

カンボジア国

プノンペン都公共事業運輸局

**カンボジア国
水陸両用エクスカベーターを活用し
た衛生・生活環境改善のための普及・
実証事業
業務完了報告書**

平成30年2月

(2018)

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

株式会社 大豊商事

国内
JR
18-013

カンボジア国

プノンペン都公共事業運輸局

**カンボジア国
水陸両用エクスカベーターを活用し
た衛生・生活環境改善のための普及・
実証事業
業務完了報告書**

平成30年2月

(2018)

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

株式会社 大豊商事

目次

巻頭写真.....	i
略語表.....	iv
調査対象地域図.....	v
図表番号.....	vi
案件概要.....	x
要約.....	xi
1. 事業の背景.....	1
(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認.....	1
① 事業実施国の政治・経済の概況.....	1
(ア) 政治概況.....	1
(イ) 社会経済・概況.....	1
(ウ) 産業.....	2
② 対象分野における開発課題.....	3
③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度.....	4
(ア) 国家戦略開発計画.....	4
(イ) 政策・法制度.....	4
④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナー の分析.....	7
(ア) 我が国の排水分野における援助事例.....	7
(イ) 他ドナーの援助動向.....	11
(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要.....	12
2. 普及・実証事業の概要.....	15
(1) 事業の目的.....	15
(2) 期待される成果.....	15
(3) 事業の実施方法・作業工程.....	15
① 事業の実施方法.....	15
② 業務フロー.....	18
(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）.....	19
(5) 事業実施体制.....	22
(6) 事業実施国政府機関の概要.....	23
3. 普及・実証事業の実績.....	25
(1) 活動項目毎の結果.....	25
① 成果 1 に係る活動.....	25

(ア) 活動 1-1. 導入前調査.....	25
(イ) 活動 1-2. 製品の組み立て.....	28
(ウ) 活動 1-3. 製品・機材の輸送及び設置.....	29
(エ) 活動 1-4. 試運転及び本格導入検証.....	31
② 成果 2 に係る活動.....	36
(ア) 活動 2-1. 技術者の現地 OJT 実施.....	36
(イ) 活動 2-2. 運転維持管理マニュアルの作成.....	39
(ウ) 活動 2-3. 排水路清掃計画の策定.....	39
③ 成果 3 に係る活動.....	44
(ア) 活動 3-1. 持続的な活動を担保するための活動内容の定期報告の実施 支援.....	44
(イ) 活動 3-2. 排水路清掃活動に係る予算申請補助.....	46
(ウ) 活動 3-3. 除去汚泥を活用した排水路の補強および美化活動.....	47
④ 成果 4 に係る活動.....	49
(ア) 活動 4-1. 対象国内における市場調査.....	49
(イ) 活動 4-2. 普及計画の策定.....	69
(ウ) 活動 4-3. 現地セミナーの実施.....	73
(2) 事業目的の達成状況.....	76
(3) 開発課題解決の観点から見た貢献.....	78
(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献.....	78
(5) 環境社会配慮.....	79
① 事業実施前の状況.....	79
(ア) 自然環境.....	80
(イ) 社会経済状況.....	85
(ア) 土地利用.....	86
② 事業実施国の環境社会配慮法制度・組織.....	88
(ア) 環境社会配慮に関連した法令.....	88
(イ) EIA 法令に係る事業・組織.....	90
③ 事業実施上の環境及び社会への影響.....	91
(ア) 現地踏査及びスクリーニング・スコーピング結果.....	91
(イ) 環境管理計画.....	93
(ウ) モニタリング計画.....	94
④ 環境社会配慮結果.....	95
(6) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について.....	98
(7) 今後の課題と対応策.....	99
4. 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定.....	101

① 本普及実証事業実施後のビジネス展開の位置づけ及び目的.....	101
② ビジネス展開計画.....	101
③ マーケット分析.....	102
(ア) 競合・類似製品.....	102
(イ) 製品の需要動向.....	102
④ 事業の仕組み.....	103
(ア) 対象顧客.....	103
(イ) 販売製品と販売価格帯.....	103
(ウ) 流通・販売計画.....	104
(エ) 販売促進計画.....	107
⑤ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール.....	107
⑥ ビジネス展開可能性の評価.....	108
(2) 想定されるリスクと対応.....	108
(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果.....	110
(4) 本普及実証事業から得られた教訓と提言.....	110
① 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓.....	110
② JICA や政府関係機関に向けた提言.....	111
5. 添付資料.....	112

英文要約

巻頭写真

 A photograph showing a narrow, straight drainage channel with concrete walls. The water is dark and reflects the sky. On the left side, there is a paved road with some buildings and a small vehicle. The right side is a concrete wall with a metal railing.	 A photograph of a drainage channel heavily cluttered with a large amount of floating and submerged debris, including plastic bottles, bags, and other trash. The water is dark and stagnant. Buildings are visible in the background.
<p>Trabek 排水路(1) (2017. 4. 3)</p>	<p>Trabek 排水路(2) (2017. 4. 3)</p>
 A photograph of a drainage channel with a concrete wall on the left. The water is dark and reflects the sky. There is a lot of trash and debris piled up along the right bank. Buildings are visible in the background.	 A photograph of a drainage channel with a concrete wall on the left. The water is dark and reflects the sky. There is a lot of trash and debris piled up along the right bank. Buildings are visible in the background.
<p>Tumpun 排水路(1) (2017. 4. 4)</p>	<p>Tumpun 排水路(2) (2017. 4. 4)</p>
 A photograph showing a person in a white protective suit and blue cap kneeling on the muddy bank of a drainage channel. They are using a tool to investigate the bottom sediment. There is a lot of trash and debris in the water.	 A photograph showing two people in white protective suits and blue caps working on the grassy bank of a drainage channel. They are using a tool to investigate the bottom sediment. There is a lot of trash and debris in the water.
<p>底泥の堆積状況調査(1) (2017. 4. 5)</p>	<p>底泥の堆積状況調査(2) (2017. 4. 5)</p>



汚泥堆積状況の確認
(2017. 06. 27)



フロート取り付け作業
(2017. 06. 27)



排水路への侵入状況
(2017. 06. 27)



汚泥浚渫状況
(2017. 06. 27)



軟弱泥土改質剤の混合
(2017. 06. 28)



混合汚泥の保管
(2017. 06. 28)



浚渫汚泥による道路化に舗装の状況(1)
(2017. 11. 30)



浚渫汚泥による道路化に舗装の状況(2)
(2017. 11. 30)



普及セミナー(1)
(2017. 12. 07)



普及セミナー(2)
(2017. 12. 07)



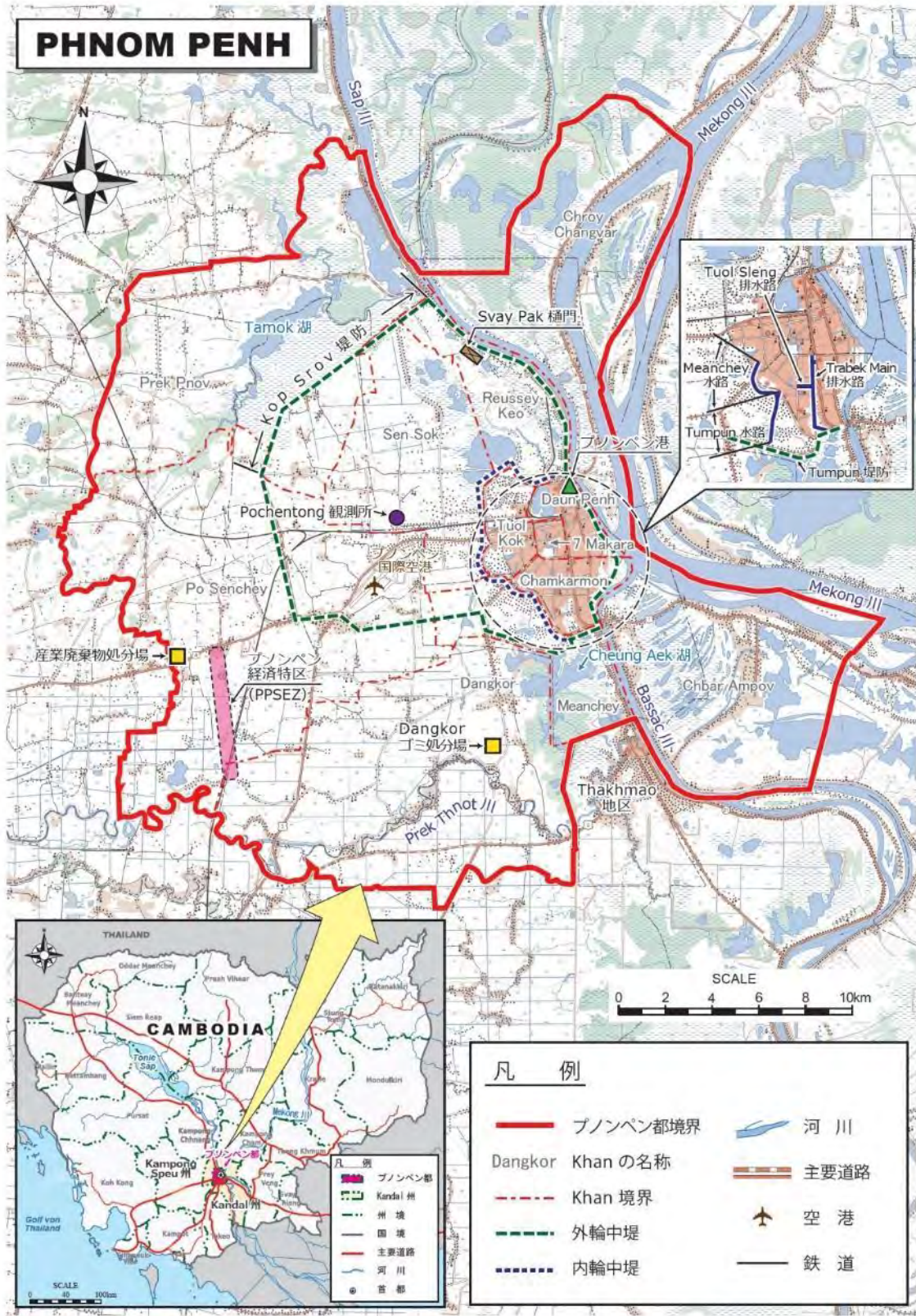
普及セミナー(3)
(2017. 12. 07)



普及セミナー(4)
(2017. 12. 07)

略語表

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
C/P	Counterpart	カウンターパート
CBD	The Convention on Biological Diversity	生物多様性条約
CDS	City Development Strategy	プノンペン都都市開発戦略
CNRP	Cambodia National Rescue Party	救国党
CPP	Cambodian People's Party	人民党
DPWT	Department of Public Works and Transport	公共事業運輸局
DSD	Drainage and Sewerage Division	プノンペン都公共事業運輸局排水・下水課
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
GDP	Gross Domestic Product	国民総生産
IEIA	Initial Environmental Impact Assessment	初期環境影響評価
ITC	Institute of Technology of Cambodia	カンボジア工科大学
IUCN	International Union for Conservation of Nature	国際自然保護連合
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
MIH	Ministry of Industry and Handicraft	工業・手工芸省
MOE	Ministry of Environment	環境省
MOP	Ministry of Planning	計画省
MP	Master Plan	マスタープラン
MPWT	Ministry of Public Works and Transport	公共事業運輸省
NIS	National Institute of Statistics	計画省国立統計所
NSDP	National Strategic Development Plan	国家戦略的開発計画
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OJT	On-the-job Training	実地訓練
PPCC	Phnom Penh City Center	プノンペン都
SEATV	Southeast Asia Television	SEATV
UNTAC	United Nations Transitional Authority in Cambodia	国連カンボジア暫定機構
USD	United States Dollars	米国ドル



調査対象地域図

図表番号

図

図 1-1	排水フェーズ 1 における事業範囲.....	10
図 1-2	ノンペン市給水・排水プロジェクト Part B の事業範囲.....	12
図 2-1	業務フロー.....	19
図 2-2	作業工程計画.....	20
図 2-3	要員計画.....	21
図 2-4	本普及実証事業の実施体制.....	23
図 2-5	DPWT の組織図.....	24
図 3-1	水陸両用エクスカベーターにおける排水路侵入可能斜路.....	29
図 3-2	資機材搬入平面図.....	31
図 3-3	試運転実施場所.....	31
図 3-4	2.65km 地点における計画断面図.....	32
図 3-5	現地調査より想定される汚泥.....	33
図 3-6	本格導入時における調査地点の汚泥堆積状況(複数地点の平均的な堆積).....	35
図 3-7	清掃計画における浚渫対象範囲の考え方(上図：横断面、下図：平面図).....	41
図 3-8	排水路清掃記録票および記入方法.....	45
図 3-9	プノンペン地区の地図及び調査対象箇所.....	52
図 3-10	Tumpun 排水路の地図及び調査対象箇所.....	53
図 3-11	Trabek 排水路の地図及び調査対象箇所.....	57
図 3-12	その他排水路①の地図及び調査対象箇所.....	59
図 3-13	その他排水路②の地図及び調査対象箇所.....	60
図 3-14	シェムリアップ地区での排水路及び河川等の調査箇所.....	63
図 3-15	シェムリアップ川の調査箇所.....	66
図 3-16	OJT 時の SEATV 放映映像及び Khmer times 掲載記事.....	69
図 3-17	セミナー時の SEATV 放映映像及び Rasmei_Kampuchea_Daily 掲載記事.....	70
図 3-18	Facebook 掲載記事.....	70
図 3-19	普及の流れ.....	72
図 3-20	アンケート集計結果.....	75
図 3-21	カンボジア地質図.....	81
図 3-22	年間最高・最低気温(1985 年-2013 年).....	82

図 3-23	プノンペン都における大規模工場数と位置.....	86
図 3-24	プノンペン都の土地利用 (2035 年)	87
図 3-25	国家事業レベルの IEIA/EIA プロセスのフロー	91

表

表 1-1	「カ」国民経済計算.....	2
表 1-2	「カ」国産業別従事者率および GDP 比率.....	3
表 1-3	水質環境基準 (生物多様性保全)	5
表 1-4	水質環境基準 (公衆衛生管理)	5
表 1-5	公共水域への排出基準.....	6
表 1-6	洪水・排水分野に関連する我が国の既往の援助実績.....	8
表 1-7	排水事業フェーズ 1 における設計概要一覧.....	9
表 1-8	他のドナー国・機関による援助実績 (洪水・排水分野) (単位 : 千 US\$)	11
表 1-9	プノンペン市給水・排水プロジェクト Part B の事業内容.....	11
表 2-1	資機材リスト.....	21
表 2-2	事業実施体制.....	22
表 2-3	(株)建設技研インターナショナル現地連絡事務所.....	22
表 2-4	カウンターパート機関の基礎情報.....	23
表 2-5	DSD の支出内訳.....	24
表 3-1	汚泥サンプリング箇所一覧.....	26
表 3-2	汚泥分析結果.....	27
表 3-3	輸送から設置までの工程.....	30
表 3-4	Tumpun 排水路計画諸元 (2001 年)	32
表 3-5	Tumpun 排水路 2.65km 地点の状況(2017 年 6 月 28 日)	32
表 3-6	Tumpun 排水路 2.65km 地点における設計時および調査時の流下能力の比較 (試運転時)	33
表 3-7	1 サイクル当たりの必要作業時間.....	34
表 3-8	浚渫前後の水深(平均値).....	35
表 3-9	1Tumpun 排水路 2.65km 地点における掘削前後における流下能力の比較 (本格導入時)	36
表 3-10	OJT の目的および技術移転の内容.....	36
表 3-11	休暇日数	42
表 3-12	年間の作業スケジュール	42
表 3-13	清掃活動に係る人員体制(案)	42

表 3-14	清掃活動に係る費用	43
表 3-15	年間の清掃作業費	46
表 3-16	2 排水路における清掃作業計画	46
表 3-17	各関係機関のヒアリング結果	49
表 3-18	Tumpun 排水路の調査結果	54
表 3-19	Trabek 排水路の調査結果	58
表 3-20	プノンペン都実施調査結果	62
表 3-21	シェムリアップ地区実施調査結果	68
表 3-22	製品ラインナップ一覧	71
表 3-23	製品ラインナップとその利用環境	72
表 3-24	セミナー参加者	73
表 3-25	セミナーAgenda	73
表 3-26	セミナー時の質問事項一覧	74
表 3-27	清掃を実施したい具体的な場所	76
表 3-28	購入（レンタル含む）を検討したい州	76
表 3-29	プロジェクトの達成状況	76
表 3-30	環境社会配慮における検討項目	79
表 3-31	公共施設・住宅地域における騒音の最大標準値	82
表 3-32	騒音観測値（フェーズ 4, 2016）	83
表 3-33	騒音基準の比較（「カ」国、日本、WHO）	83
表 3-34	プノンペン都内の国道 4 号線沿いの大気質	84
表 3-35	プノンペン都内の大気質計測値	84
表 3-36	人口動態と予測	85
表 3-37	「カ」国の環境社会配慮に関連した法令	89
表 3-38	スクリーニング・スコーピング結果	92
表 3-39	負の影響に対する緩和策	93
表 3-40	負の影響に対するモニタリング事項	94
表 3-41	モニタリング結果一覧	95
表 3-42	製品の販売候補先	102
表 3-43	製品ラインナップ一覧	103
表 3-44	製品の主な消耗品及び保守部品一覧	104
表 3-45	販売計画	107

写真

写真 1-1	水陸両用エクスカベーター[本体(左)および作業中(右)]	13
--------	------------------------------------	----

写真 3-1	製造した水陸両用エクスカベーターおよび付帯設備	29
写真 3-2	機材の荷下ろし、検品状況	30
写真 3-3	排水路への底泥浚渫作業	34
写真 3-4	排水路への侵入方法	38
写真 3-5	機械の運転指導状況	39
写真 3-6	Trabek 排水路における護岸整備状況	48
写真 3-7	土のうの作成状況	48
写真 3-8	土のう工法における道路の簡易舗装	49
写真 3-9	MPWT との打ち合わせ	50
写真 3-10	新知事の視察状況	51
写真 3-11	その他排水路①、区画①と②の現場写真	60
写真 3-12	その他排水路②の現場写真	61
写真 3-13	湿地帯①の現場写真	61
写真 3-14	湿地帯②の現場写真	62
写真 3-15	シームリアップ DPWT/DSD との MTG	63
写真 3-16	排水路①の現場写真	64
写真 3-17	排水路②の現場写真	64
写真 3-18	排水路③の現場写真	65
写真 3-19	河川①の現場写真	67
写真 3-20	湖沼①の現場写真	67
写真 3-21	その他①の現場写真	68
写真 3-22	セミナー及びデモ時の写真	74

カンボジア国

水陸両用エクスカベーターを活用した
衛生・生活環境改善のための普及・実証事業
株式会社 大豊商事(東京都)

カンボジア国の開発ニーズ

- 未処理汚水の流入による周辺水域の汚濁負荷の増大、水環境の悪化
- 排水路内の維持管理不足によるごみ及び汚泥の堆積、公衆衛生、自然環境の悪化
- 排水路へのアプローチが無い区間(管理用道路が無い区間)における清掃ノウハウの不足

普及・実証事業の内容

- プノンペン都内の排水路(Trabek排水路及びTumpun排水路等)に堆積する汚泥及びごみの除去
- 現地OJT及び運転維持管理マニュアルの作成による現地職員オペレーターの育成
- プノンペン都内の排水路を対象とした段階的な排水路清掃計画の立案
- 同機材および策定した排水路清掃計画が持続的に運用される体制構築
- 本製品をカンボジア国他都市の政府機関、建設会社及び建機会社へ普及させるビジネス展開計画の策定

提案企業の技術・製品



製品・技術名

「水陸両用エクスカベーター」は、設置圧を限りなく低く抑えた密閉型中空構造の走行装置を持ち、排水路や河川、湖沼などの水上、また軟弱地や湿地帯など、従来型のエクスカベーターでは侵入不可能な場所で作業できるように設計されている。

事業概要

相手国実施機関: DPWT/PPCC (プノンペン都公共事業運輸局)
事業期間: 2017年3月~2018年4月 (1年2ヶ月)
事業サイト: プノンペン都内の排水路 (Trabek排水路及びTumpun排水路等)

カンボジア国側に見込まれる成果

- 成果1 プノンペン都内における排水路に堆積する汚泥及びごみが除去され、同機材の有用性・優位性が確認される
- 成果2 現地職員が同機材のオペレーターとして養成され、運転・維持管理に関するマニュアルが整備されるとともに、同機材を用いたプノンペン都内の排水路清掃計画が策定される。
- 成果3 同機材および策定した排水路清掃計画が持続的に運用される体制が提案される
- 成果4 同機材の効果および有用性がプノンペン都内にて示されることにより、本製品をカンボジア国他都市の政府機関、建設会社及び建機会社へ普及させるビジネス展開計画が策定される

