

フィリッピン共和国

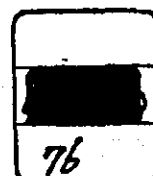
マニラ地下鉄(1号線)計画調査 報告書

別冊

二本軌条鉄道システムとモノレールシステムの比較検討

1976年6月

国際協力事業団



JICA LIBRARY



1045725[7]

国際協力事業団	
51.9.16	521
4097	74
	R-0

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 8. 29	118
登録No. 14479	61.6
	SP

フィリッピン共和国

マニラ地下鉄(1号線)計画調査 報告書

別冊

二本軌条鉄道システムとモノレールシステムの比較検討

1976年6月

国際協力事業団

目 次

第 1 章	概 要	1
第 2 章	各都市交通システムの比較検討	2
2.1	概 説	2
2.2	新都市交通システムの分類	2
2.3	各都市交通システムの概略検討	5
2.4	バス輸送の評価	5
第 3 章	二本軌条式とモノレールシステムの比較検討	10
3.1	二本軌条式とモノレールを比較する場合の基本的な考え方	10
3.2	世界の事例	11
3.3	車両の比較	11
3.4	輸送力の比較	21
3.5	設計基準	23
3.6	構造物	29
3.7	車両基地	37
3.8	電気方式及び電力設備	37
3.9	信号、通信方式	43
3.10	用地	45
3.11	安全性	45
3.12	環境評価	46
第 4 章	二本軌条式システムとモノレールシステムの評価	56

第 1 章 概 要

今回、マニラ市における都市高速鉄道1号線の建設計画を立てるに当たって、最初に、マニラ大都市圏において必要とされる交通需要に応じて、満足し得る機能とサービスを持つ都市交通機関を選択することにする。

都市交通機関の選択のためには、交通事業の採算性だけでなく沿線市街地の発展、環境問題、交通機関の技術分野などの多方面に亘る広い視野に立った検討が必要である。

都市にはそれぞれ固有の都市の特性、機能があり、また、その都市において発展した固有の交通機関が存在し、それぞれの都市の特性に適合している。従って、新たに大量輸送交通としての鉄道の建設は、都市全体をカバーした総合都市交通体系から眺めて最も望ましい交通手段でなければならない。

かねて、日本国際協力事業団(旧海外技術協力事業団)は、マニラ都市交通計画調査(UTSMMA, 1972)において1987年と2000年における交通需要を推計して、それに必要な交通の基本計画を提案している。それによれば、その交通需要に応えるためには都市高速鉄道が必要とされ、5本の路線が選ばれている。

この調査では、その5本の路線の中で最も優先順位が高いとされていて、調査の中途段階において、交通需要の面からもそれが立証されてきた都市高速鉄道1号線がとりあげられた。

UTSMMAにおいては、諸種の事情のために、現在各国の交通問題の解決に提案されつつある各種の新交通機関や専用バスレーン等による新しい方式について、きめの細かい評価が行われていない。

しかしながら、今回の交通需要推計を行った結果からいえば、マニラ市はこれ等の新交通システムを採用するには、既に関がすすみすぎており、この調査で提案されている地下鉄又はそれに類する重量鉄道輸送システム(HRT)でなければ、到底その大量輸送の需要に応えられないといえる。つぎに、もしこれ等の大量輸送を高架形式によるHRTによって負担させるとすれば、ケソン通りや国立公園のように他の都市ではごく稀にしか得られない好環境を高架橋によって損うこと、またはサンタクルスやピノンドあるいはタフト通りの一部のように道路巾が狭く、家屋が密集している所に高架橋を設けることは、都市の機能からみて面白くないところである。そのみならず、高架駅は巾員20m、長さ120m以上に亘って道路上空を占有するので推薦し難い。しかしながら、高架形式は、工費の点から地下形式よりも有利なところもあるので、建設費の比較という意味から検討が加えられた。

最近、種々の新交通システム、または専用バスレーン等が各国で研究されてきたので、それ等にも少しはふれるとともに、モノレールシステムと二本軌条式鉄道システムの比較は、他の交通手段に対するより以上の紙面をさいて、以下に述べる。

第2章 各都市交通システムの比較検討

2.1 概 説

マニラ都市圏において、導入すべき都市交通システムは、輸送需要を満足するものであるとともに、利用者のニーズに対応したものであり、運営者にとっても技術的可能性の高いものであり、且つ環境問題や地域の発展および空間の有効な利用など、多方面にわたる広い視野から検討されなければならない。また、新しい都市交通システムは、将来起りうるべき都市像と表裏一体として機能すべきものであり、現在のみならず、将来の都市の特性や機能から見て最も望ましい手段でなければならない。

本章では、マニラ都市圏に導入すべき都市交通システムを数種とりあげ、それらのアウトラインを述べるとともに各システムの評価を行なうこととする。

2.2 新都市交通システムの分類

都市交通システムの物理的特性はつぎのとおり分類される。

(a) 輸 送 量	大 量 中 量 小 量
(b) 乗 合 い	個 人 乗 合 い
(c) 座 席 形 式	座 席 の み 座 席 / 立 席 立 席 の み
(d) システムの形態	軌道輸送システム 無軌道輸送システム
(e) 運行形式	個 人 ディマンド スケジュール
(f) 走路形式	無 軌 道 二本軌条 モノレール ケ ー ブ ル ガイドウェイ
(g) 運転形式	自 動 オペレーター

	乗客操作
(h) 車輛形式	小型キャビン 中型車輛 大型車輛
(i) 路線形式	線交通 ネットワーク 自由

がある。

この物理的特性をもとに、現在考えられている都市交通システムをあげると、つぎのようになる。

1. 軽量ガイドウェイシステム
2. 個人輸送システム
3. 重量鉄道輸送システム
 - 3.1 モノレールシステム
 - 3.2 二本軌条鉄道システム
4. 軽量鉄道輸送システム
5. 道路輸送システム

各システムの物理的特性をまとめたものは、表 2.1 であり、それらの概略はつぎのとおりである。

1. 軽量ガイドウェイシステム

車輛は単独に専用路線の上に自動制御によって運行され、駅は線上又は線外に設けられる。車輛は一般的に小型バス程度のもので、容量も同じ位である。ピーク時以外には呼出し式に切り替えられるものもある。

2. 個人輸送システム

これは 2 ないし 6 人用の小型車輛を自動制御のもとで、専用路線上に運行されるものである。駅はすべて線外に設けられ、サービスは呼出しによる。個人とは 1 人が 1 輛の車を専用でき、余分な費用なしで、3～5 人の小人数の同伴者を同行させることのできるものである。

文献では PRT、改良 PRT、高性能 PRT、タクシートランシット、カープシュールトランシットなどの名称で呼ばれている。

両用タイプ輸送の構想も PRT に分類される。この場合、専用路線上の車輛は路線から離れ、普通の自動車と同様に一般街路を走行できる。

3. 重量鉄道輸送システム

この分類に属されるものは、2.5～3.5 m の車輛巾員を有し、25～35 トンの重量を有する車輛で、線上に駅が設けられたものである。これには地下鉄と通勤電車が含まれる。例としては、サンフランシスコの BART、トロントの GO TRAIN、モントリオールのゴムタイヤ地下鉄、ワシントンの新しい地下鉄が挙げられる。

このシステムは次のように再分類される。

Table 2.1 Characteristics of Urban Transport Systems

	Vehicle Capacity			Type of Service		Seat Arrangement			Type of System		Service Activation			Type of Guideway				Operation			Vehicle Type			Route Alignment		
	Heavy	Medium	Light	Personal	Omnibus	Seat	Seat/Standing	Standing	Guideway	No-Guideway	Personal	On-Demand	Fixed-Schedule	No-Guideway	Dual Rail	Monorail	Cable	Automatic	Operator	Passenger	Small Cabin	Medium Vehicle	Heavy Vehicle	Line Haul	Network	Variable
Light Guideway Transit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personal Rapid Transit				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heavy Rapid Transit	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 Rail	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Light Rail Transit			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus Transit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(イ) モノレールシステム

(ロ) 二本軌条鉄道システム

4. 軽量軌道式システム

路面電車はこれに属し、一輛又は二輛連結で、専用路線又は一般路面上に運行される。車輛の重さは一般的には15~18トンである。

5. 道路輸送システム

これはゴムタイヤを有し、一般街路に走行する車輛に代表される。車輛は乗用車タイプとバスタイプに分けられる。一般交通と混合で走行することは多いが、専用バス車線を設けられることもある。高速道路や信号交差点でバスに優先走行権を与えることもこの輸送システムの利用法の一つである。

2.3 各都市交通システムの概略検討

2.2で行なった都市交通システムの分類にもとづいて、マニラ都市圏に導入されるべき都市交通システムを概略的に検討する。

(1) 軽量ガイドウェイシステム (LGT)

輸送能力的に見れば、平面におけるバス輸送とモノレールの中間に位置するが、短距離、高密度輸送需要に対応するものである。このために、本調査におけるラインホールの輸送には適さない。

又、このシステムは現在開発途上にあるので、それがどこ迄発達するかは予想し難いために、詳細な検討は今後なされなければならない。

(2) 個人輸送システム (PRT)

これはLGTを更に小型化したものであり、輸送能力的に問題があり、本検討の対象にはならない。

(3) 軽量軌道式システム (LRT)

これは路面電車や小型モノレールなどがこれに該当するが、LGTと同様に輸送能力的には適切でない。

(4) 重量鉄道輸送システム (HRT)

このシステムには、モノレールと二本軌条式鉄道があり、輸送能力は非常に大きいものであるので、更に詳細な検討を第3章で行なう。

(5) バス輸送 (BT)

バスの輸送能力は、平面道路のバス専用レーンで車線当り最大14,000~17,500人/時間、分離されたバス専用道路で車線当り最大42,000人/時間程度であり、輸送能力は比較的大きいものである。

このシステムは最近各国で実用化を研究されているので、次の2.4節で少し検討を行なっておく。

2.4 バス輸送の評価

この評価は、輸送能力、対環境性、サービス性、省エネルギー性、計画のフレキシビリティ、安全性、運営・維持・管理および経済性等の各観点から詳細に検討されねばならないのであるが、この報告書の目的と一致しない

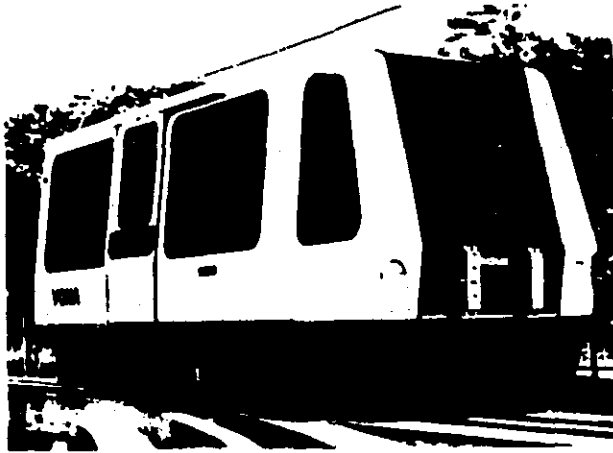


Fig. 2.1 Light Guideway System

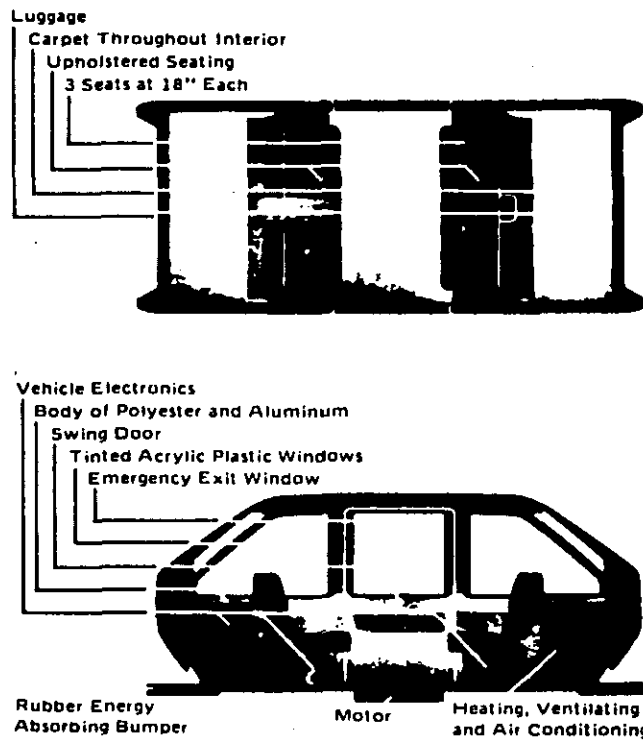


Fig. 2.2 Personal Rapid Transit

ので、これらの調査は何らかの機会に行なわれるであろう別の調査にゆずり、本報告書では定性的な概略の分析を行なうにとどめる。

1. 輸送能力

バス輸送の形態は、(a)一般道路において自動車等と併用で運行されているのと、(b)バス専用車線として運営されているのと、(c)分離されたバス専用道路上に運行されている場合の3ケースが考えられる。このうち、(b)(c)の輸送能力は諸外国の実施例をもとにして推計された。すなわち、バス専用車線の車線当りは

$$200 \text{ 台/時間} \sim 300 \text{ 台/時間} \times 60 \text{ 人/台} = 12,000 \text{ 人/時間} \sim 18,000 \text{ 人/時間/車線}$$

と想定され、分離されたバス専用道路において車線当りは

$$600 \text{ 台/時間} \sim 700 \text{ 台/時間} \times 60 \text{ 人/台} = 36,000 \text{ 人/時間} \sim 42,000 \text{ 人/時間/車線}$$

の輸送能力があると考えられる。なお、バス1台あたりの平均乗車人員は、今回行なわれたバスオキュパンジ一調査結果によるものである。

上記の1車線、1時間あたりの交通量は、バスが円滑に流れる場合であるから、バスストップでは1車線を追加することが必要となる。

バスの輸送能力の実例を表2.2にあげる。

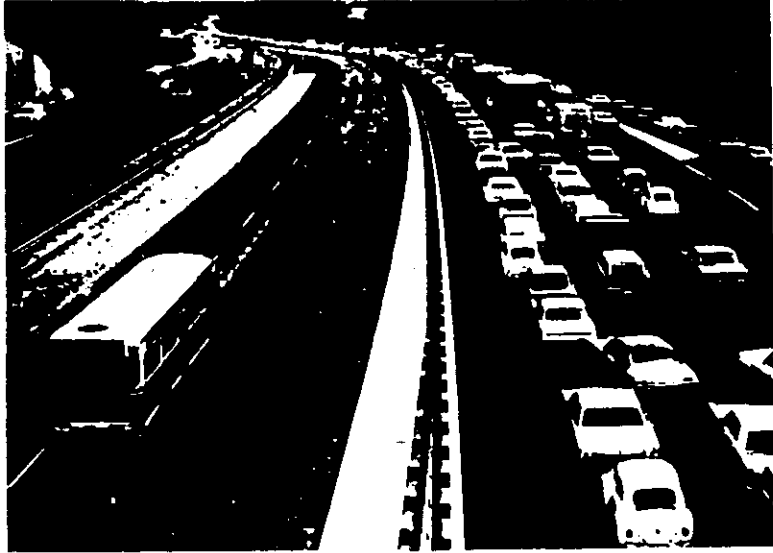


Fig. 2.3 Bus Transit System

Table 2.2 Max. Bus Flow by Bus Transit Improvements

Location	Route Length (Kms)	Hours of Operation	Max. Flow		Remarks
			Buses (vehicles)	Passengers	
Paris, France	52.4	24 hrs	108/hr	-	134 exclusive bus lane & 9 Contra-flow lanes
Ottawa, Canada	16.1	Peak periods	-	4,500/day	Exclusive bus lanes
London, England Park Lane	0.2	4 - 7 pm	140/hr	-	"
Marseilles, France	9.5	7am-8pm	120/hr	14,500/day	Exclusive Bus Lanes
Toronto, Canada	1.93 3.22	7 - 9 am 4 - 6 pm	70/hr 80/hr	5,000/2h 9,500/2h	Morning Bus Priority Evening Lanes
Boston, USA Southeast Expressway Exclusive Bus Lane	13.5	6.30-9.30 am	90/3h	2,454/3h	Contra-Flow Bus Lane
1-1419 New Jersey. USA	4.0	7 - 10 am	500/hr	25,000/hr	From the New Jersey Turnpike to the Lincoln Tunnel, No Busstop Contra-Flow Bus Lane
Indianapolis USA	4.58	-	95/day	-	Contra-Flow Bus Lane
San Francisco USA	6.4	4 -6.30pm	70 to 90/hr		Contra-Flow Bus Lane
Chicago, USA Proposed Crosstown Busway	32	24 hrs	120/hr	6,000/hr	Exclusive Busway
Dallas, USA Proposed North Central Busway	16.1	24 hrs	80/hr	19,300/day 4,000/hr	Exclusive Busway
Los Angeles, USA San Bernardino Busway	17.7	24 hrs.	100/hr	17,000/day 4,000/hr	Exclusive Busway

