

ミャンマー連邦共和国

建設省道路局

ミャンマー連邦共和国
土砂改良技術（ツイスター工法）
普及促進事業
業務完了報告書

令和5年1月

（2023年1月）

独立行政法人

国際協力機構（JICA）

日本国土開発株式会社

民連
JR
23-011

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- 本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- 利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び提案法人は、いかなる責任も負いかねます。

目次

地図	i
略語表	iii
第1章 要約	1
1.1. 要約	1
1.2. 事業概要図	4
第2章 本事業の背景	5
2.1. 本事業の背景	5
2.2. 普及対象とする技術、及び開発課題への貢献可能性	6
2.2.1. 普及対象とする技術の詳細	6
2.2.2. 開発課題への貢献可能性	9
第3章 本事業の概要	10
3.1. 本事業の目的及び目標	10
3.1.1. 本事業の目的	10
3.1.2. 本事業の達成目標（対象国・地域・都市の開発課題への貢献）	11
3.1.3. 本事業の達成目標（ビジネス面）	11
3.2. 本事業の実施内容	12
3.2.1. 実施スケジュール	12
3.2.2. 実施体制	18
3.2.3. 実施内容	19
第4章 本事業の実施結果	21
4.1. 第1回現地活動	22
4.1.1. ツイスタープラント輸送及び設置計画確認に関する打合せ	23
4.1.1.1. 目的	23
4.1.1.2. 概要	23
4.1.1.3. 実施内容	23
4.1.1.4. 成果	24
4.1.1.5. 今後の課題と対策	24
4.1.2. 試験施工のための改良土の配合設計選定に関する打合せ	24

4.1.2.1.	目的	24
4.1.2.2.	概要	24
4.1.2.3.	実施内容	25
4.1.2.4.	成果	26
4.1.2.5.	今後の課題と対策	26
4.1.3.	環境社会配慮の予測・評価及び緩和策の作成について	26
4.1.3.1.	目的	26
4.1.3.2.	概要	26
4.1.3.3.	実施内容	26
4.1.3.4.	成果	27
4.1.3.5.	今後の課題と対策	27
4.1.4.	ボガレー出張(1～3のフォローアップ)	27
4.1.4.1.	目的	27
4.1.4.2.	概要	27
4.1.4.3.	実施内容	27
4.1.4.4.	成果	28
4.1.4.5.	今後の課題と対策	28
4.2.	第2回現地活動	29
4.2.1.	ツイスタープラント機材搬入/組立/試運転/MOCスタッフ教育	29
4.2.1.1.	目的	29
4.2.1.2.	概要	29
4.2.1.3.	実施内容	30
4.2.1.4.	成果	31
4.2.1.5.	今後の課題と対策	31
4.2.2.	現場配合及び現場品質管理基準のための試験施工	31
4.2.2.1.	目的	31
4.2.2.2.	概要	31
4.2.2.3.	実施内容	31
4.2.2.4.	成果	32
4.2.2.5.	今後の課題と対策	33

4.2.3.	道路改良工事(本施工)本施工/施工箇所モニタリング用観測点の設置.....	33
4.2.3.1.	目的.....	33
4.2.3.2.	概要.....	33
4.2.3.3.	実施内容.....	34
4.2.3.4.	成果.....	34
4.2.3.5.	今後の課題と対策.....	34
4.2.4.	MOC/日系、地元及び外国企業対象の現場見学会の開催.....	34
4.2.4.1.	目的.....	34
4.2.4.2.	概要.....	34
4.2.4.3.	実施内容.....	35
4.2.4.4.	成果.....	36
4.2.4.5.	今後の課題と対策.....	37
4.2.5.	環境社会配慮のモニタリング計画と実施について.....	37
4.2.5.1.	目的.....	37
4.2.5.2.	概要.....	37
4.2.5.3.	実施内容.....	38
4.2.5.4.	成果.....	38
4.2.5.5.	今後の課題と対策.....	38
4.3.	第3回現地活動.....	38
4.3.1.	第1回ワークショップ開催.....	39
4.3.1.1.	目的.....	39
4.3.1.2.	概要.....	39
4.3.1.3.	実施内容.....	39
4.3.1.4.	成果.....	42
4.3.1.5.	今後の課題と対策.....	42
4.3.2.	施工完了箇所の定期定点観測及び追加室内試験試料採取.....	42
4.3.2.1.	目的.....	42
4.3.2.2.	概要.....	42
4.3.2.3.	実施内容.....	42
4.3.2.4.	成果.....	43

4.3.2.5.	今後の課題と対策	43
4.3.3.	環境社会配慮のモニタリング実施について	43
4.3.3.1.	目的	43
4.3.3.2.	概要	43
4.3.3.3.	実施内容	43
4.3.3.4.	成果	43
4.3.3.5.	今後の課題と対策	43
4.4.	第4回現地活動	44
4.4.1.	改良道路状況のモニタリング	44
4.4.1.1.	目的	44
4.4.1.2.	概要	44
4.4.1.3.	実施内容	44
4.4.1.4.	成果	45
4.4.1.5.	今後の課題と対策	45
4.4.2.	ツイスタープラント設備引渡しセレモニー	45
4.4.2.1.	目的	45
4.4.2.3.	実施内容	45
4.4.2.4.	成果	46
4.4.2.5.	今後の課題と対策	47
4.4.3.	ツイスタープラントの修理サービス及びメンテナンス	47
4.4.3.1.	目的	47
4.4.3.2.	概要	47
4.4.3.3.	実施内容	47
4.4.3.4.	成果	47
4.4.3.5.	今後の課題と対策	48
4.4.4.	第2回ワークショップ開催	48
4.4.4.1.	目的	48
4.4.4.2.	概要	48
4.4.4.3.	実施内容	48
4.4.4.4.	成果	50

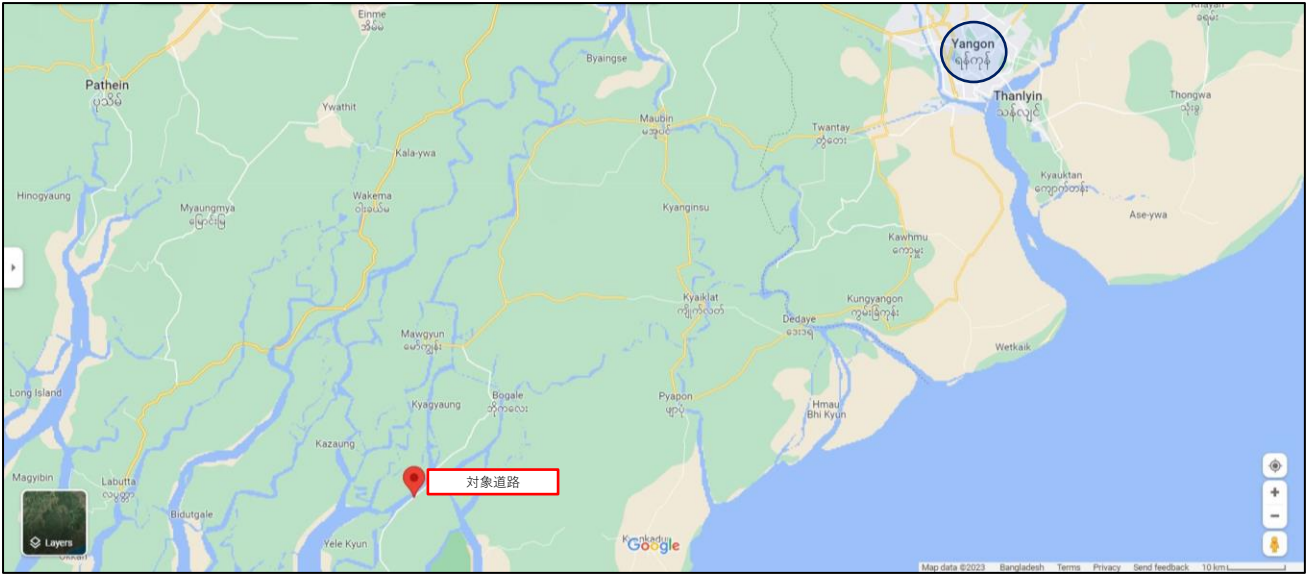
4.4.4.5. 今後の課題と対策	50
4.5. 第5回現地活動（Workshop3のミャンマー国内準備作業）	50
4.5.1. ボガレー現場におけるツイスタープラントシステムの点検/修理及びWorkshop3	50
4.5.1.1. 目的	50
4.5.1.2. 概要	51
4.5.1.3. 実施内容	51
4.5.1.4. 成果	51
4.5.1.5. 今後の課題と対策	52
第5章 本事業の総括（実施結果に対する評価）	53
5.1. 本事業の成果（対象国・地域・都市への貢献）	53
5.2. 本事業の成果（ビジネス面）、及び残課題とその解決方針	54
5.2.1. 本事業の成果（ビジネス面）	57
5.2.2. 課題と解決方針	57
第6章 本事業実施後のビジネス展開の計画	58
6.1. ビジネスの目的及び目標	58
6.1.1. ビジネスを通じて期待される成果（対象国・地域・都市の社会・経済開発への貢献）	58
6.1.2. ビジネスを通じて期待される成果（ビジネス面）	59
6.2. ビジネス展開計画	59
6.2.1. ビジネスの概要	59
6.2.2. ビジネスのターゲット	60
6.2.3. ビジネスの実施体制	60
6.2.4. ビジネス展開のスケジュール	61
6.2.5. 投資計画及び資金計画	62
6.2.6. 競合の状況	62
6.2.7. ビジネス展開上の課題と解決方針	63
6.2.8. ビジネス展開に際し想定されるリスクとその対応策	63
6.3. ODA事業との連携可能性	64
6.3.1. 連携事業の必要性	64
6.3.2. 想定される事業スキーム	65
6.3.3. 連携事業の具体的内容	65

添付資料 66

地図

- 出典 : Google Maps : <https://www.google.com/maps>





Google Maps の TM プラントと施工位置 (衛星画像)

略語表

略語	正式名称	日本語名称
AD	Assistant Director	課長補佐
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AE	Assistant Engineer	技術者補
CE	Chief Engineer	技師長
C/R	Crusher Run	砕石
DBST	Double Bituminous Surface Treatment	2層瀝青処理
DD	Deputy Director	課長代理
DDG	Deputy Director General	局次長
DG	Director General	局長
DOH	Department of Highways	ミャンマー建設省道路局
EE	Executive Engineer	主任技術者
JDC	JDC Corporation	日本国土開発株式会社
JE	Junior Engineer	技術者見習い
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
ME	Mechanical Engineer	機電技術者
Mech.	Mechanical	機電職人
M/M	Minutes of Meeting	議事録
MOC	Ministry of Construction	ミャンマー建設省
NETIS	New Technology Information System	新技術情報提供システム
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OJT	On-the Job Training	職場内教育
ORN23	Overseas Road Note 23	旧イギリス領の舗装設計基準
PCT	Patent Cooperation Treaty	特許協力条約
QC	Quality Control	品質管理
RHD	Road & Highways Department	バングラデシュ政府機関
RRL	Road Research Laboratory	道路研究所
SAE	Sub Assistant Engineer	職長
SSAE	Special Sub Assistant Engineer	総括職長
TM	Twister Method	土砂改良技術（ツイスター工法）

第1章 要約

1.1. 要約

#	業務完了報告書の要約	説明
1	本事業の背景（対象国の開発課題含む）	国内建設市場の中長期的な縮小の補完先としての海外、中でもインフラ整備の面で膨大な需要があり弊社の技術の強みを生かせるミャンマーにフォーカスする。とくに基幹道路整備における改良土量は膨大であり、当社の土砂改良技術により日系及びローカル企業と連携しながら継続的に当分野の工事を受注する。
2	本事業の普及対象技術	『ツイスター工法』は、円筒内で高速回転する複数本のフレキシブルなチェーンの打撃力で、2～3種類の建設発生材の破碎・細粒化（解砕）と共に、材料が均一に分散されることで、破碎と混合を同時にできる。また、高含水比の粘性土から軟岩まで幅広く適用できる唯一の土砂改良技術である。日本国内では、約160箇所で開催され、実績は400万m ³ 以上である。安全性に関しては、ツイスター設備起因の事故ゼロ、また改良土による施工事故もゼロである。
3	本事業の目的／目標	建設省道路局（以下MOC）を対象に、道路の試験施工による実証活動を通じ、インフラ整備に必要でありながら調達容易でない、大量で良質な土工資材を、現地発生土砂を用いて製造可能とする「回転式破碎混合（ツイスター工法）」のビジネス展開を図ることを基本方針とする。 ■当社工法が現地発生土砂に効率良く効果的に機能することを確認する。 ・改良土の製造能力/時間の短縮 ・改良土の品質 現地発生材料である粘性土を母材とし改良土を製造し、ミャンマー発注工事の技術仕様書を満たす道路材料として提供できることを目指す。 ■施工した道路が安定していることを確認する。 した道路が安定していることを確認する。
4	本事業の実施内容	■活動目的 『ツイスター工法』が現地発生土砂の有効利用に最適であることを政府関係者並びに現地／外国企業にデモンストレーションし認知されること。 ■活動内容 ①施工内容： 現地発生土砂の有効利用技術として『ツイスター工法』により路床、下層路盤並びに上層路盤に適用する改良材の製造を行う。 【MOCの役割】 道路設計、プラント設備以外の資機材調達／施工及び施工管理

		<p>【当社の役割】 ツイスター機材の提供／プラント組立、運転指導及び技術供与</p> <p>②施工場所： ミャンマー最大の都市ヤンゴンから南西 200km に位置するイラワジ管区ボガレー地区にされている「Bogalay-KyeinChaung-KaDonKaNkaki (道路番号 S-16-49)」総延長 64km の道路改良工事内、24km 付近の 400 区間</p>
5	本事業の結果／成果	<p>本事業より、「当社工法が現地発生土砂に効率良く効果的に機能し、品質の安定した良質な改良材を大量に製造できる」ことが証明された。</p> <p>一方、MOC/DOH 独自でツイスター工法を有効活用するには、担当部門と一緒に実情に即した道路設計/施工標準の設定、施工管理の改善やコスト低減に向けた具体的な取組みを継続しながら、現実的な施工標準を確立すると共にプラント運転のノウハウを関係者へ周知徹底する必要がある。</p> <p>現場見学会やワークショップを通して、ツイスター工法が品質や製造能力の観点から当地で有効な土砂改良工法であることが MOC のみならず現地企業、日系企業や外国企業に認知されてきており、当工法に対する問合せや工事案件の検討依頼に対応中である。</p>
6	現段階におけるビジネス展開見込み（ビジネス展開化決定、検討、不可）	<p>【ミャンマー】 2023 年 1 月時点で現地の政治／経済的リスクが特定できていないため、当面は元請として工事は受注せず、ツイスター機材のレンタルやエンジニアリングのサービス提供、又は土工事の専門業者として下請に徹し、現地経験を重ねながら次の展開を模索する。</p> <p>【バングラデシュ】 2021 年 2 月 1 日のクーデター以降、ミャンマーの政治治安状況が安定しないので、昨年初めから ODA の大型土工事案件が予定されているバングラデシュで、新たにツイスタービジネスを展開すべく準備作業を行っている。</p>
7	ビジネス展開見込みの判断根拠	<p>【ミャンマー】 今回のパイロット工事で、良質な土砂材料の入手が困難な地域において、ツイスター工法により現地発生土砂（高含水比の粘性土）を有効利用して品質が安定した改良材を大量に製造できることが実証され、当工法により 2020 年 7 月に国会で予算承認された「ミャンマーの JICA/ADB バゴーチャイトー高速道路工事」や事業検討中の「JICA ヤンゴン外環状高速道路工事」等の大規模土工事案件でコスト低減や工事短縮が図れと思われる。</p> <p>また、現場見学会やワークショップにより、MOC 関係者、日系企業や外国企業に認知され、ミャンマー国内外の案件について日系コンサルタント</p>

		トやベトナム企業から本工法に関する問合せや検討依頼が来ている。 【バングラデシュ】 6章6.1.2を参照
8	ビジネス展開に向けた残課題と対応策・方針	【ミャンマー】 道路設計/施工管理の向上や工事費削減について具体的な改善内容を継続工事で実施し現実的な提言をMOC/DOHへ行うことで、彼らとの関係強化を図り当工法がMOCの土砂改良技術の標準要領の1つとなること、またODAの大規模土工事業案件で足掛かりを作ることによって事業展開を図る予定であったが、現在も政情不安は続いており今後の現地建設市場が見通せない。 【バングラデシュ】 6章6.2.7参照
9	今後のビジネス展開に向けた計画	【ミャンマー】 政治治安情勢が落ち着き、現地ビジネス展開を図る場合の実施内容とスケジュール感は以下の通りである。 ■MOC/DOHの継続工事で技術支援を行い、彼らと実情に即した道路設計/施工標準を確立することと、当社工法がMOC土砂改良技術の標準要領の1つになることを目指す（再開から3年以内）。 ■本事業やMOC/DOHの継続工事の成果を利用し、地元/日系企業への営業活動を行うと共に現地でも施工を行うパートナーを中心に工法研究会を設立することで現地施工体制を構築する（再開から3年以内）。 ■ツイスター工法の適用が可能な道路等新規インフラ整備案件の大規模土工事業を下請受注する（再開から5年以内）。当面のターゲットはJICA/ADBバゴーチャイトー高速道路工事」施工延長約65km及び事業検討中の「JICAヤンゴン外環状高速道路工事（Phase1）」施工延長60kmの現地発生土砂再利用工事である。 【バングラデシュ】 6章6.2.4参照
10	ODA事業との連携可能性について	海外でツイスター事業を展開するには、ツイスタープラントの機材費、輸送費、関税等の初期投資は高額であり、当社の経済的なリスクは非常に大きい。円借款や無償資金協力による大規模土工事業は、二国間条約で免税の恩恵が受けられる上、資金回収が比較的スムーズでしかも宣伝効果が高いことから、現地ビジネスの展開を図る上でより良い選択肢の一つである。

1.2. 事業概要図

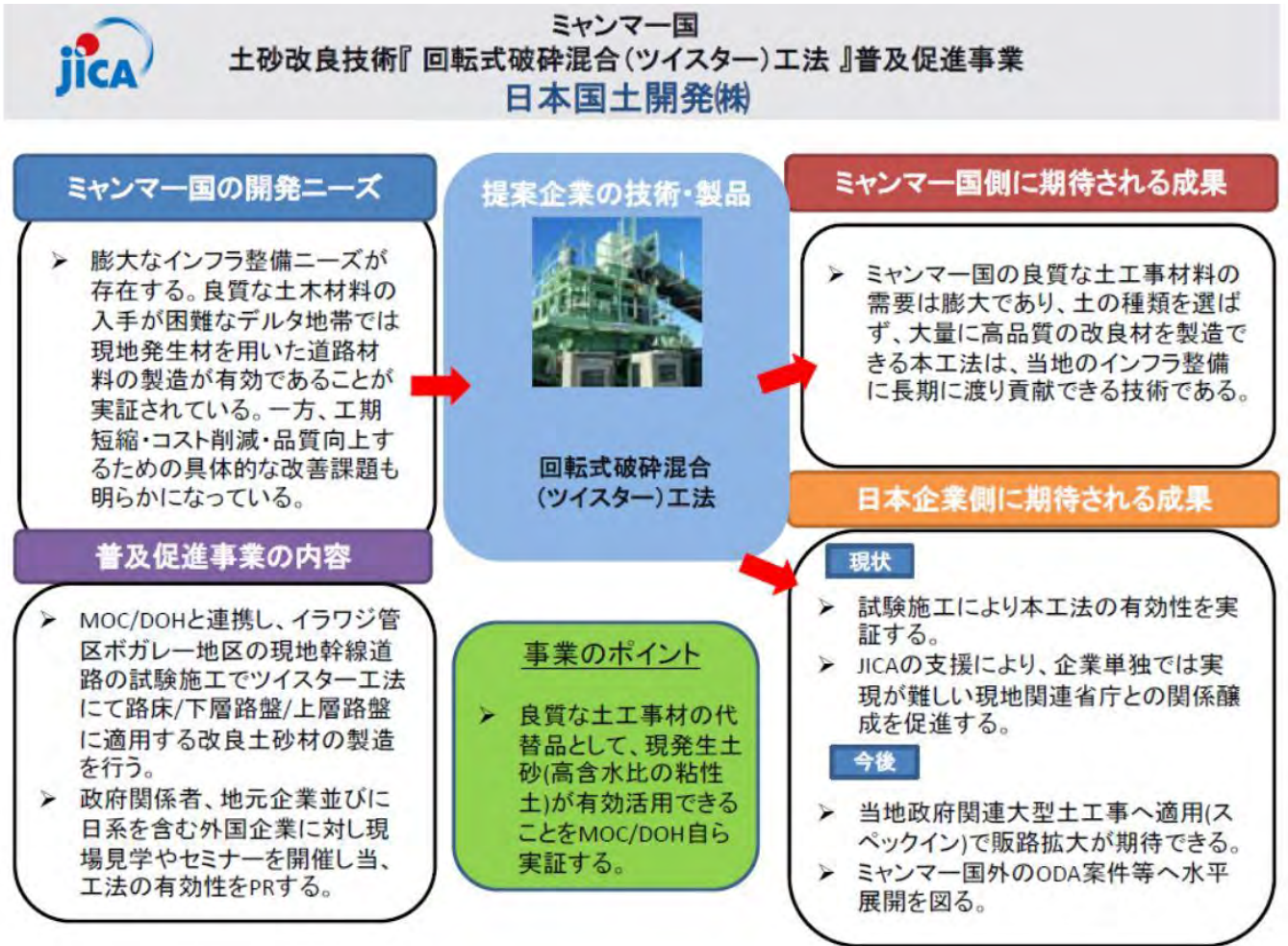


図1 事業概要図

2021年2月1日のクーデター以降現地の政治治安情勢が安定しないためミャンマー事業（上記スキーム）から撤退し、バングラデシュのJICA/ODA案件、マタバリ港アクセス道路工事の内ツイスター方法を用いた土砂改良工事を土工事専門業者として受注することを目論む。ミャンマー国では、本工事を足掛かりに現地での工事受注、ツイスタープラントのレンタルやエンジニアリングサービスを提供する事業を展開する。

第2章 本事業の背景

2.1. 本事業の背景

2.1.1. 対象国・地域・都市の政治・経済の概況

現在好調な国内建設市場は中長期的には縮小を余儀なくされており、補完先として海外は魅力のあるマーケットである。ASEAN 経済共同体の発足に伴い、東南アジア諸国は輸送システム、情報分野のインフラ、エネルギーインフラの整備が有機的に実施されると期待されることから有望な経済市場になると思われる。特に、ミャンマー国は2011年3月テインセイン政権誕生後民政化に伴い欧米の経済制裁が緩和され投資や貿易が拡大する傾向にあり、人口と人口構成、豊富な天然資源並びに地理的優位性から、今後の経済発展には潜在力があると考えた。

当社は戦後復興の一環として日本で初めての建設機械、オペレータとモータープールを有する機械化センターとして発足した、機械化土工を得意とする総合建設業者であり、長年の経験から、多機能の土砂改良技術『回転式粉碎混合（ツイスター）工法』を開発してきた。また、ICT(Information Communication Technology)を取入れた土工の機械化施工技術の開発も進めている。当社は長年シンガポールで営業活動しており現地にも人的な繋がりもあることから、土工の専門業者として、ミャンマー国民の生活環境改善のために、道路、鉄道や治水等のインフラ整備に貢献したい。

2.1.2. 対象国・地域・都市が抱える開発課題

ミャンマー国では、基本インフラの不備が社会・経済活動を妨げており、貧困削減等国民の生活改善に向け、治水、道路、鉄道及び電力等の整備が喫緊の課題である。ここでは、当社工法に関係する大規模土工関連項目のみについて現状分析を行う。

河川堤防は一部都市部を除き整備されておらず、雨季における慢性的な洪水により被害が発生しており、浸水や交通網が遮断され、長期間の浸水により生活環境にも影響が出ている。

鉄道は、線路基礎地盤強度不足のため不陸が発生している箇所が多く、適正な速度での運行の妨げとなっている。

道路は、車両台数の増加に加え道路網の整備不足から、慢性的に都市とその周辺での渋滞が起こっている。地方部においては、舗装率が低いため、雨季の泥濘、乾季の埃がひどく、移動時間の増加や雨期において走行不能となる区間も多い。また道路舗装標準仕様を満足していないと推察される区間において舗装の破損がしている箇所が多くみられる。

本案件での対象既存道路の現状は、サイクロン“ナルギス”による被災後、突貫工事で復旧された際に粘性土を盛土に使用し、舗装として砕石を盛土上に敷設した二層構造になっている。通常の舗装設計と比較すると、舗装と盛土の間に敷設する路盤がない状態である。このため数回の雨季を経て砕石が盛土に貫入し路面は粘土で覆われており車両の通行が雨季中四輪駆動やバイクでも困難な状態にある。毎年繰り返し整地等の維持管理を行わないと通行が困難な状態である。



図2 対象区間現地状況

未整備の河川堤防、脆弱な道路構造及び脆弱な鉄道基盤を整備するには、大量の良質な土工事材が必要であるが、現地調達が困難であり工事を行う上で大きな課題となっている。

2.2. 普及対象とする技術、及び開発課題への貢献可能性

2.2.1. 普及対象とする技術の詳細

『回転式破碎混合（ツイスター）工法』は、円筒内で高速回転する複数本のフレキシブルなチェーンの打撃力で、2種類ないしは3種類の建設発生材の破碎・細粒化（解砕）をすると共に、材料が均一に分散されることで、破碎と混合を同時に行うことを可能にした。当工法は、高含水比の粘性土から軟岩まで幅広い材料に適用できる、国内で唯一の土砂改良技術である。

技術の特徴及び今回導入されるプラント資機材の構成は以下の通りである。



図3 ツイスタープラント配置図

表1 ツイスタープラント構成機器

機器名称	粘性土供給機	エプロンフィーダー	テーブルフィーダー	ツイスター本体	ベルトコンベア
説明	図1.1の説明「1」: 粘性土の供給装置	図1.1の説明「2」: 土砂の供給装置	図1.1の説明「3」: 添加剤（セメント）の供給装置	図1.1の説明「4」: 土砂、粘性土および 添加剤の破碎混合装置	各装置間の 土砂運搬をする装置
イメージ					

1) 高い製造能力

高含水比の粘性土や礫混じり土砂でも、標準タイプ（φ1500mm）の場合、1日5時間稼働で、300～400m³の改良土を製造できるため、工期短縮が図れる。

2) 高含水比粘性土に対する均質混合性能

発生土砂の上にセメントや石灰等の添加材を加えバックホーのバケット攪拌混合するバックホー混合やスタビライザーやリテラ等の自走式プラント混合工法では対応できない高含水比粘性土（国内実績、自然含水比 Wn=138%の粘性土）も均質に効率良く改良できる。このため、現地発生粘性土の有効利用ができる。

3) 軟岩破碎性能

粒径 200mm までの軟岩、泥岩や石灰岩、あるいはレンガやコンクリートガラ等建設廃材の破碎・混合ができる。

4) 改良土の品質安定性

固結粘土や軟岩を破碎しながら混合するので、均質な改良土が製造できる。また、混合性能が高いため、セメント等の改良材の添加量を抑制し高品質な改良土が製造可能であるため、添加材のコストを低減できる。

5) フレキシブルなプラント設備仕様・レイアウト変更

原材料に応じて、①粘性土+改良材（添加材）の混合、②粘性土+砂礫土の混合や③粘性土+砂礫土+改良材の混合等、自在にプラント設備の仕様変更ができる。また現場状況に応じたレイアウト変更が可能である。

6) 対象国における競合技術との比較

「ミャンマー国災害多発地域における道路技術改善プロジェクト」において、2つの土砂改良技術①スタビライザー工法（現位置改良）と②固定式プラント（中山鉄工所製）を用いた試験施工が実施され

ている。碎石の入手が困難なデルタ地帯（イラワジ地域等）では現地発生材を利用した道路材料の製造が非常に有益であることが実証されている。一方、工期短縮・コスト削減・品質向上するための具体的な改善課題も明らかになった。

- ① 工期短縮のために大量供給可能な工法（製造能力；ツイスター：中山鉄工所=50m³/hr：10m³/hr）
- ② 現地発生土砂の大部分は高含水比の粘性土であり、それに対応できる工法
- ③ 安定した高品質の材料が供給できる工法

当社の『回転式破碎混合（ツイスター）工法』は高含水比の粘性土から軟岩まで幅広い材料に適用が可能で、上記課題を満足させる国内で唯一の土砂改良技術である。他社の混合工法（中山鉄工所製固定式プラント）では適応が難しい高含水比粘性土を均質に攪拌混合できるので、天日乾燥などの含水比低下を図る手間暇が軽減できる。また、従来では処分していた土砂の有効活用も図れるので、工事費や周辺環境負荷の低減に寄与できる。なお、スタビライザー工法との比較は以下の通りである。

表2 ツイスター工法とスタビライザー工法の比較表

項目	ツイスター工法	スタビライザー工法（クローラ型）
混合場所	ヤードの固定プラントに改良対象土を搬入し改良	改良対象土上を移動しながら直接混合可能だが、高含水比粘土等強度不足で自走できない場合、適用外
粘性土と他土質材料との事前混合	不要。プラントで同時に最大三種類まで混合可能	高含水比や粘土塊との混合の場合、均一な混合が困難のため、別途バックホーやプラントでの混合が必要
複数土質材料の混合準備	不要。各材料を同時にバックホーでプラントに投入	必要。材料毎に順に上部にブルドーザ等での敷き均しが必要
混合比率の品質管理	各混合材料の重量を自動計測	各材料を敷き均した各層毎の体積（層厚）によるため、作業員の経験・技量が必要、現場試験が煩雑
改良材の添加方法	プラントで改良対象土に供給機から直接添加	人力もしくは車両により改良対象土上に直接散布
改良材の添加数量管理	供給機から継続的に一定量を排出	改良材の袋ごとの重量に応じた散布面積毎の、袋を人力で配置し確認
改良材の粉塵の影響と対策	供給機周辺に限定のため、囲いや集塵機で対応可能	施工面積全体周辺のため、市街地や耕作地近隣では、日本では発塵抑制型改良材を使用

7) 国内外の販売実績及び評価

日本国内では、河川や遊水地の築堤、道路・空港滑走路や土地造成の盛土材の製造実績は、160以上の現場で改良土量は約400万m³に達している。当社は、様々な土砂改良工事から土工事に関する豊富なノウハウを蓄積しており、問題解決のエンジニアリングも提供できる。

本技術は、日本国土交通省新技術情報提供システムであるNETIS¹(New Technology Information System)に“回転式破碎混合工法による建設発生土リサイクル技術 登録No. KT-090048-VE”として登録さ

¹ NETIS website http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/Search/NtDetail1.asp?REG_NO=KT-090048

れている。また、国土交通省直轄工事等にて活用された後の「試行実証評価」又は「活用効果評価」が実施された技術として事後評価が国土交通省により実施済みである。

8) 技術の安全性及び環境への配慮

■プラント設備のプラント稼働中の監視機能および非常停止機能

プラント設備にはテレビカメラを備付ており、プラント稼働中は現場担当者が運転場をテレビモニターで監視している。異状が発生すれば、モニター付近にあるシステムの非常停止ボタンを作動させる。

■品質不良事故

配合試験や現場施工時の品質管理は施主管理基準に基づき実施しており、改良土による施工事故は発生していない。

■周辺環境への影響

使用材料の周辺環境への影響は、実施工前に行う配合試験や有害物質の溶出試験で確認しており、今まで悪影響は出ていない。

2.2.2. 開発課題への貢献可能性

未整備な河川堤防、脆弱な道路構造および鉄道基盤を整備するには、大量の良質な土工事材が必要であるが、現地調達が困難であり工事を行う上で大きな課題となっている。現地で実施された道路技術に関連するパイロットプロジェクトにおいて、良質な土工事材の代替品として現地発生土砂による改良材の効果が確認されている。

しかしながら、既存の技術は、デルタ地帯に分布する高含水比の粘性土を良質な土砂材料に改良するには手間暇がかかり、大規模な土工事では時間、コスト、品質の観点から効果的な方法ではない。当社「回転式破碎混合（ツイスター）工法」は、軟岩から高含水比粘性土（国内実績 138%）まで適用できる国内唯一の「土砂粉碎・混合」システムである。設計仕様に応じて配合が可能であり、機械の製造能力やレイアウトは現場状況でフレキシブルに対応できるため、国内では河川・遊水地の築堤材や道路や土地造成の盛土材の製造で多くの実績がある。ミャンマー国において良質な土工事材の需要は膨大であり、土の種類を選ばず、大量に高品質の改良材を製造できる本工法は、当地のインフラ整備に長期に渡り貢献できる技術と考える。

ミャンマー政府が 2001 年から 2030 年までを実施期間として 5 カ年毎の 6 フェーズに分けて策定した『30 年道路整備計画』(Thirty year National Plan (Road and Bridges), March, 2015)によると、ミャンマー国内の道路総延長（約 159,000km）のうち、舗装道路は全体の約 23%（約 37,000km）に過ぎない。したがって、120,000km 以上の道路工事の可能性・必要性の下にビジネスが展開できることから、以下で、道路整備にフォーカスした開発課題について当社工法の貢献可能性を検討する。

(1) 道路整備/施工技術における課題

1) 舗装のライフサイクルコスト

路盤に不可欠な品質の良い骨材の確保が困難な地域が、大河の下流に位置する南部に多く分布している。特に表層舗装の骨材は、コンクリート用骨材に比較して、高品質の骨材を調達する必要がある。このため、これらの品質を確保するため、中部や西部等遠方から骨材を輸送する必要があり、路盤を含む舗装の施工単価を引き上げる要因となっている。同様に、これらの地域では、舗装の基礎部分となる盛土、特に路床に改良せずにそのまま使用できる良質な土砂等の盛土材料の確保も困難である。

このため、これらの地域に多く分布する既設地盤表層の含水比の高い粘性土等をそのまま盛土や路床に使用し、舗装を行う道路施行が多くみられ、破損舗装を補修しても、数年で同じ区間が再度破損してしまう道路が多くみられる。これらは、脆弱かつ強度分布が均一でない路床が、その上部の舗装の早期破損の主な原因のひとつと推定される。

これらは、ミャンマーの道路整備のライフサイクルコスト全体に大きな影響を与えていると想定される。

2) 粘性土改良のための石灰安定処理技術

MOC 資金による道路案件では、上記の通り、含水比の高い粘性土等をそのまま盛土や路床に使用しているため安定処理した路床が採用されていない。このことは、安定処理のための施工機械であるスタビライザーを MOC および民間建設会社が保有していなかったことに起因すると推察できる。

現在施行中の ADB 資金による Maubin-Pyapon 間の MOC の国際入札道路案件においては、路床に対する石灰による安定処理が契約図書中の技術仕様書に盛り込まれている。施工業者は施工機械を海外から調達し、スタビライザー工法による石灰安定処理により粘性土の改良を行っているため、路床の重要性への MOC による認識は高まっていると推察できる。

しかし、現地周辺で入手可能な粘性土等を用いて改良し路床に適用する場合、2.2.1 に記述したスタビライザー工法では、事前混合処理が必要となるため設計時の想定施工期間より実施工期間の増大および品質管理の煩雑さが懸念される。

