

日韓トンネルにおける走体と輸送方式

地域設計研究所株式会社取締役技師長 伊藤 俊彦

目次

序章 本編の目的と概要

第1章 走体方式の選択と性能

- 1-1 自動車自走方式
 - 1-1-1 一般自動車
 - 1-1-2 重力惰行方式
 - 1-1-3 電気自動車
 - 1-1-4 集電式電気自動車
 - 1-1-5 トンネル内の運転方式
- 1-2 軌道方式
 - 1-2-1 鉄道
 - 1-2-2 モノレール
 - 1-2-3 新交通システム
 - 1-2-4 磁気浮上・空気浮上
- 1-3 自動車輸送軌道方式
- 1-4 連続輸送方式
 - 1-4-1 ベルト式、パレット式
 - 1-4-2 カプセル式
 - 1-4-3 特殊コンベア式
- 1-5 その他の方式
 - 1-5-1 パイプライン
 - 1-5-2 パイプカプセル

第2章 輸送方式の比較検討

- 2-1 需要への適合性
- 2-2 経済性
- 2-3 安全性・信頼性
- 2-4 技術的可能性
- 2-5 総合評価
- 2-6 現輸送方式との比較

第3章 まとめと今後の課題

参考・引用文献

図表リスト

- 図-1 トンネル断面図
- 図-2 中央自動車道恵那山トンネル換気装置
- 図-3 惰行速度
- 図-4 誘導式バス
- 図-5 路線パターン図
- 図-6 断面図

- 図-7 鉄道による乗用車輸送
- 図-8 鉄道による貨物自動車輸送例
- 図-9 自動車の貨車への積込・積卸
- 図-10 モノレールと新交通のトンネル断面比較
- 図-11 ガイドウェイの多目的利用
- 図-12 パレットフェリーの乗降場
- 図-13 鉄道利用のパレットフェリー
- 図-14 ベルト式輸送方式
- 図-15 ローラー式輸送方式
- 図-16 磁性ベルト式輸送方式
- 図-17 自動車輸送用特殊コンベア
- 図-18 特殊コンベアによる自動車輸送
- 図-19 パイプカプセル輸送方式の例
- 表-1 総合評価

序章 本編の目的と概要

国際ハイウェイの一環として考えられている日韓トンネルは、他の海峡トンネルと比べ、次のような大きな特徴を持つものである。

まず総延長距離が前代未聞の235kmにも及ぶこと。第2に、その中継点に壱岐、対馬、巨濟島の3つの大きな島があり、これを通過すること。第3に、国際的な交通施設であることの3点であろう。

トンネル内における最も理想的な交通手段は、高速で経済的な交通機関が、自由に通行しうることであろう。よってそのために採用されるべき走体方式を検討するに当たっては、まず現在の技術で考えられる各種の走行方式を掲げた。この中から、長大な本トンネル内を走行しうる走体として、トンネル内の種々の条件を克服し、トンネルの利用を可能ならしめるものを選び、それらについて考察を加えることとした。

第1章 走行方式の選択と性能

1-1 自動車自走方式

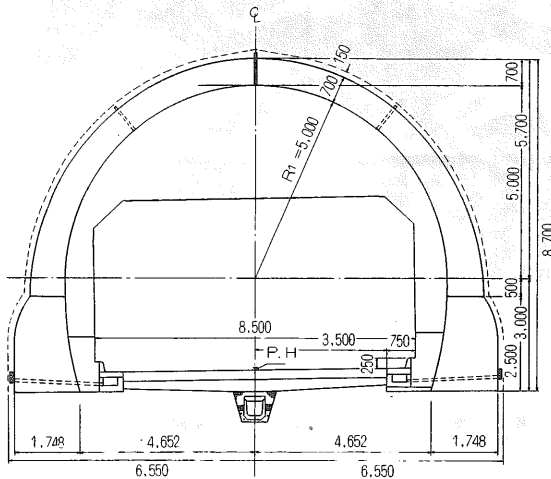
本トンネルは、国際ハイウェイの一部として位置づけられているものであるから、最も望ましい走行方式は自動車が自走できることである。よっ

で第1にこれについて検討する。

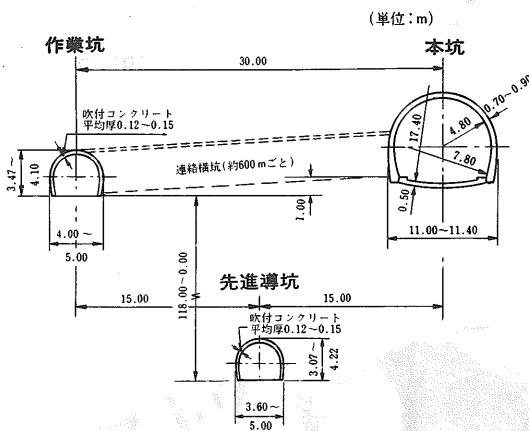
1-1-1 一般自動車

自動車用トンネルは、現在まで数多くつくられているが、その断面は現在ほぼ基準が固まっております、図-1に示すようなものである。

輸送需要が1万台/日以下の場合は、片道1車



(i) 道路トンネル断面図



(ii) 海底トンネル断面図

図-1 トンネル断面図

線とし、このトンネル1本で上下線用に使用する。輸送需要が増えたらもう1本これと同じトンネルを追加し、片側2車線として使用する。また海底トンネルであるため、先進導坑と作業坑を設ける必要がある。青函トンネルの例から見て、図-1(ロ)に示すような配置にそれぞれがつけられることになると思われる。先進導坑、作業坑はトンネル開通後も換気用とか、パイプライン用に使われ、また、保守作業用にも用いられる。

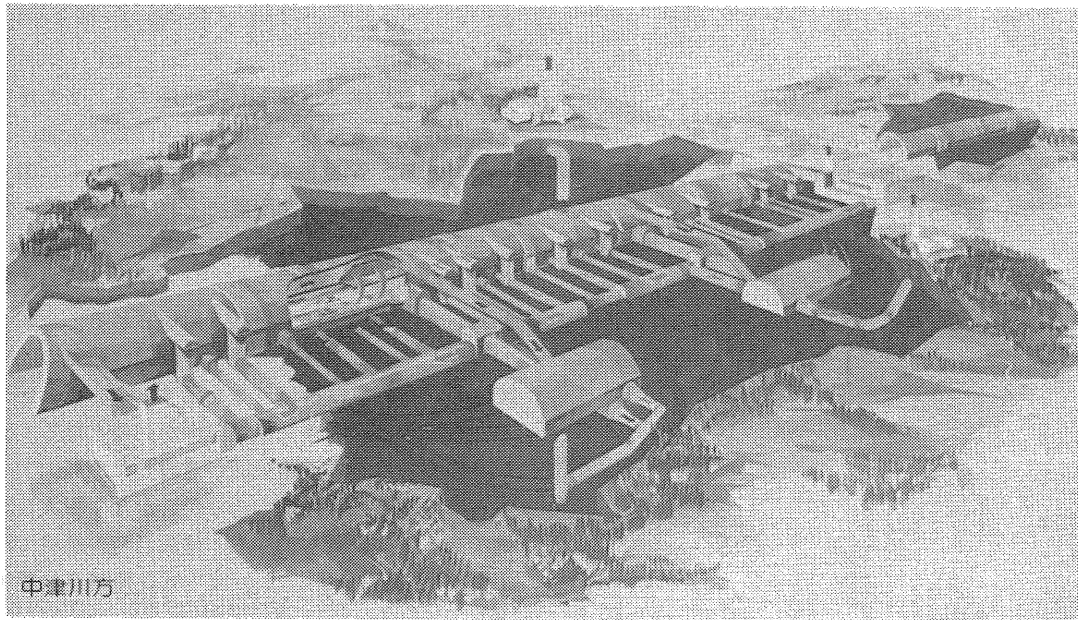
しかして、この場合の最大の問題は換気の問題である。自動車は排気ガスを出すため、長大トンネルの場合は、大きな換気設備が必要となる。図-2のものは日本道路公団が建設した恵那山トンネルにおける換気設備であるが、かなり膨大な設備である。建設費も大きく、建設当時の価格で総工費340億円の4割近くが、換気設備関連の費用となっている。

この換気方式は、横流式と言われ、トンネル本体を区切り、そこに送気ダクトを設けて送風する方法であるが、最近のもの(恵那山二期線、関越トンネル等)では、立坑送排気式を採用しており、建設費はやや少なくなっている。

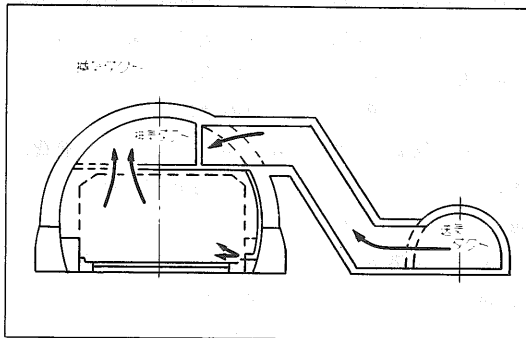
しかし、日韓トンネルの場合は、長さが上記トンネルの数倍~10倍にも及ぶので、換気設備費はきわめて大きくなる。さらに決定的に不利な点は、海底トンネルの為、立坑、斜坑がつけられないことである。総換気量は、交通量によっても違うが、1,000~2,000m³/sが必要であり、陸上トンネルでは、1~2kmごとに区切り、立坑を設けて地上から空気を送排している。しかるに海底トンネルでは、全空気を、トンネルの出口と入口から送排し、しかもその距離がきわめて長い。換気用に先進導坑や作業坑が使えるにしても、長距離を大量の空気を送排するため、送風機馬力が膨大になる。長さが恵那山トンネルの10倍、単位長当りの送風機馬力を3倍として試算すれば、電力料だけで年間百億円以上にも達し、現実的でない案であることがわかる。

