ウガンダ共和国
公共事業･運輸省（MoWT）

# ウガンダ共和国
# 道路整備・維持管理能力向上アドバイザー

# 業務完了報告書

令和 5 年 6 月
（2023 年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

八千代エンジニヤリング株式会社

| 社基 |
| --- |
| JR |
| 23-072 |

# 目　　次

プロジェクト位置図

活動状況写真

略語集

第 1 章　プロジェクト概要 1-1

1-1　プロジェクトの背景 1-1

1-2　プロジェクトの目的 1-1

1-3　専門家チーム構成 1-2

1-4　現地業務工程 1-2

第 2 章　現状把握及び支援方針 2-1

2-1　実施機関の組織体制 2-1

(1) 道路・橋梁局の工事実施体制 2-1

(2) 機械技術局の機材運営・維持管理体制 2-3

2-2　技術評価項目にかかる現状確認 2-4

第 3 章　活動報告 3-1

3-1　道路維持管理の政策・計画・予算編成等にかかる改善支援 3-1

(1) アセットマネジメントの導入支援 3-1

(2) 予防保全型の運営・維持管理 3-1

(3) 道路規格・サービス水準に応じた維持管理頻度・時期の提案 3-2

3-2　道路維持管理業務の効率改善にかかる支援 3-2

(1) 機材チームとの連携強化による道路機材の適正活用 3-2

(2) 地方道路データベースの運用改善 3-3

(3) 道路整備のコスト削減にかかる提案 3-5

3-3　機材の運営・維持管理にかかる能力向上支援 3-5

(1) 民間サービスの有効活用 3-5

(2) 機材整備士の育成にかかる TOT 実施プログラム 3-5

(3) 機材の耐用年数にわたる年間維持管理費 3-7

(4) 喫緊の機材整備課題に対する支援 3-8

(5) 既存整備工場の更新にかかる助言 3-8

第 4 章　提言等 ..... 4-1
4-1　MoWT への提言事項 ..... 4-1
4-2　残された課題・教訓 ..... 4-1
(1) プロジェクトの評価項目に基づく達成状況及び今後の課題 ..... 4-1
(2) その他、特筆すべき課題・教訓 ..... 4-7
4-3　次期協力事業の提案 ..... 4-9

巻末資料

1. ワークプラン
2. 関係者（面談者）リスト
3. プロジェクトにおける MoWT の主要組織体制図
4. 業務実施工程表（計画／実績）
5. ウガンダ側関係機関への最終報告資料
6. MoWT への提言書

ウガンダ共和国
© Nations Online Project
SOUTH SUDAN
KENYA
DEMOCRATIC REPUBLIC OF THE CONGO
地方整備工場(グル)
地方整備工場(グル)管轄エリア
地方整備工場(ブゲンベ)管轄エリア
地方整備工場(ブゲンベ)
地方整備工場(ムバララ)管轄エリア
中央整備工場(カンパラ)
地方整備工場(ムバララ)
Lake Albert
Lake Victoria
Sese Is.
RWANDA
Kigali
UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
UGANDA
Gulu
Kampala
Mbarara
Masaka
Kalangala
Mukono
Jinja
Iganga
Kyenjojo
Mubende
Masindi
Hoima
Nakasongola
Kayunga
Luwero
Bombo
Kibale
Bundibugyo
Fort Portal
Kasese
Kamwenge
Sembabule
Rakai
Bushenyi
Rukungiri
Kanungu
Ntungamo
Kisoro
Kabale
Kyaka
Bunia
Butiaba
Apac
Lira
Pader
Kitgum
Adjumani
Moyo
Yumbe
Nimule
Lopodi
Kaabong
Kotido
Moroto
Lothaa
Nakapiripirit
Katakwi
Kaberamaido
Soroti
Kumi
Kapchorwa
Pallisa
Tororo
Bugiri
Busia
Mayuge
Bungoma
Mpigi
Entebbe
Bukwe
Nebbi
Pakwach
Atiak
Bahr el Jebel (White Nile)
Albert Nile
Victoria Nile
Lake Kwania
Lake Kyoga
Lake Edward
Sigulu
Lotai
Kome
Bavuma
Ntungamo
Ukerewe
Speke Gulf
Wilson Gulf
Mount Stanley (5,110 m)
0 25 50 75 mi

# プロジェクト位置図

# 活動状況写真

## 【第一次現地業務】

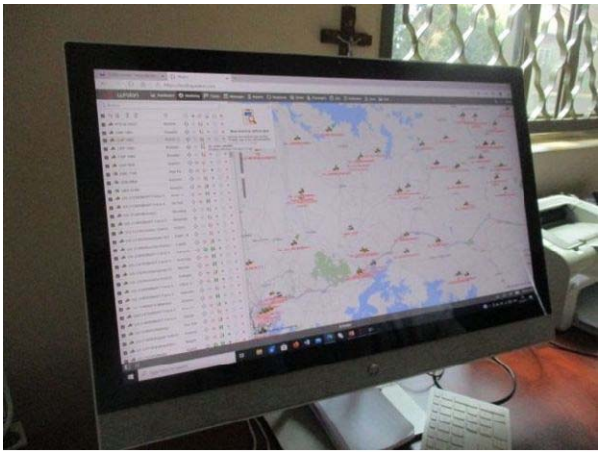
### 全体会議、道路視察等

MoWT 全体協議

ワークプラン（案）及び質問票を説明し、意見交換を実施した。

MoWT 担当者協議

実務担当者（道路技術者、機材管理者）と技術協議を実施した。



地方道路データベース視察

更新作業は概ね実施されているが、地方との連絡不足により更新の遅延事例も生じている。

ブゲンベ周辺地域の地方道路現場視察

エクスカベータ、グレーダ、ローラー等、土道整備に必要な最低限の機材ユニットにて構成。

グル周辺地域の地方道路現場視察

現場は典型的な湿地エリアのため、盛土及び部分的に横断排水を設置するため建設コスト増となる。

ルカヤ地区の都市内道路現場視察

現場はウガンダに多い湖の近傍都市。沿線に家屋や商店が立地しているため、排水対策が課題であり建設コスト増となる。

## カンパラ中央整備工場、ブゲンベ地方整備工場、グル地方整備工場（1）

カンパラ中央整備工場

1950年代に建設された施設。現在はMoWT中央工場として使われている。機械加工ワークショップ、溶接ワークショップ、木工ワークショップの3部門が残されているが、道路機材の整備工場としての機能はブゲンベ地方整備工場に移管されている。写真左は機械加工ワークショップ、写真右は溶接ワークショップ。

ブゲンベ地方整備工場

1996年に日本の無償資金協力により建設された施設。ウガンダ中央及び東部地域を管轄する。部品倉庫、工具倉庫、会議室、事務所等も完備している。写真左は機械加工ワークショップ、写真右は車両整備ワークショップ。

グル地方整備工場

整備工場としての建屋は小型自動車用サービスピットのみ。駐機場兼露天の簡易な整備工場。

グル地方整備工場の移動式ワークショップ

JBICの融資により20217年に調達した機材。

## グル地方整備工場（2）、ムバララ地方整備工場

グル地方整備工場の部品倉庫

コンテナを利用した部品倉庫。定期整備に要する消耗部品を少量備蓄している。

ムバララ地方整備工場

整備工場として建屋は在るが、道路機材を格納・整備するには狭小なため、整備作業は全て屋外で行われている。

ムバララ地方整備工場（屋外）で修理中のブルドーザ走行装置（undercarriage）

長距離自走等の不適切な機材操作により、稼働 3000 時間で部品交換が必要な状態になる程に消耗している。

# 【第二次現地業務】

MoWT 協議

現地業務再開にあたり、JICA ウガンダ事務所に同席いただき協議を行った。その後、JICA 専門家チームと C/P 関係者との個別協議を行った。

Nakawa Vocational Training College (NVTC)の研修室

第一次現地業務において当該 College の支援を受けることで合意したが、その後の新型コロナ感染拡大の影響を受け再協議を行った。

MoWT カンパラ中央整備工場

機械加工ワークショップにて、測定機器の使用方法について技術指導した。

MoWT カンパラ中央整備工場

機械加工ワークショップにて、エンジンシリンダーブロックライナーの加工修理方法について技術指導した。

NVTC 研修（開会式）

研修開会式の実施状況。このほか、オリエンテーションとして NVTC にて実施中の各研修コース見学会が開催された。

NVTC 研修（基礎講習）

JICA 専門家によるエレクトロニクス基礎講習の状況。研修は、JICA 専門家と NVTC 講師が協同で実施した。

NVTC 研修（実技研修）

診断機器（OBD）を使用した故障診断の実技研修。繰り返し反復実習を行った。

NVTC 研修（実技研修）

車両の充電システムの実技研修。

NVTC 研修（実技研修）

電装品のスターターモーターの分解・点検・組立方法について実技指導した。また、TOTの一環として、将来指導員としての他者への教え方についても指導した。

NVTC 研修（達成度確認試験）

学科試験の実施状況。全参加者の平均点は71点（100点満点中）。

NVTC 研修（達成度確認試験）

実技試験の実施状況。全参加者の平均点は97点（100点満点中）。

NVTC 研修（修了式）

研修参加者に加え、MoWT機械技術局の局長（Commissioner）はじめ主要幹部、JICAウガンダ事務所関係者等が参加した。

# 【第三次現地業務】

自主研修成果の報告会

今次現地業務の序盤に、自主研修成果を報告するためのワークショップを開催した。研修参加者はそれぞれプレゼンテーション資料を準備し、活動報告を行った。

自主研修成果報告会後の集合写真

報告会へは JICA 事務所担当者も参加し、研修参加者が将来の指導員として教育することを想定して講義する形式とした。

応用コース（舗装転圧機材編）の実施状況

現地ディーラーを連携し TOT 研修を実施した。写真は実機を活用した油圧測定方法の指導状況。

応用コース（重機編）の実施状況

現地ディーラーを連携し TOT 研修を実施した。写真は JICA 専門家による油圧ショベル（エクスカベータ）のメンテナンス理論と注意事項の指導状況。

TOT 研修成果の確認

TOT 研修対象者の成果を確認するため、JICA 専門家支援のもと TOT メンバー自ら MoWT 整備士に対して教育実習を実施した。写真はブゲンベ整備工場における測定機器使用方法の講義状況。

足廻りの摩耗状態調査

履帯走行装置の摩耗状態調査。大規模なメンテナンスが今後必要となるため、予算措置等を含む早期の対応が課題である。

# 【第四次現地業務】

整備実践コース（OJT）の実施状況

カンパラ中央整備工場において小型エンジンの分解・測定・組み立て方法及び教育方法についての実技研修を行なった

TOT 対象者による機材整備の講義状況

TOT 対象者は JICA 専門家による指導のもと、整備士を教育する訓練を実施している。写真はムバララ地方整備工場での講義状況。

合同ワークショップの開催状況

工事チーム及び機材チームによる合同ワークショップを開催した。参加者は道路維持管理及び機材整備にかかる現状共有ならびに改善課題に関する意見交換を行った上、今後取り組むべき解決手段を取りまとめた。

公共事業・運輸省（MoWT）年次ワークショップ(1)

MoWT 主催の年次ワークショップに参加し、本プロジェクトの活動概要を介した。また、プロジェクトを通じて確認した機材維持管理上の緊急的な対応課題について説明し、参加者の理解醸成に努めた。写真は JICA 専門家チームの登壇状況。

公共事業・運輸省（MoWT）年次ワークショップ(2)

年次ワークショップにはウガンダ国首相、MoWT より大臣ほか主要幹部、財務計画経済開発省、地方政府、ドナー関係者（EU 等）等の参加のもと、盛大に開催された。

写真はウガンダ国首相（前列左から 6 人目）はじめ主要参加者との集合写真。

# 【第五次現地業務】

機材整備に関する TOT 実施状況

これまでの TOT の総括として、TOT 受講者 8 名に対して筆記及び実技試験を実施した。8 名全員が試験に合格し、将来の指導員として必要な能力を習得したことを確認した。

MoWT 道路技術者との合同現場踏査

プロジェクトを通じて定期的に都市内及び地方道路を視察し、個別の技術課題について助言を行った。今次調査では地方道路の排水施設の実態を確認し、排水対策工法や維持管理等について助言等を行った。

合同ワークショップの開催状況

工事チームと機材チームによる合同ワークショップを開催した。機材の GPS 追跡システムを活用したチーム間の連携体制について意見交換した。

プロジェクト完了式

プロジェクトの最終報告会を兼ねた完了式典。MoWT の運輸担当大臣はじめ主要幹部が参列した。JICA 専門家チームよりプロジェクトの完了報告及び今後の自立発展に向けた提言事項を発表した。

プロジェクト完了式

プロジェクト完了式後の集合写真。最前列に並ぶ機材整備の TOT 受講者は、本完了式にて研修修了証を授与された。

財務計画経済開発省への報告会

MoWT 幹部と共に財務計画経済開発省を訪問し、プロジェクトの活動概要及び今後必要となる機材運営のための予算について説明した。同報告会へは JICA ウガンダ事務所にも同席頂いた。

# 略　語　集

| 略　称 | 名　称 |
|---|---|
| AC | Assistant Commissioner |
| BMAU | Budget Monitoring and Accountability Unit |
| CE | Civil Engineer |
| CME | Chief Mechanical Engineer |
| CMES | Commissioner Mechanical Engineering Services |
| CW | Central Workshop |
| DEW | Director Engineering and Works |
| DEW/EIC | Director of Engineering and Works/Engineer in Chief |
| DRRU | District Road Rehabilitation Unit |
| FA | Force Account |
| FY | Fiscal Year |
| GPS | Global Positioning System |
| ITISPR | Integrated Transport and Infrastructure Services Programme Review |
| JBIC | Japan Bank for International Cooperation |
| JICA | Japan International Cooperation Agency |
| KCCA | Kampala Capital City Authority |
| ME | Mechanical Engineer |
| MoFPED | Ministry of Finance, Planning and Economic Development |
| MoWT | Ministry of Works and Transport |
| MSI | Mechanical Services Inspection |
| MSO | Mechanical Services Operations |
| NVTI (NVTC) | Nakawa Vocational Training Institute (Nakawa Vocational Training College) |
| OJT | On the Job Training |
| PS | Permanent Secretary |
| PXE | Principal Executive Engineer |
| RMW | Regional Mechanical Workshop |
| SE | Senior Engineer |
| SME | Senior Mechanical Engineer |
| TOT | Training of Trainers |
| ULGA | Uganda Local Government Association |
| UNIDO | United Nations Industrial Development Organization |
| UNRA | Uganda National Roads Authority |
| UR | Urban Roads |
| WM | Workshop Manager |
| ZE | Zonal Equipment |
| ZC | Zonal Centers |

# 第 1 章　プロジェクト概要

## 1-1　プロジェクトの背景

ウガンダ共和国（以下、ウガンダという）政府は、2019年8月、公共事業･運輸省（以下、MoWTという）が管理する道路の建設及び維持管理に関する政策及び計画策定能力の向上、道路建設及び維持管理システムの改善、ならびに、道路機材の適切な活用のための人材育成を目的とした技術協力のための要請を日本国政府に提出した。これを受け、独立行政法人国際協力機構（以下、JICAという）は、本件技術協力（以下、プロジェクトという）を実施するための技術専門家チーム（以下、専門家チームという）を派遣することとした。

## 1-2　プロジェクトの目的

本プロジェクトは、ウガンダ国MoWTの道路整備・維持管理及び機材管理担当部局の職員を対象とし、道路整備及び維持管理分野に関する能力向上を目的とした技術研修を実施するものである。表1-1に、プロジェクトの目標、期待される成果、活動の概要を示す。

**表 1-1　プロジェクト目標、期待される成果、及び活動概要**

| | |
|---|---|
| プロジェクト目標 | MoWT 職員の道路整備及び維持管理分野に関する能力が向上する。 |
| 期待される成果 | 成果 1：MoWT の道路整備及び維持管理に関する政策策定、計画策定、予算編成等に関する改善策が提言される。<br>成果 2：MoWT の道路整備及び維持管理システム（道路機材の効果的な活用を含む）が改善する。<br>成果 3：道路整備及び維持管理機材を通じて MoWT の道路技術者、道路機材のオペレータ及び整備士等の能力が強化される。 |
| 活動の概要 | 活動 1-1：MoWT の道路整備及び維持管理に関する政策策定、予算編成、計画策定等に関して、現状把握、課題分析を行い、同システムの改善に向けた助言、提言を行う。<br>活動 2-1：MoWT の道路整備及び維持管理システム（道路機材の効果的な活用を含む）に関して、現状把握、課題分析を行い、同システムの改善に向けた指導、助言を行う。<br>活動 3-1：当国の道路整備及び維持管理を担う人材（道路技術者、道路機材のオペレータ及び整備士）や、道路整備や維持管理に関する機材の利用や管理状況に関して現状把握、課題分析を行い、これらの人材に対して適切な活用、管理に向けた指導、助言を行う。<br>活動 3-2：3-1 の活動を通じて抽出された課題を踏まえ、今後の改善計画を策定する。 |

## 1-3　専門家チーム構成

専門家チーム構成を表1-2に示す。

**表 1-2　専門家チーム構成**

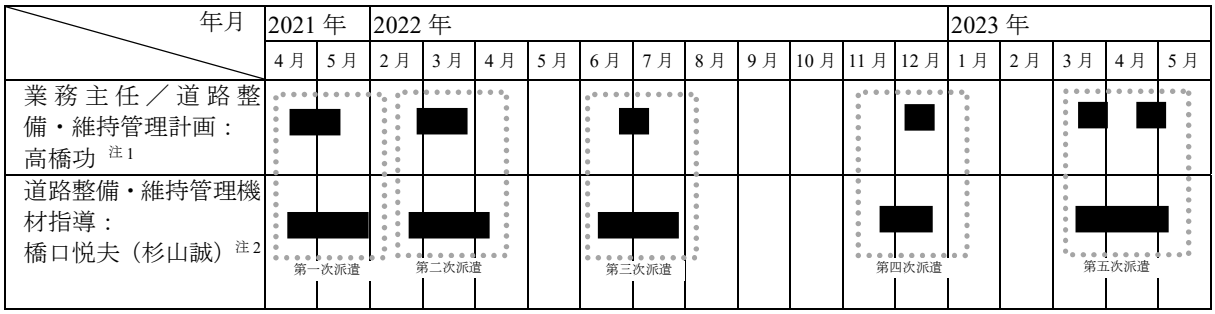
| 氏名 | 所属 | 担当名及び指導分野 |
|---|---|---|
| 高橋功 | 八千代エンジニヤリング㈱ | 業務主任／道路整備・維持管理計画：<br>➢ 全体総括<br>➢ 道路建設及び維持管理に関する政策及び計画策定能力の向上支援<br>➢ 道路建設及び維持管理システムの改善支援 |
| 杉山誠[注] | 八千代エンジニヤリング㈱<br>（補強） | 道路整備・維持管理機材指導：<br>➢ 道路機材の適切な活用のための技術支援 |

注）第二次現地業務より前任者（橋口悦夫）から交替した。

## 1-4　現地業務工程

プロジェクトの現地業務工程を表1-3に示す。

**表 1-3　現地工程**




プロジェクトの現地活動は、表1-3に示す通り計5回の派遣により実施した。以下に、各現地業務における主な活動内容を示す。

<u>第一次現地業務</u>
ワークプランの説明・協議・確定、現状把握・課題整理、研修開始等

<u>第二～四次現地業務</u>
中間フィードバック、各研修対象者への実技指導（OJT）、ワークショップ開催及び中間達成度評価等

<u>第五次現地業務</u>
中間フィードバック、各研修対象者への実技指導（OJT）、ワークショップ開催及び最終達成度評価、改善計画策定及び提言等

専門家チームは、第一次派遣においてMoWTの主たるカウンターパート（以下、C/Pという）である機械技術局及び道路・橋梁局関係者と協議し、プロジェクト実施の基本方針・方法・業務工程計画等をとりまとめたワークプラン（案）を説明するとともに、C/P組織の道路整備・

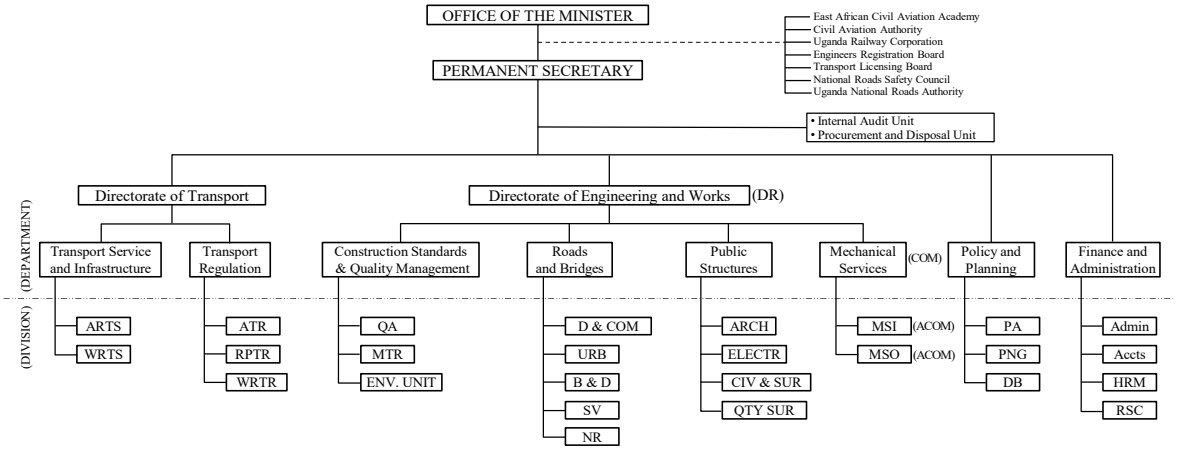
維持管理ならびに道路機材の運営・維持管理能力にかかる現状把握・課題整理を行うための現地活動を実施した。これらの現地活動及びプロジェクト関係者との協議を通じ、ワークプラン（案）へのC/P側の合意を得てこれを確定した。（巻末資料1「ワークプラン」参照）

巻末資料2に、本プロジェクトの関係者リストを示す。

# 第 2 章　現状把握及び支援方針

## 2-1　実施機関の組織体制

MoWT の組織体制図を図 2-1 に示す。




Abbreviations

| Transport Service & Infrastructure | Transport Regulations | Roads and Bridges | Public Structures | Policy and Planning |
|---|---|---|---|---|
| ART: Air & Road Transport Service | ATR: Air & Road Transport Regulation | D & COM: District and Community Roads | ARCH: Architecture | PA: Policy Analysis |
| WRT: Water & Rail Transport Service | RPTR: Roads & Pipeline Transport Regulation | URB: Urban Roads | ELECTR: Electrical Engineering | PNG: Transport and Works Planning |
| | WRTD: Water & Rail Transport Regulation | B & D: Bridge & Drainage | CIV & STR: Civil & Structural Engineering | DB: Data Base Section |
| | | SV: Surveying Section | | |
| | | NR: National Roads | QTY SUR: Quantity Survey | Finance & Administration |
| DR: Director | Construction Standards and Quality Management | Mechanical Service | | Admin: Administration |
| COM: Commissioner | | MSI: Mechanical Service Inspections | | Accts: Accounts |
| ACOM: Assistant Commissioner | QA: Quality Assurance | | | HRM: Human Resource Management |
| | MTR: Materials Test & | MSO: Mechanical Service Operations | | |
| | EMV.UMI: Environmental Unit | | | RSC: Resource Centre |

出典：MoWT

**図 2-1　MoWT 組織体制図**

図2-1に示すMoWT組織体制図のうち、以下に示す主要な技術支援対象部所の組織体制図を巻末資料3に示す。

- 道路・橋梁局（Roads and Bridges Department）
  - 地方道路・生活アクセス道路課（District and Community Access Roads Division）
  - 都市内道路課（Urban Roads Division）
- 機械技術局（Mechanical Service Department）
  - 機械インスペクション課（Mechanical Service Inspection Division）
  - 機械オペレーション課（Mechanical Service Operation Division）

### (1)　道路･橋梁局の工事実施体制

従来ウガンダの地方道路及び都市内道路の維持管理は、民間発注方式により実施されてきた。しかしながら、同方式による道路事業は、管理上の問題や工事品質の欠如など多くの問題を抱えることとなった。かかる状況を踏まえ、ウガンダ政府は2012年、国道整備等を除く一部の道路建設及び維持管理を「フォースアカウント」と称する直営方式に方針転換した。これにより、2012年以降、MoWT及び地方政府が地方道路及び都市内道路の維持管理において連携し、軽微な維持管理（Maintenance）を地方政府、一定規模以上の補修工事（Rehabilitation）及び建

設（Construction）をMoWTフォースアカウントが実施することを基本方針としている。

また、MoWTは2013年1月、道路の維持管理計画及び実施の枠組みとして、フォースアカウントのガイドラインを発行した。同ガイドラインは、フォースアカウントの基本方針に従い、計画及び実施の方法論、関係機関が実行すべき行動等を具体的に規定したものである。また、同ガイドラインは2017年8月に改訂されており、改訂版に先立ち財務計画経済開発省（以下、MoFPEDという）のBudget Monitoring and Accountability Unit (BMAU) は、図2-2に示す5つの改善課題を指摘している。

- URF と URA Act 間の矛盾
- 実施組織への資金配置不十分
- 地方道路補修ユニットの実施不十分
- 労働者への報酬不十分
- 地方整備工場の人員及び資金不足

出典：BMAU Briefing Paper, May 2017

**図 2-2　フォースアカウントのガイドラインにおける改善課題（2017 年）**

なおガイドラインは、これを活用すべき中央及び地方政府レベルの対象ユーザーを規定している。表2-1に、現行ガイドライン（2017年8月）が規定する道路維持管理・補修工事の実施区分、工事概要、工法・体制を示す。

**表2-1　道路維持管理・補修工事の実施区分、工事概要、工法・体制**

| 区分 | 工事概要 | 工法（人力／機械）・工事体制 |
|---|---|---|
| 1. 人力による日常の簡易維持管理<br>対象：砂利道路、簡易舗装道路 | ➢ 年間を通じて通行可能なレベル<br>➢ 路面状態（凹凸、縦横断勾配）の安定性確保 | ➢ 人力施工<br>➢ 作業員 1 名あたり砂利道 2km／月<br>または作業員 4 名あたり簡易舗装道路（瀝青安定処理）1km／月<br>➢ 職長以下、10 名の作業員による延べ 20km<br>➢ 監督員は最大 5 名の職長を指揮<br>➢ 地方政府が実施主体 |
| 2. 機械による日常の簡易維持管理<br>対象：砂利道路 | ➢ 砂利の補充、モーターグレーダによる路面の均し及び仕上げ（軽度）<br>➢ 対象道路の諸条件（交通量、軸重、気象条件、材料品質等）により、3～4 年毎の頻度で実施<br>➢ 通常は雨季終盤に実施 | ➢ 機械施工<br>➢ 地方政府に配置された機材により、地方政府が実施主体 |
| 3. 地方道路の定期維持管理<br>対象：砂利道路（地方道路）、簡易舗装道路（都市内道路） | ➢ 道路機材による路面の均し、仕上げ及び路盤の再構築<br>➢ 原則として、地方道路の場合、頻度に関係なく 70%以上の砂利が消失した場合に実施<br>➢ 都市内道路の場合、瀝青材による標準の舗装に回復 | ➢ 機械施工<br>➢ 地方政府に配置された機材により、地方政府が実施主体<br>➢ ただし、都市内道路の瀝青舗装は Urban Road Sealing Units（公共事業省）が実施 |
| 4. 道路補修<br>対象：地方道路、都市内道路 | ➢ 既存道路を補修前の状態に回復<br>➢ 土道を砂利道に改良 | ➢ 機械施工<br>➢ 一定規模以上の補修工事の場合、MoWT フォースアカウントが実施主体<br>➢ 地方道路の補修は District Road Rehabilitation Units（公共事業･運輸省）が実施。 |

出典：Revised Force Account Guidelines, August 2017

表2-1に示す通り維持管理・補修工事の区分、工事概要、工法・工事体制等が規定されているものの、各区分に応じた計画的な維持管理は十分に行われていない。

道路維持管理・補修にかかるMoWTの予算配置プロセスとしては、まず各地方担当の道路技術職員が次年度補修候補路線の調査結果や想定補修費用等を取りまとめた分析レポートをMoWT本省に提出し、次に本省にて補修対象路線の絞り込みが行われ、対象路線の最終選定結果を踏まえ予算申請・承認手続きが進められる。道路技術職員が分析レポートを作成する際には、当該職員は自らの経験に基づき補修工事の工種ごとに労務費、燃料費、経費等を積算しており、一定の精度をもった補修費用が算出されている。他方、各地方の道路技術者職員は管轄地域の道路補修ニーズを把握した上で補修候補路線をリストアップし本省に提出するものの、政府の予算不足を背景に次年度補修対象として最終選定される路線はリスト全体の半分に満たない程度である。結果として、地方道路の保全ニーズへの対応が不十分となっている。

また、MoWTが実施する補修工事後は、地方政府に道路の維持管理が移管されることになるが、地方政府に移管後の道路の計画的な点検や小規模維持管理が十分でなく、長年放置された後の大規模補修を繰り返す事後保全的な道路運営が常態化している。

かかる現状を踏まえ、MoWTの現行執行体制及び予算規模において実行可能と考えられる道路維持管理システムの改善を検討し、提案することとした。

### (2) 機械技術局の機材運営・維持管理体制

MoWTの管理下にある道路維持管理機材は、首都カンパラ、ブゲンベ、グル、ムバララの4箇所に所在する機材整備工場が運営・維持管理を行っている。各整備工場の概要を表2-2に示す。

**表2-2 MoWT整備工場の概要**

| 名称 | 概要 |
|---|---|
| カンパラ中央整備工場 | 首都カンパラの MoWT 敷地内に所在するが、現状では機械工作、溶接、木工の工場が Production Section として残されているのみであり、機材整備工場としての機能は限定的である。<br>本施設はカンパラを含む中央地域を管轄している。 |
| ブゲンベ地方整備工場 | 1996 年に日本の無償資金協力により建設された施設である。敷地は少し手狭ではあるが、MoWT の整備工場の中では施設、整備機器・工具が最も整っている。<br>本施設は東部地域を管轄している。 |
| グル地方整備工場 | 機材整備工場としての屋根付き建屋は、小型自動車のサービスピットのみである。機材の整備は駐機場を兼ねた野外で行われている。また、整備用機器・工具も不足している。<br>本施設は北部地域を管轄している。 |
| ムバララ地方整備工場 | 機材整備工場としての屋根付き建屋は、部品倉庫兼修理待ち装置の保管場所のみである。機材の整備は駐機場を兼ねた野外で行われている。また、整備用機器・工具も不足している。<br>本施設は西部地域を管轄している。 |

出典：専門家チーム作成

MoWTは、2017年にJBICと日本の大手銀行の融資により道路維持管理機材を調達して以来、定期整備を含む機材整備・維持管理の全てを民間ディーラー（本邦メーカーの正規代理店）へ外注する方式としている。現行の外注契約は、2023年4月をもって契約満了となり、同年5月以降の機材整備・維持管理体制については、引き続き民間サービスを活用する選択肢も検討対象とした上で本プロジェクトを通じて体制構築支援を行うこととした。

## 2-2　技術評価項目にかかる現状確認

MoWT 及び関係機関の道路技術者、機材オペレータ、整備士等の技術職員、ならびに既存道路機材の活用及び管理状況について現状把握・課題分析を行うため、第一次現地業務において現地調査及び MoWT 職員に聞き取りを行い、表 2-3 の通り現状を確認した。

**表2-3　評価項目及び現状の確認結果（2021年5月）**

| 評価項目 | | 現状の確認内容 | 確認結果 |
|---|---|---|---|
| 道路整備・維持管理 | 道路整備及び維持管理 | 1.サイト条件に合致した施工計画（工法、使用材料、人員・機材、実施工程、品質管理項目、安全対策、施工上の留意点等）を立案または理解できるか。 | フォースアカウントのサイト監督員は一定レベルの技術力を有している。<br>本プロジェクトを通じて、個別の技術課題に対して専門的知見から支援及び助言する必要がある。 |
| | | 2.施工計画に基づき工事を実施できるか。 | サイト責任者の指揮のもと、工事を実施可能である。ただし、安全対策については更なる理解と実践が求められる。<br>本プロジェクトを通じて、個別の技術課題に対して専門的知見から支援及び助言する必要がある。 |
| | | 3.道路技術者は、機材オペレータや作業員への適切な指導・管理ができるか。 | 道路技術者は一定レベルの指導・管理ができる。ただし、効率的な機材活用、安全対策等については更なる知見が求められる。<br>特に、道路技術者は、機材操業の効率向上のため機材チームと連携し、現場にてオペレータを監督する必要がある。 |
| | | 4.道路技術者は、現場での機材の運行状況、不具合の有無等について、中央または地方整備工場と適時情報共有できるか。 | 地方整備工場との機材状況の日常的な情報共有が必要である。<br>本プロジェクトを通じて、工事チームと機材チームによる連携体制の強化を図る。 |
| | | 5.道路技術者は、現場での機材不具合発生時、中央または地方整備工場との速やかな連絡・調整、機材整備・修理対応ができるか。 | 機材不具合発生時に地方整備工場と迅速な連絡・調整が出来るよう、連絡体制の構築が必要である。<br>本プロジェクトを通じて、工事チームと機材チームによる連携体制の強化を図る。 |
| | 点検、計画策定、予算措置等 | 1.管轄道路の日常・定期点検、災害後の緊急点検等を適切に実施できるか。 | 最低限の点検業務は実施されている。ただし、点検頻度等は体系化されておらず、経年劣化や降雨災害等により路面状態が大きく変状した後に調査・点検を実施するのが通常業務となっている。今後、日常・定期点検を体系化し、現状の事後保全型維持管理から予防保全型へ転換することが望ましい。 |
| | | 2.点検結果に基づき、道路の損傷・劣化状況を正確に報告できるか。 | 報告様式は「道路維持管理マニュアル」に規定されている。<br>MoWT の道路技術職員は、自らが実施する現地調査結果に基づき、①対象道路の現況、②想定される補修内容・費用、③調査担当技術者の所見等を取りまとめた分析レポートを提出している。同レポートは、MoWT 本省において補修実施の要否判断材料として扱われている。 |
| | | 3.損傷・劣化の程度・範囲により、補修計画の必要性や緊急性を判定 | 補修の必要性・緊急性を判断するための指標については「道路維持管理マニュアル」に規定されている。 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | し、補修計画及び予算措置に反映できるか。 | ただし、同マニュアルは十分に活用されておらず、大規模補修が必要な損傷・劣化に対する事後保全型維持管理となっている。 |
| 機材運営・維持管理 | 機材台帳 | 1.機材の基本データ【種別、台数、登録番号、基本仕様（機種、メーカー、モデル、年式、製造番号、能力、エンジン出力、価格等）、コンディション（正常に稼働、修理中、修理不可、廃棄）等がアップデートされているか。】 | 民間ディーラーとの包括契約により、ディーラーが機材の基本データを網羅的に管理している。<br>MoWT は、保有機材の耐用年数にわたって機材状態（軽微な整備記録等を含む）をディーラー側と相互共有するなど、積極的な民間活用が望まれる。 |
| | | 2.機材の基本的な情報が機材管理に活用（反映）されているか。 | |
| | 機材運行記録簿 | 1.機材の運行データ（稼働日数（率）、稼働時間、走行距離、燃料消費量、稼働場所、定期整備記録等）がアップデートされているか。 | 民間ディーラーに管理委託している機材は、ディーラーにより適切に更新されている。<br>他方、MoWT 及び配置先組織が管理している機材は、更新の不足や遅延が散見される。今後、MoWT 自身が運航データを記録・アップデートする手段として、機材に搭載される GPS 追跡システムの活用等が考えられる。 |
| | | 2.機材の運行データが機材管理に活用（反映）されているか。 | 民間ディーラーに管理委託している機材は、ディーラーにより運行データが活用されている。<br>他方、MoWT 及び配置先組織が管理している機材は、運行データの管理が不十分である。今後、MoWT は GPS 追跡システム等を活用した最低限の運航データ管理が望まれる。 |
| | 機材整備記録簿 | 1.機材の整備データ（入・出庫日、修理・整備の内容、修理・整備費、外注費、使用した部品・潤滑油等）がアップデートされているか。 | 民間ディーラーに管理委託している機材は、ディーラーにより適切に更新されている。<br>他方、MoWT 及び配置先組織が管理している機材は、ハードコピー（紙）に記録されているが、データとして蓄積されていない。<br>MoWT は、引き続きディーラーとの連携維持により機材状態を適時把握する必要がある。 |
| | | 2.修理・整備費を含む機材の整備・修理データが機材管理に活用（反映）されているか。 | 民間ディーラーに管理委託している機材は、ディーラーにより整備・修理データが活用されている。<br>他方、MoWT 及び配置先組織が管理している機材は、整備・修理データの管理が不十分である。<br>MoWT は、引き続きディーラーとの連携維持により機材状態を適時把握する必要がある。また、MoWT が自ら実施した軽整備についても、整備記録をディーラーに共有することが望ましい。 |
| | スペアパーツ管理簿 | 1.各部品の出納が正確に記録されているか。 | 現在、各地方整備工場では部品の必要時に都度調達する方式としているため、在庫としては限定的な少量の部品のみである。<br>MoWT は、上記の体制を継続することを前提に、部品の在庫及び機材稼働状況に応じた追加部品調達を計画的に行う必要がある。 |
| | | 2.部品の消費量（消費頻度）、在庫が把握されているか。 | |
| | | 3.入・出庫金額を含む部品管理データが機材管理に活用（反映）されているか。 | |
| オペレータ指導員 | 機材の点検 | 1.機材の始業・終業点検を指導できるか。 | UNIDO 事業にてオペレータ育成の TOT が計画されている。本プロジェクトでは、同事業との連携を図る。<br>【参考】<br>UNIDO 事業は、オペレータ育成計画として以下に示す目標値を設定している。<br>➢ MoWT マスタートレーナー 50 名<br>➢ オペレータ 360 名<br>➢ 一般公募による若手人材 80 名<br>また同事業は、ルウェロ地区（カンパラの北約 50km）にオペレータ訓練センターを整備し、事業 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | 完了と共に同センターの運営を MoWT に移管する計画である。 |
| | 機材の運転操作 | 1.機材のメータ、ゲージを正しく読めるか。<br>2.機材の運転・操作・作業に熟練しているか<br>3.機材の運転・操作・作業の指導ができるか。 | 現状に対して更なる技能向上の余地がある。<br>UNIDO 事業にてオペレータ育成の TOT が計画されており、本プロジェクトは同事業と連携することにより人材育成の達成状況を把握し、専門家チームより必要な提言を行う。 |
| | 安全作業 | 1.安全作業に係る危険予知・予防措置を理解しているか。 | MoWT の「道路維持管理マニュアル」において、“サイトの監督員は工事の危険を最小化する責任を負う”、また、“監督員はオペレータに対して工事中の建設機材周りに潜在する危険リスクを周知する”と説明されている。<br>他方、安全作業は各サイトの監督員の知識・経験に頼っているのが現状であり、オペレータによる機材操作や駐機時の留意事項は周知・徹底されていない。<br>UNIDO 事業のオペレータ育成計画に安全指導が盛り込まれていることから、同事業と適宜意見交換し、専門家チームより必要な提言を行う。 |
| | | 2.工事現場における安全作業の指導ができるか。 | 危険予知・予防措置に関する知識はサイト監督員の経験によるところが大きい。そのため、安全作業に対する監督員の知識・経験を出来る限り平準化することが望ましい。 |
| 機材整備士指導員 | 整備用機器の取り扱い | 1.現場への出張修理において移動式ワークショップを活用できているか。 | 現状では移動式ワークショップの活用は限定的である。MoWT は移動式ワークショップの仕様・性能を理解し、安全作業を含む機材整備に係る能力向上が必要である。<br>本プロジェクトにて実施する機材整備士育成の TOT において、移動式ワークショップを教材の一つとする。 |
| | | 2.機材整備用機器・工具の使用法に習熟しているか。 | 現状に対して更なる知識・技能向上の余地がある。また、現状で地方整備工場が保有する整備機器・工具は不足しており、工場内の備品整理も不十分である。機材整備機器・工具の必要性や取り扱いに関する理解の醸成が必要である。 |
| | 安全作業 | 1.安全作業に係る危険予知・予防措置を理解しているか。 | 現状に対して更なる知識・技能向上の余地がある。特に、クレーン作業時の玉掛けについて知識と技能の向上が望ましい。本プロジェクトの TOT を通じて、玉掛け作業を含む安全一般教育を行う必要がある。 |
| | | 2.安全作業を指導できるか。 | 現状に対して更なる知識・技能向上の余地がある。本プロジェクトの TOT を通じて、整備士の安全指導にかかる研修を行う必要がある。 |
| | 修理整備作業 | 1.機材に装備されている各装置の構造・機能を理解しているか。 | 現状に対して更なる知識・技能向上の余地がある。本プロジェクトの TOT を通じて、実機を活用し機材の構造・機能への知識を習得する必要がある。 |
| | | 2.機材の定期点検・整備作業に習熟しているか。 | 現状に対して更なる知識・技能向上の余地がある。本プロジェクトの TOT を通じて、実機を活用し機材の定期点検・整備作業の OJT を実施する必要がある。 |
| | | 3.機材の定期点検・整備作業（理論・実習）の指導ができるか。 | 現状に対して更なる知識・技能向上の余地がある。本プロジェクトの TOT を通じて、実機を活用し点検・整備作業の指導者を育成する必要がある。 |
| 機材整備技術者 | 整備工場の管理 | 1.部品倉庫を含む整備工場の運営管理ができているか。 | 部品の管理は民間ディーラーを頼っており、必要な部品を都度調達している。<br>引き続き民間ディーラーを活用し、適正な数量の部品調達を行うよう助言する。 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 機材管理 | 1. 機材の修理・整備管理ができているか。<br>2.機材の故障診断と整備士に対する的確な作業指示ができているか。<br>3.部品の調達先、調達手順を理解しているか。 | MoWT の各地方整備工場の責任者は、個人差はあるものの機材管理にかかる一定の能力を有している。<br>ただし、保有機材を効率的に運営・維持管理する上では更なる能力向上が望ましい。<br>本プロジェクトにおいて、民間ディーラーとの連携を前提とした機材管理能力向上を図る必要がある。 |
| | 予算計画 | 1.部品調達を含む機材整備費の予算管理、執行管理ができているか。 | 機材整備予算の不足が常態化している。<br>本プロジェクトにおいて、機材を健全に運営・維持管理する上で必要な予算規模について助言する必要がある。 |

出典：専門家チーム作成

上述した現状確認結果を踏まえ、本プロジェクトにおいて以下 a) 及び b) に示す技術支援を行うこととした。

a) 道路維持管理のシステム及び効率向上にかかる技術支援

- MoWT が道路行政機関として管轄道路を資産として扱い、道路維持管理サイクルを通じて得られた知見・教訓を将来の計画策定・設計・施工等に活かすための技術支援
- 工事チームと機材チームが横断的に連携し、保有機材を有効に活用した道路維持管理を促進するための技術支援
- 政策・計画・予算の適正化に向けた提言取りまとめ

b) 機材運営・維持管理の能力向上にかかる技術支援

- 保有機材を効率的に運営・維持管理する上で必要な民間連携体制の構築
- 機材整備士育成のための TOT プログラムの実施、ならびに整備士育成の自立展開に向けた支援
- 保有機材を適切に運営・維持管理するための予算措置等にかかる支援

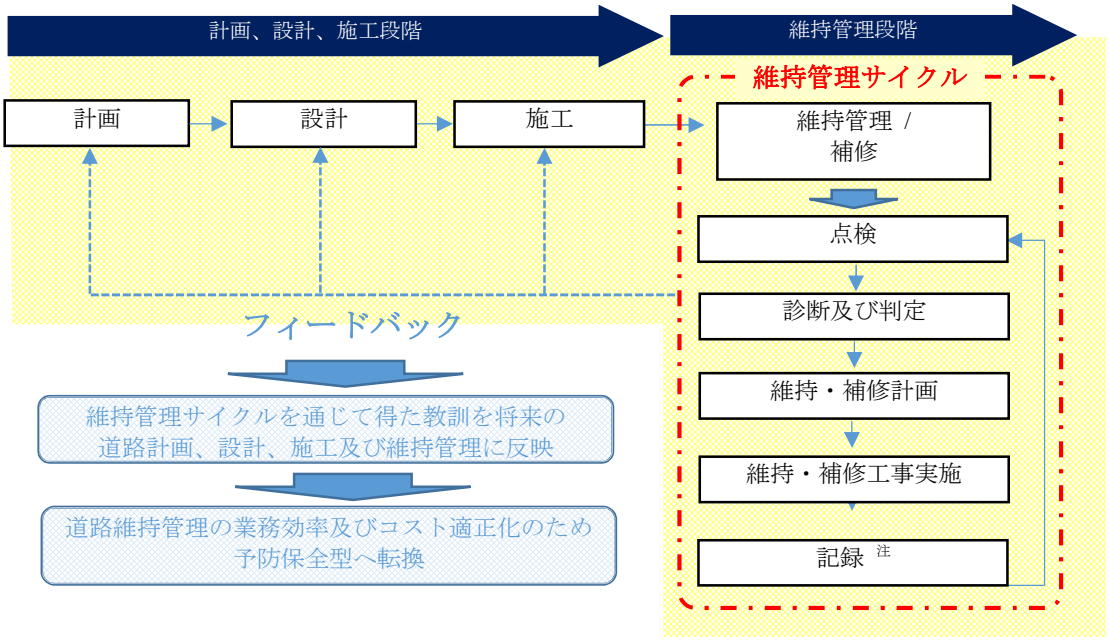
# 第 3 章　活動報告

## 3-1　道路維持管理の政策・計画・予算編成等にかかる改善支援

### (1)　アセットマネジメントの導入支援

MoWT が管轄道路の維持管理及び改修業務を効率化し、長期的に管轄道路を運営するため、調査・計画、設計、施工、維持管理・更新の一連のアセットマネジメントサイクルの重要性を説明し、同サイクルに基づく道路運営への理解醸成を図った。

