

ナイジェリア連邦共和国

連邦公共事業省

**ナイジェリア国  
コンクリートテスター（CTS）を  
用いた道路付帯コンクリート構造物の  
点検技術の普及・実証事業  
業務完了報告書**

平成 27 年 10 月

(2015 年)

独立行政法人

国際協力機構（JICA）

日東建設株式会社

国内
JR
15-078

## 目次

巻頭写真	i
略語表	iii
地図	iv
図表番号	v
案件概要	ix
要約	x
1. 事業の背景	1
(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認	1
① 事業実施国の政治・経済の概況	1
② 対象分野における開発課題	5
③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度	6
④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析	7
(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要	9
(3) 事業実施に係る背景	10
2. 普及・実証事業の概要	12
(1) 事業の目的	12
(2) 期待される成果	12
(3) 事業の実施方法・作業工程	12
(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）	16
(5) 事業実施体制	19
(6) 相手国政府関係機関の概要	20
3. 普及・実証事業の実績	23
(1) 活動項目毎の結果	23
① 活動結果 1（対象橋梁の選定）	23
② 活動結果 2（橋梁点検実務）	24
③ 活動結果 3（本邦受入活動）	36
④ 活動結果 4（橋梁点検実習とアセットマネジメントの紹介）	41
⑤ 活動結果 5（セミナー）	50
(2) 事業目的の達成状況	55
① ナイジェリア国内においての橋梁点検の必要性と導入可能性について	55
② ナイジェリア国内において橋梁等コンクリート構造物の点検を導入するにあたっての課題	57

③	点検方法について .....	58
④	CTS の有効性について .....	60
⑤	CTS の普及の可能性 .....	62
⑥	事業目的の達成状況 .....	65
(3)	開発課題解決の観点から見た貢献 .....	65
(4)	日本国内の地方経済・地域活性化への貢献 .....	68
①	地元（雄武町）の PR 効果 .....	68
②	雇用 .....	69
(5)	事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について .....	70
(6)	今後の提案 .....	71
4.	本事業実施後のビジネス展開計画 .....	74
(1)	今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定 .....	74
①	マーケット分析（競合製品及び代替製品の分析を含む） .....	74
②	ビジネス展開の仕組み .....	75
③	想定されるビジネス展開の計画・スケジュール .....	78
④	ビジネス展開可能性の評価 .....	81
(2)	想定されるリスクと対応 .....	84
①	知的所有権 .....	84
②	為替変動及び回収リスク .....	84
③	治安 .....	84
④	風土病 .....	87
⑤	エボラ出血熱 .....	88
(3)	普及・実証において検討した事業化およびその開発効果 .....	88
(4)	本事業から得られた教訓と提言 .....	88
①	輸出手続き .....	88
	参考文献 .....	90
	添付資料 .....	91

## 巻頭写真



公共事業省との打合せ  
(2014年3月)



橋梁視察 (Usmandam Bridge : old)  
(2014年3月)



橋梁視察 (Nyanya Interchange Bridge)  
(2014年3月)



公共事業省との打合せ  
(2014年3月)



公共事業省職員への事業内容等  
説明会 (2014年6月)



コンクリートテスター (GTS) の  
デモンストレーション (2014年6月)



CTS 実務研修  
(2014年6月)



打音検査デモンストレーション  
(2014年6月)



打音検査実務研修  
(2014年6月)



橋梁点検結果説明会  
(2014年6月)



損傷箇所の測定  
(2014年6月)



JICA ナイジェリア事務所との打合せ  
(2014年6月)

## 略語表

略語	英文表記	和文表記
AfDB	African Development Bank	アフリカ開発銀行
AICD	Africa's Infrastructure Country Diagnostic	アフリカインフラストラクチャー 国別診断
B/D	Barrel / Day	日産原油産出量
BS	British Standards	英国規格
CCTV	Closed-Circuit Television	閉回路テレビ
CoC	Certification of Conformity	適合証明書
CTS	Concrete Tester and Surveyor	コンクリートテスター
FCA	Free Carrier	運送人渡条件
FCT	Federal Capital Territory	連邦首都地区
FERMA	Federal Road Maintenance Agency	ナイジェリア連邦道路維持庁
FMW	Federal Ministry of Works	ナイジェリア連邦公共事業省
FRDP	Nigeria Federal Road Development Project	ナイジェリア連邦道路開発プロジェクト
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
IDA	International Development Association	国際開発協会
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
NIS	Nigeria Industry Standard	ナイジェリア工業規格
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries	石油輸出国機構
SON	Standard Organization of Nigeria	ナイジェリア標準化機構
RH	Rebound Hammer	リバウンドハンマ(シュミットハンマ)
RSDT	Road Sector Development Team	道路部門開発チーム
SONCAP	Standard Organization of Nigeria Conformity Assessment Program	適合性評価プログラム
UAE	United Arab Emirates	アラブ首長国連邦
WB	World Bank	世界銀行
WHO	World Health Organization	世界保健機構

## 地図



(「アフリカ大陸」白地図専門店 <http://n.freemap.jp/tp/Africa>  
「ナイジェリア」白地図専門店 <http://www.freemap.jp/item/africa/nigeria.html> より  
作成)

## 図表番号

図 1-1 ナイジェリアの人口	2
図 1-2 ナイジェリア GDP (名目)	3
図 1-3 ナイジェリア GDP 成長率 (名目)	3
図 1-4 GDP の産業別構成比 (2012 年)	4
図 1-5 OPEC 加盟国の原油産出量 (日産)	4
図 1-6 CTS(コンクリートテスター)	10
図 2-1 本事業で期待される成果及び事業後に見込まれる効果	13
図 2-2 作業工程表	14
図 2-3 業務フロー図	15
図 2-4 要員投入図	16
図 2-5 本事業で投入した CTS12 台	18
図 2-6 FMW 投入バス	18
図 2-7 事業実施体制	19
図 2-8 FMW の関連組織	21
図 2-9 公共事業省の組織 (本省)	22
図 3-1 重大な損傷 (桁コンクリートの剥離 赤枠 Karu Flyover Bridge)	24
図 3-2 重大な損傷 (桁コンクリートの剥離：拡大写真 Karu Flyover Bridge)	24
図 3-3 CTS 実務実施状況	24
図 3-4 打音検査実務実施状況	24
図 3-5 橋梁点検実施フロー	26
図 3-6 点検橋梁位置図	29
図 3-7 床板鉄筋の露出 (Usmandam Bridge(old) )	31
図 3-8 橋台盛土のひび割れ (Giri Interchange Bridge)	31
図 3-9 壁高欄の剥離 (Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge )	31
図 3-10 壁高欄コンクリートの損傷・鉄筋露出 (Zuba Flyover Bridge)	31
図 3-11 Zuba Flyover Bridge (Right / A2 橋台)の コンクリート強度分布	33
図 3-12 Karu Flyover Bridge (Light / P1 橋脚)の コンクリート強度の分布	34
図 3-13 CTS での強度測定 ( Karu Flyover Bridge)	34

図 3-14	模型を用い白鳥大橋の概要説明	39
図 3-15	白鳥大橋主塔へ移動中	39
図 3-16	札幌大橋工事概要の説明	39
図 3-17	滝西橋での非破壊検査デモンストレーション	39
図 3-18	維持修繕計画検討フロー	42
図 3-19	日本の橋梁管理サイクル	42
図 3-20	最重要橋梁の補修イメージ	43
図 3-21	一般橋梁の補修イメージ	43
図 3-22	モデル橋梁維持管理計画（アセットマネジメント）検討フロー	47
図 3-23	モデル橋梁での修繕費	49
図 3-24	座学（ディスカッション）	49
図 3-25	座学	49
図 3-26	セミナー実施状況	53
図 3-27	セミナー内でのデモンストレーション	53
図 3-28	ナイジェリアでの橋梁点検の必要性（公共事業省職員）	55
図 3-29	ナイジェリアでの橋梁点検の必要性（セミナー参加者）	56
図 3-30	ナイジェリアでの橋梁点検導入の可能性（公共事業省職員）	56
図 3-31	橋梁点検の導入にあたっての課題の有無（公共事業省職員）	57
図 3-32	具体的な課題（公共事業省職員）	58
図 3-33	有効な橋梁点検手法（公共事業省職員）	58
図 3-34	有効な橋梁点検手法（セミナー参加者）	59
図 3-35	現場でのシュミットハンマと CTS の操作性（公共事業省職員）	60
図 3-36	シュミットハンマ及び CTS で収集したデータの操作性 （公共事業省職員）	60
図 3-37	収集したデータをもとにしたコンクリートの評価 （公共事業省職員）	61
図 3-38	橋梁点検以外での CTS の活用方法（公共事業省職員）	62
図 3-39	橋梁点検以外での CTS の活用方法（セミナー参加者）	63
図 3-40	ナイジェリアにおいて CTS の普及可能性（公共事業省職員）	63
図 3-41	ナイジェリアにおいて CTS の普及可能性（セミナー参加）	64
図 3-42	ナイジェリアで CTS を普及させるための方策 （公共事業省職員）	64
図 3-43	ナイジェリアで CTS を普及させるための方策 （セミナー参加者）	65
図 3-44	CTS の販売状況（半期）	70
図 3-45	火災で損傷を受けた橋梁の検査状況	71

図 3-46 発展途上国での橋梁マネジメントサイクルの構築	72
図 3-47 現地での機器修理状況	73
図 4-1 海外進出検討フロー	76
図 4-2 当社と代理店との主な業務分担	78
図 4-3 ナイジェリアの新聞「The Punch」に広告を掲載 (2014年10月13日付)	80
図 4-4 アフリカでの展開イメージ	83
図 4-5 ナイジェリア危険スポット	87
図 4-6 認証取得に係る手順	89
表 1-1 ナイジェリアの基本情報	1
表 1-2 ナイジェリアとアフリカの資源保有国、 中所得諸国との道路状況の比較	5
表 1-3 プロジェクトの概要	7
表 1-4 定期的な道路維持管理事業を実施する路線	8
表 1-5 CTS の概要	9
表 2-1 CTS 投入リスト	17
表 2-2 相手国政府機関投入一覧表	17
表 2-3 相手国政府機関の概要	20
表 3-1 視察橋梁の概況	23
表 3-2 橋梁点検実務の概要	25
表 3-3 主な点検項目	27
表 3-4 点検対象橋梁の一覧(橋梁台帳)	28
表 3-5 主な損傷一覧	30
表 3-6 CTS でのコンクリート強度の測定概要	32
表 3-7 CTS とリバウンドハンマ(RH)の測定結果	33
表 3-8 本邦受入活動概略行程	36
表 3-9 視察等の概要	37
表 3-10 座学開催概要	44
表 3-11 モデル橋梁の修繕内容、数量と修繕費および修繕優先度	48
表 3-12 判定区分毎の修繕費	49
表 3-13 CTS 使用方法等に関するセミナー	50
表 3-14 セミナー参加組織	51

表 3-15	その他参加組織	51
表 3-16	各種測定器の概要 認証取得に係わる手順	54
表 3-17	アンケート調査の実施概要	55
表 3-18	CTS とリバウンドハンマとの測定作業及びデータ処理法の比較	67
表 3-19	CTS とリバウンドハンマの測定コスト比較	67
表 3-20	本事業の報道状況	68
表 3-21	北海道新聞基本データ	69
表 3-22	北海道新聞（朝刊）面別接触率	69
表 4-1	主要な海外進出方法	77
表 4-2	主なテロ事件	84

## 案件概要

ナイジェリア連邦共和国 ナイジェリア国コンクリートテスターを用いた道路付帯コンクリート構造物の点検技術の普及・実証事業

### 企業・サイト概要

- 提案企業：日東建設株式会社
- 提案企業所在地：北海道雄武町
- サイト：<http://www.nittokensetsu.co.jp/>
- 相手国実施機関：ナイジェリ連邦公共事業省
- 事業実施期間：2014年3月7日～2015年10月30日

●●● ナイジェリア国の開発課題 ●●● ← 合致 → ●●● 提案企業の技術・製品 ●●●

●ナイジェリアの道路状況  
ナイジェリアは現在幹線道路のネットワークの拡充整備が行われている。しかし、予算、技術力、資機材等不足により、道路状況は舗装道路、未舗装道路とも良好に管理されているとは言えない状況にある。  
それらの克服のため維持管理に関する技術力の向上、簡便な検査機器の導入等が望まれる。

●CTS(コンクリートテスター)  
非破壊によるコンクリートの圧縮強度推定装置。ハンマーでコンクリートを打撃したときの打撃力の時間波形を測定、解析することによって、簡便かつ高精度にコンクリートの圧縮強度を推定することが出来る。

### 普及・実証事業の内容(JICA事業)

- 橋梁点検技術を中心とした実証プログラムの中で、本製品のデモンストレーションを実施し、ナイジェリアの道路技術者に実際にCTSを使用してもらうことで点検技術の重要性とCTSの有効性に関し啓蒙普及を図る。

### 普及・実証事業の成果

- 連邦公共事業省の技術職員が橋梁点検技術及びCTSの使用方法の習得
- 橋梁点検結果から橋梁健全性評価
- 橋梁の維持修繕が計画立案、計画的な修繕

### ビジネス展開

- ナイジェリア国内において販売代理店の設立

### 開発課題へのインパクト

- CTSの普及により的確なコンクリート評価が可能になり、道路橋の安全性が確保される。また、計画的な維持管理の実施により、財政コスト縮減にも貢献

## 要約

I. 提案事業の概要	
案件名	ナイジェリア国コンクリートテスター（CTS）を用いた道路付帯コンクリート構造物の点検技術の普及・実証事業
事業実施地	ナイジェリア連邦共和国アブジャ市、ラゴス市
相手国 政府関係機関	ナイジェリア連邦共和国 連邦公共事業省（以下、公共事業省）
事業実施期間	2014年3月7日～2015年10月30日
契約金額	73,877,400円（税込）
事業の目的	<p>橋梁の点検技術を中心にした実習プログラムを構成し、その中でコンクリートテスター（CTS）のデモンストレーションを実施し、実際にナイジェリアの道路技術者に使用してもらうことで点検技術の重要性を啓蒙し、CTSを普及させる。また、点検橋梁をモデルに維持管理計画を立案する。この一連の技術を移転することでナイジェリアの道路維持管理技術の向上に努め、ナイジェリアの発展に寄与する。</p>
事業の背景	<p>ナイジェリアの道路舗装状況は依然量・質ともに劣悪な状況にあり、持続的な経済成長のためにも国道及び高速道路のネットワークの拡充整備は急務である。公共事業省は2004年11月よりRSDMP（Road Sector Development and Maintenance Program）を実施しており、国の根幹を成す道路ネットワークに焦点を当てたFRDP（Federal Roads Development Project）を優先部門とし、連邦道路を対象に修繕事業、定期的、規則的な道路維持事業を実施している。</p> <p>当社としては、本事業実施以前の2013年3月にナイジェリア公共事業省の橋梁点検プロジェクト向けにCTSが使用され、同省より高い評価を得たという実績から、同国における道路付帯コンクリート構造物の検査技術の向上や、それに伴う検査装置に対するニーズを確認することができた。同国については、アフリカの経済大国として今後更なる成長が見込まれ、インフラ需要も高まると考えられることから、CTS普及の将来性が高いと考え本事業実施に至った。</p>
事業の実施方針	<p>橋梁点検にかかる技術指導を実施し、その中でCTSの有用性及び優位性を実証する。また、公共事業省、建設関連団体等を対象としたセミナー等を開催し、CTSの普及を図る。</p>

実績	<p>本事業では、公共事業省の技術職員を対象に橋梁点検に関する技術指導を行い、点検作業の中で CTS の有効性を実証するを目的として実施した。</p> <p>橋梁点検では、アブジャ周辺の 6 橋梁を選定したが、いずれも基本的な資料が保管されていなかったため、橋梁の基本データ（橋長、幅員等）を収集することからはじめ、収集したデータを基に橋梁台帳を作成した。橋梁点検に関しては、目視や打音検査等を行うとともに CTS の活用した点検を実践し、対象橋梁の内数か所で損傷の進行なども確認された。また、適切な維持管理に向け、橋梁点検結果を活かしたアセットマネジメント及び補修方法（工法）等の講義を行い、継続的な点検作業の重要性等について理解促進が図られた。</p> <p>本事業を通じ、事業関係者（公共事業省職員や現地建設関連民間企業等）のほとんどがナイジェリア国内で橋梁点検を実施する事が重要であると認識するとともに、CTS の特性である測定簡便性や高い作業効率性等で高く評価する等、CTS の有用性や優位性について理解を得られた。同国内での CTS 普及に向けた具体的な方策として、「公共事業省からの建設会社やコンサルへの指導」が最も効果的である事が事業関係者向けに実施したアンケート結果より確認された。本事業では公共事業省を C/P 機関とし実施し、同省職員より高い評価を受けた CTS は同国における今後の普及において非常に有利な成果を得ることができた。</p> <p>本事業期間中の活動実績は以下のとおり。</p> <p>1. 実証・普及活動</p> <p>① 機材設置状況 CTS 12 台（保管場所：公共事業省） 管理の異なる 6 つの地域で運用できるよう合計 12 台設置した。機材のメンテナンスについては、ローカルパートナーである Intecon Partnership 社に技術指導を行い、機器の校正試験や軽微な修理等、可能な限り現地で管理できるような体制を構築した。</p> <p>② 橋梁点検活動</p> <p>① 対象橋梁の選定 公共事業省がリストアップしたアブジャ周辺の 8 橋梁を候補として現場確認した結果、うち 2 橋（Kuje Flyover Bridge、Nyanya Interchange Bridge）は、施工途中であったこと、現</p>
----	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

地作業時の安全性を考慮し対象外とし、残り 6 橋を本事業での点検作業対象橋梁として選定した。

#### ② 橋梁点検実務

選定した橋梁を対象に、カウンターパート（C/P）を対象に橋梁点検の技術指導を行うとともに、CTS の使用方法に関する指導を行った。実施対象橋梁の基本的な資料が保管されていなかったため、橋梁の基本データ（橋長、幅員等）を収集することからはじめ、収集したデータを基に橋梁の基本情報を整理した橋梁台帳を作成した。橋梁点検に関しては、目視や打音検査等を行い、CTS の簡便性等を PR するため、リバウンドハンマの取り扱い方法についても指導し使用比較を行った。

#### ③ 本邦受入活動

2014 年 8 月 3 日（日）から 8 月 12 日（火）まで、公共事業省の職員 5 名を受け入れ、北海道の橋梁を中心とした土木構造物の建設、維持管理の研修を行った。このプログラムでは、国土交通省北海道開発局の協力を得て、橋梁に限らずコンクリート構造物の維持管理に重点を置き実施した。

#### ④ 橋梁点検実習とアセットマネジメントの紹介

公共事業省職員による橋梁点検実習を行い、点検結果を活かし、適切な維持管理を行っていくために必要なアセットマネジメント及び補修方法（工法）等の講義を行った。橋梁点検実習は 2014 年 6 月の第 2 回渡航時及び 2015 年 5 月の第 3 回渡航時に行われ、対象橋梁の内数か所で損傷の進行なども確認された。参加者らは継続して点検を実施する事の重要さや、それを適切に維持管理していく事が必要である事を理解した。

#### ⑤ 現地建設関連民間企業等を対象としたセミナー

公共事業省だけではなく、ナイジェリアの建設関連企業、団体に対しても広く CTS の啓蒙普及を図ることを目的とし、アブジャ及びラゴスにおいてセミナーを実施した。セ

	<p>ミナーには、公共事業省職員やその関連組織職員の他、民間の建設会社や建設コンサルタント、建設関連団体からの参加者が訪れた。</p> <p>2. ビジネス展開計画</p> <p>① 販路の構築</p> <p>2014年8月8日、現地ローカルパートナーである Intecon Partnership 社<sup>1</sup>と CTS 販売代理店契約を締結した。</p> <p>② 製品普及活動</p> <p>現地での普及活動として、新聞広告の掲載や、国内外の土木技術者が集まる学会において機器展示を行うなど、積極的に製品プロモーションを行った。今後は、特に建設関連業界内での認知度を高めていく事が効果的であると考え</p> <p>る。</p> <p>③ ビジネス展開可能性の評価</p> <p>CTS は、一般消費財と異なるため、日本に限らず先進国においては規格の整備が必要になるなど普及のハードルは高いが、ナイジェリアでは先進国の規格などを参考にしつつ、良い技術は積極的に取り入れる柔軟性を持っており、先進国に比べハードルは低い。</p> <p>同国市場規模については今後も引き続き調査が必要だが、同国内には数千の建設会社が存在する等、潜在的な市場の大きさは十分あると考えられる。</p> <p>競合製品であるリバウンドハンマはナイジェリア国内では販売されておらず入手方法に限られるが、CTS は現地パートナーの Intecon Partnership 社が販売から使用方法の指導、修理、校正試験まで対応可能であり、販売後の十分なフォロー体制は大きなアドバンテージであると考え</p> <p>る。</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<sup>1</sup> Intecon Partnership 社はオヨ州イバダンに本社を置く 1976 年設立の建設コンサルタント会社で、主にナイジェリア国内で土木構造物の設計や調査を行っている。現会長の Alade Ajibola 氏はナイジェリア土木技術者協会 (Nigerian Institution of Civil Engineers) の前会長で、ナイジェリア国内の土木業界において幅広いネットワークを持っている。本事業では、ナイジェリア現地において関係機関との連絡調整、必要資機材の調達及び関係資料等の収集を行う。

課題	<p>1. 実証・普及活動</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●橋梁の基本的な資料（図面、構造計算書等）の保管がなされていなかった。維持管理を行う上で、まずは基本的な資料をしっかりと整備し管理していく体制を整える事が重要である。既設の橋梁については、今回の実習で行ったように、定期点検実施の際に構造寸法の測定を行うとともに、継続して構造物の状態の変化を記録していく事が重要である。</li> <li>●今回の事業では、治安状況によりアブジャ近郊の橋梁以外確認することが出来なかった。今後は、今回の対象橋梁となった6橋での実習で行った点検手法を基本として、様々な形式の橋梁に対応して点検を行っていく必要がある。</li> </ul> <p>2. ビジネス展開計画</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●CTS は従来の非破壊検査技術とは違う測定原理（機械インピーダンス法）を用いており、日本国外で同技術に関する研究はほとんど行われていない。そのため、海外で販売していくためには同技術研究の資料を英文化し、日本国外の技術者の間で認知度を高める事が重要である。アフリカ地域においては、アフリカ工学団体連盟（Federation of Africa Engineering Organizations）を中心に CTS の PR し、理解を深めていくことが有効であると考ええる。</li> <li>●ナイジェリアにおいても模倣品が多く出回る傾向にあるため、その対策としてナイジェリアにおいて CTS の商標登録を行っており、2014年9月より手続きを開始し、現在申請中の状況である。</li> </ul>
事業後の展開	<p>本事業の現地パートナーである Intecon Partnership 社と CTS の販売代理店契約締結により、ナイジェリアを中心にアフリカ地域での販売網の形成を図っていく。</p>

## 1. 事業の背景

(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

### ① 事業実施国の政治・経済の概況

#### a) 政治状況

ナイジェリア連邦共和国（以下「ナイジェリア」）はアフリカ大陸の西部に位置し、人口約1億7,360万人、国土面積約92万km<sup>2</sup>、首都は国土の中央部に位置しているアブジャである。ナイジェリアは1960年にイギリスから連邦国家として独立したが、軍事クーデター、ビアフラ戦争（内戦）、軍事独裁政権等内政が不安定な状況にあった。1999年に新憲法が制定され、民政に移行した。政治体制は大統領を国家元首とする連邦共和制であり、連邦議会は上院と下院の2院制がとられている。

ナイジェリアは36州と1準州から成っており、「北西」、「北中」、「北東」、「南西」、「南南」、「南東」の6地域に分けられている。ナイジェリアには250以上の部族が存在しており、ハウサ族、イボ族、ヨルバ族が3大部族として知られている。言語については、各部族語も残っているが、英語が公用語となっている。

表 1-1 ナイジェリアの基本情報

国土面積	92万3,773km <sup>2</sup>
人口	1億7,360万人
首都	アブジャ(1991年にラゴスから遷都)
政治体制	上院(定数109人)、下院(定数360人)の2院制、連邦共和制
国家元首	大統領：ムハンマド・ブハリ
公用語	英語
宗教	キリスト教、イスラム教、伝統宗教
部族	ハウサ族、ヨルバ族、イボ族他250部族以上

(「ナイジェリア連邦共和国 基礎データ」より作成

<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/nigeria/data.html#01>)

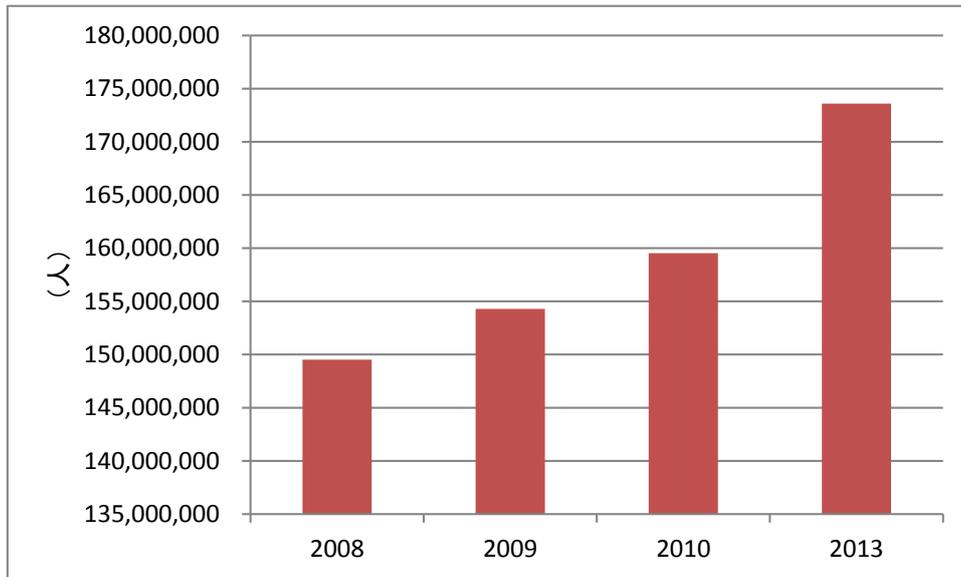


図 1-1 ナイジェリアの人口

(“Annual Abstract of Statics,2011” National Bureau of Statistics, Federal Republic of Nigeria, 2013 年 UNFPA)

b) 経済状況

ナイジェリアは近年急激な経済成長を遂げている、2010 年の GDP は 33,984,754 百万ナイラであり、2006 年の GDP を 100%とした場合、2010 年は 180%と、80%増となっている。産業別の構成費では、農業部門が 39.21%、次いで、「卸/小売」が 19.92%、「石油・天然ガス」が 13.76%となっており、農業部門が突出して高いことがわかる。

また、ナイジェリアは石油産油国であり、OPEC 加盟国（アフリカ内では他にアルジェリア、アンゴラ、リビアが加盟）である。OPEC 加盟 12 カ国中、ナイジェリアは原油産出量約 1,753,000 バレル/日で、第 7 位である。

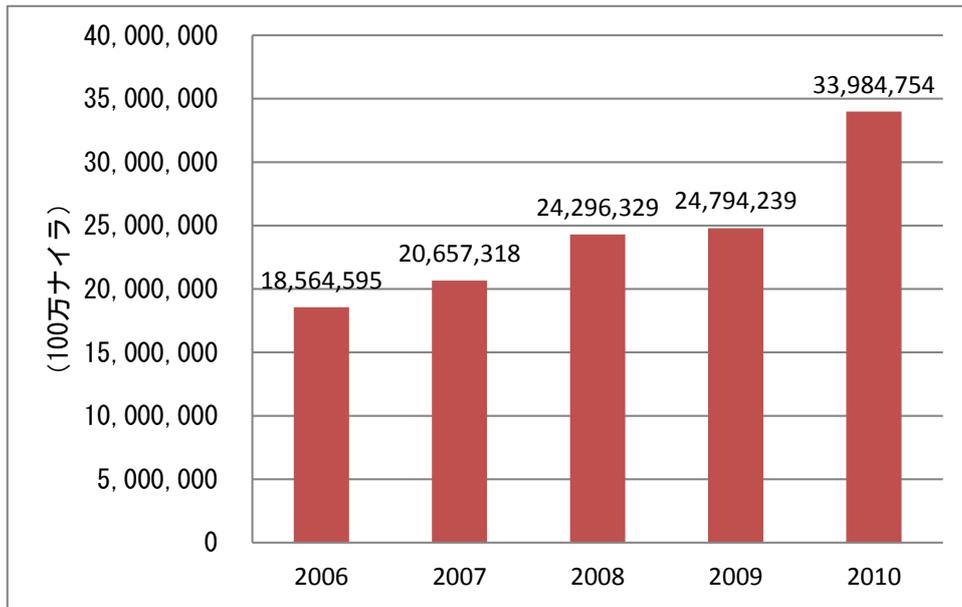


図 1-2 ナイジェリア GDP (名目)

(”Annual Abstract of Statics,2011” National Bureau of Statistics, Federal Republic of Nigeria)

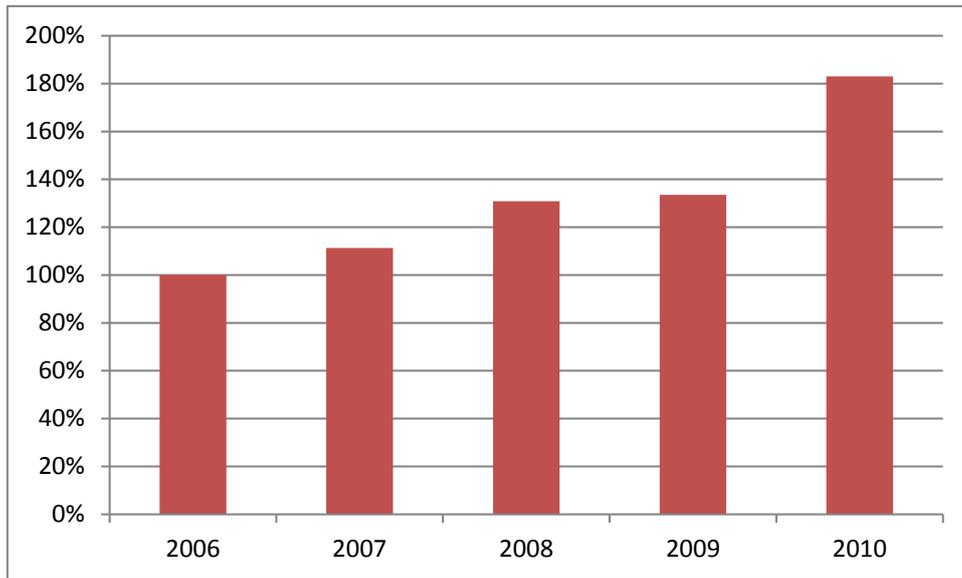


図 1-3 ナイジェリア GDP 成長率 (名目) (対 2006 年比)

(”Annual Abstract of Statics,2011” National Bureau of Statistics, Federal Republic of Nigeria)

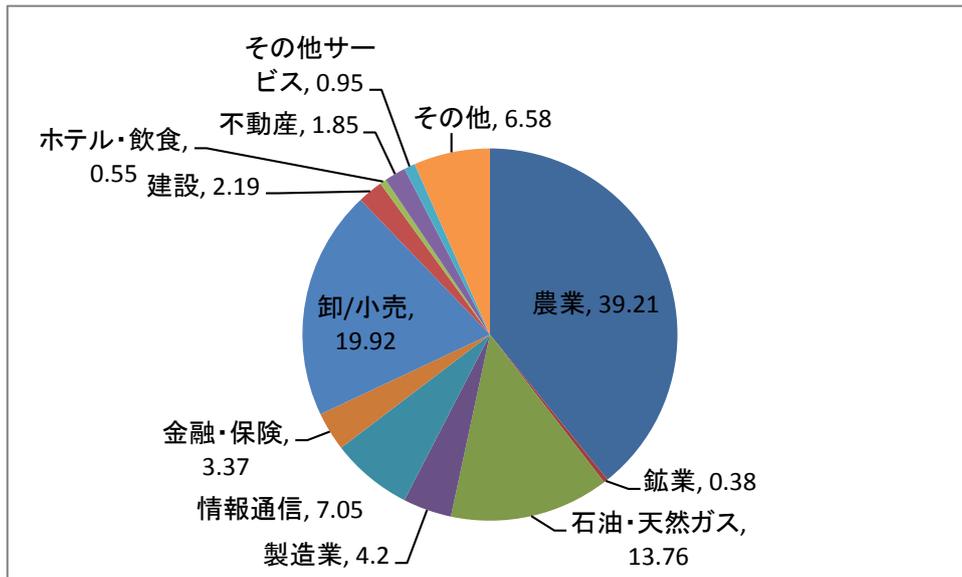


図 1-4 GDP の産業別構成比 (2012 年)

(”Annual Abstract of Statics,2011” National Bureau of Statistics, Federal Republic of Nigeria)

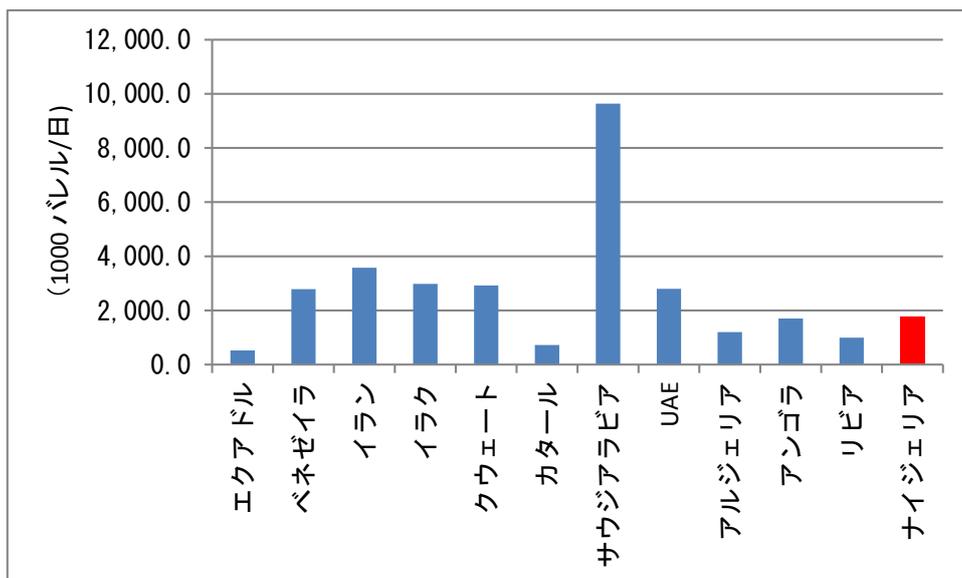


図 1-5 OPEC 加盟国の原油産出量 (日産) (2013 年)

(Annual Statistical Bulletin 2014, OPEC より作成)

② 対象分野における開発課題

ナイジェリアでは現在国道及び高速道路のネットワークの拡充整備が行われている。舗装道路及び未舗装道路の道路密度はアフリカの資源保有諸国平均の 2 倍以上の道路密度となっているが、アフリカの中所得諸国平均と比較した場合は、約 45%の道路密度である。道路の質に関しては、「良好」あるいは「適正」に管理されている割合が、舗装道路の場合は 67.4%、未舗装道路に関しては 32.9%となっており、資源保有諸国（舗装道路 82.0%、未舗装道路 57.6%）、中所得諸国（舗装道路 67.9%、未舗装道路 61.4%）と比べ道路状況が良くないことがわかる。

表 1-2 ナイジェリアとアフリカの資源保有国、中所得諸国との道路状況の比較

		資源保有諸国 (アフリカ地域)	<u>ナイジェリア</u>	中所得 諸国
道路密度 (舗装道路)	耕作可能地 1,000km <sup>2</sup> 当たりの道路延長(km)	59.1	<b>174.1</b>	318.4
道路密度 (未舗装道路)	耕作可能地 1,000km <sup>2</sup> 当たりの道路延長(km)	38.0	<b>94.2</b>	278.4
GIS の農村アクセス性	通年供用道路から 2km 以内の農村人口の割合 (%)	26.0	<b>19.7</b>	31.5
交通量 (舗装道路)	日平均交通量(台)	1,408.2	<b>1,772.4</b>	2,558.3
交通量 (未舗装道路)	日平均交通量(台)	24.7	<b>32.7</b>	74.7
道路状況 (舗装道路)	全道路中、「良好」あるいは「適正」な状況に管理されている道路の割合 (%)	67.9	<b>67.4</b>	82.0
道路状況 (未舗装道路)	全道路中、「良好」あるいは「適正」な状況に管理されている道路の割合 (%)	61.4	<b>32.9</b>	57.6
道路利用者による評価	道路が大きな事業の阻害要因であるとした企業の割合 (%)	30.2	<b>29.9</b>	18.2
過剰スペックな道路の割合	日平均交通量 300 台以下の舗装道路の割合 (%)	19.8	<b>4.8</b>	18.4
過小スペックな道路の割合	日平均交通量 300 台以上の未舗装道路の割合 (%)	9.3	<b>26.7</b>	20.0

(Africa Infrastructure Country Diagnostic, Country Report, "Nigeria's Infrastructure : A Continental Perspective" World Bank, 2011)

注) AICD“ナイジェリアインフラストラクチャ”レポートは、アフリカのサブサハラ地域 48 カ国を対象に、

1)資源保有国、低所得国、2)中所得国とナイジェリアとのインフラ整備状況を比較、検討したもの。1)資源保有国、低所得国とは、WB の分類で低所得国 (US\$ 1,965~1,036 一人当たりの GNI) 以下の国、2)中所得国とは、WB の分類で中所得国 (US\$ 4,085~\$ 1,966 一人当たりの GNI) )

近年、アフリカの多くの国では、道路利用者に通行料金を課徴する、あるいは様々な種類のガソリン税を創設するための方策が実施されてきている。これらは道路維持管理のための歳入の安定した原資として確保するものである。しかし、ナイジェリアの場合は道路維持にあたっては、一般的会計予算から充当されている。2001年から2006年にかけて、ナイジェリアは連邦道路に年当たり7億USドル以上拠出してきた。他方、連邦道路に係る予算7億ドルのうち維持管理に充てられる予算は不明であるが、適切に道路の維持管理を行うためには、年間約5億8千万ドルの予算が必要との試算結果もあり、保全的な修繕に対し十分な予算をカバーしているとは言えない状況にあると思われる。(Nigeria's Infrastructure : A Continental Perspective )

また、世帯調査によれば、ナイジェリアの農村地域の定住者の約47%が通年供用の道路から2km以内に住んでいるが、これはサブサハラ・アフリカ地域の平均約34%より高いものの、全世界の発展途上国の平均67%よりは低い状況にある。

ナイジェリアの農村地域の道路整備状況は農村振興に必要な水準に達しておらず、農村の人口の75%をカバーする通年供用の道路を提供するためには、20,000km以上の道路ネットワークの拡充する必要がある。(Nigeria's Infrastructure: A Continental Perspective / Feb.2011 The World Bank)

### ③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

ナイジェリア連邦交通省（現公共事業省）は、1996年6月にナイジェリアの道路状況を改善するために、「FMT (Federal Ministry of Transport) 道路ビジョン2000」を策定した。これは、国家道路委員会と道路維持のための安定的、持続的な道路基金の創設、民間資金の導入を図るための法整備等を行うものである。

公共事業省は同ビジョンを推進するために、2004年11月にWBの支援を受けRSDMP (Road Sector Development and Maintenance Program)を開始。RSDMP実現に向け、国の根幹を成す道路ネットワーク、連邦道路に焦点を当てたFRDP (Federal Roads Development Project)を優先プロジェクトと位置づけ、RSDT (Road Sector Development Team)を設立し実施されている。FRDPは2008年4月より10年間で連邦道路を対象に修繕事業、定期的、規則的な道路維持事業を実施していくものであり、第1フェーズでは750百万USドルの資金が必要（ただし、IDAから330百万USドルの融資、日本から3百万USドルの援助、FGNから32百万ドルの援助）であった。第2フェーズでは625百万USドル、第3フェーズでは635百万USドルがそれぞれ必要であるが、単独の予算を確保し実施されている。(Road

④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

a) FRDP

2008 年 4 月ナイジェリア連邦政府は IDA から連邦道路開発プロジェクト (Federal Road Development Project:FRDP) の信用供与が採択された。このプロジェクトは「旅行速度の改善」、「運送コストの低減」、「交通事故の削減」、「持続可能な道路資産の管理」を目的にしている。

2010 年にナイジェリア公共事業省は、連邦道路ネットワークを保持するため FRDP を活用した定期的な維持管理を実施することにした。RSDT は FRMA と協働し、プロジェクトの対象路線を選定した。(表 1-4、8 ページ)

表 1-3 プロジェクトの概要

	概要
実施主体	ナイジェリア連邦政府
名称	Nigeria Federal Roads Development Project (P090135) (FRDP)
目的	<ul style="list-style-type: none"><li>●道路利用者の旅行速度の改善</li><li>●運送コストの低減</li><li>●交通事故の削減</li><li>●持続可能な道路資産の管理</li></ul>

表 1-4 定期的な道路維持管理事業を実施する路線

	プロジェクト名	州
1	Jebba - Lafiagi Road FRDP/2010/NCB/W/0	NIGER
2	Takai - Albasu - Gaya Road FRDP/2010/NCB/W/02	KANO
3	Nafada - Gombeabba Road FRDP/2010/NCB/W/03	GOMBE
4	Hong - Mubi Road FRDP/2010/NCB/W/04	ADAMAWA
5	Kurfi - Chiranchi Road FRDP/2010/NCB/W/05	KATSINA
6	Okpala - Igwurita Road FRDP/2010/NCB/W/06	IMO
7	Ado - Ilumoba - Agbado - Ikare Road Section A FRDP/2011/ICB/PMW/07	EKITI
8	Dingaya - Galambi - Rungo Road FRDP/2011/ICB/PMW/08	JIGAWA
9	Rumukurshi - Chokocho Road FRDP/2011/ICB/PMW/09	RIVERS
10	Akure - Owo Road FRDP/2011/ICB/PMW/10	ONDO
11	Ado - Ilumoba - Agbado - Ikare Road Section B FRDP/2011/ICB/PMW/11	EKITI
12	Lafiagi - Mokwa Road FRDP/2011/ICB/PMW/12	NIGER
13	EastWest - Odi Road FRDP/2011/ICB/PMW/13	BAYELSA
14	Lafia - Doma Road FRDP/2011/ICB/PMW/14	NASARAWA

(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要

本事業で普及・実証を図る製品、CTS の概要を下表において整理した。

表 1-5 CTS の概要

名称	コンクリートテスター
スペック（仕様）	<p>ハンマ質量：380g                      サンプルング時間：0.5μs                      測定時間長：2ms                      電源：単三電池 4 本（連続使用時間約 12 時間）                      PC 接続：PC と USB で接続 USB デバイスとして機能                      記憶媒体：最大 128×128×100 個のデータ記録</p>
特徴	<p>CTS は、非破壊によるコンクリートの圧縮強度推定装置である。ハンマでコンクリートを打撃したときの打撃力の時間波形を測定・解析することにより、簡便かつ高精度にコンクリートの圧縮強度推定を行う。また、コンクリートの圧縮強度のみではなく、付加情報としてコンクリートの表面劣化度合いや表面近傍の浮き・剥離の検出も可能である。本装置は、本体（寸法（突起を含まず）：108mm×169mm×42mm）とハンマユニットから構成された小型・軽量の測定装置で機動性に優れている。測定はハンマでコンクリート表面を軽打するだけで、測定データは全て装置本体に記録され、PC の専用プログラムを介することで測定結果を CSV 形式で出力することが可能である。</p>
競合他社製品と比べた比較優位性	<p>コンクリートテスターと競合する製品に、リバウンドハンマ（シュミットハンマ）がある。リバウンドハンマは重錘をコンクリート表面に衝突させ、跳ね返り距離を反発度として読み取る装置である。このため、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①打撃する角度によって補正が必要であること、</li> <li>②コンクリート表面が劣化している場合、その影響を強く受けること、</li> <li>③バネの力によって機械的に打撃を行うため機械差が発生すること、</li> <li>④打撃回数が多くなると、頻繁な校正試験と部品交換が必要なこと、</li> </ul> <p>等が指摘されている。</p> <p>コンクリートテスターは、ハンマに内蔵したセンサーで打撃力の時間波形を測定・解析するため、リバウンドハンマで指摘されている問題は発生しない。</p>
国内外の販売実績 (2014 年 4 月 8 日現)	<p>①国内（411 台）                      国土交通省：28 台</p>

在)	農林水産省：15台 北海道庁：8台 市町村：2台 大学・高校：6台 JR関連：6台 電力会社：12台 高速道路関連：18台 研究機関：11台 建設コンサルタント会社：83台 建設会社：64台 商社：37台 その他：121台 ②海外（37台） 韓国：13台 アメリカ合衆国：7台 台湾：13台 ナイジェリア：4台
サイズ	本体寸法：108mm×169mm×42mm（突起を含まず）
設置場所	公共事業省
今回提案する機材の数量	12台
価格	価格 485,075 円（単価）× 12 台 = 5,820,900 円（A） 輸送費 123,333 円（1式）（B） 関税 297,211 円（(A+B)×関税率(5%))



図 1-6 CTS(コンクリートテスター)

(3) 事業実施に係る背景

ナイジェリアでは、本事業実施以前に現地のコンサルタント会社である Intecon

Partnership 社に CTS を納入した実績があった。同社を介して公共事業省のプロジェクトにおいて CTS が使用され、同省より高い評価を得たという報告を受け、同社とともに本事業実施に向けた準備に着手した。ナイジェリアは、南アフリカ共和国に次ぐアフリカの経済大国であり、今後市場として大きな成長が見込まれ、更なるインフラ需要も高まると考えられることから、CTS 普及の土台及び将来性が高いと考えられ、本事業実施に至った。

## 2. 普及・実証事業の概要

### (1) 事業の目的

橋梁の点検技術を中心にした実証プログラムの中で、本製品のデモンストレーションを実施し、実際にナイジェリアの道路技術者等にコンクリートテスター（CTS）を使用した点検技術指導を行うことで点検にかかる重要性を理解してもらうとともに、同国内で CTS を普及することを目的としている。この過程を通じ、ナイジェリアの道路維持管理技術の向上に努めるほか、点検結果をもとにした橋梁の維持管理計画の立案、計画に基づいた維持・修繕を行うことにより、橋梁の長寿命化が達成され、長期的には橋梁の架け替えコストの縮減により、ナイジェリア連邦政府の財政コストの縮減に寄与する。

### (2) 期待される成果

公共事業省の職員の橋梁の維持管理に関する技術力の向上にともない、図 2-1 (13 ページ) で示すように将来的には本事業の成果がナイジェリア社会に広く発現することが期待される。

### (3) 事業の実施方法・作業工程

公共事業省等道路管理者が橋梁（コンクリート構造物）を対象に日本で実施されている橋梁点検手法に則り、現地で点検実務実習を実施し、その実習の中でコンクリートテスターの有用性をアピールする。

そのためには、「目視」、「打音検査」、「クラックゲージ」、「コンベックス」等を活用した通常の点検と、あわせて CTS によるコンクリート圧縮強度を測定する。このことにより、CTS の簡便な操作性を理解してもらう。

また、この点検結果によって、構造物の健全度を判定する。この判定にあたっては、CTS を用いることで定量的なデータによる判断が可能であることを示す。

最終的には、点検結果をもとに点検を実施した橋梁等をモデルに選び、ライフサイクルコストを意識した維持修繕計画の立案をナイジェリアの技術者とともに行う。

本事業の作業工程と業務フロー図をそれぞれ図 2-2 (14 ページ)、図 2-3 (15 ページ) に示す。

1. 公共事業省の橋梁点検技術力の向上

- 公共事業省内技術職員の橋梁点検技術の習得
- 公共事業省内技術職員が CTS（非破壊検査）の使用法の取得
- 橋梁点検結果から橋梁の健全性評価の実施
- 橋梁の維持修繕計画の立案により、計画的な修繕



2. 橋梁点検技術向上によって期待される成果（中長期）

- 道路利用者の安全性向上
  - ・的確な橋梁点検、評価、修繕が実施されることで、道路橋の安全が担保され、道路利用者の安全が保たれる。
- 建設関連業界の技術力の底上げ
  - ・公共事業省による橋梁の点検、評価法の指導、監督等によってナジェリア建設関連企業の技術力の向上がもたらされる。
- 財政への貢献
  - ・橋梁の維持修繕計画の立案とそれに基づいた的確な修繕が行われることで橋梁の長寿命化が図られ、橋梁の架け替えコストの縮減が図られる。

図 2-1 本事業で期待される成果及び事業後に見込まれる効果

作業項目	期間	2014年度												2015年度							
	2013	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
現地との調整		●●●																			
現地協議資料の作成（事業紹介、橋梁点検資料等の作成）		●●●																			
現地協議（本事業の紹介、橋梁点検の紹介、橋梁点検対象橋梁の選定等）		●●●																			
橋梁点検実習カリキュラムの立案		●●●●●	●●●																		
現地使用資料の作成（CTSの紹介、橋梁点検テキスト等）		●●●●●	●●●●●																		
現地橋梁点検実習				●●●●●	●●●																
本邦受入活動プログラムの立案				●●●●●	●●●●●																
〃 視察場所等の選定					●●●	●●●															
〃 視察資料の作成					●●●●●	●●●●●															
〃 実施						●●●●●	●●●														
現地点検実習対象橋梁の維持管理計画の立案													●●●●●	●●●●●	●●●						
進捗報告書の作成							●●●●●	●●●●●													
進捗報告書提出								●●													
報告書作成													●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
報告書納品																					●●●●●

凡例： ●●●●● 国内作業（予定）    ●●●●● 国内作業（実績）  
 ●●●●● 現地作業（予定）    ●●●●● 現地作業（実績）

図 2-2 作業工程表

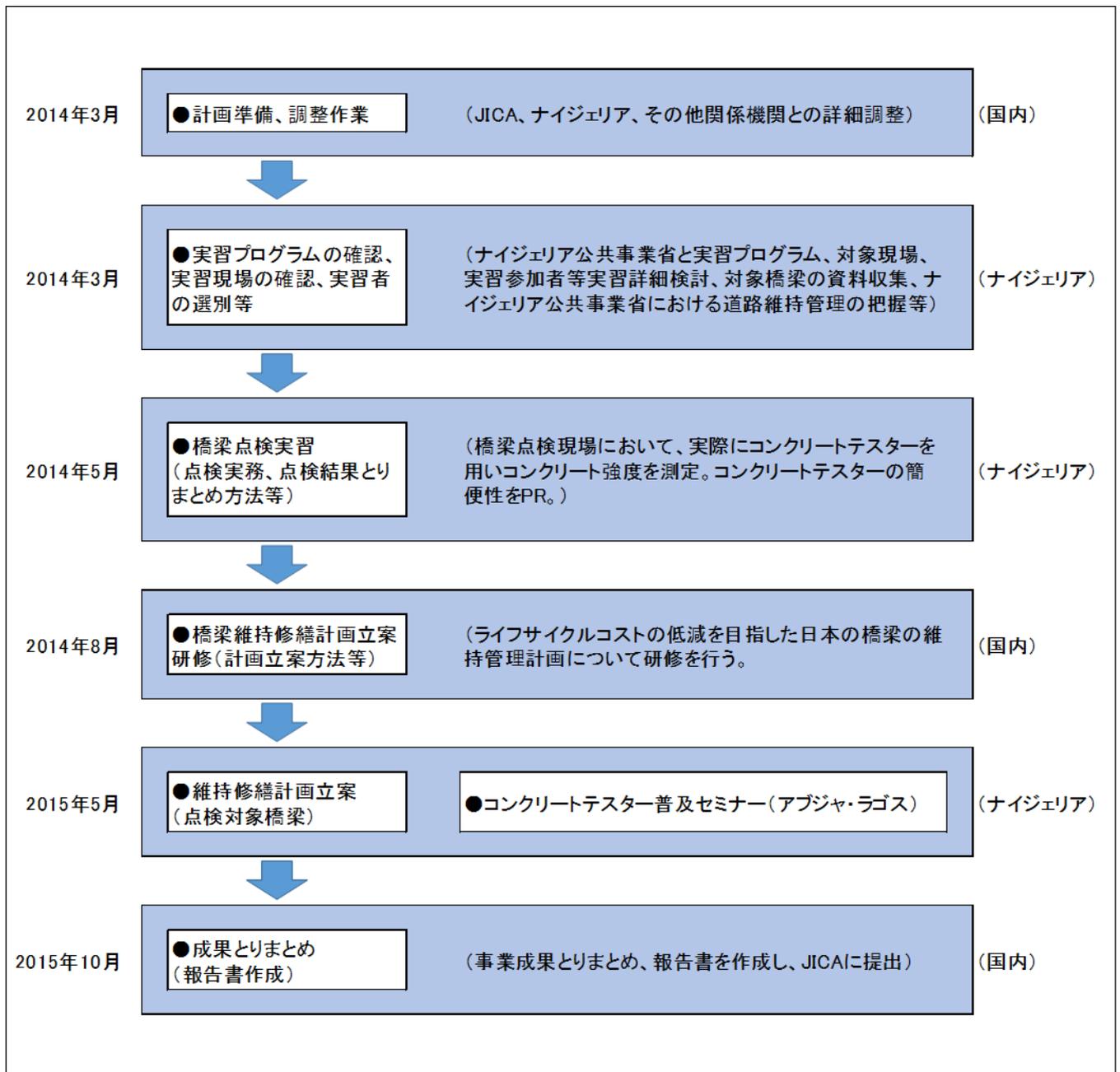


図 2-3 業務フロー図

(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）

本事業での投入を以下に整理した。

担当	氏名	所属		2014												2015												計	
				3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	現地	国内				
業務主任	久保 元樹	日東建設株式会社	予定	10	6	10	1	6	15	6	7	10	6	6				2	2	3	11	6	2	2	2	2	2	37	80
対外折衝 技術指導	岡本 真	日東建設株式会社	予定	10	4	9	1	6	15	6	7	10	6	5				3	3	3	11	6	2	3	3	2	2	37	80
技術指導	金王 雄亮	日東建設株式会社	予定	10	2	10	1	10	15	3	1	10									11	3	1					37	40
チーフアドバイザー	高西 義光	一般社団法人北海道開発技術センター	予定	10	6	10	1	5	15	5	5	10	5					3	3	3	11	4	4	5	6	4	2	37	80
事業調整(契約手続き、予算管理、工程管理、リスク管理等)	佐藤 浩	一般社団法人北海道開発技術センター	予定	10	4	10	1	5	15	6	6	10	4					3	3	3	11	4	4	6	6	4	2	37	80
点検プログラムの立案、実施	佐藤 義一	一般社団法人北海道開発技術センター	予定	10	2	10	1	5	15	5	5	10	4							3	11	3	1					37	48
																									受注企業 人・月計		111	200	
																									外部人材 人・月計		111	208	
																									人・月計		222	408	

図 2-4 要員投入図

・投入資機材リスト

本事業においては、下表で示すとおり CTS12 台を本事業の機材として投入した。本事業期間中はナイジェリア公共事業省にて保管される。（図表 CTS の投入リスト及び写真）

表 2-1 CTS 投入リスト

	機材名	型番	数量	納入年月	設置先
1	コンクリートテスター	40156	1	2014年6月	公共事業省
2	〃	40157	〃	〃	〃
3	〃	40158	〃	〃	〃
4	〃	40159	〃	〃	〃
5	〃	40160	〃	〃	〃
6	〃	40161	〃	〃	〃
7	〃	40162	〃	〃	〃
8	〃	40163	〃	〃	〃
9	〃	40164	〃	〃	〃
10	〃	40165	〃	〃	〃
11	〃	40166	〃	〃	〃
12	〃	40167	〃	〃	〃

・相手国政府関係機関側の投入

公共事業省からは本事業を推進するにあたり、橋梁点検現場への職員の送迎のためのバス、座学用の会議室等の提供があった。

表 2-2 相手国政府機関投入一覧表

	数量	
公共事業省職員移動用バス	1	
座学用会議室	1	
座学用プロジェクター	1	
カメラ		参加者各自用意
筆記用具		参加者各自用意



図 2-5 本事業で投入した CTS12 台



図 2-6 FMW 投入バス

## (5) 事業実施体制

本事業の事業実施体制は、下図で示すとおり日東建設(株)を中心に(一社)北海道開発技術センター、ナイジェリアのローカルパートナーIntecon Partnership 社、本事業のカウンターパートである公共事業省から構成されている。