1-1-2 重力惰行方式

自動車が排気ガスを出すのは、上り坂ないし水平を走行する時である。適当な下り坂であれば、アイドリングないし空調のために、エンジンは低

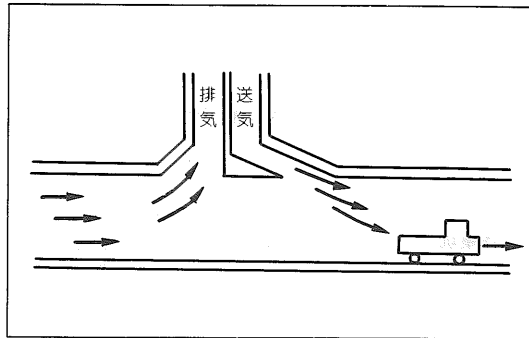


横流式（一期線）



第一期線 横流式

集じん機付立坑送排気型縦流式（二期線）



第二期線 立坑送排気式

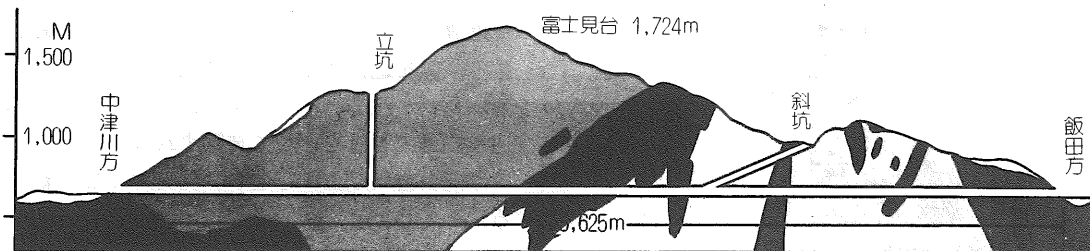


図-2 中央自動車道恵那山トンネル換気装置

速で回転してはいるが、排気ガスはきわめて少ない。

よって、トンネルを方向別に2本つくって、それぞれが約25%の下り勾配になるようにしておき、その中を惰行で自動車を走行せしめるのである。この時、乗用車等の小型車両は、走行抵抗にくらべて自重が小さいので、ギヤを中立にして、タイヤの走行抵抗だけで走行させる。大型トラック等で走行抵抗にくらべ自重が大きいものは、加速しすぎるので、エンジブレキをかけながら走行する。

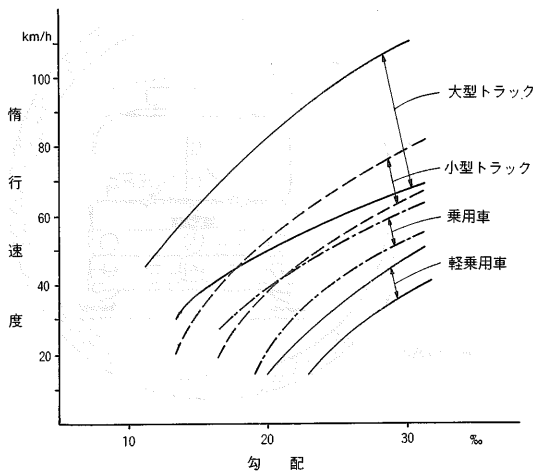


図-3 惰行速度

惰行速度と下り勾配の関係を図-3に示すが、図からもわかるように、軽自動車を除けば、25%の下り勾配で各車両のバランス速度を約50km/hにそろえることができる。よって、全車両を惰行のみで走行させても、速度差によるトラブルはほとんどない。

このときの排気ガスはきわめて少ないので、簡単な換気設備でよく、設備費も少ない。トンネルの断面も図-1に掲げたものと同じものでよい。

しかし、25%の勾配をつける為には、九州、壱岐間でも750m、対馬、巨済島では、1,700mの落差が必要となるので、本トンネルには適用しにくい。

1-1-3 電気自動車

電気自動車は排気ガスを排出しないから、トンネル内走行用として使用しうる。しかし一般に電気自動車の動力供給源は電池であるが、現在の電池による一充電走行距離は、50~100kmである。日韓トンネルは全長235kmに及ぶものであるから、途中で電池の再充電ないし交換が必要となるので、実用性は少ない。しかしながら、今から十数年後には、電池のエネルギー密度が高く、小型軽量で、一充電走行距離が10倍近くになる電池が、開発される可能性があるといわれる。(熱電子燃料電池、リチウム-硫黄蓄電池)

また、石油エネルギーの枯渇もありうるので、高性能の電池式自動車が多用される時代がくるかもしれない。そのような場合は、一般道路上もトンネル内も、すべて電気自動車が走行するという時代が来ることも予想される。

電気自動車は現在の自動車の燃料タンクとエンジンが、蓄電池と電気モーターにおきかわるだけのものとなろう。よって、自動車の大きさ等は現在のものとあまりかわることはないと思われる。したがって、トンネル断面等は、前の図-1と同じものが引き続き使われる。

この場合、電池から電力をとり出す際に化学反応をおこし、わずかに電池から反応ガスを排出する。これがトンネル内に蓄積することを除去するため、また人員の呼吸用として、小容量の換気設備は必要である。小容量といってもトンネルが長大で、しかも、立坑がないため、それほど簡単ではないが、必要量の換気設備の設置は可能であろう。

1-1-4 集電式電気自動車

1) トロリーバス方式

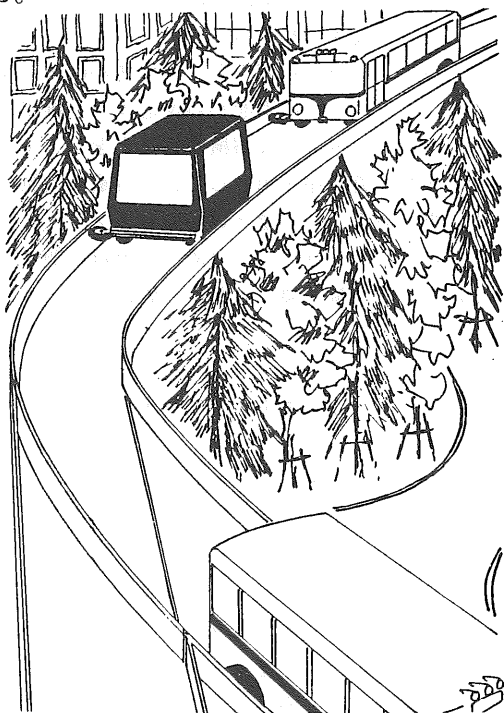
電池式の電気自動車は現在のところ走行できないが、鉄道のように集電を行えば、トンネル内走行は可能である。集電の方式としては、トロリーバス方式がまず考えられ、この方式でトロリーバスないしトロリー式トラックをトンネル内全線で走行させることができる。トンネル外では集電トロリー線のあるところはそのままで、集電線のない一般のところは、電池または内燃機関に切り換えて走行する。これによって、トンネル外からト

ンネルを通して半島側まで自動車の直通運転ができる。トンネル外の集電トロリー線のないところでは、ポールなどの集電装置を下げたてて走行する。

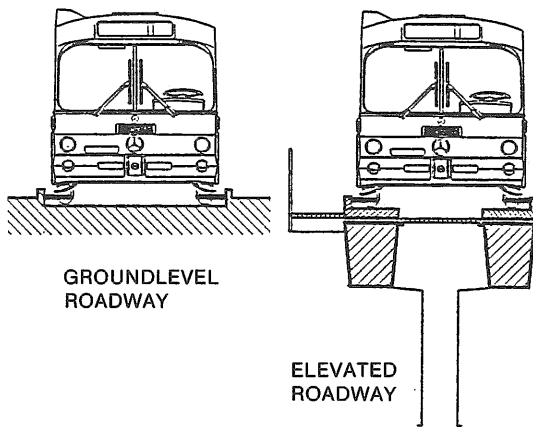
また、この方式では集電線を張り、それに電力を供給する必要がある。そのため、10kmおきくらいに変電所をおき、これに高圧で給電し、そこから低圧に落として、供給するシステムとする。そのためスペースをトンネル内で確保する必要がある。しかし変電機器は輸送量によりその容量がちがうが、きわめてコンパクトなものとなっているから1ヶ所に30m×20m×10mくらいのスペースがあればよい。また、高圧ケーブル、低圧饋電線等も必要で、これは作業坑とトンネル内のあいたスペースに収納しうるのである。

2) 誘導方式

前記トロリーバスでは、バスの運転は有人であり、道路上をかなりな自由度をもって走行できる。しかしながらこの場合は、トンネル中であって、自由度がある必要はないから、自動車に誘導装置を取り付けて誘導され、同時に側方から集電して、新交通システムと同じ方式で走行する方法もある。

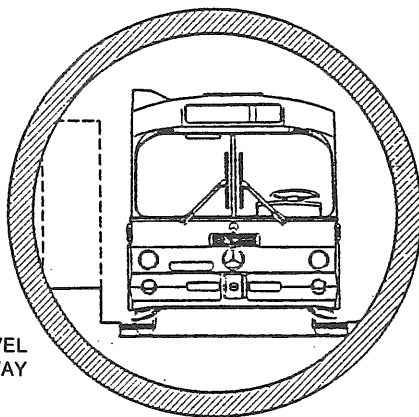


(i) 新交通システムと共用の誘導方式



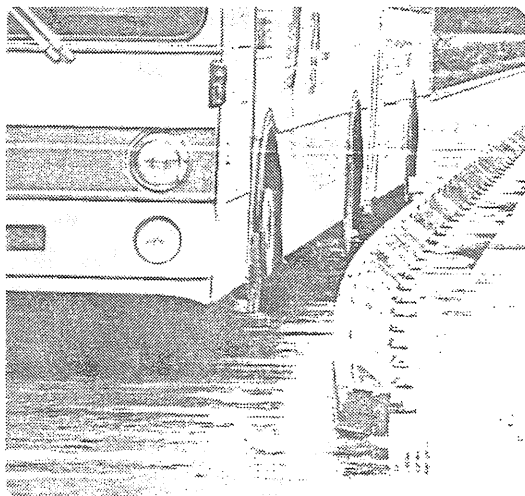
GROUNDLEVEL ROADWAY

ELEVATED ROADWAY



SUBLEVEL ROADWAY

(ロ) 断面図



(ハ) 簡易誘導方式

図-4 誘導式バス

誘導路の例を図一4に示す。(ロ)はその断面図である。この場合は、ガイドウェイ化したトンネル内走行と、一般路走行のデュアルモードシステムであると見なしうる。一般道路では電池ないし内燃機関に切り換えるのであり、前記のトロリー方式と同じ方式であるといえる。電力設備等、前記と同じものが必要となる。また、後に述べるように、この方式のガイドウェイは新交通システムのガイドウェイと共通なものにしておき、両用に使うことも可能である。

