

ガーナ国
ガーナ鉄道開発公社

ガーナ国
鉄道安全運行整備計画プロジェクト
(開発計画調査型技術協力)

ファイナル・レポート

平成 26 年 7 月
(2014 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
日本コンサルタンツ株式会社

基盤
JR
14-149

ガーナ国
ガーナ鉄道開発公社

ガーナ国
鉄道安全運行整備計画プロジェクト
(開発計画調査型技術協力)

ファイナル・レポート

平成 26 年 7 月
(2014 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
日本コンサルタンツ株式会社

Exchange Rate (2013 年 1 月時点)

US\$1= GHC 1.89

US\$1= JPY 88.94



プロジェクト位置図

目 次

プロジェクト位置図

ページ

イントロダクション

第1章 調査の目的と背景

1.1.	調査の目的.....	1-1
1.2.	ガーナ鉄道の概要と関連プロジェクト.....	1-1
1.2.1.	ガーナ国の鉄道の概要.....	1-1
1.2.2.	ガーナ国における鉄道セクターの政策、上位計画.....	1-3
1.2.3.	実施機関の組織体制.....	1-3
1.2.4.	西線における運行区間と運行状況.....	1-5
1.2.5.	鉄道輸送の現状.....	1-6
1.2.6.	GRCLの財務状況.....	1-9
1.2.7.	機材調達および在庫管理状況.....	1-12
1.2.8.	現在進行中のプロジェクト.....	1-14
1.3.	ガーナの鉄道に対する外部の支援状況.....	1-24
1.3.1.	中国.....	1-24
1.3.2.	世界銀行.....	1-28
1.3.3.	インド.....	1-30
1.3.4.	欧州.....	1-30
1.4.	他の輸送モードの現状.....	1-31
1.4.1.	道路.....	1-31
1.4.2.	港湾.....	1-33

第2章 ガーナ鉄道の現状把握と分析

2.1.	現在の保有施設の把握.....	2-1
2.1.1.	路盤・橋梁.....	2-1
2.1.2.	軌道.....	2-4
2.1.3.	列車運行.....	2-6
2.1.4.	鉄道車両.....	2-11
2.2.	現在の運行・維持管理基準、方法、体制の把握.....	2-20
2.2.1.	運転規則・運行.....	2-20
2.2.2.	鉄道施設・車両の維持管理基準、維持管理方法.....	2-24
2.2.3.	組織体制.....	2-31
2.2.4.	その他.....	2-41

2.3.	変状、不具合状況の把握と原因分析	2-44
2.3.1.	事故の発生状況	2-44
2.3.2.	路盤・橋りょう	2-49
2.3.3.	軌道	2-61
2.3.4.	信号、通信.....	2-75
2.3.5.	鉄道車両	2-75
第3章	改善目標の設定	
3.1.	実施機関との現状・問題点の認識の共有	3-1
3.1.1.	組織体制	3-2
3.1.2.	運転規則、運行	3-4
3.1.3.	路盤、橋りょう	3-7
3.1.4.	軌道	3-8
3.1.5.	車両	3-8
3.2.	安全性向上に向けた目標の設定と体制の強化	3-9
3.2.1.	組織体制	3-9
3.2.2.	路盤、橋りょう	3-10
3.2.3.	軌道	3-10
3.2.4.	車両	3-11
3.3.	日印合同ワークショップの開催.....	3-12
3.3.1.	目的と内容.....	3-12
3.3.2.	出席者.....	3-13
3.3.3.	ワークショップスケジュール	3-14
3.3.4.	ワークショップにおける質疑応答	3-15
3.3.5.	ステークホルダー会議.....	3-16
第4章	喫緊の課題への対策に基づいた訓練実施	
4.1.	修繕計画案のレビュー	4-1
4.1.1.	軌道.....	4-1
4.1.2.	車両.....	4-4
4.2.	現業機関への訓練実施	4-8
4.2.1.	組織体制	4-8
4.2.2.	運転規則、運行	4-12
4.2.3.	路盤、橋りょう	4-16
4.2.4.	軌道.....	4-34
4.2.5.	車両.....	4-53
4.3.	訓練資機材の調達	4-68
Appendix		
Appendix-1	列車運行の状況調査	
Appendix-2	橋梁実地調査結果	

- Appendix-3 ワークショップ出席者リスト、質疑応答、ステークホルダー会議メモ
- Appendix-4 ワークショップ プレゼンテーション資料
- Appendix-5 修繕計画案
- Appendix-6 訓練用説明資料
(運営・組織体制、運転規則・運行、軌道、路盤・橋りょう、車両)
- Appendix-7 ラップアップ協議資料

図表リスト

図リスト

	ページ
図 1.2.1	ガーナ国鉄道網 1-2
図 1.2.2	現在の GRDA 組織構成 1-4
図 1.2.3	GRCL の全体組織図 1-5
図 1.2.4	列車運行本数と走行キロ数 1-6
図 1.2.5	西線における貨物輸送推移 1-7
図 1.2.6	GRCL の歳入状況 (2001 年～2011 年) 1-9
図 1.2.7	GRCL の歳入／歳出 (2004 年、2006 年、2011 年) 1-10
図 1.2.8	維持管理費の推移 (2001 年～2011 年) 1-11
図 1.2.9	資機材調達の流れ 1-13
図 1.2.10	資機材購入の“実際の”流れ 1-14
図 1.2.11	ガーナ国全土における新鉄道ネットワーク図 1-17
図 1.2.12	軌道改修計画が予定されている既存路線 1-19
図 1.2.13	ガーナ国新鉄道ネットワーク図 (Phase 1～Phase 6) 1-21
図 1.4.1	西線沿線の道路網 1-33
図 1.4.2	Takoradi 港レイアウト 1-35
図 2.2.1	Working Time Table No.12 2-22
図 2.2.2	建築限界および車両限界 2-24
図 2.2.3	土工定規 2-25
図 2.2.4	チェックリストの例 2-31
図 2.2.5	列車運行部門の組織図 2-32
図 2.2.6	GRCL の軌道・構造物関係の組織図と要員 2-33
図 2.2.7	D.S.T.の担当区域 2-34
図 2.2.8	GRCL 機械・車両部門の組織図 2-35
図 2.2.9	GRCL 全体の社員の年齢構成 2-36
図 2.2.10	GRCL 全体の社員の経験年数 2-36
図 2.2.11	土木部門社員の年齢構成 2-36
図 2.2.12	土木部門社員の経験年数 2-36
図 2.2.13	機械・車両部門社員の年齢構成 2-37
図 2.2.14	機械・車両部門社員の経験年数 2-37
図 2.2.15	運転部門社員の年齢構成 2-37
図 2.2.16	運転部門社員の経験年数 2-37
図 2.2.17	脱線などや大事故時の GRCL 内における報告・復旧体制 2-40
図 2.3.1	橋梁 No.2 の応急改修 2-57

図 2.3.2	Armco Pipe を使用した河川切り廻し	2-59
図 2.3.3	レール桁を使用した軌道防護工	2-60
図 2.3.4	軌道測定的位置	2-63
図 2.3.5	枕木および締結装置の状況 (Benso～Esuaso 間 (No.2))	2-66
図 2.3.6	レールに作用する力	2-67
図 2.3.7	軌間変位計測結果 (Bonsawire～Nsuta 間)	2-69
図 2.3.8	軌道変位計測結果 (Bonsawire～Nsuta 間)	2-70
図 4.2.1	ゴム支承最外線から桁座縁端までの距離	4-23
図 4.2.2	ガーナにおける橋梁の設計図面	4-26
図 4.2.3	主鉄筋と曲げモーメント	4-27
図 4.2.4	アンケート用紙	4-44
図 4.2.5	ガーナ研修アンケート結果①	4-45
図 4.2.6	ガーナ研修アンケート結果②	4-46
図 4.2.7	ガーナ研修アンケート結果③	4-47
図 4.2.8	ガーナ研修アンケート結果④	4-48

表リスト

	ページ	
表 1.2.1	鉄道輸送における貨物別年間輸送量	1-6
表 1.2.2	貨物輸送運賃の推移 (2000 年～2011 年)	1-8
表 1.2.3	維持管理費の推移 (2001 年～2011 年)	1-11
表 1.2.4	既存路線のリハビリ計画 (総延長)	1-18
表 1.2.5	鉄道開発計画実施スケジュール	1-23
表 1.3.1	緊急措置対策プラン	1-25
表 1.3.2	リハビリ該当車両、貨車一覧	1-27
表 1.4.1	西線沿線で実施されている道路整備の支援状況	1-32
表 1.4.2	係留施設の規模	1-34
表 2.1.1	橋梁リスト	2-2
表 2.1.2	Takoradi～Awaso 間の駅一覧	2-5
表 2.1.3	機関車の概要	2-12
表 2.1.4	機関車の現状	2-13
表 2.1.5	客車の現状	2-16
表 2.1.6	貨車の現状	2-18
表 2.1.7	車両故障発生状況 (2012 年 4 月～6 月)	2-19
表 2.2.1	最高速度	2-21
表 2.2.2	列車の運行諸元	2-21
表 2.2.3	速度制限区間	2-22

表 2.2.4	運行時間比較.....	2-23
表 2.2.5	主な線形諸元.....	2-26
表 2.2.6	最小曲線半径基準（201m）より小さい曲線半径の位置.....	2-28
表 2.2.7	最急勾配基準（1.25%）より急な勾配の位置.....	2-28
表 2.2.8	西線および Awaso 支線の軌道関係要員表（Takoradi～Dunkwa～Awaso）.....	2-33
表 2.2.9	西線および Awaso 支線の構造関係要員表（Takoradi～Dunkwa～Awaso）.....	2-34
表 2.3.1	脱線事故の発生箇所と件数.....	2-62
表 2.3.2	不良枕木・不良締結装置の判定基準.....	2-64
表 2.3.3	通常保守および緊急保守の軌道変位限度値基準.....	2-64
表 2.3.4	枕木不良率の調査結果.....	2-65
表 2.3.5	締結装置不良率の調査結果.....	2-68
表 2.3.6	軌間変位量測定結果.....	2-69
表 2.3.7	緊急保守限度値を超えている箇所数.....	2-70
表 2.3.8	調査結果の総合表.....	2-74
表 3.2.1	緊急的な軌道補修工事が必要な箇所.....	3-11
表 4.1.1	修繕計画案に計上された必要資機材.....	4-1
表 4.1.2	必要経費（修繕計画案）.....	4-2
表 4.1.3	必要経費（修繕計画案）.....	4-5
表 4.2.1	講義のスケジュールと出席者人数.....	4-13
表 4.2.2	トレーニング参加者とグループ分け.....	4-36
表 4.2.3	研修実施スケジュール.....	4-37
表 4.3.1	調達資機材リスト.....	4-69

写真リスト

	ページ	
写真 1.4.1	IR 6 号線.....	1-32
写真 1.4.2	ボーキサイト輸送のトラック.....	1-32
写真 1.4.3	ボーキサイト・ヤード.....	1-35
写真 1.4.4	マンガン荷下ろし設備.....	1-35
写真 2.1.1	現況橋梁形式.....	2-4
写真 2.1.2	基幹駅（Kojokrom 駅）.....	2-6
写真 2.1.3	ホームがある駅（Nsuta 駅）.....	2-6
写真 2.1.4	ホームがない駅（参考：Tema 支線）.....	2-6
写真 2.1.5	閉塞確保の記録.....	2-6
写真 2.1.6	積荷に関する記録.....	2-6
写真 2.1.7	マンガン会社からの荷送り表（その 1）.....	2-7
写真 2.1.8	マンガン会社からの荷送り表（その 2）.....	2-7

写真 2.1.9	実施ダイヤグラム.....	2-7
写真 2.1.10	保管されているダイヤ.....	2-7
写真 2.1.11	各駅との交信記録（その 1）.....	2-7
写真 2.1.12	各駅との交信記録（その 2）.....	2-7
写真 2.1.13	マンガン列車用の運用記録（その 1）.....	2-8
写真 2.1.14	マンガン列車用の運用記録（その 2）.....	2-8
写真 2.1.15	ウイークリー・レポート.....	2-8
写真 2.1.16	ドライバー・オフィス.....	2-9
写真 2.1.17	運転記録.....	2-9
写真 2.1.18	運転士の業務報告様式（その 1）.....	2-9
写真 2.1.19	運転士の業務報告様式（その 2）.....	2-9
写真 2.1.20	アクシデント・ダイアリー（その 1）.....	2-10
写真 2.1.21	アクシデント・ダイアリー（その 2）.....	2-10
写真 2.1.22	アクシデント・レコード（その 1）.....	2-10
写真 2.1.23	アクシデント・レコード（その 2）.....	2-10
写真 2.1.24	アクシデント・レポート.....	2-10
写真 2.1.25	アクシデント・ファイル.....	2-10
写真 2.1.26	ジェネラル・アクシデント・レポート（その 1）.....	2-11
写真 2.1.27	ジェネラル・アクシデント・レポート（その 2）.....	2-11
写真 2.1.28	Takoradi 駅構内に放置されている客車.....	2-16
写真 2.1.29	中国製 DMU.....	2-17
写真 2.1.30	インド製鉱石輸送用貨車.....	2-18
写真 2.2.1	運転規則、運行管理に係わる規程・マニュアル.....	2-20
写真 2.2.2	故障したままの軌道検測用具.....	2-29
写真 2.2.3	故障したままの線路保守用 機械類（Dunkwa 駅構内の貨車の中に放置）.....	2-29
写真 2.2.4	線路補修に使用されている 道具類.....	2-30
写真 2.2.5	運転士指導教材（その 1）.....	2-38
写真 2.2.6	運転士指導教材（その 2）.....	2-38
写真 2.2.7	排水が線路内を川のように流れる駅構内（Kojokrom 駅 構内、西線）.....	2-42
写真 2.2.8	落石が線路脇に放置されている 現場（Dunkwa～Buabin、西線）.....	2-42
写真 2.2.9	垂直に近い法面の一部崩落（Maudaso～Ankwaso、Awaso 支線）.....	2-42
写真 2.2.10	住宅地からの流水により削り取られたバラストと路盤 （Maudaso～Ankwaso、Awaso 支線）.....	2-42
写真 2.2.11	沿線に設置されている マイレージポスト（0, 1/4, 1/2, 3/4, の 4 種類）.....	2-43
写真 2.2.12	補助的に設置されている 距離杭.....	2-43
写真 2.3.1	大雨の被害（その 1）.....	2-44
写真 2.3.2	大雨の被害（その 2）.....	2-44
写真 2.3.3	大雨の被害（その 3）.....	2-44
写真 2.3.4	危険な切通し箇所.....	2-44
写真 2.3.5	脱線車両（その 1）.....	2-45

写真 2.3.6	脱線車両（その 2）	2-45
写真 2.3.7	脱線復旧跡	2-46
写真 2.3.8	枕木端バラスト	2-46
写真 2.3.9	脱線痕跡（その 1）	2-46
写真 2.3.10	脱線痕跡（その 2）	2-46
写真 2.3.11	枕木端バラスト（その 1）	2-47
写真 2.3.12	枕木端バラスト（その 2）	2-47
写真 2.3.13	路盤崩壊（その 1）	2-47
写真 2.3.14	路盤崩壊（その 2）	2-47
写真 2.3.15	散乱するボーキサイト（その 1）	2-47
写真 2.3.16	散乱するボーキサイト（その 2）	2-47
写真 2.3.17	脱線多発箇所	2-48
写真 2.3.18	軌間拡大	2-48
写真 2.3.19	締結状態	2-48
写真 2.3.20	脱線痕跡	2-48
写真 2.3.21	脱線復旧作業（その 1）	2-49
写真 2.3.22	脱線復旧作業（その 2）	2-49
写真 2.3.23	鋼桁の腐食	2-50
写真 2.3.24	橋梁主桁間の補剛部材に見られる断面欠損	2-51
写真 2.3.25	桁下空頭の不足	2-51
写真 2.3.26	橋梁/橋台との隔離欠如	2-51
写真 2.3.27	軌道工【レール/枕木】締結	2-52
写真 2.3.28	下部工の桁座	2-53
写真 2.3.29	土工区間の現況	2-54
写真 2.3.30	線路横断排水路の現況	2-55
写真 2.3.31	線路横断排水路の現況	2-56
写真 2.3.32	ゴミが堆積したカルバート（Kojokrom 駅構内）	2-56
写真 2.3.33	線路内に流入した水と土砂（Kojokrom 駅構内）	2-56
写真 2.3.34	枕木で仮受けした鋼桁橋梁	2-58
写真 2.3.35	切り廻しされた河川と新しいカルバート	2-59
写真 2.3.36	レール桁による軌道防護	2-59
写真 2.3.37	連続した不良枕木	2-64
写真 2.3.38	脱線で破断した枕木	2-64
写真 2.3.39	締結装置が抜けたレール継ぎ目部	2-67
写真 2.3.40	レールベースから浮き上がったシャンク・スパイク	2-67
写真 2.3.41	3 種の締結装置	2-68
写真 2.3.42	レールの空転傷（Kojokrom～Angu）	2-71
写真 2.3.43	130mm を超える過大遊間継ぎ目（Kojokrom～Angu）	2-72
写真 2.3.44	破損している継ぎ目レール 端部（Kojokrom～Angu）	2-72
写真 2.3.45	レール継ぎ目遊間に挿入された極短小レール（Dunkwa～Awaso）	2-72

写真 2.3.46	継ぎ目ボルトの欠落と ナットの弛緩 (Kojokrom~Angu)	2-72
写真 2.3.47	噴泥箇所 (Manso 駅構内)	2-73
写真 2.3.48	有人踏切.....	2-75
写真 2.3.49	無人踏切.....	2-75
写真 2.3.50	機関車の不良部位.....	2-76
写真 2.3.51	貨車の不良部位	2-77
写真 2.3.52	車両保守作業：車両工場.....	2-77
写真 2.3.53	稼働中の保守用機械：車両工場	2-78
写真 2.3.54	資材管理の状況	2-79
写真 2.3.55	車両保守用マニュアル.....	2-79
写真 2.3.56	規則に反する事例.....	2-80
写真 3.1.1	故障したままの速度計 (その 1)	3-4
写真 3.1.2	故障したままの速度計 (その 2)	3-4
写真 3.1.3	ボーキサイトホッパー (Awaso)	3-5
写真 3.1.4	ウエイトブリッジ跡 (Awaso)	3-5
写真 3.1.5	マンガン積載状況 (Nsuta) (その 1)	3-5
写真 3.1.6	マンガン積載状況 (Nsuta) (その 2)	3-5
写真 3.1.7	マンガン積載状況 (その 3)	3-5
写真 3.1.8	マンガン積載状況 (その 4)	3-5
写真 3.1.9	空転対策に小石を使用.....	3-6
写真 3.1.10	ダイヤ上の空転記録.....	3-6
写真 3.1.11	線路上に残された空転痕.....	3-6
写真 3.1.12	線路上に残された空転痕.....	3-6
写真 3.1.13	破損したままの機関車の砂箱.....	3-6
写真 3.1.14	焼砂装置跡	3-6
写真 3.3.1	ワークショップの様子 (その 1)	3-16
写真 3.3.2	ワークショップの様子 (その 2)	3-16
写真 3.3.3	ワークショップの様子 (その 3)	3-16
写真 3.3.4	ワークショップの様子 (その 4)	3-16
写真 4.2.1	GRCL ボードルームでの講義	4-10
写真 4.2.2	アクラでの講義 (1)	4-14
写真 4.2.3	アクラでの講義 (2)	4-14
写真 4.2.4	タコラディでの講義と PC の実習 (1)	4-14
写真 4.2.5	タコラディでの講義と PC の実習 (2)	4-14
写真 4.2.6	テマ線の踏切とアクラ駅付近の 線路内市場①.....	4-16
写真 4.2.7	テマ線の踏切とアクラ駅付近の 線路内市場②.....	4-16
写真 4.2.8	打音検診 (1)	4-20
写真 4.2.9	打音検診 (2)	4-20
写真 4.2.10	マーキング (1)	4-20
写真 4.2.11	マーキング (2)	4-20

写真 4.2.12	検査結果の記録 (1)	4-20
写真 4.2.13	検査結果の記録 (2)	4-20
写真 4.2.14	クラックゲージでの測定 (1)	4-21
写真 4.2.15	クラックゲージでの測定 (2)	4-21
写真 4.2.16	桁高測定	4-21
写真 4.2.17	桁高測定の記録	4-21
写真 4.2.18	カリパーを用いての肉厚測定 (1)	4-21
写真 4.2.19	カリパーを用いての肉厚測定 (2)	4-21
写真 4.2.20	カリパー使用方法の講義 (1)	4-22
写真 4.2.21	カリパー使用方法の講義 (2)	4-22
写真 4.2.22	支間長の測定	4-22
写真 4.2.23	桁高の測定	4-22
写真 4.2.24	Butuah 橋梁	4-23
写真 4.2.25	ヘルメット着用の必要性の講義	4-24
写真 4.2.26	安全の確保指導	4-24
写真 4.2.27	研修受講者同士のトレーニング (1)	4-24
写真 4.2.28	研修受講者同士のトレーニング (2)	4-24
写真 4.2.29	研修受講者同士のトレーニング (3)	4-25
写真 4.2.30	研修受講者同士のトレーニング (4)	4-25
写真 4.2.31	Butuah 橋梁の鋼桁	4-25
写真 4.2.32	Butuah 橋梁の鋼桁	4-25
写真 4.2.33	日本の橋梁	4-25
写真 4.2.34	Butuah 近郊のボックスカルバート	4-27
写真 4.2.35	日本での足場工 (1)	4-27
写真 4.2.36	日本での足場工 (2)	4-27
写真 4.2.37	ガーナでの洗堀されている擁壁基礎	4-28
写真 4.2.38	根固めされている日本の橋梁	4-28
写真 4.2.39	会議室での講義の様子	4-28
写真 4.2.40	積み上げられたマクラギが上部工を支持していない様子 (1)	4-29
写真 4.2.41	積み上げられたマクラギが上部工を支持していない様子 (2)	4-29
写真 4.2.42	倒壊した A1 橋台の様子(1)	4-29
写真 4.2.43	倒壊した A1 橋台の様子(2)	4-29
写真 4.2.44	切梁工法についての説明および実習 (1)	4-29
写真 4.2.45	切梁工法についての説明および実習 (2)	4-29
写真 4.2.46	肩車による打音検査	4-30
写真 4.2.47	脚立を使つての打音検査	4-30
写真 4.2.48	発表会の様子	4-30
写真 4.2.49	研修受講者によるプレゼンテーション	4-30
写真 4.2.50	熱心にメモ取る研修受講者	4-31
写真 4.2.51	PC 入力作業	4-31

写真 4.2.52	グループ討議.....	4-31
写真 4.2.53	グループ発表.....	4-31
写真 4.2.54	終了証書授与の様子.....	4-31
写真 4.2.55	集合写真.....	4-31
写真 4.2.56	湾曲している線路 (Butuah 駅構内)	4-39
写真 4.2.57	写真 4.2.8 の線路上を走行する	4-39
写真 4.2.58	軌道検測の実習	4-40
写真 4.2.59	レベルを使つてのレール上面の 高低軌道狂い測定実習.....	4-40
写真 4.2.60	軌道検測結果の分析と優先順位をつけた補修計画作成.....	4-40
写真 4.2.61	マクラギ交換.....	4-40
写真 4.2.62	腐食マクラギ (腐食されたまま 永年放置されている)	4-40
写真 4.2.63	新しいマクラギを挿入するためのバラスト除去作業.....	4-40
写真 4.2.64	中古のマクラギ挿入.....	4-41
写真 4.2.65	犬釘を打ち込むためのオーガ による穿孔作業.....	4-41
写真 4.2.66	犬釘打ち作業.....	4-41
写真 4.2.67	トロによるマクラギの運搬	4-41
写真 4.2.68	軌道ジャッキによる軌道落ち 込み箇所の扛上.....	4-41
写真 4.2.69	マクラギ下のバラストタンピング作業.....	4-41
写真 4.2.70	レールの落ち込み箇所をジャッキで扛上する時のチェック	4-42
写真 4.2.71	通り直し作業.....	4-42
写真 4.2.72	修復作業後の検測作業.....	4-42
写真 4.2.73	教材の貨車.....	4-54
写真 4.2.74	教材の台車.....	4-54
写真 4.2.75	バックゲージ.....	4-56
写真 4.2.76	バックゲージ (拡大)	4-56
写真 4.2.77	車輪径測定装置	4-56
写真 4.2.78	フランジ測定装置.....	4-56
写真 4.2.79	車輪踏面形状測定装置.....	4-56
写真 4.2.80	ノギス.....	4-56
写真 4.2.81	ブレーキ試験器本体 (弁)	4-57
写真 4.2.82	ブレーキ試験器用部品 (日本からの持ち込み品)	4-57
写真 4.2.83	ブレーキ試験器用部品 (現地購入品 コンプレッサー)	4-57
写真 4.2.84	ブレーキ試験器用部品 (現地購入品 空気ホース)	4-57
写真 4.2.85	ブレーキ試験器用部品 (現地購入品 コンプレッサー)	4-57
写真 4.2.86	ブレーキ試験器用部品 (現地購入 空気ホース継手組立)	4-57
写真 4.2.87	ブレーキ試験器組み立て (接続ホースの作成)	4-58
写真 4.2.88	ブレーキ試験器組み立て (試験器とホースの接続)	4-58
写真 4.2.89	ブレーキ試験器完成品.....	4-58
写真 4.2.90	完成品と作成協力者.....	4-58
写真 4.2.91	教材貨車の搬入	4-59

写真 4.2.92	教材貨車定置.....	4-59
写真 4.2.93	ブレーキ試験器設置.....	4-59
写真 4.2.94	ブレーキ管の空気漏れ整備.....	4-59
写真 4.2.95	ブレーキ管の空気漏れ整備.....	4-59
写真 4.2.96	固渋して動かない基礎ブレーキ 装置.....	4-59
写真 4.2.97	動作確認（ブレーキシリンダ 緩め状態）.....	4-60
写真 4.2.98	動作確認（ブレーキシリンダ 挺）.....	4-60
写真 4.2.99	試験および整備協力者.....	4-60
写真 4.2.100	試験および整備協力者.....	4-60
写真 4.2.101	第1回（3/24）対象者.....	4-61
写真 4.2.102	第2回（3/25）対象者.....	4-61
写真 4.2.103	講義風景.....	4-61
写真 4.2.104	講義風景.....	4-61
写真 4.2.105	バックゲージ測定.....	4-61
写真 4.2.106	バックゲージ測定.....	4-61
写真 4.2.107	車輪径測定.....	4-62
写真 4.2.108	車輪厚さ測定.....	4-62
写真 4.2.109	車輪フランジ測定.....	4-62
写真 4.2.110	ガーナ国で用いられていた.....	4-62
写真 4.2.111	車輪踏面形状測定（実演）.....	4-62
写真 4.2.112	車輪踏面測定（実習）.....	4-62
写真 4.2.113	講義風景.....	4-63
写真 4.2.114	講義風景.....	4-63
写真 4.2.115	実技指導.....	4-63
写真 4.2.116	実技指導.....	4-63
写真 4.2.117	実技指導（質問）.....	4-64
写真 4.2.118	実技指導（回答）.....	4-64
写真 4.2.119	訓練生実習.....	4-64
写真 4.2.120	訓練生実習.....	4-64
写真 4.2.121	訓練生実習.....	4-64
写真 4.2.122	訓練生実習.....	4-64
写真 4.2.123	ブレーキ動作確認.....	4-65
写真 4.2.124	動作確認（ブレーキシリンダ作用状態）.....	4-65
写真 4.2.125	講義風景（5S とは）.....	4-65
写真 4.2.126	聴講風景.....	4-65
写真 4.2.127	第1回研修（3/24）終了.....	4-66
写真 4.2.128	第2回研修（3/25）終了.....	4-66
写真 4.2.129	終了証授与式（合同）3/25.....	4-66
写真 4.2.130	終了証授与式（合同）3/25.....	4-66
写真 4.2.131	一目でフランジ直摩が確認できる車輪.....	4-68

写真 4.2.132	埃だらけのブレーキ弁.....	4-68
写真 4.2.133	注油されていないブレーキ梘.....	4-68
写真 4.2.134	ブレーキシリンダ&梘（かじり痕）	4-68

略語一覧

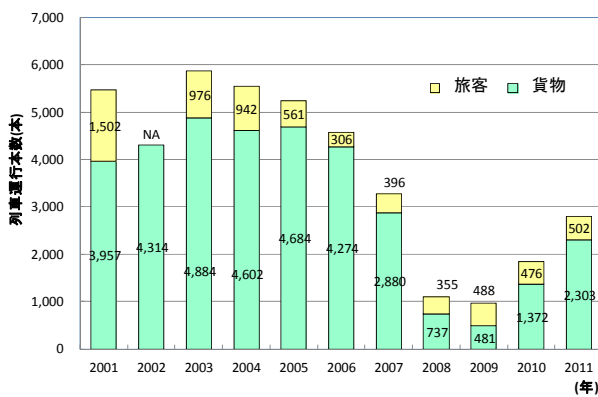
略語	英語表記	日本語表記
BOM	Board Operating Manual	理事会運営
CCE	Chief Civil Engineer	土木主任技師（GRCL）
CDB	China Development Bank	中国開発銀行
CIOW	Chief Inspector of Works	構造物主任管理者
CME	Chief Mechanical Engineer	主任機械技師
CMEE	Chief Mechanical and Electrical Engineer	車両・電気主任技師
COS	Control of supply	在庫管理担当部門（GRCL）
CST	Chief Superintendent of Track	軌道管理主任者（GRCL）
DCCE	Deputy Chief Civil Engineer	土木副主任技師（GRCL）
DCERI	Design and Construction of the Western Railway Line Infrastructure Including Procurement Rolling Stock	西線鉄道施設改修および車両調達プロジェクト
DME	Deputy Mechanical Engineer	副機械主任技師
DMU	Diesel Multiple Unit	ディーゼルカー
DST	District Superintendent of Track	地区軌道管理者
EDF	European Development Fund	欧州開発基金
FSWCIP	The feasibility study of the Western Corridor Infrastructure Project	西回廊インフラ開発プロジェクト
GPHA	Ghana Ports And Harbors Authority	ガーナ国港湾公社
GPRS	Growth and Poverty Reduction Strategy	ガーナ貧困削減戦略
GPRS II	Growth and Poverty Reduction Strategy	成長と貧困削減戦略
GRC	Ghana Railway Co., Ltd	ガーナ鉄道公社
GRCL	Ghana Railway Company Limited	ガーナ鉄道会社
GRDA	Ghana Railway Development Authority	ガーナ鉄道開発公社
GSGDA	Ghana Shared Growth and Development Agenda	成長と開発アジェンダ 2010-2013
HIPCs	Heavily Indebted Poor Countries	重債務貧困国
HRD	Human resource development	人材開発
HRM	Human resource management	人的資源管理
IC	Inter-City	長距離旅客列車
IR	Inter-Regional Road	地方道路
IT	Inspector of Track	軌道検査員
JICA	Japan International Cooperation Agency	日本国際協力機構

略語	英語表記	日本語表記
LCK	Level Crossing Keeper	踏切警備員
MD	Managing Director	総裁
MOFEP	Ministry of Finance and Economic Plan	経済財政省
MOHR	Ministry of Harbors and Railways	港湾鉄道省
MORT	Ministry of Roads and Transport	道路運輸省
MOT	Ministry of Transport	運輸省
N	National Road	国道
NTP	National Transport Policy	国家交通政策
OCC	Operation Control Center	列車運行指令所 (GRCL)
OJT	On the Job Training	実地研修
PA	Procurement Act	機材調達法
PIOW	Principal Inspector of Works	保線主任管理者
PPP	Public-Private Partnership	官民連携方式
RHA	Railway and Harbors Authority	鉄道港湾公社
SIOW	Senior Inspector of Works	構造物管理長
SLM	Senior Length Man	軌道作業員
SME	Senior Mechanical Engineer	シニア機械技師
SPV	Special Purpose Vehicle	特別目的会社
SSNIT	Social Security National Insurance Trust	社会保険料
SST	Senior Superintendent of Track	軌道管理長
ST	Superintendent of Track	軌道管理者
SV	Steel Van	有蓋貨車
T.O	Train Officer	運転取り扱いができる主要駅の駅長
TO	Track Overseer	軌道検査員
TRP	Transport Recovery Program	運輸部門修復プロジェクト
WB	World Bank	世界銀行
WCGIP	The Western Corridor Gas Infrastructure Project	西回廊のガス施設開発事業
WCIRP	Western Corridor Infrastructure Renewal Project - Railway Rehabilitation and Modernization Component	西回廊におけるインフラ再開発－鉄道改修および近代化プロジェクト (仮)
WCPT	The Western Corridor Petroleum Terminal (Pumpuni)	西回廊の石油ターミナル開発事業
4M	Man, Machine, Material, Method	生産活動の 4 要素

イントロダクション

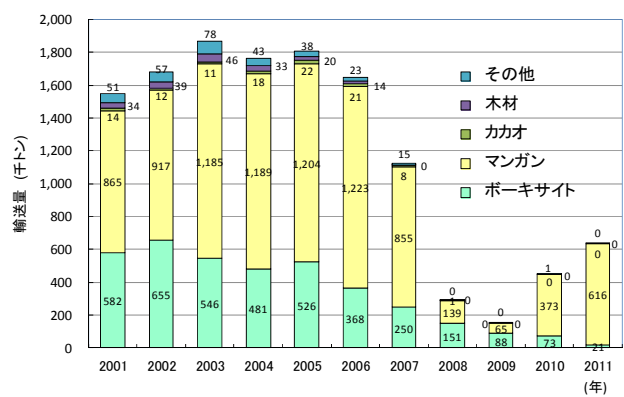
調査の背景

ガーナ国の鉄道輸送量の悪化が著しく、ガーナ鉄道会社（GRCL：Ghana Railway Company Limited）の予算不足等により、全線 947 km のうち、旅客輸送は首都アクラ近郊の東線（Tema 支線含む）64 km で 5 往復、貨物輸送は Takoradi を起点とする西線のうち Takoradi～Nsuta 間 61 km で 5 往復のみの運行となっている。貨物の輸送動向は 2003～2005 年をピークに急激に輸送量が減少していたが、2009 年の最低輸送量を期に 2010 年は上昇に転じている。輸送物はマンガンが主であり、ボーキサイトがこれに続いているが、減少傾向となっている。



(出典：Ghana Annual Transport Data)

図 1 列車運行本数（西線）



(出典：Ghana Annual Transport Data)

図 2 貨物輸送推移（西線）

鉄道設備：車両（機関車/客車/貨車）、軌道構造、信号通信システム、駅設備等の不備・欠如により、2008 年時点で機関車/貨車の 52% が走行不可能であった。保有車両は旧式（45 年以上）で品質が悪く、エンジン関連部品（エンジンオイル交換、諸設備等）や車輪軸、ブレーキシステム関連部品等の必要なスペアパーツが入手出来ないことから保有車両の大半は車両基地等に留置されている。



図 3 放置された車両

また、軌道構造の保守管理が行き届いていないため、軌道レールが不規則に湾曲し、左右のレールの高さが調整されておらず、車体の横揺れが激しくなっている。その他、レールがすり減って古くなっている、木マクラギ（一部鋼製マクラギ）が耐用年数を越えて使用されている、レール外側のマクラギ下部のバラストが欠如している等の問題がある。また、軌道敷き横の排水等設備が不良で機能していない箇所が多く、わずかな降雨で水が周囲から駅構内に流れ込み、レールが冠水状態となることで運転停止や運休等につながっている。



(出典：ガーナ鉄道安全運行整備計画策定プロジェクト詳細計画策定調査報告書（案））

図4 レールが左右に揺れている状態

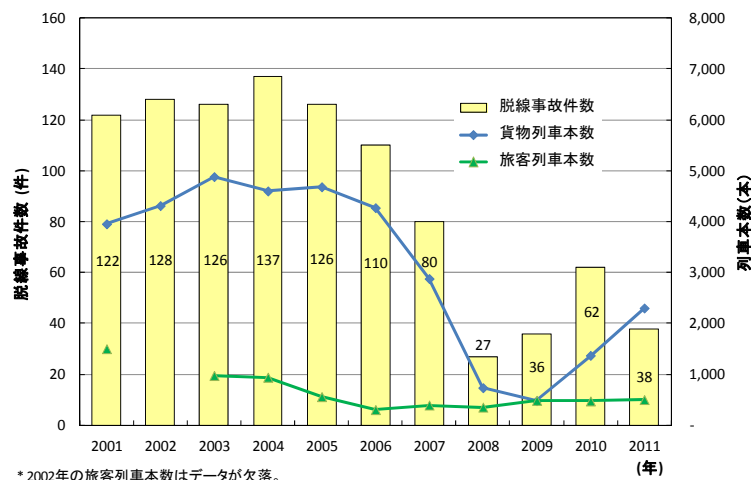


(出典：ガーナ国西部地域港湾・輸送分野総合開発)

図5 わずかな降雨でレールが冠水状態

ガーナ鉄道では脱線事故が多く発生している。2005～2008年の間は、列車運行本数が減少したために脱線事故件数は減少しているが、列車運行頻度に対する事故発生件数は大きく変化しておらず、2009年以降の事故件数は増加している。

事故の原因は、機関車・車両のブレーキの不具合や、レールの揺れ、路盤の噴泥化、維持管理・設備投資不足等が考えられる。



(出典：Ghana Annual Transport Data)

図6 脱線事故件数の推移（西線）

調査の目的

本調査では、ガーナ鉄道の安全な運行に向けて、施設や運行の状況を調査・分析し、運行・維持管理に関する手法の改善を支援することを目的とする。

調査対象地域

本調査の対象地域は、西線のうち、Takoradi～Awaso 間。運行路線延長は約 236.2 km である。



図7 調査対象区間

調査項目

特記仕様書による本調査の調査項目は下表に示すとおりである。

表 1 本調査の調査項目

項目	概要
1. 事前準備及びインセプション・レポートの作成・説明・協議	【1-1】 関連資料・情報の収集・分析
	【1-2】 調査の基本方針、方法、行程、手順等の検討
	【1-3】 現地調査事前準備作業
	【1-4】 インセプション・レポートの作成
	【1-5】 インセプション・レポートの説明及び協議等
2. ガーナ鉄道の現状把握と分析	【2-1】 現在の保有施設の把握
	【2-2】 現在の運行・維持管理基準、方法、体制の把握
	【2-3】 調査資機材の調達
	【2-4】 変状、不具合状況の把握と原因分析
3. 改善目標の設定	【3-1】 実施機関との現状・問題点の認識の共有
	【3-2】 安全性向上に向けた目標の設定と体制の強化
	【3-3】 W/S（ワークショップ）の開催
	【3-4】 インテリム・レポートの作成
4. 喫緊の課題への対策に基づいた訓練実施	【4-1】 訓練資機材の調達
	【4-2】 現業機関への説明・訓練
	【4-3】 現業機関への訓練結果報告
	【4-4】 ドラフトファイナル・レポートの作成
5. ファイナル・レポートの作成	【5-1】 ファイナル・レポートの作成

第1章 調査の目的と背景

1.1. 調査の目的

近年、ガーナ国の鉄道輸送状況の悪化は著しく、ガーナ鉄道会社（GRCL ; Ghana Railway Company Ltd.）の予算不足などにより、全線 947km のうち、旅客輸送は首都 Accra 近郊の東線（Tema 支線を含む）64km の区間で 1 日 5 往復、貨物輸送は Takoradi を起点とする西線のうち、Takoradi~Nsuta 間 61km で 1 日 5 往復のマンガン輸送列車が運行されているに過ぎない。

また、その施設の状況は老朽化や維持管理不足により、機関車、軌道・路盤の整備状況は適切な安全性を確保した水準になく、脱線事故が頻発している。

ガーナ国政府は、2008 年 12 月に成立した Railway Act, 2008 に基づき鉄道整備計画、事業者の審査・規制、都市近郊鉄道の整備などを行なうガーナ鉄道開発公社（GRDA; Ghana Railway Development Authority）を設立した。しかしながら、GRDA の組織体制は十分とは言えず、安全な列車運行のために、事故原因の究明と適切な維持管理方法の導入に向けた取組みが必要である。

このような背景の下、ガーナ国政府は我が国に対し、鉄道の現状調査、適正な運営管理手法を確立するため、「鉄道安全運行整備計画策定プロジェクト（開発計画調査型技術協力）」を要請した。この要請に基づき、2011 年 9 月、JICA は「鉄道安全運行整備計画策定プロジェクト」の調査団をガーナへ派遣し、交通運輸省、経済財政計画省、GRDA および GRCL との一連の協議、並びに現地調査を実施し、本調査に関する合意文書（R/D、Record of Discussion）に署名した。

本調査は、ガーナ国政府からの鉄道分野への協力要請の背景・内容を関係者間で協議し、現地調査を通じて基本情報の収集や課題の把握を行ない、ガーナ国の鉄道に対し、運行の安全性向上や維持管理体制の強化に向けて新たな運行・維持管理計画の策定支援および技術指導を実施するものである。

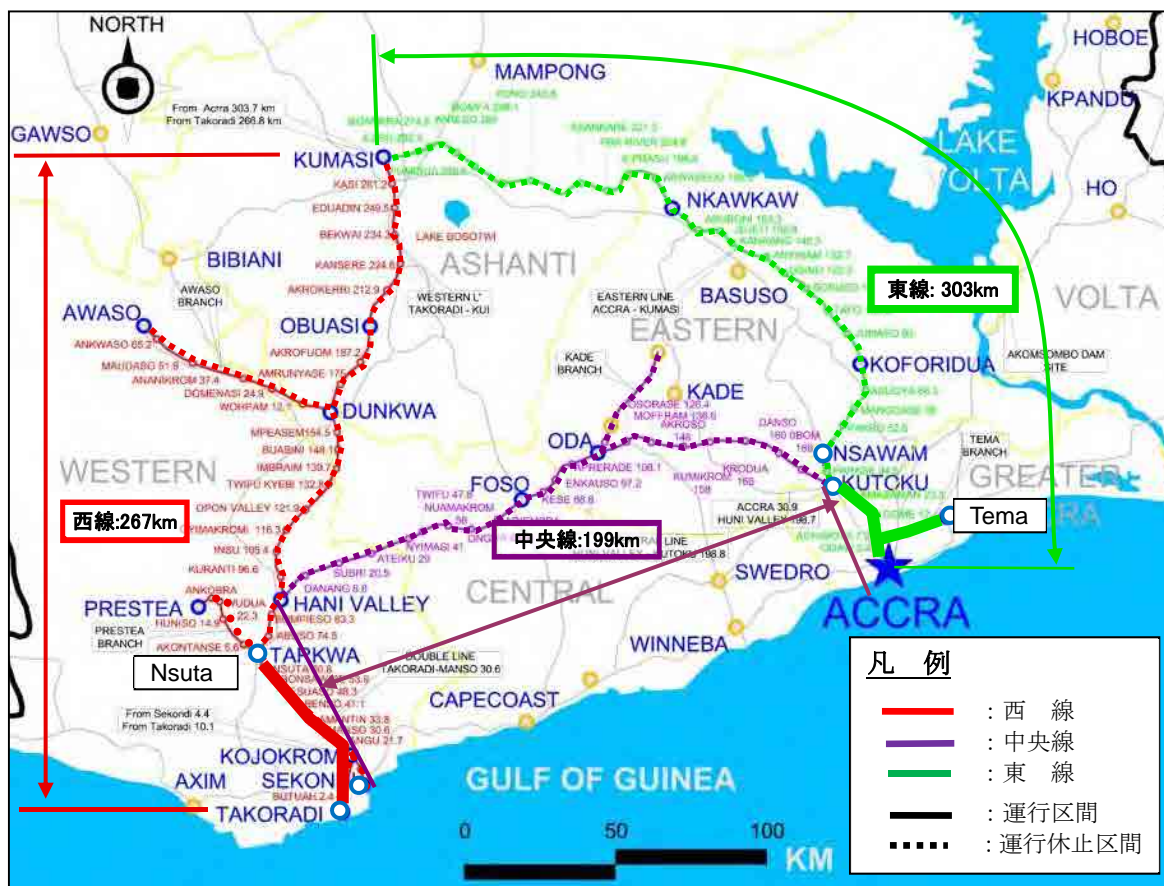
1.2. ガーナ鉄道の概要と関連プロジェクト

1.2.1. ガーナ国の鉄道の概要

ガーナ鉄道の鉄道網は A 字型をしており、頂点に Kumasi（ガーナ第二の都市）、西の先が Takoradi 港、東の先が首都 Accra となっている。主要な路線は Takoradi と Kumasi を結ぶ西線（266.8 km）、Accra と Kumasi を結ぶ東線（303.9 km）、西線と東線を短絡する中央線（198.8 km）から構成され、それぞれいくつかの支線が延びており、総延長は 947km である。路線の内、最も古く 1903 年に開通した西線は主にボーキサイト、マンガンの鉱物、カカオ、木材等のガーナの主要輸産品の輸送を担う主要路線で、そのほかに旅客輸送の中心となる中央線、東線があり、前者はカカオ、木材、後者は中央部の農産物を南部消費地域に輸送するといったそれぞれの役割を担っていた。しかし、1970 年代から 80 年初頭にかけての経済危機等の影響

により維持管理費用が十分に確保できず、鉄道設備の老朽化が進んだ。その後、諸外国の投資支援により多くの改良・延伸計画、F/S 調査等が実施され、一時は輸送量が増加したが、GRCLの予算不足、維持管理費不足等による車両（機関車／客車／貨車）、軌道構造、信号、通信システム、駅設備等、鉄道システム全般の不備・欠如によって、近年は、ガーナ国の鉄道輸送量の減少が著しくなっている。

全線 947 km のうち、首都 Accra 近郊の東線（Tema 支線含む）は延長 71.4 km、旅客輸送は 5 往復／日であり、その内訳は Accra～Nsawam 間（40.6km）の機関車列車 2 往復／日および Accra～Tema 間（30.9 km）のディーゼルカー（DMU ; Diesel Multipule Unit）列車 3 往復／日である。2002 年 5 月 12 日には長距離列車の運行を休止している。中央線は 2002 年 12 月 1 日に全線での運行を休止した。Takoradi を起点とする西線では、2007 年 9 月 13 日に長距離旅客列車（IC : Inter-City）の運行が休止、貨物輸送は 2009 年 5 月 13 日に木材の輸送を休止した。続いて、2011 年 5 月 24 日には Awaso～Takoradi 間のボーキサイト列車が休止し、現在は Takoradi～Nsuta 間（60.8 km）のマンガン貨物列車が 5 往復／日および Takoradi～Kojokrom 間の旅客列車（機関車牽引列車 2 往復）のみが運行している。



(出典：調査団)

図 1.2.1 ガーナ国鉄道網

1.2.2. ガーナ国における鉄道セクターの政策、上位計画

ガーナ経済の全般的開発を目標とする国家開発長期計画として 1991 年に策定された「ガーナビジョン 2020」より、運輸部門においては、道路部門と並んで機関車および貨車増強を含む鉄道部門の修復に優先順位が与えられていた。同計画は、重債務貧困国（HIPC）の債務削減スキーム適用のための国家計画である 2002 年の「ガーナ貧困削減戦略（GPRS : Growth and Poverty Reduction Stragy）」に取って替われ、そのなかでは貧困削減に直接関わる社会開発セクター等の改善に重点が置かれた。ガーナ経済を再生するためには、輸送力の向上を目指した運輸部門の強化が必要不可欠である。しかしながら、ビジョン 2020 で策定された車両調達を含む鉄道修復プログラムの多くは実施中もしくは未着手となっている。

その後 2005 年 11 月に発表された「成長と貧困削減戦略（GPRS II : Growth and Poverty Reduction Strategy）」において、交通分野は生産性の改善を行うための戦略的な支援サービスと位置づけられた。2008 年 9 月に国会で承認された国家交通政策（NTP: National Transport Policy）の中では、下記 7 つの長期的な課題が示されている。

- 西アフリカ中心地域の交通拠点を確立させる。
- 利用者のニーズに応じたアクセス、手頃な価格で信頼性が高く、安全で効果的かつ効率的な輸送システムを構築する。
- 土地利用を統合し、交通計画、開発計画を実施することでサービスを提供する。
- 官、民の投資家の利益を最大限に生かし、活気のある投資市場を創造する。
- 包括的かつ統合された政策、ガバナンスと制度的枠組みを策定し、実施する。
- 交通セクターにおける持続可能な開発を確保する。
- 新しい技術に適応できる人材を育成する。

また、本政策における鉄道分野の開発に関しては、Accra～Tema 周辺の都市開発計画に基づいた Tema 支線のリハビリ計画が提案されている。

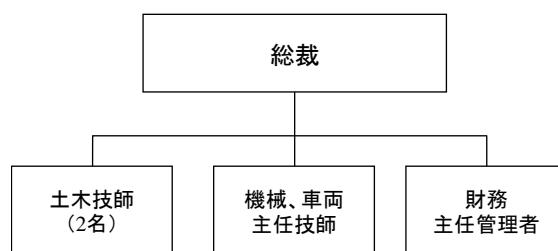
1.2.3. 実施機関の組織体制

ガーナ運輸部門は 1970 年代以来の頻繁な組織体制の変更による紆余曲折を経て現在に至っている。1934 年の Takoradi、Tema 両港の開設以来、鉄道は鉄道港湾公社（Railway and Harbours Authority）を新しく改編して組織された道路運輸省（Ministry of Roads and Transport）に港湾とともに組み込まれた。しかしながら、それからわずか 6 年後の 2003 年には再び鉄道と港湾を分離独立させ、両部門は新たに設けられた港湾鉄道省（Ministry of Habours and Railways）の管轄下となった。

この間鉄道は 1970 年から 80 年代初頭にかけての国家経済危機の多大な影響を受けて施設の荒廃が進んだため、世銀主導により 3 次におたる「運輸部門修復プロジェクト（TRP; Transport Recovery Programme）」が実施された。それによって息を吹き返しつつあったガーナ鉄道であったが、事業者であるガーナ鉄道公社（GRCL ; Ghana Railway Company Co., Ltd.）の厳しい財務状況に政府補助金のカットが追い打ちをかけた財政難から慢性的な資金不足に陥り、輸送設備、維持管理設備の機能維持が十分に果たせないという状況に置かれた。このような状況が、重なる脱線事故や労働争議を勃発させ、運休区間の増加につながった。その打開策とし

て運輸省（MOT ; Ministry of Transport）は鉄道システム機能回復を目指し、上下分離方式による民営化推進政策の導入による鉄道機能改善を図り、2008年11月14日に Railway Act, 2008 を発行、2009年1月6日に大統領の承認を得た。

Railway Act, 2008 の目的は鉄道整備計画、事業者の審査・規制、近郊鉄道の整備などを行うガーナ鉄道開発公社（GRDA ; Ghana Railway Development Authority）の設立と上下分離の実施であり、鉄道開発と鉄道サービスの促進、鉄道資産の管理、運営、都市鉄道の建設および運営を GRDA が担うと定められた。GRDA のビジネスプランに相当する「Scheme of Service」では、安全な列車運行のための事故原因の究明と適切な維持管理方法の導入に向けた取組が必要とされおり、GRDA は約 130 の職種で構成される計画となっているが、現時点では 5 名のみの極めて小さな組織で、GRDA の組織体制・要員は十分でない。そこで、MOT は、世界銀行に対して GRDA 内の組織体制の構築、資産の明確化等をスコープに含めた「GRDA 設立に関わる技術支援調査」の実施要請を行い、2012年3月に世界銀行から同調査の仕様書（案）が提出された。具体的には、世界銀行が支援・実施した調査には、1) マンデート履行に向けた GRDA における必要な規則の整備、2) GRDA のためのビジネスプラン及び組織体制、がある。詳細は「1.3.2 世界銀行の支援」に示す。



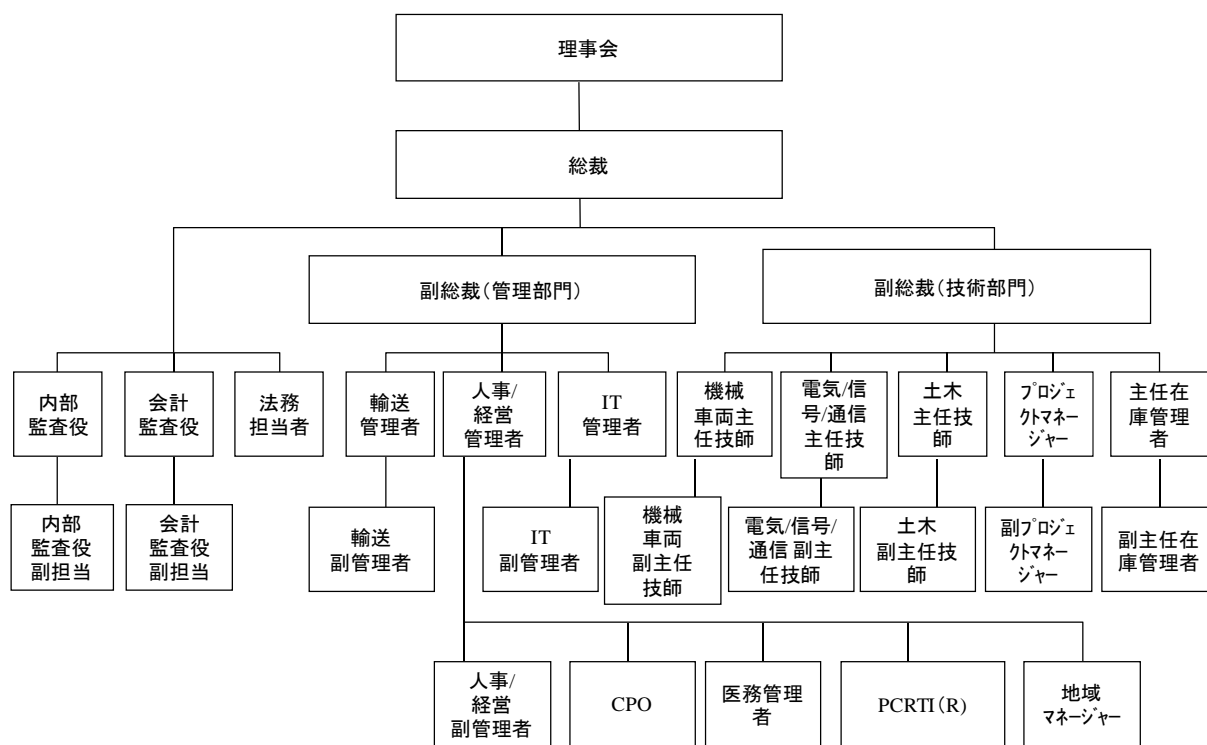
（出典：調査団）

図 1.2.2 現在の GRDA 組織構成

Railway Act, 2008 の条項に基づいて、元来の鉄道事業者であった GRC の組織改編が実施され、民間企業への移行期間における鉄道運営と維持管理を GRCL が引き継ぐこととなった。GRCL は、法律上は民間企業と同等だが 100%の株式をガーナ国政府が所有しているため、MOT の傘下にある国有企業であると言える。

ガーナ国政府は民間企業の参入を望んでいるが、結果的には参画を希望する企業がなかなか現れず、現在も GRCL が鉄道運営、維持管理を継続して行っている。Railway Act, 2008 において、GRCL は民間企業が参画するまでの移行期間中に鉄道運営を担うと位置づけられており、MOT、GRDA との間に鉄道運営に関わる契約等は一切結ばれていない。

GRCL は、2012年5月現在で 2,128 人の社員を有している。技術部門（土木、機械・車両、運転）の人員構成・社員の経験年数などの詳細については「2.2.3 組織体制」に記載した。



(出典：調査団)

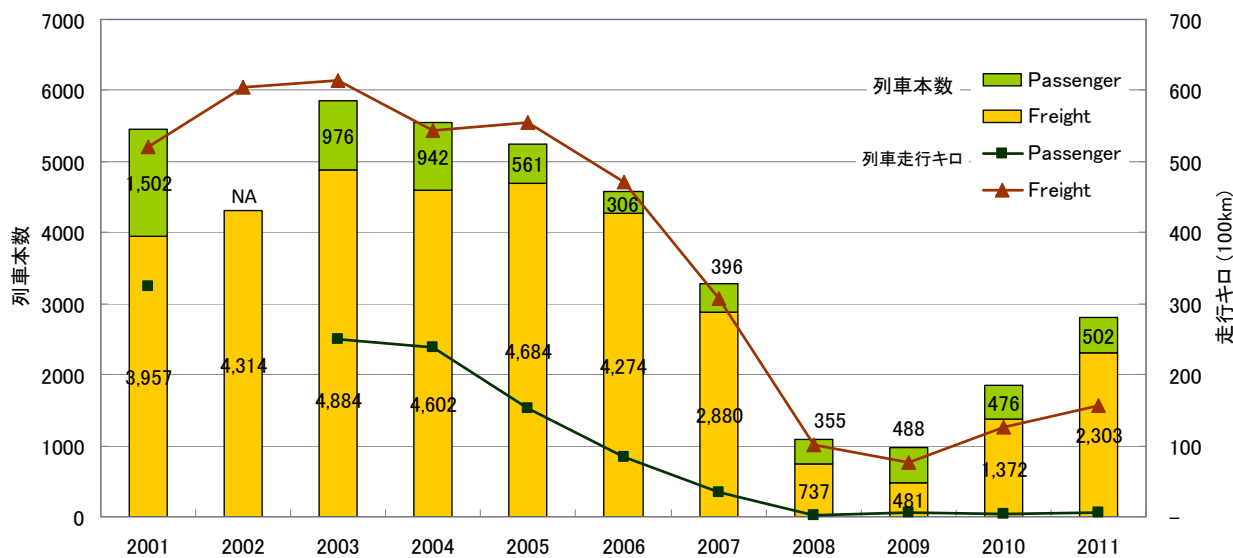
図 1.2.3 GRCL の全体組織図

1.2.4. 西線における運行区間と運行状況

全線の 947 km の内、首都 Accra 近郊の東線(Tema 支線含む)の 64.3 km の区間と Takoradi を起点とする西線のうち Takoradi~Nsuta 間(60.8 km)の 2 区間のみで運行されているが、本調査の業務対象区間は西線の Takoradi~Awaso 間(236.2 km)であり、特にこの区間についての列車の運行状況について述べる。

