

ミャンマー国  
運輸通信省  
ミャンマー国鉄

ミャンマー国  
ヤンゴン・マンダレー鉄道整備事業  
フェーズⅡ準備調査  
ファイナルレポート  
(公開版)  
要 約

平成 30 年 2 月  
(2018 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グローバル  
日本コンサルタンツ株式会社  
パシフィックコンサルタンツ株式会社  
株式会社 トーニチコンサルタンツ  
日本工営株式会社

東大
JR(先)
18-023

ミャンマー国  
運輸通信省  
ミャンマー国鉄

ミャンマー国  
ヤンゴン・マンダレー鉄道整備事業  
フェーズⅡ準備調査  
ファイナルレポート  
(公開版)  
要 約

平成30年2月  
(2018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グローバル  
日本コンサルタンツ株式会社  
パシフィックコンサルタンツ株式会社  
株式会社 トーニチコンサルタンツ  
日本工営株式会社

米ドル／日本円

1 USD = 110 JPY

ミャンマーKYAT／米ドル

1 USD = 1,360MMK

ミャンマーKYAT／日本円

1 MMK = 0.0809 JPY

ミャンマー国ヤンゴン・マンダレー鉄道整備事業フェーズⅡ準備調査  
ファイナルレポート要約

目 次

目 次

図表リスト

プロジェクト位置図

略語表

ページ

第1章 はじめに

1.1	プロジェクトの背景.....	1-1
1.2	プロジェクトの目的.....	1-2
1.3	本調査の目的.....	1-2
1.4	調査対象地域.....	1-3
1.5	調査項目 .....	1-3

第2章 需要予測のレビュー及び更新

2.1	既往調査における需要予測のレビュー.....	2-1
2.1.1	需要予測結果 .....	2-1
2.2	需要予測の更新.....	2-1
2.2.1	方法 .....	2-1
2.2.2	旅客需要予測の更新.....	2-2
2.2.3	貨物需要予測の更新.....	2-4

第3章 自然条件

3.1	気候 .....	3-1
3.1.1	調査結果 .....	3-1
3.2	地震 .....	3-4
3.2.1	ミャンマーの地震と地震帯.....	3-4
3.2.2	ミャンマーの地震記録.....	3-5
3.3	プロジェクト地域の地質と地質条件.....	3-6
3.3.1	地質概況 .....	3-6
3.3.2	地層分類 .....	3-6
3.3.3	ボーリング調査.....	3-6

第4章 鉄道システムのパラメーターと設計条件の概要

4.1	全般 .....	4-1
4.2	車両限界と建築限界.....	4-3

4.2.1	現在のMRの車両限界と建築限界.....	4-3
4.2.2	ヤンゴン・マンダレーPhaseIで提案された車両限界と建築限界.....	4-4
4.3	列車の軸重.....	4-6
4.3.1	YM-D/D(1)で提案されたMRの列車軸重.....	4-6
第5章	鉄道計画	
5.1	運転および輸送.....	5-1
5.2	線形.....	5-5
5.3	軌道と路盤.....	5-7
5.4	土構造物.....	5-10
5.4.1	土構造物の現状.....	5-11
5.4.2	土構造物に関する提案.....	5-12
5.5	鉄道橋.....	5-13
5.6	跨線橋.....	5-14
5.7	土木付帯構造物（踏切信号、フェンス等）.....	5-14
5.7.1	土木付帯構造物の現状.....	5-15
5.7.2	土木付帯構造物に関する提案.....	5-17
5.8	信号司令棟と運転指令室（OCC）.....	5-18
5.9	駅舎.....	5-18
5.10	車両計画.....	5-19
5.11	車両基地.....	5-23
5.12	信号設備.....	5-25
5.13	通信5-33	
5.14	運行監視装置.....	5-34
5.15	貨物鉄道輸送計画.....	5-36
5.16	電力供給.....	5-39
5.17	駅・ターミナル開発計画.....	5-41
5.18	旅客サービス.....	5-41
5.19	工事基本計画.....	5-43
第6章	プロジェクトコストの低減と施工期間の短縮についての検討	
6.1	標準機械化工法と大型機械化工法の比較.....	6-1
6.2	結論及び課題.....	6-2
第7章	運営・維持管理	
7.1	運営・維持管理のための制度整備.....	7-1
7.1.1	概要.....	7-1
7.1.2	組織.....	7-1
7.1.3	維持・補修.....	7-2
7.1.4	保守業務.....	7-3

---

第8章	環境社会配慮	
8.1	環境影響評価.....	8-1
8.1.1	序章.....	8-1
8.1.2	EIA 調査の結果.....	8-2
8.2	簡易住民移転計画.....	8-12
第9章	事業実施計画	
9.1	契約パッケージ.....	9-1
9.1.1	工事契約の考え方.....	9-1
9.1.2	契約パッケージ分け.....	9-1
9.2	実施スケジュール.....	9-1
第10章	事業費積算	
10.1	事業費積算の前提条件.....	10-1
10.1.1	一般的条件.....	10-1
10.1.2	その他条件.....	10-1
10.2	パッケージ毎の積算額.....	10-2
10.3	工事種別・パッケージ毎の積算額.....	10-2
10.4	フェーズ2の全体金額.....	10-2
第11章	事業評価	
11.1	基本前提条件.....	11-1
11.2	プロジェクト費用.....	11-2
11.3	経済分析.....	11-2
11.4	財務分析.....	11-3
11.5	ヤンゴン-マンダレー線回廊開発による経済ポテンシャルの増加.....	11-4
第12章	結論と提言	
12.1	結論.....	12-1
12.2	提言・留意事項.....	12-2
12.2.1	詳細設計調査（DD）時における留意事項.....	12-2
12.2.2	将来の事業実施時における留意事項.....	12-5
第13章	広報	
13.1	広報資料.....	13-1
13.2	ビジュアルプレゼンテーション資料の作成.....	13-1

## 図リスト

	ページ
図 1.4.1 調査対象区間 .....	1-3
図 2.2.1 旅客需要推計の作業フロー .....	2-2
図 2.2.2 貨物需要推計の作業フロー .....	2-2
図 2.2.3 断面旅客量（2023年：上り方向） .....	2-3
図 2.2.4 断面旅客量（2030年：上り方向） .....	2-4
図 3.1.1 ミャンマー サイクロンの経路（Since Nargis） .....	3-3
図 3.1.2 3駅における最高水位 .....	3-4
図 3.2.1 18世紀から最近のミャンマーの歴史的地震 .....	3-5
図 3.3.1 Soil profile through the project area .....	3-7
図 4.2.1 現在のMRの車両限界と建築限界 .....	4-4
図 4.2.2 ハイキューブ・コンテナと提案された車両限界 .....	4-5
図 4.2.3 提案された車両限界と建築限界 .....	4-6
図 4.3.1 提案された列車軸重 .....	4-6
図 5.1.1 DEMU 特急列車の運用ダイヤ案（調査団による案） .....	5-3
図 5.1.2 構内配線パターン .....	5-4
図 5.3.1 列車設計荷重 .....	5-8
図 5.3.2 直線区間における軌道標準断面 .....	5-10
図 5.3.3 曲線区間における軌道標準断面 .....	5-10
図 5.4.1 盛土の現況 .....	5-11
図 5.4.2 盛土の断面欠損 (Mile 44) .....	5-12
図 5.4.3 浸食防止の Stone pitching (Mile 357) .....	5-12
図 5.4.4 盛土の修復 Mile 44 地点 .....	5-12
図 5.7.1 有人踏切 .....	5-16
図 5.7.2 無人踏切 .....	5-16
図 5.7.3 レンガ積タイプおよび金網タイプ .....	5-17
図 5.10.1 提案する特急タイプの車両編成 .....	5-20
図 5.10.2 提案する特急タイプの座席配置 .....	5-20
図 5.10.3 作業範囲（赤字） .....	5-22
図 5.11.1 ネピドー車両基地の整備計画のイメージ .....	5-24
図 5.11.2 新マンダレー車両基地の整備計画のイメージ .....	5-25
図 5.12.1 信号システム更新計画（ピュンタザ～ネピドー間） .....	5-31
図 5.12.2 信号システム更新計画（キョーダウンカン～マンダレー） .....	5-32
図 5.13.1 新無線通信システム構成 .....	5-33
図 5.14.1 OCC 制御範囲図(a) バゴ－OCC .....	5-35
図 5.14.2 OCC 制御範囲図(b) タウンゲーOCC .....	5-35
図 5.14.3 OCC 制御範囲図(c) タージューOCC .....	5-35
図 5.14.4 OCC 制御範囲図(d) マンダレーOCC .....	5-36

図 5.15.1	着発線荷役の例（日本） .....	5-36
図 5.15.2	ユアード駅整備計画 .....	5-37
図 5.15.3	タージィー駅整備計画 .....	5-37
図 5.15.4	ミョウハウン駅整備計画 .....	5-38
図 5.19.1	工所用道路標準図 .....	5-44
図 7.1.1	軌道変位（狂い） .....	7-2
図 8.1.1	IEE 事業、EIA 事業における許認可プロセスと審査期間 .....	8-2
図 8.1.2	実施体制図（施工段階） .....	8-10
図 8.1.3	実施体制図（運営維持管理段階） .....	8-10



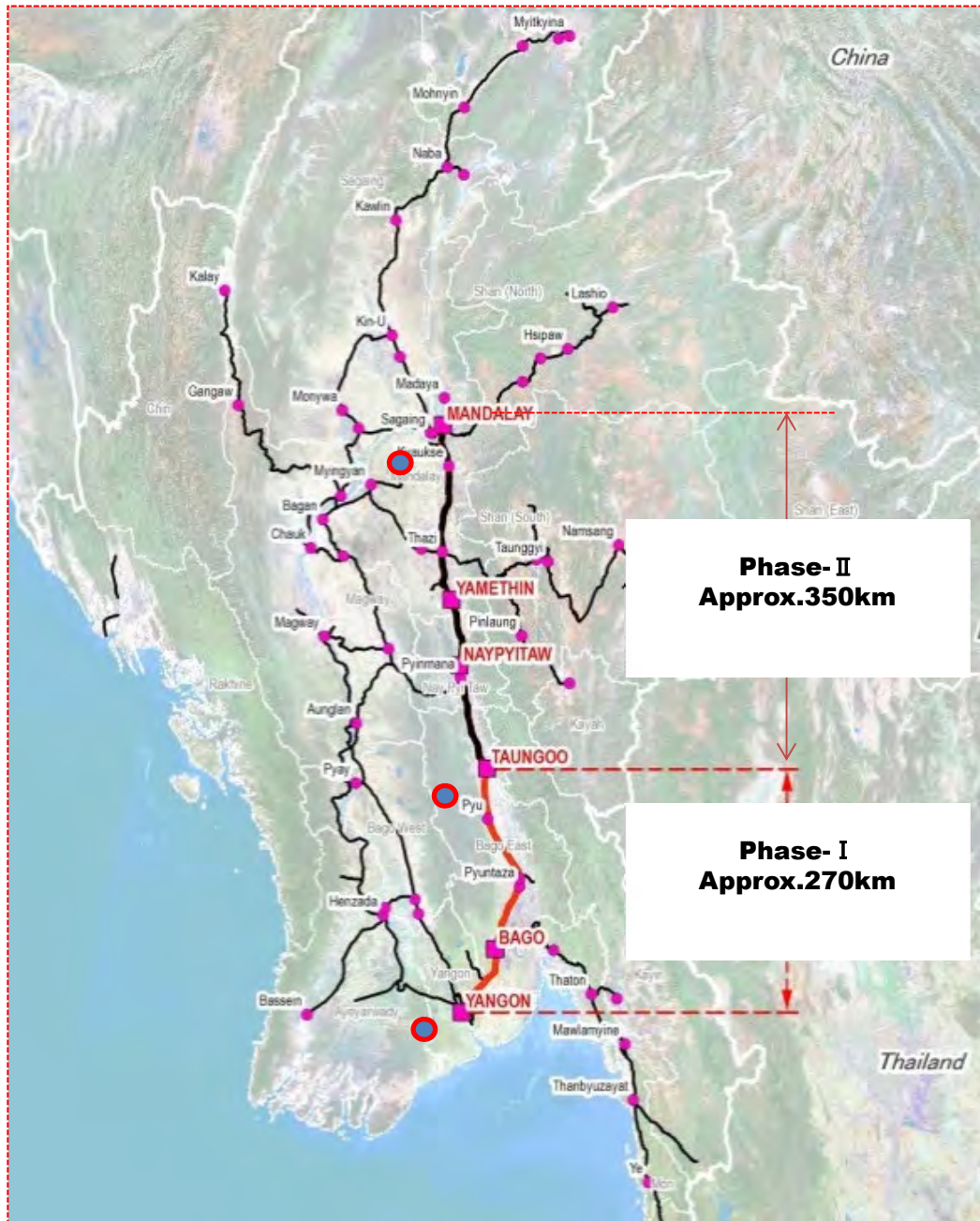
表リスト

	ページ
表 1.5.1 調査の項目 .....	1-3
表 2.1.1 YM(1)-F/S で推計された旅客需要 .....	2-1
表 2.1.2 YM(1)-F/S で推計された貨物需要 .....	2-1
表 2.2.1 ヤンゴン - マンダレー鉄道沿線における交通機関分担（鉄道改良無） .....	2-3
表 2.2.2 ヤンゴン - マンダレー鉄道沿線における交通機関分担（鉄道改良有） .....	2-3
表 2.2.3 ヤンゴン - マンダレー鉄道沿線の貨物機関分担（鉄道改良無） .....	2-4
表 2.2.4 ヤンゴン - マンダレー鉄道沿線の貨物機関分担（鉄道改良有） .....	2-5
表 2.2.5 品目別駅間貨物量（2023年：下り方向） .....	2-5
表 2.2.6 品目別駅間貨物量（2023年：上り方向） .....	2-6
表 2.2.7 品目別駅間貨物量（2030年：下り方向） .....	2-6
表 2.2.8 品目別駅間貨物量（2030年：上り方向） .....	2-7
表 3.1.1 7観測点における最高気温および最低気温（2006年～2016年） .....	3-1
表 3.1.2 7駅の観測点最高降水量および最低降水量（2006年～2016年） .....	3-2
表 3.1.3 水位の歴史的記録 .....	3-4
表 3.2.1 ミャンマーにおける地震の概要 .....	3-5
表 4.1.1 フェーズIIプロジェクトの鉄道改良計画 .....	4-1
表 5.1.1 フェーズ2における必要車両数（調査団による案） .....	5-3
表 5.1.2 駅配線案の内訳 .....	5-4
表 5.2.1 線形計画の設計基準 .....	5-5
表 5.2.2 線形改良後の曲線数 .....	5-6
表 5.2.3 速度制限が必要な曲線（DEMU） .....	5-6
表 5.2.4 架け替え橋梁リスト .....	5-7
表 5.3.1 本線の軌道構造の諸元 .....	5-8
表 5.3.2 主要諸元 .....	5-9
表 5.7.1 タウンゲー～マンダレー間の踏切数 .....	5-15
表 5.10.1 提案する特急タイプ車両の乗客定員 .....	5-20
表 5.10.2 特急タイプの車両主要諸元 .....	5-21
表 5.10.3 追加整備を必要と見込む設備リスト .....	5-22
表 5.11.1 フェーズ1における車両基地の必要能力 .....	5-23
表 5.11.2 YMにおける各車両基地の設備計画の数量 .....	5-23
表 5.12.1 改良踏切一覧表 .....	5-29
表 5.16.1 関連する電力公社 .....	5-40
表 5.19.1 工事用道路概算距離表（工区別） .....	5-44
表 6.1.1 標準機械化工法と大型機械化工法の比較 .....	6-1
表 7.1.1 軌道の整備目標値の例 .....	7-2
表 8.1.1 事業の環境カテゴリ分類（鉄道事業） .....	8-4
表 8.1.2 大気質の測定結果 .....	8-8

表 8.1.3	水質調査の結果 .....	8-8
表 8.1.4	騒音測定結果 .....	8-9
表 8.1.5	振動測定結果 .....	8-9
表 8.1.6	ステークホルダー協議の概要（スコーピング段階） .....	8-11
表 8.1.7	ステークホルダー協議の概要（EIA 報告書（案）の作成段階） .....	8-12
表 11.1.1	運用効果指標 .....	11-2
表 12.2.1	環境社会配慮上の要求事項 .....	12-4
表 13.2.1	ビジュアルプレゼンテーション資料の PR 項目 .....	13-1

プロジェクト位置図

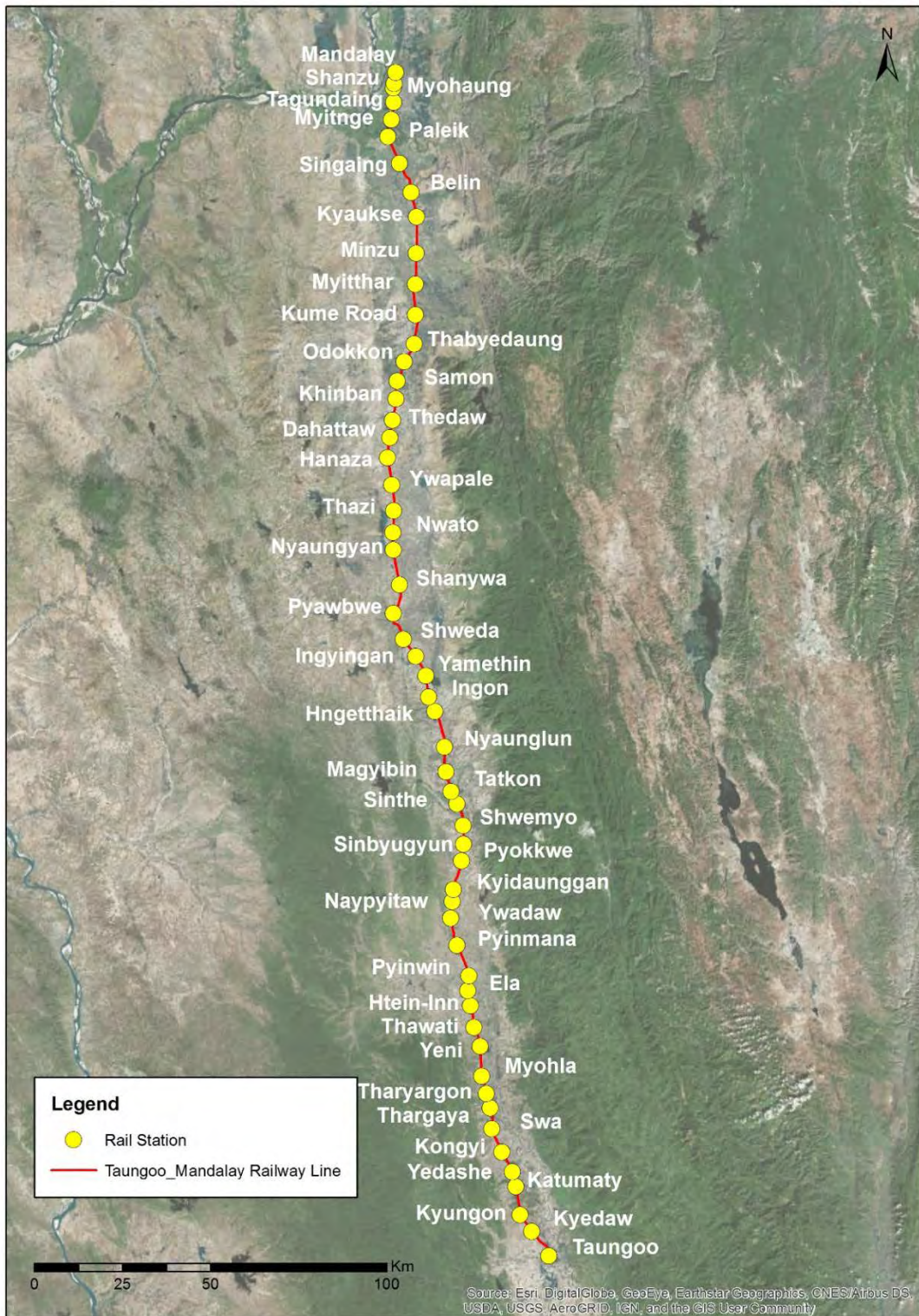
## Yangon Mandalay Railway Improvement Project (Phase II)



出典：JICA 調査団



# Republic of the Union of Myanmar



出典：JICA 調査団

## ヤンゴン・マンダレー鉄道フェーズII 駅位置図

## 略語表

No.	Abbreviation	English	日本語
1	AASHTO	American Association of State Highway and Transportation	米国全州道路交通運輸行政官協会
2	AB	Absolute Block System	駅間閉そく装置
3	ABS	Automatic Block System	自動閉そくシステム
4	AC	Alternating Current	交流
5	ACSR	Aluminium Conductors Steel Reinforced	鋼心アルミ撚り線
6	ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
7	ADPC	Asia Disaster Reduction Center	アジア防災センター
8	AEC	ASEAN Economic Community	アセアン経済共同体
9	ARAP	Abbreviated Resettlement Action. Plan	簡易住民移転計画
10	AREMA	American Railway Engineering and Maintenance Way Association	米国鉄道工学&保線協会
11	ARP	Abbreviated Resettlement Plan	簡易移転計画
12	ASEAN	Association of South-East Asian Nations	東南アジア諸国連合
13	ASTM	American Society for Testiong and Materials	米国材料試験協会
14	ATP	Automatic Train Protection	自動列車保安置置
15	ATS-S	Automatic Train Stop using S-type transponder	自動列車停止装置
16	AVR	Automatic Voltage Regulator	自動電圧調整装置
17	AW	Added Weight	付加重量
18	BD	Basic Design	基本設計
19	BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
20	BOT	Build Operate Transfer	一括事業請負後譲渡方式
21	BRT	Bus Rapid Transit	バス・ラピッド・トランジット
22	BS	British Standard	イギリス基準
23	CBD	Central Business District	中央業務地区
24	CBR	California Bearing Ratio	路床土支持比
25	COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
26	CS	Construction Supervision	施工管理
27	CSU	Continuous Speed Unit	定速回転装置

No.	Abbreviation	English	日本語
28	CTF	Cable Termination Frame	光ファイバー終端盤
29	CTS	Centralized Train Supervision	列車中央監視装置
30	CWDM	Coarse Wavelength Division Multiplexing	疎波長分割多重
31	CWR	Continuous Welded Rail	CWR ロングレール
32	DB	Dispute Board	紛争裁定委員会
33	DC	Direct Current	直流
34	DD	Detail Design	詳細設計
35	DEL	Diesel Electric Locomotive	電気式ディーゼル機関車
36	DEMU	Diesel- Electric Multiple Unit	電気式気動車
37	DL	Diesel Locomotive	ディーゼル機関車
38	DMH	Department of Meteorology and Hydrology, Myanmar	ミャンマー国気象・水文管理局
39	DMS	Detailed Measurement Survey	補償費算定調査
40	DMU	Diesel Multiple Unit	ディーゼル気動車
41	DRC	Diesel Rail Car	ディーゼルカー
42	DWIR	Drectorate of Water Resources and Improvement of River System	運輸通信省水資源河川系開発局
43	E&M	Electrical and Mechanical	鉄道電気・機械系統
44	ECC	Environmental Compliance Certificate	環境順守認証
45	ECD	Environmental Conservation Department	環境保全局
46	EG	Emergency Generator	予備発電設備
47	EI	Electronic Interlocking	電子連動装置
48	EIA	Environmental Impact Assessment	環境 影響評価
49	EIT	End of intermediate transition curve	中間緩和曲線終点
50	EMoP	Environmental Monitoring Plan	環境モニタリング計画
51	EMP	Environmental Management Plan	環境管理計画
52	EN	European Standard	ヨーロッパ基準
53	ESE	Electricity Supply Enterprise	ヤンゴン配電公社
54	ETC	End of Transition Curve	緩和曲線終点
55	F/S	Feasibility Study	協力準備調査
56	FC	Ferrule Connector	FC 形光ファイバコネクタ
57	FC	Freight Car	貨車

No.	Abbreviation	English	日本語
58	FOB	Foot Over Bridge	歩道橋
59	FRP	Fiber-Reinforced Plastics	繊維強化プラスチック
60	FWD	Falling Weight Deflectometer	フォーリング・ウェイト・デフレクトメーター
61	GAD	General Administration Department	総務局
62	GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
63	GL	Ground Level	地盤高
64	GM	General Manager	局長
65	GOJ	Government of Japan	日本政府
66	GOM	Government of Myanmar	ミャンマー政府
67	GPS	Global Positioning System	グローバルポジショニングシステム
68	GRDP	Gross Regional Domestic Product	地域内総生産
69	HF	High Frequency	短波
70	HID	High Intensity Discharge Lamp	高輝度放電ランプ
71	HT	High Tension	高圧
72	ICB	International Competitive Bidding	国際競争入札
73	IEE	Initial Environmental Examination	初期環境評価
74	I/F	Interface	インターフェース
75	IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
76	JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
77	JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
78	JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
79	JIS	Japanese Industrial Standards	日本工業規格
80	JNR	Japanese National Railways	日本国鉄
81	JST	JICA study team	JICA 調査団
82	KLN	Kerry Logistics Network	ケリー・ロジステクス物流会社
83	LC	Level Crossing	踏切
84	LED	Light Emitting Diode	発光ダイオード
85	LO	Lubricating Oil	潤滑油
86	LRT	Light Rail Transit	次世代型路面電車システム
87	LTE	Long Term Evolution(high speed wireless communication standard)	ロング・ターム・エボリューション

No.	Abbreviation	English	日本語
88	MARS	Multi Access seat Reservation System	列車予約システム
89	MD	Managing Director	総裁
90	MDB	Multilateral Development Bank	多国間開発銀行
91	MEC	Myanmar Earthquake Commitee	ミャンマー地震委員会
92	MEPE	Myanmar Electric Power Enterprise	ミャンマー電力公社
93	MESC	Mandalay Electricity Supply Corporation	電力・エネルギー省マンダレー配電会社
94	METI	Ministry of Economy, Trade and Industry	経済産業省
95	MGS	Myanmar Geosciences Society	ミャンマー地球科学学会
96	MIMU	Myanmar Information Management Unit	ミャンマー国情報管理ユニット
97	ML	Main Line	鉄道本線
98	MLIT	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan	国土交通省
99	MM	Main Motor	主電動機
100	MMI	Man Machine Interface	マンマシンインターフェース
101	MMK	Myanmar Kyat	ミャンマー チャット
102	MNBC	Myanmar National Building Codes	ミャンマー国建設基準
103	MOALI	Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation	農業畜産灌漑省
104	MOC	Ministry of Construction	建設省
105	MONREC	Ministry of Natural Resourse and Environmental Conservation	天然資源環境保全省
106	MOTC	Ministry of Transportation and Communicatoins	運輸通信省
107	MPPE	Myanmar Petroleum Product Enterprise	ミャンマー石油製品公社
108	MR	Myanma Railways	ミャンマー国鉄
109	MSH	Main Signal House	主信号室
110	MYT	Myanmar's National Transport Master Plan	ミャンマー国全国交通マスタープラン
111	NEQ	National Environmental Quality Guidelines	環境質（排出）ガイドライン
112	NLTC	Non-on-load Tap Changer	無電圧タップ切換器
113	NTP	Notice to Proceed	プロジェクト着手指示時期
114	O&M	Operation & Maintenance	運営・維持管理体制



No.	Abbreviation	English	日本語
115	OCC	Operation Control Center	指令所
116	OCC Project	The Project for Installation of Operation Control Centre System and Safety Equipment	鉄道中央監視システム及び保安器材整備事業
117	OCHA	United Nations Office for Coordination of Humanitarian Affairs	国連人道問題調整事務所
118	ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
119	OECD	Organization for Economic Co-operation and Development	経済協力開発機構
120	OFC	Optical Fiber Cable	光ファイバーケーブル
121	OTC	Overhead Traveling Crane	天井走行クレーン
122	OTDR	Optical Time Domain Reflectometer	光パルス試験器
123	P/Q	Pre-Qualification	事前資格審査
124	PAPs	Project Affected Persons	プロジェクトの影響を受ける人々
125	PAUs	Project Affected Units	プロジェクトの影響を受ける住宅と店舗
126	PC	Prestressed Concrete	プレストレストコンクリート
127	PGA	Peak Ground Acceleration	表面最大加速度
128	PGD	Peak Ground Displacement	表面最大変位
129	PGV	Peak Ground Velocity	表面最大速度
130	PMU	Project Management Unit	プロジェクト管理ユニット
131	PPP	Public-Private Partnership	官民パートナーシップ
132	PSHA	Probabilistic Seismic Hazard Analysis	確率論的地震ハザード解析
133	PIS	Passenger Information System	旅客案内設備
134	PVC	Poly Vinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
135	PWM	Pulse Width Modulation	パルス幅変調
136	QA and QC Plan	Quality Assurance and Quality Control Plan	品質保証管理計画
137	RBE	Rail Bus Engine	レールバス
138	RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
139	Rf	Rectifier	整流器
140	RGL	Resources Group Logistics	リソースグループロジスティクス社
141	RH	Relay Hut	継電連動器小屋

No.	Abbreviation	English	日本語
142	RI	Relay Interlocking	継電連動装置
143	ROB	Road Over Bridge	跨線橋
144	ROW	Right of Way	用地、通行権
145	SA	Spectal Acceleration	加速スペクトル
146	SAC	Spaced Aerial Cable	架空ケーブル
147	SBD	Standard Bidding Documents	標準入札図書
148	SC	Scissors crossing	交差渡り線
149	SDR	Social Discount Rate	社会的割引率
150	SIL	Safety Integrity Level	安全度水準
151	SL	Survey Center line	測量中心
152	SM	Single Mode	シングルモード
153	SPAD	Signal Passed At Danger	信号冒進.
154	SPT	Standard Penetration Test	標準貫入試験
155	SSI	Solid State Interlocking	電子連動装置
156	STEP	Special Terms for Economic Partnership	本邦技術活用条件
157	STM	Synchronous Transfer Mode	同期転送モード
158	SW	Switch	スイッチ
159	T/C	Technical Committee	技術委員会
160	TA	Tender Assistance	入札補助
161	TAC	Technical Advisory Committee	技術諮問委員会
162	TCL	Transition Curve Length	緩和曲線の長さ
163	TEU	Twenty Foot Equivalent Unit	20 フィートコンテナ換算個数
164	TID	Train Information Display	列車情報表示
165	TMS	Train Monitoring System	列車監視システム
166	TN	Turnout	分岐器
167	T-N	Total Nitrogen	窒素量合計
168	TOD	Transit Oriented Development	公共交通指向型開発
169	T-P	Total Phosphorus	リン量合計
170	TRS	Ticket Reservation System	チケット予約システム
171	UHF	Ultra High Frequency	極超短波
172	UIC	International Union of Railways	国際鉄道連合

No.	Abbreviation	English	日本語
173	UPS	Uninterruptible Power Supply	無停電電源装置
174	VAT	Value Added Tax	付加価値税
175	VHF	Very High Frequency	超音波
176	VR	Variable Resistance	可変抵抗
177	YCDC	Yangon City Development Committee	ヤンゴン市開発委員会
178	YCR	Yangon Circular Railway	ヤンゴン環状鉄道
179	YCR-F/S	Feasibility Study of the Yangon Circular Railway Line Upgrading Project	ヤンゴン環状鉄道改修事業準備調査
180	YCR-MR/BD	Supporting Consulting Services for the Yangon Circular Railway Upgrading Project (for MR Works)	ヤンゴン環状鉄道改修事業準備調査 (ファスト・トラック制度適用案件) 第3段階
181	YCR-RS/BD	Basic Design Study of the Yangon Circular Railway Line Upgrading Project	ヤンゴン環状鉄道改修事業詳細設計調査
182	YESC	Yangon Electricity Supply Corporation	ヤンゴン配電公社
183	YM	Yangon-Mandalay Railway	ヤンゴン-マンダレー鉄道
184	YM-D/D(1)	Detailed Design for Yangon-Mandalay Railway Improvement Project Phase I	ヤンゴン・マンダレー鉄道改修事業詳細設計調査フェーズ1
185	YUTRA	Comprehensive Urban Transport Master Plan of the Greater Yangon	ヤンゴン都市総合交通マスタープラン

## 駅名(フェーズⅠ)

NO	STATION NAME	KILOPOST	MILEAGE	JAPANESE
1	Yangon	0	0	ヤンゴン
2	Pazundaung	1.61	1	パズンダウン
3	Mahlwagon	4.02	2.5	マルワーゴン
4	Thin gan gyun	7.24	4.5	ティンガンジュン
5	Toegyaungkalay	11.67	7.25	トージャウンガレー
6	Ywathagyi	20.52	12.75	イワタジー
7	Laydaungkan	25.75	16	レーダウカン
8	Darbain	36.15	22.46	ダーベイン
9	Tongyi	48.68	30.25	トウンジー
10	Kyauktan	55.12	34.25	チャウタン
11	Tawa	61.56	38.25	ターワ
12	Payathonzu	68.4	42.5	パヤートンズー
13	Bago	74.83	46.5	バゴー
14	Shwele	83.24	51.72	シュエリー
15	Payagyi	91.73	57	パヤジー
16	Pyinbongyi	104.12	64.7	ピンボンジー
17	Kadok	114.26	71	カドッ
18	Paungdawthi	121.91	75.75	パウンドーティー
19	Eimshaylayse	126	78.75	エインチェリセ
20	Daiku	130.76	81.25	ダイウー
21	Pyuntaza	141.22	87.75	ピュンタザ
22	Nyaung le bin	149.27	97.47	ニャウレービン
23	Tawwi	156.86	97.47	トーウィ
24	Pein za lok	163.75	101.75	ペインゼロク
25	Tha tegon	170.59	106	ダデーゴン
26	Kyauktaga	175.02	108.75	チャウタカ
27	Penwegan	183.87	114.25	ペヌエゴン
28	Taw gywe in	191.51	119	トーチャエイン

NO	STATION NAME	KILOPOST	MILEAGE	JAPANESE
29	Kanyutk win	199.08	123.7	カニユックイン
30	Nyaung bintha	206.8	128.5	ニャウンビンター
31	Pyu	216.05	134.25	ピュー
32	Zeya wadi	222.49	138.25	ゼヤワディ
33	Nyaungchidauk	230.54	143.25	ニャウンチーダウ
34	Kywebwe	240.19	149.25	チョウェブエ
35	Banbwegon	245.83	152.75	バンブイゴン
36	Oktwin	254.68	158.25	オートウィン
37	Thaung dai gon	260.31	161.75	タウンダイゴン
38	Taungoo	267.15	166	タウングー

## 駅名(フェーズⅡ)

NO	STATION NAME	KILOPOST	MILEAGE	JAPANESE
38	TAUNGOO	267.15	166	タウンゲー
39	KYEDAW	276.5	171-3/4	チェードー
40	KYUNGON	282.5	175-1/2	キュンゴン
41	KAYTUMADI	290.5	180-1/2	キェトウマディ
42	YEDASHE	295	183-1/4	ユェダーシェー
43	KONGYI	301.5	187	コンギイー
44	SWA	308.5	191-1/2	ソア
45	THAGAYA	314.5	195-1/2	ターガヤ
46	THARYARGON	318.5	197-23/24	ターヤーゴン
47	MYOHLA	324	201-1/4	ミョラ
48	YENI	332.5	206-1/2	イエニ
49	THAWATI	338	210	タァーウーティ
50	HTEININN	344.5	214	ティンイン
51	ELA	349	216-3/4	エラ
52	PYIWIN	353.5	219-1/4	プイーウン
53	PYINMANA	362	225	ピンマナ
54	YWADAW	370	230	ユアード
55	NAYPYITAW	370	232	ネピドー
56	KYIDAUNGGKAN	378.5	235-1/4	キイーダウンカン
57	PYOKKWE	387	240-1/2	ピッココン
58	SINBYUGYUN	392	243-1/2	シンビュチョン
59	SHWEMYO	397	246-3/4	シュエーミョン
60	SINTHE	404	251	シンテェ
61	TATKON	407.5	253-1/2	タッココン
62	MAGYIBIN	414	257-1/2	マギイービン
63	NYAUNGLUN	420.5	261-1/2	ニャウロン
64	HNGETTHAIK	431	268	ネェッタイ
65	INGON	435.5	270-3/4	インゴン

