

ベトナム国

ベトナム国
軟弱地盤地域における
TNF工法（地盤改良型直接基礎構造）
普及に向けた案件化調査
業務完了報告書

平成28年6月
（2016年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社タケウチ建設

国内
JR（先）
16-045

	<p style="text-align: center;">第 1 回 現地調査</p> <p style="text-align: center;">2015 年 7 月 19 日～2015 年 7 月 25 日</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ■ MOST-SATI・VAWR-Hyci に本案件化調査内容を説明 ➢ MOST-SATI：科学技術省-技術革新局 ➢ VAWR-Hyci：水資源研究院-水工研究所
	<p style="text-align: center;">第 1 回 現地調査</p> <p style="text-align: center;">2015 年 7 月 19 日～2015 年 7 月 25 日</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ■ DOC VL とセメント混合土強度発現試験の試料採取地等について協議 ➢ DOC VL：ビンロン省建設局
	<p style="text-align: center;">第 3 回 現地調査</p> <p style="text-align: center;">2015 年 9 月 6 日～2015 年 9 月 12 日</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ■ DOC VL に紹介されたビンロン省内の電力会社建設予定地（建設中）にて資料土を採取
	<p style="text-align: center;">第 3 回 現地調査</p> <p style="text-align: center;">2015 年 9 月 6 日～2015 年 9 月 12 日</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ■ VAWR-Hyci に紹介されたハイズオン省内の新興住宅街の空き地にて資料土を採取



第4回 現地調査

2015年10月11日～2015年10月17日

- VASECT と基準化プロセス等について協議
 - VASECT : 構造工学建設技術協会(建設省)



第5回 現地調査

2015年12月13日～2015年12月19日

- VAWR-Hyci と北部のセメント混合土強度試験につて最終結果を確認
 - 別途、ホーチミン市工科大学に属する REACTEC(建設技術研究・応用センター)とも南部の試験結果を確認



本邦受入

2016年1月18日～2016年1月21日

- 施工現場にて TNF 工法の施工手順等を説明



第6回 現地調査

2016年3月20日～2016年3月26日

- MOST-SATI を含むベトナム側関係機関に、本案件化調査の最終報告会を実施

目次

略語表

要約

はじめに

1. 調査の概要.....	1
2. 調査の目的.....	1
3. 調査対象国・地域・都市名.....	2
4. 団員リスト.....	2
5. 履行期間.....	3
6. 現地調査工程.....	3

本編

1 対象国の現状.....	4
1.1 ベトナムの政治・経済状況.....	4
1.1.1 政治状況.....	4
1.1.2 社会経済状況.....	6
1.1.3 社会経済開発計画.....	7
1.2 ベトナムの軟弱地盤対策に関する開発課題.....	8
1.2.1 ベトナム国の軟弱地盤の状況.....	8
1.2.2 既存基礎工法の現状.....	9
1.2.3 地盤沈下の被害状況.....	12
1.2.4 川砂採取及び残土処理問題.....	16
1.2.5 ベトナムが抱える開発課題.....	16
1.3 ベトナムの軟弱地盤対策に関する関連計画・政策.....	17
1.3.1 軟弱地盤対策に関するベトナム政府の取り組み状況とその要因.....	17
1.3.2 軟弱地盤対策の政策に対する今後の方向性.....	17
1.4 ベトナムの建設分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析.....	18
1.4.1 対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析.....	18
1.4.2 対象国の対象分野における他ドナーの分析.....	18
1.5 ベトナムのビジネス環境の分析.....	18
1.5.1 国土政策.....	18
1.5.2 投資全般の状況.....	21
1.5.3 法制度.....	24
1.5.4 許認可.....	26
2 提案企業の技術の活用可能性及び海外事業展開の方針.....	33
2.1 提案企業及び活用が見込まれる技術の特長.....	33

2.1.1	業界分析	33
2.1.2	提案企業の実績	33
2.1.3	業界における企業及び技術の位置づけ	33
2.1.4	活躍が見込まれる技術の特徴	34
2.1.5	国内外の同業他社	39
2.2	提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	39
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	40
3	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	41
3.1	技術の検証活動	41
3.1.1	TNF 工法の紹介と案件化調査報告会	41
3.1.2	TNF 工法のベトナムにおける基準化のヒアリング調査	42
3.1.3	セメント混合土強度発現試験	42
3.1.4	TNF 工法と既存工法の比較	53
3.1.5	本邦受入活動	54
3.2	技術の現地適合性検証	56
3.3	技術のニーズの確認	57
3.4	技術と開発課題の整合性及び有効性	57
3.5	実現可能性の検討	57
3.5.1	ODA 案件における実施可能性	57
3.5.2	事業展開における実施可能性	58
4	ODA 案件化の具体的提案	59
4.1	ODA 案件化の背景	59
4.1.1	スキームおよび基本方針	59
4.1.2	提案する ODA 案件の活動概要	60
4.2	具体的な協力計画及び開発効果	61
4.2.1	提案する ODA 案件の目標、投入、技術の位置付け	61
4.2.2	実施パートナーとなる対象国の関連公的機関（カウンターパート）	66
4.2.3	カウンターパート、関連公的機関等との協議状況	66
4.2.4	実施体制及びスケジュール	67
4.2.5	協力額概算	70
4.2.6	具体的な開発効果	72
4.3	対象地域及びその周辺状況	72
4.3.1	候補サイト	72
4.3.2	関連インフラ整備	75
4.4	他 ODA 案件との連携可能性	76
4.5	ODA 案件形成における課題（新たに顕在化した課題と対応方法等）	77
5	ビジネス展開の具体的計画	79
6	環境社会配慮	80
6.1	環境社会影響、ジェンダー配慮	80

6.1.1	環境影響項目の予測・評価.....	80
6.1.2	社会影響項目の予測・評価.....	81
6.1.3	ジェンダー配慮.....	81
6.2	環境社会影響項目の緩和策.....	82

別添資料

写真（現地調査状況等）

案件化調査報告会プログラム

案件化調査報告会参加者リスト

普及実証事業イメージ ポンチ絵

英文要約

図表目次

図

図 1-1	国家機構図	4
図 1-2	実質 GDP と経済成長率の推移	6
図 1-3	一体傾斜及び変形傾斜概念図	10
図 1-4	計画制度の所管省庁と階層構成	19
図 1-5	GDP 産業別構成比と各産業の成長率の推移	21
図 1-6	事業者別投資額構成比と推移	22
図 1-7	業種別投資額構成比（2012 年）	22
図 1-8	建設業投資額の推移	23
図 1-9	地域別建設生産高の推移	23
図 1-10	建設分野における関連法令構造	24
図 1-11	入札手続きの流れ	25
図 1-12	規格制度	27
図 1-13	TCVN 基準化プロセス	30
図 1-14	TCCS 基準化プロセス	31
図 2-1	TNF 工法施工イメージ	34
図 2-2	TNF 工法概略図	35
図 2-3	設備配管の破断防止メカニズム	35
図 3-1	セメント混合試験手順	43
図 3-2	北部試料土採取位置図	45
図 3-3	南部試料土採取位置図	46
図 4-1	普及・実証事業の実施体制	68
図 4-2	メコン大学敷地計画図	73
図 4-3	メコン大学敷地内ボーリングデータ	74
図 4-4	関連インフラ整備イメージ	76

表

表 1-1	建物被害の概要	13
表 1-2	計画制度の概要	18
表 1-3	建設計画の策定区分	19
表 1-4	ビジネス環境の現状	26
表 1-5	土地利用に関する各省庁の役割	27
表 1-6	ベトナムにおける規格制度の概要	28
表 1-7	MOST 組織別の業務内容	29
表 2-1	他工法とのコスト比較表	37
表 2-2	工期比較表	38
表 3-1	供試体組合せ	44

表 3-2	北部試料土採取地周辺の地層構成.....	46
表 3-3	北部試料土の含水比.....	50
表 3-4	北部試料土の湿潤密度.....	50
表 3-5	南部試料土の含水比.....	50
表 3-6	南部試料土の湿潤密度.....	51
表 3-7	本邦受入活動の参加者リスト.....	54
表 3-8	本邦受入活動の日程表.....	55
表 4-1	プロジェクトの成果及び活動.....	63
表 4-2	活動に必要となる投入一覧.....	64
表 4-3	日本側実施体制表.....	67
表 4-4	ベトナム側実施体制表.....	68
表 4-5	普及・実証事業の見積金額内訳.....	71

写真

写真 1-1	ビンロン省 5 区人民委員会事務所.....	13
写真 1-2	ビンロン省建物被害①.....	13
写真 1-3	ビンロン省建物被害②.....	14
写真 1-4	ビンロン省建物被害③.....	14
写真 1-5	ホーチミン市 2 区住宅被害調査①.....	14
写真 1-6	ホーチミン市 2 区住宅被害調査②.....	14
写真 1-7	ホーチミン市 7 区住宅被害調査①.....	14
写真 1-8	ホーチミン市 7 区住宅被害調査②.....	14
写真 1-9	ホーチミン市アパート被害調査①.....	15
写真 1-10	ホーチミン市アパート被害調査②.....	15
写真 1-11	ホーチミン市大型倉庫被害調査①.....	15
写真 1-12	ホーチミン市大型倉庫被害調査②.....	15
写真 2-1	TNF 工法を採用した建物.....	36
写真 2-2	杭基礎工法を採用した建物.....	36
写真 3-1	北部試料土採取地の隣接道路.....	45
写真 3-2	北部試料土採取地の現場状況.....	45
写真 3-3	南部試料土採取地の現場状況①.....	47
写真 3-4	南部試料土採取地の現場状況②.....	47
写真 3-5	北部試料土採取状況①.....	48
写真 3-6	北部試料土採取状況②.....	48
写真 3-7	北部試料土 (G. L. -2. 0m)	48
写真 3-8	北部試料土 (G. L. -3. 5m)	48
写真 3-9	南部試料土採取場所.....	49
写真 3-10	南部試料土採取状況.....	49
写真 3-11	南部試料土 (G. L. -2. 0m)	49

写真 3-12	南部試料土 (G. L. -4. 0m)	49
写真 3-13	供試体作製 (-2. 0m)	52
写真 3-14	供試体作製 (-4. 0m)	52
写真 3-15	供試体破断状況	53
写真 3-16	TNF 工法セミナーの状況	54
写真 3-17	現場見学の状況	54
写真 4-1	メコン大学正門	76
写真 4-2	実験候補地の現状	76

略語表

略語	英語	日本語訳
APB	Appraisal Board	審査委員会
ASTM	American Society for Testing and Materials	米国材料試験協会
BOA	Bureau of Accreditation	認定局
CG	Consultative Group	支援国
CO	Carbon Monoxide	一酸化炭素
C/P	Counterpart	カウンターパート
CSEDP	Comprehensive Socio Economic Development Plan	総合社会経済計画システム
DOC	Department of Construction	建設局
DOET	Department of Education and Training	教育訓練局
DONRE	Department of Natural Resources and Environment	天然資源環境局
DPI	Department of Planning and Investment	計画・投資局
EOJ	Embassy of Japan	日本大使館
FEM	Finite Element Method	有限要素法
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
G. L.	Ground Level	地盤高
HCMUT	Ho Chi Minh City University of Technology	ホーチミン市工科大学
HyCI	Hydraulic Construction Institute	水工研究所
IBST	Vietnam Institute for Building Science and Technology	建築科学技術研究所
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
JGS	Japanese Geotechnical Society	公益社団法人地盤工学会
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JIS	Japanese Industrial Standards	日本工業規格
JST	JICA Survey Team	JICA 調査団
MARD	Ministry of Agriculture and Rural Development	農業農村開発省
MCC	Mitsui Consultants Co., Ltd.	三井共同建設コンサルタント(株)
MKU	Mekong University	メコン大学
MLIT	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism	国土交通省
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録
MOC	Ministry of Construction	建設省
MOFA	Ministry of Foreign Affairs of Japan	外務省
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment	天然資源環境省
MOST	Ministry of Science and Technology	科学技術省

略語	英語	日本語訳
MOT	Ministry of Transport	交通省
MPI	Ministry of Planning and Investment	計画・投資省
NETIS	New Technology Information System	新技術情報提供システム
NO ₂	Nitrogen Dioxide	二酸化窒素
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
PHC	Pretensioned Spun High Strength Concrete	プレテンション方式遠心力高強度プレストレスコンクリート
PO	Plan of Operations	活動計画表
QCDP	Local technical regulations	国家規則
QCVN	National technical regulations	地方政府規則
QUACERT	Vietnam Certification Center	ベトナム認証センター
QUATEST	Quality Assurance and Testing Center	品質保証試験センター
REACTEC	Research & Application Center for Construction Technology	建設技術研究・応用センター
SATI	State Agency for Technology Innovation	技術革新局
SEDP	Socio Economic Development Plan	社会経済開発 5 ヶ年計画
SEDS	Socio Economic Development Strategy	社会経済発展 10 ヶ年戦略
STAMEQ	Directorate for Standards Metrology and Quality	標準・計量・品質総局
TCCS	Manufacturer standards	企業基準
TCVN	National standards	国家基準
TCVN/TC	TCVN Technical Committee	国家基準技術委員会
TNF	Tender Net Foundation	地盤改良型直接基礎構造
TSP	Total Suspended Particles	全浮遊粒子状物質
UCS	Unconfined Compressive Strength	一軸圧縮強度
USD	United States Dollar	米ドル
VAWR	Vietnam Academy for Water Resource	水資源研究院
VASECT	Vietnam Association of Structural Engineering and Construction Technology	構造工学建設技術協会
VDPF	Vietnam Development Partnership Forum	ベトナム開発パートナーシップフォーラム
VL	Vinh Long Province	ビンロン省
VND	Vietnamese Dong	ベトナムドン
VSQI	Vietnam Standard Quality Institute	標準品質研究所
WTO	World Trade Organization	世界貿易機関

要約

1 対象国の現状

1.1 ベトナムの軟弱地盤及び基礎工法の状況

ベトナム国土の約 25%を占める平野部の殆どが、北部の紅河流域と南部のメコン河流域に広がるデルタ地帯に位置する。デルタ地帯は河川が運んだ土砂の堆積で形成された平野であり、その地質は水分を多く含んだ軟弱地盤のため、基本的に建設には適さない。

ベトナムでは、建物に対する軟弱地盤対策として、木杭もしくはコンクリート杭・鋼管杭が用いられている。古くから使われ経験則に基づいて設計・施工される従来工法の木杭は、不同沈下などの建物被害が生じている。新技術として一部の建物で導入が進んでいるコンクリート杭・鋼管杭は、その対象建物に応じた十分な調査による設計計画を前提とした基礎工法である。これが不十分であった場合、期待する性能が発揮されないことやオーバースペックとなることがある。また、所定の支持性能が発揮された場合においても、抜け上がりの問題が残るなど、既存の工法では、建物の沈下被害を防止する対策として不十分な状況となっている。

1.2 ベトナムが抱える開発課題

ベトナムの軟弱地盤地域では従来、建物基礎には木杭もしくはコンクリート杭が主に使用され、安全性やコスト面において最適ではない基礎工法で施工されてきた。今後さらに拡大する軟弱地盤地域の建設需要に対して、従来通りの工法を選択し続けることは、円滑な開発の足枷になる。軟弱地盤地域の基礎工法においては、地盤沈下による建物被害を抑制するだけでなく、開発地域の実情に応じた低コストかつ短工期な基礎工法の導入が課題である。

1.3 軟弱地盤対策に関する関連計画

ベトナム政府の各省庁は、世界から軟弱地盤対策の技術を集め、新技術開発に取り組んでいる。しかし、「予算不足」、「基準の不整備」等の要因から、軟弱地盤対策に関する具体化された計画や政策はなく、研究機関や地方政府が独自に対策を行っているのが実情である。

しかしながら、予算の制限がある環境においても、政府が管轄する研究機関等では予算が確保され、新技術の導入に向けた積極的な取り組み（研究発表やセミナー等）が行われている。このため、軟弱地盤対策の新技術開発については、拡大のための素地が整っていると言える。

1.4 工法に関する技術基準制度

ベトナムの技術規格制度上、工法を規定する任意基準には、国家基準(TCVN)及び企業基準(TCCS)がある。TCVN 及び TCCS には、それぞれに「規格を規定した内容（規格）」と「手順・手法を規定した内容（ガイドライン）」があり、工法的设计・施工手順を規定する内容の場合は、ガイドラインとして作成される。

TCVN は TCCS より位置付けとして上位にあたるため、その基準化プロセスも多くの労力と時間を要するとともに、外国基準の導入に際しては国家基準レベルで運用されていることが求められる。ベトナム国での基準化は、その目的や基準の活用方法等を勘案して適切に選択する必要がある。また、官民に関わらず TCVN や TCCS がなくとも新技術の採用は可能であるが、その場合は、個別プロジェクトに対してのみ適用する技術として審査が行われ、暫定基準として取り扱われる。

2 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

2.1 TNF 工法の実績及び技術の特徴

TNF 工法は、地盤改良工事のうち浅層混合改良に位置づけられる、タケウチ建設が独自で開発した工法である。日本国内では、累計 157 万㎡の施工面積（619 棟）を有し、工場、倉庫等の生産・物流施設、教育施設等の公共施設、ショッピングセンター等が主な対象施設である。ベトナムにおいても、北部の工業団地で一件の施工実績を有する。

TNF 工法は、杭を用いない基礎構造であり、建物直下の地盤を井桁改良し、強化・安定化を図りつつ、建物を面で支えることで、周辺の地盤との沈下量の差異を極めて少なくすることが可能である。また、地盤沈下による杭の抜け上がりがなく、地中又は、スラブ下の設備配管の破断を防止する。

コスト面の特徴として、施工条件により削減率は異なるが、過去の建物面積 6,000m² の事例からコストを算出したところ、コンクリート杭に比べ約 40%の削減が見込まれる。

工期面の特徴として、施工条件により縮減率は異なるが、過去の建物面積 6,000m² の事例では、コンクリート杭の基礎と比較し、約 40%の工期縮減を可能とする。

加えて環境面の特徴として、一般の地盤改良工法で行われる土の入れ替えが不要であることから、投入する川砂の調達及び建設残土の処理が不要となり、環境負荷を低減する。

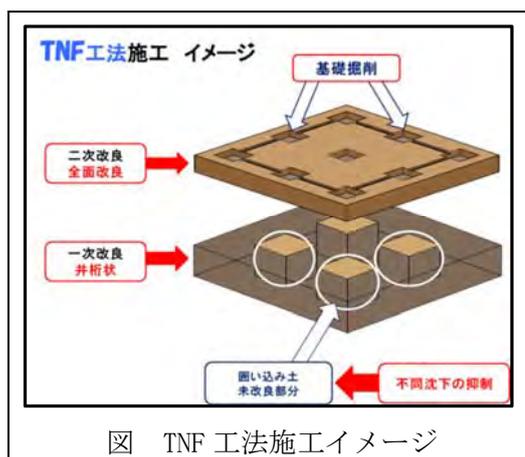


図 TNF 工法施工イメージ

2.2 事業展開における海外進出の位置づけ

当社は、「中長期事業計画」において、5 つの事業戦略を立てており、海外事業はその中の重要な 1 事業と位置付けている。まずはアセアン諸国（特にベトナム）を海外事業の端緒を切る国と想定し、TNF 工法を核に据えた建築基礎工事の請負・施工で進出するための事業可能性を検討してきた。

具体的には、ベトナムの事業における TNF 工法の設計、施工管理、営業に加え、優秀な人材の採用活動を行うため、独資にて現地法人の設立を想定している。また、平行して互恵関係で Win-Win の立場に立てる現地パートナーシップ（大学、ゼネコン、コンサル等）の探索も行う。

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

地方の中小企業にとって優秀な人材の確保は、今後困難を極めると予想している。また、建設業の労働者不足が問題になっており、県内事業者の事業拡大において大きな障害となっている。

ベトナムへの事業展開は、ベトナム人技術者の広島での就労により、地元の労働力不足を解決し、さらに関連企業の発展を通じて地元経済の活性化に貢献するものである。

また、研究機関と広島大学の共同研究による学生間の技術研究交流、文化交流の促進を通じて、学生の国際意識を醸成する。

3 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

本案件化調査で行った検証項目及び活動内容を下表に示す。

表 検証項目及び活動内容

検証項目	活動内容
案件化調査報告会	• 「案件化調査における活動内容」、「検証結果の報告」及び「今後の方針の説明」を行う案件化調査報告会を実施
基準化の可能性調査	• ベトナムの基準制度（基準の位置付け、基準化プロセス等）の確認 • 基準化の方向性及び技術の裏付けとなる資料の検討 • 基準化の可能性に関するヒアリング
セメント混合土強度発現試験	• ベトナムの代表的な土に対して、現地の一般的なセメント混合による強度発現を確認（222 パターン） • 各試験結果の傾向分析及び比較分析
ベトナムにおける比較優位性の確認	• ベトナムの建設物価本に基づく、TNF 工法と PHC 杭工法の原価比較
本邦受入活動	• TNF 工法の紹介を行う本邦受入活動の実施

3.2 技術の現地適合性検証

(1) 案件化調査報告会

案件化調査報告会を実施したことで、TNF 工法がベトナムの建設に関連する機関に認知され、基準作成の円滑化が期待されるとともに、TNF 工法に対する理解を深め、普及を促進する活動となった。加えて、これまでの取組や、今後の活動方針を関係機関に共有し、普及・実証事業の積極的な協力が期待される。

(2) 基準化の可能性調査

下記の理由から基準化の方向性は、TNF 工法設計・施工基準で TCCS の基準化を目指すこととした。

- TCVN を目指した場合、基準化するのに 3 年を超える可能性があり、普及・実証事業の期間やビジネス展開を考慮して、確実性および即効性を重視する。

また、下記の理由から、より信頼性が高く効果的な TCCS を作成するため、現地適合性を立証するための調査や実験を行い、その結果を技術の裏付けとして基準に反映することとした。

- TCCS の基準化に必要な資料は、基準の内容や目的に応じて作成者が判断し、その内容について承認機関に確認され、必要に応じて追加資料を求めることとなる。
- 基準を適用する事業者側は、作成した企業等の知名度や信頼性、基準を承認した機関の信頼性、基準書における技術的裏付けを確認し、より信頼性が高い基準を採用する。

技術の裏付けとして行う調査・実験の項目及び目的を下表に示す。

表 試験項目及び目的

試験項目	目的
地質調査	地盤解析及び実験施工の設計に用いる地盤条件（土質定数等）の把握
地盤解析	載荷試験で測定する土圧や沈下量に対する理論値の算出
改良体の設計	TNF 工法の複数の CASE で施工する改良体の設計
配合試験 （セメント混合試験）	想定した荷重条件に対する目標強度の発現確認 案件化調査の試験結果を踏まえた、最適な試験手法を検討
改良体の施工	載荷試験に用いる改良体の施工 現地施工会社の職員に対する施工方法の指導
改良体の撤去	実験施工で使用した土地の原状回復

本案件化調査では、技術の裏付けになる資料や TNF 工法の日本における位置付けについて関係機関と協議を重ね、TCCS の基準化は十分可能であるという意見を得ている。したがって、基準化のプロセスと必要な実験等を確実に実行することで、有用な「TNF 工法設計・施工基準」の TCCS を作成する。

(3) セメント混合土強度発現試験

南北の各試験機関による試験で用いたセメントの組み合わせは異なるものの、概ね日本国内でのセメント混合結果と同様に添加量や養生日数に応じた強度の増大が確認できた。従って、ベトナムにおいてベトナム国産のセメントによる現地土への混合による強度発現の効果と、中低層構造物を支える TNF 工法の浅層改良体を設計する上で十分な強度が期待できる。

今後の課題として、メーカー毎の成分の違いによる土質との相性があることから、現地土での試験結果及び、地域別の土質データを蓄積していく必要がある。加えて、試験環境・手順について、統一した規定を設けていくことが必要となる。

(4) ベトナムにおける比較優位性の確認

ハノイ市の物価本単価に基づいて、TNF 工法と PHC 杭工法のコストを比較したところ、約 30% のコスト縮減が見込まれる結果となった。ベトナムでは、資材価格の変動や地域差が強いことが想定されるため、コスト調査結果の精査及び他地域でのコスト算出を行う必要がある。

(5) 本邦受入活動

TNF 工法の説明会や基礎施工現場の見学を通じて、参加者が TNF 工法の理解を深めるための受入活動ができ、本邦受入の目標は十分達成された。加えて、JICA 表敬訪問では、普及・実証事業に向けて具体的な意見交換を行い有意義な訪問となった。

本邦受入活動に参加したメンバーは、今後の活動にとって不可欠で重要なメンバーあり、彼らが同時に受入活動に参加することで、中央政府と地方政府の協力体制の構築にも効果があったと考えられる。今後、普及・実証事業に向けて、本邦受入の参加者を中心として活動を進めていく。

3.3 技術のニーズの確認

建物被害の原因として考えられる、従来の基礎工法が抱える安全性や有効性の問題に対して、TNF 工法が新たな解決手法として選択肢を提供する。今後、急速な開発が見込まれるハノイ首都圏やホーチミン大都市圏及びメコンデルタ地域は、いずれも軟弱地盤地域であり、低コスト・短工期で、高い信頼性をもって建物被害を防止する TNF 工法の早急な導入が求められている。

3.4 技術と開発課題の整合性及び有効性

沈下被害が深刻化しているベトナムでは、軟弱地盤対策に取り組んではいらぬものの、その効果が十分に上がらない状況となっている。これは、経験則に基づいた木杭を使用した従来工法が浸透していることや、コンクリート製や鋼管製の杭が、十分な検討がなされないままオーバースペックで施工されるケースがあることなど、選択肢の少なさが主とした要因と考えられる。

普及・実証事業では、「TNF 工法の基準化」や「認知度を向上する活動」、「施工体制の確立」などを行い、この工法を採用できる環境を提供する。急速な都市化・工業化により増え続けているベトナムにおいて、開発地域の実情に応じた基礎工法の導入が課題であり、建築物の地盤沈下を抑制し、建物の安全性を低コストかつ短工期で実現する TNF 工法の普及が、課題を解決する有効な手段である。

3.5 実施可能性の検討

(1) ODA 案件における実施可能性

SATI を含む関係機関は、TNF 工法の技術的優位性やベトナム地盤への適応性について把握し、ベトナムの継続的な開発に有効な技術であるとの認識を表明している。加えて、普及・実証事業の PDM の内容について協力する意向を示しており、ベトナム側の実施体制は整っていると言える。

(2) 事業展開における実施可能性

普及・実証事業において TNF 工法を TCCS により基準化することで、政府および民間企業に対して認知度・信頼性が高まり、営業・販売が促進され、事業化への見通しは明るいと思われる。

ただし、事業としての実現可能性を一層具体化し高めていくために、想定する事業モデルにそって、事務所設立検討など各種の調査が必要となるため、今後継続して詳細な調査を行っていく。

4 ODA 案件化の具体的提案

4.1 ODA 案件のスキーム名

中小企業海外展開支援事業－普及・実証事業－

4.2 基本方針

普及・実証事業では、上記目標である『建物の沈下被害が深刻化しているベトナムに、低コスト・短工期で安全性の高い TNF 工法が広く普及することで、円滑な開発の足枷になる建物被害が抑制される』ことに向けて、TNF 工法を普及するための土台が確立することを目標とする。

この目標を達成するための成果として、『TNF 工法のベトナム地盤における安全性実証』『TNF 工法の認知度向上』『TNF 工法の施工体制確立』を目指す。

4.3 具体的な協力計画及び開発効果

(1) 提案する技術の位置付け

TNF 工法は、建物の沈下を低減し、かつ不同沈下を抑制する新技術であり、これを低コスト・短工期でこれを実現する工法である。

日本側は、広大な軟弱地盤を有し建物の沈下被害が深刻化しているベトナムに、この TNF 工法を採用できる環境を提供する。

ベトナムは、この工法が採用可能になることで、従来工法で起きている不同沈下や、新技術として一部導入が進んでいるコンクリート杭で起きている浮上りなどの沈下に伴う建物被害に対応するための新しい選択肢を得ることが出来る。この技術提供は、ベトナム開発には必ず付随する軟弱地盤対策の一助となるものである。

(2) 提案する ODA 案件の目標

1) 上位目標とプロジェクト目標

上位目標は、『建物の沈下被害が深刻化しているベトナムに、低コスト・短工期で安全性の高い TNF 工法が広く普及することで、円滑な開発の足枷になる建物被害が抑制される』であり、普及・実証事業では、広く普及するために『TNF 工法普及の土台が確立する』ことをプロジェクト目標とする。

2) プロジェクト目標に向けての成果と活動

プロジェクト目標に向けて創出する成果を以下のとおり設定する。また、成果と活動内容を下表に整理する。

【プロジェクト目標に向けて創出する成果】

- ① TNF 工法のベトナム地盤における安全性実証
- ② TNF 工法の認知度向上
- ③ TNF 工法の施工体制確立

表 プロジェクトの成果及び活動

プロジェクト目標	TNF 工法普及の土台が確立する
成 果	活 動
1. TNF 工法のベトナム地盤における安全性が実証される	1.1. 基準(TCCS)作成計画を策定する
	1.2. 地盤条件を把握するための地質調査を実施する
	1.3. 理論値算出(土圧、ひずみ、沈下量)のためのFEM解析手法による地盤解析を実施する
	1.4. 実験施工の改良体を設計する
	1.5. セメント配合量算出のための配合試験を実施する
	1.6. TNF 工法により改良体を施工する
	1.7. 実測値(土圧、ひずみ、沈下量)測定のための載荷試験を実施する
	1.8. 実験施工の改良体を撤去する
	1.9. 試験結果及び解析結果の評価・分析を行う
	1.10. TCCS 認可取得プロセスを実施し TNF 工法の TCCS を作成する
2. TNF 工法の認知度が向上する	2.1. 地方行政機関を対象とした TNF 工法紹介セミナーを開催する
	2.2. TNF 工法紹介セミナーのアンケート調査結果を整理する
	2.3. 地方行政機関の技術者を対象とした本邦受入活動を実施する
	2.4. 認知度向上とともに発生する知財リスクに対する備えとして、TNF 工法の商標登録を行う
3. TNF 工法の施工体制が確立される	3.1. 実験施工を通じて現地地質調査会社にセメント混合試験技術および品質管理方法を指導する
	3.2. 実験施工を通じて現地施工会社に施工技術および品質管理方法を指導する
	3.3. 現地の建設工事に関わる監督省庁担当者および現地の地質調査会社・施工会社の技術者を対象とした本邦受入活動を実施する
	3.4. 信頼できるパートナー企業(施工・地質調査会社、調達先等)をリストアップする

出典：JST 作成

3) 必要となる投入

普及・実証事業における日本側の主な投入は、TNF 工法の技術指導を行う人員、TNF 工法の実験施工を行うための資機材や費用であり、カウンターパート側の投入は、実験用地の提供と、事業を行う過程で必要なる関係機関との調整等に伴い発生する人件費を含む経費である。

4.4 実施パートナーとなる対象国の関連公的機関(カウンターパート)

- 科学技術省(Ministry of Science and Technology)-技術革新局(State Agency for Technology)

4.5 実施スケジュール

「①TNF 工法のベトナム地盤における安全性実証」の活動に約 27 ヶ月を要する。この活動によって作成する TCCS を踏まえて、「②TNF 工法の認知度向上」の活動に約 6 ヶ月を要し、合計で約 33 ヶ月を予定する。「③TNF 工法の施工体制確立」の活動は、①②の活動と並行して行うことを予定しているため、普及・実証事業期間は、約 33 ヶ月(3年半)を想定している。

4.6 実施体制

普及・実証事業における実施体制図を、下図に示す。

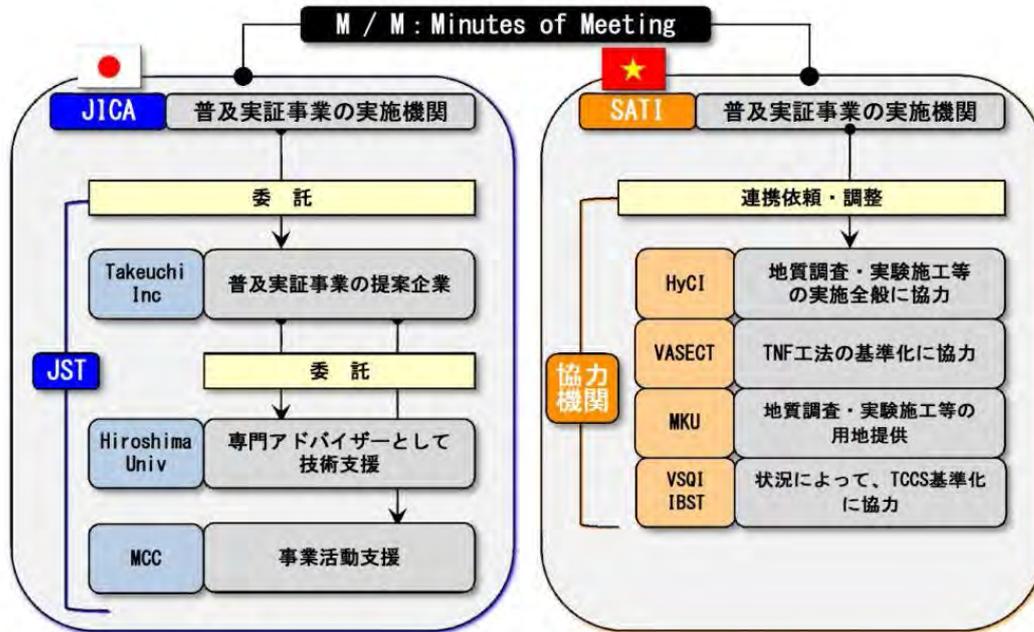


図 普及・実証事業の実施体制(出典：JST 作成)

