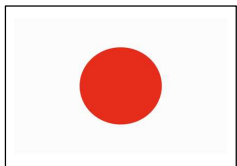


第7回 技術基準の国際化セミナー



アフリカ地域における
道路橋梁アセットマネジメント
の海外展開について
～モザンビークでの事例～



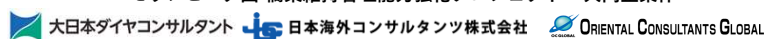
モザンビーク国 橋梁維持管理能力強化プロジェクト

*JICA Technical Cooperation Project on
“The Project for Improvement of Bridge Maintenance
and Management Capacity”*



2024年4月16日(火)

JICAプロジェクトチーム

モザンビーク国 橋梁維持管理能力強化プロジェクト 共同企業体


上村 博文、曳野 誠也 (大日本ダイヤコンサルタント株式会社)

～ 目 次 ～

1. はじめに（自己紹介、モザンビーク国）
2. 橋梁維持管理技プロについて
3. モザンビーク技プロ概要（目標・成果、活動、プロジェクト体制等）
4. 活動紹介（本プロジェクトにおける種々の活動紹介）
5. おわりに

1. はじめに

1-1. 自己紹介

モザンビーク国 橋梁維持管理能力強化プロジェクト

業務主任：上村 博文

uemura_hirofumi@dcne.co.jp



大日本ダイヤコンサルタント株式会社
海外事業部 部長

- ・ 1979年より本州四国連絡橋 3ルート of 建設事業、完成後の維持管理業務に従事。
- ・ 2009年からは海外において、日本政府支援による長大橋建設事業の施工監理業務、橋梁維持管理技術協力業務に従事。
- ・ 現在、モザンビーク国 橋梁維持管理能力強化プロジェクトにおいて業務主任を担当。

副業務主任：曳野 誠也

hikino_seiya@dcne.co.jp



大日本ダイヤコンサルタント株式会社
海外事業部 事業室 主幹

- ・ 2001年より橋梁技術者として橋梁計画・詳細設計業務に従事。国内では橋梁点検業務、耐震補強設計、補修設計業務等の管理技術者を担当。
- ・ 2017年より海外での橋梁FS・詳細設計、技プロを担当。
- ・ 現在、モザンビーク国技プロにて副業務主任、ザンビア国橋梁技プロ（フェーズⅡ）にて業務主任を担当。

1. はじめに

1-2. モザンビーク国

モザンビーク国概要

面積	799,380 m ² (日本の約2倍)
人口	約3,296万人 (2022-世銀)
首都	Maputo
言語	ポルトガル語(公用語)
宗教	キリスト(約60%)、イスラム(約19%)他
独立	1975年6月25日
GDP/経済成長率	178億USD/4.1% (2022-世銀)
道路延長	33,377 km

※モザンビークの国内にはナカラ回廊を始めとした複数の経済回廊があり、マラウイ共和国、ザンビア共和国やジンバブエ共和国等の国境を接する内陸国がインド洋へと至る交通の要衝を占める。



2. 橋梁維持管理技プロについて

【技術協力事業】

- ・ 開発途上国の課題解決能力と主体性（オーナーシップ）の向上を促進するため、専門家の派遣、必要な機材の供与、人材の日本での研修などを通じて、開発途上国の経済・社会の発展に必要な人材育成、研究開発、技術普及、制度構築を支援する取り組み。

【橋梁維持管理技プロ】

- ・ 開発途上国（対象国）の橋梁維持管理機関（C/P）に対して、橋梁維持管理能力向上を目的として、人材育成、研究開発、技術普及、制度構築を支援。
- ・ 【例】 専門家派遣／現地活動（橋梁維持管理に係る各種ガイドライン整備／OJT及び技術セミナー等の開催）、各種研修（本邦研修・第三国研修等）の開催、機材供与、維持管理システムの構築・更新等。

3.モザンビーク技プロ概要

3-1.プロジェクト概要

【プロジェクト要請背景】

- ・モザンビーク国の橋梁維持管理は、適切な維持管理・補修作業の未実施が原因となり、雨季やサイクロン等による洪水、過積載車両等により落橋事故等が頻発した。こうした状況を受け、橋梁維持管理に係る技術者の能力向上を目的として、本事業の実施が我が国へ要請された。

◆プロジェクト概要

- ・道路・橋梁の維持管理を実施するモザンビーク道路公社であるANE,IP（次頁参照）に対して、橋梁維持管理能力の向上を図る各種活動を行う。
- ・プロジェクト期間：2021年3月～2025年2月(現予定)
- ・活動：専門家派遣/現地活動(ガイドライン整備/OJT/セミナー等)、各種研修(本邦研修等)、機材供与 他

◆対象機関（C/P）

- ・モザンビーク道路公社：Administração Nacional de Estradas, Instituto Público (ANE,IP)
- ・ANE,IPは、モザンビーク公共事業住宅水資源省（Ministry of Public Works, Housing and Water Resources）を監督省庁とした道路行政組織。
- ・ANE,IPは、道路・橋梁の建設及び維持管理を担当・実施。
- ・【参考】モザンビーク国内の橋梁数：約1,300橋、職員数：約600名（HQ+地方事務所）

3.モザンビーク技プロ概要

3-2.プロジェクト目標と成果

プロジェクト目標／成果	
目標	ANE,IP本部と地方事務所で 橋梁維持管理能力 が改善する。
成果-1 Output-1	ANE,IP本部とリージョン事務所の技術者が、 橋梁点検・診断 に係る知識・技能を習得する。
成果-2 Output-2	ANE,IP本部とリージョン事務所の技術者が、 橋梁補修・維持管理 に係る知識・技能を習得する。
成果-3 Output-3	ANE,IP本部とリージョン事務所の技術者が、 BMS運用 に係る知識を習得する。
成果-4 Output-4	ANE,IP本部とリージョン事務所の技術者が、 橋梁維持管理計画の策定 に係る知識を習得する。

