

フィリピン国  
運輸通信省 (DOTC)

フィリピン国  
大都市圏における鉄道戦略調査  
(マニラ首都圏内の都市鉄道)

ファイナルレポート

第1編 Line 1 キャビテ延伸プロジェクト

平成 25 年 7 月  
(2013年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ  
株式会社 アルメック V P I  
株式会社 片平エンジニアリング・インターナショナル  
株式会社 トーニチコンサルタント

東大

JR

13-028

フィリピン国  
運輸通信省 (DOTC)

フィリピン国  
大都市圏における鉄道戦略調査  
(マニラ首都圏内の都市鉄道)

ファイナルレポート

第1編 Line 1 キャビテ延伸プロジェクト

平成 25 年 7 月  
(2013年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ  
株式会社 アルメック V P I  
株式会社 片平エンジニアリング・インターナショナル  
株式会社 トーニチコンサルタント

# 第 1 編

---

**Line 1** キャビテ延伸プロジェクト

---

# 目 次

## 第1編 Line 1 キャビテ延伸プロジェクト

略語表

ページ

### 第1章 序論

1.1	調査の背景 .....	1-1
1.2	事業実施スキーム .....	1-2
1.3	調査の目的 .....	1-2
1.4	調査報告書の内容 .....	1-2

### 第2章 利用者の需要予測

2.1	LRT 1 利用者数及び既存研究 .....	2-1
2.2	需要予測の手法 .....	2-5
2.3	需要予測 .....	2-13
2.4	まとめと結論 .....	2-19
2.5	参考文献 .....	2-20

### 第3章 運転計画

3.1	路線計画 .....	3-1
3.2	運転計画 .....	3-13
3.3	必要な車両数 .....	3-22

### 第4章 車両基地計画

4.1	施設と留置線の必要数 .....	4-1
4.2	既存 Baclaran 車両基地の拡張計画 .....	4-6
4.3	サテライト車両基地計画 .....	4-10
4.4	車両基地における JICA ODA の業務範囲 .....	4-14

### 第5章 車両

5.1	車両の現状 .....	5-1
5.2	改修計画 .....	5-4
5.3	第4世代車両 .....	5-4

### 第6章 事業費の積算

6.1	積算の基準 .....	6-1
6.2	事業実施計画 .....	6-1



6.3	JICA ODA 部分の事業費 .....	6-5
<b>第7章 環境社会配慮</b>		
7.1	環境社会配慮の調査方法 .....	7-1
7.2	環境社会配慮に関する法令と制度的枠組み .....	7-1
7.3	EIA 報告書レビュー .....	7-17
7.4	補足 EIA 調査 .....	7-26
7.5	RAP レビュー .....	7-30
7.6	補足 RAP 調査 .....	7-39
7.7	JICA 環境チェックリストによるレビュー .....	7-39
<b>第8章 事業効果</b>		
8.1	手法 .....	1
8.2	運用・効果指標 .....	2
8.3	新駅周辺に及ぶ定性的効果 .....	2
8.4	温室効果ガス削減量の推計 .....	9
8.5	EIRR & FIRR (経済財務評価) .....	10
<b>第9章 AFC (Automatic Fare Collection) システム</b>		
9.1	AFC システムの概要 .....	9-1
9.2	日本企業の関心 .....	9-6
9.3	ステップ・ローンを活用した AFC システム調達に関する提案 .....	9-8
9.4	試算の前提 .....	9-10
<b>第10章 プロジェクトの実施</b>		
10.1	現地の鉄道建設能力 .....	10-1
10.2	入札制度と評価に関する提言 .....	10-1
10.3	契約上の特記条項 .....	10-3
10.4	維持運営 (O&M) .....	10-4
<b>第11章 プロジェクト実施上の組織・制度的課題</b>		
11.1	建設・維持運営・安全性・人材・財務に関わる組織・制度 .....	11-1
11.2	LRT 延伸にハイブリット PPP を適用するリスク .....	11-5
<b>第12章 フィリピン国鉄道整備に関する提言</b>		
12.1	LRT 1号線のコンセッション契約に向けた技術的提言 .....	12-3
12.2	フィリピンの鉄道技術基準のための提言 .....	12-51
12.3	フィリピンにおける調和のとれた鉄道ネットワークにおける提言 .....	12-90

## 第 13 章 知見のまとめ

13.1	利用者数の予測 .....	13-1
13.2	路線レビュー .....	13-3
13.3	運転計画 .....	13-4
13.4	車両基地計画 .....	13-5
13.5	車両 .....	13-10
13.6	事業実施計画 .....	13-10
13.7	JICA ODA 部分の事業費 .....	13-11
13.8	環境社会配慮 .....	13-12
13.9	事業効果 .....	13-13
13.10	自動料金収受システム .....	13-14
13.11	プロジェクトの実施スキーム .....	13-15
13.12	プロジェクト実施の制度的課題 .....	13-16
13.13	フィリピン国鉄道整備に関する提言 .....	13-16

## 付属資料

付属資料 A. 既存鉄道施設およびシステムスペックのレビュー

1. 路線と土木施設
2. E&M システム
3. 車両

付属資料 B. その他

1. 土木
2. 車両

付属資料 C. Line1 キャビテ延伸の需要予測

付属資料 D. 交通量調査

付属資料 E. 環境マネジメント計画

## 第2編 Line 2 東伸プロジェクト

略語表

ページ

### 第1章 序論

1.1	調査の背景	1-1
1.2	事業実施スキーム	1-1
1.3	調査の目的	1-1
1.4	調査報告書の内容	1-2

### 第2章 LRT2 号線需要予測

2.1	LRT2 号線東方への延伸に関する現況利用者数及び既存調査のレビュー	2-1
2.2	需要予測手法	2-8
2.3	需要予測	2-15
2.4	結論	2-17
2.5	参考文献	2-17

### 第3章 運行計画

3.1	路線	3-1
3.2	運行計画	3-1

### 第4章 事業費の積算

4.1	積算の基準	4-1
4.2	事業実施計画	4-1
4.3	JICA ODA 部分の事業費	4-5

### 第5章 事業効果

5.1	手法	5-1
5.2	運用・効果指標の設定	5-1
5.3	新駅周辺に及ぶ定性的効果	5-1
5.4	温室効果ガス削減量の推計	5-1
5.5	EIRR & FIRR (経済財務評価)	5-2

### 第6章 環境社会配慮

6.1	環境社会配慮の調査方法	6-1
6.2	環境社会配慮に関する法令と制度的枠組み	6-1
6.3	報告書レビュー	6-1
6.4	補足 EIA 調査	6-11
6.5	RAP レビュー	6-11

6.6	補足 RAP 調査 .....	6-11
6.7	JICA 環境チェックリストによるレビュー .....	6-11

## 第7章 要約

7.1	乗客数 .....	7-1
7.2	路線レビュー .....	7-2
7.3	運転計画 .....	7-3
7.4	事業実施計画 .....	7-3
7.5	JICA ODA 部分の事業費 .....	7-4
7.6	事業効果 .....	7-5
7.7	環境社会配慮 .....	7-6

## APPENDICES

附属資料 A. 既存鉄道施設およびシステムスペックのレビュー

1. 土木
2. LRT 2 号線東延伸の E&M システム計画
3. 路線計画

附属資料 B. その他

1. 土木
2. 環境社会配慮

附属資料 C. Line 2 延伸における需要予測

# 表リスト

ページ

## 第1編

表 2.1-1	既存スタディにおける、平日平均利用者数（000）の予測 .....	2-4
表 2.2-1	LRT1 号線 Roosevelt 駅における居住地別乗客数 .....	2-8
表 2.2-2	Baclaran, EDSA and Taft Stations 駅における居住地別乗客数（計） .....	2-9
表 2.2-3	道路交通量調査、乗車率調査、乗客インタビュー調査：調査場所 .....	2-9
表 2.2-4	調査における車種の分類と各調査における扱い .....	2-10
表 2.2-5	Survey Station 04 と 05 における交通量調査（人・車）の結果 （2012 年 6 月） .....	2-11
表 2.2-6	3 つの調査場所における 2016 年の交通量（人・車）の予測 .....	2-12
表 2.3-1	JICA スタディチームその他による週日平均利用者数の予測結果 .....	2-16
表 2.3-2	LRT 1 号線の利用者数データ（2011 年）を用いた年換算係数の算定 .....	2-17
表 2.3-3	LRT1 号線の需要予測結果の要約（2012 年-2045 年） .....	2-19
表 3.1-1	各駅及び主要ポイントの状況 .....	3-2
表 3.2-1	1 号線の需要 .....	3-13
表 3.2-2	運転間隔別の輸送力 .....	3-14
表 3.2-3	基準年毎のピーク時の運転間隔 .....	3-14
表 3.2-4	工期と運転時分 .....	3-15
表 3.2-5	フェーズごとの運転パターン .....	3-15
表 3.2-6	基準運転時分（南行き） .....	3-16
表 3.2-7	基準運転時分（北行き） .....	3-17
表 3.3-1	必要な編成数 .....	3-22
表 3.3-2	車両購入計画 .....	3-23
表 3.3-3	留置計画 .....	3-24
表 4.1-1	検査に必要な検査線数 .....	4-2
表 4.1-2	検査に必要な線数 .....	4-3
表 4.1-3	日本の標準的な検査基準により算出した線数 .....	4-3
表 4.1-4	LRT 1 号線の列車修繕 .....	4-4
表 4.1-5	LRT1 号線の車体洗浄の実施状況 .....	4-4
表 4.1-6	LRT1 号線の留置計画 .....	4-5
表 4.4-1	車両基地において JICA 融資で実施する作業範囲 .....	4-14
表 4.4-2	車両基地において JICA 融資で実施する作業範囲 .....	4-15
表 5.1-1	車両の状態 .....	5-2
表 5.1-2	車両状態総括 .....	5-2
表 6.3-1	JICA ローンの前事業費 .....	6-5
表 6.3-2	車両基地建設の事業費内訳 .....	6-6
表 6.3-3	新規車両調達費の内訳 .....	6-7
表 6.3-4	JICA ローンの前支出スケジュール .....	6-7

表 7.2-1	DENR-EMB の審査手続きにかかる最長日数.....	7-3
表 7.2-2	重大な環境影響が想定される事業 (ECPs) の概要 .....	7-4
表 7.2-3	重大な環境影響が想定される地域 (ECAs).....	7-4
表 7.2-4	PEISS 下での事業グループ .....	7-5
表 7.2-5	各事業グループ区分における ECC 取得に必要な書類等.....	7-6
表 7.2-6	新規単発事業における EIA 報告書の概要.....	7-7
表 7.2-7	モニタリング、妥当性確認及び評価 .....	7-10
表 7.2-8	「フィ」国と JICA ガイドライン/世界銀行の非自発的住民移転に係る関係法規の比較 .....	7-15
表 7.3-1	ECC 申請進捗スケジュール.....	7-18
表 7.3-2	建設工事前及び工事中における追加緩和策に関する EIS と JICA ガイドラインの比較検討並びに追加緩和策の提言 .....	7-19
表 7.3-3	運用段階における追加緩和策に関する EIS と JICA ガイドラインの比較検討並びに追加緩和策の提言 .....	7-23
表 7.3-4	建設工事前及び工事中における環境管理計画に関する EIS と JICA ガイドラインの比較検討並びに追加モニタリングの提言 .....	7-24
表 7.3-5	運用段階における環境管理計画に関する EIS と JICA ガイドラインの比較検討並びに追加モニタリングの提言 .....	7-25
表 7.4-1	動植物調査の内容 .....	7-27
表 7.4-2	底質調査内容 .....	7-28
表 7.5-1	資格要件を満たした受給世帯数 .....	7-30
表 7.5-2	RAP 関連文書に対するレビュー結果と提言.....	7-34
表 8.1-1	運用・効果指標選定理由 .....	1
表 8.2-1	運用・効果指標算定結果 .....	2
表 8.3-1	アクセス改善が図られる施設 (8 駅新設時) .....	5
表 8.3-2	アクセス改善が図られる施設 (10 駅新設時) .....	6
表 8.3-3	鉄道利用不便地域解消効果 (10 駅新設時) .....	7
表 8.3-4	LRT1 号線事故報告書 (2008 年—2011 年) .....	9
表 8.4-1	温室効果ガス削減推計結果 .....	9
表 8.5-1	財務費用と経済費用 .....	11
表 8.5-2	主要年における LRT1 号線延伸区間の維持管理費.....	11
表 8.5-3	車両走行費用 (2010 年) .....	12
表 8.5-4	時間価値 (2013 年) .....	12
表 8.5-5	主要年における経済便益 .....	13
表 8.5-6	経済費用・便益のキャッシュフロー .....	14
表 8.5-7	事業費と便益に係る感度分析 .....	15
表 8.5-8	主要年における収入 .....	15
表 8.5-9	建設コスト .....	16
表 8.5-10	主要年における維持管理費 .....	16
表 9.1-1	乗客予想数に基づいた自動ゲート数の推計 .....	9-4
表 9.1-2	AFC システム導入の費用計算.....	9-5
表 9.2-1	Japanese Investors on Automatic Fare Collection .....	9-6

表 9.2-2	Examples of Oversea AFC Experience of Japanese Investors.....	9-6
表 9.3-1	プロジェクト費用の比較例 .....	9-9
表 9.3-2	年間支払額の比較 .....	9-10
表 9.4-1	STEP 及び PPP への費用配分 .....	9-10
表 10.2-1	世界の都市鉄道の輸送密度 .....	10-3
表 11.1-1	鉄道 3 線への補助金 .....	11-4
表 11.2-1	リスク配分表 .....	11-5
表 12.3-1	直通運転における技術的検討事項 .....	12-91
表 12.3-2	ケース 1 における直通運転の方策 .....	12-92
表 12.3-3	ケース 2 における直通運転の方策 .....	12-93
表 13.1-1	LRT1 号線における需要予測結果のまとめ.....	13-2
表 13.3-1	フェーズごとの運転パターン .....	13-4
表 13.3-2	車両購入計画 .....	13-5
表 13.4-1	LRT1 号線の留置線計画.....	13-9
表 13.5-1	車両状態 .....	13-10
表 13.7-1	JICA ローン の 総 事 業 費 .....	13-11
表 13.7-2	JICA ローン の 支 出 ス ケ ジ ュ ー ル .....	13-12
表 13.9-1	運用・効果指標選定理由 .....	13-13
表 13.9-2	鉄道利用不便地域解消効果（10 駅新設時） .....	13-14
表 13.9-3	温室効果ガス削減推計結果 .....	13-14

## 第2編

表 2.1-1	LRT2 号線の年換算係数の算出過程（2011） .....	2-6
表 2.1-2	既存調査における、日平均利用者数の予測（000 人） .....	2-7
表 2.2-1	3 調査地点の交通量（パーソントリップ及び車両台数） .....	2-10
表 2.2-2	Santolan 駅における、利用者のアクセス・イグレス手段 .....	2-10
表 2.2-3	発着エリア（O/D）、アクセス・イグレス手段別、Santolan 駅利用者数 .....	2-11
表 2.2-4	居住地別 LRT2 号線 Santolan 駅利用者数.....	2-11
表 2.2-5	Marcos Highway（STN.01）にて実施した居住地別パーソントリップの調査結果 .....	2-12
表 2.2-6	居住地別、LRT2 号線 Santolan 駅における利用者数.....	2-13
表 2.2-7	Santolan 駅及び Masinag 駅（延伸の有無）におけるパーソントリップ数の比較 .....	2-13
表 2.3-1	平日利用者数の予測 .....	2-17
表 3.2-1	需要予測 .....	3-1
表 3.2-2	輸送能力 .....	3-1
表 3.2-3	ピーク時における運転間隔 .....	3-2
表 3.2-4	編成数 .....	3-2

表 3.2-5	車両購入計画 .....	3-2
表 4.3-1	JICA ローン の 総 事 業 費 .....	4-5
表 4.3-2	JICA ローン の 支 出 ス ケ ジ ュ ール .....	4-6
表 5.2-1	運 用 ・ 効 果 指 標 算 定 結 果 .....	5-1
表 5.4-1	温 室 効 果 ガ ス 削 減 推 計 結 果 .....	5-1
表 5.5-1	財 務 費 用 と 経 済 費 用 .....	5-3
表 5.5-2	主 要 年 に お け る LRT2 号 線 延 伸 区 間 の 維 持 管 理 費 .....	5-3
表 5.5-3	車 両 走 行 費 用 (2010 年) .....	5-4
表 5.5-4	時 間 価 値 (2013 年) .....	5-4
表 5.5-5	主 要 年 に お け る 経 済 便 益 .....	5-5
表 5.5-6	経 済 費 用 ・ 便 益 の キ ャ ッ シ ュ フ ロー .....	5-6
表 5.5-7	事 業 費 と 便 益 に 係 る 感 度 分 析 .....	5-7
表 5.5-8	主 要 年 に お け る 収 入 .....	5-7
表 5.5-9	建 設 コ ス ト .....	5-8
表 5.5-10	主 要 年 に お け る 維 持 管 理 費 .....	5-8
表 6.3-1	建 設 工 事 前 及 び 工 事 中 に お け る 追 加 緩 和 策 に 関 す る EPRPM と JICA ガ イ ド ラ イ ン の 比 較 検 討 並 び に 追 加 緩 和 策 の 提 言 .....	6-3
表 6.3-2	運 用 段 階 に お け る 追 加 緩 和 策 に 関 す る EPRPM と JICA ガ イ ド ラ イ ン の 比 較 検 討 並 び に 追 加 緩 和 策 の 提 言 .....	6-8
表 6.3-3	建 設 工 事 前 及 び 工 事 中 に お け る 環 境 管 理 計 画 に 関 す る EPRPM と JICA ガ イ ド ラ イ ン の 比 較 検 討 並 び に 追 加 モ ニ タ リ ン グ の 提 言 .....	6-9
表 6.3-4	運 用 段 階 に お け る 環 境 管 理 計 画 に 関 す る EPRPM と JICA ガ イ ド ラ イ ン の 比 較 検 討 並 び に 追 加 モ ニ タ リ ン グ の 提 言 .....	6-10
表 7.1-1	需 要 予 測 結 果 概 要 .....	7-1
表 7.3-1	2 号 線 の 運 転 間 隔 と ピ ー ク 時 の 輸 送 量 .....	7-3
表 7.3-2	必 要 な 車 両 編 成 数 .....	7-3
表 7.3-3	車 両 購 入 計 画 .....	7-3
表 7.5-1	JICA ローン の 総 事 業 費 .....	7-4
表 7.5-2	JICA ローン の 支 出 ス ケ ジ ュ ール .....	7-5
表 7.6-1	運 用 ・ 効 果 指 標 算 定 結 果 .....	7-6
表 7.6-2	温 室 効 果 ガ ス 削 減 推 計 結 果 .....	7-6



## 図リスト

ページ

### 第1編

図 2.1-1	LRT1 号線 利用者の推移 1984-2011 .....	2-2
図 2.1-2	2006 年～2012 年（7 月まで）の、LRT1 号線月別利用者数の推移.....	2-3
図 2.2-1	利用者・収入予測手法のアウトライン（概念図） .....	2-6
図 2.3-1	JICA スタディチームその他による週日平均利用者数の予測結果.....	2-15
図 2.3-2	LRT 1 号線の利用者数（2011 年）の曜日によるばらつき .....	2-17
図 2.3-3	LRT1 号線における、時間ごとの需要変動（平日平均、2012 年 3 月） .....	2-18
図 3.1-1	1 号線延伸区間の全体路線図 .....	3-1
図 3.1-2	各地点の現況写真(1).....	3-3
図 3.1-3	各地点の現況写真(2).....	3-4
図 3.1-4	各地点の現況写真(3).....	3-5
図 3.1-5	各地点の現況写真(4).....	3-6
図 3.1-6	各地点の現況写真(5).....	3-7
図 3.1-7	Redemptorist 駅の位置.....	3-9
図 3.1-8	Parañaque River 付近の線形.....	3-11
図 3.1-9	Niyog 駅の位置 .....	3-12
図 3.1-10	サテライト車両基地の位置 .....	3-13
図 3.2-1	現在の車両の編成構成 .....	3-14
図 3.2-2	北の終着駅の線路配置（ルーズベルト） .....	3-18
図 3.2-3	コモンステーションの位置 .....	3-18
図 3.2-4	北の終着駅の線路配置計画案（コモンステーション） .....	3-18
図 3.2-5	北の終着駅の推奨する線路配置（コモンステーション） .....	3-19
図 3.2-6	南の終着駅における線路配置 .....	3-19
図 3.2-7	1 号線の線路配置 .....	3-20
図 3.2-8	列車ダイヤ（フェーズ 1） .....	3-21
図 3.2-9	列車ダイヤ（フェーズ 2） .....	3-21
図 3.2-10	列車ダイヤ（将来） .....	3-22
図 4.2-1	現在の車両基地の拡張計画 .....	4-7
図 4.2-2	拡張配線 .....	4-8
図 4.2-3	拡張計画の横断図 .....	4-9
図 4.3-1	サテライト車両基地計画 .....	4-11
図 4.3-2	サテライト車両基地の配線 .....	4-12
図 4.3-3	サテライト車両基地の横断図 .....	4-13
図 5.1-1	第一世代車両 .....	5-3
図 5.1-2	第二世代車両：車体が衝突事故により変形している（1107） .....	5-3
図 5.1-3	第三世代車両：車体外板が損傷しめられている（1236） .....	5-4
図 6.2-1	LRT 1 号線延伸の実施スケジュール.....	6-3
図 7.2-1	「フィ」国の EIA の実施フロー.....	7-3

図 7.4-1	動植物調査地点 .....	7-26
図 7.4-2	底質調査場所 .....	7-29
図 7.5-1	サポテのサテライトデポ用地 .....	7-31
図 7.5-2	カビテ州ゼネラルトリアスの移転地 .....	7-32
図 7.5-3	カビテ州ゼネラルトリアスの移転地整備計画 .....	7-32
図 8.3-1	パラニャーケ市土地利用計画図 .....	8-3
図 8.3-2	ラスピーナス市土地利用現況図 .....	8-4
図 8.3-3	鉄道アクセス改善効果の分布図（8 駅新設時） .....	8-5
図 8.3-4	鉄道アクセス改善効果の分布図（10 駅新設時） .....	8-6
図 8.3-5	メトロマニラにおける道路交通事故件数（車種分類） .....	8-7
図 8.3-6	メトロマニラにおける道路交通事故件数（地域分類） .....	8-8
図 8.3-7	NCR（首都圏）とカビテの道路事故件数の比較（2005 年-2011 年） .....	8-8
図 9.1-1	AFC システムの全体像 .....	9-2
図 9.1-2	IC カード決済のビジネスモデル .....	9-3
図 9.3-1	資金調達の選択肢案 .....	9-8
図 11.1-1	マニラ LRT の実施組織の提案 .....	11-1
図 12.3-1	2 号線と 3 号線との接続 .....	12-95
図 12.3-2	2 号線と 3 号線との接続 .....	12-95
図 12.3-3	1 号線と 2 号線との接続 .....	12-96
図 12.3-4	乗換え時の旅客の流れ .....	12-97
図 12.3-5	日本の乗換え駅の事例（鶴橋駅 JR 西日本及び近鉄） .....	12-97
図 12.3-6	乗換え時の旅客の流れ .....	12-98
図 12.3-7	切符売り場にできた行列（3 号線 タフト駅） .....	12-98
図 12.3-8	日本の自動券売機の事例 .....	12-99
図 12.3-9	自動改札機（3 号線 タフト駅） .....	12-99
図 12.3-10	日本の改札機の事例 .....	12-100
図 13.1-1	JICA 及び既存スタディによる週日平均利用者数の予測 .....	13-1
図 13.3-1	の終着駅の線路配置（ルーズベルト） .....	13-4
図 13.3-2	コモンステーションの推奨する線路配置 .....	13-5
図 13.4-1	Baclaran 車両基地拡張計画 .....	13-7
図 13.4-2	Zapote サテライト車両基地計画 .....	13-8

## 第2編

図 2.1-1	LRT2 号線年度別年間利用者数（2003 年－2011 年） .....	2-2
図 2.1-2	LRT 2 号線月別利用者数の変移（2007 年 1 月－2012 年 7 月） .....	2-2
図 2.1-3	LRT 2 号線 2011 年月別利用者数 .....	2-3
図 2.1-4	2012 年 LRT 2 号線駅別日乗降客数（平日） .....	2-4
図 2.1-5	2012 年 LRT 2 号線方向別利用者数（平日） .....	2-4

図 2.1-6	2012 年 LRT 2 号線朝ピーク需要.....	2-5
図 2.3-1	平日の利用者数の予測（利用者数、千人） .....	2-16
図 2.3-2	平日の利用者数の予測－過去に行った予測との比較 .....	2-16
図 3.1-1	2 号線の路線 .....	3-1
図 4.2-1	LRT 2 号線延伸の実施スケジュール.....	4-3
図 7.1-1	LRT2 号線の現況及び将来の日利用者数（週日） .....	7-2
図 7.1-2	各調査による日利用者数（週日）の将来予測結果 .....	7-2

## 略語表

略語	正式名称	日本語訳
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Office	米国全州道路交通運輸行政官協会
AC	Alternate Current	交流
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AFC	Automatic Fare Collection System	自動料金収受システム
APS	Audio/Paging System	自動ページングシステム
ASCOM	Army Support Command	陸軍支援司令部
ASTM	American Society for Testing and Materials	米国材料試験協会
ATC	Automated Train Control	自動列車制御装置
ATO	Automated Train Operation	自動列車運転装置
ATP	Automated Train Protection	自動列車防護装置
ATS	Automated Train Supervision	自動列車監視装置
AVI	Automatic Vehicle Identification	車両検知器
B/C	Benefit/Cost	費用対効果
BCDA	Base Conversion Development Authority	基地転換庁
BIR	Bureau of Internal Revenue	フィリピン国税局
BGC	Bonifacio Global City	ボニファシオグローバルシティ
BOT	Build-Operate-Transfer	BOT方式
BPO	Business Processing Outsourcing	外部一括委託
CAAP	Civil Aviation Authority of the Philippines	フィリピン民間航空庁
CBD	Central Business District	中核業務地区
CCTV	Closed-Circuit Television	監視カメラ
CDCP	Construction Development Corporation of the Philippines	フィリピン建設・開発会社
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CER	Certificated Emission Reduction	認証排出削減量
CIF	Cost, Insurance and Freight	運賃保険料込条件
CIIP	Comprehensive and Integrated Infrastructure Program	包括総合インフラ・プログラム
CNC	Certificate of Non-Coverage	対象外証明書
CTMS	Central Traffic Control System	中央交通管制システム
DAO	Department Administrative Order	行政命令
DBM	Department of Budget and Management	予算行政管理省
DBP	Development Bank of the Philippines	フィリピン開発銀行
DC	Direct Current	直流
DED	Detailed Engineering Design	詳細設計
DENR	Department of Environment and Natural Resources	環境天然資源省
DFS	Detailed Feasibility Study	詳細な実現可能性調査
DILG	Department of Interior and Local Government	内務自治省
DOF	Department of Finance	財務省
DOTC	Department of Transportation and Communications	運輸通信省

略語	正式名称	日本語訳
DPWH	Department of Public Works and Highways	公共事業道路省
DSCR	Debt Service Coverage Ratio	元利金返済カバー率
ECA	Environmentally Critical Area	環境脆弱地域
ECB	Emergency Call Box	非常電話
ECC	Environmental Compliance Certificate	環境保証書
ECP	Environmentally Critical Project	環境影響が懸念される事業
EDSA	Epifanio de los Santos Avenue	エドサ通り
EIA	Environmental Impact Assessment	環境アセスメント
EIAD	Environmental Impact Assessment Division	環境アセスメント局
EIARC	Environmental Impact Assessment Review Committee	環境影響評価審査委員会
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
EIS	Environmental Impact Statement	環境影響評価
EMB	Environmental Management Bureau	環境管理局
EMP	Environment Management Plan	環境管理計画
EO	Executive Order	行政命令
EPABX	Electronic Private Automatic Branch Exchange	電子式構内交換機
EPRMP	Environmental Performance Report and Management Plan	環境報告書及び管理計画
ETC	Electronic Toll Collection	自動料金収受
FACE	JBIC Facility for Asia Cooperation and Environment	JBICアジア・環境ファシリティ
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
FMB	Forest Management Bureau	森林管理局
FOB	Free on Board	本船渡条件
FOE	Fixed Operational Equipment	道路付帯設備費
FOTL	Fiber Optic Transmission Line	光ファイバ伝送線
FWD	Falling Weight Deflection Meter	たわみ測定装置
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GEH	Geoffrey E. Havers (Modeling statistics)	ジェフリー・E．ハバース (モデリング統計表)
GFI	Government Financial Institutions	政府系金融機関
GOP	Government of The Philippines	フィリピン国政府
HCP	Hollow Core Plank	中空スラブ桁
HGC	Home Guarantee Corporation	家屋保証会社
HOV	High Capacity Vehicle	高占有車両
HUDCC	Housing and Urban Development Coordinating Council	住宅開発調整協議会
ICC	Investment Coordination Committee	投資調整委員会
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
ISM	International School of Manila	マニラ国際学校
ITS	Intelligent Transport Systems	高度道路交通システム
JBIC	Japan Bank International Cooperation	国際協力銀行
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構

略語	正式名称	日本語訳
KOICA	Korean International Cooperation Agency	韓国国際協力団
LCC	Life Cycle Cost	ライフサイクルコスト
LCX	Leaky Coaxial Cable	漏洩同軸ケーブル
LGU	Local Government Unit	地方公共団体
LLDA	Laguna Lake Development Authority	ラグナ湖開発局
LRT	Light Rail Transit System (Manila)	マニラ市内軌道交通システム
LRTA	Light Rail Transit Authority	ライトレール公社
MERALCO	Manila Electric Company	マニラ電力会社
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry	経済産業省（日本）
MIAA	Manila International Airport Authority	マニラ国際空港局
MIS	Management Information System	経営情報システム
MMDA	Metropolitan Manila Development Authority	マニラ首都圏開発局
MMSW	Metro Manila Skyway	マニラ首都圏スカイウェイ
MMUTIS	Metro Manila Urban Transportation Integration Study	マニラ首都圏総合都市交通改造計画
MNTC	Manila North Tollways Corporation	北部マニラ有料道路会社
MOA	Memorandum of Agreement	合意書
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
MPIC	Metro Pacific Investment Corporation	メトロパシフィック投資会社
MPTC	Metro Pacific Tollways Corporation	メトロパシフィック有料道路会社
MRT	Metro Rail Transit System (Manila)	マニラ市内軌道交通システム
NAIA	Ninoy Aquino International Airport	ニノイアキノ国際空港
NAMRIA	National Mapping and Resource Information Authority	国家地図資源情報機関
NCR	National Capital Region	首都圏
NEDA	National Economic Development Authority	国家経済開発庁
NEPC	National Environmental Protection Council	国家環境保護評議会
NEXCO	Nippon Expressway Company Limited	日本高速道路株式会社
C NEXCO	Central Nippon Expressway Company Limited	中日本高速道路株式会社
W NEXCO	West Nippon Expressway Company Limited	西日本高速道路株式会社
NHA	National Housing Authority	国家住宅庁
Ni-Cd	Nickel-Cadmium	ニッケルカドミウム
NLEX	North Luzon Expressway	北ルソン高速道路
NOE	Non-Operational Equipment	建築付帯設備
NPCC	National Pollution Control Commission	国家公害規制委員会
NPV	Net Present Value	純現在価値
O&M	Operation and Maintenance	維持管理
OCC	Operational Control Center	オペレーション・コントロール・センター
OCS	Overhead Contact System	架線
OD	Origin-Destination	交通の起終点
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OEM	Original Equipment Manufacturer	相手先ブランド名製造
OMA	Operation Management Agreement	運営管理基準
PABX	Private Automatic Branch exchange	構内電話交換機
PAGCOR	Philippine Amusement and Gaming Corporation	フィリピン娯楽ゲーム公社

略語	正式名称	日本語訳
PC	Prestressed Concrete	プレストレストコンクリート
PCU	Passenger Car Unit	乗用車換算台数
PCUP	Presidential Commission on Urban Poor	都市貧困問題に関する大統領委員会
PD	President Decree	大統領令
PDR	Project Description Report	事業概要書
PFI	Private Finance Initiative	民間資金を活用した公共施設整備
PMO	Project Management Office	プロジェクト管理オフィス
PNCC	Philippine National Construction Corporation	フィリピン国有建設会社
PNP	Philippine National Police	フィリピン国家警察
PNR	Philippines National Railroad	フィリピン国有鉄道
POS	Point of Sales	券売機
PPA	Philippine Ports Authority	フィリピン港湾庁
PPHPD	Passengers per hour per direction	片方向時間当たり乗客数
PPP	Public Private Partnership	官民協調
PSSD	The Philippine Strategy for Sustainable Development	フィリピン持続的開発戦略
RA	Republic Act	共和国法
RAP	Resettlement Action Plan	住民移転実施計画
RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
RIMS	Road Maintenance Information Management System	道路情報保全システム
RORO	Roll-on, roll-off	航行路
ROW	Right of Way	事業用地
RSS	Rectifier SubStation	直流き電用変電所
RSU	Road Safety Unit	道路安全装置
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	遠隔監視制御システム
SCTEX	Subic-Clark-Tarlac Expressway	スービック・クラーク・ターラック高速道路
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同期デジタルハイアラキー
SFEX	The Subic Freeport Expressway	スービック・ティボ道路
SLEX	South Luzon Expressway	南ルソン高速道路
SNC	Ernst & Young ShinNihon LLC	新日本有限責任監査法人
SPC	Special Purpose Company	特別目的会社
STOA	Supplemental Toll Operation Agreement	有料道路維持補足基準
STRADA	System for Traffic Demand Analysis	交通需要予測モデル
TCS	Traffic Control System	端末交通制御装置
TDM	Traffic Demand Management	交通需要管理
TEG-NCRPO	Traffic Enforcement Group under National Capital Regional Police Office	首都圏警察交通誘導グループ
TMP	Traffic Management Plan	交通管理計画
TOA	Toll Operation Agreement	有料道路維持基準
TPCS	Toll Plaza Computer System	端末料金収受機械装置
TRB	Toll Regulatory Board	料金統制委員会
TSP	Total Suspended Particulate	全粒子状物質
TTC	Travel Time Cost	車両走行時間費用

略語	正式名称	日本語訳
VCR	Vehicle Capacity Ratio	交通量/容量比
VICS	Vehicle Information and Communication System	道路交通情報通信システム/日本
VOC	Vehicle Operation Cost	車両走行管理費用
UIC	Union Internationale des Chemins de fer (International Union of Railways)	国際鉄道連盟
UMAK	University of Makati	マカティ大学
UPS	Uninterruptible Power Supply	無停電電源装置
URPO	Urban Roads Project Office	都市道路事務所
VMS	Variable Message Sign	可変情報板
VOC	Vehicle Operation Cost	車両走行費用
VRS	Voice Recording System	音声録音システム
VVVF	Variable Voltage Variable Frequency	可変電圧可変周波数
WACC	Weighted Average Cost of Capital	加重平均資本費用 (割引率)
WB	World Bank	世界銀行



# 第 1 章

## 序 論

---

# 第1章 序論

## 1.1 調査の背景

6号線または1号線 Cavite 延伸としても知られている LRT1 号線南延伸事業は、既存の 20km の LRT1 号線を南方、すなわち Baclaran からメトロマニラの Parañaque と Las Piñas を通過し、Cavite 州の Bacoor まで延伸する事業である。この事業は、既存線をさらに 11.7km 延伸するとともに、将来設置する 2 駅の準備を含む 8 駅を設置するものである。延伸区間のうち約 10.5km の区間は高架、1.2km の区間は地上を走行する予定である。8 駅のうち 3 駅 (Niyog、Zapote、Dr. Santos) については、利用客の道路交通との円滑な乗り換えを考慮し、インターモーダル施設として設計される予定である。またこの事業には、Pasay にある Baclaran 車両基地をさらに 21 列車留置できるように機能を拡張する事と、Zapote に 18 列車の留置と簡易な修理作業が可能な約 4ヘクタールの新しいサテライト車両基地を建設する事が含まれている。さらにこの事業には、LRTA が所有する既存車両の改修も含まれている。

LRT1 号線南延伸事業は、1990 年代後半からフィリピン政府 (GOP) の優先インフラプロジェクトに位置付けられている。この事業は当初、LRTA とカナダ企業 NC Lavalin によって、企業側からの提案による合弁事業契約のもとで、NEDA-ICC の承認を取得する計画であった。しかしこの計画は、当事者間で契約上の重要な点について合意に達する事ができなかったため、失敗に終わった。2004 年に LRTA は、官主導による PPP 事業として実施する事を決定した。しかしながら PPP 方針の変更と、その結果として政府による事業資金の助成するために必要な補助金を予算として確保する事ができなかったため失敗に終わった。この頃、他の企業側からの提案による計画を LRTA は受理し、PPP による事業の実施は断念された。

フィリピン政府は再び、本事業を交通渋滞の緩和と、メトロマニラの外側の新たな都心部の成長を促進するための、優先的な戦略的投資事業と位置付けている。また本事業は現在のフィリピン開発計画 (2011~2016 年) にも合致している。すなわち輸送効率を高める事、持続可能な運営サービスのための利用者支払いの原則を推進する事、また特に運営管理の分野において民間部門の役割を拡大する事で、都心部の大量輸送システムを拡張するための戦略を強調するものである。

現在の LRT1 号線は、Roosevelt Avenue から Baclaran までの 21 駅、約 20km を運転している。2010 年からは、5.7 km の北延伸区間が営業運転を開始している。LRT 1 号線、MRT 3 号線、および EDSA 大通りで MRT 7 号線と接続が可能なコモンステーションについては現在、実現に向けた調査が行われている。Pasay 市に LRTA が所有する 11 ヘクタールの土地は、現在所有している 139 車両を留置し、また LRTA の様々な建物がある LRT 1 号線の車両基地である。LRT1 号線は約 50 万人/1 日の利用者に支えられている。

都市鉄道は、道路ベースの輸送サービスよりも、より効率的な代替手段を提供する。ただし現在の LRT ネットワークは、毎日の利用者数を大幅に増加させるために、ネットワークの拡大と輸送能力の拡大が必要である。現在の 3 路線は、1 日 100 万人強の利用者があり、これはメトロマニラの 7.6% のパーソントリップにあたる。

現在の政府の戦略は、LRT サービスの路線拡大、統合、そして輸送能力の増加にある。統合された輸送システムとはシームレスな乗り換えとも言える。すなわち異なる路線や道路ベースの輸送サービスとの間の効率的な移動を可能にする共通課金システム等が考えられる。

LRTA はすでに、2015 年までに完了する約 1.51 億ペソの LRT 1 号線リハビリ事業調達の公募を開始している。この事業には 23km の軌道の修復、すべての第一世代の車両の修復、14 車両の修復、およびその他の安全性回復の為に作業が含まれている。2012 年内に実施する予定であった、共通課金システムに関するプロジェクトは、現在も実施に向けた調査が行われている。LRT 2 号線の延伸は、MRT 3 号線が輸送能力の拡張を計画している事もあり、パイプラインの一部として認識されている。LRT 1 号線の Cavite までの延伸は、DOTC の中期的な鉄道輸送拡大戦略と一致している。

## 1.2 事業実施スキーム

LRT1 号線延伸区間の保守運営を含めた複数の PPP 方式が検討され、最終的にはハイブリッド型 PPP 方式 (PPP-ODA) が 2012 年初めに NEDA によって承認された。この方式では車両の調達、車両基地の建設、およびコンサルティングサービスの資金調達と実施は、政府によって従来の ODA の調達プロセスを用いて行われる。完成後、すべての資産は保守運営を行う民間投資家に譲渡される。資金調達は別として、公共部門は、公共側の領域の調達、完成および受渡リスクを引き受ける。政府によって実施されない残りの領域、すなわち CW、E&M システム、O&M の資金調達、建設/導入の責任は民間投資家にある。JICA により資金提供される ODA の範疇は、車両の調達、2 箇所の車両基地建設およびコンサルティングサービスである。この権利は、政府に対してもっともよいコンセッション条件を提示した入札者に与えられる。

## 1.3 調査の目的

調査の目的は、以下の通りである。

- 既存データ、以前のプロジェクト評価および、JICA 審査のためのプロジェクト評価指標の整備
- 将来の運転計画と車両の要件を確認するための需要予測のレビュー
- 民間部門の入札書類や今後のインターフェースの綿密な統合とモニタリング
- 車両基地の建設における、公共部門 (ODA) と民間部門の分担範囲の明確化
- 事業費の積算

## 1.4 調査報告書の内容

この報告書には、以下の調査結果が含まれる。

- 需要予測/交通量調査等
- 運転計画/車輛計画
- 車両基地計画
- 事業費積算
- 環境社会配慮

- 事業効果
- AFC (Automatic Fare Collection) システム
- 事業実施計画
- プロジェクト実施上の組織・制度的課題
- フィリピン国鉄道整備に関する提言

## 第 2 章

### 利用者の需要予測

---

## 第2章 利用者の需要予測

### 2.1 LRT 1 利用者数及び既存研究

#### 2.1.1 導入

1998年にMMUTIS（マニラ首都圏総合都市交通改善計画）において、LRT1号線のBaclaran駅からNiyog駅までの延伸が提案されて以来、このプロジェクトについて数多くのFSとレビューが実施された。ここで提案された延伸は南方向への約11.8kmの長さ（現状の路線は18km）で、新駅が10ヶ所建設される。このプロジェクトにより、マニラの交通システムは拡大し、首都圏（NCR）からPasay, Paranaque, Las Pinasなどの南部方面、果てはCavite州のBacoor市Niyogまでサービスが行き届くことになる。このプロジェクトは過去20年間平均以上の速さで住宅開発が進行しているエリアに対し、速達性に優れた交通サービスを提供する。この延伸は、1998年の時点でも必要だとみなされており、その実現は長く待たれていた。

このプロジェクトについてレビューした文献は、章末に挙げている。最近行われた大規模なスタディは、2006年に実施されており<sup>4</sup>、以降も、多くのレビューが行われている。最近では2012年初めに、IFC（International Finance Corporation）によって実施されたものがある。

本JICAスタディでは、レビューの範囲は、既存の文献とデータによって初期的な需要予測推定を行うことに留めている。これらの需要予測は、2012年6月及び7月に実施された交通調査や利用者へのインタビュー調査をもとに、レビューされ補正された。特に本プロジェクトで重視したポイントは、需要予測の基礎的前提と予測結果の妥当性である。

この章では、既存のLRT1号線に関する最新のLRTAデータ（2012年7月まで）の分析をもとに、30年後までのLRT1号線全体の、需要予測の推定結果を示す。

また、この章では、LRT1号線の南方向への延伸プロジェクトによる、利用者予測のレビューにのみ焦点をあてている。ただし、必要に応じ、LRT2号線のスタディ結果とデータを参照した。LRT2号線の現在・将来利用者については、Draft Final Reportの第2巻2章にて示されている。

#### 2.1.2 既存スタディのレビュー

LRT1号線の南方向への延伸に関する最新のスタディは、2012年2月27日、DOTC（運輸通信省）とLRTA（LRT公社）によって実施されたものである<sup>1</sup>。このスタディは、“LRT1 South Extension Project, Updating of the Feasibility Study / Project Implementation Program”<sup>2</sup>に基づいている。レビューの第1段階は2008年、DBP/IFCとそのコンサルタントによって実施され、同年に結果も報告されている<sup>3</sup>

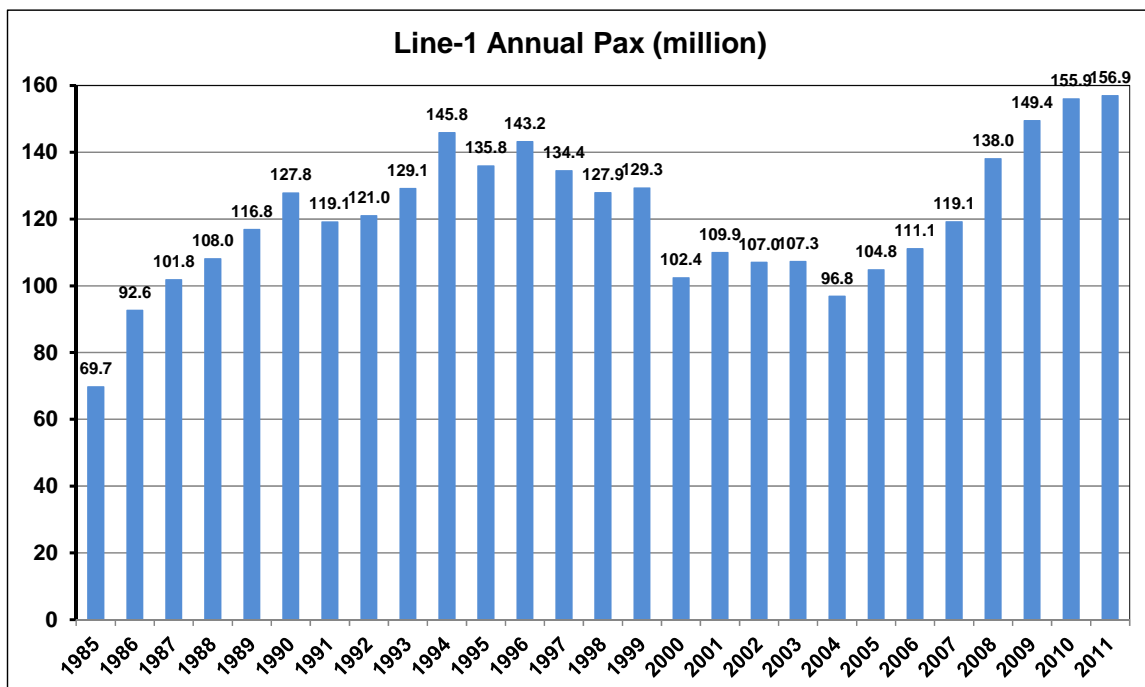
ここに示す需要予測は、Halcrowらの“Manila LRT Line 1 Extension Feasibility Study”のDraft Report（2006年8月）<sup>4</sup>の結果も考慮している。また、LRT1号線の延伸プロジェクトについて初めての詳細スタディ<sup>5</sup>は、1998年SNC-Lavalinによって実施されたものであるが、この結果もマクロレベルでは考慮し、必要に応じて最近のデータにより修正が加えられた。人口増や社会経済情勢の変化などの前提条件は、すべて当初想定範囲内であった。

### 2.1.3 現在の LRT1 号線の利用者数と、既存スタディの需要予測結果の比較

マニラ首都圏北部 Monument と南部 Baclaran を結ぶ LRT1 号線は、1984 年 12 月に開業した。1985 年、1 年間の利用者数は 6,970 万人であった。需要は着実に増加していき、90 年には 1 億 2780 万人、94 年には 1 億 4,580 万人にまで増加した。85 年～94 年で、年平均 8.5% 増加している。しかし、いくつかの技術的な要因から 94 年をピークに利用者数は減少し始める。2004 年まで利用者は減少し続け、2004 年には 9680 万人まで落ち込んだ(2003 年 12 月に運賃を 20% 値上げしたことで、更に悪化した)。10 年前に比べ約 40% の減少である。

しかし、利用者数の減少傾向は 2005 年に回復し、それ以降は着実に増加してきている。2010 年に北方向への延伸が行われ、Balintawak と Roosevelt 駅が新たに建設されている。これらの新駅を含めた、2011 年度の LRT1 号線全駅の利用者数は 1 億 5690 万人を記録した。2001～2011 年の 10 年間では年平均 3.62% の成長である。年ごとの LRT1 号線の利用者数の推移を、**図 2.1-1** に示す。一時は 1 億 4500 万人にまでのぼった利用者数が、5 年程度で 1 億～1 億 1 千万にまで落ち込んだ最大の要因は、車両(LRV)の輸送容量の低さであった。新たな車両の追加、人口・経済の成長、加えて、道路の慢性的混雑悪化といった要素のために、LRT1 号線は 2009 年までに年 1 億 5 千万近くにまで利用者数を持ち直すことができた。現在、成長は鈍化してきているが、高い利用者数を維持している。LRT1 号線は、まだより多くの乗客を輸送できる能力を持っていると思われる。その為には、以下が必要であると考えられる。

- システムティックな容量の拡大
- 顧客のアクセシビリティとモビリティをもたらすためのビジョンの提示 (単に A 地点から B 地点への移動ではない)

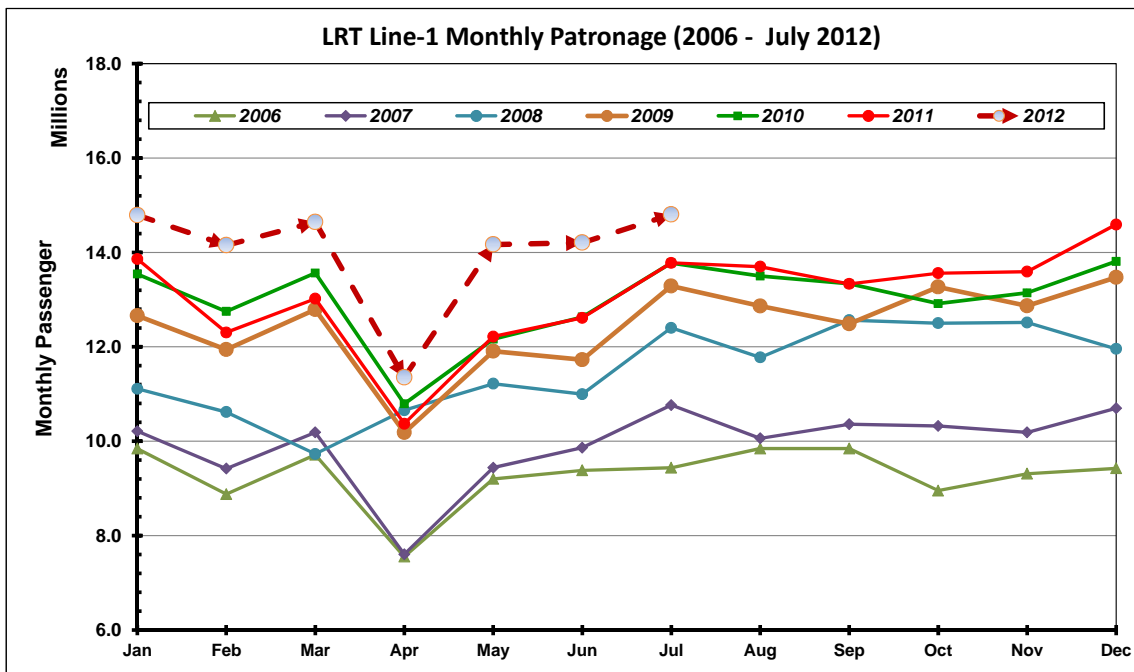


出典: LRTA Data & Study Team Analysis

図 2.1-1 LRT1 号線 利用者の推移 1984-2011

近年の利用者データ（2012年7月まで）を解析したところ、05年以降の成長率がかなり高くなってきている。過去6年間についての月別利用者数を図2.1-2に示す。どの月をとっても、2012年の利用者数が最も高い。2012年7月、利用者数が1480万人にまで到達した。前年7月に比べ、100万人以上利用者が増加している。これは非常に健全な傾向であり、LRT1号線の需要予測にも反映されている。しかし、既存スタディで行っている需要予測は必ずしもそうではない。様々な理由が考えられるが、例として挙げると：

- データの妥当性と正確さが結果に影響を及ぼしたケース。例えば、SNC-Lavalinによる最初の研究は、MMUTISプロジェクトの直後に実施された。そのため、LRT1号線延伸に関するスタディに利用可能な、包括的な交通データベースがあり、実際に需要予測に利用された。当時LRT1号線の利用者数は、1億4000万以上と推計された。しかし、容量が不足することを無視した高い成長率を仮定してしまった。つまり、実現不可能なほど過大な予測となったのである。
- スタディの範囲、時間や資源の制約により結果に影響を及ぼしたケース。需要予測とは複雑で時間がかかる作業であり、また妥当な予測を行う上では、信頼性の高いデータと、熟練したスキル、資源（設備や予算）が必要となる。この点において、2006年に終了したHalcowのスタディは、将来的な利用者需要と収入推計について総合的な報告をしたと思われる。
- 最近のスタディで用いられているトレンド予測は、利用者の需要予測においては信頼性の相対的に低い結果をもたらしている。従って、これらのスタディにおける歳入推計においては、他の関連情報をクロスチェックする必要がある（ベンチマーキング）。また需要予測の信頼性と妥当性を確かめるうえで、感度分析も行う必要がある。



出典: LRTA Data & Study Team Analysis

図 2.1-2 2006年～2012年（7月まで）の、LRT1号線月別利用者数の推移



表 2.1-1 に、各既存スタディにおける利用者の需要予測結果を示す。括弧内のコメントは、需要予測の信頼性に関するものである。

表 2.1-1 既存スタディにおける、平日平均利用者数（000）の予測

Source	Study Description & (Comments)	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
5	SNC-Lavalin – 初期段階 (対象にしたのは延伸部分のみで、 現存の路線についての予測は報告 されていない)	550	–	638	–	722	–	–
	SNC-Lavalin – 修正版 (車両の容量を考慮して、利用者数 を 60%に修正)	330	–	445	–	469	–	–
5-H	Halcrow 予測。SNC-Lavalin の想定 した料金レベル。2006 年完了。	–	–	417	461	475	489	–
4	Halcrow ベースケース予測。 (2005 年の運賃ベースで考慮)	348	436	667	738	–	794	–
	Halcrow Demand Forecast 運賃を最適化した場合		435	640	707	–	760	–
1,2 & 3	南方向への延伸がなく北方向のみ 延伸した場合の利用者数の予測値	–	–	567	657	762	883	1,024
	南北両方向へ延伸した場合の利用 者数の予測値	–	–	820	953	1,104	1,281	1,481
	南方向への延伸によって増加する 利用者数の予測値 (上記 2 ケースの 差)	–	–	253	296	342	398	457
JICA June 2012	北方向への延伸を含めた、LRT1 号 線の利用者数 (LRTA より)	317.5	472.4	–	–	–	–	–
	南北両方向への延伸を含めた、LRT 利用者数の予測値			650.7	831.2	899.9	950.3	990.7

- For Sources: Refer to the reference list given at the end of this Chapter, Section 2.5.
- Reference-5, Study conducted in 1998, with 2000 as base year. Growth factors of 3% p.a. from 2005-15, and 2.5% from 2015-25 were used. For other years, forecast were by made interpolation or by extrapolation, but capped at 750,000 Pax/day for Line-1 Extension Only; Excluding the Existing Line patronage.
- Reference-4, Halcrow study was conducted in 2006. 2005 data is just for the existing LRT Line-1. Forecast years data is for the Total Line-1.
- References 1, 2 and 3 are based on the same demand forecast.
- JICA Study Team June 2012 Interim daily patronage forecast for Line-1 with South Extension.

表 2.1-1 には、JICA スタディチームによる最近の需要予測の結果も含まれている。この結果は、近年の傾向と既存スタディにおける推定結果、近年の調査やその他の情報によるスタディチーム独自の仮定などをもとにしている。JICA スタディチームによる利用者の需要予測手法とその結果について、以下説明する。

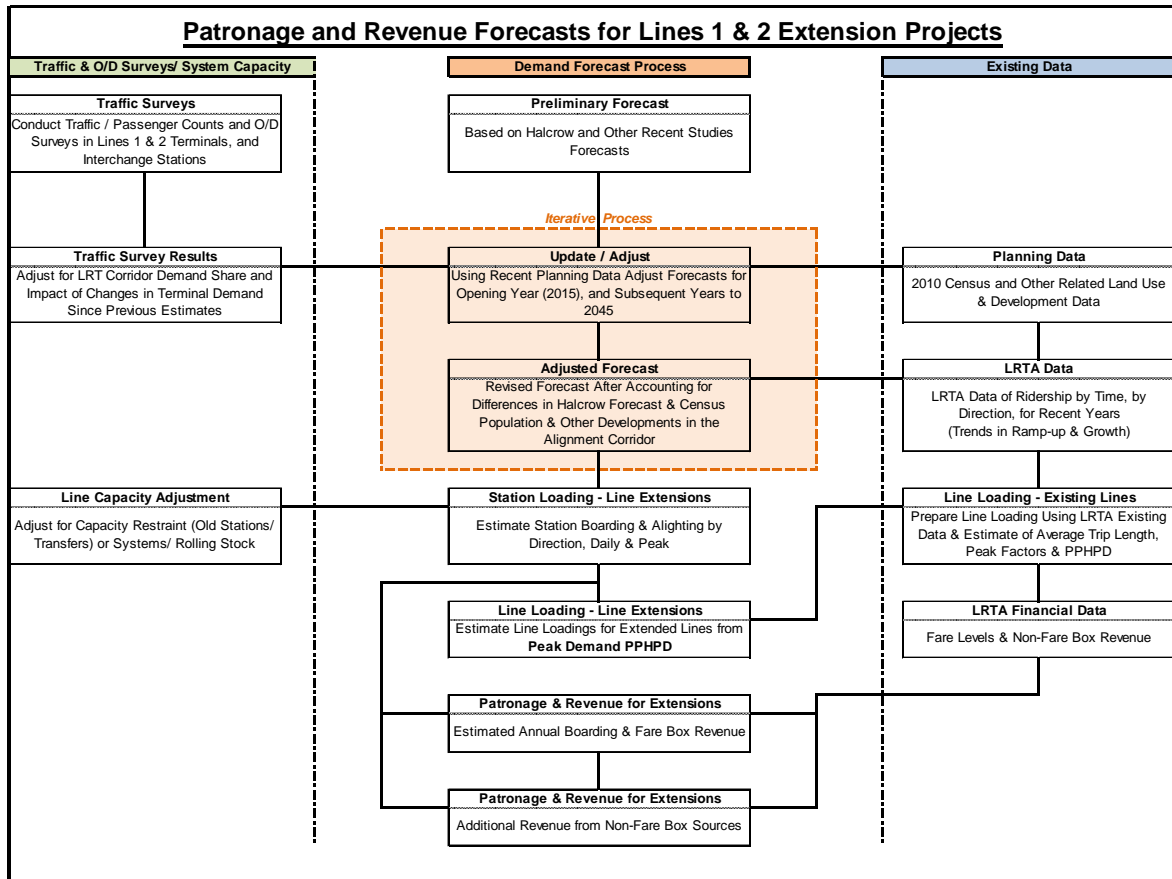
## 2.2 需要予測の手法

### 2.2.1 はじめに

上述した通り、LRT1 号線の南方向延伸プロジェクトについて、多くの FS とレビューが行われている。それぞれのスタディにおける利用者の需要予測は、LRT1 号線延伸が営業を開始する年について詳細なモデリングに基づいて行われており、その後の将来的な予測は、単純な成長率法をもとにしている。しかし、Halcrow が行った、LRT1 号線南方向延伸プロジェクトに関する予測<sup>4</sup>は、2011 年 (Dr. Santos 駅への部分的延伸)、2012 年 (Niyog 駅までの完全な延伸) だけでなく、2015 年、2020 年、2030 年についてすべてモデルによるアプローチを取っている。

モデリングによる交通需要の推定に対して、既に多くの労力が費やされているため、本スタディでは、フルスケールのモデリングは実施しなかった。現状の LRT1 号線の利用データや過去の利用者数推定結果を利用して、相対的に簡略な方法により、予測結果を検証し、必要に応じて結果を補正するものとした。既存スタディでモデル化した結果を、近年の利用者データや調査データを用いて、修正・更新したわけである。

LRT1 号線・2 号線の両者に適用される、利用者と収入予測手法のアウトラインを図 2.2-1 に示す。手法については後の項においても簡潔に記述されている。両路線の延伸に伴う利用者数・収入予測の方法論は、初期段階では JICA スタディチームの判断と、豊富な経験に依っている。最終的には、最新の交通調査のデータ (2012 年 6 月及び 7 月) に合わせて補正が行われた。



出典: JICA Study Team

図 2.2-1 利用者・収入予測手法のアウトライン (概念図)

### 2.2.2 LRT1 号線・2 号線の需要予測手法

LRT1 号線の初期の予測結果は、次項”2.3 需要予測”にて記述されている。採用した手法は、Halcrow の需要予測<sup>4</sup>を基にしている。Halcrow の需要予測を、2005 年から 2011 年にかけての LRT1 号線の実際の利用者数と比較し、Halcrow の設定したベースシナリオの予測を、2011 年までの実際の利用者数の傾向をもとに更新した。需要の推定においては、既に北東方向へ延伸された 5.7km (Balintawak と Roosevelt の 2 駅) も考慮した。Halcrow の需要予測は、LRT1 号線のこの部分の延伸はモデルに取り入れていないが、MRT3 号線の西方向 (Monument 駅) への延伸は取り入れられている。この点については、本プロジェクトにおける需要予測手法を改善する際に考慮した。

LRT2 号線の利用者予測についても同様で、近年行われたスタディをレビューし、初期の事前予測や予備調査などに利用したほか、最終的な需要予測にも使用した。その際、2 号線の利用者に関するデータは、LRTA による最新のものに更新している。

本スタディチームは、最新 (2010 年) のセンサスデータを入手できた。LRT1 号線・2 号線沿線の人口や利用者数について、前回 (2007 年) の予測値と実際の値を比較したところ、人口についてはほぼ一致していたので調整は行わなかった。加えて、将来人口推定値についても、前回の予測値と比較したところ、近年の傾向や 2010 年 Base case の需要とほぼ一致していたので、既定値を用いることとした。

LRTA のデータは非常に豊富で、1 時間ごと、1 日ごと、1 月ごと、1 年ごとの利用者数を記録している。このデータを分析することで、初期の予測に用いたピーク時、1 日、年間の利用者推計値を算出することができた。これに加えて駅別・方向別の乗車人員を利用すれば、人キロに換算することもできる。更に、運行間隔や車両の規格を決定する上で重要な PPHPD (Passengers Per Hour Per Direction : 方向別、時間当たり乗客数) にも換算される。

人キロは方向ごとの乗車・降車人員より算出されたが、駅単位の OD 表も、人キロ算定に用いたほか、交通行動パターンの推定に利用された。このデータがなかった以前のスタディでは、一定の係数を乗じて推定せざるを得なかったものである。現在の需要予測は、上述のデータを基にしており、より正確な平均トリップ長、信頼できる運賃収入を求めることができる。Halcow の予測した平均トリップ長をチェックしたところ、LRTA の 2005~2010 年のデータと一致した結果が示された。現在の需要予測は、駅間 OD 表の Base case をもとにしている。

同様に、LRT1 号線及び 2 号線の乗客のトレンドデータが、両路線の現存している区間の利用者の推計に用いられた。特に、延伸部が開業するまでの期間と、開業した数年後を対象にした需要予測に対し、このデータが有効であった。

### 2.2.3 交通量調査と LRT 利用者インタビュー調査

LRT1 号線・2 号線沿線の主要なポイントにおいて、交通量調査と車両乗車人数調査、OD 調査が行われ、データ解析を行った。調査の結果は次項で要約されているが、9 章において詳細が記述されている。車両乗車人数調査は、延伸部分を含む路線全体のパーソントリップの総数を得るためのものであり、路線のコリドーにおける LRT の分担率を算定する上にも有用である。このデータを沿線での需要予測の値と比較することで、LRT を含む公共交通と私的交通の現在のトリップ分担率の大略を知ることが可能となる。

LRT 利用者の属性とトリップ特性 (OD, トリップごとの乗換回数など) を明らかにするため、LRT 利用者へのインタビュー調査も実施した。これらの調査は LRT1 号線及び 2 号線のそれぞれの終点駅と、LRT・MRT の乗換駅において実施している。これにより、LRT1 号線及び 2 号線の延伸後、新たに終点駅または乗換駅となる場所における、将来的に起こりうる利用状況を想定した。

#### 1) LRT 利用者へのインタビュー調査

この調査は、以下の場所で行った:

1. LRT1 号線 Roosevelt 駅
2. LRT1 号線 EDSA 駅
3. LRT1 号線 Baclaran 駅
4. MRT3 号線 Taft 駅
5. LRT2 号線 Santolan 駅 (Volume 2 にて詳細に取り上げている) .

Baclaran 駅 (延伸のスタート地点となる駅) において、400 の回答が得られた (うち 200 名が乗車客、200 名が降車客)。その他の 3 駅 (1、2、4) において、それぞれ 200 の回答を得た。得られたサンプルデータは、その駅の 1 日利用者数に応じて拡大している。調査サンプルには個人属性として、

年齢、性別及び所得レベルを質問している。このデータの解析結果は乗客の OD パターン及び将来の延伸による機関分担の変化を推定するために利用された。

LRT1 号線、Roosevelt 駅におけるインタビュー調査結果を、下の表 2.2-1 に要約している。この駅を利用したすべての乗客の出発地、目的地、自宅がそれぞれの区域にあるのかが示されている。約 60% の乗客が、LRT の駅の近くに住んでいる。32%がその他マニラ首都圏内であり、延伸の予定されているエリアに住んでいる人は、わずか2%にも満たない。そのため、LRT 1 号線の延伸によってこの地域の乗客数は変化しないと考えられる。

表 2.2-1 LRT1 号線 Roosevelt 駅における居住地別乗客数

Area of Home Zone	Generation Zone	Attraction Zone	Home Zone	% of Home Zone
Line-1 Existing Station Areas	30,320	30,500	26,680	51%
Line-1_Extension Station Areas	-	-	-	0%
Line-2_ All Station Areas	770	320	580	1%
Line-3 Station Areas	4,350	4,380	3,870	7%
North of Metro Manila (NCR)	3,530	370	3,950	8%
Metro Manila	13,590	15,590	16,750	32%
Las Pinas	-	180	180	0%
Cavite	-	1,040	360	1%
Rizal & Other Areas	-	180	180	0%
<b>Total Person Trips</b>	<b>52,560</b>	<b>52,560</b>	<b>52,560</b>	<b>100%</b>

Survey by TTPI & JICA Study Team Analysis

その他の 3 駅 (Baclaran、EDSA 及び Taft 駅) においては詳細な分析を行った。これらの 3 駅はお互い 1km 以内の場所にあり、合計で約 373,000 人が乗降を行っている。これらの約 20%が Las Pinas 及び Cavite エリアの住民で、Baclaran 駅に最も多くが集まる。しかし、Taft 駅では約 178,000 人の乗降が行われており、うち 33%、つまり約 58,000 人が Las Pinas 及び Cavite エリアを発着している。Cavite エリアを発着点とする乗客数は、Baclaran 駅で 19,000 人、EDSA 駅からは 46,000 人である。合計すると、3 駅にまつわる約 123,000 のトリップが、Cavite エリアを発着点としている。

乗客の約 40~45%がジープニーを利用して駅へ移動しており、バスも同じくらい利用されている。この割合は、Baclaran 駅よりも Taft 駅と EDSA 駅の方が高い。以上より、現在の LRT・MRT 利用者のうち、かなりの割合が駅へのアクセスに他の公共交通を利用していると言える。また、駅近辺への日常的な交通行動において LRT・MRT が利用されていることが明らかになった。

3 駅の利用者の、合計の OD を表 2.2-1 に記す。南方向への延伸により、目的地へ直行できる LRT を、乗客が利用することは大いに考えられる。MRT3 号線 (Taft 駅) の利用者が LRT1 号線へ変更し、EDSA で乗換えを行う、ということもありうる。利用者の経路選択をより望ましいものにし、延伸による利用者増を最大化するためには、以下を考慮しなければならない。

- 延伸により新設される駅の適切な計画 (設計)
- メトロマニラ内における、他の路線・他のモードとの乗換状況の改善

表 2.2-2 Baclaran, EDSA and Taft Stations 駅における居住地別乗客数 (計)

Area of Home Zone	Generation Zone	Attraction Zone	Home Zone	% of Home Zone
Line-1 Existing Station Areas	121,000	132,600	91,700	25%
Line-1_Extension Station Areas	16,200	-	13,000	3%
Line-2_ All Station Areas	1,700	35,000	17,300	5%
Line-3 Station Areas	21,300	74,300	30,600	8%
North of Metro Manila (NCR)	-	7,200	7,100	2%
Metro Manila	89,000	118,600	141,100	38%
Las Pinas	6,000	-	3,600	1%
Cavite	117,800	-	62,700	17%
Rizal & Other Areas	-	5,300	5,900	2%
<b>Total Person Trips</b>	<b>373,000</b>	<b>373,000</b>	<b>373,000</b>	<b>100%</b>

Survey by TTPI & JICA Study Team Analysis

## 2) 道路交通量調査、車両乗車人数調査と乗客インタビュー調査

車種別交通量調査（全数）と車両乗車人数調査（サンプル）を、9ヶ所において実施した。加えて、1ヶ所（表 2.2-3 の Station 11）において OD インタビュー調査を実施した。調査場所は、延伸によって道路から LRT へと転換しうる必要があると思われる地点を中心に選定された。Station 1、2、3 のデータ分析結果は、LRT2 号線のレポートにおいて記述している。ここでは、4～12 の結果について述べる。調査場所は表 2.2-3 に示す通りである。調査においては車種を 11 に区分しており、表 2.2-4 に示す通りである。調査の種類によっては、除外した車種がある。

表 2.2-3 道路交通量調査、乗車率調査、乗客インタビュー調査：調査場所

Station No.	Location Description
1	Marcos Highway (West of Sumulong Highway Junction) – <i>Also O/D Surveys</i>
2	Marcos Highway (Between F. Mariano Av. & A. Rodriguez )
3	Marcos Highway (West of Santolan LRT Station on Footbridge )
4	Rizal Avenue (Between Tyumen Rd and Francis P Yuseco Rd)
5	Taft Avenue (Between Vito Cruz and Sen. Gil Puyat Avenue)
6	Roxas Blvd (Between Airport Rd and NAIA Rd – Opposite Aseana Avenue)
7	Cavite Expressway @ Tambo Bridge
8	Quirino Avenue @ Dongalo Bridge
9	Ninoy Aquino Avenue @ Imelda Bridge
10	Evangelista St. Just west of Niog Rd Junction
11	Aguinaldo Highway (Between Niog St and Molino Blvd) – <i>Also O/D Surveys</i>
12	Molino Blvd – North of Ilang-Ilang

表 2.2-4 調査における車種の分類と各調査における扱い

No.	Vehicle Type Description	Vehicle Occupancy	O/D Surveys
1	Cyclo/ Motorcycle/ Tricycle	All Occupants	No
2	Private Car/ Sedan/ Open Back	All Occupants	Yes
3	SUV	All Occupants	Yes
4	Public Taxi	All Occupants	Yes
5	AUV – Public FX	All Occupants	Yes
6	Jeepney	All Occupants	Yes
7	Mini-Bus	All Occupants	Yes
8	Local Public Bus (Air Con or Other)	All Occupants	Yes
9	Long Distance (Provincial) Bus	All Occupants	Yes
10	Delivery vehicles, 2-axle trucks, Other 2-Axle vehicles (No Occupancy & O/D)		
11	Trucks or Other Goods Vehicles with 3 or more axles (No Occupancy & O/D)		

貨物車の交通量は、道路の交通量を算定する為に調査されたものである。2 輪車/3 輪車を OD 調査の対象に入れていないのは、ほとんどのトリップがごく短距離であるからである。そのような調査はフィーダー交通の利用者数に関する知見を得るうえでは有用であるが、駅の新設されるエリアの、将来的な利用者の算定をする上では不要である。しかし、調査場所における乗客数の合計を算定する際は、私的/公共の 2 輪車/3 輪車の利用者はカウントする必要がある。Station4 と 5 における調査はこの場所における LRT1 号線の現在のシェアを明らかにするために実施された。この分析は表 2.2-5 にまとめられている。両ケースとも、交通量の大部分は公共交通が賄っており、私的交通の量は限定的である。パーソントリップを解析したところ、LRT によるトリップは延線のトリップの 60%以上を占めていることが明らかになった。公共交通の利用率が極めて高いが、この割合は、南北方向における他の並行したルート交通状況を反映していないことに留意すべきである。

表 2.2-5 Survey Station 04 と 05 における交通量調査（人・車）の結果（2012 年 6 月）

Person Trips by Mode	STATION 04		STATION 05	
	Rizal Av. (2-Way)		Taft Av. (2-Way)	
Private (Incl. 2/3 Wheel)	18,400	5%	10,900	3%
Taxi & FX	900	0%	8,600	2%
Jeepney	113,600	30%	56,400	15%
Bus	-	0%	64,100	17%
Sub-total Public	114,500	30%	129,100	34%
<b>LRT (2012)</b>	<b>246,700</b>	<b>65%</b>	<b>243,900</b>	<b>64%</b>
Public + LRT	361,200	95%	373,000	97%
<b>Total (Private + Public)</b>	<b>379,600</b>	<b>100%</b>	<b>383,900</b>	<b>100%</b>
<i>Note: Station-04 LRT Daily Line Pax are between: Bluementrit - Tayuman Stations &amp; Station-05 LRT Daily Line Pax are between Gil Puyat - Vito Cruz Stations (Average Weekday Volume in Mar-2012)</i>				
Vehicle Trips by Mode	STATION 04		STATION 05	
	Rizal Av. (2-Way)		Taft Av. (2-Way)	
Private (Incl. 2/3 Wheel)	10,900	51%	5,800	36%
Taxi & FX	500	2%	2,900	18%
Jeepney	10,100	47%	5,100	32%
Bus	-	0%	2,100	13%
Sub-total Public	10,600	49%	10,100	64%
<b>Total (Private + Public)</b>	<b>21,500</b>	<b>100%</b>	<b>15,900</b>	<b>100%</b>

Survey by TTPI & JICA Study Team Analysis

LRT1 号線の延伸が予定されている路線沿線の 3 ヶ所において、同様の分析を行った。南部の Station10、11、12 は、Niyog 駅（延伸後の LRT1 号線の終点駅）の北側に位置するミニスクリーンラインを形成している。Station7、8、9 もまた、南方向から伸びる 3 つの幹線道路を跨ぎつつ、川によるスクリーンラインを形成している。全ての調査場所の詳細は Survey Report に示す。これらの幹線道路における交通状況は、2012 年度のデータが利用可能である。

将来交通量の予測はトレンド法で行ったが、条件は次の通りである。

- 対象期間：2016 年（LRT1 号線が延伸されて開業する最初の年）
- 交通量の成長率：年 3%（南方向の交通量の増加はこれより高いが、道路の容量が限界に達するため、3%に抑えている）

これによって、LRT の延伸が完了した 2016 年における、幹線道路と LRT 路線が重複する区間の交通状況を予測した。しかし、LRT 利用者の需要の 10%は徒歩によるものと仮定している。

道路交通量は、LRT への転換を考慮して減少させる必要がある。交通手段分担率は、LRT1 号線及び 2 号線の、現在の手段分担率を基に設定した。Station07~12 においては、LRT への転換率は、私的交通から 5%、Taxi 及び FX タクシーから 10~15%、ジープニー及びバスから 25~30%であるとした。この割合は、調査場所の特性とそこを走行するモード別交通量をベースに推定したものである。Station6 においては、この転換率をジープニー及びバスから 45~55%と考えた。都市内部においては LRT の速達性は魅力であり、所要時間がより短縮されることで、利用者が更にも多くなることも考えら



れる。この仮定から計算した LRT 分担率は、LRT1 号線沿線である Station04 と 05、Marcos Highway 沿いの Station03 で取得した分担率と比べても遜色がない。

LRT1 号線の延伸に関する交通需要については、後の項において詳細に記載している。また、Baclaran 駅周辺及びその北部において、並行する Roxas Boulevard の道路交通量との比較を行っている。LRT1 号線の延伸区間の交通手段分担率を比較したものを、表 2.2-6 にまとめている。この区間における 2016 年度の利用者予測は妥当なものであり、LRT1 号線の延伸が行われ、車両の容量拡大が伴えば、平日 1 日当たりの乗客数が 222,000 人増加するという仮定に基づいている。

表 2.2-6 3つの調査場所における 2016 年の交通量（人・車）の予測

Person Trips by Mode (2-way)	STN. 10-12		STN. 07-09		STN. 06	
	North of Niyog		Across River		Roxas Blvd.	
Private (Incl. 2/3 Wheel)	121,700	27%	221,500	34%	94,800	19%
Taxi & FX	14,500	3%	54,000	8%	41,500	9%
Jeepney	88,700	20%	95,000	14%	37,700	8%
Bus	133,700	30%	172,200	26%	90,900	19%
Sub-total Public	236,900	53%	321,200	49%	170,100	35%
<b>LRT (26-Jun-12)</b>	<b>89,400</b>	<b>20%</b>	<b>118,200</b>	<b>18%</b>	<b>222,600</b>	<b>46%</b>
Public + LRT	326,300	73%	439,400	66%	392,700	81%
<b>Total (Priv.+Pub.)</b>	<b>448,000</b>	<b>100%</b>	<b>660,900</b>	<b>100%</b>	<b>487,500</b>	<b>100%</b>
<i>Note: The LRT Line-1 Extension 2016 demand for Stations 10-12 is forecast between Niyog and Talaba Station; For Stations 7-9 is compared with LRT demand between Ninoy Aquino and Asia World Stations, whereas at the Station 06 demand is between Redemptorist and Baclaran Station</i>						
Vehicle Trips by Mode (2-Way)	STN. 10-12		STN. 07-09		STN. 06	
	North of Niyog		Across River		Roxas Bulvd.	
Private (Incl. 2/3 Wheel)	64,240	81%	104,800	78%	41,990	71%
Taxi & FX	3,110	4%	13,160	10%	10,490	18%
Jeepney	8,310	10%	12,350	9%	3,900	7%
Bus	3,670	5%	3,280	2%	2,790	5%
Sub-total Public	15,090	19%	28,790	22%	17,180	29%
<b>Total (Priv+Pub)</b>	<b>79,330</b>	<b>100%</b>	<b>133,590</b>	<b>100%</b>	<b>59,170</b>	<b>100%</b>

Survey by TTPI & JICA Study Team Analysis

#### 2.2.4 30年後までの利用者及び料金収入の予測

LRT1 号線の南方向 Niyog 駅まで（10 駅）の延伸と、LRT2 号線の東方向・Masinag 駅まで（2 駅）の延伸に対する、ピーク時間、平日平均、年間の利用者数の予測を行った。ここでの利用者数とは、駅施設ごとの方向別乗降客数を意味する（LRT1 号線及び 2 号線の利用者予測の詳細は、Volume1 及び 2 の付録 C を参照）。これによって、路線の各区間における PPHPD (Passengers Per Hour Per Direction : 方向別、1 時間当たり乗客数) を得ることができる。ピーク時の値は、運行間隔や車両の規格を決定する際の重要なファクターとなる。

運賃収入は過去のスタディでは、距離比例運賃を仮定して距離を算出していた。今後はこの手法によって、利用者数と輸送人キロから、運賃収入をより正確に（即ち初乗り運賃を考慮して）計算することが可能となった。

年間収入の推定は、LRTA の 1 日及び年間の利用者数のデータ分析に基づいて行われる。既往のスタディにおいては 300~330 の範囲で、異なる年換算係数（annualisation factor）を用いていた。最新の 2011 年の利用者データの解析により、より信頼のできる年換算係数の算出ができ、より適切な将来収入を算定することが可能となった。

### 2.2.5 簡易化手法の限界と利点について

JICA スタディチームは、この手法にいくつかの限界があることを理解している。例えば、フルスケールの交通需要モデリングは需要予測のために利用していない。しかし上述した通り、これらのモデルを利用して、多くの作業が行われ、分析、報告がなされている。本スタディにおいては、過去のスタディ結果を包括的かつ広域的に利用しており、適切で信頼のできる利用者予測を行う上で、同様の行程を繰り返し行うことは必ずしも必要ではないと考えた。

加えて、フルスケールの需要モデリングを行うにはデータが絶対的に不足している。90 年代後半に実施された MMUTIS の構築したデータベースに相当するものが必要となる。MMUTIS のデータベースを基にしつつ、最新のモデル結果を利用するというのがベストであるが、本研究においては 2010 年及び 2011 年のものや、2012 年 JICA チームの実施した調査など、最近のデータを用いて、モデルの変数を実証/更新している。

ベースケースとして前回の予測結果を利用することにより、新たに予測を行う場合と比べ、予測結果の更新作業により深く立ち入ることができた。例えば LRT1 号線の北東（Roosevelt 駅）方向への延伸等について、過去の予測結果と実際の利用者数を比較することで、利用者数と料金収入の予測を更新する“ベンチマーキング”手法は、今回の LRT1 号線・2 号線延伸プロジェクトに関して実施した需要予測の合理性と信頼性をより信頼性の高いものにしたと考えられる。

## 2.3 需要予測

### 2.3.1 日需要（平均的週日）

本スタディチームの準備した週日平均の需要予測結果を、**図 2.3-1** 及び **表 2.3-1** に示す。Halcrow の“ベースケース”予測は、本スタディチームのものに比べ、かなり低い数値となっていることがわかる。これは、Halcrow の需要予測モデルは、もともと 2000 年~2004 年度までの利用者数を算定するモデルを基にしているためである。当時、LRT1 号線の利用者数は、車両の容量不足により制限があり、また 80 年代前半以来最低のレベルであった。そのため、Halcrow の行った需要予測において、LRT1 号線は過小評価されている。2010 年の週日平均利用者数を比較すると、Halcrow の需要予測では 376,000 人、これに対し、実際の利用者数は 472,400 人である。この結果より、Halcrow の需要予測は、LRT1 号線の容量拡大に伴う需要増加を考慮しておらず、そのため LRT1 号線の需要を必要以上に制限したことがわかる。

また、Halcrow の需要予測は、LRT1 号線の北東方面への延伸を考慮していることにも注目すべきである。ただし、これは、MRT3 号線の Monument 方面への延伸としてモデルに含まれており、LRT1 号線と MRT3 号線が完全に環状に繋がっているため、1 号線の利用者数は更に増加するという結果になっていることには留意しておきたい。

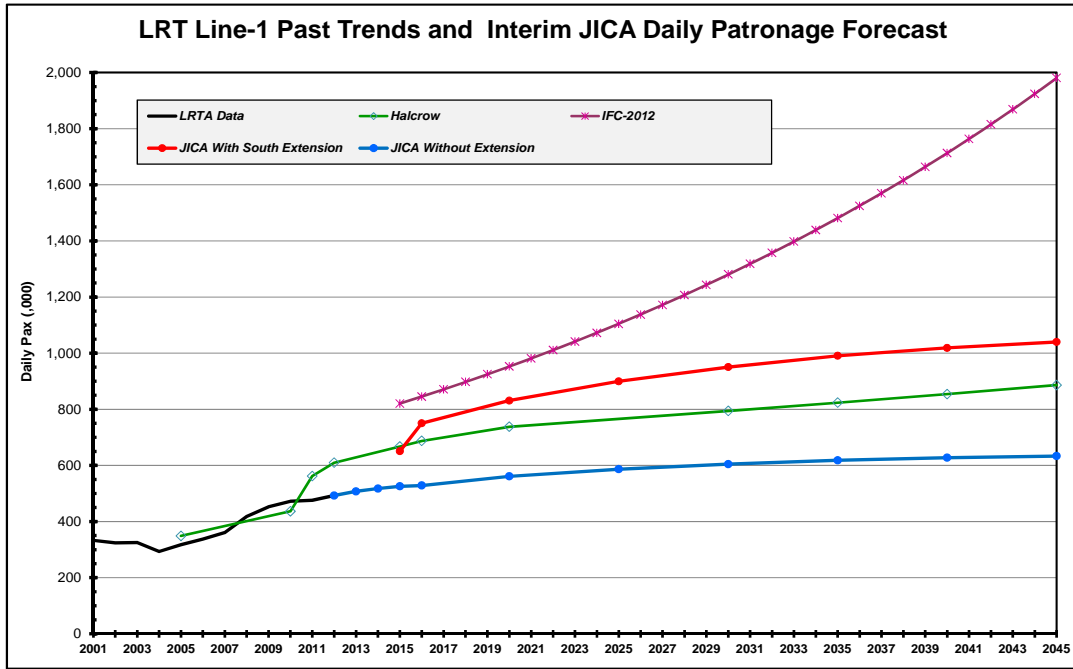
本スタディチームの需要予測は、以下のデータをもとにしている。

- 2015 年までの、既存の LRT1 号線の利用者数（予測を含む）
- 南方向への延伸による利用者数の増加：Halcrow による予測値＝週日 1 日あたり 220,000 人

この需要予測は、LRT1 号線の、南方向への延伸部分のみを対象にしており、DPC/IFC によって 2012 年に行われた需要予測の値 (253,674 人) より、約 15%小さい値となっている (DBP/IFC Progress Report January 2012, P-62 より引用)。Halcrow の予測の方が適切であると判断したため、本プロジェクトではこちらを採用している。DBP/IFC による 2015 年度の利用者予測の結果は全体で 820,389 人であり、566,715 人から 253,674 人増加するという想定になっていた。これによると、今後の 4 年間で、延伸なしで利用者数が 19%以上増加することになるが、**図 2.3-1** からみてもわかるとおり、現在 LRT1 号線の利用者数は頭打ちになっており、更なる容量の拡大などがない限り、過去と同じ勢いで利用者数が増加することは考えにくい。

本スタディチームの需要予測は、近い将来までは基本的に、Halcrow の需要予測における成長率をもとにしている。しかし、南部の開発が遅れている（延伸計画区間の後背地は開発が進んでいるが、基本的に人口密度は低い）ことを考慮して、この値には若干の補正を加えた。Halcrow の予測において、成長率 (0.74% / 年) が設定されているが、2030 年以降には LRT1 号線が容量に達すると判断されるため、徐々に逓減するものとした。成長率と平日平均利用者数の推定結果を、**表 2.3-1** にまとめている。

DBP/IFC の設定した、2015 年度以降の成長率 (3%/年) は過大である。これは、Halcrow の予測に比べ、約 15%も利用者数を高く見積もっていることから推察される。本スタディチームによる平日平均の利用者予測の算定は、若干保守的である。今回の予測は、LRT1 号線の利用者に関する最新の情報をベースとして、単一もしくは一定の成長率を設定するより、合理的な仮定及び調整を行っている。近年の調査データを、今回の予測と比較することで、更に信頼性は向上しているものと思われる。最終的な利用者の需要予測について、**図 2.3-1** 及び**表 2.3-1** にまとめている。これらは、システム側の条件設定、収入の算定、プロジェクトの経済性及び財務評価等に用いられるものである。



出典: JICA Study Team

図 2.3-1 JICA スタディチームその他による週日平均利用者数の予測結果

表 2.3-1 JICA スタディチームその他による週日平均利用者数の予測結果

Year	Comments & Assumptions	LRTA Data	JICA Without Extension	JICA With South Extension
2001	<i>LRTA DATA Converted to Average Weekday Patronage Using a Factor of 330 Days per Year (Annual Factor Estimated from the Daily Ridership Data of 2011)</i>	333,200	<i>Limited Growth in the Existing Section of Line Due to Increase in Capacity</i>	<i>Partial Opening in 2015 and Full Extension Opening by 2016</i>
2002		324,300		
2003		325,000		
2004		293,500		
2005		317,500		
2006		337,600		
2007		361,000		
2008		418,300		
2009		452,900		
2010		472,400		
2011		475,500		
2012	<i>JICA Projection Using Average of Last 10 Year (2001-2011) Growth of 3.62% p.a. for 2012; and then a Conservative Estimate of 3.0% Declining to 2.0%pa by 2014.</i>	492,700	492,700	
2013			507,500	
2014			517,700	
2015			525,500	650,700
2016	Add Halcrow 'Base Case' Growth in Line-1 Demand Due to Full Opening of Extension by 2016 (220,000 Pax). Also Limited Growth on the Existing Section Due to Decline in Demand at Baclaran, which will Shift to the New Stations of the Extension		528,600	750,600
2020	Used Halcrow 'Base Case' Av. Growth Rate of (3.04%) of 3 Years After Opening, and Adjusted for Now Full Opening in 2016, and Applied (2.6%) for the Next 4 Years: 2016 to 2020.		561,100	831,200
2025	Used Halcrow 'Base Case' Av. Growth Rate (2.04%) of Next 5 Years, and Adjusted & Applied (1.6%) for the Next 5 Years: 2020 to 2025.		586,800	899,900
2030	Used Halcrow 'Base Case' Av. Growth Rate of (0.74%) of the Next 5 Years, and Adjusted & Applied (1.1%) for the Next 5 Years: 2025 to 2030.		604,600	950,300
2035	Adjusted Halcrow Constant Growth Rate of (0.74%) of the Next 5 Years, and Estimated & Applied (0.84%) for the Next 5 Years: 2030 to 2035.		618,300	990,700
2040	Adjusted Halcrow Constant Growth Rate of (0.74%) for Following Years, and Estimated & Applied (0.56%), A Modest & Declining Growth Rate for the Next 5 Years: 2035 to 2040.		627,600	1,019,000
2045	Adjusted Halcrow Constant Growth Rate of (0.74%), and Applied (0.40%), A Modest Growth Rate for the 5 Next 5 Years, as Demand Approaches Capacity - 2040 to 2045.		633,500	1,039,800

Source: Study Team

### 2.3.2 利用者数の予測（年換算係数、ピーク係数） -

#### 1) 年換算係数（Annualisation Factor）

年間利用者数を推定するため、LRT1 号線及び2 号線の、2011 年の1 日あたりの利用者数データを分析した。その結果、平日と週末（土日）で、需要にかなりの差異がみられた。2011 年における、LRT 1 号線の1 日単位での乗客数を表 2.3-2、また曜日によるばらつきについて図 2.3-2 にまとめている。平均的な週日の需要を算定する場合、1 日毎の需要を、年間の需要及び収入に換算する係数が必要となる。LRT1 号線のデータを解析した結果、この年換算係数は 329.6（または 330）となった。LRT2 号線については 331.2（または 330）としている。

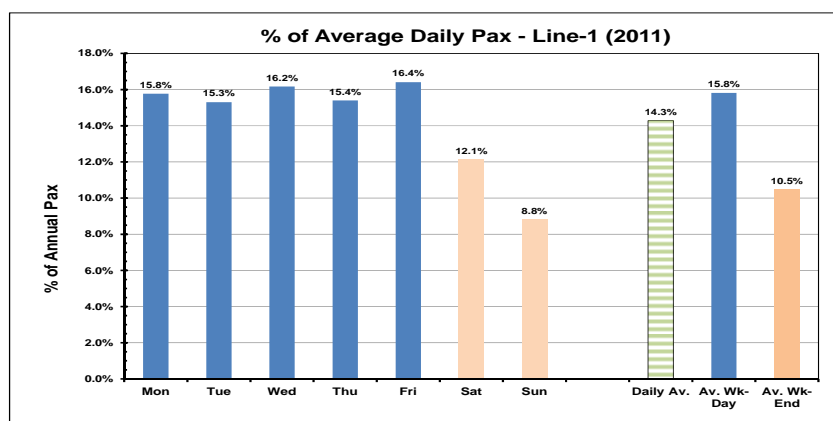
人口が増加するほど経済が活性化し、夜間や週末などにおいて余暇トリップが増加する、と言われている。これによって、年換算係数に影響を及ぼす可能性も考えられる。しかし、予測の簡易化、及び需要の過大評価を避けるため、LRT1 号線・2 号線の両者において、係数は 330 を採用するものとした。ちなみに、Halcrow の需要予測では年換算係数を 330、DBP/IFC は 320、SNC-Lavalin は 330 という値をそれぞれ使っている。

表 2.3-2 LRT 1 号線の利用者数データ（2011 年）を用いた年換算係数の算定

Day of Week	No of Days	Total Boarding	Average Boarding
Monday	52	24,699,546	474,991
Tuesday	52	23,962,029	460,808
Wednesday	52	25,312,202	486,773
Thursday	52	24,114,267	463,736
Friday	52	25,688,324	494,006
Saturday	53	19,331,506	364,745
Sunday	52	13,819,595	265,761
Total 2011	365	156,927,469	429,938
Week-days (Mon~Fri)	260	123,776,368	476,063

Annual Factor = Total Annual Boarding/ Average Weekday Boarding  
 = 156,927,469/476,063 = 329.64 = 330.