NO	STATION NAME	KILOPOST	MILEAGE	JAPANESE
66	YAMETHIN (YMA)	441.5	274-1/2	ヤメティン
67	INGYINGAN	448	278-1/2	インギガン
68	SHWEDA	454	282-1/2	シュウエダー
69	PYAWBWE	462.5	287-1/2	ピョービュー
70	SHANYWA	471	292-3/4	シャンユア
71	NYAUNGYAN	481	299-1/4	ニャウヤン
72	NWATO	486	302-1/4	ナトオー
73	THAZI	492.5	306	タージイー
74	YWAPALE	499.5	310-1/2	ユアパレ
75	HANZA	507.5	315-1/2	ハンザ
76	DAHATTAW	512	318-1/4	ダハッター
77	THEDAW	517	322-1/4	テェドー
78	KHINBAN	523.5	325-3/4	キンバン
79	SAMON	530	329	サモン
80	ODOKKON	534.5	332-1/2	オウトッコン
81	THABYEDAUNG	541	336-1/4	タビュータウン
82	KUME ROAD	549.5	341-1/2	クメラン
83	MYITTHA	558.5	347	ミッター
84	MINZU	567	352-1/2	ミンズ
85	KYAUKSE	578	359-1/4	キョッセ
86	BELIN	585	363-1/2	ビェリン
87	SINGAING	594	369	シンガイー
88	PALEIK	602	374-1/4	パッレ
89	MYITNGE	607	377-3/4	ミインゲ
90	TAGUNDAING	611.5	380-1/2	タグンダイー
91	MYOHAUNG	616	382-3/4	ミョウハウン
92	SHANZU	617.5	384	シャンズ
93	MANDALAY	620.5	385-1/2	マンダレー

## 第1章 はじめに

### 1.1 プロジェクトの背景

ヤンゴン・マンダレー鉄道は、ミャンマー国鉄（MR）が管轄する総延長 6,072km（2015 年）のうち、ミャンマー最大の都市ヤンゴン、新首都ネピドーを経由して第 2 の都市マンダレーを結ぶ、延長約 620km の鉄道である。同路線は合計 96 駅（貨物駅を含む）を有する複線・非電化の路線で、2007 年に最後の単線区間である、チェウセ・マンダレー間が複線化されて、全線が複線となった。また、2009 年にはネピドーに新駅が開業し、三つの主要都市を結ぶミャンマーの最重要路線となっている。



出典：JICA 調査団

写真 1.1.1 長距離列車

このヤンゴン・マンダレー鉄道が通過するヤンゴン地域、バゴー地域、マンダレー地域には、ミャンマー国全人口の 37%である 1,955 万人（2014 年）が居住しており、MR の路線の中の重要幹線である。

ヤンゴン・マンダレー鉄道による旅客・貨物の輸送需要が高まる一方、長年にわたる鉄道施設の保守整備が十分に行われてこなかったため、軌道整備不足による軌道の狂いによる列車事故が発生しており、また、橋梁の老朽化・劣化により、列車の速度を上げることができず、安全かつ安定した列車運行がきわめて難しい状況となっている。そのため、現在、物流の主役は道路輸送に取って代われ、特に、旅客輸送はヤンゴン・マンダレー間の高速道路による高速バスの所要時間が 11~12 時間であるのに対し、鉄道での所要時間は約 14 時間である。

今後、ミャンマー国の経済発展を図るうえで、鉄道による適切な輸送分担は不可欠である。2013 年 1 月に実施されたミャンマー開発協力フォーラムでは、当時の鉄道運輸省（MORT）がヤンゴン・マンダレー間の鉄道改良と近代化事業を最優先事業として位置付けた。これを受けた形で、JICA は、全国運輸交通プログラム形成準備調査（マスタープラン）を実施し、ミャンマー国側よりヤンゴン・マンダレー鉄道の改良・近代化事業に係る FS が要請され、実施に至っている。

FS 調査においては、改良・近代化事業が国家経済的にも財務収益性の見地からも、優先的に推進すべきであると結論づけられている。これを受け、ヤンゴン・マンダレー鉄道のうちのヤンゴン・タウングー間の輸送施設・設備の更新、近代化を行うため、2014 年 9 月にはフェーズⅠ 第Ⅰ期の円借款契約が、2017 年 3 月にはフェーズⅠ 第Ⅱ期の円借款契約の締結に至って



いる。現在実施されているフェーズⅠについては、既に詳細設計調査が完了し、現在コントラクターの調達を進めている段階である。

ヤンゴン・マンダレー鉄道整備事業は、日本政府の対ミャンマー経済協力方針（2012年4月）の重点分野の一つである「持続的経済成長のために必要なインフラ整備の支援」、そして新政权を立ち上げた国民民主連盟の「経済政策（Economic Policy）」（2016年7月）の重要政策中の「基礎的経済インフラの迅速な整備」に合致するものである。また、2016年11月に公表された「日ミャンマー協力プログラム」において、日緬両国政府間で共通認識のもとに効果的な協力を実施していくための9つの協力プログラムの中の、Ⅳ「地方と都市を結ぶ運輸インフラ整備」の中に、これから着手するプロジェクトとして位置づけられている。

本調査は上記の背景、並びにミャンマー運輸・通信大臣からヤンゴン・マンダレー鉄道の全区間の早期改修完了の要請を受け、フェーズⅡをタウンゲー・マンダレー間とし、「ヤンゴン・マンダレー鉄道整備事業フェーズⅡ」（以下、本事業）の審査に必要な調査として実施されることになった。

## 1.2 プロジェクトの目的

本事業の目的は、ヤンゴン・マンダレー間の既存路線の老朽化したインフラ・周辺設備の改修し、近代化により安全性と運行速度を向上させることで、輸送コストの減少、旅客・貨物輸送量の増加を図り、国家経済の発展と国民の生活の質向上に貢献することである。最高運行速度100km/hを達成し、ヤンゴン・マンダレー間の鉄道による所要時間を8時間以内に収めることを技術面の目標として掲げている。プロジェクトの事業概要

本プロジェクトの事業概要を以下に示す、

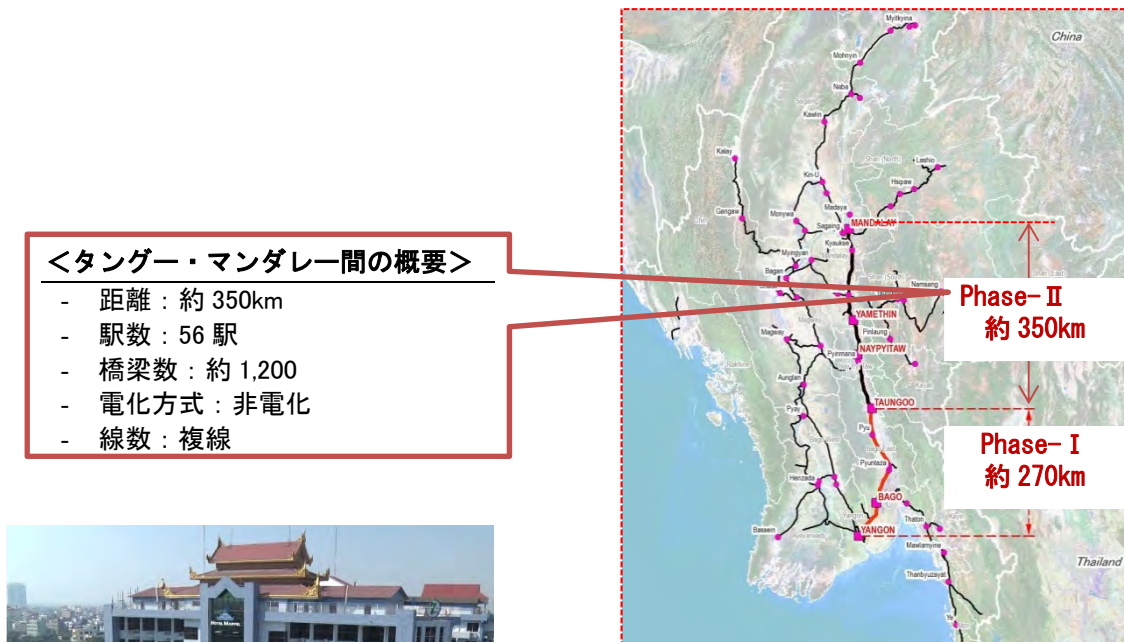
- 1) 軌道工事および土木・駅建築工事
- 2) 信号および通信の更新
- 3) 新車両（DEMU）の導入
- 4) 鉄道貨物輸送の改善
- 5) 旅客サービスの改善

## 1.3 本調査の目的

本調査は、ヤンゴン・マンダレー鉄道、タウンゲー・マンダレー間において、本事業の目的、概要、事業費、実施スケジュール、実施方法（調達・施工）、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境社会配慮等、有償資金協力事業を形成するための審査に必要な調査を行うことを目的とする。

## 1.4 調査対象地域

本調査の対象は、ヤンゴン・マンダレー鉄道のうち、フェーズⅡのタングー・マンダレー間、約 350km 区間である。



出典：JICA 調査団

写真 1.4.1 マンダレー駅

図 1.4.1 調査対象区間

## 1.5 調査項目

調査項目を示す。

表 1.5.1 調査の項目

No	調査項目
【1】	インセプション・レポートの説明・協議
【2】	既存資料・調査結果及び需要予測のレビュー及び更新
【2-1】	既存資料・調査結果との整合性にかかるレビュー及び更新
【2-2】	運行・維持管理計画のレビュー及び更新
【2-3】	需要予測のレビュー及び更新
【2-4】	サービス水準の検討
【2-5】	ヤンゴン・マンダレー鉄道整備事業フェーズⅠにおける事業計画のレビュー
【3】	自然条件調査、既存資機材及び施設の状況調査

No	調査項目
【4】	事業計画の策定
【4-1】	路線計画のレビュー
【4-2】	土木・施設計画
【4-3】	建築・設備計画
【4-4】	駅施設・附帯構造物計画
【4-5】	線形・配線計画
【4-6】	運行計画
【4-7】	車両計画
【4-8】	車両基地計画
【4-9】	貨物設備・コンテナ計画
【4-10】	信号・通信設備計画
【4-11】	電気・機械・設備計画
【4-12】	保安機材計画
【4-13】	旅客サービス資機材計画
【4-14】	駅開発・ターミナル整備計画及び交通結節点整備計画
【4-15】	車両現地生産化概略計画
【4-16】	事業計画
【4-17】	資金計画
【5】	インテリム・レポートⅠの作成及び協議
【6】	協力対象スコープにかかる事業設計・積算
【6-1】	概略設計
【6-2】	事業費積算
【7】	協力対象スコープにかかる事業実施計画の策定
【7-1】	調達計画・調達方法の検討
【7-2】	事業実施スケジュール
【7-3】	建設期間中の交通管理計画及び安全管理計画の検討
【7-4】	資金計画の検討
【7-5】	事業実施計画
【7-6】	円借款事業スコープにかかる検討
【7-7】	事業実施計画上の留意事項（外部条件、リスクを含む）
【7-8】	事業費縮減策及び事業スケジュール短縮策の検討
【8】	事業実施体制のレビュー
【9】	環境社会配慮
【9-1】	主要な環境社会影響項目の予想・評価、及び緩和策、モニタリング計画案の作成
【9-2】	用地取得・住民移転計画の作成支援
【10】	事業効果の策定
【10-1】	定量的効果の検証
【10-2】	定性的効果の検証
【11】	インテリム・レポートⅡの作成及び協議
【12】	本事業のビジュアルプレゼンテーション資料の作成
【13】	事業実施にあたっての留意点
【13-1】	事業実施及び整備主体・体制にかかる留意点（詳細設計・入札・施工段階を含む）
【13-2】	事業運営・維持管理体制にかかる留意点及び提言
【13-3】	意思決定プロセスの合理化
【14】	関連セミナー開催支援
【15】	結論と提言
【16】	ドラフトファイナルレポートの作成及び協議
【17】	ファイナルレポートの作成

## 第2章 需要予測のレビュー及び更新

### 2.1 既往調査における需要予測のレビュー

#### 2.1.1 需要予測結果

YM(1)-F/S における需要予測結果は以下の通りである。2023 年および 2030 年の旅客需要は 82 千人／日、155 千人／日と推計されている。貨物については、2023 年および 2030 年において、それぞれ、17.1 千トン／日、42.2 千トン／日と推計されている。

表 2.1.1 YM(1)-F/S で推計された旅客需要

(単位：千人)

年	1日当たりの乗客数	1日当たりの最大断面 旅客量	最大断面区間
2023	82	43.5	Laydauntkan-Dabain
2030	155	80.0	Laydauntkan-Dabain

出典：YM(1)-F/S

表 2.1.2 YM(1)-F/S で推計された貨物需要

(単位：千トン)

年	1日当たりの貨物量	1日当たりの最大断面 貨物量	最大断面区間
2023	17.1	17.1	Yangon-Taungoo
2030	42.2	42.4	Yangon-Taungoo

出典：YM(1)-F/S

### 2.2 需要予測の更新

#### 2.2.1 方法

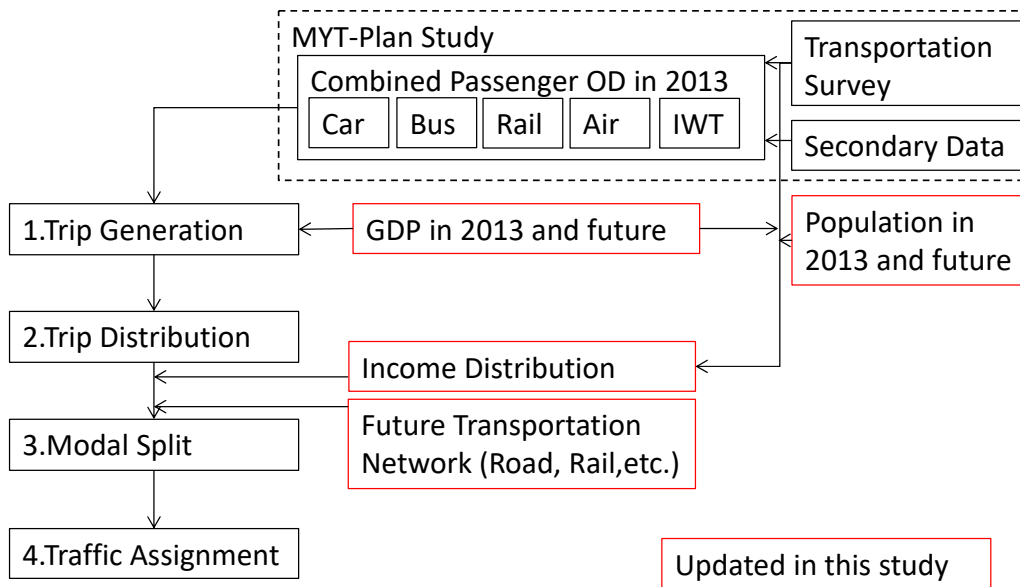
本調査においても、YM(1)-F/S 時と同様に MYT-Plan で構築された需要予測モデルを用い、四段階推定法により貨物および旅客需要予測を行った。YM(1)-F/S 調査後の前提条件の変化を考慮し、社会経済フレームおよび将来交通ネットワークを更新した。特に、以下の項目について更新を行った。

人口：人口センサス（2014 年）

GRDP：最新の経済統計指標

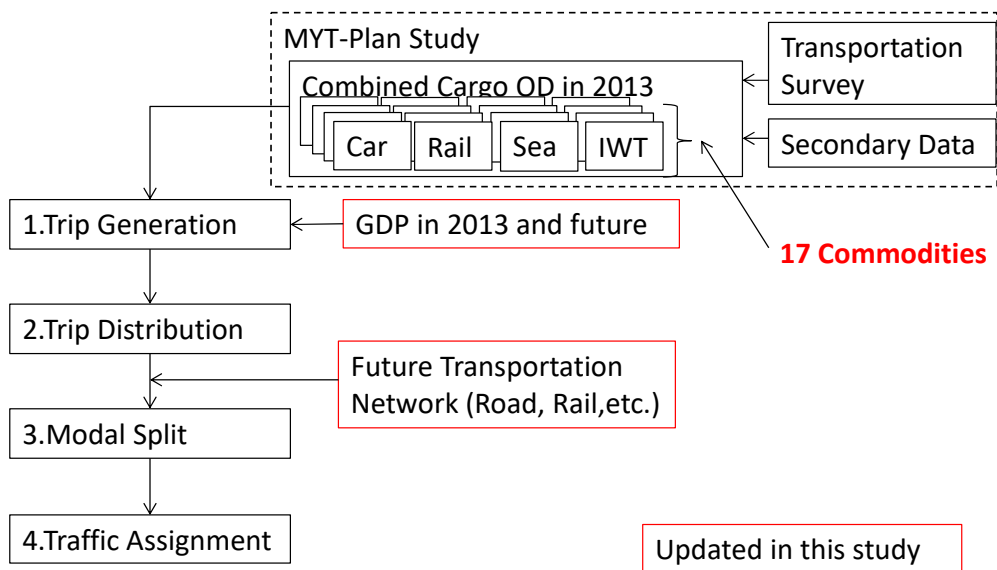
道路整備計画：高速道路のトラック通行方策、有料道路料金

鉄道整備計画：PPP による燃料輸送、ドライポートプロジェクト



出典：YM(1)-F/S

図 2.2.1 旅客需要推計の作業フロー



出典：YM(1)-F/S

図 2.2.2 貨物需要推計の作業フロー

## 2.2.2 旅客需要予測の更新

### (1) 旅客需要予測

以下に鉄道改良有／無のケース毎のヤンゴン・マンダレー鉄道沿線の将来の交通機関分担率を示す。ヤンゴン・マンダレー鉄道の改良により、2030年の沿線における鉄道の分担率は13%から15%に増加することが推計された。

2023年、2030年の一日あたり旅客量は、それぞれ80,700人、132,400人と推計された。

表 2.2.1 ヤンゴン - マンダレー鉄道沿線における交通機関分担（鉄道改良無）

（単位：1000人／日）

旅客量	航空	自家用車	内陸水運	鉄道	バス	合計
2013	1.6	53.9	2.1	22.5	83.3	163.3
2023	18.6	173.6	0.6	65.4	180.6	438.7
2030	51.8	366.3	1.2	111.0	357.2	887.5
シェア	航空	自家用車	内陸水運	鉄道	バス	合計
2013	1.0%	33.0%	1.3%	13.8%	51.0%	100%
2023	4.2%	39.6%	0.1%	14.9%	41.2%	100%
2030	5.8%	41.3%	0.1%	12.5%	40.2%	100%

出典：JICA 調査団

表 2.2.2 ヤンゴン - マンダレー鉄道沿線における交通機関分担（鉄道改良有）

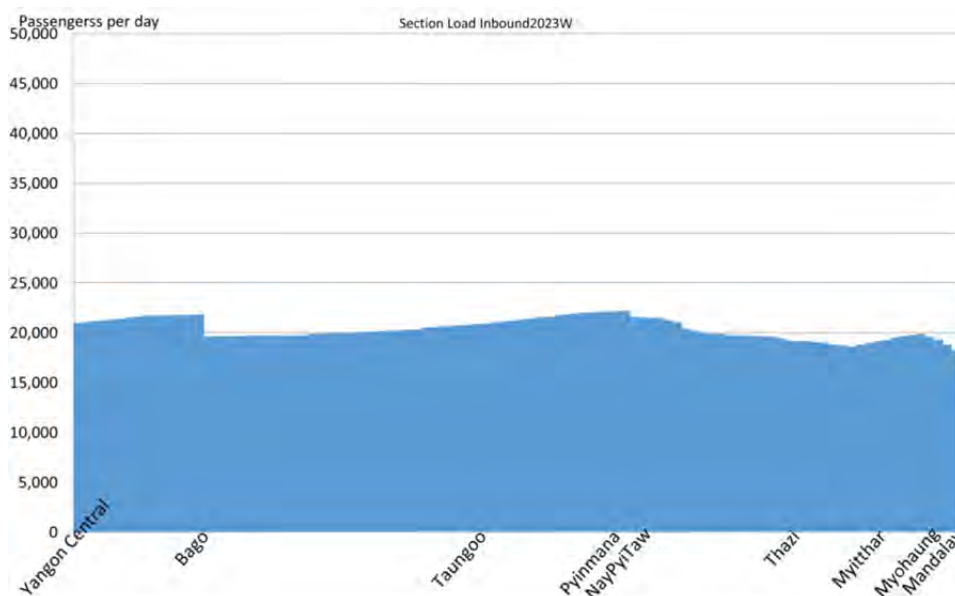
（単位：1000人／日）

旅客量	航空	自家用車	内陸水運	鉄道	バス	合計
2023	17.2	169.2	0.7	80.7	171.0	438.7
2030	49.5	357.7	1.3	132.4	346.6	887.5
シェア	航空	自家用車	内陸水運	鉄道	バス	合計
2023	3.9%	38.6%	0.2%	18.4%	39.0%	100%
2030	5.6%	40.3%	0.1%	14.9%	39.1%	100%

出典：JICA 調査団

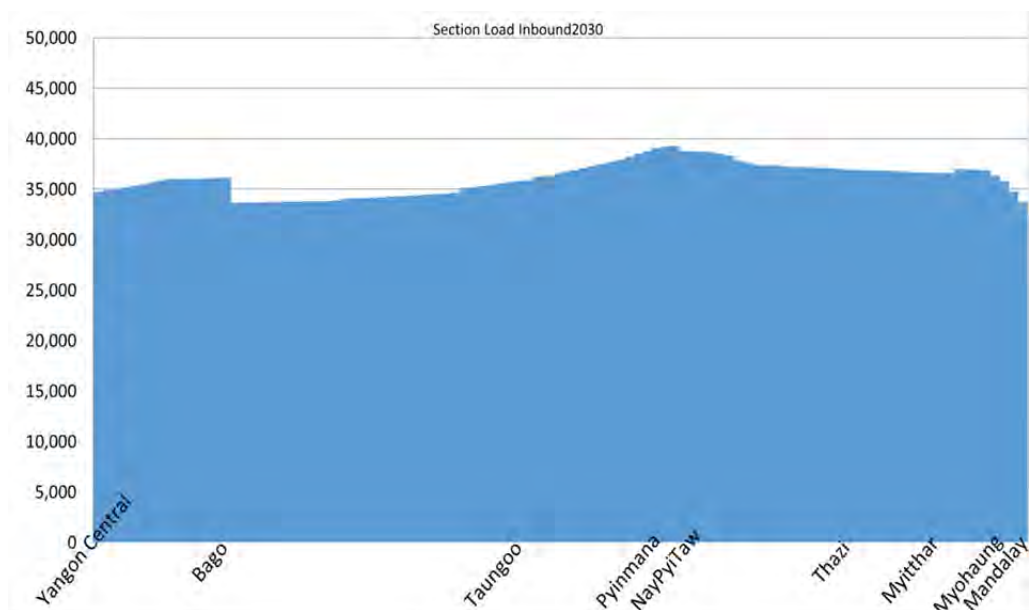
## (2) ヤンゴン - マンダレー鉄道の旅客需要予測結果

最大断面はユアード - ネピドー区間で2023年22,000（上り方向）人／日、2030年39,300（上り方向）人／日と推計された。



出典：JICA 調査団

図 2.2.3 断面旅客量（2023年：上り方向）



出典：JICA 調査団

図 2.2.4 断面旅客量 (2030年：上り方向)

## 2.2.3 貨物需要予測の更新

### (1) 貨物需要予測

以下にヤンゴン - マンダレー鉄道沿線における改良有／無のケース別の交通機関分担量の推計結果を示す。ヤンゴン - マンダレー鉄道の改修により鉄道の分担率が2030年で5%から11%に増加することが推計された。

表 2.2.3 ヤンゴン - マンダレー鉄道沿線の貨物機関分担 (鉄道改良無)

(単位：千トン／日)

Cargo Volume	Truck	Rail	IWT	Total
2013	79.2	5.4	5.5	90.1
2023	146.3	9.7	30.7	186.7
2030	294.5	17.2	68.2	379.9
Share	Truck	Rail	IWT	Total
2013	89.7%	6.0%	6.1%	100%
2023	78.4%	5.2%	16.4%	100%
2030	77.5%	4.5%	18.0%	100%

出典：JICA 調査団

表 2.2.4 ヤンゴン - マンダレー鉄道沿線の貨物機関分担（鉄道改良有）

（単位：千トン／日）

Cargo Volume	Truck	Rail	IWT	Total
2023	135.1	20.9	30.7	186.7
2030	271.5	40.7	67.7	379.9
Share	Truck	Rail	IWT	Total
2023	72.4%	11.2%	16.4%	100%
2030	71.5%	10.7%	17.8%	100%

出典：JICA 調査団

## (2) ヤンゴン - マンダレー鉄道の貨物需要予測結果

前述の需要予測モデルを用いて、ヤンゴン - マンダレー鉄道の駅間貨物量を推計した。マンダレー地域では、バルク貨物はミョンハン駅で、コンテナ貨物はミンゲ駅で取扱うものとして推計を行った。ヤンゴン - マンダレー鉄道の取扱い貨物量は、2023 年は 21 千トン／日、2030 年は 41 千トン／日と推計された。

表 2.2.5 品目別駅間貨物量（2023 年：下り方向）

（単位：トン／日）

Commodity	Yangon					Total
	Myohaung	Myinge	Thazi	Pyinmana	Taungoo	
1 Live Animal & Animal Products	0	0	0	0	0	0
2 Fish and Aquatic Products	0	0	0	0	0	0
3 Vegetable and Fruits	0	0	0	0	0	0
4 Grain and Grain Products	153	0	2	0	1	157
5 Other Agricultural Products (ex. Plantation Product)	0	199	0	1	1	201
6 Foodstuff, Beverage and Animal Food	0	1,068	137	93	23	1,321
7 Petroleum, Oil and Gas	5,177	0	0	0	0	5,177
8 Coal, Ore, Stone and Sand	18	0	3	6	0	26
9 Cement, Construction Material (incl. steel - frame)	5,672	0	186	21	65	5,944
10 Fertilizer (incl. Urea)	0	43	0	0	0	43
11 Garment, Textiles and fabric	0	54	0	0	0	54
12 Wood and Wood Products	0	120	0	0	0	120
13 Paper and Printed Matter	0	137	0	0	0	138
14 Metal and Metal Products (excl. construction material)	435	0	2	0	0	437
15 Industrial Material, Chemicals	0	866	28	34	4	931
16 Household articles, miscellaneous	0	142	2	4	3	151
17 Machinery and Parts, Transportation	0	80	1	6	1	88
Total	11,455	2,708	360	167	99	14,788

出典：JICA 調査団



表 2.2.6 品目別駅間貨物量 (2023年：上り方向)

単位：トン/日

Commodity	Myohaung	Myinge	Thazi	Pyinmana	Taungoo	Total
	Yangon					
1 Live Animal & Animal Products	0	0	0	0	0	0
2 Fish and Aquatic Products	0	0	0	0	0	0
3 Vegetable and Fruits	0	0	0	0	0	0
4 Grain and Grain Products	138	0	2	10	8	158
5 Other Agricultural Products (ex. Plantation Product)	0	444	0	1	2	447
6 Foodstuff, Beverage and Animal Food	0	442	24	47	27	540
7 Petroleum, Oil and Gas	564	0	0	0	0	564
8 Coal, Ore, Stone and Sand	151	0	0	9	83	244
9 Cement, Construction Material (incl. steel - frame)	231	0	27	54	24	336
10 Fertilizer (incl. Urea)	0	59	0	0	0	59
11 Garment, Textiles and fabric	0	75	2	0	0	76
12 Wood and Wood Products	0	2,375	11	4	577	2,967
13 Paper and Printed Matter	0	24	0	0	0	24
14 Metal and Metal Products (excl. construction material)	58	0	0	0	0	58
15 Industrial Material, Chemicals	0	880	3	5	2	890
16 Household articles, miscellaneous	0	68	0	1	3	72
17 Machinery and Parts, Transportation	0	18	0	0	0	18
Total	1,142	4,384	70	131	726	6,452

出典：JICA 調査団

表 2.2.7 品目別駅間貨物量 (2030年：下り方向)

単位：トン/日

Commodity	Yangon					Total
	Myohaung	Myinge	Thazi	Pyinmana	Taungoo	
1 Live Animal & Animal Products	0	0	0	0	0	0
2 Fish and Aquatic Products	0	0	0	0	0	0
3 Vegetable and Fruits	0	0	0	0	0	0
4 Grain and Grain Products	249	0	4	1	0	254
5 Other Agricultural Products (ex. Plantation Product)	0	358	0	1	0	359
6 Foodstuff, Beverage and Animal Food	0	1,863	247	120	19	2,249
7 Petroleum, Oil and Gas	10,183	0	0	0	0	10,183
8 Coal, Ore, Stone and Sand	54	0	4	12	0	69
9 Cement, Construction Material (incl. steel - frame)	13,183	0	246	26	29	13,484
10 Fertilizer (incl. Urea)	0	68	0	0	0	68
11 Garment, Textiles and fabric	0	90	0	0	0	91
12 Wood and Wood Products	0	155	0	0	0	155
13 Paper and Printed Matter	0	180	1	0	0	181
14 Metal and Metal Products (excl. construction material)	765	0	3	1	0	768
15 Industrial Material, Chemicals	0	1,319	52	16	0	1,387
16 Household articles, miscellaneous	0	268	2	5	2	278
17 Machinery and Parts, Transportation	0	121	2	6	1	129
Total	24,433	4,422	561	188	52	29,656

出典：JICA 調査団

表 2.2.8 品目別駅間貨物量 (2030年：上り方向)

(単位：トン/日)

2030		Myohaung	Myinge	Thazi	Pyinmana	Taungoo	Total
		Yangon					
1	Live Animal & Animal Products	0	0	0	0	0	0
2	Fish and Aquatic Products	0	0	0	0	0	0
3	Vegetable and Fruits	0	0	0	0	0	0
4	Grain and Grain Products	305		4	12	4	326
5	Other Agricultural Products (ex. Plantation Product)	0	977	0	1	0	979
6	Foodstuff, Beverage and Animal Food	0	710	31	55	19	815
7	Petroleum, Oil and Gas	2,618	0	0	0	0	2,618
8	Coal, Ore, Stone and Sand	416	0	1	18	169	605
9	Cement, Construction Material (incl. steel - frame)	293	0	76	6	7	381
10	Fertilizer (incl. Urea)	0	54	0	0	0	54
11	Garment, Textiles and fabric	0	84	3	0	0	87
12	Wood and Wood Products	0	3,724	11	3	158	3,896
13	Paper and Printed Matter	0	40	0	0	0	40
14	Metal and Metal Products (excl. construction material)	107	0	0	0	0	107
15	Industrial Material, Chemicals	0	1,542	2	2	1	1,546
16	Household articles, miscellaneous	0	118	0	0	2	121
17	Machinery and Parts, Transportation	0	32	0	0	0	32
Total		3,739	7,280	128	98	361	11,606

出典：JICA 調査団

## 第3章 自然条件

### 3.1 気候

#### 3.1.1 調査結果

##### (1) 気象

###### 1) 気候

ミャンマーの気候は熱帯モンスーン気候である。モンスーンの影響を大きく受け、日差しは強く、降水量および湿度が高い。

###### 2) 気温

タウンゲー・マンダレー間沿線の気温の観測結果を表 3.1.1 に示す。

表 3.1.1 7 観測点における最高気温および最低気温（2006 年～2016 年）

Station Name	Month (max)	Highest Temp (avg) (°C)	Month (min)	Lowest Temp (avg) (°C)
タウンゲー	Mar-May	40.0-44.0	Dec-Feb	10.0-12.5
ピンマナ	Mar-May	41.0-44.5	Dec-Feb	9.0-13.0
タッコン	Mar-May	40.0-44.2	Dec-Feb	9.0-15.0
ヤメティン	Mar-May	40.0-45.0	Dec-Feb	6.0-11.0
メイティラ	Mar-May	41.0-44.0	Dec-Feb	10.0-12.8
キョッセ	Mar-May	40.5-43.2	Dec-Feb	8.4-10.0
マンダレー	Mar-May	42.2-45.0	Dec-Feb	10.5-12.3

出典：ミャンマー国気象・水文管理局（DMH）

###### 3) 降水

ミャンマー国気象・水文管理局（DMH）のデータを表 3.1.2 に示す。

表 3.1.2 7 駅の観測点最高降水量および最低降水量（2006 年～2016 年）

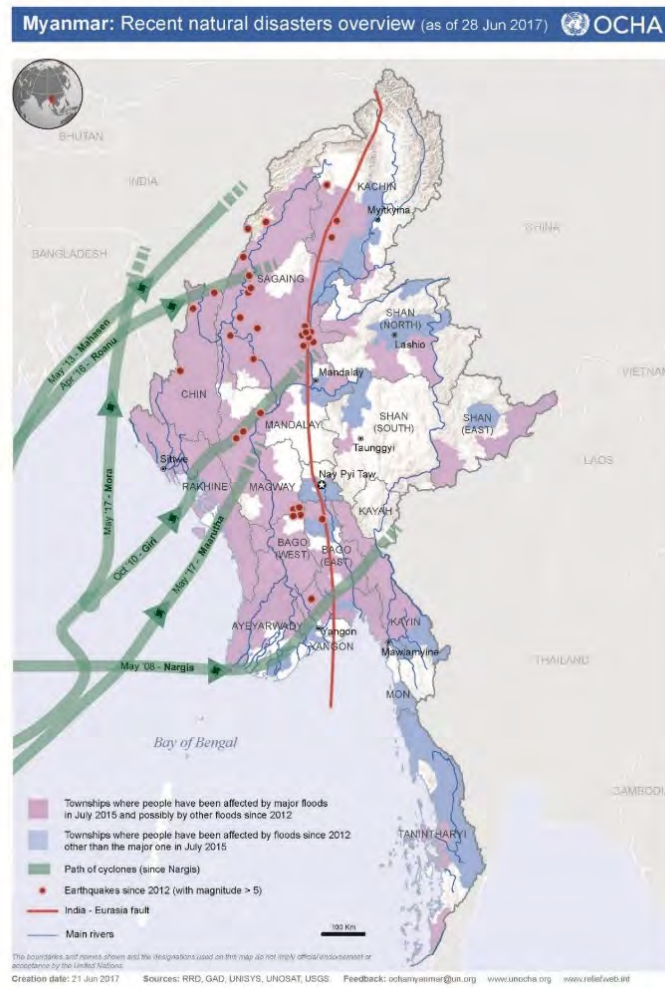
Station Name	Month/year	Highest Rainfall (mm)	Month/year	Lowest Rainfall (mm)
タウンゲー	Aug-09	859.0	May-09	1.0
ピンマナ	Sep-11	370.0	Jun-09	1.0
タッコン	Apr-08	319.0	Jul-06	1.0
ヤメティン	Sep-06	316.0	Aug-10	1.0
メイティラ	Oct-10	296.0	Oct-12	1.0
キョッセ	Sep-13	326.0	May-14	1.0
マンダレー	Sep-06	450.0	1-Jul-17	1.0

出典：ミャンマー国気象・水文管理局（DMH）

#### 4) サイクロン

##### a) サイクロンの経路とサイクロン強度（2006-2016）

サイクロンは深刻な気象災害の 1 つであり、ミャンマーで起こる最も深刻な自然災害である。2017 年に更新した自然災害の概要図を図 3.1.1 に示す。下図に示すとおり、多くのサイクロンがミャンマーを通過しており、多くは南西から北東に向かう。下図のミャンマー沿岸を横断したサイクロンの経路と強度は DMH とウィキペディアから引用している。その他、サイクロンマップに関する情報は OCHA から収集している。2017 年に更新した自然災害の概要図を次図に示す。



