

土木研

ISSN 0386-5878

土研資料第 1596 号

土 木 研 究 所 資 料

デュアルモード・トラック・システム設計検討報告書

昭和55年 7 月

建設省土木研究所
新 交 通 研 究 室

ま え が き

建設省では総合技術開発プロジェクトとして、昭和51年度から「新物流システムの開発」をとりあげ、研究を進めている。研究内容は、次のとおりである。

1. 新物流システムの適応性に関する研究
 - 1.1 都市構造と物流システムに関する研究
 - 1.2 新物流システムの運用評価に関する研究
2. 新物流システムの機器の開発
 - 2.1 システム機器設計に関する研究
 - 2.2 機器の特性・安全性に関する研究
3. 物資輸送システムの設置に関する研究
 - 3.1 新物流システムの設置基準に関する研究
 - 3.2 道路構造に関する研究

このうち「1.1 都市構造と物流システムに関する研究」は建設省建築研究所で担当し、それ以外を土木研究所新交通研究室が担当して、研究開発を進めている。

本報告は、「2.1 システムの機器設計に関する研究」における昭和52, 53年度の成果をとりまとめたものである。新物流システムとして、今回検討する方式は、デュアルモード・トラック・システム（DMTシステム）とし、ここではシステムの基本設計、ターミナル施設の検討およびデュアルモード・トラック車両設計について述べる。

新交通研究室

室 長 神崎 紘郎

研究員 長 健次

 " 山田 晴利

目 次

まえがき

第1章 デュアルモード・トラック・システムの概要	1
1. システムに要求される条件	1
2. システムの基本仕様	2
第2章 デュアルモード・トラック車両仕様の検討	7
1. 基本的な考え方	7
2. 動力方式の検討	7
3. 車両規模の検討	10
4. 誘導分岐方式の検討	13
5. 支持方式の検討	14
6. 自動運転制御方式の検討	17
第3章 デュアルモード・トラック車両詳細設計	21
1. 実験車両の概要	21
2. 動力系統の諸元	23
3. 誘導分岐装置の諸元	25
4. 主回路制御装置の諸元	27
5. 車上通信装置の諸元	30
6. 車上制御装置の諸元	32
第4章 ターミナルの概略検討	35
1. ターミナルの役割	35
2. ターミナルの機能	35
3. ターミナルの運営	36
4. ターミナル設計にあたっての課題	36
あとがき	40
参考資料	41

第1章 デュアルモード・トラック・システムの概要

1. システムに要求される条件

新物流システムを計画する際、考慮すべき要件は、発着地と輸送量その他、貨物の種類、形状、梱包の状態等によって多種多様にわたり、相矛盾する要素も多い。したがって、これらの条件にすべて適合するように、システムを構成しようとするれば、経済性や都市空間の効果的利用面などから実用性に欠ける恐れもある。それ故、建設費、輸送コストを抑え、ガイドウェイの必要断面積をできるだけ小さくし、制御システムが単純で、しかも安全性の高いものとするなどが必要である。また、路線やターミナルは限定された場所に、しかも狭い面積しか得られないことが多いと思われるので、いずれの場合にも対処できる線形および構造面での融通性をもつことが必要である。そのためにも、システムを計画していく上で最も大切な点である「物流」の要素すなわち集荷、輸送、梱包、保管、仕分、配送などについて充分な考慮を払いつつ、物流の量と質に適合した合理的な設計を行うことが必要である。

都市内の物資輸送を担う新物流システムとして、どのようなものが最適であるかについては、「1.2 新物流システムの運用評価に関する研究」において検討が行われ、デュアルモード・トラック・システムが選択された。このシステムの特徴は、ガイドウェイ（専用軌道）上は、コンピュータ制御により自動運行し、一般道路上も運転手が乗車して走行可能であるという2つの機能を持つ点にある。このことにより現在の都市内物流の大部分を担っているトラックの利便性を損うことなく、軌道輸送の利点を取り入れることが可能となる。

このデュアルモード・トラック・システムの利点として、つぎのことが考えられる。

(1) Door to Door の利便性

現在トラックが物流に最も多く適用されているのは、送り主から送り先まで戸口から戸口までの一貫した輸送が可能だからである。このデュアルモード・トラックも一般道路を走行し、Door to Door の輸送を行うことができる。

(2) 定時性の確保

デュアルモード・トラックはガイドウェイの走行を基本としており、一般道路の走行はモードインタチェンジ（またはターミナル）から送り主または送り先の間だけで、道路混雑による影響は小さく、輸送の遅延はほとんどないと考えられる。

(3) 省力化

デュアルモード・トラックのガイドウェイ走行は無人化して自動制御を行う。これによって省力化が図られる。

(4) 既存の物流関連施設の利用

デュアルモード・トラックの貨物の取扱いは従来のトラックによるものと全く同一にすることが可能であり、既存の物流関連施設をそのまま利用できる。

また、ガイドウェイ上での自動荷役を行い、さらに、効率の良い輸送を行うことも可能である。

(5) 低公害性

デュアルモード・トラックは、ガイドウェイ走行時は電気駆動であり、一般道路走行時はエンジン駆動であるが、その距離は短いため排気ガス発生がほとんどなくなる。

このように多くの利点を持つデュアルモード・トラック・システムを具体化させるため、まずこのシ

システム全体の体系（各機器、各装置の連絡状態と貨物の流れ）からとらえ、その後、各部分の詳細な検討を行うこととした。

2. システムの基本仕様

デュアルモード・トラック・システムは、輸送対象貨物として食料品、雑貨などの一般貨物のほか建設残土、ゴミなどの特定貨物を考えており、これらの貨物を効率的に輸送するため、荷役を含めた全体システムについて検討を進めている。図－1.1はデュアルモード・トラックによる新物流システムのイメージプランを示したものである。

ガイドウェイは、都市内に粗いネットワークを組み、取扱い貨物量が多い地点などでは直接ガイドウェイを接続して貨物の積降し作業を行う。貨物量が少なければ、最寄りのモードインターチェンジからデュアルモード車を配車する。

これを貨物のフローからとらえると、まずデュアルモード・トラックが一般商店、倉庫など貨物発地点に行き、積込みを行う。積込みが終了したデュアルモード車は一般道路を通り、最寄りのモードインターチェンジよりガイドウェイに進入する。ここで車両番号、貨物番号、行先を確認して、これ以降は運転手が下車し、車両は無人走行して、ガイドウェイ上の貨物ターミナルまたはモードインターチェンジまで走行する。貨物ターミナルでの荷降しはすべて自動化され、その他の荷扱いも合理化され効率よく行われる。またモードインターチェンジに到着したデュアルモード・トラックには運転員が乗車し、一般道路に出て最終目的地まで行く。なお積卸しは、通常のトラックと同様、手作業やフォークリフトなどによるが、小型、大型のコンテナによる自動荷役も考えられる。また、モードインターチェンジは、その取扱い貨物、容量によって各種の形式や規模のものが考えられる。なお、ガイドウェイに接続して貨物の発地点、着地点がある場合は、ガイドウェイ専用車（シングルモード車）を運行させ、車両の簡略化を図る。

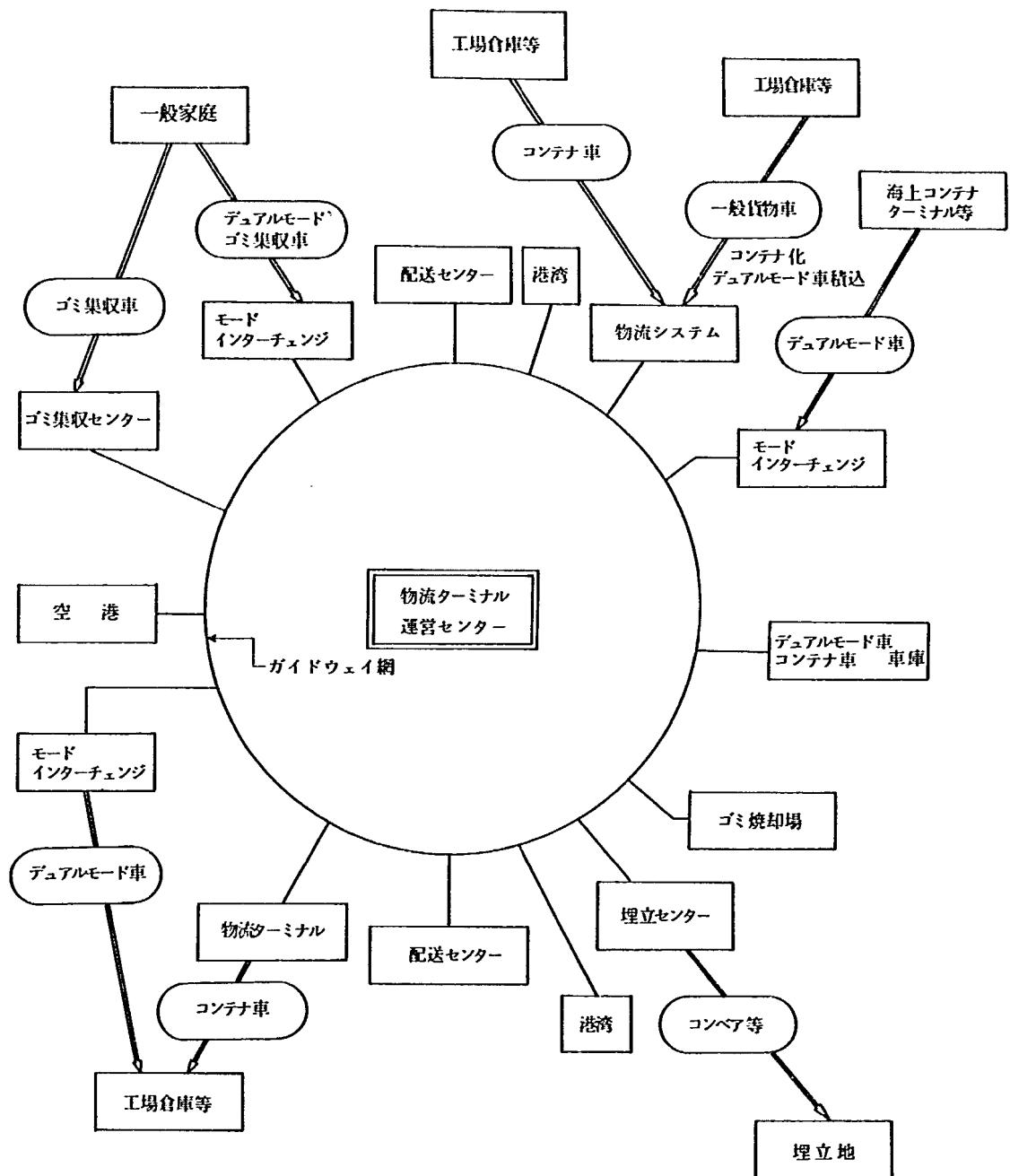


図-1.1 DMTシステムの輸送イメージ

新物流システムで輸送する貨物は現在のトラックによるものと同じと考えられ、一般貨物、建設残土、ゴミなど貨物の種類に応じた車両形式とすることができる。また、荷役の合理化と省力化を図るため、パレット、コンテナなどを利用した自動化を行うことも重要である。

このデュアルモード・トラック・システムを運営するには、情報処理システムが必要であり、その概略を示したのが図－1.2である。この情報処理システムは、車両の運行制御システムと営業を行う運営管理システムに大きく分けられる。運行制御システムはガイドウェイを走行する車両の発進から停止までの走行制御と目的地に向って経路を選択する分岐制御などの運行管理を行うもので、高密度運行が可能でしかも安全性が高く、輸送コストが低くなるように設計しなければならない。

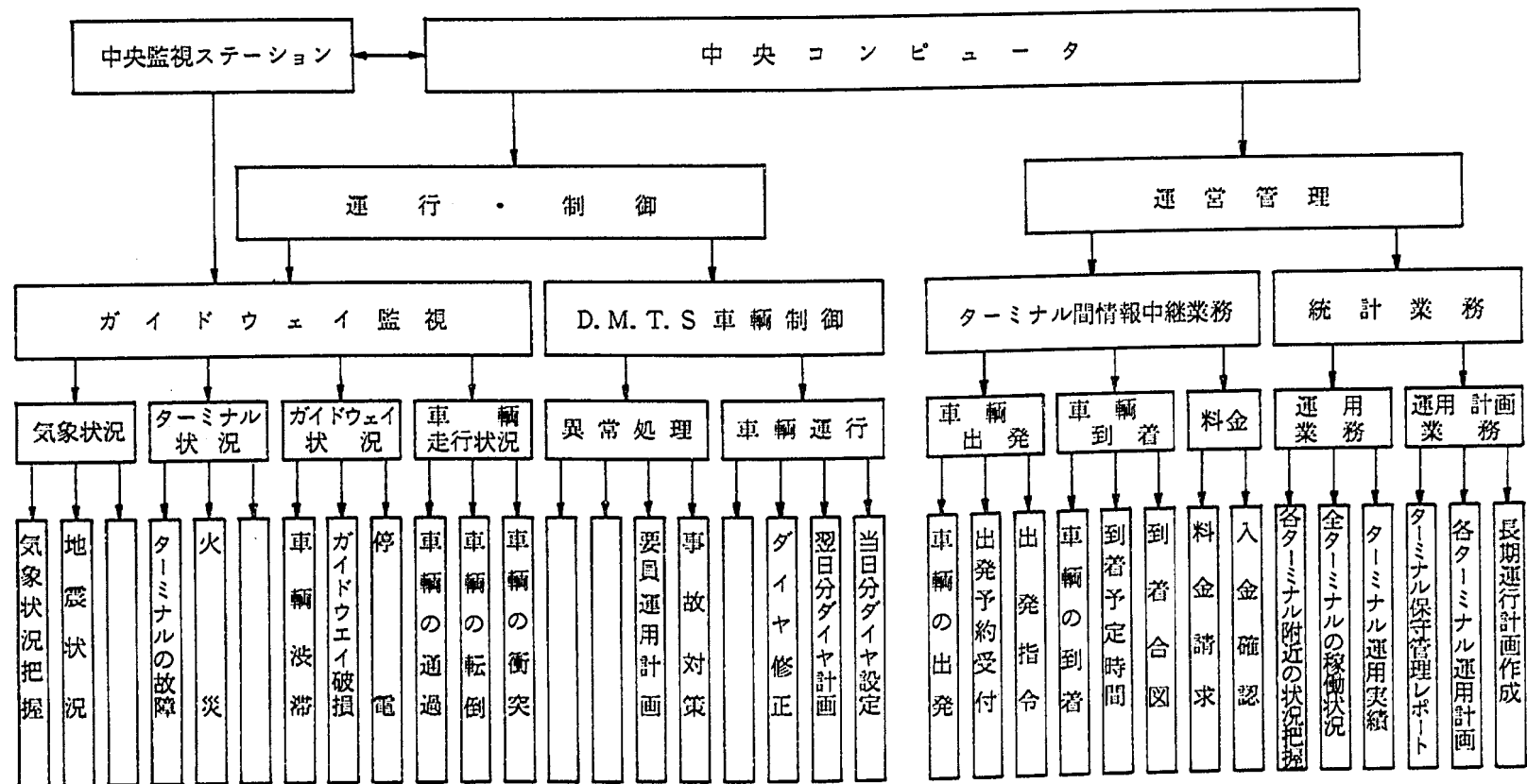


図-1.2 DMTシステムの情報処理システム

運営管理システムは物流に伴う情報の伝達を行うもので、貨物の受取りから引渡しまで常に車両を監視し利用者が要求する情報を提供するとともに、新物流システムを効率的に運用することを目的としている。これを利用者側からの貨物のフローで見ると図-1.3に示すように新物流システムの運営センターに貨物の種別、梱包状態（コンテナからバラ荷まで）、数量、必要台数と輸送先を連絡する。センターでは各車両の運行状態（貨物の有無、車種、現在地）を調査し、距離・時間などから最も能率的に送り主に行くことができる車両を選出し、行先と走行経路を指示する。積込みが終了し、デュアルモード・トラックが出発するが、目的地まで常に車両の位置、運行状態は運営センターで監視しており、送り主あるいは送り先からの問合せに対しても即座に回答ができ貨物の到着まで信頼性の高い輸送を行う。