現在、西線では 1 日当たり、朝・夕に旅客列車が Takoradi~Kojokrom 間を 1 往復ずつ、マンガン鉱石貨物列車が Takoradi~Nsuta 間を 4~5 本運行している。Awaso からのボーキサイト輸送は 2011 年 5 月以降事故の多発により休止されている。

旅客列車および貨物列車の運行推移を以下のグラフに示す(2002 年の旅客列車本数・走行キロのデータは欠落、理由は不明)。2005 年頃までは、年間 4,300~4,800 本の貨物列車が運転されていたが、機関車の故障など施設の老朽化により急激に運行本数が減少を始めた。加えて、2008 年には大規模なストライキが発生し、1 ヶ月半にわたり列車の運行が中断され、列車の本数は 2005 年の 1/5 までに減少した。その後はマンガン輸送が鉄道へ回帰したこともあり、徐々に運行本数が増加してきている。一方、旅客輸送は、道路網の整備に伴い旅客需要が減少し、2007 年に Takoradi と Kumasi を結ぶ長距離旅客列車が運行を取りやめとなり、Takoradi~Kojokrom 間の地域内輸送が細々と続いている状況である。なお、年間の運行本数は、貨物需要、港湾での貨物のハンドリング状況、列車運転事故の発生状況、とりわけ列車の運行中断時間の長さにも大きく左右される。



(出典：GRCL)

図 1.2.4 列車運行本数と走行キロ数

1.2.5. 鉄道輸送の現状

(1) 貨物の種類と量

本調査の対象である西線は、前述の通り 1903 年に開通し、主にボーキサイト、マンガンの鉱物、カカオ、木材等のガーナ国の産業構造における一次製品の輸送を行っている。1970 年代から 1980 年代初頭にかけての経済危機等の影響によって鉄道設備が悪化し老朽化が進んだため、1983 年から世界銀行主導により、3 次におよぶ「運輸部門修復プロジェクト (TRP: Transport Recovery Project)」が実施された。そのうち「第三次運輸部門修復プロジェクト」では西線 (Takoradi~Kumasi) を中心として老朽化した設備が取替られた。この「第三次運輸部門修復プロジェクト」の一環として、事業費 62 億 1,800 万円の円借款事業「鉄道輸送力増強事業」が 1994 年 3 月~2000 年 7 月 (77 ヶ月) 実施され、ここでは機関車 (ディーゼル 1651 型 1600 馬力) 14 両、有蓋貨車 100 両、車両保守工場の設備、部品調達 (事故復旧用のクレーン車 1 台) が供与され、それに関わるコンサルティングサービスが行われた。

表 1.2.1 鉄道輸送における貨物別年間輸送量

(単位：千トン)

期間	カカオ	ボーキサイト	マンガン	その他	計
1965-1977 (経済危機以前)	205	318	399	719	1,641
1978-1996 (経済危機から第三次 TRP 迄)	54	280	248	95	677
1997-2005 (第三次 TRP 以降)	20	485	781	102	1,388

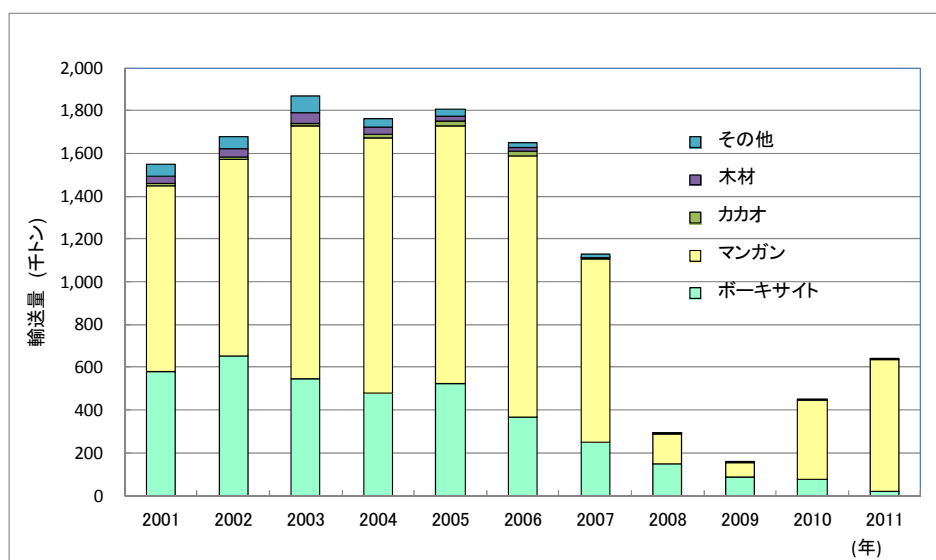
(出典：JICA「鉄道輸送力増強事業」事後評価)

この「運輸部門修復プロジェクト」により、貨物輸送量は経済危機以前の水準まで回復し、ボーキサイト、マンガンの輸送もほぼ 100%が鉄道輸送へ回帰した。しかし、かつてのガー

ナ国の主力輸出産品であったカカオは、生産能力の低下や国際価格の下落に伴い、鉄道輸送は減少の一途をたどっていった。

輸送力が回復し、2000年台前半には年間1,800万トンの貨物輸送量があったが、下記のグラフから分かるように、その輸送量は翌2007年以降に急激に減少している。これは、維持管理費不足に起因する事故の多発と2008年に行われた職員のストライキなどが運行本数に影響しているものと思われる。

職員の労働問題が一定の解決をみた2008年以降は、2009年に最低輸送量を記録したものの、それまでトラックで代替されていたマンガン輸送が鉄道に回帰したこともあり、上昇に転じている。しかし、かつて週3～4往復の貨物列車が運行されていた、Takoradi～Awaso間のボーキサイト輸送は、脱線事故が多発したことから、2011年5月から運行を休止している。現在の輸送品目はマンガンのみ主となっている。また、西線ではKumasi方面からTakoradiに向けて、カカオ、セメント、木材等の貨物輸送は2009年5月を最後に全く行われていない。



(出典：GRCL)

図 1.2.5 西線における貨物輸送推移

(2) 貨物輸送の料金徴収

ガーナ国における輸出額のほぼ7～8割を占めるているのは、金、カカオ、木材であり、ボーキサイト、マンガン等の鉱物資源の輸出額が全体輸出額に占める割合は僅かである。しかし、これらはガーナ国にとって重要な輸出品となっている。鉄道での輸送が望まれるボーキサイト、マンガン等、ガーナの主要産品の輸出促進による外貨獲得が期待されているが、鉄道輸送の度重なる遅延、事故の発生等により、現状はそれらの運搬を道路輸送に頼らざるを得ない状況である。

鉄道運営実施機関であるGRCLでは、輸送時の事故多発、運行本数の減少等の影響による輸送運賃収入の減少によって、鉄道運営の費用をまかないきれず、結果的に維持管理費が決定的に不足し、鉄道運営が十分に機能していない。Accra～Tema (Tema支線)間(30.9km)、

Accra～Nswam（東線）間（40.5 km）、Takoradi～Kojokurom（西線）間（10.1 km）において 1 日数本の旅客列車を運行しているが、これらによる運賃収入はほんの僅かであり、マンガンと並んで主な収入源になっていたボーキサイトの輸送も今は運休されている。よって、現状ではマンガン輸送による運賃収入が GRCL の主な収入源となっている。

下記に 2000 年～2011 年におけるマンガン、ボーキサイトのトン・km あたりの輸送運賃の推移を示す。

表 1.2.2 貨物輸送運賃の推移（2000 年～2011 年）

単位：US\$/トン/km

貨物	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ボーキサイト	0.039	0.036	0.035	0.037	0.039	0.039	0.039	0.039	0.044	0.044	0.044	0.044
マンガン	0.053	0.053	0.053	0.056	0.056	0.057	0.057	0.057	0.063	0.075	0.075	0.075

（出典：GRCL）

ボーキサイトおよびマンガンの輸送運賃は US\$建てとなっており、毎年、荷主との交渉により運賃が決定される。上記の表から、2000 年～2007 年までの運賃はほとんど変動がなかったが、2008 年以降、ボーキサイトは約 12.8%、マンガンは約 31.5%の値上がりしたことが分かる。2013 年時点では、マンガン（Nusta～Takoradi 間；運賃計算距離 63km）5.2 US\$/t、ボーキサイト（Awaso～Takoradi 間；運賃計算距離 241km）10.5 US\$/t の輸送運賃が設定されている。

マンガン会社と GRCL の間で取り交わされている契約においては、積荷時や輸送中の事故等が発生する場合を懸念し、Takoradi 港に到着した貨物量に対してのみ運賃が支払われることとなっている。また、輸送量は Takoradi 港の荷下ろし装置に装着されている重量計によって計量される。既存の施設を利用した場合のマンガンの取扱量は年間 100～120 万 t であるが、マンガン会社は中国開発銀行（CDB：China Development Bank）による鉄道改修および近代化プロジェクト完了後に向けた施設の拡張計画を策定しており、計画内では現在産出量の約 2 倍の生産拡大が掲げられている。更に Takoradi 港での拡張計画が既に始まっており、ストックヤードの拡張が進められている上、喫水が 10～11m から 15～16m と深くなることによって大型の船が入港可能になる予定である。これは、将来的に資源の 100%が鉄道で輸送されることを想定している。但し、マンガン会社は、鉄道運営のノウハウを持たないことからオペレータとしての参画は検討していない。

次に 2000 年～2011 年間の GRCL の歳入総額とマンガン、ボーキサイト輸送からの輸送収入をグラフに示す。

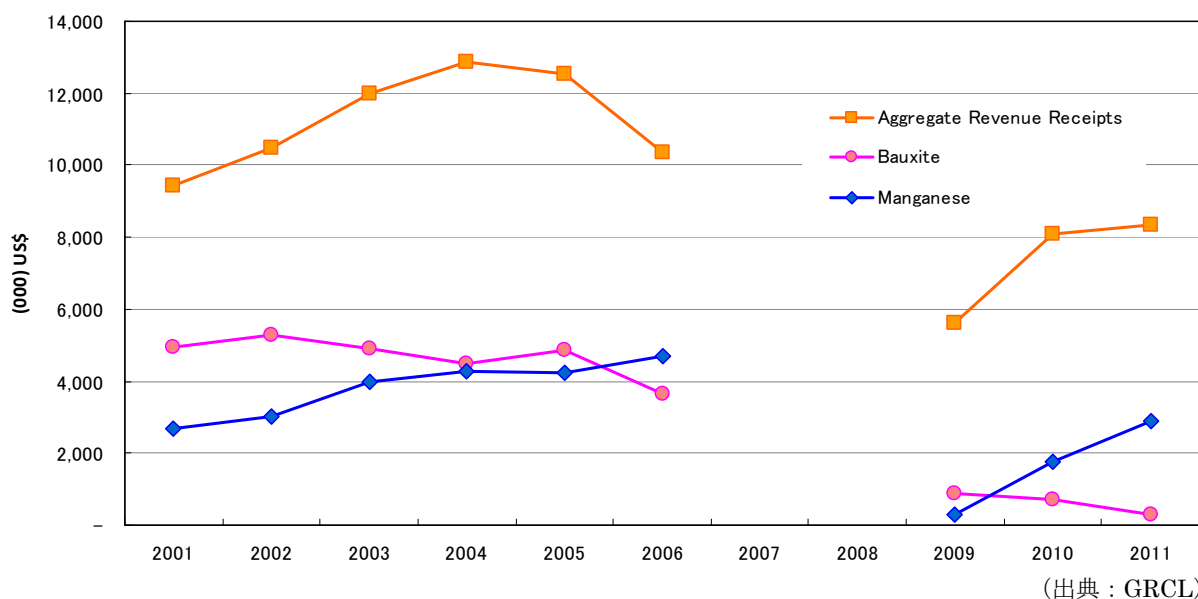


図 1.2.6 GRCL の歳入状況 (2001 年～2011 年)

GRCL の歳入状況¹は、貨物輸送量と比例しており、2003 年～2005 年をピークに 2006 年以降は一気に下降している。2009 年以降はマンガン輸送の回復に伴い、輸送収入も増加している。なお、2007 年および 2008 年は、2008 年 3 月に発生した GRCL 内の大規模な労働問題の影響により歳入歳出に関わる記録が欠落している。GRCL の財務状況については次節「1.2.6 GRCL の財務状況」に詳しく記載した。

1.2.6. GRCL の財務状況

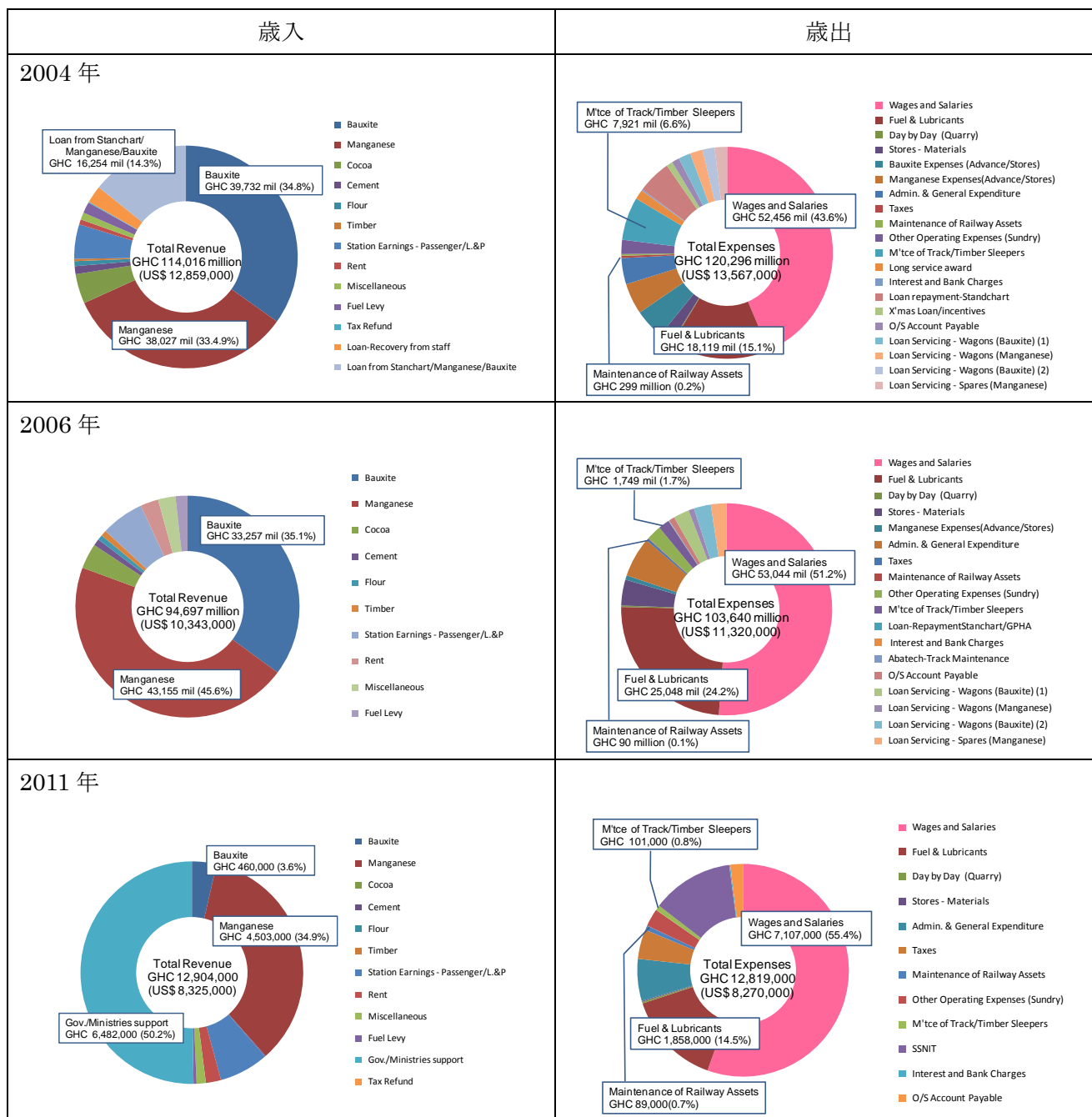
ガーナ国の鉄道運営に対する予算の配分について情報を収集し、職員への給与支払い状況や、軌道・車両に対する維持管理費の予算状況について分析した。

「1.2.5 鉄道輸送の現状」に詳細を示したが、まずは、輸送量および運賃収入に大きな変化があった 3 つの年における GRCL の歳入歳出の詳細費目を分析した。対象年として、2004 年の輸送量ピーク時、2006 年輸送量および歳入の下降期、直近の 2011 年を選出し、それぞれ歳入の内訳、歳出の内訳の比率を円グラフにて示した。

¹ ガーナ国では、2007 年 7 月 1 日に通貨切り上げを実施している。
各年 12 月 31 日時点での為替レート (GHC/US\$) は以下の通りである。

年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
GHC/US\$	7176.00	7964.98	8509.31	8866.50	9019.34	9155.77	0.95	1.08	1.43	1.43	1.55

出典：OANDA (URL: www.oanda.com/currency/historical-rates/)



(出典：GRCL)

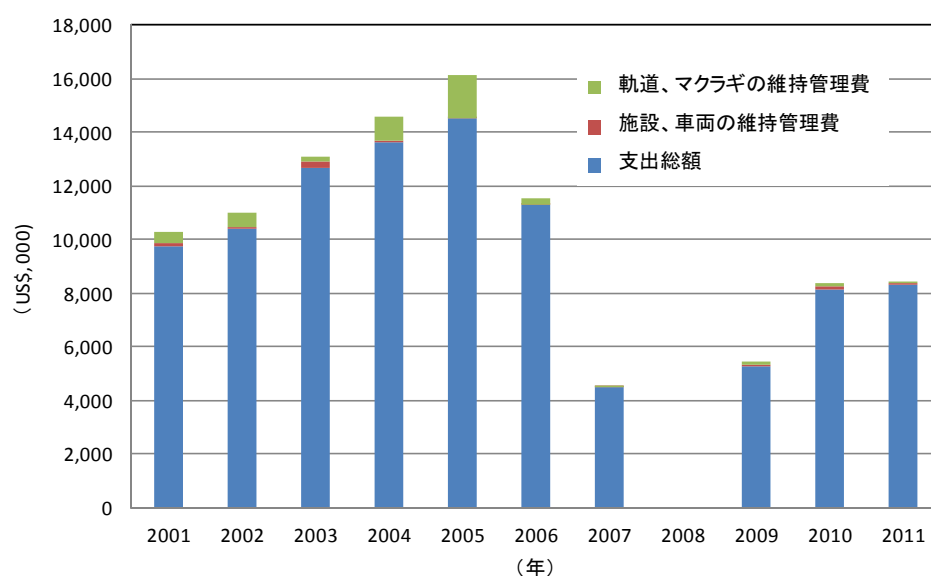
図 1.2.7 GRCL の歳入／歳出（2004年、2006年、2011年）

歳入の大きな特徴として、2004年にのみマンガン、ボーキサイト会社からの融資が項目に上がっており、2001年～2011年の詳細データを確認すると2001年～2005年の間その融資額は年々増加していることが分かった。2001年の最低金額／年は約25億GHC（約228万US\$）で、2005年の最高金額／年は180億GHC（約250万US\$）にも上るが、この融資は2006年以降に途絶えている。GRCLの歳出に関する詳細データを見ると、2005年までは融資返済が歳出のほぼ半分を占めており、他国の援助等により運行本数が安定し始めた2003年時の150億GHC（約180万US\$）を最高返済額／年として2004年以降には返済額が下降し、2006年以降は全く返済を行っていない（2008年は前述の理由によりデータ無し）。

その後、一部の職員に対する給料未払いが続いたため 2008 年 3 月に大規模なストライキが勃発した。ガーナ国政府の資金援助を条件にストライキが解除され、2009 年 5 月以降から 2011 年にかけて毎月、運輸省から運賃収入に対する補償金としての資金援助が続けられる結果に至った。

歳出の内訳における大きな特徴としては、2005 年までは融資返済が主となっており、2006 年以降は人件費、燃料および潤滑油が主な歳出費目となっている。2009 年 7 月に GRDA の理事就任後、国会に承認を受けてからは社会保険料（SSNIT: Social Security National Insurance Trust）が毎月徴収されている。

ここで維持管理費の比率に着目してみると、2004 年、2006 年時点では全体の 4%、2006 年では全体の 5%のみが維持管理費に充てられており、それぞれの年で共通して維持管理費の比率が非常に低いことが分かる。以下、2001 年～2011 年までにおける維持管理費の推移をグラフ、その詳細金額を表に示す。



(出典：GRCL)

図 1.2.8 維持管理費の推移 (2001 年～2011 年)

表 1.2.3 維持管理費の推移 (2001 年～2011 年)

(単位：千 US\$)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
支出総額	9,736	10,383	12,655	13,657	14,504	11,320	4,508	(n.a.)	5,273	8,155	8,291
施設、車両の維持管理費	126	90	260	34	16	10	6	(n.a.)	34	117	57
軌道、マクラギの維持管理費	428	535	166	893	1,600	191	58	(n.a.)	115	79	66
維持管理費合計	554	625	426	927	1,616	201	64	(n.a.)	149	196	123

(出典：GRCL)

GRCL から入手したデータでは、維持管理費の費目として「鉄道資産の維持管理費」、「軌道、枕木の維持管理費」の 2 つの費目が上がっている。2004 年～2009 年にかけての鉄道資産の維持管理費は 10,000US\$～34,000US\$/年のみとなっており、維持管理費の決定的な不足が伺える。軌道、枕木の維持管理費については、2004 年、2005 年時点で 893,000 US\$、1,600,000 US\$が充当されていたが、翌年 2006 年には 191,000 US\$で前年度の約 10 分の 1のみとなっている。これは、上記「1.2.5 鉄道輸送の現状(2)」でも述べたように、輸送時の事故多発したことによる運行本数の減少とそれに伴う輸送運賃収入の減少、更に、鉄道運営実施機関である GRCL の鉄道運営機能が低下したことが大きく影響していると思われる。これらの予算の中でどのような資機材を購入していたか詳細なデータは入手できていないが、慢性的な維持費不足により必要最低限の資機材の殆どが購入できていなかったと思われる。

1.2.7. 機材調達および在庫管理状況

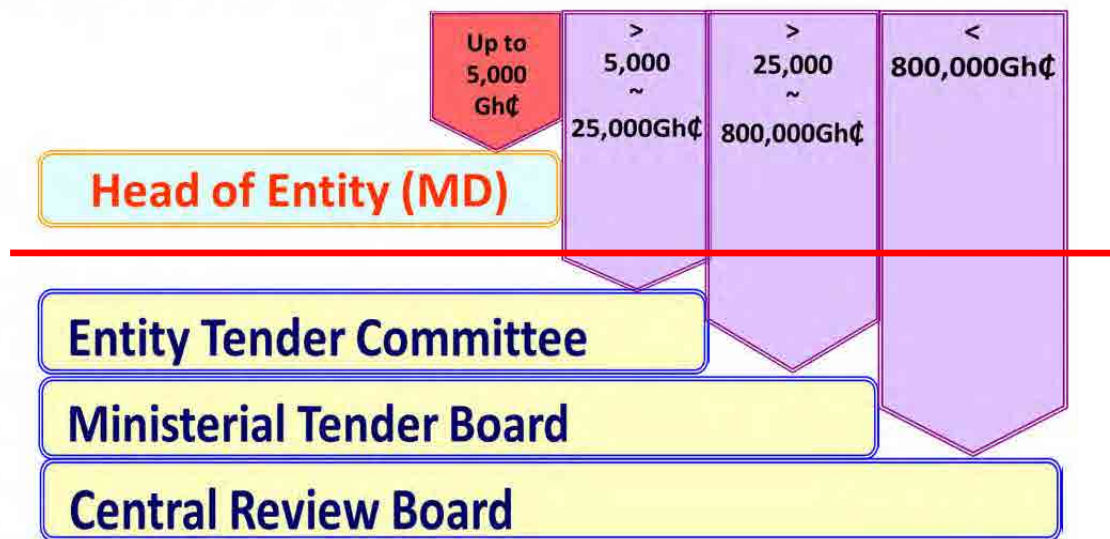
在庫管理は在庫管理担当部門 (COS: Control of supply) の責任者が、車両のスペアパーツから事務用品に及ぶ全ての資機材に関わる購入要求を一括で受け入れており、それぞれの数量、金額を確認した上で購入手続きを行なっている。

機材調達の手続きには 2003 年に策定された機材調達法 (Procurement Act, 2003) が適用される。機材調達法 (Procurement Act, 2003) は 2003 年に施行された法律で、2008 年の通貨の切り上げ後から現在に至るまで改訂が行なわれていない。GRCL が自己の決済で調達できる資機材の金額がわずか 5,000 GHC 未満のままとなっており、現状の通貨に即していないことが問題となっている。

機材調達法 (Procurement Act, 2003) に定められた資機材調達の流れを述べると、5,000 GHC 以下の資機材調達には、総裁 (MD: Managing Director) の承認が必要である。次に、5,000 GHC 以上の資機材調達については、外部の入札委員会の承認が必要となっている。つまり、調達金額に応じて Entity Tender Committee (5,000 GHC 以上～25,000 GHC 以下)、Ministerial Tender Board (25,000 GHC 以上～800,000 GHC 以下)、Central Review Board (800,000 GHC 以上)、それぞれ 3 つの入札委員会から承認を得る必要がある。Entity Tender Committee、Ministerial Tender Board および Central Review Board の位置づけは GRCL の外部組織とされているが、実際はメンバーのほとんどが GRCL の Board メンバーで構成されている。

このように、入札委員会に諮る場合は、入札の公示から納品まで 9 ヶ月程度を要することもあり、機材の調達には多大な時間と手間がかかるため、緊急性の高い機材を調達する際の調達方法を別途、設ける必要があると思われる。

Operator (GRCL)

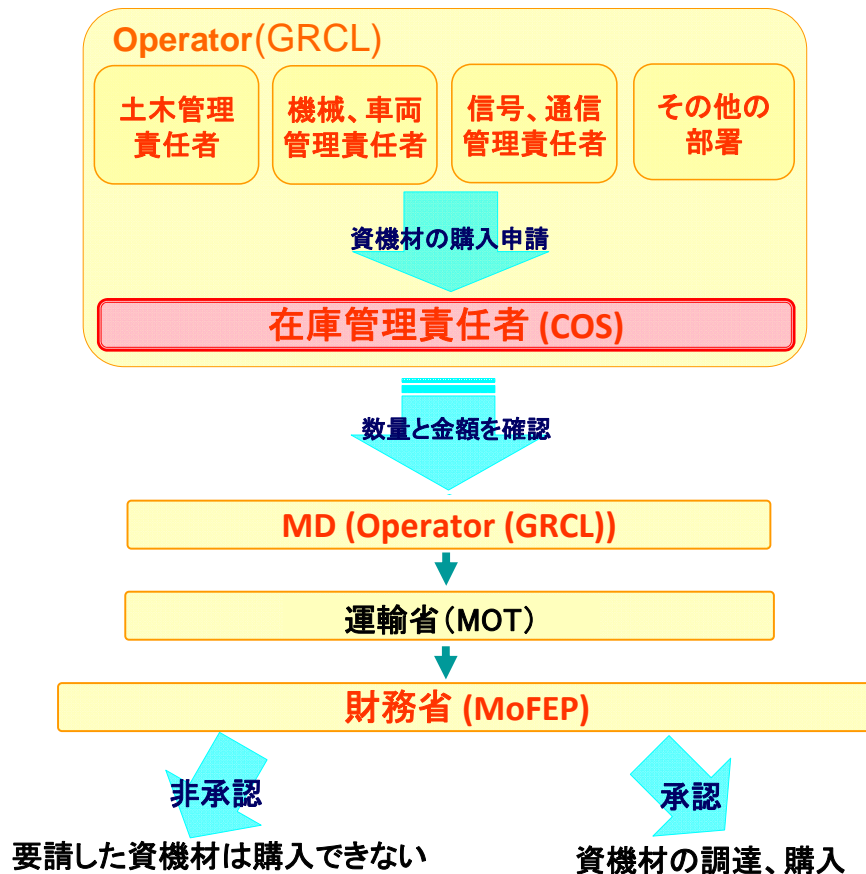


(出典 : Procurement Act, 2003)

図 1.2.9 資機材調達の流れ

しかし、GRCLの自己予算が十分でなく、GRCLはガーナ国の鉄道運営をあくまで一時的に担うとされており、また、運行契約が交わされていない等の理由から、現状は機材調達法 (Procurement Act, 2003) が運用されていない。資機材を調達するにあたっては、金額の大小に関わらず GRCL の各部門から要望があがった資機材を、まず GRCL の主任在庫管理者 (COS) が資機材リストとして纏めた上で運輸省に提出する。その後、運輸省が財務省に対して予算確保承認の申請を行う流れになっている。しかし、殆どの場合は申請した順番で予算承認が検討されるため、各部門が喫緊的に必要としている輸入部品や資機材が購入できていない。

このように GRCL の厳しい予算事情が前提にあり、資機材の調達には各政府機関からの承認を要することによって時間がかかる上、要求した資機材すべての承認が得られるとは限らない。結果的に、各部門からの要求が十分に通っていない。



(出典：調査団)

図 1.2.10 資機材購入の“実際の”流れ

1.2.8. 現在進行中のプロジェクト

(1) ガーナ国鉄道マスタープラン策定調査

1) 背景と内容

ガーナ国政府は、鉄道計画の再構築および拡張、民間資本参入の促進を基本方針として掲げ、鉄道計画策定と近代化を目的とした都市および地方を対象とするマスタープランの策定調査「ガーナ国鉄道マスタープラン計画策定調査」を発注し、イタリアのコンサルタント TEAM Engineering が受注した。当初、2012年2月～8月の半年間が実施期間と定められていたが、ガーナ国政府のコンサルタントフィー支払いの遅延を理由に工期が延長され、2012年11月に最終報告書（案）が提出された。その後、調査団は2012年12月にGRDAから上記プロジェクトの最終報告書（案）を入手した。

本事業は国家繁栄のための投資対象とされており、この新規標準軌路線（図 1.2.11 ガーナ国全土における新鉄道ネットワーク図 参照）の建設は、ガーナ全土の北から南に渡る全長約4,000kmのネットワーク形成を実現すると定義づけられている。今日より2015年頃までの間に、ガーナ国における貨物・旅客輸送需要力が向上すると仮定した上で、マスタープラン実施は2015年～を予定している。2030年頃にはプロジェクトにおける成果の半分程度が終了、

2047年には事業の完了が見込まれており、約33年かけて、完成箇所からの段階的な運営が開始される。

業務の内容としては、下記の10項目が挙げられている。

- (ア) 既存の鉄道ネットワークのリハビリ計画策定
- (イ) 設備改修計画の策定
- (ウ) 国レベルでの新規格路線の計画準備（西線、東線）、都市および地域における新規格路線の計画準備
- (エ) 投資可能性調査および財政計画策定
- (オ) 需要予測および損益分析の実施
- (カ) 時系列にあわせた損益計算
- (キ) 総合運輸計画の策定
- (ク) 他の優先計画を踏まえた最適な相互交通リンクの策定
- (ケ) 鉄道インフラの仕様策定
- (コ) 車両数量の算出

例年では各分野6%~8%程度で各開発事業が進行しており、2030年までに約3,000US\$の経済成長が見込まれている。これは、様々な分野における成長と社会経済発展に加えて、国の北西地域と東地域における石油、ガス、鉱業等の新たな発掘資源が期待されているためである。

鉄道マスタープラン計画策定と併せて、PPPを活用した鉄道運営の実現可能性とインフラストラクチャーの所有権を有するGRDAに対する利益の分析、それぞれの責任分担が検討されている。

2) ガーナ鉄道開発計画（概要）

ガーナ国における将来的な輸送サービスの需要を満たすのに必要なインフラサービスを予見した上で、既存路線のリハビリおよび延伸と新規路線の建設検討について考査している。このガーナ鉄道開発計画の戦略としては、輸送ルートの再構築および横断する地域を再検討しながら、約30年間かけて段階的に事業を進めることが重要であるとされている。その際、駅、地域および都市鉄道の輸送ルートは鉱山資源の輸送に従う。

そして、提案されている新規路線は東西南北方向に伸びており、主な都市をつないでいる。主に3本の南北ルート（西線の延伸と東線の延伸）によってネットワークが形成され、東西方向に走る沿岸線と4箇所において交差、接続する。国全体における円滑な鉄道輸送サービスの確保を目指して標準軌への改軌または標準軌の新設が定められている。

鉄道開発計画実施にあたり、下記6つの段階が設けられている。

Phase 1- Rehabilitation of Existing Lines

1 W Western Line (340km)

1 E Eastern Line (327.6 km)

Phase 2- Central Spine Expansion

2 W Takoradi - Kumasi (266 km)

2 E Accra - Kumasi (300 km)

2 C Kumasi - Paga (595 km)

Phase 3- Transversal Expansion

3.1 Tamale - Yendi (102 km)

3.2 Fufulsu - Sawla (126 km)

3.3 Techiman - Kwadwokurom ((198 km)

3.4 Nyinahin - Kumasi (58 km)

Phase 4- Trans Ecowas Expansion

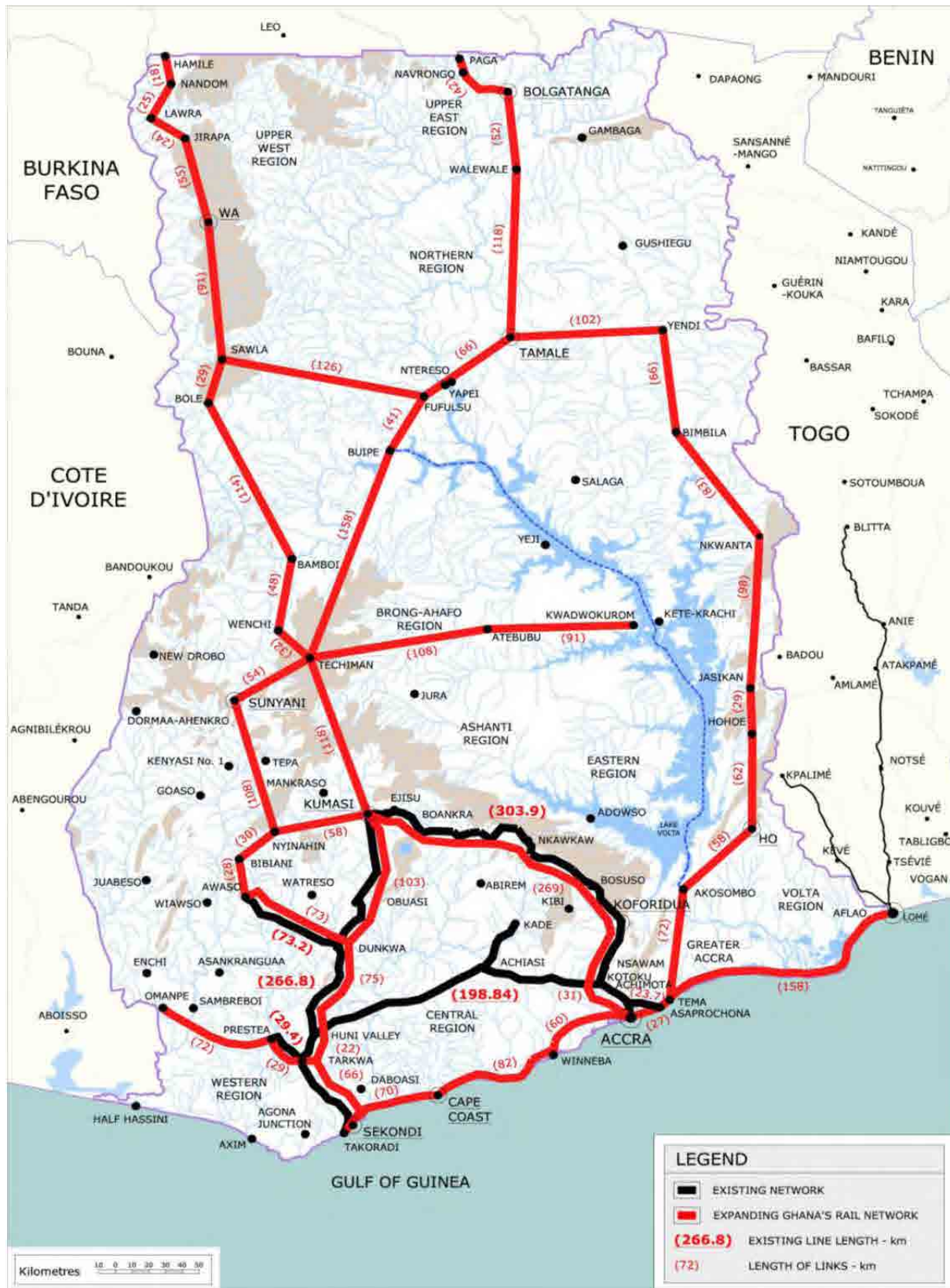
Aflao - Accra - Takoradi - Omanpe (498 km)

Phase 5- Western Expansion

Dunkwa - Awaso - Hamile (729 km)

Phase 6- Eastern Expansion

Tema - Yendi Tamale (468 km).



(出典：“Railway Master Plan of Ghana” Draft Final Report, Nov, 2012)

図 1.2.11 ガーナ国全土における新鉄道ネットワーク図

a) Phase 1 – Rehabilitation of Existing Lines

西線の Takoradi – Kumasi 間と Dunkwa – Awaso 間の合計 340km、東線の Accra – Kumasi 間と Achimota – Temai 間の合計 327.6 km が対象となる。西線は貨物輸送の需要が高く、特に鉱山資源の運搬を担っており、東線では旅客輸送を担っている。しかし、貨物輸送と旅客輸送を西線と東線のそれぞれが担えば、中央線の役割がなくなってしまうと予測されるため、段階的な事業実施の中で新沿岸線が中央線に取って代わることとなっている。このリハビリ計画には、土木（軌道、駅、施設等）、信号、通信システム、車両（機関車、貨車等）が含まれる。

下記の表および図にリハビリが実施される既存路線の総延長を示す。

表 1.2.4 既存路線のリハビリ計画（総延長）

（単位：km）

Phase 1	
西線 (1 W)	
1- Takoradi - Kumasi	266.8
2- Dunkwa - Awaso	73.2
	340.0
東線(1 E)	
Accra - Kumasi	303.9
Achimota - Temai	23.7
	327.6
Total	667.6



(出典 : “Railway Master Plan of Ghana” Draft Final Report, Nov, 2012)

図 1.2.12 軌道改修計画が予定されている既存路線

b) Phase 2 -Central Spine Expansion

Phase1 でリハビリされた西線と東線に標準軌を併設する。西線 Takoradi～Kumasi 間 (2W)、東線 Accra～Kumasi 間 (2E) および既に標準軌に改軌された路線を対象とする。加えて、Kumasi から Tamale を経て Paga へ至る区間 (2C) を含む総延長 1,161km の標準軌新設が含まれる。

c) Phase 3 - Transversal Expansion

Phase3 はガーナ国鉄道ネットワークにおける横断線であり、単線区間で標準軌が建設される。対象となる区間は Tamale～Yendi 間 (3,1)、Fufulsu～Sawla 間 (3,2)、Techiman～Kwadwokurom 間 (3,3) および Nyinahin～Kumasi 間 (3,4) の約 484 km となっている。

d) Phase 4 - Trans Ecowas Expansion

2本の単線区間において標準軌を建設する。まず1本目の区間はトーゴ国との国境付近の Aflano 駅を起点とし、基本的にギニア湾の海岸を沿って西へ向かい、Tema、Accra、Cape Coast および Takoradi の主要都市を結ぶ。2本目の区間は、Tarkwa 駅を起点としコートジボワールの国境付近にある Omanpe までが対象区間となっている。それぞれの区間の総延長は合計 498km である。

e) Phase 5 - Western Expansion

単線、標準軌での建設であり、西線を将来、開発が計画されている鉱山地域とつなげるために延伸する。路線は西線の Dunkwa を起点とし、Awaso、Techiman、Sawia を経て Hamile へ至る区間が対象である。総延長は 729km となっている。

f) Phase 6 - Eastern Expansion

単線、標準軌での建設であり、Tema を起点とし、ボルタ川の河港である Akosombo を経て、北部の Ho と Yendi へ至る全長 468km の区間が対象となっている。



(出典 : "Railway Master Plan of Ghana" Draft Final Report, Nov, 2012)

図 1.2.13 ガーナ国新鉄道ネットワーク図 (Phase 1~Phase 6)

3) 計画実施スケジュール

既存の狭軌線の改修が約 667km (2015～2018)、標準軌の新設箇所が約 3,340km (2017～2039)、総延長は 4,007km である。鉄道開発計画の実施スケジュールを次項に示す。

表 1.2.5 鉄道開発計画実施スケジュール

Ghana Railway Master Plan		IMPLEMENTATION PROGRAMME AND RELATED INVESTMENTS (INFRASTRUCTURE) AT CONSTANT (2015) RATES																																								
Lines	(a)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047								
	L Km	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33								
		Rehabilitation					Construction new lines - Standard gauge																																			
A PHASE 1: Rehabilitation of existing line	667.6																																									
1W - Western Line	340	1	1	1	1																																					
1- Takoradi - Tarkwa - Dunkwa - Kumasi	266.8																																									
2- Dunkwa - Awaso	73.2																																									
1E - Eastern Line	327.6	1	1	1	1	1																																				
1- Accra - Kumasi	303.9																																									
2- Achimota - Tema	23.7																																									
B PHASE 2: Eastern "A" Expansion	1161																																									
2W- Takoradi- Kumasi	266					1	1	1	1	1	1																															
2E- Accra - Kumasi	300				1	1	1	1	1	1	1	1																														
2C Kumasi - Techiman - Tamale	383			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																													
Tamale - Paga	212			1	1	1	1	1	1	1																																
C PHASE 3: Transversal Expansions	484																																									
1- Tamale - Yendi	102																			1	1	1																				
2- Fufulsu - Sawla	126																			1	1	1																				
3- Techiman - Atebubu - Kwadwokurom	198																			1	1	1	1	1																		
4- Nyinahin - Kumasi	58																			1	1																					
D PHASE 4: Trans Ecowas Expansion	498																																									
1- Aflao - Tema - Accra	185																							1	1	1	1															
2- Accra - Takoradi	212																							1	1	1	1	1														
3- Tarkwa - Omanpe	101																							1	1	1																
E PHASE 5: Western Expansion	729																																									
1- Dunkwa - Awaso	73																												1	1												
2- Awaso - Techiman	220																												1	1	1	1	1	1								
3- Techiman - Sawla	223																												1	1	1	1	1									
4- Sawla - Hamile	213																												1	1	1	1	1	1								
F PHASE 6: Eastern "B" Expansion	468																																									
1- Tema - Ho	130																													1	1	1										
2- Ho - Yendi	338																													1	1	1	1	1	1	1	1					
Total New Construction Km	3340	Years (new constr.)	0	0	1	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	4	2	2	4	4	4	4	4	3	4	4	2	1	1							
Grand Total (Rehabilitation + New Construction) Km	4007.6																																									

(出典 : "Railway Master Plan of Ghana" Draft Final Report, Nov, 2012)

(2) Takoradi～Sekondi 間改修計画

本改修計画は「1.3.1 中国」で述べる「西回廊におけるインフラ再開発—鉄道改修および近代化プロジェクト」の一環であり、ガーナ国政府の資金によって実施される事業である。このプロジェクトは廃止された Kojokrom～Second 間を復旧させ、Sekondi～Takoradi 市内の通勤、通学輸送を目的としている。

詳細は以下の通り。

- 区間： Takoradi～Kojokrom～Sekondi (14.5km)
- 資金： ガーナ国政府
- 金額： 1 億 6,500 万 US\$
- 期間： 18 ヶ月、2014 年中頃完成予定となっていたが工事の進捗は遅れており、2014 年 1 月時点で、一部工事着工となっていた。
- スコープ： 軌道、信号・通信、駅、DMU 2 編成調達
- 施工業者： Amandi (イスラエル)

(3) Tema 支線延伸計画

詳細は以下の通りである。

- 区間： Tema Community One Station (3.3km)
- 資金： ガーナ国政府
- 金額： 900 万 US\$
- 期間： 2013 年 2 月 7 日開業
- スコープ： 土木 (駅のプラットホームを含む)、軌道、駅施設2
※
- 施工業者： Amandi (イスラエル)

1.3. ガーナの鉄道に対する外部の支援状況

1.3.1. 中国

(1) ガーナ国への支援状況

本プロジェクトの調査対象にもなっている西線沿線地域を“西回廊開発地区”と称し、3つのインフラ開発プロジェクトが CDB による借款案件として実施されることとなった。それぞれの案件は、ガーナ国で既に実施されているインフラ開発および拡張プロジェクトと同時に実施され、契約金額は総額 30 億 US\$とされている。

- 西回廊のガス施設開発事業 (The Western Corridor Gas Infrastructure Project)
- 西回廊の石油ターミナル開発事業 (The Western Corridor Petroleum Terminal (Pumpuni))

² 土木、軌道と駅施設は別パッケージ、車両の調達は含まない。信号・通信はなし (従来の携帯電話による通信方式を採用)

- 西回廊におけるインフラ再開発－鉄道改修および近代化プロジェクト（仮）
 (Western Corridor Infrastructure Renewal Project - Railway Rehabilitation and Modernization Component)

上記3つのプロジェクトのうち、“西回廊におけるインフラ再開発－鉄道改修および近代化プロジェクト（仮）”の対象となっている西線は、本プロジェクトの対象地域でもあり、今後本プロジェクトを進めるにあたって非常に影響力があると思われる。正式な調査名は入札図書作成時に“西線鉄道施設改修および車両調達プロジェクト” (Design and Construction of the Western Railway Line Infrastructure Including Procurement Rolling Stock) と変更された。よって、調査団は2012年5月GRDAから上記プロジェクトの概要および事業内容入手した。詳細なプロジェクトの内容とその背景を以下に示す。

(2) 西線鉄道施設改修および車両調達プロジェクトの背景と概要

2009年中頃、荒廃が進む西線沿線の衰退防止と、西線の主な収入源となっているマンガンやボーキサイトの運搬における安全運行を早急に回復するために、ガーナ国政府は緊急的な対策を講じるため、その計画調査をコンサルタントに委託した。

そして、欧州開発基金 (EDF: European Development Fund) の資金により、イタリアのコンサルタント Bonifica が2010年3月“緊急措置計画” (Urgent Measures Plan) を作成した。この計画は、修復内容に優先度を設け、あくまで緊急的な修繕を目的とする費用の算出を行なっているが、ガーナ鉄道を2030年まで持続可能にするために必要な支出や、運行業績等の幅広い可能性を踏まえて作成されている。

表 1.3.1 緊急措置対策プラン

単位：百万 US\$

リハビリテーション内容	金額
軌道のリハビリテーション	\$ 40.220
橋梁、カルバート、排水溝のリハビリテーション (Kasi-Kumasi 間を除く)	\$ 1.761
信号、通信のリハビリテーション	\$ 5.961
機関車のリハビリテーション	\$ 3.640
ワゴンのリハビリテーション	\$ 10.410
客車のリハビリテーション	\$ 1.880
車両基地、維持管理施設の改修	\$ 1.527
Kasi-Kumasi 間のリハビリテーション	\$ 14.238
合計	\$ 79.637

(出典：Urgent Measures Plan (2011年3月))

また、“西回廊インフラ開発プロジェクト” (The feasibility study of the Western Corridor Infrastructure Project) が同じくイタリアのコンサルタント Bonifica により実施され、2010年8月に最終報告書が提出されている。このプロジェクトは、ガーナ鉱業分野支援プログラムとして EDF の資金により実施されたものである。

これらの調査を踏まえて、2010年11月26日、ガーナ国政府は国内における鉄道インフラの改修および車両調達による輸送力増強を図るために、CDBと5億US\$の契約を結び、“西回廊におけるインフラ再開発—鉄道改修および近代化プロジェクト”が発足した。

この“西線鉄道施設改修および車両調達プロジェクト”においては、ガーナ全土における鉄道網の近代化と将来的な延伸（周辺国の鉄道との接続）を想定した上で、以下を基本的な設計条件としている。

最高速度： 旅客列車 120km/h、貨物列車 80km/h
 最急勾配： 平均1%（最大1.25%）
 軸重： 21 t
 軌間： 1067mm(将来の改軌を想定して、PC枕木は三線軌条（dual gauge）用とする）

本プロジェクトのフェーズ1において、ガーナ国側の実施機関はGRDAであり、特別目的会社（SPV: Special Purpose Vehicle）またはGRDAがプロジェクト実施における設計・施工・保守契約締結を担う計画である。

また、Railway Act, 2008の第2部（第33条から第44条）に従い、GRDAには列車運行に関するのコンセッション（鉄道運営ライセンス）交付権が与えられて、鉄道運営事業者からのコンセッションフィーが初期投資費用の返済に充てられることになっている。

このプロジェクトは、総延長340kmの西線（Takoradi～Dunkwa間、Dunkwa～Awaso間 および Dunkwa～Kumasi間）の修復を目的としているが、最終的な工種、軌間、対象区間等は、施工業者とのネゴで最終決定される。Takoradi～Awaso間が優先区間となる可能性が高い。

工期は、対象区間がTakoradi～Awasoの場合は約2年、Takoradi～Kumasi（Awaso支線を含む）の場合約3年を想定している。本プロジェクトは、2012年度末の選挙の影響で進行が遅れた上、政府間の合意形成に時間を要しているため、当初の工事開始予定である2013年4月上旬から大幅に遅れている。

(3) 西線鉄道施設改修および車両調達プロジェクトの実施内容

通常は測量調査が完了後に入札図書が作成されるが、本プロジェクトは、入札図書が先に作成され、これから詳細な測量調査、詳細設計および施工までを施工業者が行う。総合コンサルタントは鉄道マスタープラン策定計画を実施しているイタリアのTeam Engineeringが受注した。

予定されている施工業者の主な業務内容は以下の通りであるが、具体的な内容は、今後のGRDAと施工業者の間で交渉が行なわれることになっている。

1) 地質・地形調査

2) 詳細設計および施工

詳細設計および施工の業務内容は以下の通り。

- 橋梁
- 軌道

- 駅施設

給水設備

- 信号
- 電気通信
- 電源供給
- 計量台

3) 鉄道車両の修復と調達

a) 既存の車両の修復

該当する車両、貨車の詳細を以下の表に示す。

表 1.3.2 リハビリ該当車両、貨車一覧

内容	台数
機関車	33 台
鉱石輸送用貨車	115 台
一般用貨車	262 台
客車	131 台
トロリー	4 台

(出典：GRDA)

b) 車両調達

想定されている車両の調達内容は以下の通り。

- ボーキサイト用貨車 68 台 (最大軸重 21 トン)
- コンテナ貨車 2 台 (最大軸重 21 トン)

c) 車両基地のリハビリテーション

Sekondi、Takoradi、Awaso および Kumasi にある車両基地を改修の対象とする。

4) メンテナンス

施工業者は完成後 5 年間のフルメンテナンスを保証することになっている。

1.3.2. 世界銀行

(1) PPP 調査

国際復興開発銀行と世界銀行によって 2011 年に PPP に関する現況、課題と PPP 発展の可能性についての調査が実施された。比較の対象はカメルーン、コートジボワール、ケニア、ナイジェリア、セネガルおよびガーナである。この調査では、現況としての各国の PPP の取り組み、PPP 施策実施を妨げる要因について記載されており、あわせて、これらの調査対象国の国内長期投資市場において直面する課題およびそれに対する中期的な PPP 投資に関するオプションが示されている。また、PPP に関連する法律、規則、組織環境に対する提言、PPP プロジェクトを実施するために解決されるべき課題点、PPP に関連する財政のコミットメントに対応するために重要な取り組み内容についても示されている。

調査結果の最終報告書には、対象国のインフラ投資市場において民間セクターが活躍するために必要な施策について以下の提言がなされている。

1) PPP の実現を促進するための組織再編および構造改革のための施策

- PPP に関する施策および方針の設定（特に入札に関する項目）
- 中央省庁および関係機関の役割分担の明確化および組織能力強化の実施
- PPP 投資案件形成のための予算投入
- 金融セクターを対象としたプロジェクト資金貸し付け能力の整備
- PPP 導入成功事例形成のためのパイロットプロジェクト実施
- PPP 関連の財務状況の健全化
- 政府主体の PPP 市場形成へ向けた官民連携のための効率的な情報共有の実施

2) PPP への民間資本の導入へ向けたリスク低減施策およびインセンティブの付与

- PPP 参加促進を目的とした民間の初期投資額低減化支援の実施
- 長期借入市場形成のための長期金利優遇施策
- 政治不安に起因するリスクの低減
- 中小企業における市場リスク低減と運輸セクターの利用者への影響低減を目的とした地域経済に特化する金融機関の設立

この報告書では、各国別の提言としては取りまとめられていない。上記の施策のうち特にガーナ国に適用できると考えられる提言は、1. PPP に関する施策および方針の設定、2. 中央省庁および関係機関間での役割分担の明確化、3. PPP 参加促進を目的とした民間の初期投資額低減化支援の実施、4. 中小企業における市場リスク影響の低減と運輸セクターの利用者への影響低減を目的とした地域経済に特化する金融機関の設立、の 4 項目が有効であると考えられる。

(2) GRDA 設立に関わる技術支援調査

「1.3.3 実施機関の組織体制」の中でも言及したが、運輸省は世界銀行に対して GRDA 内の組織体制の構築、資産の明確化等をスコープに含めた「GRDA 設立に関わる技術支援調査」の要請を行った。2011 年 3 月に世界銀行がガーナ国政府に提出した業務内容指示書³のドラフト版において、ガーナ国における鉄道分野の管轄、開発および技術の向上、近隣国との接続を目指した鉄道システムの整備等が GRDA の主な役割として *Railway Act, 2008* に挙げられている。鉄道施設の所有権は GRDA に譲渡され、鉄道事業者であるガーナ鉄道公社 (GRC : Ghana Railway Co., Ltd) が保有していたすべての資産管理を担うことが義務付けられている。また、運営事業者が実施する運行や技術基準においての責任を持ち、GRDA に譲渡された資産の活用を目指すこととされている。また、下記 5 つの役割を担う。

- 貨物、旅客および郊外の鉄道における計画、開発の推進、管理
- ガーナ国における鉄道事業を規制するべく、鉄道運営サービスの開発・運用に必要なライセンスの付与、鉄道建設・運営に関わる技術基準の設定、譲渡または貸与されたライセンスの行使、鉄道関税および法令の遵守を監理する
- 鉄道輸送計画の立案、鉄道運営に関する行政手続き、指針を策定し、政府に報告する
- 鉄道整備基金を設立し監督する
- GRCL に鉄道運営サービスの実施を許可し、暫定的な鉄道運営を管理する

上記を踏まえて、GRDA の設立と組織全体の運営を最短で実施するためにガーナ国政府を支援することがこの調査の目的とされており、2 つのフェーズに分かれている。

- フェーズ 1 : *Railway Act, 2008* において定義された権限と機能を満たした事業計画と組織開発計画の策定
- フェーズ 2 : GRDA の人員体制が構築できるまでの、GRDA の取締役と運営理事会に対する計画実施に関わる支援

上記フェーズ 1 においては、まず、GRDA の任務、機能および遂行する業務の範囲に関する定義をレビューした上で、組織開発計画を実施する。また、制度や法律的枠組みの制定、GRDA の役割を強化するための訓練を提示するとされており、GRDA から提案された下記の 5 つの部門を備えた組織構造を構築するとしている。

- 安全規則と安全保証
- 開発計画と研究
- 法務
- 財務
- 業務管理

それに加えて、鉄道運営資金の統治、資金調達、監理手法の提案や、法律に記載された鉄道運営に関する紛争等に関わる不服申立て制度と審査委員会の設定、GRCL と GRDA 間の鉄

³ “Terms of Reference for the Establishment of the Ghana Railway Development Authority” March 2011.