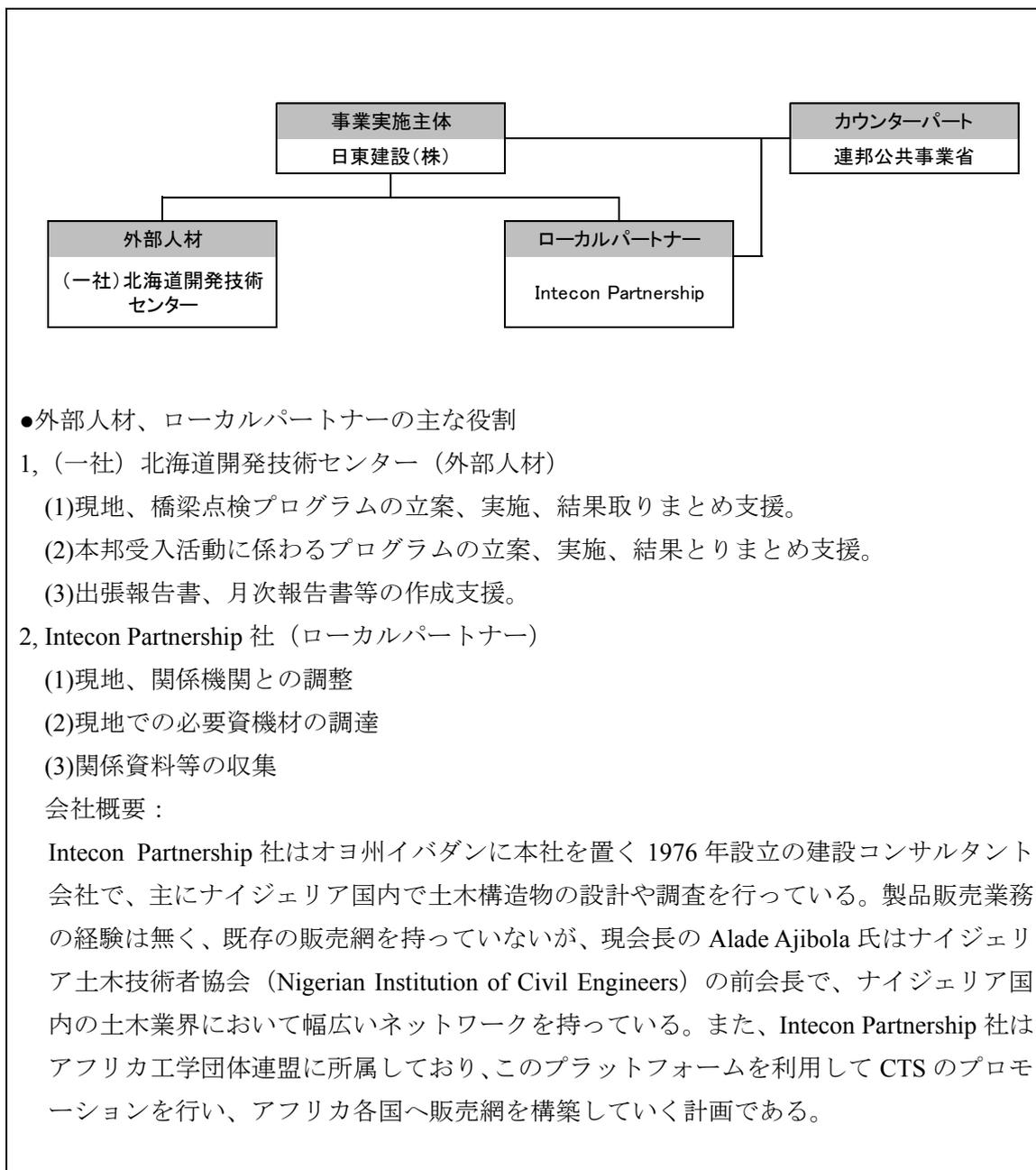


図 2-7 事業実施体制

## (6) 相手国政府関係機関の概要

公共事業省は、ナイジェリアの連邦道路の整備を所管している官庁である。公共事業省の前身は Federal Ministry of Transport(FMT) であり、交通を司る官庁であった。本省所在地は首都アブジャにある。主な部署は、「計画、調査、統計部」、「財務部」、「連邦道路設計部」、「連邦道路橋設計部」等がある。また、関連する下部組織に道路の維持管理を中心に行う FERMA (Federal Road Maintenance Agency)、前述した IDA プロジェクトを実施する RSDT(Road Sector Development Team)、測量・作図を主に行う OSGOF(Office of the Survey General of the Federation)の 3 組織を有している。

本事業は橋梁の点検に関する技術移転と CTS の普及を図ることを目的としていることから、公共事業省の中の連邦道路橋設計部 (Highway Design – Bridges Department) をカウンターパートとした。この部署は、連邦道路の橋梁やカルバート等土木構造物の設計、建設、維持管理を所掌している。

表 2-3 相手国政府機関の概要

	概要
正式名称	連邦公共事業省 (Federal Ministry of Works ; FMW)
所在地	Mabushi, Abuja, Nigeria
組織	次ページ参照
主な業務	公共事業省は連邦道路の計画、設計、建設、維持管理を所管している。 *連邦道路の建設と修繕 *連邦道路の計画と設計 *連邦道路と橋梁の維持管理
Highway Design – Bridges Dept. 主な業務	*連邦道路の橋梁の設計基準 *橋梁、高架橋、その他の構造物の設計 (直営) *建設コンサルタントが設計した橋梁、カルバート等の構造物のチェック *連邦道路の橋梁データの管理 *橋梁の維持管理

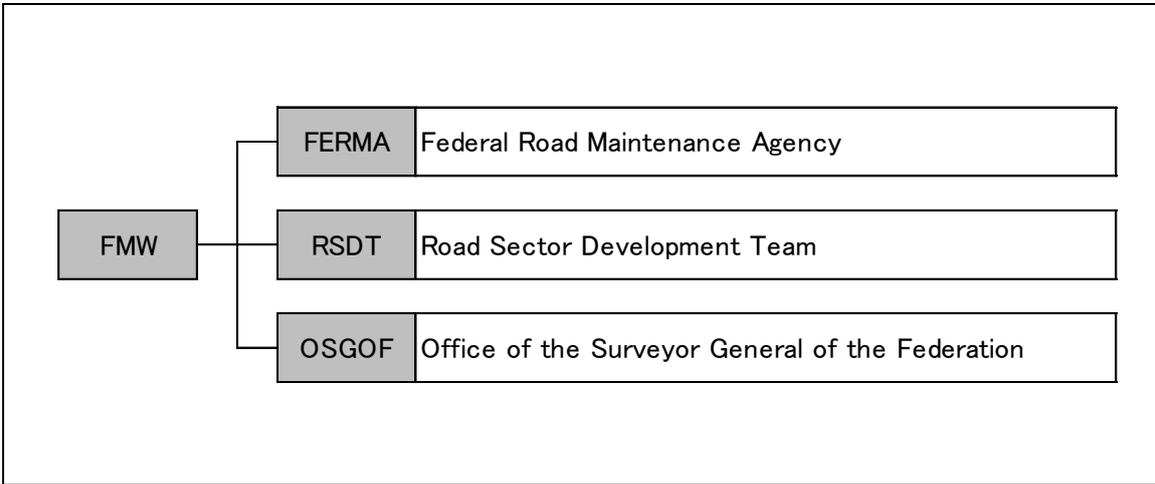


図 2-8 FMW の関連組織

Professional Departments	Planning, Research and Statistics Dept.
	Finance and Accounts
	Public Procurement Dept.
	Human Resource Management
	Highways Planning and Development Dept.
	Highways Design - Roads Dept.
	Highways Design - Bridges Dept.
	Highways, Material Geo-Technics & Quality Control Dept.
	Highways Public Private Partnership Dept.
	Highways Road Sector Development Team Dept.
	Highways, South-West Zone
	Highways, South-East Zone
	Highways, South-South Zone
	Highways, North-West Zone
	Highways, North-East Zone
Highways, North-Central Zone	
Service Departments	Electrical/Street Lighting Services
	Central Workshop
	Engineering Management Services
	Legal Services
Units	Press and Public Relations
	Office of the Permanent Secretary
	Audit
	Protocol
	Reforms, Servicom and Anti-Corruption Unit

※赤枠内が本事業の窓口

図 2-9 公共事業省の組織（本省）

### 3. 普及・実証事業の実績

#### (1) 活動項目毎の結果

##### ① 活動結果1 (対象橋梁の選定)

公共事業省がアブジャ周辺の8橋梁を候補橋梁としてリストアップした候補を基に、現地を確認した結果、下表で示すとおり2橋梁を本事業の対象外とし、6橋を点検実習の対象橋梁とした。まず6. Kuje Flyover Bridgeについては、現地を確認した段階で施工途中であったため、本事業の目的である「橋梁点検」とは合致しないことから対象から外した。8. Nyanya Interchange Bridgeについては、橋梁の立地位置が小集落に近接しており、視察時においても多くの住民が押し寄せてくるなどの事態になり、現地作業時の安全性を考慮し対象外とした。

しかしながら、選定した6橋梁について設計図書の保管がなされていなく、設計図面、構造計算書等の点検作業等に必要となる基本的な資料を入手することが出来なかった。

そのため、橋梁点検実務を行う際、日本の橋梁点検では行われていないが、橋長、幅員等の測定を行い、橋梁台帳をあわせて作成することで対応した。

また、各橋梁の状態確認時に大規模な損傷を受けている橋梁 (Karu Flyover Bridge) を発見した。損傷の状況は橋桁のコンクリートの剥落、鉄筋露出と大変危険な状況にあり、公共事業省へ報告した。第2回渡航時に現場確認したが補修は行われていなかった。そのため他の橋梁とあわせ補修工事の工法などを第3回渡航時に提案した。

表 3-1 視察橋梁の概況

	視察橋梁	位置	供用年	視察月日	資料の有無	選定橋梁
1	Zuba Flyover Bridge	Zuba	1993年 (推定)	3月10日	×	○
2	Giri Interchange Bridge	Giri	2013年	3月10日	×	○
3	Gwagwalada Junction Bridge	Gwagwalada	未供用	3月11日	○	○
4	Usmandam Bridge (old)	Gwagwalada	1983年 (推定)	3月11日	×	○
5	Usmandam Bridge (new)	Gwagwalada	2010年 (推定)	3月11日	×	○
6	Kuje Flyover Bridge	Kuje	未完成	3月11日	×	×
7	Karu Flyover Bridge	Karu	2003年	3月12日	×	○
8	Nyanya Interchange Bridge	Nyanya	2003年	3月12日	×	×

(注；上記4～5は、上下線で橋梁形式、架橋年が違うことから別橋梁と位置づけた)



図 3-1 重大な損傷（桁コンクリートの剥離 赤枠 Karu Flyover Bridge）



図 3-2 重大な損傷（桁コンクリートの剥離：拡大写真 Karu Flyover Bridge）

## ② 活動結果 2（橋梁点検実務）

### a) 実施概要

活動 1（対象橋梁の選定）において選定した橋梁を対象に橋梁点検の技術指導を行うとともに、CTS の使用方法に関する指導を行った。

2014 年 6 月 3 日（火）に座学において、「橋梁点検の方法」、「CTS の使用方法等」の講義を行い、翌日から現場にて橋梁点検実務実習を行った（表 3-2 参照）。日本の橋梁点検では、図 3-5（26 ページ）で示すとおり、最初に「既存資料調査」を行い、橋梁概要を把握することからはじめるが、ナイジェリアでは実施対象橋梁の基本的な資料が保管されていなかったため、橋梁の基本データ（橋長、幅員等）を収集することからはじめた。収集したデータを基に橋梁の基本情報を整理した橋梁台帳を作成した。

橋梁点検に関しては、下表 3-3（27 ページ）で示した点検項目について、「目視」、「打音検査」等を行った。また、CTS に関しては、CTS の使用方法はもちろん、CTS の簡便性等を PR するため、リバウンドハンマ（シュミットハンマ）の取り扱い方法についても指導した。



図 3-3 CTS 実務実施状況



図 3-4 打音検査実務実施状況

表 3-2 橋梁点検実務の概要

	概要
実施期間	2014年6月3日(火)～2014年6月10日(火)
実施月日及び場所	<p>座学：2014年6月3日(火)；公共事業省内会議室</p> <p>実務：2014年6月4日(水)；Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge</p> <p>2014年6月5日(木)；Giri Interchange Bridge</p> <p>Usamandam Bridge (Old)</p> <p>Usamandam Bridge (New)</p> <p>2014年6月6日(金)；Zuba Flyover Bridge</p> <p>2014年6月9日(月)；Karu Flyover Bridge</p> <p>座学：2014年6月10日(火)；公共事業省内会議室</p> <p>※Usamandam Bridge は上下線で橋梁形式、架橋年が違っていたことから New と Old で別橋梁と位置づけた。</p>
対象者及び人数	公共事業省職員、20人
実施方法	<p>①橋梁基本データの収集（橋長、幅員（車道、歩道）等）</p> <p>②橋梁点検</p> <p>橋梁点検については、「目視」、「打音検査」等により、「表 3-3 主な点検項目」で整理した項目について点検を実施。</p> <p>③非破壊検査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・CTS の使用方法</li> <li>・シュミットハンマの使用法</li> </ul>
主な使用資機材	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CTS</li> <li>・シュミットハンマ</li> <li>・打音検査用ハンマ</li> <li>・クラックスケール</li> <li>・巻尺</li> <li>・コンベックス</li> <li>・チョーク</li> <li>・カメラ</li> <li>・点検記録用資料</li> </ul> <p>(橋梁台帳用記入用紙、点検結果総括表記入用紙、損傷記録表記入用紙)</p>

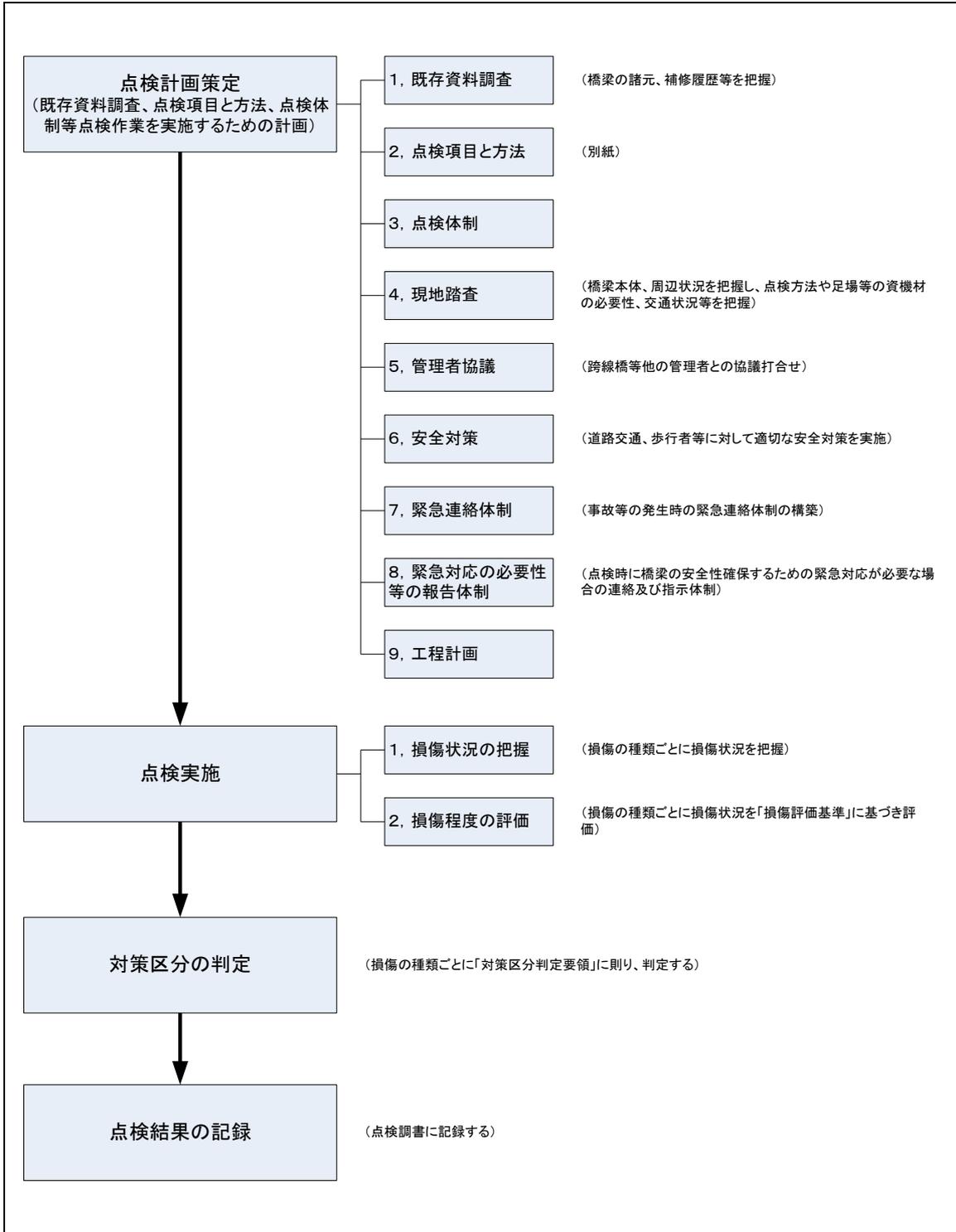


図 3-5 橋梁点検実施フロー

表 3-3 主な点検項目

部位、部材、区分		点検項目
上部構造	主桁 横桁 縦桁 床板	①ひびわれ ②剥離、鉄筋露出 ③漏水、遊離石灰 ④抜け落ち ⑤コンクリート補強剤の損傷 ⑥床板ひびわれ ⑦うき ⑧遊間の異常 ⑨定着部の異常 ⑩変色、劣化 ⑪漏水、滞水 ⑫異常な音、振動 ⑬異常なたわみ ⑭変形、欠損
下部構造	橋脚 橋台	①ひびわれ ②剥離、鉄筋露出 ③漏水、遊離石灰 ④抜け落ち ⑤コンクリート補強剤の損傷 ⑥うき ⑦定着部の異常 ⑧変色、劣化 ⑨漏水、滞水 ⑩異常な音、振動 ⑪異常なたわみ ⑫変形、欠損
	基礎	①沈下、移動、傾斜 ②洗掘

※上部、下部構造部分の点検項目のみを例示。  
(橋梁定期点検要領(案)(国土交通省)より調査団作成)

表 3-4 点検対象橋梁の一覧 (橋梁台帳)

Jurisdiction	Route name	No	Bridge name	Location	Under bridge condition	Length (m)	Wdth (m)	Type of the superstructure	Type of the substructure	Opened years	Specificati on guideline	Design load/rank	Road surface type	Lighting		Sidewalk		Note	Inspection date	Repair history
														Type	Quantity	Both sides /One sides	Width			
FMW	Gwagwalada - Paiko Road	1	Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge(Left)	Gwagwalada	Abuja - Lokoja Road (A2)	88.00	(11.1) 8.0	4 span simple pretensioned T-girder bridge	Reverse T-type abutment・Ramen-type pier	2013	British Standard 5400-4-1990	45	As	None	0	One	2.1		04/06/2014	
FMW	Gwagwalada - Paiko Road	2	Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge(Right)	Gwagwalada	Abuja - Lokoja Road (A2)	88.00	(11.1) 8.0	4 span simple pretensioned T-girder bridge	Reverse T-type abutment・Ramen-type pier	2013	British Standard 5400-4-1990	45	As	None	0	One	2.1		04/06/2014	
FMW	Aiport Road (Umaru Musa Yar'Adua Road)	3	Giri Interchange Bridge(Left)	Giri	Abuja - Lokoja Road (A2)	88.10	(11.2) 8.0	4 span simple pretensioned T-girder bridge	Reverse T-type abutment・Ramen-type pier	2013	British Standard 5400-4-1990	45	As	Existing	3	One	2.15		05/06/2014	
FMW	Aiport Road (Umaru Musa Yar'Adua Road)	4	Giri Interchange Bridge(Right)	Giri	Abuja - Lokoja Road (A2)	88.10	(11.2) 8.0	4 span simple pretensioned T-girder bridge	Reverse T-type abutment・Ramen-type pier	2013	British Standard 5400-4-1990	45	As	Existing	3	One	2.15		05/06/2014	
FMW	Abuja - Lokoja Road (A2)	5	Usmandam Bridge(New)(Left)	Gwagwalada	Usmandam River	122.90		8 span simple pretensioned T-girder bridge	Reverse T-type abutment・Ramen-type pier	c.2010	British Standard 5400-4-1990	45	As	Existing	4	One	2.05		05/06/2014	
FMW	Abuja - Lokoja Road (A2)	6	Usmandam Bridge(Old)(Right)	Gwagwalada	Usmandam River	122.50		8 span simple Plate Girder Bridge	Gravity-type abutment・Ramen-type pier	c.1883	British Standard 5400-4-1990	45	As	Existing	4	Both	1.20		05/06/2014	
FMW	Murtala Mohammed Express Way (A234)	7	Zuba Flyover Bridge(Left)	Zuba	Daura Road (A2)	54.10	(10.7) 8.0	4 span simple pretensioned T-girder bridge	Reverse T-type abutment・Ramen-type pier	c.1993	British Standard 5400-4-1990	45	As	None	0	Both	1.22		06/06/2014	
FMW	Murtala Mohammed Express Way (A234)	8	Zuba Flyover Bridge(Right)	Zuba	Daura Road (A2)	54.10	(10.7) 8.0	4 span simple pretensioned T-girder bridge	Reverse T-type abutment・Ramen-type pier	c.1993	British Standard 5400-4-1990	45	As	None	0	Both	1.22		06/06/2014	
FMW	Yeffi Express Way	9	Karu Flyover Bridge(Left)	Karu	Murtala Mohammed Road (A234)	72.10	(10.9) 8.0	4 span simple pretensioned T-girder bridge	Reverse T-type abutment・Ramen-type pier	2003	British Standard 5400-4-1990	45	As	None	0	One	2.0		09/06/2014	
FMW	Yeffi Express Way	10	Karu Flyover Bridge(Right)	Karu	Murtala Mohammed Road (A234)	72.10	(10.8) 8.0	4 span simple pretensioned T-girder bridge	Reverse T-type abutment・Ramen-type pier	2003	British Standard 5400-4-1990	45	As	None	0	One	1.9		09/06/2014	

(実測、目視、公共事業省へのヒアリングより調査団作成)



図 3-6 点検橋梁位置図

b)点検結果

橋梁点検の結果、下表 3-5 で示す損傷を認めた。（各橋梁の詳細な損傷内容については、参考資料「点検総括表」、「損傷記録表」を参照のこと。）

主な損傷は、Usmandam Bridge (Old)の床版鉄筋の露出、Giri Interchange Bridge の橋台盛土のひびわれ、Zuba Flyover Bridge の壁高欄コンクリート損傷、橋脚鉄筋の露出、Karu Flyover Bridge の主桁・橋台・橋脚の鉄筋露出、橋台の強度不足等の大きな損傷を発見した。

特に、Zuba Flyover Bridge の壁高欄の損傷は、損傷状況からすでにコンクリート塊の落下していたことを容易に予想することが出来る。本橋梁は下に幹線道路が通じている高架橋であり、橋梁部材の落下は、橋梁下の道路を通行している自動車、運転手、同乗者に甚大な被害を与えることになるため、早急な緊急措置が必要である。

Usmandam Bridge (old) は、供用年が 1983 年（推定）であり、架橋されてから 30 年以上たっている。点検の結果、修繕された形跡は見られず、そのため床板の鉄筋の露出や橋梁添架管の損傷が見られた。また、高欄の欠落等も見られることから、早期に修繕工事を行うことで、道路利用者の安全確保、橋梁の寿命を少しでも延ばすことが出来ると考えられる。

Giri Interchange Bridge では、橋台盛土に大きなクラックが発生していた。アブジャ周辺の気候はサバンナ気候に分類されており、雨量が多い地域ではないため、今すぐのり面崩壊が発生する可能性は低い、修復しないまま放置しておくともクラックが進行し、のり面の大きな損傷に至る可能性がある。

本事業で実施された点検により認められた上記の各橋梁の損傷については、第 3 回渡航時に紹介された修繕工法や、概算工事費を含めた維持管理計画を元に今後対応を進めていく事となった。

表 3-5 主な損傷一覧<sup>2</sup>

	視察橋梁	位置	供用年	点検月日	主な損傷
1	Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge	Gwagwalada	未供用	6月4日	床版ひびわれ 高欄コンクリート剥離
2	Usmandam Bridge(old)	Gwagwalada	1983年(推定)	6月5日	床版鉄筋露出 橋梁添架管損傷
3	Usmandam Bridge(new)	Gwagwalada	2010年(推定)	6月5日	損傷無
4	Giri Interchange Bridge	Giri	2013年	6月5日	橋台コンクリート剥離 橋台盛土ひびわれ
5	Zuba Flyover Bridge	Zuba	1993年(推定)	6月6日	橋脚鉄筋露出、橋台強度不足 高欄鉄筋露出

<sup>2</sup> 番号 1、4～6 は上下線で 1 橋梁とし、2～3 は上下線で橋梁形式、架橋年等が違ったため別橋梁とした。

6	Karu Flyover Bridge	Karu	2003年	6月9日	主桁橋台橋脚鉄筋露出 橋台強度不足
---	---------------------	------	-------	------	----------------------



図 3-7 床板鉄筋の露出（Usmandam Bridge(old)）



図 3-8 橋台盛土のひび割れ（Giri Interchange Bridge）



図 3-9 壁高欄の剥離（Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge）



図 3-10 壁高欄コンクリートの損傷・鉄筋露出（Zuba Flyover Bridge）

### C) CTS によるコンクリートの評価

CTS を用いた橋梁のコンクリート強度の測定を、下表 3-6（32 ページ）で示すとおり、4 橋 17 箇所で行った。内訳としては、Usamandam Bridge では 2 橋脚、3 高欄、Giri Interchange Bridge では 2 橋台、3 橋脚の、計 10 箇所を特定点の強度を推定するポイントモードで測定を行った。Zuba Flyover Bridge では 2 橋台、Karu Flyover Bridge では 1 橋台、4 橋脚の、計 7 箇所を平面的な強度分布を求めるエリアモードにて測定を行った。

ポイントモードの測定結果を下表 3-7（33 ページ）に示す。ポイントモードでは、CTS の測定に加えリバウンドハンマ（RH）でも測定を実施したが、下表 3-7（33 ページ）のと

おり、リバウンドハンマ（RH）の測定結果と比べCTSの測定結果が全体的に高めに算出されていることがわかる。ナイジェリアの橋梁の設計基準強度が30N/mm<sup>2</sup>であることを考慮すると、リバウンドハンマの測定結果では、4箇所ほど設計基準強度を満足していない結果となっているが、CTSでは全ての箇所で設計強度を満足している結果となった。コンクリートは、水や空気(劣化因子)にさらされる表面側から劣化が進行するため、長い年月を経過したコンクリートをリバウンドハンマで測定すると強度を過小評価する場合がある。一方、CTSでは、表面劣化の影響を受けづらい解析手法を採用しているため、ある程度の劣化であれば表面の影響を除去できる。両者の測定値の違いは、表面劣化の影響等を受けた結果と考えられる。なお、どちらの測定値がより正確であるかは、実際に破壊試験を実施する必要がある。

エリアモードの測定結果を、図3-11（33ページ）および図3-12（34ページ）に示す。コンクリートは、部材全体が一律に劣化するのではなく、材料のバラつきや立地環境、日当たり面と日影面などで劣化状況が異なる。エリアモードは、部材を平面的に測定し、強度分布を求め、部材全体の劣化状況を把握することを目的にした測定方法である。この測定方法に関しては、時間と仮設工の関係から、リバウンドハンマでの測定は実施していない。

表 3-6 CTS でのコンクリート強度の測定概要

橋梁名	測定箇所	測定モード	備考
Usmandam Bridge	P6橋脚	ポイントモード	各測定箇所、縦5点×横5点(50mm間隔)の測定点を設定し、各点で1回ずつ計25回測定
	P7橋脚		
	A2橋台壁高欄		
	8径間壁高欄		
Giri Interchange Bridge	A1橋台壁高欄	ポイントモード	各測定箇所、縦5点×横5点(50mm間隔)の測定点を設定し、各点で1回ずつ計25回測定
	A2橋台		
	P3橋脚		
	P2橋脚		
Zuba Flyover Bridge	P1橋脚	エリアモード	縦1200mm×横2800mm(200mm間隔)の測定点を設定し、各点で3回ずつ測定
	A1橋台		
Karu Flyover Bridge	A2橋台(下り線)	エリアモード	橋脚(円柱)の円周上を8等分し測定点を設定し、各点で5回ずつ測定(1ライン) 橋脚(円柱)の円周上を8等分し測定点を設定し、各点で5回ずつ測定(5ライン@300mm間隔) 縦1500mm×横1500mm(300mm間隔)の測定点を設定し、各点5回ずつ測定 橋脚(円柱)の円周上を8等分し測定点を設定し、各点で5回ずつ測定(1ライン) 橋脚(円柱)の円周上を10等分し測定点を設定し、各点で5回ずつ測定(5ライン@300mm間隔)
	A1橋台(上り線)		
	P1橋脚 R側(下り線)		
	P1橋脚 R側(上り線)		
	P1橋脚 L側(上り線)		
	P1橋脚 L側(下り線)		

表 3-7 CTS とリバウンドハンマ(RH)の測定結果 (ポイントモード)

橋梁名	測定箇所	測定結果(N/mm <sup>2</sup> )		設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度との比率 <sup>※1</sup>	
		CTS	RH		CTS	RH
Usmandam Bridge	P6橋脚	32.5	27.1	30	1.08	0.90
	P7橋脚	36.8	--	30	1.23	--
	A2橋台壁高欄	20.4	18.7	--	--	--
	8径間壁高欄	35.9	28.7	--	--	--
	A1橋台壁高欄	31.3	30.1	--	--	--
Giri Interchange Bridge	A2橋台	41.8	29.1	30	1.39	0.97
	P3橋脚	38.2	33.6	30	1.27	1.12
	P2橋脚	30.7	28.9	30	1.02	0.96
	P1橋脚	47.4	34.5	30	1.58	1.15
	A1橋台	34.6	22.5	30	1.15	0.75

設計基準強度との比率<sup>※1</sup>：ナイジェリア国内の設計基準強度（30N/mm<sup>2</sup>）を1とし測定結果と比較した時の比率。1以下は設計基準強度よりも低い測定結果となった測定箇所。

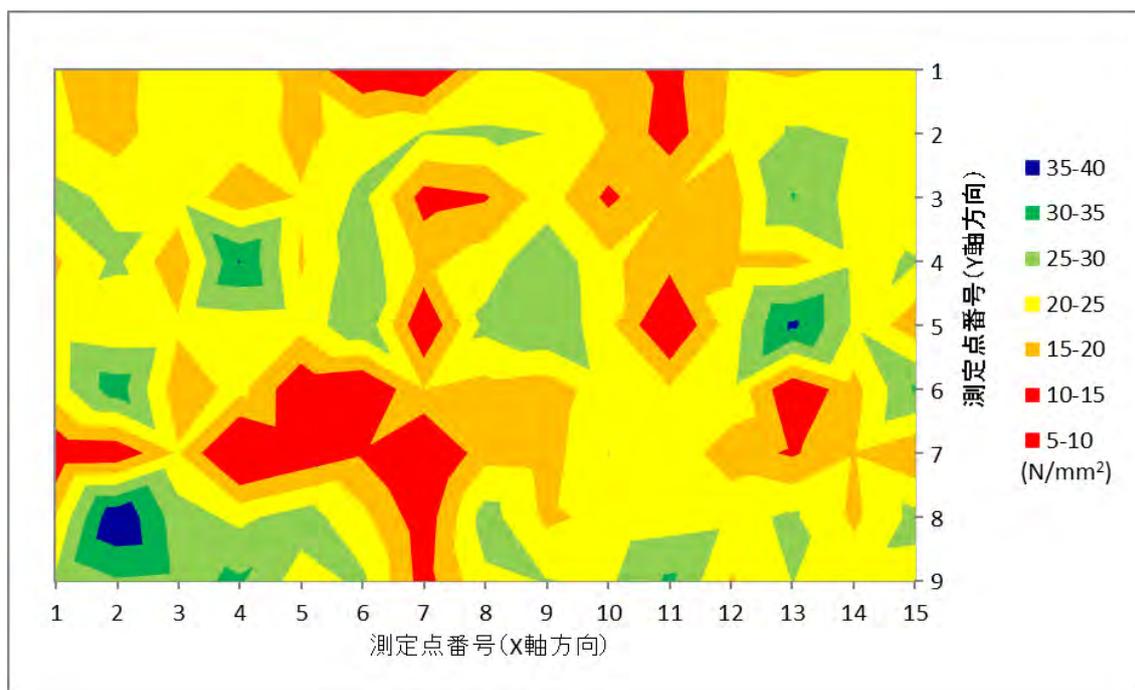


図 3-11 Zuba Flyover Bridge (Right / A2 橋台)のコンクリート強度分布

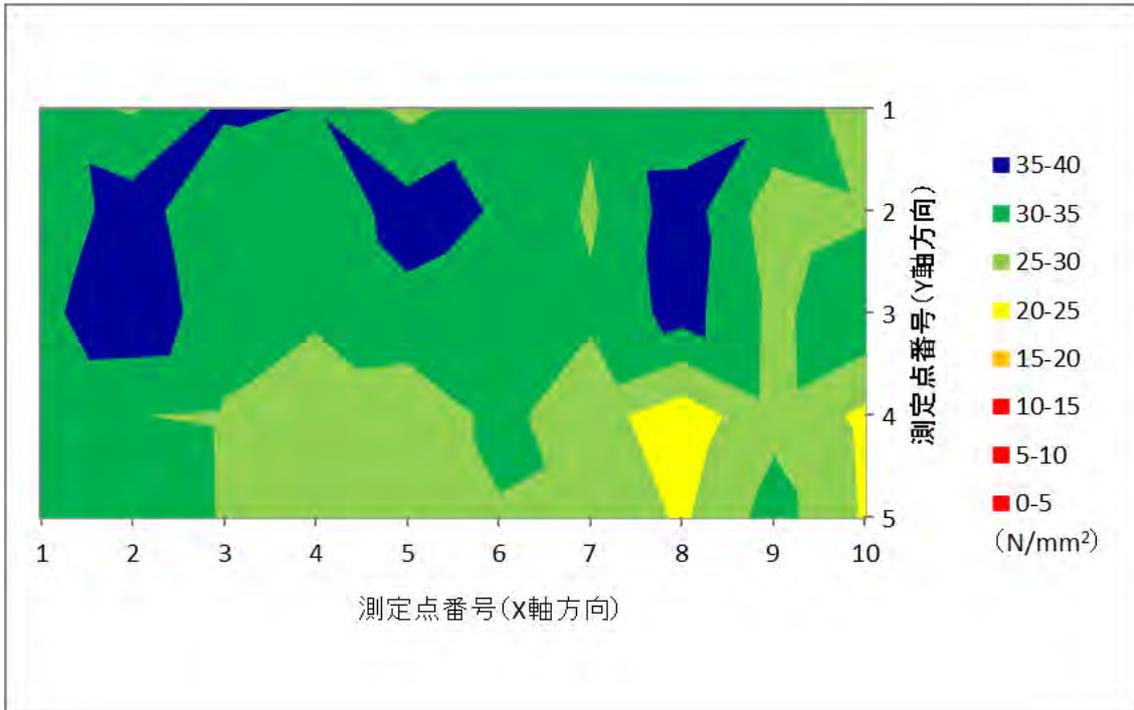


図 3-12 Karu Flyover Bridge (Light / P1 橋脚)のコンクリート強度の分布



図 3-13 CTS での強度測定  
(Karu Flyover Bridge)

d)技術移転の状況

第 2 回目の渡航において、実際の橋梁を対象に橋梁点検と CTS の使用方法について実習を実施した。ナイジェリア国内において構造物の維持管理上大きな問題となっているのは、設計図書等の資料が一切残っていないことである。今回の実習を通じ、橋梁の現状をどう点検するかという基本的な技術の移転を行うとともに、橋梁の基本的な情報を記載した橋梁基本台帳の作成、点検結果の記録保存が重要であることを再三指導した。どの程度実習を理解

しているか、第3回目の渡航において、公共事業省の技術者のみで橋梁点検を実施してもらったが、実習で実施した項目に関しては、点検結果の記録も怠ることなく作業を実施している姿勢を確認できた。また、公共事業省の技術者とディスカッションでは、点検の重要性を認識している趣旨の発言が聞かれ、橋梁点検の技術は公共事業省の技術者に十分移転されたものとする。CTS についても、現地技術者のみで正しく測定できる事が確認され、期待された技術移転が出来たものと考えている。

③ 活動結果3（本邦受入活動）

2014年8月3日（日）から8月12日（火）まで、公共事業省の職員5名を受け入れ、北海道の橋梁を中心とした土木構造物の建設、維持管理の研修を行った。

北海道で実施した研修は、下表3-8（36ページ）、3-9（37ページ）で示すとおり、国土交通省北海道開発局の協力を得て、橋梁に限らずコンクリート構造物の管理に視点を置いたプログラムを用意した。

表3-8 本邦受入活動概略行程

	午前	午後	宿泊地
2014年8月3日（日）	●移動	●札幌着	札幌
2014年8月4日（月）	●（一社）北海道開発技術センター訪問	●札幌市内視察	札幌
2014年8月5日（火）	●北海道警察交通管制センター視察 ●北海道開発局長表敬訪問	●小樽港湾事務所視察	札幌
2014年8月6日（水）	●北海道・建設部長表敬訪問	●白鳥大橋（室蘭市）視察	札幌
2014年8月7日（木）	●橋梁建設現場視察（札幌大橋、新石狩大橋）	●寒地土木研究所視察	札幌
2014年8月8日（金）	●移動	●滝西橋補修工事現場視察 ●日東建設本社訪問 ●雄武町役場訪問	雄武
2014年8月9日（土）	●移動	●忠別ダム視察	旭川
2014年8月10日（日）	●移動	●札幌着	札幌
2014年8月11日（月）	●座学	●札幌道路事務所視察 ●豊平橋橋梁点検視察	札幌
2014年8月12日（火）		●札幌発	

表 3-9 視察等の概要

視察場所	視察等の概要	目的	結果
小樽港湾事務所	<ul style="list-style-type: none"> <li>●小樽港北防波堤(1897年～1908年整備)は、日本人による初めての第一線防波堤で、100年経った現在も小樽港で機能している。調査、計画、コンクリート製造、設計、監督指揮は廣井勇博士である。コンクリートに確実性を得るために、長期耐久試験を開始し、現在も行われている。</li> <li>●視察においては当時から保存されているコンクリートや試験機等の説明を受けたほか、現在も使用されている防波堤を確認した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●適切な維持管理を行うことで、100年以上機能を失うことなく使用可能であることを確認する。</li> <li>●明治初頭からコンクリートの長期耐久試験を実施し、コンクリート構造物の安全性を確認していることから土木構造物の安全性がどれ程重要なものであるかを確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●適切な維持管理を行うことで100年以上使用している防波堤を実際に視察し、維持管理の重要性が確認された。</li> </ul>
白鳥大橋	<ul style="list-style-type: none"> <li>●白鳥大橋は1998年に供用した東日本最長の吊橋である。(全長-1,380m)</li> <li>●視察においては、橋梁概要(建設方法や維持管理方法等)の説明を受けたほか、主塔、アンカレイジを見学した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ナイジェリアでは見ることが出来ない構造形式「吊橋」の建設方法、高所、海上であるといった特異な環境に架橋されていることから通常の橋梁維持とは違う方法がなされていることを確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●海上架橋であること、北海道は積雪寒冷地であることといった土木構造物にとっては大変厳しい自然条件の中での長大橋の建設、維持管理等日本の橋梁技術の先進性が理解された。</li> </ul>
札幌大橋、新石狩大橋建設現場	<ul style="list-style-type: none"> <li>●札幌大橋では上部工事、新石狩大橋では下部工事が行われており、各々、工事概要の説明を受け、現場を視察した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●橋梁工事は大きく「下部工事」と「上部工事」に分けられ、その両方の工事内容について説明を受けた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●地盤条件、工事費等の関係から橋梁の重量を軽くする必要があり、そういった現場条件から部材</li> </ul>

			を選定していることが理解された。
寒地土木研究所	<ul style="list-style-type: none"> <li>●非破壊検査デモンストレーション。</li> <li>●寒地構造、耐寒材料、水利基盤の各研究室の研究内容等のレクチャーを受けた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●CTS 以外のコンクリートの非破壊検査方法を確認する。</li> <li>●土木技術に関する基礎研究の重要性を確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●コンクリートの各種非破壊検査方法を確認したほか、北海道の自然条件等に合致した技術開発が行われていることもあわせて確認された。</li> </ul>
滝西橋補修工事現場	<ul style="list-style-type: none"> <li>●非破壊検査のデモンストレーション。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●実際の橋梁を使用し、CTS 以外の非破壊検査のデモを行うことで、非破壊検査の有効性を実感する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●CTSをはじめ、ボルトテスター等非破壊検査装置の有効性が確認された。</li> </ul>
札幌道路事務所	<ul style="list-style-type: none"> <li>●CCTV カメラを活用した道路維持管理、橋梁管理データベース等の説明を受けたほか、道路維持管理用車両の視察。</li> <li>●豊平橋において、橋梁点検作業の視察。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●橋梁点検結果を確実にデータベース化することによって、過去の橋梁の履歴が瞬時に理解することが出来、日々の維持管理はもちろん、修繕の必要性の有無を判断することが出来ることを確認する。</li> <li>●ナイジェリアでは高所作業車を用意することが出来なかったため、「主桁」の点検をすることが出来なかったことから、高所作業車を用い主桁の点検を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●道路台帳や橋梁をはじめとした構造物や道路付属物の管理用データベースを確立することが計画的な維持修繕事業を実施するうえで、重要な物であることが理解された。</li> </ul>



図3-14 模型を用い白鳥大橋の概要説明



図3-15 白鳥大橋主塔へ移動中



図3-16 札幌大橋工事概要の説明



図3-17 滝西橋での非破壊検査デモンストラーション

公共事業省の出張報告書から、本邦受入活動（日本の橋梁点検、CTS 等）に関し、高い評価を受けた。参加者の主な所感は以下のとおり。

- 日本における橋梁点検に関する所感
  - ・5年ごとの橋梁の定期点検は橋梁の長寿命化につながる。
  - ・ナイジェリアにおいても橋梁維持プログラム、及び橋梁管理システムを構築すべきである。
- CTSに関する所感
  - ・CTSはナイジェリアにおける橋梁の点検維持にとって理想的なものである。
  - ・本部署は、RESONA（固有振動周波数解析装置）や弾性波レーダシステム、配筋調査の為の電磁波レーダー等を導入するべきである。
  - ・橋梁やその他のコンクリート構造物の調査を行うコンサルタント会社は、今後非破壊試験を行う際はCTSを用いるよう指導を行っていくべきである。

## 6. 所見

・CTS はシュミットハンマと比較し、より先進的な装置ではあるものの、コンクリート表面から 150mm 以上の深さにある欠陥を検知する事は難しい。しかしながら、コンクリートの表面近傍は、過酷な気象状況や衝撃負荷にさらされるため、もっとも損傷を受けやすい範囲である。

・定期的（5 年おき）に行われているコンクリート構造物の点検は、北海道あるいは日本におけるコンクリート構造物の長寿命化に大きく貢献している。定期的な点検は、橋梁や高速道路の劣化防止につながる。

・CTS やその他の装置（ボルトテスターや RESONA）は、コンクリート等の評価において先進的な装置であり、ナイジェリアにおける積極的な橋梁の点検維持にとって理想的なものである。

・Intecon Partnership 社は、CTS を含めた日東建設の製造する装置の正規販売代理店となった。

・CTS を含め、弾性波レーダシステムや RESONA（固有振動周波数解析装置）、ボルトテスターなどを組み合わせて点検する事によって、橋梁全体の健全性を評価する事ができる。

## 7. 結論、推奨事項

### 7.1. 結論

まとめとして、Director を中心とした今回の訪問メンバーは、現代的な橋梁維持に関する知識・経験を得る事ができた。さらに、訪問メンバーは、現在の橋梁点検技術、及び CTS 関連技術をもって大きな進歩をもたらした日東建設を称賛した。

（CTS の性能説明の為中略）

Intecon Partnership 社もまた、Koton Karfi にある Murtala Mohammed Bridge（Abuja-Lokoja road）において、リバウンドハンマにより得られたデータよりも優位なデータを得る事ができたと報告している。

### 7.2. 推奨事項

・ナイジェリア国内の橋梁の安全な運用のため、より積極的な橋梁維持プログラム、及び橋梁管理システムを構築するべきである。

・本部署に寄贈された CTS は、コンサルタントによる詳細な調査、あるいは補修を必要とする橋梁において運用される事になる。これにより、経済的な効果、さらには技術者達の

技術的能力向上の効果が期待できる。

- ・本部署は、RESONA（固有振動周波数解析装置）や弾性波レーダシステム、配筋調査の為の電磁波レーダー等を導入するべきである。

- ・本省、及び部署は、引き続き今回のような技術者育成の為の先端技術教育を推奨していくべきである。

- ・リバウンドハンマに対して CTS は優位性が認められ、（健全性の評価には）統一された試験結果が必要とされるため、橋梁やその他のコンクリート構造物の調査を行うコンサルタント会社は、今後非破壊試験を行う際は CTS を用いるよう指導を行っていくべきである。

#### ④ 活動結果 4（橋梁点検実習とアセットマネジメントの紹介）

本事業は橋梁点検の技術指導及び点検を通じて CTS の有効性を実証することを目的としている。橋梁点検の重要性や CTS の有効性に関しては、アンケート調査、公共事業省の出張報告書からもわかるとおり十分に理解されたものと考えられる。

今回は、公共事業省職員による橋梁点検実習を、点検結果を活かし、適切な維持管理を行っていくために必要なアセットマネジメント及び補修方法（工法）等の講義を行った。

確実に橋梁の点検を実施していくことは重要なことであるが、点検結果に基づき将来の維持修繕計画を立案し、効率的に橋梁の管理を行い、行政コストを低減していくことが、今後のナイジェリア連邦政府にとっては更に重要なことである。そのため、橋梁の長寿命化を図り、維持修繕費、橋梁架替費の削減を目指した維持修繕の計画づくりの手法を理解し、将来的に実施してもらうことが重要である。

橋梁の維持修繕計画にあたっては、図 3-18（42 ページ）で示すとおり、全橋梁の位置づけを明確にすることからはじまる。（クラス分け）そのクラスにより補修工事の時期や内容を差別化する。例えば、「最重要橋梁」の場合（図 3-20、43 ページ）、健全度が C（速やかに補修）に達する前に補修工事を実施する。また補修実施にあたっては、耐久性向上を図ることが出来る工法を採用することで橋梁の寿命を長く保つことを目標にする。また、一般橋梁については（図 3-21、43 ページ）、健全度 E（緊急対策）に達する前に補修を行う。具体的な補修工事にあっても、単年度に集中させることなく、予算の平準化を図ることで計画的な維持補修が可能になる。

上記で示したアセットマネジメントの考え方、本事業で点検をし、修繕が必要な橋梁に対しての修繕方法（工法、概算工事費）、CTS 以外の日本の非破壊検査技術についての座学を開催した。（表 3-10、44 ページ）

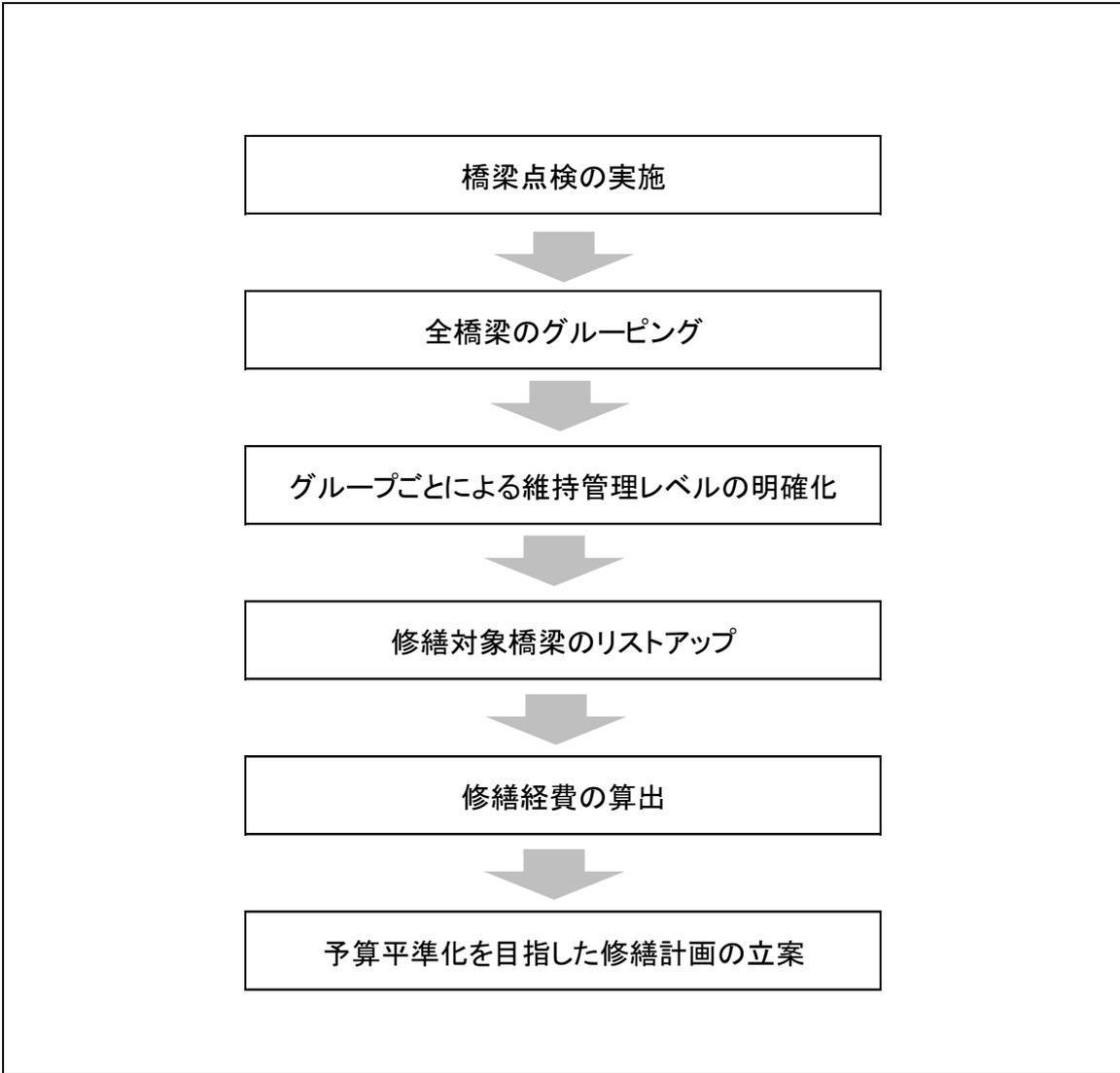


図 3-18 維持修繕計画検討フロー

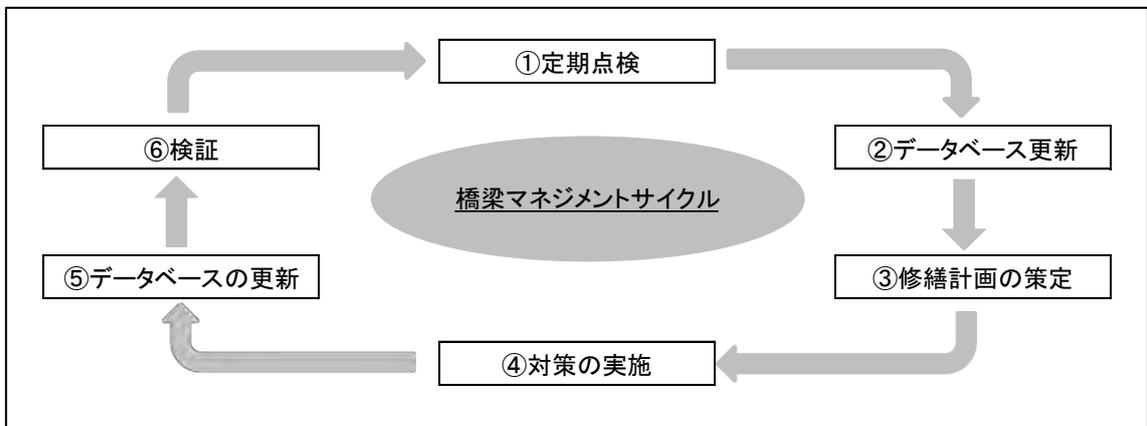


図 3-19 日本の橋梁管理サイクル

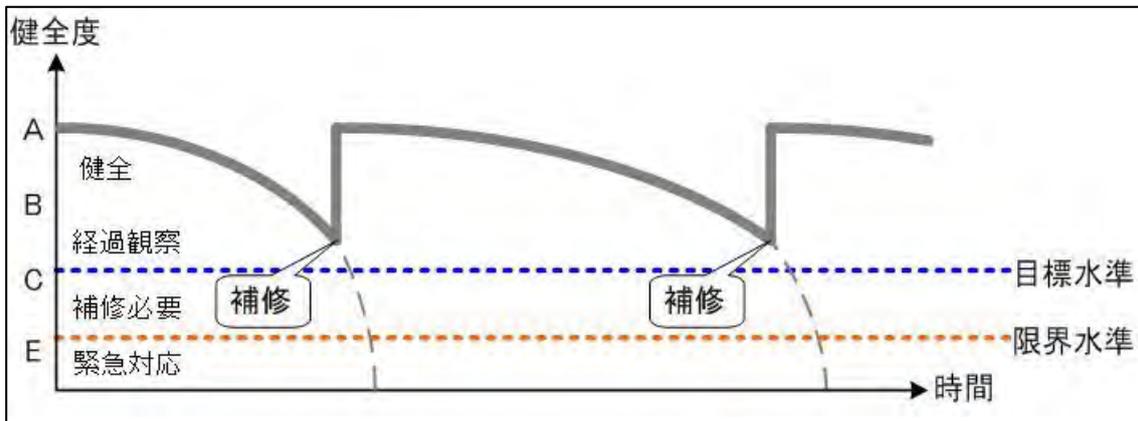


図 3-20 最重要橋梁の補修イメージ

(注；健全度 E：緊急対策 C：速やかに補修 B：状況に応じて補修 A：健全)

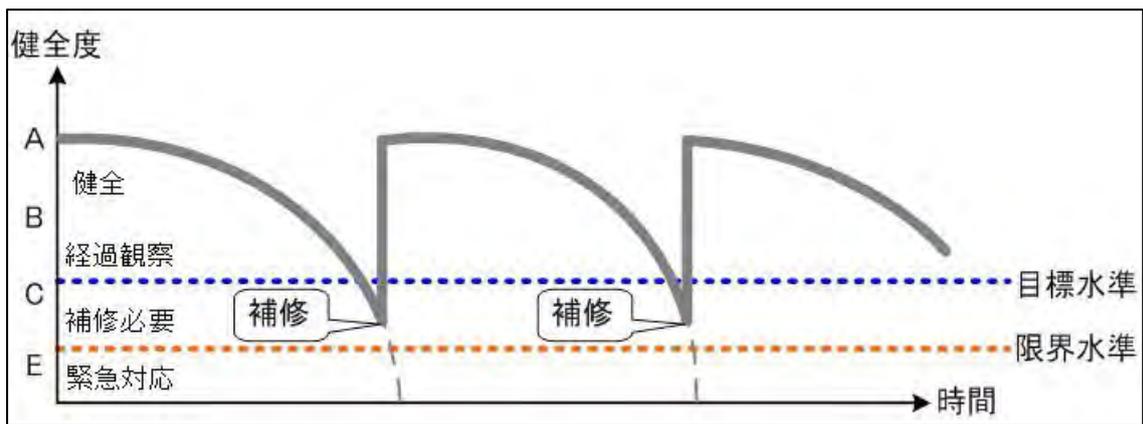


図 3-21 一般橋梁の補修イメージ

(注；健全度 E：緊急対策 C：速やかに補修 B：状況に応じて補修 A：健全)

表 3-10 座学開催概要

	概要
開催日時	2015 年 5 月 21 日 (木) 10:00~12:00
開催場所	公共事業省内会議室
内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>●橋梁のアセットマネジメントについて</li> <li>●橋梁補修方法（工法）等について</li> <li>●日本の非破壊検査方法の紹介</li> </ul>
参加者	Engr. N. J. Ndom, (Bridge Design Department) Engr. U. S. Jibrin, (Bridge Design Department) Engr. B. B. Ibiang, (Bridge Design Department) Engr. C. I. Kalu, (Bridge Design Department) STO (Senior Technical Officer) J. K. Elebute (Bridge Design Department)

a,2014 年実施した実習のまとめ

公共事業省より、2014 年に実施した実習を通じ習得した技術、知見等について、発表があった。発表概要を以下に示す。

～公共事業省参加者からの発言概要～

- ・ 2014 年は実習を通して日本で行われている橋梁点検の方法と CTS の使い方について指導を受けた。
- ・ 実習を行った各橋梁では、大小含め様々な損傷を観察した。
- ・ 各橋梁で、部材・損傷の寸法測定を行った。
- ・ CTS による測定方法を学んだ。
- ・ 点検結果の記録を残すことで過去と比較することができる。
- ・ 点検結果を元に、安全性・経済性を考慮し、優先順位を決めて各橋梁の補修、あるいは架替を決めていく事が重要だという事が分かった。
- ・ 損傷に合わせて、座学で学んだ補修方法を検討することができる。各補修方法の確認。どのように適用できるか例をあげた。

#### b,2015 年実施した実習のまとめ

2015 年は、公共事業省職員が主体となり、橋梁点検を実施した。同実習に関するフィードバック等について、以下に整理した。

##### ～公共事業省参加者からの発言概要～

- ・ 昨年は機材の使用方法及び点検方法を学んだが、今回は点検結果をもとに橋梁の維持管理計画（アセットマネジメント）を立案し、その計画に基づき管理を行っていくことを学ぶことができた。
- ・ CTS 以外にも様々な非破壊検査機器の紹介があったが、使用方法について現場実習も行ってもらいたい。また、今回紹介された補修方法についても、是非現場実習を行ってもらいたい。
- ・ Zuba Flyover Bridge では昨年と今回の実習合わせて 2 回の現場実習を行い、壁高欄の損傷、伸縮装置からの漏水、橋脚コンクリートの剥離や橋脚のクラックなど、継続して観察を行うことによって損傷の進行度合いを確認することができた。
- ・ 損傷の記録だけでなく、CTS で得られたデータも用いて過去と比較していく事ができる。