日本企業側の成果

現状

- カンボジア国内の政府機関、建設会社及び建機会社との協力関係構築
- 水陸両用エクスカベーターを普及させるためのビジネス展開計画の策定

今後

- 水陸両用エクスカベーター普及計画の実施

要約

I. 提案事業の概要	
案件名	水陸両用エクスカベーターを活用した衛生・生活環境改善のための普及・実証事業 Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Improvement of Sanitation and Living Condition Using Amphibious Excavator
事業実施地	カンボジア国プノンペン都
相手国 政府関係機関	プノンペン都公共事業運輸局[Department of Public Works and Transport, Phnom Penh Capital City (DPWT/PPCC)]
事業実施期間	2017年3月6日～2018年4月30日（1年2ヶ月）
契約金額	99,573,840 千円（税込）
事業の目的	「カ」国の人口増加に伴う都市環境悪化への対応策として下水道分野への支援を行い、同国の社会開発の促進と着実かつ持続可能な経済成長および均衡のとれた発展に資するため、プノンペン都内の特に狭隘な排水路に堆積した汚泥、ごみの除去を水陸両用エクスカベーターによって実施することで同製品の有用性・優位性を実証するとともに、当該国での同製品・技術の普及方法と課題が整理検討される。
事業の実施方針	<p>【1. 事業の概要】</p> <p>本事業では、提案製品を活用し、プノンペン都内の Trabek 及び Tumpun 排水路における堆積汚泥、ごみの除去に係る清掃技術を実証するとともに、カウンターパートに対する技術指導、市場調査及び製品のデモンストレーションを通じ、製品の普及活動を行った。事業の主な目的は次のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> • プノンペン都内の排水路に堆積する汚泥及びごみを除去することで、提案する製品・技術がプノンペン都民の衛生・生活環境改善を図るために有効であることを実証する。 • カウンターパート機関職員を対象に、技術指導を行い、清掃技術能力の向上を図る。 • 提案製品及び類似機材の販売及び普及を促進するためのビジネス展開の方策を検討する。 <p>【2. 期待される成果】</p> <p>本普及実証事業の実施により期待される効果は次のとおりである。</p>

	<p>る。</p> <p>成果1 プノンペン都内における排水路に堆積する汚泥およびごみが、現地仕様の「水陸両用エクスカベーター」によって除去され、同機材の有用性・優位性が確認される。</p> <p>成果2 現地職員が同機材のオペレーターとして養成され、運転・維持管理に関するマニュアルが整備されるとともに、同機材を用いたプノンペン都内の排水路清掃計画が策定される。</p> <p>成果3 同機材および策定した排水路清掃計画が持続的に運用される体制が提案される。</p> <p>成果4 同機材の効果および有用性がプノンペン都内にて示されることにより、本製品をカンボジア国他都市の政府機関、建設会社および建機会社へ普及させるビジネス展開計画が策定される。</p>
実績	<p>2017年4月から2017年12月までの作業実績は以下の通りである。</p> <p>1. 実証・普及活動</p> <p>(1) 成果1に対する実績</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2017年4月に現地調査を実施し、汚泥分析の結果をもとに実証事業において対象とする排水路を選定した。 • 2017年6月に機材がカウンターパート機関(DPWT/DSD)に到着し、試運転と本格導入を実施し、機材の有効性を確認した。 <p>(2) 成果2に対する実績</p> <ul style="list-style-type: none"> • 導入された機材を用いて、DPWT/DSD職員にOJTを実施し、職員は機材の運転技術を習得した。 • 運転・メンテナンスマニュアルおよび清掃マニュアルを作成した。 • 本格導入及び職員へのOJTを通じ、DSD職員と協議のもと排水路清掃計画を策定した。 <p>(3) 成果3に対する実績</p> <ul style="list-style-type: none"> • 排水路の清掃活動を定期的に報告するための記録フォームを作成した。 • 本格導入およびDSD職員との協議を通じ、排水路清掃作業の予算申請の根拠となる年間の維持管理費及び作業計画を作成した。 • 浚渫汚泥は、乾燥させ土と混合した後、土のうに詰め、道

	<p>路の簡易舗装用の資材として有効活用した。</p> <p>(4) 成果 4 に対する実績</p> <ul style="list-style-type: none"> • プノンペン都およびシェムリアップにて、本製品が活用可能な排水路の調査を実施した。 • MPWT や建設業者、教育機関等へのヒアリングを実施した。 • 製品・技術の PR 方法(普及方法)および市場調査結果を踏まえた普及計画を策定した。 • 2017 年 12 月 7 日にセミナーを開催した。 <p>2. ビジネス展開計画</p> <ul style="list-style-type: none"> • 持続的に製品が使用されること念頭に、機材の提供に加え、機材の技術指導、保守部品の提供等を踏まえたビジネス展開計画を策定した。 • ビジネス展開の計画・スケジュールは以下の通りである。 <ul style="list-style-type: none"> - 2018 年 4 月以降 : 需要動向の再確認及び現地視察、製品の絞り込み実施 - 2018 年中旬 : MPWT へ提案の実施 - 2018 年中旬～後半 : 販売契約締結及び納品 - 2019 年以降 : 保守メンテナンス、操作支援等の実施
課題	<p>解決すべき課題と対応として、1) 作業効率の向上、2) 水域環境に応じた適正な使用が挙げられる。</p> <p>1) 作業効率の向上</p> <p>【課題】</p> <p>汚泥の浚渫からバキュームカーによる引抜きおよび汚泥の輸送までの作業において、もっとも時間を要するのは、汚泥運搬である。現状、作業現場と廃棄場所との往復に 1.5 時間ほど要するため、効率的な運搬を行う必要がある。</p> <p>【対応策】</p> <p>普及実証事業中は 1 台のバキュームカーで対応していたところを、台数を増やして対応することが挙げられる。ただし、バキュームカーはプノンペン都内の排水管清掃にも使用されることや、運転操作が可能な職員が限定的であることから、事前に関係者間で作業時期や人員配置の調整を行うことが肝要となる。</p> <p>2) 清掃対象外の水域での使用</p> <p>【課題】</p>

	<p>本普及実証事業で導入した機材は、この事業内で対象とした排水路(Tumpun および Trabek 排水路)での使用を念頭に置いた仕様となっており、他の水域で使用する際、その環境条件によっては、対応できない可能性がある。</p> <p>【対応策】</p> <p>事前の状況調査、作業計画の検討、試運転を実施したうえで、本格的な作業を実施することが望ましい。</p>
事業後の展開	<p>提案企業は、「カ」国において、以下のビジネス展開を想定している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 本製品に関わる技術・製品のプノンペン都及びその他「カ」国他地域での販売（レンタル販売含む） ・ 販売した製品の保守メンテナンス（保守部品の提供） ・ 製品及び工法に関する技術指導及び支援 ・ 高度な技術者や経験豊富なオペレーターの派遣 ・ 特殊機材のオペレーター育成の実施（資格制度の確立）
II. 提案企業の概要	
企業名	株式会社 大豊商事
企業所在地	東京都墨田区
設立年月日	2008年1月28日
業種	②卸売業（商社（機械工具販売及び施工/運転指導））
主要事業・製品	建築・基礎工事機材の売買
資本金	500万円
売上高	7.1億円（2015年度）
従業員数	常勤8名 非常勤3名

1. 事業の背景

(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

① 事業実施国の政治・経済の概況

カンボジア国(以後「カ」国と称す)の政治および社会経済の概況を述べる。

(ア) 政治概況

「カ」国は、1991年のパリ和平協定により内戦が終結し、1993年の国連カンボジア暫定機構(UNTAC)による総選挙を経て、「カンボジア国」として再出発した。当初、内戦時代を反映した二人首相体制の下で国家再建が開始されたが、1997年の政変など不安定化の危険もあった。その後1998年及び2003年の総選挙を経て成立したフン・セン首相を首班とする「カ」国政府は、様々な課題を抱えつつも安定した政権運営を行い、国づくりに取り組む中、2008年7月に第4回目の総選挙が実施され、与党・人民党が大勝し、同年9月25日に新政府が成立した¹。

その後フン・セン首相率いる人民党が安定政権を維持してきたが、2013年7月28日の国民議会選挙で野党救国党が躍進。野党は、再選挙等を求めて国会をボイコットし、断続的にデモを行った。与野党間で協議した結果、2014年7月22日に政治合意達成、8月8日に野党は昨年の議会選挙後初めて国会議会に参加した²。

「カ」国の政体は立憲君主制であり、現国王のシハモニ国王は(His Majesty Norodom Sihamoni)は2004年10月29日に王位を継承した。カンボジア憲法では、「カ」国が自由民主主義、多党制、人民主権を採ることを定めている。憲法ではさらに立法、行政、司法の分立を定めている(憲法第51条)。立法機関は二院制で、国民議会(下院：National Assembly、上院：Senate)で構成されている³。

(イ) 社会経済・概況

「カ」国は、国土面積18.1万km²で、人口は2008年に13.4百万人、2013年に14.7百万人(国勢調査)、2014年に15.5百万人、2016年に15.9百万人と推定されている(CIA Factbook)。行政区は、23州とプノンペン都に分かれている。民族は、クメール人が90%、ベトナム人5%、中国人1%、その他4%となっており、クメール語を話す国民は96.3%、仏教徒は96.9%(2008年)と推定されている。「カ」国におけるプノン

¹ 出所：外務省、<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/cambodia/kankei.html>

² 出所：在カンボジア日本国大使館、<http://www.kh.emb-japan.go.jp/political/gaikyo.htm>

³ 出所：JICA、カンボジア投資ガイドブック、
<http://www.jica.go.jp/cambodia/office/information/investment/01.html>

ペン都の社会経済状況を国民総生産(GDP)、産業構造の観点からまとめると以下のとおりである。

GDP とその関係する経済統計を国の社会経済状況を表すために表 1-1 示す。現行価格の GDP は 2000 年から 2015 年にかけて常に成長している。USD 換算の一人当たり GDP はリーマンショックにより 2009 年に減少しているが、2015 年には 1,218USD にまで成長している。2000 年から 2015 年まで、その年平均成長率は 11.3% と非常に高い。世界銀行は 2013 年に現行価格の一人当たり GDP を世界的に表示しており、「カ」国は 1,008USD となっている⁴。一人当たり GDP ランキングで 1,000USD 以下の国はアフリカが多い。表 1-1 の一人当たり GDP は 2000 年の 295USD から 2015 年の 1,218USD までに増加しており、年平均 9.7% の成長率は非常に高い。固定価格の GDP は連続して成長しているが、2009 年の成長率は零に近く、かろうじてプラスである。ただし、その成長率は現行価格のそれよりも低い。

表 1-1 「カ」国民経済計算

Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
GDP (Billion Riel)	14,083	15,633	16,781	18,536	21,438	25,754	29,849	35,042
GDP Growth Rate (%)	5.3	11.0	7.3	10.5	15.7	20.1	15.9	17.4
GDP per capita (USD)	295	319	340	367	417	487	558	656
GDP PC Growth Rate (%)	3.2	8.2	6.5	8.0	13.5	16.9	14.6	17.6
GDP (Constant Price)	14,175	15,320	16,232	17,613	19,434	22,009	24,380	26,870
GDP CP Growth Rate (%)	10.7	7.4	6.6	8.5	10.3	13.3	10.8	10.2
Year	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
GDP(Billion Riel)	41,968	43,057	47,048	52,069	56,682	61,327	67,437	73,423
GDP Growth Rate	19.8	2.6	9.3	10.7	8.9	8.2	10.0	8.9
GDP per capita (USD)	760	753	830	991	973	1,042	1,131	1,218
GDP PC Growth Rate	15.8	0.9	10.2	9.9	6.7	7.1	8.6	7.7
GDP (Constant Price)	28,668	28,692	30,406	32,553	34,933	37,503	40,182	43,009
GDP CP Growth rate	6.7	0.1	6.0	7.1	7.3	7.4	7.1	7.0%

出所： <http://www.nis.gov.kh/nis/NA/NA2015.htm>

(ウ) 産業

「カ」国における産業別従事者率および GDP 比率を表 1-2 に示す。これより、国民の約 7 割が第 1 次産業に従事し、その GDP 比率は全体の 3 分の 1 を占めており、農林水産業が国の基幹産業であるといえる。しかしながら、近年では第 3 次産業の生産の成長が著しく、2014 年における GDP 比率は 42.4% であり、第 1 次産業の GDP 比率を上回っている。

プノンペン都の産業別従事者は、第 3 次産業と第 2 次産業を合わせた従事者率が

⁴ 出所：世界銀行、<http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>

約 95%に達しており、全国の従事者比率に比較して対照的な傾向を示している。

表 1-2 「カ」国産業別従事者率および GDP 比率

区分	従事者率(%)				GDP 比率(%)		
	全国		プノンペン都		全国		
	1998 年	2008 年	1998 年	2008 年	1998 年	2008 年	2014
第 1 次産業 (農林水産業)	77.5	72.3	9.9	5.3	44.9	34.9	30.5
第 2 次産業 (工業)	4.3	8.5	22.2	32.5	19.2	23.8	27.1
第 3 次産業 (サービス業)	18.2	19.2	67.9	62.2	35.9	41.3	42.4

出所：従事者率「General Population Census of Cambodia 1998」、General Population Census of Cambodia 2008」
GDP 比率 JETRO および「Key Indicators(ADB 2004)」，外務省基礎データ

② 対象分野における開発課題

カンボジア王国(以下、「カ」国)の首都であるプノンペン都は近年の人口増加に伴い、未処理汚水により周辺水域へ流出する汚濁負荷が増大し、水環境が悪化している。プノンペン都は下水・排水システムとして合流式(下水と雨水を同じ管渠で集める方式)を採用しており、合流管網の排水先である排水路は、維持管理不足によるごみ、汚泥の堆積により黒色で異臭が発生し、周辺住民の公衆衛生、自然環境に悪影響を及ぼしており、虫害や水を媒介とする疾患の蔓延も危惧されている。

特に、衛生・生活環境への負の影響が最も深刻で、状況が劣悪となっているのは排水路へのアプローチが無い区間(管理用道路が無い区間)である。一方、排水路の維持管理は、プノンペン都公共事業運輸局(DPWT/PPCC: Department of Public Works and Transport /Phnom Penh Capital City、以下、DPWT/PPCC)が担当している。DPWT/PPCCは、JICA「第三次プノンペン都洪水防御・排水改善計画」で供与された、高圧洗浄車や汚泥吸引車による下水管路の維持管理用技術及びノウハウについては蓄積しつつあるものの、アプローチがない排水路については、その清掃ノウハウと必要機材を有しておらず、現状では手つかずの状態となっていた。

このような状況に対し、我が国の「対カンボジア王国 国別開発協力方針」(平成 29 年 7 月)においては、重点分野(中目標)の「生活の質向上」にて、「上下水道など都市生活環境整備に資する分野での支援を行う」としている。他方、「カ」国政府は四辺形戦略(グッドガバナンスを中心的課題とし、農業分野の強化、インフラの復興と建設、民間セクター開発と雇用創出、能力構築と人材開発の四点を重点課題とした国家戦略)に基づく開発計画として、国家戦略的開発計画 NSDP 2009~2013 を策定し 2010 年 6 月に発表している。本開発計画では、プノンペン都において、下水・排水施設の整備と維持を重点項目として位置付けている。この方針は、NSDP 2014~2018 においても継承されている。また、プノンペン都は、国家戦略開発計画 NSDP を踏ま

えた上で、2015 年を目標年とする独自の都市開発戦略 (CDS : City Development Strategy) を策定しており、同戦略の目標として「市民の生計の安定」、「衛生・環境状況の改善」を掲げている。

現状、汚水が集まる排水路の水環境が悪化しているのは、未処理の汚水が流入していることに加え、前述のとおり、排水路の維持管理、つまり清掃活動が実施できていないことに起因していると考えられる。それは排水路の多くの区間において管理用道路が無く、排水路へのアプローチが無いため、バックホー(油圧ショベル)やダンプトラックといった清掃用機材が排水路際に侵入できないためだと考えられた。このような状況下で清掃作業を行うには、水上での浚渫作業を行う必要があった。

そこで本事業では、提案企業が設計及び操業ノウハウを有する「水陸両用エクスカベーター」を活用して排水路清掃活動を実施した。

③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

(ア) 国家戦略開発計画

「カ」国では、国家戦略開発計画(NSDP/ National Strategic Development Plan, 2014-2018)を策定しており、その中でグッドガバナンスを社会正義の達成および社会経済発展の中軸に据え、四辺形戦略(Rectangular Strategy)として「農業開発(多様化、価値付加、生産性向上)」、「ハード・インフラ開発」、「民間セクター開発と雇用」、「能力育成と人材開発」を重要課題に掲げている。本開発計画では、下水・排水セクターに係る開発方針として、特に、国道沿いに位置するプノンペン都を含む大都市において、下水・排水施設の整備と維持を重点項目として位置付けている。

(イ) 政策・法制度

カンボジアの法律は、憲法(Constitution)、憲法修正法(Constitutional Law)、法律(law) Kram、勅令 (Royal Decree) Kret、閣僚会議令(もしくは政令)(Sub-Decree) Anukret、大臣令(もしくは省令) (Regulation、Declaration) Prakas、通達(Circular) Sarachor、その他(市長令、州知事令、局長令など) から構成されている。

(A) 排水関連

水質汚濁防止に関する政令(Sub-decree on Water Pollution Control, 1999)が、1999年4月6日に制定されている。本政令は、廃水(液体廃棄物)、有害廃液の定義、分類、水質環境基準、排水基準、排出者の責任、モニタリング、許認可、査察、罰則などを定めている。同政令で定められている水質環境基準では、「生物多様性保全」のため、河川で5項目、湖沼(貯留池)で7項目、沿岸域で7項目の水質環境基準が設定されている(表 1-3 参照)。また同政令では「公衆衛生管理(public health

protection)」として、公共水域での水質環境基準が 25 項目(パラメーター)で規定されている(表 1-4 参照)。

排水基準に関しては、同政令で「公共水域もしくは下水への汚染源の排出基準」(Effluent standard for pollution sources discharging wastewater to public water areas or sewer)が規定されている(表 1-5 参照)。

表 1-3 水質環境基準 (生物多様性保全)

	No	項目	単位	基準値
1. 河川	1	pH	-	6.5 – 8.5
	2	BOD ₅	mg/l	1 – 10
	3	Suspended Solid	mg/l	2.4 – 100
	4	Dissolved Oxygen	mg/l	2.0 – 7.5
	5	Coliform	MPN/100ml	< 5,000
2. 湖沼および貯留池	1	pH	-	6.5 – 8.5
	2	COD _{Mn}	mg/l	1 – 8
	3	Suspended Solid	mg/l	1 – 15
	4	Dissolved Oxygen	mg/l	2.0 – 7.5
	5	Coliform	MPN/100ml	< 1,000
	6	Total Nitrogen	mg/l	1.0 – 0.6
	7	Total Phosphorus	mg/l	0.005 – 0.05
3. 沿岸域	1	pH	-	7.0 – 8.3
	2	COD _{Mn}	mg/l	2 – 8
	3	Suspended Solid	mg/l	2 – 7.5
	4	Coliform	MPN/100ml	< 1,000
	5	Oil Content	mg/l	0
	6	Total Nitrogen	mg/l	0.2 – 1.0
	7	Total Phosphorus	mg/l	0.02 – 0.09

出所：Sub-decree on Water Pollution Control, Annex4 :Water Quality Standard in public water areas for bio-diversity conservation.

表 1-4 水質環境基準 (公衆衛生管理)

No	Parameter	Standard Value (µg/l)
1	Carbon tetrachloride	< 12
2	Hexachloro-benzene	< 0.03
3	DDT	< 10
4	Endrin	< 0.01
5	Dieldrin	< 0.01
6	Aldrin	< 0.005
7	Isodrin	< 0.005
8	Perchloroethylene	< 10
9	Hexachlorobutadiene	< 0.1
10	Chloroform	< 12
11	1,2 Trichloroethylene	< 10
12	Trichloroethylene	< 10
13	Trichlorobenzene	< 0.4
14	Hexachloroethylene	< 0.05
15	Benzene	< 10
16	Tetrachloroethylene	< 10
17	Cadmium	< 1

No	Parameter	Standard Value (µg/l)
18	Total mercury	< 0.5
19	Organic mercury	0
20	Lead	< 10
21	Chromium, valent 6	< 50
22	Arsenic	< 10
23	Selenium	< 10
24	Polychlorobiohenyl	0
25	Cyanide	< 0.005

出所 : Sub-decree on Water Pollution Control, Annex 5 :Water Quality Standard in public water areas for public health protection.