道運營業務と所有権のすみ分けを行うとされている。GRDA と GRDA の経営理事会に対して GRDA の現状を分析したレポート、鉄道運営資金の調達に関する提案を含めた事業計画と組織開発計画（案）を提出するためのワークショップ開催が予定されている。

職員の人材育成に関しては、人的資源管理（HRM : Human resource management）として、人材の採用、任命およびパフォーマンスを評価するためのガイドラインの策定と、適切な理事会メンバーの管理手法や職員の技術力を分析した結果に基づいて策定される人材開発（HRD : Human resource development）戦略として、職員への研修、育成プログラムが提案される。

また、GRDA の組織運営に適切であると思われる既存の体制とゼロから整備すべき運営体制を識別し、予測される収入と支出やリスクとその対策を提言するとある。

以上の検討を踏まえて、事業計画（最終版）および組織開発計画を作成し、GRDA 理事会の承認を経て、フェーズ 2 でそれぞれの計画実施に向けて支援が行われる。

フェーズ 2 では、必要とされるすべての役職における職務内容を提案し、人材募集要項と候補者選定の判断基準、理事会運営（BOM : Board Operating Manual）を含めた運営基準が策定される。事業計画に従った会計管理システムの習得支援、貸借対照表およびその取り決めを行ない、初期アカウントを確立させ、それらを用いて GRDA の資産管理書を作成する。他には、技術継承のための研修の実施が調査内容に含まれている。調査の終了時には GRDA、GRDA 理事会に対して下記 4 点が報告されることになっている。

- 職員の採用プロセス
- 運営マニュアルおよびガイドライン
- 全ての導入システムの登録（取り扱い説明書、マニュアル含む）
- 実施訓練の効果

総括、鉄道計画、組織体制構築、人材教育、経済/財務の 5 名の専門家に 39M/M を配した約 1 年間の調査である。

1.3.3. インド

2008 年 9 月～貨車等の供与をスコープとした「鉄道輸送力強化プロジェクト」についてインド政府との交渉が行われ、契約が締結された。契約金額総額は 1,300 万 US\$ で、主なものは高性能鉱物資源運搬用貨車 867 万 US\$、メンテナンスのための工具類が 25 万 US\$、鉱物資源運搬用貨車のスペアパーツが 86 万 US\$、線路および枕木関係が 276 万 US\$ 等となっている。全ての資機材は 2012 年までに納入され、同年 11 月より新しい貨車を利用したマンガン輸送が行われている。

1.3.4. 欧州

EU 支援による西線のフィージビリティ調査が実施され、2009 年 11 月末に Final Report が提出された。イタリアのコンサルタント Bonifica が EU の委託を受けて実施したもので、交

通運輸／鉄道／港湾／経済分析／環境専門家に PPP 専門家を加えた 91M/M を配した大規模調査であった。

1.4. 他の輸送モードの現状

1.4.1. 道路

(1) 道路の現状

ガーナ国の道路は、首都 Accra および Tema 港からなる Accra 経済圏、内陸部の Kumasi 経済圏、そして Takoradi 港を中心とした西部経済圏を三角形に結ぶルートを中心に、全国に総延長約 68,000km の道路ネットワークが張り巡らされている。

カカオを始めとする農産物、木材、金・マンガン・ボーキサイトなどの鉱物資源の多くは、Kumasi を中心とする経済圏の中で生産されており、鉄道や国道 8 号線などの幹線道路を経由して Takoradi 港から輸出されている。

前項で述べた通り、鉄道施設・車両の状態の悪化から、Takoradi と Kumasi を結ぶ列車および Takradi と Awaso を結ぶ列車は運行を中断しており、Nsuta で産出されるマンガンの輸送を除き、輸出品や内陸国への通過貨物は全てトラック輸送に依存している。

ガーナの道路は鉱石を運ぶトラックのような重量のある車両の走行に対して十分な設計や整備が進んでいないことに加えて、トラックの過積載の取り締まりが不十分なこともあり、通行量や通過重量の増加が舗装や路盤などの急速な劣化の原因となっている。

道路セクターでも維持管理予算の不足から、舗装や路盤の修復が進んでいない。『成長と開発アジェンダ 2010-2013 (GSGDA; Ghana Shared Growth and Development Agenda)』の報告によれば、総延長 68,000km のうち、状態が良い道路の延長は 42%で、修復が必要な状態の悪い道路は 30%に達している。

(2) ガーナ国の道路政策と他ドナーの動向

ガーナ国の道路セクターを含む運輸政策については、「1.1.2 ガーナ国における鉄道セクターの政策、上位計画」に述べた通りである。

また、世界銀行、EU、アフリカ開発銀行を始めとする、多くのドナーがガーナ各地で道路セクターの支援を実施している。

西線沿線で実施されている道路整備の支援状況は以下の通りである。

表 1.4.1 西線沿線で実施されている道路整備の支援状況

道路	区間	延長	ドナー	状況
国道 1 号線 (N1)	Takoradi- Agona Jct	15km	DANIDA (デンマーク)	実施済み
国道 1 号線 (N1) および 地方道路 6 号線 (IR 6)	Axim Jct.- Agona Jct.-Tarkwa	62km	EU	実施済み
地方道路 6 号線 (IR 6)	Tarkwa - Ayamfuri	54km	EU	工事中
地方道路 8 号線 (IR 8)	Ayamfuri – Awaso - Asawinso	54km	WB	工事中

(出典；調査団)

(3) 沿線の道路整備状況

西線と併走する主要道路のうち、国道 (N; National Road) 1 号線および地方道路 (IR; Inter-Regiona Road) 6 号線の一部区間 (Agona Junction～Tarkwa) は、リハビリ事業が完了し、2 車線の舗装された道路となっているが、IR 6 号線の残りの区間 (Tarkwa～Ayamfuri) および IR 8 号線は途中の市街地区間を除いて、舗装あるいは未舗装の損傷が進んだ状態となっている。

Awaso で産出されるボーキサイトは鉄道に代わりこのルートでトラック輸送されているが、重量のあるトラックが通行することによって、舗装の損傷がさらに進んでいる。

EU のファンドによる IR 6 号線の整備工事は、2011 年 3 月から実施されている (工期：36 ヶ月間、予算：7,000 万 Euro (約 1,500 万 GHC))。



(出典：調査団)

写真 1.4.1 IR 6 号線



(出典：調査団)

写真 1.4.2 ボーキサイト輸送のトラック



(出典：調査団)

図 1.4.1 西線沿線の道路網

(4) トラックによるマンガン・ボーキサイト輸送の状況

トラックによるマンガン輸送は鉄道輸送の補助手段として実施されている。

一方、鉄道によるボーキサイト輸送は、2011年5月より運行を中断しており、現在は全てのボーキサイト輸送をトラックに依存している。ボーキサイト会社ではトラックを80台準備し、ボーキサイトの輸送にあたっているが、輸送コストが鉄道輸送の2倍近くもかかる上、事故も多いという問題点を抱えている。また、道路管理者側の予算不足で道路の補修が十分に実施できていない箇所では、ボーキサイト会社が安全および確実な輸送のため、自己資金により損傷箇所を修復（舗装の穴埋めなど）している。

1.4.2. 港湾

ガーナ国において採掘される天然資源の積出港である Takoradi 港の貨物処理能力、港湾施設等について下記に示す。

(1) 地理

ガーナ国首都 Accra の南西約 230km に位置し、ガーナ国 Tema 港とコートジボワール国首都アビジャンの中間にある。ガーナ国中部および北部、サブサハラ地域のブルキナファソ、ニジェール、マリへのアクセスのための入り口の役割を果たす。

(2) 貿易額

年間 600 隻以上の貨物船が寄航し、ガーナ国全体海運量のうち 37%を占める。これは全輸出量のうちの 62%と輸入量のうちの 20%となっている。主たる輸出品目はマンガン、ボーキサイト、ココアおよび木材製品である。他方で、主たる輸入品目はクリンカー、コンテナカーゴ、石油製品、小麦である。近年 Takoradi 港はブルキナファソ、マリ、ニジェールへの通過貨物が増えている。

(3) 係留施設

係留施設の規模等は以下のとおりである。

表 1.4.2 係留施設の規模

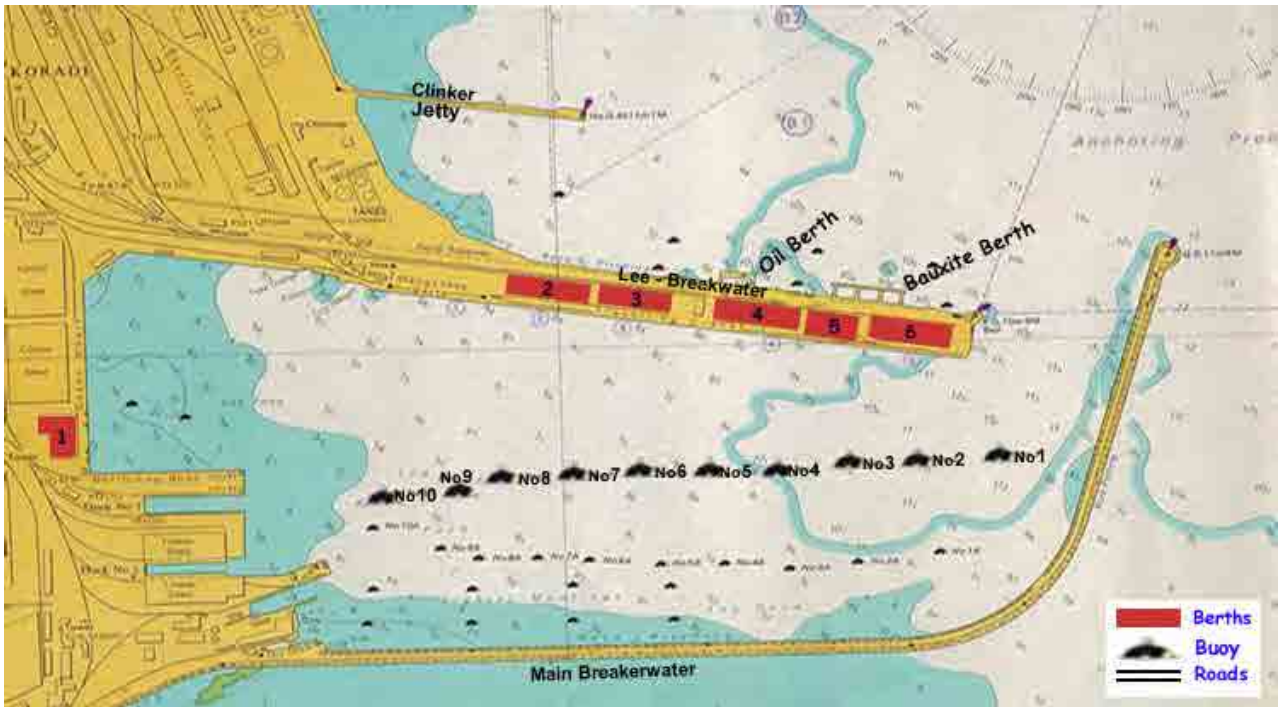
係留施設名	延長	水深
Berth 2	153m	9.0m
Berth 3	153m	9.0m
Berth 4	-	9.0m
Berth 5/6	225m	10.0m
Manganese Berth	157m	8.6m
Bauxitex Berth	170m	9.3m
Oil Berth	120m	8.4m
Buoys 1	-	10.3m
Buoys 3	203m 最大係留船長 180m	11.0m
Buoys 6	174m 最大係留船長 150m	8.4m
Buoys 7	150m 最大係留船長 120m	7.4m
Buoys 9	92m	5.5m

(出典：ガーナ国港湾公社 (Ghana Ports And Harbours Authority) HP より)

(4) 貯蔵施設および船体修理施設

上屋改良工事の完了により、屋内型の貯蔵施設の面積は 14,000m²、屋外型の貯蔵施設の面積は 25,000m²である。港のコンテナ保有能力は 5,000TEU 以上である。また、食品のための冷蔵貯蔵施設のための冷蔵車拠点 が 100 地点ある。

船体修理施設は近代化および拡張され、自重 500 トン、船長 40-45m の規模に対応している。乾ドックは長さ 55m、幅 14.5m に拡張されている。



(出典：Takoradi 港湾公社サイト)

図 1.4.2 Takoradi 港レイアウト



(出典：調査団)

写真 1.4.3 ポーキサイト・ヤード



(出典：調査団)

写真 1.4.4 マンガン荷下ろし設備

第2章 ガーナ鉄道の現状把握と分析

2.1. 現在の保有施設の把握

現場調査を開始するにあたり、平面図・縦断図、構造物台帳、運行記録、事故記録等の整備状況を確認し、得られた既存の資料から保有施設・車両の状況の把握を行なった。その結果を以下に示す。

2.1.1. 路盤・橋梁

橋梁数は西線（Takoradi～Dunkwa 間）に 23 箇所、Awaso 支線（Dunkwa～Awaso 間）に 23 箇所の合計 46 箇所である。表 2.1.1 に、橋梁の位置、構造形式、スパンおよび建設年次を示す。これらの橋梁は、建設後 60 年から 110 年以上経過しており、当時の設計図面、竣工図面のほとんどが失われている。一部の橋梁の設計図面は残っているが、いずれも原図あるいは青焼きされた図面のみで、CAD データは存在しない。

現況の橋梁形式には、鋼製上路プレートガーダー、鋼製下路プレートガーダー、鋼製下路トラス桁が採用されている。

いずれの橋梁も桁上には鉄道軌道構造（レール/枕木）があるだけで、信号ケーブルその他は添架していない。桁内部には脱線時の脱輪防止レールを設置している。

また、本線（Takoradi～Dunkwa 間）には跨線橋が 3 箇所設置されている。

表 2.1.1 橋梁リスト (1)

(a) 西線 (Takoradi~Dunkwa)

No	Mileage	Type	No. of Span	Year constructed
1	1 1/4+1208'	Girder/Steel	1x66'0	1949
2	19 1/2+57'	Steel	1x20'0	
3	29 2/4+1099'	Steel deck plate girder	1x30'0	
-	30+932'	Rivet	1x56,1x100,1x58	1922 (abandoned)
4	30+932'	Rivet Welded Plate	3x63'8 3/4"	
5	33+40'	Steel Through Plate	63' 00"	
6	36+00'	Rivet Welded Plate	2x29'8	1901
7	37+11/12p	Rivet Welded Plate	1x29'0	1922
8	38+00	Concrete	1x20'0	1922
9	38 1/2	Steel	1x15'0	1922
10	47-2P	Rivet Steel Joint	1x20'0	1922
11	47-10P	Rivet Steel Joint	1x20'0	
12	53 1/2	Rivet Welded Plate	1x20'0	
13	63 3/4+1277'	Rivet Welded Plate	1x30'0	1923
14	68 1/4+560'	Rivet Welded Plate	1x20'0	1923
15	71 3/4+248'	Rivet Welded Plate	1x30'0	1923
16	72 1/4+1157'	Rivet Welded Plate	1x20'0	1923
17	79+929'	Rivet Welded Plate	1x20'0	1923
18	85 3/4+961'	Rivet Welded Plate	1x20'0	1923
19	86 1/4+88'	Rivet Welded Plate	1x15'0	1923
20	93 1/4+1011'	Rivet Welded Plate	1x20'0	1923
21	93 3/4+397'	Rivet Welded Plate	1x20'0	1923
22	97 3/4+373'	Rivet Welded Plate	1x20'0	1923
23	98 1/4+1277'	Rivet Welded Plate	1x15'0	1923

(出典 : GRCL)

表 2.1.1 橋梁リスト (2)

(b) Awaso 支線 (Dunkwa~Awaso)

No	Mileage	Type	No. of Span	Year constructed
A-1	1 1/4+20'	Rivet Welded Plate	1x30'0	1945
A-2	9+1300'	Rivet Welded Plate	1x20'0	1945
A-3	12 1/4+380'	Rivet Welded Plate	1x30' 0	1945
A-4	14+900'	Rivet Welded Plate	1x20'0	1945
A-5	16 1/4	Rivet Welded Plate	1x20'0	1945
A-6	17 1/4 +280'	Rivet Welded Plate	3x20'0	1945
A-7	18 1/2+400'	Rivet Steel Joint	1x10'0	1945
A-8	19 1/4+1000'	Rivet Steel Joint	1x10'0	1945
A-9	19 3/4+1000'	Rivet Steel Joint	1x10'0	1945
A-10	21 1/4+1000'	Rivet Welded Plate	1x20'0	1945
A-11	22 1/4+1000'	Rivet Welded Plate	1x20'0	1945
A-12	23 3/4+200'	Rivet Steel Joint	1x10'0	1945
A-13	25 1/4	Welded Plate	1x30'0	1945
A-14	26+1300'	Welded Plate	1x30'0	1945
A-15	26 1/2+280'	Rivet Steel Joint	1x10'0	1945
A-16	28 3/4+80'	Rivet Steel Joint	1x15'0	1945
A-17	32 1/2+600'	Rivet Steel Joint	1x10'0	1945
A-18	32 1/2+900'	Welded Plate	1x20'0	1945
A-19	33+1000'	Truss Girder	2x56'0	1945
A-20	33 1/4+600'	Rivet Steel Joint	1x10'0	1945
A-21	35 1/4+40'	Welded Plate	1x20'0	1945
A-22	38+400'	Welded Plate	1x20'0	1945
A-23	39 3/4+380'	Truss Girder	1x124'0	1945

(出典 : GRCL)



(a) 鋼製上路プレートガーダー橋梁



(b) 鋼製下路プレートガーダー橋梁および鋼製下路トラスガーダー橋梁

(出典：調査団)

写真 2.1.1 現況橋梁形式

2.1.2. 軌道

現地調査の対象となる区間の延長は、本線（Takoradi～Dunkwa 間）、163.0km、Awaso 支線（Dunkwa～Awaso 間）73.7km の計 236.7km である。表 2.1.2 に駅の一覧を示す。

この区間の平面図、縦断図および構造物の種類と位置図は、1996 年にドイツの DE-CONSUL 社が実施した「Western Line Development Study」において、西線全区間（Takoradi～Kumasi）のものが作成されている。図面の管理が適切でなかったため、一部区間（Takoradi～Manso 間の約 27km 分）の資料は紛失している。なお、Awaso 支線は調査対象から外されていたため、図面等の作成は行なわれなかった。

表 2.1.2 Takoradi～Awaso 間の駅一覧

	No.	駅名	駅のタイプ*	キロ程		駅間距離 (km)	単線/複線
				(mile)	(km)		
本線	1	TAKORADI	◎	0.0	0.0	—	複線
	2	BUTUAH	○	1.61	2.6	2.6	複線
	3	NKWANTA	-	3.48	5.6	3.0	複線
	4	ADIEMBRA	-	4.22	6.8	1.2	複線
	5	KOJOKROM	◎	6.27	10.1	3.3	複線
	6	ANGU	○	13.48	21.7	11.6	複線
	7	MANSO	○	19.01	30.6	8.9	複線
	8	AMANTIN	○	20.99	33.8	3.2	単線
	9	BENSO	○	25.53	41.1	7.3	単線
	10	ESUASO	○	30.00	48.3	7.2	単線
	11	BONSAWIRE	○	33.48	53.9	5.6	単線
	12	NSUTA	○	37.76	60.8	6.9	単線
	13	TARKUWA	◎	40.99	66.0	5.2	単線
	14	ABOSO	○	46.27	74.5	8.5	単線
	15	WORKERS BRIGADE	-	48.51	78.1	3.6	単線
	16	BOMPIESO	○	51.74	83.3	5.2	単線
	17	HUNI VALLEY	◎	55.22	88.9	5.6	単線
	18	KURANTI	○	60.00	96.6	7.7	単線
	19	INSU	○	65.47	105.4	8.8	単線
	20	PENESO	-	68.01	109.5	4.1	単線
	21	GYIMAKROM	○	72.24	116.3	6.8	単線
	22	OPON VALLEY	○	75.71	121.9	5.6	単線
	23	OPOKUKROM	-	80.00	128.8	6.9	単線
	24	TWIFUKYEBI	○	82.48	132.8	4.0	単線
	25	JERUSALEM	-	84.47	136.0	3.2	単線
	26	IMBRAIM	○	86.77	139.7	3.7	単線
	27	RUBBERKROM	-	89.01	143.3	3.6	単線
	28	BUABIN	○	91.99	148.1	4.8	単線
	29	SOBROSO	-	93.23	150.1	2.0	単線
	30	MPEASEM	○	96.00	154.5	4.4	単線
	Awaso支線	31	DUNKWA	◎	101.24	163.0	8.5	単線
32		WOMPAM	○	0.00	0.0	—	単線
33		NKOTUMSO	-	7.52	12.1	12.1	単線
34		DOMENASI	○	11.24	18.1	6.0	単線
35		ANWIA	-	15.40	24.8	6.7	単線
36		ANANIKROM	○	18.51	29.8	5.0	単線
37		MAUDASO	○	23.23	37.4	7.6	単線
38		ANKWASO	-	32.24	51.9	14.5	単線
39		ANKWASO	○	36.27	58.4	6.5	単線
40		AWASO	◎	40.50	65.2	6.8	単線
		合計	45.78	73.7	8.5	単線	
			147.02	236.7	平均 6.1		

*: ◎: 基幹駅・分岐駅、○: ホームがある駅、-: ホームがない駅

(出典: 調査団)



(出典：調査団)

写真 2.1.2 基幹駅 (Kojokrom 駅)



(出典：調査団)

写真 2.1.3 ホームがある駅 (Nsuta 駅)



(出典：調査団)

写真 2.1.4 ホームがない駅
(参考：Tema 支線)

2.1.3. 列車運行

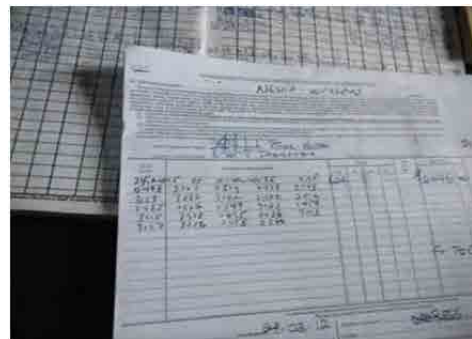
(1) 駅

駅では閉塞の確認記録、列車組成、積荷情報等の列車運行状況が記録されている。



(出典：調査団)

写真 2.1.5 閉塞確保の記録



(出典：調査団)

写真 2.1.6 積荷に関する記録

(2) ローディングサイト

Nsuta 駅にあるマンガン・ローディングサイトでは、荷主であるマンガン会社から運転士に対して積載されたマンガン鉱石の情報を貨車毎に記載した荷送り票が手交される。



(出典：調査団)

写真 2.1.7 マンガン会社からの荷送り表 (その1)



(出典：調査団)

写真 2.1.8 マンガン会社からの荷送り表 (その2)

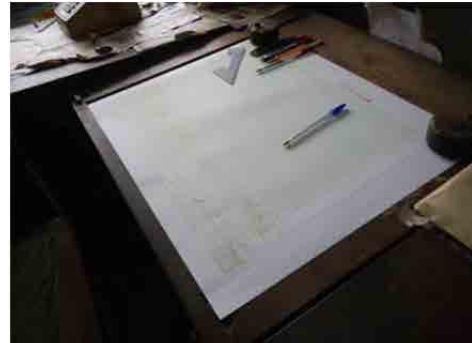
(3) 列車運行指令所 (Operation Control Center: OCC)

列車運転指令所では日々の列車運行記録が実施ダイヤグラムで記録される他、機関車、貨車の運用が記録される。1週間毎に週報として貨物輸送量、事故概況が纏められ、幹部に報告されている。



(出典：調査団)

写真 2.1.9 実施ダイヤグラム



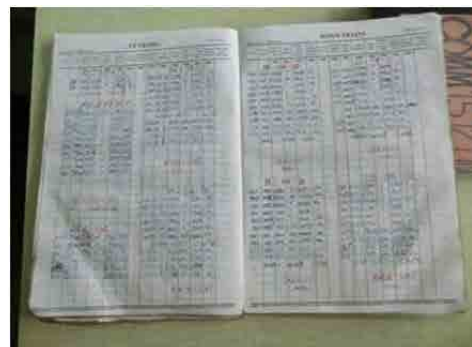
(出典：調査団)

写真 2.1.10 保管されているダイヤ



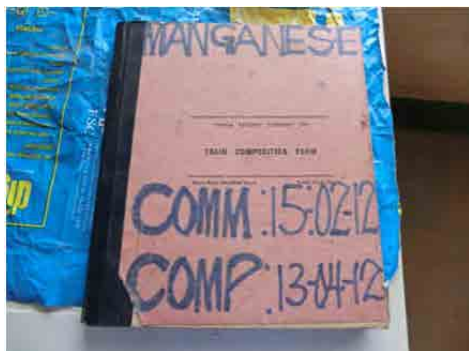
(出典：調査団)

写真 2.1.11 各駅との交信記録 (その1)



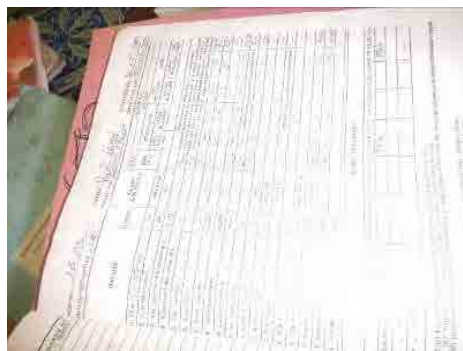
(出典：調査団)

写真 2.1.12 各駅との交信記録 (その2)



(出典：調査団)

写真 2.1.13 マンガン列車用の運用記録 (その1)



(出典：調査団)

写真 2.1.14 マンガン列車用の運用記録 (その2)

TM/OP.226A/12-43
 FROM :TRAFFIC MANAGER
 TO MANAGING DIRECTOR
 " DEPUTY MANAGING DIRECTOR 'A/O'
 " DEPUTY MANAGING DIRECTOR 'E'
 " ALL HEADS OF DEPTS.
 " AREA MANAGERS KSI, ACA, TKA
 " ATM'S KSI, ACA, TKA
 " GS - RWJ- SKI
 05/11/12

GHANA RAILWAY COMPANY- OPERATING PERFORMANCE - FREIGHT TONNAGE- WEEK ENDING 27/10/2012

COMMODITY	Annual	Monthly	Weekly	Performance	Performance	Performance	Cumulative	Cumulative	Variation from	Comparative	Average turn
	Target	Target	Target	SEPTEMBER	for the	for the	total for	total up to	43 Weeks	figures for	round times
				2012	week ending	week ending	Oct up to	27/10/2012	proportionate	same period	for the week
					20/10/2012	27/10/2012	27/10/2012		target	2011	ending
					7 days	7 days					27/10/2012
											(7 Days)
BAUXITE	103,200	8,600	1,985	0	0	0	0	0	-84,672	20,941	NO SERVICE
MANG	825,000	68,750	15,865	50,872	6,516	2,288	18,844	477,146	-201,338	505,530	12.73
**OTHER:	10,000	833	192	30	0	0	0	30	-8,194	270	NO SERVICE
TOTAL	938,200	78,183	18,042	50,902	6,516	2,288	18,844	477,176	-294,404	526,741	
FREE SERVICE				0	336	168	0	336		1,542	

**Others are mainly untreated wooden sleepers
 ***No targets were set for Cocoa and Timber.
 Loco Availability (freight): 5

REASONS FOR LOW PRODUCTIVITY
 BAUXITE: No railings.
 MANGANESE: Due to under-mentioned derailments.
 OTHERS: No service

DERAILMENT: (1)Derailment of eight (8) trucks manganese on train No.56CM at mileage 13/12 between AGU-KJM section which occurred on 17/10/12 was declared fit on 26/10/12. Time line restored (Hrs): 209:00.
 (2)Derailment of five(5) trucks manganese on train No.58CM at mileage 35/17-15 poles NTA-SWR section which occurred on 17/10/12 was declared fit on 21/10/12. Line deleared fit (Hrs):89:00.
 (3)Derailment of three (3) empty trucks on train No.53CM SPL between KJM-AGU section on 22/10/12. Time Line Restored (Hrs) 2:00.
 (4)Derailment of ten (10) trucks manganese on train No.68CM between mileage 27-26 ESO-BEN section on 23/10/12. Obstruction yet to be removed.
 (5)Derailment of six (6) trucks manganese on train No.68CM at mileage 13 MAN-KJM section which occurred on 23/10/12 was declared fit on 27/10/12. Time line deleared fit (Hrs):92:00

ENGINEERING BLOCK: KJM-HRJ down line blocked since 22/10/12.

TRAFFIC MANAGER

(出典：GRCL)

写真 2.1.15 ウィークリー・レポート

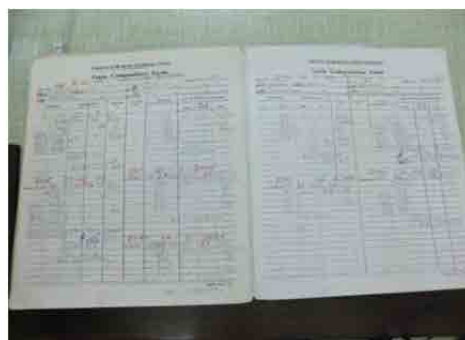
(4) ドライバーズ・オフィス

運転士は、1日の乗務終了後に当直助役に運転概況を報告し、その内容は記録される。運転中に事故が発生した場合は、乗務終了後に状況調査が行われた上で概況が報告される。



(出典：調査団)

写真 2.1.16 ドライバー・オフィス



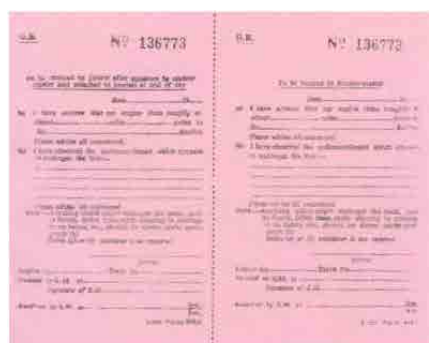
(出典：調査団)

写真 2.1.17 運転記録



(出典：調査団)

写真 2.1.18 運転士の業務報告様式 (その1)



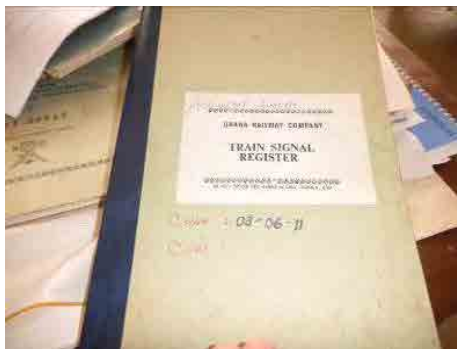
(出典：調査団)

写真 2.1.19 運転士の業務報告様式 (その2)

(5) 事故記録

運転事故が発生した場合、運転士は最寄りの駅長に連絡し、駅長は列車運転指令所の指令官に事故発生報告を行う。事故の第一報および運転再開までの全ての記録がアクシデント・レコードに記録され、運輸・営業部長から総裁に報告書が提出される。

尚、正式記録となるジェネラル・アクシデント・レポートは管轄の地区駅長から後日提出されることになっている。ジェネラル・アクシデント・レポートは記載事項が多くあるが、実際は空欄箇所が多く形骸化していた。これらの事故記録は全て紙ベースの書類であり、劣化や貴重な記録が逸失されるなど多くの問題が見られる。



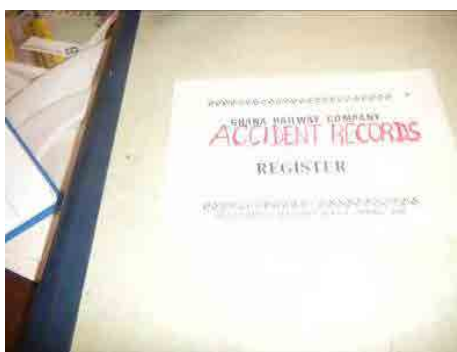
(出典：調査団)

写真 2.1.20 アクシデント・ダイアリー (その1)



(出典：調査団)

写真 2.1.21 アクシデント・ダイアリー (その2)



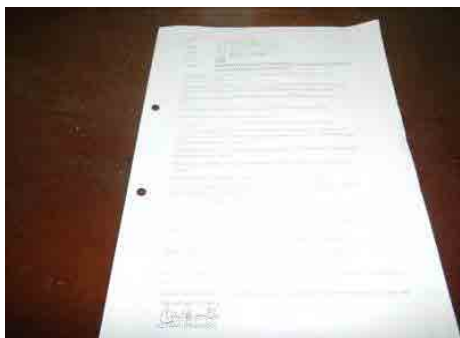
(出典：調査団)

写真 2.1.22 アクシデント・レコード (その1)



(出典：調査団)

写真 2.1.23 アクシデント・レコード (その2)



(出典：調査団)

写真 2.1.24 アクシデント・レポート



(出典：調査団)

写真 2.1.25 アクシデント・ファイル

GHANA RAILWAY COMPANY LTD.

GENERAL ACCIDENT REPORT

References:
 STATION-MASTER GENSO
 OFFICER IN CHARGE OF SECTION AIM-17A
 HEADQUARTERS OFFICE ISN
 CLASS IS

NOTE: If a person injured or killed, a Personal Accident Report Form must be attached.

1. Nearest Station GENSO
 2. Mileage at which accident occurred 34-35 Up or Down Line DOWN LINE
 3. Time of Accident 1840 HRS. Date of Accident 5-10-70
 4. Time of Discovery of Accident and by whom 1930 HRS. GENSO DRIVER
 5. Time reported to Station-Master and by whom 1910 HRS.
 6. Time accident telegram sent out 1930 HRS.
 7. Time Control advised 1930 HRS.
 8. Time assistance sent for and means of sending TELEGRAM
 9. What assistance was specially asked for BREAK DOWN WITH ROPE AND CRANE
 10. Time assistance arrived and from where 0742 HRS. ISN
 11. Brief advice of assistance provided BREAK DOWN WITH ROPE AND CRANE
 12. Cause of delay, if any, in getting assistance
 13. Brief and concise History of Accident. (Give sketch to show clearly position, points lever numbers, vehicle(s) numbers involved, shunting movement being carried out)
AT 1910 HRS DRIVER ON TRAIN NO 2020 ARRIVED WITH 9 TRUCKS AND REPORTED JERKING INVOLVING 6 TRUCKS AT MILEAGE 3434-3511 TOWNSHIP SECTION. TRUCK NOS 2536, 3134, 3137 AND 3462 ALL JERKED ON THE BOCHIES INSIDE AND OUTSIDE THE TRACK. TRUCK NOS 3106 AND 3128 JERKED AND WENT ON THEIR SIDES OFF THE TRACK.

31. How were damaged locomotive/vehicle(s) disposed of?
 32. Was use of Crane necessary? YES Give Number 326
 33. Direction of track, straight or curved - If curved, whether towards right or left in cutting or on banking STRAIGHT
 34. On incline or decline DOWN LINE (Give grades)
 35. What was the extent of Driver's visibility when approaching the spot at which accident occurred?
 36. Cause of accident: ROTTEN TIMBERS
 37. Estimated speed of train
 38. Delay to train
 39. Delays to other trains caused by accident.

Train Number	Minutes	Train Number	Minutes

 40. Damage to property in train
 41. Contents of vehicle(s) involved MANGANESE
 42. Whether properly loaded and evenly distributed
 43. Seals, marks, etc. (Give numbers, if logs, give all marks and numbers)
 44. If trucks logs, sawn timber, or other load requiring securing, explain clearly by Diagram how loaded in vehicle, position of wedges, were sides properly secured, diameter of logs, length of logs method of securing, etc.

(出典：調査団)

(出典：調査団)

写真 2.1.26 ジェネラル・アクシデント・レポート (その1)

写真 2.1.27 ジェネラル・アクシデント・レポート (その2)

2.1.4. 鉄道車両

ガーナにおいて現在運行しているのは、西線の Takoradi~Nsuta 間のマンガン輸送列車、西線の Takoradi~Kojokrom 間の旅客列車、東線の Accra~Nsawan 間の客車列車、および Tema 支線の気動車列車のみである。1994年契約の円借款により、後述する 1670Class 機関車 14 両、有蓋貨車 (Steel Van) 100 両が導入された。またその際、操重車 (クレーン車) 2 両についても導入され、現在も脱線復旧の際使用されている。

(1) 機関車

ディーゼル機関車の総数は現在 39 両である。そのうち 3 両が東線用として Accra に、その他は西線用として Takoradi に配置されている。

現在使用されているディーゼル機関車は本線用 4 形式、入換用 2 形式の計 6 形式である。

1) 2601 Class

1993年に導入されたフランスのアルストム社製の機関車で、9 両が在籍している。軸重が 16t と他の機関車より重いことから線路状態が悪いことから現在は使用されていない。真空ブレーキと自動空気ブレーキを装備する。

2) 1670 Class

1996年に日本の円借款により導入されたアメリカの GE 社製の機関車で、14 両が在籍している。こちらも真空ブレーキと自動空気ブレーキを装備している。空気ブレーキを装備し

ているのは 1671 と 2601 の両形式であるが、2601Class の機関車が現在運行出来ないため、1670Class が現在空気ブレーキの車両を牽引可能な唯一の形式である。

3) 1661 Class

1995 年に導入されたドイツのヘンシェル社製の機関車で、3 両が在籍している。後述する 1651Class とほぼ同形式である。

4) 1651 Class

1978～1979 年に導入されたドイツのヘンシェル社製の機関車で 10 両が在籍している。

5) 721 Class

1983 年に導入された韓国の大宇社製の機関車である。この機関車には東芝の発電機が使用されている。現在 1 両のみ在籍しているが、エンジンの故障により使用できない状態である。

6) 541 Class

1975～1976 年に導入されたドイツのヘンシェル社製の入換用機関車である。現在 2 両が在籍している。

各機関車の概要は表 2.1.3 の通り。

表 2.1.3 機関車の概要



Class	Manufacturer	Year	HP	Weight (t)	Axle Load (t)	Length (m)	Brake	Quantity	No. of available
2601	Alstom	1993	2516	96	16	18.7	Air/Vacuum	9	0
1670	GE	1996	1500	87	14.5	15.1	Air/Vacuum	14	4
1661	Henschel	1995	1650	85.8	14.3	18	Vacuum	3	2
1651	Henschel	1978-79	1650	85.3	14.2	17.6	Vacuum	10	2
721	Daewoo	1983	740	56	14	12.3	Vacuum	1	0
541	Henschel	1975-76	660	42.6	14.2	8.6	Vacuum	2	1
Total								39	9

(出典：GRCL、調査団)

各機関車の現状は表 2.1.4 の通りである。

表 2.1.4 機関車の現状

Class	Number	Photo	Location	Condition	Remarks
2601	2601		Workshop - Location	Defective	Defective traction motors to be changed with reconditioned ones
2601	2602		Running shed - Takoradi	Defective	
2601	2603		Running shed - Takoradi	Defective	
2601	2604		Running shed - Takoradi	Defective	
2601	2605		Running shed - Takoradi	Defective	
2601	2606		Workshop - Location	Defective	
2601	2607		Running shed - Takoradi	Defective	Accident Loco
2601	2608		Workshop - Location	Defective	Accident Loco
2601	2609		Workshop - Location	Defective	Scrapped tyres, need recondition bogies
1670	1670	N/A	Fell in a valley by accident	Defective	Accident Loco
1670	1671		Workshop - Location	Defective	Accident Loco
1670	1672		Running shed - Takoradi	<u>In service</u>	On Manganese Train
1670	1673	N/A	Accra shed	<u>In service</u>	On Accra – Nsawam passenger train

Class	Number	Photo	Location	Condition	Remarks
1670	1674		Workshop - Location	Defective	Collided with truck at Benso crossing
1670	1675	N/A	Accra shed	Defective	Defective bogies & defective engine
1670	1676		Running shed - Takoradi	Defective	Defective clutch mechanism
1670	1677		Running shed - Takoradi	<u>In service</u>	On Manganese Train
1670	1678		Running shed - Takoradi	<u>In service</u>	On Manganese Train
1670	1679	N/A	Accra shed	Defective	Defective bogies i.e. Grounded traction motors
1670	1680		Workshop - Location	Defective	Low engine output
1670	1681		Workshop - Location	Defective	Worn-out liners
1670	1682		Running shed - Takoradi	Defective	Accident Loco
1670	1683		Running shed - Takoradi	Defective	Defective clutch mechanism
1661	1661		Workshop - Location	Under repair work	Under bogie repairs
1661	1662		Running shed - Takoradi	<u>In service</u>	On Manganese Train
1661	1663		Running shed - Takoradi	<u>In service</u>	On Manganese Train
1651	1651		Workshop - Location	<u>In service</u>	On Manganese Train

Class	Number	Photo	Location	Condition	Remarks
1651	1652		Workshop - Location	Defective	Awaiting batteries, bogies, shock absorbers, axle bearings, etc.
1651	1653		Running shed - Takoradi	<u>In service</u>	On Manganese Train
1651	1654		Workshop - Location	Defective	Need over hauling, tyres, brass bearings, batteries
1651	1655		Workshop - Location	Defective	Awaiting bogies, tyres, brass bearings, shock absorbers
1651	1656		Workshop - Location	Defective	Skelton structure beyond repairs
1651	1657		Workshop - Location	Defective	Accident Loco
1651	1658		Workshop - Location	Defective	Need over hauling, bogies complete, etc.
1651	1659		Running shed - Takoradi	Defective	Defective main generator
1651	1660		Workshop - Location	Defective	Need complete bogies
721	724		Workshop - Location	Defective	Need engine spare parts
541	552		Workshop - Location	<u>In service</u>	On shunting works
541	544		Workshop - Location	Defective	Need engine spare parts

(出典 : GRCL, 調査団)

表 2.1.2 の通り、使用可能な機関車は、東線で 1 両、西線で 8 両（内 1 両は入換機関車）の 9 両のみである。2601 Class については、他の車両に比べ軸重が重く、軌道施設への負担が大きいため現在は使用されていない。

(2) 客 車

在籍 151 両中稼働しているのは 27 両であり、東線の旅客列車で使用されている。また、西線で運行されているワーカーズトレイン用 4 両と予備 1 両が使用可能。その他は写真 2.1.28 のとおり、駅構内や工場内に放置されており、車体の腐食が進んでいる。



(出典：調査団)

写真 2.1.28 Takoradi 駅構内に放置されている客車

客車の現状は表 2.1.5 の通り

表 2.1.5 客車の現状

Category	Quantity	No. of available
Sleeping Car I	23	9
Sleeping Car II	21	4
Sitting I	10	2
Sitting II	59	8
Brake & Luggage	28	3
Buffet Car	4	0
Tourist Car	5	1
Total	151	27

(出典：GRCL)

(3) ディーゼルカー

中国製のディーゼルカー (Diesel Multiple Unit : DMU)、6 両編成 2 本が 2008 年に導入され、2010 年より Accra~Tema 間 1 日 3 往復の旅客列車として使用されている。2012 年 10 月の調査時点ではそのうち 1 編成にエンジンの不具合が発生し、修繕中であった。



(出典：調査団)

写真 2.1.29 中国製 DMU

(4) 貨車

在籍 416 両中使用可能なのは 155 両である。インドから 70 両購入した鉍石輸送用貨車の一部が到着し、使用開始となっている。現在運行中の貨物列車は西線の Takoradi～Nsuta 間のマンガン輸送列車のみのため、ボーキサイト用の貨車もマンガン輸送に使用されている。

1) Bauxite

2000 年に導入された、ボーキサイト運搬用貨車。90 両が在籍。南アフリカ製で、積載量は 43t。ボーキサイト運搬列車の休止に伴い、現在はマンガン輸送用に充当されている。

2) Manganese

従来使用されているマンガン運搬用貨車。130 両が在籍。積載量は 38t。

3) Steel Van

ココアやセメント等の運搬用として 1995 年に日本の円借款により 100 両導入された。南アフリカ製で、自己操舵台車を装備している。現在はココアやセメントの鉄道輸送は行われておらず、この車両も使用されていない。

4) Bolster

木材運搬用の貨車。40 両が在籍するが、現在は木材の鉄道輸送も行われておらず、使用されていない。

5) Ballast Hopper

バラスト輸送用貨車。15 両が在籍している。

貨車の現状は表 2.1.6 の通り

表 2.1.6 貨車の現状

Category	Quantity	No. of available
Bauxite	90	52
Manganese	130	44
Bolster	40	13
Steel Van	100	40
Flat Wagon	2	0
Well Wagon	3	0
Water Tank	2	0
Tank Wagon	30	0
Hopper Wagon	15	6
Brake & Caboose	4	0
Total	416	155

(出典：GRCL)

先に述べたとおり、上記の他インドからの鉱石輸送用貨車 70 両が導入される予定である。2012 年 10 月の調査時点では 14 両が陸揚げされていた。現在は使用開始されている。従来の貨車は真空ブレーキを装備していたが、インド製の貨車は自動空気ブレーキを装備している。そのため、この貨車を牽引可能な機関車は現時点では 1670 Class に限定される。



(出典：調査団)

写真 2.1.30 インド製鉱石輸送用貨車

(5) 検査修繕設備

受領した設備のリストによると、全体の約 4 割の設備が稼働していない状態である。特にモーター用電機子の絶縁含浸装置等、過去諸外国の支援で導入された用途が高度なものは、現在はほとんどが使用されておらず、使用不能の状態にまで劣化している。一方、クレーンや車輪旋盤、車輪抜き取り用プレス等日常的に不可欠な設備については、老朽劣化が進んではいるが、かろうじて機能は維持されており、使用されている。

現在予算不足により、メンテナンス作業に必要な不可欠な油脂類や溶接用ガス（アセチレン、酸素）が枯渇しており、作業自体が行えない状況となっている。

(6) 車両に起因する事故

2000年～2012年5月に発生した事故240件のうち、座屈脱線（Jerking）と原因が記載されているものが35件あり、全体の約15%を占めている。座屈脱線は編成中の車両に不均一にブレーキが作用した場合に発生する現象である。ブレーキの不具合の原因として、空気配管からの漏れ、制輪子を取り付けられていない、ブレーキホースが確実に連結されていない、ことなどが考えられる。こういった事故を防止するためには、車両検査時や編成組成時にブレーキの検査を確実に行うことが重要である。

(7) 車両故障発生状況

2012年4月から6月までの車両故障の発生状況は表2.1.7の通りである。主な故障原因として、逆転機の故障、発電機やモーターの地絡が挙げられる。

表 2.1.7 車両故障発生状況(2012年4月～6月)

LOCO FAILURES FOR THE MONTH OF APRIL, 2012

NO.	DATE	LOCO NO.	TRAIN NO.	STATION/SECTION	CAUSE OF FAILURE
1.	27/4/12	1653	92 CM	NTA	DEFECTIVE TRACTION MOTOR CAUSED WHEEL SLIP
2.	28/4/12	1663	98 CM	NTA	FUEL SHORTAGE
					1651 CLASS :1 1663 CLASS: 1 TOTAL = 2

LOCO FAILURES FOR THE MONTH OF MAY, 2012

NO.	DATE	LOCO NO.	TRAIN NO.	STATION/SECTION	CAUSE OF FAILURE
1.	7/5/12	1659	42 CM	MAN	DEFECTIVE REVERSER
2.	8/5/12	1662	47 CM	AGU-KJM	FIRE DETECTED UNDER BOGIE
3.	10/5/12	1659	52 CM	NTA	DEFECTIVE REVERSER
4.	10/5/12	1662	54 CM	NTA	DEFECTIVE REVERSER
5.	11/5/12	1659	60 CM	NTA	GROUNDER GENERATOR
6.	11/5/12	1653	71 CM	MAN	DEFECTIVE REVERSER
7.	16/5/12	1659	101 CM	KJM	GROUNDER GENERATOR
8.	17/5/12	1662	TIPPING	HBR	DEFECTIVE REVERSER
9.	19/5/12	1659	123 CM	KJM	GROUNDER GENERATOR
10.	20/5/12	1661	133 CM	NTA	GROUNDER TRACTION MOTOR 1 & 6
11.	24/5/12	1661	161 CM	AGU	FUEL SHORTAGE
					1661 CLASS - 5 1651 CLASS - 6 TOTAL = 11

LOCO FAILURES FOR THE MONTH OF JUNE, 2012

NO.	DATE	LOCO NO.	TRAIN NO.	STATION/SECTION	CAUSE OF FAILURE
1.	8/6/12	1653	B/D. SPL	BEN	DEFECTIVE REVERSER
2.	18/6/12	1653	73 CM	KJM	DEFECTIVE REVERSER
3.	20/6/12	1651	87 CM	HBJ-KJM	FIRE DETECTED AT ELECTRICAL COMPARTMENT
4.	26/6/12	1651	138 CM	ESO-BEN	FIRE DETECTED AT ELECTRICAL COMPARTMENT
					TOTAL OF FAILURES = (4) FOUR - CLASS OF LOCO 1651

(出典：GRCL)

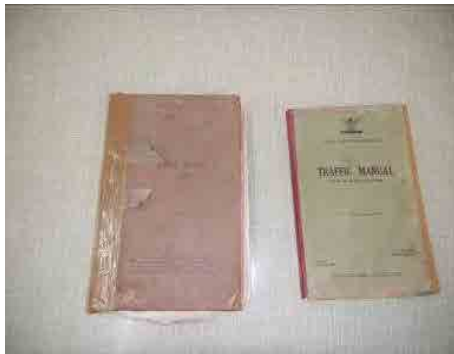
2.2. 現在の運行・維持管理基準、方法、体制の把握

ガーナ鉄道の鉄道基準は「Engineering Manual」に示されているが、この基準は1956年に改訂された以降、現在まで一度も改訂されていない。また、事故発生時の取扱いについては、「Accident Manual」に示されている。

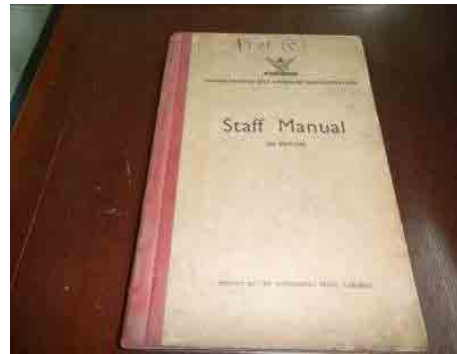
2.2.1. 運転規則・運行

(1) 運転規則、運行管理に係わる規程・マニュアル

列車運行に関わる規定として、ルールブック、トラフィックマニュアル、スタッフマニュアル、ワーキングタイムテーブル等が策定されているが、現場によって制定年が異なっている上、設備を含めて現状に即さない内容となっている。また、落丁が激しく管理が杜撰である。



(a) 規程・マニュアル類 (その1)



(b) 規程・マニュアル類 (その2)



(c) 落丁のあるマニュアル



(d) 旧版のマニュアル

(出典：調査団)

写真 2.2.1 運転規則、運行管理に係わる規程・マニュアル

(2) 列車運行の現状

1) 列車運行本数

「1.2.4 西線における運行区間と運行状況」でも述べたように、現在、西線では1日当たり、朝・夕に旅客列車が Takoradi~Kojokrom 間を1往復ずつマンガン鉱石列車が Takoradi ~Nsuta 間を4~5本運行している。Awaso からのボーキサイト輸送は2011年5月以降、事故の多発により休止されている。

Appendix-1 に列車運行の状況調査の結果を示す。

2) 最高速度

西線における最高速度は、以下の表に示す通りである。

表 2.2.1 最高速度

Train Type	Maximum Running Speed (Km/h)
Passenger Trains	56
Freight Trains	40

(出典：GRCL)

3) けん引定数

表 2.2.2 列車の運行諸元

Freight Commodity	Wagon Type	Wagon Tare Weight (Tonnes)	Wagon Capacity (Tonnes)	Length of Wagon (MM)	No.of Wagon/ Train	Hauling Capacity (Tonnes)	Maximum Train Length(MM)
Cocoa	Coverd Van	18	30	13,396	25	750	334,900
Tinber	Bolster	14	15.25	11,694	25	381.25	292,350
Bauxite	High Capacity Truck	17	43	12,162	25	1075	304,050
Manganess	Mineral Truck	14	26	11,741	30	780	352,230
Other	Coverd Van	18	36	13,396	25	900	334,900

(出典：GRCL)

(3) 曲線、勾配、分岐器等に伴う速度制限

急曲線やS字カーブのような線形の悪い区間では、速度制限が設定されている。以下に制限速度のある区間を示す。

表 2.2.3 速度制限区間

No	区間	マイルージ (mile)	延長 (m)	制限速度 (km/h)	理由	曲線半径 (m)
1	Angu~Kojokrom (down line)	5/1 -4/13	900	24	反向曲線	565.8
2	Tarkwak~Nsuta	37 1/2 - 38 1/4	800	24	急曲線	196.08
3	Kuranti~Insu	59/24 - 60/8	612	40	反向曲線	482.72
4	Gyimakrom~Opon Valley	67/6 - 67/20	793	40	反向曲線	297.88

(出典 : Western Line Development Study, DE-CONSUL)

(4) 列車運行計画作成方法

朝・夕の旅客列車は定期列車で運行時刻が定められているが、貨物列車は貨物の需給、港湾の稼働状況、機関車・貨車の稼働状況により運行当日、列車運行指令所 (Operation Control Center : OCC) で計画される。マンガン列車の運行開始時刻は港湾側での荷卸し状況に応じ決定される。現在の設備条件では、マンガン列車は一日 6 往復が限度とされており 6 往復を想定したマスタープランダイヤが策定されている。

(5) 運行計画作成に係わる規程・マニュアル

現在の運行計画は 1997 年に策定された「Working Time Table No.12」に基づいて行われており、一度も改定されていない。運行速度、運転時間の算出等について記載されているマニュアルは存在しない。



(出典 : GRCL)

図 2.2.1 Working Time Table No.12

(6) 列車運行計画と実際の列車運行との比較

1997年に策定された「Working Time Table No.12」には各駅間の基準運転時分が記載されている。マスタープランダイヤはこの時分で計画されている。列車運行の実際を把握するためにマスタープランダイヤと実施ダイヤとの比較を行った。

表 2.2.4 運行時間比較

Station		Distance	Normal Running Time(min)		Actual Running Time(min) 2012.10.1 ~10.2						Actual Running Time (min) 2012.10.2~10.3			
From	To		Direction		UP			DOWN	UP			DOWN		
			UP	DOWN	1CM	3CM	5CM	10CM	21CM	23CM	24CM	26CM		
Takoradi	Butuah	2.4	13	12										
Marshalling Yard	Harbour Jun				3	3	9	6	6	6	6	12		
Harbour Jun	Butuah				21	18	24	12	18	18	21	18		
Butuah	Kojokrom	7.7	17	22	12	9	12	6	9	12	9	9		
Kojokrom	Angu	11.6	22	30	27	30	30	27	36	39	36	39		
Angu	Manso	8.9	19	24	36	27	27	21	39	33	30	18		
Manso	Amanti	3.2	10	13	21	15	15	24	21	18	24	21		
Amanti	Benso	7.3	18	21	18	12	12	18	15	12	18	12		
Benso	Esuaso	7.2	18	22	30	21	33	21	24	51	18	24		
Esuaso	Bonsawire	5.6	14	17	24	18	24	24	27	18	24	21		
Bonsawire	Nusta	6.9	17	21	15	15	21	18	21	15	21	12		
		60.8	148	182	207	168	207	177	216	222	207	186		

(出典：GRCL)

空荷の上り列車で遅れが目立ち、逆にマンガン積載の下り列車が早着している。これは途中で空転等の事故に因る場合もあるが、運転士が不正に乗客を乗降させるための停車遅延に因ることが多いとのことであった。上り列車の遅延を回復するために、下り列車の運転士は許容速度を超過した運転を行っていることが推察される。

(7) 運転・運転保安設備の現状

現在、西線には列車の安全運行を担保する閉塞装置等の運転保安設備が機能していない。列車運行管理は駅長間の携帯電話連絡による閉塞の確保と、運転士への手交で行われている。

標識類はキロ程標、速度制限・解除標識、警笛合図標が設置されている。踏切は有人、無人踏切がある。列車接近の周知手段がないため、警笛等で接近を感知して車両等の進入を阻止している。

(8) 運転乗務員の資格に関する規則

現在、運転士の資格を規程する規則は存在しない。運転助手へは基礎教育・訓練が必須であるが本線運転士への昇進には特別な試験も行われず、本線運転士の要員需給により決定されている。

(9) 日本式列車運行計画、列車運行管理との比較

日本では鉄道事業は国土交通省の許認可により行われており、法・規則により事業運営が厳密に監理されている。しかし、ガーナでは同等の組織である GRDA の体制が未整備であり、国の監督も不徹底であるため、ガーナ国鉄当時と変わらぬ GRCL の古い内規だけに基づいた運営が継続されている。赤字による諦念も蔓延し安全に関する厳格さに欠けている。