図 3-1 に、適切な道路維持管理に資するアセットマネジメントのフローを示す。




注）維持・補修工事の記録は地方道路データベースを活用可能
出典：JICA 専門家チーム作成

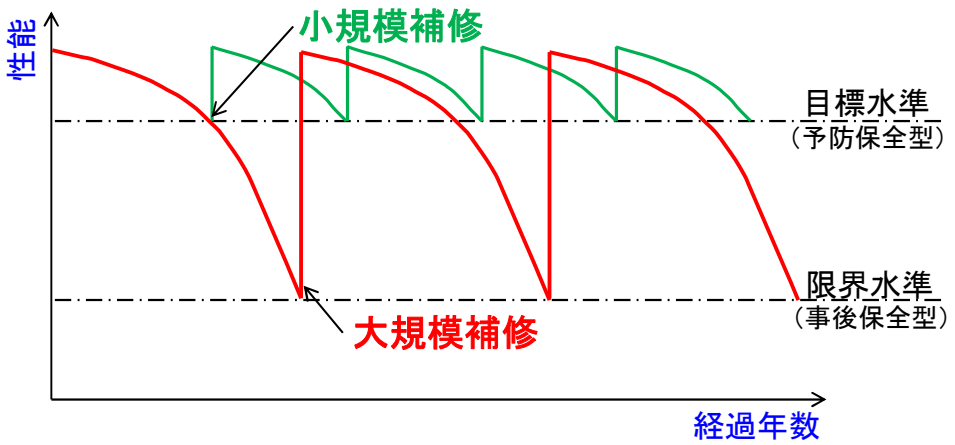
**図 3-1　アセットマネジメントの概念に基づく実務フロー図**

図 3-1 のうち、道路の維持管理段階のフロー（Maintenance Cycle）を実践するにあたって、JICA の既往プロジェクトにより導入した地方道路データベースの積極活用を推奨した。

### (2)　予防保全型の運営・維持管理

MoWT は事後保全型の維持管理を行っており、コストのかかる大規模補修を余儀なくされている。そのため限られた予算内で対応できず、長年放置することになり、結果として補修費用が増大している傾向にある。これを改善するため、道路維持管理を予防保全型に切り替える必要性を説明した。また、予防保全型維持管理を適用した場合の小規模補修の事例を説明し、さらに MoWT 管轄道路のモデル区間を対象とした事後保全型との維持管理コスト比較を行った上、予防型保全の優位性に対する理解の醸成を図った。

図 3-2 に、道路のライフサイクルにおける予防保全型維持管理の概念図を示す。




出典：JICA 専門家チーム作成

**図 3-2 道路維持管理システムの比較**

なお、予防保全型による補修工事や使用機材の事例、事後保全型維持管理とのコスト比較については、巻末資料 6「提言書」に取りまとめ、第五次現地業務において説明した。

### (3) 道路規格・サービス水準に応じた維持管理頻度・時期の提案

前項に述べた予防保全型維持管理を推進するにあたり、MoWT の年次予算の制約を勘案した上で道路維持管理の頻度や時期を設定することが肝要であった。MoWT の地方道路においては、道路区間ごとの維持管理・補修の優先度を判定するための明確な判断基準が存在しないことから、C/P との協議を通じ、維持管理を必要とする路面状態を判定するための定量指標を設定した。

また、道路維持管理の優先度付けを行うにおいては、路面状態だけでなく、維持管理の検討対象とする道路区間の特性や社会的事情等の評価項目に基づき総合的に判定することが現実的であることから、維持管理の優先度を決定するための各種評価項目に対する加点方式の導入を提案した。

上述した路面状態の定量指標及び加点方式の提案事項については、巻末資料 6「提言書」に取りまとめ、第五次現地業務において説明した。

## 3-2 道路維持管理業務の効率改善にかかる支援

### (1) 機材チームとの連携強化による道路機材の適正活用

プロジェクトを通じて、道路・橋梁局及び機械技術局合同によるワークショップ（以下、合同ワークショップという）を開催し、道路維持管理及び機材整備にかかる現状共有ならびに改善課題に関する意見交換を行った。合同ワークショップにおいて、機材チームより GPS 追跡システムの概要を説明した上、機材の位置情報、稼働日数、稼働時間及びそのうち移動時間、燃料消費量等、システムから収集可能なデータを参加者に共有した。

合同ワークショップ参加者は、GPS 追跡システムから収集されたデータに基づき、工事チームの道路維持管理業務における機材使用の実態と課題を抽出した。次に、抽出した課題に対す

る解決策をワークショップ参加者が意見交換し、今後の改善に向けた取り組み方針を表 3-1 の通り取りまとめた。

**表 3-1　道路維持管理のための機材運用にかかる改善課題及び解決手段**

| No. | 改善課題 | 解決手段 | 実践担当／職位 |
|---|---|---|---|
| 1 | 履帯走行装置の摩耗程度の低減 | ➢ 長距離自走の回避<br>➢ 事前の機材輸送計画 | ➢ オペレータ<br>➢ 工事監督者、機材監督者 |
| 2 | 適正な機材メンテナスの実施 | ➢ メンテナンス時期を迎えた機材への負荷軽減<br>➢ 整備訓練を修了した整備士によるメンテナンス作業 | ➢ 各整備工場実務者<br>➢ オペレータ<br>➢ 機材監督者 |
| 3 | 道路補修に対する政治的圧力への対応 | ➢ 工事担当者レベルで緊急性を判断せず、正式要請に基づき対応 | ➢ Permanent Secretary（事務次官）<br>➢ 工事責任者<br>➢ 各整備工場長 |
| 4 | GPS 追跡システムの活用 | ➢ 工事監督者や機材監督者は GPS 追跡システムの運用担当者(GPS 研修受講者）と連携 | ➢ GPS 追跡システムの運用担当者 |
| 5 | 燃料消費の改善 | ➢ GPS 追跡システムを活用した燃料消費量の把握<br>➢ 特殊な施工条件下を除き、機材オペレータは「エコモード」にて操業 | ➢ GPS 追跡システムの運用担当者 |

出典：道路・橋梁局及び機械技術局による合同ワークショップ参加者の意見交換に基づき作成

表 3-1 に示す行動計画の実践状況は、機材に搭載された GPS 追跡システムの記録データにより、これを定期的にモニタリングすることとした。

今後、MoWT が保有機材を適切に活用し道路維持管理を促進するためには、工事チームと機材チームの緊密な情報共有と報告が求められる。そのため、合同ワークショップを通じて、GPS 追跡システムの活用ならびに連絡体制の重要性に対する理解の醸成を図った。

また、本プロジェクト前は、MoWT 機械技術局は GPS 追跡システムを活用していなかったが、プロジェクトを通じて機械技術局（機材チーム）が同システムの活用方法を習得し、更に道路・橋梁局（工事チーム）へシステムの概要、活用手法等を水平展開した。その後、道路・橋梁局は同システムの運用に携わる主要な工事管理者（Force Account Manager, Deputy Force Account Manger）のリストを作成し、これを機械技術局に提出した。同リストに基づき、今後必要に応じて工事管理者もシステムへのアクセス権を登録するなど、両チームが共同でモニタリングする体制とした。

### (2)　地方道路データベースの運用改善

道路・橋梁局の地方道路データベースの運用上の問題として、データベース担当者より道路補修工事完工後の検査・モニタリング業務への負担や予算不足が挙げられている。そのため、当該問題に関連する運用実態及び改善課題について表 3-4 の通り整理した。

表 3-4　地方道路データベースの運用実態及び改善課題

| 運用実態 | 改善課題 |
|---|---|
| 地方道路の補修工事完了検査は、MoWT技術者が地方に出張することになり、人件費、出張旅費・手当、車両燃料費等が都度必要となる。さらに、地方部の検査においては、地方政府より複数名の技術スタッフ（地方道路の場合2名、市街道路の場合4名）が参加するルールであり、これら人員の費用もMoWT負担となる。 | 検査の負担費用の低減 |
| 完了検査は、出来る限り地域毎にまとめて実施するよう工夫しているが、1つのDistrictあたり検査及び情報収集に3日間程度、その後のGIS地図編集作業に7日間程度を要する。道路種別ごとの1日あたり検査実施可能な延長は、市街（Urban Center）道路15km/日、District道路35km/日、Community Access道路20km/日である。とりわけ、Community Access道路は車両走行による検査が相対的に困難であるため、検査員が徒歩により現地踏査を実施せざるを得ず、作業効率が悪い。 | 検査実施の効率化 |

出典：MoWT への聞き取りに基づき専門家チーム作成

ここで、2022 年 7 月時点でウガンダ国内には合計 136 の District がある。データベース運営チームは、各 District における各年度の道路維持管理業務実績に応じてデータベースを更新しており、2 年間周期で全 136 District の更新作業を網羅することを目標とし、年間 68 District（=136/2）を数値目標としている。しかしながら、目標に対して実績は不十分となっている。事例として、直近 2021 年度（2021 年 7 月 1 日～2022 年 6 月 30 日）におけるデータベース更新実績を表 3-5 に示す。

表 3-5　地方道路データベースの更新実績（2021/22 年度）

単位：ディストリクト数

| 指標 | 目標 | 実績 | 達成率 |
|---|---|---|---|
| 年間当たり更新数 | 68 | 27 | 40% |
| 四半期当たり更新数 | 17 [注 1] | 第 1 四半期: 0 [注 2] | 0% |
| | | 第 2 四半期: 9 | 53% |
| | | 第 3 四半期: 9 | 53% |
| | | 第 4 四半期: 9 | 53% |

注 1）現状の検査効率によると、MoWT 検査技術者（リーダー）1 名当たり四半期毎に平均 3 District を担当可能。そのため、目標達成のためには約 6 名の技術者を配置する必要がある。
注 2）毎年、第 1 四半期は業務執行に対して予算配置が間に合わず、”実績ゼロ”が常態化している。
出典：MoWT への聞き取りに基づき専門家チーム作成

上述した状況を踏まえ、限られた予算内でデータベース運営の改善を行うためには、まずは検査の効率化及び負担費用の軽減に取り組むことが肝要である。一方策として、道路規格に応じた検査の簡素化や迅速化などが挙げられる。今後、技術面で対応可能なアプローチとして、最も道路構造が簡素であるCommunity Access道路の完了検査へのドローン導入を提案した。同提案に対し、地方道路データベースの実務担当者によりドローン導入に向け検討されることとなった。

### (3)　道路整備のコスト削減にかかる提案

専門家チームは、MoWT が実施した道路建設サイトにおいて舗装構造や工法を確認した上、将来交通量予測に応じた過不足ない舗装構造を適用することで道路建設コストの削減に寄与する事例を紹介した。当該事例については、巻末資料 6「提言書」に取りまとめ、第五次現地業務において説明した。

## 3-3　機材の運営・維持管理にかかる能力向上支援

### (1)　民間サービスの有効活用

専門家チームは、MoWT機械技術局の既存整備工場の施設及び人的実施体制に鑑み、将来にわたり民間サービスを活用することの合理性を説明した上、民間と分担すべき業務の実施区分を提案した。

MoWT 機械技術局が直営で実施する機材整備の業務範囲、ならびに民間サービスを活用する範囲について、プロジェクトを通じて作成した実施区分表を表 3-6 に示す。

**表 3-6　直営及び民間サービス活用による整備・修理実施区分**

| 整備レベル | 機材整備・修理の種類 | 主な作業項目 | 実施区分 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | MoWT | | 民間 |
| | | | 中央整備工場 | 地方整備工場 | |
| 1 軽 | 定期整備 | オイル交換、給油脂等 | ○ | ○ | |
| 2 | 点検・調整 | ブレーキ調整、タイヤ調整等 | ○ | ○ | |
| 3 | 軽整備・修理 | クラッチのオーバーホールや部品取替え等 | ○ | ○ | |
| 4 | 主要機械装置の完全分解修理 | エンジン・トランスミッション、油圧装置等 | △注1 | △注1 | ○ |
| | | 建設機械足廻り（部品交換）注2 | ○ | ○ | ○ |
| 5 | 電子装置の故障点検・診断・修理 | エンジン・トランスミッション・油圧コントロール装置等 | | | ○ |
| 6 重 | 機械の完全分解修理・改造 | 上記以上の重整備 | | | ○ |

注 1）小型車両については MoWT に経験・実績があることが判明した。そのため、小型車両は MoWT 直営に区分することとした。
注 2）建設機械足廻りの部品交換は、整備内容・予算等に応じて MoWT 直営または民間活用にて行う。
出典：MoWT との協議に基づき専門家チーム作成

### (2)　機材整備士の育成にかかる TOT 実施プログラム

前項の表 3-6 に示した MoWT 業務区分に基づき、MoWT が自らの業務を実施する上で必要な能力向上支援として、MoWT の整備士（メカニック）を対象とした TOT プログラムを実施した。同 TOT プログラムの概要を表 3-7 に示す。

表 3-7　TOT 実施プログラム及び活動進捗

| 研修コース | 実施時期／指導員 | 実施項目 | 活動時期 |
|---|---|---|---|
| 1. 共通コース（車両編） | 第二次現地業務／Nakawa Vocational Training Collage 講師及び JICA 専門家 | 以下項目の講習及び実技指導<br>➢ 建設機材概要（種別、用途、用語）<br>➢ 電気<br>➢ エレクトロニクス<br>➢ サーキットテスター<br>➢ 故障診断機器<br>➢ 空気圧・油圧 | 第二次現地業務にて完了 |
| 2. 共通コース（建設機材編） | 第三次～第五次現地業務／JICA 専門家 | 以下項目の講習及び実技指導<br>➢ 建設機材概要（種別、用途、用語）<br>➢ 測定機器の使用及び教育方法[注]<br>➢ エンジン<br>➢ 電気<br>➢ 油圧システム<br>➢ 溶接<br>➢ 足廻り（摩耗対応）<br>➢ 玉掛け作業（安全教育）<br>➢ モニター操作<br>➢ 修理報告書の作成[注] | 第五次現地業務にて完了 |
| 3. 応用コース（重機編） | 第三次現地業務／現地ディーラー（KOMATSU 代理店）及び JICA 専門家 | 重機（エクスカベータ、ホイールローダ、モーターグレーダ、ブルドーザ、バックホーローダ）の整備・故障診断の実践指導<br>➢ 故障診断モニター操作<br>➢ モニター活用による故障診断手法<br>➢ GPS 追跡システム活用手法<br>➢ その他整備一般 | 第三次現地業務にて完了 |
| 4. 応用コース（車両編） | 第四次現地業務／現地ディーラー（FUSO 代理店）及び JICA 専門家 | 車両（ダンプトラック等）の整備・故障診断・修理[注] の実践指導<br>➢ エンジンシステム<br>➢ トランスミッションシステム<br>➢ クラッチシステム<br>➢ ブレーキシステム | 第四次現地業務にて完了 |
| 5. 応用コース（舗装転圧機材編） | 第五次現地業務／現地ディーラー（SAKAI 代理店）及び JICA 専門家 | 舗装転圧機材（振動ローラ等）の整備・故障診断・修理[注] の実践指導<br>➢ エンジンシステム<br>➢ トランスミッションシステム<br>➢ 油圧システム<br>➢ ブレーキシステム<br>➢ 足廻り | 第三次現地業務にて完了 |
| 6. 整備実践コース（OJT） | 第三次～第五次現地業務／JICA 専門家 | 以下項目の OJT 指導<br>➢ 測定機器<br>➢ エンジン<br>➢ 電気<br>➢ 油圧システム<br>➢ 溶接<br>➢ 玉掛け作業（安全教育）<br>➢ 修理報告書の作成 | 第五次現地業務にて完了 |

注）MoWT 直営による修理対象は、小型の重機及び車両とする。これら小型機材は、MoWT の既存ワークショップ設備及び技術水準により直営で対応可能である。
出典：専門家チーム作成

TOTプログラムの対象者は、MoWTカンパラ中央整備工場から2名、3箇所の地方整備工場（ブゲンベ、グル、ムバララ）から各2名ずつの計8名を選定し、プロジェクト完了まで一貫して同一のTOT対象者に対して研修活動を実施した。また、これら8名の対象者は、将来の整備士育成のための指導員となることを想定し、経験や技能に加え、コミュニケーション能力も備えた

人材を選定した。

また、表3-7のうち、重機、車両、舗装転圧機材を対象とする応用コースについては、MoWTとの関係者協議により現地民間ディーラー（正規代理店）にTOTへの支援を受ける方針とし、これら応用コースを実施した。応用コースに協調した3つの民間ディーラー、及び共通コース（車両編）に協調したNakawa Vocational Training Collage（NVTC）に対しては、これら組織に協力いただくための研修費用が発生したが、MoWTが費用を負担し、全ての研修コースにおいて十分な研修を行うことが出来た。

TOTプログラムの全過程修了後、TOT受講者8名を対象に筆記試験及び実技試験を実施、研修成果を評価した結果、8名全てが合格した。試験結果を受け、MoWT側の要望によりTOT受講者に研修修了証を授与した。

最後に専門家チームは、プロジェクト完了後においてもMoWTが整備士育成を自立展開できるよう、整備士育成のカリキュラム及び研修教材を取りまとめた。

### (3) 機材の耐用年数にわたる年間維持管理費

専門家チームは、MoWT が JBIC 融資を通じて 2017 年に調達した日本製機材を対象とし、機材耐用年数にわたり必要と想定されるメンテナンス実施項目及び年間維持管理費を算出し、これを MoWT に説明した。当該日本製機材は、2023 年時点で納入後 5 年以上が経過し、今後ますます機材メンテナスが必要となることから、年次予算の確保が重要となる。表 3-8 に、機材の耐用年数にわたり想定される定期及び非定期のメンテナンス項目を示す。

**表 3-8　機材の耐用年数にわたり必要となるメンテナンス実施項目**

| 分類 | 頻度 | メンテナンス実施項目 |
|---|---|---|
| 定期 | 250～500 時間 | エンジンオイル、油圧オイル、エンジンオイルフィルター、燃料フィルター、グリー（随時） |
| | 2,000～2,500 時間 | 履帯走行装置により走行する機材（ブルドーザ、油圧ショベル）のピン及びブッシュ反転（再利用） |
| | 3,500～4,000 時間 | 履帯走行装置により走行する機材（ブルドーザ、油圧ショベル）の足廻り部品交換 |
| | 一定の消耗毎 | 車両等のタイヤ交換、建設機械のツース、エッジ交換 |
| 非定期 | － | エンジン（オーバーホール）、トランスミッション、油圧ポンプ、モーター、油圧シリンダー、ブレーキ、冷却装置、エアコン、ボディ板金、ガラス等の整備・修理 |

出典：JICA 専門家チーム作成

また、表 3-9 に、MoWT が 2017 年に調達した日本製機材の年間維持管理費を示す。MoWT は同表に示す年間維持管理費を念頭に、年次予算の配置に向けた政府内調整を行うことが推奨される

表 3-9　今後想定される機材年間維持管理費

| | Name of Equipment | Machine's life span (years) | Mainte. cost Rate (in life span) (%) | Total mainitenace cost (JPY/unit) | Av. mainte. cost/year (JPY/unit) | Mainte. cost for remained years (JPY/unit) | Mainte. cost per year for remained years (JPY per year/unit) | Number of equipment (unit) | Total mainte. cost per year for remained years (JPY) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Morter Grader GD663-2 | 10 | 55 | 10,450,000 | 1,045,000 | 6,270,000 | 1,254,000 | 143 | 179,322,000 |
| 2 | Wheel Loader WA250-5 | 10 | 40 | 7,200,000 | 720,000 | 4,320,000 | 864,000 | 122 | 105,408,000 |
| 3 | Wheel Loader WA430-5 | 10 | 30 | 9,600,000 | 960,000 | 5,760,000 | 1,152,000 | 13 | 14,976,000 |
| 4 | Excavator PC220-8 Standard | 10 | 55 | 13,750,000 | 1,375,000 | 8,250,000 | 1,650,000 | 21 | 34,650,000 |
| 5 | Excavator PC220-8 Long-Boom | 10 | 55 | 14,850,000 | 1,485,000 | 8,910,000 | 1,782,000 | 0 | 0 |
| 6 | Bulldozer D65EX-16 | 10 | 55 | 15,400,000 | 1,540,000 | 9,240,000 | 1,848,000 | 25 | 46,200,000 |
| 7 | Wheel Backhoe Loader | 10 | 50 | 6,700,000 | 670,000 | 4,020,000 | 804,000 | 31 | 24,924,000 |
| 8 | Vibratory Roller 10ton SV520D | 10 | 40 | 3,360,000 | 336,000 | 2,016,000 | 403,200 | 141 | 56,851,200 |
| 9 | Pneumatic Tyre rollor TS200 | 10 | 45 | 2,574,000 | 257,400 | 1,544,400 | 308,880 | 4 | 1,235,520 |
| 10 | Pedestrain Roller 0.8ton HV80 | 10 | 40 | 752,000 | 75,200 | 451,200 | 90,240 | 18 | 1,624,320 |
| 11 | Plate compactors 4.3Hp PC63 | 7 | 40 | 100,000 | 14,286 | 60,000 | 30,000 | 20 | 600,000 |
| 12 | Tampers/Rammers RS55E | 7 | 30 | 96,300 | 13,757 | 57,780 | 28,890 | 18 | 520,020 |
| 13 | Dump Truck 8ton | 10 | 30 | 3,600,000 | 360,000 | 2,160,000 | 432,000 | 276 | 119,232,000 |
| 14 | Dump Trucks with chip spreader | 10 | 30 | 4,050,000 | 405,000 | 2,430,000 | 486,000 | 7 | 3,402,000 |
| 15 | Cargo Truck 8ton | 10 | 45 | 4,686,746 | 468,675 | 2,812,048 | 562,410 | 9 | 5,061,686 |
| 16 | Water bowser 8,000L | 10 | 45 | 4,934,798 | 493,480 | 2,960,879 | 592,176 | 138 | 81,720,249 |
| 17 | Low bed tructor pay load 30ton | 10 | 35 | 12,600,000 | 1,260,000 | 7,560,000 | 1,512,000 | 9 | 13,608,000 |
| 18 | Self-loading truck pay load 15ton | 10 | 45 | 11,250,000 | 1,125,000 | 6,750,000 | 1,350,000 | 21 | 28,350,000 |
| 19 | Mobile Workshop | 10 | 50 | 9,000,000 | 900,000 | 5,400,000 | 1,080,000 | 5 | 5,400,000 |
| 20 | Mobile crane 35ton | 10 | 25 | 10,750,000 | 1,075,000 | 6,450,000 | 1,290,000 | 1 | 1,290,000 |
| 21 | Bitumen Distributor | 10 | 30 | 5,980,914 | 598,091 | 3,588,548 | 717,710 | 4 | 2,870,839 |
| 22 | Bulldozer D85EX-15R | 10 | 40 | 12,800,000 | 1,280,000 | 7,680,000 | 1,536,000 | 0 | 0 |
| 23 | Tandem roller CR271 1.44ton | 7 | 30 | 660,000 | 94,286 | 396,000 | 198,000 | 4 | 792,000 |
| 24 | Vibratory Roller 15ton SV700 | 7 | 35 | 7,007,000 | 1,001,000 | 4,204,200 | 2,102,100 | 0 | 0 |
| 25 | Vibratory Roller 18ton SV700 | 7 | 45 | 9,900,000 | 1,414,286 | 5,940,000 | 2,970,000 | 0 | 0 |
| 26 | Double drum Vibratory Tandem Roller | 7 | 50 | 6,545,000 | 935,000 | 3,927,000 | 1,963,500 | 1 | 1,963,500 |
| 27 | Tandem roller SW800 10.4ton | 7 | 25 | 3,325,000 | 475,000 | 1,995,000 | 997,500 | 0 | 0 |
| 28 | Vibrator combinmed roller TW504 | 7 | 30 | 1,650,000 | 235,714 | 990,000 | 495,000 | 1 | 495,000 |
| Total in JPY | | | | | | | **28,499,605** | | **730,496,334** |
| Total in USD | | | | | | | **219,228** | | **5,619,203** |

注）為替レート：USD1=JPY130
出典：JICA 専門家チーム作成

### (4)　喫緊の機材整備課題に対する支援

前項の表 3-8 に示したメンテナンス実施項目のうち、特に大規模なメンテナンス費用を要するのは履帯走行装置である。2023 年 1 月時点で、履帯走行装置により走行するブルドーザ及びエクスカベータは稼働時間 3,000 時間を超えており、足廻りの摩耗許容範囲を超過している。

そのため、履帯走行装置の機能を維持するためには、足廻りの整備が緊急的に必要となる。具体的には、足廻り部品を新品のスペアパーツに交換するか、あるいは足廻り部品の再生措置を講じることにより再利用する必要がある。さもなければ、足廻り部品の極度の摩耗により機材は稼働不能となる。

専門家チームは、①足廻り部品の交換、または②足回り部品の再生措置の 2 つのケースに対応するためのコスト比較を行った上、喫緊の対応課題として MoWT に説明した（巻末資料 6「提言書」参照）。

### (5)　既存整備工場の更新にかかる助言

ウガンダ国内において MoWT が展開している 4 つの地方整備工場（カンパラ、ブゲンベ、グル、ムバララ）は、ブゲンベ地方整備工場（1996 年に日本の無償資金協力により整備）を除いては機材整備のための施設・機材が十分でない。

専門家チームは、表 3-6 に示した MoWT 直営による機材整備の実施区分を前提とした上で、いずれ既存施設・機材の更新が必要になると想定する。この場合、MoWT の年次予算規模に鑑

み、過大な施設・機材整備を避け、最低限の初期コストにより実現可能な簡易整備工場への更新が推奨される。簡易整備工場の一方策として、建屋の周壁をコンテナで構築するコンテナワークショップを紹介し、初期整備コストと共に巻末資料 6「提言書」に取りまとめた。

# 第 4 章　提言等

## 4-1　MoWT への提言事項

プロジェクト活動から得られた知見・教訓を踏まえ、専門家チームは、MoWT が今後の道路維持管理業務及び機材運営・維持管理業務において取り組むべき事項として、巻末資料 6 の通り提言書を取りまとめ、これを MoWT に説明した。

## 4-2　残された課題・教訓

本プロジェクトを通じ、専門家チームとして認識した今後の課題・教訓を以下に示す。これらの課題・教訓は、MoWT が自立して道路維持管理及び機材運営・維持管理を行う上で、かつ将来に類似のプロジェクトを検討する上で留意すべき事項として認識するものである。

### (1)　プロジェクトの評価項目に基づく達成状況及び今後の課題

表 2-3 にて設定した評価項目に対するプロジェクト完了時の達成状況及び課題を表 4-1 に示す。

**表4-1　プロジェクトの評価項目に対する達成状況及び課題（2023年5月）**

| 評価項目 | | 現状の確認内容 | プロジェクト着手時<br>（2021 年 5 月）の<br>確認結果 | プロジェクト完了時<br>（2023 年 5 月）の<br>達成状況及び課題 |
|---|---|---|---|---|
| 道路整備・維持管理 | 道路整備及び維持管理 | 1. サイト条件に合致した施工計画（工法、使用材料、人員･機材、実施工程、品質管理項目、安全対策、施工上の留意点等）を立案または理解できるか。 | フォースアカウントのサイト監督員は一定レベルの技術力を有している。<br>本プロジェクトを通じて、個別の技術課題に対して専門的知見から支援及び助言する必要がある。 | MoWT が抱える施工計画上の課題のうち、舗装や道路排水に関する設計上の考え方、施工計画上の留意点（機材のモビリゼーション含む）等については、日本の経験や事例を用いて説明したほか、工法の違いによる工費比較の事例等も説明し、コスト削減の意識を高めるよう努めた。<br>また、プロジェクト期間中の道路補修サイト視察時に、各サイトの個別課題を聞き取りし、関連資料の提供と共に技術的助言を行った。<br>これらの活動により、年次予算の範囲で道路維持管理の効率を最適化する日本の経験・知見を共有できたと考える。<br>他方、MoWT 全体の道路維持管理・補修予算の厳しい制約下では年間の工事実施量は限定的であり、ゆえにプロジェクト期間中に教材として扱えた工事区間も限られた。<br>今後、道路維持管理・補修の年次計画に基づき、施工 |
| | | 2.施工計画に基づき工事を実施できるか。 | サイト責任者の指揮のもと、工事を実施可能である。ただし、安全対策については更なる理解と実践が求められる。<br>本プロジェクトを通じて、個別の技術課題に対して専門的知見から支援及び助言する必要がある。 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | 計画や工事の実践機会を活用したMoWT自身による技術研鑽が課題となる。 |
| | | 3.道路技術者は、機材オペレータや作業員への適切な指導・管理ができるか。 | 道路技術者は一定レベルの指導・管理ができる。ただし、効率的な機材活用、安全対策等については更なる知見が求められる。<br>特に、道路技術者は、機材操業の効率向上のため機材チームと連携し、現場にてオペレータを監督する必要がある。 | 上述した通り予算の制約によりMoWT全体の年間工事実施量が限られることから、道路技術者が自らの指導・管理能力を向上する上では実践経験の有無に大きく左右される。本プロジェクトにて、工事チーム（道路技術者、サイト監督員）と機材チームが機材のGPS追跡システムの情報を共有することにより不適切な機材使用を改善し、延いては道路維持管理・補修の効率改善につながるよう、両チームの連携体制を構築した。<br>今後、GPS追跡システムの記録データを継続してモニタリングしつつ、道路維持管理・補修の計画から実施までの一連の実践機会をもって両チームの連携を定着化することが課題である。 |
| | | 4.道路技術者は、現場での機材の運行状況、不具合の有無等について、中央または地方整備工場と適時情報共有できるか。 | 地方整備工場との機材状況の日常的な情報共有が必要である。<br>本プロジェクトを通じて、工事チームと機材チームによる連携体制の強化を図る。 | |
| | | 5.道路技術者は、現場での機材不具合発生時、中央または地方整備工場との速やかな連絡・調整、機材整備・修理対応ができるか。 | 機材不具合発生時に地方整備工場と迅速な連絡・調整が出来るよう、連絡体制の構築が必要である。<br>本プロジェクトを通じて、工事チームと機材チームによる連携体制の強化を図る。 | |
| | 点検、計画策定、予算措置等 | 1. 管轄道路の日常・定期点検、災害後の緊急点検等を適切に実施できるか。 | 最低限の点検業務は実施されている。ただし、点検頻度等は体系化されておらず、経年劣化や降雨災害等により路面状態が大きく変状した後に調査・点検を実施するのが通常業務となっている。今後、日常・定期点検を体系化し、現状の事後保全型維持管理から予防保全型へ転換することが望ましい。 | プロジェクトを通じて、MoWTが管轄道路を資産として捉え、道路の維持管理・補修サイクルから得られる教訓を後続の道路整備・維持管理事業に活かす重要性を説明した。<br>また、道路維持管理・補修サイクルにおいては、日常・定期点検に基づく小規模補修を主体とした予防保全型への転換がライフサイクルコストの削減に資することへの理解を促した。その際には、MoWTが管轄する具体路線を対象として、予防保全型と従来の事後保全型のコストを比較した。<br>上述した活動を通じて、プロジェクト完了時にMoWTの管理者レベルより「予防保全の有効性を理解した」とのコメントを得た。<br>今後、MoWTは日常・定期点検、災害後の緊急点検を適時実施し、点検結果をもって補修工事の優先度を客観的に評価した上、年次補修計画ならびに予算措置への反映を実践していくことが課題である。また、年次補修計画においては、既往 |
| | | 2.点検結果に基づき、道路の損傷・劣化状況を正確に報告できるか。 | 報告様式は「道路維持管理マニュアル」に規定されている。<br>MoWTの道路技術職員は、自らが実施する現地調査結果に基づき、①対象道路の現況、②想定される補修内容・費用、③調査担当技術者の所見等を取りまとめた分析レポートを提出している。同レポートは、MoWT本省において補修実施の要否判断材料として扱われている。 | |
| | | 3.損傷・劣化の程度・範囲により、補修計画の必要性や緊急性を判定し、補修計画及び予算措置に反映できるか。 | 補修の必要性・緊急性を判断するための指標については「道路維持管理マニュアル」に規定されている。<br>ただし、同マニュアルは十分に活用されておらず、大規模補修が必要な損傷・劣化に対する事後保全型維持管理となっている。 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | のJICA技術協力プロジェクトにて構築した地方道路データベースの蓄積データを参照し、点検または補修候補とする路線の一次選定を行うことが、補修計画立案において効率向上の一助になる。<br>なお、道路技術職員が作成・提出する現行の分析レポートは、対象道路の状態を把握する上で必要な一定の情報が盛り込まれている様式であることから、補修の優先度を判断する資料として引き続き活用可能である。 |
| 機材運営・維持管理 | 機材台帳 | 1. 機材の基本データ【種別、台数、登録番号、基本仕様（機種、メーカー、モデル、年式、製造番号、能力、エンジン出力、価格等）、コンディション（正常に稼働、修理中、修理不可、廃棄）等がアップデートされているか。】<br>2.機材の基本的な情報が機材管理に活用（反映）されているか。 | 民間ディーラーとの包括契約により、ディーラーが機材の基本データを網羅的に管理している。<br>MoWT は、保有機材の耐用年数にわたって機材状態（軽微な整備記録等を含む）をディーラー側と相互共有するなど、積極的な民間活用が望まれる。 | プロジェクトを通じて、機材運営・維持管理においては民間ディーラーによる保守サービスを継続して活用することの合理性を説明し、MoWT の理解を得た。<br>また、これまでディーラー側が GPS 追跡システムにより MoWT 機材の状態把握やメンテナンス時期の管理を行っていたが、機材管理者である MoWT 自身も GPS 追跡システムを活用し、MoWT 直営及び民間連携による機材管理を実施する体制とした。<br>上述した活動により、MoWT 機材チームによる機材管理の効率が向上すると共に、工事チームによる機材使用の改善も期待される。<br>他方、GPS 追跡システムにより MoWT の機材管理が効率化するところではあるが、MoWT が機材の運行記録、整備・修理記録、スペアパーツの在庫等を自らの機材管理台帳に蓄積し、蓄積データに基づき直営または民間による機材整備・修理、スペアパーツの追加調達等を遅滞なく行う体制が構築されることで、機材運営・管理の更なる効率化を図ることが可能となる。<br>現在、MoWT の機材台帳は紙ベースであるところ、これをコンピュータによるデータベース台帳管理システムに更新するなどが考えら |
| | 機材運行記録簿 | 3.機材の運行データ（稼働日数（率）、稼働時間、走行距離、燃料消費量、稼働場所、定期整備記録等）がアップデートされているか。 | 民間ディーラーに管理委託している機材は、ディーラーにより適切に更新されている。<br>他方、MoWT 及び配置先組織が管理している機材は、更新の不足や遅延が散見される。今後、MoWT 自身が運航データを記録・アップデートする手段として、機材に搭載される GPS 追跡システムの活用等が考えられる。 | |
| | | 4.機材の運行データが機材管理に活用（反映）されているか。 | 民間ディーラーに管理委託している機材は、ディーラーにより運行データが活用されている。<br>他方、MoWT 及び配置先組織が管理している機材は、運行データの管理が不十分である。今後、MoWT は GPS 追跡システム等を活用した最低限の運航データ管理が望まれる。 | |
| | 機材整備記録簿 | 1. 機材の整備データ（入・出庫日、修理・整備の内容、修理・整備費、外注費、使用した部品・潤滑油等）がアップデートされているか。 | 民間ディーラーに管理委託している機材は、ディーラーにより適切に更新されている。<br>他方、MoWT 及び配置先組織が管理している機材は、ハードコピー（紙）に記録されているが、データとして蓄積されていない。<br>MoWT は、引き続きディーラー | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | との連携維持により機材状態を適時把握する必要がある。 | れ、すなわち業務の更なる効率化に向けた取り組みが今後の課題といえる。 |
| | | 2.修理・整備費を含む機材の整備・修理データが機材管理に活用（反映）されているか。 | 民間ディーラーに管理委託している機材は、ディーラーにより整備・修理データが活用されている。<br>他方、MoWT 及び配置先組織が管理している機材は、整備・修理データの管理が不十分である。<br>MoWT は、引き続きディーラーとの連携維持により機材状態を適時把握する必要がある。また、MoWT が自ら実施した軽整備についても、整備記録をディーラーに共有することが望ましい。 | |
| | スペアパーツ管理簿 | 1. 各部品の出納が正確に記録されているか。 | 現在、各地方整備工場では部品の必要時に都度調達する方式としているため、在庫としては限定的な少量の部品のみである。<br>MoWT は、上記の体制を継続することを前提に、部品の在庫及び機材稼働状況に応じた追加部品調達を計画的に行う必要がある。 | |
| | | 2.部品の消費量（消費頻度）、在庫が把握されているか。 | | |
| | | 3.入・出庫金額を含む部品管理データが機材管理に活用（反映）されているか。 | | |
| オペレータ指導員 | 機材の点検 | 1. 機材の始業・終業点検を指導できるか。 | UNIDO 事業にてオペレータ育成の TOT が計画されている。本プロジェクトでは、同事業との連携を図る。<br>【以下、参考】<br>UNIDO 事業は、オペレータ育成計画として以下に示す目標値を設定している。<br>➢ MoWT マスタートレーナー 50 名<br>➢ オペレータ 360 名<br>➢ 一般公募による若手人材 80 名<br>また同事業は、ルウェロ地区（カンパラの北約 50km）にオペレータ訓練センターを整備し、事業完了と共に同センターの運営を MoWT に移管する計画である。 | プロジェクトと平行して UNIDO 事業がオペレータ育成計画を実施していたことから、プロジェクト着手時の関係者協議により「オペレータ育成は UNIDO 事業、整備士育成は JICA プロジェクトにて実施」と役割を明確にした。<br>またプロジェクト期間中は、定期・不定期に UNIDO 事業関係者と進捗共有・意見交換を行った上、双方の活動に反映した。<br>機材の始業・終業点検関しては、UNIDO 事業が作成した点検フォームを JICA 専門家チームがレビューし、双方合意のもとでこれを標準様式として決定した。<br>UNIDO 事業により、当該様式に基づく始業・終業点検指導が実施されている。 |
| | 機材の運転操作 | 1. 機材のメータ、ゲージを正しく読めるか。 | 現状に対して更なる技能向上の余地がある。<br>UNIDO 事業にてオペレータ育成の TOT が計画されており、本プロジェクトは同事業と連携することにより人材育成の達成状況を把握し、専門家チームより必要な提言を行う。 | UNIDO 事業によるオペレータ育成計画が進行中である。 |
| | | 2.機材の運転・操作・作業に熟練しているか | | |
| | | 3.機材の運転・操作・作業の指導ができるか。 | | |
| | 安全作業 | 1. 安全作業に係る危険予知・予防措置を理解しているか。 | MoWT の「道路維持管理マニュアル」において、“サイトの監督員は工事の危険を最小化する責 | UNIDO 事業によるオペレータ育成計画が進行中である。 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 任を負う”、また、“監督員はオペレータに対して工事中の建設機材周りに潜在する危険リスクを周知する”と説明されている。<br>他方、安全作業は各サイトの監督員の知識・経験に頼っているのが現状であり、オペレータによる機材操作や駐機時の留意事項は周知・徹底されていない。<br>UNIDO 事業のオペレータ育成計画に安全指導が盛り込まれていることから、同事業と適宜意見交換し、専門家チームより必要な提言を行う。 | 本プロジェクトでは、道路補修サイトの視察を通じて、工事の安全にかかる要改善事項を都度助言した。<br>建設工事の安全対策に関しては、組織のトップレベルから工事の実務者（監督員、オペレータ、作業員）まで組織全体での意識醸成が必要であり、建設事故事例・教訓の蓄積及び水平展開が重要と考えられる。<br>そのため、安全にかかる組織的な啓蒙教育に取り組むと共に、事故事例・教訓、具体的な対策工の紹介等を包括したガイドラインの整備等が将来的な課題といえる。 |
| | | 2.工事現場における安全作業の指導ができるか。 | 危険予知・予防措置に関する知識はサイト監督員の経験によるところが大きい。そのため、安全作業に対する監督員の知識・経験を出来る限り平準化することが望ましい。 | 上述の通り、安全にかかる啓蒙活動に加え、ガイドラインの整備が課題である。<br>ガイドラインを広く普及することにより、全ての工事現場の安全作業指導を一定レベル以上で均質化し、かつ各現場の施工条件・環境に応じた個別対応を追加することが重要である。 |
| 機材整備士指導員 | 整備用機器の取り扱い | 1. 現場への出張修理において移動式ワークショップを活用できているか。 | 現状では移動式ワークショップの活用は限定的である。MoWT は移動式ワークショップの仕様・性能を理解し、安全作業を含む機材整備に係る能力向上が必要である。<br>本プロジェクトにて実施する機材整備士育成の TOT において、移動式ワークショップを教材の一つとする。 | プロジェクトにて実施した TOT において、移動式ワークショップの搭載機材を活用した実技指導を行った。<br>これにより、移動式ワークショップの仕様・性能に対する MoWT 整備士の理解が向上した。<br>同機材による工事サイトへの出張整備サービスについては、サイトでの整備ニーズに応じた積極的な機材活用が望まれる。 |
| | | 2.機材整備用機器・工具の使用法に習熟しているか。 | 現状に対して更なる知識・技能向上の余地がある。<br>また、現状で地方整備工場が保有する整備機器・工具は不足しており、工場内の備品整理も不十分である。機材整備機器・工具の必要性や取り扱いに関する理解の醸成が必要である。 | 整備士育成の TOT を通じて、研修対象者は機材整備用機器・工具の使用方法を習得した。<br>また、プロジェクト実施中、機材整備に最低限必要な測定機器、工具、安全保護具等の資機材を調達した。<br>しかしながら、MoWT が継続して整備士を育成し、かつ機材の整備サービスを提供するにおいては、各地方整備工場が十分な資機材（研修用機材を含む）を揃えることが重要である。 |
| | 安全作業 | 1. 安全作業に係る危険 | 現状に対して更なる知識・技能向 | 整備士育成の TOT を通じ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 予知・予防措置を理解しているか。 | 上の余地がある。<br>特に、クレーン作業時の玉掛けについて知識と技能の向上が望ましい。本プロジェクトの TOT を通じて、玉掛け作業を含む安全一般教育を行う必要がある。 | て、全ての研修対象者が玉掛け作業や機材整備一般の安全作業にかかる一定の知識・能力を習得した。 |
| | | 2.安全作業を指導できるか。 | 現状に対して更なる知識・技能向上の余地がある。<br>本プロジェクトの TOT を通じて、整備士の安全指導にかかる研修を行う必要がある。 | 上述の通り、TOT 研修対象者は安全作業にかかる一定の知識・能力を習得した。<br>今後、当該対象者が指導員となり、MoWT の各地方整備工場において継続して安全作業を実施し、かつ組織内への水平展開が課題である。 |
| | 修理整備作業 | 1. 機材に装備されている各装置の構造・機能を理解しているか。 | 現状に対して更なる知識・技能向上の余地がある。<br>本プロジェクトの TOT を通じて、実機を活用し機材の構造・機能への知識を習得する必要がある。 | 整備士育成の TOT を通じて、MoWT 保有機材の構造・機能等を理解し、かつ機材の点検・整備にかかる技術を習得した。また、研修終了時に実施した能力確認試験において、指導員としての能力や資質についても習得したことを確認した。<br>今後、当該対象者が指導員となり、MoWT の整備士育成に継続して取り組むことが課題である。 |
| | | 2.機材の定期点検・整備作業に習熟しているか。 | 現状に対して更なる知識・技能向上の余地がある。<br>本プロジェクトの TOT を通じて、実機を活用し機材の定期点検・整備作業の OJT を実施する必要がある。 | |
| | | 3.機材の定期点検・整備作業（理論・実習）の指導ができるか。 | 現状に対して更なる知識・技能向上の余地がある。<br>本プロジェクトの TOT を通じて、実機を活用し点検・整備作業の指導者を育成する必要がある。 | |
| 機材整備技術者 | 整備工場の管理 | 1. 部品倉庫を含む整備工場の運営管理ができているか。 | 部品の管理は民間ディーラーを頼っており、必要な部品を都度調達している。<br>引き続き民間ディーラーを活用し、適正な数量の部品調達を行うよう助言する。 | 民間ディーラーによる保守サービスを継続して活用し、適正な数量の部品調達を行うことが重要である。<br>なお、スペアパーツの在庫管理を含むデータベース台帳管理システムを導入することにより、スペアパーツ管理の更なる効率化が期待できる。<br>他方、MoWT の整備工場は各サービス部門の設備・機材が不足しており、将来的には施設の更新が課題となる。 |
| | 機材管理 | 1. 機材の修理・整備管理ができているか。 | MoWT の各地方整備工場の責任者は、個人差はあるものの機材管理にかかる一定の能力を有している。<br>ただし、保有機材を効率的に運営・維持管理する上では更なる能力向上が望ましい。<br>本プロジェクトにおいて、民間ディーラーとの連携を前提とした機材管理能力向上を図る必要がある。 | 民間ディーラーによる保守サービスの活用を前提とし、プロジェクトにて実施した TOT を通じて機材整備能力を向上し、かつ研修対象者を指導員として育成した。<br>今後、MoWT は、機材整備工場の管理技術者の主導のもと、整備士指導員による人材育成を継続すると共 |
| | | 2. 機材の故障診断と整備士に対する的確な作業指示ができているか。 | | |
| | | 3. 部品の調達先、調達手順を理解しているか。 | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | に、日常の機材整備業務を通じて実践的に技能向上を目指すことが課題である。 |
| | 予算計画 | 1. 部品調達を含む機材整備費の予算管理、執行管理ができているか。 | 機材整備予算の不足が常態化している。<br>本プロジェクトにおいて、機材を健全に運営・維持管理する上で必要な予算規模について助言する必要がある。 | MoWT 保有機材の耐用年数にわたる年間維持管理予算規模を算出し、これを MoWT に説明した。<br>かかる予算規模は、近年 MoWT に配分される機材維持管理年次予算を上回ることから、MoWT は予算獲得に向け必要な政府内調整等に留意する必要がある。 |