表 1-5 公共水域への排出基準

No	項目	単位	基準値	
			保護公共水域への排出	公共水域および下水管へ排出
1	Temperature	°C	< 45	< 45
2	pH		6 - 9	5 - 9
3	BOD ₅ (5 days at 20°C)	mg/l	< 30	< 80
4	COD _{Cr}	mg/l	< 50	< 100
5	Total Suspended Solids	mg/l	< 60	< 120
6	Total Dissolved Solids	mg/l	< 1,000	< 2,000
7	Grease and Oil	mg/l	< 5.0	< 15
8	Detergents	mg/l	< 5.0	< 15
9	Phenols	mg/l	< 0.1	< 1.2
10	Nitrate (NO ₃)	mg/l	< 10	< 20
11	Chlorine (free)	mg/l	< 1.0	< 2.0
12	Chloride (ion)	mg/l	< 500	< 700
13	Sulphate (as SO ₄)	mg/l	< 300	< 500
14	Sulphate (as Sulphur)	mg/l	< 0.2	< 1.0
15	Phosphate (PO ₄)	mg/l	< 3.0	< 6.0
16	Cyanide (CN)	mg/l	< 0.2	< 1.5
17	Barium (Ba)	mg/l	< 4.0	< 7.0
18	Arsenic (As)	mg/l	< 0.10	< 1.0
19	Tin (Sn)	mg/l	< 2.0	< 8.0
20	Iron (Fe)	mg/l	< 1.0	< 20
21	Boron (B)	mg/l	< 1.0	< 5.0
22	Manganese (Mn)	mg/l	< 1.0	< 5.0
23	Cadmium (Cd)	mg/l	< 0.1	< 0.5
24	Chromium (Cr ⁺³)	mg/l	< 0.2	< 1.0
25	Chromium (Cr ⁺⁶)	mg/l	< 0.05	< 0.5
26	Copper (Cu)	mg/l	< 0.2	< 1.0
27	Lead (Pb)	mg/l	< 0.1	< 1.0
28	Mercury (Hg)	mg/l	< 0.002	< 0.05
29	Nickel (Ni)	mg/l	< 0.2	< 1.0
30	Selenium (Se)	mg/l	< 0.05	< 0.5
31	Silver (Ag)	mg/l	< 0.1	< 0.5
32	Zinc (Zn)	mg/l	< 1.0	< 3.0
33	Molybdenum (Mo)	mg/l	< 0.1	< 1.0
34	Ammonia (NH ₃)	mg/l	< 5.0	< 7.0
35	DO	mg/l	>2.0	>1.0
36	Polychlorinated Byphenyl	mg/l	<0.003	<0.003
37	Calcium	mg/l	<150	<200
38	Magnesium	mg/l	<150	<200
39	Carbon tetrachloride	mg/l	<3	<3
40	Hexachloro benzene	mg/l	<2	<2

No	項目	単位	基準値	
			保護公共水域への排出	公共水域および下水管へ排出
41	DTT (Dithiothreitol)	mg/l	<1.3	<1.3
42	Endrin	mg/l	<0.01	<0.01
43	Dieldrin	mg/l	<0.01	<0.01
44	Aldrin	mg/l	<0.01	<0.01
45	Isodrin	mg/l	<0.01	<0.01
46	Perchloro ethylene	mg/l	<2.4	<2.4
47	Hexachloro butadiene	mg/l	<3	<3
48	Chloroform	mg/l	<1	<1
49	1,2 Dichloro ethylene	mg/l	<2.4	<2.4
50	Trichloro ethylene	mg/l	<1	<1
51	Trichloro benzene	mg/l	<2	<2
52	Hexachloro cyclohexene	mg/l	<2	<2

注：保護公共水域(Protected public water area)は、「保護地区」への排水排出であるが、現在カンボジアでは保護地区として指定されている地区はないため、すべての排水は「公共水域および下水へ排出」基準が適用されている。

出所： Sub-decree on Water Pollution Control, Annex 2, Effluent standard for pollution sources discharging wastewater to public water areas or sewer.

(B) 固形廃棄物

固形廃棄物に関する政令（「Sub-Decree on Solid Waste Management 1999」）が1999年に制定されている。本政令は、廃棄物の適正管理を推進するものであり、一般の都市ゴミと有害廃棄物（放射性物質、爆発物質、有毒物質等）を区分し、固形廃棄物の一般的な基準を規定している。

一般家庭の腐敗槽や管路清掃時の汚泥は、一般ゴミ(廃棄物)と区別され、専用の廃棄物処分場で処分されることになっているが、実際には、Dangkor ゴミ処分場に併設された浸出余水池等にて処分されている。経済特区(SEZ: the Special Economic Zone)や民間の処理場から排出される汚泥は、民間企業の有する産業廃棄物処分場で処分する必要がある。

(C) 環境社会配慮

環境社会配慮に関する法制度は、「3. (5) ② 事業実施国の環境社会配慮法制度・組織」に記述する。

④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

(ア) 我が国の排水分野における援助事例

プノンペン都の排水分野における援助実績を表 1-6 に整理した。我が国の支援としては、1998-1999 年に実施したプノンペン市都市排水・洪水対策計画調査以降、継続的に排水改善事業を実施している。

表 1-6 洪水・排水分野に関連する我が国の既往の援助実績

種類	援助名	実施年度	内容							
技術協力	プノンペン市 都市排水・洪水対策 計画調査	1998～1999	プノンペン都及びその近郊を対象とし、総合的都市排水・洪水対策に係わる 2010 年を目標年次としたマスタープラン策定、並びに緊急プロジェクトに対するフィージビリティ調査。							
	研修員受入	1998～2004	1998 年：下水道計画 1 名 1999 年：都市排水 1 名 2002～2004 年：都市排水Ⅱ（集団研修）各 1 名、2002 年～2003 年：排水ポンプ運転維持管理 1 名（いずれもプノンペン都公共事業運輸局（Department of Public Works and Transport：DPWT）職員を対象）							
	プノンペン都下水・排水改善プロジェクト	2014～2016	2035 年を目標年次とする、プノンペン都の汚水対策・排水改善のマスタープラン策定、及び優先事業に対するプレフィージビリティ調査。							
無償資金協力	プノンペン市洪水防 御・排水改善計画	(B/D) 2001 (D/D) 2002 (施工) 2002～2004	開発調査で抽出された緊急プロジェクトに対するカンボジア国の実施要請を受けて、プノンペン都西部・南部での洪水防御・排水改善施設建設を実施した。 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">- 輪中堤補強：4.34km</td> <td style="width: 50%;">- ポンプ場新設：1 箇所</td> </tr> <tr> <td>- 排水路改修：4.54km (4 橋梁の改修を含む)</td> <td>- 樋管改修：2 箇所</td> </tr> <tr> <td></td> <td>- 樋管新設：1 箇所</td> </tr> </table>	- 輪中堤補強：4.34km	- ポンプ場新設：1 箇所	- 排水路改修：4.54km (4 橋梁の改修を含む)	- 樋管改修：2 箇所		- 樋管新設：1 箇所	
		- 輪中堤補強：4.34km	- ポンプ場新設：1 箇所							
	- 排水路改修：4.54km (4 橋梁の改修を含む)	- 樋管改修：2 箇所								
	- 樋管新設：1 箇所									
(B/D) 2005～2006 (D/D) 2007 (施工) 2007～2010	開発調査で策定されたマスタープランに則ったカンボジア国の実施要請を受けて、プノンペン都の中心市街地東部での洪水防御・排水改善施設建設を実施した。 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">- 護岸改修 チャトムック国立劇場前：70m オールドマーケット東護岸：260m</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>- 排水管・排水側溝・遮集管敷設：総延長 約 6,200m</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- 排水ポンプ場、地下貯留槽建設：各 4 箇所</td> <td></td> </tr> </table>	- 護岸改修 チャトムック国立劇場前：70m オールドマーケット東護岸：260m		- 排水管・排水側溝・遮集管敷設：総延長 約 6,200m		- 排水ポンプ場、地下貯留槽建設：各 4 箇所				
- 護岸改修 チャトムック国立劇場前：70m オールドマーケット東護岸：260m										
- 排水管・排水側溝・遮集管敷設：総延長 約 6,200m										
- 排水ポンプ場、地下貯留槽建設：各 4 箇所										
第三次プノンペン市 洪水防御・排水改善計 画	(O/D) 2010～2011 (D/D) 2011 (施工) 2012～2015	開発調査で策定されたマスタープランに則ったカンボジア国の実施要請を受けて、以下の施設建設・機材調達を実施する無償資金協力を実施した。 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">- 王宮南側チャンバーの改修：1 箇所</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>- 幹線排水管路の敷設：総延長 20.132km</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- 排水システム維持管理用機材の調達： 高圧洗浄車 4 台、汚泥吸引車 4 台</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- ソフトコンポーネントによる技術指導</td> <td></td> </tr> </table>	- 王宮南側チャンバーの改修：1 箇所		- 幹線排水管路の敷設：総延長 20.132km		- 排水システム維持管理用機材の調達： 高圧洗浄車 4 台、汚泥吸引車 4 台		- ソフトコンポーネントによる技術指導	
	- 王宮南側チャンバーの改修：1 箇所									
- 幹線排水管路の敷設：総延長 20.132km										
- 排水システム維持管理用機材の調達： 高圧洗浄車 4 台、汚泥吸引車 4 台										
- ソフトコンポーネントによる技術指導										

出所：JICA、「第 4 次プノンペン市洪水防御・排水改善計画」（2017 年 1 月）

注：B/D：基本設計調査、D/D：詳細設計、O/D：協力準備調査（概略設計）

このうち、「プノンペン市洪水防御・排水改善計画」（以後、「排水事業フェーズ 1」と称す。）では、本普及実証事業において活動対象としている Tumpun 排水路の改善を行っている。以下に、本普及実証事業の概要を示す。

事業名：プノンペン市洪水防御・排水改善計画（2001 年 11 月）

事業の背景・目的

プノンペン市は、メコン川の氾濫原に発達した都市であるため、洪水の影響を受けやすく、また地形的に内水氾濫が生じやすく、市内各所で湛水被害が発生している。他方、プノンペン市外輪中堤の一部である Tumpun 排水路は、治水の観点から堤防の

高さが不十分であり、治水施設としての安全性を有しているとは言えない状況であった。そこで、プノンペン市に対してメコン川及び周辺河川による洪水に対する高い安全性をもたらす洪水被害を最小限に抑え、並びにプノンペン市内の湛水を最小限にし、内水被害を軽減することを目標に、日本国の無償資金協力事業として、排水事業フェーズ1を実施することとなった。

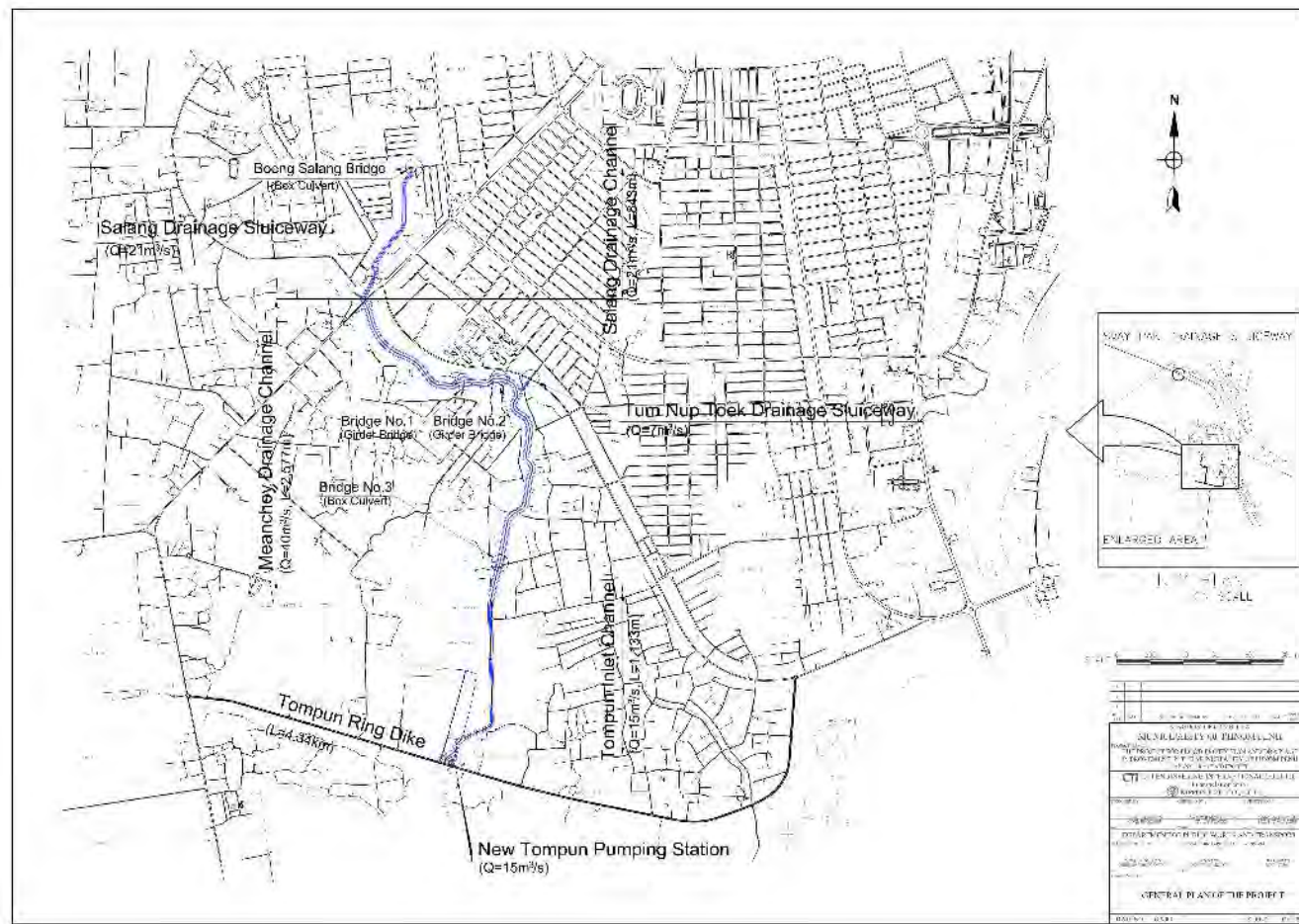
設計概要

本普及実証事業における設計方針を表 1-7 および図 1-1 に整理した。

表 1-7 排水事業フェーズ1における設計概要一覧

施設名	規模・仕様	数量	用途
1 Svay Park 排水樋管ゲート交換	鋼製スライドゲート (1.7m x 1.675m)	3 門	トンレサップ川洪水の逆流防止 洪水時越水防止、道路交通確保
	手動巻き上げ機	3 基	
2 Tumpun 輪中堤補強	Tumpun 輪中堤嵩上げ及び天馬道路舗装	4.340km	既設排水路を5年確率規模に改修
3 Meanchey 感染排水路下流改修	設計流量 40m ³ /s	2.635km	既設排水路を5年確率規模に改修
4 Tumpun 流入水路改修	設計流量 15m ³ /s	1.020km	新 Tumpun 排水機場への流入水路を改修し、排水機場容量分を流下
5 Salang 感染排水路下流改修	設計流量 21m ³ /s	0.887km	既設排水路を5年確率規模に改修
6 新 Tumpun 排水機場建設	排水容量 15m ³ /s 水中ポンプ (3m ³ /s x 5 台)	一式	幹線排水路から流入する雨水を Tumpun 堤防外に排水
7 Tun Nup Toek 排水樋管新設	設計流量 7m ³ /s、断面 1.75m x 3.6m x 1 連	一式	Meanchey 排水路左岸から流入する二次排水路が内側輪中堤を横断する箇所に建設
8 Salang 排水樋管改修	設計流量 21m ³ /s、 断面 4.5m x 3.6m x 1 連	一式	Salang 排水路が内側輪中堤を横断する箇所に建設

出所：プノンペン市洪水防御・排水改善計画



出所: プノンペン市洪水防御・排水改善計画をもとに、調査団作成

図 1-1 排水フェーズ1における事業範囲

(イ) 他ドナーの援助動向

プノンペン都における排水分野に関連する他ドナーからの支援として、フランス政府（大使館、フランス援助庁、パリ市）、アジア開発銀行(ADB)などの援助によりこれまで数多く実施されてきている。

表 1-8 他のドナー国・機関による援助実績（洪水・排水分野）（単位：千 US\$）

実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
1994～1995	パリ市	排水網の現況評価事業	300	技協	- プノンペン都内の下水・排水施設の調査
1995～1996	アジア開発銀行	都市用水供給・汚水処理プロジェクト (TA No.2280-CAM)	600	技協	- プノンペン都、シアヌークビル市における水供給施設、排水施設、下水施設の調査と改善計画策定
1998～2003	アジア開発銀行	プノンペン市給水・排水プロジェクト Part B:排水改善 (Loan No.1468-CAM)	12,000	有償	- トラベックポンプ場の改修実施 - トラベック排水路、トゥールセン排水路の改修実施
2001～2002	アジア開発銀行	コップスロウ堤防補強工事	不明	有償	- コップスロウ堤防の嵩上げ・護岸設置工事の実施
2008～2010	フランス援助庁	中央マーケット復興プロジェクト	4,200	無償	- 中央マーケット及びその周辺部における排水の改修を含む環境整備の実施

出所：JICA、「第4次プノンペン市洪水防御・排水改善計画」（2017年1月）を参考に、JICA 調査団作成

このうち、本普及実証事業と関連が深いのは、1998年から2003年にADBの援助でTrabek排水路の改修を実施した「プノンペン市給水・排水プロジェクト Part B」（ADBプロジェクト2003）である。このプロジェクトでは、トラベック流域の基幹排水施設である排水路改修とポンプ場の改修を行い、2003年に竣工している。同プロジェクト以降ADBによるトラベック流域での治水・排水分野に関連する事業は実施されておらず、実施予定も現時点では無い。「プノンペン市給水・排水プロジェクト Part B」における援助範囲は、以下の通りである。しかしながら、このプロジェクトでは、ポンプ場の上流約500mの区間の排水路は未整備となっている。

表 1-9 プノンペン市給水・排水プロジェクト Part B の事業内容

項目	事業内容
a) 排水路の改修	<ul style="list-style-type: none"> ・ Trabek 幹線排水路、Toul Se 幹線排水路およびそれらの視線を含む全 3.5km の改修 ・ 幹線の水路幅；上流部 5m、下流部 8m ・ 枝線の水路幅：2～2.5m
b) ポンプ場の改修	<ul style="list-style-type: none"> ・ 老朽化した Trabek ポンプ場および放流水路を改修 ・ 排水能力 8m³/s のポンプを設置
c) 能力開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ DPWT におけるポンプ場および排水路の維持管理に関する能力開発