2.2.2. 鉄道施設・車両の維持管理基準、維持管理方法

(1) 路盤・橋梁、軌道

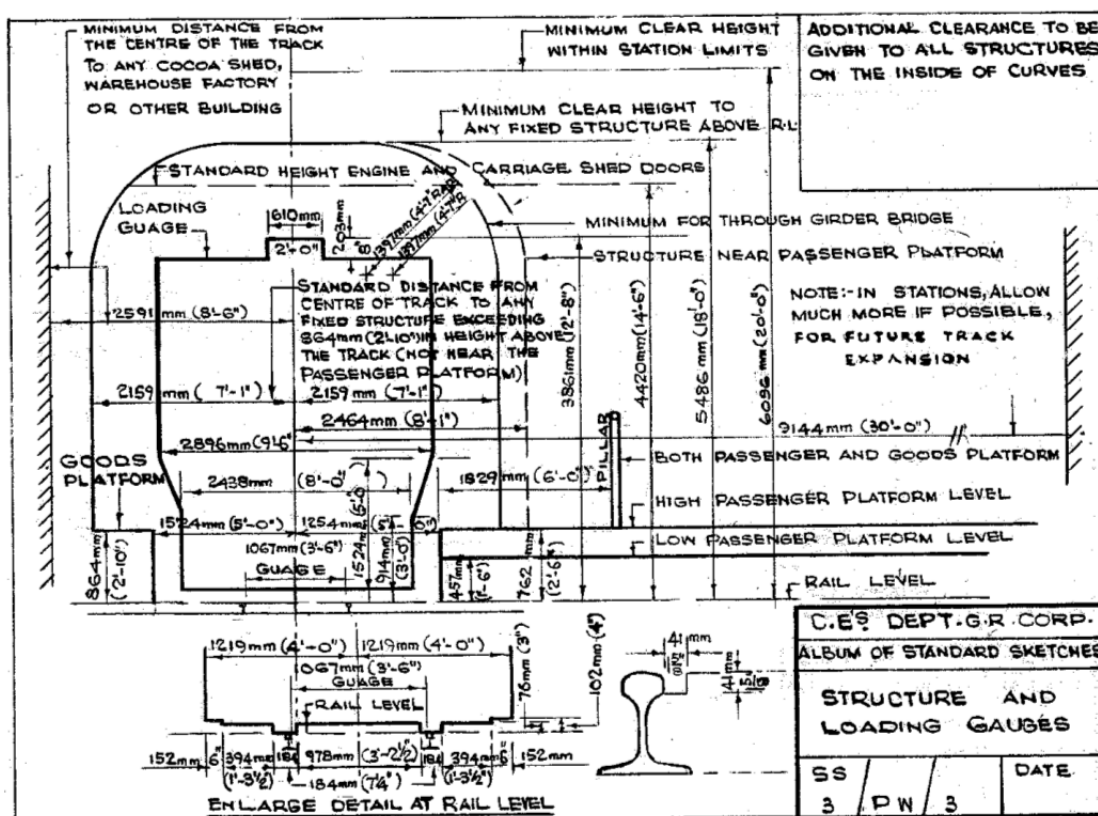
1) 建設基準（建築限界、車両限界、最小半径、最急勾配、最大軸重等を定めたもの）

建築限界、車両限界、最小半径、最急勾配、最大軸重等の鉄道施設の建設・維持管理に係る基準は、1956年に改訂された「Engineering Manual」で定められている。

最小曲線半径は、660' (201m)、最大勾配は1.25%、軸重は16tとなっている。これらの諸元は既存線におけるものであり、新線建設などの際には、最小曲線半径は955' (291m)、最大勾配は1.00%と規定されている。

建築限界・車両限界を図2.2.2、土工定規を図2.2.3、主な線形諸元については表2.2.5に示す。

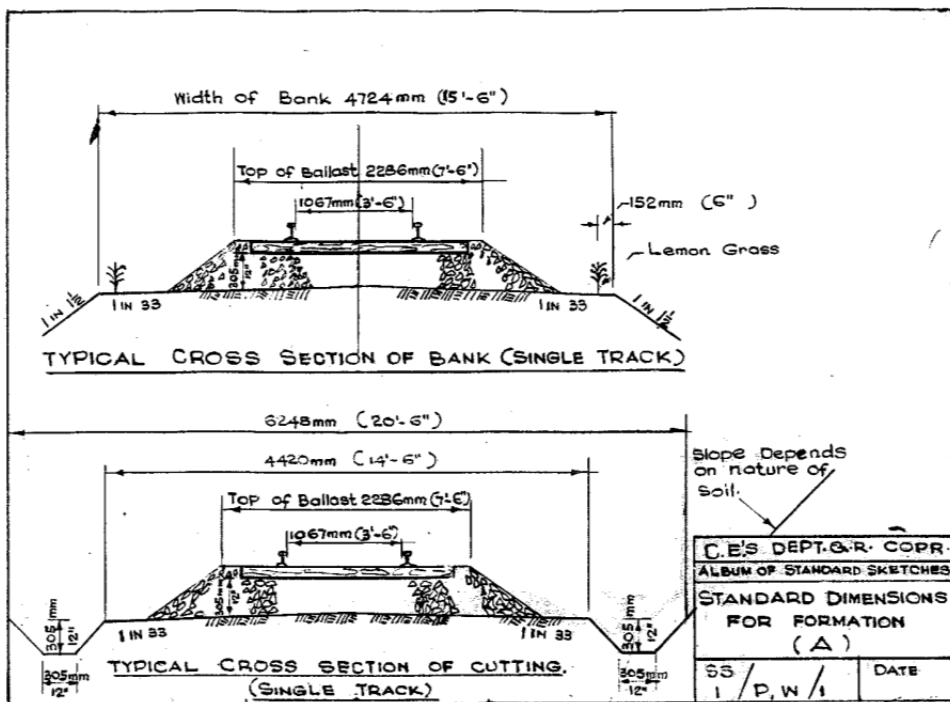
しかしながら、実際には、表2.2.6および表2.2.7に示す通り、この基準に定められた最小曲線半径より半径が小さい曲線、最大勾配より勾配が大きい区間が存在している。同区間を建設した当時の基準値が不明であるが、当時の建設技術や投資資金では、現在の基準に沿った線形での建設が困難であったためと推測される。



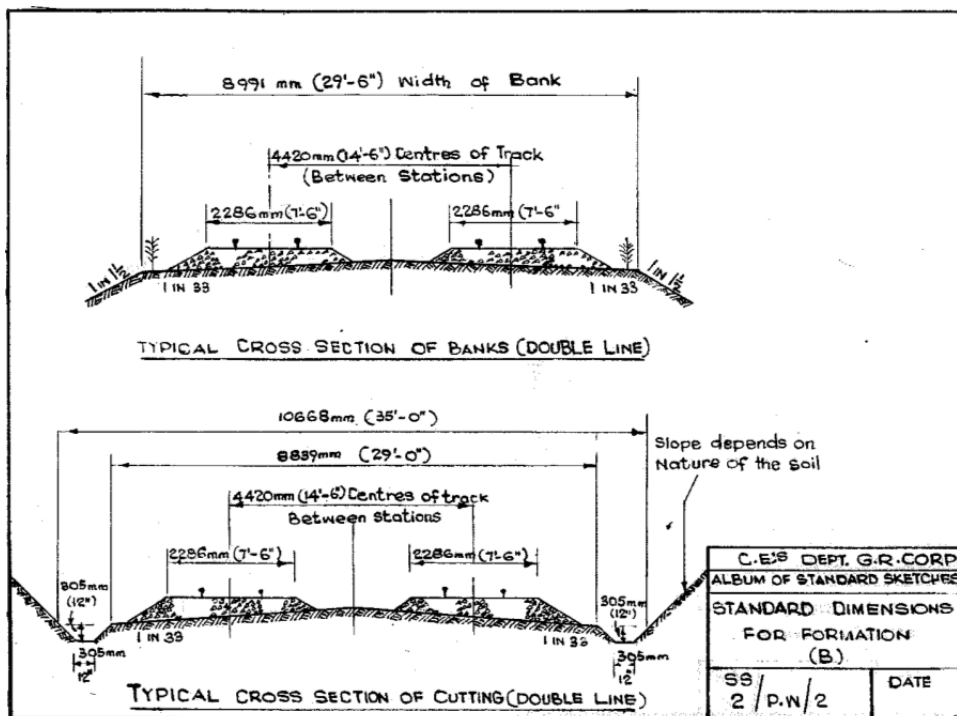
(出典：GRCL)

図 2.2.2 建築限界および車両限界

(a) 土工定規 (単線)



(b) 土工定規 (複線)



(出典 : GRCL)

図 2.2.3 土工定規

表 2.2.5 主な線形諸元

項目		諸元
許容速度	西線 (Takoradi – Sekondi – Kumasi)	
	旅客列車	35 mph (56km/h)
	Awaso 支線 (Dunkwa – Awaso)	
	旅客列車	25 mph (40km/h)
	旅客列車	25 mph (40km/h)
	一般貨物列車	15 mph (24km/h)
軸重	西線 (Takoradi – Sekondi – Kumasi)	16t
	Awaso 支線 (Dunkwa – Awaso)	16t
軌間	1,067mm (狭軌)	
	曲線区間における軌間は次の通り ;	
	6°以下 (955'以上)	3'6" (1,067mm)
	6° (955') ~ 8°40' (660')	3'6 1/4" (1,073mm)
	8°40' (660') ~ 12° (478')	3'6 1/2" (1,080mm)
	12°より大きい (478'未満)	3'6 3/4" (1,086mm)
建築限界・車両限界		(図 2.2.2 参照)
軌道構造	レール	BS80A および BS80R (36kg/m)、40' (12.2m)
	枕木	木枕木および鉄枕木
	締結装置	シャンクススパイクおよび犬釘 (木枕木) 弾性締結装置 (鉄枕木)
	バラスト厚さ	12' (305mm)
縦断線形	最大勾配	本線 Takoradi to Kumasi 1.25% Kumasi to Takoradi 1.00% Dunkwa to Awaso 1.25% Awaso to Dunkwa 1.00% 駅構内 0.33%
	勾配変化量	線路方向 100' (30.5m) あたり 上向き : 0.3%を越えない 下向き : 0.2%を越えない

(出典 : Engineering Manual, GRCL)

表 2.2.5 主な線形諸元(続き)

項 目		諸 元																																											
平面線形	最小曲線半径	既存線区間 Takoradi – Sekondi – Kumasi : 8°40' (660/201.2m) Dunkwa – Awaso : 6° (955/291.1m) 駅構内 : 12° (478/145.7m) 新線区間 本線、副本線、主要な側線 : 6° (955/291.1m)																																											
	緩和曲線	曲率の変化量 : 線路方向 1'あたり 2' (0.61m)																																											
	カント	<table border="1"> <thead> <tr> <th>曲線半径</th> <th>25m.p.h. (40km/h)</th> <th>35.m.p.h (56km/h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1° (1746m)</td><td>1/2" (13mm)</td><td>1/2" (13mm)</td></tr> <tr><td>2° (873m)</td><td>1" (25mm)</td><td>1" (25mm)</td></tr> <tr><td>3° (582m)</td><td>1" (25mm)</td><td>1" (25mm)</td></tr> <tr><td>4° (437m)</td><td>1" (25mm)</td><td>1 1/2" (38mm)</td></tr> <tr><td>5° (349m)</td><td>1 1/2" (38mm)</td><td>1" (25mm)</td></tr> <tr><td>6° (291m)</td><td>2" (51mm)</td><td>2" 1/2" (64mm)</td></tr> <tr><td>7° (249m)</td><td>2" (51mm)</td><td>3" (76mm)</td></tr> <tr><td>8° (218m)</td><td>2 1/2" (64mm)</td><td>3 1/2" (89mm)</td></tr> <tr><td>8°40' (208m)</td><td>2 1/2" (64mm)</td><td>3 1/2" (89mm)</td></tr> <tr><td>9° (194m)</td><td>2 1/2" (64mm)</td><td>3 1/2" (89mm)</td></tr> <tr><td>10° (175m)</td><td>3" (76mm)</td><td></td></tr> <tr><td>11° (159m)</td><td>3" (76mm)</td><td></td></tr> <tr><td>12°以上 (146m 以下)</td><td>3 1/2" (89mm)</td><td></td></tr> </tbody> </table> レール1本あたりのカント変化量 : 1/2" (1.27cm)			曲線半径	25m.p.h. (40km/h)	35.m.p.h (56km/h)	1° (1746m)	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)	2° (873m)	1" (25mm)	1" (25mm)	3° (582m)	1" (25mm)	1" (25mm)	4° (437m)	1" (25mm)	1 1/2" (38mm)	5° (349m)	1 1/2" (38mm)	1" (25mm)	6° (291m)	2" (51mm)	2" 1/2" (64mm)	7° (249m)	2" (51mm)	3" (76mm)	8° (218m)	2 1/2" (64mm)	3 1/2" (89mm)	8°40' (208m)	2 1/2" (64mm)	3 1/2" (89mm)	9° (194m)	2 1/2" (64mm)	3 1/2" (89mm)	10° (175m)	3" (76mm)		11° (159m)	3" (76mm)		12°以上 (146m 以下)	3 1/2" (89mm)
曲線半径	25m.p.h. (40km/h)	35.m.p.h (56km/h)																																											
1° (1746m)	1/2" (13mm)	1/2" (13mm)																																											
2° (873m)	1" (25mm)	1" (25mm)																																											
3° (582m)	1" (25mm)	1" (25mm)																																											
4° (437m)	1" (25mm)	1 1/2" (38mm)																																											
5° (349m)	1 1/2" (38mm)	1" (25mm)																																											
6° (291m)	2" (51mm)	2" 1/2" (64mm)																																											
7° (249m)	2" (51mm)	3" (76mm)																																											
8° (218m)	2 1/2" (64mm)	3 1/2" (89mm)																																											
8°40' (208m)	2 1/2" (64mm)	3 1/2" (89mm)																																											
9° (194m)	2 1/2" (64mm)	3 1/2" (89mm)																																											
10° (175m)	3" (76mm)																																												
11° (159m)	3" (76mm)																																												
12°以上 (146m 以下)	3 1/2" (89mm)																																												
路盤	施工基面幅	盛土 単線 : 15' (4.57m)、複線 : 29'6" (8.99m) 切土 単線 : 14'6" (4.42m)、複線 : 29'6" (8.84m) (図 2.2.3 参照)																																											
	法面勾配	盛土 : 1 : 1 1/2 切土 : (地質条件による)																																											
その他	最小軌道中心間隔	駅 間 : 14'6" (4.42m) 駅構内 : 16' (4.88m)																																											
	駅有効長	主本線 : 1,500' (457.2m) その他の側線 : 800' (243.8m)																																											
	分岐器	1:8 1/2 および 1:12																																											

(出典 : Engineering Manual, GRCL)

表 2.2.6 最小曲線半径基準 (201m) より小さい曲線半径の位置

位置 (km)	曲線長さ (m)	曲線半径 (m)	備考
70.054~ 70.245	191	195	
70.755~ 70.900	145	195	
100.985~101.133	148	195	
101.315~101.399	84	195	
101.911~102.018	148	195	
102.975~103.085	81	190	
117.522~117.667	145	190	
117.898~117.945	47	190	
119.151~119.176	25	190	
120.138~120.191	53	190	
122.312~122.400	88	185	最小曲線半径
124.505~124.625	120	195	
137.389~137.426	39	190	
146.967~146.152	185	195	
157.775~157.852	77	190	

(出典 : Western Line Development Study, DE Consul)

表 2.2.7 最急勾配基準 (1.25%) より急な勾配の位置

位置 (km)	長さ (m)	勾配 (%)	備考
47.630~ 47.751	121	1.269	
49.849~ 49.904	55	1.402	
52.500~ 52.602	103	1.307	
70.472~ 70.562	90	2.172	
80.032~ 80.146	115	-1.465	終点 (Kumasi) に向かって 下り勾配
94.592~ 94.773	182	1.343	
114.404~114.603	201	1.373	
119.950~120.163	91	3.155	最急勾配
153.517~153.753	237	1.369	

(出典 : Western Line Development Study, DE Consul)

2) 管理基準 (検査の等級、検査周期等を定めたもの)

「Engineering Manual」では、検査員が少なくとも週 1 回以上、レールカーやトロリーに乗って担当区域の検査を実施することと規定されている。しかし、軌道材料・軌道変位の検査項目や周期等は定められていない。

また、線路保守予算が十分に確保されていないため、検査機器類の多くが故障したまま放置されている。したがって、線路検査は検査員の目視検査が主体となっており、検査員が修繕の必要があると判断すれば、修繕要求を記載した手紙を上部機関に提出するが、管理基準が定められていないため、判断基準が検査員によって異なり、均一な線路管理がされていない。

3) 保守基準（保守時の限度等を定めたもの）

「Engineering Manual」には、軌道材料（枕木や締結装置など）の不良判定基準、軌道変位の保守時の限度値が規定されていない。そのため、保守検査を周期的に実施したとしても、材料の交換や軌道補修作業計画策定および実施を判断する材料がない。

適切な保守検査を実施するためには、軌道材料の不良判定基準、軌道変位の保守限度値を設定することが非常に重要である。これらの基準に従って現状を把握し、その後、その基準からどれほど状態が変化しているかを精査することにより、どのような軌道補修作業を実施するか判断することができる。

4) 機器類の取扱いマニュアル、メンテナンスマニュアル

軌道・構造物の保守に使用する機器類の取扱いマニュアル、メンテナンスマニュアルは、購入当時は当然保有していたと思われるが、不十分な管理体制により、現在はそのほとんどが紛失されている。

5) 検査、保守作業後におけるチェックリスト

「Engineering Manual」では、軌道・構造物関係の検査、保守作業後のチェック項目が記載されたチェックリスト等は定められていない。

チェックリストは、保守作業が漏れなく適切に実施されたかを確認する際の重要な役割を担う。また、万が一、保守作業の作業漏れがあった場合、それが放置されたことに起因した列車事故が発生する危険性も懸念される。列車の安全運行を保つため、保守作業のチェックリスト作成を含めた、保守作業内容をチェックする体制を構築する必要がある。

6) 保守管理に使用する設備、道具等の管理基準

軌道の保守に用いる測定器具、高速レール切断機、タイタンパーなどの機械類は、厳しい線路補修予算の現状から、補修部品の手当てが出来ず全て故障したままである。現状では全て人力で簡易な道具類を用いた線路保守を実施している（写真 2.2.2、写真 2.2.3、写真 2.2.4）。また、これらの機械類の管理基準は定められていない。



（出典：調査団）

写真 2.2.2 故障したままの軌道検測用具



（出典：調査団）

写真 2.2.3 故障したままの線路保守用機械類（Dunkwa 駅構内の貨車の中に放置）



(出典：調査団)

写真 2.2.4 線路補修に使用されている
道具類

(2) 車両

1) 技術基準

建築限界、車両限界などについては、「Engineering Manual」で定められているが、その他車両の技術基準等に関する明文化された規程類の存在について、本調査において確認することが出来なかった。

2) 管理基準（検査の等級、検査周期等を定めたもの）

機関車の検査は、daily, weekly, monthly, 3 monthly, 6 monthly, 9 monthly, 12 monthly の 7 種類の検査が実施されている。通常検査は機関区で実施されているが、12 monthly の検査と臨時修繕等は車両工場で実施される。しかし現在は機関区のクレーン設備の不具合により、6 monthly 検査と 12 monthly 検査は機関区と車両工場で分担して行っている。客車、貨車については daily メンテナンスを客貨車区で行っているが、2 年に一度、車両工場に入場し、General Inspection を行うこととなっている。

上記は車両メーカー作成のマニュアルの他、規程に基づいていると考えられるが、明文化された GRCL の規程類の存在は確認することが出来なかった。

3) 保守基準（保守時の限度等を定めたもの）

車両に関する保守基準は、車両メーカー作成のマニュアルに従っている。

4) 個別の装置、車両ごとの取扱いマニュアル、メンテナンスマニュアル

個別の装置、車両ごとの取扱いマニュアル、メンテナンスマニュアルは、きちんと保管され、使用されている。

5) 検査、保守作業後におけるチェックリスト

車両メーカー作成のメンテナンスマニュアルに従い、チェックリストが作成され使用されている。検査記録は副機械・車両主任技師が取りまとめ、四半期ごとに作成している「Locomotive and Other Rolling Stock Maintenance Report」に使用している。

GHANA RAILWAY COMPANY

CLASS 1661 MAINTENANCE SHEET

LOCO NO.	DAILY INSPECTION	STABLE			
HASLER Klms	DATE:	TIME:	SERVICE		
No.	TASK (MECHANICAL)	Operation	Yes/No	INITIAL	
1.	CHECK ENGINE OIL LEVEL. FILL IF REQUIRED.				
2.	CHECK EXPRESSOR COOLANT LEVEL. FILL IF REQUIRED.				
3.	CHECK ENGINE COOLANT LEVEL. FILL IF REQUIRED				
4.	CHECK BRAKE BLOCK WEAR. CHANGE IF REQUIRED				
5.	CHECK EXPRESSOR AIR CUT IN / CUT OUT TIMES				
6.	CHECK AND FILL SAND BOXES IF REQUIRED.				
7.	START ENGINE AND PROVE SYSTEMS.				
8.	CHECK ENGINE OIL PRESSURE AT IDLING				
9.	CHECK ALL LEVELS AFTER ENGINE START.				
10.	CHECK ENGINE FOR LEAKS.				
11.	CHECK INDEPENDANT BRAKE APPLICATION AND RELEASE.				
12.	CHECK AUTOMATIC BRAKE APPLICATION AND RELEASE				
13.	CHECK VIGILANCE AND PENTALTY BRAKE APPLICATION				
14.	CHECK VACUUM SETTING.				
15.	CHECK OPERATION OF WARNING HORNS				
16.	CHECK OPERATION OF WINDOW WIPERS				
17.	CHECK FUEL LEVEL. TOP UP IF REQD. (Record Amount .....ltrs				
REMARKS/OBSERVATIONS.		LOCO RELEASED:- YES/NO (Delete) TIME :-			

Q A ENGINEER SHED MTCE SUPERVISOR

(出典 : GRCL)

図 2.2.4 チェックリストの例

6) 車両などの保守管理に使用する設備、道具等の管理基準

車両の保守用設備等のメンテナンスもメーカー作成のマニュアルに従っている。しかし現在必要最低限の設備のみ稼働しているのが現状であり、設備のメンテナンスは予算不足等により実際にはほとんど行われていないと考えられる。

2.2.3. 組織体制

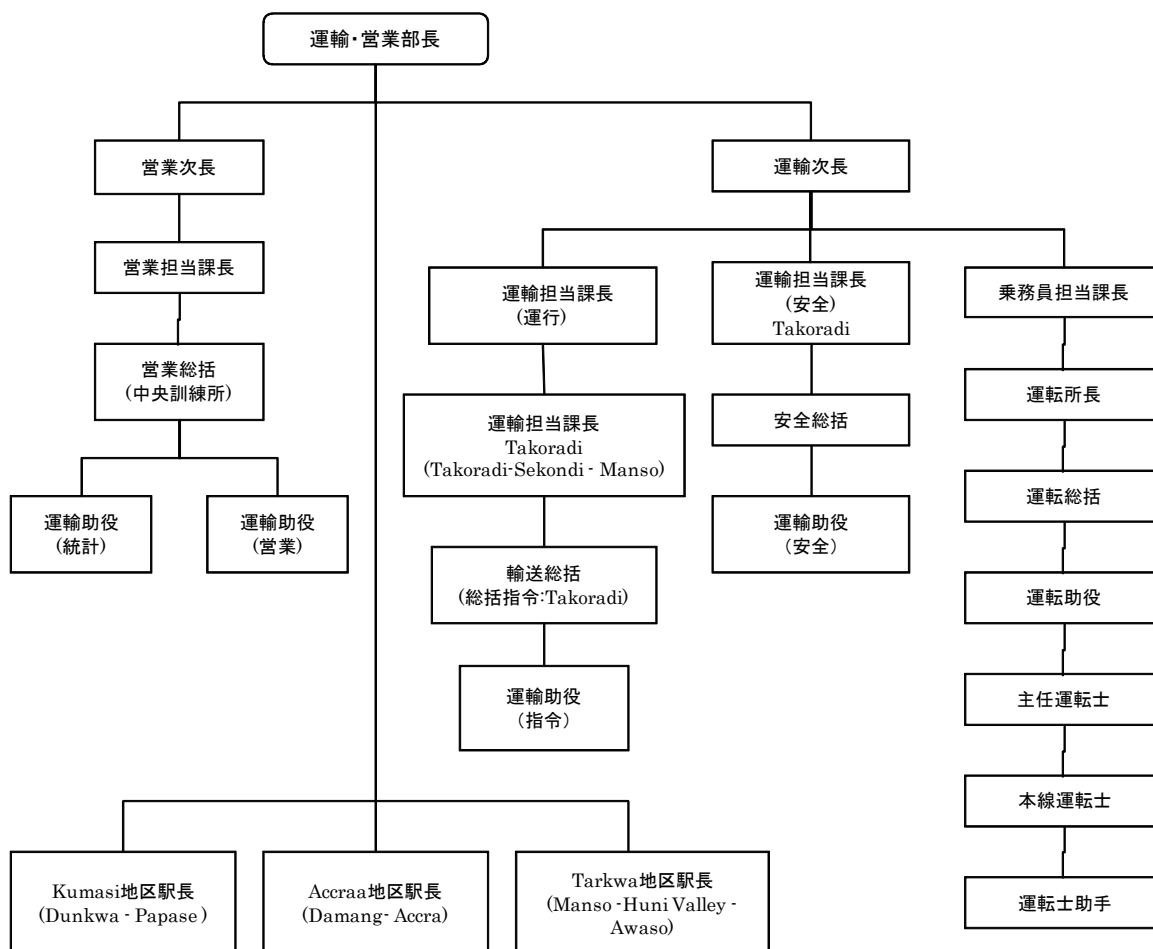
(1) GRCL の組織体制

GRCL の全体の組織体制は、「1.2.3 実施機関の組織体制」で述べた通りである。

以降は、各部門（運行、土木、機械・車両）の組織体制を示す。

1) 運行部門の組織体制

列車の運行計画・管理は運行部門で行われている。運行部門の組織体制を図 2.2.5 に示す。西線 Takoradi~Manso は Takoradi 駅、Manso~Awaso は Tarkuwa 駅が管理している。



(出典：GRCL,調査団)

図 2.2.5 列車運行部門の組織図

2) 土木部門 (軌道・構造) の組織体制

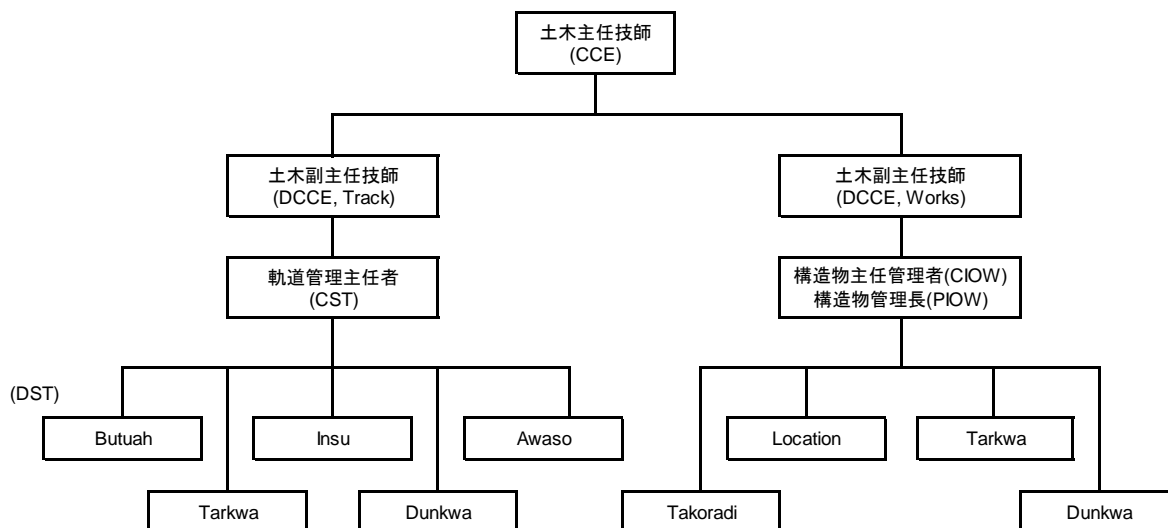
GRCL の土木部門の組織は図 2.2.6 に示す通りである。

GRCL の本社組織は、軌道・構造物関係の総責任者である土木主任技師 (Chief Civil Engineer : CCE)、土木副主任技師 (Deputy Chief Civil Engineer : DCCE) として、軌道担当が 1 名、構造物担当が 1 名の計 2 名が従事している。また、現場機関の総括として、軌道担当には軌道管理主任者 (Chief Superintendent of Track : CST)、構造物担当には構造物主任管理者 (Chief Inspector of Works : CIOW) および保線主任管理者 (PIOW : Principal Inspector of Works) が配置されている。

西線 (Takoradi~Dunkwa 間) および Awaso 支線の現場機関は、Butuah、Tarkwa、Insu、Dunkwa、Aawso の 5 箇所に軌道担当の担当区が配置され、それぞれの担当区において地区軌道管理者 (District Superintendent of Track : DST) を長として軌道管理長 (Senior Superintendent of Track : SST)、軌道管理者 (Superintendent of Track : ST)、軌道検査員 (Track Overseer : TO または Inspector of Track : IT)、軌道作業員 (Senior Length Man : SLM) および踏切警備員 (Level Crossing Keeper : LCK) から構成されている。

原則として、TO または IT は一人あたり 6km 毎の担当区域をもち、ST は 3 つの TO または IT の担当区域 (18km) の軌道状態を管理している。

また、構造物担当は、Takoradi、Location、Tarkwa、Dunkwa の 4 箇所の担当区に配置され、それぞれ構造物管理長 (SIOW : Senior Inspector of Works) を長として、フォアマンやその他の専門職員から構成されている。



(出典 : GRCL,調査団)

図 2.2.6 GRCL の軌道・構造物関係の組織図と要員

表 2.2.8 西線および Awaso 支線の軌道関係要員表 (Takoradi~Dunkwa~Awaso)

(2012 年 10 月現在)

担当区	担当区間 マイレージ (mile (km))	担当区間 延長 (km)	DST	SST	ST	IT	TO	SLM	LCK	合計	備考
Butuah	0~26 (0~41.8)	41.8	1	1	5	6	5	62	10	90	Takoradi~ Benso
Tarkwa	26~42 (41.8~67.6)	25.8		1	2	6	1	41	4	55	Benso~ Tarkwa
Insu	42~74 (67.6~119.1)	51.5			3	8	3	48	6	68	Tarkwa~ Ciyimakrom
Dunkwa	74~102 (119.1~164.1)	45.0			3	5	7	59	1	75	Ciyimakrom~ Dunkwa
Awaso	0~45 1/2 (0~73.2)	73.2			4	9	5	59	10	87	Dunkwa~ Awaso
合計			1	2	17	34	21	269	31	375	

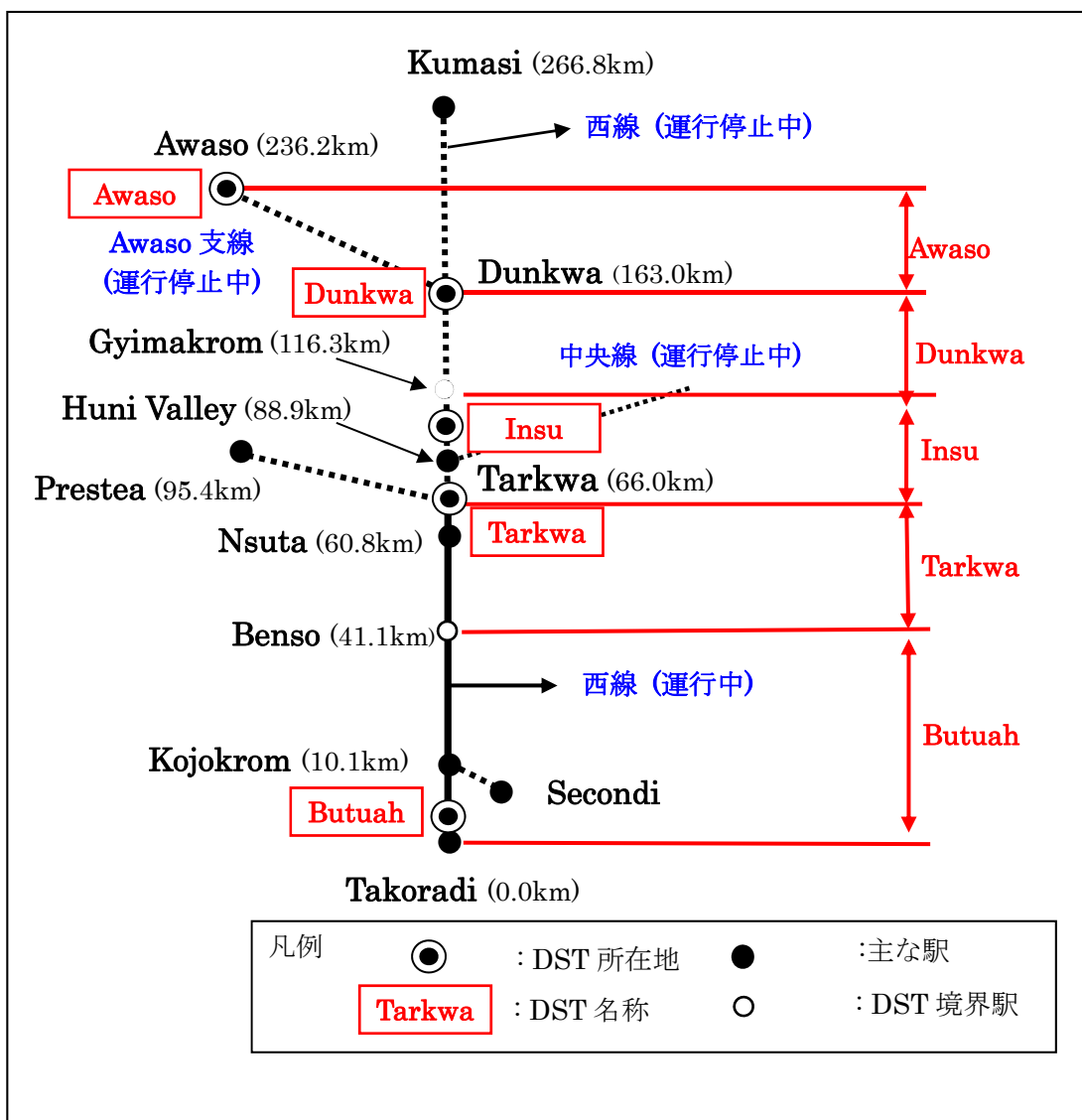
(出典 : GRCL)

表 2.2.9 西線および Awaso 支線の構造関係要員表 (Takoradi~Dunkwa~Awaso)

(2012年10月現在)

担当区	SIOW	PIOW	フォアマン	その他	合計
Takoradi	1		2	19	22
Location	1		3	19	23
Tarkwa				3	3
Dunkwa		1	1	4	6
合計	2	1	6	45	64

(出典：GRCL)



(出典：調査団)

図 2.2.7 D.S.T. の担当区域

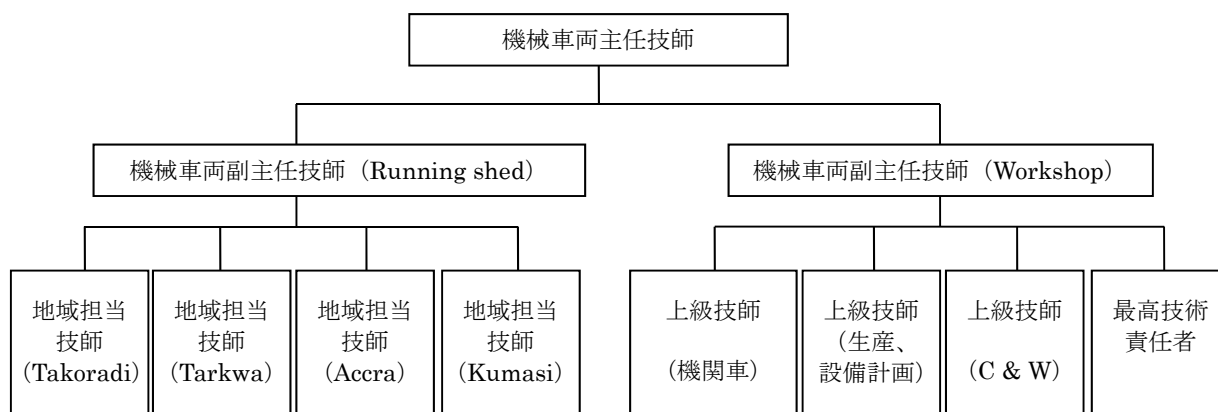
3) 機械・車両部門の組織体制

GRCL の機械・車両部門の組織図を図 2.2.8 に示す。検査修繕を行っている箇所は Sekondi の車両工場、4 箇所の機関区、その他 Takoradi に Carriage & Wagon の車両基地と Tema の DMU 用の車両基地がある。4 箇所の機関区のうち、現在実質的に稼働しているのは Takoradi と Accra のみである。

機関車の検査は、daily, weekly, monthly, 3 monthly, 6 monthly, 9 monthly, 12 monthly の 7 種類の検査が実施されている。通常の検査は機関区で実施されているが、12 monthly の検査と臨時修繕等は車両工場で実施される。しかし現在は機関区のクレーン設備の不具合により、6 monthly 検査と 12 monthly 検査は機関区と車両工場で分担して行っている。

客車、貨車については daily メンテナンスを Carriage & Wagon の Depot で行われているが、2 年に一度、車両工場に入場し、General Inspection を行うこととなっている。

車両の整備等を担当する機械・車両部門の技術者数は 2012 年 5 月現在で 437 名である。



* PPP : Production & Planning and Plant

(出典：調査団)

図 2.2.8 GRCL 機械・車両部門の組織図

(2) 組織の各セクションの員数、経験年数

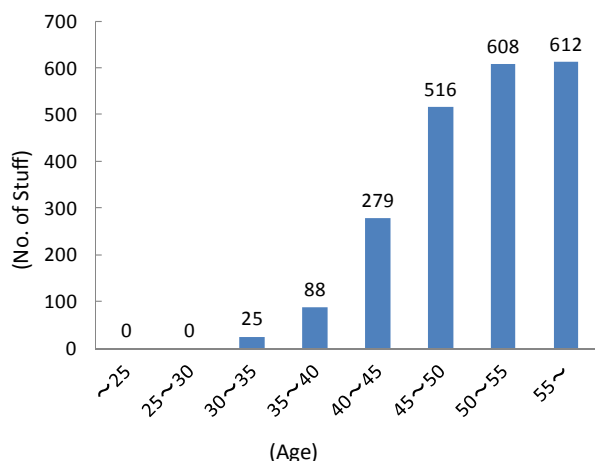
図 2.2.9 は、GRCL の全社員の年齢構成、図 2.2.10 は、GRCL 全体の社員の経験年数を示したものである。

GRCL の全社員数は、2012 年 5 月現在で 2,128 名である。グラフから明らかなように、45 歳以上の社員が占める割合が 80%以上となっており、高齢化が進んでいる。

現在、列車が運行されているのは、西線の Takoradi～Nsuta (60.8km) および東線の Accra～Naswam (40.6km) および Tema 支線 Accra～Tema (30.9km) のみであり、列車が運行されている区間に対し、非常に多くの社員が在籍していることになる。これは、運転が休止している区間でも資機材の盗難を防止するための警備で職員が必要であり、東線や中央線から西線 (Takoradi～Nsuta) への職員の移動は費用がかかるという GRCL 側の判断が背後にある。

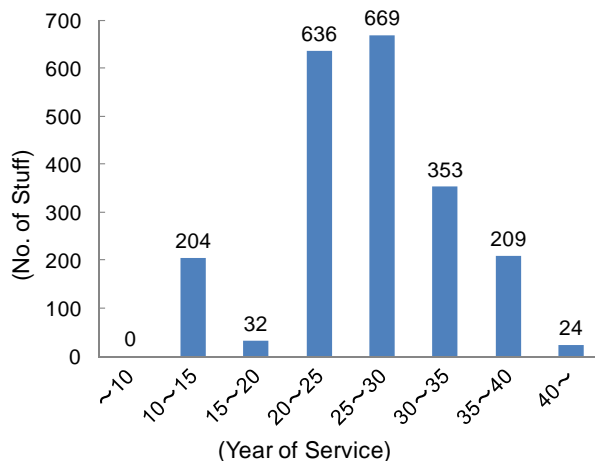
GRCL では人員削減計画として 300 人程度を削減するものから 1/4 までに削減するものまで、GRCL の将来計画に合わせた様々な計画の準備があるとされる。しかし、社員を守る組合の存在もあることから、削減する人員には新しい仕事や退職金を用意しなければならないため、将来的にどの計画が適用されるのかは現段階では決まっていない。

また、ここ 10 年以上の間、新入社員、特に若手の増強がなされておらず、20 歳代の社員が皆無である。GRCL では、将来も含めて技術の継承が十分にできない恐れがあるため、上記の人員削減計画とともに、技術継承のための若手社員を入社させる必要性を認識しているが、実現に至っていない。



(出典：GRCL)

図 2.2.9 GRCL 全体の社員の年齢構成



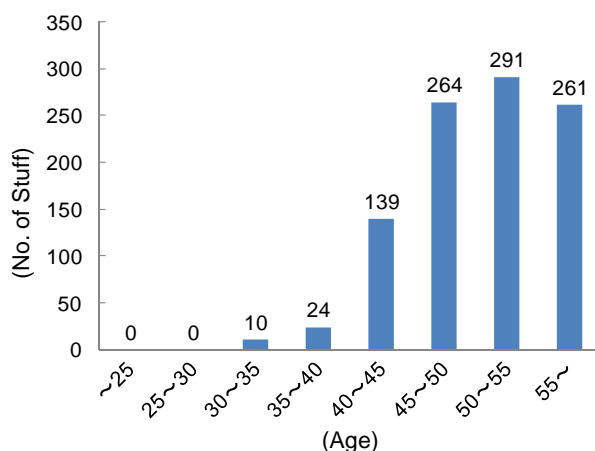
(出典：GRCL)

図 2.2.10 GRCL 全体の社員の経験年数

図 2.2.11 は、土木部門社員の年齢構成、図 2.2.12 は、土木部門社員の経験年数を示したものである。

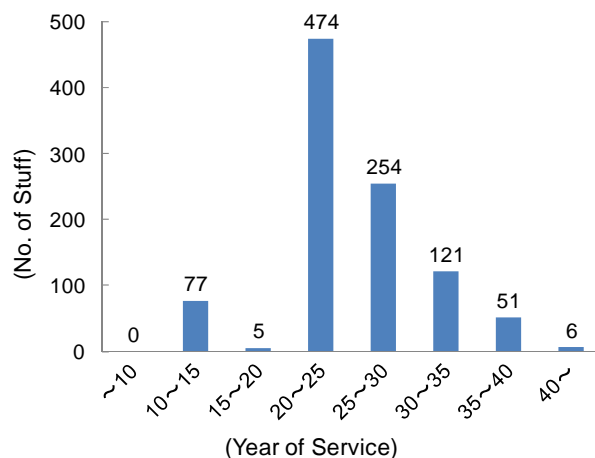
土木部門の社員数は、989 人であり、GRCL 全社員の半数近くを占めている。

年齢構成は、GRCL 全体とほぼ同様の比率で、45 歳以上が 80%、20~30 年程度の経験者が多い。なお、2012 年時点で、大学を卒業した技術者はわずか 3 人となっている。



(出典：GRCL)

図 2.2.11 土木部門社員の年齢構成

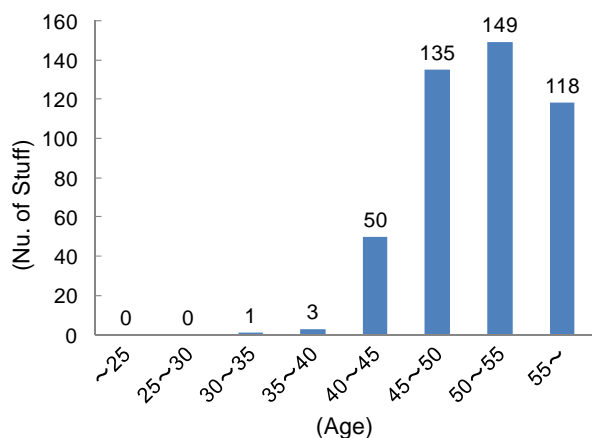


(出典：GRCL)

図 2.2.12 土木部門社員の経験年数

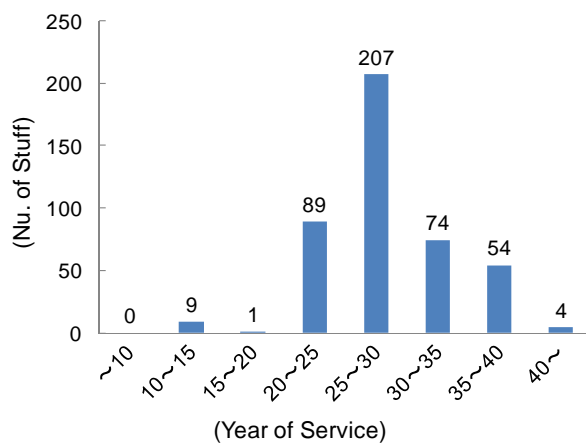
図 2.2.13～図 2.2.16 は、それぞれ機械・車両部門社員の年齢構成、機械・車両部門社員の経験年数、運転部門社員の年齢構成、運転部門社員の経験年数を示したものである。

年齢構成は、GRCL 全体や土木部門とおおむね同じ傾向を示しているが、運転部門は経験年数が 10～15 年の中堅技術者の割合が比較的多いのが特徴である。



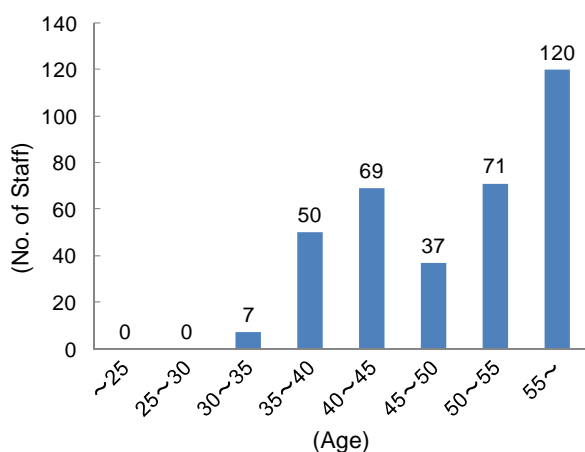
(出典：GRCL)

図 2.2.13 機械・車両部門社員の年齢構成



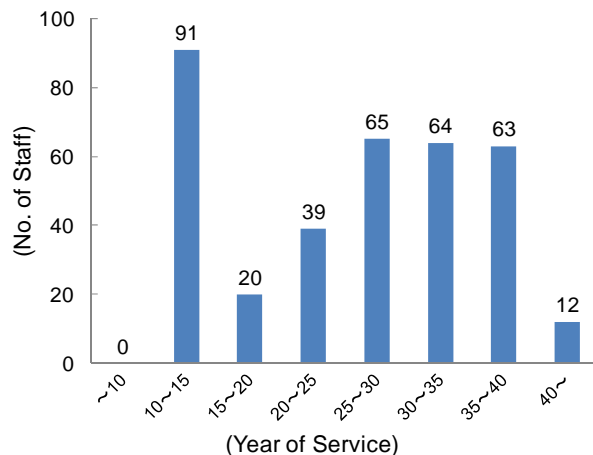
(出典：GRCL)

図 2.2.14 機械・車両部門社員の経験年数



(出典：GRCL)

図 2.2.15 運転部門社員の年齢構成



(出典：GRCL)

図 2.2.16 運転部門社員の経験年数

(3) 業務ごとに必要な資格、経験等

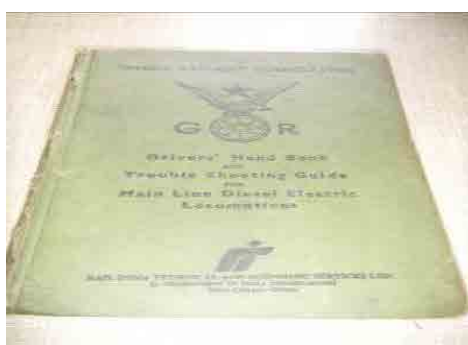
土木、機械・車両部門とも必要とされる社内資格制度は定められていない。

(4) 教育訓練体制

研修センターは 2010 年 12 月から経費節減のため事実上は休校状態となっている。時折、運転士へのトレーニングが実施されている様子が伺えるが、系統立てた教育訓練は行われておらず、必要に応じた職場内訓練、実地研修（On the Job Training：OJT）等が実施されている。

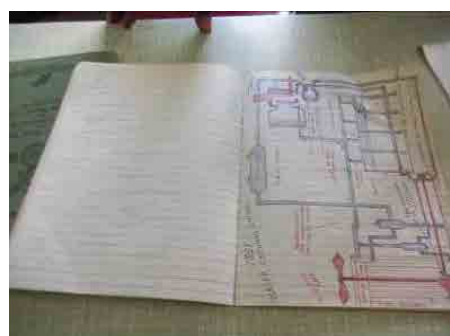
また、列車運行指令所（OCC）を始め運行関係の管理・計画部門の職員は駅長経験者で構成されている。高齢化が進んでいるのと共に、1997年以降、新型機関車投入等の技術革新も何ら行われていないため、日本の技術協力により編纂された列車運行計画の基準となる「Working Time Table」も1997年の新改訂版 No.12以降、一度も改定がなされていない。安全部門についても事故調査に必要な技術知識を備えた技術者が従事していないため、十分な事故調査は行われていない。計画・管理部門の技術継承、人材育成は困難な状況にある。

運転士には、機関車・保安装置・規則・列車の安全運行に関する基礎教育を経て運転助士の資格を取得後、運転助士を経験する。運転助士として5～7年以上経験を積んだ後、本線運転士の需給により本線運転士に昇進する。資格はGRCL独自のもので国が発行する免許はない。運転助士経験5～7年を対象とした定期訓練が行われている他、線区の状況変化に応じて不定期に運転士の指導・訓練を実施している。



(出典：調査団)

写真 2.2.5 運転士指導教材（その1）



(出典：調査団)

写真 2.2.6 運転士指導教材（その2）

車両メンテナンスに関わる職員も現在は新規採用が行われていない。かつては研修センターにおいて、車両メンテナンスに関わる研修コースもあったということだが、予算不足により事実上の休校状態となり、現在の教育はもっぱらOJTである。

(5) 事故が起きた場合の報告、事故処理、対策実施体制

脱線事故や大事故が起きた場合は次の図 2.2.17 に示す手順で報告、事故処理が手配される。

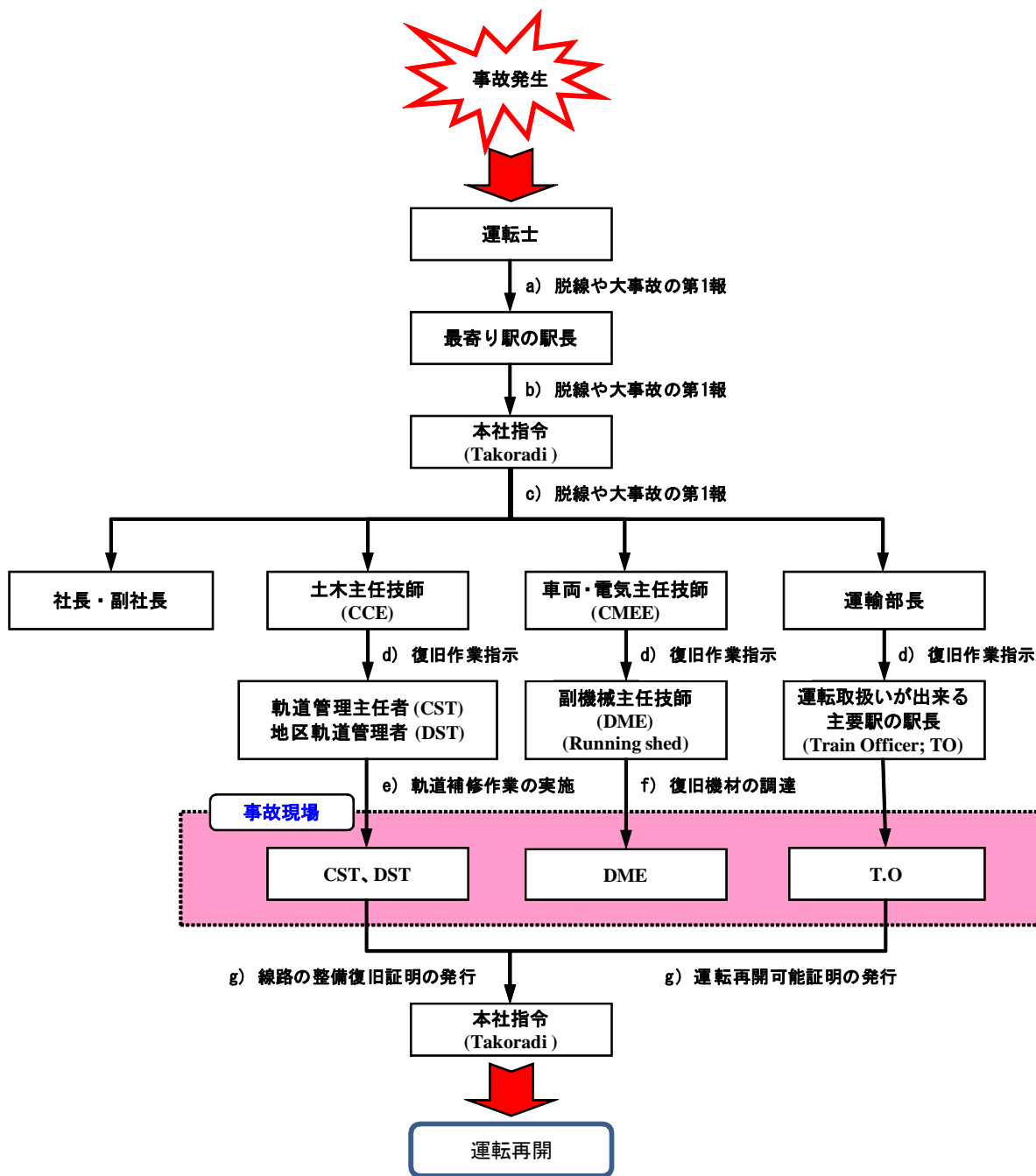
- a) 事故発生後、運転士は、直ちに最寄り駅の駅長に事故の第1報を報告する。
- b) 駅長が本社指令部に第1報を報告する。
- c) 指令部は総裁・副総裁、運輸部長、土木主任技師および機械・車両主任技師に第1報を連絡する。
- d) 土木主任技師は軌道管理主任者（CST）および地区軌道管理者（DST）に対し、車両・電気主任技師は運転区長である副機械主任技師に対し、運輸部長は運転取扱いが出来る主要駅の駅長に対してそれぞれ調査、検査、復旧作業の指示を行なう。
- e) 脱線が発生した箇所を担当区域とする地区軌道管理者（DST）は直ちに脱線現場に行き、軌道材料の損傷状況や軌道変位を調査する。

次に、地区軌道管理者（DST）は復旧に必要な軌道材料、線路修繕に必要な道具類やスタッフ数を調査する。

それらの必要量が担当区域のみでは準備できない場合、軌道管理主任者（CST）に応援を求め、必要な軌道材料や道具類およびスタッフの支援を仰ぐ。

脱線車両が載線できれば、軌道補修作業を開始する。

- f) 機関区の区長である副機械・車両主任技師は復旧機械類や材料を積み込んだ救援車両やクレーン車を現地に出発させる（復旧機械類や材料を積み込んだ車両やクレーン車は常に機関区に準備されている）。
- g) 復旧作業の完了後、地区軌道管理者（DST）は線路の整備復旧証明を、主要駅の駅長は運転再開可能証明を発行し、運転再開に支障がない旨をそれぞれが指令部に報告する。
- h) 報告を受けた指令部は社長・副社長、運輸部長、土木主任技師および機械・車両主任技師、に伝達すると共に、最終的には総裁の許可を得て運転を再開する。



(出典：GRCL)

図 2. 2. 17 脱線などや大事故時の GRCL 内における報告・復旧体制

(6) 保守管理業務に関する予算

毎年度末（12 月）に、各部門から翌年度に必要な資機材のリストが在庫管理担当部門（Control of Supplies：COS）に提出される。在庫管理担当部門では提出された資機材リストを元に見積りを作成し、年度予算の取り纏めを行なう。

資機材の調達および在庫管理については、「1.1.6 維持管理不足の要因（2）機材調達および在庫管理状況」で述べた通りである。

(7) 検査結果のフィードバック体制

土木部門では、軌道検査員（TO または IO）が実施した軌道や構造物の検査結果を軌道管理者（ST）に、そして、軌道管理者（ST）、軌道管理長（SST）、地区軌道管理長（DST）、軌道主任管理者（CST）の順に報告される。最後に軌道主任管理者（CST）は土木主任技師（CCE）に報告する体制となっている。

