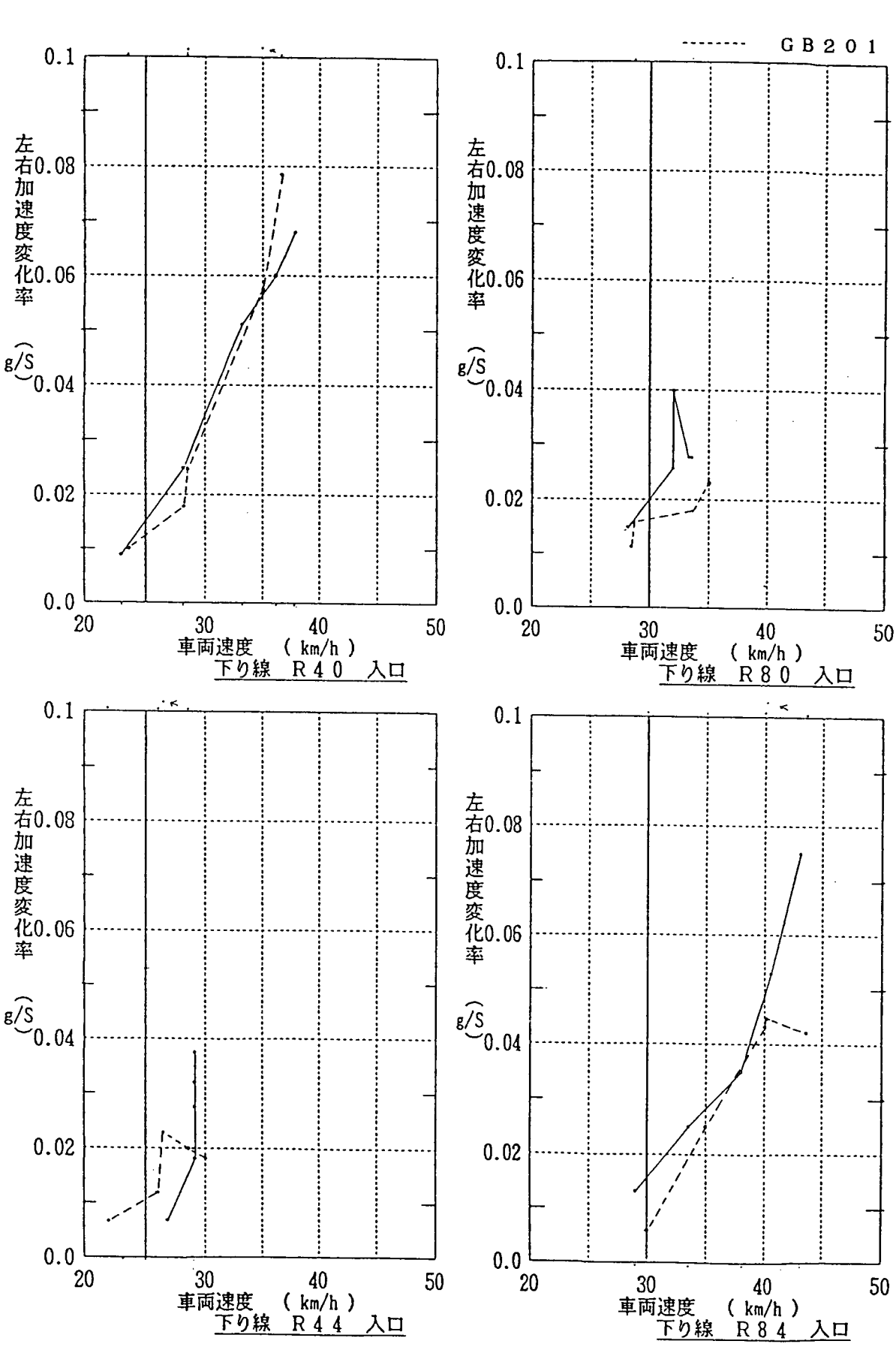


図 1－1－5 緩和曲線部での左右加速度変化率 入口

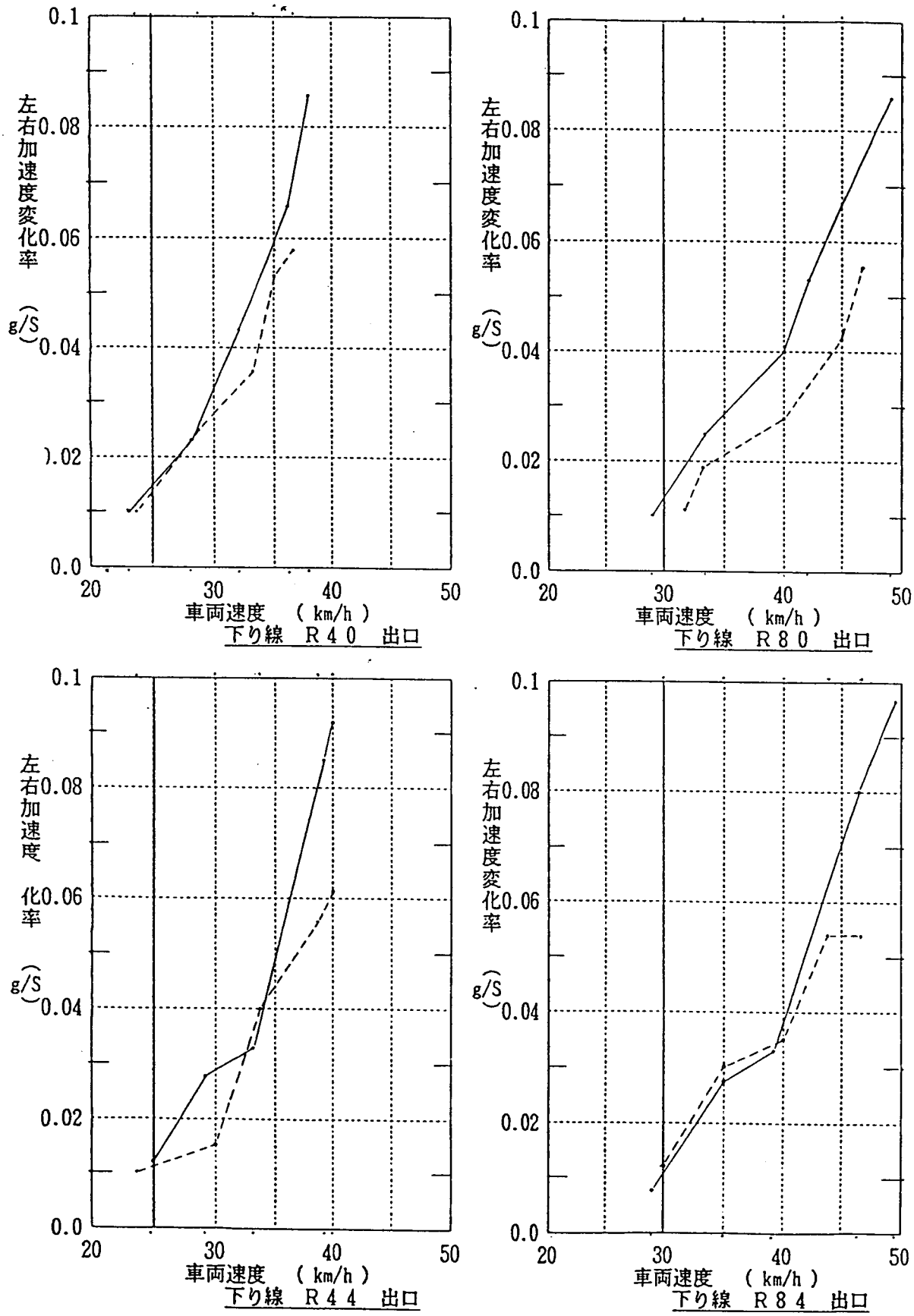


図 1－1－6 緩和曲線部での左右加速度変化率 出口

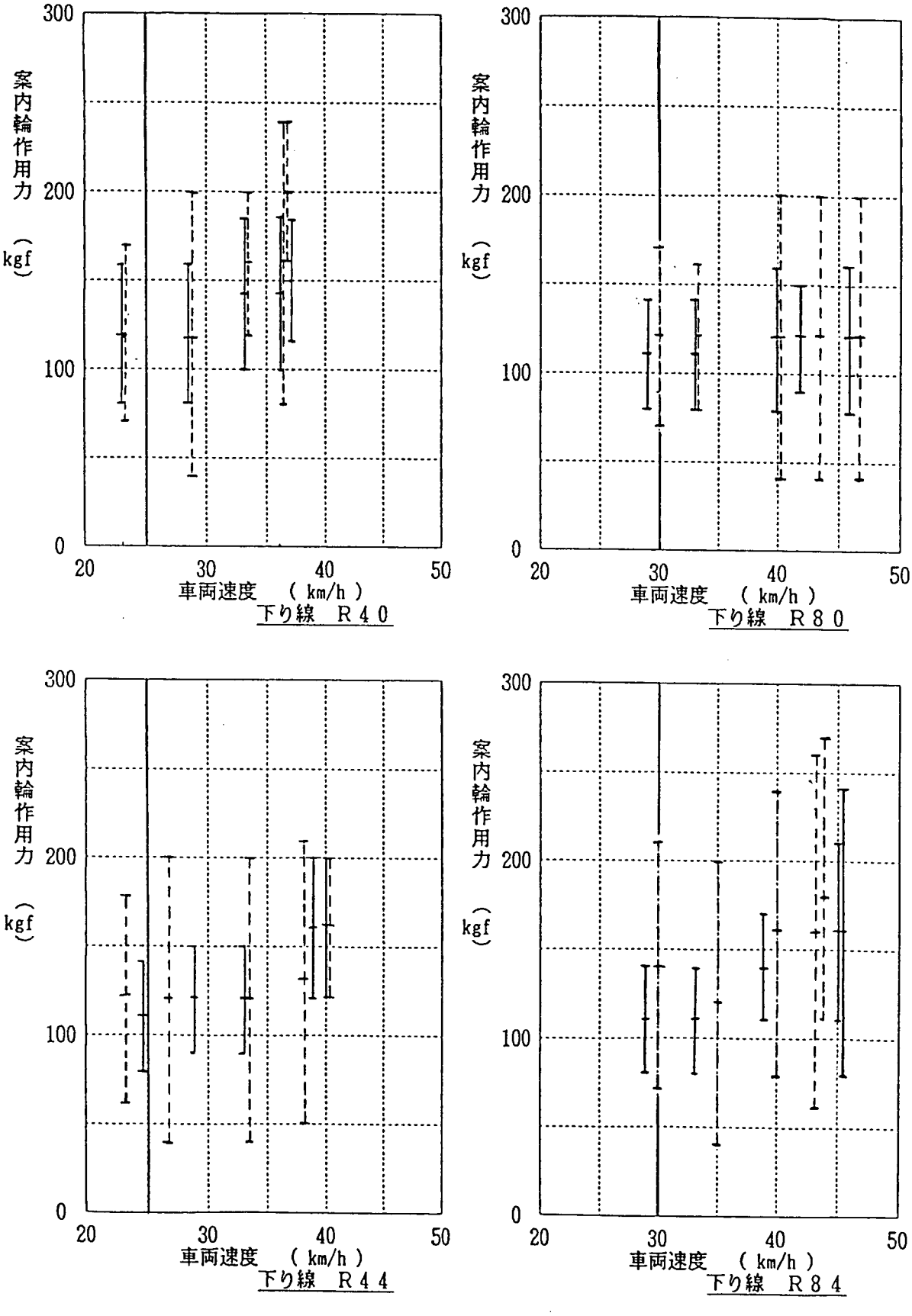


図 1－1－7 曲線部での案内輪作用力

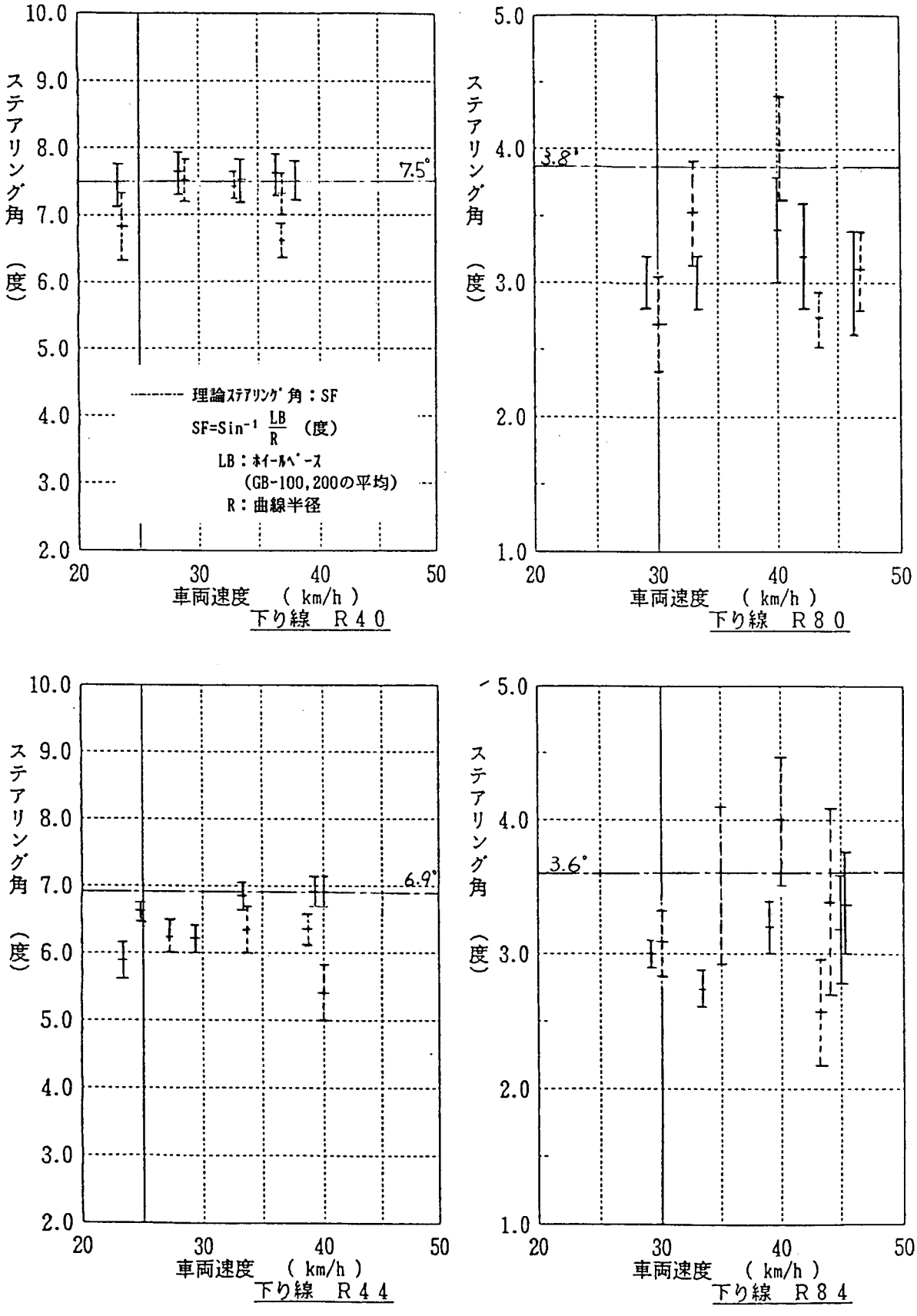
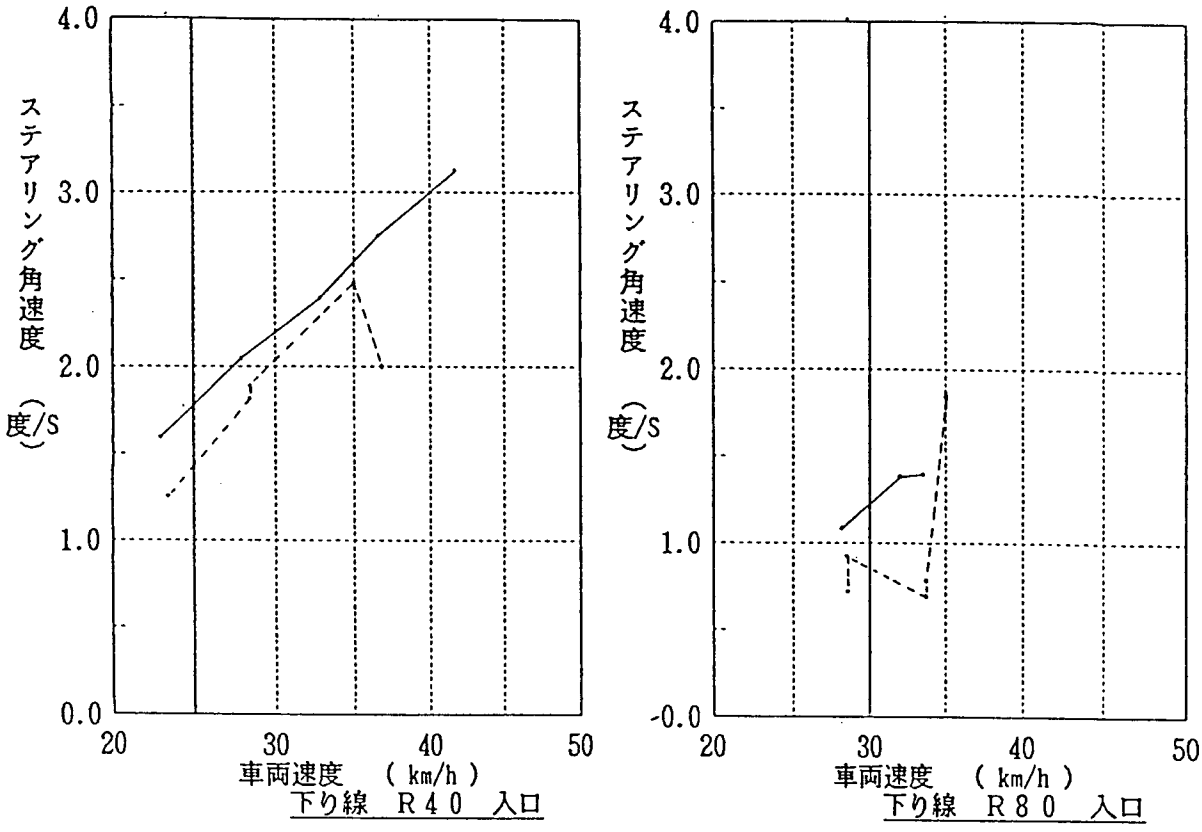


図 1－1－8 曲線部でのステアリング角



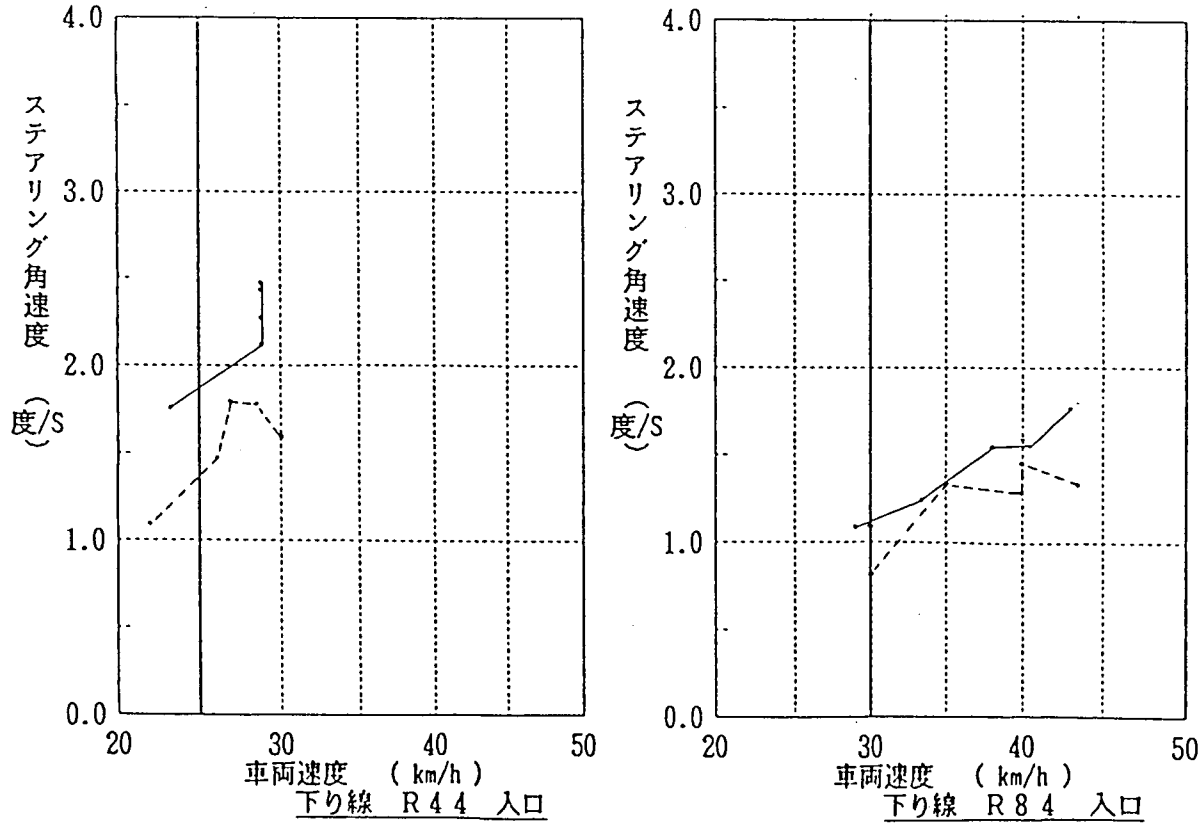


図 1－1－9 緩和曲線部でのステアリング角速度
入口

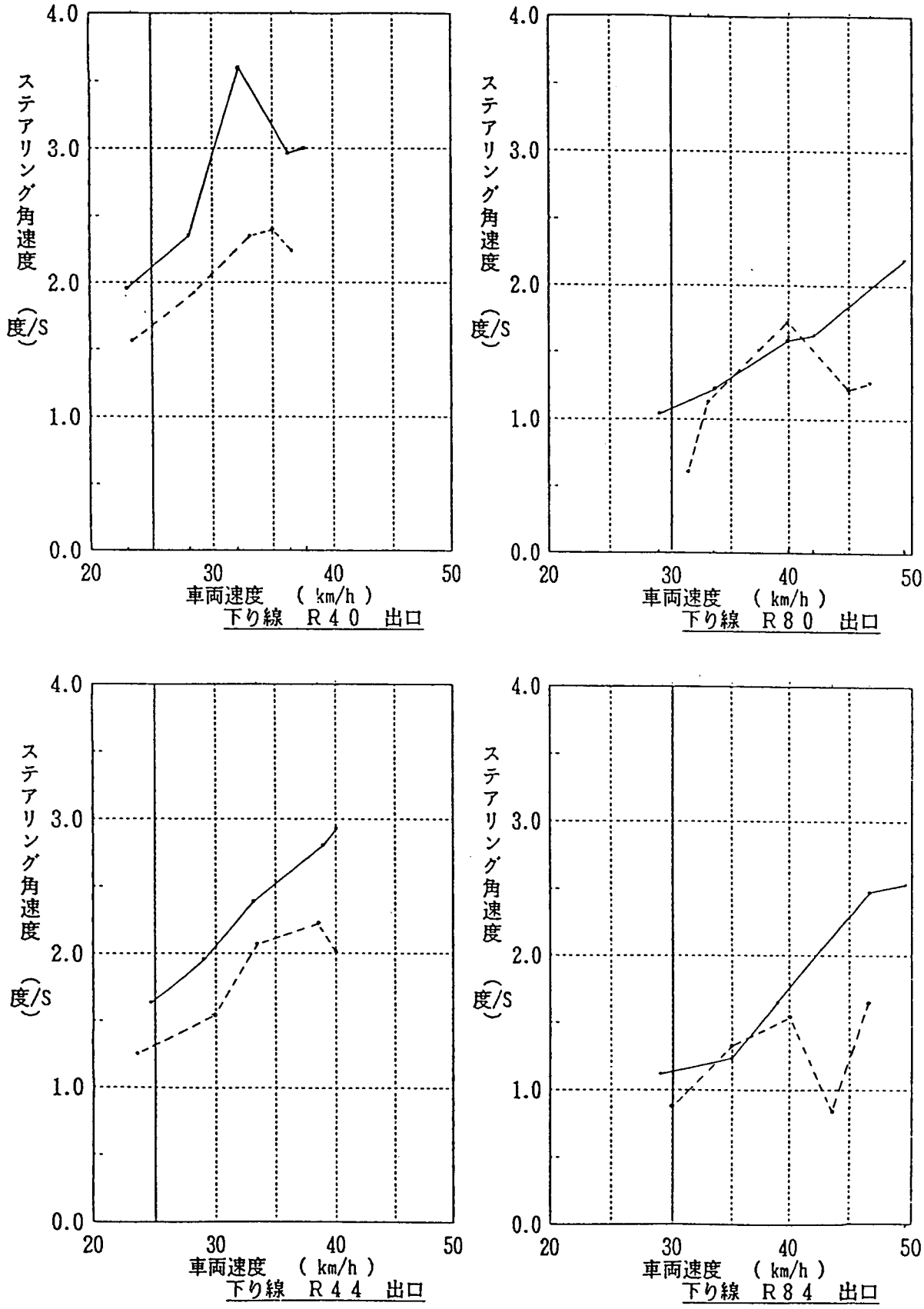


図 1－1－10 緩和曲線部でのステアリング角速度 出口

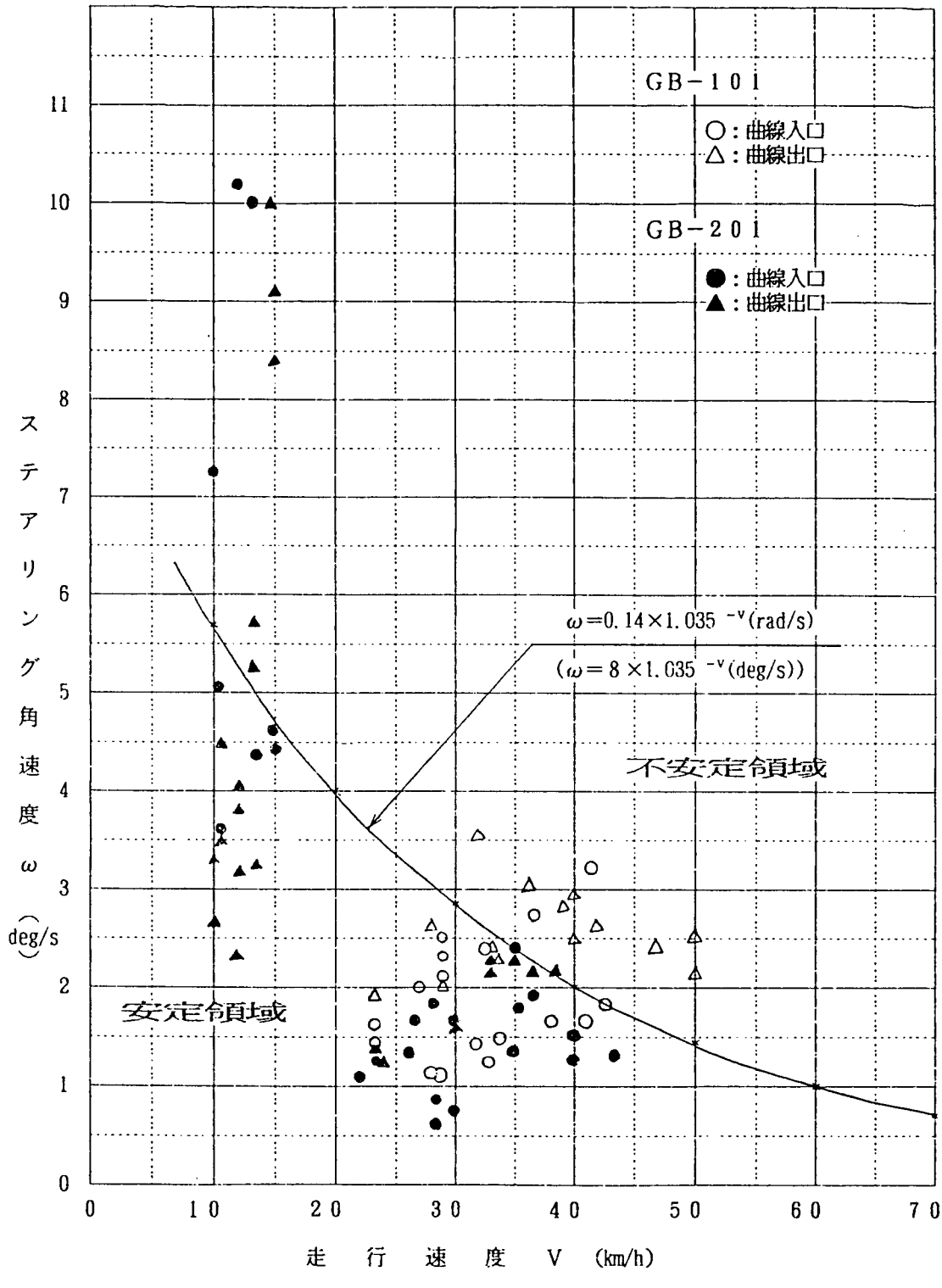


図　１－１－１１　走行速度とステアリング角速度

図　1－1－12　(1/2) 正常時と前輪パンク時における走行試験結果比較 (1)

・車両　　GB－101
・区間　　A－遊戯施設前、B－パピリオン西、C－パピリオン東、D－東ゲート前
・走行条件　　正－正常走行、パ－パンク走行
　　通常－通常速度による走行、＋5－5km/hUPの速度による走行

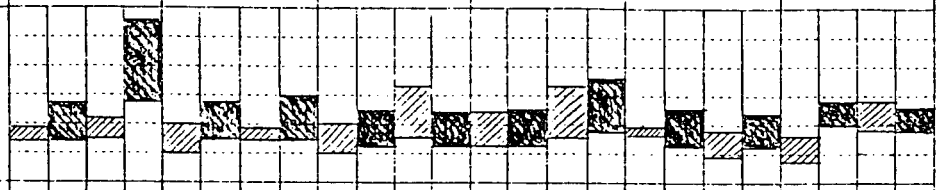
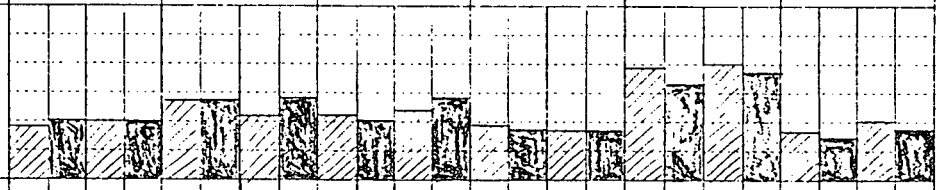
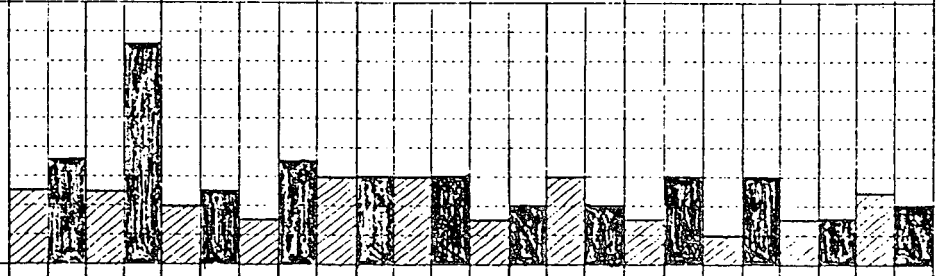
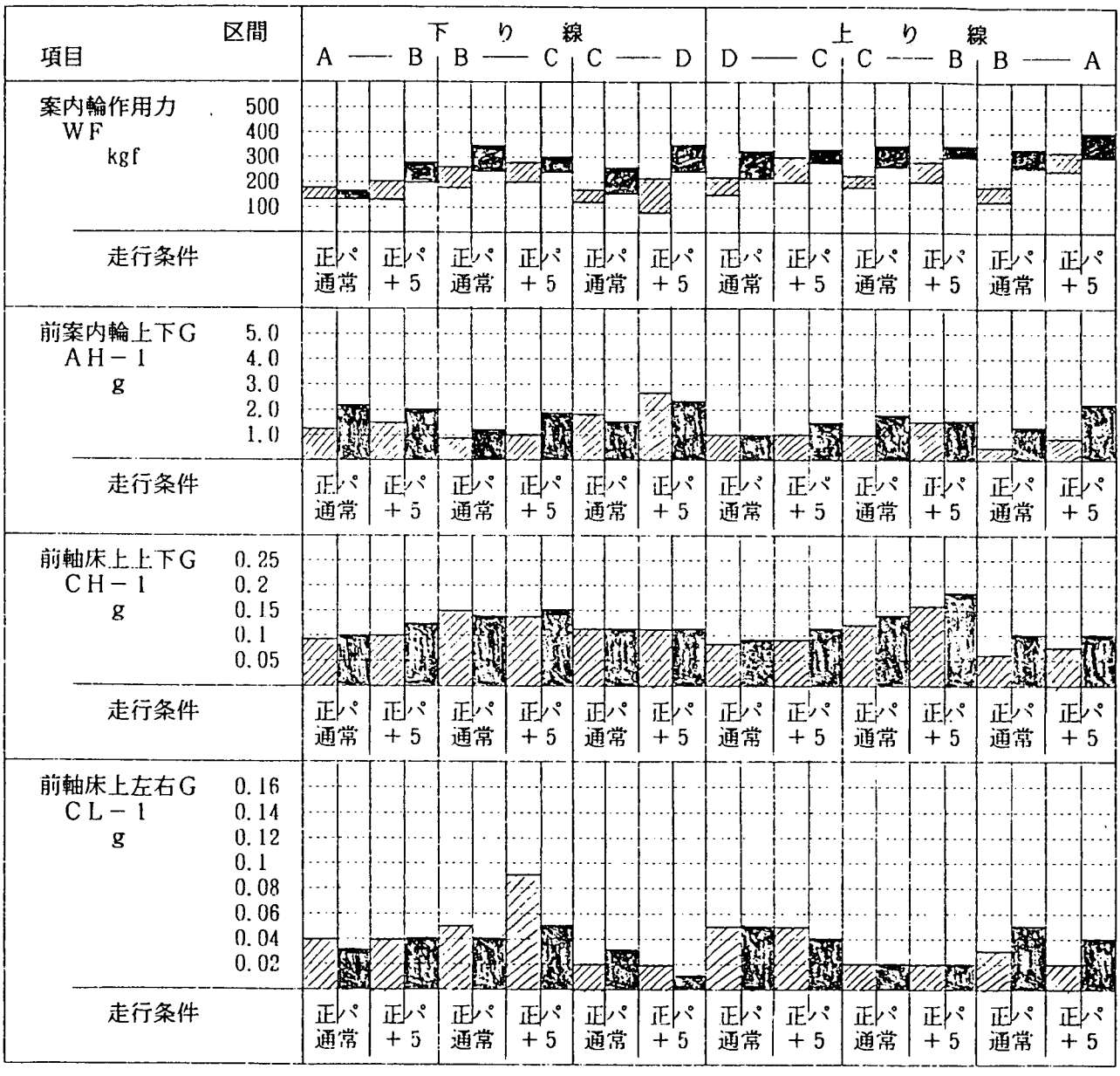
項目	区間	下り線 A ── B	B ── C	C ── D	上り線 D ── C	C ── B	B ── A
案内輪作用力 WFR, WFL kgf	500 400 300 200 100						
走行条件		正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5
前案内輪上下G AH－1 g	5.0 4.0 3.0 2.0 1.0						
走行条件		正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5
前軸床上上下G CH－1 g	0.25 0.2 0.15 0.1 0.05						
走行条件		正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5
前軸床上左右G CL－1 g	0.16 0.14 0.12 0.1 0.08 0.06 0.04 0.02						
走行条件		正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5	正パ 通常 / 正パ ＋5

図　1－1－12　(2/2)　正常時と前輪パンク時における走行試験結果比較　(2)

・車両　　GB－201
・区間　　A－遊戯施設前、B－パピリオン西、C－パピリオン東、D－東ゲート前
・走行条件　　正－正常走行、パ－パンク走行
　　通常－通常速度による走行、＋5－5km/hUPの速度による走行



1．2 信号保安システムの実用性検討

1．2．1 アジア太平洋博覧会会場内軌道輸送システムの例

1) 概　要

本施設の運転保安装置を構成するに当り基本となる考え方を次のとおり設定した。

(1) 車両の運転はワンマン運転とし、運転士はアクセルとブレーキペタルを操作して運転を行うが、本線上ではハンドル操作は行なわないものとする。

(2) 路線形状と乗心地から軌道上の運転最高速度を40㎞/h以下とし、必要か所には速度制限標識を設ける。

(3) 車両は、制動初速度35㎞/hにおける制動距離が14m以下の性能を有しているため、前後間隔の安全確保は運転士によるものとする。

(4) 単線区間については、閉そく装置を設けて保安を確保する。また車両のオーバラン、誤出発あるいは装置の故障等に際して運転士に警報するため車内警報装置を設ける。

(5) 分岐・合流部の運転に際しては車上片側押付制御を行う事により車両の案内輪が左側の案内軌条に沿って誘導案内するものとする。

(6) 車両基地は遊戯施設前停留場側のループ内に設け、車両の出入庫に際しては運転士の手動運転により行うものとした。

(7) 指令所には監視装置を設け、指令所と車両との間は、空間波による列車無線装置で連絡できるものとした。

これらの基本的考え方に基づき運転保安システムとしては、鉄道で実績のある電子閉そく装置を基本として構成し、単線部の保安を確保することとする。

2) 構　成

運転保安装置の構成を図１－２－１に示す。

地上側設備は、指令所内に設置する運行監視装置、停留場に設置する駅装置と出発信号機、および軌道上の必要か所に設置する電磁誘導式地上子で構成する。

車上側設備は、車載制御装置と車載操作箱および電磁誘導式車上子で構成する。

3) 動　作

(1) 閉そく機能

① 運転士が車上の操作箱の出発要請釦を押すと車上子→地上子を経由して駅装置に情報が伝送される。

駅装置は閉そく区間内に車両が存在しない事を確認して該当車両番号を登録して閉そくを確保して鎖錠する。鎖錠が完了すると出発信号機を×印燈から矢印燈に切換え、車両に対し出発許可情報を送信する。（対向する停留場の出発信号機は×印燈のまま鎖錠される。）

② 矢印燈を確認して車両は出発するが地上子＃３と交信した時点で出発信号機は×印燈に切換わり後続車両の進入を阻止する。

③ 車両が東停留場に到着し地上子＃14と車上子が交信し、登録された車両番号と一致すると到着と判断し閉そくを解錠する。

(2) 片側押付切換制御機能

① 地上子＃２と交信し、中立状態から押付状態に切換える。（出発信号機は押付制御を確認しないと矢印燈に切換らない。）

② 片側押付状態で車両が合流部を通過すると軌道の直線部に設けた地上子＃４、５と交信し中立制御を行う。

③ 車両は中立状態で走行すると外軌側の案内軌条に沿って走行する。

④ 分岐部手前の直線部に設けた地上子＃８、９と交信し左押付制御を行い、左押付状態で分岐部を通過する。

⑤ 次駅に到着すると地上子＃１４と交信し、中立制御を行い、押付状態から中立状態に切換える。

⑥ 軌道複線部では常に中立状態を保って走行する。

(3) 車内警報機能

各種故障情報および運転取扱上の異常に対しては、運転台右側に設けた運転保安装置の車載操作箱内の警報ブザーを鳴動する事により運転士に対して警報する。警報内容を表１－２－１に示す。

① 運転保安装置、車載装置故障

② 制御不一致（押付又は中立制御情報に対し応答情報が一致していない場合）

③ 誤出発・オーバーラン

- 停留場部で出発要請釦を押して出発信号機が矢印燈に切換った事を確認して出発する事となるがこの一連の操作を怠って車両を出発させた場合誤出発となる。
- 停留場に進入する際、停止位置をオーバーランした場合、地上子と車上子間で交信した後すぐに交信が断の状態となる。この場合にはオーバーランとなる。

④ 案内装置故障

車両は安定化装置「入」の状態で案内装置の状態を「押付」又は「中立」のどちらかの状態を保持しなければならないがどちらの状態も確認出来ない場合故障と判断する。

⑤ 安定化装置「切」

車両は、車両基地内では安定化装置を「切」の状態で運転士がハンドル操作し、専用軌道内では「入」の状態でハンドル操作なしに運転する事となる。

「入」の状態から「切」の状態に変化した場合は運転士に対して警報する。上記の警報ブザーが鳴動した場合は、アクセルインターロックが作動しアクセルペダルが踏み込めない状態となり車両は停止する。運転士は表示灯等により作動原因を確認した後、指令員の指示を受け「確認」釦を押すとアクセルインターロックが解除される。

表 1－2－1 警報内容

警報項目	表示色灯	ブザー鳴動の有無	警報の意味
1 車載装置故障	赤色	有	車上子断線、重大なハードウェア故障およびソフトウェア動作の異常
2 制御不一致	黄色	有	押付または中立制御を行ったにも関わらず、確認信号が受けられなかった。
3 誤出発・オーバラン	黄色	有	出発点において出発許可がないにも関わらず出発した。または、出発・到着点に停車せずに通過してしまった。
4 案内装置故障	黄色	有	案内装置の故障・押付または中立制御不能
5 安定化装置「切」	黄色	有	安定化装置「切」の状態になり、押付または中立制御不能

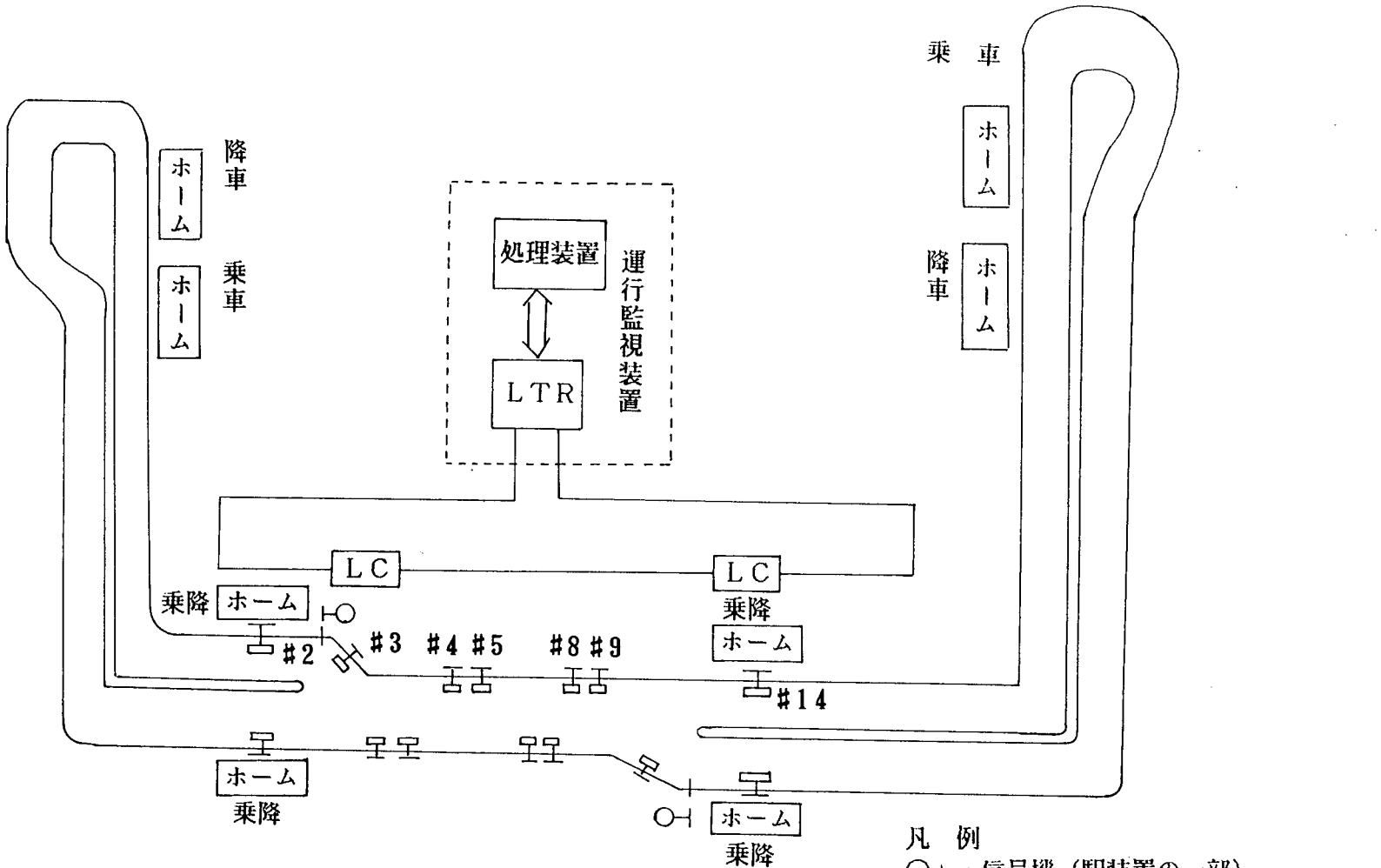


図１－２－１　アジア太平洋博覧会会場内軌道輸送施設運転保安装置構成図

1．2．2 実用化について

アジア太平洋博覧会会場内軌道輸送施設では、単線部の保安を確保するための信号保安システムを導入したが、今後ガイドウェイバスシステムをデュアルモードタイプとして都市に導入する場合、信号保安システムとして下記の点について検討する必要がある。

1）分岐部制御方式

車上片側押付切換制御機能に右押付制御機能を追加する。

2）閉そく機能

現在、新交通システム等で使われている固定閉そく式のほか、地点検知式固定閉そく方式（福岡博のシステムを基本としたもの）、あるいは新規技術としての移動閉そく式について検討する必要がある。これらについては、運転取扱規則と併せて検討を加える必要があるが、部分的には次のような、閉そく機能を越えた運用方法がとれる機能を付加できることが望ましい。

① 端末駅で車両を密に停止させる機能

② 後続車両の追越し機能

③ 一般道路からの進入出機能

④ 専用軌道内および一般道路上の運行管理機能

⑤ 速度制限機能

3）一般道路からの進入出機能

専用軌道内への一般車両の進入防止方法と信号保安システムとの関連性を検討しておく必要がある。

１．３ 建築限界と段階整備に関する検討

１．３．１ 建築限界に関する検討

ガイドウェイバスシステムの案内レール間隔２．５ｍのシステムについては、昭和６３年度に運輸省及び建設省の許認可を受け、福岡市のアジア太平洋博覧会会場で運行された。そこで、建築限界について福岡の例（案内レール間隔２．５ｍ）に基づいて案内レール間隔２．９ｍ（新交通システムの標準化仕様に基づく）の場合について検討した。

ガイドウェイバスに用いられる車両は、一般の既存路線バスをベースに案内装置等を付加したシステムであり、一般の路線バス寸法（ホイルベース、前後オーバーハング長等）は、図１－３－１に示すように同一ではない。ここでは、一般の路線バスの中から代表的な寸法を抽出し、表１－３－１に示す車両諸元で建築限界を検討した。

表１－３－１　車両諸元の代表値

項　　目	設定寸法(㎜)
車　両　長	１０,６４０
車　両　幅	２,４９０
車両高さ	３,０７５
前ｵｰﾊﾞｰﾊﾝｸﾞ	２,１４０
後ｵｰﾊﾞｰﾊﾝｸﾞ	３,０８０
軸　　距	５,３００

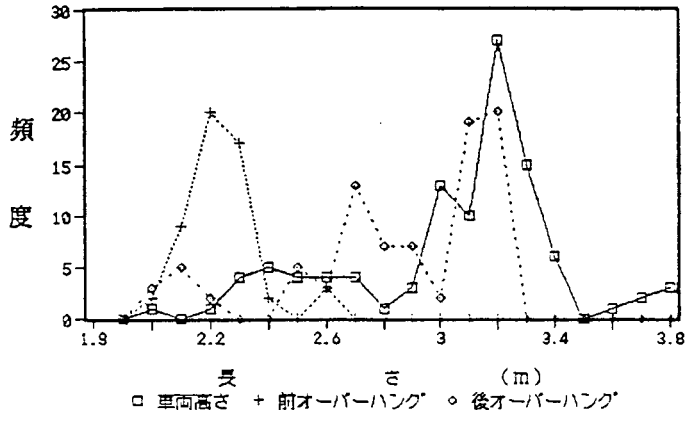


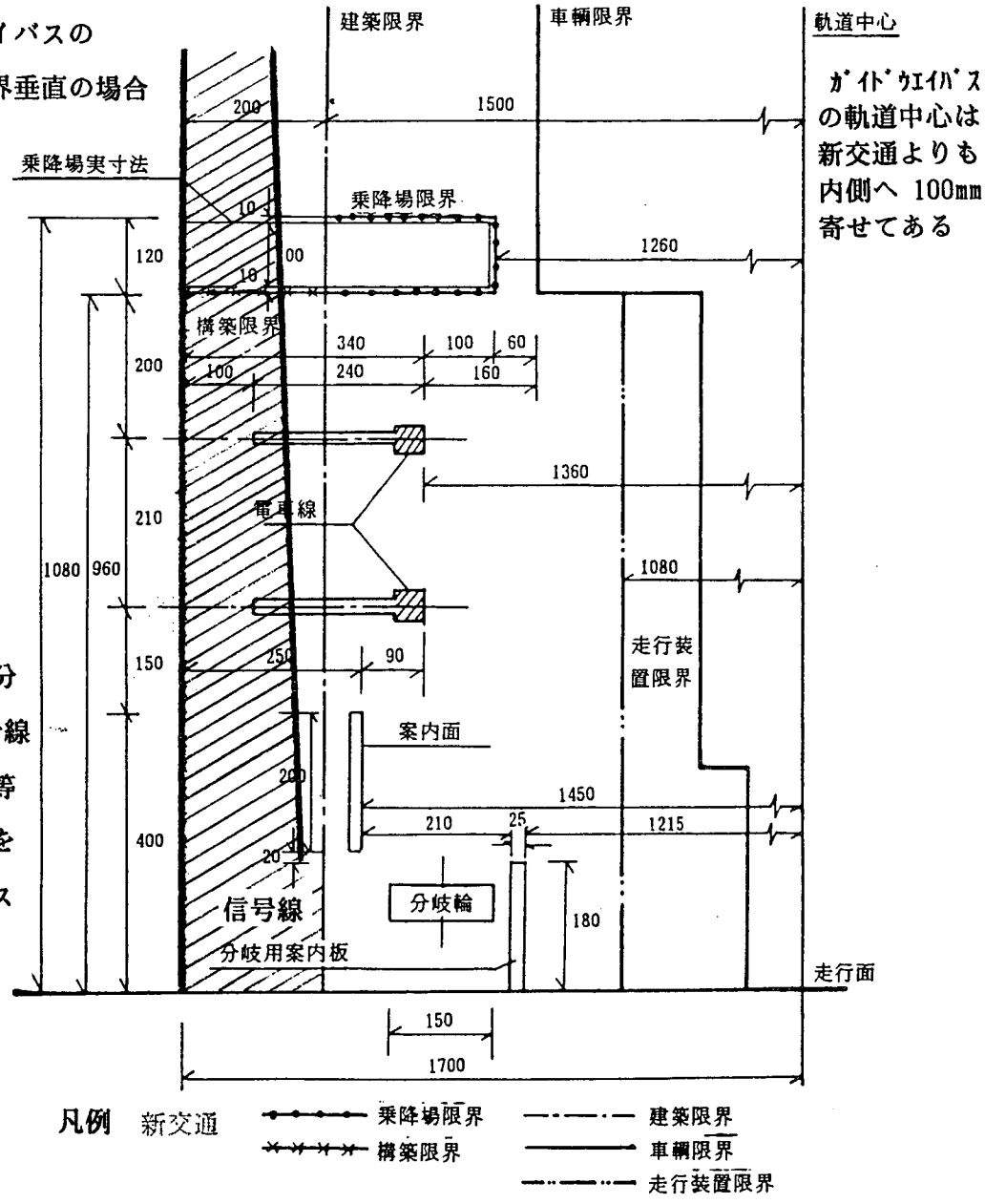
図１－３－１　一般路線バスの諸元分布例

建築限界の策定にあたっては、福岡の案内レール間隔２．５ｍの例に準じて算出した。その結果、図１－３－２に示すように案内レール間隔２．９ｍの場合においても、側方の建築限界を福岡の案内レール間隔２．５ｍ例と同様に、上端部から垂直に下ろす考え方と、上端部と下端部を必要最小限に斜めに結ぶ２つの方式について検討した。

図中に斜めにハッチングした部分については、電力線路、信号線及び案内レール等の設置作業の一部がガイドウェイバス運行中に行うことが可能となり、その分段階整備時における運休期間の短縮が可能となる。また、ガイドウェイバスシステム運用時について新交通システムの標準化断面（総幅員7,500㎜）を考慮すると、図１－３－３に示すように車両限界の一部であるバックミラー限界を車両の左側についてのみとし、ガイドウェイ内では、右側（運転士側）のバックミラーを格納することにすれば、ガイドウェイバスでは点検路が不要なため、新交通システムの軌道中心よりも１００㎜ガイドウェイバスの軌道中心を内側へずらすことができ、新交通システムの標準化断面に納めることができる。

ガイドウェイバスの
側方建築限界斜めの場合

ガイドウェイバスの
側方建築限界垂直の場合



注）ハッチングの部分は電力線路,信号線及び案内レール等設置作業の一部をガイドウェイバス運行中に可能

図１－３－２　案内レール間隔２.９m時と新交通の建築限界例

単位：mm

凡例 ――・・―建築限界

――― 車両限界

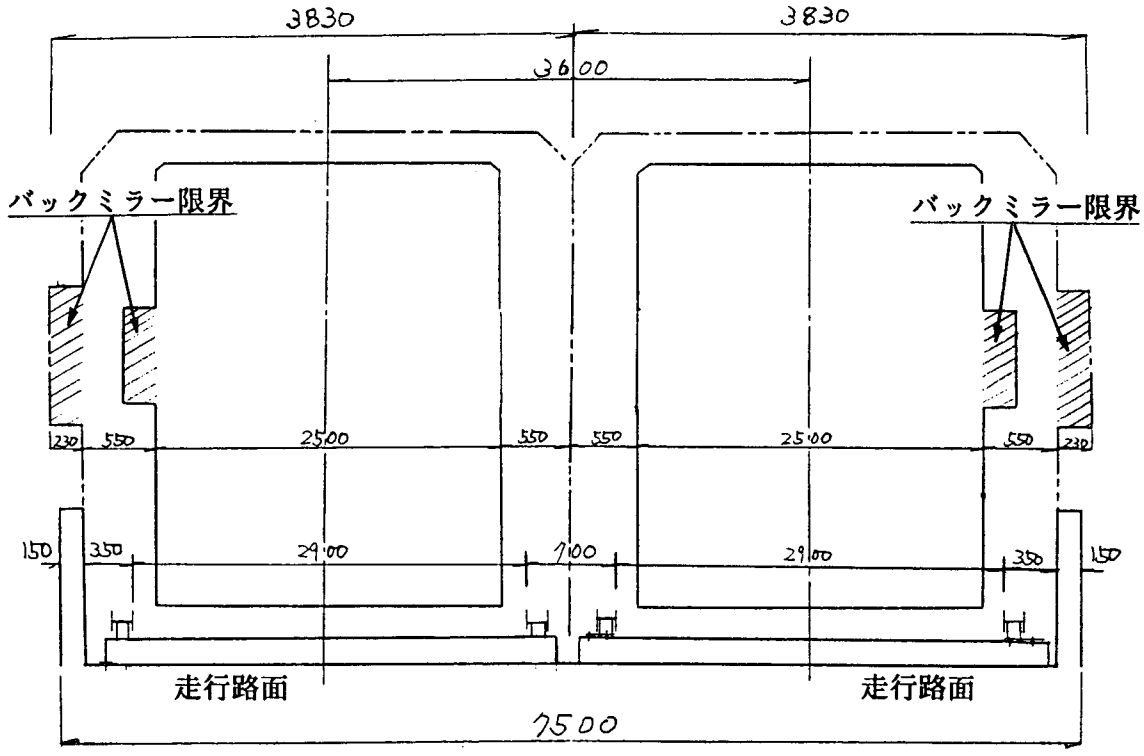


図１－３－３　案内レール間隔２．９ｍ時のガイドウェイ標準断面例

１．３．２ 段階整備の検討

段階整備については、前述の建築限界を基に工事内容と工事期間に着目して検討した。その結果、工事内容としては表１－３－２に示す項目の作業が必要であることが明らかになった。表から明かなように、案内レール間隔２．９ｍの場合であっても建築限界の設定方法により運休期間を案内レール間隔２．５ｍの時と同じ期間で行うことが可能と判断された。

表１－３－２　建築限界の違いによる段階整備工事内容例

必要工事項目	案内レール間隔別建築限界			備考
	2.5m	A2.9m	B2.9m	
案内レールの付替え	△	×	△	ｶﾞｲﾄﾞｳｴｲﾊﾞｽ → 新交通
電車線の設置	○	×	○	
保守点検路の設置	×	×	×	
信号通信線の設置	×	×	×	
プラットホームの高さ変更	△	△	△	仮設構造物であれば ×
駅の整備	○	○	○	
専用走行路の延伸等	△	△	△	端末斜路形式により ×

注）Ａ２．９ｍ：側方建築限界垂直
　　Ｂ２．９ｍ：側方建築限界斜め

凡例：×印は運休して工事
　　△印は一部運行中に工事可能
　　○印は運休しなくても工事可能

案内レール間隔２．５m及び２．９ｍの側方建築限界斜めの場合には２週間程度、案内レール間隔２．９ｍの側方建築限界垂直の場合は４週間程度、工事のためガイドウェイバスシステムを運休する必要があると考えられている。さらに、新交通システム運行までには、諸手続き等の期間中の運休が必要となることも考えられる。

１．４ 導入効果の検討

ガイドウェイバスシステムは、ガイドウェイと一般道路の両方を走行できるデュアルモード性を有した新しい交通システムであり、バス交通の機能向上が図れるだけでなく、新交通システムの段階的整備に活用できると期待されている。本節では、一般化したバス路線を想定し、自動車の走行シミュレーションモデルを用いてバスと一般車両の旅行速度を算出し、ガイドウェイバス導入効果を求める方法及びガイドウェイの建築限界の設定方法ならびに、移行時の工期について検討した結果について示す。

１．４．１ シミュレーション手法の概要

シミュレーション上での対象路線の基本構造は図１－４－１に示すとおりである。

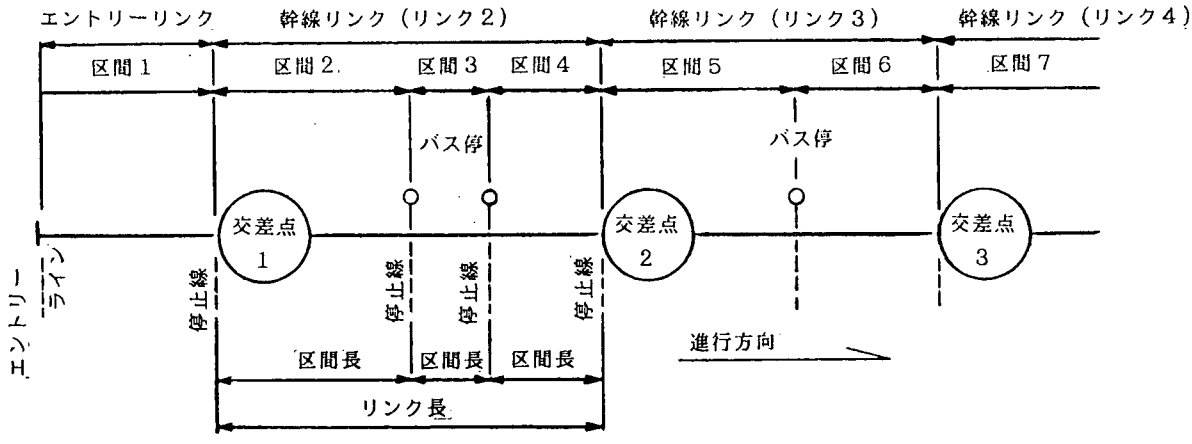
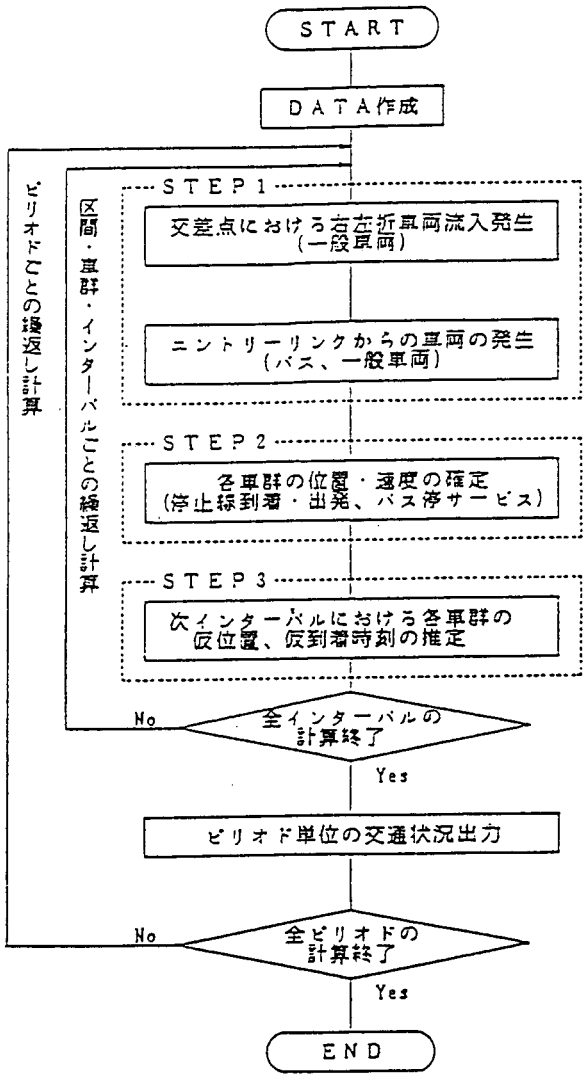


図１－４－１　シミュレーション上での路線構造

シミュレーション対象区間を走行する車両は、時間区分（インタバル）ごとにその動きが観察できる。また、シミュレーション上、バスは個々の車両として取扱い、一般車両はインタバル毎に対象区間へ流入する車群として取り扱うものとした。

シミュレーションの流れとしては、図１－４－２に示すように大きくは３つのステップからなる計算を必要回数繰り返し行い、各区間毎にバス及び一般車両の車群について表１－４－１に示す項目を出力する。ただし、今回のシミュレーションにおいては右左折流入車は考慮していない。



ピリオッド：時間区分の単位で、インタバルの集合を表す。
計算容量からここでは、1ピリオッド10分間とし、120 インタバルで1ピリオッドとした。

図1－4－2　シミュレーションフロー

表1－4－1　出力内容一覧

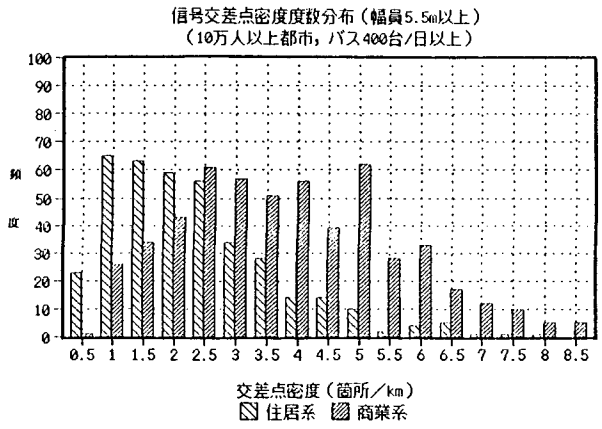
区分	項　　目	車線
バス	個別旅行速度	外
	平均旅行速度	外
	個別乗降客数	外
	個別停車時間	外
	乗客平均待ち時間	外
	停止線到着出発時刻	外
	走行軌跡図	外
一般車両	交差点通過交通量	内外
	平均速度	内外
停止車列	停止線車列	内外
	バス停車列	外

注）車線：シミュレーションに基づく対象車線

1．4．2 モデルの設定

シミュレーションは、片側2車線道路でバスは外側車線を走行し、一般車両は状況に応じ内側と外側の両車線間を行き来するが内外車線とも旅行速度は同一と仮定した。

モデルの設定にあたり、道路交通センサスの一般交通量調査データから、人口10万人以上の都市について郊外の住宅地から都心周辺の地区拠点までを結ぶ路線を前提に、バス運行本数が多い路線の一般交通量や沿道土地利用形態等を考慮した信号交差点密度を集計した。その結果は図1－4－3及び図1－4－4に示すとおりであり、シミュレーションではこれらを基に、表1－4－2に示すモデルを設定した。



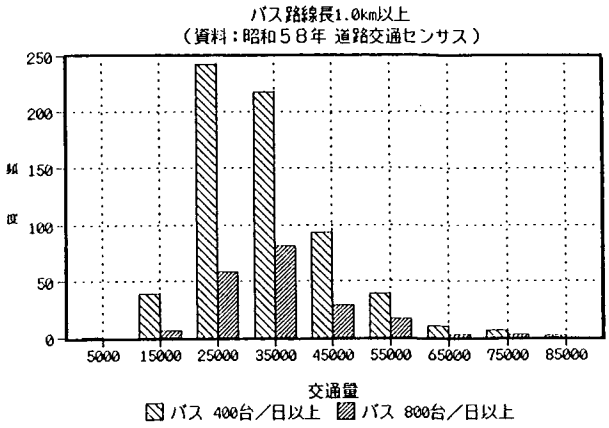


図１－４－３　沿道土地利用別の信号交差点密度

図１－４－４　バス交通量別の一般交通量

表１－４－２　シミュレーション設定条件一覧

項　目	交差点間隔	バス停間隔	備　考
交差点間隔とバス停間隔	２００m	３３０m（3.0カ所／km） ４００m（2.5カ所／km）	主に商業系土地利用
	４００m	３３０m（3.0カ所／km） ４００m（2.5カ所／km） ５００m（2.0カ所／km）	商業系・住居系土地利用
	６００m	３３０m（3.0カ所／km） ４００m（2.5カ所／km） ６００m（1.7カ所／km） ８００m（1.25カ所／km）	主に住居系土地利用
信号現示	青時間(G)／ｻｲｸﾙ時間(C)＝０.５及び０.５３（サイクル時間１３５秒）		
バス乗車定員	８０人／台		
停車時間	１０秒及び２０秒		
バス運行頻度	なし，１５，４０及び６０台／h		
交通量	５００，１０００，１５００、及び２０００台／h・片方向		
大型車混入率	１０％		
加速度 減速度	バス＝２.５km／h／s　一般車両＝　３.０km／h／s バス＝３.５km／h／s　一般車両＝　３.５km／h／s		

１．４．３ シミュレーションの検証

シミュレーション結果の検証は、バスなしでの一般車両の旅行速度と平均区間密度及び旅行速度と交通量（大型車の乗用車換算交通量は、２台とした）の関係を信号交差点密度別に既存実測値と比較した。

その結果、図１－４－５に示すように、本シミュレーションによる算出結果は、概ね実測値の分布範囲に納まっている。ただし、交通量又は平均区間密度が小さい領域において、実測値に対してやや低めとなっているが、これはシミュレーション上で車両の自由走行時における最高速度を一般車両が５０km/h、バスでは４０km/hと設定したことに起因すると思われる。本調査においては、この領域の交通条件は対象外である。

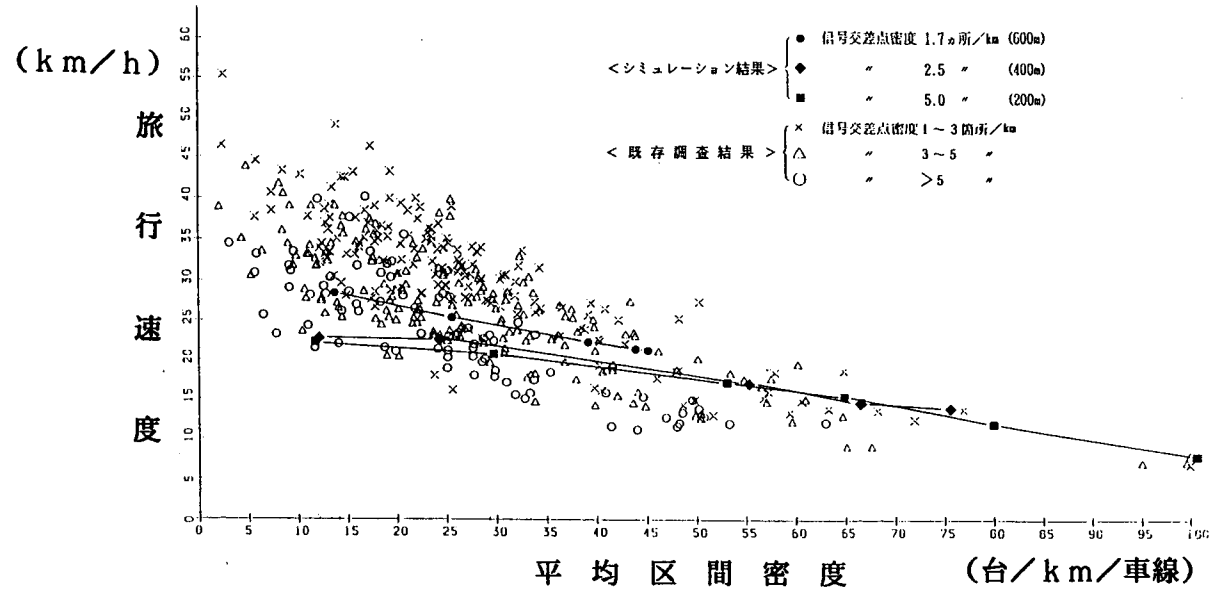


図1－4－5シミュレーション値と実測値の比較例

1．4．4 旅行速度の向上効果

シミュレーション結果より、ガイドウェイバス用専用走行路導入による一般車両の旅行速度向上効果の度合は、次の3つの要素が主であることが明らかになった。

①バス運行本数
②自動車交通量
③信号交差点間隔

交通量と旅行速度向上効果の関連をみると、図－1－4－6に示すように全般的には交通量が小さい場合、走行路を分離することによる旅行速度向上効果は大きく、交通量が増すにつれて旅行速度向上効果は低減する。しかし、信号交差点間隔が600mに広がると旅行速度向上効果はあまり見られない。従って、旅行速度向上効果は比較的信号交差点間隔が短い市街地部において効果が大きいことを示している。

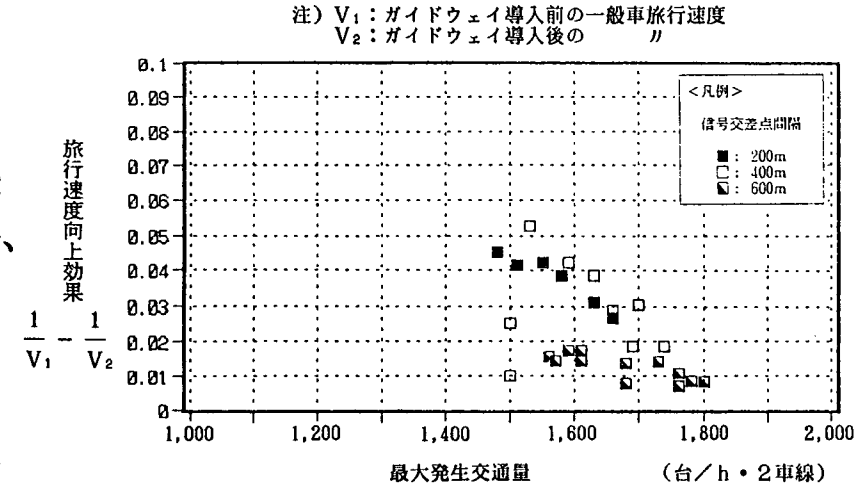


図1－4－6 信号交差点間隔と旅行速度向上効果例

1．4．5 時間短縮による走行便益の検討

ガイドウェイバス用の専用走行路を建設することにより、バス及び一般車両の旅行速度が向上し、利用者は時間や費用が節約される。

検討にあたり、基本ケースとなるバスの運行スケジュール及び一般車の交通量は、名古屋市基幹バス運行効果調査（新出来町線）結果等を参考に、表１－４－３に示すとおり設定した。この基本ケースを基に以下のごとく条件を変えて検討した。

- 信号交差点間隔は比較的ガイドウェイ導入効果が高いと思われる200mと効果が低いと思われる600mとする。
- 一般車の交通量は、バス運行本数が比較的多い４車線道路を対象に、25,000～35,000台／12時間とする。
- バス交通量は400～800台／日とする。

表１－４－３　バス運行スケジュール及び交通量（基本ケース）

時　間　帯	バス乗者人数(人/台)		バス運行間隔	交通量(台／h)	
	上　り	下　り	(分間隔)	上り	下り
朝ピーク　２時間	４０	３０	1	1,470	1,200
オフピーク　11時間	２０	２０	4	1,160	1,160
夕ピーク　３時間	２０	３０	1.5	1,220	1,490
			405 片側 810 往復 （本／日）	43,000台／24h 30,000台／12h	

専用走行路１ｋｍ当りの節約時間（T_p）及び節約費用（B_0）を式(1)及び式(2)により算出した。

$$T_P = \sum_1 q \cdot p_0 \left(\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2}\right) n_i \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{式（1）}$$

$$B_0 = C_0 \cdot T_p \cdot 60 \cdot 365 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{式（2）}$$

ただし、T_P：専用走行路１ｋｍ当りの節約時間（人･ｈ／ｋｍ）

q　：交通量（台／ｈ）

p_0：車両１台当りの乗車人員（人／台）

V_1：専用走行路設置前の旅行速度（ｋｍ／ｈ）

V_2：専用走行路設置後の旅行速度（ｋｍ／ｈ）

n_i：ピークあるいはオフピークの継続時間（ｈ）

B_0：専用走行路１ｋｍ当り１年間節約費用（円／ｋｍ）

C_0：時間価値･･･一般車両利用者31.11円/(人･分)

$$\left[\frac{\text{常用労働者１人当り賃金(月額)}}{\text{就業者１人当りの労働時間(月)}}\right]$$

バス利用者19.66円/(人･分)

$$\left[\frac{\text{１人当りの国民所得(国民)(年)}}{\text{就業者１人当りの労働時間(年)}}\right]$$

（昭和61年度国民所得，労働時間，賃金，総人口を使用）

また、現在価値法により道路利用者の時間短縮効果による便益を各年一定として、式(3)により算出した。

$$B_r = B_n \frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^{n-1}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{式（3）}$$

ただし、B_r：現在価値に直した便益の合計

B_n：n年目における便益

r　：社会的割引率（5％とした）

n　：期間

その結果、ガイドウェイバスシステムを導入することにより道路利用者が受ける時間便益は、表1－4－4に示すような値となった。表から専用走行路の耐用年数を50年として、50年間の便益に着目すると、ガイドウェイバスシステム導入による一般自動車利用者に対する時間便益は道路条件により異なるが、一般交通量が3万台／12時間でバス運行本数が800台／日程度の路線では、概ね40～100億円／km程度が期待できることが分かる。また、信号交差点密度に着目すると、混合交通状態で著しく旅行速度が低下するような信号交差点密度の高い路線で走行時間短縮効果が大きいことが明らかとなった。

表1－4－4　道路条件別の道路利用者が受ける便益例

検討ケース		バス運行本数	道路利用者が受ける便益（億円／km）					
	交通量		自動車利用者			バス利用者		
	（台／12h）	（本／日）	1年間	20年間	50年間	1年間	20年間	50年間
信号交差点間隔 200m	35,000	800	6.6	86.0	126.0	5.6	73.0	106.9
		600	5.2	68.6	100.6	3.2	42.3	62.0
		400	3.6	46.5	68.2	2.2	28.2	41.3
	30,000	800	4.8	63.1	92.5	5.6	72.6	106.4
		600	3.3	43.4	63.6	3.1	40.8	58.8
		400	2.3	29.4	43.1	2.1	27.3	40.0
	25,000	800	3.2	41.8	61.2	5.2	68.1	99.8
		600	2.3	29.8	43.7	3.1	40.1	58.8
		400	1.6	20.5	30.0	2.1	26.9	39.5
信号交差点間隔 600m	35,000	800	3.5	46.0	67.4	2.3	30.1	44.0
		600	2.8	36.1	53.0	1.3	17.2	25.2
		400	2.0	25.8	37.8	0.9	11.5	16.9
	30,000	800	2.4	31.8	46.6	2.3	30.1	41.0
		600	1.8	24.1	35.3	1.3	17.1	25.0
		400	1.3	17.3	25.3	0.9	11.5	16.9
	25,000	800	2.0	26.0	38.2	2.3	29.6	43.4
		600	1.7	21.7	31.8	1.3	17.1	25.0
		400	1.2	15.7	23.0	0.9	11.5	16.8

1．4．6 ガイドウェイバスシステム導入可能性

ガイドウェイバスシステム導入可能性を、導入により受ける便益で判断するために、要因として以下の条件で検討した。

- 便益の受益対象者範囲：道路利用者として一般車両利用者及びバス利用者とする。
- 便益を受ける期間：５０年間とする。
- 便　益　の　大　き　さ：比較値として、ｲﾝﾌﾗｽﾄﾗｸﾁｬｰ建設費（２５～３０億円／ｋｍ）の１.５～４倍程度とする。

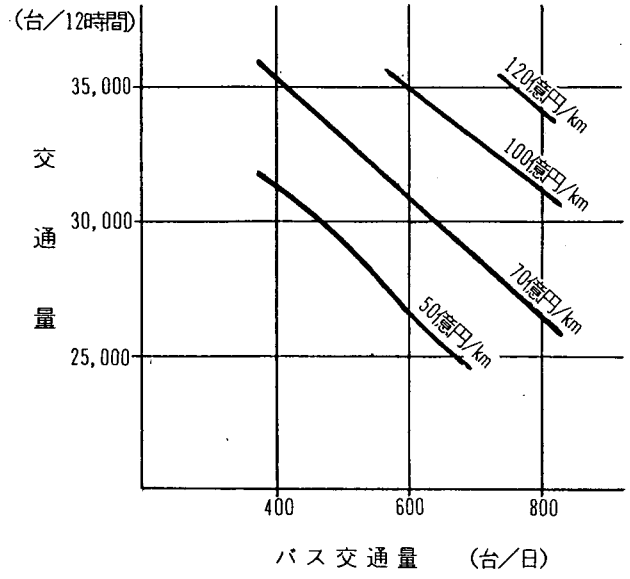
その結果、代表的な仮定条件別のガイドウェイバスシステム導入可能限界は表１－４－５に示すようになった。

表１－４－５　導入可能性判断の仮定条件と導入限界例

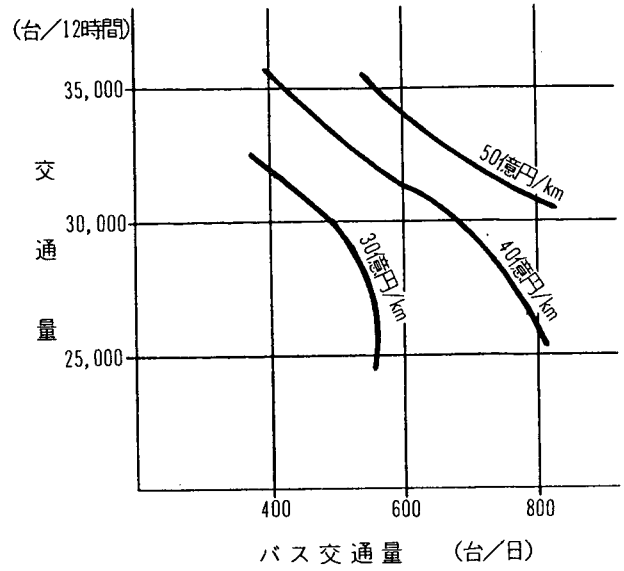
	ガイドウェイバス導入可能性の判断のための仮定条件	ガイドウェイバス導入可能限界
仮定－１	○便益受益対象者 :一般車両利用者のみ ○期　間：50 年間 ○便　益：50 億円／km インフラ建設費 の 1.5～2.0 倍	①バス交通量　800台／日の場合 路線交通量　25,000～30,000台／12h ②バス交通量　600台／日 路線交通量　30,000～35,000台／12h ③バス交通量　400台／日 路線交通量　35,000台／12h 以上
仮定－２	○便益受益対象者 :一般車両利用者及び バス利用者 ○期　間：50 年間 ○便　益:100 億円／km インフラ建設費 の 3.3～4.0 倍	①バス交通量　600台／日 路線交通量　25,000台／12h 以上 ②バス交通量　400台／日 路線交通量　25,000～30,000台／12h

また、一般車両利用者のみを対象とした等便益曲線を図１－４－７のａ）とｂ）に、一般車両利用者及びバス利用者双方の節約時間を考慮した等便益曲線を図１－４－７のｃ）とｄ）にそれぞれ交通量とバス交通量（往復）の関係により示す。図から、検討する地域の交通条件等が決まれば利用者便益がどのくらいであるか概略値で把握することができる。

＜一般車両利用者が５０年間に受ける便益＞

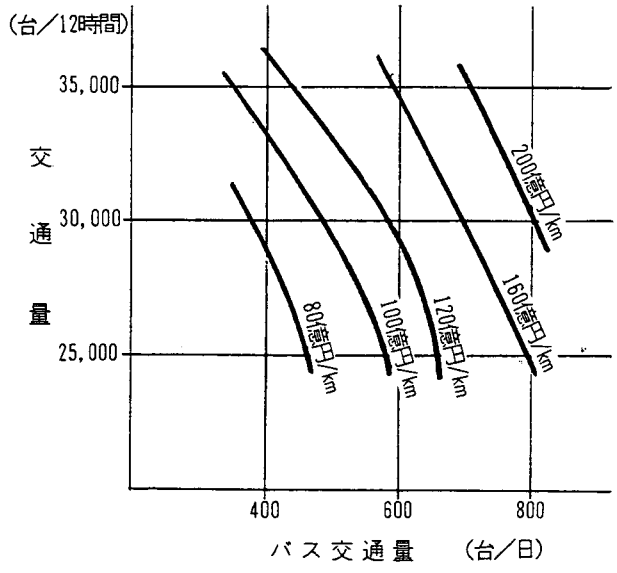


a）信号交差点間隔２００mの場合
（バス停間隔４００m）

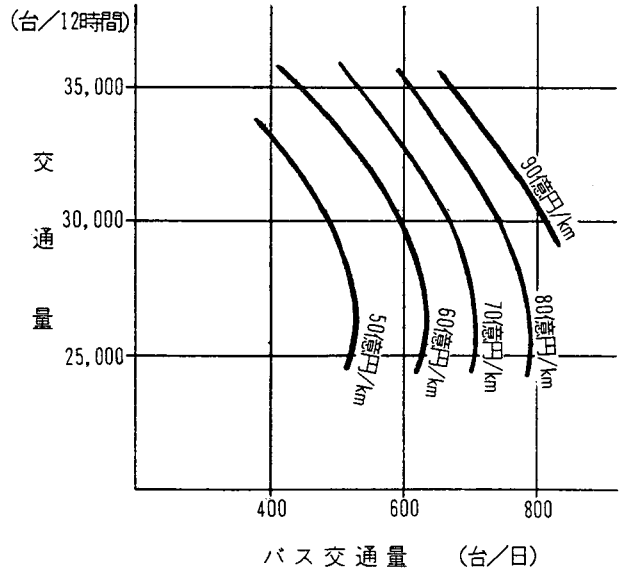


b）信号交差点間隔６００mの場合
（バス停間隔６００m）

＜一般車両利用者及びバス利用者が５０年間に受ける便益＞



c）信号交差点間隔２００mの場合
（バス停間隔４００m）



d）信号交差点間隔６００mの場合
（バス停間隔６００m）

図１－４－７　導入可能交通量のイメージ

次に、一般車両利用者が受ける便益をインフラ建設費の１．５～２倍程度と仮定して、導入可能な候補箇所を昭和５８年道路交通センサスデータを用いて検討すると、図１－４－

８に示すように全国でバス台数４００台／日以上の路線６１４路線の内、可能な候補数として２５０路線程度が抽出された。

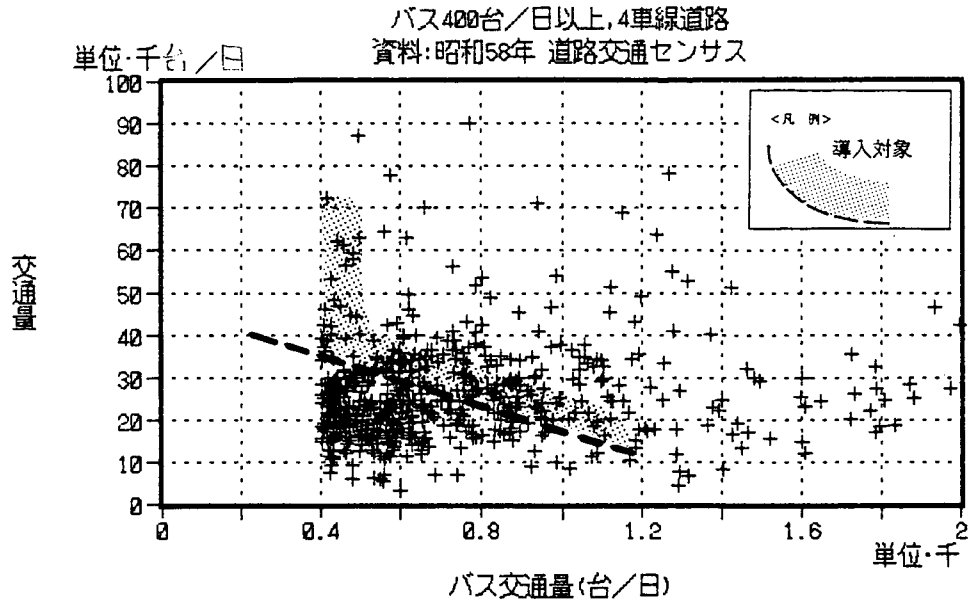


図１－４－８　センサスデータで見た導入可能候補例

１．５ まとめ

ガイドウェイバスシステムの適用性に関して今年度は、アジア太平洋博覧会会場内の実用化路線での運行状況及び各種走行実験の結果、システムの信頼性、耐久性が非常に高いことが確認された。

また、実用化に向けての課題の一つであった高速走行の安定性についても検討した。走行安定性をより高めるために、特に曲線部について検討しカント量及び緩和曲線長の考え方について新たな提案を行った。

さらに、ガイドウェイバスシステムの導入効果と導入可能性の考え方について提示した。

デュアルモード機能を活かしたシステム計画など、実用化段階を迎えて検討すべき課題も残されているが、博覧会場において信頼性の高いシステムとしてその運行実績を残したことは大きな成果であった。

2. インフラストラクチャーに関する検討

ガイドウェイバスシステムのインフラストラクチャーに関する検討は、これまで建設省土木研究所内の実験線整備に始まり、案内レールのコンクリート化、走行路のプレハブ化、ＲＣ案内レールの特性評価検討等、主に走行路についての研究を進めてきた。

しかし、アジア太平洋博覧会へ施設参加し、走行路を1,900m建設したことによって走行路についての実用化検討はほぼ終了したといってよい。

そこで、今年度は軌道と一般道の連結部であるモードインターチェンジの構造検討とインフラの延伸の方策についての検討を行うこととした。

2．1 軌道出入口の構造検討

ガイドウェイバスシステムは、デユアルモード方式（専用軌道上は、案内レールに沿って案内輪が車両を誘導し、ハンドル操作無しで走行する。また、一般道路上は、従来バスと同様の運行をする。）をとるため、軌道と一般道を連結する構造物が必要である。ガイドウェイバスシステムは、この地点で運転モードの変更を行う。そこで、この出入口構造物をモードインターチェンジと呼ぶこととしている。

このモードインターチェンジは、道路構造令におけるインターチェンジ（第１種および第２種道路など主として出入制限道路と他の道路との連結、あるいは出入制限道路相互の連結のために設けられる道路の部分をいう。）と基本的な構造、考え方は同じである。

ただ、モードインターチェンジの場合は、一般車両の侵入は絶対許されない構造としなければならないので、そのための土木構造物や設備を設けなければならない。

以下では、モードインターチェンジの基本的なタイプを数種類挙げるとともに、それらの建設に関わる費用や、運用面等での比較を行った。

さらに、一般車両の進入防止策についての検討も行った。

2．1．1 構造形式

1）センターランプ方式

街路のセンター寄りに連結する方式である。模式図を図２－１－１に示す。

この方式は、比較的速度の高い右側車線に分合流することになることや、軌道を延伸する場合には、軌道本線の線形が街路両側Ｓ字形になるため交通運用上好

ましくない場合が多い。また、一般車が標識等に気ずかず直進した場合にガイドウエイバスの軌道内へ入ってしまうため、一般車の誤進入も発生しやすい。

また、ゲート部に端末駅を設けることができないため、モードインターチェンジからかなり離れた（右側車線から左側車線に移動しなければならない）街路部に設けなければならない。したがって、街路拡幅（モードインターチェンジ部）による開発メリットをモードインターチェンジ付近の住民に還元出来ないことも問題である。

上記のような欠点があるものの、センターランプ方式は街路拡幅面積が少なくてすむ（千鳥式にすればさらに少なくてすむ。図２－１－２参照）ことや、モードインターチェンジの建設費が安価であることは、大きなメリットである。