出所：JICA 調査団作成

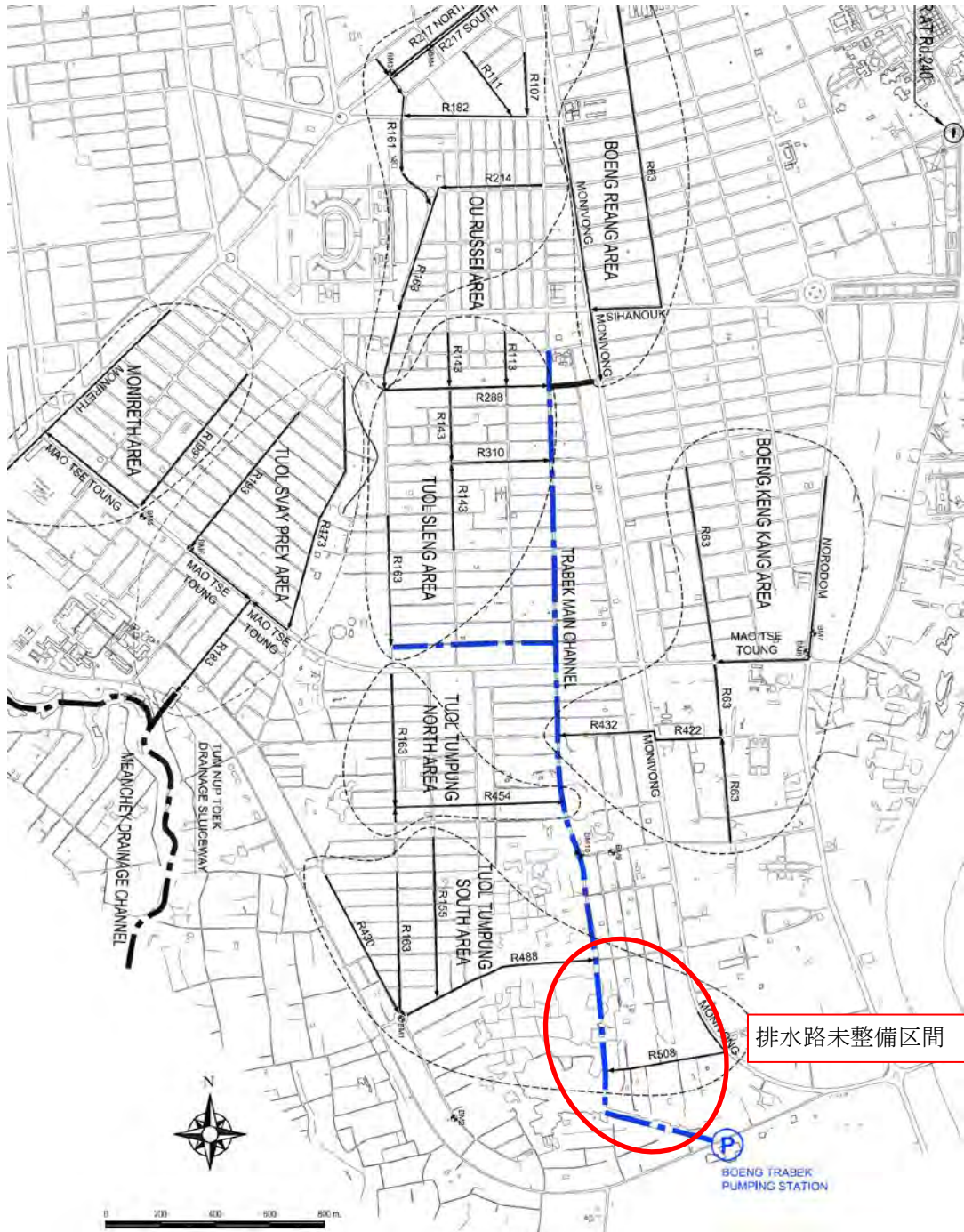


図 1-2 ノンペン市給水・排水プロジェクト Part B の事業範囲

(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要

本普及実証事業にて活用した製品は、「水陸両用エクスカベーター」(写真 1-1)であり、本製品を活用して、プノンペン都内の排水路に堆積した汚泥、ごみの除去(浚渫)を実施し、都内の衛生・生活環境改善を図るものである。本製品の特長等を以下にまとめる。



名称	水陸両用エクスカベーター
スペック（仕様）（サイズ含む）	運転質量 :10,300kg バケット容量 : 0.25m ³ 寸法 : 全長6.83m, 全幅3.34m, 全高3.28m 登板能力 : 20度
特徴	「水陸両用エクスカベーター」は排水路・河川や湖沼などの水上、また軟弱地や湿地帯など、通常のエクスカベーターでは進入不可能な場所で作業できるように設計された特殊なエクスカベーターである。特長は、走行装置が大きな船形をしており、密閉型中空構造のため、水上で浮遊可能な設計となっている点である。また、この走行装置の形状が接地圧を限りなく低く抑えており、軟弱地でも沈むことなく自在に走行することを可能にしている。
競合他社製品と比べた比較優位	提案製品と他社製品を比べた際の比較優位性を欄外の表2.1に示す。
国内外の販売実績	<ul style="list-style-type: none"> ・国内：東日本大震災復興事業および沖縄における販売実績 ・海外：なし
価格	1台（1式）当たりの販売価格: 23,000,000円 本普及実証事業での機材費総額（輸送・関税等含む）: 37,416,000円
提案事業での設置場所	プノンペン都内の排水路(Trabek排水路及びTumpun排水路等)
今回提案する機材の数量	1機

表 2.1 製品・技術の比較優位性（水陸両用エクスカベーター）

項 目	比較優位性
操作性	<ul style="list-style-type: none"> ● 提案製品は片側前後2モーターであるため、パワフルな走行が実現可能であり、更に、1台のモーターにトラブルが発生しても、もう1台で運転が可能である。 ● 提案製品はキャタピラを付帯しているため、水上のみならず陸上作業も可能となる。
安全性	<ul style="list-style-type: none"> ● メインフロート横にサブフロートを装着し十分な浮力を確保することで、水上でも

項 目	比較優位性
	作業の安定性を確保でき、安全な作業が可能となる。
経済性	<ul style="list-style-type: none"> ●提案製品は水上のみならず陸上作業も可能であるため、利用範囲が広がり、有効性の高い製品と言える。
メンテナンス・維持管理体制	<ul style="list-style-type: none"> ●提案製品は、常時消耗品やスペアパーツがストックされているため、顧客からの依頼に即対応できる。

2. 普及・実証事業の概要

(1) 事業の目的

「カ」国の首都であるプノンペン都は、近年の人口増加に伴った未処理汚水の流入量増加により汚濁負荷が増大し、周辺水域の水環境が悪化してきた。特に排水路は維持管理不足によるゴミや汚泥の堆積により、周辺住民の公衆衛生、自然環境に悪影響を与えている上、虫害や水を媒介とする疾患の蔓延も危惧されている。

本普及実証事業は、都市環境悪化への対応策として、排水路の維持管理を行うプノンペン都公共事業運輸局（DPWT/PPCC）に対して下水道分野への支援を行い、同国の社会開発の促進と着実かつ持続可能な経済成長および均衡のとれた発展に資するため、プノンペン都内の特に狭隘な排水路に堆積した汚泥、ごみの除去を水陸両用エクスカベーターによって実施することで、同製品の有用性・優位性を実証するとともに、当該国での同製品・技術の普及方法と課題を整理検討することを目的にしたものである。

(2) 期待される成果

本普及実証事業は以下に示す4つの成果を目標に実施した。

- 成果1 プノンペン都内における排水路に堆積する汚泥およびごみが、現地仕様の「水陸両用エクスカベーター」によって除去され、同機材の有用性・優位性が確認される。
- 成果2 現地職員が同機材のオペレーターとして養成され、運転・維持管理に関するマニュアルが整備されるとともに、同機材を用いたプノンペン都内の排水路清掃計画が策定される。
- 成果3 同機材および策定した排水路清掃計画が持続的に運用される体制が提案される。
- 成果4 同機材の効果および有用性がプノンペン都内にて示されることにより、本製品をカンボジア国他都市の政府機関、建設会社および建機会社へ普及させるビジネス展開計画が策定される。

(3) 事業の実施方法・作業工程

① 事業の実施方法

本普及実証事業では、前述の成果1～成果4を達成するため以下の活動を実施した。

【成果1にかかる活動】

1-1. 導入前調査

本普及実証事業において製造・調達する機材「水陸両用エクスカベーター」及びその付帯設備の製造に先立ち、現地の状況を確認し、必要に応じて現地事情に合わせた仕様の検討を行った。また、JICA の環境社会配慮ガイドラインに従い、現状の堆積汚泥の成分を確認することを目的に、現地にて水路の底泥を複数ヵ所サンプリングおよび成分分析を実施した。

1-2. 製品の組み立て

導入前調査結果に基づいて、日本国内において以下の機材及びその付帯設備を製造した。

- ・水陸両用エクスカベーター本体
- ・キャタピラ
- ・つかみ機
- ・残土運搬用台車(リアカー)
- ・台船(浚渫土仮置き用)
- ・台船用ホッパー
- ・スコップ
- ・また鍬
- ・フォーク
- ・ジョレン

1-3. 製品・機材の輸送及び設置

活動「1-2」に記載の機材及びその付帯設備を、神戸港から同国シアヌークビル港へ海上輸送し、通関手続を経て、現地運送業者により、DPWT/PPCC へ搬入した。その後、提案企業のエンジニアによる検品後、機材の組み立て・設置作業を行った。

1-4. 試運転及び本格導入検証

プノンペン都に輸送した同機材を用いて、調査団による作動確認と現地での実技・検証を行い、同機材の有用性を確認した。事前調査より、Trabek 排水路では、路床から水面までの深さ 1.8mのうち汚泥が約 0.5m(0.2m~0.8m の範囲)、堆積していることを確認した。これは、水路断面積の約 27%を汚泥が占めていることになる(この数値は水深から単純に算出した数値であり、正確な算定には水路の断面形状や詳細な汚泥体積厚の情報が必要となる点に留意されたい)。本事業開始時に再度、汚泥堆積厚を確認し、検証作業を通じて、1日当たりの汚泥除去量、清掃必要日数を算出し、これらの結果に基づき、同機材の有用性を示すものとした。有用性の評価としては、浚渫前後の汚泥体積量の測定し、流下能力の評価を実施した(p31「活動 1-4. 試運転及び本格導入検証」参照)。

【成果 2 にかかる活動】

2-1. 技術者の現地 OJT 実施

導入した同機材を用いて、現地 OJT により、カウンターパートである

DPWT/PPCC の職員約 2～3 名をオペレーターとして養成した(現地 OJT は、機材の運転操作ならびにメンテナンス方法について、DPWT/PPCC オフィス内での座学と対象排水路にて同機材を用いた実技を午前午後に分けて実施した)。

2-2. 運転維持管理マニュアルの作成

活動「2-1」におけるオペレーターの養成活動の成果も踏まえつつ、同国の現地事情や能力に即応した運転維持管理マニュアルを作成した。運転維持管理マニュアルは調査団が案を作成し、DPWT/PPCC との協議の上、最終化した。

2-3. 排水路清掃計画の策定

DPWT/PPCC が同機材を用いた排水路の清掃活動を持続的に実施できるように、プノンペン都内の排水路を対象とした段階的な排水路清掃計画を立案した。なお、本計画は、JICA「第三次プノンペン都洪水防御・排水改善計画」にて策定された下水管路および排水路の段階的清掃計画と整合を図った。

【成果 3 にかかる活動】

3-1. 持続的な活動を担保するための活動内容の定期報告の実施支援

DPWT/PPCC が、活動「2-3」で作成した排水路清掃計画に基づき実施された活動の成果を、予算執行の主体であるプノンペン都に報告できるよう、活動報告書(仮称)のフォーマットの作成支援を行った。

3-2. 排水路清掃活動に係る予算申請補助

活動「3-1」で作成された活動報告書(仮称)に基づき、年間の維持管理作業費を試算し、排水路清掃活動に必要な予算申請書類の作成支援を行った。

3-3 除去汚泥を活用した排水路の補強および美化活動

本普及実証事業にて、排水路から除去した汚泥を、軟弱汚泥改良剤にて安定化した上で、土のう袋に詰め、排水路沿いの道路の簡易舗装のための資材として活用した。

【成果 4 にかかる活動】

4-1. 対象国内における市場調査

同国内における同機材およびその他の提案企業が取り扱う建設機械 (BAT ポンプ、クローラークレーン等) の対象顧客 (行政関係) への需要可否含めたヒアリングを行った。また、ビジネスパートナー先 (建設会社または商社等) へヒアリング調査を実施し、パートナーとなりうる候補先の選定を実施し、普及実証後のビジネス展開計画に必要な市場調査 (ヒアリング及び実地調査) を実施した。なお、具体的なヒアリング先及びヒアリング内容は以下通りである。

ヒアリング先	主なヒアリング内容
DPWT/DSD	・排水路の状況と対象となる排水路

ヒアリング先	主なヒアリング内容
	<ul style="list-style-type: none"> 排水路以外の汚泥除去対象先 普及を促進させるための考え方 等
他都市（予定：シェムリアップ行政関係者）	<ul style="list-style-type: none"> 排水路の状況と対策状況 排水路以外の汚泥除去対象先 等
環境省	<ul style="list-style-type: none"> 排水路の環境汚染問題と対策状況 清掃活動の普及促進策 等
パートナー会社（建設会社、商社）	<ul style="list-style-type: none"> 提案企業との協業の可能性（製品の取り扱い、保守体制の構築等） リース、レンタル事業の可能性 等
保守部品の資材の調達先	<ul style="list-style-type: none"> 保守部品に関する調査
大学（候補先：カンボジア工科大学）	<ul style="list-style-type: none"> 排水路の環境汚染問題と対策、研究内容等
JETRO	<ul style="list-style-type: none"> パートナー候補先の紹介 等
<ul style="list-style-type: none"> プノンペン地域 排水路（Trabek、Tumpun） 湖沼（Tonpia、Tamok、Cehung Aek） シェムリアップ地域（予定） 排水路 湖沼（Tonsap、Ankor 外周の沼） 	実地調査 <ul style="list-style-type: none"> 清掃対象となる排水路の全長距離 排水路への搬入方法 ごみ・汚泥の状況 排水路以外の湖沼の汚染状況 等

4-2. 普及計画の策定

上記活動「4-1」で実施する市場調査の結果及び汚泥除去による経済的効果の結果に基づき、業務計画書（3章(1)③(c)（P19））に記載の現状想定している販売計画の実現性可否含めたスケジュール含む事業計画を策定した。また、現状想定している業務計画書（3章(1)③(d)（P20））に記載の普及させるための方法も合わせて策定した。

4-3. 現地セミナーの実施

MPWT、DPWT/PPCC および同国他都市の DPWT 等の関係官庁、建機メーカー、商社および建設会社を招待し、本普及実証事業の活動報告と同機材の普及促進のためのセミナーを本普及実証事業終了時に開催した。

② 業務フロー

以下、図 2-1 のとおり、業務フローを示す。

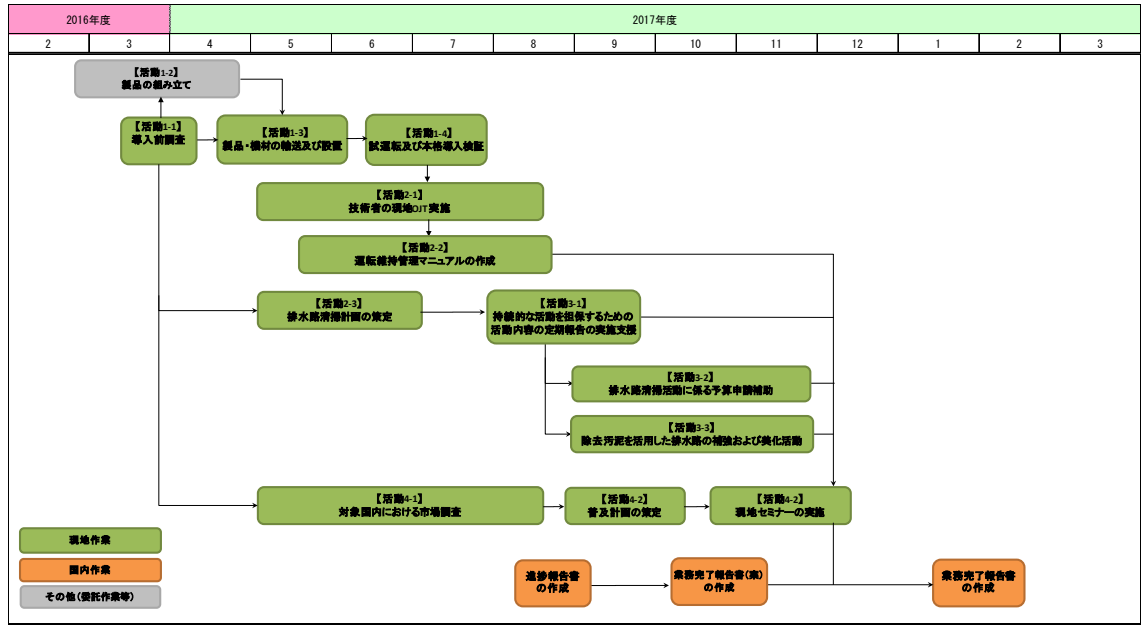


図 2-1 業務フロー

(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）

以下、図 2-2 に作業工程計画を、図 2-3 に要員計画をそれぞれ示す。

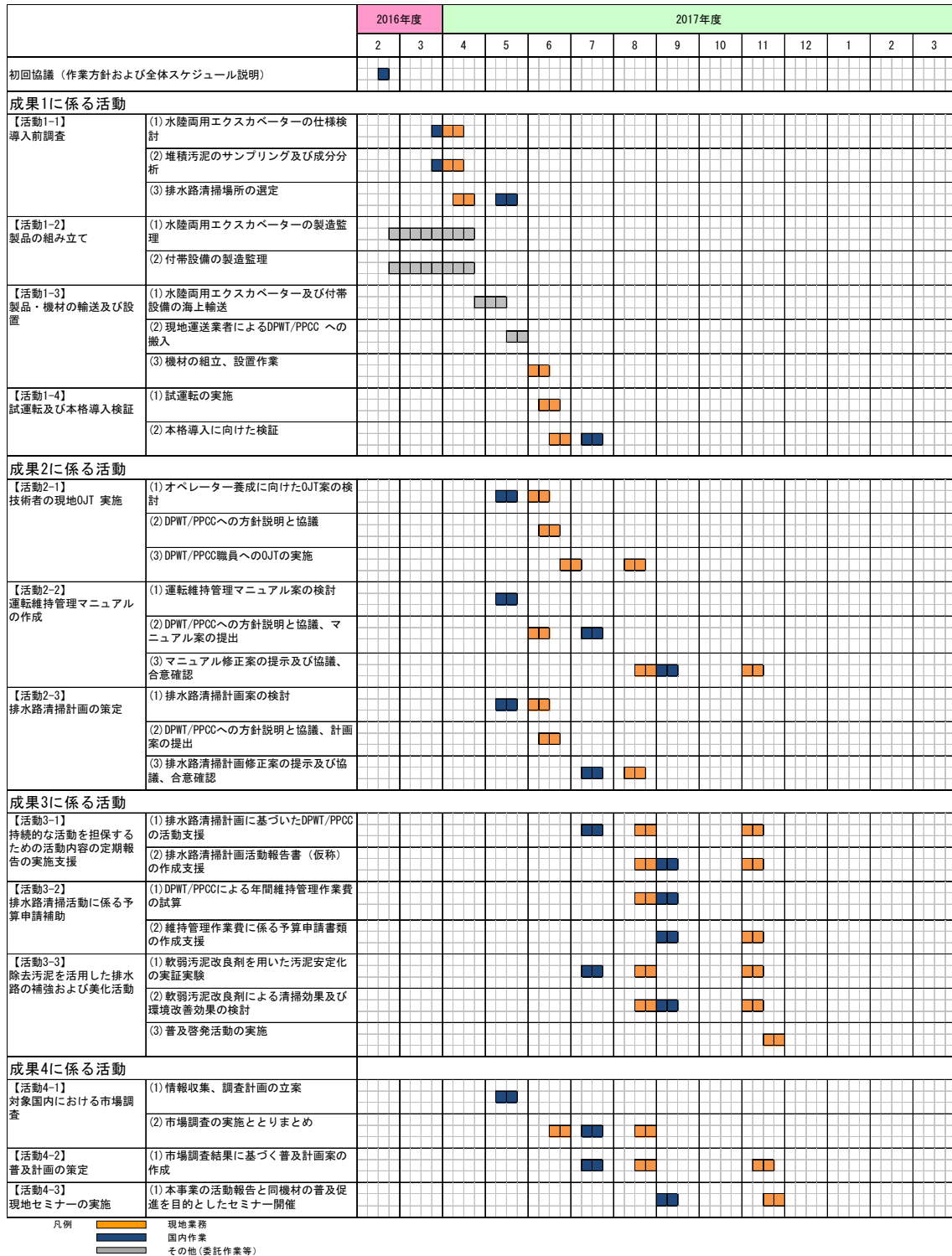


図 2-2 作業工程計画

担当業務	氏名	所属局	計画/ 実績	2017年度												合計					
				2016年度			2017年度									計画/ 実績	現地	国内			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計画/ 実績	現地	国内
業務主任	朝西 芳文	熊大豊商事	計画			5	7	10	10	10	10	10	10	10	10				計画	80	35
			実績			5	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10				実績	80
機材総合指導	岩立 一成	(個人)S&S企画	計画			5		5	10	10	10			10	10				計画	63	25
			実績			5		5	10	10	10			10	10				実績	63	25
機材運転 管理指導1	芳賀 達雄	(個人)コベルコ教育 所	計画			5	7	10	10	10	10			10	10				計画	70	25
			実績			5	7	10	10	10	10			10	10				実績	70	25
機材運転 管理指導2	村古 正洋	熊大豊商事	計画			5	7	10	10	10	10	10	10	10	10				計画	80	35
			実績			5	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10				実績	85
チーフアドバイザー	下河内 仁	熊建設技研 インターナショナル	計画			5		5	7	7	7			7	7				計画	21	20
			実績			5				7	7	7			7	7				実績	0
排水路清掃計画	川本 剛	熊建設技研 インターナショナル	計画			5			10	10	10			10	10				計画	55	25
			実績			5			10		10	10			10	10				実績	58
環境社会配慮	江川 善二郎	熊建設技研 インターナショナル	計画			5	7		10	10	10			10	10				計画	57	25
			実績			5	7		10	10	10			10	10				実績	60	25
ビジネス展開	信澤 勝之	熊ジオブレイン	計画			5		5	10	10	10			10	10				計画	51	26
			実績			5		5	10	10	10			10	10				実績	51	26