また、ミャンマーでは、雨季にはほぼ連日降雨が発生するため、路床/舗装工事の進捗は乾期に偏っているため、盛土・路床工事の遅延は、案件全体工期に対して年間単位で影響を及ぼすことが想定される。

(2) ツイスター工法の貢献可能性

上記の課題に対しての、ツイスター工法が有する優位性は、以下の通りである。

- ✓ 別ヤードでの事前混合が不要になることによる工期短縮
- ✓ 混合する土質材料の適用範囲が広く、高い製造能力による工期短縮
- ✓ 容易な品質管理かつ改良土の強度均一性確保
- ✓ 市街地や耕作地近隣において限定的な粉塵影響緩和対策が可能

上記の優位性からは、特に軟弱な高含水比粘土を母材とする盛土・路床材料のための安定処理において、道路建設工期短縮、安定した品質の路床構築による舗装維持管理費低減および環境社会影響負荷低減といった効果が期待できる。

これらの効果により、道路整備計画の促進および道路整備費用の低減に貢献できる可能性があると考えられる。

第3章 本事業の概要

3.1. 本事業の目的及び目標

3.1.1. 本事業の目的

建設省道路局（以下 MOC）を対象に、道路の試験施工による実証活動を通じ、インフラ整備に必要でありながら調達が容易でない、大量で良質な土工資材を、現地発生土砂を用いて製造可能とする「回転

式破碎混合（ツイスター工法）」で供給するビジネスを展開することを基本方針とする。留意事項としては環境社会配慮について、試験施工前に十分な検討を行うこととする。

なお、現地活動の目的及び活動内容は以下の通りである。

■活動目的

『ツイスター工法』が現地発生土砂の有効利用に最適であることを政府関係者並びに現地／外国企業にデモンストレーションし認知されること。

■活動内容

①施工内容：現地発生土砂の有効利用技術として『ツイスター工法』により路床、下層路盤並びに上層路盤に適用する改良材の製造を行う。

【MOCの役割】道路設計、プラント設備以外の資機材調達／施工及び施工管理

【当社の役割】ツイスター機材の提供／プラント組立、運転指導及び技術供与

②施工場所：ミャンマー最大の都市ヤンゴンから南西200kmに位置するイラワジ管区ボガレー地区にさ
れている「Bogalay-KyeinChaung-KaDonKaNkaki（道路番号S-16-49）」総延長64kmの道路
改良工事内、24km付近の400区間

3.1.2. 本事業の達成目標（対象国・地域・都市の開発課題への貢献）

当社工法は軟岩～高含水比粘性土まで幅広い土砂を混合改良できる国内唯一のものであり、他工法と比べ時間とコストの削減並びに品質の改善が図られる。特に当地の大型土工事では現地発生材の有効活用が必要であることから、本工法により土工事の促進が期待される。

■当社工法が現地発生土砂に効率良く効果的に機能することを確認する。

- ・改良土の製造能力/時間の短縮
- ・改良土の品質

現地発生材料である粘性土を母材とし改良土を製造し、ミャンマー発注工事の技術仕様書を満たす道路材料として提供できることを目指す。

■施工した道路が安定していることを確認する。

3.1.3. 本事業の達成目標（ビジネス面）

■MOC/DOHがツイスタープラント受け入れや維持管理を含め独自で運営できることを確認すると共に現地パートナーや消耗品の現地サプライヤーを発掘する。

■改良土の製造能力と品質が均一で安定していることを実証し、日系コンサルタントと連携してミャンマー政府発注工事に対してスペックイン（技術仕様書基準）を目指す。

■ツイスタープラントの運転/運営コストを確認する。

3.2. 本事業の実施内容

3.2.1. 実施スケジュール

活動種別	時期	期間	実施都市	活動の主な対象者 (組織名・役職・人数等)	活動の目的と概要
第1回 現地活動	2018年 12月12日 ～ 2019年 3月21日	100日間	ボガレー ヤンゴン	-MOC/DOH Mr. Khin Zaw, Chief Engineer -MOC/DOH/RRL Ms. Htar Zin Thin Zaw, Director -MOC/DOH/Construction Unit#14 Mr. Htoon Htoon Naing, Deputy Director -MOC/DOH/RRL Ms. Phu Phu, Deputy Director -MOC/Mech. Mr. Sein Hlaing, Assistant Director -MOC/DOH/ Construction Unit#14 Mr. Thein Zaw Oo, AE -MOC/Mech. Mr. Zaw Zaw Hlaing, SAE -MOC/DOH/RRL Ms. Khyao Linn, AE -MOC/DOH/QC Mr. Maung Soe, EE	<p>【目的①】 ツイスタープラント輸送および設置計画の確認</p> <p>【概要①】</p> <p>(1) ヤンゴン港から施工場所までの輸送ルート/方法確認 (2) プラント設置盛土・基礎施工計画の確認</p> <p>【目的②】 試験施工のための改良土の配合設計</p> <p>【概要②】</p> <p>(1) 適用する技術仕様の確認 (2) 試験施工に使用する材料試料の現場採取 (3) 試験施工に使用する材料を用いた RRL が実施する室内土質 試験内容確認および技術移転</p> <p>【目的③】 環境社会配慮の予測・評価及び緩和策の作成</p> <p>【概要③】</p> <p>(1) MOC の担当者を通じて、MOC の実施する計画・ステークホルダー・被影響住民の情報収集、および JICA 環境社会配慮ガイドラインに沿った対応の説明 (2) 環境チェックリストのアップデート 補償に対する合意や支払いの実施状況進捗確認</p>
第2回 現地活動	2019年 3月7日～ 2019年 5月30日	70日間 (第1回現地活動との重複除く)	ボガレー ヤンゴン ネピドー	-MOC/DOH Mr. Aung Myint Oo, Deputy Director General -MOC/DOH Mr. Hla Tun Oo, Deputy Director General	<p>【目的①】 MOC によるプラント運転体制の構築</p> <p>【概要①】</p> <p>(1) MOC スタッフへの現地での組立・運転の指導、技術移転 (2) 運転の際の安全管理の指導 (3) プラントの清掃を含めた維持管理方法の指導</p>

			<p>-MOC/DOH Mr. Khin Zaw, Chief Engineer</p> <p>-MOC/DOH/RRL Ms. Htar Zin Thin Zaw, Chief Engineer</p> <p>-MOC/DOH/Construction Unit#14 Mr. Htoon Htoon Naing, Deputy Director</p> <p>-MOC/DOH/Construction Unit#14 Mr. Thein Zaw Oo, AE</p> <p>-MOC/DOH/Construction Unit#14 Mr. Thein Lwin, AE</p> <p>--MOC/DOH/Construction Unit#14 Mr. Nyi Myi Tun, JE</p> <p>-MOC/DOH/Construction Unit#14 Mr. Htet Aung Kaung, JE</p> <p>-MOC/Mech. Mr. Zaw Zaw Hlaing, SSAE</p> <p>-MOC/DOH/RRL Mr. Soe Thiha, AE</p> <p>-MOC/DOH/QC Mr. Nyut Oo, AE</p> <p>-MOC/DOH/QC Mr. Myo Min Htwe, SAE</p> <p>-MOC/DOH/QC Mr. Maung Soe, SAE</p>	<p>【目的②】 道路施工体制の確立</p> <p>【概要②】</p> <p>(1) MOC の使用する資機材の確認</p> <p>(2) 品質管理体制の確認</p> <p>(3) 試験施工実施の指導</p> <p>【目的③】 オペレーションを含めた必要なコストの把握</p> <p>【概要③】</p> <p>(1) 資機材、燃料等の消費量の把握</p> <p>(2) オペレーションに必要なM/Mの調査</p> <p>(3) 使用する材料・資機材のコスト調査</p> <p>【目的④】 ツイスター工法による改良土製造のメリットに対する理解の促進</p> <p>【概要④】</p> <p>(1) 改良土製造の現地デモンストレーションの実施</p> <p>【目的⑤】 環境社会配慮：モニタリング計画と実施</p> <p>【概要⑤】</p> <p>(1) モニタリングに必要な項目・内容・頻度等の計画をMOCと共有。モニタリング開始</p>
--	--	--	--	--

<p>第3回 現地活動 (Workshop1)</p>	<p>2019年 6月4日～7 日、6月24 日～25日</p>	<p>6日間</p>	<p>ボガレー</p>	<p>-MOC/DOHの幹部；Mr. Hla Tun Oo (Deputy Director General)、Mr. Khin Zaw (Chief Engineer)、Mr. Yan Naing Zaw (Chief Engineer, Ayeyarwady Region)、Ms Htar Zin Thin Zaw (Chief Engineer, RRL)、Ms Zin Zin Htike (Deputy Director, Road/Port Design)、Mr. Htoon Htoon Naing (Deputy Director, Special Road Construction Unit#14)、Mr. Win Kyaw Aung (Deputy Director, Special Road Construction Unit#20)、Mr. Than Myine Htoo (Deputy Director, Special Road Construction Unit#21)の8名と実務担当者としてイラワジ管区担当の職員23名、合計31名 MOC/DOH Mr. Htoon Htoon Naing, Deputy Director</p>	<p>【目的①】 ツイスター工法による改良土製造のメリットに対する理解の促進 【概要①】 (1) 施工済み区間道路の状況確認 (2) 改良土製造の現地デモンストレーションの実施 (3) MOCとの意見交換会の実施、およびMOCへの報告 (4) プロジェクト実施後の維持管理体制・費用等の説明</p> <p>【目的②】 環境社会配慮：モニタリングの実施 【概要②】 MOC側のモニタリング体制・実施状況の確認</p>
<p>第4回 現地活動 (Workshop2)</p>	<p>2019年7月 9日～2020 年2月20 日</p>	<p>18日間</p>	<p>ボガレー ヤンゴン ネピドー</p>	<p>(プラント引渡し) -MOC/DOHの幹部；Mr. Ohn Lwin (Director General)、Mr. Aung Myint Oo (Deputy Director General,</p>	<p>【目的①】 MOCによる2019年10月以降の対象道路整備計画への支援 【概要①】 (1) 施工済み区間道路およびプラントの状況確認 (2) MOCへ施工計画、プラントオペレーションおよび積算に</p>

			<p>Planning1)、Mr. Kyi Zaw Myint (DDG, Planning2)、Mr. Shwe Zin(Chief Engineer, CE)、Mr. Kyaw Kyaw(Chief Engineer, CE)、Mr. Myint Han(Chief Engineer, CE)、Mr. Than Myin(Chief Engineer, CE)、Mr. Thaung Tun(Chief Engineer, Mechanical)、Dr. Hlaing Moe(Director, Mechanical)、Mr. Kyaw Moe Htut(Director, Civil)、Ms. Yin Yin Aye(Director)、Mr. Tin Maung Kyi (Assistant Director, Mechanical)、Mr. Nay Moe Naing(AD, Mechanical)、Ms. Tin Tin Naing(AD, Mechanical)の計 14 名</p> <p>(ワークショップ 2)</p> <p>-MOC/DOH 幹部 ; Mr. Taung Myint Tun(Chief Engineer, CE)、Mr. Yan Naing Zaw(Director, Ayeyawady Division)、Mr. Kyaw Naing(Director, CE)、Dr. Hlaing Moe(Director, Mechanical)、Ms Htar Thin</p>	<p>関する技術の移転…試験施工実績報告と継続工事への提案</p>
--	--	--	---	-----------------------------------

				Zaw(Director, RRL)、 Mr. Htoon Htoon Naing(Deputy Director, Special Road Construction Unit 14)、 Mr. Than Myaing Htoo(DD, Special Road Construction Unit 21)、Mr. Kyaw Zaw(Assitant Director, Pyapon District), Mr. Kyaw Than Htay(AD, Yangon North District)、Mr. Nyi Nyi Aung(AD, Pathein District)、Mr. Myat Khine Soe(AD, Maubin District)、Mr. Tin Maung Kyi(AD, Mechanical)、Mr. Aung Kyaw(AD, Mechanical) の13名と実務担当者4名、 合計17名	
第5回 現地活動 (Workshop3) コーディネーター で実施出来	2022年 2月	7日間	ボガレー ヤンゴン ネピドー	-MOC/DOH Ms. Htar Zin, Team Leader -MOC/DOH Mr. Aung Ko Oo, Deputy Director, Mr. Thein Zaw Oo, Assistant Engineer	【目的①】MOCによるプラント運営体制の確立 【概要①】 (1)プラントおよび施工済み道路の状況確認 (2)MOC要員へプラント運転等再訓練 (i)品質管理方法の習得 (ii)プラント運転と維持管理方法の習得 【リモート支援実施】 2022年1月2日、現地スタッフ、Mr, Thant Zaw より MOC/DOH

<p>なかったが、リモートで施工支援を実施した。</p>					<p>が2月から500mの道路改良工事を予定しているが、プラント点検でトラブルが発生したとのことで具体的な対応について支援要請があった。1月14日、MOC/DOH、Mr. U Kyan Soe(SSAE, Mechanical)、Mr. U Moe Sith Win(Staff Officer)、当社 Mr. Ng Kin Mun、Mr. Thant Zawの4名でWeb検討会議を行った。以降、工事完了まで現地スタッフ Mr. Thant ZawがMOC現地担当、Mr. Thein Zaw Oo(AE)と進捗状況を確認しながら4月19日MOC/DOHの施工管理報告書を入手した。</p> <p>【目的②】 案件終了後の技術支援に関するMOU等の締結準備 【概要②】</p> <p>(1) 日本・現地調達を含め必要な資機材・要員に関して、技術支援計画を作成 (2) 上記に必要な期間/コストの算出</p>
<p>第6回 現地活動 (Workshop4) コーディネーター で実施出来ず</p>	<p>2022年 4月</p>	<p>3日間</p>	<p>ネピドー</p>	<p>-MOC/DOH Ms. Htar Zin, Team Leader -MOC/DOH Mr. Aung Ko Oo, Deputy Director, Mr. Thein Zaw Oo, Assistant Engineer</p>	<p>【目的①】 最終報告書(案)の現地説明 【概要①】</p> <p>(1) 意見交換会やセミナーを通じて、活動全体を説明 (2) 現場プレゼンテーションの実施</p> <p>【目的②】 案件終了後の技術支援に関するMOU等の締結協議 【概要②】</p> <p>(1) 対象道路整備計画の確認 (2) MOCが想定するツイスタープラントの運用計画の確認 (3) 技術支援に関する見積書の提出および協議</p>

3.2.2. 実施体制

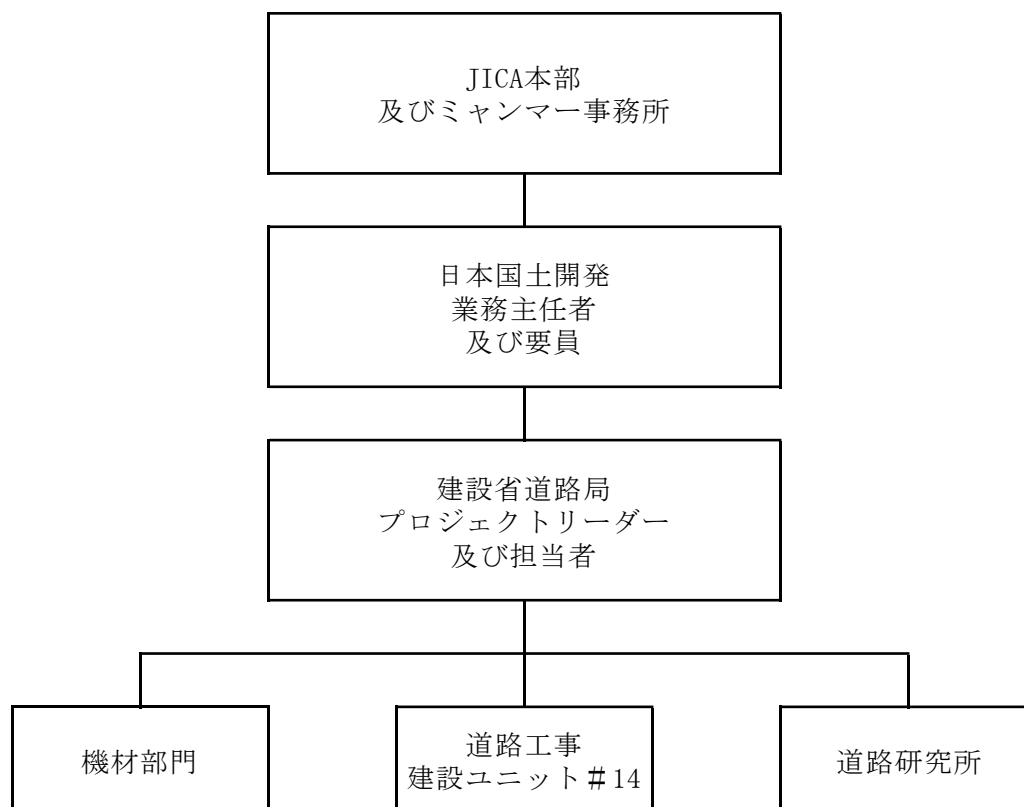


図4 実施体制図

JDCはツイスター機材をヤンゴン港通関後に建設省道路局（MOC/DOH）へ引渡し、MOC/DOHのMechanical Departmentが港から現場への国内輸送を行う。配合設計/配合試験/現場土質試験はMOC/DOHのRRLが担当し、ツイスタープラントの組立/試運転/改良土砂の製造/既存道路の改良工事を行うのは、DOHの道路施工部門のSpecial Construction Unit#14である。

3.2.3. 実施内容

#	タスク ビジネス展開に向けて事業内に実施すべき項目	活動計画						実施内容	目標（事業終了時の状態）
		第1回 (現地)	第2回 (本邦)	第3回 (本邦)	第4回 (現地)	第5回 (現地)	第6回 (現地)		
1	ツイスター工法に対するミャンマー側の理解	-----						<ul style="list-style-type: none"> 改良した土を道路材として試験施工に利用する。 室内試験から施工、維持管理までを含めたマニュアルの作成やセミナーを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> MOCに当社技術の便益を理解頂き、当社技術導入の意向を示すMOU等の文書を交わす。
2	パイロット工事の実施		-----				<ul style="list-style-type: none"> MOC施工部隊と当社の技術指導で工事を実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> MOCが単独でツイスタープラントをオペレーションできる。 	
3	ツイスター技術のオペレーション人材の育成	-----						<ul style="list-style-type: none"> 現地施工を通して、当社技術者が現地で直接指導する。 	<ul style="list-style-type: none"> MOCの施工部隊が独自で、プラントの維持管理を含め、安定した品質の改良材を製造できる体制が確立している。

4	採算性の確保						<ul style="list-style-type: none"> ・ 実施工でオペレーションコストを把握する。 ・ 施工上の課題を分析する。 ・ 他工法との単価比較を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現地市場に見合ったプラントオペレーションのコストが設定できる。
5	品質管理						<ul style="list-style-type: none"> ・ 作業工程に応じた手順書を準備して、現場施工でOJTを実施する。 ・ 現地施工部隊のみならず、MOC工事関係者にセミナーを実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本工法が多種類の土砂材料に適用でき、品質が均一で安定していることをMOCが認知する。 ・ MOCの土砂改良技術の一つとして、MOCの施工要領書に組込まれる。
6	環境社会配慮への対応						<ul style="list-style-type: none"> ・ 環境チェックリストに基づき、対象期間中現地でモニタリングを実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ モニタリング結果報告される。

第4章 本事業の実施結果

本事業では、基幹道路整備を担う建設省道路局と連携し、イラワジ管区ボガレー地区の道路改良工事で使用する良質な道路材をツイスター工法と現地発生土砂により大量供給するための実証試験であった。現地活動は以下内容を実現するために、5回に分けて実施された。

1. 現場施工試験で、イラワジ地域の発生土砂(粘性土)がツイスター工法により道路建設資材として有効活用できることを示す。
2. ツイスタープラントのオペレーションに向け、現地人材(MOC スタッフを含む)を育成する。
3. ツイスタープラントのオペレーションの概算コストを把握し、MOC に対してミャンマー国内の土工事へのツイスター工法の普及を促す。
4. 改良土や改良道路の簡易な品質管理の手法や手順（現場品質管理試験と試験結果を施工管理へフィードバック）を確立する。

なお、現地活動の概要は次の通りであった。

- 1) 第1回現地活動：準備作業
- 2) 第2回現地活動：ツイスタープラント組立・試運転／試験施工／本施工
- 3) 第3回現地活動：第1回ワークショップ開催（MOC 関係者対象に工法説明／現場見学／討議）
- 4) 第4回現地活動：工事箇所モニタリング／ツイスタープラント引渡し／第2回ワークショップ開催（MOC 関係者対象に本施工の結果、課題と解決に向けた今後の取組を共有）
- 5) 第5回現地活動：第3回ワークショップ開催（課題解決に向けた具体的な取組み）の準備作業

また、現地活動場所は以下の地図及び区写真に示す通りである。

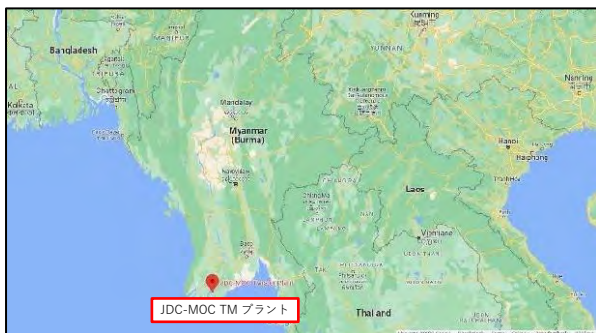


図5 ミャンマー国と対象道路（図中赤丸）

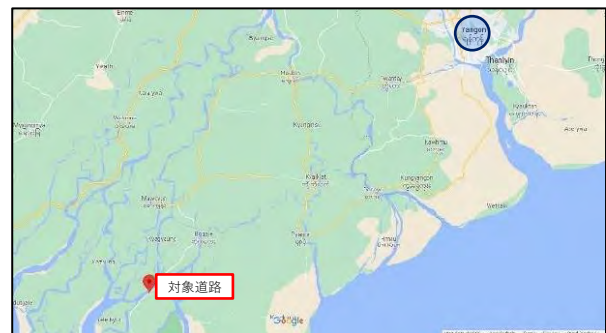


図6 対象道路（図中赤丸）と Yangon（右上青丸）



図7 施工位置



図 8 TM プラントと施工位置（衛星画像）

4.1. 第 1 回現地活動

第 1 回の現地活動は今後の活動を左右する重要な準備作業であり、特に第 2 回現地活動で実施する本施工をスムーズに進捗させるためのものである。主な活動は①現地輸入代行業者の通関準備②ツイスタープラント機材の運搬経路を含めた MOC の受入れ体制（通関～現場までの運搬荷卸）③現地プラントヤードの借地/造成工事④MOC の資機材調達⑤MOC/JDC の役割分担⑥道路改良材の配合設計と品質管理基準の決定について MOC や関係業者とヤンゴン及び現地ボガレーで打合せや現地調査を行いながら全体工程に遅延が生じないようにすることであった。

今回現地活動の概要は以下表の通りである。

項目	日時	場所
1. ツイスタープラント輸送及び設置計画確認に関する打合せ	2018 年 12 月 27 日	ヤンゴン レストラン
	2019 年 1 月 16 日	ボガレー MOC ボガレー事務所
	2019 年 1 月 29 日	ヤンゴン MOC 機材センター
	2019 年 2 月 19 日	ヤンゴン MOC 機材センター
2. 試験施工のための改良土の配合設計選定に関する打合せ	2019 年 2 月 25 日	ヤンゴン MOC/RRL (道路研究所)
	2019 年 3 月 15 日	ボガレー MOC ボガレー事務所
	2019 年 3 月 21 日	ボガレー MOC ボガレー事務所
3. 環境社会配慮の予測・評価及び緩和策の作成について	2018 年 12 月～2019 年 3 月	ボガレー MOC ボガレー事務所/ ボガレー現場
4. ボガレー現場出張(1～3 フォローアップ)	2018 年 12 月～2019 年 3 月	ボガレー現場

4.1.1. ツイスタープラント輸送及び設置計画確認に関する打合せ

4.1.1.1. 目的

ツイスター機材をヤンゴン港で MOC へ引渡した後、現場への受入れを遅滞なく進めるために、1)運搬経路/運搬方法(ヤンゴン港～現場ジェティー～プラントヤード)、2)プラントヤード造成工事/借地について MOC の計画や準備作業をプロジェクトの全体工程に合わせるための打合せである。

4.1.1.2. 概要

本件について、3回の打合せを実施した。最初の打合せは、2018年12月27日17:45よりヤンゴンのレストランにて MOC/DOH の Deputy Director Mr. Htoon Htoon Naing と行った。JDC から山下亮二、上山浩明、Ng Kin Mun、Linn Htet Aung、Thant Zaw の5名が参加した。また、第2回のフォローアップ打合せを2019年1月16日11:00よりボガレーの MOC ボガレー事務所で実施した。参加者は MOC/DOH の Mr. Thein Zaw Oo (AE)、Mechanical チーム Mr. Zaw Zaw Hlaing (SAE) の現場担当者2名、JDC から山下亮二、佐藤潤一、横田茂幸、丸井英司、Ng Kin Mun、Linn Htet Aung の6名であった。

第3回の打合せは機材運搬時間を短縮するための対策にフォーカスし、1月29日10:00よりヤンゴンの MOC 機材センターで MOC/DOH の Mr. Htoon Htoon Naing (DD)、Mr. Thein Zaw Oo (AE)、Mechanical チーム Mr. Sein Hlaing (Assistant Director)、Mr. Zaw Zaw Hlaing (SAE) の MOC から4名、JDC から山下亮二、Ng Kin Mun、Linn Htet Aung、Thant Zaw の4名が参加した。

4.1.1.3. 実施内容

以下2項目について3回に渡り MOC 担当者と打合せを行った。

①運搬経路/運搬方法(ヤンゴン港～現場ジェティー～プラントヤード)

1) 第1回打合せ

MOC が40t クローラクレーンと人力による移動を計画していることから、機材運搬のバージ船は川が潮の干満に影響される事、ジェティーからヤードまで100m程度離れていることから現在の MOC 計画を見直す必要があり、MOC DD は MOC Mechanical チームの Dr. Hlaing Moe と現計画を再度検討すると共に2019年1月2日又は3日に MOC の施工チーム/Mechanical チームと合同で輸送経路を含めボガレー現場の現況を確認することに同意した。

2) 第2回打合せ

2019年1月20日横浜を出港し2月18日にヤンゴン港到着の予定で日本側の準備は進んでいることと説明し、全体工程の遵守を双方で再確認した。

MOC へ引渡した後の機材運搬は、当初の陸送(ボガレーでバージ船に積替え)からヤンゴン港から直接大型バージ船で行うことに MOC チームは変更した。ただ、MOC の計画ではヤンゴン港での荷物引渡しから現場ジェティーでの荷卸/プラントヤードまでの移動に18日を予定しており、本施工の工程を死守するには1週間程度の時間短縮が必要であり、前回打合せで提案したクレーン2台と大型トラック1台の準備について MOC へ再考を求め、2019年1月29日 Deputy Director Mr. Htoon Htoon Naing と Mechanical チームと一緒に打合せすることになった。

3) 第3回打合せ

機材を MOC へ引渡した後、ヤンゴン港でコンテナからバージ船に積替え直接現場ジェティーへ移動することを再確認した。また、荷卸用の揚重機として 40t クローラークレーンと 30t のラフタークレーンを各 1 台、また機材の横移動に大型トラック 2 台を準備することになった。

②プラントヤード造成工事/借地

1) 第 1 回打合せ

MOC DD は作業が 12 月 28 日又は 29 日に開始すること、借地面積については至急借地境界を旗等で明示し現地確認できるようにすることを確約した。

2) 第 2 回打合せ

プラントヤード造成は前回打合せ通り 12 月 29 日より開始しており 2019 年 1 月 2 日現場調査と比較して確実に進捗していた。プラントヤードと材料採取場所として、MOC は 2018 年 12 月 22 日地主 Ms Khin Sandar Lin と 3 エーカーの田んぼについて借地契約(1 年契約、契約延長可)を締結した。

4.1.1.4. 成果

ツイスタープラントのための準備作業で懸案となっていた①搬経路/運搬方法(ヤンゴン港～現場ジェティー～プラントヤード)と②プラントヤード造成工事/借地について概ね満足できる方向性で進捗しており、4 月中旬の水祭り(ミャンマー正月)までに試験施工が完了できる目途が付いた。

4.1.1.5. 今後の課題と対策

本プロジェクトの要となるツイスタープラント設備が完了するまでには幾つものマイルストーンがあり、現場で身近に準備作業をモニターしながら進捗をフォローアップする必要がある。

4.1.2. 試験施工のための改良土の配合設計選定に関する打合せ

4.1.2.1. 目的

本施工に先立ち、MOC/RRL の室内配合試験結果に従い現場で試験施工を行い現場配合設計と品質管理基準に基づく施工計画を決定する必要がある、道路構造/設計仕様、品質管理基準とツイスター工法による改良土の適用範囲について MOC の方針を確認するものである。

4.1.2.2. 概要

本件について打合せは 3 回で、第 1 回～2 回は MOC/RRL と第 3 回は MOC の現地施工チーム/QC チームと実施した。初回は 2019 年 2 月 25 日 10:00 より、ヤンゴンの MOC/RRL(道路研究所)で実施した。参加者は MOC/RRL が Ms Htar Zin Thinn Zaw (Director)、Ms Pyu Phy (DD)、Ms Khyao Linn (AE)他 1 名の計 4 名、JDC は山下亮二、佐藤潤一、横田茂幸、中島典昭、Ng Kin Mun、Linn Htet Aung の 6 名であった。第 2 回のフォローアップミーティングは、3 月 15 日 13:00 よりヤンゴンの MOC/RRL で行われ、参加者は MOC/RRL から Ms Pyu Phy (DD)、Ms Khyao Linn (AE)他 1 名の計 3 名と JDC から山下亮二、Ng Kin Mun、Thant Zaw の 3 名であった。

また、最後の第 3 回打合せでは MOC の施工チームに QC チームを加え、MOC の最終方針を確認した。参加者は MOC から Mr. Htoon Htoon Naing (DD)、Mr. Thein Zaw Oo (AE)、Mr. Maung Soe (QC EE)他 1 名の計 4 名、JDC から山下亮二、横田茂幸、Ng Kin Mun、Thant Zaw の 4 名であった。

4.1.2.3. 実施内容

打合せでは、本施工に必要な以下の4項目に関する具体的な内容についてMOCの方針を確認した。

①道路構造と設計仕様

1) 第1回打合せ

改良材の設計仕様は、①Capping Layer (t=350mm)、②Sub-Base (t=175mm)、③Base-Course (t=175mm)の3層に適用され、設計仕様はそれぞれ①粘性土、砂、消石灰の混合材で CBR 15%以上、②粘性土、砂、玉砂利、消石灰の混合材で UCS 0.75Mp~1.5MP、③セメント改良粒度調整砕石で UCS 3.0~6.0MP で最終決定した。

②ツイスター工法による改良材の適用範囲

1) 第1回打合せ

ツイスター工法は Capping Layer (路床) と Sub-Base (下層路盤) の改良材に適用するとした。

2) 第2回打合せ

Base-Course (上層路盤) の最大粒径が 50mm 以下であることから、ツイスター工法の適用は可能であり再検討し、最終判断は MOC 施工チームが行うこととした。

3) 第3回打合せ

Base-Course (上層路盤) 材を製造する機材が不要であるため、この層についてもツイスター工法を使用することとした。

③品質管理基準と現場の品質管理

1) 第1回打合せ

現場の品質管理は現場密度試験で行い、Capping Layer (路床) は設計仕様にある通り締固め度 95%以上とした。Sub-Base (下層路盤) については再確認が必要である。

2) 第2回打合せ

Sub-Base (下層路盤) は締固め度 98%以上で現場の品質管理することとした。また、現場の品質管理はイラワジ管区を担当する MOC の QC チームが行うことになった。

3) 第3回打合せ

Base-Course (上層路盤) は締固め度 98%以上で現場の品質管理し、現場の密度試験結果に従い、MOC/RRL で現場の改良材で作成した供試体の一軸圧縮強度試験結果で最終確認することとした。

④室内配合試験結果と現場での試験施工

1) 第1回打合せ

Capping Layer (路床) と Sub-Base (下層路盤) の室内配合試験結果を入手し、現場での試験施工は次の配合パターンで行うことにした。

- ・ Capping Layer (路床) について、粘性土と砂の混合比率と消石灰の添加率が a) 60:40 (6.9%)、b) 50:50 (4.6%)、c) 40:60 (4.6%) の3パターンで行うことになった。
- ・ Sub-Base (下層路盤) について、粘性土、砂、玉砂利の混合比率と消石灰の添加率が 15:15:70 (4.9%) の1パターンだけで行うことになった。

2) 第2回打合せ

Base-Course (上層路盤) の室内試験結果を入手した。

3) 第3回打合せ

Base-Course(上層路盤)の試験施工は粒度調整碎石にセメントを a) 4.6% と b) 5.75%の2パターンについて実施することとなった。

4.1.2.4. 成果

試験施工を実施する上で条件はすべて明確になっており、試験施工の結果を基に現場配合、改良材の敷均し層厚や締固め機の転圧回数を決定すれば本施工は問題なく実施できる。

4.1.2.5. 今後の課題と対策

現地使用材料や改良材は室内試験時の改良材では含水比がことなるので、改良材の品質を安定させるには日々の含水比の管理がポイントとなる。原材料や改良土の含水比をこまめに測定し、測定結果を製造プラントや現場の道路施工チームにフィードすることで品質のバラツキを抑える。

4.1.3. 環境社会配慮の予測・評価及び緩和策の作成について

4.1.3.1. 目的

本プロジェクトは「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」(2010年4月公布)に掲げる道路セクターのうち大規模なものに該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないと判断され、かつ、同ガイドラインに掲げる影響を及ぼしやすい特性及び影響を受けやすい地域に該当しないため、カテゴリBに分類される。そのため、実証事業における環境社会配慮に関する1)環境影響評価と2)用地取得/住民移転についてMOCへのインタビューにより、関係住民等へ補償や対策が適切に実施されていることを確認するものである。

4.1.3.2. 概要

2018年12月～2019年3月の期間、ボガレー現場の出張とMOCボガレー事務所での打合せで、MOC職員へ聞き取り調査を実施した。

4.1.3.3. 実施内容

ツイスタープラントヤード等の造成工事に伴う借地に関連し、MOCの補償がJICAガイドラインに準拠しているか、1)被影響住民の確認(影響を受ける人の特定)2)センサスの実施3)補償方針の作成4)補償方針の合意5)補償金の算出・支払いについてMOC担当者へ状況確認を行った。

① 作物補償の対象者と借地に伴い影響を受ける住民の反応

今回工事対象の集落(400mx500m)の人口は約50世帯300名で、住民は地主とその作業員となる。MOCの借地(作物補償)は3エーカーで、地主は1名(Daw Khin Sandar Lin)のみであり、彼女以外に何らかの補償を受けるべき対象者はいない。MOCは2018年7月の工事説明会(参加者50名程度)で、工事終了時現場仮設事務所等を地域の学校等の公共施設として無償供与する又希望者は工事期間中現場作業員として雇用することを確約し、地主や地域住民から工事に対する反対意見は出なかった。地域住民の利便性を向上するため、既存の本線道路から集落へのアクセス及び集落内のメインアクセスの拡幅並びに今回使用する既存の船着場の改良工事をすでに実施している(ほぼ完了)。