第3章 二本軌条式とモノレールシステムの比較検討

3.1 二本軌条式鉄道とモノレールを比較する場合の基本的な考え方

我々が、こゝにモノレールシステムと二本軌条式の両案の技術分野について比較検討を行うが、その範囲は非常に広く、マニラ市における交通需要から両案に対する交通網の計画から比較するようになれば、非常に膨大な作業となる。

従って、こゝでは或る限定した条件のもとでモノレールと二本軌条式の比較を行うことにする。

3.1.1 路 線

ルートは、1973年のマニラ市の総合都市交通体系の基本計画で策定した高速鉄道1号線のルートについてモノレールと二本軌条式鉄道の比較を行う。

3.1.2 二本軌条式システムとモノレールシステム

この編で行なわれる検討は、二本軌条式システムとモノレールシステムの両システムに対する比較である。

モノレールの車両形式には跨座型と懸垂型の両型式があるが、今回の検討は、この二つの型式の優劣に対して比較検討を行なうものではない。

3.1.3 建 設 計 画

(1) 一般的な概念としてモノレールは、全線高架という考え方が浸透している。そこでマニラ都市内においてモノレールの高架形式が許されるならば、二本軌条式も同様に高架形式で建設することが可能である。比較は同じ基準にたっとなされるべきであり、一方が地下形式、一方が高架形式というように安価なものとなる。

こゝに我々は、同一基準にたっとな案に対する構造上からの問題点、建設費の比較及び周辺に与える環境問題、安全性等について比較検討を行なうものである。

(2) 大都市の大量輸送機関として基幹となるべき都市高速鉄道は、基本的に地下形式の採用が望ましいと考えられる。

しかし、建設費を安くするという目的であえて比較をする場合に、ルートで高架構造形式が考えられた。これらに対してモノレールシステムと二本軌条式システムの比較が行なわれた。

3.1.4 車 両

車両の比較に当っては、マニラ都市高速鉄道建設のために新たに開発、設計をして車両の比較検討を行なうものではない。

従って、比較検討は現在使用されているモノレール車両及び二本軌条式車両を用いるものとする。

3.2 世界の事例

都市高速鉄道として現在世界各国の都市における事例を明らかにすることは、モノレールシステムと二本軌条式システムの両案の選択をする場合に、我々にとっても、フィリピン公共事業省にとっても大いに参考になろう。

こゝに世界の事例を表 3.1、表 3.2 に示す。二本軌条式システムは衆知の如く世界の各都市において採用されているが、モノレールシステムは表 3.2 に示すように採用している都市は極めて少なく、線路延長も極めて短い。

この原因は、モノレールが 70 年の歴史をもつ交通機関であるが、大量輸送むきではないとして、本格的な都市交通機関として取り上げられなかったためである。

モノレールの実績は日本が最も多く、1964 年には羽田線モノレールが建設され、都市交通としての大量輸送の可能な車両の開発が行なわれ、その実用性を証明し、都市交通問題の解消に寄与することになった。

3.3 車輛と比較

輸送力の比較で述べるように、二本軌条式とモノレールの一列車の輸送力は大差なく、多少列車長が異なる程度である。

こゝでは、各型式の車両の比較と問題点について考える。

図 3.1 に二本軌条式車両、跨座型モノレール車両、懸垂型モノレール車両の車体外形図を示す。

3.3.1 1 両当り乗車容量

各型式のラッシュピーク 1 時間帯の平均乗車人員 (表 3.8 参照) から見た 1 両あたりの乗車容量は次の通りである。

二本軌条式	204人	車長 20m
跨座型モノレール	151人	15.65m
懸垂型モノレール	156人	17m

となり、二本軌条式車両の 1 両当りの乗車容量は、モノレール車両に比べて 35% も大きい。

従って、現存する車両の比較では、表定速度、運転時隔が各方式とも全く同一と仮定すると、所要車両数は、モノレール方式の方が 35% 余計に必要となる。

モノレールの車両の長さは、1つのタイヤにかかる荷重を少なくするため 20m の長さの車両にすることは困難である。

3.3.2 車両重量と軸重

表 3.3 車両重量

(単位: トン)

	車体重量	超満員時乗客重量	合計
二本軌条式	38 (34)	22.06	60.06 (56.06)
跨座型 2 扉	25 (23)	15.16	40.16 (38.16)
モノレール 3 扉	25 (23)	15.96	40.96 (38.96)
懸垂型モノレール	22 (21)	15.16	37.16 (36.16)

() の数値はアルミ車体の場合

Table 1. - Two-rail System Adopted in Various Cities in the World

Year of Inauguration	Number of Metropolitan	Name of Corporation	Operating kilometer		Number of Lines	Number of Station	Annual Traffic Volume	Train Formation	Headway	Number of Cars
			Under-ground	Total						
S.L 1863 E.L 1890	London (ENGLAND)	London Transport Executive	165.6	387.6	8	249	655,000	8	2:00	4,315
1896	Budapest (HUNGARY)	Budapest Railway	11.8	12.8	2	22	21,900	4	2:00	133
1897	Glasgow (ENGLAND)	Glasgow Transport Bureau	10.5	10.5	1	15	15,300	1	3:30	43
1898	Wien (AUSTRIA)	Wien Transit Authority	18.2	26.7	1	25	72,500	0	2:30	330
1900	Paris (FRANCE)	Autonomy Corporation of Paris Transports	178.4	248.1	19	393	1,224,000	9	1:35	3,656
1901	Boston (U.S.A.)	Massachusetts Bay Transportation Authority	15	48	3	48	95,000	4	2:00	356
1902	Berlin (GERMANY)	Berlin Transit Authority	81.2 W 68.8 E 12.4	103.5 88.9 14.6	10 8 2	131 109 22	331,600 270,600 61,000	8	2:30 2:00	1,164 858 306
1904	New York (U.S.A.)	New York City Transit Authority	220	385	37	477	1,227,800	11	1:30	6,924
1907	Philadelphia (U.S.A.)	Southeastern Pennsylvania Transportation Authority	26.2	39.4	2	53	1,100,000	6	1:45	490

Year of Inauguration	Number of Metropolitan	Name of Corporation	Operating Kilometer		Number of Lines	Number of Station	Annual Traffic Volume	Train Formation	Headway	Number of Cars
			Under-ground	Total						
1908	New York (U.S.A.)	Port of New York Authority-Trans Hudson	12.8	22.4	1	13	40,300	7	1:30	298
1912	Hamburg (GERMANY)	Hamburg Verkehrsverbund	32	90.7	3	79	187,200	8	2:00	849
1913	Buenos Aires (ARGENTINE)	Buenos Aires Transit Authority	34	34	5	57	261,100	5	2:00	402
1919	Madrid (SPAIN)	Madrid Underground Railway Corporation	50.9	50.9	6	84	502,000	6	2:30	608
1924	Bercelona (SPAIN)	Barcelona Underground Railway	33.0	34.0	4	52	241,100	4	2:40	296
1925	Athens (GREECE)	Greece Electric Railway	2.9	25.7	1	20	92,300	5	3:30	135
1927	Tokyo (JAPAN)	Teito Rapid Transit Authority	Ginza L 14.0 Marunouchi L 25.2 Hibiya L 17.4 Toozai L 16.5 Chiyoda L 18.7 Total 91.8	14.3 27.4 20.3 30.8 20.9 113.7	5	18 27 21 20 18 104	1,353,548	10	2:00	1,402

Year of Inauguration	Number of Metropolitan	Name of Corporation	Operating Kilometer		Number of Lines	Number of Station	Annual Traffic Volume	Train Formation	Headway	Number of Cars
			Underground	Total						
1929	Barcelona (SPAIN)	Salia Railway	4.4	7.1	1	12	26,500		2:30	72
1923	Osaka (JAPAN)	Osaka Municipal Transportation Bureau	Midousuji L	19.5	17					
			Tanimachi L	7.3	8					
			Yotsubashi L	11.4	11					
			Chuo L	6.4	11	6	722,883	8	2:15	625
			Sennichimae L	9.6	11					
			Sakaesuji L	7.0	9					
		Total	55.8	67.1		67				
1935	Moscow (U.S.S.R.)	Moscow Underground Railway	132.4	150.4	8	96	1,628,000	7	1:30	1,800
1943	Chicago (U.S.A.)	Chicago Transit Railway	17	143	4	154	103,500	8	1:55	1,295
1943	Stockholm (SWEDEN)	Stockholms Sparvagar	26.5	70.5	2	72	187,000	8	2:00	696
1954	Toronto (CANADA)	Toronto Transit Commission	32.0	42.0	2	47	169,000	8	2:20	410

Year of Inauguration	Number of Metropolitan	Name of Corporation	Operating kilometer		Number of Lines	Number of Station	Annual Traffic Volume	Train Formation	Head-way	Number of Cars
			Under-ground	Total						
1955	Rome (ITALY)	Rome Electric Railway	5.9	11.0	1	11	21,800	3	6:00	40
1955	Cleveland (U.S.A.)	Cleveland Railway	0.5	30.5	1	17	13,290	6	2:00	118
1955	Leningrad (U.S.S.R.)	Leningrad Underground Railway	44.4	45.0	3	29	399,300	4	2:00	247
1957	Nagoya (JAPAN)	Nagoya Municipal Transportation Bureau	Higashiyama L 15.0 Meijo L 14.9 Total 29.9	17.5		19				
1959	Lisbon (PORTUGAL)	Lisbon Underground Railway Corporation	12.0	12.0	1	20	70,400	2	2:00	70
1960	Tokyo (JAPAN)	Tokyo Metropolitan Transportation Bureau	No. 1 18.3 No. 6 17.4 Total 35.7	18.3 21.0 39.3	2	42	238,719	6	2:30	308
1960	Kiev (U.S.S.R.)	Kiev Underground Railway	13.0	20.3	1	15	126,800	3	2:00	146
1964	Milan (ITALY)	Milan Municipal Transportation Bureau	20.7	34.2	2	43	125,600	6	3:00	219

Year of Inauguration	Number of Metropolitan	Name of Corporation	Operating kilometer		Number of Lines	Number of Station	Annual Traffic Volume	Train Formation	Headway	Number of Cars
			Underground	Total						
1966	Oslo (NORWAY)	Oslo Underground Railway	7.4	28.2	1	35	28,000	6	3:30	135
1966	Montreal (CANADA)	Montreal Transportation Commission	25.6	25.6	3	28	127,400	9	2:00	369
1968	Kobe (JAPAN)	Kobe Rapid Transit Railway Corporation	Toosei L 6.9 Nanbolu L 0.4 Total 7.3	7.2 0.4 7.6	2	9 1 10	85,085	7	2:00	0
1968	Rotterdam (NETHERLAND)	Rotterdam Electric Railway	3.2	7.6	1	8	28,000	4	3:00	43
1969	Philadelphia (U.S.A.)	Philadelphia Transportation Bureau	4.6	23.3	1	12	9,500	6	5:00	75
1971	Sapporo (JAPAN)	Sapporo Municipal Transportation Bureau	7.6	12.1	1	14	71,565	6	5:00	72
1972	Yokohama (JAPAN)	Yokohama Municipal Transportation Bureau	5.3	5.3	1	6	21,796	3	5:00	21

Table 3.2 Mono-rail System in the World

Year of Inauguration	Name of Country	Location	Type	Purpose	Track Length	Remarks
1901	West Germany	Wuppertal	Suspension Type	Passenger Transport	13.3 km	Double Track
1956	West Germany	Freilingen	Saddle Type	Experimentation	1.8	Single Track
1957	Japan	Tokyo Ueno	Suspension Type	Amusement	0.33	do
1959	U.S.A.	Disneyland	Saddle Type	do	1.34	do
1960	France	Orleans	Suspension Type	Experimentation	1.4	do
1961	Italy	Torino	Saddle Type	Passenger Transport	1.16	do
1961	U.S.A.	Disneyland	do	do	2.6	do
1961	Japan	Nara	do	Amusement	0.9	do
1962	Japan	Inuyama	do	Passenger Transport	1.29	do
1962	U.S.A.	Seattle	do	do	1.59	Double Track
1963	Japan	Yomiuri land	do	do	1.97	Single Track
1964	Japan	do	do	do	1.13	do
1964	Japan	Haneda	do	do	13.1	Double Track
1966	Japan	Mukogaoka	do	do	6.6	Single Track

これから、1軸当りの軸重は表3.4の通りである。

表3.4 軸 重 (単位:トン)

二本軌条式	15 (14)
跨座型 2扉	10.04 (9.54)
モノレール 3扉	10.24 (9.74)
懸垂型モノレール	9.29 (9.04)

以上から、二本軌条式と懸垂型モノレール車両の軸重は問題ないが、跨座型では10トン即ち1車輪では5トンを超している。

従って、この場合には、車体をアルミ等の軽金属にするか、又は高強度のゴムタイヤの使用などの車体構造にする必要がある。

車両に冷房装置を塔載すれば車体重量増加は、約1.5トン程度である。

3.3.3 車 両 費

車両1両の概算価格は表3.5の通りである。

表3.5 車 両 費 (1975年4月時点輸出価格)

形 式	鋼板車体(冷房装置無)	軽合金車体(冷房装置付)
二本軌条式	11,000万円	13,500万円
跨座型モノレール	11,000万円	13,500万円
懸垂型モノレール	10,000万円	12,500万円

3.3.4 車 両 数

車両数は1列車の乗車容量及び運行のダイヤから決められる。

3.4 輸送力の比較

車両は予測される輸送需要から車両の大きさと編成方式が決められるが、各車種共標準の寸法と考えられるのもとで、二本軌条式、跨座型モノレール、懸垂型モノレールについての輸送力の比較を行なう。

即ち、

座席の奥行 550mm

運転室奥行(懸垂型を除く) 1,700mm

3.4.1 床面積、定員及び計画最高乗車人員

床面積の算出は、座席者の膝頭余裕を250mmとする。定員数算出にあたって、立席者1人平均の占有床面積を

0.35m² (70cm × 50cm) とする。計画最高乗車人員とは、ラッシュピーク時間帯の中でも最高に混雑した時の乗車人員数で、この場合の立席者1人平均の占有床面積を0.135m² (45cm × 30cm) とする。

表 3.6 一車両当りの乗車人員

車種		床面積 (m ²)			定員 (人)			計画最高乗車人員 (人)		
		座席	立席	合計	座席	立席	合計	座席	立席	合計
二本軌条式	先頭車	17.61	28.79	46.4	50	82	132	50	213	263
	中間車	20.24	30.38	50.62	58	86	144	58	225	283
跨座型	2扉	15.36	20.28	35.64	44	57	101	44	150	194
モノレール	3扉	12.78	22.86	35.64	36	65	101	36	169	205
懸垂型モノレール		16.64	19.76	36.4	48	56	104	48	146	194