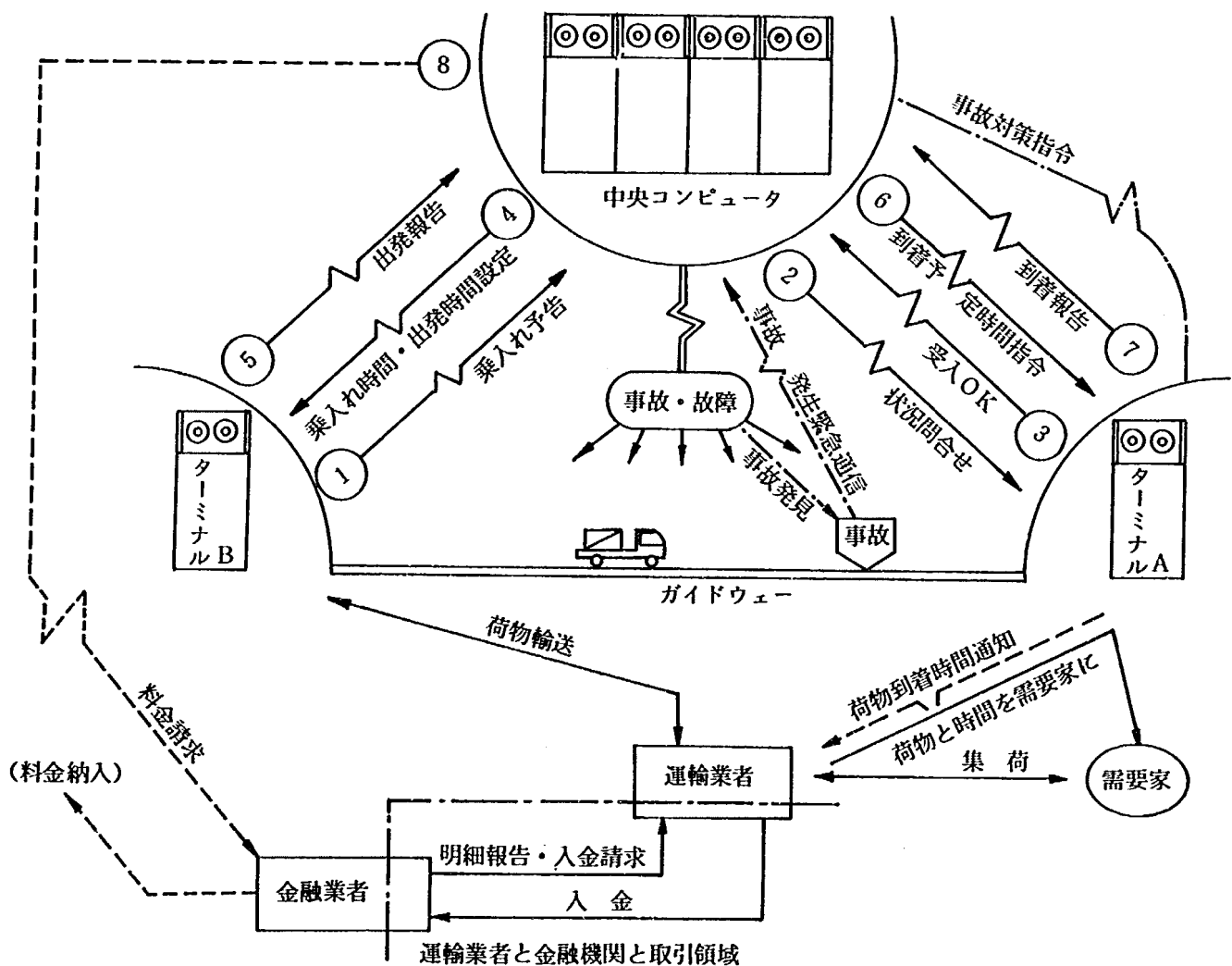


図-1.3 DMTシステムの情報伝達フロー

第2章 デュアルモード・トラック車両仕様の検討

1. 基本的な考え方

車両仕様の検討にあたって、考慮すべき主要な条件としてつぎのようなものがある。

- ① 車両総重量の中での積載重量を大きくし、積載効率を上げる。すなわち、デュアルモード機能を完全に有する範囲内で車両自体の重量を小さくすること。
- ② 積載重量は予想される輸送需要の最多輸送ロット重量に対応させて、輸送効率を高めること。
- ③ 大気汚染、騒音等の環境への影響が少ないこと。
- ④ システムの運行に関するエネルギー消費量が小さく効率が良い。すなわち省エネルギー輸送システムであること。
- ⑤ 輸送コストを低くする。そのためにも製作費が小さく、運行管理や維持管理が単純で容易なこと。
- ⑥ システム全体の実用性を高めるためにも、既存の機器・技術を用い、新規の技術開発は基本的なものに限ることなどがある。

これらの条件を考慮し、車両仕様の具体的な検討を進めることとする。

2. 動力方式の検討

デュアルモード・トラック動力方式については、ガイドウェイを走行する時と一般道路を走行する時とにどのような動力を用いるかによって各種の方式が考えられる。

① 電動モータ方式（以下バッテリーモータ方式と呼ぶ）

ガイドウェイ・一般道路ともに電動モータを動力とする方式である。これは、ガイドウェイでは架線より給電を受け、一般道路上では、車両に内蔵したバッテリーでモータを駆動するもので、バッテリーはガイドウェイ走行中に充電する形式とし、効率化を図る。この方式は、排気ガスを全く出さないが、バッテリー重量が大きくなる。

② ディーゼルまたはガソリンエンジン・モータ方式（以下エンジンモータ方式と呼ぶ）

ガイドウェイ上は電動モータ、一般道路上はエンジンという方式である。この方式ではさらに直接駆動源の切換の有無によって、エンジンジェネレータ・モータ方式とエンジン・モータ切換方式があり、その切換の方法によって並列型、直列型に分けられる。エンジンジェネレーター・モーター方式は、直接駆動源はモータとし、ガイドウェイ上では架電線から、一般道路上ではエンジンジェネレータから電気を供給するものである。エンジン・モーター切換方式はガイドウェイ上ではモータ、一般道路上ではエンジンが駆動源となるようクラッチを利用して切換を行うが、エンジンとモータが並列して独立に回転できる並列型と、エンジンとモーターが直列につながり、エンジン駆動時にもモータが回転する直列型がある。

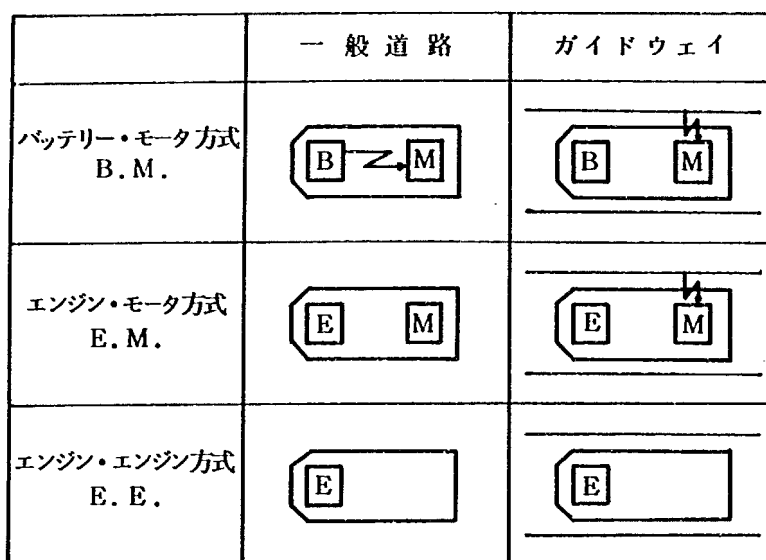
③ ディーゼルまたはガソリンエンジン方式（以下エンジン・エンジン方式と呼ぶ）

ガイドウェイ上も一般道路上もエンジンを動力とする方式である。この場合、エンジン車両の自動速度制御という新しい技術の開発が必要となる。

これらの動力方式の概要をブロック図にして示したのが図－2.1である。

以上の方式よりデュアルモード・トラックとして適するものを検討すると、まず低公害化を図る上

から③の方式は不適当と考えられる。また排気ガスを出さない無公害システムであることから、①の方式が望ましいが、一般道路を走行するためのバッテリー重量が大きくなる。したがって①の方式は、積載効率、輸送コストを考えると、郵便物・ゴミ収集など輸送ロットが小さく無公害化するだけのメリットのあるものに限定され则认为られる。そこでまず積載効率がどの程度低下するかを概算することとし、車両総重量を10tから30



図一 2.1 各種動力方式の概略

tまで5tごとに定め、必要なエンジンおよびモータ馬力を算出し、その重量を推定した。そのほか、車両本体補器類および①の方式ではバッテリーの重量も概算した。この中には、ガイドウェイ走行のための誘導分岐装置制御装置も含まれている。この結果を示したのが図一 2.2、2.3である。図一 2.3を見ると①の方式ではバッテリー重量が大きな割合を占め、積載率を低くしていることがわかる。特に車両総重量が20tを越えると積載重量がほとんど増えなくなる。また、②の方式でも積載効率が50%以下であることから、今後検討を進めるにあたって各部仕様を適正に定め、車両自重を抑えることが必要である。

つぎに、②の方式のうちエンジン・ジェネレータ方式は切換方式のものに比べてバッテリーの積載のため重量が大きくなり、しかも価格が高くなるため選択から除外することとした。切換方式のうち直列型は重量が小さいが、モータ駆動時にモータによってエンジンを回転させることは好ましくないで、エンジンとモータの間にワンウェイクラッチを置き、モータ側からのトルクではエンジンが回転しないようにする必要がある。そのため、一般道路上でエンジン駆動中にエンジンブレーキが働かないことになるので、それに見合うものとして発電制動用の抵抗器で処理する。並列型ではエンジン走行とモータ走行が独立しており、それぞれで最も効率の良い設計を行うことができる。一般道路上でのエンジン駆動の場合には、通常の自動車と全く同一の運転様式となり、ガイドウェイ上のモータ走行の場合には、制動方式を効率の良い回生制動を用いることが可能である。一般に、発電制動に比べ回生制動は車両搭載機器が小型・軽量となり、また電力回生を行うことによってエネルギー消費率の点でも有利である。

以上の検討結果より、デュアルモード・トラックの動力方式としては、エンジン・モータ切換方式の直列型を選択することとした。また、前に述べたように特殊用途の車両については一部バッテリー・モータ方式を採用する。

3. 車両規模の検討

車両規模（大きさと積載重量）の選定は、単に車両のみにとどまらず、ガイドウェイ・ターミナル等と関連しシステム全体の建設費、運営コストに影響を与える。したがって、デュアルモード・トラック・システムの実用化を図る上から、システム全体の経済性を考えた車両規模の検討が必要となる。

そのため、ガイドウェイ路線、モードインタチェンジの位置を仮定して、建設費・運営コストの概算を行うこととした。ただし現段階では、未確定な部分が多く、相対的な比較検討を行うにとどめた。概算にあたって、用地費は算定が困難なことから車両規模が変わってその影響をほとんど受けないことから、この算定から除外した。なお、車両重量が20t以上のものはフルトレーラ形式とした。

建設費・運営コストの算出モデルは「1.2 新物流システム運用評価に関する研究」で検討された図-2.4に示すようなネットワークを用い、ガイドウェイ直結のターミナルは考えず、全てモードインタチェンジとした。

車両の総数の算出にあたって、まずガイドウェイ上を運行できる車両数を平均表定速度（全走行距離を待機時間を含めた全所要時間で割った値）と最小車両間隔から求まる理論最大値（実際の走行は不可能である）の2/3とし、その他、一般道路を運行中のものや、トラクタータミナルで作業中のもの、点検等のために休車中のものをガイドウェイ運行車両数と同数と仮定した。また、車両価格、地上設備費については車両重量を勘案し適当と思われる差をつけた。

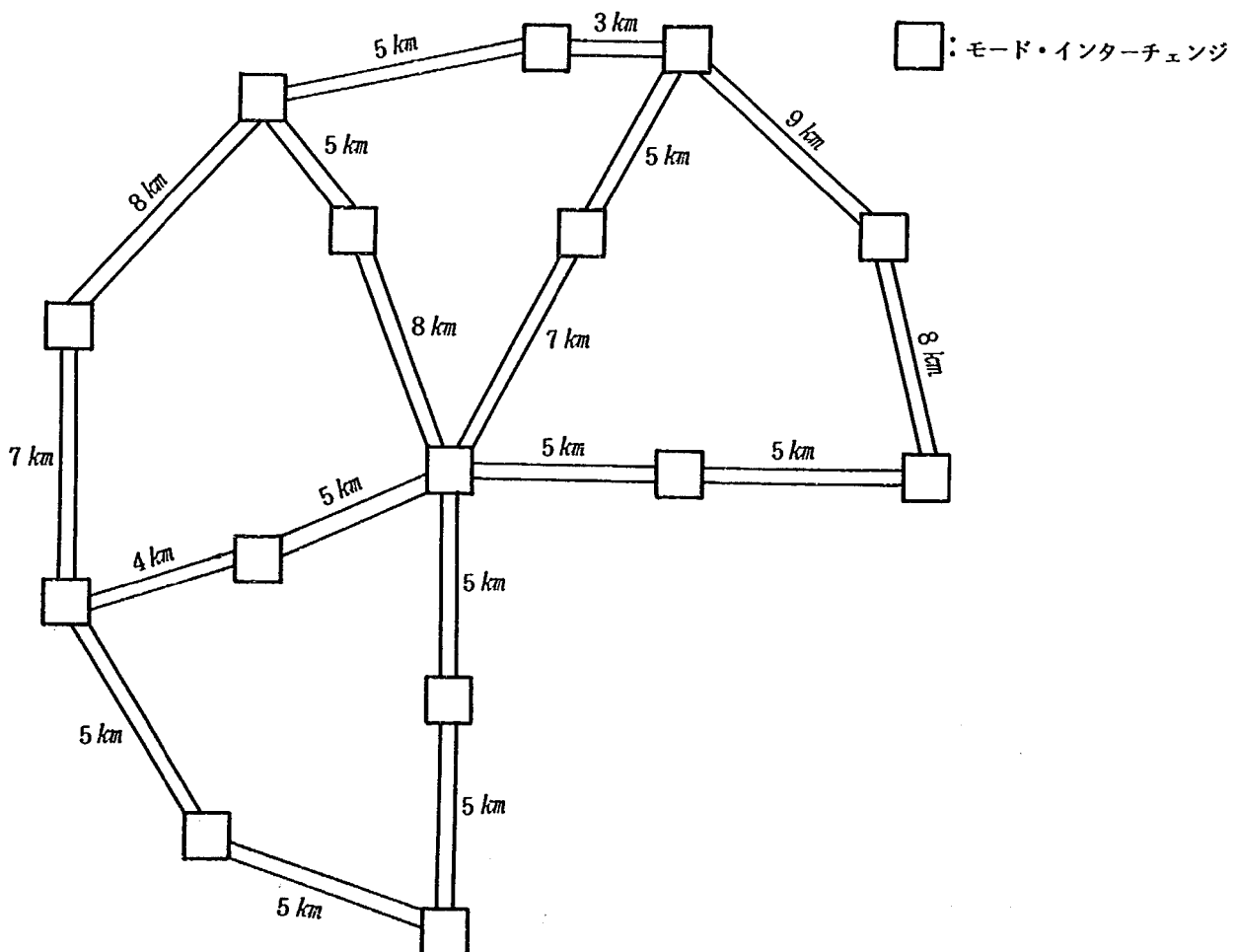


図-2.4 算出モデル路線図

算定結果を示したのが表－2.1である。営業路線長当りの建設費は車両重量が3倍になっても20%しか増加せず、これを片道最大輸送容量で割った値すなわち、トン当り建設費では1/3近くになっている。また、営業路線長当りの運営コストは車両重量に比例する割合が多く車両重量が10tと30tでは約2倍になる。これを片道最大輸送量で割った値では、車両重量が10tの場合を除いて大きな差はなく、特に25tと30tでは同じとなる。この傾向をグラフに示したのが図－2.5である。