4.7 候補サイト

(1) TCCS 作成裏付け資料に関する各種実験の対象地

普及・実証事業で計画している実験施工の用地については SATI が調整し、ビンロン省にあるメコン大学（クーロン大学）を提案された。その後、メコン大学とも協議を行い、各種実験の用地として提供することを承諾している。



図 メコン大学敷地計画図

(出典：メコン大学より入手資料に JST 加工)

(2) TNF 工法紹介セミナーの対象地

普及・実証事業で計画しているセミナーは、「TNF 工法の認知度向上」を目的とし、地方行政機関を対象にした、TNF 工法の設計手法、必要な調査、施工・品質管理手法や、在来工法との比較優位性を説明するものである。

開催方法と開催場所は、[CASE1：一括開催・ハノイ]・[CASE2：個別開催・各地方(省)]を想定しており、いずれの方法が効果的か SATI (C/P) と協議の上、決定する。

5 ビジネス展開の具体的計画

5.1 市場分析結果

(1) 対象とする市場(建築構造物)

市場分析に際して、TNF 工法が対象とする市場(建築構造物)を以下に整理する。

- ・ 地盤条件や建物荷重によって異なるが、概ね 5 階建てまでの建築構造物を対象としており、公共施設では、教育施設、医療施設、老健施設等が対象となり、民間施設では、工場・倉庫・スーパー等の商業施設が対象となる。

(2) 公共事業市場

紅河デルタおよびメコンデルタに広がる広大な軟弱地盤地域において、前項に整理した TNF 工法が対象とする建築構造物に対する需要が、どの省のどの種の建築構造物にあるかを特定することは極めて困難である。

したがって、C/P である MOST-SATI にヒアリングした結果、ベトナム南部のメコンデルタ地帯に位置する省において、対象建築物への需要があることを確認した。このため、同省の今後の公共事業計画の動向を注視する。

(3) 民間事業市場

当社が当面本格的に照準を合わせているのが、日系企業による現地の工場建設市場である。JETRO へのヒアリングによるとこれまでに日本の自動車や自動二輪、電気製品メーカーの各大手・準大手、およびそのサプライヤーはすでに進出、すなわち工場の建設を終えており、需要の一巡感は否めない。JETRO によると今後ベトナムに進出が活発化するの、卸売り・小売・運輸セクターとのことであり、同セクターが当社にとって有望なマーケットとなる。

5.2 想定する事業計画及び開発効果

(1) ベトナムにおける組織構成

タケウチ建設は、独資による現地法人を設立し、ベトナムにおける公共工事、民間工事へ TNF 工法を核とする特殊基礎工事に係る、設計、施工指導、コンサルティング事業を実施する。

また、本格的な拠点設置前の調査期間として、過渡的に「駐在員事務所」を設置し及びその間の営業案件の対応は、個別案件に対する契約許可での対応を検討する。

(2) 公共事業

普及・実証事業での施工実績と TNF 工法の認可取得を足掛かりに、公共事業での TNF 工法採用を目指す。広域な事業展開を行うため、ベトナム国全域の地質や資材（セメントなど）の調査を進め、必要に応じて TNF 工法を改良・適用させる。

(3) 民間事業

ベトナムで計画中の建設事業情報を収集し、その建設における基礎工事の受注活動が基本的な営業手法となる。

5.3 事業展開におけるリスクと課題

事業展開におけるリスクには、「建設業・設計業に関する関連法規・許認可の変更」「政策による税務・税制の変更」「社員のコンプライアンス意識の低下による技術の流出」が考えられる。

関連法規・許認可には特に留意が必要であり、2014年に改訂された新投資法では、「個別建設案件ごとに、ベトナム国家機関から契約許可取得が必要で、契約許可の条件として、全ての場合に、ベトナム建設会社と提携するか、ベトナム建設会社を下請けとして採用しなければならない」と規定している。当社の事業展開はこれに沿って行うものであり、投資法の改定が大きなリスクとなり得るものであるが、上述のとおり改訂されたばかりで、近く再び改訂（変更）されることはないと思われる。また、トレンドは、外資系企業には規制緩和の方向に向かっていることもあり、投資法改定のリスクは低いといえる。

6 環境社会配慮

6.1 環境影響項目と緩和策

普及・実証事業の実験施工では、施設や資機材を残置せず原状回復するため、恒久的な施設による環境影響は発生しない。

しかし、試験的に改良体を施工する工事期間中の環境影響は考慮する必要があるため、影響可能性がある項目と、必要に応じて取るべき対応策を以下に整理する。

① 騒音振動（建設機材の稼働）

- 騒音・振動対策として、工事期間中には騒音・振動レベルを測定すると同時に、環境基準を超過しないよう作業時間帯を考慮するとともに、低騒音・低振動型の重機を使用する。

② 土壌汚染（六価クロム）

- 改良体の施工前に六価クロム溶出試験を行い含有量を計測する。基準値である 0.005mg/L を上回る場合には、六価クロム溶出量低減型のセメントを採用する。

③ 粉じん（全浮遊粒子物質（TSP））・排ガス（NO_x, CO, TSP）

- 施工開始前には大気モニタリングを行い汚染物質の状況を把握し、必要に応じて排ガス対策型建設機械を使用する。また必要に応じて散水を行い、粉じんの発生を抑制する。

④ 廃棄物（有害廃棄物）

- 産業廃棄物が発生するものの有害廃棄物は含まれないため、環境に対する有害な影響はない。
- 産業廃棄物の対象となる改良土、載荷用の石及び鋼矢板は撤去し現状回復するとともに、実験施工を行うビンロン省の天然資源環境局（DONRE）から許認可を取得している処理業者に委託し処理する。

6.2 社会影響項目の予測・評価

実験施工は、メコン大学の敷地内の用地を使用する計画であり、同大学より用地提供の了解を得ている。用地取得や非自発的住民移転の可能性はなく、社会影響は極めて小さい。

6.3 ジェンダー配慮

ベトナムの建設現場においては、女性が労働している現場も見受けられるがその頻度は多くない。このため、建設業界における女性の雇用機会を拡大するためにも、実験施工を通じた施工技術及び品質管理の指導には女性職員にも参加してもらい、今後の建設現場への女性進出を促す。

案件化調査：ベトナム国軟弱地盤地域における TNF工法（地盤改良型直接基礎構造）普及に向けた案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業：株式会社タケウチ建設
- 提案企業所在地：広島県三原市
- サイト・C/P機関：ベトナム国紅河デルタ地域及びメコンデルタ地域・
科学技術省-技術革新局



ベトナム国の開発課題

- 軟弱地盤地域で発生している、地盤沈下に伴う建物被害を防止し、かつ低コストで短工期な基礎工法の導入

中小企業の技術

TNF工法（地盤改良型直接基礎構造）

- 地盤沈下に伴う建物被害（不同沈下、抜け上がり等）を低コスト・短工期で防止
- 現土に固化材量を混入し改良するため、置換砂の投入及び残土の処理が不要

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

中小企業海外展開支援事業－普及・実証事業－によりTNF工法普及の土台を確立する

- 上位目標：建物の沈下被害が深刻化しているベトナムに、低コスト・短工期で安全性の高いTNF工法が広く普及することで、円滑な開発の足枷になる建物被害が抑制される。
- 期待される効果：『TNF工法の基準化』や『認知度を向上する活動』『施工体制の確立』などを行うことにより、この工法を採用できる環境が構築される。

日本の中小企業のビジネス展開

- 現地法人を設立するとともに、普及実証事業の成果を足掛かりに、公共事業でのTNF工法採用を目指す。
- 民間事業は、ベトナム進出する日系企業や日系ゼネコンを中心に展開を図る。
- 不適切な設計や施工が起こらないよう、不正使用に配慮しつつビジネス展開を行う体制を整える。
- 異業種企業との交流を進め、必要な技術を結集・パッケージ化し、公共サービスを創造する。
- TNF工法の安全性・コストメリットを現状工法が抱える問題と併せて提唱し、TNF工法の有効性を訴求する。

はじめに

1. 調査の概要

ベトナムの国土は約 33 万平方キロメートルのうち山岳地帯が 75%を占め、残り 25%の平野部の殆どが、北部の紅河流域と南部のメコン河流域に広がるデルタ地帯に位置する。デルタ地帯に位置する首都ハノイ、最大の都市ホーチミンには、人口の 70%が集中している。

デルタ地帯は河川が運んだ土砂の堆積で形成された平野であり、その地質は水分を多く含んだ軟弱地盤のため、基本的に建設には適さない。1980 年以降始まった経済発展に伴い多くの建築物が建設されたが、30 年が経過し、各所で地盤沈下による深刻な建物被害が発生してきている。事前調査の結果、15 年ほど前から地盤沈下が顕著になり始め、現在公表されている年間の地盤沈下量は 25 mm であるが、ヒアリングによると数年で 700mm を超えている事例も確認されている。また地域によっては沈下量が毎年加速している例も少なくないとのことで、その被害は深刻なものとなっている。

低コスト・短工期で安全性の高い建物基礎の導入は、ベトナムをはじめとする、大規模デルタ地帯等の軟弱地盤を有する国や地域の国土開発に極めて有効である。このため、本調査では、日本国内で多くの実績を有する TNF 工法の、現地適応性と普及可能性を検証する。

2. 調査の目的

規模の建物基礎に対する Tender Net Foundation（以下、TNF）工法の普及に必要な調査を行うものである。

TNF 工法は、軟弱地盤地域で発生する地盤沈下による建築物被害の抑制を、低コスト・短工期で実現する建物の基礎工法である。

本調査では、ベトナム政府から同工法の工法認可を取得するためのプロセスや、認可取得に必要な調査項目を整理・確認するとともに、現地の土質や混合材への適応性について工学的検証（セメント混合土強度発現試験）を行う他、現地政府関係者を対象に本邦受入活動により同工法の認知・拡大を図る。加えて、同工法をベトナムで広く普及することを想定した、公共需要及び民間需要を調査する。

3. 調査対象国・地域・都市名

ベトナム・紅河デルタ地域及びメコンデルタ地域



図 対象地域位置図

4. 団員リスト

本調査の調査団員を下表に示す。

氏名	所属先	担当分野
竹内 謹治	㈱タケウチ建設	ビジネス展開計画
竹岡 芳文	㈱タケウチ建設	現状調査①/設計基準調査
中川 啓祐	㈱タケウチ建設	TNF 工法コスト算出
山本 春行	広島大学	TNF 工法安全性検証/現状調査②
針谷 健太	三井共同建設コンサルタント(株)	ODA 案件化計画
友納 康雄	三井共同建設コンサルタント(株)	ニーズ調査
豊田 雄介	三井共同建設コンサルタント(株)	工法認可取得プロセス調査/ 環境社会影響調査

5. 履行期間

2015年7月14日～2016年6月30日

6. 現地調査工程

本調査において実施した現地調査日程を下表に示す。

調査回数	調査期間		
第1回	2015年7月19日	～	2015年7月25日
第2回	2015年8月16日	～	2015年8月22日
第3回	2015年9月6日	～	2015年9月12日
第4回	2015年10月11日	～	2015年10月17日
第5回	2015年12月13日	～	2015年12月19日
本邦受入	2016年1月18日	～	2016年1月21日
第6回	2016年3月20日	～	2016年3月26日

ベトナムの政治情勢は下記の通りである。

- (1) 1986 年には第 6 党大会におい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）政策が打ち出され、外資導入に向けた構造改革や国際協力強化に取り組んでいる。他方、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。
- (2) 2011 年 1 月には第 11 回共産党大会（5 年ごと）が開催され、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ほか、プロレタリアート階級主導の共産党方針は維持しつつも、私営経済活動を本業とする者の入党を試験的に認めることとされた。また、党中央指導部の人事が一新され、書記長には、これまで国会議長を務めたグエン・フー・チョン氏が選出された。
- (3) 同年 5 月 22 日には国会議員選挙が行われ、その結果を受けて 7 月 21 日より第 13 期国会が召集され、グエン・シン・フン国会議長、チュオン・タン・サン国家主席が選出され、グエン・タン・ズン首相が再選された。また、政府の組織改編が承認されるとともに、ズン首相が提案した新閣僚人事案が承認され、一部閣僚が交代した。2013 年 6 月にも一部閣僚が交代した。
- (4) 2011 年以降、ベトナム国内経済が停滞し、ドイモイ進展の裏で、貧富の差の拡大、汚職の蔓延、官僚主義の弊害等のマイナス面が顕在化したことから、党・政府は、汚職防止の強化、行政・公務員改革等を実施し、不良債権処理や国有企業再編により、経済の不効率性の改善を進めると共に、2013 年には、国会が人事を承認した閣僚級以上の指導者に対する国会議員による信任投票の実施や憲法改正等、一党体制にありながら、民主的要素を取り入れるといった動きもある。

出典：MOFA ホームページ (<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/vietnam/data.html#section2>)

1.1.2 社会経済状況

ベトナムの経済情勢は下記の通りである。

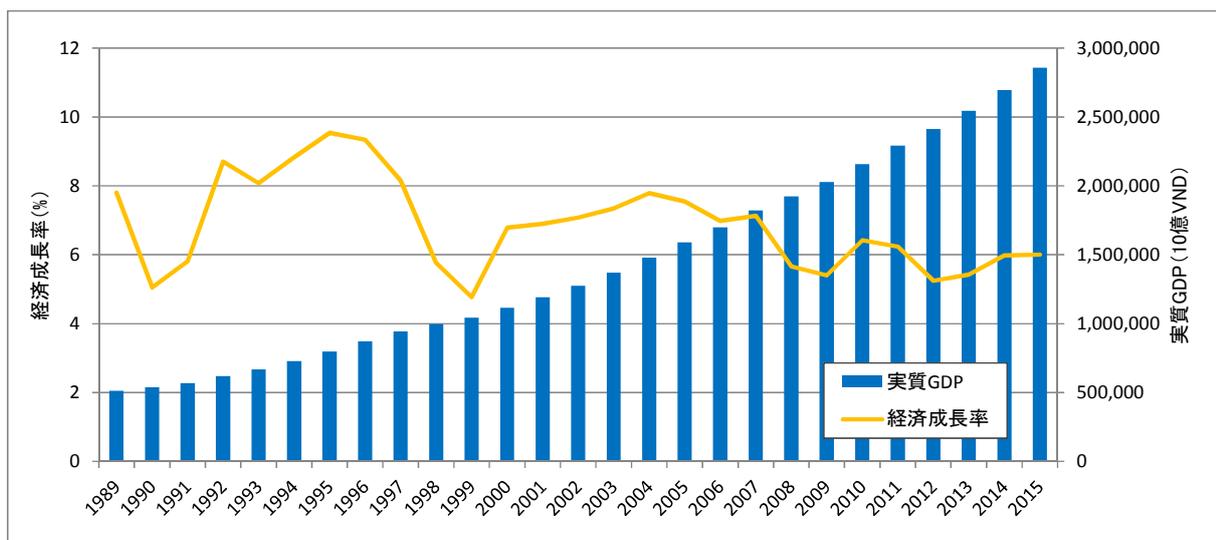
- (1) 1989年頃よりドイモイの成果が上がり始め、1995年～1996年にはGDP成長率が9%台の高い経済成長を続けた。しかし、1997年に入り、成長率の鈍化等の傾向が表面化したのに加え、アジア経済危機の影響を受け、外国直接投資が急減し、1999年の成長率は4.8%に低下した。
- (2) 2000年代に入り、海外直接投資も順調に増加し、2000年～2010年の平均経済成長率は7.26%と高成長を達成したが、2011年は5.9%、2012年は5.2%と成長率が鈍化。2013年の成長率目標は5.4%と緩やかな回復傾向が見られる。
- (3) 近年ベトナムは一層の市場経済化と国際経済への統合を推し進めており、2007年1月、WTOに正式加盟を果たしたが、不透明なマクロ経済状況、未成熟な投資環境、国营企業の非効率性等懸念材料も残っている。

(4) 最近の経済指標は以下のとおり。

GDP（経済）成長率（2014年）	5.98%
物価上昇率（年平均、2014年）	4.09%
失業率（2014年）	2.08%（都市部：3.43%、農村部：1.47%）
外国投資（認可額、2014年）	202億ドル（対前年比6.5%減）
貿易収支（2014年）	21.4億ドル
輸出（2014年）	1501.9億ドル（前年比13.7%増）
輸入（2014年）	1480.5億ドル（前年比12.1%増）

出典：MOFA ホームページ (<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/vietnam/data.html#section4>)

1989年から2015年までの実質GDP及び実質経済成長率を図1-2に示す。



出典：IMF 統計データより JST 作成

図 1-2 実質 GDP と経済成長率の推移

1.1.3 社会経済開発計画

社会経済開発5ヵ年計画（SEDP）は、1961年からベトナムの戦略的計画体系を代表する計画として策定されている。ドイモイ以降は、SEDPに加えて社会経済発展10ヵ年戦略（SEDS）が策定されるようになった。上記社会経済開発計画の策定システムを以下に示す。

- 政府及び共産党内部の公式協議を経て策定される。
- 計画・投資省（MPI）が本計画に関わる調整および最終案作成の第一義的役割を有している。
- 省レベルの計画では、計画・投資局（DPI）が主導的役割を持つ。
- ボトムアップ・アプローチが採用されており、地方政府（村、県、省）が上位レベルの政府に提案を提出し、最終的にはMPIに提出され、国全体で統合される。
- 省・市は、国会決議や政府の決定・規制を根拠に、それぞれの地域の戦略的目標値を定め、計画を策定する。策定の方法や目標値の設定方法はMPIが策定し、地方自治体に提示する。
- MPIは各省庁からの情報をまとめて政府に報告する。

(1) 社会経済開発10ヵ年戦略

「SEDS2011-2020」は、2011年1月の第11回共産党大会で採択され、今後10年間の社会経済開発に関する指針を示す文書である。全体目標は、「2020年までにベトナムは基本的に近代的な工業国になり、政治・社会は安定的でコンセンサスがあり、民主、規律、国民の物質的、精神的な生活は向上され、独立、主権の保護及び領土保全が出来、国際市場におけるベトナムの地位が上がり、次の段階における強固な土台を作り出す。」と掲げており、以下の開発方針を示している。

- 持続的な開発と短期間での成長
- 社会主義ベトナム建設のための経済・政治面での革新
- 民主主義の実践と人的要素の最大化
- 生産力強化、科学技術の向上、社会主義志向型市場経済体制の向上
- 国際参入の中での自立した経済の形成

出典：在ベトナムE0Jホームページ

(http://www.vn.emb-japan.go.jp/jp/economic/economic_vietnam_senryaku.html)

(2) 社会経済開発 5 ヶ年計画

「SEDP2011-2015」は、2011年11月の第13期国会で承認され、SEDS2011-2020をより具体化する文書である。SEDP2011-2015の全体目標を以下に示す。

- 成長モデル経済改革を迅速かつ実質的に開発し、また質と競争力を強化する方向に経済を再構築する。
- 社会福祉・社会保障を確立し、国民の精神的及び物質的生活を高める。外交活動を強化し、国際統合の効果を向上させる。
- 独立、主権、統一、国土の安全を守り、社会の秩序・安全と政治の安全保障を固守し、2020年までにわが国は近代的な工業国を目指した基盤を作る。
- 最初の2～3年ではマクロ経済の安定に集中して実施し、社会安全保障の確保、合理的なレベルの経済成長、成長モデル改革経済の再構築を強く推進する。
- 次の2～3年では迅速で持続的な開発のために基本的には経済改革を完了させ、成長目標とマクロ経済と社会安全保障の調和と安定を図る。

出典：JETRO ホームページ

(https://www.jetro.go.jp/ext_images/world/asia/vn/business/pdf/VN_20111108.pdf)

1.2 ベトナムの軟弱地盤対策に関する開発課題

1.2.1 ベトナム国の軟弱地盤の状況

ベトナムの国土は約33万平方キロメートルのうち山岳地帯が75%を占め、残り25%の平野部の殆どが、北部の紅河流域と南部のメコン河流域に広がるデルタ地帯に位置する。人口の約70%は、デルタ地帯に位置する首都ハノイ、最大の経済都市ホーチミンに集中している。デルタ地帯は河川が運んだ土砂の堆積で形成された平野であり、その地質は水分を多く含んだ軟弱地盤のため、基本的に建設には適さない。

関係機関にヒアリングしたところ、ベトナム全土を統括的に管理した地盤沈下に関する統計データは公表されていないとのことであったが、入手したボーリングデータを確認したところ、対象地域であるメコンデルタ地域及び紅河デルタ地域には、表層に30m程度の厚い軟弱地盤が分布していることが明確となった。

本案件化調査で確認した南部（ビンロン省）のボーリングデータでは、地下20mから30m付近まではN値が0に近い有機質を多く含んだ粘土であった。一方で、北部（ハイズオン省）のボーリングデータでは、地下30m付近まではN値が0に近い砂質粘土であり、同じ軟弱地盤でもその土質性状は異なる傾向のものであった。

1.2.2 既存基礎工法の現状

(1) 木杭

ベトナムの軟弱地盤地域では地盤沈下を防ぐために、一般的に、3階建て以下の建物基礎には木杭が用いられている。ビンロン省建設局からヒアリングした情報によると、木杭は1平方メートル当たり16本、25本もしくは36本いずれかの密度で打ち込まれる。加えて、木杭の径は40mmと80mmの2種類、長さは3m、4m、5mの3種類があり、経験則に基づきいずれかのパターンを採用している。

また、木杭による基礎の一般的な施工手順は、地表面から1m程度地盤を掘削し、木杭を打設した後川砂で埋め戻しが行われている。

建物被害調査を行ったビンロン省では、一般的に地質調査は行わず、周辺地域の既存地質データや経験に基づいて設計することであった。

このように、地質調査を行わず経験則に基づいて設計・施工される木杭は、適切に品質管理された安全な基礎とは言えない工法となっている。

(2) コンクリート杭・鋼管杭

近年、基礎にコンクリート杭による基礎も一般的となり、小規模な建築にも用いられるようになったが、コンクリート杭の基礎は、強固である反面、支持層や摩擦抵抗の正確な評価が必要となり、地質調査や設計での確認が不十分であった場合、期待する性能が発揮されないこともある。特に対象建物が平面的に広い場合や、建物が点在している場合は、その対象建物に応じた十分な調査による設計計画が必要となる。

また、コンクリート杭の基礎が沈下しない支持機構が発揮された場合においても、抜け上がり(周辺の地盤だけが沈下し、建造物が浮き上がる現象)の問題が残る。

さらには、木杭による基礎に問題があるという認識から、十分な検討されないまま、コンクリート杭や近年使用され始めた鋼管杭がオーバースペックで施工されるケースも少なくない。

(3) 地盤沈下に対する基礎の安全基準

1) 日本における安全基準

日本における地盤沈下に対する安全基準は、以下のとおり建築基準法施行令や告示に示されており、要求している性能は有害な沈下変形が生じないことであるが、その明確な基準値は示されていない。

【建築基準法施行令】

(基礎)

- 第三十八条 建築物の基礎は、建築物に作用する荷重及び外力を安全に地盤に伝え、かつ、地盤の沈下又は変形に対して構造耐力上安全なものとしなければならない。

【建設省告示第1347号(平成12年5月23日)】

(建築物の基礎の構造方法及び構造計算の基準を定める件) 第2

- 一 建築物、敷地、地盤その他の基礎に影響を与えるものの実況に応じて、土圧、水圧その他の荷重及び外力を採用し、令第82条第一号から第三号までに定める構造計算を行うこと。
- 二 前号の構造計算を行うに当たり、自重による沈下その他の地盤の変形等を考慮して建築物又は建築物の部分に有害な損傷、変形及び沈下が生じないことを確かめること。

地盤沈下に伴う建物被害は、不同沈下により「建物全体が傾く一体傾斜」と「建物の変形を伴って傾く変形傾斜」に大別される。一体傾斜は、構造的損傷を伴わず扉の開閉に支障が出るなどの機能的被害であり、変形傾斜は構造部材の損傷を伴う構造的被害である。したがって、傾斜を伴わない沈下については、有害な損傷・変形が生じないことが確認できれば問題とはならない位置付けとなっている。

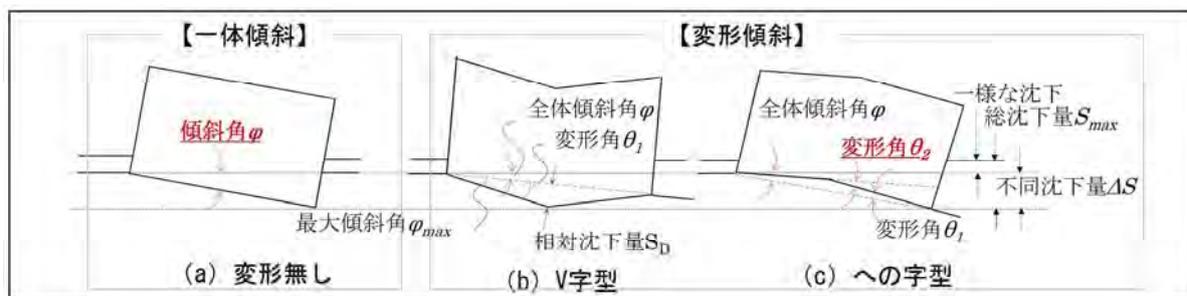


図 1-3 一体傾斜及び変形傾斜概念図

また、日本建築学会では、「基礎構造設計指針」・「小規模建築物基礎設計指針」において「許容沈下量の参考値」・「傾斜角と機能障害程度の関係」および「設計目標値」を示しているが、いずれも地盤沈下による不同沈下の発生を前提としている。

【「基礎構造設計指針」・「小規模建築物基礎設計指針」

(許容沈下量の参考値)

(単位：cm)

沈下の種類 基礎形式	即時沈下		圧密沈下	
	布基礎	べた基礎	布基礎	べた基礎
標準値	2.5	3～(4)	10	10～(15)
最大値	4	6～(8)	20	20～(30)

標準値：不同沈下による亀裂がほとんど発生しない限度値

最大値：幾分か不同沈下亀裂が発生するが障害には至らない限度値

()：剛性の高いべた基礎の値

(傾斜角と機能障害程度の関係)

傾斜角	障害程度	区分
3/1000 以下	品確法技術的基準レベル-1 相当	1
4/1000	不具合が見られる	2
5/1000	不同沈下を意識する 水はけが悪くなる	
6/1000	品確法技術的基準レベル-3 相当、不同沈下を強く意識し申し立てが急増する	3
7/1000	建具が自然に動くのが顕著に見られる	4
8/1000	ほとんどの建物で建具が自然に動く	
10/1000	配水管の逆勾配	
17/1000	生理的な限界値	5

(不同沈下の設計目標値の参考値)

不同沈下	設計目標値
傾斜角	3 /1000 以下
変形角	2.5/1000 以下

また、いわゆる構造基準ではないものの、品確法には建物の傾斜に応じた瑕疵責任が発生する目安が示されている。

【品確法】		
平成 12 年 7 月 19 日 建設省告示 1653 号 住宅紛争処理の参考となるべき技術的基準		
レベル	住宅の種類	構造耐力上主要な部分に瑕疵が存する可能性
	木造住宅、鉄骨造住宅、鉄筋コンクリート造住宅又は鉄骨鉄筋コンクリート造住宅	
1	3/1000 未満の勾配の傾斜	低い
2	3/1000 以上 6/1000 未満の勾配の傾斜	一定程度存する
3	6/1000 以上の勾配の傾斜	高い

2) ベトナムにおける安全基準

ベトナムでは、日本のような体系的かつ統一的基準はまだ整備されておらず、外国から多くの新技術が導入されてきたことから、基礎工法に対する多様な任意基準もしくは暫定基準が存在し、建設事業ごとに異なる基準が適用されている状況である。このため、本調査の範囲では、地盤沈下に対する明瞭なベトナム基準は確認されていない。

また、TNF 工法のように、不同沈下を抑制しつつ制御された沈下は許容する、という概念も本調査前の段階では無い状況であった。

1.2.3 地盤沈下の被害状況

(1) 地盤沈下被害の概況

1980 年以降始まった経済発展に伴い多くの建築物が建設されたが、30 年が経過し、軟弱地盤地域の各所で地盤沈下による深刻な建物被害が発生してきている。水工研究所 (HyCI) や構造工学・建設技術協会 (VASECT) からの情報によると、メコンデルタ地域を中心に住宅、道路及び堤防等に被害が発生している被害状況が、テレビや新聞で取り上げられているとのことであった。特に、南北の経済回路 (corridor) には大きな沈下被害が発生しており、物流にも影響が出ている。

基礎が原因で発生する建物被害を表 1-1 に示す。

表 1-1 建物被害の概要

被害状況	発生要因	発生する現象(被害)
抜け上がり	■ 木杭もしくはコンクリート杭が所要の支持機能を発揮しているものの、周辺地盤の沈下とともに、建物範囲だけが抜け上がり、段差が生じた状態となる。	■ 発生した段差部分には、亀裂(ひび割れ)や地上部。地中部とも接続部の機能障害が発生する。
不同沈下	■ 基礎が支持機構を発揮せず建物が沈下し、建物荷重の違いや地盤状態等の要因により、建物が不均一に沈下する不同沈下の状態となる。	■ 壁・柱・床面の亀裂(ひび割れ)や変形が発生する。

(2) 建物被害調査結果

建物被害調査で視察したビンロン省 5 区の人民委員会事務所の建物は、基礎に木杭を用いており、径 80mm、長さ 5m の木杭を 1 平方メートル当たり 25 本打ち込んでいるとのことであった。被害状況を調査したところ、建物は最大で 2.5° 程度傾斜している箇所があり、不同沈下、抜け上がりと推察される要因により、階段部の亀裂、床タイルの割れや剥がれ等の被害が確認された。原因としては、杭本数、径、長さ等の支持機構が場所によってばらついていることが考えられる。

調査した建物外観を写真 1-1 に、被害状況を写真 1-2 及び写真 1-4 に示す。





写真 1-3 ビンロン省建物被害②



写真 1-4 ビンロン省建物被害③

ホーチミン市の2区と7区で行った被害調査では、コンクリート杭基礎の住宅3件のうち2件に顕著な被害が確認された。被害が確認された住宅は、どちらも不同沈下、抜け上がりと推察される要因により、階段部の亀裂、床板変形による床タイルの割れや剥がれが生じていた。原因としては、杭本数、径、長さ等の支持機構が場所によってばらついていることが考えられる。

住宅の被害状況を写真 1-5 から写真 1-8 に示す。



写真 1-5 ホーチミン市2区住宅被害調査①



写真 1-6 ホーチミン市2区住宅被害調査②



写真 1-7 ホーチミン市7区住宅被害調査①



写真 1-8 ホーチミン市7区住宅被害調査②

その他にもホーチミン市 2 区で行ったアパートや大型ショッピングセンターの倉庫における被害調査では、基礎形式はヒアリングできなかったものの、顕著な抜け上がり被害が確認された。2 区のアパートでは、建物入り口と地面との段差が大きくなってしまい、階段を継ぎ足したとのことであった。このケースは、建物規模からコンクリート杭が支持層まで打設されていることが推察され、杭支持機構は均一に機能していると思われる。しかし、周辺地盤の沈下量が大きく、このように顕著な抜け上がり現象が生じていることが伺える。

被害状況を写真 1-9 から写真 1-12 に示す。

	
<p>写真 1-9 ホーチミン市アパート被害調査①¹</p>	<p>写真 1-10 ホーチミン市アパート被害調査②</p>
	
<p>写真 1-11 ホーチミン市大型倉庫被害調査①</p>	<p>写真 1-12 ホーチミン市大型倉庫被害調査②</p>

(3) 調査結果のまとめ

1) 木杭の採用について

- ベトナムにおいて多用される木杭基礎は、地質調査を行わず経験則に基づいて設計・施工されており、適切に品質管理された安全な基礎とは言えず、耐久性にも問題がある。
- 本調査では、実際に建物被害が発生していることを確認した。この調査結果も踏まえ、木杭は信頼性の高い工法ではないと結論付ける。