3.4.2 超満員乗車人員

1両の車に何人の満員乗車が出来るかは実際の車両で実験をしてみる以外方法は無い。日本の国鉄で実験をした例はあるが、これは通常の駅停車時分を全く無視して、時間をかけ人間を詰め込んだ数値であり、あまり妥当性がないので次の条件で算出した人員を超満員乗車人員と考えても差しつかえない。

- a 座席者の膝頭余裕 150mm
- b 立席者1人平均占有床面積 0.1m² (40cm × 25cm)
- c 乗客1人の重量(手荷物共) 57Kg

表 3.7 超満員乗車人員

車種		床面積 (m ²)			超満員乗車人員 (人)			乗客重量 (トン)
		座席	立席	合計	座席	立席	合計	
二本軌条式	先頭車	15.41	30.99	46.4	50	310	360	20.52
	中間車	17.71	32.91	50.62	58	329	387	22.06
跨座型	2扉	13.44	22.20	35.64	44	222	266	15.16
モノレール	3扉	11.19	24.45	35.64	36	244	280	15.96
懸垂型モノレール		14.56	21.84	36.4	48	218	266	15.16

3.4.3 編成列車の列車定員とラッシュピーク時の輸送力

ラッシュピーク1時間帯における1列車平均の乗車人員を列車定員の150%とする。

表 3.8 ラッシュピーク時の輸送人員

車 種	編成	定 員 (人)			ラッシュピーク1時間帯 1列車平均乗車人員 (人)			計画最高乗車人員 (人)		
		座席	立席	合計	座席	立席	合計	座席	立席	合計
二本軌条式	6両	316	500	816	316	908	1,224	316	1,302	1,618
跨座型	2扉 8両	352	456	808	352	860	1,212	352	1,200	1,552
モノレール	3扉 8両	288	520	808	288	924	1,212	288	1,352	1,640
懸垂型モノレール	8両	384	448	832	384	864	1,248	384	1,168	1,552

上記に関して、二本軌条式の編成方式はTc、M、Mc・Mc、M、Tcとし、3両を1ユニットとして6両編成とした。

また、モノレールは図3.1に示したとおり、2両を1ユニットとしてMc、Mc・Mc、Mc・Mc、Mc・Mc、Mcの8両編成とした。

この場合の列車長は

$$\text{二本軌条式} \quad 20m \times 6 \text{両} \quad = 120m$$

$$\text{跨座型モノレール} \quad 31.3m \times 4 \text{ユニット} \quad = 125.2m$$

$$\text{懸垂型モノレール} \quad 34m \times 4 \text{ユニット} \quad = 136m$$

以上から、二本軌条式とモノレールの車体寸法上から見た1列車の乗車人員は大体同じと見て良い。

また、二本軌条式と跨座型モノレールの列車長はほとんど差はないが、懸垂型モノレールの場合は列車長が長くなる。

以上は、1列車の輸送力の比較であって、実際に運転した場合の表定速度がどうなるのか、また運転時隔がどう異なるかの検討は行なっていないので、輸送方式全体から見た輸送力の比較は更に検討の必要がある。

3.5 建設基準

モノレールシステムと二本軌条式システムの建設基準を表3.9に示す。

この両案の建設基準の違いは、最小曲線と最急勾配の違いが大きい。

しかし、最小曲線半径については、マニラにおける1号線がケソン通りとタフト通りに沿っており、モノレールが採用されても、小さい曲線を使用しても建設費が安くなる箇所は少ない。曲線を小さくすれば列車のスピードが遅くなる。最急勾配についても同様にこの1号線では勾配を急にすることができて建設費にはそれほど影響しない。

尚、都市モノレールとして用いられている車両の形式は、大型、中型、小型の3種類である。

Table 3.9 Construction Criteria

Item		Two-rail	Saddle Type Mono-rail
Track Gauge		1.435 ^m	-----
Power Supply System		Third rail system	-----
Power Supply		D.C. 750V	D.C. 750V
Car Gauge (Width x Height)		2.88 ^m x 4.00 ^m	2.95 ^m x 3.70 ^m
Construction Gauge		3.28 ^m x 4.30 ^m	3.87 ^m x 3.85 ^m
Car Length		20 m	15.65 m
Minimum curve radius	Main line	200 ^m (160 ^m)	120 ^m (60 ^m)
	Side line	120 m	-----
	Turnout	150 m	94 m
	Along a Platform	500 ^m (300 ^m)	Straight line (200 m)
Length of tran- sition curve		$L \geq 300C$, where the curve radius is less than 800 m	300 C
Distance between reversed transition curves		Not less than 15 ^m	Not less than 15 ^m
Cant		$C = 11.8 \frac{v^2}{R} < 150^{\text{mm}}$	Maximum 0.12 (tan θ)
Maximum gradient	Main line	35/1000	60/1000
	Side line	40/1000	-----
	At a Platform	10/1000	10/1000
Minimum gradient of underground section		2/1000	2/1000

Item	Two-rail	Mono-rail
Minimum radius of vertical curve	Not less than 2000 ^m in a section where the variation in gradient exceeds 10/1000	Not less than 500 ^m in a section where the variation in gradient exceeds 5/1000
Expansion of construction gauge at curve section	$W = \frac{24,000}{R}$, where the curve radius is less than 800 ^m	$W = \frac{12,000}{R}$, where the curve radius is less than 800 ^m
Gauge widening	$S = \frac{2,250}{R} \leq 25^{\text{mm}}$, where the curve radius is less than 600 ^m	-----
Height from rail level to formation level	Concrete bed: 500 ^{mm} ballast bed: 700 ^{mm}	-----
Minimum track - center distance	3.80 ^m	3.70 ^m

Note: 1. The curve radii can be reduced to the values shown in parentheses, if absolutely necessary.

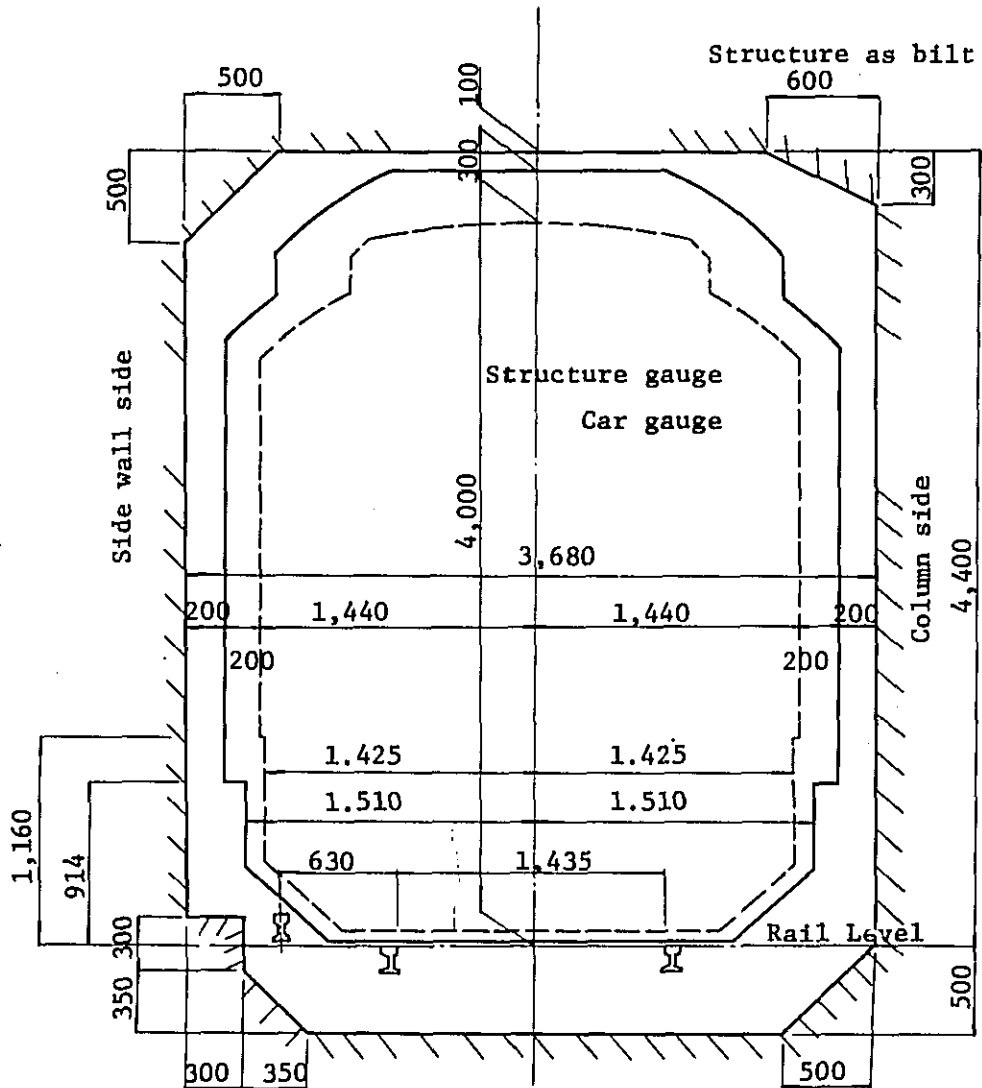
2. Minimum center track distances in the elevated section are as follows:

Main line : 3,600 mm

Side line : 3,400 mm

Fig. 3.2 - Structure and Car Gauge

(a) Two-rail System



(b) Mono-rail System (Saddle Type)

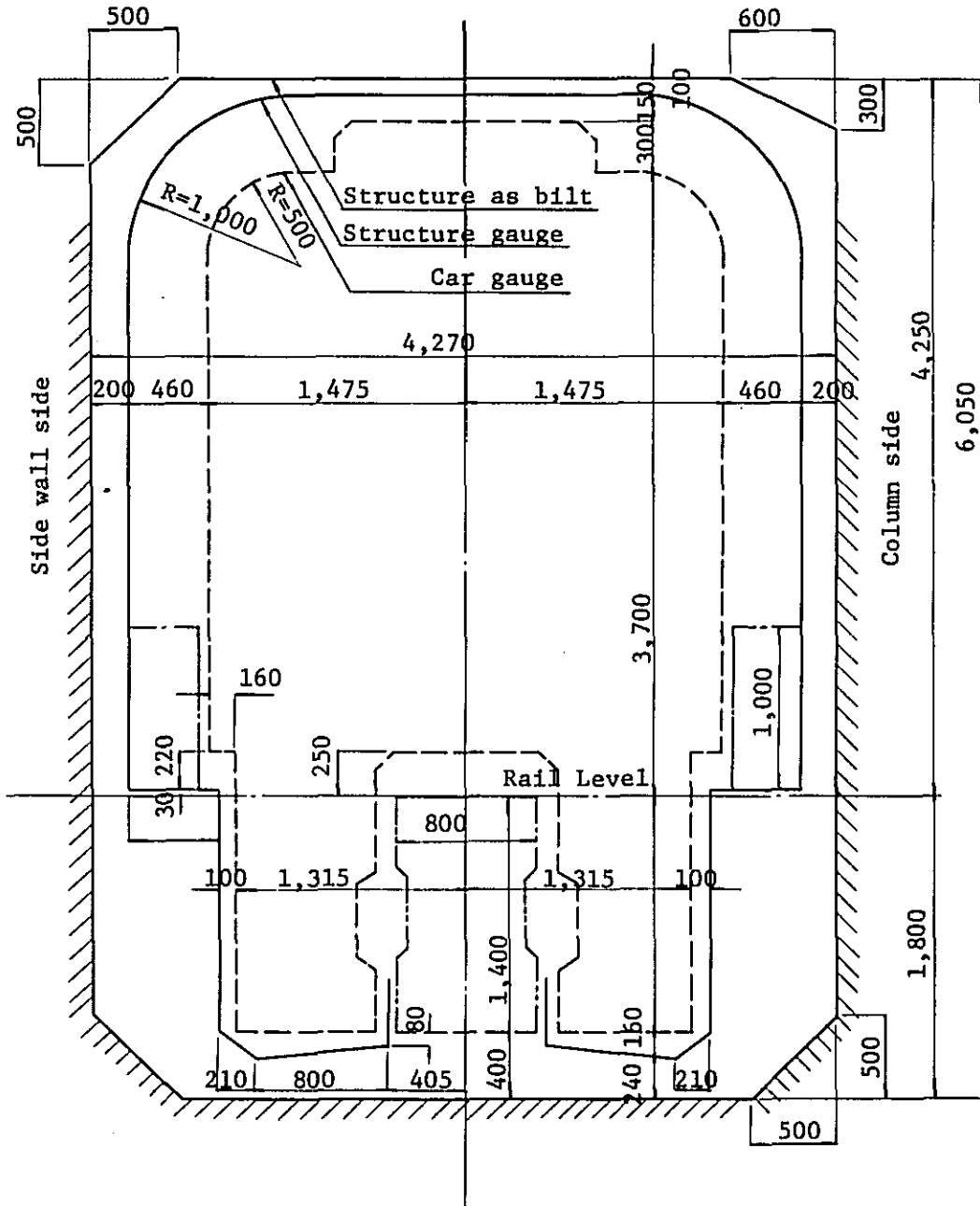


Figure 3.3 Typical Cross Section

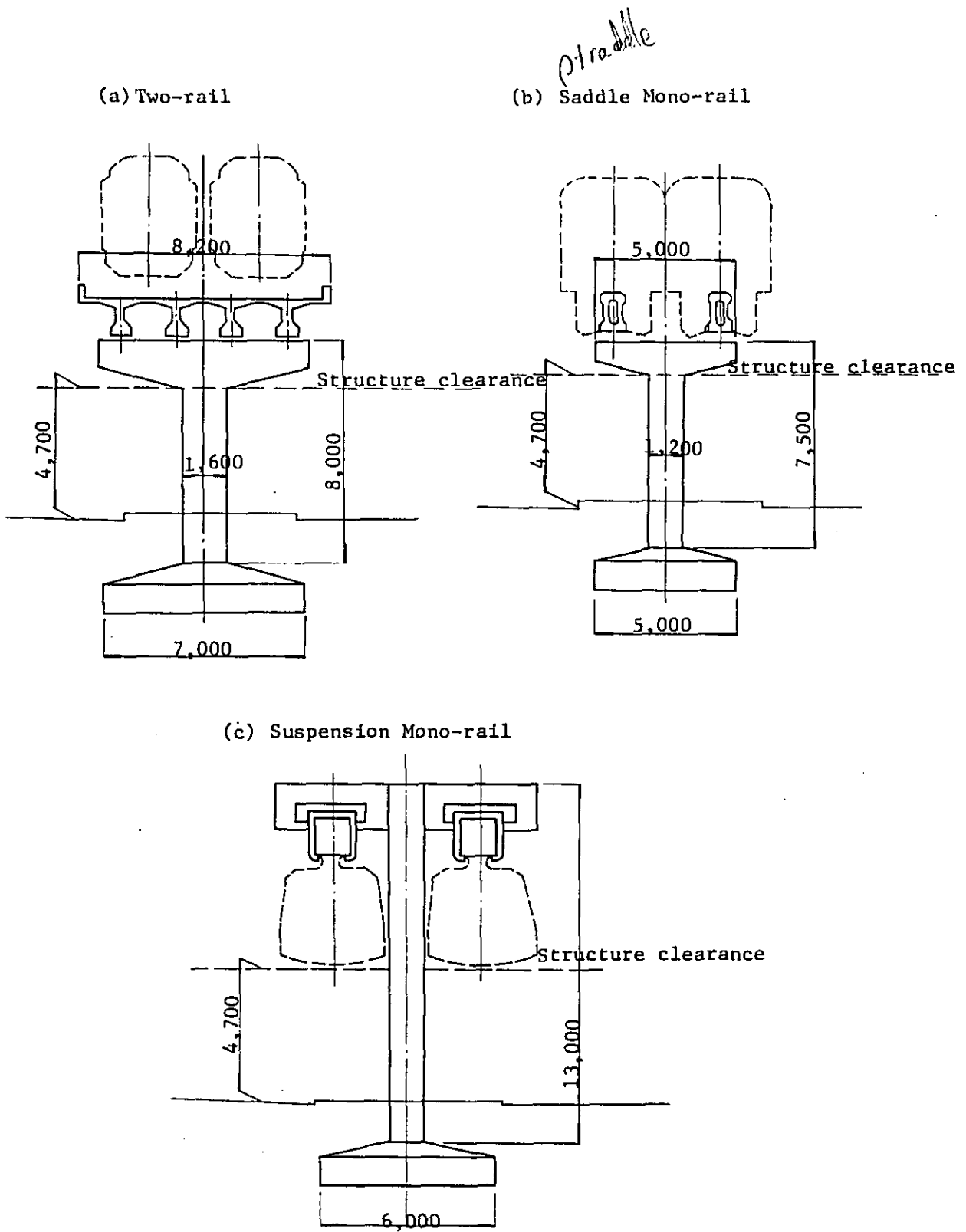


表 3.10 跨座型モノレール車体寸法

(単位：ミリメートル)