以上の結果より、車両総重量が20tを越えるものが、建設費、運営コストの面から有利であることがわかった。なお、積載重量は、車両総重量が20tの場合約10tである。この車両総重量20tは一般トラックで見ると11t車（後2軸のダンデム車が多い）あるいはフルトレーラ11t車にあたり、デュアルモード車であるために積載重量が一般トラックに比べて極端に小さくなることはない。

建設費運営コストの概算 表2－1（エンジン・モータ切替方式）							
項 目	単位	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)	備 考
車両総重量 G C W	kg	10,000	15,000	20,000	25,000	30,000	
システム内の 車両編成数	編成	2,616	2,616	2,616	2,616	2,616	
片道最大断面輸送容量	トン/時	1,152	1,872	2,544	3,216	3,768	
車両費	両	28,000	30,400	32,700	35,000	37,400	(イ),(ロ)は単車とし、 他はフルトレーラとする
建設費 地上設備費 軌道費	〃	180,200	220,300	220,900	221,400	222,100	
電力設備費	〃	62,800	65,400	66,300	68,100	69,000	
計	〃	271,000	316,100	319,900	324,500	328,500	
建設費 営業路線長	両/km	2,606	3,039	3,076	3,120	3,159	
上記の値	両/km	2,262	1,623	1,209	0.970	0.838	
片道最大断面輸送容量	トン/時						
システム内の要因数	人	1,400	1,400	1,450	1,520	1,520	車両の運転員は除く
人件費	両/年	6,720	6,720	6,960	7,300	7,300	
経費 運転経費	両/年	2,960	4,100	5,250	6,860	8,430	
保存経費	〃	3,050	3,220	3,390	3,610	3,820	
計	〃	6,010	7,320	8,640	10,470	12,250	
経費 営業路線長	両/年km	57.8	70.4	83.1	100.7	117.8	
上記の値	両/年km	0.050	0.038	0.033	0.031	0.031	
片道最大断面輸送容量	トン/時						

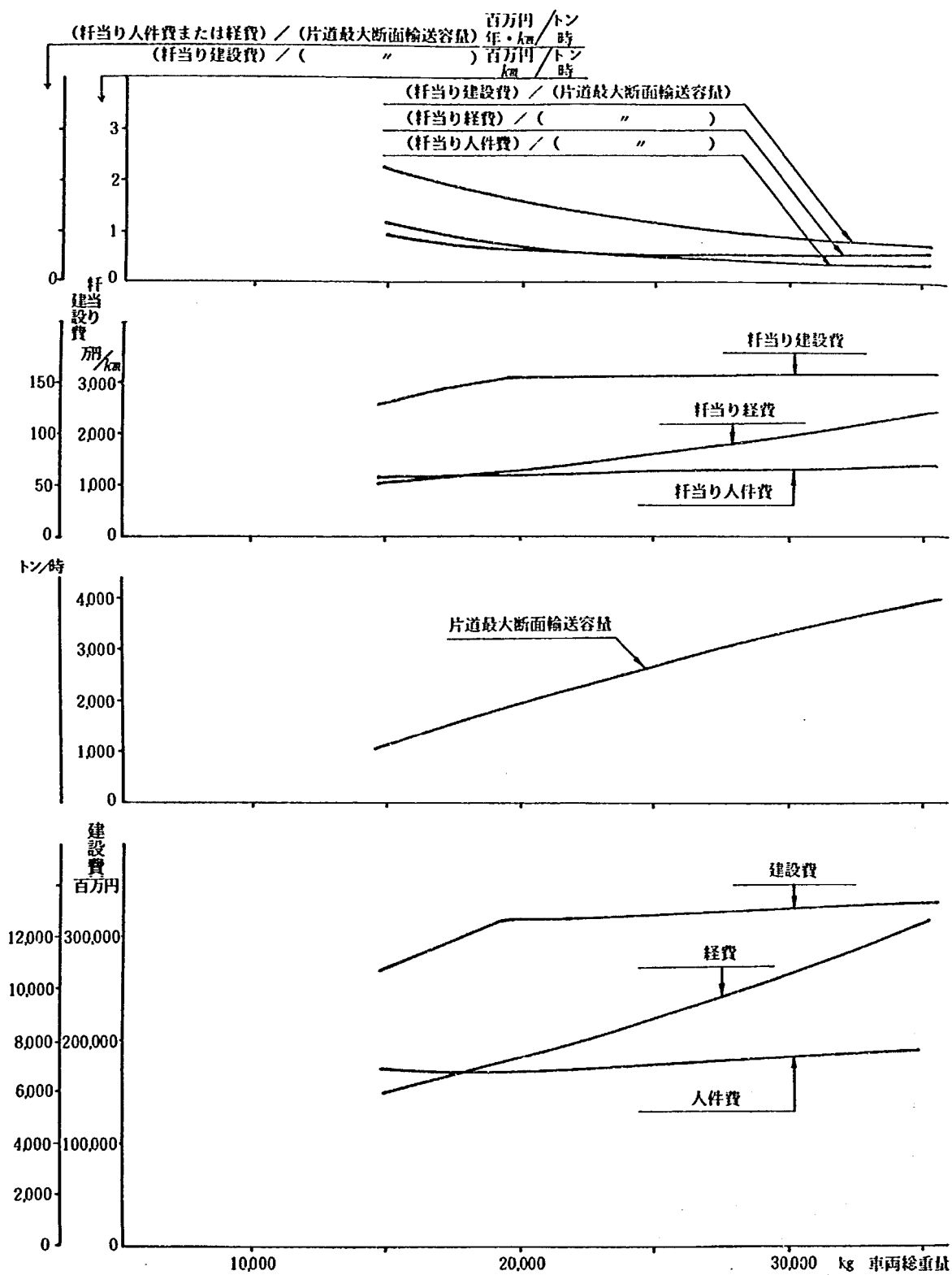


図-2.5 車両規模と建設費・経費等との関係

4. 誘導分岐方式の検討

デュアルモード・トラック車両の誘導方式を検討するにあたって重要な点は、ガイドウェイ上と一般道路上との両方における走行安定性と操縦性を確保することである。また、トラック単位でなく、フルトレーラ形式の車両もあるため、連結状態での走行安定性を確保することも必要となる。

まず一般道路上での走行安定性と操縦性を確保する見地から、従来の自動車で常識として使用されている方式、すなわち前輪のみを操舵し、後輪は操向しない方式とした。これによってガイドウェイ上での曲線部走行時には前後輪の走行軌跡は一致しないことになる。なお、ガイドウェイ走行時には後輪を操向させることも可能であるが、この場合、一般道路走行時に後輪操向部の固定が必要となり、車両構造が複雑となるため、ここでは採用しないこととした。つぎに、後輪に対して外部から拘束を加えないとすると、曲線通過時の車両姿勢は走行速度によって異なってくる。走行速度の変化によりこの車両の偏倚量とその変動が大きくなることが予想され、ガイドウェイの建築限界の設定が困難になる。逆に後輪に外部から拘束を加えて車両姿勢を規制した時には、誘導装置の誘導輪に大きな力が加わり、走行車輪に横すべりを起こさせることになる。そのため誘導装置の強度を上げ、これによって装置全体の寸法重量が増える。また、走行車輪の横すべりによりタイヤ寿命を短かくし、走行抵抗も大きくなる。以上の検討の結果、デュアルモード・トラック車両では車両重量が特に大きくなるため、外部から拘束を加えないで車両側の寸法および誘導装置に配慮を行うことで処理することとした。そして特に曲線部での給電線と車両の集電子の相対位置について留意し、また路面の凍結や強い横風等による車両の横すべりが生じた場合に対して非常用の拘束手段を用いることとした。

非拘束の誘導方式として、中央溝案内方式と側壁誘導方式がある。中央溝案内方式は、ガイドウェイ中央に設けられた溝にガイドをそわせ、操舵を行うもので、装置自体は単純で軽量化できる。しかし、分岐部や合流部を通過する際、路面上の溝をタイヤが乗り越えることになり、その時のタイヤの損傷や乗心地が問題となる。側壁誘導方式は、ガイドウェイの両側または片側の側壁にガイドをそわせるもので、車両を外側からつつむ形となり、万一の場合の安全性確保には好都合である。さらに路面は全線にわたり溝がなく構造が簡単になる。したがって、物流に用いるデュアルモード・トラック・システムという観点から判断し、バス・システムと同じ側壁誘導方式とした。ただし、バス・システムでは両側案内の側壁誘導であったが、トラック・システムでは片側案内とした。＜両側案内は＞車両前部の左右に突き出た誘導輪をガイドウェイの両側壁に接触させ、その誘導輪の変位に応じて操舵を行うものである。これに対し、＜片側案内＞では、同じように両側に誘導輪を有するが、車両側でその左右のいずれか一方だけを側壁に押しつけ、その押しつけ力が一定範囲内に入るように制御されて操舵を行うものである。したがって、分岐を行うのに特別な分岐論および分岐壁を必要とせず、押しつけの方向を左右に選択することで分岐を行う。

これらの2つの方式を比較すると、＜片側案内＞では、車両は左右いずれかの側壁に沿って走行するため、その側の側壁だけを精度よく設置すればよく、＜両側案内＞のように左右両側壁の幅寸法を含めて精度よく設置することの煩雑さがない。ただし、路面の凍結などの異常による車両の横すべりに対して万全の安全を確保するため、側壁は左右両側に設け、分岐および合流部では案内を行う側壁の選択を行うため、その部分の寸法精度は要求される。ただし、誘導装置は片側案内方式の方が複雑となり、重量も増加することとなる。これらの得失を勘案した結果、片側案内方式を用いることとした。

5. 支持方式の検討

車体を支える方式として、①機械的支持方式（ゴムタイヤ、鉄輪）、②空気力学的支持方式（エアクッションなど）、③磁気的支持方式（磁気浮上）が考えられる。デュアルモード・トラック・システムでは普通のトラックと同様に一般道路を走ることから、ゴムタイヤを用いることとした。ただし、ガイドウェイ上での無人自動運転を考えるとパンク等の異常対策が是非とも必要である。その目的はパンク等の異常発生の場合に、車両の走行状態または姿勢に生ずる影響が有害な程度にまでならないようにすることと、異常発生後システムを正常に復帰させるための処理を円滑にかつ短時間に実施することである。まず、タイヤのパンク対策として、パンクの発生を事実上なくするような方法とパンクが発生しても比較的短かい距離の運転を可能にする方法が考えられる。表-2.2は現在考えられるパンク対策法を示したものである。これらの対策法を大きく分けるとパンクしないあるいはしにくい特殊なタイヤを使用するものと通常のタイヤを使用し補助車輪を設けるものがある。また、パンク時のタイヤの変形度により、パンク検知の必要性が異なってくる。

つぎに、これらのパンク対策法のデュアルモード・トラック・システムへの適用の可能性を検討する。

① ノーパンクタイヤ

充填材の発熱や重量の増加などの欠点を持っているが、パンク対策が不要となりシステムの信頼性、安全性が確保される。また、新交通システムでの実用化例がある。

② パンクしにくいタイヤ

いずれの方式もパンク防止の効果が確実でなく、ガイドウェイの自動運転という条件を考えると、適用の可能性は小さい。

③ サイド補強タイヤ

速度が50km/h以下でないと使用できないことと、トラック用サイズのものに国産品がないことより適用の可能性はない。

④ 二重壁構造タイヤ

トラック用サイズに国産品のものがなく、外国でも負荷荷重約1500kg以下のものしかないため、適用の可能性がない。

⑤ 二重壁構造・内側タイヤ充填タイヤ

国産のものがなく、適用の可能性がない。

⑥ 補助車輪内蔵タイヤ

パンク時の沈下量が比較的大きいことや、パンク状態のまま通常走行した場合タイヤが損傷することもありうる。したがって、パンク修理を行い再使用することに問題が生ずる可能性があり、実用性の面から、デュアルモード・トラックへの適用の可能性は小さい。

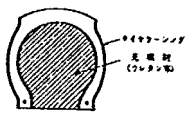
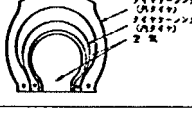
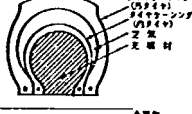
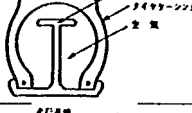
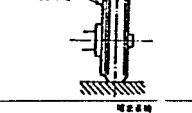
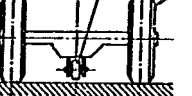
⑦ 同軸補助車輪付タイヤ

一部の新交通システムで採用されており、適用の可能性はある。

⑧ 補助車輪

ガイドウェイ上でのパンク時の車体沈下を許容量以下にとどめるように補助車輪の位置を設定すると、最低地上高が限度を越えて小さくなる。そのため適用の可能性はない。ただし、一般道路上では補助輪を格納することも考えられるが、負荷荷重が大きく構造も複雑となるため適用の可能性