現場で必要となる機材も同じ手順で上申され、土木主任技師（CCE）が取り纏めた上で在庫管理部門へ提出する。資機材の調達手順については、「1.1.6 維持管理不足の要因 (2) 機材調達および在庫管理状況」で述べた通りである。

(8) 緊急時の連絡体制

緊急時の連絡体制は（5）で述べた脱線後の復旧体制を基本として、適宜、関係機関における連絡体制がとられている。

2.2.4. その他

(1) 最近の気象関係のデータ（降雨、風速、気温、湿度、地震）の測定記録

降雨、風速、気温、湿度、地震および河川水位など、ガーナ鉄道として、自然災害から列車運行の安全を確保するための気象測定は行われていない。

(2) 気象観測データによる列車の運行規制

上記に述べたように、ガーナ鉄道では気象観測が行なわれておらず、強雨時の運転規制に関する規則は存在しない。降雨量に基づく規制が行われなため、施設に異常がないかぎり列車運行は継続される。強雨時には、線路内への雨水の流入（写真 2.2.7）、切土の法面崩落や落石（写真 2.2.8 および写真 2.2.9）、バラストや路盤の流出（写真 2.2.10）など列車の運転に影響を与える事象がしばしば発生している。

気象観測体制が整えられていないだけでなく、大雨や強風時における施設の点検体制や運転規制も整備されていない。

この様な現場があることを鑑みて、気象観測態勢や雨量・風速に対する施設の点検規則、および運転規制の設置、検討を行う必要があると思われる。



(出典：調査団)

写真 2.2.7 排水が線路内を川のように流れる駅構内 (Kojokrom 駅構内、西線)



(出典：調査団)

写真 2.2.8 落石が線路脇に放置されている現場 (Dunkwa~Buabin、西線)



(出典：調査団)

写真 2.2.9 垂直に近い法面の一部崩落 (Maudaso~Ankwaso、Awaso 支線)



(出典：調査団)

写真 2.2.10 住宅地からの流水により削り取られたバラストと路盤 (Maudaso~Ankwaso、Awaso 支線)

(3) 積載貨物重量のコントロール

今回、Awaso のボーキサイト荷積み施設および Nsuta のマンガン荷積み施設の調査を行った。Awaso のボーキサイト荷積み施設にはウエイトブリッジが設置されていたが、かなり以前から故障して使用不可となっていた。また、Nsuta のマンガン荷積み施設には積載量を計測する装置は設置されていなかった。マンガン鉱石の荷積み・荷卸し作業は荷主側が行っており GRCL 側は管理していない。載貨状態もバラつきがみられる。曲線通過時の車体傾斜に悪影響を与え脱線の危険性が増加する要因の一つである。

(4) 線路諸表 (距離標、勾配標、曲線標など)

沿線にはマイレージポスト (マイルポストおよび 1/4, 1/2, 3/4 マイルポスト) (写真 2.2.11 参照) と約 60m ごとに鉄パイプ杭 (写真 2.2.12) が設置されており、距離を表示している。

しかし、マイレージポストが老朽化して文字が解読できないまたは紛失している箇所、雑草に覆われて文字が隠れてしまっている箇所があり、運転士からは容易にマイレージポストが確認できない状態が多々見受けられた。読み取れない文字は、白ペンキなどで塗装する等して鉄道関係者 (特に運転士) が容易にマイレージポストを認知できるようにする必要がある。

通常、曲線標、勾配標は保守管理に欠かせないものとなっているが、調査対象である西線および Awaso 支線 (Takoradi~Dunkwa~Awaso) には設置されていない。



(出典：調査団)

写真 2.2.11 沿線に設置されている
マイレッジポスト
(0, 1/4, 1/2, 3/4, の4種類)



(出典：調査団)

写真 2.2.12 補助的に設置されている
距離杭

2.3. 変状、不具合状況の把握と原因分析

2.3.1. 事故の発生状況

(1) 線区の特徴

ガーナ国は、熱帯性気候で雨季と乾季がある。雨季には線路が浸水する箇所がある。洪水の被害により損傷している橋梁がある。線路周辺はジャングルで路盤の中まで雑草が生い茂り見通しのきかない箇所がある。鉄道開発の歴史は古く、トンネルの建設を避けるために川に沿った低地を縫うように建設された結果、曲線区間が多い。また池や川に近く路盤が軟弱な箇所もある。切通しでは崩壊しかけて、危険な箇所もある。線路が敷設されているのは周囲より低くなっていることが多く、雨水や周辺の集落からの排水が集まりやすい状態となっている。



(出典：調査団)

写真 2.3.1 大雨の被害（その 1）



(出典：調査団)

写真 2.3.2 大雨の被害（その 2）



(出典：調査団)

写真 2.3.3 大雨の被害（その 3）



(出典：調査団)

写真 2.3.4 危険な切通し箇所

(2) 脱線多発箇所現地調査

GRCL から受領した過去の脱線事故記録から事故多発箇所を抽出し、現地調査を行った。

1) 調査実施箇所

No.	調査日	調査箇所	曲線半径等
1	2012年4月27日	Nsuta～bonsawire Takoradi 起点 35Mile 付近	R=205, R=228
2	2012年5月1日	Buabin～Rubberkrom Takoradi 起点 91Mile 付近	R=195
3	2012年5月2日	Buabin～Rubberkrom Takoradi 起点 91Mile3/4	R=240
4	2012年5月22日	Maudaso～Ankwaso Dunkwa 起点 33Mile 付近	不明
5	2012年5月31日	Angu～Kojokrom Takoradi 起点 13Mile3/4 付近	直線
6	2012年10月18日	Huni Valley～Kuranti Takoradi 起点 57Mile 付近	不明

2) 現場概況

a) Nsuta～Bonsawire Takoradi 起点 35Mile 付近（曲線半径 R=205、R=228）

事故多発箇所は Takoradi 方に向かう下り左曲線の開始点付近で、路盤が枕木の直ぐ脇まで浸食されている。同左側は Nsuta 駅付近から湿地帯となっており大雨時には増水が懸念される。事故車両の残骸は線路左側の湿地帯に突っ込んだままで存置されていた。脱線痕も右側車輪が左側へ外れて行ったことを示している。付近は枕木および締結装置の状態が非常に悪い。レールの継目状態も悪く、車両は継目を通過する度に左右に大きく振動する。事故箇所は事故後仮補修が施されて、現在もマンガン鉱石運搬列車が運行されている。路盤は枕木が浮くギリギリの線まで崩れかけており注意を要する。



(出典：調査団)

写真 2.3.5 脱線車両（その1）



(出典：調査団)

写真 2.3.6 脱線車両（その2）



(出典：調査団)

写真 2.3.7 脱線復旧跡



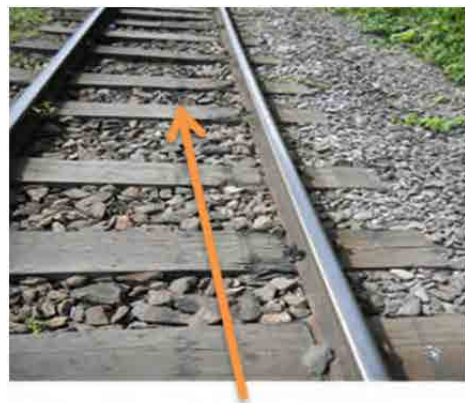
(出典：調査団)

写真 2.3.8 枕木端バラスト



(出典：調査団)

写真 2.3.9 脱線痕跡（その1）



(出典：調査団)

写真 2.3.10 脱線痕跡（その2）

b) Buabin~Rubberkrom Takoradi 起点 91Mile 付近（曲線半径 R=195）

当該箇所は現在運行休止区間である。Takoradi 方に向かう下り左曲線の間中部で、当該箇所付近には走行中の衝撃で貨車から落下したと思われるポーキサイトが散乱している。ポーキサイトが線路脇に大量に堆積したままの箇所は脱線箇所であると思われる。付近は枕木および締結装置の状態が非常に悪い。レールの継目状態も悪く、左右でずれて揃っていない。車両はそれぞれの継目を通過する度に左右に不規則に大きく振動する。また路盤の状況も悪く、枕木が浮いている箇所も目立ち、盛土が大きく崩壊している箇所もある。軌道の状態は前述の Nsuta 付近の脱線多発箇所に類似している。脱線痕も進行左側に向かっている。



(出典：調査団)

写真 2.3.11 枕木端バラスト (その1)



(出典：調査団)

写真 2.3.12 枕木端バラスト (その2)



(出典：調査団)

写真 2.3.13 路盤崩壊 (その1)



(出典：調査団)

写真 2.3.14 路盤崩壊 (その2)



(出典：調査団)

写真 2.3.15 散乱するボーキサイト (その1)



(出典：調査団)

写真 2.3.16 散乱するボーキサイト (その2)

3) 事故多発箇所の特徴

脱線多発箇所の多くは緩い勾配の急曲線 (S 字カーブを含む) の中間部か終端部で、曲線のカントおよび左右不揃いで状態の悪いレールジョイント部を通過する際の衝撃で発生する

横断方向へのローリングとブレーキ操作とブレーキ力不足による縦方向への衝撃等が組み合わされ車輪がレールから外れる合力が発生しやすい箇所である。

(3) 脱線復旧状況調査

2012年6月6日に Benso～Esuaso 間で発生した脱線事故現場の状況および脱線復旧作業を調査した。事故現場は下り曲線の終端部で枕木の状態が悪く、レール継ぎ目が浮いている箇所に脱線痕が認められた。現地調査を行った、他の脱線事故多発箇所と状況が類似している。締結装置の状態が悪いため、車両の通過時に軌間拡大を起こし、脱線、その影響で全軸脱線に至っている。復旧作業は大型クレーンと機関車のけん引力および木製の補助具と油圧ジャッキを使用した単純な手法で行われており、効率や安全面からも改善が望まれる。



(出典：調査団)

写真 2.3.17 脱線多発箇所



(出典：調査団)

写真 2.3.18 軌間拡大



(出典：調査団)

写真 2.3.19 締結状態



(出典：調査団)

写真 2.3.20 脱線痕跡



(出典：調査団)

写真 2.3.21 脱線復旧作業（その1）



(出典：調査団)

写真 2.3.22 脱線復旧作業（その2）

2.3.2. 路盤・橋りょう

(1) 概要

調査対象である、西線 (Takoradi～Dunkwa) および Awaso 支線のうち、Takoradi～Nsuta 間および Huni Valley 付近について、構造物（橋梁、土工、排水工）の現地調査を行なった。

Appendix-2 に橋梁の現地調査の結果を示す。

鉄道軌道敷き、路床、盛土工、切土工、橋梁、排水工等の変状/不具合状況を目視にて調査した。河川橋梁は鋼製上路プレートガーダー、鋼製下路プレートガーダーおよび鋼製下路トラスガーダーが採用されているが、経年劣化による錆の発生、腐食、一部部材の断面欠損があり、建設以来、維持管理/保守作業がほとんど実施されてこなかった事が確認できる。

下部工である橋台/橋脚/ウイング取り付け擁壁/横断水路等のコンクリート部材にはコンクリートの剥落や部材各所に多くのクラックが確認できる。

ガーナ国などアフリカ地域はラテライトと呼ばれる、鉄分およびアルミニウムを多く含んだ赤色土壌が広がっている。ラテライトは湿っている場合は普通の土と同様に軟らかいが、一度乾燥すると鉄分の影響で非常に硬くなる性質を有している。

従い、アフリカ/アジア諸国のラテライト土層では切り崩した山肌も一度乾燥したら崩壊しにくいことから、特に法面保護工を施さないまま使用されている事が多い。

しかしながら、大雨、その他の影響から崩壊する事は有り得ることであり、ガーナ鉄道沿線では、長年に渡り維持・補修作業の欠如から盛土区間での小規模表層崩壊や切土区間での小規模の落石の危険性が確認できる場所がある。また、排水設備もコンクリート製や鋼製の排水システムが建設されているが、土砂等が堆積し本来の役目を果たしていない状況である。

(2) 構造物の問題点

1) 上部構造物の問題点

- 鋼製桁は築造後 60 年～110 年経過して全ての鋼製桁に経年劣化、高温多湿の環境による錆や腐食および主部材以外での部材断面欠損が確認できる。(写真 2.3.23、写真 2.3.24)
- 特に橋梁 No.1 と No.7 などでは桁下空間が低いために桁下空頭が不足し、高水位時には主桁が水に浸る事となる。(写真 2.3.25)
- 鋼主桁には特にき裂等は確認できない、腐食とさび発生のみが問題である。
- リベットやボルトの欠落は軽微であり特に問題はない。
- 一部の橋梁では鋼桁端と橋台との離隔が確保されておらず、パラペット部分が崩壊している箇所がある。(写真 2.3.26)
- 橋梁上の枕木は腐食が進んであり、その間隔が一定になっていない。また、締結装置の欠落も見られる。(写真 2.3.27)



橋梁 No.4



橋梁 No.2



橋梁 No.6



橋梁 No.5

(出典：調査団)

写真 2.3.23 鋼桁の腐食



(橋梁 No.1)



(橋梁 No.1)

(出典：調査団)

写真 2.3.24 橋梁主桁間の補剛部材に見られる断面欠損



(橋梁 No.1)



(橋梁 No.1)

(出典：調査団)

写真 2.3.25 桁下空頭の不足



(橋梁 No.4)



(橋梁 No.1)

(出典：調査団)

写真 2.3.26 橋梁/橋台との離隔欠如



(橋梁 No.6)



(橋梁 No.3)

(出典：調査団)

写真 2.3.27 軌道工【レール/枕木】締結

2) 下部構造物（橋台/橋脚）の問題点

- 下部構造物は建設後 60 年～110 年経過しており、老朽化のためひび割れが多発している構造物が多い。一部にコンクリートの剥離も見られる。
- パラペット前面や広い露出面には、乾燥収縮と思われる大きな水平クラックが発生している箇所がある。
- 桁の支承廻りに土砂が堆積している箇所がある。腐食を助長して機能障害を起こしている状況である。
- 桁座面の桁支杓の縁端距離が確保されていない箇所がある。そのため、桁座前面に圧壊が生じている橋台がある。また、建設当時の設計基準が不明であるが、補修作業等の際、必要機材（ジャッキ）の設置が困難であると思われる（写真 2.3.28）。
- 一部コンクリート面にジャンカ（豆板）が発生しコンクリートの打設状況が悪い箇所がある。



(a) 縁端距離が確保されていない桁座
(橋梁 No.1)



(b) 縁端距離の不足による圧壊
(橋梁 No.1)



(c) 支承周辺に堆積した土砂
(橋梁 No.1)



(d) 桁座前面のコンクリートの剥落
(橋梁 No.1)

(出典：調査団)

写真 2.3.28 下部工の桁座

3) 土工区間の問題点

路線は原則として土工区間であり、盛土/切土の路床に軌道構造が敷設されている。

盛土/切土区間、いずれもラテライト地層でそのまま仕上げであり、特に法面保護工等が設置されていない。長年の維持補修作業の欠如から法面崩壊や切土部分で斜面崩壊した部分がそのまま確認できる状況である。

路線に沿って排水システムを設置してあることが確認できるが、土砂やゴミに埋もれていることで排水施設が機能していない。従い、僅かな降雨でも線路が冠水し列車運行に支障しているのが実情である。

路線の中には一部簡易土留工が施されて緊急対応した箇所も見られ、必要箇所では列車運行のための最小規模の対応が実施されている。



(a) 盛土区間（鉄道路床部分が明確になっていない）



(b) 簡易土留による緊急対応箇所

(c) 軌道横の盛土崩壊現場



(d) 切土区間（ラテライト土層の切りっぱなし状況）

（出典：調査団）

写真 2.3.29 土工区間の現況

4) 排水システムの問題点

鉄道軌道横の排水システム整備は安全運行上の重要な項目である。軌道下に横断排水設備として、コンクリート構造のボックスカルバートやアーチ構造、パイプカルバート（Armco pipe）などが建設されている（写真 2.3.30）。GRCL が保有する資料では、線路横断カルバートが Takoradi～Awaso 間に 682 か所で、Takoradi～Nsuta 間には 218 か所あると記載してあるが、土砂に埋もれるなどして現場では確認できないものも多々あるのが実情である。

土砂に埋もれ、横断排水設備や側溝の機能が十分でないところでは、大雨後に線路内に水が流入している箇所もある（写真 2.3.33）。



(a) ボックスカルバート



(b) アーチ構造のカルバート



(c) パイプカルバート (Armco Pipe)

(出典：調査団)

写真 2.3.30 線路横断排水路の現況



(a) コンクリートの剥落



(b) 土砂に埋もれた線路横断排水路

(出典：調査団)

写真 2.3.31 線路横断排水路の現況



(出典：調査団)

写真 2.3.32 ゴミが堆積したカルバート (Kojokrom 駅構内)



(出典：調査団)

写真 2.3.33 線路内に流入した水と土砂 (Kojokrom 駅構内)

(3) 既存橋梁の補修

橋梁 No.2 は、洗掘により起点側（Takoradi 側）の桁を支持する橋台が崩壊したため、緊急対応工事が行われている。現地の緊急対応事例として工事内容を以下に示す。

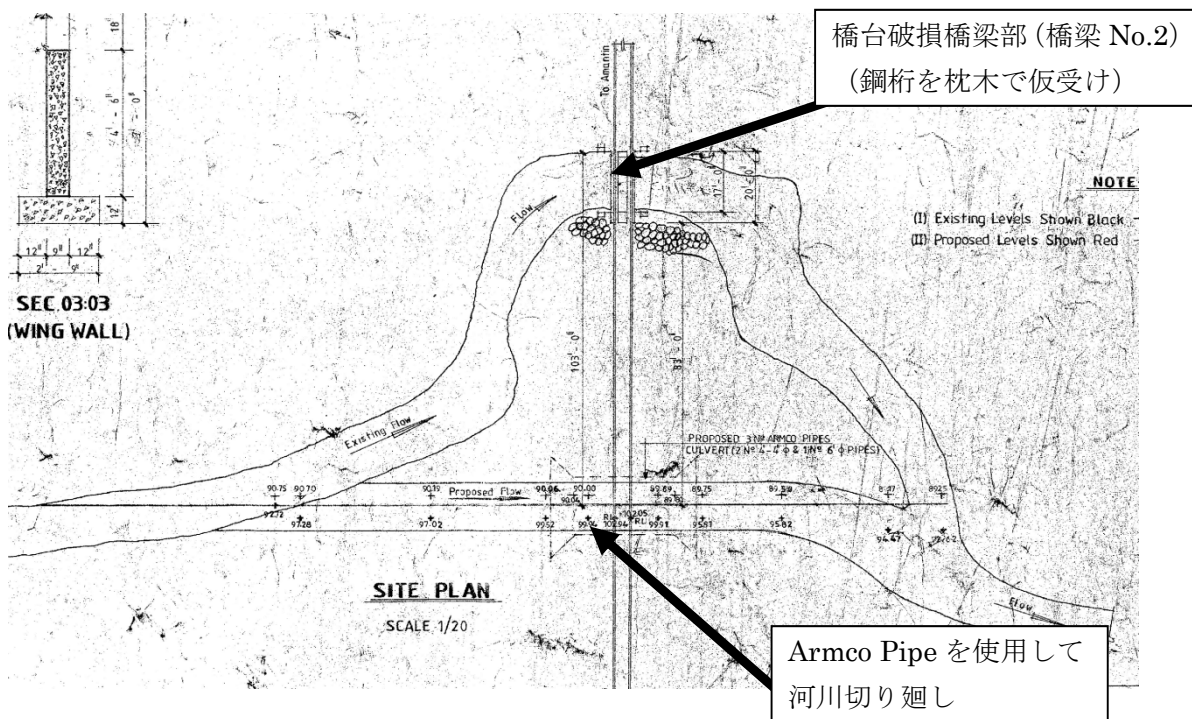
- Armco Pipe を 3 本使用して河川位置を切り替え
- 旧橋梁は下部に木枕木を使用して盛り替え
- レール桁で桁上の軌道を防護
- 洗掘の進行を防ぐため、蛇籠を設置

この橋梁は、このような状態になってから 10 年近くが経過しているが、旧橋梁の撤去など抜本な対策がとられない状態が続いている。

また、構造物の変状に伴い軌道変位も大きくなっていることから、この橋梁の前後の区間は 5mile/h（約 8km/h）の速度規制が設けられている。

なお、本橋梁で軌道防護工として使用されているレール桁は、他の橋梁でも応急措置として使用されている。日本国内でも軌道内工事において軌道防護工事仮桁として使用されている仮設構造物である。

図 2.3.3 は、東線の橋梁で使用している軌道防護工の図面であるが、図面中には“TEMPORARY BRIDGE STAY FOY 21 DAYS”と使用期限が記載されている。日本でもこの形式の工事桁の使用は徐行を伴い、使用期間は 1 週間程度が限度である。早急に線路保守整備工により、この桁の撤去が望まれる。



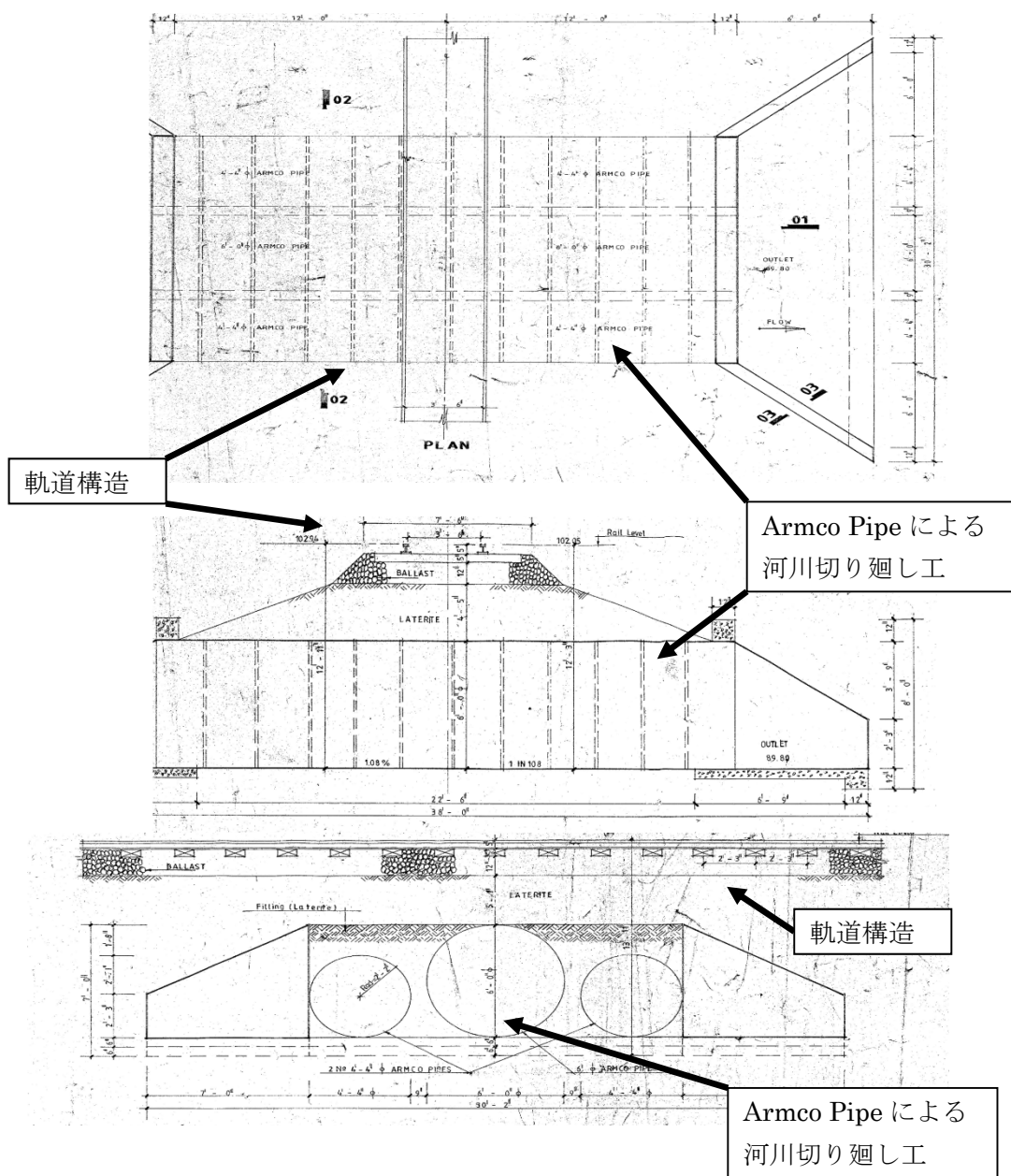
(出典：GRCL)

図 2.3.1 橋梁 No.2 の応急改修



(出典：調査団)

写真 2.3.34 枕木で仮受けした鋼桁橋梁



(出典：GRCL)

図 2.3.2 Armco Pipe を使用した河川切り廻し



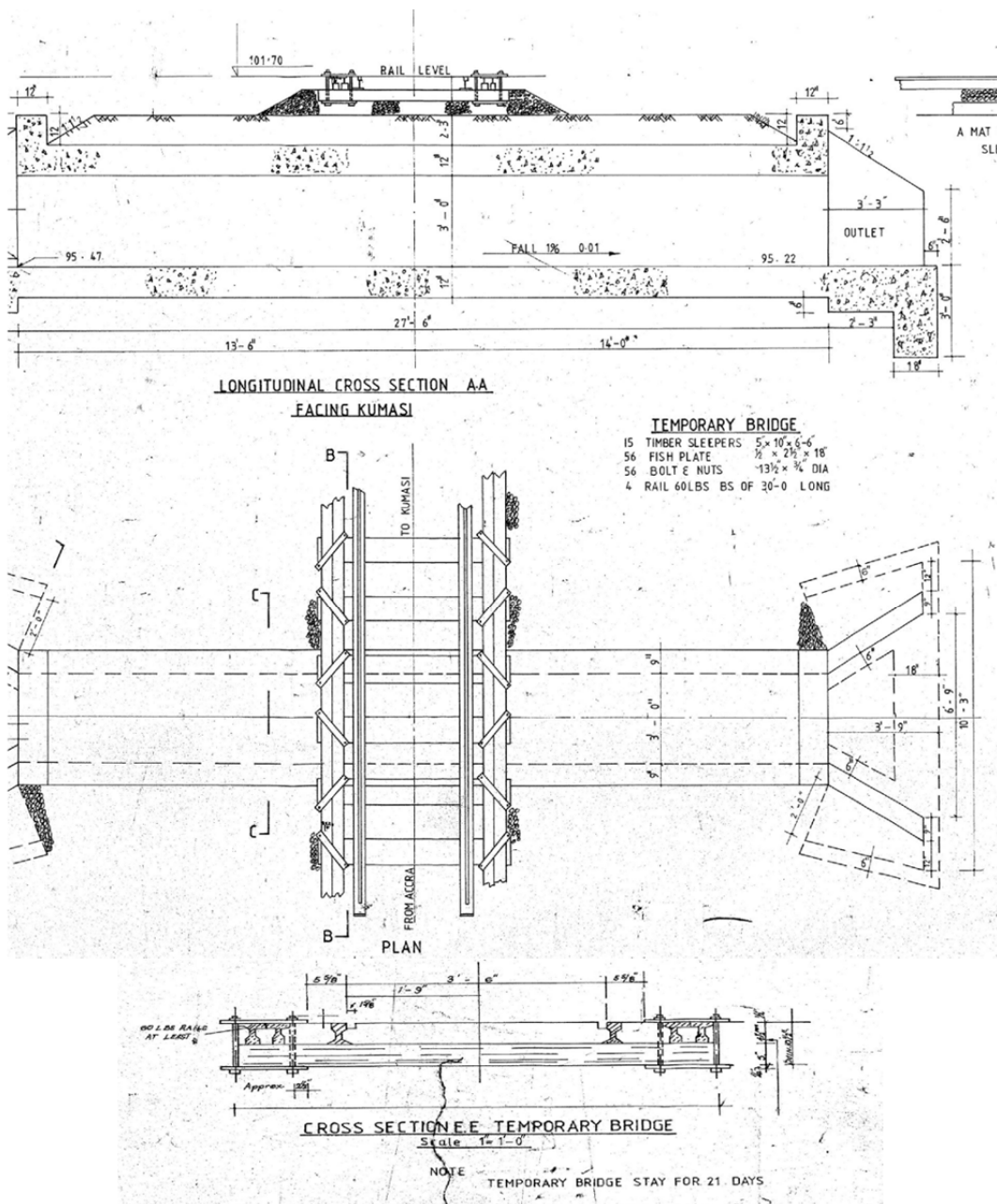
(出典：調査団)

写真 2.3.35 切り廻しされた河川と新しいカルバート



(出典：調査団)

写真 2.3.36 レール桁による軌道防護



(出典：GRCL)

図 2.3.3 レール桁を使用した軌道防護工

(4) 原因の分析

以上に述べたように、構造物の老朽化が深刻になっている原因のひとつとして、維持管理予算の不足が考えられる。

鋼桁では、塗膜の劣化により桁全体に錆が進行し、また一部の橋梁では洪水時に桁の下部が水に浸かり、下フランジや支承回りに土砂やゴミが堆積している。その結果、桁下部の部材の腐食を招き、断面欠損や部材欠落へ繋がっている。定期的な錆落とし、再塗装および堆積した土砂およびゴミの撤去を実施すれば、このようなことを未然に防ぐことができるが、管理基準が明確でないため、そのような状態が放置されたままである。また、欠損や欠落した部材も維持管理費用の不足のため、補修されていない。

多くのカルバートでは、土砂やゴミが堆積し排水機能が十分でなく、大雨時に水があふれて線路内に流入しているところもある。定期的に土砂やゴミを除去することは人力でできることであり、排水機能の低下は維持管理費の不足が直接の原因にはならない。スタッフのモチベーションが決して高くないこともあるが、現地へ要員や資機材を輸送するトロリーの故障が多く、作業が計画的に実施できないのが実情である。

また、維持管理予算の不足は、本格的な橋梁の補修、改築を困難なものとしており、応急措置の対策工が施工された後、何年も経過している橋梁もある。このような橋梁では、列車の運転速度の制限に掛けられており、列車の安全・定時運行に影響を与えている。

2.3.3. 軌道

(1) 現地調査の実施

表 2.3.1 は、2004 年から 2008 年の間に発生した脱線事故の発生箇所と件数を示したものである。

軌道の現況把握と脱線事故が多発している原因を探るため、過去に脱線が多く発生した箇所について、不良枕木・不良締結装置の発生状況および軌間・水準・高低・通り・平面性の軌道変位計測を実施した。また、調査期間中に発生した脱線箇所での脱線復旧作業を実施した区間を除いたその両側の区間についても同様の計測を行なった。

表 2.3.1 脱線事故の発生箇所と件数

No.	駅名	駅の タイプ	キロ呈		事故件数				
			(mile)	(km)	2004	2005	2006	2007	2008
1	TAKORADI	◎	0.0	0.0					
2	BUTUAH	○	1.61	2.6					
3	NKWANTA	-	3.48	5.6					
4	ADIEMBRA	-	4.22	6.8					
5	KOJOKROM	◎	6.27	10.1					
6	ANGU	○	13.48	21.7					
7	MANSO	○	19.01	30.6					
8	AMANTIN	○	20.99	33.8					
9	BENSO	○	25.53	41.1					
10	ESUASO	○	30.00	48.3					
11	BONSAWIRE	○	33.48	53.9					
12	NSUTA	○	37.76	60.8					
13	TARKUWA	◎	40.99	66.0					
14	ABOSO	○	46.27	74.5					
15	WORKERS BRIGADE	-	48.51	78.1					
16	BOMPIESO	○	51.74	83.3					
17	HUNI VALLEY	◎	55.22	88.9					
18	KURANTI	○	60.00	96.6					
19	INSU	○	65.47	105.4					
20	PENESO	-	68.01	109.5					
21	GYIMAKROM	○	72.24	116.3					
22	OPON VALLEY	○	75.71	121.9					
23	OPOKUKROM	-	80.00	128.8					
24	TWIFUKYEBI	○	82.48	132.8					
25	JERUSALEM	-	84.47	136.0					
26	IMBRAIM	○	86.77	139.7					
27	RUBBERKROM	-	89.01	143.3					
28	BUABIN	○	91.99	148.1					
29	SOBROSO	-	93.23	150.1					
30	MPEASEM	○	96.00	154.5					
31	DUNKWA	◎	101.24	163.0					
32	WOMPAM	○	0.00	0.0					
33	NKOTUMSO	-	7.52	12.1					
34	DOMENASI	○	11.24	18.1					
35	ANWIA	-	15.40	24.8					
36	ANANIKROM	○	18.51	29.8					
37	MAUDASO	○	23.23	37.4					
38	MAUDASO	○	32.24	51.9					
39	ANKWASO	-	36.27	58.4					
40	ANKWASO	○	40.50	65.2					
40	AWASO	◎	45.78	73.7					
Total			147.02	236.7	39	66	71	38	12

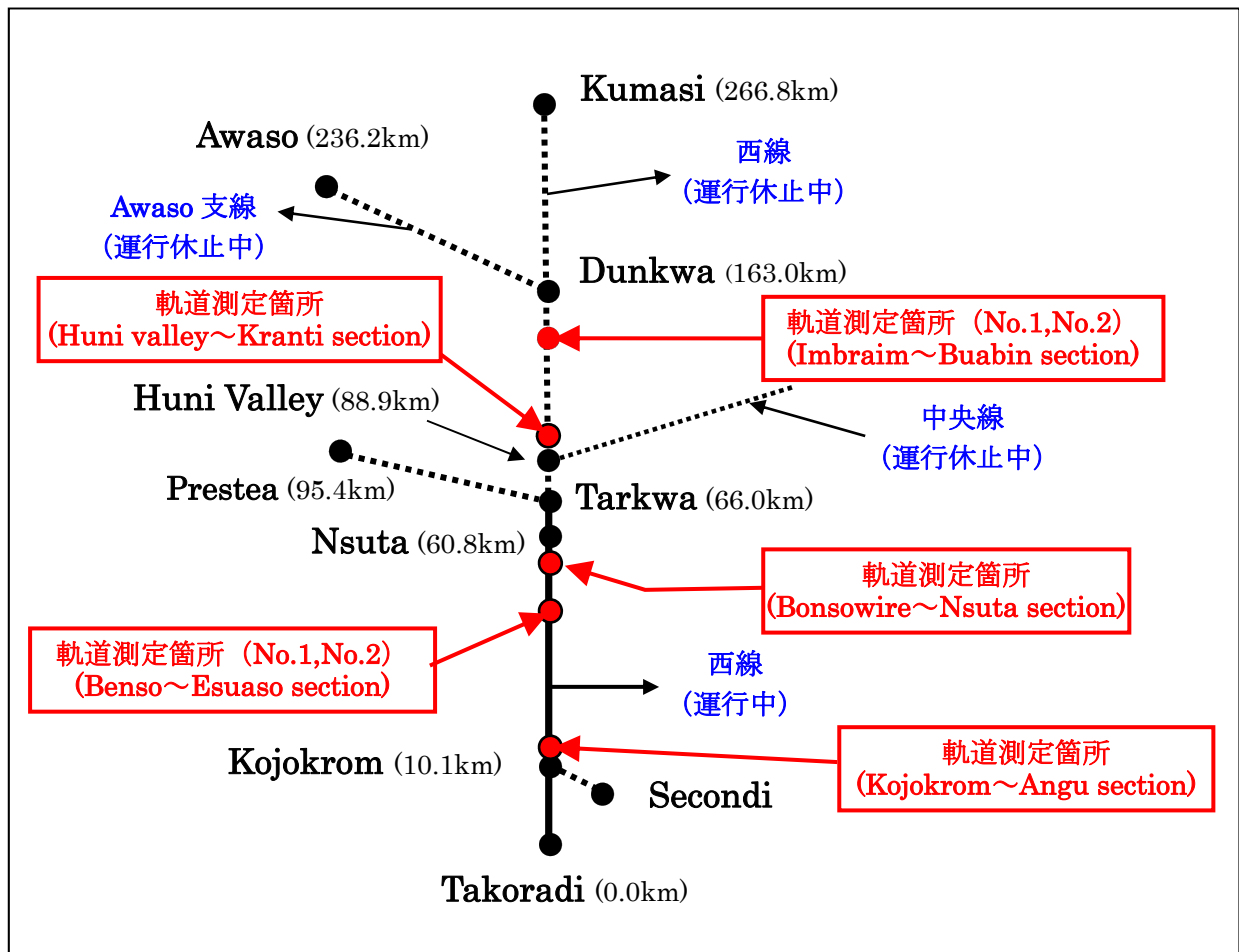
(凡例)

駅のタイプ

- ◎: 他線と接続する主要駅
- : プラットホームがある駅
- : プラットホームがない駅

(出典：調査団)

調査箇所は、図 2.3.4 に示す通り、現在も運行が続けられている Takoradi~Nsuta 間で 4 箇所、運行を休止している Nsuta 以北で 3 箇所の計 7 箇所である。



(出典：調査団)

図 2.3.4 軌道測定的位置

(2) 不良枕木・不良締結装置の判定基準および軌道変位限度基準値の設定

GRCL では、不良枕木・不良締結装置の判定基準、軌道変位限度基準値が設定されていないため、線路状態の実態調査を実施するにあたり、日本で使用されている基準を元に暫定的な判定基準および軌道変位限度基準値を調査団で設定した。設定した判定基準、軌道変位限度基準値を表 2.3.2 および表 2.3.3 に示す。

軌道変位限度基準値は、GRCL の軸重、通過トン数などを考慮して、日本の 3 級線の基準値を準用することとした。基準値のうち、緊急保守限度値とは直ちに補修作業を実施しなければ脱線事故に結びつく可能性が非常に大きいという値で、このような限度値は超過する限度値を常にゼロにするように管理しなければならないものである。

表 2.3.2 不良枕木・不良締結装置の判定基準

枕木： 1. 腐食が進み、枕木としての機能を果たさないもの 2. 過去の車両脱線の影響で折れ枕木となり、機能を果たさないもの 3. 手ハンマーで叩いてみて中が空洞になっていると思われるもの 4. 締結装置の穴が広く、締結装置を保持できないもの
締結装置： 1. 所定の位置に締結装置が存在しないもの 2. レールベースから締結装置が持ち上がり、締結装置としての機能を果たさないもの 3. 締結装置が容易に手で抜けるもの 4. 手ハンマーで叩いてみて動くもの

(出典：調査団)

表 2.3.3 通常保守および緊急保守の軌道変位限度値基準

軌道変位の種類	軌間	水準	高低	通り	平面性
通常保守の軌道変位限度値	+6、-4		±9		—
緊急保守の軌道変位限度値	+20、-10	—	±19		±18

(出典：調査団)

(3) 軌道の現況

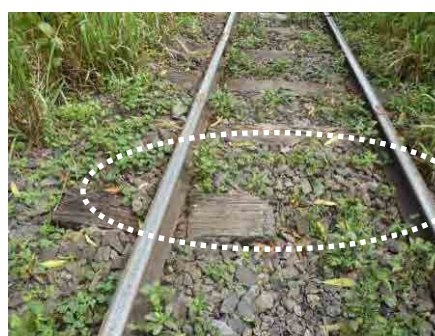
1) 枕木

- 3 本以上の腐食枕木が連続している箇所、破断した枕木が多く見受けられた（写真 2.3.37、写真 2.3.38）。
- 図 2.3.5 に Benso～Esuaso 間の枕木の状況を示すが、83 本中 37 本が腐食あるいは破断している枕木であった。
- 表 2.3.4 に示すように、枕木の不良率は 6%から 45%まで分布しており、均一的に線路が保守されているようには見受けられない状態である。
- 日本の鉄道基準では、枕木不良率は 7%以下が基準となっている。



(出典：調査団)

写真 2.3.37 連続した不良枕木



(出典：調査団)

写真 2.3.38 脱線で破断した枕木

表 2.3.4 枕木不良率の調査結果

	調査区間	枕木全本数 (本数)	不良枕木 (本数)	枕木不良率 (%)
Takoradi~ Nsuta	Kojokrom~Angu	210	13	6
	Benso~Esuaso (No.1)	100	41	41
	Benso~Esuaso (No.2)	83	37	45
	Bonsawire~Nsuta	90	30	33
Nsuta 以北	Huni Valley~Kuranti	140	26	19
	Imbraim~Buabin (No.1)	114	41	36
	Imbraim~Buabin (No.2)	153	19	12

(出典：調査団)

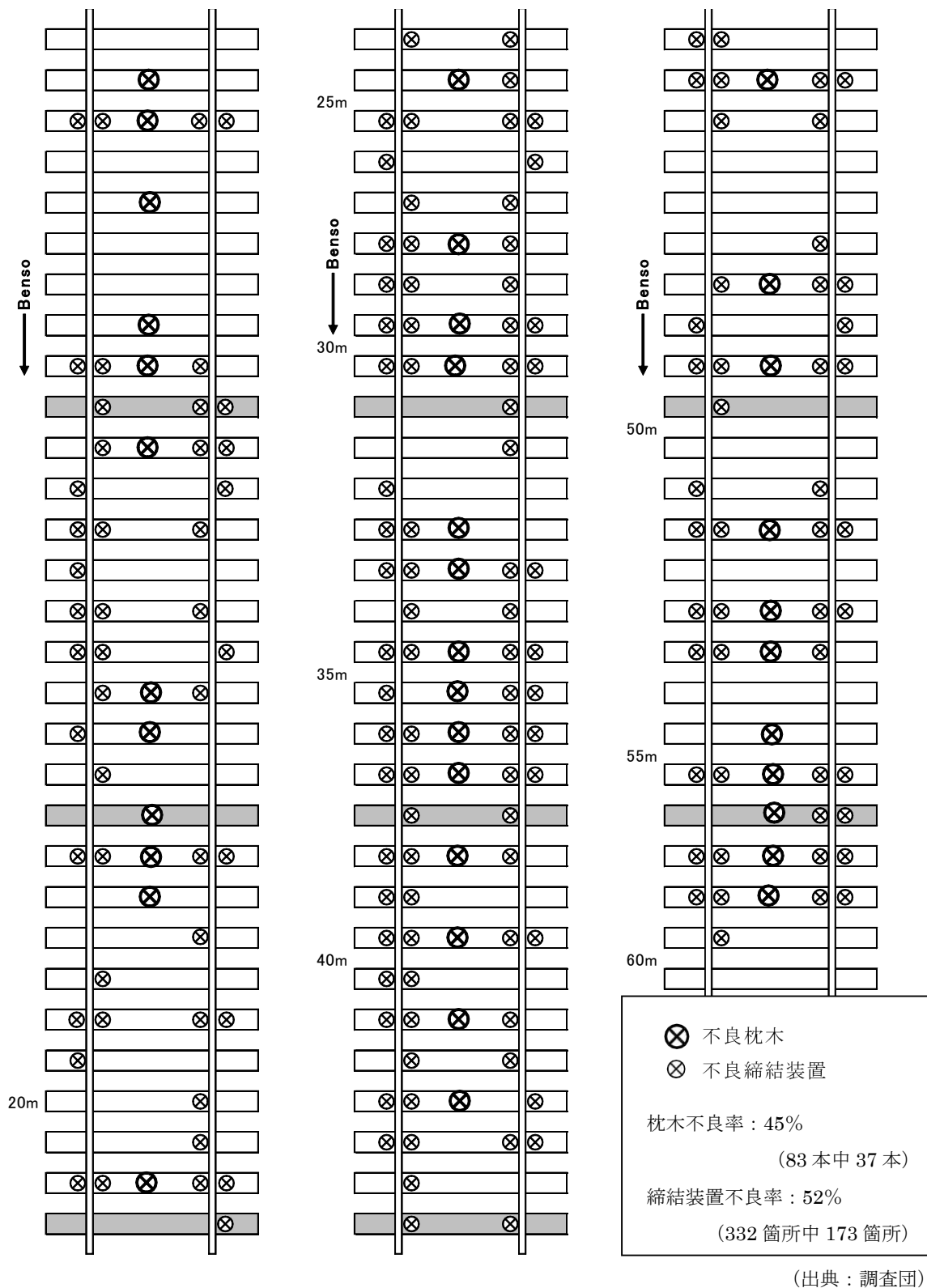
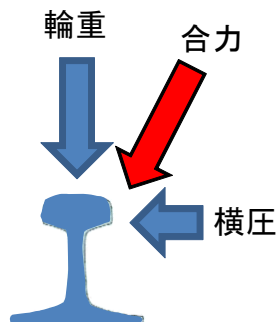


図 2.3.5 枕木および締結装置の状況 (Benso～Esuaso 間 (No. 2))

2) 締結装置

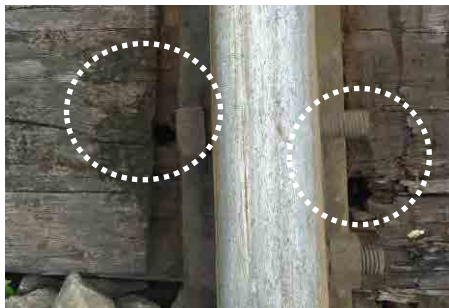
- 締結装置が脱落している箇所が多い (写真 2.3.39)。
- 不良締結装置が 3 か所以上連続している箇所が多く見受けられる。

- 図 2.3.5 に Benso～Esuaso 間の締結装置の状況を示すが、332 箇所中 173 箇所が緩みあるいは脱落している締結装置であった。枕木の状況と重ね合わせると、大半の枕木に何らかの不良がある状況である。
- 現地調査の結果（表 2.3.5）、締結装置の不良率は 29%から 55%まで分布しており、均一的に線路が保守されているようには見受けられない状態である。
- 日本の鉄道基準では、締結装置の不良率は 5%以下が基準となっている。
- 不良と判定された締結装置のうち、半分以上が写真 2.3.40 に示すようにレールベースからシャンク・スパイクが浮き上がっている箇所であり、これらは既に締結装置としての機能を果たしていない。
- 浮き上がっているシャンク・スパイクはハンマーにより正規の位置に再度打ち込む必要がある。しかし、オーガによる枕木の穿孔深さが不十分なところでは、シャンク・スパイクの底部の形状が写真 2.3.41 のように円形になっているため、ハンマーによる打ち込みが出来ない。それゆえ、オーガで十分な深さに穿孔してからシャンク・スパイクを打ち込むか、犬釘を使用する方法で対処すべきである。
- 図 2.3.6 に示すように、締結装置は、車両の輪重（16 t / 2 = 8t）と横圧（急曲線では最大 6t 程度）の合力がレールに作用し、レールが軌間外方に広がることを防ぐ役目を持っている。軌間が拡大すると、車両の動揺増進につながり脱線の原因ともなり得るので、不良箇所に対して早急な対策が必要である。



(出典：調査団)

図 2.3.6 レールに作用する力



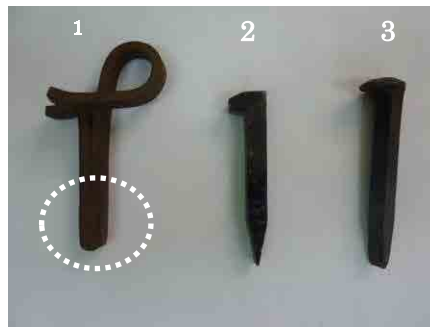
(出典：調査団)

写真 2.3.39 締結装置が抜けたレール継ぎ目部



(出典：調査団)

写真 2.3.40 レールベースから浮き上がったシャンク・スパイク



1. シャンク・スパイク
2. GRCL の犬釘
3. 日本の犬釘

(出典：調査団)

写真 2.3.41 3種の締結装置

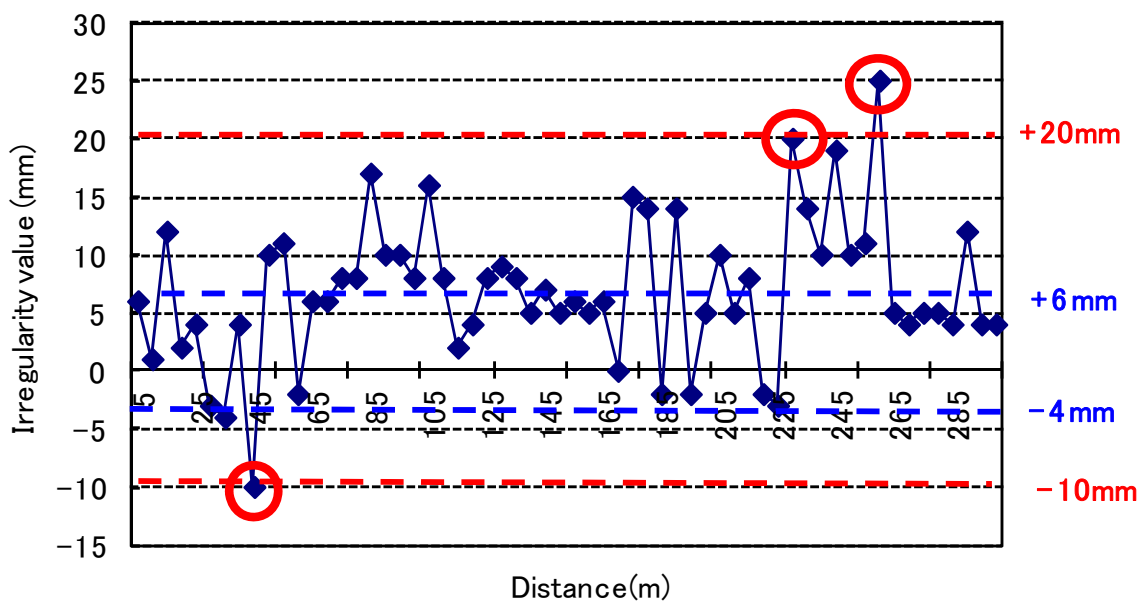
表 2.3.5 締結装置不良率の調査結果

調査区間		締結装置調査 (箇所数)	不良締結装置 (箇所数)	締結装置 不良率 (%)
Takoradi～ Nsuta	Kojokrom～Angu	840	336	40
	Benso～Esuaso (No.1)	400	196	41
	Benso～Esuaso (No.2)	332	173	52
	Bonsawire～Nsuta	360	103	29
Nsuta 以北	Huni Valley～Kuranti	560	194	40
	Imbraim～Buabin (No.1)	456	251	55
	Imbraim～Buabin (No.2)	612	238	39

(出典：調査団)

3) 軌間変位

- 図 2.3.7 に Bonsawire～Nsuta 間の軌間変位の計測結果を示すが、全体的に軌間が拡大している方向に変位している。これは、他の計測箇所でも同様の傾向を示している。また、通常保守の軌道変位限度値である、+6mm あるいは-4mm を越えている箇所が多数あり、この区間では緊急保守の限度値である、+20mm あるいは-10mm を越えている箇所が 3 箇所ある。
- 表 2.3.6 に他の区間を含めた、緊急保守の限度値を越えた箇所数を示すが、全ての測定区間で、限度値を越えている箇所がある。
- 軌間縮小の場合は車両の車輪間隔寸法に対して余裕が少なくなり、一方、軌間拡大の場合は車両の動揺増進につながり、いずれも脱線に結びつく可能性が高いため厳しく保守管理する必要がある。



(出典：調査団)

図 2.3.7 軌間変位計測結果 (Bonsawire~Nsuta 間)

表 2.3.6 軌間変位量測定結果

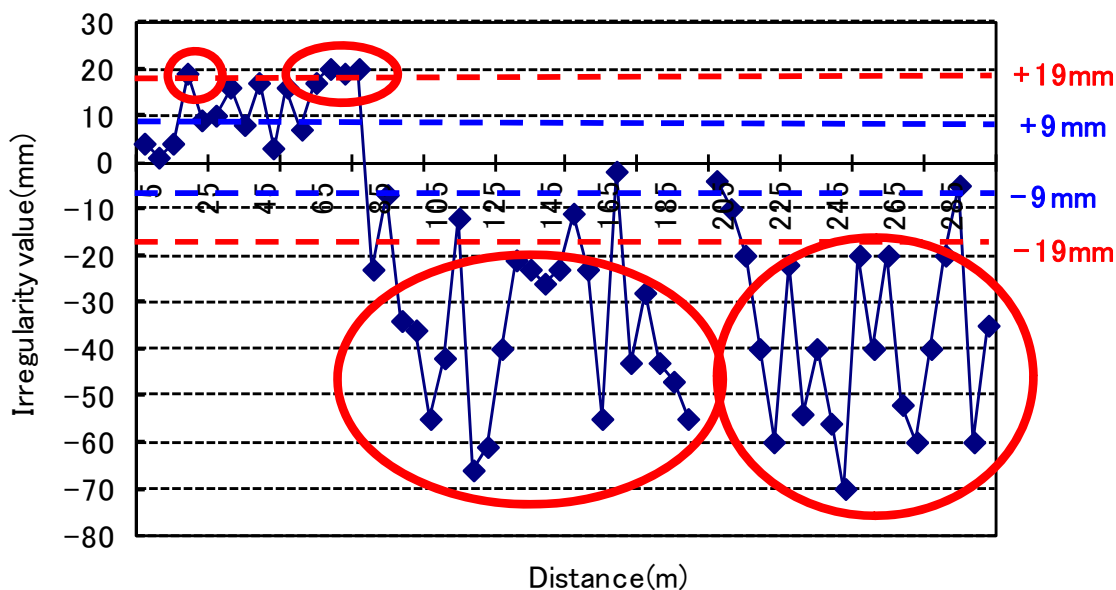
区間		測定月日	軌間変位 (mm)	
			+20mm 以上	-10mm 以上
Takoradi~ Nsuta	Kojokrom~Angu	2012/5/25	—	-22, -21, -12
	Benso~Esuaso (No.1)	2012/11/1	—	-17, -14, -13
	Benso~Esuaso (No.2)	”	—	-22, -12
	Bonsowire~Nsuta	2012/4/27	25, 20	-10
Nsuta 以北	Huni Valley~Kuranti	2012/9/18	20	-10
	Imbraim~Buabi (No.1)	2012/5/1	24,20	—
	Imbraim~Buabi (No.2)	2012/5/2	22	—

(出典：調査団)

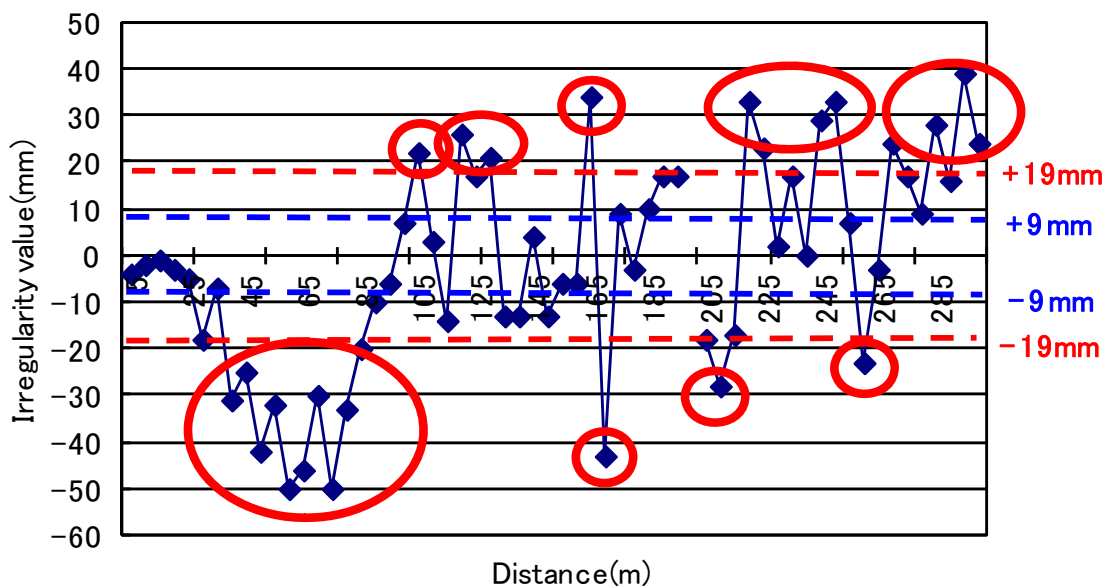
4) 水準・高低・通り・平面性変位

(出典：調査団)

- 図 2.3.8 に Bonsawire~Nsuta 間の高低、通り変位の計測結果を示すが、多数の箇所
で緊急保守の限度値である、+19mm あるいは-19mm を越えている。
- 表 2.3.7 に他の区間を含めた、緊急保守の限度値を越えた箇所数を示すが、全ての測
定区間で、限度値を越えている箇所があり、直ちに補修作業を実施すべきである。該
当箇所における脱線事故発生の可能性が非常に大きくなっている。



(a) 高低変位 (右側レール) 計測結果



(b) 通り変位 (右側レール) 計測結果

(出典：調査団)

図 2.3.8 軌道変位計測結果 (Bonsawire~Nsuta 間)

表 2.3.7 緊急保守限度値を超えている箇所数

	調査区間	通り変位 (箇所)		高低変位 (箇所)		平面変位 (箇所)
		左レール	右レール	左レール	右レール	
Takoradi~ Nsuta	Kojokrom~Angu	1	1	0	2	0
	Benso~Esuasoo (No.1)	0	0	6	2	0
	Benso~Esuasoo (No.2)	0	0	2	5	4
	Bonsowire~Nsuta	3	20 以上	1	20 以上	4
Nsuta 以北	Huni Valley~Kuranti	0	0	1	1	0
	Imbraim~Buabi (No.1)	9	8	3	10	8
	Imbraim~Buabi (No.2)	2	6	7	10 以上	6