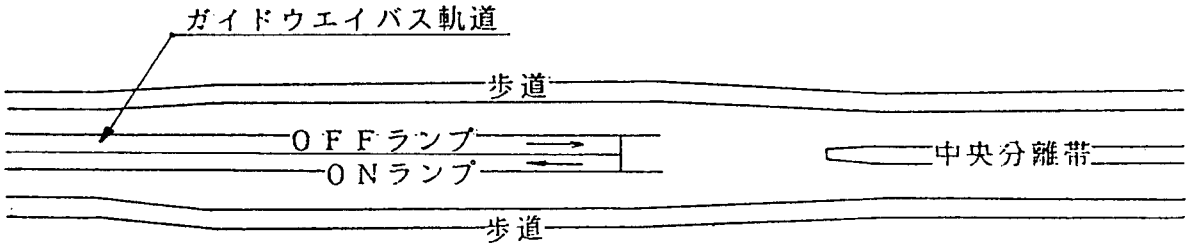


図 ２－１－１　センターランプ方式

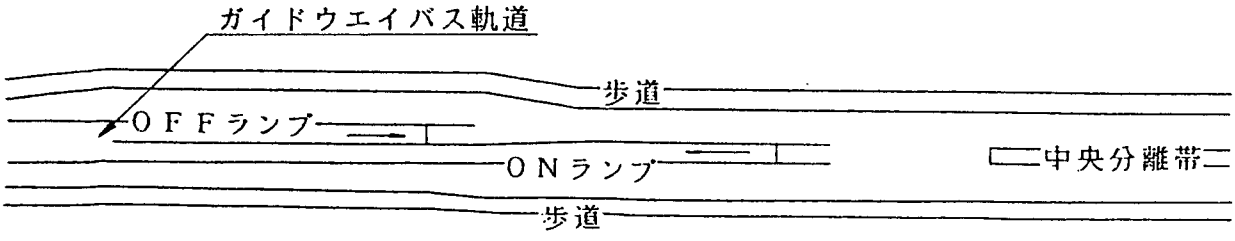


図 ２－１－２　センターランプ方式（千鳥式）

2）サイドランプ方式

街路の歩道寄りに連結する方式である。図 ２－１－３に模式図を示す。

分合流は、左車線のため比較的スムーズである。また、軌道延伸の場合も既設

線に影響されることなく単独で延伸工事を進めることができる。さらに、延伸する軌道本線は、平面的にも縦断的にも直線にすることができるし、ゲート部に駅を設けることもできる等々、比較的長所の多い方式であるが、家屋密集度の高い街路沿いの用地を両側約300mに亘って買収しなければならないことが大きな問題点である。

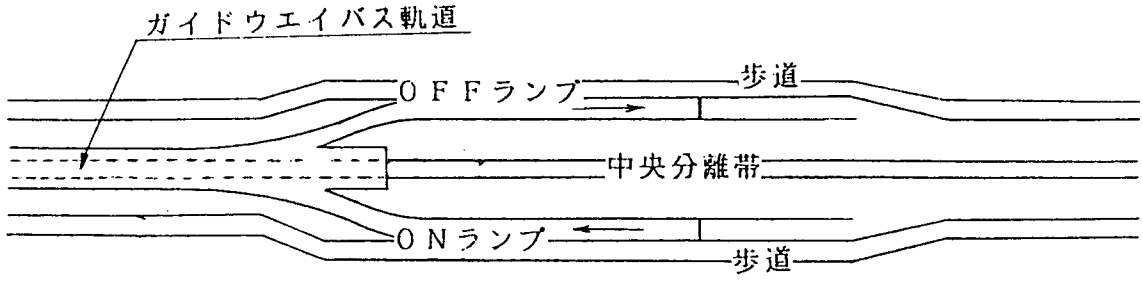


図 2－1－3　サイドランプ方式

3) ループランプ方式

街路の歩道よりに連結するのは、サイドランプ方式と同様であるが、軌道レベルと街路レベルを結ぶのに街路沿いの直線を用いないで、ループ形状を用いたことが特徴である。模式図を図2－1－4に示す。

この方式は、サイドランプ方式の問題点を補ったものであるが、通常は両側に比較的広い面積の土地を求めるのは考えにくく、図2－1－5に示すような変形のループランプ方式になると考えられる。

この場合、街路から軌道に入る時、あるいは出る時に右折する必要が生じ、朝夕のラッシュ時に道路交通渋滞をおこす危険性がある。また、延伸の際、本線とランプとの交差が生ずることとなり、縦断線形がきつくなることや、長スパンの橋梁や押出し工法等の特殊工法が必要となって建設費が高くなると考えられる。

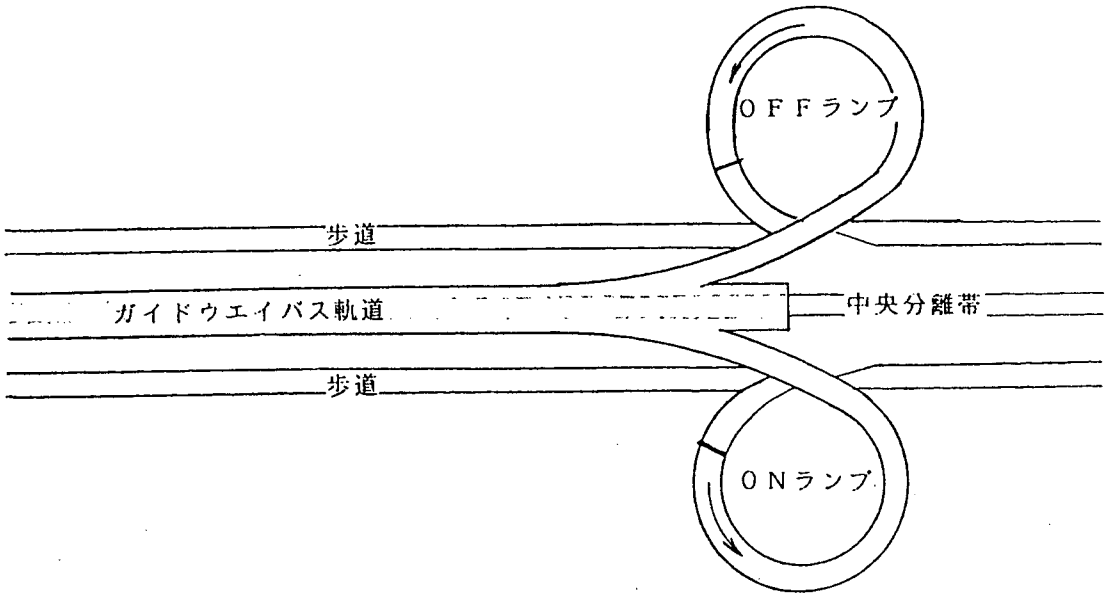


図 2－1－4　ループランプ方式

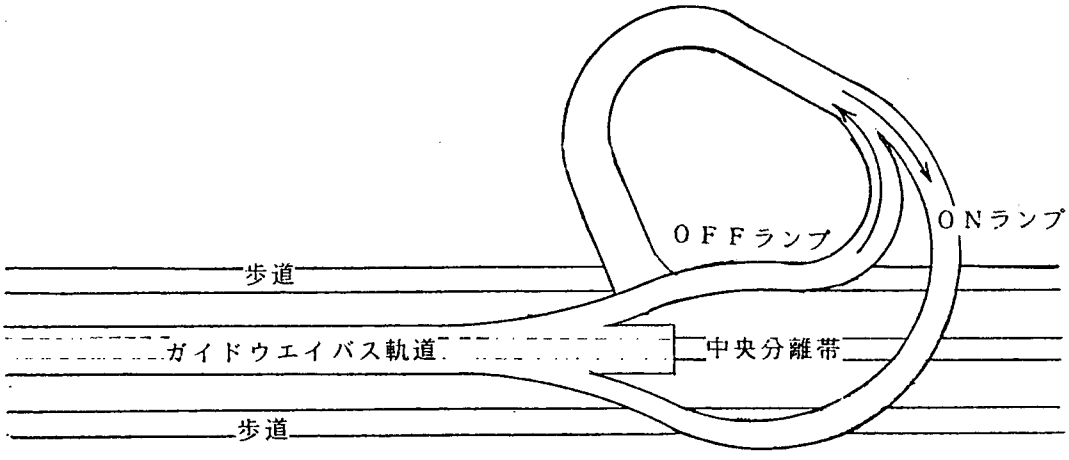


図 2－1－5　変形ループランプ方式

4）3方式の比較検討

上記の代表的な3方式について、建設に関わる費用や運用面等での比較を行った。

表2－1－1に比較一覧を示す。

表２－１－１　ランプ形式の違いによる比較一覧

	センターランプ方式	サイドランプ方式	ループランプ方式
用地買収面積	少	中（困難）	多
移転物件	少	多	中
用地補償費	低	高	中
工事費	低	中	高
分合流	合流時高速	問題無い	右折分合流 ピーク時渋滞の恐れ
一般車の誤進入	発生しやすい	特に問題は、無いがループに比べれば、発生しやすい。	発生しにくい
ゲート処理	端末駅設備と一体化できない	端末駅設備と一体化して処理し易い	端末駅設備と一体化して処理し易い
延伸の容易さ	取付け部困難	問題無し	押出し等特殊工法
本線線形	延伸時Ｓ字形	問題無し	急勾配が必要
ランプ線形	問題無し	大きな問題無し	急曲線・急勾配
景観	問題無し	若干の圧迫感有り	圧迫感有り

２．１．２ 一般車両の侵入防止策

モードインテーチェンジにおいて、一般車両の侵入は許されない。したがって、土木構造物と信号保安設備の両面から万全の対策をとる必要がある。

ここでは、主に土木構造物についての検討を行うが、信号保安設備についても若干触れることにする。以下に、侵入防止のために考えられる土木構造物についていくつかの例を挙げて述べる。

1）ゲート方式

遮断機によって、侵入防止を図るものである。他の方法に比べて最も安全で確実であると考えられるが、信号保安設備との連係が重要である。図２－１－６に、システム概要を示す。

信号保安設備の制御は、次の手順で行う。

(1)ゲート部に到着した車両を光電スイッチ(SW1）が検知する。

(2)ほぼ同時に、地上子１(TD1）が車両に取り付けた車上子と交信を行い、登録車

両であることが識別できたら、遮断機を開く。

一般車両やオートバイには車上子がないので、地上子１とは交信できず、光電スイッチだけで検知される。この場合には、遮断機は開かず、警報メッセージ（例えば、「ガイドウェイバス以外の車両は、進入できません。」等）を流すものとする。

(3)車両が遮断機を通過し終った位置に合せて、地上子２(TD2) を設置する。

それが車両を検知すると、遮断機を閉じる。

(4)遮断機付近には、ＩＴＶカメラを設け、運転指令所でモニターＴＶによって監視できるようにする。

(5)緊急車両が進入する場合には、連絡を受けた運転指令員がＩＴＶで監視しながら遠隔操作で遮断機の開閉操作を行う。

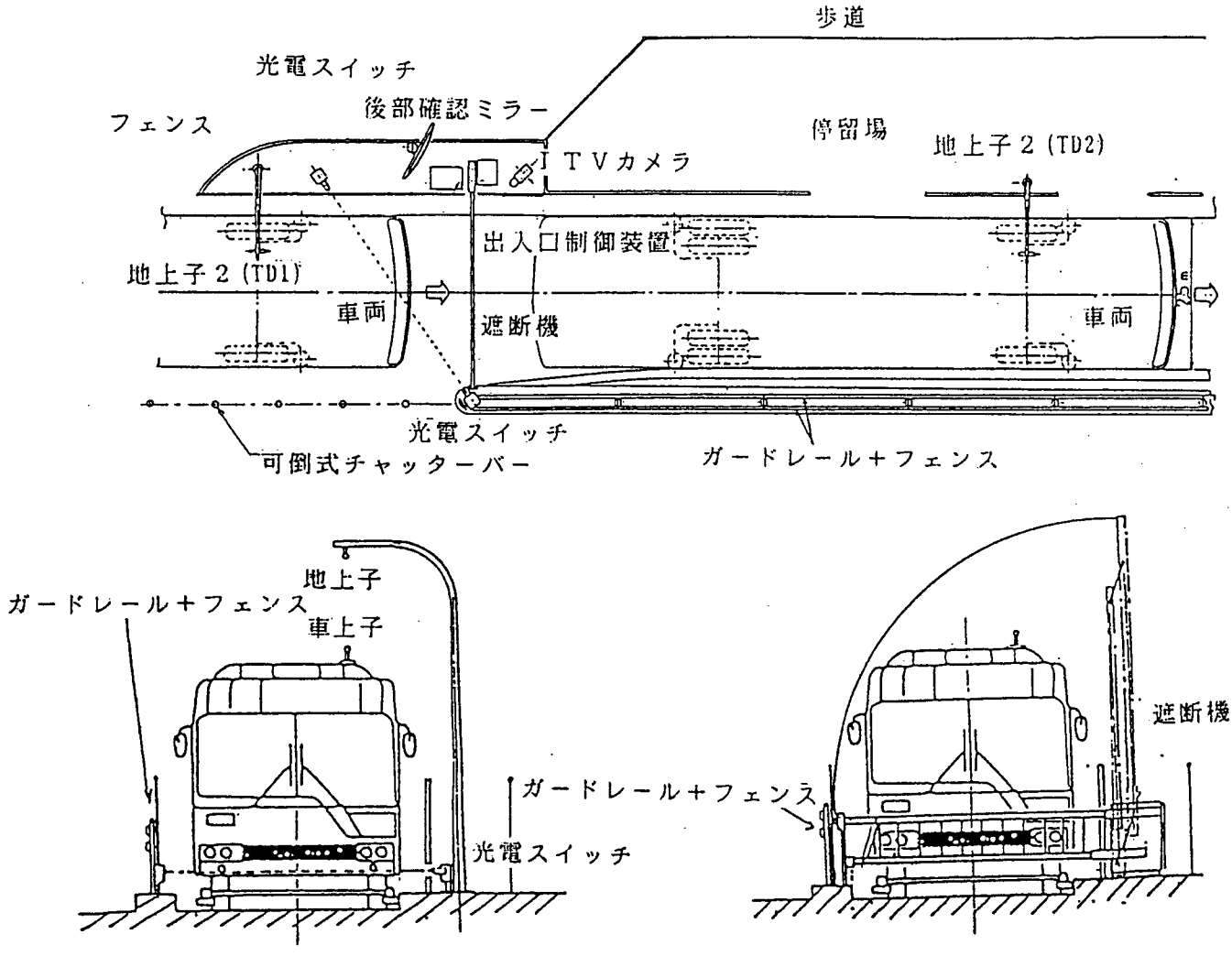


図２－１－６　出入口制御システム概要

2) 出入口に凹部を設ける

この方法は、オーストラリアのアデレードで採用しているものである。図２－１－７に概略の構造例を示す。これは、一般車両とガイドウェイバスのトレッド幅の違いを利用したものでありトレッド幅の小さい車両は、凹部に落ちて進入出来ないことになる。

1)の方法に比べて機械装置も信号装置も取り付けないことからシステムが非常に簡単で故障の心配もなく安価である。

しかしながら、凹部に落ちた車の処理の問題や一輪車であるオートバイやトレッド幅がガイドウェイバスと同等の車両が進入する危険性はあるわけで十分な防止対策とはいえないのが欠点である。

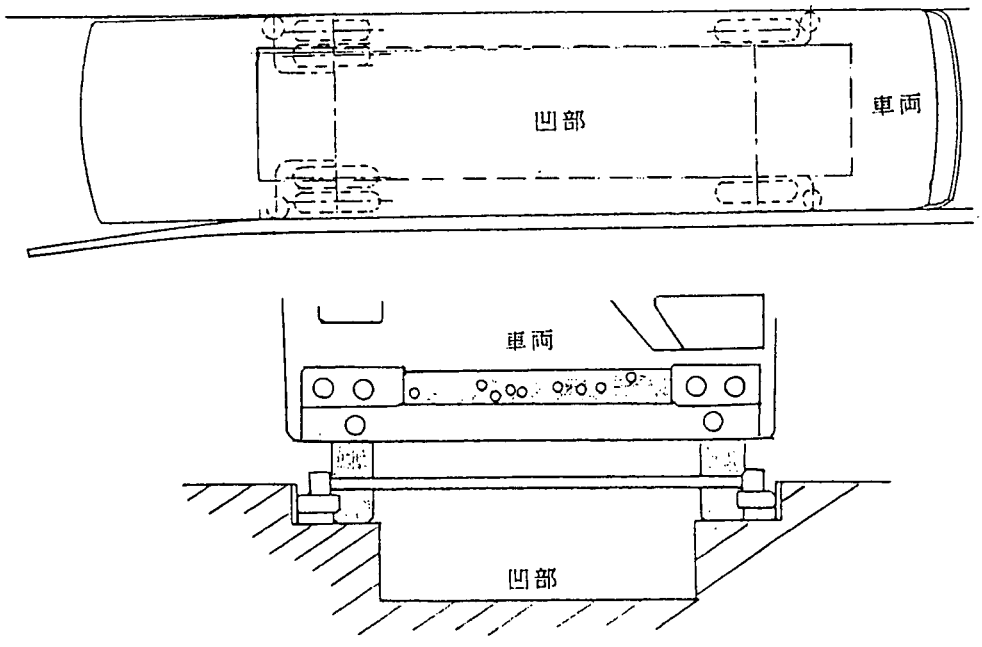


図２－１－７　凹部構造例

3) 出入口に凸部を設ける

2)の方式の凹部のかわりに凸部を設ける方法で、考え方は2)と同じであり同様の長所と欠点を持っている。図２－１－８に概略の構造を示す。

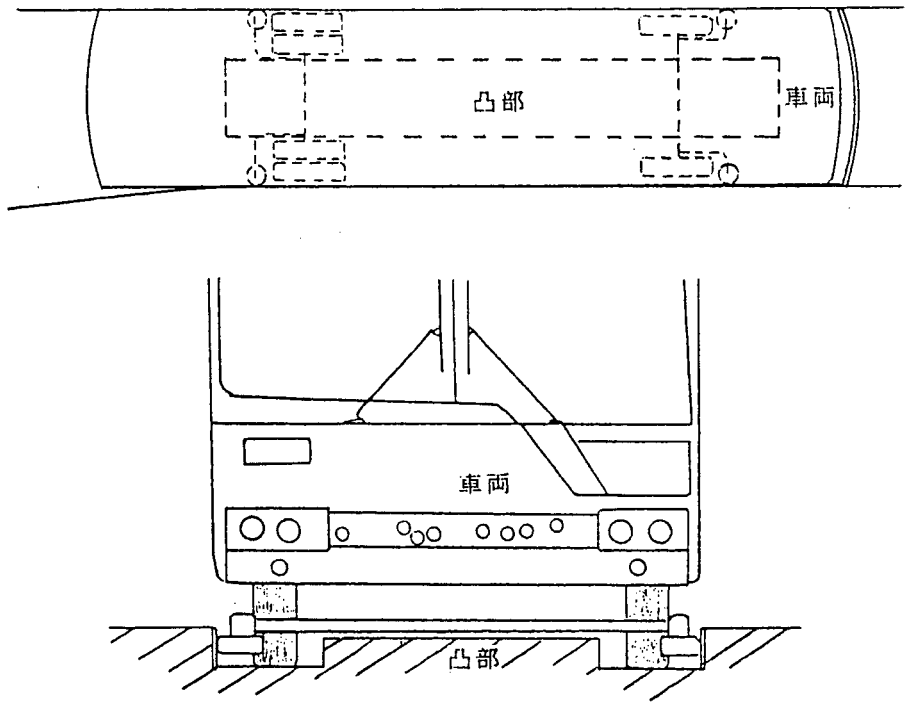


図２－１－８　凸部構造例

２．２ インフラ延伸の方策

ガイドウェイバスシステムにおいては、モードインターチェンジ部付近は未だ道路混雑が生じていない地点と考えられるが、将来自動車交通量が増加し、ガイドウェイバスの定時性を十分保てなくなることも予測しておかなければならない。

したがって、モードインターチェンジ部において軌道の延伸を想定してインフラストラクチャーの構造を検討しておかなければならない。

延伸時には、もとより供用路線に影響を与えることなく、短時間(夜間作業時間帯)で切り替える必要がある。したがって、延伸部のインフラストラクチャーは予め建設しておかなければならないし、切り替え時は、案内レールだけの移動設置によるものとしなければならない。

以下では、インフラストラクチャーの延伸において、前もって考慮すべき事項（主に設計面での事柄）について述べるとともに、モードインターチェンジの形式の違いによる延伸の適応性についての比較を行う。

2．2．1 基本的な留意事項

1）新たに分岐部が生じる。

ガイドウェイバスシステムの分岐部の曲線半径は500m以上としなければならないことに留意する必要がある。したがって、モードインターチェンジ部のランプあるいは本線の線形は、半径500m以上とするか、延伸時に曲線が設置できるようなスペースを確保しておかなければならない。（図２－２－１参照）

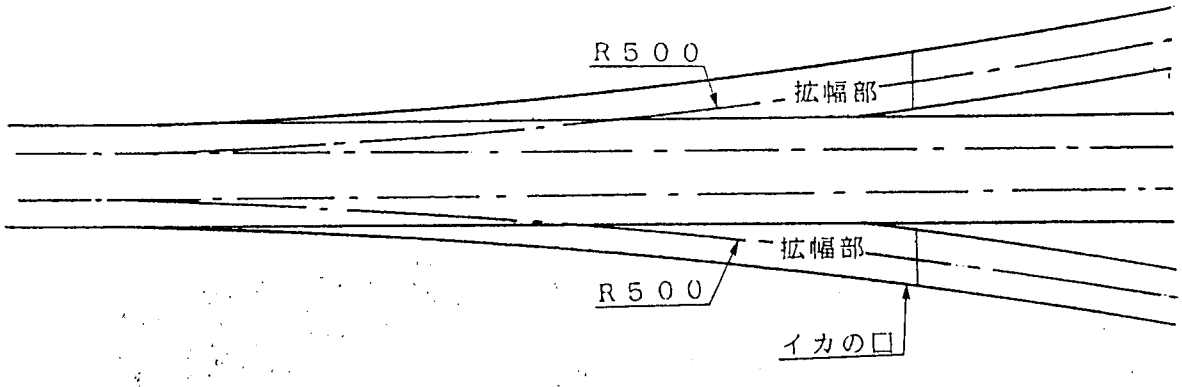


図２－２－１　分岐部

2）将来計画の精度とモードインターチェンジ端部橋脚の設計

将来延伸ルートおよび線形の詳細を、決定しておく必要がある。なぜならば、モードインターチェンジ端部の橋脚の設計は、延伸ルートおよび線形に対応したものでなければならないため、予め接続部のスパン、構造形式等を、決定しておく必要があるからである。

それでも、将来橋脚の位置が変更になることがあるので、端部橋脚の設計反力は、可能な限り大きめに設定しておくほうが良い。

例えば、上部工をＲＣ構造としておけば、将来橋脚の位置が変更になって、端

部橋脚が苦しくなった場合でも鋼構造に変更して対処できる。

あるいは、端支点であれば、単純桁にしておけば連続桁とすることで対処できる。固定端としておくのも一つの方法である。

一方、設計用反力載荷位置についても留意する必要がある。

鋼構造にしても、ＲＣ構造にしても、将来主桁位置の変更があった場合、沓の位置の変更に伴って、橋脚全体が苦しくなる可能性がある他、沓座部分の部分的な補強も非常に難しくなるので事前に考慮しておく必要がある。

なお、暫定供用中のモードインターチェンジ端部は、雨水や日光にさらされやすいので何らかの防護処置が必要であるし、景観上見苦しくないよう配慮が必要である。

図２－２－２に大阪南港ポートタウン線の端末駅である中埠頭駅における端部橋脚の状況を示した。

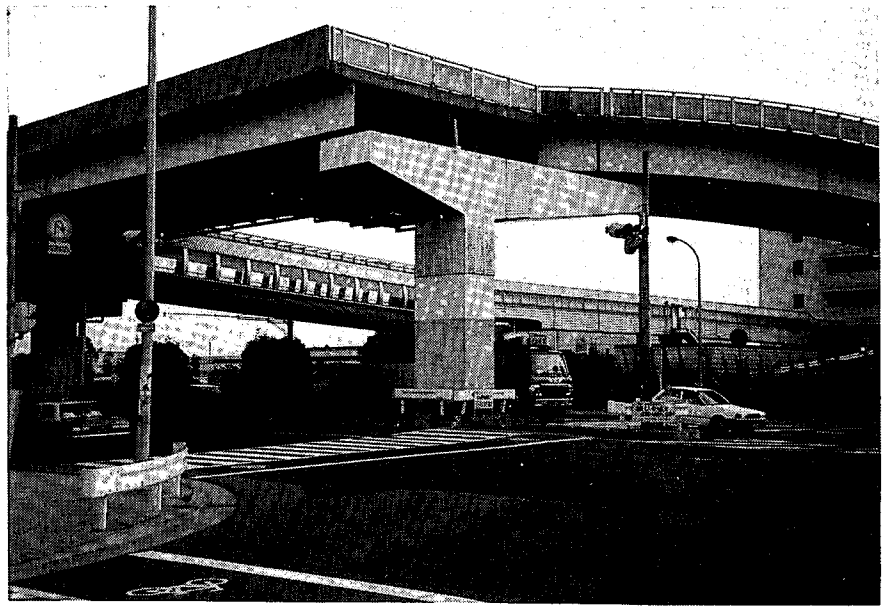


図２－２－２　大阪南港ポートタウン線端末橋脚の状況

2．2．2 ランプ形式の違いによる軌道延伸の適応性について

1）センターランプ方式

図2－2－3に軌道延伸時の線形を示した。

延伸本線は、ランプ手前で500Rで分岐し、S字カーブを描いて街路歩道側を進み、ランプを越えてから再びS字カーブで街路中央にもどって街路沿いに進むことになる。したがって、軌道本線路が分岐側になることから、乗り心地が悪くなることや表定速度が落ちることが心配される。

また、構造的な問題としては、延伸時に分岐部となる部分は500Rが挿入できるよう予めスペースを確保しておく必要があるし、延伸用本線が取り付けられるように構造的な接続点（通称イカの口と呼ばれる。図2－2－1参照）を設けておく必要がある。

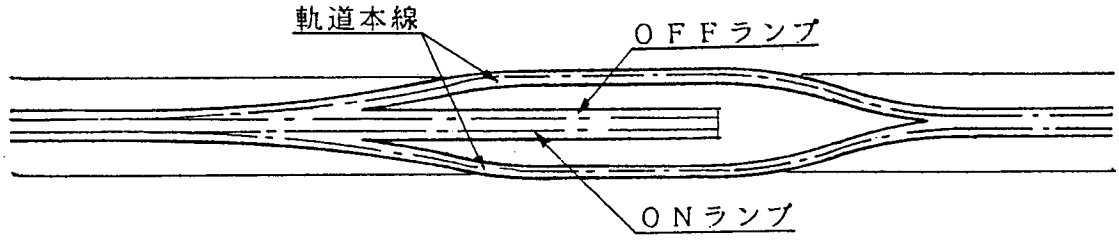


図2－2－3　軌道延伸時の線形

2）サイドランプ方式

図2－2－4に軌道延伸時の線形を示した。延伸本線は、そのまま直進できる。また、延伸工事も比較的簡単で供用路線に影響を与えることなく工事を進めることができる。

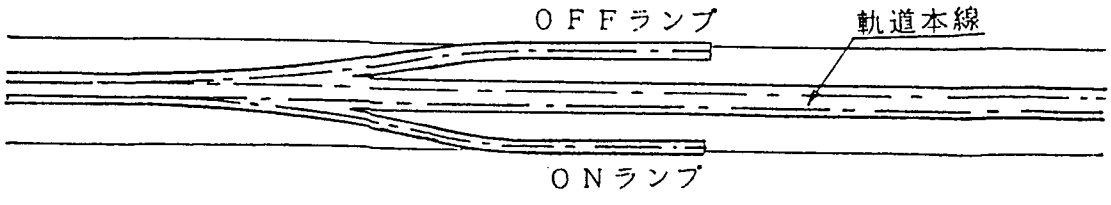


図2－2－4　軌道延伸時の線形

3）ループランプ方式

図２－２－５に軌道延伸時の線形を示した。

延伸本線は、そのまま直進できるが、ループランプの下をくぐらなければならない。したがって、押し出し工法等の特殊架設工法が必要である。

また、ループランプの上を跨ぐことにした場合には、本線の縦断線形に急勾配が生じ、乗り心地が悪くなることや表定速度が落ちることが心配されるし、施工的にもハイピアになるなど難工事が予想される。

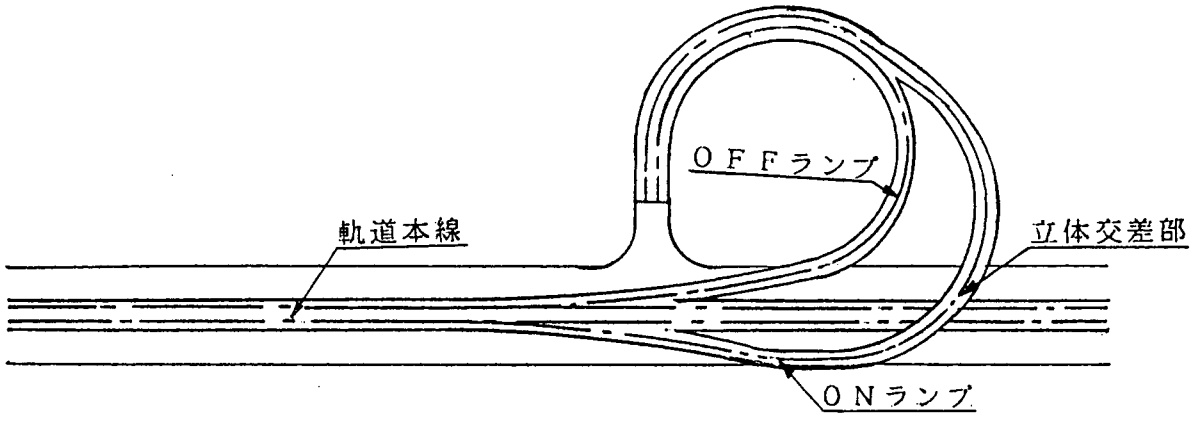


図 ２－２－５　軌道延伸時の線形

２．３ まとめ

本年度のガイドウェイバスシステムのインフラストラクチャー研究は、モードインターチェンジの構造形式、一般車両の侵入防止策、軌道延伸の方策についての検討を行った。

モードインターチェンジの構造形式は、設置する場所の条件（用地買収の可否）に合わせざるをえないので、実際のガイドウェイバスシステムの導入に際しては必ずしも最良の構造形式を採用できるとは限らない。

しかし用地買収が可能ならば、サイドランプ方式が最も合理的な構造形式であると考える。

一般車両の侵入防止策については、豪州アデレードの方法も考えられるが、我が国の考え方からすればまずありえない。したがって、ゲート方式になると考えられる。

軌道延伸の方策については、モードインターチェンジの構造形式によって異なるが、

いずれにしても軌道延伸は一夜にして完了しなければならないので、延伸部のインフラストラクチャーは事前に建設しておかなければならない。

また、延伸路線の線形は当初から決定しておく必要があるし、端末の橋脚は設計的に様々な配慮をしておかなければならない。

3．システム機器に関する検討

3．1 高速走行の検討

3．1．1 案内方式と最高速度の整理

ガイドウェイバスの高速走行については土木研究所の実験線における試作車による試験走行や車両モデルによるシミュレーション等により検討を行ってきたが土木研究所の実験線の場合案内レールの剛性が低いことや、曲線半径が65Rと小さいことなどから走行速度にも限界があり直線部で50km/h程度、曲線部で40km/h程度までしか確認できていなかった。

これに対して福岡博の車両では軌道線形は複雑であったが走行試験において直線分岐部で60km/h程度、曲線部で50km/h程度まで確認できた。

さらに、福岡博閉会後、土木研究所の実験線の曲線部を従来の［型鋼からH型鋼の案内レールに改修し剛性を上げ、福岡博の車両（ＧＢ－１０１）を持ち込んで走行試験を行った。この結果、車両が新車同様で加速等の性能が良かったため、曲線部で50km/h程度、直線部で瞬間70km/hまでの速度にて安定した走行が確認されている。

現在までの実験等により確認している最高速度を表３－１－１に示す。

表　３－１－１　ガイドウェイバス車両確認最高速度

確認場所	軌道条件		車両	確認速度	備考
	線形	案内レール			
土木研究所実験線	直線	［型鋼	試作車 001号車 002号車	５０km/h	• 剛性不足
	曲線 R65 m カント 10 %	［型鋼 RC案内レール		４０km/h	• RC部は精度の問題で不可
	直線	［型鋼	福岡博車両 GB101	７０km/h	• 曲線出口より55km/hで加速
	曲線 R65 m カント 10 %	H型鋼		５０km/h	• 剛性高く、精度も良好
福岡博軌道施設	直線 分岐部	RC案内レール H型鋼	福岡博車両 GB101 GB201	６０km/h	• 分岐部のため片側押し付け
	曲線 R80 m カント 5 %	H型鋼		５０km/h	

以上のように確認は殆ど両車種で行われており（福岡の車両を土木研究所に持ち込んで行った試験は車両の借用の関係でＧＢ－１０１のみに限定された。）案内装置の方式の違いによる差はないと考える。ただハンドルの操作性向上のため採用しているパワーステアリングの型式の違いによる差はあり、その違いによる影響は小さくない。

このことは従来よりハンドル系の慣性モーメントが車両の安定限界速度に与える影響について検討してきたことと無関係ではない。ハンドル系の慣性モーメントはできるだけ小さい方が安定限界速度は高くできるが、これをパワーステアリングに置き換えると、できるだけ変換倍率は小さい方が安定限界速度は高くでき、極端に言えばパワーステアリングは無い方が良いことになる。

しかし、これは一般道路走行時の操作性と対立するものである。これを解決するためには、パワーステアリング回路に走行モードの違いに対応した切り換え回路を追加するか、ハンドルとパワステの間に適度な粘性減衰力を追加するという方法が考えられる。

ここで、試作車でのパワーステアリングの型式は従来からトラック・バスで主流であるリンケージ型を対象としたものであったが、福岡博の車両ではＧＢ－２００型のリンケージ型に対しＧＢ－１００型はインテグラル型を採用した。通常の運転速度では両者の差は殆どなかったが、リンケージ型では原理的にステアリング系からのキックバックがハンドルに作用するため、速度オーバの状態で直線から曲線へ進入する際に軌道の線形やカントの不整がハンドルに伝達され、ハンドルが振れることによって車両に動揺が発生することがあった。そこで、安定性をより向上させるためパワーステアリング回路（油圧系）にパワーステアリングのＯＮ－ＯＦＦ回路を追加した。インテグラル型のＧＢ－１００型車両については、上記のような問題もなく、試験的にパワステのＯＮ－ＯＦＦも行ってみたが走行状態に顕著な差は見られなかった。

以上のことから、インテグラル型のパワーステアリング機構は、ステアリング系からハンドル系に与えるキックバックの影響が少なく、よりガイドウェイバスに適した型式であると考えられる。

3．1．2 高速走行対策

ガイドウェイバスの高速走行については前述の如く瞬間的ではあるが７０km/hまで確認されているが、今までの高速走行に関する検討や実験の結果から、実際の設計段階で考慮すべきこととして下記のような項目があげられる。

1）車両に関する項目

- ハンドルは慣性モーメントのできるだけ小さいものとする。（軽いもの）
- パワーステアリング型式はできるだけインテグラル型を選定する。
  リンケージ型の場合は軌道内と一般道路の走行モードに対応したパワーステアリング機構のＯＮ－ＯＦＦ回路を追加するか、ハンドルとパワステの間に適正な粘性減衰力を追加する。
- ステアリング系に適正な復元力を設定する。
- ステアリング系および案内装置のリンク機構はガタのない（または少ない）構造とする。
- 案内装置は車両の直進性が正確に出せる構造とし、走行による摩耗等で簡単に狂わない構造とする。また直進性の調整は容易に行える構造が望ましい。
- 案内装置のリンク系は車両の上下動やローリング動による変位の影響を受けにくい構造または機構とする。

2）軌道に関する項目

- 案内レールの剛性は新交通システム並みのものとする。
- 案内レールの通り精度をできるだけきびしく管理する。特に直線と緩和曲線のつなぎ部や緩和曲線と純円のつなぎ部のように線形の変化部に注意を要する。
- 緩和曲線長や曲線部の設定カント等はガイドウェイバスの特性に合ったものとする。
- 走行路面は平坦性や水準狂いについて精度の高いものとする。そのためには、左右一体型の機械施工が望ましい。特に緩和曲線部や曲線部のカントの施工に注意する。

3．2 操向案内方式の検討

3．2．1 入出線部のモード切換方法

道路運送法適用区間から軌道法適用区間にはいる場合のモード切換は、名古屋市志段味線の場合、松坂町インターチェンジで必要となる。図３－２－１に松坂町インターチェンジの概要を示す。基本的には福岡博における車庫から軌道内への進入操作と同じとなる。

1）福岡博の場合（車庫から軌道への入線）

a．車庫内の所定の位置に車両を直進状態にして停止させ、操作表示箱の安定化装置入・切スイッチを「入」位置にセットする。

b．各表示灯の点／消灯状態が次のようになっていることを確認する。

- 「正常」および「安定化入」表示灯：「緑色」点灯
- 「中立制御」および「中立確認」表示灯：「アンバ色」点灯

c．車両を車庫から軌道へ入線させ、通常運転にはいる。

図３－２－２に出庫・入庫の要領について示す。

軌道から車庫への入庫については上記のほぼ反対の操作となる。

2）志段味線の場合

基本的には福岡博の場合と同じであるが、一般車両の侵入防止をはかる必要があるため、道路運送法適用区間と軌道法適用区間の境界にはゲートを設ける。この詳細については、前出の2.1.2「一般車両の侵入防止策」の項を参照のこと。

a．出入口部の所定の位置にきたら車両を直進状態に停止させ、操作盤の軌道内走行入・切スイッチを「入」位置にセットする。

b．各表示灯の点灯状態が次のようになっていることを確認する。

• 軌道内走行	「入」	点灯
• 中立制御	「中立確認」	点灯
• 故障表示灯		消灯

c．車両が正常であれば、地上との信号の送受信により自動的に遮断機が開くので、運転士は車両を停留場の定位置に入線させ、軌道内運転にはいる。

３．２．２ 分岐部操向案内の信頼性

分岐部の基本的な考え方は福岡博で採用した車上片側押付切換方式である。福岡博の場合、路線線形の関係で直進および左押付の２位式であったが、今後の営業路線では右押付も加えた３位式とする。

1) 方式

分岐部、合流部において、前輪に対して片側方向に操舵トルクを与え、案内輪を案内軌条に押付けることにより車両を安全確実に分岐あるいは合流させる。３位式とするために、作用機構は背向取付式空気シリンダを用いる。

図３－２－３に安定化装置および片側押付機構を示す。

2) 分岐部通過の信頼性

車上片側押付切換方式の信頼性について検討する。この方式の場合、図３－２－４のように合流部では内軌側の案内レールに誘導されて走行するため、曲線通過の遠心力で案内輪が案内レールから離れることがあってはならない。このため、押付力を何kgに設定するかについて以下検討する。

a. R500m通過時の車両にはたらく遠心力：$F\alpha$

$$F\alpha = W_F \frac{V^2}{127 \cdot R} = 70.9 \ \text{kgf}$$

W_F ： 前輪荷重 5000 kgf

R ： 曲線半径 500 m

V ： 走行速度 30 km/h

案内輪位置での荷重：Fa

$$Fa = F\alpha \bullet Nt / (lg + Nt) = 3.8 \ \text{kgf}$$

Nt ： ﾆｭｰﾏﾁｯｸﾄﾚｰﾙ 0.07 m

lg ： 案内アーム長 0.7 m

b. 風荷重：Fw

$$Fw = Cd \bullet \frac{1}{2} \bullet \rho U^2 S = 784 \ \text{kgf}$$

Cd ： 車両の空気抵抗係数 1.0

ρ ： 空気密度 0.132 $\text{kgf} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$

U ： 風速 25 m/s

S ： 車体側面積の1/2 19 m^2

案内輪位置での荷重：Faw

$$Faw = Fw \bullet Nt / (lg + Nt) = 42.4 \ \text{kgf}$$

c. 案内輪位置で必要な押付力：Fan

$$Fan = Fa + Faw + \alpha = 60 \text{ kgf}$$

α ： 余裕（13.8 kgf）

以上より、押付力としては案内輪位置で60 kgfの力を与えることにより内軌側案内レールに沿って安定走行可能である。

3）試験結果

福岡博においては、分岐合流部を30km/h程度で走行していたが、会期中、異常振動やコースアウトといった事故は皆無であった。

また、会期終了後、高速走行試験を実施したが、40km/h以上でも車両は安定した走行を示した。

この結果より、車上片側押付切換方式には十分な信頼性があり、今後の営業路線に使用しても支障ないといえる。

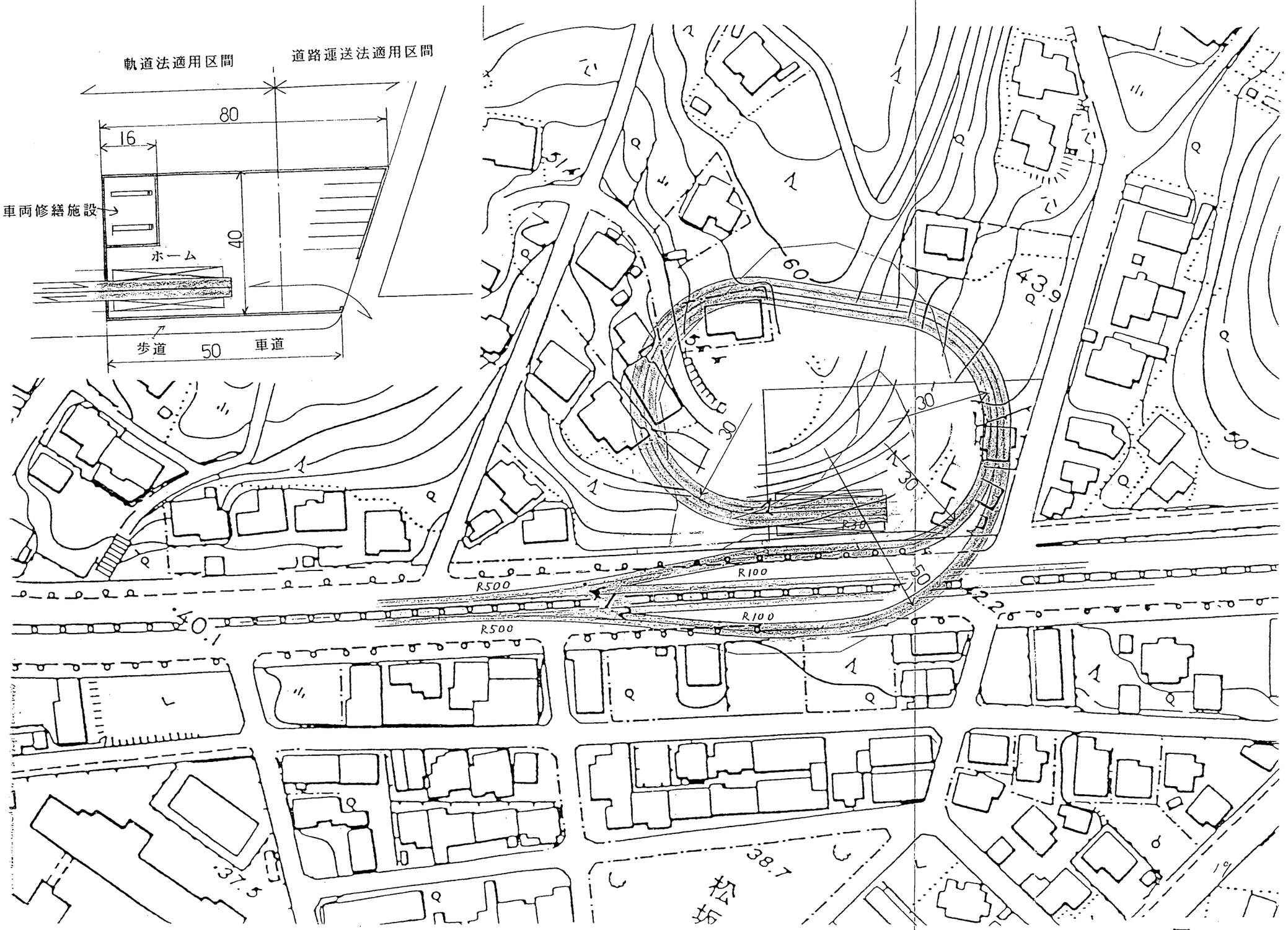
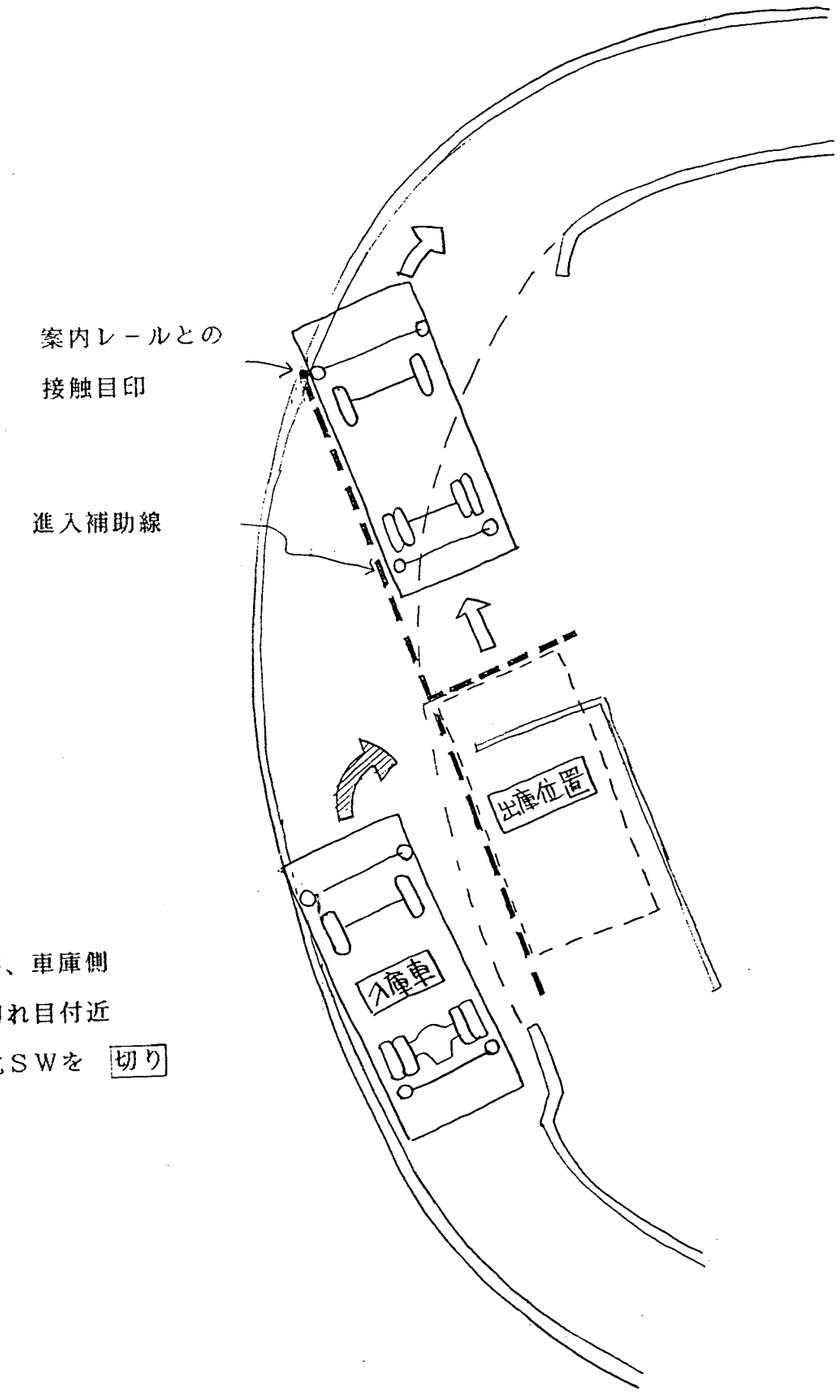


図 3－2－1

松坂町インターチェンジ概要



入庫時

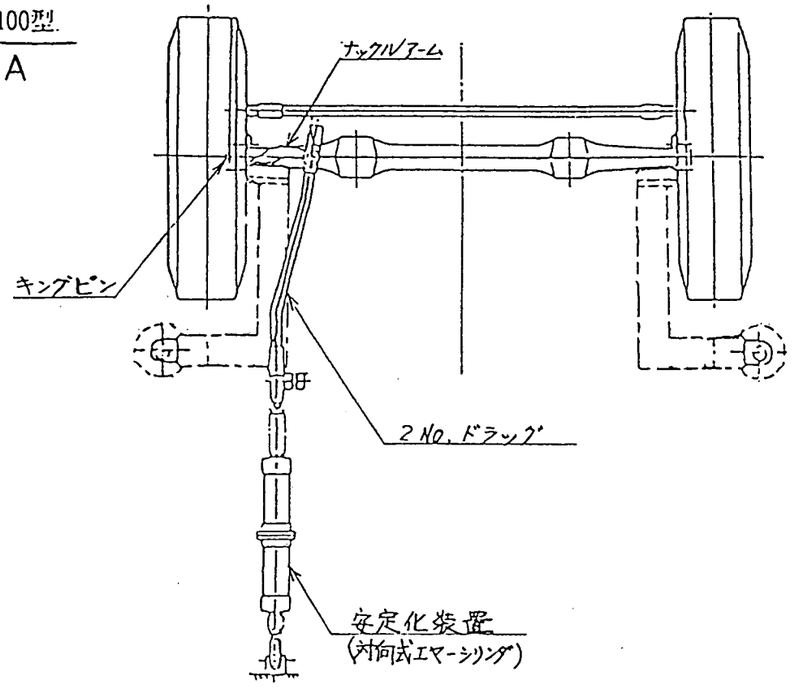
後案内輪が、車庫側
レールの切れ目付近
で、安定化ＳＷを 切り
にする。

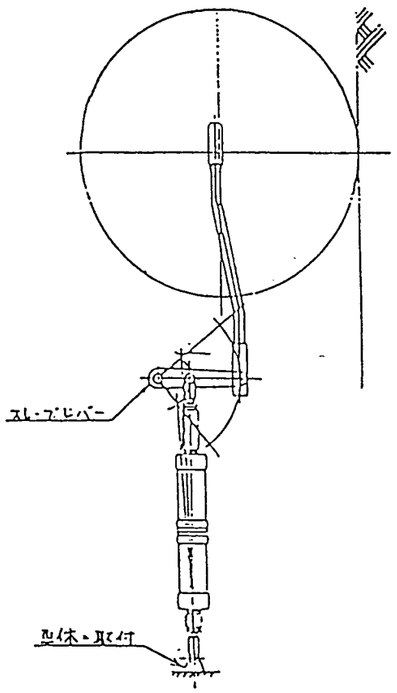
出庫時

出庫位置似て、安定化ＳＷ を 入り にし
進行補助線に沿って、進む。
案内レールとの接触目印に近ずいたら、速度を
落とし、ゆっくり軌道の中に進入する。

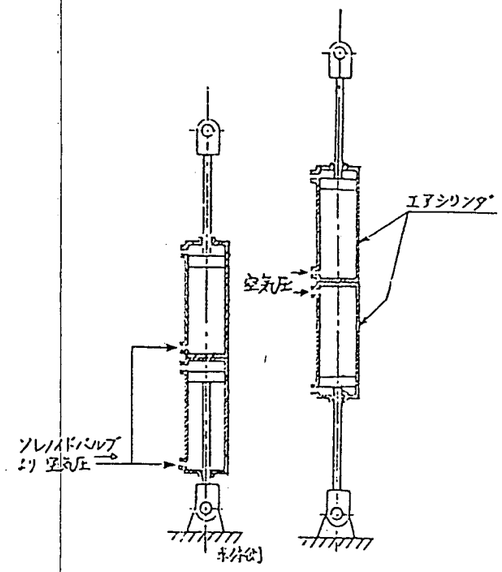
図 3－2－2　出庫　入庫の要領

GB-100型
A

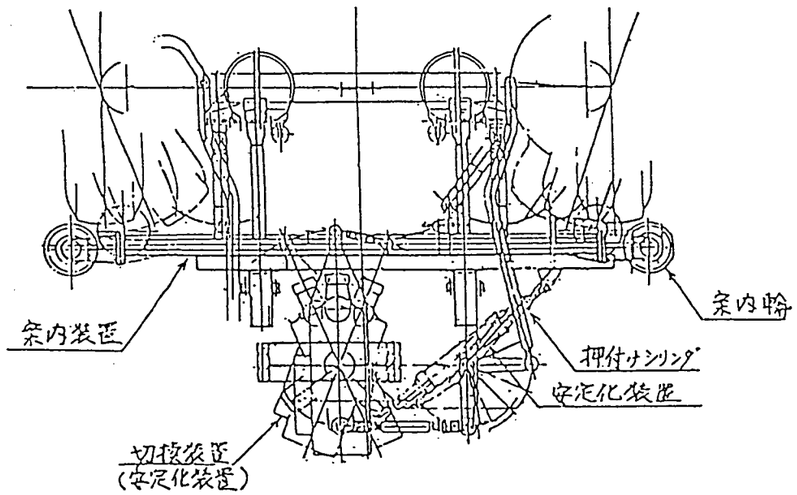


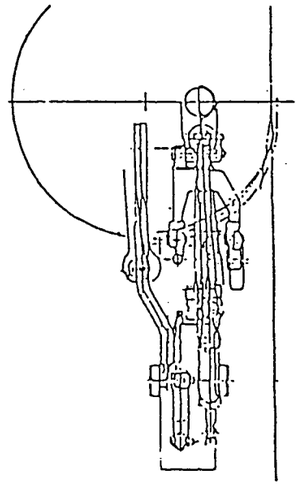


通常走行時　左側押付走行時



GB-200型
B





通常走行時　左側押付走行時

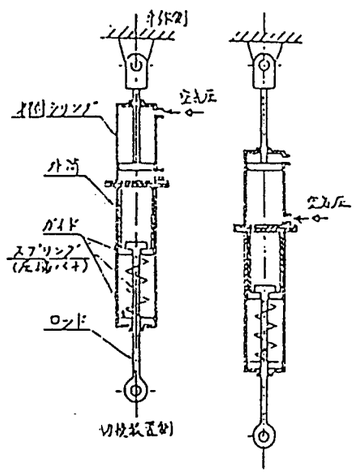
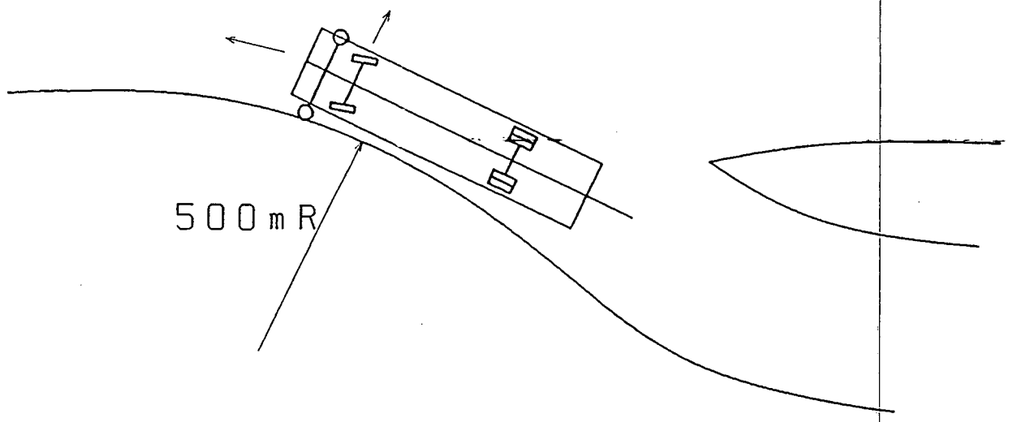
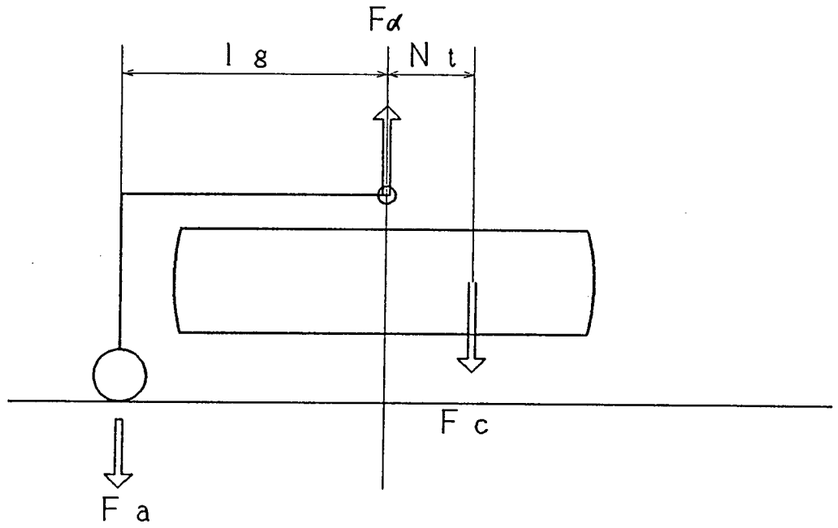


図 3－2－3

安定化装置および片側押付機構

分岐部通過模式図





案内輪位置で必要な押付力

図3－2－4 分岐部通過

3．3 車両故障時の撤去システム

3．3．1 推進運転の実用性検討

福岡博においては、会期中、幸いにも故障車両の救援は一度もなかったが、開業監査の際に今回開発した装置による車両推進運転を行って十分実用に耐えることを証明した。

1）撤去要領

軌道内において車両がエンジントラブル等の故障で自力走行できなくなった場合、運転指令の指示により、後続車両による推進運転を行い、最寄りの駅にて乗客を降ろし、車庫へ回送する。

撤去要領を図３－３－１に示す。

2）推進運転要領

推進運転の方法としては、故障車の後部と救援車の前部を連結棒で連結し、救援車が故障車を押すことで行う。その際、救援車と故障車の運転士は列車無線により運転指令と連絡をとりながら回送する。回送速度は低速（10 km/h 以下）とする。

連結棒の取付作業は、作業員１人と車両誘導員１人の計２人で約５～６分で可能である。車両の連結方法を図３－３－２に示す。連結棒は、曲線通過時の車両と連結棒と角度の制限より、R16m通過時とそれ以外とでは図３－３－３に示すようにその取付位置を変えるものとする。

3．3．2 アデレード（O－Bahn Busway）の例

オーストラリアのアデレード市で営業運転を実施しているシステムでは、駅部は軌道外の扱いとなっている。軌道内で車両故障などが発生した場合には、特殊な救援作業車両を駅から軌道内に進入させ、故障車両まで逆走した後、故障車両を連結し、進入した駅まで回送する。このため、救援作業車両の前後輪には、引込み式の案内輪が取付けられ、前後両方向共走行可能としている。

図３－３－４に駅および救援作業車両を示す。この方式は、軌道の出入口が比較的短い間隔（アデレードの例では約３km）で設けられる場合に有効であるが、救援作業車両の出発手配もふくめて、救援には比較的長時間を要するものと考え

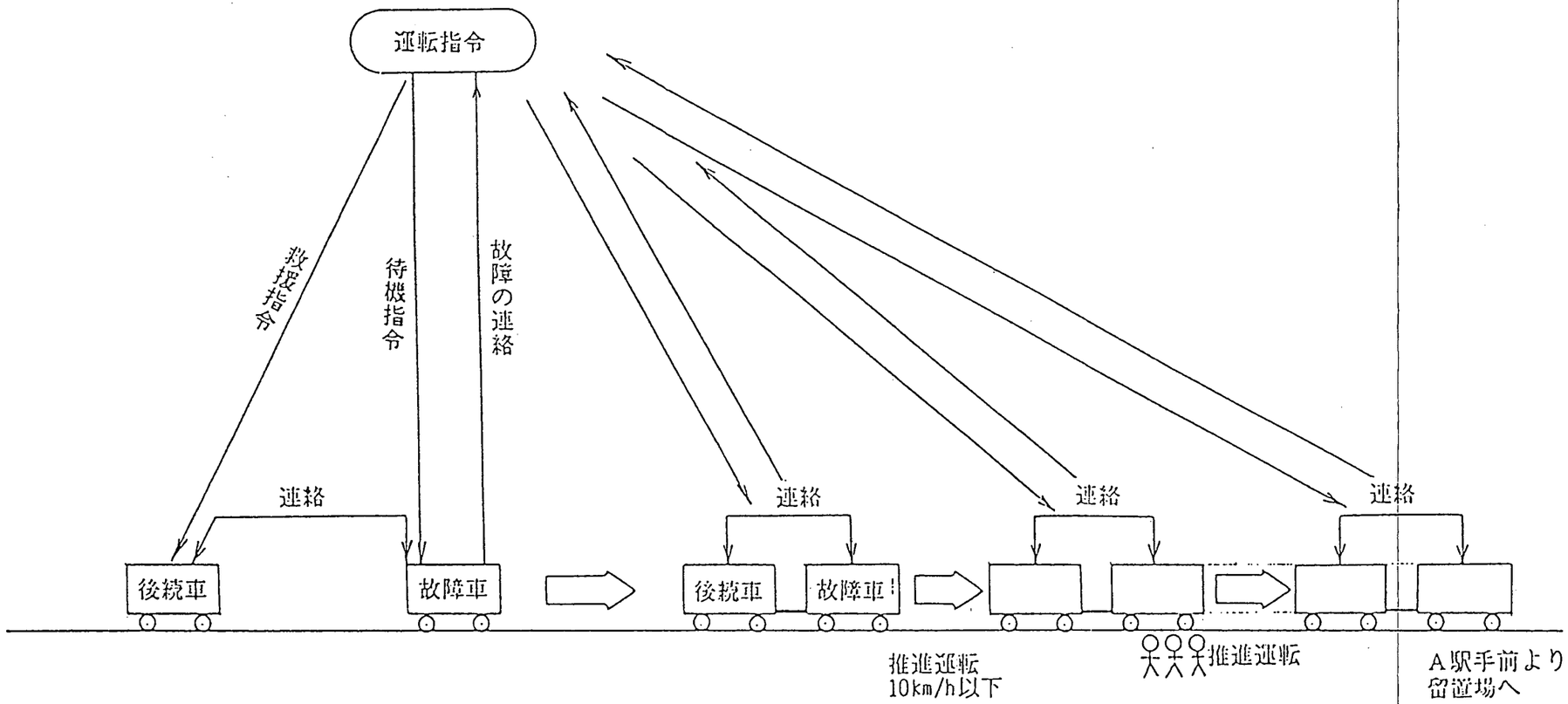
られる。また、救援作業車両は一般道路上をも走行できなければならないので、特殊で高価なものとなり、相当大規模な路線でなければ実現困難と考えられる。

3．4 まとめ

システムの機器（ハード）にかかわる項目として、高速走行、誘導方式、および車両故障時の撤去システムをとりあげ、検討を加えた。

高速走行については、福岡博の施設で60km/h、土木研究所の実験線で70km/hの速度を実現した。誘導方式については、福岡博の施設において、片側押付切換方式を採用し、その信頼性の高いことを実証すると共に、車上分岐方式へ発展させることが可能であることを示した。また、車両故障時の撤去システムについては、これも福岡博の施設で採用した方式が実用的であり、さらに、海外の事例から、特別な保守用車両の採用も可能であることを示した。

いずれも、本年度に実施した福岡博での実用化システムおよび実験線での走行試験をベースとして検討を加えたものであり、実用可能であることが確認できたといえる。


運転指令
救援指令
待機指令
故障の連絡
連絡
連絡
連絡
連絡
後続車
故障車
後続車
故障車
推進運転
10km/h以下
推進運転
最寄駅で乗客を降す
A駅手前より
留置場へ

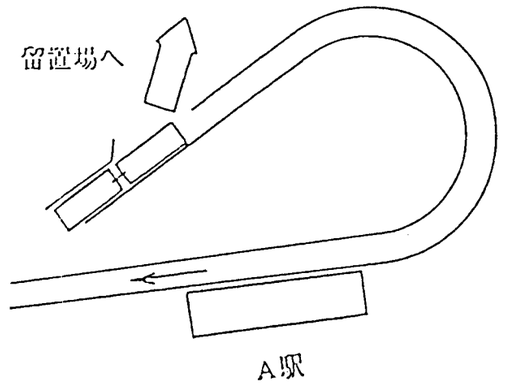
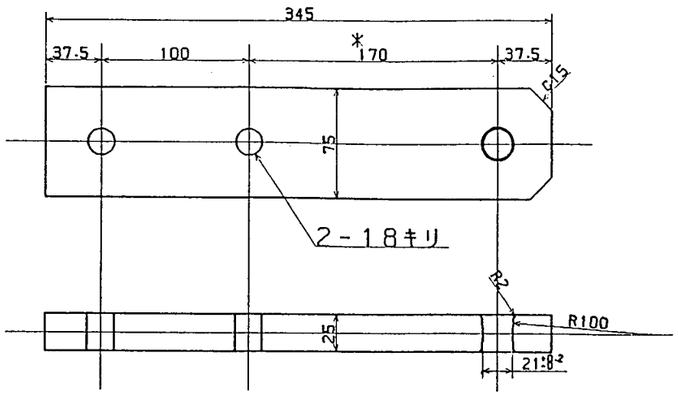
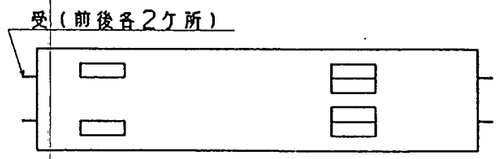

留置場へ
A駅

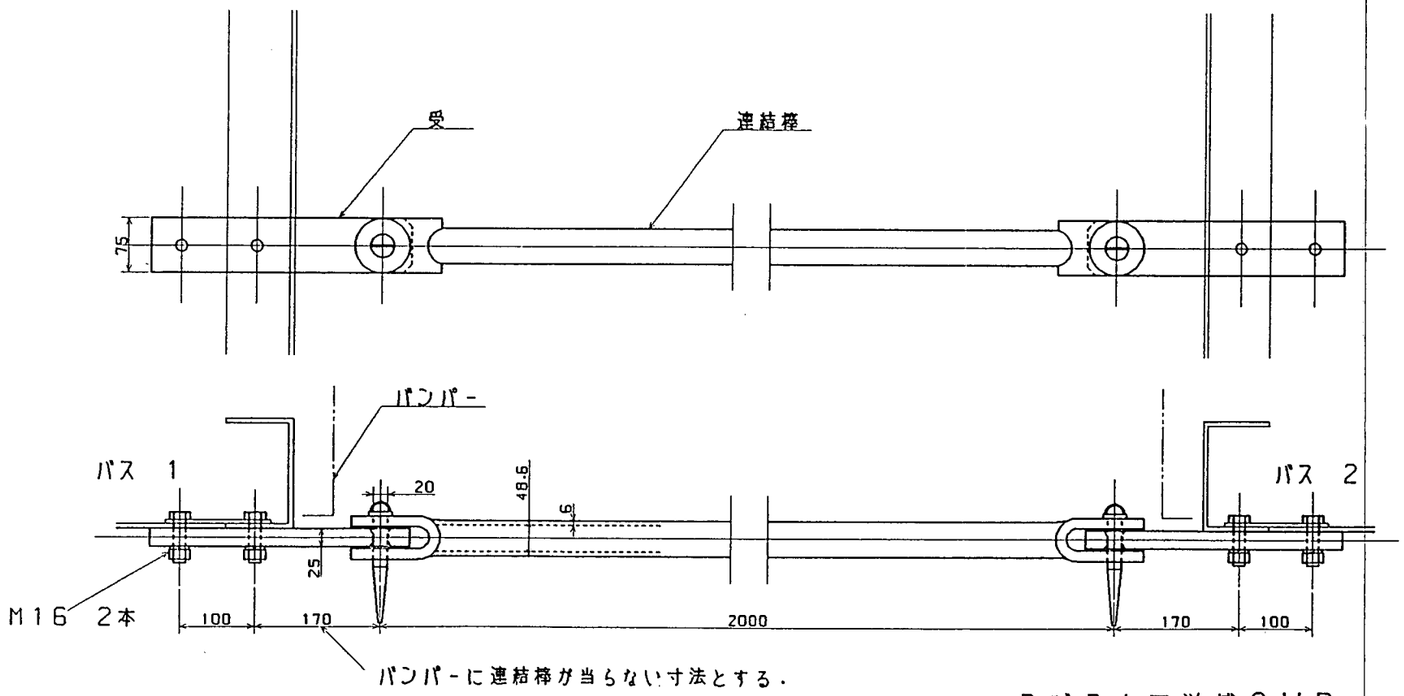
図３－３－１　撤去要領



受　詳細　材質　SS41



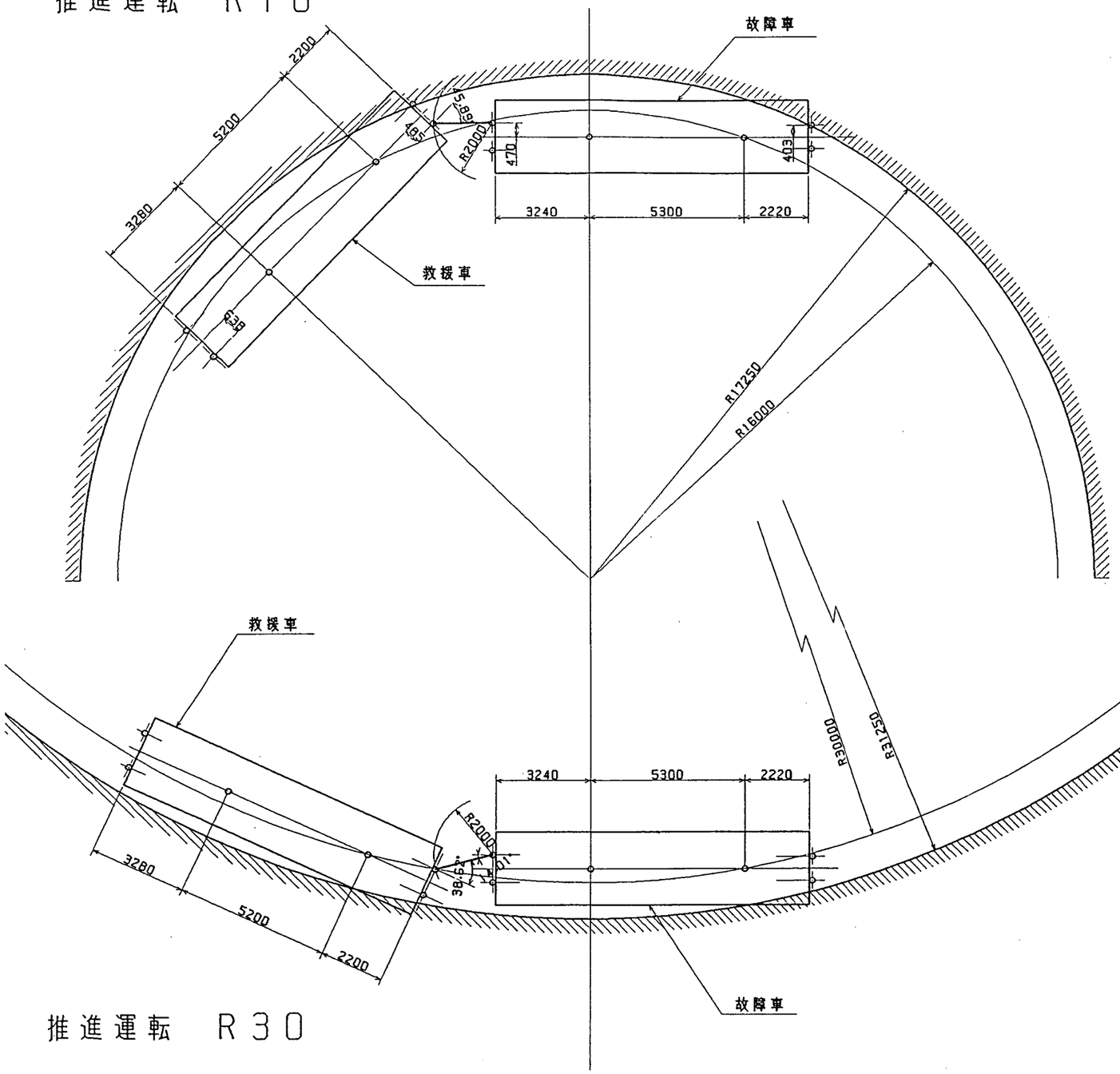
注）1，受はシャーシ端部に取付，日野車，三菱車共
出きるだけ同じ地上高とする．
2．*寸法170はバンパーに連結棒が当る場合，変更可．



アジア太平洋博ＧＷＢ
連結棒取付図

図 3－3－2　車両連結方法

推進運転　R16



推進運転　R30

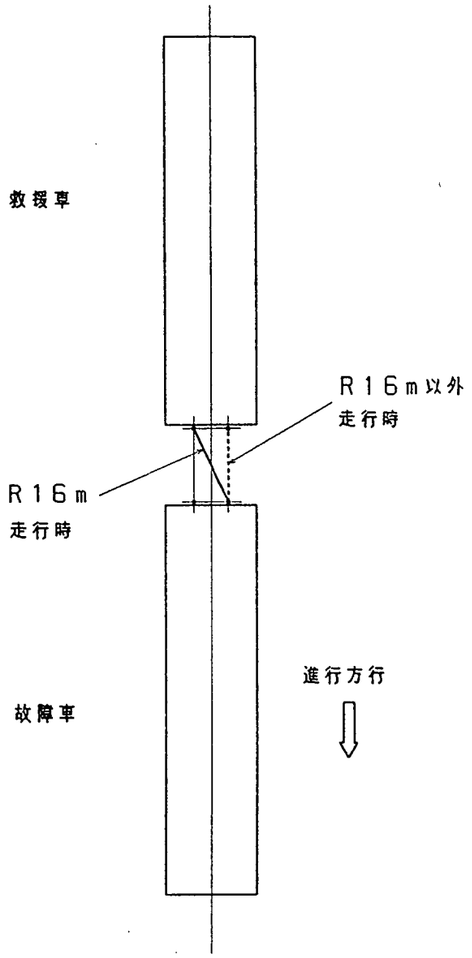
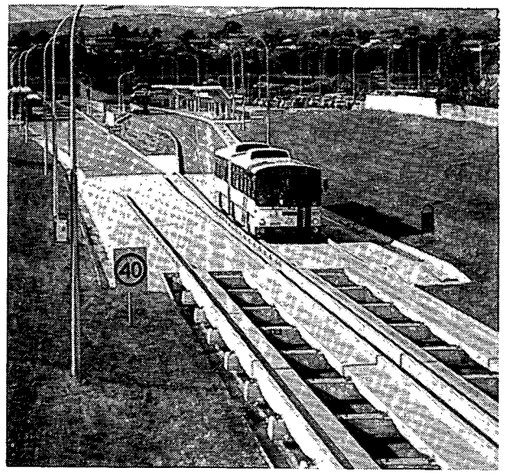
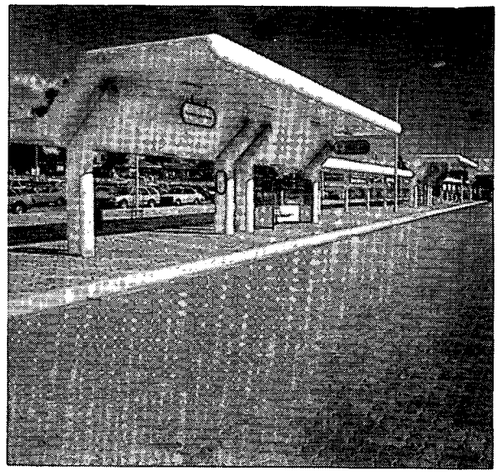


図3－3－3車両連結方法



駅（オープンタイプ）



駅（建屋）



特殊メンテナンス車両

図（写真）３－３－４　駅および特殊メンテナンス車両
（Ｏ－ＢＡＨＮ　ＢＵＳＷＡＹ）

Ⅲ．ガイドウェイバスシステムの事業実施報告編

1．導入経緯

アジア太平洋博覧会（愛称：よかトピア）は、1989年３月17日より９月３日までの171日間、福岡市百道・地行（ももち・ちぎょう）地区において、『新しい世界のであいを求めて』をテーマに開催された。主会場は、アジア太平洋ゾーン、パビリオンゾーン、遊戯施設などで構成された40haの敷地を有し、団体および自家用車の観客が利用する東ゲートと路線バスや地下鉄からの観客が利用する南ゲートの２カ所のゲートが設けられ、期間中 600万人以上が入場するものと推計された。このような膨大な観客を会場内に効率よく分散・移動させることが博覧会を成功させる一つの鍵と考えられ、この役割をになうために会場内輸送施設が計画された。機種については、博覧会にふさわしい新しい技術であり、しかも、それが単なる最先端の技術ではなく、博覧会のネーミングに象徴されているように、アジア太平洋地域を含めたどの都市にも受け入れられやすいものであることが基本とされ、ガイドウェイバスが導入されることになった。

本路線は、導入空間が道路上にあることや半年間とはいえ営業運転を行うものであることから、軌道法が適用された。軌道事業者としては、博覧会協会が直接その任にあたり、福岡市、西日本鉄道㈱、およびガイドウェイバス共同実験研究会が建設・運営に協力した。とくに運転士については、養成期間の短いことや、わが国ではじめてデュアルモード機能をそなえた車両を運転することから、過去に路面電車の運転経験があり、現在路線バスの運転免許を有する者の中から選抜し、軌道運転規則第6条の2にもとづく乙種内燃車運転免許を取得させた。

以下に、運輸開始に至るまでの導入の経緯を示す。

- 昭和60年10月25日　会場基本構想決定
  （基本構想検討委員会；委員長　光吉九州大学教授）
- 昭和62年２月16日　会場内軌道輸送の施設参加協議開始
  （博協会、西日本鉄道㈱、ガイドウェイバス共同実験研究会）
- 昭和63年１月26日　特許申請（軌道法）
- 昭和63年５月19日　運輸審議会諮問
- 昭和63年５月24日　運輸審議会答申
- 昭和63年５月27日　特許
- 昭和63年５月30日　軌道主任技術者選任届提出
- 昭和63年５月31日　工事施行認可申請
- 昭和63年５月31日　特別設計許可申請
- 昭和63年５月31日　道路占有届提出
- 昭和63年10月５日　車両設計認可申請
- 昭和63年10月５日　車両特別設計許可申請
- 昭和63年10月13日　工事施行認可
- 昭和63年10月13日　特別設計許可
- 昭和63年10月14日　工事着手届提出
- 平成元年１月31日　車両設計認可
- 平成元年１月23日　工事竣巧届
- 平成元年１月26日　運転度数認可申請
- 平成元年１月26日　例外規定認可申請
- 平成元年２月１日　例外規定認可
- 平成元年２月１日　運転取扱心得提出
- 平成元年２月１日　整備基準等届提出
- 平成元年２月２日　車両製作届提出
- 平成元年２月２日　運輸開始認可申請
- 平成元年２月15日　開業監査（～17日）
- 平成元年３月15日　運輸開始認可
- 平成元年３月17日　開業（博覧会開催）

2. 施設設計の基本方針

本路線は、福岡博の会場西側の遊戯施設地区を起点とし、パビリオンゾーン南側を通り、東ゲートに至る 950mの軌道施設である。

路線の設計にあたっては、会場基本計画がすでに決定していたこと、さらに会場内の通路および緑道については、福岡市港湾局が恒久施設として整備済みないしは整備予定であったため、路線の選定範囲はきわめて限定されていた。

会場基本計画での動線計画および他の博覧会での会場内交通機関の利用実績などを参考に、本路線の利用者数を推計すると総入場者数の約18%となっていた。

一方、本路線は南ゲートからの歩行者の動線上にあたるため、この動線を分断しない構造とする必要があり、また南ゲートからの景観にも配慮する必要があった。

このため、路線設計にあたっては、建設費を極力節減し、かつ輸送需要にも十分対応できる線形として、南ゲートからの歩行者動線を横切る区間は高架構造の単線とし、その他の区間は地上構造の複線とした。両端末部については、車両が機能上後進できないためループ構造とした。また、高架部分は博覧会の景観に十分配慮して、極力スレンダな構造を取ることとし、擁壁部分は必要最小限に抑えることとした。

停留場（駅）については、会場施設の配置状況、ゲートの位置等を考慮し、通常設けられるバス停留所の間隔程度の駅を設置することとした。

運行速度については、博覧会会場であることから高速走行は必要ないので、軌道法に準拠した40km/hをその最高速度とした。

車両基地（車庫）については、当初、西日本鉄道㈱の最寄りの営業所を活用することで検討していたが、運輸省の指導により、本路線の西側ループ内に設置することとした。

本システムの基本仕様はつぎのとおりである。

- 営業キロ程　841 m
- 建設キロ程　950 m
- 駅数　4 駅
- 車両数　4 両
- 最小運転間隔　4 分
- 運転最高速度　40 km/h
- 最大輸送力　975 人/h/片方向

• 案内軌条間隔（案内幅） 2.5 m（直線部）

• 最小曲線半径 16 m

• 最大縦断勾配 6 %

システムの構成を図２－１に示す。図２－２は車両（GB-100型）と軌道との基本的な関係の例を示している。

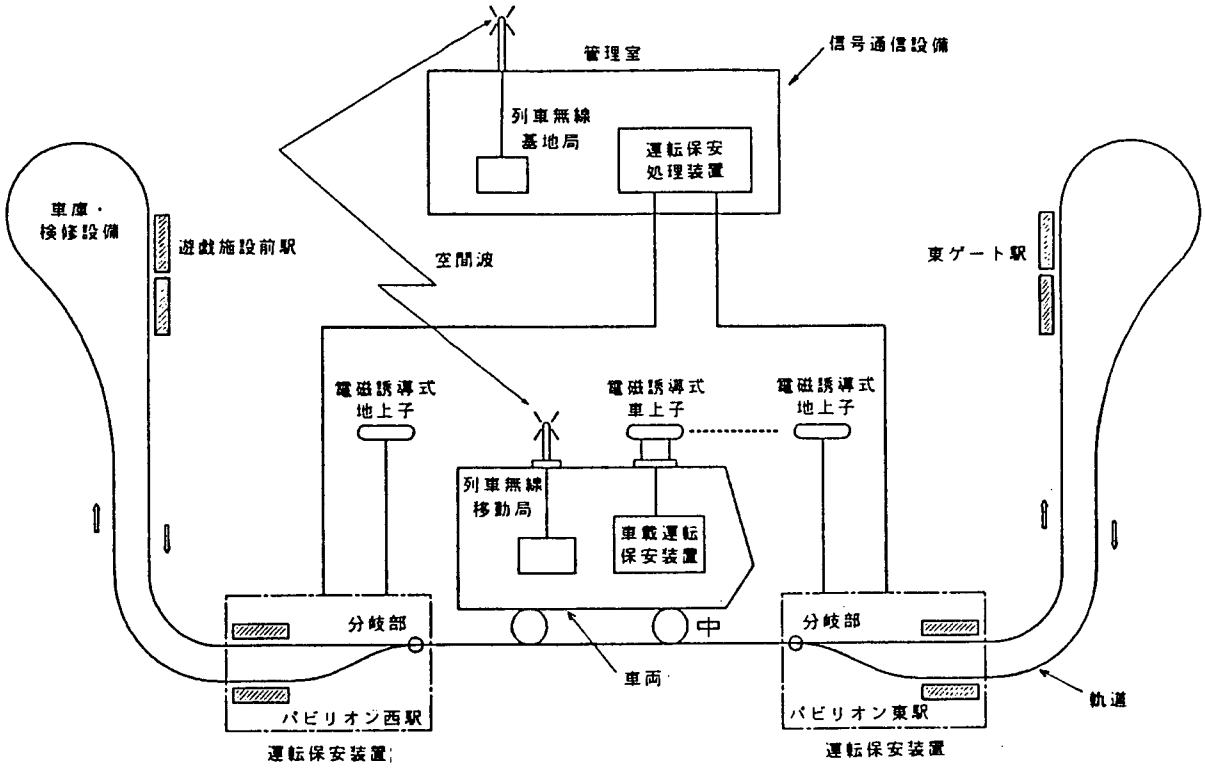


図２－１ ガイドウェイバスのシステム構成

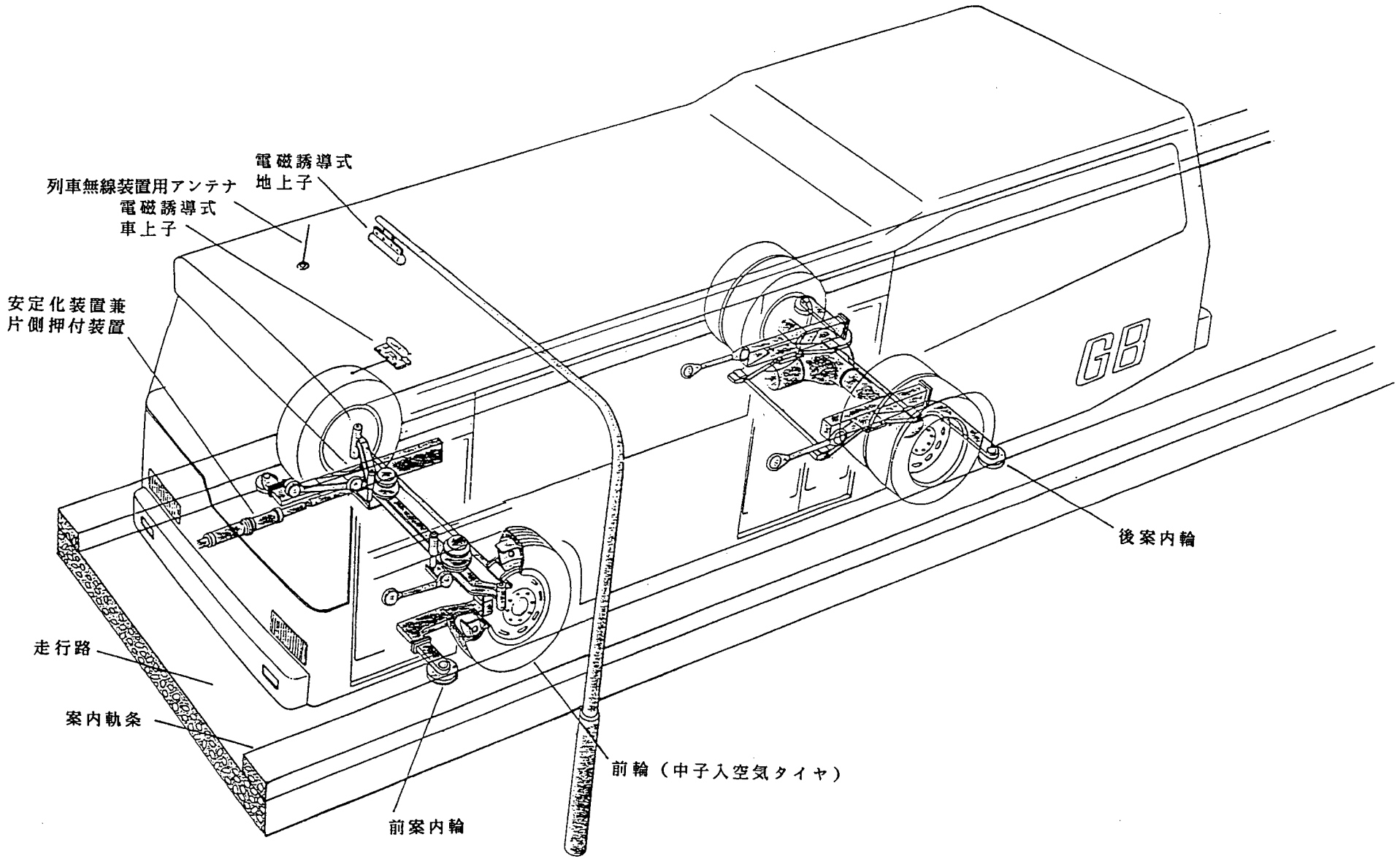


図２－２　車両と軌道の関係の様式図

3． 軌道

3．1 路線計画

3．1．1 概要

路線は、プレイランド近くの遊戯施設前を始点とし、団体及び自家用車用の入場ゲートである東ゲートに近接した東ゲート停留場を終点とする延長950m、両端ループ折り返しのルートである。

中間駅は南ゲートに最も便利なようにパビリオン東停留場を設け、又パビリオン東停留場と遊戯施設前停留場の中間にパビリオン西停留場を設け、駅間距離の均等化を図ることによって利用者の利便性をたかめた。

遊戯施設前停留場からパビリオン西停留場までは複線、パビリオン西停留場からパビリオン東停留場までは単線、その後パビリオン東停留場から東ゲート停留場までは再び複線となる線形になっている。尚、複線部は地上に設置し、単線部は高架とした。高架を取り入れた理由は南ゲートからタワーに向かってメインルートが設けられており入場者の動線を遮ることを避けるための処置である。