¹ 階段の下 2 段が継ぎ足されている。

2) コンクリート杭・鋼管杭の採用について

- コンクリート杭・鋼管杭の基礎においては、支持機構は発揮されている事例は確認できたものの、抜け上がりによる被害の発生を確認した。また水工研究所 (HyCI) からの情報によると、十分な検証が行われずにオーバースペックで施工される事例もあるとのことであった。
- 木杭に代わるコンクリート杭・鋼管杭は、十分な地質調査と設計照査を行い、かつ抜け上がり対策を施すことを前提として有効となる基礎構造である。しかし、開発スピード重視する発展途上国の建物基礎としては、そのコストに比して効果は限定的で、対象建物の規模や求められる性能に応じて採用する基礎構造と言える。

3) 建物の安全性について

- 本調査では、木杭・コンクリート杭のいずれでも建物被害が見受けられた。
- 調査を行った対象のうち、 2.5° 傾斜している建物は勾配にして約 43/1000 であり、日本の指針に示される設計目標値 3/1000 (約 0.17°) に対して大幅に逸脱し、安全な建物とは言い難い。

1.2.4 川砂採取及び残土処理問題

ベトナムでは建物の基礎工事において、地下数メートルにわたって現土を川砂に入れ替える地盤改良が行われており、これに伴い川砂の調達が必要となっている。ビンロン省の建設会社からヒアリングした結果によると、入れ替えに用いられる川砂は、天然資源環境省 (MONRE) の採取規定に則り、入札方式により落札した業者が採取したものを調達している。しかしながら、業者が適切に採取した場合でも、旺盛な建設需要を賄うためその量は膨大なものとなっており、河川環境への悪影響も十分に想定される。

一方、現土を川砂に置換することにより発生する建設発生土 (残土) は、法令に則り全体の 3 割は再利用しており、残りの 7 割は業者を通じて廃棄しているとのことであった。廃棄された残土は、沈下の著しい土地の盛土もしくは埋め土に用いられている場合もあるとのことであったが、今後の開発需要に伴う発生残土が、不法投棄に繋がるのが十分に想定される。

これらの問題が先送りされることは、開発を優先する開発途上国においてやむを得ない状況ではあるが、この問題を念頭に置き、対応策を取り得る基礎工法の活用を検討しておくべきである。

1.2.5 ベトナムが抱える開発課題

ベトナムの軟弱地盤地域では従来、建物基礎には木杭もしくはコンクリート杭が主に使用され、上述の通り安全性やコスト面において最適とは言えない基礎工法で施工されてきた。今後さらに拡大する軟弱地盤地域の建設需要に対して、従来通りの工法を選択し続けることは、円滑な開発の足枷になることは想像に難くない。

上記の理由から、軟弱地盤地域の基礎工法においては、地盤沈下による建物被害を抑制するだけでなく、開発地域の実情に応じた低コストかつ短工期な基礎工法の導入が課題である。

加えて、地盤改良のために数メートルにわたって現土を入れ替えている基礎工事についても旺盛な建設需要を賄う場合には、川砂調達や残土処理に係るコストや時間の問題だけでなく、重大な環境問題を引き起こす可能性を抱えている。このため、今後円滑な開発を促進するためには、環境負荷を低減しうる工法の導入を現段階で取り入れていくことが、将来への備えとして必要である。

1.3 ベトナムの軟弱地盤対策に関する関連計画・政策

1.3.1 軟弱地盤対策に関するベトナム政府の取り組み状況とその要因

計画経済から市場経済に移行したこの10年でベトナム政府の各省庁は、世界から軟弱地盤対策の技術を集め、新技術開発に取り組んでいる。しかしながら、市場経済への移行の途上にあるベトナムでは、「社会的背景」、「予算不足」、「対策の有効性が不十分」及び「基準の不整備」等の要因から、軟弱地盤対策に関する具体化された計画や政策はなく、研究機関や地方政府が独自に対策を行っているのが実情である。

ベトナムにおいて、住宅部門は建設省（MOC）、道路部門は交通省（MOT）、堤防部門は農業農村開発省（MARD）が管轄しており、関係機関へのヒアリングによると、それぞれの省庁で少額ではあるが軟弱地盤対策の研究に対する予算が割り当てられているとのことであった。

軟弱地盤対策に対する研究支援の概要を以下に示す。

- 予算措置は、「研究」もしくは「研究+応用」を対象に、1案件につき10万から20万USDの費用が援助される。
- プロジェクトの成果として、基準を作成するケースもある。
- 予算化のプロセスとしては、「省庁から依頼される場合」と「研究機関の提案が省庁に承認される場合」がある。

加えて、研究機関においては、研究成果発表や新技術の普及を目的とした、軟弱地盤対策の研究セミナーが頻繁に開催されている。

上記のとおり、ベトナム政府の各省庁がそれぞれの部門において、軟弱地盤対策に取り組んでおり、TNF工法が対象とする「中小規模の建築構造物」を扱う省庁であるMOCでも、新技術導入への取り組みは行っている。しかしながら、基礎工法の選択肢が「木杭（従来工法）」と「コンクリートもしくは鋼管杭（新技術）」の二択となっている状況であり、高コストとなる新技術の採用は、大型の建築構造物に限られ、中小規模の建築構造物では、従来工法で次々と建設されることで、沈下被害の発生が常態化している。まして、地方政府に属する建設局（DOC）においては、従来工法以外の選択肢が事実上ない状況ともなっている。

これらの状況は、基礎工法の選択肢が少ないことに起因し、十分な安全性を確保できない可能性を知りつつ、コスト的に安い木杭（従来工法）を使い続けなければならない実情となっている。

したがって、TNF工法はMOCおよびDOCが取り扱う中小規模の建築構造物を対象に、安全性を担保できない従来工法と、一部において導入が進んでいるものの高コストである新技術の二択状態に、第三の選択肢を提供する工法となる。

1.3.2 軟弱地盤対策の政策に対する今後の方向性

予算の制限がある環境においても、政府が管轄する研究機関等では、新技術の導入に向けた積極的な取り組みが行われている。このため、軟弱地盤対策の新技術開発については、拡大のための素地が整っていると言える。

加えて、今後円滑な開発が求められるベトナムにおいて、軟弱地盤対策は重要な課題であり、積極的な政府の取り組みにより、急速な成長が求められる分野であると考えられる。

1.4 ベトナムの建設分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析

ベトナムは、世界最大の被援助国の1つであり、ベトナムの開発課題に係る政策協議の場として実施されてきた対越支援国会合（CG 会合）には、ドナー（約 50 カ国・機関）が参加している。2013 年より、最高位の政策協議の場としてベトナム開発パートナーシップフォーラム（VDPF）に改編され、直近では、VDPF2015 が開催されている。

日本はベトナムに対する最大の援助国であり、国別援助方針では、『「SEDS（2011～2020）」及び「SEDP（2011～2015）」に掲げられる 2020 年までの工業国化の達成に向けて、国際競争力の強化を通じた持続的成長、脆弱性の克服及び公正な社会・国づくりを支援する』としている。

1.4.1 対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析

ODA で支援する基幹インフラ（港湾、空港、鉄道、道路等）整備の多くは、軟弱地盤上で建設することになるため、付随的に地盤改良や杭基礎構造の採用等による軟弱地盤対策を行うことが必要となる。これらの軟弱地盤対策は、基幹インフラ整備による土木構造物に対して実施されたものであるが、TNF 工法は中小規模の建築構造物を対象にしている。

調査した範囲では、中小規模の建築構造物を対象とした軟弱地盤対策の先行事例は見つからず、先行事例は無い、もしくは極めて少ないと推察されるため、TNF 工法による ODA 事業は先駆的事例であると考えられる。

1.4.2 対象国の対象分野における他ドナーの分析

前記のとおり、ベトナムは世界最大の被援助国の1つであり、多数のドナー（約 50 カ国・機関）が援助している。しかし、中小規模の建築構造物を対象とした軟弱地盤技術分野については、援助実績は確認できないため、本案件は先駆的事例と推察される。

1.5 ベトナムのビジネス環境の分析

1.5.1 国土政策

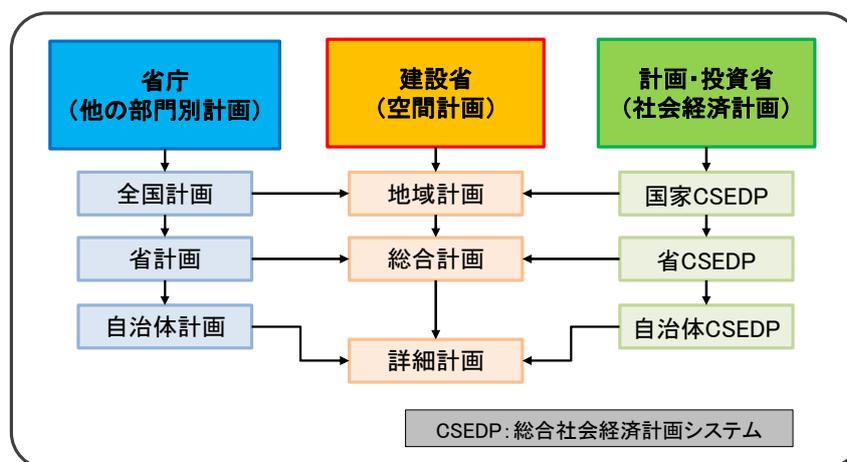
国土政策に係る計画制度には、社会経済計画、空間計画（建設計画、物的計画、マスタープラン）、部門別計画があり、それぞれ異なる省庁によって所管される。計画制度の概要を表 1-2 に示す。

表 1-2 計画制度の概要

計画制度	概要
社会経済開発計画	具体的な開発・投資の目標を設定し、部門別計画（交通、産業、教育、福祉等）を含む提案を統合する開発戦略であり、政府の全てのレベルで作成される。
空間計画	県、市、地区、あるいはさらに詳細な開発地区における土地利用、建築、インフラの空間的配置の提案を示すものである。
部門別開発計画	個々の部門（水供給、都市交通、産業など）の成果に対して、目標と戦略を示すのである。

出典：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－（MLIT 国土計画局）を参考に JST 作成

各計画制度に対して所管する省庁及び階層構成を図 1-4 に示す。



出典: 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－ (MLIT 国土計画局) を参考に JST 作成

図 1-4 計画制度の所管省庁と階層構成

(1) 空間計画

2014年に制定されたベトナムの建設法 (No: 50/2014/QH13: Law on Construction) では、空間計画 (建設計画) について、地域計画、都市計画、特別機能ゾーン計画、農村計画の四種類の計画で構成されている。それぞれの計画の策定区分を表 1-3 に示す。

表 1-3 建設計画の策定区分

地域計画	都市計画	特別機能ゾーン計画	農村計画
連省地区 (第一級行政地区)	都市計画法の定義による	経済ゾーン	村 (区や町は非該当) または過疎地の集合体
省		工業地区、輸出加工区、ハイテク地区のゾーン	
連県地域 (第二級行政区)		エコロジー・観光ゾーン	
県		保全地区、歴史文化地区のゾーン	
特別機能地区		研究育成地区、スポーツ地区のゾーン	
連省地域の幹線道路コリドー・経済コリドーのエリア		空港、港湾ゾーン	
		基幹インフラ結節点のゾーン	
	地域計画に定められた、または政府の承認を受けたその他のゾーン		

出典: ベトナム建設法 (No: 50/2014/QH13: Law on Construction)

建設省が所管する空間計画は、ベトナム都市開発総合計画方針 (全国計画)、地域計画 (建設省または省)、総合計画 (市または省)、詳細地区計画 (県、区、工業地区、開発プロジェクト) の4つのレベルで策定されている。

(2) 都市システム開発の見通しと目標

2009年4月「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総合計画方針」(Decision No. 445/QĐ-TTg)が首相によって承認された。これには、以下の通り開発の全体像および数値の見通しが示されている。

- 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極としては包括的経済区域が中心的な役割を担う
- 2015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
- 2026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

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、都市体系に関するいくつかの記述が修正された。このプログラムでは、2015年までの国の都市化率の目標を38%とし、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している。また、2020年までに、国の都市化率の目標を45%とし、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している。

(3) 大都市圏計画

大都市圏計画とは、北部(ハノイ地域)、中部(ダナン)及び南部(ホーチミン)の重要経済地域である大都市圏についてMOCにより策定された地域建設計画である。

1) ハノイ首都圏計画

ハノイ首都圏計画(Decision 490/QĐ-TTg)は2008年5月5日、首相によって承認された。対象を、ハノイ、ハタイ、ヴィンフック、フンイエン、バクニン、ハイズオン、ハナム、ホアビンの1中央直轄市と7省として、中心核としての首都ハノイ、副次核としての県級市群が互いにつながりを持ち、開発を方向づけるという多核心型の地域構造が強調されている。ハノイ首都圏計画の主な特徴を以下に示す。

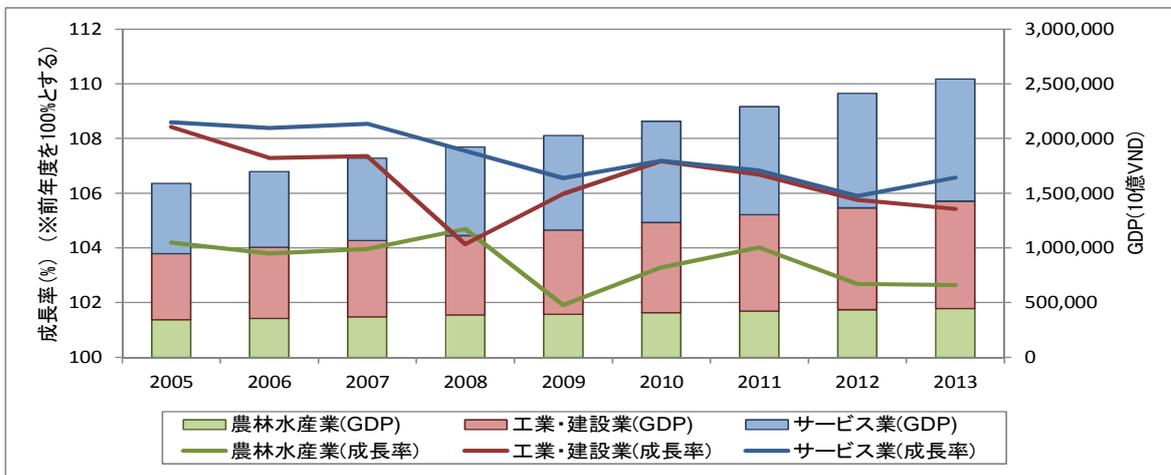
- 中核都市ハノイ市を成長エンジンとして、東のハイフォン市と、ハノイ・ハイフォンを結ぶ幹線の中に位置するハイズオン市を成長センターとして位置づけている。
- 都市の発展とともに自然と調和した開発を目指すことである。例えば南部地域は自然が残っているところが多いため、自然を残しながら開発を行う。
- 中核都市の周辺に衛星都市を建設し、多極分散配置を行うことである。ハノイ市を中核とした首都圏内の均衡発展のため、①ハノイ市の西側でホアビン省を中心とする産業、文化、観光など伝統を活かした成長、②東および東南部方面でハイフォン市までの途中のハイズオン市の成長、③北および東北部方面でビンフック省の工業を中心とした成長を目指す。

2) ホーチミン首都圏計画

ホーチミン大都市圏計画（Decision 589/QĐ-TTg）は、2008年5月20日に首相により承認された。この計画が対象とするのは8つの中央直轄市・省である：ホーチミン、ビンズオン、ビンフオック、タイニン、ロンアン、ドンナイ、バリア＝ブンタウ、ティエンザンである。同計画ではホーチミン大都市圏地域は、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、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。

1.5.2 投資全般の状況

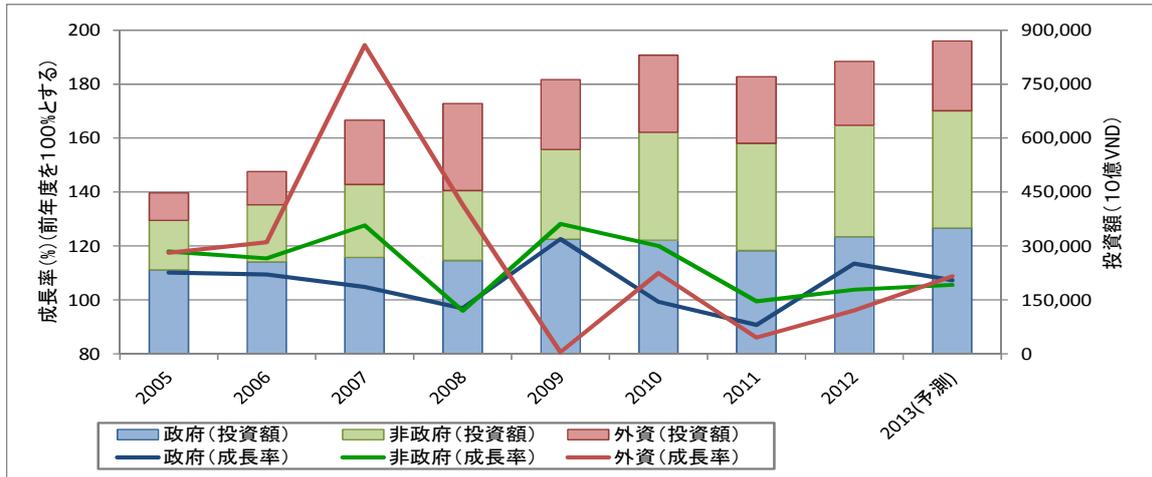
ベトナムの主要産業は、農林水産業、鉱業、軽工業である。2005年から2013年の各産業の成長率は、農林水産業は平均103.5%（前年比100%に対して）と鈍化傾向にある一方で、工業・建設業は平均106.5%、サービス業は平均107.3%と高い水準を維持している。2005年から2013年までのGDP産業別構成比と各産業の成長率を図1-5に示す。



出典：ベトナム統計局の統計データを参考に JST 作成

図 1-5 GDP 産業別構成比と各産業の成長率の推移

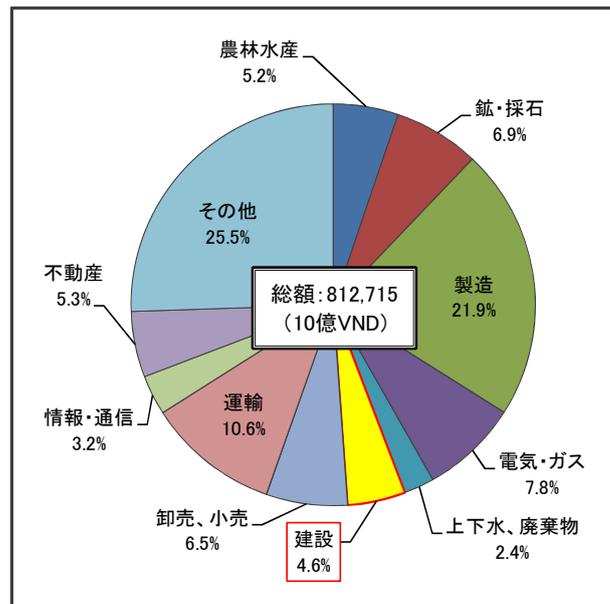
投資額の動向としては、2000 年以降、法制度の整備、制度の見直しの他、工業団地建設等のベトナム側の外国企業受け入れ態勢の整備が進んだことから、成長率も上昇傾向にあった。しかし、2009 年にリーマンショックの影響で海外投資が激減し、その後全体額の成長率も減少傾向にあったが、近年では徐々に回復している傾向が見られる。2005 年から 2013 年以降の事業者別投資額と成長率を図 1-6 に示す。



出典：ベトナム統計局の統計データを参考に JST 作成

図 1-6 事業者別投資額構成比と推移

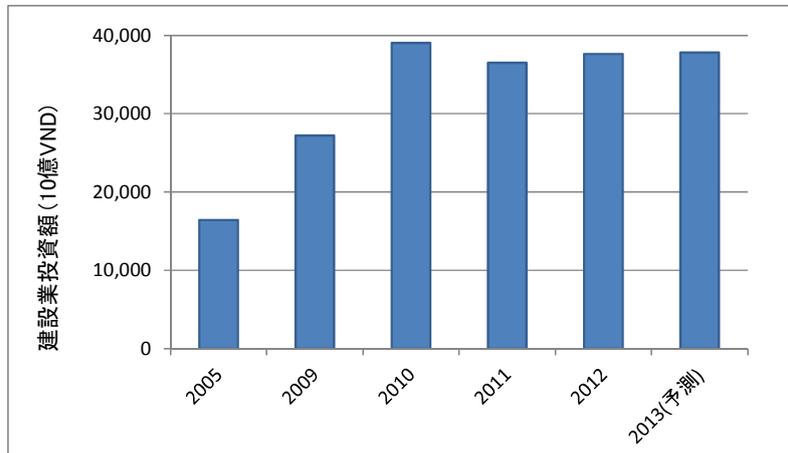
2012 年ベースの業種別投資額では、「製造」(21.9%) が最も多く、次いで「運輸」(10.6%)、「電気・ガス」(7.8%) が上位を占める。「建設」は 8 番目に多く、全体額の約 4.6%で、376,290 億 VND の投資額である。2012 年の業種別投資額構成比を図 1-7 に示す。



出典：ベトナム統計局の統計データを参考に JST 作成

図 1-7 業種別投資額構成比 (2012 年)

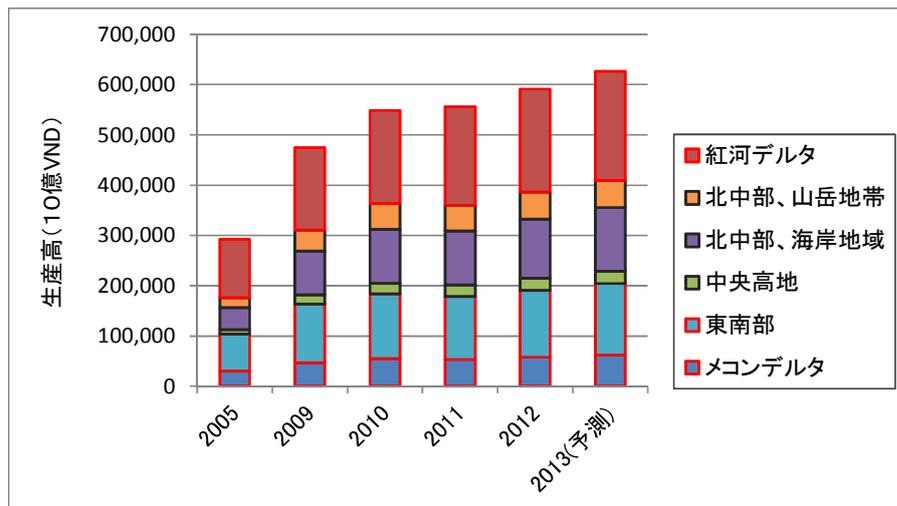
ベトナム全体の投資額と同様に、建設業への投資額も 2000 年以降増加傾向にあったが、2010 年をピークにゆるやかな減少傾向となり、近年徐々に回復している。一方で、日本からの建設投資額は、2010 年が 74.8 億 USD、2011 年が 79.6 億 USD、2012 年が 87.4 億 USD と年々高い割合で増加している²。ベトナムの建設業投資額の推移を図 1-8 に示す。



出典：ベトナム統計局の統計データを参考に JST 作成

図 1-8 建設業投資額の推移

2000 年以降、建設業への投資額は増加傾向にあり、同時に建設生産高も年々上昇している。建設生産高が多い地域としては、ハノイ市が位置する紅河デルタが最も多く、次いでホーチミン市が位置する東南部、カントー市が位置するメコンデルタとなっている。紅河デルタ、メコンデルタやホーチミン市はデルタ地帯であり、ベトナムでは軟弱地盤地域で多くの開発が進められていることがわかる。地域別建設生産高の推移を図 1-9 に示す。



出典：ベトナム統計局の統計データを参考に JST 作成

図 1-9 地域別建設生産高の推移

² 参考：海外建設・不動産市場データベース (MLIT)

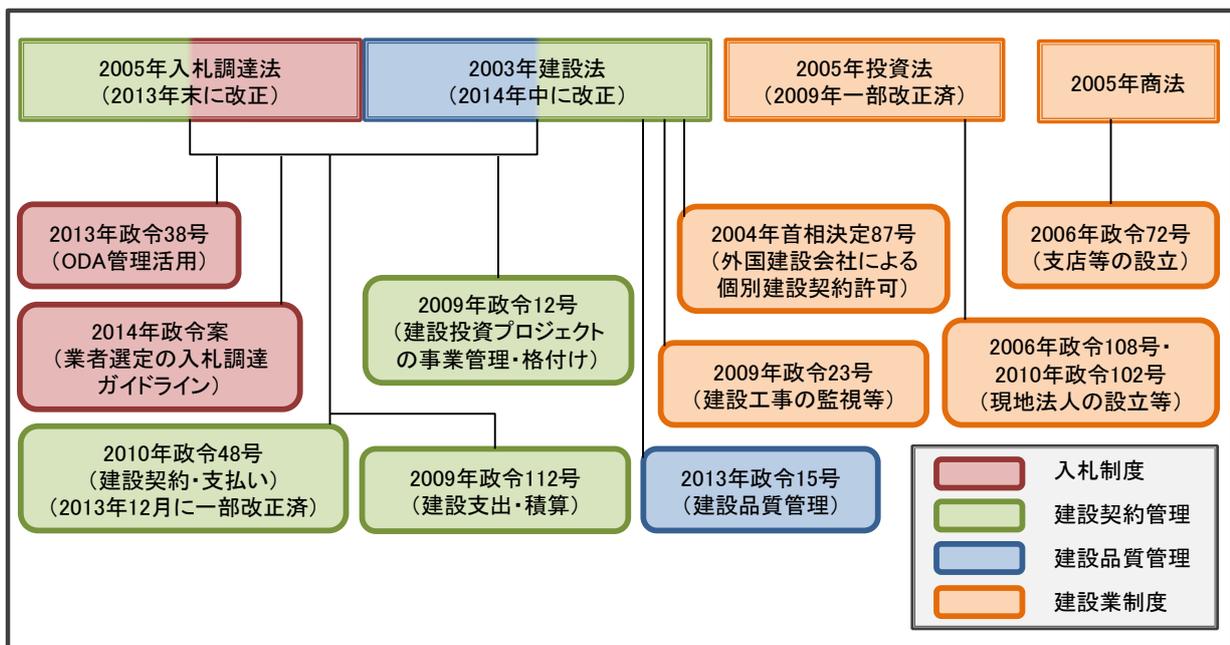
1.5.3 法制度

ベトナムでは、憲法を頂点に、法律 (Law)、決議 (Resolution)、命令 (Order)、政令 (Decree)、決定 (Decision)、省令・規則・通達 (Circular) 等の成文があり、この順番に通りに優先順位づけされている。

ベトナムの法制度においては、成文が優先順位づけされているが、実際には立法作業過程に厳密な法令同士の整合性がとられるわけではないため、法律が施行された後に重複が露顕することや、政令レベルで規定された事実上の規制が積み重なり、上位法令の改正につながることもある。さらには法令や政令が毎年のように改正され、複数の上位法を受ける政令もあり、法体系の全体像が理解しにくいいため、実務で混乱が生じているケースが多い。

このため、日本政府は1994年以降、法制度整備支援を実施しており、平成25年6月には、「建設・土地不動産分野」の国内法整備や建設契約管理等の支援のため、日本の国土交通省 (MLIT) とベトナム MOC との間で、統括的な協力を行うための政府間覚書が締結された。

建設分野における法制度には、建設法、入札調達法、投資法等がある。建設分野における関連法令の構造を図 1-10 に示す。



出典：平成 25 年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（ベトナム関連部分）(MLIT 国土計画局) を参考に JST 作成

図 1-10 建設分野における関連法令構造

(1) 建設業制度

ベトナムには、建設業許可制度は存在しないものの、外国建設業者が建設工事をする場合、個別建設案件ごとに国家機関から契約許可を取得する必要がある。外国企業が工事参加するパターンや条件は以下のとおりである。

【公共工事】

- ▶ 公共工事に外国企業が参加する場合は、現地法人(外資 100%でも合弁でも可)が必要。
(事故が起きた場合や品質管理の面で、現地企業であることが求められるため)
- ▶ 下請けの場合は、工事金額の 10%以下の範囲であれば現地法人でなくとも参加可能である。
- ▶ 政府が発注する国際入札案件の場合は、現地法人でなくとも参加可能である。

【民間工事】

- ▶ 民間工事の場合は特に法的な制約はなく、発注者の意向による。

(2) 入札制度

2005年に改定された入札調達法は、2013年に改定され、2014年7月より施行されている。これまで入札調達法と建設法の間において、整合されないまま入札調達条文が記載されていたが、今次法改正で入札調達規定は入札調達法に統合一本化されることとなった。

入札調達法の適用範囲は、国家の資金を 30%以上用いて実施される「国家予算プロジェクト」として、同プロジェクトには国営企業や地方政府発注のプロジェクトも含まれる。日本企業とベトナム国営企業の共同企業体への工事発注の場合、ベトナム国営企業の出資シェア 30%以上が適用範囲となる。なお、外国企業は国際入札が実施される場合のみ参加できる。

現在のところ、競争入札が一般的であるが、発注者が承認すれば、指名入札や随意契約等の形式によることが可能となる。また、日本の MLIT からの働きかけにより、2013年に改正された入札調達法において「総合評価方式」が導入された。これにより、入札評価基準が従来の価格要素中心から、ライフサイクルコスト等の技術要素が重視されるようになった。

入札手続きの流れを図 1-11 に示す。なお、事前資格審査については、工事規模が 2,000 億 VND 未満の工事においては不要となる。



出典：海外建設・不動産市場データベース (MLIT) を参考に JST 作成

図 1-11 入札手続きの流れ

(3) 建設品質・安全管理

ベトナムでは従来、以下の問題点により建設現場における事故が続出していた。

- ① 検査業者の能力・経験不足による不十分な検査体制
- ② 監督者の技術力不足による不十分な監督
- ③ 建設業者評価制度の欠如による建設業者側の品質管理向上インセンティブ欠落

2010年5月から2013年3月にインフラ工事の品質管理に関わる法令規則、制度及び技術基準を制定・管理する政府機関の品質管理体制基盤が整備されることを目標に、JICAの「インフラ工事品質確保能力向上プロジェクト」が実施された。本プロジェクトでは、建設工事に関わる品質管理制度及び品質管理技術基準改良、プロジェクトの成果普及促進のための研修体系の改良が成果として挙げられている。

さらには、「2013年に政令15号、建設品質管理」が制定されるなど、ベトナムの建設業界において品質管理や安全管理の向上は今後一層求められていくことが想定される。

1.5.4 許認可

ベトナムの各種認可に関する必要な手続き数及び平均日数を表1-4に示す。

表 1-4 ビジネス環境の現状

項目	必要な手続き数	平均的な日数
事業設立	10	34日
建築許可取得	11	114日
不動産登記	4	57日
貿易	5（輸出）、8（輸入）	21日（輸出、輸入）

出典：海外建設・不動産市場データベース（MILT）を参考にJST作成

(1) 建築許認可

建築申請は、施主が建設を計画の当該地方政府（省または市・群（district or commune））・建設局に対して行う。許認可は、同局がベトナム国設計・安全基準に照らしその適合、安全性を審査の上、施主に発行される。海外技術など、同国建築基準に参照すべき事項がない場合、施主はその技術内容、有効性、安全性、実績等を記した資料を申請書に付して提出する。申請を受理した建設局は、その技術の有効性の審査に際して、中央政府に支援を仰ぐ。中央政府は、地方政府の要請に応じて専門家チームを派遣するなどして、当該技術の審査を支援する。

海外技術の導入は、上記手順によって建設プロジェクトごとに可能であるが、許認可の取得には時間を要するため、多くのプロジェクトに当該技術を適用する場合、国家基準（TCVN）、TCCSなど当該技術の技術認可を中央政府に申請し、得ておくことが効果的である。

(2) 土地利用認可

ベトナムと土地利用に関する法律には、土地法、建設法、都市計画法があり、関連省庁は MOC、MONRE、MPI である。土地を開発する際には建設計画を申請し、認可を得る必要がある。各省庁に役割を表 1-5 に示す。