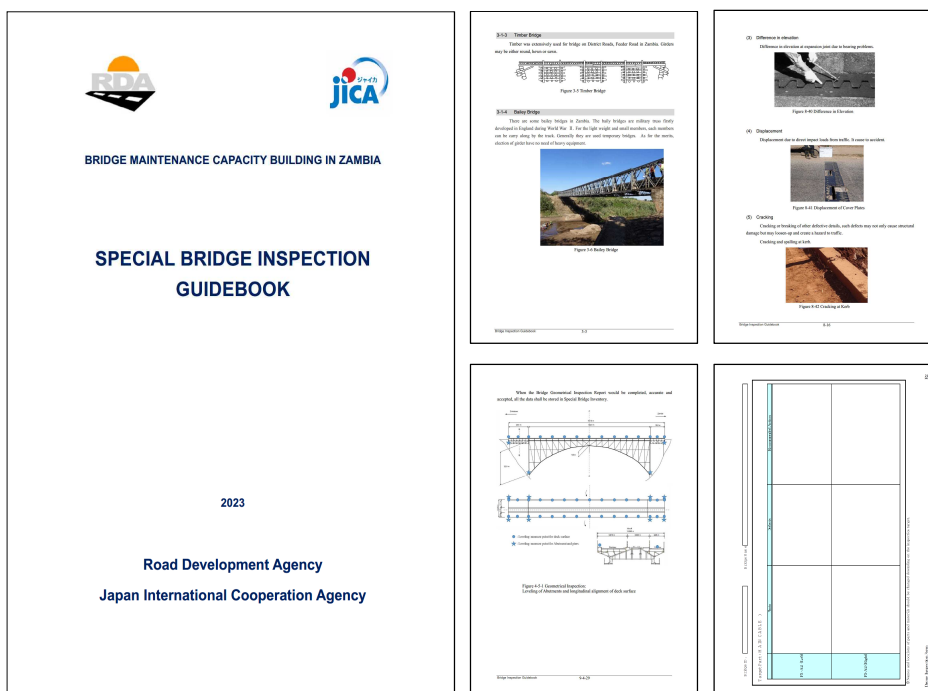


BRIDGE MAINTENANCE MANAGEMENT CYCLE
 Each activity should be improved and all activities should be circulated smoothly!!

橋梁維持管理サイクル
 道路管理者(C/P)による確実な橋梁維持管理サイクルの遂行を目指す。

4. 活動紹介

4-1. OUTPUT-1 (橋梁点検／診断) (1) 橋梁維持管理ガイドブックの整備



【本プロジェクトでの作成ガイドブック（仮称）】

- ・ 橋梁点検／診断ガイドブック
- ・ 橋梁補修ガイドブック
- ・ 洪水対策ガイドブック
- ・ 橋梁維持管理計画策定ガイドブック
- ・ BMS運用マニュアル

注記) 上記のガイドブックはザンビア技プロで作成したものの。
モザンビーク技プロでは、現在作成中。



4. 活動紹介

【橋梁点検／診断ガイドブック（作成中）】

- ・ 構成内容(案)：インベントリーデータ、点検種類及び装備・機材、定期点検、詳細点検、緊急点検、損傷の種類及び健全度評価、等。
- ・ 健全度指標（Condition Rating）については、既往維持管理システム（BMS）準用のANE,IP要望を受け、0～4の指標を採用（下図参照）。
- ・ ANE,IP内に混在する維持管理システム（BMSとGOA）の整合・統合調整は成果-3で実施。（後述）

Base of Condition Rating

Condition Rating	Description	Action
0 - Very Good	Component is in good condition with little or no deterioration	No action required
1 - Good	Component show deterioration of a minor nature to primary supporting material and is showing first signs of being affected. However, the timing of the response is not urgent.	The Minor repair is required as needed
2 - Moderate	Component show deterioration of a minor nature to primary supporting material and is showing.	The Major maintenance is required within 10 years
3 - Poor	Component shows advancing deterioration and loss of protection the supporting material, minor loss of section.	Major maintenance is required within 2 years
4 - Very Poor	Component shows advanced deterioration, loss of effective section to the primary supporting material, and is acting differently to design or is showing signs of overstress.	Immediate major maintenance is required

		OVERALL CONDITION RATING CARD				
		 				
Overall Condition Rating	0	Very Good				
	1	Good				
	2	Moderate				
	3	Poor				
	4	Very Poor				
PROMARY MEMBER	0%	5%	10%	20%	30%→100%	
SECONDARY MEMBER	0%	10%	20%	40%	60%→100%	
%: Loss of Component Cross Section, Surface Area or Length Affected						

4. 活動紹介

(2) 現場OJT／技術指導

【橋梁点検OJT】



補修パイロットプロジェクト選定時点検



橋梁点検／診断ガイドブック(案)を用いた点検OJT

【非破壊検査OJT】



RCレーダー(鉄筋探査)



リバウンドハンマー

【座学・レクチャー】



現場OJT前レク(座学)



CWGミーティング

4. 活動紹介

(3) 洪水対策活動

- ・近年の気候変動による度重なるサイクロンで大雨洪水が発生し、洗堀等による既存橋梁への多大な損傷が深刻化。
- ・洪水影響による落橋の発生が、道路網の寸断という社会状況の混乱をもたらしていることから、道路管理者であるANE,IPは災害対応に追われている。
- ・橋梁維持管理上、洗堀対策は解決していかなければならない重要な課題の一つ。
- ・ANE,IPは、これら洗堀に対してどのような対策を講じてよいか技術・情報が不足しており、本プロジェクトにおいて洪水に係る、橋梁計画、洗堀調査、洗堀対策等の支援を強く要請。