② 作物補償と根拠

今回の1年契約の借地費用は、作物補償費(借地)は1年分の収量に加え、農地に復旧時の減収補償を3年分の収量対価の合計である。これらの合計金額は、国際協力機構環境社会配慮ガイドライン

上の「再取得価格」相当以上である。1年契約(2018年12月22日～2019年12月21日まで)の補償金は、契約締結日に現金で支払い済みである。また、契約延長の際は、期間/面積に応じて1年分の収量ベースに対価を支払うことで双方合意している。

③ 借地返還の条件

契約終了後のプラントヤードや土砂採取した跡地の返還について、地主は住居や養殖等への有効活用を計画しており借地の原形復旧は必要ない。

④ 作物補償の期間

本路線について2019年3月時点で来年以降の予算が確保されておらず、作物補償期間は1年である。400mの本施工終了後、ツイスタープラントは予算の確保されているイラワジ管区のNo. 10 Road(Maw Kyaw/Wakema)へ移設される予定である。

4.1.3.4. 成果

約3エーカーの農地を1年間借地利用するが、収入への影響に応じてJICAのガイドラインと照らして適切な補償が提供されている。又、借地契約を延長する場合でも同様に適切に補償される。本プロジェクトについて、地主/地域住民から反対意見がなかったことが確認された。本成果を含め、環境チェックリストの更新を2023年1月に行った。**(添付1:環境チェックリスト 参照)**

4.1.3.5. 今後の課題と対策

ツイスタープラントの組立中であり現在のところ大きな問題は生じていないが、プラント運転を開始し本現場がフル稼働したら、現場状況と近隣住民の苦情等緊密にモニターする必要がある。

4.1.4. ボガレー出張(1～3のフォローアップ)

4.1.4.1. 目的

本プロジェクトの大きなマイルストーンは、ツイスタープラントでMOCの仕様を満たす改良材をタイムリー製造供給し、試験区間の道路改良工事を2019年5月末に完了させることである。ツイスターはMOC関係者にとって初めての工法であり、プロジェクトの進捗を担保する上で、現場に行き直接見聞きすることで現状把握し、速やかに問題に対応することが最も重要な活動である。

4.1.4.2. 概要

2018年12月～2019年3月の期間、ボガレー現場のツイスタープラントのための準備作業を進捗させるべく、ボガレーへの出張を第1回現地活動として2018年12月に1回、2019年1月に3回、2月に4回、3月に3回の計11回実施した。

4.1.4.3. 実施内容

主な実施内容は以下の表の通りである。**(添付2:進捗写真① 参照)**

年月	詳細日程	実施内容
2018年12月	①12月19日～20日	①借地予定地の稲刈りの進捗と現地ジェティー～プラント予定地までの支障物の状況を確認する。
2019年1月	①1月2日～3日 ②1月8日～9日 ③1月15日～17日	①MOCに同行しツイスター機材輸送経路と盛土工事の状態と進捗を確認する。 ②盛土工事の状態と進捗を確認する。

		③盛土工事の状態と進捗を確認すると共に MOC と現場準備作業等の打合せを行う。
2019年2月	①2月7日～8日 ②2月14日～16日 ③2月19日～21日 ④2月26日～28日	①現場準備作業の進捗を確認する。 ②～④プラント基礎の位置だしとプラントヤード準備の進捗を確認する。
2019年3月	①3月5日～9日 ②3月11日～15日 ③3月18日～21日	①プラントヤード準備の最終確認を行う。 ②環境チェックシート項目について現況を確認する。 ③現場施工試験と品質管理に関する打合せを MOC と行う。

4.1.4.4. 成果

工程どおりツイスタープラント機材の搬入組立を開始し作業ほぼ順調に進捗している。

4.1.4.5. 今後の課題と対策

ツイスタープラントの組立中であり、現在のところ大きな問題は生じていない。

4.2. 第2回現地活動

第2回現地活動の目的は、ツイスタープラントを用いて400mの道路改良工事(本施工)にスペックを満たす改良材を安定的に供給することで対象区間の施工を速やかに行い、本工法により現地発生材が有効活用できること、また施工区間の道路が安定していることを実証するために必要な基礎データを収集することである。本活動はボガレー現場においてツイスタープラント機材の搬入から本施工が完了するまでである。**(添付3: 工事記録(写真)参照)**

今回現地活動の概要は以下表の通りである。

項目	日時	場所
1. ツイスタープラント機材搬入/組立/試運転/MOC スタッフ教育	2019年3月7日～28日	ボガレー現場
2. 現場配合及び現場品質管理基準のための試験施工	2019年3月29日～4月6日	ボガレー現場
3. 道路改良工事(本施工)本施工/施工箇所モニタリング用観測点の設置	2019年4月22日～5月29日	ボガレー現場
4. MOC/日系、地元及び外国企業対象の現場見学会の開催	2019年3月7日、4月26日、4月29日～4月30日、5月2日～5月3日、5月7日、5月11日	ボガレー現場
5. 環境社会配慮のモニタリング計画と実施について	2019年3月～5月	ボガレー現場

4.2.1. ツイスタープラント機材搬入/組立/試運転/MOC スタッフ教育

4.2.1.1. 目的

ツイスタープラント機材の搬入荷卸～組立～計装配線～計器のキャリブレーション～コミッションングまでの詳細手順やプラントの組立/操作方法をマニュアルやOJTを通してMOCスタッフへ教育・周知徹底するものである。

4.2.1.2. 概要

2019年2月22日ヤンゴン港に到着したツイスタープラント機材は、2月28日より順次通関検査を受けMOCへ引渡された。MOCは3月6日から2台のバージ船でヤンゴン/ボガレーから現場への水上輸送を開始し、3月7日～9日でプラントヤードまでの荷卸を完了した。3月12日よりプラントの組立作業を本格化させ、19日から計装の配線を開始し、28日までに計器のキャリブレーションとプラントの試運転を完了した。

期間中にMOCが準備した作業ピーク時の1日当りの機材や運転手/作業員数は、30tラフタークレーン1台、40tクローラークレーン1台、大型トラック2台、6tダンプトラック1台、運転手(MOC/Mechanicalスタッフ)5名、ツイスタープラント運転手(MOC/Mechanicalスタッフ、Mr. Kyaw Moe、Mr. Thet Zaw)2名と作業員10名であった。また、MOC及びJDCから参加した技術者は、MOC/DOH/Construction Unit14からMr. Thein Zaw Oo (AE)、Mr. Thein Lwin(SAE)、Mr. Nyi Nyi

Tun(JE)の3名、MOC/Mechanicalより Mr. Zaw Zaw Hlaing (SSAE)1名、JDCから山下亮二、佐藤潤一、横田茂幸、丸井英司、黒川拓亜、Ng Kin Mun、Linn Htet Aung、Thant Zawの8名が参加した。

MOCスタッフに対するプラントの組立手順や操作方法の教育及び周知徹底は、マニュアルの説明と実機を用いたOJTにより本施工完了まで作業期間中を通して行った。

4.2.1.3. 実施内容

実施内容は以下表の通りである。

実施項目	日程	実施内容
1. ツイスタープラント機材搬入/移動	2019年3月7日～9日	ヤンゴン港でMOCへ引渡した機材は、3月6日にヤンゴンを出発し、ヤンゴン～ボガレー～現場(陸上/水上併用)とヤンゴン～現場(水上)の2ルートでそれぞれ3月7日と8日に現場到着し、すべての機材は9日までにプラントヤードへ移動された。JDCはMOCスタッフ、及び作業員に対し、機材取扱い、作業手順やプラントの操作方法について、日本人技術者山下亮二、佐藤潤一、及び横田茂幸の3名が中心となり本施工官僚まで教育指導を行った。
2. ツイスタープラント組立/計装配線	①3月12日～18日 ②3月19日～22日	①3月12日より丸井英司が現場に加わり、プラントの組立作業を開始し、18日には概ね完了した。 ②19日よりさらに黒川拓亜が加わり、プラント設備の計装配線と組立のダメ決りを並行して行い、22日までにプラントは運転可能な状態になった。
3. ツイスタープラント試運転/計量器のキャリブレーション	3月23日～28日	3月23日からプロジェクトで使用する原材料を用いて、プラントシステムのコミッショニング、及び計量器のキャリブレーションを行い、28日までにプラント装置が正常に稼動することを確認した。
4. MOCスタッフ教育	①3月12日～22日 ②3月23日～28日	①3月12日、ツイスタープラント組立に先立ち、組立マニュアルを基に、MOCスタッフ並びに作業員への組立や計装配線の手順や安全を含む注意事項の説明を行い、作業中ステップ毎にOJTを実施した。 ②3月23日、試運転を開始する前に、ツイスタープラント操作マニュアルに基づき、プラントの操作方法/稼動の手順やプラントの急停止装置の作動方法等安全を含む注意事項を説明すると共に、実機を用いてOJTを実施した。 上記で使用したツイスタープラント組立及び操作マニュアルの詳細内容は、それぞれ、 <u>添付4：ツイスタープラント組立マニュアル</u> 並びに <u>添付5：ツイスタープラント運転/メンテナンス要領</u> の通りである。

4.2.1.4. 成果

ツイスタープラントの組立～計装配線～試運転～計量器のキャリブレーションと一連の流れを経験したことで、MOC スタッフ及び作業員はツイスターの基本システムを理解し、彼ら単独でツイスタープラントを稼動できるようになった。

4.2.1.5. 今後の課題と対策

MOC 単独でツイスタープラントの稼動はできるが、使用する原材料を利用者の要求事項(設計仕様)を満たすような改良材するにはプラントを適切に操れなければならない。プラントを材料に応じて適切に操作するにはエンジニアリングと経験が必要でありノウハウの習得には時間を要し、MOC と協議を重ねミャンマーの実情に応じたサポートシステム(サービス)の構築が不可欠である。

4.2.2. 現場配合及び現場品質管理基準のための試験施工

4.2.2.1. 目的

本施工に先立ち、①ツイスター工法により現地材料で安定的に品質を満足する改良材が製造できることを確認する、また②路床、下層路盤及び上層路盤で使用する改良材の現場配合と現場品質管理基準(締固め度と締固め機の転圧回数)を決定するために、MOC/DOH/RRL の室内配合試験結果に基づく配合パターンで試験施工を実施した。

4.2.2.2. 概要

Capping Layer(路床)、Sub-base course(下層路盤)と Base course(上層路盤)で使用する改良材の現場配合を決定するために、3月29日～4月6日の期間試験施工を実施した。試験施工の配合パターンは、MOC/DOH/RRL が実施した室内配合試験結果を基にそれぞれ3パターン、1パターン、3パターンで現場密度試験等の品質管理はMOC/DOHのQCチームが行った。使用する改良材の現場配合は、試験施工結果、経済性並びに材料調達し易さから、MOC と協議のうえ Capping Layer(路床)⇒Soil(粘性土) : Sand(砂) : Lime(石灰)=60% : 40% : 6.9%、Sub-base course(下層路盤)⇒Soil : Sand : River Shingle(玉砂利) : Lime=15% : 15% : 70% : 6.9%と Base course(上層路盤)⇒C/R(碎石)(1" x2") : C/R(3/4") : C/R(1/2") : C/R(3/8") : Dust(碎石粉) : Cement(セメント)=25% : 20% : 15% : 10% : 30% : 4.6%と決定した。

試験施工期間中、MOC/DOH/Construction Unit14の Mr. Thein Zaw Oo (AE)、Mr. Thein Lwin(SAE)、Mr. Nyi Nyi Tun(JE)の3名、MOC/Mechanicalの Mr. Zaw Zaw Hlaing (SSAE)1名、MOC/DOH/QCの Mr. Nyut Oo(AE)、Mr. Myo Min Htwe(SAE)の2名、また JDC より山下亮二、佐藤潤一、横田茂幸、Ng Kin Mun、Linn Htet Aung、Thant Zaw の6名の担当技術者が参加した。

4.2.2.3. 実施内容

実施内容は以下表の通りである。

実施項目	日程	実施内容
1. Capping Layer(路床)の試験施工	2019年3月29日、4月2日	3月29日、Soil: Sand : Lime=60% : 40% : 6.9%、=50% : 50% : 4.6%、=40% : 60% : 4.6%の3つのパターンについて試験施工を行ったが、MOCの都合で締固め機に10tのマカダムローラーが準備できず10tシープフットローラーを代用したため、現場密度試験結果はすべて

		のパターンで現場品質管理基準の締固め度 95%以上を達成しなかった。4月2日に締固め機を 6t マカダムローラーに変更し再試験を行ったところ、Soil: Sand : Lime=60% : 40% : 6.9%の配合だけが転圧回数 8 回で締固め度 95%以上の基準を満足した。
2. Sub-base course(下層路盤)の試験施工	4月1日	4月1日、Soil : Sand : River Shingle(玉砂利) : Lime=15% : 15% : 70% : 6.9%の 1 パターンについて、締固め機 6t シープフットローラーを用いて試験施工を行った。現場密度試験結果は、転圧回数 8 回で現場品質管理基準の締固め度 98%以上を満たした。
3. Base course(上層路盤)の試験施工	4月6日	碎石の配合は同様にセメントの添加率を 3 パターンで変化させた配合、C/R(碎石)(1" x2") : C/R(3/4") : C/R(1/2") : C/R(3/8") : Dust(碎石粉) : Cement(セメント)=25% : 20% : 15% : 10% : 30% : 4.6% or 5.75% or 6.9%について、締固め機 6t シープフットローラーを用いて試験施工を行った。現場密度試験結果は、すべてのパターンで転圧回数 8 回の時、現場品質管理基準の締固め度 98%以上を満足した。試験実施日は使用材料の調達が遅れにより 4月6日になった。
4. 試験施工結果と現場配合	4月6日	4月6日、MOCと協議のうえ3層の試験施工結果と経済性、並びに材料調達のし易さから、それぞれの現場配合を次のように決定した。 ①Capping Layer(路床)⇒Soil(粘性土) : Sand(砂) : Lime(石灰)=60% : 40% : 6.9% ②Sub-base course(下層路盤)⇒Soil : Sand : River Shingle(玉砂利) : Lime=15% : 15% : 70% : 6.9% ③Base course(上層路盤)⇒C/R(碎石)(1" x2") : C/R(3/4") : C/R(1/2") : C/R(3/8") : Dust(碎石粉) : Cement(セメント)=25% : 20% : 15% : 10% : 30% : 4.6% なお、試験施工結果及び現場品質管理のための設計仕様は、 添付 6 : 設計仕様/現場品質管理試験結果 の通りである。

4.2.2.4. 成果

試験施工結果により、ツイスター工法により MOC の仕様を満足する改良材が安定的に製造できることが確認されると共に、本施工の現場配合と現場品質管理基準が以下のように決定された。

- ①Capping Layer(路床)⇒Soil(粘性土) : Sand(砂) : Lime(石灰)=60% : 40% : 6.9%、転圧回数は 6t シープフットローラーで 8 回以上
- ②Sub-base course(下層路盤)⇒Soil : Sand : River Shingle(玉砂利) : Lime=15% : 15% : 70% : 6.9%、転圧回数は 6t シープフットローラーで 8 回以上

③Base course(上層路盤)⇒C/R(碎石)(1” x2”) : C/R(3/4”) : C/R(1/2”) : C/R(3/8”) :

Dust(碎石粉) : Cement(セメント)=25% : 20% : 15% : 10% : 30% : 4.6%、転圧回数は6t シーブ
フットローラーで8回以上

4.2.2.5. 今後の課題と対策

今回の下層路盤や上層路盤に対する設計仕様はすべてが ORN23 に準拠しハイスペックであり、使用材料は多品種で高価、しかも調達時間のかかる物である。今回のツイスタープラントは粘土、砂と添加材の3種混合を想定したものであり、特に上層路盤材の製造ではバックホー等による混合等事前準備が必要となり製造工程が複雑になっている。安価な現地発生材料を単純な配合でツイスター工法により有効活用できるような現実的な設計施工の提案が MOC に対して必要である。

4.2.3. 道路改良工事(本施工)本施工/施工箇所モニタリング用観測点の設置

4.2.3.1. 目的

ツイスタープラントを用いて 400mの道路改良工事にスペックを満足する改良材を安定的に供給することで対象区間の施工を速やかにを行い、本工法により現地発生材が有効活用できること、また施工区間の道路が安定していることを実証するために必要な基礎データを収集することである。

4.2.3.2. 概要

本施工はマンマー正月明けの4月22日から準備作業を開始し、表層までの5工程を路床工4月23日～29日、下層路盤工4月30日～5月6日、上層路盤工5月7日～5月12日、Double Bituminous Surface Treatment(表層工)5月13日～18日期間で実施すると共に、品質管理や工事歩係り等に関連する基礎データの収集も行った。本施工の現場品質管理は試験施工同様、MOCのQCチームが担当した。今回製造した路床、下層路盤及び上層路盤の改良材の総量は約1,750m³、製造に要した日数は15日で1日当りの平均製造量は120m³以下で、ツイスターの1日当たりの標準製造量300m³に対する稼働率40%以下であった。低稼働率の主な原因は、特に玉砂利、碎石、石灰やセメント等業者からの材料供給が製造に間に合わなかったこと、また石灰やセメントの添加材のホッパーへの材料供給が人力であったことであり、改善は可能である。

道路改良工事完了後、5月21日～29日の期間で延長400m道路改良工事箇所に、断面方向1.5mピッチで3測点、縦断方向平均50mピッチで9断面、合計27測点、基準点5点を設置し、写真撮影を含めて初期値の計測を行った。6月以降プロジェクト終了までの期間、月1回を目安に定期的に道路の沈下や移動等の変状調査を実施する予定である。

施工期間中、MOC/DOH/Construction Unit14のMr. Thein Zaw Oo (AE)、Mr. Thein Lwin(SAE)、Mr. Nyi Nyi Tun(JE)、Mr. Htet Aung Kaungの4名、MOC/MechanicalのMr. Zaw Zaw Hlaing (SSAE)1名、MOC/DOH/QCのMr. Nyut Oo(AE)、Mr. Myo Min Htwe(SAE)、Mr. Maung Soeの3名、またJDCより山下亮二、佐藤潤一、横田茂幸、Ng Kin Mun、Linn Htet Aung、Thant Zawの6名の担当技術者が参加した。

4.2.3.3. 実施内容

実施内容は以下表の通りである。

実施項目	日程	実施内容
1. Capping Layer (路床) の施工	2019年4月23日～4月29日	4月23日製造開始、実質稼働日6日、1日最大製造量190m ³ 、累計860m ³ (平均140m ³)
2. Sub-base course (下層路盤) の施工	4月30日～5月6日	4月30日製造開始、実質稼働日は5日、1日最大製造量140m ³ 、累計500m ³ (平均100m ³)
3. Base course (上層路盤) の施工	5月7日～12日	5月7日製造開始、実質稼働日は4日、1日最大製造量140m ³ 、累計390m ³ (平均100m ³)
4. Double Bituminous Surface Treatment (表層工)	5月13日～18日	改良材は不要であり、MOC 単独で施工
5. 定期道路変状測定のための観測点設置	5月21日～29日	5月21日より観測点及び基準点の設置を行い、初期値の測定を29日に実施した。なお、道路変状測定の観測点の初期値/写真は、 <u>添付7：定期道路変状測定(モニタリング)</u> の通りである。

4.2.3.4. 成果

本施工では原材料の供給がスムーズであれば、時間当たり50m³の製造を達成しており、現地のツイスタープラントの製造能力は、国内実績同様に現地材料にも十分対応できることが示された。また現場密度試験による締固め度はすべての試験結果が路床で95%以上、また下層/上層路盤では98%以上であり所定の品質が確保されているが証明された(添付6：設計仕様/現場品質管理試験結果)。さらに、ツイスタープラントの操作手順書(写真入り)の現地バージョンを作成しMOCと情報共有している。(添付5：ツイスタープラント/メンテナンス要領 参照)

4.2.3.5. 今後の課題と対策

今回の下層路盤や上層路盤に対する設計仕様はハイスpekであり、使用材料は高価で調達時間のかかる物であった。現状を見極め費用対効果の面から、安価な現地発生材料がツイスター工法を用いて有効活用できるような現実的な設計施工の提案が必要である。

4.2.4. MOC/日系、地元及び外国企業対象の現場見学会の開催

4.2.4.1. 目的

ツイスター工法をミャンマー国内、及び東南アジアで認知してもらうためのPR活動が目的である。

4.2.4.2. 概要

ツイスター工法のミャンマー、及び東南アジアでの普及を目的として、MOC、日系企業、ローカル企業、及び外国企業を対象に現場見学会を延べ8回実施した。MOC向けのデモンストレーションは3月7日、4月26日、5月7日及び5月11日の4回、また一般見学者のデモは4月29日～30日、5月2日～3日の4日で、MOC以外の参加者は、JICA、日系コンサルタント4社、外国系ローカルコンサルタント1

社、日系道路会社1社、ローカル建設会社1社、ベトナムゼネコン1社及びベトナム地盤改良専門業者1社の合計10業者17名であった。

見学会の内容は3部構成で、その流れは、①現場事務所⇒プロジェクト概要の説明(目的/設計仕様/スケジュール)、②現場⇒プラントヤードでのツイスター工法の説明と施工現場の見学、③現場事務所⇒ツイスター工法プロモーションビデオの上映、及び質疑応答で進められた。

4.2.4.3. 実施内容

主な実施内容は以下の表の通りである。添付8：現場見学会(Part1)、添付9：現場見学会(Part2)

参照)

実施項目	日程	参加者		
		会社	氏名	タイトル
第1回見学会	2019年 3月7日	MOC/DOH	Mr. Khin Zaw	Chief Engineer
		MOC/DOH/Construction Unit #14	Mr. Htoon Htoon Naing	Deputy Director
		MOC/Mechanical/Pyapon District	Mr. Kyaw Zaw	Executive Engineer
		MOC/Mechanical/Pyapon District	Mr. Win Naing	Assistant Engineer
		MOC/DOH/Construction Unit #14	Mr. Thein Zaw Oo	Assistant Engineer
		MOC/Mechanical	Mr. Zaw Zaw Hlaing	Special Sub Assistant Engineer
第2回見学会	4月26日	MOC/Mechanical	Mr. Taung Tun	Director of Engineer
		MOC/Mechanical	Mr. Sein Hlaing	Master of Engineer
		MOC/Mechanical	Mr. Kyaw Kyaw Min Ki	Assistant Engineer
		MOC/Mechanical	Mr. Kyaw Soe	Sub Assistant Engineer
		MOC/DOH/Construction Unit #14	Mr. Thein Zaw Oo	Assistant Engineer
第3回見学会	4月29日	Yachiyo Engineering Co., Ltd	Mr. Yatsu Tetsuo	Senior Manager
		Yachiyo Engineering Co., Ltd	Ms Su Pan Pan Ko	Project Coordinator
		TOA Road Myanmar Co., Ltd	Mr. Murakami Kenji	Managing Director
		TOA Road Myanmar Co., Ltd	Ms Khin Zar zar Khaing	International Administrator & Secretary
第4回見学会	4月30日	Telico Joint Stock Company	Mr. Dao Trieu Kim Cuong	Chairman

		Dat Phuong Joint Stock Company	Mr. Pham Quang Binh	General Director
第5回見学会	5月2日	Fukken Co., Ltd	Mr. Akasaki Toshiya	Director
		Fukken Co., Ltd	Mr. Aung Aung Soe	Engineering Specialist
		Haven Co., Ltd	Mr. Aaron, Aung Khant Kyaw	Managing Director
第6回見学会	5月3日	JICA	Ms Suzuki Keiko	Project Formulation Advisor
		JICA	Mr. Sunada	
		Pacific Consultants Co., Ltd	Mr. Yoneyama Hideki	Road Engineer /Consultant
		Eight-Japan Engineering Consultants Inc.	Mr. Miyamoto Hirokazu	Chief Representative
		SMEC Myanmar Co., Ltd	Mr. Yan Naing Myo, + 3 staff	Director
第7回見学会	5月7日	MOC/DOH/RRL	Ms Htar Zin Thin Zaw	Chief Engineer
		MOC/DOH/RRL	Mr. Soe Thiha	Assistant Engineer
第8回見学会	5月11日	MOC/DOH	Mr. Aung Myint Oo	Deputy Director General
		MOC/DOH	Mr. Khin zaw	Chief Engineer
		MOC/DOH/Ayeyarwady Region	Mr. Myint Oo	Chief Engineer
		MOC/DOH/Construction Unit #14	Mr. Htoon Htoon Naing	Deputy Director
		MOC/DOH/Construction Unit #14	Mr. Thein Zaw Oo	Assistant Engineer
		MOC/Mechanical/Pyapon District	Mr. Kyaw Zaw	Executive Engineer
		MOC/DOH/Pyapon District	Mr. Win Naing	Assistant Engineer
		MOC/DOH/Pyapon District	Mr. Ohm Maung	Assistant Engineer
		MOC/DOH/RRL	Mr. Soe Thiha	Assistant Engineer

4.2.4.4. 成果

MOCのDOHトップマネジメントを含む建設部門(特にイラワジ管区担当の職員)、メカニカル部門、DOH/RRLの担当技術者には、ツイスター工法が品質並びに製造能力の観点から当地で有効な土砂改良工法であることが認知されてきている。また、ベトナム企業を含む一部民間企業から、ツイスター工法を含む弊社土砂改良技術やコラボレーション(技術検討や論文発表等)に関する問合せや資料請求依頼があり現在対応中である。

4.2.4.5. 今後の課題と対策

見学会の質疑応答では、費用対効果の問合せが多く、今回の本施工の結果を踏まえコストに踏込んだ報告書を速やかに作成し、今後のワークショップに反映させることでツイスター工法の当地における有効性を高めていくことが必要である。

4.2.5. 環境社会配慮のモニタリング計画と実施について

4.2.5.1. 目的

今回活動期間中の環境社会配慮に関する環境影響評価について、MOC へのインタビューや現場状況の目視確認により、関係住民等との間で工事に関するコミュニケーションや苦情対策が適切に実施されていることを確認するものである。

4.2.5.2. 概要

2019年3月7日以降、ツイスタープラント機材の搬入から本施工の完了まで、JDC 職員が現地に常駐し、MOC 職員と綿密に打合せを行いながらプロジェクトを進めるとともに、以下環境社会管理計画に従い現場及び現場周辺の環境等について目配りを続けた。

環境社会配慮実施計画

環境社会配慮		チェック項目	具体的な緩和策等 (MOC 現場担当者より実施状況を確認する)
分類	項目		
許認可・説明	現地ステークホルダーへの説明	コミュニティー（影響を受ける住民）へ工事実施計画を説明	<ul style="list-style-type: none"> ・工事説明会の開催（工事計画を地域住民へ説明と意見交換と計画への反映） ・借地計画について地権者へ説明
汚染対策	水質	施工個所や借地個所からの土砂流出による下流水域や地下水等の水質を汚染	<ul style="list-style-type: none"> ・水田を掘削するため、周辺の水田や住居地区への濁水の流出はない ・現場で発生する水は基本的に雨水のみで工事周辺への影響はない
自然環境	水象	掘削に伴う地下水脈への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・工事個所一帯すべてイラワジ川沿いにあるが、掘削は1.5m程度と浅く地下水の流れに影響しない
	地形・地質	掘削・盛土による土砂崩壊の危険	<ul style="list-style-type: none"> ・土取り場（水田）掘削深度は1.5m程度に留め土砂崩壊を低減する ・道路改良工事は低盛土75cmであり円弧滑りは想定されない
社会環境	住民移転（借地）	地主への借地補償（作物補償）が適切に実施されている	<ul style="list-style-type: none"> ・被影響住民の確認 ・センサスの実施 ・補償方針の作成 ・補償方針の合意（借地契約） ・補償金の算出及び支払い（借地契約に基づく支払い）
	労働環境	作業員の労働環境が当該国の法律に適合している	<ul style="list-style-type: none"> ・TMプラントは日本の安全基準を満足する安全設備を装備している ・運転マニュアルに基づき、当社技術者がMOCスタッフ（職員/作業員）にOJTを実施する ・工事はMOCの工事部隊が直接実施する

その他	工事中の影響	騒音、振動、濁水、粉塵への緩和策	<ul style="list-style-type: none"> ・騒音振動の発生するプラントの位置と住居エリア離隔の確保 ・作業時間帯（8:00～18:00）の遵守 ・濁水流出防止の盛土設置 ・粉塵対策として地域住民と共有する生活道路の定期散水
	モニタリング	MOC のモニタリング体制	<ul style="list-style-type: none"> ・施工期間中は MOC 担当者が現場宿舎に常駐し緊急時は速やかに対応 ・休止中は MOC ボガレー事務所担当者が定期巡回する

また、MOC 職員の一部は工事期間中現場に隣接する住民集落内の仮設家屋に常駐し、緊急時の対応はいつでもできる状況であった。

MOC がプラントヤードや土取り場として使用している借地や工事で共用している MOC が拡幅整備した隣接集落への道路は整然と管理され、また道路やヤードの表面が乾燥し、粉塵が発生する場合は定期的に散水車を用いて定期的に散水を行っており、工事期間中近隣住民や地主からの苦情は直接或いは MOC へのヒヤリングでも聞かれなかった。

4.2.5.3. 実施内容

MOC/JDC 職員が現場常駐し、①現場並びに近隣住民への工事の影響を目視によりモニタリングを行うと共に、②緊急時に速やかに対応できる体制を準備した。特に、活動期間中は乾季であり、工事関係車両の移動時粉塵対策として散水及び近隣住民との共有する道路の維持補修を定期的に行った。

4.2.5.4. 成果

今回の活動期間中、現場の近隣住民や地主からの苦情は直接或いは MOC へのヒヤリングでも聞かれず、近隣住民との関係は良好であった。

4.2.5.5. 今後の課題と対策

雨期明けの 2019 年 10 月以降、MOC は工事継続を予定しており、借地の契約延長や工事に関連する問題の発生も想定されるため、引続き MOC へのヒヤリングを継続する。

4.3. 第 3 回現地活動

第 3 回現地活動(MOC を対象とする第 1 回ワークショップ)は、MOC 幹部並びに実務担当者がツイスター工法を深く理解し、ツイスタープラントの操作方法の習得を目的として、ボガレー現場でパワーポイントやビデオによる講義と実技講習を実施した。

今回現地活動の概要は以下表の通りである。

項目	日時	場所
1. 第 1 回ワークショップ開催 1-1. 講義(初日) 2-2. 実技講習(2 日目)	2019 年 6 月 6 日～7 日	ボガレー現場
2. 施工完了箇所の定期定点観測及び追加室内試験試料採取	2019 年 6 月 7 日、6 月 24～25 日	ボガレー現場

3. 環境社会配慮のモニタリング実施について	2019年6月7日、6月24～25日	ボガレー現場
------------------------	--------------------	--------

4.3.1. 第1回ワークショップ開催

4.3.1.1. 目的

MOC 幹部及び実務担当者がツイスター工法への理解を深め、ツイスタープラントの運転やメンテナンスに関する基礎技術を習得することを目指すものである。

4.3.1.2. 概要

今回のワークショップは現地準備期間を含め6月4日～7日の4日間の日程で実施した。6月4日～5日は現場での会場設営や配布資料の準備とツイスタープラントの試運転調整、6月6日～7日の講習会は初日講義、2日目を実技講習とするスケジュールであった。初日の講義は、①JICAプロジェクトの概要説明、②ツイスター工法の説明、③ツイスタープラント運転見学、④プロジェクトの経過説明(パワーポイント/写真での紹介)、⑤質疑応答、⑥ツイスター工法プロモーションビデオの上映の流れで6つの内容で構成され、特に質疑応答では道路設計と品質管理やプラントの生産性やコストについて詳細な部分を含め活発な議論がなされた。MOCの参加者はMOC/DOHのMr. Hla Tun Ooを始めとする幹部8名と実務担当者としてイラワジ管区担当の職員23名の合計31名、またJDC参加者は期間を通して山下亮二を含む4名であった。2日目はMOCの現場担当者を対象に実技講習をおこない、講習のプログラムは、①ツイスタープラント操作マニュアルの説明、②運転実技、③メンテナンス上の留意点説明、④工事完了箇所の見学、⑤質疑応答を網羅し、MOC現場担当者(Assistant Engineer以下)23名のみの参加となった。一部参加者から現場施工時の品質管理に関する詳細データやツイスター工法のプロモーションビデオの提供を求められ個別に対応した。

4.3.1.3. 実施内容

ワークショップ(2日間)のプログラム内容と参加者は以下表の通りである。

1) 講義 ; 1日目(2019年6月6日)

実施項目	実施内容
① JICAプロジェクトの概要説明	パワーポイントによる資料説明(添付10:プロジェクト概要 参照)
② ツイスター工法の説明	パワーポイントによる資料説明(添付11:ツイスター工法概要 参照)
③ ツイスタープラント運転見学	現地でプラント設備の概要とプラントコントロール室での操作盤の取扱いの説明
④ プロジェクトの経過説明	パワーポイントで工事記録写真を説明。(添付3:工事記録(写真)参照)
⑤ 質疑応答	主な質問内容 ・ツイスター工法と通常工法との大きな違いについて(使用材料の適用範囲が広く、大量生産が可能、品質が高く安定)。

	<ul style="list-style-type: none"> ・生産性とコストについて(第4回現地活動への課題)。 ・現場品質管理試験の結果(すべての層で要求事項を満たした)。
⑤ ツイスター工法プロモーションビデオ上映	<p>(添付 12:ツイスター工法プロモーションビデオ、http://www.twister-grp.com 参照)</p> <p>上映ビデオの主な内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ツイスター工法のメカニズムと特徴。 ・北海道遊水地設置工場の紹介；取扱い困難な粘性土の有効活用で現地発生材のリサイクル率が向上し、コスト削減とダンプトラック 10万台分の運搬削減で環境負荷低減を実現。 ・沖縄県空港拡張工場の紹介；スレーキングを生じる沖縄泥岩の有効活用で、大量製造/高品質/工期短縮を実現、製造実績 30 万 m3 以上。 ・千葉県浅場埋立工場の紹介；都内発生土砂の有効活用で底引き網に影響のない海水の汚濁を防止する埋立土を実現。製造実績 156 万 m3 以上。

2) 講義；2 日目(2019 年 6 月 7 日)

実施項目	実施内容
① ツイスタープラント操作マニュアルの説明	<p>現地で操作マニュアルと操作パネルや設備を対比しながら説明。 (添付 5:ツイスタープラント運転/メンテナンス要領 参照)</p>
②ツイスタープラントの運転実技	
③ツイスタープラントのメンテナンスについて	
3) 工事施工箇所の見学	(添付 13:Workshop 1 Summary 参照)
⑤質疑応答	<p>主な内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・施工中の現場品質管理試験、特に現場締固め試験の詳細データの照会・・・試験結果の写しを手稿。