また、図一4(ハ)は簡易誘導式バスで、誘導路と誘導装置をできるだけ簡易化し安価なことを狙ったものである。

1-1-5 トンネル内の運転方式

トンネル内を自動車で自走する方式には、いずれの方式にも種々な困難がある。しかし、本トンネルが開通するのは、おそらく20~30年後になると思われるので、その間に新しい駆動方式が開発される可能性もある。また、集電式電気自動車ならば、かなり現実的に使用されることも考えられる。

ところで、トンネル内は閉ざされた空間であり、そこを長時間にわたって運転士が手動で運転することは、心理的圧迫等のため、困難であるといわれている。よって、トンネル内の運転は、自動運転化することが必要である。しかし、完全な無人運転化の必要はなく、現に人は乗っているのであるから、自動運転装置は、人の動作と協調のとれた、人の運転操作を補助するという性質のもでなければならない。このため、トンネル内照明や信号機の配列等、人間工学的な考慮を含めた設計が必要となる。

よって、前に述べた集電式の自動車の簡易誘導方式は、自動運転化の一つの補助となる。その他、前後方向の衝突防止のため、ガイドウェイの信号保安設備の導入も必要となる。

今一つの問題点は、我国では道路は左側通行であるが、韓国内は右側通行であることである。日韓トンネルに自動車を走行させるとき、対馬までは当然左側通行となる。よって、対馬と巨済島の間どこかの区間で左右の転換をすることが必要となる。もし、どこかの地点で通関手続が行なわ

れれば、その地点が転換地点となる。この地点では全車両が停止し乗員は下車するから、左右転換は容易に行なわれる。

しかし、将来ヨーロッパの友好国同志で行なわれているような、ほぼフリーの国境通過が行なわれるようになれば、どこかで立体交差による左右転換地点をつくっておかねばならなくなるであろう。その場合、左右が入れ換わったことを運転者に十分徹底させ、事故防止に万全を期さなければならない。

また、急に左右が反転するので、運転者に及ぼす影響について、心理的あるいは人間工学的検討も必要となる。また一つの問題点として、杓岐、対馬への交通がある。杓岐、対馬へ途中上陸する路線の線形は、図-5のように一方通行となる。よって、九州⇄杓岐、九州⇄対馬は自由に走行できるが、杓岐⇄対馬の相互交通、韓国⇄対馬の相互交通はできず、一旦、九州に来てから引き返すことになる。

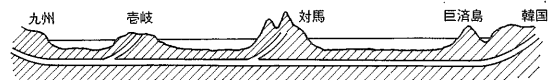


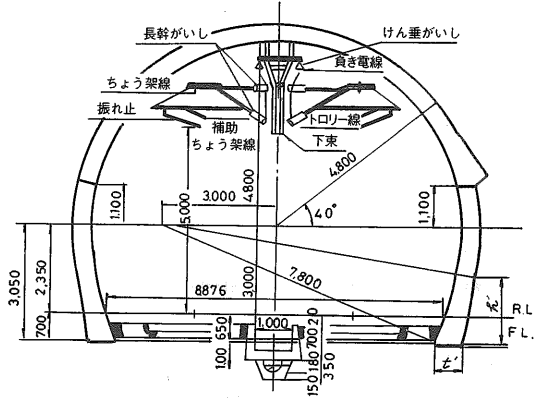
図-5 路線パターン図

1-2 軌道方式

1-2-1 鉄道

長大トンネルの中に鉄道を通すことは、これまで多くの実績がある。現在日本で工事中の青函トンネルは、総延長53.85kmである。日韓トンネルは、その総延長は250kmにも及ぶが、杓岐、対馬の島を中継する。この場合杓岐、対馬は、線型の関係から、地表へは出られず、地底のトンネルとなる。しかし、ここは陸上の地下トンネルと同じものであって、したがって、水底部最長距離は、対馬⇄巨済島の約70kmである。よって、青函トンネルの

経験を外挿すれば、鉄道トンネルとするなら、技術的には問題は少ないものと考えられる。図-6は新幹線の標準トンネル断面であるが、青函トン



t	t'	t''
500	700	1,810
700	900	1,780
900	1,100	1,750

図-6 鉄道トンネル断面図

ネルはこの規格に基づいて建設されている。日韓トンネルもほぼこれと同じ基準で建設されることが、好ましいと思われる。しかし、後に述べるように直通列車の車両限界は、日本の新幹線より少し小型になるので、トンネル断面もやや小型でよいことになる。しかし、釜山までは日本の新幹線を乗り入れる可能性もあるし、韓国国鉄の車両限界は、プラットフォーム部分より上方は、日本の新幹線とほぼ同じである。よってトンネル断面には本断面を採用すべきであろう。またトンネル区間は、当然電気鉄道となるから、この断面図にもあるように、架空電車線をひき、これに電力を供給する必要がある。走行する車両は後述のように新幹線電車となるので、電気方式は25 kVの交流である。よって、変電所として30,000 kVA くらいの容量のものを、20~30kmごとに設けなければならない。青函トンネルについては、総延長54kmであるから、トンネルの両側に変電所をおき、そこ

から電力を供給している。日韓トンネルの場合は、九州-壱岐-対馬間についてはそれぞれの陸上に変電所を設けて、トンネル内に電力を供給できる。しかし、対馬-巨済島間についてはトンネルの水底部が70kmにも及ぶので、中間に1~2個所変電所を設けなければならない。そのため、約20m×15m×30m程度の空間を海底に確保し、また、その地点まで高圧ケーブルを配線する必要がある。

また、鉄道を敷く場合は旅客は直通運転となるので、ターミナルは設置する必要がない。貨物の場合は、コンテナターミナルが必要となるが、それについては後述する。

1) 旅客列車の直通運転

新幹線と韓国国内鉄道とは、軌間、通行帯、電気方式が同一なので、直通運転が可能である。

	新幹線	韓国鉄道
軌間	1,435	1,435
車両限界	3,400	3,200 [プラットフォーム部分]
(車両巾)		3,400 [窓付近]
複線通行	左側通行	左側通行
電気方式	25kV	25kV
	単相60Hz	単相60Hz

車両限界は、韓国の方がやや狭いが、釜山までは短い距離であるから、日本の新幹線と同じ規格でつくり、日本の新幹線列車の乗り入れを可能とするという方法もある。

しかし、一般の韓国国内へ直通する車両は、韓国国内鉄道区間を通過しうるものでなければならないから、新幹線よりやや巾の狭い車両を使うことになる。そのため、直通列車が日本国内の新幹線用のプラットフォームに横付けすると、ホームと車両の隙間が多くあいて危険なので、直通列車用のプラットフォームは、新幹線から側線を設けて、別に設けなければならない。多数のプラットフォームをもつ駅では、その中の1つを直通列車用として確保してもよい。しかし、そのような余裕のない駅については、国際列車が到着するときだけホームの端をせり出して、隙間をなくするという方法もある。国際列車に使われる車両は、現在使われているものとはほぼ同様のものでよいが、

車両巾が狭いので、3人掛の椅子は2人掛にしなければならないであろう。また長距離列車が走ることになるので、寝台車両を用い夜行列車として運転すればメリットは大きい。

旅客列車ターミナルについては、日韓トンネル内に鉄道を敷いた場合は、このように直通運転が原則となる。よって、トンネルとしての旅客列車ターミナルは特に必要ではなく、博多—壱岐—対馬—巨濟島—釜山の間の必要な地点に駅を設けることになる。

2) 貨物輸送

鉄道トンネルとする場合の貨物輸送について考察する。日韓トンネルを通して、韓国内鉄道と新幹線を結んだ場合、韓国内鉄道については貨物輸送用鉄道としても整備されているので、日韓トンネルを通る貨物列車は、韓国内のどこへでも直通できる。

しかし、日本の新幹線は旅客専用鉄道としてつくられているから、一般貨物の輸送用としては、対応がむづかしい。ただ、手荷物とか、急送手荷物については、旅客用電車を改造し、地上にも多少の設備を設けるだけで、輸送しうる可能性がある。鉄道による貨物輸送を行おうとする場合は、日本の貨物鉄道は狭軌のシステム、韓国は標準軌のシステムであって直通運転は不可能であるから、コンテナ輸送が主力となる。しかしてトンネル内は標準軌の軌道が敷かれているから、韓国側の貨物はこのトンネルに入ってくる。よってコンテナの積替えの主な基地は九州側に置くことになる。このためにはかなり大きな積替基地を必要とするが、筑豊炭田の余剰になった鉄道貨物の設備を使うことも一案である。ここで、日本側の貨車に積まれたコンテナを、韓国側へ直通する貨車へ移す積替えが行なわれる。鉄道貨車同志のコンテナの積替えというのは、世界中でもその例が少ないが、スペイン（鉄道の軌間がヨーロッパ国内と見るので）—フランスの国境で、国際貨物について行なわれているので、参考になろう。また、九州北部および中国地方西部からトラックで輸送された、韓国向けコンテナのコンテナ貨車への積替え、およびその反対の積替えもこの基地で行なわれる。貨物輸送の点だけから見ると、貨物につい

