ベトナム国
メコンデルタ地域における運河・水路護岸築堤の地盤改良技術普及に向けた案件化調査

業務完了報告書

平成 28 年 3 月
（2016 年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社　村 上 組

国内
JR(先)
16-012

ベトナム国
メコンデルタ地域における運河・水路護岸築堤の地盤改良技術普及に向けた案件化調査

業務完了報告書

平成 28 年 3 月
（2016 年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社　村 上 組

目　　次

写真（現地調査状況等）

要約

はじめに

1. 調査の概要 1
2. 調査の目的 1
3. 調査地域 2
4. 団員リスト 3
5. 現地調査工程 3

第 1 章　対象国の現状

1-1　ベトナム国の政治・社会状況 5
1-1-1　概況 5
1-1-2　主な経済政策 5
1-2　対象国の対象分野における開発課題 8
1-3　対象国の対象分野における開発計画、関連計画、政策及び法制度 11
1-3-1　防災・災害対策分野の計画 11
1-3-2　関連法制度、規則等 13
1-3-3　調査対象国の実施体制 17
1-4　対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例の分析及び他ドナーの分析 20
1-4-1　ODA 事業の先行事例 20
1-4-2　他ドナーの状況 23
1-5　対象国のビジネス環境の分析 25
1-5-1　外国投資の状況 25
1-5-2　許認可等の状況 25
1-5-3　対象国における防災対策の取組の考察 27

第 2 章　提案企業の技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

2-1　提案企業及び活用が見込まれる技術の特徴 28
2-1-1　業界分析 28
2-1-2　提案技術の概要 31
2-1-3　競合他社製品との比較 34
2-2　提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ 34
2-2-1　海外進出の目的 34

2-2-2　海外展開の方針.....35
2-2-3　海外展開の検討.....35
2-3　提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献.....35
2-3-1　現時点における提案企業の地元経済・地域活性化への貢献.....35
2-3-2　海外展開を実施することで見込まれる地元経済・地域活性化への貢献.....36

第 3 章　活用が見込まれる技術に関する調査及び活用可能性の検討結果
3-1　技術の検証計画.....37
3-1-1　調査項目の抽出.....37
3-1-2　調査工程.....38
3-2　技術の現地適合性検証.....39
3-3　技術のニーズの確認.....40
3-3-1　カウンターパートからの要請・ニーズ.....40
3-4　技術と開発課題との整合性及び有効性.....42
3-4-1　提案する技術の現地適合性検証、ODA 事業に向けた課題の把握.....42
3-4-2　調査・検証結果に基づいた開発課題への整合性及び実現可能性の検討.....73

第 4 章　ODA 案件化の具体的提案
4-1　ODA 案件概要.....76
4-1-1　具体的な ODA スキーム名称及び概要.....76
4-1-2　当該技術を必要とする開発課題及び期待される成果.....80
4-2　具体的な協力計画及び開発効果.....81
4-2-1　提案する ODA 案件の目的、成果、活動の位置づけ.....81
4-2-2　普及・実証事業の実施体制.....84
4-3　対象地域及びその周辺状況.....86
4-3-1　メコンデルタ地域の概況.....86
4-3-2　地域開発計画の概要.....86
4-3-3　対象地域における運河・水路の整備状況及び今後の計画.....89
4-3-4　対象箇所の選定.....90
4-4　他 ODA 案件との連携可能性.....91
4-5　ODA 案件形成における課題と対応策.....91
4-6　環境社会配慮にかかる対応.....91

第 5 章　ビジネス展開の具体的計画

別添資料
英文要約

図　表　目　次

図 1　普及・実施事業の実施体制 ix
図 2　事業の全体計画 xi
図 3　ビジネスの実施体系 xii
図 4　工法協会を通じた事業の展開方針 xii
図 1-1　洪水リスクの高い 15 か国 10
図 1-2　ベトナム国周辺の洪水リスク 10
図 1-3　ベトナム政府組織図 18
図 1-4　ベトナム国における DSCM（深層混合処理工法）マーケット（2016-2018） 19
図 1-5　ベトナム国の災害管理構造 21
図 1-6　MDTIDP プロジェクト計画図 24
図 1-7　ベトナムへの建設機械の輸入関税 26
図 2-1　深層混合処理工法の分類（改良体造成の手法） 30
図 2-2　深層混合処理工法の分類（改良体の形状） 30
図 2-3　MITS 工法 CMS システム概念 31
図 2-4　施工手順図 32
図 2-5　組織体制図 35
図 3-1　調査・検証箇所の位置図 42
図 3-2　土質柱状図（Binh Chanh site） 48
図 3-3　土質柱状図（Tien Giang site） 49
図 3-4　T.F.試験結果 52
図 3-5　一軸圧縮強さと変形係数の関係 54
図 3-6　一軸圧縮強さと破壊ひずみ数の関係 54
図 3-7　CDM 工法　計画平面図 57
図 3-8　CDM 工法　計画断面図 57
図 3-9　MITS 工法　計画平面図 58
図 3-10　MITS 工法　計画断面図 58
図 3-11　カントー市防災セミナーにおける MITS 工法及び案件化調査の報道状況 68
図 3-12　カントー災害状況① 74
図 3-13　カントー災害状況② 74
図 3-14　カントー災害状況③ 74
図 3-15　カントー災害状況④ 74
図 3-16　復旧実施状況 74
図 4-1　普及・実証事業の進め方(案) 79
図 4-2　普及・実施事業の実施体制 84
図 4-3　ホーチミン大都市圏計画図 87
図 4-4　経済回廊シナリオ（Mekong Delta Plan） 88
図 4-5　シナリオのタイムライン（Mekong Delta Plan） 88

図 4-6　メコンデルタ地域の水路開発事業計画.....89
Image 7　Implementation System for Verification Survey.....ix
Image 8　Business Master Plan.....xi
Image 9　Business Implementation System.....xii
Image 10　Business Expansion Strategy through MITS Method Association Vietnam.....xii

表 1　調査・検証活動の実施項目.....iii
表 2　日本の代表的な電気伝導率とメコンデルタにおける電気伝導率.....iv
表 3　普及・実証事業のスケジュール.....ix
表 4　想定リスク一覧表.....xiii
表 1-1　5 ヵ年計画の主な目標（Main Targets）.....7
表 1-2　ベトナム国における災害発生状況（2005-2014）.....9
表 1-3　過去の主な災害（台風）.....9
表 1-4　施策プログラムリスト（ハード施策）.....13
表 1-5　中古機械・設備の輸入に関する具体的な条件（通達 20／2014/TT-BKHCN 号）14
表 1-6　土壌中の重金属含有量の許容量に関する基準 (QCVN03 :2008/BTNMT).....16
表 1-7　ベトナム国の役割と関係機関.....18
表 1-8　防災・災害対策分野における民間提案による調査事業の先行事例.....20
表 1-9　現在進行中の防災関連プロジェクト.....21
表 1-10　アセアン各国における洪水ハザードマップ整備状況.....22
表 1-11　洪水災害関連主要支援候補案件リスト（ベトナム）.....22
表 1-12　ベトナムにおける技術基準一覧.....26
表 2-1　MITS 工法(CMS システム)施工実績表.....29
表 2-2　工法比較表.....34
表 3-1　調査・検証活動の実施項目.....37
表 3-3　日本の代表的な電気伝導率とメコンデルタにおける電気伝導率.....50
表 3-4　MITS 工法と CDM 工法との対比表　（施工区間 L=20m 当り）.....59
表 3-5　T 社の施工実績.....71
表 4-1　ODA 事業計画.....78
表 4-2　普及・実証事業のスケジュール.....84
表 4-3　協力額概算.....85
Table 7　Survey Items.....iii
Table 8　Electric Conductivity in Areas of Japan and Mekong Delta.....iv
Table 9　Verification Survey Schedule.....ix
Table 10　List of Possible Risks.....xiii

写真 2-1　施工状況.....32
写真 2-2　先端部.....32
写真 2-3　改良体の出来形状況.....32
写真 2-4　台船からの施工事例.....33

写真 2-5　狭隘な箇所の施工事例.....33
写真 3-1　河川改修現場踏査（HCM 郊外）.....43
写真 3-2　河川改修現場踏査（ミトー市）.....43
写真 3-3　河川改修現場踏査（Thu Thua, Long An 省）.....43
写真 3-4　河川改修現場踏査（Tan Phuoc, Tien Giang 省）.....43
写真 3-5　河川改修現場踏査（My An, Dong Thap 省）.....43
写真 3-6　土質調査現場（HCM 郊外）.....45
写真 3-7　土質調査現場（ミトー市）.....46
写真 3-8　試験事前打合せ.....47
写真 3-9　採取試料確認）.....47
写真 3-10　土質試験（圧密試験）.....47
写真 3-11　試験器具及び使用材料確認.....47
写真 3-12　配合試験（混練状況）.....47
写真 3-13　スラリー特性試験（ＴＦ試験）.....47
写真 3-14　供試体作成状況.....47
写真 3-15　一軸圧縮試験.....47
写真 3-16　T.F.値≒100mm の試験状況.....51
写真 3-17　T.F.値≒150mm の試験状況.....51
写真 3-18　MITS 工法現場見学会.....64
写真 3-19　土木構造物（佐賀城）見学.....64
写真 3-20　高速鉄道見学・移動.....64
写真 3-21　土木構造物（瀬戸大橋）見学.....64
写真 3-22　全体会議（村上組会議室）.....64
写真 3-23　(株)村上組訪問.....64
写真 3-24　香川県庁・県知事表敬訪問.....64
写真 3-25　反省会･今後の活動協力願い.....64
写真 3-26　National University of Civil Engineering 国立土木技術大学の講堂(会場).....67
写真 3-27　技術セミナー実施状況.....67
写真 3-28　JICA Vietnam Office 増田次長挨拶(左)と村上組の発表(右).....67
写真 3-29　CDM 工法（二軸式）.....70
写真 3-30　BH 工法.....70

略 語 一 覧

略語	名称（英語/ベトナム語）	日本語名称
ADRC	Asian Disaster Reduction Center	アジア防災センター
ASEAN	Association of South‐East Asian Nations	東南アジア諸国連合
BH	Boring Hole (Method)	BH 工法 （大口径ボーリングマシーン工法）
CCFSC	Vietnam Central Committee for Flood and Storm Control	（ベトナム国）暴風洪水管理中央委員会
CDM	Cement Deep Mixing (Method)	CDM 工法 （セメント系深層混合処理工法）
C/P	Counterpart	カウンターパート
FOB	Free On Board	本船甲板渡し条件
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
HCM	Ho Chi Minh City	ホーチミン市
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
MARD	Ministry of Agriculture and Rural Development	（ベトナム国）農業農村開発省
MITS/CMS	Middle Pressure Injection Total System / Combination Mixing Slurry	MITS 工法 CMS システム （セメントスラリーの中圧噴射と特殊攪拌翼併用の地盤改良工法）
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment	（ベトナム国）天然資源環境省
MOT	Ministry of Transportation	（ベトナム国）交通運輸省
MPI	Ministry of Planning and Investment	（ベトナム国）計画投資省
MPMU	Maritime Project Management Unit	（ベトナム国）交通運輸省港湾総局 港湾事業管理委員会
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PMU-8	Project Management Unit for Road	（ベトナム国交通運輸省道路総局） 道路事業管理委員会
PMU-W	Project Management Unit of Waterways	（ベトナム国交通運輸省内陸水路局） 水運プロジェクトマネジメントユニット
VEC	Vietnam Expressway Corporation	ベトナム高速道路投資開発公社
VIWA	Vietnam Inland Waterways Administration	（ベトナム国）内陸水路局
WTO	World Trade Organization	世界貿易機関

写真（現地調査状況等）

＜カウンターパートへの案件化調査の説明＞

PMU-W：水路事業管理委員会
案件化調査の説明

出席者）PMU-W
・タン社長、バオ副社長
ハー技術部長、ハー経済部長

＜現地調査＞

・PMU-W より緊急性のある防災箇所として紹介された 5 カ所を JICA 団員で現地調査を実施

＜現地調査＞

・現地調査より選定した 2 カ所について、ボーリングによる土質調査を実施し、その原位置土を試料として採取

＜National University of Civil Engineering＞

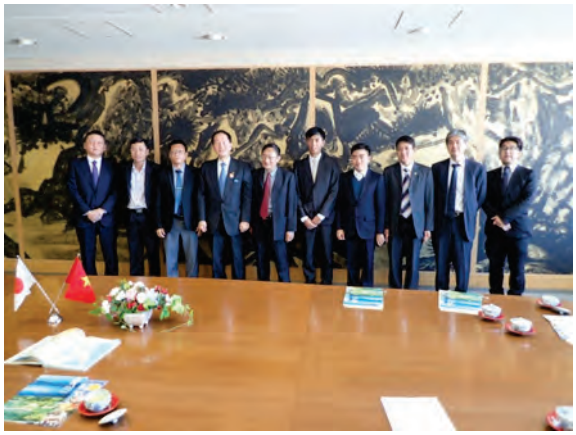
・ハノイ国立土木技術大学において、案件化調査を説明し、地盤改良（MITS）工法における原位置土の改良方法と管理手法を大学と提携することを確認
・2015 年 12 月に同大学において、技術セミナーを開催

＜室内試験＞

・現地調査より採取された試料を用いて、各種土質試験、水質試験を実施し、土質特性を確認
・その後、同試料とベトナム国内の固化材を混練する配合試験を実施し、改良体特性を把握すると共に、MITS 工法と原位置土との適合性を確認

＜本邦受入活動＞

・MITS 工法の現場見学会を佐賀県小城市で開催
※当現場の有明粘土は、メコンデルタ土の特性と類似しており、案件化調査で実施した防災事業と同様の内容の水路、堤体における地盤改良工事である事より選定



＜本邦受入活動＞

・香川県庁、香川県知事を表敬訪問
※(株)村上組の地元となる香川県とベトナム国の振興発展を目的に表敬訪問を実施

＜セミナーの開催＞

・ハノイ土木技術大学にて、セミナーを開催
※MITS 工法による地盤改良工法の優位性について理解を深めることを目的にセミナーを開催

要約

第 1 章　ベトナム国における地盤改良セクターの概要

1-1　ベトナム国の政治・社会状況

ベトナム社会主義共和国は、面積 33 万 km^2（九州を除く日本の面積に相当）、人口 9,250 万人、一人当たり GDP は 2,073 ドルであり、低所得国から中所得国に進みつつある。実質 GDP 成長率は近年 6%程度で推移しており、失業率は 2.1%（都市部 3.4%、地方部 1.5%）にとどまっている。

1-2　対象国の対象分野における開発課題

(1) 洪水による被害の拡大

ア 都市化の進展と災害への脆弱性

ベトナムでは急速な経済成長と都市化により、大気汚染、水質汚濁、廃棄物増加等の諸問題が深刻化している。特に汚水処理施設の整備が不十分であるため、都市部の河川・運河・湖沼の水質汚濁が著しく、また、排水施設の整備が不十分であることも相まって、洪水時に流れ出した汚水が家屋等に浸水することによる伝染病の蔓延などの衛生問題も危惧されており、河川や運河における洪水等の災害に起因する生活環境への影響は大きい。

イ 洪水・台風による人命・経済的損失の発生

ベトナムの中南部は年平均 6.2 個の台風が上陸する熱帯性低気圧の常襲地域であり、1997 年～2006 年の年平均約 750 人、2005 年～2014 年の年平均約 167 人の死者が発生しているほか、経済的損失は GDP 比 1.5%に及んでいる。より長期間でみると過去 50 年間（1954 年-2006 年）で 380 個の台風がベトナムに上陸しており、高潮や豪雨による洪水を引き起こしており、ベトナム国民の 80-90%がその影響を被っていると考えられる。

(2) インフラ整備（防災対策）の事業遅延

メコンデルタ地域においては、世界銀行（World Bank）の支援により、水路改善のインフラ整備事業が継続的に行われている。

また、メコンデルタ地域では、台風等の自然災害にさらされているなか、運河や水路の改修が必要な箇所の多くが狭隘な地区にあり、インフラ整備が遅延する状況にあり、軟弱地盤箇所で、地滑りによる災害や洪水時に護岸が浸食されるなどの被害が発生している。当地域では、運河や水路による水運は地域物流網のが大きな役割を果たしており、運河や水路等のインフラ整備と併せて防災対策が喫緊の課題となっている。

1-3　防災・災害対策分野関連セクターの概要

1994 年に「災害軽減のための第一次国家戦略および行動計画」が策定された。同計画は、技術的・制度的・社会的側面からの災害管理対策の必要性を明確にしている。 第二次戦略的行動計画（2001 年～2020 年）では、災害軽減と管理における戦略が示された。環境に配慮した持続可能な開発と災害の軽減が最重要課題とされている。

また、2007 年 11 月 16 日、「2020 年に向けた国家防災戦略（National Strategy for Natural Disaster Prevention, Response and Mitigation to 2020）」が首相により承認された。

第 2 章　提案企業の技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

2-1　提案企業及び活用が見込まれる技術の特徴

(1) 工法の概要

MITS 工法 CMS システム工法は、機械攪拌工法の特性とジェットグラウト工法の特性を備えた工法で、攪拌翼により掘削・混合をすると同時にセメントスラリーを 20Mpa 以下の中圧ジェットで噴射し短時間で均一性の高い改良体造成を可能とした深層混合処理工法である。

(2) 施工の特徴

・攪拌翼と中圧噴射の併用によりベースマシンの小型化と改良体の径拡大が可能。
・噴射・攪拌の併用により改良地盤の共回りが発生せず、周辺地盤の変位を抑制。
・攪拌翼の正転・逆転と中圧噴射攪拌により改良体の品質がさらに向上。
・攪拌効率の向上により、改良時間が短縮し経済性に優れる。
・中深度の改良体造成に柔軟に適応すると共に低公害施工が可能。

(3) スペック

・改良対象地盤：軟弱粘土・砂質土および有機質土
・改良径：φ500mm～1,600mm
・改良深度：15m（最大打設深度 23m）
・スラリー噴射圧力：5～15MPa

2-2　既往技術及び競合技術との比較

専用の大型機械を用い、スラリー状セメント系固化材を原位置土に添加し、機械による攪拌を行う従来工法の CDM 工法と比較した場合、提案工法は、機械式混合撹拌と中圧噴射を併用することと、機械が小型であり、現地で多く流通しているバックホウ等にアタッチメント装着が可能である。このことより、高品質な地盤改良体を構築することと、狭隘な箇所、離隔確保が必要な箇所、地盤条件の悪く大型機械の搬入・移動に仮設を要する箇所において、仮設工、施工時間のロス、付帯施設の費用等が削減される。

2-3　提案企業の事業展開の方針

国内のインフラ事業は、継続的に実施してく中、海外事業を推進していくことを踏まえ、①国内地域限定土木工事(50%)、②国内特殊工事(20%)、③海外事業(30%)の 3 軸を事業戦略としていた。村上組は 2015 年 9 月よりムラカミホールディングスを立ち上げ、国内特殊工事のうち基礎土木部門と海外事業部門を村上重機へ分社化し、ベトナムで現地法人として活動している村上組ベトナムは村上重機の子会社として、事業展開することとなった。村上重機は、①国内特殊工事(40%)、②運送業(30%)、③海外事業(30%)の 3 軸を事業戦略とし、海外展開を実施する。

第 3 章　活用が見込まれる技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

3-1　技術の検証活動

本事業を進めるにあたり、案件化調査の主な事項を以下に整理する。

表 1 調査･検証活動の実施項目

	調査項目	案件化調査で実施する事項
①	実施調査	・ODA 事業での MITS 工法実施箇所の選定調査
②	土質調査及び室内配合試験調査	・原地盤・地質の室内試験 ・水質調査 ・室内配合試験 （セメント添加量試験） ・室内配合試験の材令試験 （２８日強度）
③	MITS 工法を採用した際の有効性の検証	・選定箇所における提案工法の有効性（コスト・工期等の比較検討）の検証
④	本邦受入活動	・我が国内施工箇所でのデモンストレーションの実施 （カウンターパートへの紹介）
⑤	普及活動	・ベトナム国の地盤改良の状況及び、MITS 工法の紹介、適用性について、セミナーを実施
⑥	ビジネス展開を踏まえた MITS 工法の紹介	・ビジネス展開を踏まえ、MOT、PMW-8、VEC、MPMU、カントー市に MITS 工法の紹介を実施
⑦	ベトナム国での地盤改良工法の状況調査	・ベトナム国で実施している地盤改良工法と施工実績の調査
⑧	ベトナム国へ MITS 工法の機械を運搬する際の関税等の調査	・MITS 工法で使用する機械の状況と関税等の調査

3-2　技術の現地適合性検証

(1) 工法の適合性

本調査において、地盤改良工法の品質・経済性による必要性と、狭隘な地区における当該工法の必要性を検証した。

ODA 事業での MITS 工法実施箇所の選定調査をするにあたり、PMU-W と協議を行い、防災・災害対策として地盤改良を伴う護岸施工の計画箇所で、施工箇所が狭隘で、用地買収や工事用道路の設置が必要とされている箇所で施工性・経済比較を行い、当該工法による適用性があることを確認した。（詳細は 3-4-2(1)に示す。）

(2) 土質の適合性

日本において特殊とされる佐賀有明湾の粘土と、メコンデルタの粘土は、ほぼ同じ数値であることを確認した。MITS 工法は佐賀有明湾の粘土仕様として開発された工法であるため、性状が良く似ているメコンデルタ土にも適合性が高いと考えられるが、実際の強度は、実証試験で確認する必要がある。

表 2 日本の代表的な電気伝導率とメコンデルタにおける電気伝導率

土質	ローム	有機質粘土	沖積粘土	メコンデルタ土
採取地	東京	横浜市	佐賀有明湾	
電気伝導率 (ms/m)	14.7	20.2	300	117～307

出典：JICA調査団作成

また、一軸圧縮強さと破壊ひずみの関係については、破壊ひずみは概ね 1.5～2.8%の間となっており、一般的な破壊ひずみ範囲にあるといえる。

これらのことから、メコンデルタ土のセメント系地盤改良体は、日本で実証・報告されている改良体と概ね同じ品質と考えられる。ただし、変形係数については、ばらつきが多く、その原因に土質試験（化学試験）によって確認した土粒子同士の粘着力による体積膨張が考えられるが、現段階では、試験数が少ないため、今後の動向を注視することとする。

3-3 技術のニーズの確認

カウンターパート候補である PMU-W から、案件化調査時に下記の要請を受けた。

PMU-W の上部組織である、MOT の科学技術院（Department of Science Technology）から、現在ベトナム国で実施している地盤改良工法は、攪拌工法、高圧噴射工法であり、小型・機械式混合撹拌と中圧噴射を併用した工法は、今までに経験がなく、メコンデルタにおける実用性が非常に高いとの見解があった。

また、ODA 事業では、MOT の関係各部署（道路、港湾、工法認定部署等）においても適用を考えて行きたいとの見解を頂き、道路総局　道路事業管理委員会（PMU-8：Project Management Unit for Road of Vietnam や、港湾総局　港湾事業管理委員会（MPMU：Maritime Project Management Unit）を紹介して頂き、展開を図る方針である。

3-4 技術と開発課題との整合性及び有効性

(1)「洪水による被害の拡大」への有効性

水害・災害の対策を行うには、河川、運河、水路等の護岸、築堤を設けることが必要となり、PMU-W では、護岸、築堤の改修を計画し、設計・施工を実施している。

運河や水路の護岸、築堤を設置するには、メコンデルタ特有の軟弱地盤対策が必要となるが、攪拌工法と中圧噴射による MITS 工法を用いることで、機械式混合攪拌と中圧噴射を併用することにより、均一で高品質な地盤改良体を確実に設計改良径で築造することが可能と

なり、より強固な護岸、築堤を構築することが可能となり、洪水による被害の拡大防止を図ることが可能となる。

(2)「インフラ整備（防災対策）の事業遅延」への有効性

メコンデルタ地域では、運河や水路の改修が必要な箇所の多くが狭隘な地区にあり、CDM 工法等の大型地盤改良機械を搬入するためには、多大な費用と時間を費やすこととなり、公共事業の経費の増加、発現効果が遅れる傾向にある。

本調査では、施工箇所が狭隘で、用地買収や工事用道路の設置が必要とされている箇所で MITS 工法での施工性・経済比較を行い、当該工法による適用性があることを検証した。

MITS 工法は、狭隘な地区でも容易に施工が可能で、地盤改良を進めるにあたり、インフラ整備（防災対策）の事業遅延に大きな効果が得られる。

(3)「行政・産業における人材育成」への有効性

本調査を通じて、PMU-W に対し MITS 工法の導入にかかる認知活動、本邦受入を実施した。これらの活動を通じて MITS 工法を活用した地盤改良技術や河川改修事業への意識の向上に貢献することができた。また、PMU-W と連携し、MOT、PMU-8、国立ハノイ土木技術大学に対しても、MITS 工法の技術を活用した地盤改良技術を PR した。こうした活動は、本邦受入活動と併せて実施したため、対象者が実際の効果を体感し、より知識を深めることができたと考えられる。PMU-W が MITS 工法の技術を活用するためには、施工の方法、施工管理技術を習得することが必要である。

第 4 章　ODA 案件化の具体的提案

4-1　ODA 案件概要

本案件化調査では、MITS 工法の導入先として可能性がある政府機関を選定し、新規地盤改良計画、既存の地盤改良工法の状況、土質調査・配合試験を実施して、MITS 工法の導入計画を検討した。併せて、MITS 工法の実施工の本邦受入れ活動、ベトナム国内におけるセミナーの開催により、ベトナム国でのニーズの把握や優れた施工性を有する日本技術の PR を行った。

本案件化調査の結果、事業展開における実現可能性が十分にあることが確認されたことから、MITS 工法の導入先として選定される政府機関等を対象に、新規の MITS 工法機械を導入し、ベトナム基準に準拠した MITS 工法の構築を目的とした普及・実証事業を提案する。

提案技術をベトナム国及び ASEAN 地域の開発へ活用するとともに、提案企業のビジネス展開のために、普及・実証事業段階でクリアすべき課題は以下のとおりである。

◆案件化調査を踏まえて導入した MITS 工法の開発効果の検証
◆ベトナム国の土質での必要強度の確保の検証
（MOT の工法認定の取得を含む）
◆政府関係者及び施工業者への MITS 工法の施工・品質・維持管理にかかる人材育成
◆ベトナム国での普及活動

提案する普及・実証事業を通じて、提案技術の現地適用性、経済性・施工性の検証等を実証する。特にメコンデルタ地域のような軟弱地盤地帯への適応については、試験施工で最適なセメント添加量、施工速度を検証し、必要な強度を確保した上で MOT による工法認定を取得する。併せて、提案工法を継続的に利用できるよう人材育成プログラムを立案し、実施する。

また、普及事業では、ベトナム国に MITS 工法を紹介し、MITS 工法の適正技術の導入、品質の確保、適正なコスト縮減の適用を目的に、現地企業に施工管理手法や施工ノウハウを指導・育成を行い、現地での施工技術の普及を図り、他のカウンターパートを含め、ベトナム国内での事業の展開を図る。

4-2　具体的な協力計画及び開発効果

(1)ODA 案件の目的と成果

普及・実証事業ではベトナム国メコンデルタ地域の計画されている河川の護岸において、MITS 工法を導入し、ベトナム及びカウンターパートとなる PMU-W の開発課題である「洪水による被害の拡大」、「インフラ整備（防災対策）の事業遅延」、「行政・産業の人材育成」に対する効果を実証する。

また、PMU-W 計画箇所での実施を元として、メコンデルタ地域の他のカウンターパートへの MITS 工法の普及を図る。具体的には、MITS 工法の導入に関心を持っている MOT 関連機関や自治体に加え、施工業者にも、提案する MITS 工法の施工現場を見学してもらうことを予定している。

提案する普及・実証事業におけるプロジェクト目標と成果は、以下のとおりである。

<table>
<tr><td colspan="2">目的：
メコンデルタ地域において、小型・機械式混合撹拌と中圧噴射を併用した MITS 工法 CMS システム（以下「MITS 工法」という）の活用により、開発課題である「洪水による被害の拡大」、「インフラ整備（防災対策）の事業遅延」、「行政・産業の人材育成」への解決が促進される。</td></tr>
<tr><td>成果</td><td>活動</td></tr>
<tr><td>成果 1：
MITS 工法による地盤改良が施工され、住居密集地、狭隘な地区の運河・水路護岸築堤の整備率が向上し、浸水被害が低減する。</td><td>1－1：PMU-W における MITS 工法導入計画を策定する。
1－2：MITS 工法の試験施工計画、本体施工計画を策定する。</td></tr>
<tr><td>成果 2：
メコンデルタ地域において軟弱地盤対策の基準値を満足した地盤改良が施工され、MOT の工法認定を取得する。</td><td>2－1：MITS 工法機を輸送し現地で組立を行う。
2－2：1－2 に基づき MITS 工法の試験施工を実施する。
2－3：ベトナム国の基準に準拠した改良体を構築する。
2－4：MITS 工法の試験結果を基に改良体の強度等を分析・評価し、MOT の工法認定を取得する。
2－5：2－2 に基づき MITS 工法の本体施工を実施する。
2－6：MITS 工法の本体施工をモニタリングする。（施工性、経済性等）
2－7：MITS 工法の本体施工について政府・施工業者にヒアリング調査を実施する。</td></tr>
<tr><td>成果 3：
ベトナム国における地盤改良工法に係る人材・企業の能力が向上する。</td><td>3－1：PMU-W 職員、施工業者に対する MITS 工法施工のための研修計画を策定する。
3－2：MITS 施工方法、工法管理の英語版、ベトナム語版のマニュアルを策定する。
3－3：3－1 に基づき施工方法、工法管理の研修を実施する。
3－4：MITS 工法事業（販売・施工管理・メンテナンス）に係る詳細事業計画を策定する。</td></tr>
<tr><td>成果 4：
ベトナム国内で MITS 工法が紹介される。</td><td>4－1：2 の試験施工、本体施工の実施時、実施後にセミナーを実施する。
4－2：PMU-W 以外での MITS 工法の導入を協議し実施する。
4－3：関連政府関係者（MOT、PMW-8 等）向け MITS 工法普及活動計画を策定する。
4－4：4－3 に基づく普及活動を実施する。</td></tr>
</table>

⑵ 提案する普及・実証事業における投入

普及・実証事業における日本側の主な投入は、MITS 工法の機器及びカウンターパートによる MITS 工法を施工・品質・維持管理を支援するための人材育成である。

協力額概算は 4-2-2(3)に示す。

カウンターパート側の投入としては、MITS 工法の施工箇所（軟弱地盤計画箇所）と施工・品質・維持管理にかかる体制の用意である。

普及・実証事業における具体的な体制案については、4-2-2(1)に示す。

⑶ 提案する製品・技術の位置づけ

提案する MITS 工法は、ベトナム国における開発課題の解決を通じて、日本とベトナム国間のパートナーシップの構築に寄与する。また「洪水による被害の拡大」、「インフラ整備（防災対策）の事業遅延」をはじめベトナム国と共通する開発課題を有し、土質状況（メコンデルタのような軟弱地盤等）が似通っている ASEAN 諸国においても提案技術による効果が期待される。

⑷ 実施パートナーとなる対象国の関連公的機関

PMU-W（Project Management Unit of Waterways）

（ベトナム国交通運輸省内陸水路局）水運プロジェクトマネジメントユニット

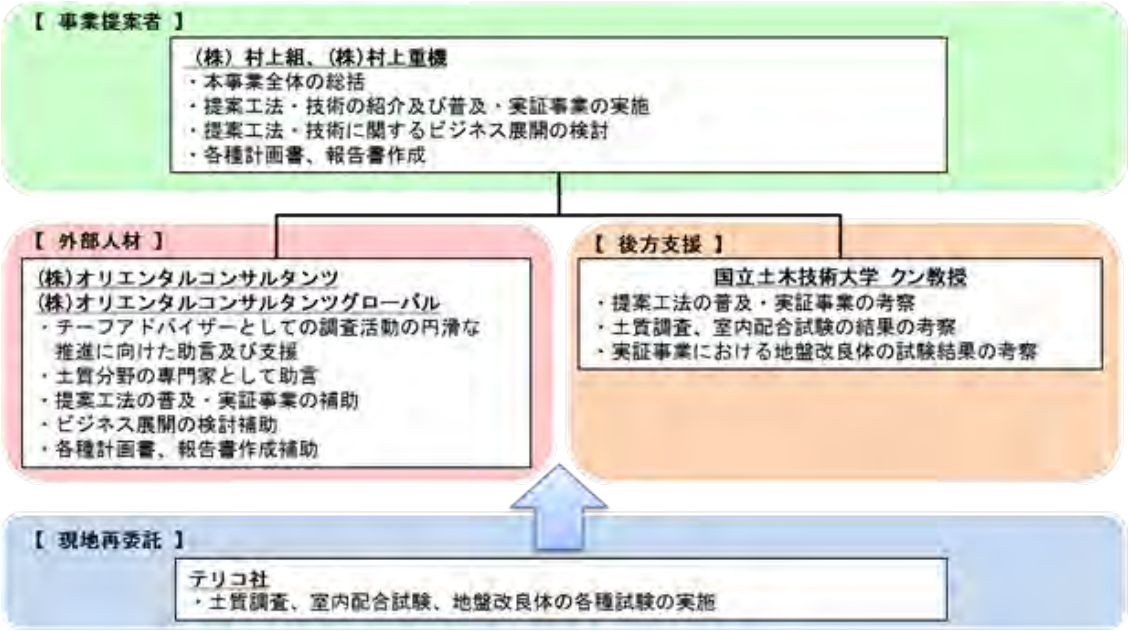
⑸ 調査実施箇所定

試験施工の実証箇所は 3-4-1(1)の結果、①HCM 郊外　河川改修現場踏査、②ミトー市　河川改修現場踏査の 2 箇所のうち、①を第 1 候補地とし、②は①での施工が困難な場合の代替箇所とする。

	①	②
工事名及び所在	メコンデルタ輸送に係わるインフラ開発工事：NW8 工区 ホーチミン市ビンチャン区タンフット村	メコンデルタ輸送に係わるインフラ開発工事：チョーガオ運河 チョーガオ運河ティエンザン省
軟弱土の深度	軟弱地盤の厚さ: 28.3m ～ 33.45m	軟弱地盤の厚さ: 7.0m ～ 11.9m
状況写真		
改良工事の目的	浚渫工、河川浸食対策等の防災対策 メコンデルタ輸送に係わるインフラ整備	浚渫工、河川浸食対策等の防災対策 メコンデルタ輸送に係わるインフラ整備
進捗状況	現在設計中で工事入札前 ※工事の発注と共に「普及・実証事業」確認を実施できる可能性が高い。 用地買収は、完了済み	現在設計中で工事入札前 ※工事の発注と共に「普及・実証事業」確認を実施できる可能性が高い。 用地買収は、完了済み

(6) 普及・実証事業の実施体制

普及・実証事業における実施体制は、以下のとおりである。



出典：JICA 調査団作成

図 1 普及・実施事業の実施体制

(7) 普及・実証事業のスケジュール

表 3 普及・実証事業のスケジュール

活動項目		2016年			2017年												2018年												2019年		
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
成果1	MITS工法による地盤改良が施工され、住居密集地、狭小箇所の運河・水路護岸築堤の整備率が向上し、浸水被害が低減する。																														
1-1	PMU-WにおけるMITS工法導入計画を策定																														
1-2	MITS工法の試験施工計画、本体施工計画を策定																														
成果2	メコンデルタ地域において軟弱地盤対策の基準値を満足した地盤改良が施工され、MOTの工法認定を取得する。																														
2-1	MITS工法機を輸送し現地で組立																														
2-2	1－2に基づきMITS工法の試験施工を実施																														
2-3	ベトナム国の基準に準拠した改良体を構築																														
2-4	MOTの工法認定を取得																														
2-5	2－2に基づきMITS工法の本体施工を実施																														
2-6	MITS工法の本体施工をモニタリング（施工性、経済性等）																														
2-7	MITS工法の本体施工について政府・施工業者にヒアリング調査を実施																														
成果3	ベトナム国における地盤改良工法に係る人材・企業の能力が向上する。																														
3-1	PMU-W職員、施工業者に対するMITS工法施工のための研修計画を策定																														
3-2	MITS施工方法、工法管理の英語版、ベトナム語版のマニュアルを策定																														
3-3	3－1に基づき施工方法、工法管理の研修を実施																														
3-4	MITS工法事業（販売・施工管理・メンテナンス）に係る詳細事業計画を策定																														
成果4	ベトナム国内でMITS工法協会を設立し、ベトナム国内で紹介される。																														
4-1	2の試験施工、本体施工の実施時、実施後にセミナーを実施																														
4-2	PMU-W以外でのMITS工法の導入を協議し実施																														
4-3	関連政府関係者（MOT、PMW-8等）向けMITS工法普及活動計画を策定																														
4-4	4－3に基づく普及活動を実施																														

出典：JICA 調査団作成

4-3　対象地域及びその周辺状況

ベトナム国においては、「社会・経済開発計画（2011-2020）」の実現に向けて防災分野の取組として「2020 年に向けた国家防災戦略」が策定されており、国家防災戦略の中では、メコンデルタ地域の築堤や護岸対策の必要性も謳われている。また、JICA による「アセアン地域防災協力に関する基礎情報収集・確認調査（2012 年）」においても、メコンデルタ地域における洪水対策の必要性が整理されている。

このような状況のなかメコンデルタ地域では、本邦 ODA 以外にも世界銀行により水路改善事業に関する支援が継続的に実施されている状況にある。

運河・水路の改善が進められるなかで水路の護岸築堤は、防災事業におけるハード対策のインフラ整備として非常に重要な施策メニューと位置づけられている。法律制度や組織等のソフト施策の強化と併せて実施することにより、洪水による冠水被害を低減させると共に、地域の主産業である米作を中心とした農業支援、加えて水運物流の改善により、地域の経済、貧困対策や衛生問題の解決につながるものである。

以上のことより、防災対策、インフラ整備の一環として護岸整備及び築堤の地盤改良は重要な対策として支援が必要と考える。

4-4　他 ODA 案件形成における課題と対応策

本調査で、現在計画及び進捗中の地盤改良事業において ODA 案件を JICA に確認したが、現段階で適用が可能な案件はないことが確認された。

今後、普及・実証を実施中に施工が予定されるものや、詳細設計等で地盤改良工法が検討されるものは、JICA に確認を行い、連携の可能性を検討することとする。

4-5　環境社会配慮にかかる対応

築堤護岸の地盤改良を行う際には、セメント及びセメント系固化材を使用するため、改良土から条件によっては六価クロムによる土壌汚染の可能性がある。我が国では、土地汚染対策法に基づいて、土壌環境基準がさだめられており、検液 1 リットルにつき六価クロム 0.05mg 以下であることとされている。

第 5 章　ビジネス展開の具体的計画

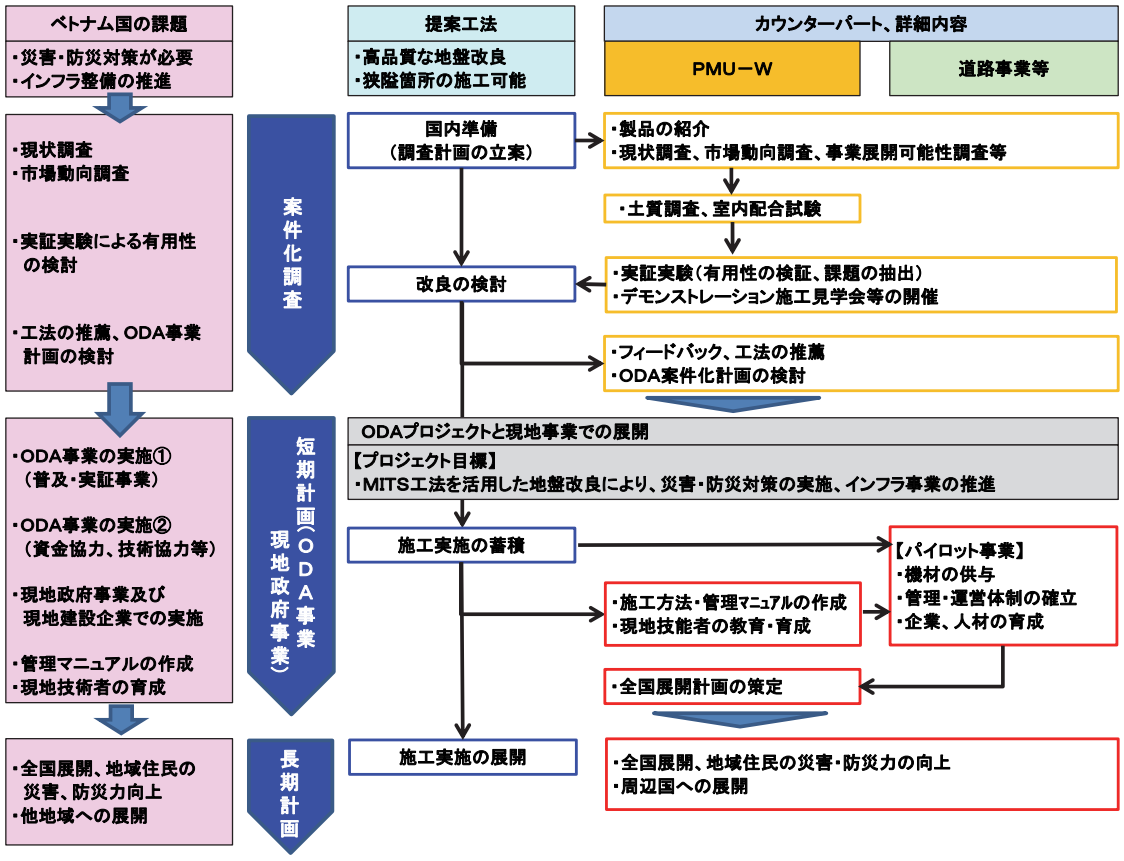
5-1　市場分析結果

ベトナム国には総額 325 百万 USD の地盤改良（深層混合処理）市場規模があるとされて、そのうち、築堤・護岸に関連するものは 11%、約 35 百万 USD 程度（約 42 億円）と想定されている。メコンデルタ地域は、ほぼ全ての地盤が軟弱地盤に該当し、護岸工事を初めとして道路事業、港湾事業、建築事業等、各種の構造物を築造する際には必ず地盤改良を含む基礎工が必要とされている地域である。