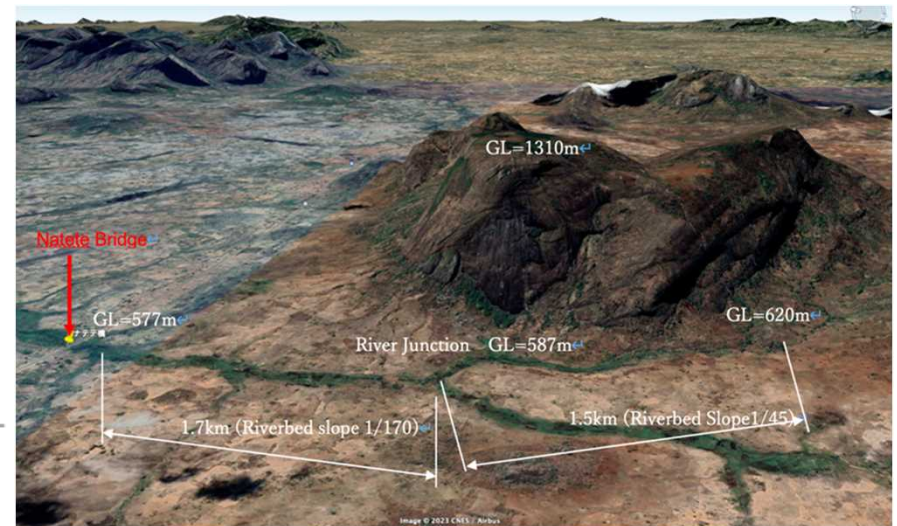
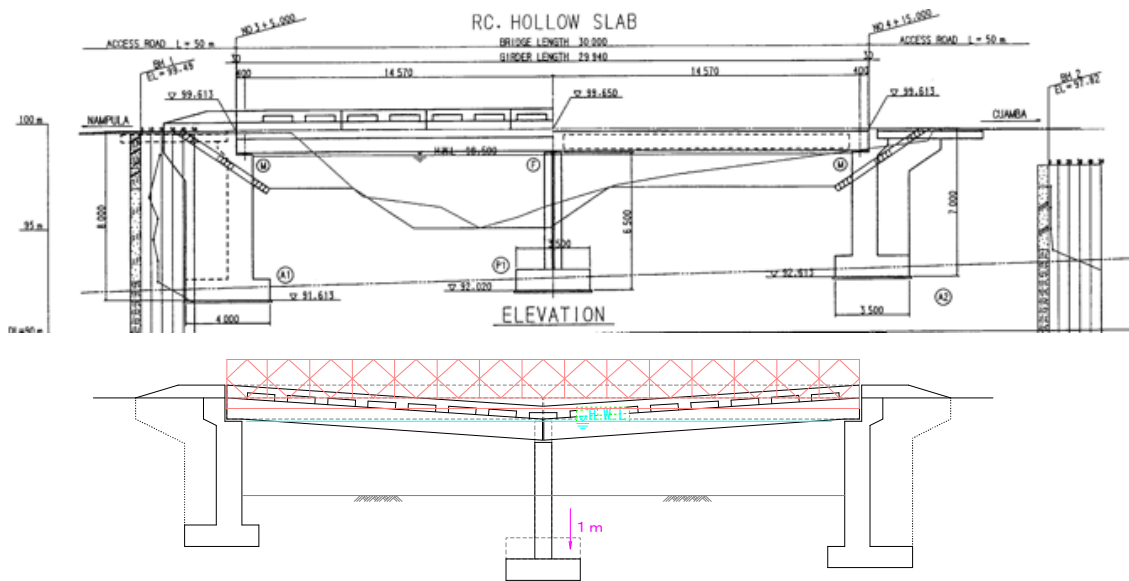
【洪水対策活動（案）】

- ・洪水被害橋梁の実態調査・資料収集
- ・洪水対策ガイドブックの作成
- ・洪水対策セミナーの開催
- ・洪水対策を考慮した橋梁計画立案
- ・洗堀状況モニタリングの実施 等



現地踏査・情報収集時(2023.8月)

【被害橋梁事例①】



橋脚洗堀・沈下、ベイリー橋による復旧

【被害橋梁事例②】

2004/09/12



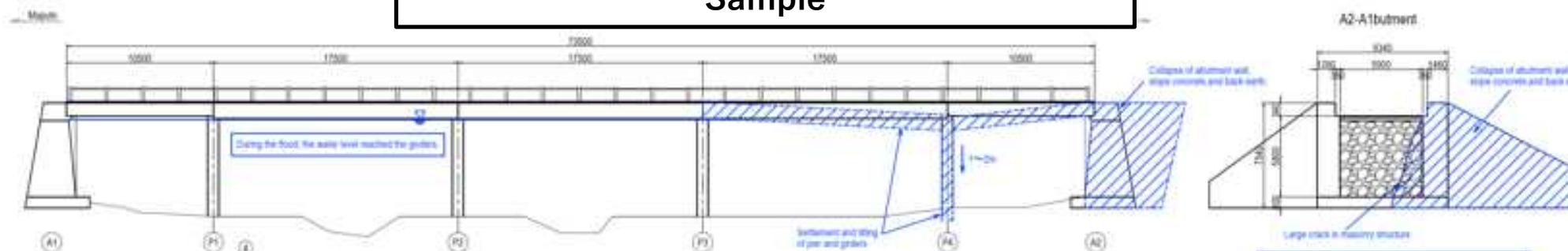
2022/05/06



【被害橋梁事例③】

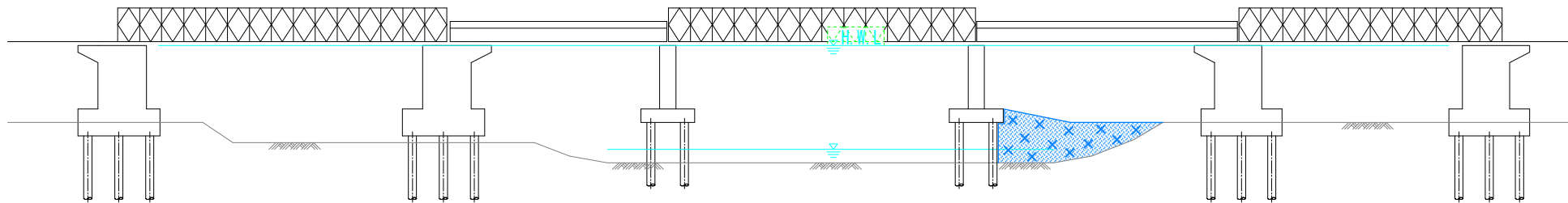
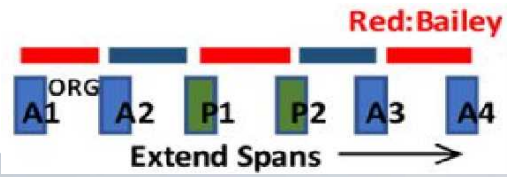