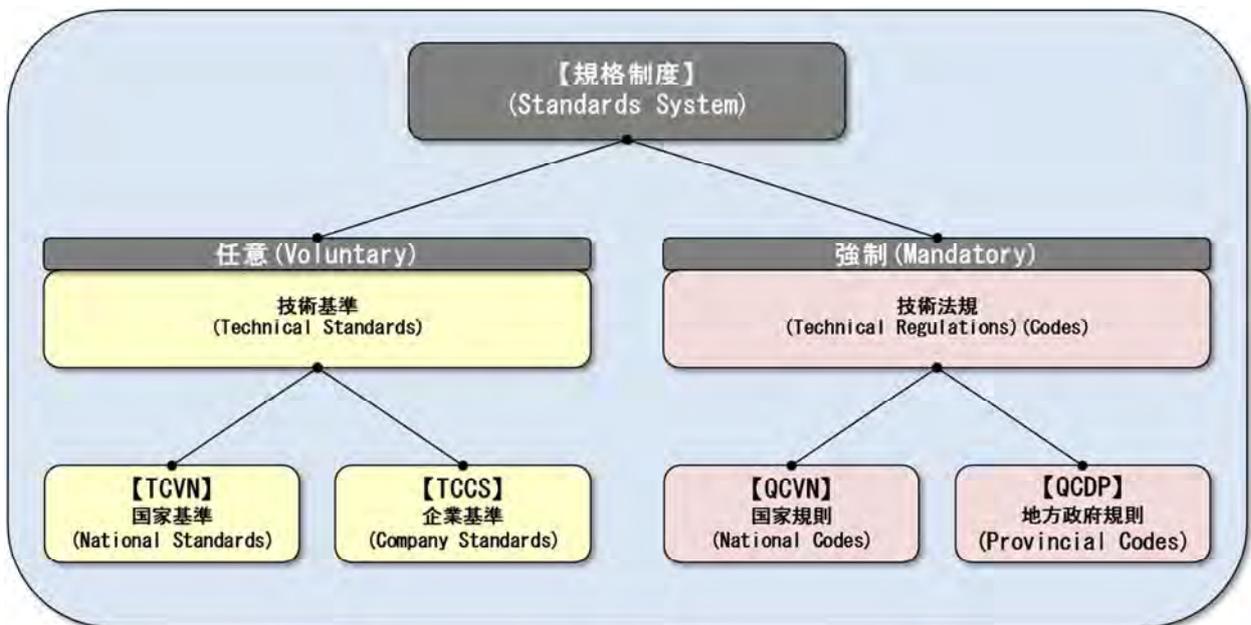
表 1-5 土地利用に関する各省庁の役割

省庁	役割
計画・投資省	教育省、商工省、農業省等からヒアリングするにより情報収集する。その結果に基づいて全体の総合計画を立て、目標の数値を算出し、社会経済開発戦略を作成する。
建設省	プロジェクトの位置・規模等の具体的な実施計画を立てる。
資源環境省	開発プロジェクトが認可された場合、土地利用について定める。中央省庁は国の政策上の計画を取り扱い、地方レベルの自治体がそれぞれ土地を管理する。

出典：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－（MLIT 国土計画局）を参考に JST 作成

(3) 技術規格制度

ベトナムでは、2007 年 1 月に発行された「規格及び技術規則に関する法律（No: 68/2006/QH11 : Law on Standards and Technical Regulations）」に基づき、規格や技術規則の規格制度開発が進められてきた。同法では、図 1-12 に示す規格制度が規定されている。



出典：「No: 68/2006/QH11」を参考に JST 作成

図 1-12 規格制度

QCVN、QCDP、TCVN 及び TCCS それぞれの規格制度の概要を表 1-6 に示す。

表 1-6 ベトナムにおける規格制度の概要

規格コード	タイプ	概要	策定規格
QCVN	強制	<ul style="list-style-type: none"> 他国の国家規格や国際規格を参考にして定められる 安全や衛生・環境面で強制適用が必要と判断した項目に対して技術基準が設定される QCVN の対象については、担当政府機関の指定する機関で認証を受ける必要がある 	各分野における管轄省庁
QCDP	強制	<ul style="list-style-type: none"> 地方政府が定める規格で技術基準の内容は地方政府によって判断される ほとんど規格は存在せず、実態として適用されていない 	地方政府
TCVN	任意	<ul style="list-style-type: none"> MOST の傘下にある STANEQ が中心となり、規格の開発・策定・運用がなされている 規格の素案作成については、担当政府機関及び関連する業界団体、民間企業等が参画する 2011 年 3 月時点で約 6,300 の規格が存在する 	科学技術省
TCCS	任意	<ul style="list-style-type: none"> 製品の品質や安全性についての技術要件・基準を記したもので、事業者が独自に規定できる 	民間企業や業界団体等

出典：「平成 23 年度中小企業支援調査 アジア新興国におけるグリーン建材普及のための建材規格・基準化動向の基礎調査」

1) TCVN と TCCS の位置付け

本調査で、基準化の検討対象とした TCVN と TCCS の位置付けを以下に整理する。

- TCVN 及び TCCS はどちらも任意の技術基準であり、事業者が技術を採用するにあたって、その技術の信頼性を確認するために使用される。(対象構造物に対する統一基準といった位置付けではなく、事業者の裁量によって複数の基準から採用基準を任意に選択する)
- TCVN 及び TCCS には、それぞれに「規格を規定した内容 (規格)」と「手順・手法を規定した内容 (ガイドライン)」の 2 種類があり、工法の設計・施工手順を規定する内容の場合は、ガイドラインとして作成される。
- TCVN は TCCS より位置付けとして上位にあたるため、その基準化プロセスも多くの労力と時間を要するが、TCCS に類似の基準があった場合には TCVN が優先されることが多い。
- 官民に関わらず TCVN や TCCS がなくとも新技術の採用は可能であるが、その場合は個別プロジェクトに対してのみ適用するための技術審査が行われ、暫定基準として取り扱われる。ただし、この場合は、基準書としてのコード(番号)は付与されず、また、実質的には技術的判断に時間を要することや責任の所在などの問題があり、このケースは少ない。

2) 国家基準 (TCVN)

TCVN の規格制度の開発は、MOST の STAMEQ (基準・計量・品質総局) と STAMEQ 傘下の VSQI (ベトナム基準品質機関) や QUACERT (ベトナム認証センター) 等が管轄している。MOST の規格制度開発に関連する組織とそれぞれの業務内容を表 1-7 に示す。

表 1-7 MOST 組織別の業務内容

略称	日本語訳	業務内容
MOST	科学技術省	<ul style="list-style-type: none"> 科学技術関連業務 知的財産権に係る業務全般 標準化活動統括
STAMEQ	標準・計量・品質総局	<ul style="list-style-type: none"> 標準、計量及び品質管理に関する法律及び開発計画の作成 TCVN の開発等による国家規格体系の統一 適合性評価制度にかかわる規制及び指導 国家計量標準の維持及び改正 標準、計量及び品質に関し他の省庁・機関組織に対する指導・監督
BOA	認定局	<ul style="list-style-type: none"> 試験所・校正機関、検査機関、認証機関等の適合性評価機関の認定
VSQI	ベトナム基準品質機関	<ul style="list-style-type: none"> TCVN の開発 TCVN の国際標準への整合化 標準化の専門委員会の事務局 標準化関連の文書発行 規格の普及に係るコンサルティング業務等
QUACERT	ベトナム認証センター	<ul style="list-style-type: none"> 製品認証及びマネジメントシステム認証
QUATEST	品質保証試験センター	<ul style="list-style-type: none"> QUATEST1：機械及び電気電子製品、繊維製品、農産物等の試験や検査、一部製品認証 QUATEST2：製品の試験や検査 QUATEST3：試験業務、製品認証業務、各種コンサルティング業務

出典:「ベトナム社会主義共和国 基準認証制度運用体制強化プロジェクト詳細計画策定調査報告書」を参考に JST 作成

TCVN の基準を作成する方法には、下記に示す 3 通りの方法がある。

[CASE1]：古くなった TCVN を修正する

[CASE2]：海外の基準をそのまま翻訳する、もしくは翻訳したものを一部修正する
(他の基準と混ぜる場合もある)

[CASE3]：TCCS から TCVN に繰り上げる

TCVN を基準化するには、最低でも 2 年間かかり、実際には実験等も必要になる可能性もあることから、さらに時間がかかるケースが多い。一般的な TCVN の基準化プロセスを図 1-13 に示す。

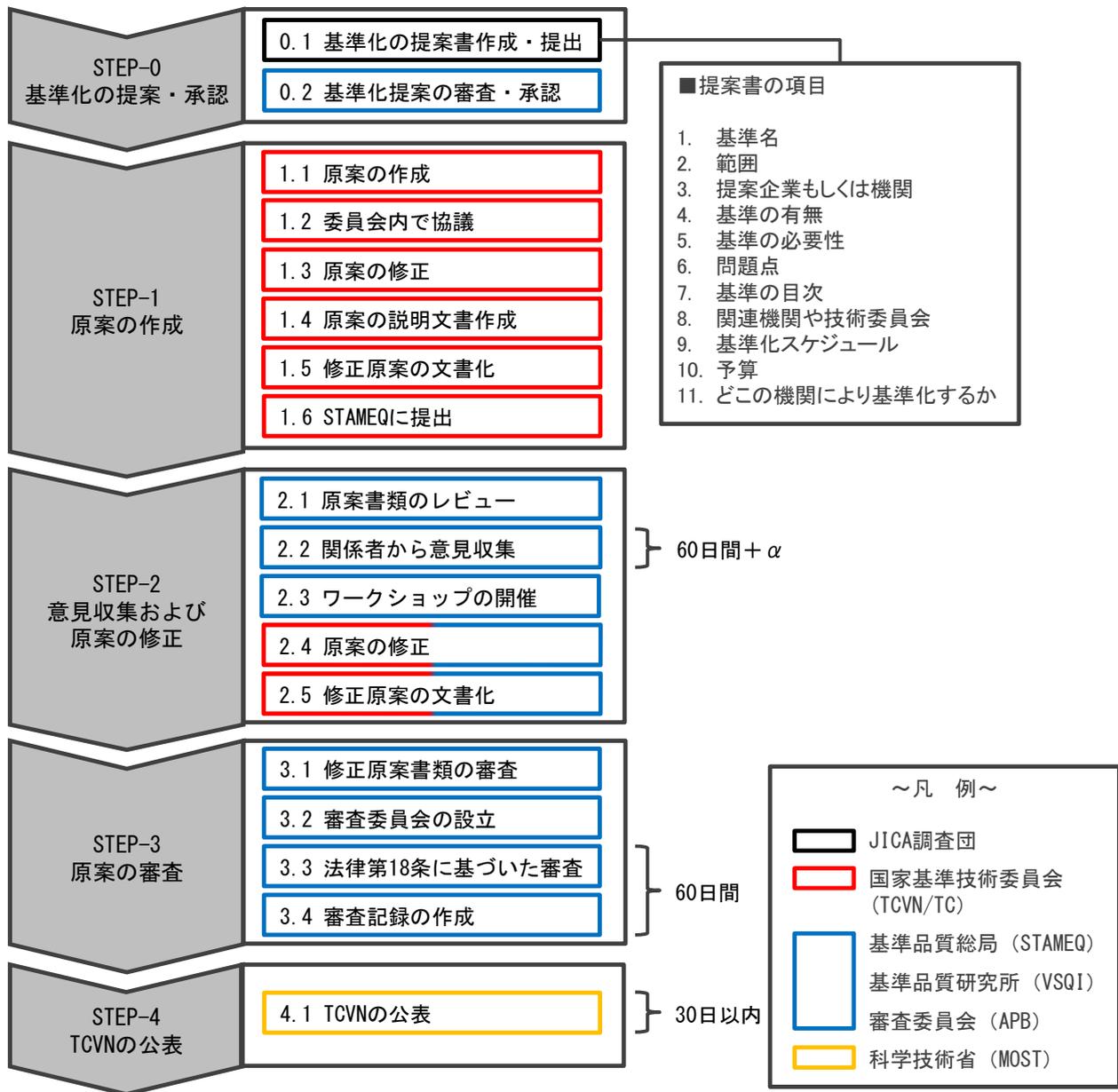


図 1-13 TCVN 基準化プロセス

国家基準技術委員会 (TCVN/TC) 及び審査委員会 (APB) の編成方法を以下に示す。

- 国家基準技術委員会：提案者、学識者及び研究機関等から編成される
- 審査委員会：STAMEQ と VSQI に加えて、専門知識をもつ専門家により編成される。

3) 企業基準 (TCCS)

TCCS は企業が独自で作成・管理する基準であり、基準化に必要な資料については明確に取り決められていない。このため、「どのような技術を、どのような基準として作成するか」によって、承認機関が技術の裏付けとなる資料を検討する。

TCCS の基準化では、代表組織を含む5つの組織から構成される承認機関から承認されることで、TCCS としてコード (番号) が付けられる。承認機関の代表組織は、TCCS を発表する組織であり、TCCS のコードには代表組織の略称が入れられる。

承認機関は、代表組織により「行政機関」「研究機関」「民間企業」等のあらゆる組織からを編成されるため、民間企業の技術を公共機関が承認することも可能である。

TCCS 基準化に要する期間は、新しい基準を作成する場合、最低でも1年以上必要であり、技術の裏付けとなる試験内容等により変動する。一方で、日本の工法協会等ですでに基準化されているなど、外国基準をそのままベトナム基準にする場合は、2ヶ月程度で作成できる場合もある。

一般的な TCCS の基準化プロセスを図 1-14 示す。

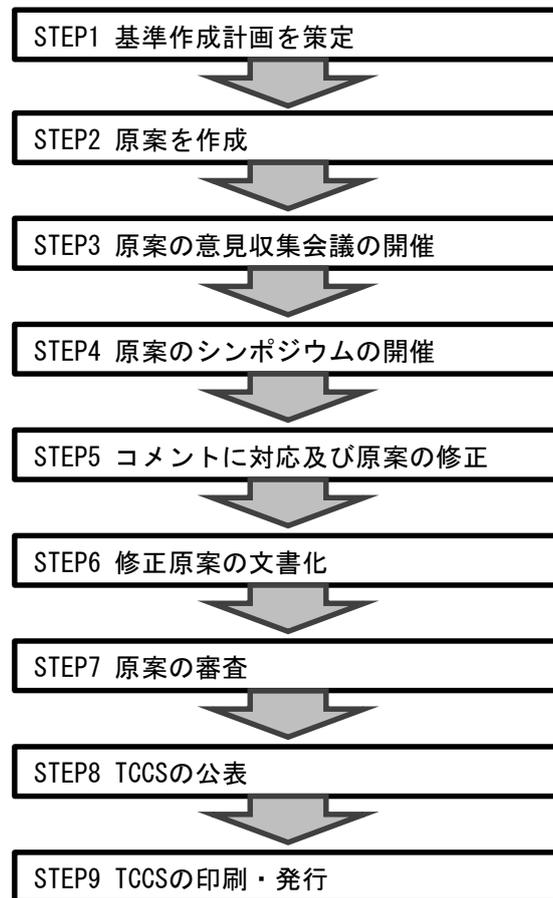


図 1-14 TCCS 基準化プロセス

TCCS の適用範囲は代表組織が決めることができ、ベトナム全土・全省庁を対象とすることも可能であるが、基準に問題があった場合には自己責任となるため、十分注意して適用範囲を決める必要がある。加えて、TCCS を適用する事業者側も、信頼のおける承認機関かどうかを判断して適用することになる。

4) 暫定基準

TCVN と TCCS 以外に、「暫定基準」と呼ばれる基準が存在する。「暫定基準」は、個別のプロジェクトに対してそのプロジェクトのみに適用される暫定的な基準である。

例えば、ベトナムにない基準で実施されるプロジェクトに対して、「プロジェクト実施決定書」として位置付けられ、この場合、TCVN や TCCS のコード(番号)は付かない。

2 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長

2.1.1 業界分析

日本国内の建設業界においては、公共投資・民間投資が比較的堅調に推移するなか、建設資材の価格上昇や建設労働者の不足等、経営環境は依然として厳しい状況で推移している。このような状況の下、より一層ローコスト・省資材の建設工法が求められている。また、オリンピック等の特需を除けば日本国内での新築需要は飽和状態に近づきつつある為、日系企業の進出が多く、建築を含む発展伸び代の大きい東南アジアに新たな市場を求めている。

2.1.2 提案企業の実績

(1) 国内における TNF 工法の施工実績

累計施工面積 157 万㎡/累計施工棟数 619 棟 (2016 年 1 月現在)

- 工場、倉庫等の生産・物流施設：約 110 棟
- 公共性の高い老健施設、教育、医療施設等：約 50 棟
- ホームセンター、ショッピングセンター、等の店舗・商業施設：約 370 棟
- 事務所、住宅等：約 90 棟

(2) 国外における TNF 工法の施工実績

ベトナム国における施工実績を 1 件有している。

工事名称：オカモト(株)ハノイ工場新築工事 (VINA OKAMOTO Factory Project)

工事場所：ベトナムハイズオン省ナムサック工業団地 (Nam Sach Industrial Park, Hai Duong Province)

建物規模：鉄骨造平屋建 (施工面積 15,854 ㎡)

2.1.3 業界における企業及び技術の位置づけ

(1) 提案企業の位置付け

当社は建設地業工事に特化し、独自技術でローコスト・短工期な基礎技術開発を行っている。特に TNF 工法は軟弱地盤における独自の浅層改良技術で年々売上げを増進し、日本全国で営業展開を行い、施工実績を残している。

責任設計施工体制を敷き、特許工法として広く認知され始めた。TNF 工法施工の際には、当社の管理監督の下、当社が認定した TNF 工法協力業者が施工を行うことで、高い品質の確保を実現している。これにより、住宅部門を除いた建築基礎・地業工事分野ではトップクラスの実績を上げている。

加えて、営業部門と工事部門の 2 部門から構成される TNF 工法協会では、各々販促・認知度向上、施工能力・品質向上を目指し、活動を行っている。

(2) 当該技術の位置づけ

TNF 工法は地盤改良工事のうち分類上、浅層改良に位置づけられる。

浅層改良に代表される地盤改良は法令上、建築基準法 第1条、20条、81条、93条、94条で謳われる構造及び構造計算について「建築基準法施行令 第94条」及び「告示第1113号」で定められている。

TNF 工法は同告示に対する技術書である、「建築物の構造案系技術基準解説書」及び「建築物のための地盤改良の設計及び品質管理指針」に基づいた設計・施工基準を定めている。

2.1.4 活躍が見込まれる技術の特徴

(1) 安全面の特徴

TNF 工法の特徴は、一次改良（基礎下改良）を井桁状に改良することで、地中応力が分散され、改良体の剛性と相乗し沈下が均等化されることで不同沈下を抑制できる。また、井桁状の凹部分で現状地盤を抱え込む力が働き、改良体を安定したものにさせることができる。

TNF 工法の施工イメージを図 2-1 に示す。

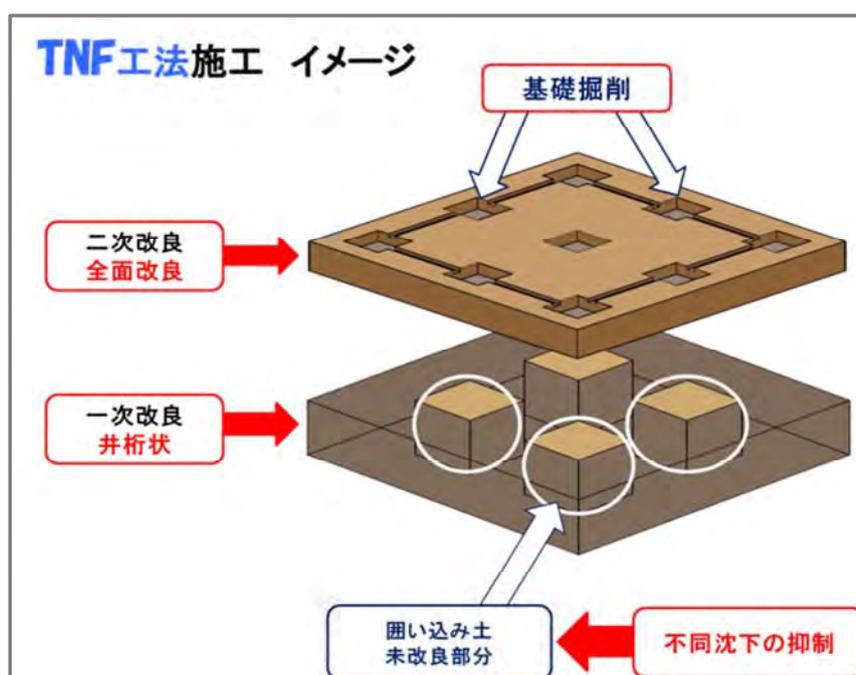


図 2-1 TNF 工法施工イメージ

国内外で主流とされているコンクリートもしくは鋼管杭による基礎は、強固である反面、支持層や摩擦抵抗の正確な評価が必要となり、地質調査や設計での確認が不十分であった場合、期待する性能が発揮されないこともある。特に対象建物が平面的に広い場合や、建物が点在している場合は、その箇所に応じた十分な調査による設計計画が必要となる。

また、杭基礎による沈下しない支持機構が発揮された場合においても、抜け上がり（周辺の地盤だけが沈下し、建造物が浮き上がる現象）の問題が残る。

この問題に対して、当該工法（TNF 工法）は杭を用いない基礎構造であり、建物直下の地盤を井桁改良し、強化・安定化を図りつつ、建物を面で支えることで、周辺の地盤との変形（沈下）量の差異を極めて少なくすることが可能となる。

加えて、表層地盤を支持層とし、改良時に地質及び地層の目視確認が可能のため、近年問題となっている支持層への根入れ不足は起こりえない。

従来型工法（コンクリートもしくは鋼管杭基礎）と比較した TNF 工法の概略図を図 2-2 に示す。

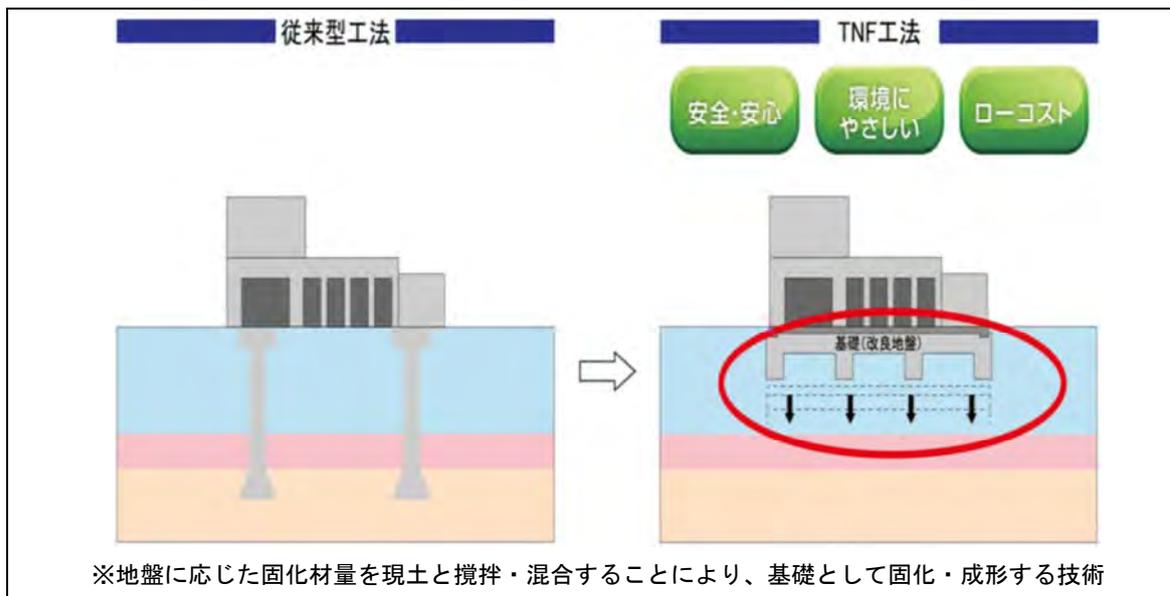


図 2-2 TNF 工法概略図

その他にも、地盤と基礎が一体となっている TNF 工法は、地盤沈下による杭の抜け上がりがなく、地中又は、スラブ下の設備配管の破断を防止することができる。



図 2-3 設備配管の破断防止メカニズム

また、下部改良体を井桁状に施工する事により囲い込み効果が生まれ、未改良土の流出を抑制する事で液状化に抵抗する。液状化対策効果を計算により数値化する事は困難であるが、国内実績の経過観察により合目的に評価できる。

以下にH23年の東日本大震災時におけるTNF工法を採用した建物と杭基礎を採用した建物との被害状況の写真を掲載する。

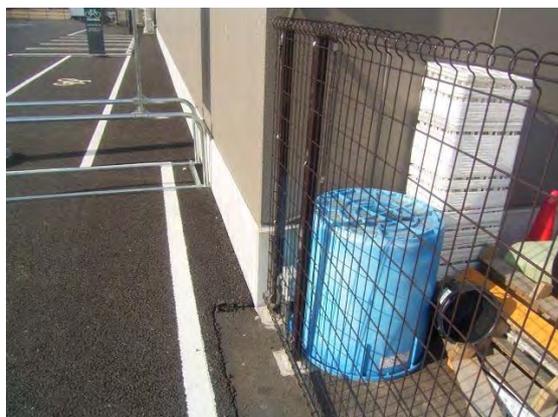


写真 2-1 TNF工法を採用した建物



写真 2-2 杭基礎工法を採用した建物

(2) コスト面の特徴

TNF工法により基礎を施工する場合、施工する建物や地盤条件により異なるが、これまでの実績では、杭構造に対して大幅の縮減、工期は約30~40%の縮減を実現している。

コスト縮減材料として改良体による型枠数量の大幅な削減、土間補強を兼ねる事による躯体数量の削減が挙げられる。

軟弱地盤で用いられる他工法（PHC杭、柱状改良等）との施工費の比較を表 2-1 に示す。

表 2-1 他工法とのコスト比較表

	従来工法(PHC杭工法)		地盤改良工事(TNF工法)	
	金額	m ² 単価(6000m ²)	金額	m ² 単価(6000m ²)
地業工事(従来工法, 地盤改良)	48,000,000	8,000	37,944,350	6,324
土工事	35,920,630	5,987	1,760,450	293
コンクリート工事	44,876,330	7,479	23,480,160	3,913
型枠工事	19,673,000	3,279	1,540,800	257
鉄筋工事	218,211,160	3,637	10,215,840	1,703
諸経費	9,708,880	1,618	9,058,400	1,510
計	180,000,000	30,000	84,000,000	14,000

TNF工法/PHC杭工法 46.7%減

	柱状改良工事		地盤改良工事(TNF工法)	
	金額	m ² 単価(1995m ²)	金額	m ² 単価(1995m ²)
地業工事(柱状, 地盤改良)	9,572,680	6,713	17,054,600	11,960
土工事	23,377,550	16,394	5,390,420	3,780
コンクリート工事	14,642,500	10,268	12,103,500	8,488
型枠工事	7,512,100	5,268	309,600	217
鉄筋工事	16,437,320	11,527	7,305,850	5,123
諸経費	8,557,850	60,001	5,236,030	3,672
計	80,100,000	56,171	47,400,000	33,240

TNF工法/柱状改良 40.8%減

	ラップルコンクリート		地盤改良工事(TNF工法)	
	金額	m ² 単価(9317m ²)	金額	m ² 単価(9317m ²)
地業工事(ラップル, 地盤改良)	52,618,820	5,648	75,339,840	8,086
土工事	20,479,460	2,198	8,570,380	920
コンクリート工事	36,716,720	3,941	30,156,890	3,237
型枠工事	11,588,100	1,244	1,678,830	180
鉄筋工事	28,991,540	3,112	19,018,560	2,041
諸経費	15,105,360	1,621	13,535,500	1,453
計	165,500,000	55,167	148,300,000	49,433

TNF工法/ラップルコンクリート 10.4%減

加えて、日本では建設事業で生じた建物（基礎を含む）に関して、事業終了後の「撤去・原状回復の義務」は事業者により、その費用は事業者自身が負担することが法律で定められている。

厚い軟弱地盤に覆われた地域で、従来型工法（コンクリートもしくは鋼管杭）で施工した場合、杭長を長くする必要があり、その分撤去に掛かる費用も膨大となる。

一方で TNF 工法の撤去の際には、浅い改良層をバックホーで解体し、解体した改良体を産業廃棄物として処理するだけなので、従来型工法と比較して大幅なコスト削減を可能とする。

(3) 工期面の特徴

TNF 工法の工期は、従来工法（コンクリート杭）に比較して、以下の要因により大幅な工期短縮を可能とする。

- 支持層まで杭を打設する杭基礎構造に比較して、浅層混合処理工法である TNF 工法の地盤改良期間は短い。
- 地盤改良層と基礎、スラブを一体化する TNF 工法は、杭基礎では必要となる地中梁や底版が不要となる。このため、地中梁や底版構築に必要となる鉄筋工・型枠工・コンクリート工の掛かる期間を短縮できる。

建物面積が6,000m²の基礎工事における TNF 工法と従来工法(コンクリート杭)法の比較を表 2-2 に示す。

建物(鉄骨)工事が開始可能となるまでに要する期間は、約 60%の工期に短縮できる。

表 2-2 工期比較表

工事種別	工事工程(日)																																																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47										
TNF工法工程																																																									
位置出し 墨出し	[Bar]																																																								
1次改良	[Bar]																																																								
2次改良	[Bar]																																																								
基礎掘削 土工事	[Bar]																																																								
捨てコン	[Bar]																																																								
鉄筋工事	[Bar]																																																								
型枠工事	[Bar]																																																								
コンクリート工事	[Bar]																																																								
鉄骨工事	[Bar]																																																								
	アンカーセット														アンカーセット														鉄骨建て方																												
杭工事工程																																																									
位置出し 墨出し	[Bar]																																																								
杭工事	[Bar]																																																								
土工事	[Bar]																																																								
捨てコン	[Bar]																																																								
鉄筋工事	[Bar]																																																								
型枠工事	[Bar]																																																								
コンクリート工事	[Bar]																																																								
鉄骨工事	[Bar]																																																								
	アンカーセット														アンカーセット														鉄骨建て方																												
																																			脱枠													留め									

(4) 環境面の特徴

一般に地盤改良工法では土の入れ替えを行うが、TNF 工法では、建設予定地の現土に固化材料を混入して改良するため新たな土の投入を必要しない。このため、川砂等の建設資材の採取量を削減し、環境負荷を低減する工法であると言える。

加えて、軟弱な地盤を川砂と置き換えた際に発生する建設発生土（残土）も抑制でき、残土処理も不要となる。このため、産業廃棄物を削減し、環境負荷を低減する。

2.1.5 国内外の同業他社

地盤改良業者としては、サムシングホールディング(株)に代表されるが、中小・零細企業が多い分野でもある。上部構造も含め、責任設計施工体制を組み込んでいる業者は少ない。

2.2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

当社は、2007年11月から12月にかけて、ベトナム社会主義共和国ハイズオン省ナムサック工業団地にて、TNF工法による海外初であるオカモト(株)ハノイ工場新築工事を施工した。本施工においては、TNF工法の経験を有する日本側技術者と現地調達ワーカーの共同作業で施工を実施し、TNF工法が海外に於いても事業可能性を有する競争力のある商品である事を実感した。

当社は、「中長期事業計画」において、2015年より事業の拡大・成長期と捉え、5つの事業戦略を立て実施してきたが、海外事業はその中の重要な1事業と位置付けている。その中で、まずはアセアン諸国(特にベトナム)を海外事業の端緒を切る国と想定し、TNF工法を核に据えた建築基礎工事の請負・施工で進出するための事業可能性を検討してきた。併せて、ベトナム出身の優秀な人材を登用、自社の社員として育成し、将来当国へ戻して現地進出における基幹社員、スタッフとして起用することで、進出後の事業拡大の道筋を見極めて行きたい。更に、将来は、軟弱地盤に悩む東南アジアのベトナム以外の国において、ベトナムにおける事業モデルを横展開し地域拡大を目指すと共に、TNF工法を核に据えた、その他の自社技術の組み合わせにより付加価値を高めた新手法(例えばT-Bag敷設との組合せによる耐震構造技術の展開等)を普及・拡大させ、各国課題に沿った広範で汎用性の高い基礎工事会社としての地位を確立する。

具体的なイメージとしては、独資にて現地法人の設立を想定している。設立した現地法人では、ベトナムの事業におけるTNF工法の設計、施工管理、営業活動を行う。

これに先駆けてベトナム人社員5名を雇用し、現在、日本にてTNF工法の設計、施工管理、試験業務に従事させ育成を行っている。ベトナム国での業務稼働の際には彼らを現地主要スタッフとして起用する。その後は彼らを教育者として現地雇用者を育成していく。

将来のアセアン諸国全体への事業拡大の方針に従い、基本的には自社で経営をコントロールできる現地法人(独資)を想定している。また、平行して互惠関係でWin-Winの立場に立てる現地パートナーシップ(大学、ゼネコン、コンサル等)の探索も行う。そのために、現地法人の立ち上げの前には、市場調査、資材調達ルート調査及びコスト調査等のために、過渡的に駐在員事務所の設置も考慮に入れ、その間において真に案件ベースでの対応が可能なものか、また案件ベースでの対応が採算上成り立つものなのかの綿密な検証を行う。当社が最終形として現地法人(独資)設立を目指す理由は次の通りである。