出典 : DMH

図 3.1.1 ミャンマー サイクロンの経路 (Since Nargis)

### 1) 洪水 (2006-2016)

洪水は、ミャンマーで雨季に頻繁に起こる重大な自然災害の一つである。前述の通り、タウンゲー～マンダレー間は、洪水に見舞われ、鉄道運行に影響を与えることもある。

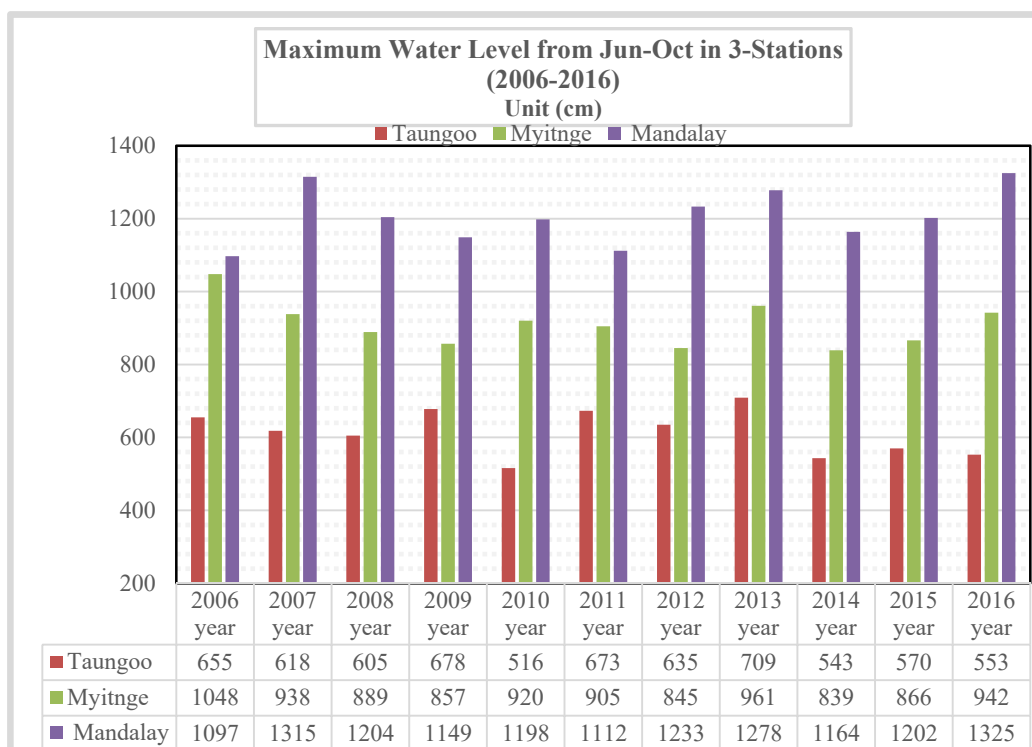
#### a) 洪水時の水位および降水量

タウンゲー・マンダレー鉄道線沿のタウンゲー (Sittoung 川)・ミンゲ (Dokentawady 川)・マンダレー (Ayeyarwaddy 川) 3 か所の駅で水位のデータを収集した。2006 年～2016 年において、DMH により観測された各駅の危険水準および気象条件を超える水位を次の表に示す。

表 3.1.3 水位の歴史的記録

Station :	Taungoo	Myitnge	Mandalay
River :	Sittoung	Dokehtawady	Ayeyarwady
<b>Danger Level (cm) :</b>	<b>600 cm</b>	<b>870 cm</b>	<b>1260 cm</b>
Maximum WL During 2006 to 2016	709 cm(2013)	1048 cm(2006)	1325 cm(2016)

出典 : DMH



出典 : DMH

図 3.1.2 3 駅における最高水位

## 3.2 地震

### 3.2.1 ミャンマーの地震と地震帯

ミャンマーの大部分の地震は主に次の 3 つのゾーンに限定されている (Hazard profile of Myanmar 2009)。

- i) ミャンマーの西部の断層帯に沿ったゾーンで、ほとんどが中発地震である。地震頻度は北部で頻繁に発生する。
- ii) 沿岸部を含む Sagaing 断層の地帯は浅発地震を伴う。地震の頻度も 3 つのセグメント (Bago-タウングー、Sagaing-Tagaung、Myitkyian-Putao) の中で一番多い。
- iii) ミャンマーの北東部は南部の地震帯に続いている。

### 3.2.2 ミャンマーの地震記録

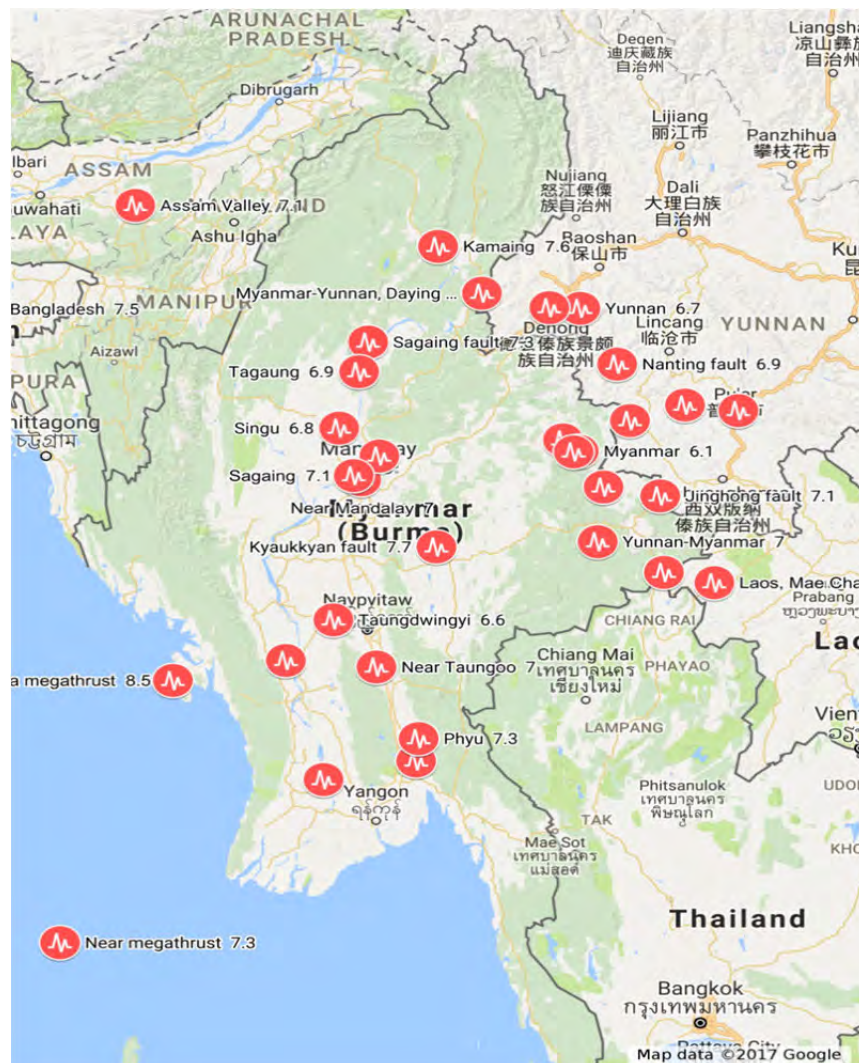
地震記録によれば、過去 170 年間にミャンマー国内でリヒターマグニチュード (RM) が 7.0 以上の主要な地震が少なくとも 16 回あった。表 3.2.1 に要約する。

表 3.2.1 ミャンマーにおける地震の概要

リヒターマグニチュード	周波数	時間範囲	情報元
8.0	1	1839 – 2008	過去の記録と NEIC
7 – 7.9		1839 – 2008	過去の記録 NEIC
6 – 6.9	47	1950 – 2012	ANSS カタログ
5 – 5.9	700	1950 – 2008	ANSS カタログ

出典：ミャンマーの地震発生源、ミャンマー地震委員会報告書、2011 年 6 月

図 3.2.1 はミャンマーとその周辺の最も重要な地震分布図を示している。



出典：Wang, Y, 2013, Earthquake Geology of Myanmar, 2013, California Institute of Technology

図 3.2.1 18 世紀から最近のミャンマーの歴史的な地震

### 3.3 プロジェクト地域の地質と地質条件

#### 3.3.1 地質概況

1983年にフリードリッヒ・ベンダー（Friedrich Bender）により発行された地質学のビルマの地質図を参照すると、特に既存のヤンゴン・マンダレー鉄道のプロジェクトエリアに沿って、中新世、新生代、始新世および少量の暁新世の堆積物がある。

プロジェクトエリアの土壌層は、第四紀沖積堆積物（Q2）、更新世古沖積層および礫（Q1）、および中新世-鮮新世石層（Tm-Tp）である。

ボーリング土壌調査の結果より、プロジェクトエリアは、粘土、砂質粘土、粘土質砂、シルト質粘土の沖積堆積物で構成していることが確かめられている。地質図より、プロジェクト地域の地層分類の設定は次に示す。

<u>Description</u>	<u>Symbols</u>	<u>Age</u>
Alluvium	Q2	Quaternary
Older Alluvium and Gravels	Q1	Pleistocene
Irrawaddy Formation	Tm-Tp	Miocene – Pliocene

#### 3.3.2 地層分類

土壌層は、その物理的性質やそれらの相対密度に従って分類される。今回の調査で観察された9つの異なる層は、以下のように分類される。

1. 地表土（Filled Soil）
2. 粘土-1（CLAY-I）
3. シルト-1（Silty SAND-I）
4. 粘土-2（CLAY-II）
5. シルト-2（Silty SAND-II）
6. 粘土-3（CLAY-II） I
7. シルト-3（Silty SAND-III）
8. 粘土-4（CLAY-IV）
9. シルト-4（Silty SAND-IV）

#### 3.3.3 ボーリング調査

##### (1) 調査内容

本調査の目的は、大まかな地層と土壌の性質を特定することであり、20か所でボーリング試験が行われた。

##### (2) 調査内容

ボーリング試験結果から想定される地質縦断図を図 3.3.1 (a) (b)に示す。標高は Google earth より導いている。



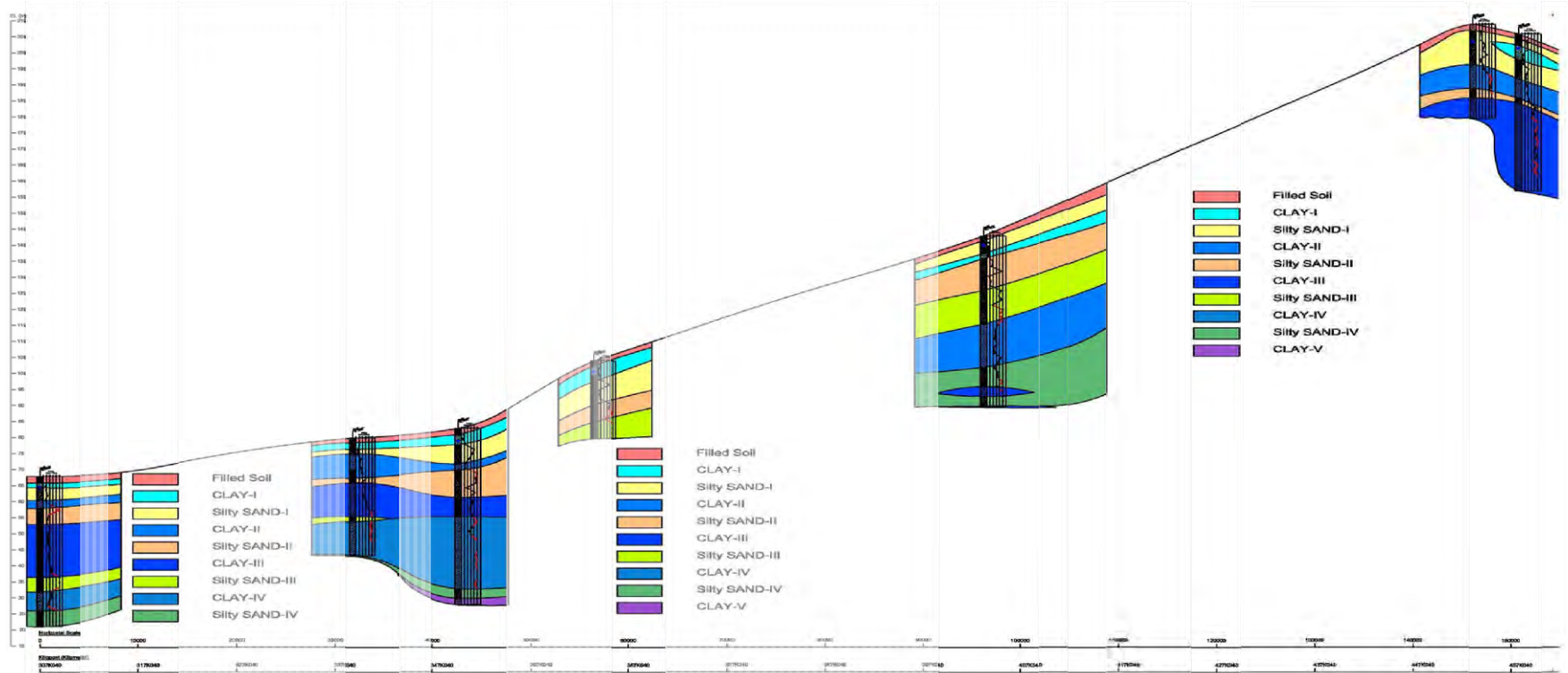


図 3.3.1 (a) Soil profile through the project area

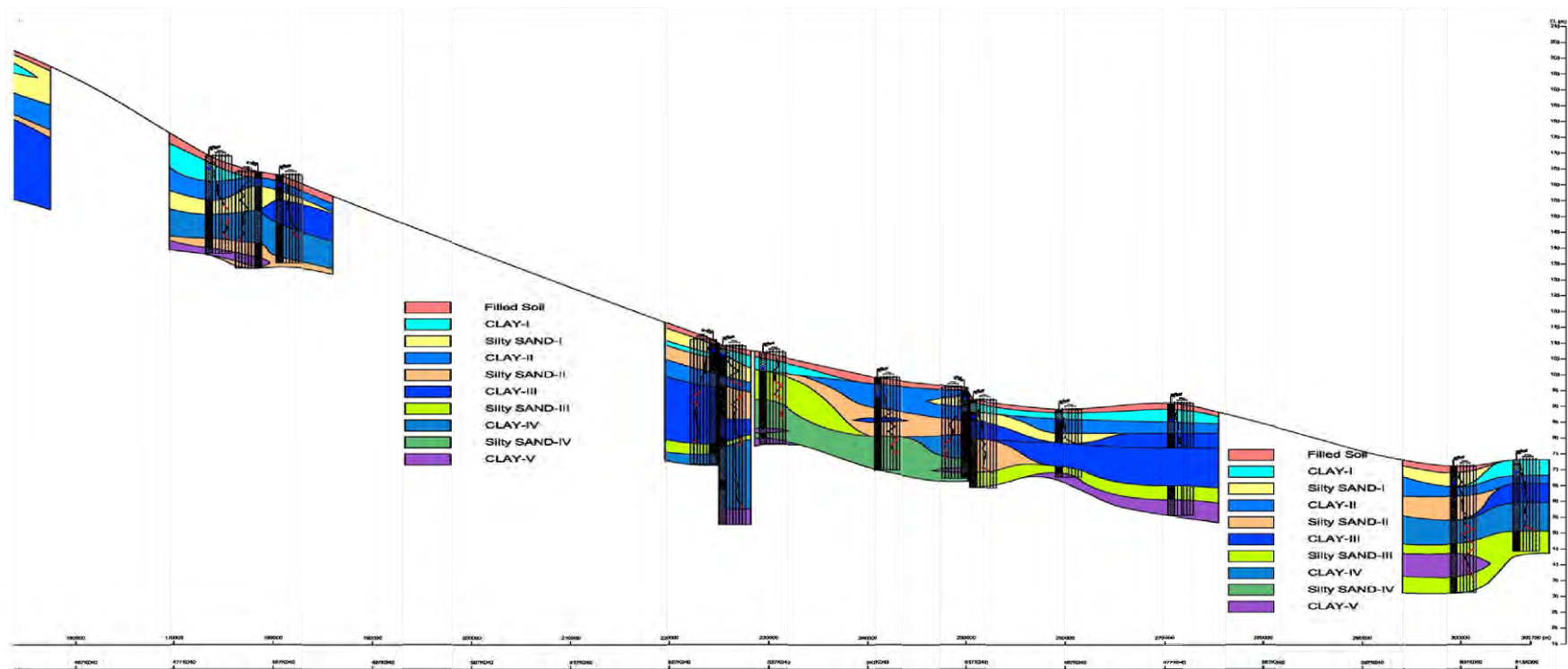


図 3.3.1 (b) Soil profile through the project area

## 第4章 鉄道システムのパラメーターと設計条件の概要

### 4.1 全般

タウンゲー駅からマンダレー駅までの間の既存鉄道路線のリハビリテーションを近代化の目的は以下の通りである。

- (1) ヤンゴン・マンダレー間の増加する需要へ対応するため、旅客及び貨物輸送の容量を増加させる。
- (2) 列車運行速度の向上;
- (3) 旅行時間の減少
- (4) 列車運行の安全、信頼性及び快適性の強化;
- (5) 工業、貿易、商業等の経済成長の増強

鉄道改良計画を以下に示す。

表 4.1.1 フェーズⅡプロジェクトの鉄道改良計画

No	項目	既存鉄道 (2017)	改良後 (2023)	備考
1	Gauge: Double Tracks	1,000mm	1,000mm	
2	Length (km)	353km	353km	
3	Traction Power	Non-electrified	Non-electrified	
4	Axle Load for DEMU	less than 12.5ton	less than 20ton	
5	Construction Gauge / Rolling Stock Gauge			
	Construction Gauge			
a.	Height	3,810mm	4,300mm	
b.	Width	3,810mm	3,810mm	
	Rolling Stock gauge			
c.	Height	3,505mm	4,100mm	
d.	Width	2,818mm	3,000mm	
6	Horizontal curvature			
a.	Minimum radius	300m	Design Criteria 500m Design minimum value 300m	
7	Vertical alignment			
a.	Maximum gradient	6‰	10‰ Desirable 6‰	
8	Number of Stations	55	50	including Halt Station

No	項目	既存鉄道 (2017)	改良後 (2023)	備考
9	Traffic Volume (Passenger-km/day)	2,089,247 (Estimated value in 2013)	10,190,618	Yangon-Mandalay whole section
10	Daily Ridership (No. of Passenger)	22,500 (Estimated value in 2013)	80,700	
11	Total number of Train per day	28	104	Trains on YM Line Only (Trains going to/from branch lines are excluded)
a.	Express Train	5 round trips	35 round trips	
b.	Local Train (including Mail trains)	5 round trips		
12	Speed			
a.	Maximum	48 - 69 kph	100 kph (DEMU)	
b.	Schedule	44 kph	77.5 kph or more	
13	Rolling Stock (Passenger Train)			
a.	Train composition and No. of Car	1 DEL + 14 coaches (max)	6 cars + 6 cars	
14	Safety System			
a.	Type of Signalling	Relay Interlocking Mechanical Interlocking	Relay Interlocking Electronic Interlocking	
b.	Train Control System	Absolute Block System	Absolute Block System Automatic Block System	
c.	Level Crossing	Manual Operated Level Crossing (97 crossings)	Automatic Level Crossing (79) Manual Level Crossing (17)	
15	Telecommunication	UHF, HF, OFC	UHF is improved	HF and OFC: out of scope
16	Station Platform			
a.	Minimum Length	***m	250m	for Express DEMU 12cars
b.	Height of platform above rail level	app. 150mm		
17	Maintenance facilities			
a.	Depot	Pyinmana, Naypyitaw, Thazi, Mandalay	Naypyitaw, Myouhan	Existing: for locomotive Improved: for DEMU
b.	Workshop	Myitnge	Ywathagyi (Phase 1)	
18	Power Supply	Limited to some stations only	All stations	
19	Track			
a.	Rail	BS75lbs(37kg/m)	50N (BS75lbs for stabling)	
b.	Sleeper	PC	PC	
c.	Ballast thickness	20cm	25cm	
d.	Fastening	e-Clip	FD or e-Clip	
e.	Rail joint	Fishplate	Welding and Fishplate	

No	項目	既存鉄道 (2017)	改良後 (2023)	備考
20	Civil			
a.	Drainage	Partially installed	Basically Installed	
b.	Railway Bridge	Amount of Bridge No.is 71	Re-construction new bridge and/or box culvert	
21	Safety Fence	Partially installed	Partially installed	by MR component
22	Station Transfer Bridge Height			
a.	Pyinmana Station	Approx. 4,600mm > 3,810mm	Approx. 4,600mm > 4,300mm	
b.	Naypyitaw Station	Approx. 4,500mm > 3,810mm	Approx. 4,500mm > 4,300mm	
c.	Thazi Station	Approx. 4,400mm > 3,810mm	Approx. 4,400mm > 4,300mm	
23	ROB	5ROB	5ROB	

出典：JICA 調査団

ここで、日本の鉄道改善事業での技術活用の基本的な考え方を以下に示す。

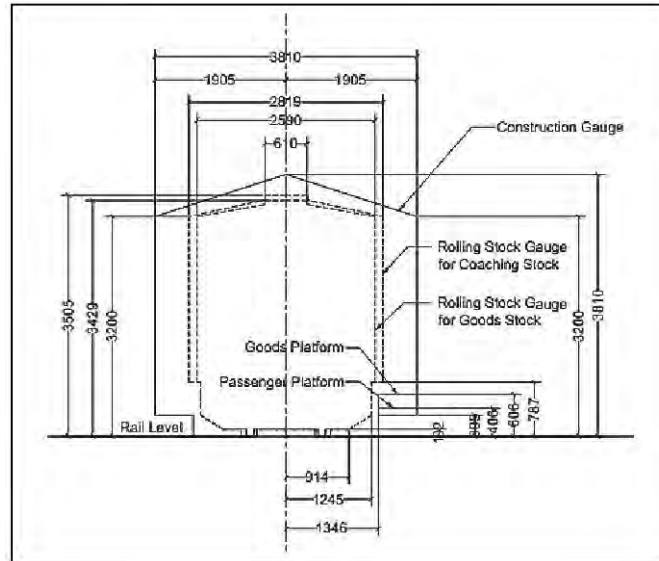
- a) 省力化（保守のメンテナンスコストの削減や機械化作業）
- b) 構造物の長寿命化
- c) 現地で持続可能な保守・管理ができる
- d) 更新、機能向上が図れる

JICA 調査団は、初期コストを抑えつつ、現地技術者が無理なく継続して保守・管理を行え、かつ将来において、施設更新や機能向上が行える技術を提案する。

## 4.2 車両限界と建築限界

### 4.2.1 現在のMRの車両限界と建築限界

現在のMRの車両限界と建築限界を以下の図4.2.1に示す。



出典：MR

図 4.2.1 現在の MR の車両限界と建築限界

MR の車両限界は、客車用と貨車用の 2 種類あり、幅、高さとも客車用の方が大きい、下部（プラットフォームに接する部分）の幅は客車用、貨車用とも同じである。建築限界には、客車用、貨車用の相違はない。

現在の MR の車両限界・建築限界は、他国からの直通運転や輸送力増強（コンテナの輸送など）を阻害する 1 つの要因となっている。

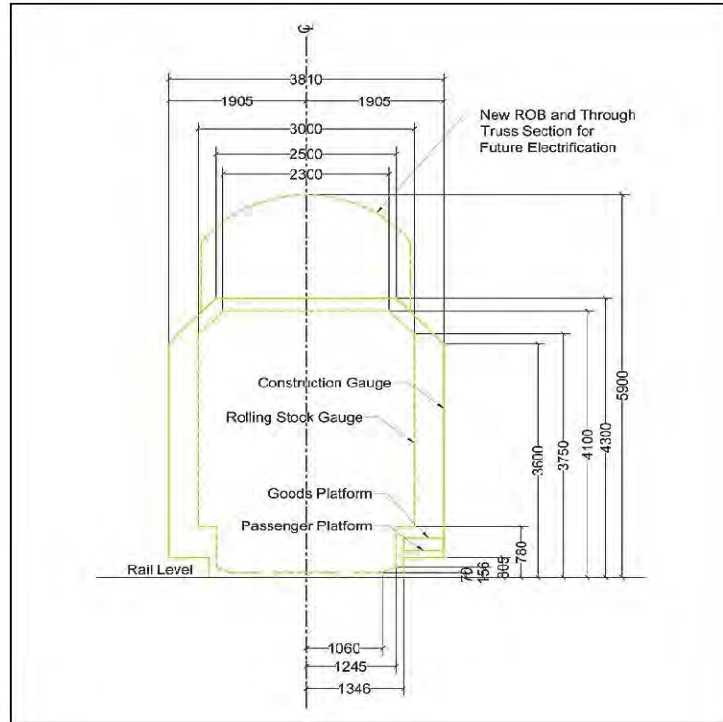
#### 4.2.2 ヤンゴン・マンダレーPhaseI で提案された車両限界と建築限界

前項で述べた通り、既存の車両限界・建築限界は、他国からの直通運転や輸送力増強を阻害するため、拡大する必要がある。ASEAN Connectivity（ASEAN 地域の連結性）や輸送力の増強を考慮し、YM-D/D(1)において新しい車両限界・建築限界を提案された。

新しい車両限界の考え方は以下の通りである。

- 車両限界幅：3,000mm（各国の車両限界を包括するとともに、今後も日本の中古車両の使用が考えられることから、日本の車両限界の幅をベースとする）
- 車両限界高さ：4,100mm（国の車両限界を包括するとともに、既存の無蓋貨車にハイキューブ・コンテナを積載することも考慮し、日本の車両限界の高さをベースとする。（図 4.2.2 参照）





出典：YM-D/D(1)

図 4.2.3 提案された車両限界と建築限界

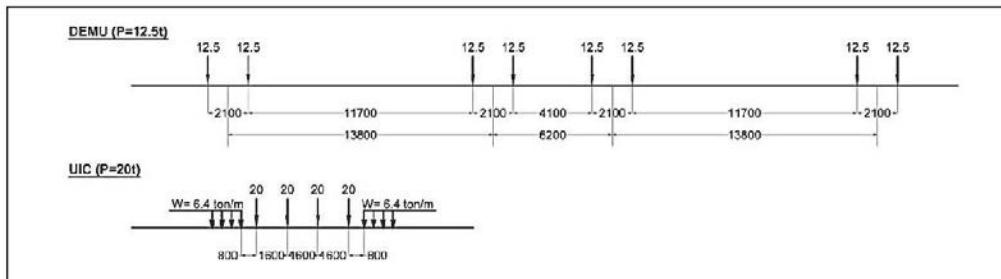
### 4.3 列車の軸重

#### 4.3.1 YM-D/D(1)で提案されたMRの列車軸重

YM-D/D(1)で、新しく導入される DEMU の軸重および ASEAN 地域の連結性を考慮して、以下の軸重配置が提案された。

- ・ 新DEMU：12.5t
- ・ UIC標準：20.0t（ASEAN 地域の連結性を考慮する）

新しい軸重配置を図 4.3.1 に示す。



出典：JICA 調査団

図 4.3.1 提案された列車軸重

UIC 標準 20.0 t 軸重は、新設される橋梁、軌道および土木構造物の設計に適用する。



## 第5章 鉄道計画

---

### 5.1 運転および輸送

#### (1) 将来の運転および輸送

##### 1) 最高速度

本線上では全区間を通して 100km/h を最高速度とする。

##### 2) 線形による速度制限

タウンゲー・マンダレー間は平坦な地形であり、勾配に伴う速度制限はない。地形条件により曲線に伴う速度制限が生じる場合は、可能な限り運転時分に影響が少なくなるように配慮する。

##### 3) 駅構内の速度制限

各駅においては、信号と分岐器の連動化、および安全側線の設置により、本線通過時の速度制限はつけないこととする。ただし、ピンマナ、タージィー、マンダレーの大駅では、安全側線を設置すると有効長が短くなることから、あえて設置せず、構内走行時の速度制限を設けることとする。

##### 4) 閉そくの確保と閉そく駅

これまでと同様、タウンゲー・マンダレー間は、駅間閉そく区間とする。これまでのペイパーラインクリア方式ではなく、運転士による閉そくの確認は出発信号機の確認により行うこととする。

なお、7 駅の非運転取扱い駅のうち、利用客がほとんどいない 5 駅は廃止し、1 閉そく間の運転時分を極力少なくして、列車の運転時隔が長くないようにする。

シャンズ駅についても引き続き旅客の乗降を継続するが、ミョウハウン・マンダレー間の距離が比較的短いことを考えると、同駅を連動駅にするよりも、ミョウハウン・マンダレー間を駅間閉そくではなく、自動閉そく区間にするにより同区間の列車本数を確保することとする。

##### 5) 踏切

100km/h 運転に対応するため、ヤンゴン・マンダレー鉄道改修事業詳細設計調査フェーズ 1 (YM-D/D(1)) での設計と同様、駅構内の踏切については、踏切保安装置を設置することとする。

る。また、駅間の踏切であっても、道路の交通量の多い踏切については、電力供給ができる箇所については踏切保安装置の設置を検討する。

## 6) 駅構内の入換

現在のレイバイ線については、基本的に廃止する。

## 7) 列車自動防護装置

フェーズ 1 と同様、重大事故につながる可能性が高い信号機に対して、ATP を設置することとする。フェーズ 1 で設置した ATP と同じ仕様にするにより、車上側に新たな装置を設置することがないようにする。

## 8) 輸送管理

OCC プロジェクトで中央監視システムを設置するのと同様、フェーズ 1 の改良工事区間であるニューレービン・タウングー間を含め、全区間に中央監視システムを導入することとする。

また、無線設備の改良に合わせ、列車の運転士のほか、踏切警手および地上設備のメンテナンス職員に携帯型無線機を持たせることにより、輸送指令や駅長との会話が可能とし、安全や定時運転に寄与することとする。

## 9) 旅客輸送

フェーズ 1 計画と同様にヤンゴン・マンダレー本線の新型特急として DEMU を大量投入する。

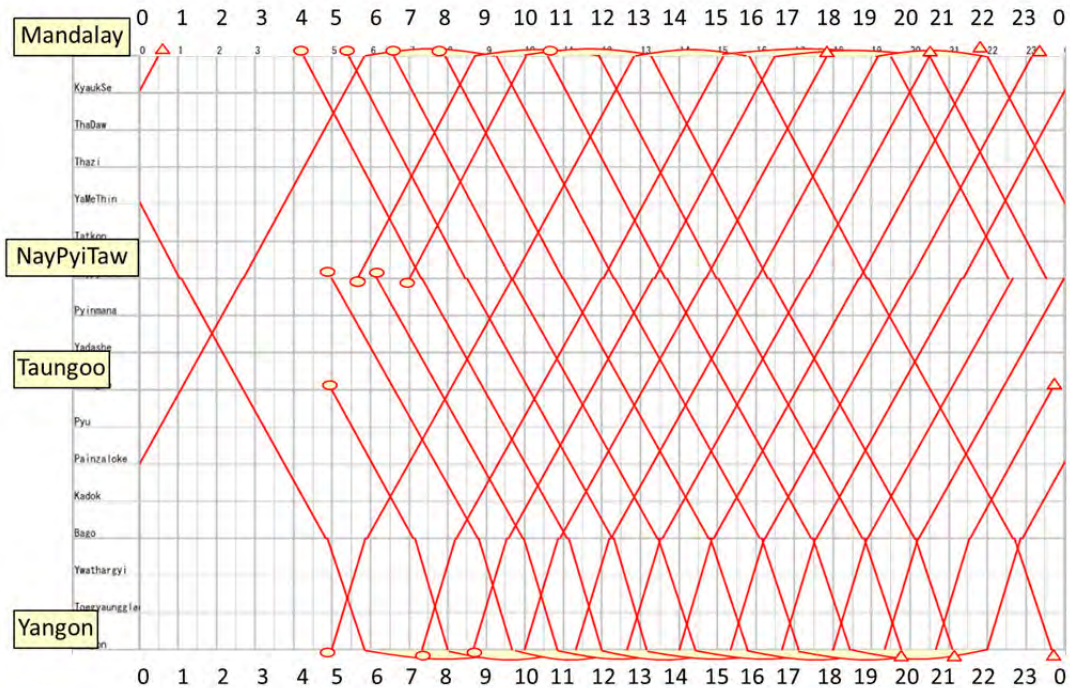
## 10) 貨物輸送

貨物輸送は、これから取扱い量が増えるであろうコンテナ輸送については、MR はすでに官民連携 (PPP) によるプロジェクトがスタートしていることから、本プロジェクトの対象外となる。ただし、PPP におけるドライポートにコンテナ貨物列車が進出進入できるよう、本プロジェクトでは駅配線を配慮することとする。

それ以外の貨物輸送については、ミョウハウン駅の貨物基地の整備が大きな課題となる。これは、5.11 節で述べるように、現在の貨物基地を整備して DEMU の車両基地を設置する必要があるからである。この PPP プロジェクトのもと、現在ミンゲ駅にて新たなドライポートが建設中である。ミョウハウン駅以外については、現在行われている各駅での荷扱いに対応できるよう、駅配線に配慮する。

## (2) 車両数の決定

本プロジェクトで調達する DEMU については、輸送力の大半を占める特急 DEMU については、YM-D/D(1)で算定した輸送計画および車両数をそのまま利用することとする。一方、ヤンゴン～バゴー間に設定を計画していたローカル DEMU については、MR との議論を経て、導入を見送ることとした。



出典：YM-D/D(1) ファイナルレポート

図 5.1.1 DEMU 特急列車の運用ダイヤ案（調査団による案）

フェーズ 2 終了時点での特急 DEMU の運用ダイヤ案を図 5.1.1 に示す。また、フェーズ 2 終了時点での必要車両数を表 5.1.1 に示す。

表 5.1.1 フェーズ 2 における必要車両数（調査団による案）

	必要車両数	フェーズ 2 での調達車両数
特急 DEMU 車両	DEMU (6 両+6 両)×17 編成 = 204 両	180 両

出典：JICA 調査団

この必要車両数を基に、調達車両数に関して MR と議論を行い、後述するように、最終的に 180 両の DEMU を調達することとなった。

### (3) 駅構内の配線案

駅構内の配線については、以下の 2 点を配慮したうえで、安全側線の設置などミャンマー国鉄（MR）の規則を守りながら、決定する必要がある。

#### ➤ 路線容量

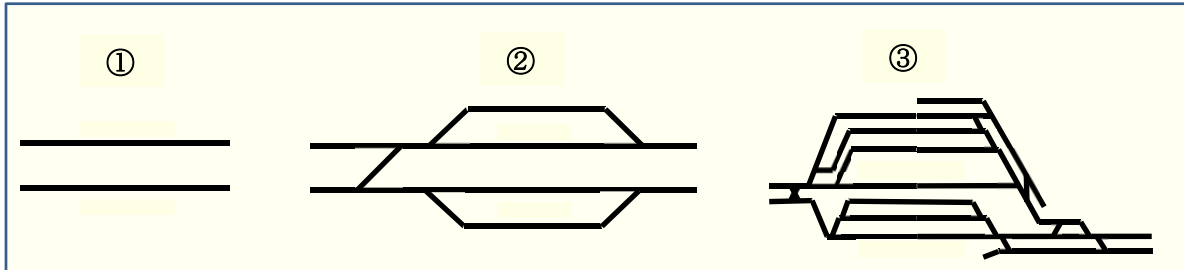
速度の異なる列車が運転されるため、速い列車が遅い列車を追い越す設備が必要となる。しかしながら、設備が過剰になると、分岐器や信号装置などの高額な設備が増え、プロジェクトコストが膨大になる。