(出典：調査団)

5) その他

a) レール空転傷

列車は機関車の車輪とレールの摩擦力で貨車をけん引して走行している。その際、機関車の車輪に対するレールの摩擦力と、貨車群の車輪に対するレールの摩擦力と比較した際に、後者の摩擦力が大きくなれば、機関車の車輪が空回りして前に進めないという事態が起こる。この空回りすることを「空転」と呼ぶ。この空転が生じると、レール頭頂面が急加熱、急冷されることによってレールの組織が変化し、空転傷が生じる。

このような空転傷は至るところで発生しており、写真 2.3.42 に示すようにレールレベルからの落ち込み量が 3mm 程度に達する大きな空転傷が数箇所見受けられた。

この様な落ち込み量が大きい空転傷を放置しておけば、近い将来レール損傷に発展し、それに伴う列車脱線事故発生への影響が懸念される。



(出典：調査団)

写真 2.3.42 レールの空転傷 (Kojokrom～Angu)

b) 過大なレール遊間

列車の進行時、停止時および出発時に、レールと枕木、レールと締結装置の摩擦力が車輪とレール間の摩擦力に抵抗する仕組みとなっている。しかし、車輪とレールの間に過大な摩擦力が発生した場合、レールが線路方向に移動することとなる。このレールの移動のことを「ふく進」と呼んでいるが、列車が運行している限りかならず発生するものである。このレール移動が累積されると、写真 2.3.43 や写真 2.3.44 に示すような過大なレール遊間ができる。

過大なレール遊間を放置しておけば、車輪の落ち込みによる衝撃が大きくなり、レール損傷に結びつくことで脱線につながる。このため、所定のレール遊間にまでレールを戻す必要がある。



(出典：調査団)

写真 2.3.43 130mm を超える過大遊間継ぎ目 (Kojokrom～Angu)



(出典：調査団)

写真 2.3.44 破損している継ぎ目レール端部 (Kojokrom～Angu)

c) 極短小レール

写真 2.3.45 は、過大遊間に極短小レールを挿入し、ボルト穴をあけた上で、継ぎ目板をボルトで締結したものである。本レールの方は 1 本のボルトで締結されている。同様の処理が行なわれている継ぎ目が多数見受けられたが、本来、継ぎ目は弱点箇所であるので、安全上から継ぎ目板を介して 4 本のボルトで締結するように設計するのが正規の方法である。

写真 2.3.45 の方法では、弱点箇所の継ぎ目構造をさらに弱点化しているため、継ぎ目部のレールまたは継ぎ目板の損傷を引き起こす恐れがある。従って、できるだけ早く正規の継ぎ目構造に修復する必要がある。

d) 継ぎ目ボルトの欠落とナットの弛緩

写真 2.3.46 のように外軌の継ぎ目ボルトが 1 本欠落しており、内軌の継ぎ目ボルトのナットが緩んでいる。同様の箇所が他にも多数見受けられた。従って、できるだけ早く正規の継ぎ目構造に修復する必要がある。



(出典：調査団)

写真 2.3.45 レール継ぎ目遊間に挿入された極短小レール (Dunkwa～Awaso)



(出典：調査団)

写真 2.3.46 継ぎ目ボルトの欠落とナットの弛緩 (Kojokrom～Angu)

e) 噴泥

駅構内の排水が悪い箇所では、写真 2.3.47 のように路盤の土砂が泥水として吹き上がる現象（噴泥現象）が生じている箇所がところどころ見受けられた。



(出典：調査団)

写真 2.3.47 噴泥箇所 (Manso 駅構内)

6) 軌道負担力

2012 年 10 月、インドから輸入された新しい鉱物運搬用貨車の走行試験を実施したところ、レール損傷が多数発生した。GRCL 側の分析では、レール損傷の原因は、老朽化した軌道設備がこれらの新しい貨車の使用に耐えられていないのではないかとのことだった。そこで、これらの現状を踏まえて、調査団と共に軌道の負担力調査を実施した。

a) 前提条件

本調査の前提条件は以下の通りである。

- レール：80lb (R) レール (36kg/m)
- 枕木間隔：現地の枕木の状況から 720mm (1,380 本/km) と仮定 (枕木不良率 6%)
- バラストの厚さ：30cm
- 機関車の諸元：新型貨車の牽引に用いる 1670 タイプを適用 (軸重 14.5t)

b) 計算結果

計算の結果、枕木の安全率は 4.5、路盤の安全率は 1.5 であり、軌道負担力には問題はなかった。

走行試験で発生したレール損傷の原因は、写真 2.3.43 および写真 2.3.44 に示すように過大なレール遊間が発生している箇所において、車輪がレールに直接落ち込んだ衝撃で、レール端部が損傷したものと思われる。したがって、枕木および路盤の負担力には問題がないため、レール遊間が所定の間隔 (10~20mm 程度) に戻れば、レール損傷の問題は解決すると思われる。

(4) 軌道変位と脱線の関係

2004年～2008年の間に発生した駅間別脱線件数と前項で述べた現地調査結果を表 2.3.8 にまとめた。現地調査が実施できた区間は限定された小区間であったため、現地調査の結果から軌道状態と脱線事故の関係を導き出すことは難しい上に、GRCLは過去の脱線の現場を駅間でしか把握していないため、正確な脱線位置が分からないのも軌道状態と脱線事故の関係を導き出せない原因となっている。

日本では、複合的な要因が原因となって脱線が生じることと言われてきたが、枕木・締結装置の不良率の高さや緊急保守限度値を超過している箇所が多さから判断すると、少なくともガーナ鉄道の線路はいつ脱線してもおかしくない状況にあるということが言える。

表 2.3.8 調査結果の総合表

	調査区間	2004～2008 の脱線発生 件数	枕木 不良率 (%)	締結装置 不良率 (%)	緊急保守限度 値超過箇所数 (箇所)
Takoradi～ Nsuta	Kojokrom～Angu	2	6	40	7
	Benso～Esuaso (No.1)	0	41	41	8
	Benso～Esuaso (No.2)		45	52	11
	Bonsowire～Nsuta	0	33	29	40 以上
Nsuta 以北	Huni Valley～Kuranti	0	19	40	2
	Imbraim～Buabi (No.1)	38	36	55	38
	Imbraim～Buabi (No.2)		12	39	30 以上

(出典：調査団)

(5) 原因の分析

以上に述べたように、軌道の老朽化が深刻になっている原因のひとつとして、路盤・橋梁と同様に維持管理予算の不足が考えられる。

維持管理予算の不足は、レールや木枕木などの必要な資材を必要な数量だけ購入することができないだけでなく、保線作業（レールの切断、溶接、枕木への穿孔、バラストの締固めなど）の際に使用する工具類の修理が行えない、それらの資機材や要員を現地まで輸送するトロリーの修理ができない、など、軌道の維持管理作業に大きく影響を与えている。

レールや木枕木以外の資材に関しては、インドからの借款により、鉄枕木およびシャンク・スパイクが調達されている。しかしながら、鉄枕木は調達された数量が少ない（9,600本、約6km相当分）上、現在使用されているレールと規格が合ったものが少ないため、脱線事故現場の復旧に使用されているだけである。バラストもNsutaに約3,000m³のストックがあるが、上記のようにそれを運搬するトロリーが故障している、現場へ運搬しても保線用工具が故障しているので作業ができない状況である。このように、ストックがあっても、機材の故障のため、保線作業を実施することができない、という問題点も抱えている。

2.3.4. 信号、通信

(1) 信号・進路制御

西線には 1983 年に導入された半自動閉そく信号装置が存在するが機能していない。駅構内の転轍機の制御は機械式である。

(2) 通信装置

駅構内には旧式の有線通信機器が残っていたが現在は全て使用されていない。現在はオフィシャルの携帯電話を使用しており、閉そくの手配も携帯電話を使って行われている。

(3) 踏切

踏切は有人、無人踏切がある。列車接近の周知手段がないため、警笛等で接近を感知して車両等の進入を阻止している。



(出典：調査団)

写真 2.3.48 有人踏切



(出典：調査団)

写真 2.3.49 無人踏切

2.3.5. 鉄道車両

(1) 不具合状況の概要

ガーナ鉄道の車両の現況は、「2.1.4 鉄道車両」に示したとおりである。

車両の状態劣化による走行不能の原因は、以下の 5 種に大別される

- A) 消耗品の取り換え未実施
- B) 摩耗、損耗品の取り換え未実施
- C) 事故による破損
- D) 用途不要等の稼働停止による長期放置のための腐食・固渋・劣化等
- E) 線路の劣化による車両の適合不良（軸重が重い等）

このうち C)、D)、E) については外部環境的な要因で引き起こされる。機関車の 2601 Class は、E) による。またミネラル用を除く貨車および大部分の客車は、D) による。また一部の車両は、C) により復旧不能となっている。

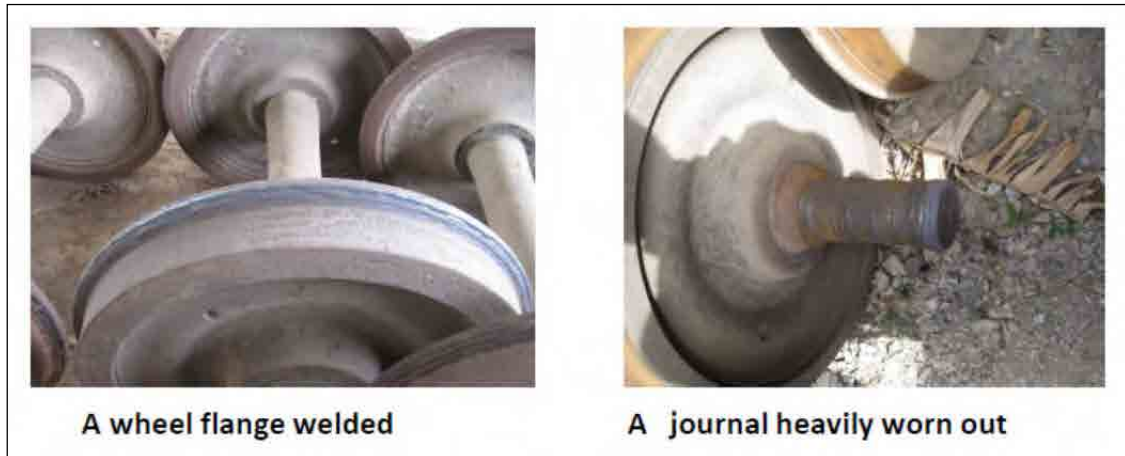


(出典：調査団)

写真 2.3.50 機関車の不良部位

車両が安全運行を実施するためには、「動く」ための動力装置、「停まる」ためのブレーキ装置、安定して「支える」台車等の走行装置の機能が正常に働くことが最低限必要であり、これらが安全運行のための Key 部位にあたる。このうち、動力装置は機関車だけに搭載されている。

現在のガーナ鉄道の状況は、機関車では、車輪等の走行装置が、主要な劣化部位であり、貨車では、車輪・軸受およびブレーキ装置が主要な劣化部位である。



(出典：調査団)

写真 2.3.51 貨車の不良部位

(2) 原因分析

車両のメンテナンスを生産活動としてとらえて、生産活動の4要素、4M (Man, Machine, Material, Method) の視点から考察する。

1) Man

関係する人の資格や技量の管理、教育体系などについては、明確なルールが定められていない。また十分な教育がされているとは、認識されなかった。これは、経費不足等の原因により、そのような教育を実施することが不可能なことが原因と考えられる。しかし、現実の検修作業状況等を観察・調査したところでは、現時点で実施されている作業に必要な技量は、十分に備わっていると判断された。ただし、高齢化が進んでいること、予算不足や材料不足により現実の作業量自体が減少していることなどから、将来に対する技術伝承等は懸念される。



(出典：調査団)

写真 2.3.52 車両保守作業：車両工場

2) Machine

過去には、高度な設備も含めて多種大量の設備を保有していたが、現在稼働可能な設備は、車輪の修繕に係る装置、重量物の運搬に必要な荷役機械や旋盤等の基本的な加工機械など、ごく一部の物に限られ、またその状態も決して良好ではない。

設備は、必要なときには使用できるように、予防保全や日常点検により常に良好な状態に維持する必要がある。しかし、少ない経費のなかで設備にはほとんど充当される枠がなく、潤滑油等の給油すら行われていないのが実態である。このため、まさに最低限の設備だけが、かろうじて稼働が保たれている状況である。



(出典：調査団)

写真 2.3.53 稼働中の保守用機械： 車両工場

3) Material

不動が常態の土木系設備に比べて、稼働が常態である車両については、グリースやフィルター等の消耗品や、軸受・車輪などの摩耗物品等の取り換え材料が欠かせない。このため、本来は倉庫管理・現場管理の2階層による在庫管理型の部品供給システムがとられるべきであるが、予算制度がとられていないため、故障等の発生を受けた上での、事後発注方式となっている。部品供給には、発注から納入までに、長期間を有する物も多く、このため長期間の停止となっている車両も多い。

また、資材管理については、いつでも使用できるように良好な状態に保つことも重要な役割であるが、東部の Tema 線に導入された DMU の部品管理の状況を見る限り、個数管理のみの保管になっている。

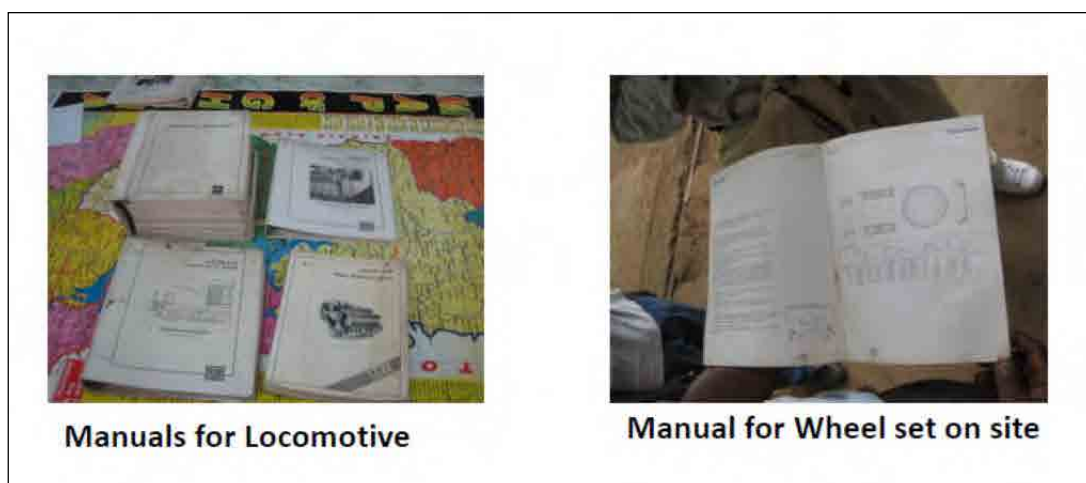


(出典：調査団)

写真 2.3.54 資材管理の状況

4) Method

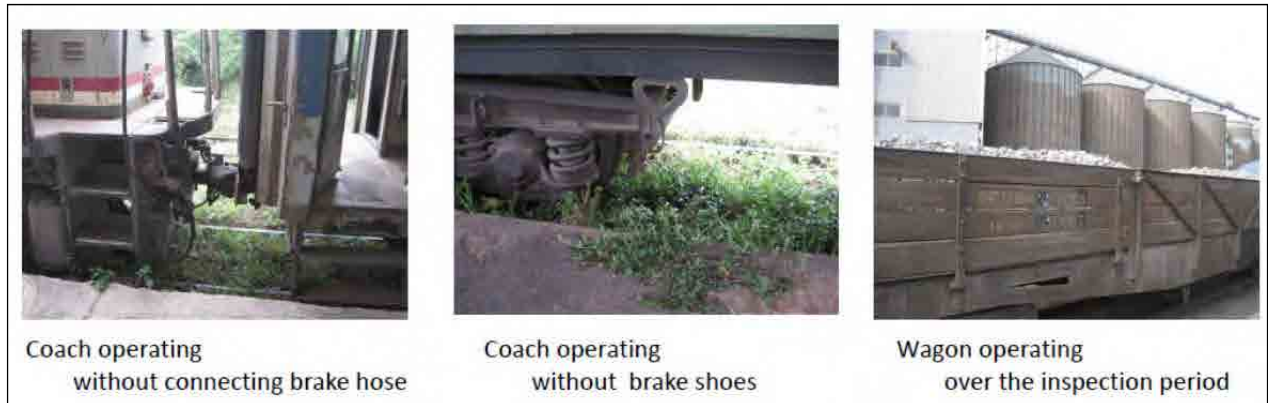
Method は、車両メンテナンスの体系やメンテナンスマニュアル等の整備と実施の状況と考えることができる。車両の事故や故障は重大な影響を及ぼすことから、車両メンテナンスは、予防保全体系がとられることが一般的である。ガーナ国においても、日常検査、週間検査、月次検査、オーバーホール等の検査区分・周期や責任個所は、(実際の規程は確認できなかったが) 規程等により定められ、予防保全が行われることとなっている。また、実際の検査・整備方法は、車両供給を輸入に頼るこのような国の常態である、サプライヤからのメンテナンスマニュアルに基づき実施することとなっている。



(出典：調査団)

写真 2.3.55 車両保守用マニュアル

しかし、これも経費不足により予防保全は実施されておらず、周期切れの車両やブレーキ制輪子等も未取り付けの車両が運行されるような状態である。故障等により走行不能となった段階で修繕を行う事後保全の状態になっているのが実態である。



(出典：調査団)

写真 2.3.56 規則に反する事例

以上、生産システムの基本要素である 4M の視点で分析してきたが、これらのすべての背後にあるものは、運営経費の絶対的不足と特にメンテナンスの未実施による事故頻発に起因する、さらなる運営経費の削減の悪循環である。また、軌道と車両の劣化は、相互に劣化を促進させるという悪循環も生じている。

ガーナ鉄道の安全運行の第一歩として、この 2 つの悪循環を断ち切る必要がある。

第3章 改善目標の設定

3.1. 実施機関との現状・問題点の認識の共有

前章における現地調査結果により、ガーナ鉄道の最大の問題点は、スペアパーツなどを購入するための維持管理予算の不足であることが判明した。それにより、十分な鉄道インフラのメンテナンスが実施できず、施設・車両の老朽化が進行し、多くの脱線事故を引き起こした結果、輸送量が低下している。

GRCLは、今なお多くの職員（約2,200人）を擁しており運賃収入（450万GHC、2011年）だけではその人件費（711万GHC）を賄いきれていない。毎年、政府から多額の支援（684万GHC）を受けているが、その多くは人件費に費やされており、その結果、維持管理に対する予算が十分に確保されないことにもつながっている。

施設・車両の老朽化だけでなく、労働問題も抱えていたため、マンガン輸送は最盛期（2003年～2006年）に年間120万tあったものが、2009年にはその1/20である年間6万5千tまで減少し、2011年5月にはボーキサイト輸送が運行を停止した。また、2005年には820億GHC¹（910万US\$）あった運賃収入は、2009年には170万GHC（120万US\$）まで落ち込んだ。しかし、2009年以降は、政府の仲介により労働問題が一定の解決をみたことや、インドからの援助で軌道の資材や貨車の調達が行なわれたことから、マンガン輸送は回復傾向にあり、2012年には64万t、運賃収入も330万ドルまで増加しつつある一方で、施設や車両の状態は十分に改善されておらず、10年前の輸送量の半分程度に留まっている。

施設を所有しているGRDA、運営維持管理を実施しているGRCLともに、維持管理予算の不足が原因で施設・車両の老朽化が進行していることを十分認識しており、中央政府（運輸省や財務省）に対し維持管理予算の確保を要請している。

この予算申請の内容は、資源輸送を主に担っている西線のうち、マンガン輸送を行っているTakoradi～Nsuta間の列車運行を安定させ、現在の輸送量年間64万tを約2倍の120万tに増加させることを目標としている。これは、ガーナ国鉄の財務状況改善やガーナ国の経済発展に影響を与えうるものであり、緊急性および重要性は非常に高いと捉えることができる。また、調査団はこの予算申請内容が、最低限のコストで効果の高い成果が期待できる内容であると判断した。

前述した状況を踏まえ、分野ごとの現状の分析結果およびそこから導き出された課題と改善方法案を以下に示す。

¹ 2007年にデノミネーションが行われ、新セディが導入された。2005年当時の為替レートは1US\$=9,020GHC。為替レートはOANDA (<http://www.oanda.com/lang/ja/currency/converter/>) を参照。

3.1.1. 組織体制

(1) 現状の分析と課題

1) 組織体制

2007年に制定された **Railway Act** では、ガーナの鉄道は **GRDA** がガーナ国における鉄道運営に必要な施設および資産を所有する機関であり、民間のオペレータが **GRDA** とリース契約を交わした上で鉄道運営を行うと定められている。**GRCL** は、**Railway Act** に従い、民間のオペレータが参画するまでの間にガーナの鉄道を維持・運営を担う公的組織と定められているため、**GRDA** と鉄道運営に係るライセンス契約を交わしておらず、非登録オペレータとなっている。また、**GRDA** と **GRCL** がライセンス契約をするとすると、**GRDA** には **GRCL** への管理責任が発生するが、体制の不十分な両組織間での契約は現状、困難な状態であると言える。

2) 維持管理に関する予算

2008年以前はマンガン輸送、ボーキサイト輸送が **GRCL** の総収入のうち70%以上を占めていたが、当時から人件費にかかる支出が多く見られ、維持管理に費やされた予算は総支出のわずか4~5%であった。政府からの支援を受けるようになった2009年以降もその傾向は変わらず、維持管理費の不足は慢性化し、スペアパーツの購入にも影響を与えている。

3) 維持管理に用いる資機材の購入手順

GRCL の自己予算が十分でないことから、1.2.7 機材調達および在庫管理状況に記述した機材調達法 (**Procurement Act**) は殆ど運用できない状況であり、実際に資機材を調達するにあたっては、政府機関からの承認が必要となっている。この承認過程は煩雑で、手続きは非常に複雑、かつ多くの時間を要する内容となっている。その結果、緊急的に必要な資機材だけでなく、日常的に必要なとされる各部門からの資機材購入要請が十分に通らず、必要な維持管理を実施することが困難な状況である。また、機材調達法 (**Procurement Act**) は、2003年に制定された法律であるが、2007年の通貨切り上げ後も改訂されておらず、**GRCL** が自己の決済で調達できる資機材の金額が5,000 **GHC** (約2,500 **US\$**) 以下のままであるなど、現状の通貨価値に即していないという問題もある。

4) 人員構成

2012年5月現在、**GRCL** は2,128人の社員を擁している。このうち45歳以上の社員が80%以上を占めており、高齢化が進んでいる。**GRCL** では複数案の社員の削減計画を検討しているが、様々な要因から将来的にどのような案を適用するか現段階では決まっていない。また、ここ10年以上、若手社員の採用が行われていない。今後、多くの経験がある社員が退職すると、世代間の技術継承や文書やデータが散逸する恐れがあるため、早急に対策を考える必要がある。

5) 職員のモチベーション

GRCL の職員は、維持管理費の不足や所有資機材の故障等により、必要な維持管理が実施できない状況下にある。一方で、土砂に埋もれた排水側溝の再掘削や線路内の草刈りなど資機材がなくても人力で行なえる作業はあるが、前述した資機材不足等の影響から職員のモチベーションは低く、これらの作業も積極的には実施されていないように見受けられる。職員のモチベーションを上げるためには、資機材不足を解消するだけでなく、労働環境（給与水準が他の業種に比べて低い、また給与が不払いの時がある）の向上も重要であると考えられる。

6) 文書管理システム

GRCL では、各部署に割り当てられているコンピュータの数が少なく、各種文書の統一された様式も所有していない。また、資料作成マニュアル等が整備されていないため、資料の作成者によって様式が異なり、必要な管理項目が記載されていないケースも見受けられる。

加えて、資料の管理体制が整っていないため、管理者や保管先が分からず、所在が不明となっている資料や図面も多い。

(2) 改善方法

1) 組織体制

GRDA が、GRCL または民間オペレータと鉄道運営に係るライセンス契約を交わし、運営機関や施設を管理するためには、組織体制の構築や職員の採用、規則の整備等を行い、体制を整える必要がある。これらについては、世界銀行の支援によって実施されている「GRDA 設立に関わる技術支援調査」を通して、十分な組織体制を構築した後、GRCL または民間オペレータとライセンス契約を結ぶことが望ましい。

2) 維持管理に関する予算

GRCL は日常的に必要な維持管理費を確保するために財務構造の改善を行う必要がある。緊急的な維持管理については、政府からの支援が必要であり、緊急的な維持管理費については、必要に応じて具体的な修繕計画案を策定し、GRDA および関係省庁と協議、申請することも重量である。

3) 維持管理に用いる資機材の購入手順

維持管理において必要な資機材を迅速に調達するためには、十分な維持管理費用を確保することが一番の解決策である。そのためには、収益構造の改善（マンガンやボーキサイト輸送以外の事業展開を検討する等）を始め、民間企業と連携した事業の実施などが挙げられる。

4) 文書管理システム

ガーナ国の鉄道運営を通じて培われたノウハウを移転するために、文書作成マニュアルおよび列車運行記録や検査記録、図面などの管理体制を構築する必要がある。まずは列車運行記録や検査記録、事故記録等の各種文書の様式を統一し、それぞれの担当者、管理責任者を明確にすべきである。GRCL 内における文章管理体制を根付かせるために、関係部署に対するトレーニングを実施し、記録の作成が継続して行なっていけるよう、体制の周知を図っていくことが重要である。

5) 職員のモチベーション

日常の簡単な維持管理作業が実施されていない理由として、維持管理作業マニュアルが整備されていないことが一つの原因であると思われる。担当者それぞれの役割、担当箇所、作業の時期・周期などを明確化した作業マニュアルを作成する必要がある。それに伴い、将来的には職員にインセンティブ（例えば報酬や表彰）を与えるなど工夫し、職員が維持管理業務に積極的に関わっていけるような態勢づくりを検討することが必要である。

3.1.2. 運転規則、運行

(1) 現状の分析と課題

1) 速度計

列車運行上の維持管理不足の要因として特筆しなければならないのは、運転士による速度計の破壊である。1993年にDE-CONSUL社が作成したレポートにも速度計の破壊について記述されている通り、運転士が途中で旅客を不正に乗車させるために記録機能が付いた速度計を故意に破壊するという行為が行われている。

現在、すべての機関車の速度計は壊れたまま修理されずに放置されている。まずは速度計の整備を進めること、そしてそのような不正が行われないよう対策を施さなければならない。



(出典：調査団)

写真 3.1.1 故障したままの速度計
(その1)



(出典：調査団)

写真 3.1.2 故障したままの速度計
(その2)

2) 積載量の管理

Awaso のポーキサイト荷積みサイトにはウエイトブリッジが設置されていたが、かなり以前から故障して使用不可となっている（写真 3.1.1 および写真 3.1.2）。Nsuta のマンガン荷積みサイトには積載量を計測する装置は設置されておらず、マンガン鉱石の荷積み・荷下ろし作業は荷主側が行っており GRCL は関与していない。（写真 3.1.5）載貨状態もバラつきがみられる（写真 3.1.6～3.1.8）ため、曲線通過時の車体傾斜に悪影響を与えており、脱線の危険性が増加する要因の一つとなっている。積載状態の管理についてマンガン会社に積載状態における条件を提示するか、もしくは GRCL 側の関与を承諾してもらうよう依頼するべきである。



（出典：調査団）

写真 3.1.3 ポーキサイトホッパー（Awaso）



（出典：調査団）

写真 3.1.4 ウエイトブリッジ跡（Awaso）



（出典：調査団）

写真 3.1.5 マンガン積載状況（Nsuta）
（その 1）



（出典：調査団）

写真 3.1.6 マンガン積載状況（Nsuta）
（その 2）



（出典：調査団）

写真 3.1.7 マンガン積載状況（その 3）



（出典：調査団）

写真 3.1.8 マンガン積載状況（その 4）

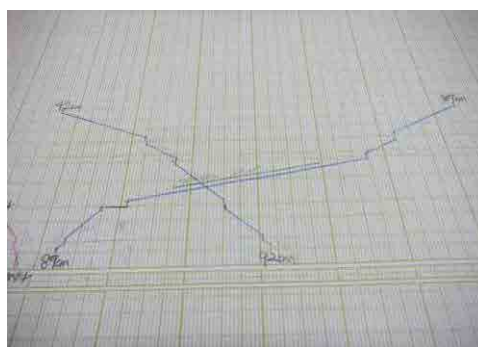
3) 空転

現地調査において、多くの箇所で見られる空転の痕跡が散見されていたが、マンガン鉱石列車添乗の際にも空転に遭遇した。軌道および機関車の整備状況が列悪なため、本来期待される粘着力が確保されず空転が多発している。このような空転による遅延回復のために運転士が許容速度を超過する恐れがある上、減速するためのブレーキ操作が増えることによるブレーキの不具合と相まって、車両に不規則な運動が生じ脱線の危険が増加する。機関車には砂箱が設置されているが殆どが破損しており、空転の際、運転士は砂の代わりに小石を並べて粘着を補っていた（写真 3.1.9）。このような行為は、軌道および車輪の劣化を進めてしまい、更なる粘着の低下を引き起こすという悪循環に陥っている。車両基地内には砂を乾燥させる装置が設置されているが故障しており、車両の砂箱と同様に修理されず放置されている（写真 3.1.14）。緊急的に空転防止の対策を推進させなければならない。



(出典：調査団)

写真 3.1.9 空転対策に小石を使用



(出典：調査団)

写真 3.1.10 ダイヤ上の空転記録



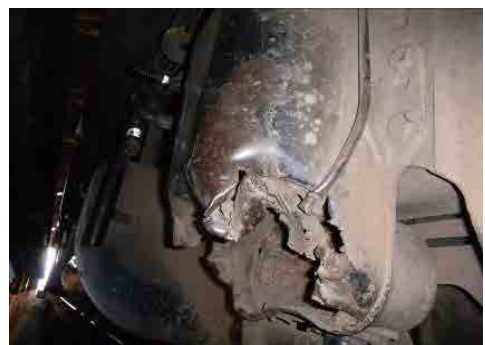
(出典：調査団)

写真 3.1.11 線路上に残された空転痕 (その1)



(出典：調査団)

写真 3.1.12 線路上に残された空転痕 (その2)



(出典：調査団)

写真 3.1.13 破損したままの機関車の砂箱



(出典：調査団)

写真 3.1.14 焼砂装置跡

4) 運転士の資質

GRCL から受領した事故記録によると、事故を頻繁に起こしている運転士が数名確認できた。不正乗車のための停車による遅延も脱線事故の遠因となっている。今後、国家による免許制度を導入することが望ましい。

5) 不十分な事故調査

軌道、車両の状態が劣悪なため、脱線理由も軌道および車両の不具合と簡単に処理されている。また、脱線事故が多発していることによる人材不足も相まって、十分な事故の原因調査は行われていない。その結果、事故事象の背景に調査が及ばず、真の事故対策が検討できない状況である。技術専門職の人員確保ならびに人材の育成を進める必要がある。また事故記録の管理をデータベース化する等の改善も必要である。

3.1.3. 路盤、橋りょう

(1) 現状の分析と課題

Takoradi～Dunkawa～Awaso の構造物は、建設後 60～100 年経過しており、十分な維持管理が実施されていないため、鋼製桁は経年劣化による錆や腐食が進み、主部材以外の部材の断面欠損がみられる。また、桁下空頭の低い一部の橋梁では、洪水時に主桁の下部が水に浸かった痕跡が見られた。

Manso 駅の北側にある橋梁は、起点側の橋台が洗掘され、倒壊したままになっている。旧橋梁の桁の下部を木枕木で盛り替え、レール桁で桁本体を補強する応急措置がとられているが、このような状態になって約 10 年近く経過しており、抜本的な措置がとられていない。そのため、この橋梁の前後の区間では 5mile/h (約 8km/h) の速度規制が設けられている。

線路側溝の大半、一部の横断水路は土砂が堆積して排水不良となっている。そのため、強い降雨等があると、周辺から水が線路内に流れ込み、線路が水浸しになってしまう。

(2) 改善方法

Manso 橋梁は、早急に抜本的な改修を実施する必要がある。他の橋梁や盛土・切土部は老朽化が進んでいるため、定期的に構造物を検査、点検し、必要に応じて補修を行なう必要がある。また、土砂が堆積している排水側溝、横断水路は、土砂を除去し、水の通りを改善させるべきである。

3.1.4. 軌道

(1) 現状の分析と課題

1) 枕木・締結装置

不良枕木の更替が十分に行なわれておらず、腐食した枕木が連続している箇所や脱線事故が原因で破断している枕木が多数見受けられる。枕木の不良率は7%以下にすべきという日本の基準に対して、対象区間における枕木不良率は6~45%であった。また、締結装置も、連続して緩んでいたり抜け落ちたりしている箇所が多数あり、対象区間における締結装置不良率は29~45%と幅が広く、均一的な線路の保守が行われていない。

2) 軌道変位

現状、軌道変位の変状は主に目視で行われており、変位の計測や記録は行われていない。また、ガーナ鉄道には軌道変位（水準・高低・通り・平面性）の保守基準値が設定されておらず、日本の基準値を参考に、軌道変位計測結果の検証を行った。その結果、緊急保守限度値を越える箇所が多く見受けられ、いつ脱線事故が起きてもおかしくない状況であると判断された。

3) その他

レールの空転傷、過大なレール遊間、過大なレール遊間に挿入された極短小レール、レール継ぎ目のボルトの緩み・脱落、噴泥など、列車の安全走行に影響を与える事象が多数見受けられる。

また、トロリーの整備状態が悪く故障が多いため、沿線の巡回や資機材・人員の輸送が困難であり、十分な維持管理作業ができない状況であった。

(2) 改善方法

脱線事故を誘発する1つの大きな要因は、軌道の保守管理基準が明確になっていないことである。保守基準値や検査周期などの保守管理基準値を設定し、保線検査を実施する体制を構築する必要がある。加えて、脱線が多発している箇所を中心に、本来の線形への復元、状態の悪いレールや枕木の更替、バラストの入換えなどの修繕作業を進めることも極めて重要である。

3.1.5. 車両

(1) 現状の分析と課題

前述のように、ガーナ鉄道における安全運行の実施に係る課題はメンテナンス費用不足により、長期間にわたり施設および車両ともに正常なメンテナンスが実施されていないことで

ある。メンテナンス費用不足により、事故や故障の頻発、そして運行停止が頻発した結果、輸送収入も減少し、さらなる費用削減、車両・施設の荒廃の悪循環に陥っている。

また、軌道関係の整備不良は、特に車両の車輪等の摩耗を促進し、車両の車輪の変状が一層の軌道状況の悪化を及ぼすなどの相互悪化の循環を生じている。現況を改善するためには、ガーナ鉄道関係者は、メンテナンスの重要性を認識し、軌道・車両の両面にわたり最低限のメンテナンスを実施し、この2つの悪循環を断ち切ることが必要である。

(2) 改善方法

収入源も不十分なガーナ鉄道においては、メンテナンスに対する十分な予算措置は期待できないので、現状を踏まえた効果的な戦略が必要である。

安定的な収入の確保、道路輸送に対する競争力、そして過度の支出とならないことなどを考慮し、現時点での唯一の収入源であるマンガンを維持すること、また重大事故防止に特化したメンテナンスを最優先することが、現実的で効果的な戦略である。

3.2. 安全性向上に向けた目標の設定と体制の強化

GRCL では、短期的（2013 年内）な目標として年間 120 万 t のマンガンの輸送を計画している。この目標は、施設・車両の状態が悪化する以前の 10 年前と同程度の水準であり、現実的に早期に実施可能な目標と思われる。

本調査では、これを目標として、必要な維持管理体制の強化のための施策を策定する。

以下に分野ごとの改善目標を示す。

3.2.1. 組織体制

(1) 改善目標の設定

組織体制の改善目標は、短期目標（2012～2013 年）および中期目標（2012～2015 年）に分ける。

1) 短期目標（2012～2013 年）

- マンガンの輸送力を増強するための政府による短期的な維持管理費の支援
- 運行記録、検査記録などの文書管理マニュアルの整備

2) 中期目標（2012～2015 年）

- GRDA の組織体制の構築（世界銀行の支援）
- GRCL の財務構造の改善による維持管理費の確保
- 政府による中期的な維持管理費の支援

3.2.2. 路盤、橋りょう

(1) 改善目標の設定

Takoradi～Nsuta 間の全ての構造物の現況を調査し、その健全度を判定する。健全度の判定にあたり、ガーナの鉄道の状況に適合した判定基準およびチェックリストを作成する。状態が悪く、速やかに補修が必要と判定された構造物に対しては直ちに補修を行なう。

Manso 橋は速やかに改修を行なうことが必要であるが、当面の措置として軌道や桁、橋台の変位や変状（ひび割れなど）の計測を定期的（週1回程度）に行ない、変位・変状の進行を観測する必要がある。急速な変位・変状の進行が認められた場合には列車の運行停止などの措置をとる。

3.2.3. 軌道

(1) 改善目標の設定

現在、運行を継続している Takoradi～Nsuta 間で緊急的な軌道補修工事が必要な箇所を選出し、レール、枕木の更換、バラストの入換えを実施する。GRCL の考える緊急的な軌道補修工事を実施すべき区間は以下の通り。

貨車	5編成	120両
		インドから調達貨車（空気ブレーキ）3編成分 70両
		従来からの所有貨車（真空ブレーキ）2編成分 50両

重点検査項目 空気ブレーキ、車輪のプロフィール/直径・車輪内面距離の管理

- ブレーキ装置は、速度超過等に起因する脱線、および停止不良による衝突事故の原因となる
- 車輪のプロフィールの悪化は、直接脱線の原因となるとともに、空転の原因や線路劣化の原因ともなる。
- 車輪の直径管理不良は、車輪の破損による脱線、線路の沈下等と競合し、連結器分離等の事故原因となる。
- 輪軸の車輪内面距離管理不良は、直接脱線の原因となるとともに、線路の軌間狂いと競合し、脱線の原因となる。

3.3. 日印合同ワークショップの開催

2012年9月27日に実施したワークショップにおいて、「3.1 実施機関との現状・問題点の認識の共有」、「3.2 安全性向上に向けた目標の設定と体制の強化」を各分野担当者から発表し、ガーナ国関係者間の関心を高め、現状と課題の認識を共有した上で改善目標の方向性を協議した。

また、インド国の鉄道技術者2名を講師として迎え、インド鉄道の施設や安全に関する考え方の説明やインドの鉄道技術者からみたガーナ鉄道に対するコメントを発表頂き、ガーナが当面目標とする鉄道技術レベルの理解に役立てた。

ワークショップ実施概要は以下の通りである。

3.3.1. 目的と内容

(1) 目的

1) 実施機関との現状・問題点の共有

第一次現地調査結果を踏まえ、今後の運行・維持管理方法を検討するにあたり、現在の鉄道施設・車両の現状と課題における認識を実施機関と共有するものである。

2) 安全性向上に向けた目標の設定と体制の強化

上記の問題意識を調査団、GRDA/GRCL間で共有することによって、ガーナ鉄道の現状を踏まえた現実的に到達可能な目標を設定するとともに、安全な鉄道運行を実現するために必要な維持管理体制を強化する方法について提言を行う。

(2) 内容

ワークショップでの発表内容の概要は以下の通りである。それぞれの分野における詳細な内容を記載した発表資料は Appendix-4 に掲載した。ワークショップでの発表内容の概要は以下の通り。

1) 西線 (Takoradi ~ Tarkwa ~ Dunkwa ~ Awaso) の現状と課題

軌道・構造物・車両・運行の現状・事故の記録・現状分析の現況、運行・維持管理体制（組織体制、予算、在庫管理、マニュアルの整備含む）の現状と課題の発表。

2) 安全向上に向けた目標の設定と体制の強化についての提言

日本やインドなどの諸外国とガーナにおける安全運行・維持管理体制（技術、財務、組織）の比較、現実的に到達可能な目標（事故発生件数を減らすための方策および数値目標など）の提言、GRDA、GRCL を含めた運行・維持管理体制（技術、財務、組織）の強化に係わる提言の発表。

3) インドの事例の紹介

インド国鉄で実施されている、軌道・構造物・車両の維持管理体制、安全計画およびその効果などの紹介。主な項目は以下の通りである。

- インド鉄道の概要
- 安全に関する組織体制と役割
- 安全性向上のための要素
- 車両（ディーゼル機関車、客車、貨車）の維持管理体制（予防保全）の考え方
- インド鉄道における安全対策（土木、軌道、信号、通信）
- 安全計画（2003-2013）とその成果

インドもかつては事故が多発していたが、積極的な維持管理計画や安全計画の立案のより事故発生率は大幅に低下している。このことからにより、ガーナにおいても鉄道の安全運行を行うためには、政府を含めて関係機関が積極的な行動を起こすことが必要であることが明らかである。

3.3.2. 出席者

ワークショップの出席者は以下の通りである。

- GRDA、MoT、MoFEP のガーナ鉄道プロジェクト関係省庁・機関
- GRCL のチーフエンジニアクラス以上
- 関係プロジェクトの実施機関およびコンサルタント：World Bank、Team Engineering
- Ghana Bauxite Compnay、Ghana Manganese Company

出席者リストを Appendix-3 に示す。

3.3.3. ワークショップスケジュール

1) 日程

2012年9月27日(木)

2) 開催場所

アクラ (JICA ガーナ事務所内会議室)

3) 講演内容

日		2012年9月27日	
AM	9	●9:00-9:05 開催の挨拶: JICA ガーナ事務所(稲村所長)	
		●9:05-9:10 開催の挨拶: GRDA (Managing Director Mr.Opoku)	
		●9:10-9:20 本調査の概要: JICA STUDY TEAM 中村団長	
		●9:20-9:50 鉄道運営、組織: JICA STUDY TEAM 菊入副団長	
	10	●9:50-10:20 運行、運転、保安設備: JICA STUDY TEAM 菊地	
		●10:20-10:50 休憩	
		●10:50-11:20 軌道: JICA STUDY TEAM 宮本	
	11	●11:20-11:50 路盤、橋りょう: JICA STUDY TEAM 大川	
		●11:50-12:20 車両: JICA STUDY TEAM 大澤、川崎	
	12	●12:20-13:20 昼食	
	PM	13	●13:20-13:30 ご挨拶: JICA インド事務所(大川調査役)
			●13:30-15:00 Introduction of Indian railway system on safety operation RITES General Manager Mr.Jah RITES Group General Manager Mr.Kumar
14			
15		●15:00-15:30 Q&A	
		●15:30-15:40 閉会の挨拶: JICA本部(今井調査役)	
16	●15:40- 関係者会議		
場所	JICAガーナ事務所(アクラ)		

(出典: 調査団)

3.3.4. ワークショップにおける質疑応答

ワークショップの際に行われた質疑応答については Appendix-3 に掲載した。

3.3.5. ステークホルダー会議

ワークショップ終了後に、ガーナ国関係者である GRDA、GRCL、MoT、MoFEP、JICA、JICA 調査団によってステークホルダー会議が開かれた。会議の議事録を Appendix-3 に掲載した。



(出典：JICA ガーナ事務所)

写真 3.3.1 ワークショップの様子 (その1)



(出典：JICA ガーナ事務所)

写真 3.3.2 ワークショップの様子 (その2)



(出典：JICA ガーナ事務所)

写真 3.3.3 ワークショップの様子 (その3)



(出典：JICA ガーナ事務所)

写真 3.3.4 ワークショップの様子 (その4)

第4章 喫緊の課題への対策に基づいた訓練実施

4.1. 修繕計画案のレビュー

前述した現地 WS 実施の後、GRCL は軌道の保線および車両の維持管理に必要な修繕計画案を策定した。以下に GRCL が作成した修繕計画案の内容およびレビュー結果について述べる。また、調査団のレビュー後、GRDA に提出された修繕計画を Appendix-5 に掲載した。

4.1.1. 軌道

(1) 修繕計画案の内容

1) 目標

修繕計画案では、2013 年にマンガン輸送量を 1,200 千トンに増加することを目標とし、GRCL が実施すべき行動計画を策定したものとなっている。

2) 必要資機材

緊急性の高い 6 箇所の軌道整備と Manso 橋梁の洗掘防止のために、以下を必要資機材としてあげている。

表 4.1.1 修繕計画案に計上された必要資機材

番号	資機材名	数量
1	木マクラギ	10,000 本
2	ショベル	20 丁
3	バックホーのリース	10 日間
4	8" ~10" の栗石	60 m ³
5	3 台の Gang Trolley の修繕	3 台
6	Accra から Ketan 踏切地点(80A type rail)までのレール輸送	40 本
7	軌道補修用道具	1 式
8	分岐器・橋マクラギ用に加工する丸太	200 m ³

(出典：調査団)

3) 改善方法

緊急性の高い Angu~Kojokrom 間 (ML8-11) に加えその他 5 箇所についても軌道修繕 (具体的には、曲線整備、不良マクラギ交換、レール交換、バラスト補充および突き固めと通り直し作業、締結装置の補充と締め直し、レール遊間整正) の実施が定められている。

Manso 橋梁については洗掘防止のため、栗石や蛇かごの設置が定められている。

4) 必要経費

2) の資機材を調達するため以下に示す資機材、計 412,280.00GHc が必要経費としている。

表 4.1.2 必要経費（修繕計画案）

S/N	ITEM	QUANTITY	UNIT COST GHc	TOTAL COST GHc
1.	Wooden Sleepers	10,000 Nos.	16.00	160,000.00
2.	Shovel	20 Nos.	8.00	160.00
3.	Back Hoe Equipment	10 Days	1,000.00 (US\$500.00)	10,000.00 (US\$5,000.00)
4.	8" – 10" Boulders	60m ³	27.00	1,620.00
	Transport for 15m ³ /Trip	4 Trips	500.00	2,000.00
5.	Repair and Maintenance of Gang Trolleys Nos.1, 3 & 6	3 Nos.	4,500.00	13,500.00
6.	Transportation of Rails from Accra to Ketan Level Crossing (40 Nos. 80A)	2 Trips	-	5,000.00
7.	Track Tools	Various	-	200,000.00
8.	Round logs for Sawmill for Crossing and Bridge Timbers	200m ³	150.00	30,000.00
TOTAL				412,280.00

(出典：GRCL)

(2) 修繕計画案のレビュー

喫緊の整備計画として作成された GRCL の修繕計画案 は特定 7 区間の修繕計画のみを対象としている。しかし、実際にはこの特定区間に限らず全区間で線路状態が劣悪で修繕が必要な状態である。線路は均一な状態を保つことが非常に重要であることから、この修繕計画案の特定区間に限定して修繕を実施しても、現在頻発する脱線が減少するとは言いがたい。そこで、次に示す修繕計画を修繕計画案と並行して実行することを調査団として提言する。

1) 目標

対象区間を極力均一な状態に整備することが目標となる。このため、まず Takoradi～Nsuta における線路変位の測定と不良マクラギ・締結装置の検査を行う。

- 軌道変位：暫定的に軌道整備基準を設定し、基準値を超える箇所を緊急的に整備する。
- 不良マクラギ・締結装置：マクラギ・締結装置が 3 箇所以上連続しないよう整備する。

2) 必要資機材および改善方法

a) 軌道変位測定及び不良マクラギ・締結装置の材料検査の実施

- 当面は、現在マンガン列車を運行している Takoradi～Nsuta 区間を重点的に検査する。その他の区間は今後予算の確保状況や Takoradi～Nsuta 間の状況を見ながら検討する。
- この区間の軌道変位測定は、現在の担当職員で 4 パーティのグループを組織¹し、作業を分担して実施する。
- 不良材料検査及び軌道変位を判定するために、判定基準をあらかじめ設定する。(当面は調査団が提案した判定基準で行い、経験に基づき今後修正する)
- 軌間と水準の測定は、JICA が GRCL 社員研修のために調達した 4 組の測定器を使用する。高低・通り変位の測定は、社員研修のために GRCL で作成した測定ブロックを使用し 10m の糸張り式で測定する (トレーニング用として 5 組作成済み)。
- この方法で実施すればマクラギ・締結装置の不良判定や軌道変位の状態把握は予算措置をしなくても実施することが可能である。
- 測定効率は 250m/日・グループと想定すると、Takoradi～Nsuta 間 70km では $70,000 \div (250/\text{日} \times 4 \text{ グループ}) = 70$ 日、即ち 3 か月以内に Takoradi～Nsuta 間の測定が終了できる。
- 代替案として日本の各 JR で使用されているトラックマスター²を購入すれば 1 週間で測定は終了できる。予算事情が許されるならば、トラックマスターを使用し、定期的 (少なくとも 2 回/年) に線路変位を測定すべきである。

b) a) の不良材料検査結果、及び軌道変位測定結果の分析と優先順位を付けた修繕計画の作成

- 不良マクラギ、不良締結装置の一覧図を作成し現況を把握する。当面の対応策として不良マクラギ・不良締結装置が連続して 3 箇所ある場合には 1 箇所を交換し、5 箇所連続している場合には 2 箇所を交換する。即ち 3 箇所以上不良マクラギ、不良締結装置が連続しないよう、交換する箇所の一覧表を作成する。
- 軌道変位の分析においては、緊急に軌道整備を実施しなければならない箇所を特定するため、緊急整備限度値を決定する必要がある。このため、当面は日本で採用している緊急軌道整備限度値を準用すべきである。今後、GRCL が多くの経験を積んだ後、経験を踏まえて限度値を修正することが望ましい。

¹ 測定器が 4 セットしかないため。不良材料検査用のハンマーはトレーニング用として 4 個を準備済み。

² 社員 1 人の手で押して歩いて軌道変位測定ができ、10 km/日は測定可能である。日本での価格は約 2,800 千円。

- 軌道狂い変位はグラフ化して緊急整備限度値を超過している箇所を一目でわかるようにする。また、優先順位は Twist の軌道変位が大きい箇所を重点的に、かつ高低、通りの軌道変位が大きい箇所から補修作業実施を決定する。
- この結果を主任技師に報告し承認を得る。

c) 優先順位を付けた補修作業計画に従って作業を実施する

- 現在使用していない駅構内側線のマクラギで使用に耐えるマクラギを選び、本線の不良マクラギ交換に使用する（木マクラギについては予算事情が非常に厳しいため）。
- 不良締結装置についても木マクラギの交換と同様に 3 箇所以上不良締結装置が連続しないよう作業を実施する。
- 現在多くの箇所で使用されているシャンクタイプのバネ釘の代わりに犬釘を使用することを提案する。（バラスト道床が弾性の性質を持っているため、列車の車輪通過時に車輪乗載箇所は沈下するがその隣接両側箇所は軌道が浮き上がるアップリフト力が加わる。
- このため、シャンクタイプのバネ釘はレールベースから上にぬき上がりレールを締結しなくなる。この現象は現場で確認されている。また日本でもバネ釘は使用されていない）
- 優先順位の高い軌道補修作業を実施し、作業後には軌道変位測定を行う。その結果を主任技師に報告する。

3) 必要経費

2) で述べた軌道補修作業をタイタンパーで実施すると能率が上がるが、発電機など多くの予算処置をしなければならない³。予算措置が難しければ能率は落ちるがバール、ハンマー、ビーターで実施することが可能である。

4) まとめ

ガーナ鉄道では「予算がないから何もできない」という思い込みが蔓延している。しかし、上述した通り予算がなくともある程度の軌道保守は可能である。厳しい状況でも安全安定輸送の確保に努めることが求められる。

4.1.2. 車両

(1) 修繕計画案の内容

1) 目標

GRCL の貨物輸送は、現在 Nsuta～Takoradi 港間、約 60km のマンガン鉱石輸送が唯一かろうじて維持されている。軌道や車両状態の悪化により頻発する事故や、車両の不足によ

³ 発電機 1 台とタイタンパー 4 台を 1 セットとして日本価格で約 1,000 千円

り、2012年では637,000トンにとどまった輸送量を、2013年には1,200,000トンとすることを目標としている。

2) 必要車両数

上記目標を達成するため、下記の車両数を使用可能な状態に維持することが必要である。

機関車 9 両	1671 シリーズ (自動空気ブレーキ付き) 4 両
	1651/1661 シリーズ (真空ブレーキ) 3 両
	1671/1651 シリーズ 各 1 両 (予備および入れ替え用) 計 2 両
貨車 5 編成	120 両
	インドから調達貨車 (自動空気ブレーキ) 3 編成分 70 両
	従来からの所有貨車 (真空ブレーキ) 2 編成分 50 両

3) 改善方法

目標を達成するためには下記の通り修繕を行い、必要車両数を確保する。

- 機関車用修繕部品を購入し、修繕を行う。
- インドから調達した貨車については修繕部品が十分あるため、適宜修繕を行う。
- 従来からの所有貨車について修繕部品を購入し修繕を行う。

4) 必要経費

表 4.1.3 必要経費 (修繕計画案)

(レート : USD 1= GH¢ 2)

項目		経費	
		GH¢	USD
機関車	Short Term (1 year)	1,662,643	831,321
	Medium Term (2-3 years)	615,997	307,998
	Long Term (3 years)	866,840	433,420
	小計	3,145,480	1,572,740
貨車		1,100,042	550,021
計		4,245,523	2,122,761

(出典 : GRCL)

(2) 修繕計画案のレビュー

1) 目標

本修繕計画案が定める 1,200,000 トンという目標輸送量は、2003 年～2006 年におけるマンガン輸送の実績に近い数字であり、到達可能な目標であると考えられる。

2) 必要車両数

本修繕計画案において、目標輸送量を達成するためには、貨車 5 編成が必要であるとし、その根拠として、運用日数：284 日/年、平均積載重量：30t/両、編成貨車両数：23 両/編成が記載されている。この条件で目標輸送量を達成するためには、6.12 往復/日の列車本数が必要となる。一方、列車の往復に必要な日数は 0.8 日とされている。このため 5 編成あれば 6.25 往復/日が可能であり、5 編成という編成数は妥当であるといえる。

現地調査で確認した際も、順調に運行した日のマンガン輸送列車の本数は 1 日 13 本（6.5 往復）であったことから、5 編成という編成数は妥当な設定と考える。

一方、必要車両数確保の実現可能性を評価すると、必要両数から 2 両不足している（機関車は使用可能な機関車は 9 両。ただし、このうち 1 両はアクラ近郊で使用しており、もう 1 両は工場内の入換専用である）。

しかし、修繕計画案に従い修繕を行えば必要車両数の確保は可能であると思われる。貨車についても、インドから調達した貨車を活用することにより、必要車両数の確保は可能であると考えられる。

3) 改善方法

本修繕計画案に添付されているリストでは詳細が不明なものもあるが、調達が必要とされる部品は消耗品がほとんどであり、安定した運行を実現するため必要不可欠なものが選定されている。また数量についても妥当であると思われる。

ただし、この部品リストには現地で不足している潤滑油等の油脂類や、溶接等の作業に必要なガス類等が含まれていない。実際に修繕作業を行うには別途調達が必要である。これらの部品及び油脂類、ガス類が調達できれば、GRCL 自ら修繕する能力は十分持っていると考えられる。

4) 必要経費

本修繕計画案の車両経費算出においては、GRCL が実際に取得した見積書をベースとしている。機関車の部品調達経費を、Short Term、Midium Term、Long Term の 3 種類に分類しているが、具体的にどの物品がそれぞれ分類されているかは確認できていない。

機関車の部品調達経費は、1 両あたり約 175,000USD と試算されている。これは日本の全般検査における部品代とほぼ同等の金額であり、現在の GRCL の機関車の整備状態を勘案すると妥当である。貨車については 1 両あたり約 11,000USD であり、これも妥当である。

5) まとめ

厳しい状況にあるガーナの鉄道であるが、現在マンガン輸送が唯一かろうじて継続の可能性を残している。本修繕計画案の車両に関する内容は、路線維持に必要な最低限のものと理解できる。また、実際に修繕作業を行うには油脂類やガス類の調達が必要である。

ただしこれらの部品類を調達するだけでなく「清掃」、「注油（オイル&グリース）」、「緩んだボルトの増し締め」、「消耗品の取り換え」等の日常の車両整備を適切に実施することが、安定運行継続のために極めて重要である。

従って、本修繕計画案による一過性の予算確保だけではなく、毎年必要な予算を確保し、定められた周期での予防的メンテナンスを確実に実行することが不可欠である。さもなくば、各国の支援等で導入した新車が短期間で使用不能となる、というこれまでの歴史を今後も繰り返すこととなる。

4.2. 現業機関への訓練実施

現地ワークショップにて関係者全員で確認した現状と課題、それらを改善するために設定された目標に基づき 2014 年 3 月に現業期間への研修を実施した。研修内容を策定する際には、4.1 修繕計画案のレビュー結果を参考にした他、2014 年 1 月末における GRDA、GRCL との協議で確認された要望を参考に策定した。