出典: LRTA Data, Estimate by JICA Study Team



出典: JICA Study Team

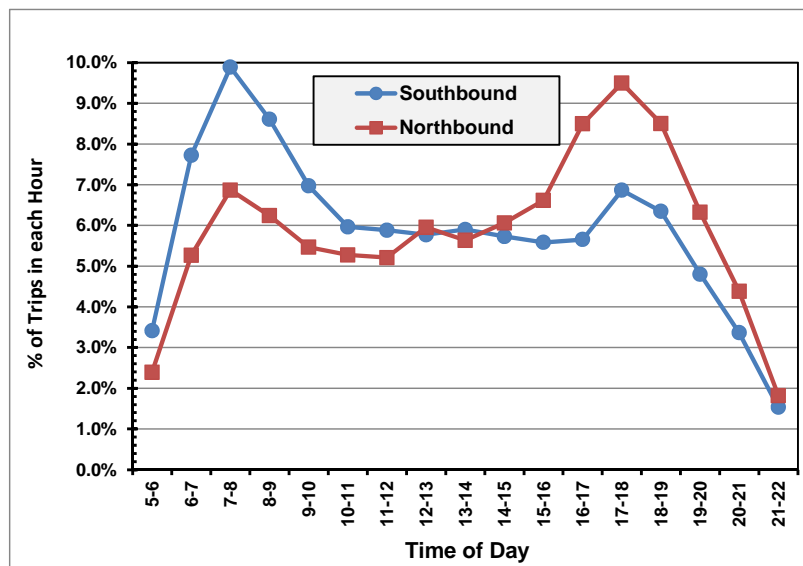
図 2.3-2 LRT 1 号線の利用者数（2011 年）の曜日によるばらつき

## 2) ピーク係数

ピーク時の交通需要は、運行間隔や車両の規格を算定する際に用いられる。ピーク時の需要を受け止められるよう設計することが必要だからである。全てのシステムのピーク時の需要というものは、方向や日時によって変動するものである。需要のピークは夕方よりも、朝とみなされやすい。夕方の需要は、朝より長時間継続するためである。需要のピークは（同じ区間でも）方向によって異なり、交通システムの区間によって異なることもある。更に、職場・学校と住居エリアの位置関係といった様々な要素によって影響を受ける。

LRT 利用者の方向別乗車・降車については、2012年3月（入手できた最新）の週日平均のデータを用いている。2012年3月、1日における時間ごとのトリップの比率を表 2.3-3 に示す。07:00 から 08:00 の南方向において交通需要が最も高く（総トリップの 9.9%）、続いて 17:00 から 18:00 の北方向が 9.5% であった。これらの比率は、高い値に見えるが、これよりも公共交通システムのピーク係数が高い都市が実際に存在しており、13%に届く都市もある。

朝ピーク時の需要は、07:00 から 08:00 において最も高い。そのため、今後の分析においては、この時間の乗降客数をピーク時間の算定に利用するものとする。なお、需要のピークは駅や区間、方向によって異なるため、単一の係数を用いてはならないという点について理解しておく必要がある。そのため、ピーク係数は LRT1 号線・2 号線の両路線における、全体の駅間 OD をもとに算定している。この手法は、ピーク時の需要（方向別の乗降客数）と、1 日の駅間 OD を利用して、ピーク時の駅間 OD を算定することがキーである。このため、需要モデリングソフトウェア CUBE が用いられた（Furness 法）。ピーク率は、各駅間の需要について、ピーク時・1 日についての 2 つの OD 表より算定すればよい。これによって得た駅間 OD 別ピーク率は、将来予測においても、1 日の駅間 OD からピーク時間 OD を算定する、という作業において用いられる。



出典: JICA Study Team

図 2.3-3 LRT1 号線における、時間ごとの需要変動（平日平均、2012年3月）

### 2.3.3 年間需要とピーク時需要

本スタディチームによる週日平均の需要予測については、項 2.3.1 において述べた。収入推計において用いられる年間需要に関しては、週日平均利用者数に、年換算係数を乗じることで得られる。算定した年間利用者数は、下記の表 2.3-3 に示している。駅ごとの日・ピーク時における需要予測結果と、将来年次ごとのピーク時乗降客数などは、本レポートの Appendix-C に記載されている。

表 2.3-3 LRT1 号線の需要予測結果の要約 (2012 年-2045 年)

Line-1 Extension to Niyog - Forecast of Passenger and Other Attributes										
Description	Unit	2012	2015	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Average Week Day Boarding (Without Extension)	Pax	492,700	525,500	528,600	561,100	586,800	604,600	618,300	627,600	633,500
Increase in Daily Patronage (Av. Week Day)	Pax	-	125,200	222,000	270,100	313,100	345,700	372,400	391,400	406,300
Total Patronage with Extension (Av. Week Day)	Pax	492,700	650,700	750,600	831,200	899,900	950,300	990,700	1,019,000	1,039,800
AM Peak Hour (0700-0800) Boarding Southbound	Pax/Hr	24,200	29,700	32,900	36,100	38,700	40,600	42,200	43,200	44,000
AM Peak Hour (0700-0800) Boarding Northbound	Pax/Hr	13,300	19,700	24,100	27,200	29,700	31,700	33,200	34,300	35,100
Total AM Peak Hour Boarding Both Direction	Pax/Hr	37,400	49,400	57,100	63,200	68,500	72,300	75,400	77,500	79,100
AM-Peak Hour Boardings as % of Daily Boardings	Ratio	7.59%	7.59%	7.60%	7.61%	7.61%	7.61%	7.61%	7.61%	7.61%
Maximum Station Boarding (AM-Peak Hour)	Pax/Hr	7,700	9,100	9,800	10,600	11,300	11,800	12,200	12,400	12,600
Maximum Station Alighting (AM-Peak Hour)	Pax/Hr	4,700	5,600	6,000	6,500	6,900	7,200	7,500	7,600	7,700
Pax/Hr/Per Direction (AM-PK Hr 0700-0800)	PPHPD	19,700	23,800	26,000	28,400	30,500	32,000	33,100	33,900	34,500
Average Week Day Trip Length	km	7.65	9.64	10.72	11.00	11.22	11.37	11.48	11.56	11.62
Annual Factor	Days	330	330	330	330	330	330	330	330	330
Annual Passenger	Pax million	162.59	214.73	247.70	274.30	296.97	313.60	326.93	336.27	343.13
Annual Passenger*km	million*km	1,243.7	2,070.0	2,655.3	3,017.3	3,332.0	3,565.6	3,753.2	3,887.3	3,987.2

出典: JICA Study Team

## 2.4 まとめと結論

本章で説明している交通需要予測は、LRTA データにおける近年の傾向、近年の交通状況、乗客へのインタビュー調査、現在の LRT1 号線の利用状況などの分析をもとにしている。需要予測の内容は、大部分が既存スタディに基づいている。本スタディチームの、類似したプロジェクトについての経験により、これらを妥当な範囲で修正している。この需要予測は繰り返しレビューされ、合理性を検証するため、近年の交通データ・交通需要のデータと比較が行われてた。

LRT1 号線の南方向の延伸により、駅が新たに 10 ヶ所追加される（現在 20 ヶ所）。路線は約 12km 延び、駅勢圏面積は 60%以上増加する。計画されている 10 の駅は大部分がブラウンフィールドに立地しており、その周辺部も空地か農地である。しかしながら、駅の計画されているエリア及びその周辺では近い将来大規模開発があると期待されており、人口が増加すれば地域全体の開発が進むであろう。

また、乗換ターミナルとして提案されている 3 つの駅（Dr. Santoz 駅、Zapote 駅、Niyog 駅）は、道路系公共交通を利用している層からの集客が見込まれている。またこれらのターミナル駅では、フィーダー交通を利用して、周辺エリアからの通勤者を惹きつけることも期待されている。

延伸によって LRT1 号線が“完全に”開業する 2016 年には、利用者数が 220,000 人/日（現状の 40%）増加すると見込まれている。この値は過大とみられるかもしれないが、南方向から海岸沿いの道路は



混雑しており、将来は所要時間が今より長くなることも、この区間の調査データから示されている。これを踏まえると、南方向からの所要時間短縮による便益は大きい。現状の乗客調査から推定した結果、Baclaran 駅から EDSA 駅（LRT1 号線）、Taft 駅（MRT3 号線）の利用者数は現在、123,000 人を越えていることにも注目するべきである。今後 4 年で新たに延伸される 12km を含めた予測の推計値は、決して過大評価ではない。以下のような施策が行われれば、十分あり得る数字である。

- 駅のアクセシビリティ改善
- 駅での乗換行動の利便性向上（これは上述した 3 つのターミナル駅にて特に重要）
- LRT1 号線の全ての車両の容量拡大と長距離利用者の快適性向上

LRT1 号線延伸プロジェクトの延線エリアの開発が進むかぎり、利用者数は成長し続けるとみなされている。また人口も、全線開業する 2016 年以降も伸び続ける見通しである。高密開発を行うための土地があるため、南部は開発の余地が大きい。LRT1 号線がメトロマニラ南部、及びフィーダー交通を介して Cavite 州と接続することで、利用者も恩恵を受けることになる。LRT1 号線と他の大量輸送ネットワークが更に密につながり、またさらに路線同士のシームレス化、電子化により統一した乗車システムの導入などを図ることで、LRT1 号線の利用者数は更に増加すると考えられる。

## 2.5 参考文献

1. Project Evaluation Report – LRT Line 1 South Extension Project, – DOTC/ LRTA Comments 27-February 2012.
2. LRT1 South Extension Project, Updating of the FS / Project Implementation Program Study for DBP/IFC – January 2012.
3. International Finance Corporation; LRT Line 1 South Extension Project, Updated Feasibility Study – August 2011.
4. Manila LRT Line 1 Extension Feasibility Study, Draft Report, Halcrow – August 2006
5. Feasibility Study, Manila LRT Line 1 Extension, Final Report, SNC-Lavalin – 1998.
6. JICA, Preparatory Study for LRT Line-2 Extension Project, by Oriental Consultants Co. Ltd; and Others, Final Report – October 2011.
7. Study of Manila LRT Line-2 East-West Extension Project in Philippines, for the Ministry of Economy, Trade and Industry, by Oriental Consultants Co. Ltd; and Others, Final Report – March 2010.
8. Line-2 West & East Extension Ridership Study Final Report, by Oriental Consultants Co. Ltd; and Transport and Traffic Planning, Inc. Final Report – 27<sup>th</sup> November 2009.

# 第 3 章

## 運転計画

---

## 第3章 運転計画

### 3.1 路線計画

マニラ LRT 1 号線南延伸区間は、Metro Manila Pasay city にある Baclaran 駅から南へ伸び、Cavite 地区 Niyog 駅までの延長約 12km の路線である。

この路線は、マニラ首都圏南西部の海岸部を通り、沿岸の埋立地に広がる振興開発地区、住宅地区、将来の大規模住宅開発地区付近を通過する。

Niyog 駅からはマニラ首都圏南部に広がる郊外都市へ連絡することが可能な位置づけとなっている。なお、工業地区はこの沿線には少ない。路線の全体図を図 3.1-1 に示す。

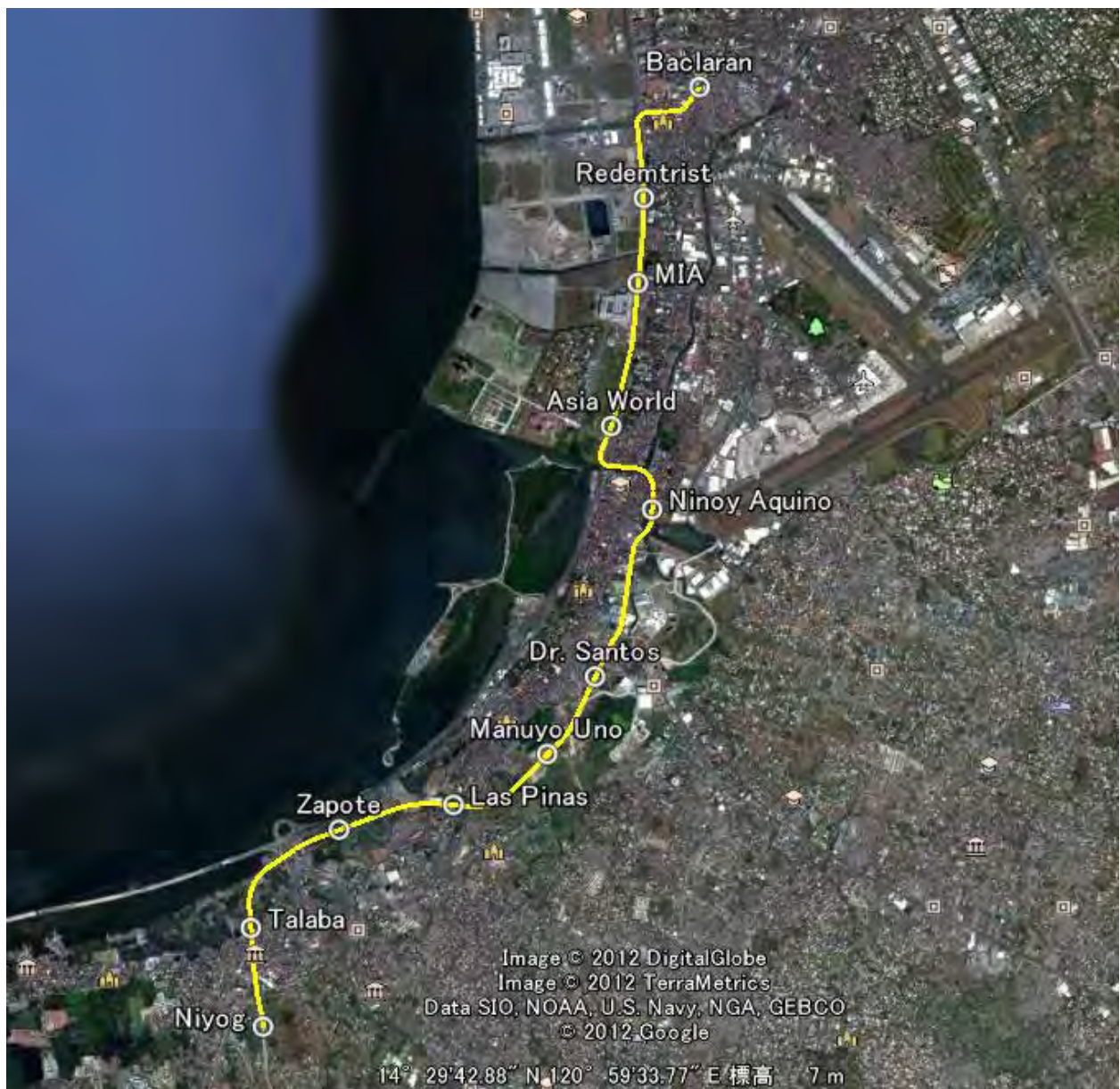


図 3.1-1 1 号線延伸区間の全体路線図

各駅及び主要ポイントの状況を表 3.1-1 に示す。

表 3.1-1 各駅及び主要ポイントの状況

Location	Characteristic
Baclaran Station	This station is the terminal station of existing Line-1 and is located in center of Pasay City. Commercial facilities such as street vendors in front of the station area is concentrated and congested with shoppers, jeepneys, and buses. (photo.1)
near 0k+600m	In the vicinity of this area has a large church and commercial facilities, it is a district within a large number of people gather. Road width is approximately 15m. The bus terminal from the southern Manila regions near the crossing with ROXAS BOULEVARD, and it is very crowded with people or automobile traffic. Orbit on the part of this intersection is a sharp curve of radius 100m.
Redemptrist Station	This station is located in the coastal strip of Paranaque City, facing the ROXAS BOULEVARD and the development area of the along coast. This station is also located at the entrance of the ASEANA BUSINESS PARK currently in development. (photo.3)
near 1k+500m	The route on the waterway is located between the landfill of coastal and ROXAS BOULEVARD. On the route is not particularly large obstacle and the route have a lot of straight line.
MIA Station	This station is located in the front of the UNIWIDE COASTAL MALL, facing the ROXAS BOULEVARD. The station is also close to NINOI AQUINO INTERNATIONAL AIRPORT and that place is the intersection of a great deal of traffic on wide road. (photo.4)
near 3k+000m	The route on the waterway is located between the landfill of coastal and ROXAS BOULEVARD. The route is a straight line mostly and there is no big obstacle in particular.
Asia World Station	This station is located in the coastal strip of Paranaque City, facing the ROXAS BOULEVARD. This station is also located at the entrance of the ASEANA BUSINESS PARK currently in development. (photo.5)
near 3k+800m	The route passes over the ROXAS BOULEVARD and toward the east on the PARANAQUE RIVER. The route passes along the river and the characteristics of the route is that have a s-shaped curve that have two consecutive curves of radius 100m in interval of approximately 900m. (photo.6)
Ninoy Aquino Station	This station is located in the downstream part of a Paranaque river, and is connected to south Ninoy Aquino Avenue from Ninoy Aquino International Airport. The circumference of this station is an area with many traffic and residential sections.
near 5k+000m	The route passes over the Ninoy Aquino Avenue from a Ninoy Aquino station and is extended to south. There is sufficient space for building a LRT structure on a road and the route resembles a straight line. The route passing through the bottom of the road that are planned for the future near the Dr. Santos station is planned. (photo.7)
Dr. Santos Station	This station is located in the southwest part of Paranaque City and is located in the west side of the large-sized supermarket SM CITY SUCAT which faced as C5 EXTENTION. There are plans to collocated bus terminal as intermodal facility in front of the station.
near 7k+000m	The route will be extended to over the C5 Extension street from the Dr. Santos station. This three-lane street is a new road. This street has many straight lines and the visibility is good.
Manuyo Uno Station (Future)	This station is located in the northern end of Las Piñas City and has been planned construction to over the C5 Extension street in the future. There are plans to develop a residential district on the east side of this station.
near 8k+000m	The route turn west along the C5 Extension street and to reach the Las Piñas station. There are two small waterways in the middle but it is considered there is no problem. (photo.9)
Las Pinas Station	This station is located in the northwestern part of Las Piñas City and planed near the QURNO AVENU. Housing, university or church along the road are concentrated in this area.
near 9k+000m	As it approach the coast, the route passes through the district waterways and wetlands often. Some current landfill is progressing well and the route parallel to CAVITE EXPRESSWAY (CAVITEX) at vicinity 500 meters short of the ZAPOTE station.
Zapote Station	This station is located in the northern end of the Bacoor region in CAVITE Prvince, close to the CAVITE EXPRESSWAY (CAVITEX) .Although the swamp spreads out now, there is a plan to build stations, a depot, and a intermodal facility (bus terminal) there.
near 10k+000m	The route intersects over the interchange of the CAVITE EXPRESSWAY(CAVITEX). Furthermore it passes near the small-scale seaport and toward Talaba region. There are many small-scale rivers and ponds in this area.
Talaba Station (Future)	This station is located at the northern end of Bacoor region in CAVITE Prvince.This area is a relay point of the road leading to western Bacoor region from CAVITE EXPRESSWAY(CAVITEX) and there are some old residential area.
near 11k+000m	This route passes over the road leading to the Bacoor region. There is heavy traffic in the street and space is wide.
Niyog Station	This station is located in the northern end of part of Bacoor region In CAVITE Province. The station is a turning point of the road leading to a southern Bacoor region and a Dasmariñas region. Intermodal facility (bus terminal) adjacent to the this station is planned to construct. The residential section and university along a street are near a station. (photo.12)



表 3.1-1 で示す各地点の現況写真を図 3.1-2 以下に示す。

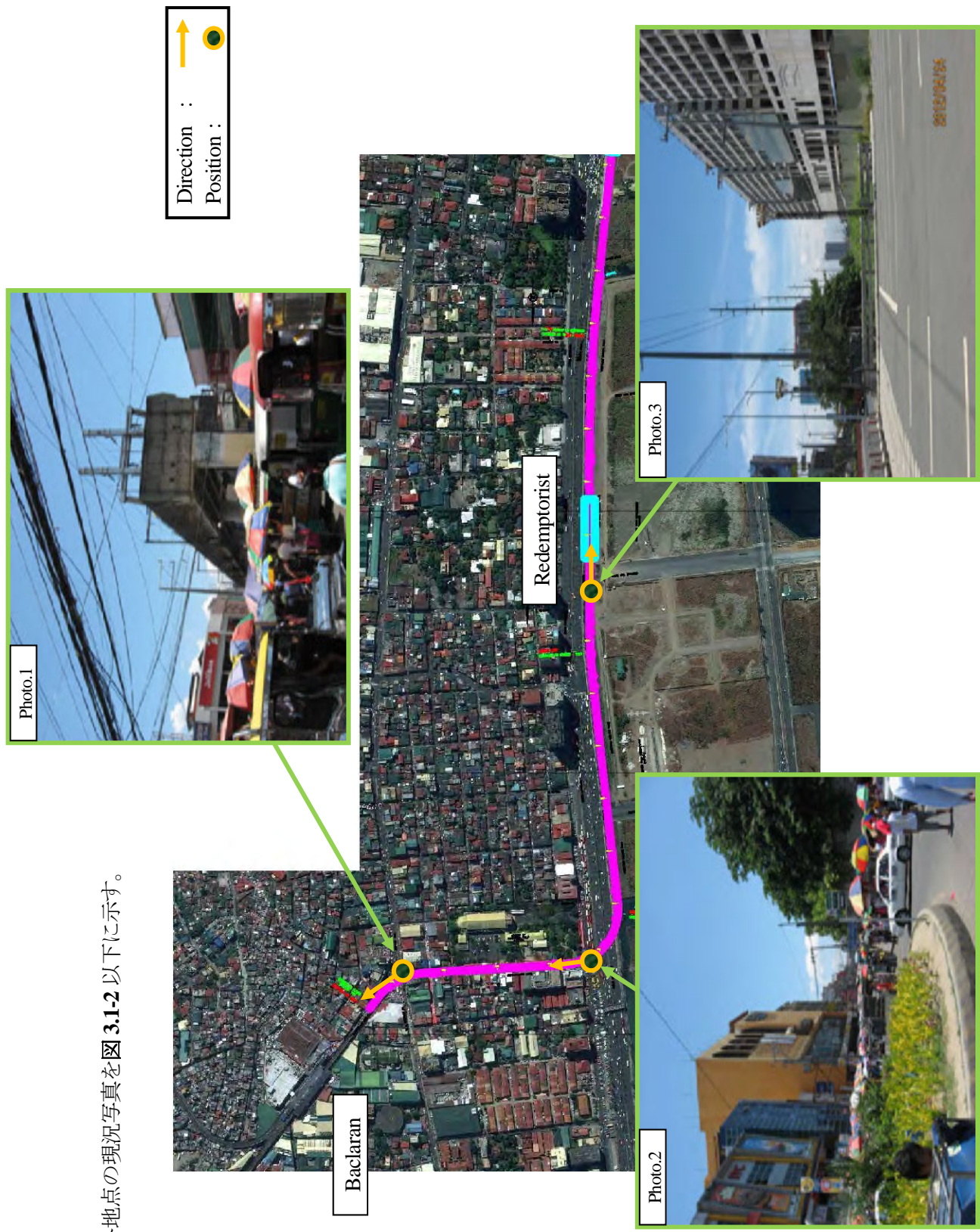


図 3.1-2 各地点の現況写真(1)





图 3.1-3 各地点の現況写真(2)



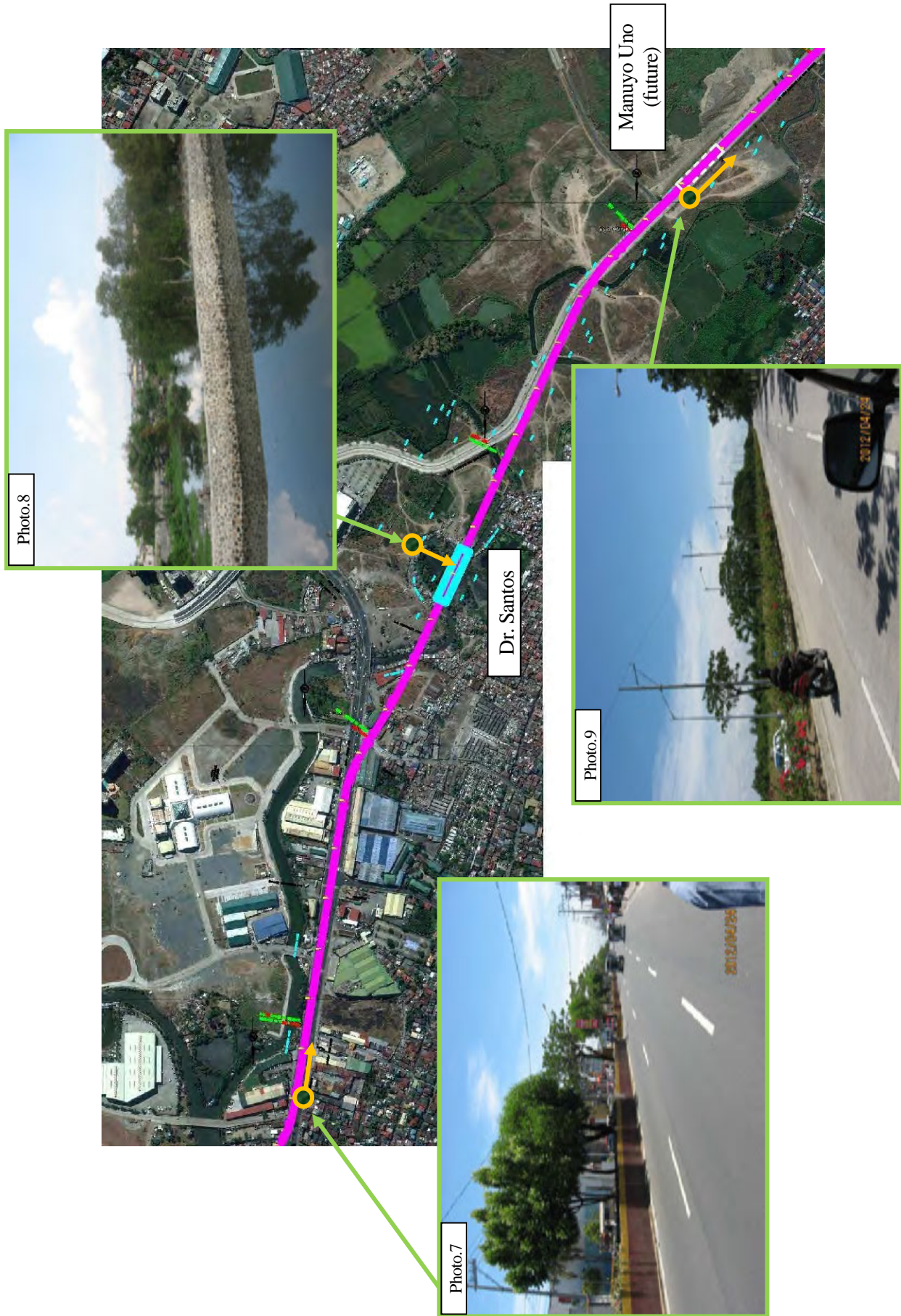


図 3.1-4 各地点の現況写真(3)

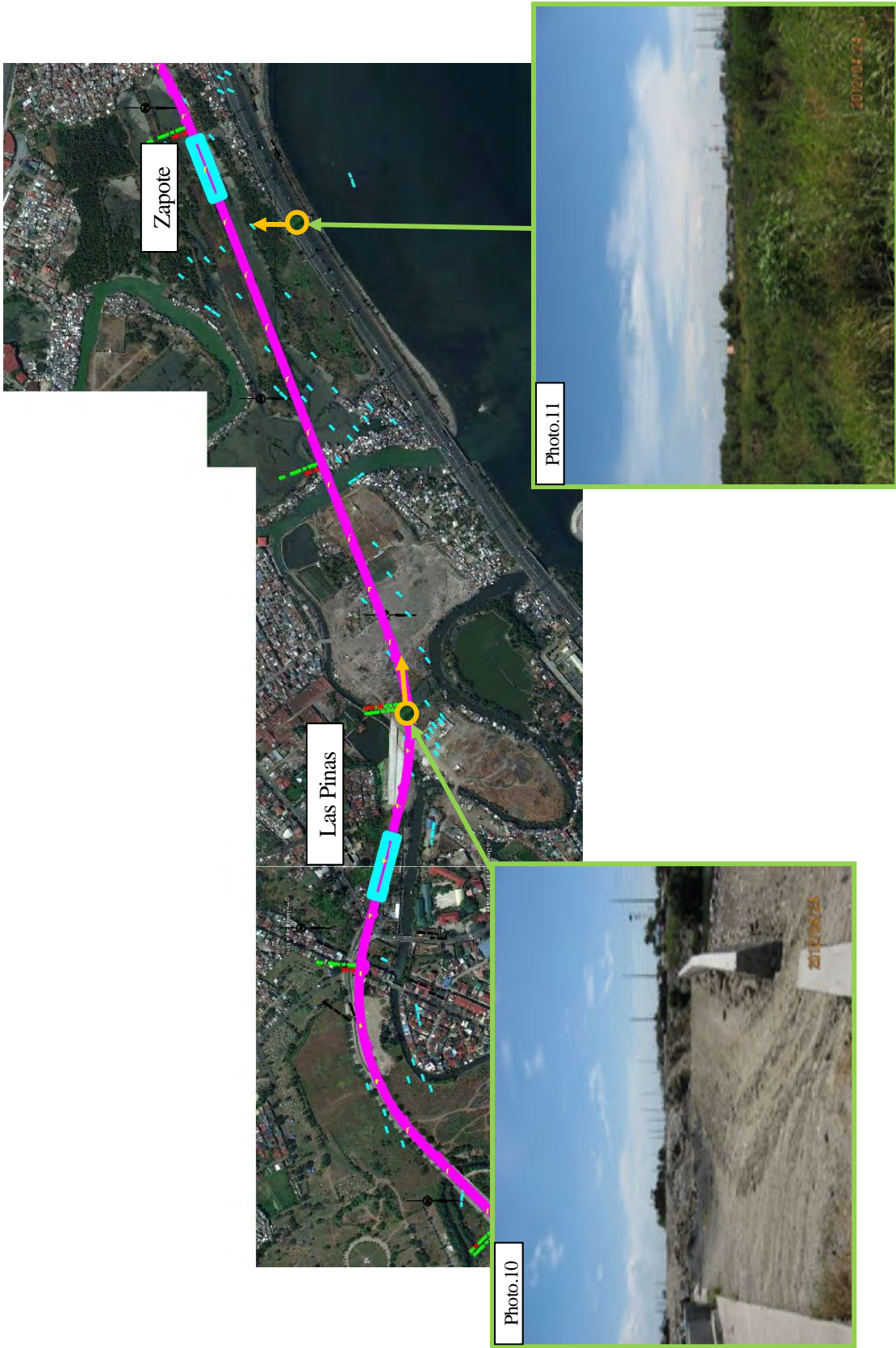


図 3.1-5 各地点の現況写真(4)



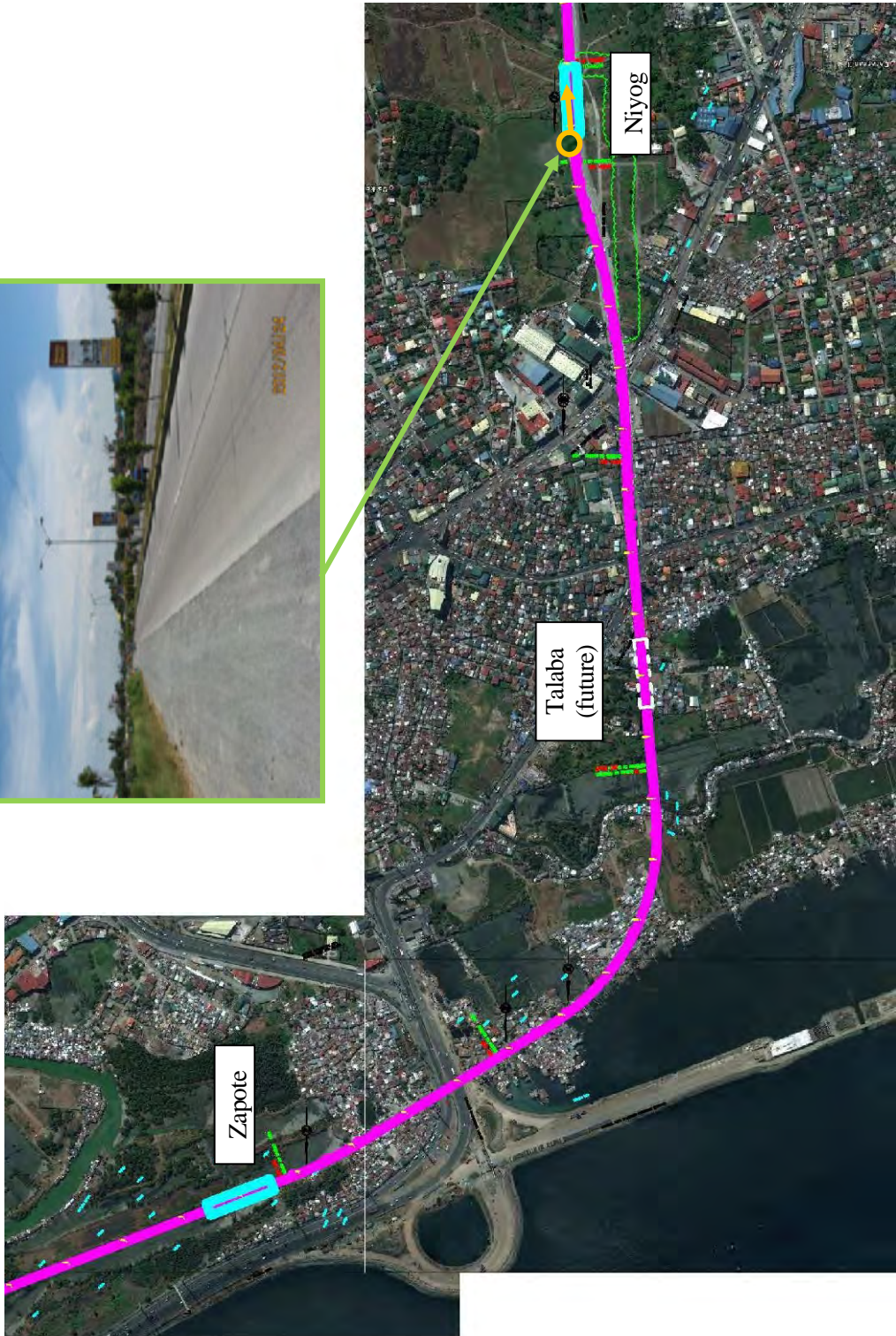


図 3.1-6 各地点の現況写真(5)

### 3.1.1 路線のレビュー

路線線形のレビューするために、元々の線形案、軌道基準の最新仕様等については入手資料を参考にした。今回のレビュー対象となる資料は、以下のとおりである。

- Manila LRT Line 1 Extension Project Drawings (LAVALIN year 2001)
- LRT Line 1 North Extension Project - Package C Tender document
- Light Rail Transit Authority Tracks and Permanent Ways System.

上記の資料の他に LRTA の PMO による路線線形の最近の変更点は、個々のファイルになっており、その中から入手した。全ての資料のレビューでは、LRTA と調査団によって提案された変更点を基本にしており、以下の4点が元々の Lavalin 報告書から変更された点である。

#### 1) Redemptorist 駅の位置

LAVALIN の南延伸図面集では、Redemptorist 駅は ROXAS BOULEVARD 通りに面した Baclaran Redemptorist Church 前に計画されていた。しかし、LRTA からの情報により現在では当初位置から約 600m 南側の BOULEVARD 2000 DEVELOPMENT 地区前へ移動する必要がある。

当初の位置は BACLARAN 駅から約 500m と近く、MIA 駅とは 2km 離れており、駅間距離のバランスが良くない。

また、新しい位置にはすでに商業ビルが建設されており当初の位置より開発が進んでいることから、駅位置変更は妥当と考えられる。現在の駅位置を図 3.1-7 に示す。

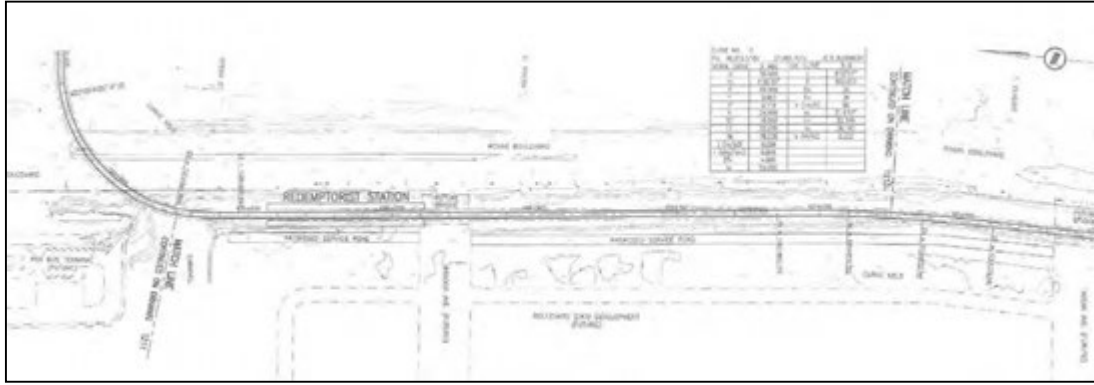


図 3.1-7 Redemptorist 駅の位置

## 2) PARAÑAQUE RIVER 部の路線

LAVALIN の計画路線では Asia World 駅から Ninoy Aquino 駅間で PARAÑAQUE RIVER に沿って川の中央部を通過するルートとなっている。

一般的に川の中央部は水深が深く流速が速いため、橋脚建設は川の中心部を避けることが望ましい。その理由を以下に示す。

- 水中に建てた橋脚の基礎部付近に洗掘が起きやすいこと
- 洪水時に漂流物の衝突力が大きいこと
- 橋脚の建設時に作業負担が大きいこと

ここでは、河川内の北側寄りにルートを変更することで上記の問題点をできる限り回避することが望ましい。提案路線を図 3.1-8 に示す。

## 3) Niyog 駅の位置

LAVALIN の南延伸図面集では、Niyog 駅は MOLINO BOULEVARD 通り西側の用地に計画されていたが、LRTA からの情報により MOLINO BOULEVARD 通り上へ移動する必要がある。

変更位置関係を図 3.1-9 に示す。

これはNiyog 駅に併設されるバスターミナルがMOLINO BOULEVARD 通りの東側に建設されることから、駅をバスターミナルに近づける方が利用客にとって便利であり、この駅位置変更は妥当と考えられる。

#### 4) サテライト車両基地の位置

LAVALIN の南延伸図面集では、サテライト車両基地は本線の海側に計画されているが、LRTA の用地情報に拠ればサテライト車両基地は本線の山側に建設される計画である。

海から少しでも離れることは車両や設備への塩害の影響を軽減させる事ができ有利である。従って、サテライト車両基地はLRTA の用地情報に基づき、本線の山側に建設することが望ましい。

変更位置関係を図 3.1-10 に示す。



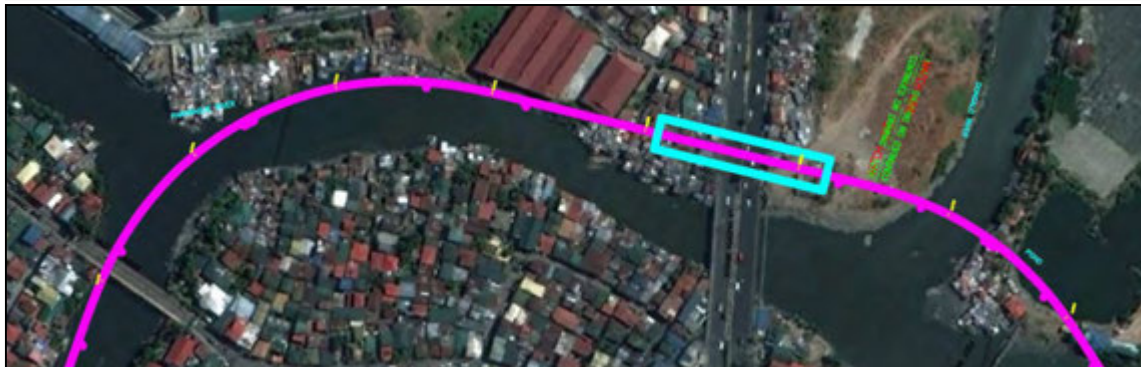
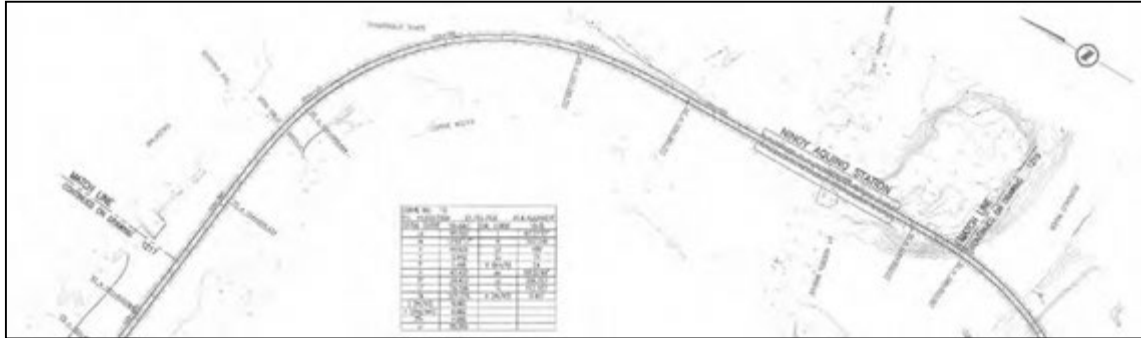
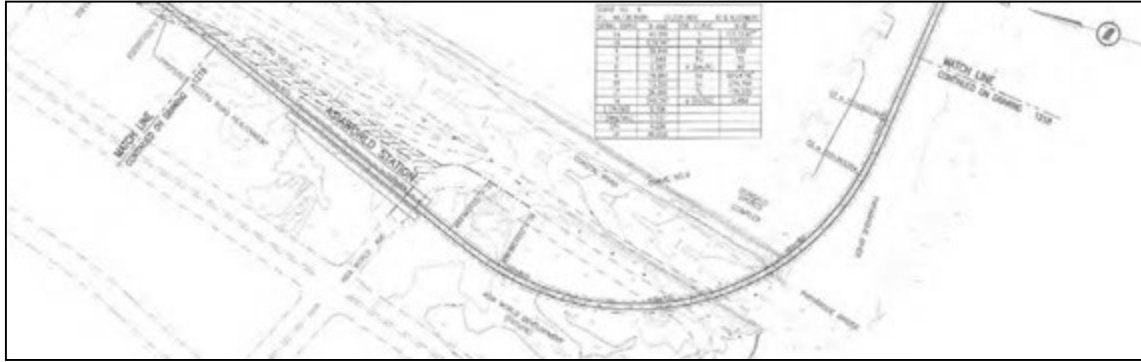


図 3.1-8 Parañaque River 付近の線形

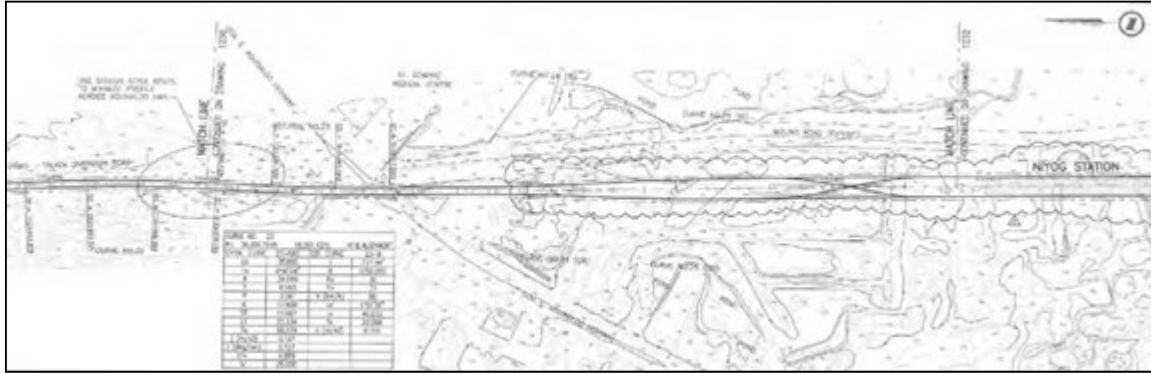


図 3.1-9 Niyog 駅の位置

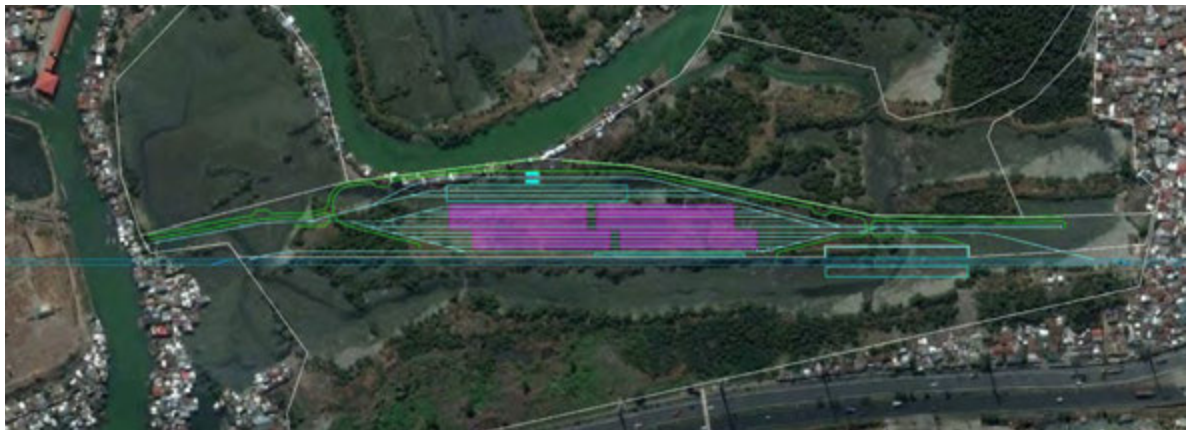
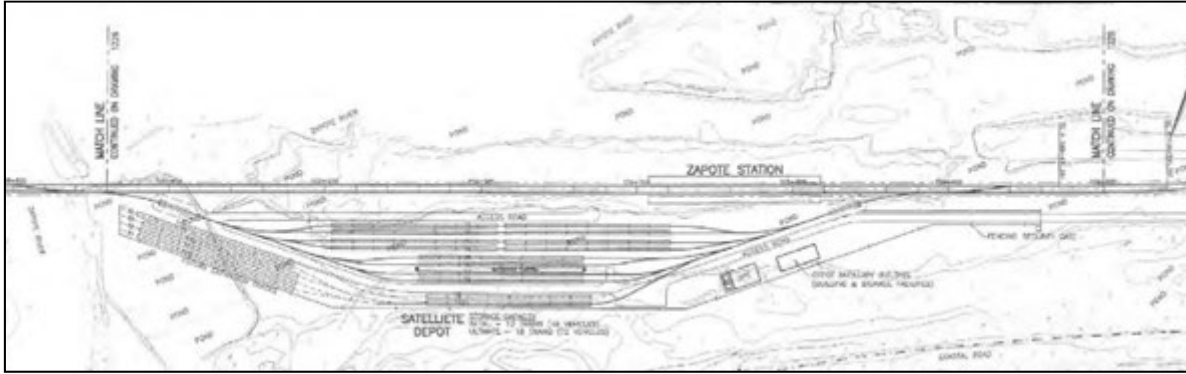


図 3.1-10 サテライト車両基地の位置

## 3.2 運転計画

### 3.2.1 需要

運転計画に使用する需要はピーク時 1 時間当り片方向の最大乗車数 pphpd を使用する表 3.2-1 に本レポートの第 2 章の需要予測に基づく各基準年の pphpd を示す。

表 3.2-1 1号線の需要

	2015	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045
1 日乗客数	650,700	750,600	831,200	899,900	950,300	990,700	1,019,000	1,039,800
PPHPD	23,750	26,000	28,439	30,478	31,955	33,127	33,942	34,524

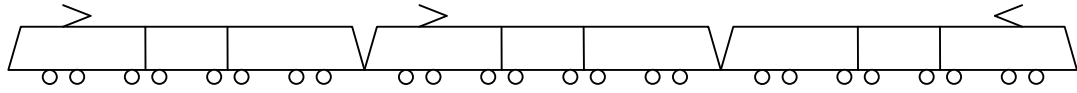
出典：調査チーム、第 2 章、表 2.3-3

### 3.2.2 輸送能力

#### 1) 列車構成

図 3.2-1 に 1 号線の現在の車両の編成構成を示す。第一世代の車両は 3 両編成で各車両は 3 車体 2 連接となっている。第二世代及び第三世代の車両は 4 両編成で、各車両は 2 車体 1 連接となっている。

1<sup>st</sup> Generation



2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> Generation Train

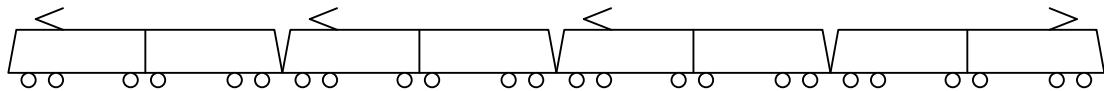


図 3.2-1 現在の車両の編成構成

2) 輸送能力

各世代ごとの定員及び在籍編成数を下記に示す。

第一世代	定員 1,122 人	21 編成
第二世代	定員 1,358 人	7 編成
第三世代	定員 1,384 人	12 編成

これらの編成の平均定員 1211 人となる。

現在の車両基地は 40 編成の留置が可能となっている。25 本ある留置線中 15 本は第一世代を 2 編成縦列に留置可能であるが第二世代や第三世代の場合は 1 編成しか留置できない。したがって、将来車両が第二世代や第三世代と同じ長さのものに置き換わった場合留置可能な編成数は 30 編成となる。これは将来車両基地の留置容量が問題となりうることを考慮しなければならない。現在第 4 世代車両として考えられるのは第三世代と同様の車両である。

第三世代の編成定員は 1,384 人であり将来の編成定員は平均で 1313 人と推定できる。しかし、計算の簡略化のため編成定員を 1300 人と想定する。ピーク時における運転間隔は以下ようになる。

表 3.2-2 運転間隔別の輸送力

運転間隔	3min	2min30sec	2min15sec	2min
1 時間当りの運転本数	20	24	26.7	30
輸送力	26,000	31,200	34,710	39,000

需要予測及び輸送力から各年における運転間隔は以下ようになる。

表 3.2-3 基準年毎のピーク時の運転間隔

	2015	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045
PPHPD	23,750	26,000	28,439	30,478	31,955	33,127	33,942	34,524
運転間隔	3.25min	2.5min	2.5min	2.5min	2.5min	2min	2min	2min
1 時間当り輸送能力	24,700	31,200	31,200	31,200	31,200	39,000	39,000	39,000

出典: 調査チーム



最初の段階で建設がドクターサントスまで進んだ時点で営業を開始する。このときの北の終点はまだルーズベルトだと考えられる。サテライト基地をサポテ駅の近くに建設するが、ドクターサントスからまだ先のため現在の基地の拡張が求められる。この時点での運転間隔は3分である。

次の段階で工事はニヨグまで建設されるが、マヌヨウノとタラバの2駅はこの段階ではまだ建設されない。第三段階で北延伸はコモンステーションまで延伸され1号線は3号線と結ばれることになる。将来は建設されないでいた2駅が開業し、運転間隔は2分まで短縮される。表 3.2-4 に各工期ごとの状況を示す。

表 3.2-4 工期と運転時分

		運転時分	概要	年
南延伸 開業	Phase1	3min15sec	ドクターサントスまで開業	2015
	Phase2	2min30sec	ニヨグまで開業 2駅(マヌヨウノ及びタラバ)は未建設。 北延伸はコモンステーションまで延伸	2016
将来	Phase1	2min30sec	第一世代及び第二世代車両の置換え マヌヨウノとタラバ駅の開業	2025
	Phase2	2min	最終ステージ 更なる車両の増備	2035

### 3.2.3 運転方針

現在の北の終点はルーズベルトであるがコモンステーションまでの延伸が計画されている。以下の表に各フェーズごとの運転パターンを示す。

表 3.2-5 フェーズごとの運転パターン

ケース		運転間隔	運転パターン
南延伸 開業	フェーズ1	3min 15sec	○ ————— ○ Roosevelt Dr. Santos
	フェーズ2	2.5min	○ ————— ○ Common station Niyog
将来		2min	○ ————— ○ Common station Niyog

現在北延伸区間は3号線と線路は繋がっているが列車の運転はルーズベルト止まりとなっている。しかし、この駅は終着駅として作られた駅ではないため、折り返し運転を行う場合運転間隔は3分以上必要となる。ルーズベルトとノースアベニューの間にコモンステーションが計画され双方の列車がコモンステーションまで運転することにより、互いの乗客は容易に乗り継ぎができるようになる。

### 3.2.4 運転時分

運転時分は図 3.1-1 に示す路線データ及び第三世代の車両の性能をに基づいてシミュレーションにより求めた。

基準運転時分はシミュレーションによる運転時分に余裕時分を加え 5 秒単位に切り上げたものとしている。表 3.2-6 に南行きの基準運転時分、表 3.2-7 に北行きの基準運転時分を示す。停車時分は輸送力増強と同様に各駅 40 秒としている。最高運転速度は軌道のリハビリテーションが（2015 年末時点で）完了していることを前提として 60km/h とした。

表 3.2-6 基準運転時分（南行き）

Station	Dwell Time	Running Time	Arrival	Departure
Common Station			---	0:00:00
Rosevelt	40	1:05	0:01:05	0:01:45
Balintawak	40	2:25	0:04:10	0:04:50
Monumento	40	3:00	0:07:50	0:08:30
5th Avenue	40	1:35	0:10:05	0:10:45
R. Papa	40	1:25	0:12:10	0:12:50
Abad Santos	40	1:05	0:13:55	0:14:35
Blumentritt	40	1:35	0:16:10	0:16:50
Tayuman	40	1:05	0:17:55	0:18:35
Bambang	40	1:00	0:19:35	0:20:15
D. Jose	40	1:05	0:21:20	0:22:00
Carriedo	40	1:05	0:23:05	0:23:45
Central	40	1:10	0:24:55	0:25:35
UN Avenue	40	1:40	0:27:15	0:27:55
Pedro Gil	40	1:10	0:29:05	0:29:45
Quirino	40	1:15	0:31:00	0:31:40
Vito Cruz	40	1:15	0:32:55	0:33:35
Gil Puyat	40	1:30	0:35:05	0:35:45
Libertad	40	1:10	0:36:55	0:37:35
EDSA	40	1:30	0:39:05	0:39:45
Baclaran	40	1:00	0:40:45	0:41:25
Redemtrist	40	2:50	0:44:15	0:44:55
MIA	40	1:15	0:46:10	0:46:50
Asia World	40	1:50	0:48:40	0:49:20
Ninoy Aquino	40	2:25	0:51:45	0:52:25
Dr. Santos	40	2:15	0:54:40	0:55:20
Manuyo Uno	40	1:20	0:56:40	0:57:20
Las Pinas	40	1:30	0:58:50	0:59:30
Zapote	40	1:35	1:01:05	1:01:45
Talaba	40	1:50	1:03:35	1:04:15
Niyog		1:25	1:05:40	---

出典：調査チーム

最初はマヌヨウノとタラバ駅は建設されない。

2つの駅が無い場合、南北双方向でドクターサントスとラスピニャス間の運転時分は2分25秒となりサポテとニヨグ間の運転時分は2分55秒となる。全体の運転時分は南行きが1時間3分35秒、北

行きは1時間3分50秒となる。終着駅での折り返し時分は5分を想定すると、ニヨグとコモンステーション間の1往復の運転時分はタラバとマヌヨウノが無い場合132分となる。

表 3.2-7 基準運転時分（北行き）

Station	Dwell Time	Running Time	Arrival	Departure
Niyog			---	0:00:00
Talaba	40	1:20	0:01:20	0:02:00
Zapote	40	1:50	0:03:50	0:04:30
Las Pinas	40	1:35	0:06:05	0:06:45
Manuyo Uno	40	1:30	0:08:15	0:08:55
Dr. Santos	40	1:20	0:10:15	0:10:55
Ninoy Aquino	40	2:20	0:13:15	0:13:55
Asia World	40	2:05	0:16:00	0:16:40
MIA	40	1:50	0:18:30	0:19:10
Redemtrist	40	1:15	0:20:25	0:21:05
Baclaran	40	2:40	0:23:45	0:24:25
EDSA	40	1:00	0:25:25	0:26:05
Libertad	40	1:30	0:27:35	0:28:15
Gil Puyat	40	1:10	0:29:25	0:30:05
Vito Cruz	40	1:30	0:31:35	0:32:15
Quirino	40	1:15	0:33:30	0:34:10
Pedro Gil	40	1:15	0:35:25	0:36:05
UN Avenue	40	1:10	0:37:15	0:37:55
Central	40	1:50	0:39:45	0:40:25
Carriedo	40	1:10	0:41:35	0:42:15
D. Jose	40	1:05	0:43:20	0:44:00
Bambang	40	1:05	0:45:05	0:45:45
Tayuman	40	1:05	0:46:50	0:47:30
Blumentritt	40	1:05	0:48:35	0:49:15
Abad Santos	40	1:25	0:50:40	0:51:20
R. Papa	40	1:05	0:52:25	0:53:05
5th Avenue	40	1:25	0:54:30	0:55:10
Monumento	40	1:35	0:56:45	0:57:25
Balintawak	40	3:30	1:00:55	1:01:35
Rosevelt	40	2:25	1:04:00	1:04:40
Common Station		1:10	1:05:50	---

### 3.2.5 終着駅における線路配置

運転計画を策定するにあたり、終着駅の線路配置は以下のように想定した。

#### a) 北の終着駅

最初はルーズベルトが北の終着駅となる。列車は到着後更に700m東に走って折り返しとなる。この駅は本来終着駅として建設されてはいないため短い運転間隔には対応できない。

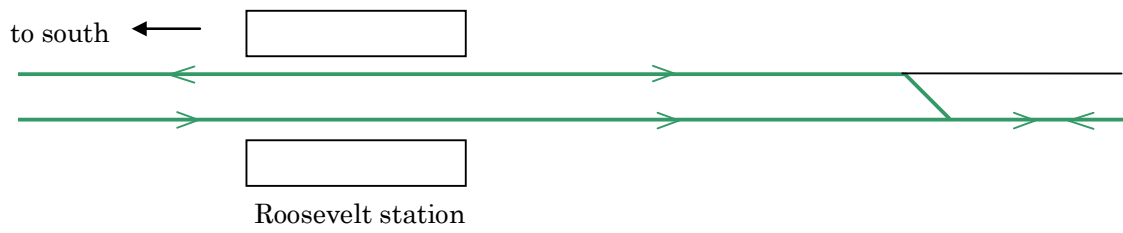


図 3.2-2 北の終着駅の線路配置 (ルーズベルト)

3号線と連絡できるようにコモンステーションが計画されている。図 3.2-3 にコモンステーションの位置を示す。ルーズベルト駅からコモンステーションの西側まで勾配がありコモンステーションの東には急カーブがあるため、計画されている場所が唯一の駅を建設できる場所となる。



図 3.2-3 コモンステーションの位置

図 3.2-4 にコモンステーションの線路配置を示す。

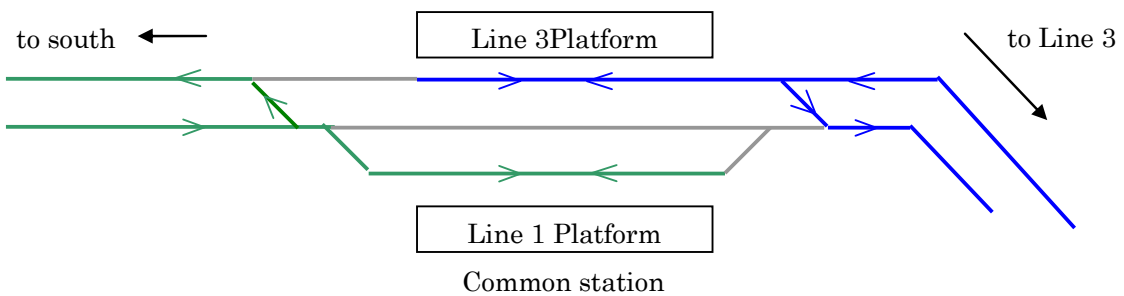


図 3.2-4 北の終着駅の線路配置計画案 (コモンステーション)

利便性と運転間隔を考慮するとこの線路配置はあまり適切ではない。推奨する線路配置を下記に示す。この場所には別途留置線だけを設けるだけの余裕がないためホームの外側の線を延長し留置線とする。

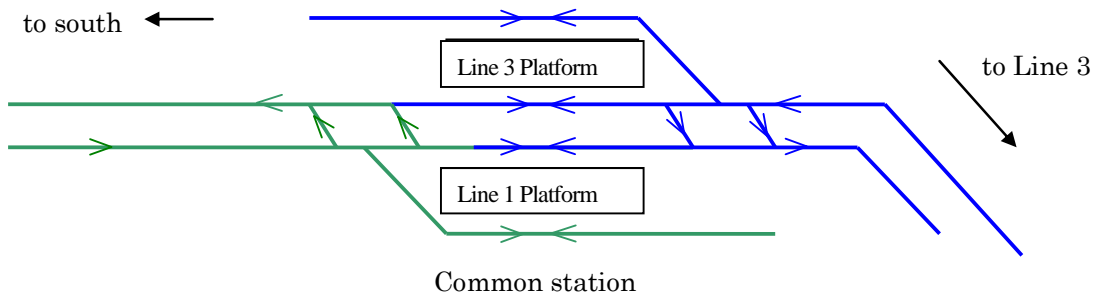


図 3.2-5 北の終着駅の推奨する線路配置 (コモンステーション)

b) 南の終着駅 (ニヨグ)

運転をよりフレキシブルにするためには、終着駅の後方に引上げ線を設けることが推奨される。この引上げ線は更に南に延伸された場合本線として使用される。

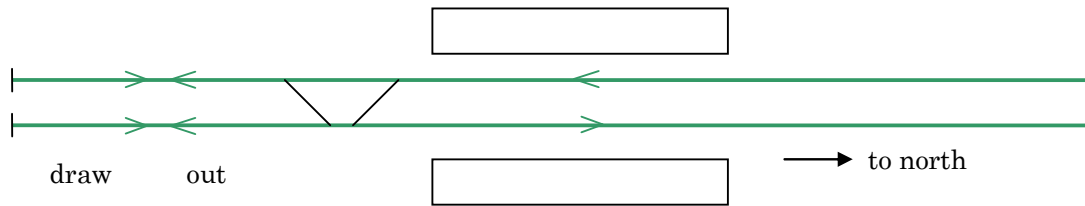


図 3.2-6 南の終着駅における線路配置

1号線の現在の物と延伸部分を総合した線路配置を図3.2-7に示す。

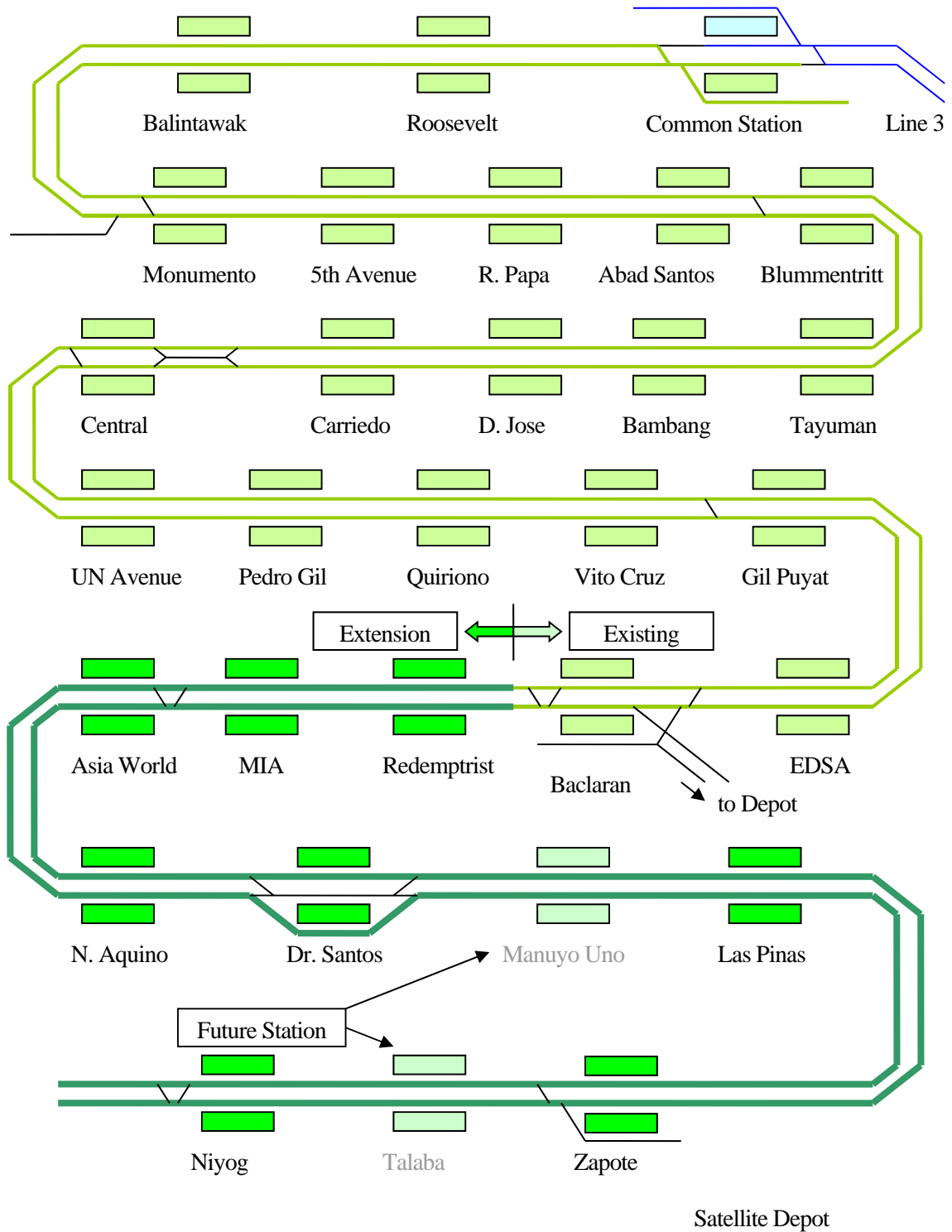
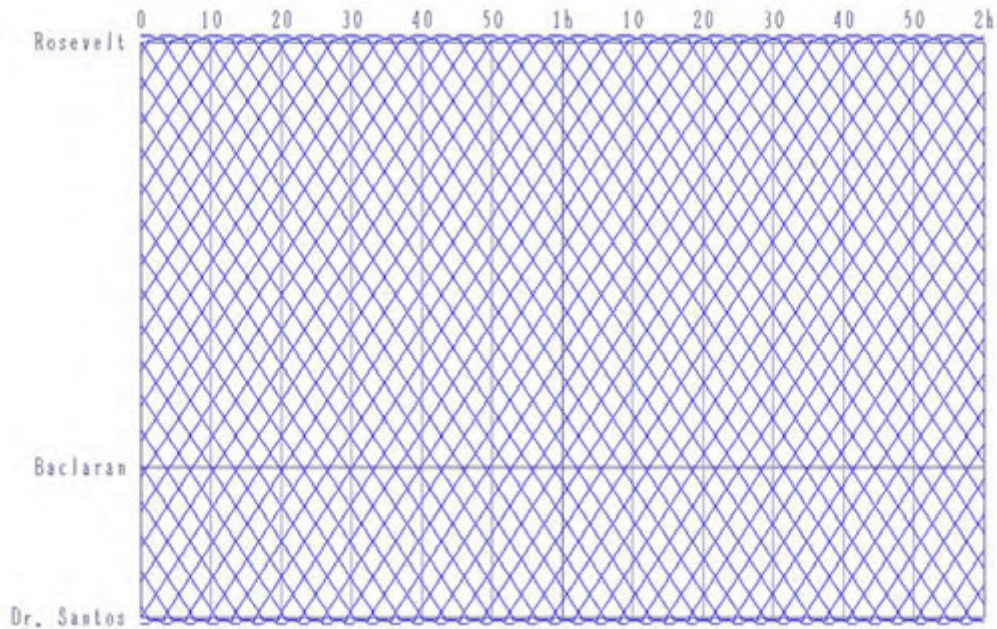


図 3.2-7 1号線の線路配置



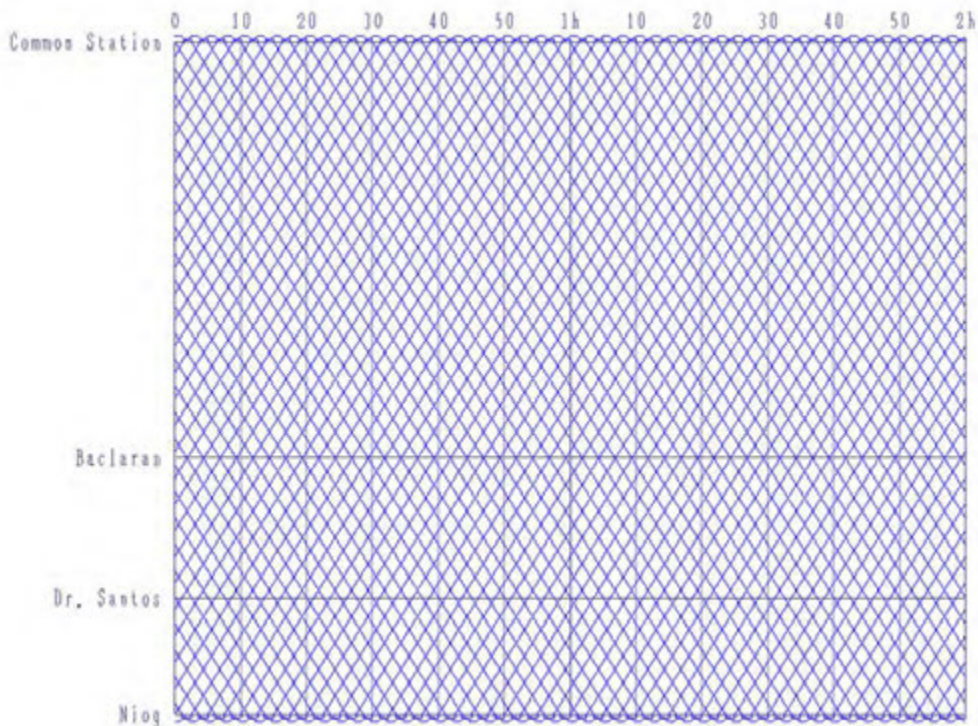
### 3.2.6 列車ダイヤ

必要な列車数を求めるためにピーク時の列車ダイヤを作成した。図 3.2-8 から図 3.2-10 に各フェーズにおけるピーク時の列車ダイヤの例を示す。



運転間隔: 3min 15 sec → 運転列車数: 35 列車

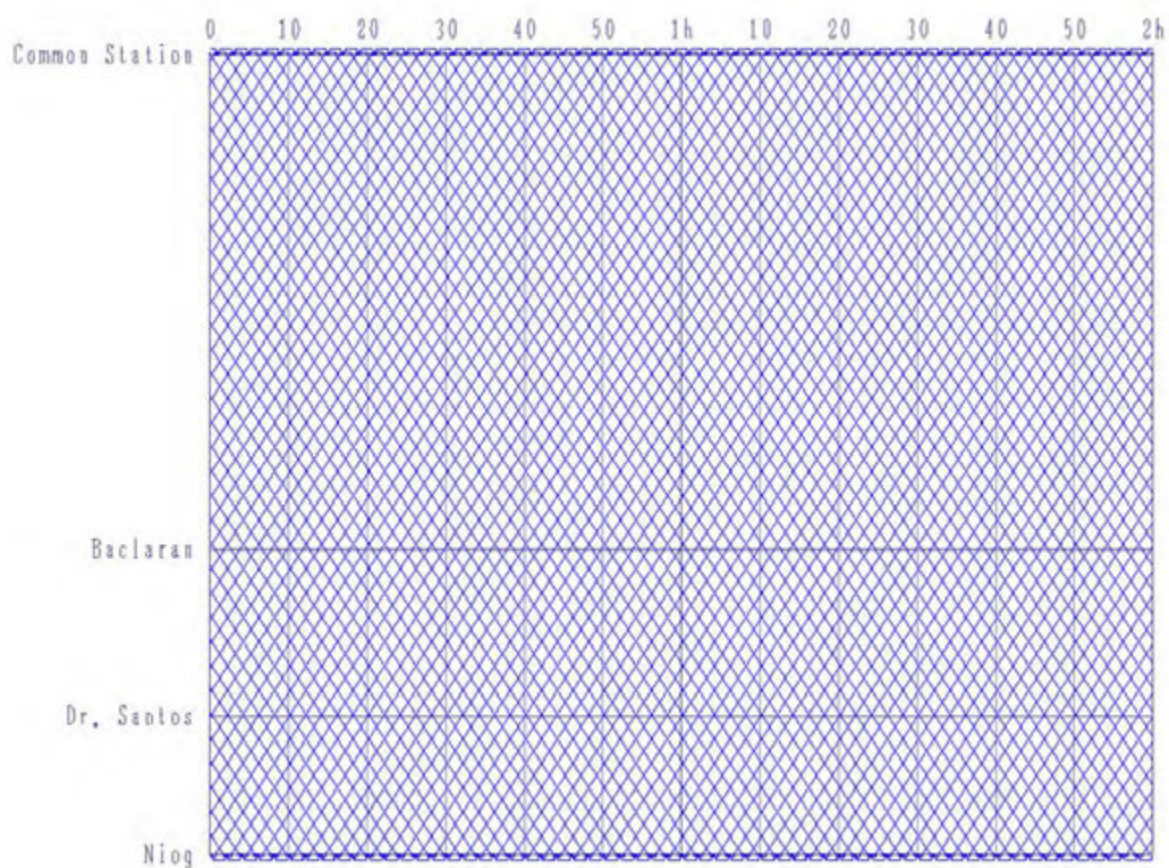
図 3.2-8 列車ダイヤ (フェーズ 1)



運転間隔: 2min 30sec → 運転列車数: 54 列車

図 3.2-9 列車ダイヤ (フェーズ 2)





運転間隔: 2min → 運転列車数: 68 列車

図 3.2-10 列車ダイヤ (将来)

### 3.3 必要な車両数

#### 3.3.1 車両数

運転に必要な列車数は列車ダイヤの線を数えることにより求められる。表 3.3-1 に各フェーズにおける必要な列車数を示す。

表 3.3-1 必要な編成数

		運転間隔	運転編成数	予備編成数	必要な列車数 (合計)
開業時	Phase1	3min 15sec	35	4	39
	Phase2	2min 30sec	54	7	61
将来	Phase1	2min 30sec	55	7	62
	Phase2	2min	68	9	77

出典: 調査チーム



### 3.3.2 車両購入計画

上記に示す必要な列車編成数から車両購入計画は以下のようになる。合計 30 編成が南延伸の開業時に必要となる。

表 3.3-2 車両購入計画

単位: 編成

		南延伸開業時		将来	
		Phase1	Phase2	Phase1	Phase2
年		2015(2/4)	2016	2025	2035
第一世代		16	16		
第二世代		3	3		
第三世代		12	12	12	12
第四世代	1 <sup>st</sup> batch	8	8		
	2 <sup>nd</sup> batch		22	30	30
第五世代				20	20
第六世代					15
合計		39	61	62	77
必要な編成数		39	61	62	77

出典: 調査チーム

### 3.3.3 留置施設

夜間における車両の留置は保守作業を妨げないように車両基地内の留置線及び営業線内の側線を使用する。現在のパサイの車両基地には 25 本の留置線がある。そのうち 15 本は第一世代の車両の場合、2 編成を留置することができるが、それ以外の車両では 1 編成しか留置できない。第一世代の車両が置き換わると、これらの線は 1 編成のみの留置となる。したがって、現在の車両基地の留置線は将来は 30 編成の留置が可能ということになる。

このプロジェクトのフェーズ 1 における最終段階ではパサイの車両基地の拡張は修了していなければならない。13 本の留置線が建設され、留置可能な編成数は 53 編成となる。しかし、検車庫の一部の線と、駅における留置を考慮すると、留置可能な編成数は 66 編成となる。しかし、この時点での必要な編成数は 39 編成であるため、留置線には十分な余裕がある。

フェーズ 2 の最終段階では、サテライト基地が建設され、検車線、駅での留置を含めると 87 編成の留置容量となる。この時点での編成数は 61 編成であり留置容量はまだ足りている。

将来は需要の増加に伴い運転間隔は 2 分にまで短縮される。このとき必要な編成数は 77 となるが、留置容量は第一世代の車両が置き換えられることにより、77 年編成へと少なくなり、必要な編成数と同数になる。したがって、20 年後の拡張計画を行うとき、車両数がこの計画より増加する場合、このことは考慮にいれなければならない。

表 3.3-3 留置計画

単位: 編成

	南延伸開業時		将来	
	Phase1	Phase2	Phase1	Phase2
	2015	2016	2025	2035
現在の基地				
現在の留置線	40	40	30	30
現在の検車線	5	5	5	5
留置線拡張部	13	13	13	13
検車線拡張部	3	3	3	3
サテライト基地				
留置線	-	18	18	18
検車線	-	2	2	2
駅				
Common Station	-	1	1	1
Monumento	1	1	1	1
Central	1	1	1	1
Baclaran	2	-	-	-
Dr. Santos	1	1	1	1
Niyog	-	2	2	2
留置可能編成数	66	87	77	77
列車編成数	39	61	62	77

出典: 調査チーム

## 第 4 章

### 車両基地計画

---

## 第4章 車両基地計画

### 4.1 施設と留置線の必要数

#### 4.1.1 検査線

- LRT 1 号線の列車検査の内容及び必要な検査線の数を表 4.1-1 に示す。
- 現在、検査線は 5 線あるが、列車検査の実施基準を順守すると 1 線不足となる。しかし、ダウン中の列車を考慮すると現在の検査は 5 線で収まる計算となる。
- 購入車両 47 編成の検査内容を 3 世代車両と同等と仮定し、検査に必要な線数を算定すると 11 線となる。(表 4.1-2)
- 日本における標準的な検査基準で  $40+47=87$  編成に必要な検査および修繕線の線総数は、11 線が想定される。(表 4.1-3)
- 本計画では現在の検査状況と日本の基準を参考にして、南延伸の検査線は 11 線とする。
- 既存車両基地の Baclaran には既存線 5 線があり、拡張基地に新しく 3 線を設ける。
- Satellite 車両基地には新しく 3 線を設ける。
- 車両が段階的に導入される場合は検査庫のスペースを事前に確保することを条件とする

表 4.1-1 検査に必要な検査線数

Existing Maintenance Plan											
1G			2G			3G					
LEVEL1	LEVEL2	I-II	IA-IIA	IB-IIB	IC-IIC	5k-15D	10k-1M	15k-45D	30k-3M	60k-6M	120k-12M
Inspection period	1 month	1 month	4 months	6 months	1 year	15 days	1 month	45 days	3 months	6 months	12 months
Daily conversion	28 days	28 days	112 days	168 days	336 days	15 days	30 days	45 days	90 days	180 days	360 days
Overlapped coefficient with superior inspection	1.0	84 / 112 = 0.75	56 / 168 = 0.33	168 / 336 = 0.50	1.0	15 / 30 = 0.50	15 / 45 = 0.33	45 / 90 = 0.50	90 / 180 = 0.50	180 / 360 = 0.50	1.0
Number of workdays	365 days	365 days	365 days	365 days	365 days	293 days	293 days	293 days	293 days	293 days	293 days
Workday coefficient	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
Inspection time	1 day	2 days	2 days	2 days	2 days	1 days	1 days	1 days	1 days	1 days	1 days
Number of trainset	21 trainsets										
Number of necessary line of each inspection	0.75 tracks	0.75 tracks	0.04 tracks	0.04 tracks	0.04 tracks	0.50 tracks	0.17 tracks	0.17 tracks	0.08 tracks	0.04 tracks	0.04 tracks
$w=t*a*b*d/c$											
Number of necessary line	2.00 tracks										
<b>Phase 3</b>											
1G			2G			3G(12)+4G(92)					
LEVEL1	LEVEL2	I-II	IA-IIA	IB-IIB	IC-IIC	5k-15D	10k-1M	15k-45D	30k-3M	60k-6M	120k-12M
Inspection period	1 month	1 month	4 months	6 months	1 year	15 days	1 month	45 days	3 months	6 months	12 months
Daily conversion	28 days	28 days	112 days	168 days	336 days	15 days	30 days	45 days	90 days	180 days	360 days
Overlapped coefficient with superior inspection	1.0	84 / 112 = 0.75	56 / 168 = 0.33	168 / 336 = 0.50	1.0	15 / 30 = 0.50	15 / 45 = 0.33	45 / 90 = 0.50	90 / 180 = 0.50	180 / 360 = 0.50	1.0
Number of workdays	365 days	365 days	365 days	365 days	365 days	365 days	365 days	365 days	365 days	365 days	365 days
Workday coefficient	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Inspection time	1 day	2 days	2 days	2 days	2 days	1 days	1 days	1 days	1 days	1 days	1 days
Number of trainset	20 trainsets										
Number of necessary line of each inspection	0.71 tracks	0.38 tracks	0.04 tracks	0.04 tracks	0.04 tracks	1.47 tracks	0.49 tracks	0.49 tracks	0.24 tracks	0.12 tracks	0.12 tracks
$w=t*a*b*d/c$											
Number of necessary line	1.93 tracks										
<b>Future</b>											
1G			2G			3G(12)+4G(92)+5G(43)					
LEVEL1	LEVEL2	I-II	IA-IIA	IB-IIB	IC-IIC	5k-15D	10k-1M	15k-45D	30k-3M	60k-6M	120k-12M
Inspection period						15 days	1 month	45 days	3 months	6 months	12 months
Daily conversion						15 days	30 days	45 days	90 days	180 days	360 days
Overlapped coefficient with superior inspection						15 / 30 = 0.50	15 / 45 = 0.33	45 / 90 = 0.50	90 / 180 = 0.50	180 / 360 = 0.50	1.0
Number of workdays						365 days	365 days	365 days	365 days	365 days	365 days
Workday coefficient						1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Inspection time						1 days	1 days	1 days	1 days	1 days	1 days
Number of trainset	87 trainsets										
Number of necessary line of each inspection						2.90 tracks	0.97 tracks	0.97 tracks	0.48 tracks	0.24 tracks	0.24 tracks
$w=t*a*b*d/c$											
Number of necessary line	5.80 tracks										

表 4.1-2 検査に必要な線数

Light maintenance track plan	at Present	Future			
	Existing Depot	Existing Depot	Expansion Depot	Satellite Depot	Total
Daily Inspection	1	2		1	3
1G, 2G Inspection	2				
3~5 G Inspection	1	2	2	2	6
Unscheduled Inspection	1	1	1		2
Total	5	5	3	3	11

表 4.1-3 日本の標準的な検査基準により算出した線数

Number of trainset	12+32+43=			87
Type of maintenance	Daily	Monthly	Important part	General
Cycle days	3 days	3 month 90 days	4 years 1,460 days	8 years 2,920 days
Overlapping Ratio of inspection	0.97	0.91	0.5	1
Annual effective working days	365(1)	312(1.17)	312(1.17)	312(1.17)
Work hours	1.5 hours 0.19 day	2 days	18 days	25 days
Capacity /1 track	5.34	2.06	0.63	0.87
Number of track	6	3	2	

#### 4.1.2 修繕線

- LRT 1 号線の列車修繕は、日本の重要部検査および全般検査に相当するものではなく、ダウンした車両は取り換え、ダウン車両は周期的な修繕計画により修理するシステムである。
- 表 4.1-4 に LRT 1 号線の列車修繕の内容を示す。
- 現在のダウン率は 40 編成車両数の 14% であるが、仮に 20% の場合でも修繕は 1 線でも対応が可能である。
- 新しく 47 編成を導入した場合、新たに 1 線の修繕線設置が必要である。
- 既設の修繕線では 1 編成を 1 ユニット毎に切り離れた車両を 1 線に 1 ユニットを入場させているが、新修繕線では線路の用地不足の制約から、1 線に 2 ユニットを入場させる。

表 4.1-4 LRT 1 号線の列車修繕

Generation	1G (BN/ACEC)	2G (Adtranz)	3G (KN/NS)	4G
Number of trainset (cars)	21 (63)	7 (28)	12 (48)	47 (188)
Number of maintenance unit	1 car	1 to 2 cars	1 to 2 cars	1 to 2 cars
Cycle days	14 days	1 month 30 days	15 days	15 days
Overlapping Ratio of inspection	1	1	1	1
Annual effective working days	312(1.17)	312(1.17)	312(1.17)	312(1.17)
Work hours	1 day	1 day	1 day	1 day
Assumed ratio of down	20% (Latest data:19 down / 139 cars = 14%)			
Capacity /1 track	0.35	0.05	0.19	0.73
Number of existing track	1 track (0.59)			1 track
Number of track for south extension	2 tracks			
Baclaran depot	1car length * 4tracks (Existing track) 2car length * 2tracks (New )			

#### 4.1.3 車両自動洗浄線

- 表 4.1-5 に LRT 1 号線の車体洗浄の実施状況を示す。
- 1 日約 20 列車、週 2 回のペースで車両自動洗浄機により外板清掃を実施している。
- 40 編成分は既存の洗浄線に対応できるが、増車した 47 編成のために新たに 1 線の設置が必要である。
- 新しい車両自動洗浄線はサテライト車両基地に設置する。