また、近年の経済発展に伴う上述のインフラ事業等に加え、農業分野に関しても洪水等による田畑の被害や土壌有害化の対策が緊急の課題となっており、今後更に政府や地方政権主導で防災事業の市場規模は拡大されると見込まれる。

5-2　事業の実施に向けたスケジュール

事業の全体計画を下記に示す。



出典：JICA 調査団作成

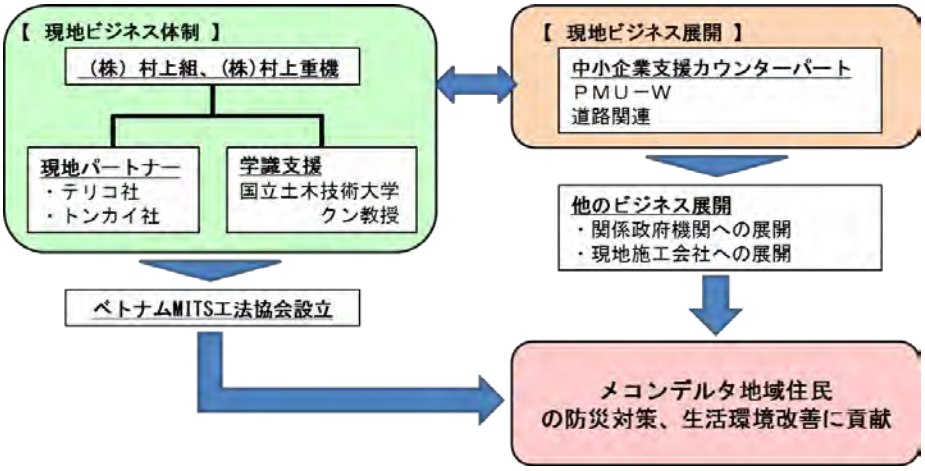
図 2　事業の全体計画

5-3　想定する海外ビジネス展開の実施体制

現地パートナーとなるコンサルタント社は、本調査で土質調査、配合試験を実施し、地盤改良の設計、工事において多数の実績があるテリコ社をパートナーとした。

テリコ社は、これまでの活動を通じ、PMU-W との関係は既に構築されており、調査は万全の体制で行われ、従来のベトナム国における業務を通じて形成されている他のカウンターパートとの関係は元より、継続的な管理体制における事業を展開する。また、現地での展開を図るため、工法協会会員企業の拡大による施工技術の普及を図る。

MITS 工法 CMS システムの現地ビジネス展開にあたっての体制を以下に示す。



出典：JICA 調査団作成

図 3 ビジネスの実施体系

5-4　流通販売計画

本調査、普及・実証事業を通じて、資金協力、技術協力等で建設が行われている（または建設計画中の）運河・水路、道路事業や港湾事業等を幾つか選定した上で、提案工法での施工を実施する。(株)村上組はベトナムで MITS 工法による施工を実施すると共に、MITS 工法を広める事を目的に(株)村上組を中心としたベトナム MITS 工法協会を設立する。

ベトナム MITS 工法協会は、MITS 工法の適正技術の導入、品質の確保、適正なコスト縮減の適用を目的に、現地企業に施工管理手法や施工ノウハウを指導・育成を行い、工法協会会員企業による現地での施工技術の普及を図り、他のカウンターパートを含め、ベトナム国内での事業の展開を図る。

ベトナム MITS 工法協会	協会設立の目的 MITS 工法の適正技術の導入、品質の確保、適正なコスト
現地協会会員企業	・施工管理手法、施工ノウハウの指導・育成 ・MITS 工法施工箇所の品質の確保 ・適正コスト及びコスト縮減の確認

図 4 工法協会を通じた事業の展開方針

5-5　想定する事業計画及び開発効果

提案工法を活用した際に得られる効果は下記のとおりである。

●提案工法が構造体の基礎としてインフラ整備に必要な運河・水路、荷揚げ場・水位調整設備等において、高品質な地盤改良が、確実できるようになる。

●機械の小型化により、施工が困難な箇所等、現地状況に応じた施工が可能となり、工事用進入路や仮設構造が不要となり、経済的で、効率的な事業の推進が図られる。

運河・水路の整備が実施され、整備計画の立案や施工の実現性が向上し、洪水に対する災害・防災力が向上すると共に、地域住民の衛生問題、生活環境の改善。

5-6　事業展開におけるリスクと対応策

法務・知財・環境社会配慮面等の想定されるリスクを以下に記載する。

表 4 想定リスク一覧表

想定リスク	リスク内容と対応策
法　務	法制度上の事項は、早期に確認し、現地の慣習を犯さないことが重要である。提案工法は、既存の ODA でも類似の工法を使用しているため、過去の状況等を確認し、リスクの事前回避を心がける。
知的財産	類似技術で、質の悪い工法と同等の扱いをされないように、本工法の品質管理基準を作成し、技術、品質を保てるようにベトナム MITS 工法協会を設立する。
コンプライアンス	外務省の国別援助指針で同国のガバナンス問題が指摘されている。現地の有力者との関係で懸案事項があれば、在外公館など連携を密にし、解決を図る。
環　境	セメント系固化剤を使用するにあたり、対象国では、法的な規制等はないが、本邦で実施いている、六価クロム溶出、カルシウム含有量等について確認する必要がある。

出典： JICA 調査団作成

企業・サイト概要

- 提　案　企　業　：株式会社　村上組
- 提案企業所在地　：香川県　高松市
- サイト・C/P機関：メコンデルタ地域（ホーチミン市周辺）
  交通運輸省 内陸水路局 事業管理委員会

ベトナム国の開発課題

- 洪水による被害の拡大
  年平均750人近くの死者が発生し、洪水時に汚水が浸水することによる伝染病の蔓延などの衛生問題も危惧
- インフラ整備（防災対策）の事業遅延
  運河や水路の護岸、築堤のインフラ整備には、メコンデルタ特有の軟弱地盤対策が必要であり、狭隘な地区への大型機械の搬入に、多大な時間と費用を費やし、事業が遅延

中小企業の技術・製品

- メコンデルタ地域の土質への適合性
  機械式混合撹拌と中圧噴射を併用し、均一で高品質な地盤改良体を確実に設計改良径で施工することが可能
- 地域の状況に応じた施工の実施
  小型機械の使用により施工箇所の状況（狭隘な箇所、空頭制限）に応じた施工が可能となり、仮設工の削減による施工時間のロス、付帯施設の費用等が削減

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- 提案技術である「MITS工法」の導入により、運河・水路の護岸、築堤の構築に対し、高品質で狭隘な箇所での軟弱地盤対策の施工が可能となり、安全で安心な防災・災害対策が、早期に実施でき、地域住民の生活環境改善へも貢献

日本の中小企業のビジネス展開

- 運河・水路の他、道路事業や港湾事業等で、提案工法の施工を実施
- 現地企業に施工管理手法や施工ノウハウを指導・育成
- ベトナムMITS工法協会を設立し、適正技術の導入を実現

はじめに

1. 調査の概要

ベトナム南部に位置するホーチミン市周辺のメコンデルタ地域では、毎年のように台風や高潮等の洪水で多くの人命、財産の損失があり、防災・災害対策のため、河川・運河・水路を含めたインフラ整備は重要な役割を果たしている。

運河や水路の護岸、築堤を設置するには、メコンデルタ特有の軟弱地盤対策が必要となるが、特に、運河や水路改修を必要とする箇所の多くが狭隘な地区にあり、大型の地盤改良機械を搬入するためには、工事用道路の用地買収、整備に多大な時間と費用を費やすこととなり、計画の進捗が遅れることとなる。

そこで本調査は、狭隘地区での施工性が優れ、高品質で低価格な施工可能とする提案工法技術の導入・普及を目的とし、災害・水害対策としての護岸整備を図るため提案工法のベトナム国内への適合可能性を検証する。

2. 調査の目的

本調査は、提案工法である MITS 工法 CMS システム工法[1]を活用し、ベトナム国での当該分野での適合性を調査すると共に、本工法を活用した ODA 案件形成を目指すことを目的とする。

提案工法は、インフラ整備が困難である狭隘地区に対し、小型軽量の工法機械による施工が可能となり、災害発生予想地において安全で安心な防災・災害対策を高め、地域住民の衛生問題、生活環境の改善への貢献を目指すことである。また、道路事業や港湾事業等においても小型軽量の工法機械による施工の適用を求められるため、それらの分野への適合可能性・現地市場動向も調査する。

さらに、ODA 案件化は提案企業が将来的にベトナム国でビジネスを行う上でのプロセスの１つであることから、ODA 事業の実施項目の策定及びスキーム選定においても、ビジネス展開における展開方針を踏まえて実施する。

[1] MITS 工法 CMS システムとは、セメントスラリーの中圧噴射と特殊攪拌翼を併用した地盤改良工法のこと。Middle Pressure Injection Total System / Combination Mixing Slurry の略。

3. 調査地域

対 象 国：ベトナム社会主義共和国（以下「ベトナム国」とする）

対象地域：メコンデルタ地域

（ベトナム国南部のホーチミン市及び周辺のメコン川下流地域）

出典：JICA 図書館ポータルサイト

4. 団員リスト

本調査の調査団員は以下のとおりである。

氏名	所属先	担当分野
村上　周作	㈱村上組	業務主任者、統括監理
村上　直樹	㈱村上組	副統括監理、技術調査
村上　博信	㈱村上組	事業レビュー
石井　利夫	㈱村上組	技術調査（土質調査・配合試験）
岡田　　博	㈱村上組	契約・経理
猪爪　一良	㈱オリエンタルコンサルタンツ	チーフアドバイザー
中嶋　一雄	㈱オリエンタルコンサルタンツ 兼㈱オリエンタルコンサルタンツグローバル	事業マネジメント
長澤　一秀	㈱オリエンタルコンサルタンツグローバル	ＯＤＡ事業化計画
吉原　俊治	㈱オリエンタルコンサルタンツグローバル	ＯＤＡ事業化計画
桐生　健志	㈱オリエンタルコンサルタンツ	事業展開の効果検証
藤田　盛吾	㈱オリエンタルコンサルタンツ	提案技術のニーズ調査、事業展開の可能性調査

5. 現地調査工程

(1) 調査工程

本調査において実施した現地調査日程は以下のとおりである。

工程案･要員計画

(2) 調査スケジュール

本調査において実施した現地調査日程は以下のとおりである。

	日程	活動内容
第 1 回 現地調査	2015 年 7 月 4 日-15 日	・C/P 候補との案件化調査に係る協議/JICA 案件化調査方針、スケジュールの説明と依頼事項の確認。案件化調査における MITS 工法 CMS システムの説明。PMU-W 事業の確認。 ・本案件の調査箇所の確認（PMU-W と 5 箇所の現地を確認）。 ・市場動向調査の実施（現地仕様書の入手、建設機械の流通状況、関税調査）。 ・Fukken&Minami と土質調査及び配合試験の事前確認。
第 2 回 現地調査	2015 年 8 月 31 日-9 月 22 日	・土質調査（2 箇所）及び配合試験の実施 ・ハノイ国立土木技術大学への案件化調査の説明 ・PMU-W 本社（ハノイ）への案件化調査の説明 ・PMU-W（ホーチミン）への土質調査、本邦受入活動の説明 ・VEC への案件化調査、11 月本邦受入活動の説明 ・JTERO ホーチミンへ経済動向の調査のため訪問
第 3 回 現地調査	2015 年 10 月 14-19 日	・土質調査（2 箇所）及び配合試験の実施（材令 28 日強度の確認）
第 4 回 現地調査	2015 年 11 月 1-9 日	・ハノイ国立土木技術大学への 12 月本邦受入活動とセミナー開催の説明 ・PMU-W（ホーチミン）への 12 月本邦受入活動とセミナー開催の説明 ・MOT への案件化調査、12 月本邦受入活動とセミナー開催の説明 ・PMU-8 への案件化調査、12 月本邦受入活動とセミナー開催の説明
本邦 受入活動	2015 年 12 月 1-3 日	・佐賀県 MITS 工法施工現場の見学 ・MITTS 工法導入に向けた意見交換 ・香川県庁　県知事への表敬訪問
第 5 回 現地調査	2015 年 12 月 20-24 日	・ハノイ国立土木技術大学における MITS 工法セミナーの開催 ・MPMU への案件化調査、MITS 工法の説明
第 6 回 現地調査	2016 年 1 月 19-22 日	・PMU-W への案件化調査結果の報告及び ODA 事業の協力依頼 ・MOT への案件化調査結果の報告及び ODA 事業の協力依頼 ・ハノイ国立科学技術大学への案件化調査結果の報告及び ODA 事業の協力依頼

第1章 対象国の現状

1-1 ベトナム国の政治・社会状況

1-1-1概況

ベトナム社会主義共和国は、面積 33 万 km^2（九州を除く日本の面積に相当）、人口 9,250 万人、一人当たり GDP は 2,073 ドルであり、低所得国から中所得国に進みつつある。実質 GDP 成長率は近年 6%程度で推移しており、失業率は 2.1%（都市部 3.4%、地方部 1.5%）にとどまっている。[2]

キン族（越人）ほか 53 の少数民族からなるベトナムは、1858 年からのフランス植民地時代、1946 年からの南北分断時代を経て、1976 年に南北が統一されてベトナム民主共和国から、ベトナム社会主義共和国に改称された。その後、1986 年の第 6 回共産党大会にて市場経済システムの導入と対外開放化を柱としたドイモイ（刷新）路線が打ち出され、構造改革や国際競争力強化に取り組んでいる。一方、ドイモイの進展の裏で、貧富の差の拡大、汚職の蔓延、官僚主義の弊害、環境破壊などのマイナス面も顕在化している。1992 年には日本の対越援助が再開されている。

ベトナムでは、伝統的な縫製業企業の進出が続いており、キャノンやサムスン電子の進出を機に、多くの下請企業が進出したように、エレクトロニクス産業における直接投資も増加しており、着実に産業の高度化へのステップを達している。これらにより裾野産業も育ってきており、低所得国から中所得国に進みつつある。[3]

2011 年には 5 年ごとに開催される第 11 回共産党大会にて、2020 年までに近代工業国家に成長することを目標として引き続き高い成長を目指す方針が掲げられた。ベトナムの統治体制は、ベトナム共産党による一党支配体制であり、現在はグエン・フー・チョン党書記長、チュオン・タン・サン国家主席、グエン・タン・ズン首相が選出されている。

1-1-2主な経済政策

1986 年に採択されたドイモイ政策は、1989 年頃より成果が上がり始め、1995 年～1996 年には 9%台の経済成長率を記録した。その後、アジア経済危機の影響から一時成長が鈍化したものの、海外直接投資の順調な増加も受けて、2000 年～2010 年の平均経済成長率は 7.3%と高成長を達成し、2010 年に（低位）中所得国となった。2011 年以降、マクロ経済安定化への取り組みに伴い、2011 年は 5.9%、2012 年は 5.2%と成長率が鈍化したものの、2013 年は 5.4%、2014 年は 6.0%と緩やかながらも回復傾向が見られる。

ベトナムは一層の市場経済化と国際経済への統合を推し進めており、2007 年 1 月、WTO に正式加盟を果たした。その後も、各国・地域との FTA／EPA 締結を進めており、TPP 交渉にも参加している。他方、未成熟な投資環境、国営企業の非効率性、国内地場産業の未発達等懸念材料も残っている。

[2] 2015 年ベトナム一般概況　～数字で見るベトナム経済～（ジェトロ・ハノイ、2015.8）
[3] 後進国から中進国へ発展するための経済成長モデル（IDE-JETRO アジ研ポリシー・ブリーフ No.34、2014.2.7）

また、ベトナムにおいて新しい投資法（67/2014/QH13）が、2014 年 11 月 26 日に公布され、2015 年 7 月 1 日より施行された。これまでの現行投資法（59/2005/QH11）は失効し、新たな投資法に置き換わる。政府は今回の法律の制定の趣旨について、透明な投資環境を整備し、外国からの投資先として魅力を高めること、と説明しており[4]、投資禁止分野・条件付投資分野の削減・明記や手続きの明確化などが図られている。

(1) 社会・経済開発計画（10 ヵ年戦略、5 カ年計画）

ドイモイ施策以降、10 ヵ年戦略が策定されるようになったが、それ以前から 5 ヵ年計画は策定し続けられ、長年にわたりベトナムの戦略的政策体系の中心柱となっている。現在の 10 ヵ年戦略は、2011 年 1 月、第 11 回共産党全国党大会にて承認された。

5 ヵ年計画は 10 ヵ年戦略に基づいて、計画投資省（MPI）により策定される。2011-2015 年の 5 ヵ年計画は政府首相が出した指示書 751 号（2009）に基づいて策定される。策定にあたっては、計画・投資省が大きなスキームを定め、それに基づいて関連省庁、各地方自治体のスキームが策定される。[5]

＜10 ヵ年戦略 2011-2020＞

10 ヵ年戦略は、2020 年までに近代的な工業国になるとの目標達成に向け、経済の量的拡大を目指した従来の戦略からシフトし、質の高い成長を重視したプランである。目標達成のために、①社会主義を指向する市場経済制度の完成、②人的リソースの早期発展、③インフラの構築の 3 点が重要な柱として挙げられた。具体的な数値目標としては、毎年 7～8%の経済成長、そして 20 年までに 1 人あたり GDP を 3,000 ドル（10 年の 2.2 倍）にまで引き上げることが言及された。この計画は、国民生活の向上、持続可能な経済発展を目指す。長期的な戦略目標は、経済発展を続けることだが、それは持続可能なものでなければならず、社会的な公平や公正を目指すというものである。

前計画（2001-2010）との相違点は、これまでは量的な拡大を目指してきたが、今後は質の高い成長、特に社会基盤整備、交通インフラ、港湾整備、エネルギーなど公益性の大きい産業やセクターを重視していくことである。加えて、①行政改革によって、より競争力の高い市場経済体制の充実を目指すこと、②より高度な人材の育成を目指すこと、③インフラのさらなる充実、整備を進め、近代的な都市開発を行うこと、も同様に目指してゆくこととしている。

[4] JETRO 世界のビジネスニュース（ホーチミン事務所・ハノイ事務所、2015 年 2 月 26 日）
[5] アジア地域等の地域政策に係る動向分析及び支援方策等に関する調査　－ベトナムの国土政策事情－　報告書（国土交通省国土計画局、平成 23 年 3 月）

＜5 ヵ年計画 2011-2015＞

第 9 次 5 カ年計画である 2011-2015 は、10 ヵ年戦略のもと、投資の質的向上を重視し、質を優先した社会資本投資を行う。具体的な目標は表 1-1 のとおりである。

表 1-1 5 ヵ年計画の主な目標（Main Targets）

	主な目標	備考
経済指標	✓ GDP 成長率を 6.5%-7% ✓ 社会投資を GDP の 33.5%-35%(2011-2015) ✓ 貿易赤字 2015 年までに輸出額の 10%未満とする ✓ 財政赤字を 2015 年までに GDP の 4.5%未満とする ✓ エネルギー使用量、実質 GDP を年間 2.5-3%に抑える ✓ ハイテク製品を全製造品額の約 30%、年間 13%の技術革新 ✓ 2015 年の労働生産性を 2010 年比 29%-32%%向上 ✓ 公共負債を 2015 年までに GDP の 65%以内に、年間辺りの政府負債を GDP の 22%-23%以内とする ✓ 消費者物価指数は 2015 年まで 5%-7%上昇	
社会指標	✓ 5 年間で 800 万人の雇用創出 ✓ 都市部の失業率 4%未満（~2015） ✓ 熟練労働者の割合 55%（~2015） ✓ 国民の実質所得を 2010 年比 2-2.5 倍 ✓ 貧困世帯を年平均 2%減少、極貧地域を 4%減少させる ✓ 一人当たり住宅床面積都市部で 26sq.m とする. ✓ 人口増加率 1%*	*現状並
環境指標	✓ 森林カバー率 42%-43% ✓ 重大な環境汚染の 85%に対処する	

出典：SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT PLAN FOR THE 2011-2015 PERIOD（Socialist Republic of Viet Nam Government Portal, http://www.chinhphu.vn/portal/page/portal/English）より調査団作成

(2) ベトナム都市システム開発総合計画方針（空間計画）

2050 年を展望した 2025 年までのベトナム都市システム開発修正基本計画方針（Adjustment Master Plan Orientation for Vietnam's Urban System Development to 2025 with a Vision to 2050）は、2009 年 4 月 7 日首相決定第 445 号（Decision No. 445/QD-TTg）に基づき、建設省により策定された法定計画である。

この計画には、①現在から 2015 年にかけては、重点経済地域および大都市地域を重点化し、国家レベルの成長の柱として包括的経済区域が中心的な役割を担う、②2015 年から 2025 年にかけては主要市街地の開発に重点を置き、それによって農村部の開発および開発の分散を軽減する、③2026 年から 2050 年にかけては都市ネットワークを全体に行きわたらせる、という開発の全体像および数値の見通しが示されている。

都市人口の予測は、2015 年に 3500 万人、2020 年に約 4400 万人、2025 年に約 5200 万人となっており、2025 年には都市人口が総人口の 50%を占めると予測されている。

2015 年には、市街地の総数は 870 以上の自治体に広がり、2025 年には 1,000 自治体に及ぶ。2015 年、都市における建設用地需要は約 33.5 万 ha となり、これは国土の 1.1%、95m²／人にあたる。2025 年になると 45 万 ha、国土の 1.4%、85m²／人となる。2012 年 11 月 7 日、首相

により「2012～2020 年の国家都市開発プログラム」が承認され（決定 1659/QD-TTg 号）、都市体系に関するいくつかの記述が修正された。[6]

＜2015 年まで＞

国の都市化率の目標を 38%とする。国全体の都市体系を社会経済的発展の要件に適合させ、開発管理の必要条件を満たすべく都市行政管理機関を設置するものとする（2 特別都市、一級～四級都市から 195、五級都市から 640 以上）

＜2020 年まで＞

国の都市化率の目標を 45%とする。国全体の都市体系を社会経済的発展の要件に適合させ、開発管理の必要条件を満たすべく都市行政管理機関を設置するものとする（2 特別都市、一級～四級都市から 312、五級都市から 620 以上）

1-2　対象国の対象分野における開発課題

(1)　洪水による被害の拡大

ア 都市化の進展と災害への脆弱性

ベトナムでは急速な経済成長と都市化により、大気汚染、水質汚濁、廃棄物増加等の諸問題が深刻化している。特に汚水処理施設の整備が不十分であるため、都市部の河川・運河・湖沼の水質汚濁が著しく、また、排水施設の整備が不十分であることも相まって、洪水時に流れ出した汚水が家屋等に浸水することによる伝染病の蔓延などの衛生問題も危惧されており、河川や運河における洪水等の災害に起因する生活環境への影響は大きい。

また、メコンデルタ地域の最大都市であるカントー市では、今年に入ってからも、河川護岸の地滑り地帯で、民地を巻き込む大型の災害が発生する等、護岸の脆弱性による災害対策やインフラ整備が課題となっている。

イ 洪水・台風による人命・経済的損失の発生

ベトナムの中南部は年平均 6.2 個の台風が上陸する熱帯性低気圧の常襲地域であり、1997 年～2006 年の年平均約 750 人、2005 年～2014 年の年平均約 167 人の死者が発生しているほか、経済的損失は GDP 比 1.5%に及んでいる。より長期間でみると過去 50 年間（1954 年-2006 年）で 380 個の台風がベトナムに上陸しており、高潮や豪雨による洪水を引き起こしており、ベトナム国民の 80-90%がその影響を被っていると考えられる。[7]

気候変動の影響により激甚化する傾向にあり、このような自然災害リスクに適切に対処していくことが今後の課題である。[8]

---

[6] 各国の国土政策の概要（国土交通省国土計画局ホームページ：
http://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/international/spw/general/vietnam/）

[7] 2020 年に向けた国家防災戦略（National Strategy for Natural Disaster Prevention, Response and Mitigation to 2020） より

[8] ODA 各国の国別援助方針・事業展開計画（外務省ホームページ）：
http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/seisaku/kuni_enjyo_kakkoku.html

一方、災害の種類内訳を見るため、世界の災害情報をデータベース化しているEM-DATデータベース[9]を用いて分析を行った。近年10年間（2005-2014）のベトナム国における自然災害の発生、被害状況の傾向を見ると洪水及び台風等による被害が全体の9割以上を占めており、洪水や暴風雨への対策が喫緊の課題となっている。

表 1-2 ベトナム国における災害発生状況（2005-2014）

	件数（件）	死者数（人）	被災者数（人）	被害想定額（'000 USD）
洪水	35(47%)	1,274	7,229,147	2,323,702
暴風雨（台風等）	36(49%)	1,398	10,149,726	4,659,180
地すべり	1 (1%)	13	1	0
干ばつ	1 (1%)	0	410,000	42,120
伝染病	1 (1%)	27	0	0
計	74	2,712	17,788,874	7,025,002

出典：EM-DAT データベース

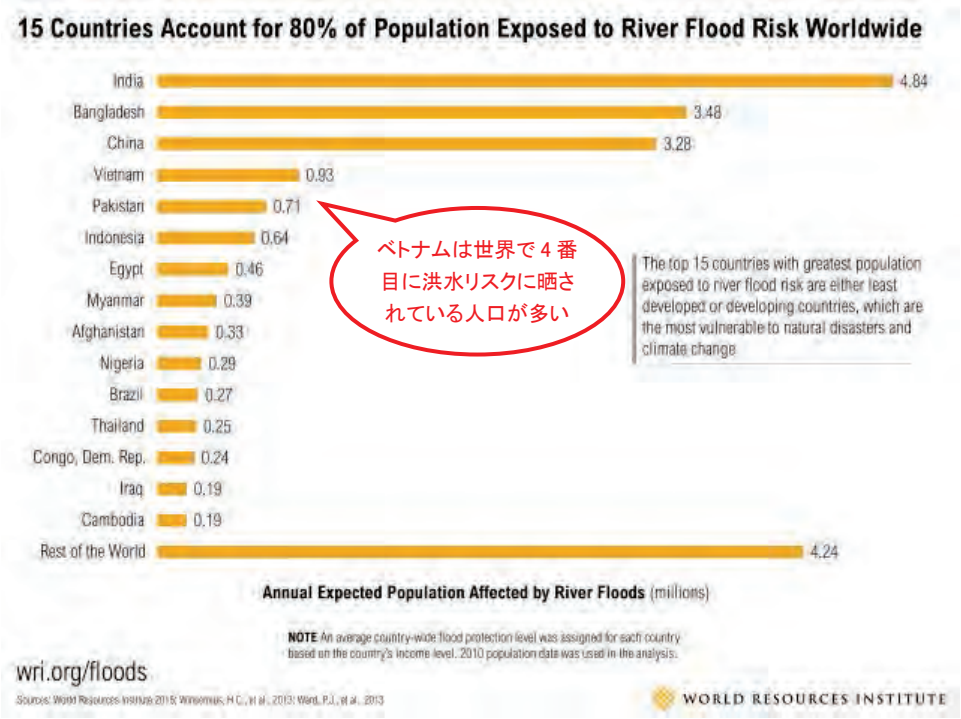
表 1-3 過去の主な災害（台風）

	被害想定額
1997年11月 台風リンダ	1997年11月2日、ベトナム南部に襲来した台風リンダ（Linda）により、死者3,111人、被災者100万人以上、倒壊家屋約77,000棟、被害総額470,000米ドルの大きな被害が発生した。
1999年11月 中部ベトナム洪水	1999年10月末からの豪雨により、中部ベトナムで死者749人、倒壊家屋49,094棟、被害総額約240,000米ドルの被害が発生した。
2008年8月 熱帯低気圧カムリ	2008年8月北部ベトナムに襲来した熱帯低気圧カムリ（Kammuri）がもたらした豪雨と暴風により、洪水や土砂災害などが発生し、死者133人、行方不明者34人、倒壊家屋990棟、被害総額11,500万米ドルに及ぶ被害が発生した。
2009年9月 台風ケッツァーナ	2009年9月に発生した台風。フィリピン、ベトナムに大きな被害をもたらした。ベトナム中部のクアンナム省に上陸し、少なくと死者163名、家屋や学校、農地やインフラなど約785百万USD（GDPの0.8%相当）の被害をもたらした。

出典：アジア防災センター（ADRC）。台風ケッツァーナは World Ecconomic and Financial Surveys -Regional Economic Outlook- Asia and Pacific, 2009(IMF)より被害状況を抜粋。

世界資源研究所（WRI）によると、現時点は世界で2,100万人が毎年洪水の危機にさらされており、2030年には5,400万人増加すると推定されている。ベトナムは世界のなかでも上位にランキングされ、毎年93万人（人口の約1%）が洪水の危機にさらされている。

[9] Centre for Research on the Epidemiologi of Disasters (CRED): www.emdat.be　災害データベース登録条件は「死者数10人以上の災害、被災者数100人以上の災害、非常事態宣言が出された災害、国際支援を求めた災害」に該当する災害が登録されている: http://www.emdat.be/criteria-and-definition



出典： World's 15 Countries with the Most People Exposed to River Floods（WRI）

図 1-1 洪水リスクの高い 15 か国

出典： Global Flood Analyser（世界資源研究所 WRI, http://floods.wri.org/#/）

図 1-2 ベトナム国周辺の洪水リスク

ウ 気候変動への対応

ベトナムは気候変動リスクに対して最も脆弱な国の一つとされている。約 3,400km に及ぶ長い海岸線と広大なデルタ地帯を有しており、海面上昇の影響が危惧されている。特にメコ

ンデルタ地域は、世界のコメ輸出総量の２割を供給している非常に重要な稲作地域であるが、気候変動による海面上昇に伴う塩水被害によって世界の食料安全保障にも深刻な影を落とす可能性等が指摘され、洪水・冠水対策が必要とされている。

⑵ インフラ整備（防災対策）の事業遅延

メコンデルタ地域においては、世界銀行（World Bank）の支援により、水路改善のインフラ整備事業が継続的に行われている。

また、メコンデルタ地域では、台風等の自然災害にさらされているなか、運河や水路の改修が必要な箇所の多くが狭隘な地区にあり、インフラ整備が遅延する状況にあり、軟弱地盤箇所で、地滑りによる災害や洪水時に護岸が浸食されるなどの被害が発生している。当地域では、運河や水路による水運は地域物流網のが大きな役割を果たしており、運河や水路等のインフラ整備と併せて防災対策が喫緊の課題となっている。

1-3 対象国の対象分野における開発計画、関連計画、政策及び法制度

1-3-1防災・災害対策分野の計画

⑴ 防災計画の取組の概要

1994 年に「災害軽減のための第一次国家戦略および行動計画」が策定された。同計画は、技術的・制度的・社会的側面からの災害管理対策の必要性を明確にしている。 第二次戦略的行動計画（2001 年～2020 年）では、災害軽減と管理における戦略が示された。環境に配慮した持続可能な開発と災害の軽減が最重要課題とされている。

また、2007 年 11 月 16 日、「2020 年に向けた国家防災戦略（National Strategy for Natural Disaster Prevention, Response and Mitigation to 2020）」が首相により承認された。[10]

⑵ 2020 年に向けた国家防災戦略（National Strategy for Natural Disaster Prevention, Response and Mitigation to 2020）の概要

全体目標としては、2020 年までに、あらゆる資源を動員して、災害の予防、被害軽減、応急対応を効率的に実施し、人命、財産、自然資源、文化遺産、環境などへの被害を最小限に留め、持続的な社会経済開発を行うことを目指している。また、ベトナム全土を北部紅河流域、中部沿岸地域、メコンデルタ地域、中部高原・山間部の 4 つの地域に分けて地域別方針を策定しており、中部高原・山間部では自然災害の未然防止というアプローチのもと、①鉄砲水や地すべりの多発地域の特定とハザードマップの作成、②村落レベルまでを対象とした警戒システム及びコミュニケーションシステムの構築、③災害予測、警報、救難救助に関する周辺国との協力強化などを優先課題として挙げている。

具体的な内容については下記のとおり。

[10] アジア防災センター（ADRC）、メンバー国防災情報（Viet Nam）

＜目的＞

2020 年までに災害による人命、財産、自然資源、文化遺産、環境への影響を最小化し、国家の持続的開発や安全保障を確保するため、防災対策に向けてすべてのリソースの効果的活用を図ることを目的とする。

＜総合的な対応策＞

・法律制度、政策等の強化
・組織体制の強化
・人的リソース開発と社会参加
・予算措置
・コミュニティ意識の醸成
・自然災害に対する科学・技術開発
・堤防、貯水場、ダムの安全性確保
・救助活動の強化
・国際協力の促進と統合

＜自然災害への対応策（※メコンデルタ地域を抜粋）＞

メコンデルタ地域では洪水と共生する”Living with Flood”の考え方のもと、安全を確保しながら持続的な開発を進める必要がある。そのためには、台風等による暴風雨、洪水対策として次の対応策を進める必要がある。

・洪水予防のための地域の自然条件に合った土地利用、森林資源の活用を図る計画の確立
・洪水対策のための洪水時の浸水レベル以上のインフラや居住区整備、水路の河川への合流部の改善、港湾・河口・河川の築堤・堤防整備、貯水施設や塩害対策
・洪水が起きやすいことを活用した、土壌（沖積層）・塩害・水産・漁業・エコツーリズム・水運等に関する研究や投資の促進
・水資源の活用、保全を図るための国際協力の促進。

＜アクションプラン（ソフト施策）＞

ソフト対策（Non-structural measures）として、下記のものが挙げられている。

・法律、政策改善プログラム
・組織構造の強化プログラム
・計画のレビュー、策定プログラム
・災害の警報、予測能力の強化プログラム
・コミュニティ意識醸成プログラム
・上流域の森林保護、植林プログラム
・災害マネジメント能力、科学技術能力の強化プログラム

＜アクションプラン（ハード施策）＞

ハード対策（Structural measures）として、下記のものが挙げられている。

・自然災害に対応し、設計基準や地域特性にあった構造物への改善、新規整備プログラム
・下流域の洪水や干ばつに対応した貯水池構築、その運用手順の確立を図る水資源開発プログラム

・道路や鉄道沿いの橋や水門における排水能力拡大プログラム
・浸食を防止する構造を構築するためのプログラム
・堤防の下の水門の改修、堤防表面の硬化による堤防システムの強化プログラム
・船舶用の台風シェルター構築プログラム。
・洪水や台風を避ける居住区構築プログラム

次表にハード施策のプログラムリストを示す。海岸の堤防や河川の堤防等、築堤護岸に関するプログラムが盛り込まれている。

表 1-4 施策プログラムリスト（ハード施策）

プログラム／プロジェクト	幹事組織	年次
自然災害に対応し、設計基準や地域特性にあった構造物への改善、新規整備プログラム	農業農村開発省（MARD）	毎年
浸食を防止する構造プログラム	人民委員会（省）	毎年
海岸の堤防システム強化プログラム	人民委員会（沿岸部の省及び市）	2007-2015
真水確保のための塩水防止のためのプログラム	農業農村開発省（MARD）	2007-2020
船舶用の台風シェルター構築プログラム	農業農村開発省（MARD）	2007-2015
Red river と Thai Binh river の堤防の改修プログラム	農業農村開発省（MARD）	2007-2015
道路や鉄道沿いの橋や水門における排水能力拡大プログラム	交通運輸省（MOT）	2007-2020
水位調整、洪水時の排水の為の貯水池の整備の継続	建設省（MOC） 農業農村開発省（MARD）	2007-2020

出典：Annex I:List of programs promulgated as attachment to the National Strategy for Natural Disaster Prevention, Response and Mitigation to 2020 よりハード施策を抜粋して作成

1-3-2関連法制度、規則等

⑴ 防災・災害対策に関する法制度

1990 年 5 月に制定された「閣議令第 168-HDBT 号」では、暴風洪水管理中央委員会（CCFSC）とすべてのレベル（省、区、村)の委員会や部門の職務を定め明記している。

また、「堤防管理と洪水台風対策に関する法令」は、各関係部署の責任と権限について明確に定め、洪水被害の起こりやすい地域の開発を管理する関係当局を統制するものである。

⑵ 中古機械の現地輸入規制

MITS 工法による地盤改良を施工するためには、本邦よりベトナムに建設機械を輸入する必要があり、新品の建設機械のほか、中古の建設機械の活用も考えられる。中古の建設機械の輸入にあたっては、下記の点に留意する必要がある。

ベトナムの科学技術省は、2014 年 9 月 1 日に施行の予定だった同省通達「中古機械・設備・生産ラインの輸入に関する通達 20／2014／TT−BKHCN 号」（以下：通達 20 号）の効力を停止した。これにより、外国からベトナムへの中古機械・設備の輸出に対して「使用期間が 5 年以内で、新品の 80%以上の品質であること」が条件となることによる影響は当面の間、回避されることとなった。

通達は、ベトナムへの輸入が認められる主要な中古機械・設備は、使用期間が 5 年以内で、新品の 80%以上の品質であることが条件としており、進出日系製造企業に大きな影響が出ることも予想されるものであった。

しかしながら、通達の公布直後から、日本企業をはじめ外国企業からも科学技術省に同通達の影響を懸念する声が多数寄せられた。我が国もベトナム日本商工会（JBAV）、日本大使館、ジェトロなどの政府関係機関と連携し、科学技術省や計画投資省等への働きかけ、科学技術省への施行延期を求めてきた。

ただし、今回の効力停止により、当面の影響は回避されたものの、廃止となったわけではないため、規制が実施される可能性は残されたままだ。今後も引き続き、ベトナム政府の対応を注視していく必要がある。[11]

＜通達 20／2014／TT−BKHCN 号について＞

中古機械・設備・生産ラインの輸入に関する通達は、中古機械・設備の輸入に関する具体的な条件は以下のとおり。これによると、地盤改良の機械は「地質、鉱物分野」に該当し、使用期間が 7 年以内の機械に限定されることとなる。

通達公布後には、ベトナムに進出している日系機械メーカーから「日本製のような性能の優れた機械・設備を導入する場合は、通常 10〜15 年程度使用したものを持ち込むのが一般的であり、導入予定の中古設備は大半が 10 年以上使用しているもので、通達が予定どおり施行された場合には、投資計画を根本的に見直さなければならなくなる」との意見が出された。[12]

同通達は、世界の廃棄された技術のごみ捨て場として時代遅れの機械設備が流入することを防止することが狙いと考えられている。

表 1-5 中古機械・設備の輸入に関する具体的な条件（通達 20／2014/TT-BKHCN 号）

機械用途	使用期間	品質条件
・農業生産用 ・アルコール、ノンアルコール飲料 ・郵便事業用	3 年以内	**新品の 80%以上**
・地質、鉱物分野 ・造船、同修理用 ・海上での石油・ガスコンビナート建設用 ・交通インフラ建設用 ・印刷産業用（詳細は本通達第 6 条参照）	**7 年以内**	
・沖合漁船用船舶エンジン ・印刷産業中綴じ製本用	10 年以内	
・オフセット印刷用 ・グラビア印刷用 ・フレキソ印刷用	15 年以内	
・上記以外	5 年以内	

注）太字下線部分は、地盤改良の機械が該当する部分
出典：JETRO 世界のビジネスニュース（ハノイ事務所、2014 年 07 月 30 日）

[11] JETRO 世界のビジネスニュース（ハノイ事務所、2014 年 9 月 1 日）
[12] JETRO 世界のビジネスニュース（ハノイ事務所、2014 年 9 月 1 日）

⑶ ベトナム出入国管理法の施行によるビザ発給要件の変更等

ベトナム国において、護岸築堤の地盤改良にあたり、本邦建設企業の技術者が長期滞在することが想定される。その場合の一時居住カード（Temporary residence card）の取得ルール等について 2014 年に一部変更が行われている。具体的には下記のとおりである。

「ベトナムにおける外国人の出入国、乗継（トランジット）、居住に関する法律」はベトナム社会主義共和国国会で 2014 年 6 月 16 日に通過し、2015 年 1 月 1 日より発効となった。

本法律の目的は、我が国への旅行、投資活動、出張などの理由で訪れる外国の方々の入国・乗継手続きの円滑化を図ると同時に、ベトナムにおける違法就労目的とした在留の防止である。主な留意事項は下記のとおりである。

＜主な留意事項＞

① ビザの目的変更不可の規定（第 7 条第 1 項）

・従来、3 か月有効の短期商用ビザで入国し、ベトナム国内で就労許可取得の上、就労目的で長期滞在可能な一時居住カード（temporary residence card）を取得して出国することなく継続してベトナムに滞在することが運用として可能であった。

・「ビザの目的を変更することは認められない」との規定ができたことにより、ベトナム入国前に就労許可及び就労ビザを取得した後に入国するか、仮に就労許可及び就労ビザ取得前に短期商用ビザで入国した場合は、就労許可取得後、ベトナムの在外公館での就労ビザ取得のため一旦出国する必要がある。

・ただし、短期商用ビザ申請の際の招聘人と、就労許可及び就労ビザ申請の際の招聘人が同一の場合、従来どおり、短期商用ビザで入国し、ベトナム国内で就労許可取得の上、一時居住カード（temporary residence card）を取得して出国することなく継続してベトナムに滞在することが可能である。