- ① TNF工法のアセアン諸国市場に向けた販売拠点として、プレゼンスとネットワークを強固にする必要があるため。
- ② アセアン諸国におけるTNF工法の認知戦略と知財確保には現地拠点が必要であるため。
- ③ T-Bagの生産拠点との関係性の強化のため。
- ④ 現地での優秀な人材(技術スタッフ、運営スタッフ)の確保のため。

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

TNF 工法の国内普及により雇用の創出を実現しているが、地方の中小企業にとって優秀な人材の確保は、今後困難を極めると予想している。建設業に就職を希望する若者は減少しており、これに我が国の人口減少や高齢化、大都市への人口集中が拍車をかけ、労働者不足は当社に限らず、県内事業者の事業拡大において大きな障害となっている。そのため、必然的に労働力を海外に頼らざるを得ず、これまで模索を続けてきた。

ベトナムへの事業展開は、ベトナムの経済発展を事業に取り込むとともに、ベトナム人技術者の広島での就労によって地元の労働力不足を同時に解決し、当社および協力会社をはじめとする関連企業の発展を通じて地元経済の活性化に貢献するものである。

同時に研修を受けたベトナム人社員が帰国し日本の建築技術・知識を持ち帰る事によりベトナムの建築レベルの向上に寄与できる事を期待する。

また、当社は TNF 工法のほか「T-BAGS 減震工法」「TNF ハイブリッド工法」等の新しい防災・減災対策工法を創出しており、今後も広島発の安全技術としてこれらを世界に発信し、広島の知名度の向上とともに地域の活性化に大きく貢献していきたい。

今般発生した「熊本地震」においても、建造物の崩壊により多くの犠牲者が出た。建設人材不足の日本においても、ベトナム技術者を早急に育成し、広島を TNF 工法の発信拠点として安価で効果的な基礎工法の早急な普及拡大を目指したい。

また、地域貢献として、ホーチミン工科大学と広島大学の共同研究を通じた学生間の技術研究交流、文化交流の促進があげられる。相互交流を通じで、学生の国際意識を醸成し、互いの文化を知りあうことで両国間の絆を若い人たちに提供していく。当社は学生交流プラザ等においてその調整の役目を果たす。

3 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

3.1.1 TNF 工法の紹介と案件化調査報告会

(1) TNF 工法の紹介

本案件化調査では、現地の政府機関、大学、研究機関、建設会社等に対して TNF 工法の概要説明を行ってきた。加えて、中小企業海外展開支援事業－普及・実証事業－（以下、普及・実証事業）における TNF 工法の基準化のための活動で協力依頼を予定している機関に対しては、上位基準である「改訂版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針－セメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法－（日本建築センター）」の「第3編 浅層混合処理工法の設計・品質管理指針」（以下、「浅層混合改良指針」）について詳細な説明を行ってきた。

これまでに紹介を行ってきた機関を以下に示す。

- 技術革新局（科学技術省傘下、想定される C/P）
- SATI TECH CENTER（技術革新局傘下の半民間組織）
- ベトナム技術移転センター（技術革新局傘下に半民間組織）
- 基準品質研究所（基準品質総局（科学技術省傘下）傘下）
- 建築科学技術研究所（建設省傘下）
- 構造工学・建設技術協会（建設省を支援している非政府機関）
- 水工研究所（農業農村開発省を支援している水資源研究院傘下）
- ホーチミン工科大学
- ビンロン省人民委員会（建設局、教育訓練局を含む）
- COMPANY 59（防衛省所属の建設会社） 他、建設会社3社

(2) 案件化調査報告会

第六回現地調査では、関係機関に対して、案件化調査における活動内容や検証結果の報告を行うとともに、今後の方針を説明することで、普及・実証事業での積極的な協力を促すことを目的に、案件化調査報告会を実施した。以下に案件化調査の概要を示す。

1) 開催日時・会場

- 日時：2016年3月24日（木） 14:00～18:00
- 場所：科学技術省ビル 110号室

2) 報告会プログラム

- 別添資料「案件化調査報告会プログラム」参照

3) 出席者

- 別添資料「案件化調査報告会参加者リスト」参照

3.1.2 TNF 工法のベトナムにおける基準化のヒアリング調査

本案件化調査後に実施予定の普及・実証事業では、TNF 工法をベトナムに広く普及させることを目的に、TNF 工法の現地適合性を検証し、基準化することを活動のひとつとしている。

上述のための事前調査として、対象となる2種類の基準（TCVN と TCCS）について、その位置付けと基準化プロセスを調査してきた。加えて、上位基準（浅層混合改良指針）のベトナムにおける位置付けを明確にし、TNF 工法を基準化するための最適な方法とその可能性を検討した。

基準化を目指す上で、基準制度の情報収集のためにヒアリングを行ってきた機関を以下に示す。

- 技術革新局（科学技術省傘下、想定される C/P）
- SATI TECH CENTER（技術革新局傘下に半民間組織）
- 基準品質研究所（基準品質総局（科学技術省傘下）傘下）
- 建築科学技術研究所（建設省傘下）
- 構造工学・建設技術協会（建設省を支援している非政府機関）
- 水工研究所（農業農村開発省を支援している水資源研究院傘下）

3.1.3 セメント混合土強度発現試験

(1) 試験の目的

TNF 工法は、日本国内で数多くの施工実績を有しており、ベトナムのハイズオン省にある Nam Sach 工業団地の日系工場での施工実績も有する。しかしながら、本工法がベトナムの土とセメントに適合する安全な工法であるという説明材料として、ベトナムの代表的な土に対して、現地の一般的なセメント混合による強度発現を確認する必要があった。

このため、红河デルタ地域のハイズオン省と、メコンデルタ地域のビンロン省で試料土を採取し、試料土にセメントを混合した供試体で一軸圧縮試験を行う、セメント混合土強度発現試験を実施した。

(2) 試験手順

本案件化調査で実施したセメント混合土強度発現試験(以下、セメント混合試験)の手順を図 3-1 に示す。



図 3-1 セメント混合試験手順

(3) 試験数量及び組合せ

供試体は北部と南部で採取した試料土により、セメント混合土で各 216 ケース、セメント未混合土で各 6 ケース作製した。

北部及び南部で作製した供試体の組合せを表 3-1 に示す。

表 3-1 供試体組合せ

項目	組合せ (通り)	分類
[セメント混合土]		
試料土採取箇所	3	
試料土採取深度	2	2.0m、4.0m
セメント混合率	3	100kg/m ³ 、150 kg/m ³ 、200 kg/m ³
セメント種類	3	北部：Vissai, Chifon, Nghi Son 南部：Ha Tien, Holcim, Nghi Son
養生場所	2	室内 (20 度)、屋外 (常温)
養生日数	2	7 日間、28 日間
小計	216	
[セメント未混合土]		
試料土採取箇所	3	
試料土採取深度	2	2.0m、4.0m
小計	6	
合計	222	

※北部、南部で各 222 供試体作製

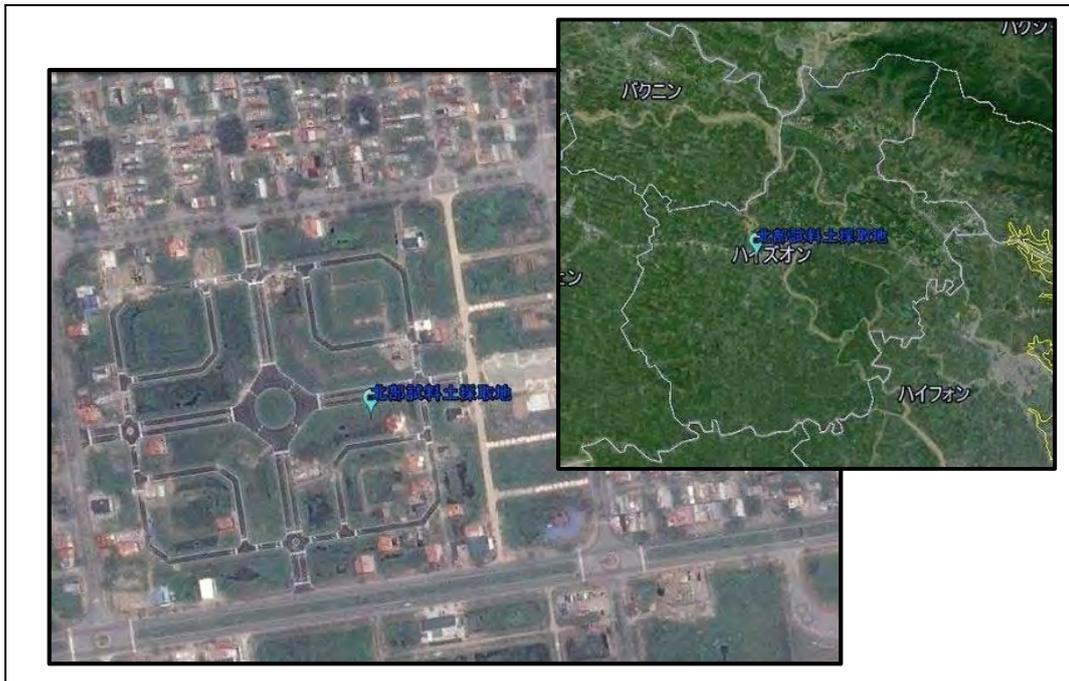
(4) 試料土採取地の選定

試料土を採取する省は、想定される C/P と協議の上、北部は紅河デルタ地域に位置するハイズオン省、南部はメコンデルタ地域に位置するビンロン省を選定した。北部、南部ともに選定された省から、地質データや現場状況を確認した上で、試料土採取地を選定した。

1) 北部

北部試料土採取地は、北部セメント混合試験の再委託先 HyCI から新興住宅街の空き地（所有者は HyCI 職員の知人）を提案され、周辺の地質データ確認後、現場視察を行った上で選定した。

北部試料土採取位置地を図 3-2、視察時の現場状況を写真 3-1 及び写真 3-2 に示す。



出典：Google Earth により JST 作成

図 3-2 北部試料土採取位置図



北部試料土採取地は、入手したボーリングデータの調査地点から 200m 離れた場所で、地層構成は類似することが想定される。視察時のヒアリングでは、この新興住宅街は約 8 年前に 1.0m~1.5m の盛土造成されており、ボーリング調査は盛土造成後の 2014 年にしているとのことであった。

入手したボーリングデータで確認した地層構成を表 3-2 に示す。

表 3-2 北部試料土採取地周辺の地層構成

深度		土質区分
G. L. ±0.0m	～ G. L. -1.2m	盛土
G. L. -1.2m	～ G. L. -3.2m	粘土（黄褐色）
G. L. -3.2m	～ G. L. -5.0m	粘土質砂
G. L. -5.0m	～ G. L. -13.7m	砂質粘土

出典：HyCI

2) 南部

南部試料土採取地は、ビンロン省建設局（DOC VL）より電力会社の建設予定地（建設中）を提案され、ボーリングデータを確認後、現場視察を行った上で選定した。

南部試料土採取地を図 3-3、視察時の現場状況を写真 3-3 から写真 3-4 に示す。



出典：Google Earth により JST 作成

図 3-3 南部試料土採取位置図



南部試料土採取地は、メコンデルタ地域の代表的な表層に厚い有機質土を含む土質で、20m 付近までは軟弱地盤な有機質土であった。建設されるビルの基礎は、40m までコンクリート杭を打ち込む必要があるような、支持層が深い地層構成とのことであった。

(5) 試料土の採取・調整

試料土の採取は北部と南部の各採取地において、10m 程度離れた 3 箇所で、それぞれ約 2.0m と 4.0m の深度から採取した。

第三回現地調査時に、JICA 調査団 (JST) 立会いの下、北部と南部で試料土採取を実施した。

1) 北部

北部試料土採取は下記の通り実施した。

➤ 日時：9月10日(木)9時から13時

➤ 場所：ハイズオン省新興住宅街の空き地

(住所：Tran Nguyen Dan str., Thanh Binh dist., Hai Duong city, Vietnam.)

(緯度：N20.928158°、経度：E106.301072°)

➤ 採取方法：バックホーで採取

試料土採取の前々日の降雨により敷地内は水たまりが多い状態であり、掘削した場所に水たまりができた。また、足場状況が悪かったこともあり、G.L. -4.0m から採取することは危険と判断し、G.L. -2.0m と G.L. -3.5m あたりの土を採取した。なお、事前に確認した周辺地域の地質データでは、-3.5m と -4.0m は同様の土質であったため、採取した試料土は -4.0m と位置付け実験を行うこととした。

試料土採取時に観測した土質状況は下記の通りであった。

➤ G.L. ±0.0m～G.L. -1.5m：盛土

➤ G.L. -1.5m～G.L. -3.2m：粘土(褐色)

➤ G.L. -3.2m～G.L. -3.5m：砂混じり粘土(灰色)

試料土採取状況を写真 3-5 から写真 3-8 に示す。

	
<p>写真 3-5 北部試料土採取状況①</p>	<p>写真 3-6 北部試料土採取状況②</p>
	
<p>写真 3-7 北部試料土 (G. L. -2.0m)</p>	<p>写真 3-8 北部試料土 (G. L. -3.5m)</p>

採取した試料土は、一軸圧縮試験の障害になる貝や植物等を取り除くため、9.5mm のふるいを通したが、-2.0m、-4.0m いずれの試料土も障害物は左程含まれていなかった。

1) 南部

南部試料土採取は下記の通り実施した。

- 日時：9月8日（火）13時から16時
- 場所：ビンロン省電力会社事務所の建設現場
 （住所：26 Hoang Thai Hieu - P.1 - TPVL - Tinh Vinh Long, Vietnam）
 （緯度：N10.254059°、経度：E105.971488°）
- 採取方法：手（スコップ）採取

バックホーで掘削し、資料土を採取することを想定していたが、既に基礎工事で約 4.0m まで掘削されている場所があったため、そこから約 G. L. -2.0m と約 G. L. -4.0m の試料土を手（スコップ）で採取した。

試料土採取時に観測した土質状況は下記の通りであった。

- G. L. ±0.0m～G. L. -0.3m：表土（砂質）
- G. L. -0.3m～-4.0m：粘土質～シルト混じり粘土（下層に行くにつれて）

試料土採取状況を写真 3-9 から写真 3-12 に示す。

	
写真 3-9 南部試料土採取場所	写真 3-10 南部試料土採取状況
	
写真 3-11 南部試料土 (G. L. -2.0m)	写真 3-12 南部試料土 (G. L. -4.0m)

(6) 含水比・湿潤密度試験、含水比の調整

採取した試料土は、土のパラメータを把握するために、湿潤密度試験及び含水比試験を行った。なお、含水比試験は「ASTM D 2216 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water Content of Soil and Rock by Mass.」、湿潤密度試験は「ASTM D 2937 Standard Test Method for Density of Soil in Place by the Drive-Cylinder Method.」に準じて実施することとした。

なお、試料土の採取・運搬・保管時に含水比が変化してしまうことを考慮して、土の状態によってはセメントを混合する際に、重量に対して1%から2%の加水を行い、混合した。

1) 北部

測定した北部の試料土の含水比を表 3-3 に、湿潤密度を表 3-4 に示す。

表 3-3 北部試料土の含水比

深度：土質	採取箇所			平均
	A	B	C	
-2.0m：粘土（褐色）	28.51	32.37	29.66	30.61
	30.31	32.18	-	
-4.0m：砂混じり粘土（灰色）	42.23	44.26	41.27	43.05
	42.69	44.79	-	

表 3-4 北部試料土の湿潤密度

深度：土質	採取箇所			平均
	A	B	C	
-2.0m：粘土（褐色）	1.95	1.93	1.90	1.93
	1.97	1.94	1.90	
	-	1.93	-	
-4.0m：砂混じり粘土（灰色）	1.75	1.74	1.73	1.74
	1.70	1.78	1.72	
	1.74	1.76	-	

2) 南部

測定した南部の試料土の含水比を表 3-5 に、湿潤密度を表 3-6 に示す。

表 3-5 南部試料土の含水比

深度：土質	採取箇所			平均
	1	2	3	
-2.0m：シルト混じり粘土	34.67	28.02	28.97	30.70
	30.61	30.61	31.34	
-4.0m：シルト混じり粘土	53.78	55.10	56.40	58.22
	60.24	66.64	57.15	

表 3-6 南部試料土の湿潤密度

深度：土質	採取箇所			平均
	1	2	3	
-2.0m：シルト混じり粘土	1.79	1.80	1.88	1.82
	1.80	1.82	1.87	
	1.77	1.81	1.88	
-4.0m：シルト混じり粘土	1.62	1.65	1.63	1.64
	1.63	1.65	1.64	
	1.63	1.67	1.64	

(7) 試料土・セメント混合、供試体の作製

試料土とセメントの重量を正確に計測し、最適な手法で混合・攪拌し混合土を生成した。生成したセメント混合土は、タケウチ建設が指定したモールドに正確な手順で詰め、供試体を作製した。なお、セメント混合、供試体作製及び養生のプロセスでは、「JGS 0811-2009 Practice for Making and Curing Compacted Stabilized Soil Specimens Using a Rammer.」に準じて各工程を実行することとした。

セメントの混合率は、試料土との比率を 100kg/m³、150kg/m³、200kg/m³の三通りとし、混合率の増加による発現強度の増加傾向を把握することとした。

加えて、北部と南部で一般的に使用されているセメント三種類を使用し、セメントの違いによる強度発現の特性を比較することとした。

1) 北部

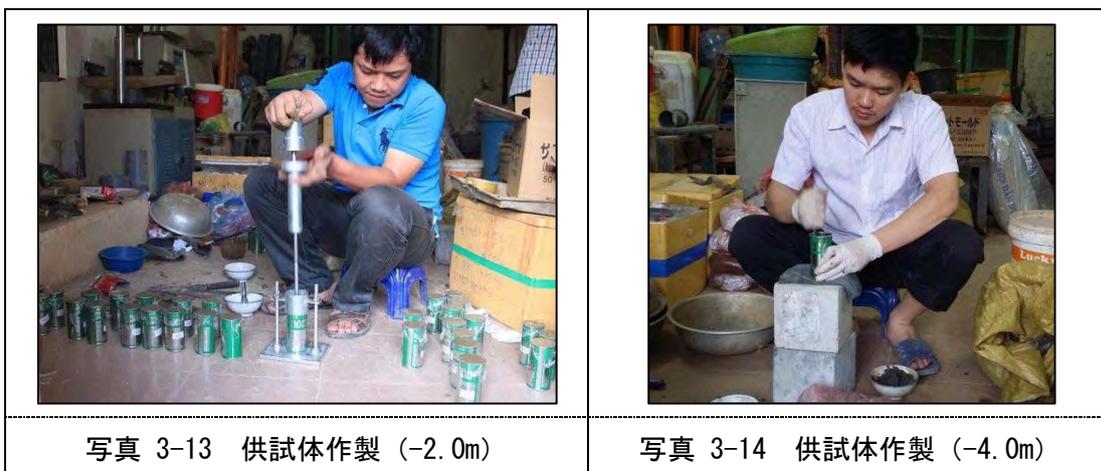
使用したセメントは、ベトナム北部で一般的に使用されており、調達が容易な下記三種類のセメントを使用した。

- Vissai Cement PCB40
- Nghi Son Cement PCB40
- Chifon Cement PCB40

セメントを混合する際には、ミキサーによる混合と手やへらによる混合を交互に繰り返し、試料土とセメントが均一になるよう混合した。

土質の状態を踏まえて、供試体作製方法は、-2.0mの試料土にはハンマーによる突き固め方法を採用し、-4.0mの試料土には突き棒によるタンピング方法を採用した。これにより、均一で空隙のない供試体を作製することができた。

供試体作製時の写真を写真 3-13 及び写真 3-14 に示す。



2) 南部

使用したセメントは、ベトナム南部で一般的に使用されており、調達が容易な下記三種類のセメントを使用した。

- Ha Tien Cement PCB40
- Holcim Cement PCB40
- Nghi Son Cement PCB40

試料土とセメントの混合にはミキサーを使用し、均一になるよう混合した。

土質の状態を踏まえて、供試体作製方法は、-2.0m の試料土にはハンマーによる突き固め方法を採用し、-4.0m の試料土には突き棒にタンピング方法を採用した。これにより、均一で空隙のない供試体を作製することができた。

(8) 養生・モールドの解体

モールドに詰められた供試体は、温度を常時 20 度とし、シーリングあるいは恒湿器内で湿度管理した室内養生と、常温の屋外養生の条件の下で養生した。これにより、養生環境による発現強度を比較することとした。

加えて、供試体は 7 日間と 28 日間養生し、養生日数の増加による発現強度の増加傾向を把握することとした。

なおモールドの解体は、土質により脱型に要する期間も異なるため、変形しない程度まで固化する期間を確認し、北部は 2 日間、南部は 7 日間とした。

(9) 供試体の計測

供試体を所定の期間養生した後、供試体の湿潤密度を算定するために、供試体の重量と寸法（直径、高さ）を計測した。

(10) 一軸圧縮試験

各組合せで作製・養生した 222 供試体を用いて、各条件における一軸圧縮強度の増加傾向分析や比較分析を行うことを目的に、一軸圧縮試験を実施した。なお、一軸圧縮試験は「ASTM D 2166 Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil.」に準じて応力 - ひずみ関係を記録し、破断後には破断状況を写真で記録した。

セメント未混合の供試体で、突き固めだけでは強度がなく、一軸圧縮試験を行うことができなかった供試体については、「強度発現なし」と記録し、脱型時の状態を写真で記録した。

破断状況を記録した代表的な写真を写真 3-15 に示す。



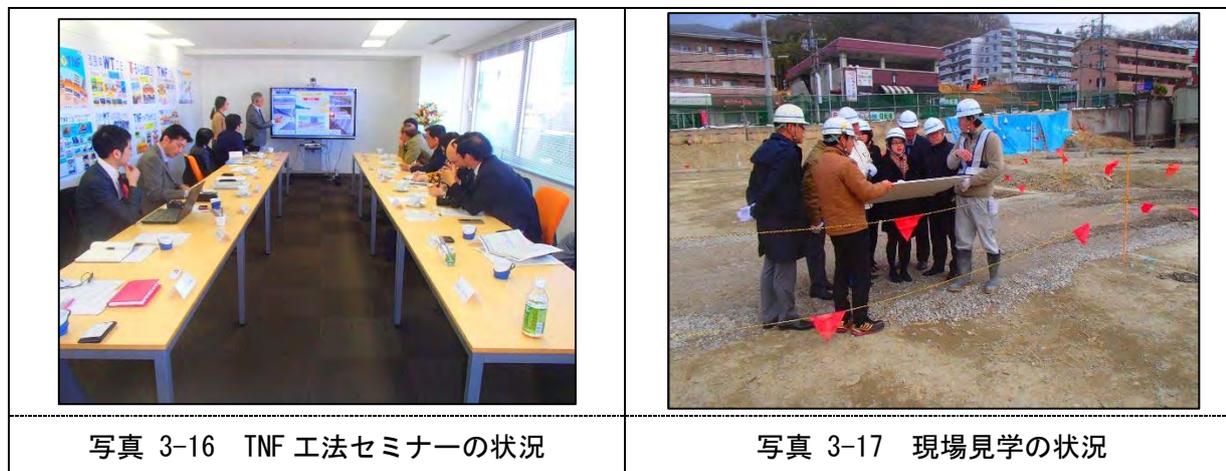
3.1.4 TNF 工法と既存工法の比較

これまでの現地での実勢調査を基に、TNF 工法と従来工法である PHC 杭工法の積算による原価比較を行った。

積算の条件としては、軟弱地盤地域に 3,000m² の一般的なホームセンターを建設することを想定し、現地の資機材及び人件費単価や作業日数を考慮した上で積算を行った。なお、単価の金額設定は、ベトナムで販売されている建設物価本のうち、ハノイの単価として設定した。

3.1.5 本邦受入活動

現地政府関係者を対象に、TNF 工法の紹介を目的とした本邦受入活動を以下の通り実施した。TNF 工法のセミナー及び現場見学の状況を、写真 3-16 及び写真 3-17 に示す。



(1) 本邦受入概要

目標：TNF 工法に対する理解を深める

項目：①TNF 工法の調査・設計・試験・施工のプロセスを学ぶ

②TNF 工法の施工方法と品質管理の重要性について理解する

③TNF 工法で施工された地盤改良の完成型を確認する

(2) 受入期間

2016 年 1 月 18 日から 2016 年 1 月 21 日まで

(3) 参加者リスト

表 3-7 本邦受入活動の参加者リスト

氏名	所属	役職
Trần Thị Hồng Lan (Ms.)	State Agency for Technology Innovation, Ministry of Science and Technology	Deputy Director General
Do The Trung (Mr.)	Technology Investment and Promotion Division , State Agency for Technology Innovation, Ministry of Science and Technology	Division Head,
Trần Bá Việt (Mr.)	Institute for Building Science and Technology, Ministry of Construction	Deputy Director
Nguyễn Văn Thanh (Mr.)	The People's Committee of Vinh Long Provice	Former Permanent Vice Chairman
Đoàn Thanh Bình (Mr.)	Department of Construction, The People's Committee of Vinh Long Provice	Director

(4) カリキュラム、日程表

表 3-8 本邦受入活動の日程表

日付	時刻	形態	受入活動内容
1月18日(月)	08:20 - 15:05		移動(ハノイ→東京)
1月19日(火)	09:30 - 12:00	講義	TNF工法の説明会 技術移転に関する意見交換会
	14:00 - 16:20	協議	JICA表敬訪問 ODA事業に関する協議
	17:00 - 19:30		移動(東京→大阪)
1月20日(水)	10:00 - 12:00	見学	TNF工法施工現場の視察 工法に関する質疑応答
1月21日(木)	10:30 - 14:15		移動(大阪→ハノイ or ホーチミン)

3.2 技術の現地適合性検証

※本章は非公開とする。

3.3 技術のニーズの確認

建物被害調査の結果、ホーチミン市及びビンロン省の建物のほとんどに沈下による建物被害が確認された。これらの被害の原因として考えられる、従来の基礎工法の抱えるコストや安全性の問題は、TNF 工法で補うことができるものである。

今後、急速な開発が見込まれるハノイ首都圏やホーチミン大都市圏及びメコンデルタ地域は、いずれも軟弱地盤地域であり、高コストで時間のかかるコンクリート杭基礎工法や、安全性に欠く経験に基づいて設計する木杭基礎は、円滑な開発の足枷になることが想定される。このため、低コストで短工期、さらには建物被害を防止する TNF 工法の迅速な導入が求められる。

加えて、案件化調査報告会に参加したクローン大学の副学長からは、TNF 工法が基準化され、コスト削減も含めて有用な技術であると確認できれば、今後の施設建設計画(体育館(二階建て)・学生寮(四階建て))に採用したいという意見があった。

3.4 技術と開発課題の整合性及び有効性

広大な軟弱地盤を有し建物の沈下被害が深刻化しているベトナムでは、軟弱地盤対策に取り組んではいるものの、その効果が十分に上がらない状況となっている。

これは、経験則に基づいた木杭を使用した従来工法が浸透しており、経験則が適合しない条件では沈下被害が発生することや、近年使用された始めたコンクリート製や鋼管製の杭が、十分な検討がなされないままオーバースペックで施工されるケースがあることなど、選択肢の少なさが主とした要因と考えられる。

「4 ODA 案件化の具体的提案」に記載する普及・実証事業では、『TNF 工法の基準化』や『認知度を向上する活動』『施工体制の確立』などを行い、この工法を採用できる環境を提供する。

急速な都市化・工業化により増え続けているベトナムにおいて、開発地域の実情に応じた基礎工法の導入が課題であり、建築物の地盤沈下を抑制し、建物の安全性を低コストかつ短工期で実現する TNF 工法の普及が、課題を解決する有効な手段である。

3.5 実現可能性の検討

3.5.1 ODA 案件における実施可能性

本案件化調査を通じて、SATI は TNF 工法の技術的優位性や、ベトナム地盤への適応性について把握し、ベトナムの継続的な開発に有効な技術であるとの認識を表明しており、本調査が普及・実証事業に進むことを望んでいる。

また、本案件化調査で実施した本邦受入では、JICA 訪問時に普及・実証事業のプロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）内容について双方の確認を行った。この結果、C/P となる SATI を含めた関係機関は、普及・実証事業の実施に協力する意向を示しており、ベトナム側の実施体制は整っている。

我が国の国別援助方針の大目標では、国際競争力の強化を通じた持続的成長、脆弱性の克服及び公正な社会・国づくりを支援するとしている。また、重点分野（中目標）では、脆弱性への対応として、急速な都市化・工業化に伴い顕在化している環境問題、災害・気候変動等の脅威への対応を支援することを掲げている。

建築物の地盤沈下を抑制し、建物の安全性を低コストかつ短工期で実現する TNF 工法は、建物被害を抑制する防災面での課題解決手段になり得る。

本調査を通じて、TNF 工法を基準化するプロセスや、ベトナム地盤への適用性を確認でき、また課題も明らかとなった。提案する普及・実証事業では、SATI を中心に関連する公的機関・地方政府と連携し円滑に事業を進め、効果的な普及・実証活動を行い上位目標へ繋げていくことを考えている。

3.5.2 事業展開における実施可能性

普及・実証事業のもとに、TNF 工法が TCCS を取得することで、政府および民間企業（ベトナムに進出する日系企業や現地企業）に対して認知度・信頼性が高まり、営業・販売が容易になるため、広く普及することが予想されたため、事業化への見通しは明るいと思われる。

但し、事業としての実現可能性を一層具体化し高めていくために、想定する事業モデルに沿った、一層の各種調査が必要となり、今後詳細な調査を行う。

4 ODA 案件化の具体的提案

4.1 ODA 案件化の背景

ベトナムの国土は約 33 万平方キロメートルのうち山岳地帯が 75%を占め、残り 25%の平野部の殆どが、北部の紅河流域と南部のメコン河流域に広がるデルタ地帯に位置する。デルタ地帯に位置する首都ハノイ、最大の都市ホーチミンには、人口の 70%が集中している。

デルタ地帯は河川が運んだ土砂の堆積で形成された平野であり、その地質は水分を多く含んだ軟弱地盤のため、基本的に建設には適さない。1980 年以降始まった経済発展に伴い多くの建築物が建設されたが、約 30 年が経過し、各所での地盤沈下による建物被害がテレビや新聞で取り上げられており、特にメコンデルタ地域で住宅、道路及び堤防等に被害が深刻化している。

現在、市場経済への取り組み途上であるベトナムでは、「社会的背景」や「予算不足」、「対策の有効性が不十分」、「基準の不整備」などにより、軟弱地盤対策は国策などにより具体化された通達等はなく、地方政府が独自に対策を行っているのが実情である。

また、ベトナム政府は、住宅は建設省、道路は交通省、堤防は農業農村開発省が管轄しており、それぞれの省で軟弱地盤対策の研究に対して政府の予算がついているが、現状での予算金額は少ない。

しかしながら、予算の制限がある環境においても、軟弱地盤対策の研究セミナーは頻繁に開催され、新技術の導入に積極的な取り組みを行っているため、TNF 工法の導入・普及の素地が整っていると考えられる。

本提案は、このような状況にあるベトナム国において、低コスト・短工期で実現する建物の基礎工法である TNF 工法を広く普及するため、以降に記載する普及・実証事業を提案するものである。

4.1.1 スキームおよび基本方針

(1) ODA 案件のスキーム名

中小企業海外展開支援事業－普及・実証事業－

(2) 普及・実証事業の選定理由

普及・実証事業では、途上国の抱える課題に資する技術の展開のために、『普及活動』及び『実証活動』の両方を同時に行うことができる。TNF 工法は、日本において多くの実績を有するが、ベトナムには本工法の基準がないことから、現状では普及のための土台が確立されていない。

普及・実証事業では、安全性検証や施工体制確立を目的とした『実証活動』を行い、さらには、認知度を向上させるための『普及活動』を行うことで、本工法がベトナムの軟弱地盤地域の建物基礎に広く普及するための土台を確立することが可能である。以上の理由から、普及・実証事業が最適なスキームと言える。

(3) 基本方針

普及・実証事業では、上記目標である『TNF 工法がベトナムの軟弱地盤地域の建物基礎に広く普及する』ことに向けて、TNF 工法を普及するための土台が確立することを目標とする。

この目標を達成するための成果として、『TNF 工法のベトナム地盤における安全性実証』『TNF 工法の認知度向上』『TNF 工法の施工体制確立』を目指す。

4.1.2 提案する ODA 案件の活動概要

(1) TNF 工法のベトナム地盤における安全性実証

1) TNF 工法の基準化

TNF 工法は、日本国内においては「浅層混合改良工法」に位置付けられ、TNF 工法は、この工法の安全基準を定める「浅層混合改良指針」に準じており、その上で TNF 工法がもつ付加的効果を設計および施工に反映させるものである。

ベトナムでは、基準化されていない工法でも、個別案件ごとに許諾を得て施工を実施することが可能ではあるものの、普及のためには広く認知される方法による技術的信頼性を証明することが必要不可欠である。