ては韓国の鉄道が九州北部の基地まで延長されたといった状態となる。

大型のバラ積貨物（石炭、セメント、鉱石、穀物等）を日韓間でトンネルを通して、鉄道輸送することは断念すべきである。大型貨物は国内輸送においても、内航海運に転換していることを考えれば、日韓間輸送も同様な考え方を適用すればよい。ただし、鉄道を使った貨物自動車による輸送については、後に述べる。

3) 鉄道による自動車輸送

鉄道は一般には、自動車を貨車に積載して輸送しうる能力をもっている。よって、自動車をトンネル区間だけ鉄道にのせて運搬し、トンネルを出れば自走して目的地へ到達する方法をとることができる。

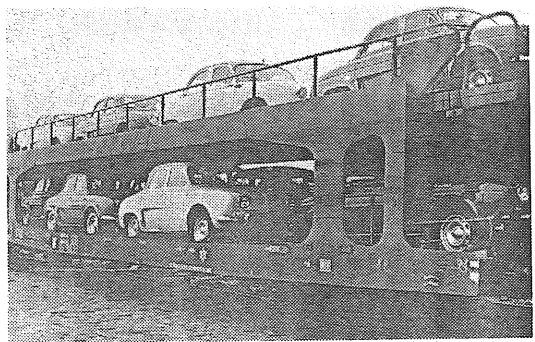


図-7 鉄道による乗用車輸送

乗用車の場合、図-7に示すように、2段（場合によっては3段）の貨車に自動車を乗せ、お客は一般には客車の方に乗車する。乗用車の貨車への積降しは、係員の手によって自走またはリフト等により行なわれる。この方式はカースリーパーといわれて、ヨーロッパでは盛んに行なわれているものである。この場合お客は寝台車に乗って眠って行き、翌朝目的地の近くに到着し、そこから自走する。これと同じ方式をトンネル内通過について適用するのである。勿論、鉄道は直通運転を行なっているから、トンネル内だけでなく寝台車を使うようなもっと遠距離区間に延長して使ってもよい。

貨物自動車についても、同様な方法でトンネル内だけを鉄道によって輸送することができる。しかし、大型貨物自動車は、通常の貨車にのせると車両限界からはみ出すことがあるので、図-8の

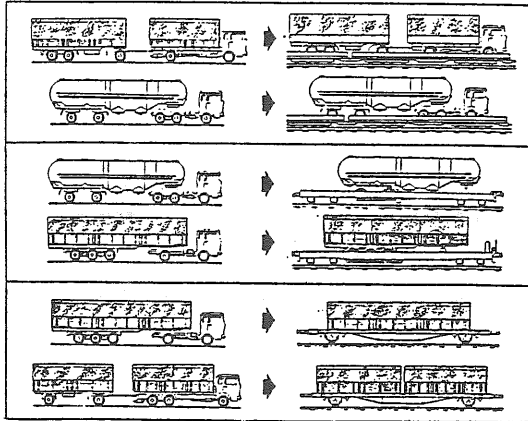


図-8 鉄道による貨物自動車輸送例

ように貨車を低床にするとか、カンガルーといって車輪部分だけを床下に下げる方法などがとられている。このように、自動車を貨車に積込む場合、どうしても待合せのため自動車がしばらく駐車しておくスペースが必要である。これは、フェリーターミナルともいうべきものである。そのためのスペースは輸送量によって違うが、乗用車にして200~300台分。面積は10,000~15,000㎡が必要となる。また、乗客や貨物自動車乗務員の休憩のための施設が必要となる。これは、高速道路のサービスエリアと同様なものとなる。

4) 鉄道の運営システム

トンネル内の走体として鉄道のシステムを採用した場合は、先に述べた種々の施設の他に、鉄道としての運営システム、保守管理システムを別に設けることが必要である。鉄道の運営には、運行管理を行なう列車指令室、乗務員を管理、監督する部局、車両の保守管理を行なう車庫および検査修繕設備とその要員を管理する部局、線路、電力設備、信号通信設備を保守管理する部局などが必要である。さらにこれらの要員、特に運転要員は

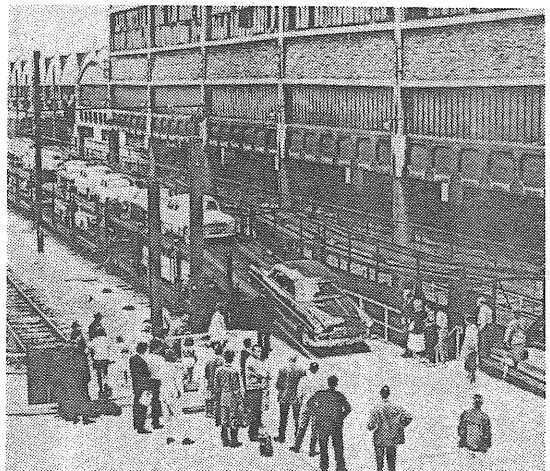
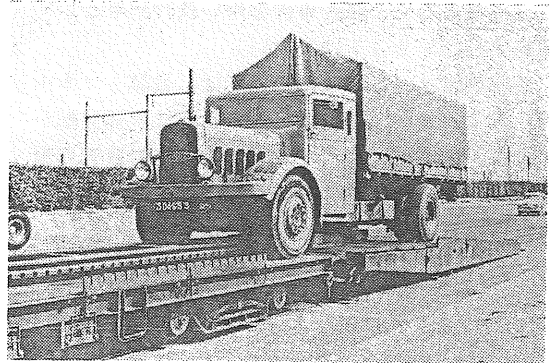


図-9 自動車の貨物への積込・積卸

3交代の24時間勤務となるので、要員数はかなり多くなる。さらに、これらの全部局を統括する部局も必要である。

すなわち、トンネル内の輸送システムは約250kmの路線長をもつ、一つの鉄道運営企業体であると考えることができるものである。またこの路線には旅客列車、貨物列車、自動車輸送列車等、多種類の列車が通るので、企業体としてもかなり大きな運営形態を持つものとなる。250kmの路線を持つ鉄道企業体は、日本では私鉄大手会社であるが、日本の私鉄は旅客電車一種類のものが多く、その運営形態はこの鉄道にはあてはまらない。

一方、ヨーロッパ諸国の鉄道の数例からみると、

複線営業キロ当りの運営費は約1億円となる。よってこの場合の年間運営費は、250億円くらいになるものと推定される。

1-2-2 モノレール

これは電動力駆動であり、トンネル内を走行できるので、輸送用走体の一つとなりうる。

しかしモノレールは、地上に敷設するときには、地上の専有空間が小さい等のメリットがあるが、トンネルの場合は、図-10に示すように断面がかなり大きなものとなる。よって、トンネル区間が大部分の本路線には適さないといえる。

またモノレールは現在各所に建設はされている

が、方式も統一されておらず、またこれによるネットワークが出来ているとはいえないので直通運転はできない。よってトンネル内だけにモノレールを敷いても、その両側の中継点となるべきところにターミナルをつくり、そこで乗り換えをすることになる。しかし、出入口で乗り換えをするのでは、旅客輸送についても乗客にとってわずらわしく、連絡船に乗り換えるのと変わらない。また、貨物についてはトンネル区間だけを積み換えることは難しいので、これによって貨物輸送を行なうことは出来ない。よってモノレールを敷くことは、トンネルをつくる意義があまりなく、適当でないとして結論される。

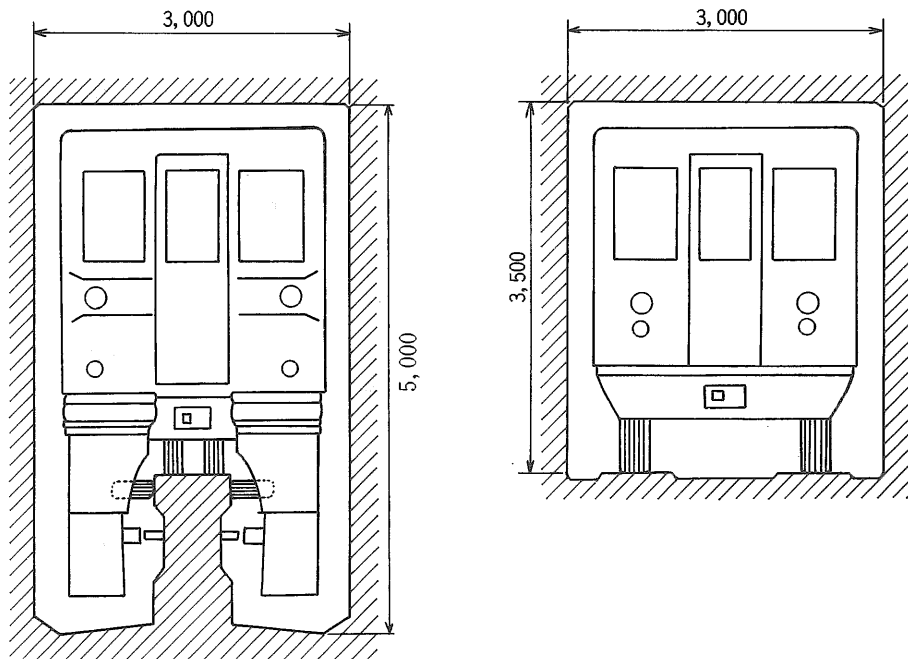


図-10 モノレールと新交通システムのトンネル断面比較

1-2-3 新交通システム（ガイドウェイ式）

ゴムタイヤ式車両が、側壁に誘導されて自動運転される新交通システムも、モノレールと同様に電気運転である。よってトンネル内走行に適しており、また、モノレールとの比較図にあるように、

トンネル断面も小さくてすむ。

この方式のいい点は、ゴムタイヤ駆動であるため、急な勾配をつくりうることで、50%までは十分とれるし、短い区間なら80%の勾配をつくることも可能である。よって鉄道の場合が20~30%に

制限され、縦断勾配に制約が生まれるのに対し、この制約が少ないため、宍岐や対馬で地上へ出る線型をつくることも容易である。

また新交通システムは、標準的なガイドウェイと車両が出来ているから、これによりネットワークをつくって直通運転を行なうようにすることは不可能ではない。しかし、この方式は鉄道に比べ走行抵抗が大きいので、長距離大量輸送には不適であり、トンネル区間だけのものになるから、直通運転はされ難い。むしろ次に述べる自動車輸送用の手段として使った方がよいといえる。