#### c,質疑応答

座学の最後に公共事業省側参加者と日本側参加者で、意見交換を行った。概要は以下に示すが、損傷橋梁の補修方法等技術的な課題に関する事項が多かった。

##### ～公共事業省参加者からの質問と回答～

- 今回の点検実習で確認された損傷の進行を止める（防ぐ）方法を教えてもらいたい。
  - まずは壁高欄の補修を早急に行う。放置すれば人命に関わる事故につながる。
  - 劣化因子である水の侵入を防ぐ。排水装置の設置や防水処理を施す。
- アバットのクラックについての原因と補修方法について教えてもらいたい。
  - 原因によって補修方法は変わる。アルカリ骨材反応が原因であった場合は水の侵入を防ぐ事が重要となるため、防水処理を施す。強度不足が原因である場合は、増厚等で耐力を向上させる必要がある。
- 支承の点検の方法について教えてもらいたい。
  - 目視点検もしくは触診を行う。
  - 支承の回りのコンクリートの強度を CTS で測定する。

→継続的な固有振動数の測定も劣化度合いの判断材料の一つとして考えられる。

●鋼橋の点検方法、損傷とその補修方法について。

→ボルトの脱落やナットの緩み、亀裂・破断、さびの発生などがあり、目視や打音検査、あるいは触診によって検査を行う。

→ボルトテスターによるボルトやナットの検査や、超音波法が有効。

→さびが発生する場合は、さびを取り除き、再塗装や補強材によって補修する。亀裂・破断に関しては、あて板による補修あるいは部材の交換。

●ラゴスの橋梁で、現在公共事業省主導で行われているプロジェクトはあるのか。（日本側からの質問）

→現在ラゴスでは、新設・既設の補修などを含め様々なプロジェクトが行われている。

●コンクリート内部にすでに水が侵入し、鉄筋がさびて膨張してしまっている場合はどのような補修を行うのか？また、鉄筋自体の強度はどのように測定するのか？強度が落ちていた場合はどのように補修するのか？

→コンクリートをハツリ取り、鉄筋を露出させ、腐食部分を除去し防錆性を塗布する。

→鉄筋の強度が十分であるか判断するには、さびを落とした状態の鉄筋の径を測定し、基準を満たしているか判断する。

→基準を満たさない場合は新たに鉄筋を加えて補強する。

●今回の実習で学んだ橋梁点検技術（CTS の活用や定期的な点検の実施を含む）を、今後ナイジェリアで活用していくか？（日本側からの質問）

→今後取り入れていく。

→参考資料として、橋梁点検マニュアルを渡した。

※最後に、JICA に奨学金のプログラム、あるいは日本でトレーニングを受けることができる研修プログラムはあるかという質問を受け、JICA ナイジェリア事務所にコンタクト取るように指示し、あわせ JICA ナイジェリア事務所にも報告した。

d) 技術移転状況

橋梁の維持補修計画（アセットマネジメント）の具体的な検討方法は、図 3-22（47 ページ）で示すとおり、橋梁点検の点検結果について評価（危険度）し、その修繕方法及び修繕費を積算、修繕費が各年になるべく平準化するように修繕スケジュールを組み立てるものである。

本事業ではアブジャ近郊の6橋（上下線に分けた場合10橋）の橋梁点検を行い、これらをモデルに橋梁の維持修繕計画（アセットマネジメント）を策定した。

点検結果では、「E」判定が4橋で修繕費が7,800,000ナイラ、「C」判定が3橋で3,420,000ナイラ、「B」判定が1橋2,340,000ナイラであった。近々に7,800,000ナイラの修繕費が必要になるが、これを更に第三者への危険度から判断し、修繕優先度を決定し、修繕実施年を確定した。その結果、図3-23（49ページ）で示すとおり、初年に4,000,000ナイラ、2年目に3,700,000ナイラ、3年目に3,400,000ナイラ、4年目に2,300,000ナイラの修繕費となり、予算の平準化され各年で補修を行うなければならない橋梁が明確となった。

本事業では点検から修繕スケジュール作成まで、橋梁の維持管理に関する一連の流れをいくつかの橋梁をモデルとして公共事業省の職員と共に実施した。今後は今回のモデルを参考とし、ナイジェリア国内の各橋梁において計画的な維持管理が行われるよう、公共事業省が主体となって維持補修計画策定を行っていく必要である。

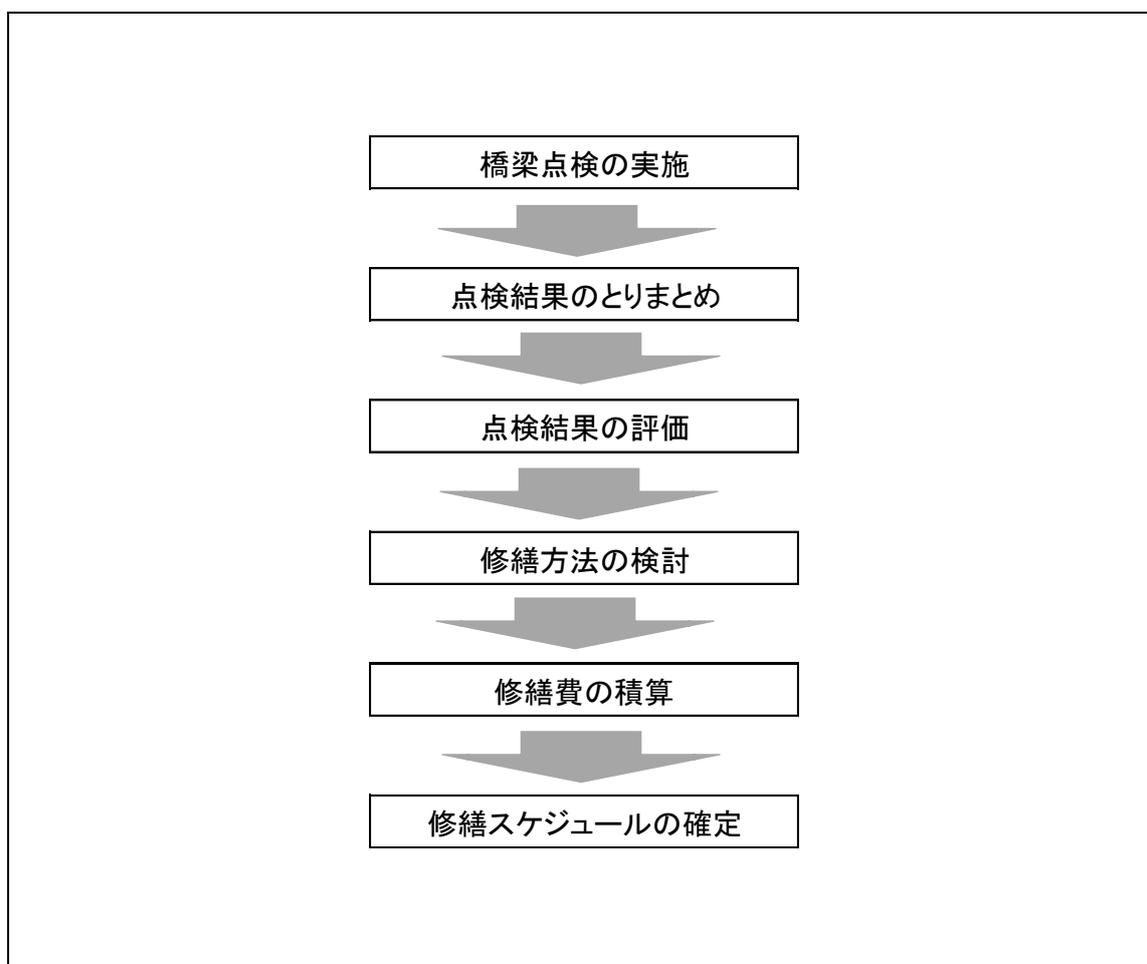


図3-22 モデル橋梁維持管理計画（アセットマネジメント）検討フロー

表 3-11 モデル橋梁の修繕内容、数量と修繕費および修繕優先度

橋梁名	判定	修繕内容、数量	修繕費 (ナイラ)	修繕優先順位
Gwagwalada Lolaja Flyover Bridge(Left)	B	●床版防水 942m <sup>2</sup>	2,340,000	4
Gwagwalada Lolaja Flyover Bridge(Right)	C	●床版防水 942m <sup>2</sup> ●床版クラック補修 5.4m ●高欄修復 0.01m <sup>2</sup>	2,520,000	3
Giri Interchange Bridge(Left)	C	●橋台修復 0.2m <sup>2</sup> ●床版クラック補修 0.6m	360,000	3
Giri Interchange Bridge(Right)	A		0	
Usamandam Bridge (Old)	A		0	
Usamandam Bridge (New)	E	●床版修復 1.5m <sup>3</sup> ●高欄補修 6.0m ●排水設備補修 1箇所 ●添加物補修 4.0m	2,700,000	2
Zuba Flyover Bridge (Left)	E	●橋台クラック補修 23.9m ●橋脚クラック補修 0.9m ●橋脚修復 0.1m <sup>3</sup>	360,000	2
Zuba Flyover Bridge (Right)	E	●橋台クラック補修 9.4m ●高欄補修 0.4m <sup>3</sup> ●舗装補修 1m <sup>2</sup>	660,000	2
Karu Flover Bridge (Left)	E	●主桁修復 2m <sup>2</sup> ●床版修復 0.3m <sup>3</sup> ●橋台修復 0.2m <sup>3</sup> ●橋脚修復 0.03m <sup>3</sup>	4,080,000	1
Karu Flyover Bridge (Right)	C	●床版修復 0.01m <sup>3</sup> ●橋台修復 0.05m <sup>3</sup> ●橋脚修復 0.01m <sup>3</sup>	540,000	3

※判定区分の「E」：緊急対策必要、「C」：速やかに補修、「B」：状況に応じて補修、「A」：健全

表 3-12 判定区分毎の修繕費

判定区分	修繕費 (ナイラ)
E 判定	7,800,000
C 判定	3,420,000
B 判定	2,340,000
計	13,560,000

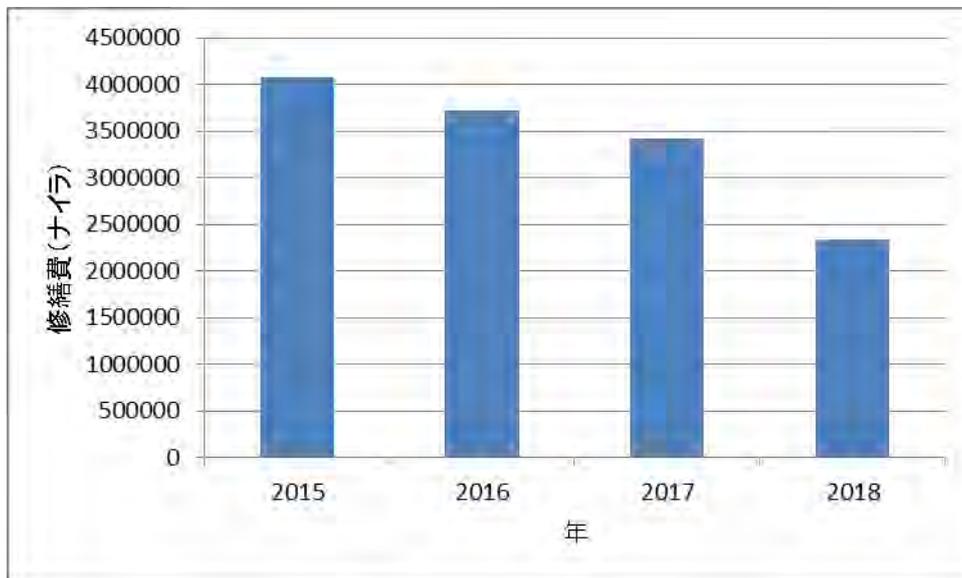


図 3-23 モデル橋梁での修繕費



図 3-24 座学 (ディスカッション)



図 3-25 座学

⑤ 活動結果5（セミナー）

アブジャ、ラゴスにおいてナイジェリアの建設関連業界に広く CTS の普及啓蒙を目的にしたセミナーを 2015 年 5 月に開催した（表 3-13 参照）。

表 3-13 CTS 使用方法等に関するセミナー

	概要
目的	公共事業省だけではなく、ナイジェリアの建設関連企業、団体についても、CTS の啓蒙普及を図ることを目的にしている。
対象	公共事業省職員、公共事業省関連組織職員（FERMA 等）、建設会社職員、建設コンサルタント職員
開催日時・場所	<ul style="list-style-type: none"> <li>●アブジャ：2015 年 5 月 21 日（木）午後 2～5 時、@アブジャシェラトンホテル Acacia Hall</li> <li>●ラゴス：2015 年 5 月 25 日（月）午後 2～5 時、@ラゴスエアポートホテル Ekiti Syndicate room</li> </ul>
プログラム	1, 開会挨拶（日東建設） 2, 来賓挨拶（JICA ナイジェリア事務所、FMW） 3, セミナー (1) 橋梁点検の実施方法 (2) CTS の使用法 (3) 質疑応答 4, 閉会
その他	セミナー開催効果を把握するため参加者を対象にアンケート調査を実施する。

a, セミナー告知

建設コンサルタント会社や施工業者、またはインフラ資産を管理する重要な組織等に対して本講習会開催の告知、招待を行った。

以下に示すプラットフォーム及びデータベースを利用し、対象とする組織や個人に対して講習会の告知を行った。

1. Council for the Regulation of Engineering in Nigeria (COREN)
2. Nigerian Society of Engineers, Ikeja Branch.
3. Nigerian Society of Engineers Headquarters.
4. Construction sector E-Newsletter

b, 出席者及び参加者

本セミナーの出席組織を以下に示す。

表 3-14 セミナー参加組織

No	Organization	Sector
1	Nigerian Building and Road Research Institute (NBRI)	Research
2	National Office for Technology Acquisition & Promotion (NOTAP)	
3	Federal Ministry of Transport	Govt.
4	Federal Roads Maintenance Agency (FERMA)	Road/Govt.
5	Setraco Nig. Ltd	Contractor
	Council for the Regulation of Engineering in Nigeria (COREN)	Regulator
6	Federal Ministry of Water Resources (Engineering services-Dams)	Govt.
7	Department of Development Control	Building Control
8	Nigerian Society of Engineers	Engineering Body

表 3-15 その他参加組織

No	Organization	No	Organization
1	Hancock Ogundiya & Partners	11	M.a. mollantning Ltd
2	NEWTIGERHEAD NIGERIA LIMITED	12	CRITALL-HOPE NIGERIA LIMITED
3	Ayo Franklin Consultancy Ltd	13	NSCDC HQ
4	Setraco Nig. Ltd	14	Cen-cotec Nig. Ltd
5	Cyno-Lawrence Nig. Ltd	15	FCT Water Board
6	Kakatar CE Ltd	16	Omafal Services
7	Idolor-Vpbkonsult	17	Lagos state materials testing laboratory
8	D & PH Consulting Ltd	18	MCON Engineers Inc
9	Ove Arup & Partners Nigeria Ltd	19	De –Bur consult Limited
10	Tropeng International Limited	20	Julius Berger Nig. Ltd

### c. 質疑応答

セミナーでの質疑応答を以下に示す。

#### ～セミナー参加者からの質疑応答～

●CTS で測定する際、コンピュータにつないで「普通強度」あるいは「高強度」と設定を変更することができるという説明があったが、もし異なった構造物で測定をしなければならない場合（コンピュータを使用できない状況）はどうすればよいのか？

⇒基本的にはどちらの設定を用いても大きく異なることはないが、測定対象が橋梁等であれば「高強度」、ビル等の建物であれば「普通強度」を用いる事が多い。

●CTS はコンクリート表面の点検装置という事だが、内部欠陥の点検についてはどうすればよいのか？

⇒内部欠陥の点検に関しては、CTS ではない測定装置が必要である。具体的には、衝撃弾性波の装置や、超音波の装置がこれにあたる。

●測定点（グリッド）を設定する際のサイズ（間隔）はどうすればよいのか？

⇒グリッドのサイズについては特に決められていない。測定対象の面積や使用目的によって変わる。

●トランスデューサー（超音波測定器？）とはどう違うのか？

⇒測定原理が違う。このため、当然ながら装置の用途も異なる。CTS はハンマ打撃によりコンクリート表面の機械インピーダンス値を得て圧縮強度を推定する装置である。超音波測定器は、装置から発生させた超音波がコンクリートを伝搬する事を用いて、対象の厚さやコンクリート表面のひび割れの深さ、圧縮強度等を測定する装置である。

●CTS の製品寿命（耐用年数）は？また、必要とされるメンテナンスは？

⇒メンテナンスについては、メーカーとして1年に1回校正試験を行うよう推奨している。消耗部品に当たるハンマは、10万回の打撃に耐用する事をメーカーでは確認済み。

●CTS の価格は？

⇒価格については、現地の販売代理店である **Intecon Partnership** 社に問い合わせるよう促した。

●ナイジェリア国内ではいつから CTS を入手することができるようになるのか？

⇒既に **Intecon Partnership** 社と代理店契約を結んでいるので、いつでも購入可能。

●**Intecon Partnership** 社はその他の非破壊装置についてもトレーニング（講習会）を実施するのか？また、どのようにして参加（申し込み）すればよいのか？

⇒**Intecon Partnership** 社より適宜対応する事となる。

●打撃の強さについて、どのように適当であるか判断すればよいのか？

⇒打撃が適当な強さである場合は、打撃後にビーブ音が1回鳴る。打撃が弱すぎる場合、打撃してもビーブ音が鳴らずデータも記録されない。反対に、打撃が強すぎる場合はビーブ音が3回鳴り、データはエラーとして記録されない。

●もし CTS の測定範囲（深さ方向）が 50mm であるならば、その範囲より深い部分についてはどのように試験を行うのか？

⇒内部欠陥探査に関しては、上述の通り、衝撃弾性波法や超音波法が適しているが、内部の強度をピンポイントで把握したい場合は、破壊試験をするしか方法はない。

●測定結果の効果的な解説（解析）を行うためには専門的な知識が必要となるが、解析を行う人材の育成はどのように行うつもりか？

⇒人材育成については、代理店である Intecon Partnership 社が適宜対応する。今後、今回のような講習会を継続して実施する事も検討している。

（●質問、⇒回答）

#### d) 今後の普及に向けた展望

本セミナーでは、建設会社、建設コンサルタント等の土木技術者を対象に実施した。その結果、上記 C) のとおりセミナーでの質疑応答を整理したが、コンクリート強度の測定法等についてかなり技術的に踏み込んだ質問が参加者より出された。また、ナイジェリアにおいて、CTS の利用法に関する技術指導のあり方等についても質問がなされるなど、積極的なディスカッションとなり、セミナー参加者の CTS に対する関心の高さが伺えた。

CTS のような測定器を販売・普及していく上で、技術に対する理解や認知度の高さは非常に重要なポイントとなる。また、CTS は従来技術とは異なる新しい測定原理を採用した装置であり、原理に対する技術者からの信用を得る事は普及を図る上で最も優先すべき事であり、本セミナーを通じた参加者とのディスカッションは非常に有意義であった。

実際に、受注には至っていないものの、セミナーに参加していた Nigerian Building and Road Research Institute (NBRI) から Intecon Partnership 社に対して見積もりの依頼があり、今後も建設関連企業の技術者を対象に CTS の技術セミナーを継続して開催していくことが、ナイジェリアでの CTS の普及につながると考える。



図 3-26 セミナー実施状況

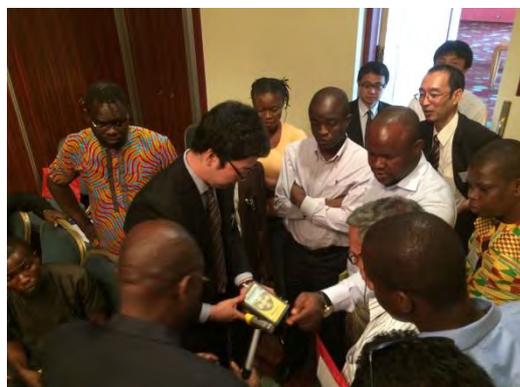


図 3-27 セミナー内でのデモンストレーション

表 3-16 各種測定器の概要

機器名	手法	目的	装置のコスト(概算)	特徴	使いやすさ	解析の難易度
コンクリートテスター	機械インピーダンス法	コンクリート強度の推定	60万	ハンマ打撃により、コンクリートの弾性係数に相当する機械インピーダンス値を計測し、圧縮強度を推定する。この他、表面の劣化度合いや、表面近傍の浮き、剥離の検出が可能。従来技術と比較して精度が高く、打撃角度による補正などは必要ない。	○	○
リバウンドハンマー	反発高度法	コンクリート強度の推定	10万～50万	重錘をバネの力でコンクリート表面に衝突させ、重錘の跳ね返り距離(反発係数)を計測し、圧縮強度を推定する。精度に問題があり、角度補正やコンクリート表面の湿潤による測定値の変動など色々な補正項目が存在する。	△	○
RESONA	共振周波数	構造物全体の剛性評価	150万	構造物は、共振周波数をもっており、共振周波数は構造物の耐力と関連する。設計上計算される共振周波数と実際に測定された周波数を比較することにより、構造物が所定の耐力を有しているか簡易的に調べることができる。また、定期的に計測することで、寿命予測等への活用も期待できる。	○	×
弾性波レーダーシステム	衝撃弾性波法	コンクリートの内部欠陥探査 コンクリートのひび割れ深さ測定 コンクリートの強度推定	200万	コンクリート表面を直径15mm程度の鋼球で軽打し、コンクリート内部に弾性波を伝搬させ、打撃点近傍に取り付けたセンサーで弾性波の応答を計測し、内部の状況を把握する。色々な測定が可能で、部材の健全性を総合的に把握することができる。	△	×
電磁波レーダー	電磁波反射法	コンクリート内部の配筋探査	250万	電磁波をコンクリート内部に入射し、反射波を測定することで鉄筋の位置やかぶり深さを計測する。	○	△

(2) 事業目的の達成状況

本事業は橋梁点検に関する技術指導を行い、その中で CTS の有効性を公共事業省の技術職員に確認してもらうことを目的としていた。そのため、橋梁点検実務終了後、事業の有効性を確認するために、事業参加者（公共事業省職員及び建設関連民間企業等（セミナー参加者））に対してアンケート調査を行ない、達成状況を確認した。

表 3-17 アンケート調査の実施概要

調査実施年月日	調査実施場所	調査対象	サンプル数
2014.6.10	公共事業省会議室	公共事業省職員 (橋梁点検実務実習者)	20
2015.5.21	アブジャシェラトンホテル	セミナー参加者 (建設関連企業技術者等)	26
2015.5.25	ラゴスエアポートホテル		

① ナイジェリア国内における橋梁点検の必要性と導入可能性について

橋梁点検の実務研修に参加した 20 名の公共事業省の技術職員のすべてがナイジェリア国内で橋梁点検を実施することが「大変必要」と必要性を認めている。また、具体的に橋梁等のコンクリート構造物の点検を導入の可能性についても、参加した技術職員全員が「導入したい」との回答であった。また、セミナー参加者（主に建設関連民間事業者）においても「大変重要」、「重要」との回答を得ており、橋梁点検の重要性を認識していた。

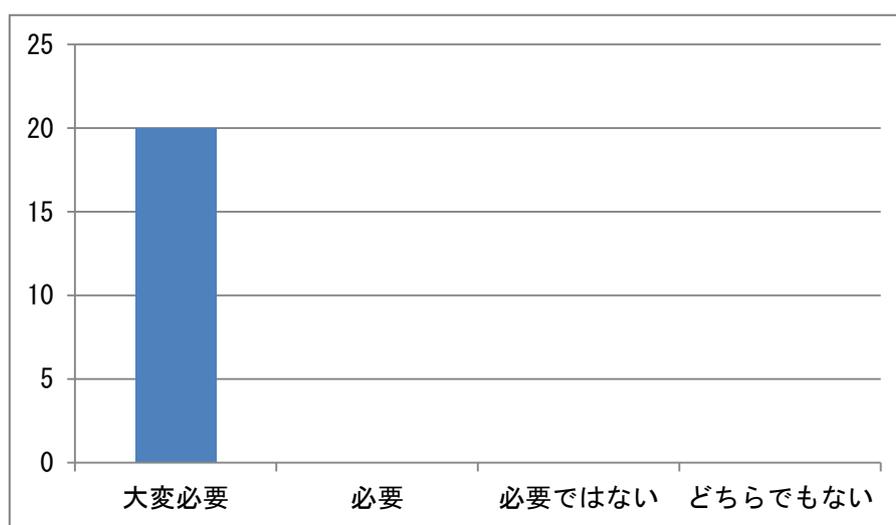


図 3-28 ナイジェリアでの橋梁点検の必要性 (公共事業省職員)

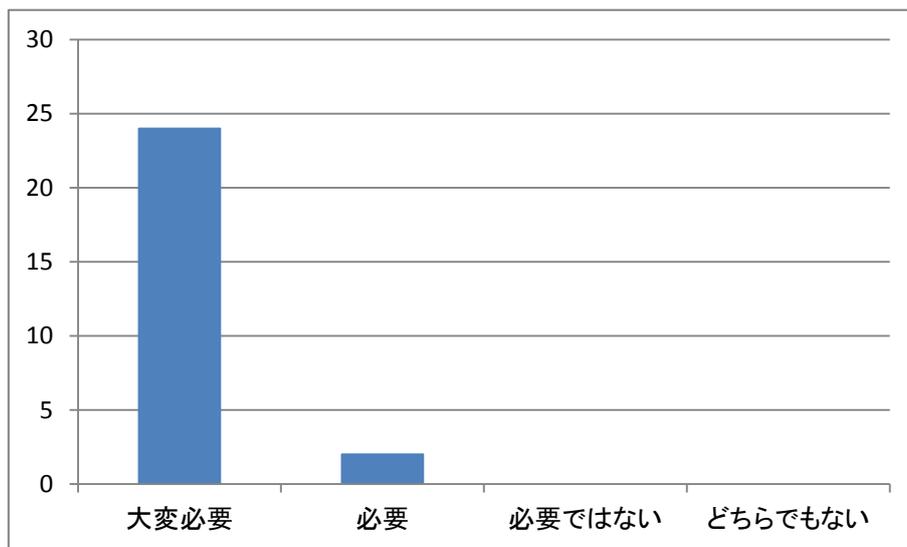


図 3-29 ナイジェリアでの橋梁点検の必要性（セミナー参加者）

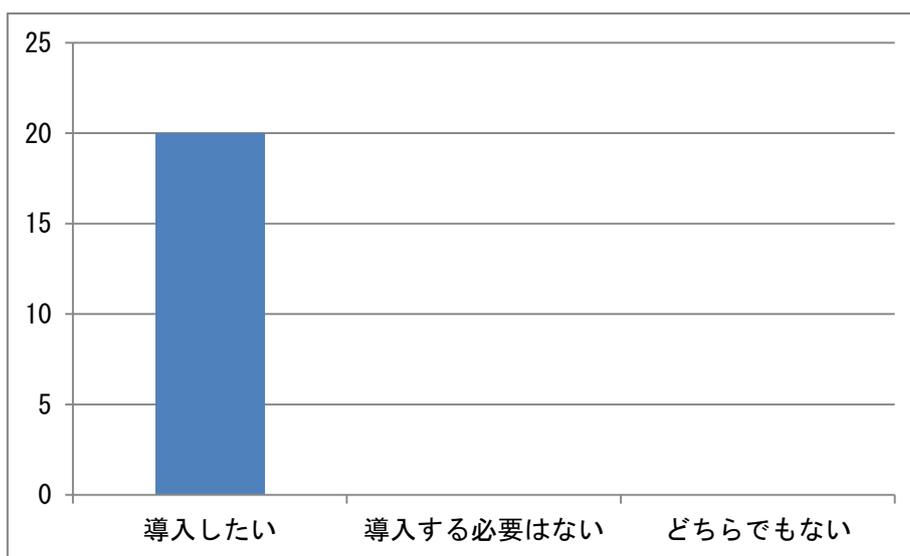


図 3-30 ナイジェリアでの橋梁点検導入の可能性（公共事業省職員）

② ナイジェリア国内において橋梁等コンクリート構造物の点検を導入するにあたっての課題

ナイジェリア国内において、「橋梁点検」を導入するにあたって、「課題がある」と回答したのは技術職員 20 名中 7 名であり、「課題がない」13 名の方が多い結果であった。橋梁点検の導入にあたって考えられる課題について、「課題がある」と回答した 7 名中、「点検資機材の不足」が 5 名、「公共事業省の技術職員の点検技術の不足」が 4 名、「予算の確保」が 3 名との結果（複数回答可）が得られた。

「点検資機材の不足」、「公共事業省職員の技術不足」「予算の確保」が課題として上げられたが、CTS は他の非破壊検査装置より安価で、しかも簡便な操作でコンクリート強度を測定できることから「点検技術の不足」を補い、測定結果の均一化を図ることができる。公共事業省が抱えるニーズに対し、橋梁点検の技術移転と CTS の普及を図る本事業は合致したものであったと考える。

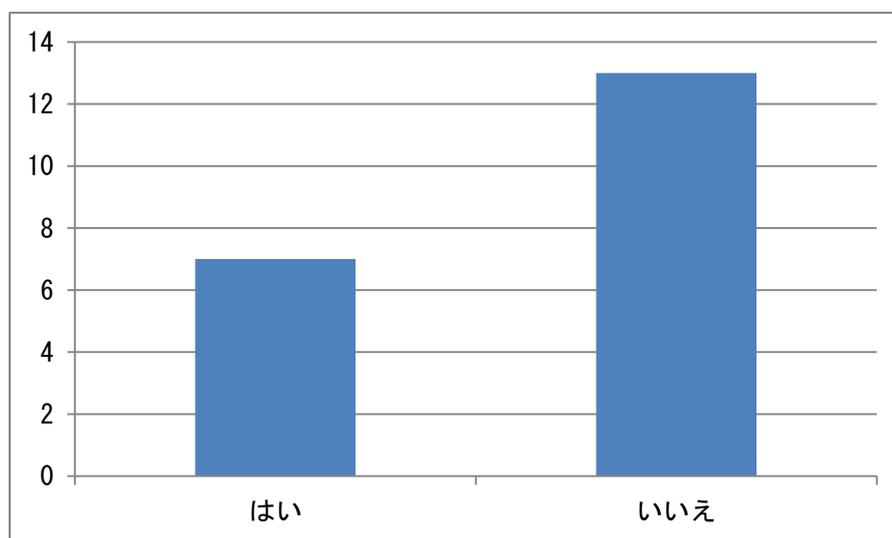


図 3-31 橋梁点検の導入にあたっての課題の有無（公共事業省職員）

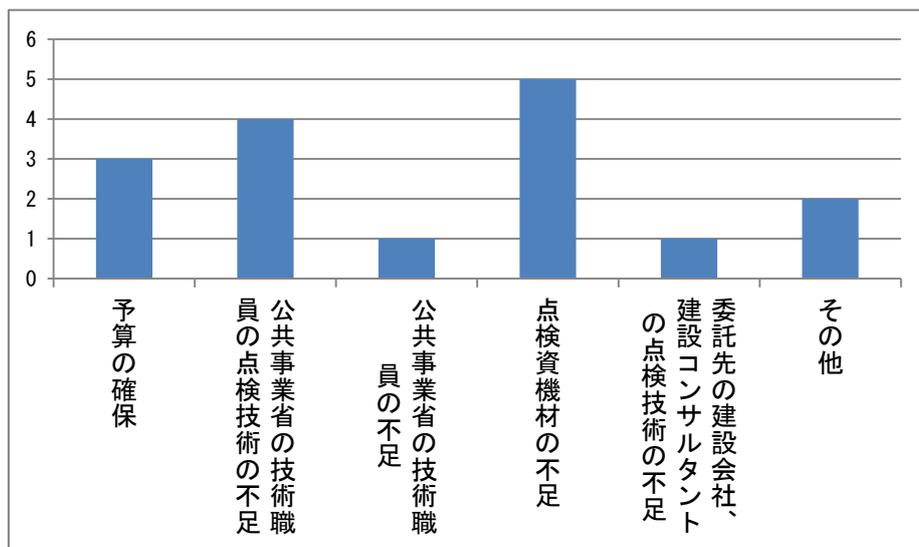


図 3-32 具体的な課題（公共事業省職員）

③ 点検方法について

最も有効な橋梁点検方法を確認したところ、今回の事業で行った目視点検、打音検査、非破壊検査装置を用いた手法のうち、非破壊検査装置を活用したものが 20 名中 16 名、目視点検が 3 名となっており、CTS をはじめとした非破壊検査装置の有効性を認めている。また、セミナー参加者のほとんどが非破壊検査装置の有効性を認めていた。

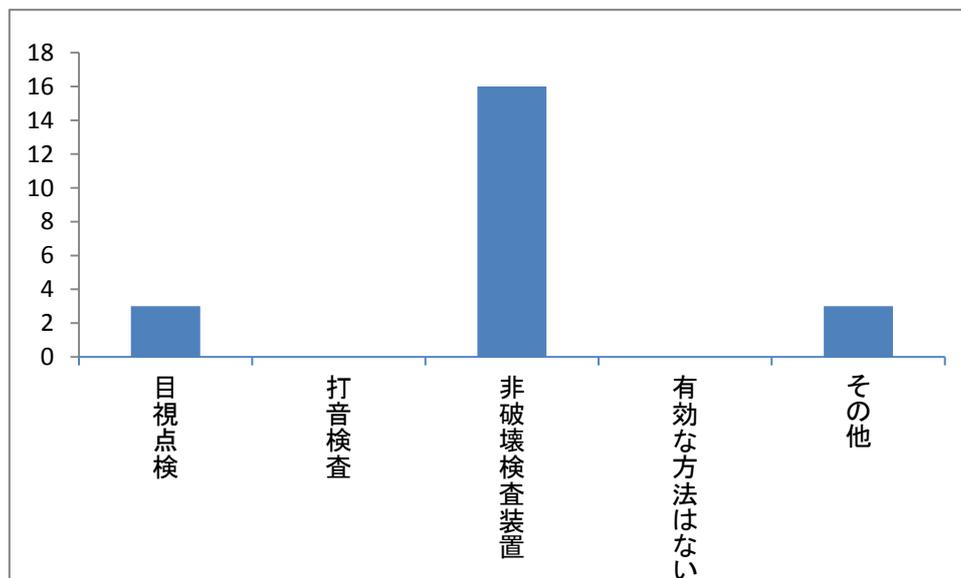


図 3-33 有効な橋梁点検手法（公共事業省職員）

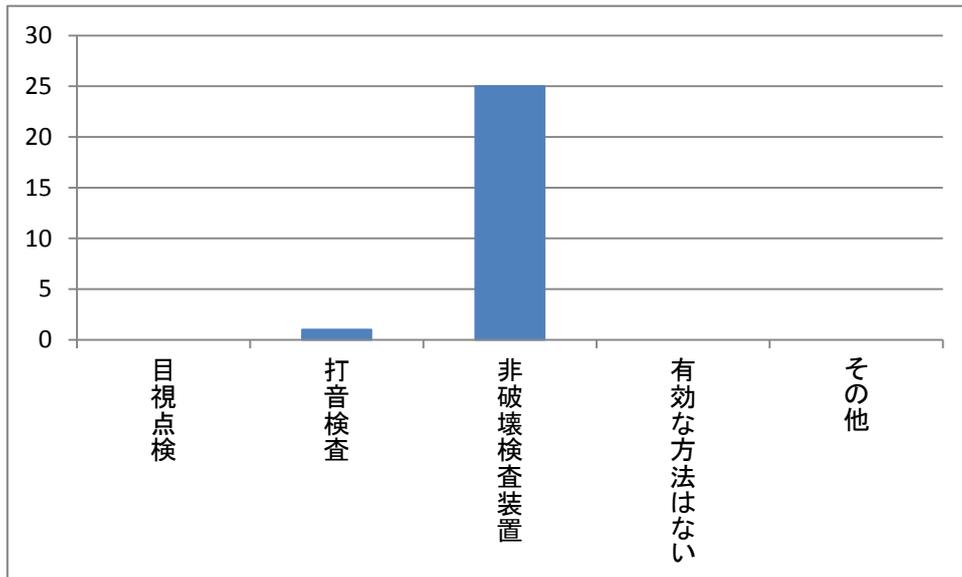


図 3-34 有効な橋梁点検手法（セミナー参加者）

④ CTS の有効性について

CTS の有効性を確認するため、CTS と競合製品と位置づけることが出来る「リバウンドハンマ」(シュミットハンマ)も本事業では利用した。

まず、現場での操作性については、公共事業省職員 20 名中 15 名が CTS の方が使いやすいとの回答であった。リバウンドハンマで収集したデータの処理については、20 名中 18 名が CTS の方が扱いやすいと回答した。

また、収集したデータに基づきコンクリートの評価を行わなければならないが、この点に關しても、20 名中 18 名が CTS の方が評価しやすいと回答した。

総じてリバウンドハンマより CTS の方が高い評価を受けたことがわかる。

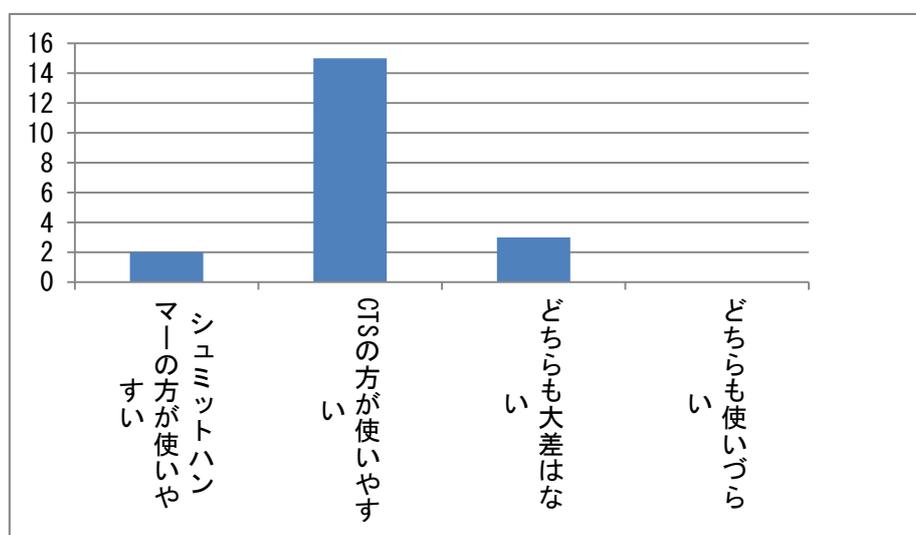


図 3-35 現場でのシュミットハンマと CTS の操作性 (公共事業省職員)

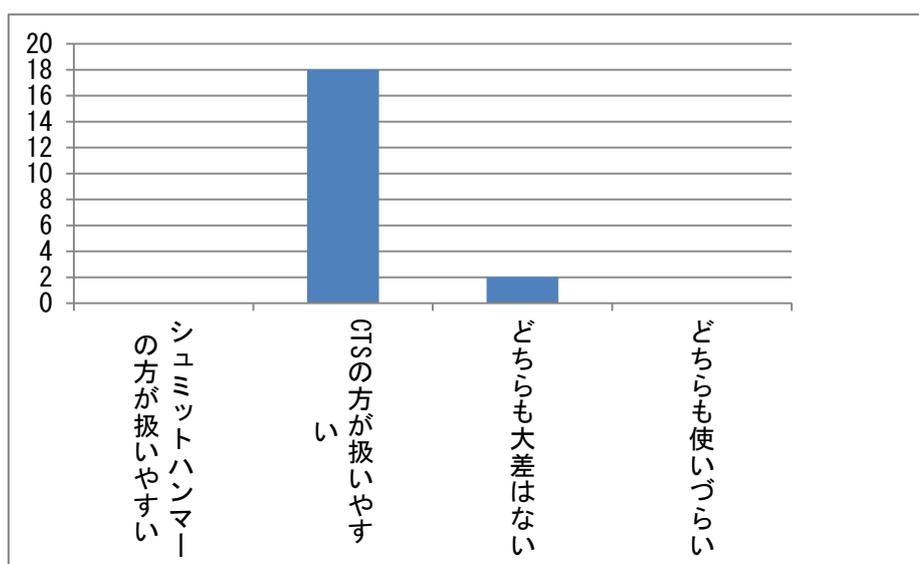


図 3-36 シュミットハンマ及び CTS で収集したデータの操作性 (公共事業省職員)

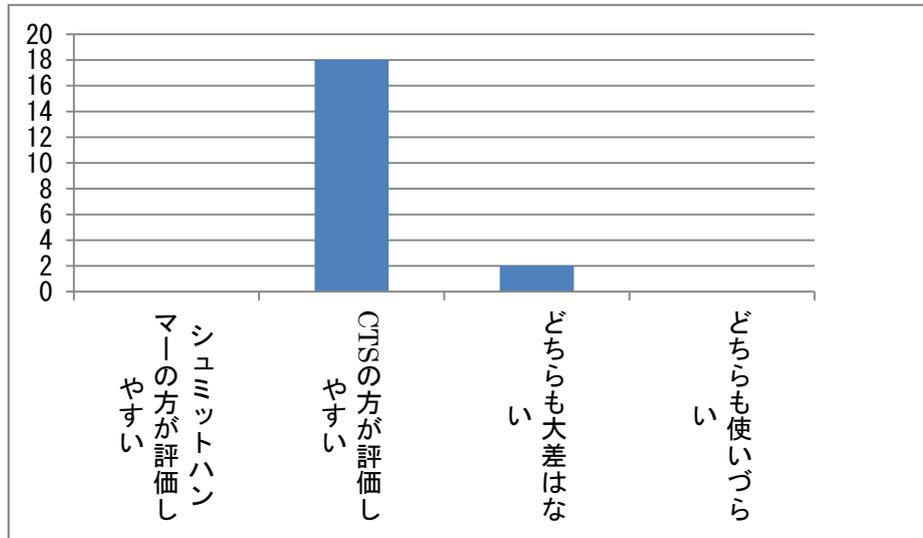


図 3-37 収集したデータをもとにしたコンクリートの評価（公共事業省職員）

### ⑤ CTS の普及の可能性

本事業では「橋梁点検」において CTS を活用したが、それ以外での CTS の利用可能性について公共事業省の職員 20 名にアンケート実施したところ、「竣工検査」が 6 名、「補修、補強工事の状態確認」が 5 名、「保守箇所の絞込み」が 4 名、「健全性診断」が 3 名との結果が得られたように、点検業務のみならず広範な業務での利活用の可能性について確認できた。セミナー参加者からは「補修、補強工事の状態確認」、「保守箇所の絞込み」が多くなっており、維持管理業務をメインとした CTS 活用のアイデアが多数を占めた。

CTS がナイジェリアで普及する可能性についての質問については、公共事業省の全員が「普及する」と回答した。セミナー参加者も「普及する」が 26 名中 18 名と最も多くなっていた。橋梁点検やデモを通して、CTS を使用した技術者からは測定の簡便さや作業効率の高さについて高く評価する意見が多く聞かれ、だれでも簡単にコンクリートの健全性を測定できる点が「普及する」という回答につながったものと考えられる。

また、ナイジェリアで普及させせるための方策は、公共事業省職員は「公共事業省から建設関連業界への指導」と回答したのが 20 名中 17 名あった。セミナー参加者も「公共事業省からの指導」がもっとも多かったが、「流通過程の整備」、「建設会社への PR」等の回答もあった。

このことから、ナイジェリアで CTS の普及を図る上でも、公共事業省の技術職員を対象とした本事業は非常に有効であったと言える。

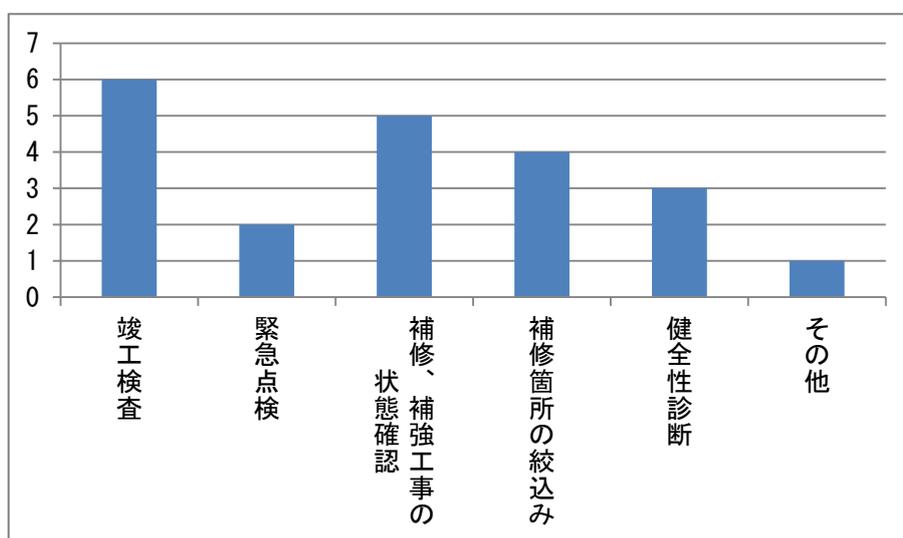


図 3-38 橋梁点検以外での CTS の活用方法（公共事業省職員）

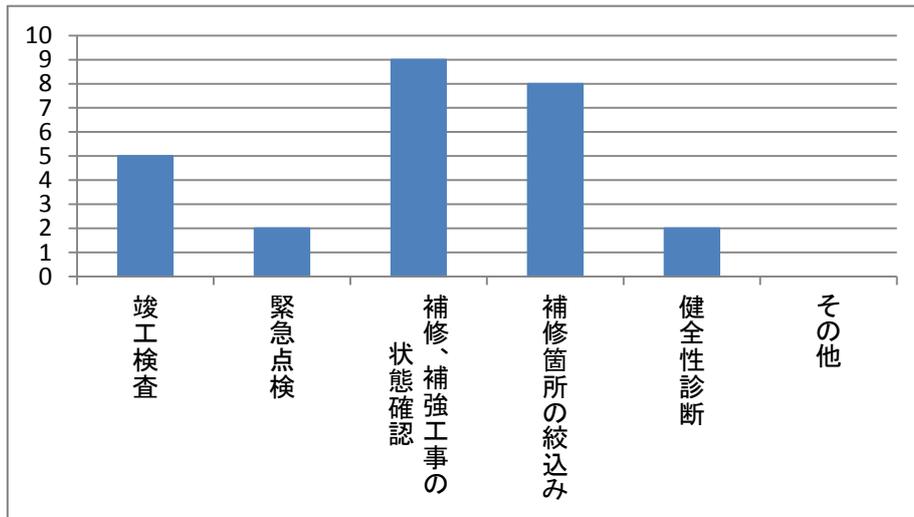


図 3-39 橋梁点検以外での CTS の活用方法 (セミナー参加者)

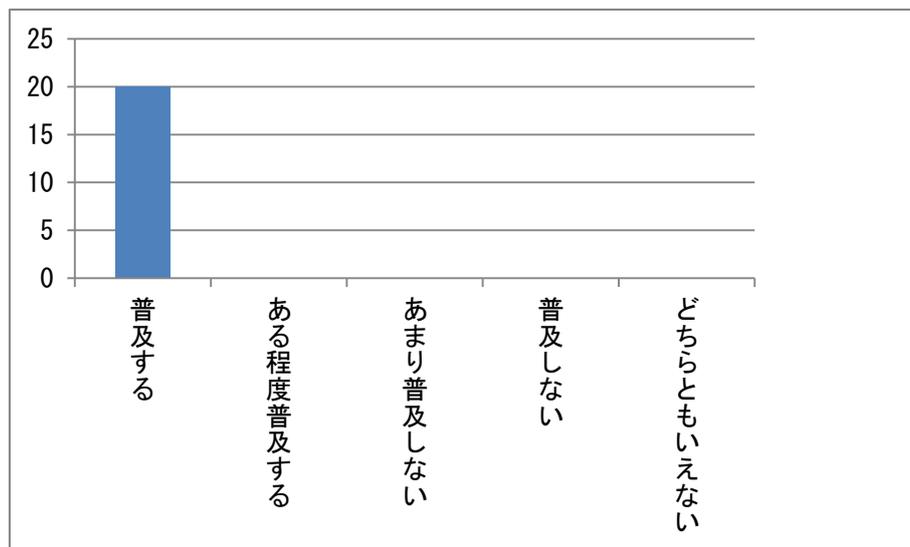


図 3-40 ナイジェリアにおいて CTS の普及可能性 (公共事業省職員)

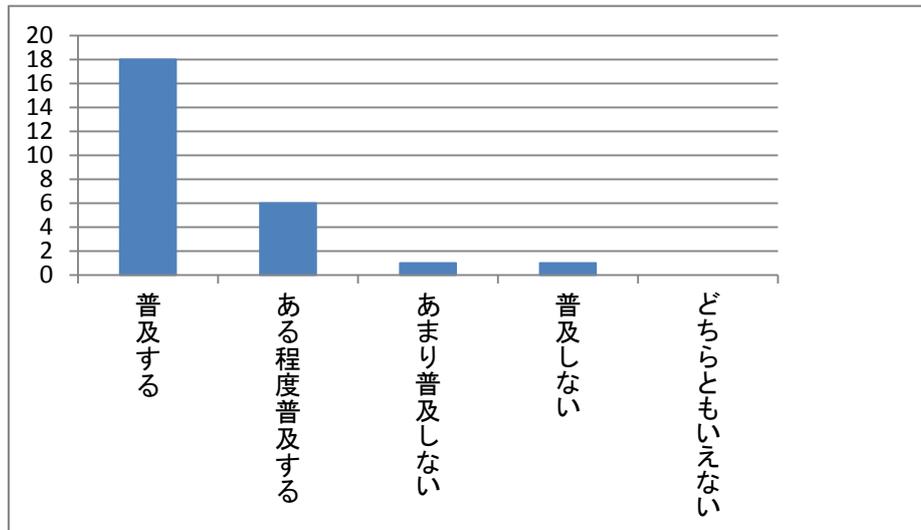


図 3-41 ナイジェリアにおいて CTS の普及可能性（セミナー参加）

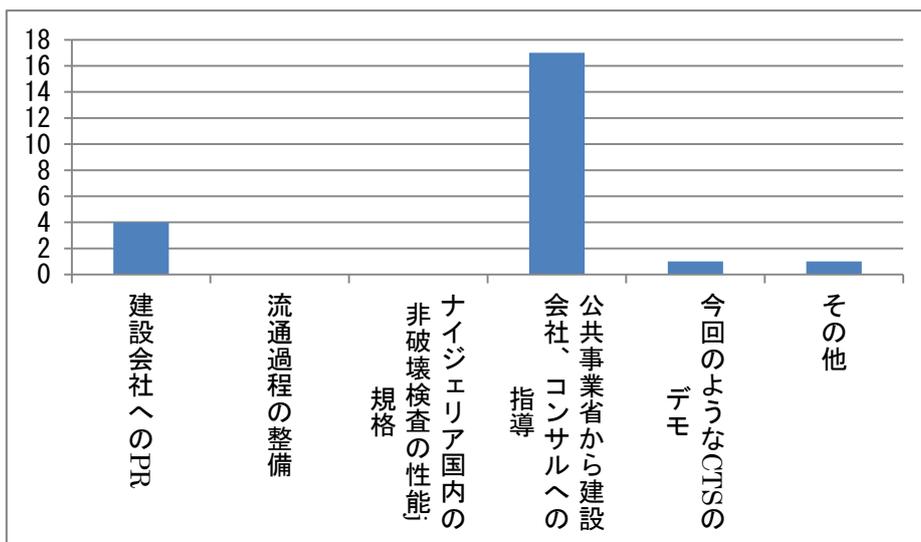


図 3-42 ナイジェリアで CTS を普及させるための方策（公共事業省職員）

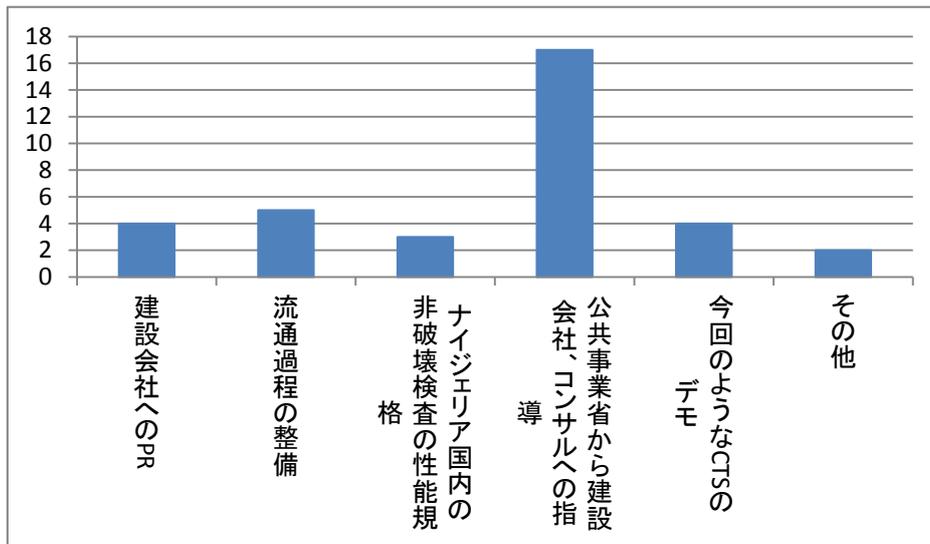


図 3-43 ナイジェリアで CTS を普及させるための方策（セミナー参加者）

#### ⑥ 事業目的の達成状況

本事業の事業目的は、橋梁点検を中心としたプログラムの中で、CTS の有効性を実証し点検技術および CTS の普及を図ることが目的である。アンケート結果から分かるとおり、先方政府側での予算の確保などの課題はあるものの、公共事業省の技術者と民間技術者共に橋梁点検が重要で、ナイジェリア国内でも導入すべきと回答しており、点検の重要性を周知させることが出来たと考える。また、アンケート結果においてほとんどの技術者が、CTS を含めた非破壊検査装置が点検時の有用なツールとなると回答しており、橋梁点検の重要性とともに周知できたものと考え。ナイジェリアにおいても、公共事業は日本と同じく官公庁主導で事業が動いている。この点からも、今回の事業を公共事業省の職員を対象に実施できたことは非常に効果的であったと言える。点検業務の実施や CTS の普及は今後本格的に始動することとなるが、本事業を通じてその土台を築くことができ、本事業の目的は十分に達成されたものと考え。

#### (3) 開発課題解決の観点から見た貢献

道路はもっとも基本的な社会資本の一つであり、社会経済、市民生活に密接に関係している。特に内国交通の 90%以上を道路交通に依存しているナイジェリアにとって、適切に道路が管理され、利用されていることが国力を上げるために重要な施策であると考え。

特に、橋梁等コンクリート構造物は適切な管理がなされていない場合、落橋やコンクリート塊の剥離・落下等人命に係わる大事故につながる事が予想される。

構造物の状況を把握するためには、点検はもちろん点検結果から構造物の健全度を判定しなければならない。日本においては国土交通省の橋梁定期点検要領（案）で、判定を行う技術者には「資格」や「実務経験」等高度な技術力が求められている。

将来的には、ナイジェリアにおいてもこうした高度な技術者が多数輩出され、構造物の点検が行われることが望ましいが、短期的にはこの CTS を用いることで、点検要員の技術力不足をカバーするとともに、様々な技術者が点検を行っても均一な結果を導き出すことが可能となる。

本事業を通じ、CTS を用いながらナイジェリアの技術者とともに橋梁点検を実施し、その点検結果に基づき橋梁の維持修繕計画を立案した。本事業に参加した技術者からは、点検資機材の不足や点検技術の不足、予算の不足などがナイジェリア国内の橋梁維持管理の課題としてあげられたが、本事業を通じて実践したように、比較的安価で操作も簡易な CTS を活用した橋梁点検を導入することで、点検作業員の技術や経験を問わず定量的なデータを取得する事が可能となり、取得した情報・データを基に適切な維持修繕計画を策定することが可能となる。この一連の考え方や技術をナイジェリアに移転し普及させることで、ナイジェリア国内の橋梁等土木構造物の計画的な維持管理（アセットマネジメント）も可能になると思われる。この結果、維持管理を事後保全から予防保全にシフトすることができ、構造物の安全性を長期的に確保するとともに、財政負担の軽減が期待でき、現在直面している負のスパイラル（適切な点検作業や基本的な橋梁情報の欠如→非効率な維持修繕→危機的な状態での修繕工事→修繕費用の増加→予算の圧迫）からの脱却も期待できる。予防保全を通じ構造物を長寿命化することで、構造物の更新時期を遅らせることができ、環境負荷低減にもつながる。

上記では、橋梁点検業務およびアセットマネジメントの導入によって得られる貢献度合いについて触れたが、以下、CTS そのものを導入する際の貢献について述べる。競合製品であるリバウンドハンマと 1 日あたりの測定量について比較検討を試みる。

ナイジェリアでは予算の不足が橋梁の維持管理において大きな課題となっていると指摘されている。圧縮強度はコンクリートの最も基本的な性能であり、簡易的な検査方法としてリバウンドハンマや CTS 等の非破壊検査装置が用いられる。この一次スクリーニングのコストを下げる事は、維持管理事業費の削減につながると考えられる。

なお、比較対象とするリバウンドハンマは、現在日本でも最も多く普及しているタイプの測定結果が記録紙に棒グラフとして記録される NR 型とする。

下表 3-18 (67 ページ) で示したとおり CTS とリバウンドハンマでは、現場での作業、収集したデータの処理方法に大きな違いがあり、この違いが調査費、解析費の差として表れる。