表-2.2 タイヤパンク対策の例

A		B	C	D	E	F	G	H		I	
種 類		構 造	利 点	欠 点	タイヤだけを考えた場合、 パンク発生状態で 走行の可否		デュアルモ ードトラッ クへの適用 の可能性	デュアルモード・トラ ックに適用した時のパ ンク検知装置の必要性		実 施 例	
						通常速度での 走行の可否		有	無	車上検知 の必要性	
1	ノーパンク タイヤ (パンクしな いタイヤ)		1.パンクの発生が 事実上ない。	1.重量が大。 2.充填材発熱の点 から運転条件に 制限がある。	該当なし	該当なし	あり	なし。	タイヤの定 期点検はも ちろん必要。	なし	デュアルモ ードバス、 新交通シス テム、一部 の産業車両
2	特殊な パンクしにくい タイヤ を使用するもの	トレッド部 にスチール ブレーカ のあるタイヤ	1.実用化が良く進 んでいる。	1.パンク防止にあ る程度の効果は あるが、確実で はなく、パンク が発生すれば安 全ではない。	パンクの態 様として色 々の場合が 考えられ、 一概に言え ない。	通常は否	パンク防止 の効果が確 実でないの で、適用の 可能性はな い。	～	～	一般の自動 車	
3		チューブレ ス・タイヤ									
4		シーラント タイヤ									
5		サイド補強									
6	二重壁構造		1.重量増加は比較 的少ない。 2.ランフラットの 耐久性が比較的 良い。	1.二重パンクの可 能性あり。	可	過大な熱発 生を生じな い距離なら ば可。	なし	～	～	新交通シス テムでパン ク検知装置 付で実施し た例あり。	
7	二重壁構造。 内タイヤ内部 充填		1.ランフラットの 耐久性が比較的 よい。 2.二重パンクがな い。	1.重量が大。	可	同上	なし	～	～	～	
8	通常のタイヤを 使用して補助車 輪内蔵のもの		1.パンク時に通常 速度での走行が 短距離ならば可 能。	1.パンク時の撓み 増加量が比較的 大きい。 2.ランフラット時 タイヤに潜在的 損傷を生ずるこ とあり。	通常は可	短距離なら ば可。	少ない	あり	必ずしも ない。	新交通シス テム試験中。	
9	補助車輪を走 行車輪に近接し て同軸に設ける もの		1.パンク時に通常 速度での走行が 通常可能。	1.重量が大。	可	通常は可	あり	あり	必ずしも ない。	同上	
10	補助車輪を走 行車輪とは別軸 に設けるもの		1.パンク発生に対 する対策として は簡単である。	1.最低地上高が小 さくなる。 2.パンク発生時 には速度制限が必 要。	可	否	なし。 補助車輪を 装備して一 般道路を走 行すること は問題。	～	～	モノレール、 ゴムタイヤ 装備地下鉄、 新交通シス テム。	

は小さい。

以上の結果、デュアルモード・トラック・システムへの適用の可能性があるのは①ノーパンクタイヤと⑦同軸補助車輪付タイヤである。さらに、パンク発生によって車両が受ける影響から検討を加えると、パンクにより車両が受ける衝撃・振動およびパンク時に車体に生ずる傾斜と沈下の許容限界値はかなり小さなものでなければならない。また、パンク後の処理を考えると、パンク状態でも低速で走行することが必要な条件とされる。この2点とも①と⑦の形式は満足しうる性能を有しているが、⑦の場合、パンク発生を検知する機能を追加することが必要となる。すなわち、パンクした時に、素早くこれを検知し、当該車両と関連あるシステムを一旦停止することが必要である。ついで、この車両を短時間で最寄りのターミナルまで回送し、システムの平常運行に復旧する方法についても検討が必要である。また、①の場合、走行時の充填材の発熱や、充填材による車両重量の増大が問題となる。以上の事項を検討した結果以下の理由により、本システムでは、ノーパンクタイヤを採用することとした。

〔理由〕 ⑦、パンクそのものがない方がシステムは複雑にならず、装置の故障、誤動作によるシステムダウンも少なくなる。④、充填材の発熱も、走行速度がガイドウェイで $40\text{km}/h$ 、一般道路でも最高 $60\text{km}/h$ で停止回数が多くなることを考えれば、大きくならないものと考えられる。⑥、車両重の増大も、⑦では検知装置の増加もあり、大きな差とならない。

タイヤの構造には、バイアス構造とラジアル構造がある。その比較を行うと、コーナリング特性では、ラジアルタイヤの方が同一スリップ角に対するコーナリング・フォースが大きくなる。したがって、曲線通過時のスリップ角はラジアルタイヤの方が小さくなり、それだけ車体の偏倚量が小さくなるので、ガイドウェイの曲線通過時の地上側施設との干渉の可能性もそれだけ小さくなる。ころがり抵抗について、バイアスタイヤでは接地面でコード角の変化を伴いながらたわむのに対し、ラジアルタイヤではコード角はほとんど変化しない。このため、ラジアルタイヤの方がころがり抵抗が小さく、また発熱、摩耗も少ない。牽引・制動特性について、バイアスタイヤは前述のように接地面でタイヤがたわむため、接地性が悪くなる。これに対し、ラジアルタイヤでは、このたわみがなく接地性がすぐれ、牽引・制動特性がより良好となり、制動距離もバイアスタイヤに比べて短くなる。乗心地では逆に、たわみがなくなることによって悪くなる。特に、低速・悪路でははっきりとした差が現われる。

以上の事項について検討した結果、デュアルモード・トラックとしての性能を重視し、ラジアル構造のタイヤを採用することとした。

6. 自動運転制御方式の検討

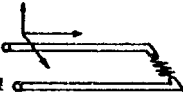
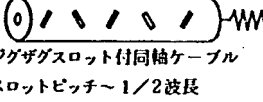
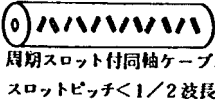
デュアルモード・トラック・システムのガイドウェイ上の走行は電子計算機による無人自動運転を予定している。この自動運転制御方式はバス・システムと同じく車両走行制御はポイントフォロ잉方式を採用し、他に固定閉塞区間設定方式による追突防止制御を行い2重の保安系としている。これは、多くのガイドウェイバスシステム（いわゆる新交通システム）で行われている方式である。この技術は鉄道において発達してきたもので、ATS装置（自動列車停止装置：前方の列車の存在を固定閉塞区間の停止信号により検知し、列車を停止させ追突を防止する装置）、ATC装置（自動列車制御装置：走行区間ごとに走行速度を与え、この速度に列車速度を追従させる装置）、ATO装置（自動列車運転装置：定められた運行パターンどおりに列車を出発、走行、停止させる装置）、CTC装置（列車集中制御装置：一カ所で列車の運行状態の監視と地上機器の操作を行う装置）などがあり、すでに長い実績を持っている。

そのため、ここでは車両と地上設備の間の情報伝達を行う通信方式と車両に搭載される制御器の小型化に検討の項目をしぼった。

通信方式については、誘導通信方式、漏洩同軸方式、表面漏洩同軸方式が考えられる。誘導通信方式は一端を短絡した平行2線のアンテナに信号波を送り、これによって生ずるアンテナ近傍の誘導界を車上アンテナで捕えるものである。漏洩同軸方式は、同軸ケーブルにスリットを入れ、これに信号波を送ると、スリットの間隔に対応した波長の信号波がケーブルの半径方向に放出される、すなわち指向性をもったアンテナとして利用するものである。表面波漏洩同軸方式は、同じくスリットを入れた同軸ケーブルに信号波を送ると、スリットの間隔に対応した波長より短い信号波がケーブルの軸方向に放出される、すなわちケーブルの表面に近い部分にしか放出されないアンテナとして利用するものである。

これらの通信方式の選択にあたっては、デュアルモード・トラック・システムにおいて使用することより考慮すべき点として、自動運転を実施するのに必要な情報量を伝送できること、各車両間および上下線間は完全に独立した通信が可能で相互に混信がないこと、車両検知およびATC区間分割の必要上、通信区間の境界を明確にでき、任意の長さで通信区間の設定が行えること、車両とセンターの間で連続して通信が可能であり、通信不能区間を有しないこと、車両走行に伴う動揺に影響されず安定した通信を行い得ること、車両内外より発生する雑音に対し、十分なS/N比を持ち情報の誤りを生じないものであること、システム系外に対し、電波障害を起こさないこと、電波法上の制約が少ないこと、設備設置および維持管理の費用が安いことなどである。これらの点をもとに、各方式の比較を行ったのが表-2.3である。この結果よりデュアルモード・トラック・システムの通信方式として誘導無線方式を採用することとした。

表-2.3 各種地上・車上間情報伝送方式の比較

項目		誘導通信方式 (IR方式)	漏洩同軸方式 (LCX方式)	表面波漏洩同軸方式 (SWCX方式)
構造		 その他 平行三線 半平行線	 ジグザグスロット付同軸ケーブル スロットピッチ$\sim 1/2$波長	 その他 周期スロット付同軸ケーブル スロットピッチ$< 1/2$波長
電磁界の形式		誘導界 r^{-2}	放射電磁界 $r^{-1/2}$	表面波電磁界 $e^{-\alpha r}$
電界の減衰特性	r方向	近接界 $< r^{-2}$ 変化中間、但し横(x)方向の変化は急。	$< r^{-1/2}$ 変化ゆるやか。	$e^{-\alpha r}$ 変化急激。
	遠方界 (実際の傾向)	$> r^{-2}$ 近傍に制限される。	$r^{-1/2}$ (10log r) 遠方まで影響する。	$> e^{-\alpha r}$ (20 $\sim$ 30 log r) 近傍に制限される。
	z方向 (オーバーリーチ)	切れ良好。 アンテナ・ケーブル間隔が約10cmの場合、 ループ状アンテナを用いてオーバーリーチを10cm程度にし得る。	切れ中間。 アンテナ・ケーブル間隔が約30cmで、 指向性アンテナを用いオーバーリーチを1m程度にし得る。	切れ悪い。 電磁界エネルギーは軸方向に伝送される。 アンテナ・ケーブル間隔が約30cmで、 指向性アンテナを用いオーバーリーチを1 $\sim$ 2m程度にし得る。
周波数帯域		250 KHZ以下	150, 400, 800 MHz帯	同左
アンテナ系		空芯ループアンテナ、フェライトコアアンテナ	指向性アンテナ、進行波アンテナ	同左
結合損失		50 $\sim$ 100 dB (10 $\sim$ 30cmにて) レベル変動は中間。	40 $\sim$ 70 dB (1.5mにて) レベル変動小、但しスロットに対応して瞬着有。	30 $\sim$ 50 dB (10 $\sim$ 30cmにて) レベル変動大、但し
電波割当て		容易。 使用周波数他必要事項の届出許可である。 又実際に使用している電磁界強度は届出さえも必要としない程度の微弱なものである。	難。 周波数の割当て、即ち免許が必要。 他の輸送業務の実例から推察しても2 $\sim$ 5波程度に制限される可能性が高い。	中間。 周波数の割当て、即ち免許が必要。 遠方電磁界成分が極端に小さいことをもってLCXより割当て波数が多くなる可能性有。
利点		○免許が不要で許可を得やすい。 ○電波のもれ、まわり込みが少なく外部に放射される電磁界が小さい。 ○通信区間の境界を明確にできる。 ○混信の可能性が少ない。 ○フェールセーフの構成を取りやすいし、またその技術も確立している。(例:照査記号) ○アンテナが小型にできる。 ○ループ線自体の損失が小さいので一通信区間を長くとれ送受信機の集中化が容易。 ○設備設置時のイニシャルコストが小さい。	○7の搬送波で送れる情報量が多い。 ○アンテナ・ケーブル間隔の変動に対し安定。 ○地上側の送受信機と、断線・短絡区間までの通信は行ない得る可能性有。 ○S/N比を高く取り得る。 ○伝送特性が周囲の影響を受けにくい。 ○ケーブルの設置が容易である。 ○維持・メンテナンスコストが低い。	○同左。 ○外部遠方電磁界が小さい。 ○同左。 ○同左。 ○同左。 ○同左。 ○同左。
欠点		○周波数帯域幅が広くとれず、一つの搬送波で送れる情報量は少ない。 ○アンテナ・ケーブル間隔の変動に対し敏感。 ○誘導線の断線・短絡により通信不能となる。 ○伝送特性が周囲の影響を受け易い。 ○低周波を使うことで一般にS/N比が悪い。	○免許が必要で利用できる波の数の制限有。 ○外部に対して放射する電磁界が大きい。 ○フェールセーフをとりやすく、技術は未確立。 ○車載アンテナが進行波型で大型となる。 ○ケーブルの損失が大きいので一通信区間長に制約があり送受信機の集中化困難。 ○設備設置時のイニシャルコストが大きい。 ○通信区間の境界明確化に技術を要す。	○同左。 ○実用化に際し解決すべき問題が多い。 ○同左。 ○同左。 ○同左。 ○同左。 ○同左。 ○アンテナ・ケーブル間隔の変動に対し敏感。 ○伝送特性が周囲の影響を受け易い。

つぎに、車上制御器の小型化について、ATO装置を鉄道系で使用実績の多い純ハードウェア構成とするか、ガイドウェイ・バス（デュアルモード・バスを含む）・システムで試験的に使用されているマイクロコンピューターとするかの問題となる。図-2.6と図-2.7は2つの方式の装置回路図である。マイクロコンピューター化ATO装置は個々の機器がハードウェア構成に比べ小型化されており回路自体も単純化されるので、デュアルモード・トラックに必要な小型化という点で有利である。また装置の信頼性についても構成要素が少ない分だけ向上し、稼働率、フェイルヤーフの確保、保守性、耐環境性から見ても有利である。したがって、デュアルモード・トラックの車上制御器はマイクロコンピューター化する。

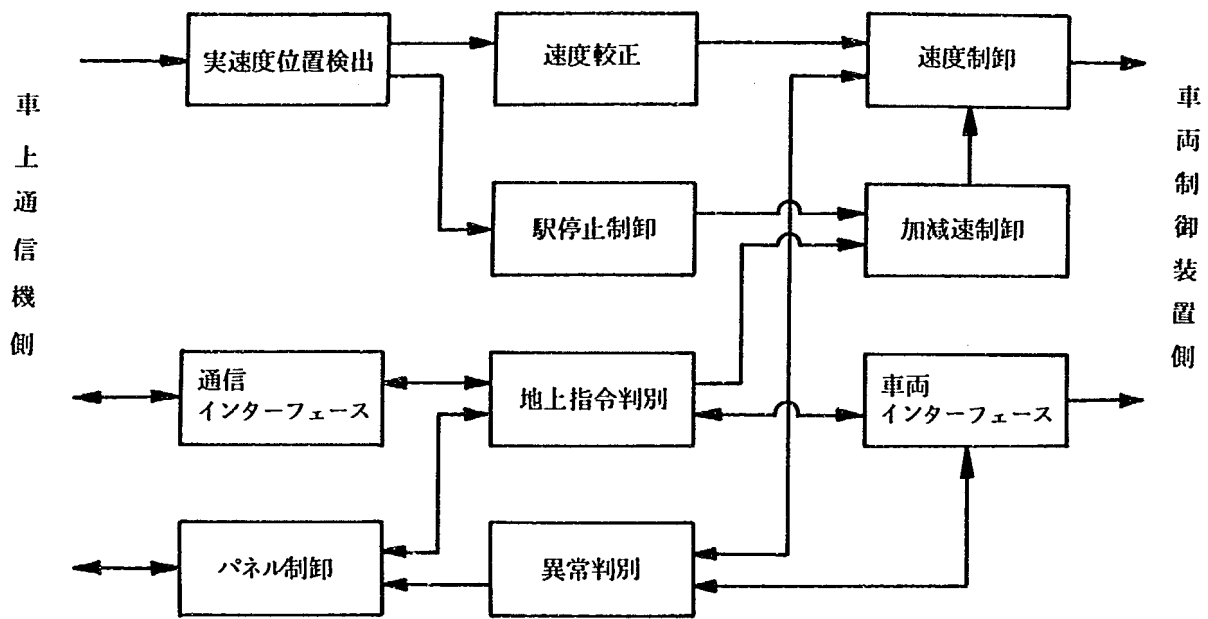
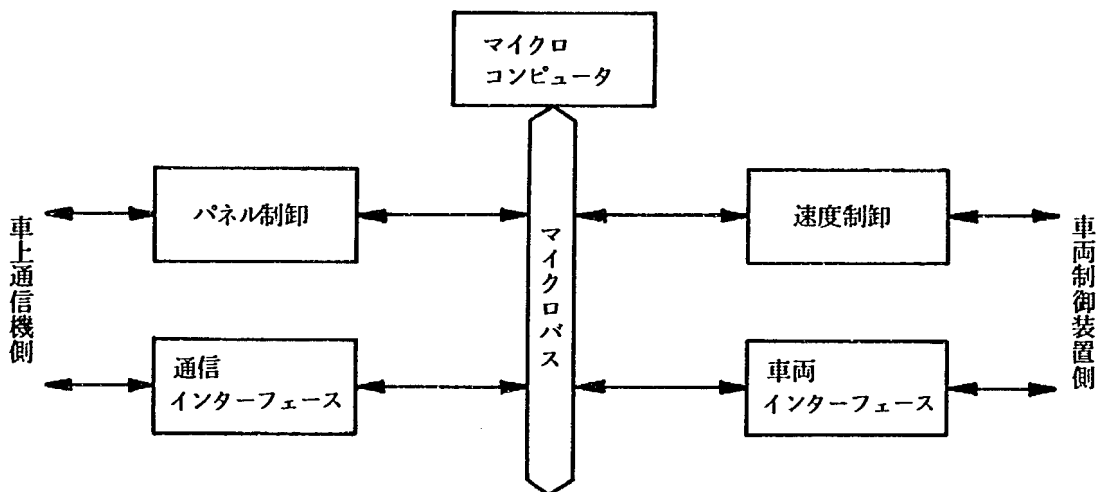