表 4.1-5 LRT1 号線の車体洗浄の実施状況

Generation	1G (BN/ACEC)	2G (Adtranz)	3G (KN/NS)	4G
Number of trainset	21	7	12	47
Washing days	Monday Friday	Tuesday Saturday		4 days/week
Washing capacity /1 track	40			48
Number of existing track	1 track			—
Number of track for south extension	2 tracks			
Baclaran depot	1 track (Existing)			
Satellite depot	1 track (New)			



#### 4.1.4 留置線

夜間における車両の留置は保守作業を妨げないように車両基地内の留置線及び営業線内の側線を使用する。現在のパサイの車両基地には25本の留置線がある。そのうち15本は第一世代の車両の場合、2編成を留置することができるが、それ以外の車両では1編成しか留置できない。第一世代の車両が置き換わると、これらの線は1編成のみの留置となる。したがって、現在の車両基地の留置線は将来は30編成の留置が可能ということになる。

このプロジェクトのフェーズ1における最終段階ではパサイの車両基地の拡張は終了していなければならない。13本の留置線が建設され、留置可能な編成数は53編成となる。しかし、検車庫の一部の線と、駅における留置を考慮すると、留置可能な編成数は66編成となる。しかし、この時点での必要な編成数は39編成であるため、留置線には十分な余裕がある。

フェーズ2の最終段階では、サテライト基地が建設され、検車線、駅での留置を含めると87編成の留置容量となる。この時点での編成数は61編成であり留置容量はまだ足りている。

将来は需要の増加に伴い運転間隔は2分にまで短縮される。このとき必要な編成数は77となるが、留置容量は第一世代の車両が置き換えられることにより、77編成へと少なくなり、必要な編成数と同数になる。したがって、20年後の拡張計画を行うとき、車両数がこの計画より増加する場合、このことは考慮にいれなければならない。

77編成の列車に対応する留置計画を表4.1-6に示す。

表 4.1-6 LRT1 号線の留置計画

Units: Train sets

	Opening of South Extension		Future	
	Phase1	Phase2	Phase1	Phase2
	2015	2016	2025	2035
Existing Depot				
Existing Stabling Track	40	40	30	30
Existing Inspection Track	5	5	5	5
Stabling Track in Expansion	13	13	13	13
Inspection Track in Expansion	3	3	3	3
Satellite Depot				
Stabling Track	-	18	18	18
Inspection Track	-	2	2	2
Station				
Common Station	-	1	1	1
Monumento	1	1	1	1
Central	1	1	1	1
Baclaran	2	-	-	-
Dr. Santos	1	1	1	1
Niyog	-	2	2	2
Total	66	87	77	77
Number of trains	39	61	62	77

出典: Study Team

## 4.2 既存 Baclaran 車両基地の拡張計画

既存の Baclaran 車両基地の拡張計画を以下に示す。

- a) 留置線：13 線（1 編成／線）
- b) 検査線：2 線（検車庫内）
- c) 臨時修繕線：1 線（検車庫内）
- d) 修繕線：2 線（修繕工場内、1 編成用）
- e) 車輪転削線：1 線（車輪転削庫内）
- f) 建物と施設：
  - 修繕工場
  - 検車庫
  - 車輪転削庫
  - 事務所建物
  - 中央指令所建物
  - 変電所
  - 汚水処理施設
  - 部品倉庫
  - 作業車庫



図 4.2-1 現在の車両基地の拡張計画

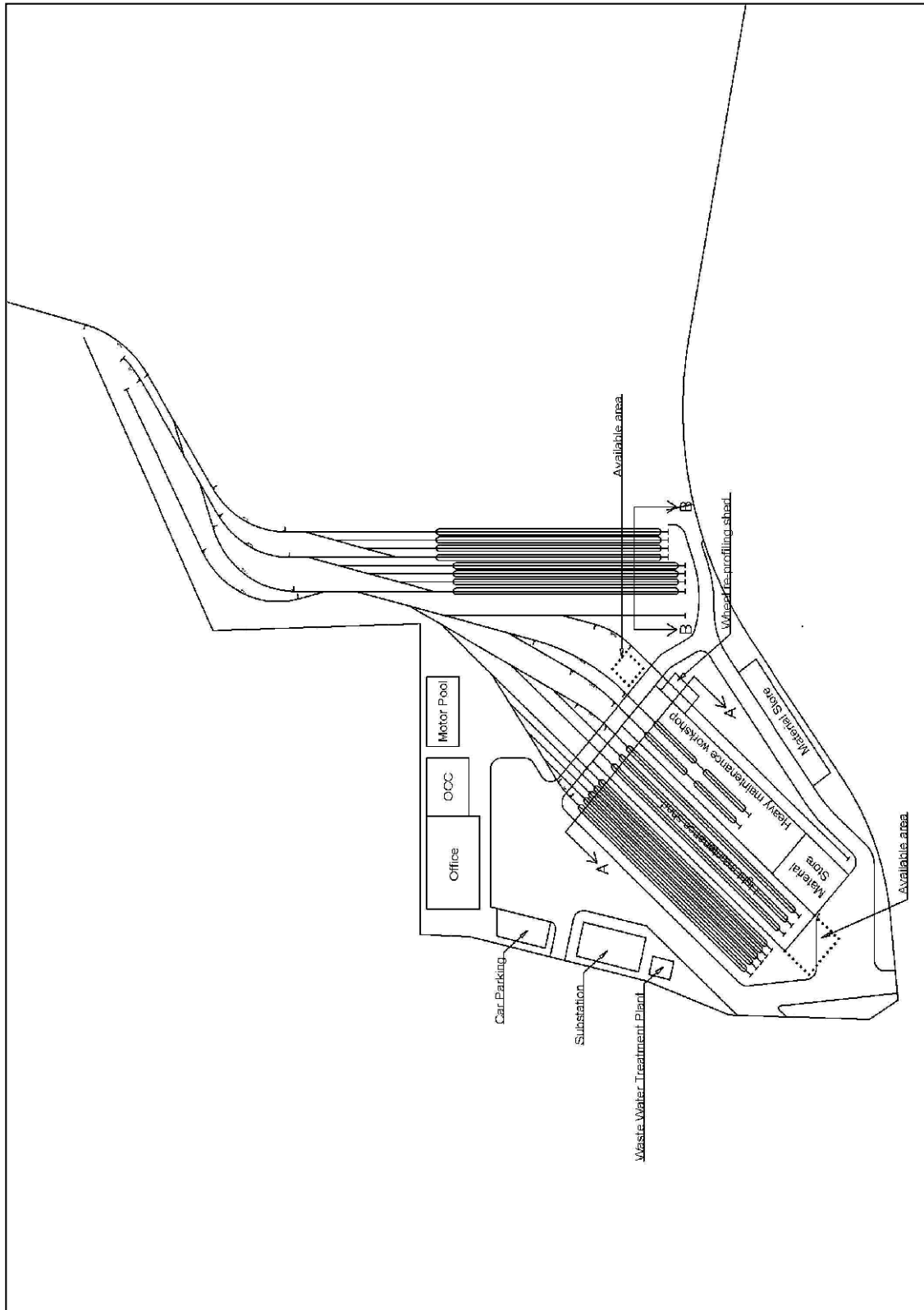


図 4.2-2 拡張配線

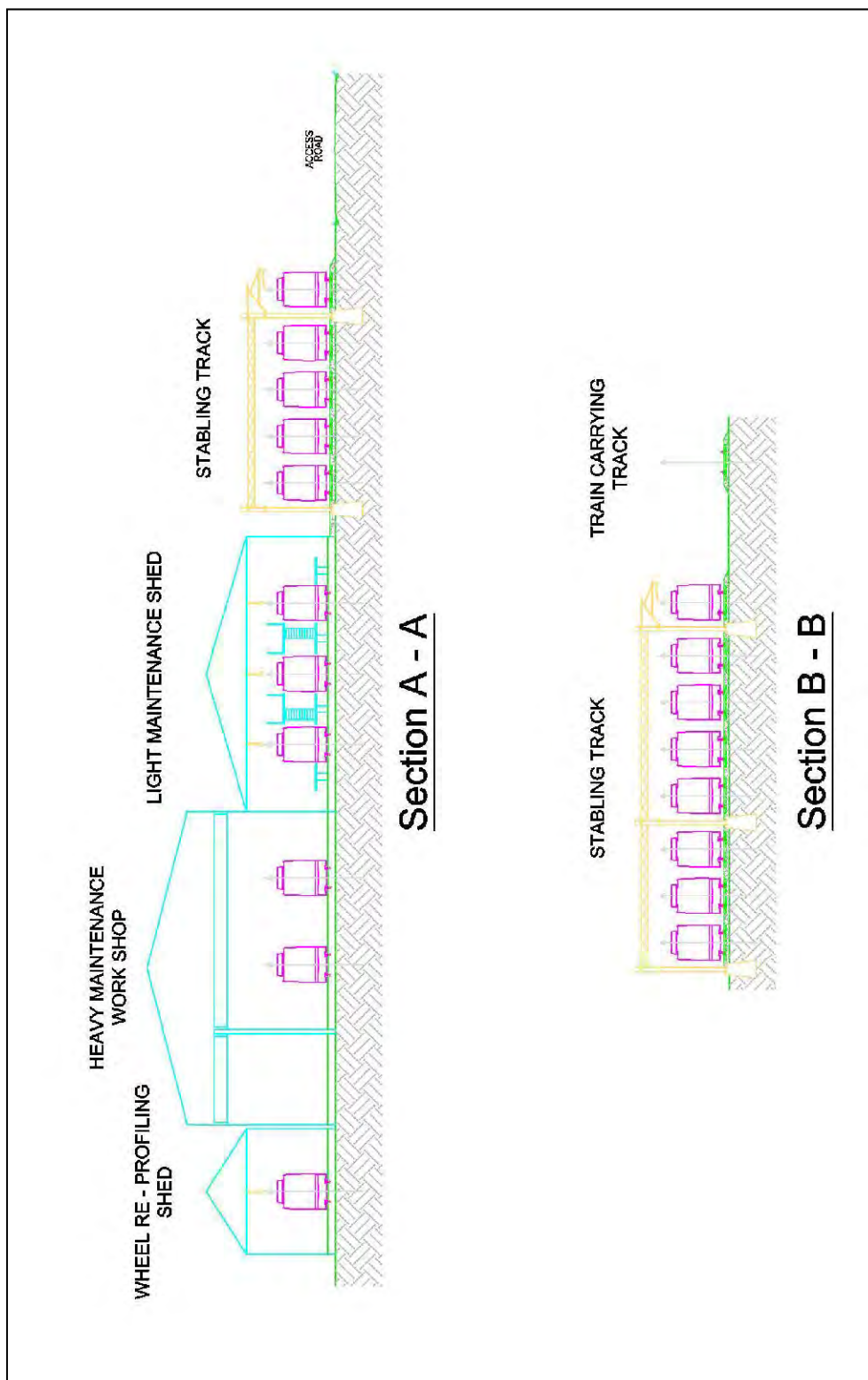


図 4.2-3 拡張計画の横断面図

### 4.3 サテライト車両基地計画

Zapote のサテライト車両基地計画を以下に示す

- a) 留置線：9 線（2 編成 / 線）
- b) 検査線：2 線（検車庫内）
- c) 日常点検線：1 線
- d) 車両自動洗浄線：1 線
- e) 建物と施設：
  - 検車庫
  - 車両自動洗浄機
  - 作業デッキ



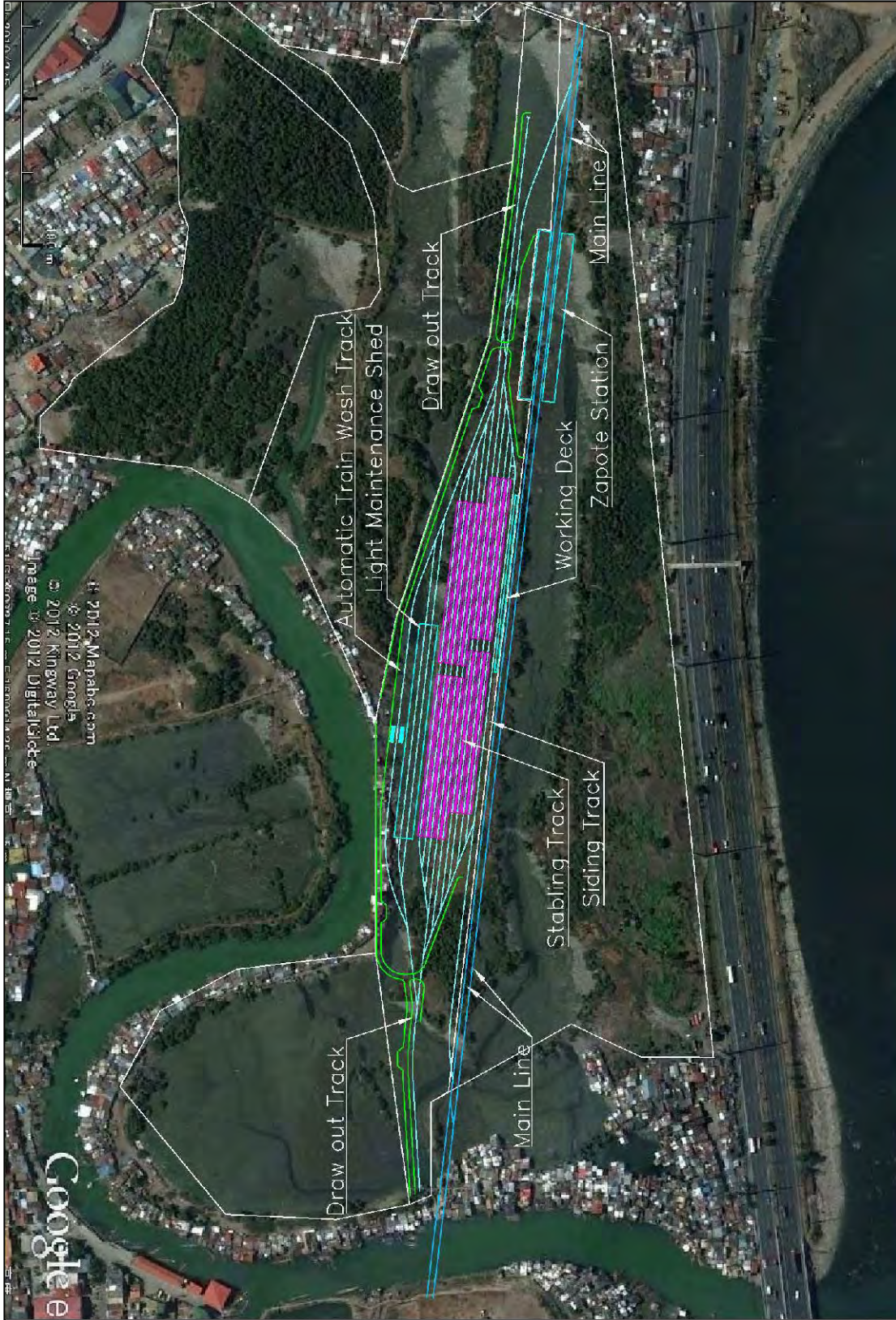


図 4.3-1 サテライト車両基地計画



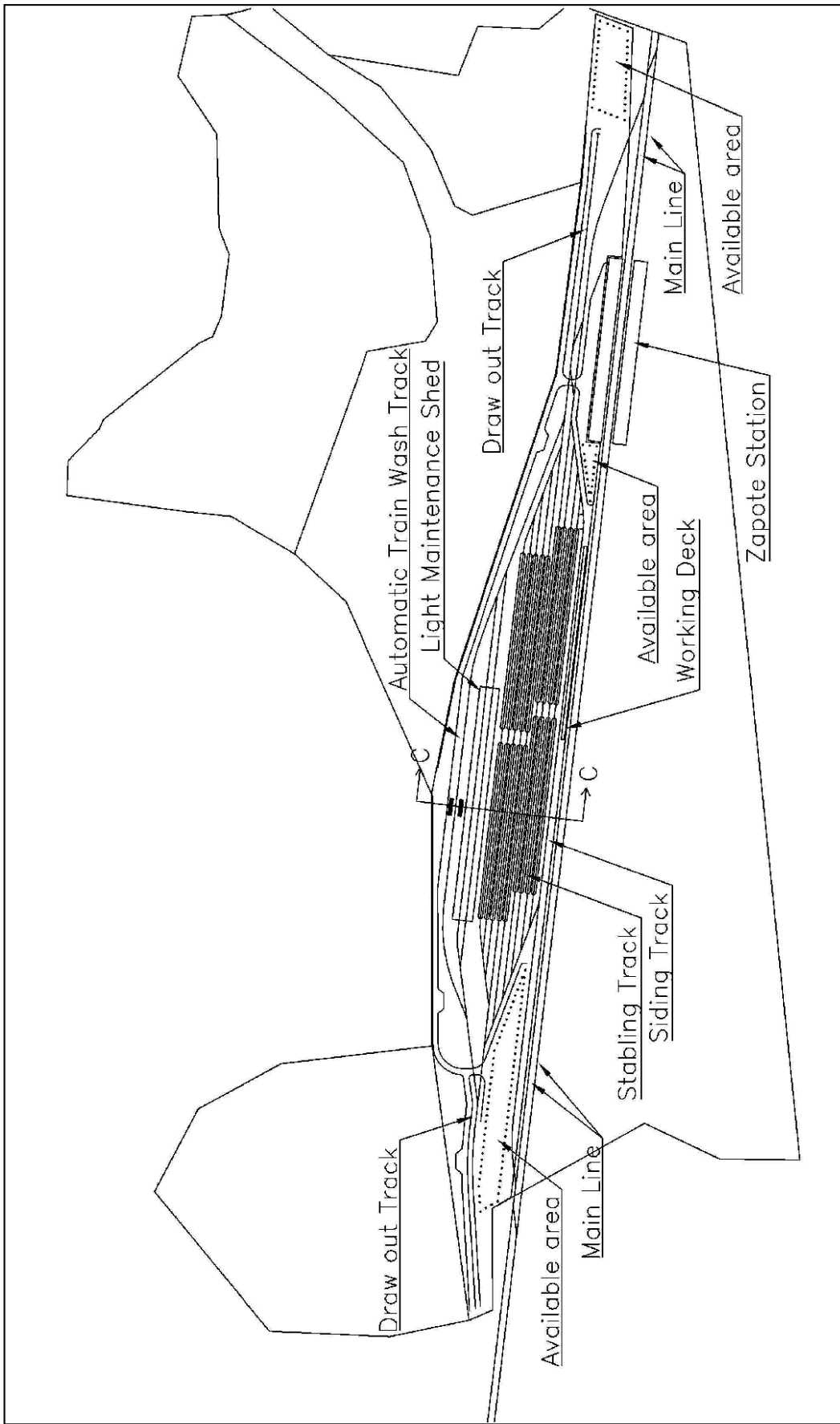
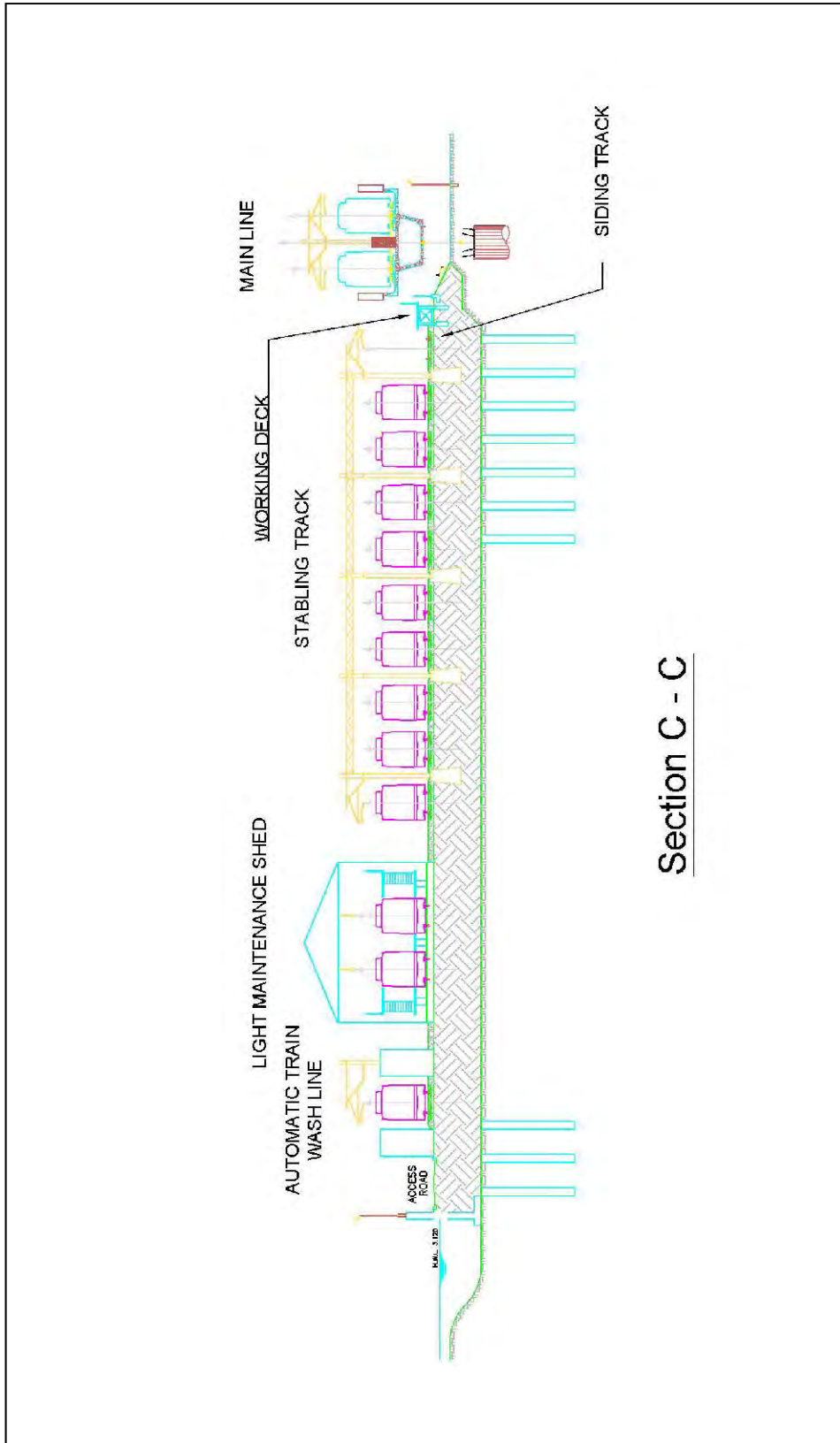


図 4.3-2 サテライト車両基地の配線



Section C - C

図 4.3-3 サテライト車両基地の横断面図

#### 4.4 車両基地における JICA ODA の業務範囲

プロジェクトの民間部門担当の DOTC の財務顧問コンサルタントとの意見交換の後、2つの車両基地内の業務の境界設定の協定が合意された。

基本的には、車両基地区域内のすべての E&M の作業は、公共部門が実施している他の施設の建設と密接なインターフェースを備えた民間企業（コンセッションエア）によって実施されます。

作業範囲の内訳の概要は表 4.4-1 に示す。

表 4.4-1 車両基地において JICA 融資で実施する作業範囲

Area	Item	JICA Loan	Others	
			PPP	DOTC
Satellite	Land acquisition			*
	Soil improvement	*		
	Land reclamation (Embankment, Track bed, Retaining wall, Drainage, etc)	*		
	Track work (include Access line, Stabling line, inside Workshop, etc)		*	
	Overhead Catenary System (include Access line, Stabling line, inside Workshop, etc)		*	
	Signalling System		*	
	Telecommunication System (Train radio, Dispatcher telephone, Optical transmission, etc)		*	
	Substation (Traction power, Depot power)		*	
	Power distribution (High/Low tension )		*	
	Building for DCC		*	
	Building for Administration (Concessionaire)		*	
	Building for workshop or other maintenance activities, or administration of LRTA (if required)	*		
	Road inside the Depot	*		
	Train maintenance equipment	*		
	Infrastructure maintenance equipment	*		
	E&M system maintenance equipment	*		
	Drainage (Domestic sewage, Industrial waste water, Recycle water)	*		
	Water supply (City water)	*		
	Industrial waste storage (from maintenance Oil/Grease etc)	*		
	Fire prevention	*		
Illumination towers inside the Depot	*			

出典: Study Team

表 4.4-2 車両基地において JICA 融資で実施する作業範囲

Area	Item	JICA Loan	Others	
			PPP	DOTC
Baclaran	New	Land acquisition (if necessary)		*
		Soil improvement	*	
		Land reclamation (Embankment, Track bed, Retaining wall, Drainage, etc)	*	
		Track work (include Access line, Stabling line, inside Workshop, etc)		*
		Overhead Catenary System (include Access line, Stabling line, inside Workshop, etc)		*
		Signalling System		*
		Telecommunication System (Train radio, Dispatcher telephone, Optical transmission, etc)		*
		Substation (Traction power, Depot power)		*
		Power distribution (High/Low tension )		*
		Building for New OCC (If equired)		*
		Building for Administration (Concessionaire)		*
		Building for workshop or other maintenance activities, or administration of LRTA (if required)	*	
		Road inside the Depot	*	
		Train maintenance equipment	*	
		Infrastructure maintenance equipment	*	
		E&M system maintenance equipment	*	
		Drainage (Domestic sewage, Industrial waste water, Recycle water)	*	
		Water supply (City water)	*	
		Industrial waste storage (from maintenance Oil/Grease waste from wheel turning etc)	*	
		Fire prevention	*	
	Illumination towers inside the Depot	*		
	Existing modification	Track changeover		*
		Overhead Catenary System		*
		Relocation of public utility	*	

出典: Study Team

# 第 5 章

## 車 両

---

## 第5章 車両

### 5.1 車両の現状

#### 5.1.1 全般

1号線には3形式の車両が運行されている。

第一世代の車両は1984年の1号線開業時に64両が投入された。車両は1両に接続部が2ヶ所あり、2両で1編成を構成する。その後、輸送力増強プロジェクトにより第一世代の車両は1列車あたりの輸送力を向上させるため3両で1編成組替えられた。これにより、21両は先頭部に連結器を取り付け、中間車に改造された。このため第一世代の車両は2両32編成から3両21編成と1両の予備車となった。

第二世代の車両は1999年の輸送力増強プロジェクトのフェーズ1により導入された。車両は接続が1ヶ所で構成され、4両で1編成となっている。

第三世代の車両は2007年に輸送力増強プロジェクトフェーズ2により導入された。車両は第二世代の車両と同じ構成になっている。

#### 5.1.2 現在の状況

表 5.1-1 に1号線の現在の個々の車両状態及び表 5.1-2 にその概要を示す。140両中33両が運行不能の状態であり、これらのうち7両が事故、1両がテロによる爆破、25両が部品の不足によるものとなっている。

表 5.1-1 車両の状態

Car No.	operational	cause	Car No.	operational	cause	Car No.	operational	cause	Car No.	operational	cause
First Generation			1041	x	missing parts	Second Generation			1211	○	
1001	○		1042	x	missing parts	1101	○		1212	○	
1002	x	missing parts	1043	○		1102	x	missing parts	1213	○	
1003	x	missing parts	1044	○		1103	○		1214	○	
1004	x	missing parts	1045	○		1104	○		1215	○	
1005	x	missing parts	1046	○		1105	x	missing parts	1216	○	
1006	x	missing parts	1047	○		1106	○		1217	○	
1007	x	missing parts	1048	○		1107	x	collided	1218	○	
1008	○		1049	○		1108	○		1219	○	
1009	x	missing parts	1050	○		1109	○		1220	○	
1010	○		1051	○		1110	○		1221	○	
1011	○		1052	○		1111	○		1222	○	
1012	x	missing parts	1053	○		1112	○		1223	○	
1013	x	collided	1054	x	missing parts	1113	○		1224	○	
1014	○		1055	○		1114	○		1225	○	
1015	○		1056	○		1115	○		1226	○	
1016	○		1057	○		1116	x	missing parts	1227	○	
1017	○		1058	○		1117	x	missing parts	1228	○	
1018	○		1059	○		1118	x	missing parts	1229	○	
1019	○		1060	○		1119	x	missing parts	1230	○	
1020	○		1061	○		1120	x	collided	1231	○	
1021	○		1062	○		1121	x	missing parts	1232	○	
1022	○		1063	○		1122	x	missing parts	1233	○	
1023	○		1064	○		1123	x	missing parts	1234	○	
1024	○					1124	x	missing parts	1235	○	
1025	○					1125	x	missing parts	1236	x	collided
1026	○					1126	x	missing parts	1237	○	
1027	x	collided				1127	x	missing parts	1238	○	
1028	○					1128	x	missing parts	1239	○	
1029	○								1240	○	
1030	○					Third Generation			1241	○	
1031	○					1201	○		1242	○	
1032	○					1202	○		1243	○	
1033	○					1203	○		1244	○	
1034	○					1204	○		1245	○	
1035	○					1205	○		1246	○	
1036	○					1206	○		1247	x	collided
1037	x	bombed				1207	○		1248	x	collided
1038	○					1208	○				
1039	○					1209	○				
1040	○					1210	○				

○: 運行可能 ×: 運行不能 operational

表 5.1-2 車両状態総括

	第一世代	第二世代	第三世代	合計
運行可	50	12	45	107
運行不能	14	16	3	33
爆破	(1)			(1)
事故	(2)	(2)	(3)	(7)
部品不足	(11)	(14)		(25)
合計	64	28	48	140

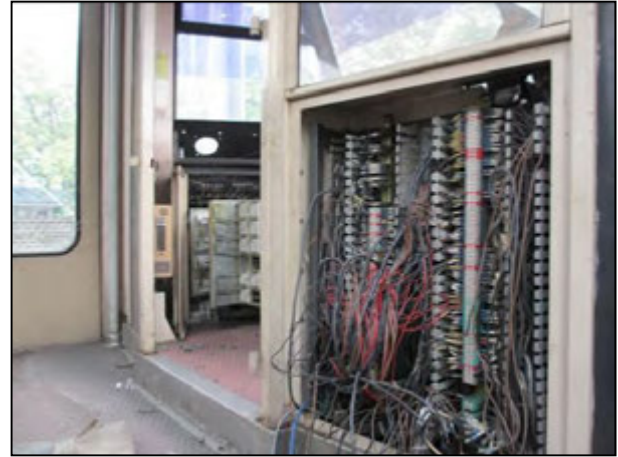
### 1) 第一世代車両

3両は事故及び爆破により大破している。11両は部品の不足により運行不能の状態であり、そのうちの4両は長期にわたって運行不能の状態が続いているため、多くの部品が取り去られた状態になっている。車体も保守されない状態で雨ざらしの状態となっているため痛みが激しい。





ヘッドライトやバンパーが外されている (1006)



運転室機器が外されている (1006)

図 5.1-1 第一世代車両

## 2) 第二世代車両

全部で 16 両のが運行不能の状態である。1107 号車と 1120 号車は事故のためダウンしている。その他のダウンしている車両は外観上は大きなダメージは無いが部品の不足が報告されている。



図 5.1-2 第二世代車両：車体が衝突事故により変形している (1107)

## 3) 第三世代車両

3 両が事故により損傷している。1247 号車と 1248 号車は同じ事故により破損しており接続部のボルスタがかなり変形している。1236 号車は車体下部が破損し床下の機器や取付け枠の一部が損傷している。



図 5.1-3 第三世代車両：車体外板が損傷しめくれている (1236)

## 5.2 改修計画

### 5.2.1 第一世代車両

爆破された車両 1 両及び事故車 2 両は大きく破損しており残りの寿命を考慮すると高額な修理費をかけて修復するより廃車とし部品を他の車両の修復のために使用したほうが良いと考えられる。21 両については活性化プロジェクトにより車内設備改善が計画されている。4 編成については修復するより新車に置換えたほうがより経済的と考えられる。したがって、第一世代車両については 16 編成 48 両を残し、2025 年までには全車置換えとする。

### 5.2.2 第二世代車両

7 編成中 4 編成が部品の不足により運転不能となっている。この 4 編成中 2 両は事故による破損となっている。第一世代車両と同様 4 編成 16 両については新車に置換えたほうが経済的に有効と考えられる。したがって第二世代車両は 3 編成 12 両が残ることになり、同様に 2025 年までに置換えることとする。

### 5.2.3 第三世代車両

第三世代車両は 3 両が事故により損傷しているが、これらは LRТА により活性化プロジェクト No.5 あるいは他の予算により修復することとする。

## 5.3 第 4 世代車両

運行計画によるとカビテ延伸の 2017 年での必要な車両編成数は 61 編成であり既存車両中 31 編成が修復を含めて運行可能である。したがって 30 編成を第 4 世代車両としてこのプロジェクトのために購入することとなる。列車の構成は保守の簡素化のために第三世代と同様とする。

マニラ LRT 1 号線における車両は現在のシステムとの整合性を維持する為以下の諸元とする。これらの諸元は大きなシステムの変更がない限り将来にわたって変えるべきではない。

1.	軌間	1,435mm
2.	寸法	
(1)	列車長	Max. 106m
(2)	車体幅	2,590mm–2,600mm
(3)	全高	Max. 3,900mm
(4)	パンタグラフ作用高さ	Less than 4,300mm – more than 6,000mm
(5)	パンタグラフ折りたたみ高さ	Max. 3,950mm
(6)	床面高さ	920mm
(7)	アンチクライマの高さ	750mm
(8)	車輪径	660mm (new) – 600mm (worn)
(9)	固定軸距	Max. 2,100mm
(10)	台車中心間距離	Max. 10,000mm
(11)	扉高さ	1,900mm
3.	電気	
(1)	公称電圧	750V
(2)	電圧変動範囲	525V – 900V
4.	列車性能	
(1)	最高運転速度	60km/h
(2)	最大加速度	1.0m/s <sup>2</sup>
(3)	常用最大減速度	1.3m/s <sup>2</sup>
(4)	非常減速度	1.3m/s <sup>2</sup>
5.	走行性能	
(1)	最小曲線半径	25m
(2)	最急勾配	4%
6.	最大軸重	11t
7.	ブレーキシステム	列車分離があった場合非常制動が作用すること
8.	ドアシステム	列車が走行中はドアは開かないこと 開扉中は力行できないこと 非常時に手動での開扉が可能であること

## カビテ延伸の車両仕様

以下はLRT 1号線のカビテ延伸における車両の仕様である。仕様は技術の進歩、環境の変化等によって変わってくる。

1.	寿命	30 years
2.	編成構成	Mc-M-M-Mc
3.	車両構成	2 車体連接 3 台車
4.	車両長	
(1)	車体長	26,000mm
(2)	全長 (先頭車)	26,350mm (アンチクライマ – 連結器)
(3)	全長 (中間車)	26,500mm (連結器 – 連結器)
5.	定員	編成当り 1,350 人以上 立席 7 人/m <sup>2</sup>
6.	車体	
(1)	材料	ステンレス
(2)	圧縮荷重	400kN

7.	ドア	
(1)	片側ドア数	1両4ヶ所
(2)	ドア方式	両開き引戸
(3)	開口幅	1,500mm
(4)	ドアピッチ	6,000mm-5,700mm-6,000mm
(5)	開閉時間 開き	2.5 sec ±0.5 sec
(6)	閉じ	3 sec ±0.5 sec
8.	客席	
(1)	座席配置	長手方向
(2)	座席方式	片持ち式
9.	車椅子スペース	1両につき1ヶ所以上
10.	最大ジャーク	1.1 m/s <sup>3</sup> (非常ブレーキを除く)
11.	速度計精度	実速度との誤差±2km/h 以内
12.	騒音レベル	
	静止車内騒音	65dB 以下
	静止車外騒音	69dB 以下
	走行車内騒音	65dB 以下
	走行車外騒音	83dB 以下
13.	全検周期	600,000km
14.	重量バランス	
	台車間重量差	最大 1 ton
	車輪間重量差	10%以下
15.	踏面形状	現行のものと同じ
16.	駆動装置	
(1)	駆動電動機	交流誘導電動機
(2)	力行制御	応荷重及び空転滑走制御付VVVFインバータ
17.	ブレーキシステム	
(1)	方式	回生ブレーキ、空気ブレーキ、バネによる駐車ブレーキ
(2)	ブレーキ制御	応荷重及び空転滑走制御付き電気指令式空気ブレーキ
(3)	非常制動空走時間	Max. 1.5 sec.
(4)	常用制動空走時間	Max. 2 sec.
18.	補助電源装置	
(1)	方式	静止形インバータ
(2)	出力	AC 440V 3 phase 60 Hz AC 220V 1 phase 60 Hz DC 110V DC 24V
19.	空気圧縮装置	
(1)	方式	スクリー又はロータリー式
(2)	圧力範囲	8.5 bar - 10 bar
20.	空調装置	
(1)	方式	屋上タイプ
(2)	コンプレッサ	密閉式ロータリーコンプレッサ
(3)	冷媒	環境親和形
(4)	換気装置	1両当り 2,000m <sup>3</sup> /h

## 第 6 章

### 事業費の積算

---

## 第6章 事業費の積算

### 6.1 積算の基準

本章では、LRT1 号線南延伸事業の JICA ODA 部分について事業費の積算を行う。積算は、提案された運転計画、車両基地計画に基づいており、また同様に 1 号線既存区間のリハビリテーションに係る情報を参照して実施した。

#### 1) 前提条件

前提条件は、JICA より提供された情報により以下の通り設定した。

- 資金調達割合：JICA 100%、フィリピン 0%
- 換算レート：US\$1=82.43 円、US\$1=PHP 43.6、PHP 1=1.89 円
- 物価上昇率：外貨(FC)=2.1%、内貨(LC)=2.5%
- 予備費：建設 5%、コンサルティング 5%
- コンサルタント・エキスパートのレート (JICA からの情報)
- 税率：付加価値税(VAT) 12%、輸入関税 0% (GOP により支払われる)
- 管理費率：5% (JICA からの情報)
- 建設期間中の金利：建設 0.2%、コンサルティング 0.01%
- コミットメント料率：0.1%

#### 2) 保留事項

以下の項目の推計については、信頼できるレベルの精度には達していない。

- コンサルティングサービス：現段階では NEDA が承認したのと同レベルである。

### 6.2 事業実施計画

ここに示す事業実施計画は、JICA ODA ローン範囲の範囲、すなわち 2 箇所の車両基地の建設、既存車両の修復および新規車両の調達についてのみを対象とする。

スケジュールは、運転計画の章で述べた以下の 2 フェーズに分けた。

- **フェーズ 1**：南延伸区間 Dr. Santos 駅までの部分開業、Baclaran 車両基地拡張の完了、LRTA による 3G LRV の修復、および 8 列車分の新規車両の導入。2015 年 5 月
- **フェーズ 2**：Niyog 駅までの全線開通、Zapote サテライト車両基地の完成、最小運転間隔を 2.5 分にする事による運転頻度の向上。さらにコモンステーションの完成と、残り 22 列車分の新規車両の導入が完成する。2016 年 5 月

土木工事と E&M 工事の緊密な連携は、事業の成功にとって重要である。さらに関連する事業の完了、例えば Roosevelt 駅と North Avenue 駅間のコモンステーションの建設や、共通課金システムの導入は、LRT1 号線南延伸事業の適切な実施のために不可欠である。

ただしこれらの事業スケジュールは、本報告書では言及していない。

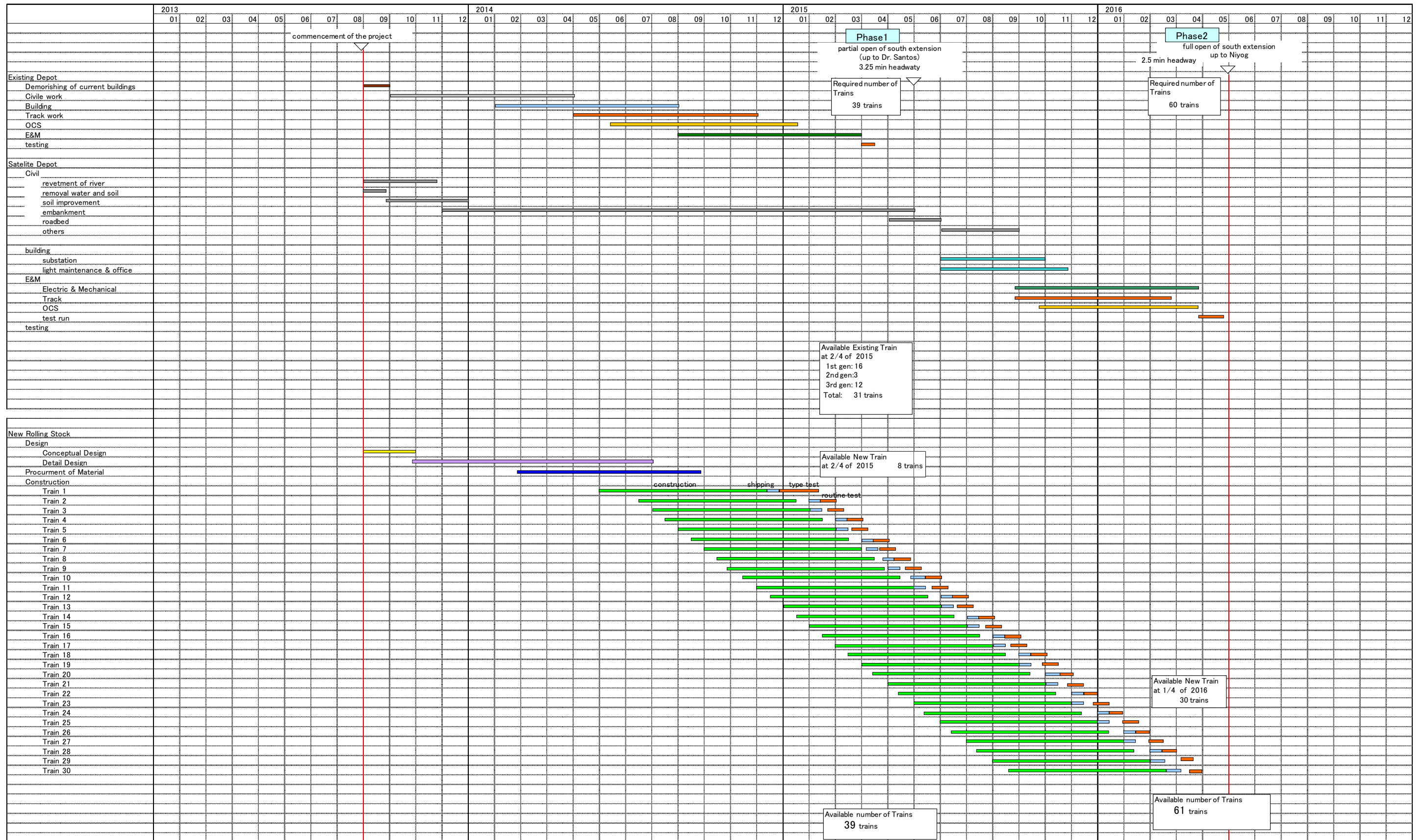


図 6.2-1 LRT 1 号線延伸の実施スケジュール



### 6.3 JICA ODA 部分の事業費

表 6.3-1 に、JICA 部分の総事業費を示す。数値は外貨 (JpY) 部分、内貨部分 (PhP) 、および US\$ で示されている。

表 6.3-1 JICA ローン の総事業費

Breakdown of Cost	Jpn Yen ('M)			Phi Peso ('M)			Total (Jpn Yen)('M)			Total (US\$ M)		
	Total	JICA Portion	Others	Total	JICA Portion	Others	Total	JICA Portion	Others	Total	JICA Portion	Others
Rolling Stock	25,249	25,249	0	0	0	0	25,249	25,249	0	306.31	306.31	0.00
Depot	3,553	3,553	0	770	770	0	5,009	5,009	0	60.77	60.77	0.00
Refurbishment	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00
<b>SubTotal Direct ODA</b>	<b>28,802</b>	<b>28,802</b>	<b>0</b>	<b>770</b>	<b>770</b>	<b>0</b>	<b>30,259</b>	<b>30,259</b>	<b>0</b>	<b>367.08</b>	<b>367.08</b>	<b>0.00</b>
Consulting Services	1,882	1,882	0	612	612	0	3,039	3,039	0	36.87	36.87	0.00
<b>SubTotal Direct Loan</b>	<b>30,685</b>	<b>30,685</b>	<b>0</b>	<b>1,382</b>	<b>1,382</b>	<b>0</b>	<b>33,298</b>	<b>33,298</b>	<b>0</b>	<b>403.95</b>	<b>403.95</b>	<b>0.00</b>
Price Escalation	1,755	1,755	0	39	39	0	1,829	1,829	0	22.19	22.19	0.00
Physical Contingency	1,528	1,528	0	40	40	0	1,604	1,604	0	19.46	19.46	0.00
Land Acquisition	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00
Administration Cost	0	0	0	971	0	971	1,837	0	1,837	22.28	0.00	22.28
VAT	0	0	0	175	0	175	332	0	332	4.02	0.00	4.02
Import Tax	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00
Interest during construction	148	148	0	0	0	0	148	148	0	1.80	1.80	0.00
Commitment Charge	148	148	0	0	0	0	148	148	0	1.79	1.79	0.00
<b>SubTotal Indirect Cost</b>	<b>3,579</b>	<b>3,579</b>	<b>0</b>	<b>1,226</b>	<b>80</b>	<b>1,147</b>	<b>5,898</b>	<b>3,730</b>	<b>2,168</b>	<b>71.55</b>	<b>45.25</b>	<b>26.30</b>
<b>Total</b>	<b>34,264</b>	<b>34,264</b>	<b>0</b>	<b>2,609</b>	<b>1,462</b>	<b>1,147</b>	<b>39,196</b>	<b>37,027</b>	<b>2,168</b>	<b>475.50</b>	<b>449.20</b>	<b>26.30</b>

出典：調査団

表 6.3-2 は、車両基地建設における JICA 部分の事業費の内訳を示す。表 6.3-3 は、LRT1 号線の新規車両調達費の内訳を示す。表 6.3-4 は、JICA ローン部分の支出スケジュールを示す。

表 6.3-2 車両基地建設の事業費内訳

Cost Estimation for New Satellite Depot and Expansion of Existing Baclaran Depot										
	Description	Spec.	Unit	Quantity	Unit price (without VAT)		Amount ('000)			
					Yen	Peso	Yen	Peso		
Satellite depot	Civil work	Soil improvement work (Paper drain, Replace)		m2	43,000		2,100	0.00	90,300.00	
		Depot embankment	h3.3m*35,000m2	m3	115,500		1,250	0.00	144,375.00	
		River wall along Paranaque river		m	250		5,000	0.00	1,250.00	
		Bed for railway track	h0.5m*35,000m2	m3	17,500		1,200	0.00	21,000.00	
		Rain water drainage in track yard		m2	35,000		143	0.00	4,991.70	
		Road and Parking in depot	w4.0m	m	800		2,500	0.00	2,000.00	
		Fence around depot	h2.5m	m	1,600		10,750	0.00	17,200.00	
		<b>Subtotal Civil Works</b>						<b>0.00</b>	<b>281,116.70</b>	
	Building and Facilities	Light maintenance shed (ground floor) DCC, Staff room (2nd floor)	Steel-2 floor 140*12m	m2	2,040.0	120,000	21,157	244,800.00	43,160.99	
		Sub-station	RC-1floor 20*25m	m2	500.0	0	37,025	0.00	18,512.68	
		Tank of industrial waste water treatment	RC 8*10*4m	m2	80.0	0	26,447	0.00	2,115.73	
		Pit of car body washing	RC 4*40m	m2	120.0	0	10,579	0.00	1,269.44	
		Oil storage	RC-1floor 3*3m	m2	9.0	0	31,736	0.00	285.62	
		Hazardous material storage	RC-1floor 3*3m	m2	9.0	0	31,736	0.00	285.62	
		Waste material storage space	RC 5*15m	m2	45.0	0	15,868	0.00	714.06	
		Gatehouse	RC-1floor 3*4m*2, 3*8m*1	m2	48.0	0	31,736	0.00	1,523.33	
		Material storage	RC-1floor 10*20m	m2	200.0	0	31,736	0.00	6,347.20	
		Building facilities (Water supply, Air ventilation, Fire protection)	Light maintenance shed		lot	1	81,600,000	43,160,985	81,600.00	43,160.99
	Sub-station			lot	1	7,000,000	3,702,535	7,000.00	3,702.54	
		<b>Subtotal Civil Works Building and Facilities</b>						<b>333,400.00</b>	<b>121,078.20</b>	
	E&M facilities	Cable trough	total 4,300m	100m	43	0	52,893	0.00	2,274.41	
		Illuminating tower	pitch 75m	nos	12	0	528,934	0.00	6,347.20	
		Industrial waste water treatment equipment		nos	1	33,000,000	1,057,867	33,000.00	1,057.87	
		Security camera system	A 35,000m2	lot	1	8,000,000	1,057,867	8,000.00	1,057.87	
		Rolling stock light maintenance facilities		lot	1	210,000,000	5,289,336	210,000.00	5,289.34	
		Car body washing machine		track	1	38,000,000	1,057,867	38,000.00	1,057.87	
			<b>Subtotal E&amp;M Facilities</b>						<b>289,000.00</b>	<b>17,084.56</b>
		<b>Sub total for Zapote Satellite Depot</b>						<b>622,400.00</b>	<b>419,279.46</b>	
	Baclaran depot	Civil work	Bed for railway track	h0.5m*16,000m2	m3	8,000		1,200	0	9,600.00
			Rain water drainage in track yard		m2	14,000		143	0	1,996.68
			Road and Parking in depot	w4.0m	m	470		2,500	0	1,175.00
			<b>Subtotal Civil Works</b>						<b>0.00</b>	<b>12,771.68</b>
		Building and Facilities	Workshop (Heavy maintenance)	Steel-1floor 25*95m	m2	2,375.0	120,000	21,157	285,000.00	50,248.70
Light maintenance shed			Steel-1floor 125*21m	m2	2,625.0	120,000	21,157	315,000.00	55,537.13	
Sub-station			RC-1floor 20*25m	m2	500.0	0	37,025	0.00	18,512.68	
Construction of Guardhouses at Depot and Connecting Line				lot	1	0	5,000,000	0.00	5,000.00	
Provision for renovation of Administrative Building and Other Facilities/Structure				lot	1	0	77,760,000	0.00	77,760.00	
Tank of industrial waste water treatment			RC-1floor 8*10*4m	m2	80.0	0	26,447	0.00	2,115.73	
Material storage			RC-1floor 30*20m	m2	600.0	120,000	31,736	72,000.00	19,041.61	
Building facilities (Water supply, Air ventilation, Fire protection)		Workshop		lot	1	95,000,000	50,248,696	95,000.00	50,248.70	
		Sub-station		lot	1	7,000,000	3,702,535	7,000.00	3,702.54	
		Material storage		lot	1	21,600,000	11,424,967	21,600.00	11,424.97	
		<b>Subtotal Civil Works Building and Facilities</b>						<b>795,600.00</b>	<b>293,592.04</b>	
E&M facilities		Cable trough	total 1,000m	100m	10	0	52,893	0.00	528.93	
		Illuminating tower	pitch 75m	nos	6	0	528,934	0.00	3,173.60	
		Construction of Motor pool Building		lot	1	0	6,000,000	0.00	6,000.00	
		Industrial waste water treatment equipment		nos	1	33,000,000	1,057,867	33,000.00	1,057.87	
		Rolling stock heavy maintenance facilities		lot	1	600,000,000	12,694,407	600,000.00	12,694.41	
		Rolling stock light maintenance facilities		3-track	1	340,000,000	10,578,673	340,000.00	10,578.67	
		<b>Subtotal E&amp;M Facilities</b>						<b>973,000.00</b>	<b>34,033.48</b>	
		<b>Sub total for Baclaran Depot</b>						<b>1,768,600.00</b>	<b>340,397.20</b>	
To be used in both depot sites	Non-RS Maintenance Equipment	Tracks		lot	1	1,053,000,000	5,289,336	1,053,000.00	5,289.34	
		Power supply		lot	1	8,000,000	0	8,000.00	0.00	
		Overhead Catenary		lot	1	50,000,000	0	50,000.00	0.00	
		Signalling		lot	1	4,000,000	5,289,336	4,000.00	5,289.34	
		Telecommunication		lot	1	39,000,000	0	39,000.00	0.00	
		Buildings Facilities		lot	1	8,000,000	0	8,000.00	0.00	
	<b>Sub total non Rolling Stock Equipment</b>						<b>1,162,000.00</b>	<b>10,578.67</b>		
<b>Total amount</b>										
								<b>Grand total ('000)</b>	<b>3,553,000</b>	<b>770,255</b>
									<b>¥5,009,242</b>	
									<b>2,649,557</b>	
									<b>\$60,770</b>	

出典：調査団

表 6.3-3 新規車両調達費の内訳

	Unit Price	Quantity	Price
Design	400,000,000	1	400,000,000
Construction (MC)	199,500,000	60	11,970,000,000
Construction (M)	185,000,000	60	11,100,000,000
Transportation	6,000,000	120	720,000,000
Commissioning	320,000,000	1	320,000,000
Spare Parts Special Tools	589,400,000	1	589,400,000
Training and Manuals	150,000,000	1	150,000,000
<b>Total</b>			<b>25,249,400,000</b>

出典：調査団

1 車両当たりの平均価格：210,411,666.7 円

表 6.3-4 JICA ローンの出支スケジュール

Breakdown of Cost	Annual Disbursement (Million Jp Yen)				
	2013	2014	2015	2016	Total
Rolling Stock	504.99	4,797.39	16,412.11	3,534.92	25,249.40
Depot	422.31	2,935.63	1,601.20	50.09	5,009.24
Refurbishment	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>SubTotal Direct ODA</b>	<i>927.30</i>	<i>7,733.02</i>	<i>18,013.31</i>	<i>3,585.01</i>	<i>30,258.64</i>
Consulting Services	569.01	814.26	829.71	826.16	3,039.14
<b>SubTotal Direct Loan</b>	<i>1,496.31</i>	<i>8,547.27</i>	<i>18,843.02</i>	<i>4,411.17</i>	<i>33,297.77</i>
Price Escalation	21.16	333.32	1,163.77	311.01	1,829.27
Physical Contingency	47.42	403.32	958.85	194.80	1,604.40
Land Acquisition	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Administration Cost	78.24	464.20	1,048.28	245.85	1,836.57
VAT	80.88	119.54	90.92	40.28	331.62
Import Tax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interest during construction	2.05	19.07	59.47	67.85	148.44
Commitment Charge	36.88	36.88	36.88	36.88	147.52
<b>SubTotal Indirect Loan</b>	<i>266.64</i>	<i>1,376.32</i>	<i>3,358.18</i>	<i>896.67</i>	<i>5,897.81</i>
<b>Total</b>	<i>1,762.95</i>	<i>9,923.60</i>	<i>22,201.20</i>	<i>5,307.84</i>	<i>39,195.58</i>

## 第 7 章

### 環境社会配慮

---

## 第7章 環境社会配慮

### 7.1 環境社会配慮の調査方法

環境社会配慮に関する検討は以下の手順で実施した。

- ① 環境アセスメント（EIA : Environmental Impact Assessment）レポート、住民移転計画（RAP : Resettlement Action Plan）、環境適合証明書（ECC: Environmental Compliance Certificate）等の既存文書のレビューする
- ② 現地踏査を行う
- ③ JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010年4月）（これ以降 JICA ガイドラインと称す）に従い、既存 EIA や RAP を改善する項目、内容を検討する
- ④ 必要に応じて、EIA、RAP の補足調査を信頼でき経験豊富なローカルコンサルタントに再委託し実施する
- ⑤ 補足 EIA、補足 RAP の作成のため DOTC 及び LRTA を支援する

LRT 1 号線については、EIA 及び RAP レポートでカバーされている延伸事業全コンポーネントを対象として既存文書のレビューを行うが、補足 EIA 及び RAP に関する検討については、既存及びサテライトデポに焦点をあてる

### 7.2 環境社会配慮に関する法令と制度的枠組み

#### 7.2.1 環境アセスメント（EIA）に係る法制度

##### 1) 環境アセスメント（EIA）に係る法制度

フィリピン国（「フィ」国）では自然社会環境に対し影響が想定される官民事業は「フィ」国環境影響アセスメントシステム（Philippines Environmental Impact Statement System : PEISS）が適用される。産業やその他の事業の実施により重大な環境影響を想定し、「フィ」国政府は影響アセスメント（Environmental Impact Assessment : EIA）を計画と決定の手段として実施することを制度化した。PEISS に係る重要な法令・条例は以下の通りである。

##### a) 大統領令第 1586 号（1978 年）環境影響評価書システム

環境影響アセスメントを規定した本令は、国家環境保護委員会（National Environmental Protection Council）により制定された。NEPC は国家公害防止管理委員会（National Pollution Control Commission）と統合され、環境管理局（Environmental Management Bureau : EMB）となった。

##### b) 大統領宣言第 2146 号（1981 年）及び 第 803 号（1996 年）

重大な環境影響が想定される事業（Environmentally Critical Projects : ECPs）及び重大な環境影響が想定される地域（Environmentally Critical Areas : ECAs）を環境影響アセスメントシステムの対象範囲と規定した。

### c) 環境天然資源省省令第 30 号 (2003 年) の改訂版手続マニュアル (2008 年)

大統領第 1586 号の実施を規定し PEISS を設立した。技術用語の定義、手続き、関連法規などの詳細な情報を解説している。

## 2) 環境アセスメント関連行政組織

環境行政における実務の責任機関は環境天然資源省 (Department of Environment and Natural Resources : DENR) であり、主な役割は以下の通りである。

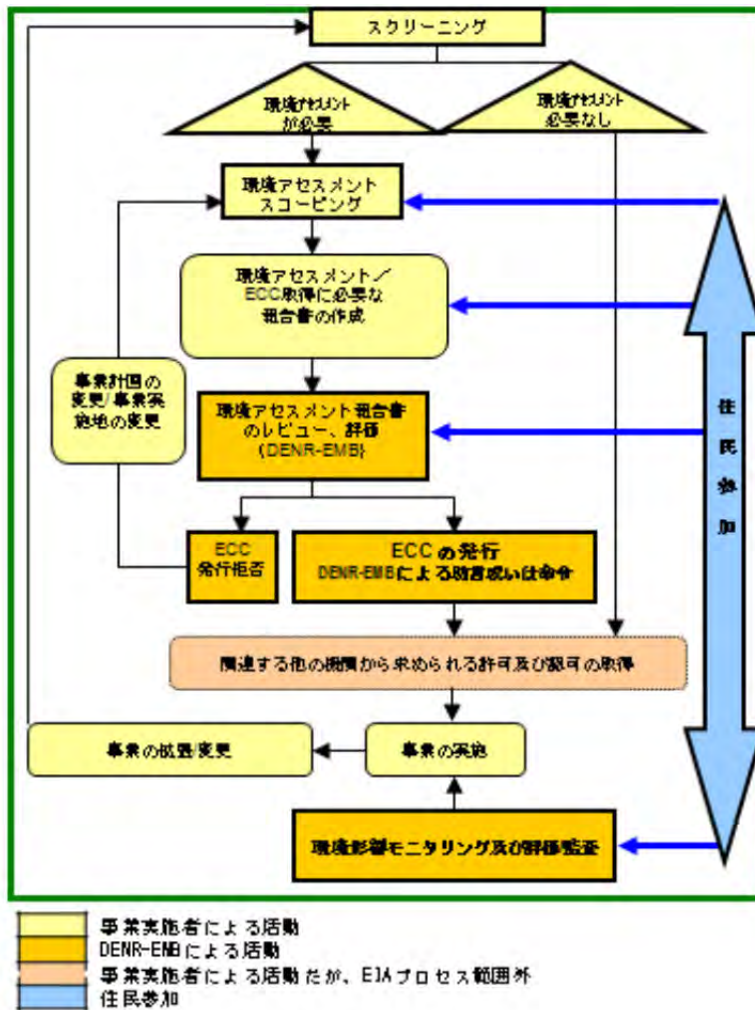
- 賢明な利用と組織的な修復と代替による天然資源の安定的な持続的な確保
- 天然資源の生産性を高め、人口増加による森林、鉱物、土地への需要を満たす。
- 天然資源による国家の経済社会発展を強化
- 異なるセクター人口の天然資源への公平なアクセスの促進
- 「フィ」国の自然文化遺産を代表する陸水地域における特定種を現在と将来の世代のために保護。

書 (Environmental Compliance Certificate : ECC) 及び非該当証明書 (Certificate of Non Compliance : CNC) 等の最終決定書類の発行を行う。また、EMB 地方事務所は、各地方の開発事業に関する協議と監督の責任を有する。

## 3) 環境影響アセスメントシステム (PEISS) 実施に係る手続き

申請する事業グループや区分によって EIA 各段階で手続きに必要な条件は異なり、各段階で遵守しなければいけない。図 7.2-1 にその実施フローの概略を示す。

「フィ」国の EIA 手続きには、1) スクリーニング、2) スコーピング、3) EIA の実施と報告書準備、4) 環境アセスメント報告書の検討と評価、5) 意思決定、6) ECC 発行後モニタリングと評価審査の 6 段階ある。はじめの 5 段階は事業実施者が ECC もしくは CNC 申請時に必要な手続きである。以下に DENR-EMB の審査にかかる最長日数を表 7.2-1 に示す。



出典: 改訂版プロセスマニュアル (2008年) に基づき調査団作成

図 7.2-1 「フィ」国の EIA の実施フロー

表 7.2-1 DENR-EMB の審査手続きにかかる最長日数

レビュー・評価手続き	DENR-EMB の手続きにかかる予想最長営業日数
EMB による審査手続き	90 日
提案書の承認	15 日
意思決定書類の発行	15 日

出典: 改訂版プロセスマニュアル (Revised Procedural Manual for DAO 03-30, 2008)

#### 4) 環境アセスメント実施対象となる事業

「フィ」国では重大な環境影響が想定される事業 (ECPs) 及び重大な環境影響が想定される地域 (ECAs) における事業は環境アセスメント実施の対象となる。大統領宣言第 2146 号 (1981 年) と第 803 号で規定されている 4 種の ECP 及び 12 種の ECA の概要を表 7.2-2 と表 7.2-3 に示す。



表 7.2-2 重大な環境影響が想定される事業 (ECPs) の概要

主な事業カテゴリー	サブカテゴリー
A. 重工業	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄鋼金属鉱業</li> <li>非鉄金属鉱業</li> <li>石油化学工業</li> <li>精錬プラント</li> </ul>
B. 資源採取産業	<ul style="list-style-type: none"> <li>漁業用の堰や養魚池開発事業</li> <li>林業</li> <li>大規模採鉱および採石</li> </ul>
C. インフラ事業	<ul style="list-style-type: none"> <li>大規模ダム</li> <li>大規模発電施設</li> <li>大規模埋め立て事業</li> <li>大規模道路及び橋梁事業</li> </ul>
D. ゴルフコース施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>ゴルフコース施設/ゴルフコースを含む複合型施設</li> </ul>

出典：改訂版プロセスマニュアル (Revised Procedural Manual for DAO 03-30, 2008)

表 7.2-3 重大な環境影響が想定される地域 (ECAs)

ECA カテゴリー	例
A. 国立公園、保全流域、野生動物禁猟区及び自然保護区に指定された地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>国立保護区統合システム (National Integrated Protected Areas System) 指定地区</li> </ul>
B. 景勝地及び潜在的な観光地として保留されている地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>観光省やその他の観光開発関連機関の指定/保護地区</li> </ul>
C. 絶滅危機に瀕した「フィ」国固有の野生生物種 (動植物双方を含む) の生息地を有する地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>未確認種や絶滅危惧種、希少種、絶滅危惧種、ワシントン条約付属書 I や II の分類種や、国家絶滅危惧動物種リスト掲載種</li> </ul>
D. 歴史、考古学、地質学、科学の面において特有の重要性をもつ地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>国立歴史研究所や国立博物館、国立芸術文化委員会や国立地質科学委員会が定める史跡、地質学上重要な遺跡、古生物学的もしくは考古学的保護区</li> </ul>
E. 特有の文化を有するコミュニティや民族による、伝統的な居住地区	<ul style="list-style-type: none"> <li>先住民族による先住権の保証、もしくは先住地の権利に係る申請がなされている、もしくは認可されている場所</li> <li>先住民族により先祖伝来の土地として占有している、もしくは主張されている場所</li> </ul>
F. 自然災害 (地質由来の災害、洪水、台風、火山活動等) が頻発している、もしくはその被害が甚大な地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>台風の襲来および重度の被害を頻繁に受ける地区</li> <li>津波の発生および重度の被害を頻繁に受ける地区</li> <li>地震の発生および重度の被害を頻繁に受ける地区</li> <li>高潮が発生しやすい地区</li> <li>火山活動が起こりやすい地区</li> <li>断層線上および断層面に位置する地区</li> <li>旱魃が起こりやすい地区</li> </ul>
G. 急傾斜地	<ul style="list-style-type: none"> <li>50%以上の傾斜地</li> <li>譲渡および売却可能な林地および未分類の林地</li> </ul>
H. 主要農地に分類される地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>土壌水管理局 (the Bureau of Soils and Water Management) が設立した農業保護区ネットワーク (Network of Protected Areas of Agriculture) に示された既存灌漑地区および灌漑可能地区</li> </ul>
I. 帯水層への涵養地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>水源涵養地区</li> </ul>
J. 水域	<ul style="list-style-type: none"> <li>家庭用水目的の水利用地区</li> <li>野生動物や漁業活動の保全/維持に貢献する地区</li> </ul>
K. マングローブ分布地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>塩水耐性の間潮帯に生育する樹種が生育する、潮の影響を受ける地区</li> <li>マングローブ湿地林保護区指定地区</li> </ul>
L. サンゴ礁	<ul style="list-style-type: none"> <li>様々な海洋植物や生物群によって特徴付けられる地区</li> <li>DENR 保護区野生生物局 (Protected Areas and Wildlife Bureau) が同定したサンゴの生育状況が良好な地区</li> </ul>

出典：改訂版プロセスマニュアル (Revised Procedural Manual for DAO 2003-30, 2008)

PEISS では、事業をその種類と実施場所により、以下の表 7.2-4 に示すように 5 グループに分類している。この事業グループにより、ENR-EMB での PEISS に関する協議と意思決定に必要な書類が異なってくる。

表 7.2-4 PEISS 下での事業グループ

グループ I	ECAs または NECAs を含む ECP 事業全て
グループ II	ECAs 内における重大な環境影響が想定されない事業 (Non-Environmentally Critical Projects : NECP)
グループ III	重大な環境影響が想定されない地域 (Non-Environmentally Critical Areas : NECA) における NECP 事業
グループ IV	共同事業 (複数の事業者が一連の区域内で事業を実施・管理する。経済開発区や工業団地等があてはまる)
グループ V	その他の事業

出典：改訂版プロセスマニュアル (Revised Procedural Manual for DAO 2003-30, 2008)

環境アセスメント実施対象となるグループ I、II、IV では、事業のタイプ、場所、影響度合い、事業基準により ECC 取得に必要な書類は以下の 5 種類である。実施対象外のグループ II、III では事業概要書が必要である。

- i) 環境影響評価書 (Environmental Impact Statement : EIS)
- ii) 複合プログラムに適応される EIS (Programmatic Environmental Impact Statement : PEIS)
- iii) 初期環境影響評価報告書 (Initial Environmental Examination Report : IEER)
- iv) 初期環境影響評価チェックリスト (IEE Checklist : IEEC)
- v) 事業概要書 (Project Description Report : PDR)

必要な報告書はすべて事業者が作成し、中央 EMB 或いは地方 EMB 事務所の EIA 部署に提出する。EIA 手続きの結果は EMB-DENR 日から環境適合証明書 (ECC)、非該当証明書 (CNC) もしくは不許可通達 (Denial Letter) として通達される。以下それぞれの概要を記す。

- i) 環境適合証明書 (ECC) : DENR-EMB は ECC の条件を説明した後、事業者が遵守すべき義務として発行される
- ii) 非該当証明書 (CNC) : 事業概要書 (PDR) に基づき、PEISS が適用されず且つ ECC が必要とされない事業に発行される。
- iii) 不許可通達 : 不許可理由と次回の EIA 手続きにて許可を得るための改善点を示したガイダンスとともに発行される。

各事業区分に必要な ECC 申請書類、取得する許可、承認者、手続き期間を表 7.2-5 に示す。グループ I 事業においては、ECC 取得に必要な書類は中央 EMB に提出し、EMB 局長もしくは DENR 長官からの承認を取得する。グループ II 事業においては、地方 EMB に提出し地方 EMB 局長からの承認を取得する。

表 7.2-5 各事業グループ区分における ECC 取得に必要な書類等

グループ	申請必要書類	取得する許可	承認者	最大処理期間 (営業日)
I: ECA 或いは NECA における ECP 事業	EIS	ECC	EMB 局長/DENR 長官	120 日
II: ECA 内における NECP 事業	EIS/IEER/IEEC/PDR	ECC	地方 EMB 局長	15-60 日
III: NECA 内における NECP 事業	PDR	CNC	EMB 局長//地方 EMB 局長	15 日
IV: 共同事業	PEIS	ECC	DENR 長官	180 日
V: 未分類事業	PDR	CNC/最終事業区分と EIA 報告書の提案書	EMB 局長/DENR 長官/地方 EMB 局長	15 日

出典：改訂版プロセスマニュアル (Revised Procedural Manual for DAO 2003-30, 2008)

### 5) 環境アセスメント報告書の検討項目の概要

前述のように、事業の種類、事業実施場所、環境影響度合い及び事業基準を検討した上で、EIS、IEER、または PDR のいずれかを作成する。DENR は 2010 年 6 月 29 日に、通達第 2010-14 号 (Memorandum Circular No.2010-14) 「合理的な PEISS 実施における住民参加の必要条件と強化基準」を交付し、報告書の概要を記載している。新規単発事業の EIA 報告書の概要を表 7.2-6 に示す。

表 7.2-6 新規単発事業における EIA 報告書の概要

事業概況報告書	
目次	
要旨	
1.	事業概要
	1.1 事業実施場所と範囲
	1.2 事業実施の理由
	1.3 事業の代替案検討
	1.4 事業の内容
	1.5 事業工程/技術的選択
	1.6 事業規模
	1.7 開発計画、事業スケジュール
	1.8 人材
	1.9 事業投資コスト指標
2.	環境影響分析
	2.1 土地
	2.1.1 土地利用及び区分
	2.1.2 地質及び地形
	2.1.3 土壌
	2.1.4 陸域生物
	2.2 水
	2.2.1 水文/水文地質
	2.2.2 海洋
	2.2.3 水質
	2.2.4 淡水及び海洋生物
	2.3 大気
	2.3.1 気象/気候
	2.3.2 大気質 (及び騒音)
	2.4 社会
	2.4.1 移転が必要な住民の特定
	2.4.2 事業実施による住民の移住パターンの変化
	2.4.3 先住民文化および文化/生活に対する影響
	2.4.4 地域の公衆衛生に対する脅威の特定
	2.4.5 事業実施による地域への貢献
	2.4.6 生活の基本的サービスや資源分配に対する影響
	2.4.7 地域の交通への影響
	2.4.8 地域の環境管理への責任の有無
	2.4.9 地域資産への影響 (移転や価値の切り下げ)
	2.4.10 影響が及ぶ資産の特定
3.	環境生態へのリスク評価
4.	影響管理計画
5.	社会開発プログラムのフレームワーク及び IEC フレームワーク
6.	環境遵守モニタリング
7.	緊急事態への対応方針及びガイドライン
8.	放棄/ 廃止/ 再建に係る方針及びガイドライン
9.	環境管理実施に係る組織計画
参考文献一覧	
付録	

出典 : DENR 通達第2010-04 号 (Memorandum Circular No.2010-04, June 2010)

## 6) 住民参加、住民協議、住民への情報公開

「フィ」国の環境アセスメントでは住民参加が重視されており、改訂版プロセスマニュアル（Revised Procedural Manual for DAO 2003-30, 2008）では、住民参加を以下の活動を通じて実施することを明記している。

### a) 広報教育（Information, Education and Communication : IEC）活動

(P) EIS の提出が求められる新規/改定事業では、公開スコーピングの社会準備プロセスとして地方自治体（Local Government Units : LGUs）の広報教育活動を実施することが求められている。広報教育活動はステークホルダーと検討項目を特定する上での基本となる。

### b) 公開スコーピング

(P) EIS による新事業での公開スコーピングにて挙げた問題や懸念事項は、EIA 審査委員会と事業者による技術的スコーピングに必要なコミュニティからの情報である。公開スコーピング参加者はステークホルダー代表、EMB 職員、EIA 審査委員会、そして事業者代表から構成される。公開スコーピングで取り上げられた問題点（スコーピングチェックリスト）は EIA 調査の TOR にも含まれる。

### c) 地域ステークホルダーの参加

対象地のステークホルダーは EIA では地域情報源、ガイド、支援者、また、先住民族の知識や社会経済分析・意識分析調査でのインタビュー者またはインタビューを受ける者として主要な情報提供者である。また、収集情報は社会経済調査、IEC 活動、モニタリング計画、またその他の環境管理計画を形成する上で基盤となる。

### d) 公聴会（Public Hearing）の開催

(P) EIS の提出が求められる全ての新規 ECP 事業には公聴会（Public Hearing）が求められる。公聴会に多くの反対者が欠席した場合或いは公聴会に変え住民協議（Public Consultation）の開催する書面による要求があった場合に事業者は DENR-ENB から公聴会の開催を免除される。公聴会は事前に開催告知を行い、登録、EIA 報告書（方言もしくは開催地で使用される言語で記載された事業概況報告書）の入手、ポジションペーパー、そして公聴会前及び開催中にて意見の受け取り方法について明確に記載する。また、公聴会と住民協議会開催前には環境アセスメント報告書や関連資料を地方 EMB 事務所と LGUs に、環境アセスメント報告書概要を公聴会開催バランガイに、そして、事業概況説明書をステークホルダーに配布し、十分な情報を得た上での公聴会と協議会への参加を促す。

### e) 環境アセスメント提案書の共有

ECC/CNC が発行された後、環境アセスメント提案書は DENR-EMB から LGUs と政府機関へ提出され、意思決定にて考慮される。この結果、環境懸念事項に対しより包括的で連携がとれた参加型セーフガードが実施される。

## 7) モニタリングと評価

### a) モニタリングと評価の実施目的

PEISS では改訂版プロセスマニュアル（2008 年）において、モニタリング、妥当性確認及び評価を実施する目的は、ECC と関係規定に遵守した事業者及び事業実施地域の健全な環境管理の実施を確実にすることであると記載されている。具体的には以下の 4 項目の保証を挙げている。

- ECC で定められた事項を遵守している。
- 環境管理計画（Environmental Management Plan : EMP）を遵守している。
- 環境管理計画立案にて予測した影響に対して、実際の影響回避または緩和するような効果的な対策を実施している。
- 事業による環境影響に対応した環境管理計画の持続的な更新をおこなっている。

### b) 関連機関の役割と責任

#### i) 事業者によるモニタリング

ECC を取得した事業者は事業のモニタリング実施の責任があり、半年ごとの遵守モニタリング報告書（Compliance Monitoring Report : CMR）を当該 EMB に提出することが規定されている。環境法に規定されている具体的な環境基準の遵守状況の詳細報告は自己モニタリング報告書（Self-Monitoring Report : SMR）に記載し 4 半期ごとの関係 EMB に提出する。

#### ii) 第三者モニタリングチーム

第三者モニタリングチーム（Multi-partite Monitoring Team : MMT）は事業者の環境遂行状況を評価し、知見や推薦事項を当該 EMB 事務所に提出する。

モニタリングチームは ECC、特に ECP が必要な事業にて住民参加が望まれる場合や事業実施での環境影響のモニタリングで住民参加とステークホルダーの警戒を促し適切な審査と均衡メカニズムが必要と判断する場合に設置される。モニタリングチームの具体的な役割は以下のとおりである。

- i) ECC と EMP の規定条件への遵守状況の検証
- ii) 事業者による自己モニタリング実施状況の検証
- iii) 苦情受付、苦情の妥当性確認に必要な情報収集、事業者と EMB へ苦情対応策の提示
- iv) 簡略版妥当性確認報告書を作成し地域ステークホルダーに配布
- v) EMB フォーマットをもとにした定期的な MMT 報告書の作成と提出。

MMT は半年ごとに遵守モニタリング及び妥当性確認報告書（Compliance Monitoring and Validation Report : CMVR）と事業者の CMR/SMR を関係する地方 EMB 事務所に提出する。第 2 回 CMVR には、環境基準に係る分析と環境要素と社会要素の遂行状況の定量的妥当性評価を行うことが推奨されている。

iii) 環境管理局 (EMB)

環境管理局は事業者のモニタリングと MMT の検証をふくむ全体の評価と審査を行う。上記の各組織によるモニタリング、妥当性確認及び評価活動を表 7.2-7 に示す。

表 7.2-7 モニタリング、妥当性確認及び評価

モニタリング項目		提出頻度/時期		
		事業者による自己モニタリング	MMT による事業者の妥当性評価	EMB による評価/審査
A. 遵守状況	ECC	半年ごとの CMR	半年ごとの CMVR	半年ごとの CER
	EMP <sup>1</sup>	半年ごとの CMR	半年ごとの CMVR	半年ごとの CER
	環境基準 (特別環境法にて規定)	四半期ごとの SMR での詳細報告書及び半年ごとの CMR での遵守状況の概要	半年ごとの CMVR	半年ごとの CER
B. 妥当性確認		-	半年ごと	半年ごとあるいは苦情や基準超過、疑わしいデータが発生した時
C. 環境管理計画における管理方法の効果	サンプリング及び測定	EMMoP2 の規定通り毎月/継続的に実施	苦情や基準超過、疑わしいデータが発生した時	必要に応じて (MMT と協力)
	トレンド分析/EMB 遂行状況報告	第 2 回 CMR 及び第 4 回 SMR	第 2 回 CMVR	第 2 回 CER

出典：改訂版プロセスマニュアル (Revised Procedural Manual for DAO 2003-30, 2008)

ノート:

- a) 環境管理計画 (EMP) は影響緩和策計画 (Impacts Management Plan) と社会開発計画 (Social Development Plan)、広報活動計画 (IEC Plan) で構成される。
- b) CMVR は事業者の CMR/SMR を添付として含む。
- c) 遵守評価報告書 (Compliance Evaluation Report : CER) は EMB ケースハンドラー及びスタッフが準備し、事業者の CMR/SMR と MMT の CMVR を添付する。
- d) 複合 EMB チーム (MMT が設置されない場合) が妥当性評価を行う。もし事業者が既存の MMT が設置されている場合は EMB の職員は MMT のメンバーとして妥当性評価を行う。複合チームが EMB 部署の管轄内の問題に対する検証が必要な場合は、複合 EMB チームは特定の MMT の評価活動に加わり、統括されたグループによる評価を行う。
- e) 環境基準に係る分析は基準に対し重要な環境要因に対して実施され、定量的妥当性評価は該当する重要な影響とその対策に対して行われる。

<sup>1</sup> EMMoP : 環境管理及びモニタリング計画 (Environmental Management and Monitoring Plan)

8) PEISS と JICA ガイドライン及び世銀セーフガードポリシーとの整合性

2010 年 4 月に制定した国際協力機構環境社会配慮ガイドライン (以下、JICA ガイドライン) 及び世界銀行セーフガードと、「フィ」国の憲法や環境法、地方自治法などの EIA 関連法との比較をした結果、制度上、特に大きな乖離はみられない。

7.2.2 事業に係るその他の環境法規

本事業に係る重要な環境法令と条例には常に把握している必要がある。PEISS には「フィ」国で制定された環境法、条例、基準に遵守することが記載されている。事業のタイプ、場所、規模、想定される影響度が明確になった時点で、関係する法基準の確認し要件の確認が必要となる。



### 1) 大統領令第 1152 号 (Presidential Decree No.1152) 「フィ」国環境法典

「フィ」国の環境法典。総合的な環境保全対策及び管理を規定しており、漁業や海洋資源、野生動物、森林と土資源の保全、洪水管理と自然災害、エネルギー開発、表面水と地下水の保全と利用、鉱物資源における大気、水質、天然資源、廃棄物管理について規定している

### 2) 水質浄化法または共和国法第 9275 号 (Clean Water Act, Republic Act 9275) (2004 年)

この法はあらゆる汚染物質（産業、商業、農業、家庭）からの水質の保全を図るものである。あらゆる分野でのステークホルダーの参加を通し、汚染の回避と緩和のための統合的水質管理方針を記載している。

### 3) 大気汚染防止法/共和国法第 8749 号 (Clean Air Act of 1999, Republic Act No. 8749)

大気汚染防止と規制に係る方針が明記されている。固定排出源（工場等）及び移動排出源（自動車）の排ガス基準などを定めている。大気汚染物質排出量はこの法の環境基準値に遵守する必要がある。違反者に対する罰則も定められている。

### 4) 固形廃棄物管理法または共和国法第 9003 号 (Ecological Solid Waste Management Act, Republic Act No. 9003, 2000)

固形廃棄物管理法では制度メカニズム、インセンティブや禁止事項、罰金、資金繰りなどを定め、固形廃棄物管理プログラムを明記している。

### 5) 汚染防止法または大統領令第 984 号 (Pollution Control Law, Presidential Decree No. 984)

大気と水質に影響を及ぼす産業活動を規制する。廃棄物や汚水排水量が通常を超過し、人命、健康、安全、動植物への脅威がある場合は DENR が排除措置命令 (ex-parte cease and desist orders : CDO) を課す権限を与える。

### 6) 改正森林法または大統領令第 705 号 (Forestry Reform Code/ Presidential Decree No. 705)

改正森林法では、適正な区分、人口増加による需要を満たすため生産性の拡大を可能にさせる土地管理と利用の必要性が急務とされている。そのためには最大限での森林利用許可する前に森林地と資源の複合的利用を再評価する必要があるとしている。また、利用だけでなく、持続的な産出を確保した森林の保護、開発及び回復なども定めている。

## 7.2.3 社会環境に係る法制度と手続き

### 1) 社会環境に係る法制度

用地取得及び非自発的住民移転に係る憲法及び主要な関連法は「フィ」国憲法、共和国法第 8974 号、共和国法第 8371 号、また、先住民族権利法、援助機関の環境社会セーフガード方針、その他適用される法規がある。用地取得及び非自発的住民移転と先住民族のためのセーフガードを定めている法規、方針やガイドラインは以下の通りである。

**a) 「フィ」国憲法 (The Philippine Constitution of 1987) (1987 年)**

用地取得及び非自発的住民移転においての基本方針は以下の条項で定められている。

i) 第 3 条 1 項

法的手続き、公平な法的保護なくして生活、自由、財産を収用されることはない。

ii) 第 3 条 9 項

私有財産は公正な補償及び住民協議なくして公共目的のため収用されることはない

iii) 第 13 条 9 項

政府は法に従い民間と協力して、都市における土地改革と住宅における継続的なプログラムを実施する。プログラムは都市と移転地における社会的弱者とホームレスへの低所得者住宅とインフラ設備の供給し、雇用機会の提供することを記載している。またこれらのプログラムの実施において国家は矮小財産の所有者の権利も認めている。

iv) 第 13 条 10 項

都市部及び地方の貧困層の居住権を認め、法と人権を無視した強制的な退去と破壊を禁止している。また、事前の協議なくして都市部及び地方貧困層の移転を禁止している。

**b) 地方自治法または共和国法第 7160 号 (Local Government Code of 1991/ Republic Act No.7160, 1991)**

第 19 項では、事前に定まった適正金額を所有者に掲示することなく用地取得することを禁止している。地方自治体の取得権・手続を規定し、地方自治体は税金申告に基づく公平な市場の土地価格の 15%を預託することで、取得裁定申請後すぐに土地を占有できると規定している。残る支払価格は、用地取得時の適正市場価格に基づき裁判所にて決定する。

**c) 都市開発住宅法または共和国法第 7279 号 (Urban Development and Housing Act : UDHA, Republic Act No.7279, 1992)**

本法は、都市部貧困層や非正規居住者の生活向上と低所得者住宅供給、生計援助の実施、雇用機会へのアクセス配慮などを規定している。また、公平な土地保有制度を規定し、事業の受益者からの借地権を補償し、矮小財産の所有者の権利を認めて補償支払いを確実にする。

強制立ち退きと解体は以下の場合に認めている。

- 潟湖、線路、廃棄場、河川岸、水路や公共の場（歩道、道路、公園、湯児童公園）等危険区域に居住している場合
- 資金が確保された政府のインフラ事業が実施される場合.
- 立ち退きと解体の裁判所命令があった場合

21 項では、低所得者住宅や移転地では地方自治体と国家住宅庁 (National Housing Authority : NHA) が中心となり、民間開発者とその他係る機関と調整をして移転地にて次の基本的インフラ設備を提供することを規定している。(a) 水道、(b) 電力と電気、電力配信システム、(c) 下水設備と効率的で適切な固形廃棄物処理システム、そして(d) 主要幹線道路と輸送設備へのアクセス。

特にその他の病院や学校、通信、安全保障、娯楽、福祉に係るサービスと施設の提供は、民間セクターや移転者と連携し、LGUs と関連機関が優先的に計画、実施することを規定している。

**d) 公共用地取得促進法または共和国法第 8974 号 (An Act to Facilitate the Acquisition of Right-of-Way/ Republic Act No. 8974) (2000 年)**

用地取得手続きでの迅速な土地取得のため補償額の統一基準を制定している。

4 項では、用地取得のガイドラインが記載されている。公共インフラ事業のために ROW や私有地の取得が必要な場合は、適切な実施機関が裁判所の決定前に以下のガイドラインに基づき取得手続きを行うことを規定している。

- i) 実施機関は国税局 (Bureau of Internal Revenue : BIR) が定める価格 (Zonal Value) に基づき算定した所有価格の全額及び土地改良費用と構造物費用の支払を直ちに行う。
- ii) 価格 (Zonal Value) が規定されていない場合は、BIR は没収日から 60 日以内にそのエリアの価格を定める。
- iii) 既存価格が存在しない場合は、実施機関は 5 項の基準に基づき算定される価格を直ちに所有者に支払う。

5 項：強制収用もしくは交渉による用地取得における価格算定の基準

- i) 当該地の土地利用区分
- ii) 土地改良に要した費用
- iii) 所有者の主張する価格
- iv) 近隣地域での市場価格
- v) 固定資産の撤去と改良に必要な価格
- vi) 土地の大きさ、形状、位置、税金申告、土地価格など

9 項：非正規居住者に対する移転地。インフラ事業による ROW から非正規居住者を撤去するため、LGUs と国家住宅庁 (NHA) に民間開発業者及び関連諸機関と連携しながら、移転地及び移転地における基礎的サービス (上水、電力、下水、交通手段等) の提供を義務付けている。該当する地方自治体は移転代替地の提供と手続きを行う。

**e) 先住民族権利法 (Indigenous Peoples' Rights Act) (1997 年)**

先住民族権利法は、先住民族に影響する計画、プログラム、事業に対し、条件、要件、セーフガードを規定しており、先住民族の権利を明確に説明し保護している。重要な規定は以下のとおりである。

- i) 先祖伝来領域に有する権利を保護 (第 3 章、11 項)

- ii) 官民に関わらず先祖伝来領域に影響を及ぼす事業形成と実施における情報提供と参加（第3章、7b節）
- iii) 官民事業による損害に対し公平な補償を受け取る権利（第3章、7b項）
- iv) 領域にとどまる権利。住民移転が回避されない場合は先住民族の自由意志と先住民族文化共同体に基づく事前合意が必要となる。（第3章、7c項）
- v) 移転先での権利の補償（第3章、7d項）
- vi) 先住民族が決定した権利、生活、今後に影響する事項に関して意思決定への参加する権利。（第4章、16項）
- vii) 所有、占有また使用する土地の優先事項を決定する権利（第4章、17項）
- viii) 宗教・文化的土地の維持、保護、そしてアクセスする権利（第4章、33項）
- ix) 先住民族権利法では国家先住民族委員会（National Commission on Indigenous Peoples : NCIP）を設置し、多くの条例が公布されている。特に重要な方針は国家先住民族委員会行政命令第1号（2006年）（NCIP Administrative Order No.1, series of 2006）に規定されている先住民族の自由意志に基づく事前合意（The Free and Prior Informed Consent Guidelines of 2006）である。

## 2) 社会環境の関連行政組織

「フィ」国では用地取得・住民移転を専門に扱う政府組織はない。事業者（及び所掌当局）が独自に用地取得・住民移転を扱う。公共事業道路省（Department of Public Works and Highways : DPWH）に加え、用地取得の機会が多い他機関として以下がある。しかし、用地取得・住民移転に係る手順を定めている機関は DPWH のみであり、DPWH 以外の機関は DPWH の手順や融資機関のガイドラインに従って用地取得・住民移転を実施している。

- 国家住宅庁（National Housing Authority）
- 国家電力公社（National Power Corporation）
- 国営送電公社（Transmission Corporation）
- 国家灌漑庁（National Irrigation Administration）
- 農地改革省（Department of Agrarian Reform）