➤ 各駅での作業（入換作業を含む）

貨物列車による現状の荷役のほか、バラストの積込など、各駅での作業実態を考慮するほか、ミャンマー国鉄（MR）が将来的に考えている貨物輸送などを考慮する。

調査団は、MR の協力を得て全駅の調査を行ったうえで各駅の配線案を作成した。概要は以下の通りである。

配線を大きく以下の3パターンに分類する。



出典：JICA 調査団

図 5.1.2 構内配線パターン

- ① 上下本線のみ
- ② 上下本線に加え、副本線 2～3 本を設置
- ③ 上下本線に加え、多くの副本線・留置線を設置

本調査の対象 55 駅のうち、廃止する 5 駅と非運転取扱い駅のまま残る 1 駅を除いた 49 駅について、本プロジェクトによる改良工事後の配線案は、以下のようになる。

表 5.1.2 駅配線案の内訳

パターン	駅数	駅名
①	15	省略
②	28	省略
③	6	ピンマナ、ネピドー、タージイー、ミインゲ、ミョウハウ、マンダレー
計	49	

出典：JICA 調査団

## 5.2 線形

### (1) 線形計画の設計基準

表 5.2.1 線形計画の設計基準

項目		基準	備考
設計最高速度	特急列車	100 km/h	DEMU の他、客車列車による 特急列車もある。
	普通、貨物列車	70 km/h	
ゲージ		1000 mm	
レール	本線、待避線	JIS50N	
	側線、車両基地	BS75	
車両限界		幅 3000mm×高さ 4100mm	
建築限界		幅 3810mm×高さ 4300mm	
最小曲線半径	本線	500 m	やむを得ない場合：駅部等において 160m
	プラットホーム沿いの曲線	400 m	直線を基本とする。
	車両基地	100 m	
緩和曲線	形状	3 次放物線	
	緩和曲線長	$L_1=400 \cdot C_m$ $L_2=8.536 \cdot C_m \cdot V$ (7.469 $\cdot C_m \cdot V$ ) $L_3=9.603 \cdot C_d \cdot V$ (7.469 $\cdot C_d \cdot V$ ) ただし、 $C_m$ : 設定カント (m) $C_d$ : カント不足量 (m) $V$ : 列車速度 (km/h)	( )内はやむを得ない場合
最急勾配	本線	10 ‰	望ましい値 6 ‰
	駅部、車両基地、留置線	2.5 ‰ やむを得ない場合 5 ‰	望ましい値 0 ‰
軌道中心間隔 (本線)		4.42 m	現況の軌道中心間隔
分岐器	本線	1:12, 1:10	
	車両基地	1:8	

出典: JICA 調査団

### (2) 線形の改善策

#### 1) 平面線形改良の内容

本調査では、次の項目について平面線形改良を行う。

- DEMU 列車の 100km/h 走行のための曲線半径改良
- DEMU 列車の 100km/h 走行のための緩和曲線長延伸
- 橋梁架け替えに伴う、橋梁前後の線形改良

曲線半径改良と緩和曲線延伸については、DEMU 列車の 100km/h 走行を改良の対象とする。曲線半径の改良は半径 500m 未満の曲線を半径 500m 以上にするものであり、上り線 38 箇所、下り線 34 箇所が検討対象となる。緩和曲線長延伸は全曲線が検討対象となり、上り線 159 箇所、下り線 167 箇所となる。

曲線改良計画の作成に当たっては、用地の取得を発生させずに環境社会配慮上大きな影響を及ぼさない、効率的で現実的な計画を策定する。

## 2) 平面線形改良の検討結果

平面線形改良の結果、表 5.2.2 に示すとおり半径 500m 未満の曲線は上り線で 7 箇所、下り線で 6 箇所となる。改良後の曲線数が減っているのは、近接して連続する 2 つの曲線を 1 つの曲線に統合した箇所があるためである。

表 5.2.2 線形改良後の曲線数

	現況		改良後	
	上り線	下り線	上り線	下り線
全曲線	159	167	156	160
800m $\leq$ R	83	84	100	109
500m $\leq$ R<800m	38	49	49	45
R<500m	38	34	7	6

出典: JICA 調査団

## 3) 速度制限が必要な曲線

DEMU 列車の 100km/h 走行が可能となるように曲線半径の拡大と緩和曲線長の延伸を検討するが、沿線の地形上の理由や 2 つの曲線が近接している等の理由により、十分な曲線改良ができない場合がある。このような曲線においては、やむを得ず速度制限を設けることで、環境社会配慮上大きな影響を及ぼさない効率的で現実的な計画とする。速度制限が必要な曲線を示す。

表 5.2.3 速度制限が必要な曲線 (DEMU)

No.	現状	改良	制限速度 (DEMU)
I	U-IP.1 R=349.28m D-IP.1 R=349.28m	R=349.28m, TCL=60m R=349.28m, TCL=60m	75km/h
ii	D-IP.22 R=750m	R=750m, TCL=25m	70km/h
lii	U-IP.26 R=317.53m D-IP.29 R=317.53m	R=350m, TCL=80m R=330m, TCL=65m	85km/h 75km/h
Iv	D-IP.98 R=500m	R=1100m, TCL=35m	90km/h
V	D-IP.99 R=500m	R=1100m, TCL=35m	90km/h
Vi	D-IP.103 R=582.14m	R=620m, TCL=30m	70km/h
Vii	U-IP.124 R=1000m D-IP.131 R=1000m	R=1000m, TCL=15m R=1000m, TCL=15m	70km/h
Viii	U-IP.136 R=436.6m	R=436.6m, TCL=70m	90km/h
Ix	U-IP.160 R=436.6m D-IP.173 R=436.6m	R=436.6m, TCL=40m R=436.6m, TCL=40m	70km/h
X	U-IP.161 R=582.14m D-IP.174 R=582.14m	R=582.14m, TCL=30m R=582.14m, TCL=30m	70km/h
Xi	U-IP.175 R=349.28m D-IP.188 R=300m	R=349.28m, TCL=10m R=300m, TCL=70m	40km/h 75km/h

出典: JICA 調査団

## 4) 橋梁架け替えに伴う、橋梁前後の線形改良

本調査では、橋梁付近の線形は橋梁が現在位置のままであるものとして線形改良計画を策定している。しかし橋梁改良計画において、全ての橋梁について改良の方針が示されており、表

5.2.4 に示す 27 橋梁について橋梁の架け替え位置が提案されている。今回、参考として橋梁架け替え位置に合わせた橋梁前後の線形改良案を 27 橋梁全てについて作成した。

表 5.2.4 架け替え橋梁リスト

橋梁 No.	橋長	橋梁 No.	橋長
No.306	106.07m	No.684	48.77m
No.351	54.86m	No.691	UP 105.16m, DN 85.34m
No.373	76.20m	No.692	30.48m
No.393	UP 115.82m, DN 126.19m	No.699	UP 52.58m, DN 60.96m
No.453	UP 121.92m, DN 105.16m	No.718	30.48m
No.519	34.14m	No.719	UP 91.44m, DN 95.10m
No.527	48.77m	No.730	UP 30.48m, DN 24.38m
No.529	UP 30.48m, DN 24.38m	No.739	30.48m
No.574	60.96m	No.748	70.10m
No.581	UP 34.90m, DN 36.58m	No.788	24.38m
No.585	30.48m	No.796	18.29m
No.586	36.58m	No.826	207.26m
No.588	UP 36.58m, DN 48.77m	No.830	97.54m
No.683	70.10m	-	-

出典: JICA 調査団

## 5.3 軌道と路盤

### (1) 100km/h 運転に対応できるための軌道の改善策

上記を解決し、100km/h 運転を可能にするための方策は次の通りである。

- 本線および副本線においては、基本的に JIS 50N レールに取替える。
- PC 枕木も JIS 50N レールに対応するものに取替える。
- 本線の分岐器および本線に接する分岐器は、基本的に#12 分岐器とする。
- 軌道の整備体制を刷新する。
- ロングレール化をする。
- サブバラストの更新施工をする。
- バラストの必要断面を確保するため、規定に適合したバラストによる補充、転圧をする。
- 踏切において、本線レールと脱線護輪レールとの間にゴムパッドを挿入し、ゴミなどが溜まらない様にする。
- 盗難多発区間の締結装置を FD クリップとする。

### (2) 軌道とサブバラストの改善策

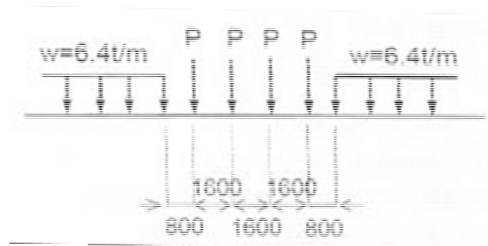
各軌道構造の決定経緯については、基本的に、YMDD(1)に倣って次のように決定した。

## 1) レール

レールについては、最大軸重 20ton にて設計計算をした結果、BS75lbs レールは許容値をこえるが、JIS 規格 50N Rail については、カーブの外レール、内レール共に許容値に収まることが判明した。さらに JIS50N の方が単位当たりの重量が軽いことから価格的に有利であると判断し、JIS 50N を採用することにした。

## 2)設計荷重

設計荷重については、ミャンマー国ヤンゴン・マンダレー鉄道整備事業フェーズⅠ詳細設計調査ファイナルレポートに倣って、以下のとおりとする。



出典: YM-D/D1

図 5.3.1 列車設計荷重

## 3) 軌道構造

軌道構造については、ミャンマー国 YMDD(1)に基づき、以下のように提案したい。

表 5.3.1 本線の軌道構造の諸元

構造内容	諸元
レール	JIS 規格の 50N レール CWR ロングレール
枕木	新設 PC まくらぎ (1,760 本/km)
締結装置	一般部：中国製、ラウンドバークリップ 既存締結装置盗難区間；FD クリップ
道床厚保	まくらぎ下 250mm
サブバラスト厚	300mm
分岐器	50N レール用分岐器
列車の最高速度	時速 100km/h
軌道負担力	軸重 20 トン、速度 100km/h に堪え得る軌道構造

出典: JICA 調査団

## 4)設計の基本的考え方

設計についての基本的考え方は、ミャンマー国ヤンゴン・マンダレー鉄道整備事業フェーズⅠ詳細設計調査ファイナルレポートに基づき以下のとおりとする。

- 本線における列車最高速度：DEMU：100 km/h
- 本線における列車最高速度：UIC（P=20ton）：100 km/h



- 本線における列車最高速度：既存の列車：列車の等級、線路状態により MR の基準によって決定：145 mph (72.42 km/h) ~10mph(16.09 km/h)
- 最大軸重は、UIC20ton (p=20ton) の軸重の列車の入線の無いイワタジヤードを除き、UIC20ton (p=20ton) とする。
- 平面曲線半径 500m (やむを得ない場合は 160m)
- 最急勾配：10‰
- 最高外気温度：43.1℃
- 最低外気温度：7.0℃

軌道を構成する各要素は、このプロジェクトと同様の運営・環境状態において、十分に機能することを実証されたものでなければならない。

## 5)主な仕様と要素

主な仕様について表 5.3.2 に示す内容としたい。

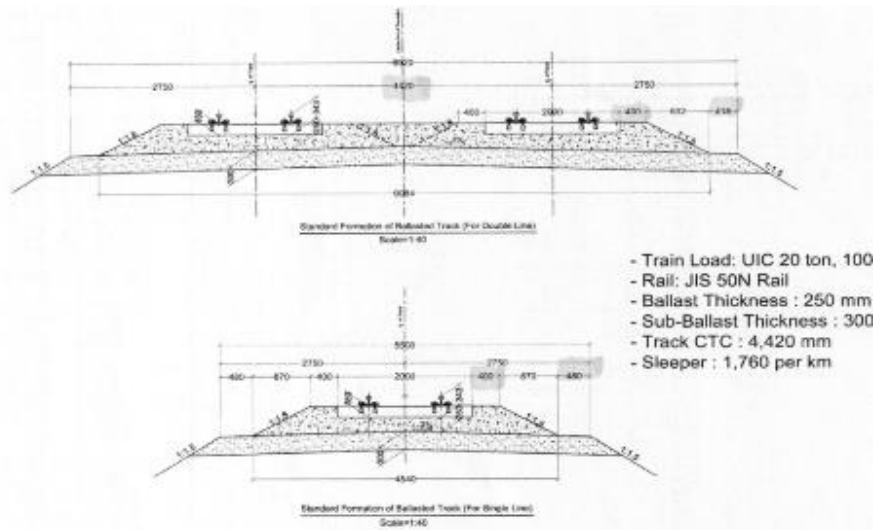
表 5.3.2 主要諸元

軌道	項目	仕様、形状等
軌間	全線	1,000mm：メーターゲージ
列車荷重	全線	UIC 列車荷重 (p=20ton)
レール	本線 側線等	JIS 50 N Rail：最大限のロングレール化を図る BS75lbs：MR 所蔵で支給品となる
締結装置	ラウンドバータイプ FD グリップタイプ	MR が製作、または購入して支給品となる MR が購入して支給品となる
バラスト	材料形状	請負工事の中に入れる。まくらぎよりバラストの肩まで 400mm 以上を確保し、盛りこぼしの勾配は 1：1.8 以下 とする
PC まくらぎ	UCI 荷重 コンクリート強度	軸重 20 トンを載荷：MR が製作して支給品となる 500kg/cm <sup>2</sup> (50N/mm) 以上
分岐器等	本線  側線等	No.12 および No.10 高速分岐器による直線側運転速度 は、100kmh とし、止むを得ず No.8 分岐器を使用する 場合は、直線側 90km/h 運転とする No.8 分岐器を使用し構内 25km/運転に対応する (ただし、UIC 列車荷重 (P=20ton) では、10km/h)

出典: JICA 調査団

## 6) 軌道の基本断面

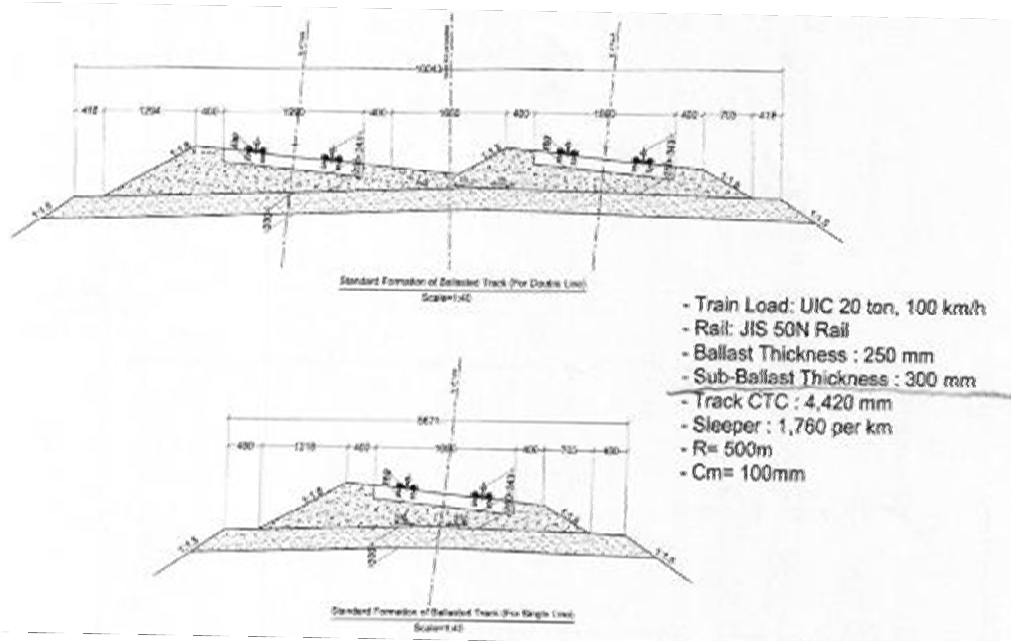
### a) 直線区間



出典: YM-D/D(1)

図 5.3.2 直線区間における軌道標準断面

### b) 曲線区間



出典: YM-D/D(1)

図 5.3.3 曲線区間における軌道標準断面

## 5.4 土構造物

路盤に関しては、想定される車両荷重に対して、必要とされる標準断面、盛土自体の健全性および基礎地盤における安定性の確保が重要となる。

FS 調査時からの外部環境変更（アセアン経済共同体：AEC の動き）を受けたミャンマー政府の要望変更、並びに安全性、信頼性を確保した設備への変更等により、最大軸重 20 t への変更が決定され、路盤（サブバラスト）の厚みの変更を行う必要が生じた。

一方、路盤延長はフェーズ 1 と同等以上の長さである約 350km と長いものであり、安全で経済的な断面の設計が求められる中、適切な技術判断による法肩の排水工の省略、ミャンマー国内で一般的な手法である安価な芝張り工や Stone Pitching による法面保護工、ミャンマー国鉄（MR）に支給品である古レールの抑止杭への活用といった対応策を採用した。

#### 5.4.1 土構造物の現状

##### (1) 既存の盛土の現況

盛土の建設後の年月は、その強度と安定性に影響を及ぼす。通常、盛土は年月を経るほど良好となるが、切土斜面は年月を経るほど強度と安定性に問題を発生する。

##### 盛土の現況



(a) 軟弱地盤の沈下 (Mile 82)



(b) 軟弱地盤の側方流動 (Mile 146)



(c) 河川脇の浸食による沈下 (Mile 243)



(d) 盛土不良による沈下 (Mile 336)

出典：JICA 調査団

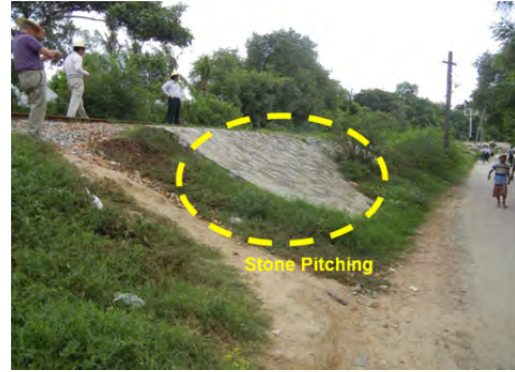
図 5.4.1 盛土の現況

続く、図 5.4.2 および図 5.4.3 に、盛土の断面欠損と“stone pitching”の写真を示す。



出典： JICA 調査団

図 5.4.2 盛土の断面欠損 (Mile 44)



出典： JICA 調査団

図 5.4.3 浸食防止の Stone pitching (Mile 357)

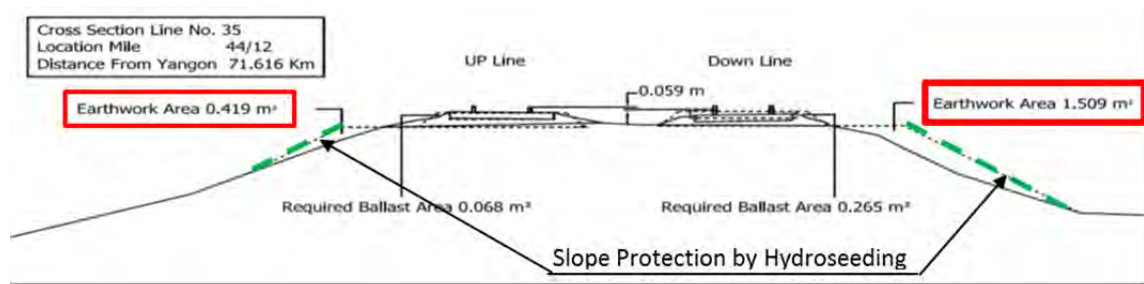
## (2) 安全な高速運転における課題

第一の問題は、標準の施工基面に対する現実の断面の欠損であると、MR と JICA 調査団との間で合意された。このような盛土は、現地調査のなかで、多数が見られた。

### 5.4.2 土構造物に関する提案

#### (1) 標準の施工基面確保のための土工事

安全な高速鉄道の運営のためには、第一に盛土の形状・寸法を標準の施工基面にする必要があり、MR と JICA 調査団との間で合意された。このような土工事 (Additional Embankment Work) は、斜面のトリミングや埋戻しを含めて、“stone pitching”(砕石による覆工)、防止杭の施工などの他の改修工事に先立って行わなければならない。また、埋戻しには適切に選定された材料を使用しなければならない。埋戻しの完了後には、斜面の防護が必要である。



出典： JICA 調査団

図 5.4.4 盛土の修復 Mile 44 地点

## 5.5 鉄道橋

### (1) 既存橋梁の現状

ミャンマー国鉄関係者へのヒアリング結果ならびに、現地調査による橋梁構造物の老朽化や経年劣化の目視確認を通じて、現時点もしくは将来的に問題が発生する恐れがあると判定した橋梁構造物について、現状と課題を具体的に取り纏めた。

タウンゲー駅～マンダレー駅間に存在している橋梁の主な構造形式を以下に示す。

#### [上部構造]

- 鋼製上路式プレートガーダー
- 鋼製下路式プレートガーダー
- 鋼製下路式トラス桁
- 鉄筋コンクリート桁
- プレストレストコンクリート桁

#### [下部構造]

- レンガ式橋脚
- 鉄筋コンクリート式橋脚
- コンクリート充填鋼管式橋脚
- レンガ式橋台
- レンガ式橋台翼壁/擁壁

### (2) 鉄道橋梁の改良計画

今回の現地調査において目視確認できた約 70 橋梁、ならびに既存資料や過去の経験等から現況が想定できる残りの橋梁に対しても十分検討した結果、フェーズⅡにおいては全ての既設橋梁を架け替え対象とすることに決定した。既存の各構造種別に対する基本方針を以下に示す。

#### 1) 鋼トラス橋

現地測量に基づいて最終的に判定することになるが、ほとんどのトラス橋の橋門構や上横構において、本プロジェクトで計画されている建築限界を満足しないことが想定される。また、H.M.活荷重（軸重 17t）を適用して設計されたトラス橋についても、橋門構や上横構の大規模な改良・改築に係る安全性担保やコスト削減等が容易ではないものと考えられることから、全てのトラス橋を架け替えることを基本方針とする。

#### 2) 鋼プレートガーダー橋

H.M.活荷重（軸重 17t）を用いて設計されたプレートガーダー橋において、上・下部工の状態が比較的良好と考えられる場合には、補修・補強対象の橋梁となり得るが、全体的にかなり老朽化している橋梁群であることから、基本的には全て架け替え対象とする。ただし、橋長が比較的短く、かつ交差条件が水路と判定される場合には、将来的な安全性（高速走行性を含む）、

施工性、維持管理等を含めた経済性の面で優れるボックスカルバートやヒューム管を用いたりニューアルを基本方針とする。

### 3) コンクリート桁橋（下部工が無補強の橋梁）

鋼製のプレートガーダーが架設されていた橋梁箇所に自重の大きなコンクリート桁を新設しているにも関わらず、下部工が旧式のレンガ式橋台や橋脚のまま、基礎を含めて無補強の状態にある。また、このタイプの橋梁の特徴として、橋長が比較的短く、かつ交差条件が水路と判定される箇所に数多く存在していることから、将来的な安全性（高速走行性を含む）、施工性、維持管理等を含めた経済性の面で優れるボックスカルバートやヒューム管を用いたりニューアルを基本方針とする。

### 4) コンクリート桁橋（2000年以降に建設された橋梁）

複線化事業として、2000年以降に建設された橋梁（Bridge No.453、No.691他）が存在している。これらの橋梁において、目視確認された支持力不足と考えられる橋脚の沈下現象ならびに洗掘や施工不良に伴う杭損傷等の問題については、MR側で至急対策を講じることである。しかしながら、安全性や信頼性、責任の所在等の課題や問題の観点に基づき、全橋梁を架替対象とする。TAC会議にて、MRからの本方針に対する正式な承認も得ている。

また、橋梁架替計画は、フェーズⅠと同様に以下とする。

- 1) ボックスカルバートは、水路（Channel）と判定された箇所、且つ実橋梁長が30m未満となる箇所に採用する。また、既設橋台間に建設する。
- 2) 桁式橋梁は、河川（River）と判定された箇所、もしくは水路（Channel）と判定された箇所で、実橋梁長が30m以上となる場合に採用する。
- 3) 橋長3m程度の短い既設橋梁については、プレキャスト式のヒューム管等を用いた施工とする。

## 5.6 跨線橋

現地調査により、タウングー駅～マンダレー駅間に存在している全ての既存跨線橋を目視確認すると共に、レーザー測定器を用いてレールレベル～桁下面のクリアランスを暫定的に計測した。その結果として、本プロジェクトにおいては、全ての既存跨線橋を検討対象としないこととなった。

## 5.7 土木付帯構造物（踏切信号、フェンス等）

本章は、土木付帯構造物である踏切、線路立入り防止フェンスなどの小土木構造物について述べたものである。

タウングー～マンダレー間には200箇所以上の公式踏切がある。安全性を考えるなら、公式の全ての踏切をその踏切のレベル（道路交通量など）に応じて改修することが望ましいので、すべての公式踏切を改修の対象とすることとする。

交通量が多い踏切では、通行止めや片側交互通行など道路交通への影響を最小化した改修工事を実施することが必要である。

また、列車の速度が遅い現状では、線路内に沿線の住民や家畜が線路内に入り込み、線路を生活道路の一部として使用している箇所も見受けられる。今後、軌道の改修に伴い列車の速度が向上すると、線路内への立入りが危険となるため、立入りを防止するフェンスの設置が課題となる。

## 5.7.1 土木付帯構造物の現状

### (1) 踏切

タウンゲー～マンダレー間の踏切数を表 5.7.1 に示す。

表 5.7.1 タウンゲー～マンダレー間の踏切数

踏切のタイプ	踏切数
有人	98
無人	111
合計	209

出典：MR

上記に加えて、非公式の踏切、いわゆる「勝手踏切」が多数ある。このような踏切は、沿線の住民が繰り返し線路を横断しているうちに、事実上の踏切となった箇所であるが、その中にはMRに踏切として半ば公認されているものもある。

#### 1) 有人踏切

有人踏切には、踏切番が配置され、列車通過の前後に遮断機を開閉している。また、いくつかの踏切では、点滅式の警報機が設置されている。

踏切のガードレールの内側およびレール外側はアスファルトまたはコンクリートで舗装されているが、ところどころに穴が空いており、スムーズな道路交通の支障となっている。また踏切の前後は歩行者により軌道が踏み固められている。このことから、踏切内の軌道のメンテナンスが十分に行われていないものと思われる。

また、列車が接近すると職員により遮断機が閉じられるが、列車が通過する直前まで遮断機やフェンスの隙間を通り抜け踏切を横断するバイクや人が多数あり、職員もそれを許容している。

有人踏切の写真を図 5.7.1 に示す。



(a) ピンマナ踏切 (225 マイル 5-6/24)



(b) シンテ踏切(251 マイル 4-5/24)

出典: JICA 調査団

図 5.7.1 有人踏切

## 2) 無人踏切

無人踏切は、道路側に標識があるだけで、遮断機、点滅式警報機などは設置されていない。

無人踏切の写真を図 5.7.2 に示す。



(a) ピンマナ踏切 (226 マイル 11-12/24)



(b) ピンマナ踏切 (226 マイル 11-12/24)

出典: JICA 調査団

図 5.7.2 無人踏切

## (2) 線路内立入防止フェンス

タウンゲー～マンダレー間のほとんどの区間で線路内立入防止柵は設置されていない。そのため、沿線の住民や家畜を連れた農家の人が線路内に自由に立入り、線路内を歩行している。MR で現在、使用されている、レンガ積みタイプおよび金網タイプの写真を図 5.7.3 に示す。

現在、列車は 30～40km/h で運転されており、列車が接近してきても線路内にいる人が線路外に待避するまでの時間に余裕がある。しかし、列車の速度が 100km/h まで上がると、そのような余裕はなくなり、人身事故、場合によっては脱線などの重大な事故を起こしたりする可能性もある。



このような状況が生じることを防ぐため、線路内へ人や家畜が立入りするのを防止するためのフェンスが必要となっている。



(a) レンガ積タイプ



(b) 金網タイプ

出典: JICA 調査団

図 5.7.3 レンガ積タイプおよび金網タイプ

## 5.7.2 土木付帯構造物に関する提案

### (1) 踏切

踏切は、列車からだけでなく、道路交通からも荷重、衝撃、振動の影響を受けることから、他の箇所よりもメンテナンスの頻度が高くなる場所である。しかし、現在の踏切はマクラギやバラストの上をコンクリートで舗装されていたり、砂利が盛られているため、踏切付近の軌道の変位や損傷に対するメンテナンスが十分に実施されておらず、列車の安全かつ高速運転を妨げる原因ともなる。

そこで、列車や道路の通行に大きな影響を与えることなく、素早く軌道のメンテナンスの実施が可能な踏切構造物への改良が必要である。また、道路側の交通が踏切内およびその前後で滞ることがないように、取付け道路の改良も合わせて必要である。

### (2) 線路内立入防止フェンス

工費が高いため、MR 予算で MR 自身がフェンスを構築することを合意した。

### (3) 線路諸標（距離標）

現在、多くの国の鉄道において、「キロ程」が使用されており、国際的な標準となっている。また、「キロ程」は 1m 単位でその位置が示され、「マイル程」に比べて、構造物や駅の位置をより正確に示すことができる。

したがって、JICA 調査団は、「マイル程」を維持しつつ「キロ程」の導入を推奨する。MR が古い「マイル程」から新しい「キロ程」へ移行するために時間を要することから、当面は、「キロ程」と「マイル程」を併用する。

## 5.8 信号司令棟と運転指令室（OCC）

### (1) 信号司令棟及び運転指令室の現状

フェーズ2区間の信号司令棟は、鉄筋コンクリート造の2,3階建てで、いずれの建物も漏水や壁の剥離などがあり、老朽化が激しい。運転指令室は駅舎内にあって、駅舎を建て替えたネピドー駅とマンダレー駅の指令室は快適な環境が整っている。しかし、タウンゲー及びタージュー駅の指令室は、漏水や床材の劣化によって老朽化が激しい。各駅に通信機器室の建屋があるが、屋根や天井などの損傷が著しい。また、空調設備は機能していない。

### (2) 信号司令棟及び運転指令室の改良計画

信号司令棟は、信号装置の更新に伴い、新たに信号司令棟を建設する。しかし、ネピドーのみ、既存改修を行い使用する。また、既存の信号司令棟の解体は行わない事をミャンマー国鉄と合意している。信号司令棟の規模は、1階建て、2階建て、3階建ての3つのタイプになる予定である。

運転指令室は、新設する信号司令棟内に設置する事をミャンマー国鉄より要求された。ネピドーは、現在の運転指令室を改修し使用する。また、ミャンマー国鉄本部事務所内の一部を改修し、総合運転指令室を設置する。タウンゲー駅、タージュー駅は、駅舎の建替えが要求されているため、詳細設計では運転指令室を駅舎内に配置する事を検討する。

通信機器室は、新築する信号司令棟内に通信機器を設置する要求がミャンマー国鉄よりあった。そのため、現在の通信機器室については改修や解体を行わない。

踏切の設置に伴い、踏切用の機器を保護するための小屋を設置する。

## 5.9 駅舎

### (1) 駅舎の現状

55駅の駅舎について、駅舎の規模や構造別に分けて、老朽化の現状を取り纏めた。また、駅舎内の諸室や施設などの現状や使われ方についても取り纏めた。20駅の主要構造部にクラックや破断があることが判明した

### (2) 駅舎の改善提案

現地調査を踏まえ、改善のため下記の4つの視点を設定し、それぞれの整備項目についてミャンマー国鉄に提案を行った。

- 快適性
- 安全性
- ジェンダーフリー
- バリアフリー

整備項目は下記の通りである。

- 駅の土木構築物（乗客用プラットフォーム、踏切、雨水排水システム）

- 車椅子用スロープ
- 警告ブロック
- 案内掲示板
- 照明設備
- 駅トイレ・シャワー
- 空調設備
- 仮眠室

### (3) 駅舎の改修

駅の改修については、タウンゲー、ユェダーシェー、ピンマナ、ヤメティン、タージイー、キョッセ、ミョウハウ駅の7駅がミャンマー国鉄より指定された。改修方針としては、提案した整備項目を考慮し、下記の主要施設を設置する。

- コンコース
- 自由通路
- 改札口
- 出札
- 昇降設備（エレベーター、エスカレーター、スロープ等）
- 階段
- 旅客トイレ
- 案内表示板
- プラットフォーム（警告ブロック、照明設備）
- 駅業務施設（駅員室、仮眠室、設備諸室）

また、旅客需要予測に基づいた駅舎規模とし、ミャンマー国鉄との協議により建設場所を決定する。既存駅の解体を行わない事をミャンマー国鉄と同意している。そのため、既存駅を考慮した設計しなければならない。

プラットフォーム屋根は、建築限界による屋根の切断改修を行う7駅であることをミャンマー国鉄と確認をしている。

## 5.10 車両計画

### (1) 前提条件

車両計画を検討するに当たり、前提条件は以下のようになる。

- 本案件の対象区間は、YM-D/D(1)と同等の路線に整備される。
- 提案する特急タイプの車両は、YMの全線で運用をする。
- 本案件で提案する車両は、運行計画を考慮し、YM-D/D(1)と同様の車両仕様とする。

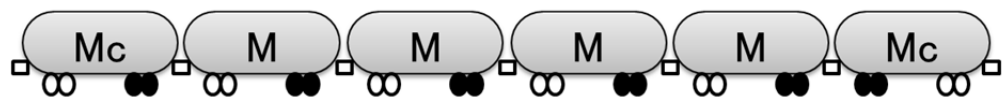
なお、MRとの議論を通して、本件では特急列車用の車両のみを調達することとした。

## (2) 車両の推奨計画

特急タイプの車両は、すでに YM-D/D(1)で 4 編成が提案されている。本案件で計画する車両も契約交渉中のフェーズⅠの車両と共通して運用するために同じ仕様とすることが求められる。その結果、車両の種類による条件を考慮することなく、運用の計画ができることになる。この項では、推奨する車両の主要諸元を記す。

### ➤ 列車編成及び定員

編成は、6 両編成とし、Ordinary クラスと Upper クラスの 2 クラスを設け、Upper クラスは 2 両中間に挟む編成とする（図 5.10.1）。

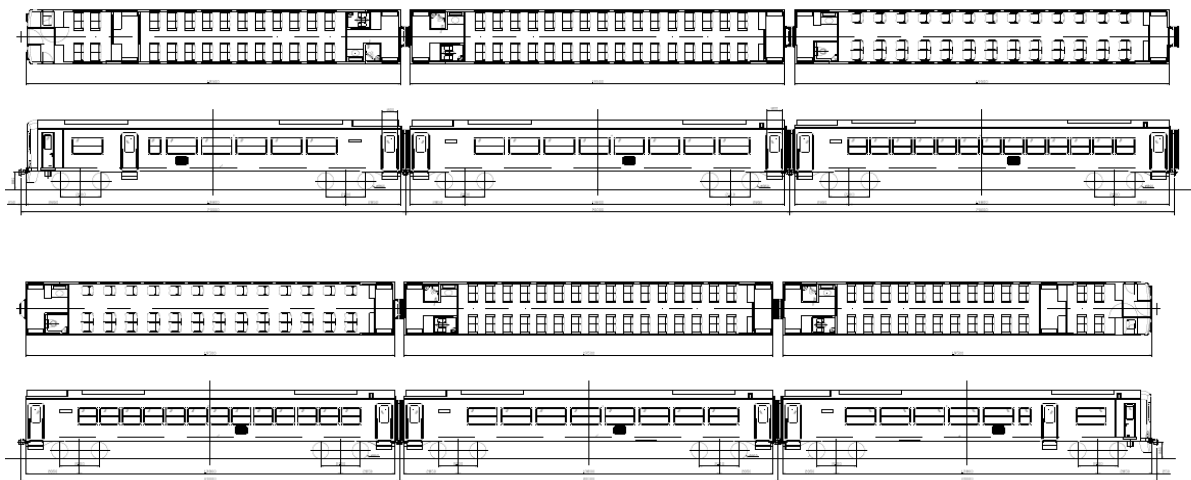


Mc: Motor Car with driver cab      ○ : Non-motor axle      □ : Automatic coupler  
M : Motor Car                              ● : Motor axle