4.2.1. 組織体制

(1) 目的と概要

「組織体制」の研修は、GRDA、GRCL および MOT を対象に、鉄道の民営化および非鉄道事業の事例紹介を行った。

ガーナ鉄道は、2008 年に上下分離が導入され、インフラ保有、鉄道プロジェクトの計画・実施を行う GRDA が発足した。一方で、運行維持管理を実施する民間企業を入札したが応札企業は出てこなかった。このため、列車の運行維持管理は暫定的に従来の組織（GRCL）が継続している。従って、まだ本当の意味での民営化には至っていない状況である。

このような状況を考慮して、本研修では日本の事例紹介を行った。具体的にはガーナ鉄道の今後の発展に参考となるよう「鉄道の民営化」「非鉄道事業」「沿線開発」についてセミナーを実施した。

1) 鉄道の民営化

かつて日本の国鉄は過剰な要員と膨大な債務、また事故の多発、利用者へのサービスの低下など多くの問題を抱えていたが、この状況は現在のガーナ鉄道と同じような状況であった。

研修では、日本の国鉄及び他国の鉄道がどのような問題を抱え、そして分割・民営化へ至ったのか、分割・民営化後の経営状況などの事例を紹介し、ガーナ鉄道の今後の組織改革について意見交換を行った。国により民営化のスキームが異なるものの、この事例紹介および議論は、ガーナ鉄道の今後の組織改革の参考になるものである。

2) 非鉄道事業

ガーナ鉄道は、現在運賃収入のほとんどをマンガン輸送に依存している。その収入だけでは、人件費や列車の運行費、維持管理費を到底賄えるものではなく、現在は政府からの補助金を得て運行を継続している状態である。

日本の具体的な事例を紹介しながら、非鉄道事業（旅客・貨物輸送以外の事業）の必要性および事業内容などを説明し、ガーナ鉄道の財務改善策として非鉄道事業の可能性を議論した。

3) 沿線開発

鉄道事業収入をより効率的に増加させるためには沿線開発を行い、鉄道利用者の増加を図ることも必要不可欠である。日本における鉄道整備と一体的に行われた沿線開発の事例や、

鉄道建設に伴う沿線開発に関する施策事例を紹介した。また、ガーナ鉄道への適用性を議論し、今後のガーナの都市鉄道整備に関する提言を行った。

(2) 参加者

本研修への参加者は以下の 11 名である。

	NAME	POSITION
1	ALEX N. BOATENG	TRAFFIC CONTROL (GRCL)
2	ALEX K. LAMPTEY	AREA MECH./ELEC.ENG (GRCL)
3	ARTHUR-MENDS ANTHONY	ASST.TRAFFIC MANAGER (GRCL)
4	IBRAHM NII-DJANIE KOTEY	SGNAL&TELECOMS ENG. (GRCL)
5	A.A.SADIQUE	CHIEF EXECUTIVE (GRDA)
6	KOBINA GRANT BINEY	P.A.M. (GRCL)
7	LORD L.QUANSAH	DIRECTOR (R&A) (GRDA)
8	FRANCIS E.QUAGRAINE	AREA MANAGER, ACCRA (GRCL)
9	A.A.PREMPEH	MOT
10	EMMANUEL KWASHIE HULEPOUTI	GRCL
11	WILLIAMS K.AGYEMANG	SENIOR I.T OFFICER (GRDA)

(3) 訓練実施スケジュール

当初、アクラで 3 回、タコラディで 2 回の開催を予定していたが、出席者の都合でアクラ、タコラディ各 1 回実施した。

- ▶ 2014 年 3 月 14 日 (金) 9:00~10:30 タコラディ (GRCL ボードルーム)
- ▶ 2014 年 3 月 19 日 (水) 10:00~11:30 アクラ (GRDA 会議室)

(4) 訓練実施内容

講義内容を以下に示す。

1. 鉄道の民営化 (Privatization of Railway)

- ▶ 鉄道民営化の概要 (目的、メリット/デメリット、民営化が実施された国、スキームなど)
- ▶ 日本の鉄道民営化の事例 (国鉄改革前の状況、改革の基本方針、改革の成果など)

2. 非鉄道事業 (Non-Railway Business)

- ▶ 非鉄道事業の目的、事業の種類、非鉄道事業の収入の割合など
- ▶ JR 東日本の事例 (非鉄道事業を拡大していった経緯、エキナカビジネス、ネット通販)
- ▶ 非鉄道事業実施に際する問題点

3. 沿線開発 (Development along Railway)

- ▶ 沿線開発の事例紹介 (阪急電鉄)
- ▶ 沿線開発施策の事例紹介 (つくばエクスプレス)

4. ガーナ鉄道における非鉄道事業の可能性 (Possibility of Non-Railway Business of Ghana Railway)

- ガーナ鉄道における非鉄道事業の可能性の例（用地・人材の有効活用）



(出典：調査団)

写真 4.2.1 GRCL ボードルームでの講義

(5) 訓練実施結果

内容的には列車の安全運行とは直接関係がなく、またガーナ側が速やかに実施できるものではないが、GRCL からの出席者を含め経営改善に対する関心も高いことが伺えた。

今回の研修では、ガーナ側（GRDA）の要望もあり、日本の事例紹介が中心となったが、出席者の関心が非常に高いため、今後はより踏み込んだ研修（例えば、ガーナで実施可能な非鉄道事業や沿線開発をグループ討議で議論する、または日本で視察を行う等）を実施することが考えられる。

ガーナ鉄道が直面している民営化プロセスについては特に多くの質問が寄せられ、組織改革の必要性を強く認識していることが確認された。補助金のあり方や施策、法制度整備等にも関心を持ち、ガーナ鉄道の組織体制の現状をどのように改善すればよいのかを考えるきっかけとなったようである。

(6) 今後の課題と提言

GRCL は政府からの補助金を除くと、ほぼマンガン輸送からの収入に依存している。収益構造は脆弱であるため、早急に改善措置を取る必要がある。収益構造を改善する方策として、信頼性が高く、効率的な鉄道輸送システムの確立、民営化の促進、非鉄道事業の展開、沿線開発があげられる。

1) 信頼性が高く、効率的な鉄道輸送システムの確立のための課題と提言

現在の鉄道貨物輸送は、脱線や車両故障などのため安定的な輸送ができておらず、需要に見合った十分な輸送力があるとは言い難い。また、営業していない路線にも盗難防止等のた

め駅員を常駐させている等、非効率な運営状況にあると言える。民営化により抜本的に改革することも一案だが、その前に、適正な政府予算(補助金)を鉄道整備に確実に割り当て、鉄道貨物の安定的な輸送を行うことにより収益を増加させ、かつ、将来計画を見据えて不要な人員の削減を勇気を持って実行し、健全な経営体質に変革することが望まれる。

2) 鉄道の民営化における課題と提言

GRDA は発足直後の職員数はわずかに 5 人であったが、その後、少しずつ人員を増加させてきている。また、組織の体制・役割に関する調査も並行して進められており、数年後には鉄道事業の規制組織（レギュレータ）として機能するものと期待されている。

一方、GRCL では、2014 年 3 月に MOT 主導による職員の実態調査が行われ、こちらも本格的に組織体制の見直しが始まるものと思われる。

このように組織の立て直しは徐々に進められているものの、鉄道施設が老朽化したままでは民間企業の参画は難しく、民営化を果たすことはできない。民営化の実現には鉄道施設のリハビリによる輸送力増強が急務である。

輸送力増強に伴う民営化が GRCL への補助金削減につながり、経営改善の結果鉄道側からの税収増の可能性あることを政府が理解し、積極的な投資（土木施設、車両のリハビリ）を行うことが重要である。

また、民間企業が参画する分野は列車の運行・維持管理全般に限定する必要はない。まずは既存の組織体制に影響を与えない分野（特に非鉄道事業）への参画を促すよう、環境を整えるべきである。

3) 非鉄道事業における課題と提言

ガーナ鉄道が非鉄道事業を実施する上で、最大の課題は鉄道利用者（旅客）が極めて少ないことである。遊休地を活用した不動産事業を別とすれば、非鉄道事業は本来、鉄道沿線住民が鉄道を利用し、出発地・目的地の駅構内や駅周辺の施設を利用することにより、事業の収益が増加する仕組みである。利用者がいないことには、どのような事業を展開しても収益があがらないことになる。

また、別の問題として、非鉄道事業を始める際の資金の準備がある。現在の GRCL は収入のほとんどがマンガン輸送によるもので、その収入では通常の列車運行に関わる費用すら賄っていない。従って、新規事業に充当する資金の確保は極めて困難な状況である。

政府が非鉄道事業を始めるための資金を準備するのも 1 つの施策ではあるが、まずは GRCL、GRDA 内部において小額資金で始められる事業アイデアを出し合い、少しでも収益があがる方策を検討すべきである。アクラ駅付近はマーケットもあり、人が集まる好立地であるため、官民連携方式（PPP: Public-Private Partnership）での開発の可能性も検討すべきであろう。

研修でも紹介したが、日本の JR 東日本が最初はわずかだった非鉄道事業を発展させていった事例はガーナ鉄道にとって大きな参考となる。

4) 沿線開発における課題と提言

前述の通り、非鉄道事業の収入を効果的にあげるためには、鉄道利用者を増加させることが必要である。Tema 線は昨年住宅地までの延伸が完了し、アクラへの通勤線としての整備が実施されている。また、現在、Takoradi～Kojokrom～Secondi の改良工事が進められ、貨物とともに旅客輸送も計画されている。これらの鉄道整備と同時に沿線開発（住宅地や商業施設）を行い、利用者の増加を図っていくことが望ましい。

沿線開発は、鉄道事業者側だけでは実施できないため、まずは政府や地元自治体と連携しながら駅周辺開発を進める必要がある。需要喚起策として、住宅地だけでなく、ショッピングモール、工場、学校、病院、エンターテインメント施設など多くの人が集まる施設を沿線に誘致することが考えられる。開発には民間資金も必要であるが、開発への参画によって利益の一部を受取ることができるスキーム（開発権の付与）を適用することで、資金は集まりやすくなる。

また、使われてない用地を民間企業へ貸し出し、施設の建設・運営管理を依頼すれば、鉄道事業者側の資金がなくても沿線開発を行うことが可能である。

沿線開発と合わせて鉄道側も列車の運転本数を増やし、利用者の利便性を向上させる必要がある。鉄道側で車両の新造コストを負担するのは容易ではないため、開発利益を受ける（開発者）側にも一部、負担させる受益者負担制度を導入するという方法もある。

沿線開発には用地取得や住民移転の問題も発生する。より効果的な実施には、研修でも紹介した通り、鉄道整備と沿線開発を一体に行うための法律あるいは規則の整備も必要となる。

4.2.2. 運転規則、運行

(1) 目的と概要

プロジェクト活動の総括として、現地の鉄道関係職員を対象とした「安全運行」セミナーを開催した。日本の鉄道事業者の安全・安定輸送への取組と紹介することで、安全への啓もうを行うことを目的とした。

(2) 参加者

本研修への参加者は以下の 22 名である。

	NAME	POSITION
1	ALEX N. BOATENG	TRAFFIC CONTROL (GRCL)
2	STEPHEN NIMOH	SENIOR MAINLINE DRIVER (GRCL)
3	YAW TECHIE BOATENG	TRAFFIC INSPECTOR (SAFETY) (GRCL)
4	ARTHUR-MENDS ANTHONY	ASST.TRAFFIC MANAGER (GRCL)
5	IBRAHM NII-DJANIE KOTHEY	SGNAL&TELECOMS ENG. (GRCL)
6	ALEX K. LAMPTEY	AREA MECH./ELEC.ENG (GRCL)
7	FREDERICK K. MENSAH	CHIEF WORKSHOP SUPERVISOR (GRCL)
8	EMMANUEL ARYEH	YARD MASTER (GRCL)
9	ANTHONY KEVIN YANFUL	WORKSHOP SUPERVISOR (GRCL)
10	SAMUEL APPIAH	CHIEF WORKSHOP SUPERVISOR (GRCL)
11	J.W.YANKSON	TRAFFIC INSPECTOR (GRCL)
12	ALBERT BONKU	LOCOMOTIVE DRIVER (GRCL)
13	T.K.DZEBU	SUPERVISOR (GRCL)
14	SOLOMON SACKEY	SIGNAL TECHNICIAN (GRCL)
15	JOHN CECIL MENSAH	SUPERVISOR (GRCL)
16	BENJAMIN B. MENSAH	SUPERVISOR (GRCL)
17	S'HAIK IDDRISU	SUPERVISOR (GRCL)
18	MOHAMMED ALI FUSEINI	STATION MANAGER (GRCL)
19	QUANSAH REYNOLDS	STATION MANAGER (GRCL)
20	THEOPHILUS TETTEH	LOCOMOTIVE DRIVER (GRCL)
21	WILLIAMS K.AGYEMANG	SENIOR I.T. OFFICER (GRCL)
22	LORD L.QUANSAH	DIRECTOR (R&A) (GRDA)

(3) 訓練実施スケジュール

訓練実施のスケジュール、開催地、出席者数は、表 4.2.1 の通りである。

表 4.2.1 講義のスケジュールと出席者人数

開催日：時刻	場 所	出席者数
3月20日 10:00-12:00	アクラ GRDA 会議室	12名
3月21日 10:00-12:00		11名
3月25日 9:00-12:00	タコラディ GRCL ボード・ルーム	14名
3月26日 9:00-12:00		17名
3月27日 9:00-12:00		4名

(出典：調査団)

(4) 訓練実施内容

主な講義内容は次の3点であった。使用した研修資料は「Appendix-5 訓練用説明資料」に添付した。

- 日本の鉄道関係の法律と政府、事業者、メーカーの関係
- 日本の動力乗務員免許の取得に係る教育
- 事故の分析 (Excel を使った、簡易なデータベース作り方)

(5) 訓練実施結果

講義では、「過去の事故から学び、同じことを繰り返さない」ことを説いたが、参加者はそれぞれで心に留めるよう何度も繰り返し反復していた。同様の講義は、日本の他他国でも行ってきたが、ここまでの反応を示したのは前例がない。

以下に研修受講者から受けた代表的な質問を挙げる。

質問) 乗務員の資格を受けながら適正試験等で不合格となった者の処遇は？

回答) 採用は鉄道会社の社員として採用しており、乗務員になることを前提としている訳ではない。従って、その職員の能力を生かせる他の職場へ配置している。

質問) 現在のガーナ鉄道をみて民営化をどう思うか？

回答) 線路設備や車両など経営資源の老朽化が著しいので、民営化以前の問題が多い。政府支援を得てしっかりとした経営基盤の確立を行うために、事業者側の努力も必要である。



(出典：調査団)

写真 4.2.2 アクラでの講義 (1)



(出典：調査団)

写真 4.2.3 アクラでの講義 (2)



(出典：調査団)

写真 4.2.4 タコラディでの講義と PC の実習 (1)



(出典：調査団)

写真 4.2.5 タコラディでの講義と PC の実習 (2)

(6) 今後の課題と提言

1) 事故関連の記録における今後の課題と提言

現在各部局が管理している事故記録を、Excel で一元的に集約して管理する方法を紹介した。本格的なデータベース・ツールを導入することなしに、現在できることを紹介したものである。担当職員には身近なものから改革に取り組み始めることを期待したい。

現在、GRCL の事故関係記録は全て書類のみで保管されており、劣化で記述が判読不可であったり、重大事故の記録が散逸したりと危機的状況にある。事故は西線の弱点を露わにしており、西線リハビリ後、列車の安全運行維持の為に事故記録の保護・継承は必須かつ緊急事項である。事故を風化させない取組みが定着することを期待する。

2) 運転士の制度における今後の課題と提言

運転士の資質の維持や仕事に誇りを持たせるためにも、免許資格制度(及び3年毎の更新)の導入も検討すべきである。特定の運転士に事故が集中している傾向もあり、公的制度による監視が望ましい。職場規律の意識を高めるためには、就業規則といった制度の確立も大切であるが、職員への制服の着用を義務付けることも重要である。保線作業の実習で保護具を支給したところ研修受講者の意欲が高まったことからしても、導入する効果が高いと推測される。

その改善の一案として、モデル線区を指定することを提案する。モチベーションの高い優秀な職員を配置し、改善の理想線区として位置付け、その様子をマスコミと連携して情報発信し、世論の理解を得るとともに GRCL の改革イメージを定着させる。次に、その職員を他の地域に配置することで改善の拡大を行う。モデル線区として、地上設備も一部が新しいテーマ線が最適である。

3) 踏切事故の防止と敷地内への立ち入り対策における今後の課題と提言

次に、踏切事故防止や鉄道敷地内への一般人の立ち入りに対しては早急な対策を提案する。今後、列車本数を増大し運転速度を向上するには、上記2点の改善は必須である。鉄道事業者側の取組だけでは限界があるので、警察や道路管理者はもちろん、教育関係の政府機関と連携した取組みが必要となる。



(出典：調査団)

写真 4.2.6 テマ線の踏切とアクラ駅付近の線路内市場①



(出典：調査団)

写真 4.2.7 テマ線の踏切とアクラ駅付近の線路内市場②

4) 再生プログラムに関する提言

受講態度は極めて良好で一つでも多くのことを吸収しようという真摯な雰囲気を感じられた。個々人のモチベーションは高く、経営改革の源として大いに活用すべきである。安全運行の実現には、経営側の確固たる信念はもちろん、職員のモチベーションが不可欠である。この点においてガーナ鉄道は改革へのポテンシャルは高いといえる。従って、経営側が適切な再生プログラムを示すことが今後の大きな課題である。

4.2.3. 路盤、橋りょう

(1) 目的と概要

ガーナ鉄道は慢性的な財源不足および技術的な立ち遅れ等の理由により、構造物の維持管理及び技術者の育成が十分実施されていなかった。その結果、倒壊した橋台や腐食した鋼橋梁、ひび割れたコンクリート構造物が数多く見受けられ、既設鉄道構造物は列車運行上健全とは言えない状態にある。

本研修においては、喫緊の維持管理に必要な基本的知識を習得させるとともに、日常的な検査および測定方法とそれらの記録方法を習得するための実地研修を行うことであり、下記の 3 点に集約される。

- ▶ 構造物の維持管理に関する知識と手法を習得する。
- ▶ 構造物の基礎知識を習得する。
- ▶ 研修受講者達が積極的・主体的に行動すれば、ガーナ独自のやり方で構造物の維持管理が可能であることを認識させる。

(2) 参加者

研修受講者の概要と、5つのチーム構成を以下に示す。

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT			
S/N	STAFF NO.	NAME	STATION
1	294256	Joseph Amanfi	Kojokom
2	292333	C.E. Acquah	Kojokom
3	291715	Thomas Quarm	Angu
4	294294	Yahaya Lakaine	Butuah
5	292157	James Afamalar	Benso
6	294152	Anthony Kojo Bissue	Harbour
7	294009	Sampson Nyame	Aboso
8	291982	Francis Baidoo	Tarkwa
9	294418	Thomas Anafo	Manso
10	292397	James Cobbinah	Accra
11	294227	Joseph Arthur	Bonsawire
12	291917	Joseph Sam	Tarkwa
13	294539	Efia Dadzie	Takoradi
14	294079	Kwame Abogyee	Benso
15	291397	Richard Adama	Nsuta
16	292194	Esther Andoh	Takoradi
17	294846	Patrick Mensah	Accra
18	220097	John Mensah	Takoradi
19	292233	Anopong Sarfie	Angu
20	292116	Sylvester Banson	
21	294849	John Apagya Quayson	
22	294259	James Kofie	
23	294049	Kwame Abrugye	Benso
24	294258	Albert Andrews	Takoradi
25	294451	Emmanuel Imbeah	Accra
26	294509	J.P. Mensah	Kumasi
27	294450	Seth Amisshah	Accra
28	210084	John Quaicoe	Dunkwa
29	294845	Dorothy Turkson	Kumasi
30	294387	G. Donkor	Accra

GROUP A

LEADER - JOHN MENSAH
ANTHONY KOJO BISSUE
ERIC DADZIE
RICHARD ADAMA
DOROTHY TURKSON

GROUP B

LEADER - JOHN A. QUAYSON
JOSEPH AMANFI
THOMAS QUARM
YAHYA ZAKARI
JOSEPH SAM (FLAG)

GROUP C

LEADER - SYLVESTER BANSON
C.E. ACQUAH
JAMES COBBINAH
JAMES AFAMALOR
THOMAS ANAFO

GROUP D

LEADER - JACOB SWANZY BAIDOO
EMMANUEL K. IMBEAH
KWAME ABOAGYE
JAMES KOFIE
ALBERT ANDREWS
S. AMISSAH
J.P. MENSAH

GROUP E

LEADER - PATRICK MENSAH
FRANCIS BAIDOO
JOSEPH ARTHUR
S. A. NYAME
G. DONKOR
A. SARFIE

(3) 訓練実施スケジュール

Training Plan		12/3/2014 MIYAMOTO and OHKAWA		
		Bridge training	Track training	Remarks
March 14 (Fri)	Morning	Present conditions explanation of the Ghana and Japan bridge		Conference room
	Afternoon		Present condition of GRCL track,Temporally criteria of defective fastening and sleeper, Measuring method of track irregularity, Track mentenance method, Track irregularity measurement training at Takoradi St.	"
3/15(Sat)				
3/16(Sun)				
March 17 (Mon)	Morning	Team A,B,C: Field exploration,Basic Knowledge of Bridge	Team D, E : Carrying out of track irregularity measurement and inspection of defective sleepers at site	(Bridge and Track team) Neighborhood of Butuah St.
	Afternoon	Team A,B,C: Field exploration,Point and Method of Bridge Inspection	Team D, E: Ditto	"
March 18 (Tue)	Morning	Team D,E: Field exploration,Basic Knowledge of Bridge	Team A, B,C: Carrying out of track irregularity measurement and inspection of defective sleepers at site	"
	Afternoon	Team D,E: Field exploration,Point and Method of Bridge Inspection	Team A, B,C: Ditto	"
March 19 (Wed)	Morning	Team A,B,C: Field exploration,Point and Method of Bridge Inspection	Team D,E : Arrangement of measured data. Picking up the section which is over the tolerable limit of urgency, Decision of the priority order of track maintenance work	(Bridge team) Neighborhood of Butuah St. (Track team) Conference room
	Afternoon	Team D,E: Field exploration,Point and Method of Bridge Inspection	Team A,B,C : Ditto	"
March 20 (Thu)	Morning	Making of Ledger (use PC)		Conference room
	Afternoon		Arrangement of measured data. Picking up the section which is over the tolerable limit of urgency, Decision of the priority order of track maintenance work	"
March 21 (Fri)	Morning	Team A,B,C: Field exploration,Basic Knowledge of Bridge	Team D,E : Carrying out of sleeper renewal work and tamping work at priority section and track irregularity measurement after finishing trackmaintenance work	(Bridge team) Neighborhood of Manso St. (Track team) Neighborhood of Butuah St.
	Afternoon	Team A,B,C: Field exploration,Point and Method of Bridge Inspection	Team D,E : Ditto	"
3/22(Sat)				
3/23(Sun)				
March 24 (Mon)	Morning	Team D,E: Field exploration,Basic Knowledge of Bridge	Team A,B,C : Carrying out of sleeper renewal work and tamping work at priority section and track irregularity measurement after finishing trackmaintenance work	(Bridge team) Neighborhood of Manso St. (Track team) Neighborhood of Butuah St.
	Afternoon	Team D,E: Field exploration,Point and Method of Bridge Inspection	Team A,B,C : Ditto	"
March 25 (Thu)	Morning	Team A,B,C: Field exploration,Point and Method of Bridge Inspection	Team D,E : Carrying out of sleeper renewal work and tamping work at priority section and track irregularity measurement after finishing trackmaintenance work	"
	Afternoon	Team D,E: Ditto	Team A,B,C : Ditto	"
March 26 (Wed)	Morning	About Standard design of Japan		Conference room
	Afternoon		Arrangement of measured data.	"
March 27 (Thu)	Morning	Discussion		"
	Afternoon	Presenting the certification to all trainees		"
Note: 1. March 13(Thu) preparation of conference room.				
2.The Class consists of 5 groups (Team A, B, C, D, E)				

(出典：調査団)

(4) 訓練実施内容

研修場所は主に Butuah 橋梁地点、Manso 橋梁地点、タコラディにある GRCL 本社の会議室にて実施した。研修受講者達の技術水準を考慮した上で、チーム A,B,C とチーム D,E の 2 グループに分け、1 日の午前と午後に分けて講義と実技交互に受講できるように工夫した。訓練実施内容は以下の通り。

1) コンクリートの打音検査

点検ハンマーを使用してコンクリートの打音検査を指導した。

- ハンマーの柄の中間辺りを握り、手首を使って軽快にコンクリートの表面を狭い範囲で連続的に叩き、打音の高低を聞き分ける。高音は健全で、低音は変状を示す。
- 変状部分はチョークでマークし、スケールで長辺と短辺を測定して mm 単位で寸法を計測し、カメラで記録した。
- 剥落の危険があるコンクリートは叩き落とすように指導した。



(出典：調査団)

写真 4.2.8 打音検診 (1)



(出典：調査団)

写真 4.2.9 打音検診 (2)



(出典：調査団)

写真 4.2.10 マーキング (1)



(出典：調査団)

写真 4.2.11 マーキング (2)



(出典：調査団)

写真 4.2.12 検査結果の記録 (1)



(出典：調査団)

写真 4.2.13 検査結果の記録 (2)

2) クラックの測定

クラックゲージとスケールを使用して、クラックの幅と長さの測定方法を指導した。

- クラックのラインをチョークで書き、クラックゲージでクラックの幅を測定する。mm単位で寸法を表示し、カメラで記録した。



(出典：調査団)

写真 4.2.14 クラックゲージでの測定 (1)



(出典：調査団)

写真 4.2.15 クラックゲージでの測定 (2)



(出典：調査団)

写真 4.2.16 桁高測定



(出典：調査団)

写真 4.2.17 桁高測定の記録

3) 鋼桁の肉厚測定

カリパーを使用して鋼桁の肉厚を測定する方法を指導した。



(出典：調査団)

写真 4.2.18 カリパーを用いての肉厚測定 (1)



(出典：調査団)

写真 4.2.19 カリパーを用いての肉厚測定 (2)



(出典：調査団)

写真 4.2.20 カリパー使用方法の講義 (1)



(出典：調査団)

写真 4.2.21 カリパー使用方法の講義 (2)

4) 上部工の支間長および桁高の測定

研修受講者の中には、支間長、桁高の定義を理解していない者もあり、橋梁の基礎的な知識が不足していることが分かった。研修では、桁座の拡幅長を算出するために、支間長を測定するよう指導した。



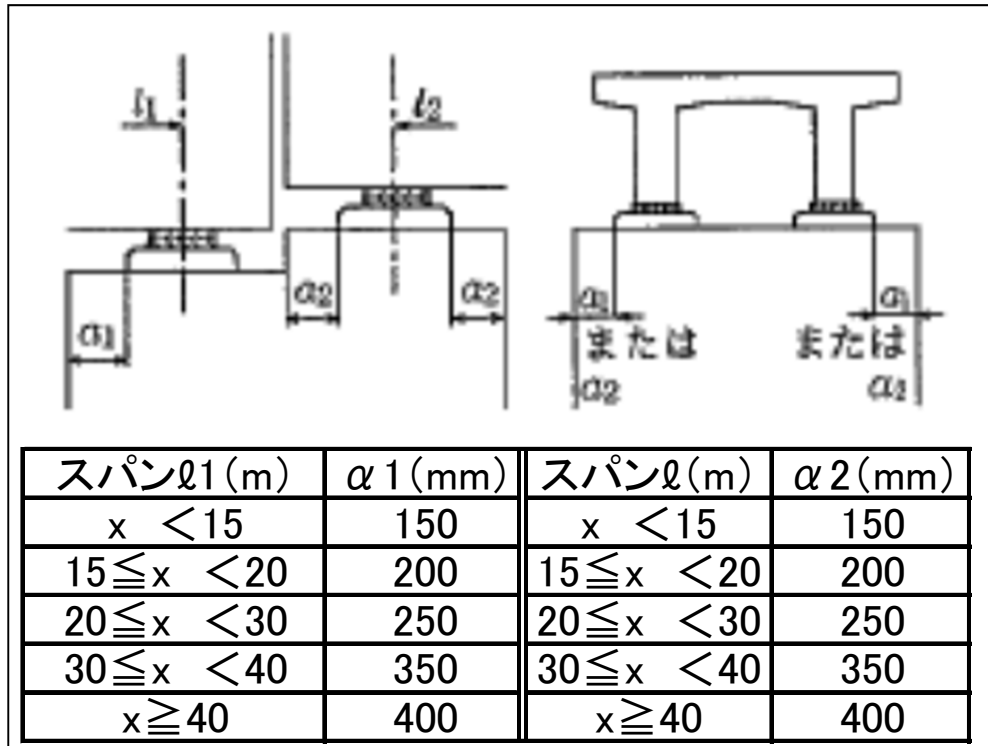
(出典：調査団)

写真 4.2.22 支間長の測定



(出典：調査団)

写真 4.2.23 桁高の測定



(出典：調査団)

図 4.2.1 ゴム支承最外線から桁座縁端までの距離

Butuah 橋梁の支間長は $15 \leq l_1 < 20$ であるため、桁座の拡幅は 20cm 以上必要であるという説明を行った。



(出典：調査団)

写真 4.2.24 Butuah 橋梁

5) 実地研修中の安全管理

現場で作業をする際には、ヘルメット、安全チョッキ、長袖シャツ、作業靴、軍手を着用させ、安全管理に留意した。



(出典：調査団)

写真 4.2.25 ヘルメット着用の必要性の講義

また、測定中に梯子で上り下りする時は、必ず1人以上が梯子を支えて安全を確保するようよう徹底した。



(出典：調査団)

写真 4.2.26 安全の確保指導

6) グループ内での研修発表

構造物の点検方法を習得した研修受講者から、習得できていない他の研修受講者に対して、測定および点検方法を教えさせることで、相互理解を促した。



(出典：調査団)

写真 4.2.27 研修受講者同士のトレーニング
(1)



(出典：調査団)

写真 4.2.28 研修受講者同士のトレーニング
(2)



(出典：調査団)



(出典：調査団)

写真 4.2.29 研修受講者同士のトレーニング
(3)

写真 4.2.30 研修受講者同士のトレーニング
(4)

7) 日本の事例紹介とガーナ鉄道の現状との比較

ガーナ国では、長年の維持管理不足から鋼橋の腐食が全体的に進行し、深刻な状況となっている。



(出典：調査団)

写真 4.2.31 Butuah 橋梁の鋼桁



(出典：調査団)

写真 4.2.32 Butuah 橋梁の鋼桁

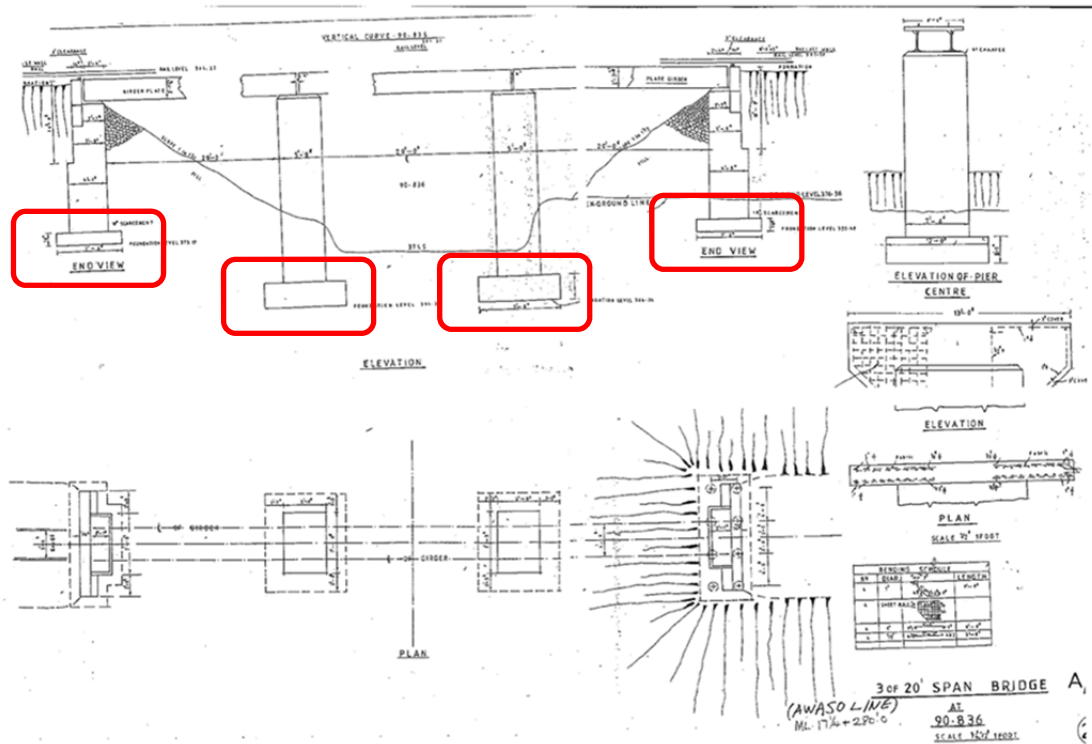


(出典：調査団)

写真 4.2.33 日本の橋梁

日本の橋梁は定期的に塗装がされ、鋼橋は健全な状態に保たれている。それは、定期的な点検、継続した維持管理を行っているからであり、維持管理がいかに重要であることを示している。

また、ガーナにおける橋梁の設計図面によると、構造物の高さに対する基礎の幅が狭く、転倒・滑動・沈下に対し不安定である事が見受けられた。



(出典：GRCL)

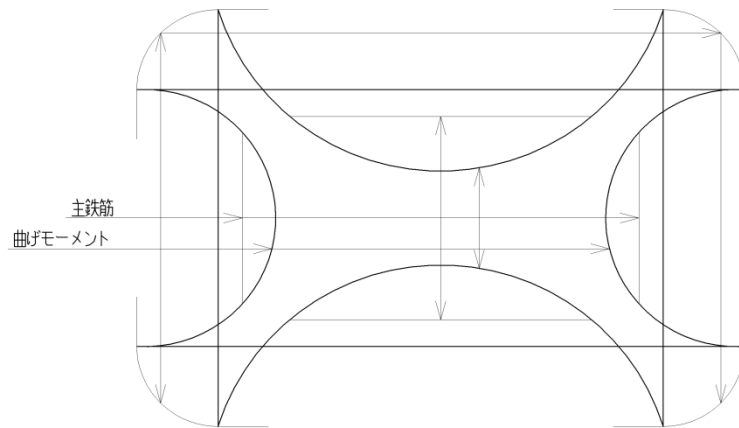
図 4.2.2 ガーナにおける橋梁の設計図面

Butuah 駅近郊のボックスカルバートを題材にし、各部材の引張側と圧縮側の位置について説明を行った。コンクリートは引っ張りに弱い性質を持つが、鉄筋は引っ張りに強いいため、引張側に多くの鉄筋を配置する必要がある。下部構造物は無筋コンクリートで構築されており、構造的に弱体であることを説明した。



(出典：調査団)

写真 4.2.34 Butuah 近郊のボックスカルバート



(出典：調査団)

図 4.2.3 主鉄筋と曲げモーメント

次に、日本における検査用の足場工の事例を紹介、ガーナ式の足場工を考え出すように、全員に課題を与えた。



(出典：調査団)

写真 4.2.35 日本での足場工 (1)



(出典：調査団)

写真 4.2.36 日本での足場工 (2)

ラテライトは水に弱く、基礎が洗掘され易いということを説明した上で、コンクリートによる根固め工を紹介した。



(出典：調査団)

写真 4.2.37 ガーナでの洗掘されている擁壁基礎



(出典：調査団)

写真 4.2.38 根固めされている日本の橋梁

8) 橋梁の基礎知識

前述した通り、研修受講者の中には橋梁の基礎的な知識が不足している者も見受けられた。そこで、橋梁の基礎知識に関する講義を行った。講義内容を以下に示す。

- 橋梁は上部構造と下部構造で構成されている。
- 上部構造は鋼桁、PC 桁、RC 桁がある。
- 下部構造は橋脚、橋台があり、基礎構造は杭基礎、ケーソン基礎、直接基礎がある。
- 橋梁に関する長さ（橋長、支間長等）について説明した。
- 上部構造と下部構造の部材の名称と働きについて説明した。

また、橋梁点検における下記ポイントについて講義した。講義内容を以下に示す。

- 橋梁の管理とは、安全で円滑な交通を確保すること。構造物としての耐久性・耐荷性等を確保すること。第3者被害を未然に防止することである。
- 定期点検を実施し危険を早期に発見し、適切な補修・補強を実施することが重要である。
- 各部材のチェックポイントについて、説明した。



(出典：調査団)

写真 4.2.39 会議室での講義の様子

9) 保繕作業

Manso 橋梁で点検を行った結果、上部工を支持していたはずの積み上げられていたマクラギが沈下し、上部工を支持していないことが確認された。下部工は無筋コンクリートで構築されており、基礎幅が狭い上、洗掘等によって安定性を失い、倒壊したと思われる。研修受講者は倒壊の原因が理解できていなかったため、作用荷重として、列車荷重、土圧、水圧、地震荷重があることを説明し、対策方法としては、切梁工法が適切であると説明した。



(出典：調査団)

写真 4. 2. 40 積み上げられたマクラギが上部工を支持していない様子 (1)



(出典：調査団)

写真 4. 2. 41 積み上げられたマクラギが上部工を支持していない様子 (2)



(出典：調査団)

写真 4. 2. 42 倒壊した A1 橋台の様子 (1)



(出典：調査団)

写真 4. 2. 43 倒壊した A1 橋台の様子 (2)



(出典：調査団)

写真 4. 2. 44 切梁工法についての説明および実習 (1)



(出典：調査団)

写真 4. 2. 45 切梁工法についての説明および実習 (2)

10) ガーナ独自の構造物の維持管理について

ガーナ式の維持管理のあり方の一つとして、維持管理予算や必要資機材が入手できず、かつ職員全員が高い技術を保有していなくても技術者同士が助け合い、全員で知恵を絞れば解決策を見出せるということを提案した上で、ハンマー、スケール、チョークを使用して地上から 2.5m 程度の高所を打音検査するにはどうすれば良いかという課題を出した。ある研修

受講者はわからないと言い、ある研修受講者はジャンプし、ある研修受講者は肩車して検査を行う等してそれぞれが自分の知恵を絞って工夫を凝らした。



(出典：調査団)

写真 4. 2. 46 肩車による打音検査



(出典：調査団)

写真 4. 2. 47 脚立を使っでの打音検査

11) 研修後の発表会

最後に、研修受講者達が学んだ橋梁の知識、技術等について発表会を行った。研修受講者達は積極的、情熱的に発表した。研修受講者達が新しい指導者として、責任感と自信を持つ契機となるように願った。



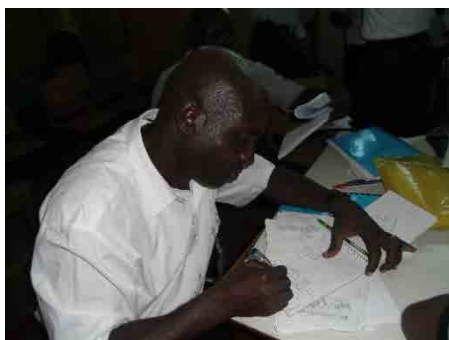
(出典：調査団)

写真 4. 2. 48 発表会の様子



(出典：調査団)

写真 4. 2. 49 研修受講者によるプレゼンテーション



(出典：調査団)

写真 4. 2. 50 熱心にメモ取る研修受講者



(出典：調査団)

写真 4. 2. 51 PC 入力作業



(出典：調査団)

写真 4. 2. 52 グループ討議



(出典：調査団)

写真 4. 2. 53 グループ発表

12) 終了証書授与

終了証書を研修受講者全員に授与した際の様子は以下の通りである。喜びに満ち溢れた表情が印象的であった。



(出典：調査団)

写真 4. 2. 54 終了証書授与の様子



(出典：調査団)

写真 4. 2. 55 集合写真

(5) 訓練実施結果

1) 橋梁台帳の作成

台帳に記載すべき項目をガーナ鉄道の現状に合わせ、橋梁台帳の作成方法について講義を行った。5名の研修受講者が1グループとなり、1つのパソコンを使って測定結果を入力した。

2) 習得技術の発表

グループ毎に選出されたチームリーダーが中心となり、習得した知識や技術を相互に教え合いながら、12項目の質問に対し、グループ単位で回答書を作成、発表した。

以下、質問内容とそれに対する代表的な回答を記す。

▶ 質問に対する代表的な回答

1. 鋼橋の現状をどう思いますか？何処にどのようにして塗装するか、あなたの考えを記載してください。
 - ・メンテナンス不十分のため、状態は非常に悪い。曲げモーメントが最大になるスパン中央付近に塗装すべきである。
 - ・維持管理予算の不足により塗装できず、腐食が進行した。
 - ・梯子と木の板を使って、スパン中央付近を塗装すべきである。
2. A部分の現状と対策を書きなさい。
 - ・大きなクラックが発生しており、危険であるので、コンクリートと鉄筋で補強すべきである。
3. 基礎の幅について学んだことを書きなさい。
 - ・橋台・橋脚の高さに対して、基礎の幅が狭いので不安定である。基礎幅を広くすべきである。
 - ・洗掘で不安定になるので、基礎幅を広くすべきである。
4. ボーリングデータについて学んだことを書きなさい。
 - ・ボーリングデータは地質の状態を知るのに必要であり、設計には不可欠である。
5. 日本の高所作業車をどう思いますか？
 - ・橋梁のメンテナンスを自由にできるので素晴らしい。
 - ・高所作業車なしで、橋梁の下側に行くのは大変難しい。
6. 図6と図7を見てどう思いますか？（擁壁の洗掘について）
 - ・図6は洗掘により擁壁が大変悪い状態である。図7は基礎を保護しているので、洗掘されにくい。
7. MANSO 橋梁について、学んだことを書きなさい。
 - ・A1 橋台は土圧、水圧、列車荷重、洗掘、基礎幅が狭いことと定期的なメンテナンスが実施されていないので崩壊している。
 - ・上部工を支持するために積み重ねたマクラギは沈下していて、上部工を支持していない。
 - ・基礎幅が狭い。無筋コンクリートである。コンクリートは引っ張りに弱いので鉄筋コンクリートにすべきである。
 - ・A1 橋台の崩壊を防止するには、H 鋼を切梁として使うことが有効である。
8. 変状の記録方法を理解しましたか？
 - ・橋梁の変状の場所を記録するのに、ハンマー、クラックゲージ、ノギス、カメラとメジャーが必要である。
 - ・打音検査で低音の場所はコンクリートの状況が良くないので、チョークでマークする。
9. その他
 - ・全体の講義は有益であった。
 - ・橋梁のメンテナンスについて多くのことを学んだ。
 - ・新しい道具類の使用方法を学んだ。

3) 研修の成果

この研修を通して、橋梁の維持管理に必要な基礎知識、維持管理手法の習得だけでなく、適切な維持管理を施すことによって構造物の寿命を延ばすことができるということを理解し、スペアパーツが十分に確保できない状況下でありながら、自分たちが所有する技術力を用いてどのような構造物の維持管理方法を実施すべきであるか、どのようにすればガーナ鉄道の安全運行を維持できるかを参加者なりに捉え、改善方法について活発な意見交換を行ったことが大きな成果である。

また、MANSO 橋梁、BUTUAH 橋梁の現状把握、検査に多くの時間を費やし、実践的な研修を中心に実施したため、殆どの参加者に橋梁の健全度検査に必要な資機材の使用方法を習得させることができた。研修中は、使用方法を習得した参加者が、未習得の参加者に対して積極的に指導していた姿が印象的であった。これによって、全体の習得率も高まったと思われる。

(6) 今後の課題と提言

1) 今後の課題

橋梁や路盤の老朽化は著しく、早い段階での補修または架け替えが必要であるが、一番の課題は予算の確保となっている。MOT および MOFEP がガーナ国鉄道の状況を正しく理解し、適切な予算確保をすることが望まれる。

また、現在進行中の CDB による西線リハビリおよび新線建設事業が予定通り実施されることを前提として、どのように GRCL が維持管理に必要な予算を確保するか、研修で得た知識を活かした適切な維持管理を継続していくかが大きな課題となっている。

2) 維持管理マニュアル（記録方法、設備投資計画案を含む）

維持管理マニュアルは鉄道施設メンテナンスに欠かせないものである。しかし、ガーナ国では鉄道施設の管理不足が深刻で、殆どの橋梁が架け替えを要する状況となっている。当面は、最低限の定期点検を継続することで安全運行を妨げる変状等の早期発見を行い、現状維持に努めることが重要である。そこで、本研修において使用した橋梁管理台帳によって点検、検査結果を管理することを調査団として提案する。尚、橋梁台帳は巻末の Appendix-6 に研修用資料とともに掲載した。

3) 線路平面図・配線略図などの維持管理用図面

CDB による Takordi~Awaso~Kumasi 間のリハビリおよび新線建設事業が計画されており、このリハビリ工事には橋梁の架け替え工事も含まれる。手戻りをなくす意味でも、CDB の資金援助の動向を見極めてから管理用図面を最終化すべきである。

一方で、GRCL 本社の製図室で煩雑に保管されている既存の手書き図面は、今後の改修工事に合わせて図面のデジタル化（スキャン）、整理整頓（地域別保管する等）すべきである。

本調査にて資機材供与されるスキャナー及び PC を有効活用して、今後の維持管理に必要なデータ整理が適切に実施されることが望ましい。

4) 提言

研修受講者は、40代、50代の働き盛りのエンジニアが中心であった。講習期間は実質10日間と短期間でありながら、検査機材の使用方法、橋梁の基礎知識を十分に理解、習得しており、ポテンシャルは非常に高いと言える。習得した知識、技術を発表する際の研修受講者は自信に溢れ、情熱的に語っていた。GRCL 職員の鉄道運営に対する潜在的なエネルギーは素晴らしいため、本研修で習得した最低限の検査用資機材の使用方法を活かし、検査記録の管理システム等の環境を整備した上で、現業機関と政府側が一体となって継続的な鉄道維持管理計画を策定、実行していくことが重要である。

CDB での西線リハビリ工事および新線建設事業によって大きく状況は変わるが、現状の路盤や橋梁等の施設構造物は、緊急的な補修を必要としており、列車の安全運行に重大な支障をきたす危険な状態である。まずは、維持管理の必要性を上位組織 (MOT や MOFEP) が正しく理解し、適切な予算措置をするよう GRDA、GRCL が一体となって、維持管理費用の確保を主張していくことが望まれる。

4.2.4. 軌道

(1) 目的と概要

ガーナ鉄道の若手で優秀な社員の代表が、

1. 線路狂いの検出方法、不良材料検査方法の習得、
2. 検出結果に基づく優先順位を付けた軌道補修作業計画の策定方法、
3. 軌道補修作業の基本動作の習得、
4. 実際の軌道補修作業訓練、
5. 軌道補修作業実施後の検出による出来栄評価

を身に着けること、またこれらの代表者が中心となって他の社員を指導し線路補修技術の承継を図ることを目的とする。

(2) 参加者

研修参加者 32 名を表 4.2.2 のように 5 つのグループに分け、PC 操作技術に長けたを取り扱うことができる者をそのグループのリーダーに指名した。

表 4.2.2 トレーニング参加者とグループ分け

Group	A	B	C	D	E
Group Leader	John Mensah	Thou A. Quayson	Sylvester Banson	Jakob Swanzg Baidoo	Patrick Mensah
	Anthony Kojo Bissue	Joseph Amanfi	C.E.Acquah	Emmanuel K. Imbeah	Francis Baidoo
	Eric Dadzie	Thomas Quarm	James Cobbinah	Kwame Aboagye	Joseph Arthur
	Richard Adaruq	Yahya Zakari	James Afamalar	James Kofie	S.A. Nyame
	Dorothy Turkson	Joseph Sam	Thomas Anafo	Arbert Andrews	G. Donkor
				S. Amissah	A. Sarfie
				JP Mensah	

(3) 訓練実施スケジュール

当初案では軌道と路盤・橋梁は別々のクラスで 2 週間の訓練実施を計画していたが、研修を予定していた 2014 年 3 月上旬に急遽、MOT 主導による職員の実態調査が行われ、多くの職員が対応に追われてしまったため、研修日数を変更せざるを得ず、結果、軌道と路盤・橋梁を一つのクラスとして訓練するよう変更した。以下に軌道、路盤・橋梁それぞれの研修内容を示す。

表 4.2.3 研修実施スケジュール

		Bridge training	Track training	Remarks
March 14 (Fri)	Morning	Present conditions explanation of the Ghana and Japan bridge		Conference room
	Afternoon		Present condition of GRCL track ,temporally criteria of defective fastening and sleeper, Measuring method of track irregularity, Track maintenance method, Track irregularity measurement training at Takoradi St.	Ditto
March 15 (Sat)				
March 16 (Sun)				
March 17(Mon)	Morning	Team A,B: Field exploration,Basic Knowledge of Bridge	Team C, D : Carrying out of track irregularity measurement and inspection of defective sleepers at site	(Bridge and Track team) Neighborhood of Butuah St.
	Afternoon	Team A,B: Field exploration,Point and Method of Bridge Inspection	Team C, D: Ditto	Ditto
March 18(Tues)	Morning	Team C,D: Field exploration,Basic Knowledge of Bridge	Team A, B: Carrying out of track irregularity measurement and inspection of defective sleepers at site	Ditto
	Afternoon	Team C,D: Field exploration,Point and Method of Bridge Inspection	Team A, B: Ditto	Ditto
March 19(Wed)	Morning	Team A,B: Field exploration,Point and Method of Bridge Inspection	Team C,D : Arrangement of measured data. Picking up the section which is over the tolerable limit of urgency, Decision of the priority order of track maintenance work	(Bridge team) Neighborhood of Butuah St. (Track team) Conference room
	Afternoon	Team C,D: Field exploration,Point and Method of Bridge Inspection	Team A,B : Ditto	Ditto
March20(Thur)	Morning	Making of Ledger (use PC)		Conference room
	Afternoon		Arrangement of measured data. Picking up the section which is over the tolerable limit of urgency, Decision of the priority order of track maintenance work	Ditto

March21(Fri)	Morning	Team A,B: Field exploration,Basic Knowledge of Bridge	Team C,D : Carrying out of sleeper renewal work and tamping work at priority section and track irregularity measurement after finishing trackmaintenance work	(Bridge team) Neighborhood of Manso St. (Track team) Neighborhood of Butuah St.
	Afternoon	Team A,B: Field exploration,Point and Method of Bridge Inspection	Team C,D : Ditto	Ditto
March22(Sat)				
March23(Sun)				
March24(Mon)	Morning	Team C,D: Field exploration,Basic Knowledge of Bridge	Team A,B : Carrying out of sleeper renewal work and tamping work at priority section and track irregularity measurement after finishing track maintenance work	(Bridge team) Neighborhood of Manso St. (Track team) Neighborhood of Butuah St.
	Afternoon	Team C,D: Field exploration,Point and Method of Bridge Inspection	Team A,B : Ditto	Ditto
March25(Tues)	Morning	Team A,B: Field exploration,Point and Method of Bridge Inspection	Team C,D : Carrying out of sleeper renewal work and tamping work at priority section and track irregularity measurement after finishing track maintenance work	Ditto
	Afternoon	Team C,D: Ditto	Team A,B : Ditto	Ditto
March26(Wed)	Morning	About Standard design of Japan		Conference roo
	Afternoon		Arrangement of measured data.	Ditto
March27(Thu)	Morning	Discussion		Ditto
	Afternoon	Presenting the certification to all trainees		Ditto

(出典：調査団)

(4) 訓練実施内容

第1次及び第2次調査において取り組んだ結果についてパワーポイントを作成してトレーニング受講生に分かり易く説明できるように心がけた。その内容は次の通りである。

- ▶ ガーナ鉄道の現状の解説と説明
- ▶ 不良マクラギ、不良締結装置を判定するため及び軌道変位の不良状態を判定するための仮基準の制定の解説と説明
- ▶ 不良マクラギ、不良締結装置を判定するため具体的な方法、軌道変位を測定する具体的な方法及びそれらの検査結果の記入様式の解説と説明
- ▶ それらの検査結果と緒提言の解説と説明

イラスト入りのパワーポイントにて下記の内容を説明した。

- ▶ マクラギ更替作業
- ▶ 犬釘打ち及び引抜作業
- ▶ レール表面の不陸チェック方法
- ▶ ジャッキによるレール扛上とビータによるつき固め作業
- ▶ ジャッキによるレール扛上とタイタンパーによるつき固め作業
- ▶ 通り直し作業についての基本動作
- ▶ 安全作業をするための基本的な注意事項

Butuah 駅構内の本線路において、5グループが実際に不良マクラギ判定作業、軌道変位測定、マクラギ更替作業、ビータによるタンピング作業、作業後の軌道変位測定作業を実施した。⁴



(出典：調査団)

写真 4.2.56 湾曲している線路 (Butuah 駅構内)



(出典：調査団)

写真 4.2.57 写真 4.2.8 の線路上を走行するマンガン列車

⁴ 軌道補修作業に必要な材料はガーナ鉄道側が準備した (木マクラギ: 10 本、犬釘: 50 本、バール: 10 丁、ビータ: 10 丁、ハンマー: 4 丁、軌道ジャッキ: 4 台、オーガ: 4 丁、フォーク: 4 丁、ショベル: 4 丁、運搬用トrolley: 1 台)



(出典：調査団)

写真 4.2.58 軌道検測の実習



(出典：調査団)

写真 4.2.59 レベルを使ってのレール上面の
高低軌道狂い測定実習



(出典：調査団)

写真 4.2.60 軌道検測結果の分析と優先順位を
つけた補修計画作成



(出典：調査団)

写真 4.2.61 マクラギ交換



(出典：調査団)

写真 4.2.62 腐食マクラギ（腐食されたまま
永年放置されている）



(出典：調査団)

写真 4.2.63 新しいマクラギを挿入するための
バラスト除去作業



(出典：調査団)

写真 4. 2. 64 中古のマクラギ挿入



(出典：調査団)

写真 4. 2. 65 犬釘を打ち込むためのオーガによる穿孔作業



(出典：調査団)

写真 4. 2. 66 犬釘打ち作業



(出典：調査団)

写真 4. 2. 67 トロによるマクラギの運搬



(出典：調査団)

写真 4. 2. 68 軌道ジャッキによる軌道落ち込み箇所の扛上



(出典：調査団)

写真 4. 2. 69 マクラギ下のバラストタamping作業



(出典：調査団)

写真 4. 2. 70 レールの落ち込み箇所をジャッキで扛上する時のチェック



(出典：調査団)

写真 4. 2. 71 通り直し作業

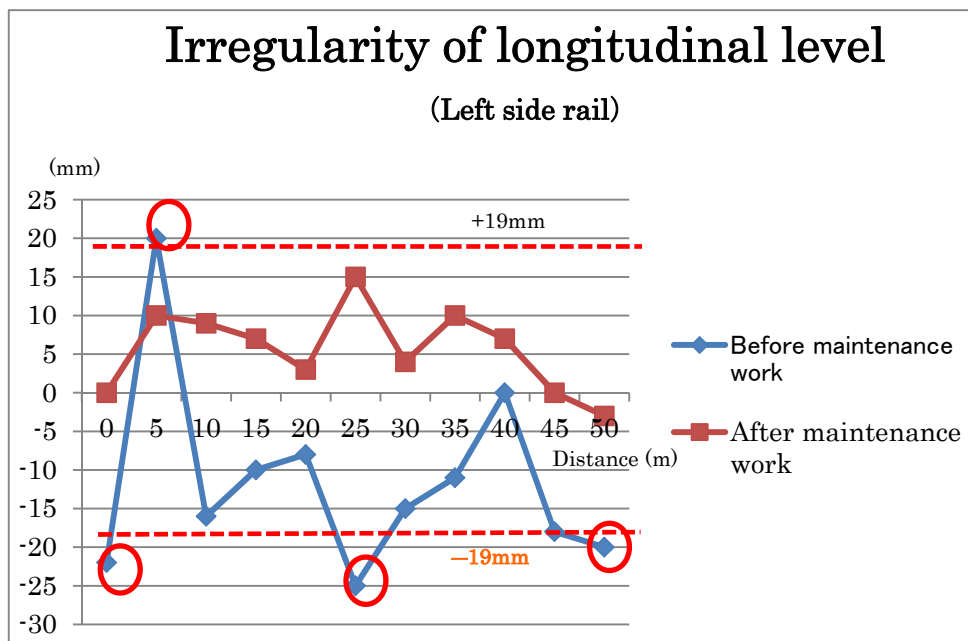


(出典：調査団)

写真 4. 2. 72 修復作業後の検測作業

(5) 訓練実施結果

軌道補修作業の実施前と実施後の軌道変位測定結果をグラフ化し、グループ毎にそれぞれ比較を行った。その結果、施工後の線路状態が明らかに改善されていることを全グループで確認した。(研修受講者が作成した施工前後のグラフは、現在、資料の共有を要請中。)



(Note: There were 4 spots which were over the tolerable limit for urgency before the maintenance work. But there were no spot over the limit for urgency after maintenance work and track irregularity values of all spots were settled within the limit)

研修終了後、研修受講者にアンケートを行った結果、全ての研修項目への満足度は高く、実地研修における軌道測定実習も好評であったことが伺えた。ガーナ国鉄道の保守に関する改善点として、殆どの研修受講者が現状に適した維持管理を実施する必要があるという認識を持ったということが伺えた。また、研修受講者全員が保線技術の習得に意欲的であり、今後の日本の鉄道技術協力に対して大きな期待が寄せられた結果となった。

アンケートの内容は図 4.2.4 のとおりであり、その集計結果は図 4.2.5 以降に示す。

アンケート用紙	
	Date _____
	Division _____
	Name _____
<i>Describe your impressions after the track and structure maintenance training.</i>	
1. What kind of item in this training program was more useful for you?	
2. What kind of item at the site training program was more useful for you?	
3. Describe your impressions of “Kaizen (improving) Point” of GRCL’s daily track and structure maintenance.	
4. Describe your request for Japanese technical assistance. Ex. What kind of skills do you want to learn?	