② 一方的査証免除措置による入国の際の条件変更（第 20 条第 1 項）

・ベトナム側による一方的査証免除措置の適用[13]を受けて入国する場合、入国時点での旅券残存有効期間が 6 か月以上必要となった（従来は 3 か月以上）。

・前回のベトナム出国から 30 日以上経過していることが必要となり、前回出国後 30 日以上経過していない場合はビザ取得が必要となった。

・2015 年 6 月、観光目的の場合に限り、次の特例措置が認められることとなった。

⇒査証免除による入国後、15 日以内の滞在期間延長が認められる。

⇒前回のベトナム出国から 30 日経過していない場合、ベトナム到着時に空港で 15 日間滞在可能な 1 回有効のビザを取得できる（自国からベトナムに渡航する場合を除く）

③ ビザ期間の長期化（第 9 条）

・一部のビザの有効期間の長期化が図られ、たとえば、DN ビザ（短期商用目的）の場合最長 12 か月（従来は最長 3 か月）

・DT ビザ（投資活動目的等）の場合最長 5 年となった（従来は最長 5 年）

[13] 日本、韓国、デンマーク、フィンランド、ノルウェー、スウェーデン及びロシアが対象

(4) 土壌汚染に関する基準

築堤護岸の地盤改良を行う際には、セメント及びセメント系固化材を使用するため、改良土から条件によっては六価クロムによる土壌汚染の可能性がある。我が国では、土地汚染対策法に基づいて、土壌環境基準がさだめられており、検液1リットルにつき六価クロム0.05mg以下であることとされている。

ベトナム政府は1994年に環境保護法を施行以降、次のような環境政策、法整備を進めており、環境保全に注力している。2014年6月、環境保護法（2015年1月発効）は大幅に改正され、これまで「廃棄物管理」に含まれていた大気汚染や排水が「水・土・大気の環境保全」という項目に含まれると共に、気候変動対応に関する規定が盛り込まれている。[14]

1994年　環境保護法施行
2002年　天然資源環境省（MORE）設置
2003年　国家環境保全戦略の策定（2020に向けた環境課題の解決の方向性）
2006年　国家支出の最低1%を環境保護予算に割当てることを決定（共産党決議第41号）
2008年　水環境保全と水資源管理を含めた総合的な流域管理に関する政令
（Decree No.120/2008/ND-CP）を制定
2014年　環境保護法（2015年1月発効）の大幅改正

＜土壌基準＞

現在ベトナム国においては、下記の土壌汚染基準が定められているが、土壌中の六価クロムに関する規定はない。

・土壌中の重金属含有量の許容量に関する基準:QCVN03 :2008/BTNMT）
・土壌中の残留農薬に関する基準:（QCVN15 :2008/BTNMT）

表 1-6 土壌中の重金属含有量の許容量に関する基準（QCVN03 :2008/BTNMT）

（単位：mg/kg）

	農地	森林	住宅用地	商業用地	工業用地
ヒ素（As）	12	12	12	12	12
カドミウム（Cd）	2	2	5	5	10
銅（Cu）	50	70	70	100	100
鉛（Pb）	70	100	120	200	300
亜鉛(Zn)	200	200	200	300	300

現在ベトナム国においては、土壌汚染基準以外の環境基準として、下記の水質汚濁基準、大気環境基準が定められている。

[14] 環境省ホームページ：https://www.env.go.jp/air/tech/ine/asia/vietnam/SeidoVT.html

＜水質基準＞

・天然ゴム加工業からの排水基準:（QCVN01 :2008/BTNMT）
・地表水の水質基準:（QCVN08 :2008/BTNMT）
・地下水の水質基準:（QCVN09 :2008/BTNMT）
・沿岸海水の水質基準:（QCVN10 :2008/BTNMT）
・水産食品加工業からの排水基準:（QCVN11:2008/BTNMT）
・紙パルプ産業からの排水基準:（QCVN12 :2008/BTNMT）
・繊維産業からの排水基準:（QCVN13 :2008/BTNMT）
・生活排水基準:（QCVN14 :2008/BTNMT）
・工業排水基準:（QCVN24 :2009/BTNMT）
・廃棄物埋立処分場からの排水基準:（QCVN25 :2009/BTNMT）
・医療排水基準:（QCQG28 :2010/BTNMT）
・石油基地及びガソリンスタンドからの排水基準:（QCVN29 :2010/BTNMT）

＜大気環境基準＞

・医療系廃棄物の焼却炉からの排ガス基準:（QCVN02 :2008/BTNMT）
・大気環境基準（QCVN05 :2009/BTNMT）
・環境中の有害物質の最大許容濃度基準（QCVN06 :2009/BTNMT
・産業からの無機物質及び煤塵等の大気排出基準:（QCVN19 :2009/BTNMT）
・産業からの有機物質の大気排出基準:（QCVN20 :2009/BTNMT）
・化学肥料製造産業からの排ガス基準:（QCVN21 :2009/BTNMT）
・火力発電所からの排ガス基準:（QCVN22 :2009/BTNMT）
・セメント製造産業からの排ガス基準:（QCVN23 :2009/BTNMT）
・騒音基準:（QCVN26 :2010/BTNMT）
・振動基準:（QCVN27 :2010/BTNMT）
・産業廃棄物焼却炉からの排ガス基準:（QCVN30 :2010/BTNMT）
・石油精製・石油化学産業からの無機物質及び煤塵等の大気排出基:QCVN34 :2010/BTNMT）

1-3-3調査対象国の実施体制

(1) 調査対象国の役割と体制

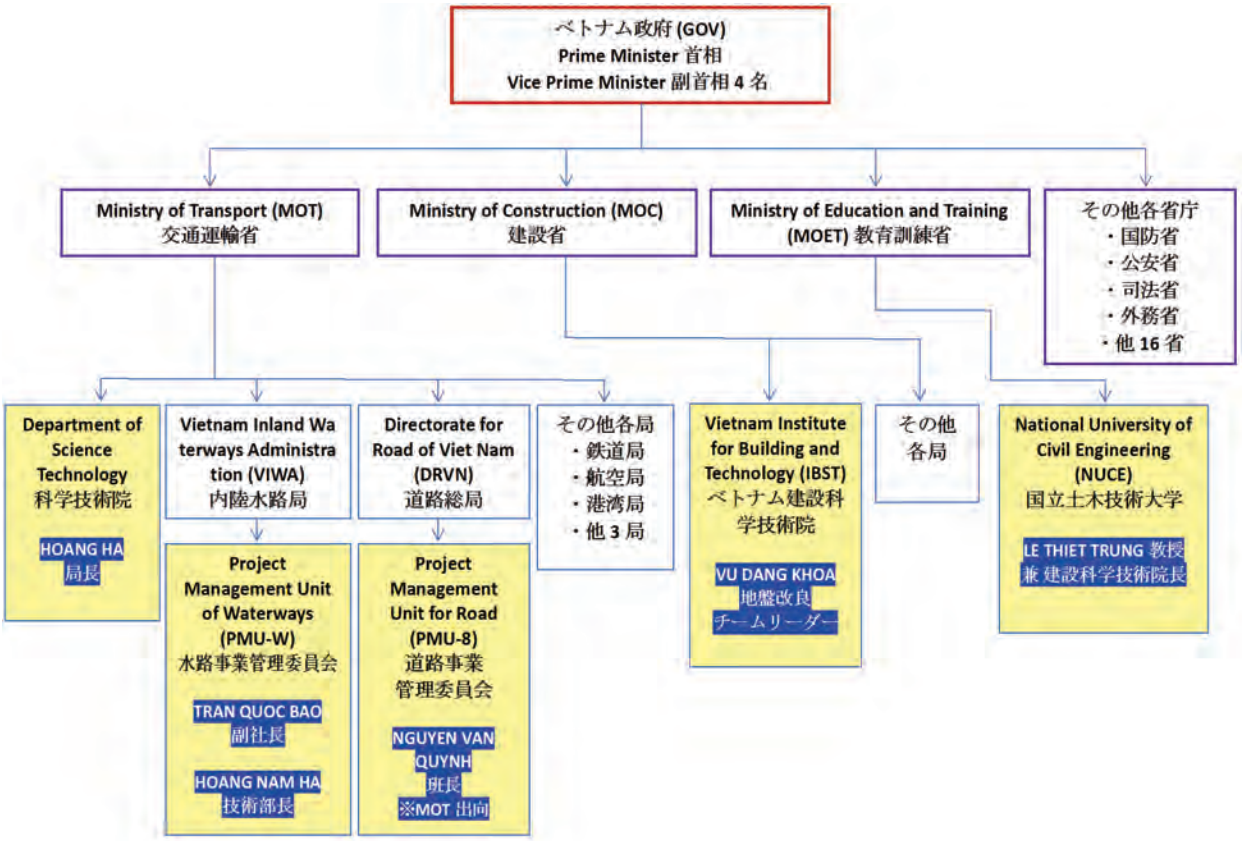
本調査のカウンターパート候補は、運河を管理・運営する交通運輸省（MOT）内陸水路局（VIWA） 水路事業管理委員会（PMU-W）である。

その他関係する部門として MOT 道路総局 道路事業管理委員会（PMU-8）、港湾局 港湾事業管理委員会（MPMU）へのニーズ調査を行うとともに、MOT 各局の設計や検査の承認を行う権限を持つ、科学技術院（Department of Science Technology）への働きかけを行う。

また現地パートナー企業として、土質調査、配合試験、地盤改良の設計において多数の実績があるテリコ社と協力して実施した。

表 1-7 ベトナム国の役割と関係機関

役割	関係機関	
カウンターパート	交通運輸省（MOT）	水路事業管理委員会（PMU-W）
関係部局等	交通運輸省（MOT）	道路総局 道路事業管理委員会（PMU-8）
		港湾局 港湾事業管理委員会（MPMU）
		科学技術院（Department of Science Technology）
	建設省（MOC）	ベトナム建設科学技術院（IBST）
学識支援	教育訓練省（MOET）	国立土木技術大学（NUCE）
現地パートナー	民間企業	テリコ社（TeLico）

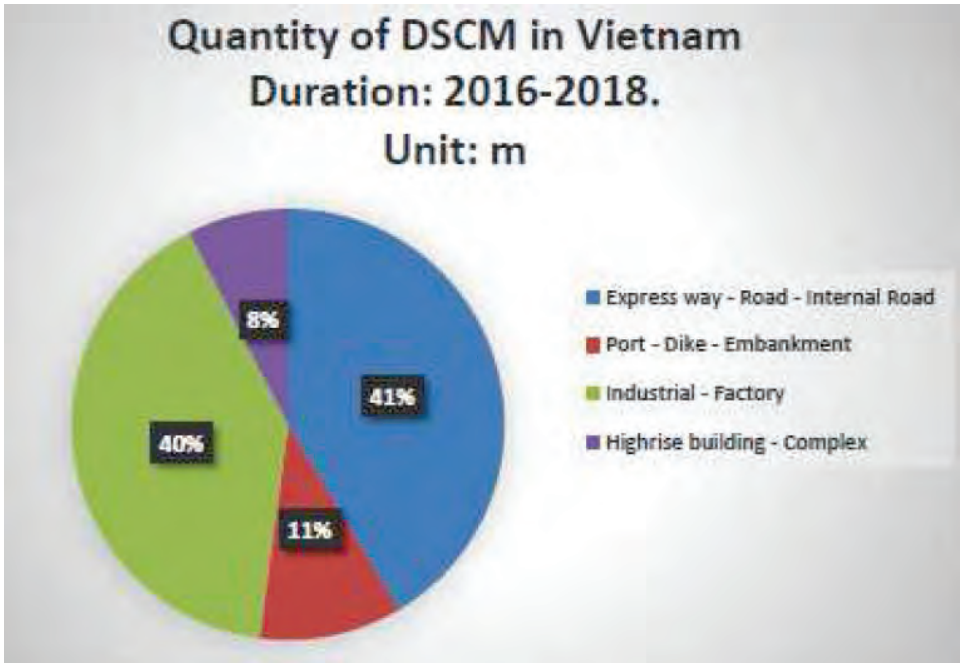


注 1 ：黄色着色枠内の方が今回の招へい対象（6 名）
注 2：MOT と MOC の違いは、MOT は設計、積算などを司る本局、MOC は施工を統括する現場サイド
注 3：科学技術院は他の各局と組織図的には横並びだが、各局すべての設計や検査の承認権限も持つ
出典：JICA 調査団作成

図 1-3 ベトナム政府組織図

(2) 地盤改良（DSCM）市場及びその見通し

ベトナム国の建築・土木分野の地盤改良市場うち、深層混合処理工法 Deep Soil Cement Mixing（DSCM）の道路、護岸、建築等の予算は、総額 325 百万 USD とされている。そのうち、築堤・護岸に関連するものは 11%、約 USD 35 百万 USD 程度と想定される [15]。



	mil. VND	mil. USD
Expressway - Road - Internal Road	2,994,496	135
Port - Dike - Embankment	772,596	35
Industrial - Factory	2,914,581	131
Highrise building - Complex	545,320	25
Total	7,226,993	325

*1 VND = 0.000045 USD

出典：PMU-W ヒアリング資料より作成

図 1-4 ベトナム国における DSCM（深層混合処理工法）マーケット（2016-2018）

[15] PMU-W ヒアリングより

1-4　対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例の分析及び他ドナーの分析

1-4-1　ODA 事業の先行事例

(1)　防災・災害対策分野の調査事例

ベトナム国における防災・災害対策分野の近年の民間提案による調査事業の概要は下表のとおりである。

表 1-8 防災･災害対策分野における民間提案による調査事業の先行事例

調査・事業名	実施期間	概要
危険物貯蔵地下タンクの案件化調査 【案件化調査】	2014 年 11 月 ～2015 年 3 月	危険物貯蔵地下タンクに関する調査。環境・防災対策として、ガソリンスタンド・化学工場等に対して、危険物貯蔵地下タンク（SF 二重殻タンク）の普及を目指す。
危険物漏洩対策に係る技術の移転を伴う SF 二重殻タンクの普及・実証事業 【普及・実証事業】	2013 年 7 月 ～2014 年 12 月	ベトナムの既存埋設地下タンクの漏洩検査及び比較試験による二重殻タンクの有効性検証、日本での技術指導研修実施、現地ガソリンスタンドでの二重殻タンクの実運用実施及び普及活動、 現地の土壌汚染やガソリンタンク規制に係る法制度整備支援を行う。
ICT 活用によるサスティナブルな防災･減災システム普及促進事業 【民間技術普及促進事業】	-	総合防災情報システムを導入すると共に、サスティナブルな防災・減災を支援するために、統合的なサービス基盤を構築し、保守・教育等の運用支援の効率化を図る。
社会資本整備の維持管理能力向上を目的とした橋梁長寿命化修繕計画策定システム導入及びノウハウ普及に関する案件化調査 【案件化調査】	2013 年 10 月 ～2014 年 3 月	I-BIMS を ODA の活用によりベトナム国で普及させ、現在行われている事後保全型の管理に、計画的な維持管理（予防保全型）の視点を加え、ベトナム国の橋梁の安全管理および将来必要となる維持管理費の縮減に資する可能性について調査する。
道路法面災害対策(グラウンドアンカー工法)の技術普及案件化調査 【案件化調査】	2014 年 11 月 ～2015 年 10 月	道路法面の災害対策に有効な防災技術「グラウンドアンカー工法」を用いた現地での防災ワークショップや現地政府の防災担当者を対象とした本邦受入活動等を実施し、ベトナムでの地すべり災害の防止と道路防災意識の向上、そしてベトナム経済の安定した成長への貢献を目指す。

出典：JICA 資料をもとに JICA 調査団作成

また現在、対ベトナム国に対して、次表の防災関連プログラムが実施中である。

表 1-9 現在進行中の防災関連プロジェクト

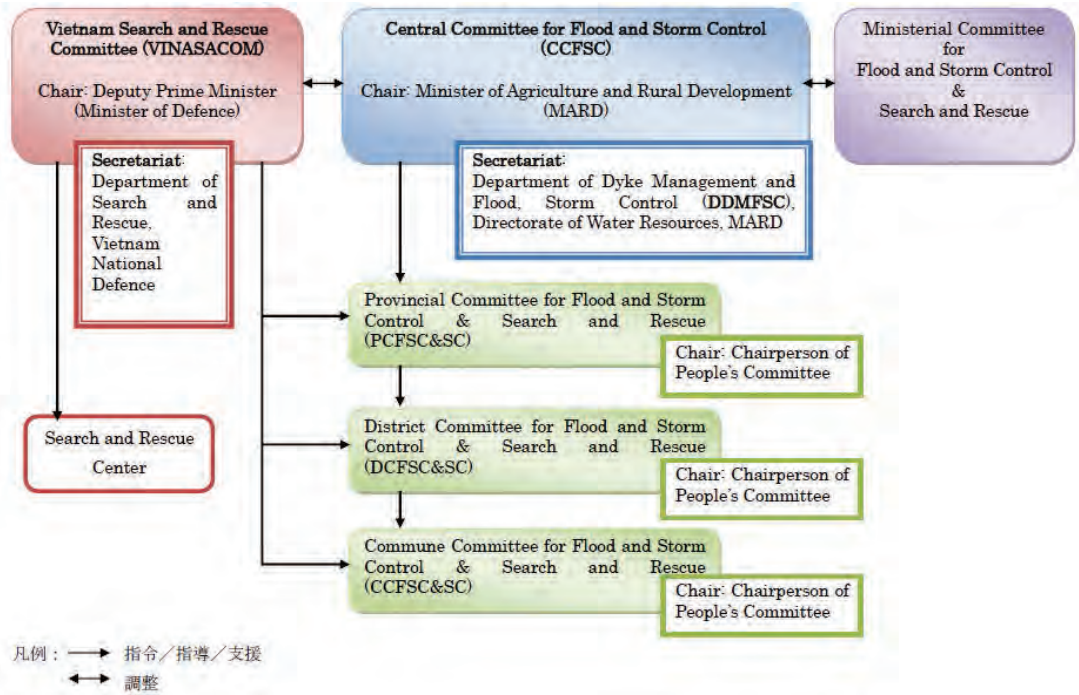
協力プログラム	実施期間	支援額
災害に強い社会づくりプロジェクトフェーズ２ 【技プロ】	2013 年度 ～2016 年度	4.72 億円
防災援助調整 【個別専門家】	2013 年度 ～2016 年度	―
気象予測及び洪水早期警戒システム運営能力強化プロジェクト	2013 年度 ～2016 年度	3.21 億円
総合防災情報システムを用いた緊急時の行ける効果的ダム運用計画準備調査	―	―
衛星情報の活用による災害・機構変動対策事業 【有償】	2013 年度 ～2016 年度	72.27 億円
ベトナムにおける幹線交通網沿いの斜面災害危険度評価技術の開発 【科学技術】	2013 年度 ～2016 年度	3.48 億円

出典：国別援助方針 2015 年 4 月（対ベトナム社会主義国　事業展開計画）外務省 HP より作成

(2) JICAにおける基礎情報収集・確認調査

2012年12月にJICAにより、「アセアン地域防災協力に関する基礎情報収集・確認調査」が実施されて、ベトナム国における国別調査が報告されている。

この報告書では、災害プロファイル、組織と制度、主要な自然災害に関する防災の現況、防災情報、早期警告、学校教育、効果対策の事前準備、防災に関するニーズが整理されている。



出典：アセアン地域防災協力に関する基礎情報収集・確認調査報告書

図 1-5 ベトナム国の災害管理構造

本報告書によるとベトナムでの災害は、洪水による被害が最も多く、特に南部のメコンデルタ地域に位置するカントー市においては豪雨と高潮が重なるときに広域に亘る浸水が発生するなど深刻な洪水被害が出ている。デルタ地域の洪水はリードタイムが長いため多数の死者は報告されないものの、農作物被害や生活への支障が課題となっている。

また、メコンデルタ地域におけるホーチミン市では、台風等による洪水および高潮を原因とする都市災害に対応することが課題とされ、温暖化による海水面の上昇はそのリスクを一層高めている。リスク評価の一環として、アセアン各国においてハザードマップが整備されてきたが、精度は大縮尺のものが多くコミュニティレベルの対策や緊急対応、洪水保険の目的などには利用できないものも多い状況が報告されている。

表 1-10 アセアン各国における洪水ハザードマップ整備状況

国／地域	洪水ハザードマップ整備状況		
	状況	対象地域	地図縮尺
ブルネイ	完了	全国	未確認
カンボジア	準備中	全国	大規模縮尺
インドネシア	完了（大縮尺のみ）	全国	州レベルの大規模縮尺
ラオス	部分的に完了	8 洪水常襲地域	1:90,000～1:150,000
マレーシア	部分的に完了	15 洪水常襲地域	未確認
ミャンマー	整備中	Bago 地域	未確認
フィリピン	部分的に完了	22 州	未確認
シンガポール	完了	全国	1:36,000
タイ	部分的に完了	全国	未確認
ベトナム	部分的に完了	4 州	未確認
メコン地域	完了	中下流域	1:400,000

出典：アセアン地域防災協力に関する基礎情報収集・確認調査報告書

当該調査のなかではベトナムにおいては、ホーチミン市の洪水災害と高潮問題に対するマスタープラン策定することが望まれている。また、カントー市では、豪雨と高潮が重なるときに広域に亘る浸水が発生するなど深刻な洪水被害が出ており、カントー市治水対策計画を策定することが望まれている。

表 1-11 洪水災害関連主要支援候補案件リスト（ベトナム）

	主要支援候補案件リスト	備考
ベトナム	・ ハノイ市都市排水 M/P 策定 ・ 西ハノイ経済特区洪水リスク評価調査 ・ ホーチミン市都市排水 M/P 策定 ・ カントー市治水対策計画	

出典：アセアン地域防災協力に関する基礎情報収集・確認調査報告書

1-4-2 他ドナーの状況

⑴ 過去の支援プロジェクト

メコンデルタ地域においては、世界銀行（World Bank）の支援により、水路改善のインフラ整備事業が行われている。

1997 年時点において、メコン川デルタにおける物流のうち水運が 70-80%を占めており、土砂の堆積や運河の屈曲により支障をきたしていた。メコンデルタマスタープランの実現に向けて 1995 年に世界銀行の最貧国向け基金である国際開発協会（IDA）により、水運インフラ改善事業への支援が開始された。

この世界銀行の支援プロジェクトは、フェーズ 1（1998-2006）、フェーズ 2（2008-2015）が実施されている。具体的な内容は下記のとおりである。

＜1998-2006： The Vietnam Inland Waterways and Ports Rehabilitation Project (IWWP) ＞

1998 年から 2006 年にかけて世界銀行の支援により、内陸水路交通の能力、効率性、安全性の強化を目的とし、水路の改良、カントー港の改良、水運に関する運営管理の能力強化を行ったプロジェクトである。

水路については、下記の改良事業を実施した。

・総延長 626km、投資額約 63 百万 USD
・ホーチミン（HCMC）からハティエン（Ha Tien）に至る水路 305.3km
・チョーラック（Cho Lach）からナムカン（Nam Can）に至る水路 320.7km

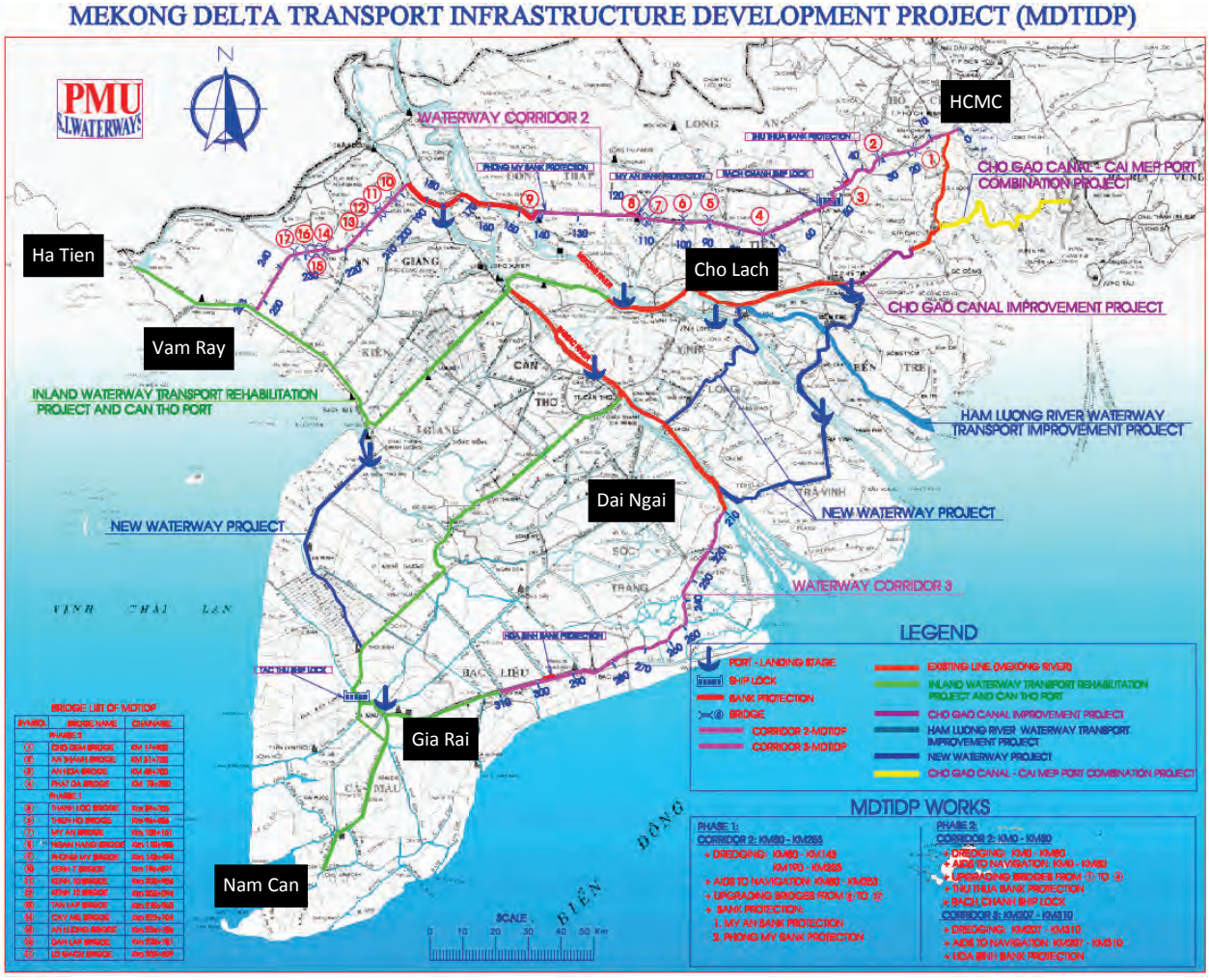
＜2008-2015： The Mekong Delta Transport Infrastructure Development Project (MDTIDP)＞

2008 年から 2015 年にかけて世界銀行の支援により、メコンデルタ地域における経済活性化、貧困対策のため、水運を中心とした輸送経路や制度改善により物流能力の強化を行ったプロジェクトである。

水路については、フェーズ 1 に続き、下記の改良事業を実施した。

・総延長 357km、投資額約 271 百万 USD（世界銀行 : 196 百万 USD、ベ国 : 75 百万 USD）
・ホーチミン（HCMC）からバムレイ（Vam Ray）に至る 254km: Corridor No.2
・ダイガイ（Dai Ngai）からザライ（Gia Rai）に至る 103km

次頁にプロジェクトの計画図を示す。



LEGEND

- PORT - LANDING STAGE
- SHIP LOCK
- BANK PROTECTION
- ⑤ BRIDGE
- CORRIDOR 2-MDTIDP
- CORRIDOR 3-MDTIDP
- EXISTING LINE (MEKONG RIVER)
- INLAND WATERWAY TRANSPORT REHABILITATION PROJECT AND CAN THO PORT
- CHO GAO CANAL IMPROVEMENT PROJECT
- HAM LUONG RIVER WATERWAY TRANSPORT IMPROVEMENT PROJECT
- NEW WATERWAY PROJECT
- CHO GAO CANAL - CAI MEP PORT COMBINATION PROJECT

MDTIDP WORKS

PHASE 1:
CORRIDOR 2: KM80 - KM253
+ DREDGING: KM80 - KM143
KM190 - KM253
+ AIDS TO NAVIGATION: KM80 - KM253
+ UPGRADING BRIDGES FROM ⑤ TO ⑰
+ BANK PROTECTION:
1. MY AN BANK PROTECTION
2. PHONG MY BANK PROTECTION

PHASE 2:
CORRIDOR 2: KM0 - KM80
+ DREDGING: KM0 - KM80
+ AIDS TO NAVIGATION: KM0 - KM80
+ UPGRADING BRIDGES FROM ① TO ④
+ THU THUA BANK PROTECTION
+ RACH CHANH SHIP LOCK
CORRIDOR 3: KM207 - KM310
+ DREDGING: KM207 - KM310
+ AIDS TO NAVIGATION: KM207 - KM310
+ HOA BINH BANK PROTECTION

出典：PMU-W 提供資料

図 1-6 MDTIDP プロジェクト計画図

1-5　対象国のビジネス環境の分析

1-5-1外国投資の状況

これまでベトナム南部地域の水路改善に関しては、1-4-2 の通り世界銀行より支援を受けている。1998 年から 2006 年にかけて投資額約 63 百万 USD、2008 年から 2015 年にかけて投資額約 271 百万 USD の支援をうけて、PMU-W がカウンターパートとなって水路の改善事業を実施している。

今後も世界銀行により、メコンデルタ地域の水路改善等について、総額約 300 百万 USD の支援が行われる予定[16]である。

1-5-2許認可等の状況

(1) 建設業に係る許認可

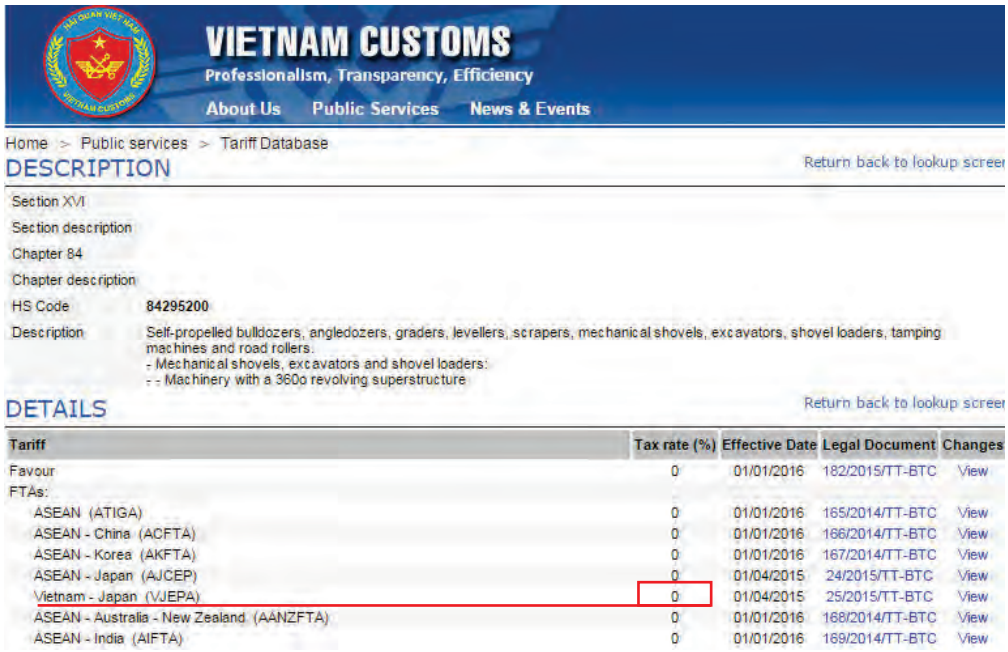
国土交通省土地・建設産業局の公表した「平成２５年度 アジアにおける建設・不動産分野の法律・制度整備支援に向けた調査」によると、ベトナム国における建設業制度について、「日本の建設業法のように建設業許可制度や監督処分等の制度は存しないものの、外国建設業者の場合、建設工事一件ごとに許可が必要とされている。」としている。これに従って考えると、本邦建設業者は建設工事契約ごとに許可が必要となる。

(2) 税制（関税）

本邦企業が建設機械をベトナムへ輸出する場合には、関税はかからない。ただし、部品を輸入する場合は、関税は必要となり、税率は HS コード（国際貿易商品の名称及び分類を世界的に統一する目的のために作られたコード番号）によっては、海外部品を日本で組み立てた場合の関税の要否、有利になる優遇税率の有無等がある。

なお、経済連携協定（EPA:Economic Partnership Agreement）における物品貿易において、本邦から輸出される産品がベトナム国税関で EPA 税率（通常の関税率よりも低い関税率）の適用を受けるためには、輸出産品が EPA に基づく原産国を満たしていることを証明する「特定原産地証明書」を取得し、輸入国での通関時に税関に提出する必要がある。本邦では経済産業大臣が指定した発給期間である日本商工会議所が特定原産地証明を発行している。

16 PMU-W 提供資料より



VIETNAM CUSTOMS
Professionalism, Transparency, Efficiency
About Us | Public Services | News & Events

Home > Public services > Tariff Database

DESCRIPTION

Return back to lookup screen

Section XVI	
Section description	
Chapter 84	
Chapter description	
HS Code	84295200
Description	Self-propelled bulldozers, angledozers, graders, levellers, scrapers, mechanical shovels, excavators, shovel loaders, tamping machines and road rollers. - Mechanical shovels, excavators and shovel loaders: - - Machinery with a 360o revolving superstructure

DETAILS

Return back to lookup screen

Tariff	Tax rate (%)	Effective Date	Legal Document	Changes
Favour	0	01/01/2016	182/2015/TT-BTC	View
FTAs:				
ASEAN (ATIGA)	0	01/01/2016	165/2014/TT-BTC	View
ASEAN - China (ACFTA)	0	01/01/2016	166/2014/TT-BTC	View
ASEAN - Korea (AKFTA)	0	01/01/2016	167/2014/TT-BTC	View
ASEAN - Japan (AJCEP)	0	01/04/2015	24/2015/TT-BTC	View
Vietnam - Japan (VJEPA)	0	01/04/2015	25/2015/TT-BTC	View
ASEAN - Australia - New Zealand (AANZFTA)	0	01/01/2016	168/2014/TT-BTC	View
ASEAN - India (AIFTA)	0	01/01/2016	169/2014/TT-BTC	View

出典：ベトナム税関 関税率検索サイト　http://www.customs.gov.vn/default.aspx

図 1-7 ベトナムへの建設機械の輸入関税

(3) 知的財産

ベトナムにおける技術基準は、次表のとおりである。現在は５つの技術基準が存在するが、QCVN、TCVN、TCCS の 3 つの基準に統一する作業が現在進められている。

今後、MITS 工法についてベトナムで認定を受け、継続的に展開していくためには、TCVN、TCCS 等の技術基準に則り、交通運輸省、科学技術省の審査・承認を受けていく必要がある。

表 1-12 ベトナムにおける技術基準一覧

基準の分類	概要
QCVN	・ベトナム全土で適用される最上位の強制基準 ・基準案は各所管省庁により作成され、科学技術省の審査・承認後、科学技術省より発行される。
TCVN	・ベトナム全土で適用可能であるが、強制力はなく、任意に適用する基準 ・基準案は各所管省庁により作成され、科学技術省の審査・承認後、科学技術省より発行される。
TCCS	・ベトナム全土で適用するものではなく、特定の地域、分野、部門で適用可能な基準 ・基準案は各所管省庁により作成、審査、発行される。 ・本基準は発効から 3 年間が有効期間
TCXDVN	・2007 年 1 月以前の基準体系における基準（TCN より上位） ・本基準は現在廃止されており、必要とされる基準のみ TCVN または TCCS に更新されつつある。
TCN	・2007 年 1 月以前の技術体系における基準 ・本基準は現在廃止されており、必要とされる基準のみ TCVN または TCCS に更新されつつある。

注：QCVN:National Technical Codes、TCVN:National Standards、TCCS:Basic Standards、
TCXDVN:Vietnamese Construction Standards、TCN:Branch Standards

1-5-3対象国における防災対策の取組の考察

ベトナム国においては、「社会・経済開発計画（2011-2020）」の実現に向けて防災分野の取組として「2020 年に向けた国家防災戦略」が策定されており、国家防災戦略の中では、メコンデルタ地域の築堤や護岸対策の必要性も謳われている。また、JICA による「アセアン地域防災協力に関する基礎情報収集・確認調査（2012 年）」においても、メコンデルタ地域における洪水対策の必要性が整理されている。

このような状況のなかメコンデルタ地域では、本邦 ODA 以外にも世界銀行により水路改善事業に関する支援が継続的に実施されている状況にある。

運河・水路の改善が進められるなかで水路の護岸築堤は、防災事業におけるハード対策のインフラ整備として非常に重要な施策メニューと位置づけられている。法律制度や組織等のソフト施策の強化と併せて実施することにより、洪水による冠水被害を低減させると共に、地域の主産業である米作を中心とした農業支援、加えて水運物流の改善により、地域の経済、貧困対策や衛生問題の解決につながるものである。

以上のことより、防災対策、インフラ整備の一環として護岸整備及び築堤の地盤改良は重要な対策として支援が必要と考える。

第2章 提案企業の技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

2-1　提案企業及び活用が見込まれる技術の特徴

2-1-1業界分析

(1) 国内外の提案技術を取り巻く環境

MITS 工法（中圧噴射攪拌システム）は、佐賀県の有明粘土において地盤改良工法の品質不良（攪拌不足）を改善するために生まれた工法であり、スラリーを中圧噴射することで機械攪拌式の工法と同じ攪拌回転数で、より良い品質を確保できる工法である。

また、スラリーを中圧噴射し機械の攪拌力の負荷を低減できる事より、施工機械の小型化が図られた事によって経済性も向上し、佐賀県有明粘土での地盤改良工事のほとんどをMITS 工法で実施されるようになった。しかしながら、MITS 工法は有明粘土に特化した工法として開発されたため、N 値≦10 程度の超軟弱地盤が工事の対象となり、それ以外の土質では他工法と競合することはできない。

我が国の地盤改良工事において数多くの工法があるが、それらは工事の目的、土質、環境によって細かく細分化され棲み分けられている。

我が国内において MITS 工法は超軟弱地盤専門の地盤改良工法として認知されていたが、平成 23 年に独立行政法人土木研究所　寒地土木研究所より泥炭性軟弱地盤でも有効と発表された事により、現在は有明粘土のみならず、北海道の泥炭性軟弱地盤でも数多く採用され、施工実績をあげている。

海外においては、まだ事業展開されていないが、本案件化調査を通じて超軟弱地盤と云えるメコンデルタを持つベトナム国、また今後は同様の超軟弱地盤を持つ開発途上国への事業進出を検討している。

(2) 業界分析

当提案工法である MITS 工法の施工実績は下表に示す通り、平成 20 年以降は、改良延長約 100,000m/年の実績がある。

MITS 工法は、佐賀県、北海道の地盤を対象に施工を実施していたが、他地域でも発注が増加してきており、地盤改良工事を必要とする工事の発注はまだまだ続く状況である。以上の状況より、MITS 工法は超軟弱地盤に特化した専門技術であるため、今後も形骸化する事なく、その位置づけは確立されていると云える。

表 2-1 MITS 工法(CMS システム)施工実績表

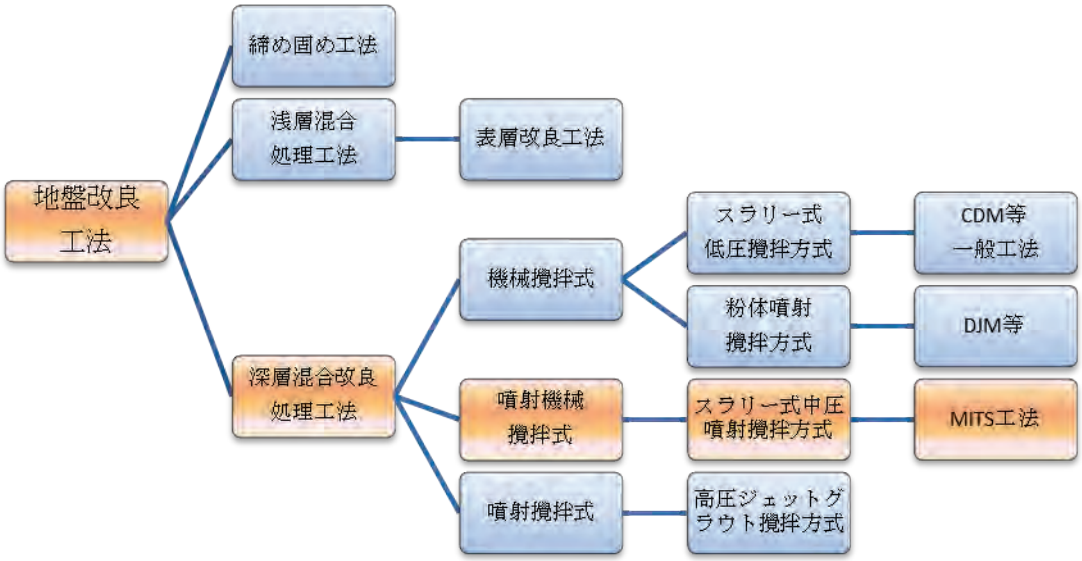
工事件数	改良本数 (本)	改良延長 (m)
平成 11 年度　1 件	1,243	4,595.0
平成 12 年度　9 件	5,161	10,361.0
平成 13 年度　18 件	3,620	22,636.8
平成 14 年度　28 件	6,917	33,180.4
平成 15 年度　36 件	10,543	72,114.7
平成 16 年度　25 件	3,666	21,814.8
平成 17 年度　40 件	9,874	58,971.2
平成 18 年度　56 件	10,177	65,741.5
平成 19 年度　54 件	10,965	66,973.6
平成 20 年度　127 件	16,321	106,153.6
平成 21 年度　70 件	16,872	111,667.7
平成 22 年度　77 件	16,906	73,001.2
平成 23 年度　86 件	19,376	129,814.6
平成 24 年度　61 件	14,337	97,480.6
平成 25 年度　87 件	21,031	180,753.3
平成 26 年度　82 件	16,168	124,069.0
累　計　797 件	183,177	1,179,328.9