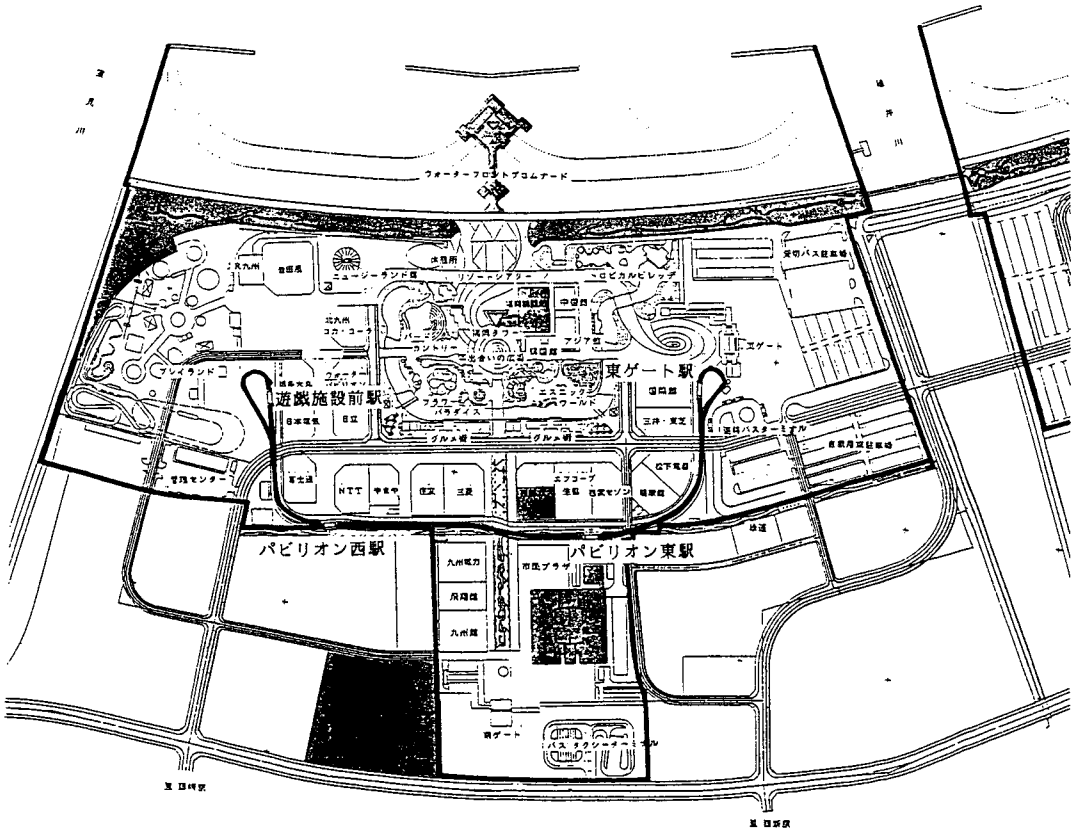


図 3－1

3．1．2 線形

遊戯施設前停留場中心を起点として東ゲート停留場中心のOK841M467 までの内廻りを下り線とし、外廻りを上り線とした。図 3-2、表3-1 参照

路線延長　下り線　OK841M467　（うち、単線区間長　OK261M770）

上り線　1KO60M343

単線換算延長　1K640M040

1）平面線形

a.下り線　遊戯施設前停留場よりパビリオン西停留場までの214mは R 500m、R 40m（ カント 7%）を含み、パビリオン西停留場からパビリオン東停留場までの368mは単線区間と分岐部よりなる。単線区間は高架となり、R 80m のＳカーブとなっている。又二箇所の分岐部はR 30m 、及び R 500m からなっている。パビリオン東停留場から東ゲート停留場までの256mは R 80m（カント 5%）よりなる。

b.上り線　遊戯施設前停留場よりパビリオン西停留場までの区間では西側ループを形成する最小のR 16m、検査場入口部のR 60m、車両入出部のR 30m、そして R 44m(カント 7%）よりなる。

パビリオン西停留場よりパビリオン東停留場間は下り線併用、パビリオン東停留場より東ゲート停留場までの370m区間では R 84m（カント 5%)、ループ接近部のR 30m、ループ部の最小 R 16mよりなる。

2）縦断線形

下り線、上り線共地上部では原地形に合わせほぼレベルとし、地上部から高架部への勾配は最大の６%とした。パビリオン東停留場の盛土部では下り 3.1%、上り 2.8%を設けた。図 3-4、3-5、表3-2　参照

図 3 — 2 線形図

S=1:1000

下り線 L=0K841M467

上り線 L=1K060M343

IP.NO	10 (上り線)
R	18m
IA	102° 03' 46"
TL	19m780
CL	28m501

IP.NO	11 (上り線)
R	16m
IA	72° 56' 12"
TL	11m826
CL	20m368

IP.NO	12 (上り線)
R	80m
IA	40° 00' 07"
TL	21m839
CL	41m889

IP.NO	13 (上り線)
R	30m
IA	40° 00' 02"
TL	10m919
CL	20m944

IP.NO	1 (下り線)
R	500m
IA	4° 59' 58"
TL	21m828
CL	43m629

IP.NO	2 (下り線)	
K.NO	2-1	2-2
R	40m	
IA	89° 32' 44"	
A	34m000	31m000
TL	54m684	52m522
TCL	28m900	24m025
CCL	38m052	
CL	88m977	

IP.NO	3 (下り線)
R	30m
IA	4° 59' 58"
TL	1m310
CL	2m618

IP.NO	4 (下り線)
R	500m
IA	4° 59' 57"
TL	21m827
CL	43m625

IP.NO	5 (下り線)	
K.NO	5-1	5-2
R	80m	
IA	20° 59' 58"	
A	30m320	30m320
TL	20m584	20m584
TCL	11m491	11m491
CCL	17m830	
CL	40m812	

IP.NO	6 (下り線)	
K.NO	6-1	6-2
R	80m	
IA	20° 55' 39"	
A	30m320	30m320
TL	20m532	20m532
TCL	11m481	11m491
CCL	17m330	
CL	40m912	

IP.NO	7-1 (下り
R	500m
IA	7° 19' 18"
TL	31m771
CL	63m457

IP.NO	9 (下り線)	
K.NO	9-1	9-2
R	80m	
IA	74° 22' 38"	
A	44m	44m
TL	73m020	73m020
TCL	24m200	24m200
CCL	79m650	
CL	128m050	

IP.NO	8 (下り線)
R	30m
IA	8° 39' 44"
TL	2m263
CL	4m518

IP.NO	21 (上り線)
R	16m
IA	112° 30' 07"
TL	23m947
CL	31m418

IP.NO	20 (上り線)
R	16m
IA	112° 29' 49"
TL	23m944
CL	31m415

IP.NO	19 (上り線)	
K.NO	19-1	19-2
R	30m	
IA	44° 59' 58"	
A	16m	16m
TL	16m732	16m732
TCL	8m533	8m533
CCL	15m028	
CL	32m094	

IP.NO	18 (上り線)	
K.NO	18-1	18-2
R	84m	
IA	74° 22' 41"	
A	44m	44m
TL	75m450	75m450
TCL	23m048	23m048
CCL	85m996	
CL	132m092	

IP.NO	14 (上り線)	
K.NO	14-1	14-2
R	44m	
IA	89° 32' 44"	
A	34m000	31m000
TL	57m195	55m198
TCL	28m273	21m841
CCL	44m709	
CL	92m823	

IP.NO	15 (上り線)
R	500m
IA	3° 14' 07"
TL	14m121
CL	28m234

IP.NO	16 (上り線)
R	30m
IA	9° 58' 22"
TL	2m617
CL	5m222

IP.NO	17 (上り線)
R	30m
IA	9° 05' 46"
TL	2m404
CL	4m798

表　３－１　線路曲線値

下り

曲線（半径）	区間				距離
m					m
R =500.00	BC1	0k020.877~	EC1	0k064.506	43.629
A = 34.00	BTC2	0k110.260~	BCC2	0k139.160	28.900
R = 40.00	BCC2	0k039.160~	ECC2	0k175.212	36.052
A = 31.00	ECC2	0k175.212~	ETC2	0k199.237	24.025
R = 30.00	BC3	0k230.432~	EC3	0k233.050	2.618
R =500.00	BC4	0k261.535~	EC4	0k305.160	43.625
A = 30.32	BTC5	0k389.639~	BCC5	0k401.130	11.491
R = 80.00	BCC5	0k401.130~	ECC5	0k418.960	17.830
A = 30.32	ECC5	0k418.960~	ETC5	0k430.451	11.491
A = 30.32	BTC6	0k442.379~	BCC6	0k453.871	11.491
R = 80.00	BCC6	0k453.871~	ECC6	0k471.601	17.730
A = 30.32	ECC6	0k471.601~	ETC6	0k483.092	11.491
R =500.00	BC7	0k511.231~	EC7	0k570.019	63.457
R = 30.00	BC8	0k599.249~	EC8	0k604.047	4.518
A = 44.00	BTC9	0k638.623~	BCC9	0k662.823	24.200
R = 80.00	BCC9	0k662.823~	ECC9	0k742.473	79.650
A = 44.00	ECC9	0k742.473~	ETC9	0k766.673	24.200

上り

曲線（半径）	区間				距離
m					m
R = 16.00	BC10	0k021.998	EC10	0k050.499	28.501
R = 16.00	BC11	0k050.499	EC11	0K070.867	20.368
R = 60.00	BC12	0k070.867	EC12	0k112.756	41.889
R = 30.00	BC13	0k131.457	EC13	0k152.401	20.944
A = 34.00	BTC14	0k212.800	BCC14	0k239.073	26.273
R = 44.00	BCC14	0k239.073	ECC14	0k283.782	44.709
A = 31.00	ECC14	0k283.782	ETC14	0k305.623	21.841
R = 50.00	BC15	0k634.546	EC15	0k662.780	28.243
R = 30.00	BC16	0k673.177	EC16	0k678.399	5.222
R = 30.00	BC17	0k708.094	EC17	0k712.892	4.798
A = 44.00	BTC18	0k748.456	BCC18	0k771.504	23.048
R = 84.00	BCC18	0k771.504	ECC18	0k857.500	85.996
R = 44.00	ECC18	0k857.500	ETC18	0k880.548	23.048
A = 16.00	BTC19	0k927.456	BCC19	0k935.989	8.533
R = 30.00	BCC19	0k935.989	ECC19	0k951.017	15.028
A = 16.00	ECC19	0k951.017	ETC19	0k959.551	8.533
R = 16.00	BC20	0k975.510	EC20	1k006.925	31.415
R = 16.00	BC21	1k006.925	EC21	1k038.343	31.418

図　３－３　線路縦断面図（下り線）

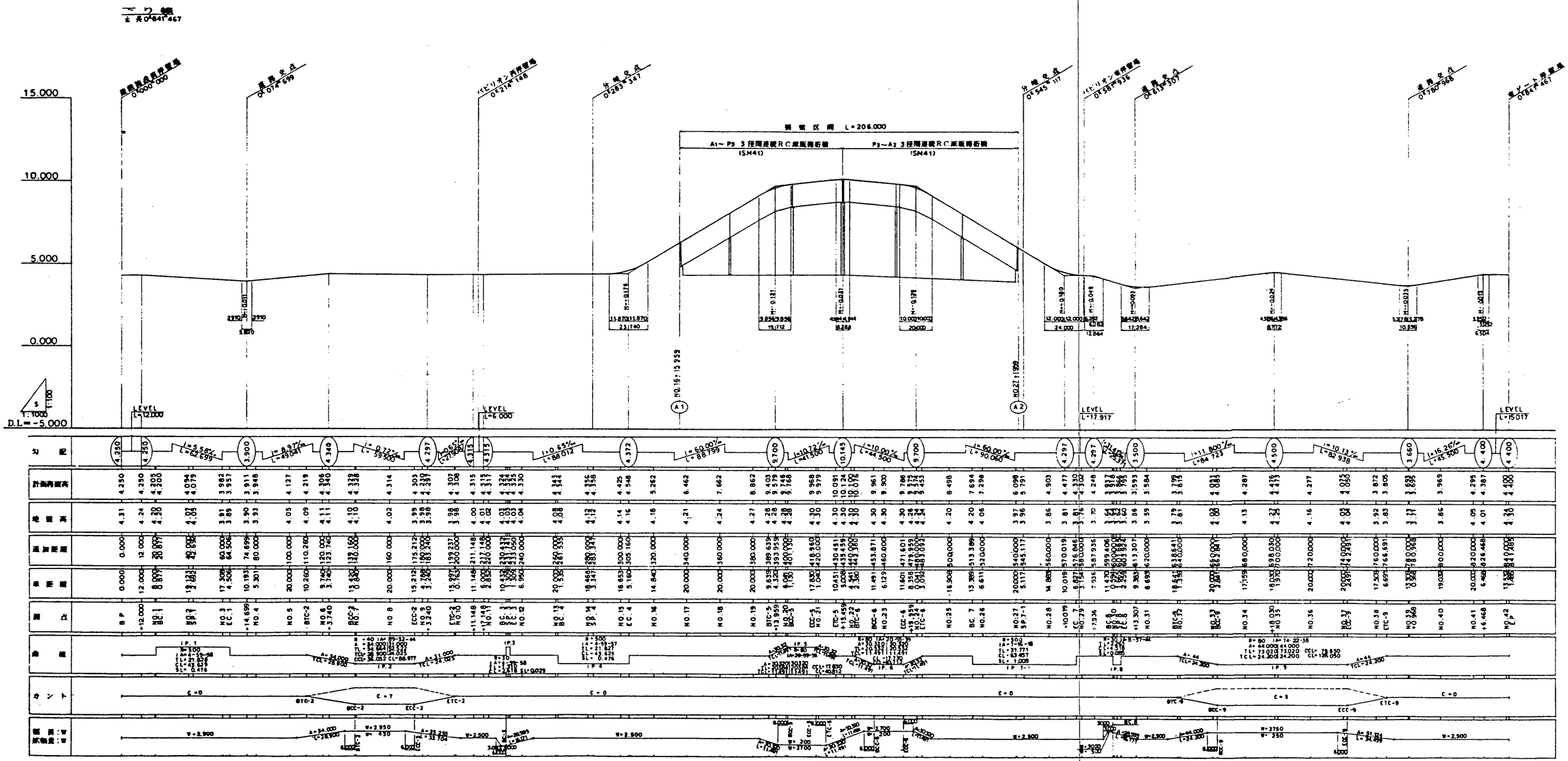


図　３－４　線路縦断面図（上り線）

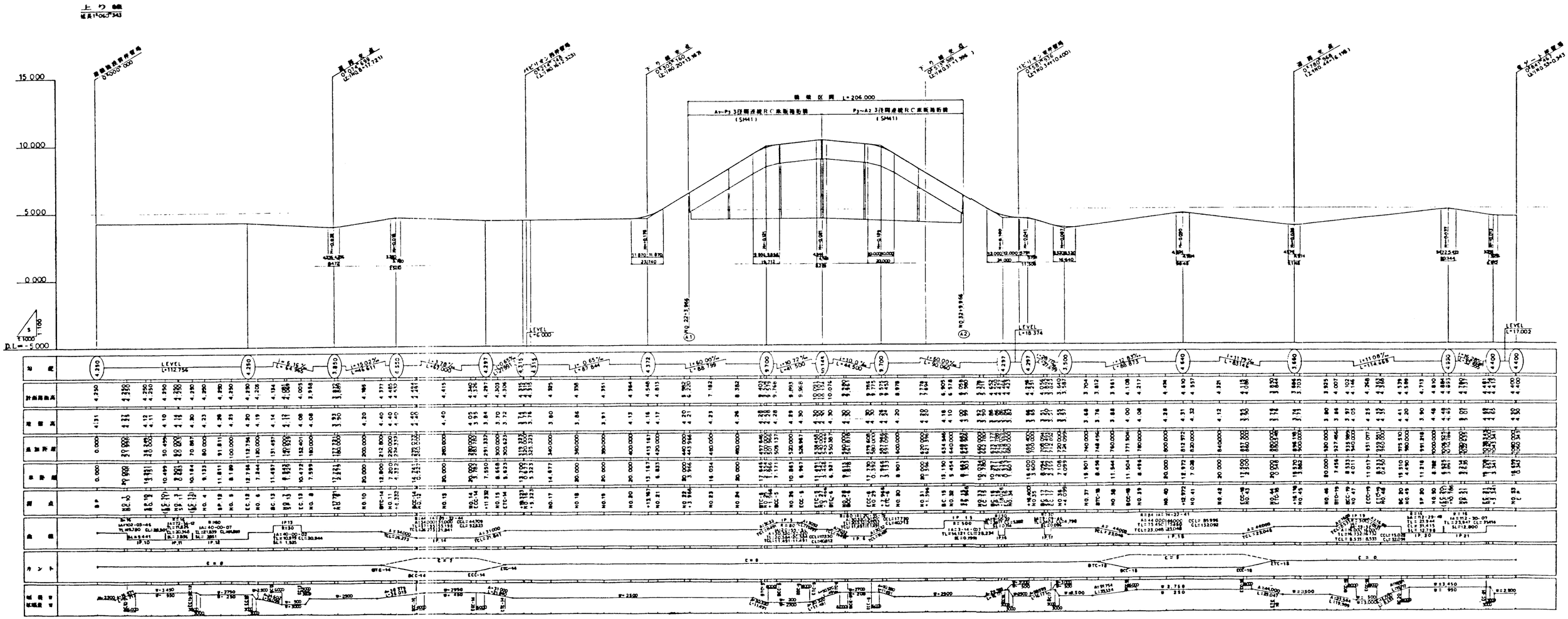


表　３－２　線路勾配値

下り　キロ程	距離 m	勾配値 ‰	
0K012.000~0k074.699	62.699	5.58	
0K1237400~0k183.240	59.000	0.72	
0K183.240~0k211.148	27.908	0.65	
0K217.148~0k293.290	76.142	0.65	VCL 23.740(11.870x2)
0K317.030~0k384.103	67.073	60.00	VCL 19.712(9.856x2)
0K403.815~0k431.315	27.500	10.72	VCL 8.288(4.144x2)
0K439.603~0k469.959	30.356	10.00	VCL 20.000(10.000x2)
0K0490.00~0k558.019	68.017	60.00	VCL 24.000(12.000x2)
0K581.654~0k604.665	23.011	31.41	
0K621.949~0k693.644	71.695	11.80	
0K704.386~0k774.722	70.336	16.26	

上り　キロ程	距離 m	勾配値 ‰	
0K112.756~0k173.485	60.729	6.16	
0K181.957~0k220.552	38.595	15.02	
0K228.112~0k291.332	63.220	3.78	
0K291.332~0k319.323	37.991	0.65	
0K325.323~0k401.297	75.974	0.65	VCL 23.740(11.870x2)
0K425.037~0k429.110	67.073	60.00	VCL 19.712(9.856x2)
0K511.822~0k539.322	27.500	10.72	VCL 8.288(4.144x2)
0K547.610~0k577.322	30.356	10.00	VCL 20.000(10.000x2)
0K597.966~0k666.399	68.433	60.00	VCL 24.000(12.000x2)
0K702.194~0k715.779	13.585	28.77	
0K732.419~0k808.448	76.029	12.83	
0K817.896~0k891.544	73.648	11.79	
0K900.692~1k005.314	104.622	11.08	
1K016.258~1k040.085	23.827	16.28	

3．2 設計

3．2．1 設計基準

1) 適用の範囲

本施設の土木構造物の設計はアジア太平洋博覧会会場内軌道輸送施設構造物設計指針(案)((財)アジア太平洋博覧会協会) 及びアジア太平洋博覧会会場内軌道輸送施設建設規程(案)((財)アジア太平洋博覧会協会) によるが、上記の設計指針(案)に規定していない事項については、次の示方書によるものとした。

(1) 新交通システム土木構造物設計指針(案)(昭和60年) 日本交通計画協会

(2) 中量軌道輸送システム及びモノレール構造物設計基準(案)(昭和60年)

(3) 建造物設計標準 (日本国有鉄道)

(4) 建造物設計標準解説　基礎構造物 (日本国有鉄道)(昭和61年) 土木学会

(5) 建造物設計標準解説　杭土圧構造物 (日本国有鉄道)(昭和61年) 土木学会

(6) 建造物設計標準解説　鉄筋コンクリート構造物 (日本国有鉄道)(昭和58年) 日本鉄道施設協会

(7) 建造物設計標準解説　杭土圧構造物設計の手引き (逆Ｔ型橋台)(昭和62年) (財)鉄道総合技術研究所

(8) 建造物設計標準解説　杭土圧構造物設計の手引き (Ｌ型擁壁) (昭和62年) (財)鉄道総合技術研究所

(9) 建造物設計標準解説　杭土圧構造物設計の手引き (杭基礎・打ち込む杭) (昭和62年) (財)鉄道総合技術研究所

(10) コンクリート構造物の配筋の手引き (昭和62年) (財)鉄道総合技術研究所

(11) 道路橋示方書 (昭和55年) 日本道路協会

(12) コンクリート標準示方書 (昭和61年版) 土木学会

(13) 立体横断施設技術基準(昭和54年) 日本道路協会

(14) 建築基準法

(15) セメントコンクリート舗装要綱 (昭和58年) 日本道路協会

2）活荷重（列車荷重）

a.列車荷重は１編成からなる連行荷重とし、これを分断せず部材に最も不利な応力となるように積載するものとする。

b.列車荷重の１編成の車両数は最大荷重時１両、空車荷重２両とする。

c.列車荷重は最大(L_1)と空車荷重(L_2)の２種類とし、その諸元は下図によるものとする。

d.列車荷重は車両中心軸が走行路中心に載るものとし、横移動は考慮しなくてもよいものとする。

ただし、床板、走行路の設計にあたっては、荷重位置は案内軌条面から軌道中心側へ、250mm の位置に載荷する。

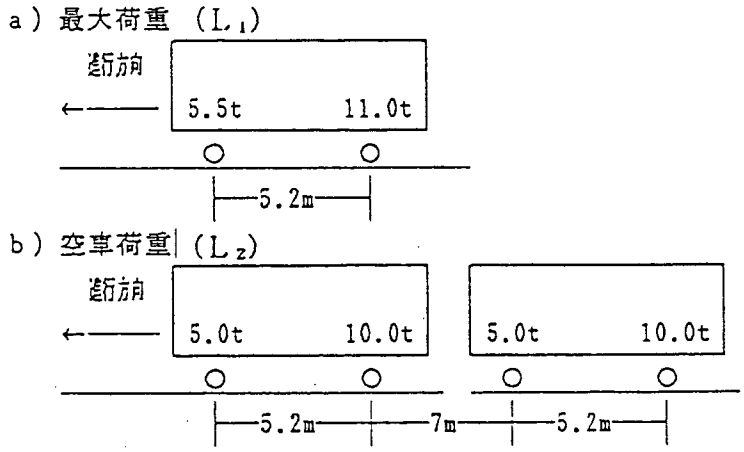


図 3－5

3）横荷重

案内軌条及びこれを直接支持する部材に対する車両横荷重は下図のとおりとし、載荷位置は走行路面上0.15m とし、水平かつ車両進行方向に直角に作用するものとする。

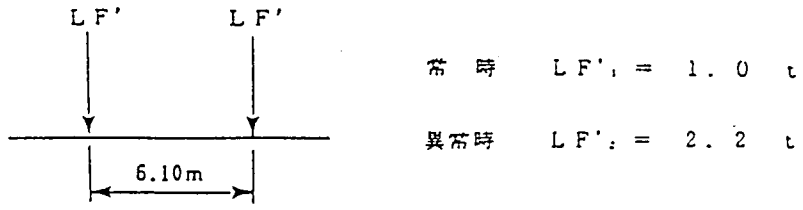


図 3－6

3．2．2 一般構造物

1）地上部

地上部軌道（コンクリート走行路）は地盤に直に設置されるためセメントコンクリート舗装要綱（日本道路協会）に準拠することとした。

ガイドウェイバスの期間中の交通量は100 台/（日・一方向)未満であるので交通量の区分はＬ交通とし、路床の設計CBR値 は調査の結果3.0 %であるので路盤厚は35cm、走行路厚は15cmを採用することとした。

路盤厚が30cm以上必要となるため路盤を二つに分けることとし、30cmの下層路盤は粒状材料により、5cm の上層路盤は中間層の位置付けとし、コンクリート舗装の型枠設置上必要とするためアスファルト舗装にすることとした。

下図にその断面を示す。

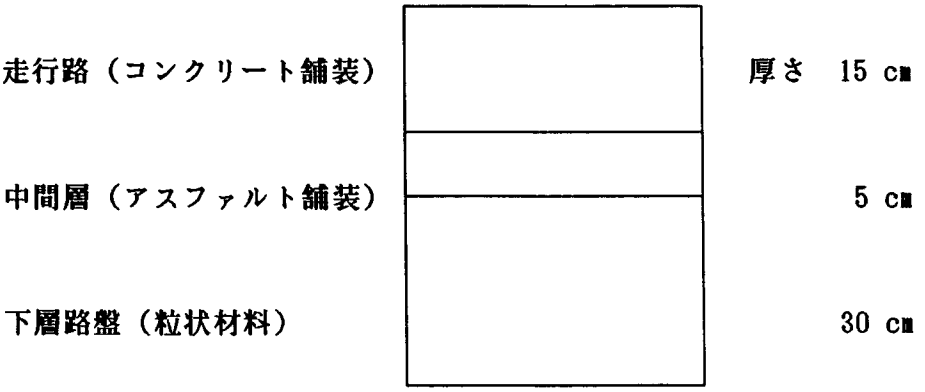


図 3－7

2）盛土部（土留擁壁部）

地上部から高架部へのアプローチはＬ型、Ｕ型擁壁の直接基礎による盛土形式とし、パビリオン西停留場側の擁壁29m についてはＬ型二種類、Ｕ型一種類、パビリオン東停留場側 65mはＬ型三種類とした。下図に一般図を示す。

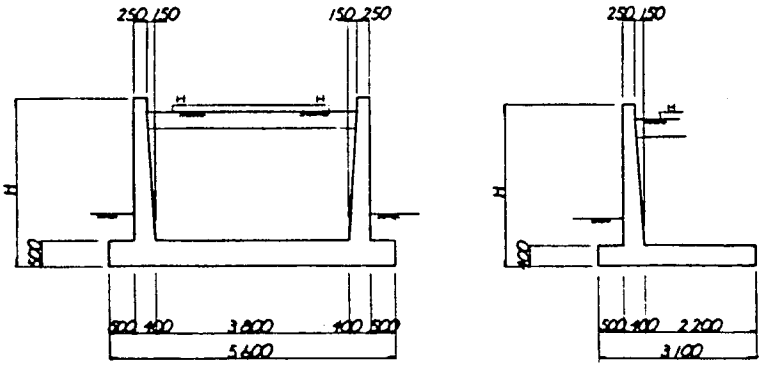


図 3－8

3）高架部（橋梁部）

橋梁部は長さ206mで下部工は橋台二基、橋脚五基よりなり、上部工としては 3 径間連続RC床版鋼製箱桁を採用した。図　3-9　参照

a.下部構造物

ｲ. 杭

地盤は約10年前 7～8 m の埋め立てにより形成されたもので、その下部に冲積層、洪積層が存在するが支持地盤とはできず、基盤層である第三紀砂岩層を支持層とした。尚、基盤面は調査によりきわめて平坦であることを確認しており、基盤層まで－19m を杭打設深度とした。図 3-10　参照

杭性状　　鋼管杭　径φ600 mm　杭長　19.0m

ﾛ. 橋台、橋脚

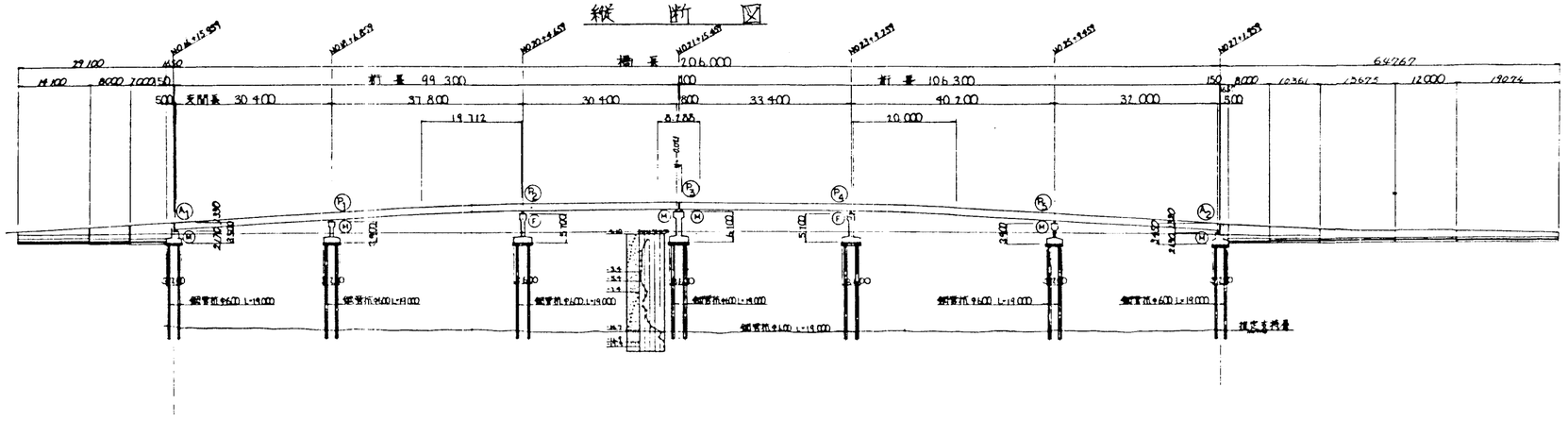
下部工形式は、橋台が高さ3.15m の逆Ｔ式橋台２基、橋脚が高さ3.9m～6.1mの張り出し式橋脚５基からなる。図 3-11　参照

橋台	A1	鋼管杭	４本、	躯体 H-3750 W-4600 L-3200
	A2	鋼管杭	４本、	躯体 H-3700 W-6050 L-3200
橋脚	P1,P5	鋼管杭	４本、	躯体 H-3800 W-3600 L-3200
	P3	鋼管杭	４本、	躯体 H-6100 W-3300 L-3600
	P2,P4	鋼管杭	４本、	躯体 H-5700 W-3600 L-3600

※　橋梁・擁壁位置を図 3-12 に示す。

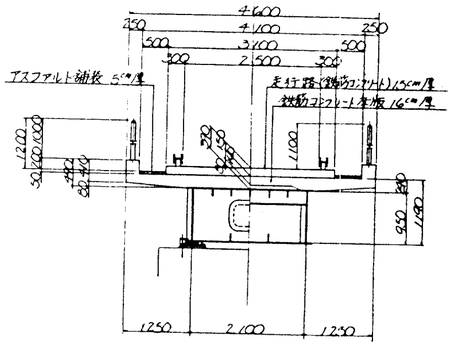
図　3－9　高架部一般図

縦　断　図



断面図　S=1/40

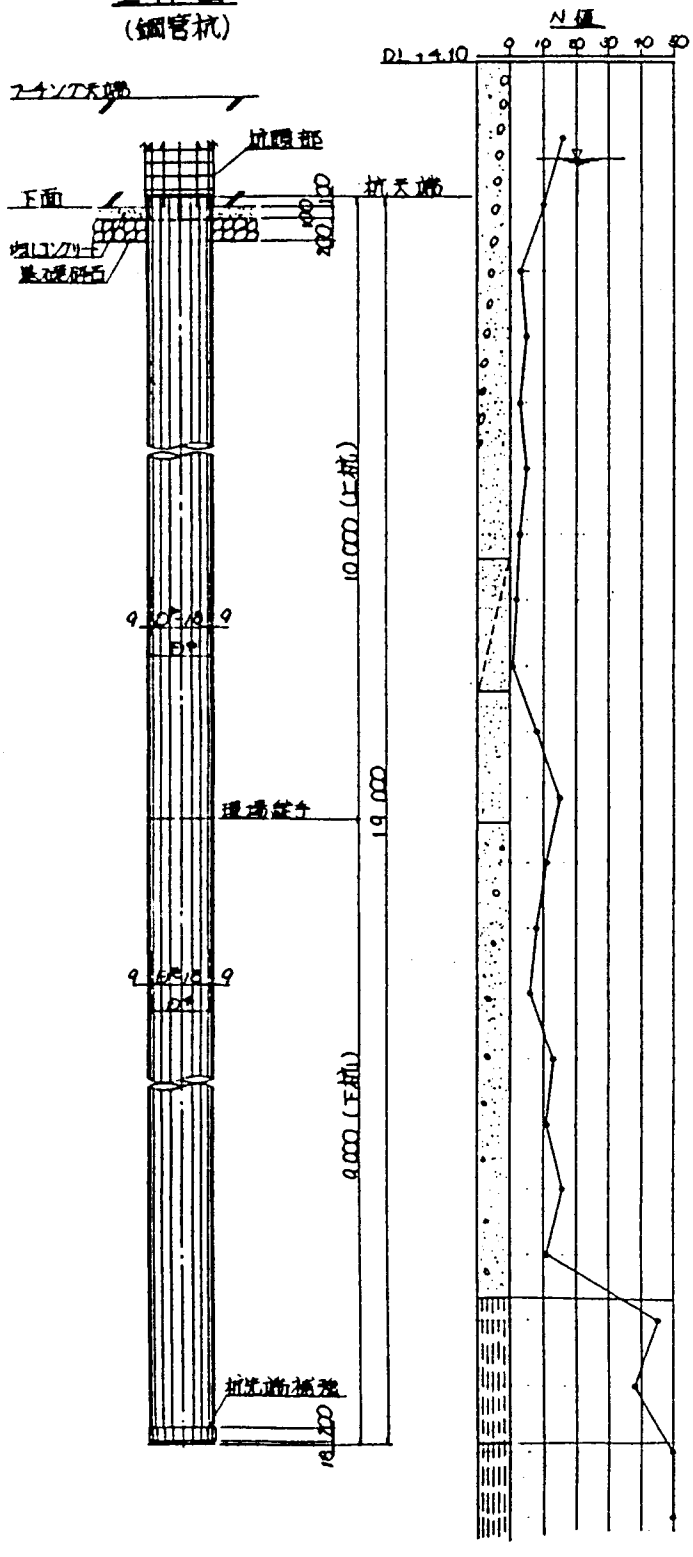
支点上　と　中間部



| | | |

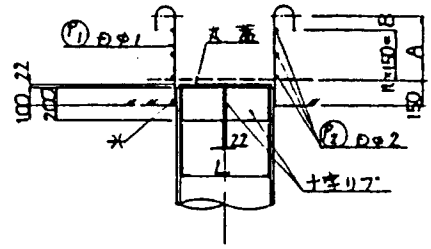
図　3－10　基礎杭構造図

全体図
(鋼管杭)

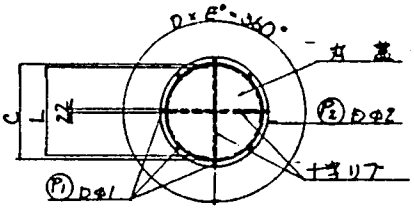


杭頭詳細図
縮尺 1:20

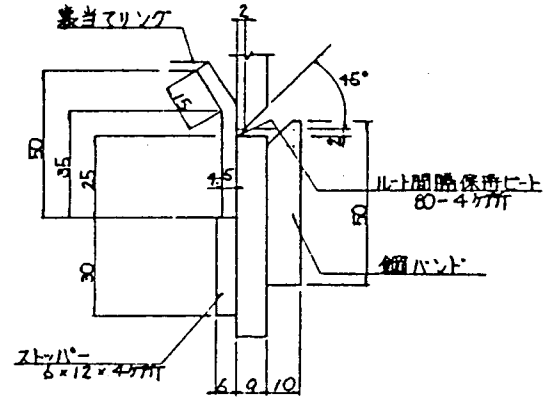
側面図



平面図



継手詳細図　縮尺 1:1



杭先端補強バンド詳細図
縮尺 1:10

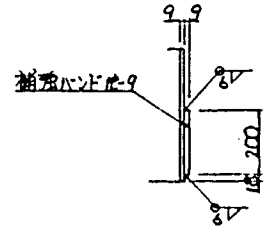
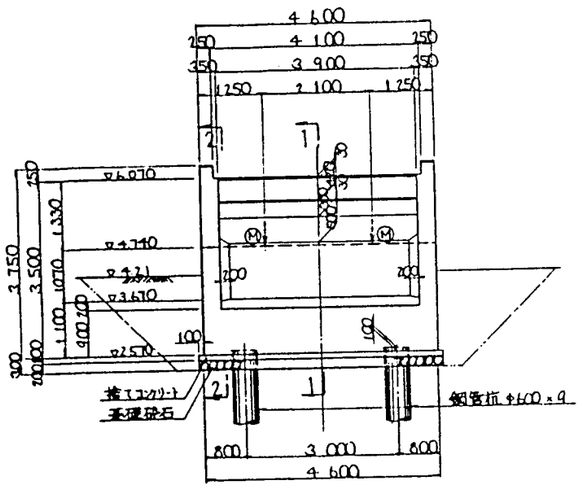


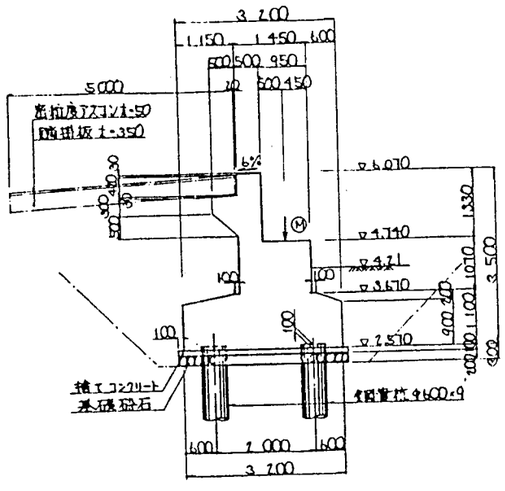
図　3－11　橋台橋脚断面図

Ⓐ1 橋台構造図　S＝1/50

正面図

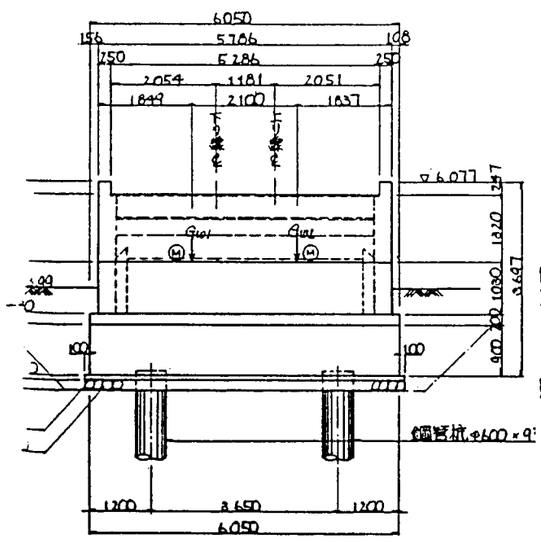


1－1断面図

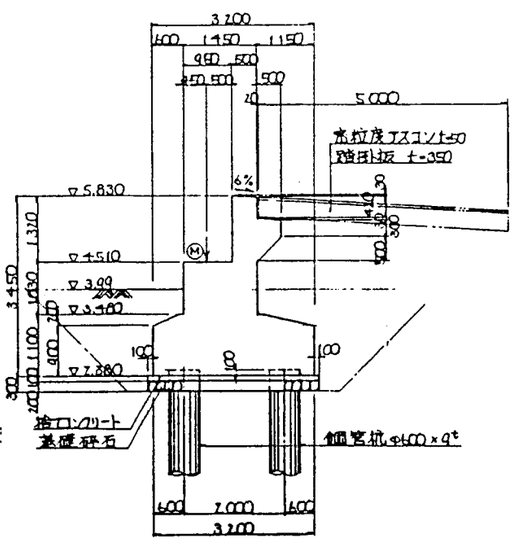


Ⓐ2 橋台構造図　S＝1/50

正面図



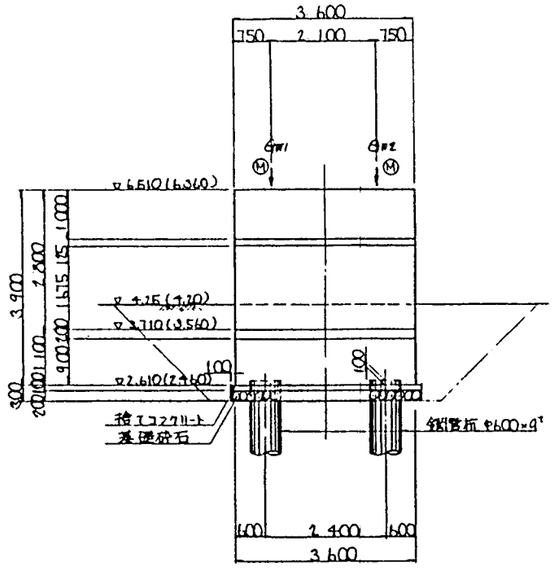
1－1断面図



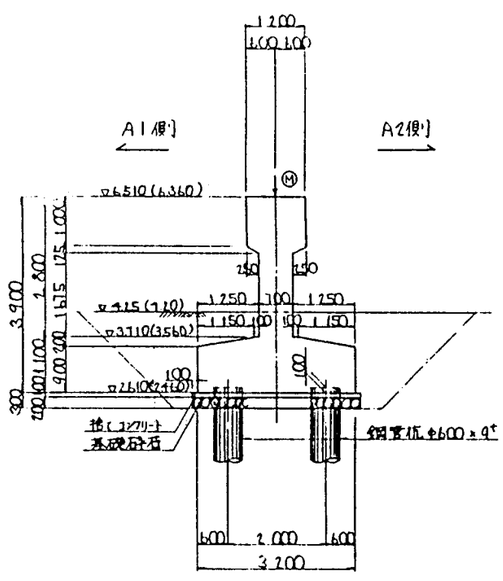
Ⓟ1（Ⓟ5）橋脚構造図　S＝1/50

（　）内標高はⒶ橋脚を示す。

正面図

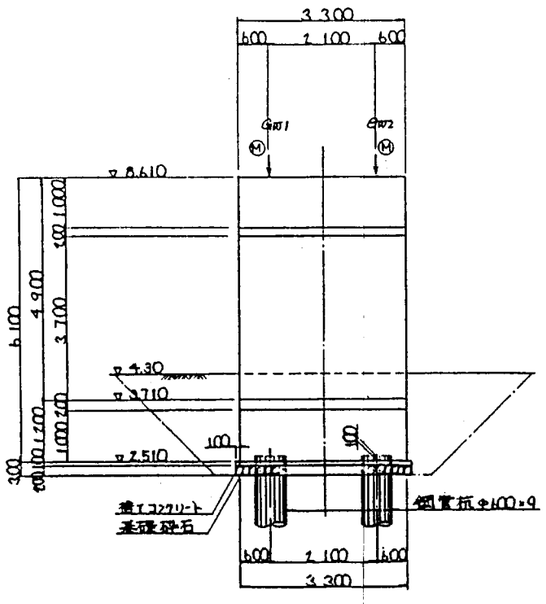


側面図



Ⓟ3 橋脚構造図　S＝1/50

正面図



側面図

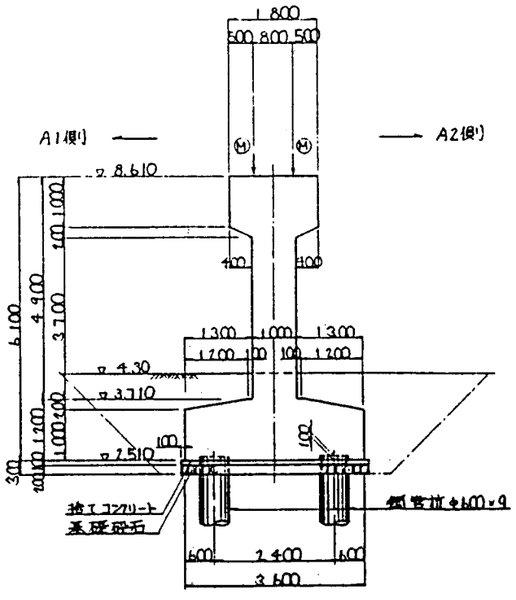
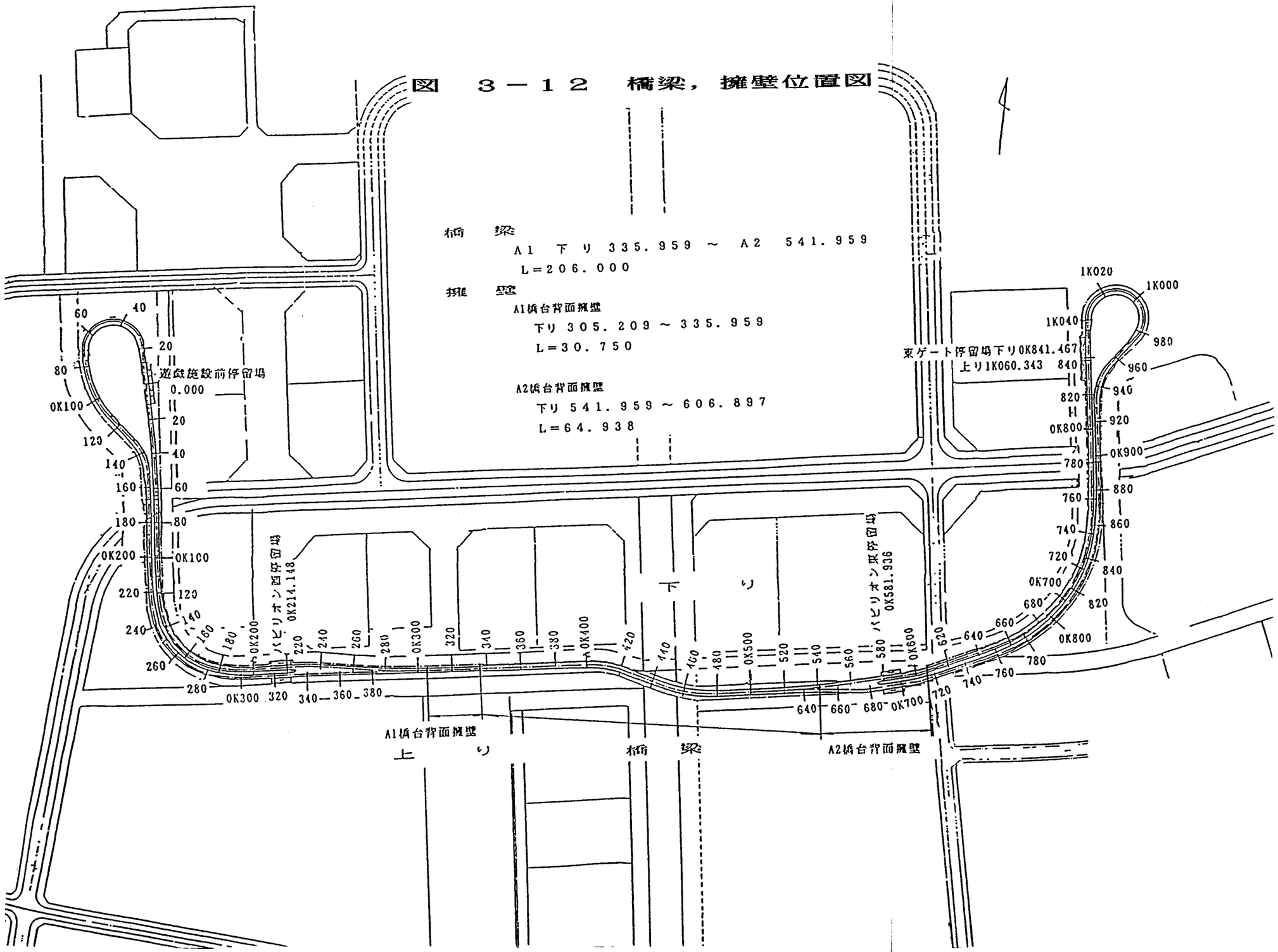


図　３－１２　橋梁，擁壁位置図



b. 上部構造物

上部工形式は３径間連続ＲＣ床版鋼製箱桁を使用し、A1橋台～P3橋脚が桁長99.3m、支間30.4m ＋37.8m ＋30.4m、P3橋脚～A2橋台が桁長105.6m、支間長33.4m ＋40.2m ＋32.0m、 総幅員が4.6mの構造形式である。主桁の断面力および変位の計算は連続格子構造（フィッシュモデル）として変形法による平面骨組構造解析プログラムで行った。

上部工のガイドウェイバス荷重による撓みについては、支間長が最大となるP4～P5間において最大荷重、最大撓み量となる空車２両連行（救援運転）時荷重で測定した結果、最大たわみ量はδ=11mm となり、計算値δ'=31.9mm、許容値δ a=67mm に収まる結果となった。測定結果は資料 3-1を参照。

図 3-9 参照。

3．2．3 軌道構造物

軌道構造物は走行路と案内軌条からなり、その代表的な断面を図 3-14 に示す。

1) 走行路

構造は鉄網(φ6,150×150)入りとし、厚さ15cm、標準幅3.1m、曲げ強度45kgf/cm^2 のコンクリート舗装とする。尚、案内軌条の取り付け部については鉄筋で補強するものとする。また伸縮継手は縦型歯形ジョイントを用いるものとする。走行路の構造及び公差は新交通システムと同等の乗り心地を確保するため以下に示す値を基準とする。図 3-15 参照

公差	水平狂い（水準）	左右差	8 mm	以下
	水平狂い長手方向変化量（ねじれ）	3 m で	3 mm	以下
	通り	3 m で	3 mm	以下
	通りの標準偏差値		σ = 1.20 mm	以下
	ジョイント部の段差		0.5 mm	以下
	ジョイント部前後の通り	1 m で	1 mm	以下
	すべり抵抗値（SR値）		65	程度

走行路幅は案内軌条幅と両案内軌条取付部よりなり構成を下図に示す。

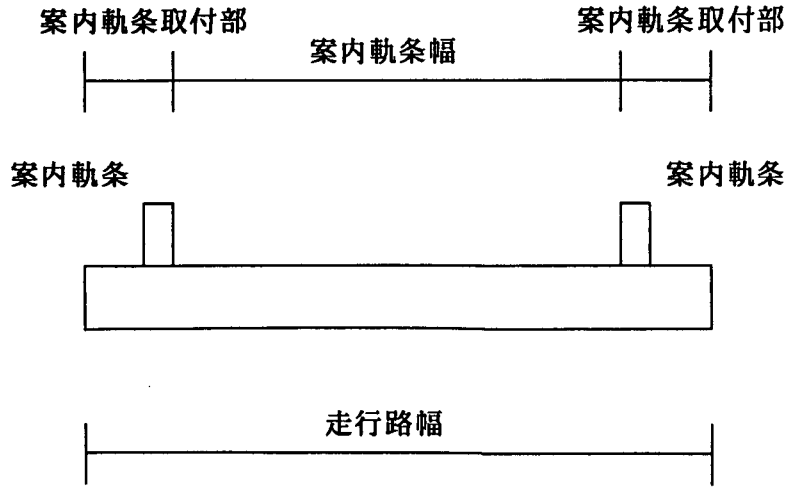


図　3－13

案内軌条幅はガイドウェイバス車両の特性により曲線に見合った内輪差分の拡幅をカーブの内軌側に必要とするため走行路幅は下記の如くとなる。

走行路幅	曲線半径	案内軌条幅	両案内軌条取付幅	計
	直線部	2500 ■■	600 ■■	3100 ■■
	R = 16 ■	3450	600	4050
	30	3000	600	3600
	40	2950	600	3550 ※ 1
	44	2950	600	3550 ※ 2
	60	2750	600	3350
	80	2700	600	3300
	80	2750	600	3350 ※ 3
	88	2750	600	3350 ※ 4
	500	2500	600	3100

§：※1、※2 はカント 7%　　※3、※4 はカント 5%

2）案内軌条

案内軌条は、車両の案内輪を介して車両を線形に沿って案内出来るようにするためのものであり、その構造としては、H形鋼製(150×150 ×7 ×10）と鉄板張りコンクリート製(厚さ 9㎜の鉄板張り）の２種類とした。図 3-16 参照

a. 案内軌条の種類による使い分け

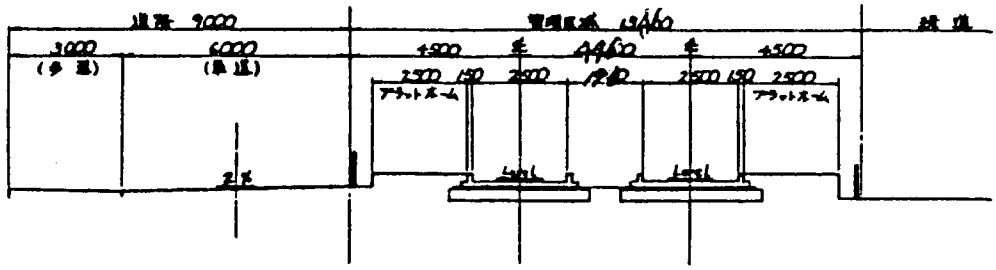
直線部、低速走行区間及び高速走行区間曲線部の内軌側（基本的に案内輪と案内軌条が接触しない）は鉄板張りコンクリート製とし、その他の区間については、施工精度の確保と寸法調整が可能なH形鋼製とした。

b. 案内軌条間隔（案内面間隔）

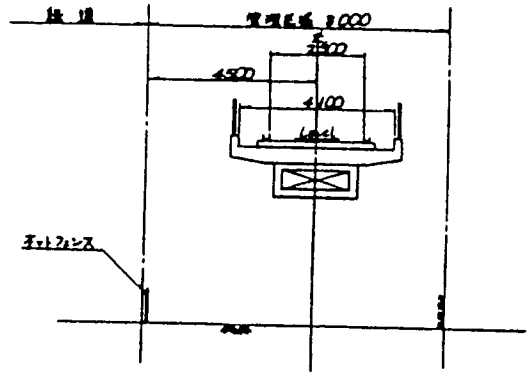
案内軌条間隔は、直線部の2500㎜が基準となるが、曲線部は車両の後輪がステアリングしないことから前輪との内輪差が発生するため、曲線半径に伴う内輪差及びカントの影響分を考慮して、次のように案内軌条間隔を内軌側に拡幅する。

曲線半径（m）	カント（%）	拡幅量(㎜)	案内面間隔(㎜)	備考
16	0	950	3450	
30	0	500	3000	
40	7	450	2950	
44	7	450	2950	
60	0	250	2750	
80	0	200	2700	高架部
80	5	250	2750	
84	5	250	2750	
500	0	0	2500	
直線	0	0	2500	

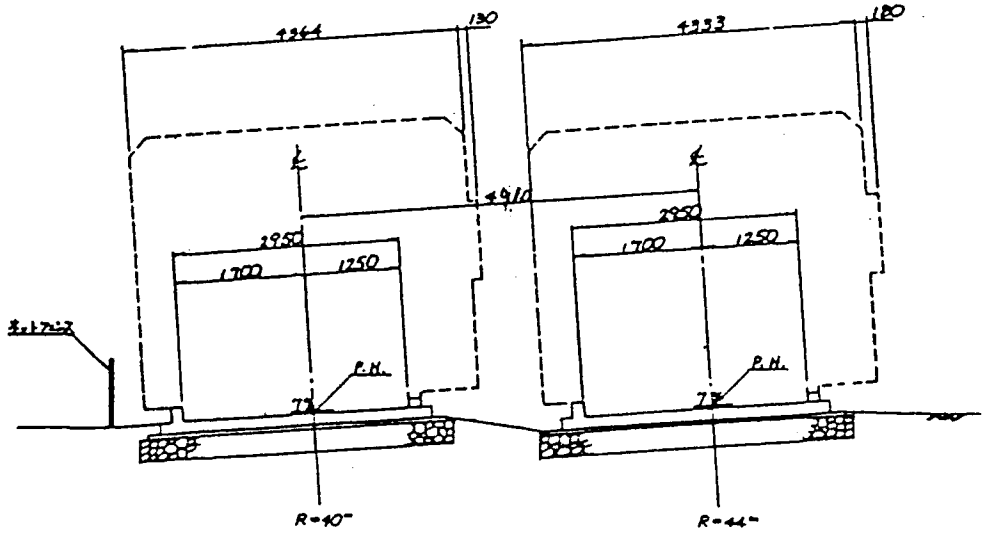
図　３－１４　軌道断面一般図



軌道地上部

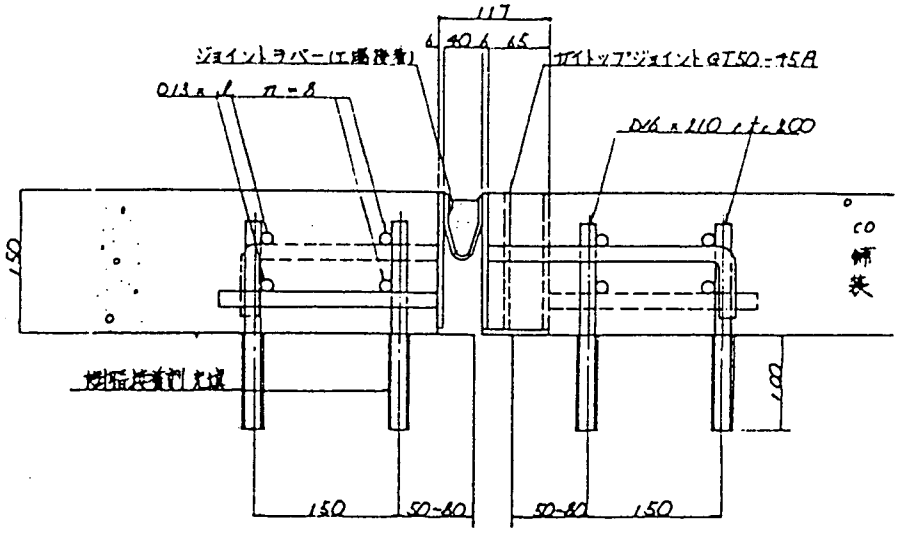


軌道高架部



軌道地上カント部

図　３－１５　走行路伸縮装置図



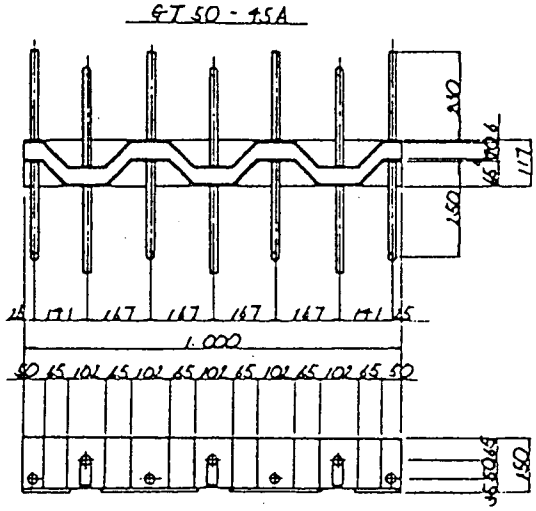
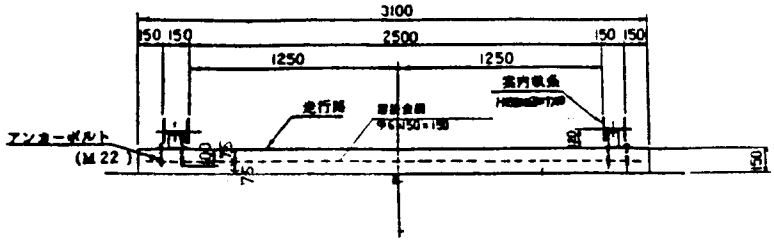
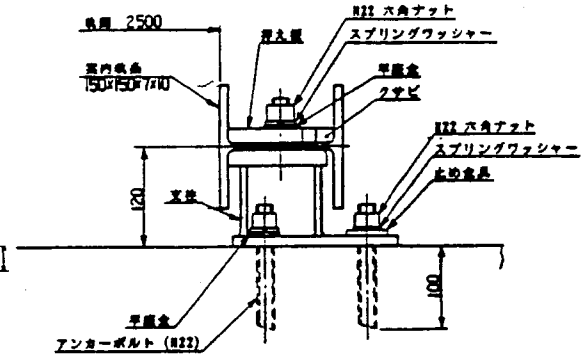


図　３－１６　軌道及び案内軌条断面図

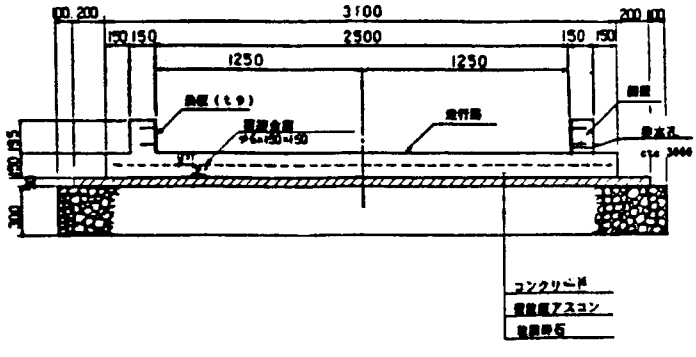
鋼製案内軌条

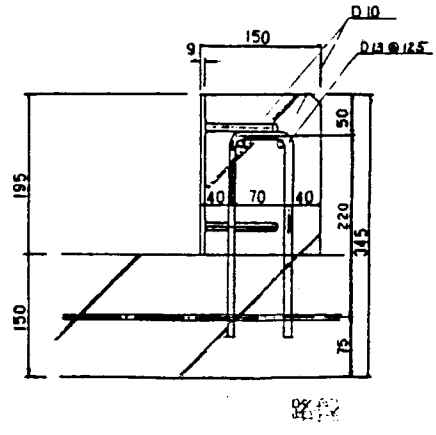




断面図

コンクリート製案内軌条





断面図

c. 公差

案内軌条の精度は、車両の走行性及び乗り心地に大きく影響するため、土木研究所における実験結果及び新交通における案内軌条の精度を参考にしてつぎのように設定した。

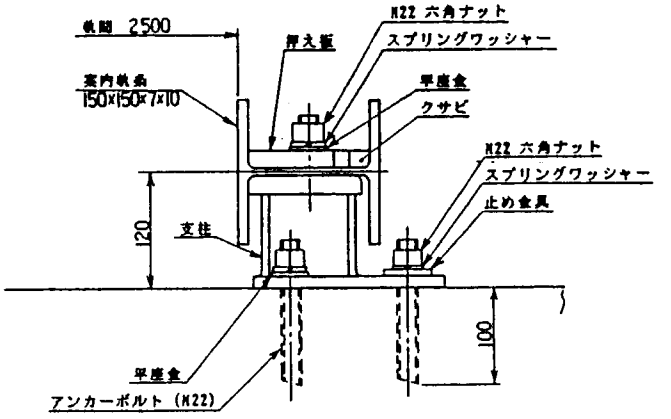
項　目	標　準	公　差	備　考
案内面間隔	直線　2500 mm 曲線　2500～ 3450 mm	0 ～＋10 mm 0 ～＋30 mm	
高　さ	195　mm	± 5 mm	
案内面の 3 m 間における通り		R=40 m　以上は　± 3 mm R=30 m　以下は　± 6 mm (低速部)	曲線部外軌側のみ測定

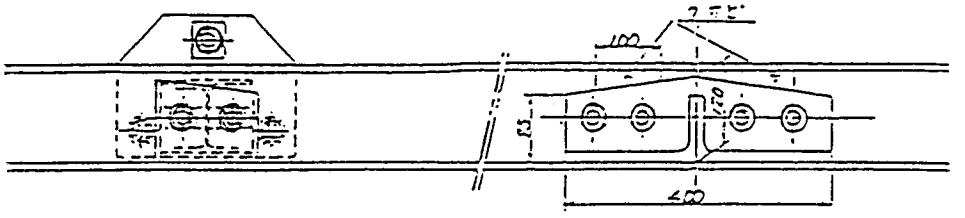
d. 案内軌条の構造

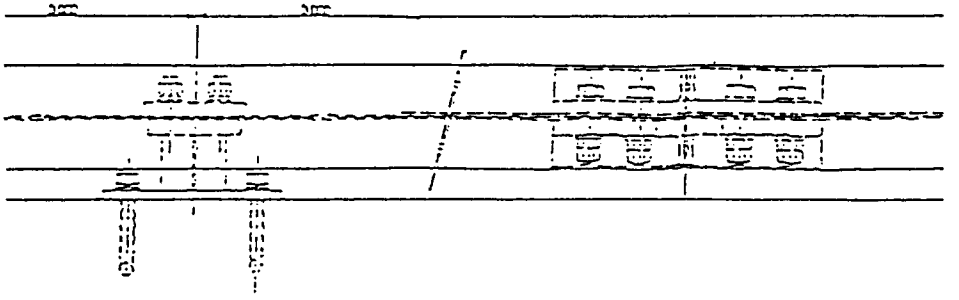
イ. H形鋼製案内軌条

案内軌条として、入手が容易な標準形鋼のH 150×150 ×7 ×10を使用し、標準長さは乗り心地及び施工上継ぎ目を少なくするため最大長の15 mとした。支持方法は案内軌条限界高さの200mm 内に収まるよう図 3-17 に示すような下方支持方式とした。また支柱の取り付けは精度を確保するため後打ちアンカー方式とした。

図　３－１７　Ｈ鋼製案内軌条







Ⅱ. コンクリート製案内軌条

コンクリート製案内軌条の採用は案内軌条の低廉化を第一の目的としたものである。構造は鉄筋コンクリート製とし現場打設方式で設置することとした。　強度としては案内輪からの横荷重 2.2ｔに耐えられる設計となっている。なお、案内面側には厚さ 9 ㎜,高さ195 ㎜の鉄板を張り付けた構造としているが、これは建設省土木研究所での実験結果を基としている。また、走行路の排水を考慮して必要な箇所に排水口として案内軌条の下部に長方形（ 50 ×80 ）の穴を設けた。走行路の伸縮継ぎ目と同様に案内軌条にも伸縮装置が必要であるが既存のものがないので図 3-19 に示すような 20 ㎜の遊間を有する伸縮装置を新たに製作し設置することとした。

仕様などについては以下とした。図　3-16、3-18　参照

コンクリート強度	280 kgf/cm^2	
鉄筋	SR	φ 6 ㎜
	SD	D 13
鉄板	SS	厚さ 9 ㎜、高さ　195 ㎜
伸縮装置	SS	厚さ 9 ㎜、高さ　195 ㎜、長さ300 ㎜
	SS	厚さ 9 ㎜、高さ　195 ㎜、長さ140 ㎜

図　３－１８　コンクリート製案内軌条と走行路

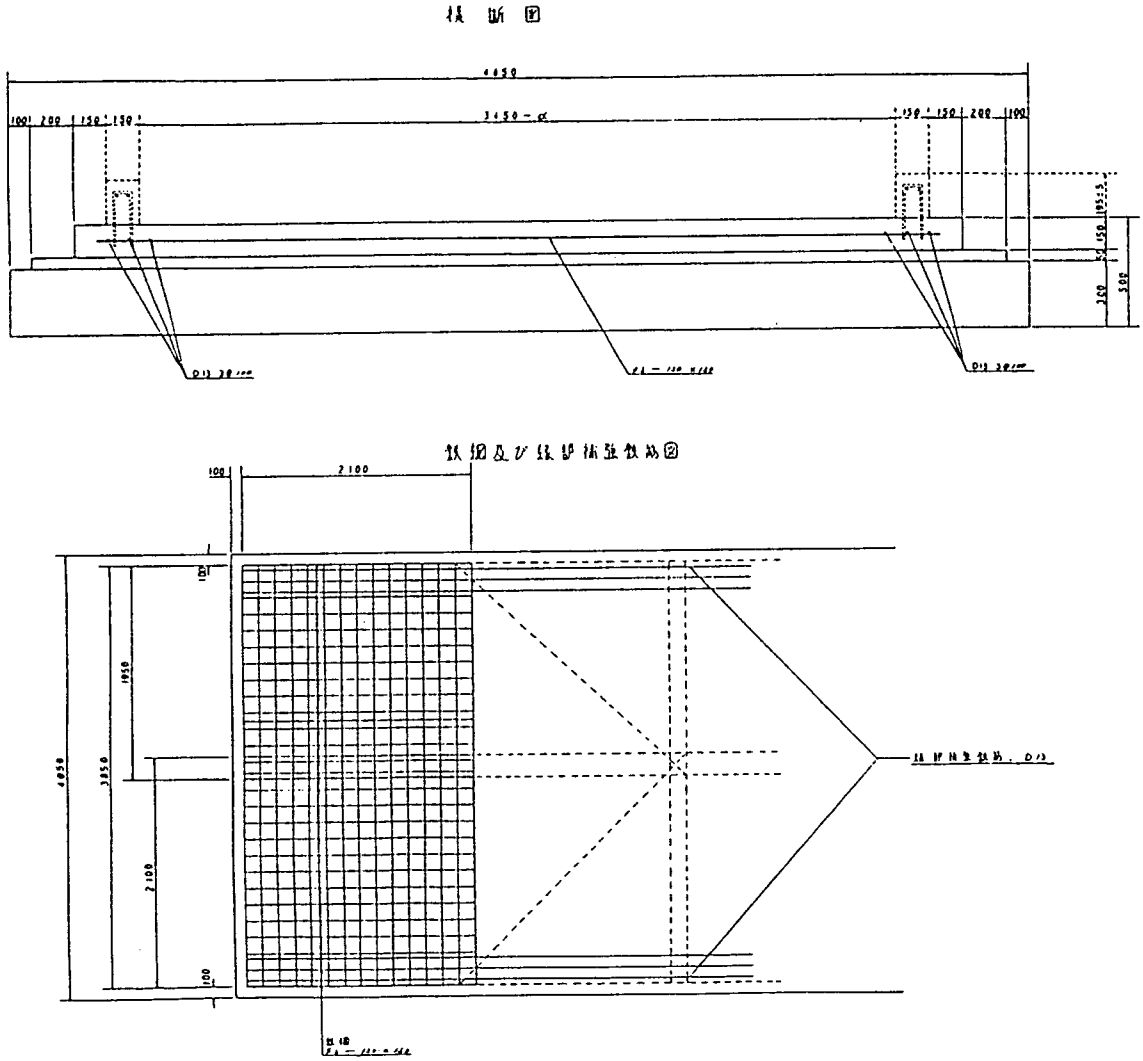
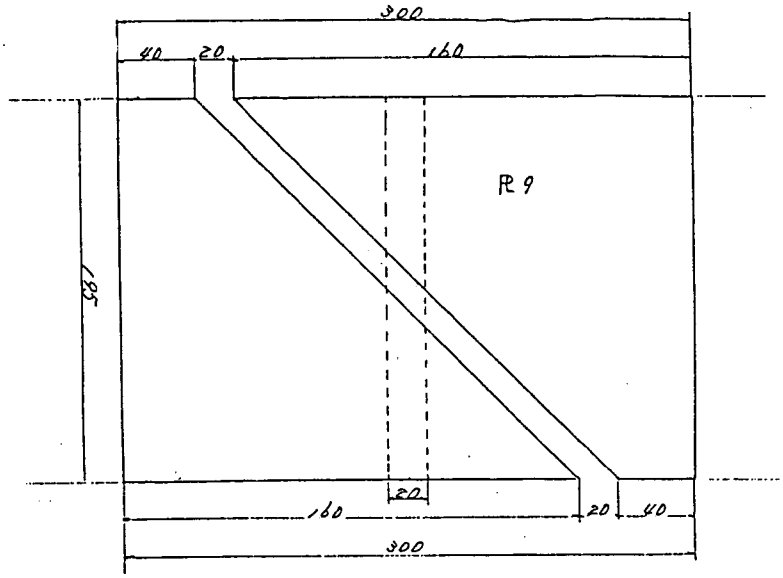
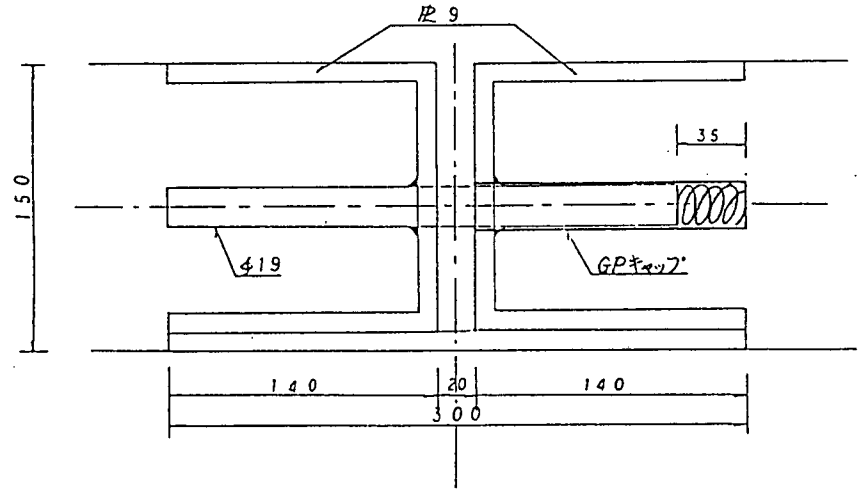


図　３－１９　ＲＣ案内軌条ジョイント図



伸縮装置



3）分岐

単線軌道より複線軌道への移行部では分岐を必要とするが車上分岐方式を採用したため、地上には特別な施設は必要とせず、分岐部は非常に単純な形式となる。図　3-20に示すように、左側の案内軌条に案内輪を押し付けて分岐する方式のため、左側の案内軌条のみで構成される。

３．２．４ 付帯設備工

1）停留場

両端末停留場（遊戯施設前、東ゲート）は、乗降時に混雑が予想されることから乗車場と降車場を分離することとした。乗降場の面積は需要量の予測から端末、中間駅とも2.8m×10m とした。ホームには危険防止のため軌道側にパイプ棚を設置することとし、屋根は美観を考慮して FRP製とした。また、身障者のために階段のほかスロープを設けた。図　3-21　参照

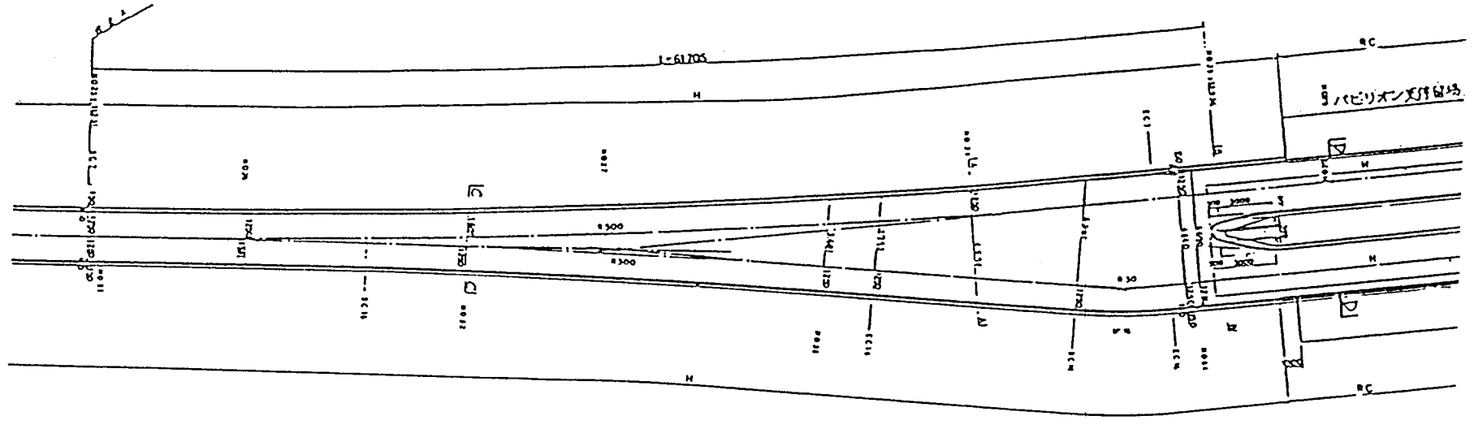
2）車庫及び車両検査修繕施設

車庫及び車両検査修繕施設は、遊戯施設前のループ内に設けることとした。

車庫の面積は4 両の車両が留置できるよう24 m×20 mのスペースとし、全面アスファルト舗装とした。車両検査修繕施設の建屋は16 m×7 m で高さ 5 mのシート張り構造とした。ピットは、鉄筋コンクリート製で13.4 m×1.0 m で深さ1.2 m とした。また、端部には階段を設け底部に湧水対策として集水枡を設置した。図　3-22　参照。

図　３－２０　分岐部

パビリオン東停留場分岐部



パビリオン西停留場分岐部

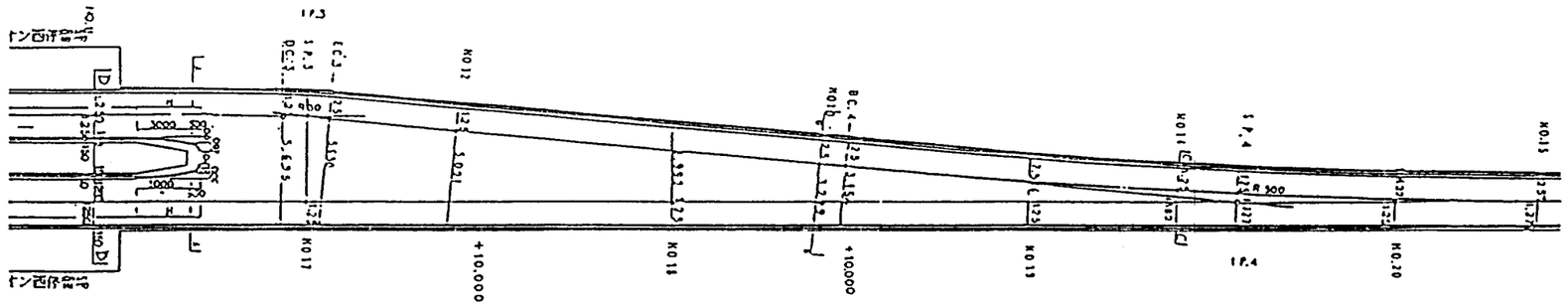
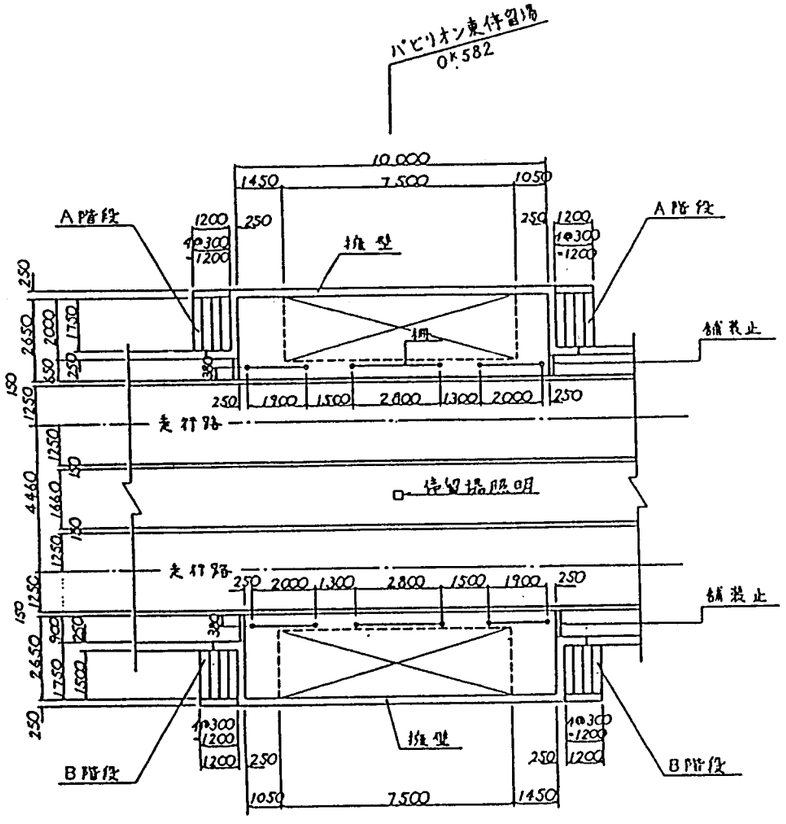


図　3－21　停留場図

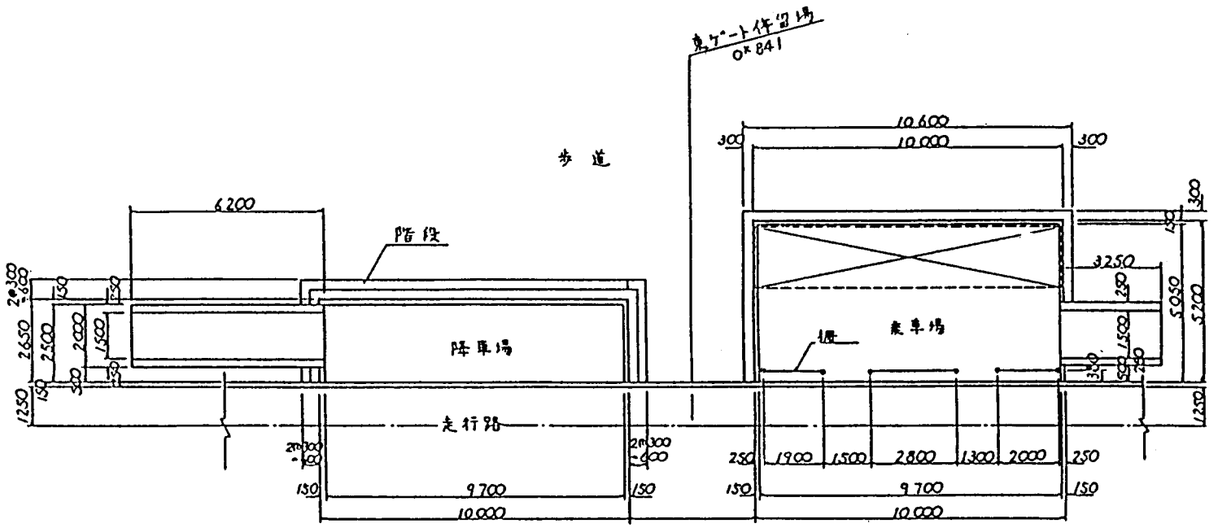
バビリオン東停留場平面図

平面図



東ゲート停留場平面図

平面図



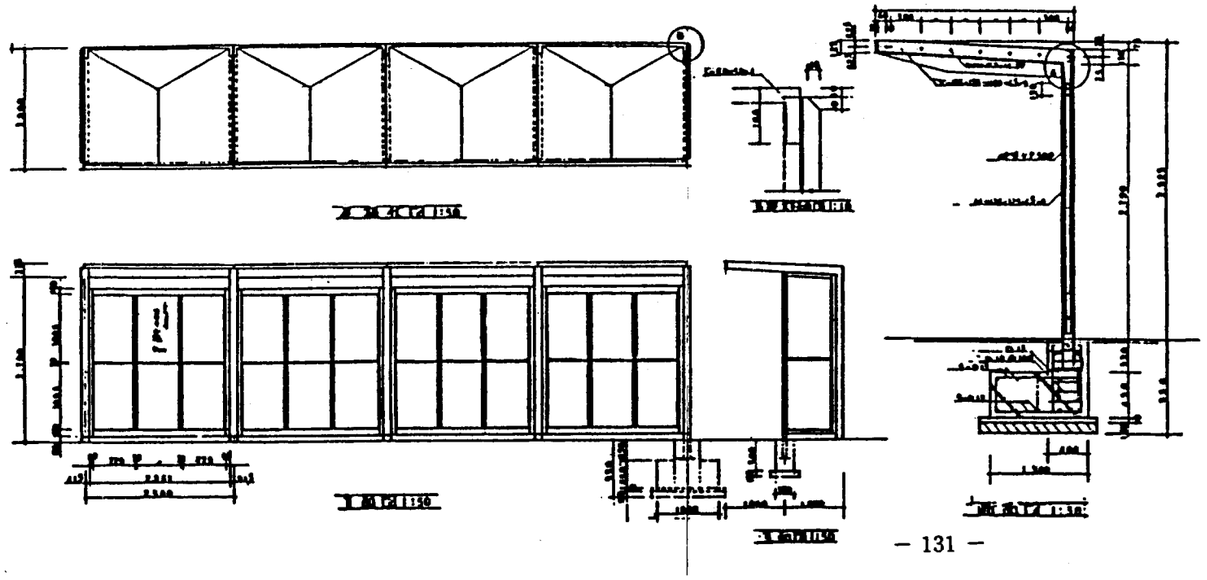
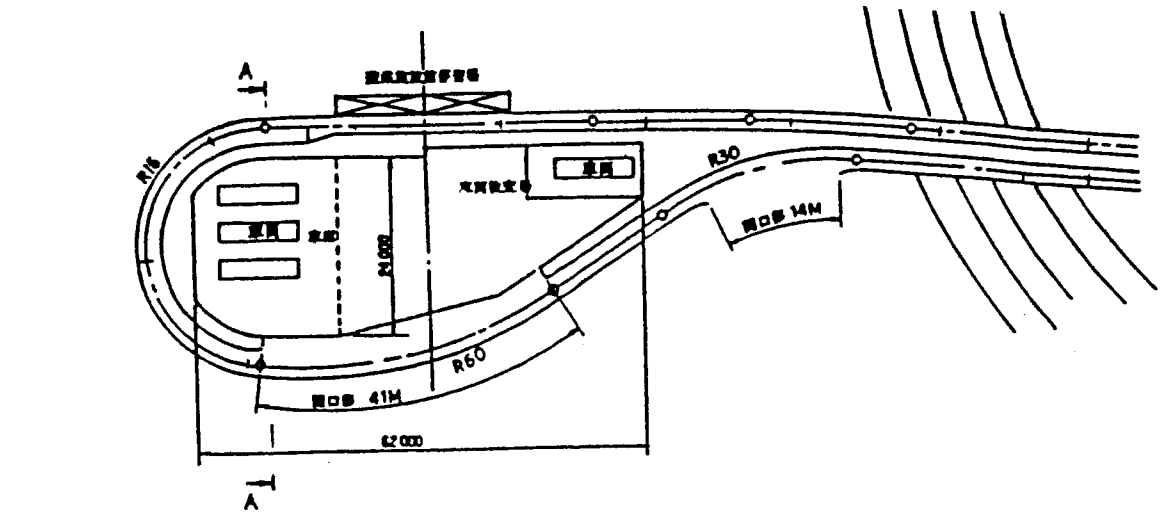
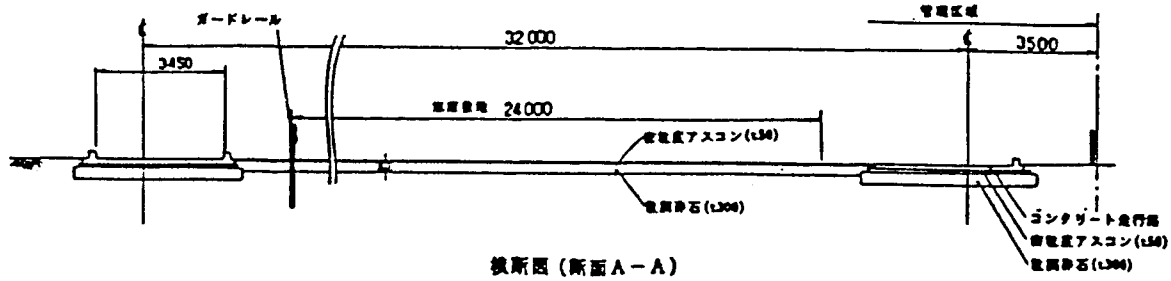


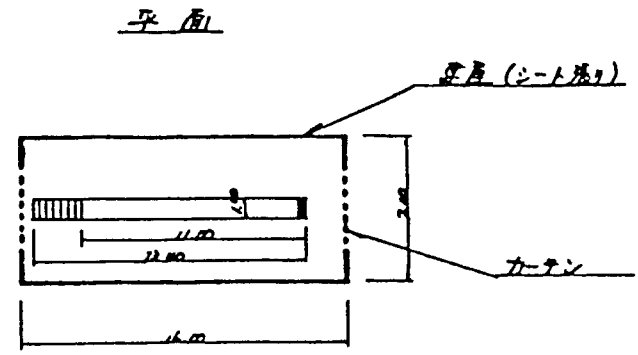
図　３－２２　車庫及び車両検査修繕施設図

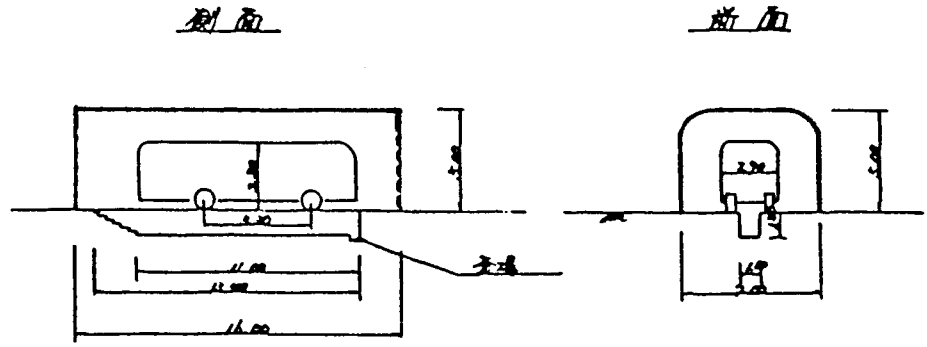




横断図（断面Ａ－Ａ）

車両検査修繕施設





3．3 施工

全体工事の施行順序を下図に示す。

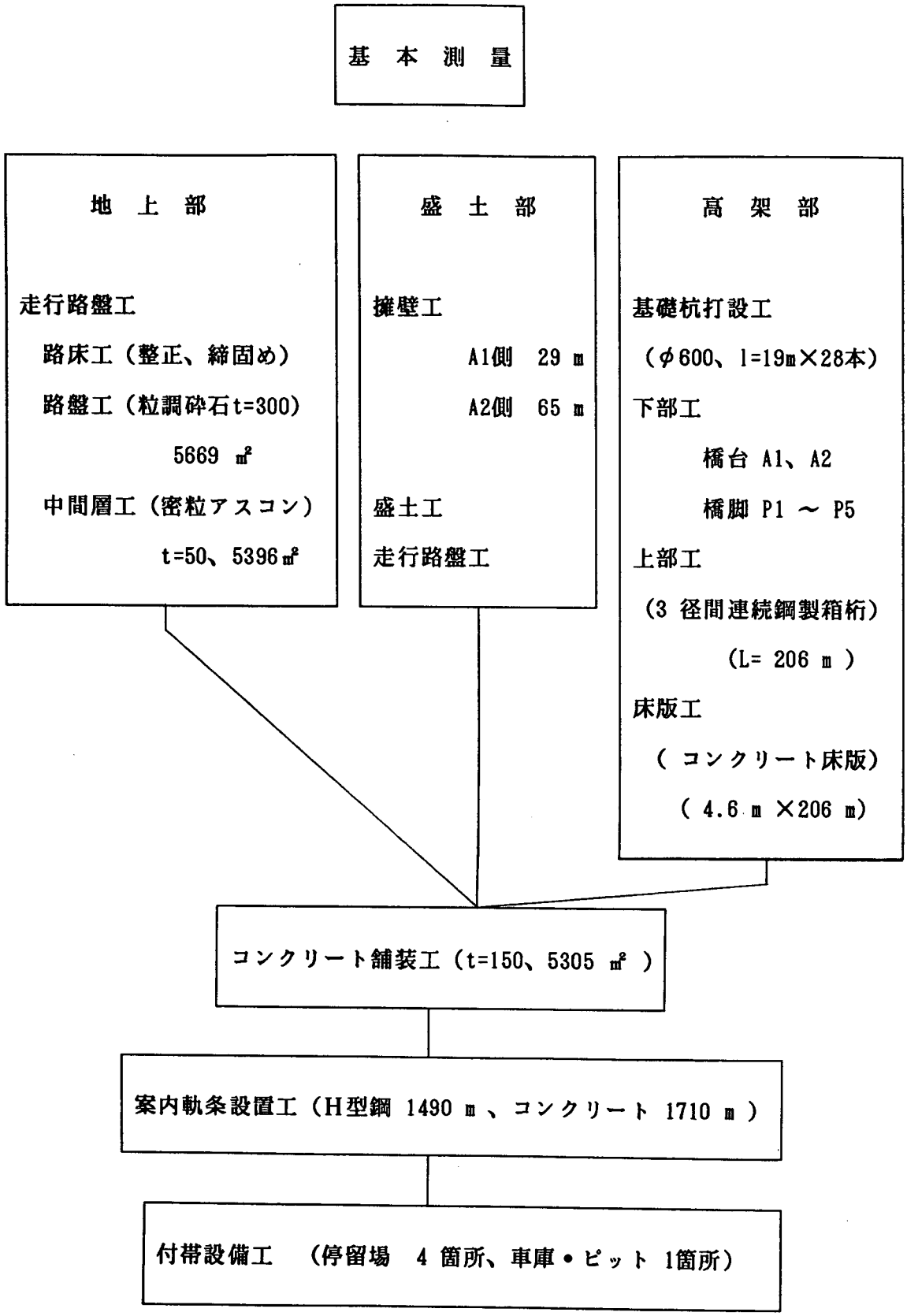


図 3－23

3．3．1 一般構造物

1）地上部

a．路床工

高さ検測を行いながら不陸整正をモーターグレーダで行い、タイヤローラ及びビブロプレート等で入念に転圧を行った。仕上げは設計基準高の±5 cm以内の範囲になるよう行った。施工状況を写真 3-1、3-1'に示す。