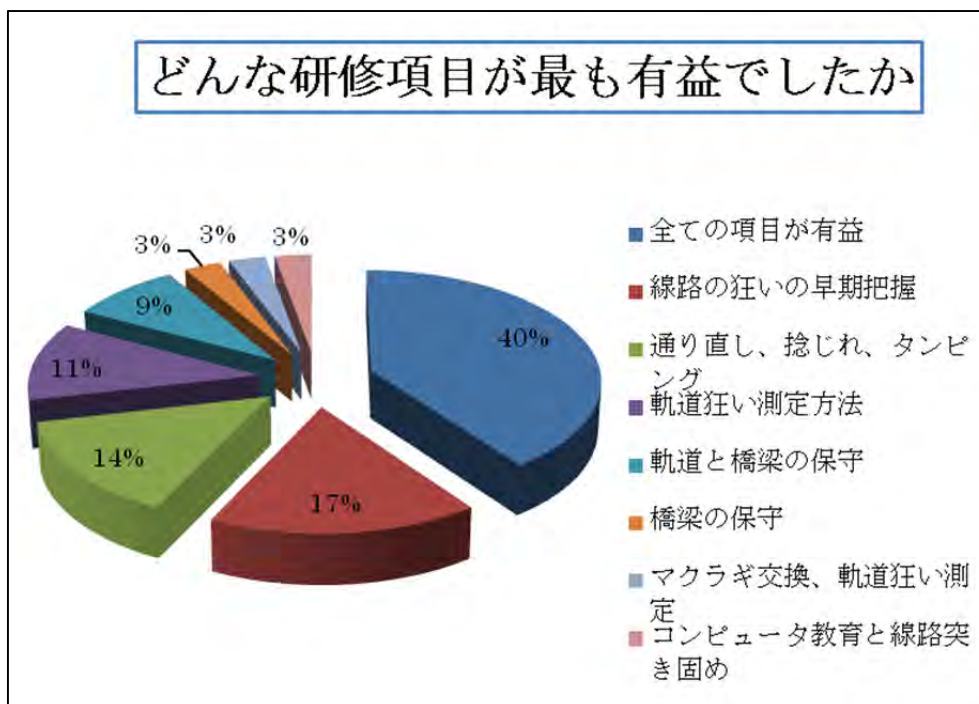
(出典：調査団)

図 4.2.4 アンケート用紙

ガーナトレーニングのアンケート集計結果

1. 貴方にとってどんな研修項目が最も有益だったと思うか

	研修項目	人数	備考
1	全ての項目が有益だった。	14	複数回答している研修受講者もいるため、研修受講者の人数とは一致しない
2	さらなる線路破壊を防ぐために、軌道狂いや線路の破壊をいかに早く調査せねばならないかを教えられた。	6	
3	通り直し、軌道狂い計算、線路扛上、つき固め、トウリスト（捻じれ）、	5	
4	軌道狂い測定方法、保守の基礎	4	
5	軌道の保守と橋梁の保守	3	
6	橋梁の保守	1	
7	マクラギ交換、ゲージによる軌道狂い測定	1	
8	コンピュータによる教育、軌道の扛上とつき固め	1	
	合計	35	



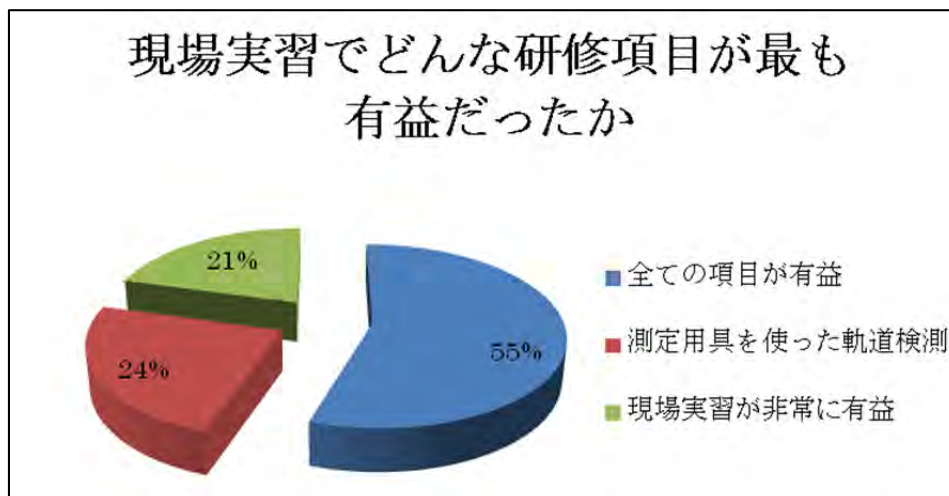
(出典：調査団)

図 4.2.5 ガーナ研修アンケート結果①

ガーナ研修アンケート結果

2. 貴方にとってどんな現場の研修項目が最も有益だったと思うか

	現場の研修項目	人数	備考
1	全ての項目が有益だった	16	複数回答している研修受講者もいるため、研修受講者の人数とは必ずしも一致しない
2	測定用具を使った軌道検測	7	
3	現場実習が非常に有益	6	
	合計	29	

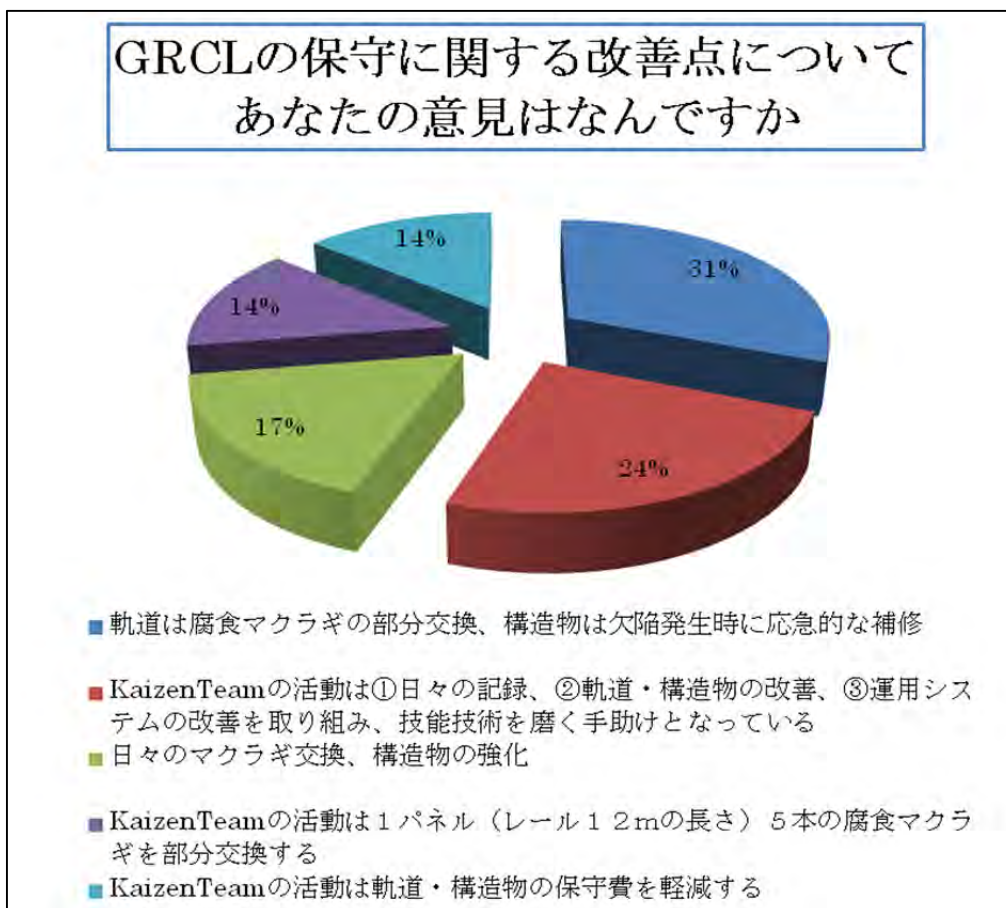


(出典：調査団)

図 4.2.6 ガーナ研修アンケート結果②

3. 日頃の GRCL の軌道と構造物の保守に関する改善点についてのあなたの意見は何ですか

	GRCL の線路保守で改善すべき点	人数	備考
1	軌道保守についてはところどころ腐ったマクラギを交換し軌間の保持をしているが、構造物については、欠陥が発生すれば一時的な補修をするが、それ以外の保守は実施していない。	9	複数回答している研修受講者もいるため、研修受講者の人数とは必ずしも一致しない
2	Kaizen Team ⁵ の活動は、①毎日の記録、②軌道・構造物の保守の改善そして③運行システムの改善を積極的に取り組み、自分の技能・技術を磨く手助けとなっている。	7	
3	日々のマクラギ交換、構造物の強化	5	
4	Kaizen Team の活動では1 パネル（レール 12mの軌キョウ）で5 本の腐食マクラギをとところどころ交換するような活動をし、軌間保持に努めている。	4	
5	Kaizen Team 活動は軌道・構造物の保守工事費を軽減している。	4	
	合計	29	



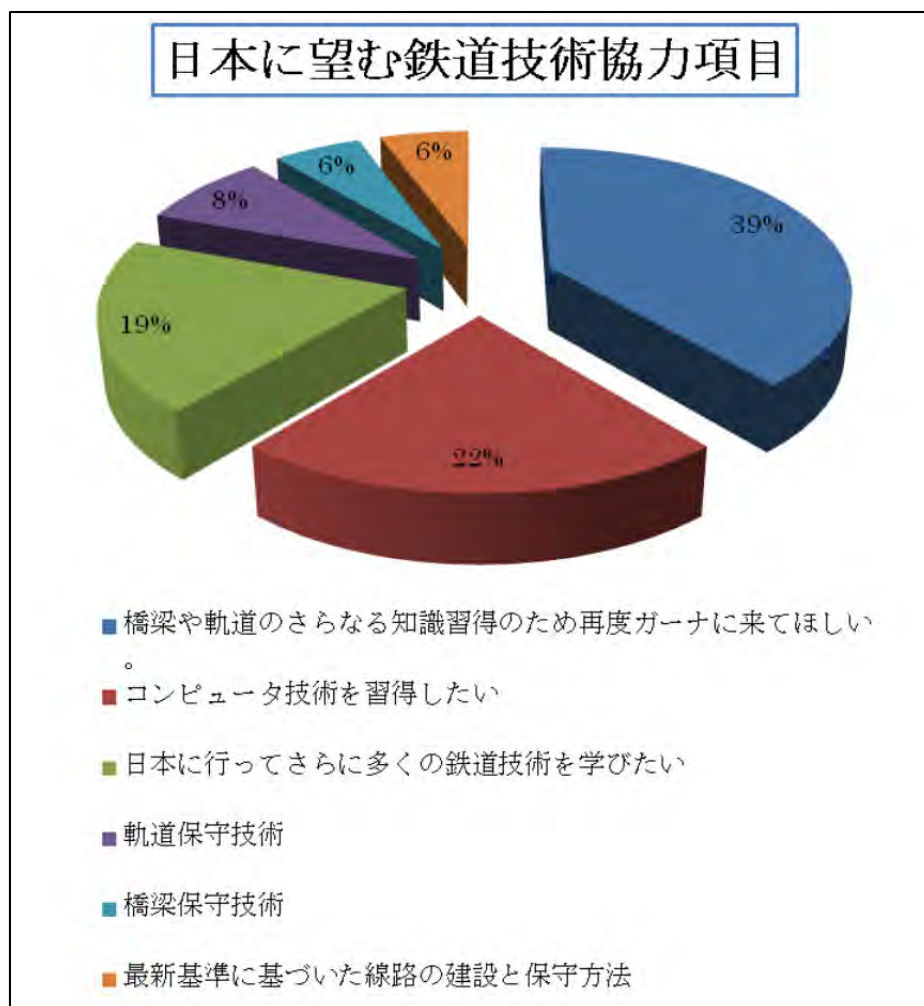
(出典：調査団)

図 4.2.7 ガーナ研修アンケート結果③

⁵ 1994年3月～2000年7月（77ヵ月）に円借款事業として実施された「鉄道輸送力増強事業」の一貫として、本邦研修が実施された際に、前 Acting Deputy Management Director である Mr. Sankah 氏が国鉄および他日本企業の「職場改善運動」に感銘を受け、帰国後、現業職員の意見の取り上げと職員のモチベーションアップを目的とした「改善運動＝“Kaizen Team”」を導入し、改善成果が得られた職場を表彰する制度を取り入れた。今でも Hani Valley 駅には改善成果を称える表彰状が飾られている。近年は、そのような改善運動は影をひそめているが、昔取り組んだことがある職員には強く印象に残っているようであった。

4. 日本の鉄道技術協力についてあなたはどんなことを望んでいますか
(例えば、他に学びたい技術はありますか)

	日本に望む鉄道技術協力項目	人数	
1	橋梁や軌道のさらなる知識習得のため再度ガーナに来てほしい	14	複数回答している研修受講者もいるため、研修受講者の人数とは必ずしも一致しない
2	コンピュータ技術を習得したい	8	
3	日本に行ってさらに多くの鉄道技術を学びたい	7	
4	軌道保守技術	3	
5	橋梁保守技術	2	
6	最新基準に基づいた線路の建設と保守方法	2	
	合計	36	



(出典：調査団)

図 4.2.8 ガーナ研修アンケート結果④

(6) 今後の課題と提言

1) 今後の課題

ガーナ国における深刻な鉄道施設老朽化の背景には、民営化および GRDA 発足以降における政府側 (MOT) 支援、指導が不十分であったことも一因であったと思われる。

政府として、ガーナ国鉄道セクターの成長を促し、大量輸送、正確で安価な物資輸送という鉄道セクターの特性を十分に発揮できるよう、ガーナ鉄道が保有している鉄道財産および運営ノウハウを有効活用するための施策を練ること、そして国として GRDA、GRCL を支援する体制の構築および指導、管理体制を整えることが今後の課題であると言える。

2) 維持管理マニュアル (記録方法、設備投資計画案を含む)

安全運行を実現するために必要と思われる検査判定基準および検査記録様式を提案する。これは、第 1 次～第 3 次調査で暫定的に設定した判定基準、記録記入様式などを採用しているが、今後は、ガーナ鉄道が維持管理における多くの経験を積み重ねることでこの判定基準や記録記入様式を改善すべきである。

設備投資計画については、まず、GRCL が作成した修繕計画実施に必要な予算確保を行うことが第一であるが、現在の劣悪な軌道状態を少しでも改善するため、予算が確保できるまでの期間は、本研修で行った現状の資機材を用いた維持管理を実施することを提案する。

・不良マクラギ判定基準

マクラギ：

1. 腐食してマクラギとしての機能がないもの。
2. 過去の車両脱線により折れたりマクラギとしての機能がないもの。
3. 手ハンマーで叩いてみて中が空洞になっていると思われるもの。
4. 犬釘穴が大きくなって、犬釘の支持力が保持できないもの。

締結装置：

1. 所定の位置に締結装置が存在しないもの。
2. レールベースから締結装置が持ち上がり、締結装置としての機能がないもの。
3. 締結装置が容易に手で抜けるもの。
4. 手ハンマーで叩いてみて動くもの。

・緊急軌道整備限度

軌道変位の種類	軌間	水準	高低	通り	平面性
通常の軌道整備 限度値 (mm)	+6 -4		±9		——
緊急軌道整備限 度値 (mm)	+20 -10	——	±19		±18

・各種の検査記録様式

① 不良マクラギ・締結装置の判定結果記入様式

測定日 年 月 日
 測定場所 mile
 測定者 _____

不良マクラギ・締結装置の判定結果記入様式例

測定日 年 月 日
 測定場所 mile
 測定者 _____

② 軌道変位測定結果記入様式

測定日 年 月 日

測定場所 mile

測定者

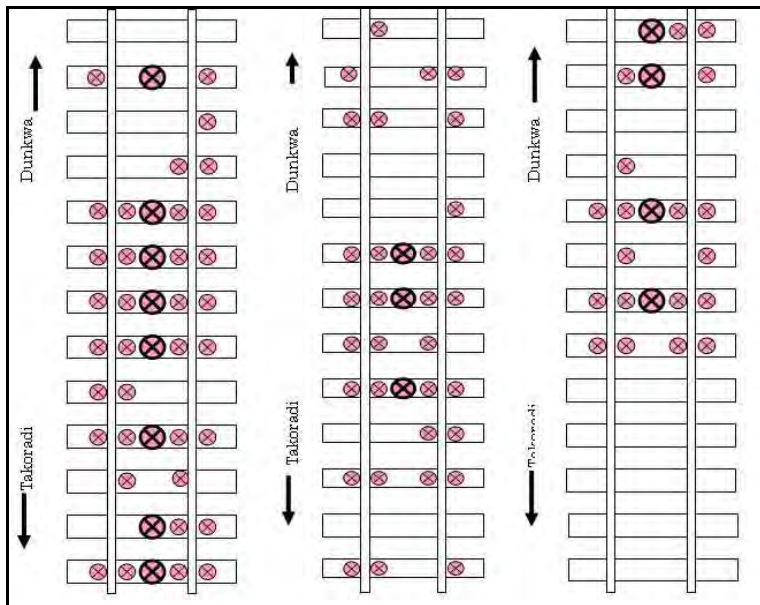
No. (5m 間隔)	軌道変位の値 (mm)							備考
	軌間変位	水準変位	左レール		右レール		平面性変位	
			高低変位	通り変位	高低変位	通り変位		
1								
2								
3								
4								
...								
...								
...								

③ マクラギ・締結装置の管理図の例

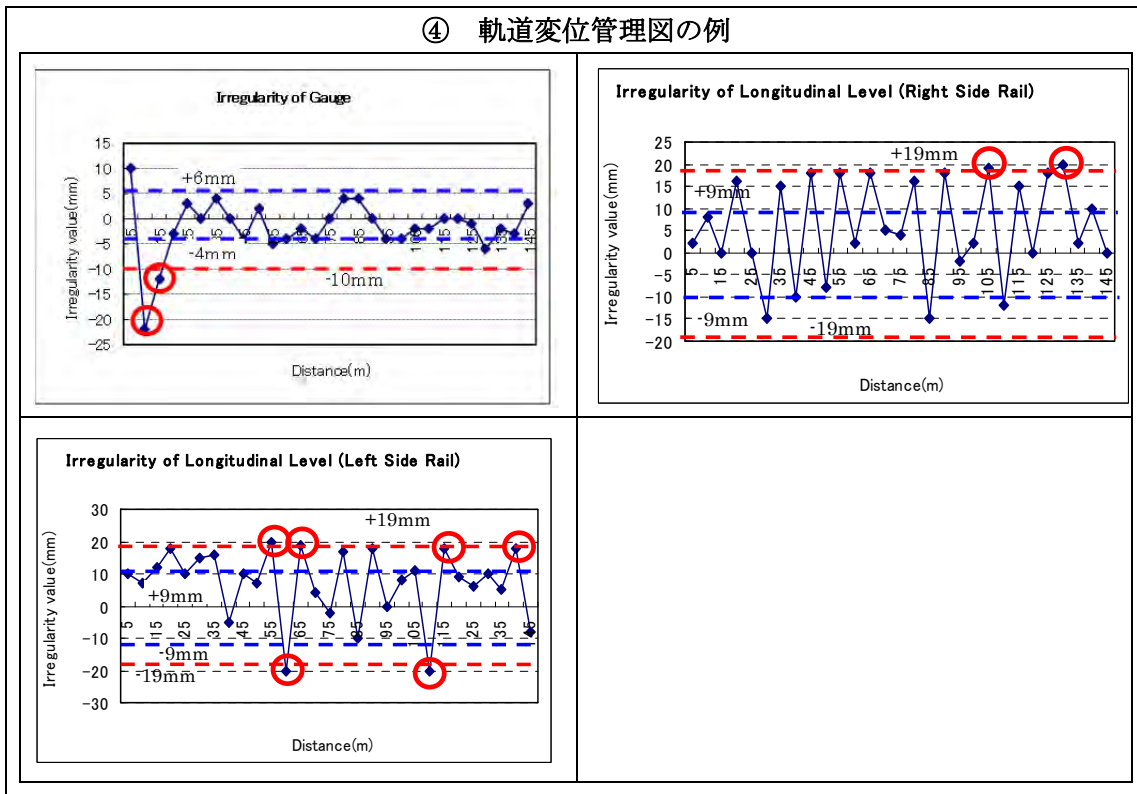
測定日 年 月 日

測定場所 mile

測定者



④ 軌道変位管理図の例



⑤ 緊急軌道要補修箇所一覧表

緊急軌道整備優先順位	軌道変位測定年月日	緊急限度値超過している位置		緊急限度値超過の値 (mm)				平面性変位	備考	
				軌間変位	左レール		右レール			
					高低変位	通り変位	高低変位			通り変位
1										
2										
3										
4										
...										

⑥ 補修工事実施後の軌道変位測定結果記入様式

測定日 _____ 年 月 日

測定場所 _____ mile

測定者 _____

緊急整備年月日	緊急軌道整備優先順位	緊急軌道整備箇所		緊急軌道整備後の軌道変位 (mm)				平面性変位	備考	
				軌間変位	左レール		右レール			
					から	まで	高低変位			通り変位

3) 線路平面図・配線略図などの維持管理用図面

前述した通り、近い将来 CDB の資金による Takordi～Awaso 間のリハビリ工事および新線建設事業が計画されている。このリハビリ工事では、曲線改良や駅の配線改良等が実施されるため、手戻りをなくす意味でも、CDB の動向を見極めてから管理用図面を最終化すべきである。

4) 提言（再発防止策案）

約 30 名に及ぶ若手社員を中心にして一通りの訓練を実施することが出来た。

今後、これらの社員が中心となって他の社員を指導することにより技術の継承が進むことを期待したい。予算事情が厳しい中、「予算がないから何もできない」と言う考え方がガーナ鉄道社員に定着しているが、予算がなくてもある程度の線路維持補修作業は可能であることを今回の訓練で理解してくれることを願っている。

今後これらの社員が中心となって、早期に線路維持補修作業が実施できるよう、ガーナ鉄道の取組みを期待する。そして、1 週間に 1 回程度の列車脱線が頻発している状態から脱却し、安全・安定運行が実現できるよう期待する。

4.2.5. 車 両

(1) 目的と概要

1) 目的

車両部門に関しては、維持管理マニュアルや記録簿（以下 マニュアル類）は GRCL で独自に定めているわけではなく、車両の調達時等にサプライヤーが作成したマニュアル類を使用している。マニュアル類は管理部門や現場で整備されており、予算が許す限りにおいて、これに準拠し整備が行われていた。また、故障記録や検査の実施状況については、現在も日報・月報・四季報の形で、責任者である主任機械技師（Chief Mechanical Engineer）に報告する体制が維持されている。これらの状況と 3 章の改善目標を踏まえ、本研修では以下の項目に焦点を絞り実施した。

- 現在の GRCL の現況を鑑み、マンガン輸送の確保を最重点目標とする。
- 車両運行中の重大な事故防止に特化した研修を行う。
- 具体的には、運用前の車輪・輪軸・ブレーキ装置（新規に導入した自動空気ブレーキ付きの貨車を対象）に最低限の機能確認の検査を行うことに焦点を絞る。

2) 概要

車輪・輪軸および自動空気ブレーキの検査方法の両研修とも、講義にて概要や意義を説明したのち、実演による指導と研修生による実習を中心に実施した。両研修を合わせて 1 日コースとし、研修生を 2 グループに分け、3 月 24 日、25 日の 2 回実施した。

Carrige & Wagon (GRCL の貨車整備を実施する現場機関である) に教材 (被検査体) としてインドより輸入した貨車 1 両、ならびに台車 1 台を配置して研修を実施した。



(出典：調査団)

写真 4.2.73 教材の貨車



(出典：調査団)

写真 4.2.74 教材の台車

- 車輪・輪軸の検査
 - 車輪・輪軸の検査基準の意味 (講義)
 - 車輪・輪軸の検査方法 (指導・実習)
 - (バックゲージ、車輪径測定装置、フランジ測定装置、車輪踏面形状測定装置)

- 自動ブレーキの検査
 - 自動ブレーキの検査方法 (講義)
 - 自動ブレーキの検査方法 (指導・実習)

(2) 参加者

第 1 回 (3 月 24 日) 参加者

No	Name	Remarks
1	Isaac Anaman	Engineer
2	W.K. Arthur	Engineer
3	S. Baffoe-Matthews	Engineer
4	Rex A. Mensah	Technical Person
5	Nat Otoo	Technical Person
6	Paul Mensah	Technical Person
7	Joseph Annan	Technical Person
8	Edward Walden	Technical Person
9	M.K. Agyeman	Technical Person
10	Ishmael Quansah	Technical Person
11	Kobina Sarsah	Technical Person
12	Joseph Mbiah	Technical Person
13	Albert Quansah	Technical Person
14	Enmanuel Mensal	Technical Person

第2回（3月25日）参加者

No	Name	Remarks
1	S.E. Ali	Engineer
2	Fredrick Barnes	Technical Person
3	Michael Mottey	Technical Person
4	R. Lamptey	Technical Person
5	J. Encher	Technical Person
6	J.A. Arthur	Technical Person
7	K.T. Ankrah	Technical Person
8	S. Akumanyi	Technical Person
9	W.K. Arthur	Technical Person
10	C. Baidoo	Technical Person
11	J. Chinebuah	Technical Person
12	Anthony Abban	Technical Person
Observation	Hamlet V. Cromwell	Senior Mechanical Engineer

(3) 訓練実施スケジュール

- 3月18日（火） 訓練用準備機材の確認、不足機材の購入
- 3月19日（水）
- Chief Mechanical Engineer と訓練場所、訓練スケジュール打ち合わせおよび
- 空気ブレーキ試験器の組み立て
- 3月20日（木） 空気ブレーキ試験器の組み立て、教材用貨車、台車の手配
- 3月21日（金） ブレーキ試験リハーサル、教材用貨車のブレーキ管の空気漏れ等整備
- 3月24日（月） 第1回 講習 （14名）
- 3月24日（火） 第2回 講習 （12名）
- 3月25日（水） 片付け、機材整備、保管
- 3月26日（木） 機材確認（GRCL 関係者）

(4) 訓練実施内容

1) 準備機材の確認

日本で購入し運搬した計測装置、試験器本体および現地購入機材の確認を行った。現地購入品の空気ホースの外形が、想定と異なっていたため、対応する締め付けバンド等の購入も行った。



(出典：調査団)

写真 4.2.75 バックゲージ



(出典：調査団)

写真 4.2.76 バックゲージ (拡大)



(出典：調査団)

写真 4.2.77 車輪径測定装置



(出典：調査団)

写真 4.2.78 フランジ測定装置



(出典：調査団)

写真 4.2.79 車輪踏面形状測定装置



(出典：調査団)

写真 4.2.80 ノギス



(出典：調査団)

写真 4. 2. 81 ブレーキ試験器本体 (弁)



(出典：調査団)

写真 4. 2. 82 ブレーキ試験器用部品
(日本からの持ち込み品)



(出典：調査団)

写真 4. 2. 83 ブレーキ試験器用部品
(現地購入品 コンプレッサー)



(出典：調査団)

写真 4. 2. 84 ブレーキ試験器用部品
(現地購入品 空気ホース)

2) ブレーキ試験器の作成

日本より持ち込みの試験器本体と現地購入品のコンプレッサー等を用いて、GRCL 関係社員の協力のもと、ブレーキ試験器の組み立てを行った。



(出典：調査団)

写真 4.2.85 ブレーキ試験器用部品
(現地購入品 コンプレッサー)



(出典：調査団)

写真 4.2.86 ブレーキ試験器用部品
(現地購入 空気ホース継手組立)



(出典：調査団)

写真 4.2.87 ブレーキ試験器組み立て
(接続ホースの作成)



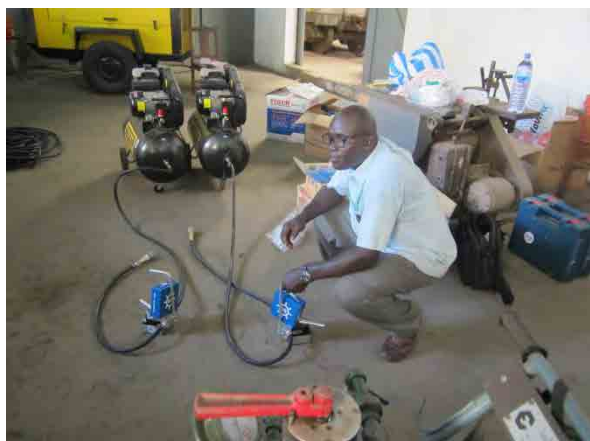
(出典：調査団)

写真 4.2.88 ブレーキ試験器組み立て
(試験器とホースの接続)



(出典：調査団)

写真 4.2.89 ブレーキ試験器完成品



(出典：調査団)

写真 4.2.90 完成品と作成協力者

3) ブレーキ試験リハーサル

教材として搬入された貨車を用いて、組立てたブレーキ試験器の機能確認を行った。教材の貨車はインド国から購入されたもので、使用期間ははまだ一年半程度であるが、清掃や注油等の日常整備もほとんど行われていない状況であった。その結果、ブレーキ配管からの空気漏れや、基礎ブレーキ装置の固渋等によりブレーキが作動しない状態であった。このため、GRCLの職員と共同で貨車の整備を行った。

教材貨車の整備後、空気漏れチェック、ブレーキの作動状態の確認、ブレーキ試験器による空気込め、空気吐き出し時間の確認等、研修の準備・リハーサルを実施した。



(出典：調査団)

写真 4.2.91 教材貨車の搬入



(出典：調査団)

写真 4.2.92 教材貨車定置



(出典：調査団)

写真 4.2.93 ブレーキ試験器設置



(出典：調査団)

写真 4.2.94 ブレーキ管の空気漏れ整備



(出典：調査団)

写真 4.2.95 ブレーキ管の空気漏れ整備



(出典：調査団)

写真 4.2.96 固渋して動かない基礎ブレーキ装置



(出典：調査団)

写真 4.2.97 動作確認 (ブレーキシリンダ緩め状態)



(出典：調査団)

写真 4.2.98 動作確認 (ブレーキシリンダ挺)



(出典：調査団)

写真 4.2.99 試験および整備協力者



(出典：調査団)

写真 4.2.100 試験および整備協力者

4) 訓練の実施

a) 対象者



(出典：調査団)

写真 4.2.101 第1回 (3/24) 対象者



(出典：調査団)

写真 4.2.102 第2回 (3/25) 対象者

b) 車輪・輪軸関係検査

前半に、車輪・輪軸に関する検査対象部位、検査基準の意義等を講義した。その後、実技指導、研修受講者による実習を行った。研修受講者からは、日本の検査基準数値の背景、車輪とレールの基準の関係、摩耗部品の仕様限度、等に興味が示された。

参観中のシニア機械技師 (Senior Mechanical Engineer) より輪軸整備関係社員 (写真中、オレンジ色の安全ベスト着用者) が、急きょ呼び出され、実習に参加する場面もあった。



(出典：調査団)

写真 4.2.103 講義風景



(出典：調査団)

写真 4.2.104 講義風景



(出典：調査団)

写真 4. 2. 105 バックゲージ測定



(出典：調査団)

写真 4. 2. 106 バックゲージ測定



(出典：調査団)

写真 4. 2. 107 車輪径測定



(出典：調査団)

写真 4. 2. 108 車輪厚さ測定



(出典：調査団)

写真 4. 2. 109 車輪フランジ測定



(出典：調査団)

写真 4. 2. 110 ガーナ国で用いられていた旧式のフランジ測定器



(出典：調査団)

写真 4.2.111 車輪踏面形状測定（実演）



(出典：調査団)

写真 4.2.112 車輪踏面測定（実習）

c) 自動空気ブレーキ試験器

最初に日本におけるブレーキ装置の検査基準や検査周期、本ブレーキ試験器の測定方法等の講義を行い、その後実演指導、研修受講者による実習を行った。実習は、担当社員を中心に繰り返し行われた。研修受講者からは、空気の詰め速度と圧力の関係、過大な空気圧まで込めた場合の影響、等に、関心が示され、質疑応答が行われた。

実習では、理解の早い社員が他の社員に指導をするなど、協力的に進められた。



(出典：調査団)

写真 4.2.113 講義風景



(出典：調査団)

写真 4.2.114 講義風景



(出典：調査団)

写真 4.2.115 実技指導



(出典：調査団)

写真 4.2.116 実技指導



(出典：調査団)

写真 4.2.117 実技指導 (質問)



(出典：調査団)

写真 4.2.118 実技指導 (回答)



(出典：調査団)

写真 4.2.119 訓練生実習



(出典：調査団)

写真 4.2.120 訓練生実習



(出典：調査団)

写真 4. 2. 121 訓練生実習



(出典：調査団)

写真 4. 2. 122 訓練生実習



(出典：調査団)

写真 4. 2. 123 ブレーキ動作確認



(出典：調査団)

写真 4. 2. 124 動作確認 (ブレーキシリンダ作用状態)

d) 特別講義 「KAIZENN」 5Ss を中心に

シニア機械技師 (Senior Mechanical Engineer) より、日本の「KAIZEN」について説明して欲しいとの要請があり、急遽 5Ss の内容や考え方の説明を行った。

全員がアイデアを出し合い改善を行うこと、整理や清掃がその基本であることなどについて、関心が示された。



(出典：調査団)

写真 4.2.125 講義風景 (5S とは)



(出典：調査団)

写真 4.2.126 聴講風景

(出典：調査団)

e) 研修終了



(出典：調査団)

写真 4.2.127 第1回研修 (3/24) 終了



(出典：調査団)

写真 4.2.128 第2回研修 (3/25) 終了



(出典：調査団)

写真 4.2.129 終了証授与式 (合同) 3/25



(出典：調査団)

写真 4.2.130 終了証授与式 (合同) 3/25

(5) 訓練実施結果

ガーナ鉄道および車両の現況は、日常のメンテナンス費用も十分でないことから、極めて厳しい状況であり多くの問題点がある。今回の研修は、多数ある問題点の中から、脱線と衝突の2大鉄道事故に限定し、車輪・輪軸およびブレーキ装置（特に、ガーナ国では最近取り入れられた自動空気ブレーキシステム）の検査に焦点を当てて実施した。

今回の研修参加者は、GRCLの車両メンテナンスを担当する職場である Carrige & Wagon と Location の中核社員が中心であり、自らの業務に密接にかかわる研修であることから、受講態度は非常に熱心であった。また、当初目的とした技術は十分習得されたものと判断できる。

なおシニア機械技師の Mr. Cromwell より、急遽呼び出しを受けて途中より研修に参加した担当社員もあつたことから、本研修の重要性は十分に理解されたものとする。

(6) 今後の課題と提言

本研修は、車輪・輪軸および空気ブレーキ装置の検査の意義、検査方法を日本で使用されている機器や方法、基準をもとに説明した。研修受講者からの反応も良く、各々目的とする技術を習得することができたと判断できる。

一方で、ガーナ鉄道の施設及び車両は、日本の基準をそのまま受け入れられる状況にないのが実情である。車輪・輪軸・ブレーキ装置を含めた車両は日常の検査・整備がほとんど行われた形跡がなく、検査機器を使うまでもなく一目で不良が確認できる状態にまで劣化している。

今回の空気ブレーキ試験器の研修では、約1年半前にインド国から輸入されたマンガン輸送用の貨車を被検査体として利用した。ガーナ国では最新式の貨車であるにも関わらず、その状態は使用期間がわずか1年とは思われないほど劣化し、ブレーキシリンダやリンク装置等可動部の固渋、ブレーキ管からの空気漏れ等が発生している状況であった。

ガーナ鉄道の現況を踏まえ、今後の課題と提言として以下の2点が重要であるとする。

▶ 日常整備の充実

- 車両は稼働させ続けることが重要である。よって、数年ごとのオーバーホール以上に、日常の整備が重要である。
- 日常整備の基本は、「清掃」「注油（オイル&グリース）」「緩んだボルトの増し締め」「消耗品の取り換え」である。
- どんなに高価で高性能の新車を導入しても、日常整備がなければ鉄道車両は短期間で運行不能・スクラップの道にいたる。逆に、高度な修繕をしなくても、日常整備だけでも相当期間の運行を行うことが可能である。
- また一度稼働停止した車両を、再稼働させるには、多額の費用がかかる。このためガーナ国の現況では、その実現性はほぼ期待できない。
- 当面、最低限の費用の確保と、職員の努力で、「清掃」「注油（オイル&グリース）」「緩んだボルトの増し締め」「消耗品の取り換え」につとめ、車両の稼働確保に注力すべきである。

- ▶ 検査基準の「意義」を理解し、自ら基準を策定すること
- 鉄道の検査基準には、各国の鉄道の状況を反映して策定されている。また、線路と車輪の関係のように、相互に密接に関連して設定されている。
 - 事情が異なる他国の基準を取り入れても、現実には合わないものになる。
 - 検査基準には、なぜそれらの数値が選定されたのかという意味がある。

単に他国の機器と基準を取り入れるのではなく、その意味を理解して、ガーナ国の状況に合わせた基準を設定することが重要である。



(出典：調査団)

写真 4.2.131 一目でフランジ直摩が確認できる車輪



(出典：調査団)

写真 4.2.132 埃だらけのブレーキ弁



(出典：調査団)

写真 4.2.133 注油されていないブレーキ挺



(出典：調査団)

写真 4.2.134 ブレーキシリンダ&挺 (かじり痕)

4.3. 訓練資機材の調達

上記訓練を実施するにあたり調達した資機材および用途を下記の表に示す。

表 4.3.1 調達資機材リスト

No.	Items	Qty.	Serial. No.	Model	Descriptions
1	PC and peripheral equipment	1	SGH127R6LS	-	Office equipment
	BLUTEK 850VA UPS	10	-	-	-
	D-LINK WIRELESS N300 ROUTER	1	-	-	-
	RJ 45 CONNECTOR	10	-	-	-
	CAT5 CABLE 100FT	1	-	-	-
2	HP Officejet 7500A	1	MY24O310P1	-	Office equipment
3	Canon IR 2320 COPIER	1	F190600	-	Office equipment
4	Fiber-Reinforced Plastic Standard Gage for 1,067mm	1	3492	KS5300B	Mesurement for track irregularity
5	Measurement for Leveling Defect (Coma)	1	-	KS560A	Mesurement for track irregularity
6	Constant Tension Device for Level Measurement (vam tension)	1	-	KS615A-1	Mesurement for track irregularity
7	Digital Tyre Measuring Instrument	1	1600	TDD-400	Basic maintenance for Roofing stock
8	Back Gauge	1	1745	SA41022	Mesurement for back side distance
9	Wheel Diameter Measuring Instrument	1	1109	TY-50	Mesurement for wheel diameter
10	Wheel Tread Wear Measuring Instrument (1)	1	1108	TS-3D	Mesurment for wheel tread wear
11	Wheel Tread Wear Measuring Instrument (2)	1	1109	TS-3D	Mesurment for wheel tread wear
12	Wheel Tread Wear Measuring Instrument (3)	1	1110	TS-3D	Mesurment for wheel tread wear
13	Fiber-Reinforced Plastic Standerd Gage for 1,067mm (	1	3856	KS5300B	Mesurement for track irregularity
14	Fiber-Reinforced Plastic Standerd Gage for 1,067mm (	1	3857	KS5300B	Mesurement for track irregularity
15	Fiber-Reinforced Plastic Standerd Gage for 1,067mm (	1	3858	KS5300B	Mesurement for track irregularity
16	Portable type brake tester for signal car (1)	1	130001	1009-3199256-01	Air breae tester for 2-shaft freight car
17	Portable type brake tester for signal car (2)	1	130002	1009-3199256-01	Air breae tester for 2-shaft freight car
18	Compressor (1)	1	157047 0003	B2800B / 100 CM3 V230 CE NUAIR	For the training of air brake tast.
19	Compressor (2)	1	156070 0007	B2800B / 100 CM3 V230 CE NUAIR	For the training of air brake tast.
20	365MM Cut-off machine (1)	1	-	-	For the training of air brake tast.
21	365MM Cut-off machine (2)	1	-	-	For the training of air brake tast.
22	Auger Drill (1)	1	-	GBH 2-26 DRE Professional	For the training of air brake tast.
23	Auger Drill (2)	1	-	GBH 2-26 DRE Professional	For the training of air brake tast.
24	Generator	1	131200600593	TG1700 - TG6700	For the training of air brake tast.
25	Desktop Computer (1)	1	TRF344095X	HP PRO 3500SERIES MT	For the reporting inspection result of track maitenance training.
26	Desktop Computer (2)	1	-	-	-
27	Desktop Computer (3)	1	-	-	-
28	Laptop (1)	1	5CG33836NQ	250-G1U32328MOX320NXNC04Da	For the saffety operation lecture.
29	Laptop (2)	1	5CG33837HV	2250-G1U32328MOX320NXNC04D	For the saffety operation lecture.
30	HP Multitipul Printer	1	CND8F478CP	BOISB - 1104 - 02	For the saffety operation lecture.
31	D - Link Projector	1	MAC ID: 5CD99860DE03	-	For the lectur training.
32	Acer Projector	1	MRJFH11001244004A18401	No. Q5V1106	For the lectur training.
33	Screen	1	-	-	For the lecture training.
34	CANON Video Camera (1)	1	S / N 323272004004	Legria FS406 e	For the recording of site survey and training.
35	SUMSUNG Video Camera (2)	1	S / N ASM1CN208000QV	HMX-F908P/MEA	For the recording of site survey and training.

(出典：調査団)

APPENDIX 1

列車運行の状況調査

APPENDIX 1 列車運行の状況調査

以下の区間について、列車運行の状況調査を行なった。

表 列車運行状況調査

	日 時	区 間	調査内容
1	2012年4月9日	Awaso～Dunkwa (73.2km)	Awaso 駅、ボーキサイト鉱山会社及び運行休止状態にある Awaso～Dunkwa 間の現状調査
2	2012年4月10日	Takoradi～Tarkwa (66km)	特別視察列車による Takoradi～Tarkwa 間の軌道・列車運行の現状調査
3	2012年6月2日	Nsuta～Takoradi (60.8km)	マンガン輸送列車に添乗し、列車の検査状況、積荷の積載状況の調査及び列車の走行状態の調査

次ページ以降に、それぞれの詳細な運行状況の調査結果を示す。

1. 運行状況調査 1

日時：2012年4月9日

区間：Awaso—Dunkwa エリア

プロジェクト対象区間（Takoradi—Kojokrom—Tarkwa—Huni Valley—Dunkwa—Awaso）中、主要輸送品ボーキサイトの発送地 Awaso 駅、ボーキサイト鉱山会社及び運行休止状態にある Awaso—Dunkwa 間について自動車で接近可能な箇所について現状調査を行った。

(1) 運行休止区間（Awaso—Tarkwa）の鉄道施設・運転設備の現状

➤ 軌道

枕木の腐食、締結装置の緩み、レール継ぎ目、路盤の不良が目立つ。踏切箇所ではレールが土に埋没した状態となっていた。



写真 1 踏切のレール状態



写真 2 運行休止区間の軌道状態

➤ 駅

Domenasi 駅および Dunkwa 駅を調査した。運行休止中ではあるが、現在も各駅には 2 名の駅員が配置されており交代で施設管理業務を行っている。駅長は自駅の列車の進入、次駅への列車の進出、閉塞の確保を行う。駅では各種マニュアル及び運行管理記録等が確認された。Dunkwa 駅には機関支区が設置されていた。Dunkwa 駅構内の分岐器上には車両の乗上げの痕跡が認められた。



写真 3 Domenasi 駅



写真 4 Dunkwa 駅



写真 5 旧式閉そく装置



写真 6 各種マニュアル



写真 7 運行記録

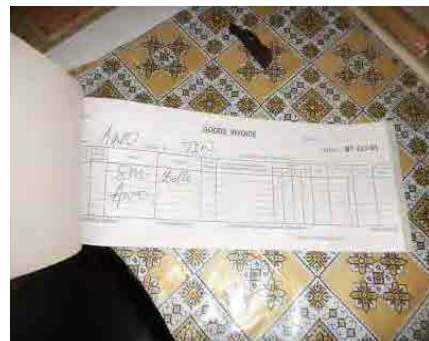


写真 8 貨物の送り状



写真 9 Awaso 支線の分岐点
(Dunkwa 駅構内)



写真 10 脱線の痕跡
(Dunkwa 駅構内)

➤ 踏切

踏切には踏切番用のボックスが確認できた。遮断機、警報機は見当たらず、一時停止用のバリケード等も特に設置されていない。



写真 11 駅間の踏切



写真 12 Domenasi 駅構内の踏切

➤ 信号・信号制御

現在は使用されていないが、西線には 1983 年から行われた世銀主導の TRP（運輸部門修復プロジェクト）¹で導入された半自動閉そく信号システムが存在する。列車を次駅へ向けて発車させるには（閉そく区間に進行させるには）、当該駅の駅長が上部コントロールパネルのレバーを操作し、次駅駅長に駅への（閉そく区間）列車進行の許可を要請する。次駅のコントロールパネルの電鈴が鳴動し、要求を受け付けたことを示すライトが点灯する。次駅駅長は自駅に停車中の列車がないことを確認した後、自駅のコントロールパネルのレバーを操作し承認を与える。この動作後、発車駅のコントロールパネル上の緑燈が点灯し、出発信号機が進行を現示し、次駅の対向の場内信号機が停止を現示する。ウェスティングハウス社製であった。ソーラパネルを利用し充電していたものでバッテリー跡が残っていた。この他、使用されていない腕木式信号機が残されたままの駅もあった。駅構内の分岐器の転換は全て機械式であった。



写真 13 旧式の出発信号機
(3 現示)



写真 14 写真旧式の場内信号機
(2 現示)

¹ TRP（運輸部門修復プロジェクト）：世界銀行、AFD（仏）、Kfw（独）の連携で 3 次まで行われた。機関車の 2601（アルストム）シリーズや 1663（独）機関車が導入された。日本が行った 1601 シリーズ（米）機関車の導入もこの一部である。



写真 15 旧式の閉そく装置



写真 16 閉そく制御器



写真 17 閉そく装置のバッテリー跡



写真 18 信号制御用の検知器



写真 19 機械式転轍機



写真 20 構内に張られたトランス
ミッション

➤ 通信装置

駅構内には旧式の有線通信機器が残っていたが現在は全て使用されていない。現在はオフィシャルの携帯電話を使用している。(閉そくの手配も携帯電話で行われる。)



写真 21 旧通信装置 (その 1)



写真 22 旧通信装置 (その 2)



写真 23 制御器跡



写真 24 オフィシャルの携帯電話

(2) Awaso 駅及びボーキサイト鉱山積み出し基地

Awaso へ向かう幹線道路では状態のかなり酷い悪路を、ボーキサイト運搬の大型トラックが頻繁に走行していた。Awaso 駅構内には機関支区が設置されている。ボーキサイト鉱山へ向かう線路及び鉱山内の線路も埋没状態である。嘗てはここから一日 4～5 本のボーキサイト運搬列車が運行されていた。ボーキサイト積載用のホッパーの先には、貨車の重量を計量する計量橋が設置されていた。



写真 25 Awaso 駅



写真 26 Awaso 駅構内の機関支区



写真 27 ボーキサイト鉱山へ向かう線路状況



写真 28 ボーキサイト鉱山内の線路状況



写真 29 ポーキサイト鉱山



写真 30 ポーキサイト積載基地



写真 31 貨車積載用のホッパー



写真 32 貨車計量橋跡

2. 運行状況調査 2

日時：2012年4月10日

区間：Takoradi—Tarkwa (66km)

プロジェクト対象区間（Takoradi—Kojokrom—Tarkwa—Huni Valley—Dunkwa—Awaso）中、Takoradi—Tarkwa で臨時列車を運行し、軌道・列車運行の現状調査を行った。現在プロジェクト区間では、Takoradi—Nsuta 間でマンガン鉱石輸送と Takoradi—Kojokrom 間で朝・夕の旅客シャトル輸送がおこなわれているのみである。



写真 33 旅客列車をけん引する機関車



写真 34 旅客列車用の客車

(参考)

西線 (Takoradi—Kumasi)	2007/9/13	都市間輸送休止
	2009/3/13	ボーキサイト・材木輸送休止
	2011/5	Tarkwa—Kumasi /Awaso 運行休止
東線 (Accra—Kumasi)	2002/3/13	運行休止
中央線 (Huni Valley—Kotoku)	2002/12/1	運行休止

(1) Takoradi 駅

Takoradi 駅構内には運行管理所が置かれ指令が実施ダイヤの記録を行っている。運行列車の駅での発着時刻が当該駅の駅長より報告され、運行ダイヤ図として記述・記録される。各駅長との通信手段は現在、携帯電話を利用している。



写真 35 Takoradi 駅舎



写真 36 Takoradi 駅運行管理所



写真 37 運転指令



写真 38 実施ダイヤ図



写真 39 現在は使用されていない
通信機器



写真 40 実施ダイヤ図の保管状況

(2) Takoradi 信号所、Tarkwa 信号所

Takoradi 駅構内及び Tarkwa 駅構内の信号所を調査した。両駅とも駅構内の転轍機の制御は機械式。旧式の閉そく装置及び通信機器が残されているが、現在は全て携帯電話で行われている。



写真 41 Takoradi 駅信号所



写真 42 Takoradi 駅構内の機械式
転轍機



写真 43 Tarkwa 駅信号所



写真 44 Tarkwa 駅構内の機械式
転轍機

(3) Takoradi 駅～Tarkwa 間 運転台添乗

臨時列車の運転台に添乗し、列車の運行方式及び運転状況並びに線路状況を調査した。

➤ 閉そく方式

票券閉そく方式。駅長間で専用の携帯電話を用いて、駅間の閉そくを確保し、運転士に票券「LINECLEAR CERTIFICATE」を渡すことにより出発・進行を指示する。閉そく区間は各駅間ではなく 2～3 駅間に亘る区間もあった。運転士は出発指示時刻を記入していた。

運転通告：線路状態が悪く徐行が必要な区間については、駅長から運転士に「Caution Order」が渡され徐行が通告されていた。

➤ 運転状況

全体的に線路の状況が悪く 15Mph（約 25km/h）以下の速度での運行が指示されていたが、極端に酷い箇所については強制送風装置によりエンジンのオーバーヒートを防ぎながらかなりの低速で上り勾配を走行しなければならないような場面もあった。一部脱線防止ガードが設置されている箇所もあった。

運行頻度が少なく鉄道用地の境界もないため、線路には駅構内でも駅間でも公衆・動物の立ち入りが多く、注意喚起の警笛を常に鳴らしながらの運行である。都市部や交通量の多い踏切では踏切番が赤旗を用い、交通を遮断していた。一部の踏切では遮断機が設けら

れている箇所もあったが、駅間で見通しの悪い箇所にある踏切に何ら保安対策が施されていないものも多く存在している。線路脇には駅が近いことを示す「C」標識、TKORADI からのマイルポストおよび途中の 1/4 マイルポスト、速度制限標識が設けられている。



写真 45 機関車運転台



写真 46 故障している速度計



写真 47 票券の受け渡し



写真 48 票券受領、時刻の記入



写真 49 運行記録簿



写真 50 進路開通票券 (LINE CLEARANCE CERTIFICATE)



写真 51 通告票による指示



写真 52 写真通告票 (Caution Order)



写真 53 速度制限標識 (その 1)



写真 54 速度制限標識 (その 2)



写真 55 速度制限標識 (その 3)



写真 56 駅接近標識



写真 57 速度制限開始標識



写真 58 速度制限解除標識



写真 59 マイルポスト



写真 60 1/4 マイルポスト



写真 61 極端に状態の悪い線路
(その 1)



写真 62 極端に状態の悪い線路
(その 2)

3. 運行状況調査 3

日時：2012年6月2日

区間：Nsuta～Takoradi (60.8km)

現在、マンガン鉱石輸送がおこなわれている Nsuta-Takoradi 間を実際に列車に添乗し、列車の検査状況、積荷の積載状況の調査及び列車の走行状態の観察を行った。

(1) 列車検査状況

駅の入換え掛員、運転士及び貨車検査員がそれぞれ列車状態の点検を行っていた。貨車検査員は点検終了後、運転士に検査票を手交する。この列車は25両編成で後方2両がブレーキホースの不備であった。



写真 63 駅員の状態検査



写真 64 運転士の列車検査

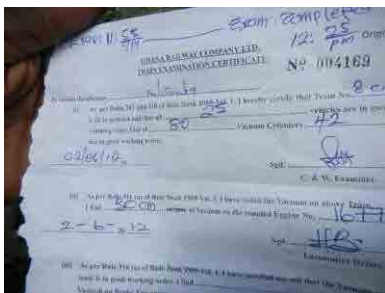


写真 65 貨車検査証



写真 66 ブレーキホース不備



写真 67 ブレーキ力点検 (その 1)



写真 68 ブレーキ力点検 (その 2)

(2) 荷積みおよび荷下ろし

▶ 荷積み状況

列車はマンガン会社の荷積みサイトの有効長が13両のため、2編成に分割される。この日は25両編成であったため12両と13両に分割され、マンガン会社の荷積みサイトでマンガン会社係員によりマンガン鉱石が積載された。最初の編成は大型ホイールローダーが1台、次の編成は2台でボーキサイトの積み込みを行っていた。貨車1両当たり、ホイールローダーのバケットで2山積載。中間部に積載すると荷重が貨車中間部に集中し危険なためか台車上に縦方向2山に分散している。貨車は通常、重量物輸送で使用されるOre Car（8m～10m）よりも長く、曲線部での偏きにより軌道、車輪に過大な負荷が掛かることが容易に想像できる。またTakoradiに向かい左から積み込むため、どうしても貨車の右側に荷が多く偏載されてしまっている。この日使用された貨車は通常ボーキサイト運搬用であるが現在、ボーキサイト輸送は休止であるため、代用されている。

貨車に積み込まれたマンガンのサンプルが採集されていた。貨車の重量を計測する機器は設備されていない。サンプルを元に重量の推計が行われ、荷送り票がマンガン会社から運転士に支給されていた。2回の荷積み作業はおよそ入れ替え時間を含め二時間程度であった。空荷で到着した上り列車の運転士、運転助手が荷積みまで担当する。



写真 69 マンガン荷積み（その1）



写真 70 マンガン荷積み（その2）

▶ 荷下ろし

荷下ろしに使用されているカーダンパーは1両対応である。最大長は恐らく現在のマンガン貨車長の13.4mであると思われる。ボーキサイト貨車はマンガン貨車よりも車体長が短いので代用されているのであろう。現在の貨車よりも短い貨車でも対応可能と推察された。



写真 71 荷下ろし設備 (その 1)



写真 72 荷下ろし設備 (その 2)

(3) 列車の走行状況

ローディング作業終了後、運転士・運転助手が交代した。運転区間は Nsuta～Takoradi 港間となっている。荷下ろしはマンガン会社のポートヤード構内運転士が担当する。Nsuta～Esuaso の事故多発箇所はカントのきつい下りの S 字曲線の間中部で走行中特に線路の継ぎ目部通過の際、貨車の不規則なローリングが確認された。Esuaso～Benso 間は線路脇に草が生い茂り視界が悪く危険である。

また、路盤、枕木の状況も悪く、要注意箇所では運転士が目視で枕木端の状況を注視しながら進行していた。

Benso～Amantin 間を走行中、雨により登り曲線の入り口 (35Mile 付近) で空転が発生した。運転士・運転助手は線路脇の小石を利用して引出作業を試みるが自力で再起動不能なため、最後尾に救援機関車 (Benso 駅にて線路交換作業中) を増結し Amantin までプッシュプルで走行した。

Manso からは直線箇所が多くなり、回復運転によりかなり高速で走行していた。調査団が持参した GPS 記録計によると最高速度は 40km/h に達していた、が機関車の速度計は故障しており、正確な速度は不明である。線路状態が悪く直線でもローリングが確認できた。



写真 73 故障したままの速度計



写真 74 線路状況確認



写真 75 空転復旧作業 (その 1)



写真 76 空転復旧作業 (その 2)



写真 77 曲線走行中の貨車



写真 78 直線走行中の貨車