出典：MITS 工法協会発行資料

(3) 業界における提案技術の位置づけ

財団法人土木研究センター発刊の深層混合処理工法の分類を下図に示す。この表は改良体を造成する手法から分類されており、MITS 工法は深層混合改良処理工法のスラリー式中圧噴射攪拌方式に位置づけされる。

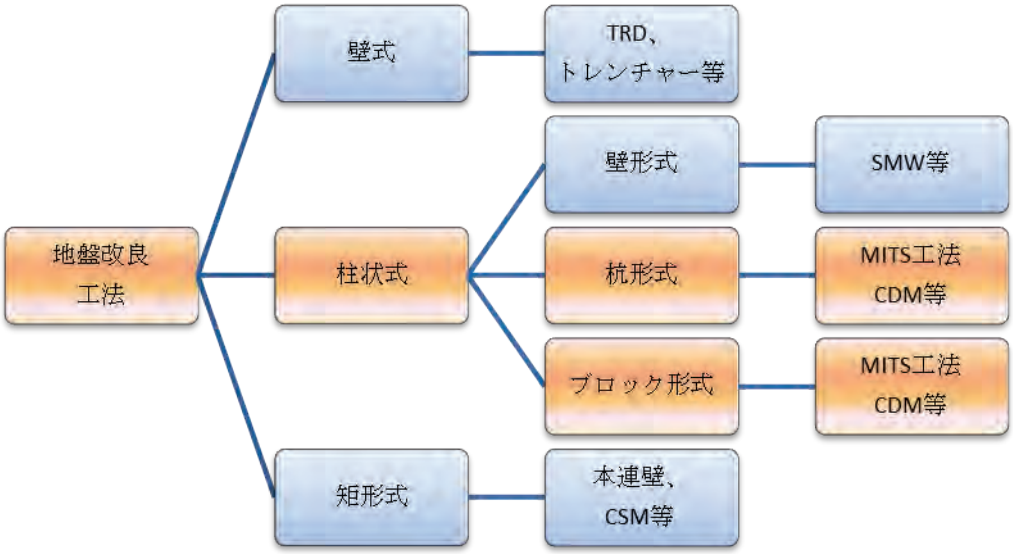
深層混合処理工法は我が国で開発された代表的な軟弱地盤対策工法であり、種々の工法が存在するが、機械攪拌式と噴射攪拌式の両方の機能を備えた工法は MITS 工法のみである。



出典：財団法人土木研究センター

図 2-1 深層混合処理工法の分類（改良体造成の手法）

また、出来上がった改良体の形状から下図に分類され、MITS 工法は柱状式改良工法となる。



出典：財団法人土木研究センター

図 2-2 深層混合処理工法の分類（改良体の形状）

なお、工法の適用地盤は砂質土、粘性土、有機質土であり、工法の効果は、沈下対策として沈下量の減少、安定対策としてせん断変形の抑制、強度増加促進、すべり抵抗の付与、液状化の防止等で有効である。

2-1-2提案技術の概要

(1) 提案する技術の特徴

ア 工法の概要

MITS 工法 CMS システム工法は、機械攪拌工法の特性とジェットグラウト工法の特性を備えた工法で、攪拌翼により掘削・混合をすると同時にセメントスラリーを 20Mpa[17]以下の中圧ジェットで噴射し短時間で均一性の高い改良体造成を可能とした深層混合処理工法である。

スラリーは、ロッドに取付けられた超硬ノズルより攪拌翼端部に装着されている拡散防止板に向けて噴射され、スラリーの逸走防止を図ると共に噴射エネルギーにより攪拌混合の向上及び、改良土の流動性向上により、盛上り土の排出促進効果が期待でき、周辺地盤の変位低減を図ることが可能となる。

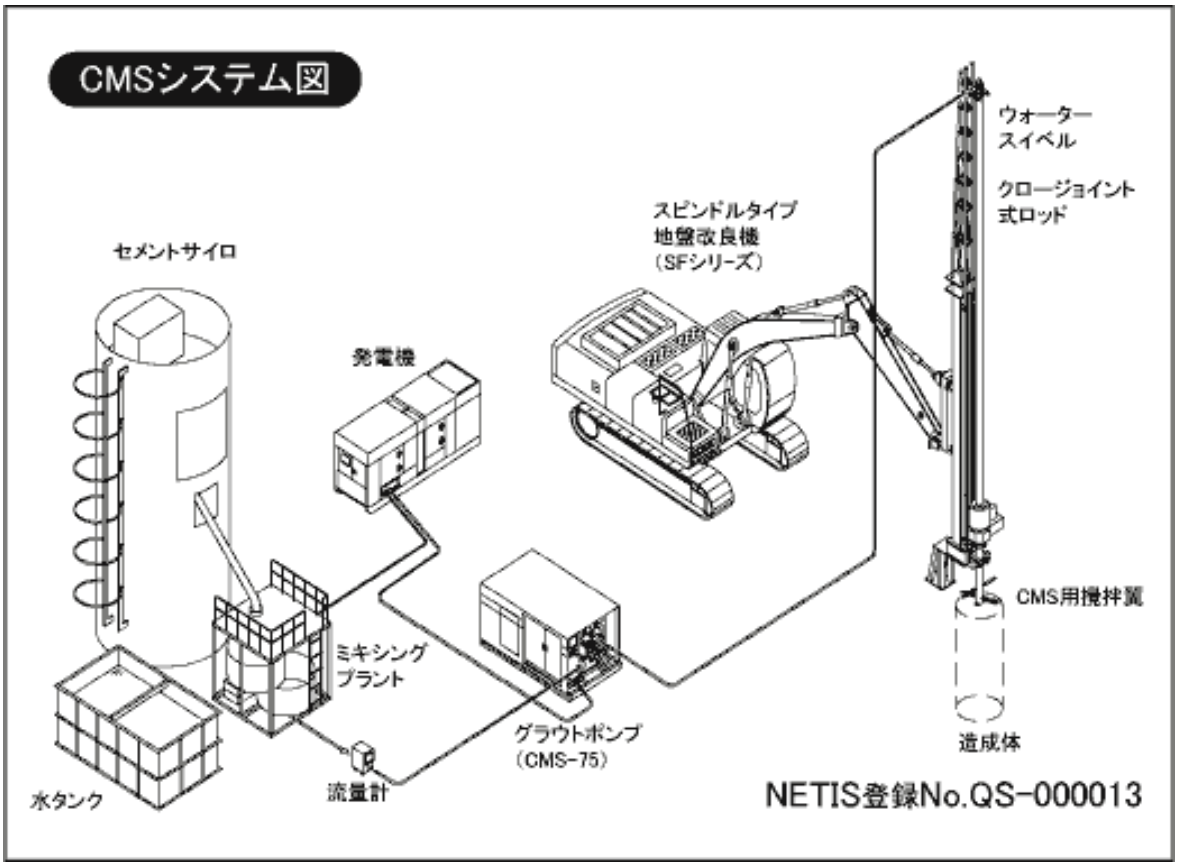


図 2-3 MITS 工法 CMS システム概念

17 MPa（メガパスカル）：Pa(パスカル)は国際単位系(SI)の圧力・応力の単位。1Pa は 1m² につき 1 ニュートン(N) の力が作用する圧力。Mpa(メガパスカル)は 100 万 Pa。

イ 施工の特徴

・攪拌翼と中圧噴射の併用によりベースマシンの小型化と改良体の径拡大が可能。
・噴射・攪拌の併用により改良地盤の共回りが発生せず、周辺地盤の変位を抑制。
・攪拌翼の正転・逆転と中圧噴射攪拌により改良体の品質がさらに向上。
・攪拌効率の向上により、改良時間が短縮し経済性に優れる。
・中深度の改良体造成に柔軟に適応すると共に低公害施工が可能。

写真 2-1 施工状況

写真 2-2 先端部

写真 2-3 改良体の出来形状況

ウ 施工手順

スラリー状セメント系固化材を原位置に添加する際、攪拌翼とスラリー中圧噴射を併用し、強制的に土を改良することにより、円柱状の改良体を造成する。

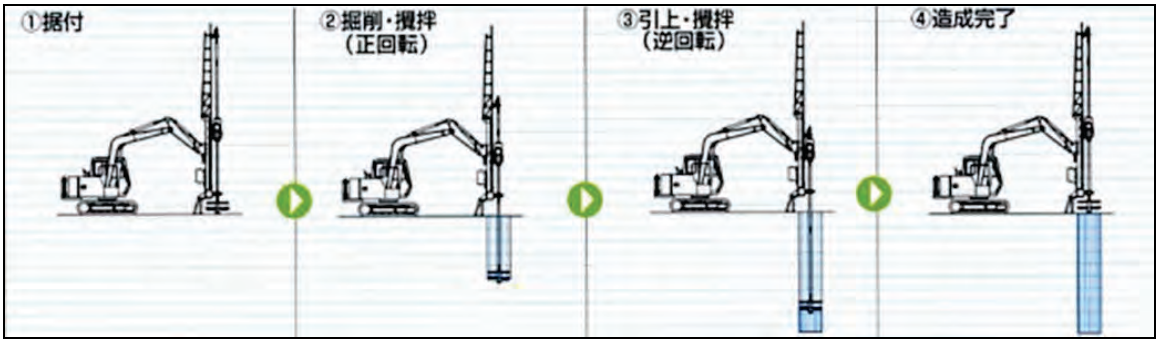


図 2-4 施工手順図

エ 現地状況に適合した施工事例

写真 2-5 狭隘な箇所の施工事例

写真 2-4 台船からの施工事例

(2) スペック

・改良対象地盤：軟弱粘土・砂質土および有機質土
・改良径：φ500mm～1,600mm
・改良深度：15m（最大打設深度 23m）
・スラリー噴射圧力：5～15MPa

(3) 製品・技術の価格

ベトナム国での MITS 工法の施工単価　約 70,000 円/本（610USD/本）
改良径 1,000mm、改良深度 15m、施工本数 200 本の場合 約 14,000,000 円
※日本での MITS 工法の施工単価 約 86,000 円/本

(4) 国内外の販売実績（販売先・価格等）

国内実績　：改良本数 183,177 本、改良延長 1,179,329m
（平成 11 年度～26 年度の累積数）
主な発注者：国土交通省、防衛省、福岡県、佐賀県、西日本高速道路(株)、
九州旅客鉄道等
海外実績　：なし

(5) メコンデルタ地域への適用性

メコンデルタ土の土質調査の結果（3-4-1(2)）の通り、粘性土で N 値は 5 以下で MITS 工法の適用範囲であることが確認された。また、室内試験の結果より、佐賀県有明粘土は化学的特性が良く似ている事から、佐賀県有明粘土専用地盤改良機として誕生した MITS 工法の適合性は非常に高いと考えられる。

土質試験(物理的)　・平均湿潤密度　1.62g/cm^3　・平均含水比　59%
土質試験(化学的)　・pH：8.4～8.8　・六価クロム溶出：規制値以下
・強熱減量：5.0～9.3%、有機質の含有率は想定より低い
・水溶性成分：高い(+)イオン、土粒子間の粘着力が非常に高い
・電気伝導率：117～307ms/m、佐賀県有明粘土と同じ測定値

2-1-3競合他社製品との比較

専用の大型機械を用い、スラリー状セメント系固化材を原位置土に添加し、機械による攪拌を行う従来工法の CDM 工法と比較した場合、提案工法は、機械式混合撹拌と中圧噴射を併用することと、機械が小型であり、現地で多く流通しているバックホウ等にアタッチメント装着が可能である。このことより、高品質な地盤改良体を構築することと、狭隘な箇所、離隔確保が必要な箇所、地盤条件の悪く大型機械の搬入・移動に仮設を要する箇所において、仮設工、施工時間のロス、付帯施設の費用等が削減される。

以下にメコンデルタの狭隘箇所で適用した場合の CDM 工法との比較を示す。

表 2-2 工法比較表

	MITS 工法		CDM 工法	
概　要	スラリー系固化材を機械と中圧噴射により攪拌する工法		スラリー系固化材を機械のみで攪拌する工法	
施工機械	小型機械：約 20t	○	大型専用機械：約 80～135 t	△
施工深度	最大：15m	△	最大：40m	○
品　質	・機械攪拌と中圧噴射を併用することにより、高品質な改良体が構築可能	○	・機械攪拌のみであるため、特殊な粘性土では、品質のばらつきが生じる	▲
施工性	・施工ヤードが狭い箇所での施工性が優れる ・施工深度が 15m以上の箇所には、適用は不可	○ △	・施工深度が深い箇所での適用が可能 ・狭隘箇所の施工には、仮設工事用道路が必要	○ △
経済性	約 14,000 千円 （約 122,000USD、約 610USD/本）	○	約 25,600 千円 （約 222,000USD、約 1,110USD/本）	▲
総　合	○		△	

注）経済性は、改良径 1,000mm、改良深度 15m、施工本数 200 本の直接工事費で算出

2-2　提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

2-2-1海外進出の目的

国内の公共事業投資額の減少、労働年齢人口の高齢化の進展等による市場の縮小化、事業量の確保は、地方建設企業の今後の企業運営にとって喫緊の課題である。（株）村上組は、国内では今までの技術・実績を活かし、地域への貢献を継続的に実施するなか、他県・地域への展開や、新規ビジネスの構築は、困難な状況にある。

このため、（株）村上組では、今まで自社で確立してきた技術や、特殊な工法を、開発途上国を中心に展開し、新規ビジネスとして構築するとともに、社会貢献の域を拡大することを視野に海外進出を開始した。

2-2-2海外展開の方針

国内のインフラ事業は、継続的に実施してく中、海外事業を推進していくことを踏まえ、①国内地域限定土木工事(50%)、②国内特殊工事(20%)、③海外事業(30%)の 3 軸を事業戦略としていた。(株)村上組は 2015 年 9 月よりムラカミホールディングスを立ち上げ、国内特殊工事のうち基礎土木部門と海外事業部門を村上重機へ分社化し、ベトナムで現地法人として活動している(株)村上組ベトナムは村上重機の子会社として、事業展開することとなった。村上重機は、①国内特殊工事(40%)、②運送業(30%)、③海外事業(30%)の 3 軸を事業戦略とし、海外展開を実施する。

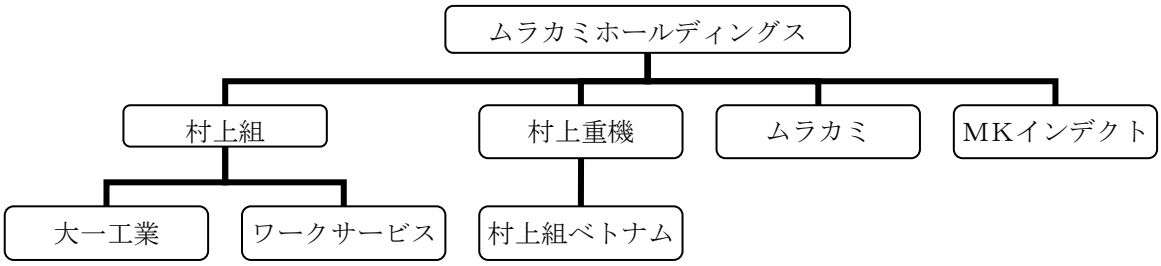


図 2-5 組織体制図

2-2-3海外展開の検討

⑴ 現在までの状況

(株)村上組ベトナムでは、2012 年 12 月の現地法人設立時に 1,000 万円の資本金と 500 万円の準備金を投資以降、毎年約 1,000 万円の投資を実施してきた。

⑵ 今後の計画

2016 年より ODA 事業として、機械 1 号機導入、施工・品質確認、デモンストレーション施工見学会等の開催、ODA 案件計画、ベトナム国政府機関へ推薦、施工方法・管理マニュアルの作成、ベトナム人技能者、教育・育成を行う。

その後、2018 年より事業展開を目指し、関係政府機関等への展開（工法活用範囲の拡大）を行う。2019 以降はメコン川流域のタイ国、カンボジア国、ラオス国やミャンマー国への展開を検討する。

2-3 提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献

2-3-1現時点における提案企業の地元経済・地域活性化への貢献

⑴ 案件化調査による地元経済への貢献

「MITS 工法」は、佐賀県の有明沿岸道路工事等において工事を実施し、品質が高く、安価な地盤改良として、土木工事、インフラ整備の信頼性向上に貢献している。

本工法のベトナム国への展開に向けて、ベトナム建設会社トンカイ社を迎えて、香川県内建設会社交流会開催を開催している。また、ベトナム国立土木工学大学クン講師を招いて「ベトナム地域の地盤改良工事状況」について、県内外建設企業と講習会、意見交換会を開催し

た。これらを通して、地元業者に加え県外業者に対して、海外展開に向けた動機づけ、技術力の研鑽を図ることで、海外展開に向けた動きを活性化することにより、地元経済の発展に貢献している。

⑵ 産学連携プロジェクトによる地域活性化

徳島大学で開催された第 7 回アジア青年地盤工学研究会会議にベトナム代表として参加した、ダナン大学講師の支援活動及び、講習会、意見交換会を開催した。また、2012 年より建設企業へのインターンシップ活動の一環として、香川工業高等専門学校や高知工科大学からのインターン生を受け入れている。

⑶ 地元人材の採用

当社は 1951 年の創立以来、高い土木技術を継承してきた。今後も我々の技術を継承していくために、地元の香川工業高等専門学校と連携して直近 2 年間で 1 名の採用を行った。

2-3-2海外展開を実施することで見込まれる地元経済・地域活性化への貢献

⑴ 案件化調査の関連企業へ貢献

本工法の展開にあたり、 MITS 工法を実施している企業に、現地視察を開催することを想定している。当該企業にとっては、海外業務の展開方法等の意見交換を実施するとともに、現地の建設事業の現状把握や現地関係者との人脈形成も可能となり、将来的な海外展開の足掛かりとなる。

⑵ 地元経済への貢献

これまでに実施してきた成功事例としてのベトナム国での現地法人の取組みを、中四国基礎工業組合、一般社団法人香川県建設業協会等の講演会で積極的に発信することで、他の海外進出を計画する企業の後押しにつなげる。

⑶ 地元雇用の促進

通常の採用に加え、当社がベトナム国でビジネスを進めることで、香川県で海外展開を実施したいと考えている地元の香川工業高等専門学校や高知工科大学や他県からの採用や、シニア層の雇用を促進する。

⑷ 人材交流プロジェクトによる地域活性化

本工法のベトナム国の展開に際し、ベトナム国立土木工学大学クン講師等との交流の中、ベトナム建設企業と連携し、我が国内での「日本方式建設技術」の研修受け入れを実施し、日本の高度な建設技術を輸出し、「日本方式」普及のための活動を促進する。

第3章 活用が見込まれる技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

3-1 技術の検証計画

3-1-1調査項目の抽出

本事業を進めるにあたり、案件化調査の主な事項を下表に整理した。

表 3-1 調査・検証活動の実施項目

	調査項目	案件化調査で実施する事項
①	実施調査	・ODA 事業での MITS 工法実施箇所の選定調査
②	土質調査及び室内配合試験調査	・原地盤・地質の室内試験 ・水質調査 ・室内配合試験 （セメント添加量試験） ・室内配合試験の材令試験 （２８日強度）
③	MITS 工法を採用した際の有効性の検証	・選定箇所における提案工法の有効性（コスト・工期等の比較検討）の検証
④	本邦受入活動	・我が国内施工箇所でのデモンストレーションの実施 （カウンターパートへの紹介）
⑤	普及活動	・ベトナム国の地盤改良の状況及び、MITS 工法の紹介、適用性について、セミナーを実施
⑥	ビジネス展開を踏まえた MITS 工法の紹介	・ビジネス展開を踏まえ、MOT、PMW-8、VEC、MPMU、カントー市に MITS 工法の紹介を実施
⑦	ベトナム国での地盤改良工法の状況調査	・ベトナム国で実施している地盤改良工法と施工実績の調査
⑧	ベトナム国へ MITS 工法の機械を運搬する際の関税等の調査	・MITS 工法で使用する機械の状況と関税等の調査

3-1-2調査工程

調査内容及び工程は、下記のとおりである。

3-2　技術の現地適合性検証

※本項は非公開とする。

3-3　技術のニーズの確認

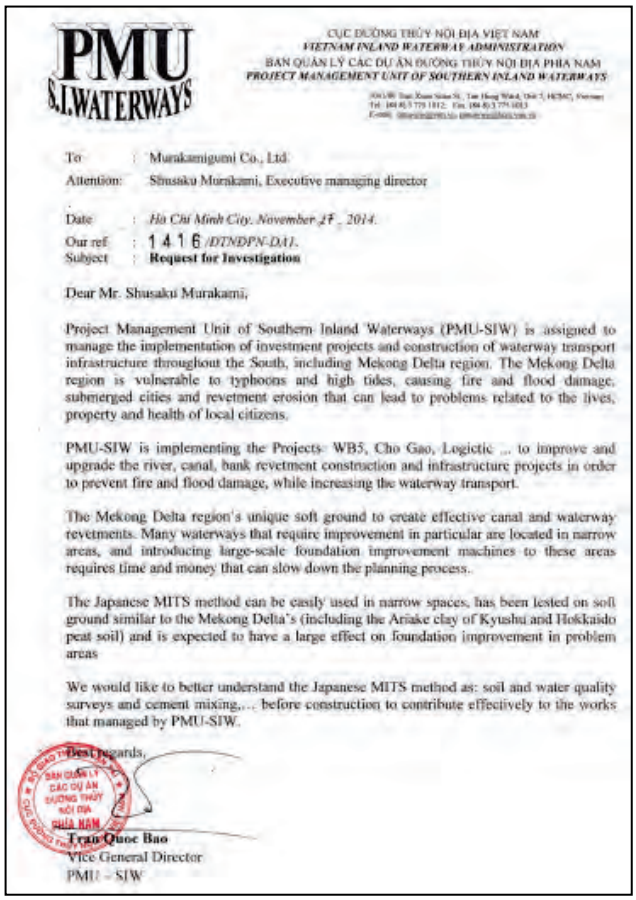
3-3-1カウンターパートからの要請・ニーズ

カウンターパート候補である PMU-W から、案件化調査時に下記の要請を受けた。また、PMU-W の上部組織である、MOT の科学技術院（Department of Science Technology）から、現在ベトナム国で実施している地盤改良工法は、攪拌工法、高圧噴射工法であり、小型・機械式混合撹拌と中圧噴射を併用した工法は、今までに経験がなく、メコンデルタにおける実用性が非常に高いとの見解が示された。

加えて、ODA 事業では、MOT の関係各部署（道路、港湾、工法認定部署等）においても適用を考えて行きたいとの見解を頂き、道路総局　道路事業管理委員会（PMU-8：Project Management Unit for Road of Vietnam や、港湾総局　港湾事業管理委員会（MPMU：Maritime Project Management Unit）を紹介していただいったため、順次展開を図る方針である。

以下に PMU-W からの案件化調査時、ODA 事業に向けたサポーティングレターを示す。

◆案件化調査



CỤC ĐƯỜNG THỦY NỘI ĐỊA VIỆT NAM
VIETNAM INLAND WATERWAY ADMINISTRATION
BAN QUẢN LÝ CÁC DỰ ÁN ĐƯỜNG THỦY NỘI ĐỊA PHÍA NAM
PROJECT MANAGEMENT UNIT OF SOUTHERN INLAND WATERWAYS

To : Murakamigumi Co., Ltd
Attention: Shusaku Murakami, Executive managing director

Date : *Ho Chi Minh City, November 27, 2014.*
Our ref : 1416 /DTNDPN-DA1.
Subject : **Request for Investigation**

Dear Mr. Shusaku Murakami,

Project Management Unit of Southern Inland Waterways (PMU-SIW) is assigned to manage the implementation of investment projects and construction of waterway transport infrastructure throughout the South, including Mekong Delta region. The Mekong Delta region is vulnerable to typhoons and high tides, causing fire and flood damage, submerged cities and revetment erosion that can lead to problems related to the lives, property and health of local citizens.

PMU-SIW is implementing the Projects: WB5, Cho Gao, Logictic ... to improve and upgrade the river, canal, bank revetment construction and infrastructure projects in order to prevent fire and flood damage, while increasing the waterway transport.

The Mekong Delta region's unique soft ground to create effective canal and waterway revetments. Many waterways that require improvement in particular are located in narrow areas, and introducing large-scale foundation improvement machines to these areas requires time and money that can slow down the planning process.

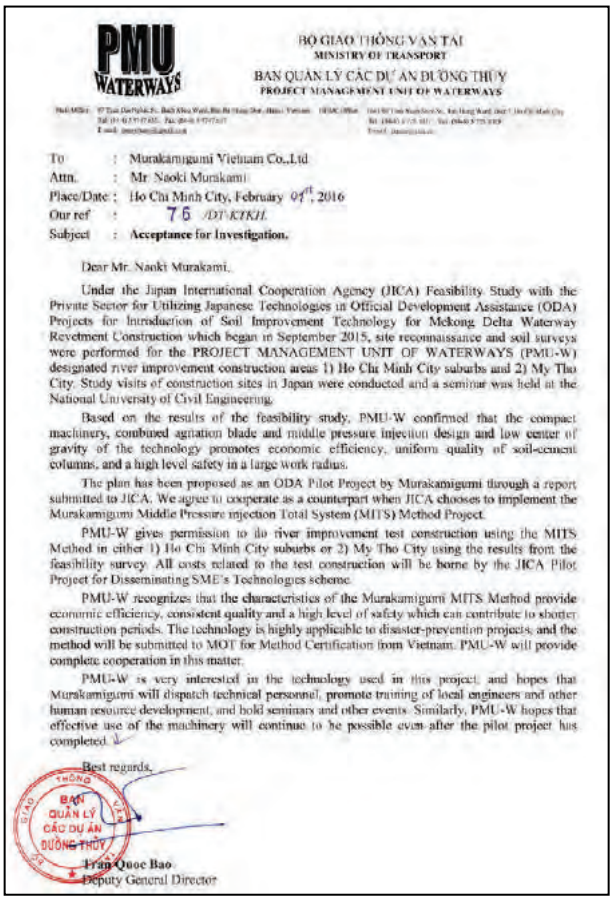
The Japanese MITS method can be easily used in narrow spaces, has been tested on soft ground similar to the Mekong Delta's (including the Ariake clay of Kyushu and Hokkaido peat soil) and is expected to have a large effect on foundation improvement in problem areas

We would like to better understand the Japanese MITS method as: soil and water quality surveys and cement mixing,... before construction to contribute effectively to the works that managed by PMU-SIW.

Best regards,

Tran Quoc Bao
Vice General Director
PMU - SIW

◆ODA 事業事業



BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI
MINISTRY OF TRANSPORT
BAN QUẢN LÝ CÁC DỰ ÁN ĐƯỜNG THỦY
PROJECT MANAGEMENT UNIT OF WATERWAYS

To : Murakamigumi Vietnam Co.,Ltd
Attn. : Mr Naoki Murakami
Place/Date : Ho Chi Minh City, February 01st, 2016
Our ref : 76 /DT-KHH.
Subject : **Acceptance for Investigation.**

Dear Mr. Naoki Murakami,

Under the Japan International Cooperation Agency (JICA) Feasibility Study with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in Official Development Assistance (ODA) Projects for Introduction of Soil Improvement Technology for Mekong Delta Waterway Revetment Construction which began in September 2015, site reconnaissance and soil surveys were performed for the PROJECT MANAGEMENT UNIT OF WATERWAYS (PMU-W) designated river improvement construction areas 1) Ho Chi Minh City suburbs and 2) My Tho City. Study visits of construction sites in Japan were conducted and a seminar was held at the National University of Civil Engineering.

Based on the results of the feasibility study, PMU-W confirmed that the compact machinery, combined agitation blade and middle pressure injection design and low center of gravity of the technology promotes economic efficiency, uniform quality of soil-cement columns, and a high level safety in a large work radius.

The plan has been proposed as an ODA Pilot Project by Murakamigumi through a report submitted to JICA. We agree to cooperate as a counterpart when JICA chooses to implement the Murakamigumi Middle Pressure injection Total System (MITS) Method Project.

PMU-W gives permission to do river improvement test construction using the MITS Method in either 1) Ho Chi Minh City suburbs or 2) My Tho City using the results from the feasibility survey. All costs related to the test construction will be borne by the JICA Pilot Project for Disseminating SME's Technologies scheme.

PMU-W recognizes that the characteristics of the Murakamigumi MITS Method provide economic efficiency, consistent quality and a high level of safety which can contribute to shorter construction periods. The technology is highly applicable to disaster-prevention projects, and the method will be submitted to MOT for Method Certification from Vietnam. PMU-W will provide complete cooperation in this matter.

PMU-W is very interested in the technology used in this project, and hopes that Murakamigumi will dispatch technical personnel, promote training of local engineers and other human resource development, and hold seminars and other events. Similarly, PMU-W hopes that effective use of the machinery will continue to be possible even after the pilot project has completed.

Best regards,

Tran Quoc Bao
Deputy General Director

◆案件化調査時の PMU-W からの要請内容

PMU-W が管理するベトナム南部のメコンデルタ地域では、台風や高潮による水害・災害により、市街地が水没や護岸が浸食されることがあり、国民の生命、財産、衛生面等で多くの課題を抱えている。

これらの水害・災害の対策を行うには、河川、運河、水路等の護岸、築堤を設けることが必要となり、PMU-W では、護岸、築堤の新設、改修を計画し、設計・施工を実施している。

運河や水路の護岸、築堤を設置するには、メコンデルタ特有の軟弱地盤対策が必要となるが、特に、運河や水路の改修が必要な箇所の多くが狭隘な地区にあり、大型の地盤改良機械を搬入するためには、多大な費用と時間を費やすこととなり、計画の進捗が遅れる傾向にある。

日本の MITS 工法は、狭隘な地区でも容易に施工が可能で、メコンデルタ地質と同様の日本の軟弱地盤層の九州有明粘土層や北海道泥炭土層でも多くの実績を有しており、当該箇所での地盤改良を進めるにあたり、大きな効果が得られると考えている。

このため、PMU-W で管理する護岸計画箇所で、施工を行うことを希望すると共に、その前段で必要となる、試験施工や地質調査、水質調査、セメント配合を行うにあたり、当該管理箇所を提供し、今後の活用に寄与したいと考えている。

◆ODA 事業の PMU-W からの要請内容

2015 年 9 月から開始した「JICA　中小企業支援案件化調査」において、PMU-W で施工が計画されている①ホーチミン市郊外　河川改修現場、②ミトー市　河川改修現場、踏査・土質調査及び室内配合試験を実施、日本での現場見学会に参加、国立ハノイ土木技術大学でのセミナーを開催した。

案件化調査の結果報告を受けて、PMU-W は、MITS 工法における優先順位を小型化された工法機による経済性、機械式攪拌翼と中圧式吐出装置併用による均一な品質、低重心で作業半径が大きい工法機による高い安全性を確認した。

(株)村上組の JICA への報告書によれば、想定する ODA として「普及・実証事業」が提案されているが、JICA が当該事業を村上組の MITS 工法によって実施するのであれば、我々はカウンターパートとして一緒に協力し、実証することに合意する。

なお、試験施工については、案件化調査での試験結果を活用することを踏まえ、①ホーチミン市郊外　河川改修現場、②ミトー市　河川改修現場のいずれかにおいて、PMU-W の所有する敷地内の本体工事の直近で MITS 工法の試験施工を実施することを許可する。なお、試験施工に係わる費用については「JICA 中小企業支援普及・実証事業」にて負担をすることとする。

PMU-W としては、(株)村上組の MITS 工法の特徴である高い経済性、品質の確保、高い安全性と工期の短縮であり防災事業に高い適用性があると認識するので、当該事業において、MOT によるベトナム国の工法認定を受けることとする。また、PMU-W はこのことに対して全面的に協力をおこなう。

PMU-W としては、当該事業において使用される機材について大きな関心を有し、これに係わる(株)村上組からの技術者派遣、現地技術者研修などの人材育成及び、セミナー等の開催を期待する。同様に「普及・実証事業」の実施期間以降についても、PMU-W によって当該機材等を有効に活用できる様になることを希望する。

3-4　技術と開発課題との整合性及び有効性

3-4-1提案する技術の現地適合性検証、ODA 事業に向けた課題の把握

本調査では、提案する MITS 工法の現地適合性検証及び ODA 事業に向けた課題の把握のため、以下の活動・調査を実施した。

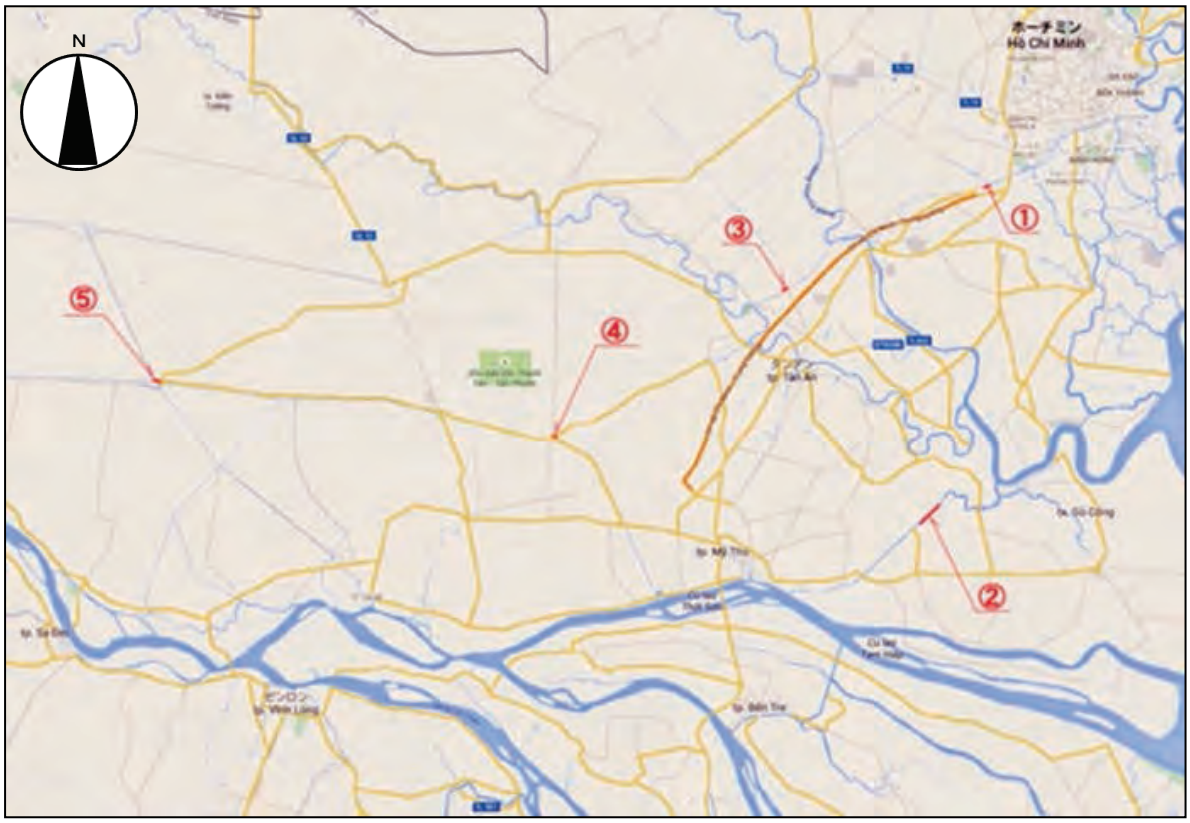
(1) ODA 事業での MITS 工法実施箇所の選定調査

ア 調査内容

ODA 事業での MITS 工法の実施箇所は、下記の条件に適合する箇所を PMU-W より推薦を頂き、現地調査、比較検討を実施し、2 箇所の対象箇所を選定した。

＜条件＞

・防災・災害対策として地盤改良を伴う護岸施工の計画箇所
・施工箇所が狭隘で、用地買収や工事用道路の設置が必要とさる箇所
・ODA 事業（2018 年 1 月以降）時期と施工予定が整合している箇所
・早急に改良が必要な箇所



出典： Google マップ

図 3-1 調査・検証箇所の位置図

①HCM 郊外　河川改修現場踏査
②ミトー市　河川改修現場踏査
③Thu Thua, Long An 省　河川改修現場踏査
④Tan Phuoc, Tien Giang 省　河川改修現場踏査
⑤My An, Dong Thap 省　河川改修現場踏査

＜河川改修現場踏査（写真）＞

写真 3-1 河川改修現場踏査(HCM 郊外)

写真 3-2 河川改修現場踏査(ミトー市)

写真 3-3 河川改修現場踏査(Thu Thua, Long An 省)

写真 3-4 河川改修現場踏査(Tan Phuoc, Tien Giang 省)

写真 3-5 河川改修現場踏査(My An, Dong Thap 省)

イ ODA 事業での MITS 工法実施箇所の選定

選定した 5 箇所の現地調査を行い、比較検討した結果、①HCM 郊外　河川改修現場踏査、②ミトー市　河川改修現場踏査を ODA 事業での MITS 工法の実施箇所として選定した。

現地調査における検討比較表

【共通条件】すべり危険地区に指定されている。居住地と隣接しており、生活道路幅も狭く、工事開始に係わる仮設工事の費用比率が大きい。超軟弱地盤であり地盤改良工事が必ず必要。

No	工事名　及び　住所	軟弱土の深度	状況写真	改良工事の目的	進捗状況	検討内容	結果	
1	メコンデルタ輸送に係わるインフラ開発工事: NW8工区 Mekong Delta Transport Infrastructure Development Project. NW8: Km 0+000 to Km 24 +000 ホーチミン市ビンチャン区タンフット村 Tan Nhut commune, Binh Chanh district, HCMC	軟弱地盤の厚さ: 28.3m ～ 33.45m		メコンデルタ輸送に係わるインフラ開発 浚渫工 河川浸食対策工	現在設計中で工事入札前 ※工事の発注と共に「普及・実証」確認を実施できる可能性が高い。 用地買収は、完了済み	工事における用地買収は完了しているが全ての家においてまだ立ち退きはしていない。すべての家屋はすべり影響範囲内に建てられている。 生活道路は幅1m程しかなく、家屋が密集しているので本工事のみならず仮設計画も困難を極める。 家屋のすぐ傍まで洗掘とすべりが発生しており緊急性を持つ。	◎ 採用	現地調査はボーリングマシーンを分割して対応できるが、「普及・実証」では台船を用いた河川側からの施工となる。仮設計画や工程(緊急性)を勘案すると、MITS工法が最も優位性を発揮できる防災事業箇所である。
2	メコンデルタ輸送に係わるインフラ開発工事: チョーガオ運河 Mekong Delta Transport Infrastructure Development Project: Upgrade Cho Gao Canal (Km 8+600 to Km 20+300) チョーガオ運河ティエンザン省 Cho Gao canal, Tien Giang province	軟弱地盤の厚さ: 7.0m ～ 11.9m		メコンデルタ輸送に係わるインフラ開発 浚渫工 河川浸食対策工	現在設計中で工事入札前。対岸は現在工事中。 ※工事の発注と共に「普及・実証」確認を実施できる可能性が高い。 用地買収は、完了済み	初めに案内された箇所は、既にPMU-Wが工事用地を購入しており、法面崩壊箇所から境界までの距離は15m以上確保されていて大型機械でも搬入できる状態であり不採用とした。同じ土質条件や近隣住民等の条件且つ機械が近寄りがたい狭隘地として、橋梁工事区間を紹介される。この区間はMITS工法の優位性が発揮できるものであった。	○ 採用	橋梁工事における橋台アプローチ部の地盤改良となるが、超軟弱地盤、狭隘地等の条件を満足する事。アプローチ部は河川すべり危険地域内であり防災事業に含まれると考えられる事。並びに、道路工としての実績を調査できる事から採用とする。
3	メコンデルタ輸送に係わるインフラ開発工事: NW9工区(浚渫運河の合流地2) Mekong Delta Transport Infrastructure Development Project: NW9: Dredging waterway Corridor 2: Km 37+00 to Km 50 + 700. スートゥア運河ロンアン省 Thu Thua Canal, Long An province	軟弱地盤の厚さ: 3.7m ～ 4.7m 軟弱地盤区域 :K2+120～K2+360 軟弱地盤の厚さ:11.8m		メコンデルタ輸送に係わるインフラ開発 スートァ町河川護岸工(浸食対策)	既に発注され、工事中。 ※既に工事が着工しており、請負者の工事量を減じての「普及・実証」は困難と判断した。 用地買収は、完了済み	家屋が密集した地区であり、現場までの道路は幅1m程度しかなく、河川側からの台船施工を考えた。 しかし、現場に到着すると、河川の奥側からコンクリートパネルによる護岸工事を実施しており、工事完了箇所は埋め戻され大型機械も搬入できる広さとなっていた。 工事の進捗を考えると「普及・実証」時には完工している可能性を感じた。	× 不採用	現在、コンクリートパネルによる護岸工事を河川側に配置された台船上から現在、施工中であった。 MITS工法はコンクリートパネル工事よりは安価であるが、既に完工した箇所は砕石で埋め戻しが行われ、大型機械が搬入できる用地が確保されていた。 この事より、狭隘地とは云えないので不採用とする。
4	メコンデルタ輸送に係わるインフラ開発工事: NW10工区(浚渫運河の合流地2) Mekong Delta Transport Infrastructure Development Project: NW10:Dredging waterway Corridor No.2(Km51+800-Km80+000) マイフォック村タンフォック区ティエンザン省 My Phuoc commune, Tan Phuoc district, Tien Giang Province	軟弱地盤の厚さ: 3.3m ～ 7.1m		メコンデルタ輸送に係わるインフラ開発 浚渫工 河川浸食対策工	現在計画中でこの後設計の入札開始 ※工事発注時期が未定である。また、設計にも着工していないので、MITS工法による地盤改良がPMU-Wにとってメリットがあるかどうかも判らな 用地買収は、完了済み	民家が1軒と舟の修理工場が1軒あるのみのバナナ畑の中であった。 河川の合流地区で洗掘、すべり共に激しく緊急性のある現場であった。 しかしながら、隣接工区で橋梁工事が実施されており、そこまでは幅10m以上の仮設道路が整備されていた。	○ 不採用	条件は揃っているが、民家(1軒)が立ち退きすれば、隣接する橋梁工事現場の仮設道路から大型機械を難なく搬入できる事。 及び、メコンデルタ輸送に係わるインフラ開発工事区間ではあるが、まだ設計発注もされていない事から不採用とする。
5	メコンデルタ輸送に係わるインフラ開発工事: NW1工区(浚渫運河の合流地2) Mekong Delta Transport Infrastructure Development Project: NW1:Dredging waterway Corridor No.2 (Km80+000-Km113+500) ミーアン堤防　堤防保護区域 My An Bank-Protection Embankment	軟弱地盤の厚さ: 13.8m ～ 15.5m		メコンデルタ輸送に係わるインフラ開発 浚渫工 河川浸食対策工	既に発注され、工事中。 ※既に工事が着工しており、請負者の工事量を減じての「普及・実証」は困難と判断した。 用地買収は、完了済み	現場横に役所の新庁舎が完成しており、河川のインフラ開発工事を残すのみで、道路、区画整理工事が完成したばかりの印象を持った。 河川はすべり危険区域で、まだほとんど手つかずの状態ではあるが、MITS工法を採用するメリットがないと考えた。	× 不採用	現在、鋼矢板打設による護岸工事を河川側に配置された台船上から実施されていた。また、工事区域内に役所が新設されており、幅6m程度の大きな道路が河川堤防上に設けられていた。 この事より、狭隘地とは云えないので不採用とする。