3) 参加者

参加者		
氏名	氏名	タイトル
(MOC 幹部)		
1. Mr. Hla Tun Oo	MOC/DOH	Deputy Director General
2. Mr. Khin Zaw	MOC/DOH	Chief Engineer
3. Mr. Yan Naing Zaw	MOC/DOH, Ayeyarwady Region	Chief Engineer
4. Ms Htar Zin Thin Zaw	MOC/DOH/RRL	Chief Engineer
5. Ms Zin Zin Htike	MOC/Road & Port Design Department	Deputy Director

6. Mr. Htoon Htoon Naing	MOC/DOH/Special Road Construction Unit 14	Deputy Director
7. Mr. Win Kyaw Aung	MOC/DOH/Special Road Construction Unit 20	Deputy Director
7. Mr. Than Myine Htoo	MOC/DOH/Special Road Construction Unit 21	Deputy Director
(実務担当者)		
1. Mr. Thein Zaw Oo	MOC/DOH/Special Road Construction Unit 14	Assistant Engineer
2. Mr. Win Naing	MOC/DOH/Pyapon District	Assistant Engineer
3. Mr. Myo Thet Zaw	MOC/DOH/Hinthada District	Assistant Engineer
4. Mr. Kyaw Kyaw Min Kyi	MOC/Mechanical Department	Assistant Engineer
5. Mr. Nyut Oo	MOC/DOH/Quality Control	Assistant Engineer
6. Mr. Soe Thiha	MOC/DOH/RRL	Assistant Engineer
7. Ms Aye Myint Zu	MOC/DOH/Special Road Construction Unit 21	Special Sub-assistant Engineer
8. Mr. Zaw Zaw Hlaing	MOC/Mechanical Department	Special Sub-assistant Engineer
9. Mr. Win Naing	MOC/DOH/Special Road Construction Unit 14	Sub-assistant Engineer
10. Mr. Hla Min Than	MOC/DOH/Special Road Construction Unit 20	Sub-assistant Engineer
11. Mr. Thein Zaw Tun	MOC/DOH/Bogalay Division	Sub-assistant Engineer
12. Mr. Hlaing Min Zaw	MOC/DOH/Pyapon District	Sub-assistant Engineer
13. Mr. Ye Min Taung	MOC/DOH/Maubin District	Sub-assistant Engineer
14. Mr. Tay Zar Lin	MOC/DOH/Pathein District	Sub-assistant Engineer
15. Mr. Zarni Htet	MOC/DOH/Labutta District	Sub-assistant Engineer
16. Mr. Kaung Myat Lin	MOC/DOH/Hinthada District	Sub-assistant Engineer
17. Mr. Zaw Min Tun	MOC/Mechanical Department	Sub-assistant Engineer
18. Mr. Tin Htut Naing	MOC/Mechanical Department	Sub-assistant Engineer
19. Mr. Zaw Tun Naing	MOC/DOH/Quality Control	Sub-assistant Engineer
20. Mr. Thein Than Aung	MOC/DOH/Special Road Construction Unit 14	Junior Engineer
21. Mr. Su Thiha Aung	MOC/DOH/Quality Control	Junior Engineer
22. Mr. Kyaw Moe	MOC/DOH/Special Road Construction Unit 14	Operator

23. Mr. Thet Zaw	MOC/DOH/Special Road Construction Unit 14	Mechanic
------------------	---	----------

4.3.1.4. 成果

MOC の幹部、及びイラワジ管区担当の実務者がツイスター工法のメカニズムと特徴を学習し、本工法により当該地区での発生土砂が有効活用できることを体験したこと、また現場担当者がツイスタープラントの基本操作を習得したことで、MOC 幹部は 2019 年の会計年度で当工法を用いて工事継続することを検討している。

4.3.1.5. 今後の課題と対策

MOC が本プロジェクト期間中工事継続すれば、彼ら単独でツイスタープラントを稼働出来るようになるが、様々な原材料を設計仕様に合うように改良材するには適切にプラントを操れなければならない。プラントを材料に応じてオペレーションするにはエンジニアリングと経験が必要であり、ノウハウの習得には時間を要するため、MOC と協議を重ね、ミャンマーの実情に応じたサポートシステム(サービス)の構築が不可欠である。

4.3.2. 施工完了箇所の定期定点観測及び追加室内試験試料採取

4.3.2.1. 目的

本施工結果を MOC が将来行う設計や施工に有効活用するために必要な基礎データの収集を目的として、完成した道路の定期的な変状測定や追加の室内配合試験等を実施する。

4.3.2.2. 概要

完成した改良道路(延長 400m)の定期変状調査を 6 月 7 日と 6 月 24 日の 2 回実施した。調査内容は断面方向 1.5m ピッチで 3 測点、縦断方向平均 50m ピッチで 9 断面、合計 27 測点、基準点 5 点のレベルと水平移動量の測定と写真撮影であった。収集したデータから施工箇所において大きな変状は認められなかった。また、6 月 24 日には路床(Capping Layer)の現場配合、粘性土:砂:石灰=60%:40%:6.9 %の追加室内試験を行うため、現地で試料採取も併せて行った。

調査には、MOC/DOH/Construction Unit 14 の Mr. Thein Zaw Oo (AE)、Mr. Thein Lwin(SAE)、Mr. Nyi Nyi Tun(JE)の 3 名、また JDC より山下亮二、Ng Kin Mun、Linn Htet Aung、Thant Zaw の 4 名が参加した。

4.3.2.3. 実施内容

実施内容は以下表の通りである。

実施項目	日程	実施内容
1. 道路変状測定	2019 年 6 月 7 日、24 日	断面方向 1.5m ピッチで 3 測点、縦断方向平均 50m ピッチで 9 断面、合計 27 測点、基準点 5 点のレベルと水平移動量の測定と写真撮影。
2. 室内配合試験追加試料採取	2019 年 6 月 24 日	室内配合試験のための追加試料、粘性土 80kg、砂 40kg、石灰 15kg を採取。(5 月 30 日、粘性土 100kg、砂 100kg、石灰 30kg を採取)

4.3.2.4. 成果

完成した道路に大きな変状は見られず、道路の状況は良好である。

4.3.2.5. 今後の課題と対策

道路の現況は良好であるが、工事完了から1ヶ月強が過ぎたばかりであり、施工結果を論じるには時期尚早である。今回の雨季を含めて約1年間の追跡調査を継続する。また、改良土の設計仕様について、追加の室内試験を実施し、本施工結果と室内試験結果を合わせてMOCへの提案を行う予定である。

4.3.3. 環境社会配慮のモニタリング実施について

4.3.3.1. 目的

今回活動期間中の環境社会配慮に関する環境影響評価について、MOCへのインタビューや現場状況の目視確認により、関係住民等との間で工事に関するコミュニケーションや苦情対策が適切に実施されていることを確認するものである。

4.3.3.2. 概要

2019年5月末に終了した第2回現地現地活動以降、JDC職員が現地に常駐しているMOC職員と綿密に打合せ/連絡を行いながら現場及び現場周辺の環境等に関連して、特に1) 工事説明会で合意内容の履行(工事休止中の現場仮設事務所の有効活用) 2) 汚染対策や自然環境の観点から施工個所周辺の土砂崩壊や水質汚濁の有無について現地状況のモニタリングを行った。MOC職員の一部は工事終了後も今回工事箇所を含む道路全体の維持管理のためツイスタープラントヤード(借地)に隣接する集落内の仮設家屋に常駐しており、引続き緊急時の対応はいつでも行える状況にある。

6月に入り本格的な雨季となり激しい雨の日があるが、6月4日～7日と6月24日～25日に実施した現地調査ではMOCがプラントヤードや土取り場として使用している借地や工事完了箇所の状況に変状は見られず、MOCへのヒヤリングでも地主や近隣住民から苦情等に関する情報はなかった。MOCと近隣住民との関係は良好であり、借地内のMOCの事務所や資材置場は、今回の雨季期間中、一時的に学校施設として開放されている。(添付14：環境社会配慮モニタリング実施記録 参照)

4.3.3.3. 実施内容

MOC職員が現場常駐し、①現場並びに近隣住民への工事の影響を目視によりモニターすると共に、②緊急時に速やかに対応できる体制を維持している。また、JDC職員が施工完了箇所の定期変状調査も兼ねて現地出張を6月4日～7日と6月24日～25日の2回行った。

4.3.3.4. 成果

今回の活動期間中、現場の近隣住民や地主からの苦情は直接或いはMOCへのヒヤリングでも聞かれず、近隣住民との関係は良好であった。

4.3.3.5. 今後の課題と対策

MOCは2019年の会計年度での工事継続を予定しており、借地の契約延長や工事に関連する問題の発生も想定されるので、引続き定期現地調査とMOCへのヒヤリングを継続する。

4.4. 第4回現地活動

第4回現地活動の主目的は、400mの道路改良工事(本施工)の結果を基に、MOC/DOHのトップマネジメントをはじめミャンマー政府関係者へ本工法が現地発生材の有効活用に貢献できること示すことである。MOCは道路S16-49の改良工事を継続する予定であり、本施工分析結果と過去のプロジェクトも参照しながら生産性やコスト及び設計仕様の観点から課題を洗い出し、将来工事へコストと品質の観点から現実的な施工計画の提案を行うことである。2019年7月初めから2020年2月末までに、①改良道路状況のモニタリング、②ツイスタープラント設備引渡しセレモニー、③ツイスタープラントメンテナンス及び修理サービス、④第2回ワークショップ開催の4項目について現地活動を実施した。

今回現地活動の概要は以下表の通りである。

項目	日程	場所
1. 改良道路状況のモニタリング	2019年7月9日、8月1日、9月18日、10月25日、12月12日、2020年1月15日、2月26日	ボガレー現場
2. ツイスタープラント設備引渡しセレモニー	2019年11月13日～14日	ネピドー MOC
3. ツイスタープラントの修理サービス及びメンテナンス	2020年1月14日～17日	ボガレー現場
4. 第2回ワークショップ開催	2020年2月20日	ヤンゴン MOC 機材センター

4.4.1. 改良道路状況のモニタリング

4.4.1.1. 目的

本施工結果をMOCが将来行う設計や施工に有効活用するために必要な基礎データの収集を目的として、完成した道路の定期的な変状測定等を実施する。

4.4.1.2. 概要

完成した改良道路(延長400m)の定期変状調査を2019年7月～2020年2月まで7回実施した。調査は道路断面方向1.5mピッチで3測点、縦断方向平均50mピッチで9断面、合計27測点、基準点5点の水準測量、水平移動量の測定、道路状況の目視観察並びに写真撮影の実施であった。

調査には、MOC/DOH/Construction Unit14のMr. Thein Zaw Oo (AE)、Mr. Thein Lwin (SAE)、Mr. Nyi Nyi Tun (JE)の3名、またJDCより山下亮二、Ng Kin Mun、Linn Htet Aung、Thant Zawの4名が参加した。

4.4.1.3. 実施内容

実施内容は以下表の通りである。

実施項目	日程	実施内容

道路変状測定	2019年7月9日、8月1日、9月18日、10月25日、12月12日、2020年1月15日、2月26日	断面方向1.5mピッチで3測点、道路縦断方向平均50mピッチで9断面、合計27測点、基準点5点の水準測量、水平移動量の測定、道路表面の目視観察と写真撮影
--------	---	--

4.4.1.4. 成果

2020年1月17日までは完成した道路に大きな変状は見られず道路の状況は良好、また今回の水準測量や測点間の距離の測定結果に大きな変化はなかったが、2月26日に実施した定期調査により施工範囲の舗装表面や端部の一部でクラックや損傷、また水準測量の基準杭すべが消失しているのを発見した。現場担当者へ事情聴取したところ、MOCが1月下旬に実施した道路メンテナンス作業(グレーダーを用いた路肩の除草作業)が原因と思われることから、今後の作業員への作業指示は現地で明確に行い不用意に大型重機を使用しないことと損傷個所の速やかな修復をMOCへ申入れした。

4.4.1.5. 今後の課題と対策

今回現地活動で改良道路の一部で損傷が発見されたことより、適切な道路メンテナンスのMOCスタッフへの周知と改良道路の現状の品質確認が必要である。雨季前に道路構造の路床から上層路盤までの3層について現地でコアサンプリングを行い、強度確認試験を実施するとともに次回現地活動でMOCスタッフのへ適切な道路メンテナンスの重要性を再教育する。

4.4.2. ツイスタープラント設備引渡しセレモニー

4.4.2.1. 目的

MOC関係部署幹部立会いの下、ツイスタープラント設備を正式にMOCへ引渡すための行事。

4.4.2.2. 概要

2019年11月14日午前10時より、MOC/DOH(ネピドー)にて、プロジェクトの概要と経過報告を行った後、ツイスタープラントの機材目録と操作マニュアルを正式に道路局局长 Mr. Ohn Lwin へ手渡し局長より感謝状の贈呈があった。行事終了後、参加者全員で今後の取組みや課題について意見交換を行った。

式典には、MOC/DOHより Mr. Ohn Lwin 局長と13名の幹部職員の合計14名、またJDCは山下亮二、Ng Kin Mun、Linn Htet Aung、Thant Zawの4名が参加した。

4.4.2.3. 実施内容

実施内容は以下表の通りである。

1) セレモニーのプログラム (添付15:Twister Plant Official Handing Over Ceremony 参照)

実施項目	実施内容
①JICAプロジェクト概要説明	パワーポイントにより写真で施工フローを説明
②ツイスタープラント設備引渡しセレモニー	引渡し関係図書の贈呈、及び感謝状の贈呈

③意見交換	今後の活動計画説明と質疑応答
-------	----------------

2) 参加者

参加者		
氏名	氏名	タイトル
(MOC 幹部)		
1. Mr. Ohn Lwin	MOC/DOH	Director General
2. Mr. Aung Myint Oo	MOC/DOH, Planning	Deputy Director General
3. Mr. Kyi Zaw Myint	MOC/DOH, Planning 2	Deputy Director General
4. Mr. Shwe Zin	MOC/DOH, Civil	Chief Engineer
5. Mr. Kyaw Kyaw	MOC/DOH, Civil	Chief Engineer
6. Mr. Myint Han	MOC/DOH, Civil	Chief Engineer
7. Mr. Than Myint	MOC/DOH, Civil	Chief Engineer
8. Mr. Thaung Tun	MOC/DOH, Mechanical	Chief Engineer
9. Dr. Hlaing Moe	MOC/DOH, Mechanical	Director
10. Mr. Kyaw Moe Htut	MOC/DOH, Civil	Director
11. Ms Yin Yin Aye	MOC/DOH	Director
12. Mr. Tin Maung Kyi	MOC/DOH, Mechanical	Assistant Director
13. Mr. Nay Moe Naing	MOC/DOH, Mechanical	Assistant Director
14. Ms Tin Tin Naing	MOC/DOH, Mechanical	Assistant Director

4.4.2.4. 成果

多くの MOC/DOH 幹部が現地の試験施工を見学しており、政府関係者の間で「ツイスタープラントが現地発生材で高品質な改良材を大量に製造出来る」ことが認知されていること、また彼らが今後の現地道路改良工事でツイスタープラントを引続き利用する予定であることを今回の意見交換で確認出来た。

4.4.2.5. 今後の課題と対策

意見交換での質問のほとんどは費用に関するもので、本施工の結果を踏まえコストに踏込んだ報告書や設計提案を速やかに作成し、今後のワークショップに反映させることでツイスター工法の当地における有効性を高めていくことが必要である。

4.4.3. ツイスタープラントの修理サービス及びメンテナンス

4.4.3.1. 目的

ツイスタープラント不具合に伴う修理サービスとプラントのメンテナンスを実施するため。

4.4.3.2. 概要

2019年9月の定期現況調査の際、MOC/DOHの現場担当者 Mr. Nyi Nyi Tun よりツイスタープラントのコントロールパネルにエラーが表示されプラントの定期試運転が出来ないことが報告される。以降、日本の担当技術者と連携し数回に渡り操作不具合の原因究明を実施したところ、原因は室外操作盤に設置されたインバーターの不具合であり製造メーカーと相談の上、11月にインバーターの交換により状況改善することを決め資機材の調達を待って、2020年1月14日～17日にプラントの修理サービスとメンテナンスを実施した。

2020年1月14日～17日にプラントの修理サービスとメンテナンスには、MOC/DOHより現場担当者の Mr. Nyein Thu Phyو、Mr. Aung Win の2名、JDCから吉永、山下、佐藤、Mr. Ng Kin Mun、Mr. Linn Htet Aung、Mr. Thant Zaw の6名が参加した。

4.4.3.3. 実施内容

プラントの修理サービスとメンテナンスの実施内容は以下表の通りである。

実施項目	日程	実施内容
1. ヤンゴン～ボガレー移動、及びプラント現況確認	2020年1月14日	すべてのプラント操作盤の状況を確認する
2. ツイスタープラント修理サービス及びメンテナンス	1月15日～16日	不具合箇所の修理とプラント全体のメンテナンス作業を実施する
3. プラントコミッショニング、及びボガレー～ヤンゴン移動	1月17日	プラントの試運転調整を行う

4.4.3.4. 成果

現地の継続工事に向け、ツイスタープラントの不具合の原因を特定し(ツイスター本体をコントロールする操作盤内のインバーターの不具合)、対象部品の交換/修理後プラント全体のメンテナンス作業と試運転を行い、ツイスタープラントに問題がない事を確認した。バックホーやダンプトラックの準備が出来ず、土砂を用いたプラントの試運転を実施しておらず、次回の現地ワークショップで最大負荷下のプラント運転状況を確認する必要がある。

4.4.3.5. 今後の課題と対策

ツイスタープラントにトラブルが発生した際、2020年1月時点で、MOC/DOHのMechanicalチームが単独で運転マニュアルを参考に問題点を把握し対策を考えトラブルを解消することは難しく、MOC/DOHと協議を重ねトラブルシューティングに向けたサポートシステムの構築が必要である。

4.4.4. 第2回ワークショップ開催

4.4.4.1. 目的

昨年実施した現地試験施工実績(準備作業～ツイスタープラントの設置～施工前試験～本施工～改良道路のモニタリング)をMOC/DOHが実施する継続工事にフィードバックするために、MOC及び政府関係者とプロジェクトの分析結果を共有し今後の課題と改善策を検討するため。

4.4.4.2. 概要

今回のワークショップは2020年2月20日、ヤンゴンのMOC機材センター(Mechanical Section, 8-mile Yangon)で実施した。その内容は、①JICAプロジェクトの概要説明、②プロジェクトフローの説明、③道路モニタリング状況の説明、④試験施工の生産性とコスト分析、⑤全工程及び道路現況のスライド/ビデオショー、⑥討議/質疑応答から構成され、特に質疑応答では道路設計と品質管理やプラントの生産性やコストについて詳細な部分を含め活発な議論がなされ、コスト改善には①タイムリーな材料や機材の調達で生産性のアップする、②安価で入手し易い材料を用いたシンプルな配合設計の採用が必要であり、課題解決に向け現地継続工事で対策を講じることが共通認識された。

MOCの参加者はMOC/DOHのChief Engineer Mr. Taung Myint Tunを始めとする幹部と実務担当者合計17名、またJDC参加者は山下、Mr. Ng Kin Mun、Mr. Linn Htet Aung、Mr. Thant Zawの4名であった。

4.4.4.3. 実施内容

ワークショップのプログラム内容と参加者は以下表の通りである。(添付16:Workshop 2 Summary 参照)

1) プログラム内容

実施項目	実施内容
① JICAプロジェクトの概要説明	パワーポイントによる資料説明(添付17:Workshop2 Project Report/Proposal for Future Road Extension 参照)
②プロジェクトフローの説明	
③道路モニタリング状況の説明	
④試験施工の生産性とコスト分析	
⑤全工程及び道路現況のスライド/ビデオショー	・ 現地での全施工工程をスライドショーで説明。 ・ 道路現況を導入するドライブレコーダーの記録で体感。

	(添付 18:Slideshow of Project Milestones、添付 19:Drive Record in Project Site 参照)
⑥討議/質疑応答	<p>主な内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクトコスト削減の取組み <p>課題；低い生産性、使用材料の高いロス率、材料調達がタイムリーでない、ハイスペックの配合設計、現場調達が容易でない使用材料がある、一方ツイスターで製造された改良材の品質は安定している/ツイスターの高い製造能力が生かされていない。⇒MOC/DOH/RRL がシンプルな配合設計を継続工事で試みる</p>

2) 参加者

参加者		
氏名	氏名	タイトル
1. Mr. Taung Myint Tun	MOC/DOH/Civil	Chief Engineer
2. Mr. Yan Naing Zaw	MOC/DOH/Ayeyarwady Region	Director
3. Mr. Kyaw Naing	MOC/DOH/Civil	Director
4. Dr. Hlaing Moe	MOC/DOH/Mechanical	Director
5. Ms Htar Zin Thin Zaw	MOC/DOH/RRL	Director
6. Mr. Htoon Htoon Naing	MOC/DOH/Special Road Construction Unit 14	Deputy Director
7. Mr. Than Myaing Htoo	MOC/DOH/Special Road Construction Unit 21	Deputy Director
8. Mr. Kyaw Zaw	MOC/DOH/Pyapon District	Assistant Director
9. Mr. Kyaw Than Htay	MOC/DOH/Yangon North District	Assistant Director
10. Mr. Nyi Nyi Aung	MOC/DOH/Pathein District	Assistant Director
11. Mr. Myat Knine Soe	MOC/DOH/Maubin District	Assistant Director
12. Mr. Tin Maung Kyi	MOC/DOH/Mechanical	Assistant Director
13. Mr. Aung Kyaw	MOC/DOH/Mechanical	Assistant Director

14. Mr. Zaw Zaw Hlaing	MOC/DOH/Mechanical	Special Sub-assistant Engineer
15. Ms Mi Mi Yee Mon	MOC/DOH/Twantay District	Staff Officer
16. Mr. Kyaw Kyaw Min Kyi	MOC/Mechanical Department	Staff Officer
17. Mr. Moe Si Thu Win	MOC/Mechanical Department	Staff Officer

4.4.4.4. 成果

MOC のプロジェクトへの予算は限られており施工単価を如何に下げるかが彼らの関心事である。今回試験施工で MOC が採用した配合設計は現在の道路利用状況を勘案すると非常にハイスペックである。また、使用材料に現地調達に時間を要するものがあり、材料搬入待ちの状態が頻繁に発生し改良材の生産性(1日当たりの平均値)がツイスタープラントの能力の 45%以下となった。MOC はツイスタープラントが品質の安定した改良材を大量製造出来ることを十分認識しており、今後予定の継続工事(2020年10月以降)で実態に即した配合設計を検討していくつかのパターンを試しコスト削減を考慮しながら施工標準の確立を計画している。

4.4.4.5. 今後の課題と対策

MOC は継続工事を計画しているが、彼ら単独でツイスタープラントにより品質の安定した改良材を単独で製造出来るノウハウは、2020年2月時点で MOC チームでは習得されていない。第5回現地活動のワークショップで、MOC ツイスターチーム(試験施工経験者含む)を編成してツイスタープラント運転等の再訓練(ツイスタープラントによる実技指導)を以下内容で実施し MOC スタッフの習熟度アップを図る。

- ① 品質管理方法の習得(現場配合に合う改良材製造)；使用材料の含水比測定、湿潤単位重量の決定、材料供給機の速度調整、改良材の含水比測定、及び現場試験/施工状況のモニタリング
- ② プラント運転と維持管理方法の習得

また、プラントを使用材料に応じて適切にオペレーションするにはエンジニアリングと経験が必要でありノウハウの習得には時間を要するため、MOC と協議を重ね、ミャンマーの実情に応じたサポートシステム(サービス)の構築を図る必要がある。

4.5. 第5回現地活動(Workshop3のミャンマー国内準備作業)

4.5.1. ボガレー現場におけるツイスタープラントシステムの点検/修理及びWorkshop3

4.5.1.1. 目的

新型コロナウイルスの流行拡大を受けた現地活動延期等 JICA 側の要請及びミャンマー当局による感染症防止法に伴う入国制限措置等により、2020年3月～12月まで業務従事者による現地活動は中断した。MOC/DOH がボガレーで継続中の道路改良工事(400m)を2021年2月初旬再開するに当たり、第5回現地活動(Workshop3)で MOC/DOH ツイスターチームへプラントシステムのオーバーホール(JICA 契約外)とプラント運転及び品質管理の手順について再教育(周知徹底)を行い、MOC 内のツイスタープラントの利用向上を図るものである。

4.5.1.2. 概要

2020年10月中旬から現地スタッフがMOC/DOH関係者と第5回現地活動(Workshop3)の実施スケジュールについて連絡調整を行い、コロナ状況がひと段落した2021年1月より本格的に準備作業/調整作業を進めた。2021年1月25日～27日、ボガレー現場プラント設備の点検修理及び試運転、資機材の準備や施工個所の状況点検をMOC関係スタッフと共同で行い(JICA契約外)、彼らが2月上旬から予定している現地施工でワークショップ3を実施することを確認した。前述のJICA契約外の活動は州間移動を伴うものであり、従事者のコロナ陰性証明書取得を含め関係早朝の許認可等コロナ対応の手順/手続きを遵守して現地業務を実施した。しかしながら、2月1日のクーデターにより治安が悪化したため、JICA及びMOC/DOHと協議の上当該プロジェクトを一時中断することとした。現地状況が更に悪化したため、現地業務従事者山下亮二及びNg Kin Munは3月25日国外退去した。

打合せ等参加者は、MOC/DOHより Deputy Director, Mr. Htoon Htoon Naing (～2020年12月末)、Deputy Director, Mr. Aung Ko Oo (2021年1月～)、Assistant Engineer, Mr. Thein Zaw Oo、またJDCから山下、Mr. Ng Kin Mun、Mr. Linn Htet Aung、Mr. Thant Zawであった。

4.5.1.3. 実施内容

実施内容は以下表の通りである。(添付20:Workshop 3 Schedule 参照)

実施項目	実施内容
①ツイスタープラント設備の点検修理及び試運転 (JICA契約外)	2021年1月25日～27日、ボガレー現場のプラント設備の点検修理及び試運転、資機材の準備や施工個所の状況点検をMOC関係スタッフと共同で行う。2月上旬予定している現地施工とワークショップ3は問題ないことを確認した。
②Workshop3	MOCツイスターチームの創設/固定化及びプラント運転総復習； プラント運転操作・メンテナンス方法を復習後、MOCのみで改良材製造のプロセス、品質と製造量の管理を行う。 2021年2月3日～10日を予定したがクーデターによる治安悪化のため中止となった。

4.5.1.4. 成果

2019年6月以降ツイスタープラントの稼働はしていなかったが、2021年1月25日～27日のプラント点検/試運転でプラントが正常に稼働できること、また一連の協議打合せでMOC/DOHがプラントで製造する改良材で既存道路の改良工事を継続すると共に他工事へのツイスター有効活用を検討していることが確認出来た。

4.5.1.5. 今後の課題と対策

MOCは2021年3月～4月に彼ら単独で継続工事800mを実施したが、現地スタッフ情報によると、プラント運転マニュアルや品質管理手順が遵守されておらず、ツイスター工法により単独で安定した品質の改良材を製造し、工事を施工管理するノウハウは2021年4月時点でMOCチームが習得しているとは思われない。

MOC/DOHはツイスタープラントをボガレーの道路改良工事等へ継続的に活用する計画であるが、プラントを使用材料や現場の状況に応じて適切にオペレーションするには、エンジニアリングと経験が必要でありノウハウの習得には時間を要する。対策として、ミャンマーの実情に応じたサポートシステム(サービス)の早期に構築する必要があり、Workshop3を通して1)ツイスタープラント組立・解体及び維持管理、2)改良材の品質管理、3)エンジニアリングの提供について現地に即した具体的な議論が必要であり、現地の治安とコロナ感染状況の早期改善が待たれる。

第5章 本事業の総括（実施結果に対する評価）

5.1. 本事業の成果（対象国・地域・都市への貢献）

本事業の目的は、①当社工法が現地発生土砂に効率良く効果的に機能すること、②施工した道路が安定していることを確認することであり、ツイスター工法は現地発生土砂の有効活用に大いに貢献できる技術であることが以下の通り証明された。

本施工において、ツイスタープラントで製造した路床、下層路盤及び上層路盤の改良材の総量は約1,750m³、製造に要した日数は15日であった。1日当りの平均製造量は120m³以下であり、ツイスターの1日当たりの標準製造量300m³に対する稼働率40%以下となった。特に、玉砂利、砕石や石灰等原材料の供給がスムーズであれば時間当たり50m³（50m³×6hrs=300m³/日）の製造量を達成している時もあり、現地のツイスタープラントの製造能力は、日本国内と同等に1）現地材料にも十分対応できること、又2）現地発生土砂（高含水比の粘性土）は天日乾燥せずに対応できることが確認された。

今回使用したプラントのサイズは直径が1.5m、日本国内で保有する直径2.25m一日当たりの製造量は2倍の600m³であり、今後の現地大規模土工事への現地発生土砂の有効活用が可能になる。一方、2015年に完了した「ミャンマー国災害多発地域における道路技術改善プロジェクト」で使用された中山鉄工所固定式土砂改良機の現地製造量は50m³/日である。

ツイスタープラントで製造された改良材で施工された道路は、現場密度試験による締固め度はすべての試験結果が路床で95%以上、また下層/上層路盤では98%以上であり、使用材料が均一に攪拌混合され品質が安定していることが証明された（添付6：設計仕様/現場品質管理試験結果）。


完成した改良道路（延長400m）の定期変状調査を2019年7月～2020年2月まで7回実施した。調査は道路断面方向1.5mピッチで3測点、縦断方向平均50mピッチで9断面、合計27測点、基準点5点の水準測量、水平移動量の測定、道路状況の目視観察並びに写真撮影の実施であった。2020年1月17日までは完成した道路に大きな変状は見られず道路の状況は良好、また今回の水準測量や測点間の距離の測定結果に大きな変化はなかった。施工完了から2年弱経過した2021年1月25日、Workshop3の準備作業で現地入り際に、施工個所の道路表面に大きな変状は認められず引続き改良道路は安定していることが確認できた。

本プロジェクト開始直後、MOC/DOHは試験施工完了試験施工を終了した後イラワジ管区内のNo.10 Road（Maw Kyaw/Wakema）の道路工事現場へ移設することを検討していたが、2019年12月末以降も借地契約を継続し、2020年10月以降の会計年度で現地の改良工事を継続すること決定した。2021年2月1日のクーデター以降も、MOC/DOHの決定通り、本施工のために借上げられた農地の借地契約は継続され、現在もSpecial Construction Unit #14がツイスタープラントを保管・運用を行っている。プラントヤードと土取り場（プラントヤード両隣の大きな池）の現況は、4章の図8 TMプラントの施工位置（衛星画像）よりうかがい知ることが出来る。2021年4月と2022年3月、MOC/DOHの施工部隊は彼ら単独で現地の道路改良工事をそれぞれ800mと500mの延伸を完了した。

5.2. 本事業の成果（ビジネス面）、及び残課題とその解決方針

#	タスク	活動計画と実績						達成状況と評価	残課題と解決方針	解決へのアクションと時期
		第1回 (現地)	第2回 (現地)	第3回 (現地)	第4回 (現地)	第5回 (現地)	第6回 (現地)			
1	ツイスター工法に対するミャンマー側の理解							残課題	<ul style="list-style-type: none"> ワークショップの質疑応答では費用対効果や設計と品質管理に関する問合せが多く、本施工の結果を踏まえ、現地に即した設計/施工提案をMOCやコンサルタントへ行いながら、当地におけるツイスター工法の有効性を高めていくことが必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 時期：政治情勢安定後 対象先：MOC及びコンサルタント 活動：大型土木工事への適用を検討/提案する。 2022年10月取締役会議でミャンマー撤退を決定
2	パイロット工事の実施							完	<ul style="list-style-type: none"> 実施工は第2回現地活動で完了し、本施工の分析結果と課題を第4回現地活動のワークショップでMOCと共有した。ツイスタープラントは現地調達に材料に問題なく適応できることは実証された、課題はコスト削減であり、生産性の向上(タイムリーな材料調達を実現する)と現状に合った経済的な道路設計が求められる。 	<ul style="list-style-type: none"> 時期：政治情勢安定後 対象先：MOC 活動：第5回現地活動(Workshop3)、継続工事で行くつかの配合パターンを試し、今後の設計仕様に反映させる。 2022年10月取締役会議でミャンマー撤退を決定
3	ツイスター技術のオペレーション人材の育成							残課題	<ul style="list-style-type: none"> MOCと協議を重ねミャンマーの実情に応じたサポートシステム(サービス)の構築が不可欠である。 将来の継続工事に向け、第5回現地活動でプラン 	<ul style="list-style-type: none"> 時期：政治情勢安定後 対象先：MOC 活動：第5回現地活動(Workshop3)。 2022年10月取締役会議でミャンマー撤退を決定

						<p>足するような改良材にするにはプラントを適切に操れなければならない。プラントを材料に応じて操作するにはエンジニアリングと経験が必要でありノウハウの習得には時間を要する。</p>	<p>トオペレーションの人材育成をサポートする予定である。</p>	
4	採算性の確保					<p>残課題</p> <ul style="list-style-type: none"> 第2回現地活動で収集した歩掛り等の基礎データを分析中し、第4回現地活動(第2回ワークショップ)で結果報告と課題解決への提案を行った。 	<ul style="list-style-type: none"> 本施工でツイスタープラントの歩掛り(生産性)調査結果に基づき、資機材の市場単価(調査が必要)を基に採算性をMOC/DOHと共に検討し継続工事で課題克服を図る。 	<p>同上</p>
5	品質管理					<p>残課題</p> <ul style="list-style-type: none"> MOC/RRLが実施した室内試験結果に基づき試験施工を行い、本施工の現場配合と現場品質管理基準を決定した。本施工は試験施工で決定した仕様で行い、現場密度試験による締固め度はすべての試験結果が路床で95%以上、また下層/上層路盤では98%以上であり所定の品質が確保されていることが証明された。 	<ul style="list-style-type: none"> 下層路盤や上昇路盤に対する設計仕様はハイスペックであり、使用材料は高価で調達時間のかかる物であった。現状を見極め費用対効果の面から、安価な現地発生材料がツイスター工法を用いて有効活用できるような現実的な設計施工の提案が必要であり、第4回現地活動(第2回ワークショップ)でMOC/DOHへ現実的な配合設計への取り組みを提案した。MOCは2020年度以降の継続工事でいくつかの配合パターンを試す計画である。 	<p>同上</p>

6	環境社会配慮への対応		<p style="text-align: center;">完</p> <ul style="list-style-type: none"> 2019年6月以降、雨季で激しい雨の日も経験したが、プラントヤードや土取り場として使用している借地や工事完了箇所状況に大きな変状は見られない。また、MOCへのヒヤリングでは地主や近隣住民から苦情等に関する情報はなく、MOCと近隣住民との関係は良好である（2021年1月27日現在）。 	<ul style="list-style-type: none"> 特になし。 2021年2月1日のクーデター以降、MOCは2021年4月及び2022年3月にそれぞれ800mと500mの現地道路の改良工事を行い、地主への対応や環境影響モニタリングも適切に実施したことをMOC担当者へ確認している。 	<ul style="list-style-type: none"> 特になし
---	------------	---	--	---	--