Bridge Sample



橋台背面への流水侵入と橋台躯体（石積構造）の崩壊、落橋・橋脚沈下、大規模ベイリー橋による対応

【被害橋梁事例④】



当初径間(1スパン)から、複数スパンへの増加延長、上部工の落橋とバイリー橋による復旧

4. 活動紹介

4-2. OUTPUT-2 (橋梁補修／維持管理)

(1) 橋梁補修ガイドブックの整備

- ・ 構成内容：損傷の種類と要因、維持管理項目・作業、補修工法の選定、各種補修工法及び材料、仕様 等。

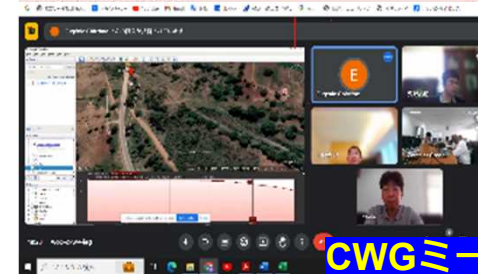
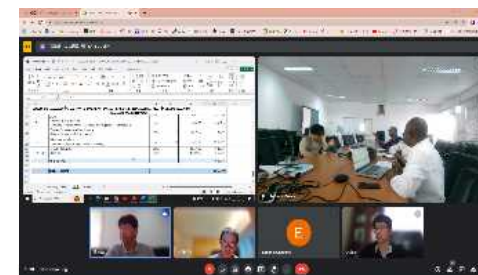
(2) 現場技術指導・OJT、技術セミナー等の開催



補修工事内OJT



詳細調査OJT



CWGミーティング

4. 活動紹介

(2) 補修パイロットプロジェクト工事

- ・カウンターパートが自ら補修に係る工事を発注・監理・完了するための試行的工事。
- ・プロジェクトチームはその一連の作業を指導・フォローアップ。
- ・建設事業とは異なるため、種々の損傷を有する橋梁を選定、工事内技術指導を含めて実施。

【1st Batch】 2022年9月29日～2023年8月31日

Bridge Name (Str Name)	Bridge Sample			
Province/ Road ID				
Design (Drawings)				
GPS (E) Inventory				
GPS (S) Inventory				
GPS (E) JICA Team GPS				
GPS (S) JICA Team GPS				
Full View				
Type of Structure	RC, Cantilever Bridge		PC, Girder Bridge	
Over Length	149 m	103 m	64 m	128 m
Span Length (No.)	20 m (7)	20 m (5)	20 m (3)	38 m (3)
Total Width	9.6 m	9.6 m	9.6 m	9.6 m
Condition Classification (from ANE,IP for GAZA Cadidate Bridges) : 0:Very good, 1:Good, 2:Moderate, 3:Poor, 4:Very Poor	★ Temporary Rating			
Gieder				
Damage	*Spalling, Rebar Exposure, Cracking	*Spalling, Rebar Exposure, Cracking	*Spalling, Rebar Exposure, Cracking, Honeycomb	*Spalling, Rebar Exposure
Rating (ANE,IP)	- (No damage assessment)	- (No damage assessment)	- (No damage assessment)	- (No damage assessment)
	3	3	4	2