項目 \ 型	大 型	中 型	小 型	備 考
車 体 長	15,000	12,500	6,200	
2 両固定編成長	31,300	26,200	13,350	連結面間距離
最 大 幅	2,940	2,440	1,800	
最 大 高 さ	3,590	3,540	2,600	レール面上高さ
車 体 高 さ	4,770	4,720	3,300	
ボギー間距離	9,500	7,300	4,000	
台 車 軸 距	1,700	1,500	1,500	
重 量 (t)	25	18	6	空 車

3.6 構 造 物

3.6.1 路 線

路線は部分的に勾配、曲線に多少の違いがあるが、モノレールも二本軌条式も1号線は同一路線としたため、ほとんど変わらない。

3.6.2 構造形式の比較条件

構造形式を地下形式にする場合には、その建設費は、地質、施工場所等によって開きはあるが、地下式は高架形式の場合に較べて約2倍～3倍も高い。

高架形式の場合は、道路上に柱が建つために、道路機能の障害となる恐れがあり、その他都市美観、環境等の問題がある。

これらの点は他の章で述べるとして、モノレールと二本軌条式とを比較する場合には、建設費がこのような違う場合は構造形式は同一タイプのものでなければ比較にはならない。

従って、モノレールが高架の場合は、二本軌条式も高架型式とし、二本軌条式が地下の場合はモノレールも地下構造型式とする。

3.6.3 標準高架部

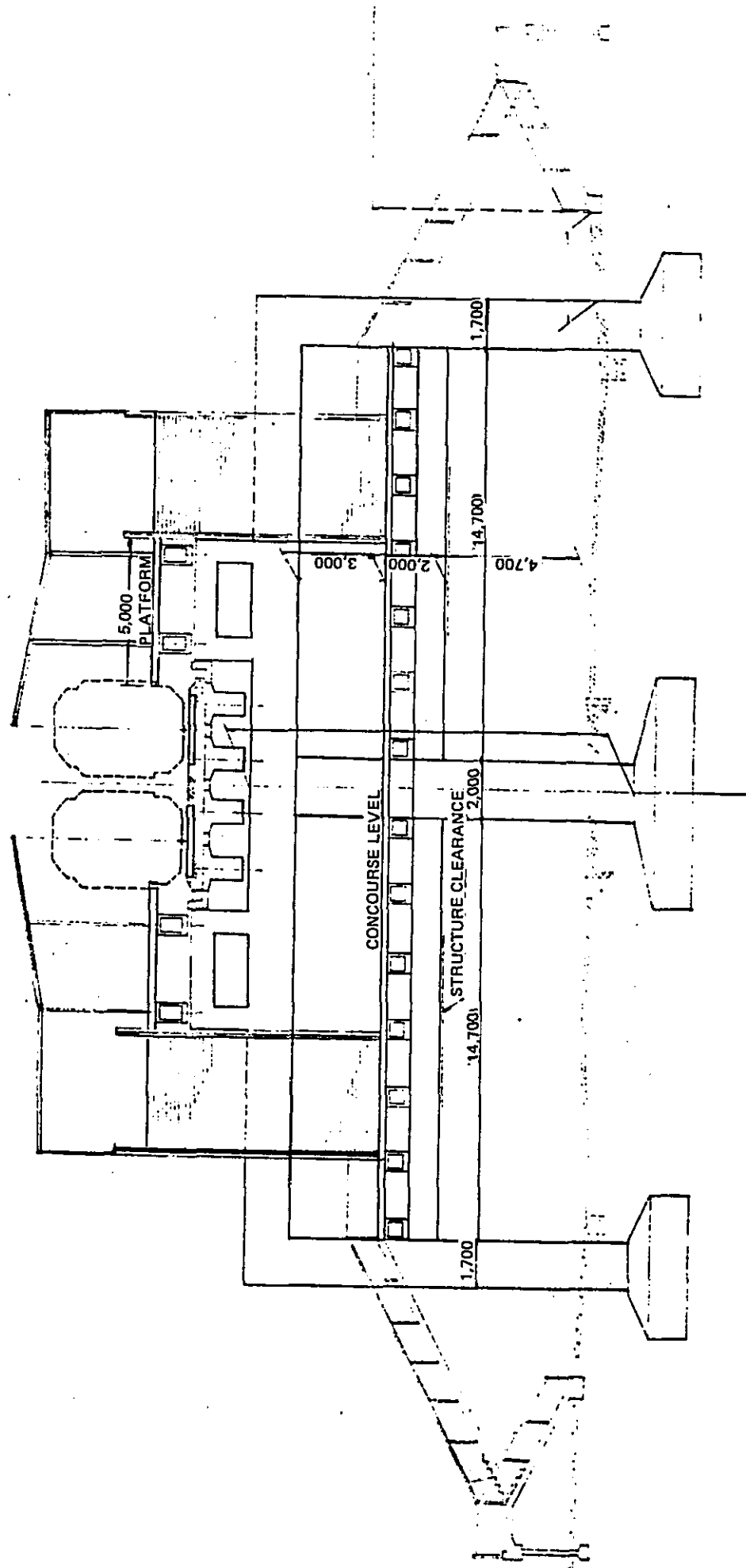
標準高架の二本軌条式とモノレールの構造形式は図 3.3 に示す。

二本軌条式は1線2主桁に対して、モノレールは1線1主桁のプレストレスコンクリート桁である。柱の断面は二本軌条式が1.6m × 1.6m、モノレールは1.2m × 1.2m である。

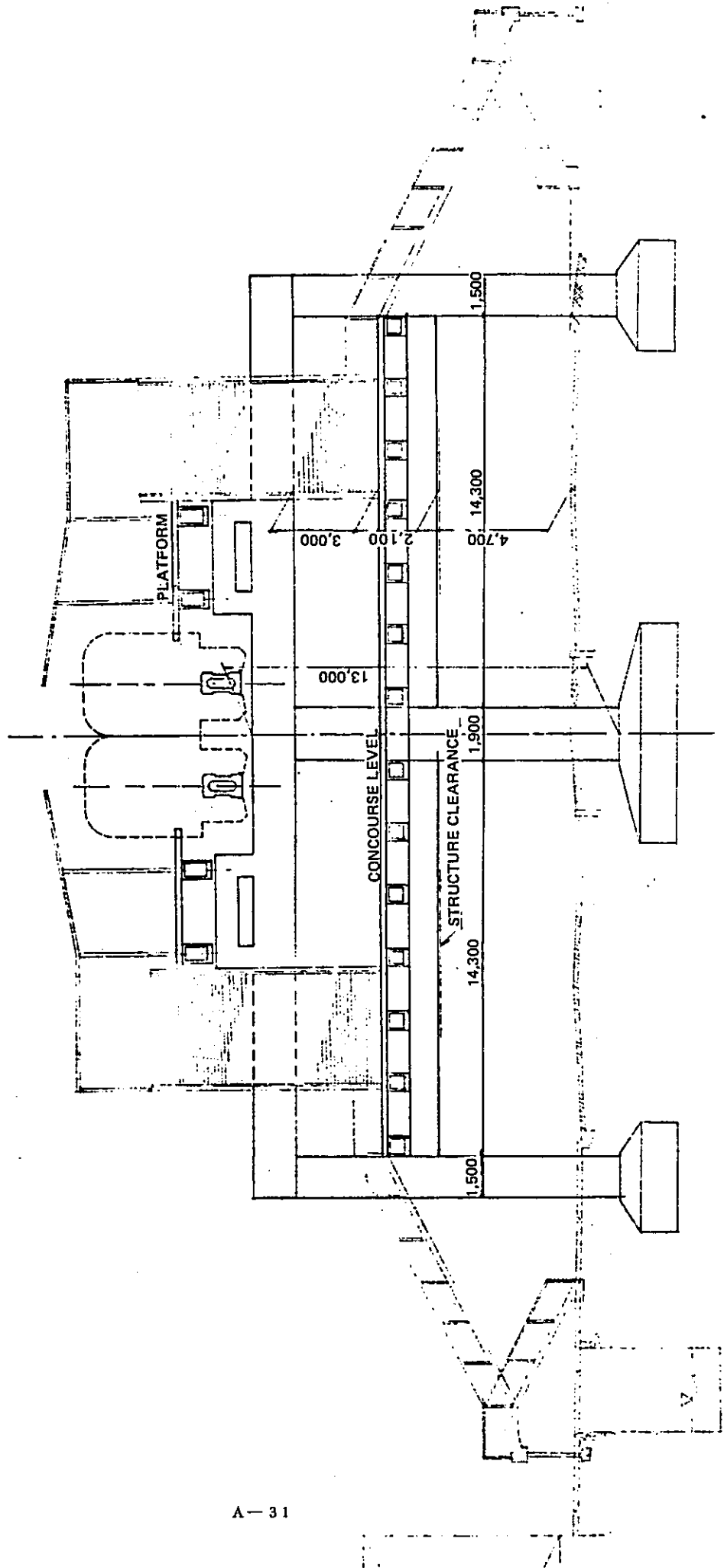
これらの各タイプの比較を表 3.11 に示す。

Fig. 3.4 Standard Elevated Station

(a) Two-rail System



Saddle Mono-rail System



(c) Suspension Mono-rail System

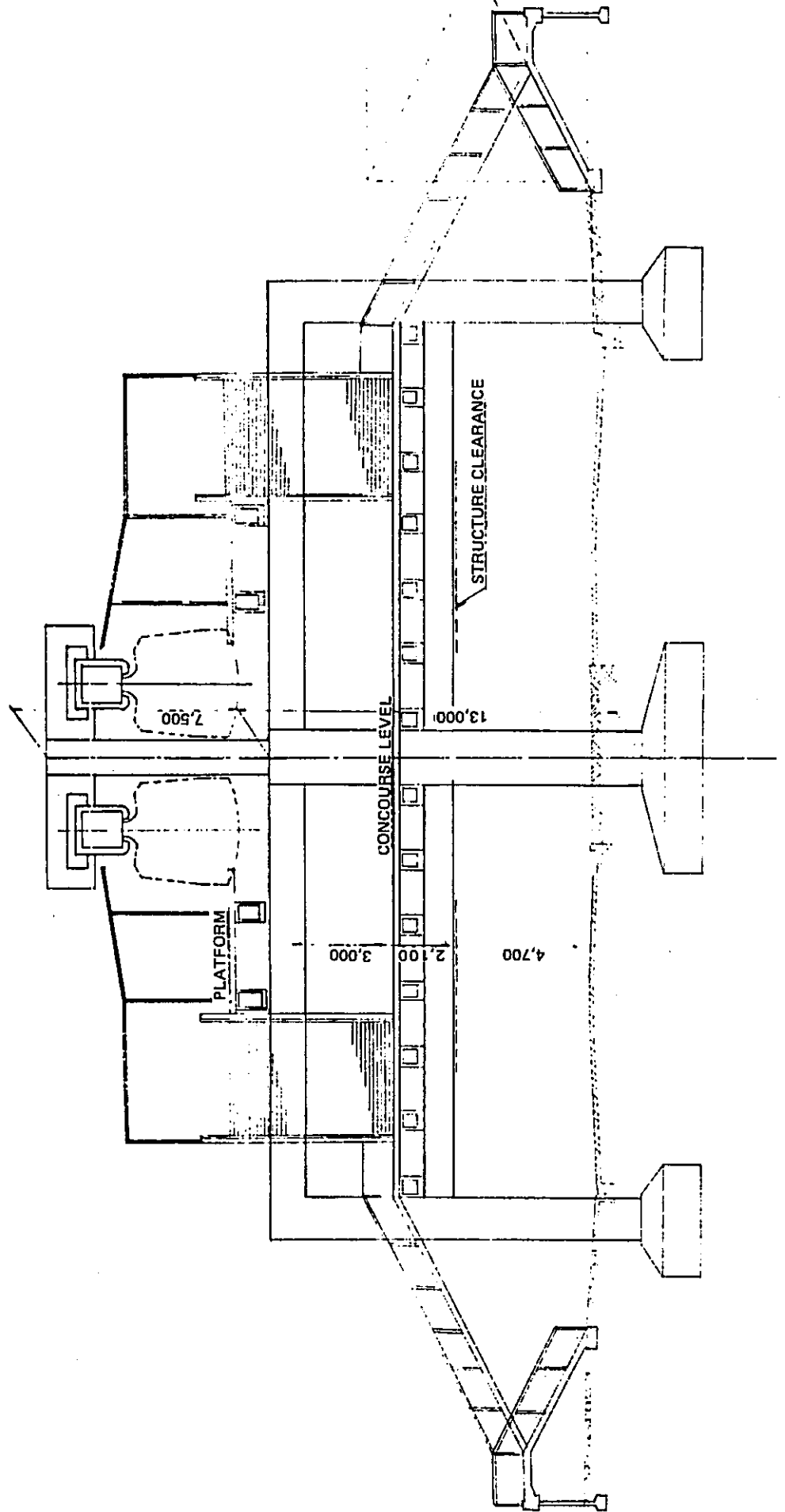


表 3.11 標準高架部比較

(20m当り)

種 別	単 位	二本軌条式	モノレール		
			跨座型	懸垂型	
占有巾	m ³				
コンクリート	主桁	P.C	81.1	28.8	—
		場所打ち コンクリート	10.0	—	—
	橋脚	36.7	18.6	33.3	
	基礎	64.6	33.1	33.1	
掘削	m ³	329.1	212.3	212.3	
道床	m ³	94.2	—	—	

1 m当りの建設費は

二本軌条式 4,300ドル

モノレール 2,500ドル

従って、標準高架はモノレールの方が二本軌条式よりも建設費の面では安く有利である。

この建設費は概算な試算ではあるが、同一条件のもとで求めたもので、比較の意味で効果があろう。

3.6.4 標準高架駅

ホームの長さは車両編成長から決められる。その長さは、二本軌条式では130m、モノレールでは135mである。

駅の構造は、道路上にコンコース階を設け、駅務室及び電気、機械室をも設置する。この断面を図3.4に示す。

これらの各タイプの比較を表3.12に示す。

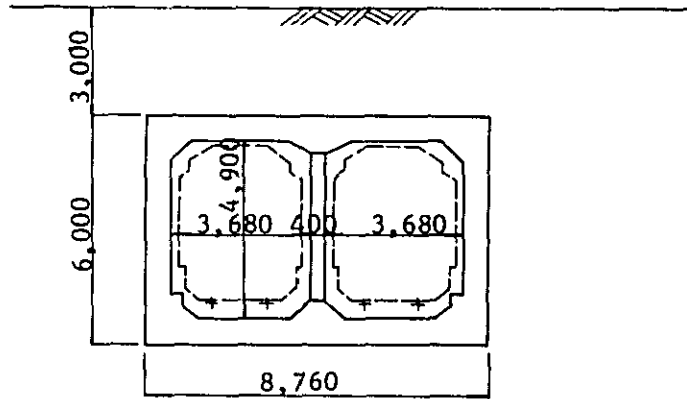
表 3.12 標準高架駅比較

(20m当り)