5.2.1. 本事業の成果（ビジネス面）

本パイロット工事の成果は、次の4点が明らかになったことである。

1) ツイスター工法は現地発生土砂を有効活用できる画期的な土砂改良技術

当工法により現地発生土砂から品質の安定した良質な土工事材料が大量に製造できることが本試験施工を通して実証された。

2) ツイスター工法の認知度アップ

現場見学会やワークショップにより、MOC/DOHの建設部門（特にイラワジ管区担当の職員）、メカニカル部門、道路研究所の担当技術者等政府関係者、日系企業や外国企業に認知され、ミャンマー国外の案件についても日系コンサルタントやベトナム企業から本工法に関する問合せや検討依頼が来ている。

3) ツイスタープラント運転と品質管理への課題

MOCスタッフ及び作業員は、ツイスタープラントの組立～計装配線～試運転～計量器のキャリブレーションの施工手順を繰り返し経験したことで、彼ら単独でツイスタープラントを稼動できるようになった。ただ、高品質の改良材を安定的に供給するには、日々設計仕様や使用材料の状態に応じて、材料供給のスピードを変えることより現場配合を調整しなければならない。このノウハウを習得するには経験とエンジニアリングが必要であり時間を要する。

4) 工事金額低減への課題

プロジェクトへの予算は限られており、MOCの最大の懸念事項は工事費の低減とツイスター工法の施工単価である。施工単価を如何に下げることが彼らの関心事である。当工法の現地施工単価は、資機材調達スケジュール管理、作業員の適正配置と習熟度、並びに汎用機械の配置や故障頻度等の現場施工条件が大きく影響するので、今回の歩掛りを標準の施工単価として採用することは出来ない。工事金額はプロジェクトで採用される設計方針に大きく作用される。例えば今回路床で用いる改良材の配合設計に2015年にエーヤワディー地区で完了した「ミャンマー国災害多発地域における道路技術改善プロジェクト」の実績が採用されていれば、材料費は約1/5で路床だけの工事費は40%以上削減できた（添付17：Workshop 2 Project Report / Proposal for Future Road Extension 参照）。

ワークショップ（Workshop2）で現場施工の結果（添付17：Workshop 2 Project Report / Proposal for Future Road Extension 参照）をMOC/DOHと共有し、工事費削減に向け次の3つの取組みを今後（2020年2月以降）の継続工事で実施することになった。

- ① 実情に即した道路設計/施工標準（安価で入手しやすい材料を用いたシンプルな配合設計）を実現するために、施工区間を分割して異なる道路構造や配合パターンを試す。
- ② タイムリーに材料や機材を調達し生産性をアップする（PDCAの実施）。
- ③ ツイスタープラント運転スタッフのノウハウ/習熟度のアップを図る（OJT/マニュアルの活用）。

5.2.2. 課題と解決方針

MOC/DOHは、2021年2月1日のクーデター以降もボガレー現場でツイスターの運用を継続する計画であり、本施工のために彼らが借上げた農地は2019年12月末以降も借地契約が継続され、ツイスタープラントは現地借地内で現在も保管、運用されている。2021年4月と2022年3月、Special Construction

Unit #14 は彼ら単独で現地の道路改良工事をそれぞれ 800m と 500m の延伸を完了した。現地情報では、単独施工分について現場密度試験等の品質管理を実施しているようだが、方法/手順の一部についてマニュアルを遵守していない。また、今後はツイスターの主要な消耗部品であるインパクトチェーン（改良材の品質を大きく左右する）のストックがなくなることから、製造される改良材の品質が更に低下することが懸念される。

上記 5.2.1 で述べたように、彼ら独自でツイスター工法を有効活用するには、MOC/DOH 担当部門と一緒に実情に即した道路設計/施工標準の設定、施工管理の改善やコスト低減に向けた具体的な取組みを継続しながら、現実的な施工標準を確立すると共にプラント運転のノウハウを関係者へ周知徹底する必要がある。ノウハウ習得にはエンジニアリングの知見と経験が必要であり時間が掛かるので、ミャンマーの実情に応じて 1) ツイスタープラント組立・解体及び維持管理、2) 改良材の品質管理、3) エンジニアリングを提供する顧客サポートシステム（サービス）の構築を行う。

道路設計/施工管理の向上や工事費削減について具体的な改善内容を継続工事で実施し現実的な提言を MOC/DOH へ行うことで、彼らとの関係強化を図り当工法が MOC の土砂改良技術の標準要領の 1 つとなることを目指してきたが、現在も政情不安は続いており今後の現地建設市場が見通せないことから、2022 年 10 月、当社はミャンマーからの撤退を決定した。

第6章 本事業実施後のビジネス展開の計画

6.1. ビジネスの目的及び目標

6.1.1. ビジネスを通じて期待される成果（対象国・地域・都市の社会・経済開発への貢献）

【ミャンマー】

今回のパイロット工事で、良質な土砂材料の入手が困難な地域において、ツイスター工法により現地発生土砂（高含水比の粘性土）を有効利用して品質が安定した改良材を大量に製造できることが実証された。当工法は 2020 年 7 月に国会で予算承認された「ミャンマーの JICA/ADB バギーチャイトー高速道路工事」や事業検討中の「JICA ヤンゴン外環状高速道路工事」等の大規模土工事案件でコスト低減や工事短縮が図れる。

【バングラデシュ】

2021 年 2 月 1 日のクーデター以降、バングラデシュの JICA/ODA のマタバリ港開発事業案件について、現地発生土砂有効活用技術としてツイスター工法や他当社土砂改良技術も併せて、日系コンサルタントや日系建設会社へ技術提案等を行っている。特に、マタバリ港アクセス道路工事（マタバリ港～国道 1 号線）では現地発生する不良土は 100 万 m³ 以上あり、ツイスター技術で大容量の不良土が場外処分されず現場内で有効利用されれば、ダンプトラック台数や運搬距離が削減され、コスト低下だけでなく燃料の消費、排気ガスの排出や粉じん等環境負荷の低減に大きく貢献する。また、国道 1 号線ではチッタゴン～チャカリア間の交通渋滞解消に向け主なボトルネック区間 5 箇所延長 24km の道路整備事業では 340 万 m³ 程度の盛土が計画されており、コスト低減の選択肢の一つとして当社工法で現地発生土砂の有効活用が期待できる。また、ダッカ MRT のシールド工事で発生する建設汚泥の有効活用について、ツイスター工法の活用効果を検討し当工法の適用範囲の拡大を図る。

ASEAN 諸国は輸送システム、情報分野のインフラ、エネルギーインフラの整備が有機的に実施されると期待されることから、ガンジス川デルタにあるバングラデシュだけでなく、チャオプラヤ川デルタのあるタイやメコン川デルタのあるカンボジアやベトナムでも道路、鉄道や治水等のインフラ整備で当社

の土砂改良技術により現地調達可能な材料を有効活用できることから、バングラデシュのビジネスモデルの水平展開を彼の地での実施も目指す。

6.1.2. ビジネスを通じて期待される成果（ビジネス面）

【ミャンマー】

ミャンマーの JICA/ADB バゴーチャイトー高速道路工事」や事業検討中の「JICA ヤンゴン外環状高速道路工事」等の大規模土工案件、プロジェクト全体の盛土の数量は両案件とも 1,000 万 m³ 以上であり、その内、現地発生土砂の有効活用数量はそれぞれ 100 万 m³ 以上（工事金額 30 億円）を想定する。現地日系及びローカル企業と連携しながら、ツイスター工法が適用できる当分野で工事を継続的に受注すると共に、中長期的に土工全般へビジネス展開を図りミャンマー国で No1 の土工専門業者を目指す。

【バングラデシュ】

マタバリ港アクセス道路工事において（入札中であり発注者 RHD が技術審査中）、100 万 m³ 以上の現地発生不良土が現場内で有効活用される予定であり、当社の土砂改良技術ツイスター工法及び類似工法の利用が入札図書（スペック）に記載されている。不良土を活用した改良土の量は膨大であり、ローカル企業と連携しながら当分野の工事を元請業者より受注（売上 30 億円、輸入機材プラント機材 6 セットを想定）すべく活動中である。今回案件を足掛かりに、バングラデシュ国内の同種案件の受注を目指し、現地事業収益の安定化を図ると共に取組み分野を土工全般に拡大し中長期的にバングラデシュで No1 の土工専門業者を目指す。

6.2. ビジネス展開計画

6.2.1. ビジネスの概要

【ミャンマー】

- ① 2023 年 1 月時点で現地の政治／経済的なリスクが特定できていないため、当面は元請として工事は受注せず、ツイスター機材のレンタルやエンジニアリングのサービス提供、又は土工の専門業者として下請に徹し、現地経験を重ねながら次の展開を模索する。
- ② 工事受注に向けた当技術の普及は、ミャンマー政府機関や現地コンサルタント及び施工業者に対しプレゼンテーション（デモンストレーション含）を実施する。実施工は現地パートナー企業（現地ツイスター工法研究会会員）が行う。現地企業への技術普及／レベルアップは、日本国内現場における OJT と当社技術要員を現場へ派遣し現地での直接個別指導を合わせて行う。
- ③ 将来的には、ツイスター工法研究会の会員（ローカル企業）が独自で現地政府の公共工事や民間工事を受注し、当社は工法研究会の会員へプラントのリースやエンジニアリングのサービスを提供する。

【バングラデシュ】

現在出件中のマタバリ港アクセス道路工事（2022 年 11 月 15 日入札締切）の内、現地発生不良土の有効活用する部分は元請候補のすべてに見積や施工計画等の支援を完了しており、下請受注に向けた営業活動を継続する。全体工事の開始時期は 2023 年 9 月が予定されており、当社部分の施工開始を 2024 年と想定し、問題なく工事開始できる様にツイスタープラント機材の調達/輸送、現地施工体制、現地パートナーやスタッフの教育プログラム等の準備作業を現在進めている。

本プロジェクトは有効利用される不良土砂量は 100m³ 以上、施工期間は約 2 年と長期に及ぶことから、ツイスター工法をバングラデシュのみならず近隣諸国の政府関係者や建設関連業者へアピールする

ショーケースとして最大限活用しながら、ツイスター工法研究会（ローカル企業）を設立と拡大を図る。当社はODA 案件の受注を目指すだけでなく、工法研究会の会員へツイスタープラントのリースやエンジニアリングのサービス提供も併せて行う。

6.2.2. ビジネスのターゲット

【ミャンマー】

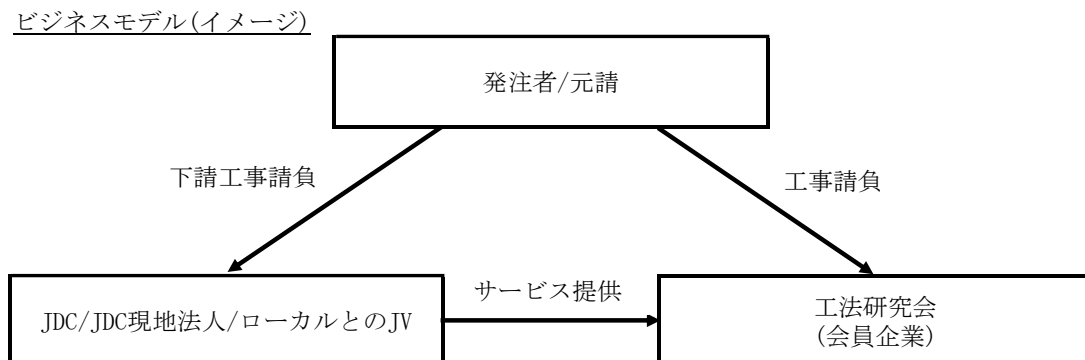
道路盛土（建設省 / Ministry of Construction）、治水対策として河川堤防の築堤（農業・畜産・灌漑省 / Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation）、鉄道の基盤改良（運輸・通信省 / Ministry of Transport and Communications）、空港や工業団地等の造成（民間）等の大規模土工事において、現地発生土砂の有効活用を促進する。

【バングラデシュ】

道路盛土（Roads & Highways Department）、治水対策として河川堤防の築堤（Ministry of Water Resources）、ダッカ地下鉄工事の車両基地盛土（Dhaka Mass Transit Company limited）、工業団地等の造成（Bangladesh Economic Zones Authority）等の大規模土工事において、現地発生土砂の有効活用を促進する。

6.2.3. ビジネスの実施体制

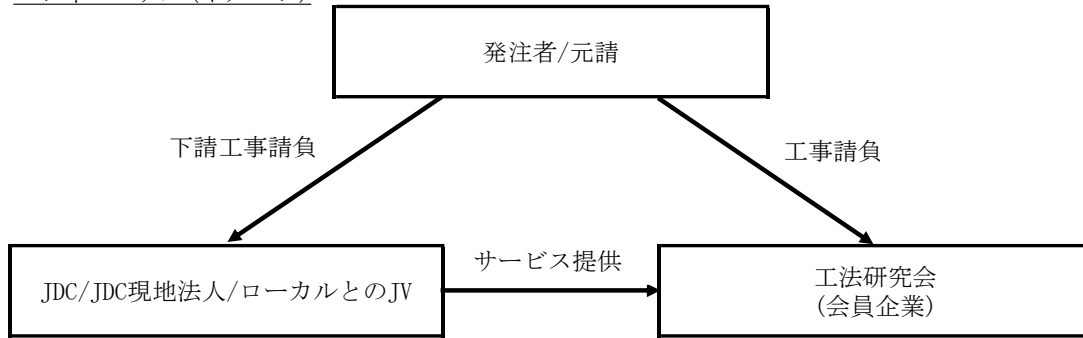
【ミャンマー】



基本的に当面の受注体制は元請ではなく、現地発生土砂の有効活用技術を持つ専門業者として、ミャンマー民間企業や日系企業の下請並びに現地工法研究会会員へツイスター機材のレンタルや土質改良に関連するエンジニアリングサービスを提供するビジネス体制を構築する。

【バングラデシュ】

ビジネスモデル(イメージ)



- ① バングラデシュで事業を行う際のリスクを2023年1月時点で特定できていないため、当面はJICA, ODA 案件を対象に元請として工事は受注せず、土工事の専門業者として下請に徹する。当社の得意分野で経験を積重ねながら営業活動について次の展開を模索する。
- ② 当社とローカル企業（パートナー）と合弁会社（現地法人）及びローカル企業を中心にツイスター工法研究会を設立する。工法研究会の会員会社は独自に営業活動を行い当工法の国内普及を図る。一方、研究会は会員会社のエンジニアリングや施工能力のレベルアップを図り、他社技術に対し当工法の競争力を維持する。当社および現地法人は ODA 案件工事の受注と会員会社に対して機材のレンタルやエンジニアリングのサービスを提供する。マタバリ港アクセス道路工事の施工を通じて、上記ビジネスモデルのアップデートを行う。

6.2.4. ビジネス展開のスケジュール

【ミャンマー】

当社は2022年10月末ミャンマーからの撤退を決定しており、現地ビジネスを再開する可能性は極めて低い。政治治安情勢が落ち着き、現地ビジネス展開を図る場合の実施内容とスケジュール感は以下を想定する。

- MOC/DOH の継続工事で技術支援（Workshop2 で MOC/DOH と合意したように、実情に即した道路設計/施工標準（安価で入手し易い材料を用いたシンプルな配合設計）を実現するために、施工区間を分割して異なる道路構造や配合パターンで実施する施工試験に協力する）を行い、彼らと一緒に現実的な交通量予測に基づき道路設計/施工標準を確立すると共に当社工法が MOC 土砂改良技術の標準要領の1つになることを目指す（再開後3年以内）。
- 本事業や MOC/DOH の継続工事の成果を利用し、地元/日系企業への営業活動を行うと共に現地で施工を行うパートナーを中心に工法研究会を設立することで現地施工体制を構築する（再開後3年以内）。
- ツイスター工法の適用が可能な道路等新規インフラ整備案件の大規模土工事を下請受注する（再開後5年以内）。当面のターゲットは「JICA/ADB バグーチャイトー高速道路工事」施工延長約65km 及び事業検討中の「JICA ヤンゴン外環状高速道路工事（Phase1）」施工延長60kmの現地発生土砂再利用工事である。

【バングラデシュ】

マタバリ港アクセス道路工事とツイスタープラントのリース/エンジニアリングを提供するサービス事業について、今後スケジュールは以下の通りである。

- ① マタバリ港アクセス道路工事

- ・入札締切：2022年11月15日（現在入札審査中）
- ・全体工事開始予定：2023年9月
- ・現地体制：2022年4月 JDC 現地法人設立/2022年11月 JDC バングラデシュ支店開設決定、6月に現地事務所開設し、JDC 本社と連携しながら入札業務や工事实施に向け準備作業を進めている。
- ・ツイスタープラント機材調達：必要台数6台の内3台の新規製作を決定し注文済み(製作期間1年)
- ・現地パートナー/協力業者の発掘及び現場スタッフの教育(日本国内OJT)；現地パートナー1社と覚書締結済み、パートナー及び JDC ローカルスタッフについて、2023年内3ヶ月程度日本国内のツイスター関連プロジェクトでOJTを実施する予定である。現地パートナー及び協力業者の発掘作業は継続中である。

② ツイスタープラントのリース/エンジニアリングを提供するサービス事業

- ・事業の準備期間：マタバリ港アクセス道工事期間中 2024年9月～2026年9月の2年間程度
- ・工法研究会の設立：2025年6月頃に会員の募集を開始する。
- ・サービスの開始：2026年9月を予定、工法研究会会員に対して、プラントのリース(マタバリ港アクセス道路工事で使用した機材を活用)並びにエンジニアリングのサービスを開始する。

6.2.5. 投資計画及び資金計画

企業秘密につき非公表

6.2.6. 競合の状況

【ミャンマー】

ミャンマー国災害多発地域における道路技術改善プロジェクトにおいて、2つ土砂改良技術①スタビライザー工法（現位置改良）と②固定式プラント（中山鉄工所製）を用いた試験施工が実施されている。良質土や碎石の入手が困難なデルタ地帯（イラワジ地域等）では現地発生材を利用した道路材料の製造が非常に有益であることが実証されている。一方、工期短縮・コスト削減・品質向上するための具体的な改善課題も明らかになった。

- ① 工期短縮のために大量供給可能な工法
- ② 現地発生土砂の大部分は高含水比の粘性土であり、それに対応できる工法
- ③ 安定した高品質の材料が供給できる工法

当社の『回転式破碎混合（ツイスター）工法』は高含水比の粘性土から軟岩まで幅広い材料に適用が可能で、上記課題を満足させる国内で唯一の土砂改良技術である。他社の混合工法では適応が難しい高含水比粘性土を均質に攪拌混合できるので、天日乾燥などの含水比低下を図る手間暇が軽減できる。また、従来では廃棄処分していた土砂の有効活用も図れるので、工事費や周辺環境負荷の低減に寄与できる。

【バングラデシュ】

マタバリ港アクセス道路工事では、現地で発生する不良土砂(デルタ地帯特有の高含水比の粘性土)は基本的に改良して再利用することになっている。土量が100万m³以上と膨大なことから、品質が均一な良質な改良材を大量に共有する必要があり、施工方法として仕様書に「回転式破碎混合工法又は同等

の工法」と規定されている。当社の『回転式破碎混合（ツイスター）工法』は高含水比の粘性土から軟岩まで幅広い材料に適用が可能で、上記課題を満足させる国内で唯一の土砂改良技術であることから、今のところ、バングラデシュでは今回の施工条件を満足する競合技術はないと思われる。

6.2.7. ビジネス展開上の課題と解決方針

【ミャンマー】

- ① 道路設計／施工管理の向上や工事費削減について具体的な改善内容を継続工事で実施し現実的な提言をMOC/DOHへ行うことで、彼らとの関係強化を図り当工法がMOCの土砂改良技術の標準要領の1つとなること、またODAの大規模土工事案件で足掛かりを作ることで事業展開を図る予定であったが、現在も政情不安は続いており今後の現地建設市場が見通せない。
- ② 当社の海外事業拠点はシンガポールのみであり、ミャンマーが海外において最初のツイスター工法事業の展開となるため、受注の確保や地元人材・パートナーの確保・育成・管理が課題である。
- ③ ミャンマーでは商標権以外の知的財産保護について法整備が進められているが、2023年1月時点では、ミャンマーは、特許協力条約（PCT：Patent Cooperation Treaty）に加盟しておらずかつミャンマー国内の知的財産保護法の成立、施行、運用がなされていない。このため当社の日本国内で持つ特許を登録することができず、模倣および第三者からの知的財産に関する訴訟（当社が第三者の技術を模倣しているとした訴え）があった場合への対応が課題であり、現地コンサルタントや関係機関と対応を協議する。
- ④ 法人税および個人所得税についてミャンマーと日本とは二国間租税条約が締結されていない。このため日本国内とミャンマーでの二重課税によるコスト増加が懸念され採算性の確保が課題であり、現地コンサルタントや関係機関と対応を協議する。

【バングラデシュ】

- ① バングラデシュでツイスター工法の事業展開は初めてであり、受注の確保や地元人材・パートナーの確保・育成・管理が課題である。まずは、JICA/ODA案件のマタバリ港アクセス道路工事の内、当工法に関連する工事の下請受注を想定し、ツイスタープラント機材の調達/輸送、現地施工体制、現地パートナーやスタッフの教育プログラム等の準備作業を計画的に進める。
- ② 当社が日本国内で持つ特許（ツイスター工法）の模倣および第三者からの知的財産に関する訴訟（当社が第三者の技術を模倣しているとした訴え）があった場合への対応が課題であるが、バングラデシュは特許協力条約（PCT：Patent Cooperation Treaty）に加盟していないが、バングラデシュ特許・意匠。商標局（Department of Patents, Designs and Trade Marks）2017年に出願済みで2033年まで有効である。
- ③ 付加価値税（VAT）、前払い法人税（AIT）、個人所得税及び関税等について二国間条約が締結されているが、徴税先の実務運用システムが明確でなく免税申請から還付までのプロセスが複雑で時間を要すると共に想定外の税負担で採算性の悪化が懸念される。現地日本政府機関、現地日系企業やコンサルタントから実務運用に関する情報収集を行い、リスクを回避するための具体策を事業開始前に定める。

6.2.8. ビジネス展開に際し想定されるリスクとその対応策

【ミャンマー】

- (1) ビジネス面のリスク

- 工事代金の回収：契約内容、特に取下げ条項を弁護士・会計士へ事前確認する。与信確認は困難が予想されるが、関係機関から協力を得る。
- 機材輸入と輸出の許可と関税：MOC の支援により政府関係機関の許可証等を得る。
- 本工法の特許侵害：近隣国への国際特許出願を行う。当面の間プラント設備の販売は行わない。

(2) 環境・社会面のリスク

- 安全管理：社内安全管理基準を策定し、日本人技術者がローカル社員へOJT 教育することで周知徹底を図る。また、事前に施工計画書を作成し実行する。
- 環境社会配慮：想定される環境社会影響について、事前の環境評価画を実施し、緩和対策・モニタリング計画を策定の上実行する。

【バングラデシュ】

(1) ビジネス面のリスク

- 工事代金／売上金の回収：契約内容、特に取下げ条項を弁護士・会計士へ事前確認する。与信確認は困難が予想されるが、関係機関から協力を得る。
- 機材輸入と輸出の許可と関税：当面は JICA/ODA 案件に取組みリスク低減を図りながら、当社で輸出入許可を取得する。また、この分野に精通するローカルパートナーとの協業を模索する。
- 本工法の特許侵害：バングラデシュで特許出願済みで 2033 年まで有効であるが、当面の間プラント設備の販売は行わない。

(2) 環境・社会面のリスク

- 安全管理：社内安全管理基準を策定し、日本人技術者がローカル社員へOJT 教育（日本国内で基幹スタッフを教育訓練）することで周知徹底を図る。また、工事施工は、事前に施工計画書を作成し実施する。
- 環境社会配慮：工事施工は、想定される環境社会影響について、事前の環境評価を実施し、緩和対策・モニタリング計画を策定の上実行する。

6.3. ODA 事業との連携可能性

6.3.1. 連携事業の必要性

【ミャンマー】

ミャンマーの JICA/ADB バゴーチャイトー高速道路工事」や事業検討中の「JICA ヤンゴン外環状高速道路工事」等の大規模土工事案件、プロジェクト全体の盛土の数量は両案件とも 1,000 万 m³ 以上で現地発生土砂（高含水比の粘性土）はそれぞれ 100 万 m³ 以上と推定される。現地では良質な土木材料の入手は困難であることから、現地発生材ツイスター工法で良質な代替品（改良土）として再利用されれば、ダンプトラック台数や運搬距離が削減され、コスト低下だけでなく燃料の消費、排気ガスの排出や粉じん等の環境負荷低減にも大きく貢献する。当社ツイスター工法を用いたビジネス展開は、時間、コスト及び環境負荷低減の観点から、ミャンマーと当社双方に大きなメリットが見込まれる。

【バングラデシュ】

後発途上国のバングラデシュでは道路や鉄道網等のインフラ整備や工業団との開発需要は高いが、良質な土木材料の入手は困難である。一方、ガンジス川デルタ地帯の現地発生材（高含水比の粘性土）はツイスター工法で良質な代替品（改良土）として有効活用される。また、建設発生土砂が場外処分されず現場内で再利用されれば、ダンプトラック台数や運搬距離が削減され、コスト低下だけでなく燃料の消費、排気ガスの排出や粉じん等環境負荷の低減に大きく貢献する。当社ツイスター工法を用いたビジネス展開は、時間、コスト及び環境負荷低減の観点から、バングラデシュと当社双方での相乗効果が見込まれる。

6.3.2. 想定される事業スキーム

【ミャンマー】及び【バングラデシュ】

ツイスタープラントの機材費は高くすべて輸入となるため高額な関税等から、当社の初期投資額は大きくなる。海外事業展開の経験が少ないツイスター事業でありリスクも大きいので、免税の恩恵を受け資金回収が比較的スムーズでしかも宣伝効果の高い、円借款や無償資金協力による大規模な土工事の受注を足掛かりに、現地ビジネスの展開を図る。

6.3.3. 連携事業の具体的内容

【ミャンマー】

ミャンマーの JICA/ADB バゴーチャイトー高速道路工事」施工延長約 65km や事業検討中の「JICA ヤンゴン外環状高速道路工事（Phase1）」施工延長 60km 等の大規模土工事案件、プロジェクト全体の盛土の数量は両案件とも 1,000 万 m³ 以上で現地発生土砂（高含水比の粘性土）はそれぞれ 100 万 m³ 以上と推定される。

【バングラデシュ】

マタバリ港アクセス道路工事において（入札締切 2022 年 11 月 15 日、発注者 RHD が技術審査中）、100 万 m³ 以上の現地発生不良土が現場内で有効活用される予定であり、当社の土砂改良技術ツイスター工法及び類似工法の利用が入札図書（スペック）に記載されている。不良土を活用した改良土の量は膨大であり、ローカル企業と連携しながら当分野の工事を元請業者より受注（売上 30 億円、輸入機材プラント機材 6 セットを想定）すべく活動中である。

また、上記アクセス道路工事から比較的近い国道 1 号線では、チッタゴン～チャカリア間の交通渋滞解消に向け、主なボトルネック区間 5 箇所延長 24km の道路整備事業では 340 万 m³ 程度の盛土が計画されており、当社工法により現地発生土砂の有効活用を図ることでコスト低減が期待できる。

添付資料

- ◇ 添付 1 環境チェックリスト
- ◇ 添付 2 進捗写真①
- ◇ 添付 3 工事記録（写真）
- ◇ 添付 4 ツイスタープラント組立マニュアル
- ◇ 添付 5 ツイスタープラント運転／メンテナンス要領
- ◇ 添付 6 設計仕様／現場品質管理試験結果
- ◇ 添付 7 定期道路変状測定（モニタリング）
- ◇ 添付 8 現場見学会（Part1）
- ◇ 添付 9 現場見学会（Part2）
- ◇ 添付 10 プロジェクト概要
- ◇ 添付 11 ツイスター工法概要
- ◇ 添付 12 ツイスター工法プロモーションビデオ
- ◇ 添付 13 Workshop 1 Summary
- ◇ 添付 14 環境社会配慮モニタリング記録
- ◇ 添付 15 Twister Plant Official Handing Over Ceremony
- ◇ 添付 16 Workshop 2 Summary
- ◇ 添付 17 Workshop 2 Project Report / Proposal for Future Road Extension
- ◇ 添付 18 Slideshow of Project Milestones 「企業秘密により非公開」
- ◇ 添付 19 Drive Record in Project Site 「企業秘密により非公開」
- ◇ 添付 20 Workshop 3 Schedule

Ministry of Construction
Department of Highways
The Republic of the Union of Myanmar

Summary Report

The Republic of the Union of Myanmar

Collaboration Program with the
Private Sector for Disseminating
Japanese Technologies for
Construction Soil Improving Method
(Twister Method)

January, 2023

JDC CORPORATION

Japan International Cooperation Agency (JICA)

<Notes and Disclaimers>

- This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- Neither JICA nor the proposed corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

Table of Contents

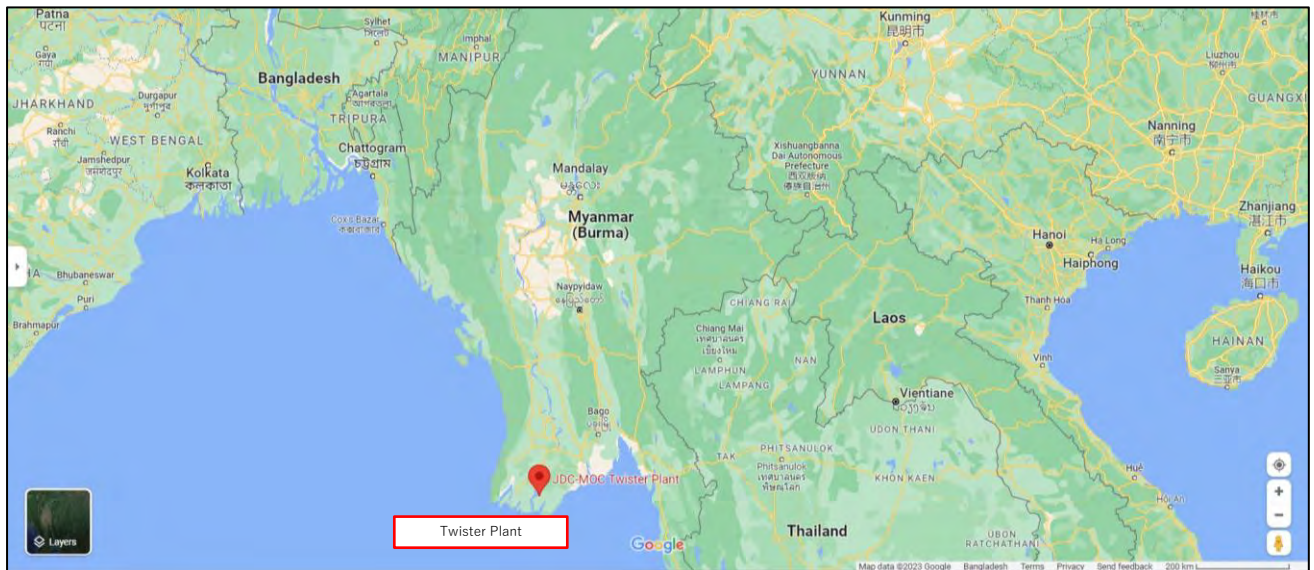
Map	i
List of Abbreviations	iii
Chapter 1 Summary	1
1.1. Summary Outline	1
1.2. Business Overview Diagram	5
Chapter 2 Project's Background	6
2.1. Project's Background	6
2.2. Technologies to be Disseminated and Potential Contribution to Development Issues	7
2.2.1. Details of Technology to be Disseminated	7
2.2.2. Possibility of Contributing to Development Issues	10
Chapter 3 Project's Overview	13
3.1. Project's Objectives and Goals	13
3.1.1. Project's Purpose	13
3.1.2. Project's Objectives (Contribution to the Development Issues of Target Country, Regions, and Cities)	13
3.1.3. Project's Objectives (Business Aspect)	14
3.2. Project's Implementation Details	15
3.2.1. Implementation Schedule	15
3.2.2. Implementation System	22
3.2.3. Implementation Content	23
Chapter 4 Project's Outcomes (Evaluation of Implementation Outcomes)	25
4.1. Project's Outcome (Contributions to Target Country, Regions, And Cities)	25
4.2. Project's Outcomes on Business Aspects, Remaining Issues and the Solution Policy	28
4.2.1. Project's Outcomes (Business Aspect)	31
4.2.2. Issues and solution policy	31
4.3. Prediction/ Evaluation of Environmental and Social Considerations, and creation of Mitigation Measures	32
Chapter 5 Business Development Plan After Project Implementation	34
5.1. Business Purpose and Goals	34
5.1.1. Expected Outcomes through Business (Contribution to Social and Economic Development of Target Country/ Regions/ Cities)	34
5.1.2. Outcomes Expected through Business (Business Aspect)	35
5.2. Business Development Plan	36

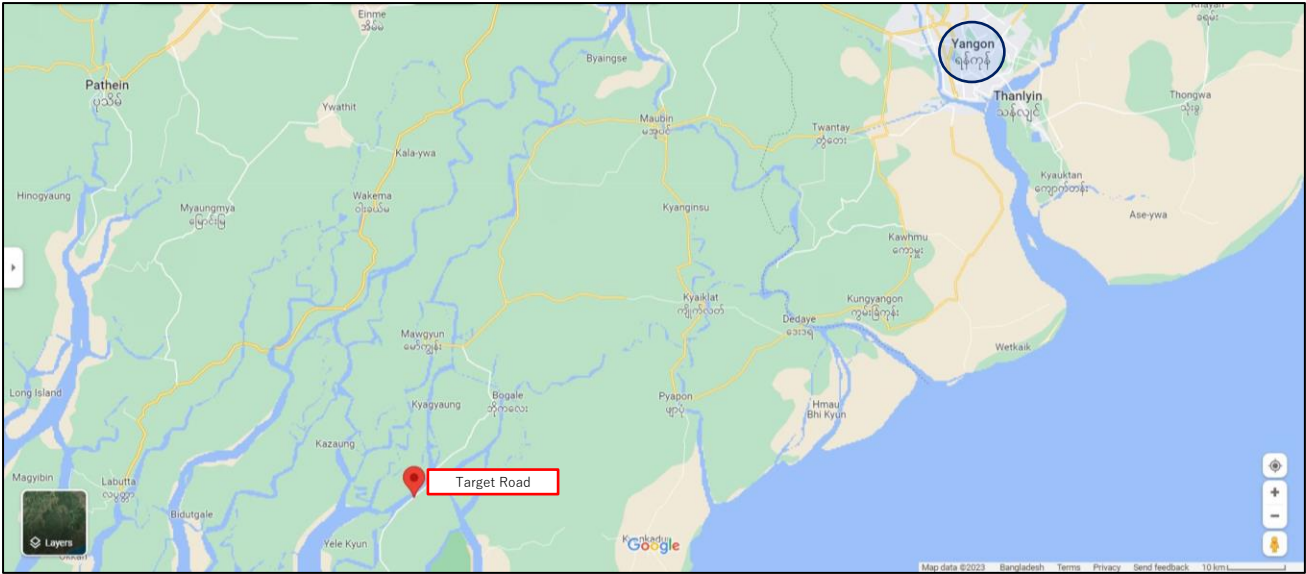
5.2.1.	Business Overview	36
5.2.2.	Business Target	36
5.2.3.	Business Implementation System	36
5.2.4.	Business Development Schedule	37
5.2.5.	Investment Plan and Financial Plan	39
5.2.6.	Competitive Situation	39
5.2.7.	Business Development Issues and Solution Policies	39
5.2.8.	Assumed Risks in Business Development and Countermeasures	40
5.3.	Possibility of cooperation with ODA projects.....	41
5.3.1.	Necessity of collaborative business	41
5.3.2.	Assumed Business Scheme.....	42
5.3.3.	Specific Content of the Collaborative Projects	42