下表 3-19 (67 ページ) に CTS とリバウンドハンマのコスト比較分析結果を示す。比較は、CTS の 1 日作業量である 130Point/日 (25 点/Point 合計 3250 点) で比較検討を実施したものである。金額はあくまでも日本ベースで記入しているが、ナイジェリアにおいても作業効率の変動に違いなく、金額そのものの変動はあっても、削減効果に相違はない。下表 3-19 (67 ページ) のとおり、CTS を用いることでリバウンドハンマに比べ約 60%も経費削減効果があることが分かる。これは、CTS は、ハンマ型の測定器であり、手が届く範囲であれば、誰でも簡単に測定が可能であること、測定データは全て csv 形式で PC に出力されるこ

とが要因である。市場に多く出回っているリバウンドハンマは、測定結果が記録紙に棒グラフで出力されるものが多く、測定後のデータ処理で大きな差が付くためである。

表 3-18 CTS とリバウンドハンマとの比較測定作業及びデータ処理法の比較

	現場作業	データ処理
CTS	測定コンクリートの表面処理が不要。	測定結果を直ちに excel 等表計算ソフトで処理が可能。
リバウンドハンマ	測定コンクリートの表面の研磨等表面の平坦処理が必要。	データ処理にあたり以下の作業が発生。 ①記録紙に棒グラフで出力される。 ②出力された棒グラフから測定値を読み取りソフトに入力。

表 3-19 CTS とリバウンドハンマの測定コスト比較

	CTS	リバウンドハンマ	比較
調査解析費用	155,300 円/130Point	382,500 円/130Point	約 59.4%削減
調査解析日数	2.5 日/130Point	7 日/130Point	約 64.3%削減

※130Point/日 25 点/Point  
(調査団試算結果に基づく)

(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

① 地元（雄武町）の PR 効果

本事業の実施に関連し、下表で示す報道がなされた。報道記事には必ず「雄武町」と表記されていることから、雄武町の知名度向上に貢献しているものとする。

表 3-20 本事業の報道状況

報道年月日	媒体名	掲載面	備考
2014.3.16	北海道新聞	朝刊経済面	全道版
2014.5.13	北海道新聞	朝刊 1 面	全道版
2014.5.13	北海道建設新聞		
2013.5.27	NHK 総合	ほっとニュース北海道	道内版
2014.8.5	北海道建設新聞		
2014.8.12	北海道新聞	地方面	遠軽紋別版
2014.8.14	NHK 総合	ほっとニュース北海道	道内版
2014.8.21	毎日新聞		北海道版
2014.8.21	NHK BS1	国際報道 2014	全国版
2014.9.5	HTB	イチオシ!	道内放送

北海道新聞社では媒体資料を公表していることから、北海道新聞を例に PR 効果を以下で試算した。

試算にあたっては、掲載された記事がどれだけの人の目に触れたかを数値化した。利用したデータは面別接触率である。面別接触率は、新聞の到達指標の一つで、どのくらいの読者が接触したかを面別に示したものである。

例えば 2014 年 3 月 16 日、5 月 13 日掲載分については、以下で示すとおり 500 万人弱の方の目に触れたとの試算結果が得られ、地元の知名度アップに大いに貢献できたと考えられる。

※2014 年 3 月 16 日掲載分

1,110,978 部×2.5 人（回読人数）×0.793（経済面接触率）= 2,202,514 人

※2014 年 5 月 13 日掲載分

1,110,978 部×2.5 人（回読人数）×0.91（一面総合接触率）= 2,527,475 人

計 4,729,989 人

表 3-21 北海道新聞基本データ

	数量	備考
発行部数 (部)	1,110,978	朝刊
平均回読人数 (人)	2.5	
推定読者数 (人)	2,777,445	発行部数×平均回読人数

(北海道新聞社ホームページより作成)

表 3-22 北海道新聞 (朝刊) 面別接触率

	件数	全体	性別		年代別				
			男性	女性	29歳以下	30代	40代	50代	60代
平均接触率	645	76	75.7	76.4	57.9	71.8	77.8	76.8	84.6
一面総合	24	91.1	91.7	90.6	70.4	86.5	93.5	95.1	98.1
総合	67	81.1	85	77.1	59.6	76.9	82.2	81.4	92.7
社説	24	83.2	87.6	78.7	60.5	78.1	84.1	84.8	94.3
国際	18	77.5	81.4	73.4	58.7	72.4	79	74.5	90.2
読者の声	24	72.7	69.4	76.2	52.3	67.5	70.9	73.8	84.9
経済	42	79.3	82.1	76.3	57.9	74.5	80.5	80.1	90.3
商況	27	38	42.8	32.9	34.1	42.7	36.9	32.2	43.7
生活	48	81.6	76.8	86.5	58.7	76.6	83.7	84.3	90.9
スポーツ	77	78.6	82.9	74.2	56.2	74.1	80.2	80.8	88.3
放送	24	75.3	70.8	80	55.7	73.4	76.9	78.1	82
おくやみ	24	69.3	66.6	72.1	44.6	59	68.6	71.4	84.2
地方	76	84.2	83.5	84.9	62.6	79.1	87.7	86.7	92.6
社会	88	88.1	88.4	87.7	66.3	82.8	91.3	91.8	95.6
テレビ	24	88.1	87.9	88.3	67.7	85.5	91	91.4	94.4
その他	58	67.6	66.9	68.4	53.9	66.7	70.7	67	72.7

(北海道新聞社ホームページ)

## ② 雇用

現在、CTS の製造を担当している職員は 1 名である。CTS1 台の製造時間は約半日の作業となっている。月 20 日間労働 (一人) とすると月産 40 台程度生産することが可能である。

下図において、CTS の販売状況を示すが、販売当初は半期で 75 台であったが、その後は半期で 20 台前後の販売台数で推移しており、2013 年度下半期から上昇傾向をたどっているが、半期で 40 台程度であり、まだ製造作業には余裕がある。本事業の成果によりナイジェリアでの普及が軌道に乗った場合、新たに人員を確保する、あるいは製造ラインの強化を行う予定である。当社の基本的な方針として、製品の製造は地元である雄武町で行う事としており、新たな雇用機会創出を目指している。

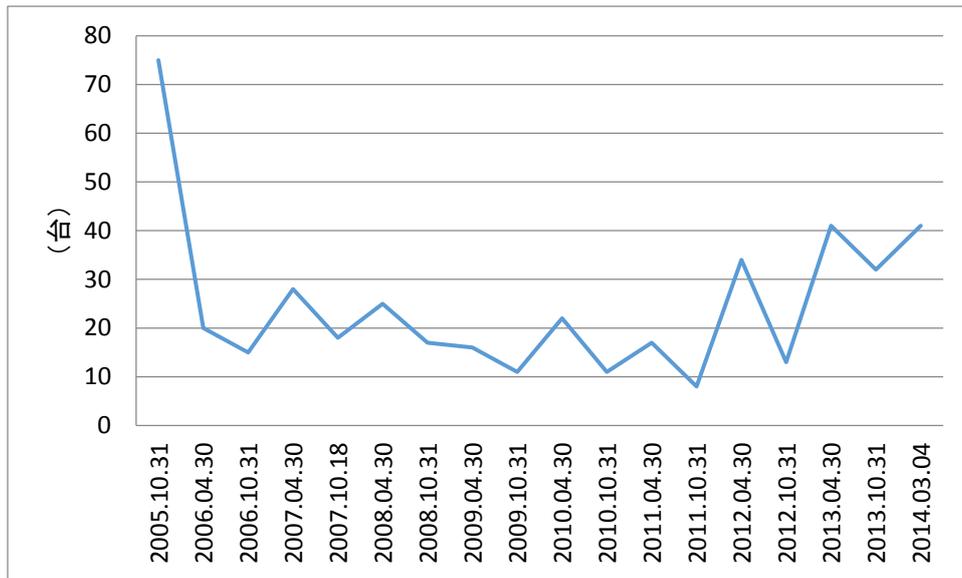


図 3-44 CTS の販売状況 (半期)

(5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

公共事業省において、今後、ナイジェリア国内における橋梁点検については、基本的な橋梁データベース構築の一環として、統一された定量的なデータを記録していく事を目的として CTS を活用するといった方針がなされており、今後、CTS がナイジェリアのコンクリート強度測定のスタンドになる可能性がある。

既に、公共事業省発注の橋梁健全度評価調査業務等 (以下) において、事業実施以前に Intecon Partnership 社が導入した CTS が活用されている。測定についての問題はこれまでのところ発生しておらず、測定方法については正しく理解されていると考えられる。しかしながら、ハンマ部分と本体装置をつなぐコードの断線といった軽微な故障が度々発生しており、精密機械としての取り扱いについての理解が不十分であるとみられる。こうした基本的な装置の取り扱いや測定方法に関しては正しく理解されるよう継続した指導を行っていく必要があると考えている。

～公共事業省発注の CTS 活用調査業務～

- \*Technical Evaluation of Fire Damaged Bridge along Abuja – Abaji road, FCT Abuja. (2015)
- Technical Evaluation of Fire Damaged Bridge along Ikot-Ekpene – Abak – Ekparakwa \* Ette Road in Akwa Ibom State. (2015)
- Structural Assessment of Heritage mall - Cinema Area. Ibadan, Oyo state.(2015)
- \*Structural Integrity Audit of Costain and JDP Point Block Tower in Rainbow Town Development Project Site. Port- Harcourt(2013)

\*Structural Integrity Audit of Masta Services Point Block Tower in Rainbow Town Development Project Site. Port- Harcourt(2013)

\*Structural Integrity Checks For Engineering Design for Rehabilitation of Ijora-Apapa Bridge Lagos State.(2013)



図 3-45 火災で損傷を受けた橋梁の検査状況

#### (6) 今後の提案

##### a) 橋梁点検実施に関して

ナイジェリアにおいては、橋梁管理のためのデータ（図面、構造計算書等）の保管がなされていない状況にある。橋梁管理にあたっては、基本的な情報の欠落は有効な維持管理を行っていくうえで大きな課題となる。こういった状況は多くの発展途上国で見られるものと予想される。

橋梁緒元、その他橋梁基本データのデータベース構築と、そのデータベースに CTS を活用した点検データをリンクすることで適切な修繕や維持管理が可能と考えられる。将来的には図 3-46（72 ページ）にある橋梁マネジメントのサイクルの構築がナイジェリアをはじめ多くの発展途上国の有益なものとなりえると考えられる。

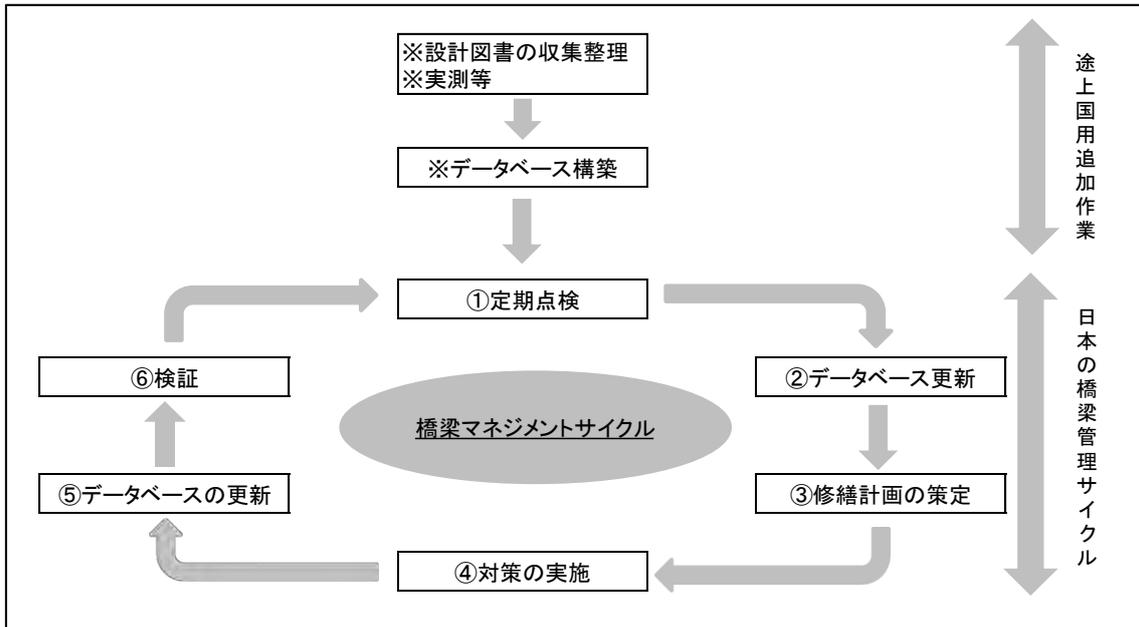


図 3-46 発展途上国での橋梁マネジメントサイクルの構築

b)CTS の維持管理に関して

CTS は、簡易な測定器であるものの、運用するに当たり必ず不具合が発生する。また、精度確認のための校正試験も必要になる。現時点においては、当社の販売代理店として契約した Intecon Partnership 社が CTS の販売、修理、校正試験を担当することになる。CTS で想定される故障は様々あるが、修理対象となるのは、主に断線である。断線修理は、はんだ付けのみで修理可能であるが、手先の器用さを問う作業であり、経験によって仕上がり精度が異なる。実際に、Intecon Partnership 社の技術者が修理した断線部位は、仕上がり精度が悪く、またすぐに断線に至るというサイクルに陥っていた。本事業を通じ、機材の修理方法の講習も開催し修理スキルの向上に努めたが、依然として十分な修理スキルが身についた状況とは言い難い。

本来であれば、日本において各代理店のメンテナンス担当者を対象に、メンテナンス技術の講習を実施し、メンテナンス技術の向上を図りたいところだが、現状ではそれにとまなうコストの関係から難しい状況にある。

そのため、当社で詳細な修理マニュアルを作成し、マニュアルを通じ修理スキルの向上に努めてもらう予定である。装置そのものの改良として、断線しにくい機構に改良するということも想定されるが、いかなる措置を講じても故障のリスクは付きまとい、装置の機構を複雑にすれば、修理も容易に行うことが難しくなるため、現段階では装置の機構そのものを改良することは考えていない。



図 3-47 現地での機器修理状況

#### c)CTS の運用に関して

CTS に限らず非破壊検査は複数の試料から統計的にその値が異常であるか判断するものであり、例えば、コンクリート内部を伝搬する弾性波の速度を測定した場合、任意の速度が計測されるが、この1点のデータだけでは判断することが出来ない。他の測定結果と比較することにより、判断が可能である。したがって、非破壊検査は、相対評価であることから、装置がどのような原理で測定を行っているかを良く理解する必要がある。本事業において、公共事業省の技術者を対象に CTS の使い方とともに、簡単に測定原理までを講習しているが、測定原理に関して詳しく理解している技術者はほぼいないと考えられる。これは、末端ユーザーは、測定原理を詳しく理解する必要はなく、どのような事に使用することができ、どれほど便利であるかが重要だからである。しかしながら、CTS が間違った用途で使用された際には、測定器そのものの信頼性が揺らぐことになるため、学術的知見から意見できる技術者の養成も必要になると考えている。この点において、Intecon Partnership 社は、現会長がナイジェリア土木技術者協会の前会長であり、Intecon Partnership 社が、新しい技術に対して非常に強い興味と技術習得に関する努力を惜しまないこと、担当技術者が CTS の技術に対して、実際に勉強をしていることから、今後も継続して技術情報を共有し、学会での発表に関しても協力を行う予定である。

## 4. 本事業実施後のビジネス展開計画

(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

① マーケット分析（競合製品及び代替製品の分析を含む）

日本においては、建設関連の資機材の流通は、商社や販売代理店が全国販売ネットワークを構築しており、CTS の競合製品であるリバウンドハンマ（シュミットハンマ）についても販売網が構築されている。

本事業のローカルパートナーである **Intecon Partnership** 社がリバウンドハンマ（シュミットハンマ）を入手するため、コンクリート関連の国際学会（イギリス）に出張する等、ナイジェリア国内では、建設関連資機材の流通システムが構築されていない。そのため、民間で非破壊検査装置を保持している企業は少なくなっている。また、非破壊検査装置をレンタルする企業も存在していない。（ヒアリング結果）本事業を通じ、現地に販売代理店を設置することができ、非破壊検査装置の販売に関し、競合製品に先行している状況にある。

また、**Intecon Partnership** 社へのヒアリングによると、ナイジェリアには数千の建設会社が存在しており、正確な情報は引き続き調査中ではあるが市場の大きさとしては図りしれないものがあると考えられる。（実際には休眠・倒産社数を含んでいると考えられるため、正確な数字は不明。）

### ～Intecon Partnership 社（ローカルパートナー）へのヒアリング結果～

●非破壊検査装置について

非破壊検査装置を持っている会社はあまり多くない。いくつかの会社はシュミットハンマを持っており、さらにそのうちのいくらかが超音波測定器を持っている。ラゴスには、材料や試験（材料試験なのか材料と試験なのか不明）の研究を行う州立の研究所があり、その研究所は破壊検査装置、及び非破壊検査装置ともに所持しており、公的機関に対してサービスを行っている。

●検査装置等のレンタルについて

基本的にはそういった装置を所有している会社は、自身の会社で調査や測定を行い、報告書を作成しているため、機材のレンタルを行っている企業はない。

●建設関連業界について

ナイジェリアには数千の建設会社が存在している。それらの建設会社はそれぞれの資本、あるいは所有する機材等、また過去の実績によって A～G までのカテゴリーに分けられている。

## ② ビジネス展開の仕組み

ナイジェリアにおいてビジネス展開を図るうえで、販売、バージョンアップ・修理等アフターケア等の仕組みを形づくる必要がある。海外進出を図るうえで、図 4-1 (76 ページ) で示すとおり「輸出」、「提携」、「直接投資」の3方式がある。これらのうち、当社の以下の状況を踏まえ、条件から海外進出方法を検討した。

### 【当社の状況】

- 元々、建設業を生業にしていることから輸出実務、海外進出に精通しているわけではない。
- 海外進出を図るうえで潤沢に資金を用意することはできない。
- 製品が一般消費財とは違い、大量に出荷することはない。
- CTS の製造を行う社員は1名しかいない。
- 英語に堪能な社員は1名しかいない。
- アメリカ、韓国、台湾、シンガポールの企業と販売代理店契約を結んだ経験がある。
- 本社所在地の雄武町の振興のためにも長く生産拠点を雄武町に置いておきたい。
- 企業規模が小さいため、大きなリスクを負うことは出来ない。

経営の3資源、「資金」、「人材」、「設備」に基づき、当社の状況と海外進出方法を検討した。(図 4-1、76 ページ) その結果、資金、人材、設備とも不足状況にある中で海外進出を図るとすれば、「輸出」、「提携」のどちらかが現実的な手法である。

まず、提携の場合は、提携先に技術的なノウハウをある程度開示する必要がある。また、撤退等の重大な経営判断が独自に行うことが出来ない等のリスクが存在している。

輸出の場合は、輸出実務経験を経験している人材が不足していること、直接ナイジェリアのマーケットにコンタクトを取ることは難しい、といった条件から直接輸出することは当社の場合には現実的な選択とはなり得ない。従って、商社等を通じて輸出する間接輸出が当社にとって現実的な手法である。しかし、当社の扱う製品は一般消費材と違い、大量に消費されるものではなく、中間取扱業者にとっても当社の製品を取り扱うインセンティブが働きにくいと考えられる。

そのため、当社が海外進出を図るうえで、現地のマーケティング、販売を現地企業に委託する「代理店」を選定し、当社が「代理店」に対して輸出を行うことが、最も身の丈にあった方法であると結論した。

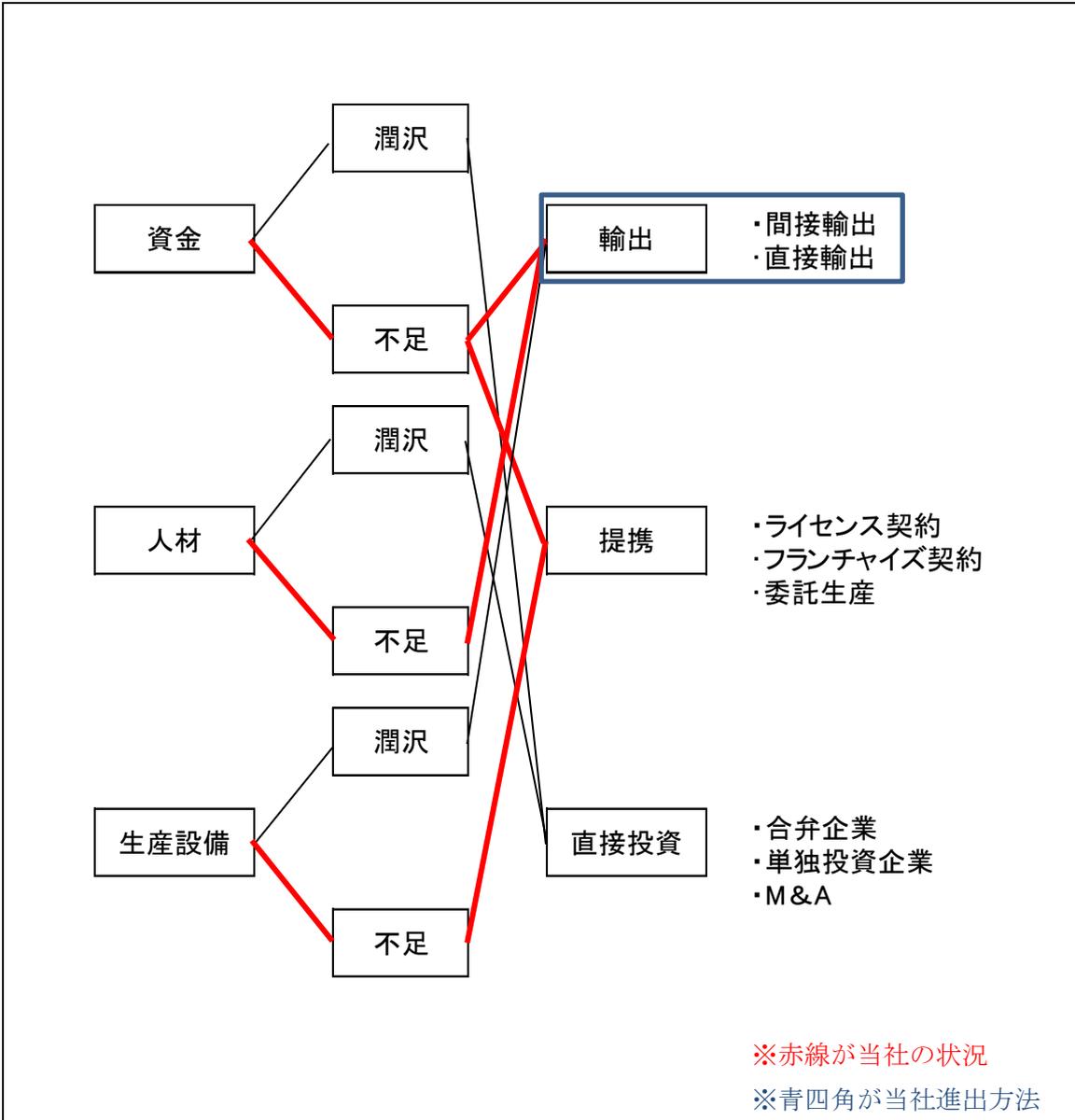


図 4-1 海外進出検討フロー

表 4-1 主要な海外進出方法

	方式	概要
輸出	直接輸出	自社で直接輸出する方法。生産者企業自らが外国ユーザーと関係するため、流通・販売経路を選択したり、単純化したりするという管理統制が可能となる。また仲介コミッションを要しない分、生産者には利益がもたらされる。一方、業務負担が増し、管理能力も必要となる。
	間接輸出	商社等の輸出中間業者を通して輸出する方法。間接輸出の場合、生産者企業は輸出後、外国の現地市場での販売・流通経路形成や販売行為に関与しない。間接輸出は、生産企業によって、投資額と失敗のリスクを低減できるが、マーケティング管理上の制約が伴う。
提携	ライセンス契約	ライセンス契約とは提供側が受け手側である外国企業から使用料を得て、引き換えに提供側が様々な条件付きで独自の経営資源、知識、ノウハウの使用に関する権利を提供する方式である。企業が新規の多額投資を避け、外国市場に参入する方式である。
	フランチャイズ契約	ライセンス契約と似通った方式にフランチャイズ契約がある。前者は技術・生産・販売に関するライセンス使用権を基本契約としているのに対して、後者は事業経営全体を一定の地域で展開することを基本契約としている。
	委託生産	委託生産とは、製造企業が製品などを外部企業に生産委託することである。
直接投資	合弁事業	合弁事業は 2 カ国以上の企業が自らの企業の運営に共同参加、共同所有を目指す国際経営方式。現地パートナーから得られる経営資源を求めることができ、外国市場へのアクセス方式としては有効に機能する。
	単独投資企業	単独投資による外国市場参入は、企業が外国に新会社を設立することである。単独投資による参入方法は、自社固有の経営方式が維持できるメリットがある反面、投資後に不振となった場合に撤退時期を決める判断が難しくなるデメリットもある。
	M&A による市場参入	対象とする企業株式を取得して経営権を得ることである。相手企業が保持するスキルや労働力、顧客、ブランド、知財、研究・生産・販売設備を得る。ただし、高リスク、高コスト、多額の資金調達が必要となる。

(「はじめて学ぶ人のためのグローバル・ビジネス」梶浦雅己編(文眞堂)より調査団作成)

当社と代理店との業務分担については、図 4-2 (78 ページ) で示すとおり、当社が CTS の製造、各代理店への技術的なフォローアップを実施し、代理店は宣伝、販売、販売後のアフターサービスを行う。代理店のアフターサービスには、販売した CTS のメンテナンス、簡便な修理も含まれている。なお、ナイジェリアにおいては、2014 年 8 月に本事業のローカルパートナーを務めた Intecon Partnership 社と総代理店契約を締結した。

代理店共通のサービスを実施するためにも、各代理店の技術力の平準化を図る必要があり、当社では、詳細な CTS のメンテナンス・マニュアルを作成し、各代理店への技術指導を行うことを予定している。

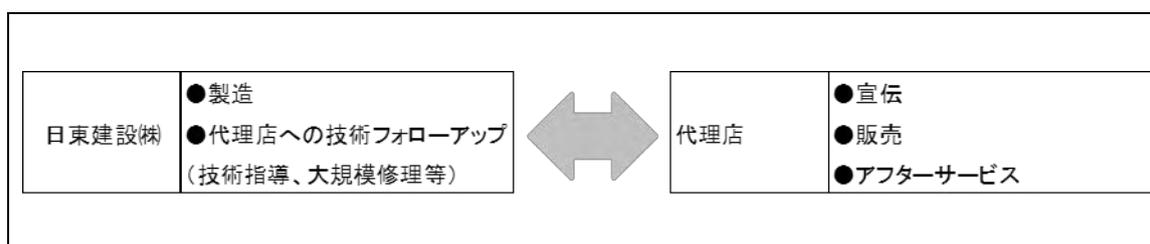


図 4-2 当社と代理店との主な業務分担

### ③ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

#### a) CTS のプロモーション実績

2014 年は以下の国際会議等に出展し、CTS のプロモーションを展開した。

2014 年 10 月 13 日 新聞広告掲出 (次ページ参照)

2014 年 10 月 23～24 日 Annual Conference & General Meeting of the Nigerian Institution of Structural Engineers において展示

2014 年 11 月 2～7 日 World Engineering Conference on Sustainable Infrastructure において CTS のプロモーション実施

#### b) 今後のビジネス展開の計画・スケジュール

日本を含め、CTS のような公共構造物の点検・試験装置の販売を行うためには、中央省庁あるいは規格整備を執り行う組織による認証が重要となる。ナイジェリアではすでに公共事業省が CTS の使用を推奨する事を公式な意向として示しているため、今後は装置を実際に使用するユーザーの理解や認知度を高めていく事が必要と考える。

上術のとおり、2014 年より現地の販売代理店が広告の掲出や展示会での機器展示を行っている。また、2015 年には本事業の一環としてナイジェリア国内の民間コンサルタント会社や研究機関を招き講習会を実施した。今後現地の代理店である Intecon Partnership 社が以下のような活動を継続して実施していく予定である。

1. 本事業参加者とは今後も関係を保持し、メールや SNS を使って製品や活動に関する情報を定期的に配信していく。
2. ナイジェリア国内で行われる展示会で機器展示を行う。出展する展示会としては、業界関係者が多く集まると考えられる関連業界の年次会議などと同時に開催される機器展示が効率的であると考えられる。
3. Intecon Patnership 社から、CTS を使用した事例をケーススタディとして、NSE や ACEN、COREN、NICE、NIStructE などの、業界専門誌に掲載する。
4. ナイジェリア国内の建設業界各団体 (Association of Consulting Engineers of Nigeria (ACEN) や Nigerian Institutions of Civil Engineers (NICE) 、 Nigerian Institution of Structural Engineers (NIStructE) 、 Council for the Regulation of Engineering in Nigeria (COREN) ) を対象としたセミナーを実施する。
5. CTS の紹介ができるよう Intecon Patnership 社のホームページをアップデートし、そこに講習会やメンテナンス、校正試験、コンサルタント業務に関する情報を掲載する。また、日東建設のホームページへのリンクも同様に掲載する。

homes & property

# Environmentalist calls for revival of nature day

Maurcen Ihua-Maduenyi

THE authorities should revive the observation of February 12 as the Annual Day of Faith and Nature or Environment to raise awareness on the need to keep the environment and conserve nature, an environmentalist and journalist, Mr. Michael Simire, has said.

## Stay off acquired land, Ogun warns encroachers

THE Ogun State Government has warned illegal occupiers of its land in different parts of the state to desist from constructing houses and setting up business ventures on such land without proper approval.

The Chairman, Board of Directors, Ogun State Housing Corporation, Alhaji Bashir Fadairo, gave the warning while monitoring the removal of some illegal structures at Laderin and Ajebo Road housing estates in Abeokuta.

Fadairo urged those interested in acquiring government land to always go through the proper channel by obtaining forms and indicating their choice

Simire stated this in a presentation on '100 years of environmental awareness raising in Nigeria' at Nigerian environment centenary symposium and book presentation (1914-2014).

He said, "There should be more sermons and teachings on environmental protection, which should be propagated during worship and programmes,

and backed-up with relevant quotations from the scriptures.

"Institutions such as the Federal Ministry of Environment and its various parastatals should collaborate with religious organisations to re-awaken environmental consciousness. To reduce dependence on donor funding and hence improve their contributions

to awareness raising; non-governmental organisations should make internally or independently generated funds a priority."

Simire noted that the dissemination of information on environmental issues in the country was very low, while the Nigerian environment had suffered from massive pollution and degradation in the last 100 years.

He said there should be special focus on topical issues such as desertification,

deforestation, gully erosion, uncontrolled grazing and livestock migration.

Others are oil spills, loss of mangrove forest, depletion of fish populations, water hyacinth invasion and gas flaring in the Niger Delta; sea level rise, coastal erosion and ocean surge in the coastline, climate change, Environmental Impact Assessment, water and sanitation, renewable energy, bio-technology, nature conservation, waste management and emergency preparedness.

Simire also stated that media coverage of environment issues in the country was still very low.

"There's therefore the need for the development of more concise and specific programmes on environmental issues. Institutional bodies should embark on conscious and sustained efforts at production and distribution of documentaries on various topics on environment - collaboration involving broadcast, print and online media," he said.

He reiterated Government's commitment to the welfare of the people and its determination to continue to provide affordable houses for the citizenry through easy payment process.

Fadairo enjoined all those that had been allocated land to develop them to avoid revocation after two years of allocation, adding, "I want to encourage allottees to start developing their property immediately after purchase to further develop the areas."

He reiterated Government's commitment to the welfare of the people and its determination to continue to provide affordable houses for the citizenry through easy payment process.

**POWER on with WEICHAH GENERATORS**



**Lagos Showroom:**  
26, Oshodi Apapa Expressway Opp. ROC Gates Oshodi, Lagos  
Tel: 08184646972, 08144532744

**Uyo Office:**  
Telepower Systems Ltd  
164, Inter State Road Uyo  
Online Sale Email: telepower@yahoo.com  
Tel: 09022283722

**Direct Office:** 08032951288

▶ Tested Up to an average of 30,000 hours  
▶ Low fuel Consumption (as low as 2.2 litrs per hour)  
▶ Strong Adaptability  
▶ Low Noise and emission  
▶ Ranges from 12.5 to 1000 KVA  
▶ Prices from ₦892,600

**Rapid Power** Hotline: 08033487700 www.rapidpower.com

**NON-DESTRUCTIVE TESTING EQUIPMENT**

**CONFIRM INTEGRITY OF YOUR CONCRETE STRUCTURES**  
(Bridges, Residential & Office Buildings, Burnt Structures & Collapsed Buildings, etc.)

WITH  
**JAPANESE DEVELOPED**  
**CONCRETE TESTER AND SURVEYOR**

## CTS-02<sup>v4</sup>




**-Measures the Compressive Strength of Concrete Instantaneously with greater precision and speed.**

**-Non-Destructive Testing Tool for Concrete Structures**

The CTS-02v4 is a nondestructive concrete tester that estimates the compressive strength and structural integrity of concrete. The compressive strength is estimated by the mechanical impedance based on the waveform of the impact force when concrete is hammered.

**ALSO:**

**Detects:**

- Deterioration (Plasticity) of concrete surface
- Delamination, Void and Honeycomb near concrete surface
- Weakness of Aggregate on concrete surface.

**Features:**

- Estimates Compressive Strength of Concrete (Normal Concrete and High Strength Concrete).
- Easy USB Connection and Data Transfer to Computer
- Mean Score of Results in Multiple Hammering can be obtained instantaneously (0.5 Second Results Display) at each measurement point
- Preferred to rebound hammer.

**CTS-02v4 vs. Rebound Hammer:**

- Higher degree of accuracy
- Automatic correction for measured data outside the Mean (+/-20%)
- No need to polish the testing surface
- No indentation / damage left on concrete surface
- Data and results are saved internally on hand held device provided. No mistakes or misreading of data.

**Recommended users:**

- Federal & State Ministries of Works and Other Government Regulatory Organizations.
- Civil Engineering Consultants and Construction Companies.
- Secondary Concrete Product Manufacturers.
- Department of Works of Universities, Polytechnics & Other Institutions.
- Infrastructure Facility Managers of Multinational Companies & Property Developers.
- Federal & State Building and Road Maintenance Agencies.

**For Enquiries contact - info@intecon.com.ng**  
Tel: 0810 940 4721, 0803 324 2026

**INTECON PARTNERSHIP LTD**  
16 Aperin Street, Off Awolowo Avenue, Bodija, Ibadan, Oyo State.

図 4-3 ナイジェリアの新聞「The Punch」に広告を掲載 (2014年10月13日付)

#### b) CTS の認定

現在ナイジェリアの各種基準や規格は、BS の他に、ASTM、ASME、ユーロコードが採用されており、上記の規格に則った機器は、ナイジェリア国内のプロジェクトで使用することができる。例えばリバウンドハンマの場合、BS 規格に適用されており、ナイジェリア国内で長い間使われている。なお、発注者から特別な指示がある場合を除き、そういった装置の使用に関する公的文書は出されていない。

現時点で CTS は上述した国際規格は適用されていないが、ナイジェリアに限らず海外の市場で販売を行っていくためにはこうした国際規格の認証は必須となる。現在はその第一歩として JIS 規格の認証を取得すべく活動をしており、同時に ASTM や ISO 等の国際規格についても早期に認証が得られるよう準備を進めている。

#### ④ ビジネス展開可能性の評価

ナイジェリアを拠点とし、ナイジェリア国内での普及はもちろんであるが、アフリカ地域の他国に対しても普及を図っていくことが重要と考える。そのためには CTS は一般消費財と違い、土木・建築に特化した製品であることから、建設関連業界内で認知度を上げていくことが最も効果的であると考える。そこで、アフリカ地域の建設関連業の団体である[アフリカ工学団体連盟 \(Federation of African Engineering Organisations\)](#) で CTS の PR を行っていく。販売網構築の候補先としては、同じくアフリカ工学団体連盟に所属しており、地理的な優位性が高いと考えられるガーナ、コートジボワール、カメルーンが挙げられる。また、東部ではケニアやタンザニア、南部では南アフリカを中心として周辺国へ普及させることを検討しているが、今後さらなる市場調査が必要である。また、2014年11月2日～7日にアブジャで開催された World Engineering Conference on Sustainable Infrastructure で出展を行ったように、このようなイベントや学会を活用し、認知度を上げていく必要がある。

また、日本に限らず先進国においても CTS は規格の整備が必要となる等、普及へのハードルは高い製品である。ナイジェリアなどの途上国は、先進国の規格などを参考にしつつも、良い技術は積極的に取り入れる柔軟性を持っている。また、公共構造物が対象であるため、国からの指導が最も効果的な販売促進材料となる。本事業を通じ、ナイジェリアは、国が CTS の使用を推奨する方向で動き出しており、有意義な市場となるものと考えている。

#### [アフリカ工学団体連盟加盟国]

南アフリカ、ジンバブエ、ナミビア、ボツワナ、レソト、スワジランド、モザンビーク、セーシェル、ザンビア、マラウイ、モーリシャス、ガーナ、ナイジェリア、シエラレオネ、コートジボワール、ブルキナファソ、ベナン共和国、トーゴ、ガンビア、ケニア、ウガンダ、タンザニア、ルワンダ、カメルーン、チャド、ガボン

さらに、アフリカ工学団体連盟は東西南中 (EAFEO, WAFEO, SAFEO, CAFEO) の 4 地域に

分類され、ナイジェリアは WAFEO に所属している。加盟諸国に対し、経済力、ナイジェリアと地理的に近傍に属する諸国を第一義的なターゲットと捉え、普及啓蒙を図る。

●経済的な条件からのターゲット（上記加盟国のうち、アフリカにおいて GDP が 20 位以内の国は以下のとおり）

南アフリカ、ケニア、タンザニア、ガーナ、コートジボワール、カメルーン、ウガンダ、ザンビア、ガボン、モザンビーク

●地理的条件からのターゲット

ナイジェリアと同じく WAFEO に所属するガーナ、コートジボワール、また隣国であるカメルーン

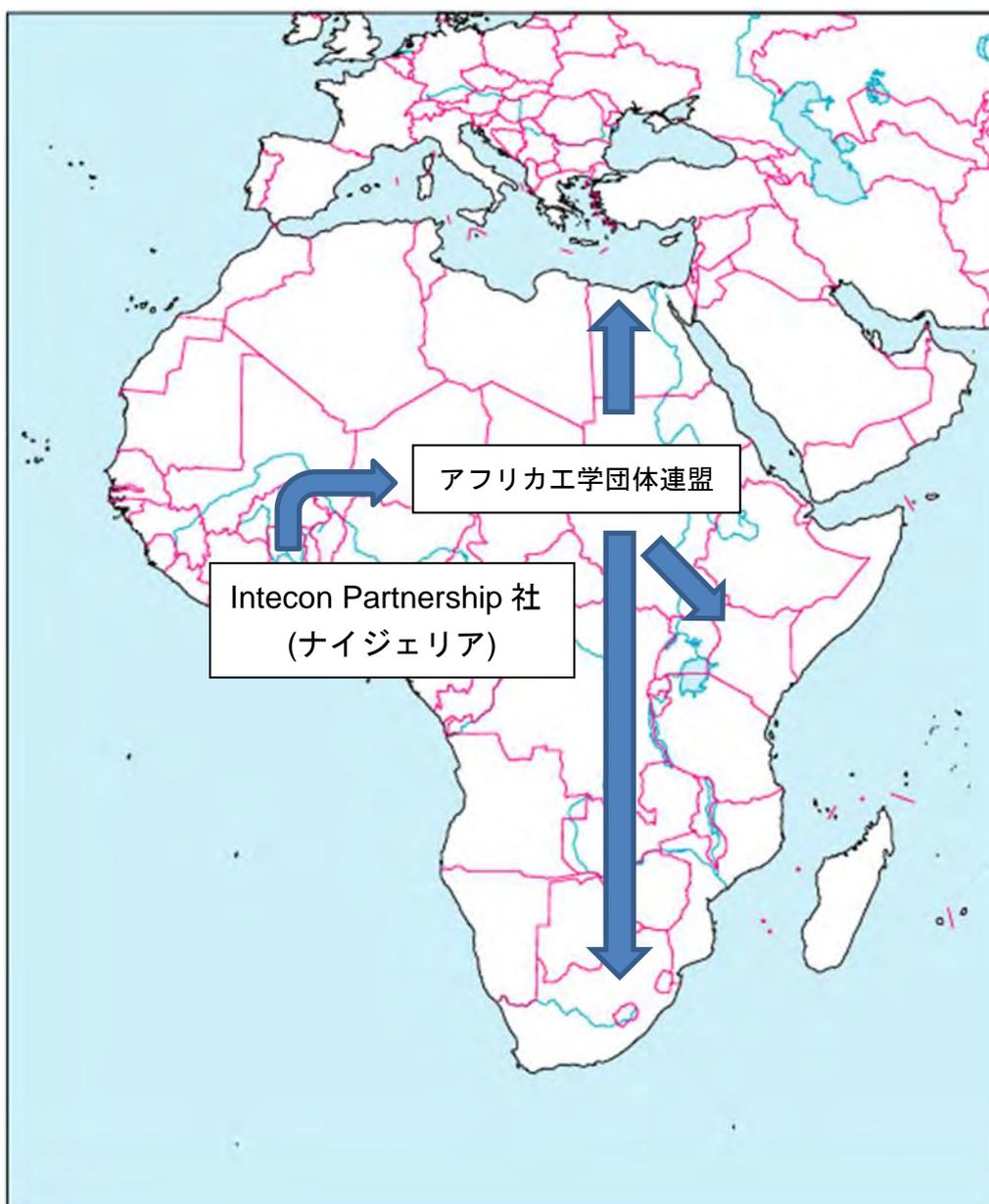


図 4-4 アフリカでの展開イメージ

ナイジェリアにおける CTS の販売目標は、現地販売代理店との協議の上、2015 年には 5 台を最低販売目標台数としている。以降の年については、市場の状況や反応を鑑みて台数を設定していく予定だが、基本的には前年比の 1.5 倍（2016 年：8 台、2017 年：12 台、2018 年：18 台）を目標としている。なお、ナイジェリアでの販売価格は約 7,500 ドルとしている。販売台数増加の大きな契機と考えられる ASTM や BS、ISO などの国際規格に適用されるようになるためには、少なくとも 10 年はかかるとみており、目下の目標としては JIS 取得が課題となっている。

## (2) 想定されるリスクと対応

### ① 知的所有権

2012年、当社では既に中国の企業により、無許可販売行為が行われた経験がある。その対策として、順次、世界各国へ商標登録を行ってきている。現在、アメリカ、台湾において取得済みとなっており、EU、カナダ、中国、シンガポール、韓国で出願中である。ナイジェリアに関しても、商標登録による模倣品対策の検討を行っていく予定である。

また、販売代理店契約書において、「本製品の営業上、技術上の秘密を本契約締結中及び本契約期間終了後においても他に漏洩してはならない。」と規定しており、技術情報の漏洩等の防止に努めている。

### ② 為替変動及び回収リスク

これまで当社が海外との商取引（代理店契約）では、商品販売の代金は「円建て」とする契約を結んでおり、為替変動リスクを回避してきた。また、製品の代金は先払いとし、代金受け取りを確認後、製品を発送することで未回収リスクを回避する。

### ③ 治安

外務省の海外安全ホームページ/ナイジェリアにおいて、ナイジェリア北東部は「退避勧告」が出されている。その他地域も「渡航の延期」、「渡航の是非を検討」と注意喚起がなされている。本事業の契約期間中においても、イスラム過激派がおこしたと言われているテロ事件が頻発していた。

今後もナイジェリアへの渡航が十分に考えられるが、移動・現場作業の際にはポリスエスコートを配置、不特定多数の人々が集まる場所には極力立ち寄らない、セキュリティが十分に図られているホテルに宿泊する等、本事業で培った安全対策ノウハウを活用していく必要がある。

表 4-2 主なテロ事件

年月日	主要テロ事件、主要動向等
02	「ボコ・ハラム」設立
03.12.31 ~ 04.1.1	ナイジェリア北東部・ヨベ州の警察署3か所を襲撃
09. 7.26 ~ 7.30	ナイジェリア北東部・バウチ州都バウチ市の警察署を襲撃後、北部・カノ州、北東部・ヨベ州及びボルノ州の各地でナイジェリア治安部隊との戦闘が発生。設立者モハメド・ユスフは拘束され、その後死亡。
10. 7. 1	アブバカル・シェカウが「ボコ・ハラム」の新指導者就任を表明
10. 9. 7	バウチ市で、拘置所を襲撃し、収容者759人が脱走。兵士と警察官ら4人

	が死亡
11. 6.16	ナイジェリア首都アブジャで、警察本部に対し自動車を用いた自爆テロを実行し、2人が死亡
11. 8.26	アブジャの国連施設に対し、自動車を使った自爆テロを実行し、23人が死亡
11.11. 4～11. 5	ナイジェリア北東部・ボルノ州都マイドゥグリ市で、イスラム神学校などに対する4件の連続爆弾攻撃を実行し、約150人が死亡
11.12.22 ～ 12.23	ヨベ州ダマトゥル及びポティスクム、ボルノ州都マイドゥグリ市で、キリスト教会や民家などに対する連続テロを実行し、約100人が死亡
11.12.25	アブジャ近郊のマダラとジョス、カノ州、ヨベ州のダマトゥルとガダカで、キリスト教会、警察署、治安機関に対する爆弾攻撃を実行し、40人以上が死亡
12. 1.20	カノ州カノ市で、警察署、治安当局、入国管理事務所などの政府関連施設8か所を銃や爆弾で攻撃。約200人が死亡
12. 2.15	ナイジェリア中部・コギ州で、刑務所を襲撃し、看守1人を殺害、囚人119人が脱走
12. 6.17	ナイジェリア北部・カドゥナ州で、キリスト教会3か所に対し、自動車を使った自爆テロを実行し、19人以上が死亡
12. 7. 7～7. 8	プラト州で、キリスト教徒の村12か所を襲撃し、国会議員1人及び州議会議員1人を含む65人が死亡
12.11.25	カドゥナ州ジャジで、軍施設内のキリスト教会前で自動車爆弾テロを実行し、30人以上が死亡
13. 2.16	バウチ州で、レバノン系建設会社を襲撃し、レバノン人4人、英国人、イタリア人、ギリシャ人各1人を拉致。「アンサール」が犯行を自認
13.2.19	カメルーン北部で、フランス人の一家7人を拉致。「ボコ・ハラム」が犯行を自認
13.5. 7	ボルノ州で、刑務所を攻撃し、囚人100人以上が脱走。その後、政府及び軍関連施設を攻撃し、40人以上が死亡
13.7. 6	ヨベ州で、寄宿学校に対する襲撃テロを実行し、教師及び生徒の20人以上が死亡
13. 9.17	ボルノ州で、民間人に対し銃撃し、140人以上が死亡
13. 9.29	ヨベ州で、大学学生寮に対する襲撃テロを実行し、学生40人以上が死亡
13.11.13	米国国務省は、「ボコ・ハラム」及び「アンサール」を「外国テロ組織」(FTO)に指定
13.12. 2	ボルノ州で、空軍基地や国際空港を襲撃し、ヘリコプター2機、空軍機3

	機が破壊、軍兵士 2 人が負傷
2014 年 2 月	ボルノ州のキリスト教徒が多く住む村が襲撃され、100 人以上が死亡。
2014 年 4 月	ボルノ州の学生寮を襲撃し女子生徒 240 人が拉致。
〃	首都アブジャ近郊ニャニャのバスターミナルで爆弾テロ、71 人死亡。
2014 年 5 月	ボルノ州の町を襲撃、少なくとも 125 人を殺害。
2014 年 6 月	首都アブジャのショッピングセンターで爆弾テロ、21 人死亡。

(公安調査庁ホームページ及び新聞報道等から作成)

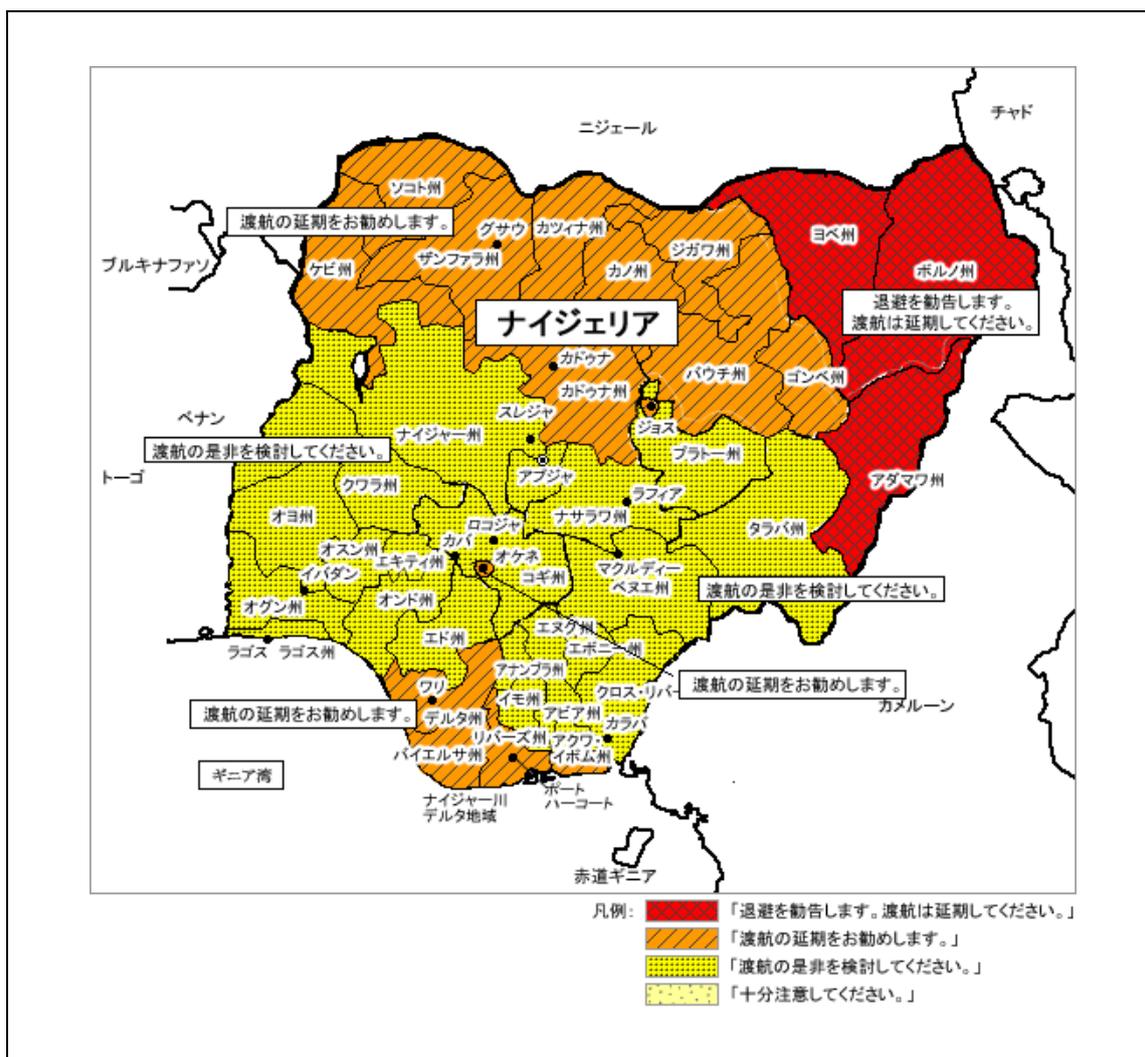


図 4-5 ナイジェリア危険スポット

(外務省海外安全ホームページ / ナイジェリア

<http://www2.anzen.mofa.go.jp/info/pcinfectionsposhazardinfo.asp?id=115#ad-image-0>)

④ 風土病

ナイジェリアでは、熱帯病であるマラリア、黄熱、デング熱、オンコセルカ症(河川失明症)、アフリカトリパノソーマ症(眠り病)、フィラリア症などがあるほか、経口病として腸チフス、細菌性赤痢、赤痢アメーバ、コレラ、回虫等の寄生虫症等があり、ギニア虫の発生もある。また、現在でもポリオ(小児まひ)の発生あるほか、狂犬病も発生している。その他、エイズウイルスも流行しており、人口の10%がエイズウイルスに感染していると言われている。

このような状況から、ナイジェリアでの事業を展開するにあたっては、外務省、厚生労働省、WHO等の情報を収集し、危険地域には近づかない、病気に対する知識を身につけるなど対応をしていく必要がある。

#### ⑤ エボラ出血熱

本事業の契約期間中、西アフリカ地域（ギニア、リベリア、シエラレオネ、ナイジェリア）において、エボラ出血熱が流行した。

エボラ出血熱は、エボラウイルスに感染し、症状が出ている患者の体液等（血液、分泌物、吐物・排泄物）や患者の体液等に汚染された物質（注射針など）に十分な防護なしに触れた際、ウイルスが傷口や粘膜から侵入することで感染するとされている。また、エボラウイルスに感染した野生動物（オオコウモリ（果実を餌とする大型のコウモリ）、サル、アンテロープ（ウシ科の動物）等）の死体やその生肉（ブッシュミート）に直接触れた人がエボラウイルスに感染する。

したがって、現地において安易に動物に触れない、現場作業の周辺でエボラ出血熱の発生の有無の確認等の注意が必要である。

また、日本への帰国時には各空港等に設置された検疫所において、流行地に滞在していた旨、検疫官に報告し、指示に従うなど日本へのウイルス持込を行わないなどの処置が必要である。

#### （３）普及・実証において検討した事業化およびその開発効果

本事業は橋梁点検技術の技術移転を行いつつ、CTS の有効性を実証し、普及を図ることを目的として実施した。

本事業の現地実証活動及び本邦受入活動を通じて、公共事業省において橋梁点検の重要性が十分理解されたため、今後 CTS を活用した橋梁点検の実施、点検や維持管理に関する技術の普及が見込まれる。公共事業省の技術力の向上に伴い、将来的には以下の開発効果が見込まれる。

- ・適切な橋梁点検、評価、修繕が実施されることで、道路橋の安全が担保され、道路利用者の安全が保たれる。
- ・公共事業省による橋梁の点検、評価法の指導、監督等によってナイジェリア建設関連企業の技術力の向上が見込まれる。
- ・橋梁の維持修繕計画の立案とそれに基づいた的確な修繕が行われることで橋梁の長寿命化が図られ、橋梁の架け替えコスト等の縮減が図られる。

#### （４）本事業から得られた教訓と提言

##### ① 輸出手続き

本事業において、CTS をナイジェリアに輸出したが、単発なものであり、コンテナや航空便を使った正式な通関手続きをする状況になく、国際宅急便で輸送を行った。

今後、ある程度の物量、あるいは輸出頻度が多くなった場合は、以下に示す正式な輸出手続きが必要になる。ナイジェリアへの輸出に当たっては、ほぼすべての品目において、適合

性評価プログラム (SONCAP: Standards Organization of Nigeria Conformity Assessment Program) の認証が必要になる。SONCAP の認証はナイジェリア標準化機構 (SON) が実施するが、認証取得のための事前手続きは、所定の4検査機関を通して行うことができる。

なおナイジェリアでは、2009年9月5日以降、食品医薬品管理局 (NAFDAC) で規制される食品や医薬品などを除く、ほぼすべての製品について、ナイジェリア工業規格 (NIS) またはナイジェリア標準化機構 (SON) により認可されている国際規格に適合することが求められているが、規格が絶対条件ともなっていない。日本の JIS 規格は日本でのみ効力を発揮するものであるが、日本国内でオーソライズされた技術であるということをナイジェリアにアピールすることが出来るほか、JIS 規格認証を参考に、海外の国内規格認証書類を作成するといった作業も容易になると考える。

その他、ナイジェリアへの輸出に関し、すべての輸入業者は財務省に輸入業務を行う旨申請し、許可を受けなければならないが、同時に過去数年間 (1~3年) の納税証明書を提出しなければならないことになっている。

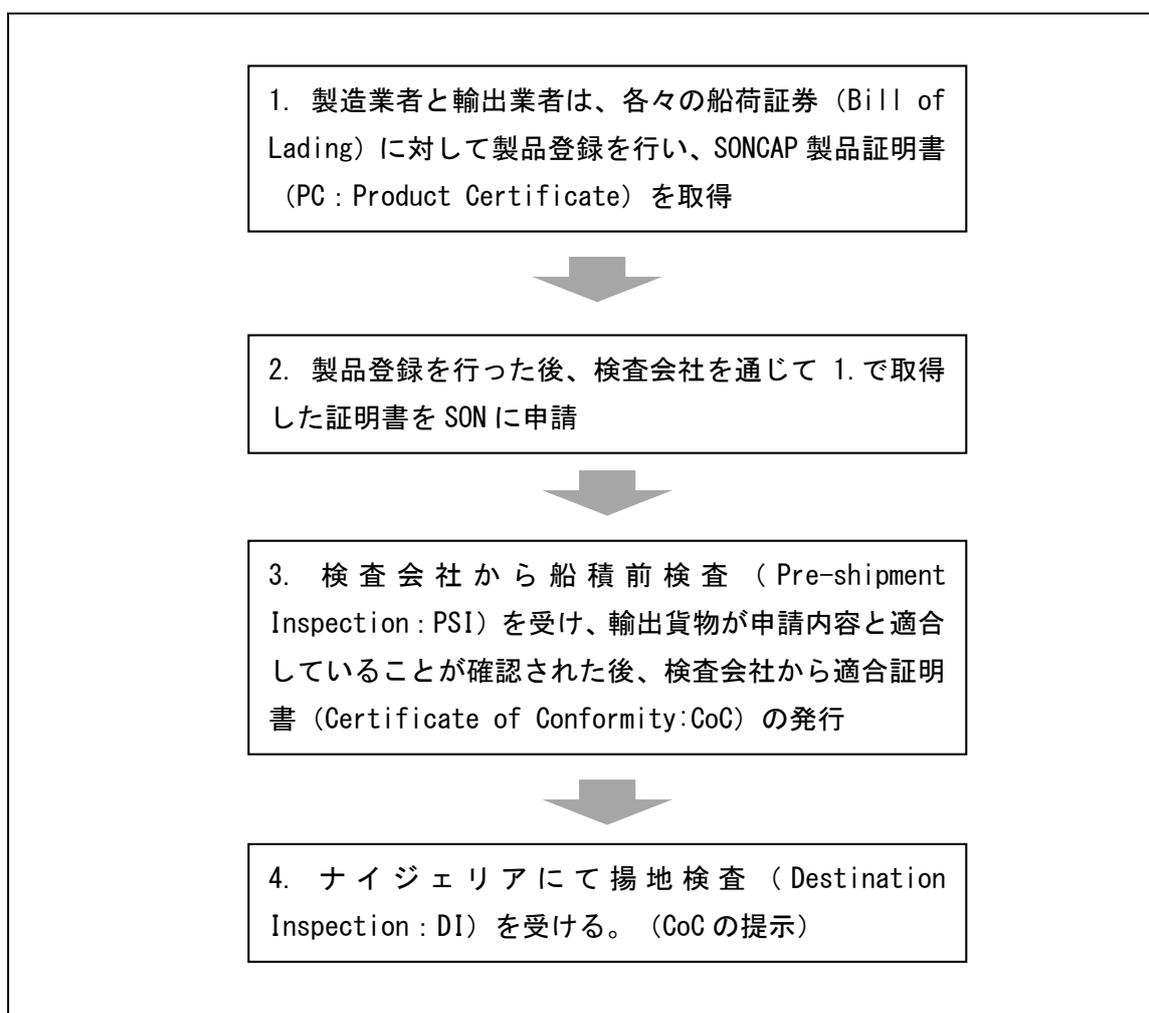


図 4-6 認証取得に係る手順 (JETRO ホームページより作成)

## 参考文献

Annual Abstract of Statistics, 2011 / National Bureau of Statistics, Federal Republic of Nigeria  
Africa Infrastructure Country Diagnostic, Country Report, "Nigeria's Infrastructure : A Continental  
Perspective" World Bank , 2011

Road Infrastructure & Related Development in Nigeria / 2013/Pison Real Estate and Infrastructure  
Professional Practice & Service, Federal Ministry of Works

OPEC ホームページ [http://www.opec.org/opec\\_web/en/index.htm](http://www.opec.org/opec_web/en/index.htm)

JETRO ホームページ [http://www.jetro.go.jp/world/africa/ng/trade\\_02/#block3](http://www.jetro.go.jp/world/africa/ng/trade_02/#block3)

FMW ホームページ <http://www.works.gov.ng/>

外務省海外安全ホームページ・ナイジェリア

<http://www2.anzen.mofa.go.jp/info/pcinfectionsbothazardinfo.asp?id=115#ad-image-0>

北海道新聞社ホームページ <http://www.hokkaido-np.co.jp/>

はじめて学ぶ人のためのグローバル・ビジネス 梶浦雅己編 文真堂 (2014年)

世界紛争地図 日本経済新聞社編 日本経済新聞出版社 (2013年)

橋梁定期点検要領(案) 国土交通省

## 添付資料

- ・ 2014年3月11日 公共事業省内会議で使用した資料
- ・ 2014年6月6日 公共事業省内座学で使用した資料（本事業の概要）
- ・ 2014年6月6日 公共事業省内座学で使用した資料（橋梁点検）
- ・ 2014年6月6日 公共事業省内座学で使用した資料（日本での研修）
- ・ 2014年6月6日 公共事業省内座学で使用した資料（CTSについて）
- ・ Gwagwalad Lokaja Bridge (Left) : 橋梁緒元
- ・ Gwagwalad Lokaja Bridge (Left) : 点検総括表
- ・ Gwagwalad Lokaja Bridge (Left) : 損傷記録表 1～6
- ・ Gwagwalad Lokaja Bridge (Right) : 橋梁緒元
- ・ Gwagwalad Lokaja Bridge (Right) : 点検総括表
- ・ Gwagwalad Lokaja Bridge (Right) : 損傷記録表 1～6
- ・ Giri Interchange Bridge (Left) : 橋梁緒元
- ・ Giri Interchange Bridge (Left) : 点検総括表
- ・ Giri Interchange Bridge (Left) : 損傷記録表 1～6
- ・ Giri Interchange Bridge (Right) : 橋梁緒元
- ・ Giri Interchange Bridge (Right) : 点検総括表
- ・ Giri Interchange Bridge (Right) : 損傷記録表 1～6
- ・ Usamandam Bridge (New) : 橋梁緒元
- ・ Usamandam Bridge (New) : 点検総括表
- ・ Usamandam Bridge (new) : 損傷記録表 1～6
- ・ Usamandam Bridge (Old) : 橋梁緒元
- ・ Usamandam Bridge (Old) : 点検総括表
- ・ Usamandam Bridge (Old) : 損傷記録表 1～6
- ・ Zuba Flyover Bridge (Left) : 橋梁緒元
- ・ Zuba Flyover Bridge (Left) : 点検総括表
- ・ Zuba Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 1～6
- ・ Zuba Flyover Bridge (Right) : 橋梁緒元
- ・ Zuba Flyover Bridge (Right) : 点検総括表
- ・ Zuba Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 1～6
- ・ Karu Flyover Bridge (Left) : 橋梁緒元
- ・ Karu Flyover Bridge (Left) : 点検総括表
- ・ Karu Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 1～6
- ・ Karu Flyover Bridge (Right) : 橋梁緒元
- ・ Karu Flyover Bridge (Right) : 点検総括表

- Karu Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 1~6
- 公共事業省出張報告書
- 2016年6月6日資料・橋梁のアセットマネジメント (於: ナイジェリア公共事業省)
- 2016年6月6日資料・橋梁の補修工法 (於: ナイジェリア公共事業省)
- 2016年6月6日資料・日本の非破壊検査 (於: ナイジェリア公共事業省)
- セミナー時の日本の橋梁点検説明資料
- セミナー時での CTS 説明資料
- アブジャ開催セミナーでの Engr. L. O. Ezemenari 氏 (Deputy Director) の挨拶
- セミナー参加者へのアンケート調査・調査票

■2014年3月11日資料（於：ナイジェリア公共事業省）

  
**Pilot Survey For Disseminating Small And Medium Enterprises Technologies**  
 “The Inspection Technologies of Civil Engineering Structures by Using Concrete Tester (CTS)”  
 【Outline】  
 【Introduction of Bridge Inspection Procedures in Japan】  
 【Selection of a bridge for practical bridge inspection】  


  
**Introduction**  
**Survey Purpose**  
 This survey is mainly composed of practical training of inspection technics for civil engineering structures such as bridges etc., with demonstrating Concrete Tester and Surveyor (CTS).  
 Our main goal of this survey is to contribute for improvement of road maintenance and management technics in Nigeria, and to make Nigerian engineers understand advantages of CTS for inspection.  
  