(2) 土質調査及び室内配合試験調査

土質調査及び室内配合試験調査は、メコンデルタでの提案工法を適用するにあたり、地盤改良のセメント配合量を決めるための試験である。

土質調査は、原地盤の土層の状況、特性を把握するものであり、室内配合試験は、採取した土の特性を踏まえ、適切な改良強度を決定するための試験である。

ア 調査内容

（ア）土質調査

原地盤の調査は、2 現場、2 箇所において、ボーリングマシーンにより、約 20m まで掘削し、土層の状況、各層毎に室内で物理試験（土粒子の密度試験、土の含水比試験、コーン貫入試験等）を実施し、土の特性を把握した。

<土質調査（写真）>

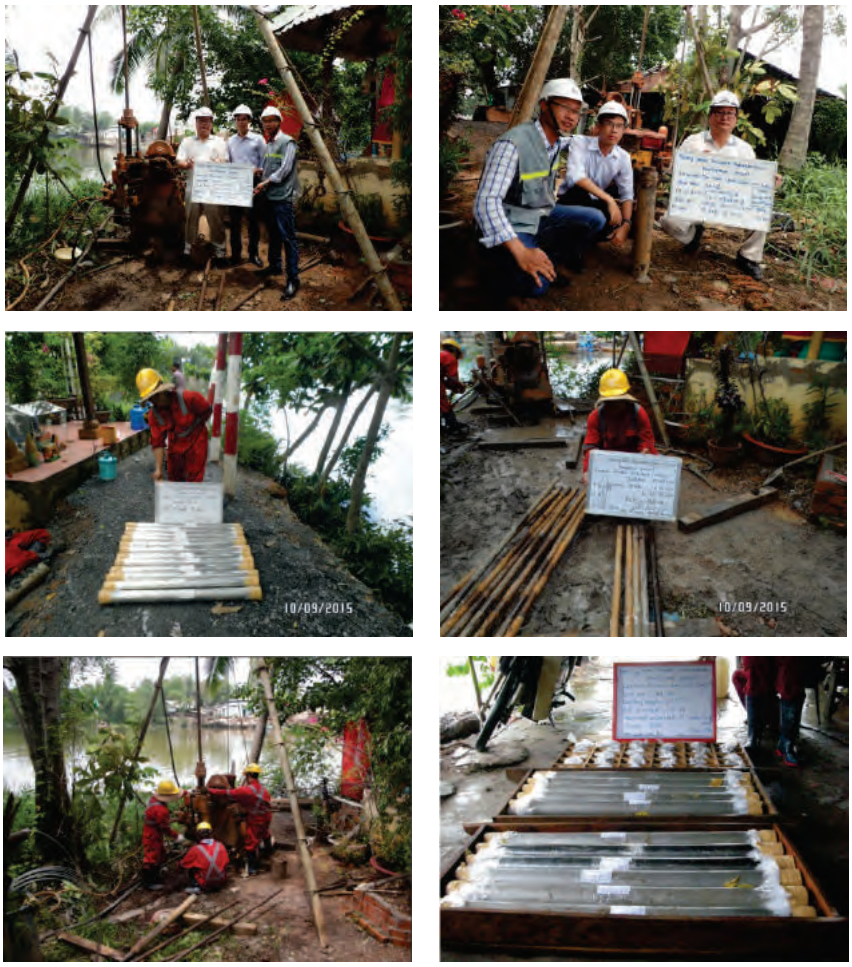


写真 3-6 土質調査現場(HCM 郊外)

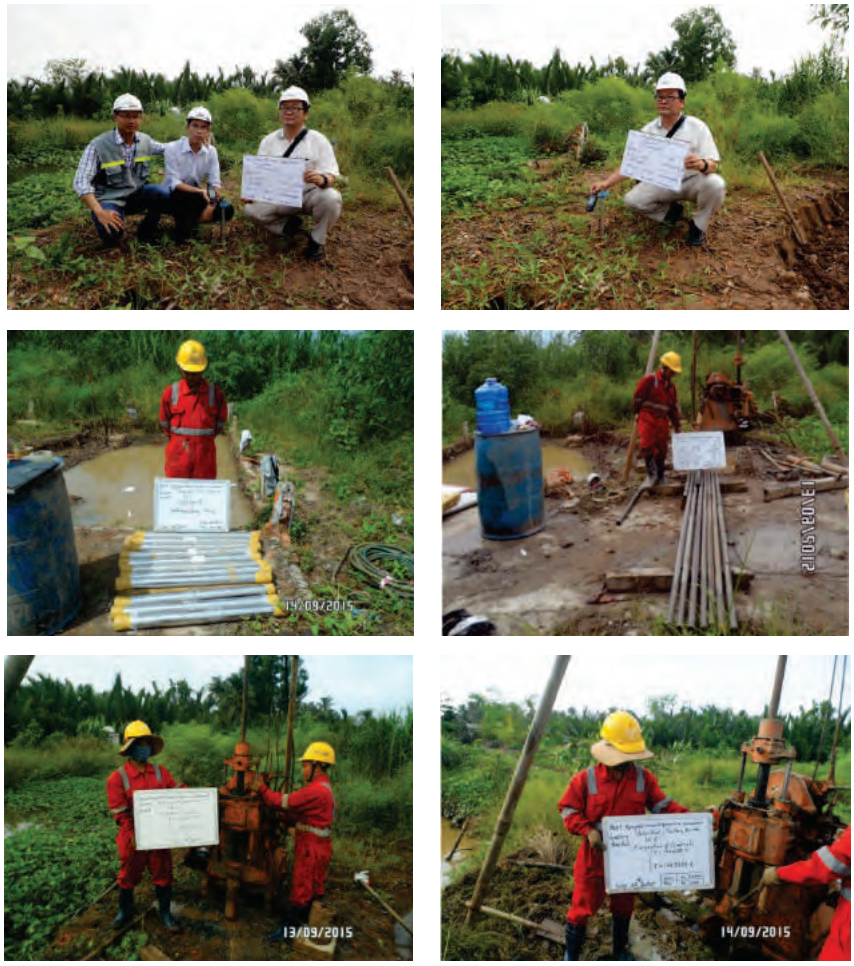


写真 3-7 土質調査現場（ミトー市）

（イ）室内配合試験

採取した試料の上層、中層、下層の各 3 箇所（3 層×3 配合×3 試料×2 材令=54 試料）でセメントをミキサーで練り混ぜ、一軸圧縮試験（一軸圧縮強さ、変形係数等）を実施し、必要な改良強度が確保できる配合を確認した。

なお、セメント配合については、ハノイ国立技術大学との意見交換結果より、高炉セメントがベトナム国内では、輸入品となり高価となるため、普通ポルトランドセメントも加えた 2 種類で実施した。

また、工事で使用する河川の原位置水試験（我が国生活環境項目）水素イオン濃度、浮遊物質量、溶解性鉄含有量等を確認した。

＜室内配合試験状況＞

写真 3-8 試験事前打合せ

写真 3-9 採取試料確認）

写真 3-10 土質試験（圧密試験）

写真 3-11 試験器具及び使用材料確認

写真 3-12 配合試験（混練状況）

写真 3-13 スラリー特性試験（TF試験）

写真 3-14 供試体作成状況

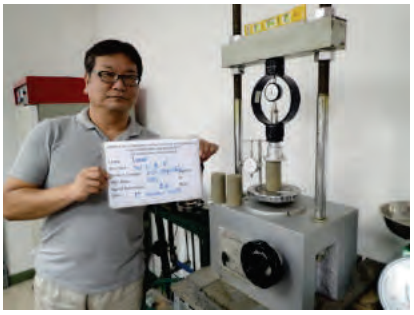


写真 3-15 一軸圧縮試験

イ 調査結果

調査結果の概要を以下に示す。なお、詳細の試験結果は、別冊資料に収録する。

（ア） ボーリングによる土質調査

①**Binh Chanh site**　土質柱状図

Borehole log *Page:01/2.*

Project	Mekong Delta Transport Infrastructure Development Project	Co-ordinate	N: 104139.1 E: 1063439.7
Location	Tân Nhựt Commune, Binh Chanh District, HCM city	Bore hole: BH 01	
Company	Fukken&Minami Consultant Co., Ltd.	Elevation (m):	
Site Engineer and Signature	Luu Hoang Huy Loc	Depth of ground water (m): 0.5	
Supevisor and Signature	Ha Tuan Danh	Date start: Sep/8th/2015 / Date finish: Sep /9th/2015	Drilled depth (m): 31.0 / Chainage (m)

Scale	Layer	Thickness (m)	Depth (m)	Elevation (m)	Sample and Standard Penetration Test: Symbol	Depth (m)	SPT Value N1/15cm	N2/10cm	N3/10cm	N4/10cm	N30	Stratigraphy	Description
	Sand	1.0	0.00		SPT 01	0.00~0.45	1	1	1	1	3		Residual soil & organic
			1.00		SPT 02	1.00~1.45	1	1	0	0	1		
2					D-01	1.45~2.00							
					SPT 03	2.00~2.45	0	0	0	0	0		Soft clay, greyish green to brown color
					D-02	2.45~3.00							
					SPT 04	3.00~3.45	1	0	0	0	0		
4					D-03	3.45~4.00							
					SPT 05	4.00~4.45	0	0	0	0	0		
					D-04	4.45~5.00							
					SPT 06	5.00~5.45	0	0	0	0	0		
6					D-05	5.45~6.00							
					SPT 07	6.00~6.45	0	0	0	0	0		Soft clay, greyish green to brown color
					D-06	6.45~7.00							
					SPT 08	7.00~7.45	0	0	0	0	0		
8					D-07	7.45~8.00							
					SPT 09	8.00~8.45	0	0	0	0	0		
					D-08	8.45~9.00							
					SPT 10	9.00~9.45	1	0	0	0	0		
10					D-09	9.45~10.00							
	Clay	20.0			SPT 11	10.00~10.45	1	1	0	0	1		Soft clay, greyish green to brown color
					D-10	10.45~11.00							
					SPT 12	11.00~11.45	1	1	0	0	1		
12					D-11	11.45~12.00							
					SPT 13	12.00~12.45	1	1	0	0	1		
					SPT 14	13.00~13.45	1	1	1	0	2		
14					SPT 15	14.00~14.45	1	0	0	0	0		
					SPT 16	15.00~15.45	1	0	0	0	0		
16					SPT 17	16.00~16.45	0	0	0	0	0		
					SPT 18	17.00~17.45	0	0	0	0	0		
18					SPT 19	18.00~12.45	0	0	0	0	0		Soft clay, greyish green to brown color
					SPT 20	19.00~19.45	0	0	0	0	0		
20					SPT 21	20.00~20.45	1	1	0	0	1		
	Clay				SPT 22	21.00~21.45	1	1	0	0	1		
22					SPT 23	22.00~22.45	1	1	0	0	1		
	Clay	3.5			SPT 24	23.00~23.45	1	1	0	0	1		Soft clay, mix thin sand greyish brown color
24					SPT 25	24.00~24.45	1	1	1	0	2		
			24.5										
					SPT 26	25.00~25.45	1	1	0	0	1		
26					SPT 27	26.00~26.45	1	1	0	0	1		
	Clay				SPT 28	27.00~27.45	1	1	1	4	6		Clay mix sand, soft plastical, greyish brown color
		5.3											
28					SPT 29	28.00~28.45	1	1	1	0	2		
					SPT 30	29.00~29.45	1	1	1	1	3		
			29.8										
30					SPT 31	30.00~30.45	2	5	6	6	17		
	Sand	1.65											Sand, grain size, dense, grey to brown color
			31.45		SPT 32	31.00~31.45	4	5	5	6	16		

図 3-2 土質柱状図(Binh Chanh site)

②**Tien Giang site**（チョーガオ運河）土質柱状図

Borehole log Page:01./1.

Co-ordinate	N: 104139.2 E: 1063439.8		
Project	Mekong Delta Transport Infrastructure Development Project	Bore hole: BH 02	
Location	Tân Nhựt Commune, Binh Chanh District, HCM city	Elevation (m)	
Company	Fukken&Minami Consultant Co., Ltd.	Depth of ground water (m): 0.5	
Site Engineer and Signature	Ngo Thanh Long	Date start Sep/10th/2015	Drilled depth (m): 12.9
Supevisor and Signature	Ha Tuan Danh	Date finish Sep /10th/2015	Chainage (m)

Scale	Layer	Thickness (m)	Depth (m)	Elevation (m)	Sample and Standard Penetration Test Symbol	Depth (m)	SPT Value	Stratigraphy	Description
0	Sand	1.0	0.0 / 1.0						Residual soil & organic
2	Clay	12.0			UD-01	1.00~1.45			Soft clay, greyish green to brown color
					UD-02	2.00~2.75			
4					UD-03	3.00~3.85			
					UD-04	4.00~4.85			
6					UD-05	5.00~5.80			Soft clay, greyish green to brown color
					UD-06	6.00~6.85			
8					UD-07	7.00~7.85			
					UD-08	8.00~8.80			
10					UD-09	9.00~9.85			Soft clay, greyish green to brown color
					UD-10	10.00~10.80			
12					UD-11	11.00~11.55			
			12.9		UD-12	12.00~12.90			

図 3-3 土質柱状図（Tien Giang site）

（イ）土質試験：室内（物理的試験）

上記の土質調査によるサンプリングデータと標準貫入試験の結果より、粘土の N 値≦11、砂質土の N 値≦15（一部において N 値＝17 があったが、連続していないので問題はない）であったので、MITS 工法が施工できる適用範囲である。

また、各種土質試験をした結果より、平均含水比は 59%、平均湿潤密度は 1.62g/m^3 であり、日本の粘土と比べると、含水比が低いが、概ね日本と同じ土質特性を持つ粘土といえる。さらに、土のコンシステンシー（粘性土の含水分によるやわらかさ）より、場所が違ってもメコンデルタの土は地盤改良において同じ特性を持つ緩い粘土と考えられる。

これらの事柄から、PMU-W より提供された現場での配合試験は、実施工において、メコンデルタ地域への適合性を判断する目安になるといえる。

（ウ） 土質試験：室内（化学的試験）

土質特性において、メコンデルタの土は日本の土と似ていると確認できたが、MITS 工法を含む地盤改良工法はセメントの水和反応によって原地盤を固化させる原理であることと、日本では一般的な土への添加剤（分散剤、遅延剤等の高分子ポリマー）との相性も確認するため、土の化学的性質も確認した。なお、これらの各試験はベトナム国基準の試験方法で実施した。

・pH値：8.4～8.8　中性値を示した。
・強熱減量試験：5.0～9.3%　有機物質（草木他の腐食物）の混入は少ない。
・六価クロム溶出試験：ベトナム規制値(0.05mg/L)以下を確認した。
・水溶性成分試験：(－)イオンである塩化物(Cl-)及び、硫化物(SO4-)は一般的な数値であったが、(＋)イオンであるナトリウム(Na)、カリウム(K)は日本で影響がないといわれる基準値0.02%の約5～10倍であり、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)に至っては24～44倍の値であった。

土中の(+)イオン値が高い場合、セメントミルク等懸濁液（水を含む）を注入しながら粘土に圧力を掛ける（機械式攪拌・混練）と土粒子同士の粘着力による体積膨張（ダイレイタンシー現象）が発生し、攪拌不足が発生する可能性がある。

そこで、粘土の粘着力を確認するパラメーターとして、土の電気伝導率試験を実施し、117、307ms/m の値を確認した。

日本の代表的な電気伝導率と当調査における電気伝導率を下表に示す。

表 3-3 日本の代表的な電気伝導率とメコンデルタにおける電気伝導率

土質	ローム	有機質粘土	沖積粘土	メコンデルタ土
採取地	東京	横浜市	佐賀有明湾	
電気伝導率 (ms/m)	14.7	20.2	300	117～307

出典：JICA調査団作成

上表より、日本において特殊とされる佐賀有明湾の粘土と、メコンデルタの粘土は、ほぼ同じ数値であることを確認した。MITS 工法は佐賀有明湾の粘土仕様として開発された工法であるため、性状が良く似ているメコンデルタ土にも適合性が高いと考えられるが、実際の強度は、実証試験で確認する必要がある。

（エ）水質試験：室内（化学的試験）

日本において地盤改良工事で使用される水は水道水が推奨されている。しかしながら、ベトナムではメコン川河川水を使用することが一般であるため、水質試験を実施し、下記の内容を確認した。

・セメントとの混練に不具合なものが含まれていない。
・塩化物など、施工機械に腐食を発生するものが含まれていない。
・大腸菌など、作業員の健康に害を与えるものが含まれていない。

水質試験結果より、塩化物（CL-）の含有量は多いものの pH は 7.4～7.8 であり、塩化物による影響は少ないと確認した。また、大腸菌数も問題なく、MITS 工法作業員への影響は少ないと確認した。

（オ）配合試験（セメントスラリーの特性確認）

原位置土にセメントミルクを混ぜ合わせたセメントスラリーの特性を確認するために、テーブルフロー試験（T.F.試験）及び、ブリージング率試験を実施した。

T.F.試験は、地盤改良工においてセメントスラリー内に鋼材等を貫入する連続壁工事等で、セメントスラリーが均一に混練されている事を確認するパラメータとして実施される試験であり、一般に T.F.値 が 150mm 以上で均一に混練されていると判断される。

当初、MITS 工法協会の技術資料に定められた配合を実施した際、T.F.値は 100mm 強の値しか確認できす、下記の左写真のように見た目は良く混練されているがセメントスラリーが硬く、試験器に詰め込む際、空隙等が発生し満足する試験が実施できなかったため、水の注入量を追加し T.F.試験を実施した。

一軸圧縮強さは、正確な室内試験より推定値を求めることができるが、水の添加量増加は一軸圧縮強さに影響を与えるため、最も水添加量の多い配合「セメント：200kg、水セメント比：222%」セメントスラリーの T.F.値が 150mm となるように水追加添加量を繰り返し求め、W=255kg/m^3 を追加する最低水添加量と定め、配合試験を実施した。

下に T.F.値＝150mm の試験状況写真を示す。

写真 3-16 T.F.値≒100mm の試験状況

写真 3-17 T.F.値≒150mm の試験状況

次頁に T.F.試験結果グラフを示す。

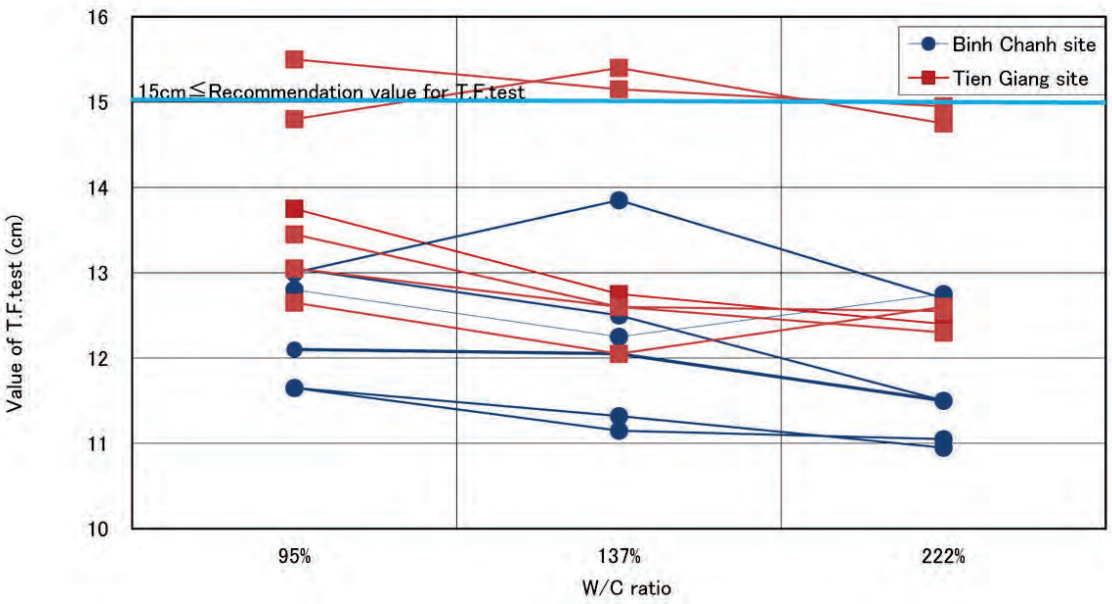


図 3-4 T.F.試験結果

MITS 工法は機械式攪拌と中圧ジェットのふたつの混練方法を併合し、少ない注入量で効率よく混合攪拌する工法であるため、土粒子の粘着力が高いメコンデルタ土に対しても適合性は高いと考えられる。本事項については、実証試験において実施する改良体を採取し確認したいと考える。

ブリージング率試験は、セメントスラリーの材料分離を確認する試験であり、材料分離を発生しない一般規格値は Br＜3% とされている。

ブリージング率試験結果は、全て 0.0%で満足する値であった。

（カ）配合試験（一軸圧縮試験）

一軸圧縮試験の結果を下に示す。

Result of unconfined compression test

Site	Position	Mixture			Unconfined Compression strength (kPa)		Physical characteristics			Bulk density of Test-piece $\gamma w (g/cm^3)$
		Cement (kg)	W/C (%)	Add 255 liters of Water W/C'(%)	σ 7	σ 28	Elongation percentage σ 28/ σ 7	Strain at failure e (%)	Secant modulus E_{50}	
Binh Chanh District	1 Upper	100	222	477	121.5	193.0	1.59	1.76	282.59	1.50
		150	137	307	248.4	449.7	1.82	2.19	400.73	1.54
		200	95	223	314.4	588.6	1.88	2.60	485.18	1.58
	2 Middle	100	222	477	93.7	186.0	1.99	2.01	215.16	1.52
		150	137	307	195.9	376.2	1.93	2.76	313.30	1.57
		200	95	223	295.0	512.7	1.74	2.75	396.89	1.58
	3 Lower	100	222	477	106.8	204.2	1.92	1.68	160.07	1.44
		150	137	307	239.3	480.6	2.01	2.08	362.24	1.46
		200	95	223	328.0	556.5	1.70	2.19	502.31	1.49
	4 Upper	100	222	477	146.9	206.5	1.41	2.36	150.34	1.39
		150	137	307	228.8	449.4	1.97	2.52	381.57	1.41
		200	95	223	354.0	516.6	1.46	2.02	603.20	1.45
	5 Middle	100	222	477	119.0	202.6	1.71	2.69	529.20	1.45
		150	137	307	226.6	313.9	1.39	2.35	420.24	1.41
		200	95	223	348.3	495.5	1.43	2.79	299.77	1.40
	6 Lower	100	222	477	137.8	189.1	1.38	2.21	142.92	1.39
		150	137	307	257.9	438.4	1.70	2.36	327.06	1.42
		200	95	223	360.1	651.3	1.81	2.83	542.43	1.44
Cho Gao District	1 Upper	100	222	477	100.3	178.1	1.78	1.53	181.56	1.47
		150	137	307	206.7	396.7	1.92	2.45	370.64	1.49
		200	95	223	310.2	503.7	1.63	1.76	493.29	1.52
	2 Middle	100	222	477	106.8	175.4	1.65	1.82	176.60	1.47
		150	137	307	175.0	265.8	1.52	2.03	362.13	1.50
		200	95	223	283.3	447.2	1.58	2.70	401.71	1.51
	3 Lower	100	222	477	93.1	201.7	2.17	1.78	201.42	1.53
		150	137	307	221.3	459.9	2.08	1.81	269.08	1.56
		200	95	223	376.6	620.2	1.65	2.42	346.37	1.55
	4 Upper	100	222	477	105.3	171.7	1.64	2.10	162.49	1.48
		150	137	307	202.9	356.8	1.76	1.76	468.99	1.51
		200	95	223	327.2	531.0	1.63	2.20	587.66	1.54
	5 Middle	100	222	477	88.8	161.5	1.82	1.91	721.13	1.53
		150	137	307	135.4	242.2	1.79	2.13	516.47	1.49
		200	95	223	288.7	456.0	1.58	2.16	331.23	1.47
	6 Lower	100	222	477	130.9	197.0	1.51	1.73	211.78	1.51
		150	137	307	223.2	391.1	1.76	2.34	385.31	1.51
		200	95	223	372.0	586.8	1.58	2.41	606.00	1.69

当初の計画において、一軸圧縮強さの基準値を quf=400kPa（良く締まった土 200kPa×安全率 2＝400kPa）と設定した。配合（セメント 200kg/m^3、水セメント比 223%）において、この基準値 quf=400kPa を全て満足する結果を得た。

次に、一軸圧縮強さと変形係数及び、破壊ひずみとの関係を下図に示す。

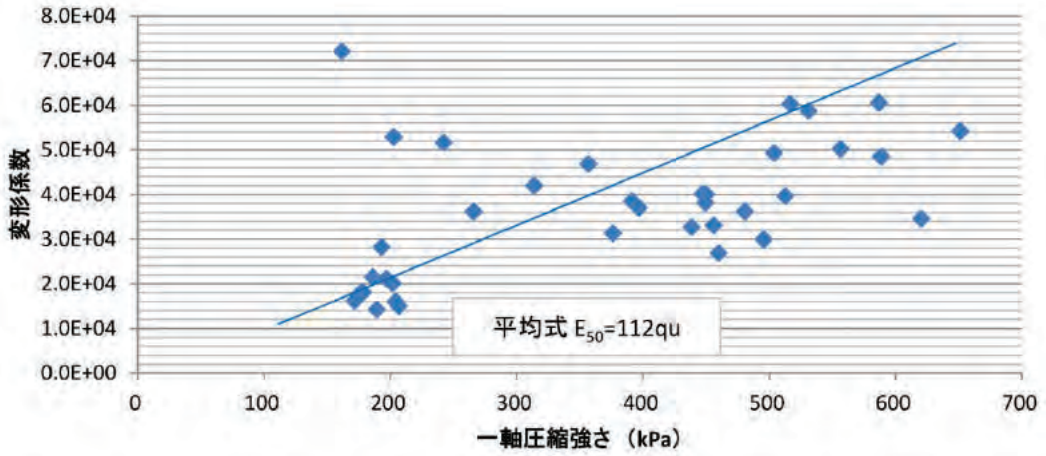


図 3-5 一軸圧縮強さと変形係数の関係

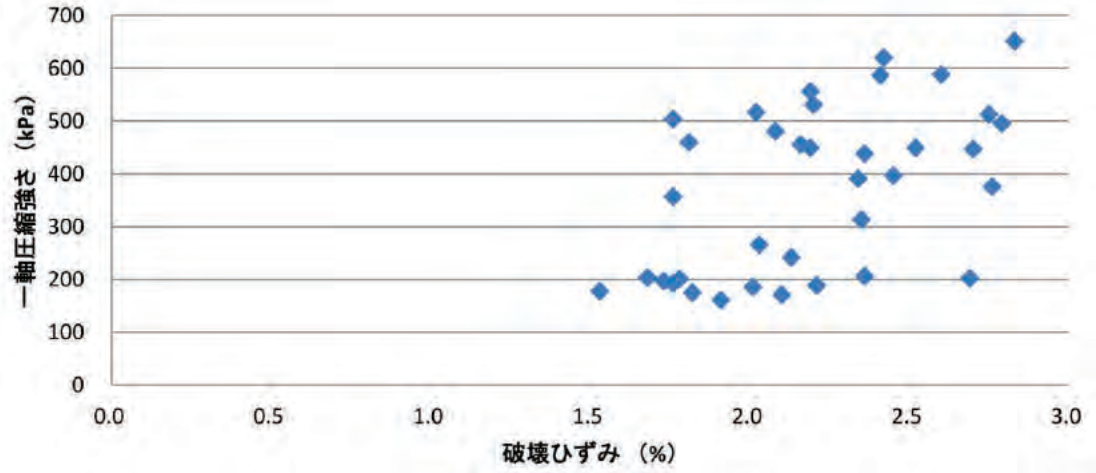


図 3-6 一軸圧縮強さと破壊ひずみ数の関係

上段の図は、一軸圧縮強さと変形係数の関係について 4 週材令の試験結果をもとにまとめたものであり、相関式として E50 = 112 qu の関係が得られる。材料学会によれば、セメント系固化材を用いた場合の相関として、E50 = (130～300) qu が報告されており、一軸圧縮強さと変形係数は直線的な比例関係にあるとされている。

下段の図は一軸圧縮強さと破壊ひずみの関係について示したものである。これによると、破壊ひずみは概ね 1.5～2.8%の間となっており、一般的な破壊ひずみ範囲にあるといえる。

これらのことから、メコンデルタ土のセメント系地盤改良体は、日本で実証・報告されている改良体と概ね同じ品質と考えられる。ただし、変形係数については、ばらつきが多く、その原因に土質試験（化学試験）によって確認した土粒子同士の粘着力による体積膨張が考えられるが、現段階では、試験数が少ないため、今後の動向を注視することとする。

（キ） 配合試験（六価クロム溶出試験）

六価クロム溶出試験は、一軸圧縮試験（材令 7 日）で使用した供試体を用いて実施し、日本での規制値 0.05mg/L 未満を確認した。

（ク）調査のまとめ

項目	試験結果	MITS 工法との適合性
ボーリング調査	・粘性土で N 値は 5 以下	MITS 工法の適応範囲である。
土質試験（物理的）	・平均湿潤密度　1.62g/cm^3 ・平均含水比　59%	概ね、日本と同じ土質特性を持ち、更に採取した土のコンテステンシーが全て似通っていることより、1 カ所の実証試験でメコンデルタ地域の適合性を判断する目安と考えられる。
土質試験（化学的）	・pH：8.4～8.8 ・強熱減量：5.0～9.3%、有機質の含有率は想定より低い ・六価クロム溶出：規制値以下 ・水溶性成分：高い(+)イオン、土粒子間の粘着力が非常に高い ・電気伝導率：117～307ms/m、佐賀県有明粘土と同じ測定値	メコンデルタ土と佐賀県有明粘土は化学的特性が良く似ている事を確認した。 佐賀県有明粘土専用地盤改良機として誕生した MITS 工法の適合性は非常に高いと考えられる。
水質試験（化学的）	・pH：7.4～7.8 ・水溶性成分：塩化物(CL-)は多いがその他は標準的な値であった。 ・大腸菌数：問題なし	使用材料への影響は少ない。また、機械の腐食への影響も少ない。大腸菌数より作業員の衛生にも問題は少ない。 よって、適合性は高いと考える。
配合試験（特性）	・セメントミルクの添加量とセメントスラリーの品質(混ざり易さ）は関連しない。注入量より土質(粘着力)の影響が高いと考えられる。 ・ブリージング率は全て 0.0。	MITS 工法は機械式攪拌と中圧ジェットのふたつの混練方法を併合し、少ない注入量で効率よく混合攪拌する国内実績が多い工法なので、他工法よりも適合性は非常に高いと考えられる。
配合試験（一軸圧縮試験）	・セメント添加量 200kg/m^3、W/C=223%の配合全てで満足する結果を得た。 ・変形係数、破壊ひずみより、セメント固化以外に圧縮強さを増す要因がある。	MITS 工法技術資料に記載されている標準配合「改良径と添加量と水セメント比の関係表」の範囲内に試験結果が入っていることより、改良体の品質は確保され、適合性は高いと考えられる。
配合試験（六価クロム）	・0.05mg/L 未満＜0.05mg/L を確認	環境に問題なし。

メコンデルタ土は、日本の粘土と特性は良く似ていたが、成分において土粒子が非常に高い粘着力で構成されており、非常に鋭敏な土である事が含有イオン及び、電気伝導率試験より確認された。

また、配合試験を実施した結果、セメント量を増やせば強度は一定に増えるが、土の混ざりやすさ（T.F.値）には影響しなかった事から、メコンデルタ土の地盤改良において、日本での実績以上に、土の特性が地盤改良の品質に影響を与えることが確認できた。

高い粘着力を持つメコンデルタ土での一般的な地盤改良対処方法を下記に示す。

①二つの掘削方式で土粒子の粘着力を遮断する。・・・MITS 工法

②薬液（分散剤）で、土粒子の粘着力を遮断する。・・・非常に高価

③攪拌回転数を増やす。・・・施工時間が増えるため、工期と単価が増加

上記三点の中で、最も経済的な工法は①の MITS 工法となる。

計画当初、MITS 工法は仮設計画などの減少と、それに伴う高い経済性をベトナム国へのメリットと考えていたが、案件化調査の土質試験～配合試験の結果により、日本では特殊土と分類される佐賀有明粘土に似た高い粘着力を持つメコンデルタ土の改良品質においても最も安価で確実な品質を確保できると考えるに至った。

この考えを実証するために、ベトナム国メコンデルタ土で試験施工を実施し、メコンデルタ地域における MITS 工法の優位性を証明することが必要である。

⑶ MITS 工法を採用した際の有効性の検証

ア 検証内容

①HCM 郊外　河川改修現場、ミトー市

河川改修現場は、地盤改良工法として CDM 工法を採用する計画となっていた。しかし、一般道から現場までは民家が密集しており、現道幅も狭いことから、工事用道路が必要とされていた。また、護岸工事を実施する場所にも民家が連担し、施工時には用地買収、民家の移設が計画されていた。したがって、施工を実施するまでに、用地買収等の費用、民家撤去時間を要し、施工に着手できない状況にある。

本検証では、CDM 工法では地盤改良工法の対応が困難であることから、MITS 工法を活用することにより、工事用道路の低減、用地買収面積の縮小、用地買収、民家撤去時間の短縮等で有効であることが見込まれことから、施工性、経済性、工期等の事業に関する比較検討を実施し、MITS 工法を採用した際の有効性を確認した。

イ 検証結果

①HCM 郊外　河川改修現場において、設計図書を基に、下図の断面図のように CDM 工法と MITS 工法が最も経済的に施工できる計画を建て、比較検討を行った。

なお、下図の CDM 工法において河川側からの施工も検討したが、水上用 CDM 工法機は大型であり現場まで到達できないことから、CDM 工法機の中では最も小さい 12ton クラスで陸上施工する計画とした。

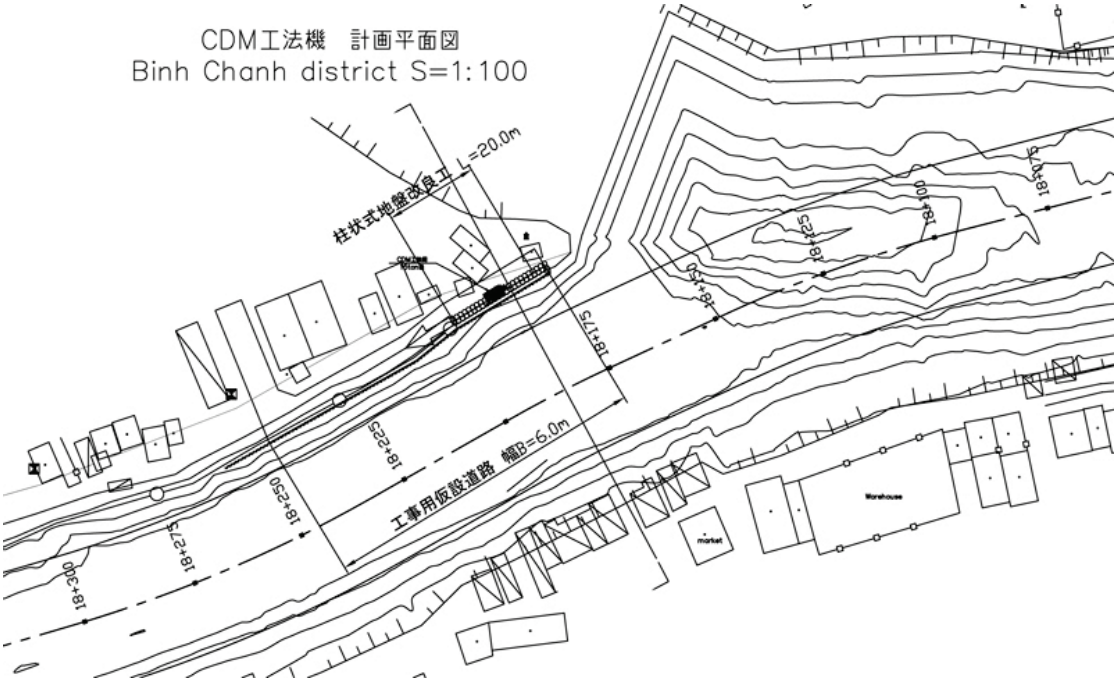


図 3-7 CDM 工法 計画平面図

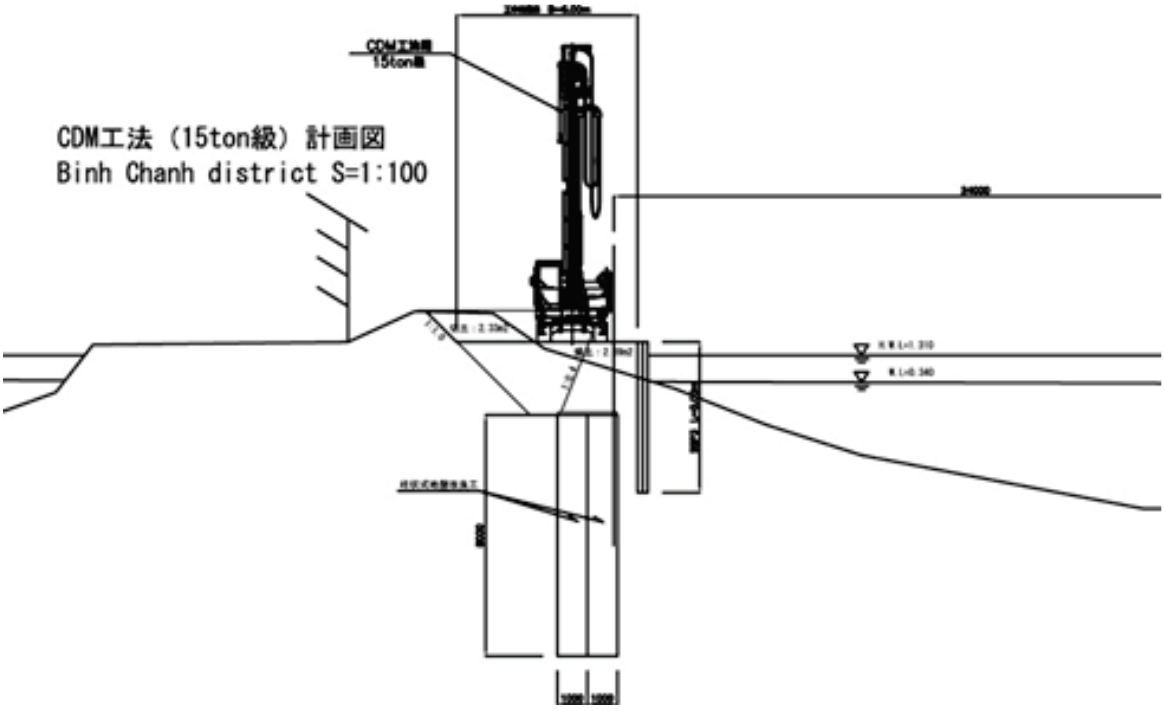


図 3-8 CDM 工法 計画断面図

MITS 工法については、ベースマシーンから施工箇所までの作業半径が r≒7m あり懐が広いことと、作業足場（台船）が水平でなくても施工できることより、下図のように水上施工を実施する計画とした。