複数の候補橋梁を確認

↓
対象橋梁選定

↓
補修工事実施

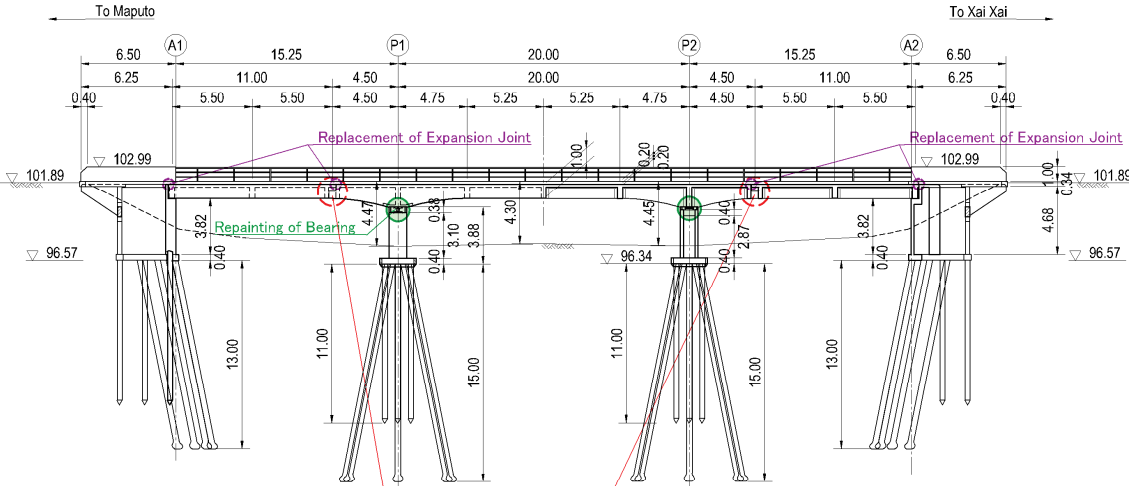
・ RC,カンチレバー橋

・ 主な損傷：

剥離・鉄筋露出、
うき、
ひびわれ、
遊離石灰 他

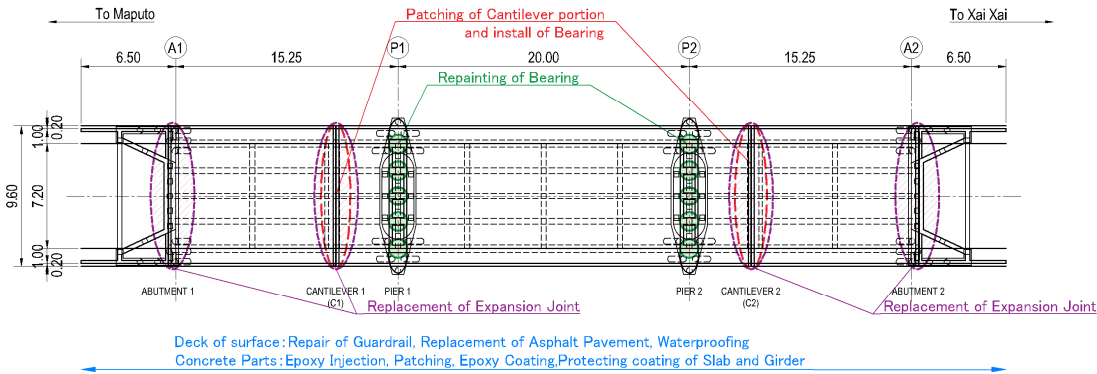
Bridge Sample-1

Deck of surface: Repair of Guardrail, Replacement of Asphalt Pavement, Waterproofing
 Concrete Parts: Epoxy Injection, Patching, Epoxy Coating, Protecting coating of Slab and Girder



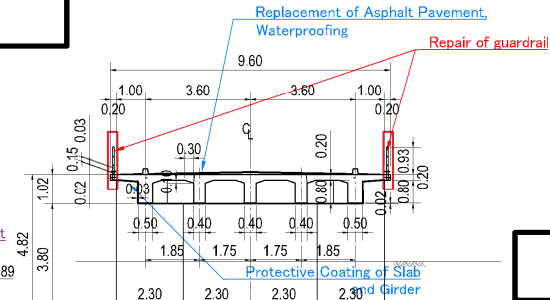
Profile (Scale 1:150)

ひびわれ補修、断面修復、橋面防水、伸縮装置設置、支承防錆、GR取替、など

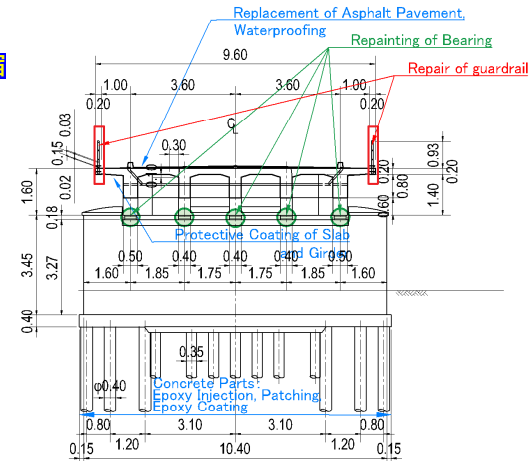


Deck of surface: Repair of Guardrail, Replacement of Asphalt Pavement, Waterproofing
 Concrete Parts: Epoxy Injection, Patching, Epoxy Coating, Protecting coating of Slab and Girder

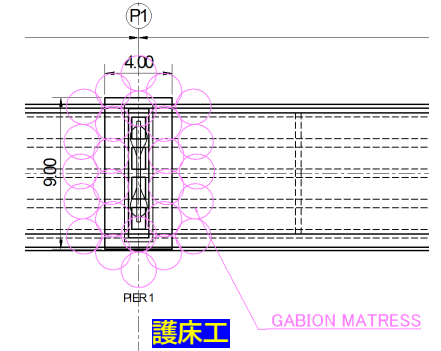
Bridge Sample-2



Cross Section at A1 (Scale 1:75)



Cross Section at P2 (Scale 1:75)



4. 活動紹介



Date: October, 14 2022



Date: November, 2022



Contractor: Nhango Construções
Date: November, 17-2022

Sample



Date: 07-12-2022



Contractor: Nhango Construções
Date: 07-12-2022



Contractor: Nhango Construções
Date: 03-01-2023 to 31-01-2023

Sample

4. 活動紹介



Date: 30-02-2023



Date: 10-02-2023



Contractor: Nhango Construções
Date: from 17-02-2023

Sample



Contractor: Nhango Construções
Date: from from 08-05-2023 to 31-05-2023



Date: 08-05-2023 to 31-05-2023



Contractor: Nhango Construções
Date: 10-08-2023

Sample

4. 活動紹介



Sample

Date: 10-06-2023 to 23-06-23

Date: 07-07-2023

Date: 07-07-2023 to 23-07-2023



Sample

Activity: Pre- Final Inspection

Activity: Final Inspection

4. 活動紹介

【2nd Batch】

Bridge Sample

Spalling, Rebar exposure, Displacement, etc.



*Significant damage to 2-Girders, including Spalling, Rebar exposure, Displacement, etc.
*The lateral joint members are not visible, and vehicle passage on this girder is considered dangerous.