図- 2.6 純ハードウェア構成ATO装置



個々の機能はソフトウェアによって具現される。

図- 2.7 マイクロコンピュータ化ATO装置

第3章 デュアルモード・トラック車両詳細設計

1. 実験車両の概要

前章で行った車両仕様の検討結果に基づき、デュアルモード・トラック実験車両を製作し、走行実験を行うこととした。この実験により、車両に働く力、車両姿勢などを測定し、車両設計に必要なデータの蓄積を行う。

実験車両は実験条件の多様化と今後の実用化の見地より、5tコンテナ積載のフルトレーラ形式とした。なお車両の設計にあたっては、実用性および経済性より既存フルトレーラ車をベースにデュアルモード化に必要な装置を組み込むこととした。車両のベースとなったのは、三菱自動車㈱製F318FD改トラクタートラックである。

主な変更箇所は、電動機を含む駆動系の追加、誘導分岐装置の取付け、電動機制御装置、自動走行装置の設置である。

今回、詳細設計されたデュアルモード・トラックの車両形式図を図-3.1に、その主要諸元を表-3.1に示す。

表-3.1 デュアルモード・トラック主要諸元表

項 目	単 位	諸 元 等			項 目	単 位	諸 元 等		
		トラクタ	トレーラ	連結状態			トラクタ	トレーラ	連結状態
形 状	—	フルトレーラ			形 式	—	ウレタン 充填	ウレタン 充填	—
車 体 の 形 状	—	キャブ オーバ	—	—	タイヤ	サ イ ズ	前 輪	11.1R20 -16PR	11.1R20 -16PR
全 長	m	7,038	6,401	13,345			後 輪	11.1R20 -16PR	11.1R20 -16PR
全 幅	m	2,475	2,480	2,480	エンジン	最 高 出 力	PS/rpm	215/2200	—
全 高	m	2,840	1,460	2,840		最 大 ト ル ク	kg-m/rpm	74.0/1400	—
軸 距	m	3,700	2,800	—	エンジン用燃料の種類	—	軽 油	—	—
輪 距	前輪	m	2,000	2,000	モーター	一 時 間 定 格 出 力	kw	110	—
	後輪	m	1,825	2,000		ト ル ク	kg-m	47.1	—
最 低 地 上 高	m	0.150	0.150	0.150		回 転 数	rpm	2,270	—
荷台オフセット	m	0.780	1,060	—	定 格 電 圧	V	DC400	—	—
車 両 重 量	前軸	kg	(453%) 4,095	(5.64%) 1,956	定 格 電 流	A	315	—	—
	後軸	kg	(54.7%) 4,950	(4.36%) 1,514	最 高 使 用 回 転 数	rpm	3,200	—	—
	計	kg	9,045	3,470	最 大 ト ル ク	kg-m	117	—	—
乗 車 定 員	人	1	0	1	一電動機の場合 軌道ジョイント 上駅	平担部での 最高速度	km/h	—	—
積載荷物 最大寸法	長さ	m	3,660	3,660		最大登坂性能 (最大積載時)	%/km/h	—	—
	幅	m	2,440	2,440	ガイ駆動の場合 上動ドモのウ イ場合	平担部での 最高速度	km/h	—	—
	高さ	m	2,350	2,350		最大登坂性能 (最大積載時)	%/km/h	—	—
最 大 積 載 量	kg	6,400	6,400	12,800		平担部での最大 加速度 (最大 積載時)	%/km/h	—	—
車 両 総 重 量	前軸	kg	(35.5%) 5,503	(4.44%) 4,378	自 制 動 脚 運 方 転 式	機能分担方式	地上車上制御機能分担方式		
	後軸	kg	(64.5%) 9,997	(5.56%) 5,492		走行指令方式	速度指示方式		
	計	kg	15,500	9,870		車両制御方式	固定閉塞方式		
車 輪 配 列	—	前2・後 復2	前2・後2	—		車両制御方式	ポイントフォロイング方式		
駆 動 方 式	—	後輪駆動	—	—		通 信 方 式	誘導通信方式		

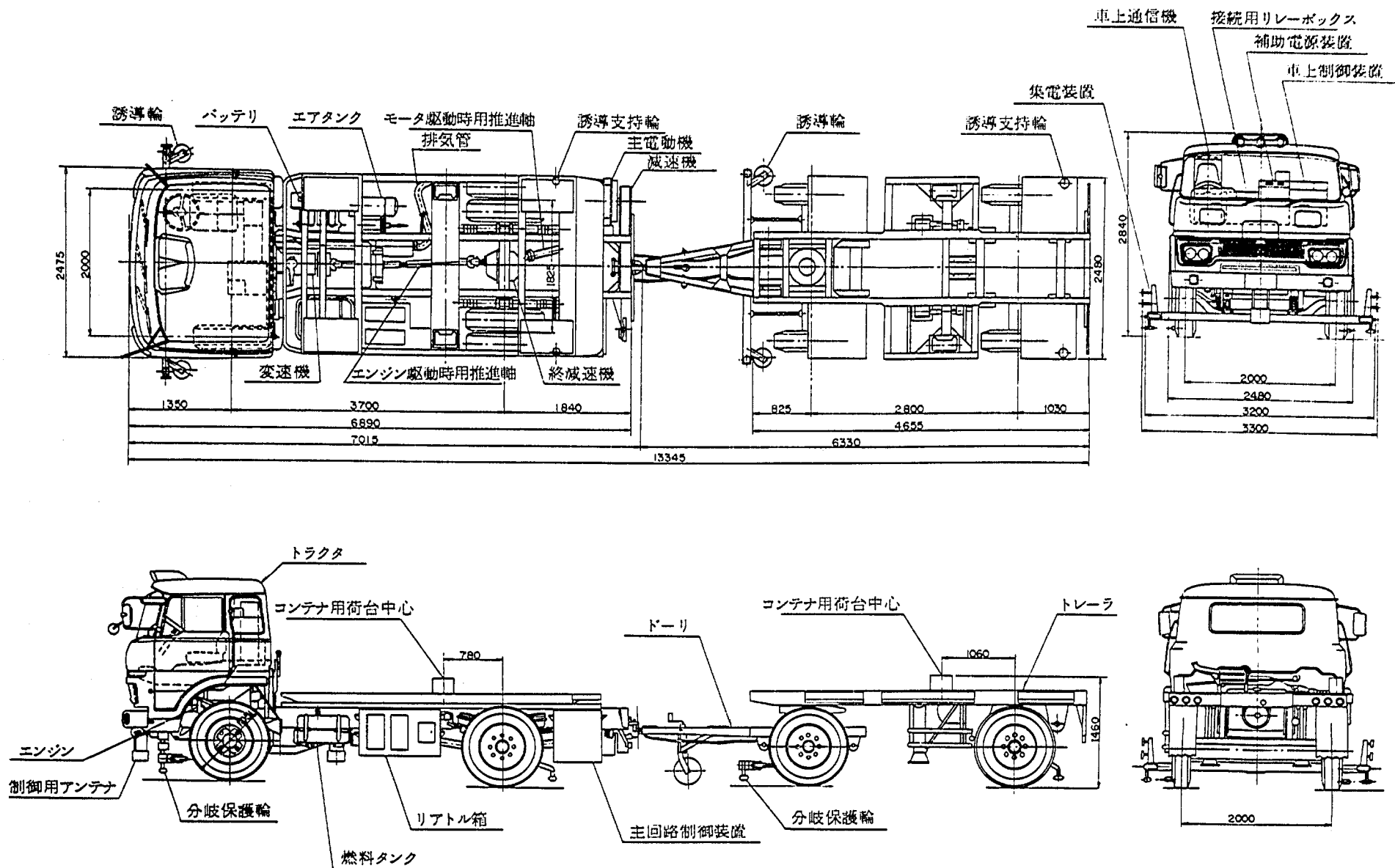


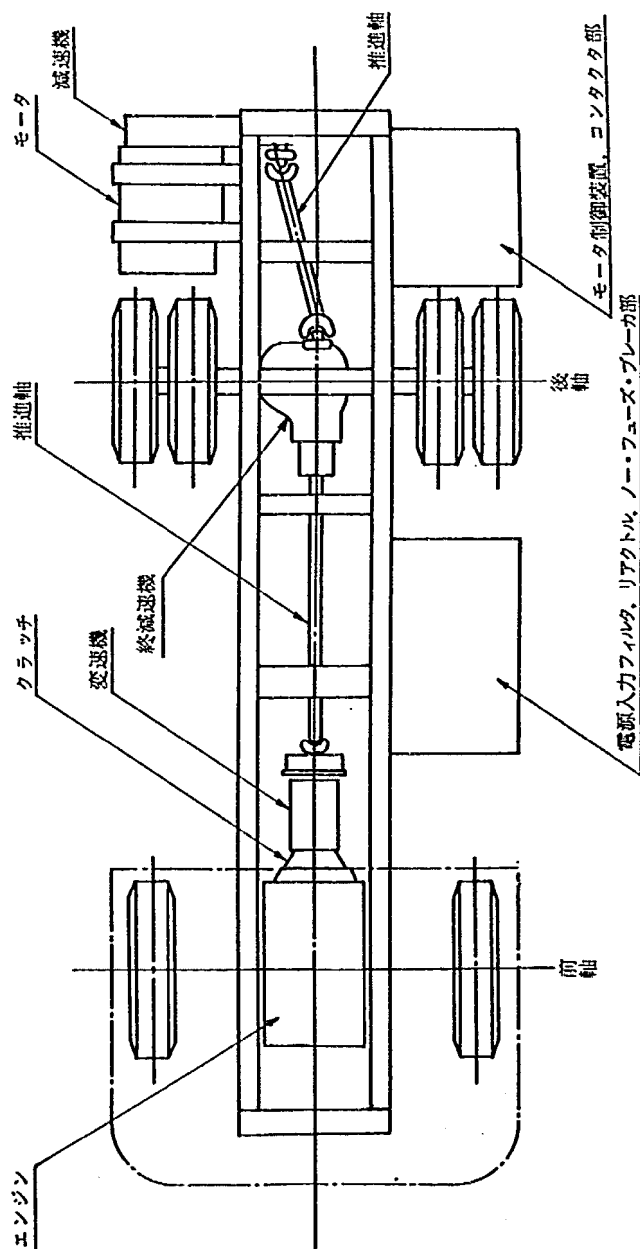
図- 3.1 デュアルモードトラック車両形式図

2. 動力系統の諸元

動力方式については前章で述べたとおり、並列型エンジン・モータ切替方式である。エンジン系列の配置は、基本車体のとおり、運転席真下のエンジンからクラッチ、変速機、推進軸、終減速機（デフ）とし、モータ系列は、車体右後方にモータと減速機を置き、モータと並列に推進軸を配置するコの字形とした。図－3.2はこの動力系統の配置を概略的に示したものである。

エンジンは、16 l，215馬力の6気筒ディーゼルエンジンである。このエンジン系の主な仕様と性能は表－3.2に示すとおりである。

また、モータは直流400 V，110Kwの直流直巻電動機である。このモータ系の主な仕様と性能を表－3.3に示す。



図－3.2 動力系統の配置

表— 3.2 エンジン系の配置

(1) 方 式	並列型エンジン・モータ切換え方式	
(2) エンジン		
種 類	ディーゼル・4サイクル	
シリンダ数および配置	直6・縦置	
最高出力	215 PS / 2200 rpm	
最大トルク	740 kg-m / 1400 rpm	
(3) 変速機		
形 式	乾燥単板油圧式	
変速比	(前進)	5.405
		3.203
		1.732
		1.000
	(後退)	5.650
(4) 終減速機減速比	6.666	
(5) エンジン駆動時の走行性能		
最高速度	60 km/h	
最大登坂性能 (最大積載時)	18% / 9 km/h	

表— 3.3 モータ系の仕様

(6) モータ		
形 式	直流直巻電動機	
定格出力	110 KW	
定格トルク	47.1 kg-m	
最大トルク	117 kg-m	
定格電圧	DC 400 V	
定格電流	315 A	
定格回転数	2270 rpm	
励磁方式	直 巻	
(7) モータ附属減速機		
減速比	1.8	
出力軸最大トルク	200 kg-m	
(8) モータ駆動時の走行性能		
最高速度	40 km/h	
最大登坂性能 (最大積載時)	8.5% / 29 km/h	
平坦部での最大加速度 (最大積載時)	0.08 g / 25 km/h	