写真 3-1

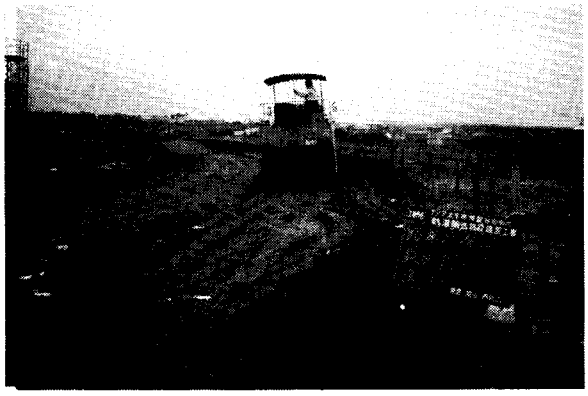


写真3-1'

b．路盤工

粒調砕石の敷均しは、一層仕上げとし、モーターグレーダによって整正した後タイヤローラで転圧を行った。その後高さ測定を行い、再度グレーダによって整正し、タイヤローラで転圧をおこなった。仕上げは鉄輪ローラや振動ローラを使用して十分転圧を行い、設計基準高の±5 cm以内、厚さは設計30 cmで3 cm以内の範囲に入るように行った。施工状況を写真 3-2、3-2'に示す。

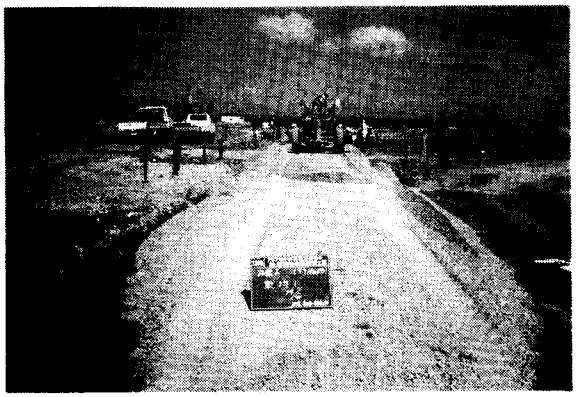


写真 3-2

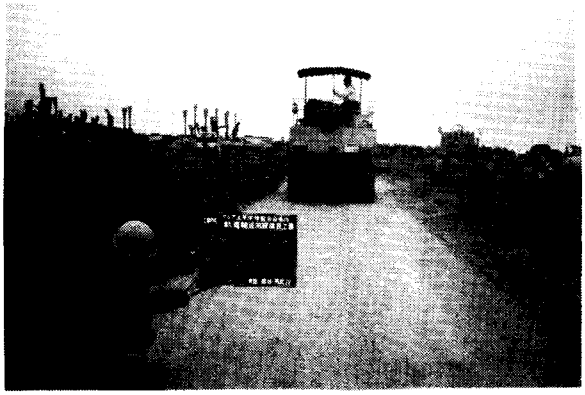


写真3-2'

c．中間層工

密粒アスコンの敷均しは、アスファルトフィニシャを使用し、拡幅部はコールドジョイントで施工した。一次転圧は鉄輪ローラで行い、二次転圧をタイヤローラで転圧し締め固めを行った。仕上げは設計縦横断形状に正しく整形し、厚さ管理は設計厚さ50㎜に対して計測点10個の平均が－3.0㎜ 以内となるように施工を行った。施工状況を写真 3-3、3-3'に示す。



写真 3-3

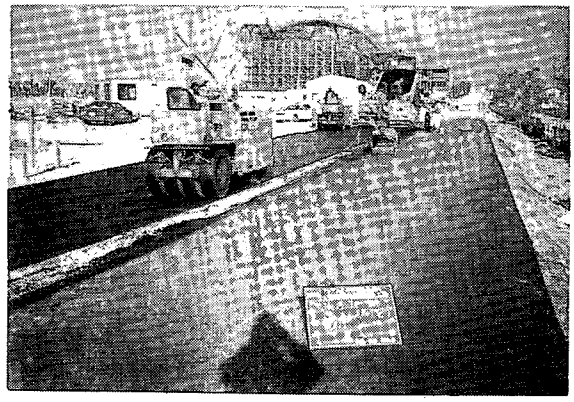


写真3-3'

2）盛土部

盛土部は地上部から橋梁部へのアプローチ部であり、盛土の両側は土留め擁壁となっている。擁壁の施工については、福岡県の土木工事技術管理基準に準じて行った。盛土については、一層撒きだし厚さ30cmとし、タイヤローラで入念に転圧を行いながら施工した。仕上げは、地上部路床工に準じて設計基準高±5 cm以内の範囲になるように行った。施工状況を写真 3-4、3-4'に示す。

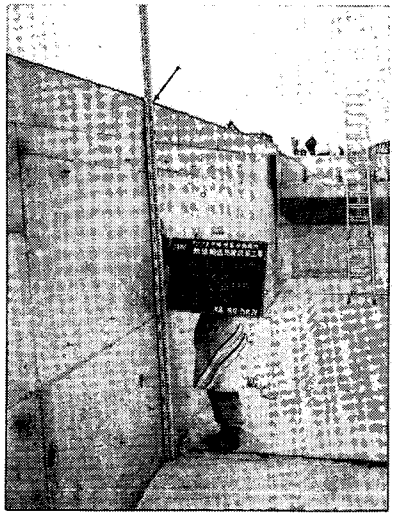


写真 3-4

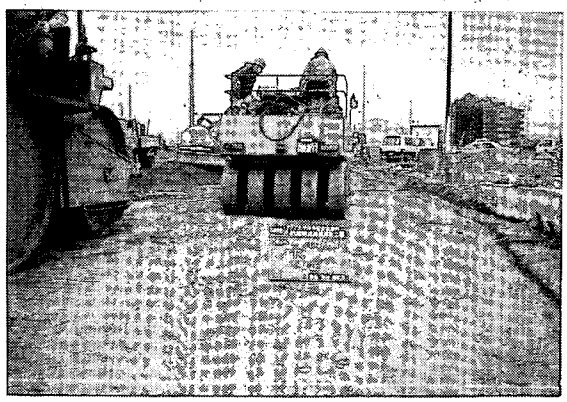


写真3-4'

3）橋梁部

a．基礎杭打設工

当地域では振動騒音対策を必要としたことから、杭の打設はプレボーリング併用油圧ハンマによる無振動無騒音工法を採用した。鋼管杭(φ600、l=19m)は設計支持層である第三紀層砂岩に打ち込み支持力の確認をリバウンド管理によっておこなった。施工状況を写真 3-5、3-5'に示す。



写真 3-5



写真3-5'

b．下部工

下部工の施工は、鉄筋コンクリート製の逆Ｔ式橋台２基と張出し式橋脚５基である。施工方法及び管理基準は福岡県の土木工事技術管理基準に準じて行った。施工状況を写真 3-6、3-6'に示す。



写真 3-6



写真3-6'

c．上部工

鋼製箱桁は、ピース毎に工場で製作・組立を行い、現地にトラック輸送した後、予め組み上げたベントの上にクレーンによって順次吊り上げ、締め付け管理を行いながら高力ボルトで連結させ、３径間連続鋼製箱桁を形成した。

架設に際しては、架設前、中、後にも位置、高さ、撓み等の測量管理を十分に行い施工誤差を極力少なくするように努めた。また、塗装は下塗りに鉛系錆止め塗料を、上塗りにフタル酸樹脂塗料を用いた。塗装方法は、刷毛塗り及びエアレススプレイ塗りとし、塗り残し、ムラ等のない均一な厚さに塗布するようにした。特に高力ボルト頭の部分は塗り残しのないように十分注意した。施工状況を写真 3-7、3-7'に示す。

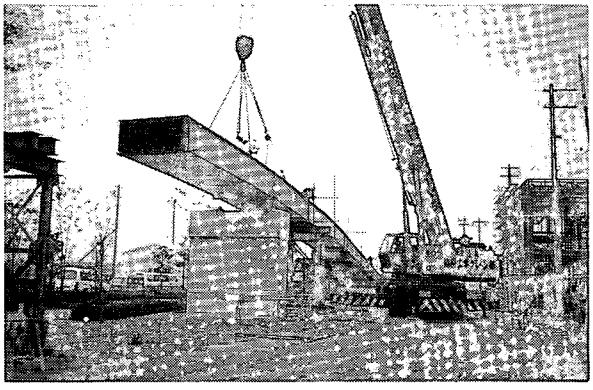


写真 3-7

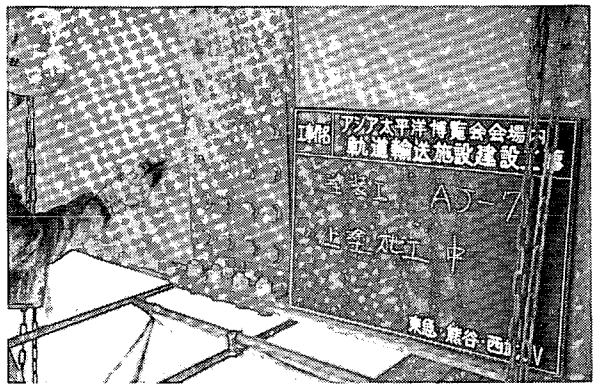


写真3-7'

d．床版工

床版張出部は、型枠・支保工によってコンクリート打設を行うが、打設中においても型枠のはらみ、モルタルのもれ、接続部のゆるみ等を常に点検し、施工を行った。型枠の組立においては、構造物が所定寸法になるように桁架設をも含めた累積誤差を考慮して行った。コンクリートの打ち込み作業にあたっては、鉄筋の配置を乱さないように注意することとし、コンクリートは材料分離を避けるために出来るだけ移動させないよう配慮した。なお、コンクリートの養生は、打設後最低温度を確保し、急激な温度変化、荷重載荷、衝撃等を受けないよう十分注意した。コンクリートの硬化が始まったら散水し、養生マットにてコンクリートの表面を覆い、5 日間程度の湿潤養生を行った。施工状況を写真 3-8、3-8'に示す。

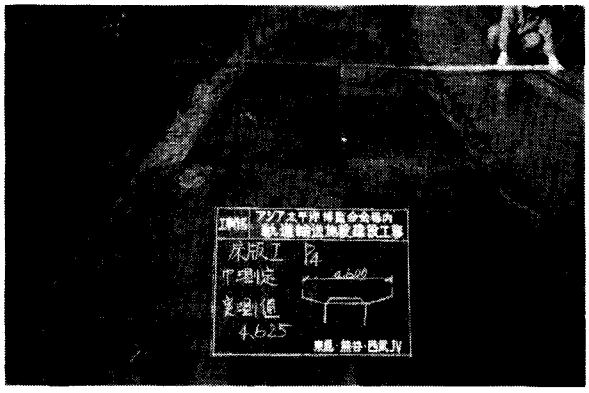


写真 3-8

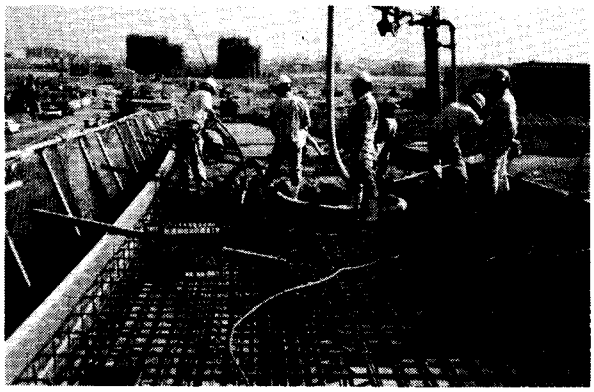


写真3-8'

3．3．2 軌道を形成する構造物

1）走行路

走行路の施工は、基本的に従来の新交通システムと同様である。施工順序を下図に示す。

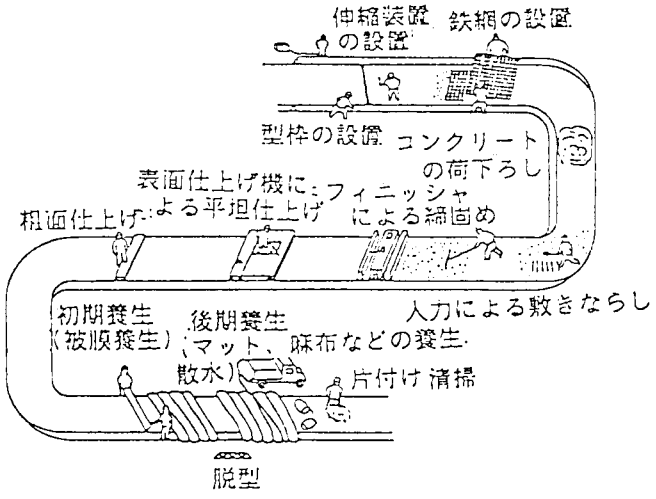


図 3－24

型枠は、鋼製型枠を使用し、カント部に対応するため微調整ボルトを取り付け、高さ調整を可能にし、セパレータ及びジャッキサポートによって堅固に固定した。また、舗装時における作業空間が狭小なため、フィニッシャー及び表面仕上げ機の走行レールは鋼製型枠を兼用した。伸縮装置は、縦型歯形式ジョイントを採用した。これは圧縮時に平坦性を損なう表面ゴムの盛り上がりが無く走行性と耐久性に優れているからである。舗装工は、曲げ強度45kg/cm^{2}のレディミクストコンクリートを使用し、人力で荒ならしした後コンクリートフィニッシャによって締め固め整形を行った。整形後、表面仕上げ機で平坦性を満足するよう平滑に仕上げ、表面の水光りが消失した後、すべり抵抗値(SR 値)65 程度を目標にブラシで粗面仕上げを行った。なお、曲線半径16m 及び30m 部は機械施工が不可能で手仕上げとなり、若干施工精度に問題が残った。しかし、全線を通じてのプロフィルメータによる標準偏差は1.1mm であり、規格値1.2mm 以下の施工精度を満足するものであった。施工状況を写真 3-9、3-9'に示す。試験結果は資料 3-2を参照

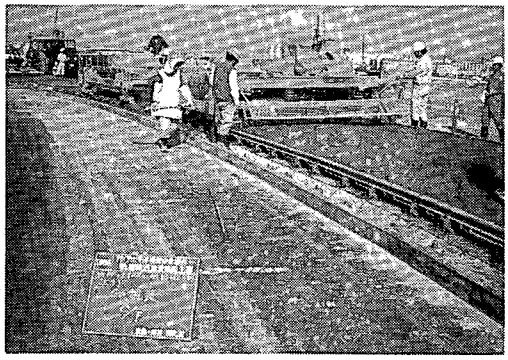


写真 3-9

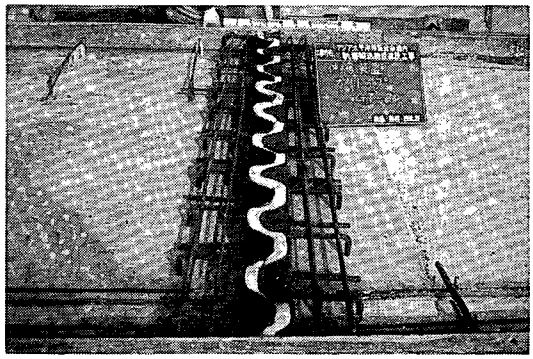


写真 3-9'

2) 案内軌条

a. H型鋼製案内軌条

H型鋼製案内軌条は、走行路施工後下方支持装置を介して走行路上に取り付けられるため、先ず支柱用アンカーボルト位置を中心線を基準に決めた。支柱用アンカーボルトは施工精度を確保するため、走行路の施工後設置する後

打ちアンカーボルト方式とした。支柱用アンカーボルトの位置に合わせて支柱を設置した後、H型鋼を取り付け寸法調整を行った。次ぎに最終確認として、車両の軌道内走行をして再度の寸法調整を行い、設計の項で述べた施工公差内に収まっていることを確認した。施工状況を写真 3-10 、3-10' に示す。



写真 3-10



写真 3-10'

b. コンクリート製案内軌条

コンクリート製案内軌条の施工もH型鋼製案内軌条の施工と同様に走行路施工後に行うこととした。先ず、軌道中心線を基準に内型枠（鉄板厚さ 9㎜、高さ195 ㎜を兼用）の位置を決め、鉄筋を所定の位置に組立てた後、内型枠とした鉄板を鉄筋に溶接して、軌道・通り・立ち等の精度を確認し固定した。次に、外型枠（木製）を固定した後コンクリート打設を行った。コンクリート打設は生コンクリートをアジテータトラックで打設場所まで運搬し、人力で投入し、棒バイブレータで締め固めた。上部表面は金コテ等を使用して仕上げた。なお、養生はコンクリートの硬化を十分行わせるためマット養生とした。さらに、H型鋼製案内軌条の施工と同様に最終確認として、車両の軌道内走行をして走行上問題がある所については、グラインダで削るなどの補修を行った。施工状況を写真 3-11 、3-11' に示す。

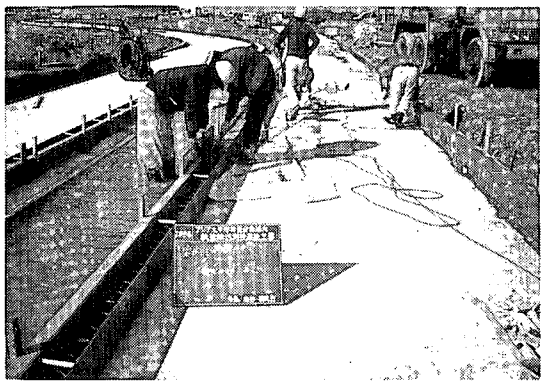


写真 3-11

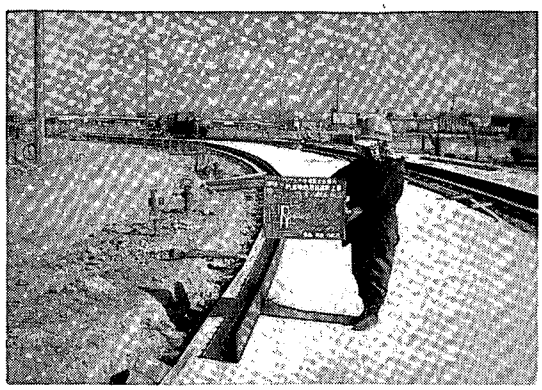


写真 3-11'

資料　３－１　橋梁撓み測定結果

出典

（財）アジア太平洋博覧会協会：「橋梁たわみ試験結果報告書」、1989.2.

項　　目

1．測定位置

2．載荷荷重

3．車両載荷位置

4．測定方法

5．許容たわみ量

6．測定結果

添付資料

資料1　　橋梁部一般図

資料B　　計量証明書

資料C　　測定写真集

１．測定位置

最大スパン　　Ｌ＝４０．２ｍ（Ｐ４～Ｐ５）

Ｐ４より２３．０ｍ地点（設計計算書(S63.5)による最大たわみ発生地点とする。）

※添付資料Ａ参照

２．載荷荷重

最大荷重、最大たわみ量となる、空車２両連行時（救援運転時）荷重とする。

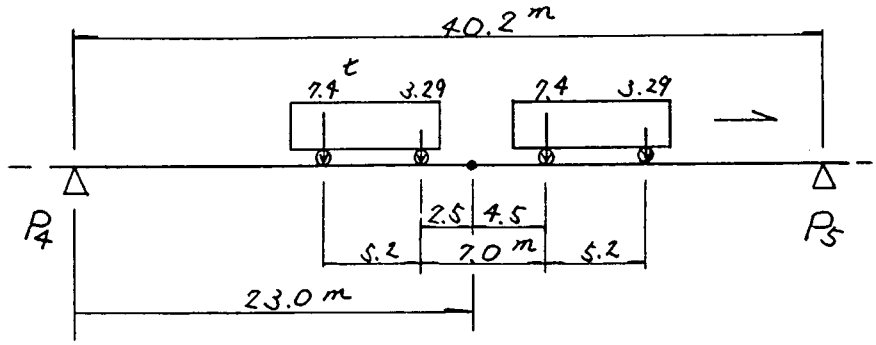
車両重量　　１０．６９ｔ　（前軸３．２９ｔ、後軸７．４ｔ）

２両連行重量　　２×１０．６９＝２１．３８ｔ

※添付資料Ｂ参照

３．車両載荷位置

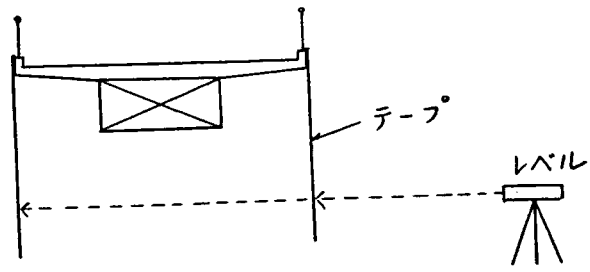
最大たわみが発生する載荷位置とする。



４．測定方法

地覆の左右からテープを

下げ、たわみ量を測定する。



5．許容たわみ量

アジア太平洋博覧会会場内軌道輸送施設構造物設計指針３－１より、許容たわみ量δ_aは、

$$\delta_a = \frac{L}{24000/L} \qquad (10m < L < 40m)$$

$$\delta_a = \frac{L}{600} \qquad (L > 40m)$$

$\therefore \delta_a = 67mm$

6．測定結果

次表による。

測定年月日：平成元年１月２０日

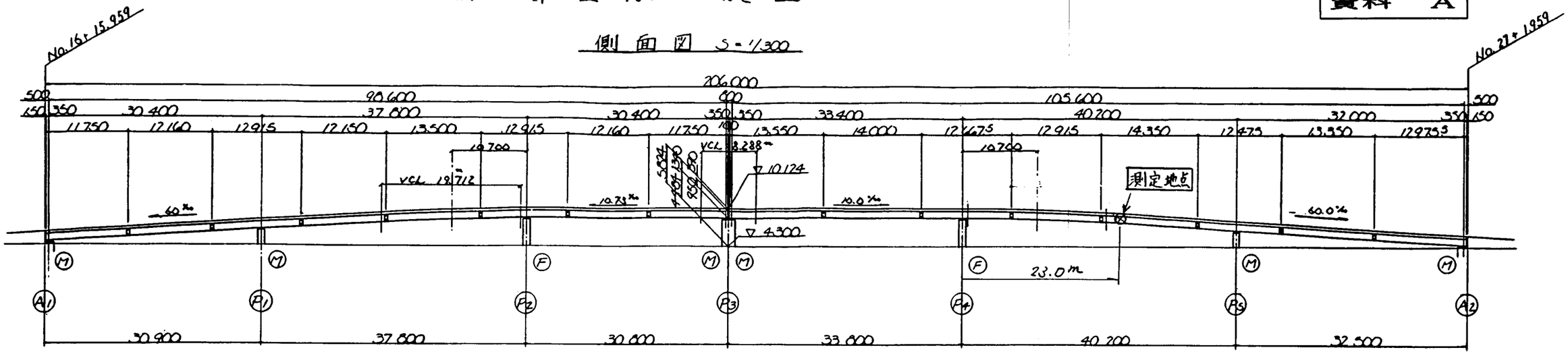
測定結果表　　単位mm

測定値δ			計算値δ'	許容値δ_a	$\delta/L < \delta_a/L$
左	右	平均値			
10	12	11	31.9	67	$\frac{1}{3654} < \frac{1}{600}$

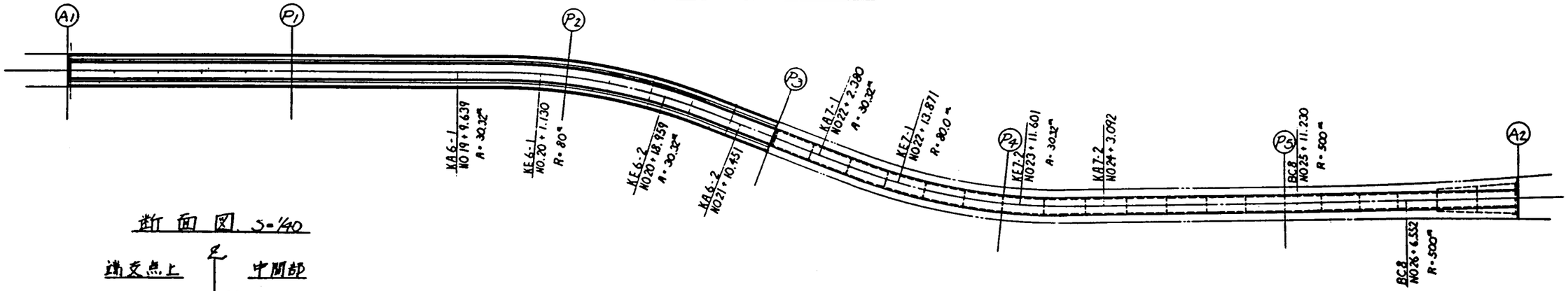
橋梁部全体一般図

資料 A

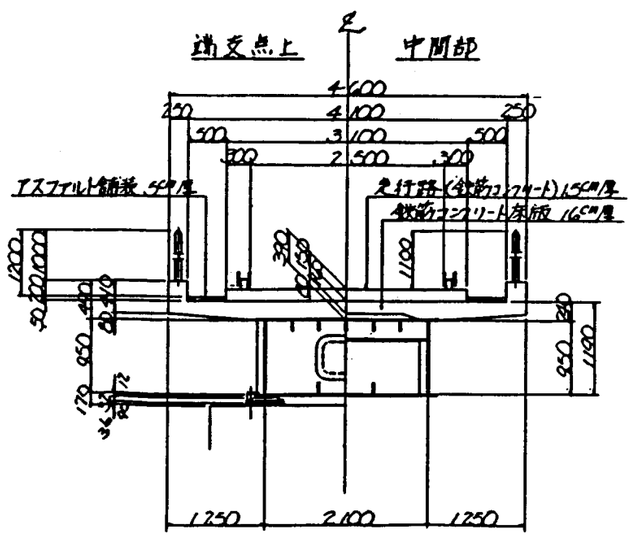
側面図 S=1/300



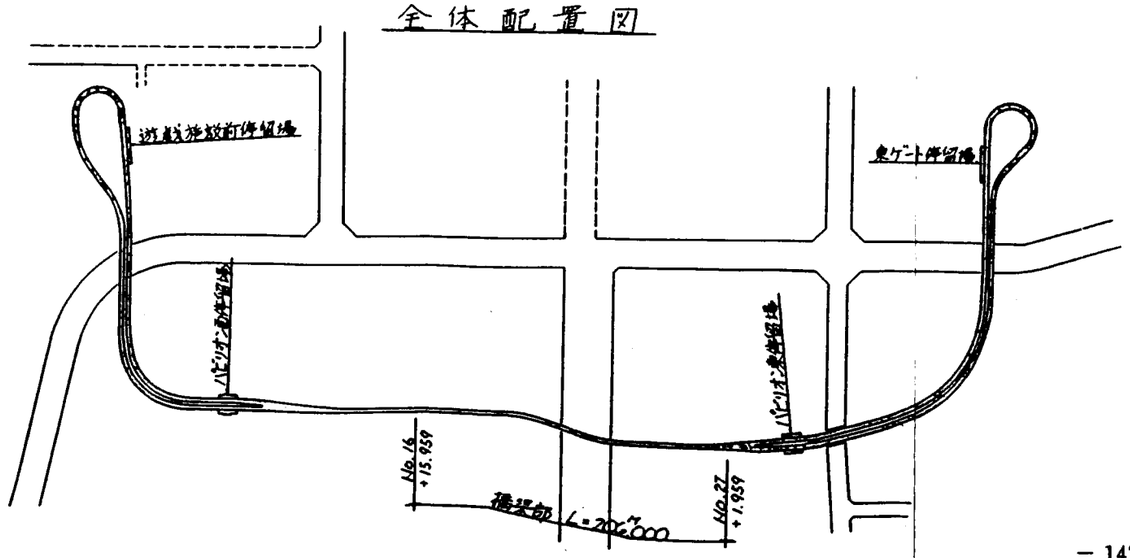
平面図 S=1/300



断面図 S=1/40



全体配置図



工事名	アジア太平洋博覧会場内 鉄道橋道路建設工事
図面名	橋梁部橋脚上部構造設計図
図面番号	7-1-1 その内
昭和63年 月 日	
主任技術者	
(財) アジア太平洋博覧会協会	

工事名	アジア太平洋博覧会場内 鉄道橋道路建設工事
図面名	橋梁部橋脚上部構造設計図
図面番号	7-1-1 その内
作成年月日	昭和63年 月 日
	課長 係長 係員
福岡市土木局道路建設課	

資料　B

Y検第1-3 号

計　量　証　明　書

計量責任者　松尾圭祐

車名・型式	GB202	車台番号	HU235B-402478
形　状	ガイドウェイバス		
空車時荷重分布 kg		前軸	3290kg
		後軸	7400kg
車輌重量 kg			10690kg
最大安定傾斜角度		右	35度 30分以上
		左	35度 30分以上
備　考			燃料満タン 西日本車体工業(株)

上記のとおり相違ないことを証明します

昭和 57 年 1 月 31 日

計量証明事業指部会 福岡県計量協会 登録第80号

福岡県計量証明事業登録　第 80-164 号

事業者番号　第 北-2 号

株式会社 矢野特殊自動車

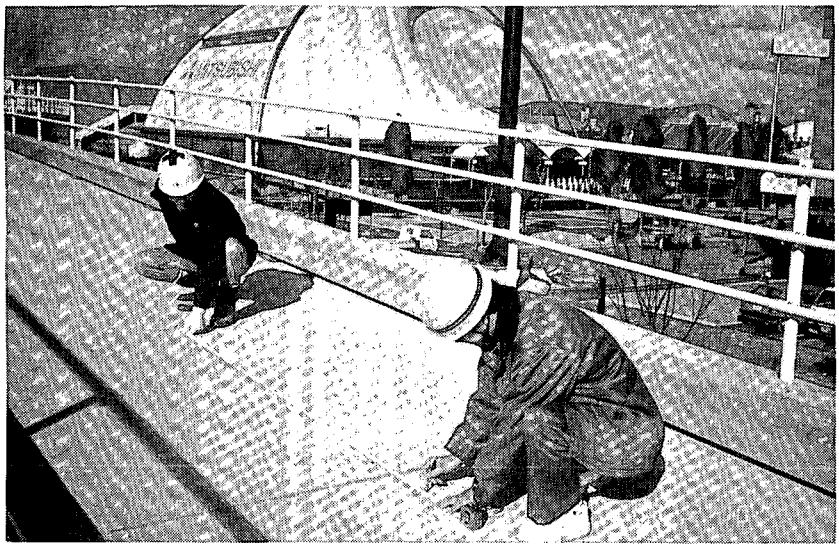
本社　福岡県粕屋郡新宮町大字上府字縫手1540-3

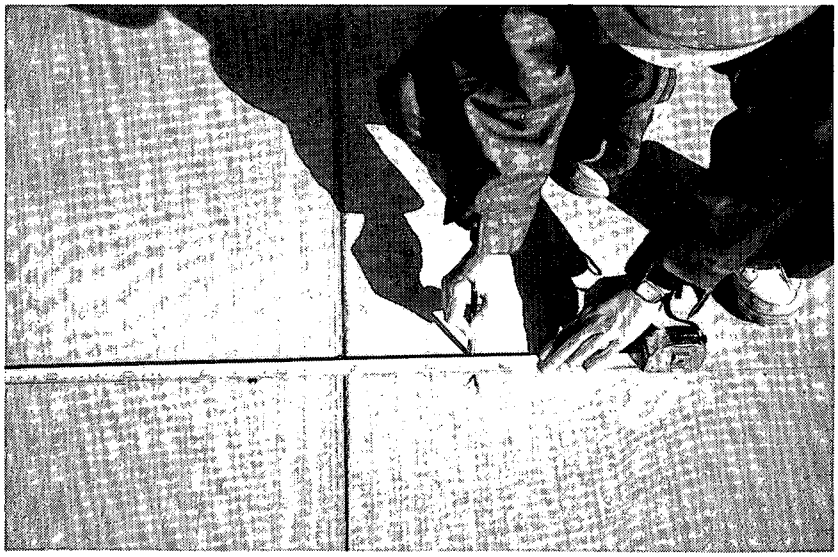
〒811-01　　☎ (092) 963-2000番

註　1. 右上部のAは発行者の整理一連番号を記入する。　　B 例 5 番
2. 計量責任者は計量法による試験合格者とすること。
3. 計量委託を受けた場合には備考欄に委託者の会社名を記入すること。
4. 事業者番号は昭和45年12月19日付自車第854号に基づくものである。

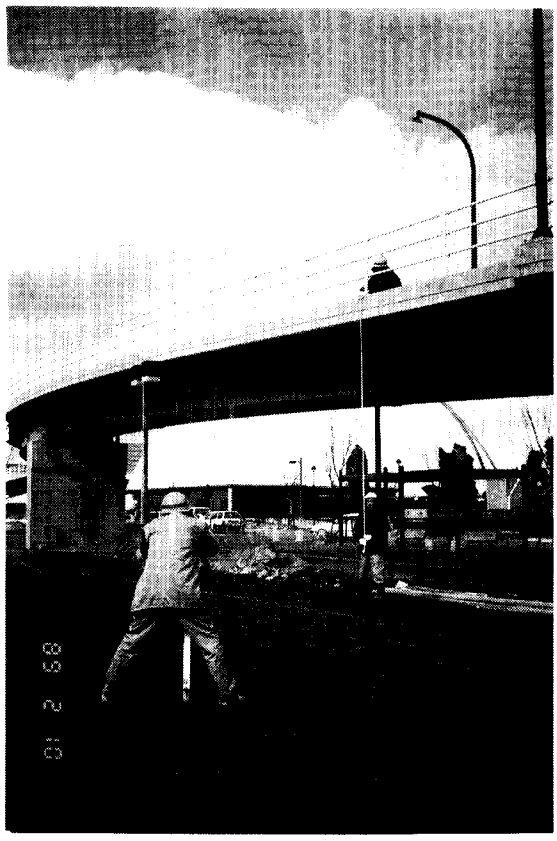
資料　C

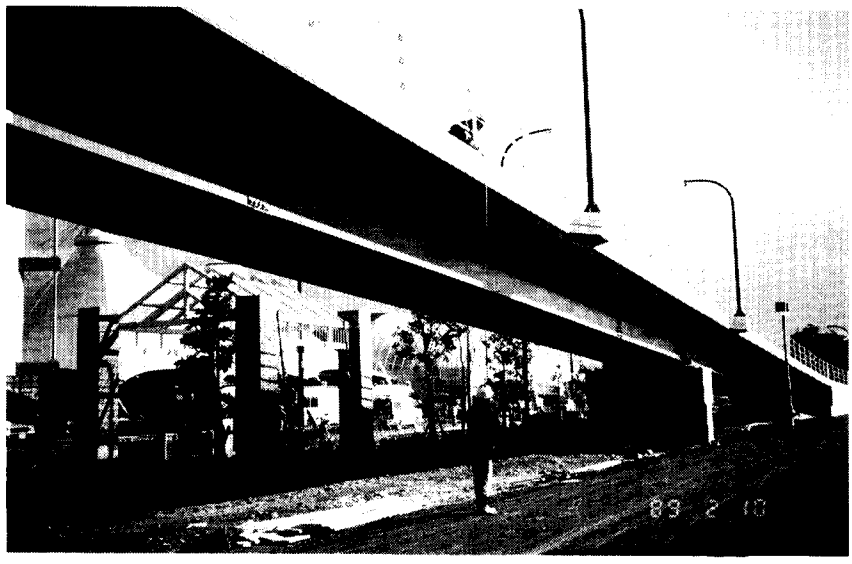
載荷位置測定状況写真



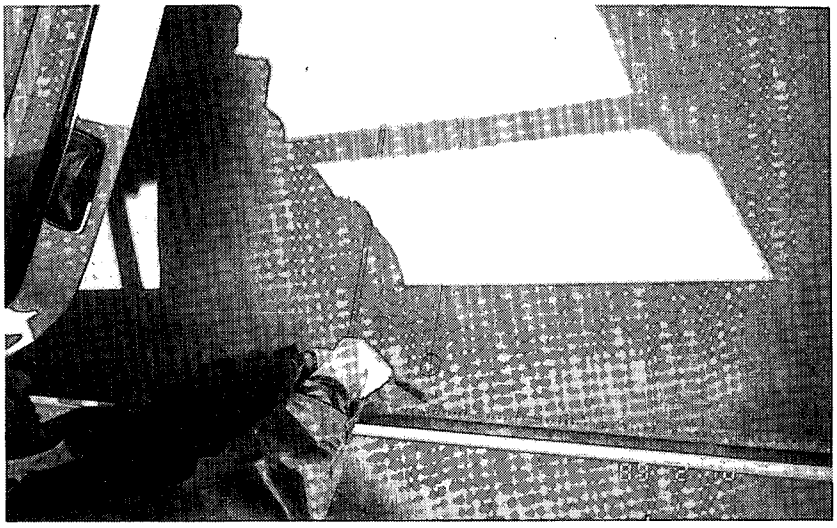


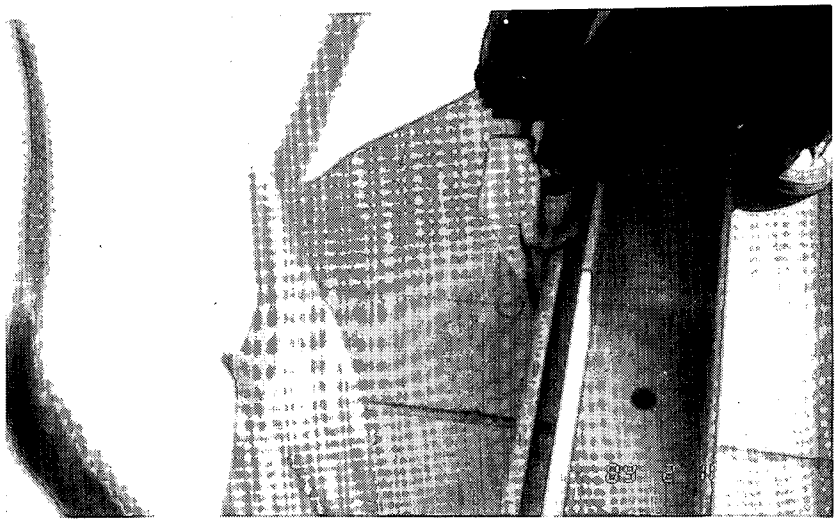
無載荷時初期値測定状況写真



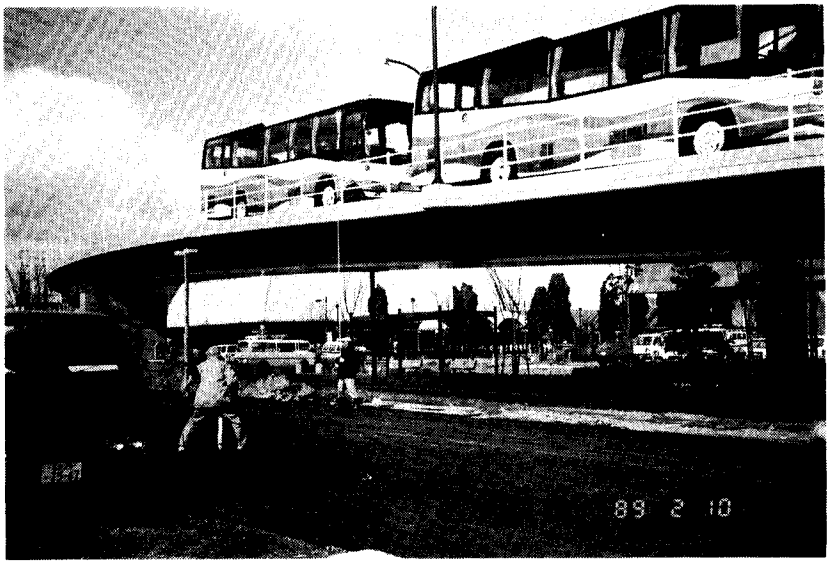


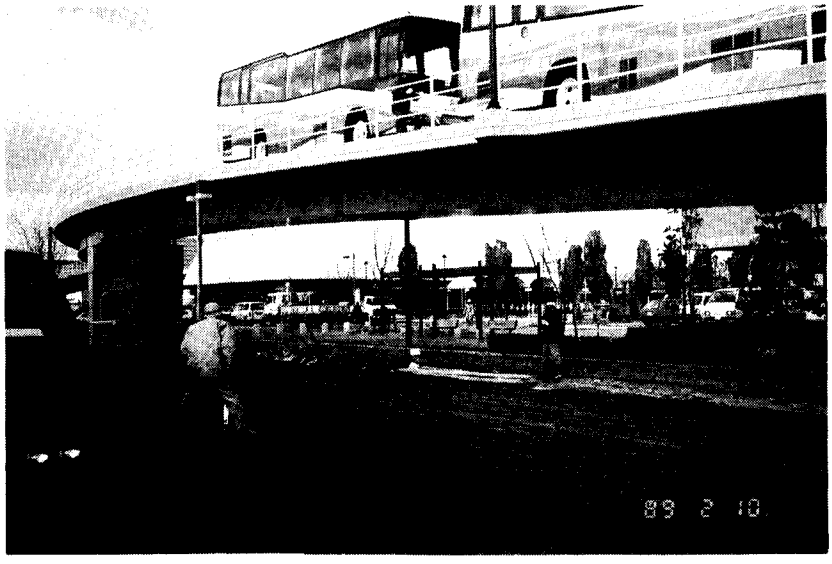
バス配置状況写真





バス荷重載荷時測定状況写真





資料　３－２　すべり抵抗値測定結果

出典

（財）アジア太平洋博覧会協会：「走行路すべり抵抗値(BPN)試験結果報告書」、1989.9.

アジア太平洋博ガイドウェイバス
走行路すべり抵抗測定（ＢＰＮ）試験

本試験はアジア太平洋博覧会会場に設けられたガイドウェイバス走行路（セメントコンクリート舗装）の供用前と供用後の路面性状を比較するためにすべり抵抗（ＢＰＮ）測定したものである。

使用した器具は英国式ポータブルスキッドレジスタンステースター

試験条件は湿潤状態とした。

測定個所はＯＷＰ（外側タイヤ通過位置）とした。

測定値の温度補正は式－１を使用した。

$$C20 = Ct + 0.386(t - 20) \quad \cdots\cdots \text{式－1}$$

t：試験時の路面温度（℃）

Ct：t℃での測定値

C20：２０℃での測定値

測定結果

測定結果を表－１に示す。

表－１　すべり抵抗測定結果　　**測定年月日：平成元年９月７日**

車線	測点	測定値（C20）	
		供用前	供用後
上り	0	65	61
	100	79	66
	200	65	68
	300	72	67
	400	81	61
	700	76	70
	800	74	67
	900	83	68
	1000	68	66
下り	100	75	68
	200	69	64
	300	72	66
	400	84	61
	600	86	60
	700	77	65
	800	77	70
平均		75	65

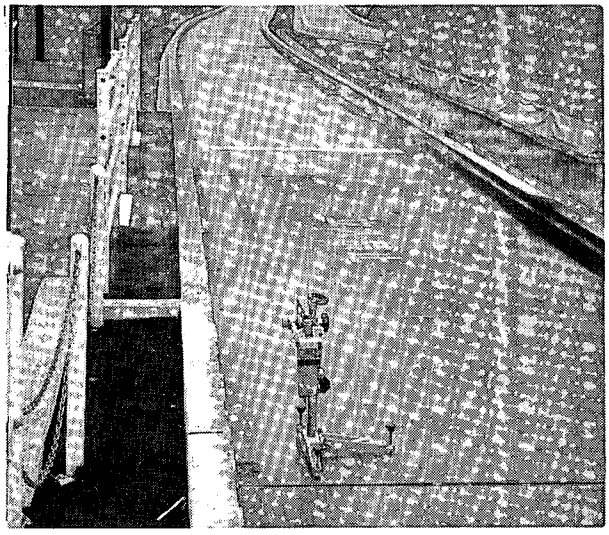
考察

当セメントコンクリート舗装は供用約半年経過した。通過車両はバスであり、通過台数は約20000台である。当走行路はガイド式走行であり車輪の通過位置は常に一定であるため、他の一般道路の通過台数と路面の性状変化の比較は困難である。

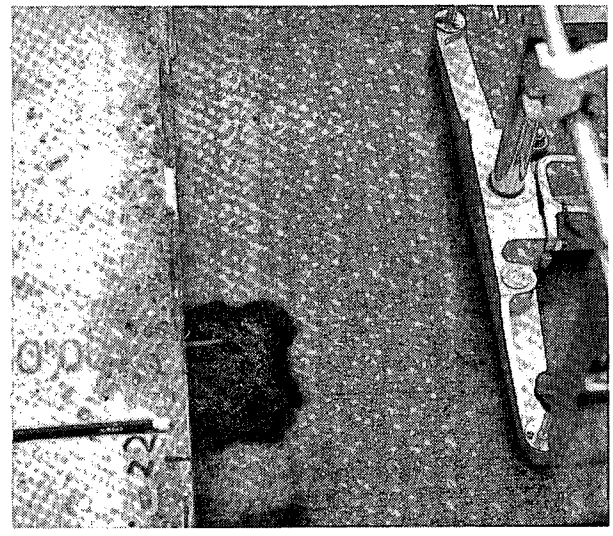
供用後の路面を観察した結果、タイヤの通過位置は舗装表面に処理したホウキ目が摩損していて、なめらかになっていた。

現在の路面はセメントコンクリートのモルタルが磨耗し始めた時期で表面に細再骨材の砂が現れて、小さな凹凸がある。この微細な凹凸がすべり摩擦抵抗を生じさせているものと思われる。

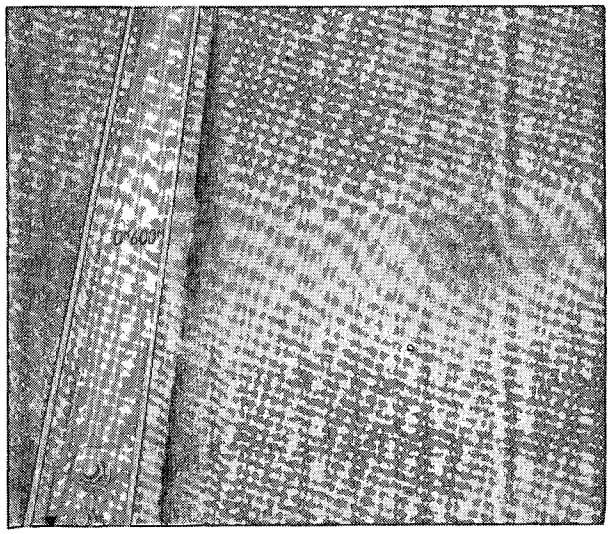
現場路面を写真１～４に示す。



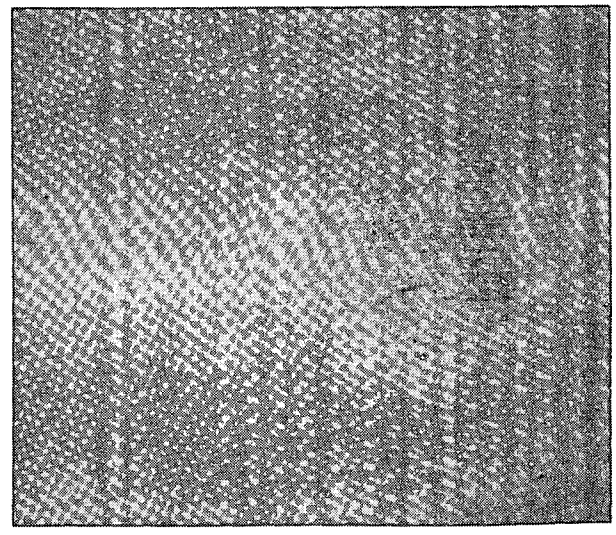
写真－１



写真－２



写真－３



写真－４

走行路すべり抵抗試験〔走行前〕

測定は英国式ポータブルスキッドレジスタンステスターを使用した．初めの数回の測定では，目盛りの読みを記録しないで連続 5 回の測定を行い，その測定値を平均したのち，温度補正を行った値を測定値とする．

測定値の温度補正

$$C_{20} = Ct + 0.386 (t - 20)$$

t = 試験時の路面温度 （℃）
Ct = t ℃時の測定値
C_{20} = 20℃での測定値

※ 基準値 = 65 以上

1．上り線

測定地番号	測定回					平均値	測定温度 ℃	C_{20}
	1	2	3	4	5			
1	70	71	70	70	70	70	7	65
2	84	84	83	85	84	84	7	79
3	69	70	70	70	70	70	6	65
4	77	78	78	76	76	77	6	72
5	86	88	87	85	86	86	6	81
6	81	81	80	82	82	81	6	76
7	79	79	79	79	79	79	6	74
8	88	88	87	87	88	88	6	83
9	73	73	73	73	72	73	6	68

2．下り線

測定地番号	測　定　回					平均値	測定温度　℃	C_{20}
	1	2	3	4	5			
1	80	80	80	81	81	80	6	75
2	74	75	75	75	75	75	5	69
3	77	79	78	77	77	78	5	72
4	89	90	90	90	90	90	5	84
5	93	93	90	91	94	92	5	86
6	83	82	81	84	84	83	5	77
7	82	84	83	83	83	83	5	77

走行路すべり抵抗試験〔走行後〕

測定は英国式ポータブルスキッドレジスタンステスターを使用した。
測定値は連続5回の測定値が同じような結果が得られた値とする。
測定状態は湿潤状態とする。

測定値の温度補正

$$C20 = Ct + 0.386\ (t - 20)$$

t ＝試験時の路面温度（℃）
Ct ＝t ℃時の測定値
C20＝20℃での測定値

1，上り線

測定地点	測定値					平均	測定温度（℃）	C20
	1	2	3	4	5			
0	57	56	55	56	56	56	34	61
100	61	62	61	61	61	61	34	66
200	63	63	62	62	63	63	34	68
300	61	63	60	60	60	61	35	67
400	56	55	55	55	55	55	35	61
700	64	64	64	63	64	64	35	70
800	62	61	61	60	61	61	35	67
900	61	62	63	61	61	62	35	68
1000	60	60	59	59	61	60	35	66
平均								66

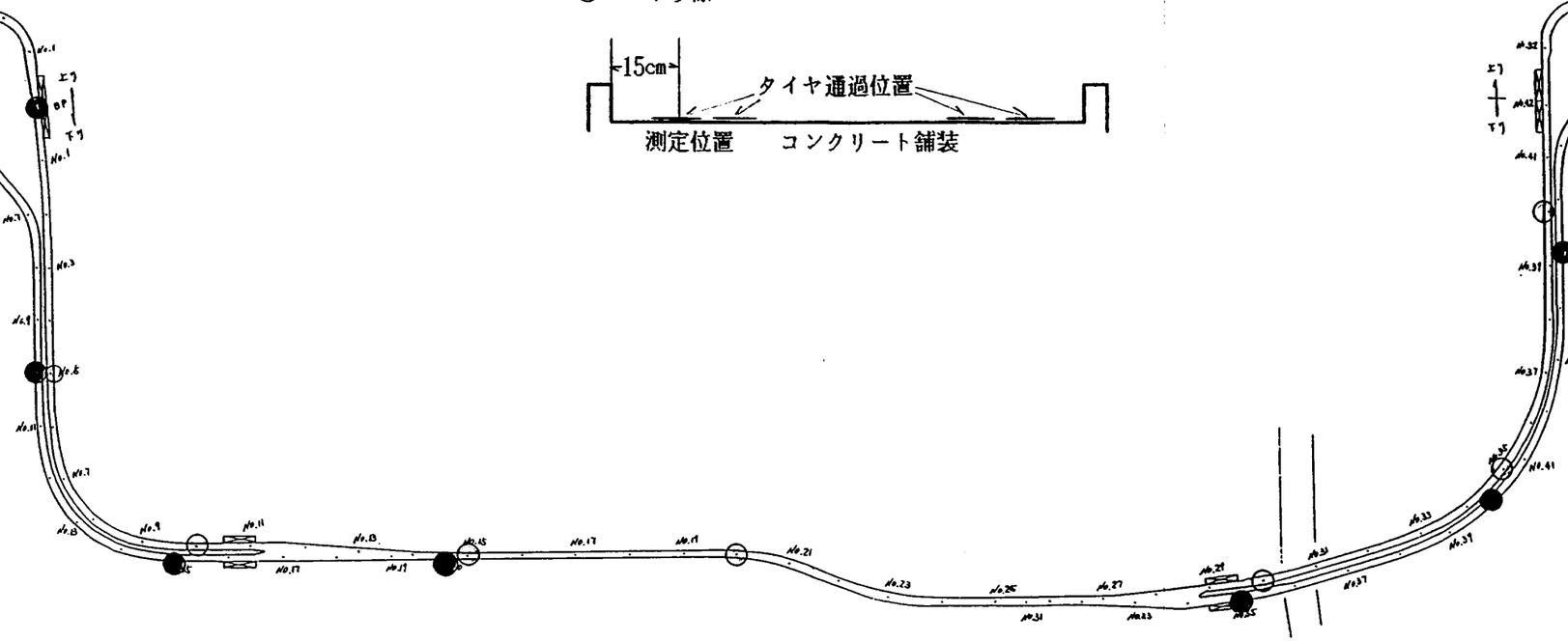
2，下り線

測定地点	測定値					平均	測定温度（℃）	C20
	1	2	3	4	5			
100	64	63	63	63	63	63	34	68
200	61	60	58	58	58	59	34	64
300	60	60	60	60	60	60	35	66
400	56	55	55	55	55	55	35	61
600	54	54	54	54	54	54	35	60
700	60	60	58	60	58	59	35	65
800	62	62	61	61	61	61	35	67
平均								64

すべり抵抗測定個所

凡例　● 上り線

◎ 下り線



4. 車両

4. 1 基本計画

4. 1. 1 概要

福岡に向けてのガイドウェイバス車両の実質的な基本計画は、昭和６２年度より開始された。

それまで、ガイドウェイバスシステムとしては、建設省土木研究所において数年に渡り研究開発し、試作車２両による開発実験も完了していたことから基本的な方針は既に決まっていたものの、新たなテーマとして、軌道法への適用および博覧会の会場内輸送施設への取り組みという対応が付加された形となった。

軌道法への適用については、従来からある新交通システム車両があることから対応の大きな障害とはならなかった。

また、博覧会向けということに対しては、不特定多数の方に見て、乗っていただけるということで効果の大きなＰＲになる反面、従来の方針に捉われて、実用性のみでは、ベースが一般的な大型バスであることから、新しい交通手段としてのインパクトに欠けることが懸念される。このため、ある程度、実用性を犠牲にしても新しい技術を多く取り入れ、華やかさを持たせた車両にするということで、下記のような方針をたてた。

ａ．ディーゼルエンジン駆動の一般低床形の大型バスをベースとする。

ｂ．単車・有人・手動運転を前提とする。

ｃ．車両の案内装置には、新交通システムの技術を活用し、土木研究所における試作車の経験を十分に反映したものとする。

以上は従来からの基本方針である。次に、軌道法対応として、

ｄ．車両はＡ－基準に準拠した難燃化構造とする。

ｅ．ＡＴＣ等の信号設備は設けず、車両の最高速度は４０ｋｍ／ｈに制限する。

さらに、博覧会を意識したものとしては、下記の方針をたてた。

ｆ．今後の魅力ある車両として、バスにおける新しい技術、例えは、乗り心地向上のためのエアサスペンションや、電子制御機械式オートマチックトランスミッション等を多く採用する。

ｇ．眺望やイベント性を配慮して、セミハイデッカー車とし、後部シートは、シアター方式を採用、窓は、全固定のワイドな１枚ガラス、ドアは外観デザイン性

を重視して、観光バスやリムジンで使用されているスイングドアを、前扉（片開き）、中扉（両開き）共に採用する。

また、建設コスト、専有面積、案内輪が車両幅より飛び出さない等の理由により案内幅は下記の値に決定された。

h．案内幅は2.5mとする。

4．1．2 重量計画

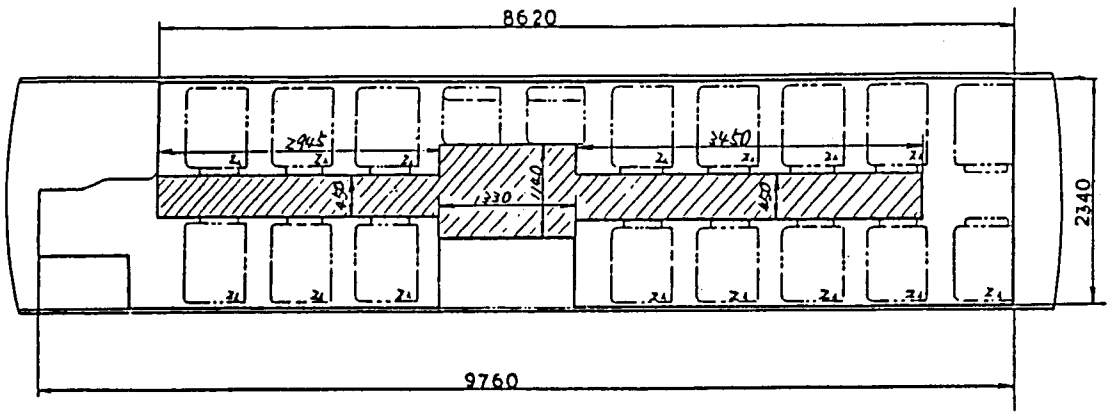
車両の重量については、当初、一般の路線バスを前提に案内装置重量、軌道法等の新交通車両的考え方による最大重量（立席 0.1㎡/人、60 kgf/人）を考慮して、最大15 tf/両で計画したが、前項のように博覧会ということでイベント性を持たせた設計を進めたことから軽量化が追いつかず余裕を見て、16.5 tf/両と設定した。

この16.5 tf/両の中には、その後、追加となった運転保安装置等の重量も見込まれており、土木構造物の設計は全てこの値を使用している。

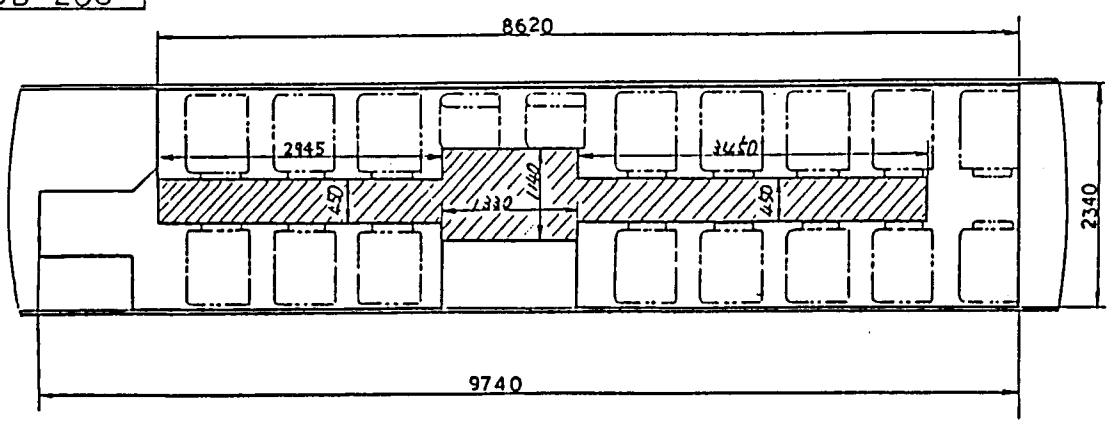
本来、車両の重量は、土木構造物や省エネルギーの面から軽い方が望ましい訳であるが、博覧会という特殊事情や、バスということで道路交通法で参考に見ると立席は0.14㎡／人、55 kgf/人で最大重量を計算するのに対し、今回は0.1㎡/人、60kgf/人 という軌道法に係わる基準で計算していること、採用しているタイヤの負担荷重が十分であることを考慮し、時期的な問題もあったことから、16.5 tf/両で計画を進めることにしたものである。

表４－１に計画重量表を示す。また、乗客人員を計算したものを図４－１客室面積図に示す。

GB-100



GB-200



GB-100 ・ GB-200			単位 kg	
項目		車両重量	前軸重量	後軸重量
空車重量		11,200	3,540	7,660
乗客重量	座席 35名（運転士1名含む）	2,100	610	1,490
	立席 43名	2,580	1,030	1,550
最大乗車重量		15,880	5,180	10,700
車両の最大重量		16,500	5,500	11,000

乗客重量の計算

・最大立席面積

（2.945×0.45）＋（1.33×1.14）＋（3.45×0.45）

＝4.39395（㎡）

・最大立席定員

4.39395（㎡）＋0.1（㎡／人）＝43（人）

・乗客重量

1人当り60kgにて計算

図4－1 客室面積計算図

表４－１　計画重量表

	車　両　重　量　(kgf)		
	前軸重量	後軸重量	１両当り重量
空車重量	3,540	7,660	11,200
乗客重量			
座席　35名	610	1,490	2,100
立席　43名	1,030	1,550	2,580
最大乗車時重量	5,180	10,700	15,880
車両の最大重量	5,500	11,000	16,500
余　裕	320	300	620

注記）1.　座席35名には、運転士１名含む。

2.　立席43名は、１人当りの立席面積を 0.1㎡とした時を示す。

3.　乗客は、60kg／１人で計算した。

4.　立席スペースは、車両の身障者優先コーナー分も含む。

４．１．３ 適用法規

本車両を設計する上で準拠した基準は、下記の通りである。

a．「軌道建設規程」

b．「特殊鉄道構造規則」

c．上記準用より、「普通鉄道構造規則」

d．「新交通システム設計基準」

e．「鉄道車両用台車枠の設計通則」　JIS-E-4207 -1984

f．「自動車負荷計算基準」　昭和３９年改訂版

上記基準に準拠するため、特に一般のバスと仕様を変えたものとしては、下記のようなものがある。

座材（上敷物）：一般的には木材であるがＡ－基準対応としてＡ１ 材を使用した。

表４－２に「火災対策適合表」を示す。

表４－２　火災対策適合表

屋根

品名＼項目	材料名	厚さ	燃焼性規格	試験番号	備考
屋根基板	アルミニューム	1.2 mm	不燃性	—	
屋根絶縁	—	—	—	—	
露出金具等屋根上器具名	—	—	—	—	
絶縁方法	—	—	—	—	
材料名	—	—	—	—	
燃焼性規格	—	—	—	—	
試験番号	—	—	—	—	
備考					

天井・外板・内張り

基板

品名＼項目	材料名	厚さ	燃焼性規格	試験番号	備考
天井	アルミニューム	1.0 mm	不燃性	—	
外板	一般構造用圧延鋼板	1.0 mm	不燃性	—	
内張り	アルミニューム	1.0 mm	不燃性	—	

表面塗装等

品名＼項目	材料名	塗装仮層の別	燃焼性規格	試験番号	備考
天井	塩化ビニール化粧板	仮層	難燃性	62-9 62-10	
外板	ポリウレタン樹脂塗装	塗装	不燃性	44-441	
内張り	塩化ビニール化粧板	仮層	難燃性	62-9 62-10	

床

品名＼項目		材料名	厚さ	燃焼性規格	試験番号	備考
床	客席	アルミニューム	3.0 mm	不燃性	—	
	通路		17.2 mm			
上敷物		塩化ビニール樹脂床仕上材	2.0 mm	難燃性	56-200	
詰物		—	—	—	—	
床下面		—	—	—	—	
断面略図						

断熱材・防音材

品名＼項目	材料名	燃焼性規格	試験番号	備考
天井部	グラスウール	不燃性	—	
腰板部	グラスウール	不燃性	—	
戸袋部	—	—	—	
その他	—	—	—	

座席・日よけ・ほろ

品名＼項目	材料名	燃焼性規格	試験番号	備考
表地	ナイロンモケット	難燃性	62-275	
詰物	ウレタンフォーム	難燃性	47-59 60-62	
日よけ	アクリル系繊維	難燃性	63-175	
ほろ	—	—	—	

非常口・貫通路

部位＼項目	有効寸法（幅 × 高さ）	扉の種類	扉解放保持装置の有無	安全な通行のための措置
非常口	405 X 1620(1520)	外開き扉	有	—
貫通路	—	—	—	—

備考　1．有効寸法の（ ）内寸法はGB－２００型の場合を示す。
2．貫通路については単車運転のため設けていない。

主回路の電線の保護等

部位＼項目	密閉ダクトの保護	電線管	電線被覆 リードは	電線被覆 配線電線
材料名	—	—	—	—
燃焼性規格	—	—	—	—
試験番号	—	—	—	—

備考
該当なし

異常な閉回路の防止対策	備考
—	該当なし

アーク又は熱を発生する機器の防護等

アーク又は熱を発生する機器名		ディーゼル機関	排気管	
機器箱	材料名	—	—	
	燃焼性規格	—	—	
	試験番号	—	—	
防護板等	材料名	冷間圧延鋼板 グラスウール	—	
	燃焼性規格	不燃性	—	
	試験番号	—	—	

備考
防護板の断面を付図－１，２に示す。

ワンマン対応　：軌道法のワンマン対応について、表４－３に示す。この中で特に一般のバスと違う点は、客室内への非常停止スイッチの設置である。これは本スイッチを乗客が押すと運転士の操作にかかわらず、ブレーキがかかるものである。

40km/h制限　：軌道法の40km/h制限を守るため、電子制御回路の中に車両速度が40km/hを超えた場合内燃機関への燃料をカットし、それ以上速度が上がらない回路を組み入れたものである。

４．１．４ 強度基準

車両を設計する上で、特に足廻り部品については、重要保安部品であることから強度について、設計段階より十分検討を行ったが、その基準としては「自動車負荷計算基準」によった。

また、案内装置については、自動車にはなくガイトウェイバス特有の装置であることから、計算値や従来の実験車による実験結果および新交通システム車両等の経験より、荷重想定を行い、強度の確認を行った。

1）強度の規格および適合性

強度の規格および適合性については、つぎの表４－４に示す。

表４－４　強度の規格・適合性

項　　目	適　用　規　格	備　　考
荷重の考え方		本システム車両独自の考え方
応力計算	「鉄道車両用台車枠の設計通則」 JIS-E-4207-1984	疲労強度で検討するものは平均応力と変動応力に分けて考慮
許容応力 通常荷重		応力限度線図にて判定
最大荷重	「自動車負荷計算基準」	降伏安全率1.3以上 破壊安全率1.6以上

表４－３（1/2）軌道法ワンマン対応についての適合
「車掌を省略する車両の構造，運転取扱い等について」の対応

適合状況　○：適合，×：適合せず，－：該当せず

通達（鉄運第１１３号）内容	適合状況	対応内容
1　車両の構造について 車両の構造は、次の各号に適合するものであること。		
(1) 集電装置は運転中及び折り返しに際し、運転手が１人で操作できる構造であること。	－	本車両は内燃動車のため、集電装置はない。
(2) 乗降口扉は自動扉であって、運転室で開閉操作ができること。	○	前，中央扉とも自動扉を採用。開閉ＳＷは運転席右側に設置。
(3) 運転室には、後部乗降口扉の開閉の状態を表す表示灯を備えること。	○	運転席メーターパネル左上部に、扉開時、点灯するパイロットランプを設置。
(4) 運転室には、後部乗降口扉の踏段（２の(1)の場合を除く。）に旅客がいることを表す表示灯を備えること。	○	前側天井に表示灯を設置（ステップ上に乗客はいる時点灯）。
(5) 運転手が運転室において、乗降口その他客室及び外側の状況を明らかに見ることができる鏡を備えること。	○	車両外側前方両側面及び室内前方中央上部に後写鏡を設置。 ただし、中央乗降口天井に乗降口付近確認用鏡を設置。
(6) 運転手が運転室において、旅客に放送することができる装置を備えること。	○	ガイド放送装置の中にマイク放送回路を設置。
(7) 使用しない運転室及び車掌室の主要機器は、旅客が操作できないよう防護又は鎖錠できる構造であること。	－	本車両は、運転席は１ヶ所のみであり、又車掌室はない。
(8) 客室内には、降車合図装置を相当数配置すること。	○	窓支柱に8ヶ（左右各4ヶ），腰板部に18ヶ（左8ヶ右10ヶ）降車押釦を設置
(9) 客室内の乗降口付近には、非常の際、旅客が容易に乗降口の扉を開くことができる装置を備え、かつその位置及び操作方法を表示すること。	○	中央乗降口は、ステップの縦壁内，前乗降口はダッシュ盤内に非常用の手動コックを設置。コックのフタに“非常用コック”と明示する。
(10) 客室内には非常の際、車両を停止させることができる装置を備え、かつ、その位置及び操作方法を表示すること。	○	単車・ワンマン運転のため、非常時は運転士が停止動作を行うことを原則とするが、客室内にて操作できる非常停止装置を設ける。
(11) (6)，(9)及び(10)の装置は、停電の際にも使用できるものであること。	○	発電機故障時でもバッテリ電源により可能である。
(12) 車両の前面及び側面の乗降口付近には、ワンマンカーであることの表示並びに乗降口及び降車口の表示をすること。	○	車両に表示する。
2　乗降方法について 前部乗降口を乗車口とし、後部乗降口を降車口とすること。ただし、次の各号についてはこれによらないことができる。	×	
(1) 特に乗客の閑散な線区については、後部乗降口を旅客が開閉できないよう閉鎖して前部乗降口を乗車及び降車に併用すること。	×	特に閑散な線区ではない。（１乗降当り、平均１５名程度）
(2) 運転する線区が均一料金制でない場合、乗換券を発行しなければならない場合、又は、路面の状態により、後部乗降口を乗車口とし、前部乗降口を降車口とした方が旅客の利便，乗降時分の短縮等の上から望ましいと認められる場合に、後部乗降口を乗車口とし、前部乗降口を降車口とすること。	○	・料金は取らない。 ・旅客の利便（西鉄バス，北九州市内電車と同じ） ・乗降時間の短縮（中央乗降場が広く乗り易い）
3　運転取扱いについて 運転取扱いについては、次の各号に適合するものであること。		
(1) 乗降方法の異なるワンマンカーは運行させないこと。	○	４Ｒと同じ
(2) 連接車又は連結車は、ワンマンカーとして運行させないこと。	○	単車運転
(3) 旅客の混雑度が著しく、車掌が乗務しいなければ旅客に適切な措置がとれないような区間又は時間帯を運行しないこと。	○	博覧会会場内のみ

表４－３（2/2）

通達（鉄運第１１３号）内容	適合状況	対応内容
(4) 道路の交通量が極めて多く、かつ安全島が少なく、旅客の乗降に当って車掌の取扱いがなければ、旅客を安全に乗降させることができないような区間がないこと。	○	混雑時には、各駅に案内人を配置し、乗降客の整理乗車等の誘導を行う。
(5) 運行区間内に、車掌の誘導を必要とするような箇所がないこと。	○	
(6) 運転手が下車しなければ通票との授受ができないような区間がないこと。	○	通票はなく、単線区間は運転保安装置により安全を確保する。
4 2の(2)による乗降方法を行う場合の車両の構造，運転取扱い等については、1及び3の他、次の各号に適合するものであること。		
(1) 車両の側面の乗降口付近に、次の設備を備えること。		
ア 危険物持込禁止の表示	○	中央乗降口のスッテプ蹴込みに“危険物持込禁止”銘板設置。
イ 旅客が乗車しようとする場合、運転手との相互間で容易に通話できるインターホーン（この場合、運転手からの応答には車外放送用スピーカーを使用してもよい。）	○	中央扉外板にインターホーン設置。
ウ 夜間、乗車口外側の旅客の確認を容易にするための車外灯（ただし、停留場の照明装置により確認が容易な場合は、この限りではない。）	○	中央乗降口上に２０Ｗの車外灯設置。
(2) 危険物の持込を禁止し、旅客に必要な運賃支払方法、その他の案内をするための自動放送装置を備えること。	○	自動放送装置（ガイドコーダ）をダッシュ盤内に設置。
(3) 後写鏡の大きさは、車外のもので旅客が乗降する側については３０５㎜×１５５㎜以上、室内のものについては２００㎜×９０㎜以上とすること。		車外確認用　１４３㎜×３００㎜（ミラー有効寸法） 中央乗降口確認用　１５０㎜×３００㎜（車外），φ３００（車内）
(4) 乗降口扉が完全に閉まらないと発車できない構造であること。	○	扉連動のアクセルインターロック装置を確認。
(5) 停留場に、旅客が容易にわかる危険物持込禁止の掲示をすること。	○	停留場標柱に掲示。
5 ワンマンカーの運行について ワンマンカーの運行に当っては、事前に次の各号の措置を講ずること。		
(1) 運転手に対し、ワンマンカーの取扱いについて十分な指導教育を行うこと。	○	習熟，教習運転等において、十分なる指導教育を行う。
(2) 一般利用者に対し、相当な期間を設けて、料金支払方法，乗車方法等について周知徹底をはかること。	○	・料金は無料。 ・乗降方法等（西鉄バス，北九州市内電車と同様）尚、周知徹底する。
6 申請書類について ワンマンカーの車両設計、又は車両設計変更の認可申請に際しては、、2，3，4の(5)及び5の参考資料を添付すること。		
（注） 巻末「鉄道関係通達の取扱いについて」（昭和６２年４月１日事務連絡）を参照		

2）案内装置の強度・安全率の考え方

① 荷重の考え方

車両の案内装置に負荷される荷重としては、案内輪から負荷されるものが全てであり、その種類には案内輪作用力（左右荷重）と案内装置の上下振動荷重の２つがある。

また、これらの荷重には、疲労強度で考慮すべき通常荷重と降伏強度（または破壊強度）で考慮すべき最大荷重とがある。以上、荷重の作用図をつぎの図４－２に示す。

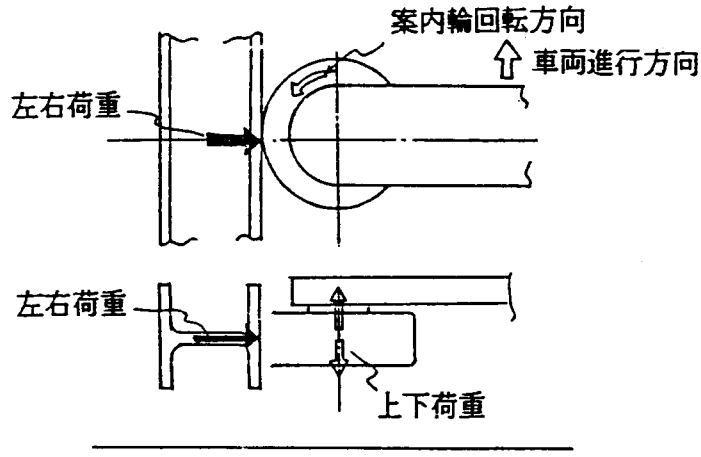


図４－２　案内装置荷重作用図

a．案内輪作用力（左右荷重）

案内輪作用力は、タイヤのステアリング反対力や安定化装置の反力から発生するものであるが、計算や実験車による実験結果等より、下記のように設定する。

〔通常荷重〕

前部案内輪　Pf ＝　２５０ｋｇｆ

＝　１２５±１２５ｋｇｆ

後部案内輪　Pr ＝　０ｋｇｆ

〔最大荷重〕

前部案内輪　Pfm＝　１０００ｋｇｆ

後部案内輪　Prm＝　２２００ｋｇｆ

b．上下振動荷重

上下振動荷重は、案内装置の自重による振動分で発生するものである。軌道走行面の舗装精度が良いことから、バネ下ではあるが、±３Ｇで見るものとする。

〔通常荷重〕

前部案内装置　Ff ＝（１±α）Waf　ｋｇｆ

後部案内装置　Fr ＝（１±α）War　ｋｇｆ

ただし、　α　：案内装置上下振動加速度±３Ｇ

Waf：前部案内装置重量

War：後部案内装置重量

② 強度および安全率の考え方

a．応力計算

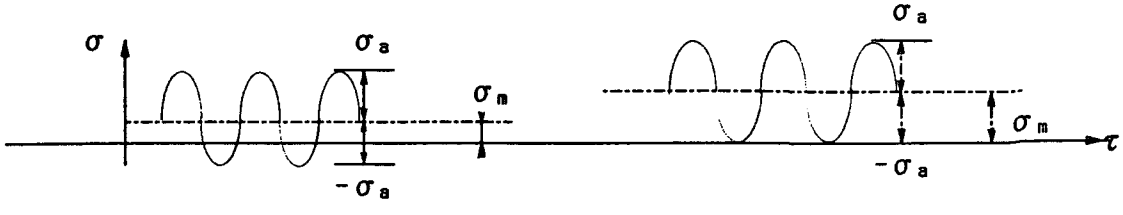
通常荷重分については繰り返し応力として計算するため、平均応力と変動応力とに分けて考える。

平均応力：静荷重成分による応力

（σm）　片振り振動応力の場合は、最大変動応力の 1/2を平均応力として扱う。

変動応力：動荷重成分による応力

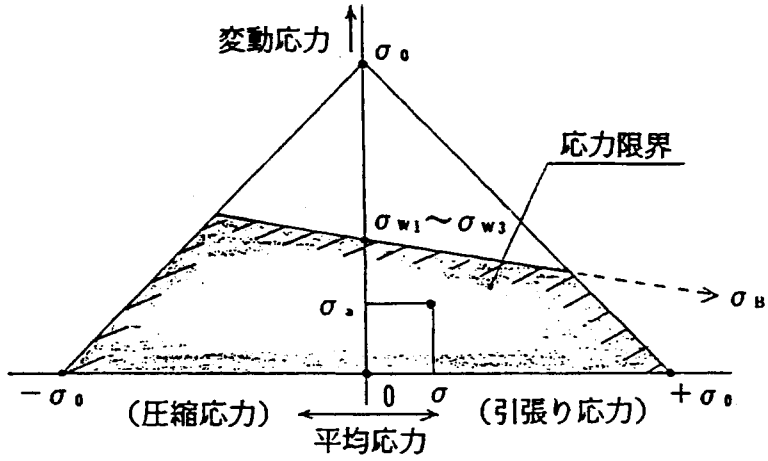
（σa）　片振り振動応力の場合は、最大変動応力と平均応力の差を変動応力として扱う。



最大荷重分については、その荷重にて最大応力とする。

b．許容応力および安全率

通常荷重による許容応力は、図４－３耐久限度線図の斜線の範囲内とする。



σ_B	：	材料の引張り強さ	(kgf/㎟)
σ_0	：	材料の降伏に対する許容応力	(〃)
σ_{w1}	：	材料の疲れ許容応力	(〃)
σ_{w2}	：	溶接部（G仕上なし）疲れ許容応力	(〃)
σ_{w3}	：	〃 （G仕上あり） 〃	(〃)
σ	：	計算応力（通常荷重による平均応力）	(〃)
σ_a	：	計算応力（通常荷重による変動応力）	(kgf/㎟)

図４－３　耐久限度線図

最大荷重による応力については、材料の引張り強度、または降伏強度に対し、下記の安全率をとるものとする。

$$S_B = \sigma_B / \sigma_{max} \geqq 1.6$$

$$S_S = \sigma_S / \sigma_{max} \geqq 1.3$$

ただし、S_B　：所要破壊安全率≧1.6

S_S　：所要降伏安全率≧1.3

σ_B　：材料の引張り強度（kgf/㎟）

σ_S　：材料の降伏強度　（kgf/㎟）

σ_{max}　：最大荷重による計算応力（kgf/㎟）

4．2 限界

ガイドウェイバス車両は、同じようにステアリングする車両を持つ新交通システムと比較して、後輪がステアリングしない固定式であることや、曲線部では内軌側の案内レールの拡幅が必要になる等の相異点がある。

このため、限界についてもこの相異点を考慮に入れた設定を行った。図４－４に車両限界・建築限界を示す。

4．2．1 基本限界

基本限界としては、先にベースとなるバスの主要寸法を決定し、それに対する車両限界を設定した。

設定に当たっては、車両の製作および調整公差等について考慮するとともに不確定要素のある部分については余裕寸法を多くとることで車両の基本限界の設定を行った。

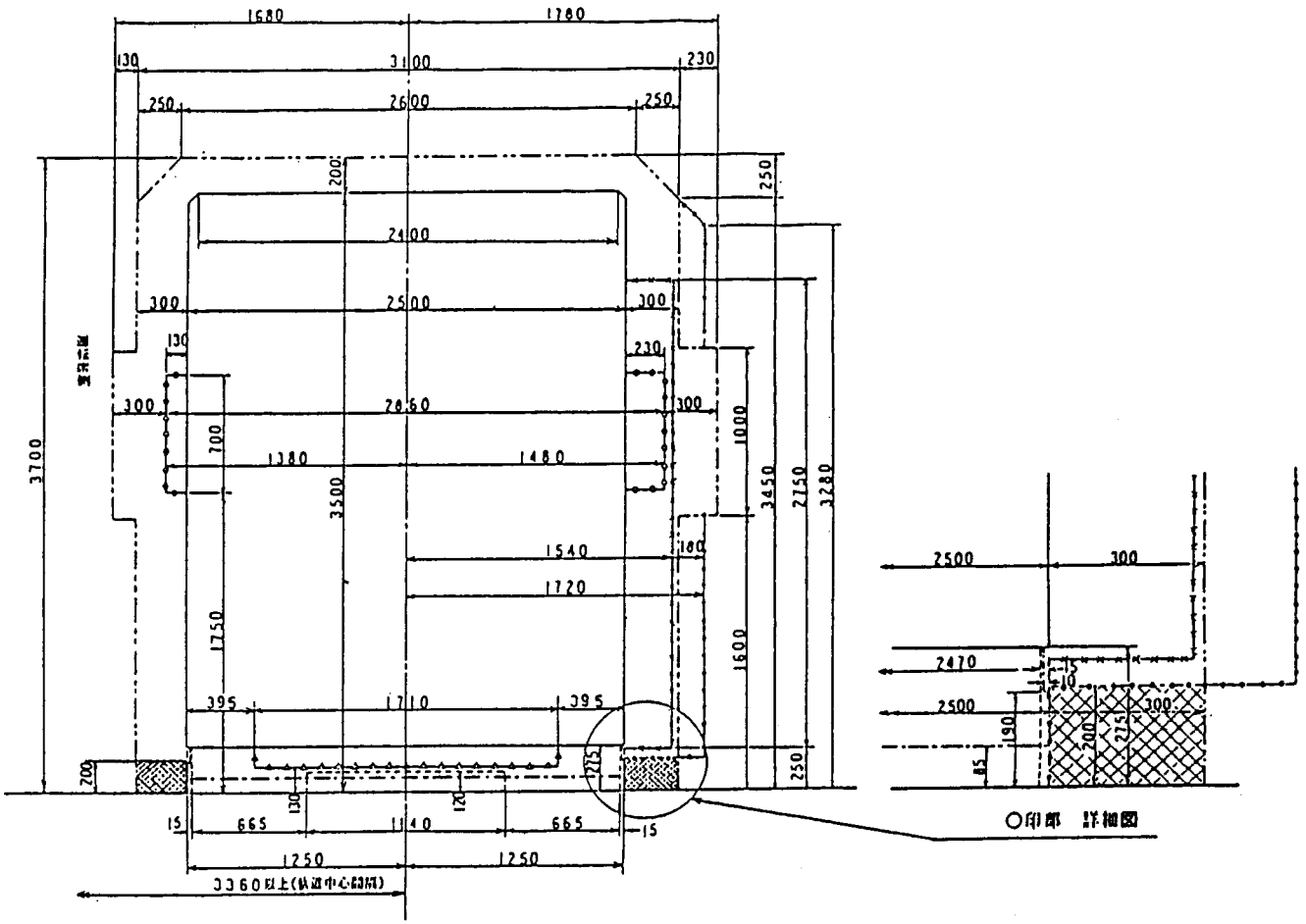
図４－５に設計車両と車両限界との関係を示す。

なお、前項でも述べたが、乗客の出入口にプラグ式スイングドアを採用したことから開時の飛び出し量が大きく、建築限界との隙がこの部分だけ極端に狭くなることから乗降場のみ特別限界として乗降扉に対する限界を設けた。

以上の車両限界に対し、車両の変位を考慮し、上下・左右に隙を持たせて建築限界を設定した。隙間の考え方を下表４－５に示す。

表４－５　車両限界と建築限界の隙

項　　目	変位置 mm		余　裕 mm		隙 mm
	通　常	最　大	通　常	最　大	
基本限界の左右隙	158.8	288.3	141.2	11.7	300
基本限界の上部の隙	61.2	119.0	138.8	81.0	200
基本限界の下部の隙	64.7	113.2	210.3	161.8	275
乗降扉限界と乗降場限界左右	140.1	166.1	39.9	13.1	180
乗降扉限界と乗降場限界上下	73.2	76.1	6.8	3.9	80



建築限界の曲線部拡幅量

（単位：mm）

曲線半径		18m	30m	40m		44m	60m	80m		84m	500m
カント（%）		0	0	0	7	7	0	0	5	5	0
外軌側拡幅量		1271	741	812		581	421	363		355	117
内軌側拡幅量		1375	724	602	652	652	362	312	362	362	63
内軌側後写線部の拡幅量	運転席側が曲線の内軌側の場合	1245	594	472	522	522	250	200	250	250	0
	運転席側が曲線の外軌側の場合	1145	500	400	450	450	250	200	250	250	0

図４－４　車両限界・建築限界図

備考

一　寸法の単位はミリメートルとする。

二　図中「……」は建築限界を示す。

三　図中「××××」は案内軌条に対する限界を示す。

四　図中「＋＋＋＋」は乗降場に対する限界を示す。

五　図中「――」は車両の基礎限界を示す。

六　図中「～～～」は車両床下の艤装に対する限界を示す。ただし、この限界については、曲線部において案内軌条に接触しないよう車両の前部及び後部において縮小するものとする。