Replacement of girder, Reinforcement of the entire superstructure

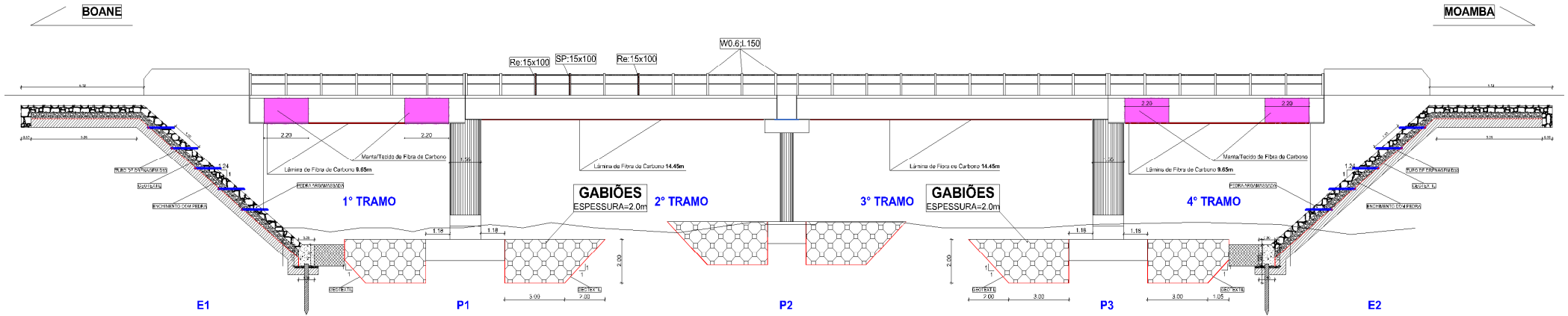
4
*The strength of the girders currently damaged is unknown. Reinforcement would require large-scale measures, such as integrating all girders or replacing damaged girders.
*Spalling, scaling, and cracks were observed in the superstructure and substructure, and repairs are needed, but these damages are not urgent at this time.

Bridge Name	Bridge Sample				
Province (Road ID)					
Location (km)					
Design (Construction)					
District					
Over View					
Type of Super-str.	Composite Continuous Plate Girder (I) x2, and Bailey Bridge x3	RC Continuous Girder	RC simple Girder x2, PC Continuous Girder x2	RC Slab	RC Continuous Girder
Over Length	105 m	50 m	48.2 m	65 m	78 m
Number of Span	5	4	4	5	5
Width of	4.9 m (Roadway)	3.5 m (Roadway), 0.6m (Walkway)	6 m (Roadway), 0.85m (Walkway)	Unknown	Unknown
Type of Abutment	Wall Type	Wall Type	Wall Type	Wall Type	Wall Type
Type of Pier	3-Column Type	Wall Type	Wall Type	Wall Type	Wall Type
Type of Foundation	Bored Pile	Unknown	Unknown	Unknown	Unknown
Date of Inspection	July.12, 2022	July.12, 2022	August 11th, July.13th, 2022	August 11th	August 11th
Contents of Inspection	*Only visual confirmation of damage	*Only visual confirmation of damage (Inspections on the river was not conducted.)	*Visual confirmation of damage *Sound check using hammer *Crack check, etc.	*Visual confirmation of damage *Sound check using hammer *Crack check, etc.	*Visual confirmation of damage *Sound check using hammer *Crack check, etc.
Features of Bridge	<p>*Initially, this bridge had a 1-span. *The 3-spans were later extended. *After flood, 1-span was added. *Already 3-span were replaced to Bailey Bridge.</p> <p>ORG A1 A2 P1 P2 A3 A4 Extend Spans →</p>	<p>*Due to dam releases, river flow is changing year by year into the earthwork section.</p> <p>River Flow Bridge Earth Work</p>	<p>*Two beams totally destroyed by the weight of traffic. *Transverse joints between girders were not identified. *The side with girder damage is closed to traffic. *Five girders of span 4 are damaged by rebar exposure, spalling and scaling. *Original I girders were covered by concrete.</p>	<p>*Foundation of pier 4 was exposed. *There is Dam under the bridge. *Entire Bridge condition is good</p>	<p>*The bridge may not be constructed in 1942. *The original structure is only concrete pier and A2 abutment</p>

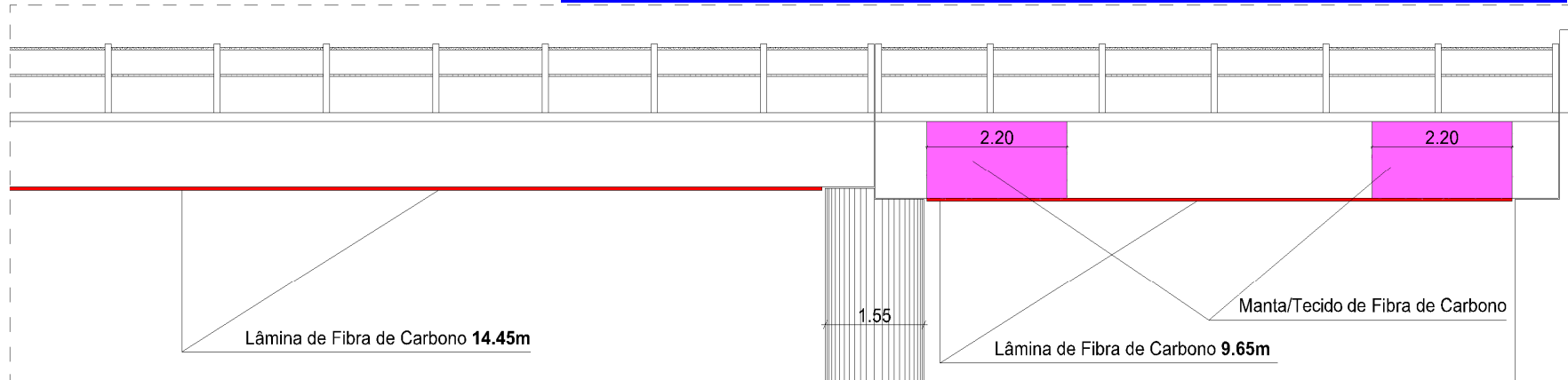
・補修パイロットプロジェクト (2nd Batch) として選定。
現在発注・契約手続きを実施中。
(工事：～3月、2025年)