また新交通システムのガイドウェイを、先に述べた集電式電気自動車を誘導操縦する場合のデュアルモードシステムの誘導路として使用し、新交通と電気自動車の、両用に使うことも考えられる。そうすると図-11のように、同じガイドウェイを、新交通システムの車両、これに乗用車を積載したもの、および誘導された集電式電気自動車用の三様に使えることになる。

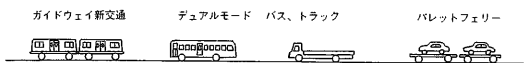


図-11 ガイドウェイの多目的利用

1-2-4 磁気浮上・空気浮上

磁気浮上、空気浮上のガイドウェイシステムは、ゴムタイヤ式ガイドウェイシステムとほぼ同様なシステムであると考えられる。勾配も自由にとれるから宍岐、対馬で地上へ出る線形もとれるし、また走行抵抗は鉄道よりもさらに小さい。よって自動車輸送用の手段とすれば、最もすぐれた方式であると考えられる。ただこの方式は現在のところまだ他で使われていないので、このトンネル内だけの孤立したシステムとなる。そのため新交通システムのガイドウェイを電気自動車の集電走行と共用するとか、鉄道のように直通運転するといった、多目的に利用することはむづかしい。

1-3 自動車輸送軌道方式（パレット・フェリー）

1-3-1 特徴

この方式は、トンネルの区間に軌道システムを敷設するが、上記の軌道システムとは少し考え方が違う。すなわち軌道システムの車両の中に人や物を乗せるのではなく、平たい車両の上に自動車を乗せて走行する。自動車輸送専用の軌道システムである。

しかし、前節に述べた軌道システムの全てのものは、ある程度の制約条件はあるが、自動車をその車両の中に積載して走行することができる。よって自動車をトンネル区間だけ輸送するというサービスは、どのシステムでも行なえるのであって、そのことについては前節の各項で触れたとおりである。しかしそれらは、基本的には貨物の一種として自動車を積載するというもので、積降しに時間がかかり接続のロスが大きい。

本システムでは、自動車がトンネル入口の、軌道システムとの接続点に来たとき、軌道システムの車両が待っている。自動車は直接この車両の上に乗入れ、乗入れが完了すれば、車両は直ちに発車するという方式とする。自動車は駐車ブレーキをかけ、できれば車輪緊縮装置で固定して、乗員は自動車に乗ったまま走行する、いわば自動車の車輪を軌道システムの車輪に履きかえて、トンネル内を走行するともいえるものである。このとき自動車を積載する軌道システムの車両は、荷台の役目をしており、これが自動車を渡し船に乗せるようにして運搬するので、パレット・フェリーと呼んでいる。

1-3-2 構造

本システムの車両は、その上に自動車を積載できるだけでなく、自動車が自走して、容易に乗り入れることができるよう特別な構造になっている。道路と本システムの接続点では、自動車が道路上から車両に乗り入れる際、あまり待たされることがなく、できるだけ早く、運転の初心者でも容易に乗り入れることができ、また終点に到着したときも乗り入れると同様に、はやく容易に、道路上に出ることができるようになっている。

本システムにおける軌道システムの形式は、

色々なものが考えられ、上に挙げた鉄道、新交通システム、磁気浮上等、いずれの方式でも、パレットフェリー方式を形成しうる。それらの選択は輸送能力、輸送距離、勾配、線形等の条件から、最適なものが決定されるべきである。

車両の大きさは自動車の大きさに左右されるが、乗用車、大型車等それぞれの大きさにあった車両を用意することは、理想ではあるがわずらわしいこと。一般には乗用車、大型車が混在して到着することを考慮し、一種類の車両とすることが望ましい。

その場合の車両は、最大長さの大型車を積載することを考慮し、長さ12m（連結面間13m）とする。

この車両には、大型車は1台、乗用車は2台を積載する。巾は大型車の最大巾2.5mに対し、余裕をとって3.0mくらいとすることが望ましい。

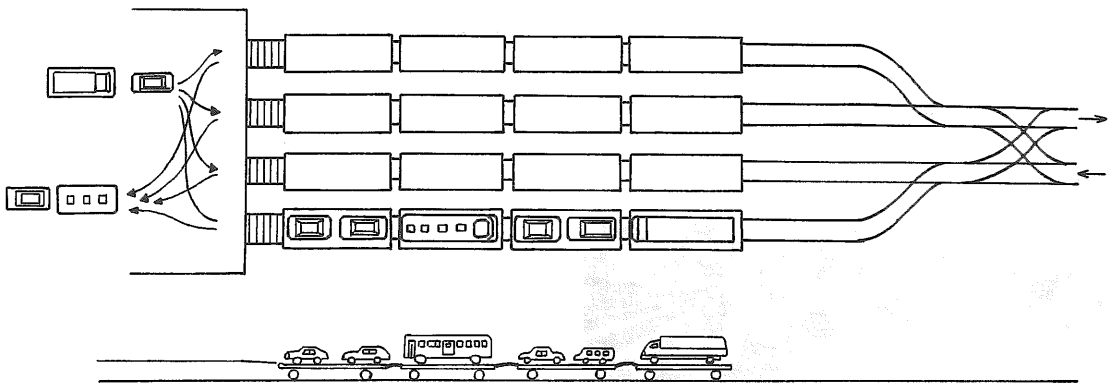
車両の連結両数は、輸送力を大きくするためには、なるべく多い方がよいが、ターミナルへの出入に時間がかかるため制約がある。通常4～8両くらいが用いられる。車両の駆動方式としては、ゴムタイヤガイドウェイ方式ならば、2両を1ユ

ニットとした電動機駆動方式が好ましい。また中間にトレーラーを入れることも駆動の条件から好ましい場合もある。また前後いずれの方向へも、同様な性能を出して走行することが必要である。

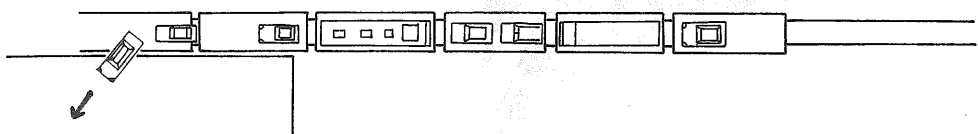
1-3-3 実際のシステム

図-12-（イ）は、接続点で輸送システムが折返しとなる方式の例で、車両はプラットフォームに縦に接して停止する。プラットフォームからは、渡り板が出ており、自動車は渡り板を渡って車両に乗り移る。車両は連結されている場合が多いが、連結車両の間にも渡り板があって、自動車は最前部の車両まで行って、前から順につめて停止する。停車したら手ブレーキをかけ、ギヤを最低速または駐車位置とし、出来れば転動防止ブロックをかける。

車両が走行して終点にすれば、前と同じ構造のプラットフォームに先頭車が到達し、渡り板を渡って積込と逆の経過をたどって、自動車は車両から降りる。このとき自動車は前進して車両に乗り込み、到着した時も前進して降りるようになる



(イ)ターミナル式乗降設備



(ii) 横づけ式乗降設備

図-12 パレットフェリーの乗降場

から、自動車の運転操作の中で最もやりにくい後進を行わなくてすむ。また先にパレットフェリーの乗場に到着した自動車が、到着点においても先に降りることになるので、その点でも乗客の取扱いが公平となつて、好ましい方式といえる。

図—12—(ロ)は、車両がプラットフォームに横付けになり、そこから自動車を乗せる方式である。車両の側板がホームの方へ倒れて渡り板となり、自動車は横から車両の方へ乗り移る。その他の点では前の方式と同じであるが、一番端の車両は自動車の乗降に使われるため、乗車率が悪くなるのはやむをえない。

この方式は前の場合のように、特別なプラットフォームはいらないから、在来の軌道システムにパレットフェリーを併設して使うという場合には都合がいい。現にこの方式はスイス、イタリア間のアルプス越えの鉄道トンネルで鉄道を利用する自動車輸送方式として使われている。

すなわち自動車を貨車に乗せるのであるが、貨車の側板を渡り板として乗り入れ、乗り終ると同時に列車は発車して目的地へ向うのである。この場合は鉄道を使う方式ではあるが、人は自動車に乗ったままであるし、パレットフェリーと同じものであると考えてよい。しかも、鉄道として直通列車を運転しながら、その合間を利用して、このようなサービスを行なっているのである。(図—13)

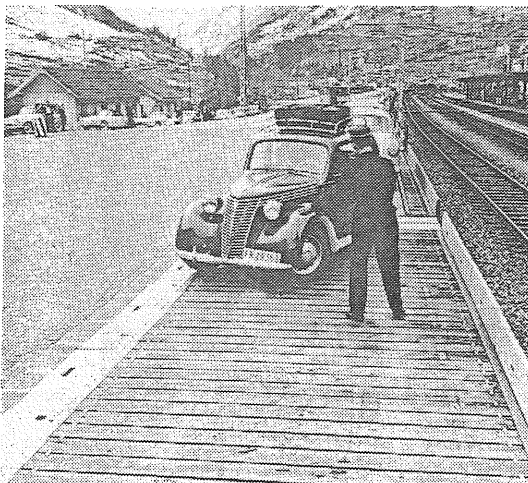
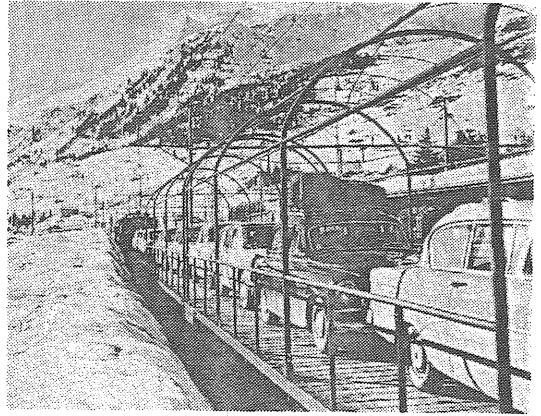