図 2-3 要員計画

本普及実証事業にて納入した機材を以下に整理した。

表 2-1 資機材リスト

	機材名	型番	数量	納入年月	設置先
1	水陸両用エクスカ バーター		1	2017年06月	Tumpun 排水路
2	残土運搬用台車 (リヤカー)		4	2017年06月	Tumpun 排水路
3	台船 (浚渫土仮置き用)	鋼製ポンツーン	1	2017年06月	Tumpun 排水路
4	台船用ホッパー	鋼製土砂ホッパー	1	2017年06月	Tumpun 排水路
5	スコップ		4	2017年06月	Tumpun 排水路
6	また鍬		4	2017年06月	Tumpun 排水路
7	フォーク		4	2017年06月	Tumpun 排水路
8	ジョレン		4	2017年06月	Tumpun 排水路
9	汚泥処理費 (軟弱泥土改質剤)		780	2017年06月	Tumpun 排水路
10	土のう袋		5	2017年06月	Tumpun 排水路

事業実施国政府機関側の投入は以下の通りである。

- ・ 現地カウンターパート機関：プノンペン都公共事業運輸局(DPWT)
- ・ 実施体制責任者：Mr. Sum PISETH
- ・ 担当職員数：実施責任者(1名)、機械操縦士(2名)
- ・ 負担事項：水陸両用エクスカバーターの駐車スペース

(5) 事業実施体制

提案企業はこれまでに JICA 調査業務の経験がないため、主に機材調達、機材運転・管理に係る作業を担当した。それ以外の調査及び調整は外部人材、すなわち、個人(2名)、(株)建設技研インターナショナル及び(株)ジオブレインを活用して実施した(表 2-2)。なお、外部人材である(株)建設技研インターナショナルは、表 2-3 に示す現地連絡事務所を有するとともに、JICA の排水関連事業を実施していることから、極めて有益な支援を受けられる体制となっている。また、提案企業は「カ」国の隣国であるベトナム国に支店を有しており、必要に応じ、支援を受けることが可能である。

カウンターパート(C/P)は、プノンペン都公共事業運輸局(DPWT)であり、本製品の技術移転先は DPWT 傘下の排水・下水課(DSD)である。従って、案件の進捗や重要事項については、DPWT、DSD を交えて協議を行うが、技術移転に特化した内容の場合は、DSD と直接、講義やトレーニングを実施した(図 2-4)。

表 2-2 事業実施体制

実施企業	役割	実績・得意分野
提案企業 (大豊商事)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 事業全体の遂行・管理 ▶ 技術の紹介・運転管理 ▶ ビジネス化の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 機材調達及び工程計画・管理 ・ 機材の運転・管理 ・ 技術紹介
外部人材 (個人2名)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 提案機材の総合指導及び運転維持管理に係る OJT 訓練 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 提案機材本体及び運転維持管理に係る知識 ・ 提案機材を含む建設機械全般に係る豊富な指導実績
外部人材 (建設技研インターナショナル)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 情報収集・分析 ▶ 現地関係機関及び各種調査に係る調整 ▶ 現地事務所を通じた支援 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 途上国支援及び開発計画立案 ・ JICA 事業を通じた DPWT をはじめとした様々な「カ」国官公庁との 15 年以上にわたる協力関係の構築 ・ 現在も、JICA 「プノンペン都下水・排水プロジェクト」を実施中
外部人材 (ジオブレイン)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ ビジネス展開に係る検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各種市場調査及び販売計画等の策定 ・ 現在、2 案件の JICA 中小企業支援事業にて「ビジネス展開」計画立案を実施中

出所：JICA 調査団作成

表 2-3 (株)建設技研インターナショナル現地連絡事務所

項目	内容
名称	CTII Phnom Penh Liaison Office
現地職員	Mr. Moueng Sophan
住所	2nd Floor, Department of Public Works and Transport, National Road No.6, Sangkat Prek Leap, Khan Chroy Changvar, Phnom Penh, Cambodia
TEL	+855-12-936-563

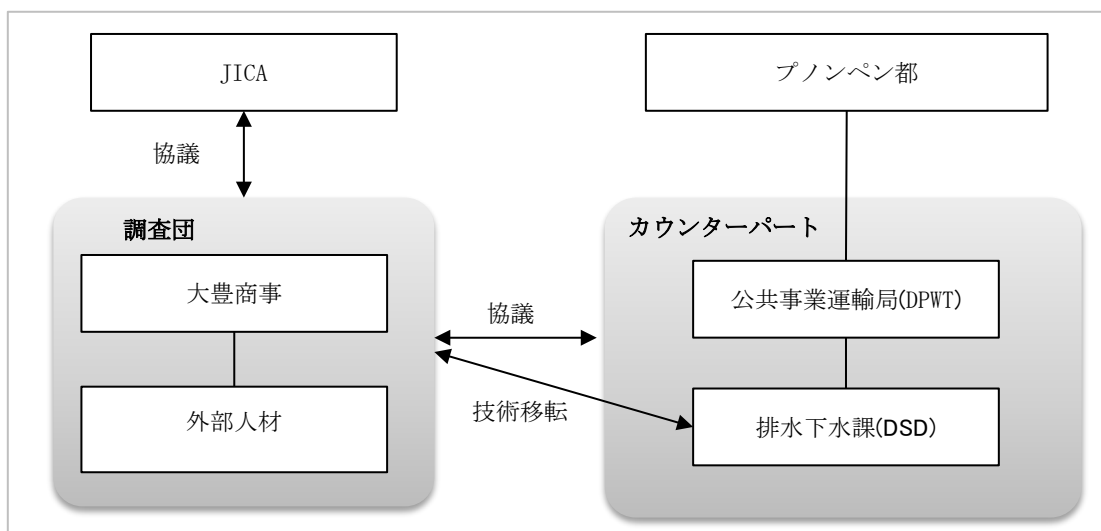


図 2-4 本普及実証事業の実施体制

(6) 事業実施国政府機関の概要

カウンターパート機関である DPWT および DSD 基礎情報、役割等を表 2-4 に、また DPWT の組織図を図 2-5 示す。DSD の正規職員（28 名）は DSD が行う業務の管理職であり、28 名のうち、下水・排水施設及び機材の運営・維持管理計画、下水管設計を担当する技術グループ職員は 8 名、排水管の清掃業務を管理する職員は 1 名、ポンプ場の運営を管理する職員は 2 名である。DSD の契約職員 171 名のうち、緊急排水作業及び排水管路の清掃作業を行う排水管清掃・維持管理グループに属する職員は 45 名、ポンプ場のオペレーションを行う職員は 56 名、建設機械及び排水関連機材の運転を行う職員は 20 名である。

排水管清掃・維持管理グループ（正規職員 1 名、契約職員 45 名）は、雨季の緊急排水作業が発生する約 2 か月間には緊急排水作業に従事し、それ以外の期間には排水管等の清掃作業に従事している。排水管路及び排水関連機材の運営維持管理はこのグループが担当した。

表 2-4 カウンターパート機関の基礎情報

項目	基礎情報
機関名	排水・下水課（DSD: Drainage and Sewerage Division） ※プノンペン都公共事業運輸局（DPWT/PPCC）内の下部組織
事業内容	下水・排水施設の維持管理
年間予算	DPWT：5.1 億円（2014 年）※DSD の予算は不明
組織体制	全体 199 名（内訳：正規雇用 28 名 非正規雇用 171 名）
カウンターパート機関に期待する役割・負担事項	<ul style="list-style-type: none"> ・事業の承認 ・現場責任者(2 名)および機材運転作業(2 名)の選定・配置 ・提案機材を用いた排水路清掃計画の持続的な実施と管理

出所：JICA 調査団作成

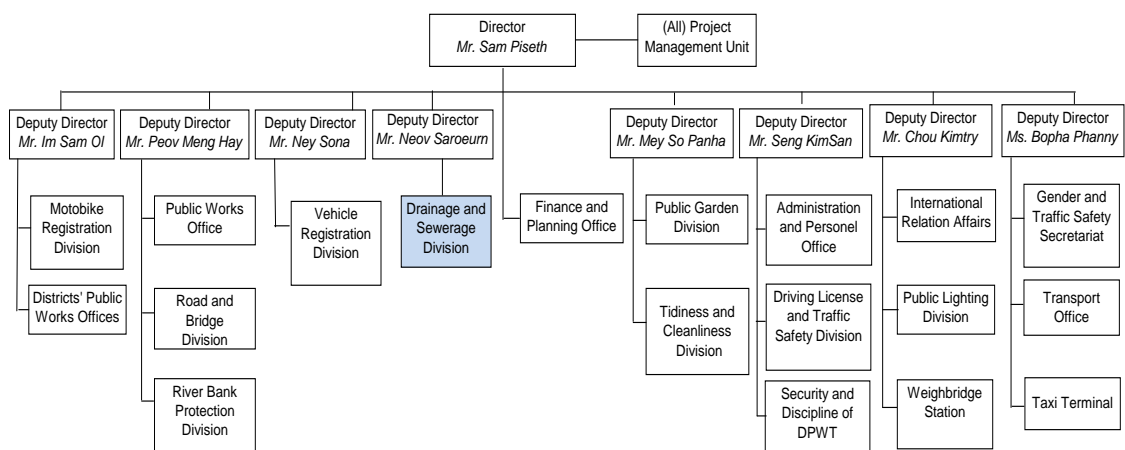


図 2-5 DPWT の組織図

2014 年のプノンペン都の支出内訳ではポンプ場電気代、管渠・水路清掃、管渠修理・新設の順で多く、管渠・水路清掃、及び管渠修理・新設の費用には DSD の費用が含まれる。DSD の作成した年間報告に基づき、DSD の近年の支出額を表 2-5 に示す。排水関連費用は年々増加しており、プノンペン都として排水事業に注力していることがうかがえる。

表 2-5 DSD の支出内訳

単位：百万リエル

項目	2011	2012	2013	2014	2015
排水管清掃	732.98	682.03	496.17	390.09	152.00
排水管路修復	162.02	179.02	248.10	222.50	237.00
ポンプ場修理	-	171.00	262.00	255.95	230.00
排水路・調整池清掃	-	265.74	170.00	882.00	247.00
排水管新規建設	168.00	747.22	2,525.98	2,959.37	3,622.78
合計	1,063.00	2,045.01	3,702.25	4,709.91	4,488.78

出所：JICA、「第 4 次プノンペン市洪水防御・排水改善計画」(2017 年 1 月)

1USD=4,100 リエル

3. 普及・実証事業の実績

(1) 活動項目毎の結果

① 成果 1 に係る活動

(ア) 活動 1-1. 導入前調査

(A) 現地踏査

本事業において製造・調達する機材「水陸両用エクスカベーター」及びその付帯設備の製造に先立ち、現地の状況を確認し、現地事情に合わせた仕様、アクセス経路、機材の搬入及び設置場所の検討を行うために現地踏査を実施した。

現地踏査を実施した場所は、対象排水路である Tumpun 排水路及び Trabek 排水路に加え、DPWT より依頼のあった Tuol Kouk ポンプ場の周辺排水路等である。各地点の詳細な特徴を「3. (1) ④ (ア) 活動 4-1 対象国内における市場調査」の(a)～(f)に、調査地点図は図 3-9 に記載した。



現地踏査の結果、全長約 9km の Tumpun 排水路では約 4.7km、全長約 3.3km の

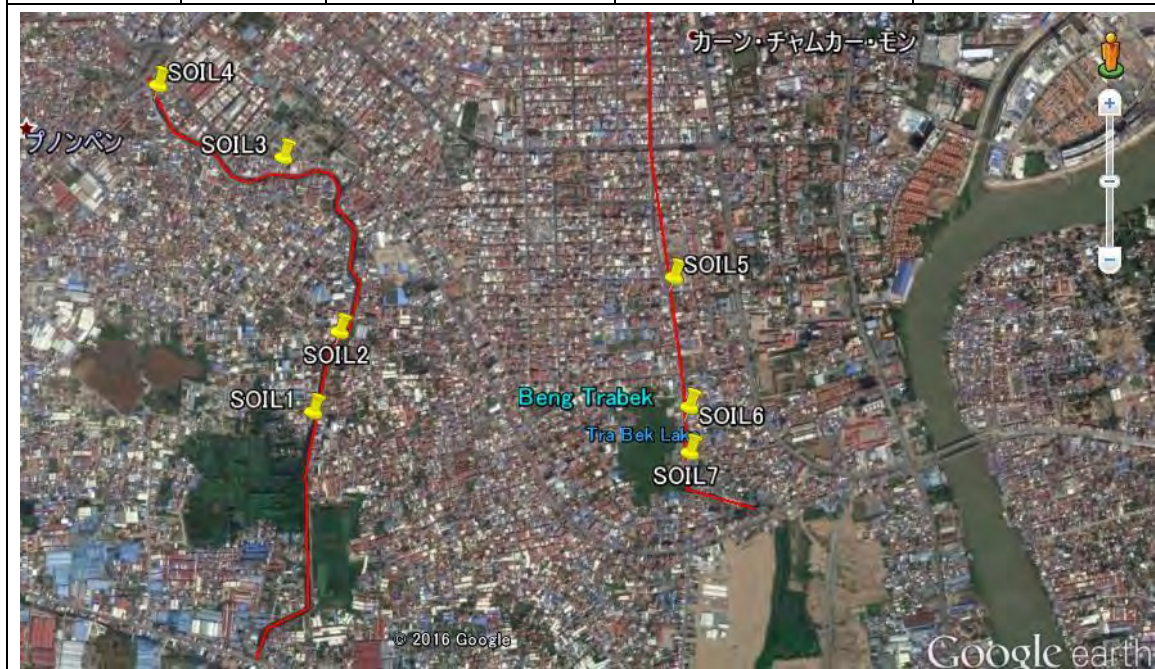
Trabek 排水路では約 1.1km の排水路において、本機材が活用できる範囲であると推測した。トレーラーでの機材搬入や現場へのアクセス等を踏まえ、試運転は Tumpun 排水路で行うこととした。なお、水陸両用エクスカベーター自体の仕様変更は不必要と判断したが、作業効率の向上を目指し、残土運搬用台車（リアカー）や台船（浚渫土仮置き用）を導入した。

(B) 汚泥分析

水陸両用エクスカベーターの作業箇所を選定する上で排水路内の状況を把握する必要があった。特に、本事業の特性上、最も周辺環境への影響が大きいと想定された汚泥（廃棄物）について、表 3-1 に示す 7 箇所でのサンプリングし、排水路内の汚泥成分（重金属の有無等）を確認した。

表 3-1 汚泥サンプリング箇所一覧

場所	No	緯度	経度	備考
Tumpun 排水路	No.1	11°31'55.34"N	104°54'16.25"E	
	No.2	11°32'7.75"N	104°54'20.40"E	
	No.3	11°32'34.74"N	104°54'11.58"E	
	No.4	11°32'45.94"N	104°53'51.81"E	
Trabek 排水路	No.5	11°32'16.20"N	104°55'13.15"E	
	No.6	11°31'56.11"N	104°55'15.54"E	シャベル使用
	No.7	11°31'49.05"N	104°55'15.65"E	シャベル使用



No1～No5 地点で採取に用いた機材は「笠原理化工業 (Kasahara) 汚泥厚測定器 OD-3 オデイプロ 2 号」、No6 及び No7 地点（488 道路下流側の Trabek 排水路）は、貝類やゴミの堆積により上記機材の使用が困難であったため、岸付近の泥を

シャベルを用いて採取した。Tumpun 排水路に堆積していた汚泥は粘土混じりのシルト状であり、比較的ゴミの堆積が少なかったが、Trabek 排水路は周辺住民が破棄したと思われる貝類やゴミの堆積が目立った。汚泥分析結果の概要を以下に、各地点の詳細結果を添付資料 1 に、基準値⁵を添付資料 2 に添付した。

表 3-2 汚泥分析結果

No	Parameter	unit	No1	No2	No3	No4	No5	No6	No7	基準値
1	Total Nitrogen (N)	g/100g	0.28	0.20	0.17	0.23	0.12	0.24	0.39	-
2	Total Phosphorus (P)	g/100g	0.06	0.06	0.03	0.03	0.01	0.06	0.24	-
3	Total Potassium (K)	g/100g	0.41	0.27	0.36	0.31	0.26	0.31	0.45	-
4	Total Organic Carbon (TOC)	g/100g	7.78	8.12	8.80	6.31	2.87	8.41	10.70	-
5	Iron (Fe)	g/100g	0.36	0.32	0.12	0.14	0.06	0.14	0.53	-
6	Total Calcium (Ca)	g/100g	0.90	1.10	0.80	0.67	0.34	0.63	1.52	-
7	Zinc (Zn)	mg / Kg	0.02	0.02	0.01	0.05	0.01	0.02	0.04	< 500
8	Arsenic (As)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	0.05	< 40
9	Mercury (Hg)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	0.01	< 10
10	Lead (Pb)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	0.05	< 420
11	Cadmium (Cd)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	0.02	< 5.0
12	Chromium (Cr)	mg / Kg	0.03	0.02	0.02	0.03	0.01	0.05	0.12	< 380
13	Nickel (Ni)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	3.20	< 75
14	Water content	g/100g	79.40	85.40	90.20	91.10	96.70	87.50	64.40	-

出所：JICA 調査団作成

注 1) 基準値は Prakas No.387 on Standard of Pollution or Hazardous Wastes in Cambodia で設定されている 74 項目のうち、該当箇所を記載。

注 2) As, Hg, Pb, Cd, Cr, Ni の単位は基準値に合わせて換算

上記より、全地点とも基準値より値が低い結果となった。なお、Trabek 排水路の地点 7 は他の地点（地点 1～6）と比較して全体的に若干値が高いが、これは採取地点の真横に住居や家具工場があり、排泄物やゴミ、工場排水の流入が間近で行われていたことが大きな要因であると想定された。

⁵ 基準値は Prakas No.387 on Standard of Pollution or Hazardous Wastes in Cambodia を参照



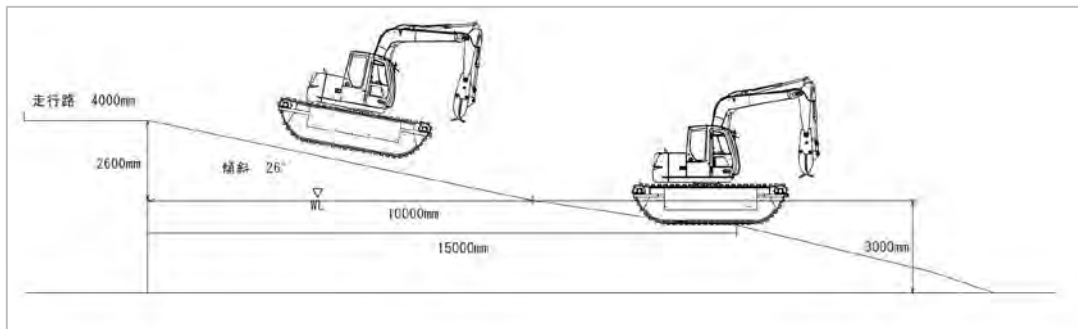
(イ) 活動 1-2. 製品の組み立て

導入前調査結果に基づき、日本国内において水陸両用エクスカベーター及び残土運搬用台車(リアカー)、台船(浚渫土仮置き用)等の付帯設備を製造した。本製品は、干満に関係なく、通常のバックホウでは侵入不可能な湿地帯、軟弱地盤など多用途に対応可能な仕様となっている。加えて、エクスカベーターにはキャタピラの側面にフロートを据え付け、水上作業における安定性を確保した。

次に、本製品が排水路に自走で侵入可能か否かの判断は、排水路の護岸の傾斜に依存する。図 3-1 のように、傾斜が 26 度程度までなら自走にて侵入可能であるが、法面が急勾配、もしくは護岸が整備されており手摺りなどが据え付けられている場合はクレーン車などの重機が必要となる。なお、本実証事業においては、自走にて排水路に侵入した。