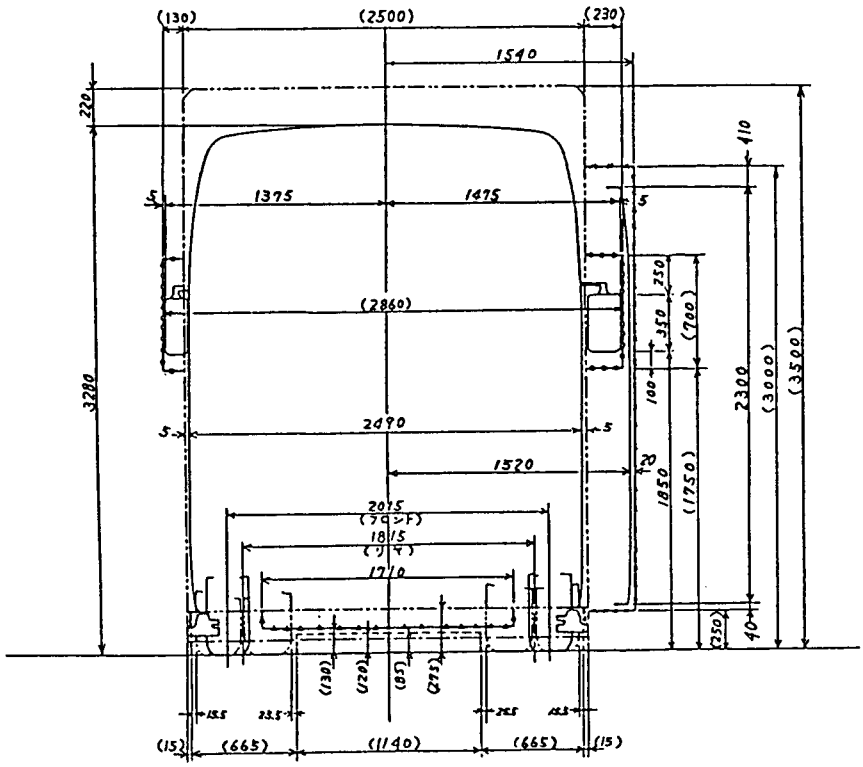
七　図中「……」は車両の走行装置に対する限界を示す。

八　図中「――」は車両の案内装置に対する限界を示す。

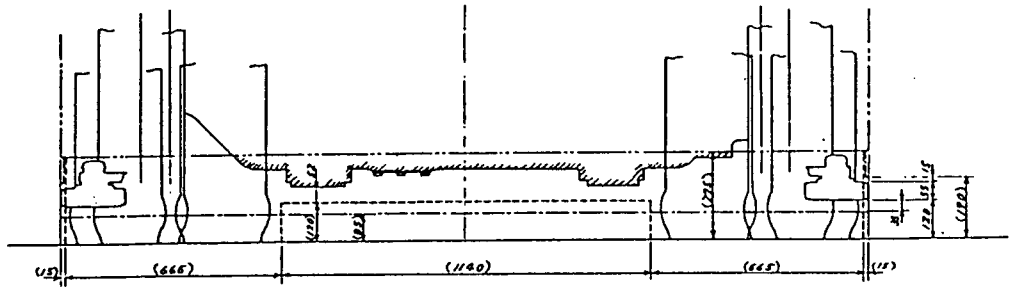
九　図中「○○○」は車両の後写鏡に対する限界を示す。

十　図中「＋＋＋＋」は車両の乗降扉に対する限界を示す。

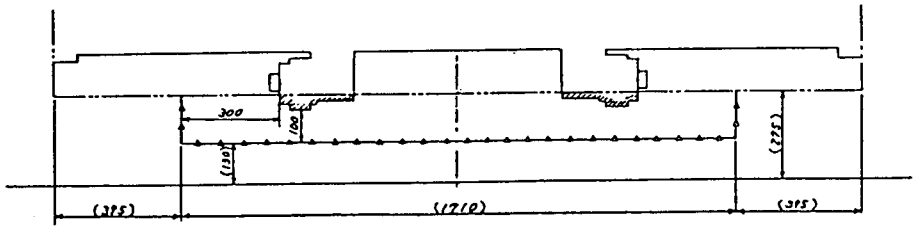
十一　建築限界の本図上の寸法は直線時を示す。曲線部では表に示す拡幅量によって建築限界の幅寸法を拡幅する。但し、曲線部内軌側における、車両の後写鏡に対する限界（前項九）に相対する建築限界の図形（「」と「」）については、表に示す内軌側後写鏡の拡幅量によってその幅寸法を拡幅する。



全　体　図



走行装置・案内装置と車両限界



床下艤装と車両限界

図４－５　設計車両と車両限界との関係

4．2．2 車両の床下艤装に対する限界

車両は曲線部を通過する場合は、軌道に対する最大偏倚として図４－６(1)に示すような４種のモードが考えられる。

この状態においては車両は案内レールに対し上下でオーバラップする部分が出るが、案内レールには高さがあるため、車両の床下部分の艤装と干渉する恐れがある。

このため、床下艤装の設計に範囲を設け、最小曲線で上記モードの偏倚をした場合でも案内レールと干渉しないようにする必要がある。

この範囲を「床下艤装に対する限界」として設定した。

図４－６(2)にこの限界を示す。また、表４－６にこの限界に対するＧＢ１００型、ＧＢ２００型の各数値を示す。

4．2．3 曲線部における案内レールの拡幅量

ガイドウェイバス車両は、前述の通り前輪ステアリング・後輪固定のため、曲線を通過する場合、前輪と後輪の内輪差が発生する。また、後輪がステアリングしないため内軌側の案内レールに後部案内輪が接触した場合、それが後輪タイヤのサイドスリップによる反力を全て受けるため、案内輪にも案内レールにも過大な力が加わり、強度上好ましくなく、乗り心地上にも問題が生じる。このため、通常は後部案内輪が内軌側案内レールに接触ないように内軌側案内レールを拡幅する必要がある。

この拡幅量求める式および考え方を図４－７に示す。

4．2．4 曲線部における建築限界の拡幅

前項と同様、曲線部における車両の偏倚に応じて、直線正位で設定した限界に対し建築限界の拡幅を行う必要がある。図４－８参照。

また、外軌側と内軌側で拡幅量を決める必要がある。表４－７は、福岡の各曲線で採用した拡幅量を示す。図４－９、図４－10に拡幅量の計算式を示す。

車両走行姿勢における重なり量

床下艤装限界の設計範囲については、車両走行姿勢による案内軌条限界の干渉を避けた寸法で決められる。

車両走行姿勢と案内軌条との関係を右図に示す。

右図の中でE_{OF}，E_{OR}，E_Iは、案内軌条と車両の重なり寸法を示している。

１６ｍＲ（最小曲線）での各重なり量の値を下記に示す。

尚、$E_{OF}1 < E_{OF}3$，$E_{OR}1 < E_{OR}4$であるため、$E_{OF}1$と$E_{OR}1$は省略する。

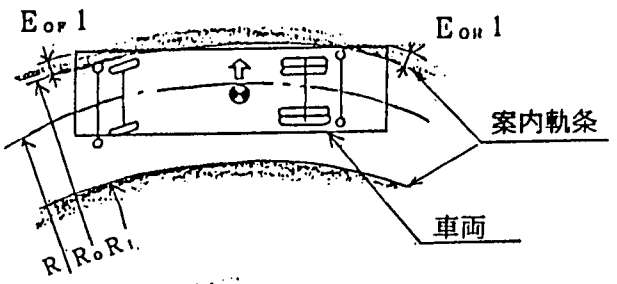
各姿勢における重なり量（１６ｍＲ）

車　両	GB－１００	GB－２００
$E_{OF}3$	１２３７.６	１２２１.０
$E_{IR}3$	４１１.５	４２９.０
E_I 2	３７５.８	３６８.９
$E_{IF}4$	１８１.８	１８６.３
$E_{OR}4$	６９５.６	７２９.４

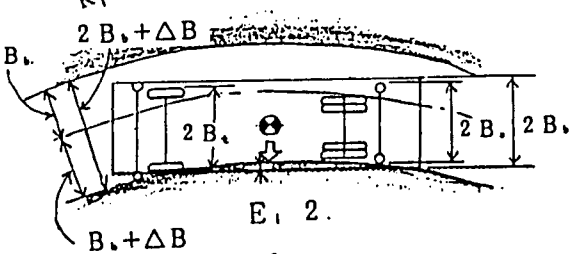
図４－６（１）

各モードにおける車両の姿勢

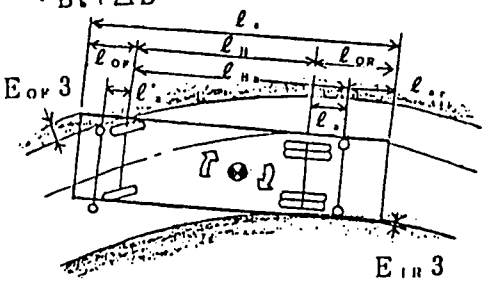
モード１
車両が外軌側へ
変位した状態



モード２
車両が内軌側へ
変位した状態



モード３
車両の前位が外軌
後位が内軌側へ
変位した状態



モード４
車両の前位が内軌
後位が外軌側へ
変位した状態
本車両のステアリング
特性からは考えにくい。

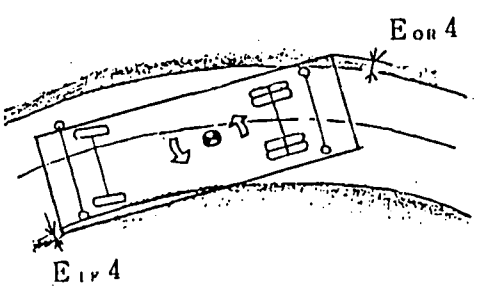
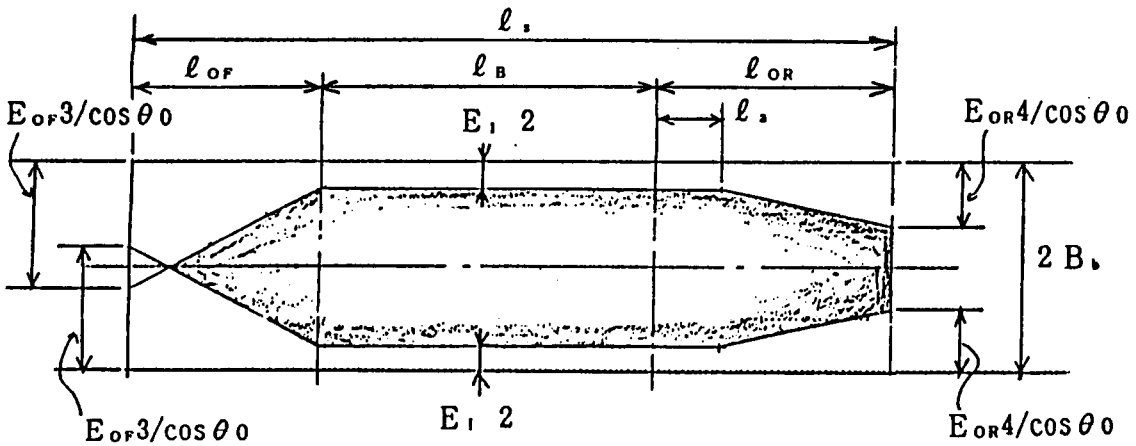


図４－６（２）床下艤装に対する限界の範囲



$E_{OF}3 < E_{IF}4$

$E_{OR}4 < E_{IR}3$

ℓ_0 ： 車両長

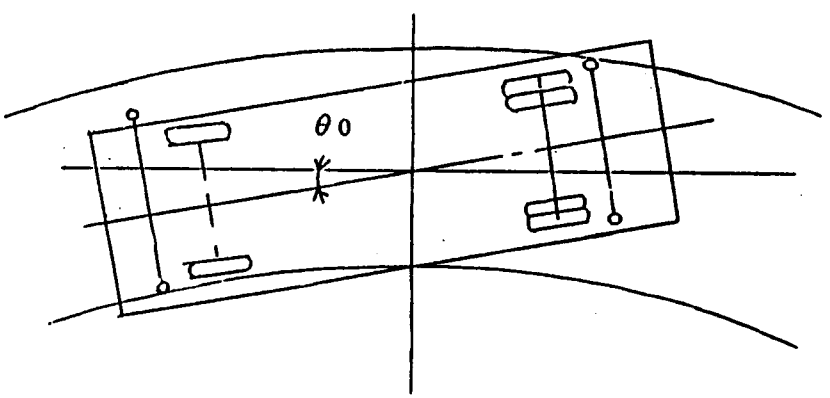
ℓ_B ： ホィールベース

ℓ_{OF} ： フロントオーバーハング

ℓ_{OR} ： リヤオーバーハング

ℓ_0 ： 後車軸－案内輪間距離

車両の傾き角



$\theta 0 = \sin^{-1}(\triangle B / \ell_B + \ell_0)$

表４－６

各車種における床下艤装に対する限界の数値

車種 / 項目	記号	GB－１００	GB－２００
車両長	ℓ_S	１０６７５	１０６５５
ホィールベース	ℓ_B	５３００	５２００
フロントオーバーハング	ℓ_{OF}	２２０５	２１８５
リヤオーバーハング	ℓ_{OR}	３１７０	３２７０
後車軸－案内輪間距離	ℓ_a	６１０	６３５
最小曲線半径	R	１６０００	１６０００
案内軌条拡幅量	△B	９５０	９５０
車両の傾き角	θ_0	９．２５°	９．３７°
	E_{I2}	３７５．８	３６８．９
	E_{OF3}	１２３７．６	１２２１．０
	E_{OR4}	６９５．６	７２９．４
	$E_{OF3}/\cos\theta_0$	１２５４	１２３８
	$E_{OR4}/\cos\theta_0$	７０５	７４０

図４－７　曲線部における内軌側案内レールの拡幅量

曲線部における案内レールは、内軌側のレールのみ、ガイドウェイバスの後部支持輪との接触を避けるため拡幅する。

$$D_{BA}=1000R-\sqrt{(1000R)^2-L_B^2}-(B_{AF}-B_{AR})+E_{PC}+\alpha\ (余裕)$$

D_{BA} ：案内レール拡幅量　(mm)

R　：曲線の軌道中心半径　(m)

L_B ：ホィールベース　5,200 mm

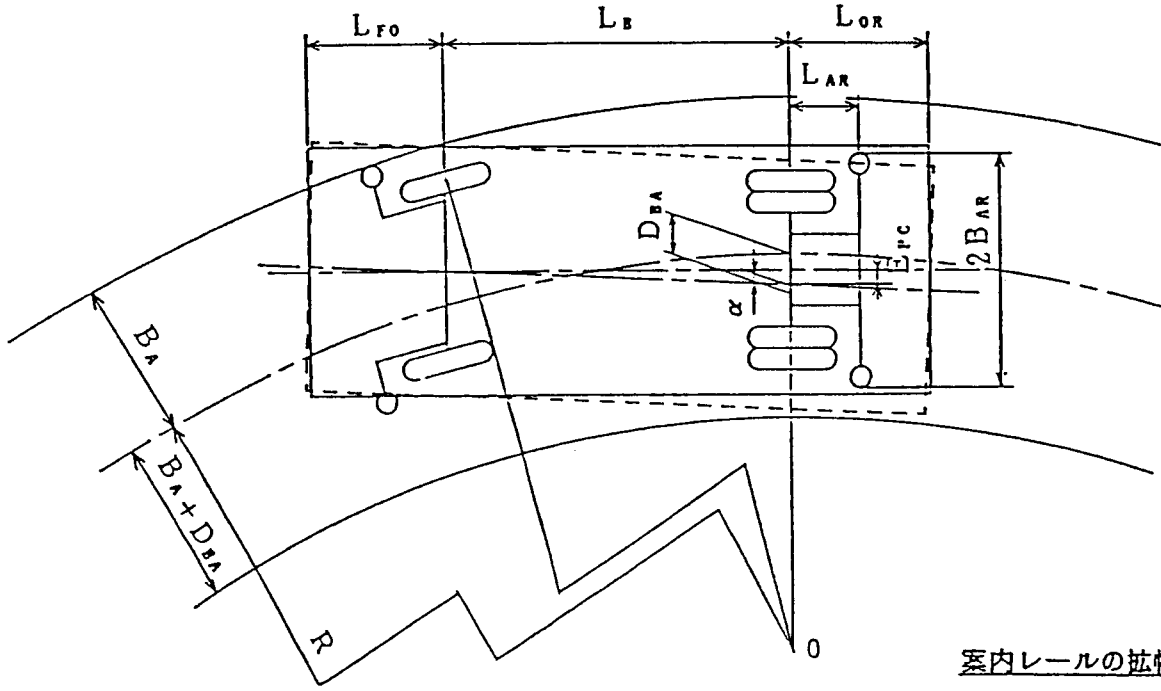
B_{AF} ：フロント案内輪幅の1/2　1,250 mm

B_{AR} ：リ　ヤ　支持輪幅の1/2　1,230 mm

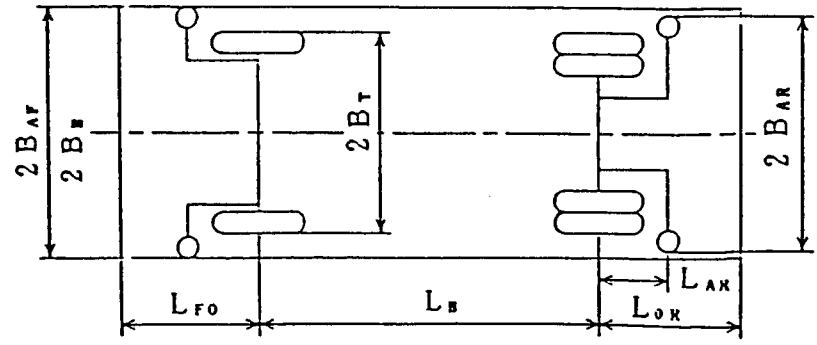
E_{PC} ：カントによる影響分（カントによる後部のズレ落ち分）

$E_{PC}=12i$　mm

i：カント　0，3，5，7　%



案内レールの拡幅



車両寸法

表４－７　福岡における建築限界の拡幅量

（単位　mm）

曲線半径	16 m	30 m	40 m	44 m	60 m	80 m	84 m	500 m
外軌側拡幅量　E_o	1271	741	612	581	421	363	355	117
内軌側拡幅量　E_{i2}	425	224	202	202	112	112	112	※ 63
（参考）内軌拡幅量	950	500	450*	450	250	250*	250	0

E_i欄：※印は、E_{i1}による値を示し、他はE_{i2}による値を示す。

＊印は、カント０の場合５０mm縮小する。

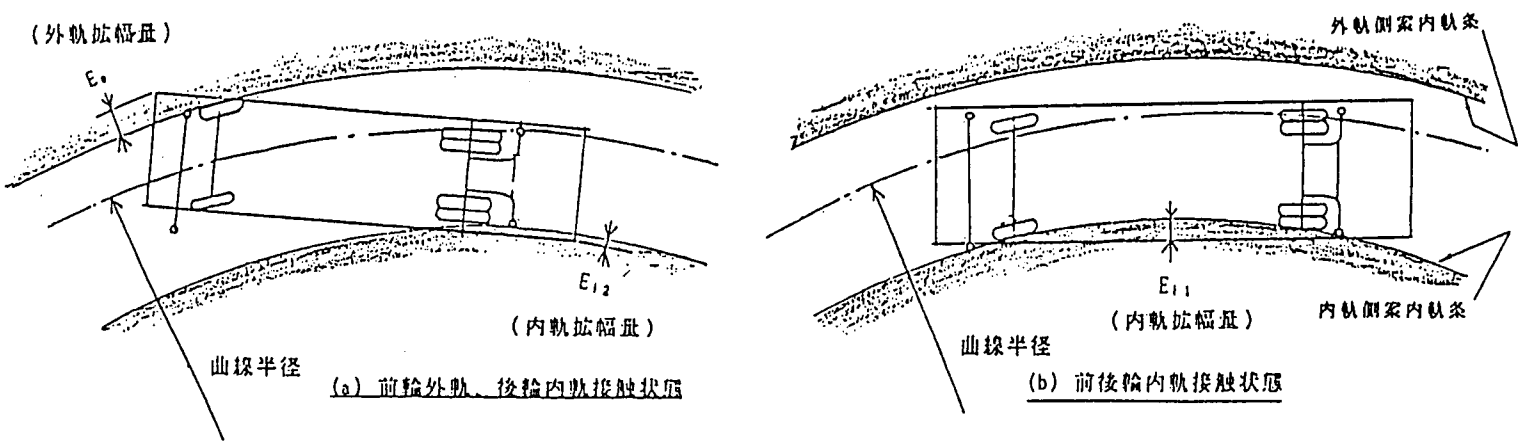


図４－８　曲線部における車両の姿勢

図４－９　曲線部における建築限界の外軌側拡幅量

外軌側拡幅量　：　E_O

外軌側の拡幅量は、下記式により求める。

$$E_O = E_{OD} + D_{EO}$$

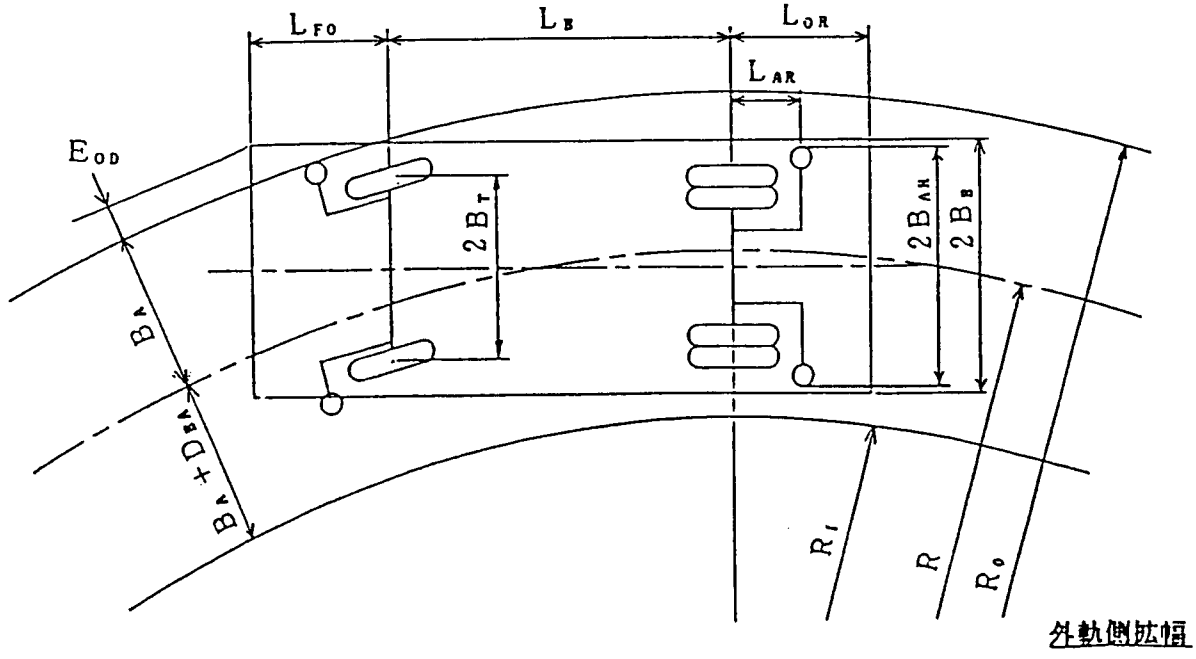
E_{OD}　：　外軌側曲線の影響分

$$E_{OD} = \sqrt{\{\sqrt{R_O^2 - L_B^2} + (B_B - B_T)\}^2 + (L_B + L_{FO})^2} - R_O$$

D_{EO}　：　案内レール拡幅量（D_{BA}）の影響分

$$D_{EO} = (L_B + L_{AR} + L_{FO}) \times \frac{D_{BA}}{L_B + L_{AR}} - D_{BA}$$

R_O ：曲線外軌側案内レール半径		(mm)
$R_O = 1000R \div B_A$		
R ：曲線の軌道中心半径		(mm)
E_A ：直線部案内レール幅の1/2	1250	mm
L_B ：ホィールベース	5200	mm
L_{FO}：フロントオーバーハング	2300	mm
B_B ：車両限界幅の1/2	1250	mm
B_T ：フロントタイヤ外幅の1/2	1163	mm
L_{AR}：後部支持鈴のオーバーハング寸法	635	mm
D_{BA}：曲線部における内軌案内レール拡幅量		(mm)



外軌側拡幅

図 4 —10 曲線部における建築限界の内軌側拡幅量

内軌側拡幅量 ： E_{I1} , E_{I2}

内軌側拡幅量については車両中央部（E_{I1}）と車両後部（E_{I2}）の２ヵ所の値が計算されるが、限界の拡幅の設定値としてはE_{I1}とE_{I2}とでどちらか大きい方の値を使用する。

(1) 車両中央部における拡幅量 ： E_{I1}

$$E_{I1}=R_I-\sqrt{R_I^2-\{(L_B+L_{AR})/2\}^2}+\{(B_B-B_T)+(B_B-B_{AR})\}/2+D_{BA}$$

R_I ：曲線外軌側案内レール半径 (mm)

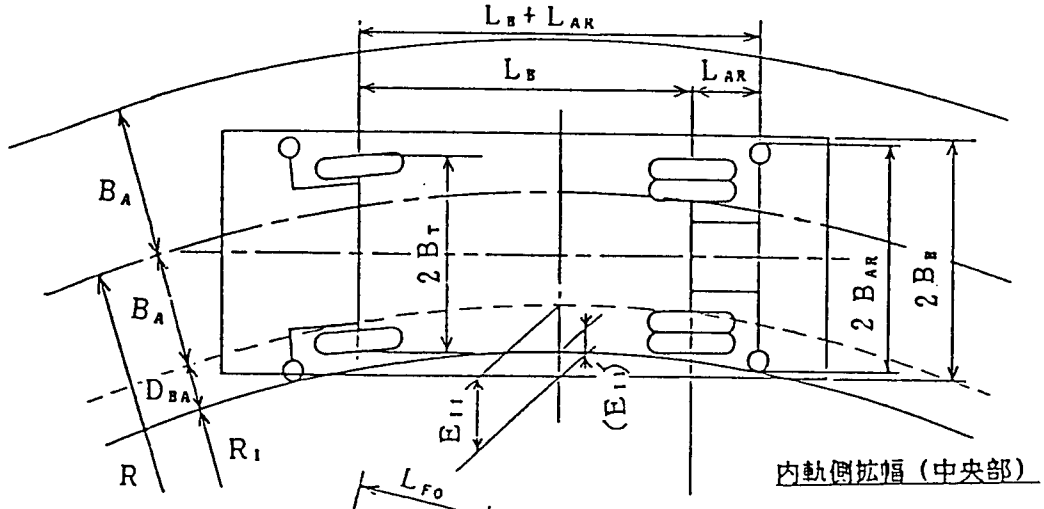
$R_I=1000R-B_A-D_{BA}$

B_{AR}：後部支持輪幅の1/2 1230 mm

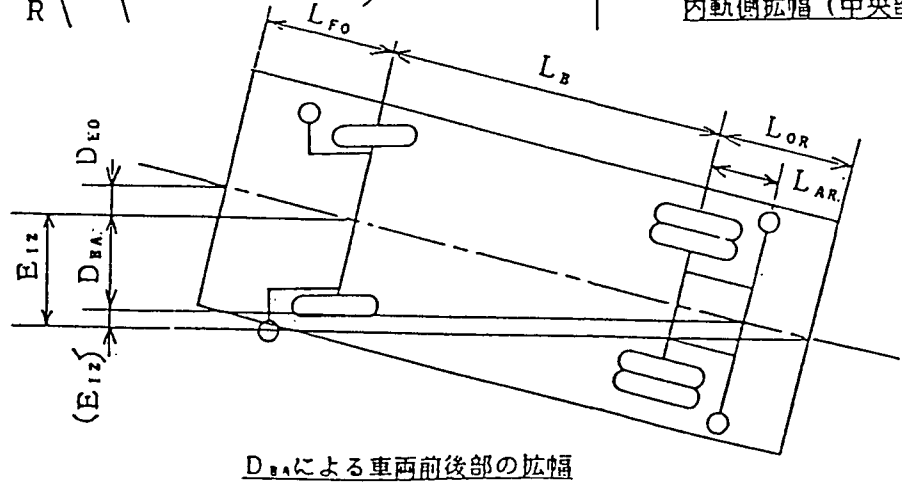
(2) 車両後部における拡幅量 ： E_{I2}

$$E_{I2}=(L_B+L_{OR})\times D_{BA}/(L_B+L_{AR})$$

L_{OR}＝リヤオーバーハング量 3300 mm



内軌側拡幅（中央部）



D_{BA}による車両前後部の拡幅

4．3 車両設計

4．3．1 概要

車両の設計は、4．1 項「基本計画」でも述べたが、一般の大型バスをベースに案内装置を付加するということから、案内装置を取付けるための制約が異なる２車種のバスを使用することとした。よって、案内装置についても２形式を準備し設計を行った。

一つは、ＧＢ－１００型であり、フロントアクスルのステアリングナックルに案内アームを直接ボルト止めし、フロント走行輪を直接案内制御する形式である。もう一つは、ＧＢ－２００型であり、輸出車にもちいられる左ハンドル用のナックルを利用し、フロントアクスルに別に設けた案内装置とリンク・ロッドを介して連結し、間接的に案内制御を行う形式である。

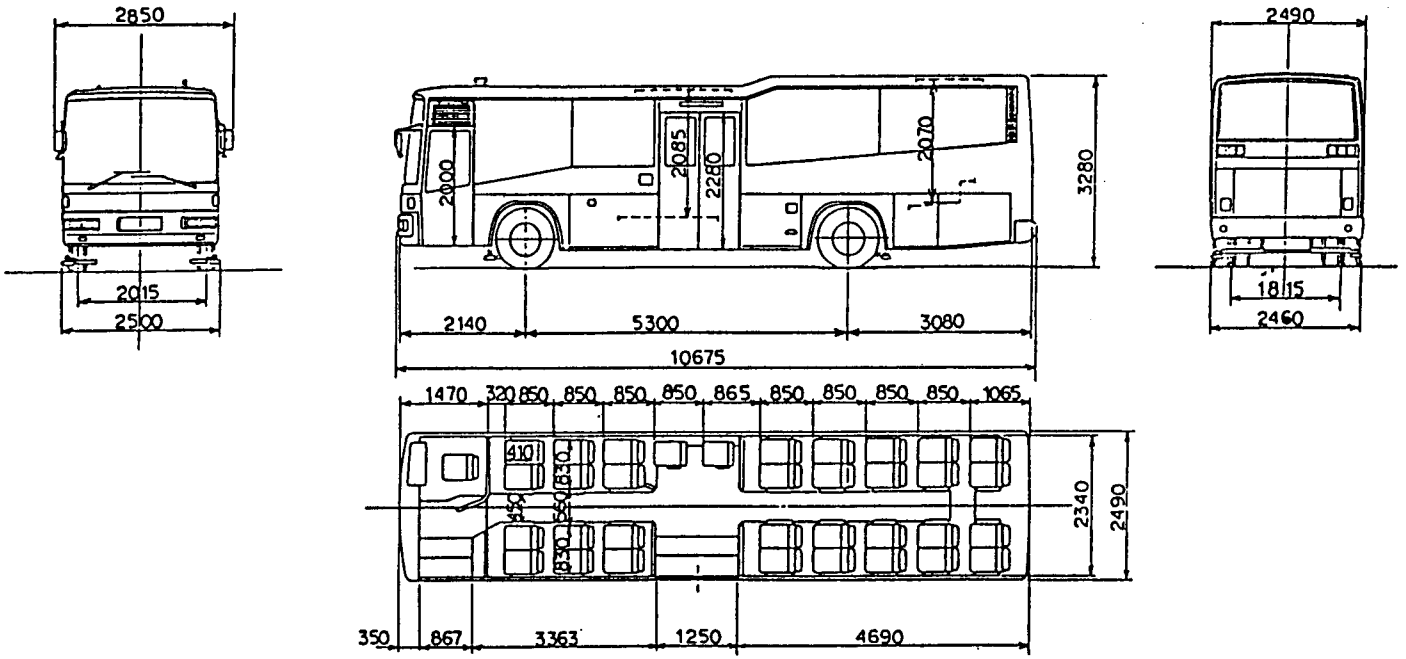
車両の懸架装置には、乗り心地を配慮してエアサスペンション方式を採用し、変速方式には電子制御機械式オートトランスミッション方式を採用するなど、最新の技術を取り入れたものとした。

その他、軌道法に準拠するため、Ａ－基準相当の不燃化構造やフロントに中子式補助輪付タイヤの採用、非常停止スイッチの設置など、従来のバスとは一味違う車両となっている。

図４－11、４－12に車両の形式図を、表４－８に車両の主要諸元を示す。

図４－１１　車両形式図

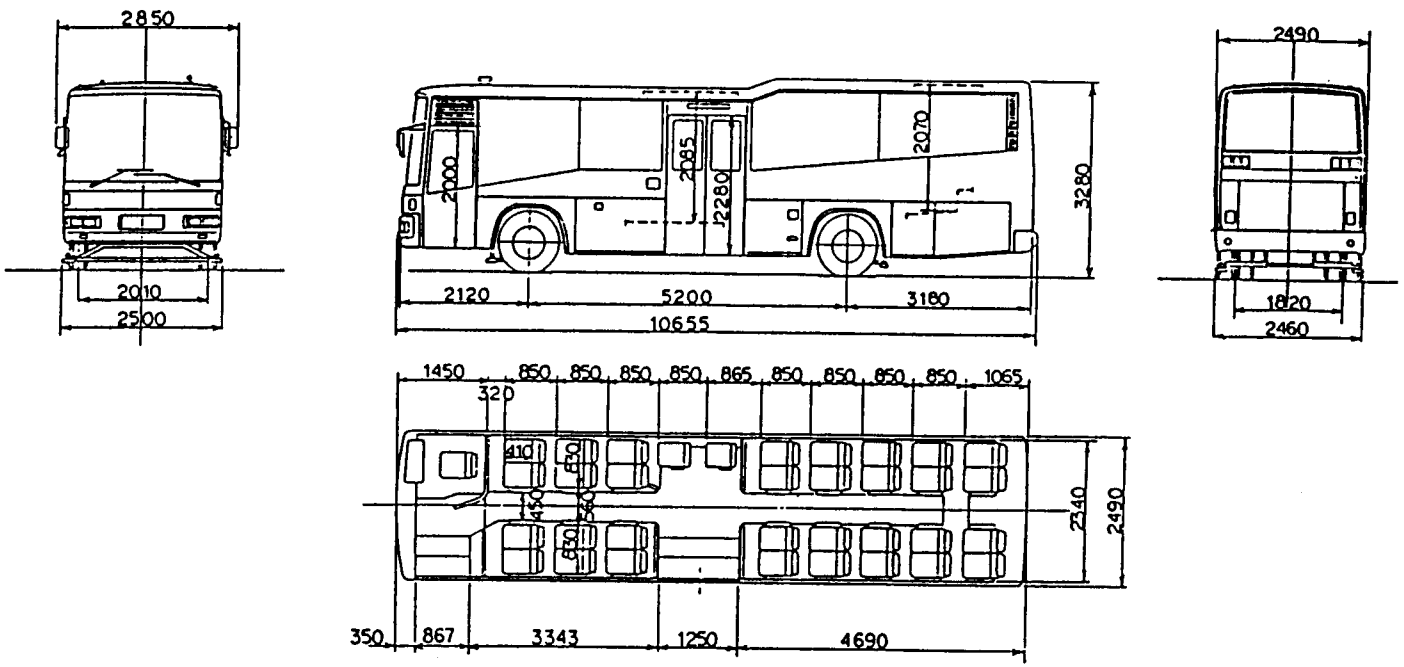
形式称号　　ＧＢ－１００型



定員		39 人		客室室内灯	20 V	8個	トラックノ種類	平行リンク式（空気ばね）
	（内座席）	34 人		（予備灯兼用）				種類：直列６気筒ディーゼル機関
面積		20.170 ㎡	灯ノ種類	前ステップ灯	25 V	1個	内燃機関	
最大寸法（長×幅×高）		mm	オヨビ個数	前照灯	40W+40W/60W	2個		定格出力：２２５ PS／２２００ RPM
	10675×2500×3280			車幅灯	10 V	2個	動力伝達方式	電子制御機械式
自重		11.2 t		尾灯	10 V	2個		オートマチックトランスミッション方式
制動機ノ種類	空気油圧複合式			制動灯	25 V	2個	最終減速比	5.571
	前後リーディングトレーリング		走行輪	フロント	気体入ゴムタイヤ（中子入り）		全負荷ノトキニ於ケル	牽引力：１３１０ kg
				リヤ	気体入ゴムタイヤ			速度：４０ km/h（３速ニ於イテ）

図４－12 車両形式図

形式称号　ＧＢ－２００型



定員	39 人	灯ノ種類 オヨビ個数	客室室内灯	20 V	8個	トラックノ種類	平行リンク式（空気ばね）
（内座席）	34 人		（予備灯兼用）			内燃機関	種類 直列６気筒ディーゼル機関
面積	20.106 ㎡		前ステップ灯	25 V	1個		定格出力 ２３０ PS／２５００ RPM
最大寸法（長×幅×高）			前照灯	40W,40W/60W	各2個	動力伝達方式	電子制御機械式
	10655×2500×3280 mm		車幅灯	10 V	2個		オートマチックトランスミッション方式
自重	11.2 t		尾灯	10 V	2個	最終減速比	4.875
制動機ノ種類	空気油圧複合式		制動灯	25 V	2個	全負荷ノト	牽引力 １３１０ kg
	前後リーディングトレーリング	走行輪	フロント	気体入ゴムタイヤ（中子入り）		キニ於ケル	速度 ４０ km/h（３速ニ於イテ）
			リヤ	気体入ゴムタイヤ			

表４－８　車両の主要諸元

項　　目	GB－１００型	GB－２００型
1．使用区間	アジア太平洋博覧会会場内軌道輸送施設 遊戯施設前停留場～東ゲート停留場	
2．車　　種	２軸内燃動車 （案内軌条式・客車）	同　　左
3．記号番号	１０１，１０２	２０１，２０２
4．両　　数　　（両）	２	同　　左
5．自　　重　　（ｔ）	11.2	同　　左
6．定　　員　　（人）	３９　（３６）	同　　左
内訳　・座席定員　（人）	３４　（３３）	同　　左
・立席定員　（人）	５　　（３）	同　　左
（　）内は身障者搭乗時を示す。		
7．定員1人に対する客室面積（㎡）	0.５１７（0.５６０）	0.５１５（0.５５８）
8．主要寸法		
1）最大寸法　　（㎜）		
長　　さ	１０，６７５	１０，６５５
幅（バックミラー間）	２，８５０	同　　左
幅（フロント案内輪間）	２，５００	同　　左
高　　さ	３，２８０	同　　左
2）車体内寸法　　（㎜）		
長　　さ　床面前端から後部座席端まで	９，７６０	９，７４０
幅　　座席上面での内法	２，３４０	同　　左
高さ　　車体中央部床面・天井間	２，０８５	同　　左
3）軸　　距　　（㎜）	５，３００	５，２００

項　　目	GB－100型	GB－200型
9. 内燃機関の種類・箇数・出力および特性		
1) 種　　類	直列6気筒・直立縦置ディーゼル機関	直列6気筒・水平縦置ディーゼル機関
2) 箇　　数	1　　箇	同　　左
3) 出　　力　（最大）	225PS/2,200rpm	230PS/2,500rpm
10. 内燃機関の動力伝達方式	電子制御機械式オートマチックトランスミッション方式	同　　左
11. 制動機の種類および装置		
1) 空気制動機	空気油圧複合式前後ﾘｰﾃﾞｨﾝｸﾞ・ﾄﾚｰﾘﾝｸﾞ	同　　左
2) 手用制動機	機械式推進軸制動内部拡張形	同　　左
12. 空気圧縮機の種類・箇数および容量		
1) 種　　類	原動機直結・往復・水冷式	同　　左
2) 箇　　数	1　　箇	同　　左
3) 容　　量	142　l／min	157　l／min
13. 発電機の種類・箇数・出力および電圧		
1) 種　　類	交流機	同　　左
2) 箇　　数	1　　箇	同　　左
3) 出　　力	2.64kVA	同　　左
4) 電　　圧	DC24V	同　　左

項　　目	GB－100型	GB－200型
14. 蓄電池の種類・箇数・電圧および容量		
1) 種　　類	鉛蓄電池	同　左
2) 箇　　数	2　箇	同　左
3) 出　　力	24V	同　左
4) 電　　圧	200Ah	同　左
15. 自動戸閉装置の種類および箇数		
1) 種　　類　前　扉	片開きスイング式	同　左
中　扉	両開きスイング式	同　左
2) 箇　　数	各1箇	同　左
16. 非常灯の種類および箇数		
1) 予備灯	8　筒	同　左
2) 前部標識灯	4　筒	同　左
3) 後部標識灯	4　筒	同　左
4) 箇　　数	各1筒	同　左
17. 列車無線装置の方式、周波数および箇数		
1) 方　　式	単向通信方式	同　左
2) 使用周波数	400MHz帯	同　左
3) 箇　　数	1　筒	同　左
18. 運転保安装置の方式、周波数および箇数		
1) 方　　式	電磁誘導式	同　左
2) 搬送周波数	96kHz	同　左
3) 箇　　数	1　筒	同　左

項　　目	GB－100型	GB－200型
19. 特殊設計		
1) 案内装置の方式	前輪操舵・後軸固定式	同　左
2) 車　輪		
a. 走行輪の直径（従軸）	1，048mm	同　左
b. 走行輪補助輪の直径	892mm	同　左
c. 走行輪の直径（駆動軸）	1，050mm	同　左

4．3．2 車体艤装

1) 車　　体

車体の設計については、前項でも述べたように一般の大型バスをベースとしていることから、基本的にはバスの設計であるが、軌道法に準拠した構造にも配慮した内容となっている。

また、車種（ＧＢ－１００型、ＧＢ－２００型）の違いに関係なく全車共通の設計としている。

車体は全金属製で、不燃構造とし、地下鉄等旅客車の構造に準じており、座席、床敷物等の室内設備にも不燃性または難燃性の材料を使用している。特に床材等はバスの場合、ベニア材を使用するのが一般的であるが、不燃構造の規則に合わないということでアルミニューム材を使用した。

運転席は、一般のバス同様、右側前部にあり、運転室機器配置も一般のワンマンバスと同様にしてある。

ただし、今回はガイドウェイバスとして特有の案内制御装置、運転保安装置操作箱を右前の柱に、運転席左側に同車載装置を設けている。

また、変速レバーが電子制御機械式オートマチックトランスミッション方式のため、通常のバス用の長いチェンジレバーやクラッチペダルがなく小型の変速レバーが付いている。図４－13に運転席機器配置を示す。

前面窓は１枚で大型の２次曲線ガラスを使用し、運転士の視野を広くしたものとしている。また、側面窓は全て固定式で大型のガラスを使用し、窓枠はすべて内側に設けて外側からは目立たないようにして、デザイン上にも気を配ると同時に、内側にはカーテンによる日除けを設けている。

座席はすべて前向きで中央部に通路を設け、両側が２人掛けのシートとなっている。中央部には、身障者優先スペース（折り畳み式１人用椅子付き）を設け、後部座席は後ろへ行くほど少しづつ高くなるシアタ方式の座席配置としている。

このため、後部通路は傾斜し約 5.8%の勾配がついている。

なお、車両の通路勾配については、現在、国内では明確な基準がないことから、図４－14に示す、国際連合における協定「公共用車両（バス）の構造に関する統一規定」より、６%以内を準用することとした。室内見付図を図４－15に示す。

乗降口は、一般のバス同様、両面の左側前部と中央部に設け、前部扉は片開き、

中央部扉は両開きの、観光バスやリムジンバスで採用されているプラグ式スイングドアとしている。

これは、博覧会ということでデザイン性や豪華さを狙ったものである。

スイングドアの構造を図４－16に示す。

また、右側後部には非常口を設け、非常時には椅子を倒して非常口を開き、折り畳み式ハシゴを伝って軌道へ避難出来る構造としている。

天井には図４－17に示すようにグローブ付蛍光灯を８灯、スピーカ、モニターテレビ、冷房用ダクト等を設け、座席下には暖房としてブロワヒータを設けている。

冷房装置は、サブエンジン式であり、前記ダクトの各座席上に吹出口を設けている。

2）艤　　装

床下機器配置については、シャーシや部品の違いより若干相異があるが、基本的な考えは両車種とも同じである。

エンジンはリヤオーバハング部に設けてあり、エンジン周辺には関連部品のラジエータ、エアクリーナ、バッテリを配置している。

燃料タンク、冷房ユニットはホイールベース間に設け、ブレーキ関係部品はフロントオーバーハング部に設けている。

図４－18にそれらの配置を示す。

また、フロント側の屋根上には列車無線用アンテナ、運転保安装置の車上子を設けている。

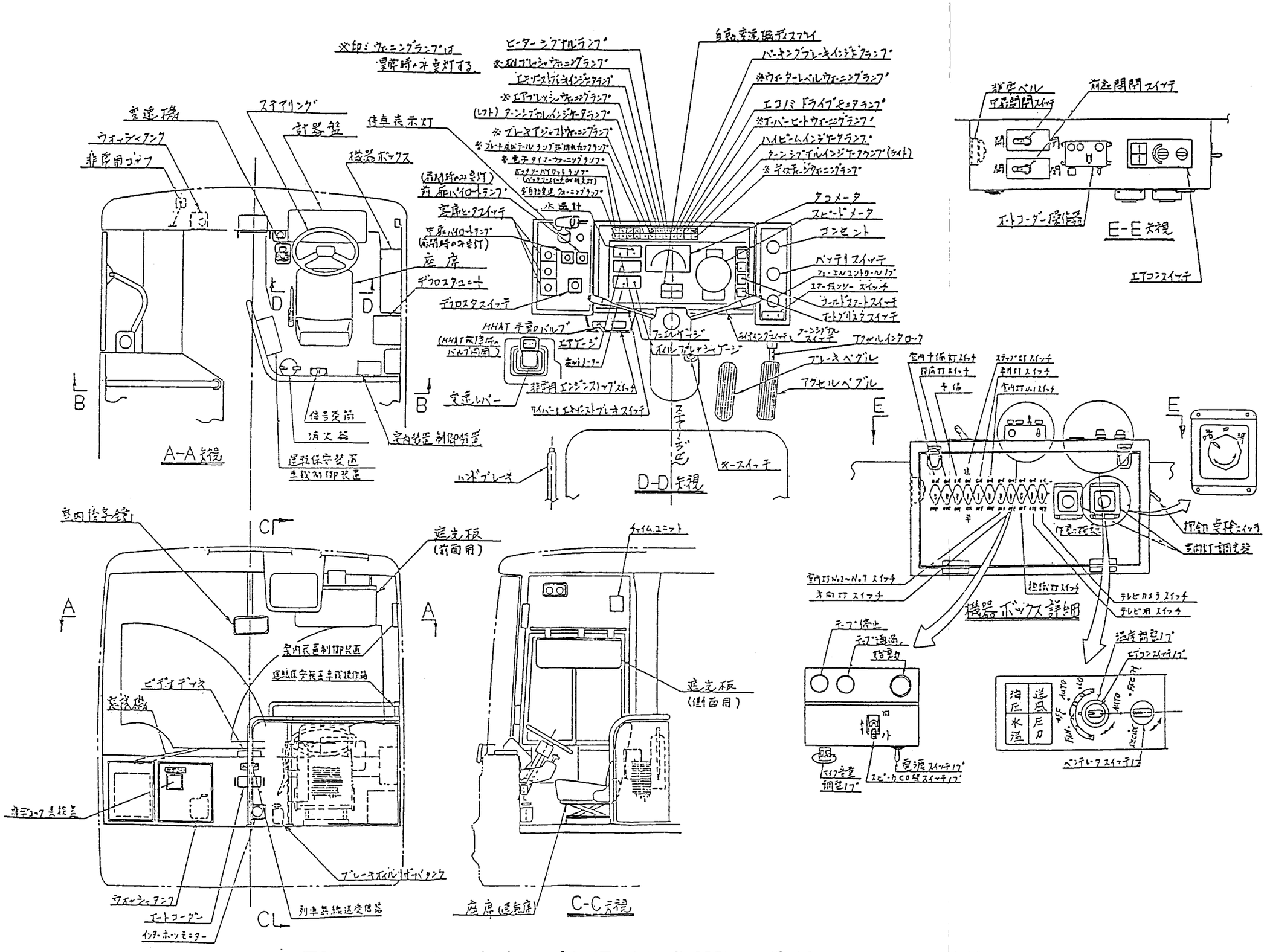


図 4 — 13 (1) 車両形式図 (GB-100型)

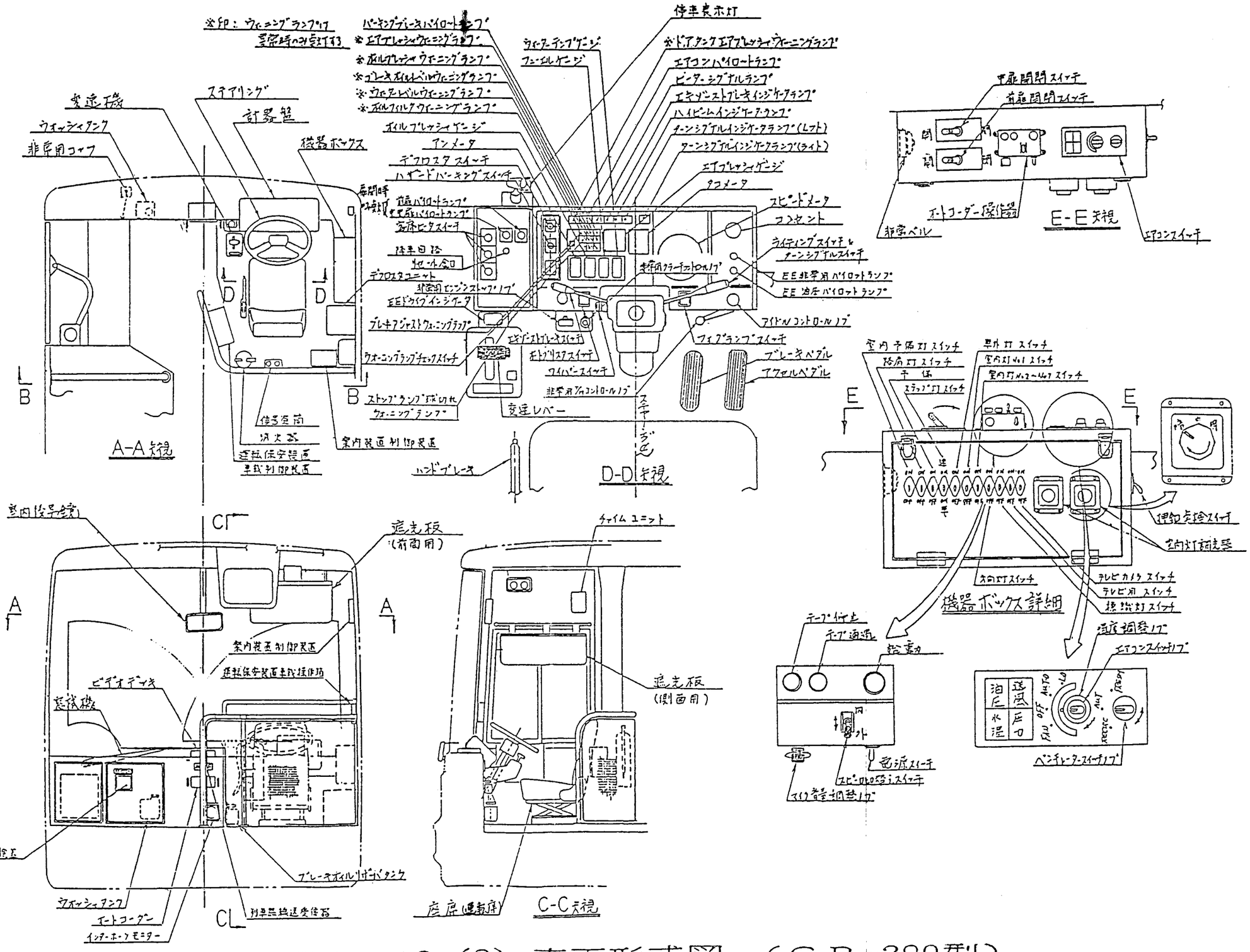


図４－13（2） 車両形式図 （ＧＢ-200型）

図 4－14　通路勾配についての基準

ECE 36

E/ECE/324
E/ECE/TRANS/505] Rev.1/Add.35/Amend.1
1982年4月19日：＊

国　際　連　合

自動車の装備品および部品の認定統一基準

の選択と設定の相互承認に関する協定

１９５８年３月２０日ジュネーブにおいて締結

公共用車両（バス）の構造に関する統一規定

UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE CONSTRUCTION OF PUBLIC SERVICE VEHICIES

改訂１

ECE-改訂	発行日	発行日	備　　考
36	'75. 11. 12	－	• 規則制定
36-01	'82. 4. 19	'82. 2. 8	• 規則への注釈追加 • 付属書６を追加…その他

（前　略）

5.7.5.6 座席には、１個またはそれ以上のステップを設けることができる。
ただし、各ステップの高さは、１５ｃｍ以上２５ｃｍ以下であること。
ステップの最小奥行きは２０ｃｍとする。ステップの幅は現在のステップの ＊
先端の座席間通路の幅と同じかそれ以上でなければならない。

5.7.5.7 乗客が座席間通路に座れるようにした折りたたみ式シートを設けること ＊
はできない。

5.7.5.8 座席通路を侵害する横方向に可動するシートは、設けることができない。＊
ただし、クラスⅢの車両および5.7.5.4項に記載されている条件下にある場合を除く。

5.7.6 床面の傾斜

立席用の床面最大傾斜は、６パーセントより少なくなければならない。ただし、後軸中心線の前方1.５m上の鉛直面から後方にある床面では、８パーセントでもよい。すべての計測は、平坦且つ水平面に置かれた空車状態で行うこと。

5.7.7 乗降用扉のステップ（付属書３、図４参照のこと）

5.7.7.1 ステップの最大高さおよび最小奥行は、次に掲げる要件に適合するものでなければならない。

		クラスⅠ	クラスⅡ	クラスⅢ	備　　考
第1ステップ	高さ(cm)	40			クラスⅡおよびクラスⅢの車両の場合、単独で３cmの公差を持つ機械的緩衝装置を持つことができる
	奥行(cm)	30			
次の段のステップ	高さ(cm)	30	35		
	奥行(cm)	20			

5.7.7.2 第１ステップの地上高は、空車状態で計測されなければならない。＊
3.2.3項に従って公表した技術的最大重量によって、製造業者はタイヤ設備および圧力を明細に記さなければならない。

5.7.7.3 ２個以上のステップがある場合、第１ステップは、第２ステップは鉛直方向の正射影の範囲へ１０ｃｍ延長することができる。

5.7.7.4 ステップの幅は、４０×２０ｃｍの長方形が、単式ステップにおいては１個、複式ステップにおいては２個置くことができるものでなければならない。長方形の表面の少なくとも９５パーセントを、ステップ上に置くことができる場合には、上記の条件は満足されていると見なされるべきである。

（以下、略）

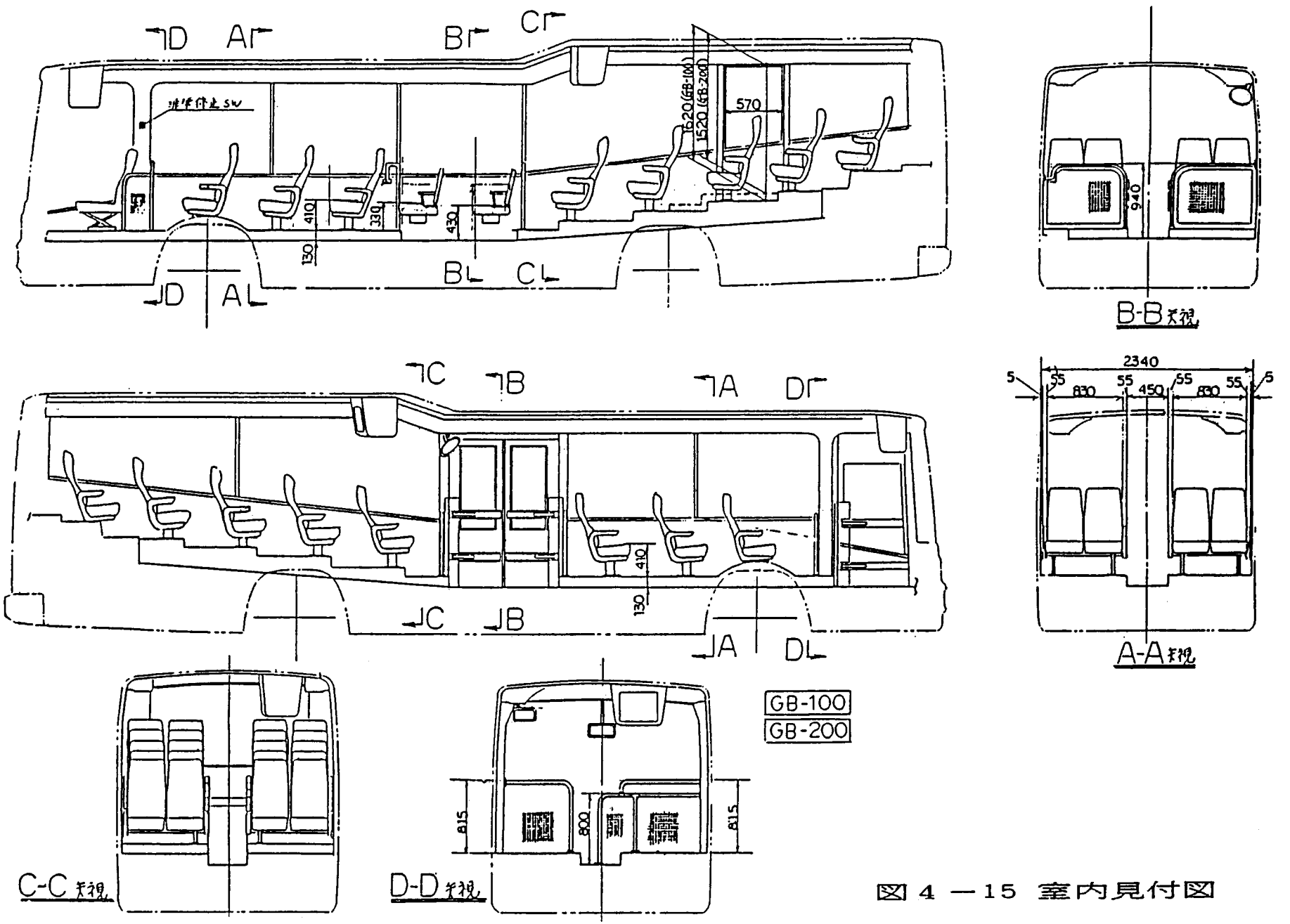

D
A
B
C
1620(GB-100)
1520(GB-200)
570
410
330
430
130
B-B矢視
940
2340
5
55
830
55
450
55
830
55
5
A-A矢視
C
B
A
D
410
130
C-C矢視
D-D矢視
815
800
815
GB-100
GB-200

図４－15　室内見付図

図４－16 乗降ドア構造

（1）前側扉

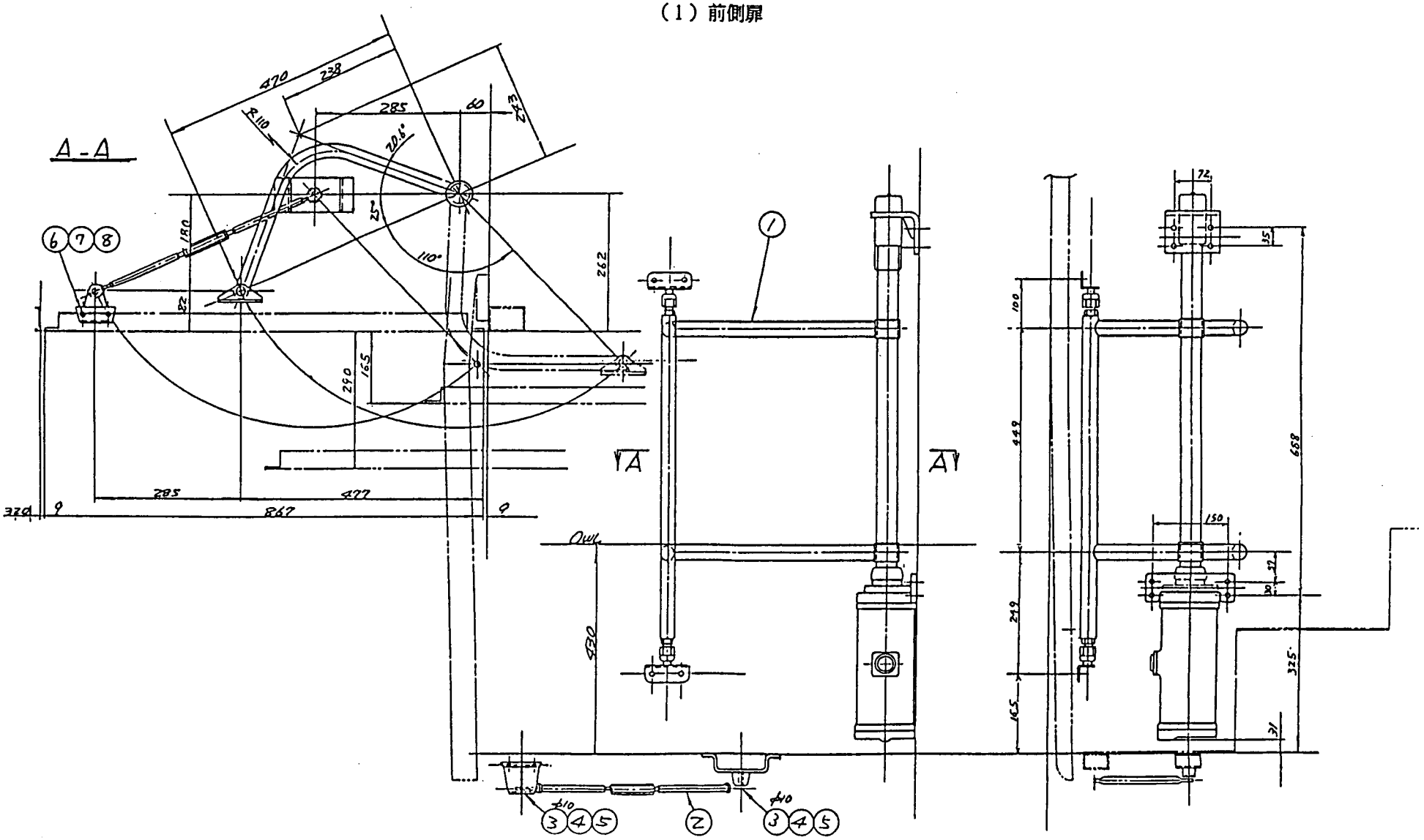
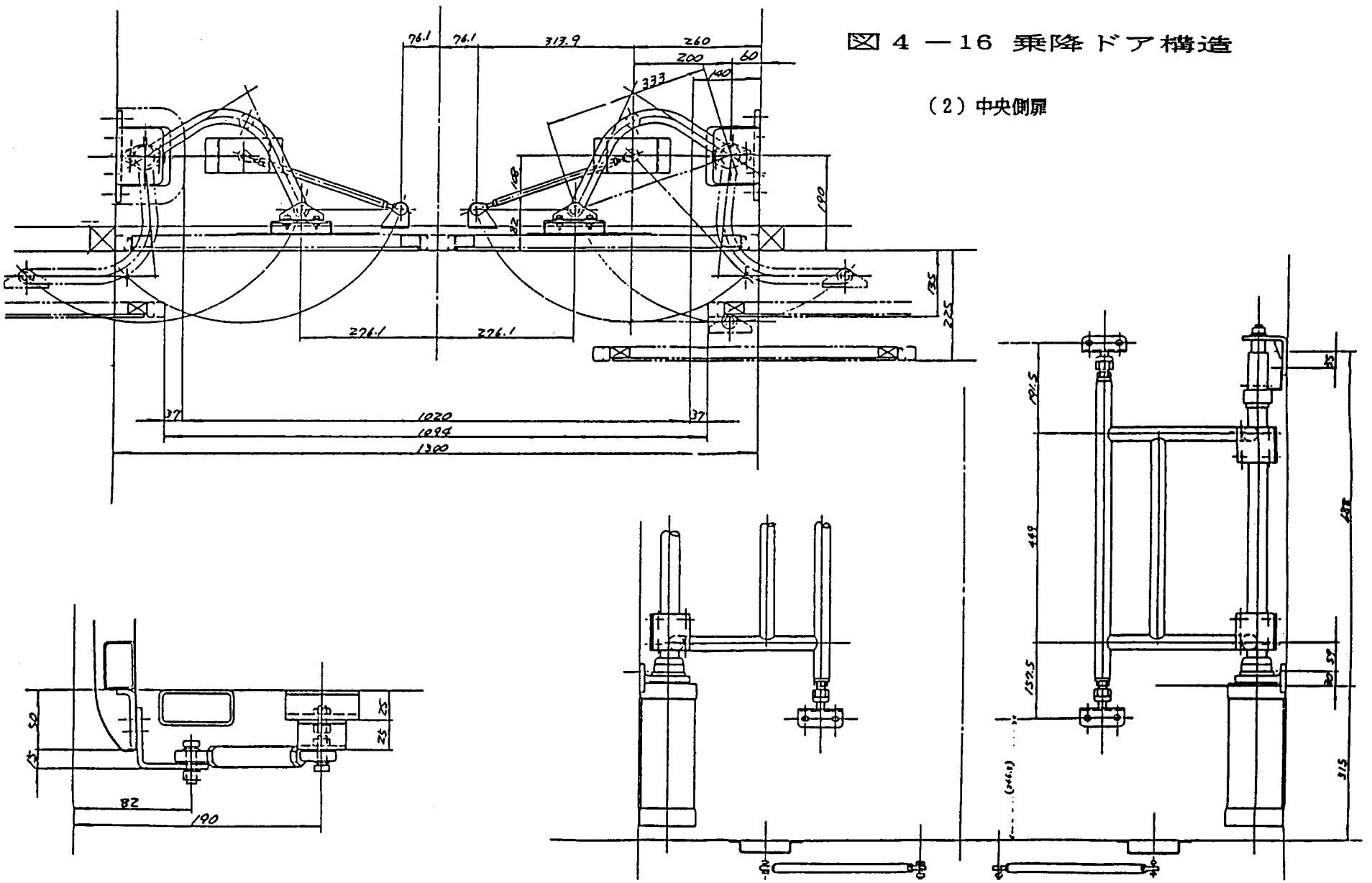
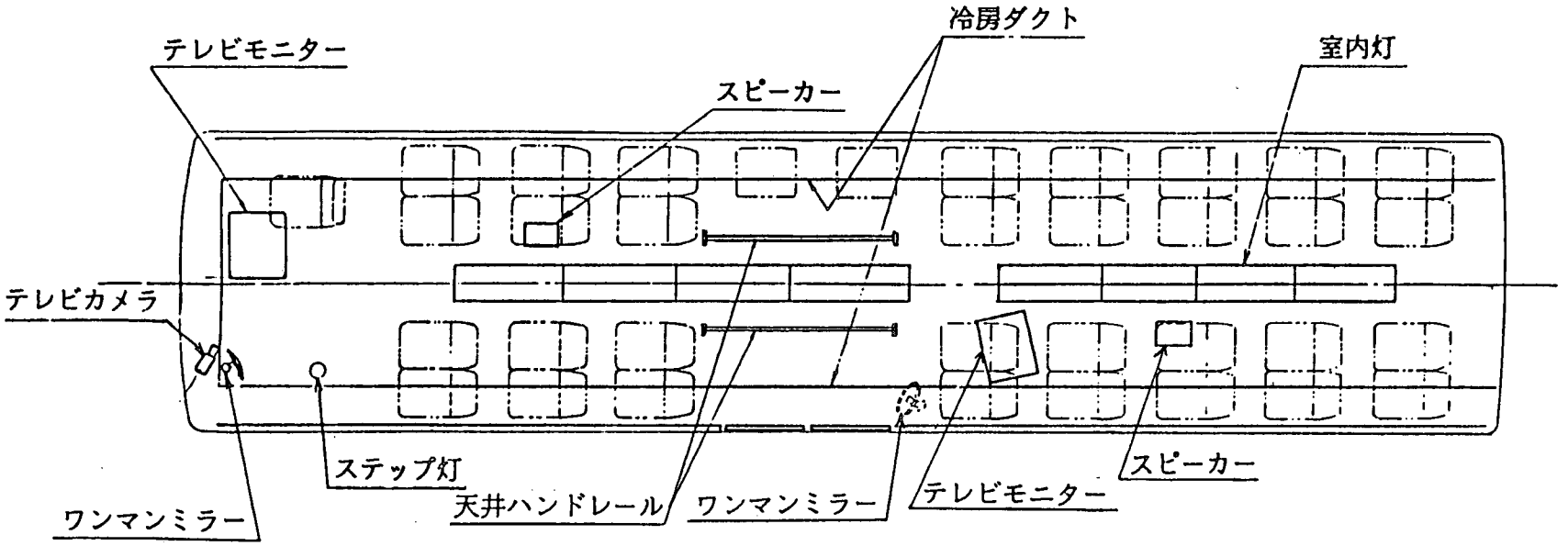


図４－16 乗降ドア構造

（2）中央側扉





GB-100

GB-200

図 4 — 17 天井機器配置図

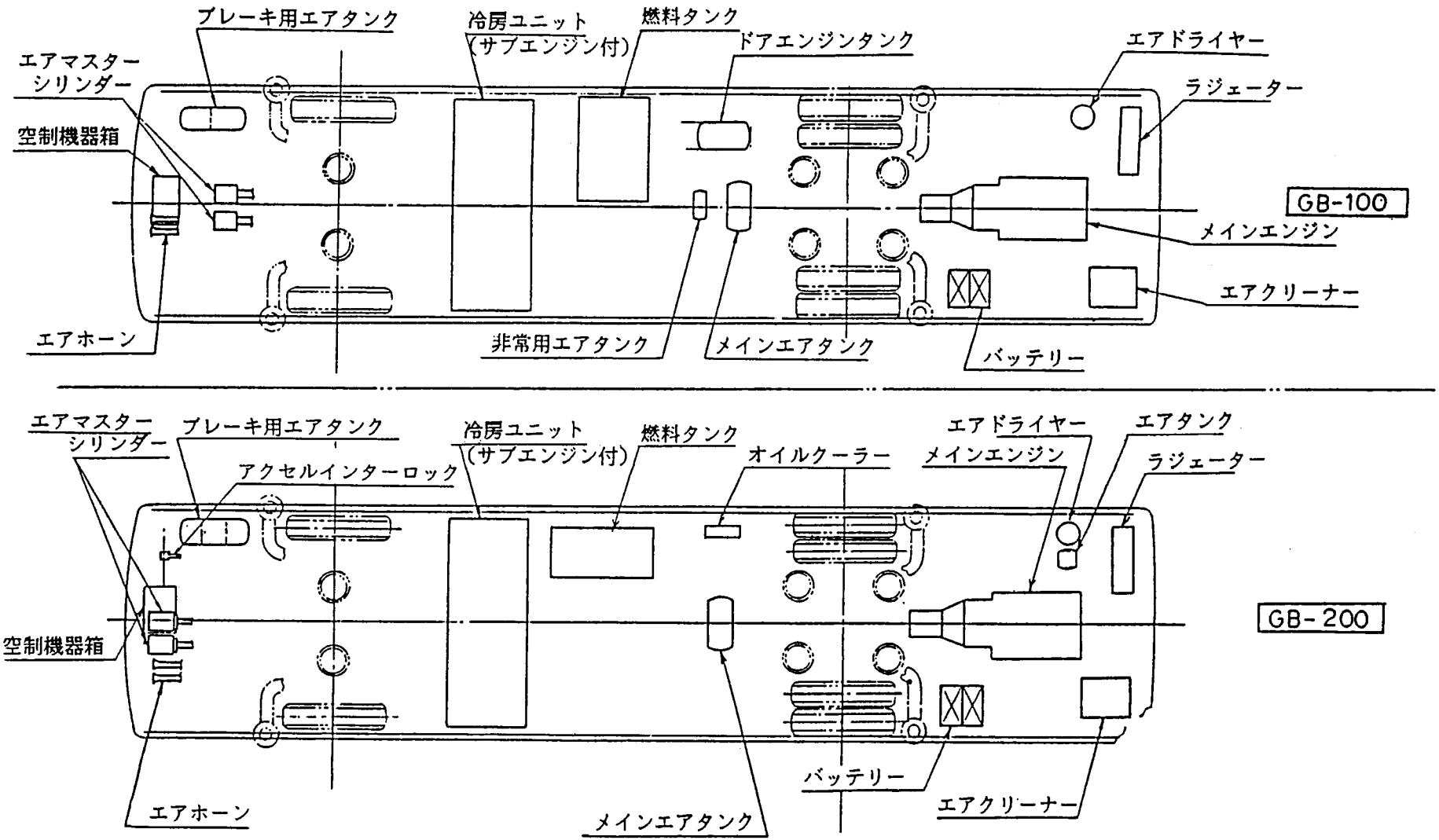


図 4 —18 床下機器配置図

4．3．3 懸架装置

懸架装置は、フロント、リヤとも平行リンク方式のエアサスペンションで、車体と車軸の間には乗り心地向上のための空気ばねをフロントに２ヶ、リヤに４ヶ設けている。

また、振動抑制用としてショックアブソーバーを、ローリング抑制用としてリヤのみにスタビライザーを設けている。

フロントの車軸は、ステアリング機構付の遊軸でシングルタイヤを装着している。

リヤの車軸は駆動を行うため、差動歯車装置がついた動車軸でステアリング機構はなく、ダブルタイヤを装着している。図４－19、－20参照。

フロントの走行輪はシングルタイヤのため、パンク時も走行が可能なように中子式の補助輪を内蔵し、パンク時の車両の下降変位量に制限を持たせている。

図４－21に構造図を示す。

また、リヤについてはダブルタイヤであり、片側２輪が同時にパンクする可能性は非常に低いことから、中子式補助輪は設けず、一般のチューブレスタイヤとしている。

4．3．4 案内装置および舵取り装置

1）ステアリング機構の概要

① ゴムタイヤの特性と誘導案内の原理

鉄輪と鉄レールを利用する従来の鉄道では、鉄輪と鉄レールの組合せだけで車両を支持し、かつ車両を誘導案内することができる。

しかし、本システムの車両に用いるようなゴムタイヤ（以下、タイヤという）には、車両の支持はできても、それ単独で車両の誘導案内に必要な横力を発生する機能はない。そのため何らかの補助手段すなわち案内装置が必要となる。

ここで、タイヤには、図４－22に示すように、進行方向と回転方向とにずれ（横すべり）が生じれば、進行方向に直角な横力（コーナリングフォース）が作用するという性質がある。これを利用して、タイヤにわざと横すべりを発生させることで誘導案内のための横力を得ることができる。ただし、遠心力や風等、外力の影響によって必要な横力は常に変化するので、それに対応すべく横すべりも常に適切に制御してやる必要がある。

さらに、この横力は常にタイヤの旋回中心（キングピン）より後方に作用することから、タイヤそのものに横すべりを打ち消すような復元モーメント（セルフアライニングトルク）が作用することになる。逆に、このセルフアライニングトルクに見合うだけの操舵トルクをタイヤに加えてやることによって、タイヤの横すべりすなわち横力を制御できることとなる。案内装置の目的は、一言でいって、この操舵トルクを適切に制御することにある。なお、タイヤの旋回中心と横力の作用位置との距離は、ニューマチックトレールと呼ばれている。

本システムの車両は、新交通システムの車両と同様、自動車のステアリング機構を応用した案内装置を装備しており、案内軌条からの横偏倚を案内輪によって検出することにより、タイヤを操舵制御し、その結果として走行路面上で横すべりを起こさせ、誘導案内に必要な横力を得ている。その際、案内輪には、横力によって生じるセルフアライニングトルクに見合うだけの荷重が作用することとなる。

図４－23は、この案内装置の原理図を示している。図４－23のb)は横力の作用していない釣合い状態を、a)は車両が左側に偏倚した状態から右向きの横力が作用して車両を釣合い状態に戻そうとする状況を、逆に、c)は車両が右側に偏倚した状態から左向きの横力が作用して車両を釣合い状態に戻そうとする状況を、それぞれ示している。

さらに、図４－23は、タイヤを操舵制御するための車両と軌道との相対的な関係とみることもできる。そうすれば、軌道に対して車両が左右に偏倚する場合と同様車両の進行方向に対して案内軌条すなわち軌道の線形が変わる場合でも、まったく同じ原理で車両を釣合い状態に保つことができることがわかる。ただし、その場合の釣合い状態は車両に作用する外力によって変化し、それに応じてタイヤの横力や案内輪への作用荷重も変化することになる。

図４－24は、この釣合い状態を模式的に示したものである。この図から、車両に加わる力の釣合いa)は、原理的に、材料力学における梁の釣合いb)と同じように扱えることがわかる。案内輪に作用する力や、車両の姿勢は、この図をもとに、計算で求めることができ、その結果は案内装置の強度や操向安定性の検討にも利用できる。

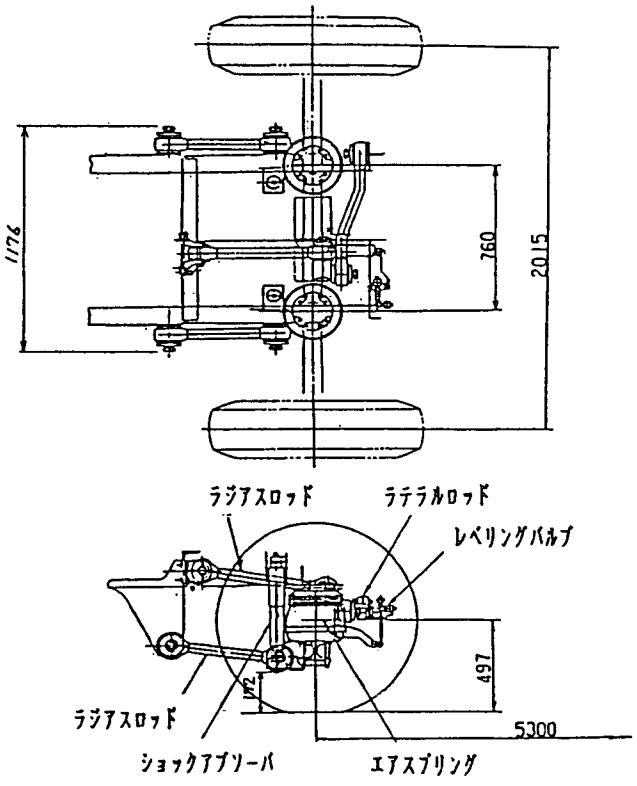
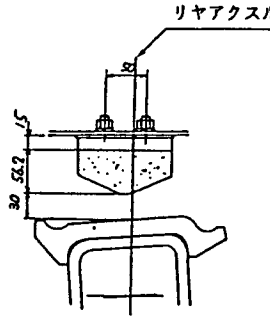
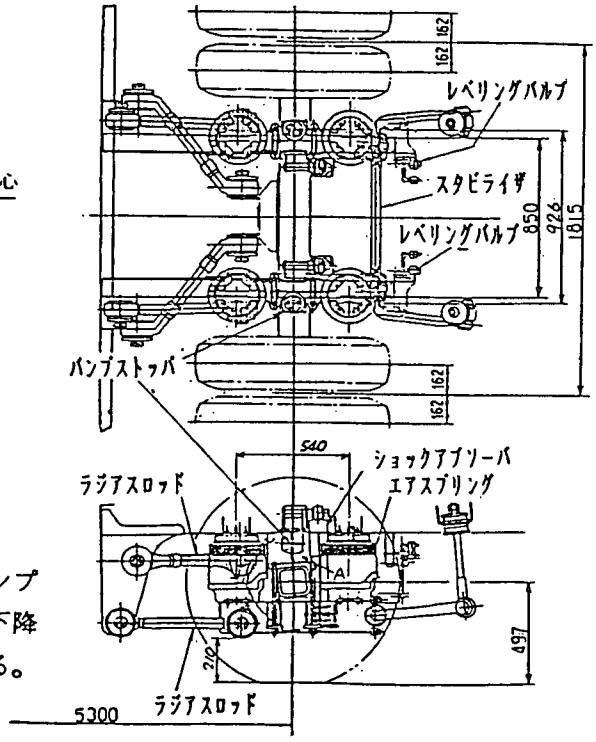


図４－19（1） 懸架装置構造図
フロント（ＧＢ－100型）



A部詳細



注記） 空気ばねバンク時は、バンプストッパーにより車体の下降量は、３５㎜に制限される。

図４－19（2） 懸架装置構造図
リヤ（ＧＢ－100型）

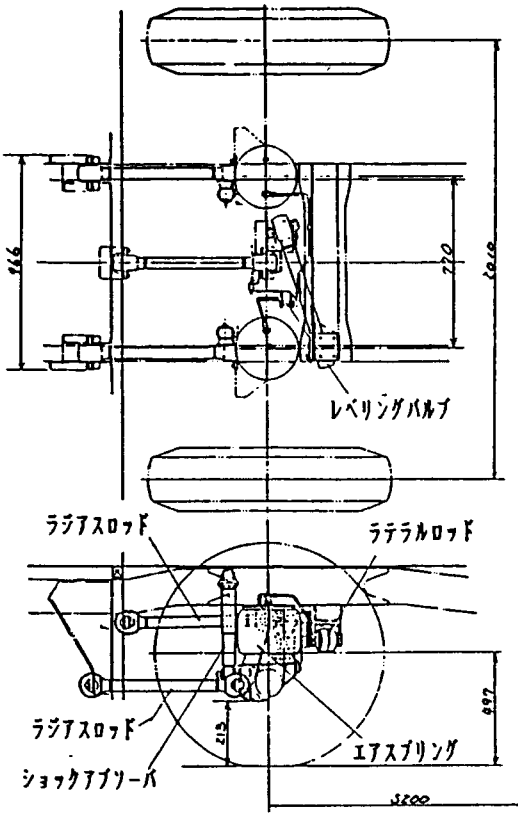
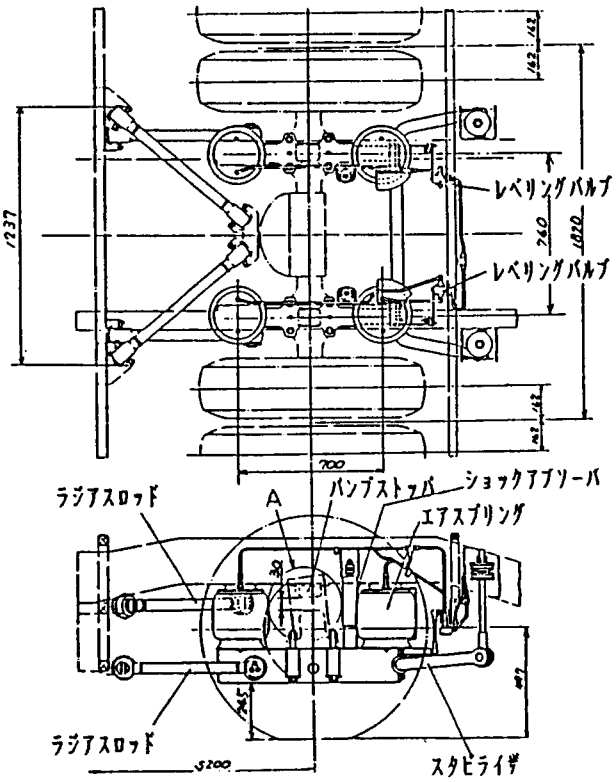
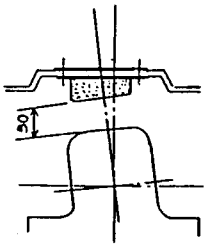


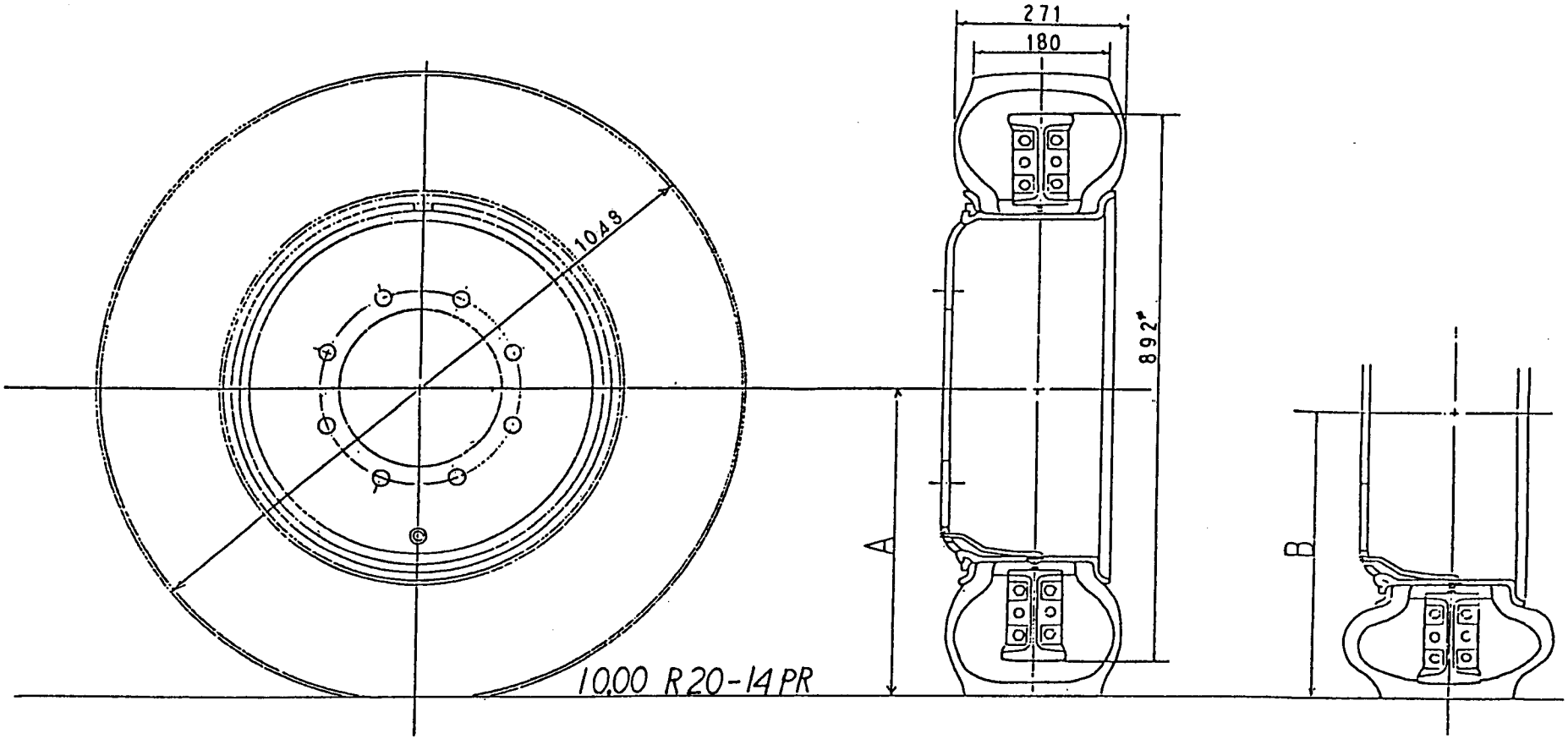
図４－20（1） 懸架装置構造図
フロント（ＧＢ-200型）





注記）
空気ばねパンク時は、
バンプストッパにより
車体の下降量は３５㎜
に制限される。

図４－20（2） 懸架装置構造図
リヤ（ＧＢ-200型）



荷重条件		I.P=7.25KG/CH² 時 静荷重半径(A)	I.P=0 KG/CH² 時 静荷重半径(B)
JIS 100%LOAD (SINGLE)	2,700 KG	486 MM	471 MM
空車時	1,770 KG	497 MM	473 MM

図 4 —21 走行輪図

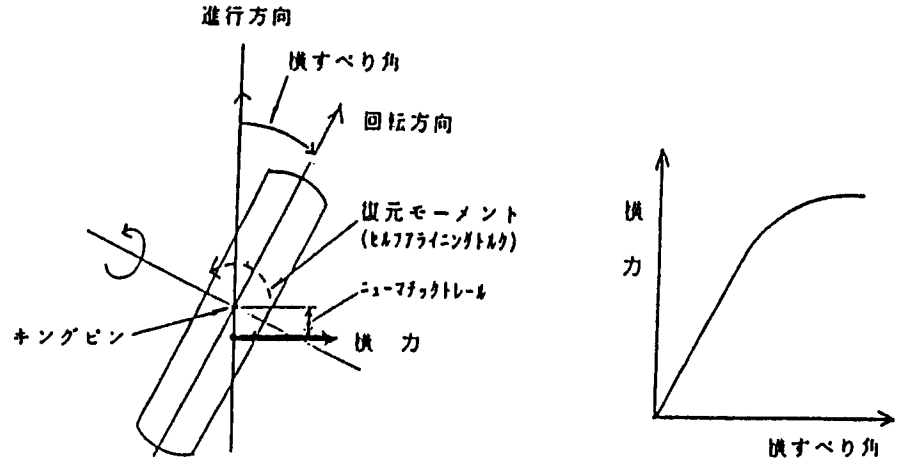
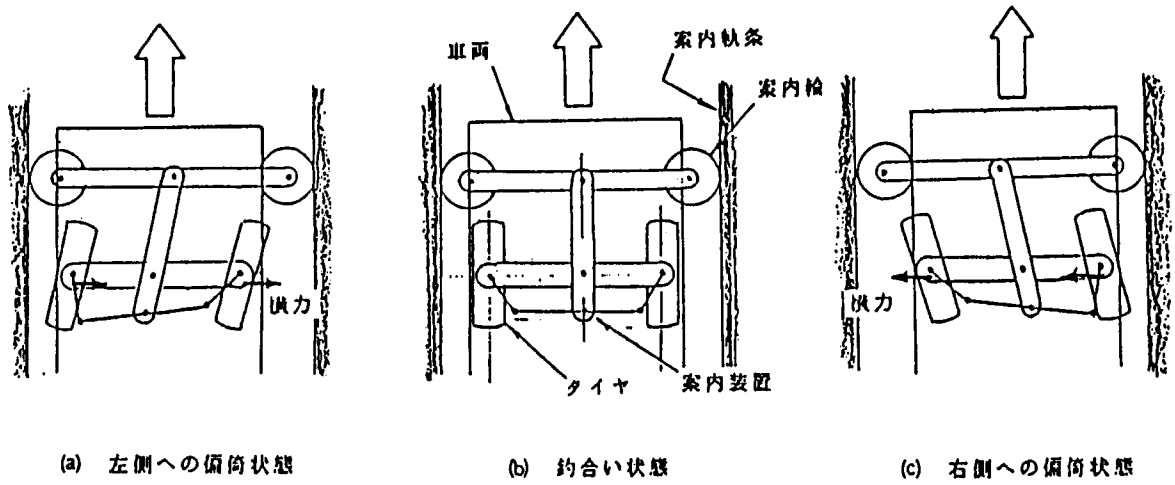