## 3) 非自発的住民移転にかかる「フィ」国政策と JICA ガイドライン及び世銀セーフガードポリシーの比較

2010年4月に制定した国際協力機構環境社会配慮ガイドライン（以下、JICA ガイドライン）及び世界銀行セーフガードと、「フィ」国の用地取得及び住民移転に係る法制度の比較を行った。JICA ガイドライン、世界銀行セーフガードと基本的に調和している。JICA ガイドライン及び世界銀行セーフガードと「フィ」国の用地取得及び住民移転に係る法制度の比較を表 7.2-8 にまとめる。

表 7.2-8 「フィ」国と JICA ガイドライン/世界銀行の非自発的住民移転に係る関係法規の比較

JICA ガイドライン/ 世銀セーフガードポリシー—OP4.12	「フィ」国関連法	比較・ギャップ	ギャップを埋めるための 方針及び推奨
<ul style="list-style-type: none"> <li>非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない。このような検討を経ても回避が可能な場合には、影響を最小化し、損失を補償するために、対象者と合意の上で実効性ある対策が講じられなければならない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>公共目的のために生活、自由、私有財産を法的手続きなしで、公的法の擁護もと取用されることはない。（「フィ」国憲法第三章、1項）</li> <li>先住民族：領域ごととまり排除されない権利。住民族移転が回避されない場合は、先住民族の自由意志と先住民族文化共同体に基づく事前合意が必要となる。（先住民族権利法 1997 年、第 III 章、7c 項）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「フィ」国には直接対応する法規が存在しないが、非自発的住民移転に対する「フィ」国の方針には大きな相違はない。</li> </ul>	-
<ul style="list-style-type: none"> <li>住民移転が発生する全てのプロジェクトは住民移転計画を策定し、一般の人々が閲覧可能にする。</li> <li>影響を受ける土地無所有者、高齢者、女性と子供、先住民族などの社会的弱者、貧困層のニーズに対して細心の注意を払う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>資金調達が国内外に関わらず、一般的な補償による道路用地取得が必要なすべての事業に対し用地取得及び住民移転計画を作成する。（DPWH 省令第 5 号 2003 年）</li> <li>用地取得及び住民移転計画は事業概要、事業実施に伴う影響とその最小化のための対策、影響住民の社会経済状況、補償パッケージ、実施スケジュール、制度、住民参加と協議、苦情処理手続きを踏まえて作成する。（DPWH インフラストラクチャー道路用地手続きマニュアル、2003 年）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「フィ」国には住民移転計画作成における政府関連法規が存在しないが、DPWH の方針(LARRIPP, 2007)にはRAP は住民協議、住民公聴会、苦情処理メカニズム、制度、モニタリング評価を含むと規定しており大きな乖離はない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本事業の RAP 実施方針は世銀 OP 4.12 及び JICA ガイドラインに従う。</li> </ul>
<p>補償金額は再取得費用 (full replacement cost) に基づき補償が提供されなければならない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業者は国税局 (BIR) の定める価格 (Zonal Value) に基づき算定した補償額を提示し、交渉する。地主が国税局による補償額を拒否した場合、事業者は査定委員会または個人の土地査定者の提案する金額に基づいて再度地主と交渉する。（共和国法第 8974 号）</li> </ul>	<p>国税局のゾーン価格査定は、過去の土地売買記録を参照して決定され、独立土地評価機関の査定とは異なる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>補償に対する本事業の方針は、再取得費用 (full replacement cost) に基づいており、DPWH の LARRIP の方針と世銀 OP4.12 及び JICA ガイドラインに従う。</li> </ul>

JICA ガイドライン/ 世銀セーフガードポリシーOP4.12	「フィ」国関連法	比較・ギャップ	ギャップを埋めるための 方針及び推奨
<p>適切な被影響住民とそのコミュニティが参加によって住民移転計画の策定、実施、モニタリングを行い、生活生計手段の損失の回避に努めなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>住民移転計画の策定において、コンサルタントは被影響住民とそのコミュニティを対象に住民協議を開催する。また、コンサルタントは協議開催前に十分な情報を提供する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>苦情処理メカニズムやその他の手段を通じて、被影響住民への情報伝達を行う。用地取得・住民移転・生計回復に関する実施方針、また事業に関する苦情処理は、交渉を通して行われ合意形成をすることが知られる。(LARRIP 方針 2007年)</li> <li>被影響住民に含まれる女性、子ども、高齢者は住民協議会にて相談し、住民移転計画の社会文化面での影響を協議する。(LARRIP 方針 2007年)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「フィ」国には住民協議の回復における政府関連法規が存在しない。DPWHの「用地取得・住民移転・生計回復及び少数民族に関する方針 (LARRIP 方針) (第3版) 2007年」には、RAP (住民協議、住民公聴会、苦情処理メカニズム、制度、モニタリング評価を含むと規定している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本事業のRAP 実施方針は世銀 OP 4.12 及びJICA ガイドラインに従う。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>非自発的住民移転及び生計手段の喪失する人に対しては十分な補償金額と支援を提供しなければならない。移転前の生活水準、収入機会、生産水準において改善または少なくとも回復できるように努めなければならない。</li> </ul>	<p>土地と損失資産の補償以外の補助と資格には妨害に対する補償、収入減少と不都合への手当、賃貸と交通費の手当。(LARRIP 方針 2007年)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「フィ」国には生活・生計の回復における政府関連法規が存在しないが、DPWHのLARRIP 方針とは偏差不い。(LARRIP 方針 2007年)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本事業のRAP 実施方針は世銀 OP 4.12 及びJICA ガイドラインに従う。</li> </ul>
<p>事業開始後、事業実施者等は予測しなかった事態が発生していないか、予測に対して緩和策の実施状況を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>モニタリング結果はステークホルダーに情報公開する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RAP 実施をモニタリングする目的は、RAPがLARRIP 方針に従い適切に実施されているかを確認するためである。用地取得、損失資産の補償支払い、事業による被害が大きな被影響住民の住民移転などのモニタリングも含む。定期的な内部及び外部モニタリングを実施する。外部モニタリング機関は、モニタリング期間中、住民協議会を通して、被影響住民へLARRIP方針、RAP実施結果等の公開を含む。(LARRIPP, 2007)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「フィ」国にはモニタリング評価における政府関連法規が存在しないがDPWHのLARRIP方針とは偏差不い。(LARRIP 方針 2007年)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本事業のRAP 実施方針は世銀 OP 4.12 及びJICA ガイドラインに従う。</li> </ul>

出典: JICA 提供資料に基づいて調査団作成

### 7.3 EIA 報告書レビュー

調査団は LRT1 号線カビテ延伸事業の以下の文書をレビューした。

#### 7.3.1 2002 年 ECC 及び EIS

1999 年、LRT1 号線延伸事業の EIA 調査が EIS を作成するため実施され、DENR-EMB へ提出された。その後、延伸事業の ECC は、DENR によって 2002 年 12 月 11 日に認可された。しかし、事業が実施されなかったため、3 年後の 2005 年に自動的にキャンセルされた。LRTA は ECC の延長を模索したものの、ついには 2007 年に失効した。

ECC は下記項目を条件として発行された：

- 地方自治体 (LGUs) と他の関係機関と連携して影響家族の移転地整備を完了し、移転活動を実施すること、
- EIS に含まれる必要なすべての緩和策と環境モニタリングおよび管理計画を実施すること、
- 統合廃棄物管理プログラム、実行可能な交通管理計画及び社会開発プログラムを実施すること、
- 事業の工事前、工事中、運用段階を通して、有効かつ継続的な「情報、教育、コミュニケーションプログラム」を策定し、着手すること、そして、
- 以下の事項を設立すること：
  - 事業によって引き起こされるかもしれない人命や財産の損失補償、建設工事及び運転によって影響を被る地域の復興、事業によって負の影響を受ける団体やコミュニティへの補償といった費用に充てるため、また、不測の事態のための資金源である環境保証基金 (Environment Guarantee Fund) ；
  - 事業者、DENR、地域の環境 NGO や人民機構 (People's Organization: PO)、地方自治体 (LGUs)、影響を受けるコミュニティ、地方都市/町村の保健センター等の代表者から構成される第三者モニタリングチーム第三者モニタリングチーム；そして、
  - 第三者モニタリングチームの活動に必要な費用、例えば、会議や研修、サンプリングや分析、技術専門家の雇用、飲食費、宿泊費や交通費等、これらをカバーする環境モニタリング基金。

#### 7.3.2 2012 年 ECC 及び EIS

2012 年初頭、LRT1 号線カビテ延伸事業の EIA 調査は、LRTA のためパークマン・インターナショナル社によって再実施された。ECC 申請に必要な環境影響評価書が策定され、DENR-EMB に提出された。

ECC 申請の進捗状況を表 7.3-1 に示す。EIS は DENR-EMB の EIA 審査委員会によって審査されている。LRTA によると LRT1 号線カビテ延伸事業の ECC は 2012 年 9 月末に発行される見込みとのことである。



表 7.3-1 ECC 申請進捗スケジュール

2012年4月13日	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EPRPM は ECC を取得する LRTA から DENR-EMB に提出された。</li> </ul>
2012年5月8日	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EIA 審査委員会が DENR/EMB の中央事務所で開催され、委員会は住民協議会の追加ラウンドを開催するよう LRTA に要請</li> <li>• DENR/EMB は EPRPM ではなく EIS を提出するよう LRTA に要求</li> </ul>
2012年5月22日	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LRTA は追加住民協議会の開催しないことについて、再審査レターを EMB へ送付</li> </ul>
2012年6月12日	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 正式回答レターはないものの、EMB は、追加住民協議会を開催しない旨の LRTA の要求を了承</li> </ul>
2012年6月20日	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LRTA は EMB に EIS を提出</li> </ul>
-	(EIS は DENR-EMB の EIA 審査委員会により審査される)
2012年9月	ECC 発行予定 (LRTA は環境保証基金を支払う)

出典：調査団

### 7.3.3 LRT 1 号線カピテ延伸事業の EIS レポート (2012) レビュー

調査団は EPRMP と EIS 案のコピーを受け取った。EIS 案は EPRMP と同じ内容であった。調査団は JICA ガイドラインの要求事項に従って EIS 報告書案を綿密に検討した。

EIS 比較検討による緩和策に対する提言が、建設工事前及び工事中については表 7.3-2 に、運用段階については表 7.3-3 にまとめられている。

EIS 比較検討による環境モニタリング計画に対する提言が、建設工事前及び工事中については表 7.3-4 に、運用段階については表 7.3-5 にまとめられている。

モニタリング結果は、モニタリングフォームに書き込むことにより、工事期間中は、プログレスレポートとして四半期ごとに、また、供用開始後 2 年は、半年ごとに JICA に提出される。モニタリングフォーム案を付属資料 D-1 に示す。

表 7.3-2 建設工事前及び工事中における追加緩和策に関する EIS と JICA ガイドラインの比較検討並びに追加緩和策の提言

JICA ガイドライン		EIS (2012) のインパクト管理計画		追加緩和策に関する提言
チェック項目	必要性 ○:Yes/X:No	検討有無 ○:Yes/X:No	緩和策	
汚染対策				
大気汚染	○	○	ダストコントロール: ● 定期的な散水 ● TSP モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> <li>粒子状物質の再浮遊を防止するため、土砂運搬車両は、キャンバスや袋材料等の防水シートでカバーすること。</li> <li>土砂貯蔵場は、特に風の強い条件では、湿らせること。</li> <li>プラントやストックヤードは、住宅地や保護地区から、離れた位置に設置すること。</li> <li>低公害建設機械・車両を利用することにより、大気汚染物質の排出を削減すること。</li> <li>定期的なチェンアップ、建設機器や機械のメンテナンスを適切に行うこと。</li> <li>不必要なアイドリングを止めること。</li> </ul>
水質汚濁	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>表流水:SS 及びシルテーション、埋立て処分場からの浸出水による汚濁などのコントロール</li> <li>地下水:埋立て処分場からの浸出水による汚濁などのコントロール</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建設工事現場に移動式トイレやゴミ箱を設置すること。</li> <li>特に雨期は、建設工事現場からの土壌浸食を防ぐため、不適切な土盛りを避けること。</li> <li>降雨時に、表面流出による土壌浸食を防止するため、防護柵と排水施設を設置すること。</li> <li>雨天時、舗装工事については作業を行わないこと。</li> <li>粉砕工場、採石場、バッチ処理工場、他の関連施設からの排水のために沈殿槽が設置されること。</li> <li>適切な建設機械や大型車両を提供し、それらを適切に維持すること。</li> <li>作業場、自動車やプラントの洗浄設備、サーピス・給油エリアなどの排水システムには、水質汚濁防止のため、油・グリーストラップを設置すること。</li> </ul>
廃棄物	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>埋立て処分場からの掘削廃棄物の適切な処分</li> <li>浸出水による水域、土壌の汚染防止</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建設工事から発生する廃棄物を最小限にするため、適切な廃棄物管理計画を建設工事計画に含めること。</li> <li>廃棄物処分場は、詳細設計段階で特定されなければならない。</li> <li>建設廃棄物の適正な管理及び処分を実施すること。</li> <li>コンタクトターは、a) 発生抑制、b) 分別収集、c) 貯蔵、d) 輸送、e) 処分場の維持管理について、適切な方法に関する知識を深めること。</li> <li>余剰掘削土の再利用と選定地への処分。</li> <li>掘削廃土、砂や底泥は、重金属や農薬などの有害物質の汚染レベルに基づいて、適切に処分、処理を行うこと。モニタリングは工事着工前に実施すること。</li> </ul>
土質汚染	○	X	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>浸出水による水域や土壌の汚染を防止すること。</li> <li>適切な建設機械、工事車両を提供し、それらを適切に維持すること。</li> <li>アスファルト、コンクリート舗装工事の排水を適切に処理すること。</li> <li>作業場、車両やプラント洗浄施設、サーピス・給油エリアの排水システムには、油・グリース水分離装置を設け、表流水の汚濁を防止すること。</li> </ul>
騒音・振動	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>日中の高騒音発生工事作業の工程管理</li> <li>特に騒音の影響を受けやすい地域に仮騒音壁の設置</li> <li>工事作業員への耳あての提供</li> <li>建設機器・機械にマフラーや騒音抑制装置の取付け、及び定期的なメンテナンスの実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事前に住民へ工事スケジュールを通知すること。</li> <li>夜間の工事作業を制限すること。</li> <li>低騒音建設機械・大型車両を使用すること。</li> </ul>
地盤沈下	X	X	-	-

JICA ガイドライン		EIS (2012) のインパクト管理計画		追加緩和策に関する提言	
チェック項目	必要性 ○:Yes/X:No	検討有無 ○:Yes/X:No	緩和策		
悪臭	X	X	-	-	-
底質	○	X	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>「水質」の項目で挙げた同様の対策を講じ、河川、小川の底質汚染を防止すること。</li> </ul>
自然環境					
保護区	X	X	-	-	-
生態系	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>自然植生(例えばマングロープ)及び農耕地の植生の損失の最小化</li> <li>水生動物への影響の最小化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DENR から樹木伐採許可(マングロープを含む)を得ること。</li> <li>苗木、若木、中木の移植、植栽は注意深く行うこと。</li> <li>修景手法により影響を受ける植生地域の景観修復を考慮すること。</li> </ul>	
水象	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>排水システムは十分な容量を持たせること。</li> <li>洪水防止のため不要のストックパイプを作らないこと。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>河口湿地における洪水流の経路の一部が埋め立てられることより、詳細設計時には、サテライトデポにおける洪水防止対策を検討すること。</li> </ul>	
地形、地質	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震及び液状化リスク、地盤沈下について詳細設計時に検討する。</li> </ul>	-	
廃地管理	○	X	-	<p>補助施設(例、ワークキャンプ)のデコミッションと廃棄措置:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>宿舍、厨房や食糧庫、トイレを含むすべての一時的な構造物は、道路 ROW 内への侵入を防ぐために撤去すること。</li> <li>サイトは自然または安定した状態まで復元すること。</li> <li>露出したエリアは適切な植生で覆うこと。</li> <li>機器を置き去る前に、サイトの復旧の完了を確認すること。</li> <li>建設廃物、がれき、一般家庭廃棄物が、許可された処分場に適切に廃棄されており、工事現場に・放棄されていないことを確認するため、工事現場の共同立入検査を実施すること。</li> <li>作業員キャンプは地方自治体に引渡す、または寄付してもよい。</li> </ul>	
社会環境					
住民移転	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民移転計画(RAP): 被影響住民(PAPs)タイプごとに移転パッケージを作成し実施すること。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>サテライトデポの非正規居住者が住民移転計画(2012年)に含まれること。</li> </ul>	
生活・生計	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>地域の雇用率の増加(+)</li> <li>様々な宗教団体の活動の保護</li> <li>地域の小規模商業活動への影響を最小化する対策の実施</li> <li>仮騒音壁の設置</li> <li>工事車両を含んだ交通管理計画</li> <li>ガイドウェイ桁の夜間輸送</li> <li>ユータテイリテイ供給会社との密な連携によって、水道、電気等のサービス障害を最小化するための対策</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事計画に関する情報(スケジュール、交通規制部等)をラジオ、新聞等のメディアを通じ発信すること。</li> <li>住民の安全を確保するため重要な工事地点で交通規制を行い、誘導員を配置すること。</li> <li>夜間照明のため、工事エリア内に十分な照明を設置すること。</li> <li>工事エリア、特に掘削エリアの周りに境界フェンスを設置すること。</li> <li>自治体との会議を通じて、必要な場所に一時的な歩行者用のアクセスを用意すること。</li> </ul>	
文化遺産	X	X	-	-	-
景観	X	X	-	-	-

JCA ガイドライン		EIS (2012) のインパクト管理計画		追加緩和策に関する提言
チェック項目	必要性 ○:Yes/X:No	検討有無 ○:Yes/X:No	緩和策	
少数民族・先住民族	X	X	-	
労働環境 (労働安全を含む)	○	X	-	<p>工事作業員用キャンパス管理計画</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>工事請負業者は、飲料、調理、洗浄用に汚染されていない水を供給するよう作業員宿舎を建て維持すること。</li> <li>工事請負業者は、また「フイ」国改正労働安全衛生基準 (1992 年) により設定された基準に従い、全ての作業場の敷地内のアクセス可能な場所に飲料水施設を置くこと。</li> <li>工事請負業者は、以下を保証すること： <ul style="list-style-type: none"> <li>① すべての作業場・作業員キャンパス場の適切かつ簡単にアクセスできる場所において、十分な量の飲料水を供給し、これらの設備の定期的なメンテナンスを行う。</li> <li>② 貯水タンクは地面からタンク底部まで少なくとも 1 メートル離し設置する。</li> <li>③ 既存の井戸から引水する場合は、工事請負業者は共同水使用が地域コミュニティの水不足を生じさせないことを確認する。</li> <li>④ 水質試験は「フイ」国飲料水質基準 (2007 年) で規定されたパラメータについて毎月実施される。</li> </ul> </li> <li>キャンパスの下水システムは健康被害を発生させないこと。また、空気、地下水や隣接する水系を汚染することのないよう、設計、構築、運用されること。</li> <li>男性用から仕切られた女性用トイレ/バスルーム (タガログ語で示す) が必要な場所に提供されていること。</li> <li>すべてのトイレと小便器に十分な水が供給されること。</li> <li>すべての厨房や食堂には手洗い設備を提供すること。</li> <li>各工事現場には移動式トイレを提供すること。あるいは、50-100 人の作業チーム毎に 2 槽式浄化槽トイレを設置すること。</li> <li>工事請負業者は、キャンパス内に分別ゴミ箱を設置、廃棄物処理計画に従い、定期的に回収し処分を行うこと。</li> <li>キャンパス内に多くのゴミ箱を設置すること。ゴミ、厨芥ゴミ、タバコ吸殻、飲料缶を地面に捨てないようにする。定期的にゴミを回収し、満杯時、または少なくとも毎週埋立地に移送すること。</li> <li>工事請負業者は、MMDA / 地方自治体、または、監督コンサルタントの指導のもと、し尿 (排泄物) の処分に関する取り決めを行うこと。</li> <li>感染症、特に HIV/エイズやインフルエンザに関する、労働者の予防意識を向上させること。</li> <li>大規模キャンパスでは、作業員の疾病負傷時の応急処置、健康管理のため医療施設を設置すること。</li> <li>建設現場、採石場、人々や作業員の事故の起きやすい場所にはサインボード、照明装置を設置すること。</li> <li>盛土、切土など土木工事による穴や池を埋めて、健康リスクを防止し、媒介生物が成長する場所を取り除くこと。</li> <li>作業場にできた池は埋めて、ネズミ、虫、ハエや蚊を駆除すること。</li> <li>事業完了時にはキャンパスの撤去を確認すること。</li> <li>ワークキャンパスの建物は公共施設としてバランガイに寄付すること。</li> </ul>

JCA ガイドライン		EIS (2012) のインパクト管理計画		追加緩和策に関する提言
チェック項目	必要性 ○:Yes/X:No	検討有無 ○:Yes/X:No	緩和策	
事故防止対策	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>周辺地域の歩行者、住民の安全確保対策</li> <li>工事車両を含んだ交通管理計画</li> <li>ガイドウェイ桁の夜間輸送</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事車両のルートは、MMDA、自治体とのネットワークホルダー会議を通じて決定されること。</li> <li>工事計画に関する情報（スケジュール、交通規制部等）をラジオ、新聞等のメディアを通じて発信すること。</li> <li>交通安全に関して、工事作業員へ十分な教育および研修を行うこと。</li> <li>ドライバーの安全性を確保するため、重要な工事地点で交通規制を行い、誘導員を配置すること。</li> <li>甚大な事故を防止するため、工事エリアに沿って照明付き警告標識、バリケードを設置すること。</li> <li>夜間照明のため、工事エリア内に十分な照明を設置すること。</li> <li>落下事故を防止するため、工事エリア、特に掘削エリアの周りに境界フェンスを設置すること。</li> <li>交通整理のため、各迂回道路の入口、出口のポイントには、誘導員を割り当てること。</li> </ul>

出典：調査団

表 7.3-3 運用段階における追加緩和策に関する EIS と JICA ガイドラインの比較検討並びに追加緩和策の提言

JICA ガイドライン		EIS (2012) のインパクト管理計画		緩和策	追加緩和策に関する提言
チェック項目	必要性 ○:Yes/X:No	検討有無 ○:Yes/X:No			
汚染対策					
大気汚染	○	○	● 大気汚染物質排出削減効果	-	
水質汚濁	○	X	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>駅舎及びデポの排水処理施設の適切な維持管理を実施すること</li> <li>駅舎及びデポの排水処理施設からの処理水水質 (pH、TSS、BOD、COD、油/グリー、フェノール、糞便性大腸菌) の定期的なモニタリングを行うこと。(環境天然資源省省令 1990 年の改訂排水規則、1992 年の排水改訂・修正規則に従う)</li> <li>一般廃棄物管理計画に従い定期的にモニタリングを行うこと。</li> <li>有害化学物質を適切に取扱い、土壌への流出、漏えいを防止すること。</li> <li>可能であればガイドウェイや駅空間の下に植樹すること。</li> <li>騒音レベルを定期的にモニタリングすること。</li> <li>鉄路を良好な状態に維持するため定期的に維持管理を実施すること。</li> <li>モニタリング結果や苦情を記録し対応するためのメカニズムを整備すること。</li> <li>地盤沈下を定期的にモニタリングすること。</li> </ul>
廃棄物	○	X	-	-	
土壌汚染	○	X	-	-	
騒音・振動	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>重大でないと思われる</li> <li>騒音・振動低減対策：防音壁、振動吸収パッド、バラスト等の設置</li> </ul>	-	
地盤沈下	○	X	-	-	
悪臭	X	X	-	-	
底質	X	X	-	-	
自然環境					
保護区	X	X	-	-	
生態系	○	X	-	-	植樹した樹木を定期的にモニタリングすること。
水象	○	X	-	-	豪雨時の河川、クリークの洪水水位監視を行うこと。
地形、地質	○	X	-	-	植生回復場所の定期的な維持管理を行うこと。
廃地管理	X	X	-	-	
社会環境					
住民移転	○	X	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>RAP に従い、移転地での移転家族の生活・生計状況を定期的にモニタリングすること。</li> <li>RAP に従い、移転地での移転家族の生活・生計状況を定期的にモニタリングすること。</li> </ul>
生活・生計	○	○	以下の面で向上： <ul style="list-style-type: none"> <li>生活の質</li> <li>社会的受容性</li> <li>移動能力</li> <li>交通移動時間</li> <li>商業経済</li> </ul>	-	
文化遺産	X	X	-	-	
景観	X	X	-	-	
少数民族・先住民	X	X	-	-	
労働環境 (労働安全を含む)	X	X	-	-	
事故防止対策	○	X	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>歩行者の安全性を定期的にモニタリングすること</li> <li>交通の円滑な流れに関する定期的モニタリングを行うこと。</li> </ul>

出典：調査団

表 7.3-4 建設工事前及び工事中における環境管理計画に関する EIS と JICA ガイドラインの比較検討並びに追加モニタリングの提言

JICA ガイドライン		EIS (2012) の環境管理計画		追加モニタリング項目に関する提言
モニタリング項目	必要性 ○:Yes/X:No	検討有無 ○:Yes/X:No	モニタリング計画	
汚染対策				
大気汚染	○	○	● TSP	● NO <sub>2</sub> 及び SO <sub>2</sub> 追加
水質汚濁	○	○	● 表流水： BOD, TSS, 油/グリース ● 地下水： 細菌学的汚染項目	-
廃棄物	○	○	● 廃棄物管理及び処分	● 工事現場の状況、清浄度をモニタリングすること。 ● 3R 活動の実践状況をモニタリングすること。
土壌汚染	○	X	-	● 杭打ち、掘削工事の残土・底質の成分調査を行い有害物質の有無を確認すること。
騒音・振動	○	○	● 騒音レベル	-
地盤沈下	○	X	-	● 地盤沈下量をモニタリングすること。
悪臭	X	X	-	-
底質	○	X	-	● 杭打ち、掘削工事の残土・底質の成分調査を行い有害物質の有無を確認すること。
自然環境				
生態系	○	X	● 樹木の伐採	-
保護種	X	X	-	-
社会環境				
住民移転	○	X	-	● RAP 実施の進捗状況 ● 苦情の報告
生活・生計	○	○	● 交通管理計画の有効性 ● コントラクターの労働安全衛生法規の順守状況	● 地元労働者雇用率を定期的にモニタリングすること。

出典：調査団

表 7.3-5 運用段階における環境管理計画に関する EIS と JICA ガイドラインの比較検討並びに追加モニタリングの提言

JICA ガイドライン モニタリング 項目	EIS (2012) の環境管理計画		追加モニタリング項目に関する提言
	必要性 ○:Yes/X:No	検討有無 ○:Yes/X:No	
汚染対策			
大気汚染	X	X	-
水質汚濁	○	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>駅舎、デポの排水処理施設からの排水水質 (pH、TSS、BOD、COD、油/グリース、フェノール、糞便性大腸菌) の定期的なモニタリングを行うこと。(環境天然資源省省令 1990 年の改訂排水規則、1992 年の排水改訂・修正規則に従う)</li> <li>分別収集、処理の適切な実施状況をモニタリングすること。</li> </ul>
廃棄物	○	X	-
土壌汚染	X	X	-
騒音・振動	○	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>騒音・振動の定期モニタリングを行うこと。</li> </ul>
地盤沈下	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>駅舎位置での地盤地下量</li> </ul>
悪臭	X	X	-
底質	X	X	-
自然環境			
生態系	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>樹木の伐採</li> </ul>
保護種	X	X	-
	-	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>洪水リスクの増加 (もしあれば)</li> </ul>
社会環境			
住民移転	○	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>RAP に従い、移転地での移転家族の生活・生計状況を定期的にモニタリングすること。</li> </ul>
生活・生計	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>RAP に従い、移転地での移転家族の生活・生計状況を定期的にモニタリングすること。</li> </ul>

出典：調査団



## 7.4 補足 EIA 調査

JICA 借款のスコープオブワーク (Scope of Work) には、2つのデポ、即ち、バクラランの既存デポ及びサポテのサテライトデポの開発が含まれている。

### 7.4.1 バクラランの既存デポ

既存のデポにおける建設工事全ては LRTA の ROW 内で実施されるため、追加の用地取得はない。さらに、既存デポの拡張範囲は、既に整備され管理施設として、また、将来利用のためのオープンスペースとして利用されている。従って、既存デポの環境社会の現況を把握する補足 EIA 調査は必要ないと考えられる。

### 7.4.2 サポテのサテライトデポ

サテライトデポ予定地は、サポテ川の河口に位置する氾濫原湿地にある。非正規居住者が、沼地周囲とサポテ川の堤沿いに住み着いている。彼らは、長期間にわたって、住居や木炭用にマングローブの大木を使用し、廃棄物と下水で沼地を汚染してきた。しかし、まだ沼地やクリークにマングローブの小木が残存している。従って、調査団は、信頼性が高く経験豊富な地元コンサルタントに委託し、次の環境調査を実施した。

#### 1) 動植物調査

##### a) 調査方法

動植物調査の目的は、提案されたサテライトデポ、特に図 7.4-1 に示すマングローブ湿地とその周辺で、保護種の存在有無を調査することである。得られた情報は、補足的な環境アセスにおいて、これらの動植物種への影響を評価し、緩和策を検討するためのベースライン条件として使用される。



出典：調査団

図 7.4-1 動植物調査地点

表 7.4-1 は調査する対象種、調査方法及び調査期間をまとめたものである。

表 7.4-1 動植物調査の内容

項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>2001 年野生生物資源の保全及び保護法 (RA No.9147) の施行令 DAO No. 2004-15 及び DAO No. 2007-01 で絶滅危惧種に指定された保護種</li> <li>国際自然保護連合 (IUCN) のレッドリスト (EN、CR、VU のグループ) とフィリピン国のレッドデータブックに載った絶滅危惧種</li> <li>移動性野生動物種の保全に関する条約のリストに含まれている鳥類</li> <li>地域住民の生計のために地域的に重要な種</li> </ul>		
調査場所	沼地及びクリーク (図 7.4-1)		
調査法	マングローブ及び陸域の植物	目視観測、トランセクト法	
	沿岸湿地の動物・魚	哺乳類	足跡・糞による調査、トラップ法
		鳥類	目視観測、センサス調査、トランセクト法
		両生類	能動的探索法
		爬虫類	能動的探索法
		昆虫	能動的探索法、トラップ法
魚類	能動的探索法、漁網調査		
期間/日程	2012 年 6 月中旬の一週間		

出典：調査団

## b) 動植物調査の結果

### 植物

調査対象地で確認された樹種、低木、草木及び他の非木材植物種を付属資料 D-2 に示した。

調査結果で報告された種はいずれも絶滅危惧種に分類される種ではなかった。調査の結果、最も豊富な樹種はヒルギダマシ (*Avicennia marina*) と呼ばれるマングローブであった。マニラ湾全体は歴史的に広大なマングローブ生態系で覆われていたことより予想されることである。残念なことに、豊かで多様な生物群であったものが、ほんの一握りの種まで破壊されてしまった。

さらに、調査対象となった樹木や植物の種のほとんどは、おそらく集落の住民によって植えられたであろうバンレイシ (*Annona squamosa*)、タマリンド (*Tamarindus indicus*)、タリサイ (*Terminalia catappa*) 等の果樹や観賞植物であった。また、住民のかなには自給自足農を営み、キャッサバ (*Manihot esculenta*)、サツマイモ (*Ipomoea batatas*) などを植えていた。他の植物は、高度に攪乱された生息地において典型的な雑草や草原種であった。

### 動物

フィ国及び世界的なリスト、特に、国際自然保護連合 (2012 年)、絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約 (附属書 I~III、2011 年)、移動性野生動物種の保全に関する条約 (附属書 I と II、2012 年) などに、絶滅の恐れのある種として掲載されている動物種はいなかった。

- i. 鳥類: カビテ郡ラスピニヤスの事業地予定地全域で計 14 種の鳥が観察された。種の大半は留鳥、または、フィリピンの島々だけでなく、東南アジアの他地域で見つけることができる種であった。

このタイプの種は、地理的に広範囲に分布していると考えられる。このうち3種は渡り鳥と国内では繁殖していない種であった。渡り鳥は、地域に豊富に存在する種であるコサギで、少なくとも50個体観察された。

観察された鳥類は、泥地海岸地域に典型的なものであり、シラサギ、アオサギ、ゴイサギ、シギ、チドリ等の渉禽類などである。これらの鳥類は、人間居住地に囲まれ廃棄物に覆い尽くされた未開発の泥沼潮間帯に依然として生息していた（付属資料D-2を参照）。

- ii. 他の野生動物インベントリ：目視観察では、ジャコウネズミ（*Suncus murinus*）のような小動物が記録された。この小哺乳類はげっ歯類と密接に関連している。文献レビューに基づくと、ゴミの蓄積と密集した人間居住が、家ネズミ（*Rattus tanezumi*）等のネズミの出現に道筋をつけたと考えられる。冷血動物では、観察されはしなかったが、オオヒキガエル（*Rhinella marina*）が出現する可能性がある。この種は世界的に広まり人間社会と関連付けられている。

## 2) 底質調査

### a) 調査法

泥沼地にサテライトデポを整備するためには、整地工事の前に、土砂や底泥の掘削、地盤改良工事が必要となる。調査団は、泥沼の底質中の有害化学物質や重金属の現在の濃度を把握し、適切な処分方法を検討するために、6月中旬に底質調査を実施した。

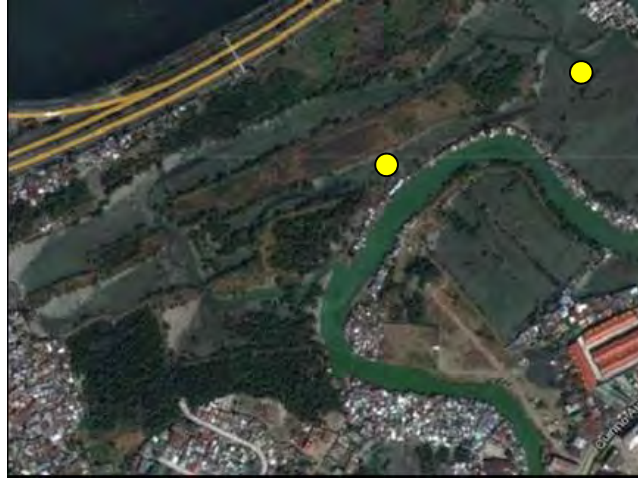
試料採取場所を 図 7.4-2 に示す。得られたデータは、底質の汚染レベルを評価し、補足 EIA 調査において緩和策を検討するために使用される。

表 7.4-2 には、測定パラメータ、サンプリング日程及び調査方法をまとめている。

表 7.4-2 底質調査内容

パラメータ	物理パラメータ	粒度分布、含水率
	栄養素	全有機炭素、全窒素、全リン
	重金属	カドミウム (Cd)、クロム (Cr)、銅 (Cu)、鉛 (Pb)、水銀 (Hg)、ニッケル (Ni) 及び亜鉛 (Zn)
	残留性有機汚染物質 (POPs)	HCB、DDT、クロルデン、アルドリン、ディルドリン、エンドリン及び Total PCB
	多環芳香族炭化水素	Total PAHs
調査場所	2箇所（図 7.4-2 参照）	
調査法	土砂の土壌試料は、有資格ラボで収集され、分析された。	
期間/日程	現地試料採取1日（2012年6月）	

出典：調査団



● 黄点：底質サンプリング地点

出典：調査団

図 7.4-2 底質調査場所

## b) 底質調査結果

2 地点の底質中の重金属濃度、残留性有機汚染物質 (POPs) と多環芳香族炭化水素 (PAHs) 等の化学化合物濃度は、「水生生物の保護のための底質ガイドライン (カナダ環境関係閣僚会議、2002 年)」の基準値と比較評価した。詳細は、**付属資料 D-2** を参照のこと。

カナダ暫定底質ガイドライン (The Canadian Interim Sediment Quality Guidelines) は、淡水及び海洋 (河口域を含む) における稀有影響レベル (Threshold Effect Levels: TELs) と有害影響レベル (Probable Effect Levels: PELs) が含まれている。

このレベルは、生物学的影響に関して化学物質濃度を 3 つの範囲に識別するために使用される。TEL 以下では、有害な影響が希有である影響範囲であり、TEL と PEL 間には、有害な影響が時折起こり得る影響範囲であり、また、PEL を超えるレベルでは、有害な影響が頻繁に起こる可能性のある影響範囲である。

現在の汚染状況に関し以下の推察が可能である。

### i) 重金属

ヒ素 (As) とクロム (Cr) は TEL を下回り、銅 (Cu)、水銀 (Hg) と鉛 (Pb) は TEL と PEL の間、亜鉛 (Zn) は PEL を超えていた。カドミウム (Cd) 濃度は、間違いなく PEL 以下であるが、定量限界値が TEL を超えており確定されなかった。ニッケル (Ni) の TEL 値、PEL 値はない。

### ii) POPs 及び PAHs

すべての有機化合物の分析結果は定量下限値を下回っていたが、このことは必ずしも現況の濃度が、TEL 及び PEL またはそのどちらか一方を下回っていることを意味しているわけではない。POPs と PAHs の一部は、TEL または PEL の濃度レベルで存在している可能性がある。

いくつかの重金属は TEL と PEL で観察されている。これは、Wawa 1 及び Wawa 2 地区は廃棄物処分場に近いく、さらに、多数の周辺住民がゴミ堆積の一因となっている。したがって、工

事前段階において、より多くの底質試料を採取し厳密に分析して、汚染レベルの程度を調査することが必要である。

## 7.5 RAP レビュー

### 7.5.1 RAP 関連文書

2002 年、住民移転計画 (RAP) は一度、テストコンサルタント社により LRTA のために作成された。しかし、LRT1 号線延伸事業は実施されなかった。

2008 年 11 月、影響世帯との一連の協議に基づき、「LRT1 号線南伸事業計画沿線の全ての被影響非正規居住者のための社会的準備、コミュニティとの調整、移転前、移転後の活動計画」が、非正規居住者に焦点あてた移転行動計画 (RLAP) として作成された。

この移転行動計画 (RLAP) は、2012 年、LRTA によって同年 4 月からスタートする移転作業スケジュールに更新するため改訂された。しかし、事業遅延により、移転作業は未だ実施されていない。

### 7.5.2 被影響非正規住民の現況

#### 1) 南伸線

RLAP (2008) に基づくセンサスとタギングによって資格要件を満たした非正規居住者の受益世帯数を表 7.5-1 にまとめた。記録された移転世帯数は、2008 年時点で 1,714 であった。

表 7.5-1 資格要件を満たした受給世帯数

	パラニャーケ市	ラピナス市	カビテ郡バコール市
構造物所有者	589	65	685
賃借人	119	9	167
家賃不要の占有者	26	8	32
管理人	0	0	4
不在構造物所有者	2	0	8
合計	736	82	896

出典: LRTA/ テストコンサルタント社

#### 2) バクラランの既存デポ

LRTA によって所有された用地であるから、バクラランの既存デポでは、非自発的住民移転はない。

#### 3) サポテのサテライトデポ

サテライトデポ計画用地は LRTA により取得されている。サテライトデポ計画用地内の非正規居住者の地区は、図 7.5-1 に示すように Longos の Wawa 1 及び Wawa 2 と呼ばれている。

LRTA は 2012 年 7 月中旬、再タギングと再センサス調査を開始した。調査結果によると、サテライトデポ計画地内の被影響住民 (PAPS) 数は 194 である。潜在的な影響世帯のリストは付属資料 D-3



に示した。調査団は、Wawa 1 及び Wawa 2 地区の被影響家族を、RAP 受益世帯リストに確実に含めるよう、LRTA に対して要請した。



出典：調査団

図 7.5-1 サボテのサテライトデポ用地

#### 4) 移設地

LRTA とカビテ州との間の協定覚書に基づき、カビテ州政府は、移設先の特定、用地取得と整備に責任を負っている。カビテ州は、移転先において、教育支援、就職斡旋や職業訓練等の生計回復プログラムを支援する。

州政府は、移転予定地として、カビテ州のアマデオ郡、ジェネラルトリアス郡の2か所を検討した。移転地の選択基準は、以下のとおりである：

- 近隣地域での非正規居住者の雇用機会があること
- 既存の電気、水道等の基本的なサービス、施設が有ること
- 仕事場までの交通費が安価であること
- 移転地で過度の切土、盛土による整地を必要としないこと
- 洪水や地震帯でなく環境破壊のない地域
- 土地評価額が低く、財政的に実行可能であること
- 既存の土地利用計画との整合性

移設地は、調査結果、住民協議、また、国際的に容認された非正規居住者の移転に関するガイドラインに基づき選定されたが、非正規居住者はカビテ州内の移転を選択し、ジェネラルトリアスが選ばれた (図 7.5-2)。



### 7.5.3 RLAP レビュー

表 7.5-2 には JICA ガイドライン及び世界銀行 OP 4.12 に基づいたレビュー結果と提言をまとめた。7.2 節でレビューしたように、RLAP は 1987 年フィリピン憲法と 1992 年都市開発住宅法に従って作成された。



表 7.5-2 RAP 関連文書に対するレビュー結果と提言

住民移転計画 (RAP and RLAP)		住民移転計画に関する提言																						
JICA ガイドライン 世銀 OP 4.12	検討有無 ○:Yes/X:No	記述内容																						
住民移転の必要性	○	「事業背景」の章節では、事業概要と事業地を説明している。	以下の問題は、RAP で対処、記述する必要がある： <ul style="list-style-type: none"> <li>事業サイト地図</li> <li>用地取得及び住民移転を回避または最小化するための初期段階の代替案の検討</li> </ul>																					
用地取得、住民移転に係る法的枠組み	○	住民移転に関連する政策の概要 <table border="1" data-bbox="438 907 829 1668"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>政策</th> <th>記述</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>環境</td> <td>1987 年フイ国憲法、11 章 16 節及び大統領令第 11515 号、第 1152 号</td> <td>人と環境の保護</td> </tr> <tr> <td>ライトオブウェイ (ROW)</td> <td>指示書第 19 号と第 19-A 号</td> <td>ライトオブウェイ (ROW) 及び公共財産の不法占拠、侵入を禁止</td> </tr> <tr> <td>移転</td> <td>共和国法第 7279 号</td> <td>立退き及び取壊しに関する公正かつ人道的な取扱い</td> </tr> <tr> <td>ジェンダーと開発</td> <td>1987 年フイ国憲法 RA 7192</td> <td>開発事業におけるジェンダー主流化への配慮</td> </tr> <tr> <td>住民参加</td> <td>1987 年フイ国憲法、11 章 10 節</td> <td>開発イニシアチブへの住民参加の促進</td> </tr> <tr> <td>生計回復プログラム</td> <td>行政命令第 142 号</td> <td>生計回復プログラムガイドライン</td> </tr> </tbody> </table>	項目	政策	記述	環境	1987 年フイ国憲法、11 章 16 節及び大統領令第 11515 号、第 1152 号	人と環境の保護	ライトオブウェイ (ROW)	指示書第 19 号と第 19-A 号	ライトオブウェイ (ROW) 及び公共財産の不法占拠、侵入を禁止	移転	共和国法第 7279 号	立退き及び取壊しに関する公正かつ人道的な取扱い	ジェンダーと開発	1987 年フイ国憲法 RA 7192	開発事業におけるジェンダー主流化への配慮	住民参加	1987 年フイ国憲法、11 章 10 節	開発イニシアチブへの住民参加の促進	生計回復プログラム	行政命令第 142 号	生計回復プログラムガイドライン	表 7.2-8 に示すように、以下の問題は RAP で対処、記述する必要がある： <ul style="list-style-type: none"> <li>フイ国の用地取得及び住民移転に関する法令、及びそれらの法規定と JICA ガイドライン/世銀 OP 4.12 との乖離</li> <li>乖離を埋めるために提案された法的枠組み</li> </ul>
項目	政策	記述																						
環境	1987 年フイ国憲法、11 章 16 節及び大統領令第 11515 号、第 1152 号	人と環境の保護																						
ライトオブウェイ (ROW)	指示書第 19 号と第 19-A 号	ライトオブウェイ (ROW) 及び公共財産の不法占拠、侵入を禁止																						
移転	共和国法第 7279 号	立退き及び取壊しに関する公正かつ人道的な取扱い																						
ジェンダーと開発	1987 年フイ国憲法 RA 7192	開発事業におけるジェンダー主流化への配慮																						
住民参加	1987 年フイ国憲法、11 章 10 節	開発イニシアチブへの住民参加の促進																						
生計回復プログラム	行政命令第 142 号	生計回復プログラムガイドライン																						
社会経済調査 1) センサス調査 2) 財産・用地調査 3) 生計・生活調査	○	1) センサス調査 <ul style="list-style-type: none"> <li>2001 年の住民移転計画 (RAP) は、線形計画において少なくとも非正規居住者 645 世帯、バカララン地区で 271 人の商人が影響を受けると報告した。</li> <li>2008 年の移転計画 (RAPL) では、センサス調査の結果は、すべての地域で、被影響世帯は 1714 家族、取り壊される構造物は 1,941 であると記録している。社会評価、センサス調査及びタギング作業結果は、附属書に添付された。</li> <li>カットオフデータは 2008 年 10 月に住民協議会を通じて周知された。カットオフデータは 2008 年 10 月 29 日であった。</li> <li>住民移転計画 (LRTA, 2012 年) では、「事前移転準備のためのコンサルティンク業務の再開」の中で、約 2,000 の被影響家族と約 1,914 の取り壊しの必要な構造物の、実数の再検証を 2012 年に実施する予定としている。</li> </ul> 2) 財産・用地調査 RLAP は非正規居住者のために作成されているので、既存 RLAP では扱われていない。 LRTA によると、ROW の約 81% は、これまで取得済みであり、資産 (土地及び構造物) は、RA 8974 の手順に従って評価され、補償を受けている。 3) 生計・生活調査 2008 年に実施した影響を被る非正規居住者を対象とする調査報告のみ。	1) センサス調査 <ul style="list-style-type: none"> <li>RLAP (2008 年) の非正規居住世帯受益者リストの妥当性の検証は、2012 年 7 月下旬から再タギング及び再センサス調査によって実施されている。検証調査は 3 ヶ月で完了する予定である。</li> <li>侵入や転出によって、先の受益者リストとの不一致が大きいことが判明した場合、受益者選定・仲裁調停委員会による再評価を検討すべきである。</li> <li>RAP 中にカットオフデータの日付を表記する。</li> </ul> 2) 財産・用地調査 <ul style="list-style-type: none"> <li>RAP の状態として、JICA 及び世銀のセーフガードポリシーに従って、社会経済調査結果に基づいたイベントリを報告すること。例えば、取得すべき土地 (面積と現在の土地利用)、被影響世帯数 (土地所有者や経営者を含む)、被影響資産及び施設等。</li> </ul> 3) 生計・生活調査 <ul style="list-style-type: none"> <li>再タギング及び再センサス調査に基づき、2008 年のデータを更新すること。次のデータが再センサス調査により得られる：家族構成及び人数、年齢、民事上の身分、学歴、居住期間、雇用、職業、月収、構造物。</li> </ul>																					

JICA ガイドライン/ 世銀 OP 4.12	住民移転計画 (RAP and RLAP)		住民移転計画に関する提言
	検討有無 ○:Yes/X:No	記述内容	
受給資格及びエンタイルメントマトリクス	○	<p>「被影響家族に対する受益者の選別と授与、移転に関する方針規約」が策定された。</p> <p>1) 2008 年の公式タギング及びおよびセンサス調査で作成されたマスターリストは、共和国法 RA 7279 該当規定に準拠して、被影響家族の資格認定のための主要な根拠の一つとする。</p> <p>2) 全ての有資格世帯/受益者は、移転地で配分を与えられなければならない。</p> <p>3) 具体的には、受益者の再定住の配分は、次のように優先順位をつけることとする：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 優先順位 I - 資格認定された構造物所有者</li> <li>● 優先順位 II - 資格認定された非構造物所有者 - これは賃借人及び賃貸料不要の占有者を指す。</li> </ul> <p>4) 複数の構造物所有者は、1つのプログラムパッケージのみ受給資格を有することとする。</p> <p>5) 認定された受給者は、移転先または資金援助のどちらかを選択することができる。</p> <p>6) 収容施設の配分に当たり、受給者の確認をするため、事前及び事後の資格審査を受けなければならない。正式なユニットの受給資格世帯は、以下の全ての条件を満たす必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 家族は、いかなる政府住宅支援に浴していないこと。</li> <li>● 世帯は、事業被影響地における彼らの構造物を解体することに合意したものである。</li> <li>● 世帯は 2008 年のセンサス調査マスターリストに含まれていなければならない。</li> </ul>	<p>受給資格及びエンタイルメントマトリクスは、下記の損失タイプや被影響民に対しても、提示されるべきであり、補償は可能な限り再取得費用に基づくものでなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 農地、池、果樹園の損失</li> <li>● 家産、居住・商業施設の損失 (合法土地所有者)</li> <li>● 家屋、店舗、その他付帯施設の損失</li> <li>● 樹木、多年草、漁資源の損失</li> <li>● 家屋、店舗、耕地へのアクセスの損失</li> <li>● 移転によるビジネス損失</li> <li>● 移転による収入、労働日数の損失</li> <li>● コミュニティ施設の移転</li> <li>● 工事中の一時的影響</li> </ul> <p>計画サテライトゾポ内の非正規居住者は、2012 年住民移転計画 (RAP) の受益者リストに含まれること。</p>
損失補償及び他の生活再建策の評価	○	<p>住宅パッケージオプションは、カビテラ州ジェネラルトライアスにある移転地で、水道、電気が完全に整備された家と土地パッケージか、あるいは、最低賃金 60 日分相当 (UDHA) の財政援助のどちらかを選択できるものである。</p> <p>住宅に加えて、輸送、生計向上、食糧、教育支援等を含む他の恩恵は、不法な住処から新しい住まいへの円滑な移行を支援するために提供される。</p>	<p>上記の「受給資格及びエンタイルメント・マトリクス」のコメント参照</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 補償及び再定住支援策 (土地所有者、賃借人、経営者、従業員、非正規居住者を含む) の受給資格基準は、エンタイルメント・マトリクス (付属資料 D-4 参照) に規定されること。</li> <li>● 補償は再取得費用の考え方に従って提示されなければならない。</li> <li>● 土地に基づく活動で生計を立てる受給対象者に対する補償は、金銭的補償を介するよりも、同等の立地と潜在的な生産性を持つ代替地の提供が優先される。</li> </ul> <p>2001 年の住民移転計画の中で報告されたバクララン地区の露店商は、2008 年の移転計画では報告されていない。これらの露店商も再センサス調査し、2012 年の更新移転計画の中で報告すること。</p> <p>LRTA は、鉄道建設工事工程に基づき、関係機関による移転地受入準備状況を考慮に入れ、移転スケジュールを決定すること。残り 1820 戸の住宅整備状況は監視されるべきである。</p>
移転地整備計画	○	7.5.2 節 (4) 移転地を参照のこと。	

JICA ガイドライン / 世銀 OP 4.12	住民移転計画 (RAP and RLAP)		住民移転計画に関する提言
	検討有無 ○: Yes/X: No	記述内容	
住民協議	○	<p>住民参加の重要な要素は、LRTA の移転プログラムの骨組みに組み込まれている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>関連機関委員会 (Inter-agency Committee) は、様々な政府機関、転出元及び移転先の地方自治体 (LGUs)、被影響家族の問題や懸念に対処する民衆組織を構成要員として形成されている。</li> <li>コミュニティに適切に周知され、また、移転プログラムに十分に参与していることを確認するために使用するツールは以下を含む: <ul style="list-style-type: none"> <li>- コミュニティ会議</li> <li>- フォーカスグループディスカッション</li> <li>- 被影響家族のセンサス調査</li> <li>- ニュースレター、会報やチラシを通じた広報</li> <li>- 被影響家族の戸別訪問</li> </ul> </li> <li>移転計画における住民参加プロセスの枠組みが提示された。</li> <li>一連の住民協議会が 2008 年 10 月から 11 月に開催された。 <ul style="list-style-type: none"> <li>- パコール郡カピテ州 (5 カ所)</li> <li>- ラスピニヤス市 (2 ヶ所)</li> <li>- ラニヤケ市 (3 カ所)</li> </ul> </li> </ul>	<p>2008 年 10 月から 11 月に開催された住民協議会の記録によると、以下の問題と懸念が提起された:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 建設工事と移転スケジュール (いつ移転が開始されるか。)</li> <li>● 移転地 (移転先の場所及び移転支援)</li> <li>● 金銭的補償オプション</li> <li>● 生計回復・復興支援策</li> <li>● 移設先での雇用機会と収入源</li> <li>● コミュニティの公共施設 (教会、託児所)</li> </ul> <p>これらの住民意見は、補償及び移転支援策に反映され RAP 内で言及されること。移転作業スケジュールは建設工事工程に基づき改訂し、被影響コミュニティや関連自治体に周知すること。</p>
社会的弱者への支援策	○	<p>ジェンダー開発計画:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 女性の参加は移転プログラムにおいて重要である。女性は自分たちの生活に影響を与える事業に参加する権利を男性と同等に持つ。</li> <li>● RAP の枠組みの中では、女性参加は、以下に概説する方法を通して達成される: <ul style="list-style-type: none"> <li>- すべての移転活動における女性代表者の参加</li> <li>- 最も脆弱かつ不利な条件にあることに焦点を当てた、女性の社会活動とネットワーク上に構築される実行可能な持続可能な所得創出事業の支援。</li> <li>- 研修や教育を通じた女性の能力開発</li> <li>- アドボカシー活動における女性の男性とのパートナーシップ構築</li> </ul> </li> </ul>	-
苦情処理メカニズム	○	<p>LRTA は、移転資格認定された受益者を決定するため、苦情、紛争の問題の調停、被影響家族を保護するために、移転元の准地方自治体において、仲裁調停委員会 (Award and Arbitration Committee: AAC) を設置している。AAC は、NHA を議長、LRTA を共同議長として、関係地方自治体、大統領府都市貧困評議会 (Presidential Commission for Urban Poor: PCUP)、バランガイ役員、当該地域のコミュニティ代表者で構成されている。</p>	<p>地域でアクセス可能な苦情処理メカニズムは、被影響民とそのコミュニティのために確立されなければならない。段階的な処理手順は、被影響コミュニティに対してフレンドリーで示した方がよい。</p>

JICA ガイドライン/ 世銀 OP 4.12	住民移転計画 (RAP and RLAP)		住民移転計画に関する提言																						
	検討有無 ○:Yes/X:No	記述内容																							
実施体制	○	<p>移転プログラムの円滑な実施を促進するため、また、必要な基本的サービスが提供されることを確認するため、既存法律で義務付けられている関連機関委員会が組織された。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>関連機関委員会は LRTA、NHA、PCUP、住宅都市調整評議会 (Housing and Urban Development Coordinating Council: HUDCC)、MMDA、パラニャーケ市、ラスピニャス市、カピテ州及びバヌール郡の地方自治体政府で構成されている。</li> </ul>	<p>以下の問題は、RAP で言及する必要がある：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>実施機関の責任：組織構造、組織、部署やスタッフの役割、</li> <li>責任組織の能力とその向上策</li> </ul>																						
実施スケジュール	○	<p>LRTA は、建設工事工程に基づき、関係機関による移転地受入準備状況を考慮に入れ、移転スケジュールを決定しなければならぬ。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>移転作業スケジュール (2012 年) <ul style="list-style-type: none"> <li>フェーズ I：2012 年に 270 家族の移転</li> <li>フェーズ II：2013 年に 500 家族の移転</li> </ul> </li> <li>フェーズ I：2012 年に 500 家族の移転</li> <li>フェーズ I：2012 年に 730 家族の移転</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>非正規居住者の移転の優先順位付けとフェーズ割振りは、当該コミュニティ及び関連機関委員会との緊密な連携により実施されるものとする。</li> <li>移転作業計画は、LRTI 号線カピテ拡張事業沿線の全ての非正規居住者のために、移転前から移転後の活動スケジュールとして策定された。</li> </ul>	<p>移転作業の実施は、延伸事業の遅延により予定より遅れている。</p> <p>移転作業スケジュールを改訂し、被影響コミュニティや関連自治体に周知すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>移転地、住宅、基本的コミュニティ・サービスの整備に合わせ更新された事業工程示すこと。</li> <li>補償、移転準備が完了した後に、移転を開始すること。</li> </ul>																						
費用と財源	○	<p>LRTA によると、2012 年 7 月 31 日付で DOTC から予算管理省 (Department of Budget and Management) に提出される分担補助拠出命令 (Sub Allotment Release Order) は以下の通りである。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>費 目</th> <th>金額 [Php]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>交渉費 (用地取得)</td> <td>2,760,732,915.23</td> </tr> <tr> <td>収用費 (用地取得)</td> <td>340,822,434.25</td> </tr> <tr> <td>非正規居住者移転費</td> <td>1,533,870,916.00</td> </tr> <tr> <td>RAP コンサルタント費</td> <td>23,543,688.00</td> </tr> <tr> <td>EIA 調査更新費</td> <td>3,282,400.00</td> </tr> <tr> <td>土地測量調査</td> <td>8,185,750.00</td> </tr> <tr> <td>周辺フェンス</td> <td>56,452,020.52</td> </tr> <tr> <td>ユーティリティ移設費</td> <td>475,192,876.00</td> </tr> <tr> <td>改良費</td> <td>116,480,000.00</td> </tr> <tr> <td>総 額</td> <td>5,318,563,000.00</td> </tr> </tbody> </table>	費 目	金額 [Php]	交渉費 (用地取得)	2,760,732,915.23	収用費 (用地取得)	340,822,434.25	非正規居住者移転費	1,533,870,916.00	RAP コンサルタント費	23,543,688.00	EIA 調査更新費	3,282,400.00	土地測量調査	8,185,750.00	周辺フェンス	56,452,020.52	ユーティリティ移設費	475,192,876.00	改良費	116,480,000.00	総 額	5,318,563,000.00	<p>全体の支出スケジュールは、費目ごとに策定されること。これらには、補償費、移転地整備費、再定住支援策費、管理費を含む。資金源についても RAP で言及すること</p>
費 目	金額 [Php]																								
交渉費 (用地取得)	2,760,732,915.23																								
収用費 (用地取得)	340,822,434.25																								
非正規居住者移転費	1,533,870,916.00																								
RAP コンサルタント費	23,543,688.00																								
EIA 調査更新費	3,282,400.00																								
土地測量調査	8,185,750.00																								
周辺フェンス	56,452,020.52																								
ユーティリティ移設費	475,192,876.00																								
改良費	116,480,000.00																								
総 額	5,318,563,000.00																								

JICA ガイドライン/ 世銀 OP 4.12 モニタリング及び 評価	住民移転計画 (RAP and RLAP)		住民移転計画に関する提言
	検討有無 ○:Yes/X: No	記述内容	
	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 全ての支援パッケージのモニタリングと評価は、LRTA コミュニティリレーションズ室によって実施される。</li> <li>● 支援を受ける全ての家族は、州知事の土地管理室で毎月モニタリングされる。</li> <li>● モニタリング範囲は、実施スケジュール、支援パッケージ、コミュニティ参加、及び苦情処理を含むものとする。</li> <li>● モニタリング指標： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 実施状況</li> <li>- 補償の支給</li> <li>- 相談や苦情</li> <li>- 便益モニタリング</li> </ul> </li> </ul>	<p>詳細な内部モニタリングメカニズムとモニタリングフォームを作成すること。内部モニタリングメカニズムに加えて、独立した外部モニタリング機構も策定すること。</p>

出典：調査団

## 7.6 補足 RAP 調査

LRTA は 2012 年 7 月下旬 3 ヶ月間の予定で、再センサス調査と再タギング調査を開始し、事業地内の非正規居住者の現況をレビューするとともに、サテライトデポを含む RLAP (2008 年) のマスターリストを検証する。その後、LRTA は移転受益者の更新リストを作成する予定である。従って、調査団が補足 RAP 調査を実施する必要はないと考えられる。

しかし、表 7.5-3 に示すように、2008 年及び 2012 年の移転行動計画 (RLAP) は、非正規居住者の影響世帯のみを対象としている。従って、LRTA は非正規居住者のみならず、合法の土地所有者や事業者もカバーする住民移転計画 (RAP) を策定する必要がある。非正規居住者と合法資産所有者の両方を対象とするエンタイトルメントマトリクス (付属資料 D-4 参照) を、RAP に含めるよう LRTA と協議した。

## 7.7 JICA 環境チェックリストによるレビュー

調査団 は、JICA 環境チェックリストにより詳細に検討し、本事業が JICA ガイドラインに適合するよう LRTA を支援した。

JICA 環境チェックリスト案を付属資料 D-5 に示す。

# 第 8 章

## 事業効果

---



## 第8章 事業効果

### 8.1 手法

本章では既存調査を参考に、LRT1号線南伸プロジェクトに係る以下の項目について記述する。

#### 8.1.1 運用・効果指標

事業効果を把握するために有用と思われる指標およびその理由を、表 8.1-1 に示す。

表 8.1-1 運用・効果指標選定理由

No.	Operation or effect indicators	Reason for selection
1.	Passenger-km	Shows railway productivity
2.	The number of trains in operation	Shows service ability of train operation
3.	Workable car ratio	Shows car operation efficiency
4.	Train-km	Shows train service efficiency
5.	Fare revenue	Shows commercial merit of the project
6.	Fare Box Ratio	Shows profitability of the project
7.	Non-railway revenue	Shows potential of auxiliary business field
8.	Load factor	Shows profitability of the project

出典：調査団

#### 8.1.2 新駅および沿線での定性的効果

新駅周辺および沿線での定性的効果は、以下に示される4項目である。

- 鉄道利用不便地域の解消
- 日常生活利便性向上
- 土地利用の変化
- 交通事故の減少

#### 8.1.3 温室効果ガス削減推計

独立行政法人国際協力機構（JICA）気候変動対策支援ツール／緩和策・適応策（要約版）を参考に、二酸化炭素排出削減による効果を算出する。自動車交通からの転換について、以下の項目が検討される。

- 自動車関係の二酸化炭素排出量の削減
- 鉄道による二酸化炭素排出
- 二酸化炭素削減バランスによる効果

## 8.2 運用・効果指標

各々の指標の計算は、既存区間と延伸区間を含む、全区間を対象に実施する。運用・効果指標の算定結果を表 8.2-1 に示す。

表 8.2-1 運用・効果指標算定結果

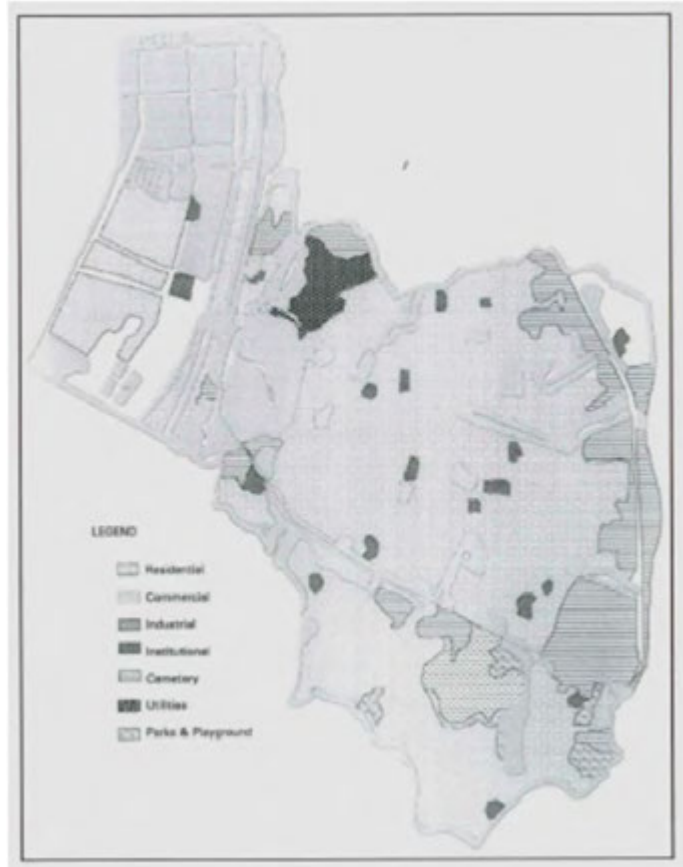
No.	Operation or effect indicators	Actual in 2011	Desired in 2018 (2 years after opening)
1.	Passenger-km	3,791	5,922
2.	The number of trains in operation	222	258
3.	Workable car ratio	76.4	95%
4.	Train-km	2,787,615	5,413,006
5.	Fare revenue	2,285.61	-
6.	Fare Box Ratio	1.09	-
7.	Non-railway revenue	157.83	-
8.	Load factor	77.32	-

出典：調査団

## 8.3 新駅周辺に及ぶ定性的効果

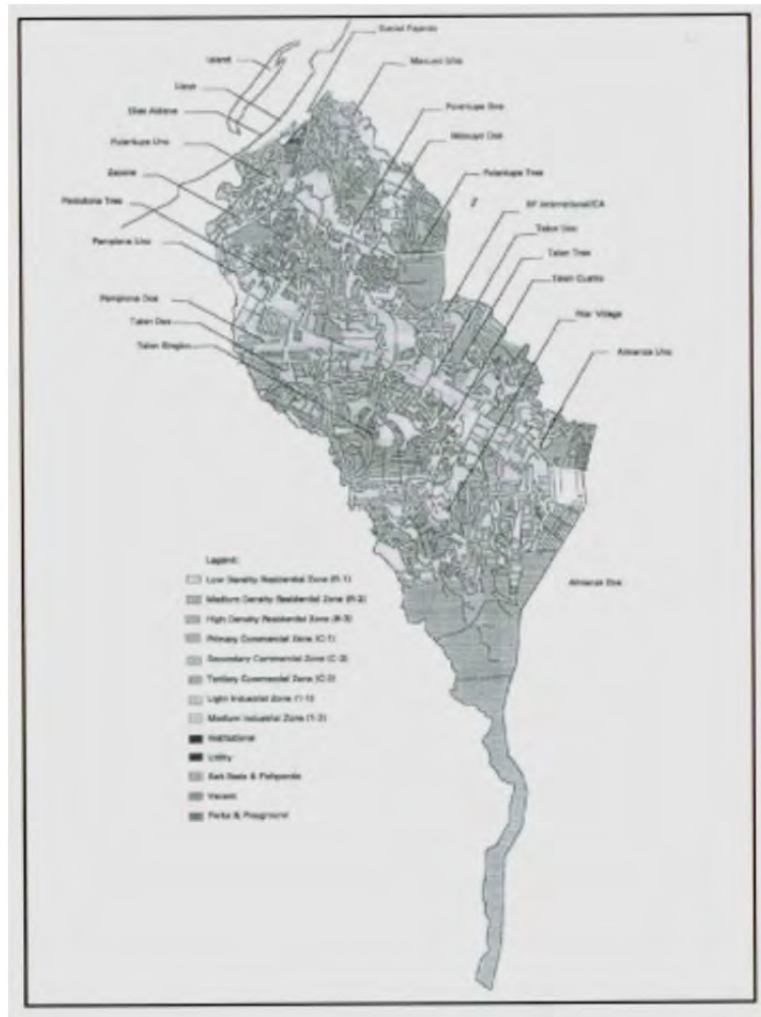
LRT1 号線南伸プロジェクトは、本調査においてレビューされる。事業効果の評価は、既存調査<sup>1</sup>を参考に実施する。パラニャーケ市の土地利用構想、及び、ラスピーナス市の土地利用現況を以下に示す。

<sup>1</sup> Environmental Performance Report and Management Plan (EPRMP) / Light Rail Transit Line 1 Cavite Extension Project (Baclaran to Cavite) / 27 March 2012 / Submitted to: Environmental Management Bureau, Submitted by: Light Rail Transit Authority, Prepared by: Berkaman International Inc.



出典：既存調査

図 8.3-1 パラニャーケ市土地利用計画図



出典：既存資料

図 8.3-2 ラスピーナス市土地利用現況図

LRT1 号線南伸の線形は、両市の北西端部分に計画される。新駅及び新線を連絡する幹線道路の周辺には、開発余地が認められる。内陸部からの鉄道利用者が期待される。



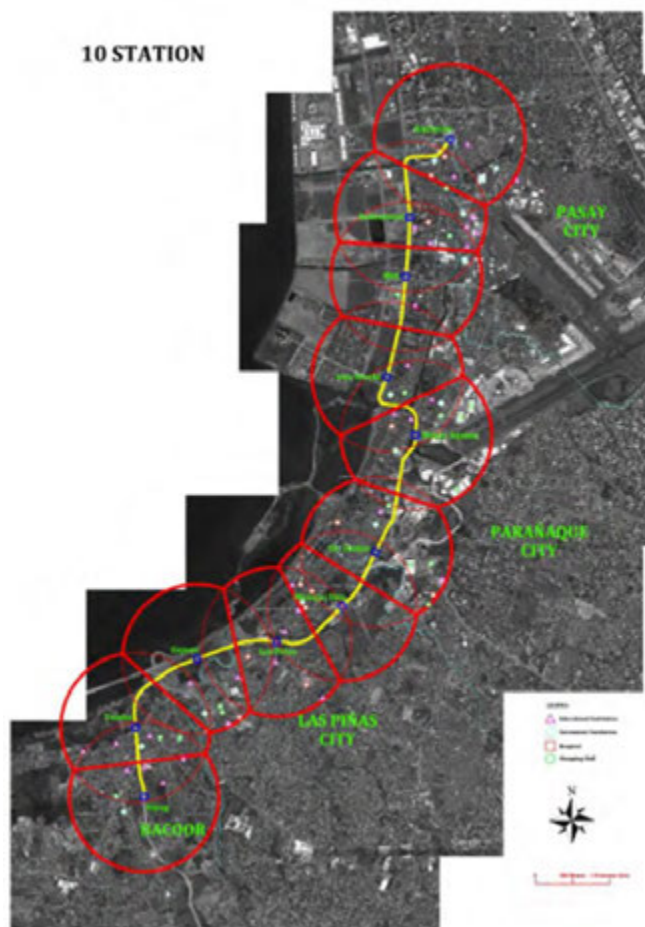
出典：調査団

図 8.3-3 鉄道アクセス改善効果の分布図（8 駅新設時）

表 8.3-1 アクセス改善が図られる施設（8 駅新設時）

	Area (km <sup>2</sup> )	Educational institution	Government institution	Hospital	Shopping Mall
		1. Kadenplorlet	1.957	1. The Growing Place Pre-School 2. Centro Escolar University 3. PATTI's College of Aeronautics 4. Metropolitan Aviation School 5. Azimk International Aviation School 6. Flight School International	1. S. Velasco Sports Center
2. MIA	2.002	1. Tanco Elementary School	1. Air Mail Distribution Center		1. Uniside Coastal Mall
3. Aala World	2.050	1. Don Gato Elementary School	1. PHP Maritime Group		1. AC Store
4. Ninoy Aquino	2.275	1. St. Nino Elementary School 2. St. Paul Academy 3. St. Andrew Academy	1. St. Nino Bazarang Hall 2. La Huerta Day Care	1. Community Hospital	1. Binagood 2. Duty Free Fiesta Mall 3. Duty Free Center 4. SM Warehouse
5. Dr. Santos	2.542	1. Pangasinan Mission Hospital 2. Calamba Institute of Computer Technology	1. Sando Transit Terminal	1. Our Lady of Peace Hospital 2. Olivarez General Hospital	1. Action Center 2. SM SuperCenter Social 3. Viva Mall Social 4. Public Market
7. Las Piñas	2.539	1. St. Joseph Academy 2. Sola Elementary School 3. Las Piñas Central School 4. Rizalita Elementary School 5. Immaculate Mary Montessori School	1. Bazarang Hall	1. Lungs in Clinic Center 2. Las Piñas District Hospital 3. Health Center 4. Las Piñas District Hospital 5. A. Zarco General Hospital	
8. Zapote	2.590	1. Bernardo School 2. Zume Grace Institute of Technology 3. Zapote Elementary School	1. Zapote Bazarang Hall	1. Juaren Emergency Hospital	1. Las Piñas Public Market 2. New Zapote Market
10. Niyog	3.135	1. Britanny School of Las Piñas 2. Bacoor Evangelical School 3. St. Wilfrida Academy of Cavite 4. Anibal Central School 5. St. Dominic College of Arts and Science 6. Jubileum Academy of Bacoor 7. Markel Elementary School	1. Yabala Bazarang Hall 2. Niyog Bazarang Hall		1. PRC Mall 2. Bacoor Public Market 3. Contado Commercial Complex

出典：調査団



出典：調査団

図 8.3-4 鉄道アクセス改善効果の分布図（10 駅新設時）

表 8.3-2 アクセス改善が図られる施設（10 駅新設時）

Area (km <sup>2</sup> )	Educational institution ▲ Government Institution ◆ Hospital □ Shopping Mall ○			
	Educational institution ▲	Government Institution ◆	Hospital □	Shopping Mall ○
1 Redemptorist 1.867	1. The Growing Place Pre-School 2. De La Salle University 3. PWTC College of Aeronautics 4. International Aviation School 5. Anna International Aviation School 6. Flight School International	1. D. Velasco Sports Center	1. S.Y. Probos Hospital	1. Antonio Department Store 2. Royal Plaza
2 MIA 2.021	1. Yambao Elementary School	1. Air Mail Distribution Center		1. Universal Coastal Mall
3 Asia World 2.058	1. Don Soto Elementary School	1. BHP Maritime Group		1. AC Store
4 Ninoy Aquino 2.275	1. St. John's Elementary School 2. St. John Academy 3. St. Andrew Academy	1. St. John's Barangay Hall 2. La Merida LRT Station	1. Community Hospital	1. Bungee 2. Oak Tree Food Mall 3. Oak Tree Center 4. SM Warehouse
5 Dr. Santos 2.340	1. San Roque Vocational Institute 2. Solares Institute of Computer Technology	1. Solares Tatal Terminal	1. Our Lady of Peace Hospital 2. Solares General Hospital	1. Agri-Orchard 2. San Juan Center Super 3. Villa Mae Super 4. Public Market
6 Maruya Uno D. SPSRA = 0.748 Las Piñas = 0.618 New = 0.542 Total = 1.908	1. St. Joseph Academy	1. Barangay Hall	1. Living in Clinic Center 2. Las Piñas Central Hospital 3. Health Center	
7 Las Piñas 1.908	1. Santa Elementary School 2. Las Piñas Central School 3. Panatag Elementary School 4. Immaculate Mary Women's School		1. Las Piñas Central Hospital 2. A. Zarate General Hospital	
8 Zapote 2.154	1. Bernardo College 2. Duffie Spence Institute of Technology 3. Zapote Elementary School	1. Zapote Barangay Hall	1. Jernin Emergency Hospital	1. Las Piñas Public Market 2. New Zapote Mall
9 Talaba Zapote = 0.422 Niyog = 0.677 New = 0.961 Total = 2.060	1. Brillante School of Las Piñas 2. Bazon Evangelical School 3. St. Mathew Academy of Cavite	1. Talaba IV Barangay Hall		1. PNC Mall 2. Bazon Public Market
10 Niyog 2.465	1. Anibal Central School 2. St. Dominic College of Arts and Science 3. Adhikari Academy of Bazon 4. Marikil Elementary School	1. Niyog I Barangay Hall		1. Grand Commercial Complex

出典：調査団

10 駅新設時の鉄道利用不便地域の解消効果を表 8.3-3 に示す。延伸区間沿線住民 30 万人以上への裨益が期待される。

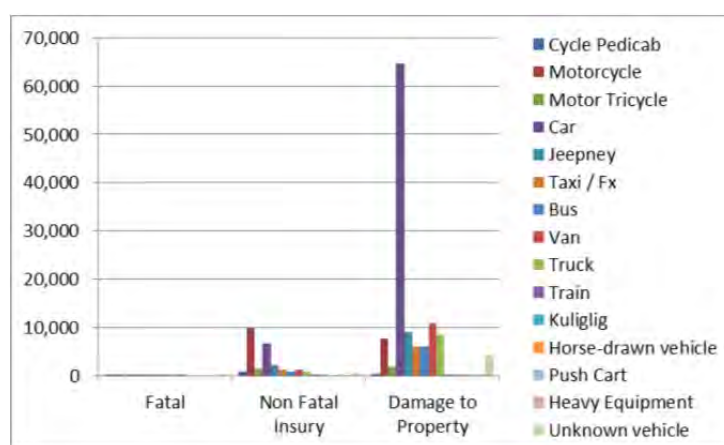
表 8.3-3 鉄道利用不便地域解消効果 (10 駅新設時)

No.	Station	Population of Beneficiaries (Pop.)
1	Redemptorist	10,666
2	MIA	13,105
3	Asia World	38,049
4	Ninoy Aquino	18,512
5	Dr. Santos	37,324
6	Manuyo Uno	21,415
7	Las Pinas	42,345
8	Zapote	36,913
9	Talaba	52,059
10	Niyog	32,712
Total		303,097

出典：調査団

全区間において立体交差となる LRT1 号線は、一般的な地上交通機関よりも安全である。延伸区間は道路交通混雑地域を含んでいる。ジープニー等の公共交通は、いつでもどこでも、運転手や乗客の好みで停車する。それゆえ、交通機関の転換は交通事故の減少に役立つと期待される。

図 8.3-5 は、メトロマニラにおける道路交通事故件数を、車種分類したものである。普通乗用車と二輪車が目立つが、ジープニーは人身事故（死亡）の 10%、人身事故（負傷）の 9%、物損事故の 8% を占めている。

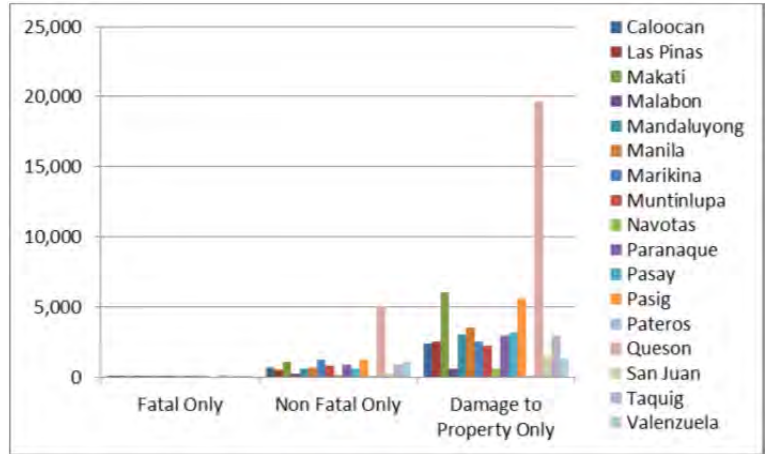


出典：Study team referring as “Metro Manila Accident Recording and Analysis System (MMRAS), Traffic Accident Report January to December 2011, Produced by the Road Safety Unit (RSU), Traffic and Transport Management Office (TTMO), and Metropolitan Manila development Authority (MMDA)” をもとに調査団作成

図 8.3-5 メトロマニラにおける道路交通事故件数 (車種分類)



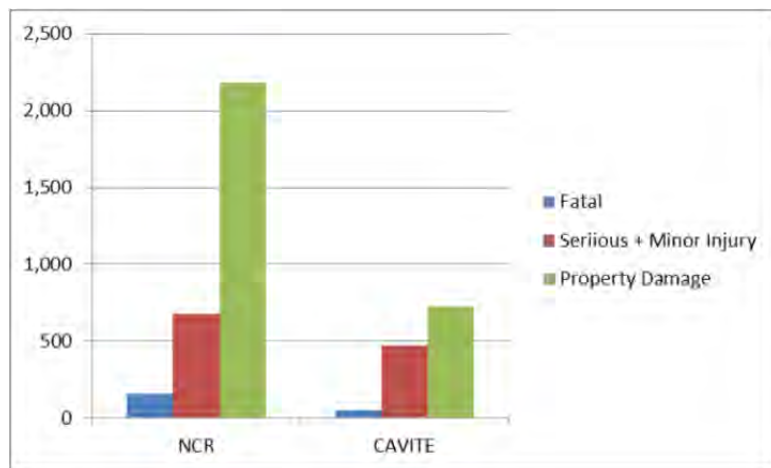
図 8.3-6 は、メトロマニラにおける道路交通事故件数を、地域分類したものである。ケソンが目立つが、ラスピーナスは人身事故（死亡）の2%、人身事故（負傷）の3%、物損事故の4%を占めている。同様にパラニャーケは人身事故（死亡）の5%、人身事故（負傷）の6%、物損事故の5%を占めている。



出典： Study team referring as “Metro Manila Accident Recording and Analysis System (MMRAS), Traffic Accident Report January to December 2011, Produced by the Road Safety Unit (RSU), Traffic and Transport Management Office (TTMO), and Metropolitan Manila development Authority (MMDA)” をもとに調査団作成

図 8.3-6 メトロマニラにおける道路交通事故件数（地域分類）

図 8.3-7 は、NCR（首都圏）とカビテの交通事故件数の比較を示す。カビテは人身事故（負傷）の比率が高い特徴を有する。車種別に整理されたカビテの事故情報は整理されていない。



出典： “Annual Statistics data for disaster, accident and incident on trunk roads, DPWH Planning Services” をもとに調査団作成

図 8.3-7 NCR（首都圏）とカビテの道路事故件数の比較（2005年-2011年）

上記の3つのグラフは、NCR（首都圏）に位置するラスピーナスとパラニャーケ、そしてカビテ等の南伸区間の交通事故の特徴を示している。しかしケソンほど深刻な状況とはなっていない。また LRT1 号線

南伸による、二輪車や乗用車の車両数の減少も期待薄である。ジープニーの車両数減少のみでは、効果は限定的となる。

表 8.3-4 は、直近 4 年間に発生した LRT1 号線の事故を示している。物損事故は発生しているが、営業運転中の人身事故（死亡、重傷）は確認されなかった。

表 8.3-4 LRT1 号線事故報告書（2008 年—2011 年）

2011		
9-May	Damaged door at LRV 1053 during depot maneuvering	Incident occurred while a 1st generation train set being towed by unimog from depot track 4 on its route to the washing plant.
28-Mar	No traction of index # 14 at UN Ave. Station (Southbound)	Commotion of passengers at platform of UN Ave. station southbound during the unloading process, thus making it difficult for the High Speed Line (HSL) technician in detecting the activated doors in LRV 1017.
18-Feb	Incident Crossover # 17 at Roosevelt Station	LRV 1236 which was on the way to the reversing track from platform #2 of Roosevelt Station came into contact and side swept LRV 1015 (which was leaving the reversing area and going to Platform # 1 of Roosevelt Station southbound.
2010		
24-Jun	Accident at Balintawak Station	Train index 10 which was proceeding from the temporary reversing track 2 of Balintawak bumped train index 25 which was then parked at platform 1 of Balintawak Station.
15-Feb	Overhead catenary messenger wire detached between Gil Puyat -Libertad track 1.	Sparking of a portion of the overhead catenary wire between G. Puyat and Libertad Stations Southbound direction (track 1).
2008		
1-Sep	Forceably opening of flap window	Flap window was forcibly opened at Vito Cruz northbound by a certain Ronaldo Romero of Caloocan City.