写真 3-1 製造した水陸両用エクスカベーターおよび付帯設備



出所：JICA 調査団作成

図 3-1 水陸両用エクスカベーターにおける排水路侵入可能斜路

(ウ) 活動 1-3. 製品・機材の輸送及び設置

機材一式は、2017年5月2日に、神戸港を出港し、5月15日にシアヌークビル港に到着した。しかしながら、地方選挙などの影響もあり、通関および免税措置に時間を要し、免税措置や通関作業が完了したのは6月17日であり、その後、プノンペン DPWT 敷地内に機材一式が運搬された(表 3-3)。機材到着後は、荷下ろしを行い、調査団が機材の検品を実施した(写真 3-2)。

表 3-3 輸送から設置までの工程

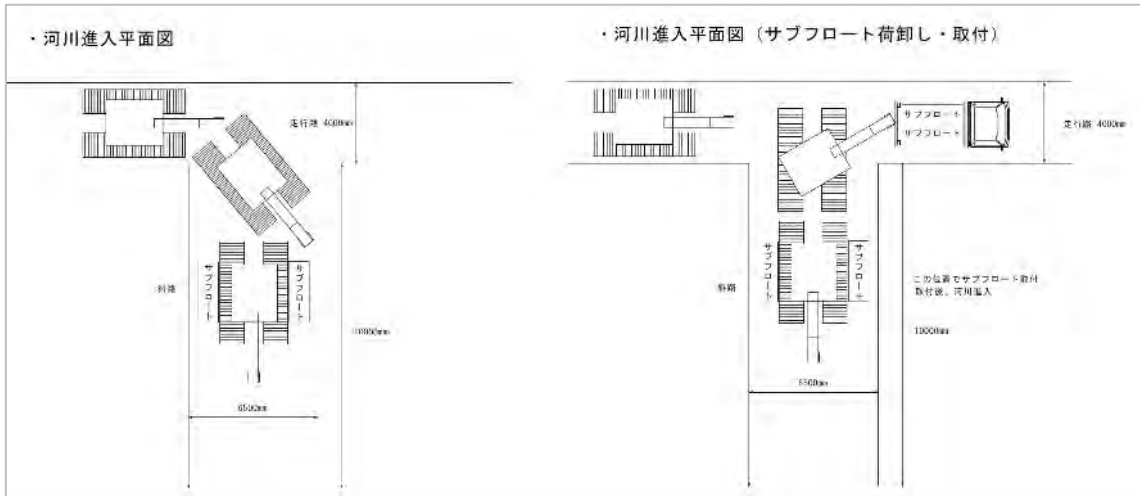
日程	内容
2017年5月2日	神戸港出港
2017年5月15日	シアヌークビル港到着
2017年6月17日	到着後、免税手続きを JICA カンボジア事務所の協力の下で実施した結果、免税措置が完了。
2017年6月20日	DSD に機材到着

出所：JICA 調査団作成



写真 3-2 機材の荷下ろし、検品状況

本製品を現場に運搬するには、走行幅が 4m 以上必要となる(図 3-2)。資機材搬入時間については、交通量の少ない午後 9 時過ぎが望ましいが、DPWT と協議し、夜間は周囲の状況が確認できないこと、騒音など安全衛生上不安が多いこと等の理由により、交通状況に配慮した上で昼間に資機材の搬入を行った。



出所：JICA 調査団作成

図 3-2 資機材搬入平面図

(工) 活動 1-4. 試運転及び本格導入検証

(A) 試運転

2017年6月26日より、機材を現地に運搬し、調査団主体で試運転を実施した。試運転を実施した場所は、Tumpun 排水路におけるポンプ場上流 2.65km 地点である(図 3-3)。Tumpun 排水路は 2001 年に JICA の排水事業において整備されている。表 3-4 に排水路の設計諸元を、図 3-4 に 2.65km 地点の計画断面図を示す。



出所：JICA 調査団作成

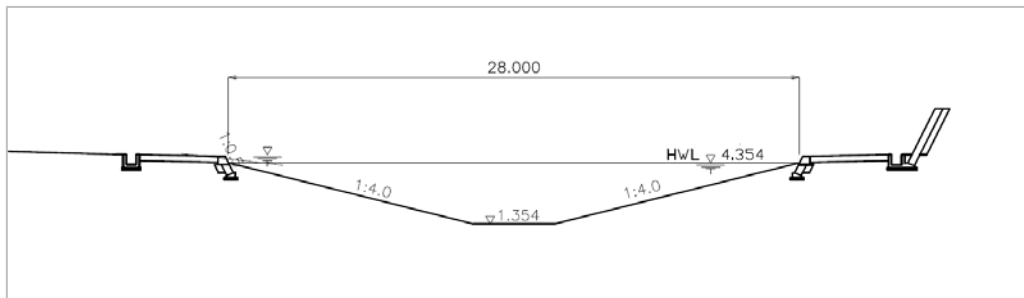
図 3-3 試運転実施場所

表 3-4 Tumpun 排水路計画諸元 (2001 年)

設計流量(m ³ /sec)	縦断勾配	水路幅(m)
40.0	1/2,500	28.0

出所：JICA 調査団作成

注) 水路幅は通水部の上幅。管理用通路幅(10m)は含めない。



出所：「プノンペン市洪水防衛・排水改善計画」をもとに、調査団が作成

図 3-4 2.65km 地点における計画断面図

試運転では、本格導入に先立ち、以下の点について確認を行った。

- ・ 汚泥堆積状況の確認
- ・ 水路への侵入方法および作業帯の確保方法の確認
- ・ 汚泥浚渫方法の確認

調査時 (2017 年 6 月 28 日) における Tumpun 排水路 2.65km 地点 (Tumpun ポンプ場の上流) の水位を下表に示す。なお、本地点は自然護岸であり、設計時 (2001 年) の元々の砂礫の高さと汚泥堆積の高さの境界は把握できなかった。そのため、設計時の断面に対して、調査時の水位および水深から、汚泥堆積厚を推測した。その結果、左岸側では汚泥の堆積は見られなかったのに対し、排水路の中央から運側にかけて、汚泥は 40~70cm(平均 55cm)堆積していたと推察される。他方、調査時の水路幅は 22m であり、設計時の水路幅 28m に対して約 78%であった。調査時の流量を平常と考えると、排水路に堆積する幅は、設計時の水路幅の約 70~80%(平均 75%)と考えられる。

表 3-5 Tumpun 排水路 2.65km 地点の状況 (2017 年 6 月 28 日)

地点	水深(cm)(水面から汚泥まで)
1. 左岸から約 8m 地点	150
2. 左岸から約 14m 地点 (作業地点)	(作業前) 180 (作業後) 270
3. 左岸から約 18m 地点	95
4. 左岸から約 23m 地点	25

出所：JICA 調査団作成

上記の水深より、現在の堆積状況を推定すると、下図の通りとなる。また、Tumpun 排水路 2.65km 地点における設計時および調査時の流下能力の比較について下表に示した。計画時の断面を 100%とすると、汚泥の堆積により、断面積は約 10%減少し、これに伴い、流速は 7%、流量は 16%減少していると推測される。

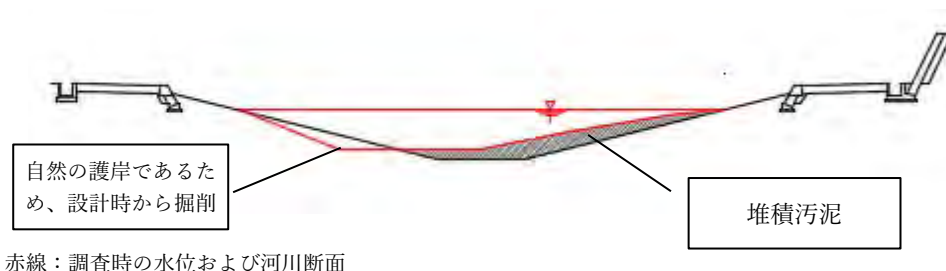


図 3-5 現地調査より想定される汚泥

表 3-6 Tumpun 排水路 2.65km 地点における設計時および調査時の流下能力の比較
(試運転時)

項目	単位	計画時 (2001年)	調査時 (2017年6月28日)	設計時からの 減少度
断面積	m ²	48.00(100%)	43.10(90%)	10%
流速	m/s	0.94(100%)	0.88(93%)	7%
流量	m ³ /s	45.09(100%)	37.68(84%)	16%

出所：JICA 調査団作成

(B) 本格導入

水陸両用エクスカベーターの本格導入は 2017 年 8 月 31 日から Tumpun 排水路、Trabek 排水路にて実施し、汚泥の浚渫から汚泥の運搬までにかかる時間を計測した。

試運転時は、汚泥運搬用台船に載せた汚泥貯留用タンクに浚渫汚泥を投入していたが、ゴミが多く、バキュームカーで吸い込む際にホースが目詰まりすることが多々あり、作業の効率性を下げていた。そのため、本格導入時には、汚泥運搬用台船に浚渫汚泥を投入し、そこでレーキ(熊手)を用い、作業員が分別するようにした(写真 3-3)。これにより、効率性は向上し、汚泥搬出時間は試運転時の 30~40 分から 20~30 分程度と約 10 分ほど短縮した。その結果、汚泥浚渫作業に係る必要作業時間は、約 2.0-2.5 時間となった(表 3-7)。

なお、類似の海外製品の場合、不十分な溶接が原因で、機材を運転していくにつれて、水が製品内部(特にフロート)に侵入し、作業に支障が出るといったケースがある。今回の普及実証事業では、試運転から本格導入作業までを含めて正味 1 か

月ほど機材を運転したが、本姓人は日本人技術者により製造されているため、製品に不具合は見られず、安全面についても妥当性が確認された。



試運転時
(貯留タンクに汚泥を投入)

本格導入時
(台船に直接投入)

写真 3-3 排水路への底泥浚渫作業

表 3-7 1 サイクル当たりの必要作業時間

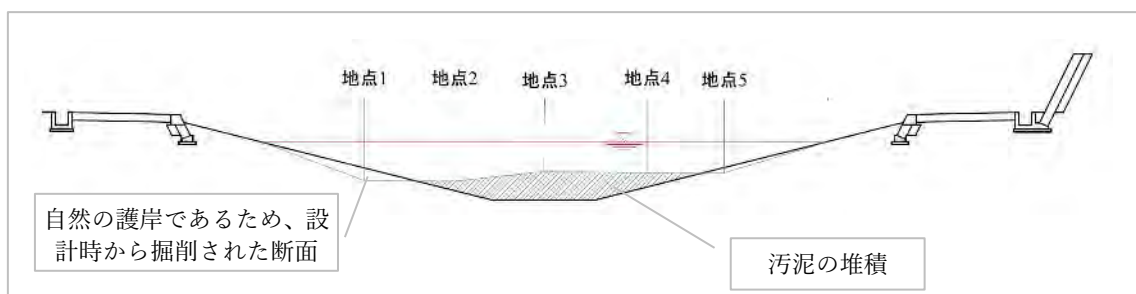
項目	内容	本格調査時
排水路汚泥の浚渫時間	汚泥貯留タンク 3.9m ³ の約 8 割(約 3m ³)を浚渫するのに要する時間	約 15-20 分
汚泥搬出時間	汚泥貯留タンクから陸上へ汚泥を搬出する時間	約 20-30 分
汚泥移送時間	陸上へ搬出した汚泥を処分施設まで移送する時間	1 台当たり約 1.5 時間
1 サイクル当たりの時間	約 3 m ³ を浚渫し、移送完了するまでの 1 サイクル当たりの時間	約 2.0-2.5 時間

出所：JICA 調査団作成

次に、汚泥浚渫作業の効果を示すため、汚泥の堆積状況を調査した。水深調査地点は、排水路の横断 5 地点である(図 3-6, 表 3-8)。なお、これらの結果は、異なる横断地点で複数回計測した平均値を示している。排水路の汚泥浚渫作業前に汚泥堆積状況を計測したところ、排水路中心部(地点 3)の水深は、95 cm であり、汚泥の堆積状況は横断的にほぼ均一となっていた。ただし、両岸付近は、設計時の断面よりも深くなっていたが、この理由としては、Tumpun 排水路は、自然護岸であり、経年的に水流によって掘削されたものと推察される。

その後、堆積汚泥を浚渫し、再度水深を計測したところ、掘削深さの平均値は 10 cm であり、エクスカベーターのバケットの規模からすると、想定よりも掘削していない結果であった。この要因としては、次の 2 つが考えられる。1 つ目は、ある地点を掘削しても、汚泥が掘削した場所に流れこんでいる可能性がある。つまり、仮にバケットで 30 cm ほど掘削していたとしても、バケットを引き上げた瞬間に、

周辺の汚泥がその場所を埋めるように流れ込み、計測時には、10 cm しか掘削して
いないことになっていると推測される。2 つ目としては、浚渫前後で排水路の水位
が変わっていることである。これを確認するために、Tumpun 排水路の下流にある
Tumpun ポンプ場にて作業員にポンプの操作状況についてヒアリングを実施した。
作業員によると、ポンプは 5 台あるが常時稼働させているのは 4 台で、残り 1 台は
雨天時用の予備機とのことであった。また、操作時間は 6 時～11 時、13 時～17 時
とのことであった。本普及実証事業の活動時間は、9 時～16 時であり、作業前の水
深確認は 9 時半頃、作業後の水深確認はおよそ 15 時頃に実施していたため、水位が
変化している可能性は否めない。実際、表 3-8 の地点 2 においては、浚渫後のほう
が浚渫前よりも水深が浅くなっていることから、掘削深さよりも、ポンプの排水効
果による水位低下のほうが大きいことがわかる。これを解消するためには、バケッ
トで 1 回汚泥を浚渫する度に水深を計測していれば、2 つ目の要因は解消できるか
もしれないが、水深測定の度に作業を中断することになるため、非効率である。そ
のため、上述の要因は考えられるものの、汚泥浚渫作業の効果としては、本測定結
果の水深を用いることとした。その結果、設計時の流下能力を 100% とすると、浚
渫前の断面積は 84%、流量も 75% まで減少していた(表 3-9)。そして、浚渫作業を
行った結果、断面積は 92%、流量も 87% まで回復したことから、浚渫作業によって
排水路の流下能力の改善に一定の効果が得られたものと考えられる。



出所：JICA 調査団作成

図 3-6 本格導入時における調査地点の汚泥堆積状況(複数地点の平均的な堆積)

表 3-8 浚渫前後の水深(平均値)

水深測定点	地点 1	地点 2	地点 3	地点 4	地点 5	備考
左岸からの距離	4m	7 m	10 m	13 m	16m	
汚泥堆積厚(cm)	0	43	95	42	0	設計時の断面か らの堆積厚
水深(浚渫前)(cm)	149	151	114	119	119	
水深(浚渫後)(cm)	157	144	129	131	138	
平均掘削深(cm)	7	-7	14	12	19	平均：10 cm

出所：JICA 調査団作成

表 3-9 1Tumpun 排水路 2.65km 地点における掘削前後における流下能力の比較
(本格導入時)

項目	単位	計画時 (2001年)	浚渫前		浚渫後	
			流下能力	設計時からの 減少度	流下能力	設計時からの 減少度
断面積	m ²	48.00(100%)	40.30(84%)	16%	44.00(92%)	8%
流速	m/s	0.94(100%)	0.84(89%)	11%	0.89(95%)	5%
流量	m ³ /s	45.09(100%)	33.77(75%)	25%	39.09(87%)	13%

② 成果 2 に係る活動

(ア) 活動 2-1. 技術者の現地 OJT 実施

(A) OJT 対象者の選定

プノンペン都における排水路および雨水排水管の清掃は、現在、DPWT の傘下である DSD が担っている。DSD は、これまで JICA が実施してきた「プノンペン都洪水防御・排水改善計画(以後、「排水事業」と称す)」フェーズ 1~3 において整備された排水施設の維持管理を実施しており、通常のエクスカベーターを用いて排水路に流下してくる浮遊物（ビニール袋や食品の残渣など）の除去などを行っており、機械の基本的な運転操作には精通している。そこで、本普及実証事業においても、DSD に技術移転を実施することとした。

技術移転の対象者は、清掃作業の指揮を執るべき現場責任者としては、チーフエンジニアクラスを 2 名、そして機材の運転操縦士としては、普段から通常のエクスカベーターを運転している技術者 2 名、合計 4 名を選定した。

(B) 本事象事業にて技術移転する内容

本製品を活用した排水路清掃の OJT を実施するにあたり、OJT の目的および技術移転すべき内容を明確にする必要がある。そこで、OJT で実施する内容を整理した(表 3-10)。

表 3-10 OJT の目的および技術移転の内容

項目(Item)	目的(Purpose)	内容(Contents)
事前準備 (Preliminary)	安全対策の考え方、搬入経路、事前調査方法について理解する。 (Understand the concept of safety measures, transport route, and preliminary survey method.)	<ul style="list-style-type: none"> 作業帯の確保(Securing work zones) 禁止事項、緊急時対応(Prohibited matter, emergency response) 作業時の排水路の水位および汚泥堆積厚の確認(Confirmation of water level and sediment sludge thickness in the drainage system)
機械運転操作 (Machine)	講義および OJT を通じ、機器の名称、操作方法について理解する。	<ul style="list-style-type: none"> 各機器の名称、性能(Name and performance of each device)

項目(Item)	目的(Purpose)	内容(Contents)
Operation)	(Understand the name of the equipment and how to operate it through lectures and OJT)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 排水路への侵入・陸揚方法(How to enter and landing to/from drainage channel) ・ 汚泥浚渫方法(Dredging method) ・ その他、付帯設備の設置・操作方法 (Installation and operation method of incidental facilities)
汚泥処理・処分 (Sludge treatment and disposal)	浚渫汚泥の処理および処分方法について理解する (Understand treatment and dispose method of dredged sludge)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人力による汚泥搬出方法(Sludge carrying method by manual) ・ 汚泥吸引車を用いた汚泥搬出方法(Sludge carrying method by sludge sucker) ・ 汚泥の改質および再利用方法(Reformulation and reuse of sludge)
保守点検 (Maintenance)	機械の保守点検方法および管理方法について理解する (Understand maintenance inspection method of machine)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 作業前点検の方法(Preliminary inspection) ・ 定期点検方法および報告書作成方法 (Regular inspection and reporting)

出所：JICA 調査団作成

(C) OJT 実施結果

前述の表 3-10 で示した技術移転内容に従い、チーフエンジニアクラスの 2 名、機械オペレーター 2 名に対して、OJT を実施した。

チーフエンジニアクラスの 2 名に対しては、機材の搬入から、汚泥浚渫作業、搬出作業に至るまでの監理監督方法について、指導を行った。搬入時には、機械が搬入可能な経路の確認、作業帯の確保方法を指導した。また、後述する図 3-8 の清掃記録票を用い、作業時の状況(日時、天候等)、作業内容(浚渫距離、汚泥浚渫量等)などの記入方法の指導を行った。清掃記録票は、開始当初、調査団の指導下で記入をしていたが、簡易な様式としたこともあり、翌日以降は、DSD 職員自らで記入を進めていた。また、記録票のコメント欄には、異常時の状態、例えば、夜間の間に大量のごみが浮遊し、翌朝に水陸両用エクスカバターの側部に堆積していたことや浚渫時にタイヤや大きな布が引っ掛かり、作業に支障が出たことなどを記載しており、適切に活用されていることが確認された。

次に、機械オペレーターに対しては、排水路への侵入・陸揚、水上でのエクスカバターの操作方法ならびに機械のメンテナンス指導した。まず、排水路の侵入方法として、写真 3-4 の①で示したように、調査団は前方から侵入する方法を指導した。この方法は、排水路の路床にアームを伸ばし、バケットでエクスカバターを支えながらゆっくりと前進する方法である。操縦席から排水路側を見ているため、安全確保は行いやすいが、排水路の路床が見えないことや機体を支えながらアームの伸縮を行う必要がある。この方法について、DSD のオペレーターと相談した際、オペレーターからは後ろ向きのほうが機体を支えやすく、自らの能力に見合っているとの意見が出されたことから、調査団の合意のもとで、写真

3-4 の②で示したように、後方から侵入する方法にて実施した。その結果、後方から侵入するため、排水路の状況は確認しづらいものの、バケットの先端を地面に接地させながら徐々に機体を降下させていくことで、安全に排水路に侵入することが可能であった。



写真 3-4 排水路への侵入方法

浚渫作業について、まずは水上での機体の安定確保について指導した(写真 3-5)。特に、アームを伸ばした状態で汚泥を浚渫すると機体が傾くため、その傾きの度合いを体験する必要があった。そのため、最初は水をバケットですくい上げ、慣れてきたところで、より比重の大きい底泥の浚渫を行った。DSD 職員は、これまでも陸上のエクスカベーターの運転は行っているため、機器の操作は問題なく行われた。表 3-7 で示したように、約 3 m³の汚泥を浚渫するの要した時間は、2017 年 7 月の試運転時は約 20-30 分であったのに対し、2017 年 9 月の本格導入時は約 15-20 分に短縮した。