したがって、ベトナム国の基準制度において TNF 工法の基準化を図ることは、プロジェクト目標に対する成果のうち、「安全性実証(基準化)」が他の「認知度向上」や「施工体制の確立」に先駆けて必要な活動内容となる。

このため、ベトナム国で TNF 工法の基準化を図る上では、以下の二つの選択肢が考えられる。

【CASE1】: TNF 工法の上位基準である「浅層混合改良指針」を基準化した上で、基準内で TNF 工法の位置付けを設ける。あるいは TNF 工法は、別途基準化する…[TCVN]

【CASE2】: TNF 工法のみで基準化を図り、その基準内で日本において標準化された「浅層混合改良指針」に基づくものであることを位置付ける…[TCCS]

本案件化調査では、関係各機関と協議し、ベトナム国における基準の体系やその認可プロセス等について確認・整理した結果、その実現性や普及・実証事業期間の制約等を勘案し、より実現性の高い【CASE2[TCCS]】の方針で基準化を図ることとする。

2) 普及・実証事業での活動内容

普及・実証事業では、TNF 工法のベトナム地盤における安全性実証に向けて、前述の基準(TCCS)を作成するために必要となる、以下の活動を実施する。

- ① 基準(TCCS)作成計画を策定する
- ② 地盤条件を把握するための地質調査を実施する
- ③ 理論値算出(土圧、ひずみ、沈下量)のための FEM 解析手法による地盤解析を実施する
- ④ 実験施工の改良体を設計する
- ⑤ セメント配合量算出のための配合試験を実施する
- ⑥ TNF 工法により改良体を施工する
- ⑦ 実測値(土圧、ひずみ、沈下量)測定のための载荷試験を実施する
- ⑧ 実験施工の改良体を撤去する
- ⑨ 試験結果及び解析結果の評価・分析を行う
- ⑩ TCCS 認可取得プロセスを実施し TNF 工法の TCCS を作成する

(2) TNF 工法の認知度向上

普及・実証事業の上位目標は、「TNF 工法がベトナムの軟弱地盤地域の建物基礎に広く普及する」であり、広く普及するための認知度向上は、低コスト・短工期で安全性の高い TNF 工法が、ベトナムの軟弱地盤における開発課題に資するために必要不可欠である。

したがって、認知度向上のために必要となる、以下の活動を実施する。

- ① 地方行政機関を対象とした TNF 工法紹介セミナーを開催する
- ② TNF 工法紹介セミナーのアンケート調査結果を整理する
- ③ 地方行政機関の技術者を対象とした本邦受入活動を実施する
- ④ 認知度向上とともに発生する知財リスクに対する備えとして、TNF 工法の商標登録を行う。

(3) TNF 工法の施工体制確立

普及・実証事業では、前項までに記載した「安全性実証」「認知度向上」とともに、ベトナム国において実際に施工できる体制の確立が必要となる。

本案件化調査では、セメント混合土発現試験で、現地の調査機関の能力や日本の手法との違いについて確認した。また、ビジネス展開計画において、現地の施工パートナーや資機材調達に関する現状と見込みを調査している。

これらの調査結果を踏まえて、普及・実証事業では、実際に施工するための体制づくりとして、以下の活動を実施する。

- ① 実験施工を通じて、現地地質調査会社にセメント混合試験技術および品質管理方法を指導する。
- ② 実験施工を通じて、現地施工会社に施工技術および品質管理方法を指導する
- ③ 現地の建設工事に関わる監督省庁担当者および現地の地質調査会社・施工会社の技術者を対象とした本邦受入活動を実施する
- ④ 信頼できる資機材調達先をリストアップする

4.2 具体的な協力計画及び開発効果

本案件化調査では、本邦受入活動を実施し、TNF 工法に対する理解を深めるためのプログラムを実施するとともに、受入活動の一環として実施した JICA 本部訪問では普及・実証事業の PDM 内容について協議を行った。この結果、C/P となる科学技術省を含めた関係機関は、普及・実証事業の実施に協力する意向を示している。

本案件化調査の結果、ベトナム政府および関係機関は、TNF 工法がベトナムの開発に有用な技術であるとの見解であることが確認できており、普及・実証事業で予定している実験施工用地についても、政府および関係機関が連携して用意する意向を示している。

4.2.1 提案する ODA 案件の目標、投入、技術の位置付け

TNF 工法は、建物の沈下を低減し、かつ不同沈下を抑制する新技術であり、これを低コスト・短工期でこれを実現する工法である。

日本側は、広大な軟弱地盤を有し建物の沈下被害が深刻化しているベトナムに、この TNF 工法を採用できる環境を提供する。

ベトナムは、この工法が採用可能になることで、下記のような実情に対応するための新しい選択肢を得ることが出来、この技術提供が、ベトナム開発には必ず付随する軟弱地盤対策の一助となる。

【ベトナムの軟弱地盤対策における問題点】

- ベトナムでは軟弱地盤対策として、木杭が古くから採用されているが、経験則に基づいた工法であることに加えて耐久性の問題あり、現在の建物被害の主な要因となっている。
- 近年、基礎にコンクリート杭を施工する方法も一般的となり、杭基礎は、強固である反面、支持層や摩擦抵抗の正確な評価が必要となり、地質調査や設計での確認が不十分であった場合、期待する性能が発揮されないこともある。特に対象建物が平面的に広い場合や、建物が点在している場合は、その箇所に応じた十分な調査による設計計画が必要となるため、多大なコストをかけて施工したにも関わらず、その効果が発揮されないケースがある。
- 基礎による沈下しない支持機構が発揮された場合においても、抜け上がり（周辺の地盤だけが沈下し、建造物が浮き上がる現象）の問題が残る
- ベトナムでは、建物の基礎工事において地下数メートルにわたって現土の入れ替えを行う地盤改良（砂置換）が行われている。この工法では、掘削に伴う建設発生土（残土）が発生するとともに、入れ替えに必要な砂質土の調達が必要となる。旺盛な建設需要がある中で、建設残土の処理問題や川砂採取に伴う河川環境への悪影響も十分想定される。これらの問題が先送りされることは、開発を優先する開発途上国においてやむを得ない選択である。
- 既存工法（木杭等）に問題があることは認識されているため、コンクリート製や鋼管製の杭が十分な検討がされないまま、オーバースペックで施工されるケースも少なくない。
- 民間事業では、新技術を積極的に活用することが進んでいるが、公共事業では、予算が前提となるため、新技術の活用はうまく行かないことがある。

(1) 提案する ODA 案件の目標

1) 上位目標とプロジェクト目標

上位目標は、『建物の沈下被害が深刻化しているベトナムに、低コスト・短工期で安全性の高い TNF 工法が広く普及することで、円滑な開発の足枷になる建物被害が抑制される』であり、普及・実証事業では、広く普及するために『TNF 工法普及の土台が確立する』ことをプロジェクト目標とする。

2) プロジェクト目標に向けての成果と活動

プロジェクト目標に向けて創出する成果を以下のとおり設定する。また、成果と活動内容を表 4-1 に整理する。

【プロジェクト目標に向けて創出する成果】

- ① TNF 工法のベトナム地盤における安全性実証
- ② TNF 工法の認知度向上
- ③ TNF 工法の施工体制確立

表 4-1 プロジェクトの成果及び活動

プロジェクト目標	TNF 工法普及の土台が確立する
成果	活動
1. TNF 工法のベトナム地盤における安全性が実証される	1. 1. 基準 (TCCS) 作成計画を策定する
	1. 2. 地盤条件を把握するための地質調査を実施する
	1. 3. 理論値算出 (土圧、ひずみ、沈下量) のための FEM 解析手法による地盤解析を実施する
	1. 4. 実験施工の改良体を設計する
	1. 5. セメント配合量算出のための配合試験を実施する
	1. 6. TNF 工法により改良体を施工する ^{※1}
	1. 7. 実測値 (土圧、ひずみ、沈下量) 測定のための載荷試験を実施する
	1. 8. 実験施工の改良体を撤去する
	1. 9. 試験結果及び解析結果の評価・分析を行う
	1. 10. TCCS 認可取得プロセスを実施し TNF 工法の TCCS を作成する
2. TNF 工法の認知度が向上する	2. 1. 地方行政機関を対象とした TNF 工法紹介セミナーを開催する
	2. 2. TNF 工法紹介セミナーのアンケート調査結果を整理する
	2. 3. 地方行政機関の技術者を対象とした本邦受入活動を実施する
	2. 4. 認知度向上とともに発生する知財リスクに対する備えとして、TNF 工法の商標登録を行う
3. TNF 工法の施工体制が確立される	3. 1. 実験施工を通じて現地地質調査会社にセメント混合試験技術および品質管理方法を指導する ^{※2}
	3. 2. 実験施工を通じて現地施工会社に施工技術および品質管理方法を指導する ^{※2}
	3. 3. 現地の建設工事に関わる監督省庁担当者および現地の地質調査会社・施工会社の技術者を対象とした本邦受入活動を実施する
	3. 4. 信頼できるパートナー企業 (施工・地質調査会社、調達先等) をリストアップする

※1：実験施工は、実際の軟弱地盤において TNF 工法を複数パターン施工し、載荷試験を行う。

※2：実験施工では、現地の地質調査会社と施工会社に技術指導を行うとともに、TCCS の作成に必要なデータを取る。合わせて、現地での資機材調達に関しても納入期限や所要の品質が満足されるかについて確認する。

3) 必要となる投入

表 4-1 に示した活動に対して、必要となる投入を表 4-2 に示す。

表 4-2 活動に必要な投入一覧

活 動	投 入		
	分類	<日本側>	<ベトナム側>
	人員※ 1	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトマネージャー TNF 工法の技術者 外部人材(コンサルタント、学識者等)※ 	<ul style="list-style-type: none"> カウンターパート (MOST)
1. 1. 基準 (TCCS) 作成計画を策定する	資機材 資金・ 予算等	<ul style="list-style-type: none"> 資料準備費 	<ul style="list-style-type: none"> 協力機関経費
1. 2. 地盤条件を把握するための地質調査を実施する		<ul style="list-style-type: none"> 地質調査費用 	<ul style="list-style-type: none"> 協力機関経費
1. 3. 理論値算出(土圧、ひずみ、沈下量)のための FEM 解析手法による地盤解析を実施する		<ul style="list-style-type: none"> 地盤解析費 	
1. 4. 実験施工の改良体を設計する			
1. 5. セメント配合量算出のための配合試験を実施する		<ul style="list-style-type: none"> セメント混合試験費 	
1. 6. TNF 工法により改良体を施工する		<ul style="list-style-type: none"> 実験施工費 	<ul style="list-style-type: none"> 実験用地(ビンロン省)※2 実験用地調整に関わる人件費 実験施工の立会いに関わる人件費
1. 7. 実測値(土圧、ひずみ、沈下量)測定のための載荷試験を実施する		<ul style="list-style-type: none"> 計測・測量費 	<ul style="list-style-type: none"> 協力機関経費
1. 8. 実験施工の改良体を撤去する		<ul style="list-style-type: none"> 撤去費 	<ul style="list-style-type: none"> 協力機関経費
1. 9. 試験結果及び解析結果の評価・分析を行う			
1. 10. TCCS 認可取得プロセスを実施し TNF 工法の TCCS を作成する		<ul style="list-style-type: none"> TCCS 作成費 	<ul style="list-style-type: none"> 協力機関経費
2. 1. 地方行政機関を対象とした TNF 工法紹介セミナーを開催する		<ul style="list-style-type: none"> セミナー開催費用 	<ul style="list-style-type: none"> 協力機関経費
2. 2. TNF 工法紹介セミナーのアンケート調査結果を整理する			
2. 3. 地方行政機関の技術者を対象とした本邦受入活動を実施する		<ul style="list-style-type: none"> 本邦受入活動費用 	<ul style="list-style-type: none"> 協力機関経費
2. 4. 認知度向上とともに発生する知財リスクに対する備えとして、TNF 工法の商標登録を行う			
3. 1. 実験施工を通じて現地地質調査会社にセメント混合試験技術および品質管理方法を指導する		<ul style="list-style-type: none"> マニュアル作成費 	<ul style="list-style-type: none"> 協力機関経費
3. 2. 実験施工を通じて現地施工会社に施工技術および品質管理方法を指導する			
3. 3. 現地の建設工事に関わる監督省庁担当者および現地の地質調査会社・施工会社の技術者を対象とした本邦受入活動を実施する		<ul style="list-style-type: none"> 本邦受入活動費 	<ul style="list-style-type: none"> 協力機関経費
3. 4. 信頼できるパートナー企業(施工・地質調査会社、調達先等)をリストアップする			

※1：外部人材に要する人件費を含む

※2：予定している実験施工に必要な用地面積は「約 45m×約 45m≒2000 m²」

ベトナム国 軟弱地盤地域における TNF 工法（地盤改良型直接基礎構造）普及に向けた案件化調査
プロジェクト・デザイン・マトリックス

プロジェクトタイトル：軟弱地盤地域における TNF 工法（地盤改良型直接基礎構造）普及・実証事業	対象グループ：ベトナム政府
対象地域：ベトナム国における軟弱地盤地域	期間：3 年間 日付：2016/4/28 バージョン：10

プロジェクトの要約	指標	指標データ入手方法	外部条件
<p>上位目標： 建物の沈下被害が深刻化しているベトナムに、低コスト・短工期で安全性の高い TNF 工法が広く普及することで、円滑な開発の足枷になる建物被害が抑制される</p> <p>プロジェクト目標： TNF 工法普及の土台を確立することで、既存工法^{※1}で生じている問題を解決する本工法^{※2}を採用できる環境がベトナムに構築され、開発課題の解決に貢献する</p> <p>成果（アウトプット）：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. TNF 工法のベトナム地盤における安全性が実証される 2. TNF 工法の認知度が向上する 3. TNF 工法の施工体制が確立される 	<ol style="list-style-type: none"> 1. TNF 工法が年間 10 万㎡以上施工される。 2. 施工受注件数が年間 30 件になる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・タケウチ建設の施工実績データ 	<p>—</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. TNF 工法のベトナム地盤における安全性が実証される 2. TNF 工法の認知度が向上する 3. TNF 工法の施工体制が確立される 	<ol style="list-style-type: none"> 1. TNF 工法の施工相談件数が 10 件以上になる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工相談書 	<ul style="list-style-type: none"> ・現地事務所の設置が完了している。 ・ベトナムの建設需要が低下しない。 ・営業ルートが確立されている。 ・TNF 工法の不正使用が行われない。 ・ベトナムの地盤に精通した機関の継続的な協力が得られている。
<p>活動：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 1. 基準 (TGCS) 作成計画を策定する 1. 2. 地盤条件を把握するための地質調査を実施する 1. 3. 理論値算出 (土圧、ひずみ、沈下量) のための FEM 解析手法による地盤解析を実施する 1. 4. 実験施工の改良体を設計する 1. 5. セメント配合量算出のための配合試験を実施する 1. 6. TNF 工法により改良体を施工する^{※3} 1. 7. 実測値 (土圧、ひずみ、沈下量) 測定のための載荷試験を実施する 1. 8. 実験施工の改良体を撤去する 1. 9. 試験結果及び解析結果の評価・分析を行う 1. 10. TGCS 認可取得プロセスを実施し TNF 工法の TGCS を作成する 2. 1. 地方行政機関を対象とした TNF 工法紹介セミナーを開催する 2. 2. TNF 工法紹介セミナーのアンケート調査結果を整理する 2. 3. 地方行政機関の技術者を対象とした本邦受入活動を実施する 2. 4. 認知度向上とともに発生する知財リスクに対する備えとして、TNF 工法の商標登録を行う 3. 1. 実験施工を通じて現地地質調査会社にセメント混合試験技術および品質管理方法を指導する^{※4} 3. 2. 実験施工を通じて現地施工会社に施工技術および品質管理方法を指導する^{※4} 3. 3. 現地の建設工事に関わる監督省庁担当者および現地の地質調査会社・施工会社の技術者を対象とした本邦受入活動を実施する 3. 4. 信頼できるパートナー企業 (施工・地質調査会社、調達先等) をリストアップする 	<p><日本側></p> <ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクトマネージャー ・TNF 工法の技術者 ・外部人材 (コンサルタント、学識者等) ・セミナー開催費用 ・本邦受入活動費用 ・地質調査費用 ・地盤改良設計および地盤解析 (FEM) 費用 ・セメント混合試験費用 ・実験施工費用 ・TGCS 書類作成に必要な資料準備費用 ・旅費、交通費、その他経費 	<p><ベトナム側></p> <ul style="list-style-type: none"> ・カウンターパート (MOST or MOC) …TGCS 認可取得に関わるコーディネーター …TNF 工法周知活動を目的としたセミナー開催に関わるコーディネーター …実験用地確保等、実験施工に関わるコーディネーター ・実験用地 (北部・南部 (ビンロン省)) …北部、南部それぞれの軟弱地盤で TNF 工法の実験施工を行う用地^{※5} ・ローカルコスト (MOST or MOC) …TGCS 書類作成に関わる人件費 …実験用地調整に関わる人件費 …実験施工の立会いに関わる人件費 …本邦受入に関わるベトナム側負担経費 	<ul style="list-style-type: none"> ・認可の承認手続きが円滑に行われる。 ・地質調査の現地委託先が確保されている。 ・実験施工の現地委託先が確保されている。 ・実験施工に必要な資機材が確保されている。 ・実験施工が実施できないような通常より長期間の雨季にはならない。 ・強度発現しない軟弱地盤は存在しない <p>前提条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・認可取得プロセスが明確になっている。 ・実験候補地が選定されている。 ・本プロジェクトに協力的な中央政府と地方政府との連絡体制が確立されている。

※1：木杭、コンクリート杭

※2：対象建物は、地盤条件や建物荷重によって異なるが、学校・工場・倉庫・スーパー等の商業施設で概ね 5 階建までの建物

※3：実験施工は、実際の軟弱地盤において TNF 工法を複数パターン施工し、載荷試験を行うものである。

※4：実験施工では、現地の地質調査会社と施工会社に技術指導を行うとともに、TGCS の作成に必要なデータを取る。合わせて、現地での資機材調達についても納入期限や所要の品質が満足されるかについて確認する。

4.2.2 実施パートナーとなる対象国の関連公的機関（カウンターパート）

(1) カウンターパート

科学技術省(Ministry of Science and Technology)-技術革新局(State Agency for Technology)

(2) 選定理由

MOST傘下のSATIは、ベトナムにとって有用な新技術を導入する窓口機関であり、該当技術の有用性を判断し、その技術を活用する関係機関や地方政府への指導や連携依頼を行う機関である。

一方、TNF工法の技術を活用する省庁は、中央政府では建設省(MOC)、地方政府では建設局(DOC)となる。また、普及・実証事業において最も重要な活動内容であるTCCSによるTNF工法の基準化では、MOCが組織する構造工学建設技術協会(VASECT)の協力を取り付けている。このため、実質的作業での協力機関はMOCとなる。

このため、C/Pとしては、MOST-SATIとMOC-VASECTの2機関が候補として考えられるが、以下の要因を考慮して、SATIを選択する。

- SATIからは本案件化調査においても、関係機関との連絡・調整等の支援を受けてきており、VASECTもSATIの仲介により、協議を進めることが出来た機関である。
- 普及・実証事業においても、SATIを中心に関連する公的機関・地方政府と連携することが事業を円滑に進める体制と考えられ、この体制で上位目標を目指すことが効果的であると判断した。

4.2.3 カウンターパート、関連公的機関等との協議状況

普及・実証事業の活動は多岐にわたるため、複数の関係機関の協力が必要となる。協力の中心となるSATIと、主要な役割を果たすことを想定している機関と協議状況を以下に整理する。

(1) 科学技術省(MOST)-技術革新局(SATI)

本案件化調査を通じて、SATIはTNF工法の技術的優位性や、ベトナム地盤への適応性について把握し、ベトナムの継続的な開発に有効な技術であるとの認識を表明しており、本調査が普及・実証事業に進むことを望んでいる。

SATIには、前項に示した普及・実証事業のPDMを説明済みであり、本報告書作成時点において、普及・実証事業の内容を大きく変更せざるを得ないような調整事項は、発生していない。

(2) 農業農村開発省(MARD)-水資源研究院(VAWR)-水工研究所(HyCI)

本案件化調査でSATIから紹介を受けた機関である。HyCIはMARD傘下であるが、TNF工法の基準化調査に際して、この組織の長がベトナムの軟弱地盤に精通していることに加えて、建設省(MOC)傘下のVASECTのメンバーであり、SATIが協力機関として有効と判断し選定した機関である。

また、HyCIは、これまでも軟弱地盤地域に有効な基礎工法の認可取得支援を行ってきた経験を持つ機関でもある。

本案件化調査では、このHyCIからTNF工法の基準化に向けた支援を受けるとともに、セメント混合土強度発現試験(北部)においても現地再委託を行っており、今後の活動に重要な役割を果たす機関となる。

(3) 建設省(MOC)-構造工学建設技術協会(VASECT)

本案件化調査で、HyCI のコーディネートにより TNF 工法の基準化プロセス等について、協議を行った機関である。

普及・実証事業で計画している TCCS 作成において VASECT の協力が不可欠である。VASECT は、すでに協力する意向を示しており、TNF 工法の基準化のために重要な役割を果たす機関である。

(4) メコン大学(クーロン大学)(MKU)

普及・実証事業で実施する実験施工の用地を提供する機関であり、実験施工の適地を SATI と協議した結果、SATI より推薦された軟弱地盤上に建設された大学である。実験後の用地の取り扱い方法について今後協議を重ねる必要がある。

(5) その他の関係機関

以下は、本案件化調査において関与した機関である。これらの機関は、普及・実証事業においても、関与することが想定される。

① 科学技術省-基準・品質研究所(VSQI)

▶ TNF 工法の基準化調査において、ベトナムの基準体系等について協議を行った機関

② ビンロン省-建設局(DOC VL)

▶ ビンロン省政府を通じて、実際に施工を行う際に必要となる許認可等について協議を行った機関

③ 建設省-建築科学技術研究所(IBST)

▶ SATI が今後の協力を際して有効と判断して選定した、本邦受入の参加機関

④ 建設技術研究・応用センター(REACTEC)

▶ ホーチミン工科大学に属する外部との窓口機関である。案件化調査の事前調査段階からベトナムの地盤特性に関する情報提供などで協力を受けており、セメント混合土強度発現試験(南部)の現地再委託を行った機関である。

4.2.4 実施体制及びスケジュール

(1) 実施体制

1) 日本側

JICA による TNF 工法普及・実証を当社が受託し、外部人材として広島大学(山本教授)を専門アドバイザーとして技術支援を、また三井共同建設コンサルタント(株)が事業活動支援を行う体制で調査団を構成する。

表 4-3 日本側実施体制表

	組織名	略称	役割
日本側	【独立行政法人 国際協力機構】	JICA	普及実証事業の実施機関
	JST 株式会社タケウチ建設	Takeuchi Inc	普及実証事業の提案企業
	JST 広島大学 山本春行教授	Hiroshima Univ	専門アドバイザーとして技術支援
	JST 三井共同建設コンサルタント株式会社	MCC	事業活動支援

2) ベトナム側

SATI を C/P とし、関連公的機関と連絡・調整窓口としての役割を期待する。関連公的機関は活動内容により多岐にわたるため、ミニッツ（協議議事録=M / M: Minutes of Meeting）締結時に調整を行う必要があるが、本案件化調査時点での関係機関を想定する。

表 4-4 ベトナム側実施体制表

	組織名	略称	役割	
ベトナム側	【C/P】 科学技術省-技術革新局	SATI	C/Pとして関連する公的機関・地方政府と連携する窓口	
	農業農村開発省-水資源研究院-水工研究室	HyCI	地質調査・地盤解析・配合試験・実験施工等の実施全般に協力	
	建設省-構造工学建設技術協会	VASECT	TNF工法の基準化に協力	
	メコン大学（クーロン大学）	MKU	地質調査・実験施工等の用地提供	
	その他	科学技術省-基準・品質研究所	VSQI	状況によって、TCCS基準化に協力
		建設省-建築科学技術研究所	IBST	状況によって、TCCS基準化に協力

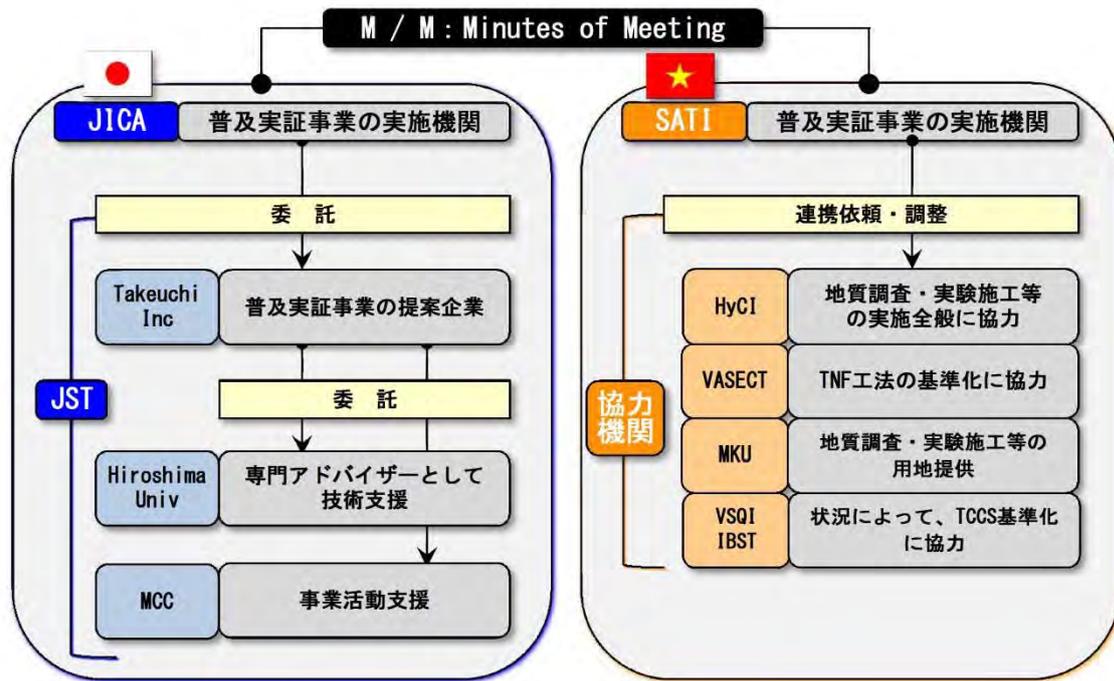


図 4-1 普及・実証事業の実施体制

(2) 実施スケジュール

本案件化調査終了後、2016年9月の普及・実証事業公示を想定し、スケジュールを計画する。

2016年9月公示への応募を行い、2017年1月に採択された場合、契約交渉およびミニッツ締結機関を5ヶ月程度考慮し、2017年7月を事業開始時期に設定する。TNF工法普及・実証事業の活動計画表(P0)を次ページに示す。

TNF工法普及実証事業 活動計画表 (PO)

	期待される成果(品)	2017年		2018年		2019年		2020年		担当部署 (責任者)	投入			留意事項
		6	12	6	12	6	12	6	12		人員	資機材	資金・予算	
1. TNF工法のベトナム地盤における安全性が実証される											JST・C/P 関係公的機関			2016年9月公示 2017年1月採択 を想定
1.1. 基準(TCCS)作成計画を策定する	基準化計画書									TNF工法技術者 基準作成協力機関	TNF工法技術者/ 基準作成協力機関		資料準備費/ 協力機関経費	
1.2. 地盤条件を把握するための地質調査を実施する	地質調査報告書									TNF工法技術者	TNF工法技術者/ 地質調査委託機関	地質調査資機材	地質調査費/ 協力機関経費	
1.3. 理論値算出(土圧、ひずみ、沈下量)のためのFEM解析手法による地盤解析を実施する	地盤解析報告書									同上	TNF工法技術者/ 地盤解析委託機関		地盤解析費	
1.4. 実験施工の改良体を設計する	地盤解析報告書									同上	TNF工法技術者			
1.5. セメント配合量算出のための配合試験を実施する	試験報告書									同上	TNF工法技術者/ 試験委託機関	セメント混合試験 資機材	セメント混合 試験費	
1.6. TNF工法により改良体を施工する	実験結果報告書									同上	TNF工法技術者/ 用地提供者/ 施工委託会社	実験用地/ 施工資機材	実験施工費/ 協力機関経費	
1.7. 実測値(土圧、ひずみ、沈下量)測定のための載荷試験を実施する	実験結果報告書									同上	TNF工法技術者/ 用地提供者/ 計測委託会社		計測、測量費/ 協力機関経費	
1.8. 実験施工の改良体を撤去する	実験結果報告書									同上	TNF工法技術者/ 用地提供者/ 施工委託会社	撤去資機材	撤去費/ 協力機関経費	
1.9. 試験結果及び解析結果の評価・分析を行う	実験結果報告書									同上	TNF工法技術者		協力機関経費	
1.10. TCCS基準化プロセスに基づきTNF工法のTCCSを作成する	TCCS									TNF工法技術者 基準作成協力機関	TNF工法技術者/ 基準作成協力機関		TCCS作成費/ 協力機関経費	
2. TNF工法の認知度が向上する											JST/ C/P 関係公的機関			
2.1. 地方行政機関を対象としたTNF工法紹介セミナーを開催する	セミナー報告書									〒024外 マニラ	JST/ C/P		セミナー開催費/ 協力機関経費	
2.2. TNF工法紹介セミナーのアンケート調査結果を整理する	アンケート調査結果									同上	同上			
2.3. 地方行政機関の技術者を対象とした本邦受入活動を実施する	本邦受入報告書									同上	同上		本邦受入活動費/ 協力機関経費	3.3.と同時期 の実施を想定
2.4. TNF工法の商標登録を行う	商標登録証									〒024外 マニラ	〒024外マニラ/ C/P			
3. TNF工法の施工体制が確立される											JST/ C/P 関係公的機関			
3.1. 実験施工を通じて現地地質調査会社にセメント混合試験技術および品質管理方法を指導する	地質調査技術移転									TNF工法技術者	TNF工法技術者/ 現地調査機関		モデル作成費/ 協力機関経費	
3.2. 実験施工を通じて現地施工会社に施工技術および品質管理方法を指導する	施工・品質技術移転									同上	TNF工法技術者/ 現地施工会社		モデル作成費	
3.3. 建設工事に関わる監督省庁および地質調査会社・施工会社の技術者を対象とした本邦受入活動を実施する	本邦受入報告書									〒024外 マニラ	JST/ C/P		本邦受入活動費/ 協力機関経費	
3.4. 信頼できるパートナー企業(施工・地質調査会社、調達先等)をリストアップする	資機材調達リスト									同上	同上			

4.2.5 協力額概算

(1) 費目

普及・実証事業で予定している活動に対して、日本側の協力額の費目を以下に整理する。

なお、以下の費目は普及・実証事業としての積算費目のうち、「Ⅱ. 直接経費-1. 機材製造・購入・輸送費」、「Ⅱ. 直接経費-3. 現地活動費-4) 現地再委託」および「Ⅱ. 直接経費-4. 本邦受入活動費」に該当するものであり、普及・実証事業全体の概算額ではない。

1) 「Ⅱ. 直接経費-1. 機材製造・購入・輸送費」

① 改良体及び載荷装置の実験施工費

- TNF 工法の TCCS の基準化にあたって、技術の裏付けとなる資料収集に必要な実験施工を行う費用
- 現地施工会社への再委託を予定

② 改良体及び載荷装置の撤去費

- 載荷試験後に使用した用地を原状回復するための費用
- 現地施工会社への再委託を予定

2) 「Ⅱ. 直接経費-3. 現地活動費-4) 現地再委託」

① TCCS 作成費

- TCCS の基準化にあたって基準書作成を委託する費用(発生しない可能性あり)
- 基準を作成する組織によって基準の信頼性が異なるため、VASECT に特命随意契約で委託することを想定

② 地質調査費

- TCCS の基準化にあたって実施する地質調査に要する費用
- 現地地質調査会社もしくは研究機関への再委託を予定

③ 地盤解析費

- TCCS 作成にあたって実施する地盤解析に要する費用
- 現地研究機関への再委託を予定

④ 配合試験費

- TCCS 作成にあたって実施する配合試験に要する費用
- 現地研究機関への再委託を予定

⑤ 計測・測量費

- TCCS 作成にあたって実施する載荷試験において、土圧・ひずみ・沈下量等の計測・測量に要する費用
- 現地研究機関への再委託を予定

⑥ セミナー開催支援費

- TNF 工法の基準化後、工法基準を普及させるために開催するセミナーの開催支援に要する費用
- 現地政府に所属する半官半民企業への再委託を予定

3) 「Ⅱ. 直接経費-4. 本邦受入活動費」

① 本邦受入活動費

- TNF 工法の認知度向上を目的とする、地方行政機関の技術者を対象とした本邦受入活動に要する費用
- TNF 工法の施工体制確立を目的とする、建設工事に関わる監督省庁および地質調査会社・施工会社の技術者を対象とした本邦受入活動に要する費用