出典：LRTA

このように、LRT1 号線南伸プロジェクトによる交通事故削減効果は期待されるものの、そのインパクトは限定的と推測される。

#### 8.4 温室効果ガス削減量の推計

独立行政法人国際協力機構（JICA）気候変動対策支援ツール／緩和策・適応策（要約版）を参考に、二酸化炭素排出削減による効果を算出する。温室効果ガス削減効果の推計結果を表 8.4-1 に示す。このプロジェクトは温室効果ガス削減効果が認められる。二酸化炭素排出削減量は徐々に増加する。

表 8.4-1 温室効果ガス削減推計結果

単位: tCO<sub>2</sub>/年

Items	2015	2020	2025	2030	2035	
Base Line	16,988,561	18,139,451	18,970,290	19,545,735	19,988,634	
Project	Conversion from PUJ	1,578,816	1,685,773	1,762,987	1,816,465	1,857,626
	Increasing	376,152	811,491	940,680	1,038,624	1,118,842
Reduction of CO <sub>2</sub> emission	15,033,593	15,642,187	16,266,623	16,690,646	17,012,167	

出典：独立行政法人国際協力機構（JICA）気候変動対策支援ツール／緩和策・適応策（要約版）を参考に調査団作成

## 8.5 EIRR & FIRR（経済財務評価）

### 8.5.1 経済分析

事業は、通常開業後 30 年間の事業期間中にわたる経済費用と便益を比較することによって、経済的内部収益率（EIRR）を推定し、経済性を評価する。

#### 1) 方法と前提条件

##### a) 方法

事業は、事業期間を通じて経済価格に変換された便益と事業費を比較し、費用便益分析に基づき経済性の観点で評価される。経済費用は、初期の建設費、車両費、事業の維持運営費から構成される。

##### b) 分析対象となる経済便益の項目

事業の経済便益は、事業に起因する車両走行費用 VOC（Vehicle Operation Costs）と旅行時間費用 TTC（Travel Time Costs）の節減により定義する。便益は直接的な項目とし、比較的簡単に数量を推計できる項目とし、交通需要予測の結果における事業のあり・なしを比較することで推計する。

- LRT 利用者便益：LRT の延伸区間の利用（道路交通から LRT 利用へのシフト）による車両走行費用と旅行時間費用の節減による便益。
- LRT1 号線回廊の道路利用者便益：LRT1 号線回廊の交通渋滞緩和による旅行速度の向上とそれに伴う車両走行費用の節減による便益。
- 二酸化炭素の削減による便益：道路交通から LRT 利用へシフトしたことによる道路上の交通量の削減に伴う二酸化炭素削減による便益。

事業は、長期的な地域発展への貢献、乗客の快適性向上、交通事故の減少など、上記以外に経済上の便益を生成する。しかしながら、これらの便益は、測定することができても恣意的な推定値になる傾向があり設定が難しい。そのため経済便益は直接的な項目に制限され、安全サイドの分析が実施される。

##### c) 分析対象となる経済費用の項目

経済費用は、事業実施のための財サービスの純消費として定義される。事業の経済費用を推計するために、初期の事業費、車両費、維持運営費は経済費用に変換する必要がある。フィリピンにおける過去の各種フィージビリティスタディによると、NEDA は以下の方法による変換を勧めている。

- 経済費用換算係数（SCF：Standard Conversion Factor）：経済費用は財務費用と SCF を乗じて推計される。JICA や ADB の過去のプロジェクトにおいて、SCF の値として 0.83 が採用されている。用地取得を除く事業費は、SCF を使用して変換する。

##### d) その他の前提条件

- 事業期間：通常、交通プロジェクトの寿命は非常に長く、適切な維持管理を行えば 50 年から 60 年になる。一方で、経済的な事業期間は、多くの設備が急速な技術革新により 30 年前

後で時代遅れになり経済的な価値が無くなるため、物理的な期間よりも短く設定される。本調査における事業期間は2013年から2044年の32年間（建設期間の4年間を含む）と定義する。

- 社会的割引率：資本の機会費用として、年率15%を社会的割引率として想定。
- 為替レート：1ドル = 43ペソ、1ペソ = 1.81円（LRT2号線延伸計画準備調査と同様）

## 2) 経済費用

### a) 事業費（建設費用と車両費）

事業費の詳細は他章で検討されている。表 8.5-1 に財務費用と経済費用の概要をそれぞれ示す。総経済費用は2,111億8,882万ペソで財務費用の83%に相当する。

表 8.5-1 財務費用と経済費用

単位: 100万ペソ

Year	Financial Costs	Economic Costs
2013	25,918.05	21,511.98
2014	31,263.39	25,948.61
2015	29,203.94	24,239.27
2016	29,189.70	24,227.45
2025	23,721.47	19,688.82
2026	31,821.91	26,412.19
2027	43,148.42	35,813.19
2035	2,722.94	2,260.04
2036	11,886.84	9,866.08
2037	25,013.24	20,760.99
2038	554.47	460.21
Total	254,444.37	211,188.82

出典：調査団

### b) 維持管理費用

LRT1号線延伸区間の維持管理費用は表 8.5-2 に示すとおりである。維持管理費用の推計結果の詳細は他章で検討される。

表 8.5-2 主要年における LRT1 号線延伸区間の維持管理費

単位: 100万ペソ

Year	Financial Costs	Economic Costs
2015	1,604.65	1,331.86
2020	4,942.23	4,102.05
2025	6,533.00	5,422.39
2030	7,759.16	6,440.10
2035	10,118.41	8,398.28

出典：調査団

### 3) 経済便益

#### a) 車両走行費用 (VOC : Vehicle Operating Cost)

車両走行費用の節減は、交通プロジェクトにおける主な経済便益の1つである。表 8.5-3 に交通機関別の車両走行費用を示す。車両走行費用は道路混雑の緩和が経済便益として反映できるように車両走行速度の関数として扱っている。

表 8.5-3 車両走行費用 (2010 年)

単位: ペソ/車両 (列車) \*キロメートル

Ave. Speed (km/h)	LRT	Jeepney	Private Car
20	-	10.91	12.01
25	-	10.36	11.41
30	-	9.38	10.45
32.8	1.57	-	-
40	-	8.29	9.25
50	-	7.85	8.65
60	-	7.74	8.29

出典: LRT 2 号線延伸計画準備調査

#### b) 時間価値 (VOT : Value of Time)

旅行時間費用の節減も、交通プロジェクトにおける主要な経済便益の1つである。表 8.5-4 に選好意識調査 (SP 調査) 結果を基に推計された現在の時間価値を示す。これによると LRT 利用者の時間価値はジープニーに比べ高い結果となっている。

表 8.5-4 時間価値 (2013 年)

Mode	LRT	Private Car	Jeepney
Peso/Min.	1.61	1.85	1.09
Peso/Hour	96.7	111.1	65.5

出典: 調査団

#### c) 炭素価格

二酸化炭素排出量の価格は経済市場に大きく依存している。本分析では、「LRT2 号線延伸計画準備調査」を参考に、2010 年価格で 829 ペソと設定した。

#### d) 経済便益の推計

上述の走行費用、時間価値および排出量価格の単価を用いて、事業のある場合とない場合の総走行距離、総旅行時間を交通需要予測で算出し、事業実施による走行費用、旅行時間、二酸化炭素の削減分を事業の便益として算出した。表 8.5-5 に主要年における経済便益を示す。2030 年では、旅行時間短縮便益が全体便益の 60% を占めている。

表 8.5-5 主要年における経済便益

単位: 百万ペソ/年

Year	Economic Benefit			
	VOC Saving	TTC Saving	CO2 Reduction	Total
2020	3,912.88	13,716.31	22,172.80	39,801.99
2025	4,454.50	31,958.57	23,057.94	59,471.01
2030	5,496.95	38,971.35	23,658.99	68,127.29

出典: 調査団

#### 4) 経済費用・便益のキャッシュフローと EIRR

表 8.5-6 に下記の表に事業期間における経済費用・便益のキャッシュフローと EIRR（経済的内部収益率）を示す。NEDA の評価指標によると、フィリピンでは事業の経済的実行可能性を判断する基準値は EIRR15% である。算定された EIRR は 30.9% であり、経済的な視点で実現可能な事業であることが示された。

表 8.5-6 経済費用・便益のキャッシュフロー

単位: 百万円

	Year	Capital Cost	O&M Cost	Economic Benefit	Net Cash Flow
1	2013	21,511.98		0.00	-21,511.98
2	2014	25,948.61		0.00	-25,948.61
3	2015	24,239.27	1,331.86	6,121.48	-19,449.65
4	2016	24,227.45	2,939.73	30,804.49	3,637.31
5	2017	0.00	3,230.31	32,254.04	29,023.73
6	2018	0.00	3,520.89	34,024.38	30,503.48
7	2019	0.00	3,811.47	36,209.23	32,397.76
8	2020	0.00	4,102.05	39,801.99	35,699.94
9	2021	0.00	4,366.12	43,050.10	38,683.98
10	2022	0.00	4,630.19	47,222.08	42,591.89
11	2023	0.00	4,894.26	52,709.46	47,815.21
12	2024	0.00	5,158.32	56,923.19	51,764.86
13	2025	19,688.82	5,422.39	59,471.01	34,359.80
14	2026	26,412.19	5,625.93	60,982.33	28,944.20
15	2027	35,813.19	5,829.48	62,544.28	20,901.61
16	2028	0.00	6,033.02	64,156.44	58,123.42
17	2029	0.00	6,236.56	65,817.74	59,581.18
18	2030	0.00	6,440.10	68,127.29	61,687.19
19	2031	0.00	6,831.74	69,730.03	62,898.30
20	2032	0.00	7,223.37	71,358.53	64,135.16
21	2033	0.00	7,615.01	73,003.81	65,388.80
22	2034	0.00	8,006.64	74,653.10	66,646.46
23	2035	2,260.04	8,398.28	76,743.88	66,085.56
24	2036	9,866.08	8,713.53	78,126.42	59,546.82
25	2037	20,760.99	9,028.77	79,395.30	49,605.54
26	2038	460.21	9,344.02	80,476.98	70,672.75
27	2039	0.00	9,659.27	81,253.28	71,594.01
28	2040	0.00	9,974.52	81,523.29	71,548.77
29	2041	0.00	10,348.94	81,322.21	70,973.28
30	2042	0.00	10,723.35	83,316.41	72,593.05
31	2043	0.00	11,097.77	85,380.66	74,282.89
32	2044	0.00	11,472.18	87,517.41	76,045.22
		211,188.82	202,010.08	1,864,020.82	30.92%

出典: 調査団



## 5) 感度分析

推計された事業費や維持管理費の上昇、あるいは予測された交通需要の減少に伴う経済便益の縮小が EIRR にどのような影響を及ぼすかについて感度分析を行った。感度分析は NEDA の ICC 事業評価手続き・ガイドラインに明記されている下記のシナリオに基づき行った。

- シナリオ I : 10%、20%の事業費の増加
- シナリオ II : 10%、20%の便益の減少
- シナリオ III : シナリオ I と II の組み合わせ

費用と便益の変化による感度分析の結果を表 8.5-7 に示す。費用の 20%増（費用 1.2 倍）および便益の 20%減（ベースケースの 80%）の最も厳しいケースにおいても EIRR が 15%を上回り、事業は経済的に実施可能であることが示された。

表 8.5-7 事業費と便益に係る感度分析

Changing in Cost & Benefit		Cost Increase		
		Base (0%)	10% Up	20% Up
Benefit Decrease	Base (0%)	30.92%	28.38%	26.19%
	10% Down	28.12%	25.74%	23.67%
	20% Down	25.19%	22.96%	21.02%

出典：調査団

### 8.5.2 財務分析

LRT 延伸事業の財務評価の実施は導入可能な PPP スキームの検討においても重要になる。LRT の事業期間を対象に費用と収入（運賃収入と雑収入）を比較し、FIRR を推計する。FIRR の推計値のレベルにより民間と公共部門の費用負担も異なってくると考えられる。以下、費用と収入のキャッシュフローについても示す。

#### 1) 前提条件

##### a) 収入

表 8.5-8 に示す総収入は、運賃収入と雑収入から構成される。

- 運賃収入：運賃収入は需要予測の結果を基に推計。
- 雑収入：雑収入は現在の財務状況と他国での事例を参考に運賃収入の 5%を想定。

表 8.5-8 主要年における収入

単位：百万ペソ

Year	Revenue
2020	8,456.55
2025	11,787.04
2030	16,010.58
2035	21,412.02

出典：調査団

## b) 費用

費用は表 8.5-9 と表 8.5-10 に示すとおり、建設コストと維持管理費から構成される。

表 8.5-9 建設コスト

単位:百万ペソ

Year	Expense
2013	25,918.05
2014	31,263.39
2015	29,203.94
2016	29,189.70
2025	23,721.47
2026	31,821.91
2027	43,148.42
2035	2,722.94
2036	11,886.84
2037	25,013.24
2038	554.47
Total	254,444.37

出典：調査団

表 8.5-10 主要年における維持管理費

単位:百万ペソ

Year	Revenue
2020	4,942.23
2025	6,533.00
2030	7,759.16
2035	10,118.41

出典：調査団

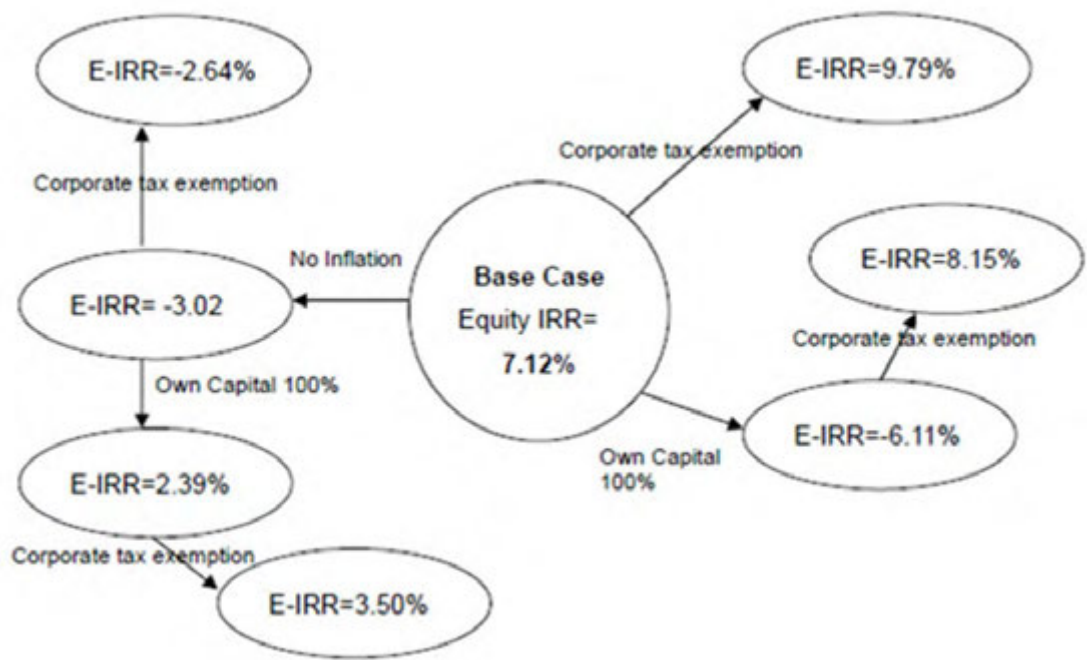
## c) その他の前提条件

- 事業期間：事業期間は経済分析の前提条件と同じで、2013 年から 2044 年までとし、4 年間の建設期間を含む 32 年間とする。
- 為替レート：1 ドル = 43 ペソ、1 ペソ = 1.81 円（LRT2 号線延伸計画準備調査と同様）
- 税：フィリピンにおける付加価値税（VAT）12%を外貨分と内貨分の両方に適用する。外貨分に対する輸入税は分析の対象外とする。
- インフレーション：インフレーションは分析の対象外とする。

## 2) 財務評価

- a. 前回、JICA に報告した Equity IRR の推計では、IFC の想定に倣って運賃システムを年率 5.0% で上昇させていたが、これはインフレ 0.5%を含むものであり、NEDA が認めた実質的な値上げは年率 0.5%であることが判明したので、修正する必要が生じた。

- b. 上記の修正に伴い、IRR 推計の前提条件を以下のように再整理した。
- b.1.前事業費からフィリピン政府（JICA-ODA とこれに関わる政府投資）の投資を除いた額 35%、借入金 65%と想定する（これまでの想定通り）
  - b.2.PPP 事業において、事業体の法人所得税が減免される可能性について明らかではないので、減価償却後、金利支払い後の純利益に対して 30%の課税を想定する。（これまでの通り）
  - b.3.IFC の資料では 4.5%のインフレを想定しており、フィリピン政府側はこれを前提とした名目 IRR に基づいて事業の検討を行っているので、これに平仄を合わせて、ここでも 4.5%のインフレを考慮した場合をベース・ケースとする。
  - b.4.LRT の利用料金は初年度、 $(11.0+1.0x \text{ 利用距離})$  ペソを仮定し、これを IFC の仮定と同じく実質年率 0.5%で値上げする。
  - b.5.コンセッション・フィーとして運賃収入の 2.05%を想定する（これまで通り）。また、事業体はコンセッション終了時に全資産を無償で政府に移譲する条件であるので、それまでに全資産を償却するものとする。
  - b.6.これまで、各年純利益をキャッシュフローを健全に維持できる範囲で配当にまわし、コンセッション終了時に累積社内留保を清算配当するという前提で、Equity-IRR を推計してきたが、ここでは各年の社内留保も株主に帰属するものとみなして、投資額（Equity）と税引き後利益を対比して、Equity-IRR を求める。
- c. 上記の条件をベースケースとして、Equity-IRR を推計すると 7.12%となる。これを中心に据え、上記の条件を変化させると、Equity-IRR は次のように変化する。
- c.1.法人所得税を全額免除すると Equity-IRR は 9.79%となる。
  - c.2.インフレを考慮しない、実質ベースの Equity-IRR は 3.02%で、法人所得税を免除した場合でも 2.64%である。
  - c.3.名目ベースで借入金をすべて資本金に組み入れて、自己資本比率 100%とすると、Equity-IRR は 6.11%、所得税免除で 8.15%となり、自己資本比率 35%の場合よりも低下する。しかし、インフレを考慮しない場合には、Equity-IRR は 2.39%、所得税免除の場合は 3.50%となる。



d. 結論

上記の結果で判断する限り、Equity-IRR は低く、民間資本を導入するのは困難であると判断せざるを得ない。車両・機器・デポだけでは政府負担は十分ではなく、民間投資者に駅周辺の都市開発の利権を供与するなど、PPP スキームの見直しが必要となろう。

## 第 9 章

# AFC(Automatic Fare Collection)システム

---

## 第9章 AFC (Automatic Fare Collection) システム

本章では、AFC (Automatic Fare Collection) に関する投資の可能性、日本企業の参入意欲、および STEP ローンを用いた資金調達スキームなどの提案内容について説明する。DOTC は AFC システムについて PPP 方式での調達を検討している。JICA チームは STEP ローンと PPP を組み合わせた方式の利点について DOTC と協議した。しかしながら PPP センターの協力のもとに、最近完成した DOTC のフィージビリティ・スタディ (最終版) によれば、AFC システムは PPP によって調達することになっている。これを受けて DOTC は現在、PPP 方式による AFC システムの調達を準備しているが、そのスケジュールは未定である。

### 9.1 AFC システムの概要

LRT の 1 号線、2 号線、および MRT 3 号線の磁気カード式の乗車券システムは耐用年数を過ぎてい  
る。各駅とも一定数の改札機が、交換部品の不足のために故障したままになっており、通勤時の障害  
になっている。このため調査チームは、旧式の発券システムの包括的な交換について以下のような提  
案を行った。(i) 磁気カード式乗車券に替えて非接触型 IC カード技術の導入、(ii) 鉄道の運行事業  
者間で運賃の精算を行うクリアリング・ハウス・システムの導入、および (iii) STEP ローンを利用し  
た PPP スキームの利用。

#### 9.1.1 AFC システム導入の前提

AFC システムの対象となる駅の数全部は 57 駅 (ライン 3 で予想延長との 13 局を含む 1 号線と 2  
号線で今回延伸予定の 13 局を含む 44 駅) である。包括的な導入計画は、系統的に 3 つの階層、  
すなわち駅コンピュータ・システム (Station Computer System)、路線コンピュータ・システム (Line  
Computer System)、およびクリアリング・ハウス・システム (Central Clearing House System) によっ  
て構成される。この構成を図示したのが「図 9.1-1」である。

**Comprehensive AFC System Covered by STEP:**

← This portion

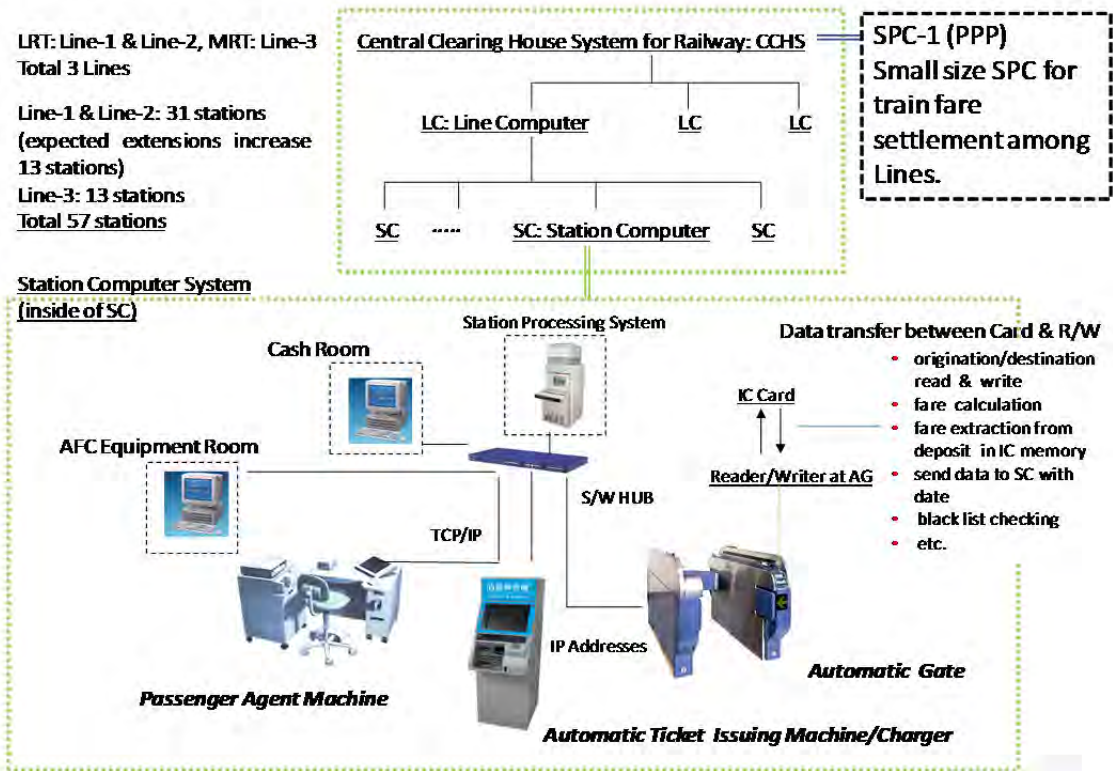


図 9.1-1 AFC システムの全体像

**9.1.2 マニラ・メトロ AFC システムのビジネスモデル**

JICA スタディー・チームは、1号線、2号線および3号線の AFC システムを JICA の STEP ローンを利用して構築する提案を行った。各路線の運航事業者が異なるため、運賃の相互清算に用いる中央クリアリング・ハウスを三つの路線システムを統合するかたちで導入することが望ましい。大量の通勤客がマニラ・メトロを利用しており、このような利用状況下で、鉄道課金システムを交換した経験を有することを、システム・ベンダーの調達条件に加える必要がある。マニラ・メトロのプリペイド型交通 IC カード・システムは、現金支払以外の決済システムをフィリピン社会で普及させる一つの手立てになるであろう。(図 9.1-2)



### Business Model of the SPC-2:

1. Commission and transaction fee;
2. Credit function of Pre-Paid Card;
3. System development for data transaction.

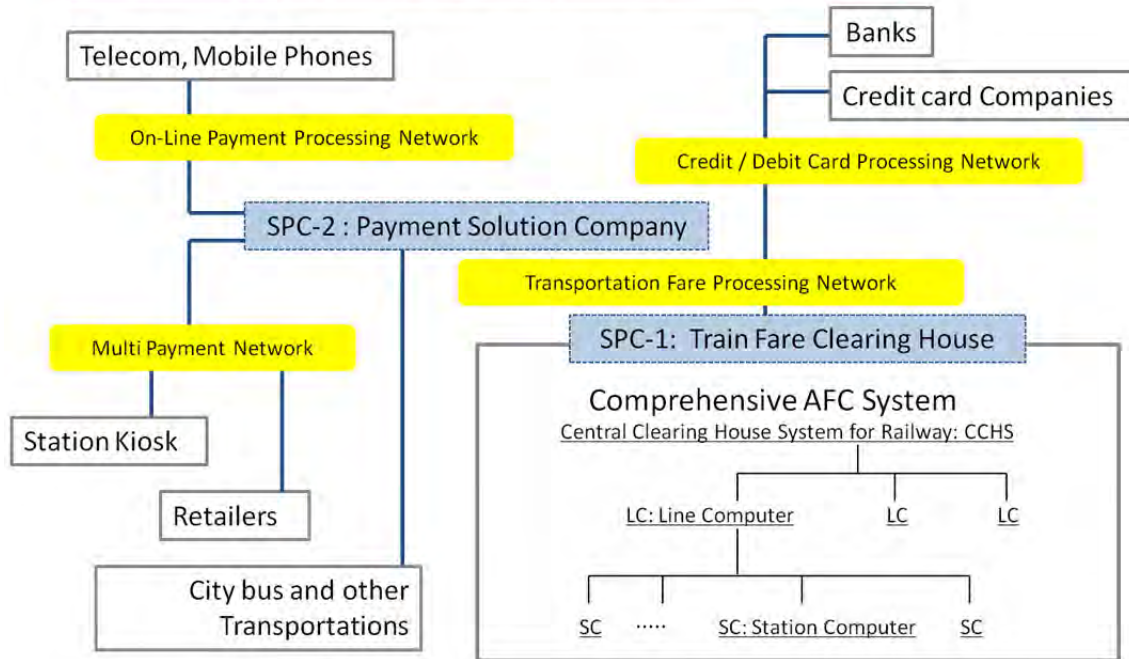


図 9.1-2 IC カード決済のビジネスモデル

### 9.1.3 乗客の推定数に基づいた改札口のゲート数の推定

JICA チームは、乗降客の推定に基づいて、改札口の自動ゲート (Automatic Gate: AG) の必要数を計算した。(表 9.1-1) 自動ゲート必要数の推定の根拠として用いたのは、推計時に手持ち資料のあった、1 号線のピーク時の 1 時間当たりの南・北行き各駅の乗降客数である。全体数の推計にあたっては、この 1 号線の必要数 (磁気カードのゲート数から IC カードのゲート数に変更した場合の削減割合) を 3 路線に適用した。なお磁気カード式を用いる現在のゲート数は、1 号線 328 台、2 号線 229 台、3 号線 171 台の合計 728 台となっている。

表 9.1-1 乗客予想数に基づいた自動ゲート数の推計

Differences of the Required Numbers of Automatic Gate, based on the Passenger's Maximum Numbers per Hour		Turnstile		Paddle		Flipper		Magnetic		
numbers of reserved gate	South Max	Northbound	Southbound	North	South	North	South	North (estimated)	South (estimated)	
2	North Max	Turnstile=1200PAX	Turnstile=1200PAX	Paddle=1800PAX	Paddle=1800PAX	Flipper=3600PAX	Flipper=3600PAX	Magnetic Tkt=600PAX/h	Magnetic Tkt=600PAX/h	
1	Baclaran	2868	5	1200	1800	1800	3600	600	600	
2	EDSA	6104	8	6	6	5	4	13	10	
3	Libertad	813	3	4	3	3	3	4	5	
4	Gil Puyat	2805	4	6	4	5	3	7	10	
5	Vito Cruz	1713	4	4	3	4	3	5	6	
6	Quirino	952	3	4	3	3	3	4	5	
7	Pedro Gil	2411	5	4	4	3	3	7	5	
8	UN Avenue	2182	4	5	4	4	3	6	8	
9	Central	1756	4	4	3	3	3	5	5	
10	Carriedo	2188	4	4	4	4	3	6	6	
11	D Jose	1837	4	4	4	3	3	6	5	
12	Bambang	400	3	3	3	3	3	3	3	
13	Tayuman	900	3	4	3	3	3	4	5	
14	Blumentritt	1237	4	4	3	3	3	5	5	
15	A Santos	462	3	3	3	3	3	3	4	
16	R Papa	1048	3	3	3	3	3	4	4	
17	5th Avenue	1493	4	5	3	4	3	5	7	
18	Monumento	11404	12	7	9	5	6	22	11	
19	Balintawak	969	3	5	3	4	3	4	7	
20	Roosevelt	2702	5	6	4	5	3	7	9	
			89	90	76	74	64	127	127	
			Line-1 AG total estimated	Line-1 AG total estimated	Line-1 AG total estimated	Line-1 AG total estimated	Line-1 AG total estimated	Line-1 AG total estimated	Line-1 AG total estimated	
			179	150	150	128	128	254	254	
			Line-1 AG Nr. ÷ 20 x 57 Stations	Line-1 AG Nr. ÷ 20 x 57 Stations	Line-1 AG Nr. ÷ 20 x 57 Stations	Line-1 AG Nr. ÷ 20 x 57 Stations	Line-1 AG Nr. ÷ 20 x 57 Stations	Line-1 AG Nr. ÷ 20 x 57 Stations	Line-1 AG Nr. ÷ 20 x 57 Stations	
			511	428	428	365	365	724	724	
			Line-1 AG Nr. ÷ 20 x 44 Stations	Line-1 AG Nr. ÷ 20 x 44 Stations	Line-1 AG Nr. ÷ 20 x 44 Stations	Line-1 AG Nr. ÷ 20 x 44 Stations	Line-1 AG Nr. ÷ 20 x 44 Stations	Line-1 AG Nr. ÷ 20 x 44 Stations	Line-1 AG Nr. ÷ 20 x 44 Stations	
			394	330	330	282	282	559	559	
			Point advance	Point advance	Point advance	Point advance	Point advance	Point advance	Point advance	
			Calculation method for the numbers of AG: (Passenger's Maximum number ÷ passage) point advance ÷ number of reserve gate							
			Numbers of passage at the gate per minutes=Flipper type:60 person, Paddle type:45 person, Turnstile type: 30 person							

### 9.1.4 AFC システム導入に必要な費用の見積

表 9.1-1 の自動ゲート数の推計に基づいて、AFC システムの導入費用を計算した結果は以下のとおりである。(表 9.1-2)

- コスト推定に利用したゲート数は現時点のものであり、将来の乗客数の増加を折り込んでいない。ターンスタイル型の IC カードの自動ゲート数は全線で 511 台である。IC カードの自動ゲートとしてパドル型もしくはフリッパー型を用いた場合、ゲートの単価は若干高価になるが、必要台数は少なく済む。
- 自動ゲートの必要数は、乗客の予想ピークに基づいて算出しており、各駅の構造やプラットフォームの構成については考慮していない。自動ゲートの数は、各駅が取り扱う発券数などにも依存する。

表 9.1-2 AFC システム導入の費用計算

	57 Stations		rounded		44 Stations
AG	Turnstile Type 511 gates procuring by the proportion of Entry Type × 5/13+Exit Type × 5/13 +ReversibleType × 3/13				
	2004692308		2,010,000,000		1,545,692,308
TOM	4 equipments / 1 stations	228		176	
	570000000		570,000,000		440,000,000
SCS	57 Stations				
	330600000		330,000,000		255,200,000
LCS	3 Lines				
	17400000		20,000,000		17,400,000
CCHS	1 system for 3 lines				
	400000000		400,000,000		400,000,000
			3,330,000,000		2,658,292,308
	<b>Equipment Breakdown</b>	<b>Yen</b>	<b>remarks</b>		
	Equipment Cost	3,330,000,000	AG, TOM, SCS, LCS, CCHC ※ TIM is NOT included supposing the manual sales of the ticket.		
	Initial Contactless Card	195,000,000	SVC:150 yen × 500000 cards + SJT:80 yen × 1500000 cards		
	Spare	154,000,000			
	Warranty's Cost	87,000,000			
	Training Cost	100,000,000			
	Testing and Commissioning	285,000,000			
	System Design and Software Dev't	450,000,000	CCHC, SCS, LCS		
	Project Management Cost	100,000,000			
	Marketing and Documentation	50,000,000			
	Installation	285,000,000			
	<b>total</b>	<b>5,036,000,000</b>			

AG: Automatic Gate

TOM: Ticket Office Machine

SCS: Station Computer System

LCS: Line Computer

CCHS: Central Clearing House System

SVC: Stored Value Card

SJT: Single Journey Ticket

## 9.2 日本企業の関心

### 9.2.1 本の AFC システム・ベンダー

1970 年代以降、日本のほとんどの都市交通機関が AFC システムを導入したため、日本の各ベンダーは AFC システムの導入経験を蓄積しており、海外での導入実績を持つベンダーも多い。以下の表は、日本の AFC システム・ベンダーと海外の導入実績をまとめたものである。

表 9.2-1 Japanese Investors on Automatic Fare Collection

AFC Vendor	System Integrator	Clearinghouse Operator
NIPPON SIGNAL OMRON TOSHIBA	NTT DATA HITACHI TOSHIBA etc.	PASMO JR EAST etc.

表 9.2-2 Examples of Oversea AFC Experience of Japanese Investors

Company	Track record
NIPPON SIGNAL	Chennai (India), etc.
OMRON	Kaoshiung (Taiwan) Beijing (China), etc.
NTT DATA	Vietnam Melbourne (Australia), etc.
TOSHIBA	Daegu (South Korea)

### 9.2.2 日本の AFC システム・ベンダーに対するインタビュー結果

JICA スタディ・チームは、国内の AFC ベンダーとシステム・インテグレータ数社に対してインタビューを実施した。インタビュー時に特定された問題は以下のとおりである。(1) AFC システム調達時の項目の分離、(2) 日本の AFC ベンダーの技術的優位性、(3) 自動ゲートのレトロフィット改修、(4) マニラにおける AFC システム事業のインセンティブ。

#### 1) AFC システム調達時の項目の分離

AFC の調達および導入次第は、以下の四つのカテゴリーに分かれる。

##### a. AFC (自動料金収受) システム

- ハードウェア調達・カスタマイズ部分
- ソフトウェア開発部分

##### b. クリアリング・ハウス・システム

- ハードウェア調達・カスタマイズ部分
- ソフトウェア開発部分

JICA ローンと組み合わせた PPP スキームの下で、AFC システムを調達する場合、調達および開発は、次の理由からいくつかに分離して考える必要がある。まず、AFC システムとクリアリング・ハウ

ス・システムは、それぞれ独立に調達・開発することができる。クリアリング・ハウスの調達・開発は、ハードウェア部分とソフトウェア部分に分けることができる。クリアリング・ハウスのハードウェア部分は、サーバと端末から構成される。これに対して AFC システムのハードウェア部分とソフトウェア部分は、一体として考える必要がある。その理由は、AFC システムのソフトウェア部分の開発がハードウェア部分に大きく依存しているからである。この点から 3 種類の分離の方法が考えられる。

- 第 1 案

JICA ローン：AFC システムの調達・開発

PPP：クリアリング・ハウスの調達・開発

- 第 2 案

JICA ローン：AFC システムの調達・開発とクリアリング・ハウス・システムのソフトウェア開発

PPP：クリアリング・ハウス・システムのハードウェア調達

- 第 3 案

JICA ローン：AFC システムの調達・開発とクリアリング・ハウス・システムのハードウェア調達

PPP：クリアリング・ハウス・システムのソフトウェア開発

## 2) 日本の AFC ベンダーの技術的優位性

非接触型 IC カードの主要な国際標準として、Type A (MIFARE)、Type B、およびフェリカ (FeliCa) がある。フィリップス社が開発した MIFARE は、国際規格 (ISO/IEC 14443 Type A) として認定されており、世界で最も広く普及した非接触型 IC カードの規格になっている。Type B は、モトローラ社が開発したもので、おなじく国際規格 (ISO/IEC 14443 Type B) になっている。これに対してフェリカ (ISO 18092) は、Sony 社が開発を主導した規格で、日本や香港の交通 IC カードで利用されている。

以上の 3 つの規格は、将来的には NFC (Near Field Communication) 規格に統合するものと予想される。このなかでフェリカは、処理速度がもっとも速く、ラッシュアワー時などの多数の乗降客数に対応することができる。(MIFARE の伝送速度 106kbps に対してフェリカの伝送速度は 212kbps となっている。) これは多くの乗客が駅の小さな空間を利用する、日本の地下鉄や香港の MTR で、フェリカを利用する理由になっている。フェリカ IC チップは、それ自体が OS と CPU を内蔵しており、複数の機能を 1 枚のカードに実装することができる。たとえばフェリカ IC カードに複数のアプリケーションをインストールして、1 枚のカードで交通用に Suica、小口決済用に Edy として利用することができる。フェリカは、各アプリケーションの情報を他のアプリケーションと区別して制御する。フェリカ・カードはこのように高機能であるため 1 枚当たりの単価が高い。日本のカード IC ベンダーは、フェリカと MIFARE の両規格および、双方の対応に経験を持っている。

## 3) 自動ゲートのレトロフィット改修について

自動ゲートのレトロフィット改修とは、既存の磁気カード・システムの自動ゲートの筐体とターンスタイル部分を残して、カード読み取り部分だけを磁気方式から非接触型 IC 方式に入れ替えるものである。この場合、オリジナルのゲートの筐体とターンスタイル部分と、非接触 IC カードの制御部分との接続を再設計して動作を保証するソフトウェア改修作業が必要になる。筐体とターンスタイル部分は高価ではないので、自動ゲート全体を交換するほうが費用対効果は高いかもしれない。

#### 4) マニラにおける AFC システム事業のインセンティブ

日本のベンダー各社から、マニラにおける AFC システム事業について高い関心が聴取された。日本のベンダーは、Type A (MIFARE)、Type B、およびフェリカの各基準に対応しているが、レトロフィットなど投資規模のダウンサイジングや、技術的優位性を考慮しないで、入札価格のみを判断基準とする公募のやり方に対して警戒する意見があった。

### 9.3 ステップ・ローンを活用した AFC システム調達に関する提案

調査チームは、AFC システムの資金調達スキームとしてステップ・ローンを提案している。DOTC は、PPP Center と協力して PPP による調達を検討し、FS 調査の準備を進めていたことから、ステップ・ローンと PPP による調達の併用可能性に焦点が充てられた。調査チームは、DOTC と複数の協議を実施している。

#### 9.3.1 資金調達ストラクチャー案

公共（ステップ・ローン）および民間（PPP）における役割分担を検討した。民間企業へのヒアリングおよび技術的な精査を行った結果、事業ストラクチャリングの前提として次の点を設定した。

- ✓ 自動改札におけるハードウェア及びソフトウェア開発は、分離不可。
- ✓ ハードウェア及びソフトウェア開発の決済システム（CH）の調達は、分離可能。

DOTC との間で、次の 4 つの選択肢（図 9.3-1 参照）を検討した。

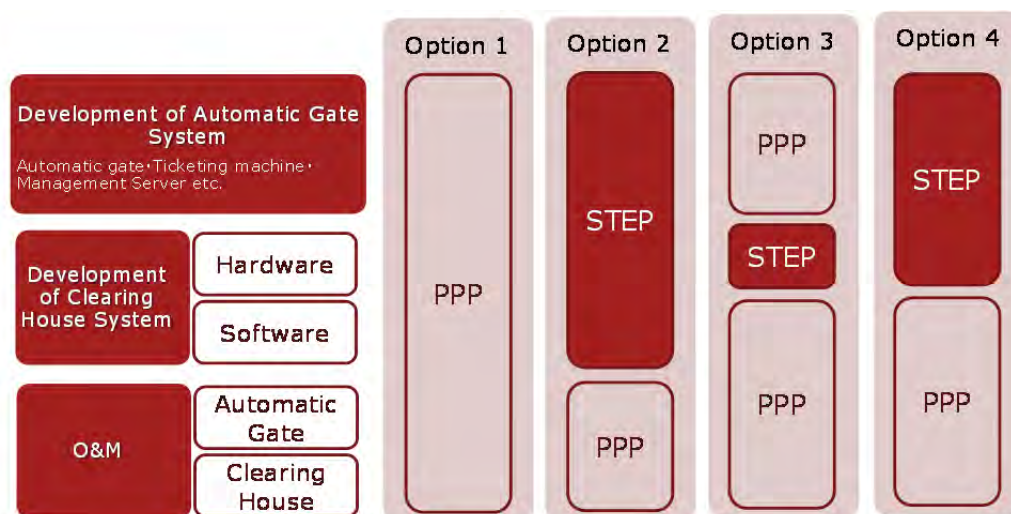


図 9.3-1 資金調達の選択肢案

選択肢 1： 設計・建設から運営維持管理の全てを PPP スキームで調達する。

選択肢 2： 全てのハードウェアおよびソフトウェアをステップ・ローンで調達し、全体の運営維持管理は民間が実施する。

選択肢 3： 決済システムのハードウェアをステップ・ローンで調達し、自動改札機システム、決済システムのソフトウェアおよび全ての運営維持管理は PPP スキームで調達する。

選択肢 4： 自動改札機システムおよび決済システムのハードウェアをステップ・ローンで調達し、決済システムのソフトウェアおよび全体の運営維持管理は PPP スキームで調達する。

ステップ・ローンにより開発されたシステムの所有権は DOTC が保有し、PPP 事業者は利用権を取得するものと想定する。

選択肢 3 におけるステップ・ローン部分は比較的小さいものの、Line1 のステップ・ローンのパッケージの一部を構成するものとする事で、効率的な実施が可能であると想定される。

### 9.3.1 プロジェクト費用の比較例

下表は、各選択肢のプロジェクト費用の比較である。ステップ・ローンの適用により、全てを PPP スキームで調達する選択肢 1 と比較して金利負担が減少されることがわかる。さらに、政府によるアベイラビリティ・ペイメントを伴う PPP スキームにおいても、事業期間を通じた政府負担が除外されるものではない点には留意が必要である。

また、STEP ローンによる日本の技術の活用により、高品質なシステムの開発及び安定した運営が保証されると思われる。PPP スキームでは、システムの開発及び運営の技術面での適切な要求水準を保証するためには、十分ストラクチャリングされた調達が必要とされる。

表 9.3-1 プロジェクト費用の比較例

Project Costs		Option1 PPP	Option2 STEP + PPP <sub>(O&amp;M)</sub>	Option3 STEP <sub>(HWofCH)</sub> + PPP	Option4 STEP <sub>(AG, HWofCH)</sub> + PPP	
STEP Cost	Investment Cost	-	\$18.31M	\$ 0.80M	\$15.11M	
	Interest	-	\$ 16.31M	\$ 0.71M	\$13.46M	
	Commitment Charge	-	\$ 0.03M	\$ 0.00M	\$0.02M	
	<b>TTL</b>	<b>-</b>	<b>\$34.65M</b>	<b>\$1.51M</b>	<b>\$28.59M</b>	
PPP Cost	Availability Payment	Investment Cost	\$ 18.31M	-	\$ 17.51M	\$3.20M
		PPP Start-up Cost	\$ 3.23M	\$2.50M	\$ 3.20M	\$2.63M
		Interest, Dividend, etc.	\$ 19.82M	\$2.30M	\$19.05M	\$ 5.36
	O&M costs	\$ 27.75M	\$ 27.75M	\$ 27.75M	\$ 27.75M	
	PPP Operating costs	\$ 1.90M	\$ 1.90M	\$ 1.90M	\$ 1.90M	
	<b>TTL</b>	<b>\$71.01M</b>	<b>\$34.45M</b>	<b>\$69.41M</b>	<b>\$40.84M</b>	
Total Government Contribution for Project period		<b>\$ 71.01M</b>	<b>\$ 69.10M</b>	<b>\$ 70.93M</b>	<b>\$69.43M</b>	

注：

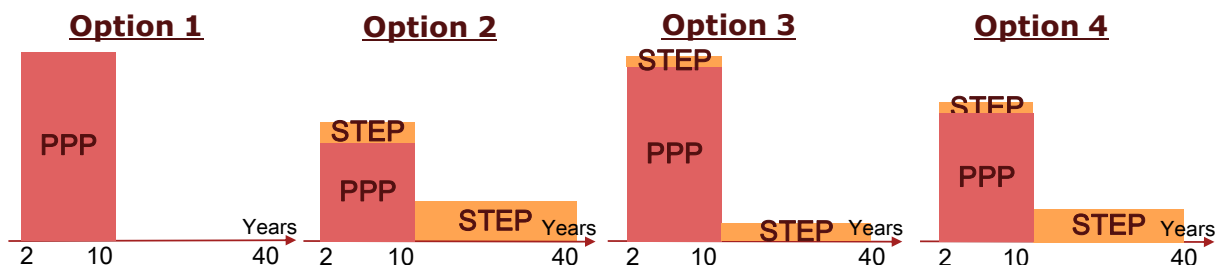
- 事業期間における政府の総負担は、LRTA 等の公的交通機関の事業者が負う。負担の一部は、切符売上により回収され、残りの部分は補助金等の政府支援を通じて回収される。
- 資金調達コストを除く全ての費用（インフレを除外）は、DOTC の可能性調査ドラフト版 (REBEL Report) に基づき、想定されたものである。
- 手数料収入及び維持・更新費用は、考慮されていない。
- 金額は、作業範囲、手数料収入の可能性等により変化するものとされる。
- HW はハードウェアの略である。



ステップ・ローンは、期間 40 年、利率 0.2% と想定する。下表及び下図に示された通り、これにより、ステップ・ローンを活用した場合の方が全てを PPP スキームとする選択肢 1 より、政府の年間支払額が低く抑えられる。

表 9.3-2 年間支払額の比較

Annual Payment		Option1 PPP	Option2 STEP +PPP (O&M)	Option3 STEP (HWofCH) +PPP	Option4 STEP (AG, HWofCH) +PPP
1-10 year	STEP Loan repayment	-	\$586K	\$26K	\$483K
	PPP Payment	\$7,101K	\$3,445K	\$6,941K	\$4,084K
11-40 year	STEP Loan repayment	-	\$959K	\$42K	\$791K
	PPP Payment	-	-	-	-



## 9.4 試算の前提

### 9.4.1 設備投資費用

AFC の設備投資費用は、Rebel Report の FS ドラフト版に基づき算出されている。各選択肢における本費用は、以下の通り、ステップ・ローン及び PPP に配分されている。

表 9.4-1 STEP 及び PPP への費用配分

選択肢	STEP ステップ	PPP
選択肢 1 PPP	\$0	\$18,312,675
選択肢 2 STEP+PPP (O&M)	\$18,312,675	\$0
選択肢 3 STEP (CH のハードウェア)+PPP	\$800,000	\$17,512,675
選択肢 4 STEP (AG, CH のハードウェア)+PPP	\$15,112,675	\$3,200,000

注：

- 資金調達コストを除く全ての費用（インフレを除外）は、DOTC の FS 調査ドラフト版（REBEL Report）に基づき、想定されたものである。
- 選択肢 3 及び 4 では、決済システムのハードウェア開発費用は、決済システム開発費用の五分の一と想定している。本割合は、日本人投資家へのヒアリングから得た割合に基づくものである。



## 1) STEP の条件

返済期間	40 年
元本返済据置期間	10 年
返済スケジュール	元利均等
利率	0.20%
コミットメント・フィー	0.10%
建設期間	1.5 年
為替マージン	3.00%

## 2) PPP スキームの条件

PPP スキームの金融条件及び費用は、Rebel の可能性調査ドラフト版に基づくものである。

負債資本比率	80%
優先ローン金利	6.5%
劣後ローン金利	9.0%
エクイティ IRR	20.0%
会社設立関連費用	\$2,500,000
運営維持管理費用	年間\$2,774,668
PPP 運営費用	年間\$190,000
運営期間	10 年

## 第 10 章

### プロジェクトの実施

---

## 第10章 プロジェクトの実施

### 10.1 現地の鉄道建設能力

フィリピン国内の建設業界には1980-84年のLRT号線15kmの建設以来、高架鉄道建設の機会があった。当時の建設開発公社（現在のフィリピン国営建設公社：PNCC）は筆頭契約会社であった。LRT2号線はJICA（当時のOECF）の借款で建設され、基礎工も上部工も韓国の建設会社（韓進）とフィリピンの下請企業の共同事業体が落札した。同じ仕組みで行ったもう一つの鉄道プロジェクト例に2008-2010年のフィリピン国鉄(PNR)の南北接続プロジェクト（総コスト6000万米ドルで、軌道と駅の修復、DMU（意思決定組織）の設営を含む）がある。同じ合同企業体が2008-2010年のPNR通勤鉄道の修復事業を行った。

LRTAが北ループ（1号線の延伸5km）の入札を2007年に行ったときに、受注したのはフィリピン企業であったが、その企業は信号部門の補強にドイツ企業を雇用した。この企業はドバイ・モノレールの土木部門の受注に成功している。更に言えば、国内の企業が鉄道建設に広範な経験を持つ外国企業と組んで、この分野のプロジェクトに参入することを阻む法律は何もない。

例えば、1号線延伸プロジェクト（CEP）に幾つかの外国企業が関心表明をしていることが知られている。DOTCは32社がこのプロジェクトを含む入札図書を購入していると伝えている。特に、サンミゲル・インフラストラクチャー、マクアリー・グループ、三菱商事、韓進、住友商事、レイトン、メトロ・パシフィック・グループ、FSGキャピタル、EFCエンタプライズ、FFクルツ、丸紅、DMCI、BPIキャピタル、ING銀行、ホルクマン計画開発、その他韓国の数社が特に強い関心を示しているとのことである。

丸紅・DMCIの合同企業体はMRT7号線の建設プロジェクトの受注に成功した。これは民間提案型の案件として成立したものである。プロジェクト資本市場ではプロジェクトの実施能力の担保が必要とされているので、LRT1号線延伸プロジェクトうち、土木、電気事業に関する限りは国内に実施能力ありと判断して差し支えないであろう。フィリピン政府のPBACによる予備審査では有望な応札者でも必要とされている経験がないと排除されることになる。

### 10.2 入札制度と評価に関する提言

#### 10.2.1 入札のフレーム

フィリピンの入札制度は良く整って定型化しており、政府は数十年に亘ってそれを使用している。その結果、膨大な経験と前例が蓄積されている。しかしながら、ODA投融資によるプロジェクトとなると、供与側によって入札手続きを見直し、再検査をしないと、（1997年のLRT2号線のパッケージ1でおきたような）拒否権の余地を残すことになる。政府予算によるプロジェクトかまたは一般歳出法に完全に則して行われるプロジェクトであるならば、その手続きは共和国法 No.9184、または政府調達改革法 No.2003に記載されている。後者は適用規則や規定に詳しい。

PPPプロジェクトの入札、評価に関する法律は（1993年に発令され、一般にBOT法と呼ばれる）共和国法 No.7718である。このBOT法の実施規則・規定は最近（2012年7月）改定され、手続きを

簡素化するとともに、過去に発生した問題——公開入札に必須の透明性問題を避ける傾向がある民間提案型のプロジェクトで主に発生する問題——に対応するようになった。

LRT1 号線延伸プロジェクト（CEP）では、土木部門は BOT 法に則って入札され、一方、JICA 融資による電気機械（E&M）部門は政府調達改革法によって行われる。過去に、供与側とフィリピンの入札規則に食い違いがあるために問題が生じたことがあるが、これらの問題は取り除かれ、将来、同じ係争問題が発生しないようにその教訓は判例となった。

伝統的な入札方式では、ODA 借款では入札の前に詳細設計が定まっていなければならないが、PPP では通常、免許所有者が全責任を負うデザイン・ビルド方式が普通であり、LRT1 号線延伸プロジェクトはこの方式に依ることになる。

### 10.2.2 予備審査

入札の予備審査と評価もほぼ、前述の法令に則っておこなわれる。大規模プロジェクトでは技術プロポーザルの提出に先立って予備審査が行われる。財務プロポーザルは技術プロポーザルと同時に、予備審査・入札・審査委員会（PBAC）が定める期日までに提出しなければならないが、技術プロポーザルの審査が済んで、一定の基準を満たし十分な内容の技術プロポーザルを提出した応募者の財務プロポーザルしか開封されない。

予備審査は法制度、業績、財務の3面から審査される。第一の法制度面では応募者の建設業務に従事するための免許または認定を含む事業登録の確認である。第二の業績面では応募者の類似案件の経験蓄積を審査、第三の財務面では有望応募者の資本金、借入金の検討を行う。

2012年4月に、関心を表明しているグループに対して DOTC が事前審査書類提出への公募をして、LRT1 号線延伸プロジェクトの土木部門の入札は開始された。もともと、書類提出の締め切りは8月22日であったが、DOTC は9月22日に延期した。有力応募者の意見を容れたせいか、明らかに、財務的なハードルも低められた。3つの評価面それぞれの閾値が初めて予備審査応募者に知らされたのは2012年の10月末か11月初旬に発行された業務指示書（TOR）によってであった。この予備審査で起きた非難は企業の経験と実績に集中した。閾値は書類提出締め切りの間際ではなく、公募と同時に公開されるべきであった。落札した企業は鉄道システムを維持・運営するのであるから、その分野での能力が十分であることを証明する必要があることは明らかである。しかしながら、歴史の浅いフィリピンに於いて、十分な経験を示すことが出来る企業は存在しないこともまた明らかである。

かくして、有望な応募者は外国の企業と組んだ企業に限られることになる。しかし、ここでもまた、海外企業の閾値（最低条件）は運営している鉄道網の規模よりも、旅客の輸送実績を重視して設定されているのである。最初に設定された閾値は、年間輸送旅客 5,000 万人以上であったが、後に 3,000 万人（1日当り 80,000 人）に下げられた。多くの先進国では、LRT システムはたとえマニラの LRT と同等もしくは大規模であっても、マニラほどの旅客を運んでいないのが普通である。表 10.2-1 は世界の幾つかの LRT システムを比較したものである。「年間輸送密度」という指標は1年間に輸送した路線長 1km（または1マイル）当りの旅客数を意味する。それは、年間旅客数に旅客一人当たりの平均利用距離を乗じた積を営業路線延長で割った値である。

前述の論理に従えば、名古屋電鉄はたとえマニラ首都圏の3路線を合わせた以上の路線網を運営しているにも拘わらず、資格を失うことになる。

表 10.2-1 世界の都市鉄道の輸送密度

都市/システム	年間旅客数 (百万人)	輸送密度 (百万人/km)	営業路線長 (km)	年次
名古屋、日本 (LRT/トラム)	112.7	5.8	77.4	1970
福岡、JR (メトロ)	103.1	14.8	115.9	2005
リヨン、仏 (LRT Line 1)	14.3	4.9	8.7	2007
ルードイッヒシャーフェン、独 (LRT)	2.0	1.0	16.3	2002
オスロ、ノルウェイ (LRT)	30.4	2.0	38.3	2006
オタワ、カナダ (LRT)	13.0	3.5	29.4	2009
マニラ、フィリピン LRT 1	156	10.1	15.3	2010

出所：インターネット、[www.publictransit.us/ptlibrary](http://www.publictransit.us/ptlibrary) より調査団作成

加えて、予備審査で審査に当たっている技術委員会は、徒に ISO 資格にこだわっているきらいがある。ISO 自体は悪くはないが、外国の親会社の ISO 資格が新規に開設されたフィリピンの子会社に自動的に移転されるものではないであろうから、資格の有無にこだわるのは現実的ではないであろう。

入札に関しては、DOTC は国際金融公社 (IFC) を交通顧問として助言を求めている。その利点として、入札手続きを確実に融資可能なものに導くことができる。

政府は次年度(2013年)の初頭までに全ての入札手続きを完了して、2013年6月までに業者を選定したいと考えている。それでも当初予定よりも6か月遅れている。資金調達完了までには、楽観的に見ても6か月を要するから、建設開始は2014年の第一四半期になろう。2015年までに竣工するという大統領宣言があるので、建設期間はより効率的に24か月に短縮することになる。

### 10.2.3 評価

LRT 1 号線 (バクララン～ノースアベニュー間) の場合、落札者選定の主な基準は、LRT が保有する資産の賃貸料として政府に支払う免許料の最高値である。

市場リスクは落札業者が負うことになっているので、政府は料金設定権を落札業者に委ねるのが妥当であると考えられる。有望入札者向けの最初の覚書によれば、DOTC と LRTA は免許協定に明記されている料金調整式を適用して、公式な料率の算定に起因する不利益が発生した場合にはこれを補償しなければならないとして、適正な料金改定を再保証している。

### 10.3 契約上の特記条項

契約書または免許協定の案文はまだ公表されていない。それは多分、業務指示書 (TOR) の公示と同時または直後に発表されることになろう。したがって、どのような特記条項が付帯されるか推測することは困難である。

しかしながら、微妙な点は、契約期間（30年未満に設定）中に定期的に行われる免許所有者の実績評価に関わる部分であろう。有望入札者向けの覚書に記載されている通り、「システムの信頼性と有効性、とりわけ顧客への対応と安全確保に関する実績査定は免許協定書内に定義され、PPP 契約の Pain/gain 精神に則り、支払額は主要実績指標（KPI）の算定結果によって変化する」

免許保有者が車両と機器類が同時に調達してきたのならば、利用可能な最低限の車両数を取りきめることは必要であろうが、3 世代にも亘る互換性のない車両が存在し、運営条件も不明確であることを考慮すると、当初においてその数を設定することは現実的ではない。139 両程の LRV の各車両について、一覧表の履歴データも維持修理記録も存在しない状態では問題が多い。詰まる所、新規参入のオペレータは、車両は創業初日からの当然の管理を想定して、現実の状態には半ば無知のままやって来るのである。幸いにして、覚書ではこの事実を認識しており、一定の期間、KPI 評価対象から外している。

LRT 1 号線延伸プロジェクトとは切り離して、幾つかの修復事業が開始されている。これには、車両更新、第 1～第 9 変電所の高圧スイッチ・ギアの交換、防護柵の交換、跨線ガントリーのアンカーボルトの修理などと並んで、第一世代の LRV の第 2 次修復が含まれている。免許所有者は、前もって関与していなかったこうした最終的な事業についても責任を負うことになる。LRTA の唯一の責任は「LRT の安全性、信頼性および能力向上計画に基づいて、既存のシステムの修復事業を適時実施する」ことである。2012 年 9 月の時点で、これらのサブ・プロジェクトには既に遅れが発生している。

公共交通の優良なオペレータならば車両の標準化を図り、在庫コストを最小化するとともに創業可能車両を改善しようとするであろう。従って、年が経過するとともに、LRV から引き継いだ車両が次第に修理され改善されていくと期待される。LRV の 3 世代に亘る車両には互換性がなく、交換可能な部品も僅かしか残されていない。本件プロジェクトには第 4 世代の車両の調達が予定されており、これはそれ以前の車両との互換性を備えることになる。しかし、問題はどの世代の車両との互換性を計画するかである。老朽化した車両のなかには、すでに部品供給者も居なくなって、全取り替えの方が返って経済的なものもある。本件プロジェクトではこれらの問題と取り組む時間も指示もないが、部分的な解決策としては、長期のオペレータや免許所有者と協議して、第 4 世代の LRV の最終仕様を作成するとともに、老朽車両の内どれを廃品とするか決めることを提案する。そして、免許所有者が将来、老朽車両を改良しようとするとき、事前に LRTA または元々の機器供給者の了解を取り付ける必要があるか？ これらを決定する自由がオペレータに与えられることが望ましい。

#### 10.4 維持運営 (O&M)

同種の都市鉄道システムを運営した経験を有望入札者の資格に要求するためには、政府は LRT1 号線の O&M を専門化する必要があると認識している。落札した企業が人材を配置する際に、それぞれの経験年数を記載することとしているが、この規則そのものを設定する際に、その規則が適用されなかったのは皮肉なことである。

政府部門の制度・組織的な弱体ぶりを考えると、技術的に複雑な鉄道の維持運営事業を民間部門に移転することは妥当な方向を目指した第一歩であろう。この方針は 1983 年に LRT1 号線が建設されたときに最初に採られたが、2 号線、3 号線では踏襲されなかった。かくして、都市鉄道の有資格人材は

その後何年も開発も育成もされなかった。今日では、LRT1号線のO&M組織（首都圏公共交通機構：MTO）に最初のころの従事者の殆どがどこへ行ったか分からない。

都市交通には財務的に成立しがたいという属性がついて回るので、純粋な民間企業の努力は失敗に帰する（バンコクのスカイトレイン、K/LのLRT、英国の運河トンネル、皆、然りである。）したがって、プロジェクトの主要コストは政府が調達し、返済すべきである。コスト負担の分割はLRT1号線延伸プロジェクトでは受け継がれている、官民の役割が反対になっているが。鉄道プロジェクトの許可の成功例では、車両は民間部門の責任で、軌道インフラは政府部門の責任としている。本件で政府がJICA資金を用いて電気機械部門（E&M）を引き受けようとしているのには二つの理由がある。すなわち、(a)返済期間が長く、低利資金の活用、(b)E&Mの全てではなくても、多くの部分が外国からの輸入品である、の二つである。この種の役割分担の欠点を緩和するために、調達するE&M品目の仕様と調達方法について民間の免許所有者と協議することを提案する。

所定のO&Mスキームでは免許所有事業体の関心事は、利潤の最大化、需要弾性と道路系公共交通との競争に対してバランスのとれた運賃を実現することである。そのためにはLRTA/DOTCの監査や統制は少ない方がいい。しかし現実には、政府はKPIに詳細を極める指示を描き込んで干渉しようとするであろう。これでは「部外者の口出し」（backseat-driver）であるが、これが1980年代にLRT1号線のO&Mで起きたことである。

## 第 11 章

### プロジェクト実施上の組織・制度的課題

---



# 第11章 プロジェクト実施上の組織・制度的課題

## 11.1 建設・維持運営・安全性・人材・財務に関わる組織・制度

### 11.1.1 プロジェクトの管理

プロジェクトの管理は誰の責任か、これは答えられない質問である。過去にはこの問題が提起されなかったのは LRTA が常にこの疑問の恩恵に浴していたからである。LRTA はかなりの部分、国際コンサルタントの助けを借りて、プロジェクト管理チームを組織してきた。DOTC はプロジェクト実施の中央集権化を好んで促進してきたし、結果として、主たる責任を負ってきたと目されている。もしもその線を進めるのであれば、早急にリーダーを任命して、土木部門と電気・機械部門 (E&M) それぞれの実施を援助するコンサルタントを決める入札手続きを開始しなければならない。しかし未だその動きはない。この点に関して、もしも 2 組のコンサルタントが雇用されるような事態になると、プロジェクトの調整は複雑になり、内在的な問題を抱えることになる。明らかに、ハイブリッド型 PPP によるこの案件を統合管理することは、LRTA であれ、DOTC であれ、これまで体験したことのない厄介な挑戦をすることになるであろう。

プロジェクトの組織を示唆すると、図 11.1-1 のようになる。これは過去に成功をみたインフラ・プロジェクトの組織構造であり、組織間委員会を設けて特別局長会議のような機能を担わせて、プロジェクトマネージャーを導く。委員会は、議長 (DOTC) 、LRTA 理事、DPWH、MMDA、土木業界/民間、それぞれの代表合計 5 名で組織するのが良い。

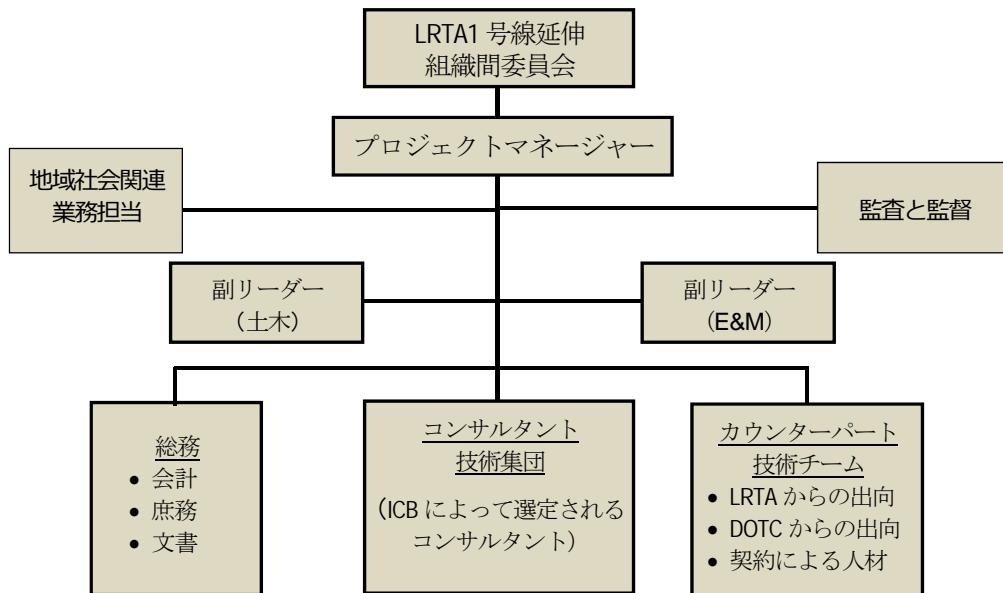


図 11.1-1 マニラ LRT の実施組織の提案

混乱をさけるためには、土木部門 (PPP 部門) と E&M 部門 (ODA 部門) のそれぞれに異なるコンサルティング・グループを雇うよりは、むしろ、単一のコンサルティング・グループを雇用するのが

良い。両部門に共通なプロジェクト管理支援チームの設営する資金は JICA の協力を期待する。チームリーダーには鉄道建設の経験に富む人材を充てる。コンサルタントの選定は早急に開始して、落札者が決まり次第稼働させるべきである。過去のインフラ・プロジェクトの事例では、コンサルタントは本体事業入札の技術的評価の一部を担当した。理由は不明であるが、DOTC も LRTA も手続きを開始する動きはない。

前述の構造の下では、土木部門の資本費用は民間が負担することになり、JICA はその他の費用を融資し、用地費は LRTA 用地取得費用を調達する。プロジェクト管理とそのためのコンサルタント費用は誰の負担になるのか明らかではないが、JICA の協力を期待している向きがある。

PM コンサルタントは E&M 部門も含む入札図書をパッケージごとに作成するとともに、技術的実績明細を作成する責任を負うと想定している。未だ明確にはなっていないが、土木部門の設計と建設計画もその責任範囲に入れるのが望ましい。これによって、両システムの統合を図る際の接合問題や手戻りを未然に防ぐことが出来る。

また、PM コンサルタントは O&M システムまたはその主要な構成要素を試運転する手順と評価基準を示す責任を負う。試運転は、運転システムが事前に定めた基準を満たし、建設と設置が満足のいく仕上がりを示し、かつ、全てのサブ・システムとその構成要素それぞれのテストを経て一つのシステムに統合されたと確認された段階で終了する。試運転は主要なシステムの工場試験と現場試験を含み、所定の運転環境のなかで全システムの統合テストを行う。その際、免許所有者は同乗して、LRTA や PM ではなく、自らが運営者としてテスト結果を承認しなければならない。これに関しても積み残しの状態にある。

### 11.1.2 建設後の引き渡し

プロジェクトのこの段階は、完成と運転開始の興奮が収まった後であり、往々にして、その重要性は無視されたり過小評価されたりする。しかし、鉄道システムの長期的な維持・運営を考えると、この段階は重要である。

最も重要な点は、建設設計図の LRTA への引き渡しであり、同じく、電気機械設備 (E&M) の保証書類の引き渡しである。機器のマニュアルと部品の識別票はその後の維持作業に役に立つ。プロジェクトの下流の段階で永く尾を引くような問題はこの段階で解決してしまう必要がある。

### 11.1.3 安全性の問題

維持・運営 (O&M) 、安全性、人事、財務関連については免許協定 (Concession Agreement) (案) の中で詳細に記載する必要がある。最初の 2 つの事案については LRTA が免許所有者に渡すことになろう。本件によって整理される LRTA の職員 (おおよそ 980 人程度) はとりあえず落札者のところに吸収され、その後 6 か月の試用期間を経て退職または配置変えになる。多分、運営者には一般輸送業者としての責任と自覚 (特に、旅客に対する責務と、事故の際の不当な請求の可能性に対して) があるであろう。

運輸業の操業上の安全性は、公共物損壊やひったくりのような小犯罪は別として、運輸当局の伝統的な関心事であった。最近では、特に首都圏におけるバス、LRV 車両、島嶼間を航行する船舶を巻き込んでいる多の事件に次いで、運輸設備にたいするテロリストの攻撃の脅威も大きな安全上の問題になっている。こうした不祥事によって駅での遅れが多発しているため、警察当局に任せきりには出来ない。LRTA や免許所有者は、こうした問題に対して責任を共有しなければならないし、特に免許所有者は適切な安全・治安管理計画を実施しなければならない立場にある。施設の設計の段階で前もって、危険性分析 (Hazard Analysis) や脅威・ぜい弱性分析 (Threat and Vulnerability Analysis) の結果を組み入れることは一考に値する。

土木事業に関する限り資本コストは民間によって調達されることになっており、DOTC は電気機械 (E&M) を負担することになっている。後者については殆どの部分に JICA 資金を活用することになる。用地費は LRTA がその事業体の資金と、恐らく一部分財政投資を使用することになる。

運賃徴収は免許所有者の責任である。しかし、DOTC は第三の鉄道路線の開業を期に共通乗車券システムを導入しようとしているので、発券システムだけ切り離されるであろう。共通乗車券システムの入札はまだ始まっていないが、2012 年 4 月に移行計画は終了している。予定では、新しい自動料金徴収システム (AFCS) は LRTA や LRT1 号線のではない企業が担当することになり、2013 年の第三四半期に決まり、新システムへの移行は早くても 2015 年 1 月になるであろう。新システムへの移行と責任の移転では、その説明責任と移転時点は適切に管理する必要がある。これは恐らく、(土木事業の完了後ではなく) 建設期間中に行われることになるであろうから、移行と新オペレーターへの移転はプロジェクト・チーム内の誰かの責任にするよりは、LRTA 内の誰かを任命すべきである。コーディネーション作業については、プロジェクト・チームより免許所有者に、より大きな責任を負わせるべきである。

#### 11.1.4 長期的フレームワーク

本件の長期的な組織上のフレームは不透明である。フィリピン開発計画 2011-2016 では、DOTC 内部に戦略鉄道庁 (Strategic Railway Authority : SRA) を設けると定めている。もしも鉄道庁が DOTC の内部にせよ外部にせよ設けて、その上、鉄道事業の免許が民間機関に与えられることになれば、LRTA は無用になる。一方、LRTA の将来の役割については何の規定もない。LRT1 号線の延伸プロジェクトは民営化へと踏み出す引き金となり、長期的な方向に向かう第一歩となるであろう。しかしながら、LRT2 号線の民営化についての発表は幾つかあるものの、LRT2 号線、3 号線については 1 号線のような努力は行われていない。今日の状況と政府部門の硬直化が続くとすれば、2016 年末まで、すなわち、LRT1 号線の延伸が完了するまで、LRTA は 2 号線の運営体のままであり、DOTC は 3 号線の運営体、そして民間が延伸された 1 号線の運営体であるという構図が続くと予想することは妥当である。MRT7 号線が実施された段階では、契約の構造は、従って、リスク分担も 1 号線のそれとは異なってくるであろう。そこで政府は 4 路線のそれぞれの実績評価に異なる基準を用いて、極めて不平等な競技場を生み出すという困った状況に置かれることになる。その上、LRTA や DOTC は鉄道事業の監査側であると同時に運営体であるという、不健全な存在になる。監査者としては 1 号線の運営体に高度な運営実績を強要することになるが、運営体としての自らにたいしてはそういう訳にはいかなくなる。

避けてきた、または、後回しにされてきたもう一つの問題に、永く等閑にされてきた LRTA の財務再建がある。この再建案は JICA 調査によって 1996 年に提案され、2007 年に更新された。提案の骨子は、1 号線と 2 号線の建設と拡張で生じた外国借款のうち国庫から立替払いされている金額のうち、LRTA によって払い戻されていない負債を帳消しにすることであった。この立替払いの額は、2005 年には総負債額 450 億ペソのうち、60 億ペソと推定されており、これは最も楽観的な想定のもとでも返済不可能である。LOTA の負債から帳消しにするよう提案された額は 300 億ペソである。

この鉄道部門の財務再建計画は、理想的には、鉄道網の拡張に先立って実施して、鉄道 4 路線の持続可能な基盤を固めるのが望ましい。これら 4 路線はたとえ民営化されることがあっても、金額は変化するにせよ、補助金を必要とし続けるであろう。この補助金の資金源をどこに求めるか、どのように 4 路線に配分するかについて政策は固まっていない。

カビテまで延伸される LRT1 号線の場合、補助金は政府保有資産の形で前払いされるが、借款の償還義務は結局 LRTA が負うことになる。事業免許契約においては、政府が運賃を適宜改定する義務を怠らない限りにおいて、その他の政府補助はない。

MRT3 号線の場合には、運賃収入とリース料金固定額との差額によって決まるので、年度により額がことなり、不透明である。これは一般予算案法に基づいて決定されるので、金額は毎年、議会での討議を経て決められる。

2 号線への補助金は実際の運賃収入と LRTA の運営効率に依存して毎年金額が変わっているもので、資本金ではなく運営費に対するものである。2 号線の資産に対する借入金の償還（元本プラス金利支払い）は過去に LRTA が借入金を償還できなかったもので、初めから財務省が保証人となっているので、財務省が支払うことになるだろう。

表 11.1-1 鉄道 3 線への補助金

(単位：ペソ)

路線	2010		2011 (暫定値)		平均 料金/旅客
	コストカバー料金	政府補助	コストカバー料金	政府補助	
LRT 1 (タフトールサル、黄色)	35.77	21.57	47.36	33.16	14.20
LRT 2 (アウロラ、紫色)	60.75	47.24	59.08	45.57	13.51
MRT 3 (エドサ、青色)	60.03	47.73	64.38	52.08	12.30

出典：DOTC, LRT/MRT 料金改定 (Oct 2010)

2 号線、3 号線ではもともと借入金は国庫から支払われると見做されていたので、経営体には鉄道をより効率的に運行して利益を上げようと言うインセンティブがない。先行例の欠陥に学んで、都市鉄道の持続可能なフレームワークを実現するための適切な構造を構築するには、次の条件が必要である。

- 1 号線を落札者に移管して、これに続いて 2 号線、3 号線の維持・運営を民営化する。
- 固定資産（軌道インフラ等）をローン返済の義務を政府が負う前提で政府に移管する。
- 車両の所有権を民間運営体（暫定的に LRTA でもよい）に移管する。
- LRTA を鉄道戦略局に改造して、鉄道網計画に当たるとともに民営化した 3 路線（将来の追加路線を含む）の監理に専念する。

- DOTC は鉄道の運営から撤退して、持ち株会社としての機能と、その免許権に基づいて、鉄道免許発行者としての本来の機能にもどる。

上記の提案に関する簡単な説明は、ADB の調査「民間による鉄道投資の成功例（2006 年 7 月）」に見られる。そこでの発見の一つに「鉄道輸送サービスへの政府による直接的な関与は、技術的にも、財務的にも非効率にする」という事実であった。政府が運営・管理に接近するほど、技術的な効率に影響する決定（たとえば人員配置や投資計画についての決）はより政治的な保護に影響されるようになる。そのような状況下では、商業的な説明責任は果たせないし、技術的効率向上へのインセンティブは更に弱まるであろう。そうなれば、運賃は費用よりもむしろ政治的目的を反映するように決定されるようになるから、財務内容は悪影響を受けるようになる。

## 11.2 LRT 延伸にハイブリット PPP を適用するリスク

プロジェクトの対外折衝顧問（LRT1 号線の場合は IFC）は表 11.2-1 に示すような初期リスク分担表を作成した。

表 11.2-1 リスク配分表

リスク／責任	分担	備考
既存の LRT 資産の移転	DOTC	投融資の調印時に引き渡しとなる。移行期間は KPI が免除される
輸送需要／旅客数	免許所有者	最低旅客数の保証はない。
料金改正	DOTC	合意された算式に基づく運賃調整を怠った場合の損失補償はある。
資金調達	免許所有者	民間資金調達
インフレ・為替リスク	免許所有者	運賃調整式を通じて国内インフレの救済措置
用地取得・引き渡し	DOTC	事前に合意された期限までの、買収、整地、引き渡し
設計／建設	免許所有者	DOTC によって公示された建設に対する履行保証
既存 1 号線と南方延伸線との統合	免許所有者	免許所有者側に依る既存線への試験乗り入れ
車両の引き渡し	DOTC	免許所有者は必要車両の仕様に注文を付ける機会を得る。
車庫の開発 / 衛星車庫の建設	DOTC	免許所有者は車両基地の設計と建設の仕様に注文を付ける機会を得る。
維持・運営 (O&M)	免許所有者	DOTC に有利に公示された運営履行保証の不履行、公示水準を上回る履行のそれぞれに対する罰則と特典を定めた重要業績指標 (KPI)
政治的リスク	DOTC	責任範囲が限られる。
不可抗力	免許所有者と DOTC	免許協定に盛り込まれる不可抗力発生時に、免許所有者に与えられる O&M 履行の救済
免許期間終焉時の引き渡し	免許所有者	免許協定に盛り込まれる、事前に合意された条件での試験と承認

出典: DOTC, マニラ LRT1 号線 Preliminary Information Memorandum (2012 年 4 月)

### 11.2.1 建設前のリスク

建設に着工する前に、落札者は資金調達が出来なければならない。投融資関係者が合意して調印式（Financial Closing : FC）を行う。これが遅れることは、即、着工の遅延につながる。したがって、車両が必要になる前に調達されてしまうことがありうる。逆に、車両の調達が遅れることもある。同様に、LRTA が RA#9184 を通じて行う「修復事項」もまた遅れることがある。

落札者に対する最初の指示書に書かれている通り、契約書に調印した直後から、落札者に維持・運営（O&M）の責任を負わせることを想定しているのは利点がある。しかし、FC の遅れや失敗の場合には、新しい組織がすでに存在していることになり、新しい就業者の雇用が済んでいるので退職金が発生するなどの問題が発生することになる。現在では覚書に、O&M 組織の移転は FC の成立を俟って初めて行われると述べているのは、明らかにこの点を見越してのことである。

O&M の責任の移転を落札者の決定時から「想定」に変更したのは、以前の民営化の際に生じた労働争議にも起因している。既存の就業者は黄金の椅子に天下ることを夢想しているようであり、これに応えるには落札者が用意している予算ではとても足りない。多分、この部分の金額を固定して、応札者全ての見積もりに同じ額が組み込まれるようにすることになるろう。

### 11.2.2 建設期中のリスク

建設中に発生する可能性がある上述の仕組みの最大のリスクはプロジェクトの構成部品を調達する時期のミスマッチである。

土木事業では用地取得が最大の問題である。2011 年に LRTA は 2012 年の末までに用地取得は 100% 完了するであろうと延べた。しかし、カピテ州政府による移転先用地の取得は監査委員会の情報では進んでいない。

プロジェクト建設期間中の LRTA と DOTC の責任区分は未だ明確ではない。現在の仕組みでは入札と契約締結は、そのための予算を持っていると言うことで、DOTC の仕事である。一方、LRTA は民間の免許所有者に「賃貸する」資産を所有している特許公社（Chartered Government Owned and Controlled Corporation : GOCC）である。この公社は 2 号線と 1 号線北ループを建設した魁的な経験を有している。土木事業と電気・機械の調達を別々に行うことで、LRT 胃号線延伸プロジェクトの管理機関は複雑な問題を担うことになる。

### 11.2.3 完成後のリスク

免許所有者と LRTA の法律上の関係の曖昧さが主たるリスクの要因である。一般に、公益事業を運営するには特許（Franchise）が必要である。有力入札者に与えられる第 1 次情報では、鉄道プロジェクトを公益事業と同じ扱いをしている。免許所有者は単に LRTA の代理人（Agent）か、または契約者であって、特許は不要であるし与えられもしないと言う主張もあるが、これを正当化するのも困難である。これは（新 SLEX プロジェクトで実際起きたように）法律に対する挑戦か、または、資金調達の行き詰まりに通じる扉を開く可能性がある。これはまた、免許は LRTA ではなく DOTC が署名しているものであるから、別の矛盾を生み出すかもしれない。このような状況下では、DOTC と LRTA の

二つの政府機関はそれぞれ別の法人と見做されているのであるから、免許所有者は LRTA ではなく、DOTC の代理人ということになる。理想的と言う訳にはいかないが、現実的な妥協策としては、二つの機関が免許協定の合同署名人になることである。理想的には、DOTC が公共の利便に資する保証の下で免許を与え、それによって、LRTA は資産の所有者として、利益追求目的での使用权を与えるのが妥当である。その資産のリース料の支払い（入札の審査基準である）は DOTC ではなく LRTA に入る。

公益事業を律している法律は次のようになっている。

- 1) 憲法 XII 条 11 項で言う。「公益事業の運営免許または同等の認可はフィリピン国民または資本の 60%以上をフィリピン国民が所有するフィリピン国法に基づいて設立された会社または団体以外には与えてはならないし、また、そのような免許、保証、認可は排他的な性格を持つてはならないし、期間は 50 年を超えてはならない。そのような免許や権利は、共有財にそうする必要が生じた時には、議会によって改訂、変更、撤廃出来るという条件なしに与えてはならない。国家は一般国民の公益事業への参画を奨励するものである。公益事業運営体を支配する外人投資家の参画は資本金における持ち株比率を制限し、その運営体の全ての代表や役員はフィリピン人でなければならない。
- 2) 政令 No.603 (LRTA 綱領) 第 4 項で LRTA の権限を記述しており、その一つに「LRTA の適正な運営に必要な、または付随する義務にかかわる協定や契約を締結し、交渉し、委託し、変更し、撤廃すること」とある。
- 3) BOT 法 12 条 2 項の規則と規制の運用について「免許の授与：公益事業認可を必要としているプロジェクトの場合、承認された契約書に記述されている通り、落札者には正当な政府機関／地方自治体によって自動的に、施設を運営し、維持し、通行料、運賃、料金その他の課金を徴収する免許が与えられる。契約書に述べられている免許期間は、合計 50 年を超えない限りにおいて、担当当局の承認によって延期することが出来る。更に、期間の延期と新たな契約条件は投資調整委員会 (Investment Coordination Committee : ICC) の許可を必要とする」
- 4) 1987 年の DOTC 綱領、政令 No.125 に DOTC の権限の一つを規定して、その 5 項(g)に「公共の利便性のために、陸上公共交通および公共鉄道の運営許可を発行する」とある。
- 5) 公共サービス令 (CA No. 146 修正) では明確に、鉄道は公益事業に含まれる、としている。

#### 11.2.4 料金問題

運営時の最大のリスクは LRTA と DOTC の定期的に行われるべき運賃調整に対する能力の欠如である。1983 年以来何度かに亘って、運賃値上げは見送られたし、最近の試み (2010 年第 4 四半期) はマラカニャンによって廃案にされた。法的には LRTA 役員会は運賃調整の権限を持っている。LRTA 綱領には LRTA は「運輸委員会 (Board of Transportation: 現在の LRTFB) と討議の上、LRT システムを利用する旅客の支払える範囲で運賃を決定する」権限をもつと明記されている。しかし、実際には大統領が決定したり認可したりするようになり、運賃設定のプロセスは政治的な行為となった。これは 2013 年の初めに是正されるとの発表があったが、2013 年 5 月の地方選挙が済むまでは是正されること

はないであろう。免許協定（Concession Agreement）の草稿によると、民間運営者が運賃改定の遅れによって損害を被った場合には、政府がそれを補償することになっている。この補償のメカニズムは明らかにされていないので、民間が LRTA の単なる代理人である場合には特に、係争の種になるであろう。公正な措置としては、運営人がその損害を彼が定期的に支払う施設のリース料から差し引くことが出来るオプションを持つようにすることであろう。

運賃改定式は国内インフレ率を用いたもので、簡単であるという長所がある。ここでは外貨部分は無視されている。このことは、現在のようにペソが強い間は免許所有者に有利であるが、逆にペソが弱くなると不利になる。切符の発券器をはじめ、殆どの部品は輸入品である。電力費が直接運営費の約 25% を占めるが、電力価格が国内インフレとどのように連動するののかも不透明である。電力は運営者のコントロールの埒外にある。

免許所有者は 25 年またはそれ以上の長きに亘ってシステムの維持・運営の責任を負う。従って、免許所有者は、設計上の意思決定が運営に大きな影響を及ぼすという知識に基づいて、資本支出の決定を最適化しようとする。しかし、ライトレールの車両（LRV）を調達する責任は LRTA にあるので、免許所有者はここで大きなリスクを負うことになる。車両の調達は LRTA の責任から免許所有者の責任に移すべきである。

前記のリスク分担表は、民間資金によって免許所有者が建設した土木構造物の所有については何も言っていない。所有権は完成した段階で、都市鉄道システムの所有者である DOTC に移転するのが良い。移転すれば MRT3 で問題になった固定資産税の課税問題が解消する。したがって、資産保険の加入義務は、政府の政策に則って DOTC が加入することになる。金額的には無視できないが、免税額に比べれば大した額ではない。



## 第 12 章

### フィリピン国鉄道整備に関する提言

---

## 第12章 フィリピン国鉄道整備に関する提言

今後のフィリピン国における鉄道整備について下記の3つの観点から提言を行った。

提言した内容は、カウンターパートである DOTC に受け入れられた。(次ページのレター参照)

### (1) 入札図書(案)レビュー

LRT1 号線延伸事業の民間事業部分においては、延伸区間が海岸沿いの軟弱地盤を通ることから、耐震補強・洪水対策等の対策が不可欠であるため、同事業の入札図書を運輸交通省が適切に作成できるように助言を行うとともに、日本の技術・経験を踏まえた提言を行った。

### (2) 鉄道技術基準(案)作成支援

マニラ首都圏においては、都市鉄道ネットワークの一層の整備が必要とされている一方で、現状では耐震性等の観点も含めた鉄道技術基準が確立されていないという課題があるため、鉄道技術基準(案)を提案した。

### (3) 都市鉄道ネットワーク化

マニラ首都圏の都市鉄道ネットワーク化を促進するため、特に都市鉄道を着目し、技術的観点から、検討・提案した。



Republic of the Philippines  
**DEPARTMENT OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

27 June 2013

**MR. SHINYA NAKAMURA**  
General Manager  
Oriental Consultants Co., Ltd.  
Railway & Mass Transit Department  
Global Consulting H.Q.

Dear Mr. Nakamura:

This refers to the **JICA Study for Enhancement of Railway System in Metro Manila** wherein the Technical Recommendation for Technical Standard in the Philippines and the Concession Agreement of LRT Line 1 was presented to the Department.

We are glad to note that the railway technical standard which you prepared and presented as part of the aforesaid study is significant to the development of the railways in the Philippines. We would like to discuss how to utilize the proposed standard with the agencies concerned to serve as reference in our future railway projects.

Thank you and more power.

Very truly yours,

**JOEL R. MAGBANUA**  
Chief, Rail Transport Division

## 12.1 LRT 1 号線のコンセッション契約に向けた技術的提言

### 1. 背景

本調査では、以下に示す観点から技術基準の詳細を提案する。

- 既存鉄道との互換性を確保する
- メトロマニラ沿岸地域の自然災害から、鉄道施設の安全性を確保する。

### 2. 既存鉄道との互換性を確保するための提案

#### 2.1 水平曲線

本線では列車はスピードを落とさず、また乗り心地のためにも、より大きな曲線半径が望ましい。車両基地内では乗客がいないためスピードを落とし、小さな曲線半径を採用する事が可能である。最小曲線半径は、本線部と車両基地内とは別々に定義されるものであり、車両は車両基地での最小曲線半径を満たすよう設計されなければならない。

Baclaran 車両基地（既存の車両基地）の、実際の最小曲線半径は 30m である。

LRT 1 号線の最小曲線半径は、本線部では 100m、車両基地内では 25m とされている。よって LRT 1 号線の車両は、最小曲線半径 25m を支障なく通過する性能を有する事が求められる。

#### 2.2 勾配

列車のスムーズな運行を考慮すると、勾配は可能な限り緩やかにする事が望ましい。しかし土地の起伏や他の交通機関との分離のために、勾配をつける必要性はしばしば発生する。勾配があまりにもきつい場合、列車は傾斜部で停止する事態となる。最急勾配は、車両性能によって決定されなければならない。

列車が傾斜部で停止した場合、他の列車によって救援される。すなわち列車は、最急勾配区間において他の列車を押す事ができなければならない。本線部においては、列車は満載状態の可能性もある。車両基地と本線を繋ぐ側線部においては、列車には乗客がいない事が想定されるため、側線部の最急勾配は、本線部よりも高く設定する事が可能である。

既存の LRT 1 号線では、本線部の最急勾配は 2.5%、側線部では 4% に設定されている。よって延伸区間においても、最急勾配は車両性能によって決定されるため、同じ値を採用する事を推奨する。ただし 2.5% というのは、都市鉄道の中でもかなり低い値であり、土地条件によってより急な勾配を設定する必要がある場合には、それに対応できる車両性能の見直しが必要と考えられる。

### 3. メトロマニラ沿岸地域の自然災害から鉄道施設の安全性を確保するための提案

カウンターパートである DOTC に提出した資料として「Technical recommendation for the Concession Agreement」「Seismic Design Procedure」および「Design Standards for Railway Structure and Commentary (Seismic Design)」を次ページ以降に示す。

# Technical recommendation for the Concession Agreement

## 1 Earthquake

### 1.1 Large displacement and deformation of structures

Massive damage such as destruction and collapse of a bridge caused by large displacement and deformation of structures are occurred. Additionally, there is a possibility of derailment of running train caused by earthquake motion.

#### Issues to Avoid or Reduce Damage

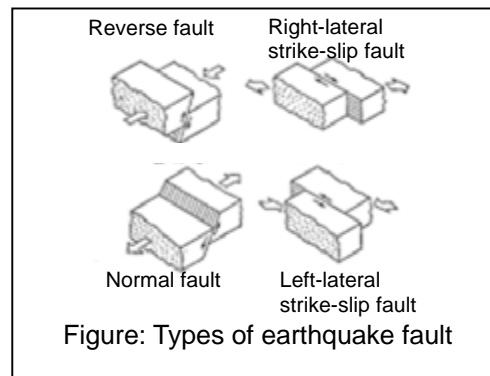
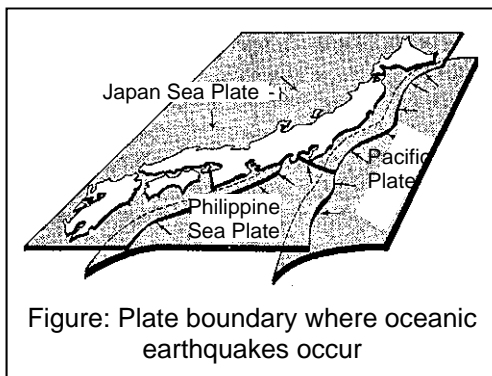
- 1) Understand earthquake motion
- 2) Implement railway facility plan to satisfy required seismic performance
- 3) Compute behavior of railway structures caused by earthquake motion, and confirm required safety and performance
- 4) Secure running safety during earthquakes against level 1 earthquake motion

#### Solution and Procedure for Issues

- 1) Carry out earthquake-resistant design with applying predictable earthquake force, and then check earthquake-resistant performance of each part, and secure the proof strength at last.

- a) There are two types of seismic motions: oceanic seismic ground motion; and terrestrial near-fault earthquake.

A design of seismic ground motion is set based on the type of seismic ground motion. Yet, numerical analyses are conducted to determine a design for both oceanic seismic ground motion and terrestrial near-fault earthquake.



- b) As the design systems are transitioning to a performance examination type in the recent years, there is a trend to categorize design seismic ground motion into two levels depending of its scale. This trend is especially apparent in Japan and the United States.

The railway standard in Japan specifies two types of seismic ground motion, L2 seismic ground motion and L1 seismic ground motion depending on the scale and frequency of seismic ground motions. That is, L2 seismic ground motion includes two types of seismic ground motions, “oceanic seismic ground motion: spectrum I” and “terrestrial near-fault earthquake: spectrum II”. Meanwhile, L1 seismic ground motion includes “oceanic seismic ground motion”.

c) The design system of performance examination type needs to designate necessary performances for a structure. Earthquake resistance performances can be easily understood when performances are designated based on levels of damages and difficulties in repairing or reinforcing the damages. Design systems in the U.S. and Japan are based on such aspects.

The figure below describes an example of earthquake resistance performance of the railway standards in Japan.