写真 3-5 機械の運転指導状況

(イ) 活動 2-2. 運転維持管理マニュアルの作成

DSD 職員が本製品を用いた一連の清掃技術および運転技術を身につけることを目的に、清掃マニュアルならびに運転メンテナンスを作成した。マニュアルの構成は、以下の通りである(詳細は、添付資料 3 および添付資料 4 を参照)。作成したマニュアルを用い、DSD 職員に対し、技術移転を行った

清掃マニュアルの構成

- ① 機械設置およびサブフロートの取り付け
- ② 排水路への侵入、排水路の浚渫
- ③ 浚渫汚泥の貯留および搬出
- ④ 浚渫汚泥の処理
- ⑤ 機材の保守点検

運転・メンテナンスマニュアルの構成

- ① 安全編 (SAFETY PRECAUTIONS)
- ② 運転装置編(MACHINE FAMILIARIZATION)
- ③ 運転操作編(MACHINE OPERATION)
- ④ 点検整備編(MAINTENANCE)

(ウ) 活動 2-3. 排水路清掃計画の策定

活動 1-4 および活動 2-1 で実施した内容をもとに排水路清掃計画を策定した。排水路清掃計画の策定にあたっては、以下の項目について検討した。

- 清掃計画対象排水路
- 一日当たりの作業量
- 実施時期・作業スケジュール
- 人員体制
- 作業費用

(A) 清掃計画対象排水路

本普及実証事業にて導入した水陸両用エクスカベーターによる清掃対象となる排水路は、機材の排水路への侵入、現場での作業性に鑑みると、水路幅は 4m 以上を必要とする。そのため、水路幅が 4m 未満の水路で通常のエクスカベーター(アーム長の長いタイプ)にてアクセス可能な排水路については作業対象外とした。他方、排

水路の法面が 26 度程度までなら自走により排水路へと侵入可能であるが、法面が急勾配もしくは護岸が整備されており、手摺りなどが据え付けられている場合は、クレーン車などが必要となる。そのため、両岸にアクセス道路がない場合でも、クレーン車を活用してアクセス可能な排水路は清掃計画の対象となるが、クレーン車の活用も困難な箇所については、計画対象外とした。このような観点から、清掃作業が可能な排水路を調査した(詳細は、活動 4-1 の実地調査結果を参照)。その結果、清掃対象排水路は、Tumpun 排水路の 4.7km(全長約 9km)、Trabek 排水路の 1.1km(全長約 3.3km)とし、水路幅や水深等が不明なその他排水路①約 4.7km は除外するものとした。

(B) 一日当たりの作業量

一日当たりの作業量は、横断方向および縦断方向の作業範囲より算定した。算定にあたり、排水路における汚泥の堆積状況を数地点で確認したところ、図 3-7 に示したように、排水路の中心部に汚泥が堆積していることが確認された。当初は、排水路の水路の横断幅全域を対象とすることを想定していたが、全域を対象とすると、整備済みの自然護岸も浚渫してしまう可能性が出てきた。従って、排水路の清掃計画としての作業対象範囲は、排水路幅に対して中心部の約 40%(Tumpunh 排水路:7-11m, Trabek 排水路: 5-6m)を対象とすることとした。また、エクスカベーターの 1 回あたりの縦断方向の作業範囲は 2~3m であるが、計画上は安全側として 2m とした。

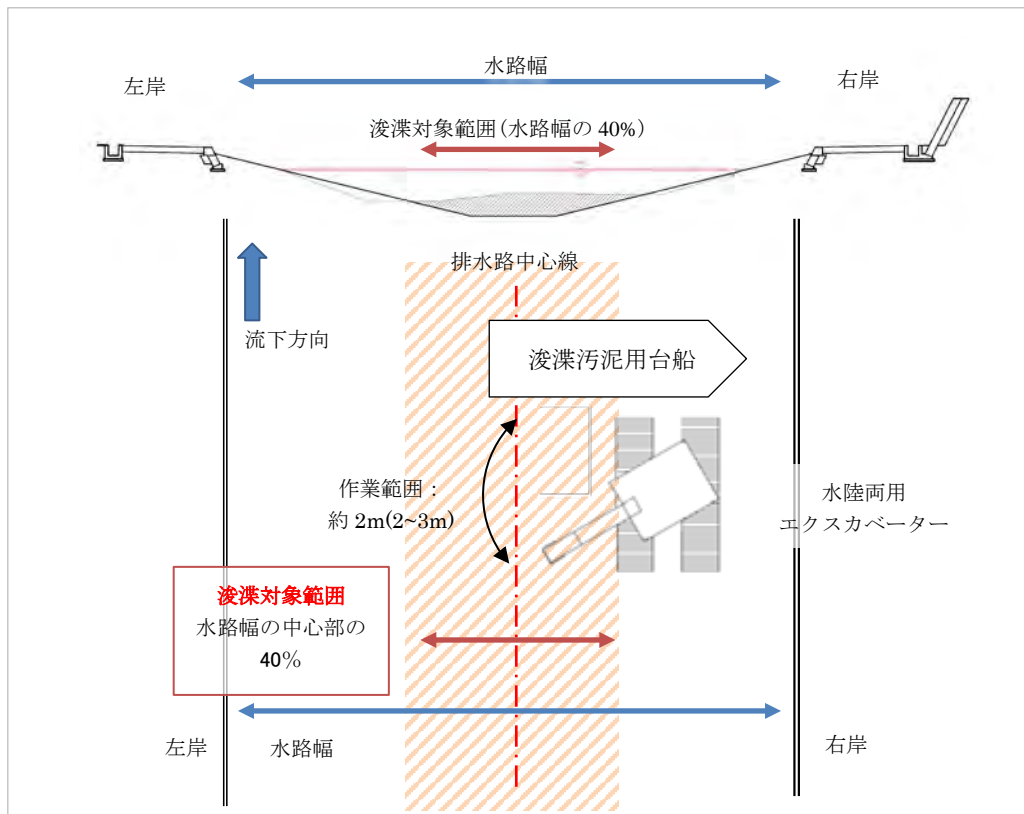


図 3-7 清掃計画における浚渫対象範囲の考え方(上図：横断面、下図：平面図)

(C) 実施時期・作業スケジュール

実施時期・休暇日数

排水路の清掃時期は、6月から10月の雨期を避けたほうが望ましいが、カンボジアの場合、雨が一日中降り続くことは稀で、夕刻(16時ごろ)に短期集中的に降る傾向がある。また、この約5か月の期間作業をしない場合、排水路の清掃に膨大な時間がかかることから、DSDと協議のもと、降雨時の避難行動を定めておくことで対応可能とし、雨期の時期も作業は実施するものとした。なお、降雨の影響により、雨水が排水路へ大量に流入し、水位の急激な変化が予見される場合、作業を一時中断し、資機材を水路の護岸側に避難させて対応することをDSDと確認した。

作業スケジュール

カンボジアの祝祭日であるが、2017年は27日、日曜は53日ある。その中でも、4月のクメール正月(4月中旬の約2週間)、お盆(プチュンバン：9月下旬から10月上旬の約3~4日間)、11月の水祭り(11月初旬の約3~4日間)は、その前後の期間も含めて職員は休暇を取る可能性があることから、作業日数に加えないこととし

た。次に、2017年度のカンボジアの祝日は27日間であったが、これには既述の祝日も含まれるため、その他の祝日は13日となる。また、土曜・日曜は53回、計106日あったことを加えると、正味の休暇日数は150日となる。従って年間の稼働日数は215日となるが、これに悪天候により作業ができないことが生じる場合を加味し、年間の稼働日数は200日として計算することにした。

そして、休暇日数並びに稼働日数200日をもとに、年間スケジュールを計画すると、表3-12の通りとなる。特に、4月はクメール正月のため2週間ほどの休暇となり、実質的に作業は困難であることから、計画上は稼働しないこととした。しかしながら、作業工程に遅れが生じた場合は、全体のスケジュールに鑑みながら調整するものとしてDSDと協議した。

表 3-11 休暇日数

祝休日	日数	正味の休暇日数	備考
クメール正月(4月)	3日	14日	祝日を含む2週間程度休暇を考慮
シハモニ国王誕生日(5月)	3日	5日	前後数日の休暇を考慮
プチュンバン(9-10月)	4日	6日	前後数日の休暇を考慮
水祭り(11月)	4日	6日	前後数日の休暇を考慮
その他の祝日	27日	13日	から上記の14日間を除いた日数
土・日曜	53日	106日	2017年の日曜の日数は53日であったことから、土曜も含めて2倍とした。
合計		150日	

出所：JICA 調査団作成

表 3-12 年間の作業スケジュール

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL
Wokind days (days)	20	20	20	0	14	20	20	20	13	20	13	20	200

出所：JICA 調査団作成

(D) 人員体制

試運転および本格導入の結果より、清掃活動に係る人員・体制(案)を表3-13に示す。責任者、現場監督、操縦士はそれぞれ1名ずつ配置し、その他の作業に係る作業員は7名と、使用する汚泥吸引車は1台2名とした。その結果、浚渫汚泥に係る人員体制は12名となった。

表 3-13 清掃活動に係る人員体制(案)

役割	内容	数量
責任者	清掃活動の責任者	1人
現場監督	清掃活動の現場責任者	1人

役割	内容	数量
水陸両用エクスカベーター操縦士	水陸両用エクスカベーターの運転操作	1人
作業員	資機材の準備、浚渫汚泥からのごみの分別、浚渫汚泥の運搬、その他補助業務	7人
汚泥吸引車操縦士	浚渫汚泥の運搬	2名(1台)
合計		12人

出所：JICA 調査団作成

(E) 作業費用

試運転時における作業費用を表 3-14 に示す。エクスカベーターを用いた排水路清掃作業は付帯設備などを含めると大掛かりな作業となるため、一旦、現場に資機材を運搬したら、1～2 か月は、DSD に資機材を戻すことなく作業するものと推測される。そのため、エクスカベーターや台船などの運搬・搬入に必要となるユニック車やクレーン等の使用頻度の低い輸送機材は月単位で計上すると仮定し、算出した。その結果、1日当たりの作業費は110USD(約1.24万円)となった。

表 3-14 清掃活動に係る費用

項目	内容	単位	単価(USD)	数量	合計(USD)
毎日発生する費用(USD/日)					
作業員		USD/人	7	12人	84.00
燃料	一日2L使用 軽油 約0.75USD/Lと試算	USD/L	0.75	2L	1.5
汚泥処分費	一日の搬出量 6m ³	USD/m ³	0.75	6m ³	4.50
小計(1日当たり)					90.00
月1回発生する費用(USD/月)					
ユニック車	付帯設備輸送	USD/1 month	100	1	100.00
小計(1日当たり)					5.00
2か月に1回発生する費用(USD/2か月)					
ユニック車(1台)	エクスカベーター輸 送(DSDと現場往復)	USD/2 month	350	1	350.00
クレーン(1台)	台船着水時	USD/2 month	250	1	250.00
小計(2月当たり)					600.00
小計(1日当たり)					15.00
合計(1日当たり)					110.00

出所：JICA 調査団作成

(F) その他(安全対策)

排水路の清掃作業は、排水路上での作業となるため、突発的な豪雨や雨期には実施すべきではない。しかしながら、乾期においても降雨はあることから、事前に降雨時の稼働条件を定めておくことが肝要である。日本の場合、「下水管渠(暗渠)」の清掃では、いわゆる「1滴ルール」が義務付けられている。これは作業現場において1滴でも降雨が確認された場合、作業を中断するというものである。なお、こ

れは、「排水路(開渠)」を対象としたものではないため、これに準拠することはない。しかしながら、カンボジアでは、突発的な豪雨が発生することが多いことから、降雨が予想される場合には、即座に作業を停止し、停止直前までの作業を記録の上、的確に対処することが重要である。

③ 成果 3 に係る活動

(ア) 活動 3-1. 持続的な活動を担保するための活動内容の定期報告の実施支援

持続的な活動を担保するための活動内容の定期報告の支援として、清掃記録票を作成し、その活用方法について DSD 職員に説明した。

DSD では、排水事業フェーズ 3 のソフトコンポーネントにて作成された排水管の清掃計画や機材の維持管理マニュアルに従って、排水施設の維持管理を実施し、その作業結果を清掃記録票に記録している。ソフトコンポーネントの活動は 2016 年に終了しているものの、2017 年 7 月に DSD へ現在の清掃記録票への記入状況をヒアリングしたところ、マニュアルや清掃記録票などのツールは現在も継続的に活用しているとのことであった。そこで、本普及実証事業において作成する定期報告用の記録票は、既存の使い慣れた様式と同形式で作成することとした。図 3-8 に排水路清掃記録票を示した。

WORKING RECORD FOR CLEANING WORK

Location:	Date				
	Weather				
Supervisor	Working Hours			} 清掃時の基本情報	
No. of Worker	Start	End			
Equipment					
<i>Before the Cleaning Work</i>					
Fuel (liters)					
Check for Worker <input type="checkbox"/> Helmet <input type="checkbox"/> Mask <input type="checkbox"/> Uniform <input type="checkbox"/> Gloves <input type="checkbox"/> Working Shose					} 作業準備
Water Level and sediment thickness					
					} 清掃時の水深・汚泥厚測定
<i>Result of Cleaning Work</i>					
Cleaning length (m):					} 清掃した排水路の延長
Amount of Waste (m ³):					} 汚泥浚渫量
Comments					

出所：JICA 調査団作成

図 3-8 排水路清掃記録票および記入方法

(イ) 活動 3-2. 排水路清掃活動に係る予算申請補助

DSD との協議により、申請に係る根拠として、作業日数(Working day)、作業延長 (Length)、費用(Cost)が求められたことから、活動「2-3」で検討した排水路清掃計画に基づき、予算申請用の根拠として、年間の清掃作業費を試算した。

「活動 2-3. 排水路清掃計画の策定」において、1 日当たりの作業量を 2 サイクルとしたため、縦断方向には 4m 進むことになる。よって、1 か月あたり 20 日間作業した場合は、縦断としては 80m の清掃が可能となる。また、一日当たりの費用は、110USD(表 3-14)、年間の清掃作業費としては、約 22,000USD となる(表 3-15)。

表 3-15 年間の清掃作業費

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL
Working day (day)	20	20	20	0	14	20	20	20	13	20	13	20	200
Length (m)	80	80	80	0	56	80	80	80	52	80	52	80	800
Cost (USD)	2,200	2,200	2,200	0	1,540	2,200	2,200	2,200	1,430	2,200	1,430	2,200	22,000

出所：JICA 調査団作成

次に、Tumpun 排水路(4.7 km)および Trabeck 排水路(1.1 km)の 2 排水路の清掃に係る日数およびコストを算定した(表 3-16)。清掃作業としては、縦断方向には 1 日当たり 4m 進むと考えると、Tumpun 排水路は 1,175 日(約 5 年 11 月ヶ月)で 129,300USD、Trabek 排水路は 275 日(約 1 年 4 か月)、30,300USD の日数と費用が必要となる計算となった。年間の作業費は 88 百万リエルであるが、この金額は表 2-5 に示した DSD の年間支出の約 2% であり、DSD の負担が過大とならないように配慮し、設定したものである。年間の作業費については、現地側と協議し、了承を得ている。

表 3-16 2 排水路における清掃作業計画

Drainage	Item	1st year	2nd year	3rd year	4th year	5th year	6th year	7th year	8th year	TOTAL
Tumpun (4,700 m)	Working days	200	200	200	200	200	175			1,175
	Length (m)	800	800	800	800	800	700.0			4,700
	Cost (1000 USD)	22	22	22	22	22	19.3			129.3
	Cost (Million Riel)	88	88	88	88	88	77			517
Trabek (1,100 m)	Working days							200	75	275
	Length (m)							800	300	1,100

Drainage	Item	1st year	2nd year	3rd year	4th year	5th year	6th year	7th year	8th year	TOTAL
	Cost (1000 USD)							22.0	8.3	30.3
	Cost (Million Riel)							88.0	33.0	121.0
Total (5,800m)	Working days	200	200	200	200	200	175	200	75	1,450
	Length (m)	800	800	800	800	800	700	800	300	5,800
	Cost (1,000 USD)	22	22	22	22	22	19.3	22	8.3	160
	Cost (Million Riel)	88	88	88	88	88	77	88.	33	638

出所：JICA 調査団作成

(ウ) 活動 3-3. 除去汚泥を活用した排水路の補強および美化活動

活動の概要

本活動の目的は、供与機材により排水路の汚泥を浚渫し、流下能力を回復させて浸水を軽減するだけでなく、その浚渫汚泥を有効活用し、市民に PR することで、排水路清掃活動に対する市民の理解が深まり、協力を得やすくするために実施するものである。現在、浚渫汚泥は廃棄物処分場に運搬され、投棄されているが、本活動では、浚渫汚泥が再利用できることを実証しつつ、その作業方法を行政職員に指導した。

浚渫汚泥の活用方法の検討

企画書時点では、本活動として排水路から除去した汚泥を軟弱汚泥改良剤にて安定化した上で、土のう袋に詰め、排水路沿いの法面補強を実施することを予定していた。しかしながら、本普及実証事業の開始後、清掃対象である Trabek 排水路の現場確認を実施したところ、企画書作成時点では未整備であった護岸がコンクリートパイルにて整備されていた(写真 3-6)。この整備の実施主体について、DSD 職員に確認したところ、プノンペン都の独自予算にて実施しているとのことであった。このような状況に鑑み、Trabek 排水路での法面補強作業は実質的に不可能であると判断した。

次に、護岸整備済みである Tumpun 排水路を除く、その他の排水路で護岸が未整備で、且つ法面補強が必要と考えられる排水路を DSD 職員にヒアリングをしつつ調査した。しかしながら、その他の排水路についても、コンクリートパイルによる護岸が整備が進行中であり、本普及実証事業にて土のうを用いた簡易護岸を整備したとしても、プノンペン都の事業との重複(二重投資)が予想された。そのため、土のうは護岸整備用ではなく、別の目的に活用するものとした。活用方法として

は、浸水対策用や道路の簡易舗装などが挙げられるが、DSD 職員と協議したところ、土のう工法による道路の簡易舗装に対する関心が高かったことから、土のう工法として活用することとした。



写真 3-6 Trabek 排水路における護岸整備状況

道路の簡易舗装

土のう工法による道路の簡易舗装は、JICA「南スーダン国ジュバ市持続的な道路維持管理能力強化プロジェクト」にて採用された実績があり、未舗装道路の整備により、住民の交通アクセスの改善を図るものである。本工法の主な特徴として、i) 重機を使わなくても施工できる、ii) 特別な材料は必要としない、iii) 施行が早いなどが挙げられる。上記のプロジェクトを参考に、本普及実証事業では、以下に示す手順で土のうを作成した。

- 1) 浚渫汚泥を DSD 敷地内に確保した貯留用地に約 6m³ 投入
- 2) 含水率を低下させるため、2 日間天日干しした後、3~4m³ ほどの土と混合
- 3) 混合汚泥を土のう袋に(48cm x 62cm)に袋詰め

本作業の様子は写真 3-7 の通りである。



写真 3-7 土のうの作成状況

作成した土のうは、Tumpun 排水路沿いの未舗装道路で、水溜りとなっている場所を対象に簡易舗装の実証活動を行った。土のうを敷詰める前に、道路を 10cm 程度掘削したのち、整地した。その後、土のうを敷き詰め、覆土し、圧密した。

土のうの作成から舗装までの作業は、DSD 職員に指導しつつ実施したが、作業は単純かつ容易であるため、初めて行う職員でも問題なく作業は遂行された。2017 年 9 月の作業から 2 か月後の 2017 年 11 月下旬に現地確認を行ったが、道路の陥没は見られず、締め固まっている状況であった。



写真 3-8 土のう工法における道路の簡易舗装

④ 成果 4 に係る活動

(ア) 活動 4-1. 対象国内における市場調査

「カ」国内における対象機材及び関連製品の需要可否について、行政関係機関及び、関係会社にヒアリングを行った。内容は以下の通りである。

表 3-17 各関係機関のヒアリング結果

区分	ヒアリング先	ヒアリング結果
行政機関	DPWT/DSD	主に生活圏にある、排水路（Tumpun, Trabek, Tuol Kouk）ではごみや汚泥の堆積や悪臭による影響もあり、排水路の清掃活動は必要との認識が強い。本普及実証事業を通して、定期的な清掃活動の実施につながるようにしたい意向がある。
行政機関	MPWT	排水路・河川、湖沼等のごみや汚泥除去については、全国的な課題であることを認識している。また、大型エクスカバターの製品の有無や、製品カタログを要求され、製品への期待度や購入意欲が高い。なお、セミナー開催時に、各地域の DPWT を集め、デモの実施と、各地域の DPWT から情報提供（需要）がなされることとなった。
行政機関	MOE	排水路・河川、湖沼等のごみや汚泥除去についての事業に関して、非常に関心が強く、環境対策としては事業を実施いただくことに協力的である。また、汚泥のリサイクルに関しても興味があり、事業協力関係の構築ができた。
民間	Norak (現地建設会社)	Tumpun 排水路工事（2003 年～2005 年）の際に、請負工事を実施しており、排水路への整備に関する事業協力意欲は