出典：専門家チーム作成

### (2) その他、特筆すべき課題・教訓

表 4-1 に示した課題の他、MoWT が自立して道路維持管理の効率化及び人材育成を図るにあたり特筆すべき課題・教訓を以下に示す。

1) 慢性的な予算不足下での業務執行

MoWT の道路維持管理ならびに機材運営・維持管理に充当される年次予算は、近年縮小傾向にある。とりわけ、新型コロナ感染拡大以降の財政逼迫は深刻とみられる。

例えば、機材運営・維持管理にかかる年次予算は、新型コロナ感染拡大前の 2019 年に対して 2022 年には約 50%に落ち込んでいる。2022 年度、MoWT は機材整備・維持管理のための年次予算としては 12 百万米ドルを申請したものの、このうち 3 百万米ドルのみ承認される結果となった。

上述した年次予算規模は、本邦調達機材の維持管理コストが今後増大する状況下では不十分と考えられる。本プロジェクトにおいては、本邦調達機材の運営・維持管理において今後必要と想定される年次予算を算出した上で、MoWT と共に MoPED の財務担当者に説明し、理解取得に努めたところであるが、MoWT には今後の予算増加に向けた更なる政府内調整が求められる。

もとより、機材運営のための予算規模が縮小傾向にあり、さらには機材整備の施設・機器の不足や老朽化が進む状況下においては、今後新規の機材調達が検討される際には MoWT の運営予算に見合った調達規模となるよう、ドナー支援の場合にはドナー側にも一定の配慮と将来予測が必要であると考える。

2) 道路行政の責任組織としての役割

MoWT が管轄する地方道路（District and Community Access Road）は、大規模な道路補修工事が完了した後、地方政府の管理下に置かれることとなる。地方政府に対しては、MoWT が 2017 年に我が国より調達した道路維持管理機材が配置されていることから、道路の地方政府への移管後は、当該機材を活用した小規模な道路維持管理・補修業務を地方政府が担うこととなる。しかしながら、地方政府が抱える財政上の制約や道路維持管理に対する知見・技術の不足から、移管後の道路が適切に保全されないままに年月が経過し、地方政府では対応困難なほど損傷や

劣化が進むことが常態化している。その結果、財政上の余裕がない MoWT が大規模な補修工事を行うことを余儀なくされ、MoWT（中央政府）と地方政府双方が責任転嫁するといった悪循環が繰り返されている。

本プロジェクトにおいては、MoWT が道路行政上の最上位組織としてオーナーシップを発揮し地方政府を監督・指導するべきとの観点から、アセットマネジメントや予防保全型維持管理への思考転換が道路ライフサイクルコストの最適化に資するものであることを MoWT が理解した上、これを国内の道路行政組織に水平展開することが望ましいと考えた。プロジェクトの完了時において、MoWT 幹部より「地方政府関係者を MoWT に招集し本プロジェクトの成果と今後の取り組みを共有する企画を設けたい」との意向が示されたことは、プロジェクト活動の一定の成果であると考えている。

他方、地方道路が全国道路網の延長の大部分を占めるウガンダにおいては、各地域に展開する地方政府、延いては地域コミュニティを巻き込んだ小規模かつ簡易な道路点検・維持管理を継続する体制が極めて重要であると考えられる。そのため、MoWT が地方政府に知見を水平展開したいとする機運が一過性のものに終わらず、将来にわたり両政府が管轄道路の運営改善に向けた協調を継続することが大きな課題と言える。

3) 組織人員の意識改革

MoWT が限られた年次予算にて道路維持管理業務を執行するためには、組織の管理者レベルによる指導の下、保有機材の日常オペレーションの適正化に取り組むよう、工事責任者、機材管理者、整備士、オペレータ等が各々の責任範囲を理解した上で業務を執行する必要がある。

とりわけ、MoWT の機材オペレータは永続雇用者でないことが一要因となり、オペレータによる機材の日常点検・清掃・保守、延いては機材の運転操作に対する責任意識が総じて低い。そのため、機材の異常・変状を無視した無理な運転操作が常態化し、その結果として、機材の故障・劣化が進むことによる修理コストの増大、あるいは修理不能となる事態を招く事例が散見される。

上述した状況を踏まえ本プロジェクトにおいては、UNIDO が実施しているオペレータ育成事業と連携し、オペレータによる機材の始業時・終業時点検を励行するなど、機材運営の責任の一端を担うプレーヤーとしての意識醸成に取り組んだ。また、機材点検・整備記録を精緻に取りまとめるためのテクニカルレポートの標準様式を作成し、機材の全担当者（機材管理者、整備士、オペレータ）が各々の業務範囲の中で当該レポートの作成に継続して関与するよう、レポートによる報告体制が日常業務として定着するよう取り組んだ。

今後、特に機材オペレータに関しては、その雇用形態ゆえ人員交替を前提とした育成・指導が監督者に求められるところである。

## 4-3　次期協力事業の提案

道路維持管理分野における次期協力事業（案）を表 4-2 に示す。

**表 4-2　次期協力事業（案）**

| 協力項目 | 協力の背景 | 協力概要 |
|---|---|---|
| 道路の運営及び維持管理能力向上支援（技術協力プロジェクト） | 本プロジェクトを通じて、以下に示す成果をあげた。<br>i. 定期･非定期点検を踏まえ道路補修の必要性･緊急性を合理的に評価し、評価結果に基づき予防保全型維持管理に転換することが管轄道路の長期的な運営コストの削減に寄与することへの理解獲得。<br>ii. 工事チームと機材チームが協同して機材状況を把握し、不適切使用等を改善していく体制を構築。<br>iii. MoWT保有機材の運営･維持管理において民間セクターを活用するサービス区分を明確化し、民間と協調して機材運営を継続する体制確保。またMoWT組織内及び民間に機材整備･修理記録を適切かつ精緻に報告するための技術レポートの標準様式の整備。<br>iv. 機材整備士にかかる人材育成を自立展開するための指導者育成ならびに育成計画の整備。<br>以上の成果を踏まえ、将来MoWTが更なる組織能力向上と道路維持管理の効率向上を図るためには、以下に示す取り組みが重要となる。<br>➢ 予防保全型の道路維持管理を促進し、長期的な運営コストの削減を実践する。この際、補修対象道路の選定に既存地方道路データベースの活用が有効と考えられ、オペレーション上の必要に応じて既存データベースを更新。<br>➢ 機材運営･維持管理を更に効率化する台帳管理システムの構築。 | 左記の背景を踏まえ、MoWTの道路運営及び維持管理能力の更なる向上を図る技術協力。主に以下の活動が考えられる。<br>a) JICAの既往技術協力プロジェクトにより導入支援した地方道路データベースの運用上の課題を抽出し、同データベースの更新及び運用支援を行う。<br>b) 民間との連携による機材運営において、MoWT直営の機材整備・維持管理業務を更に効率化するための機材台帳管理システムの構築支援を行う。<br>c) 道路整備のパイロット事業を実施し、同パイロット事業一連の流れを通じて上記 a)及びb) を実践指導し、道路施工と機材運営の連携の定着化を図る。<br>上述したa)～c)の活動に関して、a)は道路・橋梁局が道路維持管理・補修の計画策定・予算措置にかかるルーチン業務を改善する上で有効な手段であり、またb)は機械技術局による機材運営の更なる効率化を行うものである。a)及びb)を包括した支援を行うことにより、道路管理者としての機能と業務効率を総合的に向上し、延いては道路・機材共にライフサイクルコストの適正化に寄与するものである。<br>なお、道路関連施設としてボックスカルバートや小規模橋梁が挙げられるが、協力対象とする施設の範囲については整理する必要がある。 |
| 中央整備工場改修及び地方整備工場の機能強化（無償資金協力） | 本プロジェクトを通じて、民間セクターとの機材サービス区分を明確化し、機材整備の人材育成を行ったところである。<br>以上の成果をもってMoWTが道路機材を適切かつ効率的に運営・維持管理していくため、将来的には既存整備工場の更新が必要になると考えられる。 | カンパラ中央整備工場の機材運営における統括組織としての機能強化を行う支援。主に以下の支援が考えられる。<br>a) 中央整備工場の建屋及びワークショップ機材を整備する。(施設建設及び機材調達)<br>b) ソフトコンポーネントによる機材統括組織としての能力向上支援。<br>なお、グル（北部地域）及びムバララ（西部地域）においても既存地方整備工場の機能強化が考えられるが、中央整備工場と地方整備工場の役割区分を明確化した上で必要な事業コンポーネント（先方負担事項の整理を含む）を検討する必要がある。 |

出典：専門家チーム作成

以　上

# 巻末資料

１　ワークプラン

２　関係者（面会者）リスト

３　プロジェクトにおける MoWT の主要組織体制図

４　業務実施工程表（計画／実績）

５　ウガンダ側関係機関への最終報告資料

６　MoWT への提言書

資料-１　ワークプラン

ウガンダ共和国

道路整備・維持管理能力向上アドバイザー

# ワークプラン

2021 年 4 月

八千代エンジニヤリング株式会社

ウガンダ共和国
© Nations Online Project
SOUTH SUDAN
KENYA
DEMOCRATIC REPUBLIC OF THE CONGO
RWANDA
UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
Kigali
Lake Victoria
Lake Albert
Lake Edward
Sese Is.
地方整備工場(グル)
地方整備工場(グル)管轄エリア
地方整備工場(ブゲンベ)管轄エリア
地方整備工場(ブゲンベ)
中央整備工場(カンパラ)
地方整備工場(ムバララ)管轄エリア
地方整備工場(ムバララ)
Gulu
Lira
Apac
Kampala
Jinja
Mbarara
Fort Portal
Kyenjojo
Kibale
Hoima
Masindi
Kabaramaido
Soroti
Kumi
Mbale
Tororo
Busia
Bungoma
Mukono
Entebbe
Mpigi
Luwero
Kayunga
Bugiri
Mayuge
Kalangala
Masaka
Rakai
Sembabule
Mubende
Kyotera
Bushenyi
Rukungiri
Kanungu
Ntungamo
Kisoro
Kabale
Kyaka
Nebbi
Pakwach
Arua
Moyo
Yumbe
Adjumani
Nimule
Lopodi
Kitgum
Pader
Kotido
Kaabong
Moroto
Nakapiripirit
Katakwi
Lothaa
Namalu
Kapchorwa
Pallisa
Iganga
Bundibugyo
Kasese
Kamwenge
Mount Stanley (5,110 m)
Bombo
Buikwe
Buvuma
Wilson Gulf
Spike Gulf
Ukerewe
Bunia
Ituri
Semliki
Albert Nile
Victoria Nile
Kafu
Kazinga Channel
Equator
0
25
50
75 mi
32°
34°
2°
4°

プロジェクト位置図

# 目　　次

プロジェクト位置図

**第 1 章　プロジェクト概要** ..... 1

1.1　プロジェクトの背景 ..... 1

1.2　専門家チーム構成 ..... 1

1.3　全体渡航計画 ..... 1

**第 2 章　プロジェクトの実施方針等** ..... 2

2.1　プロジェクト実施の基本方針 ..... 2

2.1.1 背景と目的 ..... 2

2.1.2 プロジェクトの基本認識と課題 ..... 3

2.1.3 技術面の基本方針 ..... 4

2.1.4 運営面の基本方針 ..... 11

2.2　プロジェクト実施の方法 ..... 12

2.2.1 ワークプラン案の作成及び確定 ..... 12

2.2.2 プロジェクト事業完了報告書の作成 ..... 12

2.2.3 各成果に対する活動 ..... 12

**第 3 章　作業工程** ..... 16

**第 4 章　ウガンダ国側に求められる協力依頼事項（便宜供与）** ..... 17

# 第 1 章 プロジェクト概要

## 1.1 プロジェクトの背景

ウガンダ共和国（以下、ウガンダという）政府は、2019 年 8 月、公共事業省（以下、MoWT という）が管理する道路の建設及び維持管理に関する政策及び計画策定能力の向上、道路建設及び維持管理システムの改善、ならびに、道路機材の適切な活用のための人材育成を目的とした技術協力のための要請を日本国政府に提出した。これを受け、独立行政法人国際協力機構（以下、JICA という）は、本件技術協力（以下、プロジェクトという）を実施するための技術専門家チーム（以下、専門家チームという）を派遣することとした。

本ワークプランは、本プロジェクトの目標、成果、活動概要等についてウガンダ国政府関係者に説明するとともに、本プロジェクト基本内容に関してウガンダ国側の十分な理解を得るため、専門家チームにより作成されたものである。

## 1.2 専門家チーム構成

本プロジェクトの専門家チーム構成を以下に示す。

**表 1-1 専門家チーム構成**

| 氏名 | 所属 | 担当名及び指導分野 |
|---|---|---|
| 高橋功 | 八千代エンジニヤリング㈱ | 業務主任／道路整備・維持管理計画：<br>➢ 全体総括<br>➢ 道路建設及び維持管理に関する政策及び計画策定能力の向上支援<br>➢ 道路建設及び維持管理システムの改善支援 |
| 橋口悦夫 | 八千代エンジニヤリング㈱ | 道路整備・維持管理機材指導：<br>➢ 道路機材の適切な活用のための技術支援 |

## 1.3 全体渡航計画

本プロジェクト専門家チームの渡航計画（案）を以下に示す。

**表 1-2 渡航計画（案）**

| 年月 | 2021 | | | | | | | | | | 2022 | | | | | | | | | | | | 2023 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
| 業務主任／道路整備・維持管理計画：高橋功 | | ■ | | | | | ■ | | | | | | | | | | ■ | | | | | | ■ | | |
| 道路整備・維持管理機材指導：橋口悦夫 | | ■ | ■ | | | | ■ | ■ | | | | ■ | ■ | | | | ■ | ■ | | | | | ■ | ■ | |

# 第 2 章 プロジェクトの実施方針等

## 2.1　プロジェクト実施の基本方針

### 2.1.1　背景と目的

ウガンダは、ルワンダ、コンゴ民主共和国、南スーダンの周辺内陸国・地域からケニア、タンザニアのインド洋沿岸国へとつながる要所として役割を占めている。これらの周辺地域・国と経済圏としての結びつきが強化されており域内貿易が活性化していることから、域内の道路網の整備は地域全体の課題である。また、ウガンダの主要産業は農業であり、農村人口が国民の約 8 割をしていることから、農産物の国内及び国外への安定した輸送機能を確保することは、同国の経済発展においても不可欠なものとされている。

他方、ウガンダにおける輸送手段の約 96%は道路輸送に依存していることから、同国内の輸送と社会経済活動が主に道路ネットワークに沿って実施されており、それゆえ道路の十分な維持管理と改良作業が継続されることが必要不可欠である。しかかしながら、MoWT が管轄する国道（約 20,854km）、地区道路（約 38,603km）、都市道路（約 19,959km）、コミュニティアクセス道路（約 79,947km）の 4 区分から構成される総延長 159,366km の道路網のうち、舗装率は全体の約 4%にとどまっており、円滑で健全な社会活動を実施する上では、道路網の健全な維持管理が課題となっている。

こうした状況を踏まえ、2012 年にウガンダ政府は中国輸出入銀行から約 1 億 US ドルの融資を受けて 1,405 台を超える道路機材を中国から調達し、地方道路建設及び維持管理のため地方行政機関に分配した。しかし、中国機材の地方への分配後、①道路管理技術者や機材オペレーターの技術レベル不足といった実施体制上の問題、②道路整備や機材維持管理への予算配置不足、③道路の路体・路床工事などの対象工種に対して不十分な機材仕様など、多様な問題が生じたことにより多くの機材が使用されず放置されることとなった。

続いて 2014 年、ウガンダ政府は国際協力銀行から 178 億円の融資を受けて、より頑丈な道路機材 1,152 台（道路機材 650 台、車両 502 台）を日本から調達し、調達機材は 2017 年に地方行政機関に分配された。日本機材の調達・納入にあたっては、本邦機材メーカー及び調達業者による機材管理者・オペレーターへの初期操作指導、機材配置後の運用状況モニタリングなど、継続的なサービス提供活動が実施された。しかしながら、機材調達後 2 年間の保証期間はすでに満了している一方、熟練した道路管理技術者の不足、機材及びプラントオペレーター、整備士等の技術レベル不足を解消するには至っていない。

かかる背景を踏まえ、ウガンダ政府は、道路建設及び維持管理に関する政策及び計画策定能力の向上、道路建設及び維持管理システムの改善、ならびに、道路機材の適切な利用のための人材育成を目的とした技術協力個別案件（専門家）の要請を日本国政府に対して行った。

上述の要請を踏まえ本プロジェクトは、表 2-1 に示す活動 1-1～3-2 を実施することにより、期待される成果を発現し、もってプロジェクト目標を達成することを目的としている。

表 2-1　プロジェクト目標、期待される成果、及び活動概要

| | |
|---|---|
| プロジェクト目標 | MoWT 職員の道路整備及び維持管理分野に関する能力が向上する。 |
| 期待される成果 | 成果 1：MoWT の道路整備及び維持管理に関する政策策定、計画策定、予算編成等に関する改善策が提言される。<br>成果 2：MoWT の道路整備及び維持管理システム（道路機材の効果的な活用を含む）が改善する。<br>成果 3：道路整備及び維持管理機材を通じて MoWT の道路技術者、道路機材のオペレーター及び整備士等の能力が強化される。 |
| 活動の概要 | 活動 1-1：MoWT の道路整備及び維持管理に関する政策策定、予算編成、計画策定等に関して、現状把握、課題分析を行い、同システムの改善に向けた助言、提言を行う。<br>活動 2-1：MoWT の道路整備及び維持管理システム（道路機材の効果的な活用を含む）に関して、現状把握、課題分析を行い、同システムの改善に向けた指導、助言を行う。<br>活動 3-1：当国の道路整備及び維持管理を担う人材（道路技術者、道路機材のオペレーター及び整備士）や、道路整備や維持管理に関する機材の利用や管理状況に関して現状把握、課題分析を行い、これらの人材に対して適切な活用、管理に向けた指導、助言を行う。<br>活動 3-2：3-1 の活動を通じて抽出された課題を踏まえ、今後の改善計画を策定する。 |

### 2.1.2　プロジェクトの基本認識と課題

ウガンダの道路整備及び維持管理は、2012 年に政府がそれまでの民間発注方式から、国道整備等を除く一部の道路建設や維持管理をフォースアカウントと称する直営方式に方針転換し、同フォースアカウントのガイドラインに基づき MoWT が道路事業を展開している。近年、「2.1.1 業務の背景と目的」に記した複数の既往事業により、ウガンダ政府は多量の道路機材を調達したにも関わらず、MoWT の道路技術者、オペレーター、整備士等の技術不足により保有機材が整備不良や故障傾向にある。さらに、道路整備を計画的に実行するための計画策定や予算編成、機材の効果的な活用を含むシステムが適正でないなどの複数因子により、結果として管轄道路の整備や維持管理が十分促進されていない状況にある。特に、地方道路においては既設のアスファルト舗装の剥離、路盤の露出等、維持管理の不備が見受けられる状況である。多くの場合、早期の劣化は、設計あるいは施工段階における問題が起因しており、加えて供用後における適切なメンテナンスサイクルのシステムが構築されていないことが主要因の一つであると認識している。図 2-1 に、地方道路の現況事例を示す。

出所：当社が現地にて撮影

図 2-1 地方道路の状況

本プロジェクトは、カウンターパート（以下、C/P という）である MoWT の道路整備及び維持管理の事業実施能力、ならびに保有機材の適切な運営・維持管理能力における基礎的なレベルを両面から底上げするプロジェクトであると認識している。とりわけ、表 2-1「活動の概要」に示す各活動を通じて、C/P はじめウガンダ側関係機関が道路整備事業及び機材の長期運用を行う上で必要なオーナーシップ（主体性）を醸成するとともに、オペレーターや

整備士等の人材育成を自立して継続する上で必要な基礎レベルの技術移転を行った上、必要に応じて将来の更なる支援プログラムを検討することが課題である。

上記の認識及び課題を踏まえ、本プロジェクトの目標を達成するため、第一次～五次の各渡航人員及び活動概要を以下の通り設定する。

第一次渡航
渡航予定者：業務主任及び機材指導担当の 2 名
活動概要　：ワークプランの説明・協議・確定、現状把握・課題整理、研修開始等

第二次～第四渡航
渡航予定者：第二次及び第四次渡航は業務主任及び機材指導担当の 2 名
　　第三次渡航は機材指導担当 1 名
活動概要　：中間フィードバック、各研修対象者への実技指導（OJT）、ワークショップ開催及び中間達成度評価等

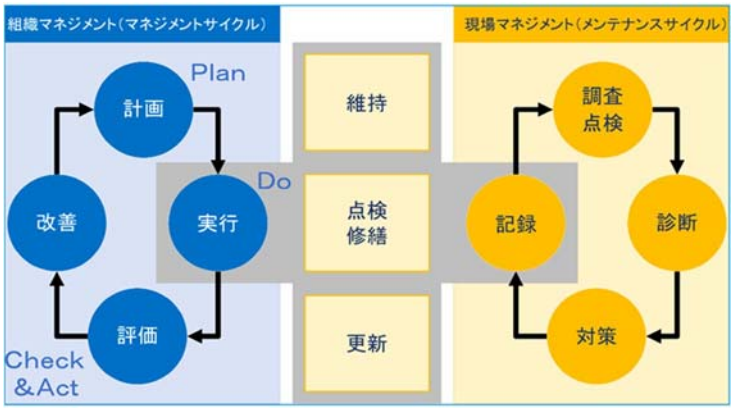
第五次渡航
渡航予定者：業務主任及び機材指導担当の 2 名
活動概要　：中間フィードバック、各研修対象者への実技指導（OJT）、ワークショップ開催及び最終達成度評価、改善計画策定及び提言等

なお、上記の各渡航における活動項目及び実施手段については、「2.2.3 各成果に対する活動」に詳述する。

### 2.1.3　技術面の基本方針

#### (1) 政策策定、計画策定、予算編成等に関する改善支援

MoWT 管轄道路の新規整備と維持管理の実施能力を両面から強化することにより、調査・計画、設計、施工、維持管理・更新の一連のアセットマネジメントサイクルを最適化することが長期的に道路を利用していくためには重要である。そのため、図 2-2 に示すアセットマネジメントシステムの概念図を用いて、改善策を提案する。これらを適正に運用するためには、MoWT 中央組織を想定した組織マネジメント（PDCA サイクル）及び地方機関の活動を想定した現場マネジメントの 2 つのサイクルを回し続けることが重要であり、現状の課題の原因を見極め、C/P の意向を踏まえた上で改善策の検討を行う。例えば、地方道路の維持、点検・修繕、更新のための現場マネジメントの運用に課題がある場合は、効果的な改善策を実現するための体制づくり、予算編成を含む政策や計画の策定等、組織マネジメントの PDCA サイクルに基づき提案する。



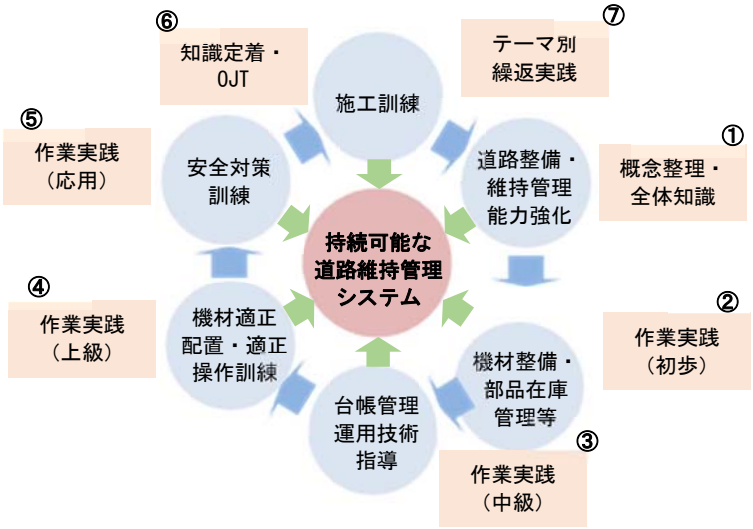

出所：専門家チーム作成

図 2-2　アセットマネジメントシステムの概念図

### (2) 道路整備及び維持管理システムの改善支援

MoWT 及び関係機関における道路整備及び維持管理業務の組織体制、人員配置、業務フロー、ならび道路機材活用の現状を把握し、課題分析を行う。MoWT が保有する道路機材を効果的に活用し、道路整備及び維持管理を適切かつ持続的に実施する上では、機材の整備（部品在庫管理含む）、台帳管理による機材運用、機材の適正配置及び適正操作、工事安全対策、施工能力などの多様な側面において繰り返し訓練することによる能力向上や継承を図るとともに、これら側面から成る道路整備・維持管理の業務フローを確立させる必要がある。

図 2-3 に、持続可能な道路整備及び維持管理システムの構築に向けた技術支援項目及びフローを示す。

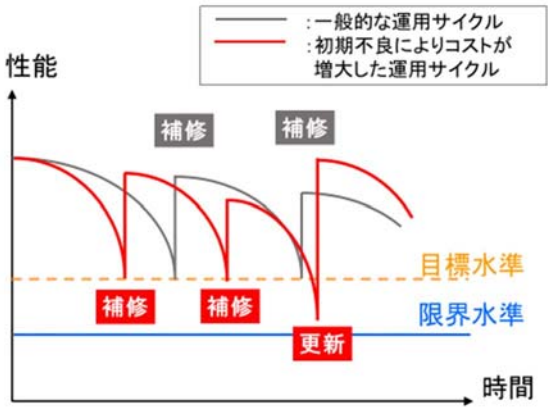



出所：専門家チーム作成

図 2-3 持続可能な道路整備及び維持管理システムの構築に向けた技術支援項目及びフロー

また、図 2-3 に基づき道路の維持管理システム一連の技術指導を行う過程で、貴機構「地方道路地理情報システムデータベース整備及び運用体制構築プロジェクト（2015 年）」のデータベースについて運用状況・課題を確認した上、本プロジェクトを通じてデータベースの情報更新及び必要に応じた改善提案を行う。

ここで、東アフリカ地域を含む開発途上国一般においては、路床・路盤工事やアスファルト舗装工事における不適切な材料選定、材料への異物混入、材料敷き均し後の転圧不足や仕上げ不良など、施工段階の初期不良により道路の劣化が早まる傾向にある。その他、雨季にまとまった降雨がある地域では、設計段階での排水設計の不備により粒状路盤が劣化し、アスファルト舗装の早期損傷に至った事例がある。このような傾向は、施工後の維持管理・補修作業にかかるコスト増大を引き起こし、結果として道路整備・維持管理や機材運営・維持管理のための予算が逼迫する要因となる（図 2-4 参照）。以上を踏まえ、本プロジェクトにおいては、第一に初期不良の種別及び原因を C/P と共に検証し、第二に道路の初期整備と維持管理が全体の運用サイクルにおいて一体のものである点を C/P と共通認識した上、第三に初期不良を軽減する上で必要となる施工計画（工法、使用材料、人員・機材、実施工程、品質管理項目、施工上の留意点を含む）作成支援や予算措置にかかる助言を行う。




出所：専門家チーム作成

**図 2-4 道路運用サイクル概念図**

### (3) 道路機材を通じた道路技術者、オペレーター、整備士等の能力強化支援

MoWT 及び関係組織の道路技術者、オペレーター、整備士等の能力強化を支援するにあたっては、①道路技術者及び機材管理者の連携による適正な機材運用、②整備士及びオペレーター等の能力強化、③適切な民間サービス活用の各視点により、包括的な技術支援を行うことが重要である。

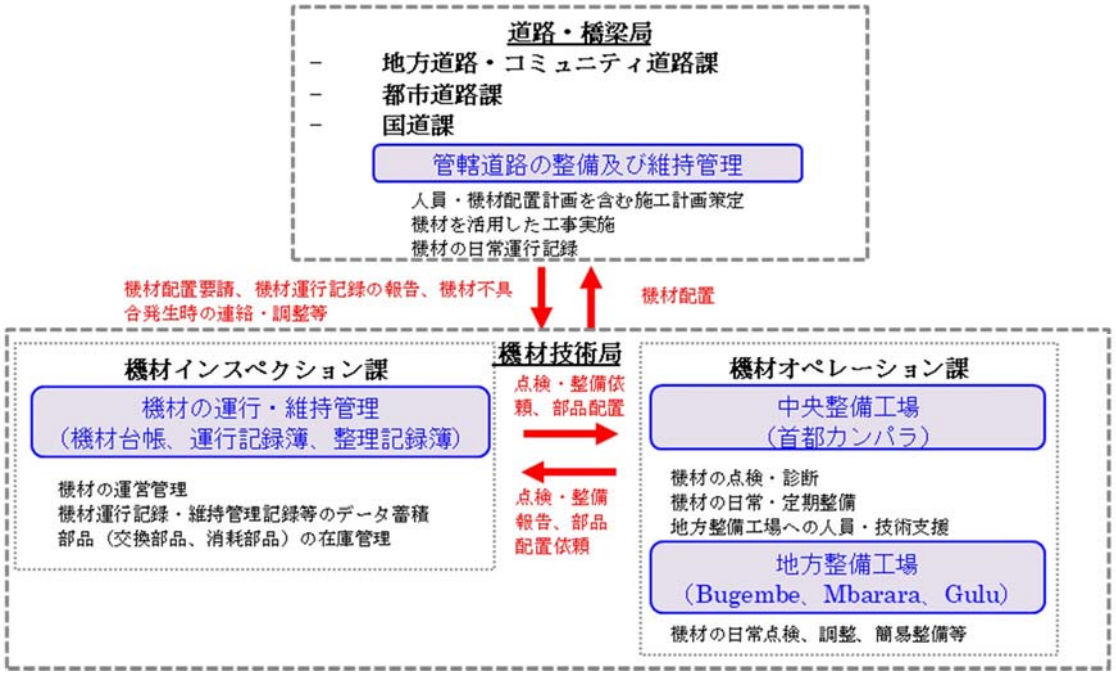
以下に、上記①～③それぞれの実施方針を示す。

1) 道路技術者及び機材管理者の連携による適正な機材運用

MoWT の機材運営・維持管理においては、カンパラ市の中央整備工場を拠点とし、ブゲンベ（Bugembe）、ムバララ（Mbarara）、グル Gulu の国内 3 箇所に地方整備工場を展開している。

機材管理運用システムは、機材の運営・管理を所掌する機材技術局の各担当部署、ならびに管轄道路の整備及び維持管理を所掌する道路・橋梁部との一連の業務フローにより成立するものである。

図 2-5 に、これら関連部所による道路整備・維持管理及び機材運用上の業務フロー図を示す。




出所：先方実施機関の組織図に基づき専門家チーム作成

**図 2-5 道路整備・維持管理及び機材運用上の業務フロー図**

本プロジェクトにおいて、上記フローの適用性についてレビューを繰り返した上で最終的な業務フローを確立する。また、同フローに基づき適切に業務を執行するための運用マニュアルを作成する。

なお、MoWT 保有機材は、これら中央及び地方整備工場に加え、国内 9 箇所に立地する地域センター（Zonal Centre）にも配置し、地域センターとの機材の共同使用において MoWT は指導・助言を行っている。かかる体制を踏まえ、MoWT と地域センター間の機材運用上の問題についても把握・整理し、必要な助言を行う。

2) 機材整備体制の強化

MoWT 保有機材の中央及び地方整備工場のうち、ブゲンベ整備工場は、1996 年に我が国無償資金協力で改修されたものの、中央整備工場をはじめとする全ての整備工場において建屋及び整備機材の機能は限定的である。そのため、保有機材の整備・修理に対して十分なサービスが提供できない状況にある。

以上を踏まえ、適時適切に機材整備・修理を行い、保有機材を耐用年数にわたり健全に運用す

るためには、中長期的には既存整備工場の建屋新設・改修ならびに、整備機材の強化を進めることが望ましい。一方、本プロジェクトにおいては、短期のうちに緊急性の高い機材整備ニーズに対応でき、かつオペレーター及び整備士の人材育成を行うため、2017 年に我が国援助により調達された移動式ワークショップ（図 2-6 参照）を最大限に活用することとしたい。移動式ワークショップは、基本的な整備機材や工具を搭載した車両により出張サービスを可能とする機材である。そのため、本プロジェクトにおいて、同機材の配置や活用状況、運用上の課題を整理した上、同機材の活用により機材整備・修理の効率が向上するよう支援する。

出所：当社撮影

**図 2-6　移動式ワークショップ（参考）**

なお、同機材の指導対象は整備士を基本とするが、工事中の不適切な機材操作に起因する機材修理の実態を共有するため、必要に応じて整備機器に係る本研修へオペレーターの参加を提案する。

3)　適切な民間サービス活用

近年、我が国や欧米先進国メーカーが製造する最新建設機材は、電子化技術の発達により従来の機械装置からコンピュータ制御システムへと転換している。このようなコンピュータ制御化が進むにつれ、簡易なレベルを超える中規模以上の整備・修理・整備に対しては、ユーザーによる対応は非効率であるばかりか、状態を悪化させるリスクがある。とりわけコンピュータ制御システムが導入されている機材においてはユーザーが整備レベルを確認した上、メーカーや代理店のサービスを適切に活用することが肝要となる。

表 2-2 に、MoWT 既存施設の設備及び人員体制に鑑みて望ましいと考える民間との整備・修理実施区分を示す。同実施区分は、現地民間サービス体制を踏まえた C/P との協議により適宜最適化を行う。

**表 2-2　直営及び民間サービス活用による整備・修理実施区分（案）**

| 整備レベル | 機材整備・修理の種類 | 主な作業項目 | 実施区分 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | MoWT | | 民間 |
| | | | 中央整備工場 | 地方整備工場 | |
| 1 軽 | 定期整備 | オイル交換、給油脂等 | ○ | ○ | |
| 2 | 点検・調整 | ブレーキ調整、タイヤ調整等 | ○ | ○ | |
| 3 | 軽整備・修理 | クラッチのオーバーホールや部品取替え等 | ○ | | |
| 4 | 主要機械装置の完全分解修理 | エンジン・トランスミッション、油圧装置等 | ○ | | ○（精密部品対象） |
| 5 | 電子装置の故障点検・診断・修理 | エンジン・トランスミッション・油圧コントロール装置等 | | | ○（点検・診断・修理） |
| 6 重 | 機械の完全分解修理・改造 | 上記以上の重整備 | | | ○ |

出所：専門家チーム作成

なお、2017 年に我が国援助により調達された機材においても、コンピュータ制御システムを導入した機材が一部構成されている。そのため、当該機材については、特に現地代理店の今後のサービス展開について詳細に意見交換した上、本件指導に反映させる。

### (4) C/P のオーナーシップの確保

ウガンダ側関係機関の主体性を尊重し、そのオーナーシップを引き出すため、道路の整備及び維持管理、ならびに機材の運用・管理に関わる一連の実務プロセスを理解するよう、上述した図 2-5 に示す各担当部署による横断的なセミナーを開催する。また、各渡航時に合同ワークショップを開催し、座学に加え合同視察会などの実地研修（フィールド・ワーク）を取り込むとともに、PDCA サイクルによる継続的なプロセス改善に留意する。表 2-3 に本プロジェクトにより開催するセミナー、ワークショップの活動概要を示す。

**表 2-3　セミナー、ワークショップの活動概要**

| 項目 | 対象者 | 目的/実施項目 | 実施時期/場所/方法 |
|---|---|---|---|
| セミナー（全体会議） | C/P 職員、道路技術者、機材管理者 | 目的：技術移転に係る課題整理<br>実施項目：<br>① アセットマネジメントシステムの概念説明<br>② 道路政策・計画に基づく予算編成及び道路整備実績レビュー<br>③ 既存道路の損傷事例を踏まえた技術的課題、維持管理・補修時の機材配置例<br>④ 機材管理システムを活用した適正な管理項目の事例紹介<br>⑤ 現行の道路整備及び維持管理システムの課題<br>⑥ 現行の機材運用・管理上の技術的課題（機材台帳管理含む）、運営体制上の課題<br>⑦ 上記⑤⑥の課題への対応策協議 | 時期：第一次渡航時（ただし、①についてはプロジェクト期間中適宜実施）<br>場所：MoWT<br>方法：専門家の講義を含む会議形式及び意見交換 |
| 第 1～4 回合同ワークショップ | C/P 職員、道路技術者、機材管理者、指導員（オペレーター及び整備士） | 目的：各担当部署の参加による横断的な研修会により、道路整備と機材運用の実務プロセスを組織間が理解し、オーナーシップを醸成する。<br>実施項目：<br>① 各部署の業務範囲説明及び活動報告<br>② 道路整備及び維持管理の技術課題<br>③ 機材管理システム運用上の技術課題<br>④ 工事担当部署及び機材担当部署間の連携上の課題（例：工事現場への適正な機材配置、道路機材の日常運行記録の適時報告等）<br>⑤ カンパラ市周辺工事現場・プラント等の合同視察<br>⑥ カンパラ中央整備工場の合同視察<br>⑦ 各担当部署からの要望抽出・意見交換<br>⑧ 次回ワークショップ開催までの改善課題の共有 | 時期：第二～五次渡航時（渡航毎に最低 1 回開催し、必要に応じて追加開催）<br>場所：カンパラ中央整備工場<br>方法：合同参加型研修会及び合同視察会 |
| 機材管理ワークショップ | 機材管理者、指導員（オペレーター及び整備士） | 目的：機材指導の進捗確認及び達成度評価<br>実施項目：<br>① 機材台帳管理の状況報告<br>② 道路機材の維持管理サイクルやスペアパーツ調達時期等の計画立案・実施に関する講習<br>③ 要望抽出・意見交換<br>④ 次回ワークショップ開催までの改善課題の共有 | 時期：渡航毎の機材指導進捗に応じて適宜開催<br>場所：カンパラ中央整備工場（必要に応じて地方整備工場）<br>方法：参加型研修会 |

また専門家チーム不在中は、次回派遣時の活動及び研修会開催までの課題を設定し、C/P がオー

ナーシップを発揮して技術やデータベース運用ノウハウを習得するよう工夫する。

### (5) Training of Trainers (TOT) の実施

成果 2 及び 3 を達成するための条件として、MoWT により職員の能力強化に向けた技術習得・習熟研修が継続的、且つ効果的に実施されることが不可欠となる。また、同研修を効果的に実施するには研修システムの強化と共に研修/訓練を実施する指導員の育成・能力強化（TOT）が必要となる。

成果 2 及び 3 に係る技術支援活動は、PDCA サイクルによるプロセスの下に座学、実習、セミナー及び OJT を併用して実施する。また、2019 年 8 月より国際連合工業開発機関（UNIDO）で進められている「建設設備操業訓練施設整備計画（無償資金協力）」の C/P は MoWT であることから、育成カリキュラム等は整合を図り、情報を共有しつつ進めていく。能力強化に向けた研修及び TOT の実施方針を表 2-4 に示す。

**表 2-4　研修および TOT の実施方針**

| 実施方針 |
| --- |
| ➢ 機材管理の強化策としてデータベースを活用した機材管理手法の導入を推奨する。機材台帳、機材運行記録、機材整備記録、部品在庫管理等、機材の管理に必要なデータをデータベース化することにより機材管理の効率化を図る。<br>➢ MoWT において職員の研修（訓練）システムが既に整備・運用されている場合は組織体制、設備、予算、訓練システムの運営状況、カリキュラム、指導員の能力等を調査・把握し、各項目の課題と改善策の検討・実施について C/P に対する支援を OJT として実施する。<br>➢ MoWT において職員の研修（訓練）システムが整備されていない場合は、研修（訓練）施設・設備の確保、システムの構築、カリキュラムの策定、システムの運営等について C/P に対する支援を OJT として実施する。また、C/P と協力して指導員を選抜・確保する。<br>➢ 指導員に対する TOT は（専門家が講師となり）座学、セミナー、OJT を併用して実施する。<br>➢ 専門家が不在の期間中には自主研修課題を設定し、TOT の継続を図る。<br>➢ 機材の整備士及びオペレーターの TOT について、機材の新技術に係る短期研修を現地の代理店に委託する。<br>➢ 官民連携による TOT 実施、及び各種技術訓練校に短期コースによる TOT を依頼する等、外部委託による TOT の実施について可能性を調査・検討する。<br>➢ オペレーター及び指導員等の育成にあたっては、UNIDO により実施中の「建設設備操業訓練施設整備計画（無償資金協力）」との協調を図る。 |

### (6) 次期 JICA の協力の提案

業務の活動を通じ、C/P 機関への更なる協力の必要性について検討する。現時点では以下に挙げる協力（案）が想定されるが、本プロジェクト完了後に MoWT が自立して道路維持管理事業を促進する上で真に必要な協力を検討し、必要に応じて貴機構に提案する。

a)　道路・橋梁の運営及び維持管理能力向上支援（技術協力プロジェクト）

b)　中央整備工場改修及び地方整備工場の機能強化（無償資金協力）

なお、上記のうち a) については、本プロジェクト活動による成果の達成度を精緻に検証した上、必要に応じて更なる組織能力向上支援を検討する。

### 2.1.4　運営面の基本方針

#### (1) C/P 及び関係部局との合意形成

本プロジェクトの実施にあたっては、MoWT 保有機材の運営・維持管理を所掌する C/P の機械技術局に加え、管轄道路の整備及び維持管理を所掌する道路・橋梁局の道路技術者も主たる研修対象者となる。したがって、MoWT 内の部局が複数にまたがるプロジェクト体制において各種研修活動を円滑に実施するため、これら部局の上位にあたる技術・土木事業局長にワークプラン及び研修進捗を適宜説明し、関係者間で合意形成しておく。

#### (2) 現地作業中の安全体制

2021 年 1 月現在、ウガンダ国の首都カンパラの危険レベルはレベル 1 とされている（外務省海外安全ホームページ)。本プロジェクトでは、当社が契約している International SOS 社のアドバイスを参考に以下の安全対策を徹底する。北東部などでは行政と治安インフラの欠如が路上武装強盗などの凶悪な犯罪に寄与している他、コンゴ民主共和国との国境地帯は治安情勢が不安定な状況にある。また、2010 年 7 月に反政府勢力のアル・ジャバブによるテロが首都カンパラで起きており、現在も潜在的リスクには十分注意する必要がある。また、テロや犯罪に巻き込まれないようにするため、①商業施設等の周辺で過ごす時間をできるだけ短くする、②デモに遭遇した際は直ちにその場を離れる、③夜間の移動は車両に限定し徒歩では移動しない等の安全対策を徹底する。現地渡航前及び滞在期間中は、貴機構ウガンダ事務所ならびに当社が実施中の「ウガンダ国カンパラ首都圏送変電網整備事業（円借款)」チームとの緊密な安全情報共有に努める。