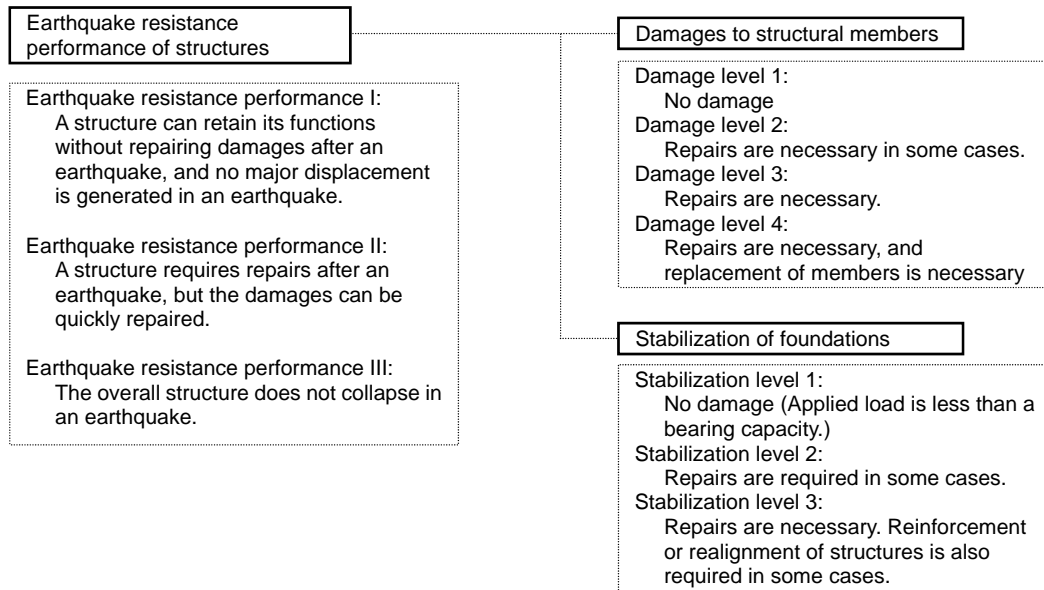


Figure: Earthquake resistance performance of bridge supports and elevated bridges

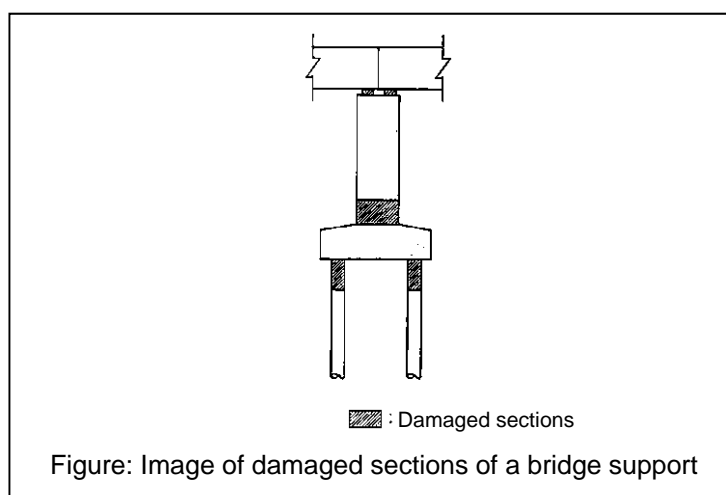


Table: Repair methods for damage levels

	Damage level	Repair method
Damage level 1	No damage	No repair (measures to improve durability if necessary)
Damage level 2	Repairs are necessary in some cases.	Crack injection or repairs of cross sections if necessary
Damage level 3	Repairs are necessary.	Crack injection, repairs of cross sections, correction of hoop reinforcement if necessary
Damage level 4	Repairs are necessary, and replacement of members is necessary in some cases.	-Crack injection, repairs of cross section, correction of hoop reinforcement -Replacement of structural members if axial reinforcements or steel frames are significantly distorted.

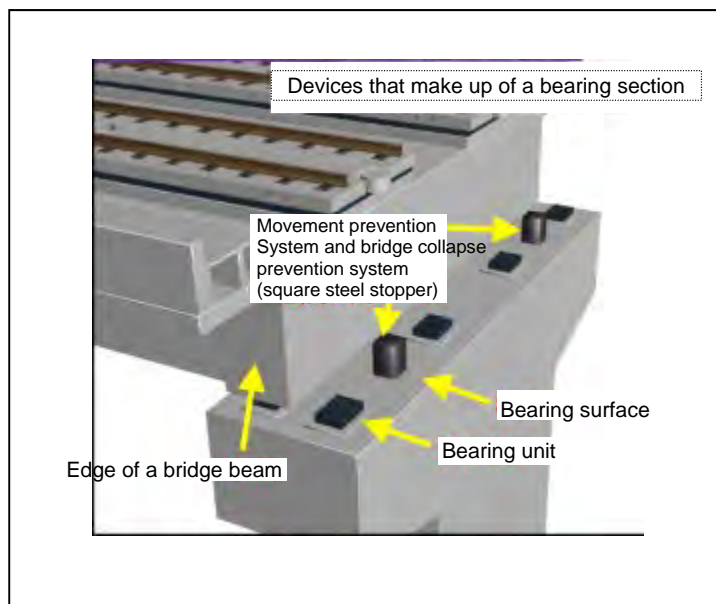
Table: Earthquake resistant performances of bridge supports, level of damage to members, and foundation stabilization level

Structure	Earthquake resistant performance I	Earthquake resistant performance II	Earthquake resistant performance III
Level of damage to members	1	3	3
Foundation stabilization level	1	2	3

d) Japan is a country with frequent earthquakes, and earthquakes have hit trains during service hours. Thus, the railway standards in Japan provide limits to displacement of railway tracks to ensure the safety of driving trains during an earthquake.

2) Secure the anti-collapse device or frame, even when sub-structure or bearing part of bridges are destructed/or deformed severely

Ideally, railway facilities are capable of securing the safety during an earthquake and immediately resume train services after an earthquake. Quick restoration of train services requires measures to prevent fatal damages such as collapse of bridges. Bridge collapse prevention system is a measure to have devices to prevent bridges from falling in advance. An example of a bridge collapse prevention system used in Japan is shown in the figure below.



## 1.2 Ground liquefaction

Damage such as subsidence, inclination and destruction of railway structures, or damage of roadbed are caused by ground liquefaction. Also, settlement of ground surface after ground liquefaction is occurred.

### Issues to Avoid or Reduce Damage

- 1) Understand earthquake motion and liquefaction damage caused by earthquake motion
- 2) Implement railway facility plan including foundation works considering impact on railway facilities

### Solution and Procedure for Issues

- 1) Assessment of ground liquefaction

Assessments of ground liquefaction are compared by calculating “the force that causes ground liquefaction” and “resistance to ground liquefaction” which are obtained based on terrain conditions and soil conditions. Preventive measures are necessary if the force is higher than the resistance as a result of a comparison.

- 2) Foundation types and soil improvement according to soil characteristics

Major examples of measures to prevent ground liquefactions depending on conditions of a target ground are listed below:

Increased density: Sand compaction piling method

Increased resistance against ground liquefaction: Pre-loading method

Ground coagulation: Ground improvement method

Decreased saturation level and increased effective stress: Deep well method

Reduction and dispersion of excess hydrostatic pressure: Drain method



## 2 Typhoon, Cloudburst 2.1 Flood

Frequent occurrence of high-water floods submerging houses are caused by flooding.

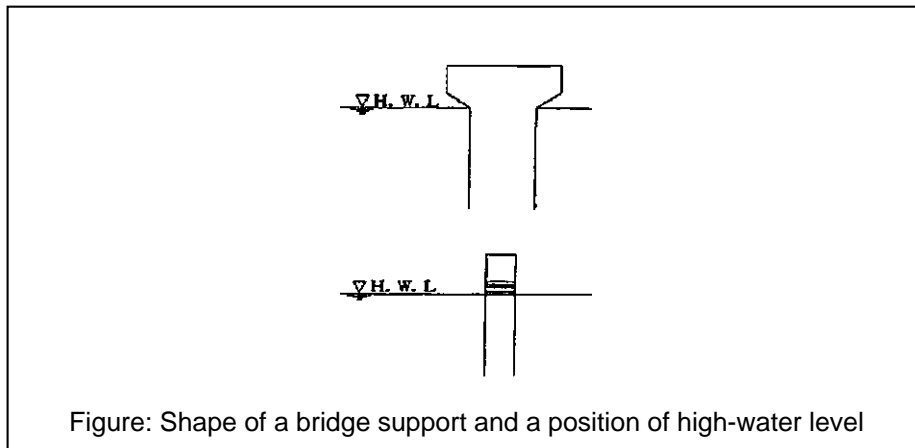
### Issues to Avoid or Reduce Damage

- 1) Set location and specification of bridge, pier and abutment on river
- 2) Implement plan for railway structures understanding and considering effect of water pressure, collision with driftwood, and scouring of foundation

### Solution and Procedure for Issues

- 1) Investigate high-water level of each river, and secure overhead sufficient clearance between girders and high water flow level

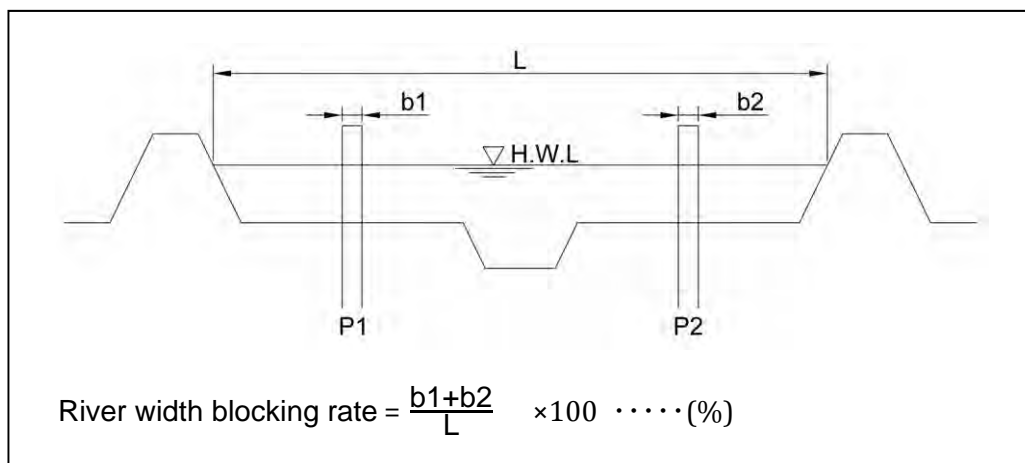
Girders of a bridge should be located higher than a high-water level (HWL).



- 2) Arrange a bridge to meet a river at right angles not to obstruct water flow

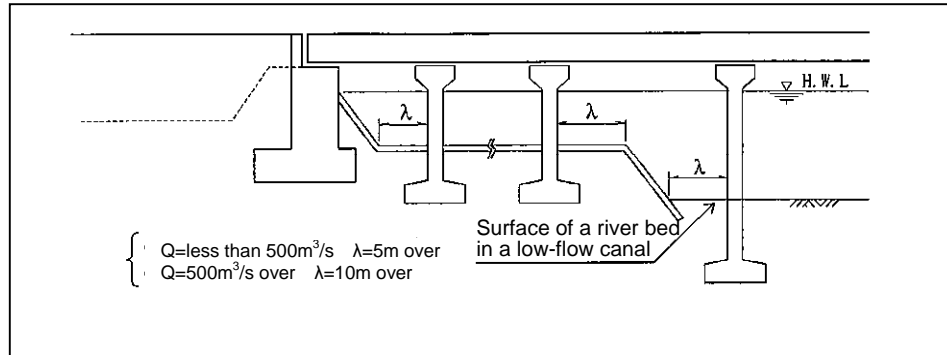
Bridges should be placed at a right angle to a river flow based on the perspective that a bridge crossing a river shall not impede the river flow.

Also, the width of bridge supports to the width of a river (river width blocking rate) is reduced to decrease obstruction to the flow.



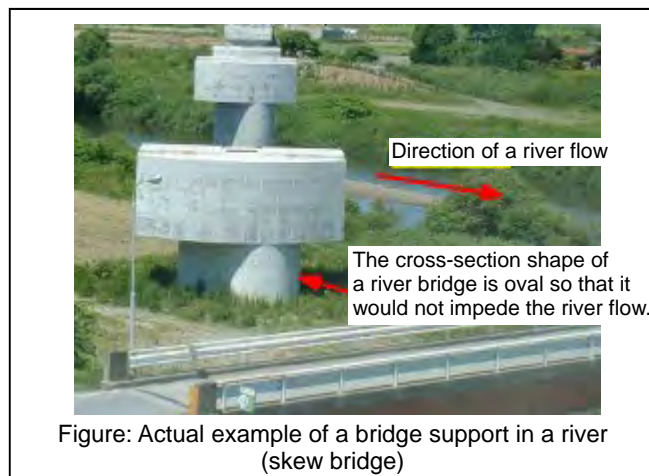
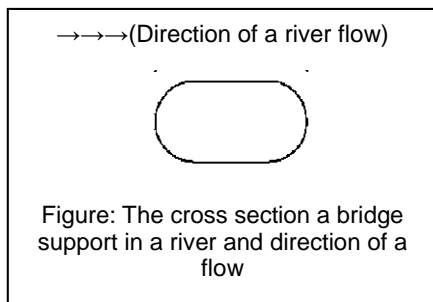
3) Locate a bridge in high place where high-water flow is not discharged

Positions to install bridge supports are examined so that the river flow would not be impeded. The figure below describes the standard installation positions in Japan.



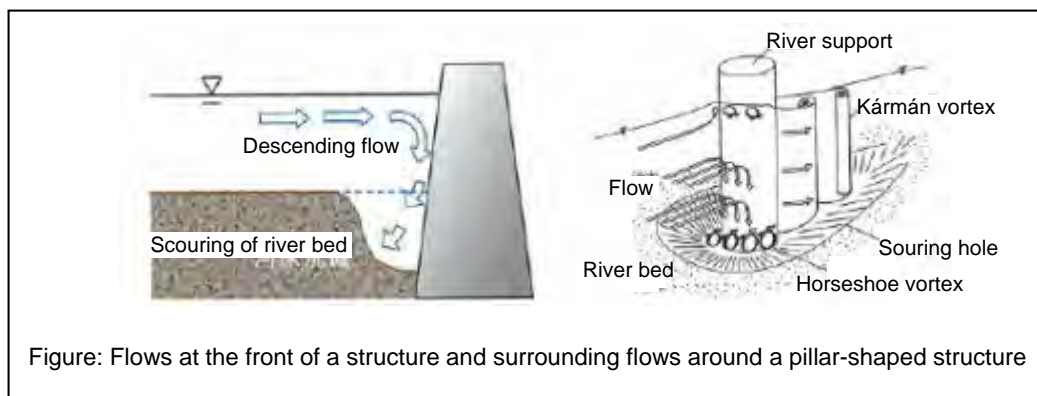
4) Cross section of substructure shall be less water resistance

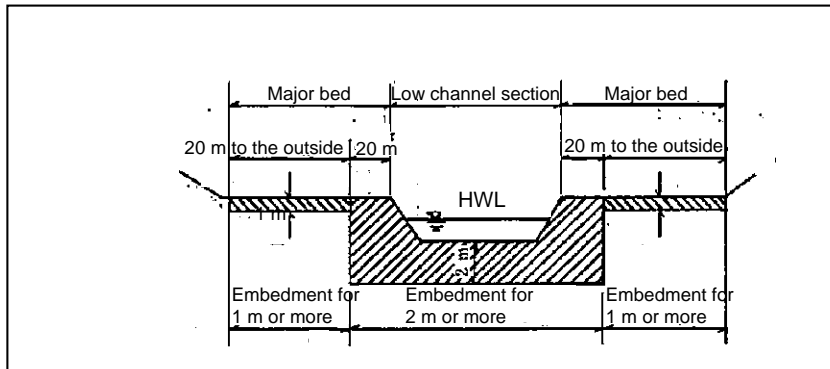
The horizontal cross-section of bridge supports installed in a river should be oval which is as narrow as possible or similar shapes. In addition, the direction of the longer diameter should be the same as the flow of a river. The figures below describe the above concept and an example of an actual bridge.



5) Footing of bridge shall be resistant against scouring

The foundation of a river support installed in a river should be placed to a sufficient depth so that it would not be scoured by the river flow. The figure below describes standards in Japan.





### Issues to Avoid or Reduce Damage

Implement railway facility (station, depot, and substation, etc.) plan considering measures to prevent submergence

### Solution and Procedure for Issues

#### 1) The most suitable location for railway structures

To avoid the cost increase caused by flood damage and land preparation, examine the most suitable location considering historical records of flood and ground information.

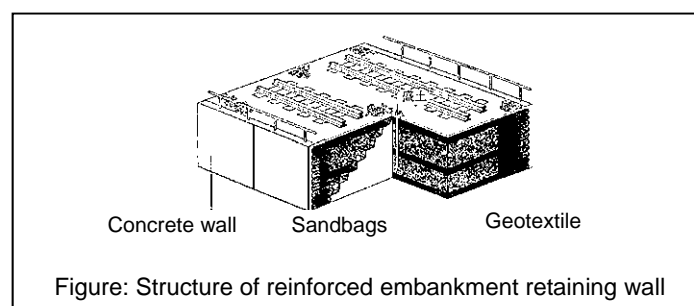
#### 2) Secure the sufficient height of formation level against submergence in planning of land preparation or embankment

To avoid the submergence damage caused by flood, understanding the flood height from the historical records and set the height of formation level securing the sufficient height.

#### 3) Examine the most suitable structure type for railway facility considering the locational conditions;

##### a) Selection of structure type

Select the most suitable structure type to avoid the submergence damage caused by flood considering the economical efficiency. Reinforced embankment retaining wall containing the planar reinforcement is suitable for high water level by flood, and is also high shockproof and high safety level rather than existing structure.



##### b) Implement a geographical survey and appropriate soil improvement, if bearing capacity is weak because of wetland

To avoid the risks such as destruction and subsidence of structure owing to weak ground, implement a geographical survey and the necessary measures.

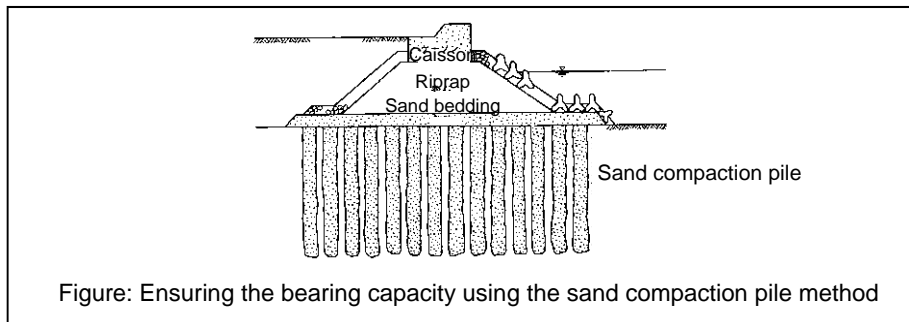
Table: Geographical survey for weak ground

Item	Survey / Test
Stratum structure, Ground water level	Boring survey
Particle size distribution	Particle size test
Unit volume weight	Unit volume weight test
Consolidation degree	Consolidation degree test
Cohesion, internal friction angle	Uniaxial compression test, triaxial compression test

Table: Measures for weak ground

Method	Typical method name
Accelerating consolidation	Presser embankment, Preload
Compaction, tamping	Sand compaction pile
Surface stability	Substitution, surface ground improvement, insole network, chemical grouting
Deep mixing process	Mechanical stirring improvement, high-pressure jet stirring improvement

Following figure shows the typical measure for weak ground of “ensuring the bearing capacity using the sand compaction pile method”.



- c) Consider strengthening embankment slope based on the assumption of damage due to a river or sea flooding nearby

The grid cribwork is the typical method for protection of slope.

- d) If the above mentioned solutions are not sufficient to prevent the damage, consider establishment of cut-off wall/door

Following figures show the example of cut-off wall.



Figure: Example of cut-off wall (electrical facility)

## 2.2 High level tide

Destruction of shore protection and road/house submergence are caused by high level tide.

### Issues to Avoid or Reduce Damage

Predict high level tide, and implement railway facility plan considering effect of shore protection and coastal bank

### Solution and Procedure for Issues

- 1) Estimate highest tidal level based on previous data

The highest tidal level is estimated based on storm surge data from the past.

- 2) Railway structures shall be resistant to storm surges.

Reinforced retaining walls in which a sheet-like reinforcement is installed have high earthquake resistance and safer than conventional soil structures. The photographs below show an example in which a sea wall that was damaged by a typhoon was restored with a reinforced retaining wall. The restored wall satisfies required performances against flooding, of course, and wave forces and oceanic waves.



Figure: Seawall damaged by a typhoon



Figure: Restoration of seawall damaged by a typhoon using reinforced retaining wall

- 3) Secure the sufficient height of formation level which is higher than highest tidal level

The height of an installation surface should be higher than the highest tidal level to prevent railway facilities from flooding.

- 4) Consider strengthening embankment slope and establishment of cut-off wall, in case that damaging and submerging railway facilities are predictable

Photographs below describe examples of tidal gates installed at areas with risks of flooding caused by high tides.



Figure: Example of a tidal gate (railway)



Figure: Example of a tidal gate (railway)

## 2.3 Landslide, Falling rock

Destruction, deformation of railway structures, and derailment and overturn accidents, etc. are caused by landslide and falling rock.

### Issues to Avoid or Reduce Damage

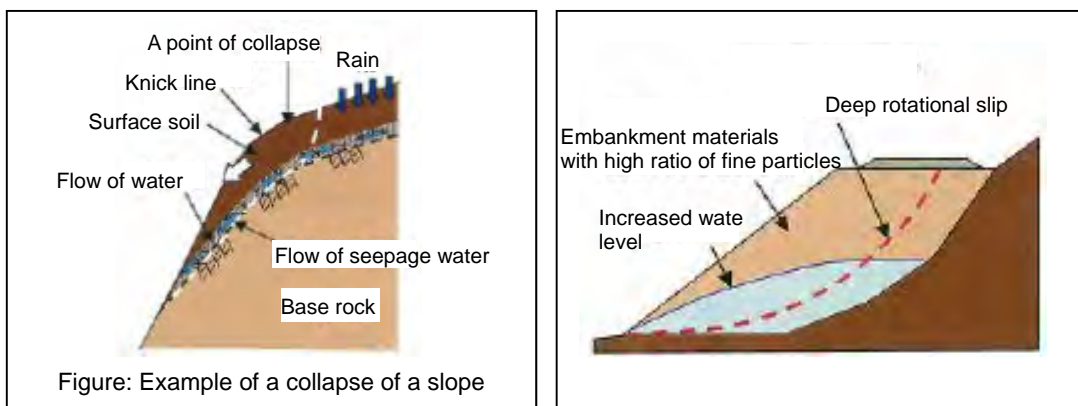
- 1) Predict peak rainfall considering abnormal weather, and scale and frequency of landslide, falling rock around railway facilities
- 2) Method of confirmation to take measures for preventing the occurrence of landslide and falling rock

### Solution and Procedure for Issues

- 1) Investigations at areas with risks of landslide and falling rocks are conducted to forecast damages.

Landslides occur at areas where seepage water is flowing in the ground. Weathering of the ground gradually progresses as the seepage water passes through the ground, decreasing the cohesive force of the ground and lowering the shearing strength, resulting in collapses of the ground. Landslides can be forecasted by calculating rotational slips based on ground investigations. Meanwhile, falling rocks are assessed by conducting on-site investigations.

Figures below describe conditions which are prone to landslides and falling rocks.



- 2) Take measures to prevent landslide and falling rock in a hazardous area

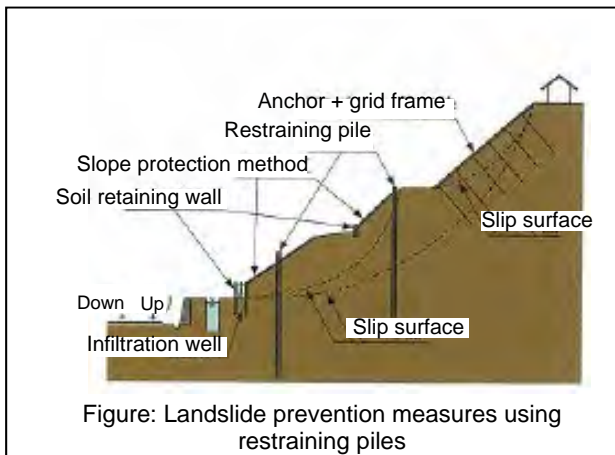
One of the measures to prevent landslide is to install piles as if skewering into a rotational slip to reduce the movement of soil using the bending rigidity of the piles.

Preventive measures applied on the source of falling rocks are as follows:

- a) Cut slope
- b) Removal of loose rocks
- c) Foot protection
- d) Rock anchoring
- e) Covering of surfaces
- f) Installation of wire ropes

The photograph below describes an actual example of embedding method and installation of wire ropes.





### 3) Construct protection equipment to minimize damage

There are the following five types of measures applied on slopes and at the edge of railways.

- a) Protective mesh from falling rocks
- b) Protective fence from falling rocks
- c) Protective wall from falling rocks
- d) Covering of falling rocks
- e) High energy absorption fence

Examples of b) and d) are shown below.



Falling rock detection system notifies an onset of falling rocks to trains to secure the safety of train operations.



**3 Others**  
**3.1 Subsidence caused by groundwater level drawdown**

Settlement and deformation of rail level, and damage to foundation are occurred.

**Issues to Avoid or Reduce Damage**

- 1) Predict future ground settlement and deformation of rail level
- 2) Confirm availability of measures for ground settlement

**Solution and Procedure for Issues**

- 1) Implement a geographical survey

The table below describes categories of soil investigations and testing method on soft grounds.

Table: Soil investigations on soft rocks

Investigation category	Investigations and tests
Soil layer formations, ground water levels	Boring
Particle size distribution	Particle size test
Unit weight	Test of unit weight
Density	Density test
Cohesive force, the angle of internal friction	unconfined compression test, triaxial compression test

- 2) Estimate a degree of subsidence from groundwater level, N-value and soil characteristics

Submerged water layers are located beneath a soft clay surface, and the water pressure is decreased when the submerged water is pumped up. The pressure among the soil particles in the clay surface increases as the water pressure is decreased and triggers consolidation. The ground lowers when the degree of consolidation increases.

The degree of ground subsidence caused by decreased groundwater level can be obtained by a one-dimensional consolidation settlement analysis using consolidation coefficient obtained in an indoor soil tests.

- 3) Foundation in places where subsidence is predictable shall be constructed to be resistant to subsidence

When the ground surrounding a foundation lowers as the ground water level lowers, the vertical friction force works on the sides of the foundation. The friction force sometimes damages the foundation by compression when it exceeds the durability of the foundation. Reduction of the friction is effective in avoiding such situation. Possible measures include the adoption of steel piles with smooth surfaces and application of resin on concrete piles.



### 3.2 Salt damage caused by splashing seawater

Salt damage and aging of rolling stock, concrete, and steel structure are caused by splashing seawater.

#### Issues to Avoid or Reduce Damage

- 1) Understand and predict salt spray and salt damage
- 2) Confirm availability of measures depending on intensity and characteristic of salt damage

#### Solution and Procedure for Issues

- 1) Treatment of structure against rust prevention to rolling stocks and railway facilities

Structures and materials must be carefully selected for vehicles and facilities in areas where salt damages are expected to prevent corrosions and oxidations on vehicles and facilities. For example, aluminum alloys or stainless vehicles are used in such cases.

- 2) Review concrete covering to reduce decaying a reinforced concrete structures

A key to retain the durability of reinforced concrete is to retain neutrality of the concrete and prevent the steel reinforcement from rusting for a long time.

- a) Installation of hard concrete

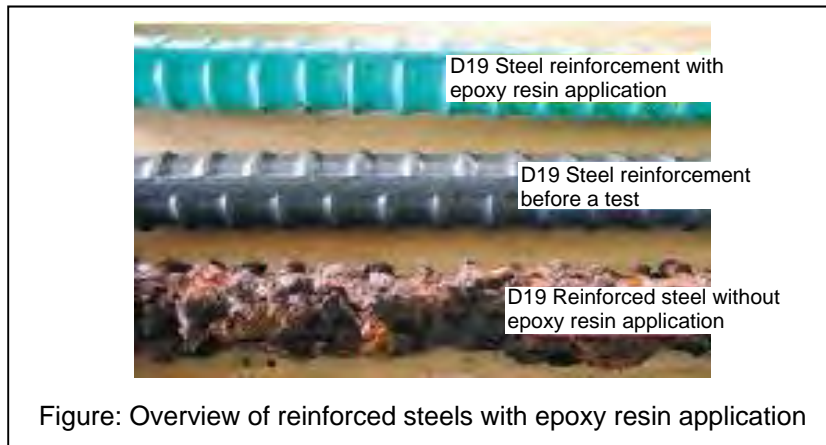
When the covering depth is 4 cm and the water-concrete ratio is 60%, the concrete retains its neutrality for about 80 years. Yet, if the concrete is made harder by making the water-concrete ratio to 55%, the neutrality can be retained up to about 110 years.

- b) Securing the covering depth

When the water-concrete ratio is 65% and the covering depth is 2 cm due to defective installation, the inside the concrete can be kept neutral only for less than 20 years, and the steel reinforcement inside the concrete starts to rust after that. The rust on steel reinforcement increases the volume around the steel, expanding the concrete and resulting in cracks, damages, and collapses.

- c) Steel reinforcement with epoxy resin application

Uses of steel reinforcement on which epoxy resin is applied enables high durability, because the structure does not become close to a corrosion limit at all even after 50 years from the construction. The additional cost compared to the use of normal steel reinforcement is about 1 to 2 % in the overall construction cost. Japan Society of Civil Engineering has prepared design standards.

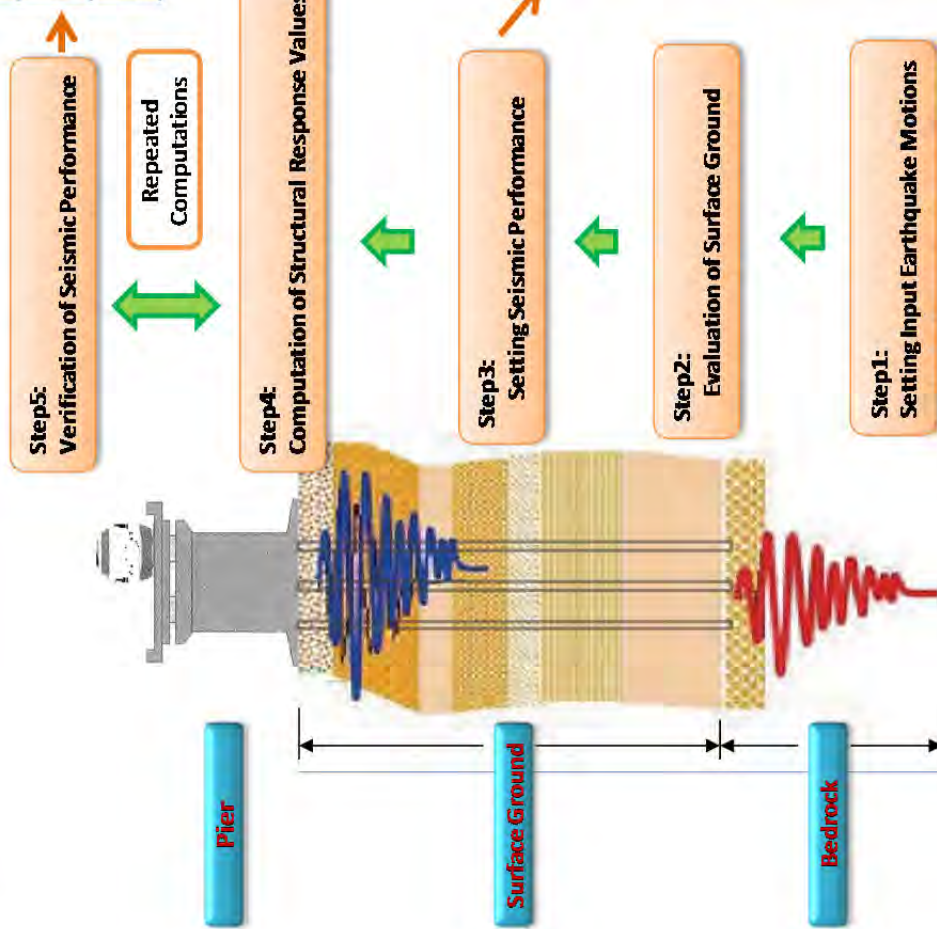


3) With regard to seaside structure, adopting weather resistant steel, painting material, painting interval, etc

A common measure to prevent salt damages on steel structures is to use weather resistant steels. Weather resistant steels prevent progress of oxidation and rusting by forming “generated rust” at the beginning. Generated rust is red brown as shown below which is similar to the color of rust, giving a “heavy” impression.



# Seismic Design Procedure



For required seismic performance, damage level of members and stability level of foundation are verified by repeated computations, not to exceed the following limit values.

	Seismic Performance I	Seismic Performance II	Seismic Performance III
Members	Damage Level 1	Damage Level 3	Damage Level 3
Foundation	Stability Level 1	Stability Level 2	Stability Level 3

Damage Level 1	No damage	(Photo 1)
Damage Level 2	Damage that may require repair depending on situation	(Photo 2)
Damage Level 3	Damage requiring repair	(Photo 3)
Damage Level 4	Damage requiring repair and replacement of members depending on situation	(Photo 4)

	Earthquake Scale	Extent of Repair
Seismic Performance I	Medium Scale Earthquake	Function of structure is retained without conducting repair after an earthquake, and no excessive displacement occurs.
Seismic Performance II	Large Scale Earthquake	Repair may be required after an earthquake, but function of structure can be restored within a short period.
Seismic Performance III	Large Scale Earthquake	The entire structure does not collapse because of an earthquake.

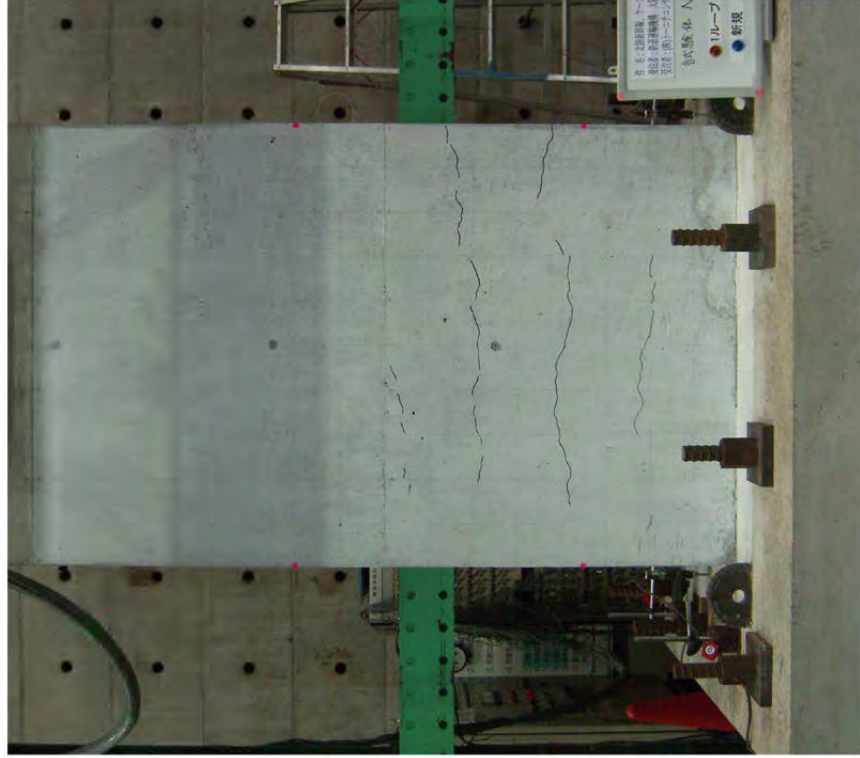
Seismic Performance I is applied to all railways,  
 Seismic Performance II is applied to Shinkansen and urban railway,  
 Seismic Performance III is applied to other railways.



(Photo 1)

**Damage Level 1**

No damage



(Photo 2)

**Damage Level 2**

Damage that may require repair depending on situation



(Photo 3)

**Damage Level 3**

Damage requiring repair



(Photo 4)

**Damage Level 4**

Damage requiring repair and replacement of members depending on situation



2007.03

**D**esign Standards for Railway Structures and Commentary  
(Seismic Design)

Editorial Supervisor, Railway Bureau of the Ministry of Land, Infrastructure and Transport Government of Japan

**RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE**



## CONTENTS

I	DESCRIPTION OF THE SEISMIC STANDARD.....	1
II	A BRIEF HISTORY OF THE ISSUE OF THE SEISMIC STANDARD AND ITS CHARACTERISTICS .....	1
	1. History of the Issue of the Seismic Standard.....	1
	2. Characteristics of the Seismic Standard .....	2
III	SEISMIC DESIGN PROCEDURE .....	3
IV	SUMMARY OF THE SEISMIC STANDARD .....	4
	1. Design Earthquake Motions .....	4
	2. Evaluation of Surface Ground .....	7
	3. Computation of Structural Response Values .....	10
	4. Verification of Seismic Performance.....	12
	5. Seismic Design of Structures.....	15
V	DESIGN GUIDEBOOK, DESIGN EXAMPLES, AND DESIGN SOFTWARE .....	26
	1. Design Guidebook and Design Examples .....	26
	2. Design Software .....	26

# OUTLINE OF DESIGN STANDARDS FOR RAILWAY STRUCTURES AND COMMENTARY (SEISMIC DESIGN)

## I DESCRIPTION OF THE SEISMIC STANDARD

The code provisions of "Design Standards for Railway Structures (Seismic Design)," that have been used generally for seismic design of railway structures in Japan, was issued as a notice by the Ministry of Transport (currently the Ministry of Land, Infrastructure and Transport) in December 1998. Commentaries and appendices were added and published in November 1999 as the "Design Standards for Railway Structures and Commentary (Seismic Design)," hereinafter referred to as the "seismic standard."

The seismic standard is the result of a drastic revision of conventional seismic design based on the lessons learned from the damage to railway, road and other important facilities caused by the Hyogoken-Nanbu Earthquake which occurred on January 17, 1995. The seismic standard is applied to the design of bridges, viaducts, foundation structures, retaining structures (retaining walls, abutments, etc.), cut and cover tunnels and embankments. As for the embankments, however, the seismic standard is applied only when seismic design is necessary, for example, in cases where designing highly important embankments when the geographical features of the site are susceptible to the effect of earthquakes, or when recovery is difficult.

The seismic standard is composed of fifteen chapters as shown in Table 1. Technical documents, required when performing sophisticated design, are attached at the end of this standard as Appendices.

Table 1 Contents of the Seismic Standard

Chapter No.	Title	Chapter No.	Title
1	General	9	Abutments
2	Basis of Seismic Design	10	Rigid Frame Structures
3	Design Earthquake Motions and Loads	11	Bearings
4	Materials and Design Values	12	Foundation Structures
5	Evaluation of Surface Ground and Computation of Behavior	13	Retaining Walls
6	Computation of Response Values of Structure	14	Embankments
7	Verification of Seismic Performance	15	Cut and Cover Tunnels
8	Bridge Piers		Appendices

## II A BRIEF HISTORY OF THE ISSUE OF THE SEISMIC STANDARD AND ITS CHARACTERISTICS

### 1. History of the Issue of the Seismic Standard

Many railway facilities suffered severe damages in the Hyogoken-Nanbu Earthquake that occurred on January 17, 1995. A fundamental philosophy for seismic design was proposed by the "Study Committee for the Seismic Structure of Railway Facilities" set up by the Ministry of Transport (currently the Ministry of Land, Infrastructure and Transport) after the earthquake. Following the proposal, the "Study Sub-committee for Seismic Standard" was set up by the Railway Technical Research Institute performing as a secretariat under the guidance of the Ministry of Transport. This sub-committee consisted of academics and engineers from railway operators specializing in seismic design. The seismic standard is the result of discussions conducted over three years by this sub-committee.

The study committee presumed the principal causes of damage to railway structures due to 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake, which are described below based on damage investigation and the results of analyses.

- a) All of the structures at the site possessed the required capacity corresponding to a design horizontal seismic coefficient of 0.2 specified in the design standard at the time of their design. However, this value was grossly exceeded by acceleration induced by the earthquake. For this



reason, many structures suffered damage.

- b) The Shinkansen viaducts that suffered severe damage, such as collapse, had less safety against shear than against flexure, which caused considerable structural damage. One of the reasons for this was that, according to the standards at the time of their design, the allowable shear stress of concrete was larger than that of current standards.
- c) The main reason for the large difference in the degree of damage between adjacent viaducts (some collapsed while others suffered only cracks in columns) was the difference in surface ground.

As a result, we learned that the following should be included in the new seismic standard: a) inland earthquake motions must be considered, b) the failure mode must be considered in evaluating the safety of members, and c) the dynamic properties of surface ground must be fully taken into consideration when computing the response values of structures.

On the other hand, though foundation damage was relatively light, of particular note was the damage caused by the lateral flow of soil accompanying the liquefaction of the ground. The large motion of the ground caused piles to break, thus indicating the importance of design methods against the lateral flow of soil.

## **2. Characteristics of the Seismic Standard**

The following are the main characteristics of the new seismic standard.

### **(1) Consideration of 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake-class earthquake motion**

In light of the damage caused by the 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake, structures must be designed to withstand this kind of strong earthquake motion. For this reason, two levels of design earthquake motion (earthquake motion to be considered in design), Level-1 and Level-2, were adopted. Level-1 earthquake motion has a probability of occurring several times within the service period of the structure and that is of a level that has been already considered in conventional seismic design. Level-2 earthquake motion is strong earthquake motion that has a low probability of occurring within the service period, such as earthquake motion caused by a near-land-large-scale interplate earthquake or by an inland near-field earthquake.

### **(2) Use of structural ductility**

When inland earthquake motion with a return period of several hundred years is taken as design earthquake motion, the effect on structures will increase dramatically. Therefore, it is rational to design structures adopting the concept of allowing damage but preventing collapse, which is available through the appropriate evaluation of the ductility of members and foundations. So, the endurable extent of damage is prescribed and represented by "seismic performance" based on the viewpoint of damage control.

Figure 1 shows the defined three criteria of seismic performances of structures corresponding to the extent of repair and retrofitting that will be required after an earthquake. The seismic standard prescribes verifying that structures satisfy those performances with respect to design earthquake motions. Which seismic performance is to be assigned to a structure is determined according to the importance of the structure. Also, the damage level corresponding to the seismic performance of a structure must be set for members and foundations.

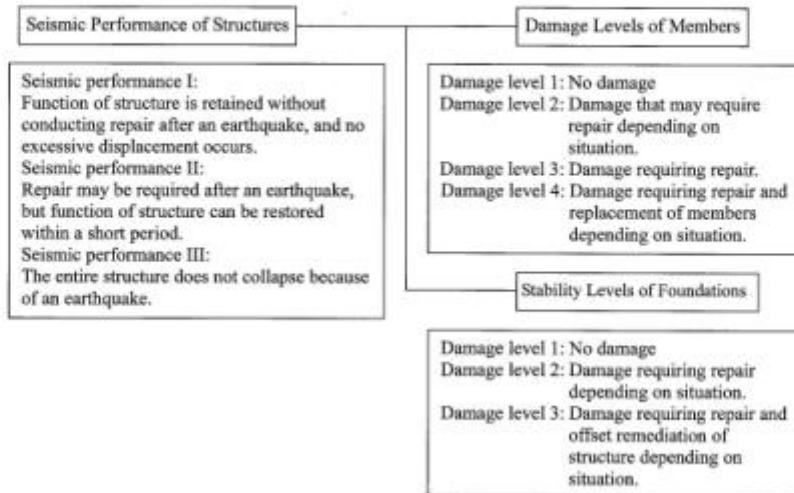


Figure 1 Relationship between Seismic Performance of Bridges and Viaducts, Damage Level of Members and Stability Level of Foundations

(3) Use of dynamic analysis

Dynamic analysis that completely models the foundation and the superstructure are mainly used to compute the response values of structures. This is because the effect of an earthquake is fundamentally dynamic, and because the dynamic effect of the surface ground is significant when subjected to strong earthquake motion such as that experienced in the 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake. The nonlinear response spectrum method, however, is regarded as an alternative to be applied to some types of structures.

**III SEISMIC DESIGN PROCEDURE**

Figure 2 illustrates the procedure for seismic design for bridges and viaducts.

In the seismic design of the new seismic standard, the input earthquake motion is set first. Then, the surface ground is classified based on a soil exploration. In the time history dynamic response analysis, ground and structures are appropriately modeled to obtain the response values of the structure. On the other hand with the nonlinear spectrum method, the response values of the structure are computed using nonlinear response spectra (also called "demand yield seismic coefficient spectra") that are prepared using the design earthquake motion preset for each ground classification. In the general verification of seismic performance, these response values and the limit values of the structure are used.

The nonlinear response spectrum method may be used for structures that can generally be modeled by single degree of freedom system to express the behavior against earthquakes. However, for complex structures, the time history dynamic analysis method should be used.

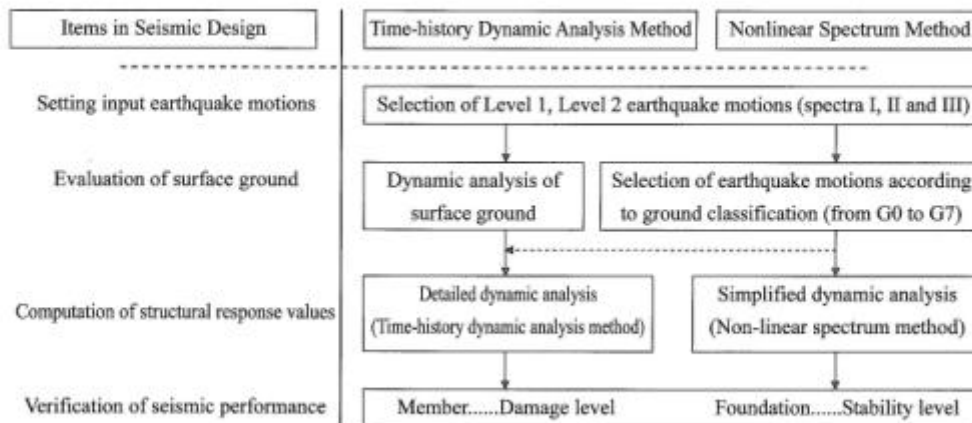


Figure 2 Seismic Design Procedure for Bridges and Viaducts

#### IV SUMMARY OF THE SEISMIC STANDARD

##### 1. Design Earthquake Motions

###### (1) Bedrock earthquake motions

The seismic standard prescribes Level-1 and Level-2 earthquake motions as design earthquake motions. These Level-1 and Level-2 earthquake motions are set at the bedrock and their properties are represented by acceleration response spectra. For bedrock, it is desirable to take the hardpan of which shear wave velocity is large. In actual design, however, the bedrock is generally taken to be the top surface of a hard stratum that can bear the foundations.

###### a) Level-1 earthquake motion

This level of earthquake motion has been used in combination with the elastic design method. As well as being presented as static loads (for the seismic coefficient method), it also is provided as a seismic wave form for dynamic analysis.

The intensity of Level-1 earthquake motion is prescribed based on the acceleration response spectrum determined for firm ground classified in the conventional allowable stress design method, and is determined referring to an earthquake risk analysis of the return period of 50 years. The maximum value is taken as 250 gal (damping ratio 5%).

###### b) Level-2 earthquake motions

A design earthquake motion with a maximum elastic response acceleration of 1G has been taken into consideration in the conventional design of structures on standard ground. However, as for the intensity of Level-2 earthquake motion, it was necessary to consider earthquake motion that occurred in regions near the fault including hypocenter as severe as the strong earthquake motions experienced during the 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake.

To set this kind of earthquake motion, the positions of active faults that will be a threat must be specified in each area by comprehensively taking into consideration geological information relating to active faults, geodesic information related to movement of the earth's crust, and seismological information relating to seismic activity. Although it is ideal to prescribe the intensity of earthquake motion based on these active faults, the accuracy of a return period of an earthquake generated by inland active faults, the magnitude and the properties of earthquake motion are often insufficient to be used in the basis of seismic design. In the seismic standard, standard earthquake motion for the area near the faults was prescribed based on analyses and records of strong earthquake motions near faults

that have caused major disasters in the past, such as the 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake.

The acceleration response spectra of Level-2 earthquake motion as standard earthquake motion considers the following:

- (i) Acceleration response spectrum (Spectrum I) targeting near-land interplate earthquakes (Magnitude 8 level, distance to epicenter of 30 to 40 km) that has been considered in conventional design.
- (ii) Acceleration response spectrum (Spectrum II) determined according to statistical analysis based on past earthquake observation records targeting earthquakes produced by inland active faults.

Furthermore, when the rupture mechanism of faults can be specified, the acceleration response spectrum (Spectrum III) computed by analysis based on that mechanism may be used instead of Spectrum II.

Spectrum II was set taking into consideration a non-exceedance probability of 90% for the response spectrum of past earthquake motions observed on firm ground. The maximum value of spectrum II determined according to this method is 1700 gal (damping ratio 5%) for G1 ground classification (bedrock).

Figure 3 shows the procedure for setting Level-2 earthquake motions.



Figure 3 General Procedure to Determine Level-2 Design Earthquake Motion

## (2) Ground surface design earthquake motion

The seismic standard prescribes the ground surface design earthquake motion for each ground classification, and the characteristics of that earthquake motion are outlined by the acceleration response spectra.

Since the characteristics of the surface ground must be expressed as accurately as possible, ground is

classified into eight types. The classification corresponds to the natural period of ground computed based on the initial velocity of shear wave of the surface ground.

Ground surface design earthquake motions are determined to Level-1, and Spectra I and II of Level-2 earthquake motions. Figures 4 to 6 show the elastic acceleration response spectrum of the respective ground surface design earthquake motions, and Figures 7 and 8 show the time-history waveforms (Spectra I and II) of ground surface design earthquake motions (Level-2 earthquake motions).

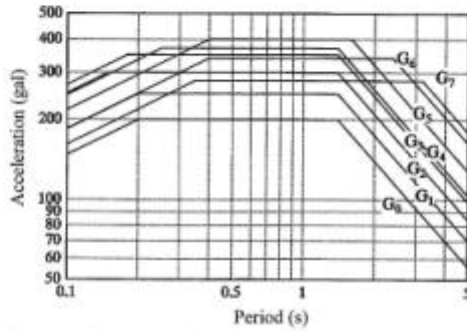


Figure 4 Elastic Acceleration Response Spectra of Ground Surface Design Earthquake Motions (Level-1 earthquake motion)

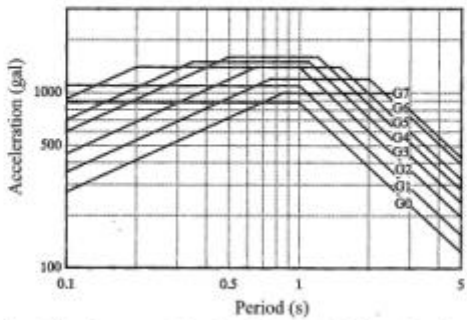


Figure 5 Elastic Acceleration Response Spectra of Ground Surface Design Earthquake Motions (Spectrum I of Level-2 earthquake motion)

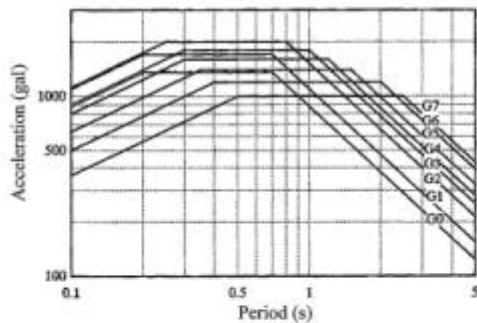


Figure 6 Elastic Acceleration Response Spectra of Ground Surface Design Earthquake Motions (Spectrum II of Level-2 earthquake motion)

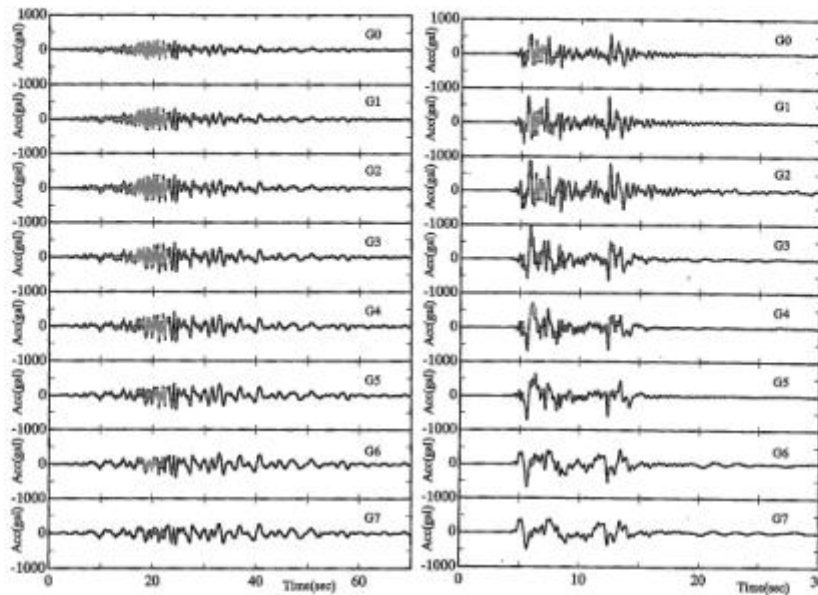


Figure 7 Time-history Waveforms of Ground Surface Design Earthquake Motion (Spectrum I)

Figure 8 Time-history Waveforms of Ground Surface Design Earthquake Motion (Spectrum II)

## 2. Evaluation of Surface Ground

### (1) Property Survey and Testing of Ground

Since Level-2 earthquake motion is considerably intense, the nonlinear characteristics of ground as much as those of structures have to be adequately evaluated. For this reason, appropriate property surveys and testing of the ground must be performed.

Table 2 shows ground survey items in seismic design and their purpose.

Table 2 Relation Between Survey Items in Ground Surveys for Seismic Design and Their Purposes

Survey Item	Description	Primary Purpose of Survey			
		Setting of bedrock surface and ground surface in seismic design	Judgment of liquefaction/lateral flow of soil, judgment of soft clayish soil	Setting of ground classification in seismic design	Setting of parameters when performing dynamic analysis of ground
Document surveys	Earthquake damage records		○		
	Dynamic properties of soil				○
Site surveys	Geographic features/geological survey	○	○	○	○
	Boring	○	○	○	○
	Ground-water level measurement	○	○	○	○
	Standard-penetration test	○	○	○	○
	Seismic velocity logging (PS well logging)	△		△	○
	Elastic wave exploration	△		△	△
	In-situ strength test	△	△	△	△
	Undisturbed sampling	△	△	△	△
	Particle-size analysis	△	○	△	○
	Wet density test of soil	△	△	△	△
Laboratory soil test	Unconfined compression test of soil	△	△	△	△
	Undrained cyclic triaxial compression test of soil		△		△
	Cyclic triaxial compression test for obtaining dynamic deformation characteristics of soil				△

○: In principle, must be performed △: Required according to situation

For ground which might possibly liquefy, it is recommended to conduct a cyclic loading triaxial compression test and to ascertain the shear strength ratio. Figure 9 shows the procedure to judge the possibility of liquefaction.

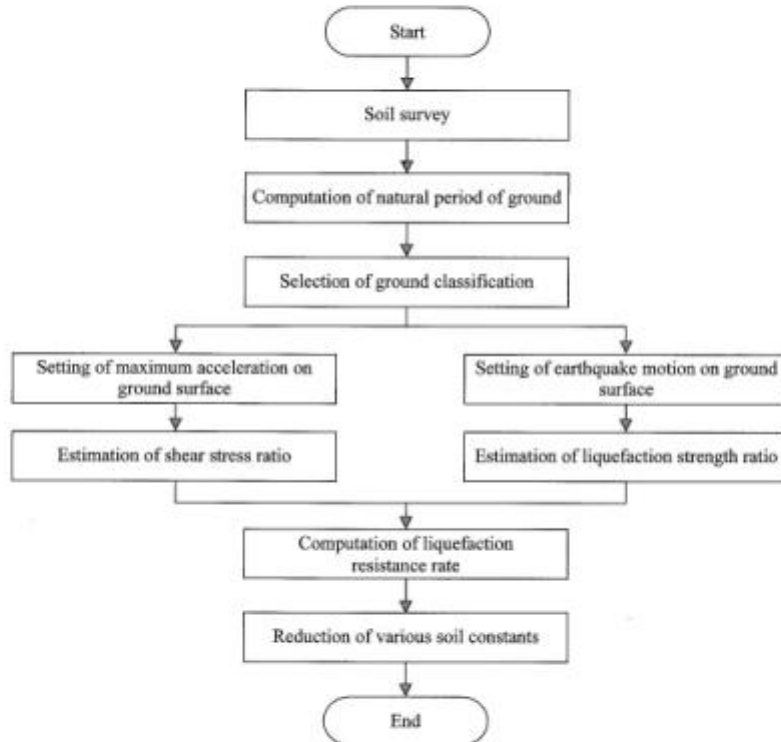


Figure 9 Liquefaction Judgment Procedure

## (2) Ground Classification

The surface ground is classified to eight profiles, from G0 to G7, for seismic design as shown in Table 3.

Table 3 Ground Classification for Seismic Design

Ground Classification	Natural Period $T_g$	Description
G0	—	Hard rock
G1	—	Bedrock
G2	0.25 and shorter	Diluvium
G3	0.25 to 0.5	Dense soil
G4	0.5 to 0.75	Dense to soft soil
G5	0.75 to 1.0	Soft soil
G6	1.0 to 1.5	Very soft soil
G7	1.5 and longer	Extremely soft soil

The following shows the formula for computing the natural period shown in Table 3:

$$T_g = 4 \times \sum_{i=1}^N \left( \frac{h_i}{V_{s0i}} \right) \quad (\text{Eq. 1})$$

where,

$h_i$ : layer thickness (m) of each soil layer ( $i^{\text{th}}$  layer) ( $i = 1$  to  $N$  layers)



$V_{sdi}$ : design initial velocity of shear wave (m/s) of each soil layer ( $i^{\text{th}}$  layer)

### (3) Evaluation of Surface Ground

The characteristics of surface ground must be fully assessed as they greatly affect on the seismic performance of structures that are built on the ground. The following shows evaluation methods for some typical grounds requiring attention:

#### a) Geologically Irregular Ground

At geologically irregular ground, the earthquake motion is amplified and has caused considerable damage in past earthquakes. The evaluation of the amplification effect of geologically irregular ground should be conducted using the finite element analysis method. This method is, however, not popularly used at the design stage, so the amplification factor of earthquake motion based on seismic response analysis of geologically irregular ground is plotted and shown in the seismic standard.

Figure 10 shows the ground conditions for which the effect of geologically irregular ground should be considered.

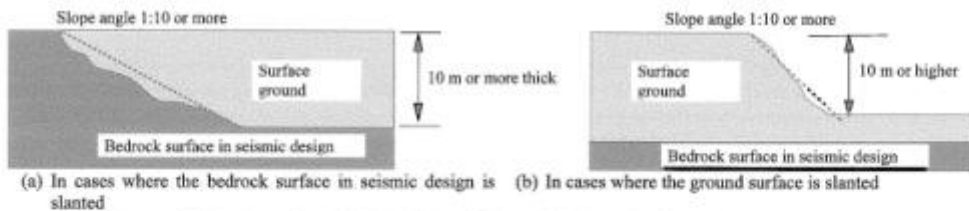


Figure 10 Conditions in which the Effect of Geologically Irregular Ground Must Be Considered

#### b) Liquefied Ground

Liquefaction is a considerable problem in seismic design and it has caused many disasters on structures in the past earthquakes. Countermeasures should be devised when the occurrence of liquefaction can be prevented economically by soil improvement. If it is difficult, other measures must be devised to prevent the collapse of the structure or major damage caused by the excessive response of structure due to liquefaction or excessive displacement of the foundation due to land settlement and lateral flow of soil.

In the 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake, considerable damage was caused to structures due to the lateral flow of soil accompanying liquefaction. To assess this, the seismic standard adopted the same approach as the response displacement method, which computes the amount of ground displacement that causes lateral flow of soil, and acts on structures via the subgrade reaction (see Figure 11).

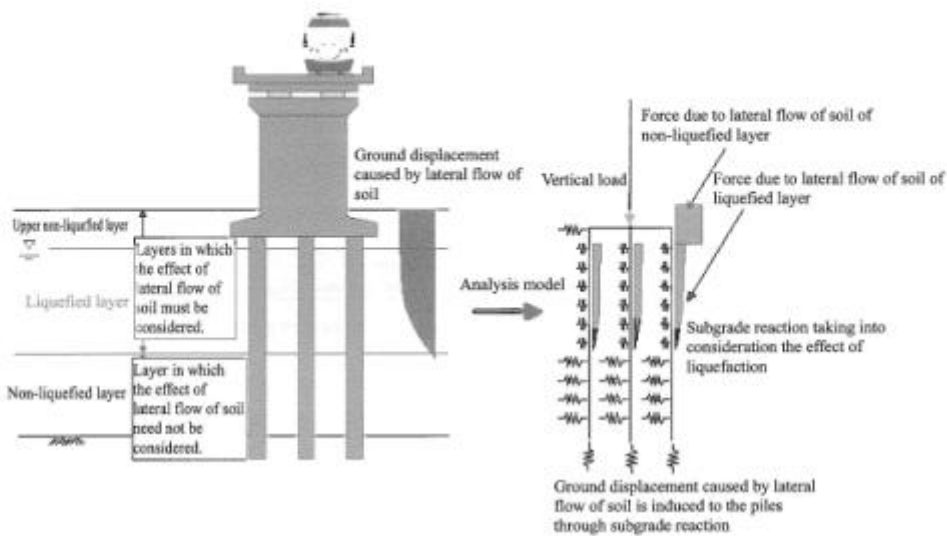


Figure 11 Consideration of Ground Displacement Caused by Lateral Flow of Soil

c) Soft Ground

At soft ground, earthquake motion is amplified in the weak surface layer, resulting in considerable displacement that damages the pile foundation. Therefore, this phenomenon must be taken into consideration for foundations on ground where large displacement might occur. The amount of displacement in this case should be computed by seismic response analysis of surface ground. The seismic standard, however, provides a simple method, for the sake of practical design, to obtain the displacement using the natural period of the ground for each level of earthquake motion.

**3. Computation of Structural Response Values**

(1) Nonlinear Spectrum Method

Dynamic analysis methods are primarily used in the design of bridges and other structures in seismic design. It is necessary to use the dynamic analysis model of multi-degree of freedom system for structures, such as multi-span continuous bridges, long-period structures or new-type bridges whose behavior cannot be expressed by the single-degree of freedom system. For general structures, however, response values may be obtained by nonlinear response spectra computed using dynamic analysis which take into consideration the hysteresis characteristics of structures.

In the seismic standard, this method is called the "nonlinear spectral method." The demand yield seismic coefficient spectrum is a nonlinear response spectrum that illustrates the relationship between the yield seismic coefficient and natural period of the structure for each ductility factor. The ductility factor (response displacement) of a structure subjected to a design earthquake can be simply obtained if the yield seismic coefficient and equivalent natural period of the structure are known.

Figure 12 shows the method to create the demand yield seismic coefficient spectrum. Figure 13 shows the method to obtain the ductility factor from the equivalent natural period and yield seismic coefficient.

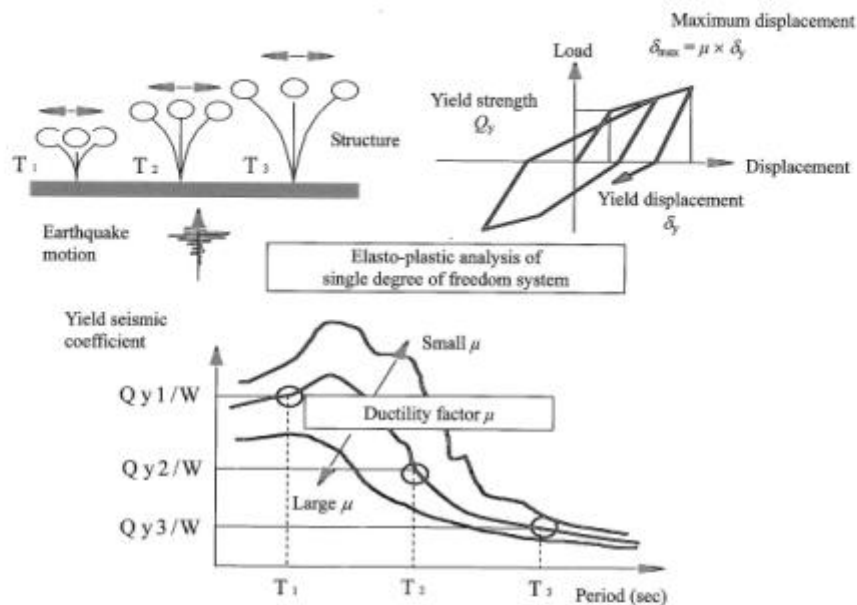


Figure 12 Method to Create Demand Yield Seismic Coefficient Spectrum

The process to compute the ductility factor of a structure using the demand yield seismic coefficient spectrum shown in Figure 13 is as follows: a) obtain the yield seismic coefficient  $K_{by}$  using nonlinear analysis of the structure, b) obtain the equivalent natural period of the structure, and c) the point of intersection between a) and b) is determined using the demand yield seismic coefficient spectrum diagram, and the ductility factor is read from the diagram.

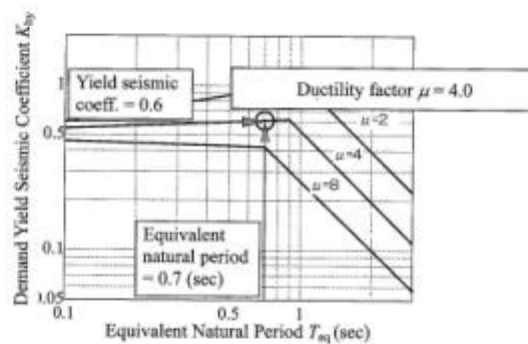


Figure 13 Method to Compute Ductility Factor from Equivalent Natural Period  $T_{n1}$  and Yield Seismic Coefficient  $K_{by}$

## (2) Time-history Dynamic Analysis

The time-history dynamic analysis can rationally express the behavior of a structure subjected to an earthquake. There is, however, still many uncertainties. Modeling methods must be fully assessed when applying this method of analysis.

There are various kinds of time-history dynamic analysis methods. It is important to select an appropriate method after a full understanding of their differences, for instance on the convenience of modeling, easiness of setting various analysis constants, adaptability to nonlinearity, applicability to complex

structures, and applicability to liquefaction and geologically irregular ground.

### (3) Evaluation of Dynamic Interaction Between Soil and Structures

During an earthquake, dynamic interaction occurs between soil and structures. The interaction is greatly influenced by their frequencies and masses. The effect of dynamic interaction must be taken into consideration when the behavior of structures subjected to an earthquake is strongly affected by this phenomenon.

There are two types of dynamic interaction: interaction caused by the inertia force of the structure (inertial interaction), and interaction caused by the rigidity of the foundation and positional fluctuations of earthquake motion (kinematic interaction). For highly rigid foundations in the ground, the latter (kinematic interaction) must be considered.

## 4. Verification of Seismic Performance

### (1) Seismic Performance of Structures

The seismic standard adopts the performance-based design method which clearly sets and verifies the damage states of structures (i.e. seismic performance) when they are subjected to design earthquake motion. These provisions can also be called the "damage control design method."

As shown in Figure 1, the seismic performance of a structure is related to the difficulty of recovery after an earthquake. For relationships between design earthquake motion and required seismic performance, Seismic performance I is applied to Level-1 earthquake motion. Seismic performance II is applied to Level-2 earthquake motion for important structures, and Seismic performance III is applied to other structures.

To ensure the seismic performance of structures, the damage level of component members of a structure and the stability level of the foundation must be set appropriately. The damage level of each member has to be set taking into consideration the seismic role of the corresponding member. As the stability level of foundations affect the deformation of a structure, it is set taking into consideration the bearing capacity and displacement since this greatly influences deformation.

### (2) Member Damage Levels and Foundation Stability Levels

The member damage levels are associated with the extent of displacement, that are represented on the envelop curve of load-displacement relationship and taking into consideration the importance of the structure, member characteristics, the relation between damage and repair methods for the member.

For example, for reinforced concrete members being subjected to moderate axial compressive force and having the precedent failure mode of flexure, the envelope curve of the load-displacement relationship of the member is expressed as shown in Figure 14. Then, each damage level may be set corresponding to the points of gradient change on the envelop curve of the load-displacement relationship.

In Figure 14, damage level 1 is set within the displacement to make the longitudinal reinforcement yield (point B); the damage level 2 is set within the displacement at maximum capacity (point C); the damage level 3 is set within the displacement at which the yield capacity can be sustained (point D); and the damage level 4 is set for the displacement beyond the point D.

When the relationship between the damage level and the displacement of member is set in this way, the displacement of a member can be taken as a verification index. Table 4 shows the guidelines of repair methods corresponding to each of these damage levels.

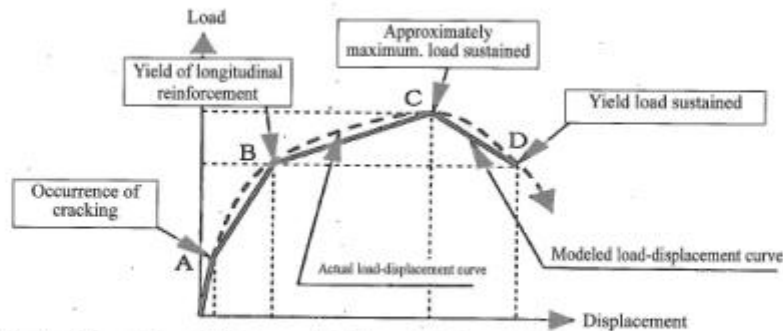


Figure 14 Envelop Curve of Load-Displacement Relation of Reinforced Concrete Members (under low axial force)

Table 4 Summary of Repair Methods for Corresponding Damage Levels of Reinforced Concrete Members

	Damage Level	Guideline of Repair Method
Damage level 1	No damage	• No repair (Durability considered as necessary)
Damage level 2	Damage that may require repair depending on situation	• Injection into crack / patching, if necessary
Damage level 3	Damage requiring repair	• Injection into crack / patching. Remediation of ties, if necessary
Damage level 4	Damage requiring repair, and replacement of members depending on situation	• Injection into crack / patching / remediation of ties. • Replacement of members when buckling of longitudinal reinforcements or structural steel frame is conspicuous.

It is prescribed that the stability level of foundations is set with emphasis principally on bearing capacity and displacement. The residual displacement and ductility factor of a foundation are used as indices of this. The ductility factor is the ratio between the response displacement of a foundation subjected to earthquake and its yield displacement. Figure 15 illustrates the relation between the stability level and load-displacement curve of the foundation.

The yield point of the foundation is defined by the yield of either supporting ground or members. Both are referred to as "stability level."

The stability levels of foundation are defined as follows:

- Stability level 1: In principle, the load acting on the foundation is smaller than the yield bearing capacity of the foundation, and large displacement does not occur. Also, the section forces of component members of the foundation do not exceed the yield bearing capacity.
- Stability level 2: Either or both of the supporting subgrade or members may yield but have sufficient bearing capacity. Also, harmful displacement and residual displacement, which spoil the function of structure after earthquake, have not occurred.
- Stability level 3: The structure retains the required bearing capacity to prevent it from collapsing due to failure of the supporting subgrade and damage to members.

Table 5 summarizes repair methods corresponding to the stability levels of the foundation. Figure 16 illustrates the potential damage regions of piers. Table 6 summarizes the relations between the seismic performance of pier members, and the limit values for member damage levels and foundation stability levels.

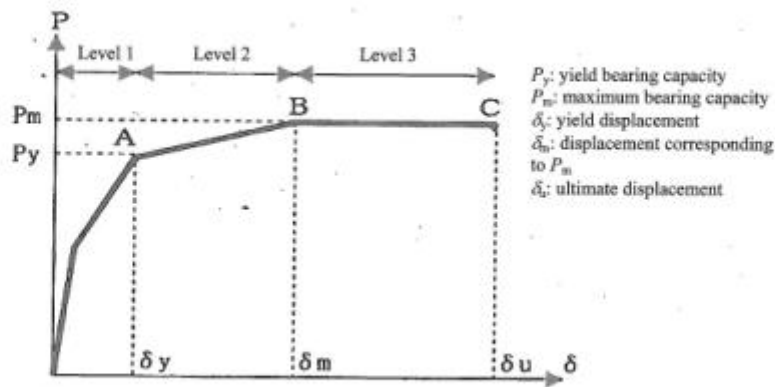
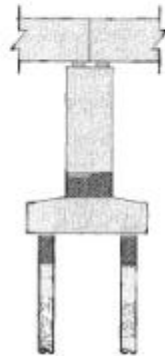


Figure 15 Load-Displacement Curve and Stability Levels of Foundation Structures

Table 5 Scheme of Repair Methods for Corresponding Stability Levels

	Damage Level	Summary of Repair Method
Stability level 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>No damage</li> <li>Acting load is smaller than yield bearing capacity.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No repair</li> </ul>
Stability level 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Damage that may require repair depending on situation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Injection of voids in footings and around foundations may be required depending on situation</li> </ul>
Stability level 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Damage that may require strengthening or remediation of the structure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soil-improvement</li> <li>Strengthening of foundation by expanding footing and/or additional piles.</li> </ul>



■: Potential damage region

Figure 16 Schematics of Potential Damage Region of Pier

Table 6 Seismic Performance of Pier Members, and Limit Values for Member Damage and Foundation Stability Levels

Structure	Seismic Performance I	Seismic Performance II	Seismic Performance III
Damage level of member	1	3	3
Stability level of foundation	1	2	3

\*Of the member damage levels, bearing damage level is in accordance with "7.11 Bearings."

### (3) Concept of Importance

The importance of structures is set according to the extent that structural damage will affect human life, the degree of influence on society and surroundings the operating speed and number of trains and the difficulty

of recovery in the event of damage to the structure, and other factors.

Structures as follows are judged to be important structures: a) structures for the Shinkansen railway network and metropolitan passenger railway networks, and b) cut and cover tunnels, that are difficult to recover in the event of structural damage.

## 5. Seismic Design of Structures

### (1) Seismic Design of Bridges

#### a) Computation of Response Values of Piers

In the computation of response values of bridge piers using the time-history dynamic analysis, the structure is divided into the design vibration unit and modeled to either an overall detailed model composed of super- and sub-structures or a model in which support springs represent the foundation as shown in Figure 17.

Though superstructures and foundations behave monolithically during an earthquake, it is intricate to use the overall detailed model composed of super- and sub-structures when time-history dynamic analysis methods are used in the practical design process. Also, detailed assessment is required for the modeling of the ground in this case. Generally, modeling may be performed with the superstructure and foundation as separate.

In the modeling of members, beams and columns are modeled as linear members and nonlinearity is taken into consideration. To express the nonlinearity of reinforced concrete members, a model must be used that can take into consideration the influence of the cracking of members, yield of longitudinal reinforcement, spalling of cover concrete, and buckling of longitudinal reinforcement. Generally, either a tri-linear model or a tetra-linear model, which can take into consideration the decrease of flexural moment capacity beyond the maximum flexural moment capacity, is used to express the  $M-\theta$  relationship as shown in Figure 18 (a). If the tetra-linear model is used, the behavior of a structure can be traced even after some of its members have reached the capacity decreasing region, thus can provide very accurate analysis. A degrading rigidity model is used for unloading rigidity.

Figures 18 (b) and 18 (c) show the  $M-\theta$  relationship models for concrete-filled steel tube members (with a circular section) and of steel members, respectively.

The rigidity change points of models for each member and hysteresis rules shown in Figure 18 have been newly prescribed based on member test results.



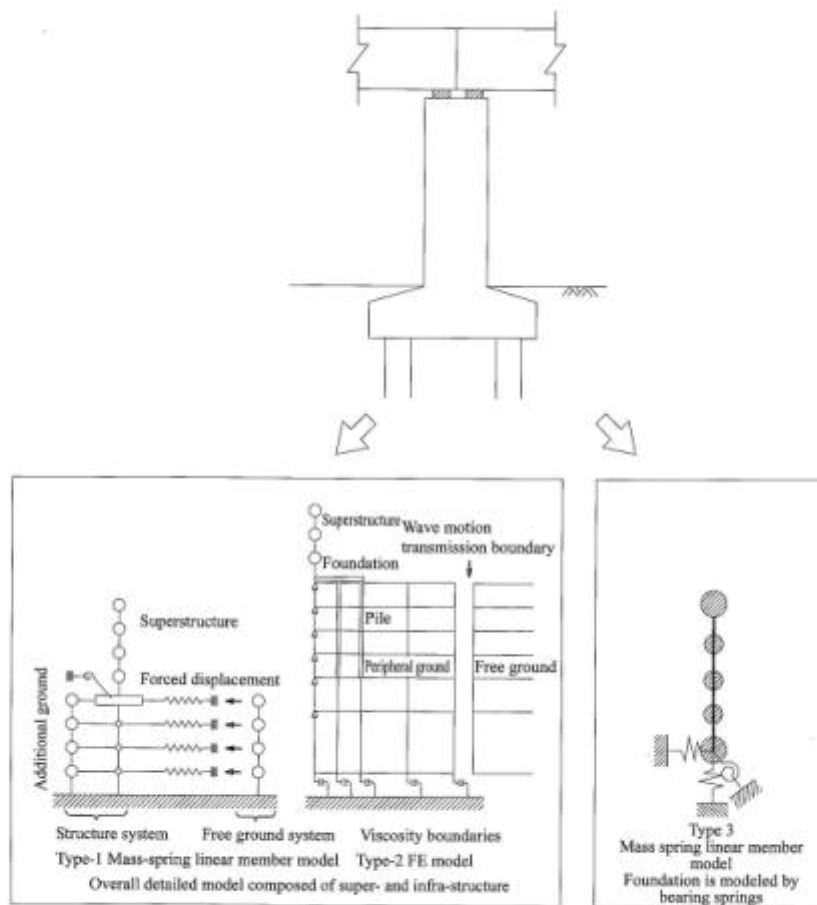


Figure 17 Example of Structural Modeling

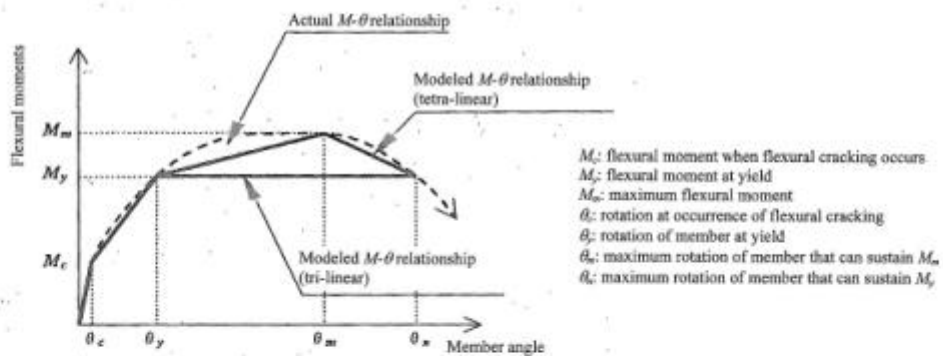
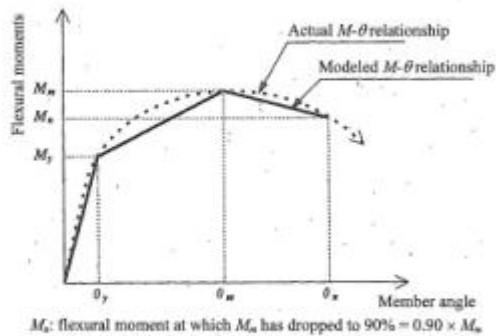
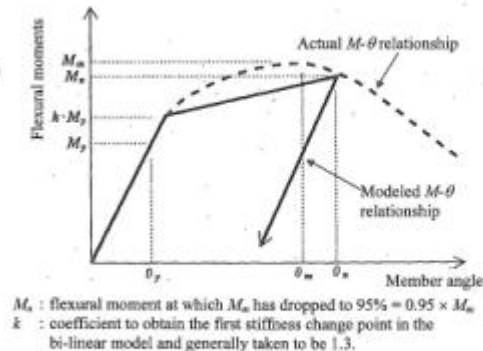


Figure 18 (a) Concrete Members



$M_n$ : flexural moment at which  $M_u$  has dropped to 90% =  $0.90 \times M_u$

Figure 18 (b) Concrete-filled Steel Tube Members



$M_n$ : flexural moment at which  $M_u$  has dropped to 95% =  $0.95 \times M_u$   
 $k$ : coefficient to obtain the first stiffness change point in the bi-linear model and generally taken to be 1.3.

Figure 18 (c) Steel Members

Figure 18 Modeling of Nonlinearity of Members

### b) Verification of Seismic Performance

Verification of seismic performance is conducted by verifying that the damage level of component members of a structure is satisfied when subjected to the design earthquake motion.

The damage level of members is verified by the following formula:

$$\gamma_i S_d / R_d \leq 1.0 \quad (\text{Eq. 2})$$

where,

$S_d$ : design response value

$$S_d = \gamma_a S(F_d)$$

$R_d$ : design member performance corresponding to the damage level of the member

$$R_d = R(f_d) / \gamma_b$$

$S(F_d)$ : response value with respect to the design load  $F_d$

$R(f_d)$ : member performance corresponding to the design materials strength  $f_d$

$\gamma_i$ : structure factor

$\gamma_a$ : structural analysis factor

$\gamma_b$ : member factor

The limit values of member damage levels are set taking into consideration the guideline of retrofit methods shown in Table 4, member characteristics and loading conditions.

Verification is conducted by confirming that the response values, obtained using the nonlinear model shown in Figure 17, do not exceed the evaluation index (displacement) corresponding to the damage level of the members shown in Figure 14. For members such as columns whose flexural moment distribution varies linearly, the rotation  $\theta$  shown in Figure 18 is used as the evaluation index. On the other hand, for members such as beams whose flexural moment distribution varies in a curved manner, the curvature  $\phi$  of the member section is used.

The damage levels of bearings are set based on Tables 7 and 8. The damage level of bearings corresponding to the seismic performance II of structure is basically set as level 2. However, up to damage level 3 is allowed when the capacity of infrastructure is large like that of the transverse direction of a wall shape pier.

Table 7 Seismic Performance and Damage Level Limits

Seismic performance of structures	I	II	III
Damage level of bearings	1	2 (3)	3

Table 8 Damage Level of Bearings

Damage Level	Extent of Damage	Extent of Repair
1	Sound and no damage	No repair
2	Relatively slight damage without unseating of girder	Repair as necessary.
3	Damage includes unseating of girder and failure of some bearing apparatus, but bridges do not fall off.	Repair or replacement is necessary.

(2) Seismic Design of Foundations

a) Basic Concepts

Foundations must transfer inertia forces that are applied from the superstructure safely to the subgrade, and must also satisfy the design conditions (displacement limits, etc.) that are required from the superstructure. For this reason, the type of foundation must be selected to suit the type of the superstructure. As the seismic design of foundations can not be considered separate from that of superstructures, the safety of the overall structure must be well bewared through the analysis with a detailed model composed of superstructure and foundation.

Furthermore, foundations generally are difficult to repair, requiring significant time and money for the repair work. For this reason, the seismic performance of foundations must be determined taking into consideration economic factors and its relationship with the capacity of the superstructure.

It is difficult to use a method which merely allocates large capacity to foundation members to not only provide sufficient seismic performance of a structure subjected to a severe earthquake while designing it economically. Accordingly, the seismic standard allows plastic deformation of the foundation, and prescribes verifying that the foundation possesses sufficient deformability.

b) General Seismic Design Methods for Foundations

Appropriate seismic performance must be set for foundations, and indices for evaluating the performance are also required.

For the seismic performance of foundations, the stability level is categorized in to three levels as shown with the load-displacement curve obtained by a pushover analysis in Figure 15. Evaluation indices include the damage (plasticization) of surrounding soil that supports the foundation and damage to component members. Member damage levels are set based on the methodology shown in Figure 14 and Table 4. On the other hand, the damage level of the subgrade (extent of plasticization) must basically be set based on loading test results obtained using scale model foundations tested for large displacement region or actual structures, because the damage level varies according to the type of foundation.

Further, in the computation of response values of foundations using dynamic analysis, the hysteresis characteristics of the foundation based on plastic deformation of the ground must be modeled appropriately. These are set based on vibration test results obtained using scale model foundations tested for large displacement region.

Generally, foundations should be designed to exceed the capacity of the superstructure since it is difficult to discover damages in foundations after an earthquake and extremely expensive to perform repair or strengthening. However, in the case of foundations for wall type piers that have considerably large capacity in the transverse direction, the foundations should be designed so that seismic energy is absorbed by plastic deformation of the foundation since it is not always rational to design foundations to exceed the capacity of the superstructure. But, since it is not desirable to increase the plastic deformation of foundations, limit values are determined for the ductility factor of the foundation as shown in Table 9, in order to prevent excessive residual deformation from occurring.

Table 9 Ductility Factor Limit Values for Foundations

Foundation Stability Level	Ductility Factor Limit Values for Foundations	
	Spread Foundation	Pile Foundation
Stability level 1	1	1
Stability level 2	3	2.5
Stability level 3	6	4

c) Seismic Deformation Method

In the seismic design of foundations, the foundations are generally designed to support the inertia force of the superstructure. In cases where, however, the ground is soft, a large displacement occurs in the ground that sometimes considerably affects piles. The seismic deformation method has been traditionally adopted to consider this influence.

With the seismic deformation method, the ground displacement and the inertia force from the superstructure acts on the foundation to check its safety. With the allowable stress design method, however, the horizontal force obtained by multiplying the design seismic coefficient with the weight of superstructure acts as the inertia force, and then the ground displacement is added. However, since i) the response acceleration of structures varies depending on the relationship between the natural periods of the ground and structure and ii) a time difference exists in the occurrence of the maximum values of ground displacement and response acceleration of the structure, they must be appropriately assessed so that foundations are rationally designed. Figure 19 shows the procedure for computing response values by the seismic deformation method used in the seismic standard.

When the design natural period of surface ground  $T_g$  is longer than 0.5 seconds, or the standard penetration resistance ( $N$  value) and the layer thickness matches specified conditions, the amount of horizontal displacement of the ground during an earthquake is considerable. The influence of not only inertia force but also ground displacement increases in deeply embedded foundations (excluding spread foundations). So, the influence of both inertia force and ground displacement must be considered as an effect of earthquakes.

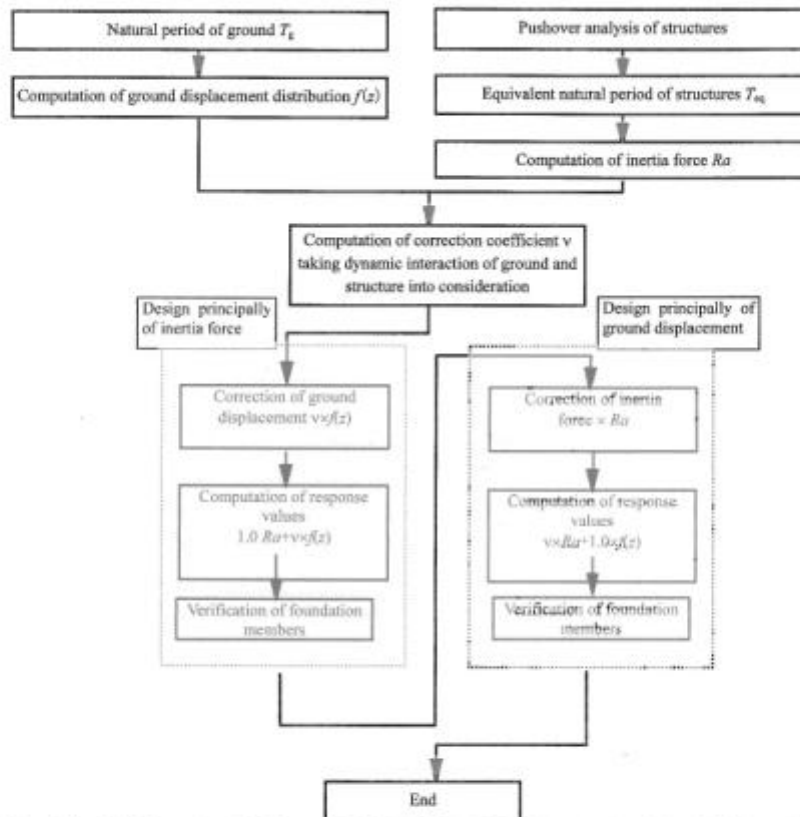


Figure 19 Flow Chart for Computing the Response Value of Foundation Structures by Seismic Deformation Method

### (3) Seismic Design of Embankment Structures

#### a) Basic Concepts

Until the 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake, embankments were constructed without implementing seismic design since recovery after a disaster was simple. However, this earthquake prompted the application of seismic design to embankments. This is because linear structures such as railways remain unusable if the safety of all structures is not continuously maintained. Thus required seismic performance must be maintained for earth structures as well.

General embankments are basically constructed based on "Design Standards for Railway Structures and Commentary (Earth Structures)," and seismic performance is accounted for according to the structural details in the standard. However, seismic design is now conducted on important embankments at i) locations where severe damage in an earthquake is anticipated judging from embankment shape, geographical features, geological conditions, history of past disasters, and ii) locations where high seismic performance must be provided. Figure 20 shows the flow for the seismic design of embankments.

The main embankments that are likely to be damaged judging from the experiences of past disasters are as follows: a) embankments on soft ground, b) embankments on slopes, c) embankments at boundaries between cutting and embankment, d) embankments on ground with sloped bedrock, and e) particularly high embankments.