 Concrete Tester and Surveyor (CTS)

  
**Survey Description**

- Practical training for civil engineers will be conducted by Nitto team to show general Japanese inspection method for concrete structures, and Concrete Tester will be demonstrated in the training.
- Compressive strength of the structure will be measured by Concrete Tester at actual site in addition to general Japanese inspection method, such as visual inspection, hammering inspection, crack gauge measurement, measure tape measurement so that every participants can understand how to use Concrete Tester.

  
**Survey Description**

- Structural soundness will be judged by obtained data. This process will show that measured quantitative data by Concrete Tester is useful for the inspection.
- Maintenance and rehabilitation planning training will be held in Hokkaido, Japan. In the end of this survey, some target structures will be chosen as examples for maintenance and rehabilitation planning with Nigerian engineers with considering Life-cycle cost.

  
**Survey Flow Chart**

```

    graph TD
      A[Meeting for details of the Survey (Nigeria)] --> B[Selection of target bridges and participants (engineers) of the program]
      B --> C[Confirming program details etc.]
      C --> D[Implementation of inspection training at actual site (Nigeria)]
      D --> E[Classroom training for management planning and inspection method (Japan)]
      E --> F[Designing long term management plan (Nigeria)]
  
```

  
**Survey Schedule**

- Mar. 2014 Meeting for details of the Survey (Nigeria)
  - Selecting target bridges and participants (engineers) of the program.
  - Confirming program details etc.
- May. 2014 Implementation of inspection training at actual site (Nigeria)
- Aug. 2014 Classroom training for management planning and inspection method (Japan)
- Nov. 2014 Designing long term management plan (Nigeria)



**Outline of the Meeting (Mar. 2014)**

- (1) Selecting target bridges
  - Select several candidate bridges considering with age, length, type etc.
  - Confirm candidate bridges (Both Nigerian and Japanese team)
- (2) Selecting participants of the program
  - 10 to 20 engineers
  - (5 of them will attend classroom training in Japan)
- (3) Confirming details of the program
  - Introducing outline of general Japanese inspection method



**Outline of the Meeting (Dec. 2013)**

- (4) Confirming the situation of Nigerian road management
- (5) Confirming data of target bridges
  - Structural design criteria, management situation, specification, structural drawing. Nitto team will make a plan for inspection training based on these information.
  - (Inspection training will be implemented based on these data)



**Selecting Participants of the Program**

Selection Criteria for Participants

All Participants should be selected based on the discussion between Federal Ministry of Works and Nitto team, and they should be meet following criteria below.

- 1) Civil engineer who is belonging to Federal Ministry of Works. (Should have at least bachelor of Civil Engineering)
- 2) Civil engineer who have experience in planning, construction, management of road at the Ministry at least 5 years.
- 3) Civil engineer who is highly self-motivated.

Number of Participants: 10 to 20



**Classroom Training in Japan**

Date: August, 2014 (Details will be discussed)

Participant: 5 members will be selected from participants based on discussion between the Ministry and Nitto.

Place: Sapporo-city, Hokkaido, Japan

Followings will be prepared by Nitto team

- Travel expenses, accommodation charges, food expenses will be covered. (Flight and Hotel arrangement is included)
- Training program will be organized and implemented by Nitto team. (All text book and material are prepared by Nitto team)



**Classroom Training in Japan**

Followings will be prepared by Nitto team

- Translator will be arranged (English - Japanese)
- Nitto team will be responsible for coordination between related organization so that all participants come to Japan. (the Japanese Embassy, JICA Nigeria office etc.)



**Classroom Training in Japan**

Followings will be prepared by Nigeria side

- All participants must have passport and Japanese Visa.

## Introduction of Bridge Inspection in Japan



### Purposes of the bridge inspection

The bridge inspection is conducted with the aim of identifying the risk levels of the main bridge members and adjunct facilities' defects or deterioration state that may result in bridge falling, collapse or deformation to protect people including road users from damage caused by those accidents.

When risky defects or deterioration of bridge members are found, emergency treatments should be implemented as much as possible to prevent bridge failures.

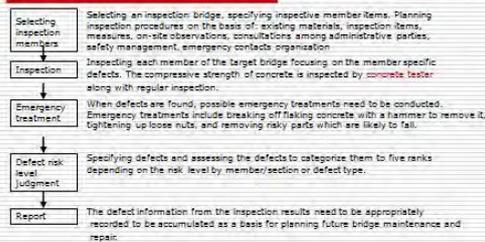
## Types of Bridge Inspection



Inspection of bridge specifications: in the course of this inspection which basically does not aim at defect check, when a defect is found, it is reported.

- General inspection: Daily patrol
- Regular inspection: Inspection regularly conducted by fixed intervals.
- (Overall inspection): (The first inspection and the second inspection are conducted within two years and five years, respectively after the bridge open. Inspections later the second time are conducted every five years.)
- Midterm inspection: Conducted between regular inspections to supplement them.
- Inspection of specific defects: Randomly conducted for specific defects such as chloride defects.
- Emergency inspection: Inspections in the occasions of disasters including earthquakes or typhoons.
- Bridge management records: Centralized record management for bridge maintenance and repair.

## Flow of the Inspection Procedures



## Inspection Staff Organization



- Bridge inspector:** One (managing overall inspections)
- Inspector assistant:** Two (assisting the bridge inspector following his directions)
- Inspection vehicle driver:** One (driving the vehicle following the inspectors' directions)
- Traffic controller:** As many as necessary (securing smooth traffic and inspectors' safety from the traffic)

- ※ Inspectors need to be knowledgeable and experienced enough to achieve inspection goals.
- ※ Inspection examiners are assigned to create inspection plans and judge defect risk levels to determine solving treatments. The judgment is made by estimating or specifying the defect causes. The examiner records the examination results.



## Traffic Safety and Control



Bridge inspections need to be conducted, offering proper measures to secure traffic safety, and the safety of third parties and inspection staff against traffics.

※ Bridge inspections are usually conducted on trafficable roadway on a bridge, thereby the safety of traffics, third parties and inspectors will be most prioritized on the basis of the traffic acts. The proper traffic safety control measures fitting the site condition are included in an inspection plan.

- Main points of inspection measures:
  - For fall protection, when inspection staff work at a place 2m high or higher, they are required to use safety harnesses.
  - Safety belts, work belts, lockers and safety harnesses are required to be checked before used in work.
  - Safety belts and lockers need to be always checked to secure safe access.
  - For the work on the right of way or a roadway, inspection staff wear reflective vests.
  - If necessary, traffic controllers are assigned to protect third parties from entering the work site.
  - Inspection staff need to be alert enough not to drop inspection tools from a height.
  - For work at closed space, oxygen deficiency state is checked before the work.
  - During the inspection of a road/railway bridge with traffic or a bridge above a trafficable road or railway, follow the relevant traffic acts to secure the safety of traffic, third parties and inspection staff.



## Safety measures



## Tools

① Inspection tools  
Binocular, hammer, tape measure, measuring pole stick, crack gauge, convex measure, leveling line, concrete tester and etc.

② Tools for recording  
Camera, video camera, chalk, blackboard, marker pen, scale, inspection report form

③ Miscellaneous equipment  
Lighting equipment, flashlight, tools for site cleaning, traffic control equipment, rope, sealing tape

④ Access equipment  
Ladder, scaffold



Concrete Tester and Surveyor (CTS)

## Inspection tools①

  
Binocular

  
Hammer

  
Tape measure

  
Measuring pole stick

  
Crack gauge

  
Convex measure

  
Leveling line

  
Concrete Tester and Surveyor (CTS)

## Miscellaneous equipment②③④

  
Chalk

  
Blackboard

  
Triangle scale

  
Inspection report form

  
Lighting equipment

  
Stepladder

## Inspections 1

  
Inspection by visual observation and inspection results recording.

  
Visual observation on a stepladder

  
Concrete compressive strength testing by concrete tester

  
Hammering test

## Inspections 2

  
Measurements by crack gauge

  
Convex measurement

  
Measurements by tape measure

  
Vehicle for bridge inspection

## Assessment of inspection results and potential risk levels

• Application of emergency treatments by risk level

Inspection	Defect	Emergency treatment	Potential risk	Risk level	Note
Complete	None	-	None	None	
	Existing	Applied	Existing	D	
Incomplete	-	Not applied. Needs to apply later	-	C	Plan additional treatment
	-	-	-	Unknown	Plan another inspection

※ When any defect is found, the defect state, cause of the defect, defect development potentials and the reasoning for the risk level assessment need to be recorded to realize appropriate bridge maintenance following the inspection.

### Ex. of defect's risk level (superstructure)

**None**

**D** Free lime crystals looking like icicle-hung.

**C** Cracks, exfoliation and exposed reinforcing steel at the bottom of the main girder. Steel corrosion and exfoliation developed by chloride damage may have resulted in concrete's coming off, causing those defects.

**C** On the joints, free lime appears due to rainwater seepage from road surfaces. Prestressing tendon corrosion may be a main cause of this.

### Ex. of defect's risk level (substructure)

**None**

**D** Cracks

**C** Concrete exfoliation caused reinforcing steel exposure

**C** Cross-section exfoliation. Water seepage to reinforced concrete due to water leaks from bridge expansion apparatus of the upper structure resulted in the corrosion and expansion of the concrete, which has finally come off.

### Ex. of defect's risk level (Bridge railing/parapet)

**None**

**D** Cracks

**C** Surface exfoliation resulted in the exposure of reinforcing steel.

**C** Surface exfoliation resulted in the exposure of reinforcing steel. The steel corrosion from rebarization has developed due to poor coverage of concrete, which caused leakage of rainwater, resulting in concrete coming off.

### Report of inspection results

**Register I: General information of the bridge**

**Register II: Comprehensive evaluation of the inspection results**

### Report of inspection results

**Register III: Bridge defects found in the inspection**

### Report of inspection results

**Register III: Bridge defects found in the inspection**

### Report of inspection results



Register III: Bridge defects found in the inspection

Register III: Bridge defects found in the inspection





### Report of inspection results



Register III: Bridge defects found in the inspection

Register III: Bridge defects found in the inspection





### Report of inspection results



Register III: Bridge defects found in the inspection

Register III: Bridge defects found in the inspection






### Report of inspection results



Register III: Bridge defects found in the inspection

Register IV: Inspection schedule





### Criteria for selecting bridges for bridge inspection training in Nigeria



- Bridges where the following defects were found by inspection in daily patrol.
  - Corrosion of steel members
  - Cracks on steel members
  - Loss of bolts attached to steel members.
  - Fracture of steel members.
  - Cracks, water leak, free lime development on a concrete bridge.
  - Exposure of reinforcing steel on a concrete bridge.
  - Part of concrete fall of a concrete bridge.
  - Cracks on bridge deck
  - Broken joints of PC cables installed on a prestressed concrete member.
  - Concavities and convexities on bridge roadway surfaces.
  - Mal function of bearing shoe.
  - Defects in the substructure.
- Bridges which have been used for two years or less.
- Bridges which have been used five years or less.
- Bridges about which the materials concerning the following information exist: structural standards, maintenance state, bridge elements, bridge design draft.

### Bridge defects 1








- Steel corrosion
- Bolt loss from steel members
- Cracks on a steel member
- Fracture of a steel member
- Cracks, water leak, and free lime development on a concrete bridge




### Bridge defects 2

 <p>① Cracks, water leak on a concrete bridge. The gel resulting from alkali-aggregate reaction is recognized.</p>	 <p>② Exposure of steel member on a concrete bridge resulting from corrosion of steel from chloride damage.</p>
 <p>③ Fall off of a part of concrete bridge due to damage on the bridge deck from water leaks and free lime.</p>	 <p>④ Cracks on the bridge deck due to free lime.</p>




### Bridge defects 3

 <p>① Seepage of the joint of PC cables on a prestressed concrete member. This was caused by concrete exfoliation on the joint.</p>	 <p>② Concavities and convexities on the road surface</p>
 <p>③ Bearing shoe unable to work.</p>	 <p>④ Deformation of the substructure due to the scour of piers from increased river water caused by typhoon.</p>




### Ex. of a bridge accident

Bridge fall (35WBridge20070801, Minneapolis, U.S.A.)

 <p>① Superstructure before the accident.</p>	 <p>② After the accident.</p>
 <p>③ Superstructure before the accident.</p>	 <p>④ After the accident.</p>




### Ex. of a bridge accident

(35WBridge20070801, Minneapolis, U.S.A.)

 <p>① Gazette plate before the accident.</p>	 <p>② Gazette plate after the accident.</p>
 <p>③ Bearing shoe before the accident.</p>	 <p>④ Bearing shoe after the accident.</p>




### Ex. of a bridge accident

(35WBridge20070801, Minneapolis, U.S.A.)






### Ex. of a bridge accident

(35WBridge20070801, Minneapolis, U.S.A.)



### Ex. of a bridge accident

(35WBridge20070801, Minneapolis, U.S.A.)

Japan

Italy

### Materials

- Bridge structure standards guideline
- Road bridge construction guide
  - General info. on bridge construction
  - Steel bridge
  - Concrete bridge
  - Substructure
  - Earthquake resistance
- General info. on a bridge
  - Bridge name
  - Length
  - Width
  - Superstructure type: ex. Pre-tensioning method using a hollow steel rod
  - Substructure: ex. Inverted T shape abutment
  - Base standard: Year XX Bridge Structure Standards
  - Designed load limit: ex. B type live load=20k (24kN/m)
  - Standard design concrete strength: ex. 24kN/mm<sup>2</sup>
- Bridge Management and maintenance records including:
  - Current state
  - Bridge elements
  - Repair records
- Bridge design draft
  - Overall design
  - Superstructure
  - Reinforcing steel placement
  - Substructure
  - Reinforcing steel placement

■2014年6月6日資料・事業概要（於：ナイジェリア公共事業省）



## Pilot Survey For Disseminating Small And Medium Enterprises Technologies

“The Inspection Technologies of Civil Engineering Structures by Using Concrete Tester (CTS)”

【Outline】  
 【Introduction of Bridge Inspection Procedures in Japan】  
 【Selection of a bridge for practical bridge inspection】





## Introduction

### Survey Purpose

This survey is mainly composed of practical training of inspection technics for civil engineering structures such as bridges etc., with demonstrating Concrete Tester and Surveyor (CTS).  
 Our main goal of this survey is to contribute for improvement of road maintenance and management technics in Nigeria, and to make Nigerian engineers understand advantages of CTS for inspection.

  
 Concrete Tester and Surveyor (CTS)

2



## Survey Description

- Practical training for civil engineers will be conducted by Nitto team to show general Japanese inspection method for concrete structures, and Concrete Tester will be demonstrated in the training.
- Compressive strength of the structure will be measured by Concrete Tester at actual site in addition to general Japanese inspection method, such as visual inspection, hammering inspection, crack gauge measurement, measure tape measurement so that every participants can understand how to use Concrete Tester.

3



## Survey Description

- Structural soundness will be judged by obtained data. This process will show that measured quantitative data by Concrete Tester is useful for the inspection.
- Maintenance and rehabilitation planning training will be held in Hokkaido, Japan. In the end of this survey, some target structures will be chosen as examples for maintenance and rehabilitation planning with Nigerian engineers with considering Life-cycle cost.

4



## Survey Flow Chart

5



## Survey Schedule

Mar. 2014 Meeting for details of the Survey (Nigeria)  
 - Selecting target bridges and participants (engineers) of the program.  
 - Confirming program details etc.

May. 2014 Implementation of inspection training at actual site (Nigeria)

Aug. 2014 Classroom training for management planning and inspection method (Japan)

Nov. 2014 Designing long term management plan (Nigeria)

6



### Outline of the Meeting (Mar. 2014)

- (1) Selecting target bridges
  - Select several candidate bridges considering with age, length, type etc.
  - Confirm candidate bridges (Both Nigerian and Japanese team)
- (2) Selecting participants of the program
  - 10 to 20 engineers
  - (5 of them will attend classroom training in Japan)
- (3) Confirming details of the program
  - Introducing outline of general Japanese inspection method



### Outline of the Meeting (Dec. 2013)

- (4) Confirming the situation of Nigerian road management
- (5) Confirming data of target bridges
  - Structural design criteria, management situation, specification, structural drawing. Nitto team will make a plan for inspection training based on these information.
  - (Inspection training will be implemented based on these data)



### Selecting Participants of the Program

□ Selection Criteria for Participants  
 All Participants should be selected based on the discussion between Federal Ministry of Works and Nitto team, and they should meet following criteria below.

- 1) Civil engineer who is belonging to Federal Ministry of Works. (Should have at least bachelor of Civil Engineering)
- 2) Civil engineer who have experience in planning, construction, management of road at the Ministry at least 5 years.
- 3) Civil engineer who is highly self-motivated.

□ Number of Participants: 10 to 20



### Schedule

	Schedule	
	J.A.J	F.J.A
Mon. 2 Jan		Meeting at Federal Ministry of Works, Nigeria
Tue. 3 Jan	Classroom training at Federal Ministry of Works	Classroom training at Federal Ministry of Works
Wed. 4 Jan	Practical training of bridge inspection Location: Oringwala's Junction Flyover Bridge	Practical training of bridge inspection Location: Oni Interchange Bridge
Thu. 5 Jan	Practical training of bridge inspection Location: Umuadam Bridge (Old - NEW)	Practical training of bridge inspection Location: Umuadam Bridge (Old - NEW)
Fri. 6 Jan	Practical training of bridge inspection Location: Sule Flyover Bridge	Practical training of bridge inspection Location: Sule Flyover Bridge
Sat. 7 Jan		
Sun. 8 Jan		
Mon. 9 Jan	Practical training of bridge inspection Location: Kuru Flyover Bridge	Practical training of bridge inspection Location: Kuru Flyover Bridge
Tue. 10 Jan	Classroom training at Federal Ministry of Works	Classroom training at Federal Ministry of Works

■2014年6月6日資料・橋梁点検（於：ナイジェリア公共事業省）

  
**Pilot Survey For Disseminating Small  
And Medium Enterprises Technologies**  
  
**“The Inspection Technologies of Civil  
Engineering Structures by Using Concrete  
Tester (CTS)”**  
  
 【Introduction of Bridge Inspection Procedures in Japan】  
 【Practical Training of Bridge Inspection】  
  


  
**Introduction of Bridge  
Inspection in Japan**  
  
**Purposes of the bridge inspection**  
  
 The bridge inspection is conducted with the aim of identifying the risk levels of the main bridge members and adjunct facilities' defects or deterioration state that may result in bridge falling, collapse or deformation to protect people including road users from damage caused by those accidents.  
 When risky defects or deterioration of bridge members are found, emergency treatments should be implemented as much as possible to prevent bridge failures.

  
**Types of Bridge Inspection**

Inspection of bridge specifications: in the course of this inspection which basically does not aim at defect check, when a defect is found, it is reported.

General inspection: Daily patrol  
 Regular inspection: Inspection regularly conducted by fixed intervals.  
 (Overall inspection): (The first inspection and the second inspection are conducted within two years and five years, respectively after the bridge open. Inspection later the second time are conducted every five years.)  
 Midterm inspection: Conducted between regular inspections to supplement them.  
 Inspection of specific defects: Randomly conducted for specific defects such as chloride defects.  
 Emergency inspection: Inspections in the occasions of disasters including earthquakes or typhoons.

Bridge management records: Centralized record management for bridge maintenance and repair.

  
**Flow of the Inspection Procedures**

```

    graph TD
      A[Selecting inspection members] --> B[Inspection]
      B --> C[Emergency treatment]
      C --> D[Defect risk level judgment]
      D --> E[Report]
    
```

Selecting inspection members: Selecting an inspection bridge, specifying inspection member items. Planning inspection procedures on the basis of: existing materials, inspection items, measures, on-site observations, consultations among administrative parties, safety management, emergency contacts organisation.

Inspection: Inspecting each member of the target bridge focusing on the member specific defects. The compressive strength of concrete is inspected by **concrete tester** along with regular inspection.

Emergency treatment: When defects are found, possible emergency treatments need to be conducted. Emergency treatments include breaking off/flaking concrete with a hammer to remove it, tightening up loose nuts, and removing risky parts which are likely to fall.

Defect risk level judgment: Specifying defects and assessing the defects to categorize them to five ranks depending on the risk level by member/section or defect type.

Report: The defect information from the inspection results need to be appropriately recorded to be accumulated as a basis for planning future bridge maintenance and repair.

  
**Inspection Staff Organization**

Bridge inspector: One (managing overall inspections)  
 Inspector assistant: Two (as assisting the bridge inspector following his directions)  
 Inspection vehicle driver: One (driving the vehicle following the inspector's directions)  
 Traffic controller: As many as necessary (securing smooth traffic and inspectors safety from the traffic.)

※ Inspectors need to be knowledgeable and experienced enough to achieve inspection goals.  
 ※ Inspection examiners are assigned to create inspection plans and judge defect risk levels to determine applying treatments. The judgment is made by estimating or specifying the defect causes.  
 The examiner records the examination results.



  
**Traffic Safety and Control**

Bridge inspections need to be conducted, offering proper measures to secure traffic safety, and the safety of third parties and inspection staff against traffics.

※ Bridge Inspections are usually conducted on trafficable roadway on a bridge, thereby the safety of traffics, third parties and inspectors will be most prioritized on the basis of the traffic acts. The proper traffic safety control measures fitting the site condition are included in an inspection plan.

Pre-works of inspection measures:  
 - To set up inspection staff work at a safe distance or place that are required to give signals to passers.  
 - Sufficient sign, sign-boards and safety measures are required to be prepared before starting work.  
 - Sufficient and sufficient need to be strictly observed to secure work efficiency.  
 - To set up sign on the top of the bridge, inspection staff need to be instructed about the safety.  
 - If necessary, traffic controllers are assigned to control the safety from starting the work site.  
 - Inspection staff need to be well enough not to enter inspection road from a sign.  
 - To work in a closed space (under defects) state is checked before the work.  
 - During the inspection of a trafficable bridge with traffic on a bridge above a trafficable road or nearby, from the inspection traffic and to ensure the safety of traffics, third parties and inspection staff.



🇯🇵 🇮🇹

## Safety measures

Clothes, helmets, reflectorized vests, traffic controllers  
 Safety equipment  
 Work area settings  
 Staff wearing safety harnesses  
 Safety harness  
 Staff wearing safety harness

7

🇯🇵 🇮🇹

## Tools

- ① Inspection tools  
Binocular, hammer, tape measure, measuring pole stick, crack gauge, convex measure, leveling line, concrete tester and etc.
- ② Tools for recording  
Camera, video camera, chalk, blackboard, marker pen, scale, inspection report form
- ③ Miscellaneous equipment  
Lighting equipment, flashlight, tools for site cleaning, traffic control equipment, rope, sealing tape
- ④ Access equipment  
Ladder, scaffold

Concrete Tester and Surveyor (CTS)

8

🇯🇵 🇮🇹

## Inspection tools①

Binocular, Hammer, Tape measure, Measuring pole stick, Crack gauge, Convex measure, Leveling line, Concrete Tester and Surveyor (CTS)

9

🇯🇵 🇮🇹

## Miscellaneous equipment②③④

Chalk, Blackboard, Triangle scale, Inspection report form, Lighting equipment, Stepladder

10

🇯🇵 🇮🇹

## Inspections 1

Inspection by visual observation and inspection results recording, Visual observation on a stepladder, Concrete compressive strength testing by concrete tester, Hammering test

11

🇯🇵 🇮🇹

## Inspections 2

Measurements by click gauge, Convex measurement, Measurements by tape measure, Vehicle for bridge inspection

12



## Practical Training of Bridge Inspection

### Schedule of the training inspection and the target bridges

- 04/06/2014 Gwagwalada Junction Flyover Bridge
- 04/06/2014 Giri Interchange Bridge
- 05/06/2014 Usmandam Bridge (Old)
- 05/06/2014 Usmandam Bridge (New)
- 06/06/2014 Zuba Flyover Bridge
- 09/06/2014 Karu Flyover Bridge

13



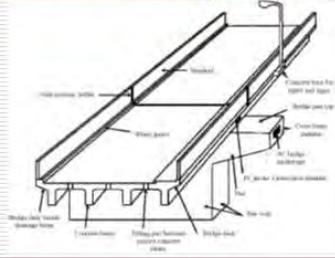
## Location of the Bridges



14



## Inspection Points



15



## Inspective defects

The inspective defects targeted in the Manual include those may be led to bridge members dropping or falling as risky enough to require some treatment or repair.

- ① Steel members
  - Extreme corrosion . Cracks and fractures .
  - Loose bolts and nuts that are likely to fall
- ② Concrete members
  - Concrete flaking , Exfoliation , Cracks
- ③ Others
  - Other than bridge structures, check items include all bridge accessories, attachments and any other things installed on a bridge.

※Table 1: Main checkpoints and defect types

Defect No.	Defect Name	Defect Description	Defect Cause	Defect Effect	Defect Countermeasure
1	Steel members	Extreme corrosion . Cracks and fractures .	Corrosion	Structural failure	Painting, replacement
2	Concrete members	Concrete flaking , Exfoliation , Cracks	Alkali-aggregate reaction, shrinkage	Structural failure	Repair, replacement
3	Others	Other than bridge structures, check items include all bridge accessories, attachments and any other things installed on a bridge.	Improper installation	Structural failure	Replacement

16



## Inspective defects 1



- ① Steel corrosion
- ② Cracks on a steel member
- ③ Fracture of a steel member
- ④ Bolt loss from steel members
- ⑤ Cracks, water leak, and free lime development on a concrete bridge

17



## Inspective defects 2



- ⑥ Cracks, water leak on a concrete bridge. The gel resulting from alkali-aggregate reaction is recognized.
- ⑦ Exposure of steel member on a concrete bridge resulting from corrosion of steel from chloride damage.
- ⑧ Fall off of a part of concrete bridge due to damage on the bridge deck from water leaks and free lime.
- ⑨ Cracks on the bridge deck due to free lime.

18

### Inspective defects 3

- ① Breakage of the joint of cable on a prestressed concrete member. This was caused by concrete exfoliation on the joint.
- ② Concavities and convexities on the road surface.
- ③ Deformation of the substructure due to the scour of piers from increased river water caused by typhoon.
- ④ Bearing shoe unable to work.

19

### Photography1

Superstructure, Main girder, Abutment, Pier, Pavement, Hand rail, Expansion facility, Defective members, Inspection work

- ① Superstructure
- ② Pavement
- ③ Main girder
- ④ Expansion facility

20

### Photography2

- ① Defect: Sidewalk
- ② Defect: Abutment: Crack
- ③ Defect: Main girder: Water leak, and free lime
- ④ Inspection work: Concrete Tester and Surveyor (CTS)

21

### Inspection measures

- Close visual observation is a primary measure for a bridge inspection in combination with touching and hammering tests depending on inspective targets. The compressive strength of concrete is inspected by **concrete tester** along with regular inspection.

Table 1 Inspection work procedure by category

Category	Inspection Item	Inspection Method	Inspection Frequency
Visual	Superstructure	Visual observation	At least once a year
	Abutment	Visual observation	At least once a year
	Pier	Visual observation	At least once a year
	Expansion facility	Visual observation	At least once a year
Touching	Main girder	Touching	At least once a year
	Substructure	Touching	At least once a year
	Abutment	Touching	At least once a year
	Pier	Touching	At least once a year
Hammering	Main girder	Hammering	At least once a year
	Substructure	Hammering	At least once a year
	Abutment	Hammering	At least once a year
	Pier	Hammering	At least once a year
Concrete Tester	Main girder	Concrete Tester	At least once a year
	Substructure	Concrete Tester	At least once a year
	Abutment	Concrete Tester	At least once a year
	Pier	Concrete Tester	At least once a year

22

### Inspection of Concrete Strength by Using Shemitha Hammer

- Shemitha Hammer

The measurement is conducted at nine points at 20-50mm interval. When a value which deviates 20% from the average is not adopted and replaced by other value.

Measurement No.	Concrete Strength (N/mm <sup>2</sup> )
1	35.0
2	38.0
3	32.0
4	36.0
5	34.0
6	37.0
7	33.0
8	35.0
9	36.0

23

### Emergency treatments

- When an abnormality of a bridge is found in the inspection, emergency measures should be taken to eliminate a potential risk of the abnormality. Emergency measure examples are introduced below:

- Breaking up, flaking concrete with a hammer to remove it.
- Screwing up loose nuts.
- Removing risky parts which are likely to fall.

24

### Assessment of the inspection results

The inspection results including those to which emergency measures are applied are assessed by member or material, taking into consideration the identified defective condition and whether or not they would cause damage on road users or others.

Table 1 The Inspection and Assessment Risk Categories

Risk Category	None		C		D	
	Defective Condition	Assessment	Defective Condition	Assessment	Defective Condition	Assessment
Cracks	Cracks not exceeding 0.1mm	None	Cracks exceeding 0.1mm	C	Cracks exceeding 0.2mm	D
Concrete Exfoliation	None	None	Concrete exfoliation less than 10mm	C	Concrete exfoliation more than 10mm	D
Reinforcing Steel Exposure	None	None	Reinforcing steel exposure less than 10mm	C	Reinforcing steel exposure more than 10mm	D
Free Lime Crystals	None	None	Free lime crystals less than 10mm	C	Free lime crystals more than 10mm	D

25

### Ex. of defect's risk level (superstructure)

None: Cracks not exceeding 0.1mm

C: Concrete exfoliation less than 10mm

D: Free lime crystals looking like icicle-hangs

C: Cracks exceeding 0.1mm and exposed reinforcing steel at the bottom of the main girder. Steel corrosion and expansion developed by chloride damage may have resulted in lap-joints coming off causing those defects.

C: On the joints, free lime appears due to rainwater seepage from road surfaces. Prestressing tendon corrosion may be a main cause of this.

26

### Ex. of defect's risk level (substructure)

None: Cracks not exceeding 0.1mm

C: Concrete exfoliation caused reinforcing steel exposure

D: Cracks exceeding 0.2mm

C: Cross-section breakage. Water seepage to reinforced concrete due to water leads from bridge expansion apparatus of the upper structure resulted in the corrosion and expansion of the concrete which has finally come off.

27

### Ex. of defect's risk level (Bridge railing/parapet)

None: Cracks not exceeding 0.1mm

C: Surface exfoliation resulted in the exposure of reinforcing steel.

D: Cracks exceeding 0.2mm

C: Surface exfoliation resulted in the exposure of reinforcing steel. The steel corrosion from neutralization has developed due to poor coverage of concrete, which caused seepage of rainwater, resulting in concrete coming off.

28

### Flow of the inspection procedures

29

### Report of inspection results

Register I: General information on the bridge

Register II: Comprehensive evaluation on the inspection results

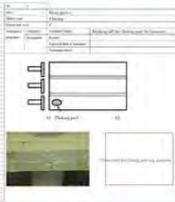
30

### Report of inspection results



Register III: Bridge defects found in the inspection

Register III: Bridge defects found in the inspection





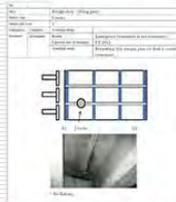

31

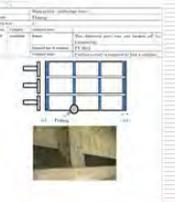
### Report of inspection results



Register III: Bridge defects found in the inspection

Register III: Bridge defects found in the inspection






32

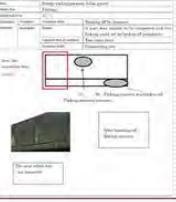
### Report of inspection results



Register III: Bridge defects found in the inspection

Register III: Bridge defects found in the inspection






33

### Report of inspection results



Register III: Bridge defects found in the inspection

Register III: Bridge defects found in the inspection






34

### Report of inspection results



Register III: Bridge defects found in the inspection

Register III: Bridge defects found in the inspection






35

### Report of inspection results



Register III: Bridge defects found in the inspection

Register IV: Inspection schedule






36

**Ex. of a bridge accident**  

Bridge fall (35WBridge20070801, Minneapolis, U.S.A.)






37

**Ex. of a bridge accident**  

(35WBridge20070801, Minneapolis, U.S.A.)



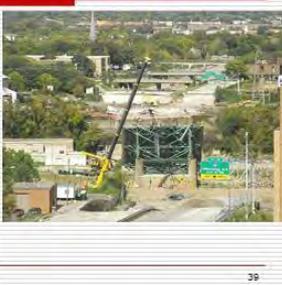





38

**Ex. of a bridge accident**  

(35WBridge20070801, Minneapolis, U.S.A.)

39

**Ex. of a bridge accident**  

(35WBridge20070801, Minneapolis, U.S.A.)




40

**Ex. of a bridge accident**  

(35WBridge20070801, Minneapolis, U.S.A.)




41

---

Thank you for your attention!

42

■2014年6月6日資料・日本での研修（於：ナイジェリア公共事業省）



## Pilot Survey For Disseminating Small And Medium Enterprises Technologies

“The Inspection Technologies of Civil  
Engineering Structures by Using Concrete  
Tester (CTS)”

【 Classroom Training in Japan 】




## Classroom Training in Japan

- Date: Friday/22/Aug/2014 to Wednesday/3/Sep/2014
- Participant: 5 members will be selected from participants based on discussion between the Ministry and Nitto.
- Place: Oumu-town & Sapporo-city, Hokkaido, Japan
- Followings will be prepared by Nitto team
  - Travel expenses, accommodation charges, food expenses will be covered. (Flight and Hotel arrangement is included)
  - Training program will be organized and implemented by Nitto team. (All text book and material are prepared by Nitto team)



## Classroom Training in Japan

- Followings will be prepared by Nitto team
  - Translator will be arranged (English - Japanese)
  - Nitto team will be responsible for coordination between related organization so that all participants come to Japan. (the Japanese Embassy, JICA Nigeria office etc.)



## Classroom Training in Japan

- Followings will be prepared by Nigeria side
- All participants must have passport and Japanese Visa.
- Training outline
  - \* Ledger management of bridges
  - \* Bridge maintenance and repair planning methodology
  - \* Field business



## Classroom Training in Japan

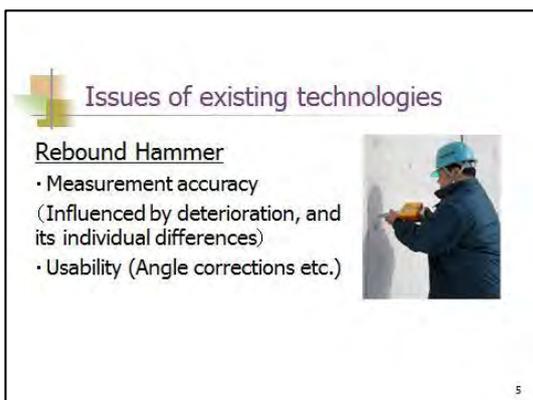
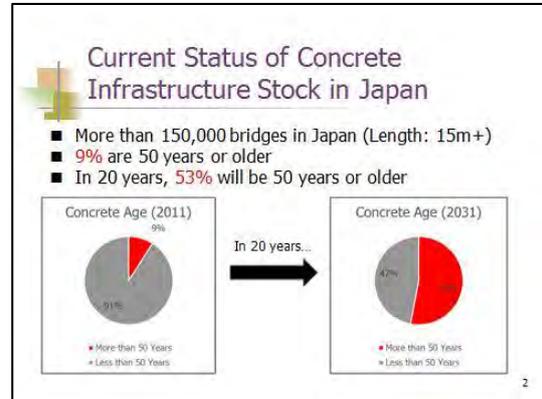
No.	Date	Activities	Remarks
1	Fri. 22. Aug	AM	Depart Nigeria
2	Sat. 23. Aug	En route	En route
3	Sun. 24. Aug	Arrive Japan	
4	Mon. 25. Aug	Visit Nitto Construction Inc. and Hokkaido Development Engineering Center	Classroom lecture: Hokkaido Development Engineering Center
5	Tue. 26. Aug	Classroom lecture: Hokkaido Development Engineering Center	Field business
6	Wed. 27. Aug	Classroom lecture: Hokkaido Development Engineering Center	Field business
7	Thu. 28. Aug	Classroom lecture	Field business
8	Fri. 29. Aug	En route: Sapporo city, Oumu town	Visit Nitto Construction Inc.
9	Sat. 30. Aug	Inspection	Inspection, arrive Sapporo city
10	Sun. 31. Aug	Inspection	Inspection
11	Mon. 1. Sep	Classroom lecture: Hokkaido Development Engineering Center	Field business
12	Tue. 2. Sep	Classroom lecture: Hokkaido Development Engineering Center	Depart Sapporo
13	Wed. 3. Sep	En route	Depart Japan



## Classroom Training in Japan



■2016年6月6日資料・CTSについて（於：ナイジェリア公共事業省）



## Applications

CTS is...  
**Primary screening device for concrete structure inspection**

- Compressive Strength Estimation
- Detection of concrete surface condition
- Detection of delamination, void, and honeycomb near concrete surface as a data

7

## Concept of CTS-02

- **High Accuracy**
  - Higher accuracy than existing rebound hammer
- **High Portability**
  - Small and light to carry
- **High Usability**
  - Easy and quick to measure and analyze
- **Low Cost**
  - Inexpensive as a Non-Destructive testing equipment

8

## What is CTS?

Concrete compressive strength testing equipment by hammer blow (Non-Destructive)



CTS use...  
 "Mechanical Impedance"  
 to estimate compressive strength of concrete.

Mechanical Impedance is calculated by...

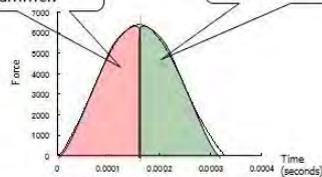
$$\sqrt{Mk} = \frac{F_{max}}{V}$$

9

## Dividing measured waveform

This area means initial velocity of hammer.

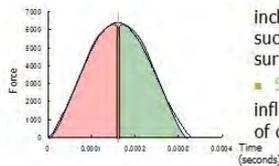
This area is rebound velocity of hammer



If the object is an perfectly elastic body, the reflection coefficient becomes 1, which means initial velocity and rebound velocity is the same. Thus, the waveform becomes symmetry.

10

## Calculation of the mechanical impedance

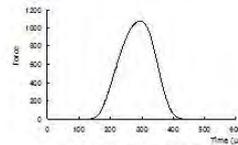


- **First half**  
 including several information such as plasticity of concrete surface
- **Second half**  
 influenced by spring coefficient of concrete itself

In case of estimating compressive strength, mechanical Impedance is calculated by second half of the waveform.

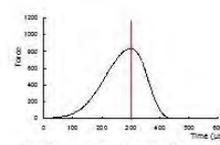
11

## Typical measured waveform



**Normal waveform (integrity concrete)**

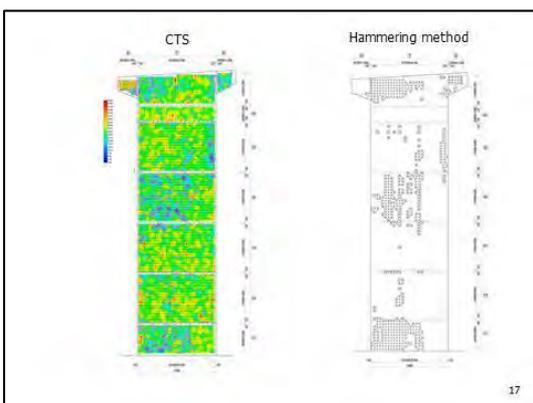
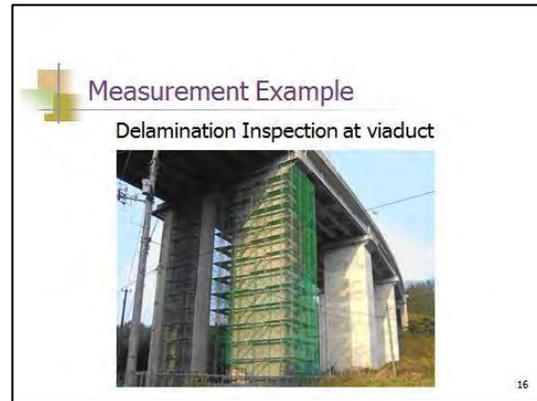
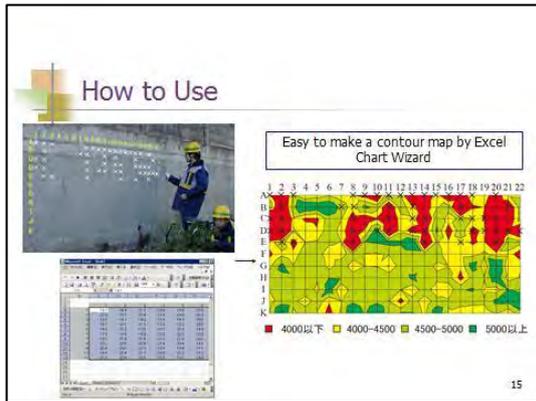
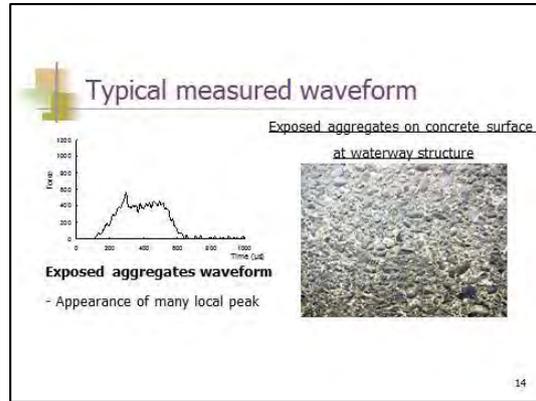
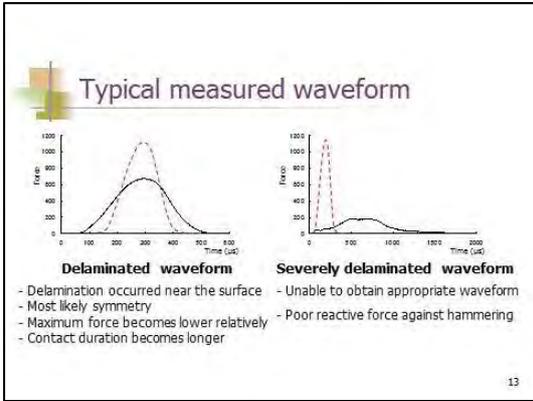
- Most likely symmetry



**Surface deteriorated waveform**

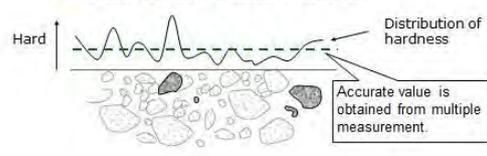
- First half of the waveform becomes longer (Asymmetry)
- Pushing onto the concrete surface with plastic deformation

12



### Notes on the measurement

- Concrete is a composite material
- Hardness is heterogeneous on the surface
- Unable to see the inside of concrete

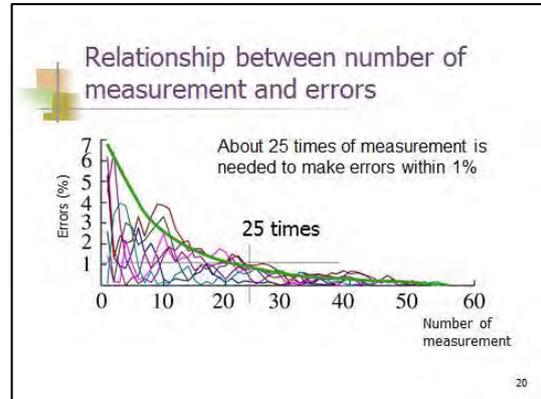


Hard ↑

Distribution of hardness

Accurate value is obtained from multiple measurement.

19



### Advantages of CTS

- Enable to estimate compressive strength from ordinary concrete to high strength concrete
- Does not require surface grinding
- No damage left on concrete surface
- Detect and record deterioration, delamination, void, and honeycomb near concrete surface
- Easy to transfer the measured data by USB cable
- High accuracy

21

### How to hit the concrete surface

Caution



Please hit the concrete surface as much as vertically.  
Slanting hit may occur incorrect measurement.

22

### Common Misunderstanding

Caution



- The yellow part is a cover for the Accelerometer. Do not hit with this side!
- This device was developed for concrete measurement. Do not hit a steel or other materials!
- CTS is a precision equipment. Please handle with care!

23

Thank you for your attention!