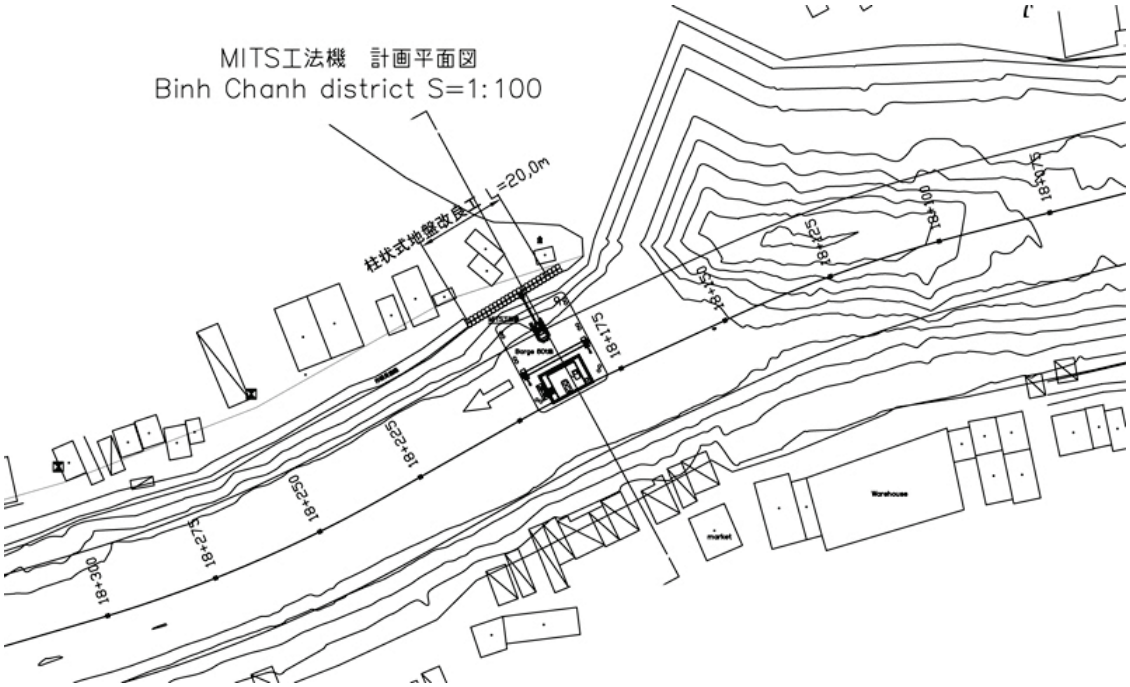


図 3-9 MITS 工法 計画平面図

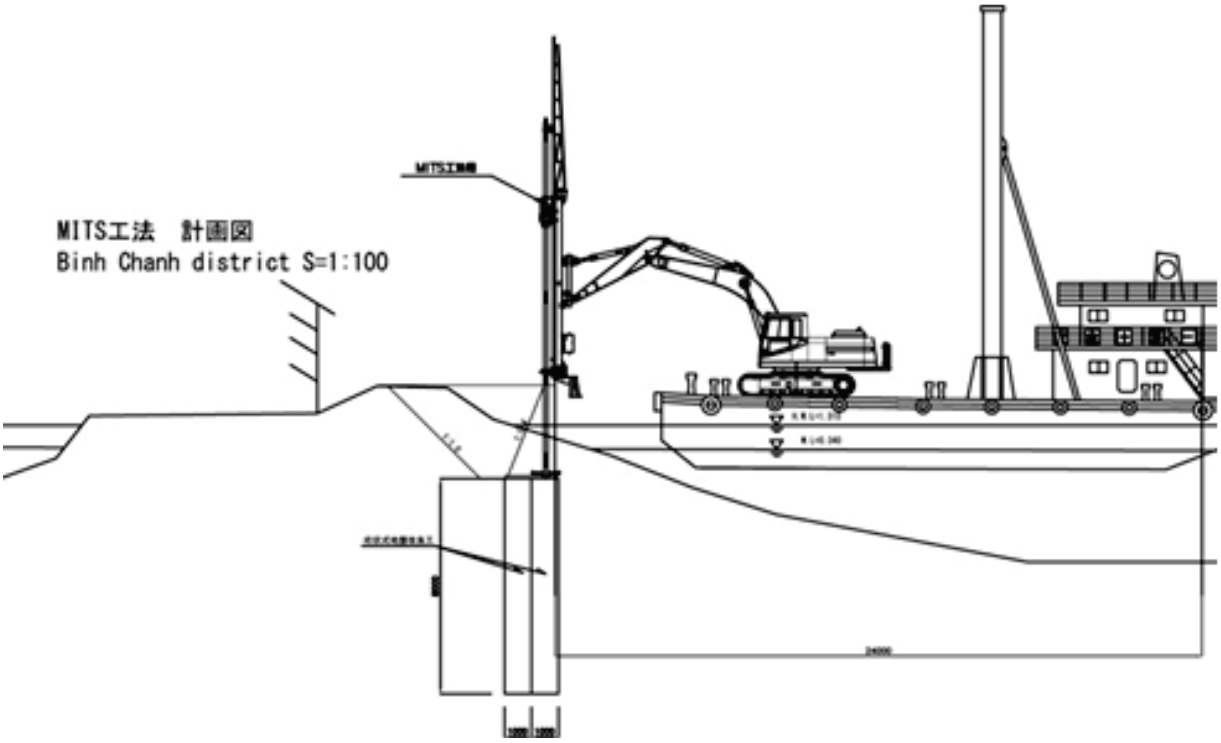


図 3-10 MITS 工法 計画断面図

なお、当現場の地盤改良における PMU-W の発注距離は数 km に及ぶことから、ボーリングによる事前調査を実施した箇所を起点に 20m 区間をパラメーターとして比較検討を行った。

また、両工法機のサイズが似通ったもので比較検討したため、組立解体費及び運搬費は比較の対象から外した。

次表に比較検討した内容を示す。

表 3-4　MITS 工法と CDM 工法との対比表 （施工区間 L=20m 当り）

検証項目	MITS 工法	CDM 工法	判定
経済性	工事費(計)　**2,634,000** 円 直接工事費 2,634,000 円 (MITS)2,036,430 円 (台船)　597,570 円 共通仮設費　0 円	工事費(計)　**3,140,000** 円 直接工事費 2,035,000 円 (CDM)2,035,000 円 共通仮設費 1,105,000 円 工事用道路作成 (鋼矢板)861,000 円 (土工)　244,000 円	同サイズの工法機を使用したので、地盤改良費はほぼ同額。 水上施工より工事用道路の費用が高い。
工期	作業日数：3.2 日 水上施工なので、民家立ち退きなどの工程が停滞する恐れが無い。	作業日数：7.7 日 (CDM 工法)　3.7 日 (鋼矢板)　2.0 日 (土工)　2.0 日	地盤改良の工程に差はほとんど無いが、全体では約半分の工期で施工できる。
施工性	河川側の台船より施工できるので周辺地域への影響も少なく、施工性は良い。 また、密集地での第三者災害の防止に繋がる。	工法機が旋回できる最小幅 B=6m で工事用道路を設定している。また、民地と隣り合わせで施工するため、施工性は厳しい。	水上施工となる MITS 工法は、周辺地域から受ける影響が少ない。 また、作業足場の安定性も検討しなくて良いので施工性は良い。
その他	・地盤改良した後で作成できる工事用道路は、堅固であり安全性も向上する。 ・少ない用地買収で済む。 ・周辺地域や他の工程に影響されず、すぐ施工できるため即応性、機動力が高い。	・工事用道路を作成するために土留工（鋼矢板）を施工せねばならず、その費用と共に工事日数も増える。 ・プラント設備ヤードが別途、必要。	民家の密集地及び狭隘地の影響を受けない。

出典：JICA 調査団作成

注：経済性、工期における根拠は巻末に添付する資料を参照

当現場は、民家の密集した狭隘地及び、狭い河川であることより、施工能率は MITS 工法と同様に地盤改良単価の高い最小サイズの CDM 工法機と比較検討を実施した。

この場合、MITS 工法機の共通仮設費が安いメリットが薄まり、経済性で不利となるが、結果、それでも工事費において共通仮設費（工事用道路）から、経済性が約 20%優れることが確認された。

(4) 本邦受入活動による MITS 工法の実施工の紹介

ア 本邦受入活動の目的

案件化調査では、①ODA 事業での MITS 工法実施箇所の選定調査、②土質調査及び室内配合試験調査、③MITS 工法を採用した際の有効性の検証を行うこととしている。

カウンターパートである PMU-W を始め、関係機関には、ビデオ、パンフレット等で MITS 工法を説明し、工法に関する理解は得ているが、更なる理解を深めることを目的として、実際の施工現場を見学、本邦の MITS 工法協会や学識者等と意見交換等からなる本邦受入活動を実施した。

イ 本邦受入活動

（ア）本邦受入活動の日程

日　　時：2015 年 12 月 1 日～12 月 3 日

場　　所：佐賀県　MITS 工法現場（佐賀県小城市牛津町下砥川）

香川県　株式会社村上組

香川県　香川県庁

詳細予定表：

月日	時	内容
11月 30日	18:00 ～ 21:00	PMU-W：バオ副社長、ハ技術部長、PMU-8：クィン班長、(通訳)トン、ホーチミンからハノイへ移動。
	21:30 ～ 1:00	ハノイ、ノイバイ空港に集合～出国手続き　MOT:ハ科学技術院局長、NUCE：チュン学部長、IBST：コアリーダー
12月　1日	1:00 ～ 7:30	ハノイ、ノイバイ空港～日本、福岡空港　へ出発　（ベトナム航空：VN356便）
	7:30 ～ 8:00	福岡空港国際ターミナル到着　～　入国審査
	8:00 ～ 10:00	福岡空港国際ターミナル　～　佐賀県MITS工法現場（佐賀県小城市牛津町下砥川）へ移動。
	10:00 ～ 11:00	現場見学会（佐賀県小城市牛津町下砥川）
	11:00 ～ 13:00	移動～MITS工法協会との懇親会（佐賀大学、三浦名誉教授講演）～食事会
	13:00 ～ 15:00	佐賀県小城市～久留米JR駅　へ移動
	15:30 ～ 18:00	新幹線で　福岡県久留米市～岡山県岡山市　へ移動
	18:00 ～ 19:00	ホテルにチェックイン
	19:00 ～	食事懇親会
12月　2日	8:30 ～ 10:30	岡山市～香川県高松市　へ移動　（瀬戸大橋見学）
	10:30 ～ 11:30	(株)村上組　訪問及び会社説明
	11:30 ～ 11:40	香川県県知事表敬訪問
	11:40 ～ 13:00	食事会
	13:00 ～ 17:30	香川県高松市　～大阪府泉佐野市　へ移動
	17:30 ～ 18:00	ホテルにチェックイン
	18:00 ～ 19:00	意見討論会（案件化調査、普及実証についての意見交換）
	19:00 ～ 20:30	食事懇親会
12月　3日	8:30 ～	ホテルチェックアウト～出国手続き
	10:30 ～	関西空港　～　ハノイ（VN331便）、ホーチミン（VN321便）で帰国（14時頃到着：ベトナム時間）
		※国内団員は、9時半頃出国ゲートで見送り後に解散。

（イ）本邦受入活動の出席者

招へい人

	氏名	役職名	事業所名
1	HOANG HA ホア ハ	局長	Ministry of Transport (MOT) Department of Science Technology 交通運輸省 科学技術院
2	LE THIET TRUNG リ ティ チュン	学部長	National University of Civil Enginnering ハノイ国立土木技術大学 兼、建設科学技術研究所(IBST)所長
3	TRAN QUOC BAO トラン クォック バオ	副社長	Project Management Unit Of Waterways (PMU-W) 内陸水路局 水路事業管理委員会
4	HOANG NAM HA ホア ナム ハ	技術部長	Project Management Unit Of Waterways (PMU-W) 内陸水路局 水路事業管理委員会
5	NGUYEN VAN QUYNH グエン バン クィン	班長	Project Management Unit for Road of Vietnam (PMU-8) 道路総局 道路事業管理委員会
6	VU DANG KHOA ブ ダン コア	地盤改良チームリーダー	Vietnam Institute for Building and Technoligy (IBST) 建設科学技術研究所

独立行政法人国際協力機構（JICA）

7	藤原 一正 ふじわら かずまさ	当案件化調査 担当者	独立行政法人 国際協力機構（JICA本部）国内事業部 中小企業支援調査課
8	高橋 政俊 たかはし まさとし	支部長	独立行政法人 国際協力機構 四国支部（JICA四国）
9	高井 正夫 たかい まさお	中小企業海外展開支援担当	独立行政法人 国際協力機構 四国支部（JICA四国）
10	有江 由貴 ありえ ゆき	中小企業海外展開支援担当	独立行政法人 国際協力機構 四国支部（JICA四国）

株式会社 村上組

11	村上 博信 むらかみ ひろのぶ	代表取締役	株式会社 村上組
12	村上 周作 むらかみ しゅうさく	取締役執行役員	株式会社 村上組
13	村上 直樹 むらかみ なおき	海外事業部長	株式会社 村上組
14	石井 利夫 いしい としお	東京支店 次長	株式会社 村上組
15	PHAM KIM TUAN ファン キム トン	（通訳） 社長	Tuankhai Services And Trading Company Limited:トンカイサービス社

株式会社オリエンタルコンサルタンツ

16	中嶋 一雄 なかじま かずお	事業本部 海外事業部 副事業部長	(株)オリエンタルコンサルタンツ
17	グエン タン ティン	（技術兼、通訳） 海外事業部	(株)オリエンタルコンサルタンツ

MITS工法協会

18	牧薗 博文 まきぞの ひろふみ	代表取締役 社長	株式会社 富士建
19	谷口 利明 たにぐち としあき	営業部課長	株式会社 富士建
20	田中 法夫 たなか のりお	常務取締役	株式会社KGフローテクノ

佐賀大学

21	三浦 哲彦 みうら のりひこ	名誉教授	国立 佐賀大学 軟弱地盤研究所 所長

（ウ）施工現場見学資料

工 事 名　道整交金　第1130339-001号
江北芦刈線道路整備交付金工事(道路改良工)

現場見学会資料

工　期　自　平成　27年 9月 2日
至　平成　28年 3月15日

施 工 者　㈱ 中野建設

位 置 図

工事概要

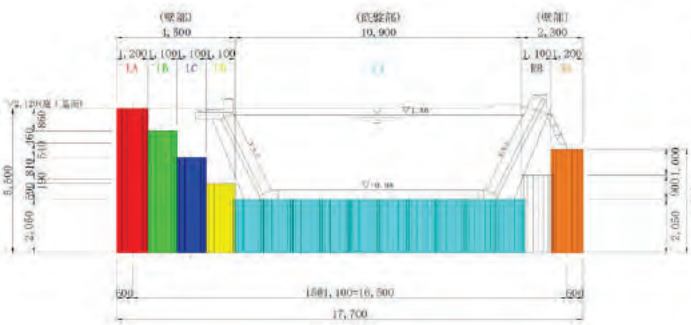
道路土工　（掘削工　埋戻工　盛土工　路体盛土　残土処理）

地盤改良工　杭長2.05m*672本　杭長5.5m*70本　杭長4.64m*70本　杭長3.64m*70本
杭長2.64m*70本　杭長3.95m*63本　杭長2.95m*63本　計1078本

水路工　積ブロック　427㎡　天端ｺﾝｸﾘｰﾄ59m　基礎ｺﾝｸﾘｰﾄ115m

付属施設工　階段工　4箇所

地盤改良工平面図（付替水路3号）11月30日時点　施工完了



付替水路3号地盤改良数量表

改良部	改良径	規格	単位	数量	総改良長	備考
底盤部	φ1200	空打長=3.15m 改良長=2.05m	本	672	1377.60 m	
壁面LA	φ1200	空打長=0.00m 改良長=5.50m	本	70	385.00 m	
壁面LB	φ1200	空打長=0.86m 改良長=4.64m	本	70	324.80 m	
壁面LC	φ1200	空打長=1.86m 改良長=3.64m	本	70	254.80 m	
壁面LD	φ1200	空打長=2.86m 改良長=2.64m	本	70	184.80 m	
壁面RA	φ1200	空打長=1.55m 改良長=3.95m	本	63	248.85 m	
壁面RB	φ1200	空打長=2.55m 改良長=2.95m	本	63	185.85 m	
		合計	本	1078	2961.70 m	
固化材		セメント系固化材	t	478.[illegible]	0.[illegible]t/m	

改良仕様

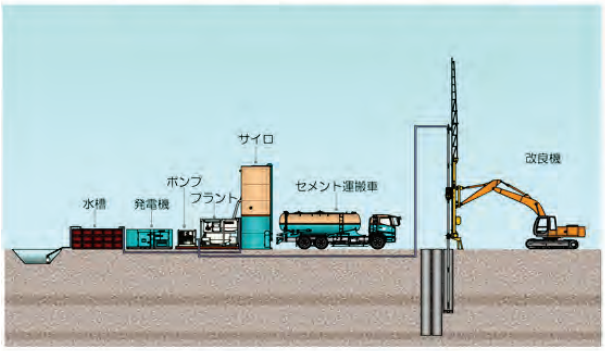
付替水路	工法	改良径	改良率	設計基準強度	固化材添加量
3号	深層混合処理工	φ1200mm	ap=88.2%	quck=600kN/m2	Q=120kg/m3

MITS工法
MIDDLE PRESSURE INJECTION TOTAL SYSTEM

CMSシステム Combination Mixing Sullury
セメントスラリーの中圧噴射と特殊攪拌翼併用の地盤改良工法

(財)先端技術センター
先端建設技術・技術審査証明事業
技審証第2301号 平成23年9月20日取得
NETIS QS-000013-V
設計比較対象技術

CMSシステム標準施工機械



CMSシステムの特徴

1．改良体の品質向上
攪拌翼の回転とスラリー中圧噴射により攪拌効率が向上し改良体の品質が向上

2．共回り現象の防止
スラリー中圧噴射による、土の破砕効果により、共回り現象を防ぐ事が可能

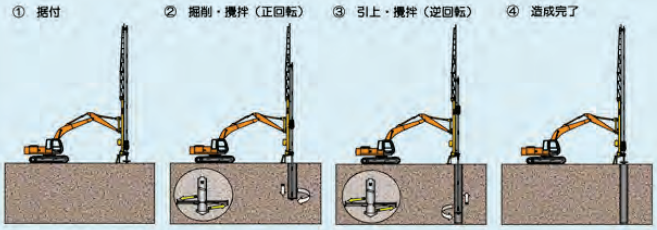
3．機動性・安全性の向上
改良機本体にバックホウを使用しているため、機動性・安全性が向上

4．施工性の向上
改良機のブーム・アームの稼働により段差施工などの特殊条件下での施工が可能

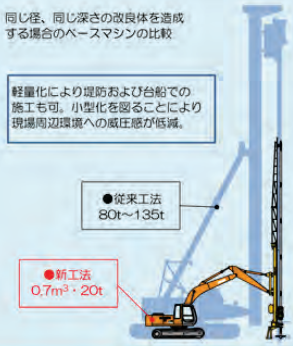
CMSシステム標準仕様

改良対象地盤	粘性土地盤　N値≦10 砂質土地盤　N値≦15 （上記は標準施工時）
改良径	500㎜～1,600㎜
最大打設長	23m
スラリー噴射圧力	20MPa未満

CMSシステム標準施工手順



従来工法との比較

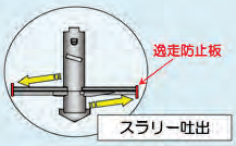


CMSシステムの特殊攪拌翼

CMSシステム特殊攪拌翼

CMSシステム噴射状況

セメントスラリーは、ロッドに取り付けられた超硬ノズルより攪拌翼端部に装着されている逸走防止板に向けて噴射されスラリーの逸走防止を図ると共に噴射エネルギーにより攪拌混合効率の向上、及び改良土の流動性向上により、盛り上がり土の排出促進効果が期待でき、周辺地盤の変位低減を図ることが可能です。



攪拌混合効率の向上
改良時間の短縮が可能
スラリー中圧噴射により土粒子を細かく分散することが可能であり、混合効率の向上・改良時間の短縮が図れる

共回り現象の防止
品質の向上
高粘性の土質では単軸攪拌翼の回転力のみで切削混合した場合、ロッド付近に切り残した粘土が集まり、攪拌翼が大きな団子状粘土にて覆われることを防ぐことが可能

攪拌トルクの低減
小さい機械で大きな改良径
スラリー中圧噴射により小型機械の攪拌トルク不足を補助する効果をもたらすことが図れ、大きな改良径の施工が可能

CMSシステム施工事例

施工状況

土止めおよび水路基礎

ボックスカルバート基礎

（エ）本邦受入活動の状況写真

写真 3-18 MITS 工法現場見学会

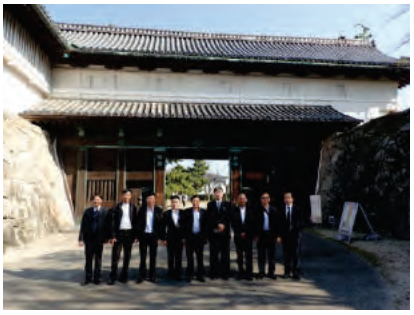


写真 3-19 土木構造物(佐賀城)見学

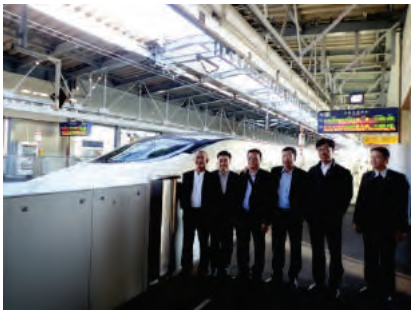


写真 3-20 高速鉄道見学・移動

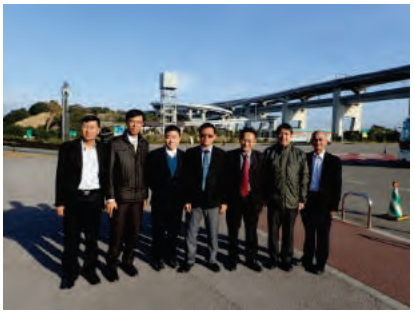


写真 3-21 土木構造物(瀬戸大橋)見学

写真 3-22 全体会議(村上組会議室)

写真 3-23 (株)村上組訪問

写真 3-24 香川県庁・県知事表敬訪問

写真 3-25 反省会・今後の活動協力願い

(5) セミナーの開催による MITS 工法の紹介

ア セミナー開催の目的

ベトナム国メコンデルタ地域での MITS 工法による地盤改良工法の優位性について、ご理解を深めていただくことを目的とする。

イ セミナーの概要

（ア）セミナーの日程

日時： 2015 年 12 月 22 日

場所： ハノイ土木技術大学

（イ）セミナーのプログラム

PROGRAM

14h00-14h30	Opening Greetings of the seminar starting by JICA, NUCE, MURAKAMIGUMI
14h30-15h00	Introduction of Mass Stabilization (Shallow mixing methods). ***Dr. Le Thiet Trung*** (GCEI, NUCE)
15h00-15h30	Application and development of the deep mixing methods in Vietnam. ***MSc. Dao Trieu Kim Cuong*** (TELICO, NUCE)
15h30-15h40	Tea break
15h40-16h10	MITS method (Middle Injection Total System): Advantages and application. ***Dr. Nguyen Trung Kien*** (TELICO)
16h10-16h40	Feasibility survey with the private sector for utilizing Japanese technologies. ***Mr. Naoki Murakami*** (MURAKAMIGUMI CO. LTD)
16h40-16h50	Question period
16h50-17h00	Closing Greetings of the seminar end by Association of MITS Method.

（ウ）セミナー資料

セミナー案内資料を下記に示す。

CO-ORGANIZED BY

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

NATIONAL UNIVERSITY OF CIVIL ENGINEERING, VIETNAM

AND

MURAKAMIGUMI LIMITED COMPANY

TECHNICAL LINK CONSTRUCTION JOINT STOCK COMPANY (TELICO)

GEOTECHNICAL & CONSTRUCTION ENGINEERING INSTITUTE (GCEI)

CONTACT
Ms. Bach Thu Ha
Geotechnical & Construction Engineering Institute
National University of Civil Engineering,
55, Giai Phong street, Hai Ba Trung district, Hanoi.
Tel: +84.4.3869.1876
Email: thuha.gcei@gmail.com

TECHNICAL SEMINAR FOR

SOIL CEMENT MIXING METHOD FOR GROUND IMPROVEMENT IN THE MEKONG DELTA REGION

INVITATION

We respectfully invite

---

to participate in

TECHNICAL SEMINAR FOR

SOIL CEMENT MIXING METHOD FOR GROUND IMPROVEMENT IN THE MEKONG DELTA REGION

Date: 22nd December 2015 (Tuesday)
Time: 2.00 pm – 5.00 pm
Venue: Lecture Hall - Building G3
National University of Civil Engineering
55, Giai Phong Street, Hai Ba Trung District
Hanoi, Vietnam

Your presence shall be our great pleasure !

National University of Civil Engineering

TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG

Assoc. Prof.Dr. Pham Duy Hoa
Rector

PROGRAM

14h00-14h30	Opening Greetings of the seminar starting by JICA, NUCE, MURAKAMIGUMI
14h30-15h00	Introduction of Mass Stabilization (Shallow mixing methods). ***Dr. Le Thiet Trung*** (GCEI, NUCE)
15h00-15h30	Application and development of the deep mixing methods in Vietnam. ***MSc. Dao Trieu Kim Cuong*** (TELICO, NUCE)
15h30-15h40	Tea break
15h40-16h10	MITS method (Middle Injection Total System): Advantages and application. ***Dr. Nguyen Trung Kien*** (TELICO)
16h10-16h40	Feasibility survey with the private sector for utilizing Japanese technologies. ***Mr. Naoki Murakami*** (MURAKAMIGUMI CO. LTD)
16h40-16h50	Question period
16h50-17h00	Closing Greetings of the seminar end by Association of MITS Method.

セミナーのうち発表者のプレゼンテーション資料については、別冊資料に示す。

1) Introduction of Mass Stabilization (Shallow mixing methods)
   - Dr. Le Thiet Tung (GCEI, NUCE)
2) Application and development of the deep mixing methods in Vietnam
   - MSc. Dao Trieu Kim Cuong (TELICO, NUCE)
3) MITS method (Middle Injection Total System): Advantages and application
   - Dr. Nguyen Trung Lien (TELICO)
4) Feasibility survey with the private sector for utilizing Japanese technologies
   - Mr.Naoki Murakami (Murakamigumi Co.ltd)

（エ）セミナーの状況（写真）

写真 3-26 National University of Civil Engineering 国立土木技術大学の講堂(会場)

写真 3-27 技術セミナー実施状況

写真 3-28 JICA Vietnam Office 増田次長挨拶(左)と村上組の発表(右)

(6) ビジネス展開を踏まえた他機関への MITS 工法の紹介

ア MITS 工法を紹介した他機関

MOT：ベトナム建設科学技術院（IBST）
PMU-8：道路総局 道路事業管理委員会
VEC：ベトナム高速道路投資開発公社
MPMU：海事総局　海事事業管理委員会
カントー市

イ MITS 工法の紹介資料

各政府機関へは JICA 案件化調査の概要資料にて説明をすると共に、MITS 工法のパンフレットにより工法紹介を実施した。

また、カントー市では、市内セメントメーカー主催によるカントー市地方政権関係者を筆頭とした地元有識者が集まる防災セミナーに招待され、MITS 工法及び案件化調査の紹介を行い、その様子は地元新聞及び NEWS 番組で紹介が行われた。

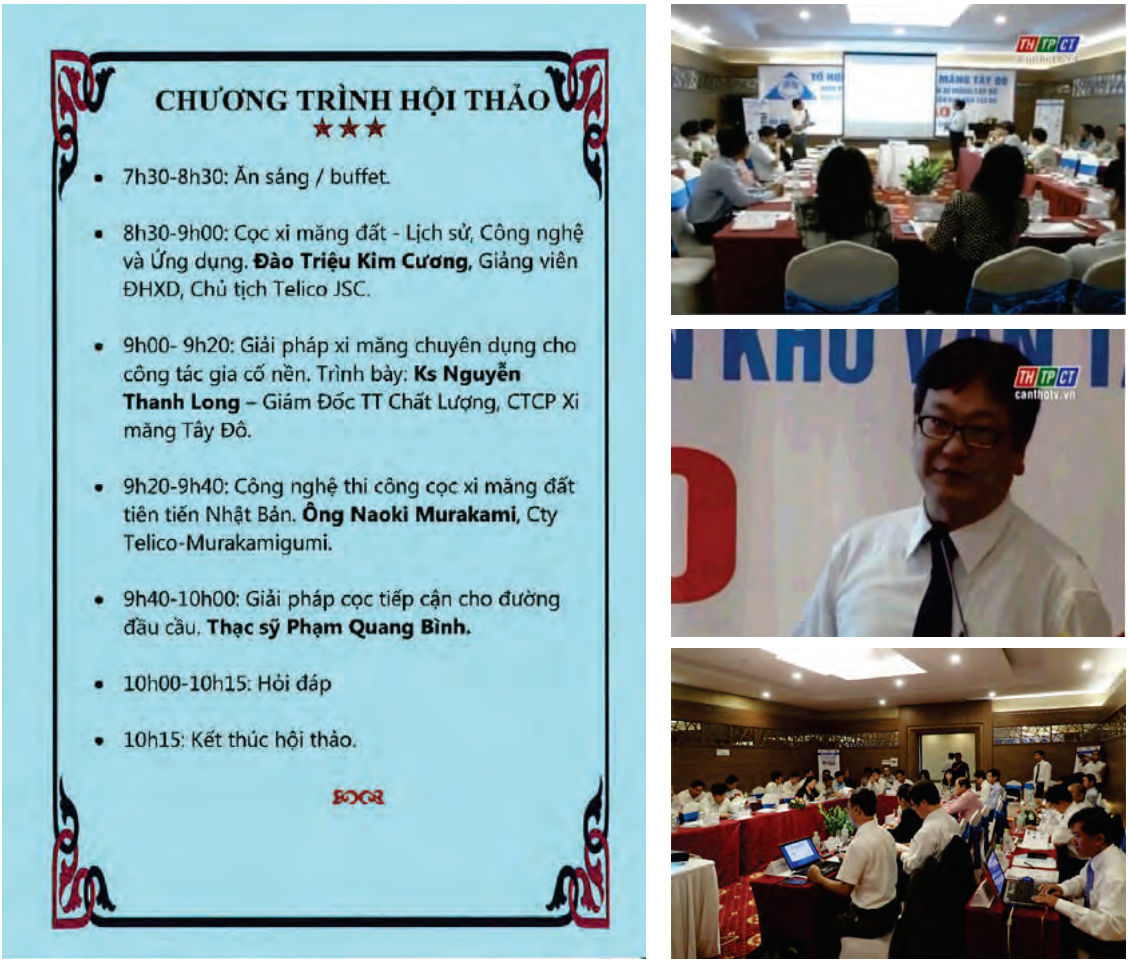


図 3-11 カントー市防災セミナーにおける MITS 工法及び案件化調査の報道状況

ウ 各機関からの意見

①MOT：ベトナム建設科学技術院（IBST）

・ベトナムでは、攪拌や高圧噴射による地盤改良工法は実施されているが、攪拌工法と中圧噴射を併用した工法はないため、非常に興味がある。
・現在 PMU-W で案件化調査を実施しているが、ODA 事業を行う際には、MOT の工法認定を取得し、道路、港湾等の事業でも活用して頂きたい。
・MOT としては、工法認定に係わる手続きについて全面的に協力していく。

②PMU-8：道路総局 道路事業管理委員会

・道路事業を実施するにあたり、特に橋梁の橋台背面の沈下が課題となっている。MITS 工法は、狭隘な地区でも施工が可能であるため、現在供用中の橋台背面への対策や、新規事業の現場でも活用を検討して行きたいので、ODA 事業を実施する際には、現場施工や品質管理等について見学をさせて頂きたい。

③VEC：ベトナム高速道路投資開発公社

・高速道路事業では、河川の切り回しや狭隘な地区の施工で、工事用道路を設置し、大型機械による地盤改良を実施している。施工用地が大きい箇所では、従来の CDM 工法を採用しているが、狭隘な地区については、MITS 工法を活用したい。
・ODA 事業を実施する際には、現場施工や品質管理等について見学をさせて頂きたい。

④MPMU：海事総局　海事事業管理委員会

・海事事業で護岸整備を行うにあたり、現在は、海上及び河川河口から台船により、コンクリート製のパイルを使用することが多く、施工費用が高額になっている。
・コンクリート製のパイルを必要としない箇所では、狭隘な地区でも使用が可能な MITS 工法の活用を検討したい。
・現在実施中の計画図、地質調査結果を貸与するので、活用が可能かの検討して頂きたい。

⑤カントー市

・カントー市では、河川の軟弱地盤箇所で、地滑りによる災害や洪水時に護岸が浸食されるなどの被害が発生しており、2 ヶ月程前にも民地を巻き込む大型の地滑りが発生した。護岸の地滑りによる対策は急務であると共に、洪水・浸水による田畑への対策も急務となっている。ODA 事業を PMU-W で実施するとのことであるが、カントー市でも是非 ODA 事業を行って欲しい。

(7) ベトナム国での地盤改良工法の状況調査

ア ベトナム国における一般的な地盤改良工法

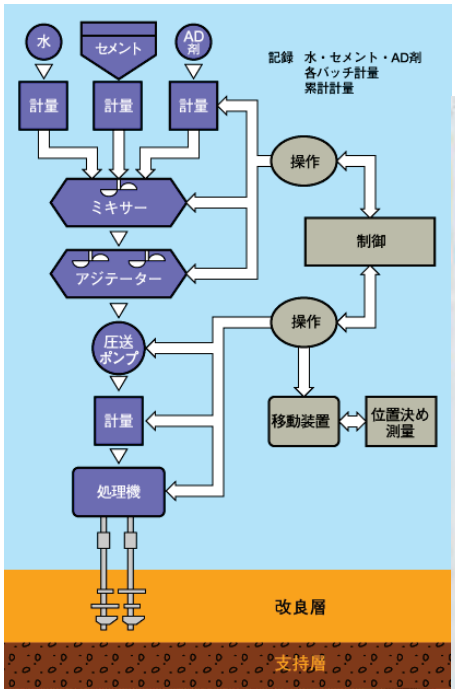
ベトナム国では、一般的な地盤改良工法として、攪拌工法では CDM 工法、高圧噴射工法では BH 工法が使用されている。

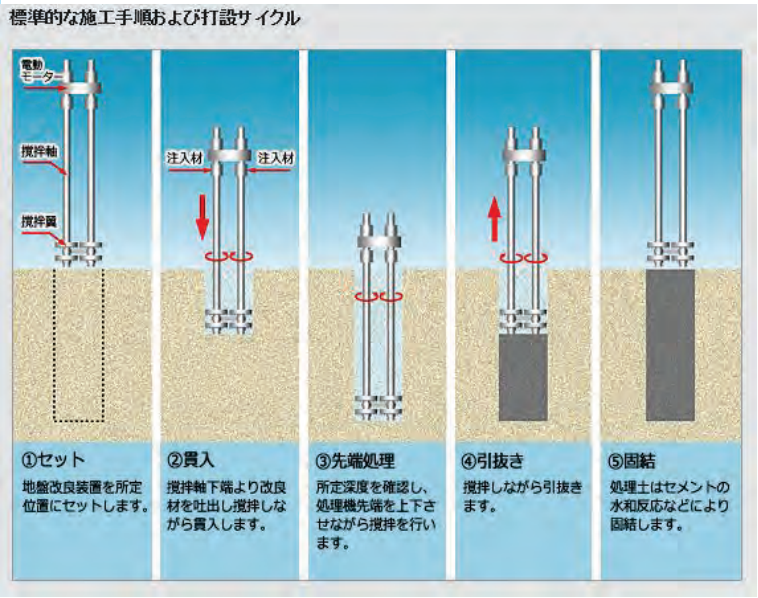
写真 3-29 CDM 工法(二軸式)

写真 3-30 BH 工法

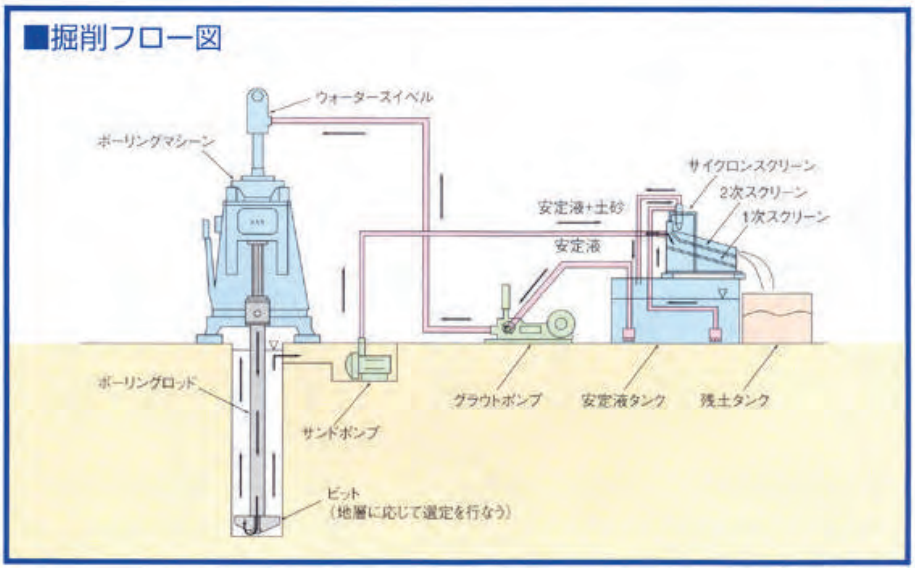
イ 各地盤改良工法の説明

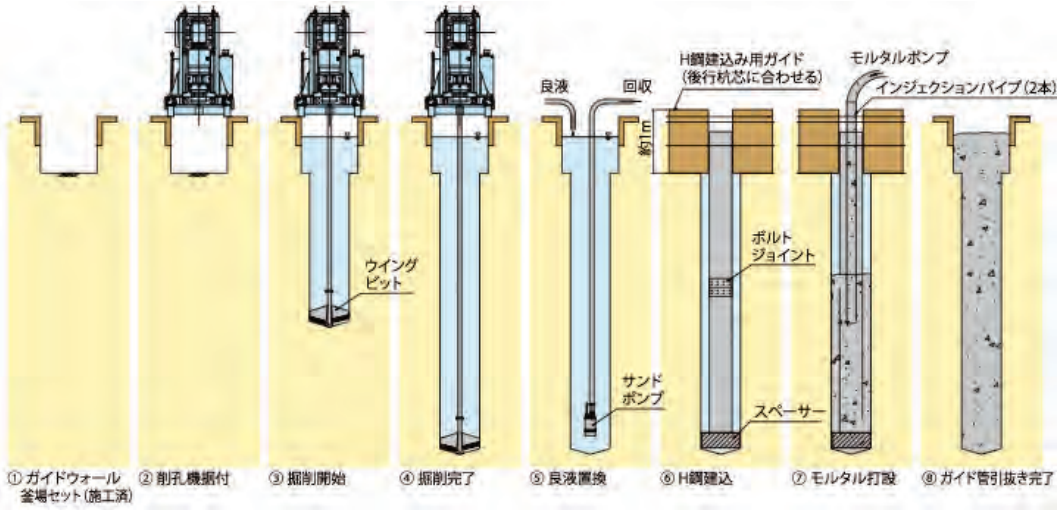
CDM 工法





BH 工法





ウ 日系企業が実施している工法と概算施工実績

日系企業であるＦ社やＴ社がベトナム国内において CDM 工法の施工を実施している。

Ｆ社は駐在員事務所を設立し ODA 事業を専門に施工している。Ｔ社は 2008 年に現地法人化し、ODA 事業のみならずベトナム国発注の工事まで幅広く受注し、2011 年からは毎年順調に約 60 万ｍの地盤改良を実施している。

下表にＴ社の施工実績を示す。

表 3-5 Ｔ社の施工実績

年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
総改良長 (m)	設立 274,350	63,650	48,750	573,550	646,500	561,300	345,000 ※6 月迄

出典：Ｔ社パンフレット内資料より抜粋

⑻ ベトナム国へ MITS 工法の機械を運搬する際の関税等の調査

ア 調査の目的

ODA 事業を行うにあたり、MITS 工法を本法より輸送することとなる。その際に関連する関税やベトナム国内での施工機械の状況等を JETRO、日系企業にヒアリングを行った。

イ 調査内容

①JETRO へのヒアリング結果

・MITS 工法の輸入品の HS コードと呼ばれるものを特定する必要がある。
・HS コードは、品名によって番号が異なり、HS コードごとに、関税率等の適用基準が異なる。
・HS コードの特定には、JETRO 図書館または Web サイト上で確認することが可能である。Web サイトは、法人であればパスワードの発行および閲覧が可能である。
・HS コードによっては、海外パーツを日本で組み立てた場合の関税要否、有利になる優遇税率の有無等がある。
・また、各自治体の商工会議所で、特定原産地証明書の発行等が必要になるため、帰国後に JETRO、商工会議所にて詳細を確認が必要。

②日系企業（コベルコ ベトナム社）へのヒアリング結果

・コベルコは、2004 年ベトナムに進出。2007 年に WTO に参加、2009 年に販売ライセンスを取得し現在に至る。
・現在の販売内訳は、新車が全体の 5%、中古車が 95%となる。
建機が高価なのも理由であるが、ベトナムは日本に似た「もったいない」精神があり、廃車にせず、どこまでも修理して使用する。2000 年代は景気も毎年上昇し、販売は順調であったが、2011 年にベトナム政府が金融政策の転換（財政削減）を実施したため、中古機も販売が難しくなった。しかし、建機類（バックホウ、ショベル、クローラークレーン、ブルドーザー等）は、現在もベトナムが一番の輸出国となっている。
・ベトナム国における建機の保有率は、北部が 65%、南部が 35%である。
・中古機械をベトナムへ輸入するにあたり、2014 年 7 月にベトナム政府から「製造業用中古機械で 5 年以上経過したもの、建設業用中古機械で 7 年以上経過したものの輸入を禁止」と告示され、2014 年 9 月から実施されたが、経済関係の組合等からの反発が多く、2014 年 10 月に撤廃となった。
※中国から輸出されるスクラップ同然の機械締め出しを目的とする情報を聞いたことがある。同様に労働許可証の取得条件も、中国や韓国企業作業員の入国拒否対策として大学卒業証明書（大卒以外は不可）が必要となった。
・現在、(株)村上組が中古機をベトナムへ輸出する場合、特に問題はない。輸入ライセンスを取得し、到着地はハイフォン港（北）ホーチミン港（南）となる。そこから運搬費が別途必要。
・基本として関税は掛からないが、部品関税は必要となる。
・関税は HS コードで決まるので JETRO で確認が必要。