Bridge Sample

・RC単純桁+PC連続桁・主な損傷：ひびわれ、剥離・鉄筋露出、遊離石灰 他



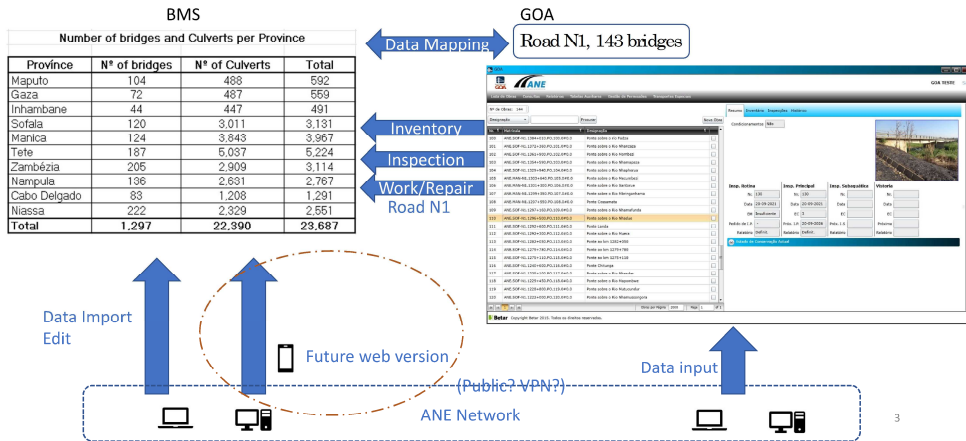
コンクリート補修、護床工、橋面防水、伸縮装置設置工、炭素繊維プレート・シート設置工 など



4. 活動紹介

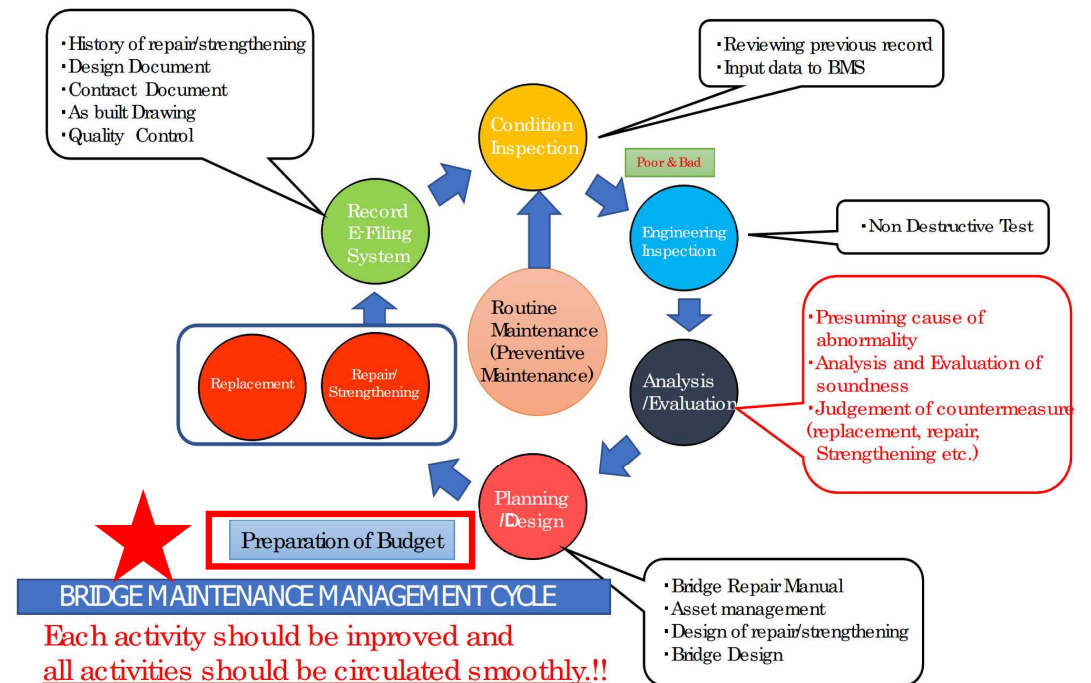
4-3. OUTPUT-3 (BMS運用)

- ANE,IP内に混在している維持管理システム (BMS、GOA) の統合システムを製作。
- BMS、GOA各々で設定されている項目 (不整合のある項目) に対しては、協議の上で統一した内容に更新する。
- BMS内容を基本とし、橋梁点検結果に特化したGOAの内容は移植するよう調整する。



4-4. OUTPUT-4 (橋梁維持管理計画策定)

- 点検サイクル、補修優先順位、対策費用などを考慮して、確実な維持管理計画を複数年単位で実施できるようにする。



4. 活動紹介

4-5. その他活動

(1) 本邦研修・第三国研修

第三国研修 (in Zambia) (2023年4月)

2023年4月16日から22日まで、ANE,IPのカウンターパート5名がザンビアを訪問し、官庁表敬訪問、長大橋の現地視察、補修パイロットプロジェクトの現地視察等を行った。



長大橋・対候性鋼材橋梁等

本邦研修 (2023年7月)

2023年7月24日から31日にかけて、橋梁の維持補修技術に関する講義、鋼桁製造工場の見学、高速道路工事や耐震補強工事などの現場を訪問し、様々な橋梁維持補修技術について学んだ。



4. 活動紹介 (2) 技術セミナー：産官学連携

Technical Seminar, Technical Demonstration
May. 24th 2023, Jan.24th and Jan.30th 2024,