(2) 協力額概算(内訳)

普及・実証事業の概算見積金額の内訳を表 4-5 に示す。

表 4-5 普及・実証事業の見積金額内訳

普及・実証事業 全体見積金額	¥100,000,000
(1) 実証活動費（安全性の実証、施工体制の確立）	¥67,000,000
・ 調査団（外部人材）人件費	¥15,000,000
・ 旅費・宿泊費	¥10,000,000
・ 改良体及び載荷装置の実験施工費・撤去費	¥10,000,000
・ TCGS作成費	¥2,000,000
・ 地質調査費	¥5,000,000
・ 地盤解析費	¥3,000,000
・ 配合試験費	¥3,000,000
・ 計測・測量費	¥15,000,000
・ その他経費	¥4,000,000
(2) 普及活動費（認知度の向上）	¥33,000,000
・ 調査団（外部人材）人件費	¥20,000,000
・ 旅費・宿泊費	¥5,000,000
・ セミナー開催支援費	¥2,000,000
・ 本邦受入活動費	¥2,000,000
・ その他経費	¥4,000,000

4.2.6 具体的な開発効果

「4.2.1 提案する ODA 案件の目標、投入、技術の位置付け」で整理したとおり、広大な軟弱地盤を有し建物の沈下被害が深刻化しているベトナムでは、軟弱地盤対策に取り組んではいないものの、その効果が十分に上がらない状況となっている。

この要因は、建物基礎の軟弱地盤対策における対策工法の選択肢が少ないためであり、日本で実績のある TNF 工法の導入は、この選択肢を広げることが出来る。

以下に、普及・実証事業を実施することで得られる具体的な開発効果を示す。

【具体的な開発効果】

- ① TNF 工法の TCCS を作成することで、ベトナムの既存技術にはない工法が採用可能となり、適切に軟弱地盤対策がなされることで建物被害が軽減する。
- ② TNF 工法は、低コストではあるものの安全性や耐久性に問題があるベトナムの在来工法(木杭)とコストが高いコンクリート杭や鋼管杭に対して、安全性を低コスト・短工期で実現するため、安全で低コストな開発の促進に繋がる。
- ③ TCCS を現地研究機関と連携・協力して作成することで、日本の浅層混合処理工法技術を移転することができる。
- ④ TCCS をベトナム研究機関と連携・協力して作成することで、工法改良などの共同研究を行う素地となり、日越協力の振興に繋がる。
- ⑤ 建設工事に関わる監督省庁および地質調査会社・施工会社の技術者を対象とした本邦受入活動により技術指導を行うことで、ベトナム技術者の育成に繋がる。
- ⑥ ベトナムの在来工法は、建設残土を発生させ川砂採取を必要とする工法であるが、いずれの問題もない TNF 工法の普及により、将来起こり得る建設残土問題や川砂採取問題に対応できる。

4.3 対象地域及びその周辺状況

4.3.1 候補サイト

候補サイトの対象となる普及・実証事業の活動は、『TCCS 作成に必要となる地質調査・セメント混合試験・実験施工』『TNF 工法紹介セミナー』である。

(1) TCCS 作成裏付け資料に関する各種実験の対象地

本項の活動は、ベトナム代表的な軟弱地盤地域であるメコンデルタ地域で、調査、試験、実験を行う必要がある。

実験用地については SATI が調整し、ビンロン省にあるメコン大学(クーロン大学)を提案された。その後、メコン大学とも協議を行い、各種実験の用地として提供することを承諾している。

以下に、SATI 及びメコン大学との調整状況を記載する。

- ⇒ 約 3,000 m²の用地が確保できる見込みである。(図 4-2 参照)
- ⇒ 約-27.0m までは、N 値が 0 から 3 に近い青灰色泥質粘土層である。(図 4-3 参照)
- ⇒ 用地提供箇所は校庭のため、施工した TNF 工法は必ずしも撤去しなくて良い。

- ⇒ 実験施工を行うにあたっては、事前に JICA 調査団より以下の機関へ「実験概要やスケジュール等」を書面にして提出して欲しい。
 - a. メコン大学
 - b. 越日友好協会 (VLPC の前副委員長 Nguyen Van Thanh 氏の現在の所属機関)
- ⇒ 普及実証事業がいつ開始されるか明確に出来ない状況で、実験用地を長期間確保しつつおくことは難しくなる可能性があり、状況によっては用地提供機関とのリース契約が必要になる可能性がある。

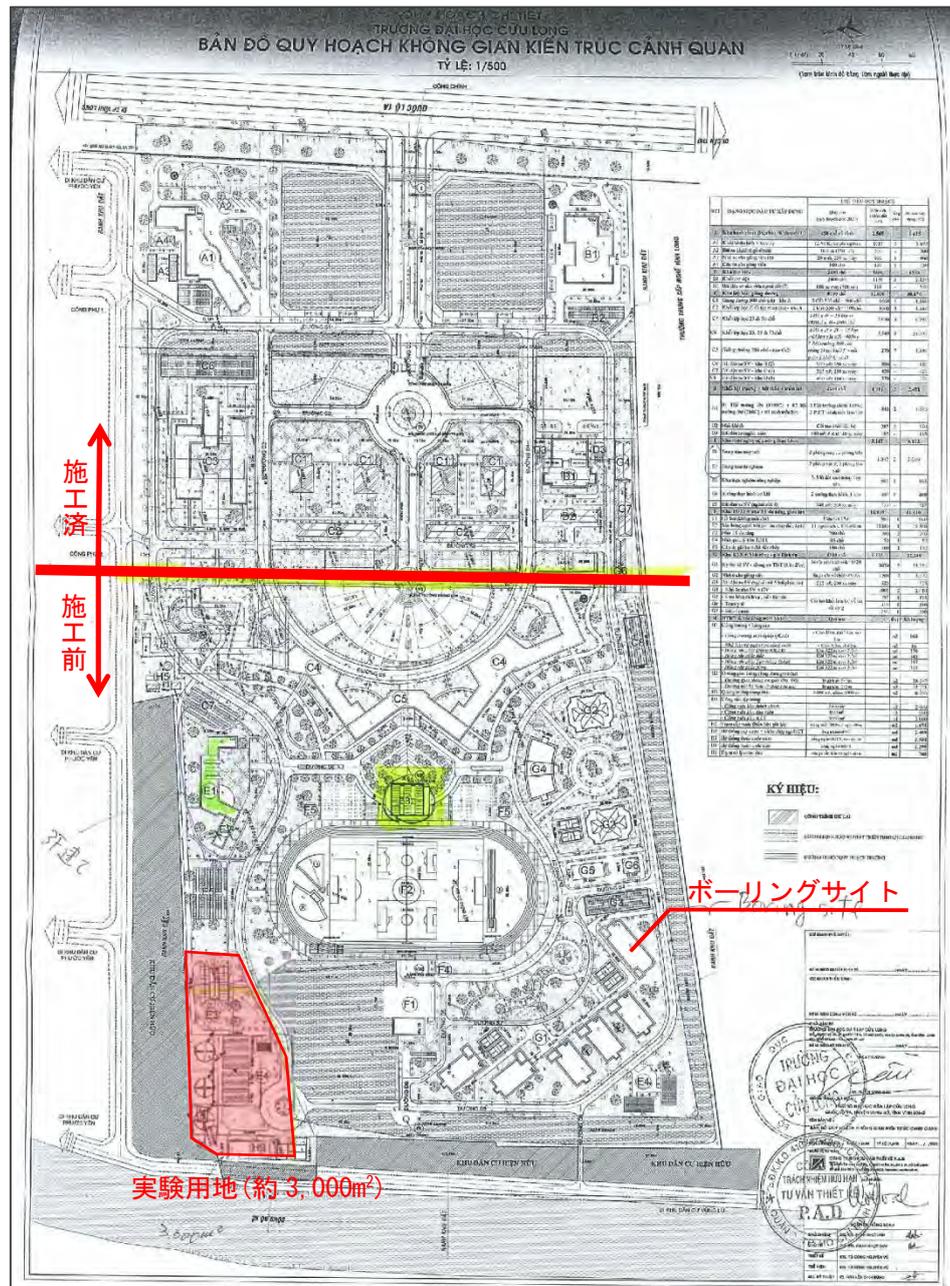


図 4-2 メコン大学敷地計画図

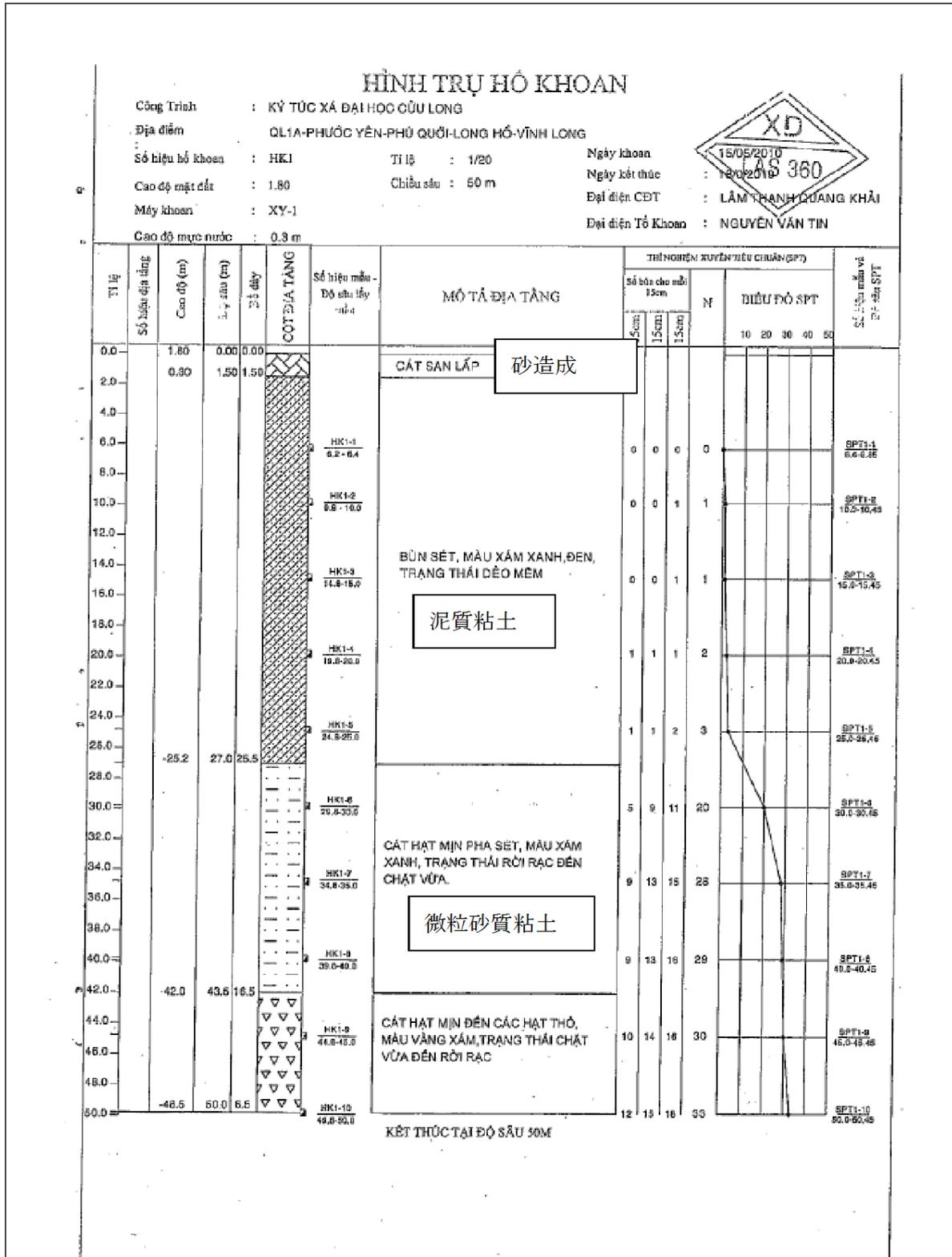


図 4-3 メコン大学敷地内ボーリングデータ

(2) TNF 工法紹介セミナーの対象地

普及・実証事業で計画しているセミナーは、「TNF 工法の認知度向上」を目的とし、地方行政機関を対象にした、TNF 工法の設計手法、必要な調査、施工・品質管理手法や、在来工法との比較優位性を説明するものである。

開催方法と開催場所は、下記の2 ケースを想定しており、いずれの方法が効果的か SATI (C/P) と協議の上、決定する。

【開催方法・開催場所】

[CASE1] : 一括開催・ハノイ

- セミナーに招聘する地方行政機関を SATI と協議のうえ選定し、ハノイで一同に会する形で開催する。

[CASE2] : 個別開催・各地方(省)

- セミナーに招聘する地方行政機関を SATI と協議のうえ選定し、選定した各地方(省)を JST が廻り個別に開催する。

4.3.2 関連インフラ整備

(1) 普及・実証事業の該当活動

関連インフラ整備が必要となる普及・実証事業の活動は、『TCCS 作成の裏付け資料に関する各種実験』である。

(2) 関連インフラ整備

上記の活動に際して、関連インフラ整備が必要となる可能性は、ベトナム側より提供された用地に、資機材搬入車両や施工車両が進入できない場合、一時的に下記の整備を行うことが考えられる。

【関連インフラ整備の可能性】

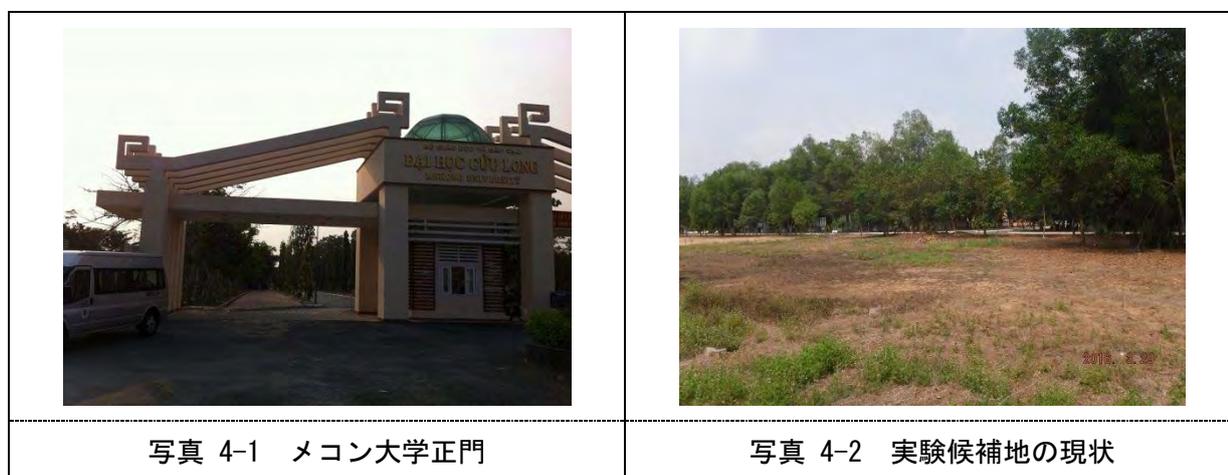
- ① 幅員が狭い場合の道路拡幅・隅切り拡大
- ② 軟弱であった場合の敷鉄板設置
- ③ 進入路上空の架空線(電線等)が低かった場合の架空線移設

上述の関連インフラ整備のイメージを図 4-4 に示す。



図 4-4 関連インフラ整備イメージ

第六回現地調査後に現場視察を行い、上記可能性については概ね問題ないことが確認された。現場視察で確認した、大学内敷地の状況を写真 4-1 及び写真 4-2 に示す。



4.4 他 ODA 案件との連携可能性

ベトナムの軟弱地盤対策技術は、在来工法から新技術へ移行する過渡期であり、現在、各国から新技術を導入し、基準化とともに普及させることで地盤沈下に伴う建物被害の低減を図っている。

一方、最先端の軟弱地盤技術を持つ日本の技術は、ベトナムでの認知度は低く、「TNF 工法の普及・実証」は、建築構造物に対する軟弱地盤対策分野では、日本技術普及への先駆的役割を果たす。

ベトナムの安定的な開発には軟弱地盤対策が不可欠であり、TNF 工法の普及実績により、今後計画される ODA 案件においても日本技術の優位性を強調できる。

また、本案件化調査と並行して行われている、「メコンデルタ地域における運河・水路護岸構築の地盤改良技術普及に向けた案件化調査」が土木構造物に対する軟弱地盤技術であることから、TNF 工法との棲み分けは可能であり、この両者が普及することで相乗効果が期待できる。

4.5 ODA 案件形成における課題(新たに顕在化した課題と対応方法等)

(1) 現地法人の設立について

本案件化調査着手時点では、ベトナム国に現地法人を設立することを計画していたが、本調査により、以下の調査結果を得た。

ベトナムでは、建設業許可制度は存在しないものの、外国建設業者が建設工事をする場合、個別建設案件ごとに国家機関から契約許可を取得する必要がある。許可の条件として、ベトナムの建設会社と JV を組むか、下請けとして採用しなければならない。

したがって、当社が継続的な受注を目指す上で、必ずしも現地法人を必要としないことが判明した。

また、現地法人設立に際しては、以下の事項に留意する必要があることも判明した。

- ① ベトナム政府やベトナムローカル企業との直接ビジネスは、ベトナムの慣習が日本式ビジネスにそぐわない面もある。このため、当面の顧客をベトナム進出の日本企業に絞ることは、リスク低減には妥当な方針と考えられる。
⇒ 韓国企業や台湾企業を顧客の対象とするのも、難しいと予想される。
- ② 法人設立に伴い、利益がなくとも会社の大きさ・資本金相応の外形税が課せられる。これらのコストも少なくないため、十分留意したビジネスモデルを検討することが重要である。
- ③ 仮に、日本企業を対象とした受注活動だけなら「駐在事務所」で対応する方法も考えられる。
- ④ 合弁を考える場合、国営企業等との提携(合弁)は日越のフォースバランスが保てないことが予想され、経営方針などにおいて、日本側の意思が受け入れられない可能性など、留意が必要である。
- ⑤ 日本採用(就労)のベトナム人社員を、ベトナム現地法人設立後に同地に異動した場合、日本での給与水準のまま雇用を継続すると、現地採用社員(ベトナム給与水準)との軋轢を生むことが多い。一方、日本からの異動社員の給与水準を現地基準に下げると、離職率が高くなることなど、給与体系にも留意が必要である。
⇒ →上記の背景として、現地の標準給与で十分優秀な人材を採用できる状況がある。
- ⑥ 経営は日本側で掌握することが、リスク低減には有効である。
⇒ 残業代の水増し等により、経営者がキックバックを受け取っていた事例があり、現地に経営を任せる場合は、十分留意する必要がある。

上記の調査結果を受け、当社のベトナムにおける現地法人の設立は当面見合わせ、慎重な判断のうえ、ビジネス展開を計画していく。

(2) セメント混合度強度発現試験等の調査技術

今回の調査では、試験機関にもよるが、試験の各プロセスにおいてタケウチ建設が望む試験方法が取られなかった部分が見受けられた。

これは、「意思疎通が十分でなかったこと」「使用する資機材が不十分であったこと」「試験手順が確実に遂行されなかったこと」に起因している。

また、本調査での試験結果を踏まえて、TCCS 作成のための追加調査が必要であることも判明している。

このため、普及・実証事業では「追加調査を行うとともに、試験水準を向上するプログラム」を組み込むことを予定している。

5 ビジネス展開の具体的計画

※本章は非公開とする。

6 環境社会配慮

6.1 環境社会影響、ジェンダー配慮

6.1.1 環境影響項目の予測・評価

普及・実証事業の実験施工では、施設や資機材を残置せず原状回復することから、恒久的な施設による環境影響は発生しない。しかしながら、試験的に改良体を施工し、載荷装置等を設置するため、工事期間中の環境影響は考慮しなければならない。以下に、工事期間中に環境影響が予想される項目を記載する。

(1) 騒音・振動

地盤掘削を行う際に、建設機材の稼働に伴い騒音・振動が発生する可能性がある。

ベトナムにおいては、MONRE が騒音・振動規制に関する環境基準を策定しており、下記の基準値を超える場合には騒音・振動対策が必要となる。

【騒音】環境基準：QCVN 26:2010/BTNMT

- ・ 昼間（6時から21時）：70 デシベル以下
- ・ 夜間（21時から6時）：50 デシベル以下

【振動】環境基準：QCVN 27:2010/BTNMT

- ・ 昼間（6時から21時）：70 デシベル以下
- ・ 夜間（21時から6時）：60 デシベル以下

(2) 土壌汚染

改良体の施工で土とセメントを攪拌する際に、六価クロムの溶出に対して配慮する必要がある。

ベトナムにおいては、土壌汚染に関する環境基準 QCVN 03:2008/BTNMT で土壌中の重金属含有量を規制しているが、六価クロムについては明確な許容量が示されていない。他方、地下水の水質基準 QCVN 09:2008/BTNMT では、地下水の六価クロムの含有量が 0.005mg/L を超過しないよう規制している。従って、土壌中の六価クロムの含有量が 0.005mg/L を上回る場合には、環境に有害な影響が発生しているものと判断し、六価クロムの発生を抑制する必要がある。

(3) 粉じん

地盤掘削を行う際に改良対象となる現土が乾燥している場合、粉じんが発生し、大気汚染の原因になる可能性がある。

ベトナムにおいては、大気環境に関する国家技術基準 QCVN 05:2013/BTNMT で、汚染物質に対して許容濃度を定めている。掘削に伴い発生する粉じんは、全浮遊粒子状物質（TSP）に該当し、一時間当たりの許容濃度が $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ に定められている。このため、許容濃度を超える可能性がある場合には、粉じんの発生を抑制する必要がある。

(4) 排ガス

建設機材を稼働する際に、窒素酸化物（NO_x）や一酸化炭素（CO）等の大気汚染物質の発生が懸念される。

ベトナムにおいては、大気環境に関する国家技術基準 QCVN 05:2013/BTNMT で、建設機材の稼働に伴い発生する大気汚染物質に対して、下記の通り許容濃度が定められている。

- ・ CO : 30,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- ・ NO₂ : 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- ・ TSP : 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

(5) 廃棄物

載荷試験が終了した後、試験用地の原状回復のために改良土及び載荷装置を撤去する必要がある。このため、改良土、載荷用の石及び鋼矢板を産業廃棄物として処理しなければならない。

ベトナムにおいては、産業廃棄物の中でも有害廃棄物に対して、有害廃棄物管理規則（Decision No. 155/1999/QD-TT）で収集・運搬・処理・最終処理・緊急時の対処等について管理・規定している。

普及・実証事業においては、産業廃棄物が発生するものの有害廃棄物は含まれないため、環境に対する有害な影響はない。また産業廃棄物の対象となる改良土、載荷用の石及び鋼矢板は撤去し現状回復するとともに、実験施工を行うビンロン省の天然資源環境局（DONRE）から許認可を取得している処理業者に委託し処理する。

6.1.2 社会影響項目の予測・評価

『TCCS 作成に必要となる地質調査・セメント混合試験・実験施工』の実験用地は、メコン大学の敷地内の空き地は使用することを想定しており、用地提供については既に了解を得ている。このため、用地取得や非自発的住民移転の可能性はなく、社会影響は極めて小さい。

6.1.3 ジェンダー配慮

ベトナムの建設現場においては、女性が労働していることを見かけるがその頻度は多くない。このため、建設業界における女性の雇用機会を拡大するためにも、実験施工を通じた施工技術及び品質管理の指導には女性職員にも参加してもらい、今後の建設現場への女性進出を促す。

6.2 環境社会影響項目の緩和策

【騒音・振動対策】

騒音・振動対策として、工事期間中には騒音・振動レベルを測定すると同時に、前述の環境基準を超過しないよう地盤改良作業を行う時間帯を考慮するとともに、低騒音・低振動型の重機を使用する。

【土壌汚染対策】

土壌汚染対策として、改良体の施工前に六価クロム溶出試験を行い含有量を計測する。基準値である0.005mg/Lを上回る場合には、六価クロム溶出量低減型のセメントを採用する。

【大気汚染対策】

大気汚染対策として、施工開始前には大気モニタリングを行うことで、大気汚染物質の状況を把握し、必要に応じて排ガス対策型建設機械を使用する。

加えて、実験施工用地の地質調査結果から粉じんが発生する可能性があるとは判断した場合には、改良体の施工時に散水を行い粉じんの発生を抑制する。

第1回 現地調査

	
<p>SATI、VAWR 打合せ</p>	<p>HCMUT 打合せ</p>
	
<p>DOC VL 打合せ</p>	<p>南部試験用土の採取地視察①</p>
	
<p>南部試験用土の採取地視察②</p>	<p>南部試験用土の採取地視察③</p>

第2回 現地調査

	
REACTEC 打合せ①	REACTEC 打合せ②
	
DOET 打合せ	DOC VL 打合せ
	
SATI TEC 打合せ	HyCI 打合せ
	
HyCI モールド	HyCI ミキサー



HyCI 一軸壓縮試驗機



HyCI 養生室

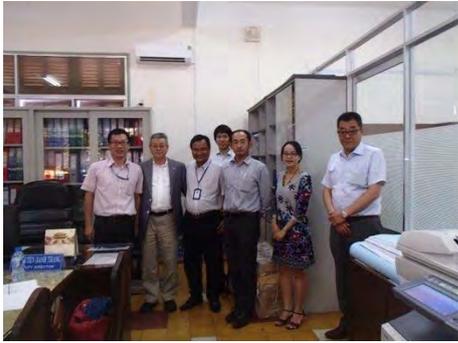


北部資料土採取候補地（住宅地）①



北部資料土採取候補地（住宅地）②

第3回 現地調査

	
REACTEC 打合せ①	REACTEC 打合せ②
	
DOET VL-DOC VL-REACTEC 打合せ①	DOET VL-DOC VL-REACTEC 打合せ②
	
南部試料土場所①	南部試料土場所②
	
HyCI 打合せ①	HyCI 打合せ②



北部試料土採取場所



北部バックホー



北部試料土(-2.0m)



北部試料土(-4.0m)



北部試料土用ケース



SATI 打合せ

第4回 現地調査

	
<p>REACTEC 中間報告</p>	<p>南部供試体保管状況</p>
	
<p>DOET VL 打合せ</p>	<p>VLPC 打合せ</p>
	
<p>HyCI 中間報告</p>	<p>北部供試体保管状況</p>
	
<p>DOC VL 打合せ</p>	<p>ビンロン省幼稚園視察</p>



VSQI-HyCI 打合せ



VASECT-CONINCO 打合せ

第 5 回 現地調査



SATI-SATI TECH 打合せ



HyCI セメント混合試験最終報告



VASECT-CONINCO 打合せ



VSQI-HyCI 打合せ



HyCI 打合せ



REACTEC セメント混合試験最終報告



REACTEC セメント混合試験の確認状況①



REACTEC セメント混合試験の確認状況②



REACTEC セメント混合試験の確認状況③



REACTEC セメント混合試験の確認状況④

第 6 回 現地調査



REACTEC 打合せ



IBST 打合せ



JETRO 打合せ



SATI 打合せ



VASECT 打合せ



HyCI 打合せ



報告会 (会場全景①)



報告会 (会場全景②)



報告会 (SATI 開会挨拶)



報告会 (JICA 挨拶/スキーム説明)



報告会 (タケウチ建設挨拶/TNF 工法説明)



報告会 (MCC 案件化調査/今後の方針説明)



報告会 (HyCI 試験結果説明)



報告会 (REACTEC 試験結果説明)



報告会 (試験結果の考察説明)



報告会 (SACQI 閉会挨拶)

Agenda

Final Presentation on the feasibility survey of TNF method in Vietnam

Time: 14:00 – 17:45

Date: 24 March 2016

Venue: Room 110, Ministry of Science and Technology Building, 113 Tran Duy Hung, Cau Giay Dist., Hanoi, Vietnam

No	Content	Time	Presenter
①	Introducing participants	14:00 ~ 14:10	Ms. Chi - Master of Ceremony
②	Opening speech	14:10 ~ 14:20	Ms. Tran Thi Hong Lan , Deputy General Director, State Agency for Technology Innovation, MOST
③	Speech by representative of JICA Overview of SMEs support program	14:20 ~ 14:35	Ms. SEKI Kayoko , Project Formulation Advisor, JICA Vietnam Office
④	Speech by representative of Takeuchi Construction Inc. Overview of company and company's technology	14:35 ~ 14:50	Mr. TAKEUCHI Kinji , Representative Director of Takeuchi Construction Inc.
⑤	Activities report on the feasibility survey	14:50 ~ 15:15	Mr. HARIGAI , Team Leader, Overseas Project Group, Mitsui Consultants Co., Ltd.
Tea break, Photo section		15:15 ~ 15:25	Organizers
⑥	Comparison of the advantages of TNF method	15:25 ~ 15:45	Mr. TAKEUCHI Kinji , Representative Director of Takeuchi Construction Inc.
⑦	Report on results of testing soil – cement mixing in the Northern region of Vietnam	15:45 ~ 16:05	Mr. Vu Ba Thao , Team Leader, Vietnam Academy for Water Resources, Hydraulic Construction Institute
	Report on results of testing soil – cement mixing in the Southern region of Vietnam	16:05 ~ 16:25	Mr. Do Thanh Hai , Researcher, Research & Application Center Construction Technology
⑧	Assessment of surveys, testing of feasibility of TNF method project in Vietnam	16:25 ~ 16:45	Mr. YAMAMOTO , Professor, Hiroshima University
⑨	Implementation plan of verification survey	16:45 ~ 17:05	Mr. HARIGAI , Team Leader, Overseas Project Group, Mitsui Consultants Co., Ltd.
⑩	Discussion	17:05 ~ 17:35	Mr. Hoang Hai , Deputy Director General, State Authority for Construction Quality Inspection, MOC Ms. Tran Thi Hong Lan , Deputy Director General, State Agency for Technology Innovation, MOST
⑪	Closing speech	17:35 ~ 17:45	Mr. Hoang Hai , Deputy Director General, State Authority for Construction Quality Inspection, MOC

LIST OF PARTICIPANTS

“Final Presentation on the feasibility survey of TNF method in Vietnam”

1. Time: 14:00 – 17:45, 24 March 2016

2. Venue: Room 110, Ministry of Science and Technology building, 113 Tran Duy Hung, Cau Giay, Hanoi, Vietnam.

No	Name of participants	Company/ Organization	Title
1	Ms. SEKI Kayoko	JICA	Project Formulation Advisor
2	Ms. Dinh Minh Trang	Vietnam Office	Supporting staff of JICA
3	Mr. TAKEUCHI	Takeuchi Construction Inc.	Director
4	Mr. TAKEOKA		Engineer
5	Mr. YAMAMOTO	Hiroshima University	Professor
6	Mr. HARIGAI	Mitsui Consultants Co., Ltd	Team Leader Overseas Proj. Group
7	Mr. TOMONO		Project Coordinator
8	Mr. TOYODA		Engineer
9	Ms. Le Thi Hong Nga		Interpreter
10	Mr. Nguyen Gia Luong	Department of Technology Appraisal, Examination and Assessment, MOST	Expert
11	Mr. Nguyen Hong Ha	Department of Local Science and Technology Department, MOST	Deputy Director General
12	Mr. Nguyen Nam Hai	Department of Science and Technology for Economic-Technical Branches, MOST	Expert
13	Mr. Hoang Hai	State Authority for Construction Quality Inspection, MOC	Deputy Director General
14	Bui Van Hieu	Vietnam Center for Science and Technology Communication, MOST	Reporter
15	Ms. Tran Thi Hong Lan	State Agency for Technology Innovation, MOST	Deputy Director General
16	Mr. Do The Trung		Head of Division
17	Mr. Nguyen Truong Phi		Deputy Director of SATITECH
18	Ms. Nguyen Yen Chi		Official, Technology Investment and Promotion Division

No	Name of participants	Company/ Organization	Title
19	Mr. Nguyen Vu Thao		Director of Vietnam Technology Transfer Center
20	Mr. Nguyen Xuan Truong		Official, Vietnam Technology Transfer Center
21	Ms. Nguyen Thi Kim Oanh		Official, Vietnam Technology Transfer Center
22	Ms. Doan Bich Nga	Vietnam Standard and Quality Institute, MOST	Expert of Standard developing
23	Mr. Nguyen Van Thanh	The People's Committee of Vinh Long Provice	Former Permanent Vice Chairman
24	Mr. Tran Hoai Hiep	Department of Construction, The People's Committee of Vinh Long Provice	Deputy Director
25	Mr. Nguyen Thanh Dung	Cuu Long University	Deputy Head
26	Mr. Tran Ba Viet	Institute for Building Science and Technology, MOC	Deputy Director
27	Mr. Ha Minh	Vietnam Association of Structure Engineering and Construction Technology	Vice General Secretary
28	Mr. Nguyen Quoc Dung	Vietnam Academy for Water Resources, Hydraulic Construction Institute	Director
29	Mr. Vu Ba Thao		Team Leader
30	Mr. Vu Ngoc Binh		Technician
31	Mr. Pham Van Minh		Tester
32	Mr. Nguyen Duy Vu	Research & Application Center Construction Technology (REACTEC)	Director
33	Mr. Nguyen Danh Thang		Deputy Director
34	Mr. Do Thanh Hai		Researcher
35	Mr. Le Thiet Trung	Geotechnical Construction and Engineering Institute	Head of Institute
36	Mr. Nguyen Van Hiep	Licogi 13	Deputy Director General
37	Trinh Dinh The	Center for application of advanced technology – Ninh Binh province	Researcher
38	Nguyen Trung Kien		Researcher
39	Nguyen Khoa Dung		Researcher
40	Ngoc Bich	Vietnam News Agency	Reporter
41	Van Binh		Reporter
42	Thanh Long		Camera man

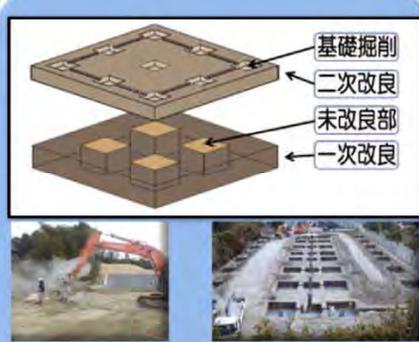
Note; Red color is Absentee.