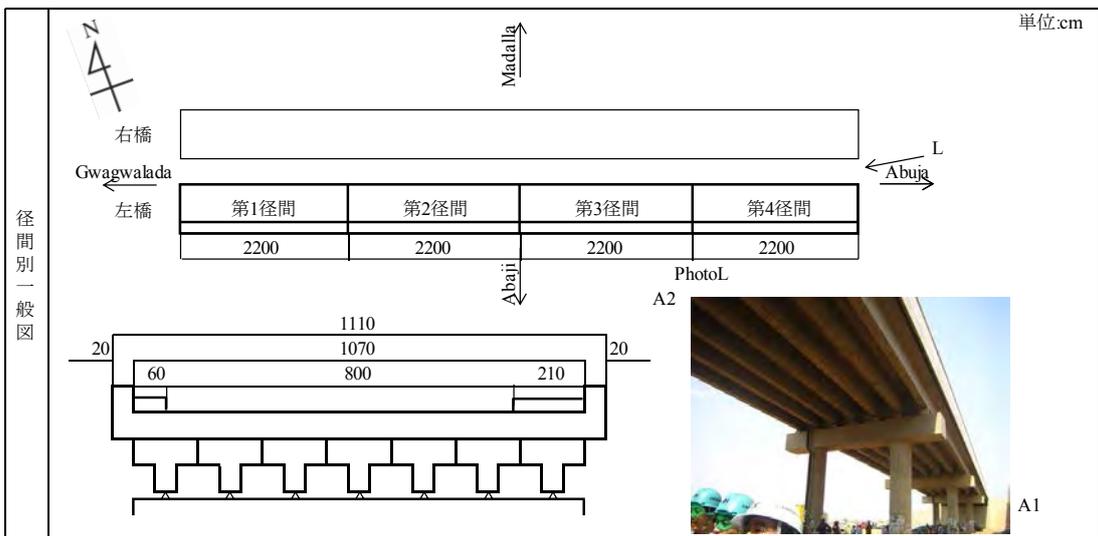
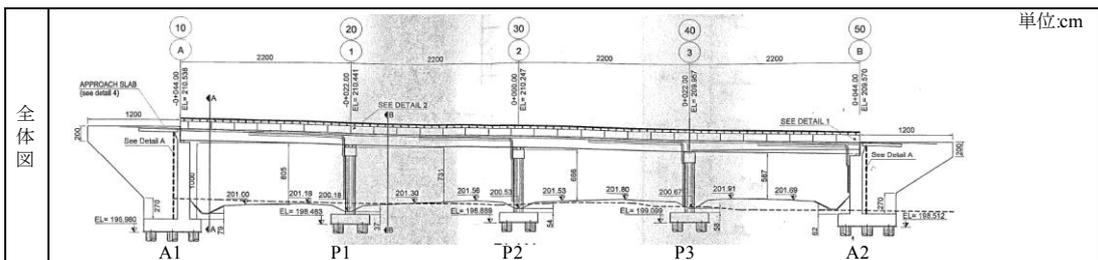
24

## ■Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Left) : 橋梁緒元

総点検調査: 橋梁諸元

橋梁ID			橋梁No.				
橋梁名	Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Left)		路線名	Gwagwalada - Paiko Road			Federal Ministry of WORKS
所在地	自	Gwagwalada	位置情報 (世界測地系)	起点 (代表点)	緯度	8°56' 42.70"	管轄
	至	Gwagwalada		終点	緯度	7°05' 46.53"	

供用開始日	未供用	活荷重・等級	45t		適用示方書	British Standard 5400-4-1990	
橋長	88.10 m	総径間数	4 径間		車道幅員	8.0 m	
上部構造形式	4径間単純プレテンションT桁橋		下部構造形式	逆T式橋台・ラーメン式橋脚		基礎形式	杭基礎 φ1300mm
交通条件	調査年			大型車混入率			
	交通量(台/12h)			荷重制限			
幅員	全幅員	11.1 m	地覆幅	歩道幅	車道幅・車線	車道幅・車線	歩道幅
	有効幅員	10.7 m	0.6 m	0 m	4 m・1	4 m・1	2.1 m
海岸からの距離			緊急輸送路の指定		優先確保ルートの指定		
路下条件	高速道路 Abuja - Lokoja Road (A2)						



注1: 橋梁IDは、起点の位置情報(緯度・経度)によるものとする。なお、IDの取得については、参考-4: 総点検調査の記入例を参照すること。

注2: 各道路管理者にて、既に独自の橋梁No.等を併記する。

注3: 緯度・経度については、0.1" 単位まで記入することとする。

なお、位置情報(緯度・経度)の取得については、トータルステーション、ポータブルGPS等の機器のほか、携帯電話及びスマートフォンのGPS機能を用いて簡易に取得可能であるので参考とされたい。

■Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Left) : 点検総括表

総点検調書:総括表

橋梁ID	
橋梁名	Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Left)

点検実施日	2014/6/4
-------	----------

部材		① 点検状況	径間番号		④備考
			② 対象の有無	③ 異常の有無	
橋梁 本 体	主桁	済	有	無	
	縦桁	—	無	—	
	横桁	—	無	—	
	対傾構	—	無	—	
	横構	—	無	—	
	主構トラス等	—	無	—	
	アーチリブ等	—	無	—	
	ラーメン主構等	—	無	—	
	斜張橋斜材等	—	無	—	
	吊り橋ケーブル等	—	無	—	
	床版	済	有	無	
	橋台	済	有	無	
	橋脚	済	有	無	
	支承部	済	有	無	
	落橋防止システム	—	無	—	
	伸縮装置	—	無	—	
	壁高欄	済	有	無	
	地覆	済	有	無	
	排水管	済	有	無	
	その他	—	無	—	
附 属 物	遮音施設	—	無	—	
	防風施設	—	無	—	
	防雪施設	—	無	—	
	投げ捨て防止施設	—	無	—	
	照明施設	—	無	—	
	標識施設	—	無	—	
	道路情報提供装置	—	無	—	
	道路情報収集装置	—	無	—	
その他	—	無	—		
添 架 物	点検施設	—	無	—	
	各種ケーブルラック	—	無	—	
	その他	—	無	—	
そ の 他	防護柵(鋼製)	—	無	—	
	衝突防止施設	—	無	—	
	(現地で確認したもの)	—	無	—	

注1:①欄には、点検状況を、「済」「未」「外」で記載

「外」とは、道路利用者及び第三者への被害が想定されない箇所のため、点検対象外であることを示す。

「未」の場合、「点検予定表」を作成

注2:②欄には、対象施設の有無を、「有」「無」で記載

注3:③欄には、異常の有無を、「有」「無」で記載

対象とする主な損傷は、次のとおり

- ・鋼部材...著しい腐食、き裂・破断、ボルトのゆるみ・脱落
- ・コンクリート部材...うき・剥離、ひびわれ
- ・その他

「有」の場合、「損傷記録表」を作成

注4:④欄には、「フェールセーフ機能の追加の必要性あり」、

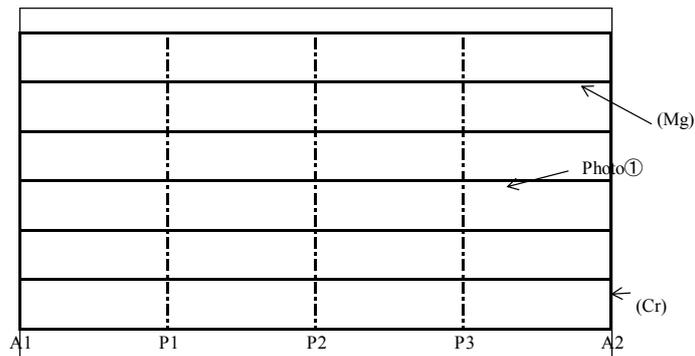
「重大事故につながる損傷を発見」等、特記事項を記載

■Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 1

総点検調査: 損傷記録表

橋梁ID			
橋梁名		Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Left)	
No.	1	点検実施日	2014/6/4
対象部材	主桁・横桁・床版		
損傷の種類	-		
判定結果	-		
応急措置	実施	実施内容	-
	未実施	できなかった理由	-
		実施予定時期	-
		実施予定内容	-

主桁(Mg)・横桁(Cr)・床版(Ds)



凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

Photo①



注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 2

総点検調書: 損傷記録表

		橋梁ID	
		橋梁名	Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Left)
No.	2	点検実施日	2014/6/4
対象部材	支承		
損傷の種類	-		
判定結果	-		
応急措置	実施	実施内容	-
	未実施	できなかった理由	-
		実施予定時期	-
		実施予定内容	-

支承(Bh)

Photo①

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

■Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 3

総点検調査: 損傷記録表

		橋梁ID	
		橋梁名	Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Left)
No.	3	点検実施日	2014/6/4
対象部材	橋台		
損傷の種類	-		
判定結果	-		
応急措置	実施	実施内容	-
	未実施	できなかった理由	-
		実施予定時期	-
		実施予定内容	-

橋台(Ap・Ac・Aw) Photo①

A1 P1 P2 P3 A2

橋台(A1)

橋台(A2)

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滯水		
欠損		
腐食		

Photo①

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■ Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 4

総点検調査: 損傷記録表

		<b>橋梁ID</b>	
		<b>橋梁名</b>	Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Left)
<b>No.</b>	4	<b>点検実施日</b>	2014/6/4
<b>対象部材</b>	舗装・伸縮装置		
<b>損傷の種類</b>	-		
<b>判定結果</b>	-		
<b>応急措置</b>	<b>実施</b>	<b>実施内容</b>	-
	<b>未実施</b>	<b>できなかった理由</b>	-
		<b>実施予定時期</b>	-
		<b>実施予定内容</b>	-

舗装(Pm)・伸縮装置(Ej)

A1      P1      P2      P3      A2

**Photo①**

**Photo②**

**凡例**

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滯水		
欠損		
腐食		

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 5

総点検調査: 損傷記録表

No.		5		点検実施日	2014/6/4
対象部材		高欄・排水装置			
損傷の種類		—			
判定結果		—			
応急措置	実施	実施内容	—		
	未実施	できなかった理由	—		
		実施予定時期	—		
		実施予定内容	—		

高欄(Ra)・排水装置(Dr)

Photo①

Photo②

凡例		
ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 6

総点検調査: 損傷記録表

橋梁ID			
橋梁名		Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Left)	
No.	6	点検実施日	2014/6/4
対象部材	橋脚		
損傷の種類	—		
判定結果	—		
応急措置	実施	実施内容	—
	未実施	できなかった理由	—
		実施予定時期	—
		実施予定内容	—

橋脚(Pw・Pb・Pc)

Photo①

橋脚(P1)

橋脚(P2)

橋脚(P3)

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滞水		
欠損		
腐食		

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

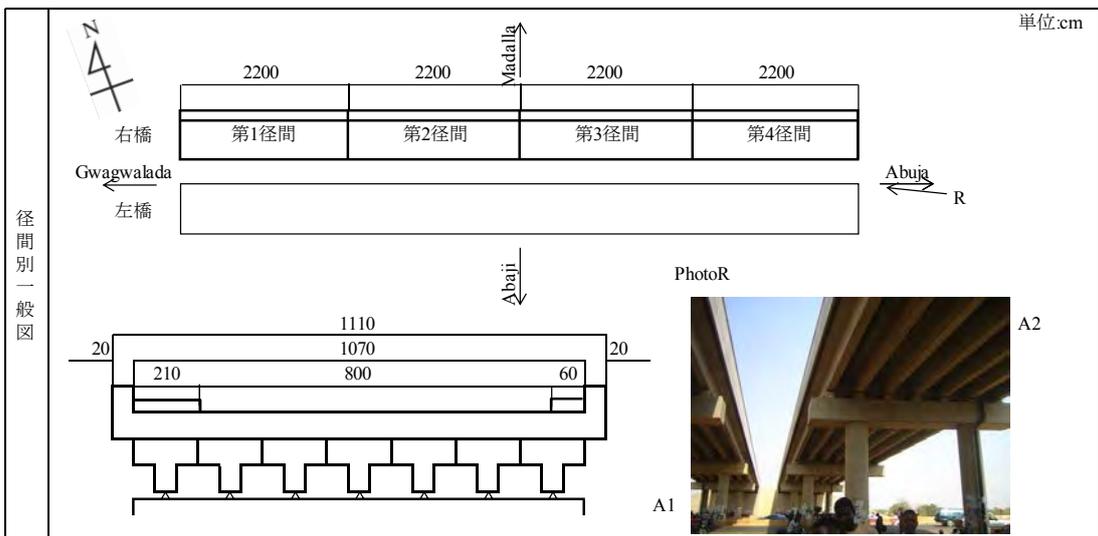
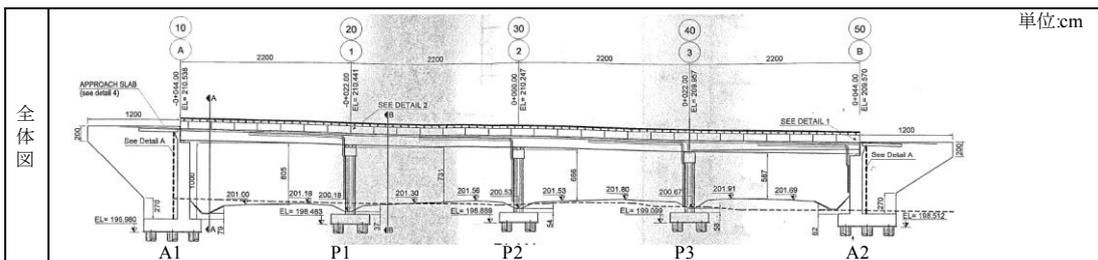
注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Right) : 橋梁緒元

総点検調査: 橋梁諸元

橋梁ID			橋梁No.				
橋梁名	Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Right)		路線名	Gwagwalada - Paiko Road			Federal Ministry of WORKS
所在地	自	Gwagwalada	位置情報 (世界測地系)	起点 (代表点)	緯度	8°56' 42.70"	管轄
	至	Gwagwalada		終点	緯度	7°05' 46.53"	

供用開始日	未供用	活荷重・等級	45t		適用示方書	British Standard 5400-4-1990	
橋長	88.10 m		総径間数	4 径間		車道幅員	8.0 m
上部構造形式	4径間単純プレテンションT桁橋		下部構造形式	逆T式橋台・ラーメン式橋脚		基礎形式	杭基礎 φ1300mm
交通条件	調査年			大型車混入率			
	交通量(台/12h)			荷重制限			
幅員	全幅員	11.1 m	地覆幅	歩道幅	車道幅・車線	車道幅・車線	歩道幅
	有効幅員	10.7 m	m	2.1 m	4 m・1	4 m・1	m
海岸からの距離			緊急輸送路の指定			優先確保ルートの指定	
路下条件	高速道路 Abuja - Lokoja Road (A2)						



注1: 橋梁IDは、起点の位置情報(緯度・経度)によるものとする。なお、IDの取得については、参考-4: 総点検調査の記入例を参照すること。

注2: 各道路管理者にて、既に独自の橋梁No.等を併記する。

注3: 緯度・経度については、0.1" 単位まで記入することとする。

なお、位置情報(緯度・経度)の取得については、トータルステーション、ポータブルGPS等の機器のほか、携帯電話及びスマートフォンのGPS機能を用いて簡易に取得可能であるので参考とされたい。

■Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Right) : 点検総括表

総点検調書: 総括表

橋梁ID	
橋梁名	Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Right)

点検実施日	2014/6/4
-------	----------

部材		① 点検状況	径間番号		④備考
			② 対象の有無	③ 異常の有無	
橋梁本体	主桁	済	有	無	ひびわれ
	縦桁	—	無	—	
	横桁	—	無	—	
	対傾構	—	無	—	
	横構	—	無	—	
	主構トラス等	—	無	—	
	アーチリブ等	—	無	—	
	ラーメン主構等	—	無	—	
	斜張橋斜材等	—	無	—	
	吊り橋ケーブル等	—	無	—	
	床版	済	有	有	
	橋台	済	有	無	
	橋脚	済	有	無	
	支承部	済	有	無	
	落橋防止システム	—	無	—	
	伸縮装置	—	無	—	
	壁高欄	済	有	有	
	地覆	済	有	無	
排水管	済	有	無		
その他	—	無	—		
附属物	遮音施設	—	無	—	剥離
	防風施設	—	無	—	
	防雪施設	—	無	—	
	投げ捨て防止施設	—	無	—	
	照明施設	—	無	—	
	標識施設	—	無	—	
	道路情報提供装置	—	無	—	
	道路情報収集装置	—	無	—	
	その他	—	無	—	
添架物	点検施設	—	無	—	
	各種ケーブルラック	—	無	—	
	その他	—	無	—	
その他	防護柵(鋼製)	—	無	—	
	衝突防止施設	—	無	—	
	(現地で確認したもの)	—	無	—	

注1: ①欄には、点検状況を、「済」「未」「外」で記載

「外」とは、道路利用者及び第三者への被害が想定されない箇所のため、点検対象外であることを示す。

「未」の場合、「点検予定表」を作成

注2: ②欄には、対象施設の有無を、「有」「無」で記載

注3: ③欄には、異常の有無を、「有」「無」で記載

対象とする主な損傷は、次のとおり

- ・鋼部材...著しい腐食、き裂・破断、ボルトのゆるみ・脱落
- ・コンクリート部材...うき・剥離、ひびわれ
- ・その他

「有」の場合、「損傷記録表」を作成

注4: ④欄には、「フェールセーフ機能の追加の必要性あり」、

「重大事故につながる損傷を発見」等、特記事項を記載

## ■Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 1

総点検調査: 損傷記録表

橋梁ID			
橋梁名		Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Right)	
No.	1	点検実施日	2014/6/4
対象部材	床版		
損傷の種類	ひびわれ		
判定結果	D		
応急措置	実施	実施内容	—
	未実施	できなかった理由	当面の緊急性は低い
		実施予定時期	未定
		実施予定内容	舗装施工前に防水工事が必要

主桁(Mg)・横桁(Cr)・床版(Ds)

Ds:ひびわれ(橋軸方向)  
L=5.4m,W=0.15mm

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滯水		
欠損		
腐食		

Photo①

注1:1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2:判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3:No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 2

総点検調査: 損傷記録表

橋梁ID			
橋梁名		Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Right)	
No.	2	点検実施日	2014/6/4
対象部材	支承		
損傷の種類	-		
判定結果	-		
応急措置	実施	実施内容	-
	未実施	できなかった理由	-
		実施予定時期	-
		実施予定内容	-

支承(Bh)

Photo①

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

### ■Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 3

総点検調査: 損傷記録表

No.		3		点検実施日		2014/6/4	
対象部材		橋台					
損傷の種類		-					
判定結果		-					
応急措置	実施	実施内容	-				
	未実施	できなかった理由	-				
		実施予定時期	-				
		実施予定内容	-				

橋台(Ap・Ac・Aw)

橋台(A1)

橋台(A2)

Photo 1

凡例

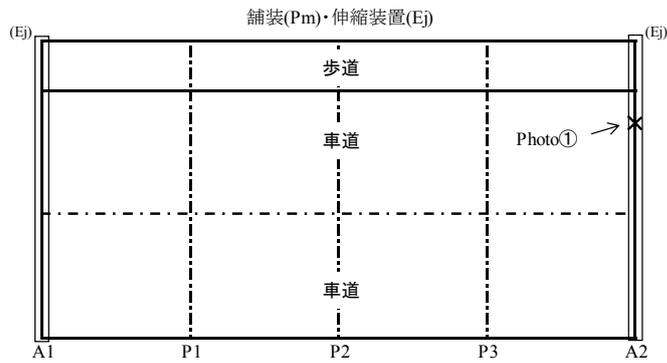
ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滯水		
欠損		
腐食		

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 4

総点検調査: 損傷記録表

No.		4		橋梁ID	
対象部材		伸縮装置		橋梁名	Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Right)
損傷の種類		隙間		点検実施日	2014/6/4
判定結果		-			
応急措置	実施	実施内容	-		
	未実施	できなかった理由	当面の緊急性は低い		
		実施予定時期	未定		
		実施予定内容	舗装施工前に補修工事が必要		



Photo①



凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滞水		
欠損		
腐食		

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 5

総点検調査: 損傷記録表

		橋梁ID		
		橋梁名		Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Right)
No.	5	点検実施日		2014/6/4
対象部材	高欄			
損傷の種類	剥離			
判定結果	C			
応急措置	実施	実施内容	-	
	未実施	できなかった理由	高所のため	
		実施予定時期	2014年度	
		実施予定内容	詳細調査	

高欄(Ra)・排水装置(Dr)

歩道

車道

車道

A1 P1 P2 P3 A2

A-A

Ra:剥離

Photo①

Photo②

**凡例**

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滞水		
欠損		
腐食		

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

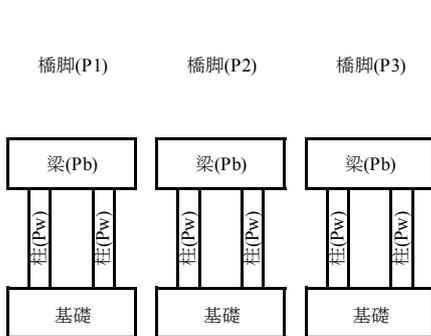
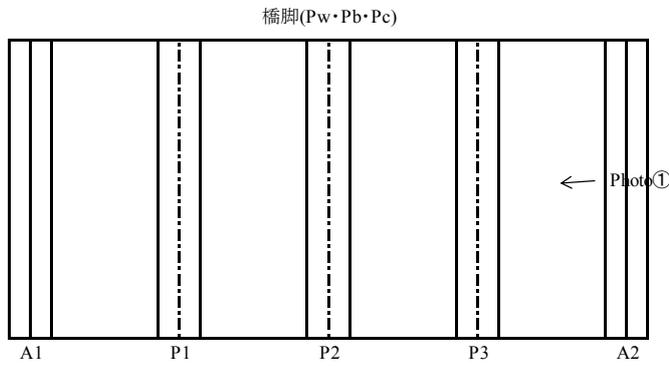
注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 6

総点検調査: 損傷記録表

橋梁ID	
橋梁名	Gwagwalada Lokaja Flyover Bridge (Right)

No.	6			点検実施日	2014/6/4
対象部材	橋脚				
損傷の種類	-				
判定結果	-				
応急措置	実施	実施内容	-		
	未実施	できなかった理由	-		
		実施予定時期	-		
		実施予定内容	-		



凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滞水		
欠損		
腐食		

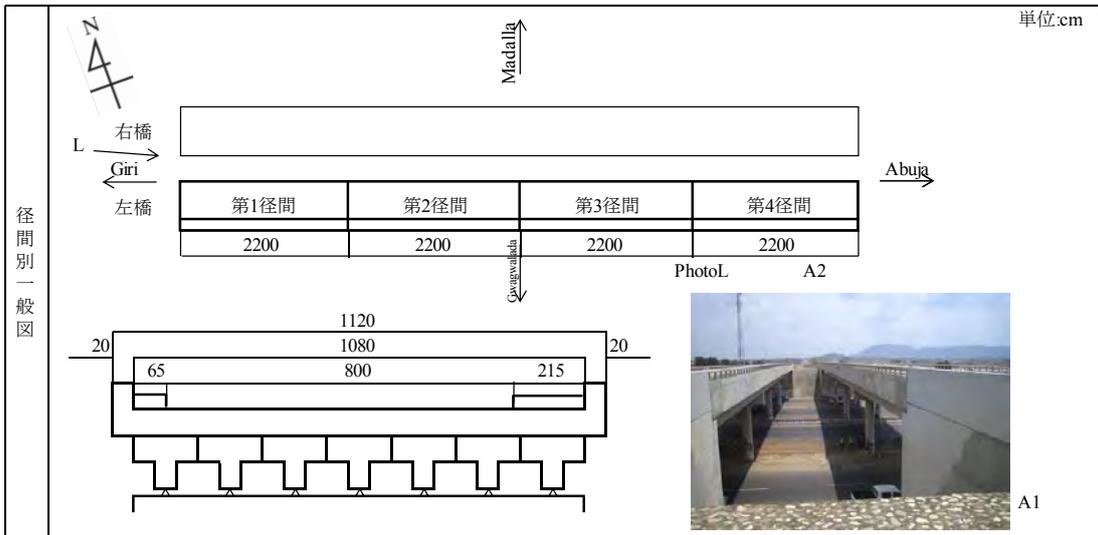
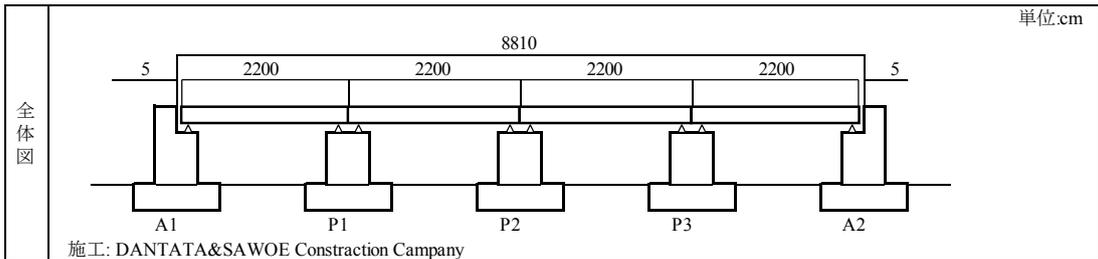
注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Giri Interchange Bridge (Left) : 橋梁緒元

総点検調査書: 橋梁諸元

橋梁ID			橋梁No.				
橋梁名	Giri Interchange Bridge (Left)		路線名	Airport Road (Umaru Musa Yar'Adua Road)			Federal Ministry of WORKS
所在地	自	Giri	位置情報 (世界測地系)	起点 (代表点)	緯度	9°0' 33.51"	管轄
	至	Giri		経度	7°9' 17.26"		
				緯度			
			終点	緯度			

供用開始日	2013	活荷重・等級	45t	適用示方書	British Standard 5400-4-1990				
橋長	88.10 m	総径間数	4 径間	車道幅員	8.0 m				
上部構造形式	4径間単純プレテンションT桁橋	下部構造形式	逆T式橋台・ラーメン式橋脚	基礎形式	直接基礎				
交通条件	調査年		大型車混入率						
	交通量(台/12h)		荷重制限						
幅員	全幅員	11.2 m	地覆幅	歩道幅	車道幅・車線	車道幅・車線	歩道幅	地覆幅	中央帯
	有効幅員	10.8 m	0.7 m	- m	4 m・1	4 m・1	2.15 m	- m	- m
海岸からの距離			緊急輸送路の指定		優先確保ルートの指定				
路下条件	高速道路 Abuja - Lokoja Road (A2)								



注1: 橋梁IDは、起点の位置情報(緯度・経度)によるものとする。なお、IDの取得については、参考-4: 総点検調査書の記入例を参照すること。

注2: 各道路管理者にて、既に独自の橋梁No.等を併記する。

注3: 緯度・経度については、0.1" 単位まで記入することとする。

なお、位置情報(緯度・経度)の取得については、トータルステーション、ポータブルGPS等の機器のほか、携帯電話及びスマートフォンのGPS機能を用いて簡易に取得可能であるので参考とされたい。

■Giri Interchange Bridge (Left) : 点検総括表

総点検調書: 総括表

橋梁ID	
橋梁名	Giri Interchange Bridge (Left)
点検実施日	2014/6/5

部材		① 点検状況	径間番号		④備考
			② 対象の有無	③ 異常の有無	
橋梁 本 体	主桁	済	有	無	剥離,うき  ひびわれ
	縦桁	—	無	—	
	横桁	—	無	—	
	対傾構	—	無	—	
	横構	—	無	—	
	主構トラス等	—	無	—	
	アーチリブ等	—	無	—	
	ラーメン主構等	—	無	—	
	斜張橋斜材等	—	無	—	
	吊り橋ケーブル等	—	無	—	
	床版	済	有	無	
	橋台	済	有	有	
	橋脚	済	有	無	
	支承部	済	有	無	
	落橋防止システム	—	無	—	
	伸縮装置	—	無	—	
	壁高欄	済	有	有	
	地覆	済	有	無	
排水管	済	有	無		
その他	—	無	—		
附 属 物	遮音施設	—	無	—	
	防風施設	—	無	—	
	防雪施設	—	無	—	
	投げ捨て防止施設	—	無	—	
	照明施設	済	有	無	
	標識施設	—	無	—	
	道路情報提供装置	—	無	—	
	道路情報収集装置	—	無	—	
その他	—	無	—		
添 架 物	点検施設	—	無	—	
	各種ケーブルラック	—	無	—	
	その他	—	無	—	
そ の 他	防護柵(鋼製)	—	無	—	
	衝突防止施設	—	無	—	
	(現地で確認したもの)	—	無	—	

注1: ①欄には、点検状況を、「済」「未」「外」で記載

「外」とは、道路利用者及び第三者への被害が想定されない箇所のため、点検対象外であることを示す。

「未」の場合、「点検予定表」を作成

注2: ②欄には、対象施設の有無を、「有」「無」で記載

注3: ③欄には、異常の有無を、「有」「無」で記載

対象とする主な損傷は、次のとおり

- ・鋼部材...著しい腐食、き裂・破断、ボルトのゆるみ・脱落
- ・コンクリート部材...うき・剥離、ひびわれ
- ・その他

「有」の場合、「損傷記録表」を作成

注4: ④欄には、「フェールセーフ機能の追加の必要性あり」、

「重大事故につながる損傷を発見」等、特記事項を記載

## ■Giri Interchange Bridge (Left) : 損傷記録表 1

総点検調書: 損傷記録表

		橋梁ID		
		橋梁名		Giri Interchange Bridge (Left)
No.	1	点検実施日		2014/6/5
対象部材	主桁・横桁・床版			
損傷の種類	—			
判定結果	—			
応急措置	実施	実施内容	—	
	未実施	できなかった理由	—	
		実施予定時期	—	
		実施予定内容	—	

主桁(Mg)・横桁(Cr)・床版(Ds)

Photo①

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Giri Interchange Bridge (Left) : 損傷記録表 2

総点検調書: 損傷記録表

		橋梁ID		
		橋梁名		Giri Interchange Bridge (Left)
No.	2	点検実施日		2014/6/5
対象部材		支承		
損傷の種類		-		
判定結果		-		
応急措置	実施	実施内容	-	
	未実施	できなかった理由	-	
		実施予定時期	-	
		実施予定内容	-	

支承(Bh)

Photo①

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滞水		
欠損		
腐食		

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

### ■Giri Interchange Bridge (Left) : 損傷記録表 3

総点検調書: 損傷記録表

No.		3		橋梁ID	
対象部材		橋台		橋梁名	Giri Interchange Bridge (Left)
損傷の種類		剥離, うき		点検実施日	2014/6/5
判定結果		C			
応急措置	実施	実施内容	-		
	未実施	できなかった理由	たたき落として落下しなかった		
		実施予定時期	2016年度		
		実施予定内容	詳細調査		

橋台(Ap・Ac・Aw)

橋台(A1)

Photo①

Photo②

Ac:剥離,うき

橋台(A2)

**凡例**

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滲水		
欠損		
腐食		

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Giri Interchange Bridge (Left) : 損傷記録表 4

総点検調査: 損傷記録表

		橋梁ID	
		橋梁名	Giri Interchange Bridge (Left)
No.	4	点検実施日	2014/6/5
対象部材	舗装・伸縮装置		
損傷の種類	-		
判定結果	-		
応急措置	実施	実施内容	-
	未実施	できなかった理由	-
		実施予定時期	-
		実施予定内容	-

舗装(Pm)・伸縮装置(Ej)

車道  
車道  
歩道

照明施設

Photo①  
Photo②

Photo①

Photo②

橋軸方向		
ひびわれ	直角方向	
ひびわれ	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滯水		
欠損		
腐食		

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Giri Interchange Bridge (Left) : 損傷記録表 5

総点検調査: 損傷記録表

		橋梁ID	
		橋梁名	Giri Interchange Bridge (Left)
No.	5	点検実施日	2014/6/5
対象部材	高欄		
損傷の種類	ひびわれ		
判定結果	C		
応急措置	実施	実施内容	—
	未実施	できなかった理由	本格的な補修工事が必要
		実施予定時期	2016年度
		実施予定内容	詳細調査を実施し、補修工法を検討

Ra:ひびわれ  
判定結果:D

Photo②

Ra:ひびわれ,3本  
L=0.15m,W=0.45mm  
判定結果:C

Photo①

Photo②

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

注1:1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2:判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3:No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Giri Interchange Bridge (Left) : 損傷記録表 6

総点検調査: 損傷記録表

No.		6		橋梁ID	
対象部材		橋脚		橋梁名	Giri Interchange Bridge (Left)
損傷の種類		-		点検実施日	2014/6/5
判定結果		-			
応急措置	実施	実施内容	-		
	未実施	できなかった理由	-		
		実施予定時期	-		
		実施予定内容	-		

橋脚(Pw・Pb・Pc)

橋脚(P1)

橋脚(P2)

橋脚(P3)

Photo①

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滞水		
欠損		
腐食		

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Giri Interchange Bridge (Left) : 損傷記録表 7

総点検調書: 損傷記録表

No.		点検実施日	
対象部材		2014/6/5	
損傷の種類		腹付け盛土	
判定結果		ひびわれ	
判定結果		D	
応急措置	実施	実施内容	—
	未実施	できなかった理由	本格的な補修工が必要
		実施予定時期	2014年度
		実施予定内容	詳細調査を実施し、補修工法を検討

Photo①

Photo②

盛土:ひびわれ  
L=15.0m,W=0.1m

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滞水		
欠損		
腐食		

Photo①

Photo②

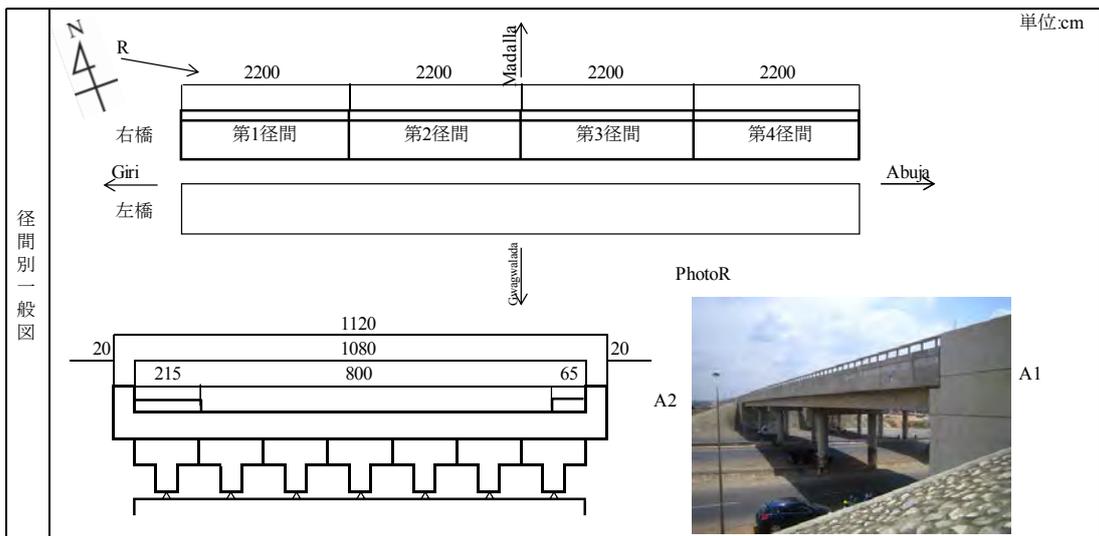
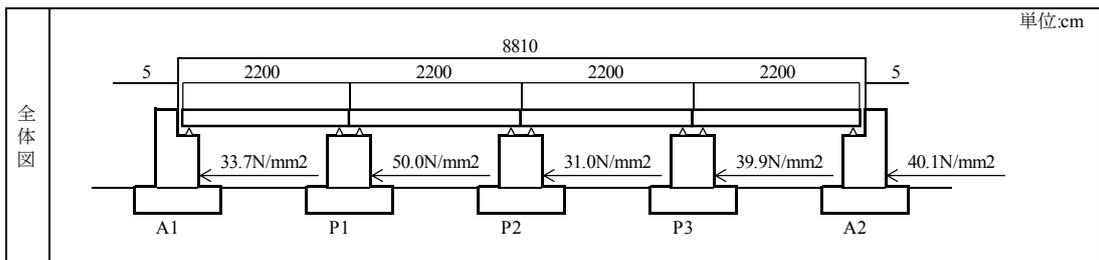
注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Giri Interchange Bridge (Right) : 橋梁緒元

総点検調査: 橋梁諸元

橋梁ID			橋梁No.				
橋梁名	Giri Interchange Bridge (Right)		路線名	Airport Road (Umaru Musa Yar'Adua Road)			Federal Ministry of WORKS
所在地	自	Giri	位置情報 (世界測地系)	起点 (代表点)	緯度	9°0' 33.51"	管轄
	至	Giri		経度	7°9' 17.26"		
				終点	緯度		

供用開始日	2013	活荷重・等級	45t	適用示方書	British Standard 5400-4-1990				
橋長	88.10 m	総径間数	4 径間	車道幅員	8.0 m				
上部構造形式	4径間単純プレテンションT桁橋	下部構造形式	逆T式橋台・ラーメン式橋脚	基礎形式	直接基礎				
交通条件	調査年		大型車混入率						
	交通量(台/12h)		荷重制限						
幅員	全幅員	11.20 m	地覆幅	歩道幅	車道幅・車線	車道幅・車線	歩道幅	地覆幅	中央帯
	有効幅員	10.80 m	— m	2.15 m	4.00 m・#	4.00 m・1	— m	0.65 m	— m
海岸からの距離		緊急輸送路の指定		優先確保ルートの指定					
路下条件	高速道路 Abuja - Lokoja Road (A2)								



注1: 橋梁IDは、起点の位置情報(緯度・経度)によるものとする。なお、IDの取得については、参考-4: 総点検調査の記入例を参照すること。

注2: 各道路管理者にて、既に独自の橋梁No.等を併記する。

注3: 緯度・経度については、0.1" 単位まで記入することとする。

なお、位置情報(緯度・経度)の取得については、トータルステーション、ポータブルGPS等の機器のほか、携帯電話及びスマートフォンのGPS機能を用いて簡易に取得可能であるので参考とされたい。

■Giri Interchange Bridge (Right) : 点検総括表

総点検調書: 総括表

橋梁ID	
橋梁名	Giri Interchange Bridge (Right)
点検実施日	2014/6/4

部材		① 点検状況	径間番号		④備考
			② 対象の有無	③ 異常の有無	
橋梁 本 体	主桁	済	有	無	
	縦桁	—	無	—	
	横桁	—	無	—	
	対傾構	—	無	—	
	横構	—	無	—	
	主構トラス等	—	無	—	
	アーチリブ等	—	無	—	
	ラーメン主構等	—	無	—	
	斜張橋斜材等	—	無	—	
	吊り橋ケーブル等	—	無	—	
	床版	済	有	無	
	橋台	済	有	無	
	橋脚	済	有	無	
	支承部	済	有	無	
	落橋防止システム	—	無	—	
	伸縮装置	—	無	—	
	壁高欄	済	有	無	
	地覆	済	有	無	
	排水管	済	有	無	
その他	—	無	—		
附 属 物	遮音施設	—	無	—	
	防風施設	—	無	—	
	防雪施設	—	無	—	
	投げ捨て防止施設	—	無	—	
	照明施設	済	有	無	
	標識施設	—	無	—	
	道路情報提供装置	—	無	—	
	道路情報収集装置	—	無	—	
その他	—	無	—		
添 架 物	点検施設	—	無	—	
	各種ケーブルラック	—	無	—	
	その他	—	無	—	
そ の 他	防護柵(鋼製)	—	無	—	
	衝突防止施設	—	無	—	
	(現地で確認したもの)	—	無	—	

注1: ①欄には、点検状況を、「済」「未」「外」で記載

「外」とは、道路利用者及び第三者への被害が想定されない箇所のため、点検対象外であることを示す。

「未」の場合、「点検予定表」を作成

注2: ②欄には、対象施設の有無を、「有」「無」で記載

注3: ③欄には、異常の有無を、「有」「無」で記載

対象とする主な損傷は、次のとおり

- ・鋼部材...著しい腐食、き裂・破断、ボルトのゆるみ・脱落
- ・コンクリート部材...うき・剥離、ひびわれ
- ・その他

「有」の場合、「損傷記録表」を作成

注4: ④欄には、「フェールセーフ機能の追加の必要性あり」、

「重大事故につながる損傷を発見」等、特記事項を記載

## ■Giri Interchange Bridge (Right) : 損傷記録表 1

総点検調査: 損傷記録表

		橋梁ID	
		橋梁名	Giri Interchange Bridge (Right)
No.	1	点検実施日	2014/6/4
対象部材	主桁・横桁・床版		
損傷の種類	—		
判定結果	—		
応急措置	実施	実施内容	—
	未実施	できなかった理由	—
		実施予定時期	—
		実施予定内容	—

主桁(Mg)・横桁(Cr)・床版(Ds)

Photo①

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Giri Interchange Bridge (Right) : 損傷記録表 2

総点検調査: 損傷記録表

		橋梁ID	
		橋梁名	Giri Interchange Bridge (Right)
No.	2	点検実施日	2014/6/4
対象部材	支承		
損傷の種類	-		
判定結果	-		
応急措置	実施	実施内容	-
	未実施	できなかった理由	-
		実施予定時期	-
		実施予定内容	-

支承(Bh)

Photo①

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

### ■Giri Interchange Bridge (Right) : 損傷記録表 3

総点検調査: 損傷記録表

No.		3	橋梁ID	
対象部材		橋台	橋梁名	Giri Interchange Bridge (Right)
損傷の種類		—	点検実施日	2014/6/4
判定結果		—		
応急措置	実施	実施内容	—	
	未実施	できなかった理由	—	
		実施予定時期	—	
		実施予定内容	—	

橋台(Ap・Ac・Aw)

Photo①

橋台(A1)

33.7N/mm<sup>2</sup>

Photo①

橋台(A2)

41.1N/mm<sup>2</sup>

Parapet wall(Ap)

凡例

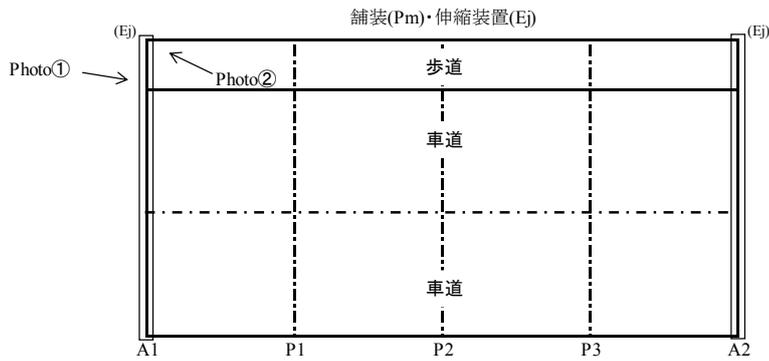
橋軸方向	
直角方向	
2方向	
剥離	
鉄筋露出	
遊離石灰	
豆板・空洞	
漏水・滯水	
欠損	
腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Giri Interchange Bridge (Right) : 損傷記録表 4

総点検調書: 損傷記録表

No.		4		橋梁ID			
				橋梁名		Giri Interchange Bridge (Right)	
				点検実施日		2014/6/4	
対象部材		舗装・伸縮装置					
損傷の種類		-					
判定結果		-					
応急措置	実施	実施内容	-				
	未実施	できなかった理由	-				
		実施予定時期	-				
		実施予定内容	-				



Photo①



Photo②



凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

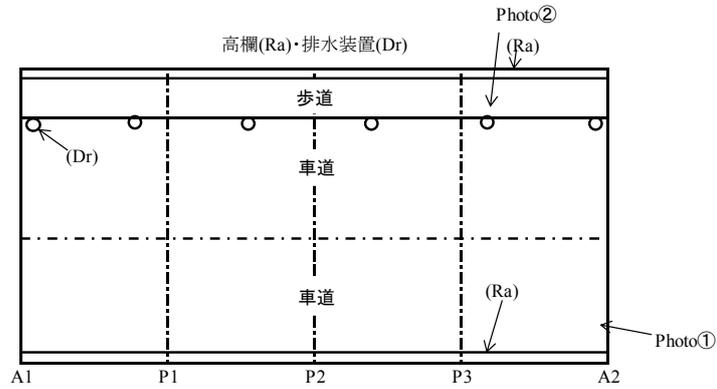
注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Giri Interchange Bridge (Right) : 損傷記録表 5

総点検調査: 損傷記録表

No.		5		橋梁ID	
				橋梁名	Giri Interchange Bridge (Right)
				点検実施日	2014/6/4
対象部材		高欄・排水装置			
損傷の種類		-			
判定結果		-			
応急措置	実施	実施内容	-		
	未実施	できなかった理由	-		
		実施予定時期	-		
		実施予定内容	-		



Photo①



Photo②



凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Giri Interchange Bridge (Right) : 損傷記録表 6

総点検調書: 損傷記録表

		橋梁ID	
		橋梁名	Giri Interchange Bridge (Right)
No.	6	点検実施日	2014/6/4
対象部材	橋脚		
損傷の種類	-		
判定結果	-		
応急措置	実施	実施内容	-
	未実施	できなかった理由	-
		実施予定時期	-
		実施予定内容	-

橋脚(Pw・Pb・Pc)

橋脚(P1)

50.0N/mm2

橋脚(P2)

31.0N/mm2

橋脚(P3)

39.9N/mm2

Photo①

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滲水		
欠損		
腐食		

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

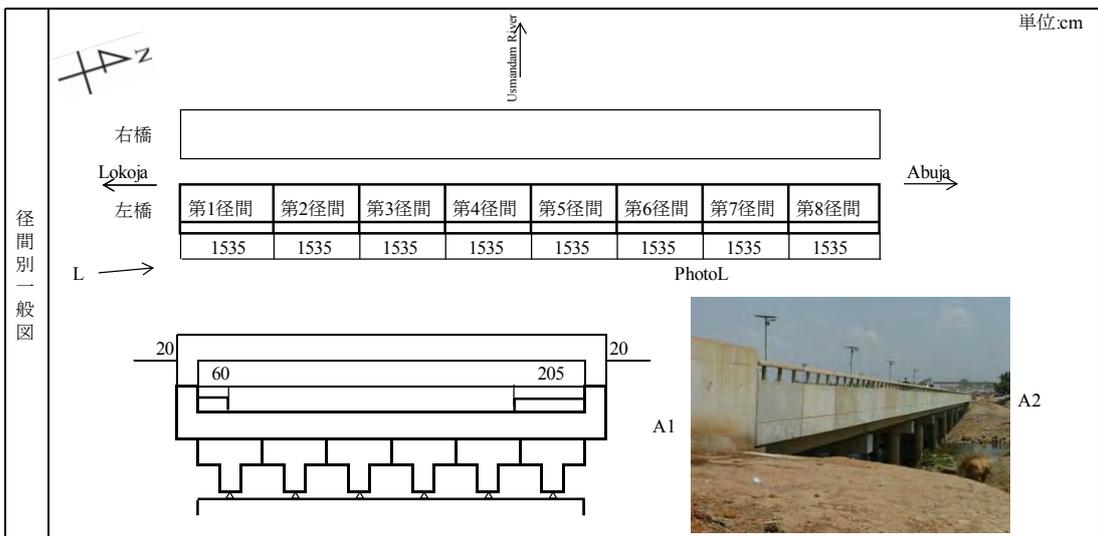
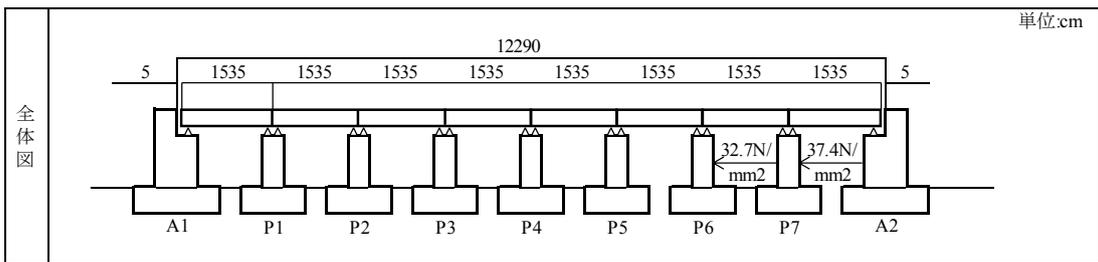
注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■ Usamandam Bridge (New) : 橋梁諸元

総点検調査書: 橋梁諸元

橋梁ID			橋梁No.				
橋梁名	Usamandam Bridge(New) (Left)		路線名	Abuja - Lokoja Road (A2)			Federal Ministry of WORKS
所在地	自	Gwagwalada	位置情報 (世界測地系)	起点 (代表点)	緯度		管轄
	至	Gwagwalada		終点	緯度		

供用開始日	c.2010		活荷重・等級	45t		適用示方書	British Standard 5400-4-1990	
橋長	122.90 m		総径間数	8 径間		車道幅員	m	
上部構造形式	8径間単純プレテンションT桁橋		下部構造形式	逆T式橋台・ラーメン式橋脚		基礎形式		
交通条件	調査年				大型車混入率			
	交通量(台/12h)				荷重制限			
幅員	全幅員	m	地覆幅	歩道幅	車道幅・車線	車道幅・車線	歩道幅	地覆幅
	有効幅員	m	0.6 m	- m	m・1	m・1	2.05 m	m
海岸からの距離			緊急輸送路の指定			優先確保ルートの指定		
路下条件	河川 Usamandam River							



注1: 橋梁IDは、起点の位置情報(緯度・経度)によるものとする。なお、IDの取得については、参考-4: 総点検調査書の記入例を参照すること。

注2: 各道路管理者にて、既に独自の橋梁No.等を併記する。

注3: 緯度・経度については、0.1" 単位まで記入することとする。

なお、位置情報(緯度・経度)の取得については、トータルステーション、ポータブルGPS等の機器のほか、携帯電話及びスマートフォンのGPS機能を用いて簡易に取得可能であるので参考とされたい。

■Usamandam Bridge (New) : 点検総括表

総点検調書: 総括表

橋梁ID	
橋梁名	Usamandam Bridge(New) (Left)
点検実施日	2014/6/5

部材		① 点検状況	径間番号		④備考
			② 対象の有無	③ 異常の有無	
橋梁 本 体	主桁	済	有	無	
	縦桁	—	無	—	
	横桁	—	無	—	
	対傾構	—	無	—	
	横構	—	無	—	
	主構トラス等	—	無	—	
	アーチリブ等	—	無	—	
	ラーメン主構等	—	無	—	
	斜張橋斜材等	—	無	—	
	吊り橋ケーブル等	—	無	—	
	床版	済	有	無	
	橋台	済	有	無	
	橋脚	済	有	無	
	支承部	済	有	無	
	落橋防止システム	—	無	—	
	伸縮装置	—	無	—	
	壁高欄	済	有	無	
	地覆	済	有	無	
排水管	済	有	無		
その他	—	無	—		
附 属 物	遮音施設	—	無	—	
	防風施設	—	無	—	
	防雪施設	—	無	—	
	投げ捨て防止施設	—	無	—	
	照明施設	済	有	無	
	標識施設	—	無	—	
	道路情報提供装置	—	無	—	
	道路情報収集装置	—	無	—	
その他	—	無	—		
添 架 物	点検施設	未	有	無	
	各種ケーブルラック	—	無	—	
	その他	—	無	—	
そ の 他	防護柵(鋼製)	—	無	—	
	衝突防止施設	—	無	—	
	(現地で確認したもの)	—	無	—	

注1: ①欄には、点検状況を、「済」「未」「外」で記載

「外」とは、道路利用者及び第三者への被害が想定されない箇所のため、点検対象外であることを示す。

「未」の場合、「点検予定表」を作成

注2: ②欄には、対象施設の有無を、「有」「無」で記載

注3: ③欄には、異常の有無を、「有」「無」で記載

対象とする主な損傷は、次のとおり

- ・鋼部材...著しい腐食、き裂・破断、ボルトのゆるみ・脱落
- ・コンクリート部材...うき・剥離、ひびわれ
- ・その他

「有」の場合、「損傷記録表」を作成

注4: ④欄には、「フェールセーフ機能の追加の必要性あり」、

「重大事故につながる損傷を発見」等、特記事項を記載

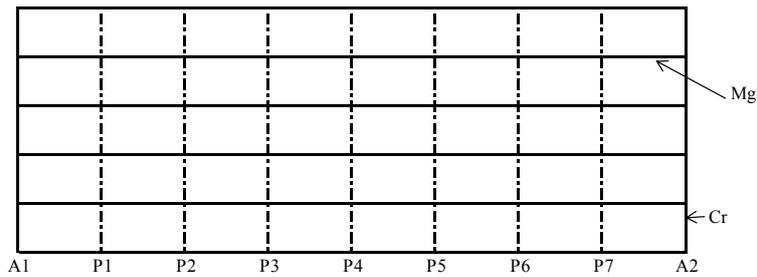
■Usamandam Bridge (New) : 損傷記録表 1

総点検調書: 損傷記録表

橋梁ID	
橋梁名	Usamandam Bridge(New) (Left)

No.	1	点検実施日	2014/6/5
対象部材	主桁		
損傷の種類			
判定結果			
応急措置	実施	実施内容	
	未実施	できなかった理由	
		実施予定時期	
		実施予定内容	

主桁(Mg)・横桁(Cr)



凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滞水		
欠損		
腐食		

注1:1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2:判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3:No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Usamandam Bridge (New) : 損傷記録表 2

総点検調書: 損傷記録表

		橋梁ID		
		橋梁名		Usmandam Bridge(New) (Left)
No.	2	点検実施日		2014/6/5
対象部材		支承		
損傷の種類				
判定結果				
応急措置	実施	実施内容		
	未実施	できなかった理由		
		実施予定時期		
		実施予定内容		

支承(Bh)

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滲水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

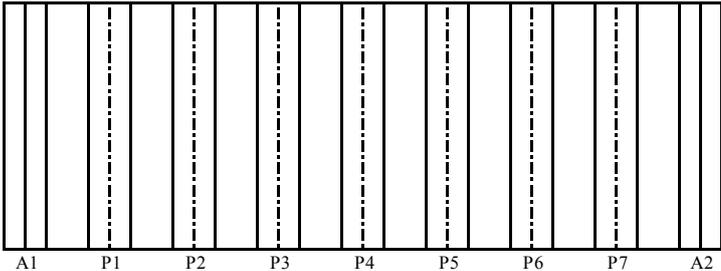
注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

### ■Usamandam Bridge (New) : 損傷記録表 3

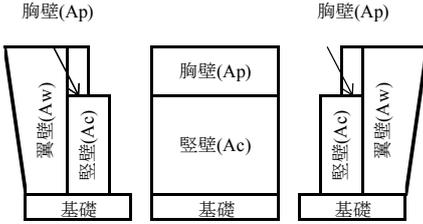
総点検調査: 損傷記録表

		<b>橋梁ID</b>	
		<b>橋梁名</b>	Usmandam Bridge(New) (Left)
<b>No.</b>	3	<b>点検実施日</b>	2014/6/5
<b>対象部材</b>		橋台	
<b>損傷の種類</b>		-	
<b>判定結果</b>		-	
<b>応急措置</b>	実施	<b>実施内容</b>	-
	未実施	できなかった理由	-
		実施予定時期	-
		実施予定内容	-

橋台(Ap・Ac・Aw)



橋台(A1)



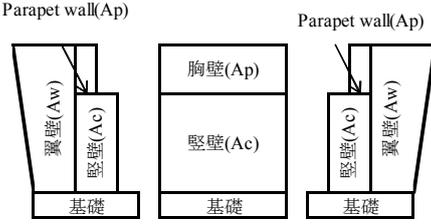
Photo①



凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

橋台(A2)



注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Usamandam Bridge (New) : 損傷記録表 4

総点検調書: 損傷記録表

橋梁ID	
橋梁名	Usmandam Bridge(New) (Left)

No.	4	点検実施日	2014/6/5
対象部材	舗装・伸縮装置		
損傷の種類	-		
判定結果	-		
応急措置	実施	実施内容	-
	未実施	できなかった理由	-
		実施予定時期	-
		実施予定内容	-

Photo①

Photo②

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滯水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Usamandam Bridge (New) : 損傷記録表 5

総点検調書: 損傷記録表

No.		5		点検実施日		2014/6/5	
対象部材		高欄・排水装置					
損傷の種類		-					
判定結果		-					
応急措置	実施	実施内容	-				
	未実施	できなかった理由	-				
		実施予定時期	-				
		実施予定内容	-				

高欄(Ra)・排水装置(Dr)		(Ra)						
車道		車道						
歩道		歩道						
Photo②			Photo①					
A1	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	A2
32.2N/mm <sup>2</sup>						35.2N/mm <sup>2</sup>		21.1N/mm <sup>2</sup>

凡例		
ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

Photo①

Photo②

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

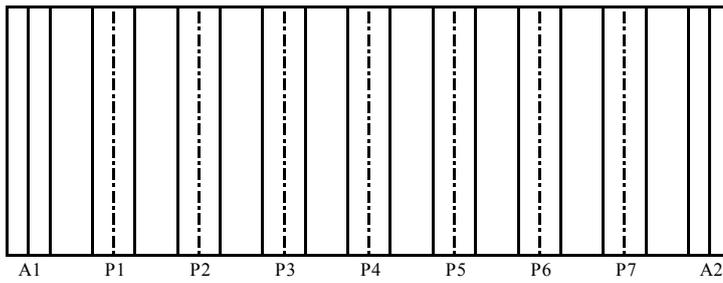
# ■Usamandam Bridge (New) : 損傷記録表 6

総点検調書: 損傷記録表

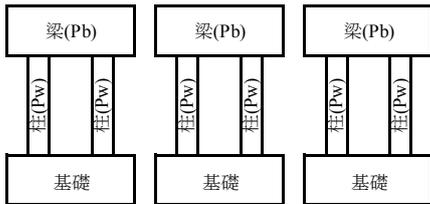
橋梁ID	
橋梁名	Usamandam Bridge(New) (Left)

No.	6	点検実施日	2014/6/5
対象部材	橋脚		
損傷の種類	-		
判定結果	-		
応急措置	実施	実施内容	-
	未実施	できなかった理由	-
		実施予定時期	-
		実施予定内容	-

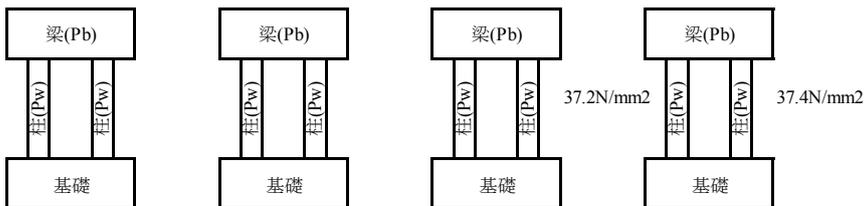
橋脚(Pw・Pb・Pc)



橋脚(P1)      橋脚(P2)      橋脚(P3)      Photo①



橋脚(P4)      橋脚(P5)      橋脚(P6)      橋脚(P7)



凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

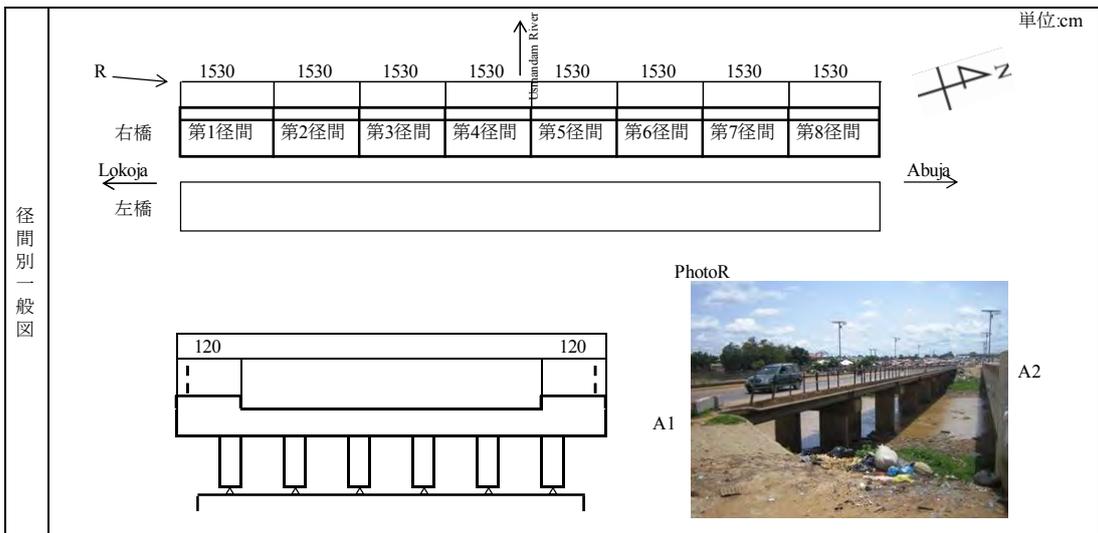
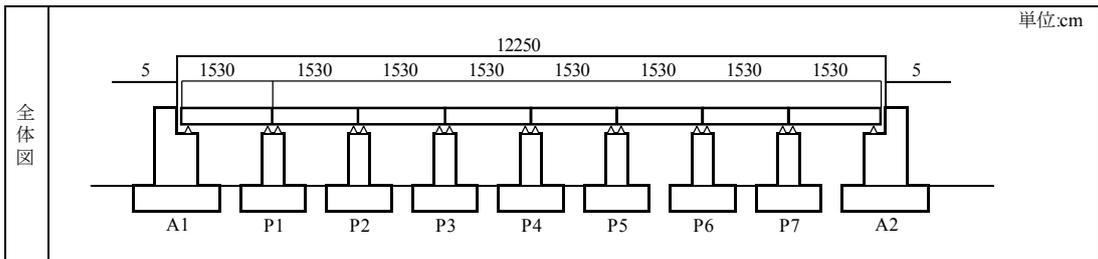
注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■ Usamandam Bridge (Old) : 橋梁諸元

総点検調査: 橋梁諸元

橋梁ID			橋梁No.				
橋梁名	Usamandam Bridge(Old) (Right)		路線名	Abuja - Lokoja Road (A2)			Federal Ministry of WORKS
所在地	自	Gwagwalada	位置情報 (世界測地系)	起点 (代表点)	緯度		管轄
	至	Gwagwalada		終点	緯度		

供用開始日	c.1883	活荷重・等級	45t	適用示方書	British Standard 5400-4-1990				
橋長	122.50 m	総径間数	8 径間	車道幅員	m				
上部構造形式	8径間単純鉸桁橋	下部構造形式	重力式橋台・ラーメン式橋脚	基礎形式					
交通条件	調査年		大型車混入率						
	交通量(台/12h)		荷重制限						
幅員	全幅員	m	地覆幅	歩道幅	車道幅・車線	車道幅・車線	歩道幅	地覆幅	中央帯
	有効幅員	m	- m	1.20 m	m・1	m・1	1.20 m	- m	- m
海岸からの距離		緊急輸送路の指定		優先確保ルートの指定					
路下条件	河川 Usamandam River								



注1: 橋梁IDは、起点の位置情報(緯度・経度)によるものとする。なお、IDの取得については、参考-4: 総点検調査の記入例を参照すること。

注2: 各道路管理者にて、既に独自の橋梁No.等を併記する。

注3: 緯度・経度については、0.1"単位まで記入することとする。

なお、位置情報(緯度・経度)の取得については、トータルステーション、ポータブルGPS等の機器のほか、携帯電話及びスマートフォンのGPS機能を用いて簡易に取得可能であるので参考とされたい。