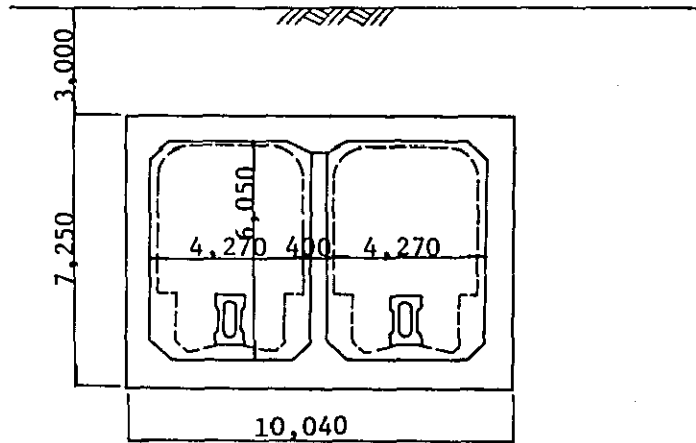
種 別	単 位	二本軌条式	モノレール		
			跨座型	懸垂型	
占有巾	m	38.1	36.0	36.0	
コンクリート	主桁	P.C	81.1	28.8	—
		場所打ち コンクリート	10.0	—	—
	ホーム	P.C	38.2	38.2	38.2
		場所打ち コンクリート	52.8	52.8	52.8
	コ ー ス	P.C	100.8	100.8	100.8
		場所打ち コンクリート	144.2	144.2	144.2
	橋脚	m ³	212.7	181.4	202.0
	基礎	m ³	237.4	195.8	195.8
掘削	m ³	880.7	750.7	750.8	
道床	m ³	94.2	—	—	

Fig.5 Typical cross section

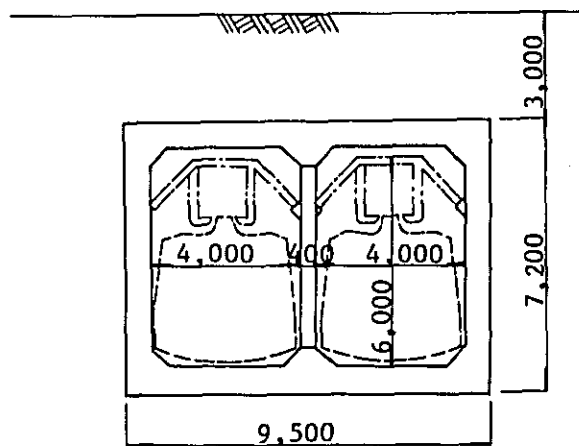
(a) Two-rail System



(b) Saddle Mono-rail System



(c) Suspension Mono-rail System



ここに1m当りの建設費は

二本軌条式	12,500ドル
モノレール	10,500ドル

駅は構造形式及び各部寸法とも二本軌条式とモノレールはほとんど同じである。

3.6.5 標準函型トンネル

標準函型トンネルは土被りを二本軌条式及びモノレールとも3mにすると図3.5の通りである。

表3.13 標準函型トンネル (1m当り)

種 別	二本軌条式	モノレール	
		跨座型	懸垂型
トンネル巾	9.16 m	10.44 m	9.90 m
” 高さ	6.45 m	7.60 m	7.55 m
掘削土量	102.9 m ³	129.0 m ³	122.6 m ³
コンクリート量	23.4 m ³	26.5 m ³	24.4 m ³
そ の 他	軌道材料道床	軌道桁	軌道懸架

ここに1m当りの建設費は、

二本軌条式	10,100ドル
モノレール	13,500ドル

表から見ると、標準トンネルでは二本軌条式の方がモノレールより、建設費が安値である。

我々が現在考えている1号線の計画では、延長約21キロのうち約10.5キロがトンネル区間のため、この建設費の差は、二本軌条式システムかモノレールシステムか何れの選択をする上に非常に大きい要因となる。

3.6.6 標準円形トンネル

標準円形トンネルの断面は、建築限界より決められる。これを図3.6に示す。

円形トンネルは、シールド工法でライニングは鉄筋コンクリートのセグメントが使用される。

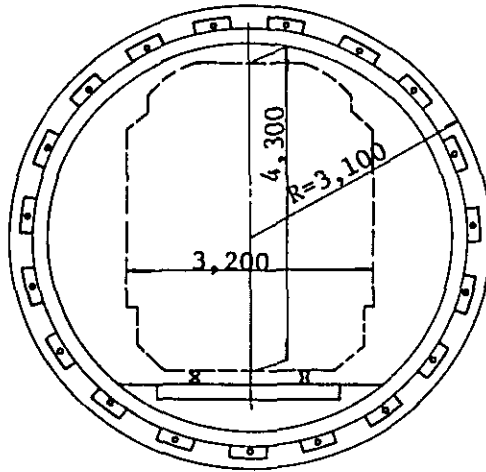
円形トンネルの施工場所は、バシク河を横断する個所及びFEU附近の道路のアンダーパスがある個所の2ヶ所である。

表3.14 標準円形トンネル

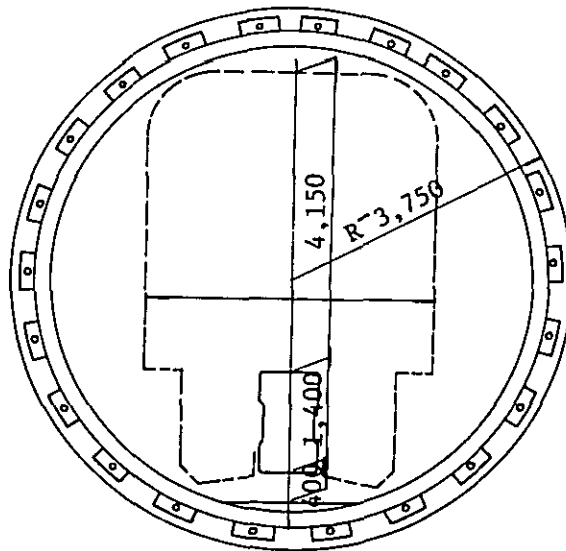
種 別	二本軌条式	モノレール 跨座式
トンネル外径	6.20 m	7.50 m
掘削土量	30.2 m ³	44.2 m ³

Fig. 3.6 Typical cross section

(a) Two-rail System



(b) Saddle Mono-rail System



1 m当りの建設費は

二本軌条式 24,600ドル

モノレール 36,000ドル

円形トンネルも二本軌条式の方が有利である。

3.6.7 標準地下駅

標準地下駅の断面を図 3.7 に示す。地下駅は、二本軌条式、モノレールともコンコース階の大きさは同じである。プラットホーム階で両案ともホームの巾は同じであるが、車両の大きさの関係から構造物の内空が異なる。

表 3.15 標準地下駅比較 (1 m当り)

種 別	二本軌条式	モノレール 跨 座 式
駅 の 長 さ	130 m	135 m
” 巾	18.88 m	19.63 m
” 高 さ	11.95 m	13.15 m
掘 削 土 量	308.8 m ³	345.5 m ³
コンクリート量	62.8 m ³	67.2 m ³

1 m当りの建設費は

二本軌条式 38,000ドル

モノレール 32,500ドル

地下駅も二本軌条式が有利である。

3.7 車輛基地

車輛基地内の諸設備及び敷地面積はモノレールも二本軌条式も大略同じである。モノレールは分岐器をなるべく多く用いたくないが、車輛基地では必然的に分岐器の数が多くならざるをえない。

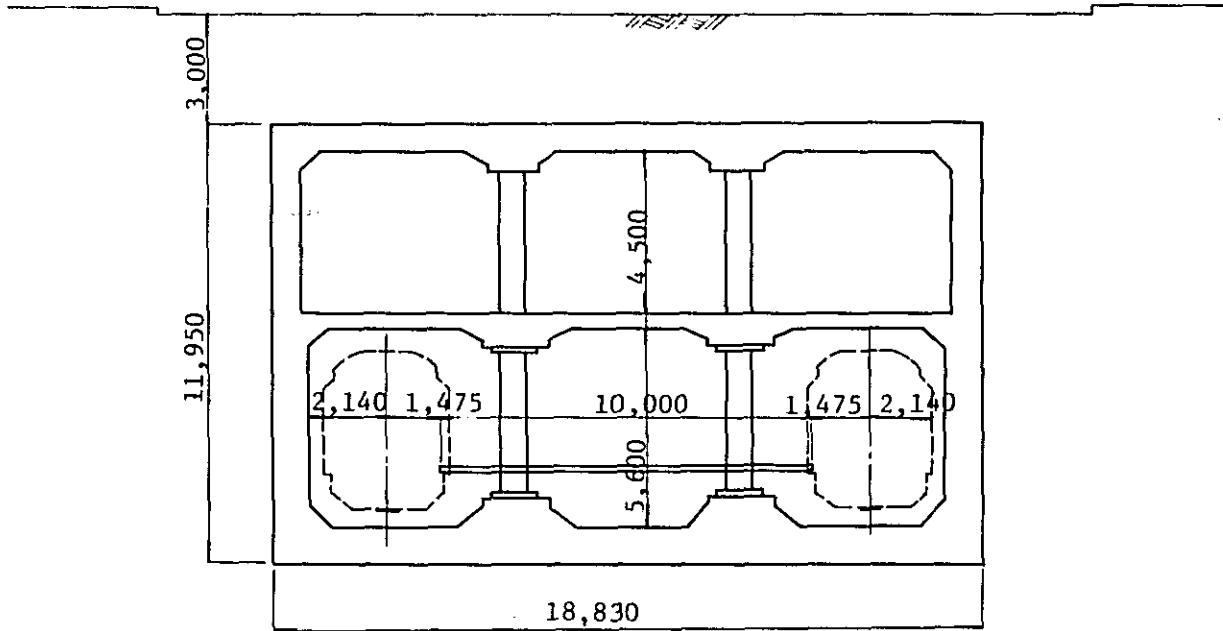
モノレールの車輛基地は車両数が少ない場合にはループ状に配線をすることが望ましい。このマニラ都市高速鉄道のように車両数が完成時400両近くにもなると、ループの車輛基地は用地上から問題が多い。またモノレールは、軌道の桁高が1.4 mの高さにもなるため、車輛基地内の整備、点検には必ず地下道の建設が必要となる。これらを考えると車輛基地は二本軌条式の方が優れている。

3.8 電力方式及び電力設備

電気方式は二本軌条式もモノレールも電気運転である。電力を供給する電気方式は、二本軌条式では交流25KV 直流3,000V、1,500V、750V が用いられ、モノレールは直流750V が一般に用いられている。

Figure 3.7 Typical cross section

(a) Two-rail System



(b) Mono-rail System

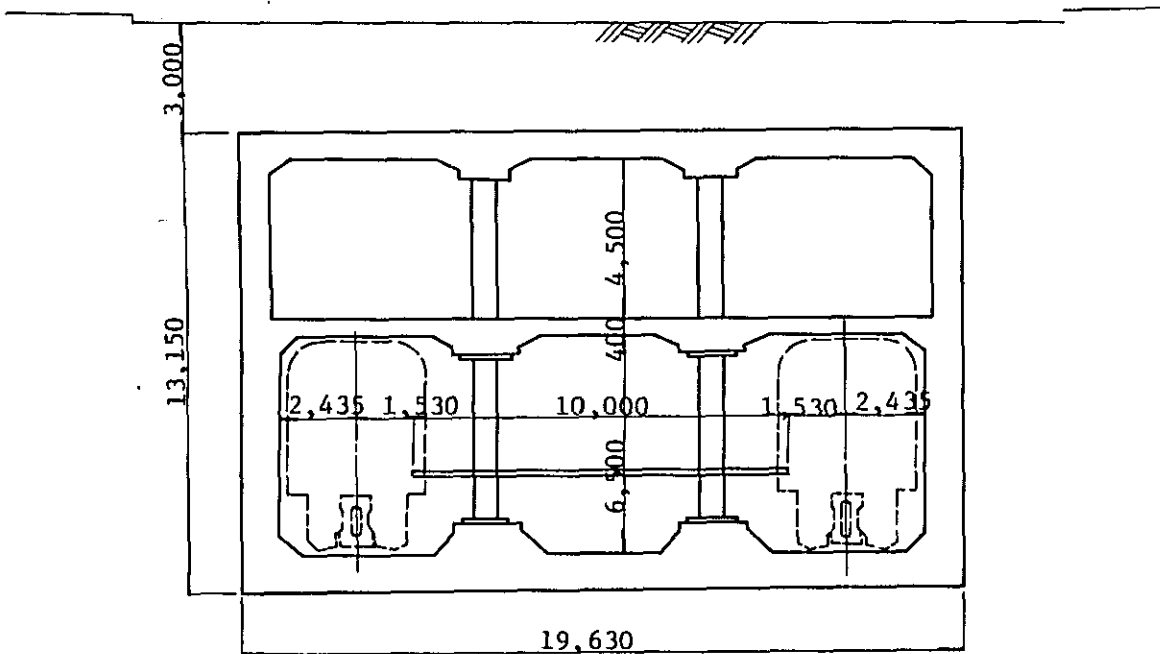
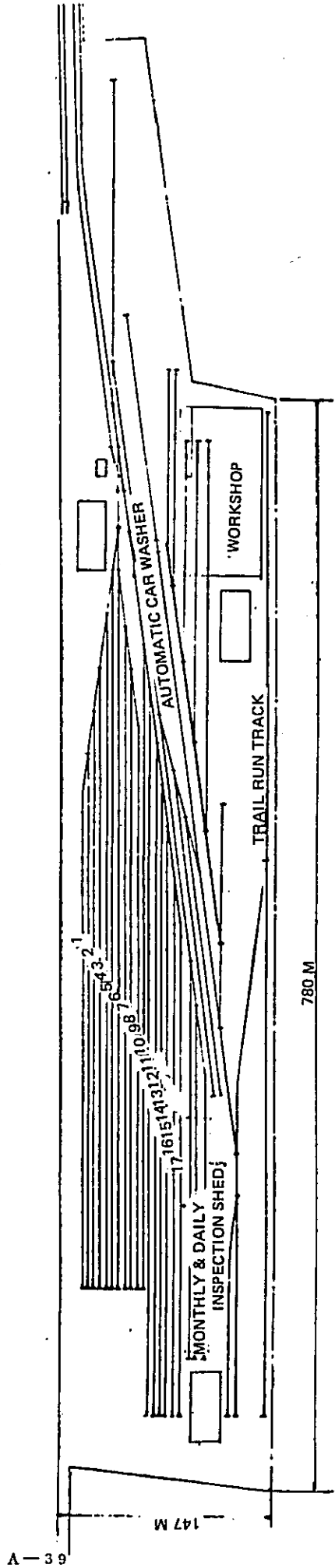
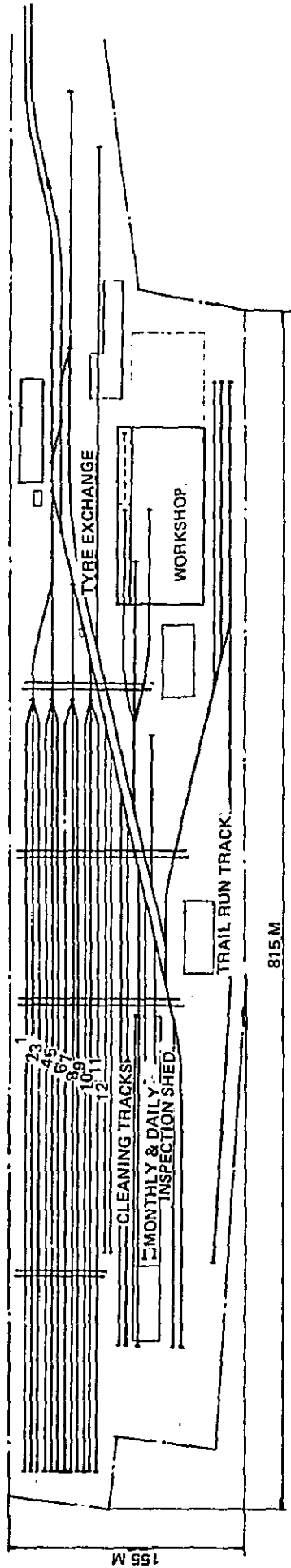