出典：JICA 調査団

図 5.10.1 提案する特急タイプの車両編成

座席配置は図 5.10.2、乗客定員は表 5.10.1 のとおりであり、



出典：JICA 調査団

図 5.10.2 提案する特急タイプの座席配置

表 5.10.1 提案する特急タイプ車両の乗客定員

車種	Mc	M	M	M	M	Mc	合計
クラス	O	O	U	U	O	O	-
定員	52	64	39	39	64	52	310

\*O: 普通車、U: 優等車

出典：JICA 調査団

車両の主要諸元は、表 5.10.2 のとおりである。なお、YM-D/D(1)で議論になった無線装置は MR からの要請により無線機を乗務員の携帯から乗務員室へ設置とすることにした。

表 5.10.2 特急タイプの車両主要諸元

No	項目	YM-D/D (1) 特急タイプ			本案件 車種は YM-D/D(1)と同 じ
		Ordinary Class		Upper Class	
		運転台付電動車 (Mc)	電動車 (M)	電動車 (Ms)	
1	車体長	20,000 mm (連結器間)			左同
2	車体幅	2,800 mm			左同
3	屋根高さ	3,600 mm			左同
4	設計最高速度	110 km/h			左同
5	最大加速度	2.0 km/h/s			左同
6	最大減速度	3.5 km/h/s			左同
7	軸重	12.5 t			左同
8	駆動方式	ディーゼルエンジン+発電機+主電動機			左同
9	座席	転換シート	転換シート	回転リクライニ ングシート	左同
10	定員	52	64	39	左同
11	無線装置	携帯型	なし	なし	車載型

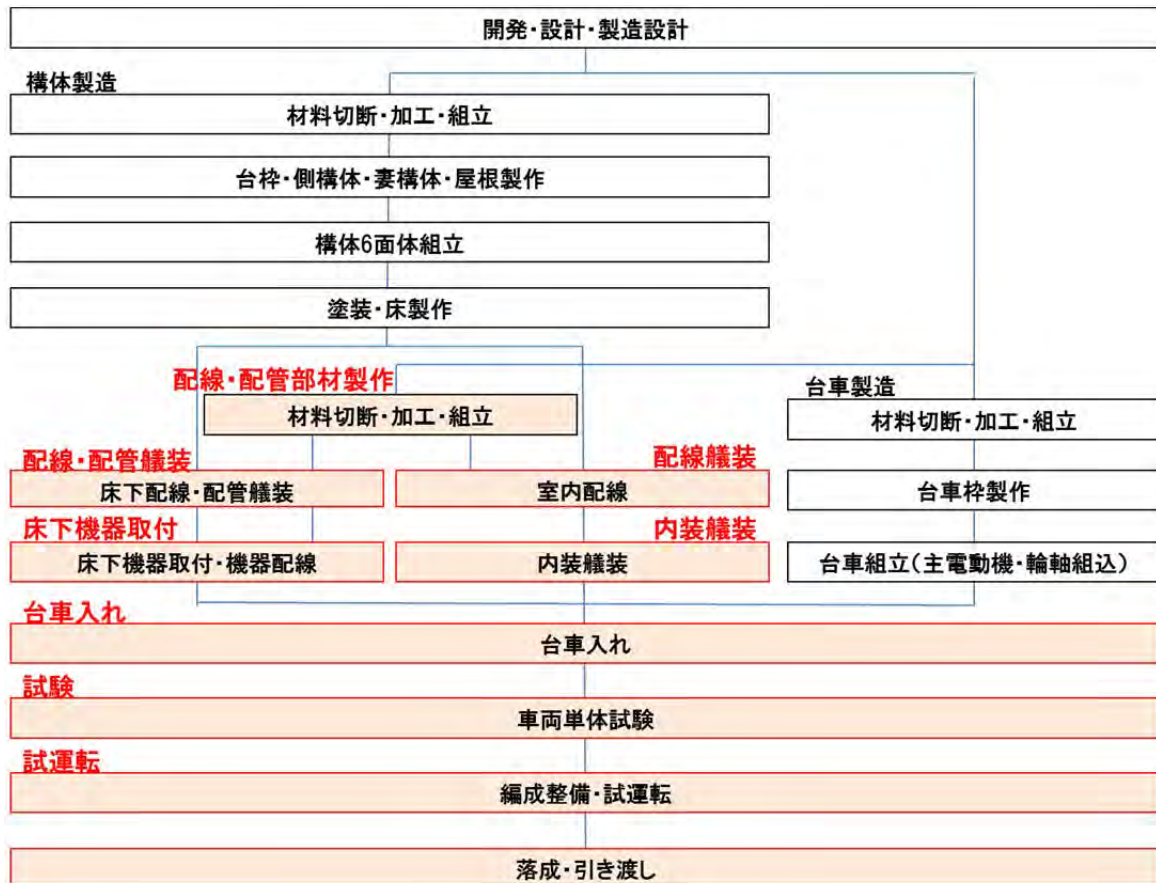
出典：JICA 調査団

### (3) 現地組立

車両の現地生産化については、2016 年に実施した JICA 「ヤンゴン環状鉄道改修事業詳細設計調査」において、現地組立（現地生産化に含まれる一部組立工程を指す）に関する調査依頼がミャンマー国鉄（MR）からあり、組立場所や組立範囲の調査、およびコストの積算をおこなった。一方、本案件では現地組立に関する計画がないまま調査が始まったが、調査途中で MR から本案件でも調達する車両の一部に対し、大量の車両を調達する場合、現地組立を MR 自身で実施したいという強い要望が寄せられたことから、調査を追加することとなった。

#### 1) 施工範囲

JICA 「ヤンゴン環状鉄道改修事業詳細設計調査」で決定した施工範囲と全く同一の条件とした。



出典：JICA 調査団

図 5.10.3 作業範囲（赤字）

## 1) 施工場所

JICA「ヤンゴン環状鉄道改修事業詳細設計調査」で決定した施工場所と同じ、ネピドー機関車製造工場で行うこととした。

## 2) 設備

設備は、施工開始までに追加整備の必要があると見込む。(表 5.10.3)

表 5.10.3 追加整備を必要と見込む設備リスト

Shop	Facility	
	Name (Specification)	Quantity
General assembly workshop, Steel frame workshop	Movable lifting table for heavy weight (5t)	1
	Working platform	8
	Temporary bogie	2
Weighing room	Portable wheel load measuring equipment	1

出典：JICA 調査団

### 3) 施工工程

工程については調査団の経験や車両メーカーなどの情報を基にしつつ、MRにおける初の作業となることを考慮し、必要な教育訓練や技術指導を加味したうえで計画した。

### (4) 車両の調達計画

現地組立を行わないことが決まったのち、特急列車用車両の調達についての検討が行われ、最終的に180両を調達することが決まった。複数の日本の車両製造業者に本プロジェクト期間中の製造能力を確認した結果、第一編成の引き渡しが着手（NTP）から36か月、第二編成以降の引渡しは1ヶ月/編成（6両）の間隔が必要と判明したことから、平成25年5月までに調達が可能と判断しMRに提案した。しかしながら、最終段階にてMR側は2024年12月までにすべての調達が終了するよう強く要請し、結果として、日本側は調達のスケジュールの前倒しをすることでその要請を受け入れることとしたが、詳細設計において、メーカーの製造能力とスケジュールに関する詳細な調査が必要である。

### 5.11 車両基地

「ヤンゴン・マンダレー鉄道整備事業フェーズ1」にて整備されるイワタジー車両基地は、車両のメンテナンスに必要な機能全てを保持している。ただし、ヤンゴン・マンダレー線（YM）は全長約620kmと長距離に渡るため、イワタジー車両基地だけでなく、他の車両基地も利用して、車両の検査・修繕・整備を計画する必要がある。本案件に必要な車両基地の能力は、条件（運行計画、対象車両と車両数、検査周期、検査所要時間、労働条件）に基づき計算すると、表5.11.1のようになる。

表 5.11.1 フェーズ1における車両基地の必要能力

車種	編成数	走行キロ	検査種別	検査編成数
YM Express DEMU	34	950 km/日	月検査	1.133 編成/日
			日常検査	16.581 編成/日
			車輪転削	0.533 編成/日

出典：JICA 調査団

以上を基に、YMでの運用を想定した各車両基地の計画は、表5.11.2のようになる。

表 5.11.2 YMにおける各車両基地の設備計画の数量

設備	イワタジー	タウンゲー	ネピドー	マンダレー
日常・月検査線	3	0	0	3 (only Daily Inspection)
臨時修繕線	1	0	0	1
車輪転削線	1	0	0	0
車両整備線	2	0	2	2
給水線	2	0	2	2
給油線	2	0	2	2

出典：JICA 調査団

### (1) イワタジー車両基地

イワタジー車両基地は、YMの始発・終着駅となるヤンゴンから近いため、車両運行の拠点となる車両基地である。したがって、DEMUに必要な設備全てを整備すべきである。

### (2) タウンゲー地区

列車がタウンゲー地区に留置される計画であるが、留置本数が1本と少ない。また、車両の仕様上、タウンゲー地区で新たに整備する設備は必要ない。

### (3) ネピドー地区

ネピドー地区は、多くの車両が滞泊することから、車両整備の拠点として、車両基地を整備することを奨める。ただし、コストダウンの観点から、イワタジー、または、マンダレー地区に検査・修繕設備を集約することとし、ネピドー地区には、運行前に必要な設備を整備する。さらに、コストを削減するために、既存のネピドー車両基地を活用する。ネピドー車両基地の整備計画は、図 5.11.1 のとおりである。



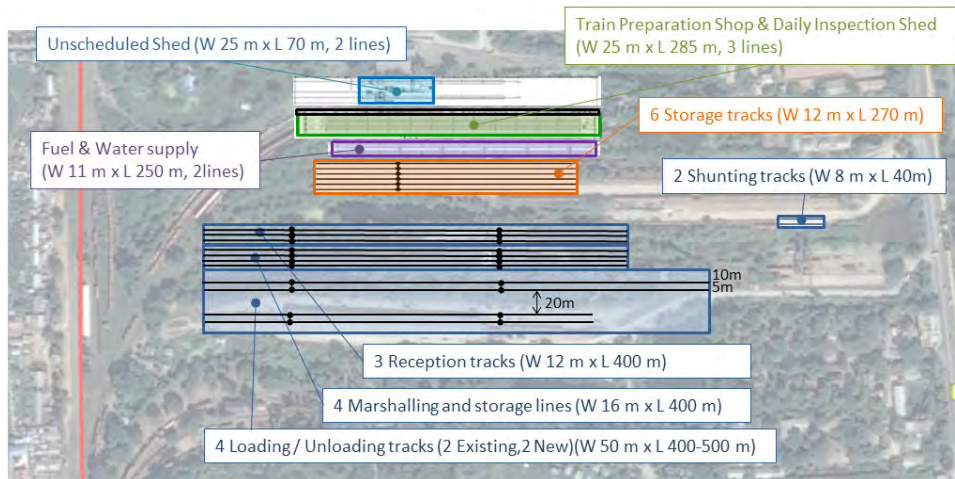
出典：Google Earth、JICA 調査団

図 5.11.1 ネピドー車両基地の整備計画のイメージ

### (4) マンダレー地区

マンダレー地区に整備される車両基地は、YMの始発・終着駅となるため、イワタジー車両基地と同様、重要な拠点である。ただし、フェーズ1においてイワタジー車両基地に全て設備が導入されるため、マンダレー地区の車両基地は、イワタジー車両基地を補佐する役割を持つべきである。一方、この車両基地は、ミョウハウン駅構内を貨物設備とともに再整備を行い、整備する。ただし、既存の車両基地は新たな設備のための土地を生み出すために再配置を行うため、新たに整備する車両基地に統合することにする。新マンダレー車両基地の整備計画は、図 5.11.2 のとおりである。





出典：Google Earth、JICA 調査団

図 5.11.2 新マンダレー車両基地の整備計画のイメージ

この計画では、ミョウハウ貨物駅構内の既存設備を撤去するため、MR の運行に影響を及ぼさないように、工事を計画する必要がある。

## 5.12 信号設備

### (1) 更新計画

#### 1) 基本方針

本プロジェクト完成時以降、メンテナンスを行いながら約 20 年以上継続使用することが可能な近代的な信号設備とする。また、MR は容易に保守ができる設備を望んでいるため、共通の仕様で保守に配慮する。

信号設備新設に伴う信号機器室などの建築設備、土留めなどの土木設備も同時に施工する。

改良の対象とする踏切保安装置は、フェーズ 1 では、駅付近（遠方信号機から構内側）を対象にしていた。フェーズ 2 でも、MR の要望により、駅中間であってもヤンゴン・マンダレー幹線道路と交差する踏切など、重要な踏切を対象に加えた。

#### 2) 設計施工期間の短縮

本設計において輸送計画に基づき各駅の配線を決めるが、その際に可能な限り駅の線路配線を同じにするように計画するよう、輸送計画で配慮する。進路の少ない駅は継電連動装置を使用するので、駅の配線が少しでも異なると設計、製作、試験が異なり工事期間が延びることとなる。進路を同じにすることで設計、製作、試験の期間を短縮することが可能となるため、運転計画に支障しない場合は線路配線の統一を図る。

### 3) 各装置の整備計画

#### i) 連動装置

本プロジェクトでは、連動装置の規模、電源事情を考慮し、継電連動と電子連動を採用し進路数により使用する駅を区分する。連動装置の制御盤に閉そく装置の表示、扱いを統合し操作できるものとする。

進路数の多い重要度の高い駅は、電子連動装置を採用する。連動装置はフェイルセーフ論理にもとづいたものであることとする。進路設定は駅ごとに駅長が取扱いをするため、制御盤を駅ごとに設置する。電子連動装置と継電連動装置の区分は進路数によることとして、フェーズ1と同じ次の基準により基本的には区分する。

- ・ 大駅（31 進路以上）：電子連動装置
- ・ 小駅（30 進路以下）：継電連動装置

ネピドー駅はインドのアンサルド製の SSI と呼ばれる電子連動装置を設備しているが、稼働して5年経っており、レールの50Nレール化に伴う電気転てつ機の交換、電源装置の増強、他装置とのインターフェースのための改修等の難易度、改修費用を考慮すると、連動装置を含めネピドー駅の信号設備を更新する方が将来的に有利である。

#### ii) 閉そく装置

##### a) 駅間閉そく装置

タウンゲー・マンダレー間は、駅間に1列車を運転すればよいため、駅間で自動的に閉そくを確保する駅間閉そく装置を設置する。閉そく装置は、駅中間を挟んだ両端の駅に設置した閉そく装置が共調し閉そくを確保する装置とする。出発信号機と連鎖し、閉そく区間の安全を確保する設備であることが必要である。

##### b) 自動閉そく装置

ミョウハウン～マンダレー間にあるシャンズ駅は、現在、閉そく機能の無い停車場として利用されている。自動閉そく装置は、駅間閉そく装置を設備する場合に比べて、駅取扱いの必要が無く、距離が短い区間であるため工事費が安くなることから、ミョウハウン～マンダレー間への自動閉そく装置の導入を検討する。

#### iii) 信号装置

ヤンゴン・マンダレー線では、全線にわたり、運転保安は地上信号方式で確保する。現在でも施行されている方式であり、運転最高速度100km/hでは変更する必要は無い。主信号機は色灯信号機、灯列式信号機を採用する。

MRのビルマ国鉄一般規則（1948年1月1日）を基本とした地上信号機方式を採用する。地上信号機は、2現示または3現示色灯信号機、入換信号機は灯列式、原則として進路毎に信号機を設ける。信号機を共用する場合は、進路表示を付加しどの進路の現示であるかを示す。

信号機の電球は LED タイプ信号機であり、LED 電球の故障を検知出来ること、LED 球単位で交換が可能なタイプとする。

#### iv) 転てつ装置

本プロジェクトでは、高速化のためにレールを交換する。これに合わせ分岐器も交換されるので、連動制御範囲の分岐器には、電気転てつ機または転てつリバーに電気鎖錠器を付加する。本線上の電気転てつ機は、ロック狂いを検出することが可能な装置を付加する。

#### v) 列車検知装置（軌道回路）

列車の位置検知は、閉そくや連動装置などの信号システムの根幹を成すもので極めて重要な設備であり、複数の方法がある。ヤンゴン・マンダレー線では電源事情が不安定なことを考慮すると、蓄電池給電による無停電化が容易な直流軌道回路方式が有望である。現在使用している軌道回路も直流軌道回路が多く、保守に関する技術的な問題がない。

#### vi) 自動列車防護装置

本プロジェクトにより、軌道、土木の性能が向上し、列車密度、列車本数が増加することから、自動列車防護装置（ATP）を設備する。新型車両（DEMU）には、ATP 車上装置を搭載する。また、現在 MR 保有の車両の運転台には、フェーズ 1 において ATP 装置を新設することとなっている。

ATP 整備の優先順位は、旅客の安全を最優先として設備する。したがって、場内信号機、出発信号機を最優先に設備し、構内の入換信号機についてはその入換信号機を冒進した場合に、本線の旅客列車に衝突する恐れのある入換信号機には設備し、その他の入換信号機には設備しない。

#### vii) 電源装置

現状のミャンマーでの電源事情は、主要都市であるヤンゴン、ネピドー、マンダレーにおいても停電が頻発している。供給される電力の品質も、需要家の受電端における電圧が 200V 以下であることが多い。このような電力事情の地域においても信号設備を安定稼働させることを目的とし、電源装置を設備する。信号の配電盤から TMS 装置、踏切保安装置、通信機器へ開閉器を介して電力を供給する。

#### viii) ケーブルおよび管路

駅構内に点在する信号設備と信号機器室間に、情報回線および電源回線のためのケーブルを布設する。また、駅と駅の間、駅中間に設備される信号設備と駅の間にも同様の設備が必要である。現状では、ケーブルは直接埋設し布設されている。埋設用のケーブルは、施工性、屈曲性が悪く種類が少ない。ケーブルが多数布設される大きい駅の構内のメインルートでは、トラフによる布設を検討する。

## ix) 踏切保安装置

列車の走行において事故が発生する可能性が最も高い場所は踏切である。そのため、踏切遮断機や警報機等の保安装置を設置し、道路横断者に対して列車の進来に対する注意喚起を促すなど、線路側と道路側双方の安全を確保することが重要である。当プロジェクトでは列車走行のスピードアップ及び列車運転本数の増加を主目的としているため、現状、人手に頼っている踏切では事故発生の増加が懸念される。このため、保安度を向上させるための対策を検討する。

交通量の多い駅中間の踏切を自動化するように MR から要請があった。電源を確保することが可能であれば、これらの踏切についても自動化することを検討する。

### a) 導入箇所

踏切保安装置の導入は下記に示す踏切とする。

- 駅構内踏切（有人、無人踏切）
- 遠方信号機～場内信号機間の駅中間踏切
- 駅中間の特に交通量の多い有人踏切

### b) 対象の踏切

対象の踏切を表 5.12.1 に示す。なお、タウングー～マンダレー間には、MR が公式に管理している踏切が 102 箇所あり（ただし、フェーズ 1 で整備する 3 箇所を除く）、表で示すように 79 箇所の踏切に安全装置を導入することとする。残りの 23 箇所については、交通量が極めて少ないことから、コストパフォーマンスを考え、従来の踏切警手による手動扱いを継続する。

表 5.12.1 改良踏切一覧表

Division (5)  
List Of Level Crossing For Internal Area Of Division (5)

No	SLNo	Station		Mileage		Gateman	Department	Class	Distance from SMO (m)	Width (m)	Length (m)
		from	to	from	to						
1		TAUNGGOO	KYEDAW	166/22	23	MAN	CIVIL	SPECIAL		7	~
2				167/9	10	MAN	CIVIL	SPECIAL		9	
3	39		KYEDAW	171/13	14	from ST	OPERATING		110	6	33
4	40		KYUNGON	175/6	7	from ST	OPERATING		272	6	15.5
	41		KAYTUMADI	-	-	-	-	-	-	-	-
5	42		YEDASHE	182/21	22	from ST	OPERATING		451	5	14
6				183/9	10	MAN	OPERATING		262	7	17.5
7		YEDASHE	KONGYI	184/13	14	MAN	CIVIL	NSBI			23.5
8	43		KONGYI	186/22	23	from ST	OPERATING		349	4.5	11
9	44		SWA	191/5	6	from ST	OPERATING		322	4	19
10	45		THARGAYA	195/15	16	from ST	OPERATING		280	4	12.5
	46		THARYARGON	-	-	-	-	-	-	-	-
11	47		MYOHLA	201/8	9	from ST	OPERATING		272	11.5	18
12	48		YENI	206/2	3	from ST	OPERATING		436	6	16
13				206/14	15	from ST	OPERATING		358	6	14
14	49		TAWUTI	209/3	4	MAN	CIVIL		1200	9	12
15				210/2	3	from ST	OPERATING		243	7	19.5
16		TAWUTI	HTEININN	210/23	24	MAN	CIVIL	NSBI			9
	50		HTEININN	-	-	-	-	-	-	-	-
17		HTEININN	ELA	214/20	21	MAN	CIVIL	SPECIAL		22.5	23
18	51		ELA	216/7	8	from ST	OPERATING		292	5	13.5
	52		PYAYWUN	-	-	-	-	-	-	-	-
19				224/16	17	MAN	OPERATING		596	9	22
20				225/5	6	MAN	OPERATING		346	10	18.5
21	53		PYINMANA	225/8		MAN	OPERATING		516	10	16.5
22				225/9	10	MAN	OPERATING		576	7	18
23				225/22	23	MAN	CIVIL		1450	17	16
24		PYINMANA	YWADAW	227/2	3	MAN	CIVIL	SPECIAL		74.5	12
25		PYINMANA	YWADAW	228/18	19	MAN	CIVIL	NSBI		48	15.5
26	54		YWADAW	229/18	19	from ST	OPERATING		334	4	10.5
27	55		NAYPYITAW	233/21	22	MAN	OPERATING		1650	7	13
28	56		KYIDAUNGKAN	234/23	24	from ST	OPERATING		281	8	24
29				235/7	8	from ST	OPERATING		259	4	17
30		KYIDAUNGKAN	PYOKKWE	236/17	18	MAN	CIVIL	SPECIAL		26	13
31	57		PYOKKWE	240/2	3	from ST	OPERATING		356	8	12.5
	58		SINBYUGYUN	-	-	-	-	-	-	-	-
	59		SHWEMYO	-	-	-	-	-	-	-	-
32	60		SINTHE	250/24	251/1	from ST			89	5	20
33				251/16	17	MAN	CIVIL		1150	10	10
34				253/2	3	from ST	OPERATING		366	6	11
35	61		TATKON	253/11	12	from ST	OPERATING		267	5	26
36				253/21	22	MAN	CIVIL		928	6	14
	62		MAGYIBIN	-	-	-	-	-	-	-	-
37		MAGYIBIN	NYAUNGLUN	259/12	13	MAN	CIVIL	NSBI			12
38	63		NYAUNGLUN	(261/3)	(4)	from ST	OPERATING		276	4	15
39				261/14		from ST	OPERATING		430	5	15
40	64		HNGETTHAIK	267/15	16	from ST	OPERATING		395	10	21
	65		INGON	-	-	-	-	-	-	-	-
41				274/14	15	from ST	OPERATING		380	8	15
42	66		YAMETHIN	274/17	18	from ST	OPERATING		607	7	15.5
43				275/4	5	MAN	CIVIL		1310	6	22
44		YAMETHIN	INGYINKAN	276/21	22	MAN	CIVIL	NSBI			13
	67		INGYINKAN	-	-	-	-	-	-	-	-
	68		SHWEDA	-	-	-	-	-	-	-	-
45		SHWEDA	PYAWBWE	284/11	12	MAN	CIVIL	NSBI			14
46	69		PYAWBWE	287/12	13	from ST	OPERATING		268	14	17
	70		SHANYWA	-	-	-	-	-	-	-	-

Division (4)  
List Of Level Crossing For Internal Area Of Division (4)

No	St.No	Station		Mileage		Gateman	Department	Class	Distance from SMO (m)	Width (m)	Length (m)
		from	to	from	to						
47	71		NYAUNGYAN	299/4	5	from ST	OPERATING		262	4	18
	72		NWATO	-	-	-	-	-	-	-	-
48	73		THAZI	305/12	13	MAN	OPERATING		485	15	27.5

Division (3)  
List of Level Crossing For Internal Area Of Division (3)

Power Distribution by **POWER**  
**SIGNAL**

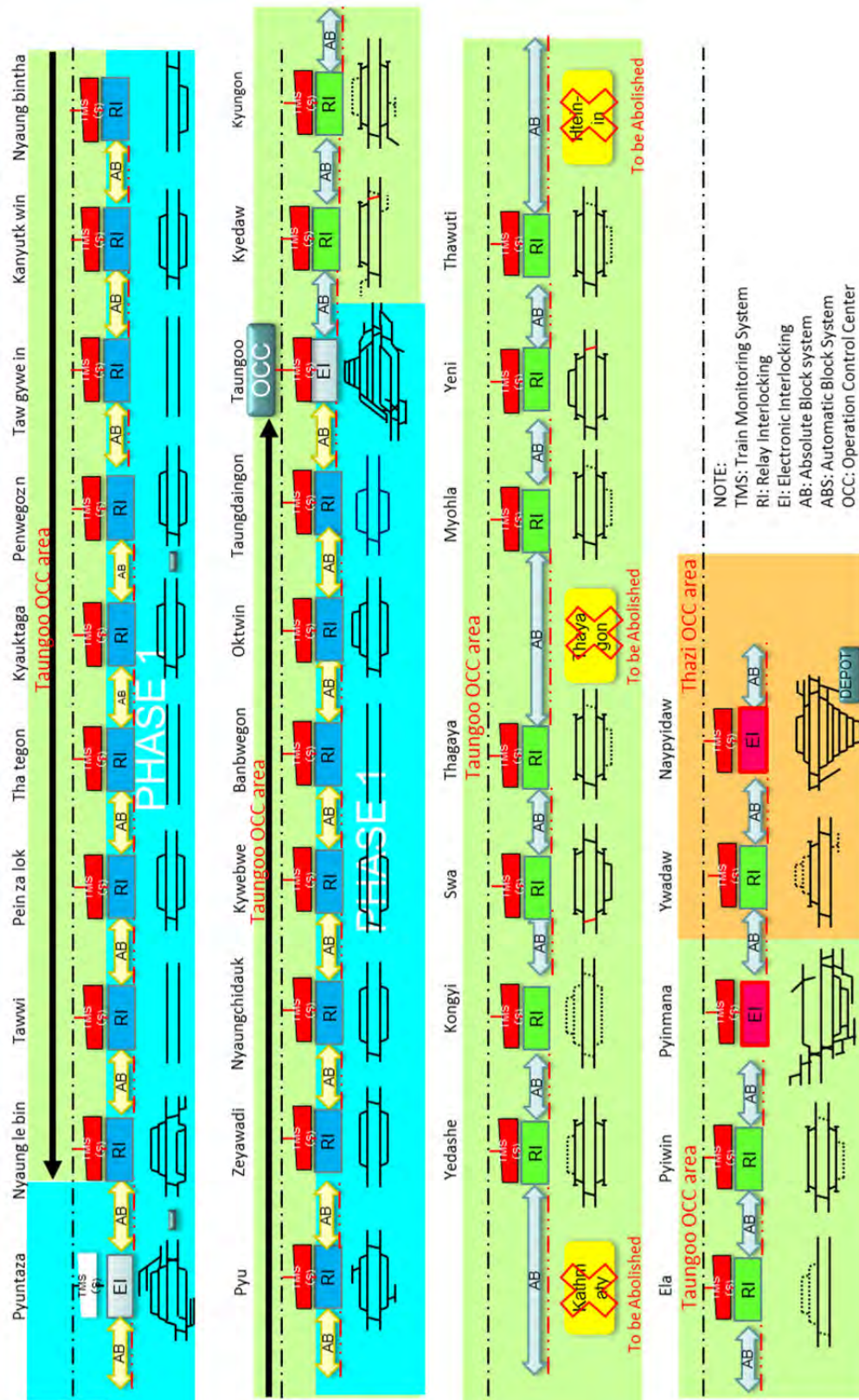
Measured by Map only  
NSBI : Not Special But Important

No	St.No	Station		Mileage		Gateman	Department	Class	Distance from SMO (m)	Width (m)	Length (m)
		from	to	from	to						
49	75		HANZA	315/11	12	from ST	Operating		289	4	20
	76		DAHATTAW	-	-	-	-	-	-	-	-
50	77		THEDAW	322/6	7	from ST	Operating		344	8	26
51	78		KHINBAN	325/24	326/1	UNMAN			423	5	15
52				326/7	8	UNMAN			865	5	15
53	79		SAMON	328/18	19	from ST	Operating		282	4	13
	80		ODOKKON	-	-	-	-	-	-	-	-
54	81		THABYETAUNG	336/10	11	from ST	Operating		248	4	13
55	82		KUMELAN	341/7	8	from ST	Operating		256	20	14.5
56	83		MYITTHAR	346/10	11	from ST	Civil		970	4	13.5
57				346/18	19	from ST	Operating		309	7	13
58	84		MINZU	352/3	4	from ST	Operating		348	5	13
59				358/8	9	Man	Civil		1030	10	12
60				358/21	22	from ST	Operating		284	11	14
61	85		KYAUKSE	359/4	5	from ST	Operating		153	16	27
62				359/17	18	Man	Civil		1100	10	14.5
63	86		BELIN	363/2	3	from ST	Operating		319	4	12
64	87		SINGAING	368/10	11	Man	Civil		781	10	13
65				368/20	21	from ST	Operating		265	4	12
66		SINGAING	PALEIK	371/14	15	Man	Civil	NSBI		10.5	18
67	88		PALEIK	374/3	4	from ST	Operating		356	14	25
68				376/7	8	Man	Civil		1230	21	16
69	89		MYITNGE	376/20	21	from ST	Operating		426	4	13
70				377/20	21	from ST			1130	4	12
71	90		TAGUNDAING	379/13	14	Man	Civil		998	10	16
72				380/18	19	Man	Civil		888	36	12
73		TAGUNDAING	MYOHAUNG	381/3	4	Man	Civil	NSBI			9
91			MYOHAUNG	-	-	-	-	-	-	-	-
74	92		SHANZU	383/18	19	Man	Civil	Special	25	10	12
75				384/10	11	Man	Civil	Special	339	15	16
76				384/13	14	Man	Civil	Special	164	15	13
77		SHANZU	MANDALAY	384/15	16	Man	Civil	Special	-	20	11
78				384/17	18	Man	Civil	Special	180	14	12
79				384/21	22	Man	Civil	Special	364	14	13
93			MANDALAY	-	-	-	-	-	-	-	-

出典：JICA 調査団

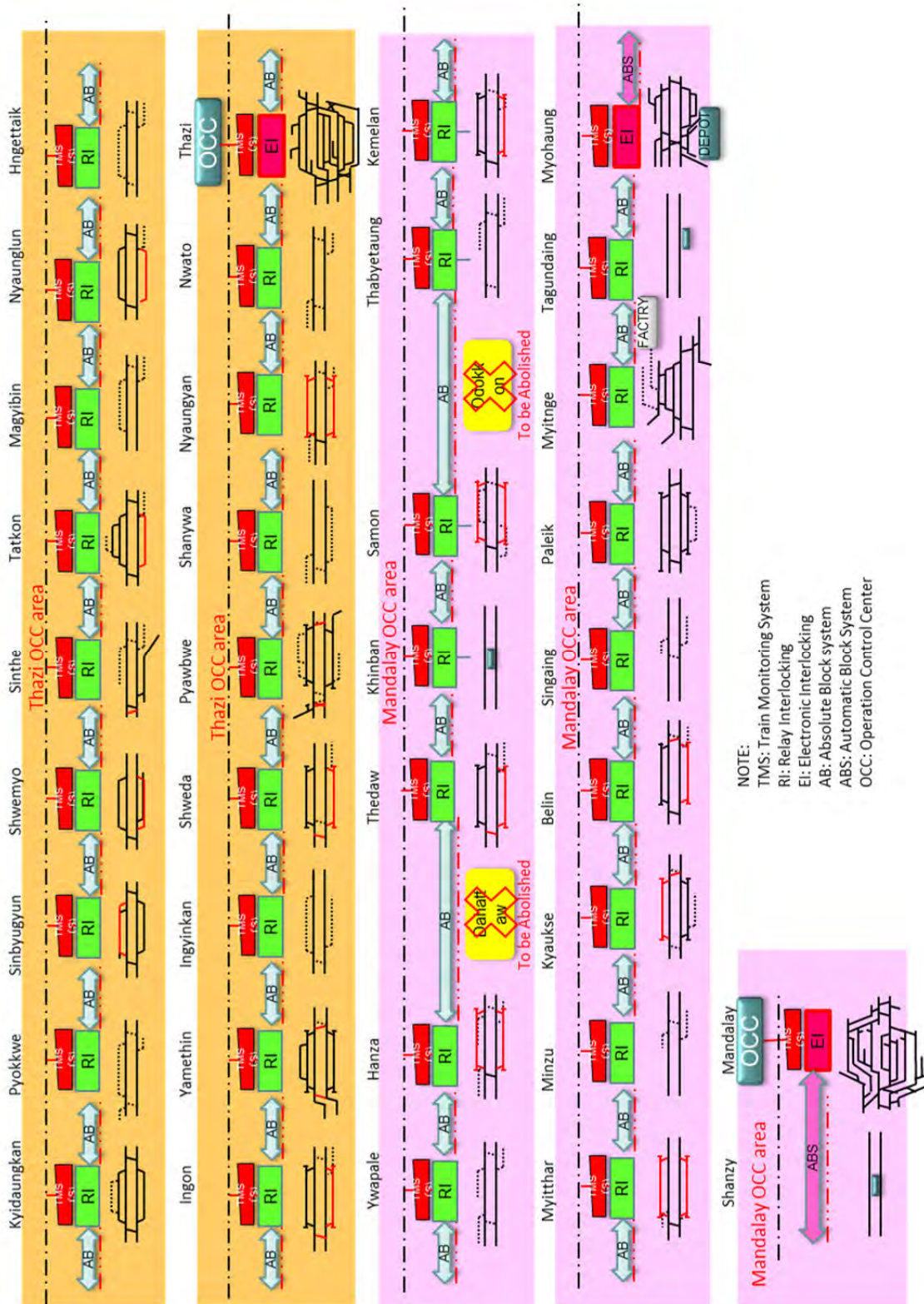
## 2) 信号システム更新計画図

フェーズ2区間の信号装置改修計画を図 5.12.1(ただしピュンタザ〜タウンゲー間はフェーズ1) および図 5.12.2 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.12.1 信号システム更新計画（ピュンタザ～ネピドー間）



出典：JICA 調査団

図 5.12.2 信号システム更新計画（キーダウンカン～マンダレー）



## 5.13 通信

### (1) 業務範囲

1. ピンタザ駅からマンダレー駅までの 479.18km を調査範囲とする。
2. 極超短波（UHF）無線通信システム（アンテナ、固定無線機、ポータブル型無線機、無線機用電源等）を改良計画の対象設備とする。既存の基幹伝送設備である光ファイバー通信伝送路、光伝送装置（SDH, STM-1,4 等）、OFC 電話設備、光伝送装置用電源設備等及び短波無線システム（HF）並びに枝線区用の超短波無線通信システム（Very High Frequency: VHF）は改良計画の対象外とする
3. 光ファイバーケーブルおよびそれに伴う機器類については、本プロジェクトの対象外とする。

### (2) 無線通信システム改良計画

#### 1) システム構成

今回、既存の極超短波（UHF）無線通信システムで使用している 450MHz～460MHz 帯の周波数帯を利用した無線通信システムを構築する。管区 OCC 及び中継局駅の無線通信システムは、IP interface device を介して、既存の OFC 回線に接続する系構成となる。無線通信システムの設備更新と同時に列車運転士にもポータブル型無線機を携帯させることにより、列車運転士と OCC、駅、保守要員、踏切警手相互間で通話ができるようにする。仕様については、基本的にフェーズ 1 の仕様と同等とする。