■Usamandam Bridge (Old) : 点検総括表

総点検調書:総括表

橋梁ID	
橋梁名	Usamandam Bridge(Old) (Right)
点検実施日	2014/6/5

部材	① 点検状況	径間番号		④備考	
		② 対象の有無	③ 異常の有無		
橋梁本体	主桁	済	有	無	鉄筋露出 ひびわれ
	縦桁	—	無	—	
	横桁	—	無	—	
	対傾構	—	無	—	
	横構	—	無	—	
	主構トラス等	—	無	—	
	アーチリブ等	—	無	—	
	ラーメン主構等	—	無	—	
	斜張橋斜材等	—	無	—	
	吊り橋ケーブル等	—	無	—	
	床版	済	有	有	
	橋台	済	有	有	
	橋脚	済	有	無	
	支承部	済	有	無	
	落橋防止システム	—	無	—	
	伸縮装置	—	無	—	
	壁高欄	—	無	—	
	地覆	—	無	—	
	排水管	—	無	—	
その他	—	無	—		
附属物	遮音施設	—	無	—	
	防風施設	—	無	—	
	防雪施設	—	無	—	
	投げ捨て防止施設	—	無	—	
	照明施設	済	有	無	
	標識施設	—	無	—	
	道路情報提供装置	—	無	—	
	道路情報収集装置	—	無	—	
	その他	—	無	—	
添架物	点検施設	—	無	—	水漏れ,破損
	各種ケーブルラック	—	無	—	
	その他	済	有	有	
その他	防護柵(鋼製)	済	有	有	橋梁防護柵なし
	衝突防止施設	—	無	—	
	(現地で確認したもの)	—	無	—	

- 注1:①欄には、点検状況を、「済」「未」「外」で記載  
「外」とは、道路利用者及び第三者への被害が想定されない箇所のため、点検対象外であることを示す。  
「未」の場合、「点検予定表」を作成
- 注2:②欄には、対象施設の有無を、「有」「無」で記載
- 注3:③欄には、異常の有無を、「有」「無」で記載  
対象とする主な損傷は、次のとおり  
・鋼部材...著しい腐食、き裂・破断、ボルトのゆるみ・脱落  
・コンクリート部材...うき・剥離、ひびわれ  
・その他
- 「有」の場合、「損傷記録表」を作成
- 注4:④欄には、「フェールセーフ機能の追加の必要性あり」、  
「重大事故につながる損傷を発見」等、特記事項を記載

# ■Usamandam Bridge (Old) : 損傷記録表 1

総点検調査: 損傷記録表

橋梁ID	
橋梁名	Usamandam Bridge(Old) (Right)

No.	1	点検実施日	2014/6/5
対象部材	主桁		
損傷の種類	剥離, 鉄筋露出		
判定結果	C		
応急措置	実施	実施内容	—
	未実施	できなかった理由	コンクリート断面修復の本格的修復が必要
		実施予定時期	2016年度
		実施予定内容	詳細調査を実施し、補修工法を検討

主桁(Mg)・横桁(Cr)・床版(Ds)

A-A

D<sub>s</sub>:鉄筋露出  
L=4.0m,W=0.8m

D<sub>s</sub>:鉄筋露出  
L=0.3m,W=0.2m

D<sub>s</sub>:鉄筋露出  
L=0.3m,W=0.2m

D<sub>s</sub>:鉄筋露出  
L=4.0m,W=0.8m

橋軸方向	
直角方向	
2方向	
剥離	
鉄筋露出	
遊離石灰	
豆板・空洞	
漏水・滯水	
欠損	
腐食	

Photo①

Photo②

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Usamandam Bridge (Old) : 損傷記録表 2

総点検調書: 損傷記録表

		橋梁ID		
		橋梁名		Usamandam Bridge(Old) (Right)
No.	2	点検実施日		2014/6/5
対象部材		支承		
損傷の種類		-		
判定結果		-		
応急措置	実施	実施内容	-	
	未実施	できなかった理由	-	
		実施予定時期	-	
		実施予定内容	-	

支承(Bh)

Photo①

Photo②

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滲水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

### ■Usamandam Bridge (Old) : 損傷記録表 3

総点検調査: 損傷記録表

		橋梁ID	
		橋梁名	Usamandam Bridge(Old) (Right)
No.	3	点検実施日	2014/6/5
対象部材	橋台		
損傷の種類	ひびわれ(橋軸方向)		
判定結果	D		
応急措置	実施	実施内容	—
	未実施	できなかった理由	当面の緊急性は低い
		実施予定時期	2018年度
		実施予定内容	設計図を確認し、対策工の必要性を検討

橋台(Ap・Ac・Aw)

Photo① Ap:ひびわれ(橋軸方向)  
L=1.0m,W=0.2mm

A1 P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 A2

橋台(A1)

Ap:ひびわれ(橋軸方向)  
L=1.0m,W=0.2mm

Photo①

橋台(A2)

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滞水		
欠損		
腐食		

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Usamandam Bridge (Old) : 損傷記録表 4

総点検調査: 損傷記録表

No.		4		橋梁ID	
対象部材		水道管・電話管		橋梁名	Usmandam Bridge(Old) (Right)
損傷の種類		水漏れ, 破損		点検実施日	2014/6/5
判定結果		C			
応急措置	実施	実施内容	-		
	未実施	できなかった理由	早急な修理が必要		
		実施予定時期	2014		
		実施予定内容	水漏れ防止工事, 電話管の取り換え		

Photo①

Photo②

凡例		
ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

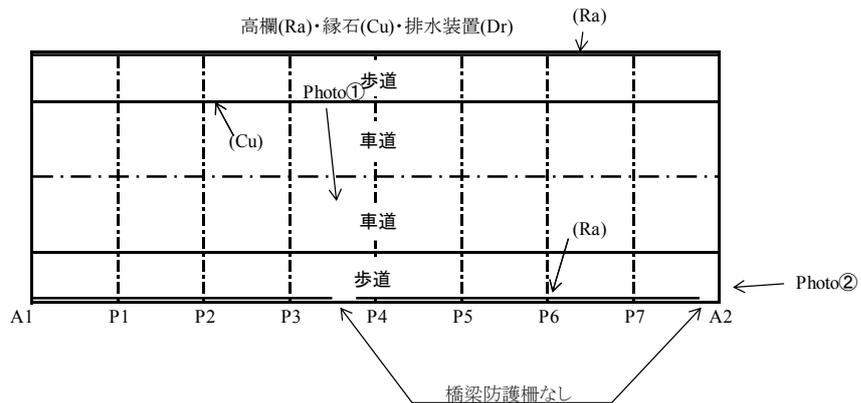
注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

■ Usamandam Bridge (Old) : 損傷記録表 5

総点検調査: 損傷記録表

橋梁ID	
橋梁名	Usmandam Bridge(Old) (Right)

No.	5	点検実施日	2014/6/5
対象部材	高欄		
損傷の種類	設置不良		
判定結果	C		
応急措置	実施	実施内容	—
	未実施	できなかった理由	早急な防護柵の設置が必要
		実施予定時期	2014年度
		実施予定内容	橋梁防護柵設置工事



凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

Photo①



Photo②



注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

■Usamandam Bridge (Old) : 損傷記録表 6

総点検調書: 損傷記録表

		橋梁ID	
		橋梁名	Usamandam Bridge(Old) (Right)
No.	6	点検実施日	2014/6/5
対象部材	橋脚		
損傷の種類	-		
判定結果	-		
応急措置	実施	実施内容	-
	未実施	できなかった理由	-
		実施予定時期	-
		実施予定内容	-

橋脚(Pw・Pb・Pc)

A1      P1      P2      P3      P4      P5      P6      P7      A2

橋脚(P1)

橋脚(P2)

橋脚(P3)

Photo①

橋脚(P4)

橋脚(P5)

橋脚(P6)

橋脚(P7)

凡例	
橋軸方向	
直角方向	
2方向	
剥離	
鉄筋露出	
遊離石灰	
豆板・空洞	
漏水・滲水	
欠損	
腐食	

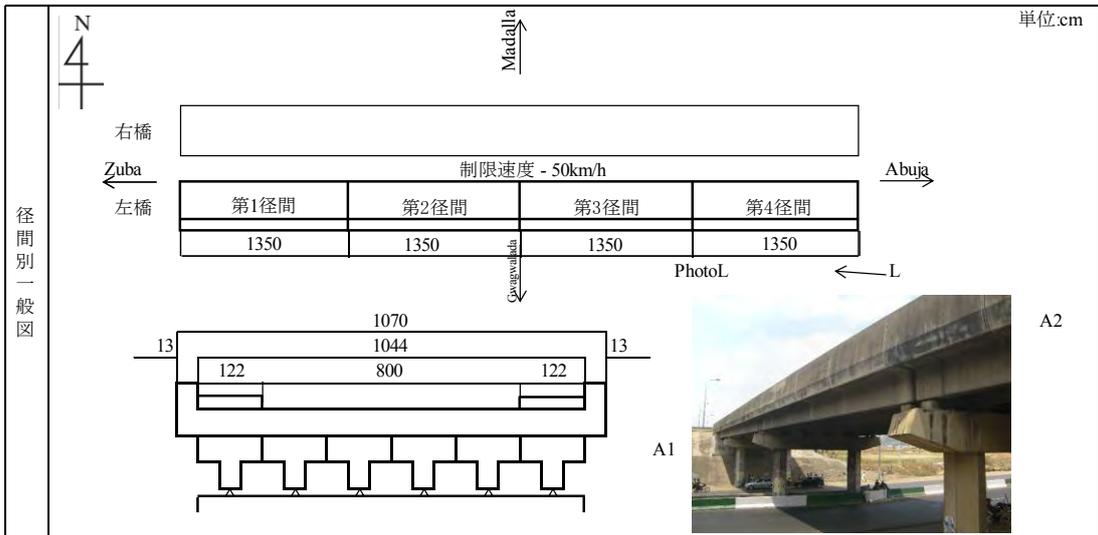
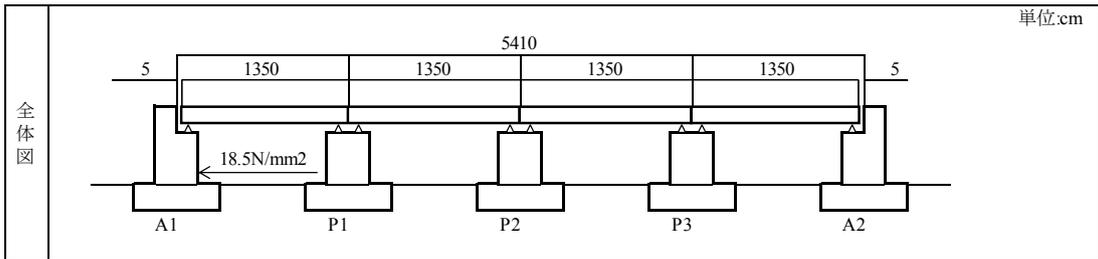
注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Zuba Flyover Bridge (Left) : 橋梁諸元

総点検調書: 橋梁諸元

橋梁ID			橋梁No.				管轄	
橋梁名	Zuba Flyover Bridge (Left)		路線名	Murtala Mohammed Express Way (A234)			Federal Ministry of WORKS	
所在地	自	Zuba	位置情報 (世界測地系)	起点 (代表点)	緯度	経度		
	至	Zuba		終点	緯度	経度		

供用開始日	c.1993		活荷重・等級	45t		適用示方書	British Standard 5400-4-1990		
橋長	54.10 m		総径間数	4 径間		車道幅員	8.0 m		
上部構造形式	4径間単純プレテンションT桁橋		下部構造形式	逆T式橋台・ラーメン式橋脚		基礎形式	直接基礎		
交通条件	調査年				大型車混入率				
	交通量(台/12h)				荷重制限				
幅員	全幅員	10.70 m	地覆幅	歩道幅	車道幅・車線	車道幅・車線	歩道幅	地覆幅	中央帯
	有効幅員	10.44 m	— m	1.22 m	4.00 m・1	4.00 m・1	1.22 m	— m	— m
海岸からの距離			緊急輸送路の指定			優先確保ルートの指定			
路下条件	高速道路 Daura Road (A2)								



注1: 橋梁IDは、起点の位置情報(緯度・経度)によるものとする。なお、IDの取得については、参考-4: 総点検調書の記入例を参照すること。

注2: 各道路管理者にて、既に独自の橋梁No.等を併記する。

注3: 緯度・経度については、0.1" 単位まで記入することとする。

なお、位置情報(緯度・経度)の取得については、トータルステーション、ポータブルGPS等の機器のほか、携帯電話及びスマートフォンのGPS機能を用いて簡易に取得可能であるので参考とされたい。

■Zuba Flyover Bridge (Left) : 点検総括表

総点検調査:総括表

橋梁ID	
橋梁名	Zuba Flyover Bridge (Left)

点検実施日	06/06/2014
-------	------------

部材	① 点検状況	径間番号		④備考	
		② 対象の有無	③ 異常の有無		
橋梁本体	主桁	済	有	無	ひびわれ 鉄筋露出,剥離
	縦桁	—	無	—	
	横桁	—	無	—	
	対傾構	—	無	—	
	横構	—	無	—	
	主構トラス等	—	無	—	
	アーチリブ等	—	無	—	
	ラーメン主構等	—	無	—	
	斜張橋斜材等	—	無	—	
	吊り橋ケーブル等	—	無	—	
	床版	済	有	無	
	橋台	済	有	有	
	橋脚	済	有	有	
	支承部	済	有	無	
	落橋防止システム	—	無	—	
	伸縮装置	—	無	—	
	壁高欄	済	有	無	
	地覆	済	有	無	
排水管	済	有	無		
その他	済	有	有	剥離	
附属物	遮音施設	—	無	—	
	防風施設	—	無	—	
	防雪施設	—	無	—	
	投げ捨て防止施設	—	無	—	
	照明施設	済	有	無	
	標識施設	—	無	—	
	道路情報提供装置	—	無	—	
	道路情報収集装置	—	無	—	
	その他	—	無	—	
添架物	点検施設	—	無	—	
	各種ケーブルラック	—	無	—	
	その他	—	無	—	
その他	防護柵(鋼製)	—	無	—	
	衝突防止施設 (現地で確認したもの)	—	無	—	

- 注1:①欄には、点検状況を、「済」「未」「外」で記載  
「外」とは、道路利用者及び第三者への被害が想定されない箇所のため、点検対象外であることを示す。  
「未」の場合、「点検予定表」を作成
- 注2:②欄には、対象施設の有無を、「有」「無」で記載
- 注3:③欄には、異常の有無を、「有」「無」で記載  
対象とする主な損傷は、次のとおり  
・鋼部材...著しい腐食、き裂・破断、ボルトのゆるみ・脱落  
・コンクリート部材...うき・剥離、ひびわれ  
・その他  
「有」の場合、「損傷記録表」を作成
- 注4:④欄には、「フェールセーフ機能の追加の必要性あり」、  
「重大事故につながる損傷を発見」等、特記事項を記載

# ■Zuba Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 1

総点検調書: 損傷記録表

		橋梁ID		
		橋梁名		Zuba Flyover Bridge (Left)
No.		1		点検実施日
				2014/6/6
対象部材		主桁		
損傷の種類		-		
判定結果		-		
応急措置	実施	実施内容	-	
	未実施	できなかった理由	-	
		実施予定時期	-	
		実施予定内容	-	

主桁(Mg)・横桁(Cr)・床版(Ds)

Photo①

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Zuba Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 2

総点検調書: 損傷記録表

		橋梁ID	
		橋梁名	Zuba Flyover Bridge (Left)
No.	2	点検実施日	2014/6/6
対象部材	支承		
損傷の種類	-		
判定結果	-		
応急措置	実施	実施内容	-
	未実施	できなかった理由	-
		実施予定時期	-
		実施予定内容	-

Photo①

支承(Bh)

Photo①

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滯水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

### ■Zuba Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 3

総点検調査: 損傷記録表

No.		3		橋梁ID	
対象部材		橋台		橋梁名	Zuba Flyover Bridge (Left)
損傷の種類		ひびわれ		点検実施日	2014/6/6
判定結果		D			
応急措置	実施	実施内容	-		
	未実施	できなかった理由	当面の緊急性は低い		
		実施予定時期	2016年度		
		実施予定内容	設計図を確認し、対策の必要性を検討		

Ac:ひびわれ  
L=11.95m, W=0~0.9mm

橋台(Ap・Ac・Aw)

A1 P1 P2 P3 A2

Photo①

橋台(A1)

胸壁(Ap) 胸壁(Ap)

翼壁(Aw) 縦壁(Ac) 基礎

縦壁(Ac) 基礎

基礎

18.5N/mm<sup>2</sup>  
Ac:ひびわれ  
L=11.95m, W=0~0.9mm

Photo①

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滞水		
欠損		
腐食		

橋台(A2)

Parapet wall(Ap) Parapet wall(Ap)

翼壁(Aw) 縦壁(Ac) 基礎

胸壁(Ap) 基礎

縦壁(Ac) 基礎

基礎

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Zuba Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 4

総点検調査: 損傷記録表

		橋梁ID	
		橋梁名	Zuba Flyover Bridge (Left)
No.	4	点検実施日	2014/6/6
対象部材		舗装・伸縮装置	
損傷の種類		—	
判定結果		—	
応急措置	実施	実施内容	—
	未実施	できなかった理由	—
		実施予定時期	—
		実施予定内容	—

舗装(Pm)・伸縮装置(Ej)

Photo①

Photo②

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滲水		
欠損		
腐食		

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

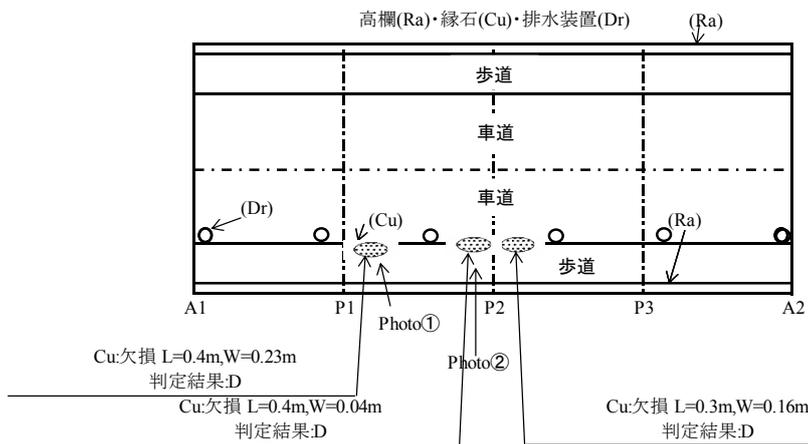
注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Zuba Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 5

総点検調査: 損傷記録表

橋梁ID	
橋梁名	Zuba Flyover Bridge (Left)

No.	5	点検実施日	2014/6/6
対象部材	縁石		
損傷の種類	欠損		
判定結果	D		
応急措置	実施	実施内容	—
	未実施	できなかった理由	当面の緊急性は低い
		実施予定時期	2016年度
		実施予定内容	設計図を確認し、対策の必要性を検討



Photo①



Photo②



凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滞水		
欠損		
腐食		

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Zuba Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 6

総点検調査: 損傷記録表

橋梁ID			
橋梁名		Zuba Flyover Bridge (Left)	
No.	6	点検実施日	2014/6/6
対象部材	橋脚		
損傷の種類	鉄筋露出		
判定結果	C		
応急措置	実施	実施内容	—
	未実施	できなかった理由	本格的な補修工が必要
		実施予定時期	2014年度
		実施予定内容	詳細調査を実施し、補修工法を検討

橋脚(Pw・Pb・Pc)

Photo①

Photo②

橋脚(P1)

基礎

橋脚(P2)

基礎

橋脚(P3)

基礎

Pw:ひびわれ L=0.9m,W=0~1.2mm  
判定結果:D

Pw:うき剥離 L=0.3m,W=0.4m  
判定結果:D

Pw:鉄筋露出 L=1.3m,W=0.7m  
判定結果:C

Photo③

凡例

橋軸方向		
ひびわれ	直角方向	
ひびわれ	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滞水		
欠損		
腐食		

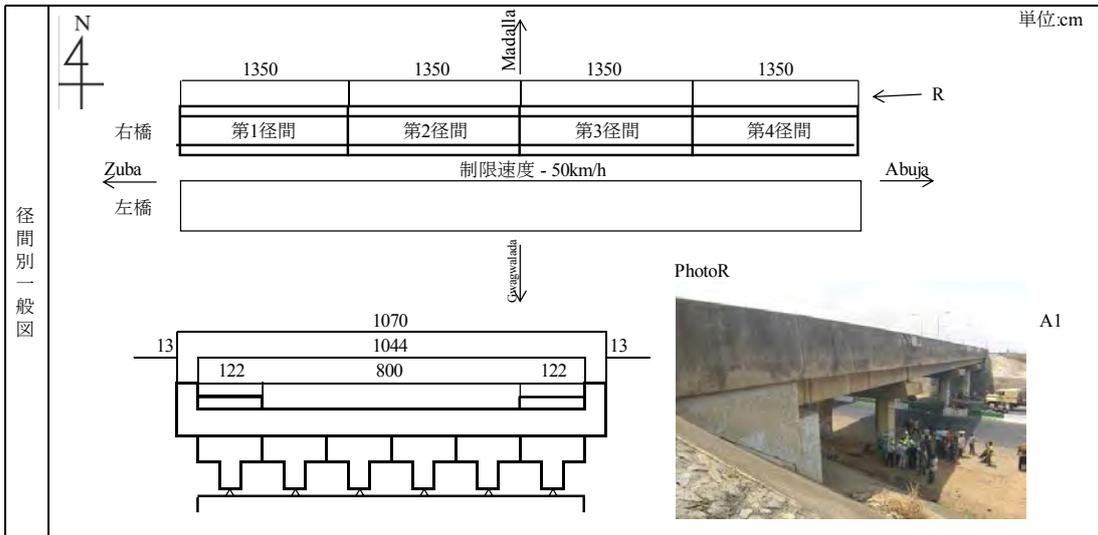
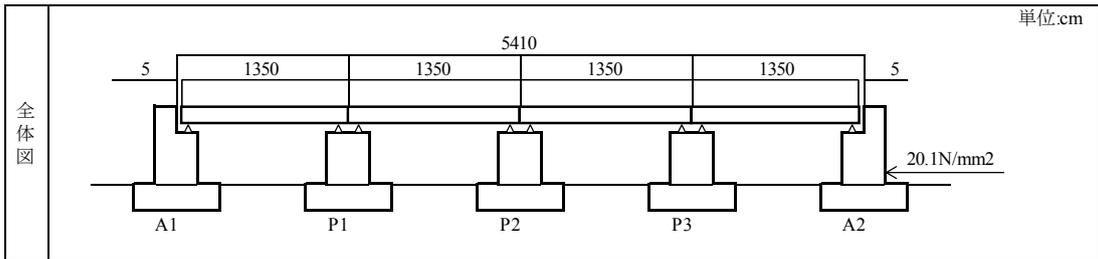
注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Zuba Flyover Bridge (Right) : 橋梁諸元

総点検調査書: 橋梁諸元

橋梁ID			橋梁No.				管轄	
橋梁名	Zuba Flyover Bridge (Right)		路線名	Murtala Mohammed Express Way (A234)			Federal Ministry of WORKS	
所在地	自	Zuba	位置情報 (世界測地系)	起点 (代表点)	緯度	経度		
	至	Zuba		終点	緯度	経度		

供用開始日	c.1993		活荷重・等級	45t		適用示方書	British Standard 5400-4-1990		
橋長	54.10 m		総径間数	4 径間		車道幅員	8.0 m		
上部構造形式	4径間単純プレテンションT桁橋		下部構造形式	逆T式橋台・ラーメン式橋脚		基礎形式	直接基礎		
交通条件	調査年			大型車混入率					
	交通量(台/12h)			荷重制限					
幅員	全幅員	10.70 m	地覆幅	歩道幅	車道幅・車線	車道幅・車線	歩道幅	地覆幅	中央帯
	有効幅員	10.44 m	— m	1.22 m	4.00 m・1	4.00 m・1	1.22 m	— m	— m
海岸からの距離			緊急輸送路の指定			優先確保ルートの指定			
路下条件	高速道路 Daura Road (A2)								



注1: 橋梁IDは、起点の位置情報(緯度・経度)によるものとする。なお、IDの取得については、参考-4: 総点検調査書の記入例を参照すること。

注2: 各道路管理者にて、既に独自の橋梁No.等を併記する。

注3: 緯度・経度については、0.1" 単位まで記入することとする。

なお、位置情報(緯度・経度)の取得については、トータルステーション、ポータブルGPS等の機器のほか、携帯電話及びスマートフォンのGPS機能を用いて簡易に取得可能であるので参考とされたい。

## ■Zuba Flyover Bridge (Right) : 点検総括表

総点検調査: 総括表

橋梁ID	
橋梁名	Zuba Flyover Bridge (Right)
点検実施日	06/06/2014

部材		① 点検状況	径間番号		④備考
			② 対象の有無	③ 異常の有無	
橋梁本体	主桁	済	有	有	遊離石灰  ひびわれ  鉄筋露出  舗装欠損
	縦桁	—	無	—	
	横桁	—	無	—	
	対傾構	—	無	—	
	横構	—	無	—	
	主構トラス等	—	無	—	
	アーチリブ等	—	無	—	
	ラーメン主構等	—	無	—	
	斜張橋斜材等	—	無	—	
	吊り橋ケーブル等	—	無	—	
	床版	済	有	無	
	橋台	済	有	有	
	橋脚	済	有	有	
	支承部	済	有	無	
	落橋防止システム	—	無	—	
	伸縮装置	—	無	—	
	壁高欄	済	有	有	
	地覆	済	有	無	
排水管	済	有	無		
その他	済	有	有		
附属物	遮音施設	—	無	—	
	防風施設	—	無	—	
	防雪施設	—	無	—	
	投げ捨て防止施設	—	無	—	
	照明施設	済	有	無	
	標識施設	—	無	—	
	道路情報提供装置	—	無	—	
	道路情報収集装置	—	無	—	
	その他	—	無	—	
添架物	点検施設	—	無	—	
	各種ケーブルラック	—	無	—	
	その他	—	無	—	
その他	防護柵(鋼製)	—	無	—	
	衝突防止施設	—	無	—	
	(現地で確認したもの)	—	無	—	

注1: ①欄には、点検状況を、「済」「未」「外」で記載

「外」とは、道路利用者及び第三者への被害が想定されない箇所のため、点検対象外であることを示す。

「未」の場合、「点検予定表」を作成

注2: ②欄には、対象施設の有無を、「有」「無」で記載

注3: ③欄には、異常の有無を、「有」「無」で記載

対象とする主な損傷は、次のとおり

- ・鋼部材...著しい腐食、き裂・破断、ボルトのゆるみ・脱落
- ・コンクリート部材...うき・剥離、ひびわれ
- ・その他

「有」の場合、「損傷記録表」を作成

注4: ④欄には、「フェールセーフ機能の追加の必要性あり」、「重大事故につながる損傷を発見」等、特記事項を記載

## ■Zuba Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 1

総点検調査: 損傷記録表

		橋梁ID	
		橋梁名	Zuba Flyover Bridge (Right)
No.	1	点検実施日	2014/6/6
対象部材	主桁		
損傷の種類	遊離石灰		
判定結果	D		
応急措置	実施	実施内容	—
	未実施	できなかった理由	当面の緊急性は低い
		実施予定時期	2016年度
		実施予定内容	設計図を確認し、対策の必要性を検討

Photo①

主桁(Mg)・横桁(Cr)・床版(Ds)

Mg:遊離石灰

(Mg)

(Cr)

(Ds)

Photo①

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滞水		
欠損		
腐食		

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

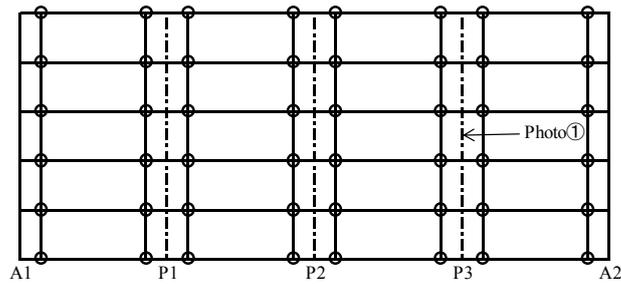
注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Zuba Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 2

総点検調書: 損傷記録表

No.		2		橋梁ID	
対象部材		支承		橋梁名	Zuba Flyover Bridge (Right)
損傷の種類		-		点検実施日	2014/6/6
判定結果		-			
応急措置	実施	実施内容	-		
	未実施	できなかった理由	-		
		実施予定時期	-		
		実施予定内容	-		

支承(Bh)



Photo①



凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

### ■Zuba Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 3

総点検調書: 損傷記録表

No.		3		橋梁ID	
対象部材		橋台		橋梁名	Zuba Flyover Bridge (Right)
損傷の種類		ひびわれ		点検実施日	2014/6/6
判定結果		D			
応急措置	実施	実施内容	—		
	未実施	できなかった理由	当面の緊急性は低い		
		実施予定時期	2016年度		
		実施予定内容	設計図を確認し、対策の必要性を検討		

橋台(Ap・Ac・Aw)

Ac:ひびわれ  
L=9.4m,W=0~1.5mm

Photo① →

Photo② →

橋台(A1)

胸壁(Ap)      胸壁(Ap)

Ac:ひびわれ  
L=9.4m,W=0~1.5mm

橋台(A2)

Parapet wall(Ap)      胸壁(Ap)      Parapet wall(Ap)

20.1N/mm2

Photo①

Photo②

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滞水		
欠損		
腐食		

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Zuba Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 4

総点検調査: 損傷記録表

		橋梁ID	
		橋梁名	Zuba Flyover Bridge (Right)
No.	4	点検実施日	2014/6/6
対象部材	舗装・伸縮装置		
損傷の種類	舗装の欠損		
判定結果	C		
応急措置	実施	実施内容	—
	未実施	できなかった理由	本格的な補修工事が必要
		実施予定時期	2014年度
		実施予定内容	詳細調査を実施し、補修工法を検討

舗装(Pm)・伸縮装置(Ej)

Photo①

Photo②

凡例

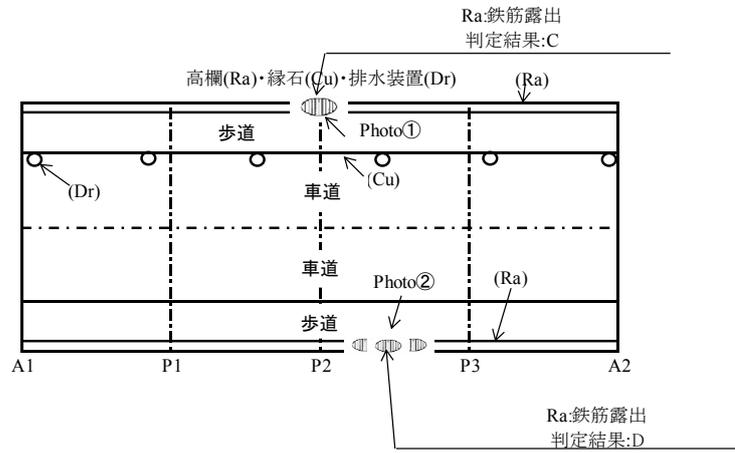
ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滯水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Zuba Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 5

総点検調査: 損傷記録表

		橋梁ID	
		橋梁名	Zuba Flyover Bridge (Right)
No.	5	点検実施日	2014/6/6
対象部材	高欄・緑石・排水装置		
損傷の種類	鉄筋露出		
判定結果	C		
応急措置	実施	実施内容	—
	未実施	できなかった理由	本格的な補修工事が必要
		実施予定時期	2014年度
		実施予定内容	詳細調査を実施し、補修工法を検討



凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

Photo①



Photo②



注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Zuba Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 6

総点検調書: 損傷記録表

		橋梁ID		
		橋梁名		Zuba Flyover Bridge (Right)
No.	6	点検実施日		2014/6/6
対象部材		橋脚		
損傷の種類		-		
判定結果		-		
応急措置	実施	実施内容	-	
	未実施	できなかった理由	-	
		実施予定時期	-	
		実施予定内容	-	

橋脚(Pw・Pb・Pc)

橋脚(P1)

橋脚(P2)

橋脚(P3)

Photo①

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滯水	
	欠損	
	腐食	

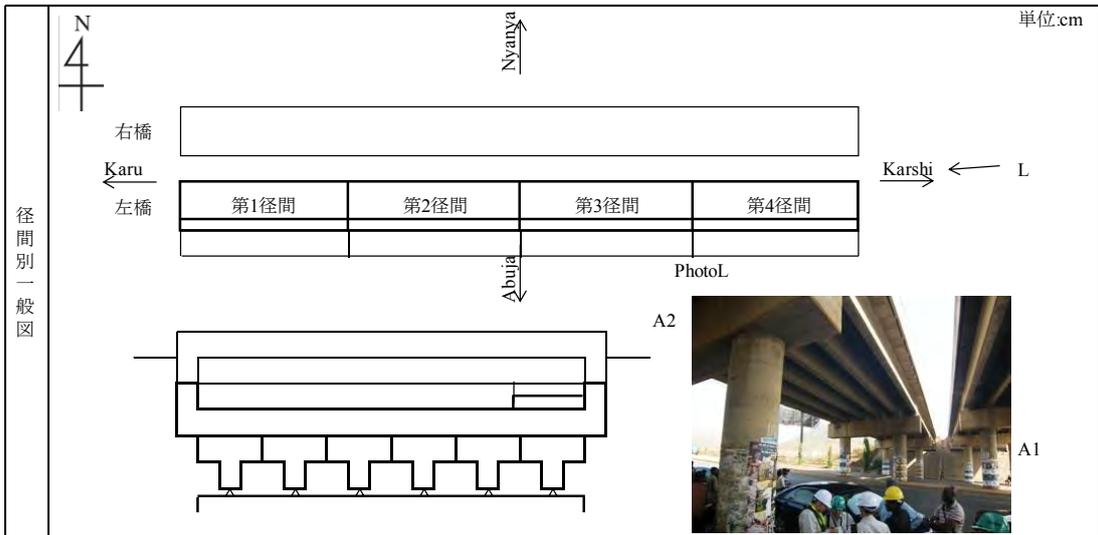
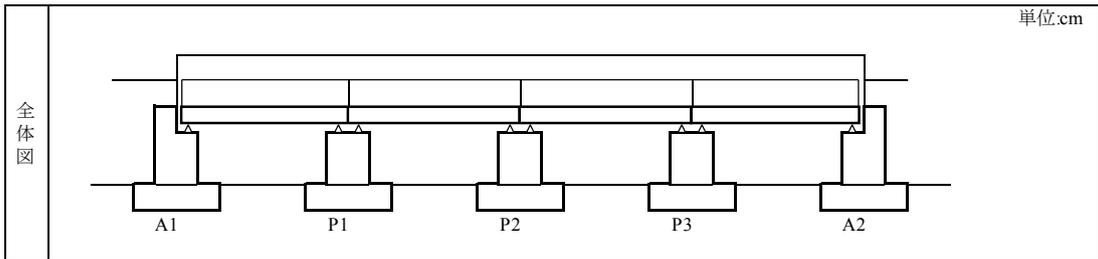
注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Karu Flyover Bridge (Left) : 橋梁諸元

総点検調査書: 橋梁諸元

橋梁ID			橋梁No.				
橋梁名	Karu Flyover Bridge (Left)		路線名	Yeffi Express Way			Federal Ministry of WORKS
所在地	自	Karu	位置情報 (世界測地系)	起点 (代表点)	緯度		管轄
	至	Karu		終点	緯度		

供用開始日	2003	活荷重・等級	45t	適用示方書	British Standard 5400-4-1990				
橋長	m	総径間数	4 径間	車道幅員					
上部構造形式	4径間単純プレテンションT桁橋	下部構造形式	逆T式橋台・張出式橋脚	基礎形式	杭基礎				
交通条件	調査年		大型車混入率						
	交通量(台/12h)		荷重制限						
幅員	全幅員	m	地覆幅	歩道幅	車道幅・車線	車道幅・車線	歩道幅	地覆幅	中央帯
	有効幅員	m	0.15 m	m	m・1	m・1	1.9 m	0.15 m	m
海岸からの距離		緊急輸送路の指定		優先確保ルートの指定					
路下条件	高速道路 Murtala Mohammed Road (A234)								



注1: 橋梁IDは、起点の位置情報(緯度・経度)によるものとする。なお、IDの取得については、参考-4: 総点検調査書の記入例を参照すること。

注2: 各道路管理者にて、既に独自の橋梁No.等を併記する。

注3: 緯度・経度については、0.1' 単位まで記入することとする。

なお、位置情報(緯度・経度)の取得については、トータルステーション、ポータブルGPS等の機器のほか、携帯電話及びスマートフォンのGPS機能を用いて簡易に取得可能であるので参考とされたい。

## ■Karu Flyover Bridge (Left) : 点検総括表

総点検調書: 総括表

橋梁ID	
橋梁名	Karu Flyover Bridge (Left)

点検実施日	09/06/2014
-------	------------

部材		① 点検状況	径間番号		④備考
			② 対象の有無	③ 異常の有無	
橋梁本体	主桁			1,2,3,4	
	縦桁				
	横桁				
	対傾構				
	横構				
	主構トラス等				
	アーチリブ等				
	ラーメン主構等				
	斜張橋斜材等				
	吊り橋ケーブル等				
	床版				
	下部工				
	支承部				
	落橋防止システム				
	伸縮装置				
	壁高欄				
	地覆				
	排水管				
	その他				
附属物	遮音施設				
	防風施設				
	防雪施設				
	投げ捨て防止施設				
	照明施設				
	標識施設				
	道路情報提供装置				
	道路情報収集装置				
	その他				
添架物	点検施設				
	各種ケーブルラック				
	その他				
その他	防護柵(鋼製)				
	衝突防止施設 (現地で確認したもの)				

注1: ①欄には、点検状況を、「済」「未」「外」で記載

「外」とは、道路利用者及び第三者への被害が想定されない箇所のため、点検対象外であることを示す。

「未」の場合、「点検予定表」を作成

注2: ②欄には、対象施設の有無を、「有」「無」で記載

注3: ③欄には、異常の有無を、「有」「無」で記載

対象とする主な損傷は、次のとおり

- ・鋼部材...著しい腐食、き裂・破断、ボルトのゆるみ・脱落
- ・コンクリート部材...うき・剥離、ひびわれ
- ・その他

「有」の場合、「損傷記録表」を作成

注4: ④欄には、「フェールセーフ機能の追加の必要性あり」、

「重大事故につながる損傷を発見」等、特記事項を記載

## ■Karu Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 1

総点検調書: 損傷記録表

		橋梁ID		
		橋梁名		Karu Flyover Bridge (Left)
No.	1	点検実施日		2014/6/9
対象部材		主桁		
損傷の種類				
判定結果				
応急措置	実施	実施内容		
	未実施	できなかった理由		
		実施予定時期		
		実施予定内容		

主桁(Mg)・横桁(Cr)

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Karu Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 2

総点検調書: 損傷記録表

		橋梁ID		
		橋梁名		Karu Flyover Bridge (Left)
No.	2	点検実施日		2014/6/9
対象部材		支承		
損傷の種類				
判定結果				
応急措置	実施	実施内容		
	未実施	できなかった理由		
		実施予定時期		
		実施予定内容		

支承(Bh)

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滲水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

### ■Karu Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 3

総点検調査: 損傷記録表

No.		3	点検実施日	2014/6/9
対象部材		橋台		
損傷の種類				
判定結果				
応急措置	実施	実施内容		
	未実施	できなかった理由		
		実施予定時期		
		実施予定内容		

橋台(Ap・Ac・Aw)

A1                      P1                      P2                      P3                      A2

橋台(A1)

橋台(A2)

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滯水		
欠損		
腐食		

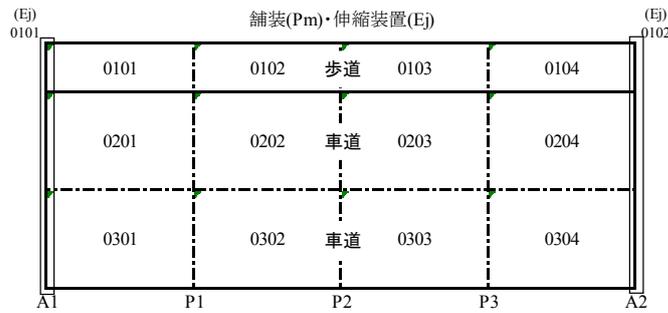
注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

■Karu Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 4

総点検調書: 損傷記録表

橋梁ID	
橋梁名	Karu Flyover Bridge (Left)

No.	4	点検実施日	2014/6/9
対象部材	舗装・伸縮装置		
損傷の種類			
判定結果			
応急措置	実施	実施内容	
	未実施	できなかった理由	
		実施予定時期	
		実施予定内容	



凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Karu Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 5

総点検調査: 損傷記録表

		橋梁ID		
		橋梁名		Karu Flyover Bridge (Left)
No.	5	点検実施日		2014/6/9
対象部材		高欄・緑石・排水装置		
損傷の種類				
判定結果				
応急措置	実施	実施内容		
	未実施	できなかった理由		
		実施予定時期		
		実施予定内容		

高欄(Ra)・緑石(Cu)・排水装置(Dr)

A1      P1      P2      P3      A2

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滯水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Karu Flyover Bridge (Left) : 損傷記録表 6

総点検調書: 損傷記録表

		橋梁ID		
		橋梁名		Karu Flyover Bridge (Left)
No.	6	点検実施日		2014/6/9
対象部材		橋脚		
損傷の種類				
判定結果				
応急措置	実施	実施内容		
	未実施	できなかった理由		
		実施予定時期		
		実施予定内容		

橋脚(Pw・Pb・Pc)

橋脚(P1)

橋脚(P2)

橋脚(P3)

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滞水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

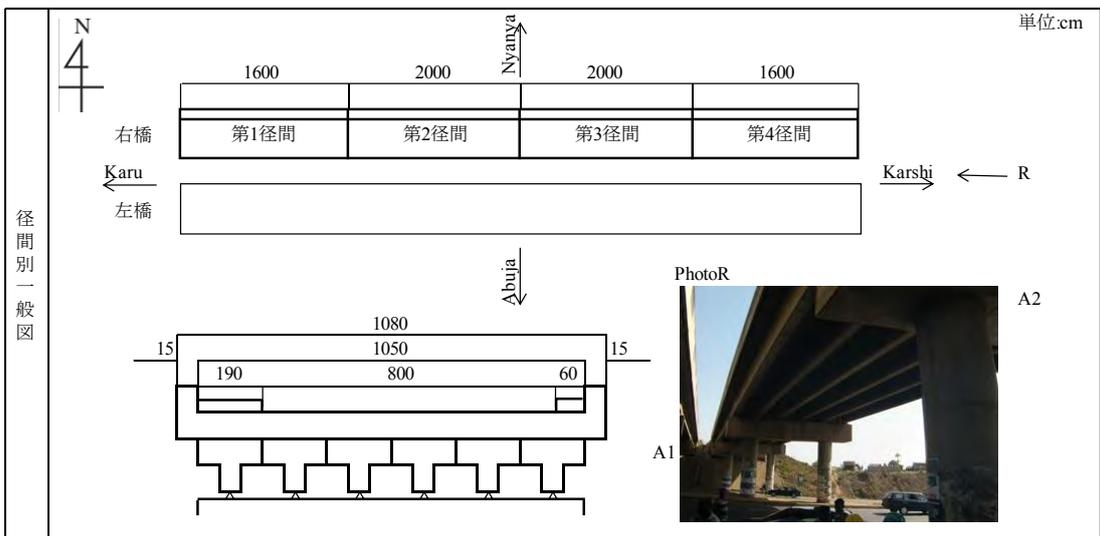
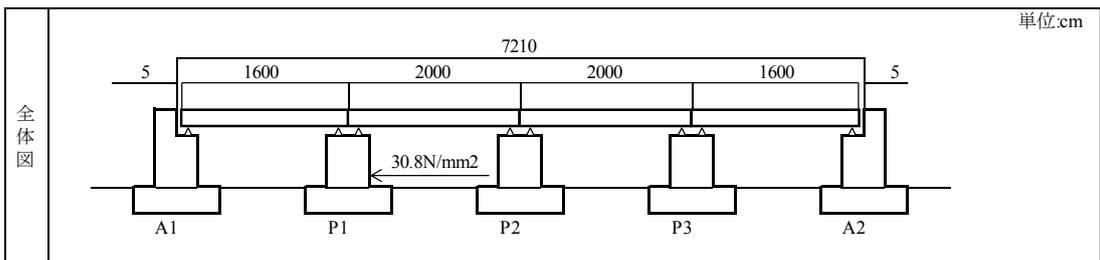
注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Karu Flyover Bridge (Right) : 橋梁諸元

総点検調書: 橋梁諸元

橋梁ID			橋梁No.				
橋梁名	Karu Flyover Bridge (Right)		路線名	Yeffi Express Way			Federal Ministry of WORKS
所在地	自	Karu	位置情報 (世界測地系)	起点 (代表点)	緯度		管轄
	至	Karu		終点	緯度		

供用開始日	2003	活荷重・等級	45t		適用示方書	British Standard 5400-4-1990	
橋長	72.10 m		総径間数	4 径間		車道幅員	8.0 m
上部構造形式	4径間単純プレテンションT桁橋		下部構造形式	逆T式橋台・ラーメン式橋脚		基礎形式	杭基礎
交通条件	調査年			大型車混入率			
	交通量(台/12h)			荷重制限			
幅員	全幅員	10.80 m	地覆幅	歩道幅	車道幅・車線	車道幅・車線	歩道幅
	有効幅員	10.50 m	— m	1.9 m	4.00 m・1	4.00 m・1	— m
海岸からの距離			緊急輸送路の指定		優先確保ルートの指定		
路下条件	高速道路 Murtala Mohammed Road (A234)						



注1: 橋梁IDは、起点の位置情報(緯度・経度)によるものとする。なお、IDの取得については、参考-4: 総点検調書の記入例を参照すること。

注2: 各道路管理者にて、既に独自の橋梁No.等を併記する。

注3: 緯度・経度については、0.1" 単位まで記入することとする。

なお、位置情報(緯度・経度)の取得については、トータルステーション、ポータブルGPS等の機器のほか、携帯電話及びスマートフォンのGPS機能を用いて簡易に取得可能であるので参考とされたい。

■Karu Flyover Bridge (Right) : 点検総括表

総点検調書: 総括表

橋梁ID	
橋梁名	Karu Flyover Bridge (Right)
点検実施日	06/06/2014

部材		① 点検状況	径間番号		④備考
			② 対象の有無	③ 異常の有無	
橋梁 本 体	主桁	済	有	無	鉄筋露出 鉄筋露出 鉄筋露出
	縦桁	—	無	—	
	横桁	—	無	—	
	対傾構	—	無	—	
	横構	—	無	—	
	主構トラス等	—	無	—	
	アーチリブ等	—	無	—	
	ラーメン主構等	—	無	—	
	斜張橋斜材等	—	無	—	
	吊り橋ケーブル等	—	無	—	
	床版	済	有	有	
	橋台	済	有	有	
	橋脚	済	有	有	
	支承部	済	有	無	
	落橋防止システム	—	無	—	
	伸縮装置	済	有	無	
	壁高欄	済	有	無	
	地覆	済	有	無	
排水管	済	有	無		
その他	済	有	有		
附 属 物	遮音施設	—	無	—	
	防風施設	—	無	—	
	防雪施設	—	無	—	
	投げ捨て防止施設	—	無	—	
	照明施設	—	無	—	
	標識施設	—	無	—	
	道路情報提供装置	—	無	—	
	道路情報収集装置	—	無	—	
	その他	—	無	—	
添 架 物	点検施設	済	有	有	
	各種ケーブルラック	—	無	—	
	その他	—	無	—	
そ の 他	防護柵(鋼製)	—	無	—	
	衝突防止施設	—	無	—	
	(現地で確認したもの)	—	無	—	

注1: ①欄には、点検状況を、「済」「未」「外」で記載

「外」とは、道路利用者及び第三者への被害が想定されない箇所のため、点検対象外であることを示す。

「未」の場合、「点検予定表」を作成

注2: ②欄には、対象施設の有無を、「有」「無」で記載

注3: ③欄には、異常の有無を、「有」「無」で記載

対象とする主な損傷は、次のとおり

- ・鋼部材...著しい腐食、き裂・破断、ボルトのゆるみ・脱落
- ・コンクリート部材...うき・剥離、ひびわれ
- ・その他

「有」の場合、「損傷記録表」を作成

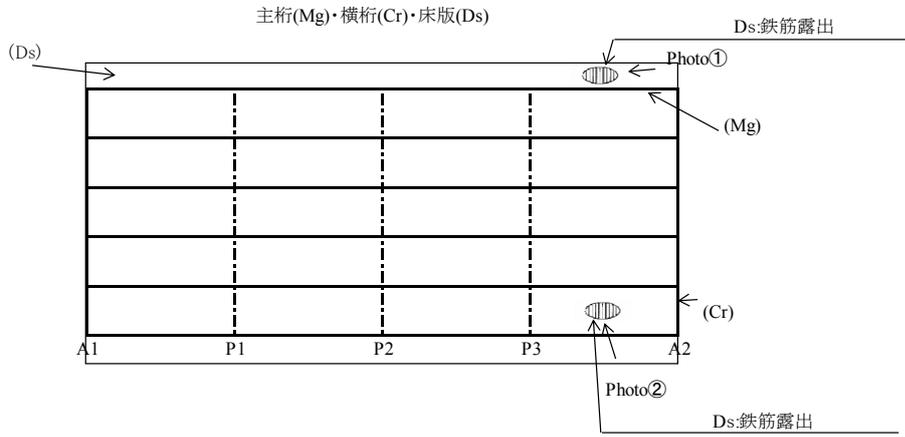
注4: ④欄には、「フェールセーフ機能の追加の必要性あり」、

「重大事故につながる損傷を発見」等、特記事項を記載

# ■Karu Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 1

総点検調書: 損傷記録表

No.		1		橋梁ID	
対象部材		床版		橋梁名	Karu Flyover Bridge (Right)
損傷の種類		鉄筋露出		点検実施日	2014/6/6
判定結果		D			
応急措置	実施	実施内容	—		
	未実施	できなかった理由	当面の緊急性は低い		
		実施予定時期	2016年度		
		実施予定内容	設計図を確認し、対策の必要性を検討		



凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滲水	
	欠損	
	腐食	

Photo①



Photo②



注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Karu Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 2

総点検調書: 損傷記録表

No.		2		橋梁ID	
対象部材		支承(ゴム)		橋梁名	Karu Flyover Bridge (Right)
損傷の種類		-		点検実施日	2014/6/6
判定結果		-			
応急措置	実施	実施内容	-		
	未実施	できなかった理由	-		
		実施予定時期	-		
		実施予定内容	-		

支承(Bh)

Photo①

Photo①

凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
	剥離	
	鉄筋露出	
	遊離石灰	
	豆板・空洞	
	漏水・滲水	
	欠損	
	腐食	

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成

注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載

注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

### ■Karu Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 3

総点検調書: 損傷記録表

No.		3		橋梁ID	
対象部材		橋台		橋梁名	Karu Flyover Bridge (Right)
損傷の種類		鉄筋露出		点検実施日	2014/6/6
判定結果		D			
応急措置	実施	実施内容	—		
	未実施	できなかった理由	当面の緊急性は低い		
		実施予定時期	2016年度		
		実施予定内容	設計図を確認し、対策の必要性を検討		

橋台(Ap・Ac・Aw)

Photo①

橋台(A1)

Photo①

凡例

橋軸方向	〰
直角方向	〰
2方向	〰
剥離	○
鉄筋露出	⦿
遊離石灰	○
豆板・空洞	○
漏水・滞水	○
欠損	○
腐食	○

Photo②

橋台(A2)

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Karu Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 4

総点検調書: 損傷記録表

		橋梁ID	
		橋梁名	Karu Flyover Bridge (Right)
No.	4	点検実施日	2014/6/6
対象部材	舗装・伸縮装置		
損傷の種類	-		
判定結果	-		
応急措置	実施	実施内容	-
	未実施	できなかった理由	-
		実施予定時期	-
		実施予定内容	-

舗装(Pm)・伸縮装置(Ej)

Photo①

Photo②

凡例

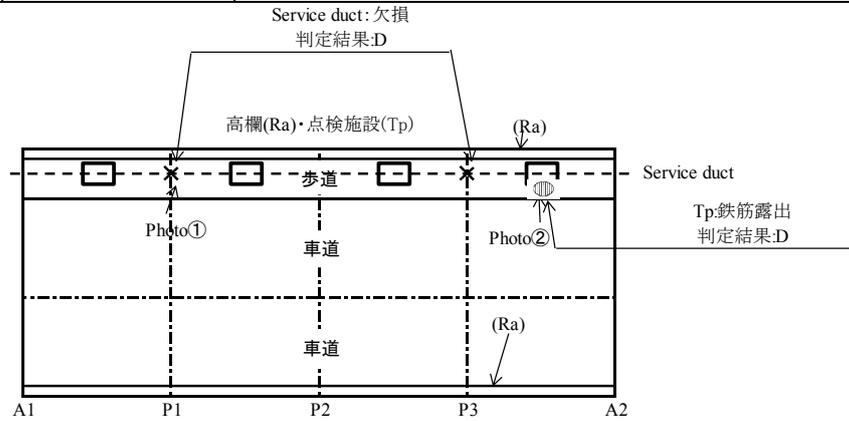
ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滞水		
欠損		
腐食		

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Karu Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 5

総点検調書: 損傷記録表

No.		5		橋梁ID	
対象部材		点検施設, Service duct		橋梁名	Karu Flyover Bridge (Right)
損傷の種類		鉄筋露出, 欠損		点検実施日	2014/6/6
判定結果		D			
応急措置	実施	実施内容	—		
	未実施	できなかった理由	当面の緊急性は低い		
		実施予定時期	2016年度		
		実施予定内容	設計図を確認し、対策の必要性を検討		



Photo①



Photo②



凡例

ひびわれ	橋軸方向	
	直角方向	
	2方向	
剥離		
鉄筋露出		
遊離石灰		
豆板・空洞		
漏水・滯水		
欠損		
腐食		

注1: 1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2: 判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3: No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

## ■Karu Flyover Bridge (Right) : 損傷記録表 6

総点検調書: 損傷記録表

		橋梁ID			
		橋梁名		Karu Flyover Bridge (Right)	
No.	6		点検実施日	2014/6/6	
対象部材	橋脚				
損傷の種類	鉄筋露出				
判定結果	C				
応急措置	実施	実施内容	-		
	未実施	できなかった理由	本格的な補修工事が必要		
		実施予定時期	2014年度		
		実施予定内容	詳細調査を実施し、補修工法を検討		

橋脚(Pw・Pb・Pc)

Pw:鉄筋露出  
H=0.3m,W=0.3m

橋脚(P1)    橋脚(P2)    橋脚(P3)

30.8N/mm2

Photo①

凡例

橋軸方向	
直角方向	
2方向	
剥離	
鉄筋露出	
遊離石灰	
豆板・空洞	
漏水・滞水	
欠損	
腐食	

Pw:鉄筋露出  
H=0.3m,W=0.3m

注1:1つの部材につき、なるべく1枚で作成  
 注2:判定結果は、損傷の種類毎に記載  
 注3:No. 欄には、同一径間内における通し番号を記載

date

質問表

## CTS SURVEY

We would like to thank all the participants in the JICA project: CTS (Concrete Tester and Surveyor) utilized for road-associated concrete structures for demonstration and inspection technology projects.

We would like to have opinions of all participants for future reference.

Nitto Construction Inc.

In your opinion,

Q.1 Inspection of bridges in Nigeria is: (check only one)

- very necessary
- necessary
- unnecessary
- not sure

Q.2 Inspection or monitoring building and bridges: (check only one)

- should be introduced into Nigeria (if this is your answer, go to Q.3)
- should not be introduced into Nigeria (if this is your answer, go to Q.5)
- not sure (if this is your answer, go to Q.5)

Q.3 Would there be any problems if bridge inspections are introduced in Nigeria?

- Yes (if this is your answer, go to Q.4)
- No (if this is your answer, go to Q.5)

Q.4 What are they? (check all that apply)

- Securing and adequate budget Shortage of technical expertise in the Federal Ministry of Works.
- Shortage of employees in the Federal Ministry of Works.
- Shortage of inspection equipment.
- Shortage of technical expertise with private construction companies and consultant companies.
- Other (please explain)

.....2

(2)

In your opinion,

Q.5 The most effective method of bridge inspection is: (check only one)

- Visual Inspection
- Hammering Test
- Non-destructive Inspection (including CTS)
- None
- Other (please explain)

Q.6 In terms of operability, which is more user-friendly, Schmidt Hammer or CTS?

- Schmidt Hammer
- CTS
- Both the same
- Both are not user-friendly

Q.7 In terms of processing of measured data, which is more user-friendly, Schmidt Hammer or CTS?

- Schmidt Hammer
- CTS
- Both the same.
- Both are not user-friendly.

Q.8 In terms of accessing concrete status from measured data, which is more user-friendly Schmidt Hammer or CTS?

- Schmidt Hammer
- CTS
- Both the same
- Both are not user-friendly

.....3

(3)

In your opinion,

Q.9 Other than for bridge inspection functions, CTS is useful for: (check only one)

- completion inspection (intermediate survey)
- emergency inspection
- checking repair and reinforcement (before and after construction work )
- identifying the location of defect
- Soundness diagnosis
- Other (please explain)

Q.10 How would CTS be accepted in Nigeria? (check only one)

- very much
- somewhat
- unlikely
- very unlikely
- not sure

Q.11 What is the best way of promoting CTS in Nigeria?

- Ad campaign to construction companies.
- Development of sales network for CTS.
- CTS's certification with Nigeria's standard for non-destructive inspection. (If required) \*1
- The Federal Ministry of Works's strong recommendation of CTS to construction companies and consultants.
- Comprehensive demonstrations on CTS use
- Other (please explain)

\*1 (If Nigeria does not have the standard, creating the standard would be necessary.)