図-13 鉄道利用のパレットフェリー



このような方法は1960年頃からアルプス越えのサンゴタール、レッチベルグ、シンプロン等の鉄道トンネルで行なわれており、最も大規模に行なわれていたのはサンゴタールトンネルであった。しかしサンゴタール道路トンネルが1980年に開通したため、サンゴタール鉄道トンネルによるサービスはその時点で終了し、現在はレッチベルグ、シンプロンで行なわれている。写真はサンゴタール鉄道トンネルのものである。

1—4 連続輸送方式

連続輸送方式といわれる、地上に動力をもってベルトコンベアのようなものを動かし、人や物をその上に乗せて運ぶ方式があるが、それについて検討する。この方式は電動動力駆動であるからトンネル内走行用として利用可能であり、これは大きく分けてベルト式およびカプセル式の2つの方法がある。

1—4—1 ベルト式、パレット式

コンベアベルトのようなもので、この上に人や物を乗せて運ぶものである。またパレット式といって、エスカレータのブロックのようなものをつぎ足して、連結してあるものもある。この方式は大きな輸送力をもつが、速度を速くすることがむづかしいこと、また長距離の輸送には不向きなことなどの問題があるため、本プロジェクトのトンネル内輸送用としてはあまり適していない。ただ粉粒体状のものを大量に運ぶ必要がある場合は、ベルトコンベアをつぎ足して使うことにより、物の輸送手段としてのコンベア輸送が可能であ

る。

またベルトの上に自動車を乗せて運搬する方法も、実験的に試みられている。しかし、長距離用には適しないので、本プロジェクトには適用できない。(図-14)

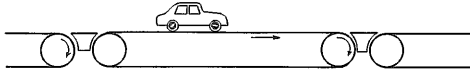


図-14 ベルト式輸送方式

1-4-2 カプセル式

連続輸送の中で、地上の動力によりロープやベルトを連続的に動かし、それに動力をもたない走体を何らかの方法で締結し、連続的に動かすものがある。これはカプセル式といわれる連続輸送システムとして位置づけられるが、外観やその使用方法等は、ガイドウェイ式新交通システム、磁気浮上や空気浮上のガイドウェイ式のものとよく似ている。しかし輸送力が一定以上になると、車両が無動力でよく、制御方式も簡単ですむことから、建設費が安いという長所がある。

1)ロープ式

この方式ではロープウェイがその代表的なものであるが、一般のガイドウェイの中ほどにロープを張って、車両からグリップを出して、ロープにつかまって走行する方式もある。この方式で問題になることは、ロープが一定速度で走行するが、乗降のためにはカプセルが停止していた方がよく、駅間でなるべく速く走らせたいので、加減速をしなければならぬことである。このため特殊な設備をして、加減速を行う工夫がなされているが、最高速度はそれほど速くはできず、30km/h程度である。車両も加減速力の問題からあまり大きくはできないが、連続システムであるから、輸送力はかなりあり、5000人/h くらいの能力は出うる。

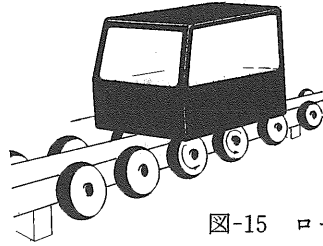


図-15 ローラー式輸送方式

2)ローラ式

図のようにローラー列があって、個々のローラは定速回転しているが、左から右に順次高速で回転している。カプセルはローラの上に乗って、左から右にだんだん加速されながら移動し、高速に達したら定速のベルトの上に乗って移動する。カプセルは次々に多数のものを移動させ、大きな輸送力が得られる。ローラの上にじかにカプセルの底が乗っており、そこで粘着と駆動が同時になされる。巧妙な方法ともいえるが、やや無理がある設計である。また、ばね系の挿入がしにくいので、乗り心地が悪いという欠点があり、あまり使われていない。

3)磁性ベルト式

前記のローラ式とやや似ているが、ローラの代わりに磁性ベルトを順次地上にならべる。走体はじかにこの上に乗る方式ではなく、車輪とガイドウェイを持つ新交通と同様なものである。送り用

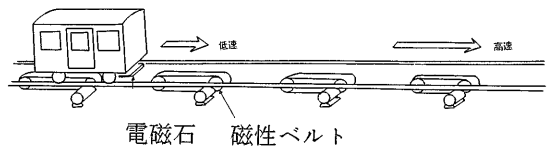


図-16 磁性ベルト式輸送方式

磁性ベルトとの接触は、車体からばねを介してぶら下げられている磁石を用いる。

図のように磁性材料で作られた一定速度で回転している小ベルト体が、地上に順次ならべられ、左端の低速のものから順次右の方に高速で回転しているものが置かれている。車体の磁石が励磁さ

れるとベルトに吸着して動き出し、右に行くに従って順次加速される。性能的には前記ローラ式と同じであるが、この走体は一般の新交通システムと同様な車両を用いており、乗心地が悪いという欠点はない。また磁性ベルトと車両上の磁石とが、適当に滑るので円滑な加減速が得られ、すぐれた走行性能を示す。

カプセル式連続輸送のうち、ロープ式と磁石ベルト式とは、システムとしてすぐれたものである。よって、このシステムを本プロジェクトにおける走体方式として、トンネル内を走行させることは可能である。しかし、前に述べた磁気浮上や空気浮上などと同様に、この付近に類似のシステムはないから、この区間だけの独立した輸送システムとなり、トンネル前後で人ならば乗換え、貨物ならば積換えが必要となる。

よってこれらを使う場合には、カプセル内に自動車を積載してトンネル区間だけを走行し、トンネル外は自走するシステムとすることも考えられる。しかし、自動車輸送用としては、次のように連続輸送方式のカプセルを特殊な使い方で用いる方法もある。

1-4-3 自動車輸送用特殊コンベア

連続輸送システムを本プロジェクトに適用する場合は、自動車輸送用として使用するのが望ましいということ、前項でも述べたとおりである。しかし自動車輸送のための連続輸送システムとしては、カプセルや車両を使わない特殊な方法が考えられるので、これについて述べることにする。

自動車はゴムタイヤというすぐれた走行、支持装置をもっている。このすぐれた足を使わず、他の車両の上に乗せて、屋上屋を重ねたような形で使われるのは、いかにも不合理であるといえる。

よってカプセル式連続輸送システムにおいて、カプセルの代わりに小さい牽引子を備えることにする。牽引子がカプセルの場合と同様に、地上から種々の方式で駆動されている。一方、自動車の方には、それに接続して固着しうるようなアタッチメントを取り付けておく。自動車はカプセルに乗る代りに、移動する牽引子に牽引されて走行するのである。

走行路は自動車の走行路面と同じものがあり、

その中央には細い溝がつくってあって、その中を牽引子が走っている。自動車が一般路面を走って来て、溝の部分まで来ると、牽引子と自動車のアタッチメントが接続される。そこからは、自動車がエンジンを切り、ギヤを中立にして、牽引されて走行する。すなわちそこでは、自動車の車体が、連続輸送システムのカプセルになったような形になる。

この場合は、牽引子が連続輸送システムのカプセルと同じ働きをしているから、これは横方向にもガイドされて、一定の線の上を走行する。よって自動車の運動もその線の上に限定され、従って、走行路面は自動車の車輪の外側の巾だけあればよい。もちろん曲線部では余裕が必要であるが、走行路の巾は前に挙げた簡易誘導方式と同じで十分である。

牽引子を駆動する方式としては、カプセル式連続輸送の各種の方式が考えられるが、前節の場合

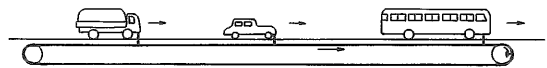


図-17 自動車輸送用ロープコンベア

と同様に、ロープ式と磁性ベルト式とが実用的なものである。

ロープ式については上図のような形となるが、サンフランシスコのケーブルカーで長い実績があり、これと似たシステムとなる。しかし、速度はサンフランシスコ形より相当高くする必要があること、加減速装置に工夫を要するなど、今後解決しなければならない問題が残っている。

磁性ベルト式については、自動車牽引用の牽引子をもった特殊なカプセルを設ける必要があるので、やや違った構造となる。その構造の一例を図-18に示す。

この場合は、牽引子列車ともいべきものを、カプセルの代りに設ける。この棒状のものに数個の牽引子を取付け、自動車を牽引させる。すなわ

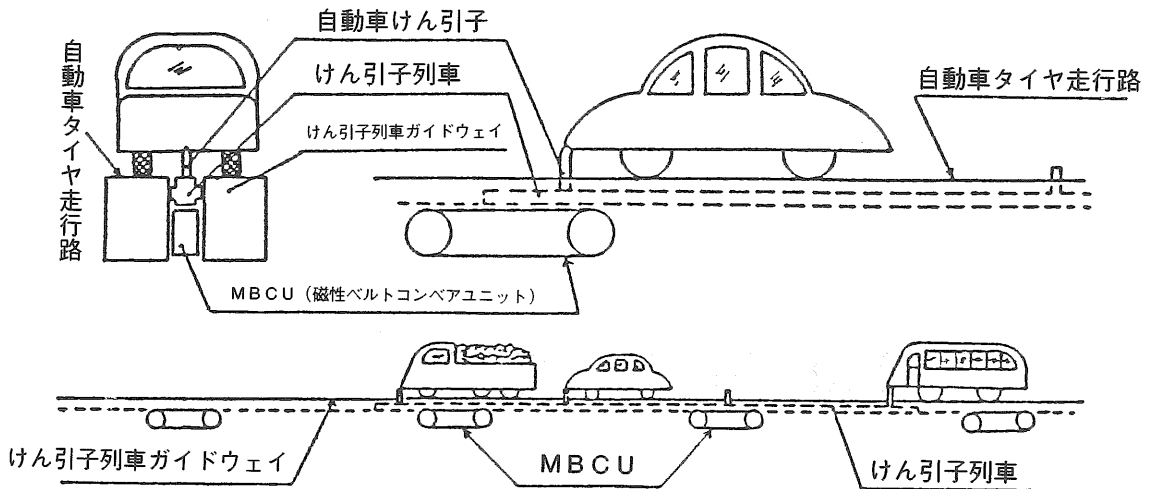


図-18 特殊コンベアによる自動車輸送

ち、パレットフェリーの場合の連結した自動車運搬台車が、牽引子列車に置き代わったと考えられるものであり、その運転方法、折返し方法等、パレットフェリーと同じ様に考える事ができる。しかしこの場合は、プラットフォームを必要とせず、本方式の走行路と一般道路とがフラットで連続的になっている。