Fig. 8 Depot Track Arrangement Plan
 (a) Two-rail System



(b) Mono-rail System



何れの方式も電動機は D.C 375V 又は D.C 750V が用いられており、A.C 25KV 電化方式の場合には、車両の変圧器で降圧し、Si 整流器で D.C に変換して直流モーターを動かす方式である。

マニラ都市高速鉄道 1 号線では、輸送量、運転速度、通信誘導障害等を考えると、二本軌条式では D.C 750V の第 3 軌条方式が考えられる。

ここに、二本軌条式とモノレールを比較するために、電動方式は D.C 750V とする。

3.8.1 運転用電力

運転用電力は駅位置、曲線半径、勾配が決定し、車両の性能等によって決まるが、モノレールは二本軌条式よりも多くの電力を消費する。

3.8.2 送電線路

都市高速鉄道は電力使用量が大きく、電源停電の場合には、全列車の運行が停止されるとともに、地下の場合には乗客の不安も大きい。このために停電のない電圧変動の少ない強力な変電所から受電する必要がある。なお、一受電変電所が停電しても他の変電所から電力が受電し得るように設備する。

1 号線の電気方式を D.C 750V とすると、変電所は約 2 キロ間隔に設けなければならない。

この多くの各々の変電所に受電することは困難と考えられるので、3~4ヶ所の変電所で受電し、連絡送電線で各変電所に電力を供給する方式がよい。

(1) 連絡送電線路

二本軌条式の場合は、図 3.9 に示すように、地下部、高架部ともに側壁にトラフを設け、送電線路を布設するので、布設は容易で工事費も割安である。

モノレールの場合は、軌道桁の下に架台を設け布設しなければならない。

3.8.3 変電所

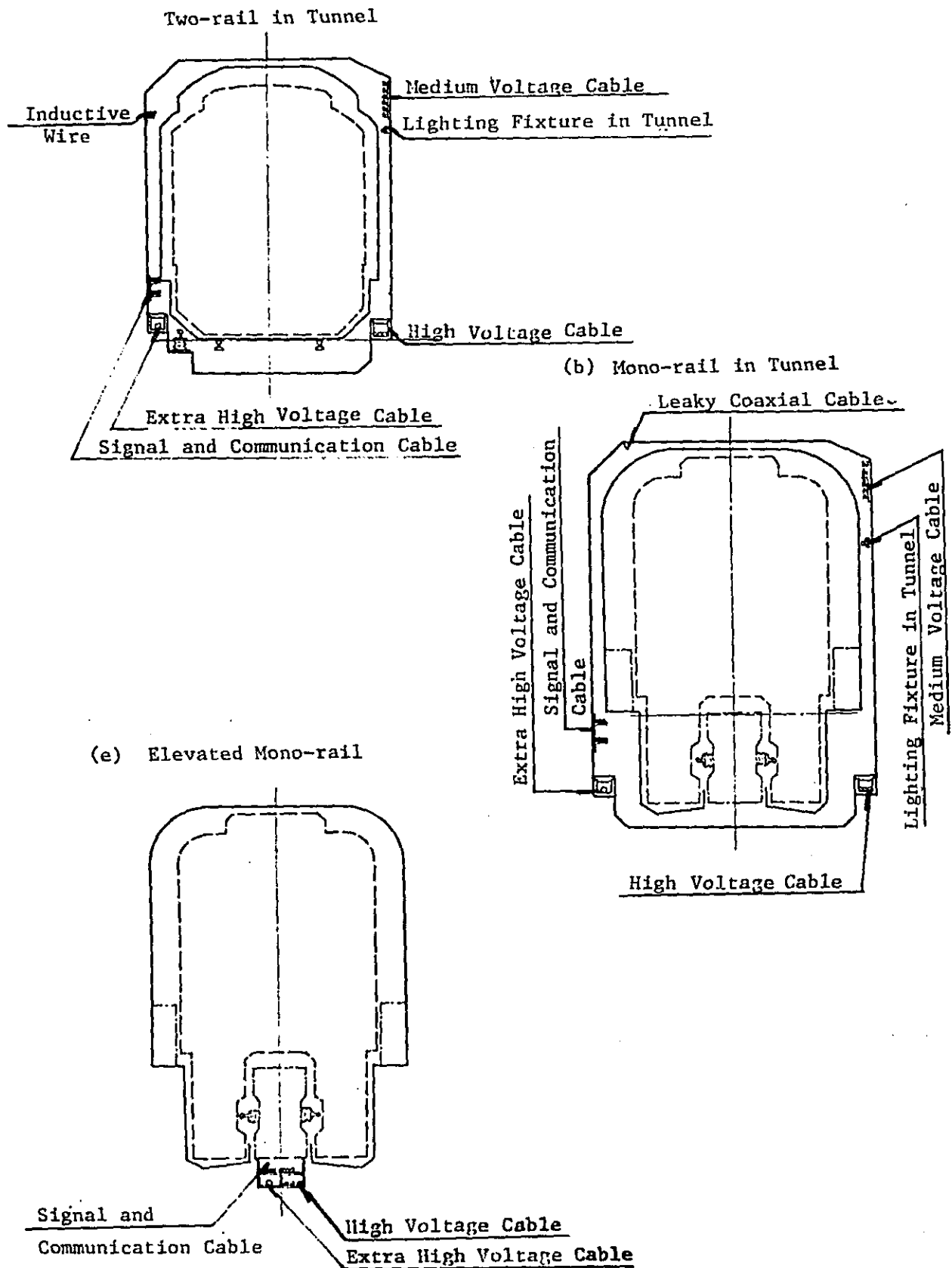
モノレールは二本軌条式より一般に電力消費量が大きいので、変電所の変圧器、シリコン整流器の容量が大きくなることも考えられる。全ての変電所の電気設備は、いずれも電力指令が遠方制御装置で制御監視する方式とする。

3.8.4 電車線路

二本軌条式は第 3 軌条とレールから電力が供給され、第 3 軌条は軌道枕木上の碼子に支持されるので、構造が簡単である。

モノレールは導電レールがないので、正負 2 条の電車線路をモノレールの軌道の両側に取りつけねばならない。モノレールは保守作業車が必要となり、保守に手数を要する。

Figure 3.9 General Arrangement of Electrical Facilities



3.9 信号・通信方式

3.9.1 軌道分岐器

二本軌条式の軌道分岐器の構造は、簡単に電気転てつ器も量産され保守容易である。

モノレール分岐器は懸垂型（サフェージ型等）の場合には、構造上製作し易いと思われるが、跨座型モノレールの分岐器は複雑である。

モノレールの分岐器は操作上から運転時隔の制約を受ける。現在、羽田モノレールでは6分時隔であるが、3分位までの運転時隔は可能と言われる。

3.9.2 列車制御信号方式

二本軌条式の信号方式は、列車が信号閉塞区間に入ると車軸で二本軌条式を短絡し、信号のリレーを作動させ、列車の検知を行い、連続的に列車を制御する方式が用いられている。

モノレールは鉄軌道を利用できないので、電車線の帰線側（負側）を2線として負側のパンタグラフで短絡し、二本軌条式と同様の方式で列車を制御することも考えられている。

東京モノレール羽田線では、チェックイン、チェックアウト方式が用いられている。

この方式は列車が閉塞区間に進入した時にチェックインの高周波で列車の進入をチェックしてリレーを作動させて列車がその区間に在ることを確認し、列車がその閉塞区間をでる時にチェックアウトの高周波で確認し、次の閉塞区間に列車が進入したチェックインの確認により、列車の位置を再確認する。その確認が1つでもできなかった場合には、後続の列車の進行を停止し、誤動作を防止する方式である。

運転指令は両方式ともCTCによって全線の監視制御を行う。

3.9.3 通信方式

(1) 通信線路

運転司令、電力司令、変電所遠方制御、保守区、駅、列車への情報伝達は、列車運行上必要で、多くの通信回線を設けなければならない。

二本軌条式の場合には、地下部、高架部ともに側壁に容易に布設できる。

高架部のモノレールは、軌道桁の下に架台を設けて、この中に布設する。この場合に送電線、高圧線が事故の場合には、高電圧の浸入恐れがないように、また通信誘導障害により情報の誤りがないようにすべきである。

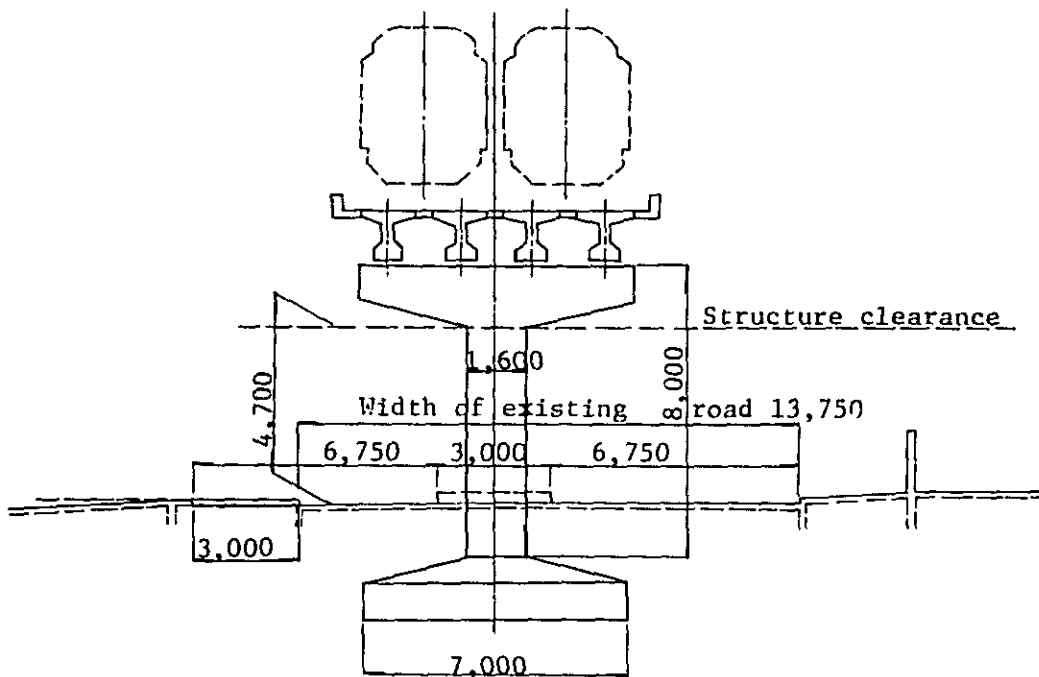
(2) 列車電話

都市高速鉄道は、列車運行を正確に、また事故の場合に早急に対策を行うために、列車運転士と運転指令とが連絡し得るように列車電話が設けられている。

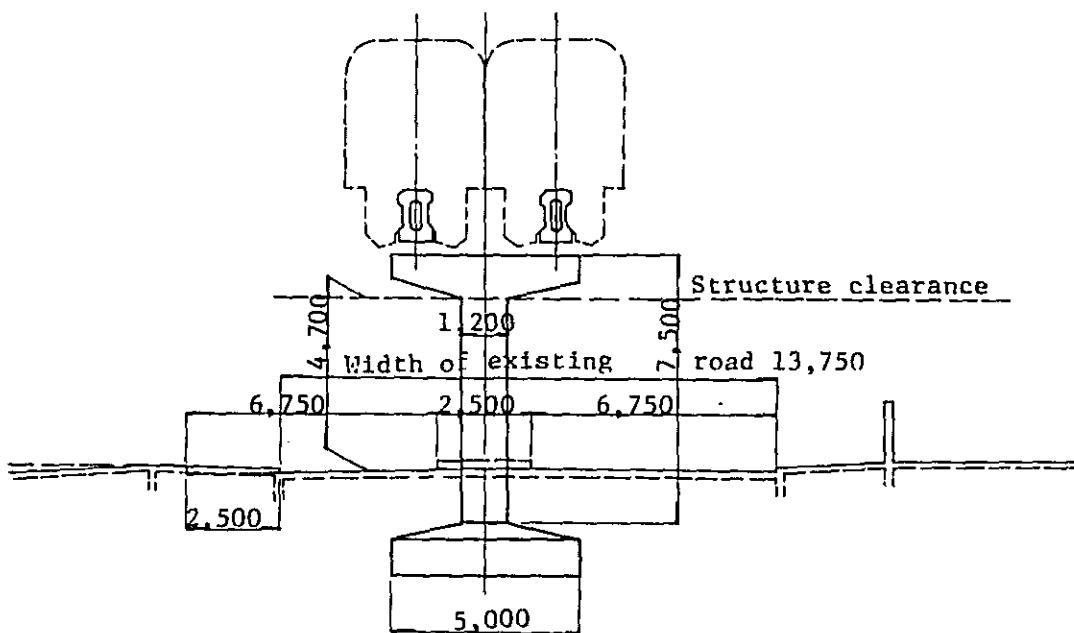
二本軌条式の場合の列車電話は、ずい道側壁の上部に設けられた誘導無線方式が一般に用いられ、設備も簡単である。

Figure 10.- Typical Cross Section of Elevation Schedule along Taft Avenue

(a) Two-rail System



(b) Mono-rail System



モノレールの場合には、空間無線電波が良いと思われる。

無線電波を使用する場合に、無線電波が1波のみの場合には通話が片通話となり、上り、下り線別も困難となる。なお、地下部では、電波が反射、減衰するので漏洩同軸ケーブルを用いる。

3.10 用地

都市交通機関を建設する場合に、用地は工事中の一時使用あるいは永久に用地を確保する必要がある。

3.10.1 地下トンネル

地下トンネル形式の場合は、二本軌条式、モノレールとも工事中だけ確保すれば良い。その必要巾は

種別	二本軌条式	モノレール
標準トンネル	9.16 m	10.44 m
標準駅部	18.80 m	19.63 m

3.10.2 高架

高架形式の場合は、道路中央に柱が建つために中央分離帯が必要である。高架区間を全線に採用した場合、ケン通りは現在道路中央に十分な分離帯を有しているので問題ないが、タフト通りは道路巾が狭く分離帯を有していない。したがって、タフト通りは用表の確保が必要である。その買収巾は

種別	二本軌条式	モノレール
標準高架	3.0 m	2.5 m
標準駅部	—	—

これを図 3.10 に示す。

3.11 安全性

ここで述べる安全性は、車両等の機構上の安全性ではなく、事故発生時における乗客の安全性について、高架形式の場合の二本軌条式とモノレールについて比較する。

乗客輸送中に事故が発生した場合、車両の床面から地表面まで10 m以上となるため、乗客を安全に避難させることは最も重要なことである。

まず、モノレールの退避の方法は次の手段が考えられる。

3.11.1 高架上での退避法

(1) 事故発生車を最寄りの駅まで運行し、乗客をプラットフォームに降ろす。

(2) 事故発生車の旅客を別の車両に移乗させて、その車両を駅まで運行して乗客を避難させる。

- a) 同一線路で別の車両を事故車に接続させて乗客を移乗させる方法。
- b) 複線区間で他の一線に事故車と並列させて乗客を移乗させる方法。

3.1 1.2 地上に退避させる方法

(1) 車両常備品により乗客を脱出させる方法

- a) 布製脱出シートの使用
- b) 緩降器を使用

3.1 1.3 地上より乗客を救出する方法

- (1) 消防用梯子車の使用
- (2) 消防用シュノーケル車の使用
- (3) 事故救援用自動車の使用（事業者専用）

モノレールがこのような乗客の避難方法をとらなければならないのは、高架形式が一本の桁だけで成り立っているため、対策なしには乗客が車両から脱出不可能であるためである。