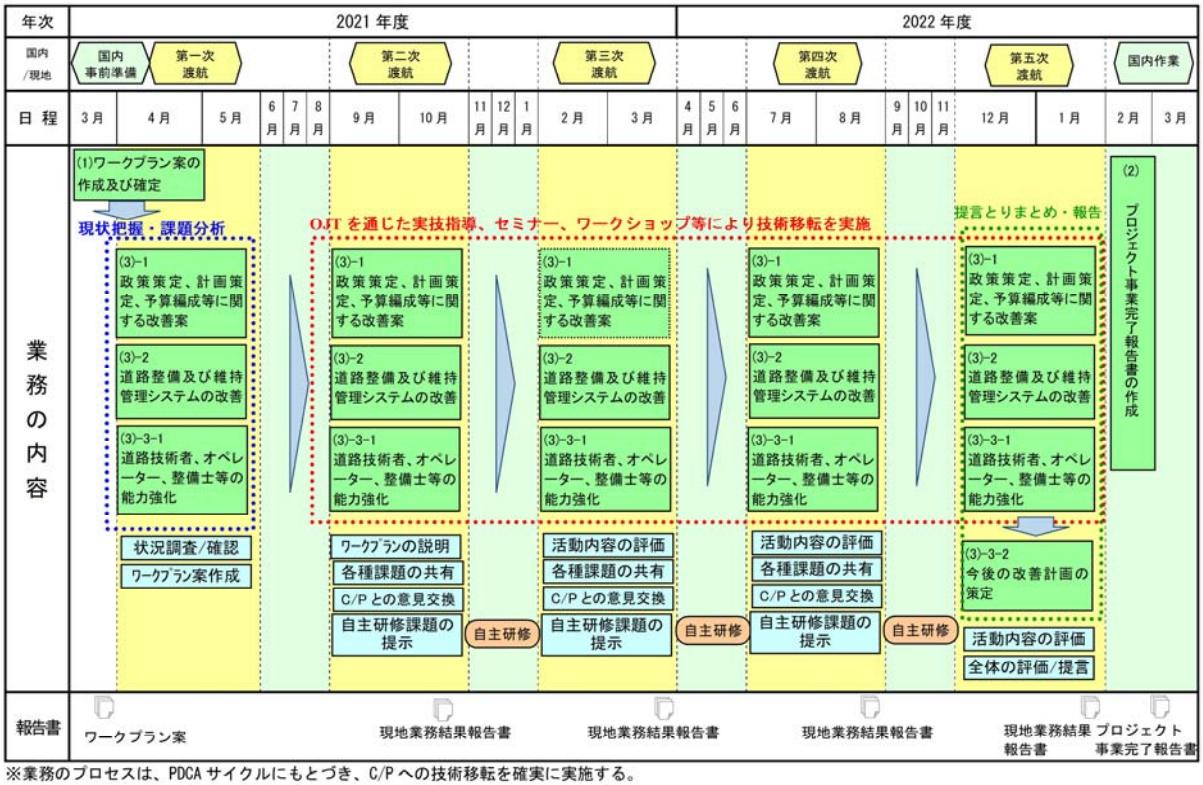
#### (3) 新型コロナ感染拡大下の現地活動

2021 年 1 月現在、ウガンダの感染症危険レベルはレベル 2 に引き下げられている。他方、新型コロナの世界的感染拡大が沈静化しない状況にあることから、各専門家は一般的な感染予防対策を徹底するとともに、とりわけ大人数が参集するセミナーやワークショップ開催の際には以下の感染予防策を実施する。

- 開催会場立ち入り時の検温（非接触式体温計使用)、手指消毒、体調の変調有無の聞き取り
- 参加者は感染状況に応じマスク着用し、大声での雑談等禁止
- 適度（1.5m 程度）なソーシャル・ディスタンスの確保し、屋内研修の場合は十分な換気

## 2.2　プロジェクト実施の方法

業務の実施フローを図 2-7 に示す。




※業務のプロセスは、PDCA サイクルにもとづき、C/P への技術移転を確実に実施する。
注）専門家の国内業務期間中、研修対象者は自主研修活動を実施し、専門家はこれをモニタリングする。

図 2-7 業務の実施フロー

### 2.2.1　ワークプラン案の作成及び確定

要請書、関連資料（国家開発計画、既往プロジェクトの報告書等）の分析・検討を行い、プロジェクトの全体像を把握する。あわせて日本国内で入手可能な資料・情報を収集・整理し、プロジェクト実施の基本方針・方法、業務工程計画等を検討した上でワークプラン（和文・英文）を作成し、貴機構と共有する。現地業務開始後、ワークプラン案を C/P 関係者等に説明し、一連の協議を通じてワークプランを適宜修正し、これを確定する。

### 2.2.2　プロジェクト事業完了報告書の作成

専プロジェクト全期間の活動内容とプロジェクト目標の達成度と併せて、今後の類似プロジェクトでの活用を想定し実施運営上の工夫や課題・教訓をとりまとめる。

報告書の貴機構への提出にあたっては、事前に C/P に説明し、合意を得ることとする。

### 2.2.3　各成果に対する活動

当社は、本プロジェクトの各成果に対するねらいと留意点を踏まえ、各成果を効率的に達成するため、第一次～第五次の各渡航において以下の活動を実施する。（カッコ内の記載は実施方法・手段を示す）

第一次渡航

- ワークプラン案の説明・協議（C/P との全体会議）
- 現行の道路政策・計画、予算編成及び予算手続きフロー、組織体制上の課題抽出・分析
  （中長期開発計画、予算実績及び手続きフロー、MoWT 及び関係機関の組織体制図等の資料収集及び聞き取り）
- 道路整備及び維持管理システム上の課題抽出・分析
  （組織、施設、予算、フォースアカウントのガイドライン、人員・機材配置実績の確認、現在の課題・問題点）
- 道路機材の運営・維持管理上の課題抽出・分析
  （組織、施設、予算、既存施設「中央整備工場及び地方整備工場」の現況調査、既存の機材管理台帳を含む機材管理システム「機材台帳、機材運行記録、機材点検記録・整備記録等」の整備状況の確認、現地機材代理店の現状調査、オペレーター・整備士への就労環境に関するアンケート調査及び意見交換会。必要な場合はデータベースの導入等、機材管理システムの改善に係る OJT を実施する。）
- 道路技術者、オペレーター、整備士の技術レベル評価、ならびにオペレーター及び整備士指導員候補の選定
  （簡易ペーパーテスト、実作業の査察）
- オペレーター及び整備士等、MoWT における人材育成システムの有無を確認する。
  （人材育成システムが皆無な場合は機材整備士と機材オペレーターの養成システムの導入を提言する。）
- 研修開始及びセミナー開催
  （C/P 職員、道路技術者、機材管理者を対象とした実技指導及び合同セミナー開催）
- 緊急度の高い課題への OJT
  （道路整備計画「人員・機材配置計画」指導、工事の安全対策及び機材の安全作業・操作指導、機材管理システムの改善、機材の整備・修理指導等）
- 次回渡航までの課題提供
  （課題項目：道路整備の年次計画に応じた施工・工程計画策定、機材管理システムの改善）

第二次～第四次渡航

- 前回活動及びそれ以降の自主活動成果の確認及び評価
  （道路工事実績、機材管理システム「機材台帳、機材運行記録、機材点検記録・整備記録簿等の整備」改善等）
- 道路政策・計画に基づく事業進捗、予算編成状況の確認及び評価
  （道路整備実績や予算実績等の統計データ確認、計画に照らした実績のモニタリング）
- 道路整備及び維持管理に関する技術指導
  （道路工事を通じた道路技術者及びオペレーターへの実践指導、工事の安全対策指導）
- 機材管理システムの構築・運営に関する技術指導
  （機材台帳、機材運行記録、機材点検記録・整備記録等の整備）
- 指導員〔オペレーター及び整備士〕に対する技術指導（座学・実習）
- ワークショップ開催及び達成度評価
  （C/P 職員、道路技術者、機材管理者、オペレーター指導員及び整備士指導員の参加による合同の参加型研修会）
- 次回渡航までの課題提供
  （課題項目：機材管理台帳への記録蓄積、機材点検
  ・診断・整備記録の蓄積、アスファルトプラントを含む機材稼働実績・施工実績の記録等）

第五次渡航

- 前回渡航以降の自主活動成果の確認及び評価 ※実施方法・手段は上記第二次~第四次渡航と同様
- 道路整備及び維持管理に関する技術指導　※実施方法・手段は上記第二次~第四次渡航と同様
- 機材管理システムの構築・運営に関する技術指導　※実施方法・手段は上記第二次~第四次渡航と同様
- 指導員〔オペレーター及び整備士〕に対する技術指導 ※実施方法・手段は上記第二次~第四次渡航と同様
- ワークショップ開催及び最終達成度評価　※実施方法・手段は上記第二次~第四次渡航と同様
- フォローアップ研修
  （各研修対象向け個別フォローアップ）
- 以下の各種提言及び改善計画策定
  - 適切な政策・計画策定及び予算編成にかかる提言
  - 道路整備及び維持管理データベース改善のための提言
  - 道路機材の適切な活用及び運営・維持管理を継続するための改善計画策定及び提言

  （プロジェクト全体を通じた調査及び研修結果を踏まえ提言をとりまとめ、C/P 会議にて説明・協議）
- 最終報告会（C/P との全体会議）

また、各成果を達成するため特に留意する活動項目を以下に示す。

### (1) 成果 1 に係る活動

表 2-5 に、道路整備及び維持管理に関する政策、計画及び予算の現状把握・課題分析を行うための調査対象及び実施内容を示す。本プロジェクトを通じて、これら項目の妥当性を分析し C/P と共有した上、将来の計画策定や予算編成の改善に向けた助言、提言を行う。

**表 2-5 政策、計画及び予算にかかる調査対象及び実施内容**

| 調査項目 | 調査対象及び実施内容 |
|---|---|
| 政策 | ➢ Uganda Vision 2040 の確認 |
| 計画 | ➢ 第 2 次 5 か年国家開発計画（2015/16－2019/20）のレビュー及び実績確認<br>➢ 第 3 次 5 か年国家開発計画（2020/21－2024/25）の確認及び第 2 次計画の実績に照らした実現性評価 |
| 予算編成 | ➢ ウガンダ道路基金（Uganda Road Fund）の年次予算及び実績内訳（構成 : UNRA, KCCA, District, Municipality, Town Council 他）確認、及び過年度実績に照らした配分比率の適正性評価 |

注）UNRA: Uganda National Roads Authority, URF: Uganda Road Fund, KCCA: Kampala Capital City Authority

### (2) 成果 2 に係る活動

MoWT 及び関係機関における道路整備・維持管理及び機材運用能力を向上するため、出所：専門家チーム作成

「持続可能な道路整備及び維持管理システム構築に向けた技術支援項目及びフロー」に示すサイクルにより繰り返し OJT 指導やワークショップを実施する。平行して、既存道路データベースの更新支援を行い、必要に応じてデータベースの運用改善にかかる提言を行う。

### (3) 成果 3 に係る活動

MoWT 及び関係機関の道路技術者、機材オペレーター、整備士等の技術職員、ならびに既存道路機材の活用及び管理状況について現状把握・課題分析を行うため、表 2-6 に示す評価項目にしたがい確認し、プロジェクトにおける課題を整理する。

**表 2-6 評価項目及び現状の確認内容**

| 評価項目 | | 現状の確認内容 |
|---|---|---|
| 道路整備・維持管理 | 道路整備及び維持管理工事 | 1. サイト条件に合致した施工計画（工法、使用材料、人員・機材、実施工程、品質管理項目、安全対策、施工上の留意点等）を立案または理解できるか。 |
| | | 2. 施工計画に基づき工事を実施できるか。 |
| | | 3. 道路技術者は、機材オペレーターや作業員への適切な指導・管理ができるか。 |
| | | 4. 道路技術者は、現場での機材の運行状況、不具合の有無等について、中央または地方整備工場と適時情報共有できるか。 |
| | | 5. 道路技術者は、現場での機材不具合発生時、中央または地方整備工場との速やかな連絡・調整、機材整備・修理対応ができるか。 |
| | 点検業務等 | 1. 管轄道路の日常・定期点検、災害後の緊急点検等を適切に実施できるか。 |
| | | 2. 点検結果に基づき、道路の損傷・劣化状況を正確に報告できるか。 |
| | | 3. 損傷・劣化の程度・範囲により、補修計画の必要性や緊急性について理解できるか。 |
| 材 機 | 機材台帳 | 1. 機材の基本データ【種別、台数、登録番号、基本仕様（機種、メーカー、モデル、年式、製造番号、能力、エンジン出力、価格等）、コンディション（正常に稼働、 |

| | | |
|---|---|---|
| | | 修理中、修理不可、廃棄）等がアップデートされているか。】 |
| | | 2. 機材の基本的な情報が機材管理に活用（反映）されているか。 |
| | 機材運行記録簿 | 1. 機材の運行データ（稼働日数（率）、稼働時間、走行距離、燃料消費量、稼働場所、定期整備記録等）がアップデートされているか。 |
| | | 2. 機材の運行データが機材管理に活用（反映）されているか。 |
| | 機材整備記録簿 | 1. 機材の整備データ（入・出庫日、修理・整備の内容、修理・整備費、外注費、使用した部品・潤滑油等）がアップデートされているか。 |
| | | 2. 修理・整備費を含む機材の整備・修理データが機材管理に活用（反映）されているか。 |
| | スペアパーツ管理簿 | 1. 各部品の出納が正確に記録されているか。 |
| | | 2. 部品の消費量（消費頻度）、在庫が把握されているか。 |
| | | 3. 入・出庫金額を含む部品管理データが機材管理に活用（反映）されているか。 |
| オペレーター指導員 | 機材の点検 | 1. 機材の始業・終業点検を指導できるか。 |
| | 機材の運転操作 | 1. 機材のメータ、ゲージを正しく読めるか。 |
| | | 2. 機材の運転・操作・作業に熟練しているか |
| | | 3. 機材の運転・操作・作業の指導ができるか。 |
| | 安全作業 | 1. 安全作業に係る危険予知・予防措置を理解しているか。 |
| | | 2. 工事現場における安全作業の指導ができるか。 |
| 機材整備士指導員 | 整備用機器の取り扱い | 1. 現場への出張修理において移動式ワークショップを活用できているか。 |
| | | 2. 機材整備用機器・工具の使用法に習熟しているか。 |
| | 安全作業 | 1. 安全作業に係る危険予知・予防措置を理解しているか。 |
| | | 2. 安全作業の指導できるか。 |
| | 修理整備作業 | 1. 機材に装備されている各装置の構造・機能を理解しているか。 |
| | | 2. 機材の定期点検・整備作業に習熟しているか。 |
| | | 3. 機材の定期点検・整備作業（理論・実習）の指導ができるか。 |
| 機材整備技術者 | 整備工場の管理 | 1. 部品倉庫を含む整備工場の運営管理ができているか。 |
| | 機材管理 | 1. 機材の修理・整備管理ができているか。 |
| | | 2. 機材の故障診断と整備士に対する的確な作業指示ができているか。 |
| | | 3. 部品の調達先、調達手順を理解しているか。 |
| | 予算計画 | 4. 部品調達を含む機材整備費の予算管理、執行管理ができているか。 |

出所：専門家チーム作成

上表の評価項目にしたがい課題整理した上、図 2-5「道路整備・維持管理及び機材運用上の業務フロー図」に基づき日常の道路整備・維持管理業務及び機材運営・維持管理業務を通じた OJT 指導やワークショップにより研修対象者の能力向上支援を行う。

また、上記の活動を通じて抽出された課題を踏まえ、今後の改善計画を策定し、提言する。

## 第 3 章 作業工程

本プロジェクトの作業工程を表 3-1 に示す。

**表 3-1 作業工程表**

| 年月 | | 2021 年 | | | | | | | | | | 2022 年 | | | | | | | | | | | | 2023 年 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 作業項目 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
| ワークプラン案の作成及び確定 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| プロジェクト事業完了報告書の作成 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 各成果に対するねらいと留意点 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 活動 1 に係る活動 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 政策策定、計画策定、予算編成等に関する改善案 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 活動 2 に係る活動 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 道路整備及び維持管理システムの改善 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 活動 3 に係る活動 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3-1 | 道路技術者、オペレーター、整備士等の能力強化 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3-2 | 今後の改善計画の策定 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 報告書等 | | ① | | ② | | | | | ③ | | | | | ④ | | | | | ⑤ | | | | | ⑥ | | ⑦ |

凡例： ■ 現地作業期間　　□ 国内作業期間

①：ワークプラン、　②～⑥：現地業務結果報告書、　⑦プロジェクト事業完了報告書

## 第 4 章 ウガンダ国側に求められる協力依頼事項（便宜供与）

本プロジェクトの円滑な実施のため、ウガンダ国側に求められる協力内容を以下に示す。

1) MoWT は、専門家チームによる技術指導を受ける職員、オペレーター等を配置する。
2) MoWT は、専門家チームにより依頼される関連データ、情報、資料を入手可能な限り専門家チームに提供する。
3) MoWT は、プロジェクトの活動に必要な事務所、インターネット接続、電気水道等設備を無償供与する。
4) MoWT は、MoWT のプロジェクト関係者を含む組織再編・人事異動、または MoWT の業務範囲に変更等が生じた際には適時情報共有する。
5) MoWT は、他ドナーによる道路事業に関する最新動向を適時情報共有する。

# 資料-２　関係者（面会者）リスト

関係者リスト

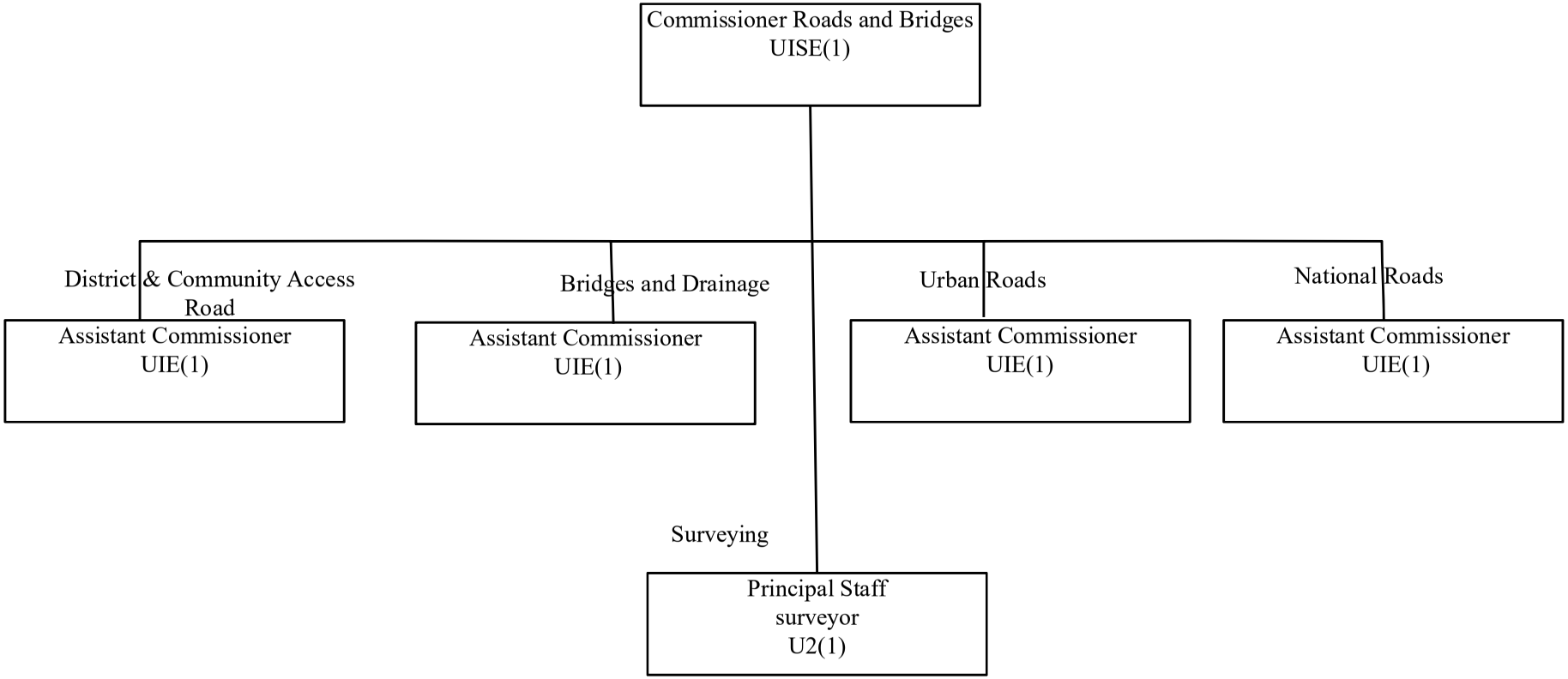
| 所属及び氏名 | 職位 |
|---|---|
| **公共事業・運輸省**<br>**Ministry of Works and Transport** | |
| Mr. Bageya Waiswa | Permanent Secretary |
| Eng. Samson Bagonza | Director of Engineering and Works/Engineer in Chief |
| Eng. Tony Bafirawala Kavuma | Chief Mechanical Engineer |
| Eng.Stephen Kiwanuka Kitonsa | Commissioner Roads and Bridges |
| Eng. Tibesigwa Timothy | Assistant commissioner Mechanical Services Operations |
| Eng.Winfred Naluyinda | Assistant commissioner Mechanical Services Inspection |
| Eng. Lumonya Jacob | Principal Executive Engineer |
| Eng. Allan Ndangizi | Principal Executive Engineer |
| Eng ARISHABA AGGREY | Senior Mechanical Engineer |
| Eng. Godfrey Magala | Senior Engineer /Urban 1Roads |
| Eng. Kisitu Timothy | Senior Engineer |
| Eng. Gerald Obalim | Deputy Force Account Manager, North |
| Mr. Keeya Francis | Workshop Manager in Bugembe |
| Eng.Karani Hanning | Workshop Manager in Gulu |
| Mr. Amugambe Eliab Tumwine | Workshop Manager in Mbarara |
| **財務・計画・経済開発省**<br>**Ministry of Finance, Planning and Economic Development** | |
| Mrs. Maris Wanyera | Ag. Director Debt and Cash Management |
| **ナカワ職業訓練センター**<br>**Nakawa Vocational Training Institute (NVTI)** | |
| Mr. Muwanga Godfrey Fred | Principal |
| **国際連合工業開発機関**<br>**United Nations Industrial Development Organization (UNIDO)** | |
| Mr. Stefan Windberger | Project Coordinator |

**独立行政法人 国際協力機構　ウガンダ事務所**
**Japan International Cooperation Agency (JICA), Uganda Office**

| | |
|---|---|
| 井上　陽一 | 所長 |
| 福原　一郎 | 次長 |
| 山本　晃一郎 | 所員 |
| 可児　淳美 | 企画調査員 |
| 寺嶋　眞 | 企画調査員 |
| Ms. Meble Kasoma | Infrastructure Sector ODA and LOAN Operation |

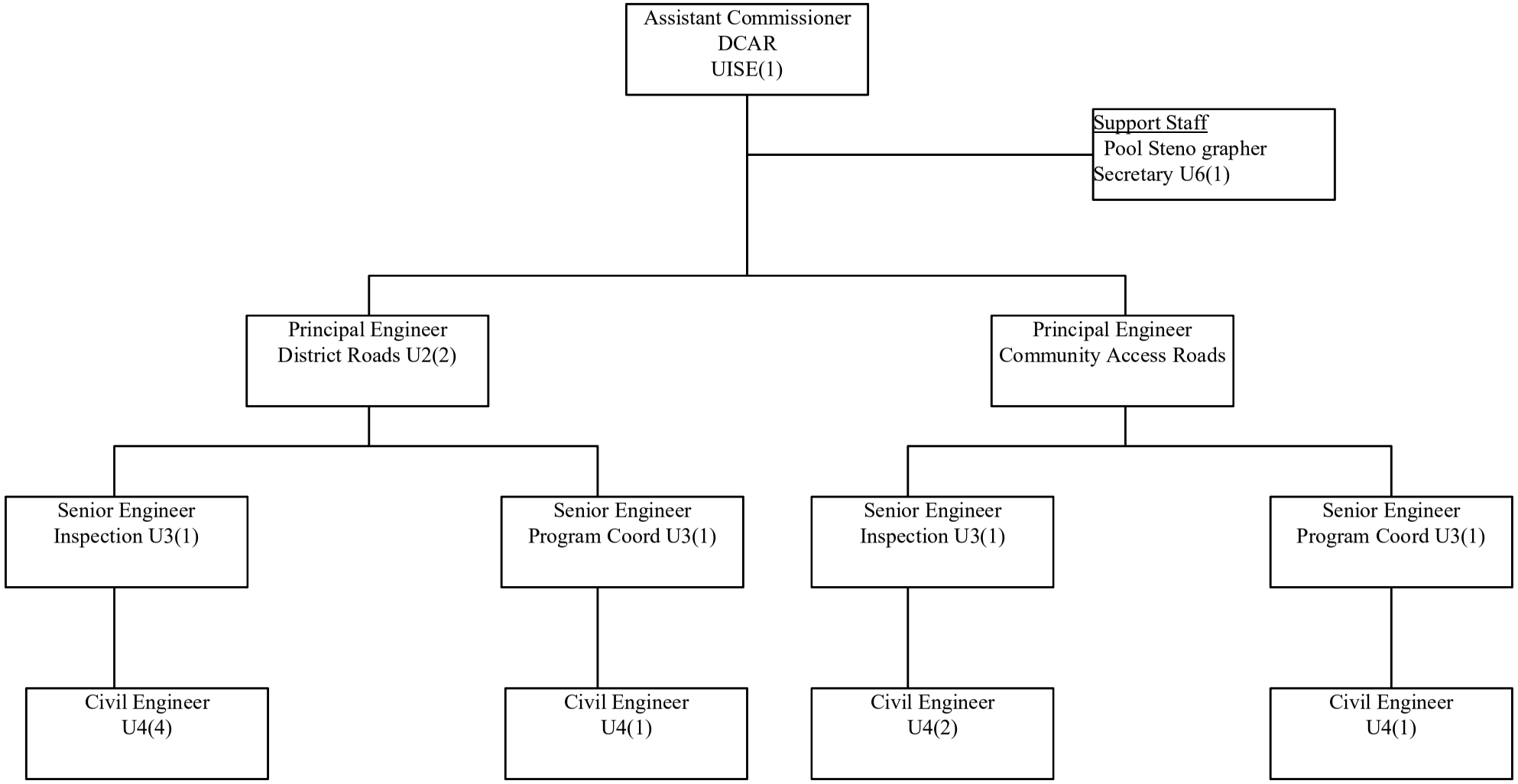
# 資料-３　プロジェクトにおけるMoWTの主要組織体制図

## ROADS AND BRIDGES DEPARTMNT

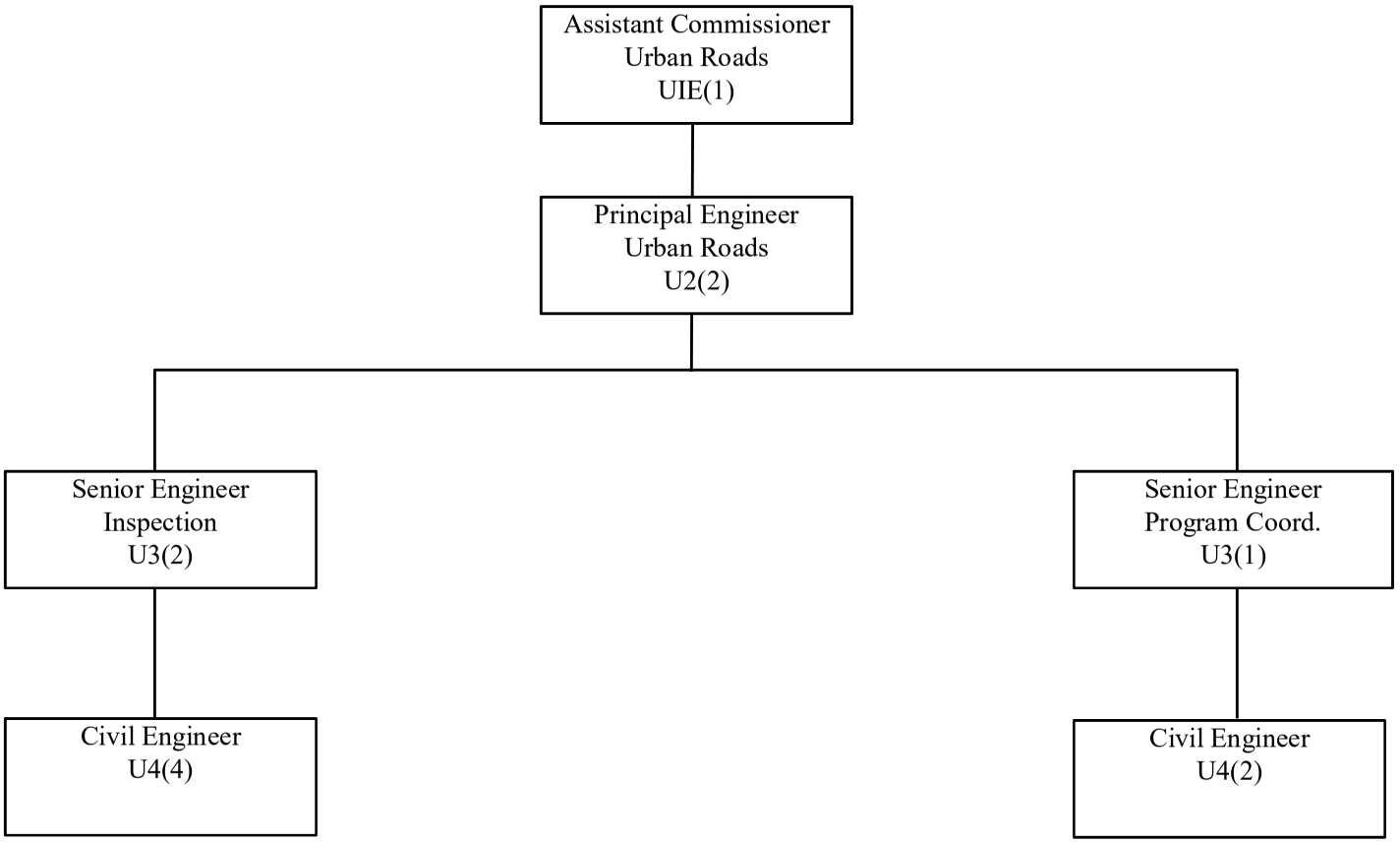



Administrative Support Staff
Personal Secretary U4(1)
Office Attendant U8(2)
Driver U8(7)

## DISTRICT AND COMMUNITY ACCESS ROADS DIVISION

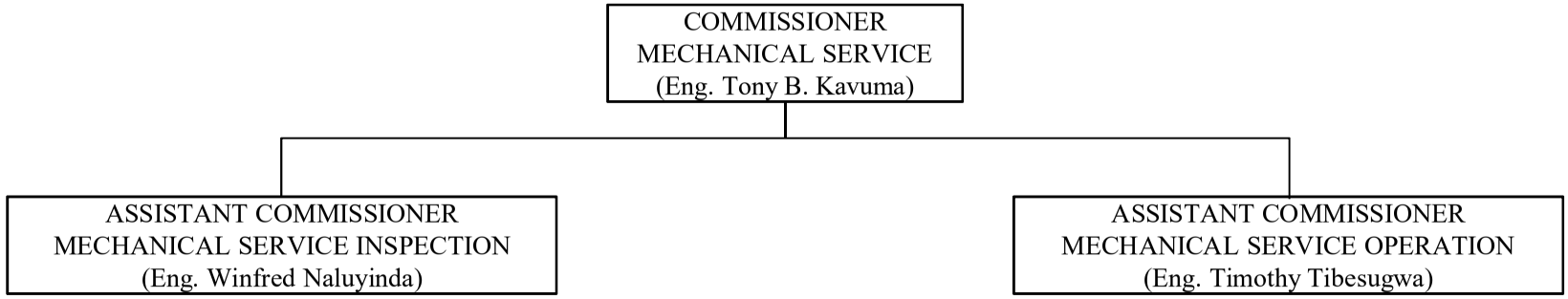


## URBAN ROADS DIVISION




Support Staff
Pool Steno. grapher Secretary U6(1)

# MECHANICAL SERVICE DEPARTMENT



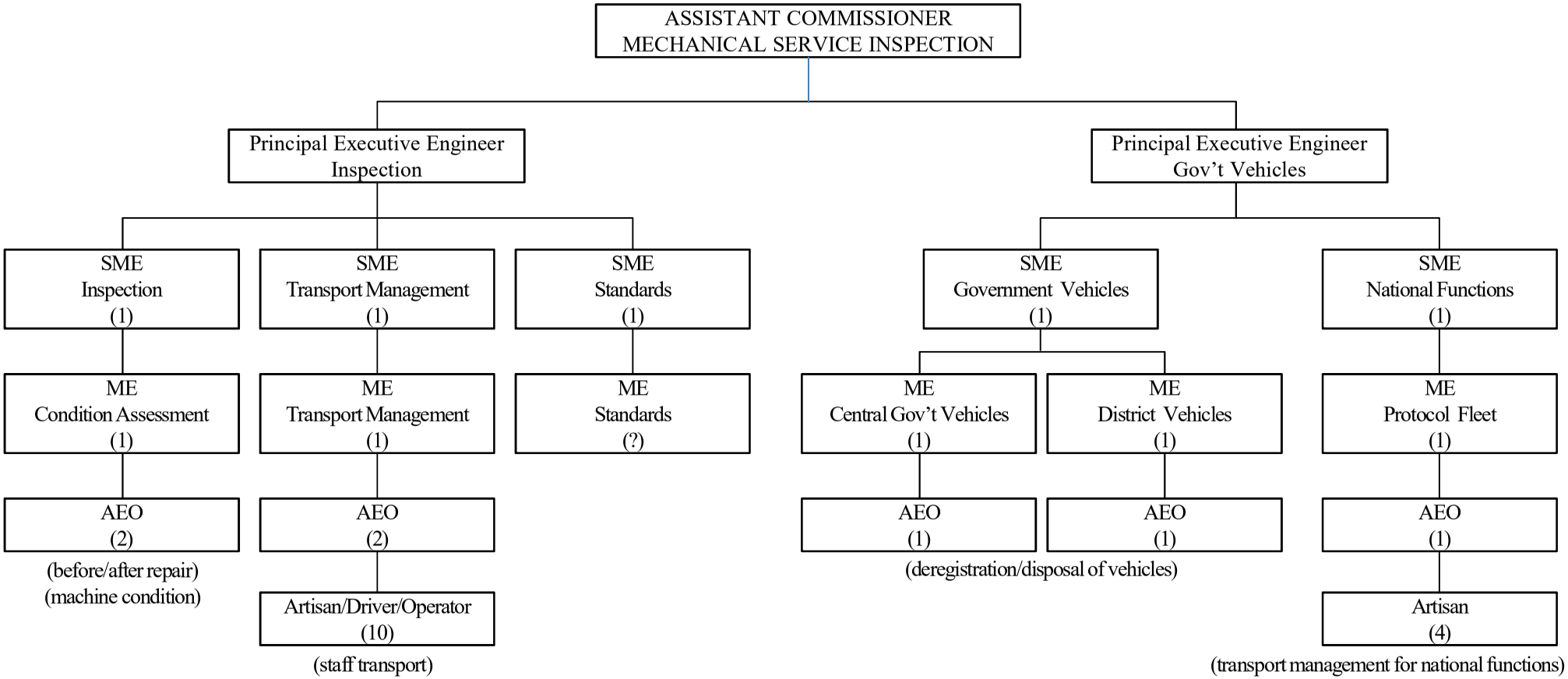

Manage equipment on inspection, procurement, deregistration (disposal), and manage transport for MoWT staff

- Inspect equipment conditions (before and after repair)
- Monitor equipment conditions
- Manage deregistration (disposal) of equipment
- Research for procuring equipment
- Prepare specifications for procuring equipment
- Manage transport for MoWT staff
- Manage transport for national functions

Manage registration, operation/utilization and maintenance of the equipment

- Manage operation of equipment
- Manage maintenance/repair of equipment
- Control utilization/use of equipment
- Monitor and inspect utilization/use of equipment
- Monitor and inspect operation conditions of equipment
- Monitor and inspect maintenance/repair of equipment
- Manage registration of equipment
- Control relocation of equipment

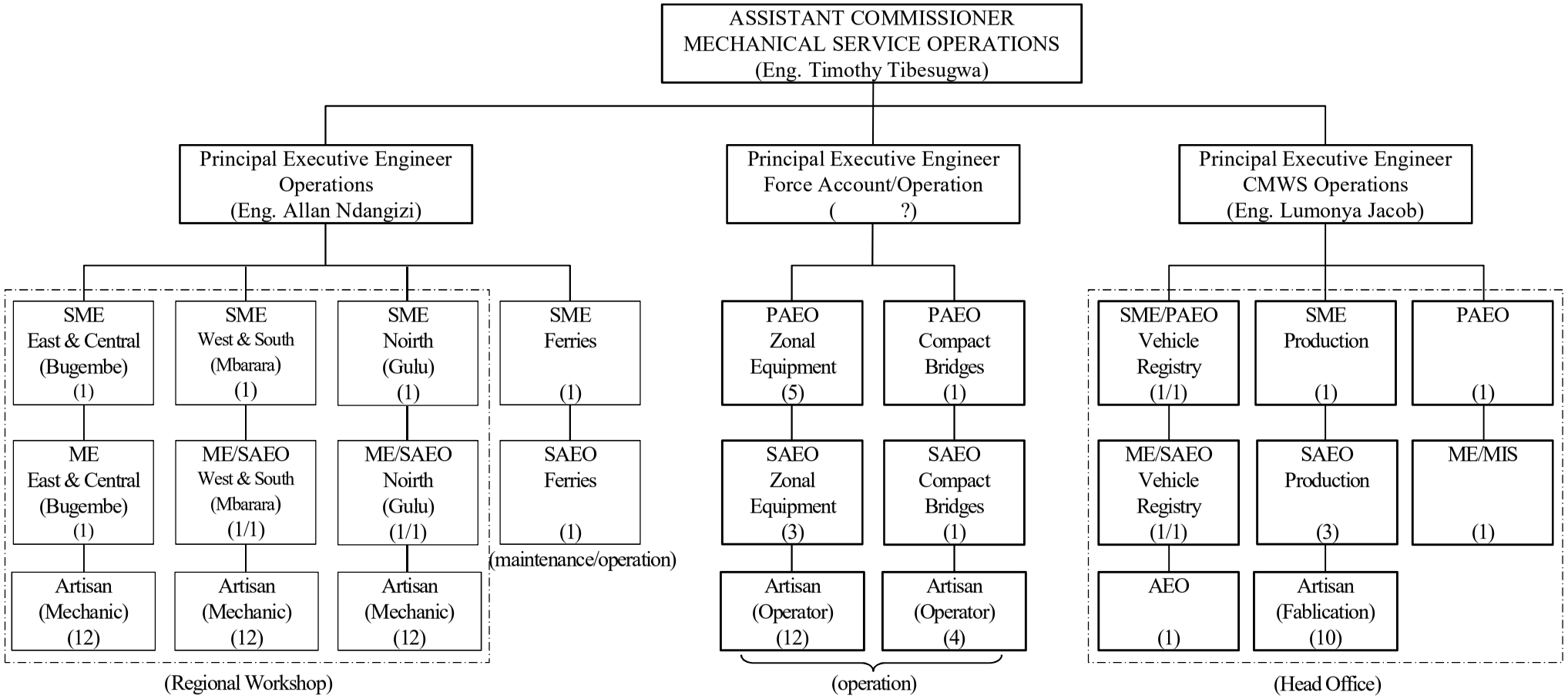
# MECHANICAL SERVICE DEPARTMENT
# INSPECTION DIVISION




Abbreviations

| |
|---|
| SME: Senior Mechanical Engineer |
| ME: Mechanical Engineer |
| PAEO: Principal Assistant Engineering Officer |
| SAEO: Senior Assistant Engineering Officer |
| AEO: Assistant Engineering Officer |
| MIS: Management of Information System |

# MECHANICAL SERVICE DEPARTMENT
# OPERATIONS DIVISION




Abbreviations

| |
|---|
| SME: Senior Mechanical Engineer |
| ME: Mechanical Engineer |
| PAEO: Principal Assistant Engineering Officer |
| SAEO: Senior Assistant Engineering Officer |
| AEO: Assistant Engineering Officer |
| MIS: Management of Information System |

Equipment under the control of Regional Offices

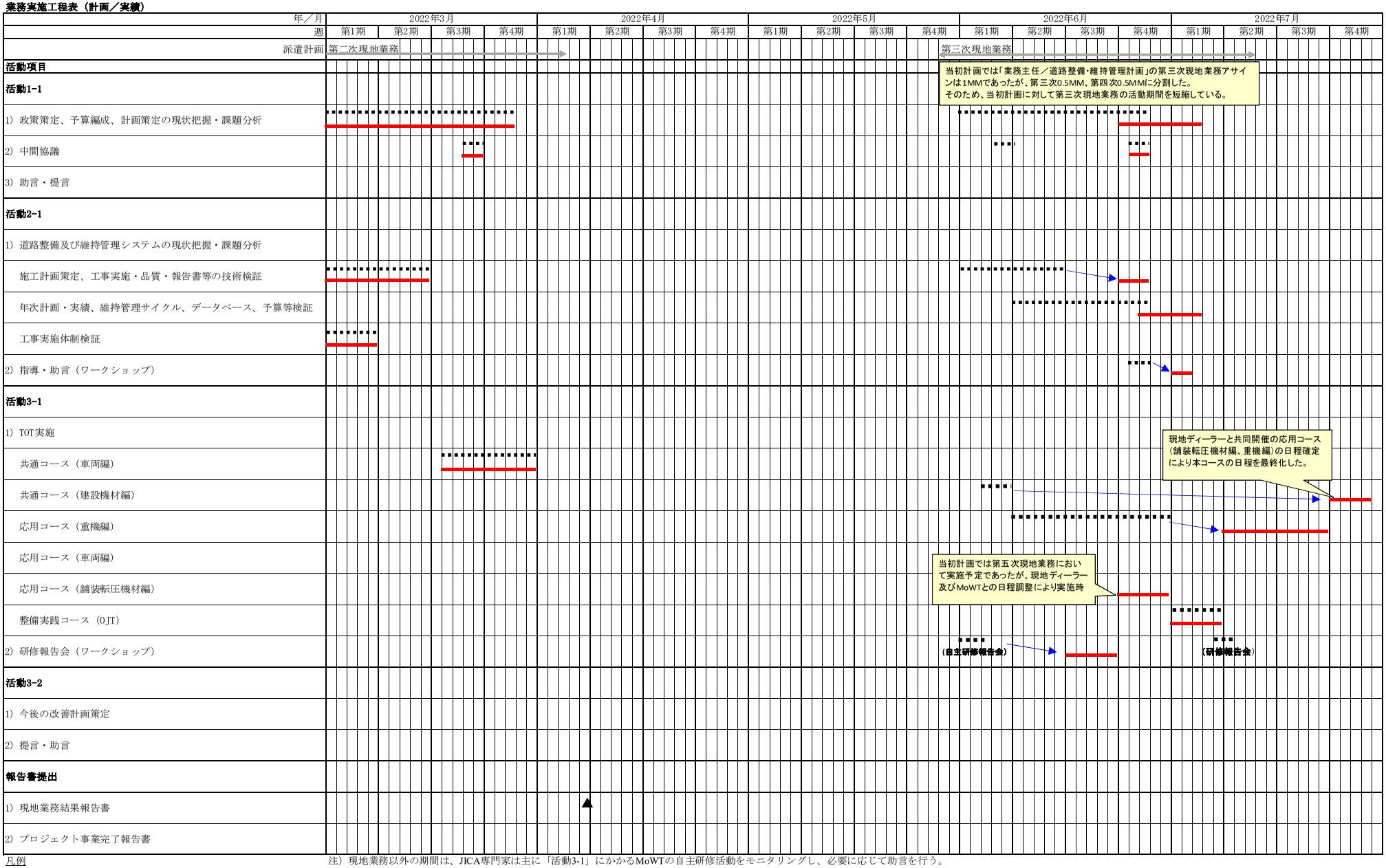
- Some types of equipment those are permanently stationed at the Regional Offices for general road maintenance works.
- Regional Offices manage use /utilization of those equipment independently.
- Minor maintenance and repair works such as periodic services are carried out by the Regional Offices (owners).
- Major repairs of these equipment are carried out by Regional Workshops by request from the Regional Offices.
- Outsourcing of repair works are managed by Regional Workshops.
- Regional Workshops manage/control procurement and storing operations for lubricants and spare parts for these equipment.

Zonal Equipment

- Some types of equipment those are temporally stationed/deployed at the regional offices for the force account projects.
- Mechanical Service Operation (MSO) division (Force Account Operation Section) manage/control these equipment.
- MSO Division (Force Account Operation Section) controls deployment and relocation of these equipment.
- Regional Workshops where the equipment stationed are responsible to manage maintenance of these equipment .
- Outsourcing of repair/maintenance works are controlled /managed by Regional Workshops.
- Regional Workshops manage/control procurement and storing operations for lubricants and spare parts for these equipment.