図４－22 ゴムタイヤの性質



(a) 左側への偏倚状態　(b) 釣合い状態　(c) 右側への偏倚状態

図４－23 案内装置原理図

② 案内装置の概要

本システムの案内装置は、次の４つの機能をもつ装置で構成される。案内装置の構成を図４－24に示す。

• 案内装置（前輪に装備）　ゴムタイヤ式新交通車両の案内装置と基本的に同じであり、案内軌条に対する車体の横偏倚を案内輪で検出し、機械的に前輪タイヤを操舵して、車両を誘導案内するものである。

• 安定化装置　　軌道の直線部における操向安定性を高めるため、車両に直進性を与えるものであり、曲線部においては、この直進性によって、外側の案内軌条に追従して車両を誘導案内する。

• 片側押付装置　　軌道の分岐部、合流部において、前輪に対して片側方向に操舵トルクを与え、案内輪を案内軌条に押付けることにより、車両を分岐、合流させるものである。

• 後輪支持装置　　スリップ等が発生した場合に、後輪を保持するための装置であり、通常は、案内軌条と接触することはない。

以下、本システムの案内装置について、その概要を説明する。

a．案内方式

本システムの車両は既存のバスをベースとしているので、その案内方式は、図4-25a)に示したように、いわゆる前輪操舵・後輪固定方式となっている。この方式では、前輪タイヤは案内装置によって操舵されるが、後輪タイヤは車軸および懸架装置を介して車体に固定されていて、操舵されることはない。車両の姿勢すなわち車体の進行方向に対する横すべり角（ヨー角）は、後輪の横すべり角と一致しているので、車両の姿勢は後輪が発生すべき横力によって定まることになる。この横力は、遠心力や風等の外力を初期条件として与えてやることによって図4-25b)で示した梁の釣合いの原理から容易に求めることができる。

さらに、この方式では、車両の旋回運動（ヨーイング）の中心がほぼ後車軸の位置にあって案内輪から遠く離れているため、車両のヨー角の変化（ヨーレート）が小さくてすみ、それだけ操向安定性が高い案内方式である。

b．内輪差の発生と軌道の拡幅

本システムの案内方式では、後輪を車体に固定しているため、従来の自動車と同様、曲線軌道を走行する際に内輪差が発生する。

図４－26は、定常円旋回中の車両の模式図である。図のように、遠心力等の外力が作用していない状態では、後輪は横すべりせずに接線方向へ転動するため、その走行軌跡は前輪の走行軌跡の内側に描かれることになる。この走行軌跡の差を内輪差と呼んでいる。

さらに、走行中の車両には、遠心力等の外力が作用することになるので、それに応じた横すべりが、図４－26での定常円旋回中の車両に加わることになる。すなわち、前項で述べた力の釣合いのもとに、曲線軌道の外向きに遠心力（カント不足）が作用すれば、必然的に車両は曲線の外側に偏倚し、後輪は内向きの横すべり角をもつことになり、釣合いに必要な横力が発生する。また、カントのある曲線軌道を低速で走行する際には、カントによる内向きの分力が車両に作用する。この時車両は必然的に曲線の内側に偏倚し、後輪は外向きの横すべり角をもつことになって、釣合いに必要な横力が発生する。これらの状況を図４-27に示す。

一方、軌道、特に案内軌条については、図４－27のb)に示すように、内輪差およびカントによって発生する内側偏倚量に見合う分だけ、曲線内側の案内軌条を拡幅しておく必要がある。この拡幅量も、定常円旋回で定まる幾何学的な内輪差の値とカントによる内向きの分力に対応した車体の横すべり量を計算することによって、容易に求めることができる。

c．安定化装置の作用

ゴムタイヤには、図４－22で示したように、横すべりに対してニューマチックトレールによる復元モーメント（セルフアライニングトルク）が発生し、自動的に直進しようとする性質がある。したがって、そのままでも車両を安定に直進走行させることは可能であるが、より高速で安定に直進走行させるためには、より大きい復元力を積極的に与えることが効果的である。

安定化装置は、この復元力を積極的に与える装置であり、図４－28に装置の作用原理の模式図を示す。図４－28のa)は直進状態の車両を示している。案内装置は安定化装置によって左右から挟み込まれ、直進位置に保持されてい

る。図4-28のc)は圧縮ばねの挟み込みによる復元機構の概念図である。左右向き合って設けられた圧縮ばねはそれぞれ、ストロークを外筒によって規制されており、左右両側から案内装置を挟み込んでいる。よって、案内軌条の不整等による外乱が案内輪に作用しても、安定化装置による復元力がただちにそれに対抗して働き、車両は安定に直進走行することが可能となる。

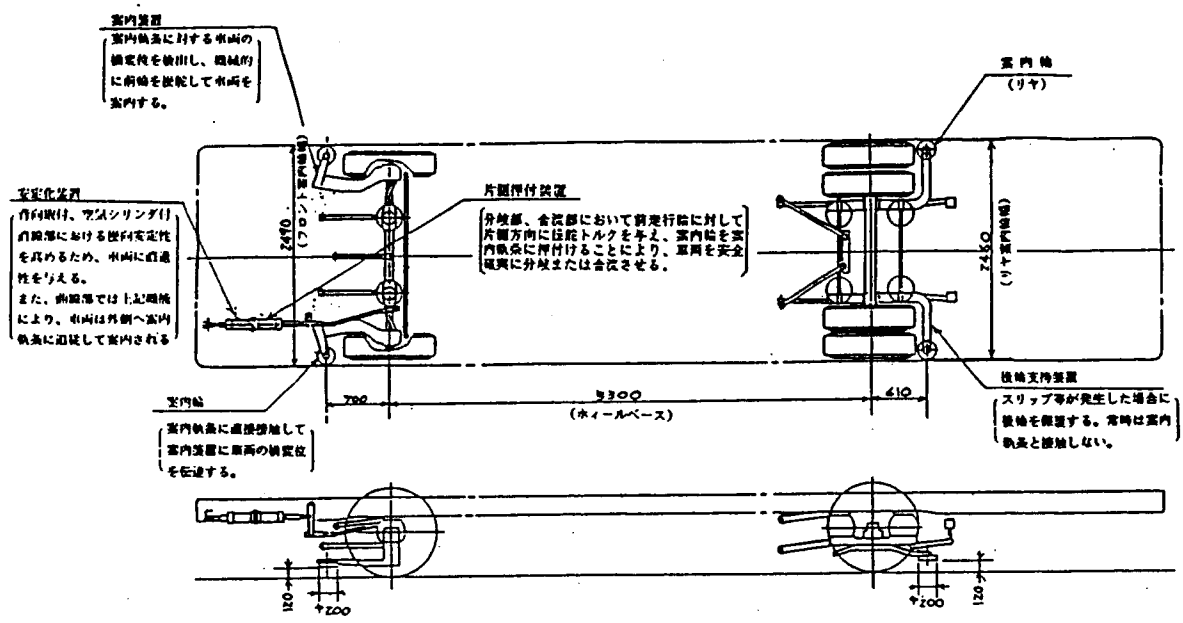
一方、図４－28のb)は曲線部を走行中の車両を示している。この場合、前輪は曲線に沿った方向に操舵されているので、それを押し戻そうとする方向に復元力は作用する。そのため、案内装置は自動的に曲線外側（外軌側）の案内軌条に沿って誘導案内されることになる。これは、安定化装置によってもたらされる第二の効果であり、これによって、曲線内軌道の案内軌条に対して施工精度を低減する等、合理的な低廉化対策を図ることも可能となる。

d．片側押付装置の作用

片側押付装置は軌道の分岐・合流部にて用いられるものであり、その基本原理は曲線部における安定化装置の作用と同じである。すなわち、この装置は、軌道の分岐・合流部においてのみ、安定化装置を直進位置から片側方向（押付け方向）に積極的にずらすことによって、押付け方向に操舵モーメントを作用させ、車両の案内装置を自動的にその側の案内軌条に沿って誘導案内させるものである。

図４－29にその原理図を示す。

GB－１００型



GB－２００型

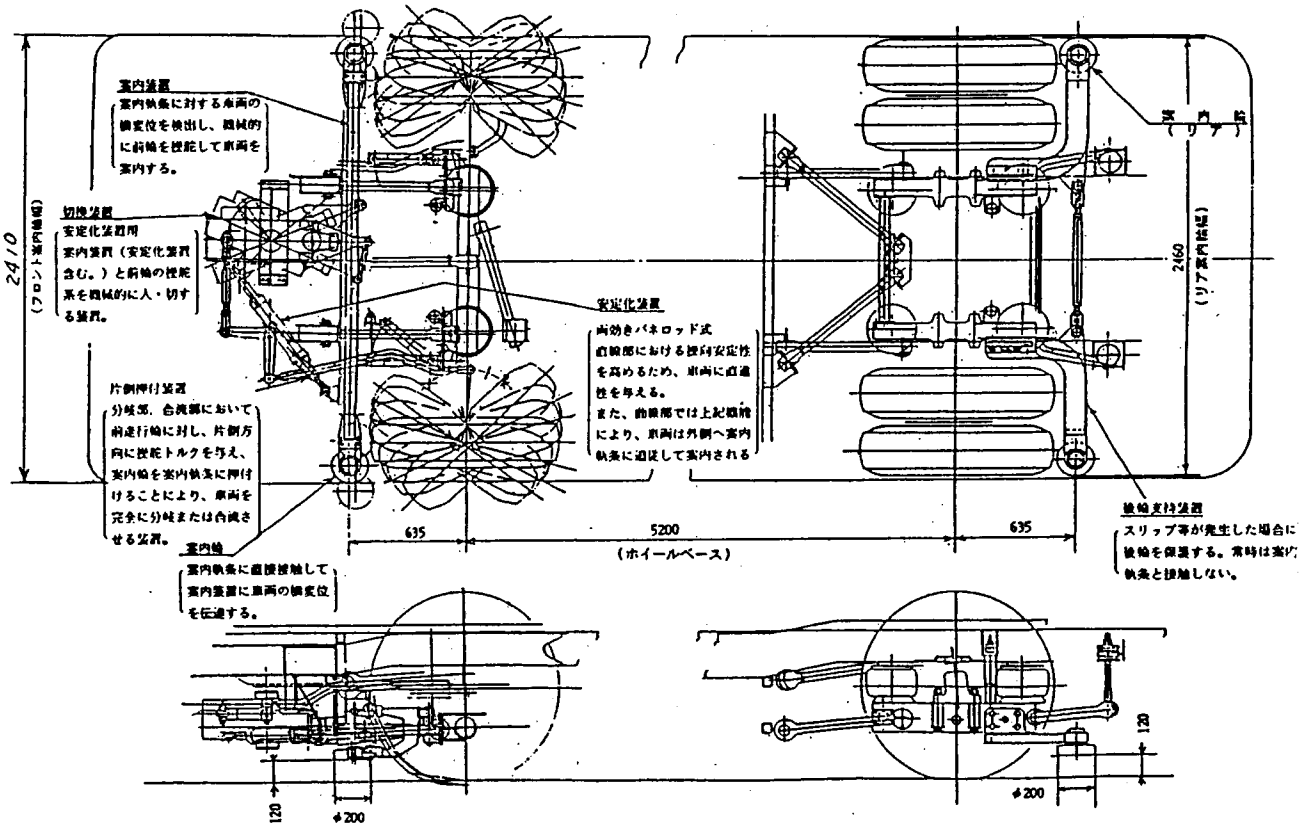


図　４－２４　案内装置の構成

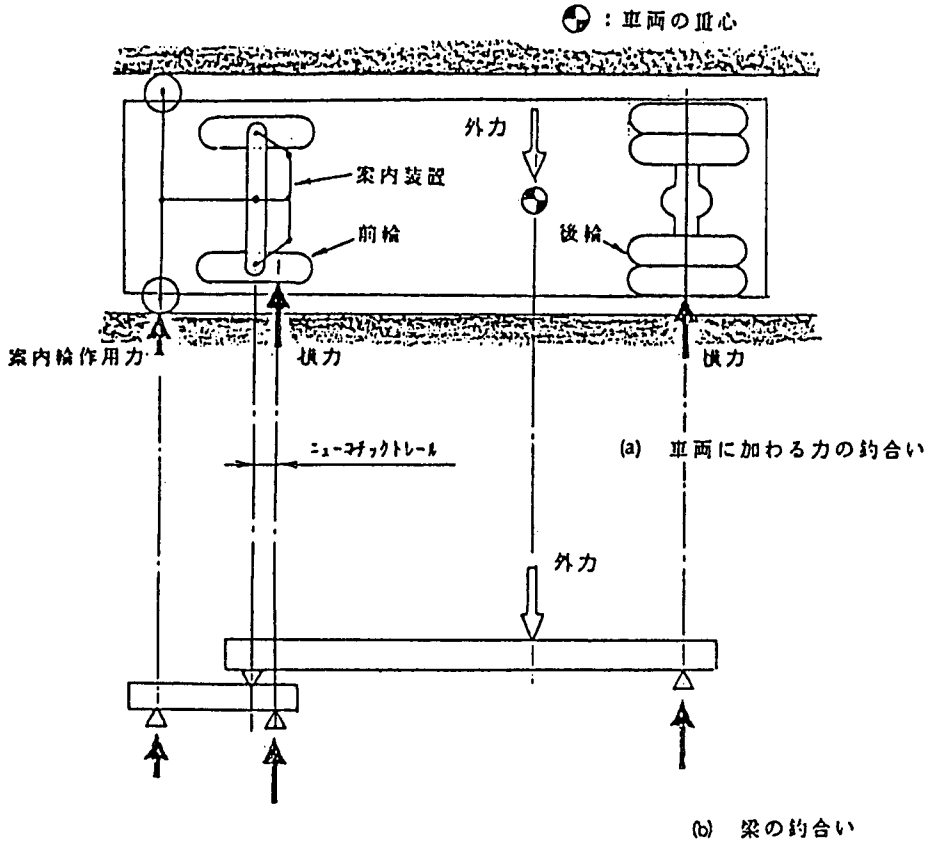


図　4－25　釣合状態の比較

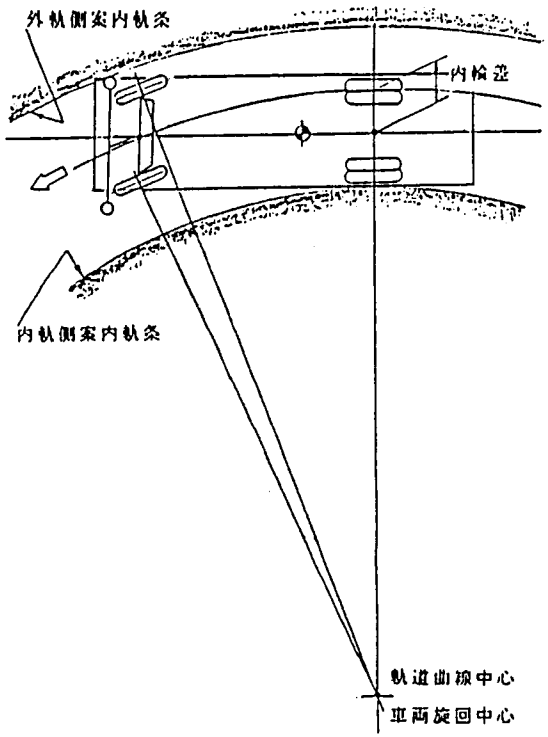


図 4 －26
定常円旋回中の車両の模式図

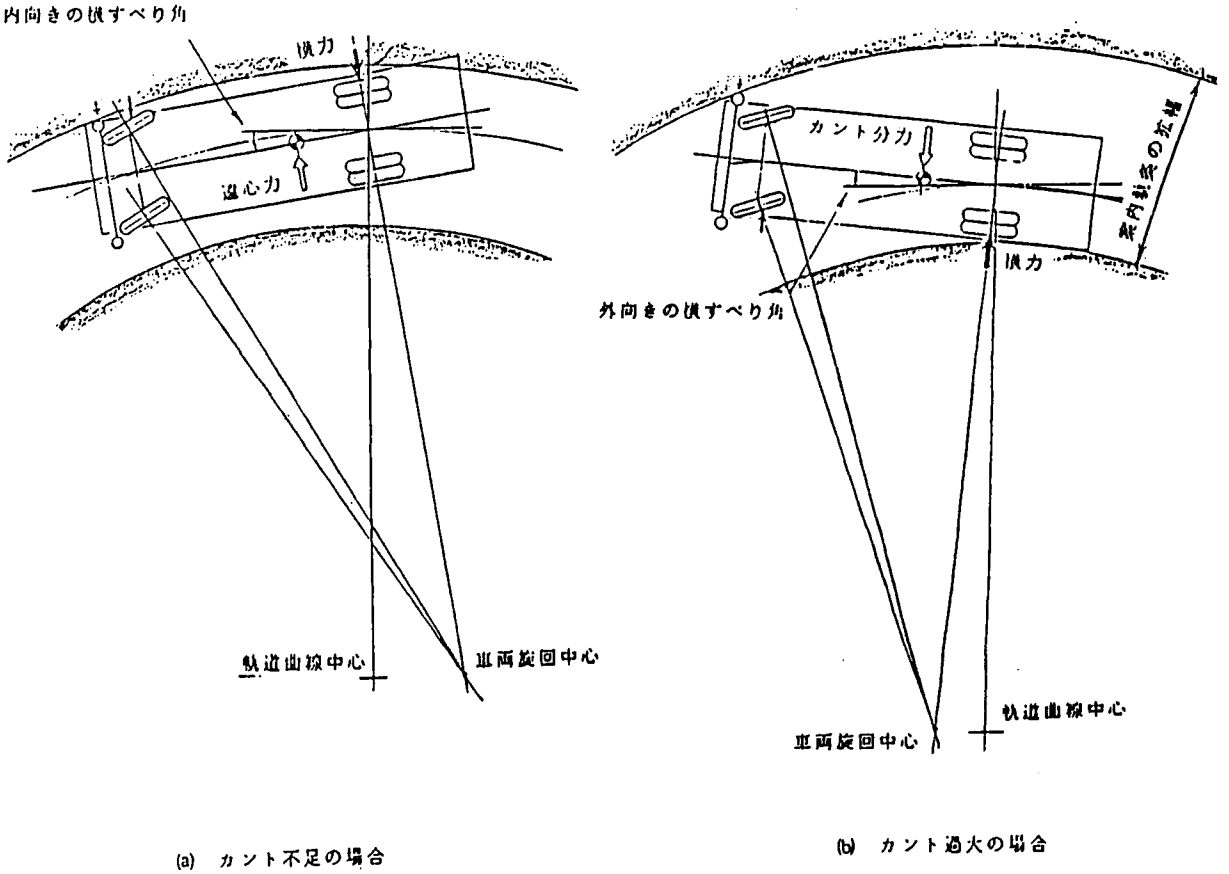


図 4 －27
外力が作用する場合の車両姿勢の変化

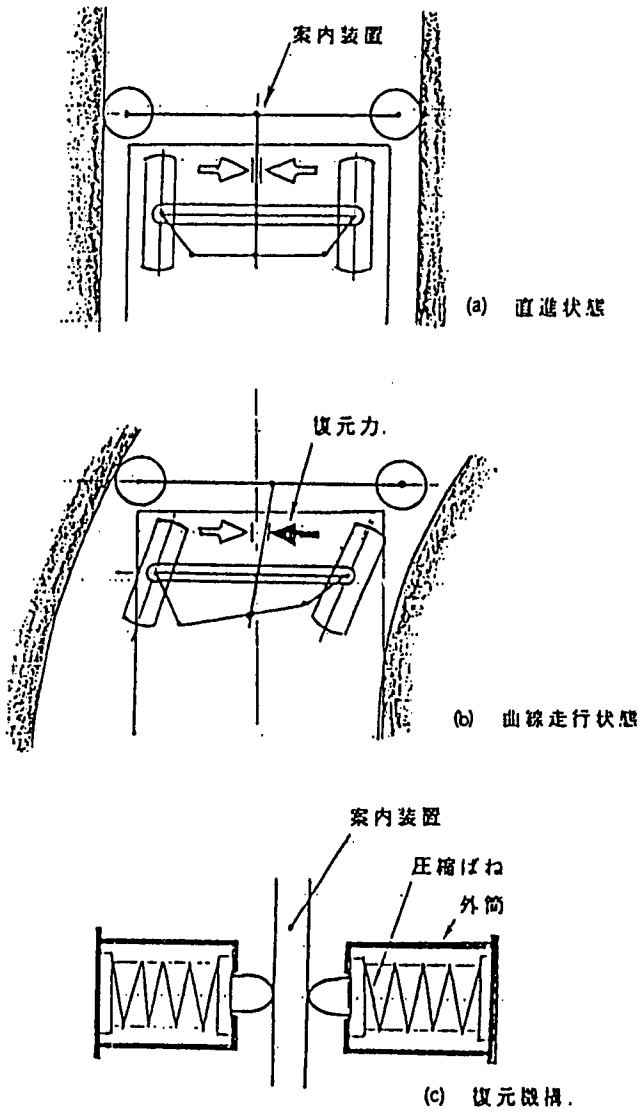


図 4 －28 安定化装置の原理図

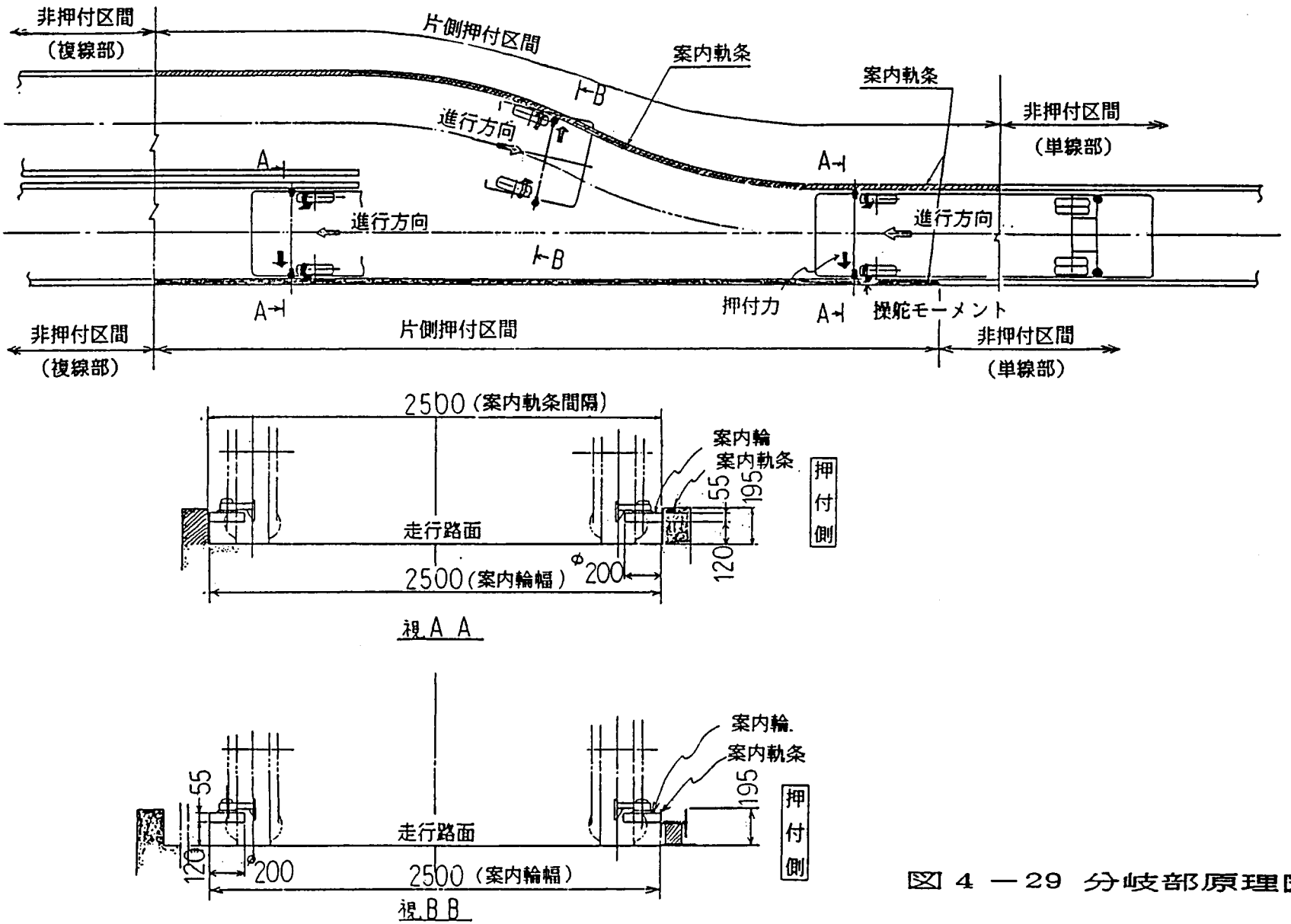

非押付区間
(複線部)
片側押付区間
案内軌条
案内軌条
非押付区間
(単線部)
進行方向
A
B
進行方向
進行方向
A
B
A
押付力
A
操舵モーメント
非押付区間
(複線部)
片側押付区間
非押付区間
(単線部)
2500(案内軌条間隔)
案内輪
案内軌条
55
195
押付側
走行路面
120
φ200
2500(案内輪幅)
視A A
案内輪
案内軌条
55
195
押付側
走行路面
120
φ200
2500(案内輪幅)
視B B

図 4 — 29 分岐部原理図

2）案内装置

〔前部案内装置〕

案内装置は前述の如く、前輪操舵・後輪固定方式であり、ベースとなるバスのシャーシの違いからＧＢ－１００型とＧＢ－２００型がある。各々の構造の違いを表４－９に示す。

ＧＢ－１００型は案内輪の変位を前軸のナックルに固定された案内アームを介して前輪に伝え前輪を直接操舵する構造としている。

ＧＢ－２００型は案内輪の変位をリンクロッドを介して車軸左側のナックルに伝えて前軸を操舵する構造としており、リンクロッドの間に切換装置を設けている。

切換装置は、案内装置と車軸ステアリング機構の伝達を断続する装置であり、軌道外でハンドル操作を行う場合にはそれを切り離し、軌道内ではそれを接続して走行する。

図４－30、図４－31に各々の案内装置の構造を示す。

〔安定化装置〕

安定化装置、片側押付装置についてもＧＢ－１００型とＧＢ－２００型で構造が異なっている。これら構造を図４－32に示す。

安定化装置は操向安定性を高めるために設けるもので、ＧＢ－１００方では対向シリンダ方式としており、ＧＢ－２００方では押し引き両方向に作用するバネの復元力を利用する方式としている。

また、分岐部での片側押付けについては左側の案内軌条に沿って走行するように前輪に左向きの操舵モーメントを与えるもので、ＧＢ－１００方は対向シリンダの加圧ポートを切換え、シリンダを伸長することにより行う。

ＧＢ－２００型では安定化装置の一端と車体との間に空気シリンダを設け、伸長することにより行う。

〔後部支持装置〕

後輪は操舵しないことから、後部支持装置は固定式とし、タイヤ保護を目的として設けている。

通常の走行では後部支持輪は案内軌条には接触せず、後輪スリップ等の異常時のみ作用する。

表４－９　案内装置の構造

項目 名称	機能	構造	
		GB－１００型	GB－２００型
案内装置	ゴムタイヤ式新交通車両の案内装置と基本的に同じであり案内軌条に対する車体の横変位を検出し、機械的に前輪を操舵して車両を案内する。	先端に案内輪を取付けた案内アームを前車軸両端のステアリング・ナックル部にそれぞれ装着し、直接走行輪をステアリングする。	前車軸ハウジング部から車両前方に張出したリンクに案内バーを取付け、その両端に案内輪を配置し、リンクロッドを介して走行輪をステアリングする。
安定化装置	ガイドウェイバスの直線部における操向安定性を高めるため、車両に直進性を与える。曲線部においては、直進性を与えることによって、車両は外側の案内軌条に追従して案内される。	背向取付空気シリンダ式	両効きバネロッド式
片側押付装置	分岐部、合流部において、前輪に対して片側方向に操舵トルクを与え、案内輪を案内軌条に押付けることにより、車両を安全確実に分岐または合流させる。	背向取付空気シリンダ式 （安定化装置と共用）	空気シリンダ式
後輪支持装置	スリップなどが発生した場合に、後輪を保護する。 常時は案内軌条と接触しない	後輪の後側に、空気ばね受けから支持アームを張出し、その先端に案内輪を取付ける。	
案内輪	新交通車両の案内輪と同じであり、案内軌条に直接接触して案内装置に車体の横変位を伝達する。	ウレタンソリッドタイヤ（直径約２００mm）	

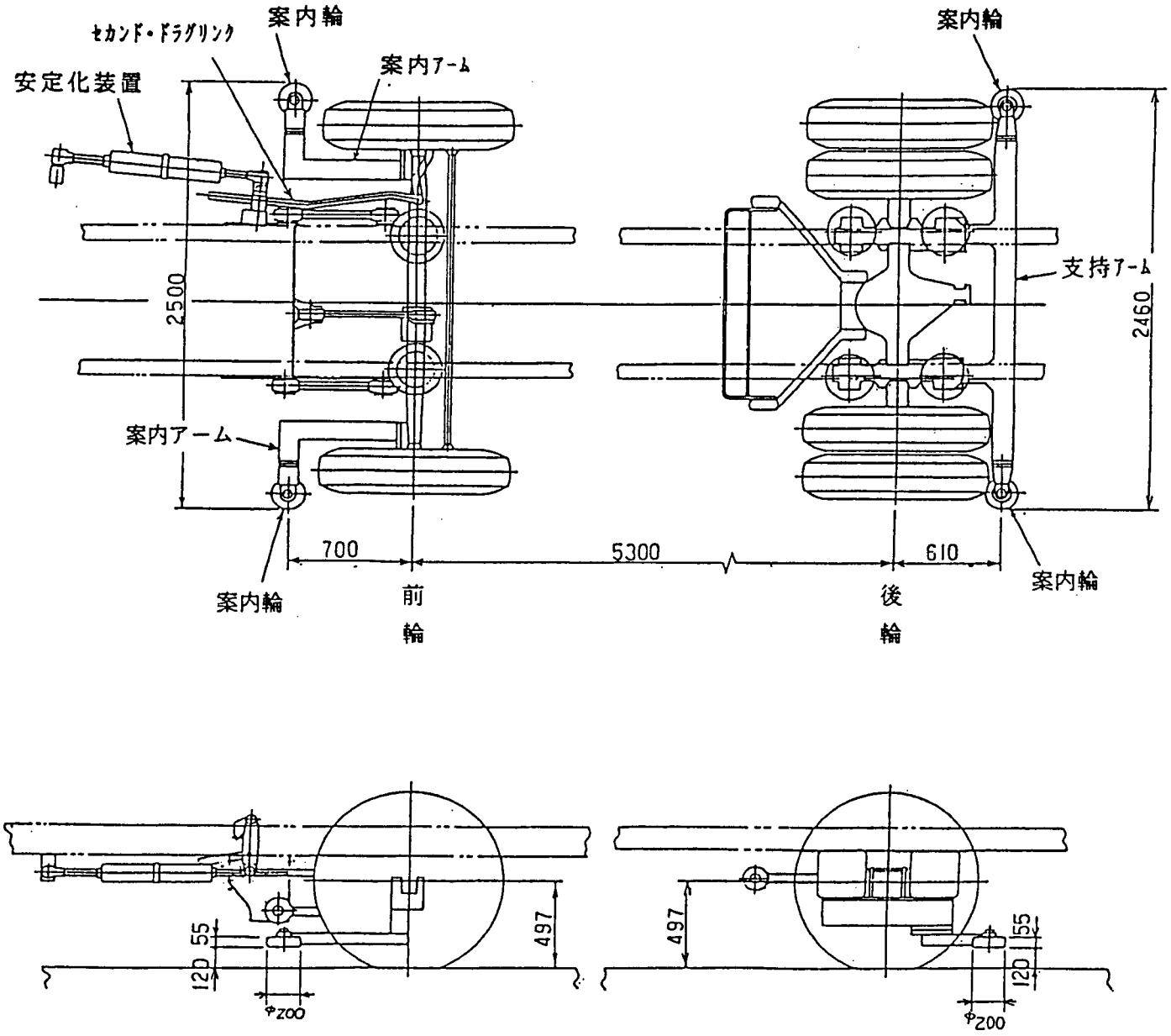


図４－30 案内装置構造図（ＧＢ－100型）

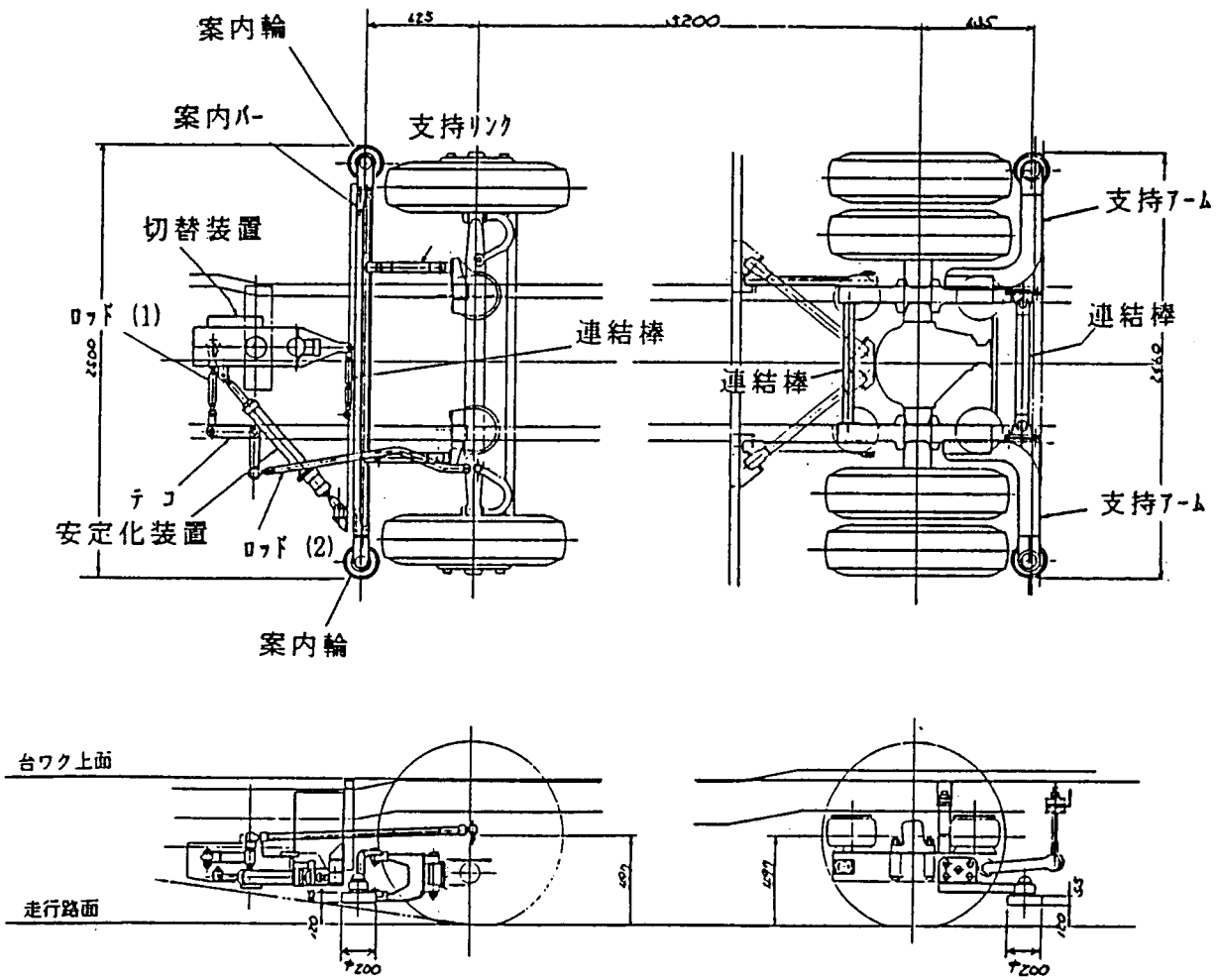
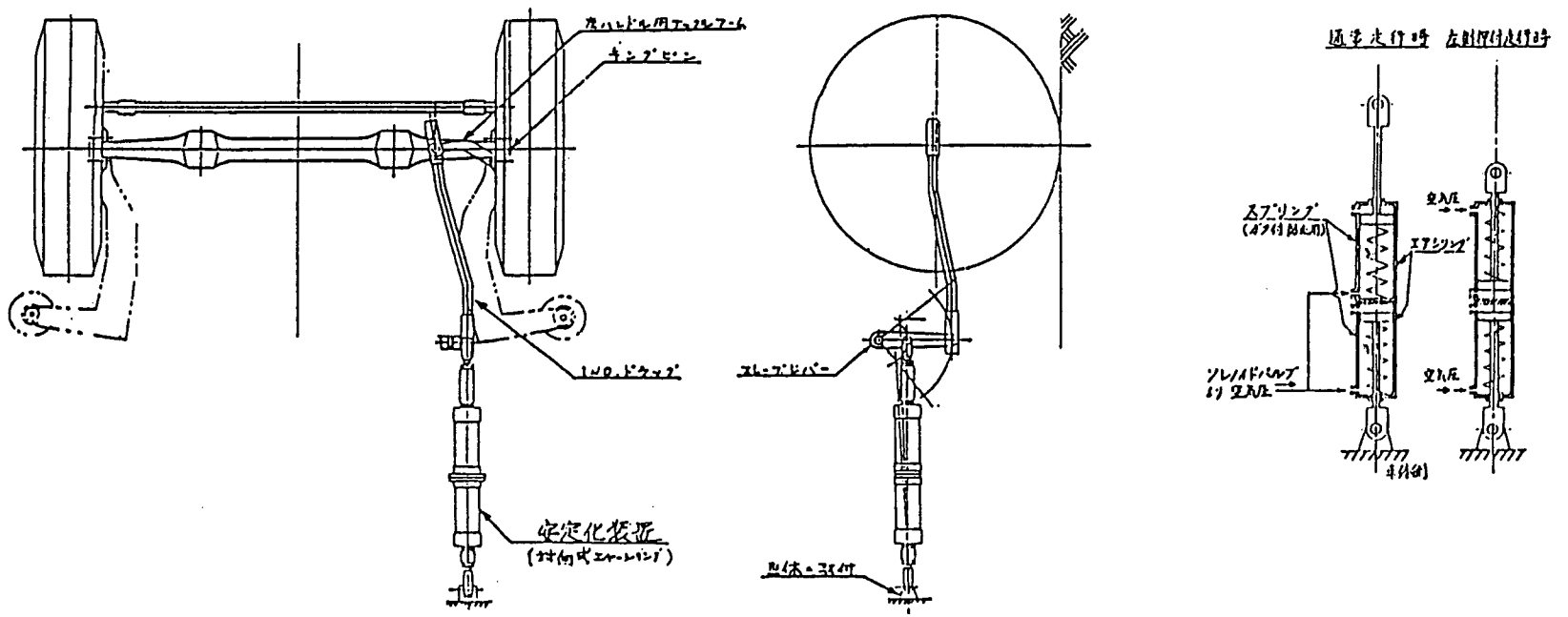


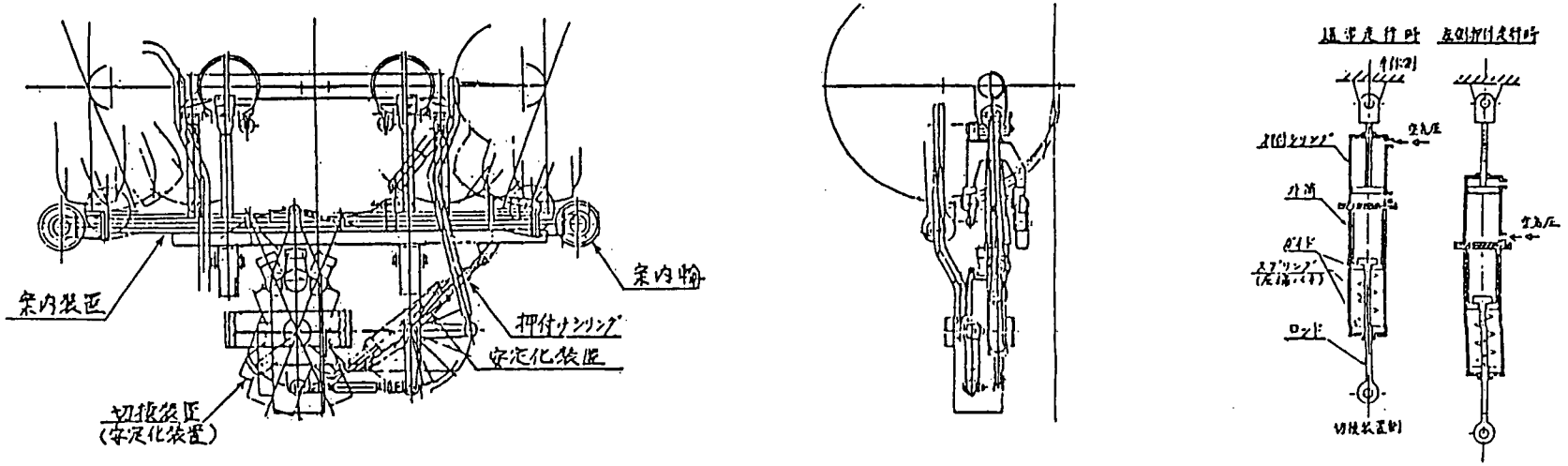
図４－31 案内装置構造図（ＧＢ－200型）

図４－32 安定化装置および片側押付機構

GB－１００型



GB－２００型



3）空気回路

案内装置の空気回路を図4-33（1)、(2)に示す。空気源としては、車両の空気源を利用した回路としている。このため、案内装置回路にエアモレ等の異常で空気圧低下が生じた場合、車両のブレーキ系に影響が出ないよう逆止弁を設け、案内装置回路への空気の供給をカットする構造としている。回路構成としては、案内装置（安定化装置）のＯＮ－ＯＦＦを行う電磁弁（ソレノイドバルブ）と片側押付けと中立を切替えるソレノイドバルブおよびアクチュエータとしてのシリンダ、回路圧をチェックする圧力スイッチの単純な構成となっている。

走行モードとソレノイドバルブ、圧力スイッチ等の論理構成を表４－10に示す。

ＧＢ－１００型とＧＢ－２００型では案内装置の構造が違うため、アクチュエータ部は異なっているがソレノイドバルブおよび圧力スイッチの論理は同一にしてある。

4）電気回路

案内装置の制御回路を図４－34に示す。

本回路の電源はＤＣ２４Ｖで車両電源よりとっている。

また、本回路は、運転保安装置や車両の警報回路とインターフェースを取り、故障時には、車両の警報ブザーの鳴動やアクセルインターロックの作用で運転士に異常を知らせると同時に、車両の加速抑止やエンジンブレーキが作用する構造としている。

車庫から軌道に進入する時に本回路のＳＷ１を入れると、それ以降、軌道内では全て運転保安装置からの信号により監視・制御され、分岐部では片側押付状態や中立状態に自動的に切替えられるようになっている。

運転士の操作としては、単線区間への進入駅にて進路を確保するために出発要請ボタンを押すのみであり、後は正常に働いていることを表示灯により確認しつつ走行すればよい。

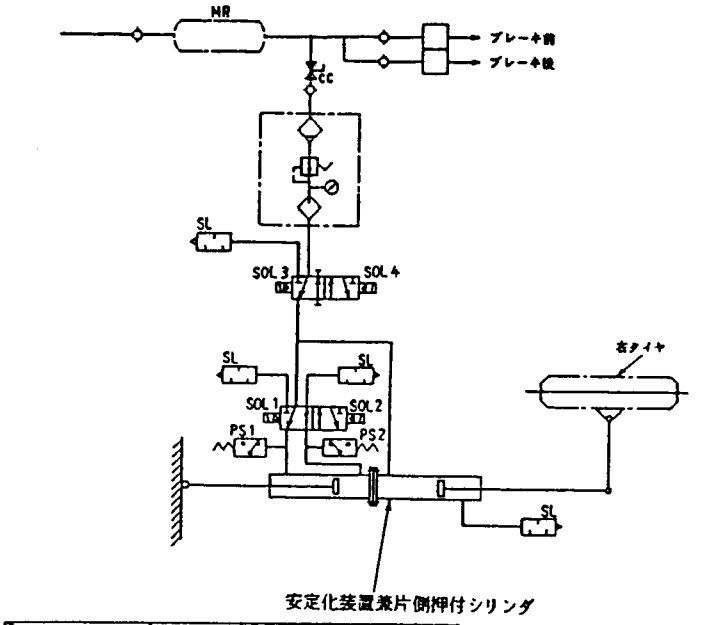
また、運転保安装置の故障時には手動にて案内装置を片側押付け状態および中立状態に操作できる回路も設けている。

5）舵取り装置

舵取り装置は軌道外において車両をステアリングするために使用する。これは本来、道路上を運転されるバスとして備わっているものであり、図４－35にその構

造を示す。

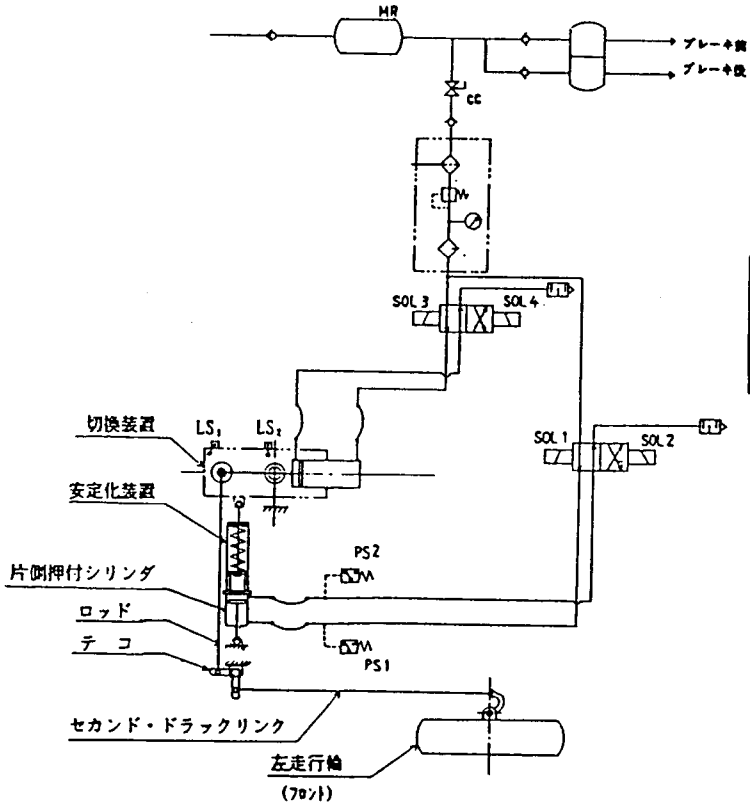
舵取り装置はＧＢ－１００型、ＧＢ－２００型ともパワーステアリングを採用しているが、ＧＢ－１００型はインテグラル型、ＧＢ－２００型はリンケージ型となっている。これはシャーシメーカーの違いによるものである。しかし、その後の会期中の車両の走行状態や走行試験などから見て、ガイドウェイバスとして案内装置による軌道内走行を考えた場合、インテグラル型の方が適していると思われる。



		ソレノイド・バルブ				圧力スイッチ	
		SOL1	SOL2	SOL3	SOL4	PS1	PS2
軌道内走行	中立	○	×	○	×	CLS	OPN
	押付	×	○	○	×	OPN	CLS
← 路 路 走 行)		(○)	(×)	(×)	(○)	(OPN)	(OPN)

設定圧 5kgf/cm²
○：励磁 (ON)
×：非励磁 (OFF)
CLS：閉
OPN：開

図４－33（1）案内装置空気系統図（ＧＢ-100型）



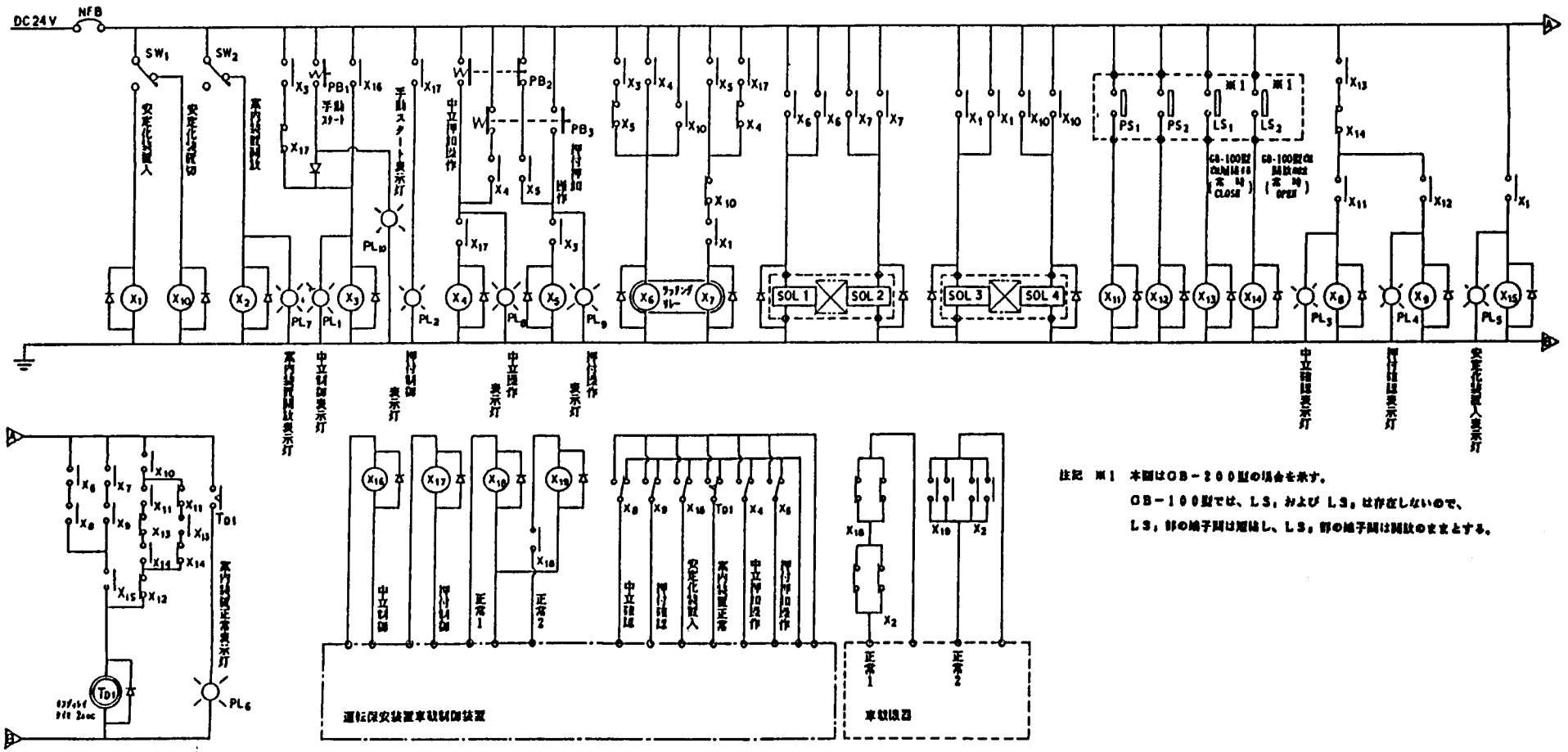
		ソレノイド・バルブ				圧力スイッチ		リミットスイッチ	
		SOL1	SOL2	SOL3	SOL4	PS1	PS2	LS1	LS2
軌道内走行	中立	○	×	○	×	CLS	OPN	ON	OFF
	押付	×	○	○	×	OPN	CLS	ON	OFF
← 路 路 走 行)		(○)	(×)	(×)	(○)	(OPN)	(OPN)	(ON)	(OFF)

設定圧 5kgf/cm²
○：励磁 (ON)
×：非励磁 (OFF)
CLS：閉
OPN：開

図４－33（2）案内装置空気系統図（ＧＢ-200型）

表4－10　回路論理表

走行モード		型　式	ソレノイドバルブ				圧力スイッチ		ﾘﾐｯﾄｽｲｯﾁ	
			バルブ(1)		バルブ(2)					
			SOL1	SOL2	SOL3	SOL4	PS1	PS2	LS1	LS2
軌道内	中　立	GB-100	○	×	○	×	CLS	OPN	－	－
		GB-200	○	×	○	×	CLS	OPN	ON	OFF
	押　付	GB-100	×	○	○	×	OPN	CLS	－	－
		GB-200	×	○	○	×	OPN	CLS	ON	OFF
軌道外	車庫内	GB-100	○	×	×	○	OPN	OPN	－	－
		GB-200	○	×	×	○	CLS	OPN	OFF	ON



注記 ※1 本図はCB－200型の場合を示す。
CB－100型では、LS₃およびLS₄は存在しないので、
LS₃，₄の端子間は短絡し、LS₃，₄の端子間は開放のままとする。

凡例

内：運転保安装置車載制御装置

内：車載端器

X：リレー
PL：表示灯
PB：押釦スイッチ
SW：トグルスイッチ
PS：圧力スイッチ
SOL：ソレノイドバルブ

図 4 —34 案内装置制御回路接続図

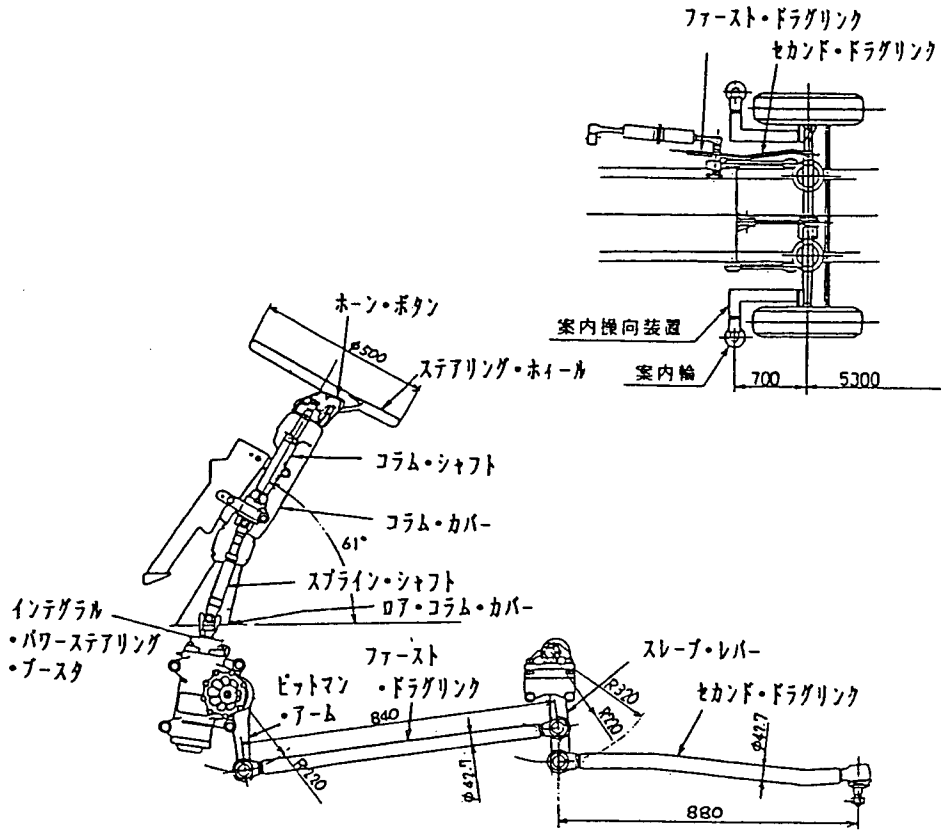


図４－35（1） かじ取り装置構造図（ＧＢ－100型）

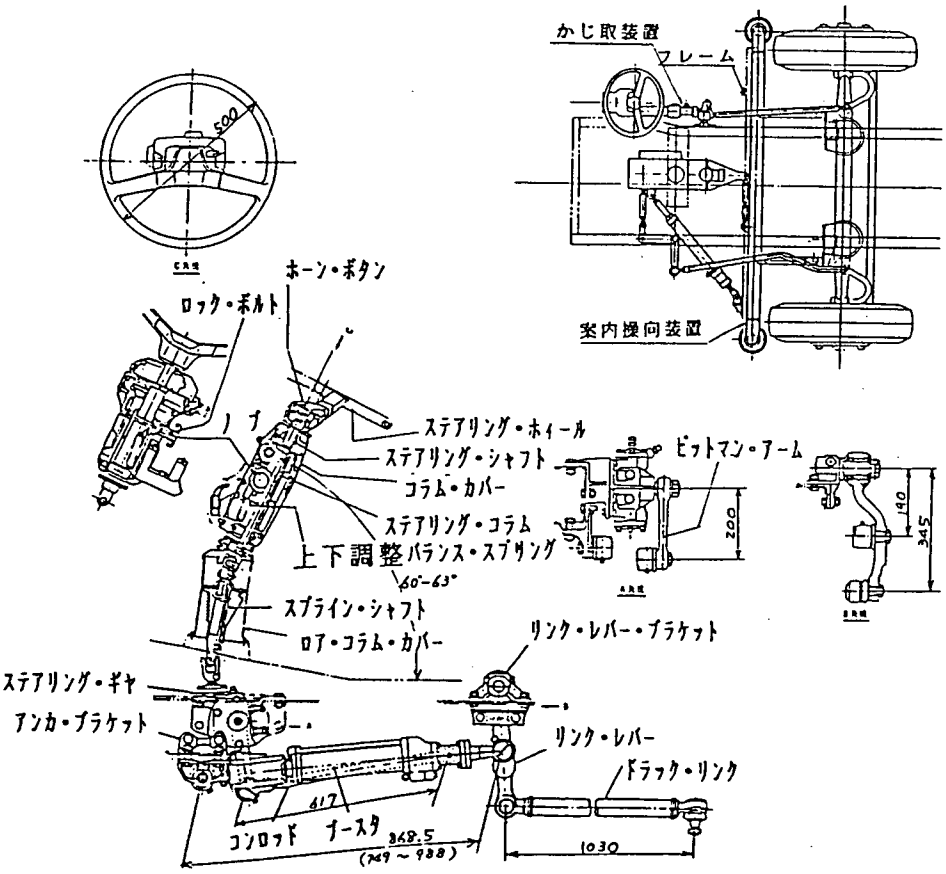


図４－35（2） かじ取り装置構造図（ＧＢ－200型）

４．３．５ 内燃機関および動力伝達

車両の内燃機関には直列６気筒ディーゼル内燃機関を採用し、車両後部床下に取り付けている。

エンジン馬力は、ＧＢ－１００型用が２２５ＰＳ／２２００ｒｐｍ、ＧＢ－２００型用が２３０ＰＳ／２５００ｒｐｍで、どちらもほぼ同程度の出力となっている。

次に動力伝達には電子制御機械式オートトランスミッション方式を採用して、操作性を向上させ運転士の負荷の軽減を図るとともに、バスとしても数の少ない新らしい技術である。

動力の伝達経路としては、内燃機関の動力がトランスミッションを経て、推進軸に伝えられ、その後、動車軸に装備されている差動歯車装置、全浮動式駆動軸により後輪左右の走行輪に伝達される。

図４－36に両車種の「動力特性線図」を示す。

また、図４－37、図４－38に電子制御用電気回路系統図を示す。

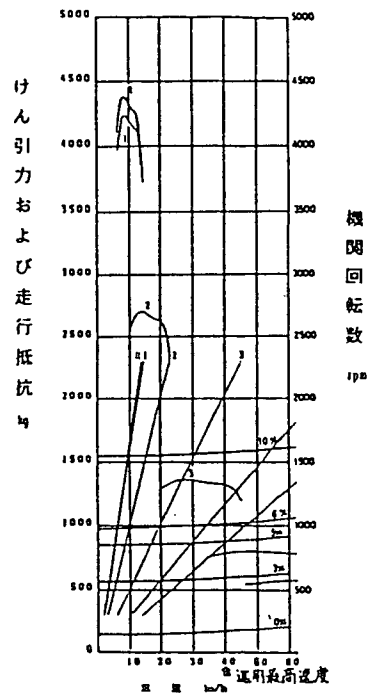
４．３．６ 制動装置

制動装置は主ブレーキ（常用ブレーキ）として足踏み式の空気油圧複合式リーディングトレーリング式を採用し、前後輪同時に制動する構造としている。

また、ブレーキ配管系統については、タンク以降の配管を前後軸で独立の２系統に分け、一系統に仮に故障が発生しても残りの一系統で制動を確保する構造としている。

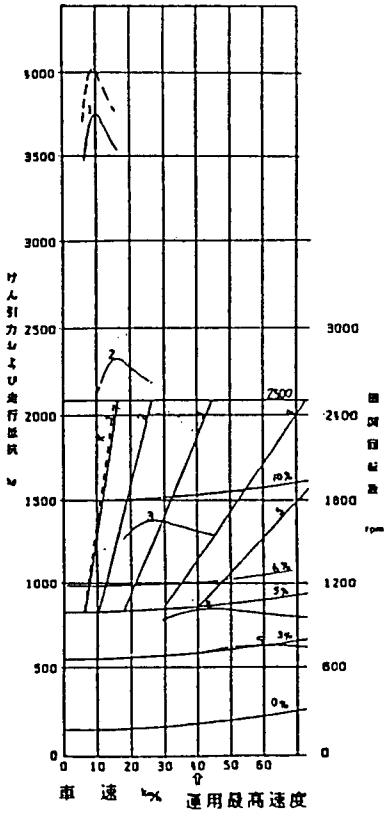
図４－39、図４－40に「空気、油圧配管系統図」を示す。

本車両にはワンマン対応として非常停止スイッチを設けてあり、乗客が非常停止スイッチを操作した場合、図４－39、図４－40に示しているように、マグネチックバルブが開きリデューシングバルブにより減圧された空気圧がダブルチェックバルブを通してマスターシリンダに圧送されて、ブレーキがかかる構造となっている。



機関	最高出力/回転数 PS/rpm	225/2200		変速比	動力伝達効率
	最大トルク/回転数 kg-m/rpm	78.0/1400	1速	5.405	0.913
			2速	3.447	0.915
			3速	1.739	0.913
			4速	1.000	0.931
			5速	0.738	0.913
			6速	/	/
タイヤ	サイズ	11R 22.5-14PR	7速	/	/
	有効半径(m)	0.508	後進	5.650	0.903
			減速比	5.571	

図４－36（1）動力特性図（ＧＢ－100型）
速度－引張力曲線



機関	最高出力	230 PS/2500 rpm		変速比	動力伝達効率
	最大トルク	70.0 kg-m/1500 rpm	1速	5.981	0.93
タイヤ	サイズ	11R22.5-14 PR	2速	3.697	0.93
	有効半径	0.508 m	3速	2.197	0.93
			4速	1.361	0.93
			5速	1.000	0.93
			後進	6.409	0.93
			減速比	5.875	

図４－36（2）動力特性図（ＧＢ－200型）
速度－引張力曲線

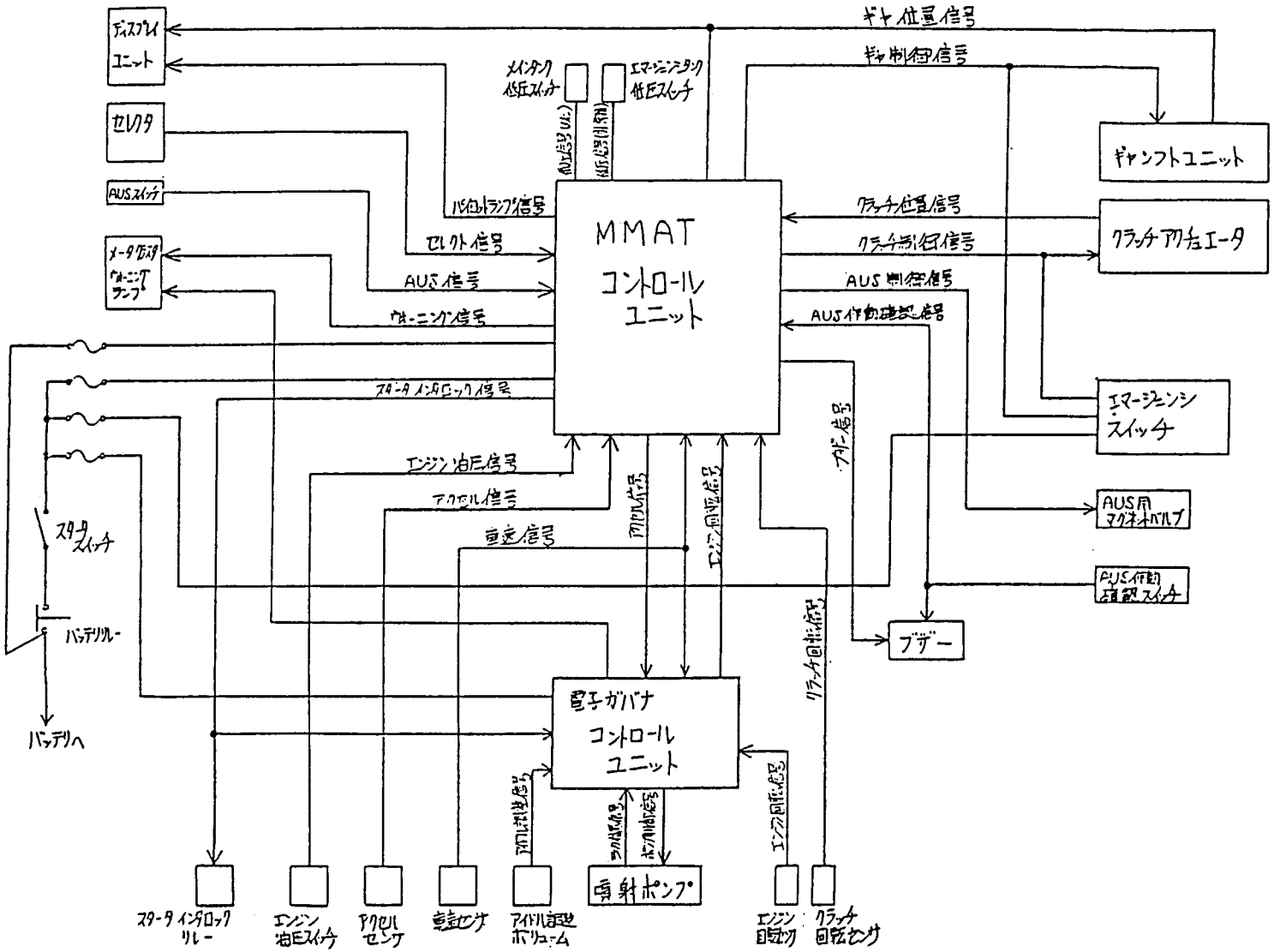


図４－37　電子制御用電気回路系統図（ＧＢ－100型）

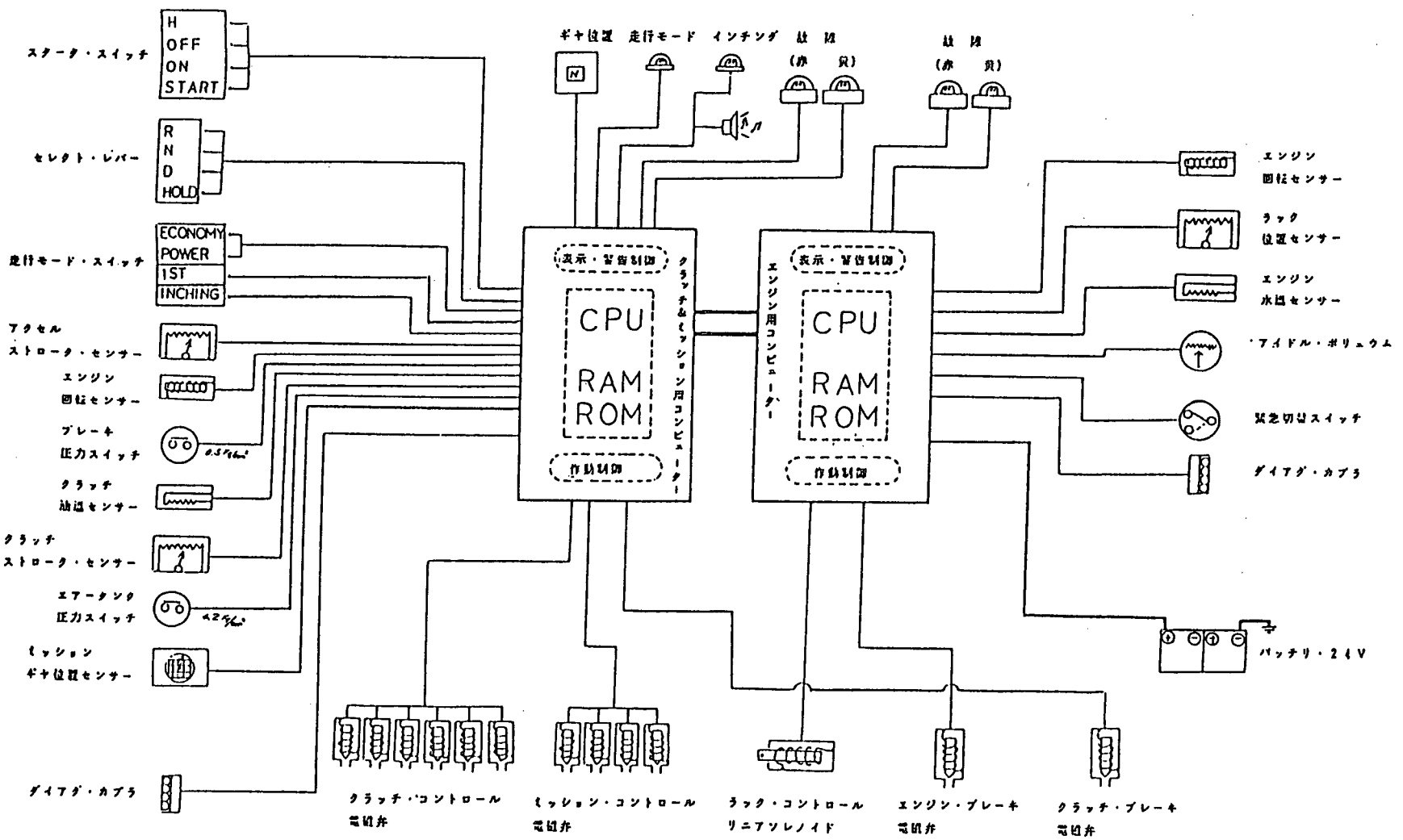


図４－38 電子制御用電気回路系統図（ＧＢ－200型）

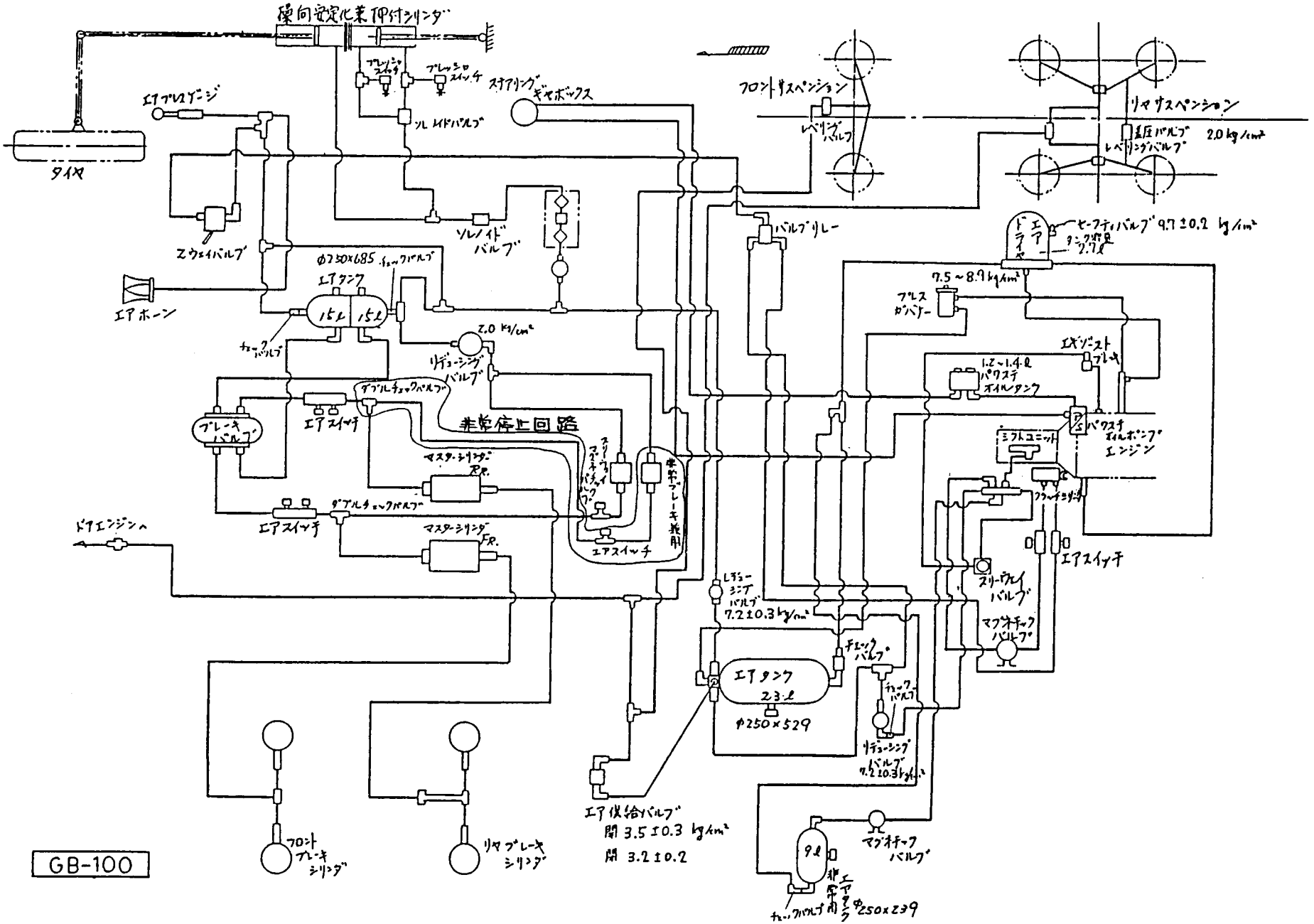


図４－39 空気配管および油圧配管系統図（ＧＢ－100型）

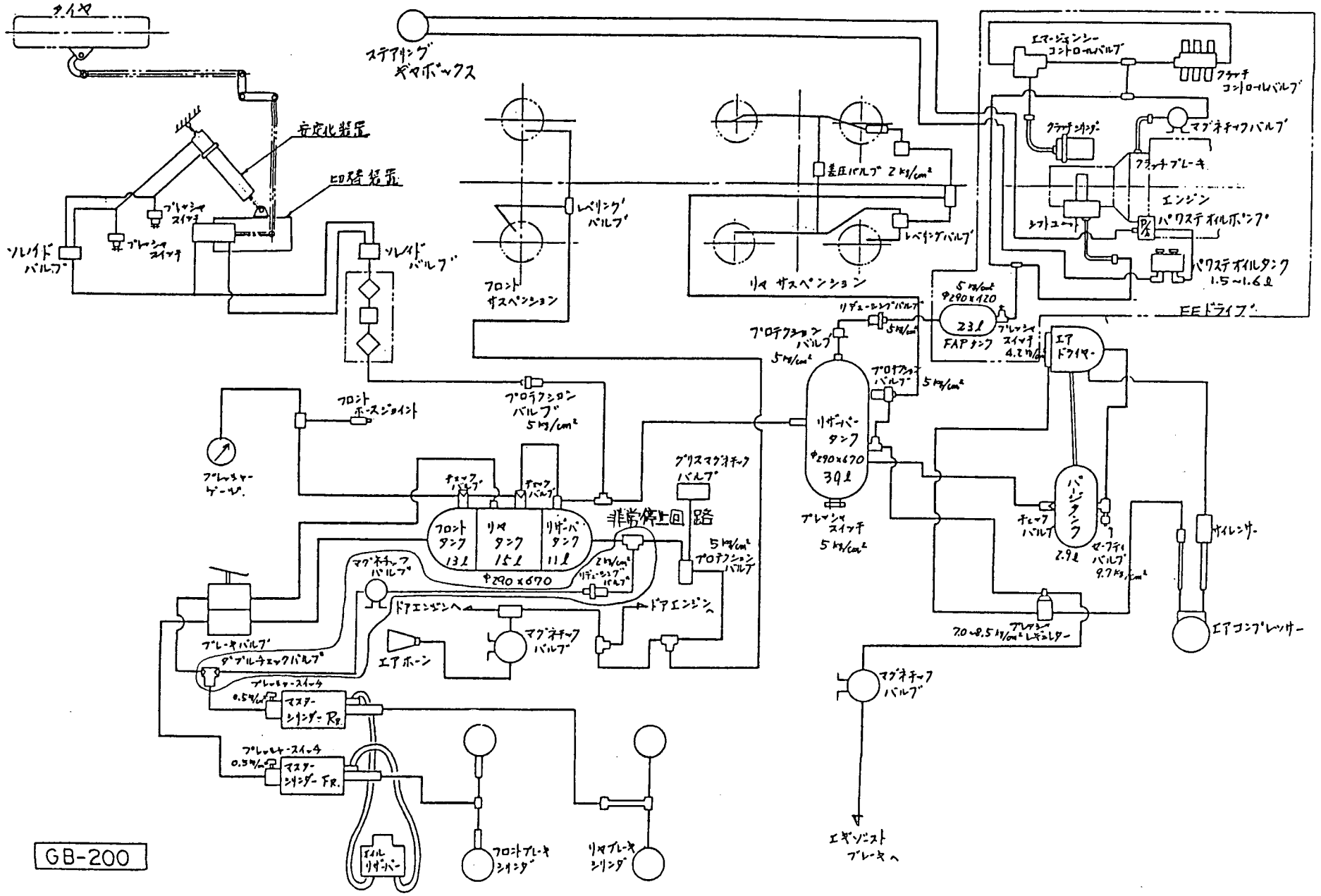


図 4 —40 空気配管および油圧配管系統図（ＧＢ−200型）

4．3．7 運転保安装置

運転保安装置は、本線上の単線部を対象として、車両同士の衝突、デッドロック、誤出発を防止し、安全を確保するために設けたものである。

車両には、地点検知形の電磁誘導式車上子を設けるとともに車内警報機能を持たせ、異常時には運転士に対し警報を与えると同時にアクセルインターロックを作動させ、車両の暴走を防止する構造としている。

詳細は、次節5.「運転保安装置」による。

4．3．8 列車無線装置

列車無線装置は、400MHz帯の無線電話を使用し、指令室（管理室）と車両との連絡通報を行うもので、管理室および各車両には送受信装置およびアンテナを設けている。管理室は基地局、各車両は移動局とし、両局とも常時受信状態で待機させ、呼び出し局からの信号は各局の受信器のスピーカーを通じ、音声で、全局一斉に行われている。

これに対し、呼び出された局は、送受話器によりプレストーク式で通話を行うようになっている。

通信範囲は、基地局を中心に最大１㎞以内である。

詳細は、次節6.「列車無線装置」による。

4．3．9 その他

1）車内放送装置

車内放送装置は、運転席のマイクにより客室の天井に設けたスピーカを通じて、乗客に放送される構造となっている。

また、中央乗降口部には、車外スピーカーを設けており、ホーム上の乗客にも放送できる構造としている。

2）冷暖房装置

冷房装置は、サブエンジン形で、冷房ユニットをホイルベース中央部の床下（中央乗降口前側）に設け、ダクト配管によるスポット状の冷風吹出口を客室天井の両側に一列づつ設けている。

暖房装置としては、温水式暖房装置を客室の座席下に設けている。

4．4 車両製作

車両の製作については、各装置毎に担当メーカーで製作し、最終的に車体艤装メーカに集められ、艤装工事および機能確認が行われた。

設計段階より綿密な打合せを行いながら作業が進められてきたが、車両設計認可にともなう仕様決定が遅れた事や各担当の製作工程の遅れなどもあり、№1、2号車(GB101、GB201)が完成したのは開業まで余すところ２ヶ月の1989年１月中旬であった。

車両の工程表を表４－11に示す。

車両の艤装には、ガイドウェイバスの車両が基本的には大型バスをベースにしていることから、バスボディの製作メーカがあたった。

通常、バスの製作は量産体制のもとに、製作から組立・塗装までラインにのせて行っており、今回のように軌道法対応、博覧会用特別仕様、案内装置・運転保安装置・列車無線の組込みといった、従来の生産ラインに混乱を招きかねない要因を多く抱え、しかも鉄道車両としての考え方も要求される作業は、バスボディメーカにとって相当の困難があったものと推察される。

4．5 検査・試験

4．5．1 検査

車両の検査としては、各装置毎の検査、車両取付後の機能検査、寸法検査、車両限界確認、重量測定、転倒角試験を経て、軌道施設内の車庫に搬入された。

その後、軌道と車両の整合性の確認のため入線検査が行われた。

入線検査は、軌道側の工事の遅れもあり、軌道の手直しが行われている中で実施された。本路線は、ガイドウェイバスとしてわが国最初の実用化路線という事もあり、入線してみて、初めて明らかになったような問題も多々あったが、基本的な問題はなく、手直しを行いながら、以降の走行試験へと進むことができた。

4．5．2 走行試験

走行試験は、車両の走行特性、案内輪作用力等を計測し、その安全性を確認するために行ったもので、表４－12に試験の項目を示す。

また、通常走行時の案内装置の応力測定の結果を図４－41「測定応力耐久限度」に、車両の床上振動の結果を図４－42「上下振動乗り心地結果」および図４－43「左右振動乗り心地結果」に示す。

以上、車両の性能、強度上で問題はなく、十分実用に耐える車両であることが確認された。

また、表４－12にも示したように、博覧会終了後にも走行試験を行い、開業前－閉会後の車両の特性変化についての調査や高速走行試験、パンク走行試験、外乱走行試験を行い、車両の限界性能は十分高いことが実証された。一方、車両の限界性能からみて、今後はその性能に見合った軌道線形等の見直しが必要と考えられる。

４．６ 保　守

車両の保守は、安全運行を考え上で非常に重要な問題であるが、今回の車両について保守をどうするかという事が当初問題となった。それは軌道法でいう車両の保守と道交法でのバスの保守との違い、および博覧会開催期間のみの運行（半年間）であるという事であった。新交通車両の場合、重要部検査は２年毎であり、バスの場合は車検は１年毎である。これから考えれば、本車両は列車検査および月検査の簡単な整備のみで済む訳であるが、新しいシステムの車両である事などから運輸省からのご指導もあって、重要部検査に近い３ヶ月検査を実施する事となった。

表４－13に「車両検査基準」を示す。また、表４－14に「３ヶ月検査基準」の内容を示す。以上の基準のもとに、整備は西日本鉄道㈱にて担当し、係員が一人常駐して、車両の保守を行った。

以上のように保守に対して慎重な体制をとったことから、会期中は車両の運休故障や事故もなく、無事閉幕を迎えることができた。

通常、新しい車両の場合（新システムの路線においては特に）運行開始より半年ないし一年の間に発生する初期故障のために、故障率や事故率が高くなるといわれている。ガイドウェイバスはまさにこの一番故障率や事故率が高い時期にのみ運行された訳であるが、大過なく運行できたという事は、上記整備体制に問題がなかったことと、ガイドウェイバスの信頼性の高さを示すものであると考える。

最後に会期中および会期終了後に調査した案内輪、タイヤの摩耗データ、月別の燃料消費率のデータを示す。

表４－15　案内輪摩耗調査結果

図４－44　タイヤ摩耗量と走行距離

図４－45　各月別燃料消費率

表４－11　車両工程表

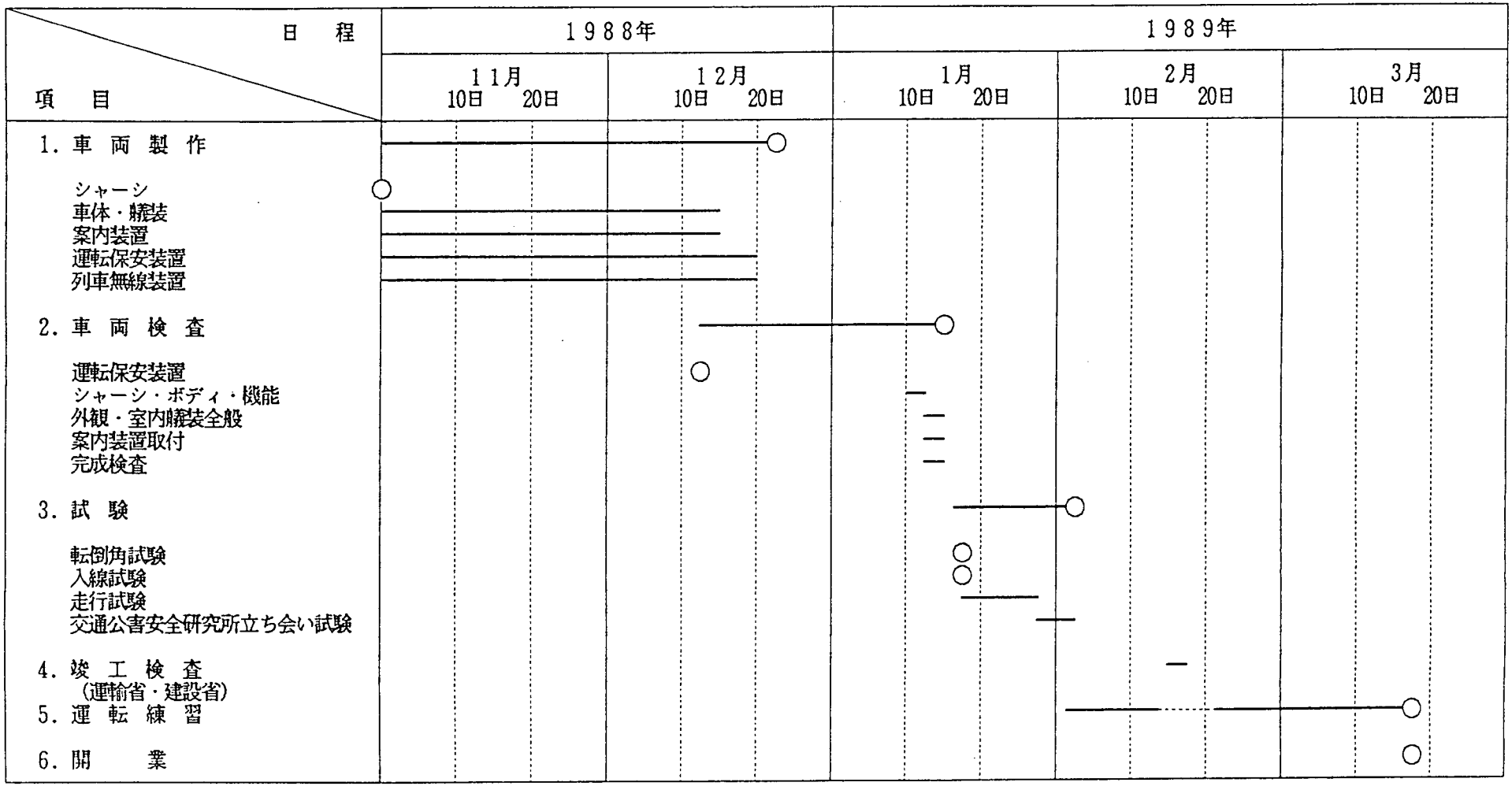
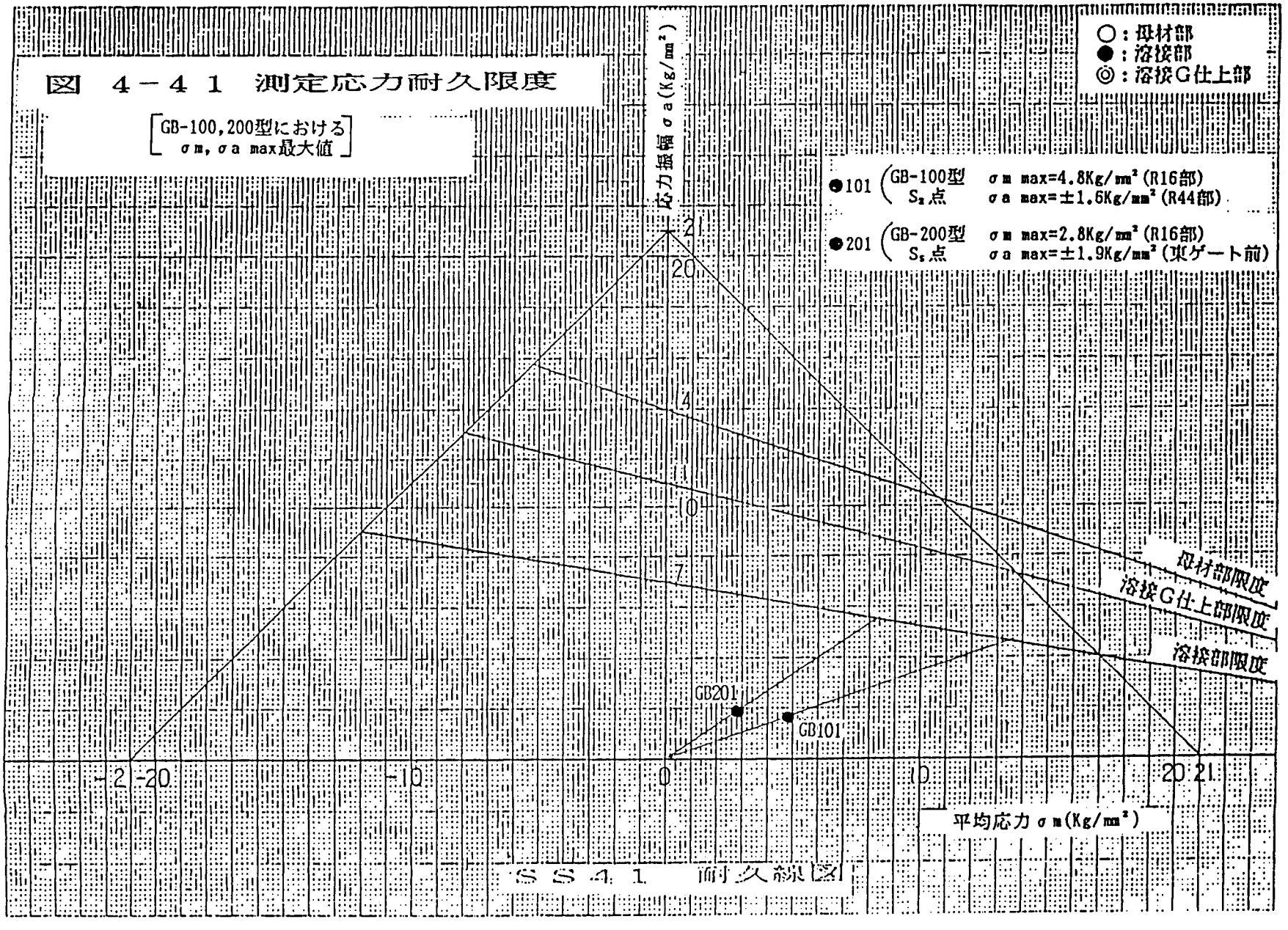