~Thank you for your cooperation~

# **FEDERAL MINISTRY OF WORKS**

HEADQUARTERS MABUSHI-ABUJA

**DEPARTMENT OF HIGHWAY DESIGN (BRIDGES)**

**AUGUST, 2014**

**1.0. TEAMS FROM BRIDGE DEPARTMENT, NIGERIAN AND JAPANESE AGENCIES/COMPANIES/PARTNERS THAT PARTICIPATED IN THE PROGRAMME**

a. FEDERAL MINISTRY OF WORKS (BRIDGE DEPARTMENT)

Engr. A. O. Effiong	-	Director
Engr. L. O. Ezemenari	-	Deputy Director
Engr. S. Jolaiya	-	Chief Civil Engineer
Engr. A. M. Hassan	-	Assistant Civil Engineer
Engr. W. A. Mede	-	Civil Engineer I

b. MESSRS INTECON PARTNERSHIP LTD

Engr. W. Lagunju	-	Managing Director
Engr. O. D. Ogunseye	-	Civil Engineer
Engr. Oke	-	Civil Engineer

c. NITTO CONSTRUCTION COMPANY

Engr. Hajime Kubo	-	President & CEO
Tomoaki Sakai (Ph.D)	-	Founder of CTS & Partner
Takayoshi Kubo	-	Manager (Sales)
Genki Kubo	-	Employee
Okamoto Makoto	-	Employee
Yusuke Konou	-	Employee

d. JAPANESE INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

Sato Yasuyuki	-	Deputy Director
Yamashita Hideshi	-	Assistant Director
Takei Katsuhiko	-	Officer for SMEs

e. HOKKAIDO DEVELOPMENT ENGINEERING CENTRE (DEC)

Yoshimitsu Takanishi	-	General Manager
----------------------	---	-----------------

f. CIVIL ENGINEERING RESEARCH INSTITUTE FOR COLD REGION (CERI)

Kenji Ikeda	-	Director General
Kazumasa Nakamura (Ph.D)	-	Team Leader

g. OFFICE OF THE DIRECTOR-GENERAL, DEPARTMENT OF CONSTRUCTION,  
HOKKAIDO PREFECTURE

Shimode Ikuo	-	Director General
--------------	---	------------------

h. OFFICE OF THE MAYOR OF OUMU TOWN

Hideki Nagawara	-	Mayor
-----------------	---	-------

Masami Hara	-	Deputy Mayor
-------------	---	--------------

## **2.0 INTRODUCTION**

Following the Letter of Acceptance by the Honourable Minister for the Ministry to be the recipient counterpart Government Agency on behalf of the Federal Government of Nigeria regarding the grant of NITTO manufactured Non-Destructive Testing Device, Concrete Tester Surveyor (CTS) Equipment, by the Japanese Government through the Japanese International Cooperation Agency (JICA) as part of its assistance to developing countries, a series of training exercises were organized for engineers in the ministry.

The first two phases of the pilot surveys were held in Nigeria in November 2013 and March 2014, jointly conducted by teams from JICA, NITTO, their Nigerian partners, Messrs Intecon Partnership, and Engineers of the Bridge Department. Also, in June 2014, the third survey comprising of training at the Ministry's Headquarters and practical demonstration on six (6 No.) bridges

within the Federal Capital Territory (FCT) was conducted for 20 No. Engineers from the Bridge Department, Road Design Departments and Materials, Geotechnics, & Quality Control (MG & QC) Departments.

It is in furtherance of the program that additional training on management planning and inspection methods for bridges was conducted in Japan for five (5 No.) Engineers of the Bridge Department led by the Director, Engr. A. O. Effiong. The training took place from 2<sup>nd</sup> - 12<sup>th</sup> August, 2014, comprising bridge site visits characterized by spot checks and general survey of several major bridges in the Hokkaido Prefecture.

### **3.0. BRIEF DESCRIPTION OF SAPPORO, HOKKAIDO**

Located in Ishikari Sub-prefecture, Sapporo is the capital of the Hokkaido Prefecture and the fourth largest city in Japan by population. It is home to about 30% of Hokkaido's 5.5 million inhabitants.

#### **3.1.1. Climate**

The climatic conditions in Sapporo are quite diverse with the summer weather characterized by warm temperatures ranging within 11 to 26<sup>o</sup>C, while the winter season is usually characterized by heavy snowfall and temperatures between -40 to 4 <sup>o</sup>C.

#### **3.1.2. Socio-economic activities**

As a developed city, Sapporo is home to diverse industries including information technology, retail, and tourism. Sapporo is a destination for winter sports and events due to its cool climate. Remarkably, the

1972 winter Olympic Games were held in Sapporo.

#### **4.0. VISITS TO RELEVANT INFRASTRUCTURAL AGENCIES AND COMPANIES**

The team visited some of the relevant infrastructural agencies in Sapporo/Hokkaido, with the aim of learning new methods of preserving concrete structures. Some of the agencies and companies visited include:

##### **4.1. HOKKAIDO DEVELOPMENT ENGINEERING CENTRE**

This agency is responsible for developing engineering in Hokkaido Prefecture. It promotes technology exchanges with other countries for the development of Hokkaido Prefecture.

##### **4.2. HOKKAIDO TRAFFIC CONTROL CENTRE**

This agency is mandated with ensuring driver safety by controlling traffic in the region. A digital data board, the Automatic Vehicle Information system (AVI), is used to communicate real time traffic scenario over the city simultaneously, thereby making it easy for decisions to be taken to reduce traffic congestion.

It also has the database of all 600,000 drivers and 1 million cars in the state. See appendix I for pictorial documentation.

##### **4.3. MINISTRY OF LANDS, INFRASTRUCTURE-OTARU PORT OFFICE**

Whilst at this office, the team was exposed to coastal engineering structures. The agency is charged with the responsibility of preserving the 'breakwater' concrete structures that have been put in place to check the effects of coastal waves and possible flooding. The structures have so far been preserved via the means of concrete

test methods including the use of the CTS Concrete Tester.

4.4. OFFICE OF THE DIRECTOR-GENERAL, DEPARTMENT OF CONSTRUCTION, HOKKAIDO PREFECTURE

This office is in charge of the different sectors of construction in the prefecture viz: Buildings; Sewage; Bridges; Roads.

The department is responsible for the management of concrete structures within the state. Engineering structures are usually assessed after every five years for early detection of defect, after which if critical defects are observed, consultants and contractors are invited to proffer functional and economical solutions for the maintenance of the affected structure.

The office currently manages 5,000 bridges in the state while the central government manages 3,500 bridges within the state.

4.5. CIVIL ENGINEERING RESEARCH INSTITUTE FOR COLD REGION (CERI)

The main function of this institute is to conduct research and development for the preservation of engineering structures in the Hokkaido region which is characterized by sub-zero conditions during the winter period. The Director-General informed the team that the mean minimum annual temperature in Hokkaido is  $-10^{\circ}\text{C}$  and there is also compressible soil in some regions in the state thus making regular construction maintenance imperative. Conventional concrete test methods using Schmidt Hammer, CTS Concrete Tester, Ultrasonic Method of crack depth estimation, Electromagnetic Method for locating rebar in concrete were demonstrated. Simulations and further studies on vehicular concrete slab loadings

were also conducted.

4.6. NITTO CONSTRUCTION COMPANY HEADQUARTERS, OUMU TOWN

The team also met with the President of Nitto Construction Company and other representatives from JICA, during the inspection of a bridge project at Takinoue, Hokkaido. **The team also met with the inventor of the CTS Concrete Tester, CTS Bolt Tester and the resonance survey equipment, Prof. Sakai. The theory behind the products was succinctly explained and an onsite demonstration was carried out using the following equipment:**

a. CTS Concrete Tester

The CTS Concrete Tester works via the use of wave propagation theory to assess damages near the face of concrete structures (to a maximum depth of 150mm). In addition to that, the CTS Concrete Tester obtains the mean strength of the concrete structure and collates results instantly on site. Damages such as the presence of honey combs, blow holes and de-lamination of concrete could be detected. The equipment is a very useful tool for on-site bridge inspection.

b. CTS Bolt Tester

The CTS Bolt Tester works in a similar way, the presence of multiple wave forms demonstrates looseness or some degree of failure of the bolt. It is a very useful tool for the steel structures including composite bridges, bailey bridges etc.

c. Resonance equipment

The Resonance equipment measures the natural frequency of the bridge and compares the obtained result to the original natural frequency at the time of construction. Any disparity in the obtained value indicates an abnormality in the bridge structure. Further investigation with the use of the above equipment (CTS Concrete and Bolt Testers) is usually deployed to obtain the exact defect in the structure.

The company has also invested quite a lot into snow removal machines for the region during the winter period.

#### 4.7. SAPPORO ROAD OFFICE

Charged with managing 271km of road in Sapporo, Hokkaido, the Sapporo Road Office has over 75 No. monitoring cameras; 44 No. information boards; 7 No. wind, rain and temperature measurement devices to ensure the safety of the Sapporo road users.

As with concrete structures in the region, regular road inspection is carried out every five years. The team was exposed to a lot of machinery used for the maintenance of highway structures including motorized road cleaning machines, motorized grass cutting machines etc.

The team led by the Director Bridges thanked all the heads of the agencies that were visited and assured them of the Honorable Minister's regards.

#### 5.0. **BRIDGE INSPECTION IN HOKKAIDO**

The team visited 5 No. bridges during the course of the programme (See

Appendix II for photographic documentation):

i. Hakucho Bridge, Sapporo

The maintenance of a 1380m suspension bridge with a centre span of 720m was introduced to the team. The bridge was completed in 1998 and was designed to withstand such loading condition as excessive wind loads, seismic loadings and normal/abnormal vehicular loading as well as the effects of snow. Among the features of this bridge is that its main tower stands at 136.4 meters from the foundation base; one cable is comprised of 52 strands each with 127 wires. Regular maintenance of this bridge is carried out every five years and involves extensive assessment of all aspects of the bridge.

ii. Sapporo Ohashi Bridge, Sapporo

The trip to this site was coordinated by the organizers to showcase the on-going construction of a parallel bridge at this location to decongest traffic thus improving conditions for road users. The new bridge is 982.5m long and is a composite structure with steel box girders and reinforced concrete piers. The method for the erection of the box-girders was demonstrated to the team.

iii. Shin-Ishikari Ohashi Bridge, Sapporo

The team visited the above bridge linking Shishinotsu Village and Sapporo City to witness the construction of a parallel bridge to decongest traffic in the region. The construction process was similar to construction methods in Nigeria with the exception of the use of steel girders in place of reinforced concrete girders.

iv. No. 27 Bridge, Takinoue

Ongoing maintenance works at No. 27 bridge, Takinoue was been undertaken by Messrs Nitto Construction Company. Whilst at this site, the team was exposed to several bridge investigation methods including the use of the CTS Concrete Tester, the CTS Bolt Tester, the Itex equipment for checking internal defects in concrete and the Resonance equipment for the determination of the natural frequency of the bridge.

**6.0. OBSERVATIONS**

- The CTS Equipment, even though observed to be more advanced than the Schmidt Hammer, does not detect deformities beyond 150mm of the concrete surface. However, the surface of the concrete is the most prone area to damages due to exposure to harsh weather conditions, impact loading etc.
- The proactive method of scheduled checks on concrete and highway structures (every five years) has contributed in the lengthening the life spans of structures in Hokkaido and Japan. This among other things has resulted in the prevention of total bridge and highway degradation, with no recorded bridge collapse in the region.
- The CTS instruments (CTS Equipment, Bolt Tester and Resonance equipment) are advanced concrete and steel assessment instruments and would be ideal for proactive maintenance

assessment for bridges in Nigeria.

- Messrs Intecon Partnership Nig. Ltd has been made the authorized sole distributor of Nitto Construction Company's CTS line of equipment including the Concrete Tester.
- When combined with the other test equipments such as the Itex, the Resonance equipment and the CTS Bolt Tester, the true condition of the bridge can be deduced and defects in any part of the structure detected.

## **7.0. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS**

### 7.1. Conclusion

Overall, the team led by the Director Highways Design (Bridges), garnered experience on the modern trends of bridge maintenance and commended the organizers for the programme. Furthermore, the team applauded the strides taken by Nitto Construction Company to improve the current bridge maintenance technology and acknowledged that the Concrete Tester and Surveyor (CTS -02v4), apart from estimating the compressive strength and structural integrity of normal and high strength concrete by mechanical impedance based on the waveform of impact force, it can detect deterioration (plasticity) of concrete surface and weakness of aggregate on concrete surface. Other features of the CTS are easy USB connection and data transfer as well as provision of mean results at each measurement point.

In comparison with the Schmidt Rebound Hammer, it can be deduced that the CTS -02v04 has higher degree of accuracy; automatically corrects data outside the mean (+/-20%); does not need polishing of the testing surface; does not leave any indentation/damage on concrete surface; internally saves data and results; detects concrete surface deterioration real time and localize defects real time.

Messrs Intecon Partnership Nig. Ltd also confirmed that the CTS, when used on the Murtala Mohammed Bridge at Koton Karfi along Abuja-Lokoja road, gave better results initially obtained via the Schmidt Rebound Hammer.

## 7.2. Recommendations

- A more proactive bridge maintenance program should be developed and used alongside the Bridge Management System to ensure the safe use of bridges in Nigeria.
- The CTS Equipment donated to the Bridge Department should be utilised by Engineers of the Department towards determining the bridges that need detailed technical evaluation by Consultants and eventual rehabilitation. This would be a more economical approach in addition to the improvement of the technical capacity of the Engineers.
- The Department should procure the Resonance equipment for the determination of the Natural Frequency of bridges,

the Itex Equipment, for further in-depth analysis of the concrete structures as well as the electro-magnetic equipment for investigating the location of rebar in concrete structures.

- The Ministry/Department should encourage such training programmes towards keeping the in-house engineers up-to-date with new trends in engineering.
- In view of the advantages of the CTS over Schmidt Rebound Hammer and the need to have standard uniform results, the Ministry's Consultants handling Consultancy Technical Evaluation Services of bridges and other concrete structures should be requested to henceforth utilize the more technologically advanced CTS to carry out Non-Destructive Tests.

■2016年6月6日資料・橋梁のアセットマネジメント（於：ナイジェリア公共事業省）

  
**Pilot Survey For Disseminating Small And Medium Enterprises Technologies**  
 “Bridge Asset Management”  


  
**1. Outline of the Plan for Repairing Bridges to Extend their Lives in Sapporo**



**Number of bridges under control:**  
**1,256**  
(as of March 2010)

Bridges 15 m long or over	45%
Bridges less than 15 m	55%

2

  
**2. Outline of the Plan for Repairing Bridges to Extend their Lives in Sapporo**

- We classify bridges into five groups according to their importance.

Number of bridges under control:  
**1,256**  
(as of March 2010)



Importance: High

Importance: Low

Scope
Bridges crossing the JR line, expressway, or Toyohira River (in the downstream part of the Goryo Bridge)
Bridges crossing an emergency or city planning road, or on it and not less than 15 m long except those in Group (1)
Bridges not less than 15 m long except those in Group (1) or (2)
Bridges less than 15 m long except those in Group (1) or (2)
Other bridges including box culverts

3

  
**Specifying Target Life and Maintenance Levels**

We set up the target life and maintenance levels of bridges according to their importance to maintain them systematically and efficiently.



Group	Scope	Target life	Maintenance level
Important bridge	(1) Bridges crossing the JR line, expressway, or Toyohira (in the downstream part of the Goryo Bridge).	At least 100 years	Preventive maintenance (1)
	(2) Bridges crossing an emergency, or city planning road, or on it and not less than 15 m long except those in Group (1).	100 years	Preventive maintenance (2)
General bridge	(3) Bridges not less than 15 m long except those in Group (1) or (2)	60 years	Ex post facto maintenance
	(4) Bridges less than 15 m long except those in Group (1) or (2).		
	(5) Other bridges including box culverts.		

4

  
**Prioritizing Measures**

We prioritize measures by using a matrix showing the importance and soundness of bridges.

**Priority matrix**  
Figures in brackets show priority.

Classified status of the measure	Important bridges					General bridges				
	Group (1)	Group (2)	Group (3)	Group (4)	Group (5)	Group (1)	Group (2)	Group (3)	Group (4)	Group (5)
Emergency status	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[12]	[13]
Status	C	[9]	[10]	[11]						
	B									
Gen'l	A	[14]	[15]	[16]						

**[Prioritizing rule]**

Status B bridges requiring preventive maintenance (Group (1), (2), or (3)) have preference to Status C bridges requiring ex post facto maintenance (Group (4) or (5)).

10

  
**Grouped Bridges(1)**

**Group 1**  
L = 190 m on ave.  
W = 14 m on ave.

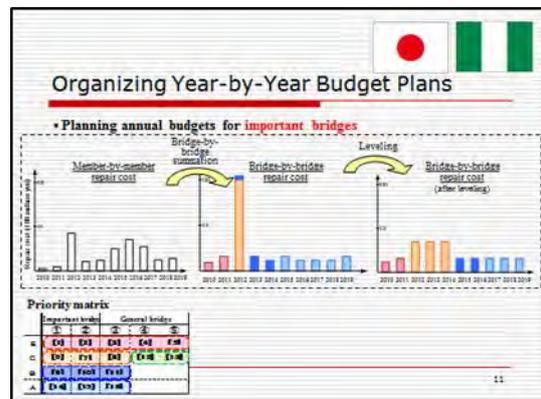
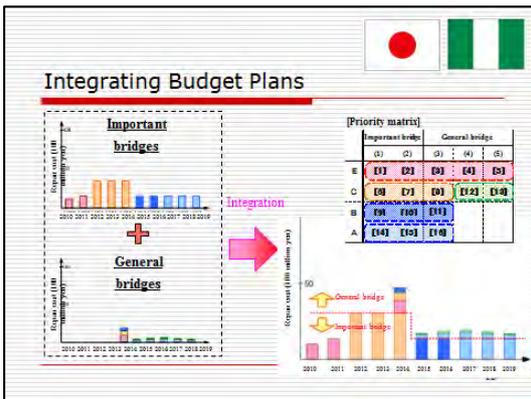
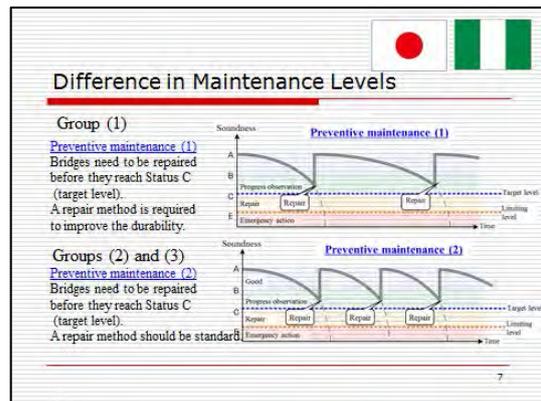
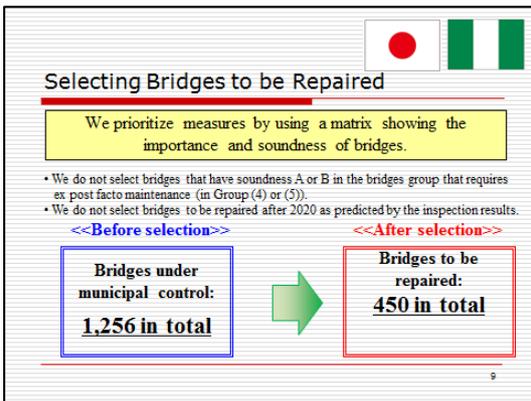
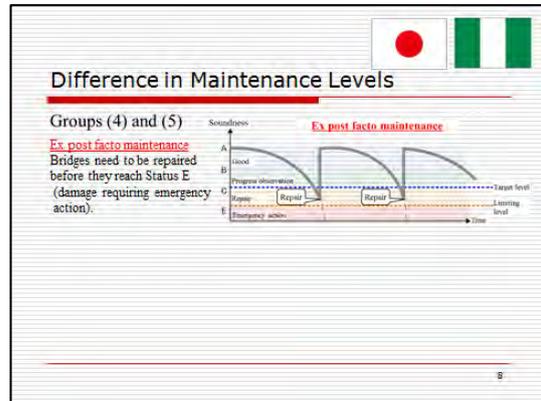
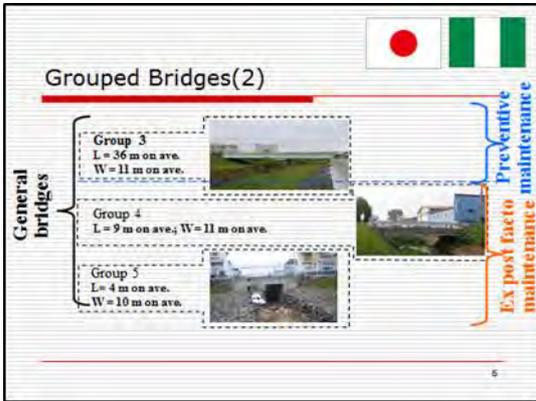


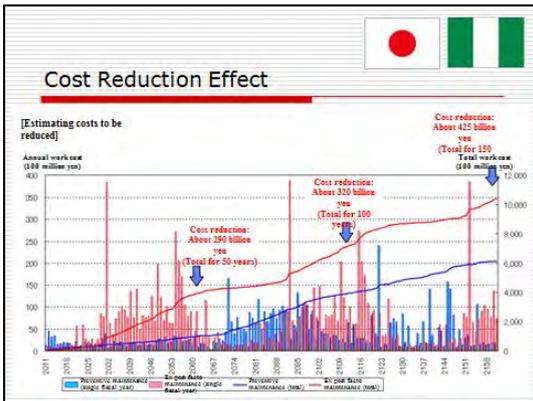
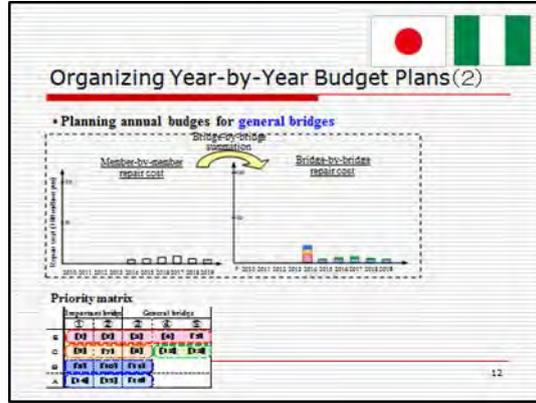
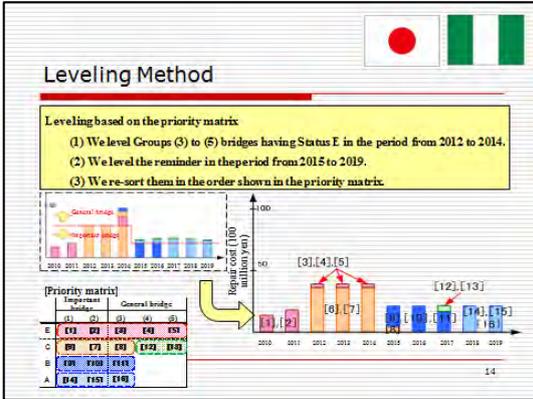
**Group 2**  
L = 60 m on ave; W = 18 m on ave.

Important bridges

Preventive maintenance

5







## Sectional repair method (1/2)

### PC-T girder deterioration/defects due to a fire

**1. Structure**  
Type: PC prestressing composite T girder

Figure-1 Bridge section

**2. Deterioration/defects**

Photo-1 Defects and color changes of the girder

Photo-2 Measurement of the depth of exfoliation

**3. Survey/work planning**

- 1. Test from the outside on hitting
- 2. Density measurement
- 3. Rigidity measurement
- 4. Heat treating test
- 5. Loading test
- 6. Reinforcement survey

1. Rigidity measurement by using a concrete tester (CTS) and a rebound hammer.

2. Heating cure and conducting a rigidity test after cooling the cure.

3. Assessing the degree of the damage of the concrete through the modulus dependence indicated from the color of the concrete surface. (Light color: 200°C~300°C, grayish white: 300°C~400°C, pale yellow: 400°C~500°C)

4. By measuring the neutralization depth by UV light method.

5. Loading test: to verify whether to measure the flexibility of the bridge for an explosion analysis.

6. Completion of repair/reinforcement measures.

Figure-2 Plan of survey/work planning

## Sectional repair and exfoliation prevention of concrete members

**1. Bridge structure**  
: SR2

Figure-1 Design

**2. Deterioration/defect state**

Photo-1 Exposure of rebars by exfoliation in the basement

Photo-2 Filling of concrete joints

**3. Survey/work planning**

- 1. Identification of the defective state (color, shape, position)
- 2. Choice on measurement
- 3. Neutralization depth measurement
- 4. Reinforcement survey
- 5. Reinforcement design

1. Identification of the defective state (color, shape, position)

2. Choice on measurement

3. Neutralization depth measurement

4. Reinforcement survey

5. Reinforcement design

Figure-2 Plan of survey/work planning

**4. Work proceeding**

- 1. Drilling concrete
- 2. Surface coverage treatment by epoxy coating
- 3. Completion

1. Drilling concrete

2. Surface coverage treatment by epoxy coating

3. Completion

Figure-3 Work proceeding

**5. Work state**

Photo-4 Spreading polymer concrete on the member surface

Photo-5 Completion

## Sectional repair method (2/2)

### PC-T girder deterioration/defects due to a fire

**4. Repairing work**

- 1. Drilling up the existing concrete
- 2. Coating the exposed steel rebar with anti-rust agent (ZnF2 or ZnF)
- 3. Applying resin (resin primer, resin, resin hardener)
- 4. Applying polymer concrete to the surface of the member with a trowel
- 5. Completion

Figure-4 Plan of survey/work planning

**5. Work state**

Photo-2 Drilling existing concrete

Photo-4 Repaired section

**6. Repair/reinforcement work**

- 1. Attaching steel rebar to PC girder
- 2. Choice for bars (diameter and length)
- 3. Ground work by using gap binder
- 4. Spacing for reinforcement (anchoring length)
- 5. Welding (position)
- 6. Packing epoxy resin
- 7. Reinforcement installation and curing
- 8. Completion

Figure-5 Plan of work

**7. Work state**

Photo-5 Junction welding

Photo-6 Epoxy resin injection

■ 2016年6月6日資料・日本の非破壊検査（於：ナイジェリア公共事業省）



## Non-destructive Testing and Inspection Method for Concrete Structures




## Why We Do Inspection?

- Understand current condition
  - To implement appropriate maintenance and management
  - To provide appropriate repairing and reinforcement
- Quality management
  - To understand Invisible defects and problems
  - To evaluate the effects of repair and reinforcement





## Inspection and Testing Method

Destructive Test

- Coring
- Saw-cutting
- Scratching etc.

Non-Destructive Test

- Surface Inspection
  - Sounding test
  - Visual inspection
  - Rebound hammer
  - Concrete Tester (CTS-02)
- Internal Inspection
  - X-ray
  - Infrared thermography
  - Electromagnetic radar
  - Electromagnetic induction
  - Ultrasonic wave
  - Impact Elastic Wave (ITECS)
  - ※ Vibration Analysis

↓

Material Sampling




## Common Defects on Concrete Structures

Mechanical

- Crack
- Delamination
- Cold Joint
- Honeycomb
- Insufficient Strength
- Poor Filling

Chemical

- Carbonation
- Salt Damage
- Frost Damage
- Deterioration
  - Time-related Deterioration
  - Chemical Deterioration

Structural

- Un-filled sheath pipe
- Rebar arrangement




## What can be measured by Non-destructive Test?

Mechanical and Structural defects can be measured

Cracks, Delamination, Cold joint, Honey comb, Compression strength, Depth of cover, Rebar arrangement, Sheath pipe arrangement etc.

Difficult to evaluate Chemical defects at current technology

Carbonation, Salt damage, Alkali-silica reaction, Frost damage etc.

However, changes of mechanical characteristic that caused by Chemical reasons can be evaluated




## Visual Inspection & Sounding Test

Target	Defects on surface (Cracks etc.)
Measurement method	- Visual checking - Sounding check by hammering
Type	Visual check: Contactless Sounding check: Contact
Application Range	Wherever
Advantage	- Easy - Basic inspection technics for concrete structures
Disadvantage	- Less objectivity - Unable to see internal condition - Unable to record as Data



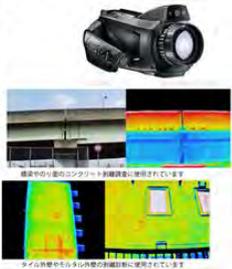

### Rebound Hammer Method

Target	Compressive strength estimation
Measurement method	Measuring rebound distance of hammer mass using compression spring
Type	Contact
Application Range	10N/mm <sup>2</sup> ~60N/mm <sup>2</sup>
Advantage	Easy to Measure
Disadvantage	- Less accuracy (± 50%)? - Correction is required (Angle, Age of concrete, Humidity)




### Infrared Thermography

Target	Surface Delamination
Measurement method	Measuring Infrared ray radiated from surface of structures
Type	Contactless
Application Range	- Passive Infrared Thermography; Depending on climate condition - Active Infrared Thermography; Depending on heating system
Advantage	Large area can be measured at once
Disadvantage	- Measurement accuracy is depending on climate condition or uniformity of heating - Only surface condition can be measured




### Mechanical Impedance Method

**Nitto's Technology**

Target	Compressive strength estimation
Measurement method	Measuring Mechanical Impedance by striking concrete surface with hammer
Type	Contact
Application Range	10N/mm <sup>2</sup> ~150N/mm <sup>2</sup>
Advantage	- Easy to measure - Higher Accuracy (± 15~20%) - No need correction
Disadvantage	- Precision instrument

※ Mechanical Impedance is equivalent to Elastic Modulus

CTS-02v4



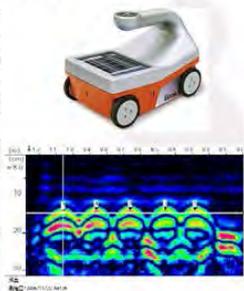

### X-Ray

Target	Reinforcement arrangement, Pipe Arrangement, Wiring arrangement
Measurement method	Measuring X-ray that penetrates concrete
Type	Contactless
Application Range	20~30cm Depth
Advantage	High accuracy
Disadvantage	- Penetration limits - Radiation exposure




### Electromagnetic Wave Rader

Target	Cover depth, Rebar interval (Arrangement)
Measurement method	- Scanning concrete surface - Measuring turnaround time of electromagnetic wave between rebar and sensor
Type	Contactless
Application Range	Approx. 400mm
Advantage	- Easy to measure - High mobility - Possible to find void
Disadvantage	- Diameter cannot be measured - Analysis result is depending on engineer's skills and experience - Voids which locate under the rebar cannot be found



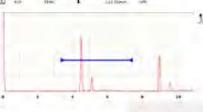

### Electromagnetic Induction Method

Target	Cover depth, Rebar interval (Arrangement)
Measurement method	- Scanning concrete surface - Measuring changes of magnetic flux using electromagnetic probe
Type	Contactless
Application Range	Approx. 200mm depth
Advantage	- Easy to measure - Void does not affect to its measurement - Able to measure diameter
Disadvantage	- Shallow detection depth - Measurement may be influenced by high-voltage electric wire




## Elastic Wave Method (Ultrasonic Wave Method)

<b>Target</b>	Internal defects, Compressive strength, Crack depth
<b>Measurement method</b>	Measuring elastic wave (Ultrasonic Wave) that generated by transducer into concrete
<b>Type</b>	Contact
<b>Application Range</b>	Approx. 300mm depth
<b>Advantage</b>	- Easy to measure a time-lag - Great achievements for Metal materials
<b>Disadvantage</b>	- Surface polishing and coupling medium are required - Unsuitable for thick elements - Affected by rebar

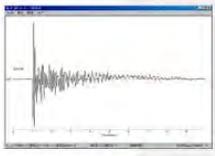



**INITTO**  
日東建設株式会社

## Impact Elastic Wave Method

**Nitto's Technology**

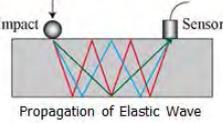
<b>Target</b>	Internal defects, Compressive strength, Crack depth
<b>Measurement method</b>	Measuring elastic wave that generated by hitting concrete surface with steel ball
<b>Type</b>	Contact
<b>Application Range</b>	Approx. 2000mm depth
<b>Advantage</b>	- Easy to measure - No need to grind concrete surface - Wide range of application
<b>Disadvantage</b>	- Sufficient skills and experience is require for analysis

**INITTO**  
日東建設株式会社

## Multiple Reflection Method

**Basic Technic: Thickness measurement**




1. Tapping concrete surface with steel ball
2. Multiple reflection of elastic wave
3. Measuring a cycle of multiple reflection
4. Determine reflection depth

$$f_0 = \frac{1}{T} \quad D = \frac{V_p}{2f_0}$$

Estimate thickness from frequency of multiple reflection

*T*: Cycle time  
*D*: Depth  
*f<sub>0</sub>*: Frequency  
*V<sub>p</sub>*: Velocity of Elastic Wave

**INITTO**  
日東建設株式会社

## Elastic Wave Classification

- Elastic Wave
  - Ultrasonic Wave (from approx. 20kHz to 500kHz)
    - Ultrasonic is also a kind of Elastic Wave
  - Elastic Wave (under 20kHz)
    - ITECS uses up to 25kHz

FYI: Electromagnetic Rader uses Electromagnetic Wave around 1.2 GHz to 2 GHz

ITECS is classified as "Impact Elastic Wave Method" since that applies impact with steel ball to generate Elastic Wave.

**INITTO**  
日東建設株式会社

## iTECS

- Integrity Test Equipment for Concrete Structures

Elastic Wave: Motion in a medium in which, when particles are displaced, a force proportional to the displacement acts on the particles to restore them to their original position. If a material has the property of elasticity and the particles in a certain region are set in vibratory motion, an elastic wave will be propagated. - Encyclopaedia Britannica

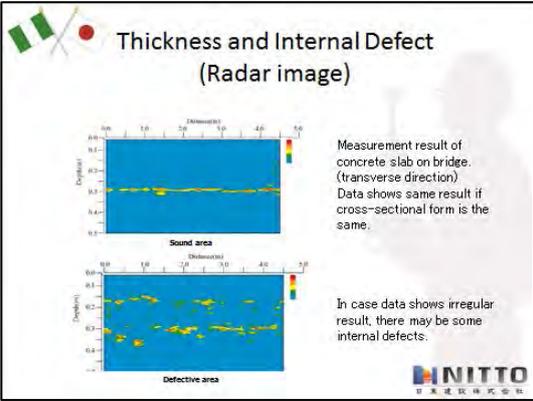
**INITTO**  
日東建設株式会社

## Application of iTECS

- iTECS is applicable for...
  - Thickness measurement and internal defect inspection – Multiple Reflection Method
  - Crack depth measurement – Critical Angle Method, Pass Difference Method
  - Compressive strength estimation – Elastic Wave Velocity Measurement

Multiple Reflection Method is the most general technic

**INITTO**  
日東建設株式会社



### Introducing Nitto's Technologies

- Concrete Tester and Surveyor(CTS-02V4)

- Elastic Wave Rader System (ITECS-8)

### Reflection of Elastic Wave

- Elastic Wave reflects at the boundary surface of two elements that has different acoustic impedance.

Acoustic Impedance  $z = \text{Density } t/m^3 \times \text{Velocity of Elastic Wave } m/s$

Concrete	$z_c = 2.3 \times 4000 = 9200$
Air	$z_a = 0.001 \times 350 = 0.35$
Water	$z_w = 1 \times 1500 = 1500$

Reflectance (R) of Elastic Wave is calculated as below.  
At the boundary surface of concrete and air...

$$R = \frac{\sqrt{z - z^2}}{\sqrt{z + z^2}} = \frac{\sqrt{9200 - 0.35}}{\sqrt{9200 + 0.35}} = 0.99996... \quad \text{100\% Reflection}$$


### Integrity Inspection on Concrete Slab

Internal defect inspection is...  
Equivalent to measure the thickness of concrete

In case thickness cannot be determined, there may be an obstacles (defect) inside Concrete.

Measurement result of concrete slab on bridge. (transverse direction)  
Data shows same result if cross-sectional shape is the same.

### Grout Infilling Measurement on Precast Concrete girder

Spectral Power distribution map  
- Spectral power become higher at where sheath pipe is located

**Integrity Inspection on Anchorage area of Precast Concrete**

Internal defect inspection of precast concrete girder  
- Transmission Method



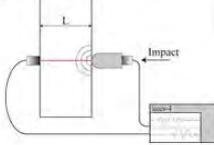
Measurement

Contour map of Elastic Wave velocity



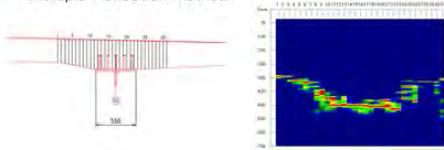
**Internal Defect Inspection (Transmission Method)**

- Transmission Method is used for internal defect inspection when Multiple Reflection Method is not suitable for its measurement.
- Transmission Method is to simply measure the velocity of Elastic Wave.




**Integrity Inspection on Concrete Slab**

Internal defect inspection on concrete slab  
- Multiple Reflection Method



Measuring point

Radar Image

Thickness has been measured.  
There are no irregular reflection. → Sound Concrete



**Conclusion**

- Non-destructive inspection enables you to get many information inside of concrete without any damage on target structure.
- Compressive strength, Internal defects, Rebar arrangement are important factors for quality control of concrete structures. It is important to select appropriate testing method in accordance with what you want to know.
- Impact Elastic Wave Method is applicable for various purpose such as Thickness measurement, Internal detection, Compressive strength estimation, Crack depth measurement, Integrity test for Pile foundation, and this method would be useful for comprehensive testing of concrete structures. However, it will be required to be skilled and experienced sufficiently.
- CTS-02v4 is...



■セミナー時の日本の橋梁点検説明資料

  
**Pilot Survey For Disseminating Small  
And Medium Enterprises Technologies**  
  
**“The Inspection Technologies of Civil  
Engineering Structures by Using Concrete  
Tester (CTS)”**  
  
 【Introduction of Bridge Inspection Procedures in Japan】  
  


  
**Introduction of Bridge  
Inspection in Japan**  
  
**Purposes of the bridge inspection**  
  
 The bridge inspection is conducted with the aim of identifying the risk levels of the main bridge members and adjunct facilities' defects or deterioration state that may result in bridge falling, collapse or deformation to protect people including road users from damage caused by those accidents.  
 When risky defects or deterioration of bridge members are found, emergency treatments should be implemented as much as possible to prevent bridge failures.

  
**Types of Bridge Inspection**  
  
 Inspection of bridge specifications: in the course of this inspection which basically does not aim at defect check, when a defect is found, it is reported.

---

General inspection: Daily patrol  
 Regular inspection: Inspection regularly conducted by fixed intervals.  
 (Overall inspection): (The first inspection and the second inspection are conducted within two years and five years, respectively after the bridge open. Inspections later the second time are conducted every five years.)  
 Midterm inspection: Conducted between regular inspections to supplement them.  
 Inspection of specific defects: Randomly conducted for specific defects such as chloride defects.  
 Emergency inspection: Inspections in the occasions of disasters including earthquakes or typhoons.

---

Bridge management records: Centralized record management for bridge maintenance and repair.

**Tools**

---

- ① Inspection tools  
Binocular, hammer, tape measure, measuring pole stick, crack gauge, convex measure, leveling line, concrete tester and etc.
- ② Tools for recording  
Camera, video camera, chalk, blackboard, marker pen, scale, inspection report form
- ③ Miscellaneous equipment  
Lighting equipment, flashlight, tools for site cleaning, traffic control equipment, rope, sealing tape
- ④ Access equipment  
Ladder, scaffold

**Inspection tools①**



**Miscellaneous equipment②③④**





## Inspection measures

- Close visual observation is a primary measure for a bridge inspection in combination with touching and hammering tests depending on inspective targets. The compressive strength of concrete is inspected by concrete tester along with regular inspection.

Table 2: Visual defect representation by category

Defect	Defect Code	Primary inspection method	Inspection/inspection method required
Road	Crack (surface)	Visual inspection	See general inspection method
	Crack (depth)	Visual inspection	See general inspection method
	Crack (width)	Visual inspection	See general inspection method
Structure	Crack (surface)	Visual inspection	See general inspection method
	Crack (depth)	Visual inspection	See general inspection method
	Crack (width)	Visual inspection	See general inspection method
Concrete	Crack (surface)	Visual inspection	See general inspection method
	Crack (depth)	Visual inspection	See general inspection method
	Crack (width)	Visual inspection	See general inspection method

13

## Emergency treatments

- When an abnormality of a bridge is found in the inspection, emergency measures should be taken to eliminate a potential risk of the abnormality. Emergency measure examples are introduced below:

- Breaking up flaking concrete with a hammer to remove it.
- Screwing up loose nuts.
- Removing risky parts which are likely to fall.



14

## Ex. of defect's risk level (superstructure)



## Ex. of defect's risk level (substructure)



## Ex. of defect's risk level (Bridge railing/parapet)



17

## Report of inspection results

Report of inspection results

Register I: General information on the bridge

Item	Content
Bridge Name	
Location	
Structure Type	
Span Length	
Construction Year	
Inspection Date	
Inspector	
Client	
Project No.	
Scale	
Sheet No.	

Register II: Comprehensive evaluation on the inspection results

Item	Content
Overall Condition	
Structural Safety	
Serviceability	
Aesthetic Appearance	
Environmental Impact	
Historical Value	
Other	

18

### Report of inspection results

Register III: Bridge defects found in the inspection

Register III: Bridge defects found in the inspection

19

### Report of inspection results

Register III: Bridge defects found in the inspection

Register III: Bridge defects found in the inspection

20

### Report of inspection results

Register III: Bridge defects found in the inspection

Register III: Bridge defects found in the inspection

21

### Report of inspection results

Register III: Bridge defects found in the inspection

Register III: Bridge defects found in the inspection

22

### Report of inspection results

Register III: Bridge defects found in the inspection

Register III: Bridge defects found in the inspection

23

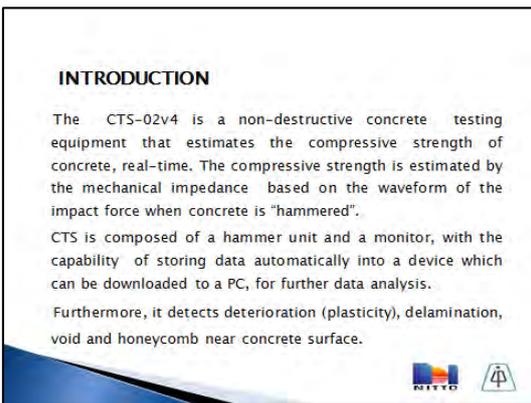
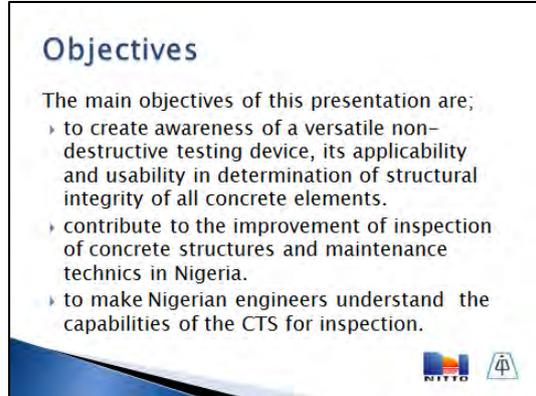
### Report of inspection results

Register III: Bridge defects found in the inspection

Register IV: Inspection scheme

24

■セミナー時でのCTS説明資料



### CTS Technology

The concrete structure is considered as the ideal elastic body and the hammer whose mass is  $M$  collides against the concrete surface with the initial velocity  $V$  and the spring coefficient of the concrete  $K$  (See Fig 3-1). In such case the elastic deformation of the concrete surface is generated by the kinetic energy of the hammer. When displacement of the concrete surface generated by collision of the hammer is denoted by  $x$ , it can be shown in Equation (3.1) from the law of energy equilibrium.

$$\frac{1}{2} MV_0^2 = \frac{1}{2} Kx_{\max}^2 \quad (3.1)$$

According to Hooke's law, force  $F$  can be shown in Equation (3.2).

$$F_{\max} = Kx_{\max} \quad (3.2)$$

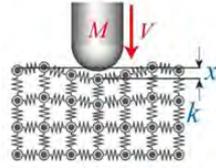


Fig 3-1 Model of concrete surface



### WORKING PRINCIPLE

The  $x_{\max}$  is solved by Equation (3.2) and substituted into Equation (3.1). Thus, Equation (3.3) can be obtained.

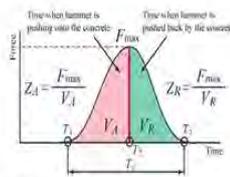
$$\sqrt{MK} = \frac{F_{\max}}{V_0} \quad (3.3)$$

$\sqrt{MK}$  means mechanical impedance and can be obtained by dividing the maximum force generated by the initial velocity of the hammer (the initial velocity at the time of impact). The spring coefficient  $K$  is the index that corresponds to the elastic coefficient on the concrete surface. It is known about the correlation between the elastic coefficient and the compressive strength. By taking advantage of this fact, the compressive strength can be estimated by the concrete tester, CTS-02V4.



- The figure shows the waveform of impact force when hammering the concrete with the CTS-02V4.

- The first section of the waveform up to the peak shows the time the hammer is pushing onto the concrete surface. Maximum displacement of the concrete surface occurs at the peak of the graph, when the impact force reaches its maximum value.



- The second section of the waveform past the peak shows the time when the displacement of concrete surface comes back to the origin. This rebound process happens through the elastic deformation energy of the concrete pushing back on the hammer.
- Reviewing the impact waveform in the second section, the mechanical impedance of hammer contact as the elasticity index of the concrete is measured and the strength of the concrete can be estimated from the impedance value with no damage to the concrete surface.



### CTS-02V4 FUNCTIONS/UTILITIES

- Estimates the Compressive Strength of concrete to a very high degree of accuracy in  $N/mm^2$
- It detects Delamination, Voids and Honeycomb near Concrete Surface.
- Weakness of Aggregate near Concrete Surface.
- It detects Surface Deterioration of Concrete Surface.
- Easy to use as the Impact Sounding Method, but highly accurate at estimating concrete strength



### ADVANTAGES OF THE CTS-02V4

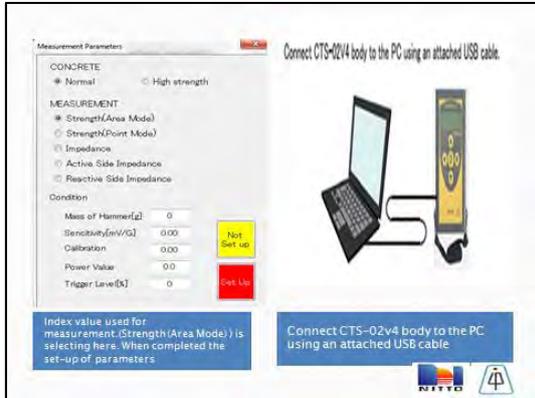
- Automatic correction of measured data outside the mean values (+/-20%)
- Calibration between normal (10-30N/mm<sup>2</sup>) and high compressive (30-150N/mm<sup>2</sup>) concrete strengths.
- Real time detection and localization of defects
- Data and results are saved automatically on hand held device.
- Concrete surface grinding not necessary.



### PROCEDURAL USE OF CTS

- The instrument should be calibrated to appropriate strength of concrete to be tested ("High strength" for bridge elements and "normal strength" for buildings and others).
- Ensure the hammer unit is well connected to the monitor.
- Divide surface of the structural element to be tested into grids (or cells) with the aid of a long ruler and markers.





## CTS Index Values

**STR Value**

- STR value is an index value of **strength of the concrete**. The measured STR value can be read directly as the estimated compressive strength (N/mm<sup>2</sup>).

**INDX Value**

- INDX value is an index value of **surface deterioration**.
- If the measured body is ideally elastic, the value becomes 1; if the surface is deteriorated, the INDX value will increase.
- When the INDX value is over than 1.5 at any time, the strength may be underestimated.

## PROCEDURAL USE OF CTS (Contd.)

- Download data onto a PC, overall compressive strength results would be developed into contour graphs that show the strength of distribution across the member tested.
- The level of delamination would also be indicated by various waveforms (graphs) generated by CTS. A smooth bell shaped waveform indicates an acceptable degree of delamination while an uneven waveform indicates an unacceptable degree of delamination.
- Each grid (or cell) is to be tested by hitting the hammer on the surface of the concrete structure and the values of the compressive strengths saved automatically on the device.



## Typical Measured Waveform

**Normal Waveform**  
-Most Likely Symmetric

**Deteriorated Surface Waveform**  
-First half of the waveform becomes longer (Asymmetry)  
- Pushing onto the concrete surface with plastic deformation.

## Typical Measured Waveform (Contd.)

**Delaminated Waveform**  
-Delamination occurred near the surface  
- Most likely symmetric  
- Maximum force becomes lower relatively  
-Contact duration becomes longer.

**Severely Delaminated Waveform**  
- Unable to obtain appropriate waveform  
- Poor reactive force against hammering.

**STAT Value**

The STAT value is an index **value of the delamination**.

The intended delamination is an aggregated delamination that is exposed by freezing and thawing of concrete or running water.

If aggregated delamination exists around the concrete surface, several local peaks will appear in measured impact waveforms.



## Applications of CTS

INTECON PARTNERSHIP LIMITED has deployed the use of Concrete Tester and Surveyor CTS on various projects across the country:

- Technical Evaluation of Burnt Bridge at CH 57+450 along Abuja - Abaji-Lokoja Road, FCT Abuja. (2015)
- Technical Evaluation of Fire Damaged Bridge along Ikot-Ekpene - Abak - Ekparakwa - Ette Road in Akwa Ibom State. (2015)
- Structural Assessment of Heritage mall - Cinema Area. Ibadan, Oyo state.(2015)
- Structural Integrity Audit of Costain and JDP Point Block Tower in Rainbow Town Development Project Site. Port- Harcourt(2013)



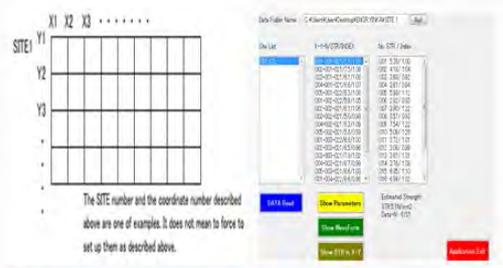
### Typical Measured Waveform (Contd.)



**Exposed Aggregates Waveform**

- Appearance of many peak

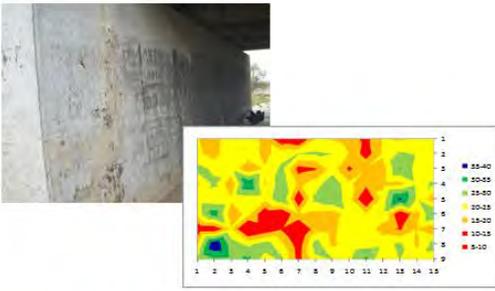
**Exposed Aggregates on Concrete Surface of an Hydraulic Structure.**

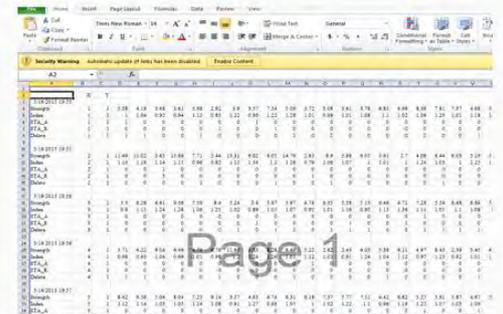
The SITE number and the coordinate number described above are one of examples. It does not mean to force to set up them as described above.

The measured result in each coordinate number is read into (X-Y-N/STR,INDEX)

SITE number and Coordinate number

GRAPH SHOWING COMPRESSIVE STRENGTH (N/mm<sup>2</sup>) DISTRIBUTION OF A CONCRETE STRUCTURAL COMPONENT

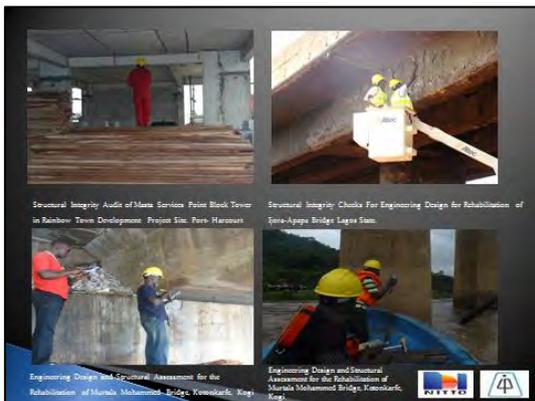
The mean scores of STR value, Index value and Status value can be output in order of measurement





## Applications of CTS (Contd.)

- Structural Integrity Audit of Masta Services Point Block Tower in Rainbow Town Development Project Site. Port- Harcourt(2013)
- Structural Integrity Checks For Engineering Design for Rehabilitation of Ijora-Apapa Bridge Lagos State.(2013)
- Engineering Design and Structural Assessment for the Rehabilitation of Murtala Mohammed Bridge, Kotonkarfe, Kogi State. (2012).



## RECOMMENDATIONS

The CTS is strongly recommended for use by the Federal Ministry of Works (FMW) for;

- Civil Engineering Consultants
- Engineering Construction Companies
- Federal & State Building and Road Maintenance Agencies
- Facility Managers of Multinational Companies & Property Developers
- Department of Works & Physical Planning of Institutions of Higher Learning - Universities, Polytechnics etc.
- Researchers in Concrete Structures.



THANK YOU  
AND  
GOD BLESS



■ アブジャ開催セミナーでの Engr. L. O. Ezemenari 氏 (Deputy Director) の挨拶

It is with great pleasure that I hereby welcome you all to this seminar of the public unveiling of the CTS Concrete Tester. This is indeed a major achievement in the area of Non-Destructive Testing of Civil Engineering Structures in Nigeria.

The Japanese International Cooperation Agency (JICA) in collaboration with Nitto Construction Company of Hokkaido, Japan and Intecon Partnership Limited of Nigeria, introduced the CTS Concrete Tester Surveyor to the Ministry in 2013, as part of its assistance to developing countries. They subsequently launched a series of training exercises involving 20 No. engineers from the Bridge Department, Road design Departments and Materials Geotechnics, & Quality Control (MG & QC) Departments of the Federal Ministry of Works.

Following the successful execution of these training exercises in Nigeria, 5 No. Engineers led by the Director (Bridges) embarked on further training on latest trends in bridge inspection and general reinforced concrete maintenance in Hokkaido, Japan for a period of 10 days from 2nd -12th August, 2014. This training comprised of bridge site visits characterized by spot checks and general survey of several major bridges in the Hokkaido Prefecture.

During these training sessions, Nitto Construction Company of Japan and Intecon Partnership of Nigeria demonstrated that the CTS Concrete Tester Surveyor is an professional tool for Non Destructive Measurement of concrete strength as well as in identification of defects on the surface of concrete.

The CTS Concrete Tester assesses damages near the face of concrete structures (to a maximum depth of 150mm and also obtains the mean strength of the concrete structure while collating results instantly on site. Damages such as the presence of honey combs, blow holes and de-lamination of concrete could also be detected. As a result, this equipment is a very useful tool and vital for technical evaluation of concrete structures.

Nitto Construction Company has also developed other tools for detecting defects in structures including:

- a. CTS Bolt Tester – Which determines the looseness or failure of bolts.
- b. Resonance Equipment – This measures the natural frequency of the bridge and compares the obtained result to the original natural frequency at the time of construction.

It is in consideration of the aforementioned that the Ministry has made a policy that

all Consultants carrying out technical studies on bridges/culverts should utilize the CTS devices to ensure a thorough examination of the structures.

Ladies and Gentlemen, fellow professionals of Civil Engineering, on behalf of the Honourable Minister of Works, Japanese International Cooperation Agency (JICA), Nitto Construction Company and Intecon Partnership Ltd, I once again welcome you all to this seminar and urge you to understand the mode of operation of these devices which would help in the preservation of our concrete structures.

■セミナー参加者へのアンケート調査・調査票

date

CTS SURVEY

We would like to thank all the participants in the JICA project: CTS (Concrete Tester and Surveyor) utilized for road-associated concrete structures for demonstration and inspection technology projects.

We would like to have opinions of all participants for future reference.

Nitto Construction Inc.

In your opinion,

Q.1 Inspection of bridges in Nigeria is: (check only one)

- very necessary
- necessary
- unnecessary
- not sure

Q.2 The most effective method of bridge inspection is: (check only one)

- Visual Inspection
- Hammering Test
- Non-destructive Inspection (including CTS)
- None
- Other (please explain)

Q.3 The current quality control method(s) after concrete curing in Nigeria is(are): (Multiple answers allowed)

- Compressive strength test
- Bending strength test
- Non-destructive Inspection
- None
- Other (please explain)

Q.4 Other than for bridge inspection functions, CTS is useful for: (check only one)

- completion inspection (intermediate survey)

- emergency inspection
- checking repair and reinforcement (before and after construction work )
- identifying the location of defect
- Soundness diagnosis
- Other (please explain)

Q.5 How would CTS be accepted in Nigeria?(check only one)

- very much
- somewhat
- unlikely
- very unlikely
- not sure

Q.6 What is the best way of promoting CTS in Nigeria?

- Ad campaign to construction companies.
- Development of sales network for CTS.
- CTS' s certification with Nigeria' s standard for non-destructive inspection.

(If required) \*1

- The Federal Ministry of Work' s strong recommendation of CTS to construction companies and consultants.
- Comprehensive demonstration son CTS use
- Other (please explain)

\*1 (If Nigeria does not have the standard, creating the standard would be necessary.)

~Thank you for your cooperation~