※ただし、他国からの盗難機械を閉め出す目的で、通関時にシリアルナンバー（打刻印）調査を最近、徹底している。「疑わしきものは、全て没収！」となっているので特に注意が必要。（コベルコ社の新品でも刻印の訂正等が見つかり保留されている機械がある。）

・販売とレンタルについてベトナムでは元々レンタル（リース）の考え方は無い。また、ショベルやバックホウを資産としたい事業主の考え方と、賃借料の回収が難しいベトナムの風土ではリース業は全然拡がらない。ただし、クローラークレーン等の大型建設機械は中古でも高価なため、レンタルが主流となっている。その割合は、レンタルが 70%、販売が 30%である。

・参考資料として、日本の建設機械の輸出統計資料を受領。
ファイル内において、機種は、左からホイールクレーン、クローラークレーン、クローラードーザー（ブルドーザー）、ホイールローダー、ミニショベル、重機ショベルの順で、向け先別に輸出台数が示されている。さらに、その金額（FOB 価格、1,000 円単位）が付随されている。

3-4-2調査・検証結果に基づいた開発課題への整合性及び実現可能性の検討

(1) 開発課題への整合性

①「洪水による被害の拡大」への有効性

水害・災害の対策を行うには、河川、運河、水路等の護岸、築堤を設けることが必要となり、PMU-W では、護岸、築堤の改修を計画し、設計・施工を実施している。

運河や水路の護岸の設置、築堤を行うには、メコンデルタ特有の軟弱地盤対策が必要となる。攪拌工法と中圧噴射による MITS 工法を用いて機械式混合攪拌と中圧噴射を併用することにより、均一で高品質な地盤改良体を確実に設計改良径で築造することで、より強固な護岸、築堤を構築することが可能となり、洪水による被害の拡大を図ることができる。

②「インフラ整備（防災対策）の事業遅延」への有効性

メコンデルタ地域では、運河や水路の改修が必要な箇所の多くが狭隘な地区にあり、CDM 工法等の大型地盤改良機械を搬入するためには、多大な費用と時間を費やすこととなり、公共事業の経費の増加、発現効果が遅れる傾向にある。

MITS 工法は、狭隘な地区でも容易に施工が可能で、地盤改良を進めるにあたり、インフラ整備（防災対策の事業遅延）に大きな効果が得られる。

本調査では、施工箇所が狭隘で、用地買収や工事用道路の設置が必要とされている箇所において MITS 工法での施工性・経済比較を行い、当該工法による適用性が高いこと確認した。

また、カントー市に MITS 工法の紹介を行った際に、河川の軟弱地盤箇所で、地滑りによる災害や洪水時に護岸が浸食されるなどの被害が発生しており、大型機械の搬入が困難で、復旧活動に支障をきたしている。

MITS 工法は小型機械であることから、災害時において、大型機械の搬入が困難な箇所においても、復旧工事を実施することが可能となる。このため、通常の護岸改修事業の他に復旧工事にも大きな効果が得られるため、有用な工法である。

図 3-12 カントー災害状況①

図 3-13 カントー災害状況②

図 3-14 カントー災害状況③

図 3-15 カントー災害状況④

図 3-16 復旧実施状況

③「行政・産業における人材育成」への有効性

本調査を通じて、PMU-W に対し MITS 工法の導入にかかる認知活動、本邦受入を実施した。これらの活動を通じて MITS 工法を活用した地盤改良技術や河川改修事業への意識の向上に貢献することができた。

また、PMU-W と連携し、MOT、PMU-8、国立ハノイ土木技術大学に対しても、MITS 工法の技術を活用した地盤改良技術を PR した。こうした活動は、本邦受入活動と併せて実施したため、対象者が実際の効果を体感し、より知識を深めることができたと考えられる。

PMU-W が MITS 工法の技術の活用を図るためには、施工の方法、施工管理技術を習得することが必要である。

認知活動においては、実際に施工を行い、発生する事象を確認するとともに、施工、施工管理方法を学ぶことにより、PMU-W 担当者の能力を向上させることが考えられる。そして、PMU-W 担当者が異動しても、その知識や経験が継続できるよう研修教材の整備をすることで、PMU-W だけでなく、他の関係機関に展開した場合においても、同じく人材育成に利用することが考えられる。

また、本邦受入活動を通じて、PMU-W が、新しい施工技術を導入していくためには、日本の取組事例が参考になることが判明した。今後も引き続き、日本の先進事例を紹介し、行政、民間それぞれの立場で、どの様に先進事例に係わりを持っているか等も含めた紹介を行うことが重要である。

(2) ODA 案件化及び事業展開における実現可能性

今回の案件化調査で実施した MITS 工法を採用した際の有効性の検証や室内配合試験を実施した結果、当初の想定どおり、ベトナム国の対象地域における課題解決に、MITS 工法の技術が有効であることが確認された。

ただし、今回は比較検討や室内試験による結果であることから、今後は実施工においても同様の効果が得られるかを検証した上で、MOT の工法認定を取得し、事業を進めていくことが重要となる。

そこで、MITS 工法を実証実験することで、以下の点を確認する必要がある。

・計画と同様に施工性、経済性の有用性が確保できるか
・実施工において、軟弱地盤対策の必要強度を満足できるか
・MITS 工法の施工方法、施工管理方法を適切に運用できるか

第4章 ODA 案件化の具体的提案

4-1 ODA 案件概要

本案件化調査では、MITS 工法の導入先として可能性がある政府機関を選定し、新規地盤改良計画、既存の地盤改良工法の状況、土質調査・配合試験を実施して、MITS 工法の導入計画を検討した。併せて、MITS 工法の実施工の本邦受入れ活動、ベトナム国内におけるセミナーの開催により、ベトナム国でのニーズの把握や優れた施工性を有する日本技術の PR を行った。

本案件化調査の結果、事業展開における実現可能性が十分にあることが確認されたことから、MITS 工法の導入先として選定される政府機関等を対象に、新規の MITS 工法機械を導入し、ベトナム基準に準拠した MITS 工法の構築を目的とした普及・実証事業を提案する。

4-1-1具体的な ODA スキーム名称及び概要

(1) 提案する普及・実証事業における目標

普及・実証事業ではベトナム国メコンデルタ地域の計画されている河川の護岸において、MITS 工法を導入し、ベトナム及びカウンターパートとなる PMU-W の開発課題である「洪水による被害の拡大」、「インフラ整備（防災対策）の事業遅延」、「行政・産業の人材育成」に対する効果を実証する。

また、PMU-W 計画箇所での実施を元として、メコンデルタ地域の他のカウンターパートへの MITS 工法の普及を図る。具体的には、MITS 工法の導入に関心を持っている MOT 関連機関や自治体に加え、施工業者にも、提案する MITS 工法の施工現場を見学してもらうことを予定している。

提案する普及・実証事業におけるプロジェクト目標及びプロジェクト成果は、以下のとおりである。

上位目標：
メコンデルタ地域において、小型・機械式混合撹拌と中圧噴射を併用した MITS 工法の普及・実証で得られた結果が、ベトナム国政策関連政府機関（中央、地方）、民間企業を含む関係者間で共有され、ベトナム国における MITS 工法の施工実績が増加する。

プロジェクト目標：
メコンデルタ地域における運河・水路護岸構築で MITS 工法による地盤改良が施工される。

⑵ 提案する普及・実証事業における投入

普及・実証事業における日本側の主な投入は、MITS 工法の機器及びカウンターパートによる MITS 工法を施工・品質・維持管理を支援するための人材育成である。

協力額概算は 4-2-2(3)に示す。

カウンターパート側の投入としては、MITS 工法の施工箇所（軟弱地盤計画箇所）と施工・品質・維持管理にかかる体制の用意である。

普及・実証事業における具体的な体制案については 4-2-2(1)に示す。

⑶ 提案する製品・技術の位置づけ

提案する MITS 工法は、ベトナム国における開発課題の解決を通じて、日本とベトナム国間のパートナーシップの構築に寄与する。また「洪水による被害の拡大」、「インフラ整備（防災対策）の事業遅延」をはじめベトナム国と共通する開発課題を有し、土質状況（メコンデルタのような軟弱地盤等）が似通っている ASEAN 諸国においても提案技術による効果が期待される。

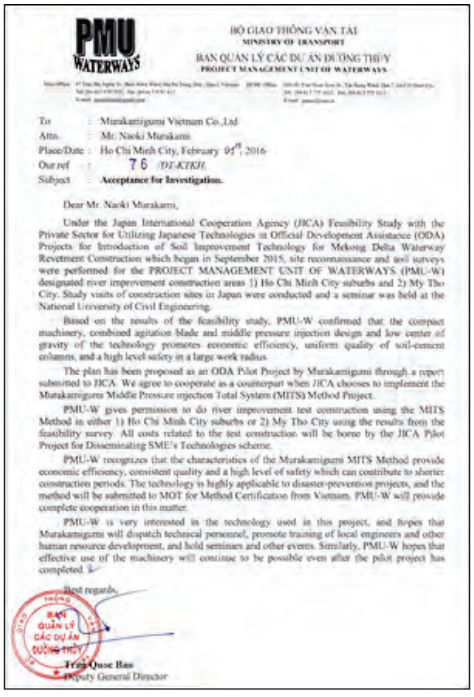
⑷ 実施パートナーとなる対象国の関連公的機関

PMU-W（Project Management Unit of Waterways）

（ベトナム国交通運輸省内陸水路局）水運プロジェクトマネジメントユニット

案件化調査において MITS 工法を実施した PMU-W が、普及・実証事業における事業サイトであり、カウンターパートとなる。

PMU-W から JICA に提出された普及・実証事業を希望する関心表明レターにおいては、PMU-W が計画している、狭隘な地区に位置する護岸の軟弱地盤に対し防災対策、インフラ整備に対し、案件化調査において提案企業が提案した MITS 工法について非常に関心を持っていることが示されている。



PMU WATERWAYS

BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI
MINISTRY OF TRANSPORT
BAN QUẢN LÝ CÁC DỰ ÁN ĐƯỜNG THỦY
PROJECT MANAGEMENT UNIT OF WATERWAYS

To : Murakamigumi Vietnam Co.,Ltd
Attn. : Mr. Naoki Murakami
Place/Date : Ho Chi Minh City, February 01st, 2016
Our ref : 76 /DU-KTKH
Subject : **Acceptance for Investigation.**

Dear Mr. Naoki Murakami,

Under the Japan International Cooperation Agency (JICA) Feasibility Study with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in Official Development Assistance (ODA) Projects for Introduction of Soil Improvement Technology for Mekong Delta Waterway Revetment Construction which began in September 2015, site reconnaissance and soil surveys were performed for the PROJECT MANAGEMENT UNIT OF WATERWAYS (PMU-W) designated river improvement construction areas 1) Ho Chi Minh City suburbs and 2) My Tho City. Study visits of construction sites in Japan were conducted and a seminar was held at the National University of Civil Engineering.

Based on the results of the feasibility study, PMU-W confirmed that the compact machinery, combined agitation blade and middle pressure injection design and low center of gravity of the technology promotes economic efficiency, uniform quality of soil-cement columns, and a high level safety in a large work radius.

The plan has been proposed as an ODA Pilot Project by Murakamigumi through a report submitted to JICA. We agree to cooperate as a counterpart when JICA chooses to implement the Murakamigumi Middle Pressure injection Total System (MITS) Method Project.

PMU-W gives permission to do river improvement test construction using the MITS Method in either 1) Ho Chi Minh City suburbs or 2) My Tho City using the results from the feasibility survey. All costs related to the test construction will be borne by the JICA Pilot Project for Disseminating SME's Technologies scheme.

PMU-W recognizes that the characteristics of the Murakamigumi MITS Method provide economic efficiency, consistent quality and a high level of safety which can contribute to shorter construction periods. The technology is highly applicable to disaster-prevention projects, and the method will be submitted to MOT for Method Certification from Vietnam. PMU-W will provide complete cooperation in this matter.

PMU-W is very interested in the technology used in this project, and hopes that Murakamigumi will dispatch technical personnel, promote training of local engineers and other human resource development, and hold seminars and other events. Similarly, PMU-W hopes that effective use of the machinery will continue to be possible even after the pilot project has completed.

Best regards,

Tran Quoc Bao
Deputy General Director

(5) 具体的な協力活動

本調査を通じて明らかになった事項を整理した結果、MITS 工法 CMS システムを活用した ODA 事業として次頁に提案する。

表 4-1 ODA 事業計画

ODA 事業名	実 施 内 容
普及・実証事業	①MITS 工法導入計画を策定 カウンターパートとなる PMU-W 内で、MITS 工法導入のため、計画・設計担当、施工管理担当、維持管理担当等を選定してもう。選定された職員と、MITS 工法の試験施工計画、本体施工計画を計画すると共に、施工管理、維持管理の導入に関する計画を策定する。 ②軟弱地盤対策の基準値を満足した地盤改良の施工 普及・実証事業では、案件化調査で決定した箇所において試験施工を行い、品質の確保として、適切な改良強度が基準値を満足することと、最も経済的なセメント配合量、施工速度の決定することを目的に実施する。 本体施工は、試験施工で決定したセメント配合量、施工速度により、本体の施工を行い、提案技術が地質条件への適合性と狭隘区間で工事用道路や仮設工を削減し、施工性、経済性に優れているかを実証する。 また、ベトナム国内において、提案工法が有効に適用出来ることを証明するため、試験施工の改良体の強度等を分析・評価し、MOT による工法認定である TCCS を取得する。 ③MITS 工法の施工及び管理方法の人材・企業の育成 ベトナム国で知的財産の侵害を回避するため、ベトナム MITS 工法の普及する際に、MITS 工法の適正技術の導入、品質の確保、適正なコスト縮減を紹介する。また、機械のオペレーションや施工管理方法等をカウンターパートや施工機械を操作するオペレーターに施工・管理マニュアルを作成し、実施工を含めた教育訓練を実施する。 ④ベトナム国における MITS 工法の普及 運河・水路の防災を始めとするインフラ整備の関係者（政府機関、現地建設企業、大学研修機関等）を対象に、狭隘区間での施工性が優れ、高品質で低価格な施工が可能となる提案工法技術が果たし得る役割についてデモンストレーション、啓蒙セミナーを開催する。また、MITS 工法に地盤改良の必要性や我が国における河川防災対策をベトナム国への状況についても理解を深めるため、本邦受入活動を実施する。

試験施工は、日本国で地盤改良を実施する際に、セメント配合量の決定、改良仕様の決定（施工速度等）のため、本体施工の 2%程度で試験施工を実施することが義務づけられている。

普及・実証事業では、実証事業、普及活動等を同時に実施することとなる。以下に事業の進め方（案）を示す。

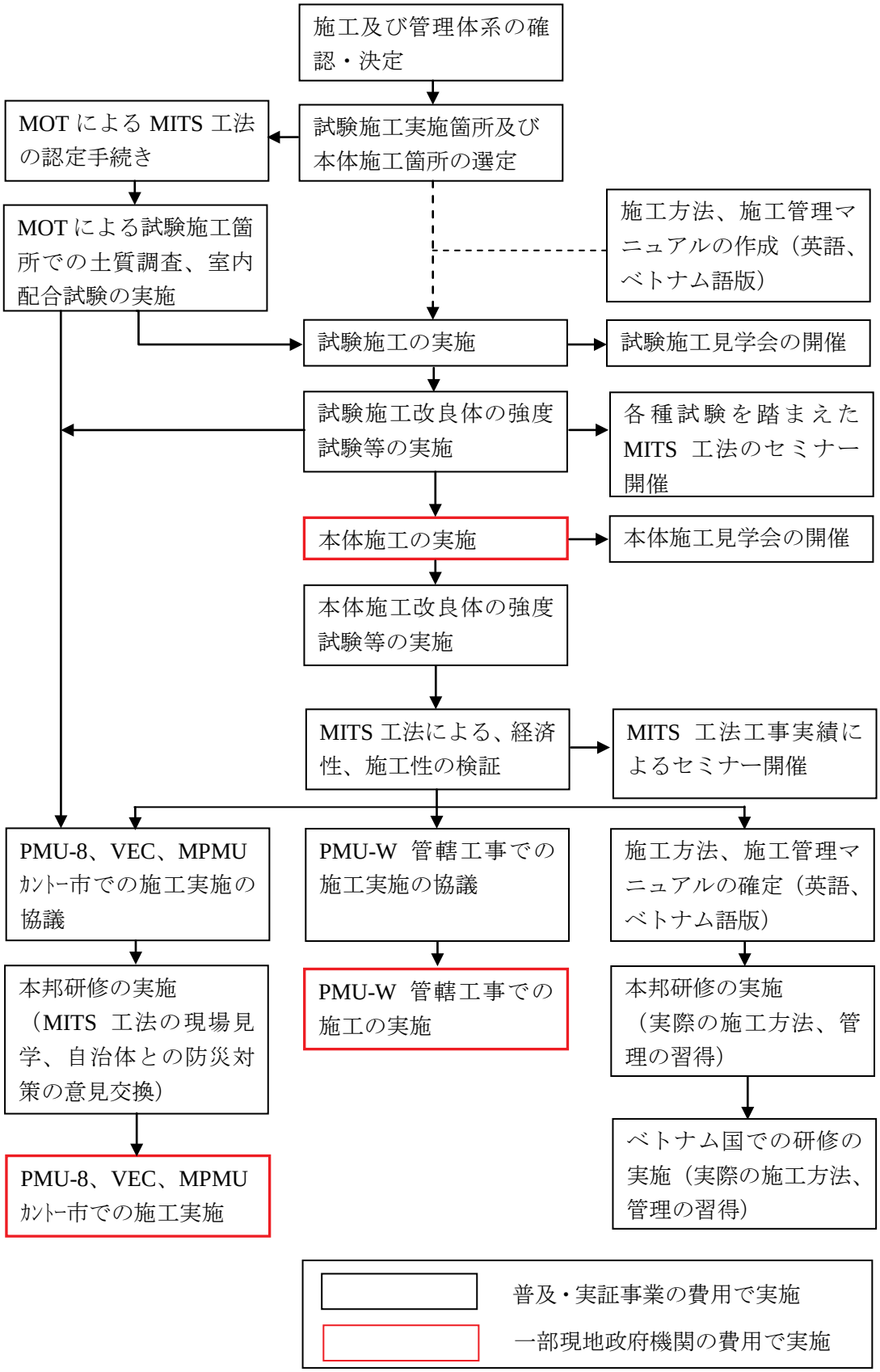


図 4-1 普及・実証事業の進め方(案)

4-1-2 当該技術を必要とする開発課題及び期待される成果

⑴ 開発課題

ベトナム国では、洪水により年平均 750 人近くの死者が発生しているほか、洪水被害による経済的損失は GDP 比 1.5%に達する。また、洪水時に汚染が浸水することによる伝染病の蔓延などの衛生的な問題も危惧される。

一方、水害被害への対応した運河や水路の護岸、築堤の構築には、メコンデルタ特有の軟弱地盤に対策工を実施する必要がある。また、運河や水路の改修が必要な箇所の多くが狭隘な地区にあり、CDM 工法等の大型機械を搬入するためには、多大な時間と費用を費やすこととなり、計画の進捗に後れをきたすことが想定される。このため、MITS 工法を活用することにより、工事用道路の低減、用地買収面積の縮小、用地買収、民家撤去時間の短縮等で有効であることが見込まれる。

以上のことから、メコンデルタ地域の狭隘な地区において、小型・機械式混合撹拌と中圧噴射を併用した MITS 工法 CMS システム工法（以下「MITS 工法」という）の普及・実証で得られた結果が、ベトナム国政策関連政府機関（中央、地方）、民間企業を含む関係者間で共有され、ベトナム国における MITS 工法の施工実績が増加することで、開発課題である「洪水による被害の拡大」、「インフラ整備（防災対策）の事業遅延」、「行政・産業の人材育成」への解決が促進される。

⑵ 期待される効果

前述(1)のような開発課題に対し、提案技術である「MITS 工法」を導入することで、次のような効果が期待される。

一点目はメコンデルタ地域において、機械式混合攪拌と中圧噴射を併用することにより、均一で高品質な地盤改良体を確実に設計改良径で築造することが可能となること。二点目は狭隘な地区において、小型機械を使用することにより、施工箇所の状況（狭隘な箇所、空頭制限、近接施工や地盤条件の悪い箇所）に応じた施工が可能となり、仮設工、施工時間のロス、付帯施設の費用等が削減可能となること、が挙げられる。

その結果、運河・水路の護岸、築堤の構築に対し、高品質で狭隘な箇所での施工が可能となり、安全で安心な防災・災害対策を早期に実施できることと、地域住民の生活環境改善への貢献が見込まれる。

4-2　具体的な協力計画及び開発効果

4-2-1提案する ODA 案件の目的、成果、活動の位置づけ

提案する普及・実証事業におけるプロジェクト目的及びプロジェクト成果は、以下のとおりである。

<table>
<tr><td colspan="2">目的：
メコンデルタ地域において、小型・機械式混合撹拌と中圧噴射を併用した MITS 工法 CMS システム（以下「MITS 工法」という）の活用により、開発課題である「洪水による被害の拡大」、「インフラ整備（防災対策）の事業遅延」、「行政・産業の人材育成」への解決が促進される。</td></tr>
<tr><td>成果</td><td>活動</td></tr>
<tr><td>成果 1：
MITS 工法による地盤改良が施工され、住居密集地、狭隘な地区の運河・水路護岸築堤の整備率が向上し、浸水被害が低減する。</td><td>1－1：PMU-W における MITS 工法導入計画を策定する。
1－2：MITS 工法の試験施工計画、本体施工計画を策定する。</td></tr>
<tr><td>成果 2：
メコンデルタ地域において軟弱地盤対策の基準値を満足した地盤改良が施工され、MOT の工法認定を取得する。</td><td>2－1：MITS 工法機を輸送し現地で組立を行う。
2－2：1－2 に基づき MITS 工法の試験施工を実施する。
2－3：ベトナム国の基準に準拠した改良体を構築する。
2－4：MITS 工法の試験結果を基に改良体の強度等を分析・評価し、MOT の工法認定を取得する。
2－5：2－2 に基づき MITS 工法の本体施工を実施する。
2－6：MITS 工法の本体施工をモニタリングする。（施工性、経済性等）
2－7：MITS 工法の本体施工について政府・施工業者にヒアリング調査を実施する。</td></tr>
<tr><td>成果 3：
ベトナム国における地盤改良工法に係る人材・企業の能力が向上する。</td><td>3－1：PMU-W 職員、施工業者に対する MITS 工法施工のための研修計画を策定する。
3－2：MITS 施工方法、工法管理の英語版、ベトナム語版のマニュアルを策定する。
3－3：3－1 に基づき施工方法、工法管理の研修を実施する。
3－4：MITS 工法事業（販売・施工管理・メンテナンス）に係る詳細事業計画を策定する。</td></tr>
<tr><td>成果 4：
ベトナム国内で MITS 工法が紹介される。</td><td>4－1：2 の試験施工、本体施工の実施時、実施後にセミナーを実施する。
4－2:PMU-W 以外での MITS 工法の導入を協議し実施する。
4－3：関連政府関係者（MOT、PMW-8 等）向け MITS 工法普及活動計画を策定する。
4－4：4－3 に基づく普及活動を実施する。。</td></tr>
</table>

以下に普及・実証事業における PDM を示す。

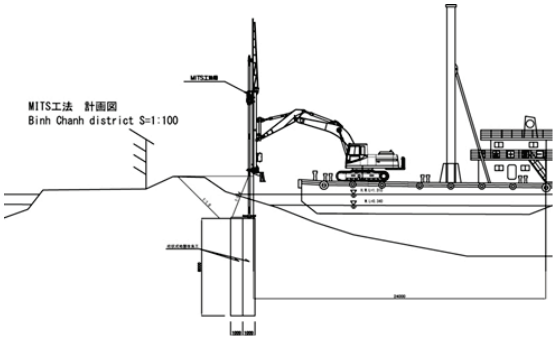
プロジェクト名：メコンデルタ地域における運河・水路護岸築堤の地盤改良技術普及に向けた普及・実証事業　　プロジェクト期間：2016 年 10 月－2019 年 3 月

対象地域：ベトナム国メコンデルタ地域　　対象者：PMU-W（PROJECT MANAGEMENT UNIT OF WATERWAYS）

プロジェクトの要約	指標	指標データ入手方法	外部条件
上位目標： メコンデルタ地域において、小型・機械式混合撹拌と中圧噴射を併用したMITS工法の普及・実証で得られた結果が、ベトナム国政策関連政府機関（中央、地方）、民間企業を含む関係者間で共有され、ベトナム国における MITS 工法の施工実績が増加する。	・ベトナム国における MITS 工法による地盤改良の導入数	・MITS 工法の施工に係る統計資料	ベトナム政府による MITS 工法の導入推進政策が継続する。
プロジェクト目標： メコンデルタ地域における運河・水路護岸構築で MITS 工法による地盤改良が施工される。	・ PMU-W （ PROJECT MANAGEMENT UNIT OF WATERWAYS）における MITS 工法の導入	・プロジェクト進捗報告書	・PMU-W 等ベトナム政府による地盤改良技術推進政策が実行される。 ・運河・水路護岸整備計画及び計画が実行される。
期待される成果：			
成果 1： MITS 工法による地盤改良が施工され、住居密集地、狭小箇所の運河・水路護岸築堤の整備率が向上し、浸水被害が低減する。	・メコンデルタ地域における MITS 工法による地盤改良の導入数	・MITS 工法による地盤改良実施報告レポート	・地盤改良技術推進にかかるベトナム政府や PMU-W 等政府機関からの支援
成果 2：メコンデルタ地域において軟弱地盤対策の基準値を満足した地盤改良が施工される。	・地質調査・地盤改良実施後の強度の確認	・地盤改良対策の強度データと動向のレポート	
成果 3：ベトナム国における地盤改良工法に係る人材・企業の能力が向上する。	・研修プログラム、研修参加者の評価 ・MITS 工法に係る詳細事業計画	・研修レポート ・詳細事業計画書	
成果 4：ベトナム国内で MITS 工法が紹介され活用される。	・普及活動の実施	・普及活動報告、広報資料	
活動	投入 （日本）	（相手側）	
1－1：PMU-W における MITS 工法導入計画を策定する。 1－2：MITS 工法の試験施工計画、本体施工計画を策定する。	＜人材＞ 1）団長 2）MITS 工法の導入計画 3）MITS 工法組立 4）MITS 工法施工・メンテナンス 5）MITS 工法施工管理計画 6）経済分析・事業性評価 ＜機材＞ ・MITS 工法システム 1 台 ・バックホウ 1 台 ・スペアパーツ等 ＜研修＞ ・PMU-W 職員向け研修活動 ・施工業者向け研修活動 ＜普及＞ ・セミナーの開催 ・関連政府機関への工法説明	＜人材＞ 1）PMU-W 職員（計画・設計担当、地盤改良担当、施工管理担当等） 2）地盤改良施工業者 ＜機材等＞ ・施工箇所の提供 ・施工における電力供給準備 ・施工期間中及びベトナム国研修中のMITS工法の施工にかかる、機械運転手及び施工にかかる保険 ・MITS 工法機材の整備施設	**前提条件** ・PMU-W によるMITS工法の施工管理
2－1：MITS 工法を輸送し現地で組立を行う。 2－2：1－2 に基づきMITS工法の試験施工を実施する。 2－3：ベトナム国の基準に準拠した改良体を構築する。 2－4：MITS 工法の試験結果を基に改良体の基準値を分析・評価し、MOT の工法認定を取得する。 2－5：2－2 に基づきMITS工法の本体施工を実施する。 2－6：MITS工法の本体施工をモニタリングする。（施工性、経済性等） 2－7：MITS工法の本体施工について政府・施工業者にヒアリング調査を実施する。			
3－1：PMU-W 職員、施工業者に対する MITS 工法施工のための研修計画を策定する。 3－2：MITS 施工方法、工法管理の英語版、ベトナム語版のマニュアルを策定する。 3－3：3－1 に基づき施工方法、工法管理の研修を実施する。 3－4：MITS 工法事業（販売・施工管理・メンテナンス）に係る詳細事業計画を策定する。 4－1：2 の試験施工、本体施工の実施時、実施後にセミナーを実施する。 4－2：PMU-W の他施工箇所での MITS 工法の導入を協議し実施する。 4－3：関連政府関係者（MOT、PMW-8 等）向け MITS 工法普及活動計画を策定する。 4－4：4－3 に基づく普及活動を実施する。			

◆普及・実証事業におけるイメージ

■MITS 工法導入計画策定（施工計画）のイメージ



■ＭＩＴＳ工法の試験施工の実施イメージ

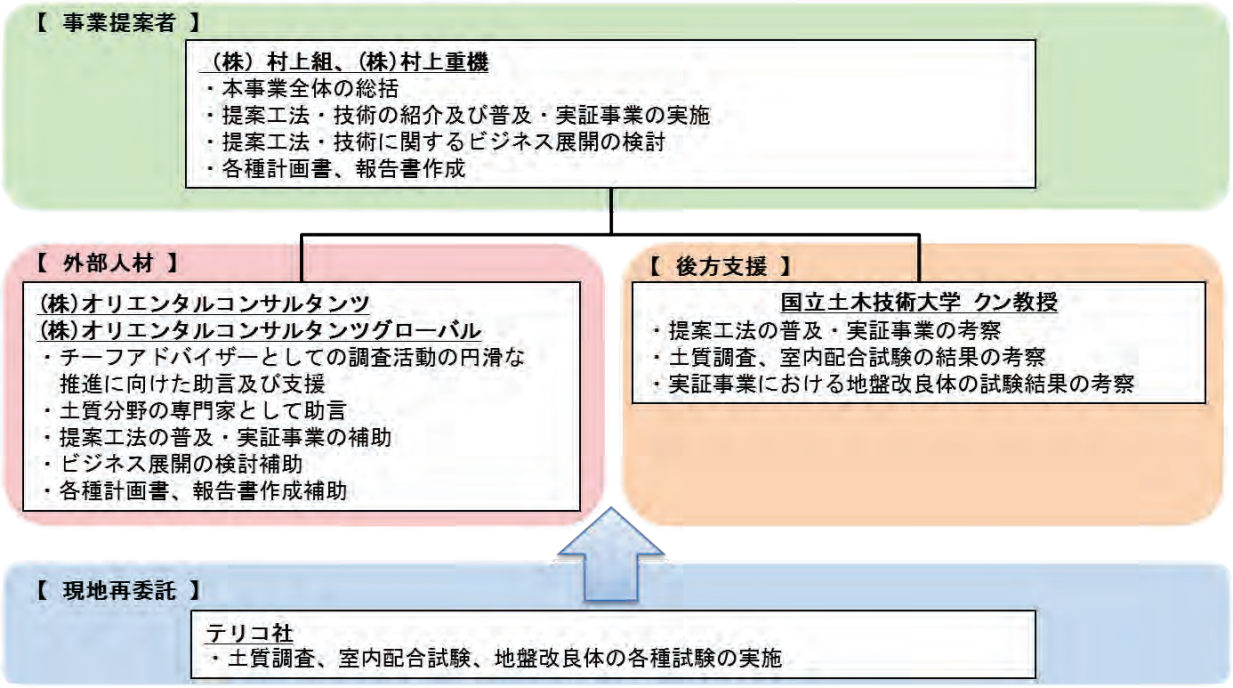
■PMU-W 職員、施工業者に対する MITS 工法施工のための研修イメージ

■試験施工、本体施工の実施時、実施後にセミナー実施イメージ

4-2-2普及・実証事業の実施体制

(1) 普及・実証事業の実施体制

普及・実証事業における実施体制は、以下のとおりである。



出典：JICA 調査団作成

図 4-2 普及・実施事業の実施体制

(2) 普及・実証事業のスケジュール

表 4-2 普及・実証事業のスケジュール

活動項目		2016年			2017年											2018年												2019年		
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
成果1	MITS工法による地盤改良が施工され、住居密集地、狭小箇所の運河・水路護岸築堤の整備率が向上し、浸水被害が低減する。																													
1-1	PMU-WにおけるMITS工法導入計画を策定																													
1-2	MITS工法の試験施工計画、本体施工計画を策定																													
成果2	メコンデルタ地域において軟弱地盤対策の基準値を満足した地盤改良が施工され、MOTの工法認定を取得する。																													
2-1	MITS工法機を輸送し現地で組立																													
2-2	1－2に基づきMITS工法の試験施工を実施																													
2-3	ベトナム国の基準に準拠した改良体を構築																													
2-4	MOTの工法認定を取得																													
2-5	2－2に基づきMITS工法の本体施工を実施																													
2-6	MITS工法の本体施工をモニタリング（施工性、経済性等）																													
2-7	MITS工法の本体施工について政府・施工業者にヒアリング調査を実施																													
成果3	ベトナム国における地盤改良工法に係る人材・企業の能力が向上する。																													
3-1	PMU-W職員、施工業者に対するMITS工法施工のための研修計画を策定																													
3-2	MITS施工方法、工法管理の英語版、ベトナム語版のマニュアルを策定																													
3-3	3－1に基づき施工方法、工法管理の研修を実施																													
3-4	MITS工法事業（販売・施工管理・メンテナンス）に係る詳細事業計画を策定																													
成果4	ベトナム国内でMITS工法協会を設立し、ベトナム国内で紹介される。																													
4-1	2の試験施工、本体施工の実施時、実施後にセミナーを実施																													
4-2	PMU-W以外でのMITS工法の導入を協議し実施																													
4-3	MITS工法協会を設立し、関連政府関係者（MOT、PMW-8等）向けMITS工法普及活動計画を策定																													
4-4	4－3に基づく普及活動を実施																													

出典：JICA 調査団作成

普及・実証事業が、2016 年 10 月から開始した場合、PMU-W における MITS 工法導入計画を策定、設計、施工計画の策定、本邦からの機材搬入まで約 6 ヶ月を要する。現地での試験施工は 2017 年 4 月から約 2 ヶ月実施し、現地での地盤改良の必要強度が確認された後には、本体施工を約 5 ヶ月実施した上で経済性、施工性について検証を行い、本体施工と平行し、MOT の工法認定を取得する。

MITS 工法の施工方法、施工管理方法等の習得については、ベトナム国での研修計画を策定し、操作、管理マニュアル等のベトナム語版を作成し、本邦及びベトナム国での研修を行う。

また、試験施工、本体施工と同時期に、施工現場におけるセミナー等を開催し、普及活動を実施し、他の政府関係機関、施工業者、大学関係者等に MITS 工法の施工、施工管理等についての紹介を行う。

(3) 協力額概算

普及・実証事業における概算額は以下のとおりである。但し、今後の調整・準備により変更する可能性がある。

表 4-3　協力額概算

単位：円

項目	金額	備考
MITS 工法機械（１台）	34,000,000	機械・機器費
施工機械（１台）	15,000,000	ベースマシンリース費
輸送費	1,000,000	日本→ベトナム
調査費	5,000,000	ボーリング、試験配合
MITS 工法認定・調整	10,000,000	経費・労務費
実証試験運用	35,000,000	外部人材を活用
計	100,000,000	

出典：JICA 調査団作成

4-3　対象地域及びその周辺状況

4-3-1メコンデルタ地域の概況

メコンデルタ地域は、ベトナム国南部に位置し、中央直轄市のカントーと、12 の省（ロンアン省、アンザン省、ドンタップ省、ティエンザン省、キエンザン省、ヴィンロン省、ベンチェ省、チャーヴィン省、ソクチャン省、ハウザン省、バクリエウ省、カマウ省）が属している。人口約 1700 万人（国人口の約 2 割）が暮らしている。

メコンデルタ地域は、その名のとおりメコン川と支流が網の目のように広がっており、肥沃な農地を活かした米作が盛んである。米や農産品加工業が地域の主産業となっている。一方で次のような課題への対応が必要とされている。[18]

・物流コスト高につながる不十分な交通及びインフラ整備
・省と市の意思決定がバラバラなことにより公共投資に一貫性がない
・自然洪水等が起こりやすいと見なされており、この地域への投資が投資家にとってリスクが高いと印象が払拭できない
・一定水準以上の労働者が十分に確保しにくい低い教育水準
・ホーチミンへの人材流出
・農家から農産品加工業等への多様な変化が進まない制度的制約
・総合的な計画に強制力のないという制度的課題

4-3-2地域開発計画の概要

(1) ホーチミン大都市圏地域計画 [19]

ハノイやホーチミンのような大都市圏では、2013 年建設法に基づいて「大都市圏地域計画」が策定されている。

ホーチミン大都市圏計画は、2008 年 5 月 20 日付け首相署名決定 589/QĐ-TTg 号として承認された。同計画ではホーチミン大都市圏域は、ホーチミン市を中心ハブとする多心型圏域構造とすることが強調され、県級市が、下記のように複数方向に伸びる開発軸の核として位置づけられている。

- 南東部成長軸: Vung Tau 市が中核都市として、Phu My, Ba Ria, Long Hai の各市とともに Vung Tau 都市圏を構成する。
- 東部成長軸：7 都市（Dau Giay, Long Thanh, Gia ray, Dinh Quan, Tan Phu, Vinh Cuu , Long Khanh）から構成される。
- 北部成長軸：8 都市（My Phuoc, Chon Thanh, An Loc, Loc Ninh, Hoa Lu, Dong Xoai, Chon Thanh）から構成される。
- 北西成長軸：9 都市（Trang Bang, Go Dau, Moc Bai, Tay Ninh, Xa Mat, Trang Bang, Go Dau, Moc Bai, Tay Ninh の各都市）から構成される。

[18] The Mekong Delta System - Interdisciplinary Analyses of a River Delta , 2012
[19] 各国の国土政策の概要（国土交通省国土計画局ホームページ、http://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/international/spw/general/vietnam/）

- 南西成長軸：4 都市（Ben Luc, Tan An, Tan Hiep, My Tho の各都市、My Tho と Tan An が核都市として位置づけられている）から構成される。

図 4-3 ホーチミン大都市圏計画図

資料：Southern Sub-Institute of Urban and Regional Planning, Ministry of Construction, Vietnam

(2) メコンデルタプラン

本計画 Mekong Delta Plan は、ベトナム国との間で気候変動と水資源管理の分野における戦略的パートナーシップ協定（2010 年、首相による署名）に基づいて 2013 年に策定されたメコンデルタ地域のマスタープランである。

ベトナム国の天然資源環境省（MONRE）及び農業農村開発省（MARD）をパートナーとして、オランダ政府の協力により策定されている。

本計画では４つのシナリオを提示しており、経済回廊シナリオではカントーと HCMC を経済回廊として位置づけており、４つのシナリオがタイムラインを追って実現していくことを提案している。