ベトナム

軟弱地盤地域における TNF工法(地盤改良型直接基礎構造)の普及・実証事業 株式会社タケウチ建設

ベトナムの開発ニーズ

- 軟弱地盤の地盤沈下により深刻化する建物被害の削減。
- 低コスト・短工期で安全性の高い対策工法の導入。



ベトナム側に見込まれる成果

- ベトナムで地盤沈下による建物被害を削減するTNF工法を採用できる環境が構築される。
- 円滑な開発に寄与する、低コストで短工期なTNF工法を採用できる環境が構築される。

普及・実証事業の内容

- TNF工法の安全性を実証するため、地質調査・地盤解析・セメント混合試験・実験施工を行い、その結果を用いてベトナム国に適用する工法基準を作成。
- TNF工法紹介セミナーの開催・アンケート調査・本邦受入活動を通じた普及活動の実施。
- 実験施工や本邦受入により、現地技術者等を対象とした品質管理方法指導・施工技術指導とともに資機材調達先の選定を行い、施工体制を確立する。

**製品・技術名
TNF工法**

- 安全
 - ・沈下量が少ない
 - ・不同沈下を抑制
 - ・杭支持建物で発生する拔上段差が無い
 - ・地震時に土砂の液状化を阻止
- ローコスト
 - ・基礎スラブと改良層の一体化
 - ・現況地盤を改良
 - ・撤去費用の抑制
 - ・工期短縮
- 環境負荷軽減
 - ・地下を乱さない
 - ・地下埋蔵物への影響が無い
 - ・CO2抑制

日本企業側の成果

【現状】

- ベトナムにおいて1件の施工実績

【今後】

- 調査・解析・試験・施工で得られた知見により、技術的・経済的優位性を実証
- ベトナム軟弱地盤地域における技術者の育成、サポート体制の確立
- 現地生産体制の確立による施工コストの削減

Summary

1 Current Conditions in Vietnam

1.1 Soft Ground Conditions and Conventional Construction Methods for Building Foundation in Vietnam

Occupying 25% of the total land area in Vietnam are the flat plains which are located in the great deltas along the Red River in the North and the Mekong River in the South. The river deltas are formed by the sedimentation of water-borne silt at the mouth of the great rivers. Such ground has high water contents in the soil, is structurally weak, and is typically unsuitable for building above.

In Vietnam, either wooden, concrete or steel-pipe piles are used for stabilization when building above such soft ground. The wooden piles are typically designed and constructed as per builder's experience in a traditional manner, which has often resulted in uneven settlement and other damages to the built structures above. The effectiveness of the newer methodologies, utilizing concrete and steel-pipe piles, depends on the proper survey, planning and engineering for the specific site conditions. When such scientific engineering is lacking, under-performance or over-specification results. Even when the designed degree of structural support is achieved for the building foundation, the lifting and the voids beneath the slab may result as the ground subsides. Thus, the existing construction methods are often inadequate against structural and ground settlement that are frequent feature on the river delta.

1.2 Development Issue in Vietnam

Traditionally, the wooden or concrete piles have been used for building foundations in manners that are less than optimum for achieving safety and cost-effectiveness. The continued use of such unreliable methods in the ever-accelerating construction boom on the river deltas will adversely affect the sustainability of ongoing urban development. The ideal construction method for building foundations on such structurally weak ground should not only avoid the building damage resulting from ground settlement, but also adapt to the local needs for low cost and short construction period.

1.3 Related Plans and Projects to Remediate Structurally Weak Ground

The Vietnamese Government has trialed advanced techniques from around the globe in an effort to develop optimum methods against soft ground on the river delta. Nevertheless, lack of funding and regulatory standards have prevented the formulation of concrete plans and policies, thus each research organization and local governing body is left to respond to the challenges independently.

Even under such resource limitation, however, the government research bodies have secured adequate funding to pursue active programs (such as presentations and seminars), thus ensuring that the technological development and dissemination of methodologies against the developmental challenges posed by the structurally weak ground are sustained.

1.4 Technical Standards System Regarding Construction Methods

In regulation governing the technical standards system in Vietnam, the *National Standards (TCVN)* and the *Corporate Standards (TCCS)* each contain “Standard Specifications” and “Methodology Guidelines”. The engineering design and construction methods are governed by the “Methodology Guidelines”.

The TCVN is positioned above the TCCS, thus its approval process for standardization of new technology requires more time and work on the part of the applicant. The adaptation of foreign standards regarding new technology requires that such standards are in effect at the national level in the origin country. The strategies for standardization of new technology in Vietnam must take into account its purpose and application. Furthermore, though it is possible in both public- and private-sector projects to have the new technology installed without TCVN or TCCS approvals, in such cases the technology is evaluated on an individual project-basis and is given provisional status for the specific standard adapted in the project.

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

2.1 Proven Applications and Technical Characteristics of TFN Method

The TNF Method is categorized as a shallow-layer mixed-soil-improvement method developed by Takeuchi Construction, Inc. (hereafter, “the Company”). In Japan, the said methodology has already been applied to 1,570,000m² (619 buildings), in applications ranging from the manufacturing and logistics facilities such as factories and warehouses, public facilities such as schools shopping centers and other larger facilities. In Vietnam, the first project was successfully implemented in a northern industrial park.

The TNF Method is characterized by the lack of piles for the foundation structure, and achieves its structural strength and stability by way of framing and interlocking the soft earth beneath with the improved soil layer, and by supporting the building load above on the surface area of such layer, thus minimizing the difference in settlement pattern with the surrounding earth. Furthermore, by eliminating the lifting of foundation structure from the ground settlement, the breakage to the piping underground or beneath the slab is prevented.

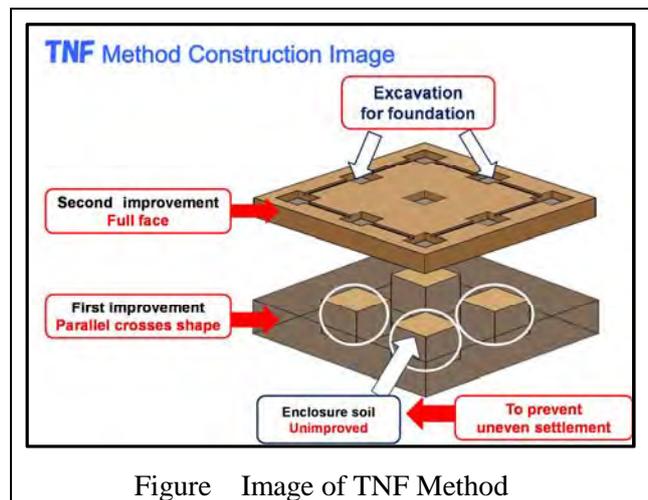


Figure Image of TNF Method

In terms of cost, while the amount of saving varies depending on the constructed conditions, the actual example with a 6,000m²-floor-area building indicates that approximately 40%-saving can be expected when compared to the conventional foundation with concrete piles. In terms of the construction duration, the degree of shortening varies depending on the constructed conditions, but the same example with a 6,000m²-floor-area building indicates that approximately 40%-reduction in duration of work can be expected when compared to the conventional foundation work. Lastly, from an environmental perspective, the lack of necessity for earth replacement as required in the conventional soil improvement process eliminates importation and exportation of earth material to and from the site, thus reducing the impact on the environment.

2.2 Overseas Business Development within the Corporate Business Plan

The Company in its Intermediate-to-Long-Term Business Plan formulated five strategic pillars, among which the overseas business development is defined as the one of five such strategic pillars. The ASEAN markets, in particular that of Vietnam, are targeted to be the first step in such strategy, and the TNF Method is positioned to be the core technology around which the overseas construction business is to be developed. To this end, in order to conduct design, construction supervising and business development operations and to facilitate recruitment of desirable human capital, the establishment of a local company is being planned. Concurrently, the local partnerships with the universities, general contractors and consultants are to be sought to facilitate mutually beneficial relationships going forward.

2.3 Benefits to the Regional Economy in Japan by the Company's Overseas Business Development

The recruitment of desirable human capital is expected to be increasingly more difficult for the regional small-and-medium enterprises in Japan. The lack of employable labor force has become a serious problem particularly in the construction business, and is now a major barrier to the desired business expansion for many such companies.

The Company's business expansion into Vietnam will become the conduit by which the Vietnamese engineers are invited to Hiroshima to train and to work, thus easing the human resource shortage in the local community. Furthermore, the growth of associated industries and companies is expected to contribute to the revitalization of the local economy. Lastly, the collaborative research between the Vietnamese research bodies and the Hiroshima University will facilitate the technological and cultural exchanges between the two countries, thus facilitating the development of the students' international perspective.

3 Investigation Result of Technology Applicability

3.1 Verification Activities of Technology

The verification topics and activities conducted for this feasibility survey are listed below:

Chart: Evaluation Topics and Activities

Verification Topics	Activities
Presentation on Project Feasibility Survey	<ul style="list-style-type: none"> Facilitation of Presentation for 1) Activities in Feasibility Survey, 2) Verification Results and 3) Summary of Strategies Forward
Feasibility Study on Standardization	<ul style="list-style-type: none"> Review of Vietnamese Regulations on Standards System (Significance, Standardizing Process, etc.) Consideration on Standardization Frameworks and Documented Technical Evidences Hearings to Evaluate Possibility of Standardization
Cement Mixed Soil Unconfined Compression Test	<ul style="list-style-type: none"> Unconfined Compression Tests Using Typical Soil and Widely Available Cement Mixture in Vietnam (222 Patterns) Comparative and Characteristics Analysis of Each Test Result
Confirmation of Comparative Superiority of TNF Methods in the Vietnamese Context	<ul style="list-style-type: none"> Comparative Cost Evaluation between TNF Method and PHC Pile Method Based on Standard Unit Cost Book in Vietnam
Introduction Program for TNF Method in Japan	<ul style="list-style-type: none"> Implementation of Introduction Program for TNF Methodology by Inviting Vietnamese Stakeholder into Japan

3.2 Verification of Applicability of Technology in the Region

1) Presentation on Project Feasibility Survey

By facilitating the above presentations, the TNF Method was introduced to and well-received by the relevant governing bodies in Vietnam. As a result, smoother approval process can now be expected for standardization, and the dissemination of technical know-how and awareness of the methodology was successfully achieved. Additionally, by sharing the research & development findings to date and the planned activities going forward, the cooperation and participation in the verification survey can be expected from the local stakeholders.

2) Feasibility Study on Standardization

The TNF Design and Construction Method will strategically aim to achieve standardization under the TCCS framework for the following reasons:

- Standardization under TCVN may require three or more years for approval, and was determined to adversely affect the dissemination, trials and business development processes. The rapidity and ease of the TCCS approval process were preferred over that of TCVN.

Furthermore, in order to prepare the TCCS more trustworthy and effective, additional studies and experiments on local adaptability were conducted, and the results of such studies were incorporated into the standards as supportive technical evidences.

- Documentation required for TCCN Standardization may be prepared largely based on the author’s judgement as per its contents and intended purposes, and such documentation is thoroughly evaluated by the approving agency. Additional documentation is requested as necessary.
- The project implementers, in applying such prepared standards to their own projects, will consider the authoring company’s reputation and the technical soundness of the standards document, and select the most trustworthy standard for adaptation in the own project.

The studies and experiments conducted for the purpose of establishing the technical soundness are listed below:

Table: Testing Topics and Purposes

Testing Topics	Purposes
Geotechnical Investigation	Survey of Soil Conditions (such as Soil Modulus) used as Benchmark for Analysis and Design of Experimental Construction
Soil Analysis	Theoretical Values for Ground Pressure and Ground Settlement Calculated from Loading Test Results
Design of Improved Soil Layer	Design of Improved Soil Layer to be Used for Multiple Different Applications of TNF Method
Mixture Testing (Cement Mixing Tests)	Testing for Desired Strength against Loading Condition Most Suitable Testing Methodology to be Utilized taking into account Testing Results from the Feasibility Survey
Construction of Improved Soil Layer	Construction of Improved Soil Layer to be Used for Loading Tests Training of Local Contractor Technicians in the Construction Method
Removal of Improved Soil Layer	Recovery of Original Site Conditions prior to Experimental Construction

During this feasibility survey, the compiled documentation on technical evidences and the installed examples of the TNF Method in Japan were discussed in full with the relevant governing authorities, and it was determined that the information presented is most likely adequate for standardization under the TCCS framework. Therefore, by conducting the necessary experiments and facilitating the standardization process in good faith, the successful formulation of an effective “*TNF Method Design and Construction Standards*” is assumed feasible to achieve.

3) Cement Mixed Soil Unconfined Compression Test

Although the combination of cement mixtures used by the testing institutions in the North and the South differed, it was successfully confirmed that the additives and the curing duration affect the strength of the improved soil, as was found in similar testing in Japan. Accordingly, it is concluded that by using the domestic cement and the local soil in Vietnam, a sufficient strength is likely to be achieved to support low-to-mid-rise buildings above a properly-designed, shallow-depth, improved soil layer using the TNF Method.

One point of consideration is the difference in compatibility between the cement products by various makers and the locally available soil of various types and origins. These differing results in achieved strengths necessitate that an expansive database be compiled by testing various combinations of cement mixtures and soils from different parts of the country. In addition, a standard for testing environment and methodology must be established for experimental consistency.

4) Confirmation of Comparative Superiority of TNF Methods in the Vietnamese Context

The comparative cost analysis between the TNF Method and the PHC Method based on the listed unit costs in Hanoi indicates that approximately 30%-cost saving is achieved using the former. In Vietnam, the materials cost fluctuations and the regional differences are pronounced, thus such cost analysis must always be current and region-specific.

5) Introduction Program for TNF Method in Japan

By facilitating presentation seminars and tours of installation sites, the invited participants successfully deepened understanding of the TNF Method, thus the purpose for the invitational program in Japan, was achieved. Furthermore, upon visiting the JICA office, the verification survey in the planning were discussed and purposeful opinions were exchanged between the stakeholders.

The participants were selected and invited on the basis of their importance to the future development of this business in Vietnam, and by simultaneously inviting both central and state government representatives, the local support system at multiple levels were successfully linked in Japan. Going forward, this core group of local stakeholders will be engaged to facilitate the verification survey for this technology.

3.3 Confirmation of Technical Needs

The TNF Method is positioned to offer new solution to the persistent problem of building damages on the river deltas in Vietnam, whose causes are most likely associated with the shortcomings in the conventional construction methods for building foundation. While the Hanoi Capital Region, the Ho Chi Minh City Region and Mekong Delta Region are expected to see sustained rapid urbanization in the coming decades, these regions suffer from persistent problems with the structurally weak ground, and a low-cost, speedy and reliable method of constructing building foundations is in urgent demand. The TNF Method fits this bill perfectly.

3.4 Integrity and Effectiveness of Technology and Development Issue

While the development of effective solutions are attempted in the context of worsening problems with the ground settlement, the result has been less than optimum. The lack of progress most likely results from the widely practiced use of wooden, concrete and steel-pipe piles spaced as per builders' experience or without proper soil analysis and other scientific engineering, causing under-performance or over-specification. The limitation in methodology options for effective construction of building foundation has been the key problem.

In the Verification Survey, 1) Standardization of TNF Method, 2) Activities aimed at Technological Dissemination and 3) Establishment of Construction Team Organizations will be facilitated in order to prepare the environment for dissemination of this technology. In rapidly urbanizing regional contexts in various parts of Vietnam, the development of suitable construction methods for building foundation in a cost-effective, time-saving and reliable manner is urgently awaited, and the TNF Method effectively addresses the needs.

3.5 Evaluation on Project Feasibility

1) Feasibility of ODA Project

The relevant stakeholder organizations including SATI recognize the technical superiority and suitability of the TNF Method in the Vietnamese geology, and express their confidence in the effectiveness of the methodology for the purpose of sustained urban development on the river deltas in Vietnam. Furthermore, SATI expresses its intention to cooperate in the PDM contents of verification survey. Thus, it can be said that the implementation framework in Vietnam is established and ready.

2) Feasibility of Project Development

By standardizing the TNF Methodology under the TCCS framework, the acceptance among the governing bodies and private-sector corporations is expected to increase in Vietnam, resulting in acceleration of business growth and improvement in the project feasibility.

In order to further improve the prospect for business expansion, the feasibility evaluation for establishment of a local business office and other detailed studies are to be sustained in the future.

4 Proposals for Formulating ODA Project

4.1 Name of Scheme

Verification Survey with Private Sector for Utilizing Japanese Technology

4.2 Basic Policy

In this Verification Survey, its overall goal is defined as "to disseminate the TNF Method in order to eliminate building damage by the structural and ground settlement, by way of introducing a low-cost, speedy and safe construction method for building foundations on structurally weak ground". The establishment of the feasible business and operational model is aimed in the facilitation of this project.

To these ends, the successful implementation of “Safety verification of TNF Method on Vietnamese Ground,” “Promotion and dissemination of TNF Method” and “Establishment of construction organization/network for TNF Method” is aimed.

4.3 Cooperation Plan and Development Impacts

(1) Significance of Proposed Technology

The TNF Method is a low-cost and speedy construction method for building foundations which minimizes the occurrence of building damages from uneven settlement on soft ground.

The Japanese side aims to establish an operational environment for the wide dissemination of TNF Method in Vietnam, where the adverse effects from the structural settlement on soft ground is increasingly pronounced.

The Vietnamese side will gain an additional option in dealing with the uneven settlement and lifting that occur in the conventional methods using wooden piers or in the newer method using concrete piers. This technological transfer is certain to aid the resolution of ongoing problems with the urban development on softer ground.

(2) Objective of Proposed ODA Project

1) Overall Goal and Project Objective

The overall goal is “to disseminate the TNF Method in order to eliminate building damage by the structural and ground settlement, by way of introducing a low-cost, speedy and safe construction method for building foundations on structurally weak ground.” In the Verification Survey, the establishment of operational foundation for the dissemination of the TNF Method is aimed as the project objective.

2) Results and Activities toward the Achievement of Project Objective

Results to be produced toward the achievement of the project objective are set as below. The results and activities are summarized in the table below:

[Results to be produced toward the Achievement of Project objective]

- ① Safety verification of TNF Method on Vietnamese Ground
- ② Promotion and dissemination of TNF Method
- ③ Establishment of construction organization/network for TNF Method

Table Result and Activity of the Project

Project Objective	Establish the base of dissemination of TNF Method
Result	Activity
1. Safety Verification of TNF Method on Vietnamese Ground	1.1. To plan for formulation of TCCS standards
	1.2. To conduct geotechnical investigation in order to understand existing ground conditions
	1.3. To conduct soil analysis by FEM to obtain theoretical values (Earth Pressure, Loading, Settlement, etc.)
	1.4. To design Improved Soil Layer for experimental installation and testing
	1.5. To conduct mixing tests to obtain optimum ratio for cement mixture
	1.6. To install Improved Soil Layer by TNF method
	1.7. To conduct loading tests to measure actual values for Soil Pressure, Deformation, Settlement)
	1.8. To remove experimentally installed Improved Soil Layer
	1.9. To evaluate and analyze test results
	1.10. To achieve standardization of TNF Method under TCCS framework
2. Promotion and dissemination of TNF Method	2.1. To facilitate seminars on TNF method for local government agencies
	2.2. To summarize questionnaire survey result of TNF method seminar
	2.3. To implement Invitational Training Program in Japan for technical personnel at Vietnamese local government agencies
	2.4. To complete trademark registration of TNF method for protection against increased risk to intellectual ownership
3. Establishment of construction organization/network for TNF Method	3.1. To instruct local geotechnical investigator on techniques for cement mixing tests and Quality Control method through experimental installation projects
	3.2. To instruct local contractors on techniques for cement mixing tests and Quality Control method through experimental installation projects
	3.3. To implement Invitational Training Program in Japan for relevant governing agencies personnel and local technicians at geotechnical investigator and construction contractor firms
	3.4. To identify reliable partner companies for Construction, Geological survey and Suppliers

Source:JST

3) Necessary Inputs

For the verification survey, the main inputs from Japan are personnel for technical instruction, materials, machinery and fund to implement an experimental construction using the TNF Method. On the other hand, inputs from counterpart are testing site and expenses including labor cost that necessary for coordinating with stakeholders to advance the project.

4.4 Public Counterpart in Target Country

- State Agency for Technology at Ministry of Science and Technology

4.5 Implementation Schedule

Approximately twenty seven months will be necessary for activities regarding “1) Safety verification of TNF Method on Vietnamese Geology.” After the preparation of TCCS as a result of above activities, six months will be necessary for the activities regarding “2) Promotion and dissemination of TNF Method.” In total, 33 months will be necessary for the Verification Survey. The activities regarding “3) Establishment of construction organization/network for TNF Method” will be implemented in parallel with the activities 1) and 2). Therefore, the Verification Survey will be conduct in 33 months in total (3years and 6 months).

4.6 Implementation Organizational Network

Implementation organization in the Verification Survey is as below.

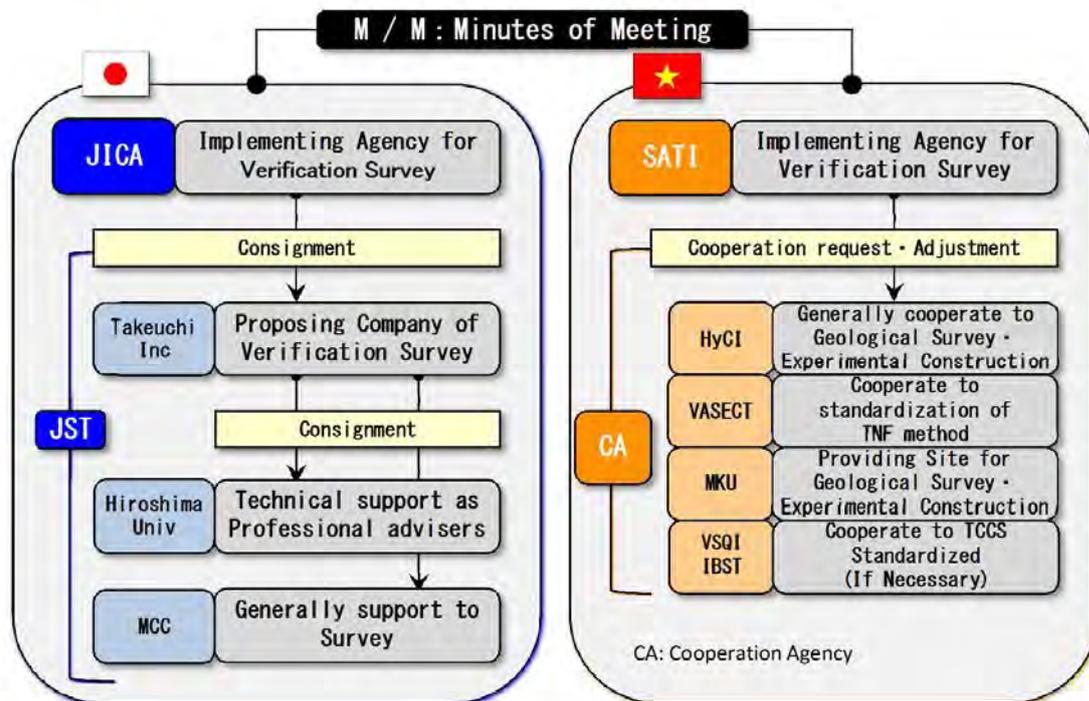


Figure Implementing organization for Verification Survey (Source:JST)

4.7 Candidate Site

(1) Testing Site for Producing Experimental Evidences for TCCS of TCCS

The land on which to conduct the experimental construction has been arranged by SATI, and a site inside the Mekong University in Vinh Long Province has been suggested. After further discussions with the Mekong University, the land provision as a testing site was approved.

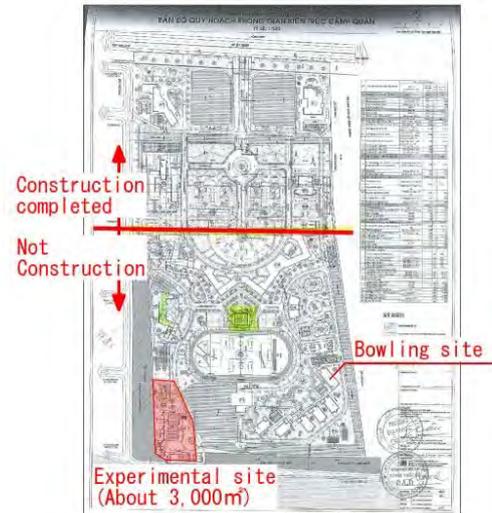


Figure: Map of Testing Site inside the Mekong University
(Source: Obtained material from Mekong University)

(2) Selected Venue for Seminars on TNF Method

The seminars planned in the Verification Survey, aimed at promoting and disseminating the TNF Method, are targeted for personnel at the regional governing bodies to explain 1) the TNF design method, 2) the necessary testing, construction and quality management methods and 3) the comparative superiority of TNF Method.

Seminar is supposed to hold by [case1: consolidation holding in Hanoi] or [case2: individual holding in each province]. It will be decided through the discussion with SATI by considering the efficiency.

5 Business Development Plan

5.1 Market Analysis Results

(1) Target Market (Building)

The target market for the application of the TNF Method is defined as follows:

- In general, buildings up to five floors are targeted, depending on the soil conditions and the structural loading on a case-by-case basis. In the public-sector facilities, the educational, medical and elderly-health facilities are specifically targeted. In the private-sector facilities, the factories, warehouses, supermarkets and other larger commercial facilities are specifically targeted.

(2) Public-Sector Market

Across the great river deltas at the mouths of the Red River and the Mekong River, it is futile to attempt to pin-point the demands for the TNF Method of installing building foundation on soft ground on a state-by-state basis.

Accordingly, through hearings with the MOST-SATI as the local project counterpart, it was learned that a high demand exists for such method in the Southern province in the Mekong Delta. Thus, a sustained attention will be paid to the public-sector development projects in the said province.

(3) Private-Sector Market

The main target in the private-sector market is focused on the construction of manufacturing factories by the Japanese companies in Vietnam. Through hearing with the JETRO office, however, the leading companies of automobiles, motorcycles and electronic goods had already expanded and that such manufacturing factories are already in operation. JETRO assumes that wholesale, retail and transportation sectors will be the most active players expanding into the Vietnamese market. It is therefore determined that potential projects within these sectors will be sought.

5.2 Assumed Business Plan and Effects by Development

(1) Organization Structure in Vietnam

Takeuchi Construction, Inc. will establish a local subsidiary by independent capital. At such a local subsidiary office, design, construction supervision and consulting operations based around the TNF Method will be conducted for both the public- and private-sector projects in Vietnam.

Additionally, as a preliminary trial-run period before the establishment of a permanent subsidiary, an interim representative office will be opened in Vietnam to offer technical support and to conduct business development operations.

(2) Public-Sector Projects

Using the successful experimental construction and standardization of the TNF Method as evidence of its superiority in the Vietnamese context, the selection of the TNF Method for a public-sector project is aimed. In order to realize the widely distributed business opportunities across the country, it is paramount that the experimental database expands to test combinations of variously-procured cement mixes and soil types.

(3) Private-Sector Projects

Gathering business leads and information regarding the new building constructions in the planning, such developers will be approached for potential business development.

5.3 Business Development Risks and Countermeasure

The potential risks in the business development are numerous, but the main ones are assumed to be 1) Changes to the laws and regulations governing construction and design, 2) Changes to the laws and procedure regarding taxes, 3) Technology Leak as result of lowered adherence to compliance policy among company staff.

The changes to the relevant laws and regulations require particular attention. In the 2014 change to the laws concerning foreign investment, it is conditioned that “individual construction project is

required to obtain contractual approval from the central government body, and all construction projects are required to joint-venture with a Vietnamese contractor or engage the same as a subcontractor.” The business by the Company will be operated in accordance with such laws, and while frequent changes to the laws concerning the business model pose a risk, it is unlikely that such is the case. Furthermore, in general, the regulatory restrictions on foreign investment are moving toward easing, thus it is determined that the business risks posed by the foreign investment regulations are low.

6 Consideration on Environmental and Social Impacts

6.1 Environmental Impact Factors and Countermeasure

In the Verification Survey, there is no permanent environmental impact due to the removal of all experimental construction and the total recovery of the original site conditions after the completion of the testing. It is necessary, however, to consider the temporary environmental impacts during the experimental phase on the Improved Soil Layer. The potentially significant factors are listed below:

- ① Noise and Vibration (Operation of Construction Machinery)
 - As countermeasures against the noise and vibration, the impact levels will be monitored and measured during the construction. The operating hours will be considered to not exceed the relevant environmental standard. Additionally, low-noise and low-vibration machinery will be used.

- ② Soil Contamination (Hexavalent Chromium)
 - Hexavalent chromium will be measured by elution tests prior to installation of Improved Soil Layer. In case the measurement of hexavalent chromium exceeds the benchmark value of 0.005mg/L, the reduced-hexavalent-chromium cement will be used.

- ③ Dust (Total Suspended Particles (TSP)), Exhaust Emission (NO_x, CO, TSP)
 - Air quality is monitored prior to construction work as a benchmark, and the low-pollution construction machinery will be used as necessary. The air-borne dust will be prevented by way of sprinkled water on site ground.

- ④ Wastes (Hazardous Waste Materials)
 - There is no hazardous impact to environment, as only non-hazardous industrial waste will be produced
 - Improved Soil Layer, stones used for loading tests and sheet piles will be completely removed from site, and the original site conditions will be recovered once the experiments are complete. Additionally, the industrial waste will be disposed by licensed waste disposer approved by Department of Natural Resource and Environment (DONRE) of Vinh Long Province.

6.2 Estimation and Evaluation of Social Impact Factors

The experimental construction is to be implemented at the selected site within the Mekong University campus, and such land provision is already approved by the Mekong University. It is therefore confirmed that land acquisition and involuntary resettlement will be unnecessary, and the social impacts minimum.

6.3 Gender Consideration

It is often observed that women work on construction sites in Vietnam, though not common. In order to facilitate increased employment opportunity for woman in the construction industry, the participation of women in the experimental projects will be sought in both technical and quality management aspects, thus encouraging the expansion of the women into the construction industry.

Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects Socialist Republic of Vietnam, Feasibility Survey for Disseminating of TNF Method (Direct Foundation Structure with Ground Improvement) into the Soft-Ground Area

SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME: Takeuchi Construction Inc.
- Location of SME: Hiroshima Pref., Japan
- Survey Site: Red River Delta and Mekong Delta in Vietnam
- Counterpart Organization: State Agency for Technology Innovation ,
Ministry of Science and Technology



Concerned Development Issues

- To introduce the ideal construction mythology for building foundation which be able to avoid the building damage resulting from settlement occurring in soft ground area with reducing construction cost and duration.

Technology of SMEs

TNF Method (Direct Foundation Structure with Ground Improvement)

- The technology avoids the building damages occurred by settlement at low cost and short duration for construction works.
- The technology does not require input sand and disposal of surplus soil, because it improves the original ground by mixing solidification materials at the site.

Proposed ODA Projects and Expected Impact

Establishing the Base of Dissemination of TNF Method by

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technology

- Overall Goal: Building damage, impeding smoothly development will be prevented in order to disseminate TNF Method that high safety with reducing construction cost and duration, in Vietnam where occurring serious building settlement damage.
- Expected Impact: Applicable condition of TNF Method will be created by implementing standardization, activity of promotion and establishment of construction system for TNF Method.