新無線通信システムの概要を図 5.13.1 に示す。

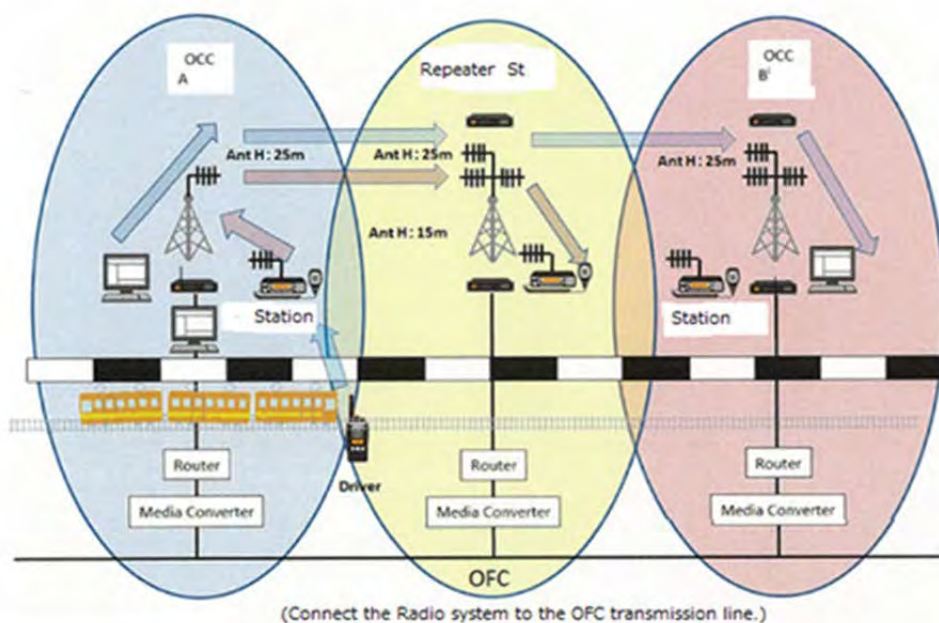


図 5.13.1 新無線通信システム構成

## 5.14 運行監視装置

### (1) 基本方針

本準備調査では、タウンゲー（駅構内を除く）～マンダレー間約 353.3km の区間を対象に実施する。但し、鉄道中央監視システムの監視範囲は現在の運行管理区間と一致させるため、フェーズ 2 ではタウンゲー OCC 管轄範囲のニャウンレービン・ピンマナ間、タージィー OCC 管轄範囲のユアード・タージィー間、マンダレー OCC 管轄範囲のユアパレ・マンダレー間である。

本プロジェクト完成時以降、メンテナンスを行いながら約 20 年以上継続使用することが可能な近代的な信号設備とする。また、MR は容易に保守ができる設備を望んでいるため、共通の仕様で保守に配慮する。

### (2) 基本機能

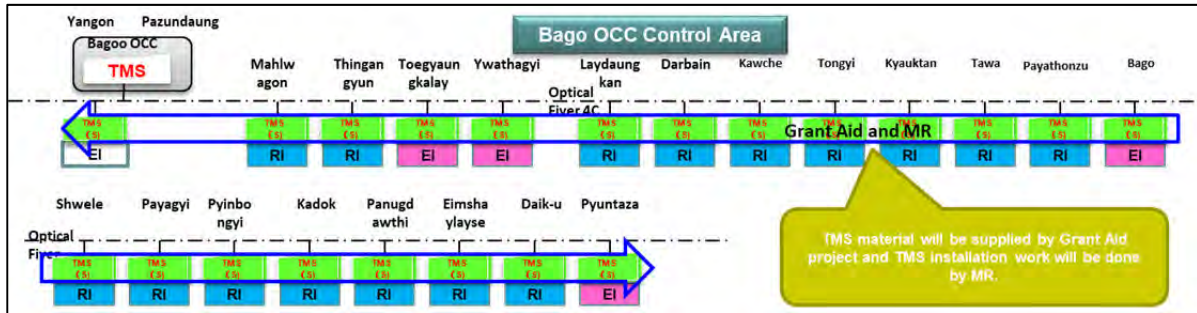
各駅の連動装置から TMS I/F へリレー接点で列車検知、信号機、転てつ機等の情報を出力する。TMS 駅装置は TMS I/F のリレー情報を入力し OCC の TMS サーバーへ光ケーブルの伝送回線を介して伝送する。列車番号を OCC で TMS 端末から入力する、この列車番号は列車の進行に合わせてシフト処理される。これらの TMS 管轄範囲内の列車運行情報は大型のディスプレイに表示される。列車運行情報は各駅の駅長室または信号扱所に設置する TID 端末にも表示する。TMS のデータ伝送回線を使用して OCC と駅間で通話可能な指令電話を設備する。TMS 装置は計画ダイヤ（駅発車時刻表）の作成と実績ダイヤの記録などのダイヤ管理機能を持つ。基本ダイヤ作成機能はヤンゴン・マンダレー線の全線分が作成できる機能を持つ。OCC 境界であるピュンタザに、隣接駅の列車の発車情報、列車番号情報など、隣接 OCC に渡す情報を相互にやりとりするための装置を設置する。

### (3) 整備計画

ヤンゴン・マンダレー鉄道は次の 4 つの OCC と 1 つの中央 OCC によって管理されている。

- ▶ バゴー OCC（ヤンゴン～ピュンタザ）
- ▶ タウンゲー OCC（ニャウンレービン～ピンマナ）
- ▶ タージィー OCC（ユアード～タージィー）
- ▶ マンダレー OCC（ユアパレ～マンダレー）
- ▶ ネピドー中央 OCC（ヤンゴン・マンダレー全区間）

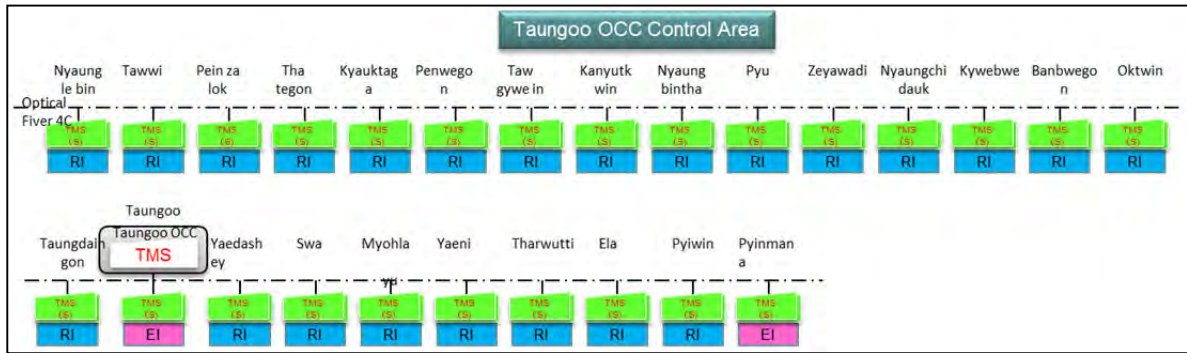
フェーズ 2 で新設を予定しているタウンゲー OCC の管理区間内の連動装置はフェーズ 1 で新設される区間（ニャウンレービン～タウンゲー）とフェーズ 2 で新設する区間（ユアード～ピンマナ）に分かれる。



出典: JICA 調査団

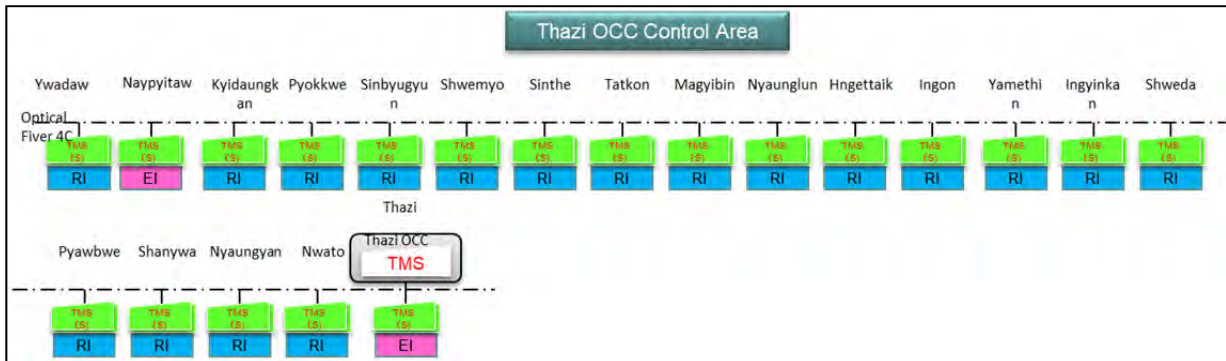
図 5.14.1 OCC 制御範囲図(a) バゴ-OCC

フェーズ2では、タウングーOCC、タジーOCC、マンダレーOCCに関する列車監視装置を新設する。次に各OCCの構成を示す。



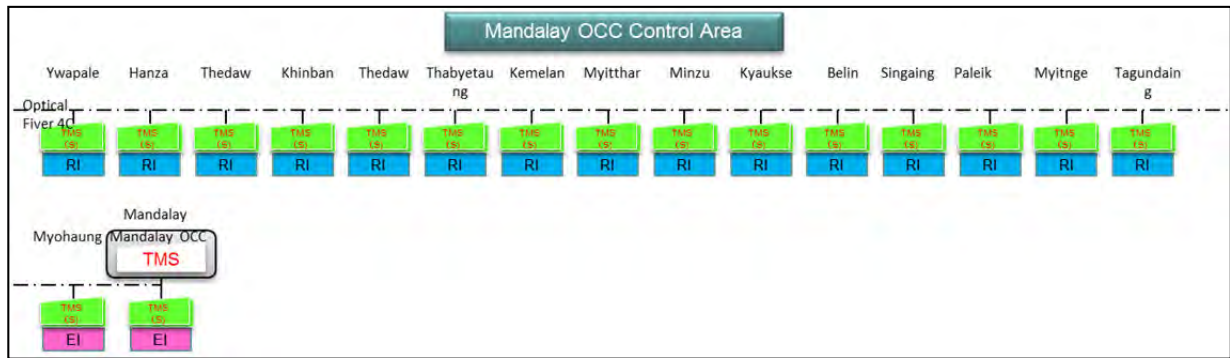
出典: JICA 調査団

図 5.14.2 OCC 制御範囲図(b) タウングーOCC



出典: JICA 調査団

図 5.14.3 OCC 制御範囲図(c) ターギーOCC



出典: JICA 調査団

図 5.14.4 OCC 制御範囲図(d) マンダレーOCC

TMS では、既存の OCC の管理範囲と同じ範囲で列車の運行を監視する。TMS は、各 OCC に設備する中央装置及び表示装置と各駅に設置する駅装置で構成する。

#### (4) 信号システム更新計画図

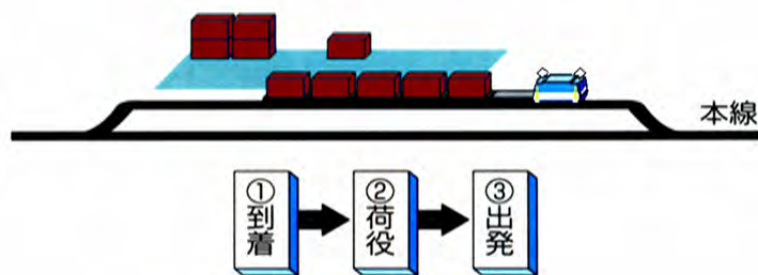
フェーズ 2 区間の信号装置改修計画図(信号)を参照。図中に運行監視装置の更新計画を含む。

### 5.15 貨物鉄道輸送計画

ヤンゴン (ティラワ地区を含む) ~マンダレー間の鉄道貨物輸送のあり方を考慮したうえで、タウングー~マンダレー間における鉄道貨物輸送基地について提案する。

#### (1) ヤンゴン~マンダレー間急行貨物列車

ヤンゴン地区~ミョウハウ間の急行貨物列車を増発して、途中主要駅(バゴー駅、タウングー駅、ネピドー地区、タージィー駅)に停車し、貨車の入換を行わずに列車単位で各駅にて荷役する主要駅停車の急行貨物列車(以下「急行貨物列車」)を運行する。途中各駅では、荷役線に着発機能を有した設備の整備を行う。



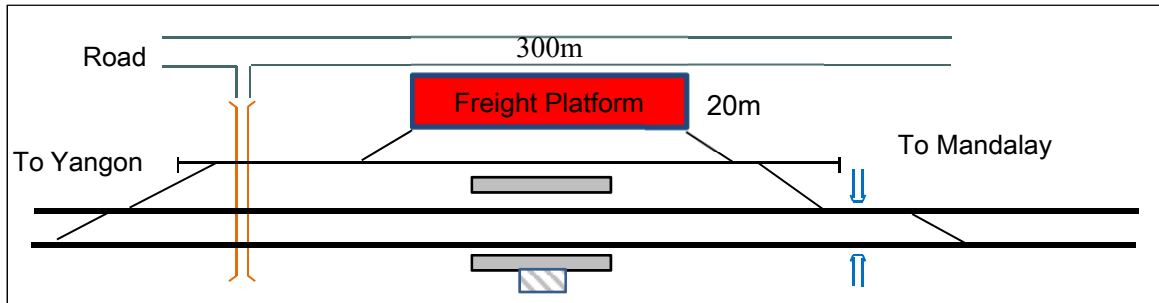
出典: JICA 調査団

図 5.15.1 着発線荷役の例(日本)

#### 1) ネピドー地区(ユアード駅)

ネピドー地区においては、現在は貨物鉄道輸送の需要が多くないものの、国家政策によるインフラ整備に伴い、建設資材輸送(コンクリート用骨材、鉄筋、道路建設材料など)の需要が見込まれる。

駅西側の高規格道路間のスペースが荷役ホームに適する。最も外側の留置線を副本線として荷役ホーム（20m幅で延長300m）を建設し道路の間にアクセス道路を整備することで貨物取り扱いを可能とする。



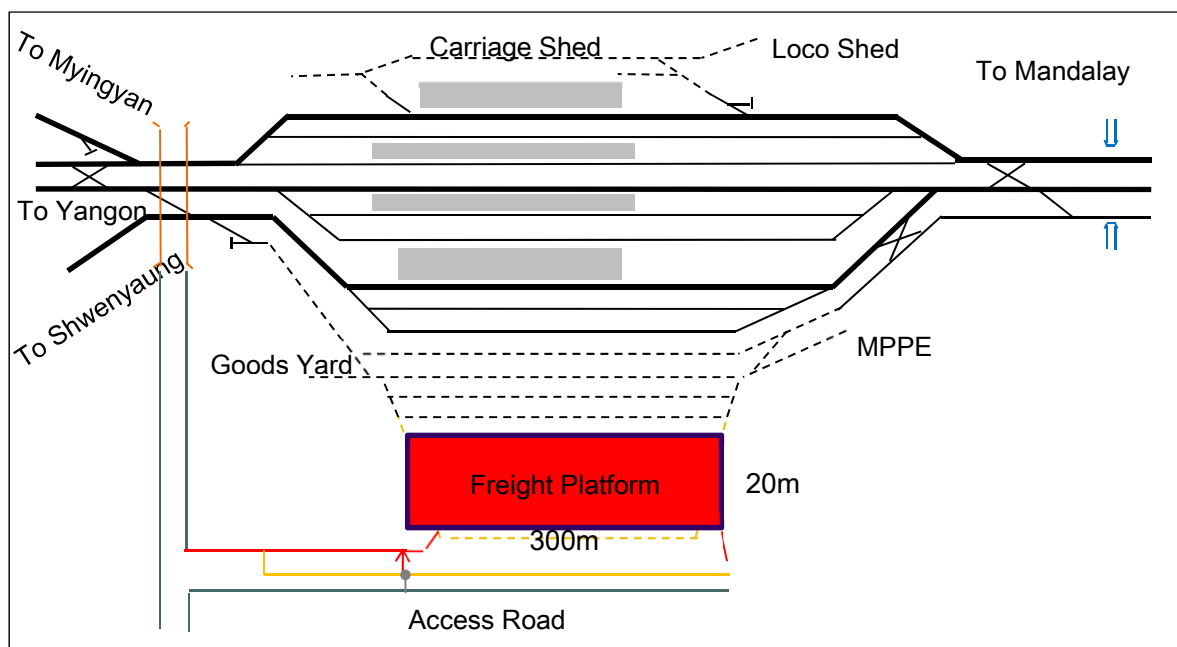
出典: JICA 調査団

図 5.15.2 ユアード駅整備計画

## 2) タージー駅

周辺は酪農、果実といった農産物を産出するところであり、大消費地であるヤンゴンへの鉄道へのシフトによる輸送時間の短縮のほか、冷蔵コンテナ等の導入による低温輸送が期待できる。

駅の改良は、駅東側の留置線群の5線を撤去し（支線区への入換、燃料輸送基地、車両基地への検査待ち車両留置機能は確保）、荷役ホームを建設することにより、貨物取扱量を大幅に増やすことが可能となる。大型車両の乗り入れ、将来のコンテナを取扱いのため、現在4m幅の道路の拡幅等、周辺環境の整備が必要である。これについては、引き続きMRと協議を行う。



出典: JICA 調査団

図 5.15.3 タージー駅整備計画

### 3) マンダレー地区（ミョウハウン駅）

ミョウハウン駅は、マンダレー地区での一般貨物の鉄道輸送拠点であり、ミッチーナーならびに中国向け貨物の中継地点でもある。貨物取扱設備の整備について以下に記すが、整備には DEMU デポの整備計画、ならびに、ミョウハウン駅周辺の CBD 計画との調整も必要となる。

➤ 荷役線 4 線（線路長 400m～500m）

第 1 区域と第 2 区域を集約する（第 3 区域で扱っている軍用貨物は対象外）。

現在、第 1 区域にある高床ホーム（荷役線 2 線）はそのままとする。

北側に平面ホーム（荷役線 2 線）を新設し、既存ホームとの間を舗装する、なお、この荷役線 2 線には着発線機能を持たせる。

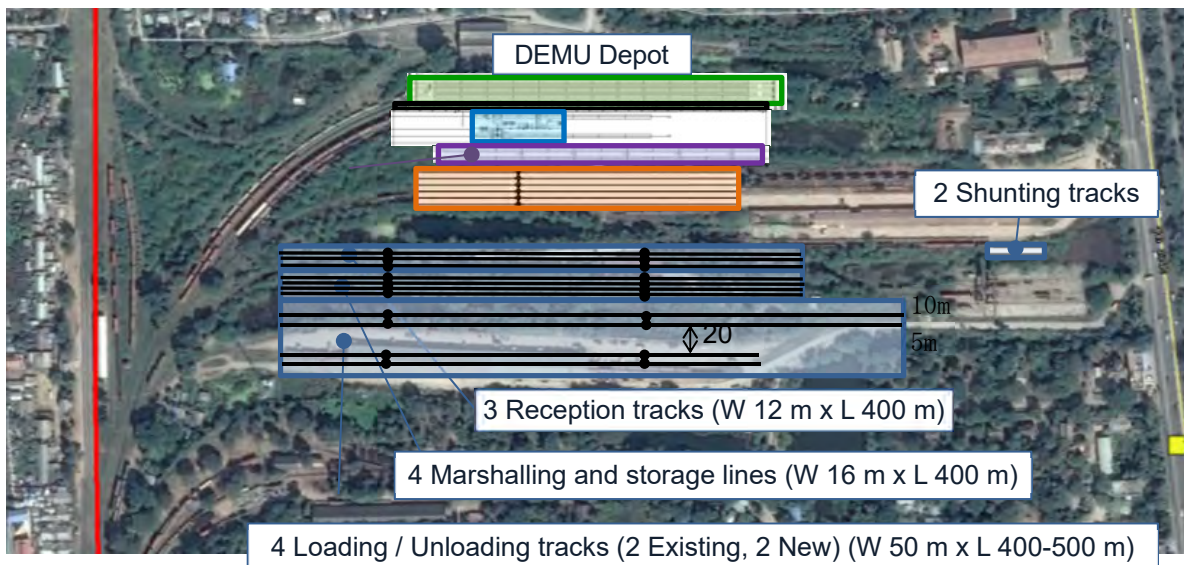
➤ 入換留置線 4 線（線路長 400m）

DEMU 基地まで車両の検査のための車両一時留置機能を持たせる。

ヤンゴンなど南部～ミッチーナーなど北部への中継車両の車両一時留置機能を持たせる。

➤ 着発授受線 3 線（線路長 400m）

列車の到着、出発機能を持たせる。



出典: JICA 調査団

図 5.15.4 ミョウハウン駅整備計画

### (2) 直行石油列車

将来の石油製品の需要に備え、ミィンゲ川（エーヤワディー川支流）の水運と併用して、マンダレー地区に石油基地を整備しティラワ港からの直行石油専用列車を運行することを提案する。ただし、現時点では石油基地の具体的な整備計画はないことから、本プロジェクトでは、駅配線等において特別な配慮はしないこととする。

### (3) 国際海上コンテナ列車

現在、ミィンゲ駅のドライポート整備現場では2018年4月の開業を目指して整地が行われている。それまでの間、2017年8月よりKLNおよびRGLはヤンゴン（ワダン駅）～パッレ駅間でコンテナ列車の暫定運行を開始した。本計画のスコープは、隣接する車両工場のための入換を含め、ミィンゲ駅にて効率的な列車運行が入区できるように、配線および信号の計画を立てるところまでとする。

## 5.16 電力供給

本プロジェクトでは、ヤンゴン・マンダレー鉄道の鉄道改良・近代化工事に必要な電力を供給するための給電設備新設を行う。フェーズ2では、タウンゲー～マンダレー間の信号通信設備に電力を供給するための給電設備の改良、ネピドー駅付近・ミョウハウウン駅貨物ヤードの車両基地新設に伴う基地用給電設備新設を行う。

### (1) 設備計画

比較的電圧が安定している高圧受電を行う。

負荷点における電圧変動を抑えるため、駅にはオンロードタップチェンジャー（OLTC）搭載の3相4線式変圧器を使用する。OLTCは変圧器の巻線比を自動的に変更することにより、電圧を調整する。ただし、踏切においては負荷の容量が小さいため、OLTCのついていない変圧器（便宜上、ノンオンロードタップチェンジャー：NLTCと呼ぶ）に自動電圧調整器（AVR）を使用する。

停電及び激しい電圧降下時に備え、予備系として非常用発電機（EG）を設置する。

- ESEおよびMESC管内では、1,000 kVA未満の容量の負荷設備については、変圧器を11 kVの送電線に接続して受電することを基本とする。ただし、負荷点の近傍に11 kVの送電線がない場合、33 kVの受電設備を設置する。
- ミャンマー国内においては、現在電力公社の電源設備は日々改良が進んでいる。電源の調査においては、現状設備の確認だけでなく、近い将来における電力公社の改良計画も確認する。
- 電力会社から需要点までの架空送電線には、SACケーブル（Spaced Aerial Cable: SAC）という製品を使用する。
- 駅の電源は、信号機器室内に配電盤を設置して供給する。通信用の回線については、通信機器室用と駅務室用の2回線を配電盤内に提供する。
- 駅間踏切も50駅と同様に商用電源と発電機の2系統からの受電を計画する。踏切警手の小屋の照明、無線機の充電用コンセントも施工する。
- ピンマナ駅、ネピドー駅、タージイー駅については、既設の電力会社からの引込送電線の電流容量が足りないため、改良する必要がある。

- ミョーハウン駅からマンダレー駅までの信号装置については、自動閉そくを導入する計画である。これらの駅間は5 km程度と短いことから、今回はフェーズIのような変電所と駅間の高圧配電線は設置せず、個別の高圧変圧器により信号機器に電力を供給する。

## (2) 関連する電力会社および電源接続箇所

- タウンゲー～マンダレー間の電源は、Electricity Supply Enterprise (ESE)、Mandalay Electricity Supply Corporation (MESC)の2社の電力会社の管轄範囲となる。
- 各会社の下には管区がある。管区の下にはタウンシップエンジニアもしくはタウンエンジニアが配置され、電源供給の管理を行っている。

表 5.16.1 関連する電力会社

No.	電力会社	管区	タウンシップ/タウンエンジニア	箇所数
1-1	ESE	バゴー	タウンゲー	3
1-2			キェトウマディ	1
1-3			ユェダーシェー	3
1-4			ソア	1
1-5			ターガヤ	1
1-6			ミョラ	1
1-7			イエニ	1
2-1	ネピドー	ネピドー	タァーウーティ	2
2-2			エラ	3
2-3			ピンマナ	1
2-4			ポバツティリ	8
2-5			タッコン	6
3-1	MESC	マンダレー	ヤメティン	6
3-2			ピョービェー	3
3-3			タージイー	5
3-4			ワントウイン	3
3-5			クメ	2
3-6			ミッター	1
3-7			キョッセ	2
3-8			シンガイー	2
3-9			パレイク	2
3-10			アマラプラ	2
3-11			ピーチャータックン	1
3-12			チャンミヤーターシイ	2
3-13			マハーアウンミヤイ	1
3-14			チャンアイタザン	1



## 5.17 駅・ターミナル開発計画

### (1) 施設計画

本調査では、多数の利用者が見込まれるマンダレー駅及びミョウハウウン駅の2駅を駅・ターミナル開発の可能性がある駅と想定し検討を実施した。

主としてバリアフリーの観点から現況の問題点を指摘し、改善策立案の方向性として、公共交通指向型開発(Transit Oriented Development; TOD)とユニバーサルデザインについて言及した。具体的な施設計画については、本事業で対象とするミョウハウウン駅についてのみ検討し、対象外であるマンダレー駅については、長期間にわたる取り組みの方向性を整理した。

検討にあたり、交通結節施設規模及びアクセス道路に影響が大きいバス関連施設に着目し、マンダレー駅や既存バスターミナルとの役割分担、および駅周辺の幹線道路網を整理した。そして構内跨線橋やアクセス道路位置など複数の代替案を比較評価し、橋上駅舎化と下記施設規模の駅東側への駅前広場及びアクセス道路設置を提案した。

- 面積；およそ 10,500 m<sup>2</sup>
- バスバース；2 台
- その他；タクシー、自家用車、二輪車用施設

## 5.18 旅客サービス

### (1) 旅客サービスの現状

これまで、ミャンマー国鉄(MR)における旅客サービスについては、主に2つのプロジェクトが実施されてきた。これらのプロジェクトと、現在進行中の技術協力プロジェクトを通して、MRにおける旅客サービスの現状を分析した。

### (2) 望ましい旅客サービス改善案

#### 1) 求められるサービス水準

ここでは、高いサービス水準を達成するために必要な、代表的な設備として、列車予約システム(TRS)および旅客案内設備(PIS)の導入を取り上げた。

#### 2) 列車予約システム(TRS)

近代的な鉄道に列車予約システムの導入は不可欠であり、本プロジェクトの整備効果を最大化するためにも、導入が不可欠である。

##### a) MRにおける列車予約システムの提案

具体的には、日本における高速バスの予約システム並みの構成とし、できるだけタブレット端末等、民生用の機器や回線を活用する形で、コストダウンを図る。

また、日本においてシステムや操作を複雑化させる原因である、運賃計算や乗り継ぎといった処理もできるだけシンプルなものとし、指定券の発券と、変更・取消に特化した構成とする。

想定する仕様は以下の通り。

- 通常稼働時間：24 時間
- 収容列車数：片道 13 本、上下線合わせて 26 本の特急列車
- 端末設置駅：7～9 駅
- 座席数：普通車約 232 席 アップークラス約 78 席 計約 310 席 2 編成併結まで対応
- 前売り：1 ヶ月先まで 団体については 3 ヶ月前
- 端末数：7～9 駅に基本的に 2 台ずつ
- サーバ：日本設置、現地設置どちらも可
- 端末：汎用 PC またはタブレット端末を使用
- 回線：有線または無線（LTE）の商用インターネット回線を使用
- インターネット予約機能

※いずれも将来の拡張を考慮する

上記の仕様により、上下計 26 本の列車、7～9 駅相互間について、座席予約、取消を行う。また、座席表からの座席選択も可能とする。

また発券プリンタから、7～9 駅相互間のきっぷ（現在の MR と同じく、乗車券・指定券が一枚になった、いわゆる一葉化券）を発行する。

IC や 2 次元バーコードによる処理が普及していることに鑑み、乗車券類の磁気化は行わないが、それぞれユニークな 2 次元バーコードを印字する。読み取りにより、取消や、将来の改札での読み取りに対応できるようにする。操作、発券とも、ミャンマー語、英語の双方に対応する。

### b) インターネット予約システム

インターネット予約システムは、旅客がスマートフォンや PC を用いて、駅の外で指定券を購入できるようにするためのものであり、MR にも導入されることが望ましい。このため、今回整備する列車予約システムにはインターネット予約機能を含めるものとする。

予約システムと同時に、インターネット予約向けの決済サブシステムを整備する。

またシステムは、将来的な自動券売機の導入や、MR 全線へのシステム拡張に対応した設計とするものとする。

### 3) 旅客案内設備（PIS）

ターミナル駅であり、旅客サービスの観点からも極めて重要であるヤンゴン駅とマンダレー駅に、これから発車する列車や、駅の案内を、リアルタイムに流すことのできる設備を整備する。

想定する仕様は以下の通りである。

- コンコースでは、「列車種別・番号」「発車時刻」「行先」「番線」「記事」を 6 列車表示
- ホームでは、「列車種別・番号」「発車時刻」「行先」「番線」「記事」を 2 列車表示
- 運行情報・広告等、駅の案内を適宜入力し、スクロール表示

- 駅構内の連動装置や TMS 等、上位装置との接続は行わず、スタンドアロンで動作させる。駅事務室の端末装置から、全てのコントロールを行う。
- 屋内については LCD、屋外については LED の導入を基本とする。

これらの装置を、ヤンゴン駅にはコンコースに長距離列車用と近郊列車用それぞれ 2 基ずつ、ホーム用に 4 基、マンダレー駅ではコンコースに 2 基、ホーム用に 3 基、整備する。

システムの日常的な運用については、MR 自身で行える仕様のものとする。

これにより、予め列車の情報をシステムに入力しておくことで、あとは列車が発車する毎に、駅職員が簡単な操作を行うだけで、随時リアルタイムに列車の案内をすることが可能となる。

## 5.19 工事基本計画

### (1) 現況把握

本プロジェクトのタンゲー駅～マンダレー駅間を幹線道路からと RGC によりアクセスの有無、路線沿線の状況等の現地調査をした。それらの結果を踏まえ、工事施工時における概略工程の検討、基本施工計画（仮設道路・施工基地計画・資材運搬計画）を行った。

タンゲー～マンダレー間の現況は以下のとおりである。

- 工事区間は盛土区間が多い。
- 主要幹線道路から離れている区間が長い。
- 雑草、雑木が軌道付近、或いは軌道内にまで群生している状態である。
- ほとんどの区間でバラスト量が足りなく、PC 枕木側面が露出状態になっている。
- 軌道を支える堤体の幅が不足している
- 既存路線沿いにも工事用道路として使用できる所はほとんど無い。

### (2) 概略工程検討

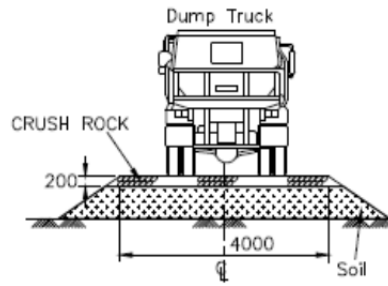
本プロジェクトは、複線区間の工事施工区間については単線運転を行う事となり、その区間は約 30km となっている。ニャウヤン駅～ダハット駅区間約 30km をモデルケースとし仮定条件の下、概略の工程を検討した。

### (3) 一般施工計画

概略工程検討、現地調査の結果を基に、工事用仮設道路計画、施工基地計画を行った。

#### 1) 工事用道路計画

一度に大量の資機材の運搬が必要になる事から、工事用道路が必要となるため、それらの設置個所、必要延長、コストを算出し、MR に工事用道路の必要性を説明した。



出典: JICA 調査団

図 5.19.1 工事用道路標準図

以下に工事用道路基本図と、各工区別の道路延長を示す。

表 5.19.1 工事用道路概算距離表（工区別）

工区	距離(km)	備考
CP101	25.81	路線片側のみ
CP102	19.29	同上
CP103	79.60	同上
CP104	28.79	同上
合計	153.49	

## 第6章 プロジェクトコストの低減と施工期間の短縮についての検討

### 6.1 標準機械化工法と大型機械化工法の比較

表 6.1.1 標準機械化工法と大型機械化工法の比較

比較項目		標準機械化工法	大型機械化工法
施工期間短縮の可能性 (350 km に対して) (土木工事を含む)	施工速度	330 m/day	800 m/day
	施工期間	30 months (2年6か月)	24 months (2年)
コスト		46.2 億円	57.7 億円
日本企業参加の可能性	専門技術者	可能	可能 (専門技術者は、工事現場に駐在する必要がある)
	建設会社、 各種企業	可能	可能
当該プロジェクトに使用した機械類を将来の他のプロジェクトに転用できるか。		MTT を含め、すべての機械が転用できる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ MTT 他レール・マクラギ敷設機は、Mandalay~Myitkyina 間 (700km) プロジェクトに使用可能である。</li> <li>➢ バラスト・路盤交換機も Mandalay~Myitkyina (700km) プロジェクトに使用可能と考えられるが、MR との詳細協議が必要である。</li> </ul>
機械類のメンテナンス		MR は、MTT のメンテナンス経験を積んでいる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ MR は、MTT のメンテナンス経験を積んでいる。</li> <li>➢ 路盤・バラスト交換機やレール・マクラギ交換機の運用に当たっては、専門技術者が運用やメンテナンス指導のため現場に駐在する必要がある。</li> </ul>
今後の検討が必要な事項		土木工事および軌道工事の両方についての施工期間短縮方法を検討する必要がある。特に土木工事については、軌道工事に先だって行わねばならないため、その短縮が、全体の施工期間を短縮するカギとなる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 路盤・バラスト交換機の設計および製作に2~2.5年が必要と言われているが、この短縮についてメーカーと協議する必要がある。</li> <li>➢ 路盤・バラスト交換機は、主としてヨーロッパで使われて来ており、その他の地域での使用実績はほとんどない。</li> <li>➢ 特に路盤・バラスト交換機については、軸重、ゲージ、建築限界などのMRの条件に適合させられるかどうかを、メーカーに確認する必要がある。</li> <li>➢ 機械の故障や修理の発生頻度とそのコストや手間について検討する必要がある。</li> <li>➢ 機械類の価格交渉が必要である。</li> </ul>

出典：JICA 調査団

## 6.2 結論及び課題

大型機械化工法は機械自身の設計、製造の期間が2年から2年半かかるため、工期3年半で完工を目指す本工事においてはほとんど活用できないこととなる。従って、本工事においては一部に機械化施工を取り入れる標準機械化施工を用いて、工事を実施することとする。課題としては、今後特に大型機械化工法導入の検討をする際には、設計・製造にかかる十分な工期が確保できる事をあらかじめ確認しておく必要がある。また、(1) エンジニアリング設計期間と製作期間の短縮について、メーカー側との綿密な協議をする必要がある。さらには、わが国並びに近隣地域で、同種の工法が使用された実績があるかどうかを事前に調査の上、検討することが望ましい。

## 第7章 運営・維持管理

---

### 7.1 運営・維持管理のための制度整備

#### 7.1.1 概要

ヤンゴン駅とマンダレー駅間の特急列車の所要時間は、15 時間から 8 時間と短縮され、列車の速度は、従来の表定速度 40km/h が 78km/h になり、最高速度が 100km/h となる。同様に貨物列車も短縮され、最高速度が 70km/h となる。速度向上とともにヤンゴン駅とマンダレー駅間の運転本数も増加することとなる。特に、安全で快適な鉄道として運営するためには、車両及び軌道の維持管理が重要となる。