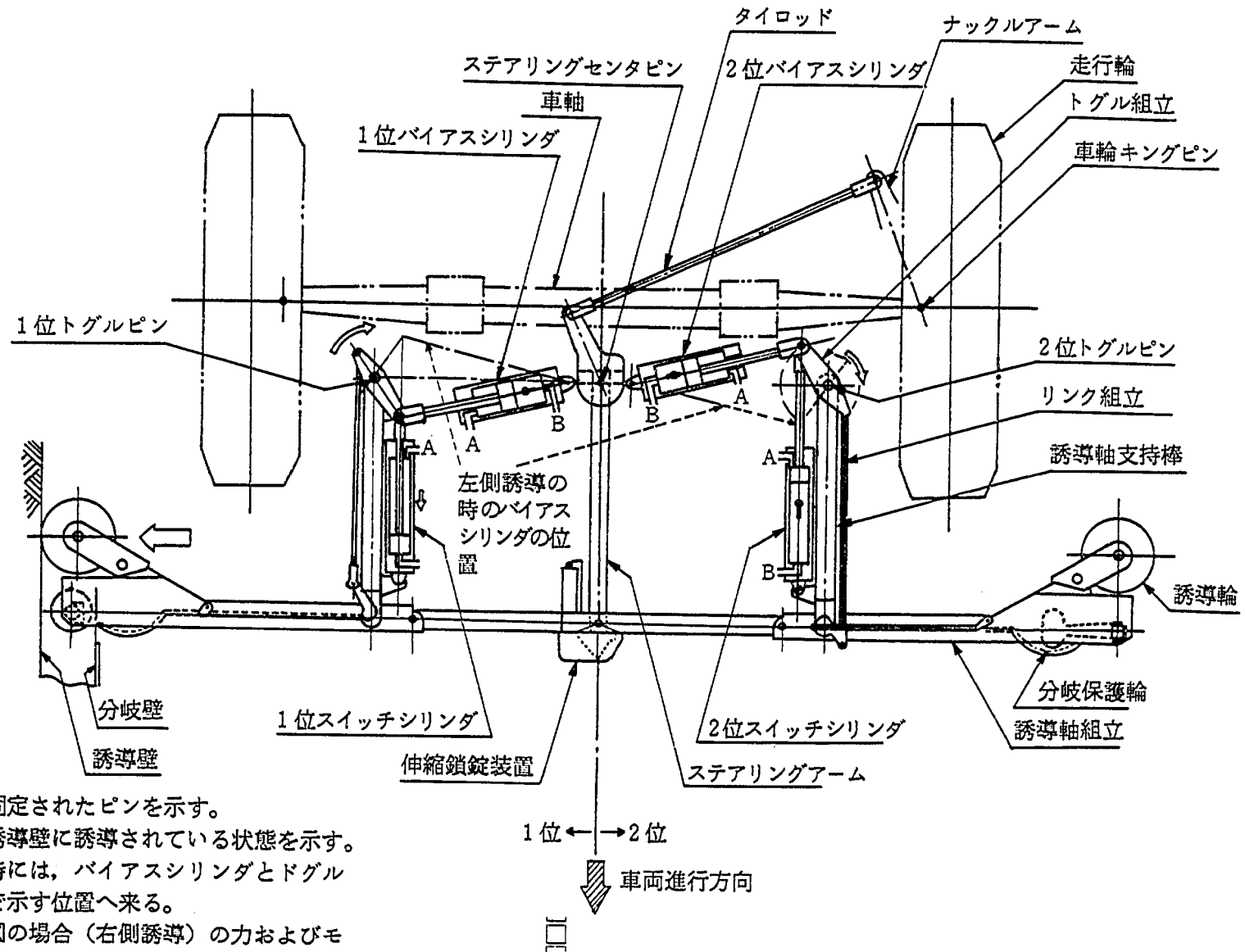
3. 誘導分岐装置の諸元

誘導分岐装置は前章で述べたとおり、前輪操向・非拘束・片側誘導方式を採用する。また、誘導性能に大きな影響を与える誘導装置のステアリングゲイン（誘導輪変位／ステアリング角度）は「機器特性に関する研究」において行ったシミュレーション計算の結果より、トラクタで1.25、トレーラで1.0とする。

図－3.3は、トラクターの誘導分岐装置の機構を示したものである。なお、誘導輪の前方に分岐輪が付いているが、これは分岐時の安全性を確保するための保護用で、元来なくてもよいものである。

誘導装置の伸縮と誘導方向の左右切換は空気圧で行っている。これは、ブレーキ作動用の空気圧系を利用し、電磁バルブを開閉して空気圧シリンダを動作させるものである。伸縮と切換動作終了の確認はリミットスイッチを使って行うほか、伸縮鎖錠装置により走行中の誘導装置の伸縮を確実に防止している。

誘導輪は直径22cmのゴムタイヤ、分岐輪は直径11cmのゴム輪を使用している。また、集電装置（パンタグラフ）は誘導輪を支持している枠に取り付けている。



- 備考 1. +は車体に固定されたピンを示す。
 2. 本図は右側誘導壁に誘導されている状態を示す。
 3. 左側誘導の時には、バイアスシリンダとトグル組立が鎖線で示す位置へ来る。
 4. は、本図の場合（右側誘導）の力およびモーメントの方向を示し、左側誘導へ切り換った時にはこの方向が逆転する。

図-3.3 誘導分岐装置の機構

4. 主回路制御装置の諸元

実験車両の電気系は、車両を駆動する電動機とこれに送る電気を調節する主回路制御装置およびセンサーとの連絡を行う通信装置、そして指示どおりの速度で走行するようチェックし指令を与える車上制御装置からなっている。図－3.4はこの電気系の回路を示したものである。

主回路制御装置は大容量の電力を取扱う部分でその役割は、給電線より直流430Vの電力を受電し、車上制御装置からの走行に関する指令に基づきサイリスタチョッパ方式で直流直巻電動機の力行・回生制御を行うものである。この装置は入力フィルタ、リアクトル、チョッパ装置およびコンタクタ装置とブレーカー、補助リレーから構成されている。

入力フィルタは転流リアクトルと転流コンデンサにより構成され、主回路電流と電圧の急変を抑制する。これによってチョッパオフ時の主回路過電圧と過電流を防止し、短時間の集電器の離線時でのチョッパ転流の失敗を防止する。また、電磁誘導通信への妨害電波の発生を防止する。

リアクトルの機能は電動機電流の急変を抑制し、過渡尖頭電流を軽減する。これによって、電動機の整流子部フラッシュオーバーの発生を防止する。また、サイリスタおよびヒューズのサージ電流による劣化を防止する。

チョッパ装置はサイリスタチョッパ、サージアブソーバ、転流コンデンサ、転流リアクトル、転流用サイリスタ、電動機電流用DC-CTおよび制御部から構成されている。その機能は電動機の電流を制御することで、その方式は強制転流回路を持ったサイリスタチョッパを高周波（チョッパ周波数）でオンオフさせ、その時間幅の比を変えて可変電圧直流電力を出力するものである。なお、この時間幅の比は、車上制御装置からの指示に従い制御部で設定する。図－3.5は、この制御方式を回路ブロックにして示したものである。その他、主回路および電動機の異常検知機能を持ち、異常の波及拡大を防止する。

コンタクタ装置は車上制御装置からの力行または回生制動指令を受け、電動機の接続を力行回路もしくは回生回路に切り換えるものである。

その他、主回路に関連するものとして、ガイドウェイ側に回生エネルギー吸収装置がある。これは、今回の走行実験のために特に必要となったものである。デュアルモード・トラックはガイドウェイ上では減速時に回生ブレーキを使用している。この時に生じた回生電力は他のデュアルモード・トラックの走行に利用され、システム全体の電力使用量の節約を行う。しかし、現在の実験場では、この回生電力を使用するものがなく、この場合、給電線の電圧が異常上昇する恐れがある。その対策として設けるもので給電線の電圧が設定値以上になった時に作動し、回生エネルギーを吸収する。

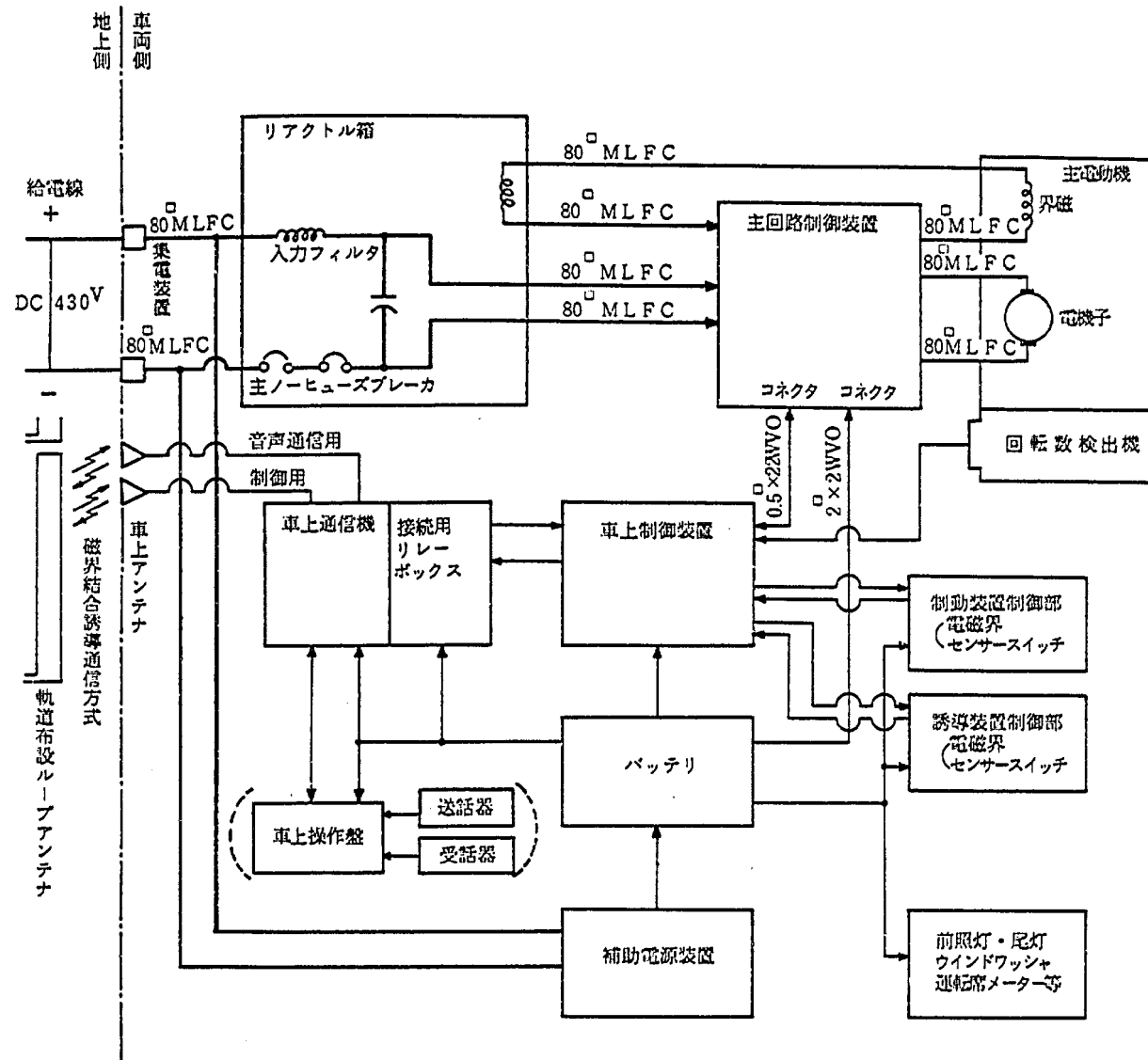


図-3.4 電気系回路図

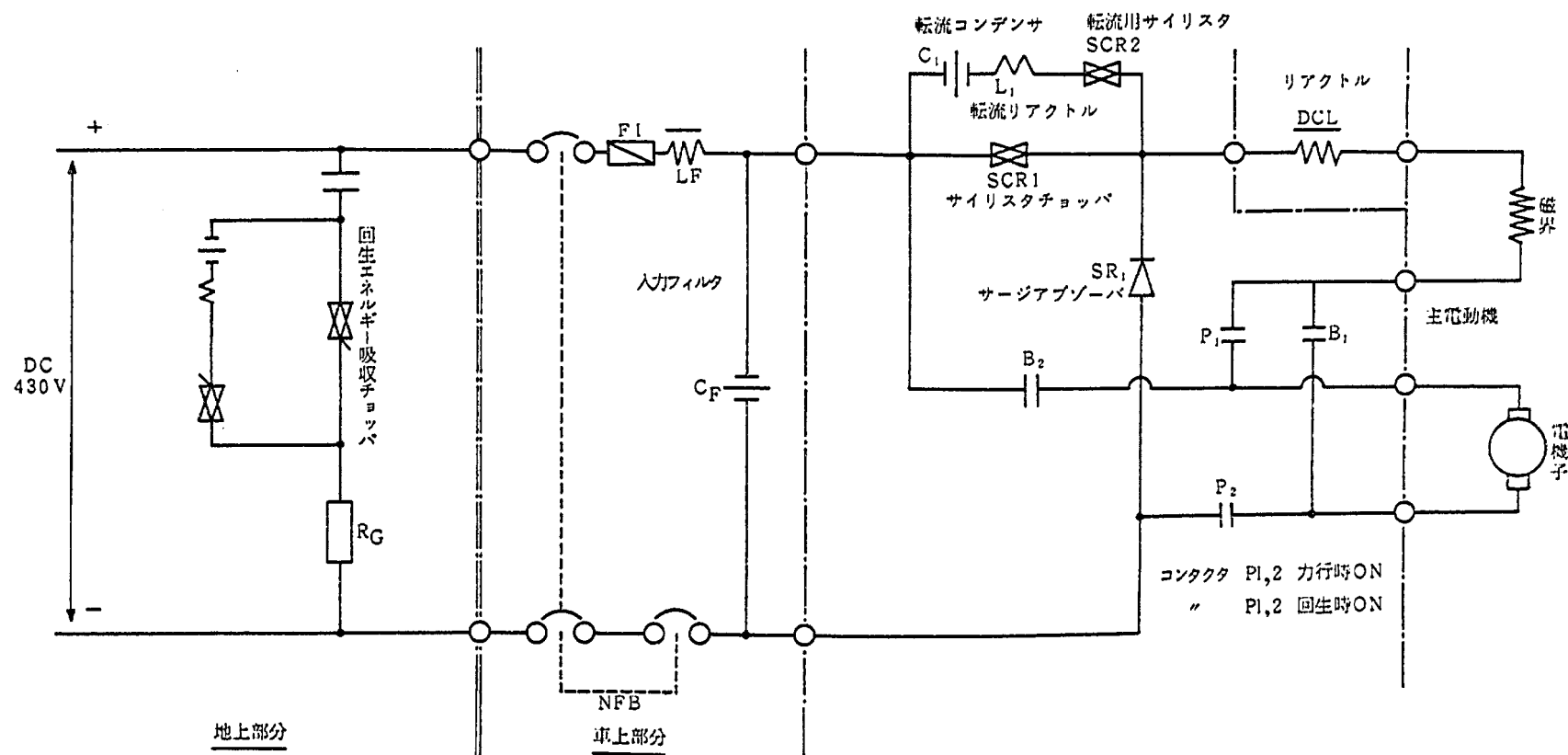


図-3.5 主回路制御ブロック図

5. 車上通信装置の諸元

車上通信装置は地上ループアンテナを介して制御信号を受信し、車上制御装置に送るとともに、車両走行状態を地上に送信するほか、車上・地上間の音声通信を行うものである。なお、制御信号系と音声通信系は独立しており、アンテナも別である。図-3.6はこの装置のブロック図を示したものである。

車上アンテナは車両床下に取付けられ、地上ループアンテナと磁気結合して信号の送受を行う。なお、制御信号用と音声通信用のアンテナは同じ仕様のフェライトコアタイプである。また、アンテナの取付け場所および使用条件を考慮し、防水、防塵の堅牢な構造となっている。

通信機本体は車両運転席に設置され、制御信号の送受信と音声信号の送受を行う。制御信号の受信系はそれぞれ独立した三重系で受信部、受信信号デコード、受信ロジックからなっている。その機能は受信した制御信号をデコードし走行速度、ブレーキ、分岐などの走行指令として車上制御装置に出力するものである。ただし、車両番号読み出し指令に対しては直接送信系に伝達する。なお、アンテナで受信した信号は分配器で三系統に分配する。制御信号の送信系は待期二重系で送信ロジック、送信信号エンコード、送信部からなっている。その機能は車上制御装置等より車両状態信号を受け、エンコードし、送信部で無線信号に変換して車上アンテナに出力するものである。なお、送信系の故障検知は送信部出力で行い、異常時には現用系から待期系に切替える。その復帰はリセットスイッチで行う。