MOZAMBIQUE

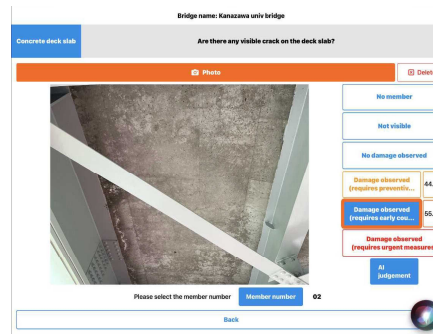
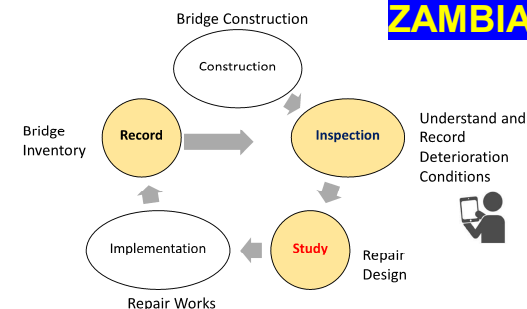
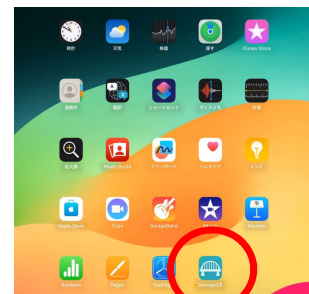


Universities (JPN) that cooperated with project team



BE (Bridge Engineer) Training Course
Curriculum (in UNZA) Feb 19th to 26th 2024,

ZAMBIA



Bridge Name	Location	Member Name	etc.	Start	Lastdate	Bridge ID
Bridge No.	Route Name	Location		Start	Lastdate	Success
10214						

Member Name	Classification	Type or Determination	Remarks (Location, photo number, position, etc.)	Inspector	Inspector's Keyword
Superstructure	II	Crack	Photo1 Main Girder		
Cross Girder	II	Crack	Photo2 Deck Slab		
Substructure	II	Other	Photo3 Substructure		
Bearing	II	Other	Photo4 Bearings		
Other	II	Other	Photo5 Guards		

ザンビア大学に設置された橋梁維持管理センターの技術者養成コースの現場研修のひとつとして、タブレットを使った橋梁点検が実施された。このカリキュラムには、ザンビア、モザンビーク、マラウイ、ジンバブエ、ボツワナの技術者が参加した。

4. 活動紹介

(3) その他 【機材供与】

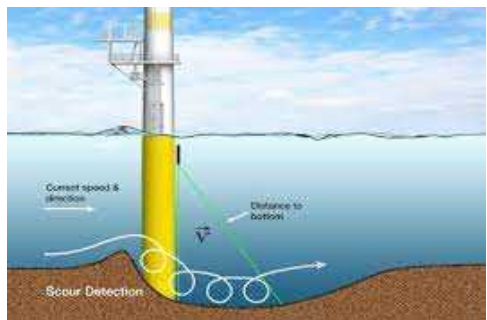
- ・機材は、現地活動において機材を使用したイベント及び技術指導後、C/Pへ供与する。



非破壊検査・試験機器



洗堀モニタリング機械



橋梁点検用ドローン

【今後の予定】



- ・ANE,IPが自前でドローンを使用した橋梁点検が実施できるよう、研修を計画中。
(現在モザンビーク航空局へライセンス申請中。)



ドローン研修 (※ザンビア技プロの写真)

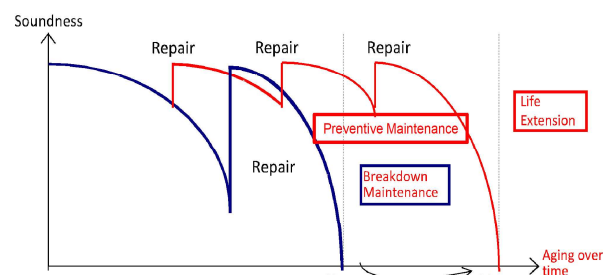
5.おわりに

- ・ 道路管理者が持つ建設優先の意識に対して、維持管理の重要性への理解・把握。
- ・ 事後保全から予防保全へ、LCCの考え方への理解・把握。（下図参照。）
- ・ C/Pキーパーソンの育て上げとともに、エンジニア全体の技術レベルの底上げ。
- ・ 持続性を考慮した場合の、補修製品提案、方法の工夫。 ※1
- ・ 繰り返しの指導、C/P以外の機関を巻き込んでの活動の実施。

※1：補修材料の調達

- ・ 日本からの距離・コストを考慮。
- ・ 近隣国におけるサプライヤーの利用。（例：南アフリカ）
- ・ 近隣諸国と連携した形での技プロ実施も今後必要となってくるかも知れない。 ※2

※2：近隣各国の強み・特徴を利用。例：UNZA教育プログラム等。



- ✓ Breakdown Maintenance
Measurements when Severe damage is found.
- ✓ Preventive Maintenance
Inspect and repair while damage is small.

>>Periodic inspection and early implementation of repairs are not considered a cost increase. The concept of life-cycle costs is important.

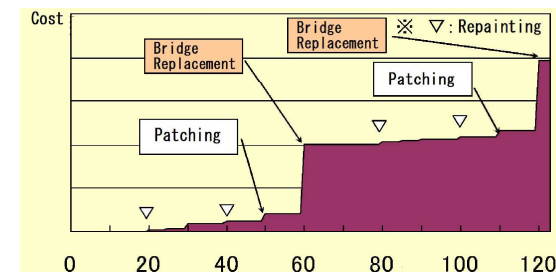


Image of Breakdown Maintenance

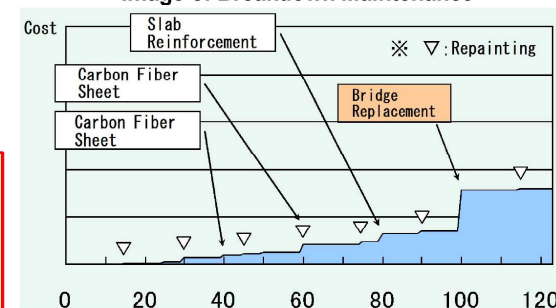


Image of Preventive Maintenance

Source: HP (Current status and issues of road policy), Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

～END～