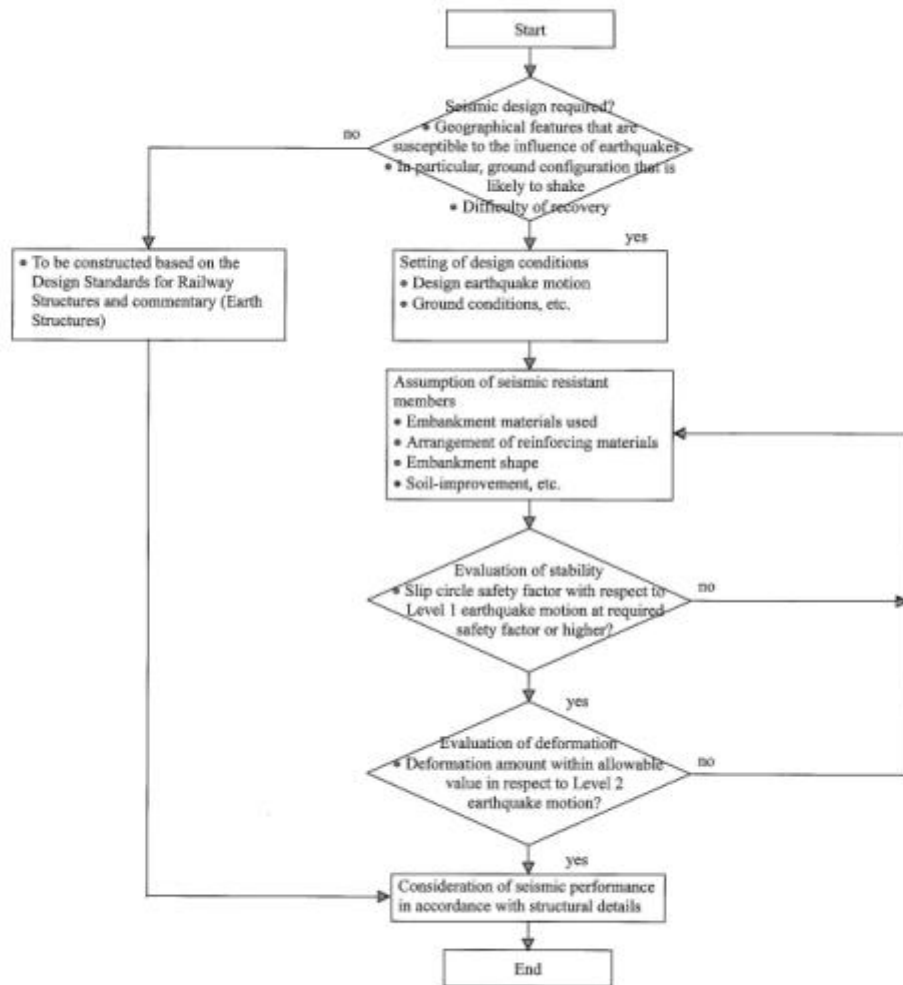
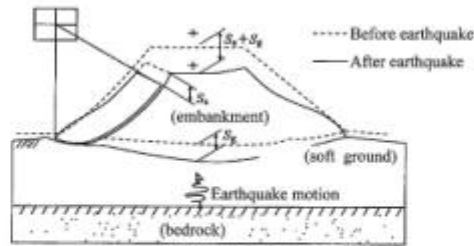


Figure 20 Flow Chart for Seismic Design of Embankments

#### b) Computing Embankment Response Values

In computing embankments response values, the safety factor with respect to Level-1 earthquake motion is obtained by the circular arc slip method. For Level-2 earthquake motion, however, a required safety factor of more than 1.0 cannot be ensured by the circular arc slip method. Instead, the amount of residual embankment deformation is computed by adding, i) the amount of residual deformation caused by deterioration of the deformation coefficient, and ii) the amount of deformation caused by liquefaction of soft ground as necessary, to the amount of sliding deformation, which is computed by the Newmark method. However, the amount of deformation computed by this method is fairly unreliable because of the low-level of accuracy when accounting for the heterogeneity of the ground and embankments.

Figure 21 illustrates the amount of embankment settlement during an earthquake.



(Schematics of embankment settlement)

$$S_T = S_1 + S_2 + S_3 < S_4$$

where,

$S_1$ : settlement causing by sliding of slipping clods of earth

$S_2$ : slide-in settlement of embankment

$S_3$ : slide-in settlement of ground

$S_4$ : allowable settlement amount

Figure 21 Amount of Embankment Settlement During an Earthquake

### c) Verification of Seismic Performance of Embankments

The seismic performance of embankments is set based on the difficulty of recovery of a structure after an earthquake. The amount of settlement is used as the evaluation index in considering computational accuracy.

The seismic performance levels of embankments are defined as follows.

Deformation level 1: No damage due to slipping failure and almost no residual displacement occurs.

Deformation level 2: Damage where slipping failure occurs, accompanied by small or slight residual displacement.

Deformation level 3: Damage where considerable residual deformation of embankment and the ground occurs, and where partial reconstruction of embankments is required.

Deformation level 4: Damage where destructive failure of embankments is caused by the liquefaction of the ground, and where total reconstruction is required.

Deformation levels 1, 2 and 3 correspond to Seismic performance I, II and III of structures, respectively. Therefore, Level-1 earthquake motion must be verified to satisfy deformation level 1, and Level-2 earthquake motion must be verified to satisfy deformation level 2 or 3 according to the importance of the embankments.

Tables 11 and 12 show extent of damage and standard settlement amounts for embankments and abutments.

Table 11 Degree of Damage and Standard Settlement Amounts for Embankments

Deformation Level	Degree of Damage	Extent of Settlement Amount
1	No damage	No damage
2	Slight damage	Settlement amount less than 20 cm
3	Recovery possible by temporary measures	Settlement amount more than 20 cm and less than 50 cm
4	Long time required for recovery	Settlement amount more than 50 cm

Table 12 Degree of Damage and Standard Settlement Amounts for Abutments

Deformation Level	Extent of Damage	Extent of Settlement Amount
1	No damage	No damage
2	Slight damage	Differential settlement at abutment back less than 10 cm
3	Recovery possible by temporary measures	Differential settlement at abutment back less than 20 cm
4	Long time required for recovery	Settlement amount more than 20 cm



#### (4) Seismic Design of Retaining Walls and Abutments

If the overturning or tilting of the main body or the failure of a concrete wall body at retaining walls and abutments occurs, it would become a large problem because time-consuming repair work is required. Since the major function of retaining walls and abutments is to bear earth pressure, its deformation during an earthquake has a high possibility to be cumulated in one direction. This phenomenon should be considered in seismic design. The following describes seismic design mainly for retaining walls.

##### a) Loads to be Considered

Earth pressure and the inertia force are typical loads that act in wall bodies during an earthquake. These loads are strongly influenced by the characteristics of earthquake motion at the ground surface.

The earth pressure during an earthquake is determined by the behavior of the backwall soil and the retaining wall bodies. The pressure varies because of phase differences between them due to the yielding of the wall and plasticization of backwall soil. However, since the various soil constants of backwall soil cannot be accurately ascertained and phenomena, such as the rubbing-in of soil into the gap between the back ground and wall body by vibration, occur, the structure and back ground are considered, in design, to behave in the same phase. In other words, the behavior of a structure is assumed to be mainly governed by that of back ground, and, in practical terms, the acceleration of earthquake motion of the ground surface may be used to compute the pressure.

In the seismic standard, a new method is prescribed to provide an appropriate active earth pressure when subjected to large earthquake motion based on the experiences of disasters and model vibration test results.

##### b) Computing Response Values of Retaining Walls

The dynamic analysis methods should be basically used in the computation of the response values of retaining walls. However, the deformation during an earthquake has a high possibility to be cumulated in one direction at retaining walls, so it makes difficult to model the structure and back ground properly. For this reason, the load-displacement relationship is computed by static nonlinear analysis (pushover analysis) to determine the yield point, and the Newmark's equal energy criterion shown in Figure 22 is introduced to compute the response values.

Figure 23 shows an example of a structural analysis procedure for Level-2 earthquake motion.

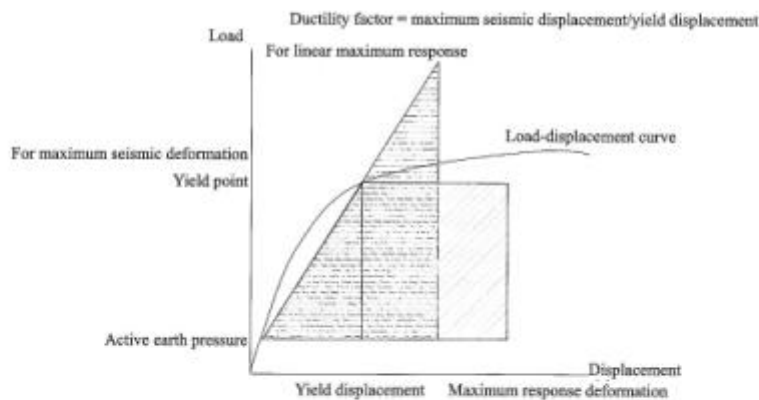


Figure 22 Newmark's Equal Energy Criterion

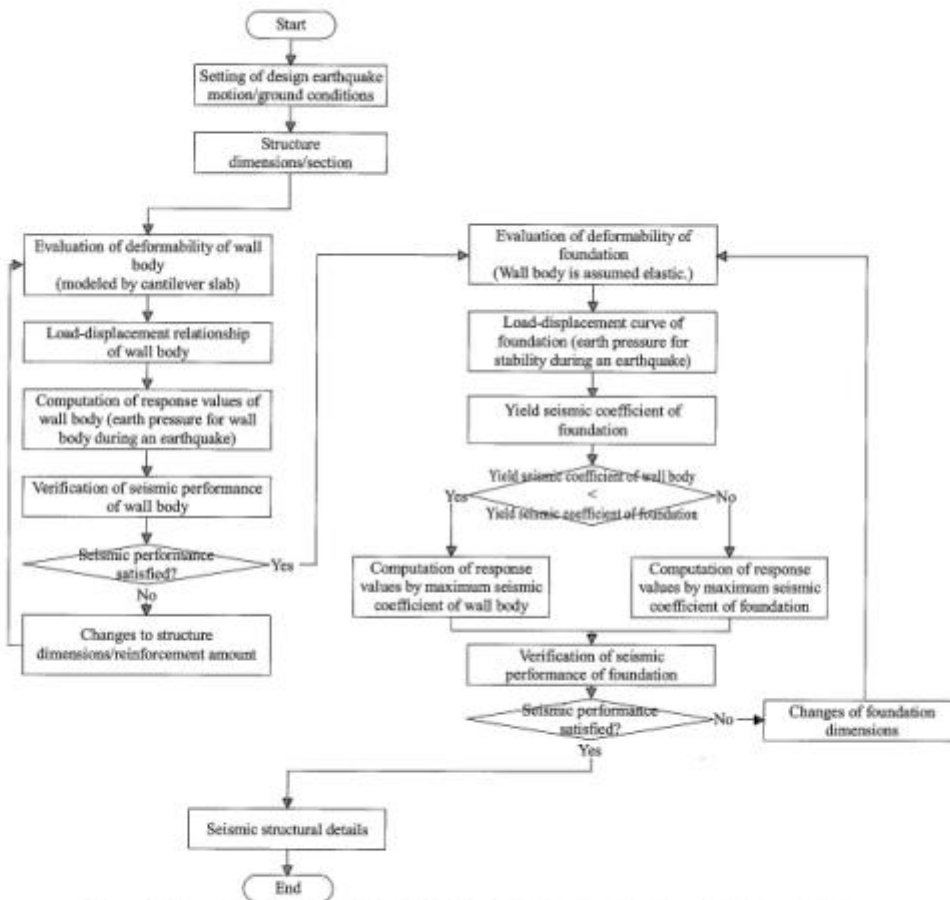


Figure 23 Flow of Structural Analysis for Retaining Wall subjected to Level-2 Earthquake Motion

### c) Verification of Seismic Performance of Retaining Walls

Three indices a) stability level of the foundation, b) damage level of wall bodies and c) residual displacement (maximum displacement) are used to express the seismic performance of retaining walls.

Slightly severer limit values are set for the retaining wall because the stability level limit values prescribed for pier foundation give unsafe judgment for the retaining wall of which deformation cumulates in one direction. The damage level of wall bodies, on the other hand, is following that of members. The residual displacement is difficult to evaluate, so it is merely recommended to restrict the settlement of backwall soil of abutments within a range that permits slow-speed running after an earthquake.

### (5) Seismic Design of Underground Structures, Such as Cut and Cover Tunnels

As the cut and cover tunnels are located in the ground, it had been considered generally to be safe with respect to earthquakes. For this reason, there were no clear seismic design provisions. However, the following is now prescribed in the seismic standard because the cut and cover tunnels suffered severe damages due to shear failure of the center columns in the 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake:

a) Basic Concepts

The behavior of underground structures like cut and cover tunnels subjected to earthquake motion is strongly influenced by the behavior of the surrounding soil. For this reason, it is important in the seismic design to precisely understand the behavior of the soil during an earthquake and to consider the dynamic interaction between the structure and the ground. The nonlinearities of the soil and component members of the structure also must be taken into consideration as they become considerable during severe earthquake motion.

Therefore, in the seismic design, verification of the safety of structural members is generally conducted computing the behavior of the ground during an earthquake and the response of structures (deformation and stress) subjected to ground displacement.

b) Computing Response Values of Cut and Cover Tunnels

When computing response values of cut and cover tunnels, it is important to adopt the evaluation method taking into consideration the dynamic interaction between the soil and the structure. For this computation, it is ideal to use the finite element method that can evaluate dynamic interaction behavior by modeling both the soil and structure simultaneously. However, for the practical design, the seismic deformation method which computes the dynamic behavior of surrounding soil and then applies statically the outcome displacement to the structure through the subgrade reaction is used. In this case it is important to evaluate appropriate soil constants and compute the subgrade reaction.

Figure 24 shows schematics of the method to apply loads in the seismic deformation method.

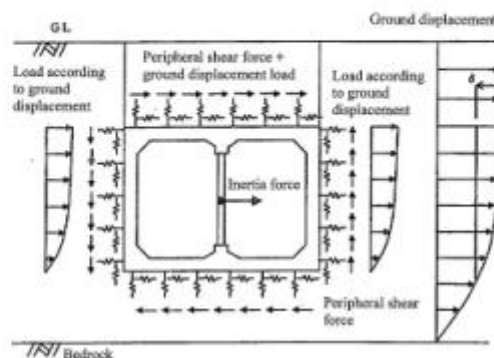


Figure 24 Schematics of Loads According to Seismic Deformation Method

c) Verifying the Seismic Performance of Cut and Cover Tunnels

The member damage level and stability level are taken as indices for evaluating the seismic performance of cut and cover tunnels.

Member damage level 1 should be satisfied for each of the members to ensure seismic performance I against Level-1 earthquakes. On the other hand, seismic performance II should be ensured for Level-2 earthquakes based on the importance of cut and cover tunnels and difficulty of repair after an earthquake. In accordance with this, damage level 2 should be satisfied for members that support trains and members (e.g. floor slabs and sidewalls) that are difficult to repair due to contact with peripheral ground, while damage level 3 should be satisfied for other members.

Though the stability level generally does not need to be verified in general, the stability (settlement or uplift) of the structure should be verified when ground liquefaction occurs.

## **V DESIGN GUIDEBOOK, DESIGN EXAMPLES, AND DESIGN SOFTWARE**

A design guidebook, design examples and design software are available so that new design methods prescribed in the seismic standard can be used smoothly in the practical design.

### **1. Design Guidebook and Design Examples**

The following are available as the design guidebook and design examples of the seismic design.

- a) Design Guidebook for Verification of Bridges and Viaducts
- b) Design Example for Reinforced Concrete Piers (Spread Foundations)
- c) Design Example for Reinforced Concrete Piers (Pile Foundations)
- d) Design Example for Caisson Foundations
- e) Design Example for Pile Foundations (Influence of Liquefaction/Lateral Flow of Soil)
- f) Design Example for Pile Foundations (Seismic Deformation Method)
- g) Design Example for Abutments
- h) Design Example for Cut and Cover Tunnels (Seismic Design)

### **2. Design Software**

#### **(1) Seismic Design Software Package: SNAP**

A design software compliant with the seismic standard and essential for practical design is available. The seismic design software package including the core program SNAP (Static Nonlinear Analysis with Pushover-analysis) covers bridges, rigid frame viaducts, cut and cover tunnels, retaining wall/abutment structures, steel pipe sheet foundations, caisson foundations, and various other structures.

Also available is a ground liquefaction judgment program based on a cumulative damage theory with respect to Level-2 earthquake motion.

#### **(2) ASCARS (Assessment Program for Seismic Capacity of Railway Structures)**

A program that can take into consideration entire structural systems as a frame analysis model in compliance with the seismic standard, and that computes response values according to design earthquake motion and verifies seismic performance, is available.

- a) Types of structures covered by this software
  - A bridge pier, rigid frame viaduct, arbitrarily shaped structures
  - Pile foundation, spread foundation and foundation modeled by springs.

The arrangement of the members and foundation shape are arbitrary. They are directly modeled using nodal point coordinates.

- b) Members covered by this software
  - RC (Section shapes with rectangular, circular, T, oval and arbitrary), SRC (Section shapes with rectangular, circular, and T), Steel (Section shapes with rectangular and circular), CFT (Section shape with circular)
  - Other: nonlinear characteristics can be directly modeled.

- Interactive mode and display mode  
Data is input in interactive mode and the data can be checked on screen as it is input. Together with the complete data check function, this prevents omissions and typos.
- Automatic generation in the analysis model  
Consistent results are produced by automatically generating an analysis model and data based on information input from design drawings for standard bridge beams and viaducts.

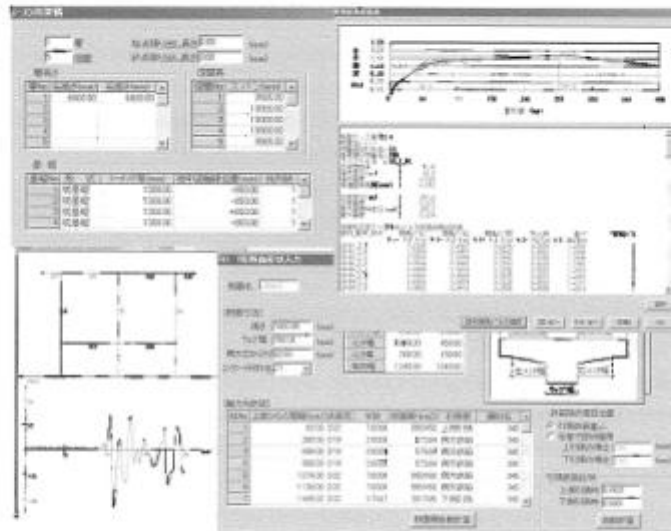


Figure 28 Example of ASCARS Interface

### **Outline of Design Standards for Railway Structures and Commentary (Seismic Design)**

The English edition of the outline of the "Design Standards for Railway Structures and Commentary (Seismic Design)" was produced by the Railway Technical Research Institute (RTRI) to introduce one of the advanced railway technologies established in Japan.

The provisions of the original standard, written in Japanese, are the fruits of discussions in the working committees composed of academics and engineering specialists from railway companies. They are based on the investigation and research of RTRI, as directed by Japan's Ministry of Land, Infrastructure and Transport as a part of ministerial policy to establish railway technical standards. This document is an English translation summarizing the original standard.

It is our hope that this document helps overseas railway engineers to understand the railway technologies currently being used in Japan.

March 2007

Note: Copyright © 2007 by the Railway Technical Research Institute. All rights reserved.

The text was translated by the Railway Technical Research Institute.

Railway Technical Research Institute disclaims any and all liability for any loss or damage arising from the use of these materials.

The original standards were edited by RTRI and published by Maruzen Co., Ltd.

---

### **Contact directory**

Marketing and Business Development Division, Railway Technical Research Institute

2-8-38 Hikari-cho, Kokubunji-shi, Tokyo 185-8540 Japan

Fax: +81-42-573-7442, URL: <http://www.rtri.or.jp>

## 12.2 フィリピンの鉄道技術基準のための提言

### 1. 鉄道の標準化

#### (1) 鉄道網整備の課題

鉄道輸送機関の特性としては、大量輸送による道路交通渋滞の削減、安全かつ安定した輸送の確保、環境にやさしいエネルギー効率の高い交通機関等があげられる。一方、鉄道整備は、膨大な初期投資コスト、比較的高い維持管理費、事業として比較的低い採算性の面で制約を持っている。

マニラ首都圏の現在に至る鉄道整備は、各種事業者による相互に関連性を持たない軌道システムおよび鉄道網としての未成熟、他の交通機関との未連携等の問題により、システム本来の機能に比較して低い効率性、利用者への未配慮によりサービス水準の低い交通機関となっており、結果として低い鉄道利用率および不十分な収益性に陥っている。

明確な鉄道技術基準がないこともあり、軌道、車両、信号、運転制御を含めて各鉄道路線間の設備等の互換性・大量性が確保されておらず、調達コスト高、鉄道施設の管理・運営の非効率性を招いている。

#### (2) 鉄道技術整備方針

強制力のある技術基準は、設計の初期の段階から、施設の材料強度、車両、構造物の安全レベル、などを明確に定義する必要がある。技術基準に基づいて、設計、建設されることにより、持続的に良好な構造物が建設されることとなる。

### 2. 鉄道技術基準作成の目的

鉄道が安全、高速、正確に、また、効率的に運行するためには、一定のルール、基準が必要である。

このため、鉄道が社会的に求められる一定の水準を満たすための安全等に関する基準を国が明示し、鉄道事業者がこの基準を遵守する制度を確立する必要がある。政府が技術基準を明示することにより、行政の透明性を高めるとともに、技術力、実績等が異なる様々な鉄道事業者がこの基準を遵守することとなり、安全等に対し一定以上の水準を確保することが出来ることとなる。各国政府・国鉄は鉄道の安全、ネットワークの維持等を図るため、鉄道の建設、運営に対し強制力のある技術基準を定めている。

### 3. マニラ首都圏の鉄道技術基準の策定

数値による規制は新技術の開発と導入を阻害する要因になり、各鉄道企業又は路線の独自性を失わせ、ひいては鉄道事業のコストを増加させる恐れがある。また、特定の国の技術が有利となる可能性がある。このため、フィリピンの技術基準の策定に当たっては、技術的自由度を高めるため、鉄道が備えるべき性能を規定した、いわゆる性能規定を採用した。

しかし、性能基準のみでは技術的判断が困難になる恐れがあるため、技術基準の考え方、解釈、参考となる具体的な数値を解釈基準（解説）として Appendix に記載した。

本文の技術基準は、政府が制定して公布することを念頭においており、解釈基準（解説）は各鉄道企業が自社の鉄道技術細則を制定する際の技術的判断の指標として参考とすることを考えて作成している。

#### 4. 鉄道技術基準の法制化

強制力のある基準は、各鉄道企業において遵守されなければならない。

そのためには、この技術基準がフィリピン政府の法制度の中で明確に規定される必要がある。基準に適合することを確認する手法は、鉄道企業が自ら行うケース、行政が確認を行うケースが考えられる。基本的な考え方は、鉄道企業の自己責任のウエイトを高め、メーカーを含めた企業の自由度を拡大し、行政の関与を最小限にすることである。

#### 5. 鉄道技術基準の担当組織

鉄道技術基準は、鉄道の安全の確保、ネットワークの維持、鉄道特性の発揮、利用者の利便性の確保、環境対策を行うために必要な項目を規定しているものであるが、基準を制定し、あるいは改訂するためには鉄道の実務に精通した技術基準の専門家の配置が必要である。

カウンターパートである DOTC に提出した資料として「Railway Technical Standard in the Philippines」および「Interpretation Guidelines for Technical Standard」を次ページ以降に示す。



# Railway Technical Standard in the Philippines

## Chapter 1 General

### 1.1 Definition of Terminology

The main technical terms are defined below.

- (1) Track gauge : shortest distance between inner side surfaces of two rail heads of a track measured
- (2) Main line : track constantly used for train operation
- (3) Siding : track other than a main line
- (4) Station : place used by passengers to get in and out of trains or for the loading and unloading of cargo
- (5) Signaling yard : place mainly used for mutual passing or waiting for a train
- (6) Shunting yard : place mainly used for the shunting of rolling stock or the composition of a train
- (7) Station, etc. : inclusive term for a station, signaling yard and shunting yard
- (8) Depot : place mainly used to accommodate and maintain rolling stock
- (9) Rolling stock : locomotives, passenger cars, freight cars and special-purpose cars (rolling stock with special structure and equipment, including a track tester and accident relief car, etc.) used for railway business
- (10) Train : a group of rolling stock composed for operation on track outside a station, etc.
- (11) Motive power units : electric or internal combustion rolling stock
- (12) Block : Simultaneous operation of two or more trains is not allowed in this section
- (13) Operation safety devices: signaling safety devices, level crossing safety devices and safety communication devices
- (14) Railway signals : signals, signs and markers
- (15) Signals : objects indicating the operating conditions of a train, etc. to railway staff
- (16) Signaling safety devices: devices to display railway signals and devices to automatically reduce the train speed or stop a train, etc. in accordance with the signal indication in order to ensure the safe operation of a train, etc.
- (17) Signs : physical movement and so forth to mutually indicate intentions between railway staff
- (18) Markers : objects indicating the position, direction and conditions, etc. of specific items to railway staff
- (19) Disabled persons: persons who find it difficult to travel by rail without help due to a physical reason(s)

### 1.2 Preparation of Implementation Standards

1.2.1 A railway proponent shall prepare “Implementation Standards” based on the Technical Standards prior to the construction of a railway line and shall submit them to the Department of Transport and Telecommunications.

1.2.2 The DOTC shall be entitled to issue an order to alter the “Implementation Standards”.

### 1.3 Prevention of Construction Accident

Slope, cut, excavation, embankment, piling, etc. of railway facilities shall be constructed so as not to cause any harm to persons.

### 1.4 Prevention of Loud Noise

Railway operator shall strive to prevent loud noise due to train operation.

### 1.5 Act on Promotion of Smooth Transportation, etc.

Railway operator shall provide facilities for smooth transportation, etc. of elderly persons, disabled persons, etc.

## **Chapter 2 Personnel**

### **2.1 Security of safe operation**

Railway operator should strive to ensure the security of train operation, etc. by use of railway employees' knowledge, their skill and operation-related equipment.

### **2.2 Education and Training of Railway Employees**

2.2.1 Railway operator shall provide the necessary education and training for those railway employees directly related to train operation.

2.2.2 Qualification of Railway Employees (Obtaining of Certificate) Motive power units (electric rolling stock; internal combustion rolling stock) shall only be operated by those who have obtained the certificate for train drivers published by DOTC or official agencies.

## **Chapter 3 Tracks**

### **3.1 Gauge and Slack**

The gauge shall be decided to ensure the smooth running of rolling stock, taking the structure of vehicles and others into consideration. At curves, appropriate slack shall be provided in accordance with the curve passing performance of rolling stock.

### **3.2 Railway Alignment**

A curve radius and a grade shall be decided to ensure the high-speed and mass transport, taking the maximum speed and the traction load, etc. into consideration.

### **3.3 Curve Radius**

3.3.1 An appropriate curve radius shall be adopted based on the standard minimum curve radius to ensure the smooth running of rolling stock, taking the curve passing performance and running speed of vehicles and the cant, etc. into consideration.

3.3.2 In the case of a curve along a platform, its radius shall be as large as possible to ensure the smooth boarding/alighting and safety of passengers.

### **3.4 Cant**

A circular curve shall be provided with cant in accordance with the gauge, radius of curve and speed of rolling stock, etc. It must be ensured that the largest value of the cant will not adversely affect the stability, etc. of rolling stock which is either travelling at a low speed or which is stationary.

### **3.5 Transition Curve**

A transition curve shall be provided between a straight line and a circular curve or between two circular curves depending on the structure, degree of cant and travelling speed of rolling stock, etc.

### **3.6 Grade**

The grade of the track shall be determined in consideration of the power performance, braking performance and speed of operation, etc. of rolling stock and the standard steepest grade for main lines is given below. A grade as gentle as possible shall be introduced on a main line along a platform and storage siding, etc., taking the rolling motion, etc. of rolling stock into consideration.

### **3.7 Vertical Curve**

In places where the grade changes, a vertical curve shall be introduced to prevent the derailing of

rolling stock and to prevent any unpleasant feeling on the part of passengers, taking the speed of train operation and rolling stock performance, etc. into consideration.

### 3.8 Construction Gauge

The construction gauge shall be determined to ensure the safety of rolling stock and passengers, etc. vis-a-vis the pitching or rolling, etc. of travelling rolling stock and no structure shall be introduced within the construction gauge.

### 3.9 Width of Formation Level

The width of the formation level shall be determined to ensure the safety of passengers and workers, etc. in consideration of the pitching motion of travelling rolling stock and the track structure, etc.

### 3.10 Center-to-Center Distance of Adjacent Tracks

3.10.1 The center-to-center distance of adjacent tracks shall be determined by adding a margin to the width of rolling stock in consideration of pitching motion to ensure its safety and of the passengers.

3.10.2 This distance shall be widened at curves, etc. in response to the expected swaying, etc. of rolling stock.

### 3.11 Track and Civil Engineering Structures

Track and civil engineering structure shall be determined to ensure the safety and security of the rolling stock and railway facilities in consideration of the structure of rolling stock, train weight and sub-grade conditions, etc.

### 3.12 Building Construction

Buildings shall be constructed so as not to compromise the safety of the rolling stock and passengers.

### 3.13 Disaster Prevention Devices, Safety Devices and Evacuation Devices

Disaster prevention and safety devices shall be installed to avoid entry of unwanted persons and of falling objects onto the tracks. Similarly, measures shall be applied to prevent damage to the facilities which may be brought about by accidents or any untoward incidents happening in the perimeter area. In addition, evacuation devices designed to safely guide passengers at the time of an accident or an emergency will be set up.

### 3.14 Underground Station Facilities

Underground Station, tunnel connected to this station and long tunnel shall be equipped with ventilation facilities to meet its specified capacity.

## **Chapter 4 Station Facilities**

### 4.1 Track Layout of Station

4.1 Specifications for station facilities such as effective track length, platform length/width, etc. shall be determined so as to ensure smooth train operation with consideration for passenger safety.

### 4.2 Smooth transfers between railway line

Railway proponents shall plan through train services by constructing or improving railway facilities in cooperation with other railway proponent, or, shall plan the stations in the same location with or adjacent to the stations of other railway lines to facilitate transfers between railway lines by proponents.

#### 4.3 Smooth transfers between railway and road-based and other modes of transport

Railway proponents shall plan appropriate type of station plazas in cooperation with relevant road management agencies/operators prior to the construction or improvement of railway facilities to allow smooth transfers from road-based and other modes of transport.

#### 4.4 Depot

Depot shall be capable of sufficient capacity of stabling area in accordance with rolling stock to introduce.

### **Chapter 5 Power Facilities**

#### 5.1 Contact Line

5.1.1 A contact line, a feeder line, its attached equipment and electric wire, and protection facilities shall be installed according to a situation of installation place, a method of installation and a standard voltage so as not to cause any electric shock and/or fire.

5.1.2 Contact lines shall be capable of collecting power evenly and continuously in accordance with the speed of the train and the power collection method of the rolling stock.

5.1.3 The voltage of contact lines shall be maintained at a stable level sufficient to ensure smooth train operation.

5.1.4 Return rail shall be designed in such a way that the leakage current from rail to ground is minimized.

#### 5.2 Substations

5.2.1 Substations shall be constructed in such a way that their safety and security are ensured.

5.2.2 Substation equipment shall have the capacity to meet its specified load as well as withstand specified overloading conditions.

5.2.3 Substations shall have a power control center, and shall be equipped to cope with failures.

5.2.4 Substations shall be designed such that other substations can provide the power required for train operation even when one of the substations is down.

#### 5.3 Electrical Facilities

An electrical equipment, a distribution board and same others shall be installed so as not to cause any electric shock and/or fire.

#### 5.4 Lighting Facilities

Lighting facilities shall be provided inside and under the stations and tunnels to facilitate the boarding/alighting of passengers and to guide passengers to safety in case of emergency.

### **Chapter 6 Operation Safety Devices**

#### 6.1 Installation of Operation Safety Devices

6.1.1 Railway lines shall be equipped with operation safety devices.

6.1.2 Operation safety devices shall be installed so as not to cause any harm to the safe operation of a train, etc. even if they experience a malfunction.

## 6.2 Devices to Ensure Safety between Trains

6.2.1 A device to ensure a block section shall conform to the following criteria. It must make the signal indication corresponding to the conditions of the block section on the route or guarantee the block section.

6.2.2 A device to control the distance between trains shall conform to the following criteria.

a. It shall be capable of indicating the signal in accordance with the distance to a train, etc. on the route.

b. It shall automatically reduce the train speed or stop the train at a position to prevent a collision or derauling in accordance with the distance between trains or the track conditions.

6.2.3 A device to ensure safety between trains in a single track section shall be capable of preventing the simultaneous operation of trains running in opposite directions.

## 6.3 Indicating Device of Railway Signals

6.3.1 The structure, indication method and installation method of an indicating device for railway signals shall be capable of making the correct signal indication to prevent the erroneous recognition of a signal.

6.3.2 A signal device shall be installed at the starting point of a block section, and a corresponding signal indication device shall be installed at a point in rear which enables a train to reduce its speed in accordance with the signal indication or to stop.

6.3.3 At a crossing or branching site, a signal indicating device shall be installed in a suitable position to prevent derauling or the disruption of a route by another train, etc.

6.3.4 In the case of a cab signal, the starting point of the block section shall be indicated depending upon the need.

## 6.4 Interlocking Device

6.4.1 An interlocking device shall be installed at a crossing or branching site.

6.4.2 An interlocking device shall be capable of mutually interlocking a signaled route and other signals and points which may disrupt operation on the signaled route.

## 6.5 Remote Control Device

6.5.1 A device which remotely or automatically controls an interlocking device shall not disrupt the locking function of the interlocking device.

6.5.2 When the manual control of a remote or automatically controlled interlocking device is intended, there must be a system at the control station to display the presence of a train, etc. on the track and other information.

#### 6.6 Automatic train stop of decelerating device

When trains are operated in block system equipment capable of automatically stopping train or decelerating its speed according to train conditions as well as signal indication shall be installed, except train can be safely depending on the status of train operations as well as the condition of tracks.

#### 6.7 Automatic Train Operation Device

6.7.1 Automatic Train Operation device on driverless train shall conform to the following requirement.

- a. It must not make a train leave until safety of passengers is guaranteed.
- b. It shall be capable of making target speed lower than speed directed by control information based on device to control the distance between trains. In addition, required functions on operation safety will be set up, such as smoothly running speed, etc.
- c. It shall automatically stop the train at the place not to compromise the safety of passengers.

#### 6.8 Train Detection Device

A train detection device used for the operation safety system shall be capable of detecting a train, etc. without fail while preventing any disruption of its function by induction, etc.

#### 6.9 Communication System for Safety Purposes

A communication system for safety shall be installed between such facilities as stations and so forth, substations, operation command centre and power command office, etc. for safety and operational purposes.

#### 6.10 Installation of Communication Cables

Overhead communication cables shall be installed at a sufficient clearance/distance so as not to disrupt other means of transport and shall not contact power cables in order to avoid any physical harm to persons.

#### 6.7 Railway Crossing Safety Facilities

6.7.1 Railway crossing safety facilities shall be provided at railway crossing.

6.7.2 Railway crossing safety facilities shall be capable of informing the approach of a train to persons using the crossing road and of shutting down traffic on such a road with the approach of a train. They must be at least capable of informing that a train is approaching even if other operations are impossible due to the specific circumstances of the facilities.

6.7.3 Railway crossing safety facilities shall have an additional device to inform of an obstruction on a crossing road by an automobile if such an additional device is deemed to be necessary considering the train speed, traffic volume on the road and railway track and types of passing automobiles, etc.

### **Chapter 7 Rolling Stock**

#### 7.1 Size Limits of Rolling Stock

7.1.1 Rolling stock shall not exceed the specified size limits of rolling stock.

7.1.2 Height of anti climber shall be identical.

## 7.2 Constrains with respect to Tracks and Structures

Rolling stock shall not impose a heavier burden than that bearable by tracks and structures.

## 7.3 Stability

Rolling stock shall be capable of providing a stable running performance under the anticipated conditions.

## 7.4 Running Gear

7.4.1 Running gear shall be solid with sufficient strength, shall be capable of ensuring the safe as well as stable running of rolling stock and shall not damage the track.

7.4.2 The distribution of the axles of a car shall allow passing of the minimum radius of the running line without any problems.

7.4.3 The suspension mechanism shall have a sufficient buffer capacity and should be capable of securing stable shock absorbing movement against shock from the track.

## 7.5 Motive Power Apparatuses

7.5.1 Electric equipment of electric circuits of rolling stock shall conform to the following criteria.

- a. Electric equipment shall not cause electric shocks and/or fire accidents when the breakage of electric insulation takes place.
- b. Electrical equipment shall not cause any inductive disturbance to other electric circuits.
- c. Current collecting device shall be that which can ensure electric insulation against the car body and which can smoothly follow contact wires while running.
- d. Pantographs of a train shall be able to be simultaneously folded from crew cabin.

7.5.2 A motive power apparatuses shall be installed so as to prevent the floor and walls from generating heat or causing a fire.

## 7.6 Brake Equipment

7.6.1 The brake equipment of rolling stock shall conform to the following criteria.

- a. The brake equipment shall be capable of reducing the speed or stopping rolling stock in motion without failure in accordance with specified conditions.
- b. Brake equipment shall be controlled throughout all cars in formation when operated from the crew section.
- c. Brake equipment shall automatically produce braking force in case any of cars in formation is disconnected.

7.6.2 Rolling stock shall be equipped with an independent braking function depending on the type of rolling stock in case of failure of the normal brake equipment.

## 7.7 Car Body Structure

The body of rolling stock shall be solid with sufficient strength and shall be able to withstand operation under the anticipated usage.

## 7.8 Structure to Mitigate Excessive Noise

Rolling stock shall have a structure which mitigates excessive noise generated by the running train.

## 7.9 Structure of Crew Cabin

7.9.1 The crew Cabin shall have a doorway for the crew and shall be so structured to protect the operation of the crew from passenger interference. Devices and equipment required for train operation shall be protected so that they cannot be touched by passengers.

7.9.2 The front and sides of the crew section shall provide the view required for operation by the crew in accordance with the operating conditions.

## 7.10 Structure of Passenger Cabin

The structure of passenger cabin shall conform to the following requirement.

a. Windows shall have sufficient strength and shall not touch any wayside structures at open condition and there shall no possibility for passengers to fall down from windows.

b. The passenger room shall have lighting equipment required at night or when running through tunnels, and shall be maintained enough brightness inc case of emergency.

c. Toilets shall be provided depending on the usage and operation distance of rolling stock.

d. At least one car of the passenger train shall be provided with a space to accommodate wheelchairs.

## 7.11 Structure of Passenger Door

7.11.1 Passenger door will have a structure which ensures the safe and smooth boarding and alighting of passengers and there shall be no danger of passengers stumbling.

7.11.2 The level difference between the doorway and the platform shall be as small as possible.

## 7.12 Automatic Door Control Device

7.12.1 The automatic door control device installed at the doors of passenger doorway shall be capable of securing the safety of passengers while the rolling stock is running and shall allow the simultaneous opening or closing of all doors and shall be able to confirmation of the door status by the crew.

7.12.2 The doors equipped with an automatic door control device shall allow their manual opening in case of an emergency.

## 7.13 Structure of Gangway

A gangway shall have a structure which allows the safe and smooth passage of passengers.

## 7.14 Structure of Emergency Exit

When arrangement of door is not easy for the passengers to escape in emergency rolling stock shall have emergency exit and such emergency exit should be easy for train crew to confirm the whether it is open or close.

## 7.15 Coupling Device

The device required to connect rolling stock shall be solid with sufficient strength and shall be capable of connecting the cars securely withstanding vibrations and impacts.



#### 7.16 Structure of Rolling Stock for Transport of Special Cargo

Tankers and other freight cars for the transportation of special cargo shall have a structure to prevent disasters originating from the said cargo.

#### 7.17 Equipment of Driver's Cabin

The crew cabin which is used to operate rolling stock shall be equipped with such devices and equipment as acceleration and deceleration control and others required for operation in accordance with the usage of rolling stock.

#### 7.18 Air Compressor and Accessories

The air compressor (source of compressed air) shall be capable of preventing abnormal rise of the compression pressure and functional decline due to the water produced by air compression.

#### 7.19 On-Board Devices

On-board devices shall conform to the following criteria.

a. Rolling stock shall be equipped with device which allow verbal communication or the exchange of signs between crew members or between a crew member and ground staff, depending on the facility conditions.

b. The car at the front end of the train shall have a device capable of warning of danger by means of a whistle at its front end.

#### 7.20 Marking on Rolling Stock

Rolling stock shall have a marking which allows the identification of individual cars.

#### 7.21 Fire Prevention for Rolling Stock

7.21.1 Onboard wires shall not cause fire or spreading of fire even in the presence of anticipated heat generating sources.

7.21.2 On-board heat generating equipment shall not adversely affect other sections of rolling stock.

7.21.3 Vehicle body shall be composed of construction and materials which can prevent breaking out and spreading of fire

#### 7.22 Continued Functioning of Devices during Power Interruption.

Devices designed to ensure the safety of train operation and passengers, and devices required for passenger evacuation shall be capable of continuing their function for a specific period of time when their main power supply is cut off.

### **Chapter 8 Maintenance of Facilities and Rolling Stock**

#### 8.1 Maintenance of Railway Facilities and Rolling Stock

8.1.1 Railway facilities shall be regularly maintained and inspected in a condition which permits the safe operation of trains, etc.

8.1.2 Operation safety devices shall be maintained in a state which permits their accurate functioning.

8.1.3 Rolling stock shall not be used unless its condition allows safe operation.

## 8.2 Inspection and Trial Operation of New Facilities and Rolling Stock, etc.

8.2.1 Newly constructed/installed, improved, modified or repaired tracks and electric power equipment and newly built, procured or modified rolling stock shall only be used after satisfactory inspection and trial operation.

8.2.2 Newly installed, modified or repaired operation safety devices shall only be used after satisfactory inspection and trial operation.

8.2.3 When train operation is resumed after disaster or incident or suspended tracks and power supply systems such tracks and power supply systems shall be inspected and if necessary trial operation shall be conducted before resumption of the facilities.

8.2.4 When rolling stocks are procured, modified or repaired such rolling stocks shall not be provided for revenue operation before inspection and running test however modification or repair is minor inspection and running test can be omitted

## 8.3 Patrolling of Facilities

8.3.1 Tracks and contact lines shall be patrolled in accordance with the condition of the line and operation.

8.3.2 When there is a prospect of a natural disaster adversely affecting train operation, the relevant tracks shall be monitored. If necessary, the operating speed of the said track shall be restricted or operation itself shall be suspended.

## 8.4 Regular Inspection of Railway Facilities and Rolling Stock

8.4.1 In regard to the regular inspection of railway facilities and rolling stock, the interval, subject sections and method of inspection shall be stipulated in correspondence with the type, structure and conditions of use, etc. of such railway facilities and rolling stock.

## 8.5 Recording of Inspection Data

When the regular inspection of railway facilities and rolling stock is conducted, the inspection data, location and contents shall be recorded and stored.

# **Chapter 9 Train Operation**

## 9.1 Train Composition

The maximum number of connected cars of a train shall be determined based on the facility conditions and the performance, structure and strength of the cars.

## 9.2 Brake Force

9.2.1 The integrated braking force of a train shall be that which is suitable for the track conditions and operating speed.

9.2.2 The details of the brake test for a train and the method of verifying its operation status shall be stipulated separately.

## 9.3 Boundary of Station

The boundary of a station shall be the position at which the home signal or home marker is located.

#### 9.4 Emergency Braking Distance, etc. of Trains

9.4.1 The emergency braking distance shall be stipulated separately.

9.4.2 The braking mechanism of a train shall be continuous braking.

9.4.3 The ratio of brake axles to the total number of axles of the train shall be stipulated separately.

#### 9.5 Train Operation

9.5.1 A main line outside a station shall only be used for train operation.

9.5.2 Departure, passing and/or arrival times at a station shall be pre-determined for train operation.

9.5.3 “Keep-right” or “Keep-left” shall be stipulated separately for the double-track sections where trains are operated.

#### 9.6 To Ensure Safety between Trains

The train should be driven by either one of the following methods to ensure safety between trains.

a. By means of block section

b. By means of device to ensure safety between trains

c. By means of operation by sight of motive power unit’s driver and taking conditions required for safety operation of train into consideration

#### 9.7 Backward Operation

In principle, a train shall not engage in backward operation, etc. However, this does not apply to trains engaged in the repair work of tracks and other facilities, relief trains and trains in trial operation.

#### 9.8 Train Protection

When an abnormality occurs during train operation, the train shall be immediately stopped, and measures for train protection shall be taken.

#### 9.9 Track Closure

9.9.1 In principle, works on track facilities and electrical equipment shall be conducted while track is closed and isolated from running trains.

9.9.2 The procedure for the designation, commencement and ending of track closure shall be stipulated separately.

#### 9.10 Shunting of Rolling Stock

That the shunting of rolling stock shall be conducted using cab signals, shunting signals, guiding signals and/or shunting markers, etc. and other requirements shall be stipulated separately.

#### 9.11 Operation Speed

9.11.1 The maximum operation speed of a train shall be determined taking the tracks, electrical lines and structure of the rolling stock into consideration.

9.11.2 Should reverse operation be required, the speed of operation shall be stipulated separately.

9.11.3 Speed limit, shunting speed, etc. which are indicated by signals shall be stipulated separately.

#### 9.12 Safety between Trains

9.12.1 A train shall be operated by means of employment of the block system.

9.12.2 The substitute block system shall be stipulated separately.

9.12.3 The method of operation solely relying on the driver's judgement shall be stipulated separately.

#### 9.13 Railway Signals and Operation

A train or rolling stock shall be operated in accordance with the conditions indicated by the railway signals.

#### 9.11 Response to Natural Disaster

The procedure to be taken when there is a hazard vis-a-vis train safety due to meteorological conditions (rain, wind or earthquake, etc.) shall be stipulated separately.

### **Chapter 10 Reporting of Railway Accidents**

#### 10.1 Objective

The objective of the provisions of Chapter 10 is the prompt reporting and dealing with railway operation accidents and incidents which impede railway operation in an assured manner.

#### 10.2 Scope of Application

The method to report and deal with a railway operation accident of one's own company or such an accident of another company which is related to the staff and/or rolling stock of one's own company shall be stipulated separately.

#### 10.3 Terminology

Such terms as "a killed person" and "an injured person", etc. shall be stipulated separately.

#### 10.4 Stipulations Regarding Railway Operation Accidents, etc.

10.4.1 Accidents shall be classified into railway operation accidents and incidents disrupting railway operation.

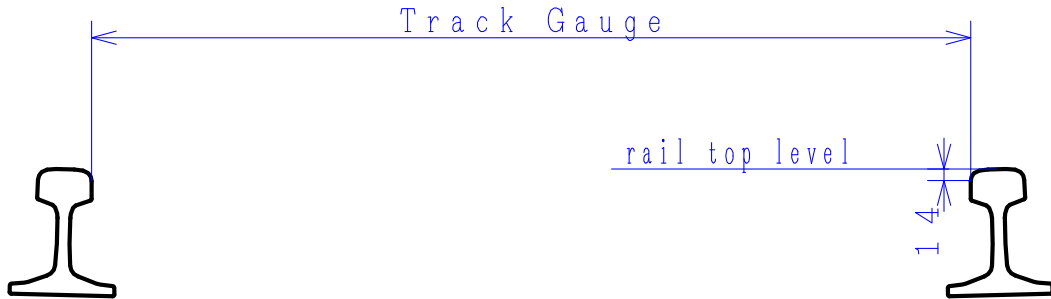
10.4.2 A railway operation accident shall be an accident which entails casualties and/or material damage resulting from the operation of a train, etc.

10.4.3 An incident which disrupts railway operation shall be a minor accident which involves casualties and/or material damage due to the operation of a train, etc. and which does not fall in the category of a train operation accident. The scope of such an incident shall be stipulated separately.

## Interpretation Guidelines for Technical Standard

### 1. Track Gauge

Track gauge is the most basic item to be identical for compatibility with rolling stock and track. Track gauge is distance of inner side of two rails. It shall be measured 14mm below the level of rail top.



**Figure \*.1.1 Track Gauge**

In the Philippines 2 types are applied for public transportation.

1,435mm : Line1, Line2, Line3

1,067mm: PNR

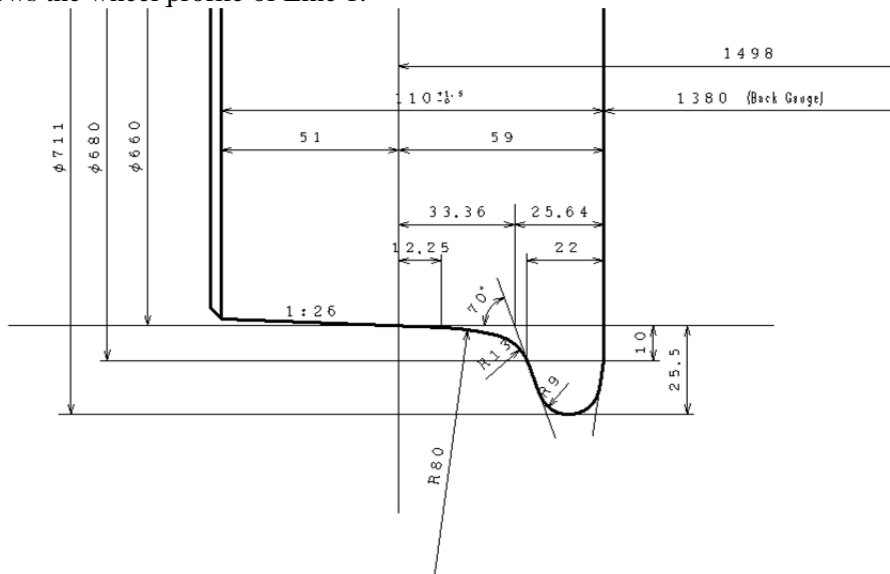
1,435mm is called as standard gauge and it is applied in many countries all over the world.

1,067mm is applied in the Philippines, Japan, Taiwan, Indonesia, New Zealand and some countries in Southern Africa. Considering the compatibility of railway network no other gauge shall be applied in the Philippines.

### 2. Wheel Profile

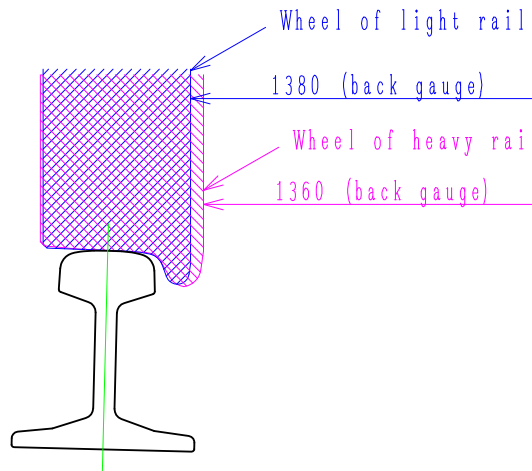
Even the track gauge is identical it dose not mean that any train can run on the line even the structure gauge is cleared. Wheel type is classified roughly into two groups, one is for heavy rail and the other is for light rail like tram line.

Figure \*.2.1 shows the wheel profile of Line 1.



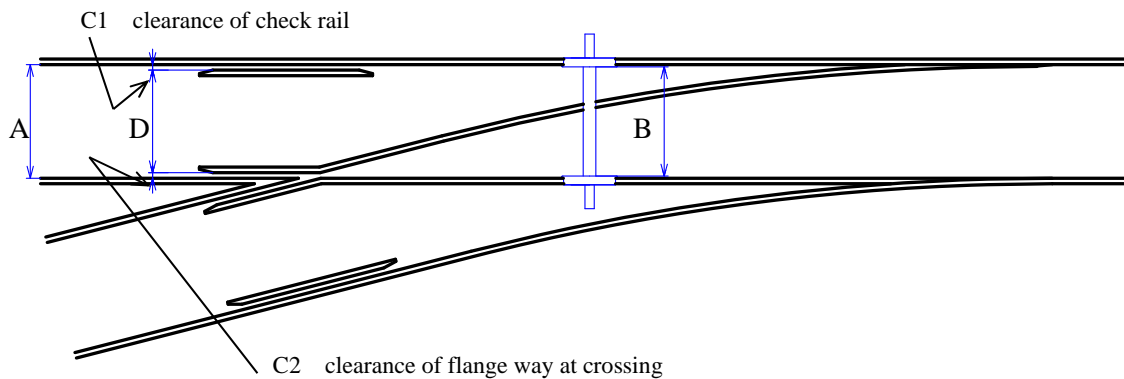
**Figure \*.2.1 Wheel Profile of Line 1**

Figure \*.2.2 shows the wheel of light rail and wheel of heavy rail putting at track center. Back gauge heavy rail is smaller than that of light rail and flange width of heavy rail is bigger than that of light rail.



**Figure \*.2.2 Wheel for Light Rail and Heavy Rail**

Clearance of flange way at switch is highly related to the back gauge. Flange way of light rail is narrower than heavy rail.



**Figure \*.2.3 Wheel Set at Turnout**

In figure \*.2.3 when back gauge of wheel (B) is smaller than dimension D wheel will be stacked at crossing. Dimension D can be calculated by subtracting C1 and C2 from track gauge (A). C1 is clearance between check rail and main rail and C2 is clearance of flange way at crossing rail.

In the projects of Line 1 C1 is specified 31mm and C2 is specified 37mm. Dimension B becomes 1367mm. Wheel of heavy rail cannot pass the switch of light way. Also there will be a risk of derailment for the wheel of light rail passing the switch of heavy rail.

Wheel profile shall be identical for the railway line.

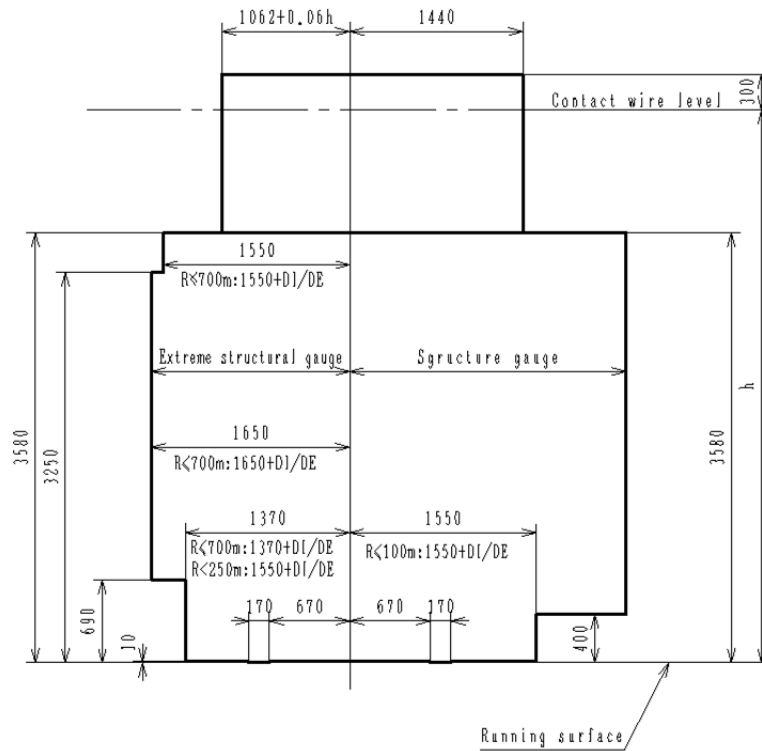
### 3. Construction Gauge and Rolling Stock Gauge

Construction Gauge and Rolling Stock Gauge shall be defined so that trains can run safely on the line without conflict with wayside structures or other trains. However such gauges are not clearly established in the rules or regulations.

In case of capacity expansion of Line 1 only construction gauge and rolling stock shall be designed not to hit to construction gauge in any case of operation. Rolling Stock supplier has to confirm by drawing

kinematic envelope of rolling stock. Figure \*.3.1 shows the construction gauge of Line 1 in tender document and Figure \*.3.2 shows kinematic envelop of third generation train submitted by rolling stock manufacturer.

h : 4.6m in open line (recommended value)  
h : 5.8m in Light maintenance ball  
h min. : 4.3m  
h max. : 6.0m



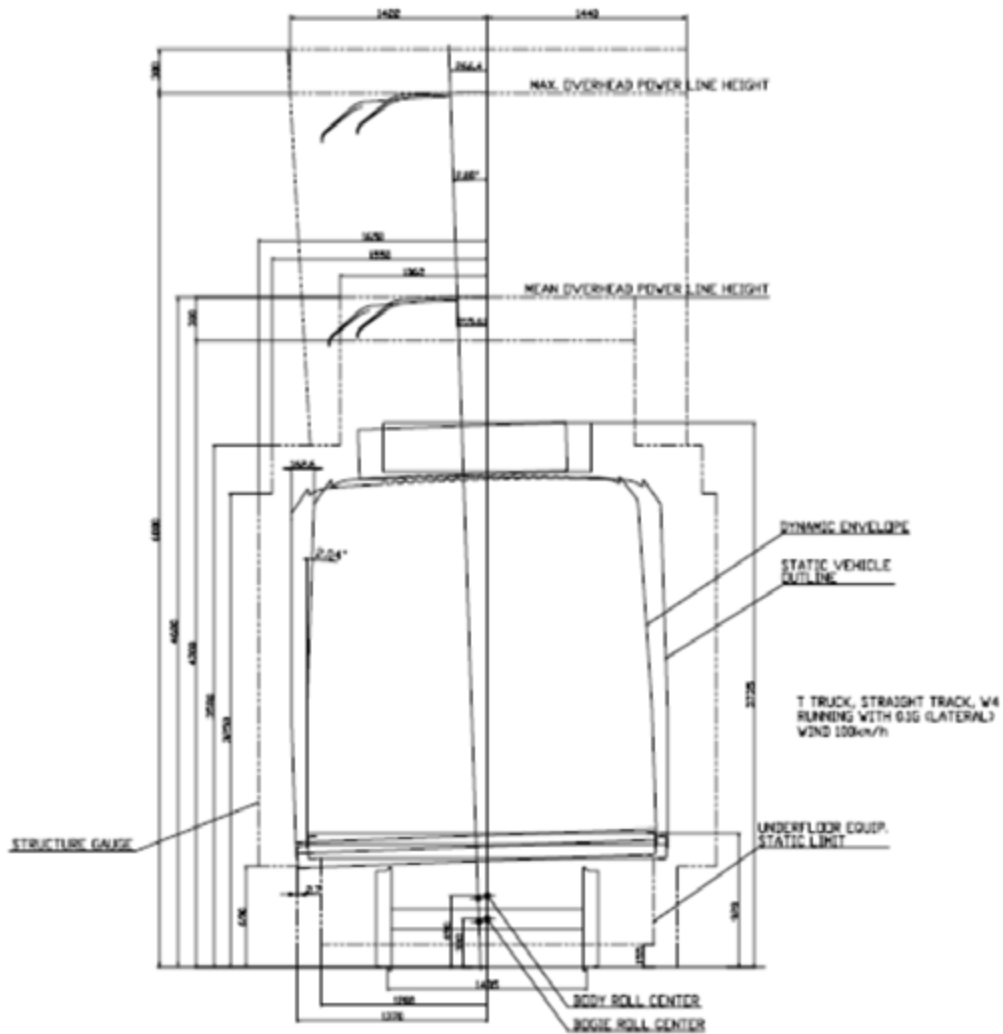
D1/DE : Vehicle's overthrow in curve

D1 (mm) : (inside overthrow of curve)  $12600/R$

DE (mm) : (outside overthrow of curve)  $13500/R$

R (m) : Radius of curve

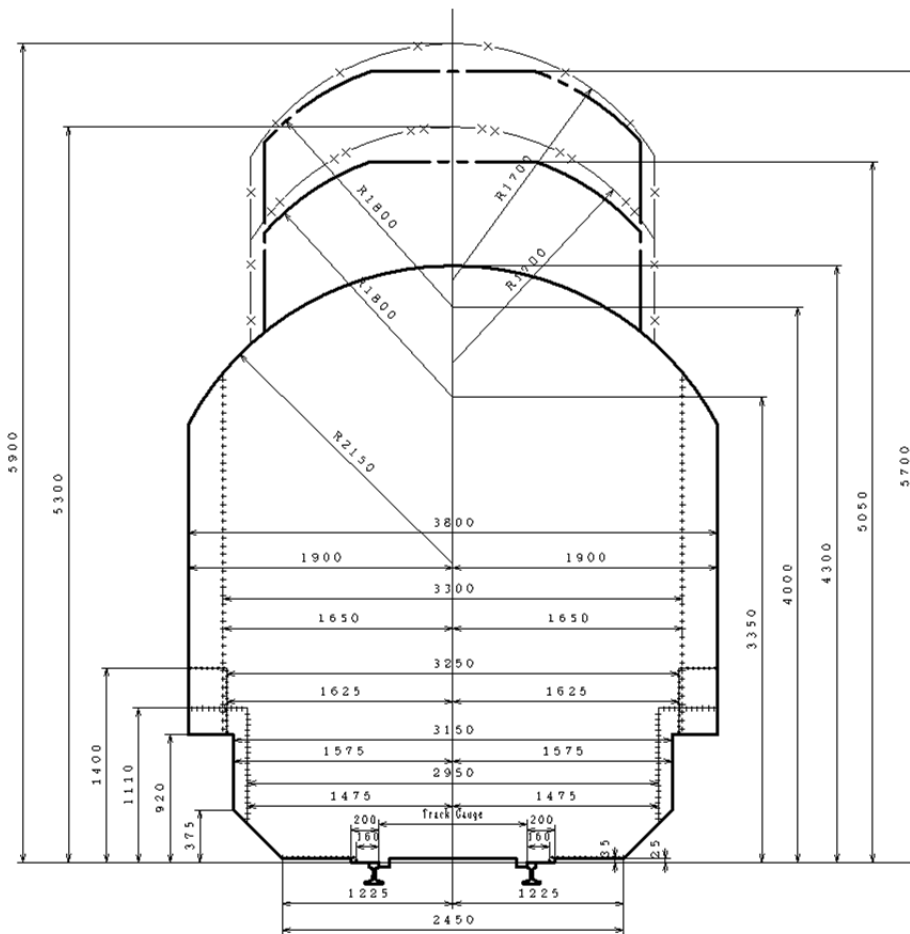
**Figure \*.3.1 Construction Gauge of Line 1**



**Figure \*.3.2 Kinematic Envelop of Third Generation Train (at tangent track)**

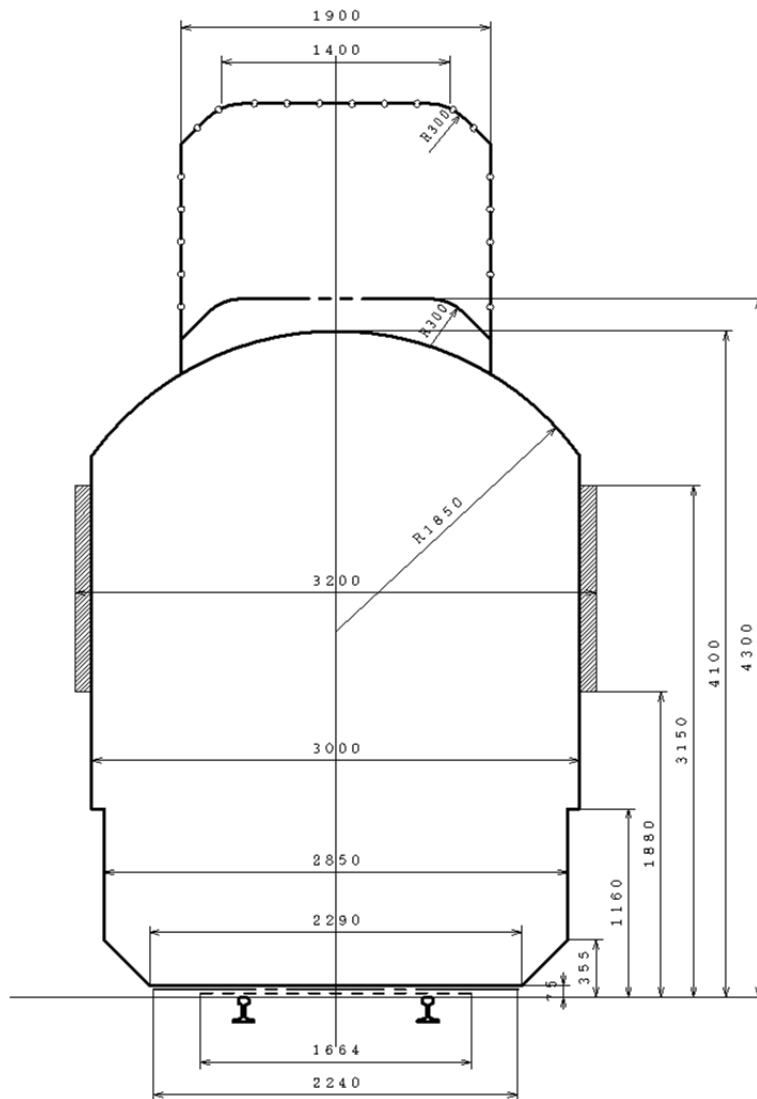
In Japanese railway rolling stock gauge is defined and rolling stock supplier shall confirm that every part of rolling stock is within the rolling stock gauge at static condition. It is simple and easier than drawing kinematic envelope. Figure \*.3.3 and Figure \*.3.4 show the construction gauge of Japanese railway applied for JR group.





- Structure gauge (base line)
- Applied for DC electrified section except contact wire and hanging device
- Applied for tunnel, bridge, overbridge, show shelter and roof of platform at DC electrified section except contact wire and hanging device
- Applied for AC electrified section except contact wire and hanging device
- Applied for tunnel, bridge, overbridge, show shelter and roof of platform at AC electrified section except contact wire and hanging device
- Applied for signals, markers, sign device and special tunnel and bridge
- Applied for run-over type turnout
- Applied for platform
- Applied for fueling device, water supplying device and column of signal at the section where only freight trains are operated and turntable, weighing device, car washing facilities, entrance of inspection shed and equipment for inspection at side track and column of roof for platform of freight station

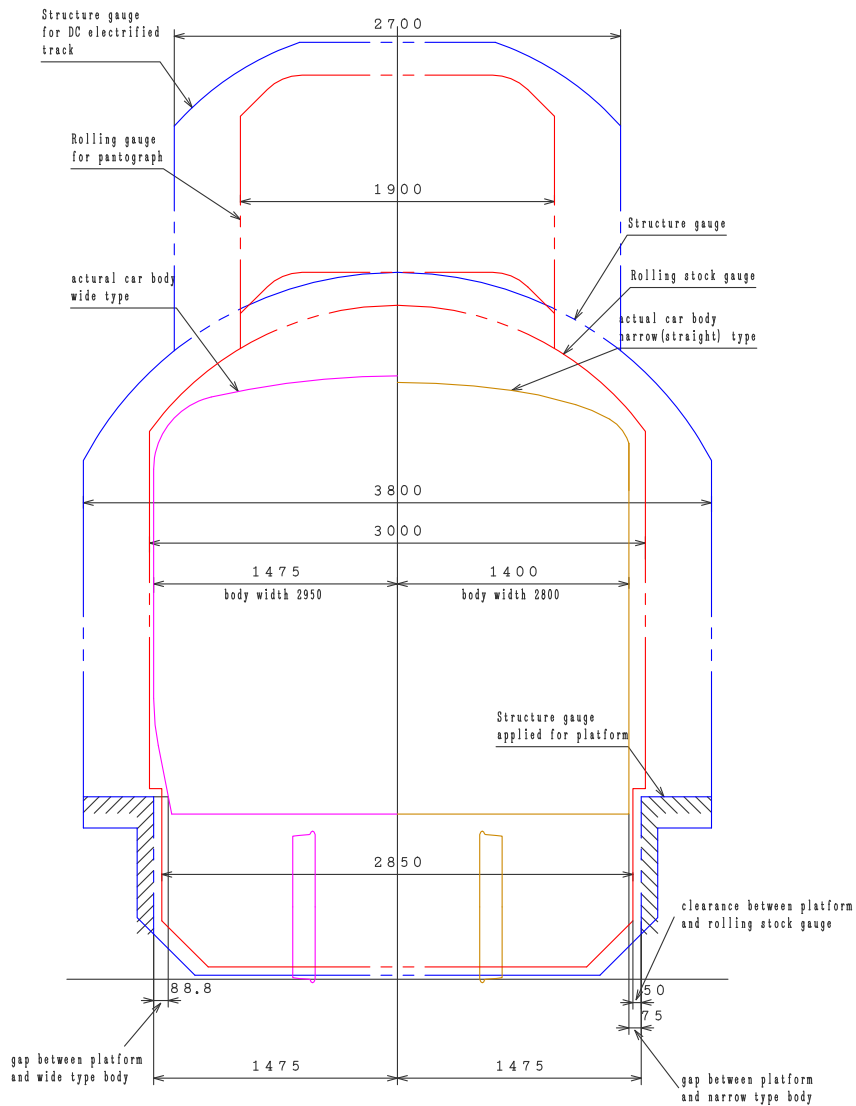
**Figure \*.3.3 Structure Gauge of Japanese Railway**



- Rolling Stock gauge (base line)
- . . - Applied for pantograph at locked down position
- ○ Applied for pantograph at working position
- ▨ Applied for marks and indicator lump
- . . . - Applied for unsuspended equipment
- Applied for sanding device, rail guard, brake shoe and other equipment within the width of rim

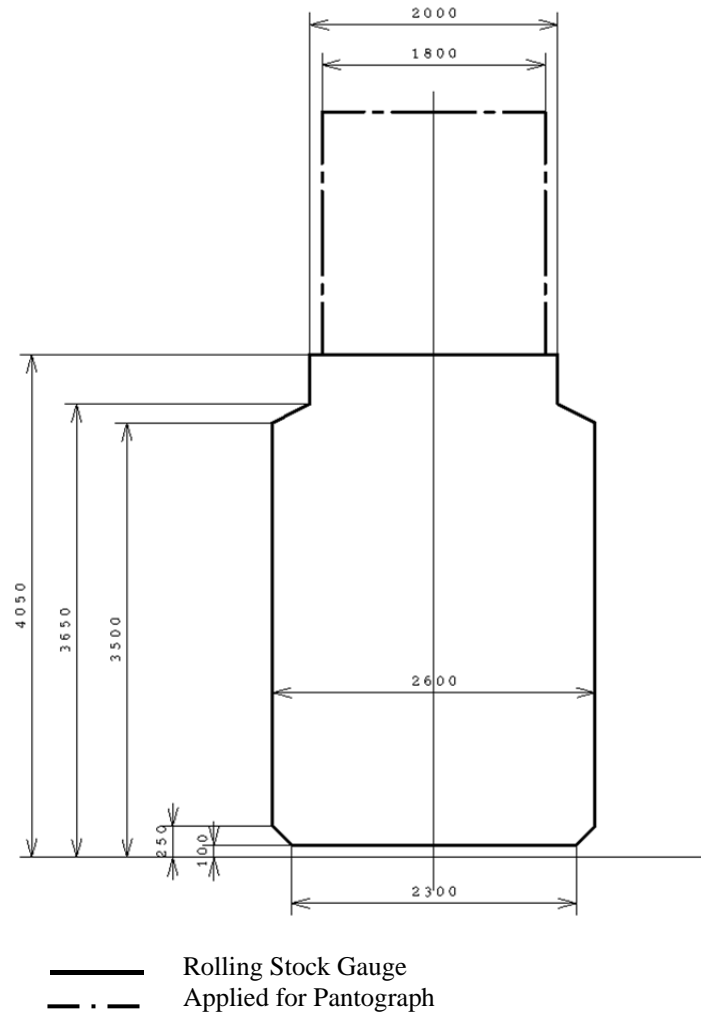
**Figure \*.3.4 Rolling Stock Gauge of Japanese Railway**

Figure \*.3.5 shows combined figure with construction gauge, rolling stock gauge and body contour of typical rolling stock. When the rolling stocks are constructed within the rolling stock gauge it is guaranteed that rolling stock will not hit the structure gauge.



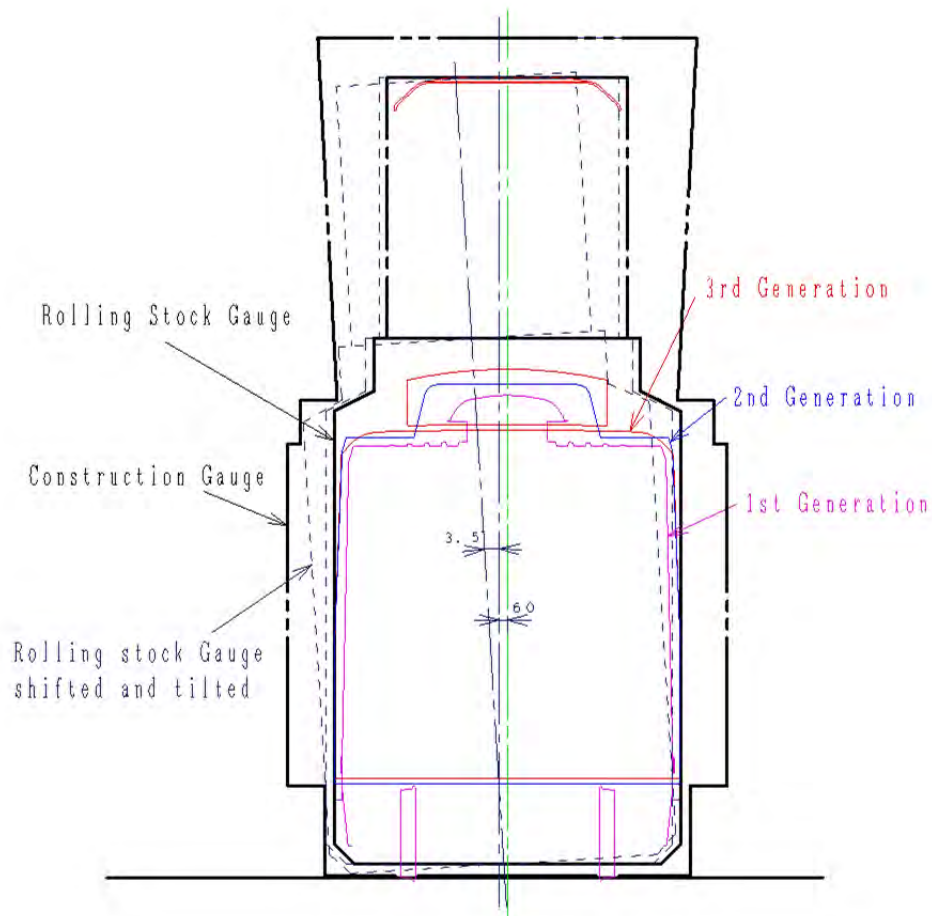
**Figure \*.3.5 Construction Gauge and Rollins Stock Gauge of Japanese Railway**

It is strongly recommended that rolling stock gauge is defined. It is not only for convenience for rolling stock manufacturer but also it makes easier for engineers to confirm that rolling stocks are properly assembled after maintenance work or modification. Figure \*.3.6 indicates recommended rolling stock gauge for Line 1.



**Figure \*.3.6 Recommended Rolling Stock Gauge for Line 1.**

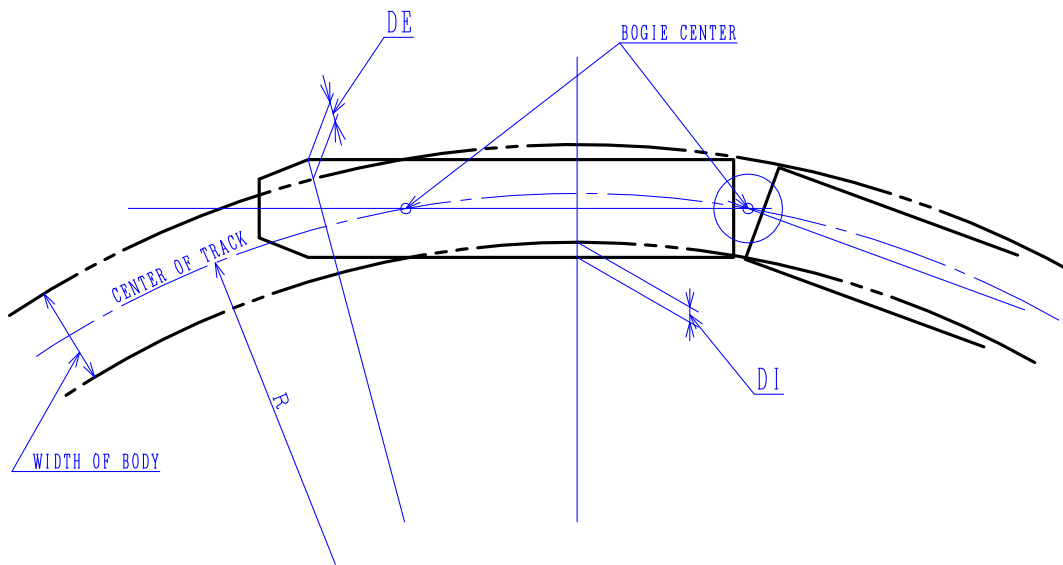
Combined figure with construction gauge, rolling stock gauge and contour of existing rolling stocks are indicated in Figure \*.3.7 Existing rolling stocks are all within the rolling stock gauge. Rolling stock gauge are shifted and tiled in the figure to confirm it will not touch with construction gauge. Thus if the rolling stock are constructed within the rolling stock gauge it can be confirmed that rolling stock will not hit the structures without drawing kinematic envelope.



**Figure \*.3.7 Construction Gauge and Rolling Stock Gauge Recommended for Line 1**

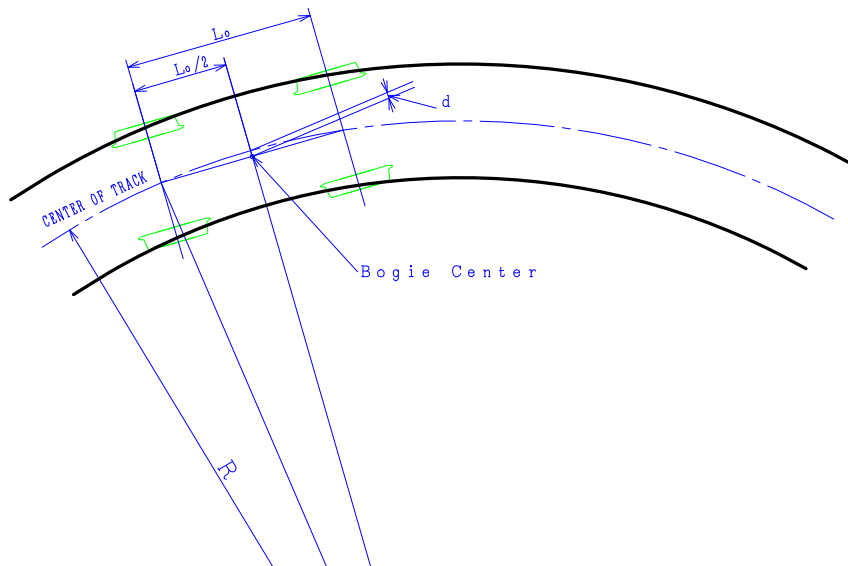
#### **4. Widening of Structure Gauge at Curvature**

When train is on the curved track there is overthrow of car body end at outside of the curve and overthrow of middle of the car body at inside of the curve. Construction gauge should be widened at curve and in the construction gauge of Line 1 it is defined DI for inside and DE for outside.



**Figure \*.4.1 Vehicle Overthrow at Curve**

DI and DE can be calculated as follows.  
 Bogie Center is shifted to inside from track center.



**Figure \*.4.2 Overthrow of Bogie Center**

Overthrow of bogie center is calculated by following formula.

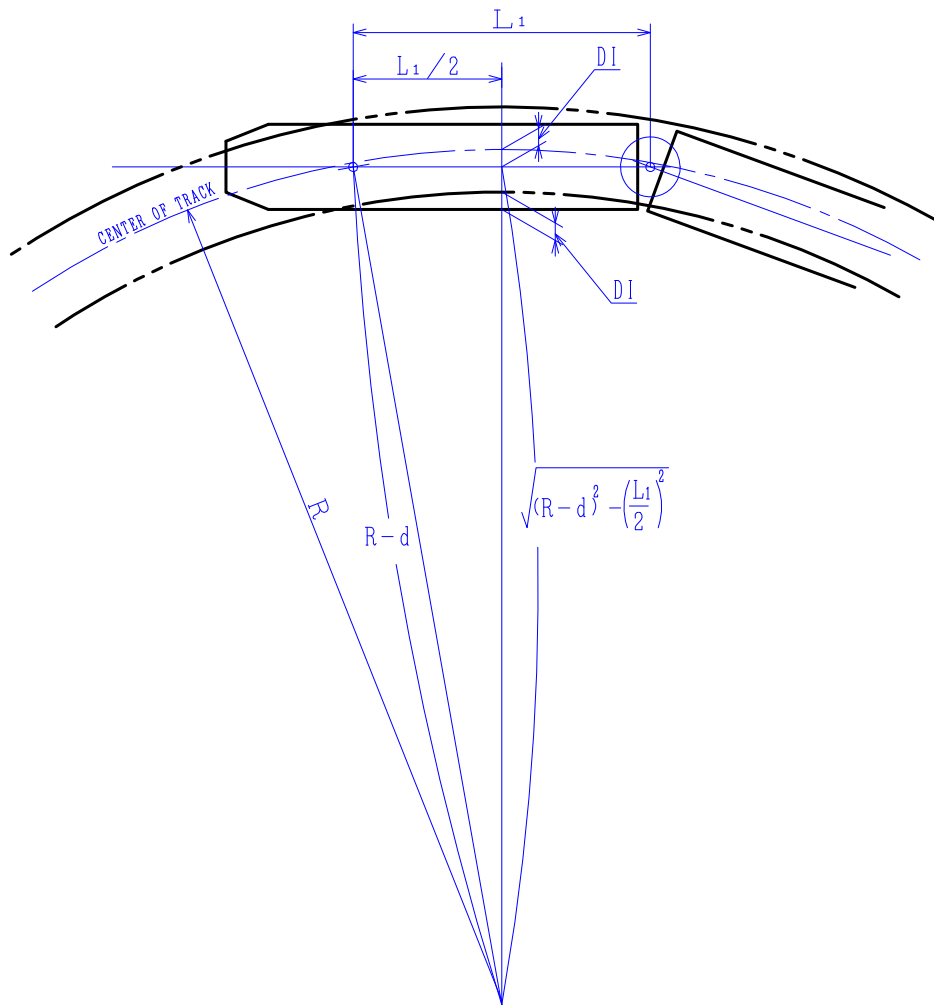
$$d = R - \sqrt{R^2 - (L_0/2)^2}$$

Where d: overthrow of bogie center (mm)  
 R: Radius of Curve (track center) (mm)  
 L0: Wheel base (mm)

Overthrow to inside is calculated by following formula.

$$DI = R - \sqrt{(R - d)^2 - (L_1/2)^2}$$

Where DI: overthrow to inside (mm)  
 L1: distance between bogie center (mm)



**Figure \*.4.3 Vehicle Overthrow to Inside of the Curve**

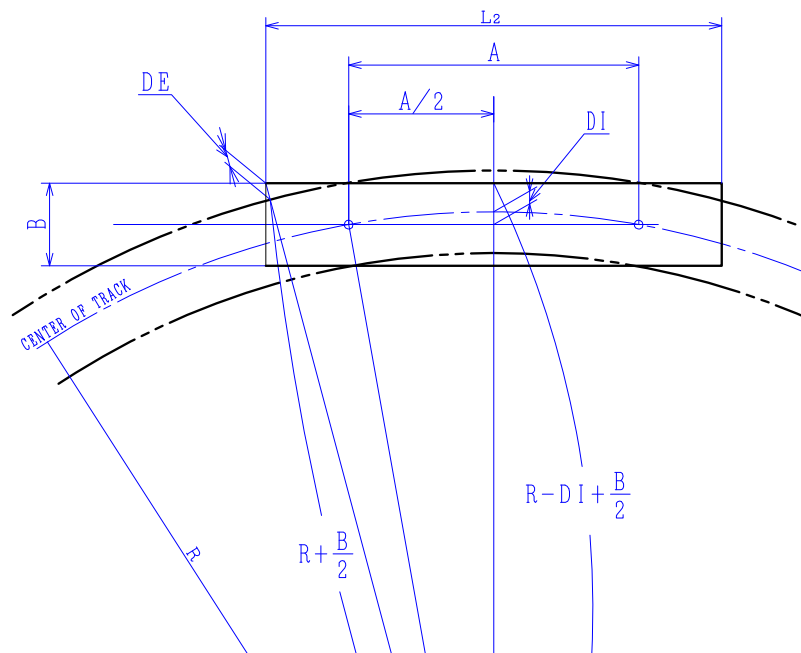
To calculate overthrow to outside following formula is applied in general.

$$DE = \sqrt{\{(R - B/2 - DI)^2 + (L_2/2)^2\}} - R - B/2$$

Where DE: Overthrow to outside (mm)

B: Body width (mm)

$L_2$ : length of car body (mm)



**Figure \*.4.4 Vehicle Overthrow to Outside**

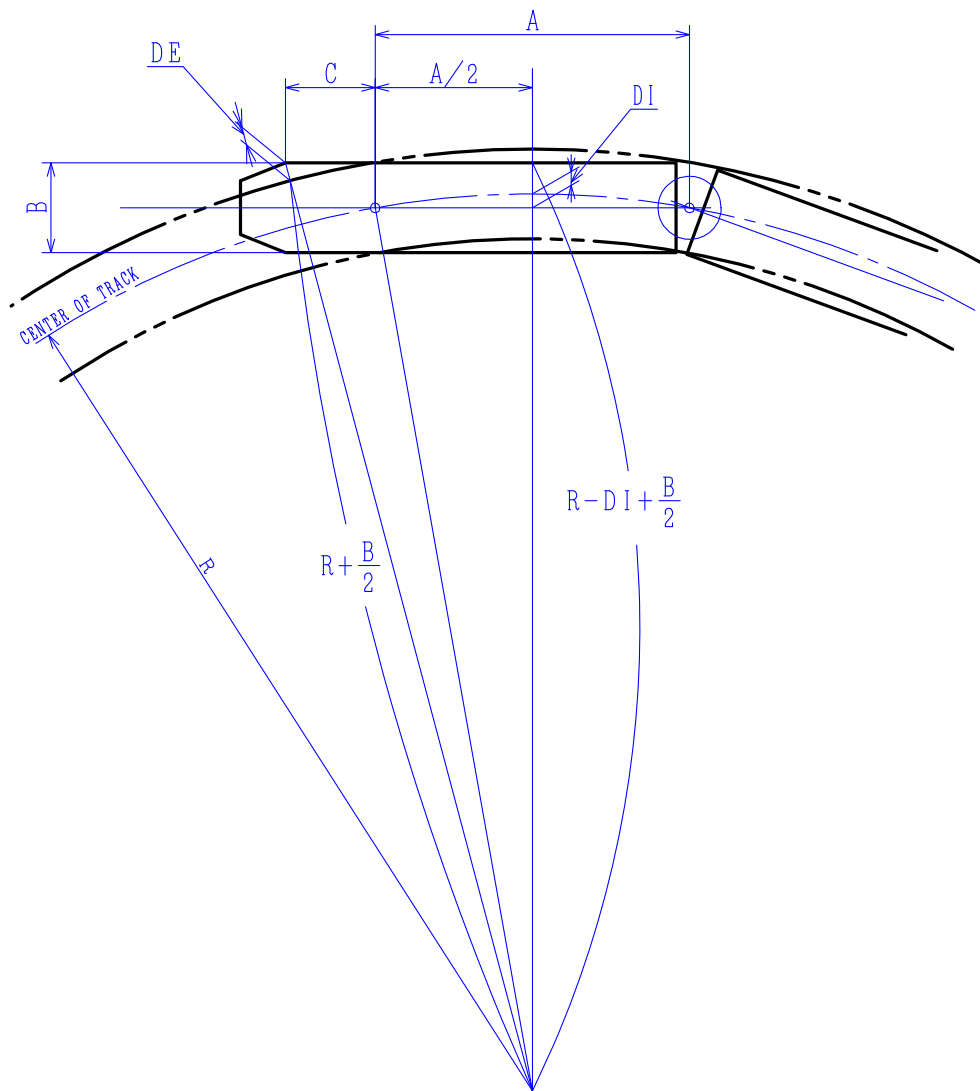
This formula can be applied for the rolling stock without articulation such as Line 2 rolling stock.