音声信号の受信系は、受信部と音声増幅器からなる単一系で、アンテナからの入力を信号変換し、増幅した後、車上操作盤を経由してスピーカで出力する。音声信号の送信系は音声増幅器と送信部からなる単一系で、マイクで入力される音声信号を増幅し、信号変換してアンテナより出力する。

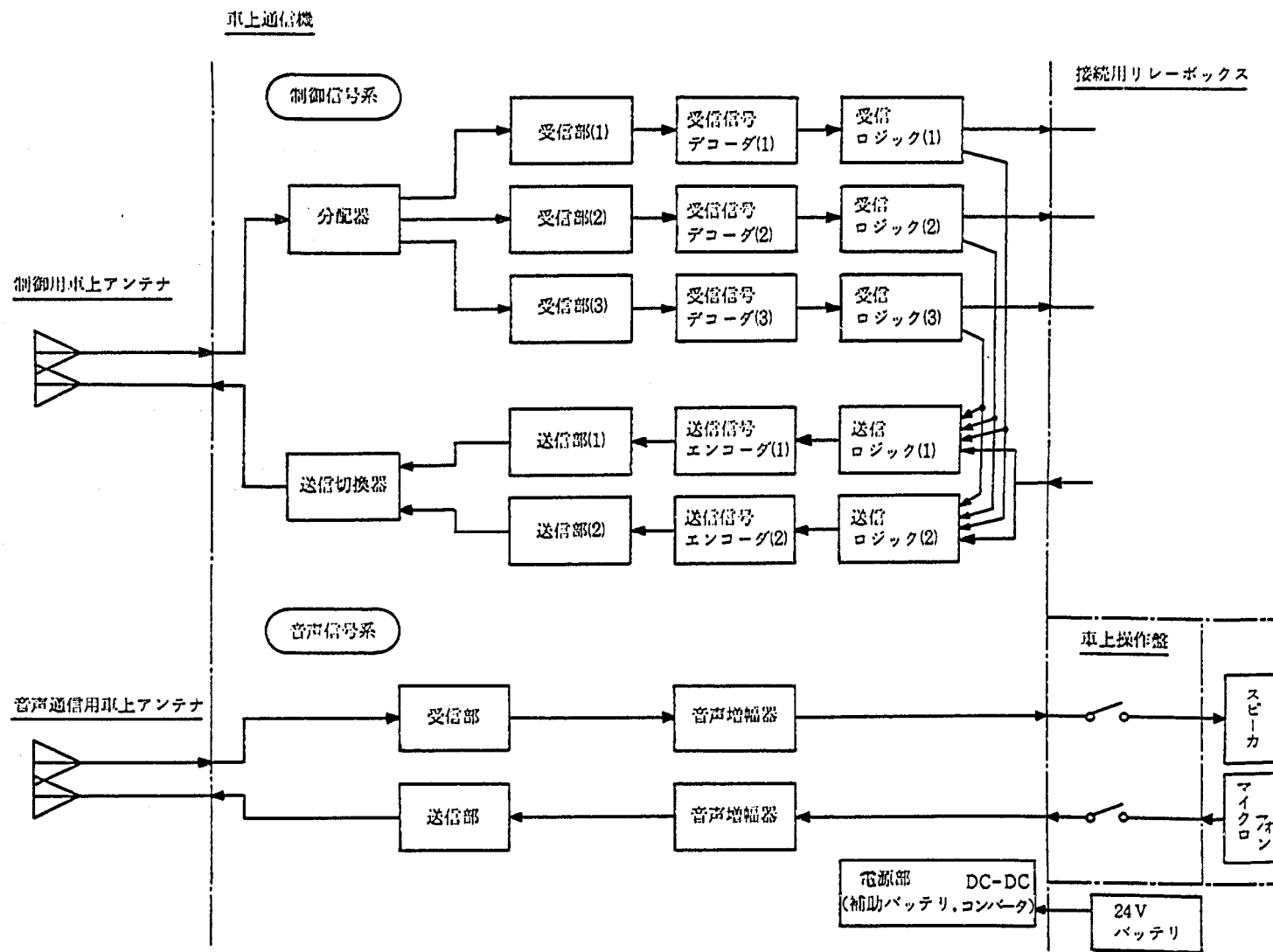
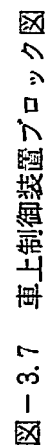


図3.6 車上通信装置系統図

車上制御装置は、ガイドウェイ上のデュアルモード・トラックの走行にあたって、地上からの指令をもとに、速度を適正に保ち、誘導装置を操作して、目的地まで自動運行させるためのものである。この装置は、地上から指定される制限速度を守るATC部とこの制限速度に基づき指令速度パターンを発生し、実速度をこれに合わせるATO部から成っている。図-3.7は装置のブロック構成を示したものである。



A T C部の機能は、地上ループ区間ごとに設定された制限速度を越えた場合、車両にA T Cブレーキ指令を出力する。また、制限速度が0 km/hの地上信号を受けた時とA T C装置の故障を検知した時あるいは車両の後退を検知した時に、非常ブレーキ指令を出力する。なお、A T C部は独立した2系列の照査部を持ち、A T O部の速度制限機能からの出力を合わせた多数決三重系となる。

A T O部の機能は制限速度を越えた場合、A T Cブレーキ指令を出力する速度制限機能と制限速度を基準に指令速度パターンを発生し、これと車両実速度を比較して加減速を行う速度制御機能が主なものである。また、走行中の車両のあるべき位置と実際の位置との誤差に応じて、地上から発進される信号を受けて、車両の速度を補正する位置誤差補正機能、定位置停止を行うため、停止点前方で地上より信号を受け、車上で停止速度パターンを発生し、これに追従する速度制御を行う定位置停止制御機能を有している。その他分岐・合流に先立ち所定位置において地上より信号を受け、誘導装置の左右切換の指示信号を出力する機能、速度検知を車輪回転数の換算で行うため、車輪径の変化を補正する機能、および車上各機器の状態を監視し、情報を処理して地上に通信する機能がある。図-3.8は、この車上制御装置で処理される各通信（命令）をその伝達を含めて示したものである。地上側へは車上通信装置を介して伝達を行い、車両各機器にはインターフェイスを介して伝達する。

車両
(速度発電機)

車
上
通
信
機
イ
ン
タ
ー
フ
ェ
ー
ス

車両
(速度検出器)

実速度検出

制限速度

速度指令 40km/m

" 35
" 30
" 25
" 20
" 15
" 7
" 5

通常ブレーキ指令
非常 "

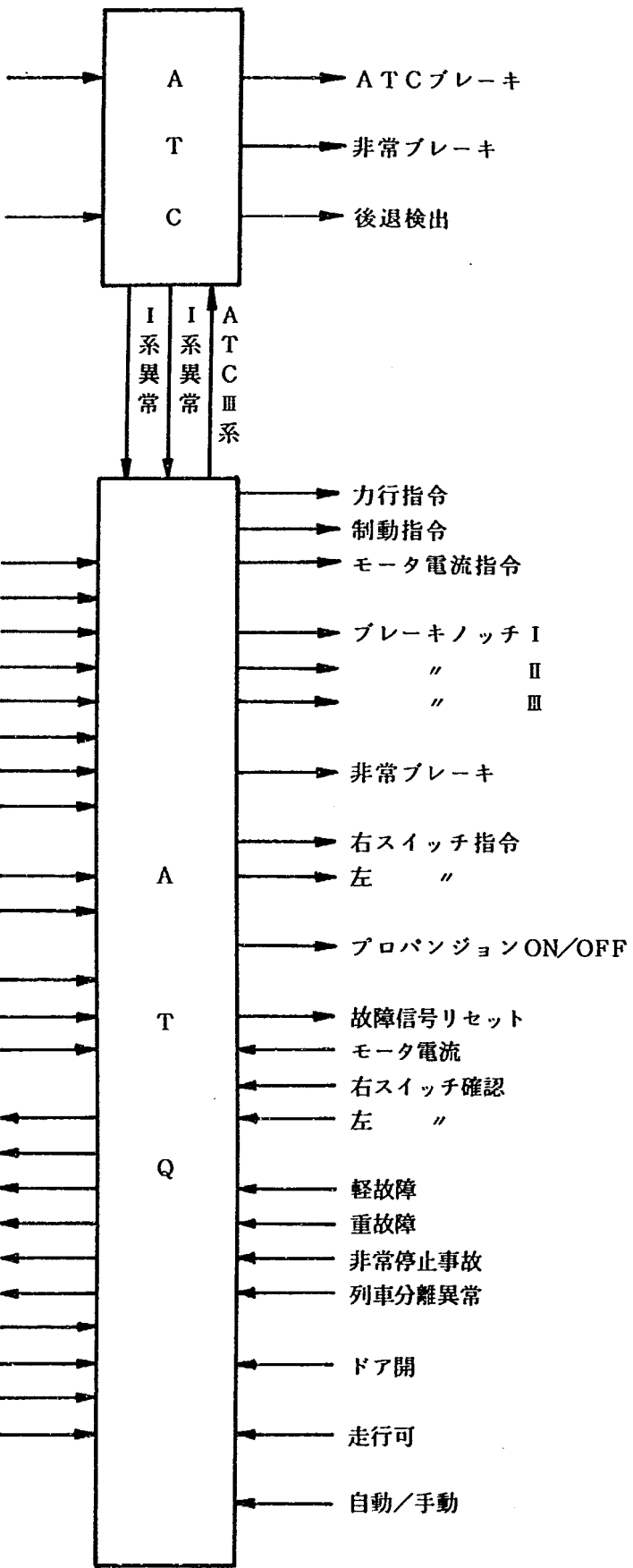
ブレーキ緩解
右スイッチ指令
左 "

右スイッチ確認
左 "

走行中
停止
ブレーキ緩解
非常

駅停止信号
校正信号

実速度検出 1
" 2



車
両
イ
ン
タ
ー
フ
ェ
ー
ス

図- 3.8 車上制御装置入出インターフェース

第4章 ターミナルの概略検討

1. ターミナルの役割

デュアルモード・トラック・システムにおける貨物輸送は、積換えを行わず戸口から戸口までデュアルモード・トラックがモードインターチェンジ経由で走行して行るのが本来である。しかし、都市内の物流をこのシステムで代替することを考えると、トラック単位でまとまる貨物の他、かなり小さな貨物も輸送する必要性が生じる。したがって、ターミナルを使って集荷・仕分を行って輸送効率の向上を図ることが必要になる。この場合、ターミナル内での各作業を迅速に経済的に行うことと、この輸送を担当する車両の運用を効率的に行うことが重要である。また、航空貨物など他の輸送機関への中継を行うものや、ある場所で貨物が集中する場合などにも、ターミナルを利用することが考えられる。図-4.1は各種ターミナルの貨物の輸送形態とその運用形式を示したものである。

2. ターミナルの機能

ターミナルは貨物の単なる積込、積降しだけでなく、物流の拠点施設として保管、仕分、荷揃えを行い、貨物・車両を集中管理して、輸送の効率化を図る施設でなければならない。デュアルモード・トラック・システムと接続するターミナルの機能を貨物、車両、運転員のフローで示したのが図-4.2である。ターミナルに到着した一般トラックの貨物は積降ろし、仕分した後、行先別に一旦プールしてから該当するDMTの到着を待って積込みを行う。一方、積降しを終えた一般トラックは空車用モータプールで待機し、DMTから積降され、行先別に仕分された貨物を積込んで、与えられた地域への配達を行う。

したがって、ターミナルとして必要な機能は、積込み、積降し、仕分け、一時保管と荷揃えの荷役に関係するものである。これらの機能を果たす荷役方式および機器については取扱い貨物の種類、ターミナルの性格によってそれぞれ異なってくる。

(a) 入荷・出荷

トラックからの積降し、あるいはトラックへの積込み作業のことである。取扱い貨物の荷姿はバルク、パレット、コンテナなどがある。この作業に使われる機器は、バルクについては人力、手押車、ベルトコンベヤなど、パレットについてはフォークリフト、ハンドトラックなど、コンテナについてはフォークリフト、コンテナクレーンなどが考えられる。

(b) 保管

ターミナルで貨物を保管する場合としては、仕分するために他の貨物が集荷されるのを待っている状態と、仕分された後、出荷（または引取）を待っている状態とがある。多くの場合、後者である。いずれの場合にも、個々の貨物についてその所在と属性（出発便、行先、重量など）を明確にして管理することが必要である。保管には、バルクでは保管棚、ボックスパレット、ラックなどを利用し、パレット、コンテナでは床置、大型ラック棚を、また取扱い量が多く、省力化を図る時には自動倉庫にすることも考えられる。なお、貨物の移動では、入荷・出荷の場合と同じである。

(c) 仕分

貨物の仕分には、集荷した貨物を出荷便別、行先別に仕分ける場合と、到着した貨物を荷受人別、配送ルート別に仕分ける場合がある。前者は大ロット、少仕分数、後者は小ロット、多仕分数とな

ることが多い。いずれにしても、短時間で処理することが要求される。この作業は、一般のターミナルでは手作業もかなり多いがDMTシステムではトレーチルト式仕分装置など自動化された機器を利用する。

(d) 荷揃

出荷のために仕分けし、ピッキングされ、待機している状態を特に荷揃と呼ぶ。方面別、車両別にピッキングされ、仕分けられているのが普通であるが、航空貨物などではさらに到着地、塔載位置を考慮し、塔載順に揃えられている。また、積込用の機器により荷揃の状態が異なることがある。

3. ターミナルの運営

前記の機能を持ったターミナルを効率的に運営することが、DMTシステムの実用化に不可欠である。そのためには、一般トラックの入出状態、DMT車両の運行状態、貨物の荷役作業進行状態を常に監視し、各車両、荷役装置および関係作業員（運転手を含む）に適切な指示を出さなければならない。図-4.3はターミナルの運営を電子計算機で行う場合の制御システムを示したものである。

4. ターミナル設計にあたっての課題

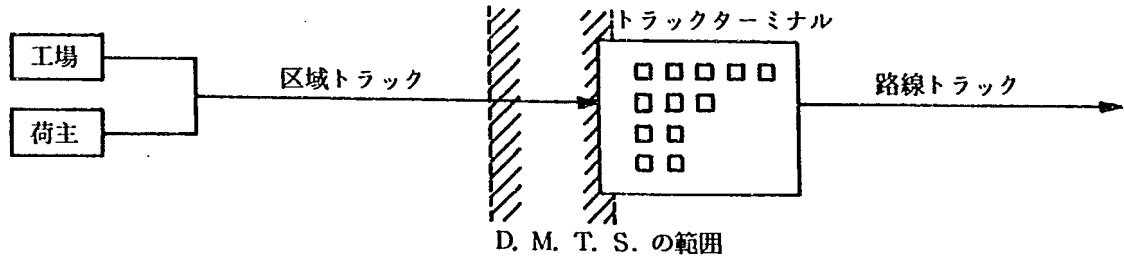
都市内物流を担う新しいシステム、DMTシステムの実用化を目指す場合、そのサブシステムとしてのターミナルの果たす役割は大きいと考えられる。ターミナルの設計の検討にあたっては、単にターミナルのみの効率化を図るのではなく、DMTシステム全体との整合のとれたものにすることが必要である。

ターミナルには各種のものが考えられるが、DMTシステム以外の物流システムとの関連についても充分考慮すべきであり、既存の輸送機関、ターミナルとの結合を具体的に検討することが必要である。そして、具体的な貨物の荷姿・形状を念頭において設計を進めるべきである。