# 資料-４　業務実施工程表（計画／実績）

**業務実施工程表（計画／実績）**




凡例

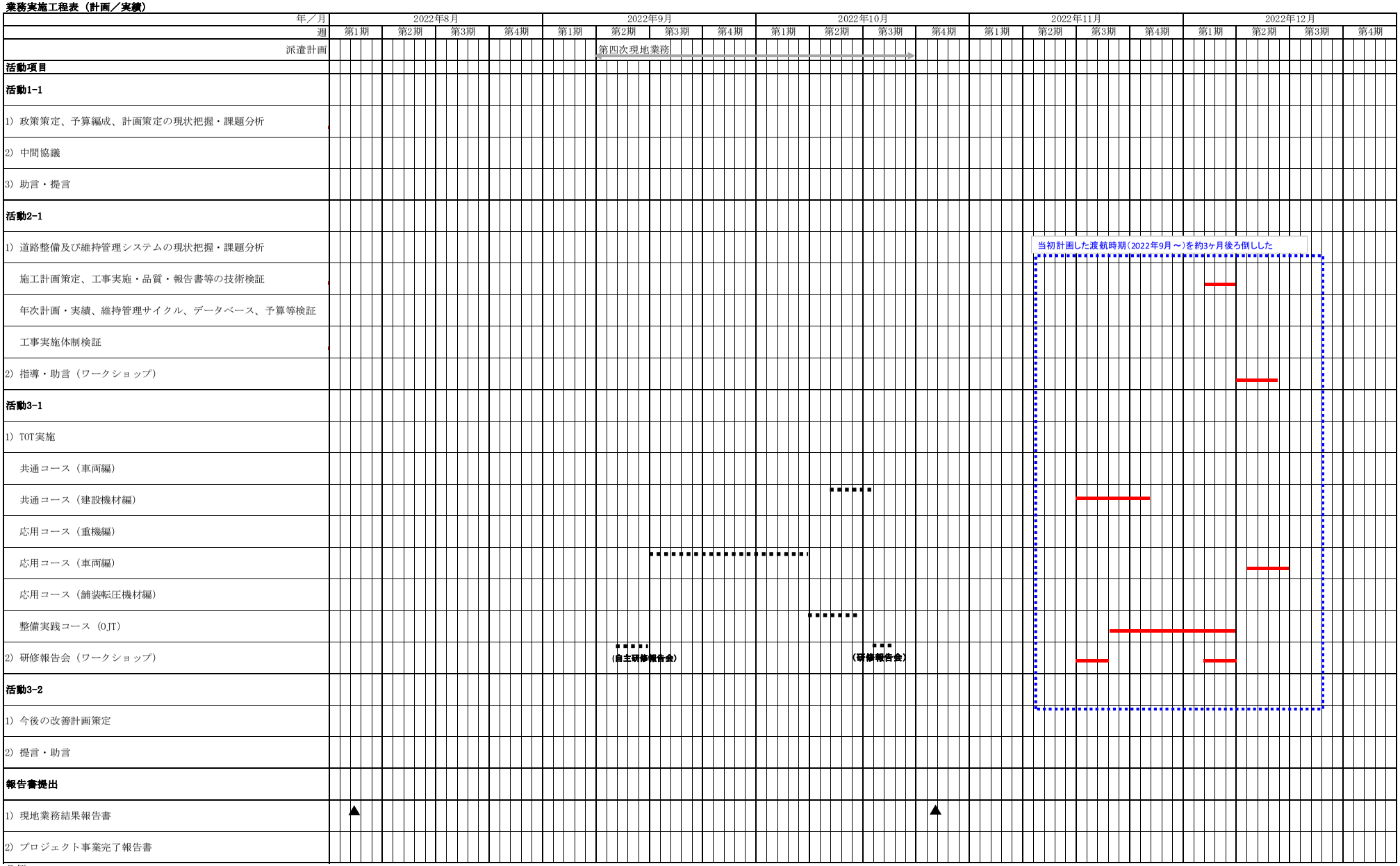
：計画（当初）

：計画（修正）

：実績

注）現地業務以外の期間は、JICA専門家は主に「活動3-1」にかかるMoWTの自主研修活動をモニタリングし、必要に応じて助言を行う。

**業務実施工程表（計画／実績）**



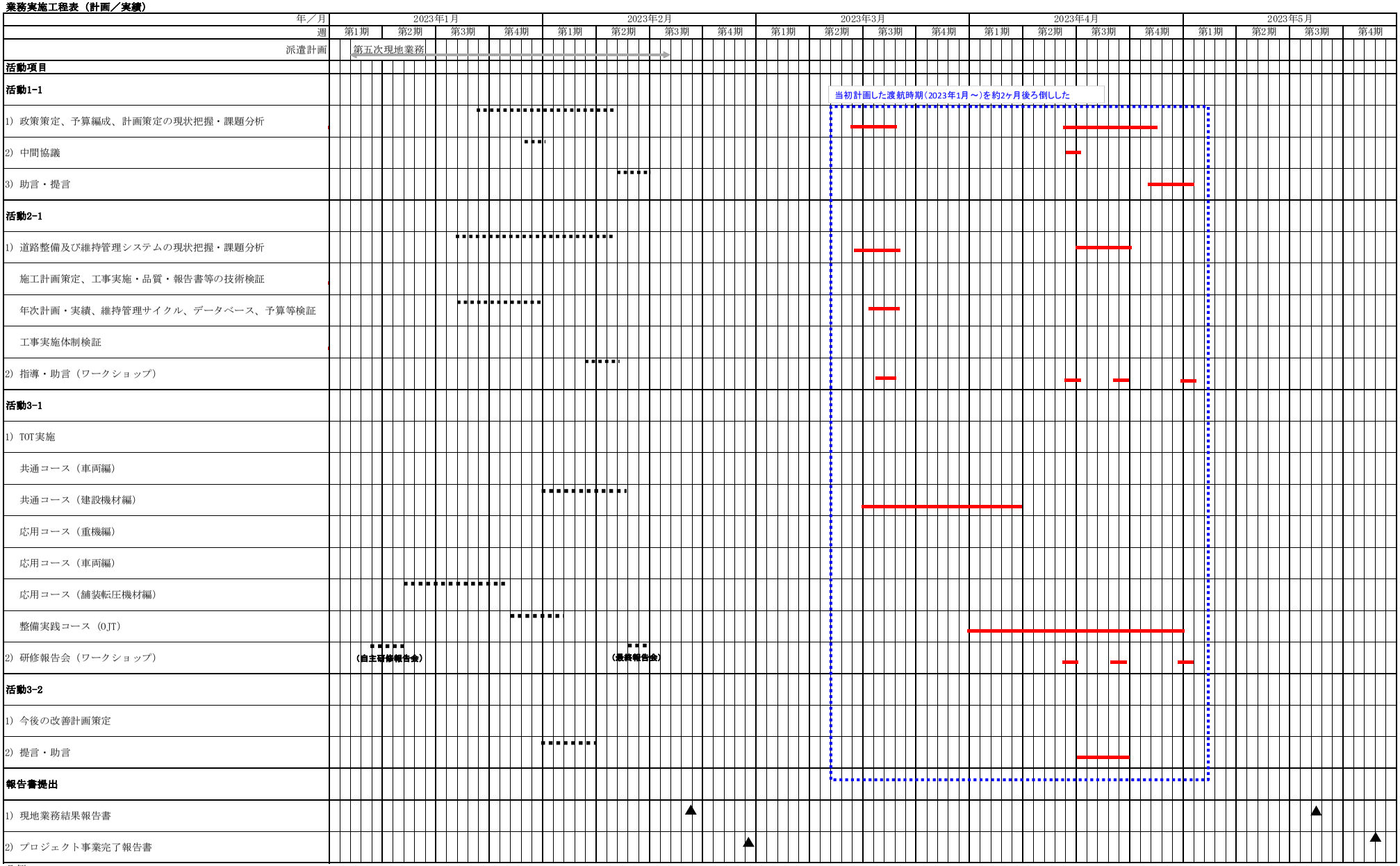

凡例

：計画（当初）

：計画（修正）

：実績

**業務実施工程表（計画／実績）**




凡例

：計画（当初）

：計画（修正）

：実績

# 資料-５　ウガンダ側関係機関への最終報告資料

# Technical Cooperation Project

## CAPACITY DEVELOPMENT IN ROAD CONSTRUCTION AND MAINTENANCE

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
AND MINISTRY OF WORKS AND TRANSPORT
20th APRIL, 2023

## Contents

1. Project Summary

2. Suggestions on Road Construction and Maintenance
   (1) Preventive Road Maintenance System
   (2) Action Plan in Road Maintenance Work for Its Cost Reduction and Proper Use of Road Maintenance Equipment

3. Suggestions on Proper Management and Maintenance of Road Equipment
   (1) Future Scope of Mechanical Services by MoWT Mechanical Workshop
   (2) Expected Annual Amount for Road Equipment Maintenance through Its Lifetime
   (3) Urgent Action suggested for Preventing a Breakdown of Heavy Equipment
   (4) Workshop Facility suggested for the Future in terms of Mechanical Services by MoWT

4. Expected Actions by MoWT

# 1. Project Summary

## History of the Project

1. In 2017, the Government of Uganda procured 1,152 units of road construction and maintenance equipment from Japan at a cost of Approx. USD 150 million, and such equipment were distributed to 121 district and local governments, UNRA, KCCA, NEC and MoWT.
2. In 2021, JICA dispatched an expert team from Japan (hereinafter referred to as JICA Project Team) for capacity development for improvement of road construction and maintenance.
3. JICA Expert Team together with MoWT focal counterparts has developed expected outcomes leading the project goal.

## Goals, Expected Outcomes and Outline of Activity

| | |
|---|---|
| **Project Goals** | **MoWT personnel improve their capacity in the fields of road construction and maintenance.** |
| **Expected Outcomes** | **Outcomes 1:**<br>Improvement measures for policy making, planning, and budgeting for road construction and maintenance of MoWT are proposed.<br>**Outcomes 2**:<br>A system for road construction and maintenance, including effective use of road construction equipment, of MoWT is improved in visible achievement of proper road construction/maintenance works for fair/good conditions.<br>**Outcomes 3**:<br>Capabilities of MoWT's road engineers, operators and mechanics through road construction/maintenance and use of equipment is strengthened. |

# 1. Project Summary

## Major Activities

1. Analyze of current capacity, implementation structure, and planning and budgeting system of MoWT on road construction and maintenance, and mechanical services.
2. Give a technical advice to improve road maintenance work more efficiently as well as road equipment management.
3. Carry out the Training of Trainer (TOT).
   8 members nominated from the Regional Mechanical Workshop (i.e. Kampala, Bugembe, Gulu, Mbarara) received a training from JICA expert and local dealer, so that they will be able to perform as a trainer to develop MoWT mechanics in the future.
4. Hold and attend several workshops among all concerned parties (i.e. Mechanical and Civil teams) under the Project to share a technical knowledge and discuss an action plan.

## (1) Field Activities

Embankment work around swamp area

Drainage system to be improved

Inspection of equipment

Regional Workshop Map

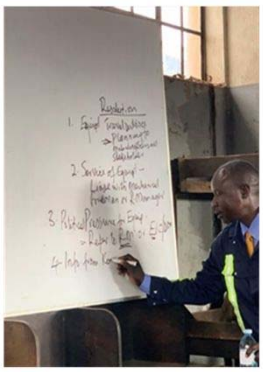
## (2) ToT Activities

**Training Program**

| Training Level | Training Outline |
|---|---|
| Basic Course | vehicle |
| | Construction equipment |
| Advanced Course | Heavy Equipment (KOMATSU) |
| | Vehicle (FUSO) |
| | Compaction Equipment (SAKAI) |

Detailed training program was left as an outcome for future training by MoWT ToT member.

## (3) Workshop



**RESOLUTIONS OF THE TRAINING WORKSHOP WITH JICA EXPERTS, CIVIL ENGINEERS.TOT MECHANICS AND FORCE ACCOUNT MECHANICAL FOREMEN HELD ON 9/12/2022 AT CRMW KAMPALA.**

| S/N | CHALLENGES | RESOLUTIONS | RESPONSIBLE ENTITY /PERSONS |
|---|---|---|---|
| 1 | Wear of undercarriage | ➢ Long Equipment travel should be avoided<br>➢ Plan for shifting of the equipment | ➢ Plant operator<br>➢ Civil engineer and mechanical foremen |
| 2 | Use of equipment when it is overdue for service | ➢ Equipment should be parked whenever it is due for service.<br>➢ Service should only be under taken by trained persons. | ➢ Regional mechanical workshops<br>➢ Plant operators<br>➢ Mechanical foremen |
| 3 | Political pressure | ➢ All political<br>➢ Request should be official. | ➢ Permanent s secretary<br>➢ Engineer in chief<br>➢ Regional managers |
| 4 | Lack of komtrax information | ➢ All managers and mechanical foremen should lease with TOT-mechanics and registered personnel | ➢ TOT-Mechanics |
| 5 | Over consumption of fuel | ➢ Follow up on fuel consumption by use of komtrax<br>➢ Operators should be encouraged to use Eco mode when in normal operating situation | ➢ TOT mechanics and registered personnel. |

| What causes undercarriage wear on road construction equipment. | |
|---|---|
| Mechanical section | |
| Cause | Measures |
| Failure to carry out timely track chain adjustment. | Timely adjustments of undercarriage of equipment |
| Long travel hours of equipment from site to site. | Equipment to be transported on the low bed/ self-loader |
| Equipment operation on bad site terrains for long periods | Choice of right equipment |

*Created by civil and mechanical teams*

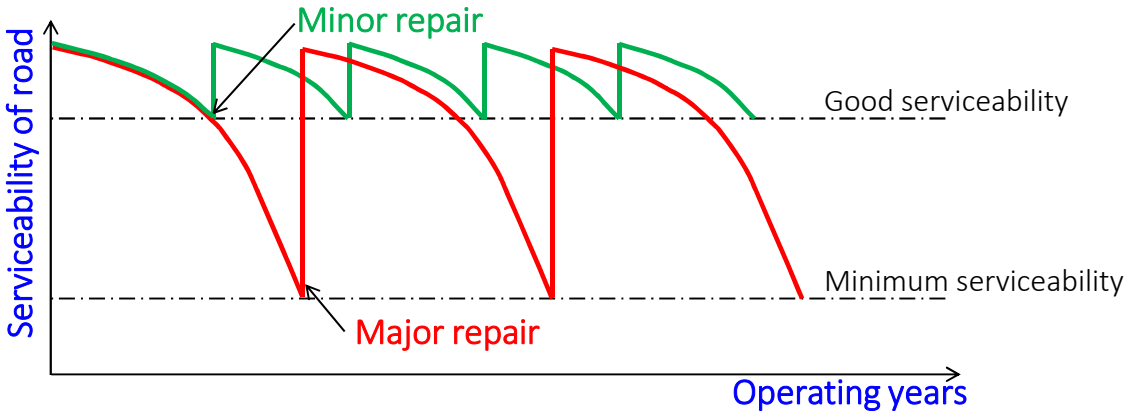
## (4) Event

JICA expert team attended the 2nd ANNUAL INTEGRATED TRANSPORT INFRASTRUCTURE AND SERVICES (ITIS) PROGRAMME REVIEW WORKSHOP held on 8th December,2022 and made a presentation.

# 2. Suggestions on Road Construction and Maintenance

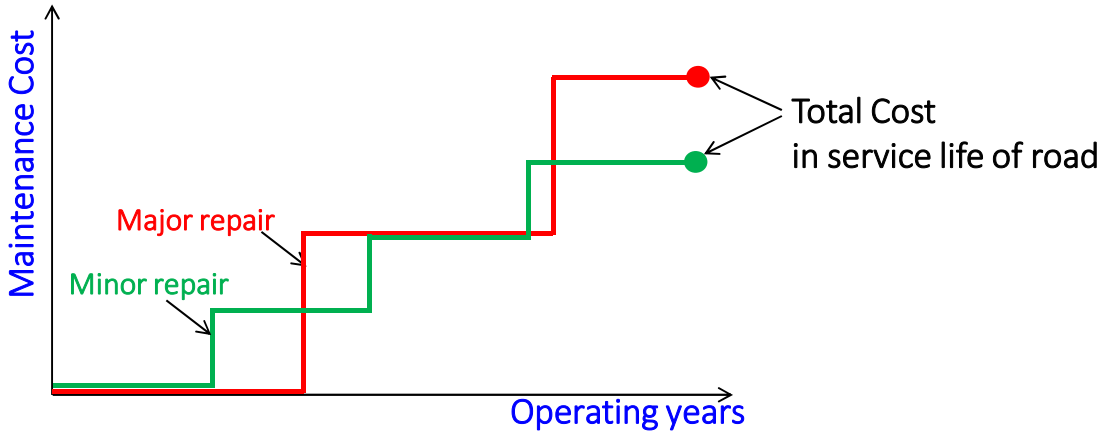
## (1) Preventive Road Maintenance System

**Frequency and scale of road maintenance related to total costs throughout its service life**




Legend: Preventive Maintenance | Breakdown Maintenance

## Total maintenance costs according to road maintenance methods




Total Cost: Preventive Maintenance < Breakdown Maintenance

When the Preventive Maintenance method is applied, cost reduction ratio is estimated approx. 20% according to a trial calculation as per a case example of district road in Uganda.

## Road maintenance equipment according to its scale

Breakdown Maintenance

Motor Grader

Large-scale Compactor

Asphalt Finisher

Preventive Maintenance

Asphalt Cutter

Asphalt Burner

Bitumen Sprayer

Small-scale Compactor

## Transporter for maintenance equipment

Breakdown Maintenance

Low-bed Semi-trailer,
Self Loading Truck, etc.

Preventive Maintenance

Cab-back Crane Cargo Truck

Small-scale equipment is able to be transported to sites at one time by Cab-back Crane Cargo Truck, and mobilization costs are reduced.

## Popular method of small-scale maintenance

Damaged area

Remove damaged area

Clean up the surface

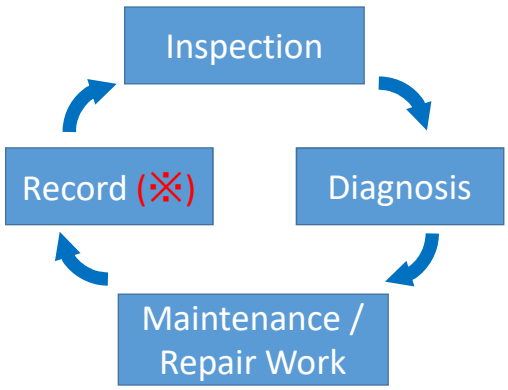
Spray bitumen (e.g. Tack coat)

Pave with mixed asphalt material

Compaction

**Future perspective of road maintenance by MoWT**

- MoWT carries out the preventive road maintenance in a circulation of an inspection, diagnosis, maintenance/repair works and record.
- By the above method, MoWT is able to optimize costs to maintain roads using its construction equipment in good conditions.




※ Rural Road Database System, which was developed in MoWT by JICA's past technical cooperation, can help accumulating road maintenance records efficiently so that MoWT will estimate a budget for periodic road maintenance in a timely manner. .

## (2) Action Plan in Road Maintenance Work for Its Cost Reduction and Proper Use of Road Maintenance Equipment

Issues to be resolved

- Remarkable gap between busy period and non-busy period in road maintenance work
- Over burden on equipment due to a long-distance travel of heavy equipment (e.g. excavators, bulldozers, rollers) that are not suitable for self-propulsion
- Inefficient fuel consumption due to long-distance travel of heavy equipment

## Typical operation records of heavy equipment

| | Date | Working Status (Monthly) | Working Days | Working Hours | Actual Working Hrs. | ATT | Travel | Daily Avg. | Amount of Fuel Consumed |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1st and 2nd quarter in the budget year 2022/23 | 12/2022 | | - | - | - | - | - | - | 197L |
| | 11/2022 | | 6 Days | 25H | 21.3H | 0H | 4.7H | 4.1H | 320L |
| | 10/2022 | | 3 Days | 11H | 7.9H | 0H | 3.1H | 3.6H | 102L |
| | 09/2022 | | 7 Days | 19H | 15.1H | 0H | 4H | 2.7H | 253.2L |
| | 08/2022 | | 0 Days | 0H | 0.1H | 0H | 0.1H | - | 2.5L |
| | 07/2022 | | 7 Days | 12H | 9.3H | 0H | 2H | 1.7H | 71.1L |
| 3rd and 4thc quarter in the budget year 2021/22 | 06/2022 | | 22 Days | 103H | 81.4H | 0H | 11.1H | 4.6H | 1370.8L |
| | 05/2022 | | 14 Days | 57H | 50.3H | 0H | 6.8H | 4H | 838.5L |
| | 04/2022 | | 22 Days | 121H | 106.1H | 0H | 15.1H | 5.5H | 1943.9L |
| | 03/2022 | | 8 Days | 27H | 22.6H | 0H | 4.4H | 3.3H | 399.8L |
| | 02/2022 | | 12 Days | 23H | 18.7H | 0H | 5.1H | 1.9H | 210L |
| | 01/2022 | | 16 Days | 57H | 44H | 0H | 10.5H | 3.5H | 690.3L |

Source: Collected data from the GPS tracking system of excavator (PC220-8M0, 100865)

## Challenges, Resolutions and Responsible Entity/Persons in Road Maintenance Using Equipment

| S/N | CHALLENGES | RESOLUTIONS | RESPONSIBLE ENTITY /PERSONS |
|---|---|---|---|
| 1 | Wear of undercarriage | ➢ **Long Equipment travel (※)** should be avoided<br>➢ Plan for the shifting of the equipment | ➢ Plant operator<br>➢ Civil engineer and mechanical foremen |
| 2 | Use of equipment when it is overdue for service | ➢ Equipment should be parked whenever it is due for service.<br>➢ Service should only be under taken by trained persons. | ➢ Regional mechanical workshops<br>➢ Plant operators<br>➢ Mechanical foremen |
| 3 | Political pressure | ➢ All political request should be official. | ➢ Permanent secretary<br>➢ Engineer in chief<br>➢ Regional managers |
| 4 | Lack of komtrax information | ➢ All managers and mechanical foremen should liaise with TOT-mechanics and registered personnel | ➢ TOT-Mechanics |
| 5 | Over consumption of fuel | ➢ Follow up on fuel consumption by use of komtrax<br>➢ Operators should be encouraged to use Eco mode when in normal operating situation | ➢ TOT mechanics and registered personnel. |

Source: Prepared by the participants of the joint workshop between civil and mechanical teams

※ For example, the manufacturer of excavator recommends self-propulsion within only 5 km per movement.

# 3. Suggestions on Proper Management and Maintenance of Road Equipment

## (1) Future Scope of Mechanical Services by MoWT Mechanical Workshop

| Category of Maintenance Works | To be carried out by: |
|---|---|
| 1. Routine service and minor repairs | MoWT Regional Mechanical Workshops |
| 2. Major /Specialized repairs and overhauls | MoWT contracted franchised dealers/service providers |

**Scope of Mechanical Services to be undertaken by MoWT and Private Sector**

| Service level | Type of equipment servicing and repair | Main work items | Demarcation | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | MoWT | | Manufacturer / Local Dealer |
| | | | Central Workshop | Regional Workshops | |
| 1 Light | Periodical Maintenance | Change lubricants, lubrication | ○ | ○ | |
| 2 | Inspection and adjustment | Adjusting brake, adjusting clutch etc. | ○ | ○ | |
| 3 | Minor repair and maintenance | Replacement of consumable parts | ○ | ○ | |
| 4 | Overhaul of the main component | Engine, clutch, transmission, hydraulic component etc. (mechanical component/device) | △ Note 1 | △ Note 1 | ○ |
| | | Undercarriage of construction equipment (part replacement) Note 2 | ○ | ○ | ○ |
| 5 Heavy | Trouble shooting and repair of electronic component /device | Electric/electronic/hydraulic control system, for engine, power train and hydraulic component etc. | | | ○ |
| 6 | Major overhaul and repair, and modifications | Major overhaul/repair of equipment and modifications | | | ○ |

Note 1: JICA expert understands that MoWT has experience and achievements for small vehicles. Therefore, a repairing work of small vehicles are classified as MoWT's direct operation..

Note 2: Replacement of parts around the undercarriage of construction equipment is going to be carried out by MoWT directly or by utilizing private service providers, depending on the content of maintenance and MoWT's budgetary conditions.

Source: Prepared by MoWT and the Project Team

## (2) Expected Annual Amount for Road Equipment Maintenance through Its Lifetime

| | Name of Equipment | Estimated Value of Equipment (JPY)(CIP) (a) | Machine's life span (years) (b) | Mainte. cost Rate (in life span) (%) (c) | Total maintenance cost (JPY/unit) | Av. mainte. cost/year (JPY/unit) (d) = Value of equipment x (c/100)÷b | Mainte. cost for remained years (JPY/unit) | Mainte. cost per year for remined years (JPY per year/unit) | Number of equipment (unit) (e) | Total mainte. cost per year for remained years (JPY) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Morter Grader GD663-2 | 19,000,000 | 10 | 55 | 10,450,000 | 1,045,000 | 6,270,000 | 1,254,000 | 143 | 179,322,000 |
| 2 | Wheel Loader WA250-5 | 18,000,000 | 10 | 40 | 7,200,000 | 720,000 | 4,320,000 | 864,000 | 122 | 105,408,000 |
| 3 | Wheel Loader WA430-5 | 32,000,000 | 10 | 30 | 9,600,000 | 960,000 | 5,760,000 | 1,152,000 | 13 | 14,976,000 |
| 4 | Excavator PC220-8 Standard | 25,000,000 | 10 | 55 | 13,750,000 | 1,375,000 | 8,250,000 | 1,650,000 | 21 | 34,650,000 |
| 5 | Excavator PC220-8 Long-Boom | 27,000,000 | 10 | 55 | 14,850,000 | 1,485,000 | 8,910,000 | 1,782,000 | 0 | 0 |
| 6 | Bulldozer D65EX-16 | 28,000,000 | 10 | 55 | 15,400,000 | 1,540,000 | 9,240,000 | 1,848,000 | 25 | 46,200,000 |
| 7 | Wheel Backhoe Loader | 13,400,000 | 10 | 50 | 6,700,000 | 670,000 | 4,020,000 | 804,000 | 31 | 24,924,000 |
| 8 | Vibratory Roller 10ton SV520D | 8,400,000 | 10 | 40 | 3,360,000 | 336,000 | 2,016,000 | 403,200 | 141 | 56,851,200 |
| 9 | Pneumatic Tyre roller TS200 | 5,720,000 | 10 | 45 | 2,574,000 | 257,400 | 1,544,400 | 308,880 | 4 | 1,235,520 |
| 10 | Pedestrain Roller 0.8ton HV80 | 1,880,000 | 10 | 40 | 752,000 | 75,200 | 451,200 | 90,240 | 18 | 1,624,320 |
| 11 | Plate compactors 4.3Hp PC63 | 250,000 | 7 | 40 | 100,000 | 14,286 | 60,000 | 30,000 | 20 | 600,000 |
| 12 | Tampers/Rammers RS55E | 321,000 | 7 | 30 | 96,300 | 13,757 | 57,780 | 28,890 | 18 | 520,020 |
| 13 | Dump Truck 8ton | 12,000,000 | 10 | 30 | 3,600,000 | 360,000 | 2,160,000 | 432,000 | 276 | 119,232,000 |
| 14 | Dump Trucks with chip spreader | 13,500,000 | 10 | 30 | 4,050,000 | 405,000 | 2,430,000 | 486,000 | 7 | 3,402,000 |
| 15 | Cargo Truck 8ton | 10,414,992 | 10 | 45 | 4,686,746 | 468,675 | 2,812,048 | 562,410 | 9 | 5,061,686 |
| 16 | Water bowser 8,000L | 10,966,217 | 10 | 45 | 4,934,798 | 493,480 | 2,960,879 | 592,176 | 138 | 81,720,249 |
| 17 | Low bed tructor pay load 30ton | 36,000,000 | 10 | 35 | 12,600,000 | 1,260,000 | 7,560,000 | 1,512,000 | 9 | 13,608,000 |
| 18 | Self-loading truck pay load 15ton | 25,000,000 | 10 | 45 | 11,250,000 | 1,125,000 | 6,750,000 | 1,350,000 | 21 | 28,350,000 |
| 19 | Mobile Workshop | 18,000,000 | 10 | 50 | 9,000,000 | 900,000 | 5,400,000 | 1,080,000 | 5 | 5,400,000 |
| 20 | Mobile crane 35ton | 43,000,000 | 10 | 25 | 10,750,000 | 1,075,000 | 6,450,000 | 1,290,000 | 1 | 1,290,000 |
| 21 | Bitumen Distributor | 19,936,380 | 10 | 30 | 5,980,914 | 598,091 | 3,588,548 | 717,710 | 4 | 2,870,839 |
| 22 | Bulldozer D85EX-15R | 32,000,000 | 10 | 40 | 12,800,000 | 1,280,000 | 7,680,000 | 1,536,000 | 0 | 0 |
| 23 | Tandem roller CR271 1.44ton | 2,200,000 | 7 | 30 | 660,000 | 94,286 | 396,000 | 198,000 | 4 | 792,000 |
| 24 | Vibratory Roller 15ton SV700 | 20,020,000 | 7 | 35 | 7,007,000 | 1,001,000 | 4,204,200 | 2,102,100 | 0 | 0 |
| 25 | Vibratory Roller 18ton SV700 | 22,000,000 | 7 | 45 | 9,900,000 | 1,414,286 | 5,940,000 | 2,970,000 | 0 | 0 |
| 26 | Double drum Vibratory Tandem Roller | 13,090,000 | 7 | 50 | 6,545,000 | 935,000 | 3,927,000 | 1,963,500 | 1 | 1,963,500 |
| 27 | Tandem roller SW800 10.4ton | 13,300,000 | 7 | 25 | 3,325,000 | 475,000 | 1,995,000 | 997,500 | 0 | 0 |
| 28 | Vibrator combinmed roller TW504 | 5,500,000 | 7 | 30 | 1,650,000 | 235,714 | 990,000 | 495,000 | 1 | 495,000 |
| Total in JPY | | | | | | | | **28,499,605** | | **730,496,334** |
| Total in USD | | | | | | | | **219,228** | | **5,619,203** |

Exchange rate: USD 1 = JPY 130
Source: JICA Project Team

Total maintenance cost per year till the end of service life:
USD 5.6 million per year

## (3) Urgent Action suggested for Preventing a Breakdown of Heavy Equipment

Urgent action is needed for Repair of the Undercarriage of Crawler Equipment.

- The operating hours has reached 3,000 to 5,000 hours since the GoU procured equipment in 2017 under Japanese loan program, and the cost for repairs is increasing.
- In particular, undercarriage parts of a Bulldozer and Excavator have been rapidly deteriorated, and most of such equipment will soon breakdown unless undercarriage's spare parts will be urgently renewed with new parts or will be repaired by a dedicated equipment for rebuilding of undercarriage.

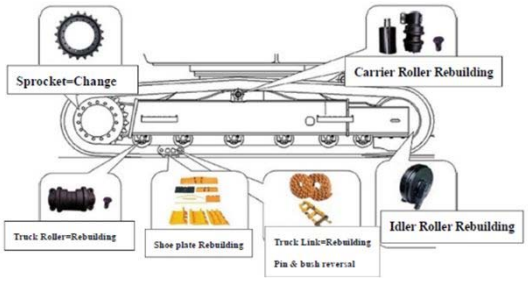
Bulldozer

Excavator

## MoWT's Road Equipment with undercarriage of the track running device

| No | Type of Machine | Model | | Quantity |
|---|---|---|---|---|
| 4 | * Excavator | Komatsu PC220-8 Standard | 173Hp | 30 |
| 5 | * Excavator | Komatsu PC220-8 Long Boom | 173Hp | 3 |
| 6 | * Bulldozer | Komatsu D65EX-15 | 207Hp | 31 |
| 22 | * Bulldozer | Komatsu D85EX-15R | | 2 |
| | | | **Total** | **66** |

Urgent needs of maintenance




Renewable parts of an undercarriage system

## Comparison of Maintenance Cost

Estimated cost for renew of undercarriage with KOMTSU genuine spare parts

UNIT: UGX

| No | Type of Machine | Model | Unit Price | Qty | Price |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Excavator | Komatsu PC220-8 Standard | 146,500,000 | 30 | **4,395,000,000** |
| 2 | Excavator | Komatsu PC220-8 Long Boom | 146,500,000 | 3 | **439,500,000** |
| 3 | Bulldozer | Komatsu D65EX-15 | 182,500,000 | 31 | **5,657,500,000** |
| 4 | Bulldozer | Komatsu D85EX-15R | 219,000,000 | 2 | **438,000,000** |
| | | | | | **10,930,000,000** |

Note: Above amount is only for procurement of spare parts, but not including labor costs.

Approx. USD 2,920,000

Estimated cost for repair of undercarriage if MoWT has dedicated rebuilding equipment

UNIT: UGX

| No | Type of Machine | Model | Unit Price | Qty | Price |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Excavator | Komatsu PC220-8 Standard | 116,830,000 | 30 | 3,504,900,000 |
| 2 | Excavator | Komatsu PC220-8 Long Boom | 116,830,000 | 3 | 350,490,000 |
| 3 | Bulldozer | Komatsu D65EX-15 | 146,777,000 | 31 | 4,550,087,000 |
| 4 | Bulldozer | Komatsu D85EX-15R | 175,200,000 | 2 | 350,4000,000 |
| | | | | | **8,755,877,000** |

Note: Above amount includes labor costs based on direct operation by MoWT.

Approx. USD 2,340,000

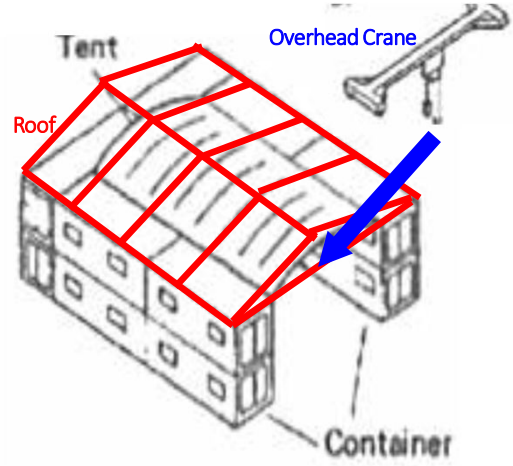
## Result of Comparison

- The initial cost for undercarriage rebuilding equipment is estimated approx. UGX6.4 billion (USD1,700,000) if MoWT will procure it.
- After procurement, MoWT can reduce UGX2.2 billion (USD580,000) of undercarriage repairing costs per single round of its repair for all 66 units of excavators and bulldozers.
- Moreover, the undercarriage rebuilding equipment can be used even for other manufacture's model, so that cost reduction will be continuously achieved beyond above amount.

## (4) Workshop Facility suggested for the Future in terms of Mechanical Services by MoWT

- In terms of current facility and equipment in the regional workshops, MoWT will soon need to upgrade all workshops for proper and efficient in-house maintenance operation.
- In particular, both regional workshop in Gulu and Mbarara needs to be upgraded due to lack of facility and its deterioration.
- For the above, simple mechanical workshop equipped with only essential facilities, equipment, office room, etc., which can be developed at low cost, is recommended in terms of their function for mechanical services.

## (4) Workshop Facility suggested for the Future in terms of Mechanical Services by MoWT



Example of Simple Mechanical Workshop comprised of containers, essential facilities, etc.

Initial cost of a simple mechanical workshop: USD 2 million or less per each place

## 4. Expected Actions by MoWT

1. Proper preventive maintenance while optimizing the maintenance cost within limited budget.
2. Adequate budget for preventive and corrective maintenance for road equipment.
3. Proper planning and operation of road maintenance in collaboration of civil and mechanical teams, based on the Action Plan.
4. Continuous training led by ToT member to develop MoWT mechanics at respective Regional Mechanical Workshops.
5. Regular report on above achievement to JICA Uganda Office.

THANK YOU
&
GOD BLESS YOU

# 資料-６　MoWT への提言書

# ウガンダ共和国
# 道路整備・維持管理能力向上アドバイザー

# 提言書

2023 年 6 月

八千代エンジニヤリング株式会社

# 提言書

## 目　　次

**第１章　道路維持管理に係る提言 ..... 1-1**

1. 道路維持管理の政策・計画・財政改善 ..... 1-1
2. 道路維持管理業務の効率改善 ..... 1-8
3. 道路整備のコスト削減 ..... 1-11
4. 排水施設の清掃・維持管理にかかる一方策 ..... 1-15

**第２章　機材運営・維持管理に係る提言 ..... 2-1**

1. MoWT 整備工場の業務所掌 ..... 2-1
2. 機材の耐用年数にわたる年間維持管理費 ..... 2-1
3. 推奨される緊急措置（足回り再生機材等） ..... 2-3
4. 既存ワークショップの更新 ..... 2-5
5. GPS 追跡システムの活用 ..... 2-6
6. 機材整備士育成プログラム ..... 2-7

**第３章　プロジェクト効果の持続的発現のため確認すべき KPI ..... 3-1**

**別紙**

別紙 1　舗装設計計算事例及び湿地地域の舗装構造に関する技術資料

別紙 2　MoWT 機材ワークショップの更新案

別紙 3　テクニカルレポート標準様式

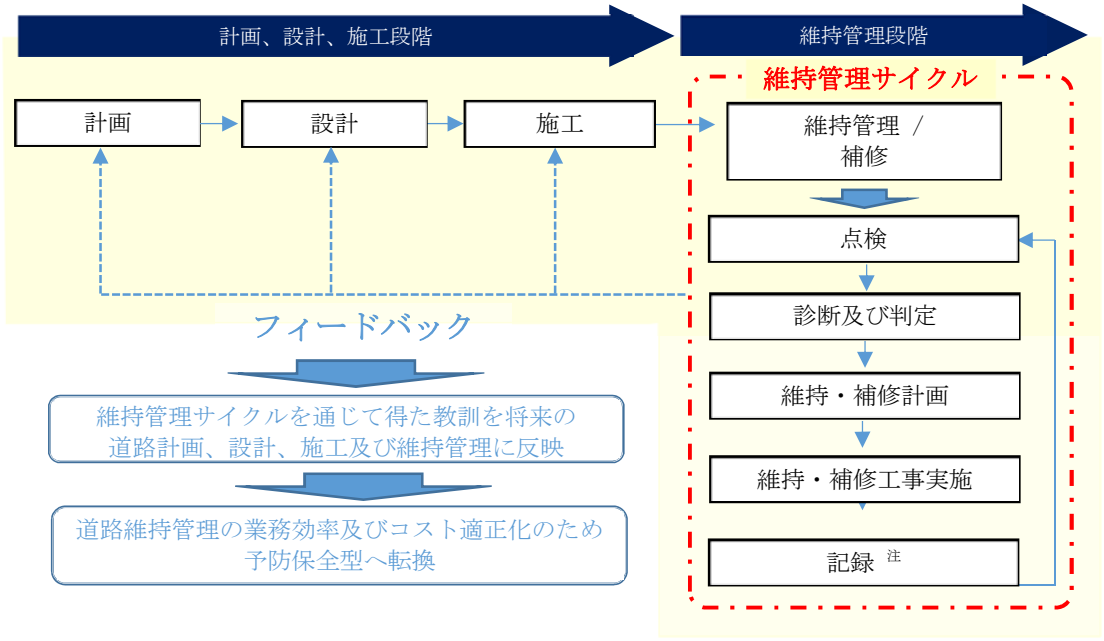
# 第１章　道路維持管理に係る提言

## 1.　道路維持管理の政策・計画・財政改善

### (1) アセットマネジメントの促進及び予防保全型道路運営・維持管理の導入

MoWT 管轄道路の維持管理及び改修業務を効率化し、長期的に管轄道路を運営するためには、調査・計画、設計、施工、維持管理・更新の一連のアセットマネジメントサイクルを最適化することが重要である。

図 1-1 に、適切な道路維持管理に資するアセットマネジメントのフローを示す。




注）維持・補修工事の記録は地方道路データベースを活用可能
出典：JICA 専門家チーム作成

**図 1-1　アセットマネジメントの概念に基づく実務フロー図**

道路の維持管理においては、様々な要因により道路の完成時点で初期不良を抱えているケースが多い。その場合、前述した維持管理サイクルだけでなく、維持管理段階で明らかになった事をそれ以前の段階、すなわち計画、設計、施工へも将来に向けフィードバックし、前段階の質の向上も併せたアセットマネジメント能力の向上が重要となる。

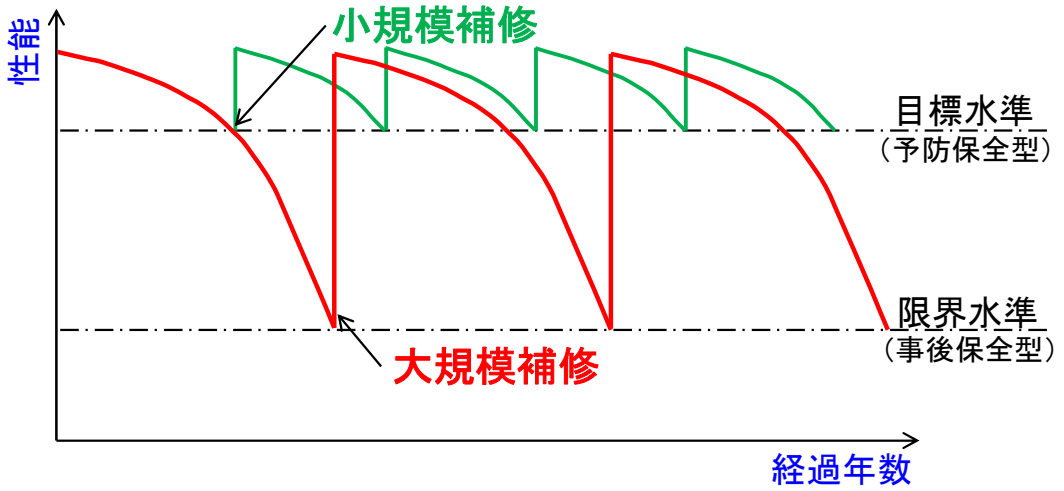
なお図 1-1 のうち、道路の維持管理段階のフロー（Maintenance Cycle）を実践する際には、JICA の既往プロジェクトにより導入した地方道路データベースへの記録蓄積が推奨される。

### (2) 予防保全型の運営・維持管理

現在 MoWT は事後保全型の維持管理を行っており、コストのかかる大規模修繕を余儀なくされている。そのため限られた予算内で対応できず、長年放置することになり、結果として修繕費用が増大している傾向にある。これを改善するためには、維持管理を予防保全型に切り替える必要

がある。予防保全型を導入するには、管轄道路の定期点検・非定期点検結果に基づき道路損傷の有無や範囲を記録し、維持管理の必要性や緊急性の優先度付けを行った上で予算措置に反映することにより、体系的に運営・維持管理することが重要となる。

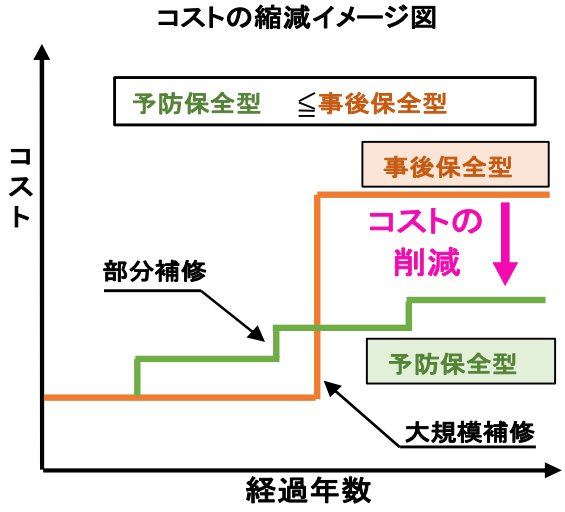
図 1-2 に、道路のライフサイクルにおける予防保全型維持管理の概念図を示す。




出典：JICA 専門家チーム作成

**図 1-2 道路維持管理システムの比較**

上図に示す各維持管理体系（予防保全型、事後保全型）の維持管理・修繕コストは図 1-3 の通りとなる。




出典：JICA 専門家チーム作成

**図 1-3　道路維持管理システムの違いによるコスト比較**

上図は概念図であるが、適切なサイクルで小規模補修を行うことにより、道路の耐用年数にわたるコストを削減することが可能となる。

ここで、小規模補修とは、路面の小規模なポットホール、轍の補修、アスファルト舗装のひび割れ補修、排水構造物・側溝の清掃等である（図 1-4 及び図 1-5 参照)。これらの作業は図 1-6 に示すような比較的小規模な道路維持管理機材によって実施可能である。

出典：JICA 専門家チーム作成

**図 1-4　小規模補修（ポットホール充填）の事例**

出典：JICA 専門家チーム作成

**図 1-5　小規模補修（ひび割れ充填）の事例**

| 大規模補修用の機材事例 | 小規模補修用の機材事例 |
|---|---|
| <br>Motor Grader<br> <br>Large-scale Compactor<br> <br>Asphalt Finisher<br> | <br>Asphalt Cutter<br> <br>計画<br> <br>計画<br> <br> <br>Small-scale Compactor<br> <br>Cab-back Crane Cargo Truck |

出典：JICA 専門家チーム作成

**図 1-6　大小規模の補修において必要となる道路維持管理機材**

上図に示す通り、事後保全型では大型の運搬車を必要とし、使用する機材数に応じて現場まで数往復する必要がある。予防保全型の場合、これより小型のキャブバッククレーン車両により運搬可能であり、かつ一度に現場に搬入できる。そのため、予防保全型の適用により燃料費を含む移動コストの削減が可能となる。

次に、MoWT 管轄道路のうちモデル区間を選定し、事後保全型と予防保全型による道路維持管理コストをシミュレーションすることにより比較する。表 1-1 は、北部地域 Kitgum District の LAPANA-ONYALA ROAD (6.7km)をモデル区間として抽出し、10 年程度の長期にわたる道路維持管理コストの総額を試算したものである。試算によると、予防保全型による維持管理は事後保全型の 81%にコスト削減することが可能である。本試算はウガンダ国内道路の 1 つの事例であるが、定期的かつ計画的な Minor repair を実践することにより、現状の事後保全側維持管理に比べ