これに対して二本軌条式の高架形式は、床版、道床バラスト等があるため乗客は容易に線路上に退避することができる。

緊急時の乗客の避難においてモノレールは、別の車両を運行するにしても消防車を出動させるにしても、時間的遅れ及び消防用梯子車の使用などでは乗客救出の能力、スピード等を考慮すると、やはり直接線路上に避難する二本軌条式の高架形式が優れていると考えられる。

3.1 1.4 緊急時の側方空間

車両に万一事故が生じ乗客を安全に救出する必要がある場合、及び鉄道沿線の民家が火災が発生した場合の消火活動のために救出車、消防車の梯子車を架けるのに必要な車両及び構造物からの側方空間は、図 3.11 に示した通りである。

標準高架区間はこの側方空間のために建物の移転は必要ないが、高架駅ではこの側方空間をとるために建物の移転が必要となる。側方空間は、二本軌条式もモノレールも同じである。

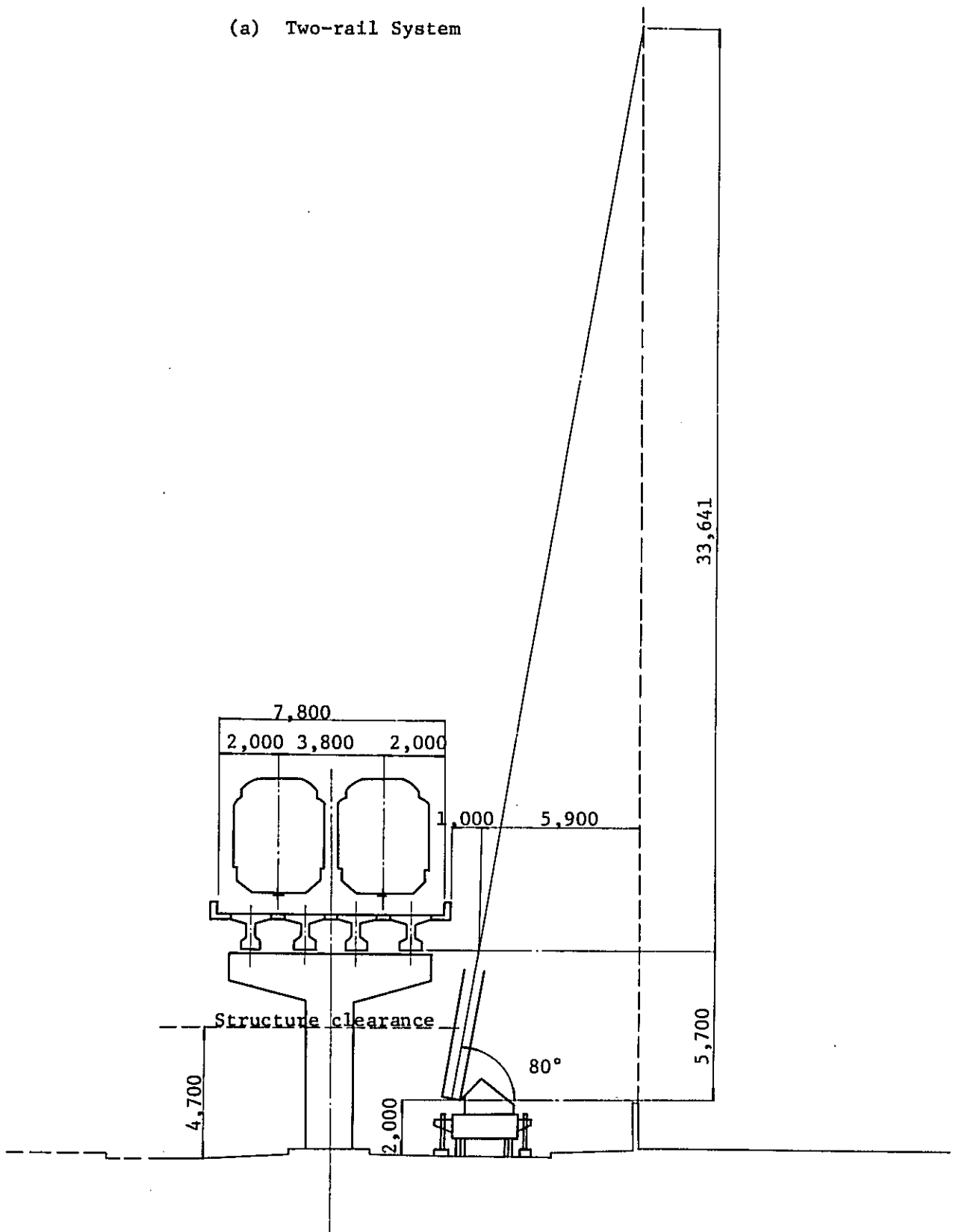
3.1 2. 環境評価

二本軌条式とモノレールの両システムが都市交通機関となった場合に、都市に与える環境の変化及び沿線周辺の住民の生活環境に与える影響に対して比較をすることは重要である。

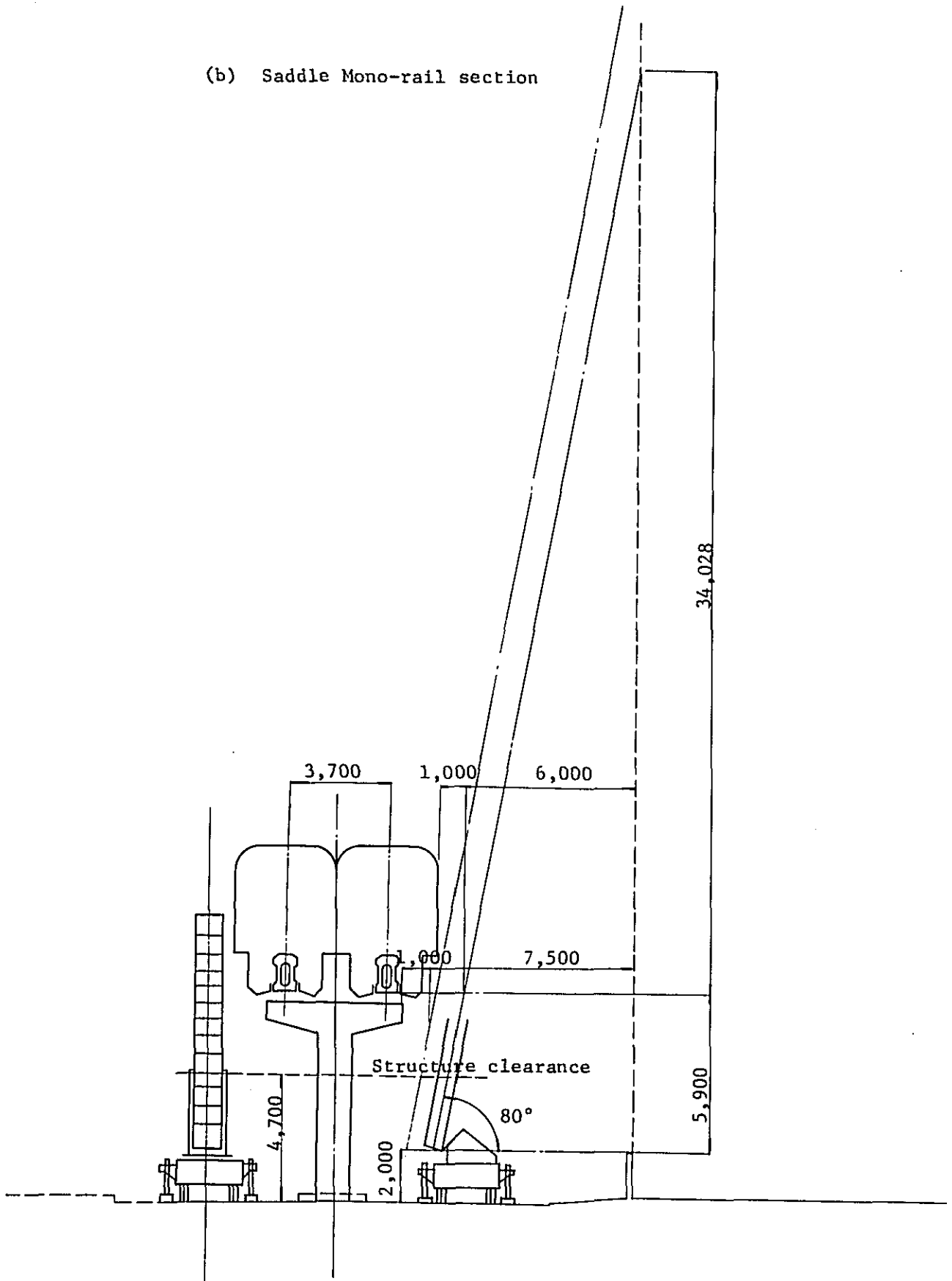
その場合一つ一つの環境問題の事項について、それぞれ優劣をつけることは可能である。しかし対象となる環境条件は数多くあって、これらをすべて総合して二本軌条式とモノレールとで、どちらが優れているかを総合判断を

Fig. 3.11 Lateral Allowance for Fire Fighting Activities

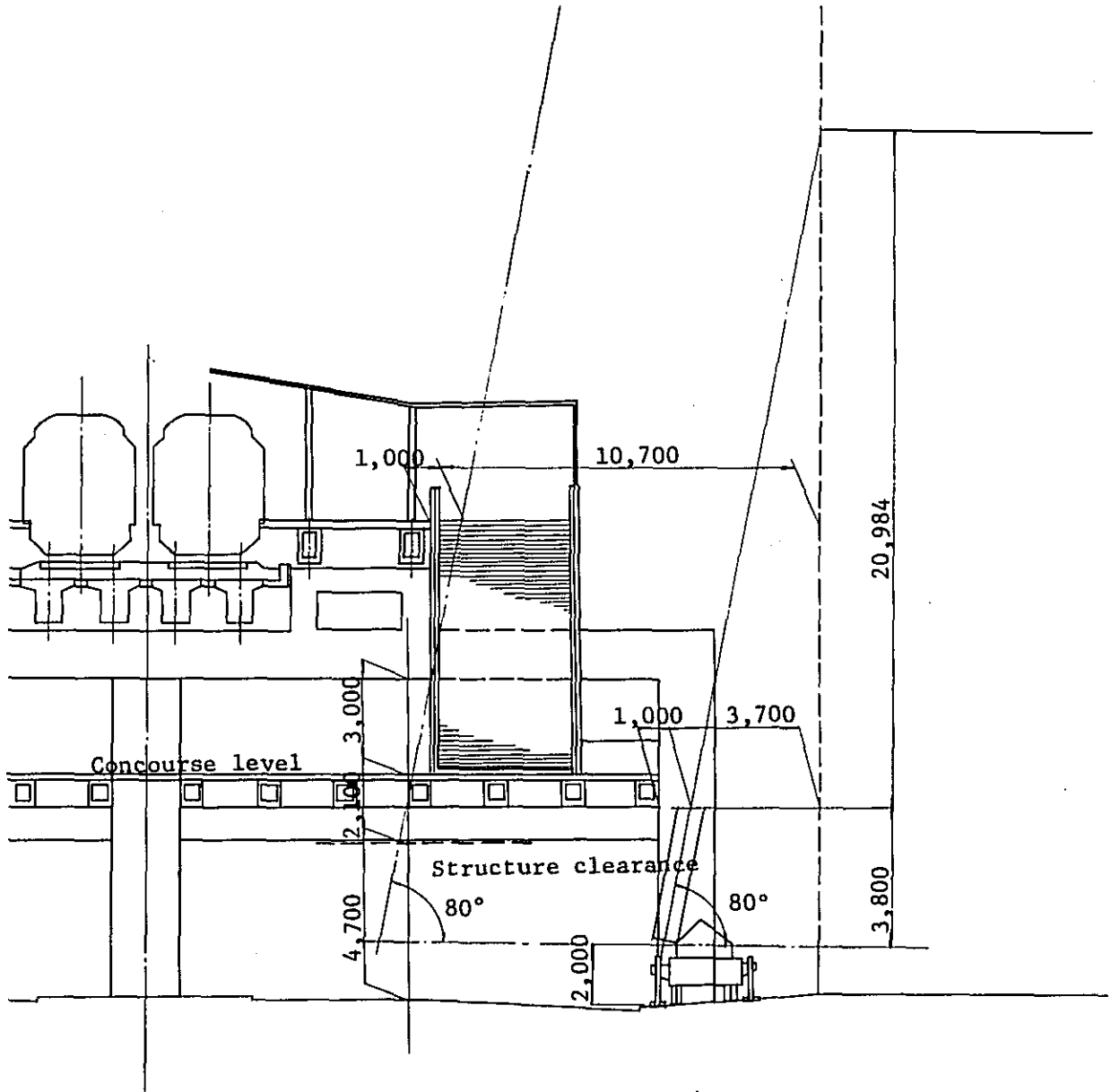
(a) Two-rail System



(b) Saddle Mono-rail section



(c) Two-rail Station Section



下さざるを得ない。

考えられる環境公害としては次のものがある。

1. 騒音
2. 振動
3. 採光性
4. プライバシー
5. 都市美観
6. その他

3.1.2.1 騒音

騒音の生活環境に及ぼす影響としては、不快感、睡眠妨害、会話妨害、作業能率の低下などがあげられるが、その程度は、場所（繁華街、住宅地、空地、密集地）や時間帯（夜間、朝、昼、夕）、天候（晴、雨、曇）などによって様々である。

また、この騒音は多分に感覚的、主観的要素が強く、物理的に同じ大きさの騒音でも個人により、その立場により受け取り方が非常に異なる。個人の感覚差に加えて付近の騒音、家屋構造、生活様式といった客観的にによって大きく異なる。

マニラ周辺の各市における騒音規制法は未だないであろうが、日本における環境基準と各交通機関によって発生する騒音の大きさを参考に示す。

環境基準の主な基準値を表 3.16 および表 3.17 に示す。

表 3.16 一般地域の環境基準値

地域の 類型	時間の区分			該当地域
	昼間	朝夕	夜間	
AA	45ホン (A)以下	40ホン (A)以下	35ホン (A)以下	環境基準に係る水域および地域の政令に基づき、都道府県知事が地域の区分ごとに指定する。
A	50ホン (A)以下	45ホン (A)以下	40ホン (A)以下	
B	60ホン (A)以下	55ホン (A)以下	50ホン (A)以下	

- (注) 1. AAをあてはめる地域は、療養施設が集合して設置される地域など、特に静穏を要する地域とすること。
2. Aをあてはめる地域は、主として住居の用に供される地域とすること。
3. Bをあてはめる地域は、相当数の住居と併わせて商業、工業等の用に供される地域とすること。

表 3.17 道路に面する地域の基準値

地域の区分	時間の区分		
	昼間	朝夕	夜間
A地域のうち2車線をする道路に面する地域	55ホン (A)以下	50ホン (A)以下	45ホン (A)以下
A地域のうち2車線を越える車線を有する道路に面する地域	60ホン (A)以下	55ホン (A)以下	50ホン (A)以下
B地域のうち2車線以下の車線を有する道路に面する地域	65ホン (A)以下	60ホン (A)以下	55ホン (A)以下
B地域のうち2車線を越える車線を有する道路に面する地域	65ホン (A)以下	65ホン (A)以下	60ホン (A)以下

(注) 車線とは、1縦列の自動車が安全かつ円滑に走行するために必要な一定幅員を有する帯状の車道部分をいう。

図 3.12 のグラフより地上の交通機関から発生する騒音は大体 75 ~ 85 ホーンで、あまり大きな違いはみられないが、幾分モノレールの騒音は少ない。

地下鉄による騒音は、地下鉄が地下トンネルのため騒音は非常に小さい。

3.1.2.2 振 動

一般に、二本軌条式の振動は電車の車輪とレールの間で発生した振動を軌道、橋脚(あるいはトンネル)地盤を伝播して、地表面や家屋を振動させる。したがって、ゴムタイヤの走行機能をもつモノレールの方が振動は少ないと云える。