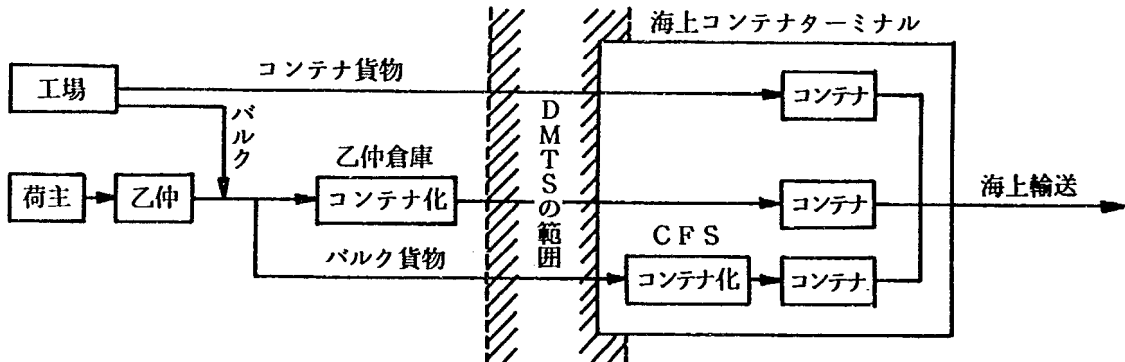
ターミナルの効率化とは、1つは貨物処理時間すなわち貨物の通過に要する時間を短くすることである。この場合、貨物の流れとこれを処理する機器の選択と配置が課題である。そのため、ターミナルでの動的な解析を行い、各機器の機能、能力、台数を決定し、待機場所と保管設備の容量を推定して、ターミナル全体の設備費と運営コストを求める。なお、ターミナルにおける荷役の合理化は機械化、省力化のレベルの選択と密接な関係があるが、その前提としてターミナルの取扱量および性格を十分に考慮し、経済性も含めた合理的な選択が必要である。また、ターミナルの設計には、車両の性能、寸法、操作性などとも関係があるので、この面からのチェックも必要である。それと、DMTシステムではガイドウェイを走る車両が無人のため、ターミナル内での、荷物の積込み、積降しの際の位置決め、荷役装置の省力化を車両側の制約条件を考慮することが必要である。

ターミナルの効率化のもう1つは、必要面積（施設および敷地）を出来るだけ小さくすることである。しかし単に面積だけを考えたのでは、ターミナル自身の使い勝手を悪くし、作業能率を低下させることになるため、各車両、各機器の動作・動線を十分に検討し、配置を設定することが必要である。

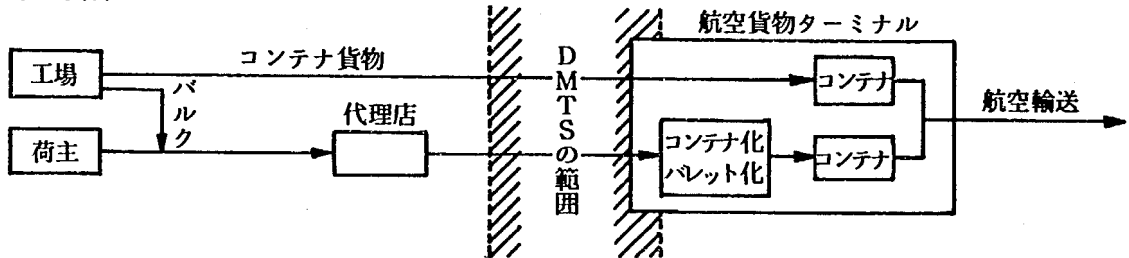
一般トラックターミナル



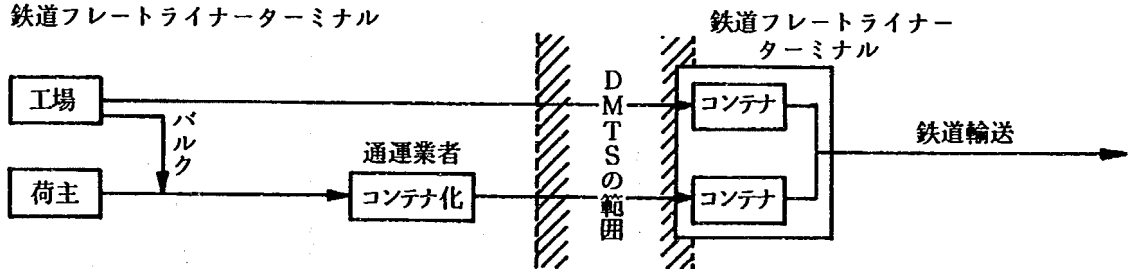
海上コンテナターミナル



航空貨物ターミナル



鉄道フレートライナーターミナル



工場出荷ターミナル

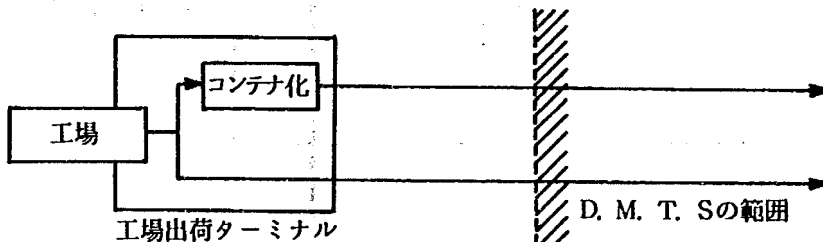


図-4.1 各種ターミナルの運用形式

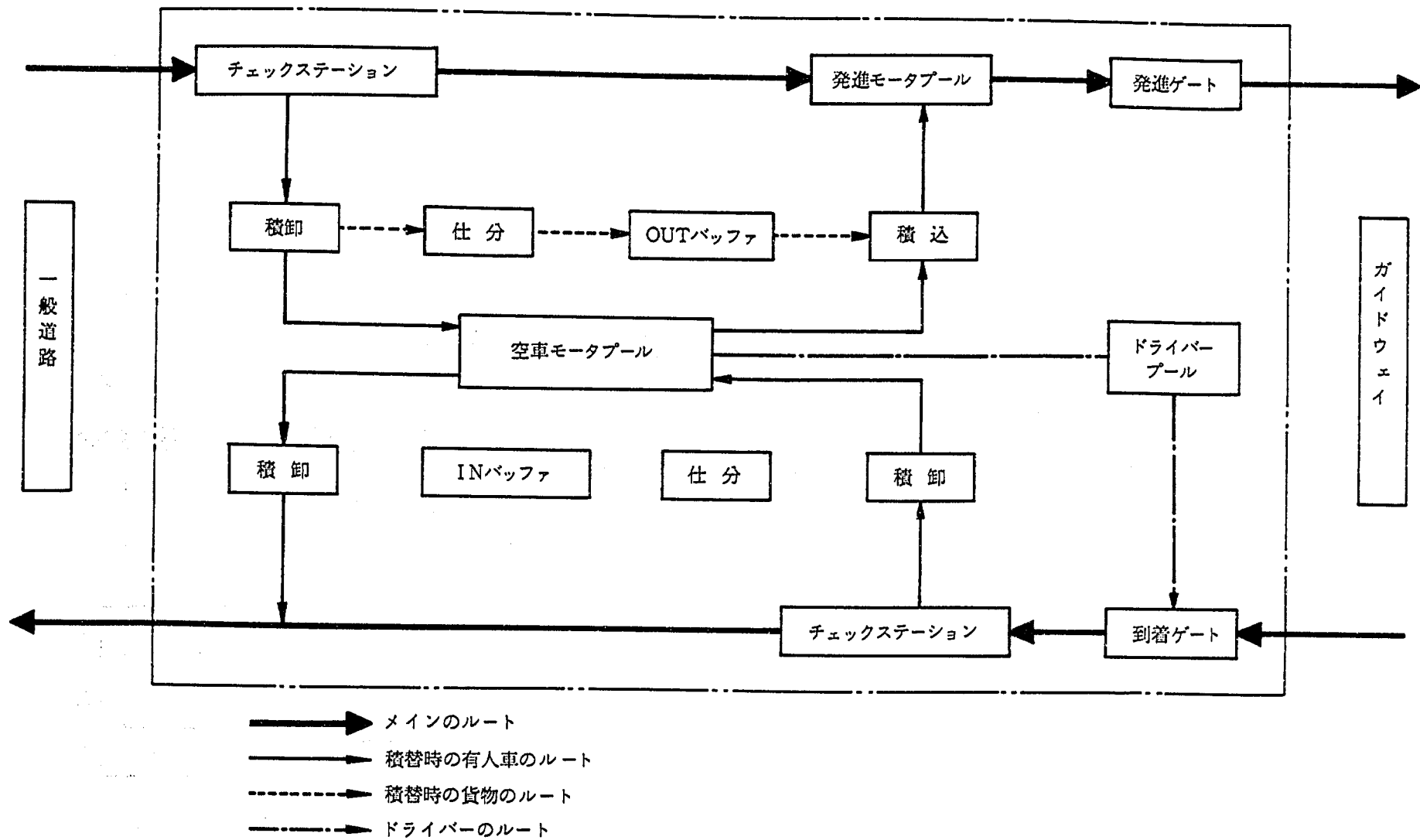


図-4.2 ターミナルの基本フロー図

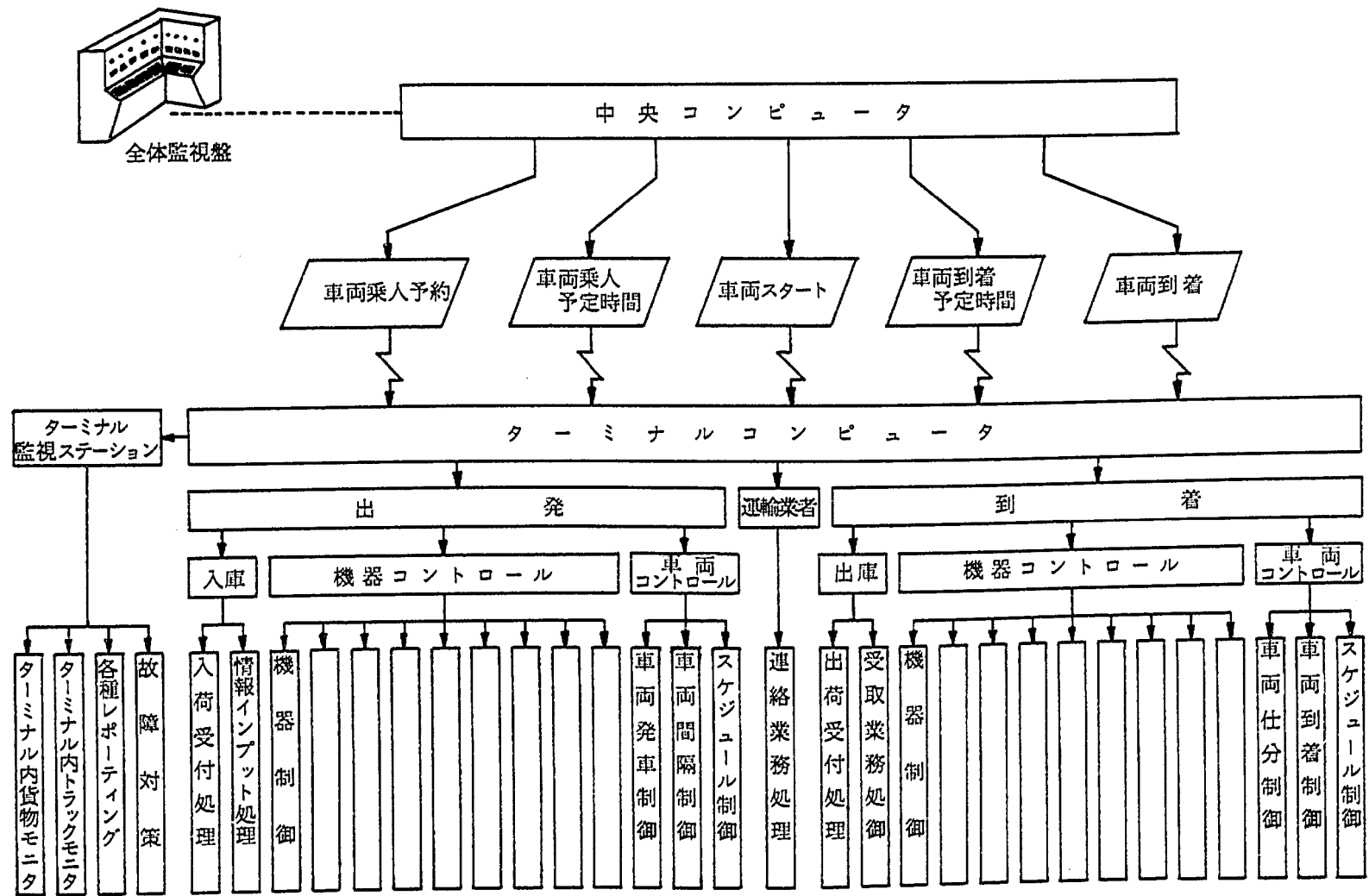


図-4.3 ターミナルの制御システム

あ　と　が　き

新物流システムの開発に関する研究には、(財)国土開発技術研究センターに委託して実施している調査と、土木研究所が直接実施している調査とがある。本報告書は土木研究所が直接実施したDMTシステムの基本設計、DMT車両の詳細設計およびターミナルの概略検討の結果をまとめたものである。

DMTシステムの実用化を図るためには、このシステムが経済的で、使い易いものとならねばならない。そのため、今後の課題としてDMTシステムで使用する各機器、各車両のシステム全体から見た効率的運用を図る方式あるいは組み合わせを検討することが必要である。また、荷役システムの検討については、これまでは単に貨物としてとらえていたが、今後は、具体的に荷役の種類、形状、重量などを考慮して設計を進めなければならない。

最後に、この調査を進めるにあたって御協力を頂いた、新日本製鉄株式会社、株式会社神戸製鋼所、株式会社都市交通コンサルタントの担当者および関係各位に対し、感謝の意を表します。

参 考 資 料

- 1.) 「新物流システムの機能評価に関する調査報告書」
昭和53年 3 月 建設省土木研究所
- 2.) 「新物流システムの運用制御に関する調査報告書」
昭和54年 3 月 建設省土木研究所
- 3.) 「新物流システムの機器設計に関する調査報告書」
昭和53年 3 月 建設省土木研究所
- 4.) 「 同 上 」
昭和54年 3 月 建設省土木研究所
- 5.) 「新物流システム ターミナルに関する調査研究報告書」
昭和53年 3 月 株式会社都市交通コンサルタント
- 6.) 「デュアルモードトラック詳細設計業務報告書」
昭和54年 2 月 株式会社神戸製鋼所
- 7.) 「新物流システムの機器特性に関する調査報告書」
昭和54年 3 月 建設省土木研究所

デュアルモード・トラック・システム
設計検討報告書

ISSN 0386-5878
土研資料第1596号
マイクロフィルム第 号
昭和55年7月(1980)

建設省土木研究所 新交通研究室

(キーワード)

新物流システム, デュアルモード・トラック・
システム, 物流, トラック, ターミナル

(概要)

都市内の新しい貨物輸送システムとして、デュアルモード・トラック・システムの開発を進めている。この報告書は、昭和52～53年度に行ったシステム基本設計、デュアルモード・トラック車両詳細設計、ターミナルの概略検討について述べたものである。

郵便はがき

3 0 5 - □ □

20円切手
をはって
下さい。

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

建設省土木研究所

新交通研究室 御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第 1596 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