コスト削減を実現可能である。また、重機のアクセスが困難な辺境地であるほどコスト削減効果は大きいと考えられる。

**表 1-1　維持管理システムの違いによるコスト比較（シミュレーション結果）**

Unit: Ugx

| Items | Corrective Maintenance | | Preventive Maintenance | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Major Rehabilitation | | Minor Mainitenance | | Minor Rehabilitation | | Total (b) |
| | Cost per work | Total (a) | Cost per work | Sub-total | Cost per work | Sub-total | |
| Bush Clearing and Road Formation | 18,975,000 | 37,950,000 | 5,692,500 | 17,077,500 | 11,385,000 | 11,385,000 | 28,462,500 |
| Road Gravelling | 74,175,000 | 148,350,000 | 22,252,500 | 66,757,500 | 44,505,000 | 44,505,000 | 111,262,500 |
| Excavation for Road Drainage | 7,705,000 | 15,410,000 | 2,311,500 | 6,934,500 | 4,623,000 | 4,623,000 | 11,557,500 |
| Plant Maintenance | 14,999,250 | 29,998,500 | 2,999,850 | 8,999,550 | 8,999,550 | 8,999,550 | 17,999,100 |
| Construction Materials | 105,418,000 | 210,836,000 | 31,625,400 | 94,876,200 | 63,250,800 | 63,250,800 | 158,127,000 |
| Labour/Staff Allowances. | 42,680,000 | 85,360,000 | 25,608,000 | 76,824,000 | 25,608,000 | 25,608,000 | 102,432,000 |
| Administrative Expenses | 21,700,000 | 43,400,000 | 6,510,000 | 19,530,000 | 13,020,000 | 13,020,000 | 32,550,000 |
| Quality Control | 5,000,000 | 10,000,000 | 1,500,000 | 4,500,000 | 3,000,000 | 3,000,000 | 7,500,000 |
| Total | 290,652,250 | 581,304,500 | 98,499,750 | 295,499,250 | 174,391,350 | 174,391,350 | 469,890,600 |
| | | | | | | Cost Reduction Ratio (b/a) | 81% |

出典：MoWT の積算根拠資料に基づき JICA 専門家チーム作成

### (3) 道路規格・サービス水準に応じた維持管理頻度・時期の決定

道路規格や通行車両の特性等に応じて維持管理が必要となる路面状態を分類し、これに応じた予防保全型の維持管理を行うことが推奨される。表 1-2 に、道路規格に応じた主な通行車両を想定し、通行車両にとって安定的な通行可能なサービス水準を路面状態の具体数値にて整理する。

**表 1-2　維持管理が必要となる路面の状態**

| 道路規格（Classification）/舗装構造 | 主な通行車両 | 安定的な交通のためのサービス水準を確保する上で必要な路面の状態 | 想定頻度 |
|---|---|---|---|
| Urban City Road / アスファルト舗装道路 | 乗用車、4WD, Pick-up Truck, 貨物車両・農業用車両 | ➢ 乗用車が通行するため、その車高を考慮しポットホールや轍の深さは最大 4～5cm 程度以下を保つ。<br>➢ 乗用車（車長 3.5～5m 程度）が通行するため、ポットホールの数は道路延長 100m あたり 25 箇所程度以下（＝延長 100m/車長 4m）を保つ。これを超える損傷は、乗用車によるポットホール回避を困難とし、安全な通行を阻害する。<br>➢ ひび割れが舗装面積の 30～35%以下。 | 3～5 年毎を目安とする。ただし、雨季後の路面点検結果を優先する。 |
| District and Community Access Roads / 未舗装道路（砕石舗装または土道） | 4WD, Pick-up Truck, 貨物車両（トラック）・農業用車両 | ➢ 最小の通行車両（小型トラック）の車高を考慮しポットホールや轍の深さは 15cm 程度以下を保つ。<br>➢ 最小の通行車両（小型トラック）に応じ、ポットホールの数は道路延長 100m あたり 20 箇所程度以下（＝延長 100m/車長 5m）を保つ。これを超える損傷は、通行車両によるポットホール回避を困難とし、安全な通行を阻害する。 | 3～5 年毎を目安とする。ただし、雨季後の路面点検結果を優先する。 |

参考
小型トラック（2～3t トラック）：車長 4.7m 以下
中型トラック（4t トラック）：車長 12m 以下
大型トラック（10t 以上のトラック）：車長 12m 以下
出典：JICA 専門家チーム作成

予算年度ごと限られた道路管理予算において、道路管理者が管轄道路の維持管理・補修時期や順位を定量的かつ客観的に判定する上で有効な方策として、道路の位置付け・特性や劣化程度により加点方式にて優先度を評価する手法が推奨される。同手法は、表 1-3 に示す評価項目に基づき路線毎に点数付けし、総得点により維持・補修の必要性や緊急性を判定した上、次年度以降の道路維持管理・補修予算計画に反映することを目的とするものである。

表 1-3　District and Community Access Roads の優先度評価項目及び配点

| No. | 大分類 | 評価項目 | 点数／配点 |
|---|---|---|---|
| 1 | Characteristic of Road | Functional Classification | ／10 |
| | | AADT (Annual average daily traffic), Unit Cost | ／15 |
| | | Linkage to National Road Network - Number and Class of connected roads | ／10 |
| 2 | Social Characteristic, e.g. Population, Production Centers, Social Services | Population/Settlement within 2km of Road | ／15 |
| | | Rate Production Centre - Markets, factories, farms, etc. within 2km of the road | ／10 |
| | | Number of Schools/Health within 2km of the Road | ／10 |
| 3 | Road Condition | Pot hole, rutting, drainage, etc. | ／30 |
| | | Total | ／100 |

出典：MoWT 技術者及び JICA 専門家チーム作成

表 1-3 に示す評価項目及び配点は､本技術協力プロジェクトを通じて MoWT の道路技術者と JICA 専門家によって設定されたものである。これらの評価項目及び配点は、地域ごとの道路特性や地域特性に応じて適宜修正や更新が可能である。

また、アスファルト舗装道路のひび割れや轍（わだち）の程度によって補修の必要性を定量的に判定する上で有効な指標事例があり、これを参考として図 1-7 に示す。

Calculation MCI　$MCI_0=10-1.5C^{0.3}-0.3D^{0.7}$

| | Crack ratio \ Rutting | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0-5 mm | 5-10 mm | 10-15 mm | 12-20 mm | 20-25 mm | 25-30 mm | 30-35 mm | 35-40 mm | Over 40mm |
| | | | 2.5 | 7.5 | 12.5 | 17.5 | 22.5 | 27.5 | 32.5 | 37.5 | 40 |
| 1 | 0-5% | 2.5 | 7.456 | 6.796 | 6.268 | 5.801 | 5.373 | 4.973 | 4.594 | 4.233 | 4.058 |
| 2 | 5-10% | 7.5 | 6.685 | 6.025 | 5.497 | 5.03 | 4.602 | 4.202 | 3.823 | 3.462 | 3.287 |
| 3 | 10-15% | 12.5 | 6.23 | 5.571 | 5.042 | 4.575 | 4.147 | 3.747 | 3.369 | 3.007 | 2.832 |
| 4 | 12-20% | 17.5 | 5.89 | 5.231 | 4.702 | 4.235 | 3.808 | 3.408 | 3.029 | 2.667 | 2.492 |
| 5 | 20-25% | 22.5 | 5.613 | 4.953 | 4.425 | 3.958 | 3.53 | 3.13 | 2.752 | 2.39 | 2.215 |
| 6 | 25-30% | 27.5 | 5.376 | 4.717 | 4.188 | 3.721 | 3.293 | 2.893 | 2.515 | 2.153 | 1.978 |
| 7 | 30-35% | 32.5 | 5.168 | 4.508 | 3.98 | 3.513 | 3.085 | 2.685 | 2.306 | 1.945 | 1.77 |
| 8 | 35-40% | 37.5 | 4.981 | 4.321 | 3.793 | 3.326 | 2.898 | 2.498 | 2.119 | 1.758 | 1.583 |
| 9 | Over40% | 40 | 4.894 | 4.234 | 3.706 | 3.239 | 2.811 | 2.411 | 2.032 | 1.671 | 1.496 |

出典：Maintenance Control Index（MCI）資料より引用

**図 1-7　アスファルト舗装の損傷程度による補修緊急性の判定指標（参考事例）**

なお、今後 MoWT が管轄道路の維持管理や補修を計画する際には、JICA の既往プロジェクトによって導入した地方道路データベースを活用することが推奨される。同データベースは、補修工事の実施毎に記録更新し、蓄積されたデータを定期的にレビューすることにより、管轄道路の補修履歴等を網羅的に把握できるため、次回補修時期の予測及び計画策定に有効活用可能である。

## 2. 道路維持管理業務の効率改善

図 1-8 は、MoWT が保有する KOMATSU 製エクスカベータに搭載されている GPS 追跡システムが収集した機材の稼働記録データの事例である。同データは、機材の位置情報、稼働日数、稼働時間及びそのうち移動時間、燃料消費量等の記録を示しており、これにより以下のような実態を把握することができる。

a) 道路維持管理業務における繁忙期と閑散期の大きな乖離
b) 自走に適さない重機（エクスカベータ、ブルドーザ、ローラー）の長距離自走による機材への負担
（補足：エクスカベータの場合、メーカー推奨は移動1回あたり5km程度以内とされている）
c) 長距離自走による非効率な燃料消費

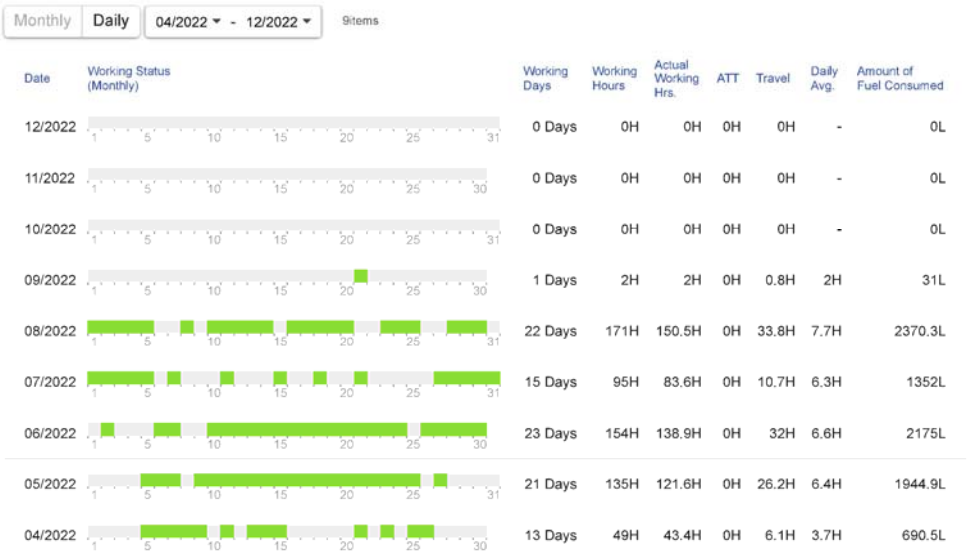
出典：エクスカベータ（PC220-8M0, 100880）の GPS 追跡システム記録データ

**図 1-8　GPS 追跡システムから抽出したエクスカベータの稼働実態事例**

上図が示すエクスカベータの事例では、同機は上半期（7 月 1 日～12 月 31 日）の稼働日数が下半期に比べて低く、下半期（翌年 1 月 1 日～6 月 30 日）に稼働が増加している。MoWT が保有する他のエクスカベータについても、月毎の稼働日数が大きく乖離している。特に上半期の稼働率が下半期に比べ低い傾向にあることから、年間を通じて道路維持管理の業務量を平準化していくことが望ましい。

また、上図の事例が示す通り、機材が稼働している総時間に対して移動時間の占める割合が大きい。これは、自走に適さないエクスカベータを自走により長距離移動させている実態を示している。こうしたオペレータによる長距離自走行為は、機材の履帯走行装置（Undercarriage）に過大な負荷を与え機材の寿命を縮めるだけでなく、非効率な燃料消費によるコスト増大をもたらすものである。

ここで、図 1-9 に示すデータは、履帯走行装置の交換部品が行われず、長期にわたり修理待ちのエクスカベータの事例である。




| Date | Working Status (Monthly) | Working Days | Working Hours | Actual Working Hrs. | ATT | Travel | Daily Avg. | Amount of Fuel Consumed |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12/2022 | | 0 Days | 0H | 0H | 0H | 0H | - | 0L |
| 11/2022 | | 0 Days | 0H | 0H | 0H | 0H | - | 0L |
| 10/2022 | | 0 Days | 0H | 0H | 0H | 0H | - | 0L |
| 09/2022 | | 1 Days | 2H | 2H | 0H | 0.8H | 2H | 31L |
| 08/2022 | | 22 Days | 171H | 150.5H | 0H | 33.8H | 7.7H | 2370.3L |
| 07/2022 | | 15 Days | 95H | 83.6H | 0H | 10.7H | 6.3H | 1352L |
| 06/2022 | | 23 Days | 154H | 138.9H | 0H | 32H | 6.6H | 2175L |
| 05/2022 | | 21 Days | 135H | 121.6H | 0H | 26.2H | 6.4H | 1944.9L |
| 04/2022 | | 13 Days | 49H | 43.4H | 0H | 6.1H | 3.7H | 690.5L |

出典：エクスカベータ（PC220-8M0, 100880）の GPS 追跡システム記録データ

**図 1-9　2022 年 10 月以降、使用不可となっているエクスカベータ**

以上を踏まえ、長距離自走に代表される機材への過大な負荷や、非効率な燃料消費等を改善し、延いては道路維持管理コストの適正化を図るための取り組みとして、表 1-4 に示す行動計画を策定した。

表 1-4　道路維持管理のための機材運用にかかる改善課題及び解決手段

| No. | 改善課題 | 解決手段 | 実践担当／職位 |
|---|---|---|---|
| 1 | 履帯走行装置の摩耗程度の低減 | ➢ 長距離自走の回避<br>➢ 事前の機材輸送計画 | ➢ オペレータ<br>➢ 工事監督者、機材監督者 |
| 2 | 適正な機材メンテナスの実施 | ➢ メンテナンス時期を迎えた機材への負荷軽減<br>➢ 整備訓練を修了した整備士によるメンテナンス作業 | ➢ 各整備工場実務者<br>➢ オペレータ<br>➢ 機材監督者 |
| 3 | 道路補修に対する政治的圧力への対応 | ➢ 工事担当者レベルで緊急性を判断せず、正式要請に基づき対応 | ➢ Permanent Secretary（事務次官）<br>➢ 工事責任者<br>➢ 各整備工場長 |
| 4 | GPS 追跡システムの活用 | ➢ 工事監督者や機材監督者は GPS 追跡システムの運用担当者(GPS 研修受講者）と連携 | ➢ GPS 追跡システムの運用担当者 |
| 5 | 燃料消費の改善 | ➢ GPS 追跡システムを活用した燃料消費量の把握<br>➢ 特殊な施工条件下を除き、機材オペレータは「エコモード」にて操業 | ➢ GPS 追跡システムの運用担当者 |

出典：道路・橋梁局及び機械技術局による合同ワークショップ参加者の意見交換に基づき作成

上表に示す行動計画の実践状況は、機材に搭載された GPS 追跡システムの記録データにより、これをモニタリングすることが可能である。

## 3. 道路整備のコスト削減

### (1) 交通状況に応じた舗装構造の最適化

プロジェクト中に実施した道路視察を通じて、住宅エリアの District Road において、加熱合材による表層の厚さ 3 インチ（＝7.62cm）アスファルト舗装を施している事例が散見された。JICA 専門家が住宅エリア内の交通状況を概観したところ、多くの路線において日当たり交通量は 500 台未満、かつ大型車両の通行は皆無であった。こうした住宅エリア内の道路は、将来的にも大型車両の混入が増加する可能性は低いと考えられる。

このような交通状況に対して厚さ 3 インチの表層は過大であり、これにより建設コストが増大している。上記の交通量においては、表層の厚さ 1.5 インチ（＝3.81cm）程度が妥当と考えられ、厚さを見直すことで舗装建設コストを約 20%削減可能である。

参考として、日本の場合の交通量に応じた複数ケースの舗装構造事例を表 1-5 に、各ケースの設計計算根拠、ならびに地下水位が高い湿地地域での舗装構造に関する技術資料を別紙 1 に示す。なお、舗装設計に適用する計画交通量は、供用開始後の交通需要予測を反映するものである。

**表 1-5　計画交通量に応じた日本の舗装構造事例**

| 交通量（往復） | 車種区分 | 設計 CBR (%) | 表層工 ｱｽﾌｧﾙﾄ混合物 | 上層路盤 粒調砕石 M-30 | 下層路盤 切込砕石 C-40 | 合計 (cm) | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 200 台/日 | 小型車 190 台 大型車 10 台 | 4 | 5 | 10 | 20 | 35 | |
| | | 6 | 5 | 10 | 15 | 30 | 最小厚 |
| | | 8 | 5 | 10 | 15 | 30 | 最小厚 |
| 300 台/日 | 小型車 285 台 大型車 15 台 | 4 | 5 | 15 | 20 | 40 | |
| | | 6 | 5 | 10 | 20 | 35 | |
| | | 8 | 5 | 10 | 15 | 30 | 最小厚 |
| 500 台/日 | 小型車 475 台 大型車 25 台 | 4 | 5 | 15 | 25 | 45 | |
| | | 6 | 5 | 15 | 20 | 40 | |
| | | 8 | 5 | 10 | 20 | 35 | |
| 1000 台/日 | 小型車 950 台 大型車 50 台 | 4 | 5 | 15 | 30 | 50 | |
| | | 6 | 5 | 15 | 25 | 45 | |
| | | 8 | 5 | 15 | 20 | 40 | |

参考
細街路：幅員 5－6m 程度の 1 車線道路
大型車：10 トントラック
小型車：2 トン乗用車、小型トラック
出典：JICA 専門家チーム作成

また、その他の代替案として、浸透式マカダム工法（Penetration Macadam Method）による瀝青表面処理が挙げられる。

浸透式マカダム工法の特徴を以下に示す。

- 使用材料は瀝青材（アスファルト）と骨材であり、アスファルトプラントにて加熱合材を製造する必要がないため、加熱合材の製造コストは不要である。また使用材料の数量も加熱合材舗装に比べ少ない。

- 施工にあたってはアスファルトフィニッシャを必要としない。そのため、建設機材の運搬コストや燃料コストを大きく低減できる。
- 加熱合材の敷設が不要であり、瀝青材散布及び表層砕石散布の技能を蓄積することで施工効率を向上することができる。
- 砕石散布、瀝青材散布は人力施工も可能であることから、労働集約型による施工も可能であり、雇用機会の創出効果も期待される。

浸透式マカダム工法（Penetration Macadam Method）による瀝青表面処理の舗装構成事例及び施工参考写真を図 1-10～図 1-11 にそれぞれ示す。

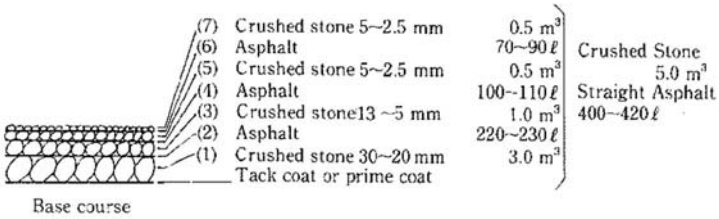



**図 1-10　舗装構成事例**

Note: The upper part of the figure shows mechanical construction, and the lower part shows manual construction.
出典：JICA 専門家チーム作成

**図 1-11　瀝青表面処理工法の実施手順**

### (2) 労働集約型工法の併用

道路維持管理のための MoWT 及び地方政府の限られた年次予算に鑑みると、1 日当たりの交通量が 500 台以下程度の District Road や Community Access Road については、道路雨季の豪雨による大規模な路面変状等を除き、日常の小規模な路面補修や清掃作業を継続することにより、通行可能なサービス水準の延命を図るような道路運営が推奨される。

建設機材を用いた道路工事の場合、骨材やアスファルト等の建設材料コストに加え、機械を運転するための燃料コストの占める割合が大きい。そのため、人力主体で実施可能な作業については

機械施工（Equipment-based Technology）に加え労働集約型工法（Labour-based Technology）（以下、LBT という）を併用することにより、機材の搬入や燃料コストを低減出来、道路維持管理コストの大幅な削減が期待できる。図 1-12 に、LBT による道路維持補修の代表的な作業フローを示す。

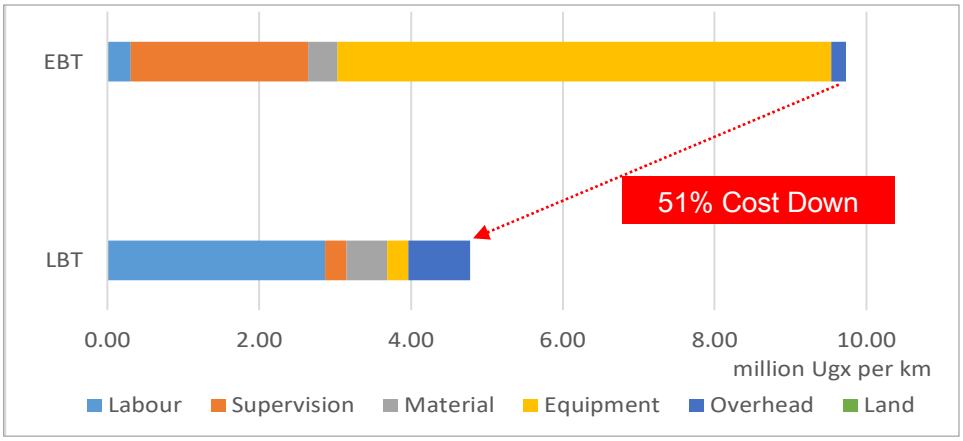
出典：LBT 関連文献より引用

**図 1-12 労働集約型工法の代表的な作業フロー**

また、LBT による道路維持管理に適した地域特性としては、以下に示す条件が挙げられる。

- 人口の多い農村部であり、かつ未就労人口が多い。（未就労者に限定するものではない）
- 交通量が少ない（500 台以下程度が目安）
- 地域移住民による道路維持補修のニーズはあるが、予算上の制約等から優先度が低いとされている。

次に、ウガンダにおける既往研究にて、LBT と EBT の道路維持管理コストが比較されていることから、当該研究によるコスト比較データを図 1-13 に示す。




Unit: million Ugx / km

| | Labour | Supervision | Material | Equipment | Overhead | Land | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LBT | 2.87 (60.0%) | 0.28 (5.9%) | 0.54 (11.2%) | 0.28 (5.8%) | 0.82 (17.1%) | 0.00 (0.0%) | 4.78 (100%) |
| EBT | 0.31 (3.2%) | 2.34 (24.0%) | 0.39 (4.0%) | 6.50 (66.8%) | 0.19 (2.0%) | 0.00 (0.0%) | 9.73 (100%) |

出典：An Opportunity for Employment Creation, Labour-based Technology in Roadworks, UGANDA, June 1999

**図 1-13 労働集約型によるコスト削減効果（既往研究より）**

上図によると、EBT の場合は機械コストが工事費の約 2/3（66.8%）を占める一方、LBT の場合は約 2/3（60.0%）を労務費が占めている。また、LBT を適用することにより、1km 当りの工事費が 51%削減された。当該研究は、ウガンダの特定の地方道路を抽出して検証されたものであるものの、LBT によるコスト削減が明白な結論となっている。

以上より、前述した諸条件に合致する地域内道路であれば、LBT 適用の有効性は認められるところである。人力主体で可能な作業を低コストで実施することで、排水不十分により交通のボトルネック箇所においてボックスカルバートや小規模橋梁等の構造物整備に重点を置くことが期待される。

なお、LBT を展開する上では現場指導者に十分な管理能力が求められるが、道路管理者の人的リソースにも限りがあることから、民間建設企業や地域コミュニティを巻き込んだ仕組み作りが必要となる。

## 4. 排水施設の清掃・維持管理にかかる方策

現在、カンパラ市内の排水管清掃は、作業員が管の中に進入して人力で土砂等の堆積物を掻き出している。カンパラ市内においては、特に雨季の降雨後に丘陵地から土砂が下流に流出し、排水管や排水側溝の土砂堆積の一因となっており、これが排水施設の機能低下を招き道路冠水等の問題が生じている。

将来的には、排水施設の清掃及び維持管理の作業量や土砂堆積の程度に応じて、効率性の高い清掃手段を検討する余地があると考える。図 1-14 に、機械化による排水施設清掃及び維持管理を実施可能とする機材事例を示す。

図 1-14　汚泥吸引車（写真左）と排水管高圧洗浄車（写真右）参考図

# 第２章　機材運営・維持管理に係る提言

## 1.　MoWT 整備工場の業務所掌

MoWT が保有機材を適切に運営・維持管理する上では、電子制御等により昨今複雑化する道路機材の構造特性、また MoWT 整備工場の既存施設・機材及び人員体制等を踏まえると、機材整備において民間サービスを積極的に活用することが重要である。表 2-1 に、MoWT 機械技術局が直営で実施する機材整備・修理の実施区分、ならびに民間サービスを活用する実施区分を示す。

表 2-1　直営及び民間サービス活用による整備・修理実施区分

| 整備レベル | 機材整備・修理の種類 | 主な作業項目 | 実施区分 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | MoWT | | 民間 |
| | | | 中央整備工場 | 地方整備工場 | |
| 1 軽 | 定期整備 | オイル交換、給油脂等 | ○ | ○ | |
| 2 | 点検・調整 | ブレーキ調整、タイヤ調整等 | ○ | ○ | |
| 3 | 軽整備・修理 | クラッチのオーバーホールや部品取替え等 | ○ | ○ | |
| 4 | 主要機械装置の完全分解修理 | エンジン・トランスミッション、油圧装置等 | △注1 | △注1 | ○ |
| | | 建設機械足廻り（部品交換）注2 | ○ | ○ | ○ |
| 5 | 電子装置の故障点検・診断・修理 | エンジン・トランスミッション・油圧コントロール装置等 | | | ○ |
| 6 重 | 機械の完全分解修理・改造 | 上記以上の重整備 | | | ○ |

注 1）小型車両については MoWT が整備経験・実績を有するため、小型車両は MoWT 直営に区分する。
注 2）建設機械足廻りの部品交換は、整備内容・予算等に応じて MoWT 直営または民間活用にて行う。
出典：JICA 専門家チーム及び MoWT が共同で作成

上表は、MoWT はプロジェクトを通じて MoWT と JICA 専門家が協議により作成したものである。今後、MoWT は民間ディーラーとの密な連絡・報告体制を維持し、本表が示す業務区分に基づき機材整備・修理を継続することが推奨される。

## 2.　機材の耐用年数にわたる年間維持管理費

MoWT が JBIC 融資を通じて 2017 年に調達した日本製機材 1,152 台は、2023 年時点で納入後 5 年以上が経過し、今後ますます機材メンテナスが必要となる。表 2-2 に、機材の耐用年数にわたり今後想定される定期及び非定期のメンテナンス項目を示す。

**表 2-2　今後のメンテナンス実施項目**

| 分類 | 頻度 | メンテナンス実施項目 |
|---|---|---|
| 定期 | 250～500 時間 | エンジンオイル、油圧オイル、エンジンオイルフィルター、燃料フィルター、グリー（随時） |
| | 2,000～2,500 時間 | 履帯走行装置により走行する機材（ブルドーザ、油圧ショベル）のピン及びブッシュ反転（再利用） |
| | 3,500～4,000 時間 | 履帯走行装置により走行する機材（ブルドーザ、油圧ショベル）の足廻り部品交換 |
| | 一定の消耗毎 | 車両等のタイヤ交換、建設機械のツース、エッジ交換 |
| 非定期 | ー | エンジン（オーバーホール）、トランスミッション、油圧ポンプ、モーター、油圧シリンダー、ブレーキ、冷却装置、エアコン、ボディ板金、ガラス等の整備・修理 |

出典：JICA 専門家チーム作成

上表に示すメンテナンス項目を適時実施するためには、機材の耐用年数にわたり必要なる年次予算を配置することが肝要となる。表 2-3 に、MoWT が 2017 年に調達した日本製機材の今後想定される年間維持管理費を示す。

**表 2-3　今後想定される機材年間維持管理費**

| | Name of Equipment | Machine's life span (years) | Mainte. cost Rate (in life span) (%) | Total mainitenace cost (JPY/unit) | Av. mainte. cost/year (JPY/unit) | Mainte. cost for remained years (JPY/unit) | Mainte. cost per year for remained years (JPY per year/unit) | Number of equipment (unit) | Total mainte. cost per year for remained years (JPY) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Morter Grader GD663-2 | 10 | 55 | 10,450,000 | 1,045,000 | 6,270,000 | 1,254,000 | 143 | 179,322,000 |
| 2 | Wheel Loader WA250-5 | 10 | 40 | 7,200,000 | 720,000 | 4,320,000 | 864,000 | 122 | 105,408,000 |
| 3 | Wheel Loader WA430-5 | 10 | 30 | 9,600,000 | 960,000 | 5,760,000 | 1,152,000 | 13 | 14,976,000 |
| 4 | Excavator PC220-8 Standard | 10 | 55 | 13,750,000 | 1,375,000 | 8,250,000 | 1,650,000 | 21 | 34,650,000 |
| 5 | Excavator PC220-8 Long-Boom | 10 | 55 | 14,850,000 | 1,485,000 | 8,910,000 | 1,782,000 | 0 | 0 |
| 6 | Bulldozer D65EX-16 | 10 | 55 | 15,400,000 | 1,540,000 | 9,240,000 | 1,848,000 | 25 | 46,200,000 |
| 7 | Wheel Backhoe Loader | 10 | 50 | 6,700,000 | 670,000 | 4,020,000 | 804,000 | 31 | 24,924,000 |
| 8 | Vibratory Roller 10ton SV520D | 10 | 40 | 3,360,000 | 336,000 | 2,016,000 | 403,200 | 141 | 56,851,200 |
| 9 | Pneumatic Tyre rollor TS200 | 10 | 45 | 2,574,000 | 257,400 | 1,544,400 | 308,880 | 4 | 1,235,520 |
| 10 | Pedestrain Roller 0.8ton HV80 | 10 | 40 | 752,000 | 75,200 | 451,200 | 90,240 | 18 | 1,624,320 |
| 11 | Plate compactors 4.3Hp PC63 | 7 | 40 | 100,000 | 14,286 | 60,000 | 30,000 | 20 | 600,000 |
| 12 | Tampers/Rammers RS55E | 7 | 30 | 96,300 | 13,757 | 57,780 | 28,890 | 18 | 520,020 |
| 13 | Dump Truck 8ton | 10 | 30 | 3,600,000 | 360,000 | 2,160,000 | 432,000 | 276 | 119,232,000 |
| 14 | Dump Trucks with chip spreader | 10 | 30 | 4,050,000 | 405,000 | 2,430,000 | 486,000 | 7 | 3,402,000 |
| 15 | Cargo Truck 8ton | 10 | 45 | 4,686,746 | 468,675 | 2,812,048 | 562,410 | 9 | 5,061,686 |
| 16 | Water bowser 8,000L | 10 | 45 | 4,934,798 | 493,480 | 2,960,879 | 592,176 | 138 | 81,720,249 |
| 17 | Low bed tructor pay load 30ton | 10 | 35 | 12,600,000 | 1,260,000 | 7,560,000 | 1,512,000 | 9 | 13,608,000 |
| 18 | Self-loading truck pay load 15ton | 10 | 45 | 11,250,000 | 1,125,000 | 6,750,000 | 1,350,000 | 21 | 28,350,000 |
| 19 | Mobile Workshop | 10 | 50 | 9,000,000 | 900,000 | 5,400,000 | 1,080,000 | 5 | 5,400,000 |
| 20 | Mobile crane 35ton | 10 | 25 | 10,750,000 | 1,075,000 | 6,450,000 | 1,290,000 | 1 | 1,290,000 |
| 21 | Bitumen Distributor | 10 | 30 | 5,980,914 | 598,091 | 3,588,548 | 717,710 | 4 | 2,870,839 |
| 22 | Bulldozer D85EX-15R | 10 | 40 | 12,800,000 | 1,280,000 | 7,680,000 | 1,536,000 | 0 | 0 |
| 23 | Tandem roller CR271 1.44ton | 7 | 30 | 660,000 | 94,286 | 396,000 | 198,000 | 4 | 792,000 |
| 24 | Vibratory Roller 15ton SV700 | 7 | 35 | 7,007,000 | 1,001,000 | 4,204,200 | 2,102,100 | 0 | 0 |
| 25 | Vibratory Roller 18ton SV700 | 7 | 45 | 9,900,000 | 1,414,286 | 5,940,000 | 2,970,000 | 0 | 0 |
| 26 | Double drum Vibratory Tandem Roller | 7 | 50 | 6,545,000 | 935,000 | 3,927,000 | 1,963,500 | 1 | 1,963,500 |
| 27 | Tandem roller SW800 10.4ton | 7 | 25 | 3,325,000 | 475,000 | 1,995,000 | 997,500 | 0 | 0 |
| 28 | Vibrator combinmed roller TW504 | 7 | 30 | 1,650,000 | 235,714 | 990,000 | 495,000 | 1 | 495,000 |
| Total in JPY | | | | | | | **28,499,605** | | **730,496,334** |
| Total in USD | | | | | | | **219,228** | | **5,619,203** |

注）為替レート：USD1=JPY130
出典：JICA 専門家チーム作成

上表に示す年間維持管理費は、日本の標準的な実績データに基づき算出したものであり、実際の維持管理費は機材の使用環境や施工条件等に依存する。しかしながら、MoWT は上表の金額規模が必要となることを認識した上、年次予算申請において適宜反映することが推奨される。

### 3. 推奨される緊急措置

表 2-2 に示したメンテナンス実施項目のうち、特に大規模なメンテナンス費用を要するのは履帯走行装置である。2023 年 1 月時点で、履帯走行装置により走行するブルドーザ及びエクスカベータは稼働時間 3,000 時間を超えており、足廻りの摩耗許容範囲を超過している。

そのため、履帯走行装置の機能を維持するためには、足廻りの整備が緊急的に必要となる。具体的には、足廻り部品を新品のスペアパーツに交換するか、あるいは足廻り部品の再生措置を講じることにより再利用する必要がある。さもなければ、足廻り部品の極度の摩耗により機材は稼働不能となる。

表 2-4 に、MoWT 管理下にあるブルドーザ 25 台及びエクスカベータ 23 台の配置先一覧及び必要措置を示す。

**表 2-4　ブルドーザ及びエクスカベータの配置先一覧及び今後の必要措置**

| No. | 配置先 | 機種 | 管理台数 | 今後の必要措置 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | カンパラ | ブルドーザ（D65EX-16） | 5 台 | ピン及びブッシュ反転による足廻り再利用、または足廻り部品交換 |
| | | エクスカベータ（PC220-8） | 5 台 | 同上 |
| 2 | ブゲンベ | ブルドーザ（D65EX-16） | 8 台 | 同上 |
| | | エクスカベータ（PC220-8） | 8 台 | 同上 |
| 3 | グル | ブルドーザ（D65EX-16） | 6 台 | 同上 |
| | | エクスカベータ（PC220-8） | 5 台 | 同上 |
| 4 | ムバララ | ブルドーザ（D65EX-16） | 6 台 | 同上 |
| | | エクスカベータ（PC220-8） | 5 台 | 同上 |

出典：JICA 専門家チーム作成

今後、MoWT が足廻り部品を購入する場合の概算費用を表 2-5 に示す。

### 表 2-5　足廻り部品購入の概算費用

単位：UGX（ウガンダシリング）[注1]

| No. | 機種 | モデル | 単価[注2] | 数量 | 金額 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | エクスカベータ | KOMATSU PC-220-8 Standard | 146,500,000 | 21<br>（30） | 3,076,500,000<br>（4,395,000,000） |
| 2 | エクスカベータ | KOMATSU PC-220-8 Long Boom | 146,500,000 | 0<br>（3） | 0<br>（439,500,000） |
| 3 | ブルドーザ | KOMATSU D65EX-15 | 182,500,000 | 25<br>（31） | 4,562,500,000<br>（5,657,500,000） |
| 4 | ブルドーザ | KOMATSU D85EX-15R | 219,000,000 | 0<br>（2） | 0<br>（438,000,000） |
| | | | | 合計 | 7,639,000,000<br>（10,930,000,000） |

注 1）為替レート（参考）：UGX1,000＝約 37 円（2023 年 5 月）
注 2）現地ディーラー見積価格
注 3）数量及び金額のカッコ内数値は、UNRA や NEC の管理下にある機材を含む合計値。カッコ外は、MoWT の管理下にある機材のみを抽出した数値。
出典：JICA 専門家チーム作成

次に、足廻り再生機材を用いて足廻り部品を再利用する場合の概算費用を表 2-6 に示す。この場合、MoWT は足廻り再生機材を別途導入する必要があり、その調達に係る初期コストは約 UGX6,400,000,000（約 USD1,700,000）と試算される。

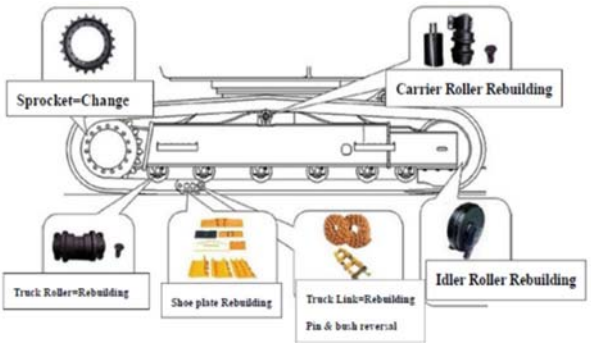
### 表 2-6　足廻り再生機材による足廻り部品再利用の概算費用

単位：UGX（ウガンダシリング）[注1]

| No. | 機材種別 | モデル | 単価[注2] | 数量 | 金額 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | エクスカベータ | KOMATSU PC-220-8 Standard | 116,830,000 | 21<br>（30） | 2,453,430,000<br>（3,504,900,000） |
| 2 | エクスカベータ | KOMATSU PC-220-8 Long Boom | 116,830,000 | 0<br>（3） | 0<br>（350,490,000） |
| 3 | ブルドーザ | KOMATSU D65EX-15 | 146,777,000 | 25<br>（31） | 3,669,425,000<br>（4,550,087,000） |
| 4 | ブルドーザ | KOMATSU D85EX-15R | 175,200,000 | 0<br>（2） | 0<br>（350,400,000） |
| | | | | 合計 | 6,122,855,000<br>（8,755,877,000） |

注 1）為替レート（参考）：UGX1,000＝約 37 円（2023 年 5 月）
注 2）現地ディーラー見積価格
注 3）数量及び金額のカッコ内数値は、UNRA や NEC の管理下にある機材を含む合計値。カッコ外は、MoWT の管理下にある機材のみを抽出した数値。
出典：JICA 専門家チーム作成

ここで、足廻り再生機材の参考写真及び同機材により再利用可能な各種部品を図 2-1 に示す。




出典：JICA 専門家チーム作成

**図 2-1　足廻り再生機材（左）及び足廻り再生機材により再利用可能な部品（右）**

MoWT が足廻り再生機材を導入した場合、以下のような利点が挙げられる。

- 足廻り再生機材整備の初期投資コストは掛かるものの、整備後は新品の部品購入に比べ継続したコスト削減が可能である。
- 足廻り再生機材は適合メーカーを限定しない汎用製品であり、履帯走行装置を装備する機材に対して広範に使用可能である。

足廻り再生機材の整備後、MoWT 管理下にある 46 台（エクスカベータ 21 台、ブルドーザ 25 台）の足廻り整備に対して約 21.7 億 UGX のコスト削減が可能となり、かつ、将来 MoWT が調達する履帯走行装置装備機材に対しても活用可能である。したがって、足廻り再生機材を整備することにより長期にわたり継続的にコスト削減が見込まれる。

ただし、本項冒頭で述べた通り、足廻りの整備は緊急的な対応課題であるため、足廻り再生機材の導入に時間を要する場合は、当面の措置として新品のスペアパーツ部品の購入し、旧パートと交換することが求められる。

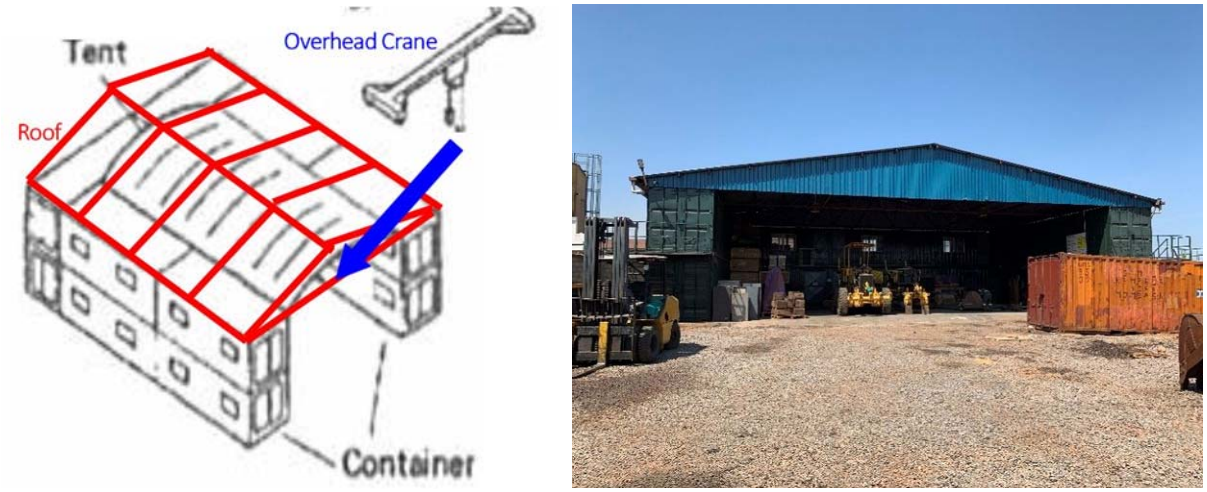
### 4. 既存ワークショップの更新

ウガンダ国内において MoWT が展開している 4 つの地方整備工場（カンパラ、ブゲンベ、グル、ムバララ）は、ブゲンベ地方整備工場（1996 年に日本の無償資金協力により整備）を除いては機材整備のための施設・機材が十分でない。

そのような状況下、表 2-1 に示した MoWT 直営による機材整備の実施区分をカバーする上で当面は既存施設・機材により最低限のサービスを提供できると考えられる。しかしながら、年月の経過とともに機材の整備・修理頻度は増加すると考えられ、いずれ既存施設・機材の更新が必要となると想定される。他方、表 2-1 に示したような民間サービスの活用を前提とした場合、将来更新する整備工場対して過大な施設・機材仕様を計画することは、初期整備コストの増大を招くと考えられる。

以上を踏まえ、特に地方組織であるグルとムバララの整備工場については、表 2-1 の実施区分に基づき機材サービス提供を可能とするコンパクトな簡易整備工場を構築することが一方策として挙げられる。

図 2-2 に、簡易整備工場の事例を示す。




出典：簡易整備工場参考図（左図）、現地民間ディーラー（Victoria Equipment）設備を撮影（右写真）

**図 2-2　簡易整備工場の事例**

上図の通り、簡易整備工場の建屋の周壁をコンテナで構築し、コンテナ内を事務所や作業スペースとして活用する構造が考えられる。このような簡易施設は、初期整備コストだけでなく運営・維持管理コストも削減可能であることから、MoWT の年次予算に制約があるなかで地方工場に対する現実的な整備規模として推奨される。参考として、簡易コンテナ構造を含む MoWT 機材ワークショップの更新のための概算費用を別紙 2 に示す。

## 5.　GPS 追跡システムの活用

前章「2. 道路維持管理業務の効率改善」にて述べた通り、KOMATSU 製エクスカベータの GPS 追跡システムの記録データにより、自走に適さない重機の長距離自走や、長距離自走による非効率な燃料消費など、道路維持管理や機材維持管理の予算逼迫を招く行為が散見されている。

機械技術局は、GPS 追跡システムにより機材の稼働状態等を適宜把握した上、工事チームへの記録データ共有や注意喚起を行うことにより、機材運営の適正化を図ることが推奨される。機材運営の適正化は、延いては道路維持管理の効率改善に寄与するものである。

なお、GPS 追跡システムは、KOMATSU 製重機に加え、SAKAI 製転圧機材にも搭載されていることから、転圧機材についても各個体の所在地や稼働状況等を遠隔にて把握可能である。

## 6. 機材整備士育成プログラム

表 2-7 に、MoWT が自ら整備士育成を継続するためのするためのプログラムを示す。表中に示す活用教材は、本プロジェクトの研修にて使用した教材であり、MoWT は引き続きこれらを活用可能である。