振動は、その媒体となる地質によって大きく変わるものであり、その地質は場所ごとに変化するため、その測定値は汎用性を持たない。

現在、日本において振動による公害が云われてから、まだ日も浅いので、それらのデータは数少ない。

3.1.2.3 採 光 性

採光は都市交通機関を高架形式にした場合、鉄道沿線の住民にとっては重要なテーマの一つである。

モノレールはその高架形式の軌道桁が一本の細長い桁のために、二本軌条式の高架形式に比べて採光性は優れている。これを図 3.13 に示す。

高架駅の場合は、モノレールも二本軌条式の駅も殆んど駅の長さ及びホーム巾は同じであるため、両者は同じである。

Fig. 3.12 Noise of Existing Railway and Mono-rail Lines in Japan

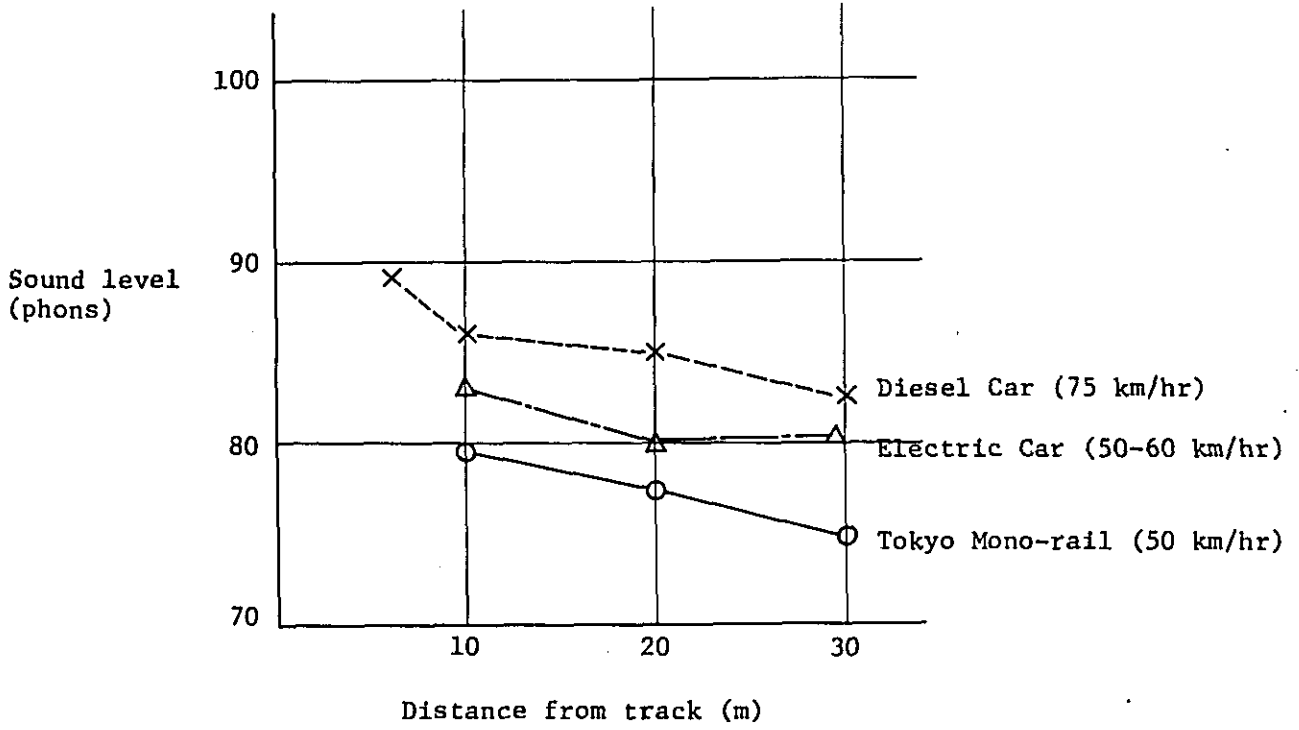
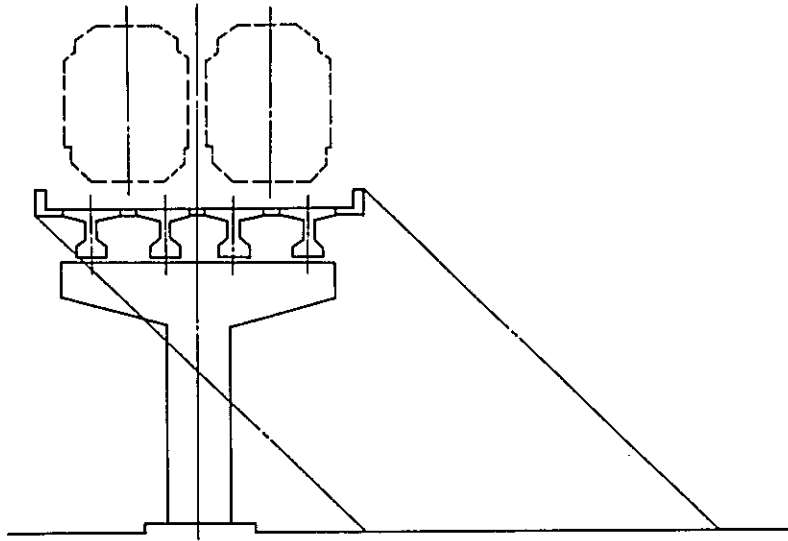


Fig. 3.13 Sketch of shading by elevated structure

(a) Two-rail System



(b) Mono-rail System

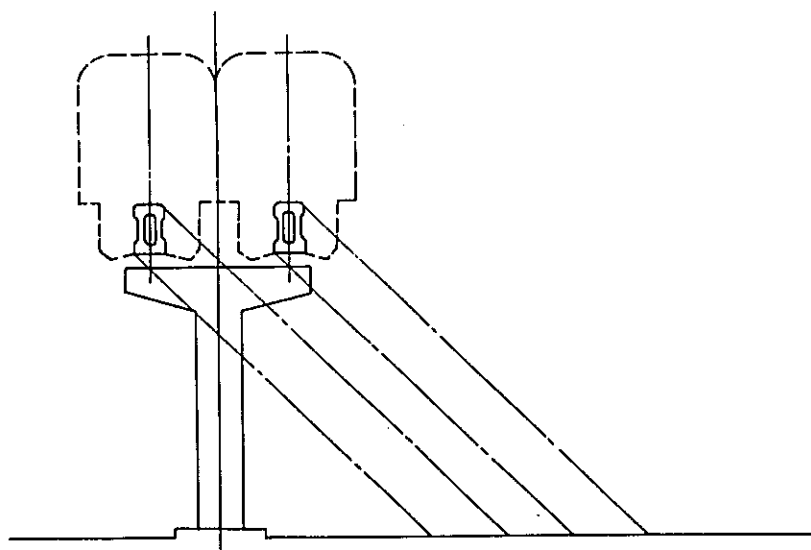
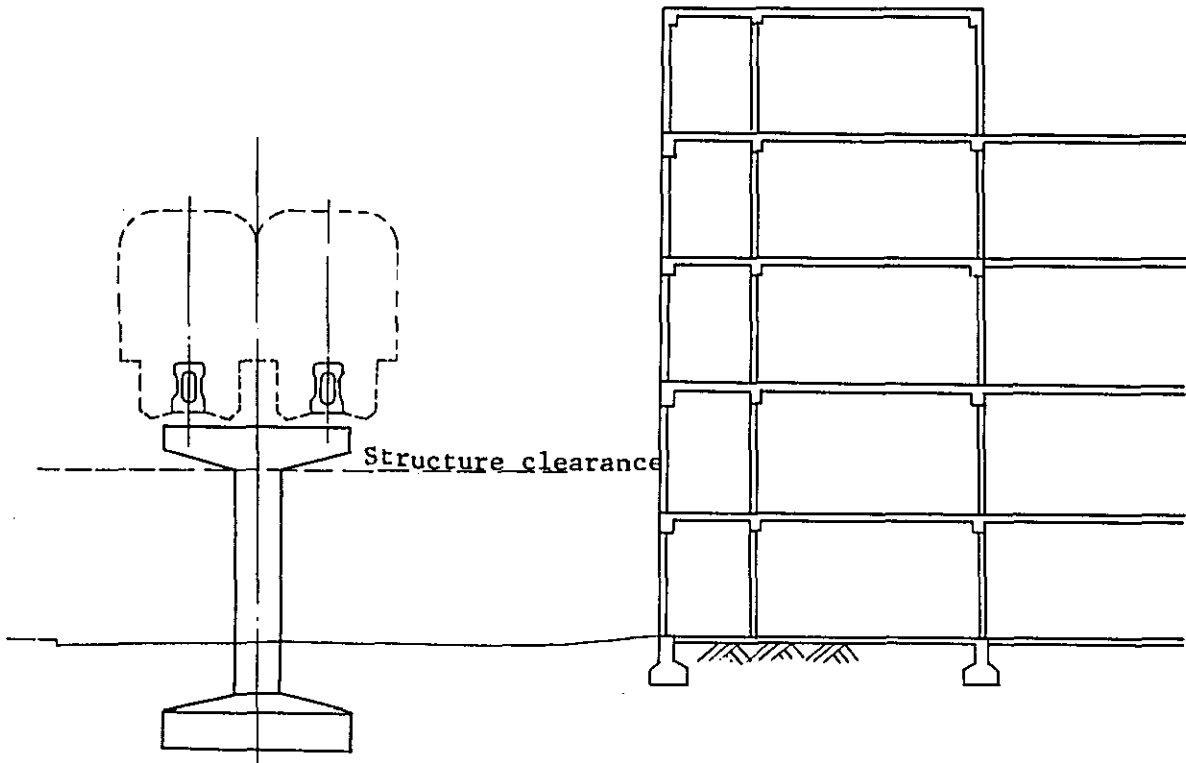


Fig. 3.14 Sketch of Sight Range from Elevated Section



3.1 2.4 プライバシー

ケソン通り、タフト通り、その他市内においては、道路沿いに建物が密集しており、この道路に鉄道が高架形式で建設されれば、沿線家屋が車内の乗客からのぞかれることが考えられる。この問題はモノレール、二本軌条式とも高架形式にした場合は、どちらも同じである。

このプライバシーを対象とした基準規制は世界のどこにもない。

3.1 2.5 都市美観

都市美観の考え方は時代と共に変遷してきているが、近代都市美は人間尊重にあり、このために自然環境と文化環境の調和を計ることが大切である。

高架形式は都市空間に存在するため都市美観に与える影響が非常に大きい。したがって、二本軌条式とモノレールのどちらが良いということは決められない。

都市美観の問題はむしろ都市内における道路交通の面から都市交通機関を高架にするか地下にするかという議論の方に向けるべきであるが、個人的な主観によって左右されるであろう。

3.1 2.6 その他

(1) 電波障害

電波障害はモノレールも二本軌条式も高架形式であれば何れも同じである。

第4章 二本軌条式システムとモノレールシステムの評価

我々はこのマニラ都市高速鉄道の計画について、二本軌条式システムとモノレールシステムについて、どちらが優れているのか色々と検討を加えた。これらについて簡単にその結果をまとめることにする。

1. 世界の大都市において大量高速旅客輸送鉄道としては、殆んどすべてが二本軌条式を採用している。
2. 現時点において使用されているモノレールと二本軌条式の車両性能をもとにして車両を比較すると、モノレールは二本軌条式車両にくらべて車両数が多いため車両費がふえる。

従って、車両検査費及び修繕費が高くなる。

3. 輸送能力については、モノレール車両は一車両の大きさが二本軌条式にくらべて小さいため一車両に乗せられる乗客数は少ないが、車両数を二本軌条式車両より多く編成させることによって解決出来る。

大体ピーク時で二本軌条式車両が6両編成に対して、モノレール車両は8両連結である。

従って、輸送能力に対しては、モノレールと二本軌条式とも優劣はない。

4. 構造物は全く構造形式が違ったものでは比較検討の対象とはならない。

従って、我々はマニラ市内では、モノレールシステムも二本軌条システムも地下のトンネル形式が都市交通形態から見て望ましいという観点に立って計画を進めた。

構造物に対しての両案の比較検討は、技術的な面での比較というより、むしろそれらによって建設された場合の建設費の比較が主眼であろう。

高架橋の建設費は、モノレールシステムは軌道構造及び車両構造からトンネル断面が二本軌条式システムより大きくなる。従って建設費は、モノレールシステムの方が高い。

5. 車両基地は、モノレールシステムの場合、分岐器を多く使いたくないため配線をループ状にするのが望ましい。そのためには、モノレールは二本軌条式システムより広い敷地を要する。二本軌条式と同様な分岐形式とする場合は必要敷地面積は大差ない。

モノレールの軌道構造は桁構造になっているため、車両基地内はすべてこの桁を配列しなければならない。

二本軌条式はバラスト、枕木、鉄レールからなるため、基地内での見透しがよく、かつ建設費が安い。

6. 電気方式は両システムとも D.C 750V とする。

電力は駅の位置、曲線半径、勾配、車両等によって決まるが、モノレールの電力量は二本軌条式より多くなる。

また、二本軌条式は第3軌条とレールより電力が供給される。モノレールは導電レールがないので、正負2条の電力を軌道の両側に取りつけなければならない。

7. 信号方式は、二本軌条式では列車が信号閉塞区間に入ると車軸でレールを短絡し、信号のリレーを作動させる制御方式を用いられる。モノレールも二本軌条式と同様の信号方式を考えられるが、跨座型モノレールは一般にチェックイン、チェックアウト方式が用いられる。

運転指令は両システム共 C T C による監視制御を行う。

8. 二本軌条式とモノレールの建設費の概算工事費の比較を下表に示す。路線延長、駅の数及び構造形式は、両者とも同じものとした。

8-1 土木建設費

概算建設費は、高架区間は7.5キロ、高架駅は6駅とした。地下区間は17.5キロ(シールド区間の1.5キロを含む)、地下駅は17駅とした。

(単位 1,000ドル)

形 式	高架区間	地下区間	合 計
モノレール	28,300	327,100	355,400
二本軌条式	42,000	254,300	296,300

(注) 表中の建設費の中には、車両、電力設備、信号設備、通信設備、機械設備費は含まれない。

8-2 車両費

車両数及び車両費を次表に示す。

形 式	車 両 数 (両)	車 両 費 (単位 1,000ドル)
モノレール	384	145,000
二本軌条式	288	109,000

(注) 車両数は、将来乗車人員の1,280千人/日に適合するよう計画された。

8-3 他の設備費

他の設備費である電力設備費、信号設備費、通信設備費、機械設備費(車両費、土木費を除く)は殆んどモノレールと二本軌条式では同じである。

9. 運営費は車両数が多いことによる検査、修繕費の増加及びゴムタイヤによる磨耗、交換のための経費と電力消費量が多いため、モノレールの方が高い。
10. 緊急時の乗客に対する安全性は、モノレールが高架構造の場合は、車両が一本の桁だけで走るため乗客の避難は限られた手段だけによって退避できる。二本軌条式は床版があるため、乗客は容易に軌道面を利用して緊急時に避難が可能である。

従って、緊急時の乗客の安全は二本軌条式の方が優れている。

地下トンネルの場合は、両システムとも同一条件である。

11. 環境問題に対する評価

騒音、振動に対しては、モノレールシステムのゴムタイヤ構造の方が、二本軌条式システムの鉄輪よりも優れている。

採光性は、高架構造にした場合はやゝモノレールの方が優れている。

都市美観は、各人の主観によって左右され、結論はつけにくい。

以上について我々は、これまで調査を行なって来たが、世界の大都市の実例、建設費、乗客の安全性等から、我々はマニラにおける都市高速鉄道1号線として、二本軌条式システムの採用がより有利であると考ええる。