そうするとこの方式は、自動車自身の走行支持装置を使ったパレットフェリーであるともいう事ができる。この方式の場合、パレットフェリーの様に屋上屋を重ねるものでないから、余分な質量を運搬する必要もなく、ガイドウェイも簡易なもので良いことになる。よってこのシステムは、前述のパレットフェリーより更にすぐれたものと言える。このシステムの最高速度は60km/hであると言われていたが、駆動用ベルトに工夫をする事により、80km/hまであげる事が出来る。輸送力は15,000台/日以上能力を持ちうる。

問題点として、このシステムが開発中である事、又路面の下に磁性ベルト駆動用電動機を設置しなければならぬ事である。これらは種々の工夫をし、安価な工法で設置する方法を見出すべきである。

1-5 その他の方式

1-5-1 パイプライン

トンネル内にパイプラインを埋設して、石油、

天然ガス等の輸送を行なうことは、十分考えられることである。しかも本トンネルには、本坑の他に先進導坑および作業坑という2本のトンネルが別に掘られているので、その1本を利用してパイプラインを敷設することは容易である。パイプ輸送の諸元については、一般陸上用パイプライン輸送のものと同様のものでよい。また、対馬の部分に中継点をおき、途中のヘッドロスを補うことも可能で、パイプ輸送には最適な輸送路といえる。よって、トンネルが完成したときは、むしろパイプライン利用者を誘致して使ってもらうようにした方がいいともいえる。

小トンネル内には、1本だけでなく複数のパイプラインを敷設し、パイプで運搬しうるものはなるべくパイプを利用すべきであろう。

1-5-2 パイプカプセル

パイプを敷設することが容易なことから、なるべくパイプ輸送を活用するために、パイプカプセル輸送を行なうことが考えられる。

構造は図-19に示すように、パイプの中に車輪をもったカプセルがあり、これがいくつか連結している。この連結した両端には気密につくられたシール車があり、一方から真空で吸引してパイプ内を走行せしめるものである。これは、工場内の原料輸送システムや、ゴミ輸送用として使われて

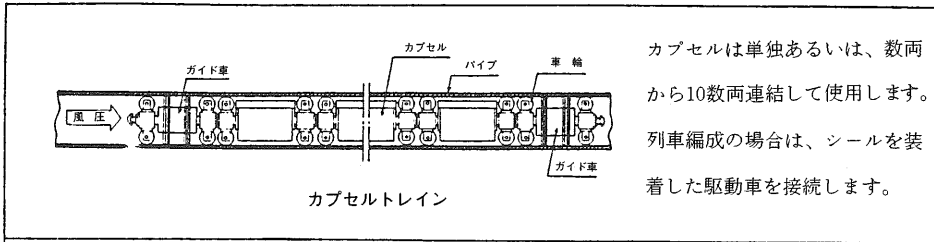
いるが、これを遠距離用として使用する。

パイプ径は600～2,000mmを標準とし、一般に丸パイプを使用する。曲管はパイプ径の40倍以上とする。パイプ圧は0.01～0.6気圧であるから、パイプ破壊の心配はなく安全である。

動力源は各ハンドリングステーションに設置する電動モーターで、ターボブロアを駆動する。カプセル列車は、ここでつくられた空気流によって、10～15m/s (35～55km/h) の速度で走行する。長距離の場合は途中でブロアステーションをおく必要があるが、間隔は10～20km毎で十分である。

こうして、カプセル内に入れた粉粒体その他の貨物を、ほとんど無人のシステムによって運搬することができる。

カプセルは単独あるいは、数両から10数両連結して使用します。列車編成の場合は、シールを装着した駆動車を接続します。



カプセルは単独あるいは、数両から10数両連結して使用します。列車編成の場合は、シールを装着した駆動車を接続します。

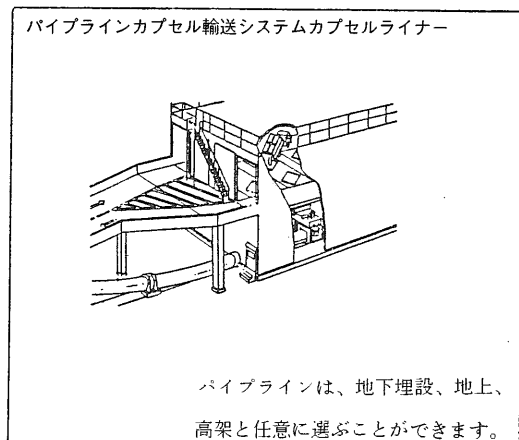
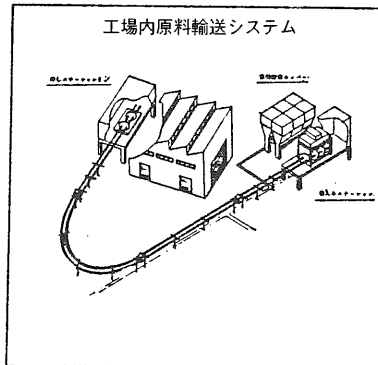
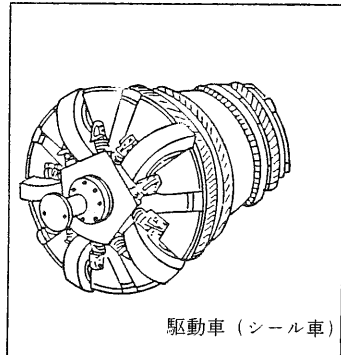
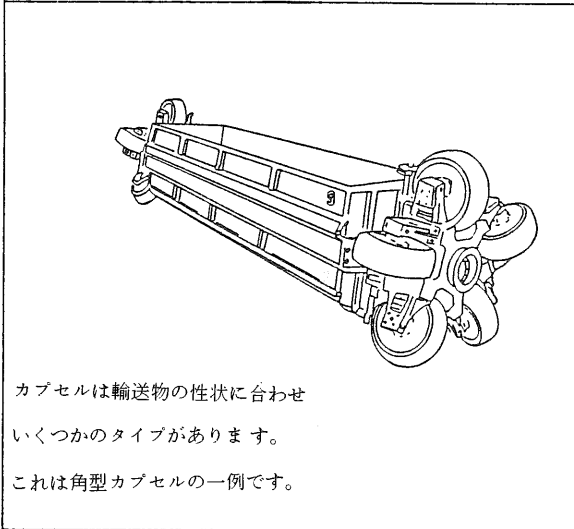


図-19 パイプカプセル輸送方式の例

第2章 輸送方式の比較検討

2-1 需要への適合性

以上各種の走体方式と各々の性能について考察して来たが、これらは現在の技術水準でいずれも可能な方式であるが、自ずからその優劣があり、適合性も異なるものである。

現在日韓間には数ルート of 航空路が開設されている。よって空港に近い地区同志の急ぎの旅客または急送貨物については、トンネルが開通しても航空路によることになる。また、現在日韓間の地表輸送には関釜航路がある。トンネル内を通る走体をつくっても、その利便性が関釜航路とあまり変わらないようなものでは意味が少ない。

よって、トンネル内を通過する走体を考える場合、直通運転をすることができ、出発地から目的地までを乗換えなしで到達できるものであることが、重要な条件となる。

その条件に合うものは自動車用最もいいが、自動車の自走は、排気ガスの換気問題が大きな障害となる。電気自動車は、電池の充電量が少ないので今のところ、走行不可能であるが、将来長寿命電池が開発されれば実用しうる。また、集電式の電気自動車なら可能性はあろう。

軌道系のシステムでは、鉄道なら前述のように直通運転が可能であるから、適合性はある。しかし、その他の軌道システムは直通運転ができないので、客貨をその車両の中に積載して輸送する方式はあまり使われないものと思われる。軌道系システムで適合性をもつものは、その車両に自動車を積載して運搬するものであり、その中でも自動車が直接、車両の中に乗り入れ、乗り入れたらすぐ発車するパレットフェリー方式であろう。

また、連続輸送系システムでは、人や物をじかに乗せて運ぶものは、軌道方式の直通運転のできないものと同様で、あまり使われる見込みはない。これに対し、自動車を連続システムの上に乗せて運搬する方式は、上と同じ理由で、適合性をもつシステムである。

自動車を運ぶシステムには色々なものがあるが、建設費が安く、消費エネルギーの小さいもので、かつ積降しの時間が短かく、円滑に目的地に到達しうるものが好ましいといえる。

2-2 経済性

2-2-1 トンネル建設費

トンネル建設費はトンネル断面に大きく影響される。断面は、軌道系の方が自動車系より一般には小さい。しかし、自動車においても、先に述べたように、簡易誘導方式を用いれば、軌道系とそれほど差のないものとするので、その点では同様である。ただし、軌道系では車両を多数連結して走行しうるので、1つの線上での輸送力が大きい。よって大きな輸送力を必要とするときは、輸送力当りの建設費は安くなる。

軌道系では、断面の大きさはモノレール以外はあまり差がないと考えられる。

また、内燃機関付自動車を通すトンネルは、換気設備が莫大な費用となることは前述のとおりである。

2-2-2 運営費

軌道系の場合、鉄道のところで述べたように、そのシステムの運営のためにかなり多額の運営費を必要とする。これは、鉄道とその他のゴムタイヤ式ガイドウェイシステムで多少の差はあるにしても、どのシステムでもほぼ同額の費用となる。