日程
項目
1988年
1989年
11月
12月
1月
2月
3月
10日
20日
1. 車両製作
シャーシ
車体・艤装
案内装置
運転保安装置
列車無線装置
2. 車両検査
運転保安装置
シャーシ・ボディ・機能
外観・室内艤装全般
案内装置取付
完成検査
3. 試験
転倒角試験
入線試験
走行試験
交通公害安全研究所立ち会い試験
4. 竣工検査
(運輸省・建設省)
5. 運転練習
6. 開業

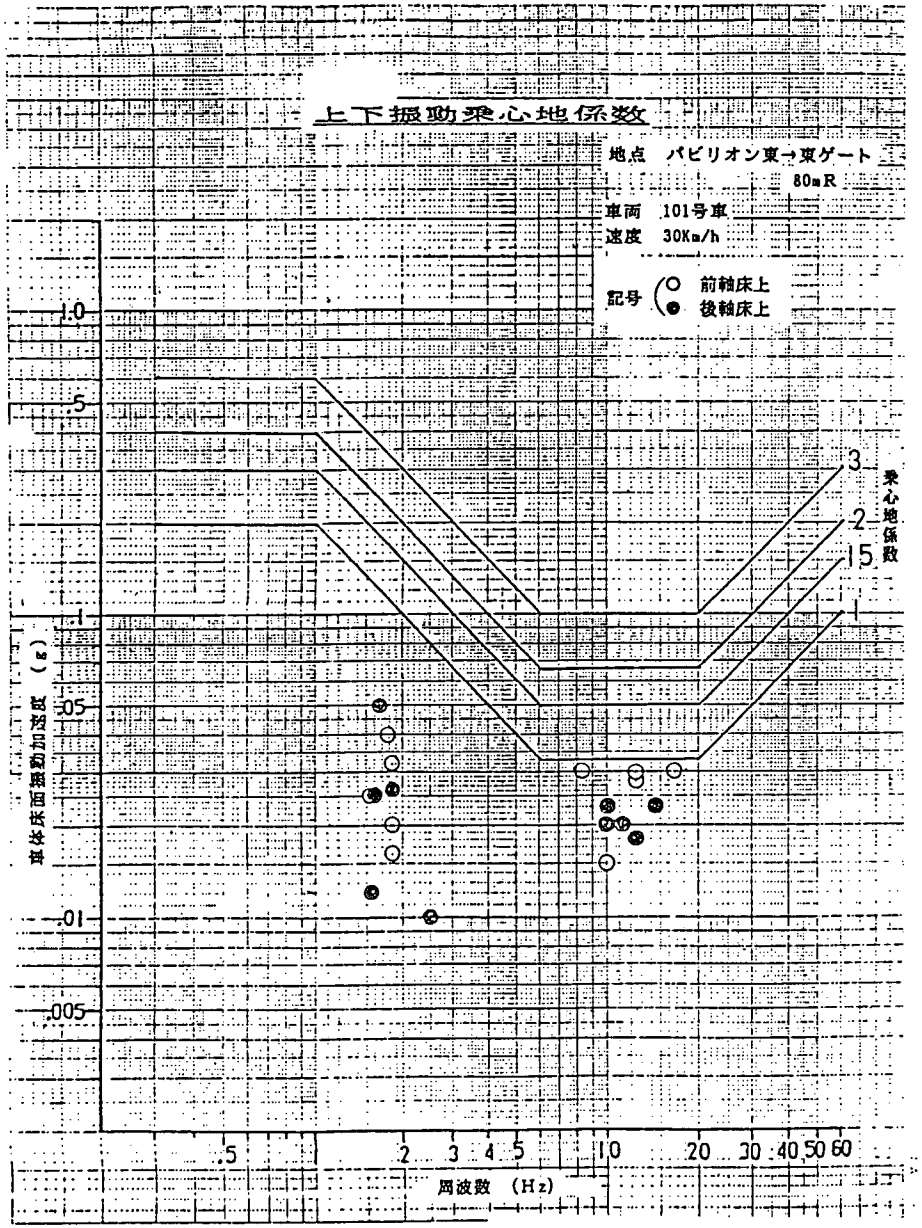
表4－12　走行試験概要（1／2）

試験名称	試験項目	試験内容	試験結果
予備試験	全線走行試験	本線上を通常の運行速度で走行し、その時の車両の挙動を計測・確認	振動・応力共、問題なし。案内輪作用力もほぼ設計値通り
	区間走行試験	通常運行速度に対し一部区間を±5km/hの速度で走行し、車両の挙動を計測・確認	通常走行時と殆ど変わらず。問題なし。
	制動試験	非常制動時の車両の挙動を確認 ①非常停止SWによる制動 ②運転士のマニュアル操作による制動	非常SWで減速度0.13～0.21ｇマニュアルで 0.6ｇ以上であったが異常偏倚もなく、性能上も問題なかった。
	救援運転試験	故障車を想定し、本線上で連結、推進運転を行い車庫まで走行し、その時の救援方法・車両の挙動の確認	R16m、S字カーブ、6％勾配で推進運転による異常偏倚もなく、問題なく故障車の救援が可能があった。
	積車走行試験	車両に輸送能力いっぱいまで乗客をのせて全線走行・車両の挙動の確認	荷重が増えた事による違いは殆どなく、問題なかった。
交通安全公害研究所立会試験	全線走行試験	同　上	同　上
	区間走行試験	同　上	同　上
	制動試験	同　上	同　上
開業監査立合試験	救援運転試験	同　上	同　上
	バンク走行試験	前輪一輪バンクの場合と、後輪一輪バンクの場合について低速で走行し、安全性に問題のない事の確認	各部の寸法、走行に問題はなかった。また、バンク走行後のタイヤもその後、エアモレ等の問題もなく、十分使用に耐えるものであった。
騒音測定試験	騒音測定	本線走行時における車両の走行騒音を測定・確認	
開期終了後走行試験	全線走行試験	開業前と同様な条件で走行し開業前の車両の挙動と比較	特に開業前との差異は認められなかった。
	区間走行試験（＋5km/hのみ）	同　上	同　上
	高速走行試験	1部曲線区間で通常速度に対し、＋15～＋20km/hのオーバ速度で走行した場合の車両の挙動の確認	＋15～＋20km/hのオーバ速度でも問題なく、ガイドウェイバスの安定性の高さを実証した。

表４－12　走行試験概要（２／２）

試験名称	試験項目	試験内容	試験結果
開期終了後走行試験	前輪パンク走行試験	前輪一輪パンク状態で通常運行速度および＋５km/hオーバ速度で走行した場合の車両の挙動について確認	曲線進入時、カントとの関係で片側に寄る傾向が見られたが、その他車両走行上は特に問題なし。
	外乱走行試験	直線分岐部に外乱板を設け、高速で走行した場合の車両の挙動について確認	外乱の条件にもよるが、高速時でも車両の挙動としては、すべて収束傾向にあった。


図 4－4 1 測定応力耐久限度
[GB-100,200型における σm, σa max最大値]
○：母材部
●：溶接部
◎：溶接G仕上部
●101 (GB-100型 S₂点 σm max=4.8Kg/mm² (R16部) σa max=±1.6Kg/mm² (R44部)
●201 (GB-200型 S₂点 σm max=2.8Kg/mm² (R16部) σa max=±1.9Kg/mm² (東ゲート前)
応力振幅 σa(Kg/mm²)
21
20
14
10
7
母材部限度
溶接G仕上部限度
溶接部限度
GB201
GB101
-2
-20
-10
0
10
20
21
平均応力 σm(Kg/mm²)
SS41 耐久線図



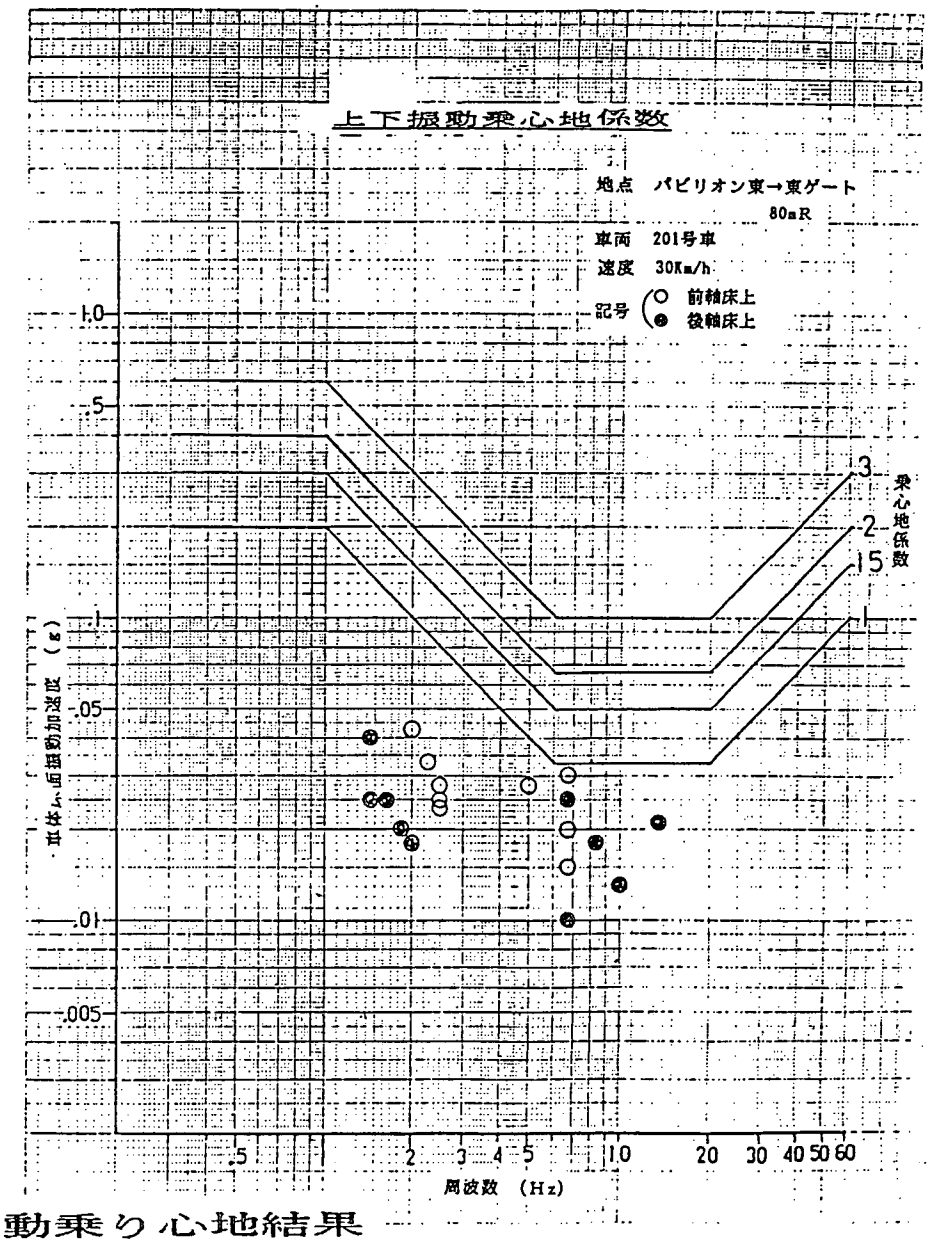
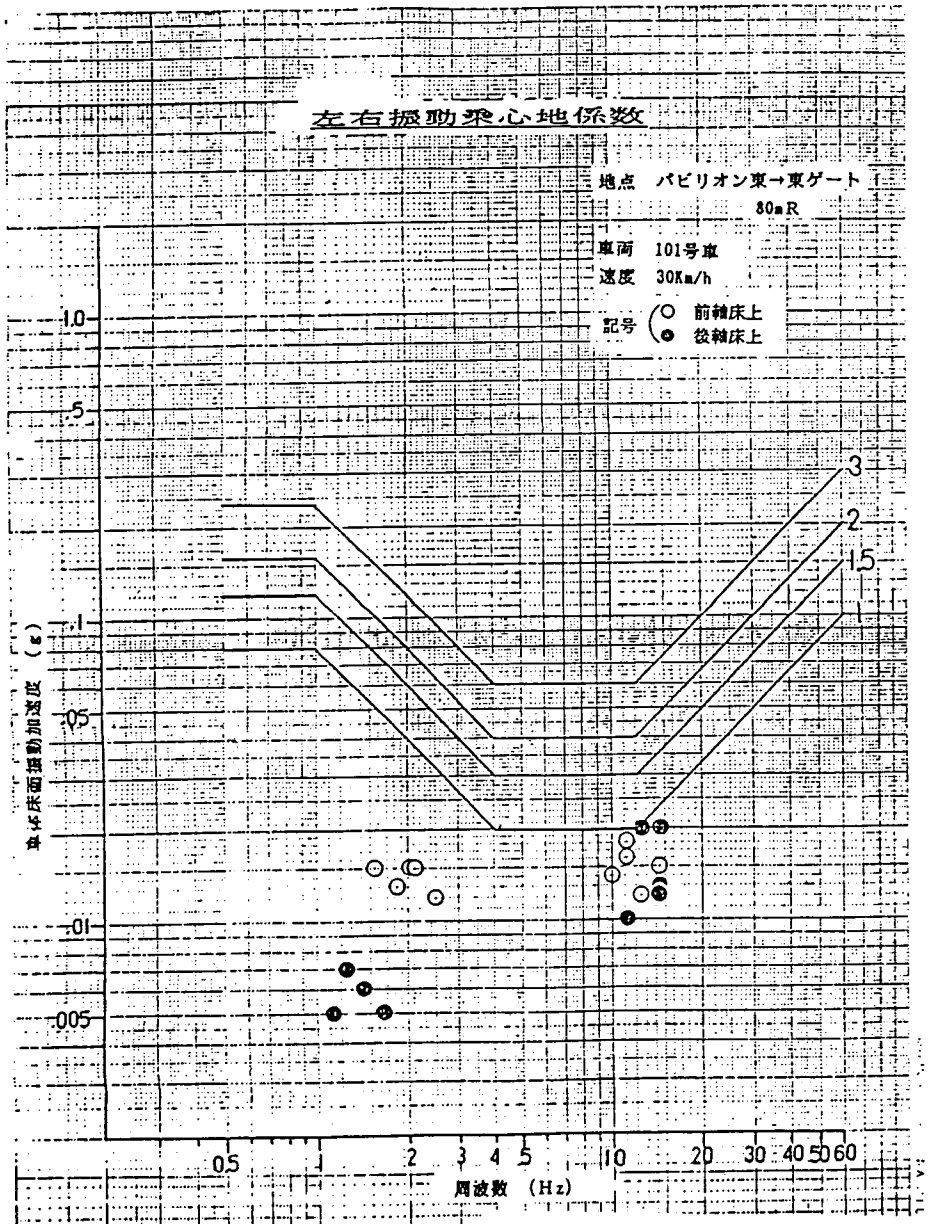


図　4－4 2　上下振動乗り心地結果



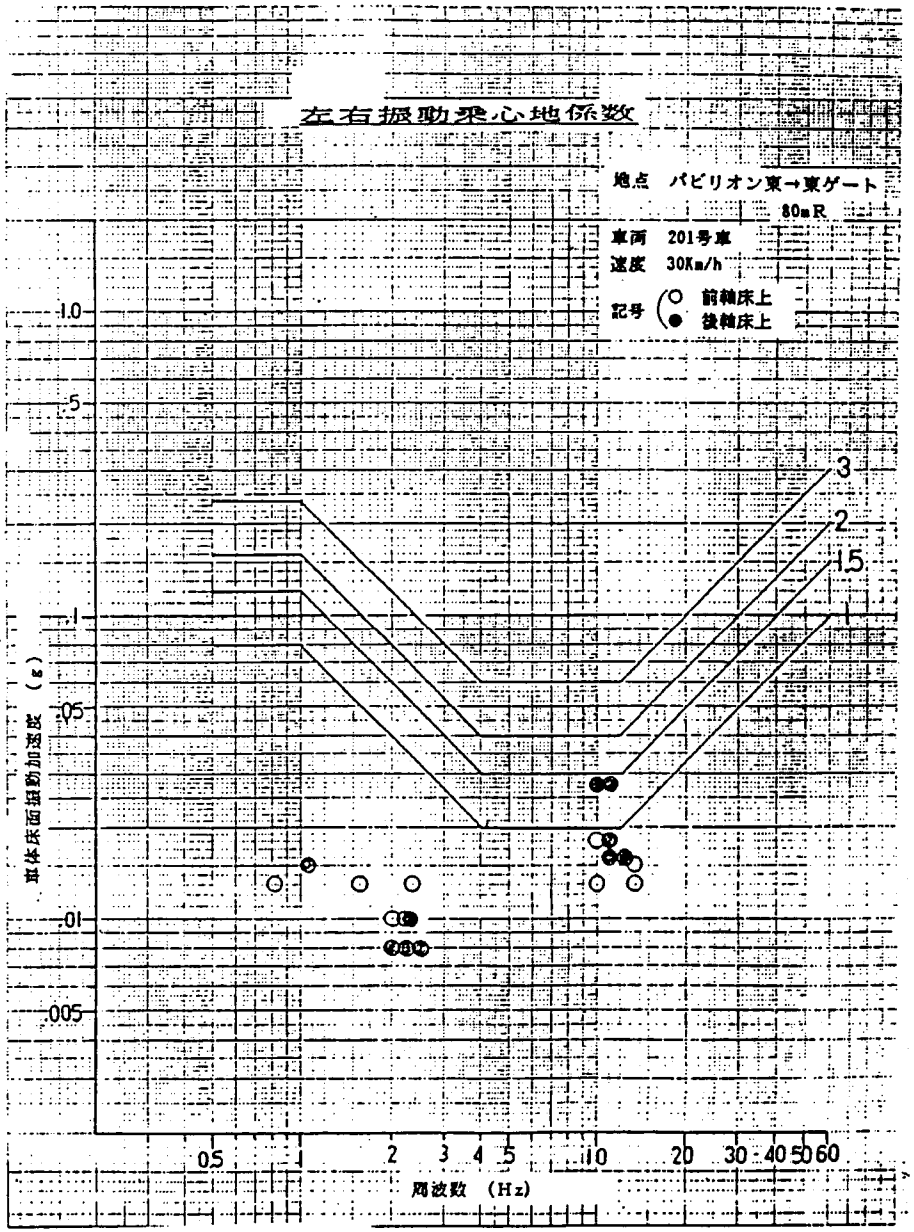


図　4－43　左右振動乗り心地結果

表４－13 車両検査基準 (1／2)

アジア太平洋博覧会会場内軌道輸送施設
車両検査基準

第一章 総　則

（目的）
第一条　この基準は、軌道運転規則第４条に基づき制定したもので、車両を安全に運転できる状態に保持することを目的としたものである。

（適用の範囲）
第二条　この基準を適用する車両は、アジア太平洋博覧会会場内軌道輸送施設、遊戯施設前停留所～東ゲート停留所で、平成元年３月１７日から同年９月３日に会場で使用する２軸内燃動車であり、当該車両の検査に関しては、すべてこの基準により行わなければならない。

第二章 車　両

（車両の整備）
第三条　車両は安全に運転できる状態でなければ使用してはならない。

（車両の検査及び点検）
第四条　車両の検査の種類は次の通りとする。
1　要部検査
2　一ケ月検査
3　三ケ月検査
4　臨時検査

第五条　要部検査とは７２時間を超えない期間ごとに、操向装置、制動装置、車室、車体等、各部の状態、および作用について行う検査をいい、その要領は別表１に定める。

第六条　一ケ月検査とは、３０日を超えない期間ごとに、制動装置、走行装置、操向装置、原動力発生装置、一般空気装置、車体、車室、その他の装置等、各部の状態および作用について行う検査をいい、その要領は別表２に定める。

第七条　三ケ月検査とは、３ケ月を超えない期間ごとに、走行装置、動力発生装置、動力伝達装置、制動装置、操向装置、一般電気装置、一般空気装置、車体、車室、消火器、その他の装置等の各部の状態および作用について行う検査をいい、その要領は別表３に定める。

第八条　臨時検査とは、次に掲げる場合に車両全般に渡ってその状態及び作用について臨時に行う検査をいう。
（１）製作または購入したとき
（２）衝突、脱線その他重大な事故の生じたとき
（３）重要な改造または修繕をしたとき
（４）その他必要があるとき

第九条　第５条から第８条までに規定する検査のほか、安全を期するため毎日運行前に必ず運転士による点検を行わなければならない。

（車両の試運転）
第十条　臨時検査を行った場合は、車両の試運転を行い、その実施後でなければ使用してはならない。

（検査の省略について）
第十一条　新製した車両について、臨時検査及び試運転を行った場合は、三ケ月検査を同時に行ったとして取り扱う。

表４－13　車両検査基準　（2／2）

第十二条　三ケ月検査を施行したときは、一ケ月検査及び要部検査を、一ケ月検査を施行したときは、要部検査をそれぞれ同時に行ったものとする。

（検査期日の起算について）

第十三条　一ケ月検査及び三ケ月検査の次回検査期限の起算日は、検査終了の翌日からとする。

（車両の検査を行う者）

第十四条　車両の検査は、車両について十分な知識と技能を有する者が行う。

（検査の記録）

第十五条　車両の検査または点検を行ったときは、実施年月日、および当該検査又は点検に係わる成績を記録し、その記録はアジア太平洋博覧会終了時まで保存しなければならない。

付　則

この達の施行日は平成　元年3月 17 日とする。

表４－１４　３カ月検査基準　（1／5）

区分		整備基準	限度または基準値
走行装置	走行輪	タイヤの損傷、亀裂、および劣化状態を接地面の全周と両側面にたいし検査する。	
		タイヤの溝深さを検査する。	溝深さ限度 1.6mm
		偏摩耗等の異常摩耗がないかを検査する。	
		タイヤの空気圧を検査する。	10.00R20 7.25Kg/cm² 11R22.5 7.25Kg/cm²
		タイヤの接地面全周と両側面に釘、石その他異物の刺さり、咬み込みの有無を検査する。	
		ホイールナットとホイールボルト、ハブボルトの緩みを検査する。	
		リム、サイドリング、ホイールディスクに損傷、腐食がないかを目視検査する。	
		リフトアップし、タイヤの上下に力を加えてフロントホイルベアリングのガタの有無を検査する。	
	緩衝装置	リフトアップしベローズ、パイプ接続部にエア漏れがないか検査する。	エアタンクの圧力が7Kg/cm²から6kg/cm²に低下するまでの時間が12時間以上であること。
		リフトアップしベローズに損傷がないか検査する。	
		リフトアップしラジアスロット、スタビライザ、リンケージ等の取付部、連接部に緩み、損傷がないかを検査する。	
		ショックアブソーバーの油もれ、損傷、取付部の状態を検査する。	
	フロントアクスル	損傷および変形の有無を検査する。	
	リヤアクスル	損傷および変形の有無を検査する。	
	リヤアクスルハウジング	損傷および変形の有無を検査する。	
動力発生装置	機関本体	かかり具合、異音について、エンジンが速やかに始動し、円滑に回転するか検査する。	
		エンジンを吸機させた状態でアイドリング時のエンジン回転数が規定の範囲にあるかどうかを検査する。	

区分		整備基準	限度または基準値
動力発生装置		エンジンを徐々に加速した時アクセルペダルのひっかかり、エンスト、ノッキングの有無を検査する。	
		排気の状態を異常な黒煙が出ていないか目視検査する。	
	冷却装置	リザーバタンク内の冷却水量の範囲を目視検査する。（100型・200 型）	ベルト中間部を１０Kgの力で押した時のたわみが
		バッテリースイッチをＯＮにし、キースイッチをＯＮにした時ウォーターランプが点灯しないことを検査する。	クランクプーリー～アイドラプーリー 26～32mm（200型） 25～35mm（100型）
		ファンベルトの緩み、損傷がないか検査する	アイドラプーリー～ファンプーリー 9～11mm（200型） 7～12mm（100型）
		アイドリング状態でラジエーター、ウォーターポンプ、ラジエーターホース、ヒーターホースから水漏れの有無を検査する。	クランクプーリー～ジェネレータープーリー 24～26mm（200型） 20～25mm（100型）
		ラジエーターホース、ヒーターホースに損傷、劣化がないか、ホースクランプ類に緩みがないかを目視により検査する。	
		ラジエーターキャップを外し、負圧弁の開閉状態を検査する。	
		ラジエーターキャップバルブシート面の汚れ、損傷を検査する。	
	潤滑装置	油の汚れと量を、水平な状態で車両を静止し、オイルレベルゲージで検査する。	
		シリンダー、ヘッドカバー、オイルパン等の油漏れの有無を検査する。	
		オイルフィルターエレメントからの油漏れ、エレメントの取付状態を検査する。	
	排気装置	エキゾーストパイプ及びマフラーについて取り付け部の緩み、損傷、漏気を検査する。	
	空気清浄器	各部の損傷、亀裂、変形、漏気、取り付けの状態、フィルターの汚れ、損傷を検査する。	
	燃料装置	燃料タンク、配管、油量計等の損傷、汚損、取り付け状態ならびに各部の漏油を検査する	

表４－14　３カ月検査基準　(2/5)

区分		整備基準	限度または基準値
動力発生装置		噴射ポンプの機能、取り付け状態を検査する ・アクセルペダルの全開、全閉状態 ・エンジンコントロールロットの動きと損傷、変形、給油状態 ・噴射ポンプのラックの動き、損傷 ・エキゾーストブレーキの作用状態	
		噴射ポンプ吐出圧力、ノズルの噴霧状態を車両の低速、加速の状態、排気の状態の異常の有無で検査する。	点火時期　BTDC 13 噴射量　103~104 cc 1000　st・cyl － 750 rpm
動力伝達装置	クラッチ	オイルレベルゲージを抜き取りオイルレベルを検査する。（２００型）	
		非常用トランスミッションレバーが常用位置で、ロックピンが確実に入っているかを検査する。（２００型）	
		スターターＳ／ＷをＯＮにし、表示ランプが正常に作用するか検査する。（２００型）	表示ランプが 0.5秒間点灯後絶て消灯すること
		クラッチシリンダー、クラッチ電磁弁からのエアー漏れ、損傷の有無を検査する。	
		ハウジング廻りの油漏れを検査する(200型) クラッチシリンダーのブーツ、ボールジョイント部のダストカバーの損傷の有無を検査する。（１００型、２００型）	
		アクセルストロークを検査する。(200型)	
		クラッチストロークを検査する。(200型)	
		クラッチシリンダーにシャシーグリースを給油する。(200型)	
		ダイアグノーシスにより、機能を検査する。(100型・200 型)	
	トランスミッション	トランスミッション本体の油漏れ及び油量を検査する。	フィラプラグ穴下面より0 ～10㎜以内
		各カプラーの接続状態、腐食の有無を検査する。	

区分		整備基準	限度または基準値
		非常コントロールケーブルレバーが解除の状態であることを確認する。	
	プロペラシャフト及びドライブシャフト	リフトアップし、ヨーク、フランジの取付ボルト、センターベアリング、ブラケット部の取り付け部の緩みを検査する。	
	ディファレンシャル	ディファレンシャルからの油漏れを検査する	
		フィラプラグを取り外し、油量が規定のレベルであるかどうか検査する。	フィラプラグ穴下面より0 ～10㎜以内
		センターベアリングのシャフトを上下左右に動かし、ベアリングのガタを検査する。	
制動装置・常用ブレーキ	ブレーキペダル	踏み込んだ時の床板との隙間を検査する。	ペダル先端で 7～18㎜の遊び
		ブレーキのきき具合は乾燥した路面で走行してその状態を検査する。	
	ホース、パイプ	接続部の液漏れ、損傷、取り付け状態、漏気を検査する。	
	ブレーキバルブ	エンジンを始動し、タンク内圧力が規定値であるかどうか検査し、ブレーキバルブからの排気音の状態を検査する。	アイドリング時 0から8.5kg/㎠までの上昇時間が20分以下
	リザーバータンク	液面レベルの状態を検査する。	指示範囲内にあること
	倍力装置	エアクリーナーのつまりをエレメントを取り外し検査する。	
	ドラム、ブレーキシュー	ブレーキドラムとライニングとの隙間を検査する。	隙間　0.3㎜
		ブレーキシュー、ライニングの摩耗、シューの作動状態の異常の有無を検査する。	標準厚さ　15.5㎜ 使用限度　5.5㎜

表４－14　３カ月検査基準　（3／5）

区分		整備基準	限度又は基準値
留置ブレーキ	留置ブレーキ	ブレーキレバーを一杯に引いて、引き代が規定のノッチ数の範囲かどうかを検査する。	操作力30kg時、引き代 7～14ノッチであること
	センタブレーキドラム	ドラムの取り付けの緩みを検査する。	
	ライニング	ドラムとライニングの隙間を検査する。	アジャスタでドラムロック後10コマ戻す
		ブレーキシュー、ライニングの摩耗、シューの作動異常の有無を検査する。	隙間　0.35mm 使用限度 4.0mm
案内操向装置	舵とり装置	ハンドルの遊びの量、上下、左右、前後の緩み、ガタがないかを検査する。	遊び量 外周で35～80mm
	ギヤボックス	油漏れを検査する。	
		フレームとの取り付けに緩みがないか検査する。	
	ロッド、アーム類	アーム類のボールジョイントのダストブーツの亀裂、損傷を検査する。	
		取り付け部の緩み、可動部のガタを検査する	
		ロッド、アーム類の損傷、曲がりを検査する	
		割りピンの欠損を検査する。	
	ナックル	キングピン又は、ボールジョイントのガタを検査する。	
	パワステアリング	オイルポンプ、ホース、パイプ、接続部等の油漏れを検査する。	
		リザーバタンクの油量を検査する。	レベルゲージの表示範囲内
		取り付け部、ホース、パイプの接続部の緩みを検査する。	取り付け部の締付トルク フレーム側 1100～1500Kgcm リンケージ側 800 ～1300Kgcm

区分		整備基準	限度又は基準値
案内装置	案内輪装置	案内アーム（１００型）、案内バー（２００型）、支持アーム、ピン等の損傷、摩耗、変形、及び取り付け状態を検査する。	
		案内輪の損傷、摩耗、及び取り付け状態を検査する。	
	安定化装置	軸箱の油漏れを検査する。	
		シリンダ、ロッドエンド等の損傷、変形、漏気及び取り付け状態を検査する。	
		リミットスイッチの作用を検査する。	
		安定化装置の作用を検査する。	
運転保安装置	総合	閉塞、押付制御機能の点検。	
	車載装置	車上子の損傷、及び取り付け状態を検査する	
		車載制御装置、車載操作箱の損傷、及び取り付け状態を検査する。	
	案内装置、制御装置	制御箱、操作箱の損傷、及び取り付け状態を検査する。	
	その他	継電器、スイッチ等は、一般電気装置のスイッチの部に定めるところにより検査する。	
		表示灯は車体の灯火装置の部に定めるところに準じて検査する。	
		警報ブザー等は、機能ならびに無線機、配線及びヒューズの部に定めるところに準じて検査する。	
一般電気装置	発電機	損傷及び取り付け状態を検査する。	
		ベルトのたわみ、損傷を検査する。	
		作動中の異音等を検査する。	
	セルモーター	損傷及び取り付け状態を検査する。	

表４－14　３カ月検査基準　(4/5)

区分		整備基準	限度又は基準値
一般電気装置	セルモーター	始動時の異音等を検査する。	
	バッテリー	損傷、汚損及び取り付け状態を検査する。	
		各槽の液量、比重、色等を検査する。	比重 1.200 ～1.270
		ターミナル部の緩み、腐食による接続状態を検査する。	
	配線	接続部の緩みを検査する。	
		配線の損傷、クランプの緩みを検査する。	
	ヒューズ、スイッチ	損傷及び取り付け状態を検査する。	
		スイッチの入切動作及び作用を検査する。	
一般空気装置	エアーコンプレッサー	損傷及び取り付け状態を検査する。	エアー圧力　標準 7.0 ～8.5 Kg/ cm^2
		漏気を検査する。	
	エアータンク	損傷及び取り付け状態を検査する。	
		漏気を検査する。	
		ドレーンコックを開き、吐かすこと。	
		ドレーンコックの取り付け状態、開閉作用を検査する。	
	配管	管及び継手の漏気及び取り付け状態を検査する。	
	ホース	損傷、変質、亀裂、漏気及び取り付け状態を検査する。	

区分		整備基準	限度又は基準値
車体	車台	フレーム、クロスメンバー等の損傷、変形、亀裂、腐食を検査する。	
		フレーム、クロスメンバー等のリベット、ボルトの緩みを検査する。	
		エキゾーストパイプとマフラーの取り付け部、接続部の緩みを検査する。	
		エキゾーストパイプとマフラーの損傷、漏気他の部分との干渉がないかを検査する。	
	非常用連結器	損傷、変形、亀裂、取り付け状態を検査する	
	車体	外板等の損傷、変形、亀裂、清掃状態を検査する。	
		車体の高さ、幅を検査する。	
		バックミラー、アンダーミラーの損傷及び取り付け状態を検査する。	
		エンジン扉、反射器の損傷及び取り付け状態を検査する。	
		非常用開閉コックの作動を検査する。	
	灯火装置	取り付け状態及びレンズの変色、損傷を検査する。	
		前照灯、制動灯、尾灯等の点灯及び点滅具合を検査する。	
		前照灯の明るさ及び照射方向を検査する。	
		方向指示器の点滅状態を検査する。	

表４－14　３カ月検査基準　（5／5）

区分		整備基準	限度又は基準値
車室	車室	腰板、床板等の損傷、汚損、清掃状態を検査する。	
	車室装備品	座席の損傷、汚損、取り付け状態を検査する	
		窓、日除け、サッシュロック、カーテン、支柱、保護棒、ハンドレール等の損傷、汚損、取り付け状態を検査する。	
		ビデオ等の損傷及び取り付け状態、機能を検査する。	
		バックミラー、アンダーミラー、ルームミラーの写り具合を検査する。	
		換気扇の損傷、取り付け状態、異音及び機能を検査する。	
	照明装置	室内灯の損傷、取り付け状態及び機能を検査する。	
	非常扉、非常ベル	非常扉の作動状態、ロック状態を検査する。	
		非常扉の開放時の警報装置の作動を検査する	
その他の装置	自動開閉装置	扉の開閉作用を検査する。	
		ドアエンジンの取り付け状態及び損傷、漏気を検査する。	
		電磁弁、配線の状態を検査する。	
	冷房機	エンジンについては動力発生装置の機関本体、冷却装置の部に定めるところにより検査する。	
		燃料タンク、配管等の損傷、汚損、取り付け状態ならびに各部の漏油を検査する。	
		コンプレッサー、コンデンサー、エバポレーター、配管等の損傷、汚損、取り付け状態、及び各部の漏油、漏気を検査する。	
		作動時の異音、機能を検査する。	

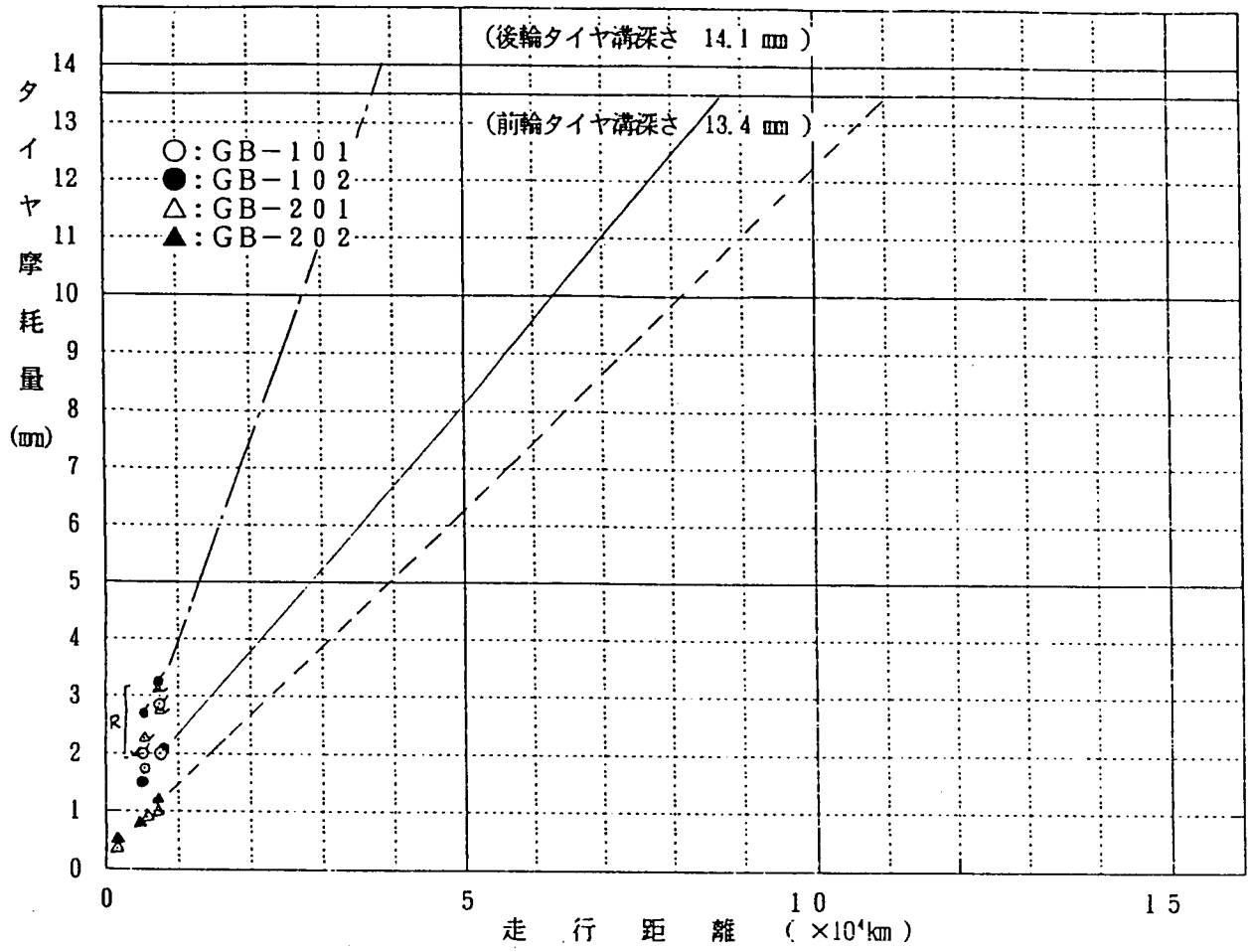
区分		整備基準	限度又は基準値
	冷房機	本体の取り付け状態を検査する。	
	開扉発車防止装置	インターロックシリンダーの損傷及び取り付け状態、漏気を検査する。	インターロックの動作位置 開時　ドアスイッチを開にした時 閉時　左右の扉が合った時 戸閉装置の動作時間の標準値 開　5～6秒 閉　5～6秒
		開扉状態の警報ランプの点灯を検査する。	
		開扉状態でアクセルペタルの踏み込み量がないこと。	
	合図通話、放送装置	損傷及び取り付け状態を検査する。	
		機能を検査する。	
	無線機	損傷及び取り付け状態を検査する。	
		機能を検査する。	
	ワイパー	損傷及び取り付け状態を検査する。	
		払拭状態を検査する。	
		洗浄液の噴射状態、噴射位置を検査する。	
	計器類	損傷、取り付け状態及び機能を検査する。	
		速度計の指針の状態を検査する。	
	配線、ヒューズ	損傷、取り付け状態及び機能を検査する。	
	消火器、発煙筒	損傷及び取り付け状態を検査する。	
	警音器	損傷、取り付け状態及び機能を検査する。	
		音量、音質を検査する。	
総合	総合検査	各装置の検査を終了し、各機器及び各備品の取り付け状態及び整備状態を確認した後、主要装置の動作及び機能を総括的に確認する。	

表４－15 案内輪摩耗調査結果

車番	位置	案内輪直径 mm	摩耗量 mm	走行距離 km
GB－101	前側	199.6	0.2	7300
	後側	199.8	0.1	
GB－102	前側	199.2	0.4	7400
	後側	200.0	0.0	
GB－201	前側	199.8	0.1	7200
	後側	199.9	0.05	
GB－202	前側	199.4	0.3	7100
	後側	199.8	0.1	

注記）• 案内輪の直径に対する製作公差は、200±0.1 mmであるため上表の摩耗量の中にはこの公差も含まれる。

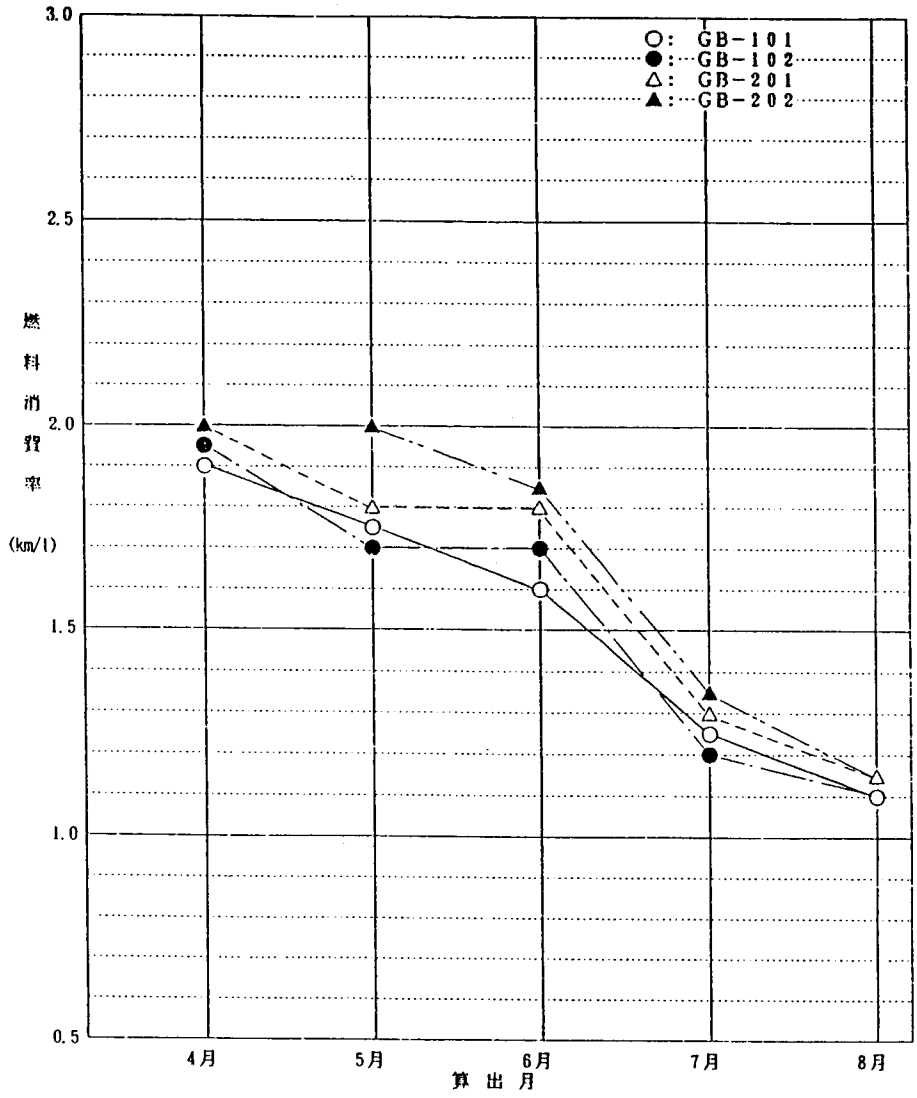
• 後側案内輪とは、前側と異なり後輪タイヤを保護するための支持輪であり直接は案内レールと接触しない。



タイヤ摩耗量と走行距離

車種	走行距離 (km)	タイヤ摩耗量 (mm) 前輪タイヤ (新品時溝深さ13.4mm)	後輪タイヤ (新品時溝深さ14.1mm)
GB-101	5300.0	1.75	2.0
	7370.5	2.0	2.9
GB-102	5300.0	1.5	2.7
	7460.0	2.1	3.2
GB-201	1690.0	0.4	−
	5630.0	0.9	2.2
	7300.0	1.0	2.8
GB-202	1330.0	0.5	−
	4740.0	0.8	2.0
	7080.0	1.2	3.1

図　4－44　タイヤ摩耗量と走行距離



各月別燃料消費量

車種・項目 ＼ 月		4月	5月	6月	7月	8月
GB－101	走行距離 km	950.0	1689.7	1377.4	1898.1	2123.1
	燃料使用量 l	511.0	967.0	845.0	1495.0	1955.0
	燃料消費率 km/l	1.91	1.75	1.63	1.27	1.09
GB－102	走行距離 km	849.1	1630.7	1727.7	1854.5	2161.4
	燃料使用量 l	433.0	960.0	1030.0	1525.0	2005.0
	燃料消費率 km/l	1.96	1.70	1.68	1.22	1.08
GB－201	走行距離 km	965.1	1962.0	1207.2	1663.3	1874.7
	燃料使用量 l	489.0	1096.0	660.0	1295.0	1655.0
	燃料消費率 km/l	1.97	1.79	1.83	1.28	1.13
GB－202	走行距離 km	744.4	1715.7	1824.9	2001.6	2120.9
	燃料使用量 l	367.0	835.0	990.0	1515.0	1855.0
	燃料消費率 km/l	2.03	2.05	1.84	1.32	1.14

図 4－45 各月別燃料消費率

5. 運転保安装置

5．1 概　要

路線図を図5－1に示す。

路線は延長約 950mで両端末部はループ状に折返す方式で複線で構成し、中間部は高架による単線軌道となっている。

駅は両端2か所と単線部の出入口部計4か所に設けられている。

本システムの運転保安装置を構成するに当り基本となる考え方を次のとおり設定した。

1) 車両の運転はワンマン運転とし、運転士はアクセルとブレーキペタルを操作して運転を行うが、本線上ではハンドル操作は行なわないものとする。

2) 路線形状と乗心地から軌道上の運転最高速度を40km/h以下とし、必要か所には速度制限標識を設ける。

3) 車両は、制動初速度35km/hにおける制動距離が14m以下の性能を有しているため、前後間隔の安全確保は運転士によるものとする。

4) 単線区間については、閉そく装置を設けて保安を確保する。また車両のオーバラン誤出発あるいは装置の故障等に際して運転士に警報するため車内警報装置を設ける。

5) 分岐・合流部の運転に際しては車上片側押付制御を行う事により車両の案内輪が左側の案内軌条に沿って誘導案内するものとする。

6) 車両基地は遊戯施設前停留場側のループ内に設け、車両の出入庫に際しては運転士の手動運転により行うものとした。

7) 指令所には監視装置を設け、指令所と車両との間は、空間波による列車無線装置で連絡できるものとした。

これらの基本的考え方に基づき運転保安システムとしては、鉄道で実績のある電子閉そく装置を基本として構成し、単線部の保安を確保することとした。

5．2 運転保安装置の諸元

5．2．1 保安方式

種　　類	電磁誘導式地上子を用いた特殊自動閉そく方式
使用区間	パビリオン西停留場～パビリオン東停留場

通信方式	方　　式	電磁誘導方式
	形　　式	半２重通信
	変調方式	周波数直接位相変調
	搬送周波数	96 kHz ±0.09 kHz
	伝送速度	4800 bps
	符号形式	ＮＲＺ等長符号
	送信レベル	微弱電波の範囲内
	受信レベル	85.0dBμV/m 以上

５．２．２ 常置信号機

種　　類	出発信号機	矢印燈・×印燈

５．２．３ 車内警報装置

種　　類	電磁誘導式地上子／車上子による地点制御

５．２．４ 運行監視装置

制御所の位置	遊戯施設前停留場付近のアジア太平洋博覧会管理センター内に設置
方　　式	ＣＲＴディスプレイ装置による監視表示

５．２．５ 車上片側押付制御装置

制御方式	電磁誘導式地上子／車上子による地点制御
通信方式	保安方式と同じ
制御項目	押付指令、中立指令（押付解除）
照査項目	押付確認、中立確認

５．３ 運転保安装置の構成と機能

５．３．１ 構　成

運転保安装置の構成を図５－２に示す。又、各機器を図５－３～図５－８に示す。

地上側設備は、指令所内に設置する運行監視装置、停留場に設置する駅装置と出発信号機、および軌道上の必要か所に設置する電磁誘導式地上子で構成する。

車上側設備は、車載制御装置と車載操作箱および電磁誘導式車上子で構成する。

番号別地上子の役割は次のとおり。

1) ＃2、13

閉そくの設定、鎖錠、解錠

押付制御の指令と確認

2) ＃1、14

閉そくの解錠

中立制御の指令と確認

3) ＃3、12

閉そく区間に車両が進入した事を検知し、出発信号機を矢印燈から×印燈に切換える。

4) ＃4、5、10、11

中立制御の指令と確認

5) ＃6、7、8、9

押付制御の指令と確認

5．3．2 動　作

車両がパビリオン西停留場→パビリオン東停留場に向って走行する場合の動作は次のとおり。

1) 閉そく機能

(1) 運転士が車上の操作箱の出発要請釦を押すと車上子→地上子を経由して駅装置に情報が伝送される。

駅装置は閉そく区間内に車両が存在しない事を確認して該当車両番号を登録して閉そくを確保して鎖錠する。鎖錠が完了すると出発信号機を×印燈から矢印燈に切換え、車両に対し出発許可情報を送信する。（対向する停留場の出発信号機は×印燈のまま鎖錠される。）

(2) 矢印燈を確認して車両は出発するが地上子＃3と交信した時点で出発信号機は×印燈に切換わり後続車両の進入を阻止する。

(3) 車両が東停留場に到着し地上子＃14と車上子が交信し、登録された車両番号と一致すると到着と判断し閉そくを解錠する。

2) 片側押付切換制御機能

(1) 西駅で地上子＃2と交信し、中立状態から押付状態に切換える。（出発信号機は押付制御を確認しないと矢印燈に切換らない。）

(2) 片側押付状態で車両が合流部を通過すると軌道の直線部に設けた地上子＃４、５と交信し中立制御を行う。

(3) 車両は中立状態で走行すると外軌側の案内軌条に沿って走行する。

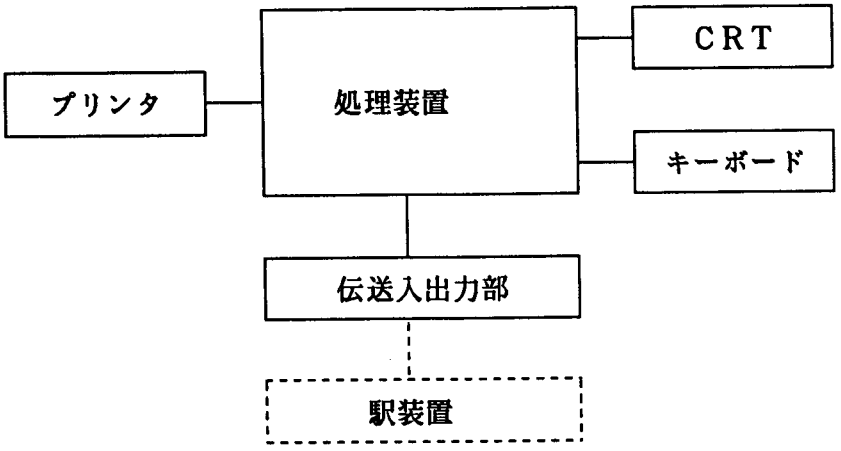
(4) 分岐部手前の直線部に設けた地上子＃８、９と交信し左押付制御を行い、左押付状態で分岐部を通過する。

(5) 東駅に到着すると地上子＃１４と交信し、中立制御を行い、押付状態から中立状態に切換える。

(6) 軌道複線部では常に中立状態を保って走行する。

５．３．３ 機　能

1) 監視装置



(1) 機能概要

処理装置は電子計算機により構成され、機能は以下のとおりである。

a．監視機能

車両の位置情報、信号機の状態、駅装置の故障情報、等を収集し、ＣＲＴに表示する。また、駅間の最大走行時分等により車両の走行異常等の合理性判断を行う。

b．記録機能

故障および運行記録等をその都度プリントアウトすることができる。

(2) 運行状況の表示

運行状況の表示は下記の項目をＣＲＴに表示する。

a．留置場に停車中の車両の識別番号と方向

b．停留場間を走行中の車両の識別番号と方向

c．出発信号機現示

d．方向鎖錠

e．誤出発

表示コード中に誤出発を検知した時該当信号機近くに“誤出発”を表示する。

f．オーバーラン

表示コード中にオーバーランを検知した時該当信号機近くに“オーバーラン”を表示する。

g．押付制御中の車両の識別番号は色を変えて表示する。

(3) 故障情報の表示

表示コード中の保守情報を検知したとき故障発生を表示し状態変化を検知して保守情報が消えたとき故障回復を表示する。

a．表示項目

- 伝送入出力部←→運行監視間伝送不良
- 受信不良
- ＲＩＯ不良
- 保安部不良
- 保安入力回路不良
- 閉そく不良

b．表示タイミング

情報発生毎

(4) 故障情報の印字

(3)項と同様に印字する。

(5) 制御情報の印字

出発信号機を出力した時刻をプリンタに印字する。

（ただし、始業時に「当日実行」の操作を行う。）

a．印字項目

- 出発信号機
- 押付確認
- 押付制御
- 中立確認
- 中立制御

• 出発要求

• 出発許可

b．印字タイミング

出発信号機の情報が（“0→1”）変化したとき

(6) 扱い情報の印字

キーボードを扱った内容を印字する。また、本装置の動作開始も印字する。

（ただし始業時に「当日実行」の操作を行う。）

a．印字項目

• 立上げ制御扱い

• 本装置の動作開始

b．印字タイミング

情報発生毎

(7) その他の印字

a．印字項目

• 案内装置入切

• 押付制御不一致

• 駅間最大走行時分オーバ車発生

• オーバラン

• 誤出発

b．印字タイミング

情報発生毎

(8) 立上げ制御

停留場装置の電源投入時、及びリセット時、扱い者より指令があったことで立上げ情報を送る。停留場装置は立上げ情報受信後通常動作へ移行する。

a．送信項目

立上げ情報

b．送信タイミング

各停留場装置が立上げ中の時で立上げ制御指令をキーボードより入力したとき。

(9) 時刻修正

キーボードからの指令でパソコン内蔵のカレンダ時計を修正する。

図5－1　路線図

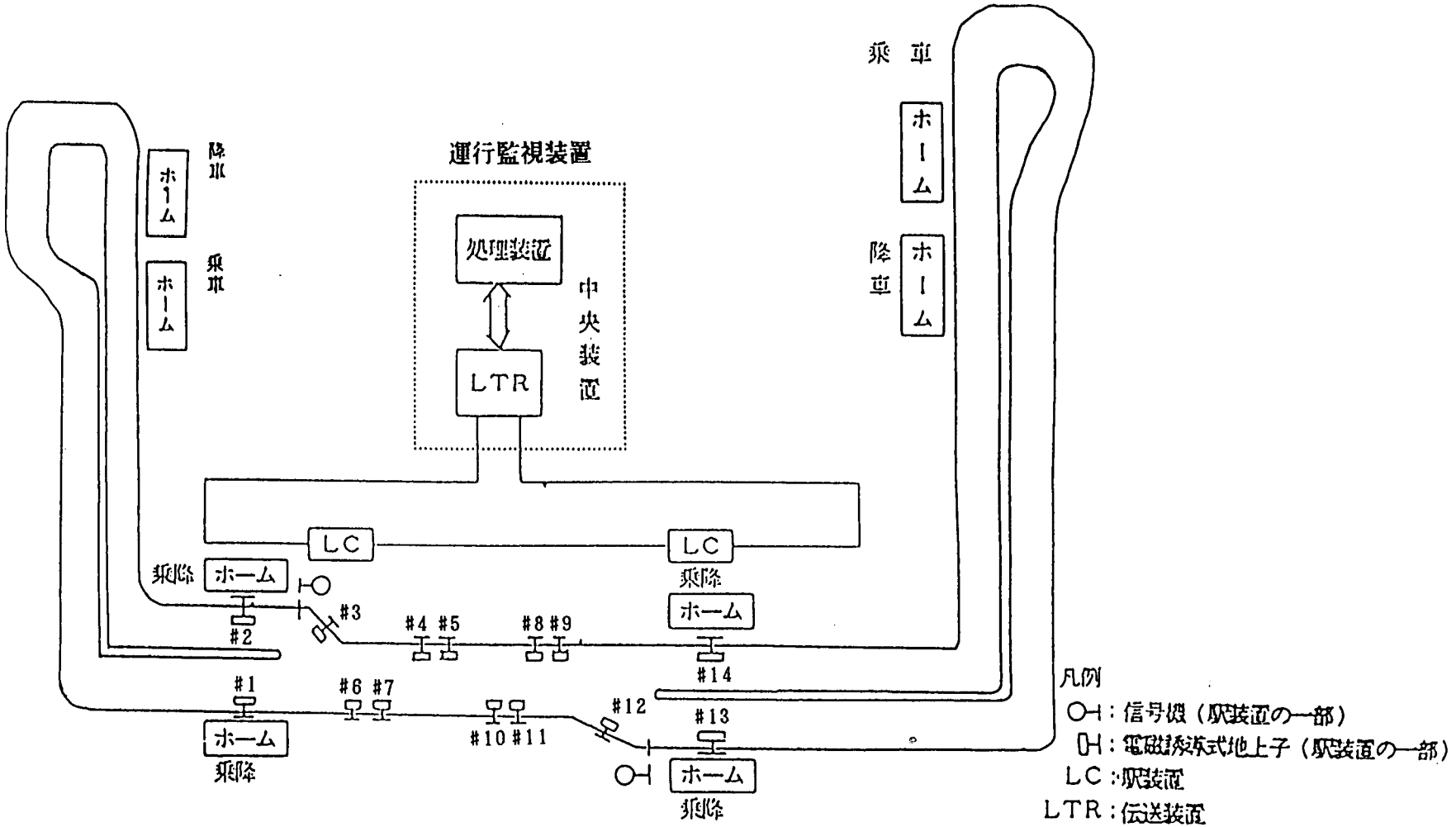
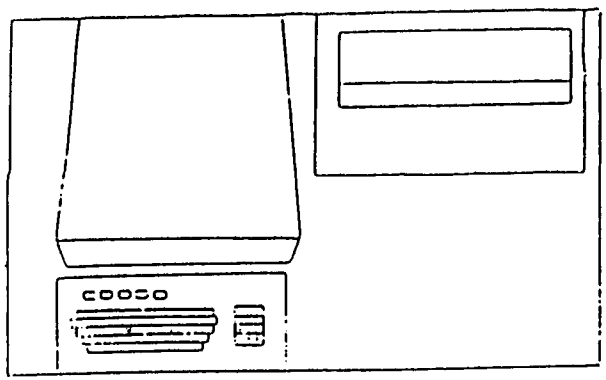
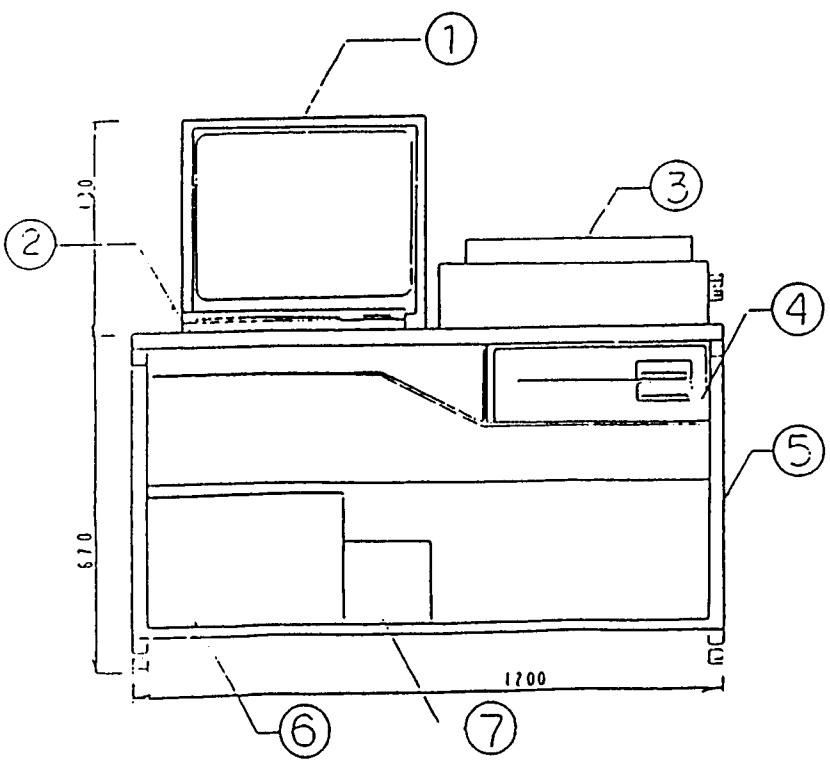
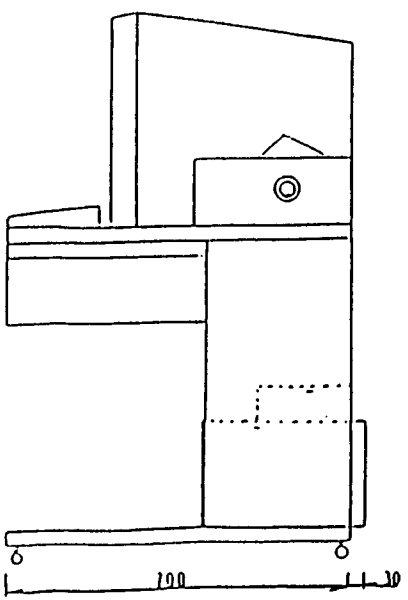

運行監視装置
処理装置
中央装置
LTR
LC
LC
降車
ホーム
乗車
ホーム
乗車
ホーム
降車
ホーム
乗降
ホーム
乗降
ホーム
乗降
ホーム
乗降
#1
#2
#3
#4 #5
#6 #7
#8 #9
#10 #11
#12
#13
#14
凡例
：信号機（駅装置の一部）
：電磁誘導式地上子（駅装置の一部）
LC：駅装置
LTR：伝送装置

図5－2　システム構成図

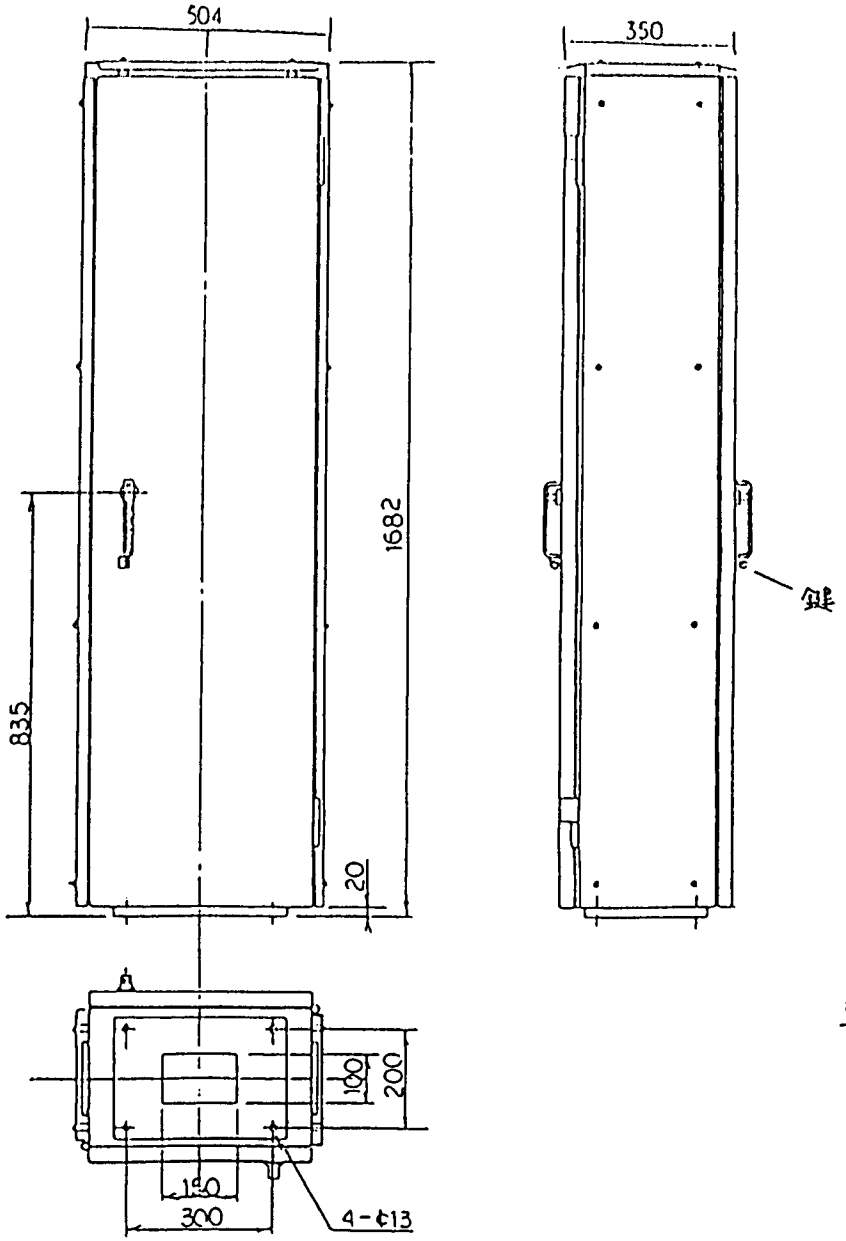






1 CRT
2 KEYボード
3 プリンタ
4 パソコン本体
5 ディスク
6 電源
7 低速入出力部 MH100JA

図5－3　運行監視装置



パビリオン東停留場
及び
パビリオン西停留場

塗色
大日本塗料 NO. NR-0527 (ライトグレー)

図5－4　駅装置

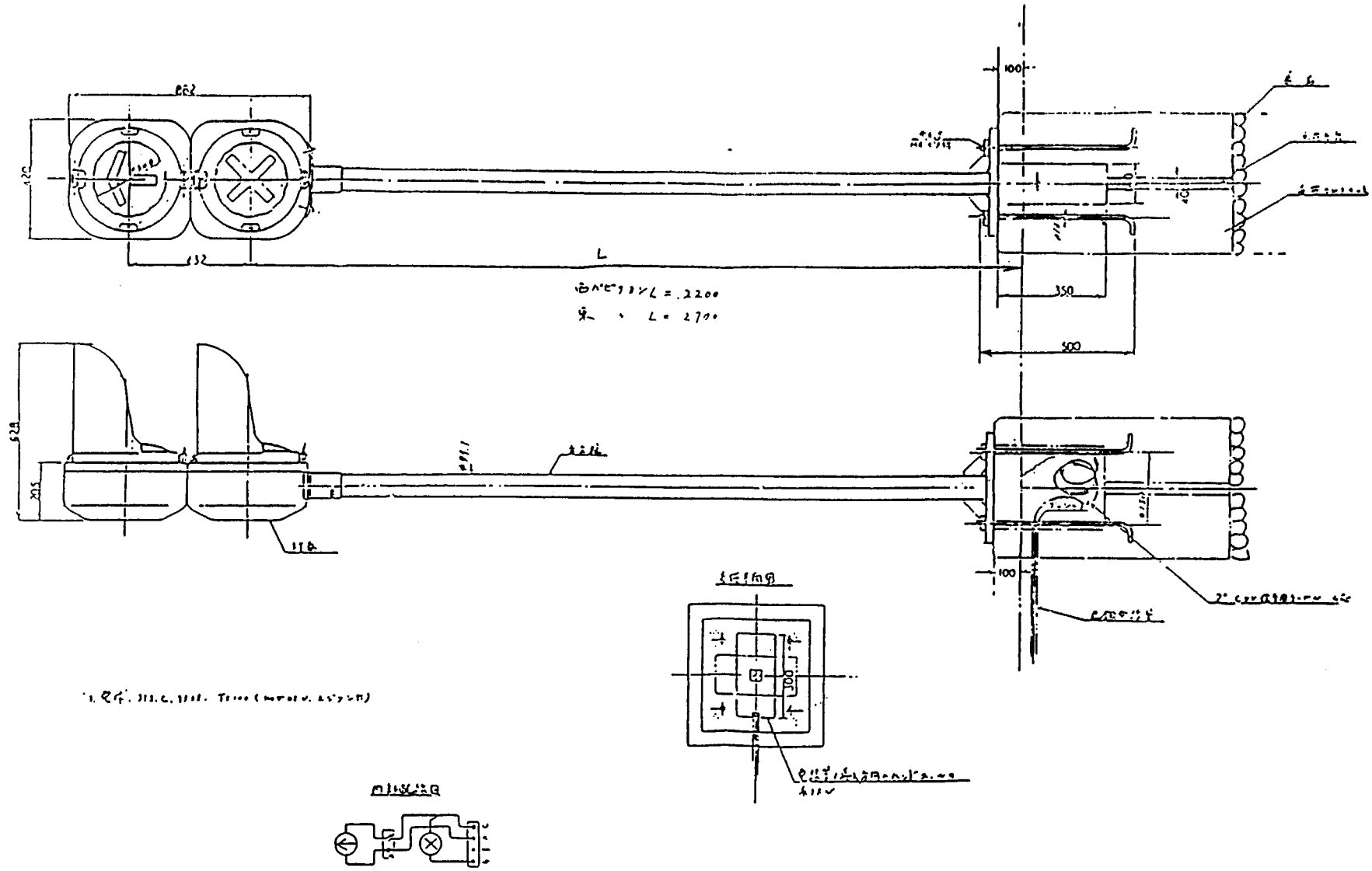
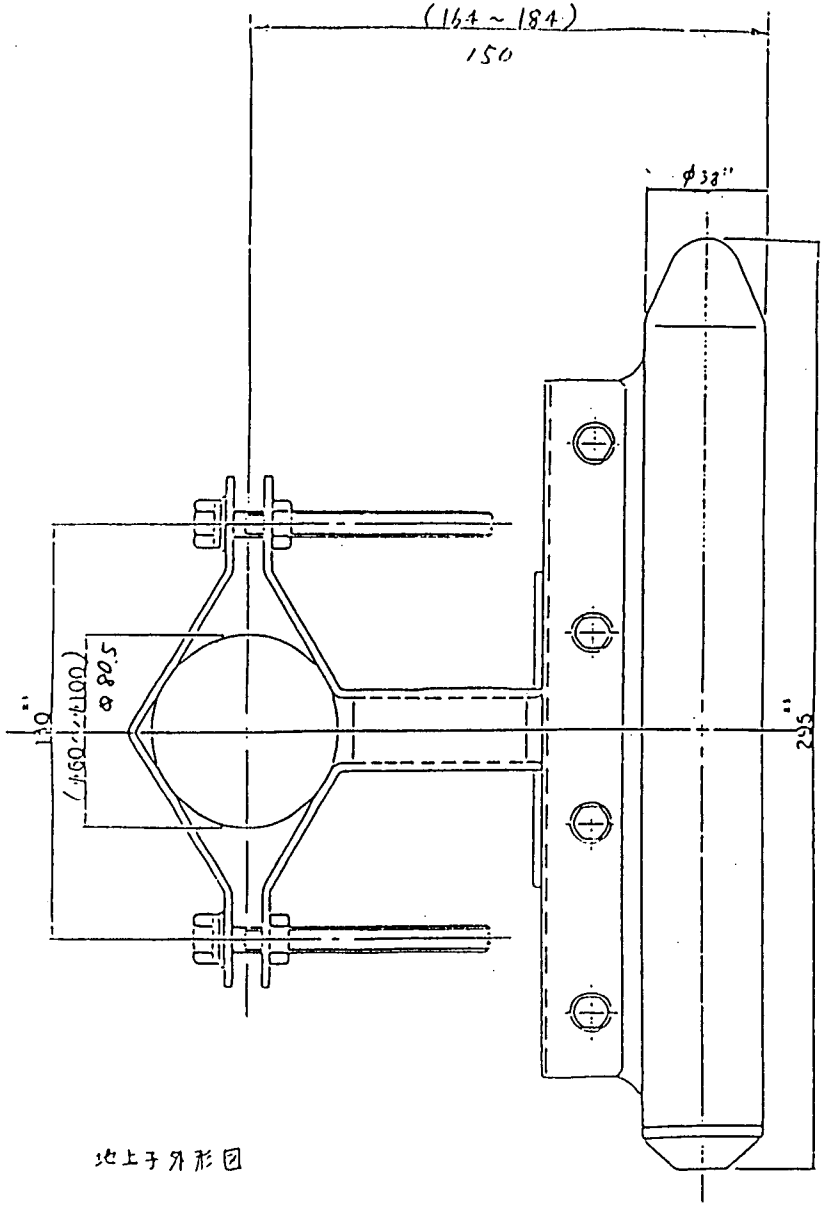
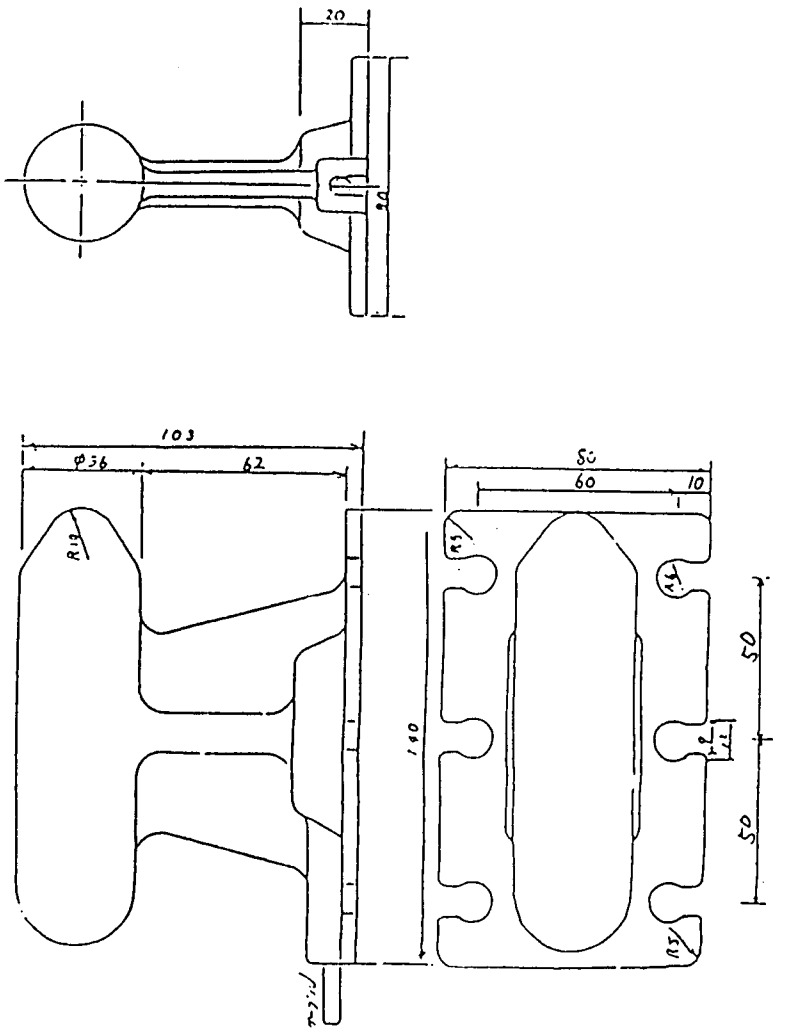


図5－5　出発信号機



地上子外形図



車上子外形図

図5－6　電磁誘導式地上子・車上子

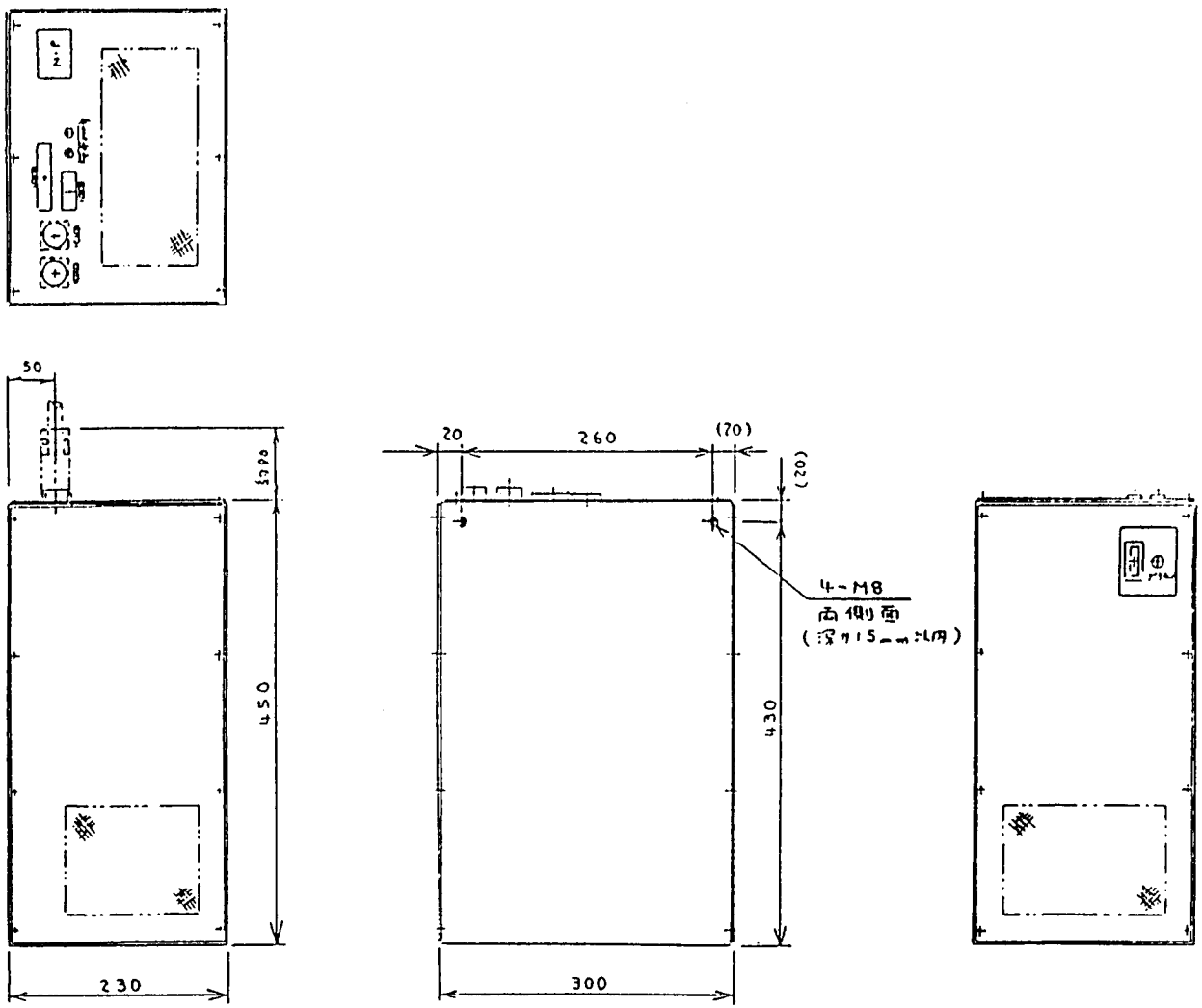
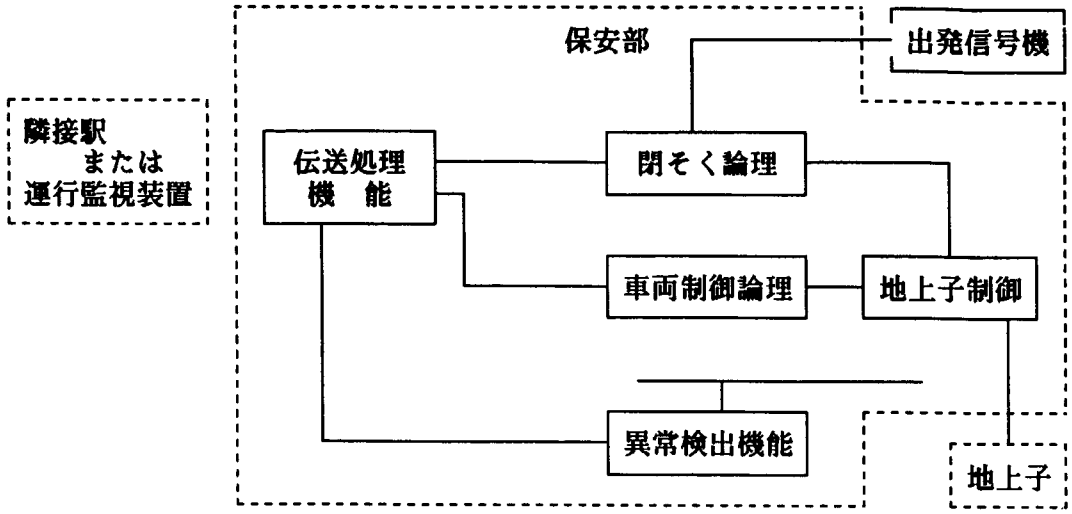


図5－7　車載制御装置

図5－8　車載操作箱

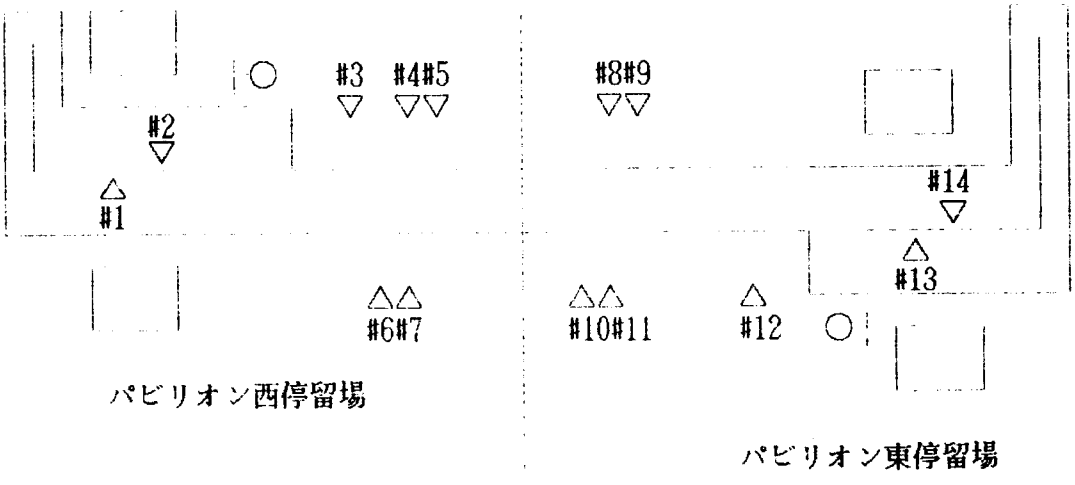
2）駅装置

駅装置の構成を図５－９に処理機能の関連を下図に示す。



(1)　機能概要

機能は閉そく機能、車両制御機能、地上子制御機能、伝送処理機能、異常検出機能から構成され、車載装置の「出発要求」押しボタンが取扱われたことにより隣接駅との閉そく条件をチェックし、閉そく・運転方向確保を行う。また、各電磁誘導式地上子点を通過時に押付制御、中立制御を自動的に行う。電磁誘導式地上子（以下地上子と略称する。）の配置構成を下図に示す。



パビリオン西停留場

パビリオン東停留場

△　：電磁誘導式地上子

○　：出発信号機

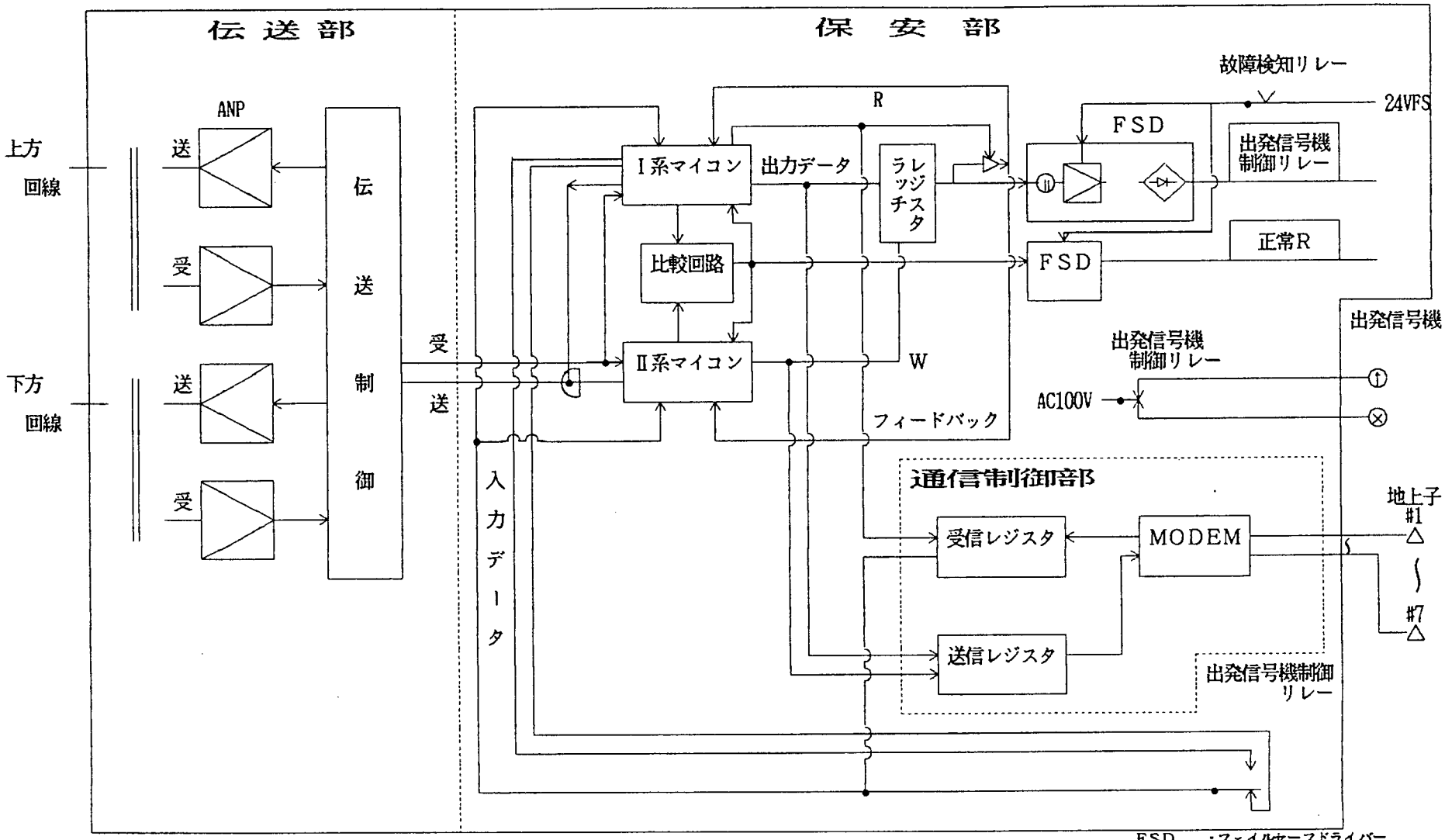


図５－９ 駅装置回路構成図

FSD　：フェイルセーフドライバー
MODEM：変調・復調器

電磁誘導方式により車両と情報の送受を行う。主要な伝送情報は以下のとおりである。

車両 ―→ ＬＣ；車両識別番号

出発要求情報、押付確認、中立確認、安定化装置入切

ＬＣ ―→ 車両；出発許可情報、車両識別番号

押付指令、中立指令

(2) 閉そく

a. 閉そく・運転方向の設定

① 車両の識別番号が入力されたものについて「出発要求」が入力されると閉そく運転方向を設定する。

閉そく・運転方向設定は駅間の閉そく・運転方向が解錠されていることの他、以下の条件を全て満足したら、着駅に「閉そく・運転方向設定」を要請することにより行われる。

Ⅰ．設定しようとする方向の出発信号機が停止現示になっていること。

Ⅱ．自識別符号により「取り消し」中でないこと。

Ⅱの場合は「出発要求」は捨てられる。その他の場合は条件が成立するまでまつ。着駅では閉そく・運転方向設定要請を受け、自駅の状態を照査（出発信号機の鎖錠状態、到着場所の在車、着駅での出発要求の有無、オーバーラン及び誤出発）の上「出発許可」を発駅に返送する。

② 着駅から閉そく・運転方向の「出発許可」があれば、閉そく・運転方向を出方向に設定する。

b. 閉そく・運転方向の鎖錠

閉そく・運転方向が設定されたら、閉そく・運転方向を鎖錠し出発信号機に進行現示を出力する。

c. 出発信号機の復位

① 車両が出発し#３または#12の地上子と交信が行なわれた時、進出と判定し出発信号機を復位する。

② 交信不能時は出発点との交信が無くなって一定時間経過後、出発信号機を復位する。

d. 閉そく・運転方向の解錠

① 着駅では、地上送受信装置から車両がポーリングされ、車両から識別番号が返送される。

② 識別番号が一致したことにより発駅に閉そく・運転方向「解錠要請」を行う。

③ 発駅は着駅から閉そく・運転方向の「解錠要請」を受け、発駅で閉そく・運転方向「出発要請」をした識別番号と一致しているか照合する。

④ 識別番号が一致し、かつ以下の条件を満足していれば、着駅へ閉そく・運転方向の「解錠許可」を送信すると共に閉そく・運転方向を解錠する。

Ⅰ. オーバーラン及び誤出発検知がされてないこと。

Ⅱ. 出発信号機が停止現示になっていること。

e. 取消し

① 一旦出発要請をした後、取消しをする場合は、車両の「取消し」押ボタンを取り扱うことにより、発駅側では出発信号機の内方に未進入であることの判断を行い、条件が整った場合は出発信号機を復位する。