**表 2-7　整備士育成プログラム**

| 研修コース | 実施項目 | 活用教材 | 所要期間 |
|---|---|---|---|
| 1. 共通コース（車両編） | 以下項目の講習及び実技指導<br>➢ 建設機材概要（種別、用途、用語）<br>➢ 電気<br>➢ エレクトロニクス<br>➢ サーキットテスター<br>➢ 故障診断機器<br>➢ 空気圧・油圧 | 以下のNVTI (NAKAWA Vocational Training Institute) 研修教材<br>1) Diagnosis<br>2) EWD (Electrical Wiring Diagram)<br>3) Fundamentals of Electricity<br>4) Lecture 1 Pneumatic systems<br>5) Lecture 2 Pneumatic systems | 5 営業日程度 |
| 2. 共通コース（建設機材編） | 以下項目の講習及び実技指導<br>➢ 建設機材概要（種別、用途、用語）<br>➢ 測定機器の使用及び教育方法<br>➢ エンジン<br>➢ 電気<br>➢ 油圧システム<br>➢ 溶接<br>➢ 足廻り（摩耗対応）<br>➢ 玉掛け作業（安全教育）<br>➢ モニター操作<br>➢ 修理報告書の作成 | 以下の研修教材<br>1) Basic Knowledge_Types and uses of vehicle-based construction machinery<br>2) Power train (Motor)<br>3) Hydraulic system<br>4) Tool and Measurement Instruction Manual | 5 営業日程度 |
| 3. 応用コース（重機編） | 重機（エクスカベータ、ホイールローダ、モーターグレーダ、ブルドーザ、バックホーローダ）の整備・故障診断の実践指導<br>➢ 故障診断モニター操作<br>➢ モニター活用による故障診断手法<br>➢ GPS 追跡システム活用手法<br>➢ その他整備一般 | 以下の研修教材<br>1) FOWA+G<br>2) Gen Safety & Precautions for Ope and Maintenance<br>3) General Information for Maintenance<br>4) PC220-8 Maintenance Outline<br>5) PC200-8 Checks before starting Maintenance<br>6) D85EX-15R & D65EX-16 Maintenance Outline<br>7) D85EX-15R & D65EX-16 Checks before starting Maintenance<br>8) WA430-5 & WA250-5 Maintenance Outline<br>9) WA430-5 & WA250-5 Checks before starting Maintenance<br>10) GD663A-2 Maintenance Outline<br>11) GD663A-2 Checks before starting Maintenance<br>12) WB93R-5E0 Maintenance Outline<br>13) WB93R-5E0 Checks before starting Maintenance<br>14) Machine Monitor (User mode)<br>15) PC220-8 Basic Struction & Function<br>16) D65EX-16 & D85EX-15R Basic Struction & Function | 10 営業日程度 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | 17) WA250-5 & WA430-5 Basic Struction & Function<br>18) GD663A-2 Basic Struction & Function<br>19) OMM<br>20) D65EX-16 OMM<br>21) D85EX-15R OMM<br>22) GD663A-2 OMM_1<br>23) GD663A-2 OMM_3<br>24) PC220-8M0 OMM<br>25) WA250-5 OMM<br>26) WA430-5 OMM<br>27) WB93R-5E0_OMM<br>28) POWER POINT - REPORT KOMTRAX (GPS) | |
| 4. 応用コース（車両編） | 車両（ダンプトラック等）の整備・故障診断・修理の実践指導<br>➢ エンジンシステム<br>➢ トランスミッションシステム<br>➢ クラッチシステム<br>➢ ブレーキシステム | 以下のFUSO 研修教材<br>1) INTRODUCTION<br>2) CHASSIS<br>3) DIESEL ENGINE<br>4) ELECTRICAL DEVICES<br>5) ENGINE PARTS<br>6) FAULT ANALYSIS<br>7) Pre-Delivery and Periodic Inspection Manual (PDI)<br>8) TROUBLESHOOTI NG PROCEDURE 1<br>9) TROUBLESHOOTI NG PROCEDURE 2<br>10) WORKSHOP SAFETY | 5 営業日程度 |
| 5. 応用コース（舗装転圧機材編） | 舗装転圧機材（振動ローラ等）の整備・故障診断・修理の実践指導<br>➢ エンジンシステム<br>➢ トランスミッションシステム<br>➢ 油圧システム<br>➢ ブレーキシステム<br>➢ 足廻り | 以下のSAKAI 研修教材<br>1) SV520 series Vibration Roller<br>2) SV520 Precautions<br>3) SV520 Fuel System Filters<br>4) SV520 Periodical Maintenance<br>5) TS200 Static Pneumatic Tired Roller<br>6) TS200 Precautions<br>7) TS200 Periodical Maintenance | 5 営業日程度 |
| 6. 整備実践コース（OJT） | 以下項目の OJT 指導<br>➢ 測定機器<br>➢ エンジン（分解・測定・組立）<br>➢ 電気<br>➢ 油圧システム（シリンダーの分解・測定・組立）<br>➢ 溶接<br>➢ ガス切断<br>➢ GPS 追跡システム（KOMTRAX 活用）<br>➢ 玉掛け作業（安全教育）<br>➢ 修理報告書の作成 | 以下の研修教材<br>1) Safety in Gas Welding, Cutting and Similar Processes<br>2) Excavator Grease Supply Position<br>3) Examination Sheet for Engine<br>4) Score Evaluation Table for Engine<br>5) Examination Sheet for Hydraulic Cylinder<br>6) Score Evaluation Table for Hydraulic Cylinder<br>7) Examination Sheet for Gas Cutting<br>8) .Score Evaluation Table for Gus Cutting<br>9) Construction Machinery Maintenance Practical Test<br>10) Power Matters<br>11) Slinging Skill Training Chapter 1<br>12) Slinging Skill Training Chapter 2<br>13) List of Training Equipment<br>14) List of Measurement Equipment | 機材整備の実務を通じて適宜実施 |

出典：JICA 専門家チーム作成

# 第３章　プロジェクト効果の持続的発現のため確認すべき KPI

MoWT は、本プロジェクトにより習得した知見・技能等を活用し、今後は自らの活動によって道路維持管理及び機材運営・維持管理の効率向上に取り組むこととなる。こうした自立展開を持続していく上では、これらの取り組みの達成状況や課題等を MoWT が自ら継続してモニターすると共に、定期的に活動状況を JICA に共有することが推奨される。

特に継続的なモニタリングと JICA への共有が推奨される項目を表 3-1 に示す。

**表 3-1　モニタリング項目及び目的**

| モニタリング項目 | モニタリング目的 |
|---|---|
| 1. 整備士指導員（本プロジェクトの TOT 修了者）による整備士研修の実施実績として、実施時期、参加者、研修成果（修了人数、分野等）。<br>（注 : 指導員が退職した場合、JICA に共有する際は当該指導員の後任者の任命・引き継ぎ状況と共に共有されたい） | 整備士の計画的かつ継続的な育成は、MoWT が保有機材を適切に整備・修理するための組織能力を維持・向上していく上で重要である。 |
| 2. GPS 追跡システムの機材稼働記録データによるモニタリング結果として、機材の稼働日数・時間、総稼働時間に対する自走時間の割合。 | 長距離自走に代表される機材への過大な負荷や、非効率な燃料消費等を改善することは、機材を延命化し、延いては道路維持管理コストの適正化に資するものである。工事チームと機材チームが連携してモニターし、本提言書の表 1-4 に示す行動計画に継続して臨むことが重要である。 |
| 3. 地方道路データベースの更新進捗、及び補完資料として道路維持管理・補修工事の完了レポート<br>（注：完了レポートは MoWT の標準様式で可） | 地方道路データベースによる網羅的な台帳管理は、道路維持管理・補修の実施時期予測、計画策定・予算措置等において有効な手段である。 |
| 4. 機材整備・修理のテクニカルレポートの作成・報告状況（別紙 3 参照）。<br>（注：JICA にレポートを共有する場合は、全てのレポートでなくとも代表例を抽出することで可） | テクニカルレポートによる機材整備・修理記録の精緻な報告は、MoWT 組織内で機材状態を上位報告する手段にとどまらず、必要に応じてディーラーに共有することで民間サービスを効果的に享受する上でも重要である。 |

出典：JICA 専門家チーム作成

上述した 4 項目は、MoWT が今後の取り組みの達成状況を定量的に確認していく上で重要な評価指標（Key Performance Indicator）となる。これら項目を継続してモニターすることは、MoWT が

道路技術者、機材管理者、整備士等の育成及び能力向上を図り、保有機材の適正運用により道路維持管理の効率向上目標を達成するまでの進捗を可視化することが出来る有効な手段である。

また、こうした自己研鑽を継続することで、ウガンダ国の道路行政における最上位機関としてオーナーシップを醸成するための一助となるものである。

以　上

別紙1(1)

# 日本の舗装設計計算事例

交通量：200台/日、設計CBR4％の事例

1. 舗装厚の設計

1.1 目標舗装厚

日本の舗装設計で用いられているTA法とする。

アスファルト舗装の構造設計に必要な厚さを累積5トン換算輪数（N）に基づき式（1.1）を用いて求める。

$TA=3.84\ N^{0.16} / CBR^{0.3}$ （式 1.1）

TA ： 舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚（cm）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

CBR ： 路床の設計CBR （%）

$N = \sum_{i=1}^{n}$ （N（5トン換算輪数） x 365 x ai） （式 1.2）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

N（5トン換算輪数） ：車両1台の5トン換算輪数

N（5トン換算輪数）= （輪荷重/5）$^4$ x 輪数

n ： 設計期間 （通常10年）

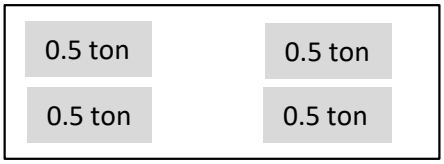
ai ： 交通量の伸率

2 舗装必要厚（TA）

2.1 設計条件

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 交通量： 200 台/日 | 小型トラック、乗用車（2トン）： | 190 | 台/日 | 95 % |
| | 大型トラック： | 10 | 台/日 | 5 % |
| 設計期間 | 10年 | | | |
| 交通量の伸率 | 3 % | | | |
| 路床の設計CBR | 4 % | | | |

2.2 小型車N（5トン換算輪数） 2トン小型トラック、乗用車




小型車N（5トン換算輪数） = 4 x （0.5/5）$^4$

= 0.0004

2.3 大型車N（5トン換算輪数） １０トン大型トラック

大型車N（5トン換算輪数） = 2 x （1.0/5）$^4$ + 2 x （4.0/5）$^4$

= 0.823

2.4 設計期間における累積5トン換算輪数（N）

$$N = \sum_{i=1}^{10} \left( 190 \times 0.0004 + 10 \times 0.823 \right) \times 365 \times \left( 1.03 \right)^{i}$$

$$= 34,755$$

2.5　$T_A$（舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚）の算出

$$T_A = 3.84 \times \left( 34,755 \right)^{0.16} / \left( 4 \right)^{0.3}$$

$$= 13.5$$

3　等値換算係数

表3.1 に舗装構成の等値換算係数を示す。

表3.1　　舗装構成等値換算係数

| 舗　　装 | 等値換算係数 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 1.00 |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 0.35 |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 0.25 |

4　舗装構成

4.1　舗装構成の設定

舗装構成は、アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層構造とする。表4.1に示す最小厚以上の構成とし、各層の厚さと等値換算係数を乗したTA'がTAと同等以上となるように各層の厚を設定する。

$TA' = a1T1 + a2T2 + a3T3$　　（式 4.1）

$TA' \geqq TA$

表4.1　　舗装構成最小厚

| 舗　　装 | 舗装最小厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 10cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 12cm |

注：最小厚は粒径の３倍

4.2　設定舗装厚

アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層の厚（cm）を表4.2に設定する。

表4.2　　舗装構成の設定

| 舗　　装 | 舗装厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5 cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 10 cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 20 cm |

$TA' = 5 \times 1.0 + 10 \times 0.35 + 20 \times 0.25$

$= 13.5 \geqq TA = 13.5$

$TA' \geqq TA$

TA'がTAを上回ることから表4.2の層厚を設計舗装厚とする。

10年間における累積5トン換算輪数（N）

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | | | | | 3,032 |
| 2 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | ) | 3,123 |
| 3 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^2$ | 3,216 |
| 4 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^3$ | 3,313 |
| 5 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^4$ | 3,412 |
| 6 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^5$ | 3,515 |
| 7 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^6$ | 3,620 |
| 8 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^7$ | 3,729 |
| 9 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^8$ | 3,840 |
| 10 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^9$ | 3,956 |

N = 34,755

交通量：200台/日、設計CBR6％の事例

1. 舗装厚の設計

1.1 目標舗装厚

日本の舗装設計で用いられているTA法とする。

アスファルト舗装の構造設計に必要な厚さを累積5トン換算輪数（N）に基づき式（1.1）を用いて求める。

$TA=3.84\ N^{0.16} / CBR^{0.3}$ （式 1.1）

TA ： 舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚（cm）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

CBR ： 路床の設計CBR （%）

$N = \sum_{i=1}^{n}$ （N（5トン換算輪数） x 365 x ai） （式 1.2）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

N（5トン換算輪数） ：車両1台の5トン換算輪数

N（5トン換算輪数）= （輪荷重/5）$^4$ x 輪数

n ： 設計期間 （通常10年）

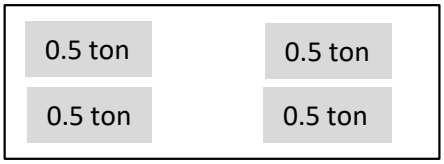
ai ： 交通量の伸率

2 舗装必要厚（TA）

2.1 設計条件

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 交通量： 200 | 台/日 | 小型トラック、乗用車（2トン）： | 190 | 台/日 | 95 % |
| | | 大型トラック： | 10 | 台/日 | 5 % |
| 設計期間 | | 10年 | | | |
| 交通量の伸率 | | 3 % | | | |
| 路床の設計CBR | | 6 % | | | |

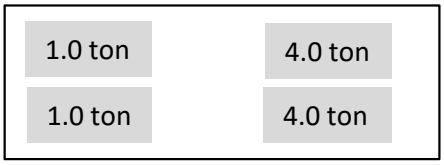
2.2 小型車N（5トン換算輪数） 2トン小型トラック、乗用車




小型車N（5トン換算輪数） = 4 x （0.5/5）$^4$

= 0.0004

2.3 大型車N（5トン換算輪数） １０トン大型トラック




大型車N（5トン換算輪数） = 2 x （1.0/5）$^4$ + 2 x （4.0/5）$^4$

= 0.823

2.4 設計期間における累積5トン換算輪数（N）

$$N = \sum_{i=1}^{10} \left( 190 \times 0.0004 + 10 \times 0.823 \right) \times 365 \times \left( 1.03 \right)^{i}$$

$$= 34,755$$

2.5　$T_A$（舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚）の算出

$$T_A = 3.84 \times \left( 34,755 \right)^{0.16} / \left( 6 \right)^{0.3}$$

$$= 12.0$$

3　等値換算係数

表3.1 に舗装構成の等値換算係数を示す。

表3.1　　舗装構成等値換算係数

| 舗　　装 | 等値換算係数 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 1.00 |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 0.35 |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 0.25 |

4　舗装構成

4.1　舗装構成の設定

舗装構成は、アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層構造とする。表4.1に示す最小厚以上の構成とし、各層の厚さと等値換算係数を乗したTA'がTAと同等以上となるように各層の厚を設定する。

$TA' = a1T1 + a2T2 + a3T3$　　（式 4.1）

$TA' \geqq TA$

表4.1　　舗装構成最小厚

| 舗　　装 | 舗装最小厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 10cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 12cm |

注：最小厚は粒径の３倍

4.2　設定舗装厚

アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層の厚（cm）を表4.2に設定する。

表4.2　　舗装構成の設定

| 舗　　装 | 舗装厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5 cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 10 cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 15 cm |

$TA' = 5 \times 1.0 + 10 \times 0.35 + 15 \times 0.25$

$= 12.3 \geqq TA = 12.0$

$TA' \geqq TA$

TA'がTAを上回ることから表4.2の層厚を設計舗装厚とする。

10年間における累積5トン換算輪数（N）

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | | | | | 3,032 |
| 2 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | ) | 3,123 |
| 3 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^2$ | 3,216 |
| 4 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^3$ | 3,313 |
| 5 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^4$ | 3,412 |
| 6 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^5$ | 3,515 |
| 7 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^6$ | 3,620 |
| 8 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^7$ | 3,729 |
| 9 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^8$ | 3,840 |
| 10 年目 | ( | 0.0004 | x | 190 | + | 0.823 | x | 10 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^9$ | 3,956 |

N = 34,755

交通量：300台/日、設計CBR4％の事例

1. 舗装厚の設計

1.1 目標舗装厚

日本の舗装設計で用いられているTA法とする。

アスファルト舗装の構造設計に必要な厚さを累積5トン換算輪数（N）に基づき式（1.1）を用いて求める。

$TA=3.84\ N^{0.16} / CBR^{0.3}$ （式 1.1）

TA ： 舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚（cm）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

CBR ： 路床の設計CBR （%）

$N = \sum_{i=1}^{n}$ （N（5トン換算輪数） x 365 x ai） （式 1.2）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

N（5トン換算輪数） ：車両1台の5トン換算輪数

N（5トン換算輪数）= （輪荷重/5）$^4$ x 輪数

n ： 設計期間 （通常10年）

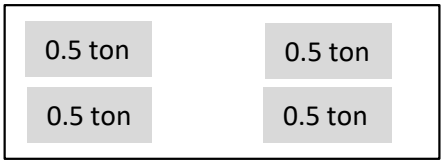
ai ： 交通量の伸率

2 舗装必要厚（TA）

2.1 設計条件

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 交通量： | 300 台/日 | 小型トラック、乗用車（2トン）： | 285 | 台/日 | 95 % |
| | | 大型トラック： | 15 | 台/日 | 5 % |
| 設計期間 | | 10年 | | | |
| 交通量の伸率 | | 3 % | | | |
| 路床の設計CBR | | 4 % | | | |

2.2 小型車N（5トン換算輪数） 2トン小型トラック、乗用車




小型車N（5トン換算輪数） = 4 x （0.5/5）$^4$

= 0.0004

2.3 大型車N（5トン換算輪数） １０トン大型トラック

大型車N（5トン換算輪数） = 2 x （1.0/5）$^4$ + 2 x （4.0/5）$^4$

= 0.823

2.4 設計期間における累積5トン換算輪数（N）

$$N = \sum_{i=1}^{10} ( 285 \times 0.0004 + 15 \times 0.823 ) \times 365 \times ( 1.03 )^{i}$$

$$= 52,132$$

2.5　$T_A$（舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚）の算出

$$T_A = 3.84 \times ( 52,132 )^{0.16} / ( 4 )^{0.3}$$

$$= 14.4$$

3　等値換算係数

表3.1 に舗装構成の等値換算係数を示す。

表3.1　　舗装構成等値換算係数

| 舗　　装 | 等値換算係数 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 1.00 |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 0.35 |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 0.25 |

4　舗装構成

4.1　舗装構成の設定

舗装構成は、アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層構造とする。表4.1に示す最小厚以上の構成とし、各層の厚さと等値換算係数を乗したTA'がTAと同等以上となるように各層の厚を設定する。

$TA' = a1T1 + a2T2 + a3T3$　　（式 4.1）

$TA' \geqq TA$

表4.1　　舗装構成最小厚

| 舗　　装 | 舗装最小厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 10cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 12cm |

注：最小厚は粒径の３倍

4.2　設定舗装厚

アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層の厚（cm）を表4.2に設定する。

表4.2　　舗装構成の設定

| 舗　　装 | 舗装厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5 cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 15 cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 20 cm |

$TA' = 5 \times 1.0 + 15 \times 0.35 + 20 \times 0.25$

$= 15.3 \geqq TA = 14.4$

$TA' \geqq TA$

TA'がTAを上回ることから表4.2の層厚を設計舗装厚とする。

10年間における累積5トン換算輪数（N）

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | | | | | 4,548 |
| 2 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | ) | 4,684 |
| 3 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^2$ | 4,824 |
| 4 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^3$ | 4,969 |
| 5 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^4$ | 5,118 |
| 6 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^5$ | 5,272 |
| 7 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^6$ | 5,430 |
| 8 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^7$ | 5,593 |
| 9 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^8$ | 5,761 |
| 10 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^9$ | 5,934 |

N = 52,132

交通量：300台/日、設計CBR6％の事例

1. 舗装厚の設計

1.1 目標舗装厚

日本の舗装設計で用いられているTA法とする。

アスファルト舗装の構造設計に必要な厚さを累積5トン換算輪数（N）に基づき式（1.1）を用いて求める。

$TA=3.84\ N^{0.16} / CBR^{0.3}$ （式 1.1）

TA ： 舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚（cm）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

CBR ： 路床の設計CBR （%）

$N = \sum_{i=1}^{n}$ （N（5トン換算輪数） x 365 x ai） （式 1.2）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

N（5トン換算輪数） ：車両1台の5トン換算輪数

N（5トン換算輪数）= （輪荷重/5）$^4$ x 輪数

n ： 設計期間 （通常10年）

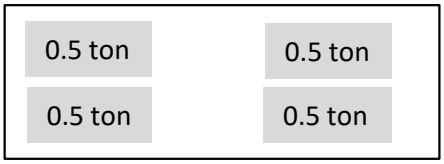
ai ： 交通量の伸率

2 舗装必要厚（TA）

2.1 設計条件

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 交通量： 300 | 台/日 | 小型トラック、乗用車（2トン）： | 285 | 台/日 | 95 % |
| | | 大型トラック： | 15 | 台/日 | 5 % |
| 設計期間 | | 10年 | | | |
| 交通量の伸率 | | 3 % | | | |
| 路床の設計CBR | | 6 % | | | |

2.2 小型車N（5トン換算輪数） 2トン小型トラック、乗用車




小型車N（5トン換算輪数） = 4 x （0.5/5）$^4$

= 0.0004

2.3 大型車N（5トン換算輪数） １０トン大型トラック

大型車N（5トン換算輪数） = 2 x （1.0/5）$^4$ + 2 x （4.0/5）$^4$

= 0.823

2.4 設計期間における累積5トン換算輪数（N）

$$N = \sum_{i=1}^{10} \left( 285 \times 0.0004 + 15 \times 0.823 \right) \times 365 \times \left( 1.03 \right)^{i}$$

$$= 52,132$$

2.5　$T_A$（舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚）の算出

$$T_A = 3.84 \times \left( 52,132 \right)^{0.16} / \left( 6 \right)^{0.3}$$

$$= 12.8$$

3　等値換算係数

表3.1 に舗装構成の等値換算係数を示す。

表3.1　　舗装構成等値換算係数

| 舗　　装 | 等値換算係数 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 1.00 |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 0.35 |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 0.25 |

4　舗装構成

4.1　舗装構成の設定

舗装構成は、アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層構造とする。表4.1に示す最小厚以上の構成とし、各層の厚さと等値換算係数を乗したTA'がTAと同等以上となるように各層の厚を設定する。

$TA' = a1T1 + a2T2 + a3T3$　　（式 4.1）

$TA' \geqq TA$

表4.1　　舗装構成最小厚

| 舗　　装 | 舗装最小厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 10cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 12cm |

注：最小厚は粒径の３倍

4.2　設定舗装厚

アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層の厚（cm）を表4.2に設定する。

表4.2　　舗装構成の設定

| 舗　　装 | 舗装厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5 cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 10 cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 20 cm |

$TA' = 5 \times 1.0 + 10 \times 0.35 + 20 \times 0.25$

$= 13.5 \geqq TA = 12.8$

$TA' \geqq TA$

TA'がTAを上回ることから表4.2の層厚を設計舗装厚とする。

10年間における累積5トン換算輪数（N）

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | | | | | 4,548 |
| 2 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | ) | 4,684 |
| 3 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^2$ | 4,824 |
| 4 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^3$ | 4,969 |
| 5 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^4$ | 5,118 |
| 6 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^5$ | 5,272 |
| 7 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^6$ | 5,430 |
| 8 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^7$ | 5,593 |
| 9 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^8$ | 5,761 |
| 10 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^9$ | 5,934 |

N = 52,132

交通量：300台/日、設計CBR8％の事例

1　舗装厚の設計

1.1　目標舗装厚

日本の舗装設計で用いられているTA法とする。

アスファルト舗装の構造設計に必要な厚さを累積5トン換算輪数（N）に基づき式（1.1）を用いて求める。

$TA=3.84\ N^{0.16} / CBR^{0.3}$　　（式 1.1）

TA　：舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚（cm）

N　：設計期間における累積5トン換算輪数

CBR：路床の設計CBR　(%)

$N = \sum_{i=1}^{n}$（N（5トン換算輪数）　x 365 x ai）　　（式 1.2）

N　：設計期間における累積5トン換算輪数

N（5トン換算輪数）　：車両1台の5トン換算輪数

N（5トン換算輪数）＝（輪荷重/5）$^4$　x 輪数

n　：設計期間　（通常10年）

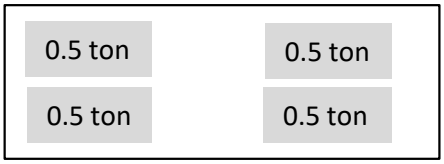
ai　：交通量の伸率

2　舗装必要厚（TA）

2.1　設計条件

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 交通量： | 300　台/日 | 小型トラック、乗用車（2トン）： | 285 | 台/日 | 95 % |
| | | 大型トラック： | 15 | 台/日 | 5 % |
| 設計期間 | | 10年 | | | |
| 交通量の伸率 | | 3 % | | | |
| 路床の設計CBR | | 8 % | | | |

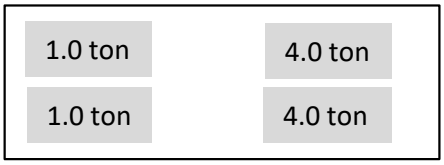
2.2　小型車N（5トン換算輪数）　2トン小型トラック、乗用車




小型車N（5トン換算輪数）　＝　4 x （0.5/5）$^4$

＝　0.0004

2.3　大型車N（5トン換算輪数）　１０トン大型トラック




大型車N（5トン換算輪数）　＝　2 x （1.0/5）$^4$ ＋　2 x （4.0/5）$^4$

＝　0.823

2.4　設計期間における累積5トン換算輪数（N）

$$N = \sum_{i=1}^{10} \left( 285 \times 0.0004 + 15 \times 0.823 \right) \times 365 \times \left( 1.03 \right)^{i}$$

$$= 52,132$$

2.5　TA（舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚）の算出

$$TA = 3.84 \times \left( 52,132 \right)^{0.16} / \left( 8 \right)^{0.3}$$

$$= 11.7$$

3　等値換算係数

表3.1 に舗装構成の等値換算係数を示す。

表3.1　舗装構成等値換算係数

| 舗　　装 | 等値換算係数 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 1.00 |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 0.35 |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 0.25 |

4　舗装構成

4.1　舗装構成の設定

舗装構成は、アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層構造とする。表4.1に示す最小厚以上の構成とし、各層の厚さと等値換算係数を乗したTA'がTAと同等以上となるように各層の厚を設定する。

$TA' = a1T1 + a2T2 + a3T3$　　（式 4.1）

$TA' \geqq TA$

表4.1　舗装構成最小厚

| 舗　　装 | 舗装最小厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 10cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 12cm |

注：最小厚は粒径の３倍

4.2　設定舗装厚

アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層の厚（cm）を表4.2に設定する。

表4.2　舗装構成の設定

| 舗　　装 | 舗装厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5 cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 10 cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 15 cm |

$TA' = 5 \times 1.0 + 10 \times 0.35 + 15 \times 0.25$

$= 12.3 \geqq TA = 11.7$

$TA' \geqq TA$

TA'がTAを上回ることから表4.2の層厚を設計舗装厚とする。

10年間における累積5トン換算輪数（N）

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | | | | | 4,548 |
| 2 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | ) | 4,684 |
| 3 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^2$ | 4,824 |
| 4 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^3$ | 4,969 |
| 5 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^4$ | 5,118 |
| 6 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^5$ | 5,272 |
| 7 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^6$ | 5,430 |
| 8 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^7$ | 5,593 |
| 9 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^8$ | 5,761 |
| 10 年目 | ( | 0.0004 | x | 285 | + | 0.823 | x | 15 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^9$ | 5,934 |

N = 52,132

交通量：500台/日、設計CBR4％の事例

1. 舗装厚の設計

1.1 目標舗装厚

日本の舗装設計で用いられているTA法とする。

アスファルト舗装の構造設計に必要な厚さを累積5トン換算輪数（N）に基づき式（1.1）を用いて求める。

$TA=3.84\ N^{0.16} / CBR^{0.3}$ （式 1.1）

TA ： 舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚（cm）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

CBR ： 路床の設計CBR （%）

$N = \sum_{i=1}^{n}$ （N（5トン換算輪数） x 365 x ai） （式 1.2）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

N（5トン換算輪数） ：車両1台の5トン換算輪数

N（5トン換算輪数）= （輪荷重/5）$^4$ x 輪数

n ： 設計期間 （通常10年）

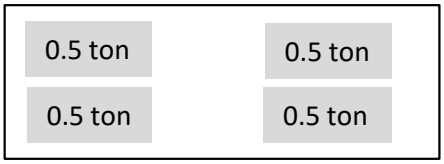
ai ： 交通量の伸率

2 舗装必要厚（TA）

2.1 設計条件

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 交通量： 500 | 台/日 | 小型トラック、乗用車（2トン）： | 475 | 台/日 | 95 % |
| | | 大型トラック： | 25 | 台/日 | 5 % |
| 設計期間 | | 10年 | | | |
| 交通量の伸率 | | 3 % | | | |
| 路床の設計CBR | | 4 % | | | |

2.2 小型車N（5トン換算輪数） 2トン小型トラック、乗用車




小型車N（5トン換算輪数） = 4 x （0.5/5）$^4$

= 0.0004

2.3 大型車N（5トン換算輪数） １０トン大型トラック

大型車N（5トン換算輪数） = 2 x （1.0/5）$^4$ + 2 x （4.0/5）$^4$

= 0.823

2.4 設計期間における累積5トン換算輪数（N）

$$N = \sum_{i=1}^{10} \left( 475 \times 0.0004 + 25 \times 0.823 \right) \times 365 \times \left( 1.03 \right)^{i}$$

$$= 86,887$$

2.5　$T_A$（舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚）の算出

$$T_A = 3.84 \times \left( 86,887 \right)^{0.16} / \left( 4 \right)^{0.3}$$

$$= 15.6$$

3　等値換算係数

表3.1 に舗装構成の等値換算係数を示す。

表3.1　　舗装構成等値換算係数

| 舗　　装 | 等値換算係数 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 1.00 |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 0.35 |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 0.25 |

4　舗装構成

4.1　舗装構成の設定

舗装構成は、アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層構造とする。表4.1に示す最小厚以上の構成とし、各層の厚さと等値換算係数を乗したTA'がTAと同等以上となるように各層の厚を設定する。

$TA' = a1T1 + a2T2 + a3T3$　　（式 4.1）

$TA' \geqq TA$

表4.1　　舗装構成最小厚

| 舗　　装 | 舗装最小厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 10cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 12cm |

注：最小厚は粒径の３倍

4.2　設定舗装厚

アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層の厚（cm）を表4.2に設定する。

表4.2　　舗装構成の設定

| 舗　　装 | 舗装厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5 cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 15 cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 25 cm |

$TA' = 5 \times 1.0 + 15 \times 0.35 + 25 \times 0.25$

$= 16.5 \geqq TA = 15.6$

$TA' \geqq TA$

TA'がTAを上回ることから表4.2の層厚を設計舗装厚とする。

10年間における累積5トン換算輪数（N）

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | | | | | 7,579 |
| 2 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | ) | 7,807 |
| 3 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^2$ | 8,041 |
| 4 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^3$ | 8,282 |
| 5 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^4$ | 8,530 |
| 6 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^5$ | 8,786 |
| 7 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^6$ | 9,050 |
| 8 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^7$ | 9,321 |
| 9 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^8$ | 9,601 |
| 10 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^9$ | 9,889 |

N = 86,887

交通量：500台/日、設計CBR6％の事例

1. 舗装厚の設計

1.1 目標舗装厚

日本の舗装設計で用いられているTA法とする。

アスファルト舗装の構造設計に必要な厚さを累積5トン換算輪数（N）に基づき式（1.1）を用いて求める。

$TA=3.84\ N^{0.16} / CBR^{0.3}$ （式 1.1）

TA ： 舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚（cm）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

CBR ： 路床の設計CBR （%）

$N = \sum_{i=1}^{n}$ （N（5トン換算輪数） x 365 x ai） （式 1.2）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

N（5トン換算輪数） ：車両1台の5トン換算輪数

N（5トン換算輪数）= （輪荷重/5）$^4$ x 輪数

n ： 設計期間 （通常10年）

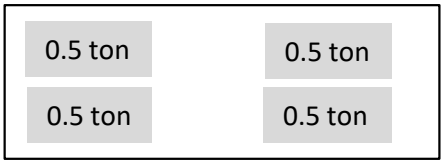
ai ： 交通量の伸率

2 舗装必要厚（TA）

2.1 設計条件

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 交通量： 500 | 台/日 | 小型トラック、乗用車（2トン）： | 475 | 台/日 | 95 % |
| | | 大型トラック： | 25 | 台/日 | 5 % |
| 設計期間 | | 10年 | | | |
| 交通量の伸率 | | 3 % | | | |
| 路床の設計CBR | | 6 % | | | |

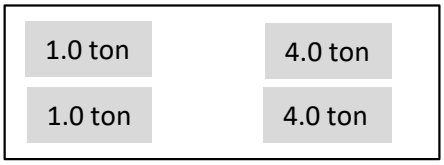
2.2 小型車N（5トン換算輪数） 2トン小型トラック、乗用車




小型車N（5トン換算輪数） = 4 x （0.5/5）$^4$

= 0.0004

2.3 大型車N（5トン換算輪数） １０トン大型トラック




大型車N（5トン換算輪数） = 2 x （1.0/5）$^4$ + 2 x （4.0/5）$^4$

= 0.823

2.4 設計期間における累積5トン換算輪数（N）

$$N = \sum_{i=1}^{10} \left( 475 \times 0.0004 + 25 \times 0.823 \right) \times 365 \times \left( 1.03 \right)^{i}$$

$$= 86,887$$

2.5　$T_A$（舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚）の算出

$$T_A = 3.84 \times \left( 86,887 \right)^{0.16} / \left( 6 \right)^{0.3}$$

$$= 13.8$$

3　等値換算係数

表3.1 に舗装構成の等値換算係数を示す。

表3.1　　舗装構成等値換算係数

| 舗　　装 | 等値換算係数 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 1.00 |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 0.35 |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 0.25 |

4　舗装構成

4.1　舗装構成の設定

舗装構成は、アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層構造とする。表4.1に示す最小厚以上の構成とし、各層の厚さと等値換算係数を乗したTA'がTAと同等以上となるように各層の厚を設定する。

$TA' = a1T1 + a2T2 + a3T3$　　（式 4.1）

$TA' \geqq TA$

表4.1　　舗装構成最小厚

| 舗　　装 | 舗装最小厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 10cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 12cm |

注：最小厚は粒径の３倍

4.2　設定舗装厚

アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層の厚（cm）を表4.2に設定する。

表4.2　　舗装構成の設定

| 舗　　装 | 舗装厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5 cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 15 cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 20 cm |

$TA' = 5 \times 1.0 + 15 \times 0.35 + 20 \times 0.25$

$= 15.3 \geqq TA = 13.8$

$TA' \geqq TA$

TA'がTAを上回ることから表4.2の層厚を設計舗装厚とする。

10年間における累積5トン換算輪数（N）

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | | | | | 7,579 |
| 2 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | ) | 7,807 |
| 3 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^2$ | 8,041 |
| 4 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^3$ | 8,282 |
| 5 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^4$ | 8,530 |
| 6 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^5$ | 8,786 |
| 7 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^6$ | 9,050 |
| 8 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^7$ | 9,321 |
| 9 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^8$ | 9,601 |
| 10 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^9$ | 9,889 |

N = 86,887

交通量：500台/日、設計CBR8％の事例

1. 舗装厚の設計

1.1 目標舗装厚

日本の舗装設計で用いられているTA法とする。

アスファルト舗装の構造設計に必要な厚さを累積5トン換算輪数（N）に基づき式（1.1）を用いて求める。

$TA=3.84\ N^{0.16} / CBR^{0.3}$ （式 1.1）

TA ： 舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚（cm）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

CBR ： 路床の設計CBR （%）

$N = \sum_{i=1}^{n}$ （N（5トン換算輪数） x 365 x ai） （式 1.2）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

N（5トン換算輪数） ：車両1台の5トン換算輪数

N（5トン換算輪数）= （輪荷重/5）$^4$ x 輪数

n ： 設計期間 （通常10年）

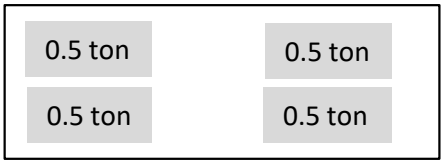
ai ： 交通量の伸率

2 舗装必要厚（TA）

2.1 設計条件

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 交通量： | 500 | 台/日 | 小型トラック、乗用車（2トン）： | 475 台/日 | 95 % |
| | | | 大型トラック： | 25 台/日 | 5 % |
| 設計期間 | | | 10年 | | |
| 交通量の伸率 | | | 3 % | | |
| 路床の設計CBR | | | 8 % | | |

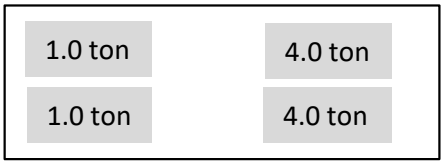
2.2 小型車N（5トン換算輪数） 2トン小型トラック、乗用車




小型車N（5トン換算輪数） = 4 x （0.5/5）$^4$

= 0.0004

2.3 大型車N（5トン換算輪数） １０トン大型トラック




大型車N（5トン換算輪数） = 2 x （1.0/5）$^4$ + 2 x （4.0/5）$^4$

= 0.823

2.4 設計期間における累積5トン換算輪数（N）

$$N = \sum_{i=1}^{10} \left( 475 \times 0.0004 + 25 \times 0.823 \right) \times 365 \times \left( 1.03 \right)^{i}$$

$$= 86,887$$

2.5　TA（舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚）の算出

$$TA = 3.84 \times \left( 86,887 \right)^{0.16} / \left( 8 \right)^{0.3}$$

$$= 12.7$$

3　等値換算係数

表3.1 に舗装構成の等値換算係数を示す。

表3.1　舗装構成等値換算係数

| 舗　　装 | 等値換算係数 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 1.00 |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 0.35 |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 0.25 |

4　舗装構成

4.1　舗装構成の設定

舗装構成は、アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層構造とする。表4.1に示す最小厚以上の構成とし、各層の厚さと等値換算係数を乗したTA'がTAと同等以上となるように各層の厚を設定する。

$$TA' = a1T1 + a2T2 + a3T3 \qquad \text{（式 4.1）}$$

$$TA' \geqq TA$$

表4.1　舗装構成最小厚

| 舗　　装 | 舗装最小厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 10cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 12cm |

注：最小厚は粒径の３倍

4.2　設定舗装厚

アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層の厚（cm）を表4.2に設定する。

表4.2　舗装構成の設定

| 舗　　装 | 舗装厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5 cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 10 cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 20 cm |

$$TA' = 5 \times 1.0 + 10 \times 0.35 + 20 \times 0.25$$

$$= 13.5 \geqq TA = 12.7$$

$$TA' \geqq TA$$

TA'がTAを上回ることから表4.2の層厚を設計舗装厚とする。

10年間における累積5トン換算輪数（N）

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | | | | 7,579 |
| 2 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( 1.03 ) | | 7,807 |
| 3 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( 1.03 ) | $^2$ | 8,041 |
| 4 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( 1.03 ) | $^3$ | 8,282 |
| 5 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( 1.03 ) | $^4$ | 8,530 |
| 6 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( 1.03 ) | $^5$ | 8,786 |
| 7 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( 1.03 ) | $^6$ | 9,050 |
| 8 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( 1.03 ) | $^7$ | 9,321 |
| 9 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( 1.03 ) | $^8$ | 9,601 |
| 10 年目 | ( | 0.0004 | x | 475 | + | 0.823 | x | 25 | ) | x 365 | x | ( 1.03 ) | $^9$ | 9,889 |

N = 86,887

交通量：1,000台/日、設計CBR4％の事例

1. 舗装厚の設計

1.1 目標舗装厚

日本の舗装設計で用いられているTA法とする。

アスファルト舗装の構造設計に必要な厚さを累積5トン換算輪数（N）に基づき式（1.1）を用いて求める。

$TA=3.84\ N^{0.16} / CBR^{0.3}$ （式 1.1）

TA ： 舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚（cm）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

CBR ： 路床の設計CBR （%）

$N = \sum_{i=1}^{n}$ （N（5トン換算輪数） x 365 x ai） （式 1.2）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

N（5トン換算輪数） ：車両1台の5トン換算輪数

N（5トン換算輪数）= （輪荷重/5）$^4$ x 輪数

n ： 設計期間 （通常10年）

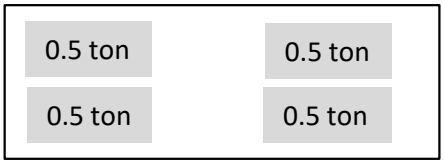
ai ： 交通量の伸率

2 舗装必要厚（TA）

2.1 設計条件

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 交通量： 1000 台/日 | 小型トラック、乗用車（2トン）： | 950 | 台/日 | 95 % |
| | 大型トラック： | 50 | 台/日 | 5 % |
| 設計期間 | 10年 | | | |
| 交通量の伸率 | 3 % | | | |
| 路床の設計CBR | 4 % | | | |

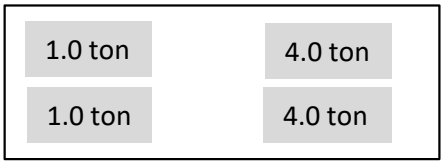
2.2 小型車N（5トン換算輪数） 2トン小型トラック、乗用車




小型車N（5トン換算輪数） = 4 x （0.5/5）$^4$

= 0.0004

2.3 大型車N（5トン換算輪数） １０トン大型トラック




大型車N（5トン換算輪数） = 2 x （1.0/5）$^4$ + 2 x （4.0/5）$^4$

= 0.823

2.4 設計期間における累積5トン換算輪数（N）

$$N = \sum_{i=1}^{10} \left( 950 \times 0.0004 + 50 \times 0.823 \right) \times 365 \times \left( 1.03 \right)^{i}$$

$$= 173,775$$

2.5　TA（舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚）の算出

$$TA = 3.84 \times \left( 173,775 \right)^{0.16} / \left( 4 \right)^{0.3}$$

$$= 17.5$$

3　等値換算係数

表3.1 に舗装構成の等値換算係数を示す。

表3.1　舗装構成等値換算係数

| 舗　　装 | 等値換算係数 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 1.00 |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 0.35 |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 0.25 |

4　舗装構成

4.1　舗装構成の設定

舗装構成は、アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層構造とする。表4.1に示す最小厚以上の構成とし、各層の厚さと等値換算係数を乗したTA'がTAと同等以上となるように各層の厚を設定する。

$TA' = a1T1 + a2T2 + a3T3$　　（式 4.1）

$TA' \geqq TA$

表4.1　舗装構成最小厚

| 舗　　装 | 舗装最小厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 10cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 12cm |

注：最小厚は粒径の３倍

4.2　設定舗装厚

アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層の厚（cm）を表4.2に設定する。

表4.2　舗装構成の設定

| 舗　　装 | 舗装厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5 cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 15 cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 30 cm |

$TA' = 5 \times 1.0 + 15 \times 0.35 + 30 \times 0.25$

$= 17.8 \geqq TA = 17.5$

$TA' \geqq TA$

TA'がTAを上回ることから表4.2の層厚を設計舗装厚とする。

10年間における累積5トン換算輪数（N）

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | | | | | 15,158 |
| 2 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | ) | 15,613 |
| 3 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^2$ | 16,082 |
| 4 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^3$ | 16,564 |
| 5 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^4$ | 17,061 |
| 6 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^5$ | 17,573 |
| 7 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^6$ | 18,100 |
| 8 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^7$ | 18,643 |
| 9 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^8$ | 19,202 |
| 10 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^9$ | 19,778 |

N = 173,775

交通量：1,000台/日、設計CBR6％の事例

1. 舗装厚の設計

1.1 目標舗装厚

日本の舗装設計で用いられているTA法とする。

アスファルト舗装の構造設計に必要な厚さを累積5トン換算輪数（N）に基づき式（1.1）を用いて求める。

$TA=3.84\ N^{0.16} / CBR^{0.3}$ （式 1.1）

TA ： 舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚（cm）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

CBR ： 路床の設計CBR （%）

$N = \sum_{i=1}^{n}$ （N（5トン換算輪数） x 365 x ai） （式 1.2）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

N（5トン換算輪数） ：車両1台の5トン換算輪数

N（5トン換算輪数）= （輪荷重/5）$^4$ x 輪数

n ： 設計期間 （通常10年）

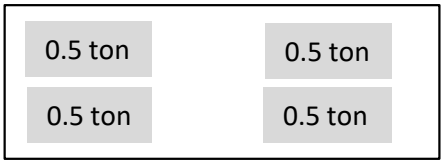
ai ： 交通量の伸率

2 舗装必要厚（TA）

2.1 設計条件

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 交通量： 1000 台/日 | 小型トラック、乗用車（2トン）： | 950 | 台/日 | 95 % |
| | 大型トラック： | 50 | 台/日 | 5 % |
| 設計期間 | 10年 | | | |
| 交通量の伸率 | 3 % | | | |
| 路床の設計CBR | 6 % | | | |

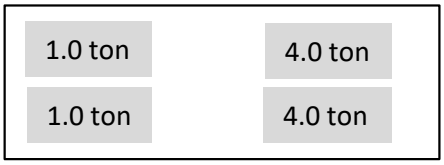
2.2 小型車N（5トン換算輪数） 2トン小型トラック、乗用車




小型車N（5トン換算輪数） = 4 x （0.5/5）$^4$

= 0.0004

2.3 大型車N（5トン換算輪数） １０トン大型トラック




大型車N（5トン換算輪数） = 2 x （1.0/5）$^4$ + 2 x （4.0/5）$^4$

= 0.823

2.4 設計期間における累積5トン換算輪数（N）

$$N = \sum_{i=1}^{10} \left( 950 \times 0.0004 + 50 \times 0.823 \right) \times 365 \times \left( 1.03 \right)^{i}$$

$$= 173,775$$

2.5　TA（舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚）の算出

$$TA = 3.84 \times \left( 173,775 \right)^{0.16} / \left( 6 \right)^{0.3}$$

$$= 15.5$$

3　等値換算係数

表3.1 に舗装構成の等値換算係数を示す。

表3.1　舗装構成等値換算係数

| 舗　　装 | 等値換算係数 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 1.00 |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 0.35 |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 0.25 |