Map

[Reference] Free map download website

- Google Maps: <https://www.google.com/maps>





TM plant and project location (satellite image) as shown in Google Map

List of Abbreviations

Abbreviation	Definition
AD	Assistant Director
ADB	Asian Development Bank
AE	Assistant Engineer
CE	Chief Engineer
C/R	Crusher Run
DBST	Double Bituminous Surface Treatment
DD	Deputy Director
DDG	Deputy Director General
DG	Director General
DOH	Department of Highways
EE	Executive Engineer
JDC	JDC Corporation
JE	Junior Engineer
JICA	Japan International Cooperation Agency
ME	Mechanical Engineer
Mech.	Mechanical
M/M	Minutes of Meeting
MOC	Ministry of Construction
NETIS	New Technology Information System
ODA	Official Development Assistance
OJT	On-the Job Training
ORN23	Overseas Road Note 23
PCT	Patent Cooperation Treaty
QC	Quality Control
RHD	Road & Highways Department
RRL	Road Research Laboratory
SAE	Sub Assistant Engineer
SSAE	Special Sub Assistant Engineer
TM	Twister Method

Chapter 1 Summary

1.1. Summary Outline

#	Summary Items	Description
1	Project's Background (including development issues in the target country)	We will focus on overseas as a supplement destination for the medium to long-term contraction of the domestic construction market, especially Myanmar, where there is a huge demand for infrastructure development and where we can take advantage of our technological strengths. In particular, the amount of improved soil required for main road maintenance is enormous, and we will continue to receive work orders for construction work in this field in collaboration with the Japanese and local companies using our soil improvement technology.
2	Project's Implemented Technologies	The "Twister Method" utilizing the striking force of flexible impact chains which rotate at high speed in a cylinder to crush and pulverize (granulate) 2-3 types of construction-generated materials, and to evenly disperse the materials. The materials could be crushed and mixed simultaneously. In addition, it is the only soil improvement technology that can be widely applied from cohesive soil with high water content to soft rock. "Twister Method" has been widely implemented at approximately 160 locations across the Japan, with a track record of more than 4 million m ³ . Regarding safety, there are no accidents caused by the Twister equipment, and no construction incidents caused by improved soil.
3	Project's Purpose/ Objective	<p>Through the dissemination/ demonstration event of road trial construction for the Ministry of Construction (MOC), it is possible to produce large amounts of high-quality earthwork materials, which are necessary for infrastructure development but difficult to procure. The fundamental policy is to develop the business of "Rotary Crushing and Mixing Technology (Twister method)" that enables the production of large amounts of high-quality earthwork materials by using locally generated soil.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ensure that our construction method works efficiently and effectively on soil generated on site. <ul style="list-style-type: none"> • Improved soil production capacity/ time reduction • Quality of improved soil <p>We aim to produce improved soil using locally generated clay as the raw material and provide it as a road material that meets the Myanmar's technical specifications for road construction work.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ensure that the constructed road is solid. <p>It is our concern to make sure the road is well constructed.</p>
4	Project's Implementation Details	<ul style="list-style-type: none"> ■ Activity Purpose <p>Demonstration of "Twister Method" to the government officials and local/ foreign companies that the method is</p>

		<p>optimal for the effective use of locally generated soil and gain recognition.</p> <p>■ Activities</p> <p>①Construction details: As a technology for effective use of locally generated soil, we will produce improved materials that are applied to capping layer/ subgrade, sub-base course and base course using the "Twister method".</p> <p>[Role of MOC] Procurement of materials/ equipment other than road design, plant assembly and site management.</p> <p>[Role of JDC] Provision of Twister equipment, plant assembly, operation guidance and technology transfer.</p> <p>②Construction Location: It is located at Road S₁₆-49 (Bogalay-KyeinChaung-KaDonKaNi) in the Bogalay district of the Irrawaddy Division, which is 200 km southwest of Yangon, Myanmar's largest city. The 400 m target road section is located at milepost 24 km, with overall road improvement work of the 64 km.</p>
5	Project's Outcome/ Achievement	<p>This project proved that our construction method is works efficiently and effectively on locally generated soil, and able to produce a large amount of high-quality improvement material with stable quality.</p> <p>On the other hand, in order to ensure MOC/ DOH could make effective use of the Twister method freely, we will continuously work together with the department in charge to establish road design and construction standards that meet the actual situation, improve construction management, and reduce costs. However, it is necessary to establish a practical construction standard and to disseminate the know-how of plant operation to the people concerned.</p> <p>The Twister method has been well recognized by not only MOC but also local, Japanese and foreign companies as an effective soil improvement method in this area from the viewpoint of quality and production capacity through the site visits and workshops. We are responding to inquiries and requests for consideration of construction projects.</p>
6	Business development prospects at the current stage (business development decision, consideration, impossibility)	<p>[Myanmar] At this time, we have not been able to identify the local political/ economic risks, so for the time being we will not accept requisition for construction work as the prime contractor. We are looking for the next development while accumulating experience.</p> <p>[Bangladesh] Since the political and security situation in Myanmar has not stabilized since the coup d'état on 1st February 2021, we have been preparing to develop a new Twister business in Bangladesh, where there is a large-scale of ODA earthwork project is scheduled since the beginning of last year.</p>

7	Justification for business development	<p>[Myanmar] In this pilot project, it was demonstrated at the areas where it is difficult to procure high-quality soil, the Twister method can be used to effectively utilize the locally generated soil (cohesive soil with a high-water content) to produce a large amount of improved soil material with stable quality. It is thought that the cost for large-scale earthwork projects in Myanmar such as “JICA/ ADB Bago-Kyaikto Expressway Construction” (budget was approved by the Parliament in July 2020) and "JICA Yangon Outer Ring Expressway Construction" (under consideration) can be reduced and the construction period can be shortened with the implementation of Twister method.</p> <p>In addition, the Twister method has been recognized by MOC officials, Japanese and foreign companies through the site visits and workshops. Relevant inquiries regarding the projects in Myanmar and overseas, and the requests for consideration of Twister method have been received from Japanese consultants and Vietnamese companies.</p> <p>[Bangladesh] Refer Chapter 6, Section 6.1.2</p>
8	Unresolved issues and countermeasures/ policies for business development	<p>[Myanmar] By implementing specific improvements in ongoing construction and making practical proposals to MOC/ DOH regarding the improvement of road design/ construction management and the reduction of construction costs, we intend to strengthen our relationship with MOC/ DOH, and the Twister method could improve MOC’s locally generated soil. We planned to develop the business by making it one of the standard technical procedures and by creating a foothold for large-scale ODA’s earthwork projects, but the political situation is still unstable and the future local construction market cannot be foreseen.</p> <p>[Bangladesh] Refer Chapter 6, Section 6.2.7</p>
9	Future business development plan	<p>[Myanmar] When the political and security situation is resolved, the implementation details and schedule for local business are as follows.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Provide technical support for MOC/ DOH ongoing construction, establish road design/ construction standards that meet the actual situation with MOC/ DOH, and aim to present the Twister method as one of the standard guidelines for MOC soil improvement technology. (Within 3 years after reopening) ■ Utilizing the outcome of this project and MOC/DOH ongoing construction, we will build a local construction system by establishing a Twister method association

		<p>centered on partners who will carry out construction locally while executing business operation to local/ Japanese companies. (Within 3 years from reopening)</p> <p>■ Receive subcontract orders on large-scale earthwork for new infrastructure development projects such as roads construction, which the Twister method can be applied. (Within 5 years from reopening) The primary target is the JICA/ ADB Bago-Kyaito Expressway Construction Project with a total length of approximately 65 km, and the JICA's Yangon Outer Ring Expressway Construction Project (Phase 1), which is currently under consideration, for a 60 km construction project that utilizes locally generated soil.</p> <p>[Bangladesh] Refer Chapter 6, Section 6.2.4</p>
10	Possibility of cooperation with ODA projects	<p>In order to develop the Twister business overseas, the initial investment for Twister plant equipment costs, transportation costs, customs duties, etc. is high, while the economic risk for our company is extremely high. Since large-scale earthwork projects financed by Japanese ODA loans and grant aid are tax-exempt under bilateral investment treaties, and the recovery of funds is relatively smooth, it is one of the good options for developing local business.</p>

1.2. Business Overview Diagram

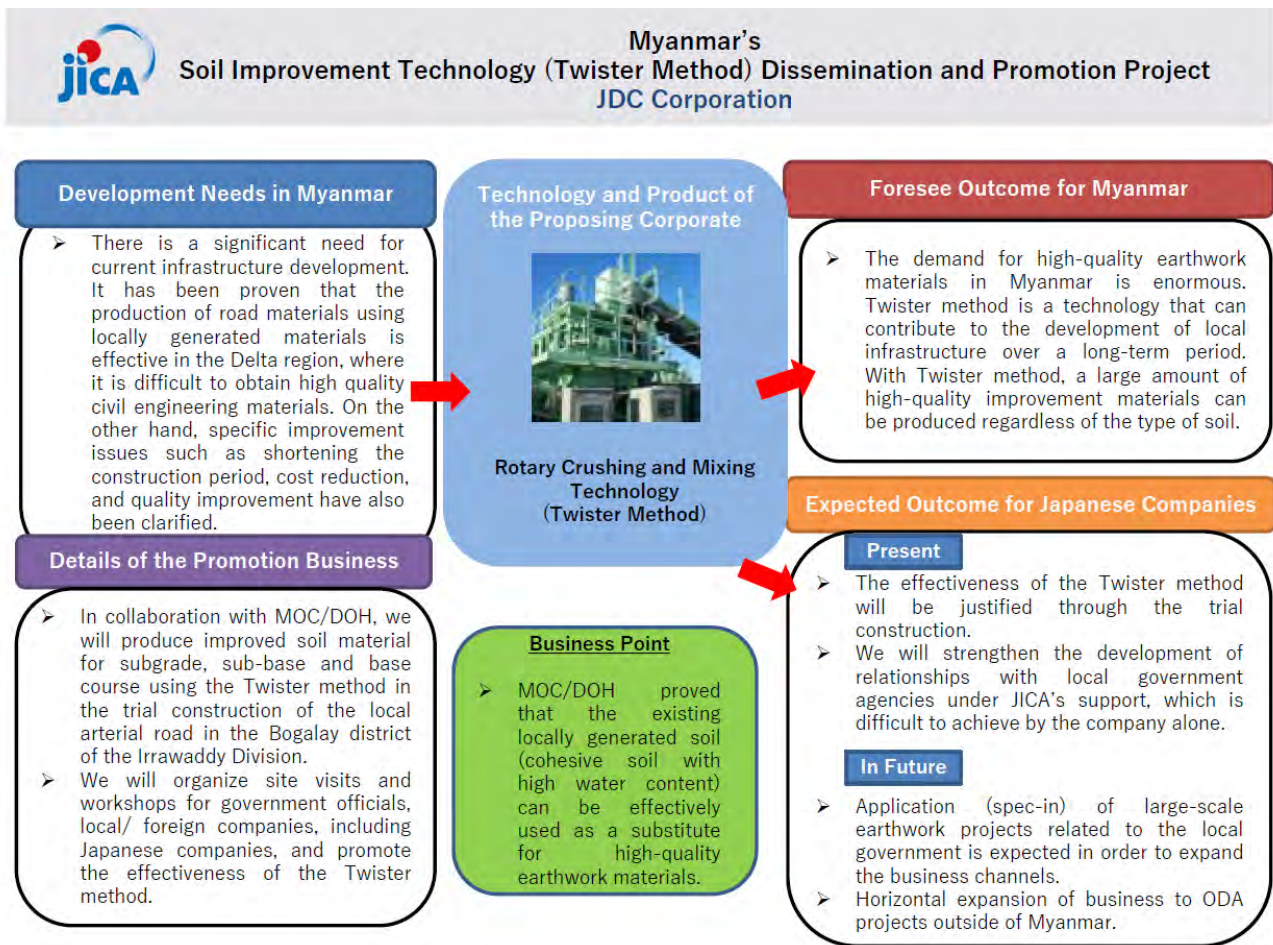


Figure 1. Business Overview Diagram

Since the coup d'état in Myanmar began on 1st February 2021, the local political and security situation has not stabilized, so we withdrew from the Myanmar project (above scheme). We work as an earthwork specialist in Bangladesh for JICA/ ODA projects, which is soil improvement work using the Twister method in Matarbari Port Access Road construction. With Twister pilot project in Myanmar as a foothold, we will develop a business that provides local construction work, Twister plant/ equipment lease and engineering services in Bangladesh.

Chapter 2 Project's Background

2.1. Project's Background

2.1.1. Political and Economic Overview of Target Country, Region, Cities

The domestic construction market, which is currently performing well, will inevitably shrink in the medium to long term, and overseas markets are attractive as subsidiary destinations. With the launch of the ASEAN Economic Community, the countries of Southeast Asia are expected to become a promising economic market as primitively they are expected to develop transportation systems, infrastructure in the information field, and energy infrastructure. Following the democratization of the Myanmar country since the formation of the U Thein Sein's government in March 2011, the economic sanctions imposed by the United States and Europe have been eased, and investment and trade have tended to expand. Given its population and demographic composition, abundant natural resources and geographical advantages, it was considered to have potential for future economic development.

As part of post-conflict economic reconstruction, our company was recognized as Japan's first general contractor specializing in mechanized earthwork which equipped with construction machinery, operators, and a motor pool. We have developed a Rotary Crushing and Mixing (Twister) method. We have also developed mechanized construction technology for earthwork that incorporates ICT (Information Communication Technology). We have been doing business in Singapore for many years and have personal connections with the local people. As a specialist in earthworks, we would like to contribute to the development of infrastructure such as roads, railways and flood control in order to improve the living environment of the people of Myanmar.

2.1.2. Development Issues Faced by Target Country, Region, Cities

In Myanmar, inadequate basic infrastructure hinders social and economic activities, and improvement of flood control, roads, railways, and electric power is a critical issue in order to improve people's lives such as poverty reduction. In particular, we will analyze the current situation only for items related to large-scale earthwork that related to our construction method.

River embankments are not maintained except in some urban areas, and damage is caused by severe flooding during the rainy season.

There are many parts of railroads where unevenness has occurred due to insufficient strength of the foundation of the track, which hinders operation at an appropriate speed.

Roads are chronically congested in cities and their surroundings due to an increase in the number of vehicles and a lack of maintenance of the road network. The pavement ratio in rural area is low, so the roads become muddy in the rainy season and dusty in the dry season. In addition, there are many places where the pavement is damaged in sections that are presumed not to satisfy the road pavement standard specifications.

The current state of the target existing road in this project is a two-layer structure in which clay soil was used for embankment and crushed stone is laid on top of the embankment for pavement when it was restored by hasty rehabilitation work after being damaged by Cyclone Nargis. There is no roadbed/ sub-base between pavement and



Figure 2. Target road section condition

embankment compared to common pavement design. For this reason, crushed stones have penetrated the embankment and the road surface is covered with clay after several rainy seasons. It caused dangerous and hassle for vehicles to pass during the rainy season, even with four-wheel drive or motorcycles, unless maintenance such as land leveling is carried out every year.

A large amount of high-quality earthwork material is required to improve the undeveloped river embankments, poor road structures, and weak railway infrastructure, but the local procurement is difficult, which poses a major challenge in the construction.

2.2. Technologies to be Disseminated and Potential Contribution to Development Issues

2.2.1. Details of Technology to be Disseminated

The Rotary Crushing and Mixing (Twister) method utilize the impact force of multiple flexible chains that rotating at high speed in a cylinder to crush and pulverize (granulate) two to three types of construction-generated materials and dispersing the materials uniformly. It is possible to perform crushing and mixing at the same time. This method is the only soil improvement technology in Japan that can be applied to a wide range of materials, from high water content cohesive soil to soft rock.

The characteristics of the technology and the composition of the plant materials and equipment are introduced as follows.

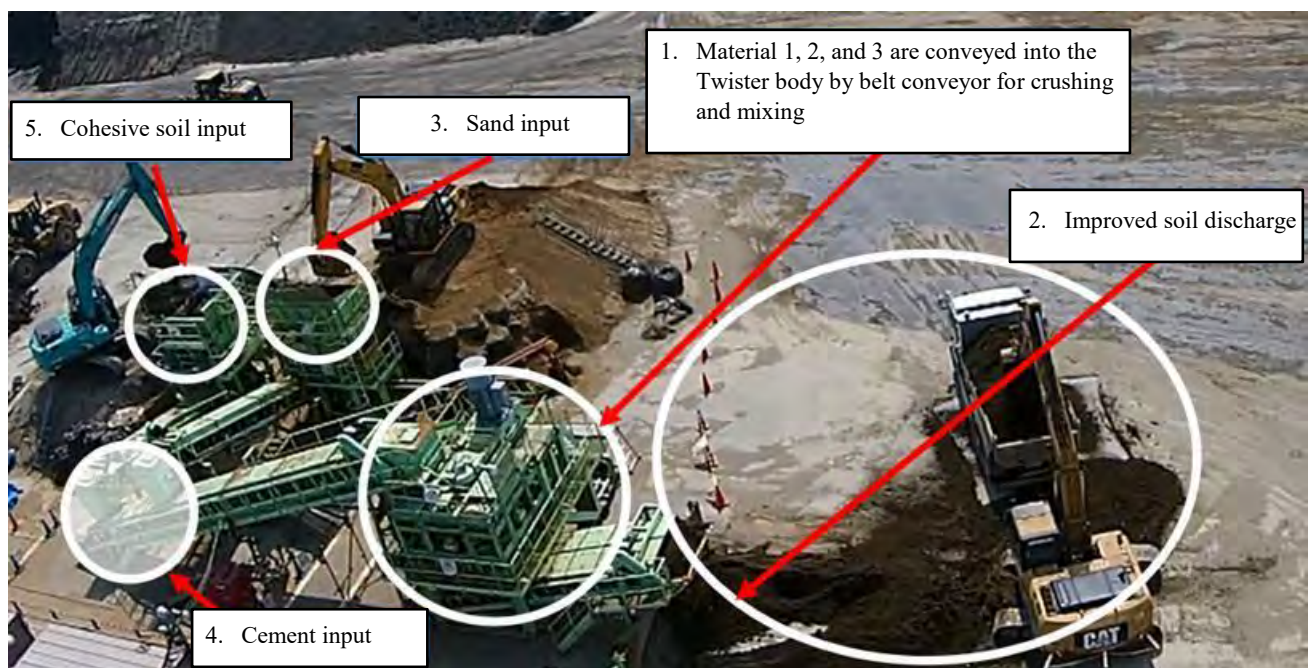







Figure 3. Twister plant layout plan

Table 1 Twister plant components

Equipment Name	Cohesive Soil Feeder	Sand Feeder	Admixture Feeder	Twister Body	Belt Conveyor
Description	Cohesive soil supply equipment	Sand supply equipment	Admixture supply equipment	Crushing and Mixing equipment for cohesive soil, sand and admixture	Setup after each supply equipment to convey the soil and sand
Equipment Image					

1) High Production Capacity

The standard type (Ø 1500 mm) can produce 300 ~ 400 m³ of improved soil from high water content cohesive soil and gravel-mixed soil in 5 hours of operation per day, thus shortening the construction period.

2) Specific Mixing Performance for High Water Content Cohesive Soil

Additives such as cement and lime are added to the locally-generated soil, which consists of high-water content clayey soil that cannot be handled by backhoe mixing and self-propelled plant mixing methods such as stabilizers and litera (domestic results showing natural water content ratio $W_n=138\%$ clay) can be improved uniformly and efficiently. Therefore, it is possible to make effective use of locally-generated cohesive soil.

3) Soft Rock Crushing Performance

It can crush and mix construction waste materials such as soft rock, mudstone, limestone, bricks and concrete debris up to a particle size of 200 mm.

4) Quality Stability of Improved Soil

Since the consolidated clay and soft rock are crushed and mixed, uniform improved soil can be produced. In addition, since the mixing performance is high, it is possible to reduce the amount of additives such as cement to be added and to produce high-quality improved soil, so that the cost of additives can be reduced.

5) Flexible Plant Equipment Specifications and Layout Changes

Depending on the raw material, it is possible to change the specifications of the plant equipment. For example, ① Mixing of cohesive soil + improvement material (additive), ② Mixing of cohesive soil + gravel soil, ③ Mixing of cohesive soil + gravel soil + improvement material. Also, the plant layout can be changed according to the site conditions.

6) Comparison With Competing Technologies in Target Country

In the road technology improvement project in disaster-prone areas of Myanmar, there were two soil improvement technologies being used for trial construction, (1) Stabilizer construction method (improvement in-situ) and (2) Fixed plant (manufactured by Nakayama Iron Works). It has been proven that the production of

road materials using locally-generated material is very beneficial in delta areas (such as the Irrawaddy region), where it is difficult to procure crushed stone. On the other hand, specific improvement objects such as shortening the construction period, reducing costs, and improving quality were also clarified.

- ① A construction method that can be applied in large quantities to shorten the construction period (Comparison of production capacity, Twister: Nakayama Iron Works = 50 m³/hr: 10 m³/hr)
- ② A construction method that can cope with most of the soil generated at site, which is cohesive soil with a high-water content
- ③ A construction method that enables a stable supply of high-quality materials

Our company's Rotary Crushing and Mixing (Twister) method can be applied to a wide range of materials from high water content cohesive soil to soft rock, and is the only soil improvement technology in Japan that satisfies the above issues. Mixing method of other companies (Nakayama Iron Work's fixed plant) is difficult to mix and apply on cohesive soil with high water content. In addition, since it is possible to make effective use of the soil that was conventionally disposed of, it is possible to contribute to the reduction of construction costs and the impact on the surrounding environment. The comparison with the stabilizer construction method is as follows.

Table 2. Comparison table of Twister method and stabilizer method

Item	Twister Method	Stabilizer Method (Self-Propelled Type)
Mixing location	The soil to be improved is brought to the fixed plant in the yard and improved.	It is possible to directly mix while moving on the soil to be improved, but it is not applicable on high-water content clay since it cannot run on its own due to insufficient strength.
Pre-mixing of cohesive soil with other soil materials	No need. Up to three types of raw materials can be mixed at the same time in the plant.	When mixing with high water content or clay lumps, uniform mixing is difficult, so separate backhoe or plant mixing is required.
Mix preparation of multiple soil materials	No need. Each material is fed into the plant at the same time by a backhoe.	Need. It is necessary to level the upper part of each material with a bulldozer, etc.
Mix ratio quality control	Automatic weighing of each mixed material.	Since it depends on the volume (layer thickness) of each layer of each material spread evenly, the experience and skill of the workers are required, and the on-site test is complicated.
Addition method of improvement material	Add directly from the feeder to the soil to be improved at the plant.	Spread directly on the soil to be improved with manpower or by machinery.
Addition quantity management of improvement material	A constant amount is continuously discharged from the feeder.	Arrange and check the bags manually for each spread area according to the weight of each bag of improved material.
Dust emission from improved materials and countermeasures	Since it is limited to the vicinity of the feeder, it can be handled with an enclosure or a dust collector.	Dust suppression type improvement material is used in Japan because it is around the entire construction area in urban areas and near cultivated areas.

7) Domestic and Overseas Sales Performance and Evaluation

In Japan, we have produced embankment materials for rivers and retarding basins, roads, airport runways, as well as land reclamation at more than 160 sites, the volume of improved soil has reached approximately 4 million m³. We have accumulated a track record of know-how related to soil improvement work and earthwork, and we can also provide problem-solving engineering.

This technology is registered in NETIS¹ (New Technology Information System), a new technology information provision system of the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism of Japan, as “construction soil recycling technology registration by Rotary Crushing and Mixing method” with registration No. KT-090048-VE. In addition, the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism has already conducted an ex-post evaluation as a technology that has undergone "trial demonstration evaluation" or "utilization effect evaluation" after being utilized in construction under the direct control of the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism.

8) Technical Safety and Consideration for The Environment

■ Plant equipment’s monitoring function and emergency stop function during operation

The plant equipment is equipped with a surveillance camera (CCTV), the operator monitors the operating area on a CCTV monitor while the plant is in operation. If an abnormality occurs, activate the emergency stop button of the system near the monitor.

■ Quality failure incident

Mixing tests and quality control during on-site construction are carried out based on the owner's management standards, and no construction accidents have occurred due to improved soil.

■ Impact on the surrounding environment

The impact of the materials used on the surrounding environment has been determined by compounding tests and toxic substance elution tests conducted prior to construction, and there have been no adverse effects so far.

2.2.2. Possibility of Contributing to Development Issues

A large amount of high-quality earthwork materials is required to improve undeveloped river embankments, poor road structures, and railway infrastructure, but local procurement is difficult, which poses a major challenge in the construction. In a pilot project related to road technology, which was implemented locally, the effectiveness of improvement materials made from locally-generated soil as a substitute for high-quality earthwork materials has been confirmed.

However, the existing technology takes time and effort to improve the high-water content cohesive soil distributed in the delta area into a high-quality soil material. Our company's "Rotary Crushing and Mixing (Twister) method" is the only construction method in Japan that possess “soil crushing and mixing system”, which can be applied from soft rock to high -water content soil (approximately 138% in Japan). It can be mixed according to the design specifications, whereas the production capacity and the layout of the plant can be flexibly adjusted according to the site conditions. There is a huge demand for high-quality earthwork materials in Myanmar, and we believe that Twister method, which can produce high-quality improvement materials in

¹ NETIS website http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/Search/NtDetail1.asp?REG_NO=KT-090048

large quantities regardless of soil type, is a technology that can contribute to the development of local infrastructure over the long term.

According to the Thirty-years Myanmar Sustainable Development Plan (Road and Bridges) formulated by Myanmar government and published in March 2015, the national development plan will be executed in 6 phases, which consists of five- years for each phase, from 2001 to 2030. According to the survey, the total length of paved roads accounts for only 23% (approximately 37,000 km) of overall domestic roads in Myanmar (approximately 159,000 km). Since the business can be developed based on the above possibilities and necessity of road construction for 120,000 km or more, the possibility of contribution of our construction method to development issues focusing on road maintenance will be examined below.

(1) Road Maintenance/ Issues in Construction Technology

1) Pavement Life Cycle Cost

Areas where it is difficult to procure high-quality aggregate that is indispensable for roadbeds are distributed in the southern part of the river, which is located at downstream of the river. In particular, it is necessary to procure high-quality aggregate for surface pavement compared to aggregate for concrete. Therefore, in order to ensure the quality of these aggregates, it is necessary to transport aggregates from distant places such as the central and western regions, which is a factor in raising the construction unit price of pavement, including roadbeds. Similarly, in these areas, it is also difficult to procure embankment materials for the foundation of pavement, especially embankment materials such as good-quality soil that can be used as they are for roadbeds without modification.

For this reason, cohesive soil with a high-water content from the existing ground surface layer, which is widely distributed in these areas, is used as it is for embankments and roadbeds, and road construction is often carried out. There are many roads where the same section is damaged frequently in a year. These are presumed to be one of the main causes of premature failure of the pavement on the subgrade, which is weak and uneven in strength distribution.

These are assumed to have a large impact on the overall life cycle cost of road development in Myanmar.

2) Lime Stabilization Technology for Improving Cohesive Soil

In road projects funded by MOC, as mentioned above, cohesive soil with a high-water content is used as-it-is for embankments and roadbeds, so stabilized roadbeds are not adopted. It can be inferred that this is due to the fact that MOC and private construction companies did not have stabilizers, which are construction machines for stabilization treatment.

In the MOC international bidding road project between Maubin and Pyapon, which is currently underway funded by ADB, stabilization of the subgrade with lime is included in the technical specifications in the contract documents. It can be inferred that the MOC's recognition of the importance of the subgrade is increasing because the contractors procured construction machinery from overseas and improved the cohesive soil by lime stabilization treatment using the stabilizer method.

However, if the stabilizer method described in 2.2.1 is applied to the subgrade after improving it with locally available cohesive soil, the pre-mixing treatment is required, so the implementation period will be longer than the estimated construction period at the time of design. There are concerns about an increase in the construction period and complexity of quality control.

In Myanmar, since it rains almost every day during the rainy season, the progress of roadbed/ pavement work is biased toward the dry season. It is assumed that

(2) Possibility of Contribution of the Twister Method

The advantages of the Twister method for the above problems are as follows.

- ✓ Shortening the construction period by omitting the pre-mixing procedure in a separate yard
- ✓ Wide application range of soil materials to be mixed and shortening of construction period due to high production capacity
- ✓ Easy quality control and uniform strength of improved soil
- ✓ Limited dust mitigation measures are possible in urban areas and near cultivated areas.

From the above advantages, especially in the stabilization process for embankment and roadbed materials that use soft clay with high water content as a base material, it is possible to shorten the road construction period, reduce pavement maintenance and management costs by constructing stable quality roadbeds, and reduction of environmental and social impact can be expected.

We believe that these beneficials may contribute to the promotion of road maintenance plans and the reduction of road maintenance costs.

Chapter 3 Project's Overview

3.1. Project's Objectives and Goals

3.1.1. Project's Purpose

Through demonstration activities of road trial construction for the Ministry of Construction's (MOC) Department of Highways (MOC), our basic policy is to develop a business that supplies large quantities of high-quality earthwork materials, which are necessary for infrastructure development but are difficult to procure, by using Rotary Crushing and Mixing (Twister) method. It is possible to produce high-quality earthwork materials from the locally-generated soil. As a matter of consideration, environmental and social concerns should be thoroughly examined before the trial construction.

The purpose and content of the local activities are as follows.

■ Activity Purpose

Demonstrating to government officials and local/ foreign companies that the "Twister Method" is optimal for the effective use of locally-generated soil, and gain recognition.

■ Activities

(1) Construction content: As a technology for effective utilization of locally-generated soil, we will produce improvement materials for subgrade, sub-base, and base course using the "Twister method".

[Role of MOC]

Procurement of materials/ equipment other than road design and construction management.

[Our role]

Provision of Twister equipment/ plant assembly, operation guidance and technology transfer.

(3) Construction site: 400 m road section located at milepost 24 km, Bogalay-KyeinChaung-KaDonKaNi (Road S₁₆-49) with a total length of 64 km road improvement work.

3.1.2. Project's Objectives (Contribution to the Development Issues of Target Country, Regions, and Cities)

Our Twister method is the only method in Japan that can mix and improve a wide range of soil, from soft rock to high water content cohesive soil. In particular, it is expected that this construction method will promote earthwork, as it is necessary for effective use of locally-generated materials for large-scale earthwork.

■ Confirm that our construction method works efficiently and effectively on soil generated on site.

- Ability to produce improved soil/ time saving.
- Quality of improved soil.

We aim to produce improved soil using locally-generated clay as the base material and provide it as a road material that meets the technical specifications for construction projects ordered from Myanmar.

■ Confirm that the constructed road is stable.

3.1.3. Project's Objectives (Business Aspect)

- We will confirm that MOC/DOH can independently operate the Twister plant, including inspection and maintenance, search for local partners and local suppliers of consumables.
- We will demonstrate that the production capacity and quality of improved soil are uniform and stable, and aim to achieve specifications (technical specification standards) for construction projects ordered by the Myanmar government in cooperation with Japanese consultants.
- Confirm the operation and operating costs of the Twister plant.

3.2. Project's Implementation Details

3.2.1. Implementation Schedule

Activity	Date	Duration	Implemented Location	Main Target Group of Activities (Organization Name, Position, Number of People, Etc.)	Purpose and Outline of the Activity
Local Activity 1	12 th December 2018 ~ 21 st March 2019	100 days	Bogalay Yangon	-MOC/DOH Mr. Khin Zaw, Chief Engineer -MOC/DOH/RRL Ms. Htar Zin Thin Zaw, Director -MOC/DOH/Construction Unit #14 Mr. Htoon Htoon Naing, Deputy Director -MOC/DOH/RRL Ms. Phu Phu, Deputy Director -MOC/Mech. Mr. Sein Hlaing, Assistant Director -MOC/DOH/Construction Unit #14 Mr. Thein Zaw Oo, AE -MOC/Mech. Mr. Zaw Zaw Hlaing, SAE -MOC/DOH/RRL Ms. Khyao Linn, AE -MOC/DOH/QC Mr. Maung Soe, EE	[Purpose ①] Twister plant transportation and installation plan confirmation [Overview ①] (1) Confirmation of transportation route from Yangon Port to construction site (2) Confirmation of plant installation embankment and foundation work plan [Purpose ②] Mix design of improved soil for trial construction [Overview ②] (1) Confirmation of applicable technical specifications (2) On-site collection of material samples for trial construction (3) Confirmation of laboratory soil test conducted by RRL using materials used for trial construction and technology transfer [Purpose ③] Assumption and evaluation of environmental and social considerations and preparation of mitigation measures [Overview ③] (1) Through the person in charge of MOC, the plan to be implemented by MOC, collection of information on target personnels, and explanation of the response in accordance with the JICA guidelines.