その点、自動車道ならば路面の補修や付属設備の保守等だけで、それほど大きな費用とはならない。しかし、このことが前述のとおり走行路当りの輸送力が少ないこととのトレードオフとなるものである。

2-2-3 保守費

トンネルの保守費はいずれのシステムでもほぼ同じである。軌道系のシステムおよび自動車でも、集電式電気自動車の場合は、その上に電気関係の保守費が加わるので、その分だけ多くなる。しかしこれは、前記運営費の中に含まれる。

また、内燃機自動車で換気を要するものは、換気設備の保守費はかなり多く、さらに電力費だけでも莫大になる。

連続システムについては、トンネル内に駆動装置があるので、その保守費が必要となる。しかし、このシステムは軌道系の車両に相当するものがないので、その代りとして、トンネル内機器に動力を供給し、その機械の保守が必要となるのである。

その費用は軌道系における車両保守費とほぼ同様になると思われ、運営のための当然の経費と見ることができよう。

2-3 安全性、信頼性

輸送システムが安全であり、かつ信頼性をもつことは、その大きな要件である。

上記のシステムのうち鉄道は長い歴史を持ち、長大トンネル、海底トンネルについても実績を持っている。よって、安全性、信頼性については最も高いといえる。他の軌道系システムも、安全対策については鉄道のやり方を踏襲しているものが多く、ほぼ同様な方策を講じているので、安全面ではそれほど差はない。しかし、磁気浮上等の新技術を使うものについては、技術が熟成していないため、信頼性がやや下ると推定される。

自動車については、一般路でも鉄道に比べ安全性はやや下るといわれている。特に、トンネル内については、日本坂トンネルの例もあるように、やや問題があるが、安全対策を十分とれば、自動車走行それ自体は十分な安全性が得られるものと思われる。特に、誘導操縦を行ない、衝突防止対策をすれば軌道系に近い安全度にすることは十分できよう。しかし、内燃機自動車を通し換気設備をつけるときは、換気設備が莫大なものになるため、その故障も考慮せねばならず、安全性、信頼性はやや下ると考えねばならない。

連続輸送系については、人を輸送するものとしては多くの実績をもっており、問題はあまりない。しかし、後段の自動車を運搬する手段としてのものについては方法としてはむしろ有望であるが、まだ実績が少ない。現状では工場内輸送等の小規模なもの以外大々的に使用された例がない。原理的には可能なシステムでも、実施例がないものは十分な信頼性があるとはいえず、安全性もやや低いと考えざるをえない。

またこの中で、ベルト式とローラー式については、ベルト間の乗り移りの際にギャップがあること、ローラ上を転動するのに、原理的にピッチングを起こすので、安全性にやや難がある。

パイプラインおよびパイプカプセルについては、これらが物の輸送用であるため、人の輸送と安全性の考え方が違うが、これらは特に安全性に

ついて問題はない。特に、パイプ輸送といっても、パイプが直埋でなく、作業坑としてつくられた小トンネル内に敷設される。よって、パイプのトラブルを外部から監視しうるので、より安全性が高いといえる。

2-4 技術的可能性

各システムを日韓トンネルに適用した場合の技術的可能性は、現段階としてはかなりはっきりしている。一般自動車（内燃機式）は、換気設備が膨大となって可能性は少ない。また重力惰行式も高低差が大きすぎて、日韓トンネルについては採用不可能である。電池式電気自動車も、電池が未開発のため今のところ実現性はない。ただし、日韓トンネルが開通すると思われる20～30年後には、大容量の軽量電池が開発される可能性が大きく、その場合は電気自動車走行が考えられる。

集電式電気自動車は、軌道系とほぼ同じで、現在でも可能性のあるシステムである。

軌道方式は、いずれも現在の技術の延長上にあるので、十分実現可能である。

連続輸送システムも、軌道系と同じように現在の技術の延長として捕えることができる。しかし前述のように、多少問題があったり実績が少ないものや、さらに現在開発中のものもあることなどから、技術的可能性という場合、軌道系のように十分な可能性があり、推奨できるものとはいえない。上記の各システムについて問題点をあげると以下のとおりである。

ベルト式	ベルト長が短かく、ベルト間のわたりの問題がある。
カプセル式	
ロープ式	低速なら可能であるが、本トンネルは長大なので加減速、高速化が問題。
ローラー式	ピッチングが出て乗心地が悪い。
磁性ベルト式	開発中である。
特殊コンベア式	
ロープ式	カプセル式と同じ加減速、高速化が問題。
磁性ベルト式	開発中である。

パイプラインについては、技術的には問題は少ない。

パイプカプセルは実績が少ないことから、実用可能性は満点とはいえない。

2-5 総合評価

輸送方式について各種の方式の長短をとりまてて表にしたものを次に掲げる。

2-6 現輸送方式との比較

現在、日韓間の輸送は、定期航空路が、
 東京—京城、東京—釜山
 大阪—京城、大阪—釜山
 福岡—京城、福岡—釜山

の間で運航しており、船舶輸送は、

下関—釜山

の間に定期航路が運航している。

その他貨物輸送船舶が、日本各地から韓国内各地に随時運航されている。

トンネルが開通することによって、日韓間は地続きとなるから、下関—釜山間の航路を使うより、トンネルを通して釜山まで行く方が時間的にも早く、かなり便利になる。また、地続きになり、自動車によって戸口から戸口への輸送が行なわれることは、精神的にも日韓間が近づいたことになり、意義は大きい。

表 2-1 総合評価

方式		評価項目					総合評価	
		速達性	経済性	安全性 (含信頼性)	便利性 (直通運転)	技術的可能性		
自動車 自走	一般自動車	○	×	×	○	×		
	電力利用惰行	△	○	△	○	×		
	電気自動車(電池式)	○	△	△	○	×		
	電気自動車(集電式)	△	△	△	△	○		
軌道 方式	鉄道	○	○	○	○△	○	◎	
	自動車輸送鉄道	△	○	○	○	○		
	モノレール	△	×	○	△	○		
	新交通(ゴムタイヤ)	△	○	○	△	○		
	磁気浮上	○	△	△	△	△		
パレットフェリー		○	○	○	○	○	◎	
連続 輸送	ベルト式	×	△	×	○	△		
	カプセル式	ロープ式	×	○	△	△	△	
		ローラ式	△	○	×	△	△	
		磁性ベルト式	△	○	△	△	△	
	コンアベ式	ロープ式	△	○	△	○	△	
磁性ベルト式		△○	○	△	○	△	○	
その他	パイプライン	△	○	○	○	○		
	パイプカプセル	△	△	△	○	△		

しかし速度の点では、航空機は圧倒的にすぐれているから、航空路のある地点付近同志の旅客輸送については、トンネル輸送は対抗できにくい、費用の点では安くなる。

また、東京—京城、大阪—京城、東京—釜山等の長距離の場合は鉄道を通し、寝台車を運行させれば、夕方乗車して翌朝目的地へ。しかも、都心の便利なところに直行できる。よって、ロス時間零の交通機関となり、航空機とも対抗できる。また、九州北部と韓国南部の航空路をもたないところ同志の輸送には、トンネルを通して鉄道または自動車で行けば、航空機よりはやく到達できるところも多くなろう。

貨物輸送については、かなりなものがトンネル内を通して輸送されるようになる。これはコンテナによるもの、自動車を軌道システムに乗せて運搬するもの等、各種の方式によってトンネル内を通過して運搬される。しかし、鉄道の貨物列車による直通運転ができないため、大型貨物は、従来どおり船舶によって運ばれることになる。貨物の鉄道による大量輸送ができないことは、トンネルをつくる意義として大きな柱の一つがなくなる。とはいっても、トンネルにより陸続きになることは、パイプラインでも結ばれ、両者の間に血

液が流れあうほどの大きな意義となる。

また、対馬、壱岐への交通は格段に便利になり、両島が九州の一部となって開発される意義も、トンネルの副産物として重要である。

第3章 まとめと今後の課題

本編で種々の走体について検討してきたが、現在の技術では、鉄道とパレットフェリーの2方式が最も実現性の高い方式であろう。そして、鉄道とパレットフェリーを組合せ、トンネル内は両方のシステムで共用して使うのが、現実的には最もすぐれた方式であるといえよう。そしてこの方式は、青函トンネルについても最も実現性の高い方式と思われる。

今後の課題としては、走体の技術革新の状況を考慮しながら、ルートを選定、輸送方式、走体方式の検討を十分に行なうことである。日韓トンネルの開通は、20～30年先であろう。よって、その間に新しい技術が出現する可能性がないともいえないが、その場合も、新技術は生まれたばかりで、実績はまだ十分にあるとはいえない。差し当っては、上記の技術が日韓トンネルを走る走体と輸送方式になるものと考えられる。

参考・引用文献

著者	発行年	題
(1)日本道路公団	1974	中央自動車道恵那山トンネル建設誌
(2)日本道路公団	1976	関越自動車道関越トンネルの概要
(3)日本鉄道技術協会	1977	韓国鉄道に関する資料
(4)日本鉄道技術協会	1965	ヨーロッパの鉄道における自動車輸送
(5)海外鉄道技術協力協会	1975	韓国鉄道建設技準
(6)建設省土木研究所	1976	デュアルモードバスシステムの研究
(7)建設省土木研究所	1980	デュアルモードトラックシステムの研究
(8)建設省土木研究所	1973	長大トンネル自動車輸送システム報告書
(9)日本国有鉄道	1981	世界各国鉄道統計(1979年度版)
(10)建設省	1981	新物流システムの開発
(11)運輸経済研究センター	1976	新貨物輸送システムの技術評価に関する研究調査
(12)コルゲンドルマン	1979	バス輸送システム
(13)スイス大使館観光部	1980	スイス観光パンフレット
(14)鉄道技術研究資料	1981-2	ロープ式貨車コンベアシステム
(15)鉄道技術協会誌	1980-9	自動車群列車無人誘導システム