#### 7.1.2 組織

##### (1) 現状の運営組織

現状の MR の組織は、MANAGING DIRECTOR の下に、主要な 6 部門として機械・電気技術、土木技術、運転、販売、計画・管理、財務の他に調達、病院と検査部門を設けている。現場の運営組織は、国内を北の Upper Region と南の Lower Region の 2 地方組織に区分し、維持管理を行う地区の組織として 11 の Division を設けている。

##### (2) 車両の維持管理

車両の維持管理は、インセン、イワタン、ミィング主要な 3 施設で行い、General Manager をインセンに置いている。インセンは、大規模な機関車の検査・修繕施設があり、ディーゼル機関車のオーバー・ホール等も行っている。イワタンに機関車の点検・修繕施設を設け、鉄道技術の訓練センターも設けている。ミィングに客車及び貨車の点検・修繕施設を設けている。

##### (3) Division の役割

ヤンゴン・マンダレー線の維持管理は、Division11、4、5、6、7 の 5Division が行っている。各 Division には本社組織と同様に、機械・電気技術、軌道及び土木技術、運転、販売、計画・管理、財務を設けている。Division の構成人員は、軌道及び土木技術の関係者が多い。土木施設は、軌道、橋梁及び盛土構造などがあり、列車の安全走行に直接関係する軌道の維持管理を行う保線作業が重要である。

#### (4) 今後の土木施設の維持管理

維持管理は、列車走行時の安全を確保するため、従来の事後保全の考え方から予防保全を主とする必要がある。このため、軌道変位（狂い）検査を測定する軌道検測車で導入して、事前に補修が必要な箇所を摘出するなど、新たな運営、維持管理が必要となる。将来の土木施設の維持管理組織は、下記の理由から MR の現状の組織を前提とする。

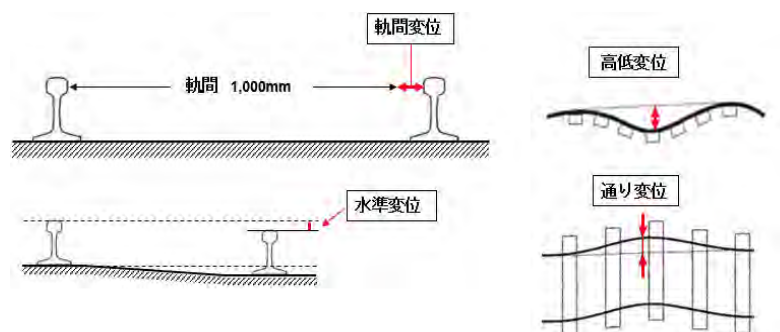
- 維持管理組織の Division 7 と 11 は、大都市のヤンゴン及びマンダレーに位置し、Division 4、5、6 は地方中心都市に設けられ、これまで運用されて来た。
- Division における管理監督者の守備範囲、担当範囲が明確になっており、施設の更新後の保守業務の増加に対応が容易である。

#### 7.1.3 維持・補修

鉄道の運行は、安全、快適かつ定時性を確保する必要があり、維持管理が重要となる。特に車両及び軌道の保守が必要であり、以下に軌道の維持・補修について述べる。

##### (1) 軌道の整備目標値

整備目標値は、軌道の状態を良好に保つため、計画的に軌道整正作業を行うための基準となる値であり、軌道変位量が整備目標値以下に管理することが望ましい。表 7.1.1 に最高速度が 100km/h の事例を示す



出典：JICA 調査団

図 7.1.1 軌道変位（狂い）

表 7.1.1 軌道の整備目標値の例

(単位：mm)

軌道変位の区分	検測車による測定	静的な測定
軌間	+10, -5	+6, -4
水準	11	7
高低	13	7
通り	13	7

出典：JICA 調査団



#### 7.1.4 保守業務

##### (1) 軌道検測車の運用計画

軌道検測車で軌道変位を定期的に測定して、軌道の整備目標値以下に維持する必要がある。軌道検測車による測定距離は、一般的に1時間に50kmの区間が可能である。軌道検測車の測定頻度は、列車の最高速度とバラスト軌道の軌道変位の進みを考慮すると、1年に1回または2回が適切である。

##### (2) マルチプル・タイタンパー (MTT) による軌道整正

MTTは、バラスト軌道を連続して突き固める機械である。日本国内のMMTの年間の稼働日数の事例では年間150日から180日である。降雨時に「道床噴泥 Mud pumping」が生ずる軌道は、作業が困難な箇所があり、ヤンゴン・マンダレー線の年間稼働日数は、雨季を考慮して130日、1時間あたりの作業量400mを想定する。

##### (3) MTTによる突き固め作業の頻度とMTTの必要台数

MTTによる突き固め作業は、軌道変位を整備目標値以下に維持する必要がある。ヤンゴン・マンダレー線に必要な突き固め作業の頻度は、土路盤のバラスト軌道、最高速度100km/hの特急列車の運転条件から、3年に一度の突き固め作業が必要である。なお、ヤンゴン・マンダレー線フェーズⅠ及びフェーズⅡの軌道の更新では、6台のMTTの導入が予定されている。軌道の更新後では、5Divisionが1台を使用できることから、MTTによる突き固め頻度は3年以下に短縮することが可能である。

##### (4) 分岐器等の維持管理

前述の軌道検測車による軌道変位検査とMTTによる軌道整正を除き、レール、レール継ぎ目、締結装置、分岐器、伸縮継目の保守がある。ロングレールの導入によりレール継目箇所数は、大幅に減少するが、ロングレールの坐屈防止のための軌道管理が新たに必要となる。

また、ロングレール箇所の交換作業は、レールの溶接作業、ロングレールの撤去及び敷設作業、ロングレールの温度設定など新たな技術の取り組みが必要となる。

## 第8章 環境社会配慮

---

### 8.1 環境影響評価

#### 8.1.1 序章

##### (1) ヤンゴン - マンダレー鉄道整備事業（全区間、フェーズ1、2）に係る環境許認可

ヤンゴンからマンダレーまでの約 620km の区間を対象にした本事業全体に係る環境影響評価（EIA）は 2013 年から 2014 年にかけて行われたフィージビリティ調査（F/S）の一部として実施され、2014 年に完了している。F/S は鉄道運輸省（MORT）<sup>1</sup>が運輸省<sup>2</sup>や他のミャンマー政府関連省庁、JICA F/S 調査団との協力の下、実施したものである。EIA 報告書は 2014 年 9 月 9 日、MORT から環境保全林業省環境保全局（ECD, MOECAF<sup>3</sup>）に提出され、ECD は同年 10 月 28 日付レターを通じ、条件付きで事業を認可している。

F/S に続き、2014 年から 2016 年には JICA の支援を受けた MORT（現 MOTC）傘下のミャンマー国鉄（MR）がヤンゴンからタウングーまでの約 270km 区間（フェーズ1）を対象に詳細設計調査（D/D）を実施。この中で JICA D/D 調査団は 2015 年 3 月 24 日、F/S 時に作成された EIA 報告書に対する ECD/MOECAF の許認可が事業のフェーズ1 区間に対し有効であることを確認している。

その後、フェーズ1 に続くタウングーからマンダレーまでの約 350km 区間（フェーズ2）を対象にした事業準備調査が 2017 年 3 月に開始。このときにはミャンマーの EIA 法である Environmental Impact Assessment（EIA）Procedure（2015）の下、ミャンマーにおける EIA の手続きが正式に規定されていたことから JICA 調査団は 2017 年 3 月と 5 月に ECD と協議し、F/S 時に発行された環境許認可の事業（フェーズ2）への有効性について再び確認した。これに対し ECD は、環境許認可は事業のフェーズ1 区間に対しては有効であるものの、フェーズ2 区間については有効とはいえず、既存の EIA Procedure（2015）に則って改めて環境調査を行い、EIA 報告書も作成、提出する必要があると回答した。これを受け、MR は JICA 調査団からの支援の下、EIA Procedure（2015）を始めとするミャンマーでの法令・規制、及び JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010）に従って本事業（フェーズ2）に係る環境社会配慮調査を実施することになった。

---

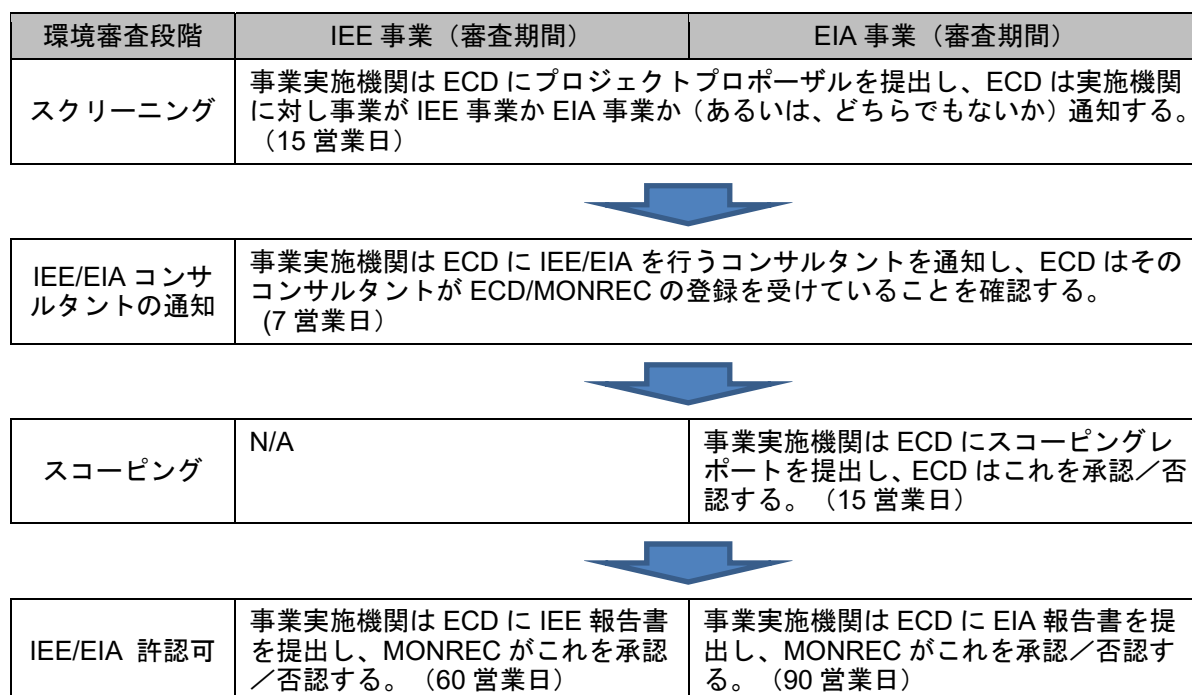
<sup>1</sup> 鉄道運輸省は現在の運輸・通信省（MOTC）。

<sup>2</sup> 運輸省は現在の運輸・通信省（MOTC）。

<sup>3</sup> 環境保全林業省は現在の天然資源環境保全省（MONREC）。

## (2) ミャンマーにおける審査プロセスと現在の状況

ミャンマーでは、EIA Procedure (2015) に従い、事業実施機関は IEE 事業 (IEE Type Project) の場合は 3 段階、EIA 事業 (EIA Type Project) の場合には 4 段階において ECD/MONREC による通知や確認、許可を得る必要がある。IEE 事業、EIA 事業それぞれにおける環境審査のプロセスと EIA Procedure (2015) に規定された ECD/MONREC による審査プロセスと期間を図 8.1.1 に示す。



出典：JICA 調査団

図 8.1.1 IEE 事業、EIA 事業における許認可プロセスと審査期間

2017 年 9 月末現在、上述の最初の二段階 (スクリーニング、及び IEE/EIA コンサルタントの通知) に係る ECD/MONREC による承認は MONREC から MOTC への 7 月 17 日付レターを通じて、スコーピングレポートは 2017 年 8 月 17 日付レターを通じて MOTC から MONREC への提出が完了している。法的には 9 月 5 日前後までに同レポートに対する ECD からのレビュー結果を得られるはずだが、現在のところ、レビューの結果は届いていない。EIA 報告書はすでに完了しているが、9 月 21 日に ECD に確認したところ、スコーピングレポートに対する ECD/MONREC のレビュー完了前に報告書を提出することはできないため、EIA 報告書を ECD/MONREC に提出できない状態が続いている。

### 8.1.2 EIA 調査の結果

#### (1) 環境社会配慮に係る法的枠組み

ミャンマーにおける環境社会配慮に係る主な法制度を以下に示す。

## 1) ミャンマー国憲法（2008）

ミャンマー国憲法は2011年5月に行われた国民投票の結果を受けて批准、公布された。憲法のうち、土地の管理、環境保全に係る条項を以下に示す。

- a) 国の全ての土地及び自然資源は国家が所有する（第37条）
- b) 国民の不動産の私有、継承、活用、特許は法律に従い、許可する（第37条）
- c) 全ての国民は文化遺産、環境保全、人的資源開発、公共財産の保護と保全に向け、国家に協力する義務を負う（第390条）

## 2) Environmental Impact Assessment Procedure（2015）

EIA 手順書（EIA Procedure/2015）の目的は、EIA 報告書を作成する上で共通の枠組みを提供すること、及び法的な要求事項やグッドプラクティスを満たした専門的に高いレベルで報告書が作成されることである。EIA Procedure（2015）には EIA を行う上で踏むべきプロセスが記されている。同法に関して、本事業を実施する上で留意すべき事項を以下の通り整理する。

- a) ミャンマーにおける全ての開発事業はスクリーニングを経て環境レビューが必要か、必要な場合にはどのレベルのものが必要か（IEEもしくはEIA）が決められる
- b) EIAには環境管理計画（EMP）と社会影響が含まれる
- c) EIAには自然・社会環境のベースラインデータと事業により起こると想定される実施中、実施後の変化の予測が含まれる
- d) 初期環境評価（IEE）と環境影響評価（EIA）の両者に住民の参加が必須である
- e) 事業の代替案を評価し、自然・社会環境及び健康に対する負の影響を最小化し、コミュニティに対する正の影響を最大化するための方策を明示する必要がある
- f) 自然・社会環境及び健康の適切な管理計画とモニタリング計画を提案することで政府とコミュニティの、事業実施者に対する要望の実現を目指すことが求められる
- g) MONRECの大臣に対しEIA報告書を承認すべきか否か環境の観点から提言を行うためにEIAレビュー委員会が結成される。この提言を受け、大臣は最終判断を下す
- h) EIAレビュー委員会の委員はMONRECによって選ばれ、産業界、学界、市民社会、政府の代表者が含まれる
- i) 非自発的住民移転は管轄の地域政府により進められることからEIA Procedure（2015）には含まれない

EIA Procedure（2015）Annex Aによれば、5km以上の鉄道と路面電車（鉄道インフラの建設、メンテナンス、車両の運営を含む）及び100台以上の機関車その他鉄道の車両品の製造、修理、組み立てを行う場合には、以下の表 8.1.1 の通り EIA が求められる。

表 8.1.1 事業の環境カテゴリ分類（鉄道事業）

No.	経済活動の種類	IEE 事業	EIA 事業
鉄、機械、電子機器			
90	機関車その他鉄道の車両品の製造、修理、組み立て		≥ 100 台
運輸交通			
123	鉄道と路面電車（鉄道インフラの建設、メンテナンス、車両の運営を含む）	距離 < 5 km	距離 ≥ 5 km

出典：EIA Procedure (2015)、Annex 1

### 3) National Environmental Quality (Emission) Guidelines (2015)

国の環境質（排出）ガイドライン（National Environmental Quality Guidelines）の目的は、騒音、振動、大気汚染、排水に係る基本的な規制を示すことでこれらを適切に管理することである。このガイドラインによれば、EIA Procedure (2015) に該当する全ての事業は、国のガイドライン・基準もしくは MONREC が採用する国際基準に従う必要がある。この他、事業実施者は EMP 及び環境許認可 (ECC) に書かれた全体的及び産業別のガイドラインを順守しているか、という観点から適切にモニタリングする義務を負う。同ガイドラインの Section 13 には EMP と ECC に従い、排ガス、騒音、悪臭、排水のサンプリング、測定する必要がある旨、規定されている。

### 4) The Land Acquisition Act (1894)

土地収用法（Land Acquisition Act）には、政府が土地の所有者に対する補償を行った上でその土地を収用する権利を持つと規定されている。同法によれば、土地の私有は認められず、全ての土地は国家から賃借することになる。

### 5) Farmland Rules (2012)

農地規則（Farmland Rules）には、タウンシップレベルの農地管理委員会（Township Farmland Management Committee）が、国、公共から支払われるべき支援と補償額を以下に示す方針に従って計算し、中央農地管理委員会（Central Farmland Management Committee）に上申しなければならない、と規定されている。

- a) 作物、建物に対する補償
  - i. コメ、その他の作物に関しては、エーカーごとに、地元の市場における価格の3倍
  - ii. 栽培されている多年生作物については、地元の市場における価格の3倍
  - iii. 農地の改良を目的にした施設やその他の活動については、地元の市場における価格の2倍
- b) 土地に対する補償
  - i. 営利目的でない事業や、国家の安全保障、長期的な利益に資する目的で収用された場合は、農地の地元の市場価格

- ii. 国の長期的な利益に資する営利目的での事業活動により収用された場合は、農地で働く人が損失を被らない方向で協議、合意された価格、もしくは地元の市場における価格を下回らないことを条件に、中央農地管理委員会の下、位置づけられる補償委員会（Compensation Committee）で決められた価格

Farmland Rules（2012）では、国、公共の事情により農地が別の用地に変換された場合、国、公共は農家に対し遅滞なく補償をする必要がある、とも規定されている。

## 6) 国際約束

ミャンマーは複数の国際会議や条約に批准しているが、本事業ではこれらに加え、JICA の環境社会配慮ガイドラインに従って進めることが求められる。住民移転計画（RAP）、簡易住民移転計画（ARAP）の作成や情報公開、補償方法等に関して JICA 環境ガイドラインとの乖離も一部で見られるが、本事業では左記ガイドラインに沿った形で補償等が行われるため、乖離は発生しない。

### (2) 事業対象地周辺の自然・社会環境

#### 1) 社会環境

##### a) 人口

ヤンゴン-マンダレー鉄道の対象区間はマンダレーとバゴー、2つの地域を通過する。マンダレー地域の人口は6,442,000人とミャンマーで2番目に多い。人口密度は1平方マイル当たり424人であり、7つの地区、30のタウンシップと2,320の区村から成る。マンダレー地域の中心都市マンダレー市は650,000人の人口を擁する。

一方、バゴー地域の面積は15,214平方マイル、人口は5,014,000人で人口密度は1平方マイル当たり約300人である。バゴー地域はバゴー、ピー、タヤワディー、タウングーの各地区から成り、28のタウンシップと1,619の区村が含まれる。本事業の対象区間であるタウングー-マンダレーは18のタウンシップ（Pyigy Takon, Chan Mya Thazi, Amarapura, Sint, Gaing, Kyaukse, Myit Thar, Wundwin, Thazi, Pyaw Bwe, Yamethin, Naypyitaw-Tetkone, Naypyitaw-Pyinmana, Naypyitaw-Lewe, Pobbathiri, Yedashe, Oktwin, Taungoo, Swa）に跨る。

##### b) 宗教、人種

マンダレーとバゴーは共に比較的民族色が豊かな地域といえる。両地域で信仰されている宗教は主に仏教だが、その他にイスラム教、キリスト教、ヒンズー教が挙げられる。総務局（General Administration Department : GAD）の保有するデータ（2017年3月）によれば、タウングー-マンダレー区間に跨る18のタウンシップに住む人々はほとんどが仏教徒である。

##### c) 地元経済

沿線のタウンシップでは農業や家畜生産を始め、複数の事業が行われている。一般的に小規模のビジネスは村落部で行われており、都市・準都市部では小規模なものから大規模なものまで

幅広く事業が営まれている。調査対象地域周辺のタウンシップはヤンゴンとマンダレーとを結ぶ高速道路沿いに位置することもあり、経済的には比較的裕福であると考えられる。

#### d) 教育

鉄道沿線に位置する 18 のタウンシップの教育状況について見ると、Pyigyidagun で読み書きのできない住民の数が 6,474 人と最も多く、その割合はタウンシップに住む人々全体の 20.22% に上ることが分かる。一方、最も少ないタウンシップは Thazi であり、割合は 0.22% である。Amarapura タウンシップには最も多くの大学生がいるが、これは Yadanabon 大学があることが影響しているものと考えられる。F/S 時に作成された EIA 報告書 (2014) によれば、4% の沿線住民は読み書きができず、28.5% は初等教育、37.5% は中等教育、18.5% は高等教育をそれぞれ修了しており、10% は学士号を取得している。

#### e) 被影響住民の社会経済的な特性

2017 年 5 月～7 月にかけてセンサス調査を実施し、この中で 24 人の影響世帯全ての家長に対しインタビュー調査を行った結果、全ての家庭において収入が支出を上回っていることが分かった。また、24 世帯中、1 世帯を除きビルマ族、仏教徒であった。

## 2) 自然環境

### a) 地形、地質

ミャンマーの地形は西部の丘陵地帯、中央の低地、東部の丘陵地帯の 3 つに大きく分けられる。このうち、本事業対象地は中央低地に位置する。中央低地には Ayeyawady に広がる低地の他、北から南に向かって緩やかに下がってくるバゴーの高地も含まれる。

### b) 土質

バゴーとマンダレーの土壌は複数ある。線路沿線のうち、バゴー地域に位置する一帯には牧草地土 (meadow soil)、牧草地沖積土 (meadow alluvial soil)、沖積土 (alluvial soil) が広がる。マンダレー地域には牧草地土、牧草地沖積土、黄褐色森林土 (yellow brown forest soil)、Indaing 土 (Indaing soil)、圧縮土が見られる。

マンダレー、バゴー両地域は沖積土、赤・黄褐色森林土 (red and yellow brown forest soil)、黄褐色乾燥森林土 (yellow brown dry forest soil)、軽森林土 (light forest soil)、サバンナ土壌 (catena savanna soil)、塩分性湿地グライ土 (saline swampy meadow gley)、圧縮赤色土 (compact red earth)、黄色土 (yellow earth)、山岳褐色森林土 (mountainous brown forest soil)、ポパ火山灰土壌 (Popa complex soil) という複数の土質から形成されている。

### c) 気候

#### i) バゴー地域

バゴー地域南部は熱帯モンスーン気候、北部は熱帯サバナ気候に位置する。バゴー、タウンゲー、ピーでは最も暑い月の平均気温が 31～32°C 程度に上る。一方、最も寒い月 (1 月) の平均気温は 24°C 程度である。平均年間降雨量は Myitkyo で 132.36 インチ (約 3,362mm)、降雨量の少ないピーでは 45.59 インチ (約 1,158mm) である。

## ii) マンダレー地域

マンダレー地域は複数の気候帯から構成される。東側の高山地帯は温暖で湿潤、平均気温は4月で21°C~24°C程度である。最も寒い時期の月平均気温は15.6°Cで0°Cを下回ることもある。一方、南部はサバナ気候に位置し、日中の最高気温は43.3°Cに上る。冬場の平均気温は21°C程度であり、最低気温は約18°Cである。年間降雨量はMogotで100mm程度、Pyin Oo Lwinでは約60mmである。）

### d) 自然災害

ミャンマーは洪水、サイクロン、高潮、地震、地すべり、火災、津波といった自然災害リスクの高い国であり、過去に何度もこうした災害により甚大な被害を受けている。GADの記録によれば、本鉄道沿線地域は主に洪水や火災の影響を受けてきたが、一部の地域は嵐等による被害も被っている。

### e) 土地利用

ヤンゴン-マンダレー鉄道沿線には主として農地が広がる。主な栽培作物はコメ、小麦、マメ類、綿花、ゴマ、サトウキビ、タマネギ、トウモロコシ、トウガラシ等である。保護林、工業地帯、保護区、未利用地等も見られるが、鉄道沿線には存在しない。マンダレーを含む大きな都市には町も広がり、駅や踏切周辺等には住居が見られる。

### f) 自然保護区

バゴー地域にはMoeyongyi湿地性鳥類保護区(wetland bird sanctuary)が、マンダレー地域にはShwe-U-Daung野生動物保護区、Pyin-O-Lwin鳥類保護区、Popa山公園とMinsontaung野生動物保護区がそれぞれ位置するが、いずれも事業対象地域やその周辺には存在しない。

### g) 植物相

調査の結果、タウンゲー、ネピドー(デポ開発予定地)、Myohaung(デポ開発予定地)において44種の植物が確認された。記録された植物は木(tree)、小木(small tree)、低木(shrub)、草本(herb)、つる性植物(climber)、ほふく食物(creeper)、水生植物(aquatic species)の7つに大きく分類できる。それぞれの種はIUCNのレッドリスト(2016)と比較され、いずれも絶滅危惧種や準絶滅危惧種には該当しないことが確認された。

### h) 動物相

生態系調査を通じ、タウンゲーでは17種類の鳥類、22種類の蝶が記録された。一方、ネピドーのデポ開発予定地では19種類の鳥類、19種類の蝶、10種類のトンボが、Myohaungのデポ開発予定地では鳥類17種類、蝶19種類、トンボ10種類が確認されている。IUCNのレッドリスト(2016)で絶滅危惧種もしくは準絶滅危惧種に当たるものはなかった。

## 3) 環境質

### a) 大気

大気の測定結果を以下の表 8.1.2 に示す。これを見ると、SO<sub>2</sub>に関して、A-1(タウンゲー)



において NEQ のガイドラインを超えている他、オゾンについても A-2 (Pyinmana)、A-3 (Chan Mya Tha Zi) において超えていることが分かる。

表 8.1.2 大気質の測定結果

測定項目	場所 (µg/m3)			NEQ ガイドライン値 (µg/m3)	平均時間
	A-1	A-2	A-3		
PM <sub>10</sub>	30.00	40.81	21.13	50.00	24 時間
PM <sub>2.5</sub>	18.06	17.47	10.96	25.00	24 時間
NO <sub>2</sub>	125.70	96.16	134.12	200.00	1 時間
SO <sub>2</sub>	48.93	6.70	13.52	20.00	24 時間
Ozone	90.90	108.50	152.43	100.00	8 時間

\* NEQ ガイドラインを超えた測定値は赤色で表示。

出典：JICA 調査団

#### b) 水質

W-1 (ネピドーのデポ開発予定地近くの小川)、W-2 (Nga Lite 川に架かる Bridge No. 393 の下流)、W-3 (Zaw Gyi 川に架かる Bridge No. 748 の下流)、W-4 (Myit Nge 川に架かる Bridge No. 826 の下流) での水質調査の結果を以下の表 8.1.3 に示す。W-2 において 67 mg/l が検出された浮遊粒子状物質 (TSS) を除き、全項目が NEQ のガイドラインの基準値を下回っている。

表 8.1.3 水質調査の結果

No.	調査項目	場所				NEQ ガイドライン	単位	ラボ名
		W-1	W-2	W-3	W-4			
1	BOD	8	22	10	8	30	mg/l	ISO TECH
2	COD	32	64	32	32	125	mg/l	ISO TECH
3	油、潤滑油	<5	<5	<5	<5	10	mg/l	SGS
4	pH	7.6	7.7	7.8	7.9	6-9	Standard Unit	ISO TECH
5	全大腸菌群	12	22	16	10	400	100ml	ISO TECH
6	全窒素	<1	<1	<1	<1	10	mg/l	SGS
7	全リン	0.019	0.012	<0.01	<0.01	2	mg/l	SGS
8	TSS	38	67	44	27	50	mg/l	ISO TECH

\* NEQ ガイドラインを超えた測定値は赤色で表示。

出典：JICA 調査団

#### 4) 騒音、振動

##### a) 騒音

A-1、A-2、A-3、3 ヶ所における騒音レベルを以下の表 8.1.4 に示す。測定値は全ての測定地点で NEQ の夜間のガイドライン値を超過しており、A-1 では日中の基準値も超過している。

表 8.1.4 騒音測定結果

測定地点	測定時間	L <sub>Aeq</sub> (dB)	NEQ ガイドライン値 (dB)	通過列車本数
A-1	日中 (7:00-22:00)	59.7	55	9
	夜間 (22:00-7:00)	55.5	45	5
A-2	日中 (7:00-22:00)	46.3	55	19
	夜間 (22:00-7:00)	53.7	45	5
A-3	日中 (7:00-22:00)	54.5	55	14
	夜間 (22:00-7:00)	60.7	45	0

\* NEQ ガイドラインを超えた測定値は赤色で表示。

出典：JICA 調査団

### b) 振動レベル

A-1、A-2、A-3 における振動レベルを以下の表 8.1.5 に示す。鉄道に特化した振動基準はミャンマーに限らず、日本にもないことから上表では自動車に関する振動レベルを参照している。騒音レベルはこの基準を全ての測定地点で満たしている。

表 8.1.5 振動測定結果

測定地点	振動レベル (dB)			日本の振動規制法の要請限度*		備考
	X 軸	Y 軸	Z 軸	日中	夜間	
A-1	30.1	32.4	34.4	65 dB	60 dB	8 時間平均
A-2	30.8	31.5	33.2			
A-3	26.6	21.0	23.6			

\* 第一種区域（良好な環境を保全するため、特に静穏の保持を必要とする区域及び住居の用に供されているため、静穏の保持を必要とする区域）への適用値

出典：JICA 調査団

### (3) 環境影響評価

事業により生じる可能性のある環境影響を EIA Procedure (2015) に従い、計画段階、施工段階、運営維持管理段階、解体段階、及び終結段階／終結後に分け、スコーピングの結果と併せて作成した。なお、評価は対策が取られなかった場合を想定して行っている。

### (4) 環境管理計画

本事業に伴って発生する影響を回避、低減、代償するための環境緩和策、及びこれに必要な費用、実施・責任機関を作成した。本事業に係る環境モニタリング計画とモニタリングに必要な費用、実施・責任機関を確認した。

(5) 実施体制

本事業に係る環境社会配慮には責任、役割、利害の異なる多くの機関の協力が求められる。とりわけ、MOTC や関係機関の監督や支援を受けた MR が、事業による負の影響から人々と自然を保護し、また彼らが事業による正の影響を十分に享受できるように努める責任を負う。以下に、施工段階、運営維持管理段階における各関係機関の役割を図示する。

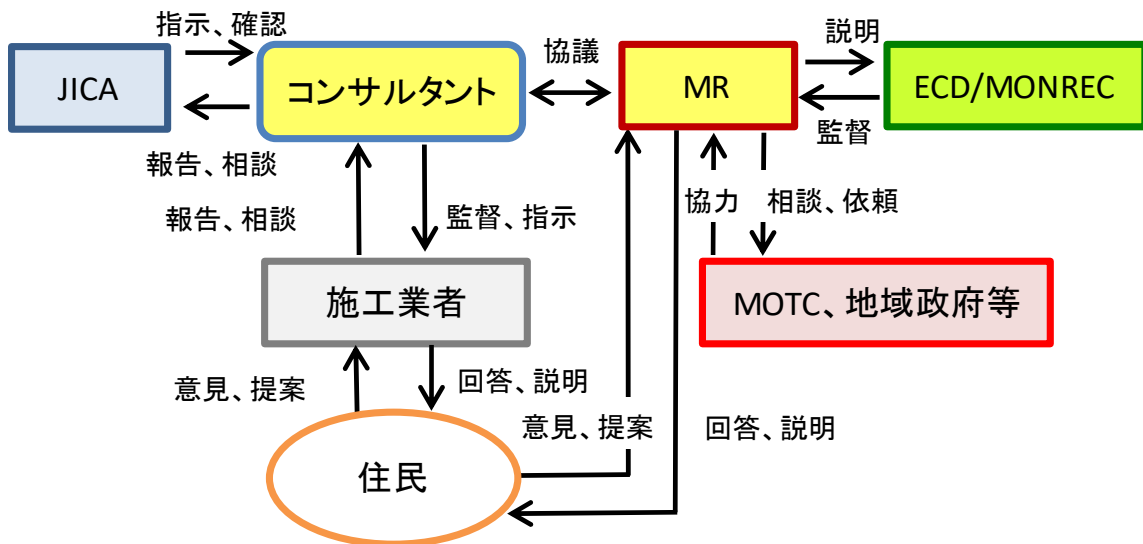


図 8.1.2 実施体制図（施工段階）

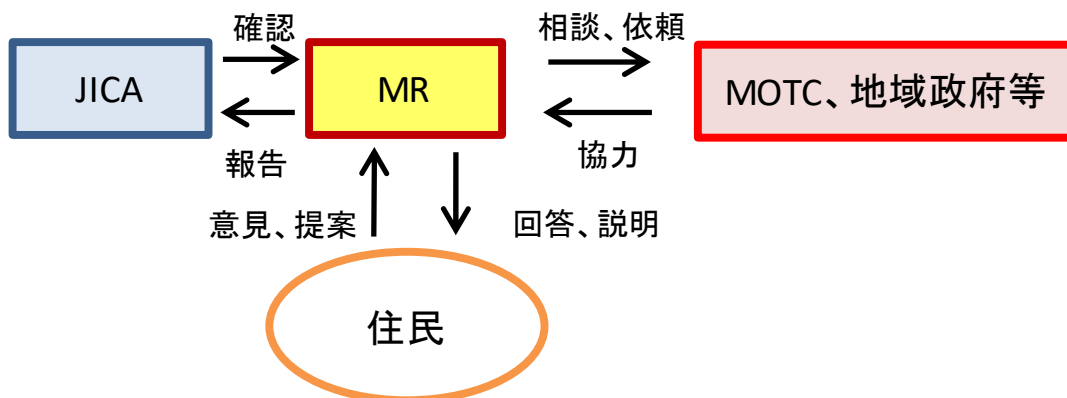


図 8.1.3 実施体制図（運営維持管理段階）

## (6) ステークホルダー協議

### 1) EIA Procedure (2015) に規定された住民参加、情報公開

EIA Procedure (2015) の規定に従い、本調査では事業に係る情報を以下の3段階において公開した。これに加え、MRはEIA提出後、速やかにEIA報告書を公開する予定でいる。

1. EIA開始時における本事業の周知
2. スコーピング段階におけるステークホルダー協議の開催
3. EIA(案)の作成段階におけるステークホルダー協議の開催

ステークホルダー協議はスコーピング段階(2017年7月)とEIA報告書(案)の作成段階(2017年9月)において、それぞれ4ヶ所で開催され、地元住民、ECD/MONRECや地域政府を含む政府関係機関、民間企業、メディアを含む多くのステークホルダーが参加した。MRはここでステークホルダー協議の目的、事業の背景と目的(含、鉄道の現状)、対象地域、コンポーネント、スケジュール、事業実施者とMRの担当者と連絡先等について説明し、EIAコンサルタントはEIAのプロセス、ミャンマーにおける環境カテゴリ分類、環境ベースラインデータ、代替案の検討結果、スコーピング(案)の結果、環境調査のTORと結果、環境影響評価の結果、環境緩和策、環境モニタリング計画等についてそれぞれ説明している。

MRとEIAコンサルタントはその後、参加者からの質問、意見を受けつけ回答した。質問内容は情報公開、住民移転、補償内容、安全対策、苦情処理機構、事業のコンポーネント、事業期間、事業実施者等に関するものであった。両協議の概要を以下に示す。

表 8.1.6 ステークホルダー協議の概要(スコーピング段階)

日時	場所	参加人数						
		政府職員	政治家	地元住民	メディア	民間企業	EIA コンサル	合計
6/5, 2017 (10am-12pm)	Thazi City Hall, Thazi, Mandalay Region	34	3	28	2	-	7	74
6/6, 2017 (10am-12pm)	Zaytawin Dhamma Hall, Myit Nge, Mandalay Region	28	-	14	8	-	7	57
6/15, 2017 (9am-11am)	Pyinmana Station (VIP Hall), Nay Pyi Taw Council Region	37	2	27	2	5	7	80
6/16, 2017 (3pm-5pm)	Taungoo Railway Station, Bago Region	41	6	13	2	6	7	75
合計		140	11	82	14	11	28	286