					(2) Updated environmental checklist compensation agreement and payment progress confirmation
Local Activity 2	7 th March 2019 ~ 30 th May 2019	70 days (Excluding duplication with Local Activity 1)	Bogalay Yangon Naypyidaw	-MOC/DOH Mr. Aung Myint Oo, Deputy Director General -MOC/DOH Mr. Hla Tun Oo, Deputy Director General -MOC/DOH Mr. Khin Zaw, Chief Engineer -MOC/DOH/RRL Ms. Htar Zin Thin Zaw, Chief Engineer -MOC/DOH/Construction Unit #14 Mr. Htoon Htoon Naing, Deputy Director -MOC/DOH/Construction Unit #14 Mr. Thein Zaw Oo, AE -MOC/DOH/Construction Unit #14 Mr. Thein Lwin, AE --MOC/DOH/Construction Unit #14 Mr. Nyi Nyi Tun, JE -MOC/DOH/Construction Unit #14 Mr. Htet Aung Kaung, JE	[Purpose ①] Setup of plant operation system by MOC [Overview ①] (1) Guidance and technology transfer on plant assembly and operation to MOC staff. (2) Guidance on safety management when operating. (3) Guidance on maintenance methods including plant housekeeping and cleaning. [Purpose ②] Establishment of road construction system [Overview ②] (1) Confirmation of materials and equipment to be used by MOC (2) Confirmation of quality control system (3) Guidance for conducting trial construction [Purpose ③] Understanding of necessary costs including operations [Overview ③] (1) Ascertaining consumption of materials, equipment, fuel, etc. (2) Investigation of M/M required for operation

				<p>-MOC/Mech. Mr. Zaw Zaw Hlaing, SSAE</p> <p>-MOC/DOH/RRL Mr. Soe Thiha, AE</p> <p>-MOC/DOH/QC Mr. Nyut Oo, AE</p> <p>-MOC/DOH/QC Mr. Myo Min Htwe, SAE</p> <p>-MOC/DOH/QC Mr. Maung Soe, SAE</p>	<p>(3) Cost survey of materials and equipment to be used</p> <p>[Purpose ④] Promotion on understanding of the merits of improved soil produced by the Twister method</p> <p>[Overview ④]</p> <p>(1) On-site demonstration of improved soil production</p> <p>[Purpose ⑤] Environmental and social considerations: monitoring plan and implementation</p> <p>[Overview ⑤]</p> <p>(1) Sharing plan for items, content, frequency, etc. that. necessary for monitoring with MOC and start monitoring.</p>
Local Activity 3 (Workshop 1)	4 th June 2019 ~ 7 th June 2019 & 24 th ~ 25 th June 2019	6 days	Bogalay	<p>Executives of MOC/DOH:</p> <p>-Mr. Hla Tun Oo (Deputy Director General)</p> <p>-Mr. Khin Zaw (Chief Engineer),</p> <p>-Mr. Yan Naing Zaw (Chief Engineer, Ayeyarwady Region),</p> <p>-Ms. Htar Zin Thin Zaw (Chief Engineer, RRL) ,</p> <p>-Ms. Zin Zin Htike (Deputy Director, Road/ Port Design)</p> <p>-Mr. Htoon Htoon Naing (Deputy Director, Special Road Construction Unit #14)</p> <p>-Mr. Win Kyaw Aung (Deputy Director, Special Road Construction Unit #20)</p>	<p>[Purpose ①] Promotion on understanding of the merits of improved soil production by the Twister method</p> <p>[Overview ①]</p> <p>(1) Confirmation of the condition of the constructed road section</p> <p>(2) On-site demonstration of improved soil production</p> <p>(3) Conducting opinion exchange meetings with MOC and reporting to MOC</p> <p>(4) Explanation of maintenance system and costs after project implementation</p> <p>[Purpose ②] Environmental and social considerations: implementation of monitoring</p> <p>[Overview ②]</p> <p>Confirmation of the monitoring system and implementation status on the MOC side.</p>

				<p>-Mr. Than Myine Htoo (Deputy Director, Special Road Construction Unit #21)</p> <p>-and 23 staff members in charge of the Irrawaddy Division, a total of 31 people</p> <p>-MOC/DOH Mr. Htoon Htoon Naing, Deputy Director</p>	
Local Activity 4 (Workshop 2)	9 th July 2019 ~ 20 th February 2020	18 days	Bogalay Yangon Naypyidaw	<p>(Twister Plant Handover)</p> <p>MOC/DOH Executives:</p> <p>-Mr. Ohn Lwin (Director General)</p> <p>-Mr. Aung Myint Oo (Deputy Director General, Planning 1)</p> <p>-Mr. Kyi Zaw Myint (DDG, Planning 2)</p> <p>-Mr. Shwe Zin (Chief Engineer, CE)</p> <p>-Mr. Kyaw Kyaw (Chief Engineer, CE)</p> <p>-Mr. Myint Han (Chief Engineer, CE)</p> <p>-Mr. Than Myin (Chief Engineer, CE)</p> <p>-Mr. Thaug Tun (Chief Engineer, Mechanical)</p> <p>-Dr. Hlaing Moe (Director, Mechanical)</p> <p>-Mr. Kyaw Moe Htut (Director, Civil)</p>	<p>[Purpose ①] Support for the target road development plan after October 2019 by MOC</p> <p>[Overview ①]</p> <p>(1) Confirmation of the condition of the constructed road section and Twister plant.</p> <p>(2) Technology transfer to MOC regarding construction planning, plant operation and cost estimation as well as report on trial construction results and proposals for ongoing construction.</p>

				<p>-Ms. Yin Yin Aye (Director)</p> <p>-Mr. Tin Maung Kyi (Assistant Director, Mechanical)</p> <p>-Mr. Nay Moe Naing (AD, Mechanical)</p> <p>-Ms. Tin Tin Naing (AD, Mechanical)</p> <p>-Total 14 persons.</p> <p>(Workshop 2)</p> <p>MOC/DOH Executives:</p> <p>-Mr. Taung Myint Tun (Chief Engineer, CE)</p> <p>-Mr. Yan Naing Zaw (Director, Ayeyawady Division)</p> <p>-Mr. Kyaw Naing (Director, CE)</p> <p>-Dr. Hlaing Moe (Director Mechanical)</p> <p>-Ms. Htar Thin Zaw (Director, RRL)</p> <p>-Mr. Htoon Htoon Naing (Deputy Director, Special Road Construction Unit #14)</p> <p>-Mr. Than Myaing Htoo (DD, Special Road Construction Unit #21)</p> <p>-Mr. Kyaw Zaw (Assistant Director, Pyapon District)</p>	
--	--	--	--	--	--

				<p>-Mr. Kyaw Than Htay (AD, Yangon North District)</p> <p>-Mr. Nyi Nyi Aung (AD, Patheingyi District)</p> <p>-Mr. Myat Khine Soe (AD, Maubin District)</p> <p>-Mr. Tin Maung Kyi (AD, Mechanical)</p> <p>-Mr. Aung Kyaw (AD, Mechanical)</p> <p>-13 Executives and 4 persons in charge of operations, a total of 17 people</p>	
<p>Local Activity 5 (Workshop 3)</p> <p><u>Although it could not be implemented due to the coup d'etat, however we provided remote construction support.</u></p>	February 2022	7 days	<p>Bogalay Yangon Naypyidaw</p> <p>-MOC/DOH Ms. Htar Zin, Team Leader</p> <p>-MOC/DOH Mr. Aung Ko Oo, Deputy Director</p> <p>-Mr. Thein Zaw Oo, Assistant Engineer</p>	<p>[Purpose ①] Establishment of plant operation system by MOC</p> <p>[Overview ①]</p> <p>(1) Confirmation of the condition of the plant and constructed road.</p> <p>(2) Retraining for plant operation, etc. for MOC personnel</p> <p>(i) Acquisition of quality control methods</p> <p>(ii) Acquisition of plant operation and maintenance management methods</p> <p>[Implementation of remote support]</p> <p>- On 2nd January 2022, Mr. Thant Zaw, a local staff, highlighted that MOC/DOH is planning to improve the 500 m road from February, but there was an issue during the plant inspection, so he requested for support.</p> <p>- On 14th January 2022, MOC/DOH Mr. U Kyan Soe (SSAE, Mechanical Department), Mr. U Moe Sit Win (Staff Officer), Mr. Ng Kin Mun and Mr. Thant Zaw from our company held a web meeting and discussion. After that, Mr. Thant Zaw (local staff) confirmed the</p>	

					<p>progress with Mr. Thein Zaw Oo (AE), who was in charge of the MOC site until the completion of the work, and obtained the MOC/DOH construction management report on 19th April 2022.</p> <p>[Purpose ②] Preparation for conclusion of MOU, etc. regarding technical support after project completion.</p> <p>[Overview ②]</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) Prepare a technical support plan for necessary materials, equipment and personnel, including those procured locally and Japan (2) Calculation of period/ cost required for the above
<p>Local Activity 6 (Workshop 4)</p> <p><u>Unable to be executed due to coup d'etat</u></p>	April 2022	3 days	Naypyidaw	<p>-MOC/DOH Ms.Htar Zin, Team Leader</p> <p>-MOC/DOH Mr. Aung Ko Oo, Deputy Director, Mr. Thein Zaw Oo, Assistant Engineer</p>	<p>[Purpose ①] On-site explanation of final report (draft)</p> <p>[Overview ①]</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) Explanation of overall activities through opinion exchange meetings and seminars (2) On-site presentation <p>[Purpose ②] Preparation for conclusion of MOU, etc. regarding technical support after project completion.</p> <p>[Overview ②]</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) Confirmation of the target road development plan (2) Confirmation of the Twister plant operation plan envisioned by MOC (3) Submission and consultation of quotations for technical support

3.2.2. Implementation System

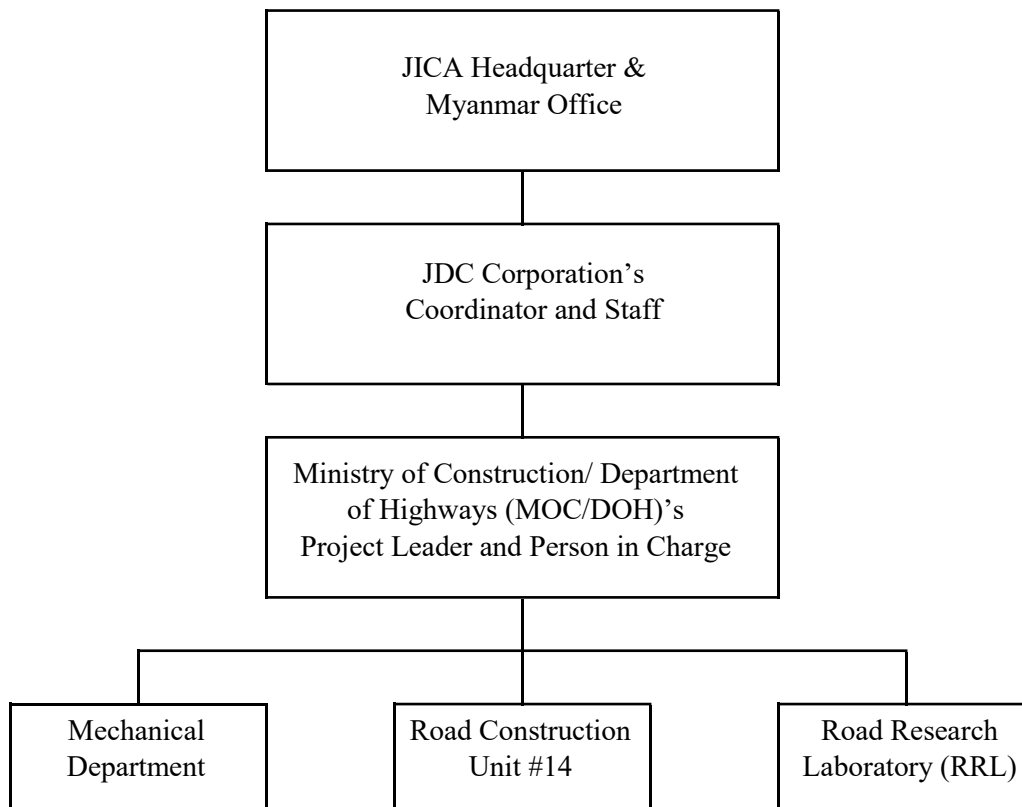


Figure 4. Implementation system chart

JDC will hand over the Twister equipment to Department of Highways, Ministry of Construction (MOC/DOH) after customs clearance at Yangon Port. Mechanical Department of DOH/MOC will provide domestic transport from the port to the site. RRL of MOC/DOH is in charge of mix design/ mixing combinations test/ field soil test. In the other hand, DOH's Road Construction Unit #14 is responsible for Twister plant assembly, trial operation, production of improved soil, and improvement work of existing roads.

3.2.3. Implementation Content

#	Task Items to be implemented during the business development	Activity Plan						Implementation Content	Objectives (Status at the end of the project)
		1 st (local)	2 nd (Japan)	3 rd (Japan)	4 th (local)	5 th (local)	6 th (local)		
1	Myanmar side's understanding of the Twister method	-----						<ul style="list-style-type: none"> The improved soil will be used as road material for trial construction. Create manuals and organize seminars covering everything from laboratory tests to construction and maintenance. 	<ul style="list-style-type: none"> MOC to understand the benefits of our technology and exchange documents such as MOUs that indicate our intention to introduce our technology.
2	Implementation of pilot project		-----				<ul style="list-style-type: none"> Construction will be carried out under the technical guidance of the MOC construction team and our company. 	<ul style="list-style-type: none"> MOC able to operate the Twister Plant independently. 	
3	Twister technology development of operation human resources	-----				-----	<ul style="list-style-type: none"> Through on-site construction, our engineers will provide direct guidance on-site. 	<ul style="list-style-type: none"> MOC has its own construction team, and has established a system that can produce the improved materials with stable quality, including maintenance and management of the plant. 	

4	Ensuring profitability						<ul style="list-style-type: none"> • Understand the operation cost during the implementation work. • Analyze the construction issues. • Compare the unit price with other construction methods. 	<ul style="list-style-type: none"> • It is possible to set the plant operation costs according to the local market.
5	Quality control						<ul style="list-style-type: none"> • Prepare a procedure manual according to the work process and implement OJT at the site. • Seminars will be organize not only for the local construction team but also for those involved in the MOC construction. 	<ul style="list-style-type: none"> • MOC has recognizes that Twister method can be applied to various types of soil materials, and that the quality is uniform and stable. • As one of MOC's soil improvement technologies, it will be incorporated into MOC's construction manuals.
6	Responding to environmental and social considerations						<ul style="list-style-type: none"> • Based on the environmental checklist, on-site monitoring will be conducted during the planned period. 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoring results were reported.

Chapter 4 Project's Outcomes (Evaluation of Implementation Outcomes)

4.1. Project's Outcome (Contributions to Target Country, Regions, And Cities)

In this project, we are in cooperation with the Department of Highways (DOH) of the Ministry of Construction (MOC), whose responsibility is to construct and do maintenance on the main road. It was a demonstration to supply a large amount of high-quality road materials to be used for road improvement work in the Bogalay district of the Irrawaddy Division by using the Twister method and locally-generated soil. The local activities were divided into 5 parts to work out the following contents.

1. From the field soil test, it is shown that the locally-generated soil (cohesive soil) in the Irrawaddy area can be effectively used as a road construction material by the Twister method.
2. Develop local human resources (including MOC staff) for the operation of the Twister plant.
3. Determine the approximate cost of operation of the Twister plant and encourage MOC to disseminate the Twister method for earthwork in Myanmar.
4. Establish simple quality control methods and procedures for improved soil and improved roads (on-site quality control tests and feedback of test results to construction management).

The outline of the local activities was as follows.

- 1) 1st Local activity: Preparatory work.
- 2) 2nd Local activity: Twister plant assembly/ testing and commissioning/ trial construction/ main construction
- 3) 3rd Local activity: Organization of Workshop 1 (Explanation of Twister method for MOC personnel/ site visit/ discussion)
- 4) 4th Local activity: Construction site monitoring / Twister plant handover / organization of Workshop 2 (sharing the results of Twister method, issues and future efforts to solve them with MOC officials)
- 5) 5th Local activity: Preparatory work for the Workshop 3 (concrete efforts to solve issues)

In addition, the location of the local activity is shown in the map and construction area photos below.

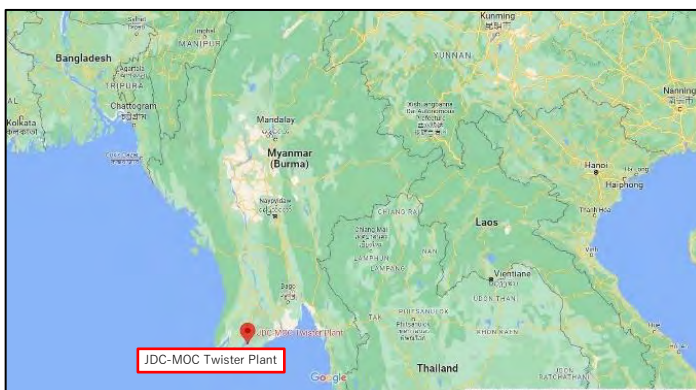


Figure 5. Target country - Myanmar and target road (red dot)

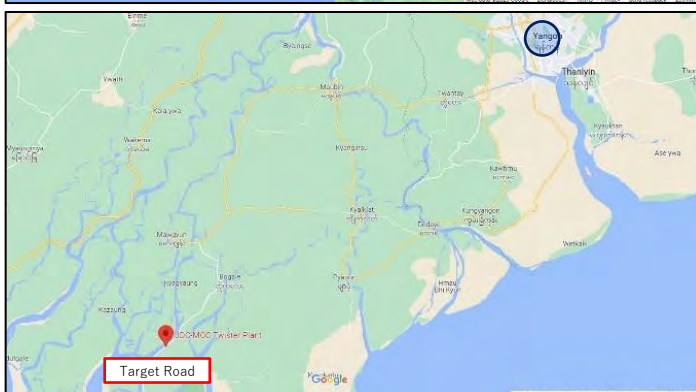


Figure 6. Target road (red dot) and Yangon (upper right blue circle)



Figure 7. Construction site location



Figure 8. Existing road and Twister plant location (satellite image)

The purpose of this project is (1) confirm that our construction method works efficiently on the locally-generated soil, and (2) confirm that the constructed road is stable. As a result, the Twister method was proved as a technology that can greatly contribute to the effective use of locally-generated soil.

In this construction, the total amount of improvement materials for the subgrade, sub-base and base course produced by the Twister Plant was approximately 1,750 m³, the duration required for soil production was 15 days. The average production volume per day was less than 120 m³, which was less than 40% of the standard Twister's production volume of 300 m³ per day. In particular, if the supply of raw materials such as pebbles, crushed stone and lime is smooth, the production volume could achieve 50 m³ per hour (50 m³ x 6 hrs = 300 m³/day). Equivalently, it was confirmed that (1) it can be applied to local materials, and (2) it can be applied to soil generated on site (cohesive soil with a high-water content) without being dried in the sun.

The size of the plant used in this project is 1.5 m in diameter, whereas the size of plant used in Japan is 2.25 m in diameter, which means the daily production volume is doubled to 600 m³. It will be possible to effectively utilize the locally-generated soil for future large-scale earthwork. On the other hand, the local production volume of Nakayama Iron Works fixed-type soil improvement machine used in the road technical support project completed in 2015 is 50 m³/day.


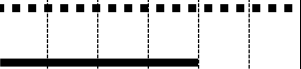
The roads constructed with the improved materials produced at the Twister Plant have a compaction degree of 95% or more for the subgrade and 98% or more for the sub-base/ base course in all test results based on field density tests. It was proved that the raw materials were crushed and mixed uniformly, and the quality was stable.

Regular road deformation survey of the completed improved road (extension section 400 m) were conducted 7 times from July 2019 to February 2020. The survey consisted of 3 survey points with a horizontal distance of 1.5 m in the the cross-sectional direction of the road. There were 9 grid lines with an average distance of 50 m in the longitudinal direction. Total of 27 survey points, which were then measured at 5 reference points. Every deformation survey consisted of point leveling, measurement of horizontal displacement, visual observation of road conditions, and photography as record. Until 17th January 2020, no major deformation was observed on the completed road, the condition of the road was good, and there were no major changes in the results of the leveling survey and the measurement of the distance between the survey points. On 25th January 2021, which is less than two years after the completion of construction, we were visited to the site for Workshop 3 preparation work and confirmed that there was no major deformation on the road surface at the construction site, and that the improved road continued to be stable.

4.2. Project's Outcomes on Business Aspects, Remaining Issues and the Solution Policy

#	Task	Activity Target Achievements						Achievements and Evaluation	Remaining Issues and Solution Policy	Resolution Actions and Schedule
		1st (local)	2nd time (local)	3rd time (local)	4th (local)	5th (local)	6th (local)			
1	Myanmar side's comprehension on the Twister method							<ul style="list-style-type: none"> • MOC/DOH top management and government officials have come to recognize that the Twister method is an effective soil improvement method in terms of quality and production capacity. It has not yet been incorporated into their manuals, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • During the question-and-answer session at the workshop, there were many inquiries about cost-effectiveness, design and quality control. It is necessary to raise it. 	<ul style="list-style-type: none"> • When: After the political situation is stabilized • Target: MOC and consultants • Activities: Consider/ propose application to large-scale civil engineering works. • <u>Decided to withdraw from Myanmar at the board meeting in October 2022</u>
2	Implementation of pilot construction							<ul style="list-style-type: none"> • The implementation work was completed in the 2nd on-site activity, and the analysis results and issues of this construction were shared with the MOC in the workshop of the 4th on-site activity. It has been proven that the Twister plant can be adapted to locally procured materials without any issues. The challenge is cost reduction, and improvement in productivity (timely procurement of materials) and economical road design that meets the current situation are required. 	<ul style="list-style-type: none"> • The present road mix design is overly high spec, conversely a road design that meets the actual situation is more practical and necessary. In cooperation with MOC/DOH/ RRL, the assessment of several mix designs in future ongoing construction work and conclude a practical mix design using materials that can be easily procured at local will lead to significant cost reductions. 	<ul style="list-style-type: none"> • When: After the political situation is stabilized • Target destination: MOC • Activities: 5th on-site activity (Workshop 3), try-out several combination mix designs in the ongoing construction, and reflect them in future design specifications. • <u>Decided to withdraw from Myanmar at the board meeting in October 2022</u>

3	Development of human resources for operation of Twister technology		Outstanding challenges	<ul style="list-style-type: none"> • In 1st to 3rd on-site activities, we worked thoroughly to familiarize the MOC/DOH staff with manual explanations and OJT on how to assemble and operate the twister plant. • Although the Twister plant can be operated independently, one must be able to operate the plant properly to ensure the raw materials to be converted into improved materials that satisfy the user's requirements (design specifications). Engineering and experience are required to operate the plant depending on the material, and it takes time to acquire know-how. 	<ul style="list-style-type: none"> • It is essential to build a support system (service) that responds to the actual situation in Myanmar through repeated discussions with the MOC. • We are planning to support human resource development for plant operations in the 5th on-site activity for future continuation of construction. 	<ul style="list-style-type: none"> • When: After the political situation is stabilized • Target destination: MOC • Activities: 5th on-site activity (Workshop 3). • <u>Decided to withdraw from Myanmar at the board meeting in October 2022</u>
4	Ensuring profitability		Outstanding challenges	<ul style="list-style-type: none"> • We were analyzing the basic data collected in the 2nd on-site activity such as work progress. In the 4th on-site activity (Workshop 2), we reported the results and proposed solutions to the problems. 	<ul style="list-style-type: none"> • Based on the results of the Twister plant's progress (productivity) survey in this construction, we will consider profitability together with MOC/DOH based on the market unit price of materials and equipment (survey required), and try to overcome issues through continuous construction. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ditto

5	Quality management		Outstanding challenges	<ul style="list-style-type: none"> Based on the results of laboratory tests conducted by MOC/RRL, trial construction was carried out, and the on-site composition and on-site quality control standards for this construction were determined. This construction was carried out according to the specifications determined in the trial construction. The compaction degree in the field density test was proved to be 95% or more for the subgrade and 98% or more for the sub-base/ base course. The specified quality was achieved. 	<ul style="list-style-type: none"> The design specifications for the sub-base and base course were high spec, and the materials used were costly and took a long time to procure. It is necessary to propose a practical design that can effectively utilize the economical locally-generated soil using the Twister method from the cost effectiveness perspective by assessing the current situation. At the 4th on-site activity (Workshop 2), we proposed to MOC/DOH an approach to practical mixing combination. MOC plans to test several mixing combinations in ongoing construction from fiscal year 2020 onwards. 	<ul style="list-style-type: none"> Ditto
6	Responding to environmental and social considerations		Completed	<ul style="list-style-type: none"> Since June 2019, we have experienced heavy rain during the rainy season, but no major changes have been seen in the leased land used as the plant yard and borrow pit, and in the construction completed areas. In addition, according to interviews with MOC, there was no information about complaints from landlords or neighboring residents, and the relationship between MOC and local community is good (as of January 27, 2021). 	<ul style="list-style-type: none"> Nothing remarkable. Since the coup d'etat on 1st February 2021, MOC has carried out improvement work on the local roads of 800m and 500m in April 2021 and March 2022, respectively. Besides, the person in charge of MOC has implemented appropriate measures for landlords and environmental impact monitoring. 	<ul style="list-style-type: none"> Nothing remarkable

4.2.1. Project's Outcomes (Business Aspect)

The following four points were clarified as the outcomes of this pilot project.

- 1) The Twister method is an epoch-making soil improvement technology that can effectively utilize locally generated soil.

It was demonstrated through this trial construction, a large amount of high-quality earthwork materials with stable quality can be produced from locally generated soil.

- 2) Increasing recognition of the Twister method

Through site visits and workshops, MOC/DOH construction department (especially staffs in charge of Irrawaddy Division), mechanical department, road research laboratory engineers, etc. government officials, Japanese companies and foreign companies. Regarding projects, we have received inquiries and requests from Japanese consultants and Vietnamese companies for the consideration of Twister method.

- 3) Challenges to Twister plant operation and quality control

The MOC staff and workers have repeatedly experienced the construction procedures of the Twister plant assembly, instrumentation wiring, trial operation, and calibration of the measuring instrument, and have become able to operate the Twister plant independently. However, in order to stably supply high-quality improvement materials, it is necessary to adjust the on-site composition by changing the material supply speed according to the design specifications and the condition of the materials used on a daily basis. Acquiring this know-how requires experience and engineering and takes time.

- 4) Challenges to reduce construction costs

The budget for the project is limited, and MOC's biggest concerns are the reduction of construction costs and the unit construction cost of the Twister method. Their concern is how to lower the construction unit price. The unit price for local construction of this method is greatly affected by site construction conditions such as schedule management for procurement of materials and equipment, appropriate placement and proficiency of workers, placement of general-purpose machines, and failure frequency. The construction cost is greatly affected by the design policy adopted in the project. For example, if the achievements of the road technology project completed in Bogalay district in 2015 is adopted for the mixed design of the improvement material used for the subgrade, we were able to reduce the material cost about 1/5 and the construction cost for the subgrade alone will be 40% or more.

At Workshop 2, the results of on-site construction will be shared with MOC/DOH, and the following three initiatives will be implemented in the ongoing construction (after February 2020) to reduce the construction costs.

- ① In order to realize a road design/ construction standard (simple mix design using economical and readily available materials) that meets the actual situation, the construction has to be divided into few sections with different road structures and mixing combinations are tested.
- ② Procure materials and equipment in a timely manner to improve productivity (implement PDCA).
- ③ Improve the know-how/ proficiency of Twister plant operation staff (utilization of OJT/manuals).

4.2.2. Issues and solution policy

MOC/DOH plans to continue Twister operation at the Bogalay site after the coup d'e'tat on 1st February 2021. The farmland leased by MOC for this construction will continue to be leased even after the end of December

2019. The Twister plant is still stored and operated in the local leased land. Special Construction Unit #14 has completed 800 m and 500 m extension of the local road improvement work in April 2021 and March 2022, respectively. According to local information, it seems that quality control such as field density testing is being carried out for independent construction work, but some of the methods/procedures are not in compliance with the manual. In addition, there is a concern that the quality of improved materials produced will further decline because the stock of impact chains (which greatly affects the quality of improved materials), which is a major consumable part of the Twister, will be depleted in the future.

As mentioned in 5.2.1 above, in order to make effective use of the Twister method on their own, it is necessary to work together with the department in charge of MOC/DOH to establish road design/ construction standards that meet the actual situation, improve construction management, and reduce costs. It is necessary to establish a practical construction standard and to disseminate the know-how of plant operation to all concerned parties while continuing to make concrete efforts toward this goal. Engineering knowledge and experience are necessary to acquire know-how, and it takes time. Therefore, we will build up a customer support system (service) that provides 1) Twister plant assembly, dismantling and maintenance, 2) quality control of improved materials, and 3) engineering services.

By implementing specific improvements in ongoing construction and making practical proposals to MOC/DOH regarding the improvement of road design/ construction management and the reduction of construction costs, we aim to strengthen our relationship with them, and make Twister method become one of the standard procedures for soil improvement technology of MOC. However, due to the ongoing political instability and the unforeseen future of the local construction market, we decided to withdraw from Myanmar in October 2022.

4.3. Prediction/ Evaluation of Environmental and Social Considerations, and creation of Mitigation Measures

Since the “Japan International Cooperation Agency Guidelines for Environmental and Social Considerations (April 2010)” classified as Category B because it does not fall into any of the large road sectors listed above, the undesirable effects on the environment are not considered to be significant, and it does not fall into any of the sensitive characteristics or sensitive areas listed in the same guidelines. So, that is applied in this project, MOC was taking into considerations on (1) environmental impact assessment, and (2) land acquisition/ resettlement regarding environmental and social considerations in the demonstration project. MOC to confirm appropriate compensation and countermeasures are being implemented for affected residents.

JDC staffs were stationed on-site from the delivery of Twister plant until the completion of the actual construction work, and monitoring the environment around the site in accordance with the Environmental and Social Consideration Implementation Plan while holding close discussions with MOC staffs.

Table 5. Environmental and Social Consideration Implementation Plan

Environmental and Social Considerations		Items to Check	Specific Mitigation Measures, etc. (Confirm the implementation status from the Person In Charge at the MOC Site)
Classification	Items		

Permission, Explanation	Explanation to the local stakeholders	Explain the construction implementation plan to the community (affected residents)	<ul style="list-style-type: none"> Organizing construction briefing (explaining construction plans to local residents, exchanging opinions, and reflecting them in the plans). Explaining land lease plans to landowners.
Pollution Countermeasures	Water quality	Pollution of water quality such as downstream water areas and groundwater due to sediment runoff from construction sites and leased land sites	<ul style="list-style-type: none"> There is no outflow of turbid water to the surrounding paddy fields or residential areas because the paddy fields were excavated. Basically, the only water generated at the site is rainwater, therefore there is no impact on the surrounding area.
Natural Environment	Water stream	Effects of excavation on groundwater stream	<ul style="list-style-type: none"> Although the entire construction site is along the Irrawaddy River, but the excavation is shallow (approximately 1.5 m), so it does not affect the flow of groundwater.
	Terrain/geology	Risk of landslide due to excavation and embankment	<ul style="list-style-type: none"> The excavation depth of the borrow pit (paddy field) is restricted to about 1.5 m to reduce the landslide The road improvement work is a low embankment of 75 cm, and no arc slip is assumed.
Social Environment	Resettlement (leased land)	Appropriate land lease compensation (crop compensation) to landlords	<ul style="list-style-type: none"> Confirmation of affected residents. Implementation of census. Creation of compensation policy. Agreement on compensation policy (land lease agreement). Calculation and payment of compensation (payment based on land lease agreement).
	Working environment	The working environment of the workers complies with the laws of the country concerned	<ul style="list-style-type: none"> The Twister plant is equipped with safety equipment that satisfies the Japanese safety standards. Based on the operation manual, our engineers conduct OJT for MOC staff (staff/workers) Construction work to be carried out directly by the MOC construction unit
Others	Impact during construction	Mitigation measures for noise, vibration, turbid water, and dust	<ul style="list-style-type: none"> Separate and secure the location of the plant that generates noise and vibration from the residential area. Observance of working hours (0800 – 1800) Embankment installation to prevent turbid water outflow. Regular watering on community roads shared with local residents as a countermeasure against dust.
	Monitoring	MOC monitoring system	<ul style="list-style-type: none"> During the construction period, the MOC staff will be stationed on-site lodgings and respond promptly in case of emergency. MOC's Bogalay office staff will monitor the plant regularly during the suspension period.

In addition, some of the MOC staff were permanently stationed in a temporary house in a residential community adjacent to the construction site during the construction period, so that they were able to respond to emergencies at any time.

The leased land used by MOC as plant yard and borrow pits, as well as the road to adjacent villages that MOC has widened and maintained in common for construction work, is managed in an orderly manner. If dust is generated, water is regularly sprinkled on the surface of dried roads using a sprinkler truck. During the construction period, no complaints were heard from neighboring residents or landlords, either directly or through interview with MOC. It is shown that the relationship between MOC and neighboring residents is good. The MOC office and material storage area on the leased land are temporarily occupied as school facilities during the rainy season.

Chapter 5 Business Development Plan After Project Implementation

5.1. Business Purpose and Goals

5.1.1. Expected Outcomes through Business (Contribution to Social and Economic Development of Target Country/ Regions/ Cities)

[Myanmar]

In this pilot project, it was demonstrated that in areas where it is difficult to obtain high-quality soil materials, the Twister method can be applied to effectively utilize the locally-generated soil (cohesive soil with a high-

water content) to produce a large amount of improved material with stable quality. Twister method is cost-effective for large-scale earthwork projects such as "JICA/ ADB Bago-Kyaito Expressway Construction in Myanmar" which budget was approved by the National Cabinet in July 2020 and "JICA Yangon Outer Ring Expressway Construction" which currently under consideration. Cost reduction and shortening of construction work period can be achieved with the implementation of Twister method.

[Bangladesh]

After the coup d'état on 1st February 2021, we are making technical proposals in conjunction with the Twister method as a technology for effective use of locally-generated soil for JICA/ODA's Matarbari Port development project in Bangladesh, to Japanese consultants and Japanese construction companies. In particular, there are more than 1 million m³ of poor soil is locally-generated in the construction of the access road to Matarbari Port (from Matarbari Port to National Highway No.1 (N1)). This reduces the number of dump trucks and transportation distance, not only lowering costs but also greatly contributing to reducing fuel consumption, exhaust gas emissions, dust, and other environmental impacts. In addition, embankment of about 3.4 million m³ is planned for a 24-km long road improvement project at 5 major bottleneck sections to alleviate traffic congestion between Chittagong and Chakaria on National Highway No.1 (N1), which is one of the options for cost reduction. Our construction method can be expected to make effective use of locally-generated soil. In addition, regarding the effective use of construction-generated soil in the shield construction of the Dhaka MRT, we will examine the effects of using the Twister method and expand the scope of application of this method.

ASEAN countries are expected to develop transportation systems, infrastructure in the information field, and energy infrastructure. Not only Bangladesh, which is located in the Ganges/ Bengal Delta, but also Thailand which located in the Chao Phraya Delta, and the Cambodia and Vietnam in Mekong Delta, we can effectively use locally procured materials with our soil improvement technology for infrastructure development such as roads, railways, and flood control. We also aim to implement the horizontal development of the Bangladeshi business model in the country.

5.1.2. Outcomes Expected through Business (Business Aspect)

[Myanmar]

Large-scale earthwork projects such as the JICA/ADB Bago-Kyaito Expressway Project in Myanmar and the JICA Yangon Outer Ring Expressway Project under consideration, both projects require more than 10 million m³ of embankment for the entire project. Among them, the amount of effective use of locally generated soil is assumed to be 1 million m³ or more (construction cost of 3 billion JPY). While collaborating with local and Japanese companies, we will continue to receive construction orders in this field where the Twister method can be applied, and aim to be the topmost No.1 earthwork specialist in Myanmar by developing business in general earthwork in the medium to long term.

[Bangladesh]

In the construction of the access road to Matarbari Port (currently bidding and under technical review by the client, RHD), more than 1 million m³ of locally-generated soil is expected to be effectively utilized on-site. The application of the construction method is described in the tender documents (specs). The amount of improved soil that utilizes poor soil is enormous, and we are working in cooperation with local companies to receive orders from the main contractor for construction in this field (sales of 3 billion yen, assuming 6 sets of imported plant equipment). be. With this project as a foothold, we aim to receive orders for similar projects in Bangladesh, stabilizing local business earnings, and expanding the scope of our efforts to general earthwork, and aim to be the topmost No.1 earthwork specialist in Bangladesh by developing business in general earthwork in the medium to long term.

5.2. Business Development Plan

5.2.1. Business Overview

[Myanmar]

- ① At this time, we have not been able to identify the local political/ economic risks, so for the time being we will not accept orders for construction work as the prime contractor. Looking for the next development while accumulating experience.
- ② To disseminate Twister technology for construction orders, presentations (including demonstrations) will be made to Myanmar government agencies, local consultants and contractors. The construction work will be carried out by a local partner company (a member of the local Twister Method Association). To disseminate technology to local companies and improve their know-how, we will combine OJT at sites in Japan and dispatch our technical personnel to the sites to provide direct individual guidance.