② 出発信号機復位後、「解錠許可」を着駅に伝送すると共に、閉そく・運転方向を解錠する。

f. 対向優先

ある駅間に対して、複数の車両が閉そく・運転方向の設定を待っている場合は（出発要求しているとき）、閉そく・運転方向は上り車両と下り車両について交互に設定される。

(3) 車両制御論理

a. 地上子の動作

車両への制御は地上子より情報をやり取りして行うため、地上子の位置によって異なった制御を行う。

① ＃2、＃13の地上子

Ⅰ 前方駅より出発承認受信後、押付制御情報を車両に送信する。

Ⅱ 車両からの押付確認情報を受信後、出発信号機を進行現示にする。

Ⅲ 出発信号機に進行現示が出力されたことで、出発許可を車両に送信する。

② ＃1、＃14の地上子

Ⅰ 車両と交信が成立したことで車両の到着とする。

Ⅱ　到着を検知したことで、車両に中立制御を送信する。

③（＃4、＃5）、（＃10、＃11）の地上子

Ⅰ　中立制御情報を車両に送信する。

Ⅱ　車両と交信が成立したことで車両の検知とする。

④　＃3、＃12、（＃6、＃7）、（＃8、＃9）の地上子

Ⅰ　押付制御情報を車両に送信する。

Ⅱ　車両と交信が成立したことで車両の検知とする。

Ⅲ　ただし、＃3、＃12は②項によって出発信号機を復位する。

b. 制御不一致

車両へ送った制御情報と、車両から送ってきた確認情報とが一定時間不一致であるとき、運行表示装置へ制御不一致発生を知らせる。

c. 誤出発・オーバーラン

出発許可がないにもかかわらず、出発地点から出発し、地上子との交信が途絶えたことを検知し、運行表示装置へ誤出発発生を知らせる。

また、到着点において、停車検知が得られないことを検知し、運行表示装置へオーバーラン発生を知らせる。

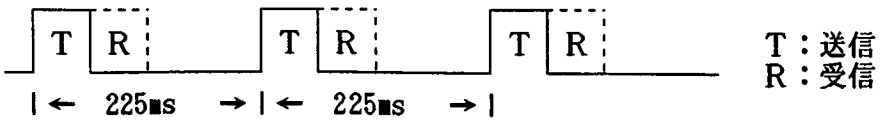
(4) 地上子制御

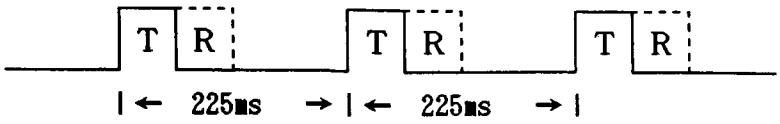
a. 各停留所には駅装置が設備され、それぞれの駅装置が制御する地上子は＃1～＃7は西駅装置、＃8～＃14は東駅装置とする。

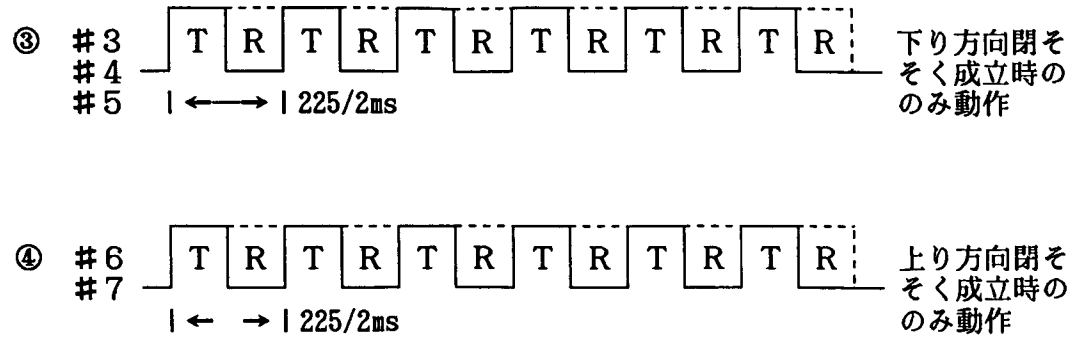
b. 各駅装置において、＃1、＃2と、＃3、＃6および＃4、＃5、＃7の地上子の3グループ構成とし、それぞれ独立した送受信バッファを設ける。

c. 各地上子の送受信動作チャートは下記によるものとする。

（西停留所を例とする。）







d. 閉そく状態による地上子送受信動作

閉そく状態	西停留所動作 地上子NO	東停留所動作 地上子NO
閉そく不成立	(#1),(#2)	(#13),(#14)
下り方向閉そく成立	(#1),(#2),(#3), (#4,#5)	(#13),(#14),(#8), (#9)
上り方向閉そく成立	(#1),(#2),(#6),(#7)	(#13),(#14),(#12), (#10,#11)

（ ）内の２つの地上子は同一情報を送信する。

(5) 伝送処理

装置では駅間の閉そく情報を送受信するとともに、表示・制御情報の送信・受信及び中継を行う。

a. 信頼性

駅間伝送情報には誤り検出能力の高いＣＲＣ符号と、Ｐ／Ｎ反転連送によりフェールセーフ伝送を可能としている。

Ｐ／Ｎ反転連送とは、前回受信したデータと今回受信したデータを比較して以下の条件を照査し、条件を満足したデータのみ採用することとする。

① 前回、今回とも内容が一致していること。

② 前回と今回がＰ→ＮまたはＮ→Ｐと反転していること。

b. 伝送手順

駅装置では上流方隣接駅から情報を受信し、その内容に従って次の処理を決め、上流方、下流方に対して必要な情報を伝送する。

(6) 異常検出

a. 駅装置保安部の異常検出

駅装置保安部の２組のマイクロコンピュータ（Ⅰ系Ⅱ系）出力が不一致になった場合、正常リレーを落下させて全出力リレーを強制的に落下させ保安部は停止する。

b. 伝送の異常（閉そく不良）

伝送部より入力した閉そく情報のＰ／Ｎ、方向、駅番号が不正のとき閉そく不良とする。

3) 車内警報

内警報装置の機能ブロックを図５－10に示す。警報内容については表５－１に示す。

(1) 車載装置立上げ

車載制御器のＮＦＢ（ブレーカ）投入することにより、車載バッテリから24Ｖが供給される。内蔵のスイッチング電源により、５Ｖ、24Ｖがつくられ論理回路に供給され回路は動作を開始する。また、ＦＳＤ（フェールセーフドライバー）回路は24ＶＦＳの供給がないと動作できない構成になっているのでプリセット押ボタンを圧下し強制的に24ＶＦＳをＦＳＤに供給し正常Ｒを動作させる。このことにより24ＶＦＳは定常的にＦＳＤに供給され装置立上げが完了する。

(2) 回路動作

a. 案内装置に対する出力

表５－１に示すような異常が発生すると、それぞれ制御不一致、誤出発、オーバーラン、案内装置故障、制御切離の各信号が生起する。これらの信号の論理和をとり、いずれの異常も発生していない時にＦＳＤに駆動出力を行ない、案内装置に向けて電圧を供給し案内装置の正常Ｒ２を動作させる。また別途運転保安装置の正常状態の時に同様に電圧を供給し正常Ｒ１を動作させる。これら２つのリレーは電源断および異常が発生した時に落下し案内装置に通知する。

b. 表示

制御不一致、誤出発、オーバーラン、案内表示故障、制御切離および車載装置故障が発生するとそれぞれＦＳＤを介して車載操作箱上にＬＥＤ表示を行う。

c. ブザー鳴動

異常および故障が発生した場合それぞれについて微分処理を施し、それらの結果をレジスタに記憶する。この記憶情報をもとにＦＳＤに入力しブザーＲを動作させ

る。このブザーRの接点と正常Rの接点の論理和をとり、車載設定・表示器内のブザーを鳴動させる。

ブザー鳴動は確認押ボタンを圧下することにより、レジスタがリセットされブザーRが復旧しブザーの鳴動は停止する。

なおブザー駆動ラインにブザー断のSWが設けられていて故障等でブザーの鳴動の停止が行なえない場合本SWを断にすることによりブザー鳴動を停止することが出来る。

(3) 車内警報機能

各種故障情報および運転取扱上の異常に対しては、運転台右側に設けた運転保安装置の車載操作箱内の警報ブザーを鳴動する事により運転士に対して警報する。警報内容を表5－1に示す。

a. 運転保安装置、車載装置故障

b. 制御不一致（押付又は中立制御情報に対し応答情報が一致していない場合）

c. 誤出発・オーバーラン

- 停留場部で出発要請釦を押して出発信号機が矢印燈に切換った事を確認して出発する事となるがこの一連の操作を怠って車両を出発させた場合誤出発となる。
- 停留場に進入する際、停止位置をオーバーランした場合、地上子と車上子間で交信した後すぐに交信が断の状態となる。この場合にはオーバーランとなる。

d. 案内装置故障

車両は安定化装置「入」の状態で案内装置の状態を「押付」又は「中立」のどちらかの状態を保持しなければならないがどちらの状態も確認出来ない場合故障と判断する。

e. 安定化装置「切」

車両は、車両基地内では安定化装置を「切」の状態で運転士がハンドル操作し、専用軌道内では「入」の状態でハンドル操作なしに運転する事となる。

「入」の状態から「切」の状態に変化した場合は運転士に対して警報する。

上記の警報ブザーが鳴動した場合は、アクセルインターロックが作動しアクセルペダルが踏み込めない状態となり車両は停止する。運転士は表示灯等により作動原因を確認した後、指令員の指示を受け「確認」釦を押すとアクセルインターロックが解除される。

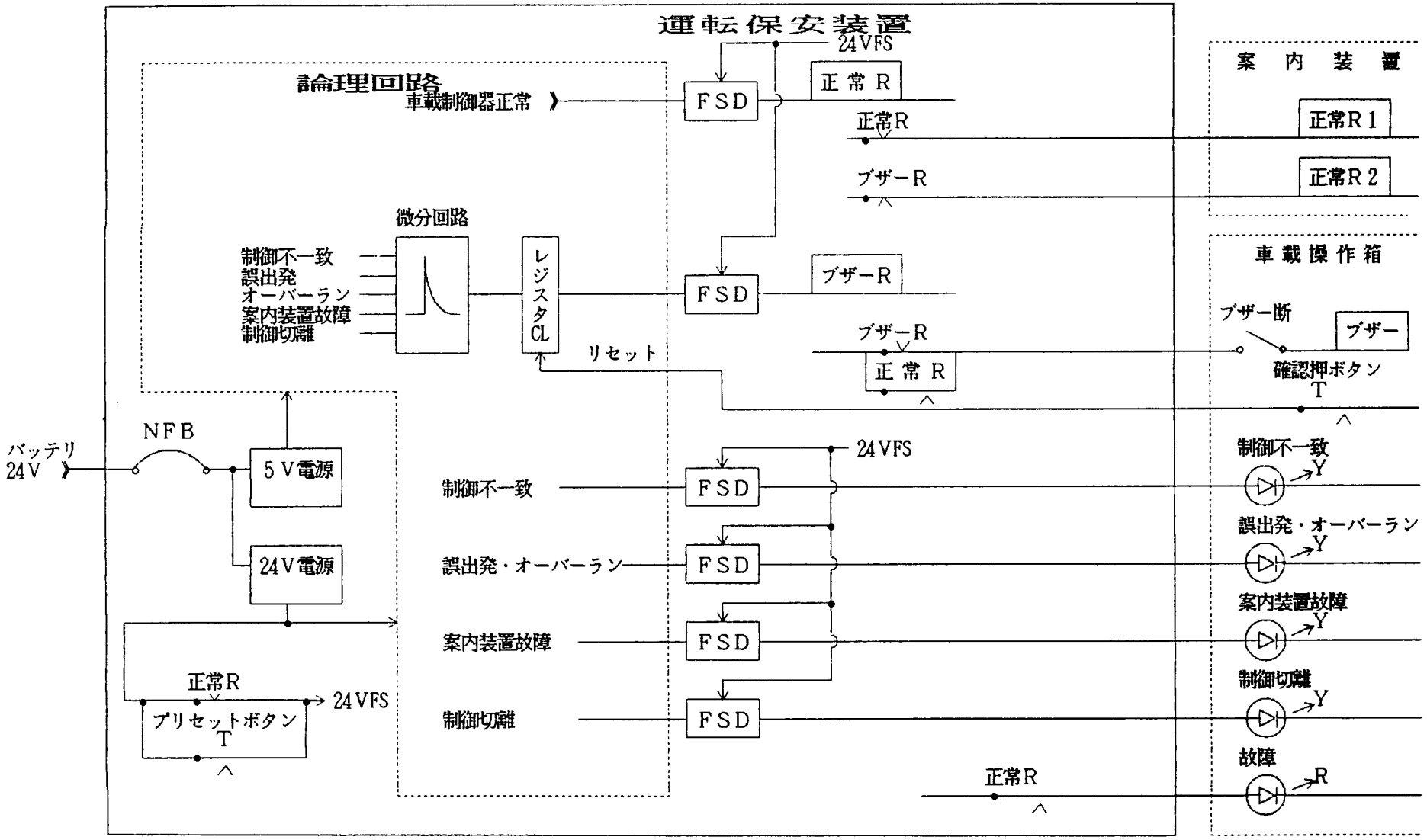


図５－10 車内警報機能ブロック図

表 5－1　警報内容

警　報　項　目	表示色灯	ブザー鳴動の有無	警　報　の　意　味
1　車載装置故障	赤色	有	車上子断線、重大なハードウェア故障およびソフトウェア動作の異常
2　制御不一致	黄色	有	押付または中立制御を行ったにも関わらず、確認信号が受けられなかった。
3　誤出発・オーバラン	黄色	有	出発点において出発許可がないにも関わらず出発した。または、出発・到着点に停車せずに通過してしまった。
4　案内装置故障	黄色	有	案内装置の故障・押付または中立制御不能
5　安定化装置「切」	黄色	有	安定化装置「切」の状態になり、押付または中立制御不能

5．4 試験

5．4．1　試験目的

アジア太平洋博覧会会場内軌道輸送施設（通称　ガイドウェイバスシステム）における運転保安装置の安全性について確認する。

5．4．2　試験場所

アジア太平洋博覧会会場内軌道輸送施設

東ゲート～遊戯施設間軌道

線路平面図、縦断面図は車輌編参照

5．4．3　試験車両

ＧＢ-100型車両（記号番号 101）

ＧＢ-200型車両（記号番号 201）

5．4．4　試　験　日

平成元年１月30日（月）、31日（火）、２月１日（水）

5．4．5 試験概要

1）試験項目

(1) 車上受信・ノイズレベル測定試験

① 信号受信レベル測定

② ノイズレベル測定

③ 受信マージンテスト

④ 反対車線の地上子との漏信の有無の確認

(2) 地上受信・ノイズレベル測定装置

① 信号受信レベル測定

② ノイズレベル測定

③ 受信マージンテスト

④ 反対車線の地上子との通信の有無の確認

(3) 制御性能試験

① 一車両走行機能試験

② 二車両走行機能試験

(4) 異常想定試験

①出発許可後の駅装置故障復旧試験

②出発許可後の取り消し操作

③出発信号機復位用地上子と無交信時のバックアップタイマによる復位

④手動押し付け制御から中立制御への自動更新

⑤運転保安装置復旧後の中立制御から押し付け制御への更新

⑥正常到着

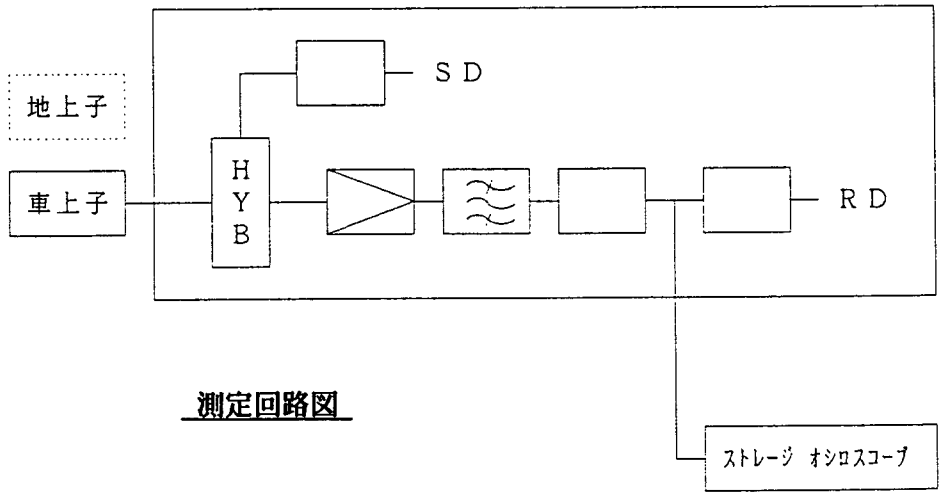
2) 試験要領

(1) 車上受信・ノイズレベル測定試験

a. 車上受信レベル測定試験

車両一台にストレージオシロスコープを搭載し、パビリオン西から出発しパビリオン東、パビリオン東からパビリオン西へ戻る一巡にて行う。

各地上子の直下に車両を停止させストレージオシロスコープにて下図の測定回路により波形を記録する。



測定回路図

b. ノイズレベル測定

車両一台にフォトコーダ、ストレージオシロスコープを搭載し、パビリオン西から出発しパビリオン東、パビリオン東からパビリオン西へ戻る一巡にて行う。

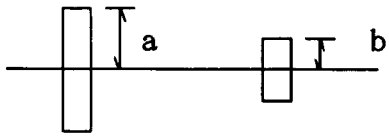
各地上子に停車をし、フォトコーダおよびストレージオシロスコープにて波形観測と特徴的な波形を記録する。尚、この際、各駅装置は電源を断としておく。



車両運行ルート及び測定地点

c. 受信マージンテスト

地上子の中心より２ｍ手前及び２ｍ先に車両を止め、車載装置にて受信レベルを読み取る。次に地上子の送信レベルを下げて、正常に交信できなくなる時点の受信レベルを読み取る。



（設定レベル）（最小受信レベル）

マージン＝a〔dBV〕－b〔dBV〕

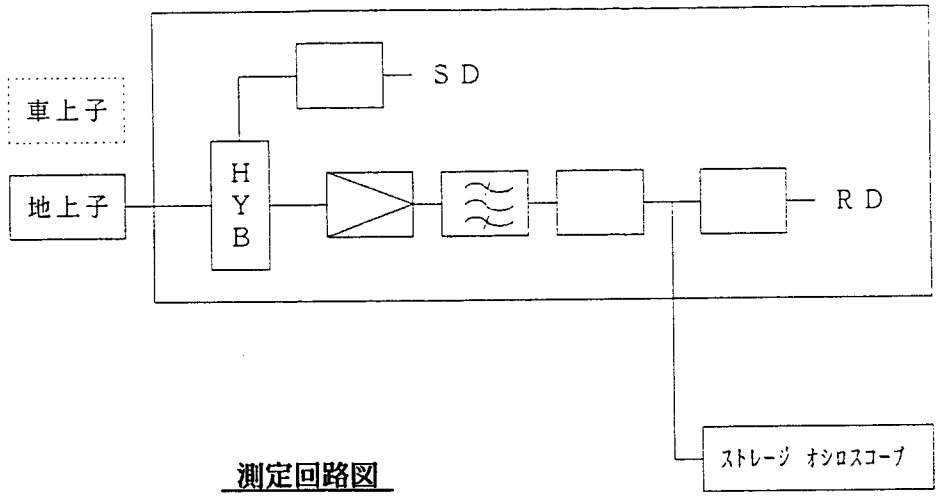
d. 反対車線の地上子との漏信の有無の確認

パビリオン西において、地上子#２の手前３ｍに車両を止め、車両と交信状態にある地上子#２を駅装置にて切り離し、車上子の送受信の波形を確認する。

(2) 地上受信・ノイズレベル測定

a. 信号受信レベル測定

各地上子の直下に車両を停止させストレージオシロスコープにて下図の測定回路により波形を記録する。



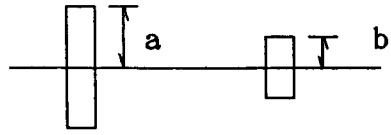
測定回路図

b. ノイズレベル測定

駅装置の電源を投入し、地上子＃１から＃14についてフォトコーダおよびストレージオシロスコープにて波形観測と特徴的な波形を記録する。

c. 受信マージンテスト

地上子の中心より２m手前及び２m先に車両を止め、駅装置にて受信レベルを読み取る。に車上子の送信レベルを下げて、正常に交信できなくなる時点の受信レベルを読み取る。



（設定レベル）（最小受信レベル）

マージン＝a〔dBV〕－b〔dBV〕

d. 反対車線の地上子との漏電の有無の確認

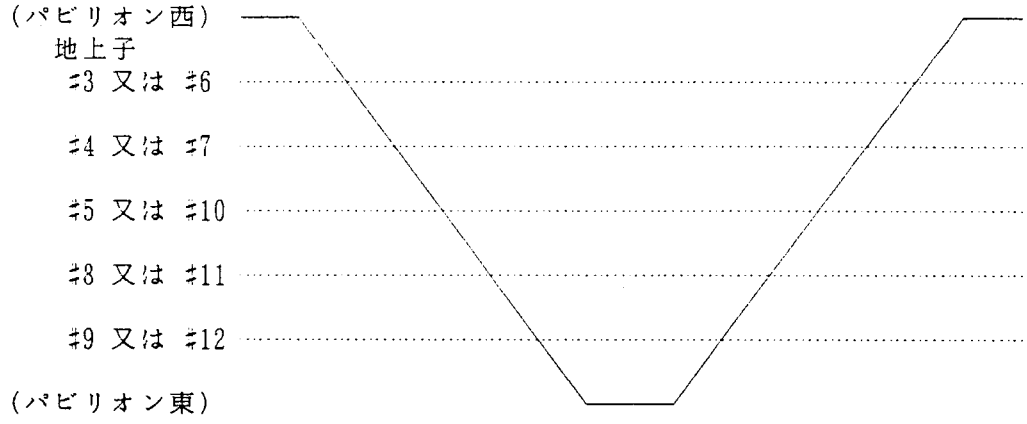
パビリオン西において、地上子＃２の手前３mに車両を止め、車両と交信状態にある地上子＃２を駅装置にて切り離し、車上子の送受信の波形を確認する。

(3) 制御機能試験

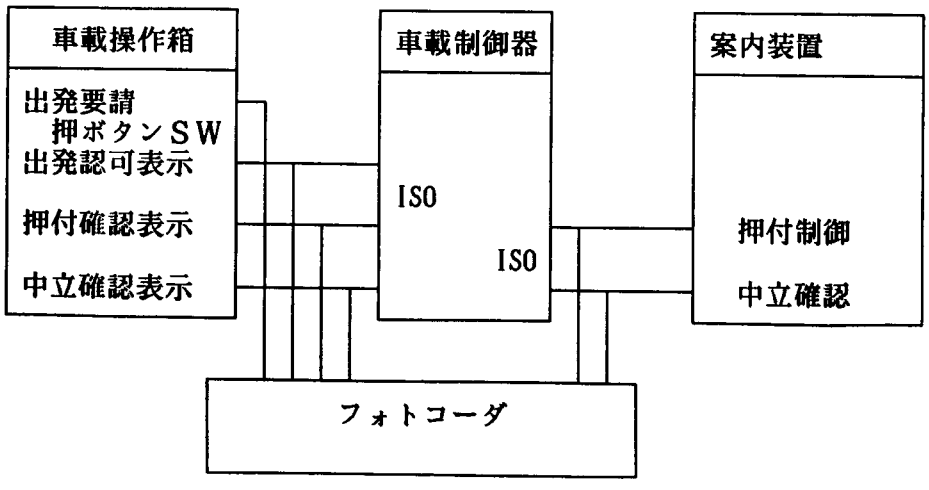
a. 一車両走行機能試験

車両一台にフォトコーダを搭載し、パビリオン西から出発しパビリオン東、パビリオン東からパビリオン西へ戻る一巡にて行う。

通常の走行モード（各地上子で停止はしない）で、出発要請、出発許可、押付制御、押付確認、中立制御、中立確認の生起をフォトコーダにてトレースし、各信号の記録により機能の確認を行う。



標準車両通行



測定ブロック図

b. 二車両走行機能試験

軌道内に二車両をいれ、相対関係の走行機能を試験する。

① パビリオン東駅出発優先機能

パビリオン西、パビリオン東にそれぞれ車両１、車両２を配置し、二車両を同時に出発要請した場合、パビリオン東駅出発車両が優先することを確認する。

② 出発点、到着点地上子の相互交信の影響

パビリオン東停留所において、到着車両と出発車両の交信をふくそうさせた場合、正常に処理されることを確認する。

③ 到着地点在車による出発抑止機能

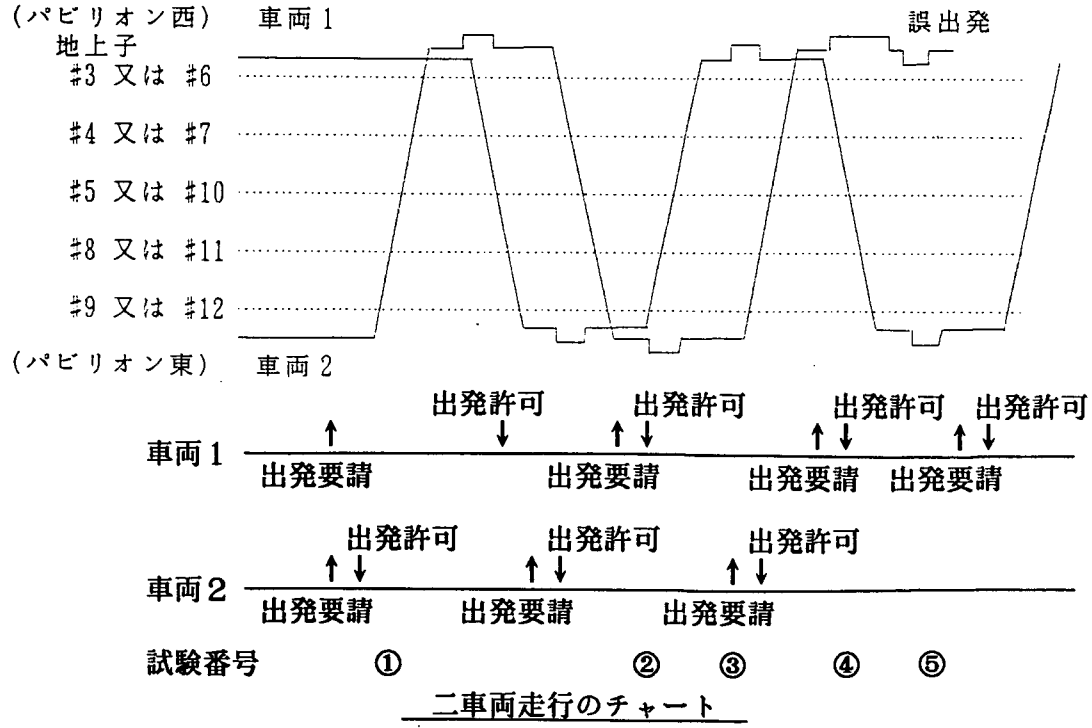
パビリオン東・西停留所間においては、到着地点に在車している場合、出発許可が延期されることを確認する。

④ 出発点、到着点地上子の相互交信の影響

パビリオン西停留所において、到着車両と出発車両の交信をふくそうさせた場合、正常に処理されることを確認する。

⑤ 誤出発車両走行時の対向車両出発抑止機能

パビリオン西を出発する予定の車両２が誤出発した時、パビリオン東から出発する車両は車両２が出発点に戻るまでは出発許可が与えられないことを確認すること。



二車両走行のチャート

(4) 異常想定試験

車両一台をパビリオン西から出発させパビリオン東、パビリオン東からパビリオン西へ戻る一巡にて下記の手順にて各種の異常を発生させ、その際の安全性を次頁の表にて確認する。

a. 出発許可後の駅装置故障復旧試験

車両にて出発要請を扱い、出発許可が得られた後、運行監視装置から両駅に対して立上制御し、駅装置をダウン、復旧させる。

b. 出発許可後の取消操作

再度出発要請を扱い、出発許可が得られた後、取消操作を行う。

c. 出発信号機復位用地上子と無交信時のバックアップタイマーによる復位

車両を出発させて#３の地上子と交信させずに停止する。

d. 手動押し付け制御から中立制御への自動更新

運転保安装置の電源を断とし、その後再投入する。車上が一旦中立状態になった際、手動にて押付制御に変更し、車両を進め#４の地上子と交信させる。

e. 運転保安装置復旧後の中立制御から押付制御への更新

運転保安装置の電源を断とし、その後再投入する。この時中立状態になるので、そのまま進行させ、#８の地上子と交信させる。

f. 正常到着

車両を到着点まで進行させ#14の地上子と交信する。

g. a.に同じ試験を行う。

h. b.に同じ試験を行う。

i. 出発信号機復位用地上子と無交信時のバックアップタイマーによる復位

車両を出発させて#12の地上子と交信させずに停止する。

j. 手動押し付け制御から中立制御への自動更新

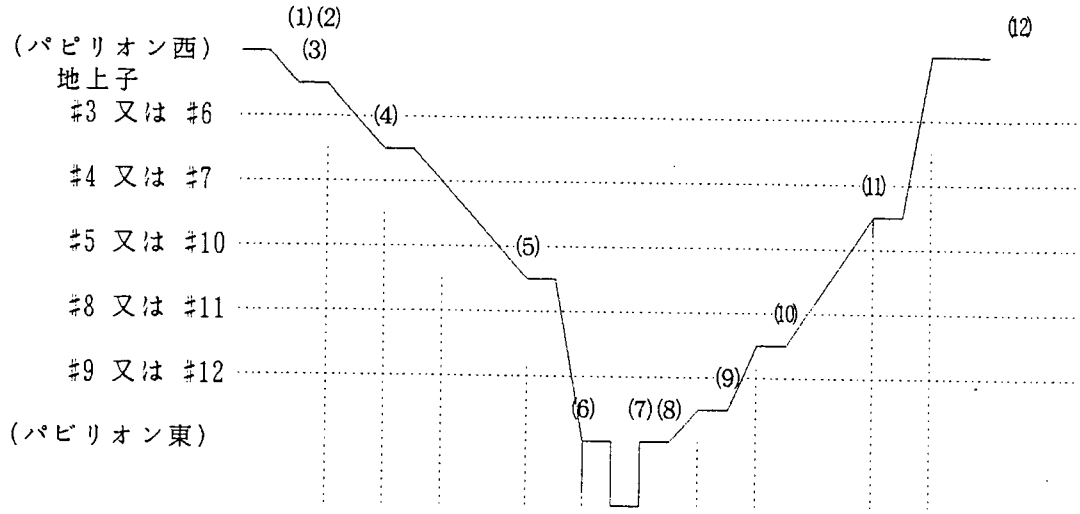
運転保安装置の電源を断とし、その後再投入する。車上が一旦中立状態になった際、手動にて押付制御に変更し、車両を進め#11の地上子と交信させる。

k. 運転保安装置復旧後の中立制御から押付制御への更新

運転保安装置の電源を断とし、その後再投入する。この時中立状態になるので、そのまま進行させ、#７の地上子と交信させる。

1. 正常到着

車両を出発させて＃１の地上子と交信する。



試験場所 確認装置	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
出発許可	滅灯	滅灯	点灯	滅灯	滅灯	滅灯 継続	滅灯	滅灯	点灯	滅灯	滅灯	滅灯 継続
中立制御	点灯	点灯	滅灯	点灯	滅灯	点灯	点灯	点灯	滅灯	点灯	滅灯	点灯
押付制御	滅灯	滅灯	点灯 継続	滅灯	点灯	滅灯	滅灯	滅灯	点灯 継続	滅灯	点灯	滅灯
信号機表示	○	○	15秒 後 ○	○	○	○	○	○	15秒 後 ○	○	○	○
運行監視装置 CRT 運転方向	解錠	解錠	点灯 継続	点灯 継続	点灯 継続	解錠	解錠	解錠	点灯 継続	点灯 継続	点灯 継続	解錠

但し、解錠は CRTの「運転方向矢印」滅灯を示す。

3） 使用測定器

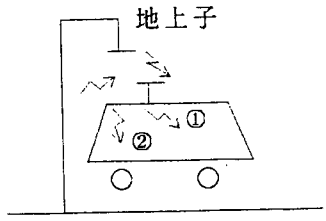
No.	計測機器名称	形　式	個　数	備考
1	インバータ	1SV−256UWN	1	ゴールドキング㈱
2	フォトコーダ	TYPE−2932	1	横　河
3	ストレージ オシロスコープ	DS−6121A	1	岩　通

5．4．6 試験結果

1） 車上受信レベル測定

(1) 信号受信レベル測定

(2) ノイズレベル測定



判定基準

① 制御受信レベル 2.5 Vp-p 以上

② ノイズレベル0.5 Vp-p 以下

使用車両 101号車

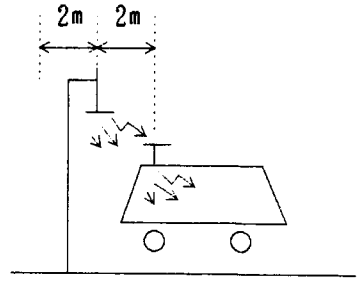
測定点No.	信号受信レベル		ノイズレベル	
	試 験	(参考)	試 験	(参考)
1	21V	20V以上	0.12V	40mV以下
2	21V	20V以上		40mV以下
3	21V	20V以上		40mV以下
4	21V	20V以上		40mV以下
5	21V	20V以上		40mV以下
6	21V	20V以上		40mV以下
7	21V	20V以上		40mV以下
8	21V	20V以上		40mV以下
9	21V	20V以上		40mV以下
10	21V	20V以上		40mV以下
11	21V	20V以上		40mV以下
12	21V	20V以上		40mV以下
13	21V	20V以上		40mV以下
14	21V	20V以上		40mV以下

(3) 受信マージンテスト

判定基準

6〔dBV〕以上

使用車両　101号車



	地上子 #2 の 2m 手前		地上子 #2 の 2m 先	
	試験(dBV)	(参考)(dBV)	試験(dBV)	(参考)(dBV)
設定レベル　a=	22.3	23.5	21.9	−−
最小受信レベル　b=	9.5	8.0	9.5	−−
マージン　a-b	12.8	15.5	12.4	−−

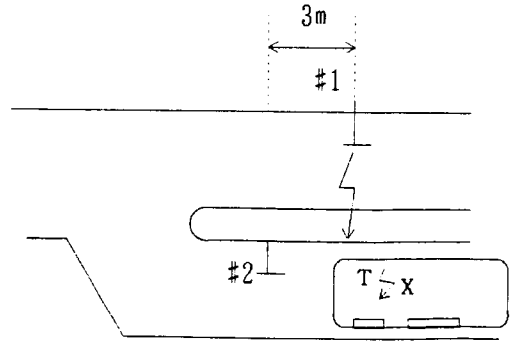
(4) 反対車線の地上子との漏信の有無

判定基準

漏信レベル　1 Vp-p 以下

使用車両　101号車

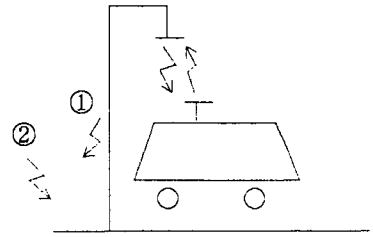
測定点	受信レベル	
	試　験	(参考)
地上子 #2,3m　手前	0.08V	0.4V以下



2) 地上受信レベル測定

(1) 信号受信レベル測定

(2) ノイズレベル測定



判定基準

① 制御受信レベル 2.5 Vp-p 以上

② ノイズレベル1 Vp-p 以下

使用車両 201号車

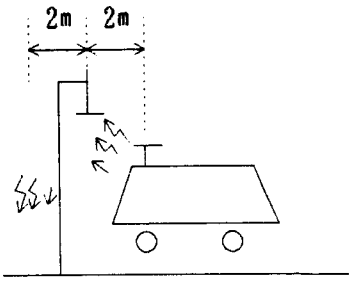
測定点 No.	信号受信レベル		ノイズレベル	
	試 験	(参考)	試 験	(参考)
1	−−	20V以上	0.02V	0.4V以下
2	21V	20V以上	0.02V	0.4V以下
3	−−	20V以上	−−	0.4V以下
4	−−	20V以上	−−	0.4V以下
5	−−	20V以上	−−	0.4V以下
6	−−	20V以上	−−	0.4V以下
7	−−	20V以上	−−	0.4V以下
8	−−	20V以上	−−	0.4V以下
9	−−	20V以上	−−	0.4V以下
10	−−	20V以上	−−	0.4V以下
11	−−	20V以上	−−	0.4V以下
12	−−	20V以上	−−	0.4V以下
13	−−	20V以上	−−	0.4V以下
14	−−	20V以上	−−	0.4V以下

(3) 受信マージンテスト

判定基準

6〔dBV〕以上

使用車両　101号車



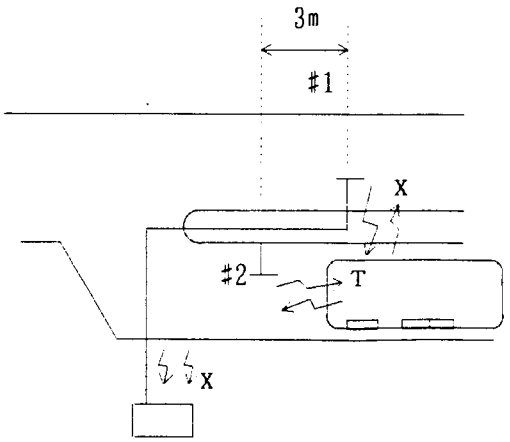
	地上子 #2 の 2m 手前		地上子 #2 の 2m 先	
	試験(dBV)	(参考)(dBV)	試験(dBV)	(参考)(dBV)
設定レベル　a=	26.4	−−	26.4	−−
最小受信レベル　b=	9.5	−−	9.5	−−
マージン　a-b	16.9	−−	16.9	−−

(4) 反対車線の地上子との漏信の有無

判定基準

使用車両　201号車

測定点	受信レベル	
	試　験	(参考)
地上子 #2　3m 手前	漏信なし	−−



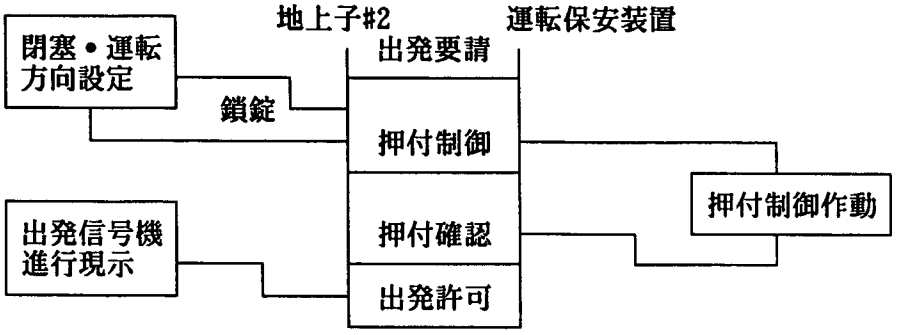
3) 制御機能試験

1) 一車両走行機能試験

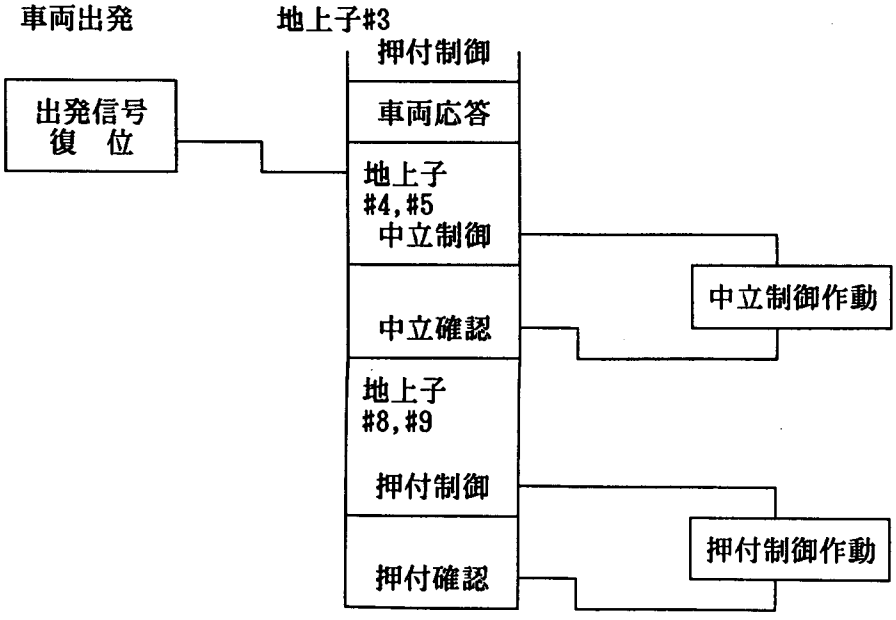
確認は下図による。

判　定	
試　験	(参考)
良	良

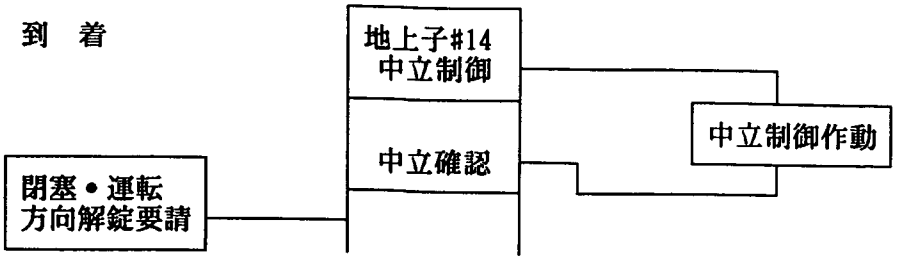
(1) 出発要請



(2) 車両出発



(3) 到　着



2) 二車両走行機能

試　験　項　目	運行監視装置	
	試　験	(参考)
1　バビリオン東駅出発優先機能	良	良
2　出発点、到着点地上子の相互交信の影響	良	良
3　到着点在車による出発抑止機能	良	良
4　出発点、到着点地上子の相互交信の影響	良	良
5　後出発車両走行時の対向車両出発抑止機能	良	良

(4) 異常想定試験

試験項目 No.	車載操作箱						信号機		運行監視装置	
	出発許可表示		押付確認表示		中立確認表示				運転方向	
	試験	参考	試験	参考	試験	参考	試験	参考	試験	参考
1	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良
2	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良
3	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良
4	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良
5	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良
6	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良
7	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良
8	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良
9	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良
10	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良
11	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良
12	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良

確認表

試験場所 / 確認装置	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
出発許可	滅灯	滅灯	点灯	滅灯	滅灯	滅灯継続	滅灯	滅灯	点灯	滅灯	滅灯	滅灯継続
中立制御	点灯	点灯	滅灯	点灯	滅灯	点灯	点灯	点灯	滅灯	点灯	滅灯	点灯
押付制御	滅灯	滅灯	点灯継続	滅灯	点灯	滅灯	滅灯	滅灯	点灯継続	滅灯	点灯	滅灯
信号機表示	⊗	⊗	15秒後 ⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	15秒後 ⊗	⊗	⊗	⊗
運行監視装置 CRT 運転方向	解錠	解錠	点灯継続	点灯継続	点灯継続	解錠	解錠	解錠	点灯継続	点灯継続	点灯継続	解錠

5．4．7 まとめ

アジア太平洋博覧会会場内軌道輸送施設（ガイドウェイバス）の運転保安装置関係について試験した結果のまとめと考察を以下に述べる。

1） 車上、地上受信・ノイズレベル測定について

① 制御受信レベル　判定基準 2.5Vp-p 以上について

これは、機器の検知設定レベルであり、地上子位置より３m離れた位置において、ピーク・トゥー・ピークで 2.5V（「 2.5Vp-p 」と記す、以下同様）以上の受信レベルがあれば、受信するように機器（アンプ等）を設定したものである。なお、設計スレショルドレベルは 2.2Vp-p であり、2.5 というのは、10%の余裕をみこんでの値である。

② ノイズレベル　判定基準　車両 0.5Vp-p 以下、駅１Vp-p 以下について

これは、従来からの経験によるものを含め、 2.2Vから６ dBV以上の値として１Vp-p を設定したものである。駅について高くなっているのは、ケーブル等引き回しをおこなっている事により雑音がのりやすいことを考慮してのものである。最小判定基準制御受信レベルと最大判定基準ノイズレベルとの比は、約８dB程度を考えており、妥当な基準といえる。

③ 試験時における車両制御受信レベルと車両ノイズレベルの値

地上子直下における車両制御受信レベルの測定最小値は、約21Vであり、車両ノイズレベルの最大値は、約0.12Vであり、その比は45dB程度確保されており、実用上問題のない値であった。

④ 電界強度との関係

車載送信機の受信レベルは、87.5dBμV/m 以上となっている。地上子位置から３m離れた位置での電界強度は大体、100 dBμV/m 程度であり、地上子直下で、110～120 dBμV/m 程度であったことにより、十分性能を満足していたといえる。

また、ノイズレベルは、大体60～65dBμV/m 程度であったことより、35dBμV/m 以上の余裕が通常確保されていることになる。

⑤ 受信マージンテスト

これは、送信機、受信機の温度、湿度等の経時変化を考慮してそれぞれ３dBの余裕を持たせ、６dBを判定基準にとったものである。試験においても、駅地上子において17dB、車上子において12dB程度の余裕が確保され、経時変化に対しても性能上問題な

いことが確認された。

⑥　試験時における駅装置受信レベルとノイズレベル

地上子直下における駅装置の受信レベルの測定最小値は、約21Vであり、ノイズレベルの最大値は、約0.02Vであり、その比は、60dB程度確保されており、実用上問題のない値であった。

⑦　漏信の有無について

（車両側）

停止位置より３m手前において車両を止め、当該地上子を送信停止にして、対抗地上子による交信がないことを確認する（本来ならば交信しないはずなのに交信が行なわれてしまうかどうか確認する。）。受信レベルを測定したところ、0.08V（-22dBV）であり、制御受信レベル 2.5V（８ dBV）に対して約30 dBVの余裕をもっており、漏信に対する余裕は確保されていると考えられる。また、その位置において、当該地上子の送信も行うと、受信レベルは、 1.6V（４ dBV）で、地上子間のレベル差は 26 dBV となっており、正規の受信位置（停止位置より２m以内）においては、それ以上の差となるので、他地上子からの信号により車載装置が送信を開始する可能性はほとんどないといえる。

（地上側）

停止位置より３m手前において車両を止め、地上子からの送信に対して車上で受け、車上からの信号を地上子が受信する際、地上子側に漏信がないこと（本来ならば＃２地上子との交信をすべきなのに対して＃１地上子と交信してしまう）を確認する。３m手前ということは、車両の受信レベル保証範囲（２m）を越えているが、機器調整は、地上子位置より 2.5～３mで 2.5Vp-p 以上で交信できるように設定してあるため、一般に交信可能である。試験結果によると、約10dBの余裕をもって受信している。対抗地上子からの送信に対しては、車両からの応答はなく漏信がないことが確認された。

2) 制御機能試験について

① 一車両走行機能試験について

通常の走行モードで、出発要請、出発許可、押し付け制御、押し付け確認、中立制御、中立確認の生起を確認し、所定の制御が行なわれていることを確認した。

② 二車両走行機能試験について

(1) 出発点、到着点地上子の相互交信の影響

到着寸前の車両が到着側の地上子と交信するタイミングと、出発側の車両が出発要請を行うタイミングをあわせた場合に、出発許可がおりることを確認する試験であり、機能の確認が行われた。

(2) 到着点在車による出発抑止機能

到着地点に車両が在車し、交信中の場合、次車両の出発許可が延期されることを確認する試験で、その機能は確認された。

(3) 誤出発車両走行時の対抗車両出発抑止機能

誤出発車両にアクセルインターロックがかかり、その車両が出発点に戻らない限り他車両の出発許可が与えられないことを確認する試験で、その機能は確認された。

3) 異常想定試験について

① 出発許可後の取り消し操作

出発許可が得られたのち、手動で取り消し操作を行った場合、出発許可が取り消されることを確認する試験で、その後再び出発要請により出発許可が与えられるまでのシーケンスの確認を行なった。

② 出発信号機復位用地上子と無交信時のバックアップタイマーによる復位

車両出発後、駅地上子との交信範囲外にでたのち、約15秒の間に次の地上子（出発信号復位用）に到達しない場合は、次車両の安全確保のために、信号が赤に変わることを確認する試験である。

この機能については確認したが、当該車両にとっては、すでに進路が確保されているので、たとえ、赤信号に変更になって、それが目視されていても、その現示は次車両のためのものであるからそのまま進行しなければならないが、その点をマニュアル等で明確にする必要があると思われる。

③　手動押しつけ制御から中立制御への自動更新

運転保安装置の電源を断として（その際ブザーが鳴動する）その後再投入する。車両は一旦中立制御に戻るが、手動で押しつけ制御に戻して、次地上子を通過すると中立制御に更新されるシーケンスを確認する試験で、その機能は確認された。

④　運転保安装置復旧後の中立制御から押しつけ制御への更新

運転保安装置の電源を断として（その際ブザーが鳴動する）その後再投入する。車両は中立制御のままであるが、次地上子を通過すると押しつけ制御に更新されるシーケンスを確認する試験で、その機能は確認された。

以上の試験結果及びその考察により、本軌道輸送施設の運転保安装置については、安全上及び機能上問題ないと思われる。

6. 列車無線設備

6．1 概　要

本装置は、４００ＭＨｚ帯の無線電話を使用し、管理室と車両４両との連絡通報を行うために使用する。

本システムは、博覧会場内にあって通信範囲が比較的狭く、半径１ｋｍ以内となるため、専用波をもった本格的な列車無線ではなく、共通波を使う簡易無線を使用しているが、混信もなく小出力で安定した通信が確保される。

移動局としては車両毎に送受信装置を設ける。

6．2 構　成

本装置は、下記で構成される。その構成を、図６－１に示す。

１）基地局（管理室）

イ）ＵＨＦ送受信装置　・・・・・・・・・・・・・・　図６－２

ロ）卓上電源装置

ハ）同上バッテリーパック（DC 7.2V、4.5 AH）

ニ）空中線（ブラウンアンテナ）

２）移動局（４台）

イ）ＵＨＦ送受信装置　・・・・・・・・・・・・・・　図６－３

ロ）同上補助電源装置（ＤＣ／ＤＣコンバータ　DC 24V/13.8V）

ハ）空中線（ホイップアンテナ）

6．3 定　格

本装置の定格を以下に示す。

イ）搬送周波数　　４００ＭＨｚ帯の一波

ロ）電波形式　　Ｆ３Ｅ

ハ）通信方式　　単向通信方式（プレストーク式）

ニ）送信出力　　※基地局５Ｗ・移動局５Ｗ

ホ）変調方式　　周波数変調

ヘ）回線数　　１回線

ト）付属装置　　トーンスケルチ型選択呼出装置

チ）環境条件　　周囲温度　０℃～４０℃

相対湿度　＋３５℃にて９５％以下

※　基地局は当初１Ｗで計画していたが、九州電気通信管理局の規則により移動局と同じ５Ｗとした。

６．４ 動作の概要

本システムでは、移動局・基地局とも常時受信状態で待期させている。受信機の出力は、スピーカに接続されており、呼出し局の音声はスピーカを通し、基地局からの呼出しは全車両に、また車両からの呼出しは他の車両と基地局に伝送される。呼出された局は、送受話器によりプレストーク方式で通話を行う。

通信範囲は、基地局を中心に最大１ｋｍ以内を保証すると共に、停電に対しても、通話出来るよう、基地局にはＡＣ１００Ｖで作動する卓上電源装置にバッテリーバックを備えている。

６．５ 無線局免許

免許人の氏名	(財)アジア太平洋博覧会協会
免許の番号	九簡第１５２０６６号
電波の型式	Ｆ３Ｅ
周波数及び空中線電力	468.8375 MHz ５Ｗ
免許の年月日	平成元年１月７日
免許の有効期間	※平成６年１月６日

※　但し、平成元年９月２０日に休止届けを九州電気通信管理局へ提出済み。

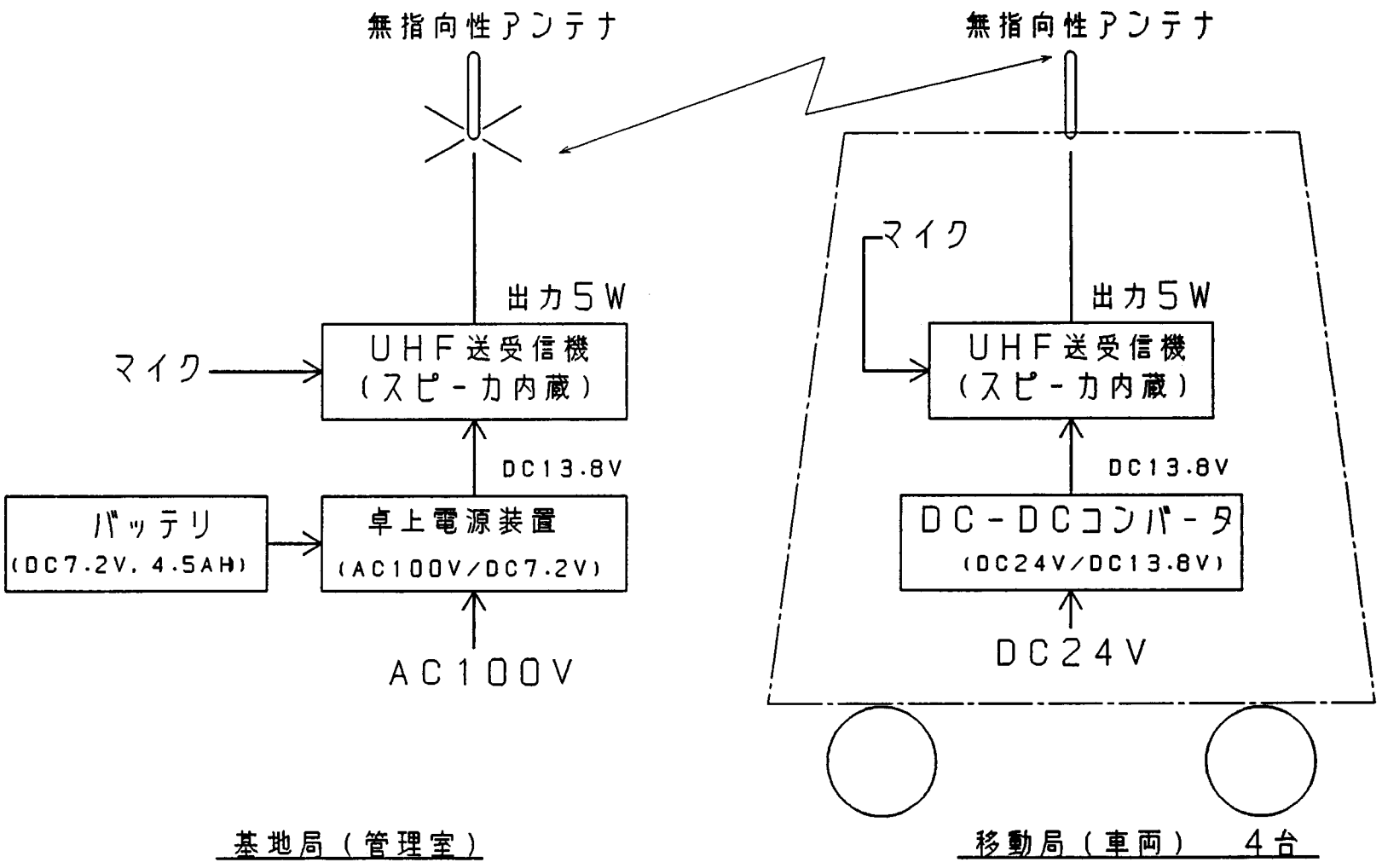


図6-1無線通信設備構成図

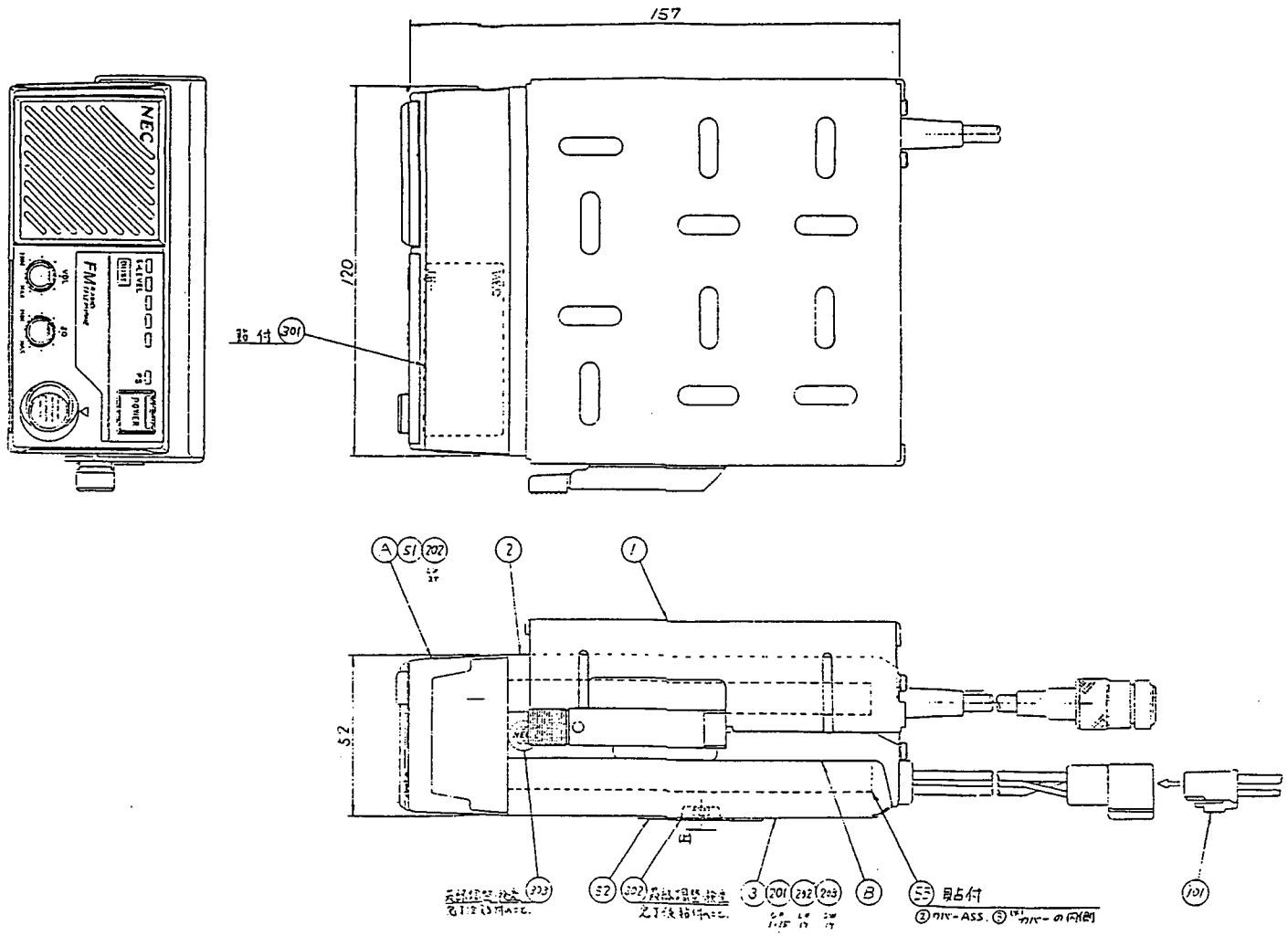


図６－２　ＵＨＦ送受信装置
（移動局）

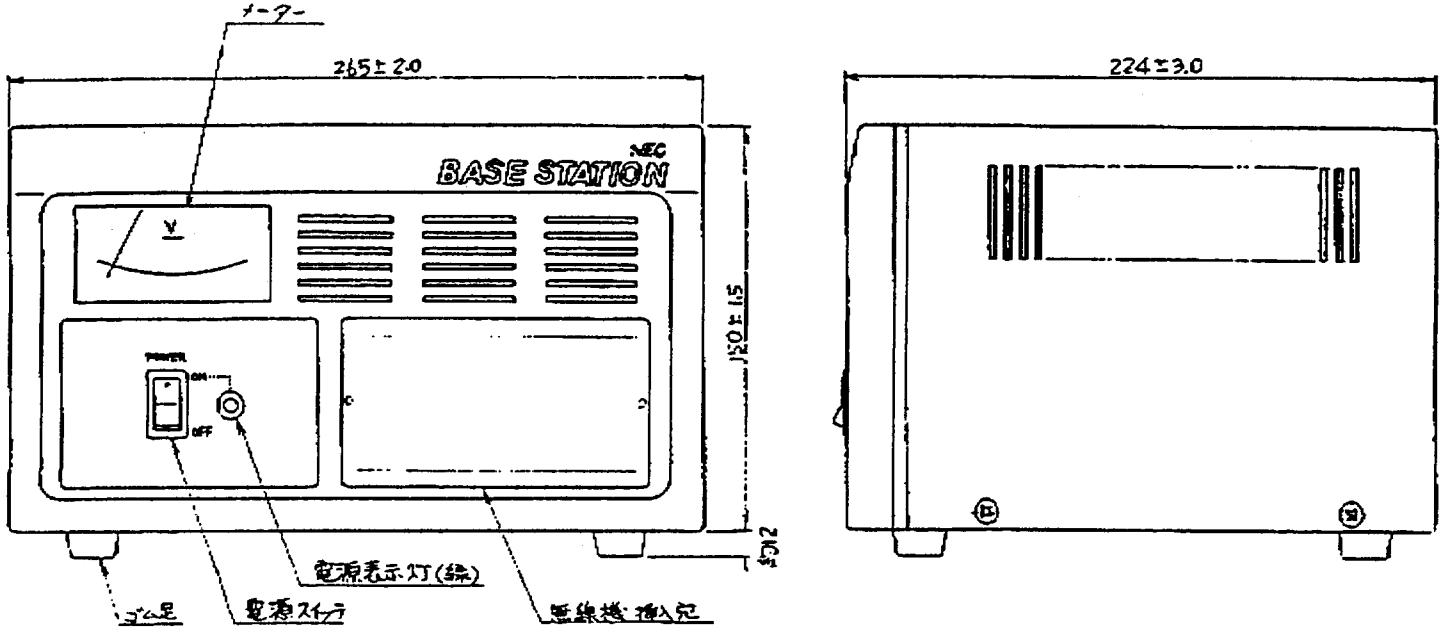


図６－３　ＵＨＦ送受信装置
（固定局）

7. 運行実績

ガイドウェイバスの運行時間は、博覧会の開場時間にあわせて、次のように設定された。

- ３月17日（開幕日）～６月30日で下記以外の日、および９月３日（閉幕日）：
  ９時30分～18時
- ５月３、４日、６月の各土曜日、および７月１日～９月２日：
  ９時30分～21時
- 総運行日数（会期）　：　171 日
- 総運行時間　：　1663.5 時間

運行間隔は、休日で４両による４分、平日で３両による５分を基本とした。運転度数と運転時分をまとめて表７－１に示す。会期中の利用者総数は約90万人で、入場者総数 823万人の約11％であった。輸送実績をまとめて表７－２に示す。利用率が当初の推定を下まわったのは、ＰＲ不足や観客の過半数が南ゲートからの入場者で、ガイドウェイバスが利用しにくかったことなどに起因していると思われる。なお、会期終了直前の８月27日(日)には、入場者数、乗客数とも最高の 192,538人、20,036人を記録し、終日満員状態で輸送にあたった。

会期中の運行の中断（遅延）は、台風によるものをのぞけば、案内装置の初期故障による１件のみであった。これは開業から約３週間後に発生したが、約15分で復旧し、運行を再開している。システムのアベイラビリティは99.9％以上とみなすことができる。

さらに、一般乗客を対象として、会期終了直前の８月27、28日にアンケート調査を実施した。それによると、回答者総数 979人のうち53％の人たちが会場にくるまでガイドウェイバスの存在を知らなかったが、現状のバス交通への不満から、77％の人たちがガイドウェイバスを必要と回答した。いっぽう、ハンドル操作なしの運転に不安をおぼえた人は７％にすぎず、乗り心地、待ち時間の少なさ、眺望などに満足していただけたようである。

表７－１ 運転速度と度数

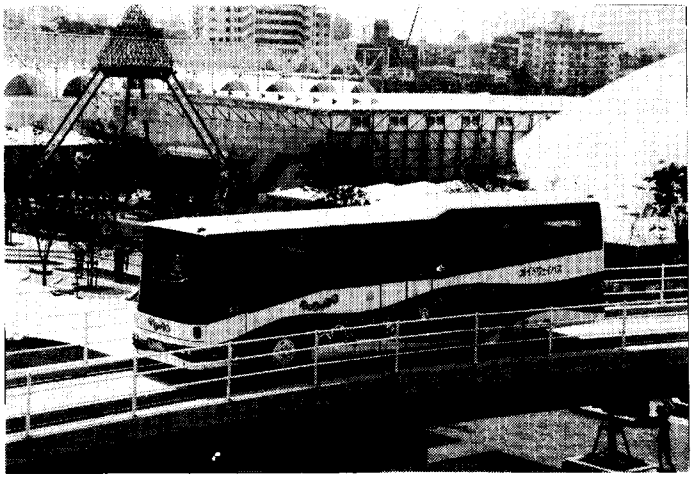
停留場間		キロ程	運転時分 m	平均速度 km/h	運転度数	
					最大	最小
上り	東ゲート～遊戯施設前	1.06	3.25	18.6	161	101
下り	遊戯施設前～東ゲート	0.88	2.25	21.8	160	101

表７－２ 輸送実績

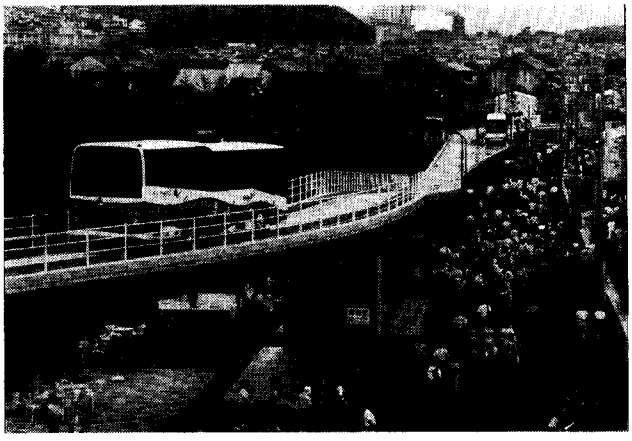
月	日数	入場者 千人	乗客 千人	分担率 %	走行キロ 千km
3	15	448	40	8.9	3
4	30	1031	103	10.0	6
5	31	1255	127	10.1	6
6	30	936	88	9.4	6
7	31	1255	130	10.4	8
8	31	2931	351	12.0	8
9	3	373	39	10.5	1
合計	171	8229	878	－	38
一日平均		48	5	10.7	0.2



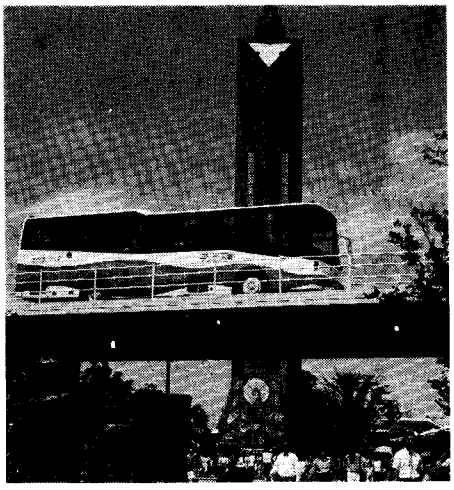
ガイドウェイバス外観



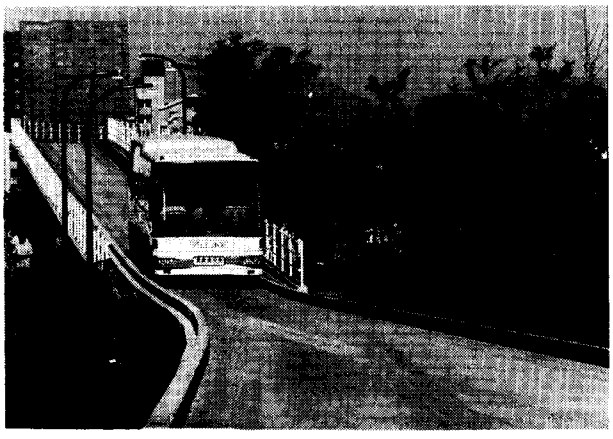
高架部走行状況（その１）



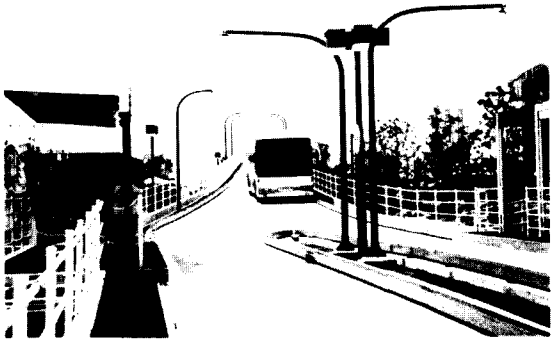
高架部走行状況（その２）



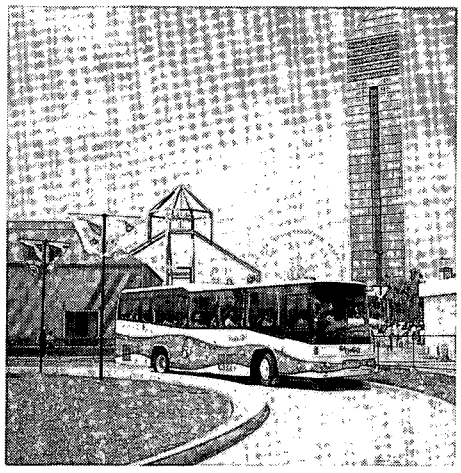
高架部走行状況（その３）



高架部から片側押付部に入る状況



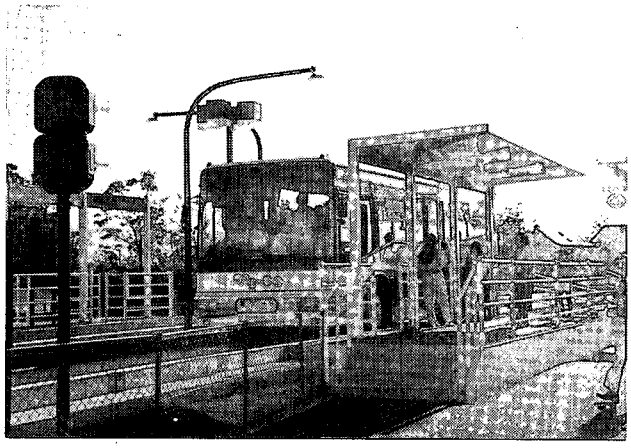
片側押付走行状況



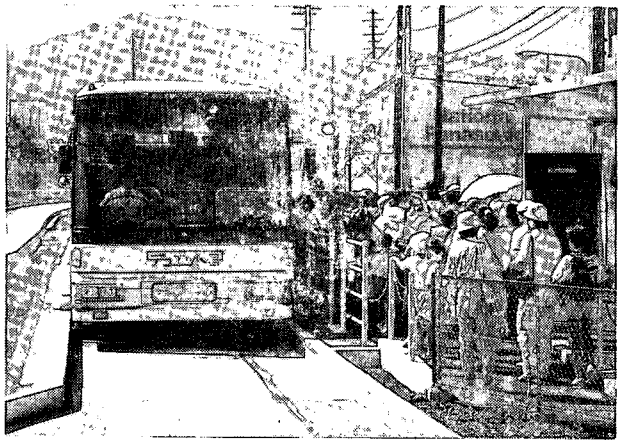
曲線部走行状況



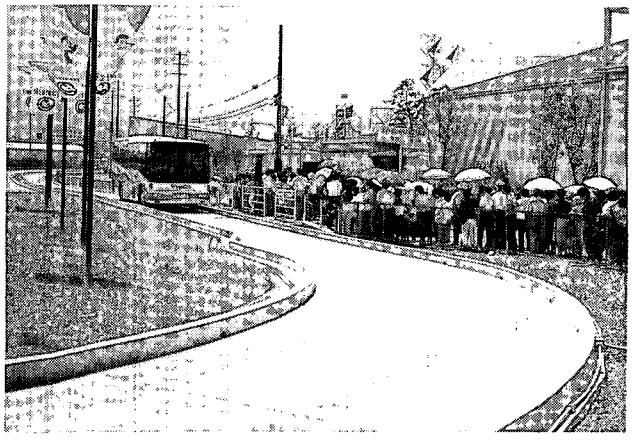
駅部の状況



駅部構造と客の乗車状況



客の乗車状況



東ゲート駅でのバス待の状況



車内状況

8. 今後の課題

短期間のうちに、計画、許認可取得、設計、建設から運営までを実施した。そのため、いくつかの改善・改良すべき項目が残されることとなった。

一方、ガイドウェイバスの特徴であるデュアルモード運転が、回送車による車庫への出入りのみに制限されたものの公式に認められたことは、大きな成果であったといえる。しかし、一般道路上を乗客を乗せて営業運転することについては、まだ相当の課題が残っており、今後のハード、ソフト両面にわたる検討が必要である。

福岡博でのガイドウェイバスに係わる反省と今後の課題をまとめて、表８－１に示す。

表８－１（１／２）アジア太平洋博覧会会場内軌道輸送施設（福岡博ガイドウェイバス）に係わる反省と今後の課題

1. 今後のプロジェクトへの課題

No.	項　　目	福岡博ガイドウェイバスでの反省点	営業運転で実現するための検討・実証項目
1	デュアルモード運転	営業運転では認められず 回送車の車庫出入りのみ実現（運転保安の傘の外）	①　出入口の構造および設備構成 ②　一般道路での運行の安全確保（案内輪の取扱い） ③　法規上の取扱い（軌道法・道路運送車両法・道交法）
2	案内装置	①　２機種併用（車種に対応したGB-100およびGB-200） ②　2.5m幅の固定式で、案内輪が突起物との見解あり	①　仕様統一およびバスメーカとのインターフェイスの共通化 ②　案内輪支持機構の見直し
3	運転保安装置	①　地上・車上間情報伝送の実績としては速度40km/h以下 ②　地上子・車上子の設置方向が一般のバスロケと逆	①　少なくとも60km/h程度以上で実証 ②　一般のバスロケと共通化
4	緩和曲線	①　小曲線（R 30m 以下）で緩和曲線を省略したため、その出入り口で前輪が急激に操舵され、車両に動揺が発生 ②　一般部の緩和曲線長を基本公式($L=V^3/14R$)によって設定したため長すぎる結果となり、ムダな線形が生じた	①　小曲線（R 30m 以下）でも、操舵時分として２秒程度を確保できるような緩和曲線を挿入する ②　ガイドウェイバスのステアリング特性に合った緩和曲線長となるよう設定式を見直す
5	カント	カントを緩和曲線の全長にわたって均等にすり付けたため、直線側の出入り口でオーバカントとなり、車両がカント方向（内軌側）に偏倚して、車両に動揺が発生	①　直線側の出入り口でオーバカントとならないように、カントすり付けの立ち上がりを緩やかにする ②　超過遠心加速度をより高い設定にする
6	下り勾配での分岐	下り勾配で、曲線内廻りとなる分岐部では、車両が分岐案内面から離れる方向に作用する疑似カントとなるので、走行輪のスリップ時に異常偏倚の恐れ（実際には発生せず）	下り勾配には片側押付となる分岐部を設けない
7	ＲＣ案内レール	①　排水の不備 ②　案内面の精度確保が困難 ③　施工後の調整不可	原則として、ＲＣ案内レールは採用しない
8	横断歩道	中間の２駅にて、横断禁止標の掲示にも関わらず、向かい側ホームへ渡る乗客が多かった ホームと走行路の段差が 200mmで容易に降りることができる	相対式ホームとするときは、横断歩道、歩道橋、上下線分離フェンス等を設ける
9	運転士	軌道走行中の運転士の手の置場がない	把手あるいは握り棒の装備

表８－１（2／2）

2. 福岡博ガイドウェイバス固有の反省点

No.	項　　目	内　　容
1	路線計画	①　会場基本計画の完了後にシステムの導入が決定したため、路線計画上の制約条件が厳しくなり、それだけ線形が複雑になって、速度が上げられず、また速度変更個所が増えたため運転操作が煩雑化した ②　会場の裏手を走行することになったので、集客力が低下した ③　パビリオン西駅上りホームから直接向かい側へ渡れなかったため、乗降客がほとんどなく、当該ホームを設置した意味が薄れた
2	施工	①　地上式の軌道で、計画地盤高に従って施工したため、上下にうねったような軌道となった ②　施工期間が短いため、連絡・調整が充分行えず、施工ミスの遠因となった
3	車両のスイングドア	①　開閉動作が遅く、混雑時に不評を買った ②　ドア開時にドアそのものが車体の外側へとびだすので、限界の設定が煩雑になり、また乗降時に注意が必要であった ③　ホームの柵と車体との隙間が大きくなり、その間に乗客が入り込むことがあった
4	車両のクーラエンジン	①　車内騒音で不評を買った ②　排気口が案内レールを向いていたため、案内レールが排気の煤で黒く変色した
5	中間２駅での一旦停止	パビリオン東駅下り／西駅上りの両ホームは、単線区間から出ていく方向であったにもかかわらず、回送／試乗／無乗客時でも、ソフト上、一旦停止が必要であった

9．アンケート調査結果

ここでは、アジア太平洋博覧会において、ガイドウェイバスを半年間にわたって運転した運転手に対するアンケート調査結果を示す。調査は会期終了間近い８月末に行った。

この人達は、年齢が３０才前後が４名、４０才代が３名で、いずれもバス及び電車双方の運転経験がある人達であった。

結果を概観すると、運転のしやすさ、機器の操作性、乗心地等、全体的に高い評価を得た。特に、乗心地に関する項目では、土木研究所構内の実験線でのアンケート調査結果に比べて、より高い評価が得られている。

なお、安定化装置等の作動確認のためのランプ表示が確認しにくい、あるいは、軌道内での手放し運転時の手の置き場に困る、といった指摘があり、今後改善すべき点も本調査結果から得られた。

以下、アンケートの項目に従って結果を示す。

（１）従来のバスに比べて一般道路（車庫内）を走行することについて

１）不安を感じますか？

感じる　・・・・・・・１名

普通　　・・・・・・・３名

感じない・・・・・・・３名

２）運転のしやすさはどうですか？

良い　　・・・・・・・４名

同じ　　・・・・・・・３名

悪い　　・・・・・・・０名

３）走行中に気を使うことはありましたか？

有り　　・・・・・・・３名　　曲線部（１名）

案内輪の飛び出し（２名）

無し　　・・・・・・・４名

（２）案内装置（安定化装置の入／切）の操作性について

１）操作のしやすはどうでしたか？

良い　　・・・・・・・３名

普通　　・・・・・・・４名

悪い　　・・・・・・・０名

２）操作が完了するまでの時間は？

長すぎる　　・・・・・０名

ちょうど良い・・・・・７名

短すぎる　　・・・・・０名

3）操作時の音は？

うるさい　・・・・・1名

気にならない・・・・・6名

4）操作の手順を間違えたことがありますか？

無し・・・・・・・・・7名

有り・・・・・・・・・0名

（3）安定化装置入／切の作用状態の確認について

1）案内装置操作表示箱のランプの点灯・消灯は確認しやすいですか？

確認しやすい・・・・・2名

普通　・・・・・3名

確認しにくい・・・・・2名

2）作用状態を確認するのに、ランプの点灯・消灯だけで安心ですか？

安心・・・・・・・・・3名

普通・・・・・・・・・4名

不安・・・・・・・・・0名

（4）入／出線（出／入庫）時の操作性について

1）運転のしやすさは？

良い・・・・・・・・・5名

普通（一般的）・・・・2名

悪い・・・・・・・・・0名

2）バックミラーによる入線状態の確認はしやすいですか？

確認しやすい・・・・・1名

普通・・・・・・・・・5名

確認しにくい・・・・・1名

3）入／出線の操作に不安を感じますか？

感じる・・・・・・・・1名

普通・・・・・・・・・3名

感じない・・・・・・・3名

（5）軌道走行時に手放しで運転することについて

1）不安を感じますか？

感じない・・・・・・・・・・・・・・・・5名

慣れるに従って不安感はなくなった・・・1名

最後まで不安であった・・・・・・・・・1名

2）手の置き場について？

困らない・・・・・・・３名

どちらでもない・・・・０名

困る・・・・・・・・・・４名

3）手をどこに置きましたか？（複数回答２名）

ギヤレバー・・・・・・４名

体の横・・・・・・・・２名

腕組をする・・・・・・１名

ひざの上・・・・・・・３名

その他・・・・・・・・１名（窓枠）

4）体の姿勢について？

安定している・・・・・２名

普通・・・・・・・・・５名

不安定・・・・・・・・０名

5）運転のしやすさについて？

良い・・・・・・・・・６名

普通・・・・・・・・・１名

悪い・・・・・・・・・０名

（6）単線区間での運転保安装置（出発要請等）の操作性について

1）操作のしやすさはどうでしたか？

良い・・・・・・・・・５名

普通・・・・・・・・・２名

悪い・・・・・・・・・０名

2）操作が完了するまでの時間は？

長すぎる・・・・・・・１名

ちょうど良い・・・・・６名

短すぎる・・・・・・・０名

3）操作の手順を間違えたことがありますか？

無い・・・・・・・・・７名

有る・・・・・・・・・０名

（7）単線区間での運転保安装置及び押付・中立切り換えの作用確認について

1）車載操作箱のランプの点灯・消灯は確認しやすいですか？

確認しやすい・・・・・２名

普通・・・・・・・・・４名

確認しにくい・・・・・１名

2）作用状態を確認するのに、ランプの点灯・消灯だけで安心ですか？

安心・・・・・・・・・５名

普通・・・・・・・・・２名

不安・・・・・・・・・０名

（8）分岐・合流部でのハンドル手放し運転について

1）不安を感じますか？

感じない・・・・・・・６名

普通・・・・・・・・・０

感じる・・・・・・・・１名

2）気を使いますか？

普通・・・・・・・・・６名

使う・・・・・・・・・１名

かなり使う・・・・・・０名

3）運転のしやすさについては、

良い・・・・・・・・・６名

普通・・・・・・・・・１名

悪い・・・・・・・・・０名

（9）車庫部等の片側しか案内レールがない区間において、ハンドル手放しで運転することについて、

1）不安を感じますか？

感じない・・・・・・・６名

普通・・・・・・・・・１名

感じる・・・・・・・・０名

2）運転のしやすさについては、

良い・・・・・・・・・６名

普通・・・・・・・・・１名

悪い・・・・・・・・・０名

(10) 軌道内を走行することについて、従来のバスに比べて、

1）不安を感じますか？

感じる・・・・・・・・１名

普通・・・・・・・・・１名

感じない・・・・・・・５名

2）運転のしやすさはどうでしたか？

良い・・・・・・・・・・６名

同じ・・・・・・・・・・１名

悪い・・・・・・・・・・０名

3）走行中に気を使うことはありましたか？

有った・・・・・・・・・３名

無かった・・・・・・・・２名

（有った場合、何に気を使いましたか？）

・曲線入口

・曲線部

・速度調整

(11) 軌道内走行時に気を使われた場所はどこですか？（複数回答）

曲線部（Ｒ＝１６ｍ）・・・・・３名

曲線部（Ｒ＝４０ｍ）・・・・・４名

曲線部（Ｒ＝８０ｍ）・・・・・３名

駅部・・・・・・・・・・・・・３名

片側押し付け部・・・・・・・・１名

高架Ｓ字部・・・・・・・・・・１名

直線部・・・・・・・・・・・・０名

(12) 軌道内走行時において舗装の継目部分による車両振動はどう感じますか？

感じない・・・・・・・・１名

普通・・・・・・・・・・５名

特に大きく感じる・・・１名（片側押し付け箇所）

(13) 軌道内を走行する場合、一般道路との違いについて、

1）走行時の騒音は一般道路に比べてどうですか？

静か・・・・・・・・・・６名

変わらない・・・・・・１名

うるさい・・・・・・・０名

2）バックミラー，アンダーミラーの設置状態はどうですか？

今のままで良い・・・・・・・・・・５名

数は良いが取り付け位置が悪い・・・２名

悪い・・・・・・・・・・・・・・・０名

3）一般道路の舗装に比べて乗り心地はどうですか？

良い・・・・・・・・・・７名

変わらない・・・・・・・０名

悪い・・・・・・・・・・０名

4）直線部走行時の車両振動は一般道路に比べてどうですか？

小さい・・・・・・・・・５名

変わらない・・・・・・・２名

大きい・・・・・・・・・０名

5）曲線部走行時の車両振動は一般道路に比べてどうですか？

小さい・・・・・・・・・４名

変わらない・・・・・・・２名

大きい・・・・・・・・・１名

(14) 軌道内走行時において現在程度のスピード(最大約35km/h)なら車間距離はどの程度までつめても安全と思いますか？（無回答１名）

約５m(バスの半分)・・・１名

約10m(バス１台分)・・・２名

その他・・・・・・・・・・３名(20，30，50m)

(15) ガイドウェイバスを今後実用化する場合に、どの程度のスピードまでなら安心して運転できますか？　また、その理由は？（無回答１名）

40km/h以下・・・・・・・０名

60km/h以下・・・・・・・２名

80km/h以下・・・・・・・１名

80km/h以上・・・・・・・３名

理由

- 自動車並に走れればよい
- スピードが要求される時代

(16) ガイドウェイバスシステムをあなたの職場または地域に導入したいと思いますか？（無回答１名）

導入したい・・・・・・・・６名　理由

- とにかくすばらしい
- ハンドルを操作しなくてよい
- 定時性に優れている
- 混雑区間の緩和

・客の要望が多い
・イライラ解消

導入したくない・・・・・0名
その他・・・・・・・・・0名

(17) ガイドウェイバスシステムをあなたの職場に導入された場合、（無回答1名）
一般のバスと変わらないので、特別な訓練は不要・・・1名
簡単な訓練ですぐに慣れる・・・・・・・・・・・・・4名
訓練にかなりの時間がかかる・・・・・・・・・・・・1名

(18) その他、ガイドウェイバスを運転されてみて、
1）100型車両と200型車両に差異があれば、その旨お書き下さい。
・100型，200型の故障箇所が違うので、これら統一して欲しい。
・運転士が故障を発見した場合でも（運転士に）すぐにわかる様にして欲しい。
・100型はレールの振れがステアリングに大きく伝わる。
・200型は曲線部通過時に多少気を使った。
・200型の方が発進がスムース，振れが大きい。
2）ガイドウェイバスについてご意見・ご感想をお書き下さい。
・スピードをアップしても運転士が安心して運転できように、案内輪，軌道，その他1日も早く研究して技術の向上を計り実用化に向けて欲しい。
・遅延のイライラ解消，事故の心配無し。
・最高速度60km/h，定時性，スムースに走れるなら好評になる。

１０．　まとめ

アジア太平洋博覧会において、ガイドウェイバスが初めて一般の人々の前にデビューし、好評のうちに無事故でその任務をおえることができた。博覧会という限られた時間・空間内の運行ではあったが、実用化段階をむかえた輸送機関として、強じんで信頼性の高いシステムであることが実証されたといえる。なお、今回は、専用軌道上のみの運行であり、ガイドウェイバス本来の特徴であるデュアルモード機能を十分生かせなかった。ソフト面での検討も含めて、今後の課題である。

Ⅳ. おわりに

福岡のアジア太平洋博覧会においては、ガイドウェイバスシステムは無事故で無事その任務を果たし、本システムが高い信頼性を有していることを示した。

平成２年度からは、名古屋市のガイドウェイバスシステムが事業化される予定であり、また、他の都市においても導入が検討されている。このような状況の中で、本報告書に述べられた検討結果がガイドウェイバスの導入促進に役立てば幸いである。

ガイドウェイバスシステムに関する共同研究報告書

共同研究報告書第40号
平成2年3月（1990）
建設省土木研究所
ガイドウェイバス共同実験研究会

要旨

新交通システムは神戸，大阪で開業されたのを始めとして各地で導入計画が進められている。しかしながら，中小規模の都市のように，公共交通に対する需要がありながらも財政負担力の面で完備された新交通システムを整備することが困難な都市が多い。この問題を解決する一方策として，段階的にシステムを構築し，最終的に新交通システムとなるガイドウェイバス設備方策も考えられる。

本報告書は，官民共同研究「ガイドウェイバスシステムに関する研究」における平成元年度に実施したシステム機器に関する研究及び走行試験結果，アジア太平洋博覧会場内輸送としての運行実績の報告を取りまとめたものである。

キーワード：ガイドウェイバス，新交通システム，システム機器，デュアルモードバス

郵便はがき

3 0 5 - □ □

41円切手をはって下さい。

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

新交通研究室 御中

No. 21

No. 21

配布先氏名

配布先住所

共同研究報告書　第40号　　部

上記のとおり受領しました。

所　属（住所）

氏　名　　印