Overthrow to outside for the rolling stock with articulation is calculated as follows.

$$DE = \sqrt{\{(R - B/2 - DI)^2 + (L_1/2 + C)^2\}} - R - B/2$$

- Where
- DE: Overthrow to outside (mm)
  - B: Body width (mm)
  - C: longitudinal dimension from bogie center to the edge of the body (mm)



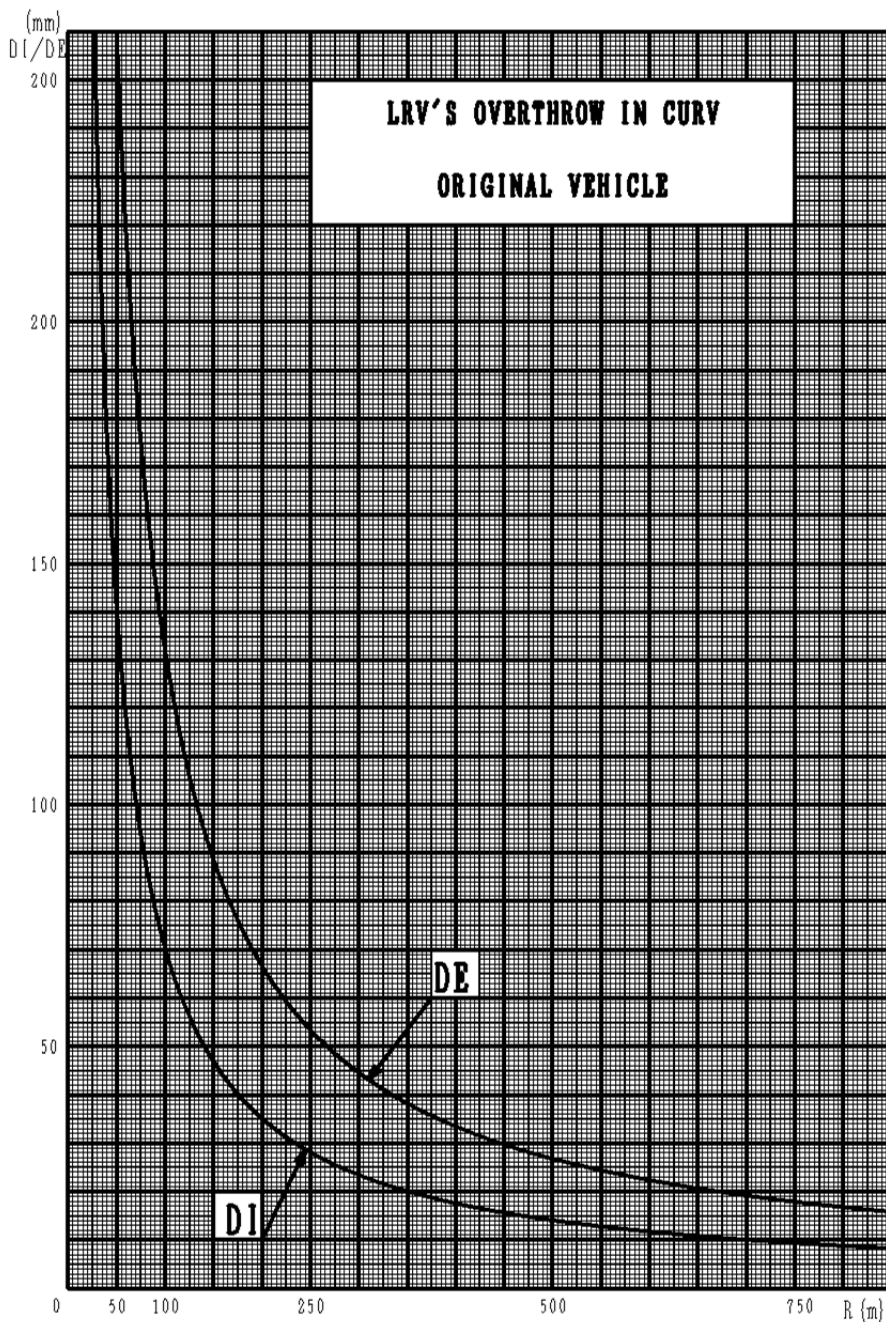


**Figure \*.4.5 Overthrow to Outside for Articulated Vehicle**

Construction gauge should be widened at curved section according to those values.

At first phase of Line 1  $DI$  and  $DE$  are defined based on first generation train and value is give by graph. Figure \*.4.6 shows the graph to obtain the value of  $DI$  and  $DE$ . However to read the value from the graph is not accurate.

In Phase 1 of the capacity expansion project overthrow of the body was ignored. Both  $L1$  (distance between bogie center) and  $B$  (body width) of rolling stock introduce in the project (second generation train) was longer than first generation train. Actually second generation train hit the platform and platforms of some stations were grinded.



**Figure \*4.6 Graph of Over Throw used in Initial Phase**

Formula to calculate DI and DE is very complicated and graph is not accurate. Calculation of DI and DE can be approximate into following formula to simplify the calculation.

$$DI = A_1/R$$

$$DE = A_2/R$$

In the Phase 2 of Capacity Expansion Project following formula was applied.

$$DI = 12600/R_M$$

$$DE = 13500/R_M$$

Where  $R_M$ : radius of curve in meter ( $R_M = R/1000$ )

Contractor of infrastructure should consider that border of side of the construction gauge must be shifted

to outside from track center depend of the curve radius.  
Also rolling stock gauge can be widened at curved section.

### 5. Distance Between Track Centers

When the two tracks are constructed in parallel distance between track centers shall be considered so that train can pass safely. 200mm is considered for rolling of the vehicle and 200mm is considered for safety clearance and totally 600mm shall be considered between rolling stock gauges. In case of Line 1 3200mm is the appropriate value for distance of track centers at tangent track.

At the curved track DI and DE mentioned in previous section shall be considered.

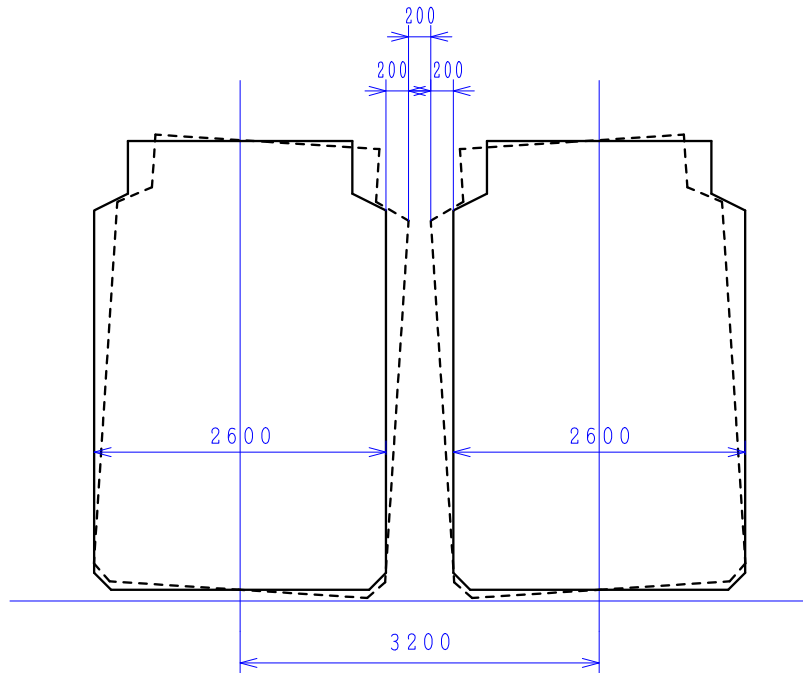
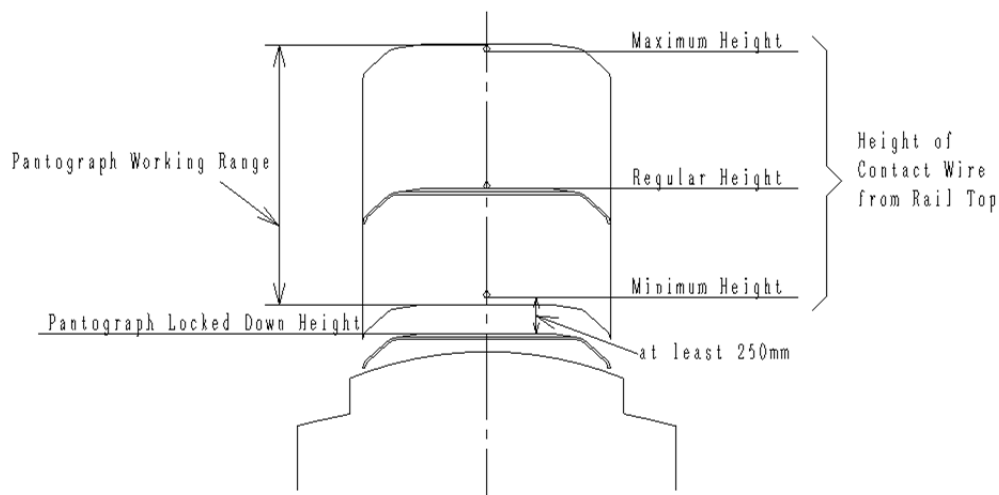


Figure \*.5.1 Distance Between Track Centers

### 6. Height of Contact Wire and Pantograph Working Height

When height of contact wire is too high pantograph cannot touch the wire. When contact wire is too low there will be the risk of earth fault of electrification. Maximum height and minimum height shall be specified and working range of pantograph height must cover these heights. When electric system is DC rolling stock will lower the pantograph in case of emergency. In that case there must be enough clearance between contact wire and pantograph for arc extinction.



**Figure \*.6.1 Height of Contact Wire and Pantograph Working Height**

In Line 1 initial phase heights of contact wire from top of rail is specified as follows.

Nominal (Regular) Height:	4600mm
Maximum Height:	6000mm
Minimum Height:	4300mm

Pantograph height of rolling stocks for Line 1 shall be specified as follows.

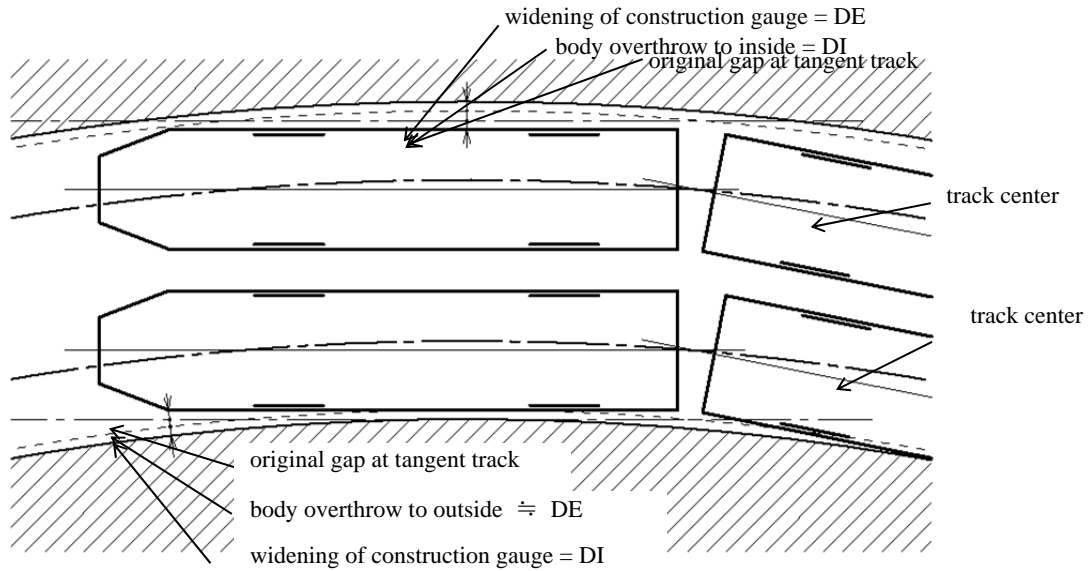
Pantograph working range:	less than 4300mm to more than 6000mm
Lock down height of pantograph:	less than 4050mm

## 7. Horizontal Curve

In the main line bigger curve radius is more preferable so that train will not reduce the speed and ride quality is better. In the depot operating speed is slow and there are no passengers inside the train curve radius can be much smaller. Minimum radius of the curve shall be defined in the main line and in the depot individually and rolling stocks shall be designed to pass the minimum radius of the curve in depot. In Line 1 minimum radius of curve is defined 100m in main line and 25m in the depot. Rolling stocks of Line 1 is required to have the capability to pass 25m radius curve without problem.

## 8. Horizontal Curve at Station

It is preferable that track along the platform is tangent because driver can view the side of entire train to secure the safety and gap between platform and door edge is minimized. When a train is at the station in curved section and platform is outside of curve middle of train body will overthrow to inside and platform edge is shifted to out side because of widening of construction gauge. There will be big gap between platform and vehicle body. Also when platform is inside of the curve end of vehicle body will overthrow to inside of the curve and platform edge is shifted to outside.



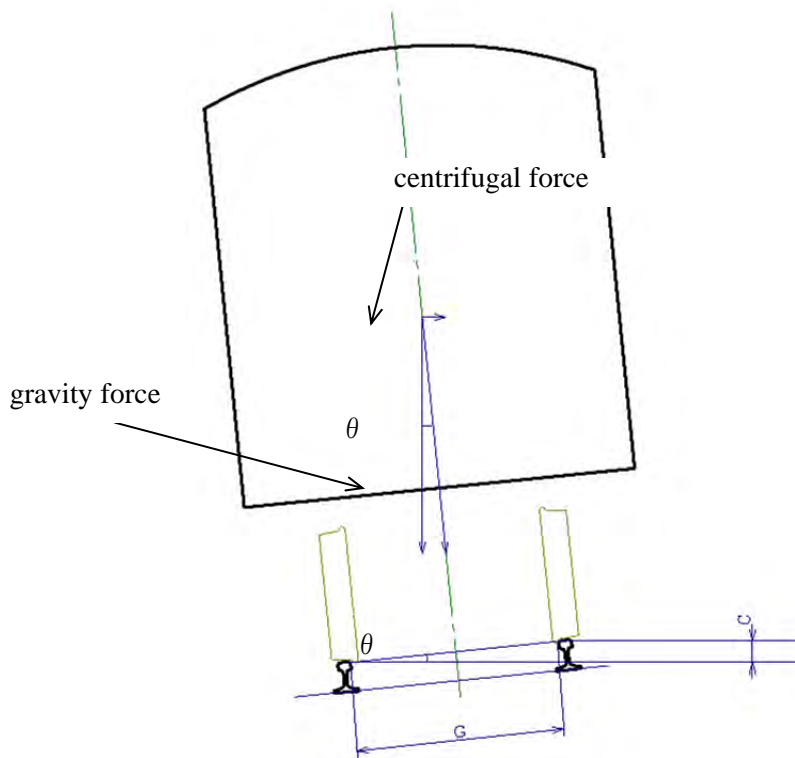
**Figure \*.8.1 Gap Between Vehicle Body and Platform at Curve**

In the structure gauge of Line 1 distance between platform edge and track center is defined as 1370mm at tangent track. At curved section  $1370\text{mm} + \text{DI}/\text{DE}$  is applied when curve radius is less than 700m and grater than 250m. That means minimum curve radius should be 250m. At tangent track gap between door edge and platform is 75mm (2<sup>nd</sup> generation and 3<sup>rd</sup> generation train) and when at 250m radius track approximately 100mm bigger than the gap at tangent track. Much smaller curve at station shall not be allowed by safety reason.

### 9. Cant or Super Elevation

Outer rail of the curve shall be raised to cancel the centrifugal force of the train running on the curve. Value of super elevation is calculated by track gauge, curve radius and train speed.

When train is on the curved track and resultant force or centrifugal force and gravity is perpendiculary to the vehicle floor passengers will not feel centrifugal force. In such condition following equality holds.



**Figure \*.9.1 Balancing Cant**

$$M \times g \times \tan \theta = M \times v^2 / R$$

Where

M: mass of rolling stock (kg)

$v$  : train speed (m/s<sup>2</sup>)     $v = V(\text{km/h}) / 3.6$

R: radius of curve (m)

While  $\theta$  is small  $\tan \theta$  can be calculated as follows

$$\tan \theta \doteq \sin \theta = C/G$$

Where

G: track gauge (mm)

$C_b$ : balancing cant (super elevation) (mm)

Therefore balancing cant can be calculated as follows

$$C_b = G \times g \times v^2 / R$$

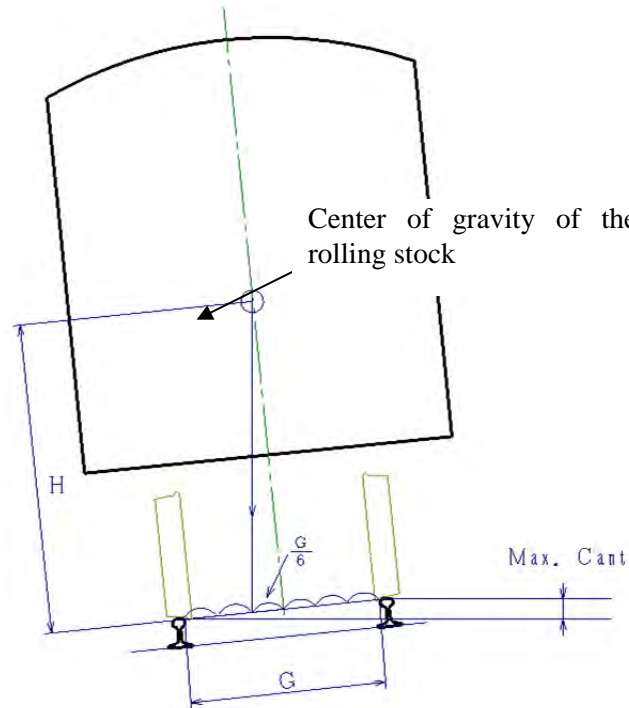
Substituting following equation cant can be obtained below.

$$g = 9.8(\text{m/s}^2)$$

$$v = V(\text{km/h}) / 3.6$$

$$C_b = G \times V^2 / (127 \times R)$$

However train speed is not constant and sometimes train will stop on the curve. Super elevation shall be limited so that train can stand still safely on the curve and passenger will not feel uncomfortable in the train when train stops on the curve. Maximum super elevation can be defined that gravity center deviation of the rolling stock will not exceed one-sixth of track gauge from center of track.



**Figure \*.9.2 Maximum Cant**

Maximum cant can be obtained by following formula.

$$C_{\max} = G / 6 \times G / H = G^2 / (6 \times H)$$

Where

$C_{\max}$ : Maximum cant (mm)

G: track gauge (mm)

H: height of gravity center or rolling stock (mm)

Gravity center height of rolling stock is depend on the design of rolling stock. Usually it is about 1.3m to 1.4m from top of rail at tare condition but it will be higher at loaded condition.

In Line 1 maximum super elevation is defined 150mm.

As cant is limited above reason train cannot run fast at the section where cant is already maximum value. However small excess of speed can be allowed so that train can run faster. Allowable cant deficiency is defined and limited speed at curved section is calculated based on it.

Allowable cant deficiency should be determined in consideration of rollover outward of the curve by beam wind and passengers riding comfort, etc.

Limited speed at curved track can be calculated by following formula.

$$V \leq \sqrt{(127 \times (C_m + C_d) / G)}$$

Where

V : Train speed (km/h)

R : Radius of curve (m)

$C_m$  : Actual cant (mm)

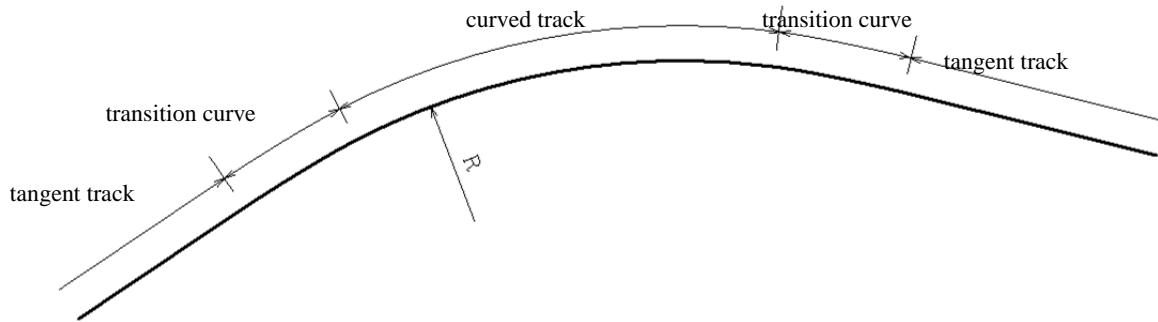
$C_d$  : Cant deficiency (mm)

G : Gauge (mm)

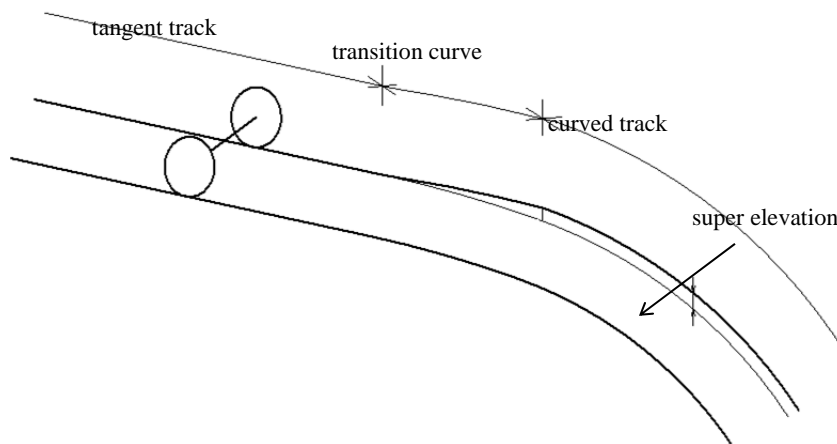
## 10. Transition Curve

When curved track connected with tangent track directly centrifugal force appears immediately into full range when train is running from tangent track to curved track and it will make ride comfort worse. Also cant cannot be applied appropriately of its required value. On main tracks, all curves (except those in turnouts and those with a large radius) are connected to straight section through transition curves so that it

will provide better ride quality and super elevation can be changed gradually within the transition curve. In the transition curve the radius is inversely proportional to the distance along the curve.



**Fig \*.10.1 Transition Curve**



**Fig \*.10.2 Transition Curve and Super Elevation**

The commonly-used shape of transition curve on railway is “clothoid curve”, “cubic parabola curve”, and “sign half wavelength curve”.

The length of transition curves may be determined in one of three methods. The method which indicates the greatest length shall be used.

The transition curve shall also be where the cant is developed, in order to combine the effect of the increasing curvature with the increasing cant.

The following formulas are shown as reference for design.

- 1) Length to avoid derailments by cant-over ( $L_1$ )

$$L_1 = 400 \times C_m / 1000 \text{ (m)}$$

- 2) Length which be derived from the comfort for passengers to which the speed of increasing cant acts ( $L_2$ )

$$L_2 = V / 3.6 \times C_m / C_{mo} \text{ (m)}$$

- 3) Length which be derived from the comfort for passengers to which the increasing centrifugal force acts ( $L_3$ )

$$L_3 = V / 3.6 \times (C_d \times g) / (G \times P_o) \text{ (m)}$$

Where,

V : Maximum speed in the curve (km/h)

$C_m$  : Cant (mm)

$C_{mo}$  : Limit speed of increasing cant (mm/sec) (for example 29~35 mm/sec)

$C_d$  : Maximum cant deficiency (mm)

g : Gravitational acceleration

G : Gauge (mm)

$P_o$  : Limit g of increasing centrifugal force (g/sec) (for example 0.03~0.04 g/sec)



## 11. Gradient

Considering the smooth train operation gradient of the line is the smaller the better. However steep slope is often required because of landscape or grade separation with other traffic mode. When grade is too high train will be stocked on the slope. Maximum gradient shall be determined by the train performance.

When a train becomes defective on the slope it will be rescued by other train. Train shall be capable to push other train at maximum gradient. When it is main line defective train is possibly full loaded. When it is side track such as connecting line of depot to main line train are supposed to be empty therefore maximum gradient at side track can be higher than main line.

In Line 1 maximum gradient at existing line is 2.5 % for main line and 4% for connecting line. It is recommended to define these values as maximum gradient for Line 1 because performances of rolling stocks are only verified with these values. However 2.5% is rather low for urban railway and when there is necessity to construct higher gradient due to land condition performances of rolling stock shall be recalculated to confirm that rolling stocks is capable to climb higher gradient.

When there is curve in gradient train resistance in curve shall be added to determine the maximum gradient. Equivalent grade in curve is calculated by following formula.

$$Ge=800/R \quad (\text{standard gauge})$$

$$Ge=600/R \quad (1,067\text{mm})$$

Where

Ge: Equivalent grade (‰)

R: radius of curve (m)

For example defined maximum gradient is 4% (=40‰) and curve radius is 400m,  $800/400=2(\text{‰})$  shall be added to gradient as equivalent grade. Therefore 3.8% is the maximum gradient of this section.

## 12. Platform Height and Floor Height

Difference of platform height and floor height of the train should be minimized to enable smooth transition from platform to train.

In Line 1 platform height is 690mm from top of rail and floor height of the train is 900mm for first generation train and 920mm for second generation and third generation train. Height difference is little bit big because platform height is limited by plug door of first generation train.

When doors of first generation train open door leaves swing out above the platform. Platform height is maintained lower so that door leaves will not hit the platform.

Second generation train and third generation train apply slide door and there a no issue of conflict of door leaves and platform. Currently difference of height for second and third generation trains are 230mm and it should not be bigger. Floor height of rolling stock shall be maintained 920mm in maximum.



**Figure \*.12.1 Plug Door of First Generation Train**

## 13. Height of coupler

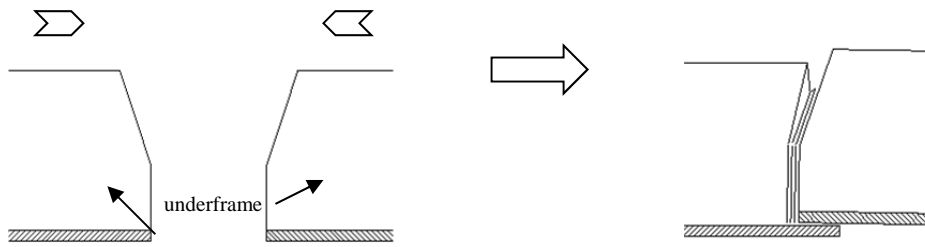
In emergency case train will be towed or pushed by other train by coupling together. When height is different it will be difficult to couple or connected incline. It will make vertical component at coupler and this might cause the vertical buckling of the train. Coupler height shall be same with two trains and

it shall be identical in the same line.

In Line 1 train coupler is not installed at front end however bracket and pin for towing bar is installed. Towing bar can be attach to the end of car easily even the height of other car is different and towing bar has enough length so that vertical component will not grow high therefore height of bracket may not severely controlled.

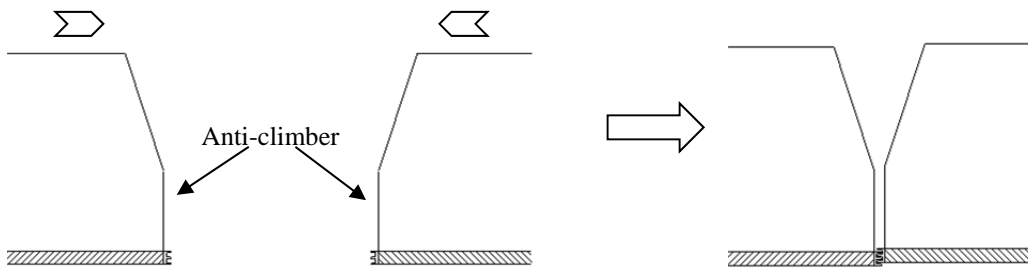
**14. Height of Anti-climber**

In case of collision of the train damage is minimized when under frame hit the under frame of other train because this is the most strong part in the rolling stock structure. However when one body rise higher than other body and it will sometimes happen at the shock of collision car body will make damage on other car.

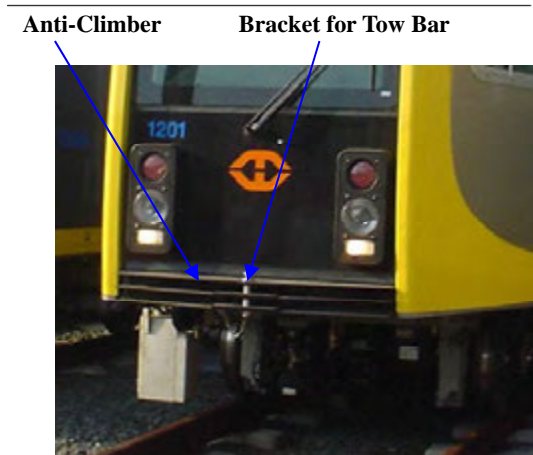


**Figure \*.14.1 Collision without Anti-Climber**

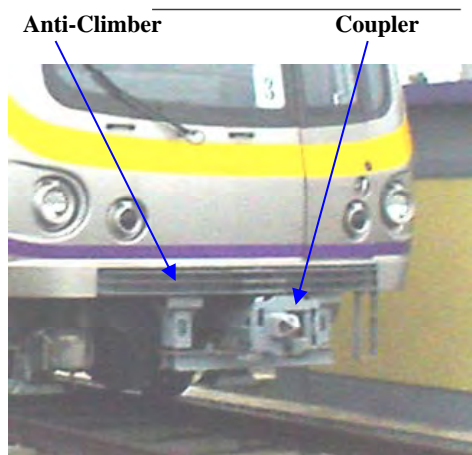
Anti-climber is installed at end car of Line 1 and Line 2. Role of anti-climber is to engage with anti-climber of other the car in case of collision so that car will not climb on the other car to minimize the damage. Therefore height of anti-climber shall be identical.



**Figure \*.14.2 Collision with Anti-Climber**



**Line 1 Train (3<sup>rd</sup> Generation)**



**Line 2 Train**

**Figure \*.14.3 Coupler and Aiti-Climber**



Civil structure and tracks shall be constructed to withstand the loading condition of those rolling stocks. In Line 1 while at initial phase loading condition to consider is only 1<sup>st</sup> generation train. Axle load of 2<sup>nd</sup> generation train is almost 20% higher than first generation train. Therefore it accelerated the deterioration of the track. Currently train speed of Line 1 is restricted because of track condition except north extension.

Normally structures are designed and constructed based on the loading condition of rolling stocks those supposed to run on the tracks. Also maximum axle load of rolling stock shall be defined. It is preferable to have margin between the axle load to consider for civil structure and maximum axle load for rolling stock. It is recommended to define axle load to consider for civil structure is 11t and maximum axle load of rolling stock is 10.5t.

## **17. Facilities for Underground Railway**

Currently there are no underground railways in the Philippines except short section in Line 3.

Several facilities are required for the underground railway to secure the safety.

(Ventilation)

- Air and smoke ventilation equipments should be equipped at underground stations.
- Smoke barrier should be installed between platforms and tracks and at staircases and or escalators at stations.
- In case temperature at underground stations is raised, air conditioning facilities should be equipped.

(Water)

- Water supply and drainage facilities should be equipped.
- Water supply is used for drinking water for passengers and station staff and fire fighting.
- Sewage should be treated according to the sewage treatment standard of municipalities.
- In tunnels and at stations in underground sections, Drain pump is installed appropriate for the track gradient.

(Flood)

- Cut-off panels of flooded water should be installed at the entry and exit of underground stations and tunnels.
- Iron cut-off doors should be installed at the entrance of tunnels if needed.

(Power)

- Power supply system is duplicated to prevent all shutdown of power supply.
- Power supply is used for emergency lighting system, automatic fire extinguishing system, fire prevention system, evacuation guidance for passengers, Air and smoke ventilation equipment, public address system, signal/telecommunication system, iron cut-off doors and drainage pumps, etc.
- Emergency power generator should be equipped at underground stations if needed.

(Fire Prevention)

- In principle, underground structures should be built with non-combustible materials.
- Fire prevention control center should be provided at stations in order to monitor and control fire prevention facilities.
- The following facilities should be provided at stations.  
Fire detection system, evacuation guidance system, two or more evacuation routes and emergency lighting system and fire prevention doors
- Fire fighting facilities such as extinguishers, indoor fire hydrants, sprinklers, water pumping pipes for fire department, etc. should be equipped at underground stations.

### **18. Rolling Stock for Underground Railway**

In Japanese railway passenger cars shall be connected with gangway so that passengers can move from car to other car. It is not for passengers' convenience but also in case of emergency such as fire in the train passengers can escape from the car. It is mandatory for the trains running on underground railway or long tunnel to be connected all the passenger cars with gangway. In case of fire in the tunnel driver should not stop the train but should drive the train to safety place such as outside of the tunnel or station so that passengers can evacuate from side door. If driver stops the train in the tunnel there will be much risk for the passengers breathing the smoke to die. When train with fire is running in the tunnel passengers will escape from the car in the fire to the other car by passing gangway.

In Line 1 trains and Line 3 there are gangways at articulation section however it is impossible to install gangway between two cars because there are sharp curves in the depot. When train passes sharp curve especially at the connection point of tangent track with sharp curve declination of body center of adjacent car is very big and if gangway is installed bellows of gangway will be broken.

When the Line 1 or Lin 3 is extended underground railway or long tunnel should not be planned otherwise trains shall be replaced or modified with the cars fully connected with gangway.

## 12.3 フィリピンにおける調和のとれた鉄道ネットワークにおける提言

### 1. 全般

一般的に鉄道は他の交通機関と比較して、安全、正確、省エネルギーで環境にやさしいといわれている。都市交通はより鉄道に移行していくことが望まれ、さもなければ道路の混雑はますますひどくなり大気汚染も緩和されない。鉄道への移行を推進する為には調和のとれた鉄道ネットワークの構築が求められる。

### 2. 他の線への直通運転

#### (1) 鉄道システムの適合性

メトロマニラにおいて鉄道ネットワークを構築するときに最も求められるのは旅客の利便性である。他の線に乗り換える場合、駅は近くにあるのが好ましいが、同じプラットホームで乗換えができればより便利である。更に好ましいのは旅客が乗り換えることなく列車がそのまま他の線に乗入れることである。

乗り入れを行うには双方の鉄道のシステムが互いに適合していなければならない。

現在フィリピンには1号線、2号線、3号線その他PNRがあるが、これらは次の3グループに大別できる。

1号線、3号線：標準軌（1,435mm）、直流750V、軽量鉄道

2号線：標準軌（1,435mm）、直流1,500V、普通鉄道

PNR： 狭軌（1067mm）、非電化、普通鉄道

新たに鉄道を敷く場合、これらの3グループのうちの一つにシステムをしておけば、直通できる可能性がある。最初は駅は他の線と接続しておらず、直通できないとしても、将来延伸して他の線と繋がったり、別の線が繋がる可能性もある。

#### (2) 直通運転における技術的検討事項

実際に直通運転を行う為にはさまざまなことがらについて検討品ければならない。以下にその検討項目を示す。

表 12.3-1 直通運転における技術的検討事項

部位	項目	基準
寸法	軌間	同一であること。
	車輪踏面	レール及び分岐器と適合していること。
	車両限界（又は車両の動揺範囲）と建築限界	干渉しないこと。
	扉とプラットフォーム	プラットフォームとの間に大きな隙間のないこと 床面とホームとの間で大きな段差のないこと
	パンタグラフ作用高さと架線高さ	パンタグラフの作用範囲が架線の高さの範囲をカバーしていること。
性能	最高運転速度	同一又は同一に設定可能
	非常ブレーキ減速度	同一又は同一に設定可能
	曲線半径	車両は線区の最小の曲線を通過できること。
	勾配	車両は線区の最急勾配で起動が可能であること。 車両は他の編成を線区の最急勾配で緊急時に牽引／推進が可能であること。
列車荷重	列車荷重	軌道及構造物は車両が満車となった状態の荷重に耐えるものであること。
その他のシステム	架線電圧	車両の動作電圧範囲は架線の電圧変動範囲をカバーしていること。
	変電所容量	使用電力量変電所の容量を超えないこと。 列車のピーク電流値は変電所の保護装置の設定値を越えないこと。
	信号システム	信号の車上装置と地上装置間の伝送は適合していること。
	通信システム	通信の車上装置と地上局との通信は適合したものであること。

車両が運転上の都合により他の線の基地で留置又は検修を行う場合には、基地設備との適合性も考慮しなければならない。

### (3) 信号装置の問題

直通運転を行う場合信号装置はしばしば問題となっている。かつての信号装置は地上の信号機とその制御装置だけで、車両にはなにも取付けられていなかった。列車は運転士が目視で信号を確認することにより運転されていた。近代化された鉄道では車上装置が取り付けられ運転士が信号を見落としても衝突を回避するための ATP と呼ばれる装置が取り付けられている。車上装置は地上装置と特別な手順でデータのやりとりを行うため、違うタイプの車上装置では機能しない。

フィリピンでは 1 号線、2 号線、3 号線に ATP が取付けられているが全て異なるタイプのもので互換性はない。

ここに異なった信号システムを使用している 2 つの線区があり、直通運転を行おうとした場合、信号システムの問題に対処するためのいくつかの方法がある。このとき直通運転には 2 つのケースがある。

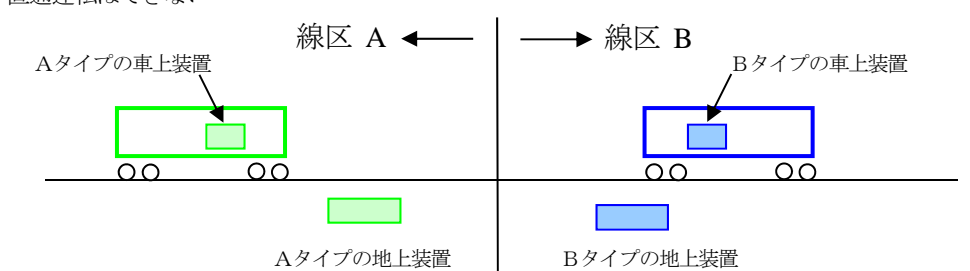
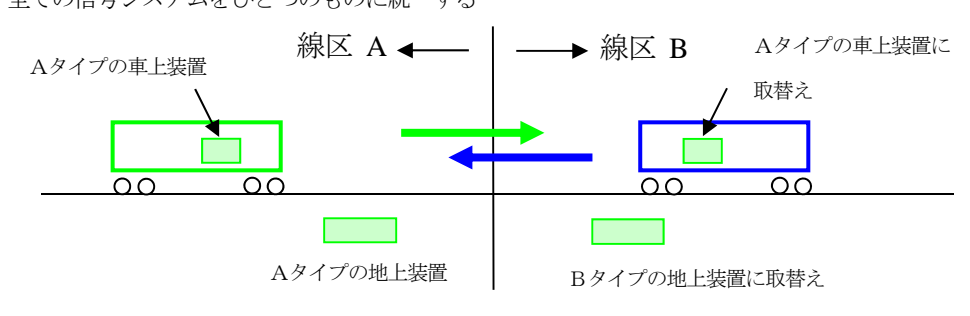
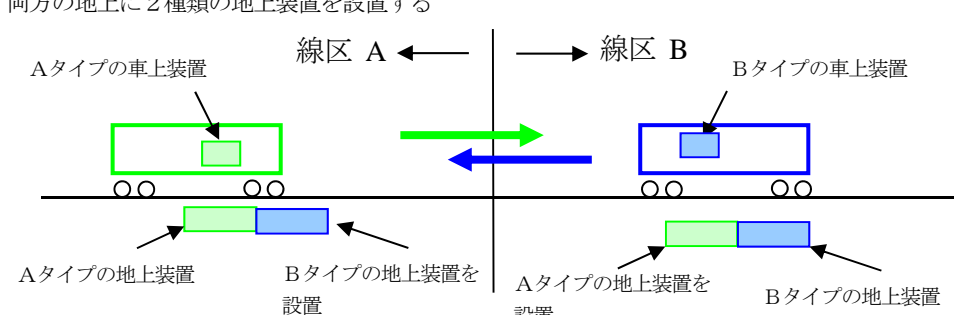
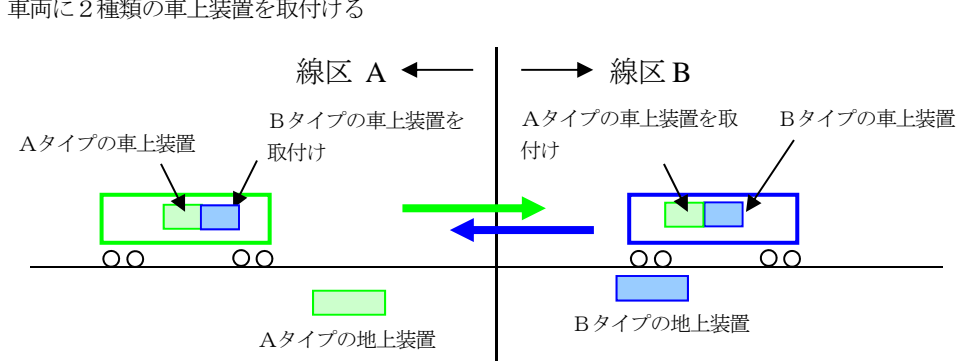
ケース 1 は片方の線の列車のみが他方へ乗入れる場合で、ケース 2 は双方の列車が双方に乗入れる場合である。各ケースにおける対処方法を以下に示す。

表 12.3-2 ケース 1 における直通運転の方策

未直通	<p>直通運転はできない</p> <p>線区 A ←</p> <p>→ 線区 B</p> <p>Aタイプの車上装置</p> <p>Bタイプの車上装置</p> <p>Aタイプの地上装置</p> <p>Bタイプの地上装置</p>
案 1	<p>信号システムを全て片方のものと同じにする</p> <p>線区 A ←</p> <p>→ 線区 B</p> <p>Aタイプの車上装置</p> <p>Aタイプの車上装置に取替え</p> <p>Aタイプの地上装置</p> <p>Aタイプの地上装置に取替え</p>
案 2	<p>乗入れられる線区に2種類の地上装置を設置する</p> <p>線区 A ←</p> <p>→ 線区 B</p> <p>Aタイプの車上装置</p> <p>Bタイプの車上装置</p> <p>Aタイプの地上装置</p> <p>Aタイプの地上装置 Bタイプの地上装置を設置</p>
案 3	<p>乗入れる車両に2種類の車上装置を取付ける</p> <p>線区 A ←</p> <p>→ 線区 B</p> <p>Aタイプの車上装置</p> <p>Bタイプの車上装置を取付け</p> <p>Bタイプの車上装置</p> <p>Aタイプの地上装置</p> <p>Bタイプの地上装置</p>



表 12.3-3 ケース 2 における直通運転の方策

<p>未直通</p>	<p>直通運転はできない</p>  <p>線区 A ←      → 線区 B</p> <p>Aタイプの車上装置      Bタイプの車上装置</p> <p>Aタイプの地上装置      Bタイプの地上装置</p>
<p>案 1</p>	<p>全ての信号システムをひとつのものに統一する</p>  <p>線区 A ←      → 線区 B</p> <p>Aタイプの車上装置      Aタイプの車上装置に取替え</p> <p>Aタイプの地上装置      Bタイプの地上装置に取替え</p>
<p>案 2</p>	<p>両方の地上に2種類の地上装置を設置する</p>  <p>線区 A ←      → 線区 B</p> <p>Aタイプの車上装置      Bタイプの車上装置</p> <p>Aタイプの地上装置      Bタイプの地上装置を設置</p> <p>Aタイプの地上装置を設置      Bタイプの地上装置</p>
<p>案 3</p>	<p>車両に2種類の車上装置を取付ける</p>  <p>線区 A ←      → 線区 B</p> <p>Aタイプの車上装置      Bタイプの車上装置を取付け</p> <p>Aタイプの車上装置を取付け      Bタイプの車上装置</p> <p>Aタイプの地上装置      Bタイプの地上装置</p>

ケース 1 の場合は案 3 が、ケース 2 の場合では案 1 が他より有利と考えられるが、どれがいいかは車両数、線区の長さ等により異なる。

#### (4) 直通運転を行う場合の手順

実際にふたつの線区で直通運転を行う場合、乗入れる車両を所有するものが車両に関する必要なデータを乗入れる線区の事業者へ提出する。提出を受けた事業者は車両が線区に適合しているかどうかをチェックする。

チェック項目は以下のようなものである。

- a. 車両はどのような状況でも線区の建築限界に触れることが無い
- b. 軌間は同一で車両踏面形状は線区を安全に走行できるものである
- c. 床面高さやドアとプラットホームとの隙間は旅客が安全に乗降するために適切なものである。
- d. 車両の電圧範囲は線区の架線電圧の変動範囲と適合する。
- e. パンタグラフの作用高さは架線の最高及び最低高さをカバーする。
- f. 信号及び通信の車上装置は線区の信号及び通信装置と適合する。

#### (5) 直通運転におけるその他の懸案事項

上記に述べた技術的な検討事項の他に直通運転を行う際には以下のような事項を整理しておく必要がある。

- A. 運転士 どちらの運転士が運転するか、(車両所有者か線路所有者か)
- B. 乗車券の共通化
- C. 売上げをどのように分配するか
- D. 運転指令
- E. 非常時の対処方法
- F. 車両使用料
- G. 運転計画 (列車ダイヤをどのように作るか)
- H. 事故が発生した場合の責任の所在
- I. 運転従事者の訓練

### 3. 他の線区との接続性

#### (1) 駅の位置

公共交通を推進するためにはそのできるだけ障害になるものを取り除かなければならない。

既存の鉄道には以下のような乗換駅がある。

- |     |          |   |     |     |
|-----|----------|---|-----|-----|
| 1号線 | エドサ      | — | 3号線 | タフト |
| 2号線 | アラネタセンター | — | 3号線 | クバオ |
| 1号線 | ドロテオ・ホセ  | — | 2号線 | レクト |

図 12.3-1 から図 12.3-3 にメトロマニラの都市鉄道の接続駅の衛星写真イメージを示す。



図 12.3-1 2号線と3号線との接続



図 12.3-2 2号線と3号線との接続



図 12.3-3 1号線と2号線との接続

乗換えの利便性という視点でみると駅の位置はいいとはいえない。最初は乗換えのための通路すらなかったが、後に旅客が雨風にさらされずに通れる通路が作られたが旅客は長い道のりを歩かなければ乗換えできない。

旅客は乗り換えるためにいろいろな障害となるものがある。以下にものが乗換えのため障害と考えられる。

#### 2 駅間の通路

身体検査

出札 (切符の購入)

改札

階段

図 12.3-4 に乗換えの際の旅客の流れを示す。この中で○で示した箇所が障害となる箇所である。旅客は乗換えの為に時間と労力を費やすことになる。



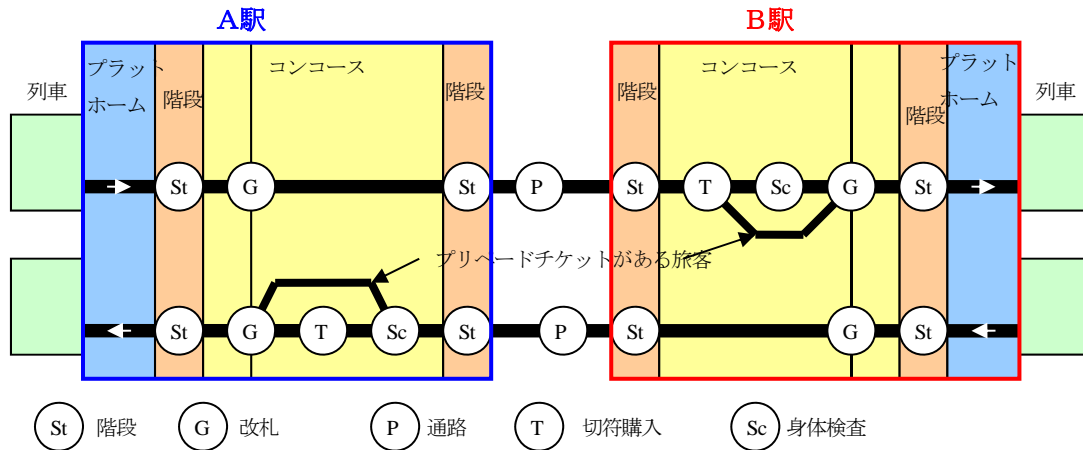


図 12.3-4 乗換え時の旅客の流れ

図 12.3-5 に日本の乗換え駅の事例を示す。



図 12.3-5 日本の乗換え駅の事例 (鶴橋駅 JR 西日本及び近鉄)

異なる事業者により運営されている 2 つの駅は同じ場所に作られている。上を走る線のプラットフォームの側面に乗換え改札があり階段により下のプラットフォームに繋がっている。上のプラットフォームに降りた旅客は改札を超え階段を下りるともうそこは別の線のプラットフォームとなっている。接続駅を建設する場合にはできるだけ近くに駅を作ることが推奨される。

次の図はこの駅における旅客の流れを示したものである。図 12.3-4 と比べると旅客はずっと楽に素早く乗り換えることができることがわかる。

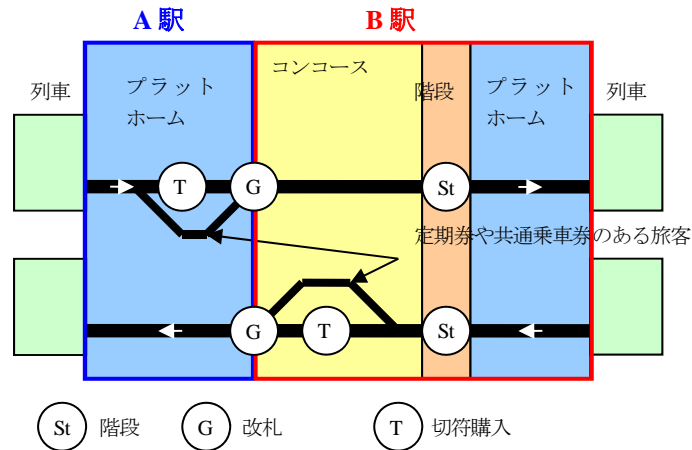


図 12.3-6 乗換え時の旅客の流れ

障害の数をできるだけ少なくすることが求められるが駅の位置が遠かったりするとそれも難しくなる。以下にそれぞれの障害のレベルを低くするための方策を述べる。

## (2) 切符売り場

マニラでは切符売り場にいつも長い列ができています。これはプリペードチケットがあるにも関わらず、ほとんどの旅客が列車に乗るたびに切符を買うためである。



図 12.3-7 切符売り場にできた行列 (3号線 タフト駅)

日本では定期券の割引率は、毎日往復列車に乗った場合の運賃と比較すると約 50%の割引となっており、学生に対しては更に大きな割引となっている。したがって多くの旅客は定期券を使用し、ピーク時に切符売り場が混雑することを防いでいる。

現在のプリペードチケットの特典は最後の乗車時のみである。プリペードチケットを使用すると毎回乗車時に運賃を引かれ、残額が少しでもある場合は、運賃より少なくとも 1 回乗車できる。残額が運賃と同じ場合には特典はなくなってしまい、旅客にとってはあまり魅力的な特典とはいえない。

特典をもっと大きくすることにより、多くの旅客がプリペードチケットを持つようになれば切符売り場の混雑も緩和され、旅客の増加にもつながる。

もう一つの方策として自動券売機の導入が上げられる。図 12.3-8 に日本の券売機の例を示す。



図 12.3-8 日本の自動券売機の事例

### (3) 自動改札機

現在の旅客の流れのボトルネックは切符売り場にあるため自動改札機の前に長い列ができることはあまりない。しかし、駅に十分なスペースがなく十分な数の改札機を置くことができないような場合に改札機の前に列ができてしまうことも考えられる。



図 12.3-9 自動改札機 (3号線 タフト駅)

フィリピンで使われている自動改札機はバーが回転するタイプのものである。旅客は改札機の前で一旦立ち止まり、切符を挿入してバーを押さなければならない。

日本ではフラップドアタイプの改札機が使用されている。旅客が切符を挿入するとき、方向や切符の裏表にかかわらず読み取ることができる。フラップドアは開いた状態を保持しており、切符を持たないで、あるいは違った切符で通ろうとした場合、及び前の旅客が通過してかなり時間がたったときに閉まるようになっている。フラップドアタイプの改札機は回転バータイプの改札機と比べて倍以上の旅客をさばくことができる。現在は切符はスマートカードに変わりつつあり、旅客はスマートカードを定期入れや財布に入れたまま改札機にかざすだけで通ることができる。このため、旅客は改札機の前で立ち止まることなく通過することができる。

図 12.3-10 に日本の改札機の事例を示す。



図 12.3-10 日本の改札機の事例

#### 4. 他の交通機関との接続

鉄道は他の交通機関と競争するのではなく共存していくべきである。鉄道のサービスは駅から駅までだけであり、駅間距離は他の交通機関と比較して長くなっている。駅から目的地までのサービスは他の交通機関、バス、タクシー、ジープニー、トライシクル、自家用車等にフィーダーサービスとしてゆだねることになる。駅の場所や周辺の状況は他の交通機関への乗換えに便利なものである必要がある。新線を建設する場合駅の位置は他の交通機関のターミナルに隣接させるか、他の交通機関のターミナルと共に建設し交通の中心となるような計画をするべきである。

マガリヤネスにあるショッピングモールの駐車場は朝からほぼ満杯になっている。これはサウスルソンハイウェイを車でやってきた人達がここに駐車をして電車に乗っているためである。このように駅の近くに駐車場があれば鉄道を利用する人が増え市内中心部の渋滞を緩和することができる。また駐車場を鉄道会社が経営すれば新たな収入源ともなる。

#### 5. 結論

フィリピンにおいて調和のとれた鉄道ネットワークを構築するために以下の事項が推奨される。

1. 鉄道システムを標準化することにより直通運転に備える。
2. 接続駅は旅客の乗換えが容易にできるように計画する。
3. 駅設備を近代化し旅客の流れを円滑にする。
4. プリペードチケットの使用を推進し切符売場の混雑を解消する。
5. 駅を他の交通機関と一体で計画する。



## 第 13 章

### 知見のまとめ

---

## 第13章 知見のまとめ

本章では、本スタディで得られた主な知見についてまとめている。

### 13.1 利用者数の予測

本スタディにおいて行った”予備の”利用者需要予測値は、既存スタディ及び関連する既存のデータを基にしている。これらの需要算定はLRT1号線利用についての最新のデータ(2012年7月)を基に、更にレビューされ修正・更新がなされた。加えて、2012年6月及び7月に行われた交通調査・乗客インタビュー調査を利用して、導入仮定の妥当性と需要スケールの現実性が検証された。ここでは、LRT1号線全線の、30年後までの利用者の需要予測についてまとめている。

既存スタディとJICAによる最新の算定結果を比較したものを図13.1-1に示す。過去に行われたHalcrowの予測(緑)は需要を低めに見積もっている一方で、最近行われたICFによる予測(紫)はLRT1号線の容量制限を考えていないため、急激な成長を示している。我々の算定はLRT1号線の容量をチェックしたうえで、これら二つのスタディの中間の数値を設定している。

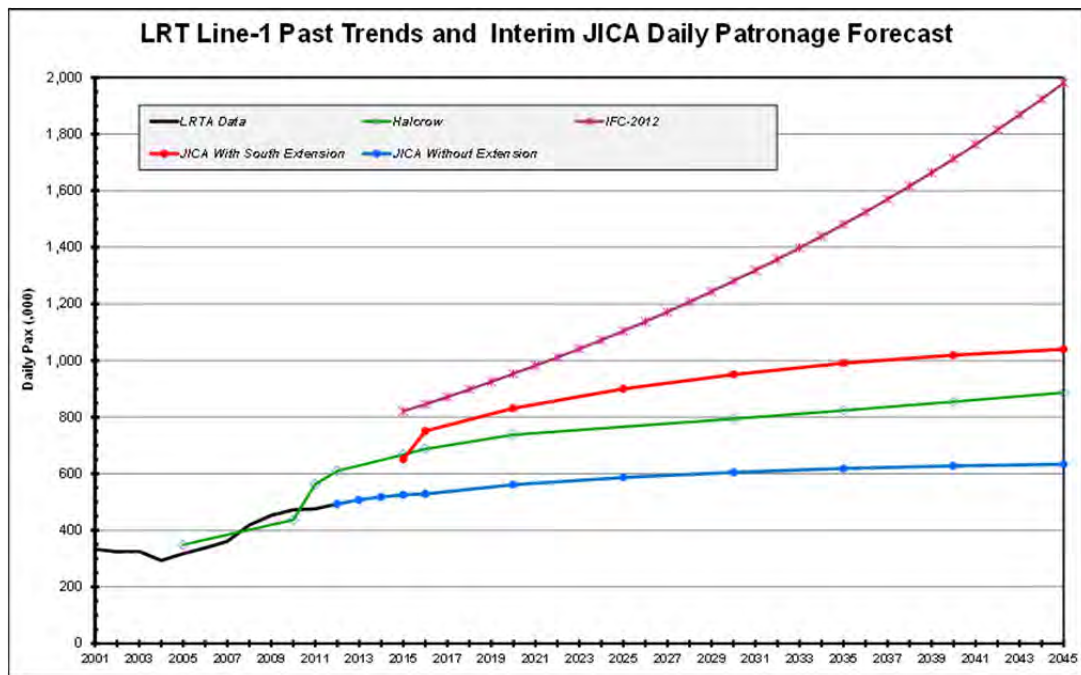


図 13.1-1 JICA 及び既存スタディによる週日平均利用者数の予測

本スタディチームの算出した週日平均の需要予測については、項 2.3.1 にて議論している。収入推定に用いられる年間の利用者数は、この週日平均需要に年換算係数を乗じることで得られる。算定した年間の需要予測結果は表 13.1-1 に示す。駅ごとの、年次別 1 日・ピーク時の需要予測結果は、本レポートの Appendix-C に記載している。

表 13.1-1 LRT1 号線における需要予測結果のまとめ

Line-1 Extension to Niyog - Forecast of Passenger and Other Attributes										
Description	Unit	2012	2015	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Average Week Day Boarding (Without Extension)	Pax	492,700	525,500	528,600	561,100	586,800	604,600	618,300	627,600	633,500
Increase in Daily Patronage (Av. Week Day)	Pax	-	125,200	222,000	270,100	313,100	345,700	372,400	391,400	406,300
Total Patronage with Extension (Av. Week Day)	Pax	492,700	650,700	750,600	831,200	899,900	950,300	990,700	1,019,000	1,039,800
AM Peak Hour (0700-0800) Boarding Southbound	Pax/Hr	24,200	29,700	32,900	36,100	38,700	40,600	42,200	43,200	44,000
AM Peak Hour (0700-0800) Boarding Northbound	Pax/Hr	13,300	19,700	24,100	27,200	29,700	31,700	33,200	34,300	35,100
Total AM Peak Hour Boarding Both Direction	Pax/Hr	37,400	49,400	57,100	63,200	68,500	72,300	75,400	77,500	79,100
AM-Peak Hour Boardings as % of Daily Boardings	Ratio	7.59%	7.59%	7.60%	7.61%	7.61%	7.61%	7.61%	7.61%	7.61%
Maximum Station Boarding (AM-Peak Hour)	Pax/Hr	7,700	9,100	9,800	10,600	11,300	11,800	12,200	12,400	12,600
Maximum Station Alighting (AM-Peak Hour)	Pax/Hr	4,700	5,600	6,000	6,500	6,900	7,200	7,500	7,600	7,700
Pax/Hr/Per Direction (AM-PK Hr 0700-0800)	PPHPD	19,700	23,800	26,000	28,400	30,500	32,000	33,100	33,900	34,500
Average Week Day Trip Length	km	7.65	9.64	10.72	11.00	11.22	11.37	11.48	11.56	11.62
Annual Factor	Days	330	330	330	330	330	330	330	330	330
Annual Passenger	Pax million	162.59	214.73	247.70	274.30	296.97	313.60	326.93	336.27	343.13
Annual Passenger*km	million*km	1,243.7	2,070.0	2,655.3	3,017.3	3,332.0	3,565.6	3,753.2	3,887.3	3,987.2

LRT1 号線の南方向の延伸により、駅が新たに 10 ヶ所追加される(現在 20 ヶ所)。路線は約 12km 延び、駅勢圏は 60%以上増加する。計画されている 10 の駅は大部分がブラウンフィールドに立地しており、その周辺部も空地か農地である。しかしながら、駅の計画されているエリア及びその周辺では近い将来大規模開発があると期待されており、人口が増加すれば地域全体の開発が進むと期待される。

また、乗換ターミナルとして提案されている 3 つの駅(Dr. Santoz 駅、Zapote 駅、Niyog 駅)は、道路系公共交通を利用している層からの集客が見込まれている。またこれらのターミナル駅では、フィーダー交通を利用して、周辺エリアからの通勤者を惹きつけることも期待されている。

延伸によって LRT1 号線が“完全に”開業する 2016 年には、利用者数が 220,000 人/日(現状の 40%)増加すると見込まれている。この値は過大と考える向きがあるかもしれないが、南方向から海岸沿いの道路は非常に混雑しており、将来更に所要時間が長くなることは明らかである。これを踏まえると、南方向からの所要時間短縮による便益は大きい。乗客調査からの推定によれば、Baclaran 駅、EDSA 駅 (LRT1 号線)、Taft 駅 (MRT3 号線) の利用者数は現在、123,000 人を超えていることにも注目すべきである。今後 4 年で新たに増える延伸部分 12km を含めた予測の推計値は、決して過大評価ではない。以下のような施策が行われれば、十分あり得る数字である。

- 駅のアクセシビリティ改善
- 駅での乗換行動の利便性向上(これは上述した 3 つのターミナル駅にて特に重要)
- LRT1 号線の全ての車両の容量拡大と、長距離利用者の快適性向上

LRT1 号線延伸プロジェクトの沿線エリアの開発が進むかぎり、利用者数は成長し続けるとみなされている。また人口も、全線開業する 2016 年以降も伸び続ける見通しである。高密開発を行うための土地があるため、南部は開発の余地が大きい。LRT1 号線がメトロマニラ南部、及びフィーダー交通を介して Cavite 州と接続することで、利用者も恩恵を受けることになる。LRT1 号線と他の大量輸送ネットワークが更に密につながり、またさらに路線同士のシームレス化、電子化により統一した乗車システムの導入などを図ることで、LRT1 号線の利用者数は更に増加すると考えられる。

## 13.2 路線レビュー

### 1) Redemptorist 駅の位置

当初、Redemptorist 駅は LAVALIN の南延伸図面集では Roxas Boulevard 通りに面した Baclaran Redemptorist 教会の前に計画されていた。しかし、LRTA からの情報により現在では当初位置から約 600m 南側の BOULEVARD 2000 DEVELOPMENT 地区前へ移動する必要がある。当初の位置は BACLARAN 駅から約 500m と近く、MIA 駅とは 2km 離れており、駅間距離のバランスが良くない。

また、新しい位置にはすでに商業ビルが建設されており当初の位置より開発が進んでいることから、駅位置変更は妥当と考えられる。

### 2) PARANAQUE RIVER 部の路線

LAVALIN の計画路線では Asia World 駅から Ninoi Aquino 駅間で PARANAQUE RIVER に沿って川の中央部を通過するルートとなっている。

一般的に川の中央部は水深が深く流速が速いため、橋脚建設は川の中心部を避けることが望ましい。その理由を以下に示す。

- 水中に建てた橋脚の基礎部付近に洗掘が起きやすいこと
- 洪水時に漂流物の衝突力が大きいこと
- 橋脚の建設時に作業負担が大きいこと

ここでは、河川内の北側寄りにルートを変更することで上記の問題点をできる限り回避することが望ましい。提案路線を図 3.1-8 に示す。

### 3) Niyog 駅の位置

LAVALIN の南延伸図面集では、Niyog 駅は MOLINO BOULEVARD 通り西側の用地に計画されていたが、LRTA からの情報により MOLINO BOULEVARD 通り上へ移動する必要がある。

これは Niyog 駅に併設されるバスターミナルが MOLINO BOULEVARD 通りの東側に建設されることから、駅をバスターミナルに近づける方が利用客にとって便利であり、この駅位置変更は妥当と考えられる。

### 4) サテライト車両基地の位置

LAVALIN の南延伸図面集では、サテライト車両基地は本線の海側に計画されているが、LRTA の用地情報に拠ればサテライト車両基地は本線の山側に建設される計画である。

海から少しでも離れることは車両や設備への塩害の影響を軽減させる事ができ有利である。従って、サテライト車両基地は LRTA の用地情報に基づき、本線の山側に建設することが望ましい。

変更位置関係を図 3.1-10 に示す。



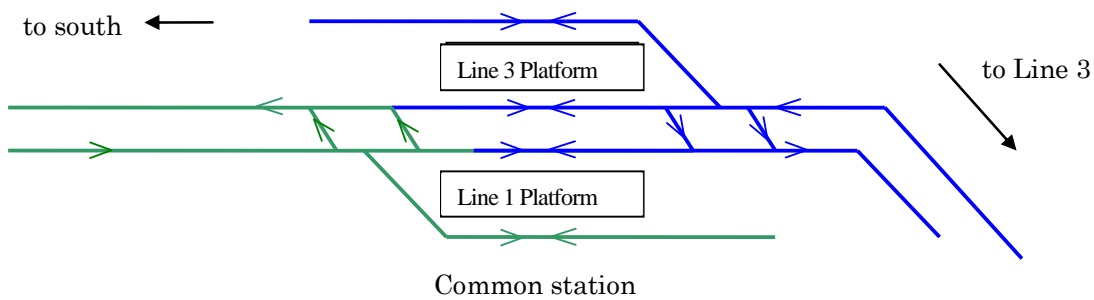


図 13.3-2 コモンステーションの推奨する線路配置

### 3) 必要な車両数

運転に必要な列車数は列車ダイヤの線を数えることにより求められる。表 13.3-2 に各フェーズにおける必要な列車数を示す。合計 30 編成が南延伸の開業時に必要となる。

表 13.3-2 車両購入計画

単位: 編成

		南延伸開業時		将来	
		Phase1	Phase2	Phase1	Phase2
年		2015(2/4)	2016	2025	2035
第一世代		16	16		
第二世代		3	3		
第三世代		12	12	12	12
第四世代	1 <sup>st</sup> batch	8	8		
	2 <sup>nd</sup> batch		22	30	30
第五世代				20	20
第六世代					15
合計		39	61	62	77
必要な編成数		39	61	62	77

出典: 調査チーム

## 13.4 車両基地計画

### 1) 既存 Baclaran 車両基地の拡張計画

既存の Baclaran 車両基地の拡張計画を以下に示す。:

- 留置線 : 13 線 (1 編成 / 線)
- 検査線 : 2 線 (検車庫内)
- 臨時修繕線 : 1 線 (検車庫内)
- 修繕線 : 2 線 (修繕工場内、1 編成用)
- 車輪転削線 : 1 線 (車輪転削庫内)

- 建物と施設：
  - LRTA 事務所建物
  - 中央指令所建物
  - 変電所
  - 汚水処理施設
  - 部品倉庫
  - 作業車庫

図 13.4-1 に Baclaran 車両基地配置の計画を示す。

## 2) 新 Zapote サテライト車両基地計画

新 Zapote サテライト車両基地の計画を以下に示す。：

- 留置線               : 9 線 (2 編成 / 線)
- 検査線               : 2 線 (検車庫内)
- 日常点検線         : 1 線
- 車両自動洗淨線   : 1 線

図 13.4-2 に Zapote サテライト車両基地の配置を示す。





图 13.4-1 Baclaran 车站基地扩张计划





図 13.4-2 Zapote サテライト車両基地計画

### 3) 留置計画

夜間における車両の留置は保守作業を妨げないように車両基地内の留置線及び営業線内の側線を使用する。現在のパサイの車両基地には 25 本の留置線がある。そのうち 15 本は第一世代の車両の場合、2 編成を留置することができるが、それ以外の車両では 1 編成しか留置できない。第一世代の車両が置き換わると、これらの線は 1 編成のみの留置となる。したがって、現在の車両基地の留置線は将来は 30 編成の留置が可能ということになる。

このプロジェクトのフェーズ 1 における最終段階ではパサイの車両基地の拡張は終了していなければならない。13 本の留置線が建設され、留置可能な編成数は 53 編成となる。しかし、検車庫の一部の線と、駅における留置を考慮すると、留置可能な編成数は 66 編成となる。しかし、この時点での必要な編成数は 39 編成であるため、留置線には十分な余裕がある。

フェーズ 2 の最終段階では、サテライト基地が建設され、検車線、駅での留置を含めると 87 編成の留置容量となる。この時点での編成数は 61 編成であり留置容量はまだ足りている。

将来は需要の増加に伴い運転間隔は 2 分にまで短縮される。このとき必要な編成数は 77 となるが、留置容量は第一世代の車両が置き換えられることにより、77 編成へと少なくなり、必要な編成数と同数になる。したがって、20 年後の拡張計画を行うとき、車両数がこの計画より増加する場合、このことは考慮にいれなければならない。

表 13.4-1 LRT1 号線の留置線計画

単位: Train sets

	Opening of South Extension		Future	
	Phase1	Phase2	Phase1	Phase2
	2015	2016	2025	2035
Existing Depot				
Existing Stabling Track	40	40	30	30
Existing Inspection Track	5	5	5	5
Stabling Track in Expansion	13	13	13	13
Inspection Track in Expansion	3	3	3	3
Satellite Depot				
Stabling Track	-	18	18	18
Inspection Track	-	2	2	2
Station				
Common Station	-	1	1	1
Monumento	1	1	1	1
Central	1	1	1	1
Baclaran	2	-	-	-
Dr. Santos	1	1	1	1
Niyog	-	2	2	2
Total	66	87	77	77
Number of trains	39	61	62	77

出典: 調査団

## 13.5 車両

### 1) 現在の車両

1号線には3形式の車両が運行されている。

第一世代の車両は1984年の1号線開業時に64両が投入された。車両は1両に接続部が2ヶ所あり、2両で1編成を構成する。その後、輸送力増強プロジェクトにより第一世代の車両は1列車あたりの輸送力を向上させるため3両で1編成組替えられた。これにより、21両は先頭部に連結器を取り付け、中間車に改造された。このため第一世代の車両は2両32編成から3両21編成と1両の予備車となった。

第二世代の車両は1999年の輸送力増強プロジェクトのフェーズ1により導入された。車両は接続が1ヶ所で構成され、4両で1編成となっている。

第三世代の車両は2007年に輸送力増強プロジェクトフェーズ2により導入された。車両は第二世代の車両と同じ構成になっている。

表13.5-1に1号線の現在の個々の車両状態及び表5.1-2にその概要を示す。140両中33両が運行不能の状態であり、これらのうち7両が事故、1両がテロによる爆破、25両が部品の不足によるものとなっている。

表 13.5-1 車両状態

	1st Gen.	2nd Gen.	3rd Gen.	Total
運行可能	50	12	45	107
運行不能	14	16	3	33
爆破	(1)			(1)
事故	(2)	(2)	(3)	(7)
部品不足	(11)	(14)		(25)
合計	64	28	48	140

### 2) 第4世代車両

運行計画によるとカビテ延伸の2017年での必要な車両編成数は61編成であり既存車両中31編成が修復を含めて運行可能である。したがって30編成を第4世代車両としてこのプロジェクトのために購入することとなる。列車の構成は保守の簡素化のために第三世代と同様とする。

第一世代の車両は1984年の1号線開業時に64両が投入された。車両は1両に接続部が2ヶ所あり、2両で1編成を構成する。その後、輸送力増強プロジェクトにより第一世代の車両は1列車あたりの輸送力を向上させるため3両で1編成組替えられた。これにより、21両は先頭部に連結器を取り付け、中間車に改造された。このため第一世代の車両は2両32編成から3両21編成と1両の予備車となった。

## 13.6 事業実施計画

ここに示す事業実施計画は、JICAローンの範囲、すなわち2箇所の車両基地の建設、既存車両の修復および新規車両の調達を対象とする。

スケジュールは、運転計画の章で述べた以下の2フェーズに分けた。

- **フェーズ1**：南延伸区間 Dr. Santos 駅までの部分開業、Baclaran 車両基地拡張の完了、LRTA による 3G LRV の修復、および8列車分の新規車両の導入。2015年5月
- **フェーズ2**：Niyog 駅までの全線開通、Zapote サテライト車両基地の完成、最小運転間隔を2.5分にする事による運転頻度の増加。さらにコモンステーションの完成と、残り22列車分の新規車両の導入が完成する。2016年5月

土木工事と E&M 工事の緊密な連携は、事業の成功にとって重要である。さらに関連する事業の完了、例えば Roosevelt 駅と North Avenue 駅間のコモンステーションの建設や、共通発券システムの導入は、LRT1 号線南延伸事業の適切な実施のために不可欠である。

ただしこれらの事業スケジュールは、本報告書では言及していない。

### 13.7 JICA ODA 部分の事業費

表 13.7-1 に、JICA 部分の総事業費を示す。数値は外貨 (JpY) 部分、内貨部分 (PhP)、および US\$ で示されている。表 13.7-2 は、JICA ローン部分の支出スケジュールを示す。

表 13.7-1 JICA ローン の 総事業費

Breakdown of Cost	Jpn Yen ('M)			Phi Peso ('M)			Total (Jpn Yen)('M)			Total (US\$ M)		
	Total	JICA Portion	Others	Total	JICA Portion	Others	Total	JICA Portion	Others	Total	JICA Portion	Others
Rolling Stock	25,249	25,249	0	0	0	0	25,249	25,249	0	306.31	306.31	0.00
Depot	3,553	3,553	0	770	770	0	5,009	5,009	0	60.77	60.77	0.00
Refurbishment	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00
<b>SubTotal Direct ODA</b>	<b>28,802</b>	<b>28,802</b>	<b>0</b>	<b>770</b>	<b>770</b>	<b>0</b>	<b>30,259</b>	<b>30,259</b>	<b>0</b>	<b>367.08</b>	<b>367.08</b>	<b>0.00</b>
Consulting Services	1,882	1,882	0	612	612	0	3,039	3,039	0	36.87	36.87	0.00
<b>SubTotal Direct Loan</b>	<b>30,685</b>	<b>30,685</b>	<b>0</b>	<b>1,382</b>	<b>1,382</b>	<b>0</b>	<b>33,298</b>	<b>33,298</b>	<b>0</b>	<b>403.95</b>	<b>403.95</b>	<b>0.00</b>
Price Escalation	1,755	1,755	0	39	39	0	1,829	1,829	0	22.19	22.19	0.00
Physical Contingency	1,528	1,528	0	40	40	0	1,604	1,604	0	19.46	19.46	0.00
Land Acquisition	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00
Administration Cost	0	0	0	971	0	971	1,837	0	1,837	22.28	0.00	22.28
VAT	0	0	0	175	0	175	332	0	332	4.02	0.00	4.02
Import Tax	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00
Interest during construction	148	148	0	0	0	0	148	148	0	1.80	1.80	0.00
Commitment Charge	148	148	0	0	0	0	148	148	0	1.79	1.79	0.00
<b>SubTotal Indirect Cost</b>	<b>3,579</b>	<b>3,579</b>	<b>0</b>	<b>1,226</b>	<b>80</b>	<b>1,147</b>	<b>5,898</b>	<b>3,730</b>	<b>2,168</b>	<b>71.55</b>	<b>45.25</b>	<b>26.30</b>
<b>Total</b>	<b>34,264</b>	<b>34,264</b>	<b>0</b>	<b>2,609</b>	<b>1,462</b>	<b>1,147</b>	<b>39,196</b>	<b>37,027</b>	<b>2,168</b>	<b>475.50</b>	<b>449.20</b>	<b>26.30</b>

出典：調査団



表 13.7-2 JICA ローンの出支スケジュール

Breakdown of Cost	Annual Disbursement (Million Jp Yen)				
	2013	2014	2015	2016	Total
Rolling Stock	504.99	4,797.39	16,412.11	3,534.92	25,249.40
Depot	422.31	2,935.63	1,601.20	50.09	5,009.24
Refurbishment	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>SubTotal Direct ODA</b>	<i>927.30</i>	<i>7,733.02</i>	<i>18,013.31</i>	<i>3,585.01</i>	<i>30,258.64</i>
Consulting Services	569.01	814.26	829.71	826.16	3,039.14
<b>SubTotal Direct Loan</b>	<i>1,496.31</i>	<i>8,547.27</i>	<i>18,843.02</i>	<i>4,411.17</i>	<i>33,297.77</i>
Price Escalation	21.16	333.32	1,163.77	311.01	1,829.27
Physical Contingency	47.42	403.32	958.85	194.80	1,604.40
Land Acquisition	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Administration Cost	78.24	464.20	1,048.28	245.85	1,836.57
VAT	80.88	119.54	90.92	40.28	331.62
Import Tax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interest during construction	2.05	19.07	59.47	67.85	148.44
Commitment Charge	36.88	36.88	36.88	36.88	147.52
<b>SubTotal Indirect Loan</b>	<i>266.64</i>	<i>1,376.32</i>	<i>3,358.18</i>	<i>896.67</i>	<i>5,897.81</i>
<b>Total</b>	<i>1,762.95</i>	<i>9,923.60</i>	<i>22,201.20</i>	<i>5,307.84</i>	<i>39,195.58</i>

## 13.8 環境社会配慮

### 1) 環境アセスメント報告書レビュー

LRT 1 号線カビテ延伸事業については、環境アセスメント (Environmental Impact Assessment : EIA) 報告書でカバーされている延伸事業全コンポーネントを対象として、既存文書のレビューを行った。調査団は、また、JICA ガイドラインに則り緩和策及び環境管理計画に対する提言を行った。

JICA 借款の対象範囲 (Scope of Work) は 2 か所のデポ、バクラランの既存デポとサポテのサテライトデポの整備を含むことから、補足 EIA 調査は、既存デポ及び新設サテライトデポに焦点を当て行った。

### 2) 補足 EIA 調査

サテライトデポ用地は、サポテ川の河口の氾濫原に位置する。非正規住民は、湿地周辺やサポテ川河岸に住み着き、大きなマングローブを家の材料や炭燃料に利用し、また、長期にわたり廃棄物や排水で湿地を汚染してきた。しかし、小マングローブは湿地やクリーク沿いに残存しており、調査団は、補足環境調査を実施した。

動植物調査の結果、国際的またフィリピン国内で絶滅の恐れがあるとして登録された種はサテライトデポ計画地には見当たらないことを示された。また、底質調査の結果、サテライトデポ計画地は投棄された廃棄物による汚染の可能性が示唆された。工事開始前、より多くの底質試料を採取し厳密に分析し、汚染の程度を調査すべきと考えられる。

### 3) RAP レビュー

2008年11月、移転計画書（Relocation Action Plan : RLAP）が、提案線形のROW内で直接的に影響を受ける非正規居住者に留意し作成された。RLAP（2008）によれば、2008年時点で確認された移転対象の非正規居住者の世帯数は1714軒であった。

RLAPは2012年、LRTAにより移転作業スケジュールを更新し改訂された。LRTAは、2012年7月下旬に再タッキング、再センサス調査を開始した。サテライトデポ計画地における潜在的な被影響住民（Project Affected Persons : PAPs）の数は約190人である。調査団は、サテライトデポ計画地の被影響世帯を改訂RLAPの受益者リストに確実に入れるようLRTAに要請した。さらに、資格要件はJICAガイドラインの要求に適合すべきである。

選定された移転地はカビテ州のGeneral Triasに位置する約20ヘクタールの土地が取得された。移転地の土地造成はほとんど終了し、約180住戸が建設済みである。残りの1820住戸の建設は、LRTAが追加予算を移譲しだい開始される予定である。

RLAP（2008年及び2012年）は非正規住民のみを対象として作成されている。しかし、JICAガイドライン及び世界銀行サーフガードポリシーOP4.12に従い、土地、構造物等の所有者、事業者や従業員等をも対象とする住民移転計画（RAP）が作成されるべきである。

## 13.9 事業効果

各々の指標の計算は、既存区間と延伸区間を含む、全区間を対象に実施する。運用・効果指標の算定結果を表13.9-1に示す。

表 13.9-1 運用・効果指標選定理由

No.	Operation or effect indicators	Actual in 2011	Desired in 2018 (2 years after opening)
1.	Passenger-km	3,791	5,922
2.	The number of trains in operation	222	258
3.	Workable car ratio	76.4	95%
4.	Train-km	9,818,243	19,374,842
5.	Fare revenue	2,285.61	-
6.	Fare Box Ratio	1.09	-
7.	Non-railway revenue	157.83	-
8.	Load factor	77.32	-

出典：調査団

そして、10 駅新設時の鉄道利用不便地域の解消効果を表 13.9-2 に示す。延伸区間沿線住民 30 万人以上への裨益が期待される。

表 13.9-2 鉄道利用不便地域解消効果 (10 駅新設時)

No.	Station	Population of Beneficiaries (Pop.)
1	Redemptorist	10,666
2	MIA	13,105
3	Asia World	38,049
4	Ninoy Aquino	18,512
5	Dr. Santos	37,324
6	Manuyo Uno	21,415
7	Las Pinas	42,345
8	Zapote	36,913
9	Talaba	52,059
10	Niyog	32,712
Total		303,097

出典：The Philippines 2010 Census を参考に調査団作成

独立行政法人国際協力機構 (JICA) 気候変動対策支援ツール／緩和策・適応策 (要約版) を参考に、二酸化炭素排出削減による効果を算出する。温室効果ガス削減効果の推計結果を表 13.9-3 に示す。このプロジェクトは温室効果ガス削減効果が認められる。二酸化炭素排出削減量は徐々に増加する。

表 13.9-3 温室効果ガス削減推計結果

単位：tCO<sub>2</sub>/年

Items		2015	2020	2025	2030	2035
Base Line		55	58	61	63	64
Project	Conversion from PUJ	4	4	4	5	5
	Increasing	1	2	2	3	3
Reduction of CO <sub>2</sub> emission		50	52	55	55	56

出典：独立行政法人国際協力機構 (JICA) 気候変動対策支援ツール／緩和策・適応策 (要約版) を参考に調査団作成

### 13.10 自動料金収受システム

調査チームは、旧発券システムの代替として包括計画を提案している。本計画には、①磁気ストライプに基づくカードシステムに代わる非接触型 IC カード技術、②事業者間で売上を配分する集中鉄道決済システムの導入、③STEP による資金調達を活用した PPP スキーム、が含まれる。

日本の自動料金収受業者は、タイプ A または B の IC カードより、高速なデータ送信が可能である Felica 型カードの開発において豊富な実績を有する。Felica は、東京及び香港等の交通量の多い都会の交通に適していることが証明されている。また、OS 及び CPU が内蔵されているため、電子マネー等、多目的利用への活用が容易である。

調査チームは日本人投資家へのヒアリングに基づき、①自動料金収受システム及び決済システム開発及び運営維持管理を PPP 方式、②自動料金収受システム及び決済システム開発を JICA STEP ローン、運営維持管理を PPP 方式、③決済システムのハードウェア開発を JICA STEP ローン、自動料金収受システム開発、決済システムのソフトウェア開発及び運営維持管理を PPP 方式、④自動料金収受システム及び決済システムのハードウェア開発を JICA STEP ローン、決済システムのソフトウェア開発及び運営維持管理を PPP 方式、とする 4 つの選択肢を設定した。

各選択肢について想定される政府の総事業負担は、それぞれ、①\$71.01 百万、②\$69.10 百万、③\$70.93 百万、④\$69.43 百万、とされる。この結果から、STEP ローンの適用により、全てを PPP スキームで調達する選択肢①と比較して金利負担が減少することが示されている。政府によるアベイラビリティ・ペイメントを伴う PPP スキームにより、事業期間を通じた政府負担が除外されるものではない点に留意する。STEP ローンは、期間 40 年、利率 0.2% と想定しており、STEP ローンを活用した場合の方が、全てを PPP スキームとする選択肢①より、政府の年間支払額が低く抑えられることになる。

### 13.11 プロジェクトの実施スキーム

#### 1) 鉄道建設能力

現地の鉄道建設業界は 1980-84 年に LRT 1 号線 15km を建設して以来、高架鉄道用軌道の建設経験を蓄積してきた。筆頭業者はフィリピン国営建設公社 (PNCC) である。LRT1 号線に次いで、2 号線の建設、1 号線の延伸、PNR の改修事業が国内建設業者かまたは外国企業との合弁事業で行われ、MRT7 号線も開始の段階に入っている。プロジェクト資本市場ではプロジェクトの実施能力の担保が必要とされているので、LRT1 号線延伸プロジェクトうち、土木、電気事業に関する限りは国内に実施能力ありと判断して差し支えないであろう。

#### 2) 入札制度

フィリピンの入札制度は良く整って定型化しており、政府は数十年に亘ってそれを使用している。その結果、膨大な経験と前例が蓄積されている。しかしながら、ODA 投融資によるプロジェクトとなると、供与側によって入札手続きを見直し、再検査する必要が生じる。過去に、供与側とフィリピンの入札規則に食い違いがあるために問題が生じた事例がある。ODA 借款は入札の前に詳細設計が定まっていなければならないが、PPP では通常、デザイン・ビルド方式が普通である。

入札に関しては、DOTC は国際金融公社 (IFC) を交通顧問として助言を求めている。その利点として、入札手続きを確実に融資可能なものに導くことができる。LRT 1 号線 (バクララン～ノースアベニュー間) の場合、落札者選定の主な基準は、LRT が保有する資産の賃貸料として政府に支払う免許料の最高値である。

#### 3) 契約

契約もしくは免許協定の微妙な点は、免許所有事業体の実績の定期的な査定である。30 年に及ぶ免許期間の主要実績指標 (KPI) の算定、修復事業の評価、特に、経年的な記録が残っていない車両の修復事業の査定は困難を極める。



#### 4) 維持運営

政府部門の制度・組織的な弱体ぶりを考えると、技術的に複雑な鉄道の維持運営事業を民間部門に移転することは妥当な方向を目指した第一歩であろう。免許所有事業体の関心事は、利潤の最大化、需要弾性と道路系公共交通との競争に対してバランスのとれた運賃を実現することである。そのためには LRTA/DOTC の監査や統制は少ない方がいい。

### 13.12 プロジェクト実施の制度的課題

#### 1) 建設、維持運営、安全、人材、財務上の制度的問題

本件プロジェクトの管理体制は依然として不透明である。JICA 調査団は、DOTC、LRTA、DPWH、MMDA、及び土木学会／民間の代表からなる組織間委員会を設けることを示唆している。委員会は一人的プロジェクト・マネージャー (PM) と、PPP の土木部門と E&M のそれぞれを担当する二人の副マネージャーを指名する。マネージャー、副マネージャーは、(1)管理部門、(2)コンサルタント・技術部門、(3)カウンターパート技術スタッフ、の3支援部門を設ける。組織内の紛争を最低限に抑えるためには、JICA と LRTA によって資金調達されると目されている、土木部門 (PPP 部門) と E&M 部門 (ODA 部門) のそれぞれに異なるコンサルティング・グループを雇うよりは、むしろ、単一のコンサルティング・グループを雇用するのが良い。

PM コンサルタントは土木部門だけではなく E&M 部門も含む入札図書をパッケージごとに作成するとともに、技術的実績明細を作成する責任を負う。また、PM コンサルタントは O&M システムまたはその主要な構成要素を試行する手順と評価基準を示す責任を負う。

#### 2) LRT 延伸プロジェクトのハイブリッド型 PPP のリスク分析

2012年4月の覚書にある予備的情報によれば、DOTC が負うリスクは(a) LRT 資産の移転、(b) 料金の調整、(c) 用地の調達と供与、(d) 車両の調達、(e) 車庫・副次的車庫の整備、および(f) 政治的リスクであり、一方、免許所有事業体が負うリスクは(g) 旅客需要、(h) 資金調達、(i) インフレ・為替リスク、(j) 設計・建設、(k) LRT 1号線既設線と南への延伸線の統合、(l) O&M、(m) 免許終了時の引き渡し、であり、不可抗力は両者が負う。

建設開始前の最大のリスクは、一般に、資金調達であろう。PPP 方式の場合、建設期間中の最重要事項はスケジュール管理であり、双方は期限内に、用地取得、建設、車両調達などに関して、それぞれの責務を全うしなければならない。操業中の最大のリスクは、料金調整の失敗である。

法的には LRTA 委員会が料金調整の権限を有するが、実際には大統領の決定事項であり、従って、運賃改定は政治的な性格を持つ。

### 13.13 フィリピン国鉄道整備に関する提言

今後のフィリピン国における鉄道整備について下記の3つの観点から提言を行った。

提言した内容は、カウンターパートである DOTC に受け入れられた。

### 1) 入札図書（案）レビュー

LRT 1 号線延伸事業の民間事業部分においては、延伸区間が海岸沿いの軟弱地盤を通ることから、耐震補強・洪水対策等の対策が不可欠であるため、同事業の入札図書を運輸交通省が適切に作成できるように助言を行うとともに、日本の技術・経験を踏まえた提言を行った。

### 2) 鉄道技術基準（案）作成支援

マニラ首都圏においては、都市鉄道ネットワークの一層の整備が必要とされている一方で、現状では耐震性等の観点も含めた鉄道技術基準が確立されていないという課題があるため、鉄道技術基準（案）を提案した。

### 3) 都市鉄道ネットワーク化

マニラ首都圏の都市鉄道ネットワーク化を促進するため、特に都市鉄道を着目し、技術的観点から、検討・提案した。