[Bangladesh]

Of the Matarbari Port access road construction currently underway (bidding deadline is 15th November 2022), we have completed support for estimates and construction plans, etc. for all prime contractor candidates for the part that effectively utilizes locally-generated soil. We will continue business operation aimed at receiving subcontract orders. The entire construction is scheduled to start in September 2023, and assuming that the construction of our part will start in 2024, we will procure/ transport the Twister plant equipment, local construction system, local partners, and preparatory work, such as staff training programs, is currently underway.

Since this project will effectively utilize more than 100 m³ of poor soil and will take a long construction period of about two years, it will serve as a showcase for appealing the Twister method to government officials and construction-related companies not only in Bangladesh but also in neighboring countries. Besides, we are planning to establish and expand the Twister Method Association with participation of local companies. While aiming to receive orders for ODA/ODA projects, we will also provide Twister plant leasing and engineering services to local companies.

5.2.2. Business Target

[Myanmar]

We aim to promote the effective use of locally-generated soil in large-scale earthwork (private sector) for the construction of airports, industrial parks, etc. other than road embankment (Ministry of Construction/ Ministry of Construction), construction of river embankments as flood control measures (Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation)/ Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation), railway infrastructure improvement (Ministry of Transport and Communications/ Ministry of Transport and Communications).

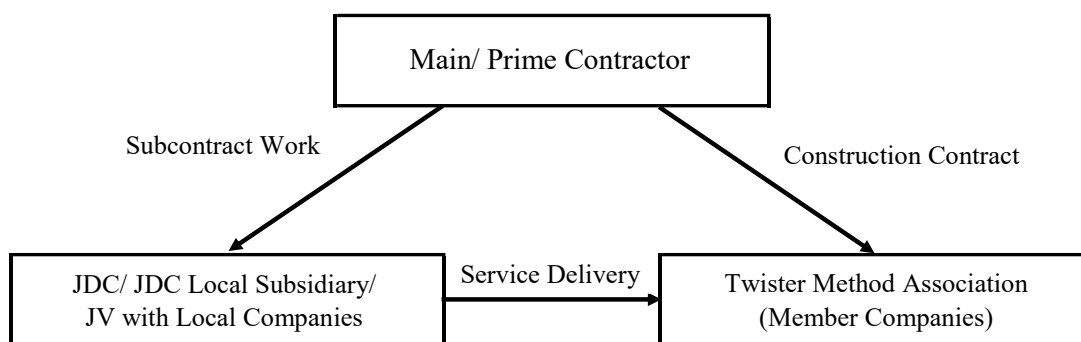
[Bangladesh]

We aim to promote the effective use of locally-generated soil in large-scale earthwork such as road embankment (Roads & Highways Department), and construction of river embankments (Ministry of Water Resources), embankment of depot for Dhaka Metro Construction (Dhaka Mass Transit Company Limited), development of industrial parks, etc. (Bangladesh Economic Zones Authority).

5.2.3. Business Implementation System

[Myanmar]

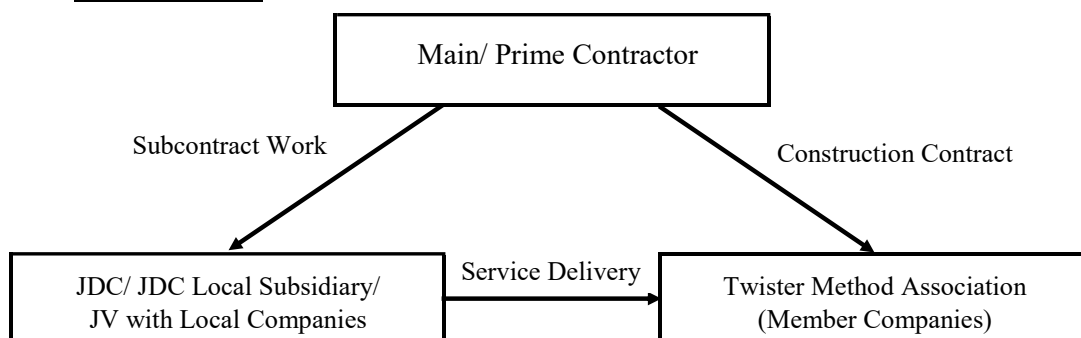
Business Model



Basically, we are not work as a prime contractor for the time being, but as a specialist with technology for effective utilization of locally-generated soil. We will build a business model to provide engineering services related to soil improvement and lease of Twister equipment to subcontractors of Myanmar private and Japanese companies, and local construction method association members.

[Bangladesh]

Business Model



- ① Since we have not yet identified the risks involved in doing business in Bangladesh, we will not accept orders for construction as the prime contractor for JICA and ODA projects for the time being, but will devote ourselves to subcontracting as a specialist in earthworks. While accumulating experience in our specialty field, we will explore the next development of business operation.
- ② A Twister Method Association consists of our company, a local company (partner), a joint venture (local subsidiary), will be established with centered on local companies. Member companies of the Twister Method Association shall conduct their own business operation to assist in domestic promotion of Twister method. On the other hand, the association aims to improve the engineering and construction capabilities of member companies and maintain the competitiveness of Twister method against other companies' technologies. The company and its local subsidiary receive orders for ODA project construction shall provide equipment lease and engineering services to member companies. The above business model will be updated through the construction of the Matarbari Port Access Road.

5.2.4. Business Development Schedule

[Myanmar]

We have decided to withdraw from Myanmar at the end of October 2022 due to extremely low possibility of resuming local business. When the political and security situation settles down and local business development is planned, the implementation details and schedule are as follows.

- Continuous technical support for MOC/DOH construction (to establish road design/ construction standards (proper mix design using economical and easy-procured materials) that meet the actual situation, as agreed by MOC/DOH in Workshop 2). In addition, we will cooperate in examining different road structures and mixing combinations, and conducting field density tests on separated construction sections. We will work together with MOC/DOH in establishing road design/ construction standards based on logical traffic volume predictions. The Twister method strive to become one of the standard procedures for MOC/DOH in soil improvement technology (within 3 years after resumption).
- Utilizing the results of this project and MOC/DOH ongoing construction, we will build a local construction system by establishing Twister Method Association centered on partners who carry out construction locally while conducting business operation to local and Japanese companies (within 3 years after resumption).
- Subcontract orders for large-scale earthwork for new infrastructure development projects such as roads to which the Twister method can be applied (within 5 years after resumption). The immediate target is the JICA/ADB Bago-Kyaito Expressway Construction Project with a total length of approximately 65 km, and the JICA Yangon Outer Ring Expressway Construction Project (Phase 1), which is currently under consideration, for a 60 km construction project that utilizes locally-generated soil.

[Bangladesh]

The future schedule for the service business that involved in Matarbari Port Access Road construction and Twister Plant leasing/ engineering is as follows.

① Matarbari Port Access Road Construction

- Bid deadline: 15th November 2022 (currently under bidding evaluation)
- Scheduled start of overall construction: September 2023
- Local structure: Establishment of JDC local subsidiary in April 2022/ decision to open JDC Bangladesh branch in November 2022, opening of local office in June 2022, and preparations for bidding and construction work in cooperation with JDC head office.
- Procurement of Twister plant equipment: New production of 3 out of 6 required units have been decided and ordered (construction period 1 year)
- Discovery of local partners/collaborators and training of on-site staff (OJT in Japan); A memorandum of understanding has been signed with one local partner. It is expected that the partner and JDC local staff will perform OJT in a Twister-related project in Japan for about three months in 2023. Searching for local partners and collaborators is ongoing.

② Twister plant leasing/engineering service business

- Project preparation period: Approximately two years from September 2024 to September 2026 during the Matarbari Port Access Road construction period
- Establishment of Twister Method Association: Recruitment of members will begin around June 2025.
- Commencement of service: Scheduled for September 2026, Twister plant leasing (utilizing equipment used in Matarbari Port Access Road construction) and engineering services will be started for members of the Twister Method Association.

5.2.5. Investment Plan and Financial Plan

Non-Disclosure due to confidential corporate information

5.2.6. Competitive Situation

[Myanmar]

The road technology improvement project in disaster-prone areas of Myanmar, two soil improvement technologies ① stabilizer construction method (soil improvement in-situ) and ② fixed plant (manufactured by Nakayama Iron Works) is being carried out. In the delta areas (such as the Irrawaddy region) where it is difficult to obtain good quality soil and crushed stone, it has been demonstrated that the production of road materials using locally-generated materials is extremely beneficial. On the other hand, specific improvement tasks for shortening the construction period, reducing costs, and improving quality were also clarified.

- ① A construction method that can be supplied in large quantities to shorten the construction period.
- ② A construction method that can cope with most of the soil generated on-site, which is cohesive soil with high water content.
- ③ A construction method that enables a stable supply of high-quality materials

Our company's Rotary Crushing and Mixing (Twister) method can be applied to a wide range of materials from high water content cohesive soil to soft rock, and is the only soil improvement technology in Japan that satisfies the above issues. Twister method can evenly stir and mix cohesive soil with a high-water content ratio, which is difficult to be applied with the mixing method of other companies. It is can reduce the time and effort required to lower the water content ratio, compared to sun-drying method. In addition, since it is possible to make effective use of poor soil, which has conventionally been disposed of as waste, it is possible to contribute to the reduction of construction costs and the impact on the surrounding environment.

[Bangladesh]

In the construction of the Matarbari Port Access Road, the poor soil (cohesive soil with a high water content characteristic of the delta area) generated on site will basically be improved and reused. Since the amount of soil is enormous, more than 1 million m³, it is necessary to produce a large amount of high-quality improvement material with uniform quality, and the construction method is stipulated in the specifications as "Rotary Crushing and Mixing method or equivalent method". Our company's "Rotary Crushing and Mixing (Twister) method" can be applied to a wide range of materials, from high water content cohesive soil to soft rock. In Bangladesh, there seems to be no competing technology that satisfies the construction conditions of this time.

5.2.7. Business Development Issues and Solution Policies

[Myanmar]

- ① By implementing specific improvements in ongoing construction and making practical proposals to MOC/DOH regarding the improvement of road design/construction management and the reduction of construction costs, we aim to strengthen our relationship with them, and the Twister method is used to improve MOC's soil. We planned to develop the business by making it one of the standard technical procedures and by creating a foothold for large-scale earthwork projects of ODA, but the political situation is still unstable and the future local construction market is unforeseen.

- ② Our overseas business base is only Singapore. Since Myanmar will be the first overseas country to develop the Twister method business, therefore securing orders, and securing, nurturing and managing local human resources and partners are the issues.
- ③ In Myanmar, legislation is being developed for the protection of intellectual property other than trademark rights (PCT: Patent Cooperation Treaty). Hence, intellectual property protection law has not been enacted, enforced, or operated in Myanmar. For this reason, if we are unable to register our patents in Japan, and there is a lawsuit regarding intellectual property from a third party (a claim that our company is copying a third party's technology). The issue is on how to deal with the situation, and discussions will be held with local consultants and related organizations.
- ④ Regarding corporate tax and personal income tax, Myanmar and Japan have not concluded a bilateral tax treaty. For this reason, there is concern about increased costs due to double taxation in Japan and Myanmar, thus ensuring profitability is an issue.

[Bangladesh]

- ① This is the first time for the Twister method to be deployed in Bangladesh, and the issue is how to secure orders and secure, train, and manage local human resources and partners. Firstly, assuming subcontracting orders for implementation of this method in JICA/ODA's project, which is Matarbari Port Access Road construction, the preparation work such as procurement/ transportation of Twister plant equipment, local construction system, and training programs for local partners and staff will be carried out according to plan.
- ② Responding to the counterfeiting of our patent (Twister method) held by our company in Japan and the lawsuits from third parties regarding intellectual property (alleging that our company is copying a third party's technology). However, Bangladesh is not a member of the Patent Cooperation Treaty (PCT), but there are patents and designs in Bangladesh. Department of Patents, Designs and Trade Marks filed in 2017 and valid until 2033.
- ③ Bilateral treaties have been concluded on value-added tax (VAT), advance corporate tax (AIT), personal income tax, customs duties, etc., but the practical operation system of the tax collector is not clear, and the process from tax exemption to refund application is unclear. It is complicated and time consuming, and there are concerns that profitability will deteriorate due to the unexpected tax burden. Collect information on practical operations from local Japanese government agencies, local Japanese companies and consultants, and determine specific measures to avoid risks before the commencement of the project.

5.2.8. Assumed Risks in Business Development and Countermeasures

[Myanmar]

(1) Business Risk

- Collection of construction fee: Confirm the details of the contract, especially cancellation clauses, with a lawyer/ accountant in advance. Credit confirmation is expected to be difficult, but cooperation will be obtained from related organizations.
- Permits and tariffs for equipment importation and exportation: Obtain permits, etc. from government agencies with the assistance of MOC.
- Patent infringement of Twister method: File an international patent application in neighboring countries. We will not sell plant equipment for the time being.

(2) Environmental and Social Risks

- Safety management: Establish in-house safety management standards and Japanese engineers will provide OJT training to local employees (education and training of core staff in Japan). In addition, a construction plan will be prepared in advance and implemented.
- Environmental and social considerations: Implement an environmental assessment plan in advance regarding the anticipated environmental and social impacts, create and execute mitigation measures and monitoring plans.

[Bangladesh]

(1) Business Risk

- Collection of construction fee/ sales proceeds: Confirm the details of the contract, especially the cancellation clause, with a lawyer/ accountant in advance. Credit confirmation is expected to be difficult, but cooperation will be obtained from related organizations.
- Permits and tariffs for equipment importation and exportation: For the time being, we will work on JICA/ODA projects to reduce risk while obtaining import and export permits. In addition, we will seek collaboration with local partners who are familiar with this field.
- Patent infringement of Twister method: Patent pending in Bangladesh and valid until 2033, We will not sell plant equipment for the time being.

(2) Environmental and Social Risks

- Safety management: Establish in-house safety management standards and Japanese engineers will provide OJT training to local employees (education and training of core staff in Japan) to ensure thorough awareness. In addition, a construction plan will be prepared in advance and implemented.
- Environmental and social considerations: Implement an environmental assessment plan in advance regarding the anticipated environmental and social impacts, create and execute mitigation measures and monitoring plans.

5.3. Possibility of cooperation with ODA projects

5.3.1. Necessity of collaborative business

[Myanmar]

Large-scale earthwork projects such as the JICA/ADB Bago-Kyaito Expressway Project in Myanmar and the JICA Yangon Outer Ring Expressway Project under consideration, both of which require more than 10 million m³ of embankment. The locally-generated soil (cohesive soil with high water content) is estimated to be more than 1,000,000 m³ each. Since it is difficult to obtain high-quality civil engineering materials locally, if locally-generated materials can be reused as a high-quality substitute (improved soil) using the Twister method, the number of dump trucks and transport distances can be reduced, resulting in lower costs. It also greatly contributes to the reduction of environmental impact such as fuel consumption, exhaust gas emission and dust. Business development using our Twister method is expected to bring significant contribution to both Myanmar and our company in terms of time, cost and environmental impacts reduction.

[Bangladesh]

In Bangladesh, which is a least developed country, there is a high demand for infrastructure development such as roads and railway networks, and development with industrial parks, but it is difficult to obtain good quality civil engineering materials. On the other hand, locally-generated materials (cohesive soil with high water content) in the Ganges Delta area are effectively utilized as a high-quality substitute (improved soil) by the

Twister method. In addition, if the soil generated during construction is reused on-site instead of being disposed off-site, the number of dump trucks and transportation distances can be reduced, which not only lowers costs but also reduces environmental impact such as fuel consumption, exhaust gas emissions, and dust. Business development using our Twister method is expected to bring significant contributions between Bangladesh and our company in terms of time, cost and environmental impacts reduction.

5.3.2. Assumed Business Scheme

[Myanmar] and [Bangladesh]

Twister plant's equipment costs are high and all the equipment is imported. Since we are lack of experience in overseas Twister business development and the risk is high, therefore we plan to develop the local business based on orders for large-scale earthworks with Japanese Yen loans and grant aid, which benefit from tax exemption, recover funds relatively smoothly, and have a high advertising effect.

5.3.3. Specific Content of the Collaborative Projects

[Myanmar]

Large-scale earthwork projects such as JICA/ADB Bago-Kyaito Expressway Construction in Myanmar with a total length of 65 km, and the JICA Yangon Outer Ring Expressway Construction (Phase 1) with a total length of 60 km, which is currently under consideration. The embankment volume for both projects are estimated to be more than 10 million m³, and the amount of locally-generated soil (cohesive soil with high water content) is estimated to be more than 1 million m³ for each project.

[Bangladesh]

Regarding the Matarbari Port Access Road construction (bid deadline 15th November 2022, technical review by the client, RHD), there is more than 1 million m³ of locally-generated defective soil is targeted to be effectively used on site, and our company will improve the soil. The use of the technical construction method (Twister method) and similar methods is described in the tender documents (specs). The amount of improved soil that utilizes defective soil is enormous, and we are working in collaboration with local companies to receive orders from the main contractor for construction in this field (contract amount of 3 billion JPY, assuming 6 sets of imported plant equipment).

In addition, on National Highway No. 1, which is relatively close to the access road construction, about 3.4 million m³ of embankment is planned for a road improvement project with a total length of 24 km in 5 major bottleneck sections to alleviate traffic congestion between Chittagong and Chakaria. Therefore, cost reduction can be expected by effectively utilizing the locally-generated soil using our construction method.

環境チェックリスト：7. 道路（1）

添付1：環境チェックリスト

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1)EIAおよび環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書（EIAレポート）等は作成済みか。 (b) EIAレポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIAレポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a) N (b) N (c) N (d) N	(a) 既存道路の改良2kmのため対象外。Ministry of Environmental Conservation and Forestry Notification No. 616 / 2015 Nay Pyi Taw, the 3rd Waning Day of Nadaw, 1377 M.E. (29 December, 2015, ANNEX 1: Categorization of Economic Activities for Assessment Purposes, Road Improvement (upgrading from seasonal to all weather surface, widening of shoulders): Criteria is more than 50km for IEE/EIA (b) 対象外。 (c) 対象外。 (d) 既設道路の補修であり、区間も試験施工のため、400m程度のため必要としない。
	(2)現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a) Y (b) Y	(a) 情報公開はされていないが、主にプラント設置と土取場について、内容と影響について、住民やコミュニティに建設省の施工部隊が個別に説明をしている。なお、用地取得面積については、2018年7月時点の計画では、プラント設置1,500m ² 、土取場2,500m ² を予定している。 (2019年3月13日最新情報)2018年7月対象集落50戸の代表約50名に対し建設省ボガレー事務所が工事説話を開催した。主な説明内容は①工事概要②借地内に建設した仮事務所は完了後、地元の小学校として建物を寄付する③希望があれば集落の住民を工事作業員として採用する、の3点であった。住民から反対意見等はなかった。 (b) 稲作農地をプラント設置および土取場として取得予定のため、耕作者の意見を聞き、一人当たりの取得面積を低減する方針である。耕作者である住民からは、プラント用地取得は同意できるが、土取場は、別のコミュニティにお願いしたいとコメントがあった。このためすべての取得予定用地位置は、2018年7月時点では確定できていないため、耕作者の数および耕作者ごとの面積は今後の住民協議等で確認予定である。 (2019年3月13日最新情報)地主(1名)及び集落住民の同意を得て、建設省はツイスタープラントヤード、土取場、彼らの機材や事務所用地として3エーカーの借地契約(1年契約で契約延長可)をDaw Khin Sandar Lin氏と2018年12月22日に締結し、補償金は同日支払い済みである。対象工作者は地主のみであり住民は地主の従業員である。
	(3)代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は（検討の際、環境・社会に係る項目も含めて）検討されているか。	(a) N	(a) 代替案としては、検討されていないが、家屋や構造物移転を避けた計画としている。また、プラント設置や土取場のための用地取得に関わる作物補償に関しては、事前に住民に説明し、影響を最小限とする努力がなされている。
2 汚染 対策	(1)大気質	(a) 通行車両等から排出される大気汚染物質による影響はあるか。当該国の環境基準等と整合するか。 (b) ルート付近において大気汚染状況が既に環境基準を上回っている場合、プロジェクトが更に大気汚染を悪化させるか。大気質に対する対策は取られるか。	(a) N (b) N	(a) 既設道路補修が改良土の目的であるため、現行通行車両の増加には直接影響はない。 (b) 対象外。
	(2)水質	(a) 盛土部、切土部等の表土露出部からの土壌流出によって下流水域の水質が悪化するか。 (b) 路面からの流出排水が地下水等の水源を汚染するか。 (c) パーキング/サービスエリア等からの排水は当該国の排出基準等と整合するか。また、排出により当該国の環境基準と整合しない水域が生じるか。	(a) N (b) N (c) N	(a) 稲作農地の掘削によるため、土壌は周囲に流出しない。 (b) 道路排水は表面水のため地下水には影響しない。 (c) 対象外。
	(3)廃棄物	(a) パーキング/サービスエリア等からの廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。	(a) N	(a) 該当しない。
	(4)騒音・振動	(a) 通行車両による騒音・振動は当該国の基準等と整合するか。	(a) Y	(a) 当該道路は、車両重量制限されているため。
3 自然 環境	(1)保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a) N	(a) 該当しない。
	(2)生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) 野生生物及び家畜の移動経路の遮断、生息地の分断、動物の交通事故等に対する対策はなされるか。 (e) 道路が出来たことによって、開発に伴う森林破壊や密猟、砂漠化、湿原の乾燥等は生じるか。外来種（従来その地域に生息していなかった）、病害虫等が移入し、生態系が乱される恐れはあるか。これらに対する対策は用意されているか。 (f) 未開発地域に道路を建設する場合、新たな地域開発に伴い自然環境が大きく損なわれるか。	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N (f) N	(a) 該当しない。 (b) 該当しない。 (c) 該当しない。 (d) 該当しない。 (e) 該当しない。 (f) 該当しない。

環境チェックリスト：7. 道路 (2)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
3 自然 環境	(3) 水象	(a) 地形の変更やトンネル等の構造物の新設が地表水、地下水の流れに悪影響を及ぼすか。	(a) N	(a) 土取場の掘削深さは、1.5m程度のため影響しない。
	(4) 地形・地質	(a) ルート上に土砂崩壊や地滑りが生じそうな地質の悪い場所はあるか。ある場合は工法等で適切な処置がなされるか。 (b) 盛土、切土等の土木作業によって、土砂崩壊や地滑りは生じるか。土砂崩壊や地滑りを防ぐための適切な対策がなされるか。 (c) 盛土部、切土部、土捨て場、土砂採取場からの土壌流出は生じるか。土砂流出を防ぐための適切な対策がなされるか。	(a) Y (b) N (c) N	(a) 土取場の掘削深さを1.5m程度にとどめ、崩壊の可能性を低減する。 (b) 低盛土であるため、円弧崩壊の可能性はない。 (c) 農地からの土取場のみが掘削対象となり、掘削後周囲に盛土を施工するため。改良土は、道路資材（盛土、路盤等）のため、土砂流出はない。
4 社会 環境	(1) 住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 (b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。 (c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 (d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。 (e) 補償方針は文書で策定されているか。 (f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。 (g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。 (h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。 (i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。 (j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N (f) N (g) N (h) N (i) N (j) N	(a) 住民移転を含む、家屋や構造物の移転は行わない方針である。 (b) 作物補償に関しては、補償前に適切な説明を行っている。説明内容は、道路補修のためのプラントが設置される、このための設置用地と土取場が必要となることであった。具体的な対象者数は、用地取得位置が確定後に判明するため2018年7月時点では確定できない。補償方針は、Farmland Rules に則る予定である。 (2019年3月13日最新情報) 対象者は1名で、市場の相場(1年間の収量が基本となる)を基に建設省と地主協議し補償金額に双方が合意した。 (c) 作物補償対象の取得場所・面積に関して反映させている。具体的な補償対象の場所・面積および補償対象となる作物生産高の単価・数量は、今後確認予定である。 (2019年3月13日最新情報) 建設省より地主との契約書コピーを示されたが数字は公にできないとのことであった。 (d) 取得前に行われる予定である。 (e) 以下のルールに従う予定である。Crops: Compensation at three times of the value calculated based on the average production of crops in the current market price of that area is provided. (Farmland Rules (2012) Art. 67) また、Ministry of Environmental Conservation and Forestry Notification No. 616 / 2015に則ると、本案件は既設道路の補修であり区間も短いことから、IEE等の用地取得・住民移転計画の作成の対象外である。 (f) 社会的弱者とされる対象者はいない。 (g) 作物補償前に、合意を得る予定である。⇒(2019年3月13日最新情報) 工事開始前に地主の合意を得た。 (h) 先方の現地事務所職員は、十分な能力を持っている。また予算措置も建設コストに反映されている。 (i) 金銭による補償のため、金銭の受領まででありその後は計画されていない。補償は、建設省道路局が行う。 (j) 上記(e)のルールに従った説明を行う際に苦情・要望等を処理する予定である。なお、補償支払い時点においても実施機関を通じて、苦情・要望を受け付けるように実施機関に申し入れており、慎重に対応するとの返答があった。 (2019年3月13日最新情報) 24時間建設省のボガレー事務所職員が現場に常駐しており苦情要望の取扱い窓口の問題はない。
	(2) 生活・生計	(a) 新規開発により道路が設置される場合、既存の交通手段やそれに従事する住民の生活への影響はあるか。また、土地利用・生計手段の大幅な変更、失業等は生じるか。これらの影響の緩和に配慮した計画か。 (b) プロジェクトによりその他の住民の生活に対し悪影響を及ぼすか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 (c) 他の地域からの人口流入により病気の発生 (HIV等の感染症を含む) の危険はあるか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮が行われるか。 (d) プロジェクトによって周辺地域の道路交通に悪影響を及ぼすか (渋滞、交通事故の増加等)。 (e) 道路によって住民の移動に障害が生じるか。 (f) 道路構造物(陸橋等) により日照障害、電波障害を生じるか。	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N (f) N	(a) 新たなプラント設置および土取場のため、作物補償を行うが、生計手段等について変化を限定的にするために、土地取得時に特定の耕作者に偏らせない。 (b) 影響範囲が狭く区間も短いため地域住民や既存交通への影響は非常に軽微である。農地を掘削した跡地に雨水が貯留するため、住民の転落の可能性が考えられる。このため、土手築造等による防止措置を行う。 (c) 既存道路改良に伴う人口流入は極めて小さい。また、建設時には、通常は、近隣住民を道路局が雇用しており、他地域からの人口流入の可能性は低い。 (d) 工事中の既存交通への安全確保が必要であり、道路局の安全管理ルールに従い実施される予定である。交通量が少なく施工区間も短いため、渋滞の可能性は低く、交通事故も増加する可能性は極めて低い。 (e) 工事中は、片側通行になるが、施工区間が短いため障害の可能性は低い。 (f) プラントの日照による影の影響範囲は、施行範囲にとどまるため、ない。
	(3) 文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a) N	(a) 使用する用地は、農地。もしくは官地のためない。
	(4) 景観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a) N	(a) 周囲は農地のためない。
	(5) 少数民族、先住民族	(a) 当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a) N (b) N	(a) 該当しない。 (b) 該当しない。

環境チェックリスト：7. 道路 (3)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
4 社会 環境	(6) 労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されているか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに関係する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) 調査中の雇用に関しては、法律事務所に依頼し、最新の法律に従って契約を行っている。施工時は道路局の基準により、道路局施工部隊が遵守する。 (b) 日本でのプラント稼働経験から機器に安全設備を対策済みであり、危険個所明示等の対策を行う計画である。 (c) 日本でのプラント稼働経験から先方に指導・安全教育を行う予定。 (d) 道路局建設部隊の警備要員のため、過去の経験より、適切な措置が取られる予定である。
5 そ の 他	(1) 工事中的の影響	(a) 工事中的の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(a) Y (b) N (c) N	(a) 騒音振動：発動発電機およびプラント本体から発生するため、居住エリアとの適切な距離確保を行う。濁水：プラント洗浄水を適切に沈殿させ、周囲盛土によりヤード外に流出させない。排ガス：発動発電機排出される状態確認。エンジン油：発動発電機にオイルパン等を設置し流出防止する。これらの緩和策について実施機関と口頭で合意している。 (b) 農地や既存道路のため、悪影響を及ぼさない。 (c) 既存道路交通が存在するため、工事中的の安全対策が道路局により実施される予定である。
	(2) モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等がどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) N	(a) 先方が行う設置工事完成時および運転時に現場ヤードで先方と確認を行う。またこれ以降のプラント稼働していない時期のモニタリングは、道路局ボガレー事務所職員が行い、案件実施中は月に一回、プラント設置位置にて、濁水やエンジン油の流出していないか確認を行う。 (b) 乾期の施工時だけでなく、稼働しない雨季にも上記（1）の工事中的の影響を確認する予定である。 (c) 上記(a)のように先方道路局の地方事務所が管轄するため、体制は確立されている。 (d) 道路局ボガレー事務所から、道路局本省には月に一度報告される予定である。⇒(2019年3月13日最新情報)大きな問題があればその都度報告相談がなされるが、通常は数ヶ月に1回行われる本局との打合せで報告なされる。
6 留 意 点	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合は、林業に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること（大規模な伐採を伴う場合等）。 (b) 必要な場合には送電線・配電に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること（送変電・配電施設の建設を伴う場合等）。	(a) N (b) N	(a) 対象外。 (b) 対象外。
	環境アセスメント使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する。（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）	(a) N	(a) 対象外。

注1) 表中『当該国の基準』については、国際的に認められた基準と比較して著しい乖離がある場合には、必要に応じ対応策を検討する。
当該国において現在規制が確立されていない項目については、当該国以外（日本における経験も含めて）の適切な基準との比較により検討を行う。
注2) 環境チェックリストはあくまでも標準的な環境チェック項目を示したものであり、事業および地域の特性によっては、項目の削除または追加を行う必要がある。

SITE PROGRESS - 19TH DECEMBER 2018



Discussion with MOC on site



Paddy field harvesting done



Dry paddy stalk, threshing machine leftover

SITE PROGRESS – 2ND JANUARY 2019



MOC machines allocated on site for site clearance



Threshing machine has been removed, only dry paddy stalk leftover.



Earth bunds were erected by excavators to indicate site boundary.

SITE PROGRESS – 2ND JANUARY 2019



Existing access road from riverside to plant yard to be made good by MOC.



Existing RC slab and trees along the access from riverside to plant yard to be removed.



Low tide level at riverside will affect the productivity and unloading of equipment.

SITE PROGRESS - 8TH JANUARY 2019



MOC machines allocated on site for site preparation



Site was 80% cleared and graded.



Unwanted soil were stockpiled and to be disposed.

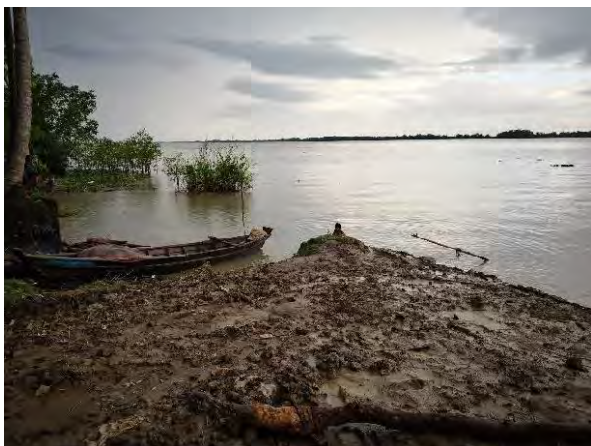
SITE PROGRESS - 8TH JANUARY 2019



Existing access road from riverside to plant yard was widened and made good by MOC.



Existing brick slab was removed; trees obstructing the access to be removed shortly.



Tide level was increased due to heavy rainfall.

SITE PROGRESS - 15TH JANUARY 2019



MOC machines allocated on site for site preparation



Excavators were stockpiling the clay soil to level the plant yard with access road.



All unwanted soil and debris has been removed, the surface has been well graded

SITE PROGRESS - 15TH JANUARY 2019



Existing access road from riverside to plant yard was widened and made good by MOC



Existing access road from riverside to plant yard was widened and made good by MOC



Tide level of the day at Jetty

SITE PROGRESS - 14TH FEBRUARY 2019



Twister tard soil levelling and grading done



Measurement and chalk marking by MOC-JDC



Access from jetty to plant yard made good by MOC



Jetty clearance done

SITE PROGRESS - 20TH FEBRUARY 2019



Excavation of Twister foundation



Soil levelling of slab foundation



Laying hardcore for the slab foundation



Compaction to be carried out before concreting



Concreting start after formwork erected



Part of slabs done concreting and continue for next slab

SITE PROGRESS - 27TH FEBRUARY 2019



Erection of control room in progress (AM)



Erection of control room in progress (PM)



Joint measurement and marking of equipment location by JDC-MOC



Soil levelling for MOC site office



Slab concreting for JDC site office

SITE PROGRESS - 5TH MARCH 2019



Beginning of test section (23.50km)



Construction site information board (23.50km)



Brief information of test section (23.50km)



Sectional layout of test section (23.50km)



Control room next to Twister yard (site)



Information board on Twister Machine (site)

SITE PROGRESS - 5TH MARCH 2019



MOC site office (left) and JDC site office (right)



Exterior of control room



Twister machine yard RC slab completed



MOC machines allocated on site for construction



Access from Jetty to plant yard made good by MOC



Jetty is well prepared for equipment unloading

SITE PROGRESS - 6TH MARCH 2019



Transloading of equipments (gensets, air compressor, parts of Twister machine) onto the barge at Bogale River



JDC office erection works ongoing



MOC office toilet erection works ongoing



Tide of the day (1411hr)

SITE PROGRESS - 7TH MARCH 2019



Site visit by MOC Chief Engineer, U Khin Zaw



Cleaning of plant yard for equipment marking works



Unloading of mesh pallet (4 nos)



Unloading of mesh pallet done (4 nos)



SITE PROGRESS - 7TH MARCH 2019



Arrival of 1st barge with 40 ton crawler crane (1235hr)



Plan view of 1st barge with equipments



10 ton Trucks standby at site for transportation



Parking of the barge to the nearest shore

SITE PROGRESS - 7TH MARCH 2019



Unloading of BC4 onto the truck



Unloading of generators and air compressor



1st barge equipments unloading done (1408hr)

SITE PROGRESS - 8TH MARCH 2019



Inspection and stock checking of mesh pallet (4 nos)



Equipments base and footing marking done



Arrival of 2nd barge (1230hr)



Unloading of materials begin (1437hr)

SITE PROGRESS - 8TH MARCH 2019



BC3 unloaded



BC2 unloaded



WSF feeder unloaded



APF hopper unloaded



All equipments are transferring to the Twister plant area after unloading works done

SITE PROGRESS - 9TH MARCH 2019



Allocation of Twister equipment parts to respective location



Setting of BC3 stand on particular locations (3 nos)



Adjustment on BC3 stand to stabilize BC3 placement



BC3 placement done

SITE PROGRESS - 9TH MARCH 2019



Placement of Twister main body's lower part in position done



Office erection works ongoing

Placement of water tank for offices' toilet done



40 ton crawler crane awaiting for demobilization due to low tide level