4　舗装構成

4.1　舗装構成の設定

舗装構成は、アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層構造とする。表4.1に示す最小厚以上の構成とし、各層の厚さと等値換算係数を乗したTA'がTAと同等以上となるように各層の厚を設定する。

$$TA' = a1T1 + a2T2 + a3T3 \qquad \text{（式 4.1）}$$

$$TA' \geqq TA$$

表4.1　舗装構成最小厚

| 舗　　装 | 舗装最小厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 10cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 12cm |

注：最小厚は粒径の３倍

4.2　設定舗装厚

アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層の厚（cm）を表4.2に設定する。

表4.2　舗装構成の設定

| 舗　　装 | 舗装厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5 cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 15 cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 25 cm |

$$TA' = 5 \times 1.0 + 15 \times 0.35 + \mathbf{25} \times 0.25$$

$$= 16.5 \geqq TA = 15.5$$

$$TA' \geqq TA$$

TA'がTAを上回ることから表4.2の層厚を設計舗装厚とする。

10年間における累積5トン換算輪数（N）

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | | | | | 15,158 |
| 2 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | ) | 15,613 |
| 3 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^2$ | 16,082 |
| 4 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^3$ | 16,564 |
| 5 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^4$ | 17,061 |
| 6 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^5$ | 17,573 |
| 7 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^6$ | 18,100 |
| 8 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^7$ | 18,643 |
| 9 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^8$ | 19,202 |
| 10 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^9$ | 19,778 |

N = 173,775

交通量：1,000台/日、設計CBR8％の事例

1. 舗装厚の設計

1.1 目標舗装厚

日本の舗装設計で用いられているTA法とする。

アスファルト舗装の構造設計に必要な厚さを累積5トン換算輪数（N）に基づき式（1.1）を用いて求める。

$TA=3.84\ N^{0.16} / CBR^{0.3}$ （式 1.1）

TA ： 舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚（cm）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

CBR ： 路床の設計CBR （%）

$N = \sum_{i=1}^{n}$ （N（5トン換算輪数） x 365 x ai） （式 1.2）

N ： 設計期間における累積5トン換算輪数

N（5トン換算輪数） ：車両1台の5トン換算輪数

N（5トン換算輪数）= （輪荷重/5）$^4$ x 輪数

n ： 設計期間 （通常10年）

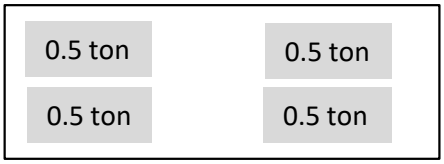
ai ： 交通量の伸率

2 舗装必要厚（TA）

2.1 設計条件

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 交通量： 1000 台/日 | 小型トラック、乗用車（2トン）： | 950 | 台/日 | 95 % |
| | 大型トラック： | 50 | 台/日 | 5 % |
| 設計期間 | 10年 | | | |
| 交通量の伸率 | 3 % | | | |
| 路床の設計CBR | 8 % | | | |

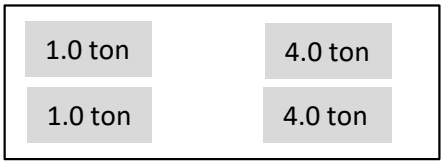
2.2 小型車N（5トン換算輪数） 2トン小型トラック、乗用車




小型車N（5トン換算輪数） = 4 x （0.5/5）$^4$

= 0.0004

2.3 大型車N（5トン換算輪数） １０トン大型トラック




大型車N（5トン換算輪数） = 2 x （1.0/5）$^4$ + 2 x （4.0/5）$^4$

= 0.823

2.4 設計期間における累積5トン換算輪数（N）

$$N = \sum_{i=1}^{10} \left( 950 \times 0.0004 + 50 \times 0.823 \right) \times 365 \times \left( 1.03 \right)^{i}$$

$$= 173,775$$

2.5　TA（舗装各層をアスファルト混合物で設計した時の必要厚）の算出

$$TA = 3.84 \times \left( 173,775 \right)^{0.16} / \left( 8 \right)^{0.3}$$

$$= 14.2$$

3　等値換算係数

表3.1 に舗装構成の等値換算係数を示す。

表3.1　舗装構成等値換算係数

| 舗　　装 | 等値換算係数 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 1.00 |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 0.35 |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 0.25 |

4　舗装構成

4.1　舗装構成の設定

舗装構成は、アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層構造とする。表4.1に示す最小厚以上の構成とし、各層の厚さと等値換算係数を乗したTA'がTAと同等以上となるように各層の厚を設定する。

$TA' = a1T1 + a2T2 + a3T3$　　（式 4.1）

$TA' \geqq TA$

表4.1　舗装構成最小厚

| 舗　　装 | 舗装最小厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 10cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 12cm |

注：最小厚は粒径の３倍

4.2　設定舗装厚

アスファルト表層工、上層路盤、下層路盤の3層の厚（cm）を表4.2に設定する。

表4.2　舗装構成の設定

| 舗　　装 | 舗装厚 |
|---|---|
| アスファルト表層・基層 | 5 cm |
| 上層路盤（粒度調整砕石）　(M-30) | 15 cm |
| 下層路盤（砕石）　(C-40) | 20 cm |

$TA' = 5 \times 1.0 + 15 \times 0.35 + 20 \times 0.25$

$= 15.3 \geqq TA = 14.2$

$TA' \geqq TA$

TA'がTAを上回ることから表4.2の層厚を設計舗装厚とする。

10年間における累積5トン換算輪数（N）

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | | | | | 15,158 |
| 2 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | ) | 15,613 |
| 3 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^2$ | 16,082 |
| 4 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^3$ | 16,564 |
| 5 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^4$ | 17,061 |
| 6 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^5$ | 17,573 |
| 7 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^6$ | 18,100 |
| 8 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^7$ | 18,643 |
| 9 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^8$ | 19,202 |
| 10 年目 | ( | 0.0004 | x | 950 | + | 0.823 | x | 50 | ) | x 365 | x | ( | 1.03 | $)^9$ | 19,778 |

N = 173,775

MINISTRY of WORKS
and TRANSPORT

ADVISOR FOR CAPACITY DEVELOPMENT
IN ROAD CONSTRUCTION AND MAINTENANCE

# Road Construction and Maintenance

## Drainage

**September 2022**

**Japan International Cooperation Agency (JICA)**
**Yachiyo Engineering Co., Ltd. (yec)**

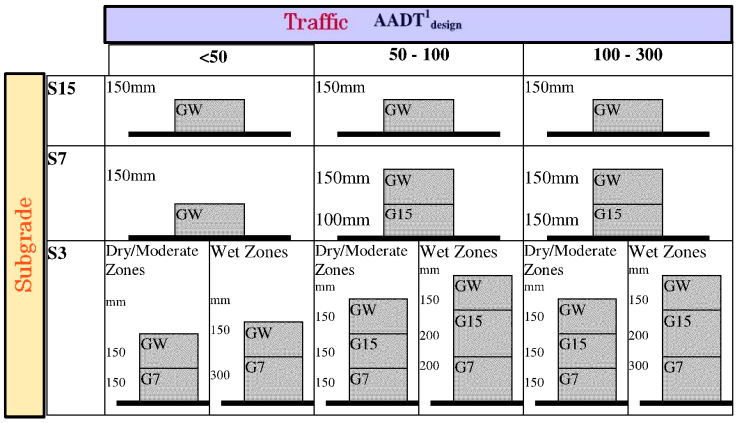
MINISTRY of WORKS
and TRANSPORT

ADVISOR FOR CAPACITY DEVELOPMENT
IN ROAD CONSTRUCTION AND MAINTENANCE

MoWT

| Item | Length | Pavement |
|---|---|---|
| District Road | 38,603 km | DBST |
| Community Access Road | 79,947 km | Gravel |

## Pavement Structure




Source:
Volume 3: Pavement Design
Part III Gravel Roads

MINISTRY of WORKS
and TRANSPORT
District Road and Community Access Road

## Purpose of the Pavement

Keep Road Conditions as Follow

- Safety
- Smooth
- Comfortable

The terrain near the Community Access road is flat and flooded during a rainy season.

The rainwater permeates the road surface and weaken the pavement structure.

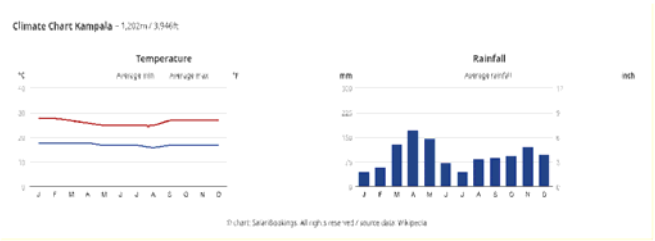
MINISTRY of WORKS
and TRANSPORT
District Road and Community Access Road

## Current Condition of the Pavement

Rainwater pond on the road surface.
The road surface is muddy.

# Issues of community access road

1. Climate: 2 rainy seasons/ year
2. Terrain: Flat
3. Ground water level: High



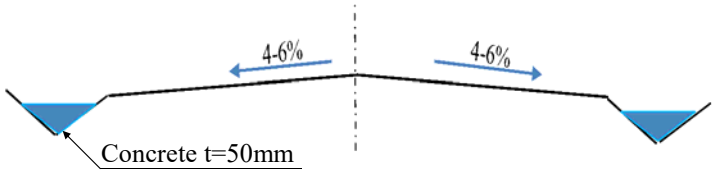



# Counter-measures

1. Rainwater:
   Transvers slope and side ditches.
2. Drainage system
   Installation of under-ground drainage
3. Pavement structure
   Review of layer thickness

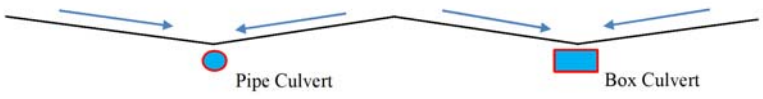
# 1. Transvers slope and side ditches

Transverse slope shall be 4-6% in order to remove rainwater quickly on the road surface.



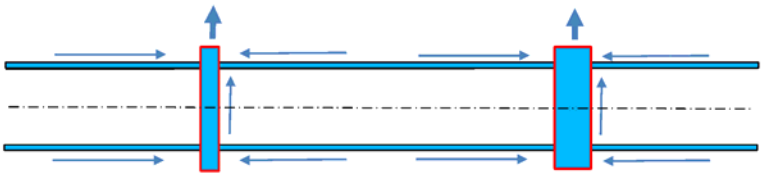

Cross Section

MINISTRY of WORKS
and TRANSPORT
District Road and Community Access Road




Profile

Remarks: vertical slope: minimum 0.3%

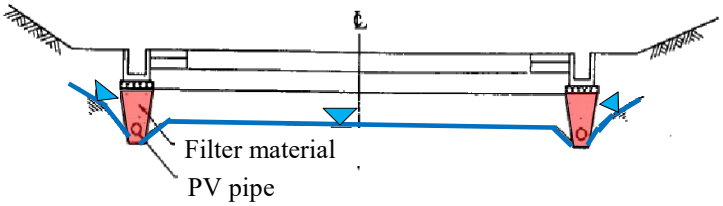


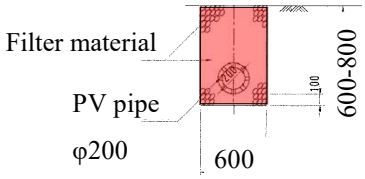
Plan

## Pipe Culvert

### Install protections on the Inlet and outlet

## 2. Under-ground drainage




Remarks:

The key point is the drainage of water collected in PV pipe.

Vertical slope shall be minimum 0.3%

# 3. Pavement layer thickness

In case of the pavement surface is soaked, the strength of the pavement layer is reduced.

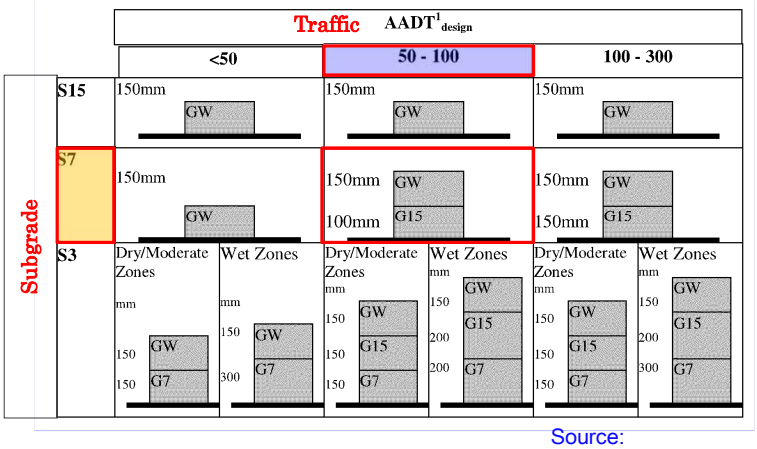
Subgrade CBR⇒20% reduce

Base course granular material elasticity ⇒ 30% reduce

Remarks:
Japanese research institute report

MINISTRY of WORKS
and TRANSPORT
District Road and Community Access Road

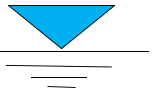
## Case Study




Source:
Volume 3: Pavement Design
Part III Gravel Roads

Traffic: AADT 50-100
Subgrade: S7 (CBR 7-14%)

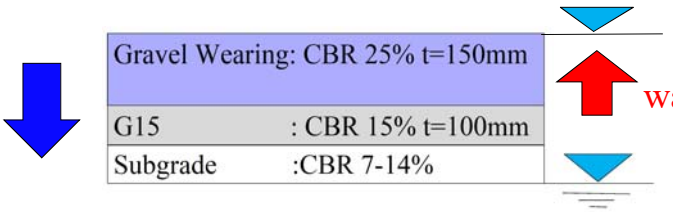
| Gravel Wearing: CBR 25% t=150mm | |
|---|---|
| G15 | : CBR 15% t=100mm |
| Subgrade | :CBR 7-14% |





Case Study

This pavement structure does not consider groundwater.




Consider the pavement layer thickness in case of the groundwater level is at the top of the pavement.

# Case Study

## Design Subgrade CBR 14-7%

⇓

## Subgrade CBR⇒20% reduce

| Design CBR (%) | | Soaked :20% reduce |
|---|---|---|
| 14 | → | 11.2 |
| 7 | → | 5.6 |



## Pavement design formula

- $SN = 3.07N^{0.16}/CBR^{0.3}$

SN : Total Pavement thickness converted into an equivalent thickness of hot mix asphalt. (same as SN)

N : Number of equivalent wheel loads to 49kN (49kNEWLs)

CBR: Design CBR (Subgrade)

Remarks:
Japan Road Association

## Pavement thickness

Original

$SN(1)=3.07\ N^{0.16}/(14.0)^{0.3}$

Soaked

$SN(2)=3.07\ N^{0.16}/(11.2)^{0.3}$

→ $SN(2)/SN(1)=1.07$

In case of 20% reduction in subgrade CBR, requires 7% increase in pavement thickness (SN)

Even if the CBR is changed,
the increase rate 7% does not change.



## Pavement thickness

$SN=a_1 \times t_1+a_2 \times t_2$

$a_i$: $i^{th}$ layer coefficient
$t_i$: $i^{th}$ layer thickness (inches)

| Gravel Wearing: CBR 25% t=150mm |
|---|
| G15 : CBR 15% t=100mm |

MINISTRY of WORKS
and TRANSPORT

Pavement Structure

## Gravel Wearing : CBR 25

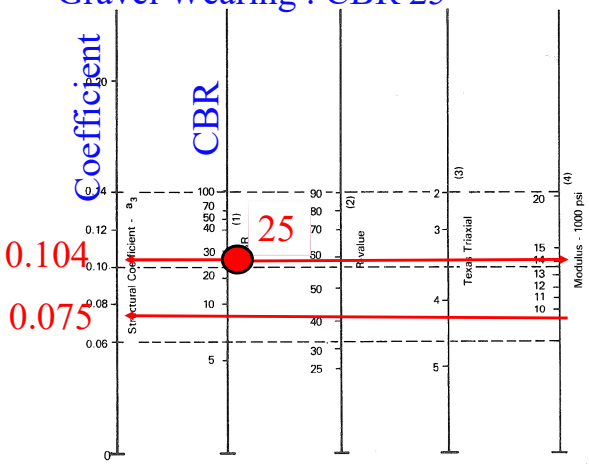



Figure Source:
Design of Pavement Structures (AASHTO)

Granular Base course Coefficient with Strength

MINISTRY of WORKS
and TRANSPORT

Pavement Structure

## G 15 : CBR 15

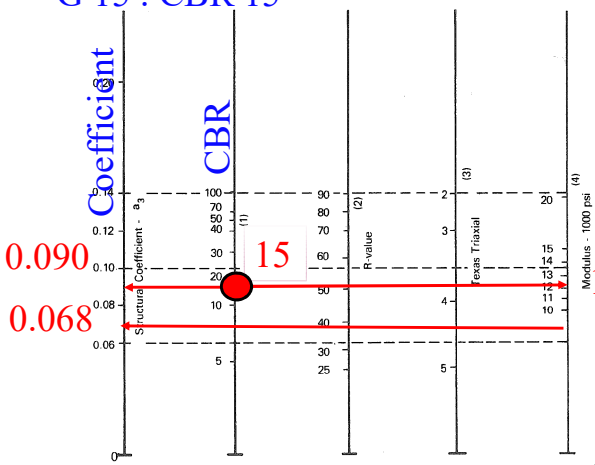



Figure Source:
Design of Pavement Structures (AASHTO)

Granular Base course Coefficient with Strength

MINISTRY of WORKS and TRANSPORT

Pavement Structure

## Pavement thickness

$SN=a_1 \times t_1+a_2 \times t_2$

$SN=0.104 \times (15/2.54) +0.09 \times (10/2.54)$

$=0.9685$

| Gravel Wearing: CBR 25% t=150mm |
|---|
| G15 : CBR 15% t=100mm |

* 1 inch = 2.54 cm

MINISTRY of WORKS and TRANSPORT

Pavement Structure

## Pavement thickness (soaked)

$1.07 \times SN=1.036$

$SN=0.075 \times (17/2.54) +0.068 \times (20/2.54)$

$=1.0374>1.036$ (Soaked required SN)

| Gravel Wearing: CBR 25% t=170mm (9%) |
|---|
| G15 : CBR 15% t=200mm (7%) |
| Subgrade :CBR 7-14% (5.6-11.2) |

## Pavement thickness (soaked)

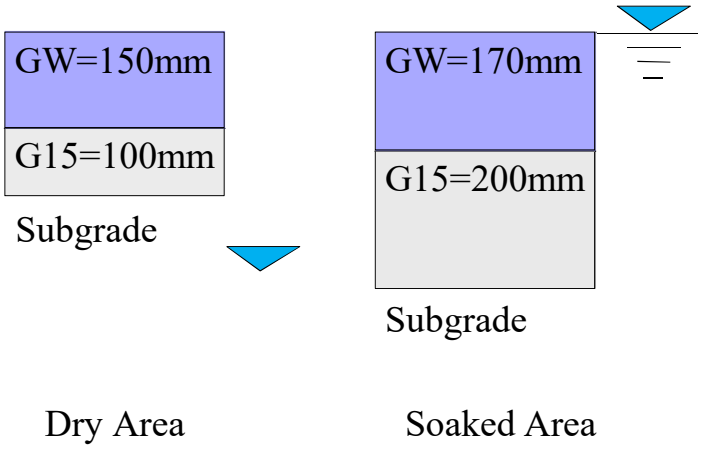
1.07 x SN=1.036

SN=0.075 x (17/2.54) +0.068 x (20/2.54)
=1.0374>1.036 (Soaked required SN)

| | |
|---|---|
| Gravel Wearing: CBR 25% t=170mm (9%) | |
| G15 | : CBR 15% t=200mm (7%) |
| Subgrade | :CBR 7-14% (5.6-11.2) |



## Pavement thickness (soaked)



**別紙2**

# MoWT 機材ワークショップの更新案

## 1. 中央ワークショップ

(1) 建屋

a) 車体ショップ、機械ショップ、溶接ショップ、油圧ショップ、電装品ショップ、タイヤショップ、機械室、工場トイレ等

サイズ：45,000mm x 25,000mm = 1,125m²

概算費用：1,125m²x USD4,000/m² = USD4,500,000

b) 工場事務所、工具室、事務所トイレ等

サイズ：7,500mm x 15,000mm = 112.5m²

概算費用：112.5m² x USD4,000/m² = USD450,000

c) 倉庫

サイズ：7,500mm x 10,000mm=75m²

概算費用：75m² x USD4,000/m² = USD300,000

小計（a～c） USD5,250,000

(2) 機材

| No. | ショップ名 | 機材名 | 数量 | 金額（USD） |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 車体ショップ | 油圧プレス、電動工具、ジャッキ、吊り具、工具等 | 1 式 | 478,500 |
| 2 | 機械ショップ | 旋盤、フライス盤、ボール盤等 | 1 式 | 321,000 |
| 3 | エンジンショップ | エンジンスタンド、エンジン分解組み立て工具類等 | 1 式 | 85,700 |
| 4 | 溶接ショップ | アーク溶接機、ガス溶接機器、溶接関連工具等 | 1 式 | 114,000 |
| 5 | 油圧ショップ | シリンダー分組スタンド、ポンプ・モータ工具等 | 1 式 | 107,000 |
| 6 | 電装品ショップ | オルタネータ・スタータ試験器、爺電気器、 | 1 式 | 40,000 |
| 7 | タイヤショップ | タイヤチェンジャー、エアーコンプレッサー | 1 式 | 386,000 |
| 8 | 工具室（工具等） | 共通使用特殊工具、共通使用大型工具類 | 1 式 | 178,000 |
| 9 | 洗車機材 | 洗車機（USD30,000/1 台） | 2 台 | 60,000 |
| 10 | スペアーパーツ | 各ショップの機械についての部品 | 1 式 | 22,000 |
| 11 | O/H クレーン | 3 トン能力(USD115,000/1 台) | 6 台 | 690,000 |
| 12 | O/H クレーン | 5 トン能力(USD150,000/1 台) | 2 台 | 300,000 |
| | | | 計 | USD2,782,200 |

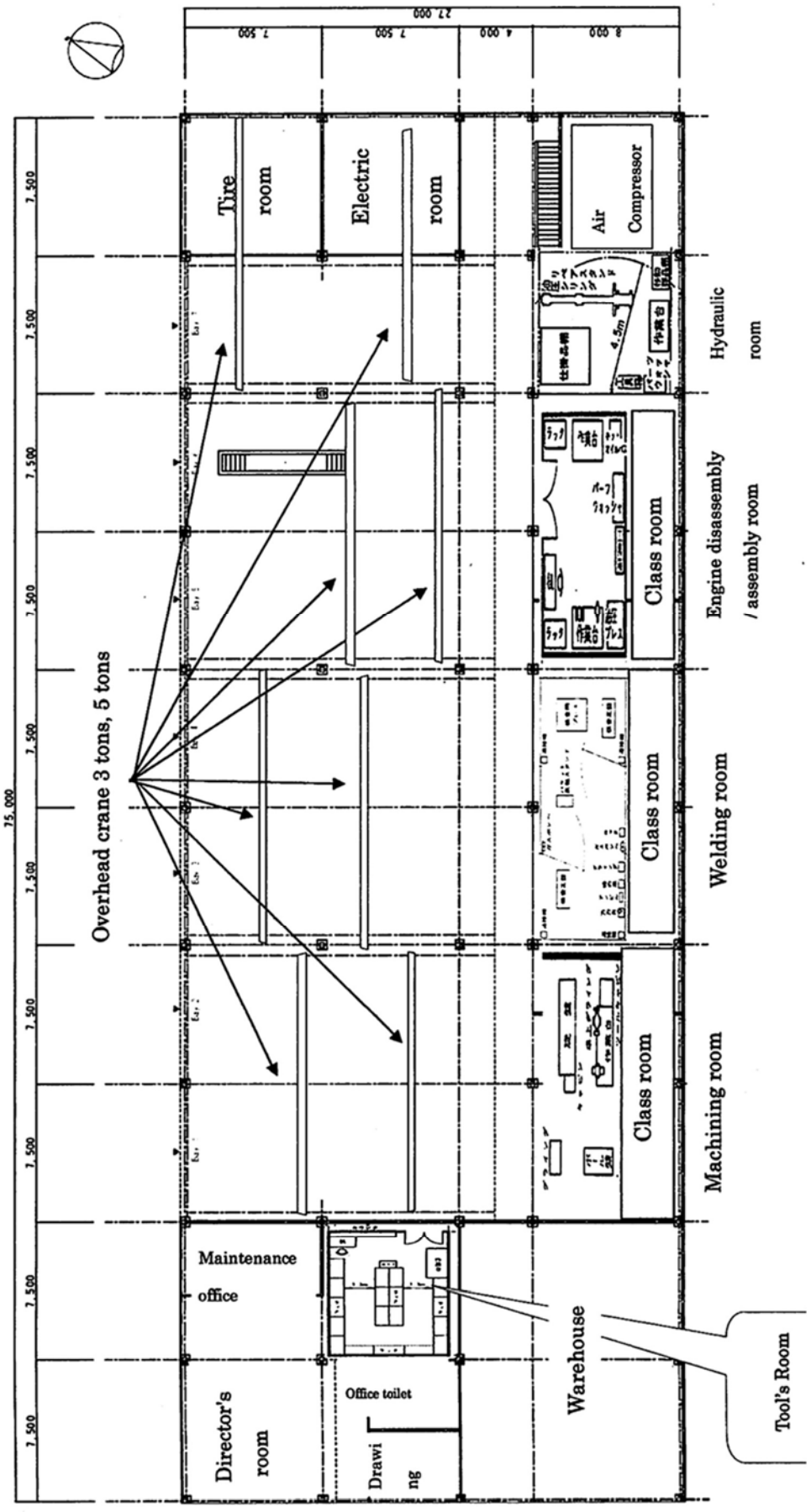
**建屋及び機材の合計**

(1) 建屋 USD5,250,000

(2) 機材 USD2,782,200

**総額（1+2）：USD8,032,200**

本案の想定されるレイアウト図（案）を次項に示す。




**Proposed Layout of MoWT Central Mechanical Workshop**

## 2. Gulu 及び Mbarara 地方ワークショップ（プラン A: 一般的な建屋による更新）

(1) 建屋

a) 車体ショップ、機械ショップ、溶接ショップ、油圧ショップ、機械室

サイズ：37,500mm x 25,000mm = 937.5m²

概算費用：937.5m²x USD4,000/m² = USD3,750,000

b) タイヤショップ、工具室、電装ショップ、事務所トイレ等

サイズ：7,500mm x 17,000mm = 127.5m²

概算費用：127.5m² x USD4,000/m² = USD510,000

c) 倉庫

サイズ：7,500mm x 8,000mm = 60m²

概算費用：60m² x USD4,000/m² = USD240,000

小計（a～c） USD4,500,000

(2) 機材関係

| No. | ショップ名 | 機材名 | 数量 | 金額（USD） |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 車体ショップ | 油圧プレス、電動工具、ジャッキ、吊り具、工具等 | 1 式 | 400,000 |
| 2 | 機械ショップ | 旋盤、フライス盤、ボール盤等 | 1 式 | 250,000 |
| 3 | エンジンショップ | エンジンスタンド、エンジン分解組み立て工具類等 | 1 式 | 60,000 |
| 4 | 溶接ショップ | アーク溶接機、ガス溶接機器、溶接関連工具等 | 1 式 | 72,000 |
| 5 | 油圧ショップ | シリンダー分組スタンド、ポンプ・モータ工具等 | 1 式 | 107,000 |
| 6 | 電装品ショップ | オルタネータ・スタータ試験器、爺電気器、 | 1 式 | 40,000 |
| 7 | タイヤショップ | タイヤチェンジャー、エアーコンプレッサー | 1 式 | 400,000 |
| 8 | 工具室（工具等） | 共通使用特殊工具、共通使用大型工具類 | 1 式 | 107,000 |
| 9 | 洗車機材 | 洗車機（USD30,000/1 台） | 2 台 | 60,000 |
| 10 | スペアーパーツ | 各ショップの機械についての部品 | 1 式 | 22,000 |
| 11 | O/H クレーン | 3 トン能力(USD115,000/1 台) | 4 台 | 460,000 |
| | | | 計 | USD1,978,000 |

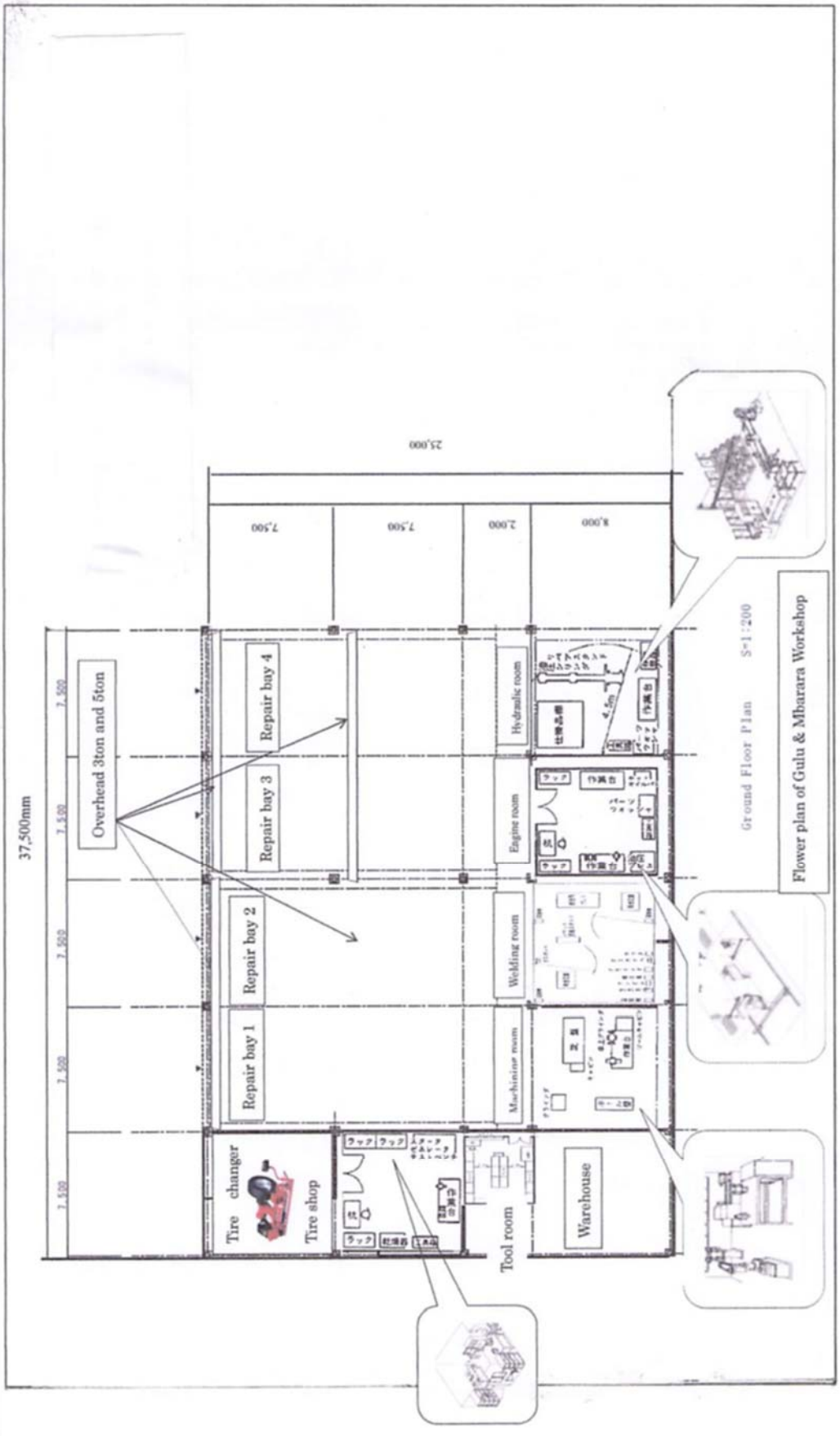
**建屋及び機材の合計（1 箇所当り）**

(1) 建屋 USD4,500,000

(2) 機材 USD1,978,000

**総額（1+2）：USD6,478,000**

本案の想定されるレイアウト図（案）を次項に示す。




**Proposed Layout of MoWT Regional Mechanical Workshop in Gulu and Mbarara**

## 3. Gulu 及び Mbarara 地方ワークショップ（プラン B: 簡易コンテナの建屋による更新）

(1) 建屋

a) 車体ショップ、タイヤショップ、溶接ショップ、機械ショップ

サイズ：15,000mm x 30,000mm = 450m²

概算費用：450m²x USD4,000/m² = USD1,800,000

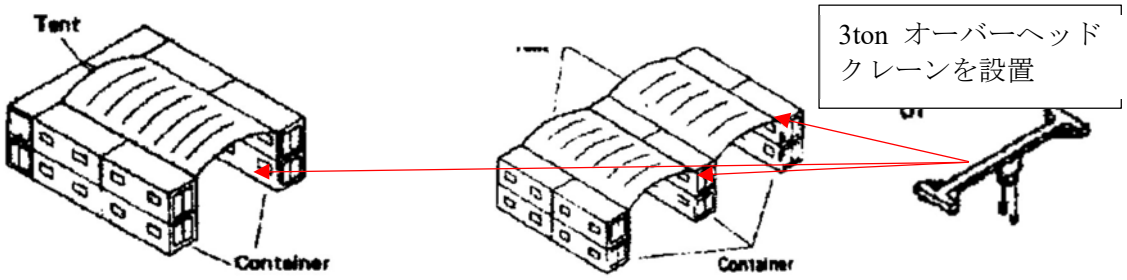
b) トイレ、シャワールーム

サイズ：5,000mm x 5,000mm = 25m²

概算費用：25m² x USD4,000/m² = USD100,000

c) コンテナ 40F&20F（改造費込み価格）

以下に示す簡易コンテナ構造を提案する。




コンテナ構造の概算費用

| No. | ショップ名 | 機材名 | 数量 | 金額（USD） |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 工具室 40F コンテナ | 窓、出入り口、工具整理棚、工具キャビネット、 | 1 式 | 43,000 |
| 2 | 事務所 40F コンテナ | 窓、出入り口, 机、A/C, 書類棚、キャビネット等 | 1 式 | 22,000 |
| 3 | 会議室 40F コンテナ | 窓、出入り口,テーブル、キャビネット、プロジェクタ | 1 式 | 22,000 |
| 4 | 倉庫 40F コンテナ | 窓、出入り口、部品整理棚、部品キャビネット、机、 | 1 式 | 43,000 |
| 5 | 電装ショップ 40F コンテナ | 窓、出入り口、キャビネット、作業台、洗浄台等 | 1 式 | 22,000 |
| 6 | 男子ロッカー室 40F | 窓、出入り口、ロッカー | 1 式 | 18,000 |
| 7 | 女子ロッカー室 40F | 窓、出入り口、ロッカー | 1 式 | 18,000 |
| 8 | 車体ショップ工具室 20F | 窓、出入り口、部品整理棚、部品キャビネット、机、 | 1 式 | 14,500 |
| 9 | メカニック事務所 20F | 窓、出入り口、机、A/C, 書類棚、キャビネット等 | 1 式 | 14,500 |
| 10 | タイヤショップ工具室 20F | 窓、出入り口、部品整理棚、部品キャビネット、机、 | 1 式 | 14,500 |
| 11 | 油圧ショップ作業室 20F | 窓、出入り口、キャビネット、作業台、洗浄台等 | 1 式 | 22,000 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 12 | 溶接ショップ工具室 20F | 窓、出入り口、部品整理棚、部品キャビネット、机、 | 1 式 | 14,500 |
| 13 | 燃料ポンプ作業室 20F | 窓、出入り口、キャビネット、作業台、洗浄台等 | 1 式 | 22,000 |
| | | | 計 | USD290,000 |

小計（a～c） USD2,190,000

(2) 機材

| No. | ショップ名 | 機材名 | 数量 | 金額（USD） |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 車体ショップ | 油圧プレス、電動工具、ジャッキ、吊り具、工具等 | 1 式 | 400,000 |
| 2 | 機械ショップ | 旋盤、フライス盤、ボール盤等 | 1 式 | 250,000 |
| 3 | エンジンショップ | エンジンスタンド、エンジン分解組み立て工具類等 | 1 式 | 60,000 |
| 4 | 溶接ショップ | アーク溶接機、ガス溶接機器、溶接関連工具等 | 1 式 | 72,000 |
| 5 | 油圧ショップ | シリンダー分組スタンド、ポンプ・モータ工具等 | 1 式 | 107,000 |
| 6 | 電装品ショップ | オルタネータ・スタータ試験器、爺電気器、 | 1 式 | 40,000 |
| 7 | タイヤショップ | タイヤチェンジャー、エアーコンプレッサー | 1 式 | 400,000 |
| 8 | 工具室（工具等） | 共通使用特殊工具、共通使用大型工具類 | 1 式 | 107,000 |
| 9 | 洗車機材 | 洗車機（USD30,000/1 台） | 2 台 | 60,000 |
| 10 | スペアーパーツ | 各ショップの機械についての部品 | 1 式 | 22,000 |
| 11 | O/H クレーン | ３トン能力(USD115,000/1 台) | 4 台 | 460,000 |
| | | | 計 | USD1,978,000 |

**建屋及び機材の合計（1 箇所当り）**

(1) 建屋 USD2,190,000

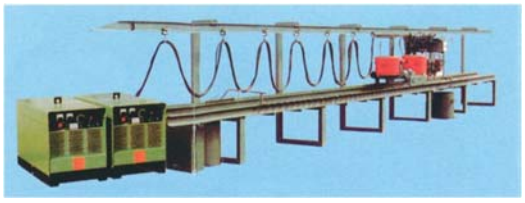
(2) 機材 USD1,978,000

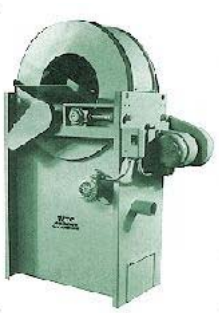
**総額（1+2）：USD4,168,000**

## 4. Bugembe 地方ワークショップ

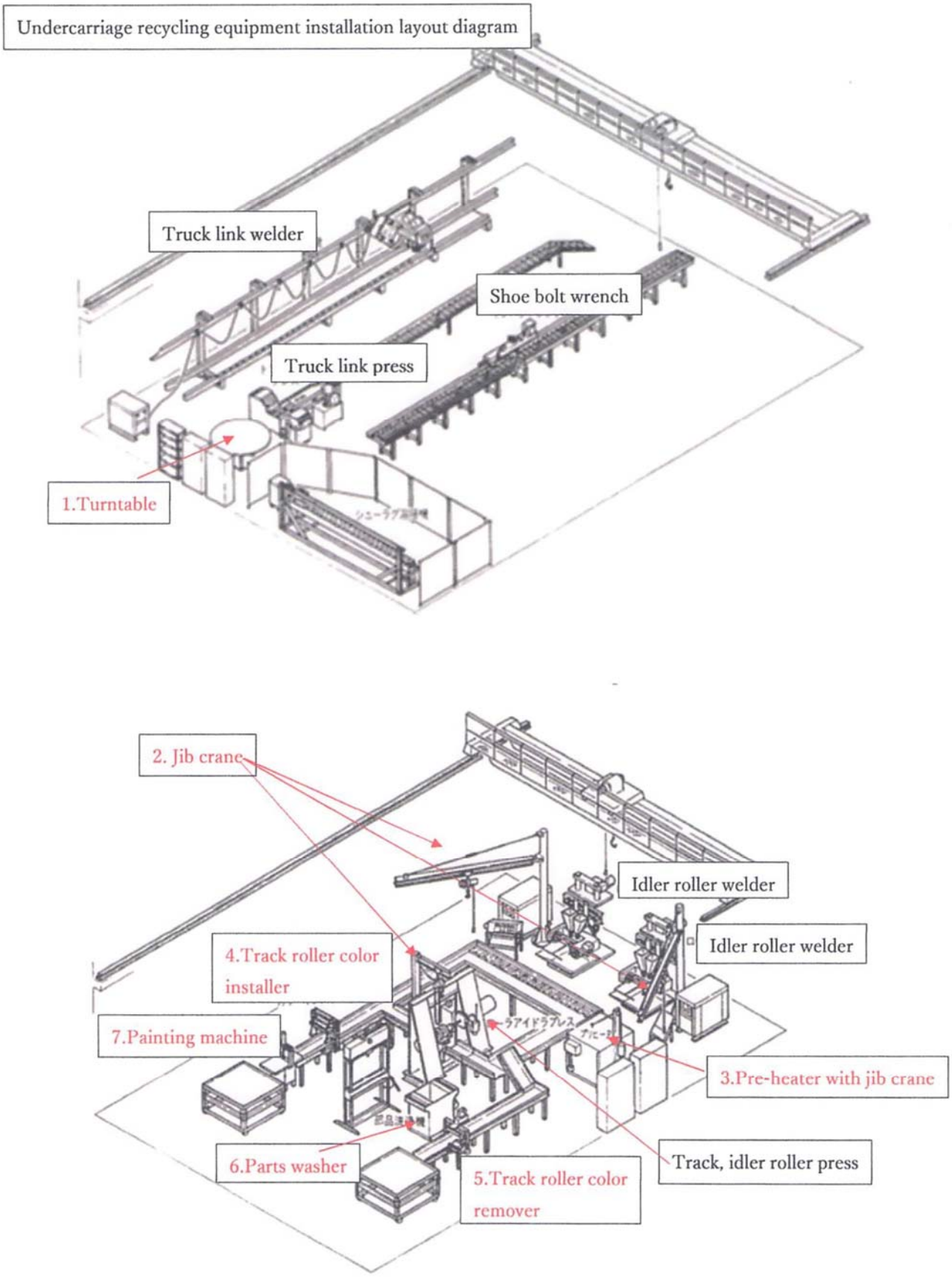
履帯走行装置を装備する機材（エクスカベータ、ブルドーザ）の足廻り整備の一方策として、足廻り再生機材の導入が考えられる。以下に参考価格を示す。

足廻り再生機材の概算費用内訳

| No | 機材名及び使用用途 | 参考写真 | 数量 | 金額（USD） |
|---|---|---|---|---|
| 1 | トラックリンクピン＆ブッシュプレス<br>（D65、D85、PC220 用の付属ツール）<br>※各履帯リンクの脱着・組立を行う機械（ピンとブッシュの入れ替え等） | | 1 式 | 286,000 |
| 2 | トラックリンク溶接機<br>※各履帯リンク摩耗部を再構築（溶接）する機械。 |  | 1 式 | 286,000 |
| 3 | キャリアローラー、トラックローラー、アイドラローラーリビルト（溶接機）<br>※各ローラーの磨耗部分をリビルト（溶接機）する機器。 | | 1 式 | 560,000 |
| 4 | トラックローラー、アイドラーローラープレス<br>※ローラーの分解・組立時に使用（分解後肉盛を行い、肉盛完了後に組立）。 | | 1 式 | 220,000 |
| 5 | 足回り分解・組立工具<br>※ブルドーザーやエクスカベータ等の履帯走行装置の足廻りを脱着・組立するための各種工具。 | | 1 式 | 50,000 |
| 6 | シューボルトレンチと各ソケットのセット<br>※各シューボルト脱着用インパクトレンチ。 | | 1 式 | 190,000 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7 | フラックスクラッシャー<br>※肉盛溶接の際に硬化したフラックス材や余ったフラックス材を粉砕してリサイクル製品にするために使用する粉砕機。 |  | 1 式 | 107,200 |
| 8 | 自動オイル注入・漏れ検知装置<br>※オイルタイプのボトルブッシュやローラーシールのオイル漏れを点検・注入する装置。 | | 1 式 | 38,000 |
| 9 | トラックリンクウインチ<br>※取り外した履帯を巻き取り収納しやすくさせる機器。 | | 1 式 | 70,000 |
| 10 | 旋盤<br>※肉盛りしたローラー表面等をスムーズに仕上げる機器。 | | 1 式 | 150,000 |
| | | | 計 | USD1,957,200 |

本案の想定されるレイアウト図（案）を次項に示す。




**Proposed Layout of Undercarriage Rebuilding Equipment**

別紙3

テクニカルレポート標準様式

# The Republic of Uganda
# Ministry of Works and Transport
# Technical Report

| Model | Number of Chassis | Number of Engine | Date | Work site (location) |
|---|---|---|---|---|
| KOMATSU | | | | Mbarara Regional Mechanical Workshop |
| Mechanic's name | Repair date (inspection date) | Hour meter or Km | | Reg. No |
| | | | | |

| Main objective | Photography |
|---|---|
| | |
| | |

| Initial failure diagnosis (think about cause of failure) | Yes | No | If not, write a comment |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| Work contents | Photo of condition during inspection |
| --- | --- |
| | |
| | |
| | |