出典：JICA調査団

表 8.1.7 ステークホルダー協議の概要（EIA 報告書（案）の作成段階）

日時	場所	参加人数						合計
		政府職員	政治家	地元住民	メディア	民間企業	EIA コンサル	
9/6, 2017 (9am-11am)	Thazi City Hall, Thazi, Mandalay Region	36	3	21	2	-	7	69
9/7, 2017 (9am-11am)	Zaytawin Dhamma Hall, Myit Nge, Mandalay Region	18	-	17	7	2	7	51
9/11, 2017 (9am-11am)	Mingalar Kan Taw Hall, Pyinmana, Nay Pyi Taw Council Region	16	4	15	-	-	7	42
9/12, 2017 (9am-11am)	Kay Tu Yadananar Hall, Taungoo, Bago Region	49	1	20	-	-	7	77
合計		119	8	73	9	2	28	239

出典：JICA 調査団

## 8.2 簡易住民移転計画

### (1) 影響を受ける可能性のある世帯・家屋の概要

影響を受ける可能性のある世帯の概要については、次の表のとおりである。簡易住民移転調査（A-RAP 調査：センサス、資産調査、社会経済調査）は次表の世帯を対象に実施された。

表 8.2.1 影響世帯の概要

	No	世帯コード	州・地域	県・市	タウンシップ	状況
橋梁改修	1	Bdg.379 - 01	Nay Pyi Taw	Dekkhina	Lewe	家 1、小屋 1、物置 1
	2	Bdg.393 - 01	Nay Pyi Taw	Dekkhina	Pyinmana	物置 1
	3	Bdg.393 - 02	Nay Pyi Taw	Dekkhina	Pyinmana	家 1、物置 1
	4	Bdg.417 - 01	Nay Pyi Taw	Ottara	Pobbha Thiri	物置 1
	5	Bdg.683 - 01	Mandalay	Meikhtila	Wundwin	農地 1
	6	Bdg.683 - 02	Mandalay	Meikhtila	Wundwin	農地 1
	7	Bdg.748 - 01	Mandalay	Kyaukse	Kyaukse	小屋 1
ミョウハン車面基地改良	1	Dep.MH 01	Mandalay	Mandalay	Chan Mya Tharzi	家 1、物置 1
	2	Dep.MH 02	Mandalay	Mandalay	Chan Mya Tharzi	家 1
	3	Dep.MH 03	Mandalay	Mandalay	Chan Mya Tharzi	家 1、小屋 2
	4	Dep.MH 04	Mandalay	Mandalay	Chan Mya Tharzi	家 1
	5	Dep.MH 05	Mandalay	Mandalay	Chan Mya Tharzi	家 1
	6	Dep.MH 06	Mandalay	Mandalay	Chan Mya Tharzi	家 1
	7	Dep.MH 07	Mandalay	Mandalay	Chan Mya Tharzi	家 1
	8	Dep.MH 08	Mandalay	Mandalay	Chan Mya Tharzi	家 1、物置 1
	9	Dep.MH 09	Mandalay	Mandalay	Chan Mya Tharzi	家 1、小屋 1
	10	Dep.MH 10	Mandalay	Mandalay	Chan Mya Tharzi	家 2
	11	Dep.MH 11	Mandalay	Mandalay	Chan Mya Tharzi	小屋 1
	12	Dep.MH 12	Mandalay	Mandalay	Chan Mya Tharzi	小屋 1

	No	世帯コード	州・地域	県・市	タウンシップ	状況
線形改良	1	U-IP.182 - 01	Mandalay	Mandalay	Pyi Gyi Tagon	60m ブロック壁（ヒンズー寺院）
	2	D-IP.182 - 01	Mandalay	Kyaukse	Paleik	家 1
	3	D-IP.182 - 02	Mandalay	Kyaukse	Paleik	家 1
	4	D-IP.173 - 01	Mandalay	Kyaukse	Singaing	家 1（MR スタッフ）
	5	U-IP.1 - 01	Bago	Taungoo	Taungoo	60m アクセス道路（仏教僧院）

出典：JICA 調査団

## (2) 被影響住民（PAPs）と影響する物件（PAUs）

次の表に被影響者数と影響する物件数を示す。被影響者数は 24 世帯（103 人）である。

表 8.2.2 被影響者数と影響物件数

セクター	被影響世帯数	被影響者数	影響する物件数			備考
			物件数	農地	総面積 (m <sup>2</sup> )	
橋梁改修	7	41	8	2	951.57	-
ミョウハン基地改良	12	53	18	-	405.58	-
線形改良	5	9	5	-	875.67	ブロック塀とアクセス道路含む
<b>計 (フェーズ 2)</b>	<b>24</b>	<b>103</b>	<b>31</b>	<b>2</b>	<b>2,232.82</b>	
フェーズ 1 分	4	24	4			
合計(フェーズ 1+2)	28	127				

出典：JICA 調査団

これらの 24 世帯（103 人）の中で、移転をしなければならないのは次の表のとおりである。また全ての影響地は鉄道用地（Right of Way：ROW）内であり、土地の権利を持たず非合法で居住していると考えられる。被影響者住民数については JICA 調査団によって 2017 年 5 月～7 月にかけて実施したセンサスによって得られた。

表 8.2.3 住民移転の可能性がある世帯数・住民数

セクター	被影響世帯数	被影響者数
橋梁改修	3	22
ミョウハン基地改良	12	53
線形改良	3	7
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>82</b>

出典：JICA 調査団

## (3) 受給資格とカットオフデート

カットオフデートは、受給資格のある被影響者かそうでないかを区別し、確認するために設定されており、揉め事が生じる可能性が減る。通常、カットオフデートはセンサスが開始される日に設定される。本事業については、MR との合意に基づいて社会経済調査が終了した時点の **2017 年 7 月 20 日** をカットオフデートと設定した。橋梁改修計画、ミョウハン基地改良計画、線形改良計画に伴って実施した社会調査は次の日程である。

- 橋梁改修計画：2017年5月17-18日（2日間）
- ミョウハウ車両基地改良計画：2017年6月1-2日（2日間）
- 線形改良計画：2017年6月20-23日（4日間）

カットオフデート宣言のプロセスについては、まずMR本部（ネピドー）からUpper Myanmar Railway オフィスとLower Myanmar Railway オフィス宛に、影響者のリストと共にレターを発行した。次にUpper Myanmar Railway オフィスとLower Myanmar Railway オフィスから、GADと各駅にレターは送付され、各駅においては掲示されている。

#### (4) 生活再建支援策（提案）

本プロジェクトによって影響を受ける人々は、その損失のタイプによって3つに分類される。

- (a) 居住空間等の構造物を損失するもの
- (b) 農地を損失するもの
- (c) 宗教施設の一部を損失するもの

影響を受ける資産のタイプ、程度を考慮し、次の生活再建支援策案を提案する。

- 現金での補償
- 職業訓練の提供
- プロジェクト地域・周辺地域での就労の機会の提供

#### (5) 関係機関の役割・責任

A-RAP 実施に関わる関係機関については次の表のとおりである。

表 8.2.4 A-RAP 実施に係る関係機関

組織	役割	責任
MOTC (Ministry of Transport and Communications : 運輸通信省)	MR を管轄する省	事業実施による移転等を承認する
MR (Myanmar Railways : ミャンマー鉄道)	事業実施機関	1) 移転・収用の必要な土地のデータを確認する。 2) 補償委員会 (CFC: Compensation Fixation Committee) を結成し運営する。 3) 被影響住民、地方政府と密に連絡する。 4) 補償について被影響住民と交渉し、合意を得る。 5) 苦情に対して、適切に対応する。 6) 移行期間は被影響住民に対して生計支援する。 7) 内部モニタリングを実施する。
他機関 - Department of Agricultural Land Management and Statistics (DALMS : 農地管理統計局), - Department of Human Settlement and Housing Development (DHSHD), NGOs, etc.	MR への支援	MR を支援し助言する。

出典：JICA 調査団

## (6) モニタリング体制

事業実施者である MR は地方政府、関連する省（MOPF：計画・財務省-計画局/対外経済協力局と運輸通信省）と共に、移転の動きをモニタリングするためタスクフォースチームを設立する。このチームが移転に係る問題を回答する窓口となり、事業実施者や地方政府などの関連機関に報告する。必要に応じて NGO も第三者機関としてモニタリング活動に巻き込むこともできる。必要に応じて NGO も第三者機関としてモニタリング活動に巻き込むこともできる。提案するモニタリングのフローチャートは次の図のとおりである。

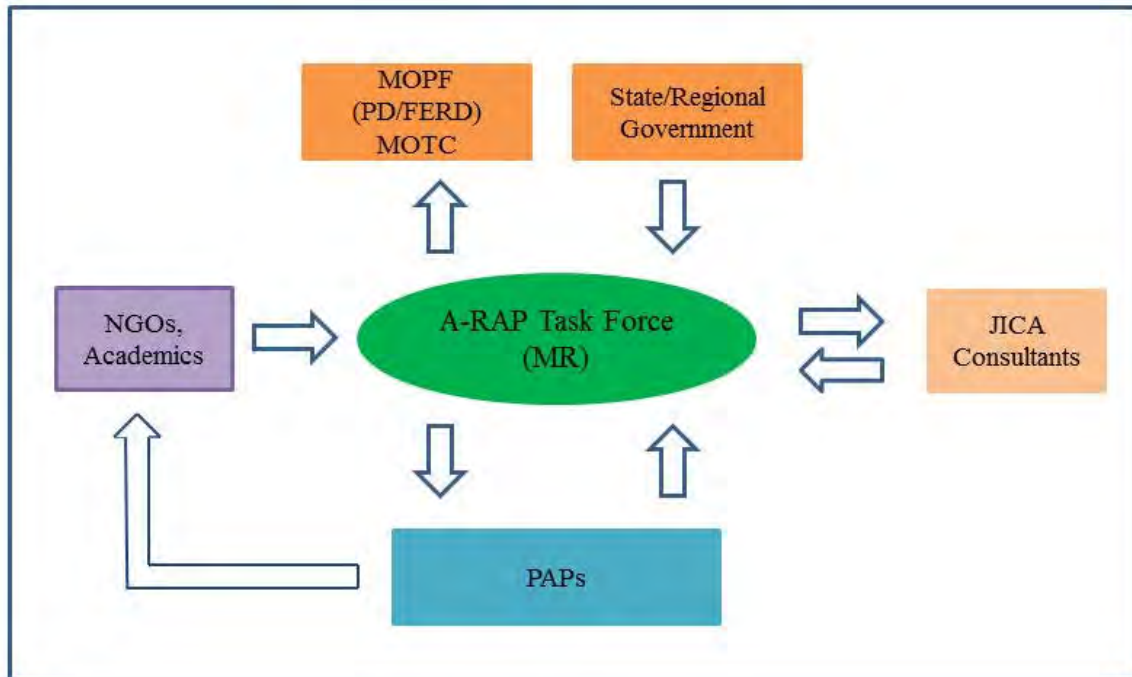


図 8.2.1 A-RAP モニタリングシステム

## (7) 費用と予算

A-RAP 実施のための予算の見積りは合計 34,125,840 チャットである。次の表に示す。MR には本事業での用地取得や住民移転のための適切な予算を提供する責任がある。重要な点として本見積りは詳細設計時に見直す必要がある。



表 8.2.5 A-RAP 実施予算

項目	見積り予算		内容
	MMK	USD	
<b>橋梁改修計画</b>			
補償	1,415,000	1,040	
収入の損失	2,480,000	1,824	353,500* 7 世帯
生活支援	2,480,000	1,824	353,500*7 世帯
移動費用	350,000	257	50,000*7 世帯
住民協議費用	300,000	221	100,000*3 回
モニタリング費用	400,000	294	100,000*4 年
小計	7,425,000	5,460	
予備費 (+8%)	594,000		
<b>合計</b>	<b>8,019,000</b>		
項目	見積り予算		内容
	MMK	USD	
<b>ミョウハン基地改良計画</b>			
補償	4,339,000	3,190	
収入の損失	4,242,000	3,119	353,500* 12 世帯
生活支援	4,242,000	3,119	353,500* 12 世帯
移動費用	600,000	441	50,000*12 世帯
住民協議費用	300,000	221	100,000*3 回
モニタリング費用	400,000	294	100,000*4 年
小計	14,123,000	10,385	
予備費 (+8%)	1,129,840		
<b>合計</b>	<b>15,252,840</b>		
項目	見積り予算		内容
	MMK	USD	
<b>線形改良計画</b>			
補償	7,836,000	5,762	
収入の損失	707,000	520	353,500* 2 世帯
生活支援	707,000	520	353,500* 2 世帯
移動費用	100,000	74	50,000* 2 世帯
住民協議費用	300,000	221	100,000*3 回
モニタリング費用	400,000	294	100,000*4 年
小計	10,050,000	7,390	
予備費 (+8%)	804,000		
<b>合計</b>	<b>10,854,000</b>		
<b>合計</b>	<b>34,125,840</b>	<b>25,093</b>	

注 1: 1USD = 1,360 MMK

注 2: 収入の損失および生活支援の単価(353,500 MMK)はインタビュー調査で得られた最高月収額に基づいている。

## 第9章 事業実施計画

---

本章においては、以下の項目について記載する。

契約パッケージにおいて適用する契約方式及び全体工期について記載する。

### 9.1 契約パッケージ

#### 9.1.1 工事契約の考え方

建設工事プロジェクトにおいては複数の契約方式が使い分けられる。ヤンゴン・マンダレー鉄道整備事業フェーズ1においては、最も広く使われている二つの契約方式がレビューされ、詳細に検討された。

- (1) 数量積算契約：数量表 Bill of Quantities (BOQ) に基づく契約
- (2) ランプサムデザインビルド契約

フェーズ2ではフェーズ1と同様の考え方で、契約方式を選定する。

#### 9.1.2 契約パッケージ分け

契約パッケージは非公開。

### 9.2 実施スケジュール

実施スケジュールは非公開。

## 第10章 事業費積算

---

### 10.1 事業費積算の前提条件

#### 10.1.1 一般的条件

##### 通貨換算率

- (1) JPY/USD      USD 1 = JPY 110
- (2) LC/USD      USD 1 = MMK 1,360
- (3) JPY/MMK     MMK 1 = JPY 0.0809

##### プライスエスカレーション

FC : 1.7%      LC : 7.0%

##### フィジカルコンチ

Construction: 5.0%      Consultant: 5.0%

##### 積算基準年

2017/10

##### 積算基準工程

Start: 2017/01      End: 2035/03

#### 10.1.2 その他条件

##### 税率

VAT: 5.0%      Import Tax: 10.0%

##### 事務経費率

5.0%

##### 建設期間中の利率

Construction: 0.01%      Consultant: 0.01%

##### フロントエンドフィー率

0.0%

## 10.2 パッケージ毎の積算額

積算金額は非公開。

## 10.3 工事種別・パッケージ毎の積算額

各工事種別・パッケージ毎の積算は非公開。

## 10.4 フェーズ2の全体金額

フェーズ2全体金額は非公開。

## 第11章 事業評価

---

### 11.1 基本前提条件

#### (1) 事業開始年次

2023年にフェーズⅡの完了後、ヤンゴン～マンダレーの鉄道輸送サービスが更新されるものとする。しかし鉄道事業会計は2024年からとする。

#### (2) プロジェクト・ライフ

経済分析におけるプロジェクト・ライフはフェーズⅠと同様30年と仮定する。

#### (3) With/Without 比較

経済評価のため、費用便益分析が適用された。費用便益分析の基本原理は費用と便益がプロジェクトなしケースとプロジェクトありケース、夫々について推計を行う“プロジェクトあり”／“プロジェクトなし”比較原則に基づくものとする。本調査では以下を仮定する。：

- “プロジェクトなし” ケース：フェーズⅡプロジェクトなし
- “プロジェクトあり” ケース：フェーズⅡプロジェクトあり

#### (4) 価格ベース

プロジェクト費用推計における外貨の価格換算のため、以下の外貨交換レートを設定した。

- 1 米国ドル= 104.68 円
- 1.0 MMK (ミャンマー・チャット) = 0.083 円
- 1 米国ドル= 1,261 MMK

#### (5) 運用効果指標

審査時の運用効果指標は表 11.1.1 に示す通り。

表 11.1.1 運用効果指標

Indicators (P/M)	Present (Yr 2017) (P/M,PCR)	Target (Yr 2026) (P/M)
車両運用率 (%)	76.6	85
旅客輸送量 (人・km/日)	2,089,247	10,190,618
貨物輸送量 (トン・km/日)	922,486	2,386,800
列車運行本数(ヤンゴン郊外区間及びYM線 以外への乗り入れを除く)	27.5	104
旅客列車走行キロ (km/日)	7,815	38,125
貨物列車走行キロ (km/日)	3,297	8,824
旅客収入 (チャット/日)	13,525,493	310,123,288
貨物収入 (チャット/日)	91,560,700	245,049,315
急行旅客列車所要時間 (タングウー・マンダレー間)	8 時間 1 分	4 時間 49 分
急行貨物列車所要時間 (タングウー・マンダレー間)	11 時間 24 分	6 時間 40 分

出典：JICA 調査団

## 11.2 プロジェクト費用

### (1) 財務的プロジェクト費用

財務的プロジェクト費用は非公開。

### (2) 経済的プロジェクト費用

経済的プロジェクト費用は非公開。

## 11.3 経済分析

### (1) 経済便益

- 列車スピード及びその他関連サービスの改善により鉄道旅客及び貨物荷主に対し、生じる旅行時間、費用の節約。
- 鉄道への利用転換の結果生じる輸送量減少による航空、バス、乗用車等、他の輸送モードにおける運行費用節約
- プロジェクトによる交通量減少で得られた交通条件緩和による非転換交通利用者に生じる旅行時間、費用節約効果

## (2) 費用便益分析の結果

費用、便益の初期条件に基づく費用便益分析を実施した。結果を要約すると以下の通りである。

指標	値
EIRR	16.66 %
費用便益比（割引率 10%）	2.49
純現在価値（百万 MMK、割引率 10%）	3,177,233

出典：JICA 調査団

## 11.4 財務分析

### (1) 収入予測の条件

ヤンゴン-マンダレー線の運賃収入予測のため、基礎条件となる運賃システムを需要予測と同様に設定した。

需要予測によると、以下の運賃構造が考慮された。

- 旅客運賃：旅客一人当たり平均運賃 30 MMK/km
- 貨物運賃：一般貨物1トン当たり 26.3 MMK/km  
石油貨物1トン当たり 39.4 MMK/km

### (2) 収入予測結果

需要予測の結果、グロスの旅客運賃収入、貨物運賃収入が予測された。将来収入は2030年まで予測された。しかし2030年以後は、鉄道容量が原因となり、収入は頭打ちとした。

#### 鉄道収入予測結果

（単位：百万 MMK/年）

	2023	2030
旅客運賃収入	49,892	350,048
貨物運賃収入	35,123	319,596

出典：JICA 調査団

### (3) 分析結果

年間費用、収入フローデータに基づき、財務的なキャッシュフロー分析を実施した。その結果は以下のとおりである。

#### 財務分析結果

指標	値
財務的内部収益率	13.37%
純現在価値（百万 MMK、割引率 10%）	1,984,846

出典：JICA 調査団

### 11.5 ヤンゴン-マンダレー線回廊開発による経済ポテンシャルの増加

列車高速化、安全性向上、定時運行性確保、貨客輸送の魅力度 UP 等、鉄道輸送能力/品質を改善するためのヤンゴン-マンダレー線軌道リハビリテーション・改良事業により、以下のようなプロジェクトのアウトカムが生じる。

- 直接効果として、旅行時間と輸送費用の減少が期待できる。
- 同時に、これらの変化により地域間の輸送網の条件に広範囲のインパクトを生じさせる。
- この結果、地域間ネットワーク条件におけるアクセシビリティ改善を促進する。
- このようなアクセシビリティ改善の影響として、鉄道沿線の土地に対する開発機会を提供する長期的な効果をもたらす事となる。



## 第12章 結論と提言

---

### 12.1 結論

ヤンゴン・マンダレー線整備事業は2013年11月時点において、全長が620kmと長いため、全体を3フェーズに分けて施工する計画であった。今般、ミャンマー政府から早期全線開業（2023年末）の強い要望を受けて、当初フェーズ2及びフェーズ3による施工を予定していた2つの工区を1つにまとめて、タウンゲー／マンダレー間（353km）をフェーズ2区間として、施工する計画とした。

その区間にかかる実現可能性調査（F/S）を実施した結果、約3年半の短い工期的にも実現できる可能性が高いことが調査の結果、判明した。しかしながら、工程面での大きな課題として、フェーズ1の最後の1年とフェーズ2の施工初年度が重なるため、コントラクターが必要な労働力を確保できない可能性があるという点が挙げられる。一方で、フェーズ1の工事が進捗するに当たり、労働者の作業の習熟度が向上することも期待される。したがって、特に土木および信号分野において、フェーズ1の施工が始まる2018年以降、コントラクターの作業の進捗に注目していく必要がある。

また、経済・財務分析の結果、経済分析の結果は約17%に及ぶ高い国民経済的投資効果のある案件であり、また、財務投資的にも13%を超える投資効果の高い案件であると位置づけられる。

環境カテゴリーもBカテゴリーであり、MRの線路敷き内を有効に活用して、工事を進めることにより、住民移転者数を極力無くすることが可能であり、また、環境影響評価上も影響をほとんど与えることなく、工事を進めることが可能であると判断された。

高速性、安全性確保のための50Nレールの導入、本邦において長年活用され、信頼性が高く、かつ、日本から輸入された中古車両とも互換性の高いATP（ATS-S）の導入、UHF周波数帯を利用した無線装置の導入など、質の高い本邦技術を活用しており、わが国の援助として実施意義の高い案件であると位置づけられる。

## 12.2 提言・留意事項

### 12.2.1 詳細設計調査（DD）時における留意事項

#### (1) 入札図書作成時期

契約パッケージは非公開。

#### (2) フェーズ1入札図書の活用とクラリフィケーションのレビュー

フェーズ2F/SでMRとの会議にて確認したところ、基本的な設計方針はフェーズ1と同じ方針で行くことで了解を得ている。

このため、土木、軌道、信号、車両等、フェーズ1詳細設計調査における成果及び入札図書を最大限活用し、特に基本設計期間の短縮を図り、早急に各施設の詳細設計に係ることが全体工期を短縮する方法となる。

また、フェーズ1の入札段階におけるクラリフィケーションの内容をレビューし、詳細設計の見直しに反映させるとともに、入札図書の作成に反映させる必要がある。

特にフェーズ1のクラリフィケーションのレビューを丁寧に行い、入札図書の作成に早急に取り掛かる必要がある。

#### (3) まくらぎとバラスト供給に係るMR負担工事の再確認

フェーズ2の施工工程に大きく影響を与える工事として、MR負担工事であるまくらぎとバラスト供給がある。

まくらぎ供給に関しては、MRによる生産、供給であるため、受注するコントラクターとの密接なコミュニケーションの下に、コントラクターの指定する場所に、かつ、適切な時期にまくらぎをMRが供給する必要があることに留意する必要がある。

バラスト供給に関しては、フェーズ2F/SでのMRとの協議の中で、砕石場でのバラストの破碎・供給まではMRが行い、運搬はコントラクターが行う事とし、バラストの運搬に係る工事施工スケジュール上のリスクは軽減されている。しかし、MRは予算の確保、バラスト供給の責任を持っていることに留意する必要がある。

また、上記2つの項目に関して、詳細設計時において再確認する必要がある。

#### (4) PMUの設立

PMU（Project Implementation Unit）は、実施機関が円借款事業を円滑に実施するための重要な組織である。PMUの設立はMRとJICAで2017年10月に署名されたM/Dにて合意されている。

特にMRは、ヤンゴン・マンダレー鉄道整備事業フェーズ1、ヤンゴン環状鉄道改修事業など、多くの大規模なプロジェクトが同時並行的に進行しているため、これらの事業を円滑に実施するためには、それぞれの事業のPMUの設立とともに、それぞれのPMUに多くの実務人材の配置が必要である。

ヤンゴン・マンダレー鉄道整備事業フェーズ2は、早期に入札の開始が予定されていることから、事業の円滑な実施のためにMRの責任者、担当者を早急に決定する必要がある。

### 1) PMUの主な役割

- PMUは事業の円滑な実施のために、入札、支払計画などを作成し、運輸通信省とJICAから事前に承認を取る。また、実施状況を運輸通信省、計画財務省、JICAなどへ報告する。
- 円借款事業が求めている住民移転、環境影響評価などの準備を適切に実施する。
- ミャンマー及びJICAルールに基づいた入札、契約、実施監理、支払管理などを適切に実施する。
- また、主な業務として以下のc)およびd)の業務が含まれる。

### 2) PMUの組織

- PMUの組織は通常、総務、計画、調達（入札）、財務、技術セクションからなり、十分な能力を持ったスタッフの配置が必要である。
- PMUの責任者は事業に精通し、経験があり、事業監理の出来る人材が必要である。
- PMUの責任、権限は、日常のMRの運営とは分けて行うべきである。

事業の円滑な実施のためには、PMUの早急な設立と責任者の決定を行い、MOTCとJICAへ報告する必要がある。

### 3) 関係諸機関との調整

本事業は、道路横断や河川付近の工事、電力供給、住民移転や用地確保、交通管理計画、税金の取扱等に関して他省庁の許認可が求められる場合がある。

これら事業実施に必要な関係省庁や諸機関との調整についてはMRが責任をもって実施する必要がある。なお、入札前に工事の概要をMRから各関係機関へ説明することが望ましい。

### 4) 環境社会配慮面の要求事項の実行

MRには以下の表12.2.1に示す環境社会配慮上の要求事項を満たすことが求められる。

表 12.2.1 環境社会配慮上の要求事項

環境項目	要求事項
橋梁の架け替えによる住民移転	ARAP に書かれた補償方針、手順、スケジュールに沿った移転と補償の実施、完了
ミョーハン、ネピドーデポ整備に伴う用地確保	2019 年 10 月に予定される入札開始前、十分な期間を持った時期の住民の移転完了、及びこれを実現するための住民及び関係諸機関との協議、調整
環境管理計画	JICA 調査団が作成した「環境社会配慮報告書」を踏まえた環境管理計画の作成、最終化

#### (5) 光ファイバーケーブル（OFC）について

ヤンゴン・マンダレー鉄道の沿線には、MR が所有する地下埋設 OFC と中国企業が所有する架空 OFC があるが、前者は状態が悪いことから、本調査では架空 OFC を使用することを前提としている。MR がこの OFC を使用するためには、中国企業との契約の締結、ならびに沿線各駅との接続を完了させることが必要である。MR は早期の契約完了と各駅への接続と共に、使用可能な状況である事を担保する必要がある。

また、鉄道沿線においての橋梁建設工事において、杭打ち、資材搬入などのためにクレーンを活用することを想定している。この土木工事に際して、架空 OFC の移設が必要になるケースが想定される。

この MR と中国企業の契約の遅れが、工事の遅れに影響しないように、OFC の契約は速やかに終了させる必要がある。

工事期間中には、全線にわたって、特に橋梁部分の OFC 移設が発生することから、切断等には十分留意する必要がある。

詳細設計時においても、OFC の契約状況に関して、きちんとフォローする必要がある。

#### (6) アセットマネジメントの策定及び実施

ヤンゴン・マンダレー鉄道全線（620km）で PC 桁、ボックスカルバートなどの橋梁設備、レール分岐器などの軌道設備、継電連動、電子連動などの信号設備、TMS 及び通信設備、車両及び車両基地設備、駅舎の更新にともなう各種設備並びに旅客案内設備など非常に多くの設備が更新されることから、これらの設備・資産の適切な把握と共にスペアパーツの管理を適切に行うシステムの構築及びメンテナンスの体制を策定する必要がある。

具体的なシステムの構築・実施体制の整備に関しては、詳細設計において策定する必要がある。

#### (7) 他プロジェクトとの連携

ヤンゴン・マンダレー鉄道では、様々なプロジェクトが進捗しており、これらのプロジェクトとの連携を確保することは、詳細設計段階でも非常に重要である。OCC プロジェクトやフェーズ 1 などの日本による支援プロジェクトはもちろん、現在ミンゲでドライポートの建設を行っている PPP のプロジェクトは、駅の配線に関係してくることから、詳細設計コンサルタントは情報を共有化するとともに、MR が積極的に情報を提供する必要がある。

## 12.2.2 将来の事業実施時における留意事項

### (1) 既存車両への ATP 取り付け

ヤンゴン～マンダレー間は、本プロジェクト完了後も、新型車両のみならず、MR が保有する既存の客車、貨物の車両が運転される。その比率は MR が所有する車両が約 7 割、新型 DEMU が約 3 割運行する状況となる。

MR の運行する車両はブレーキを含め、安全走行に必要な機器が不完全な状態であり、このままの状態が続く限り、将来の安全運転の足かせとなる可能性が高い。これらの車両が安全かつ高速で走行できるよう、MR はきちんと整備を行う必要がある。

さらに、安全性向上のため、MR が所有する既存の機関車に ATP 車上装置を設置する必要がある。

ATP 車上装置の提供はフェーズ 1 の CP105 の請負者が負い、車両への取り付けは MR が行うこととなっている。

施工管理コンサルタントにおいては、MR が車両に取り付けを行う際、MR に対して技術的な提言および指導を行うこととする。また、タウンゲー・マンダレー区間を運行する車両に ATP 車上装置がきちんと設置されていることを確認の上、運行させることを提言する。

### (2) タウンゲー～ネピドー間の DEMU 運転

フェーズ 1 で軌道改修を行うのはパズンダウン～タウンゲー間である一方、MR は、フェーズ 1 で新型車両を調達したあと、ヤンゴン～ネピドー間の運行を計画している。これは、旅客需要および国民へのアピールという観点から、ヤンゴン～タウンゲー間の往復よりも合理的である。

この場合、新しく購入した車両が、軌道が整備されていないタウンゲー～ネピドー間を走行することになる。納入業者は、きちんと整備された線路上で新型車両を走らせることを MR に求めてくると思われる。

従って、MR と協力して軌道の整備状況の調査、解析をするとともに、必要により MR に対して軌道整備を助言し、MR の最終的な列車の運転条件（運転速度制限等）の決定についても提言を行う必要がある。

特に、車両メーカーは、軌道が改良されたヤンゴン～タウンゲー間の運転を前提に設計・製造を行うものであり、万が一、使用開始後、新しく導入された車両に何らかの機器類の異常が生じた場合、請負者側から、原因が「タウンゲー～ネピドー間の走行が原因の可能性ある」とのクレームが生じる恐れがあり、場合によっては、補償期間内であったとしても、コントラクターによる十分な補償が得られない可能性があることを、MR は承知しておく必要がある。

### (3) MR の人材育成・鉄道学園プロジェクトの構想

MR は 2 万人以上が勤務する巨大な組織であるが、近代的な鉄道に生まれ変わるこの時期に、近代的な鉄道の運行を担う人材として、職員を教育する必要がある。

MOTC 所管の鉄道学園がメッティラにある。このメッティラの鉄道学園をヤンゴン・マンダレー鉄道整備事業終了に併せ、今後長期にわたって、近代的な鉄道経営が出来る MR の人材を育成する拠点としていくべきである。

そのためには、円借款プロジェクトと並行して、技術協力プロジェクトを立ち上げ、土木、軌道、電気、信号、通信、運転、機械、旅客サービス（駅業務、列車業務）などの各分野の人材育成を図り、将来にわたって MR が国から経費の補助金の支援を受けることなく、持続的に運行できるような人材育成を実施するとともに、仕組みを構築していく必要がある。

具体的なプロジェクトの内容、期間等に関しては MR、JICA と相談して決定する必要がある。

#### **(4) 橋梁分野の提言事項**

近代化およびリハビリ事業実施へ向けた近道とすべく、以下の対応を MR 側へ要望する。これらの対応は、本事業実施の初期段階における基礎的な既存情報となり、事業そのものを迅速かつ的確に進めることに大いに寄与するものとなる。

##### **1) 橋梁構造物の一覧表の更新および追加**

既に、橋梁一覧表が用意されているものの、その中には情報の不備や不足、新設された PC 橋梁の未反映箇所等が多く存在しており、それらの更新および追加作業が必要となる。

##### **2) 橋梁構造物の過去の検査記録の整理**

橋梁構造物の適切な健全性評価を行うための点検方法や記録手法が十分とは言えないが、MR では、主要な橋梁構造物に対する定期的な検査を毎年実施しており、幹部への報告もなされている。したがって、そのための基礎的資料は存在しているものと考えられ、それらの過去の記録や情報を収集し、今後の有用な資料とできるように整理しておく必要がある。

##### **3) 既設 PC 橋梁の設計成果物の整理**

近年、設計・施工された PC 橋梁（下部工含む）の設計成果物（設計図および設計計算書）を早急に入手する必要がある。なぜなら、列車軸重や設計速度等の設計条件把握や今後の健全性評価には不可欠な基礎的資料となるからである。また、これらの PC 橋梁建設時におけるコンクリート等の材料品質や施工管理が不十分であったと考えられ、今後は一時的な耐力確保だけでなく、長寿命とできる耐久性確保の観点にも目を向けていくべきである。

##### **4) 橋梁分野の技術習得体制の構築**

事業実施の初期段階においては、各種橋梁構造物の検査・補修・補強等の保守管理体制やマニュアルの制定ならびに情報管理体制や検査基準の制定が必要となる。それと同時に、検査およびそれに基づく補修・補強・更新計画から実施段階までの一連の流れをスムーズに実施するための組織体制づくりも必要になってくる。それらへ向けた準備作業を可能な範囲（例えば、鉄道土木技術者に対する育成機関構想やインセンティブ享受のための制度構築など）において進めておく必要がある。

## (5) 設備の維持管理

本プロジェクトで導入される設備については、その機能を維持すべく、使用開始後のメンテナンスが非常に重要である。コントラクターには MR 職員に対して必要な教育訓練を実施することを課すこととするが、MR は、メンテナンスのための予算を確保するとともに、メンテナンス要員の確保ならびに組織運営をしっかりと行うことが必須である。

## 第13章 広報

### 13.1 広報資料

ヤンゴン・マンダレー鉄道改修事業を紹介するために、数種類の資料を日本語、英語、ミャンマー語で作成した。

- PR 動画：5分バージョン
- 本：月刊誌の記事をまとめた100ページほどの本（ミャンマー語5000部、日本語1000部）
- リーフレット：A4サイズ（ミャンマー語14000部、英語13000部、日本語3000部）

### 13.2 ビジュアルプレゼンテーション資料の作成

本事業によって向上する鉄道輸送サービスを利用者目線で広報動画を作成することにより、バスや自動車に対応できるほどの鉄道利用者需要の増大を狙う。

本プロジェクトによる改修前後を比較した映像および広報冊子を作成するため、マンダレー駅、ミョウハウ車両基地、タジー駅、ネピドー駅を中心に現状の動画撮影を実施した。また、各専門分野での改修に関わる決定事項および表 13.2.1 に示す項目に沿ってシナリオを作成し、ビジュアルプレゼンテーション資料を作成した。

表 13.2.1 ビジュアルプレゼンテーション資料のPR項目

項目	内容
運行速度の向上	ヤンゴン、ネピドー間の所要時間の短縮の様子が分かるようCGや地図を用いて、改修前後のスピード感を感じる映像を提供する
駅構内・駅前再開発	駅前再開発後の予想図CGのイメージにより、鉄道への乗り継ぎの利便性の向上やバリアフリーによる車いす、お年寄り、妊婦、子供にやさしい構内になる
新型車両の導入	快適な乗り心地やきれいなトイレの完備や優先席の映像を取り入れることで、お年寄り、妊婦、子供にやさしい車両となる
スマートな乗車券購入システムの導入	パソコンやスマートフォンを用いた、オンライン上で簡易に乗車券を購入できるシステムを紹介する
安全意識の向上	速度増加に伴う、国民の意識改革を促す

出典: JICA 調査団