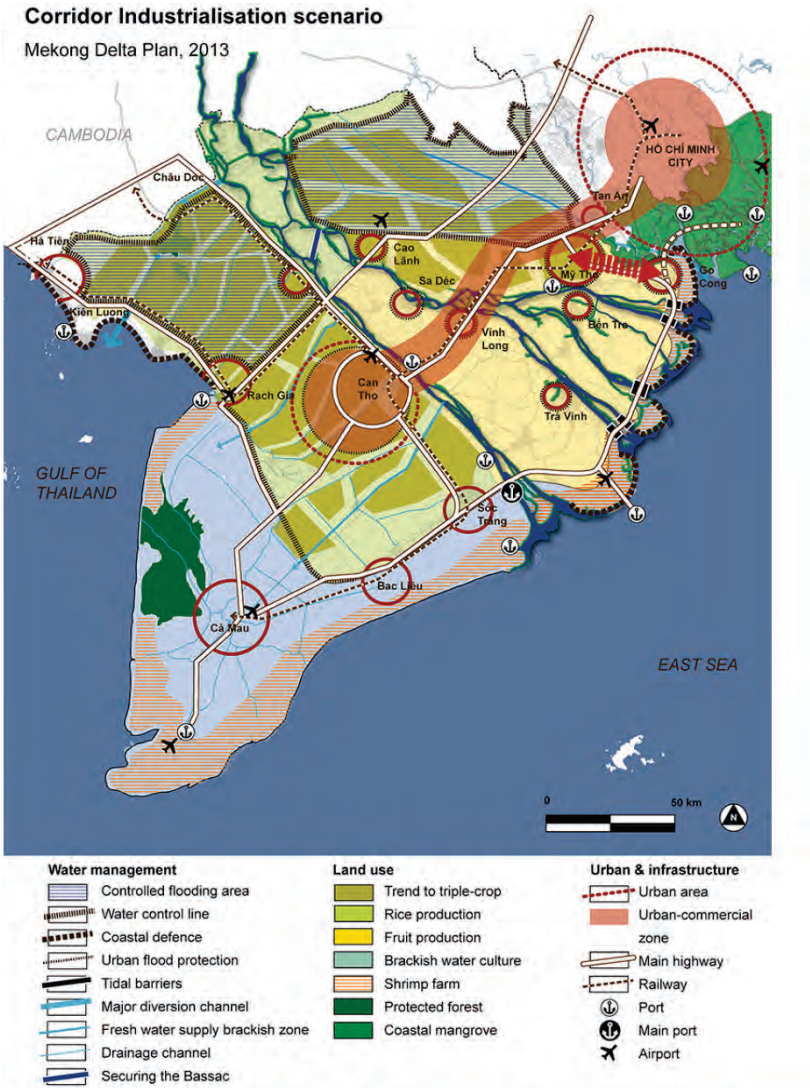


図 4-4 経済回廊シナリオ（Mekong Delta Plan）

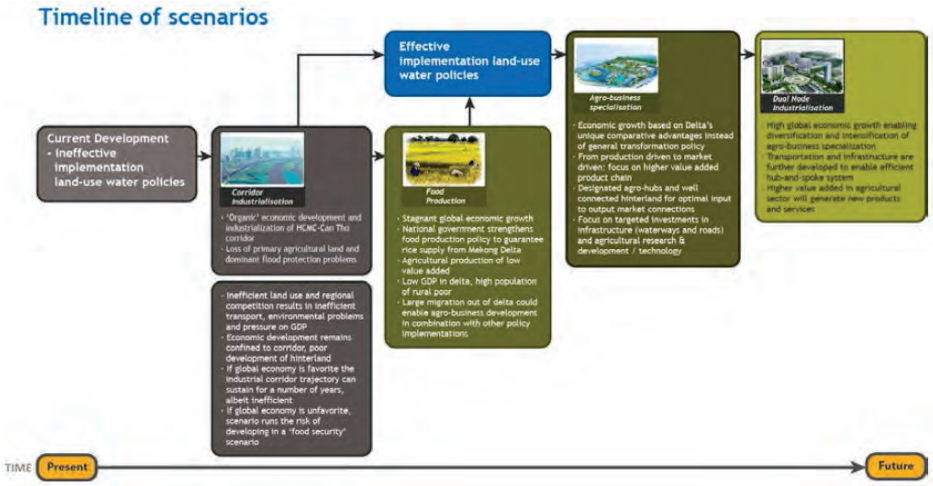


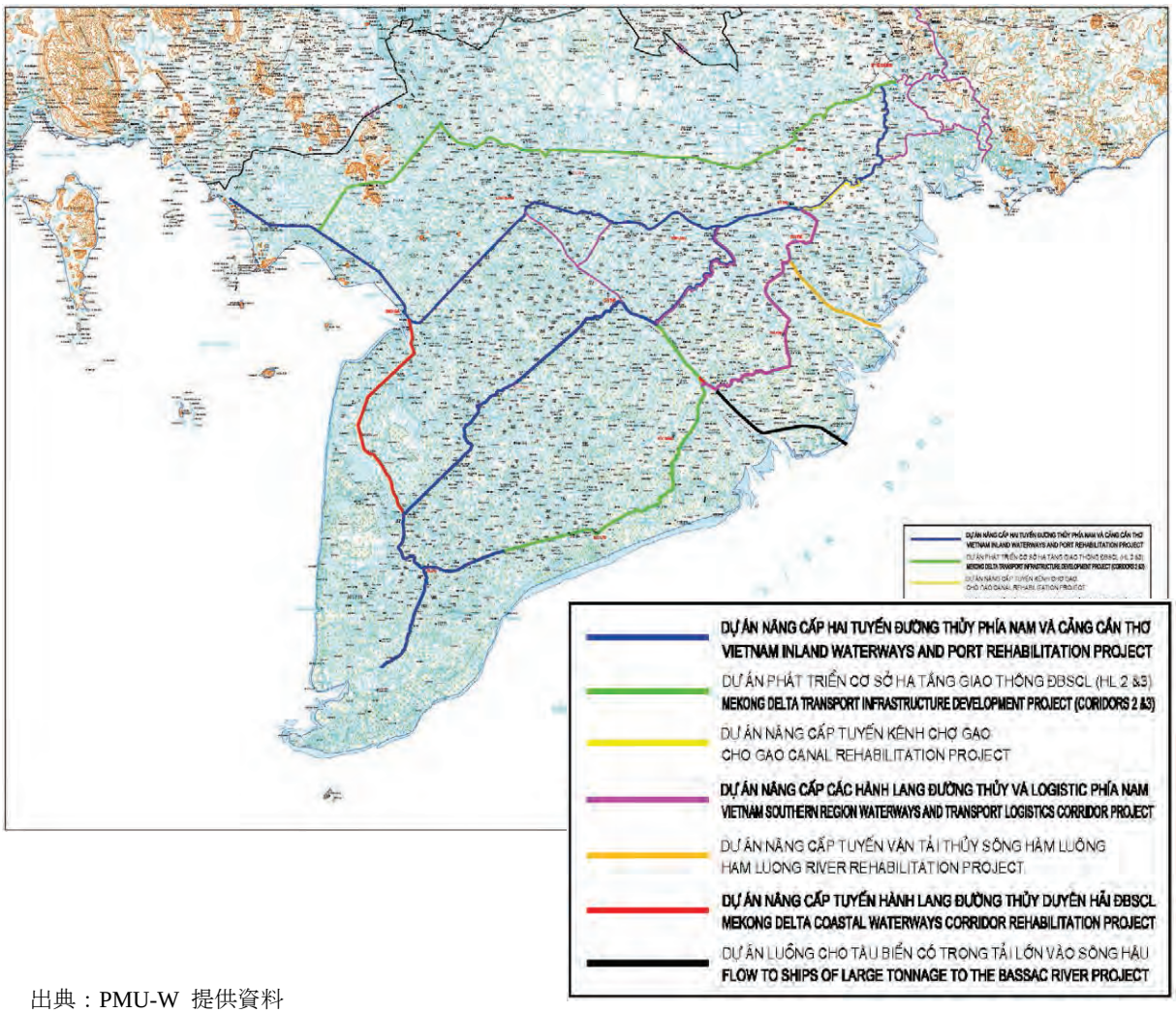
図 4-5 シナリオのタイムライン（Mekong Delta Plan）

4-3-3対象地域における運河・水路の整備状況及び今後の計画

メコンデルタ南部地域では、世界銀行の支援によるプロジェクトが行われてきたが、今後の計画として、「Vietnam Southern Region Waterway and Transport Logistics Corridor Project (SWLC)」を実施予定であり、総額 300 万 USD が見込まれている。そのうち、ベトナム国負担は 6 分の 1、約 50 百万 USD である。

・メコンデルタ（MKD）と南部経済圏及びカイメップ・チーバイ港（Cai Mep-Thi Vai）をつなぐ水路コリドー開発	170-180 百万 USD
・物流インフラ開発	50-55 百万 USD
・コンサルティングサービス	20-25 百万 USD
・その他（用地費、プロジェクトマネジメント等）　※ベ国予算	50 百万 USD
総投資額	300 百万 USD

出典：PMU-W 提供資料



出典：PMU-W 提供資料

図 4-6 メコンデルタ地域の水路開発事業計画

4-3-4　対象箇所の選定

試験施工の実証箇所は 3-4-1(1)の結果、①HCM 郊外 河川改修現場、②ミトー市 河川改修現場の 2 箇所のうち、①を第 1 候補地とし、②は①での施工が困難な場合の代替箇所とする。

	①	②
工事名及び所在	メコンデルタ輸送に係わるインフラ開発工事：NW8 工区 Mekong Delta Transport Infrastructure Development Project.NW8: Km 0+000 to Km 24 +000 ホーチミン市ビンチャン区タンフット村 Tan Nhut commune, Binh Chanh district, HCMC	メコンデルタ輸送に係わるインフラ開発工事：チョーガオ運河 Mekong Delta Transport Infrastructure Development Project: Upgrade Cho Gao Canal (Km 8+600 to Km 20+300) チョーガオ運河ティエンザン省 Cho Gao canal, Tien Giang province
軟弱土の深度	軟弱地盤の厚さ: 28.3m ～ 33.45m	軟弱地盤の厚さ: 7.0m ～ 11.9m
状況写真		
改良工事の目的	浚渫工、河川浸食対策等の防災対策 メコンデルタ輸送に係わるインフラ整備	浚渫工、河川浸食対策等の防災対策 メコンデルタ輸送に係わるインフラ整備
進捗状況	現在設計中で工事入札前 ※工事の発注と共に「普及・実証事業」確認を実施できる可能性が高い。 用地買収は、完了済み	現在設計中で工事入札前 ※工事の発注と共に「普及・実証事業」確認を実施できる可能性が高い。 用地買収は、完了済み
検討内容	工事における用地買収は完了しているが全ての家においてまだ立ち退きはしていない。すべての家屋はすべり影響範囲内に建てられている。 生活道路は幅 1m 程しかなく、家屋が密集しているので本工事のみならず仮設計画も困難を極める。 家屋のすぐ傍まで洗掘とすべりが発生しており緊急性を持つ。	初めに案内された箇所は、既に PMU-W が工事用地を購入しており、法面崩壊箇所から境界までの距離は15m以上確保されていて大型機械でも搬入できる状態であり不採用とした。 同じ土質条件や近隣住民等の条件且つ機械が近寄りがたい狭隘地として、橋梁工事区間を紹介される。この区間は MITS 工法の優位性が発揮できるものであった。
考察	現地調査はボーリングマシーンを分割して対応できるが、「普及・実証事業」では台船を用いた河川側からの施工となる。仮設計画や工程（緊急性）を勘案すると、MITS 工法が最も優位性を発揮できる防災事業箇所である。	橋梁工事における橋台アプローチ部の地盤改良となるが、超軟弱地盤、狭隘地等の条件を満足する事。アプローチ部は河川すべり危険地域内であり防災事業に含まれると考えられる事。並びに、道路工としての実績を調査できる事から採用とする。

4-4　他 ODA 案件との連携可能性

本調査で、現在計画及び進捗中の地盤改良事業において ODA 案件を JICA に確認したが、現段階で適用が可能な案件はないことが確認された。

今後、普及・実証事業を実施中に施工が予定されるものや、詳細設計等で地盤改良工法が検討されるものは、JICA に確認を行い、連携の可能性を検討することとする。

4-5　ODA 案件形成における課題と対応策

提案技術をベトナム国及び ASEAN 地域の開発へ活用するとともに、提案企業のビジネス展開のために、普及・実証事業段階でクリアすべき課題は以下のとおりである。

◆案件化調査を踏まえて導入した MITS 工法の開発効果の検証
◆ベトナム国の土質での必要強度の確保の検証（MOT の工法認定の取得を含む）
◆政府関係者及び施工業者への MITS 工法の施工・品質・維持管理にかかる人材育成
◆ベトナム国での普及活動

提案する普及・実証事業を通じて、提案技術の現地適用性、経済性・施工性の検証等を実証する。特にメコンデルタ地域のような軟弱地盤地帯への適応については、試験施工で最適なセメント添加量、施工速度を検証し、必要な強度を確保した上で MOT による工法認定である TCCS を取得する。併せて、提案工法を継続的に利用できるよう人材育成プログラムを立案し、実施する。

また、普及事業では、ベトナム国で知的財産の侵害を回避するため、MITS 工法協会を紹介する際に、MITS 工法の適正技術の導入、品質の確保、適正なコスト縮減の適用を目的に、現地企業に施工管理手法や施工ノウハウを指導・育成を行い、現地での施工技術の普及を図り、他のカウンターパートを含め、ベトナム国内での事業の展開を図る。

4-6　環境社会配慮にかかる対応

築堤護岸の地盤改良を行う際には、セメント及びセメント系固化材を使用するため、改良土から条件によっては六価クロムによる土壌汚染の可能性がある。我が国では、土地汚染対策法に基づいて、土壌環境基準がさだめられており、検液 1 リットルにつき六価クロム 0.05mg 以下であることとされている。

現在、ベトナム国では、六価クロムによる土壌汚染の可能性については、法整備がなされていないが、今後、同様の法整備がなされる可能性もあるため、現段階では、我が国の基準値を満足しているかを検証した。

試験結果の詳細は、別途資料に添付する。

①HCM 郊外　河川改修現場踏査

0.05mg/L 未満　＜　0.05mg/L　　OK

②ミトー市　河川改修現場踏査

0.05mg/L 未満　＜　0.05mg/L　　OK

第5章 ビジネス展開の具体的計画

※本章は非公開とする。

別添資料

英文要約

SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM

Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects for Introduction of Soil Improvement Technology for Mekong Delta Waterway Revetment Construction

Summary Report

March, 2016

Japan International Cooperation Agency (JICA)

Murakamigumi Inc.

Summary

1. Overview of Soil Improvement Sector in Vietnam

1-1 Government and Society in Vietnam

The Socialist Republic of Vietnam, with an area of 330,000 km^2, population of 9,250 million and GDP per capita of 2,073 USD, is gradually progressing from a low-income to middle-income country. Real GDP growth rate has remained at about 6 percent in recent years, and the unemployment rate remains at 2.1 percent (3.4% in urban areas and 1.5% in rural areas).

1-2 Development Issues in Target Sector of Target Country

(1) Spread of Flood Damage

a. Urbanization and Disaster Vulnerability

With rapid economic growth and urbanization, air pollution, water pollution, and waste increase are becoming serious problems in Vietnam. Sewage treatment facility development is insufficient and river, canal and lake pollution is on the rise. Spread of infectious disease and the large impact on the environment caused by sewage during a flood due to inadequate drainage facilities is a growing fear.

b. Human and Economic Losses due to Flooding and Typhoons

Southern Vietnam is prone to typhoons, with an average 6.2 typhoons hitting the region every year. The fatality rate from 1997 to 2006 was nearly 750 people, and 167 people between 2005 and 2014. Economic losses from these disasters reach up 1.5 percent of GDP ratio. Over the past 50 years (1954-2006) there have been 380 typhoons to hit the country. Flooding caused by high tides and heavy rain is thought to have affected 80-90 percent of the Vietnamese population.

(2) Delay of Disaster-Resilient Infrastructure Development Projects

With the support of the World Bank, waterway improvement infrastructure projects are continuously being carried out across the country. In the Mekong Delta, a region particularly vulnerable to typhoons and other natural disasters, waterways that require repair are often in narrow areas which can delay infrastructure development. Erosion and other damage to revetments due to floods and landslides often occur in areas with soft soil. Waterway transportation is a major part of the region's transportation network, and disaster-resilient waterway infrastructure development has become a pressing issue.

1-3 Overview of Disaster Prevention Countermeasures and Related Sectors

The *First National Strategy and Action Plan for Mitigating Water Disaster* was formulated in 1994. The plan aimed to define necessary disaster control measures from a technical, institutional and social approach. The *Second Strategic Action Plan* (2001-2020) seeks to create disaster mitigation and management strategies. The most important issues include sustainable development and disaster mitigation.

The *National Strategy for Natural Disaster Prevention, Response and Mitigation to 2020* was approved by the Prime Minister on 16 November 2007.

2. Possible Applicability of Proposing Company's Technology and Overseas Business Development Objectives

2-1 Features of Proposing Company and Technology

(1) Overview of Method

The proposed technology is a deep mixing method that features mechanical and jet mixing. The agitation blade simultaneously excavates, agitates and injects cement slurry at a pressure less than 20Mpa with middle-pressure jets to make uniform cement-soil columns in a short time frame.

(2) Construction Characteristics

- Combined agitation blade and middle-pressure injection design allows for a compact base machine and improved column diameter
- Combined injection and agitation prevents co-rotation of the improved soil and suppresses surrounding soil displacement
- Normal and reverse rotation of the agitation blade and middle-pressure injection mixing further improves column quality
- Improved agitation efficiency saves time and is economical
- Low-emission construction and flexibility to adapt column construction at medium depths

(3) Specifications

- Target soil: cohesive, sandy and organic soil
- Column Diameter: φ500mm - 1,600mm
- Depth: 15m (Casting head 23m)
- Slurry Injection Pressure: 5 - 15MPa

2-2 Comparison with Previous and Competing Technologies

Compared to the conventional CDM method of mechanical mixing using large, dedicated machinery and slurry cement solidifying materials in-situ, the combined use of mechanical mixing and middle-pressure injection of the proposed method allows for a more compact machine that can cycle between backhoe and other attachments on-site. Therefore, high quality soil improvement material can be constructed while reducing construction time loss and secondary facility costs in locations with narrow working conditions, locations that require isolation, and locations with poor soil conditions that require temporary works for heavy machinery.

2-3 Business Development Objectives of Proposing Company

Murakamigumi Inc. uses a business strategy that promotes overseas business expansion while continuing domestic infrastructure projects. The strategy focuses on three areas: 50% domestic regional civil works, 20% domestic special works and 30% overseas business. In September 2015, Murakamigumi Inc. established Murakamigumi Holdings, moved the Special Works Foundation Department and Overseas Business Department to Murakami Jyuki, and created the subsidiary Murakamigumi Vietnam to expand business. Murakami Jyuki primarily focuses on domestic special works (40%), transportation industry (30%) and overseas business (30%).

3. Investigation Results of Technology Application Survey and Applicability

3-1 Verification Activities of Technology

The principal items of the feasibility survey are organized as follows.

Table 1 Survey Items

	Survey Items	Matters to Carry Out during Feasibility Survey
(a)	Implementation Survey	・Survey to select ODA project MITS Method implementation areas
(b)	Soil Test and Laboratory Mixing Test	・Ground surface, geology laboratory tests ・Water quality survey ・Laboratory mixing test (Added cement amount test) ・Material age test for laboratory mixing test (28-day strength)
(c)	Verification of MITS Method Effectiveness	・Verification of effectiveness in selected areas (cost, construction period comparison)
(d)	Activities in Japan	・Site-tours of construction sites in Japan (Invite counterparts)
(e)	Dissemination Activities	・Hold seminars on soil improvement, MITS Method and applicability of technology in Vietnam
(f)	Business Development of MITS Method	・Use business development to introduce MITS Method to MOT, PMW-8, VEC, MPMU and Can Tho City
(g)	Survey Soil Improvement Methods	・Survey soil improvement methods in Vietnam and their results
(h)	Research Customs Duties	・Investigate customs duties required for transportation of MITS Method machinery

3-2 Verification of Applicability of Technology in the Region

(1) Construction Method Compatibility

This survey verified the need for a high-quality, economically-efficient soil improvement method that can be used in narrow areas.

After consulting with PMU-W to determine locations for MITS Method ODA project implementation, sites were selected for soil improvement and construction of disaster-resilient revetments. The selected sites are located in very narrow areas and require land acquisition and building a construction road. Construction constraint and economic comparisons were performed where it was determined that use of MITS Method would be applicable to carry out construction. Refer to 3-4-2(1) for more detail.

(2) Soil Compatibility

The soil in Saga Ariake Bay, Japan and the soil of Mekong Delta were found to have almost the same electric conductivity numerical value. MITS Method was originally developed for use in Saga Ariake Bay soil. Due to the similarities between the soils, MITS Method is considered to be highly suited to construction in Mekong Delta. However, a verification test will be necessary to confirm the actual strength.

Table 2 Electric Conductivity in Areas of Japan and Mekong Delta

Soil Property	Loam	Organic Clay	Alluvial Clay	Mekong Delta Soil
Location	Tokyo	Yokohama	Saga Ariake Bay	
Electric conductivity (ms/m)	14.7	20.2	300	117～307

Source: JICA Survey Team

The relationship between unconfined compression stress and failure strain is in the typical failure strain range—roughly between 1.5 to 2.8 percent.

From these findings, cement-based soil improvement of Mekong Delta soil can be thought to provide the same quality improvement works demonstrated and reported in Japan. However, there are many various deformation coefficients. While volume expansion due to soil fraction cohesion was confirmed through a soil survey (chemical test), future trends will be monitored due to the small number of tests performed.

3-3 Confirmation of Need for Technology

The following requests were made by the counterpart PMU-W during the feasibility survey.

Soil improvement works being carried out in Vietnam use mixing and high-pressure injection methods, but contractors have no experience with compact mechanical mixing and middle-pressure injection systems. According to the PMU-W umbrella organization, Department of Science Technology, MOT, such a method seems highly practical for use in the Mekong Delta.

The technology can also be applied to related road, port and method verification departments of MOT through ODA projects. Project Management Unit for Road of Vietnam (PMU-8) and Maritime Project Management Unit (MPMU) have also introduced policies to promote expansion.

3-4 Integrity and Effectiveness of Technology and Development Issues

(1) Preventing Spread of Flood Damage

PMU-W is implementing repair plans for the design and construction of waterway revetments necessary to prevent flood damage.

Soil improvement measures are required to build revetments in the unique soil of Mekong Delta. MITS Method's combined mechanical mixing and middle-pressure injection system constructs uniform, high-quality cement-soil columns with a reliable design diameter that allow for stronger revetments, minimizing flood damage.

(2) Delay of Disaster-Resilient Infrastructure Development Projects

Many waterways that require repair are located in narrow areas. Bringing in large-scale CDM machinery requires time and money that can increase the cost of works and delay progress.

The construction areas in this survey are very narrow. Construction constraints and economic efficiency were compared in areas that would require land acquisition and building of construction roads which confirmed the flexibility of MITS Method.

Because MITS Method can be easily used in narrow areas, soil improvement works can proceed without delay, and disaster prevention measures can be executed quickly and efficiently.

(3) Developing Human Resources in Government and Industry

PMU-W was invited to Japan to learn more about implementing MITS Method during this survey. These site visits contributed to improving awareness of MITS Method soil improvement technology and river improvement projects. Promotional events on soil improvement techniques that utilize MITS Method were successfully held for MOT, PMU-8 and National University of Civil Engineering in Hanoi. These activities were carried out in conjunction with the activities held in Japan, and participants received first-hand experience which deepened their understanding of the technology. It is important for PMU-W to be familiar with the construction management techniques needed to efficiently utilize MITS Method technology.

4. Proposals for Formulating ODA Project

4-1 ODA Formulation Summary

This feasibility survey examines the introduction of MITS Method in Vietnam by selecting potential government agencies for collaboration, confirming new soil improvement plans and existing soil improvement methods, and implementing soil and laboratory mixing tests. The survey held site-tours to MITS Method construction sites in Japan, held seminars within Vietnam to create a better understanding of the country's need for technology with excellent workability, and promoted Japanese technology.

The results of the feasibility survey showed that there is a high potential for business development. Therefore, a verification survey is proposed that introduces MITS Method machinery to target government agencies for use in construction that conforms to Vietnamese standards.

The verification survey must be able to clear the following issues for use of the proposed technology in Vietnam and other ASEAN countries, and for business expansion of the proposed company.

- ◆ Verify development effects after implementation of MITS Method in feasibility survey
- ◆ Verify adequate strength for use in Vietnamese soil
  (Includes receiving method verification from MOT)
- ◆ Provide training for government and construction company employees on MITS Method construction, quality and management
- ◆ Hold dissemination activities in Vietnam
  (Includes founding of MITS Method Association)

The verification survey will confirm the proposed technology's applicability to the target area and its economic and construction efficiency. For areas like Mekong Delta with soft soil, test construction to determine the necessary cement additive, construction speed and strength will need to be carried out before the method is verified by MOT. This will be done in addition to implementing a human resources development program for continued use of the proposed method.

The MITS Method Association Vietnam will be established for the purpose of introducing appropriate MITS Method technology, ensuring quality and appropriate costs, providing guidance and training on construction management techniques to local companies to disseminate knowledge of construction technology, and improving business development for Association members and other counterparts in Vietnam.

4-2 Cooperation Plan and Development Impacts

(1) ODA Formulation Purpose and Results

The verification survey introduces MITS Method to the planned waterway revetment construction in Mekong Delta, and demonstrates the method's solutions to PMU-W's key development issues: spread of damage caused by flooding, delay of disaster-resilient infrastructure development projects, and development of government and industry human resources.

In addition, the survey aims to disseminate the technology to other counterparts in the Mekong Delta through the work done with PMU-W, specifically by increasing the number of MOT agencies and local governments interested in MITS Method, and by scheduling site-tours of MITS Method construction sites for contractors.

The objective and results of the proposed verification survey are listed below.

Objective: Use of the compact mechanical mixing and middle-pressure injection MITS Method CMS System (MITS Method) in Mekong Delta region to provide solutions to development issues such as preventing the spread of damage caused by flooding, delay of disaster-resilient infrastructure development projects, and encouraging government and industry human resources development.	
Results	Actions
R-1: Use MITS Method to improve soil for waterway infrastructure in dense residential and narrow areas and mitigate flood damage.	1-1: Develop MITS Method implementation plan with PMU-W 1-2: Develop MITS Method test construction and main construction plans
R-2: Ensure soil improvement meets standards of Mekong Delta Region soft soil measures and receive certification from MOT.	2-1: Transport MITS Method Machinery and assemble on-site 2-2: Implement MITS Method test construction based on 1-2 2-3: Build improved structures in accordance with Vietnamese standards 2-4: Analyze and evaluate results of improved structures to receive certification from MOT 2-5: Implement main construction plan based 2-2 2-6: Monitor MITS Method construction (construction constraints, economic efficiency, etc.) 2-7: Interview government and contractors about MITS Method construction
R-3: Improve soil improvement method capacity of human resources and companies in Vietnam.	3-1: Develop MITS Method training plan for PMU-W staff and contractors 3-2: Create English and Vietnamese manuals for MITS Method and method management 3-3: Implement construction method and management training based on 3-1 3-4: Develop a detailed business plan for MITS Method (sales, construction management, maintenance)
R-4: Found MITS Method Association Vietnam and spread awareness.	4-1: Hold seminars during test construction, main construction and after construction listed in 2 4-2: Discuss implementing MITS Method outside of PMU-W 4-3: Found MITS Method Association Vietnam and create dissemination plan for other government agencies (MOT, PMW-8, etc.) 4-4: Implement dissemination plan from 4-3

(2) Roles in Proposed Verification Survey

The Japan side will provide MITS Method equipment and support counterpart in developing human resources to oversee construction, quality assurance and operation management of MITS Method. An estimate of assistance provided is listed in 4-2-2(3).

The Counterpart will provide soft soil construction locations and construction, quality assurance and operation and management systems. The verification survey system plan is listed in 4-2-2(1).

(3) Positioning of Proposed Products and Technologies

The proposed MITS Method will, through resolving development issues, contribute to building a partnership between Japan and Vietnam. The proposed technology can also be expected to provide comparable results in other ASEAN countries that have soil conditions similar to the Mekong Delta, and face development issues related to damage caused by flooding and delay of disaster-resilient infrastructure projects.

(4) Counterpart in Target Country

Project Management Unit of Waterways (PMU-W), Inland Waterway Bureau, Ministry of Transport, Vietnam.

(5) Construction Location

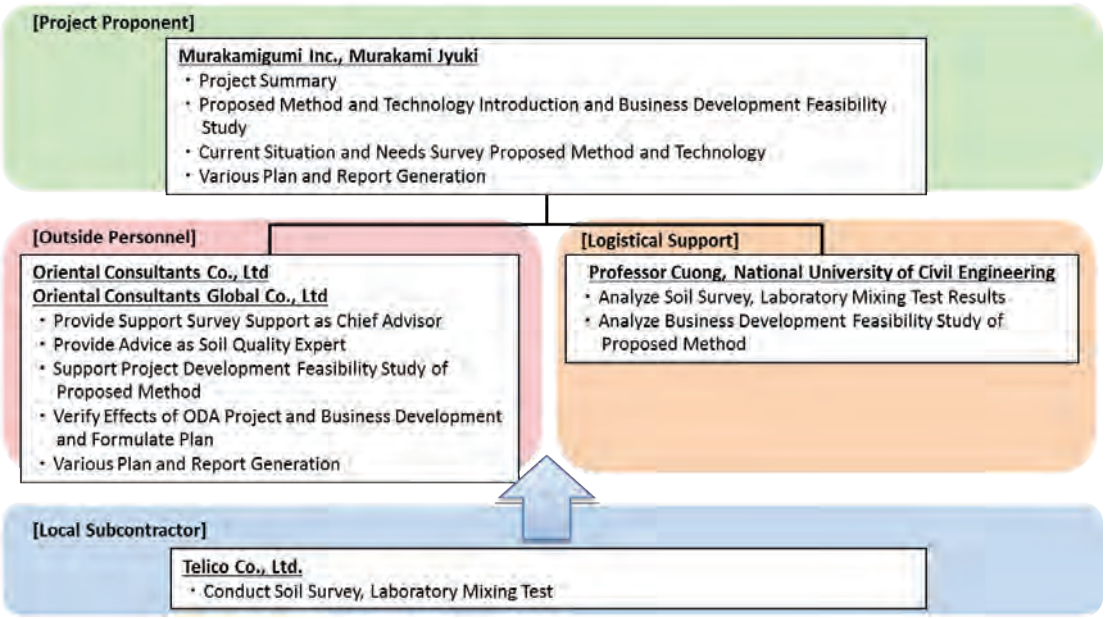
Based on the results of 3-4-1(1), test construction will be performed in (1) Ho Chi Minh City suburbs river improvement construction areas. If construction at location (1) is difficult, the location will be substituted for (2) My Tho City river improvement construction areas.

	(1)	(2)
Name of Project, Location	Mekong Delta Transport Infrastructure Development Project NW8: Km 0+000 to Km 24 +000 Location: Tan Nhut Commune, Binh Chanh District, Ho Chi Minh City	Mekong Delta Transport Infrastructure Development Project Upgrade Cho Gao Canal (Km 8+600 to Km 20+300) Location: Cho Gao Canal, Tien Giang Province
Soft Soil Depth	Thickness of soft soil: 28.3m to 33.45m	Thickness of soft soil: 7.0m to 11.9m
Picture		
Purpose	Mekong Delta transport infrastructure development, waterway dredging, river bank erosion control	Mekong Delta transport infrastructure development, waterway dredging, river bank erosion control
Project Progress	Bidding stage * Possible use as pilot project during construction Land acquisition completed	Bidding stage * Possible use as pilot project during construction Land acquisition completed

(6) Implementation System for Verification Survey

The implementation system for the verification survey is as follows:

Image 1 Implementation System for Verification Survey



Source: JICA Survey Team

(7) Verification Survey Schedule

Table 3 Verification Survey Schedule

	Actions	2016			2017												2018												2019		
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
R-1	Use MITS Method to improve soil for waterway infrastructure in dense residential and narrow areas and mitigate flood damage																														
1-1	Develop MITS Method implementation plan with PMU-W																														
1-2	Develop MITS Method test construction and main construction plans																														
R-2	Ensure soil improvement meets standards of Mekong Delta Region soft soil measures and receive certification from MOT																														
2-1	Transport MITS Method Machinery and assemble on-site																														
2-2	Implement MITS Method test construction based on 1-2																														
2-3	Build improved structures in accordance with Vietnamese standards																														
2-4	Analyze and evaluate results of improved structures to receive certification from MOT																														
2-5	Implement main construction plan based 2-2																														
2-6	Monitor MITS Method construction (construction constraints, economic efficiency, etc.)																														
2-7	Interview government and contractors about MITS Method construction																														
R-3	Improve soil improvement method capacity of human resources and companies in Vietnam																														
3-1	Develop MITS Method training plan for PMU-W staff and contractors																														
3-2	Create English and Vietnamese manuals for MITS Method and method management																														
3-3	Implement construction method and management training based on 3-1																														
3-4	Develop a detailed business plan for MITS Method (sales, construction management, maintenance)																														
R-4	Found MITS Method Association Vietnam and spread awareness																														
4-1	Hold seminars during test construction, main construction and after construction listed in 2																														
4-2	Discuss implementing MITS Method outside of PMU-W																														
4-3	Found MITS Method Association Vietnam and create dissemination plan for other government agencies (MOT, PMW-8, etc.)																														
4-4	Implement dissemination plan from 4-3																														

Source: JICA Survey Team

4-3 Target Area and Surrounding Circumstances

The *National Strategy for Natural Disaster Prevention, Response and Mitigation to 2020* was formulated by the Vietnamese government to promote the realization of disaster prevention efforts as part of the Socio-Economic Development Plan (2001-2020). The National Strategy advocated the need for revetment development in the Mekong Delta region. JICA also described the need for flood prevention measures in its 2012 publication *Data Collection Survey on ASEAN Regional Collaboration in Disaster Management*.

Due to the conditions in Mekong Delta, the World Bank is also implementing waterway improvement support projects, in addition to Japanese ODA projects.

Improvement of waterways has become an important part of disaster-resilient infrastructure development. Providing agricultural support and improving water transportation logistics, regional economic, poverty and health problems can be mitigated by strengthening legal systems and organizations tasked with reducing flood damage.

Therefore, support of developing soil improvement and disaster prevention measures is a top priority.

4-4 Issues and Countermeasures for Other ODA Projects

This survey confirmed that there are currently no planned or in-progress ODA projects from JICA that would be suited to the implementation of MITS Method

The survey team will discuss with JICA the possibility of future cooperation in any future pilot construction, detailed design and soil improvement verification surveys.

4-5 Environmental and Social Considerations

There is a possibility of hexavalent chromium soil pollution during soil improvement for revetments, depending on cement and cement solidifying materials used, and certain improved soil conditions. In Japan, the *Environmental Quality Standards for Soil* based on the *Soil Contamination Countermeasures Act* states that test solutions must be less than or equal to 0.05mg hexavalent chromium per liter.

5. Business Development Plan

5-1 Market Analysis Results

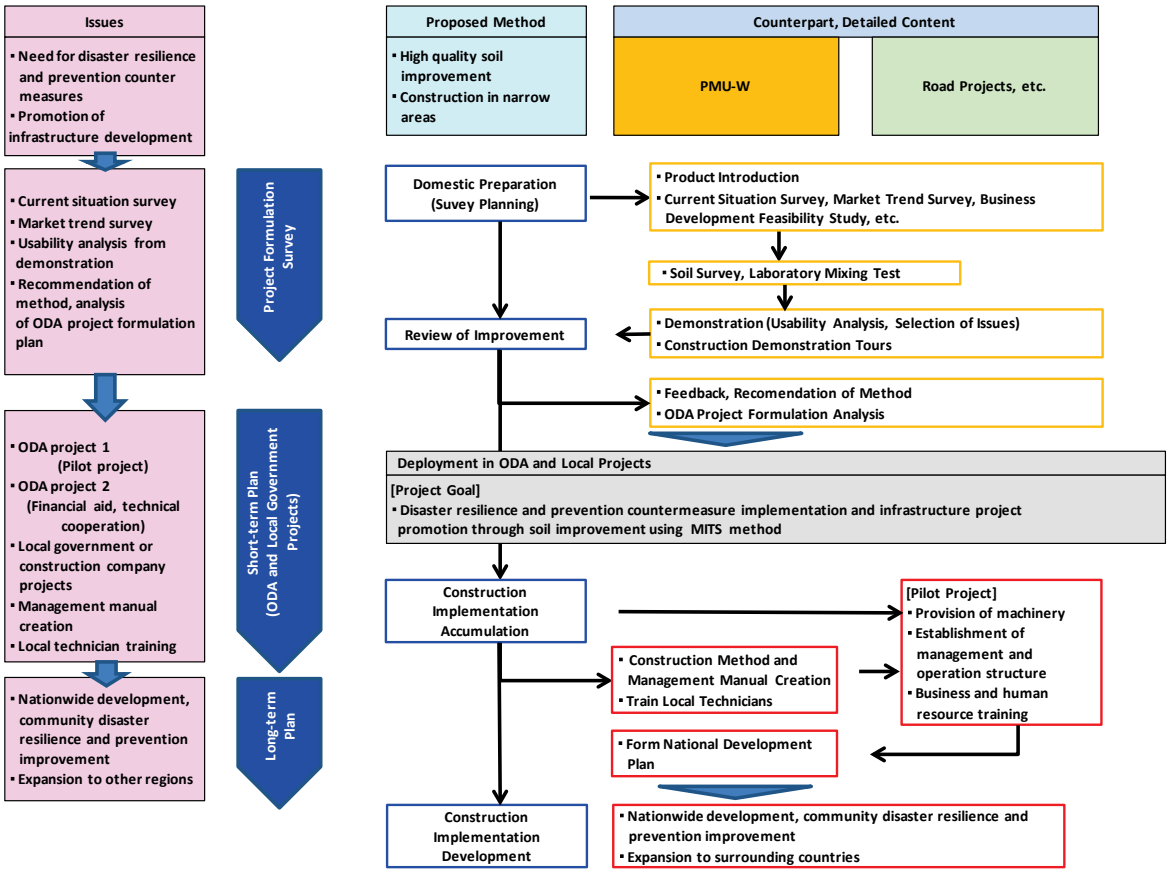
The market for deep-mixing soil improvement methods in Vietnam totals 325 million USD. Related revetment works account for 11 percent (35 million USD) of that amount. Mekong Delta is mostly made up of soft soil, and revetment, road, port and other building works require soil improvement before foundation construction can begin.

Furthermore, recent economic development from these infrastructure projects is increasing. Measures to prevent damage to rice fields and soil are becoming an urgent issue in the agriculture sector, and the demand for disaster prevention projects from the government and local administrative leaders is expected to increase.

5-2 Schedule for Project Implementation

The business master plan is shown below.

Image 2 Business Master Plan



Source: JICA Survey Team

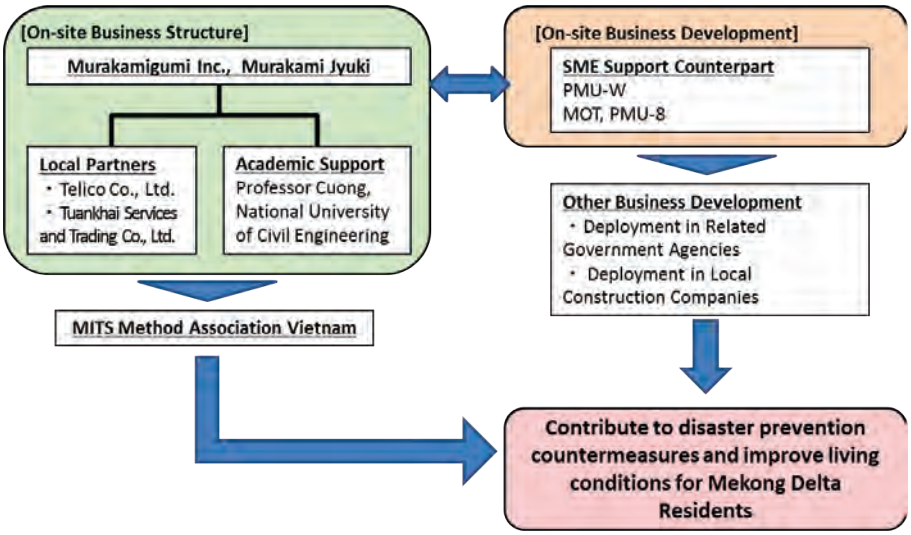
5-3 Overseas Business Expansion Implementation System

Consulting firm Telico Co., Ltd. is Murakamigumi's local partner to conduct the soil survey and mixing test for this survey. Telico has a number of achievements in soil improvement design and construction.

Telico has established a relationship with PMU-W through past activities, successfully carried out surveys, formed relationships with counterparts in a conventional Vietnamese business environment, and expanded their business to include an ongoing management system. Telico will also help promote construction technology by recruiting member companies to MITS Method Association Vietnam.

A local business expansion system of MITS Method CMS System is shown below.

Image 3 Business Implementation System



Source: JICA Survey Team

5-4 Distribution and Sales Plan

This survey aims to use the proposed method in active and planned financial aid and technical cooperation projects, including waterway, road, port and other selected pilot projects.

Murakamigumi Inc. will carry out construction using the proposed method in Vietnam, and will establish the MITS Method Association Vietnam to promote use of the technology across the country.

The MITS Method Association Vietnam will introduce MITS Method technology, ensure quality and appropriate costs, provide guidance and training on construction management techniques to local companies to disseminate knowledge of construction technology, and improve business development for Association members and other counterparts in the country.

Image 4 Business Expansion Strategy through MITS Method Association Vietnam

MITS Method Association Vietnam	Objective: Introduce MITS Method, ensure quality and appropriate costs
Local Association Members	・Training on construction management and expertise ・Ensure quality in regions that use MITS Method ・Review proper costs and cost reduction

5-5 Business Plan and Development Impacts

Use of the proposed method has the following advantages:

- The proposed method ensures reliable, high quality soil improvement for canals and waterways, wharfs, water level regulation facilities and other infrastructure developments that require structure foundations.
- The compact machine design allows for construction in difficult locations and can adapt to on-site conditions, making access roads and other temporary structures unnecessary and promoting an economical and efficient project.

Perform waterway maintenance, improve feasibility of construction plan drafting and construction, strengthen flood prevention measures and improve the health and living conditions for residents

5-6 Business Development Risks and Countermeasures

Possible risks including legal, intellectual property and environmental and social considerations are described below.

Table 4 List of Possible Risks

Possible Risks	Risk Content and Countermeasures
Law	Confirm legal matters at an early stage so as not to not violate local customs. A similar method's ODA project exists, therefore understanding past situations will help avoid risks.
Intellectual Property	Establish MITS Method Association to create quality standards that maintain the technology and quality of the method, so as not to receive the same treatment as similar, poor quality methods.
Compliance	Governance problems have been indicated in The Ministry of Foreign Affairs' Country Assistance Policy. Close cooperation with diplomatic offices will be utilized to achieve a resolution if concerns arise among local key persons.
Environment	There are no regulations regarding use of cement-based solidifying material in the target country. Therefore, hexavalent chromium and calcium content confirmations will be carried out in Japan.

Source: JICA Survey Team

Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects
Socialist Republic of Vietnam, Introduction of Soil Improvement Technology for Mekong Delta Waterway Revetment Construction

SMEs and Counterpart Organization

- **Name of SME:** Murakamigumi Co., Ltd.
- **Location of SME:** Takamatsu, Kagawa Pref., Japan
- **Survey Site/Counterpart Organization:** Mekong Delta (Near Ho Chi Minh City)
  Project Management Unit of Waterways, Ministry of Transportation

Concerned Development Issues

- **Flood Damage**
  Nearly 750 people killed yearly, infectious disease and other health issues spread as a result of sewage spread during flooding
- **Disaster Prevention Infrastructure Delays**
  Waterway revetment construction requires countermeasures against Mekong Delta's characteristic soft soil, and introduction of large-scale machinery to narrow areas requires time and money that can slow progress

Products and Technologies

- **Compatibility with Mekong Delta soil**
  Combined mechanical mixing and middle pressure injection allows for uniform, high-quality cement-soil columns with a reliable design diameter
- **Construction implementation adapted to local conditions**
  Compact machinery allows for construction in various locations (narrow areas, locations with overhead clearance limitations) reduces construction time loss and secondary facility costs needed for construction of temporary works

Proposed ODA Projects and Expected Impact

- Through the introduction of the proposed "MITS method," the construction of high-quality waterway revetments in narrow areas can be realized, contributing to the early implementation of safe, secure disaster prevention countermeasures and improved living conditions for local residents.

Future Business Development of Proposing Company

- Use of proposed method in waterway, road and port projects
- Construction management method and expertise training for local companies
- Establish MITS Method Association Vietnam and introduce appropriate technologies