区分	ヒアリング先	ヒアリング結果
		強く協力関係を構築できることが確認できた。
民間	k 社 (日系現地建設会社)	今後事業展開する上で、販売や保守の協力関係を構築したいことを要請。現地での製品視察も実施され、関係構築の足掛かりとなる。今後詳細な事項は協議することとした。
大学	ITC (カンボジア工科大学)	排水路のごみ、汚泥に関する調査研究を実施しており、特に Tumpun, Trabek での汚染に関する懸念は強く感じていた。その他地域では、トンサップ川のコンプンチュン地域でも問題が発生しているとのこと。(実地確認予定) また、汚染対策のためには、市民への継続的な環境教育の実施や、法律の厳格化(罰則化)、定期的なごみ・汚泥の除去の3点が必要とのことであった。
その他	JETRO	「カ」の経済成長は安定的に約7%台を推移しており、ASEANの中でも成長率が高く、ビジネスチャンスは多いにある。人口もほぼ半数以上は若年層であり、将来性も高い。本普及実証事業のような環境事業は成長過程の中では必要不可欠であり、多いに応援したいとのこと。なお、同種の建築機械の輸入が多いことは把握できたが、リース・レンタル事業等の情報は得られなかった。

出所：JICA 調査団作成

特に、上記ヒアリングの中で、MPWT (Ministry of Public Works and Transport) との打ち合わせの際には、VONG Pisith Deputy General Director より、価格提示の要求があり、本製品(水陸両用エクスカベーター)の金額を提示した際(5年レンタルで月30-40万円/台)に、そのような金額程度であれば、一括で複数台を購入したい意向を示された。また、購入するための予算については、確保(ADB)しているとのことであった。また、12月に開催予定の製品デモ及びセミナー開催時に、各DPWTからの需要の可能性に関する情報提供がなされることとなっており、各地域の需要動向によっては、製品の普及(販売)の可能性が高くなり、大きな商談の機会につながるかと考えている。なお、MPWTとしても製品1台を提供してもらえれば、全国的にマーケティングの協力をしてもよいとの意向を確認できた。



写真 3-9 MPWT との打ち合わせ

また、6月に新たに就任したプノンペン都知事（コウン・スレン氏）による現地視察が急遽行政機関の休日にあたる7月1日（土）に実施され、本普及実証事業への関心の高さが見受けられた。なお、本視察の際に、排水路等のごみの除去や汚泥の浚渫工事は多くあるため、さらに大きなエクスカベーターのカタログの要求や、汚泥のリサイクルに関して、実際のソイルコートを混合させた後の土壌は、汚泥独特のにおいが発生していないことに高い関心を抱いていた。



写真 3-10 新知事の視察状況

次に、「カ」国内でのごみや汚泥の清掃活動が必要と想定できる区画の現地調査結果は以下の通りである。

(i) プノンペン地区

実施した調査箇所は、Tumpun 排水路、Trabek 排水路、その他排水路 3 か所、湿地帯 1 か所の計 6 か所である。



図 3-9 プノンペン地区の地図及び調査対象箇所

(a) Tumpun 排水路

Tumpun 排水路は、全長約 9km あり、一か所 2 つの排水路の合流箇所がある。主に、上流部分は住宅や工場等が建設されている地域であり、すでに一部区間で、排水管の埋設工事が実施されている。また上流部は、水路幅も狭い状態であるが、全体を通して、水質は汚染されており、ごみ等の浮遊物は発生している。全区間のうち、本製品の利用可否含めた、排水路の状況を確認した。確認結果は以下の通りである。

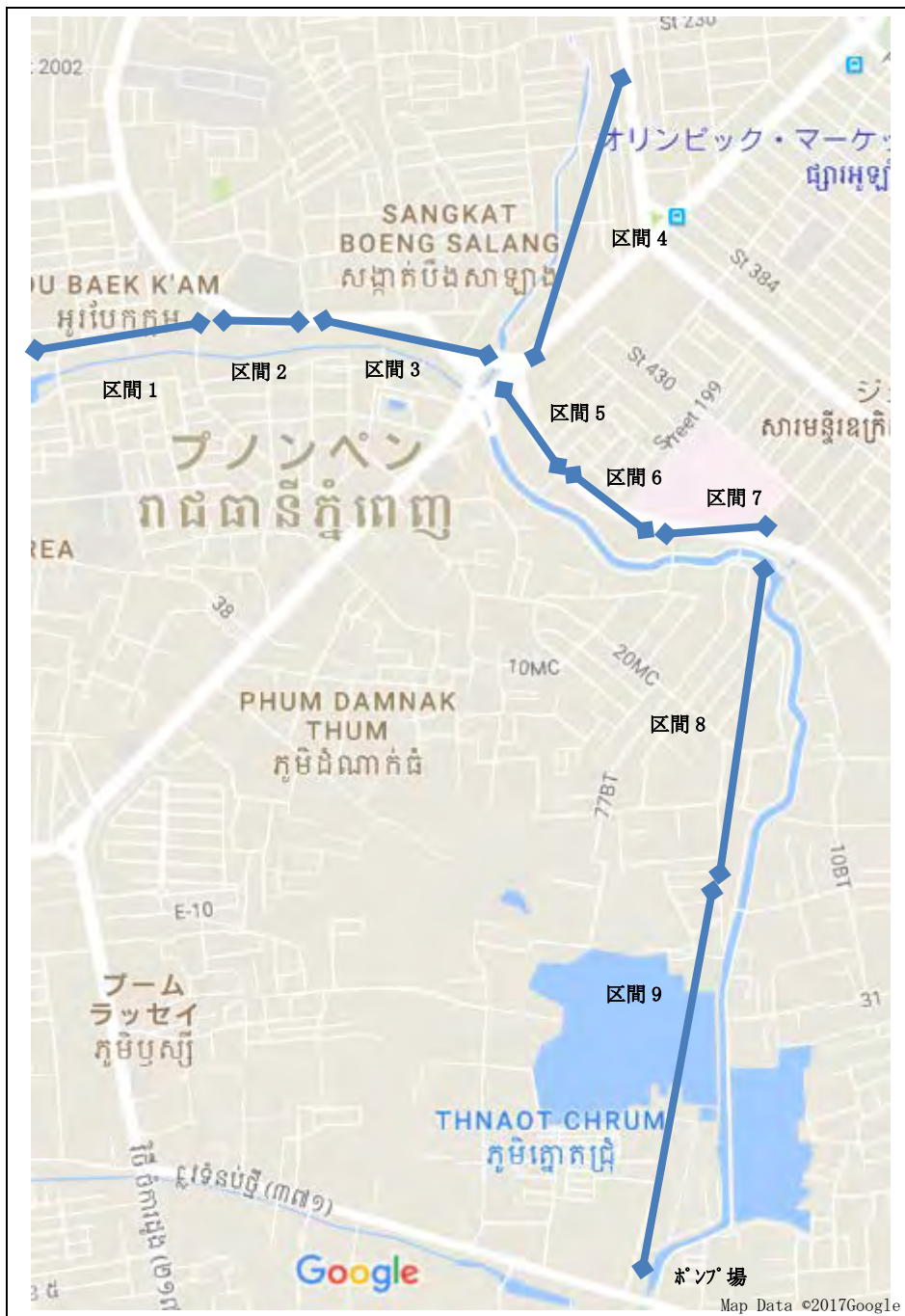







図 3-10 Tumpun 排水路の地図及び調査対象箇所

表 3-18 Tumpun 排水路の調査結果

区間	状況	清掃対象可否	現場写真
1	水路幅は 4～5m 程度と狭い。護岸工事は実施されており、機材のアクセスもできず、作業の実施が不可能である。なお、当場所では陸上用のエクスカベーターにより作業できる箇所である。	× (2.3km)	
2	住宅密集地で、すでに排水路はなく、配水管の埋設工事が実施されている箇所である。	× (0.6 km)	—
3	住宅密集地であり、水路幅は 2-3m 程度と狭い。また、護岸工事の一部実施済の箇所である。 清掃する場合は、ほぼアクセスが難しく、機械の利用ができないため、手作業となる箇所である。	× (1.4 km)	
4	水路幅も 7-10m 程度と広く、護岸工事も実施されていない箇所である。大きな道路に面する箇所があり、搬入経路もあるため、作業対象となりうる箇所である。	○ (0.8 km)	

区間	状況	清掃対象可否	現場写真
5	本普及実証事業にて機材搬入を行った箇所である。作業対象となりうる箇所である。	○ (0.5 km)	
6	本普及実証事業にてOJTの実施箇所である。作業対象となりうる箇所である。	○ (0.5 km)	
7	水路幅も広く、機材搬入経路もあり、作業対象となりうる箇所である。	○ (0.5 km)	

区間	状況	清掃対象 可否	現場写真
8	一部箇所（橋の手前）で、意図的にごみを堆積する箇所がある。本箇所における、増水時には氾濫する可能性がある。水路幅も広く、機材搬入経路もあり、作業対象となりうる箇所である。	○ (1.1 km)	 
9	一部箇所で竹作を利用し、意図的（ホップ場にごみ等の浮遊物がいかないようにしている）にごみを堆積する箇所がある。本箇所は住居がほとんどないが、増水時には氾濫する可能性がある。水路幅も広く、機材搬入経路もあり、作業対象となりうる箇所である。	○ (1.3 km)	 

出所：JICA 調査団作成

本調査の結果、Tumpun 排水路での清掃が可能な推定距離は、約 4.7km である。なお、季節的要因（雨季時の増水時や水深が深くなっている場合等）や現場環境（機材搬入や設置が難しい場合）によっては、本普及実証事業にて使用している水陸両用エクスカベーターにて作業が実施できない場合がある。



(b) Trabek 排水路

Trabek 排水路は全長約 3.3Km ある。ほぼ住宅密集地域にある、排水路であり、ほとんどの箇所、プノンペン都による護岸工事が進んでいる。また、ポンプ場の手前の一区画以外は、全体的に水路幅は狭い。



図 3-11 Trabek 排水路の地図及び調査対象箇所

表 3-19 Trabek 排水路の調査結果

区間	状況	清掃対象可否	現場写真
1	<p>水路幅は 4~5m 程度と狭い。護岸工事を実施されており、作業が不可能な箇所である。また、一部住民による橋板が作られている箇所もある。なお、当場所では陸上用のエクスカベーターにより作業できる箇所である。</p>	<p>× (2.2km)</p>	
2	<p>一部護岸工事が始まっているが、住民の不法滞在場所であり、工事は進んでいない。水路幅は 10~20m 程度ある。一部機材のアプローチが可能な箇所があり、作業の実施は可能である。</p>	<p>○ (1.1km)</p>	

区間	状況	清掃対象可否	現場写真
			

出所：JICA 調査団作成

本調査の結果、エクスカベーターによる Trabek 排水路での清掃が可能な推定距離は、約 1.1kmである。護岸工事はほぼ、上流地域までできており、住民の不法占拠されている箇所以外はほぼ終了している状況である。現在、本製品の搬入できる箇所は 1 か所のみ存在しているが、今後の工事の状況によっては、搬入できなくなる可能性がある。

(c) その他排水路①

排水路①は、Tuol Kouk 地区にある排水路であり、全長約 4.7km (区画①約 2.0 km、区画②約 2.7 km) である。

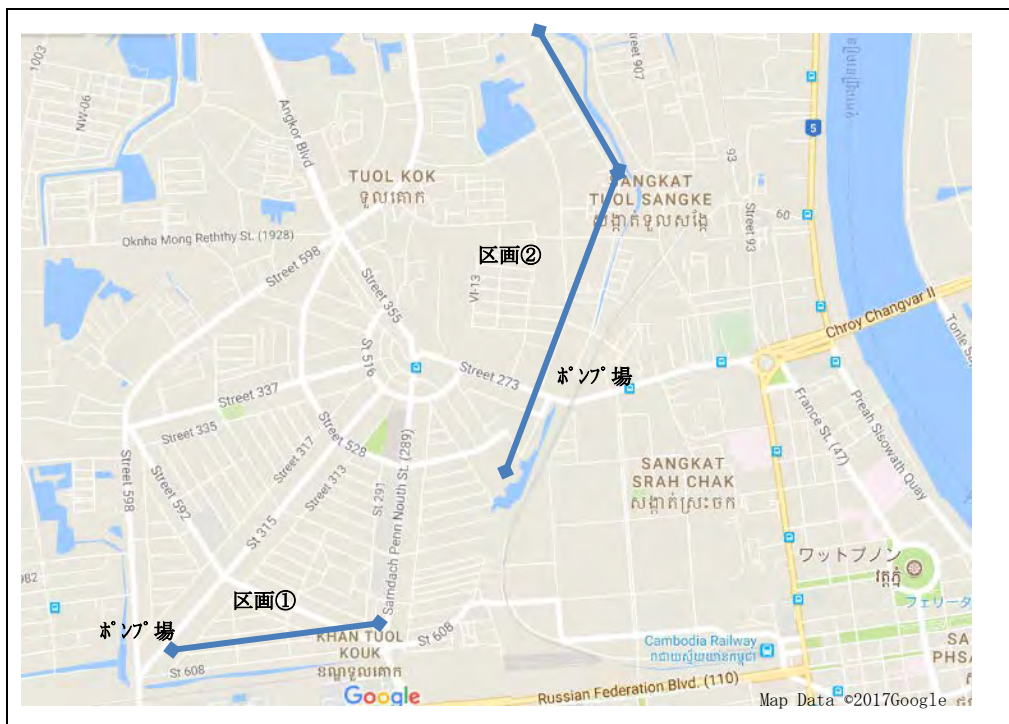


図 3-12 その他排水路①の地図及び調査対象箇所

本排水路は、2つの排水路があり、それぞれポンプ場が設置されている。区画①の箇所は、608通りの住居や店舗の裏手にある排水路である。西側にポンプ場があり、ポンプ場の場所からの機材のアクセスが可能である。一方で、区画②はポンプ場を挟んで北側の一部水路幅が3-4m程度と狭い場所以外は、ほぼ機材のアクセスも可能であり、全体を通して一部分を除き、おおむね清掃が可能な箇所として考えられる。



写真 3-11 その他排水路①、区画①と②の現場写真

(d) その他排水路②

排水路②は、Tumpun ポンプ場に面した道路の南側にある排水路であり、全長約3kmである。

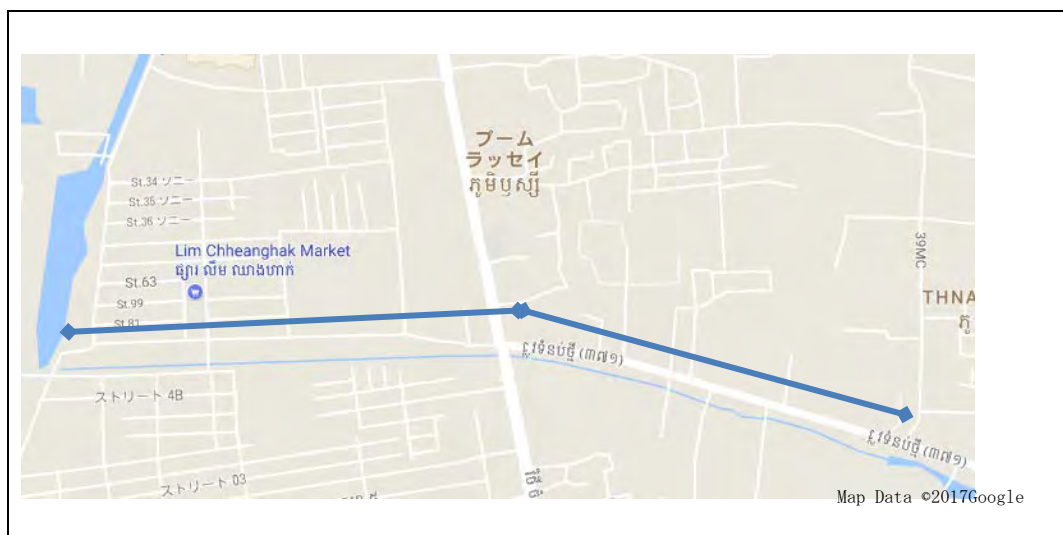


図 3-13 その他排水路②の地図及び調査対象箇所

本排水路は道路沿いではなく、道路に面した店舗や住居の建物の裏手にある排水路であり、アプローチできる箇所は限られている。機材の搬入場所がないため、エクスカベーターによる活動は難しいと判断した。



写真 3-12 その他排水路②の現場写真

(e) 湿地帯①

湿地帯①は、Tuol Kouk の北西側の 598 通りに、内側にある、湿地帯である。一部排水路をつながっている。ほとんどごみの浮遊はなく、においもなかった。また近隣住居はすくなく、一部奥まった箇所では野菜の栽培等を行っていた。また雨季時の増水による氾濫の可能性も低いため、優先度は低く清掃活動の対象外とした。

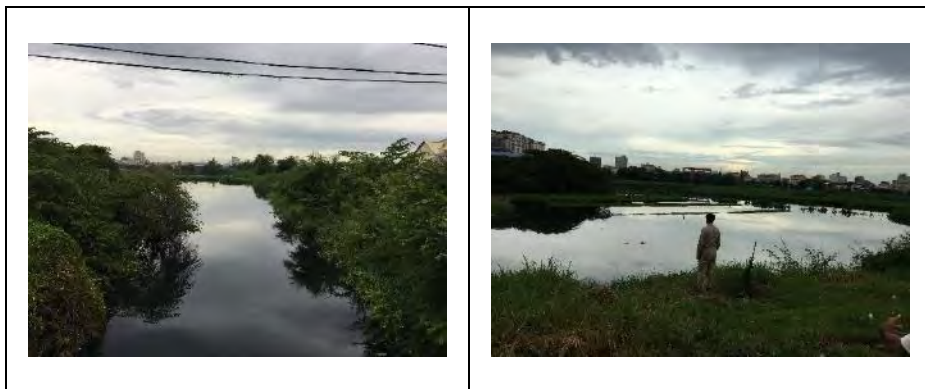


写真 3-13 湿地帯①の現場写真

(f) 湿地帯②

湿地帯②は、Tuol Kouk の北側の 598 通りからの少し入った内側にある、比較的大きな湿地帯である。ほとんどごみの浮遊はなく、においもなかった。また近隣住居はすくなく、雨季時の増水による氾濫の可能性も低いため、優先度は低く清掃活動の対象外とした。

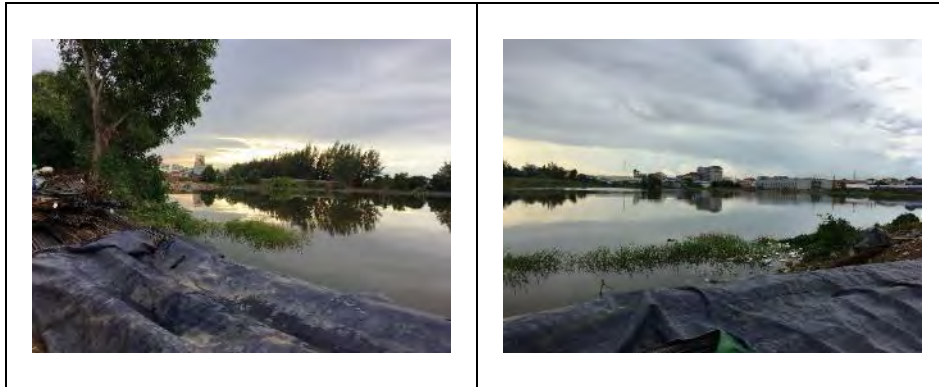


写真 3-14 湿地帯②の現場写真

表 3-20 プノンペン都実施調査結果

場所	全長	清掃対象有無
Tumpun 排水路	9.0 km	一部区間○ (約 4.7 km)
Trabek 排水路	3.3 km	一部区間○ (約 1.1 km)
その他排水路①	4.7 km	○ (約 4.7km)
その他排水路②	3.0 km	×
湿地帯①	-	×
湿地帯②	-	×

出所：JICA 調査団作成

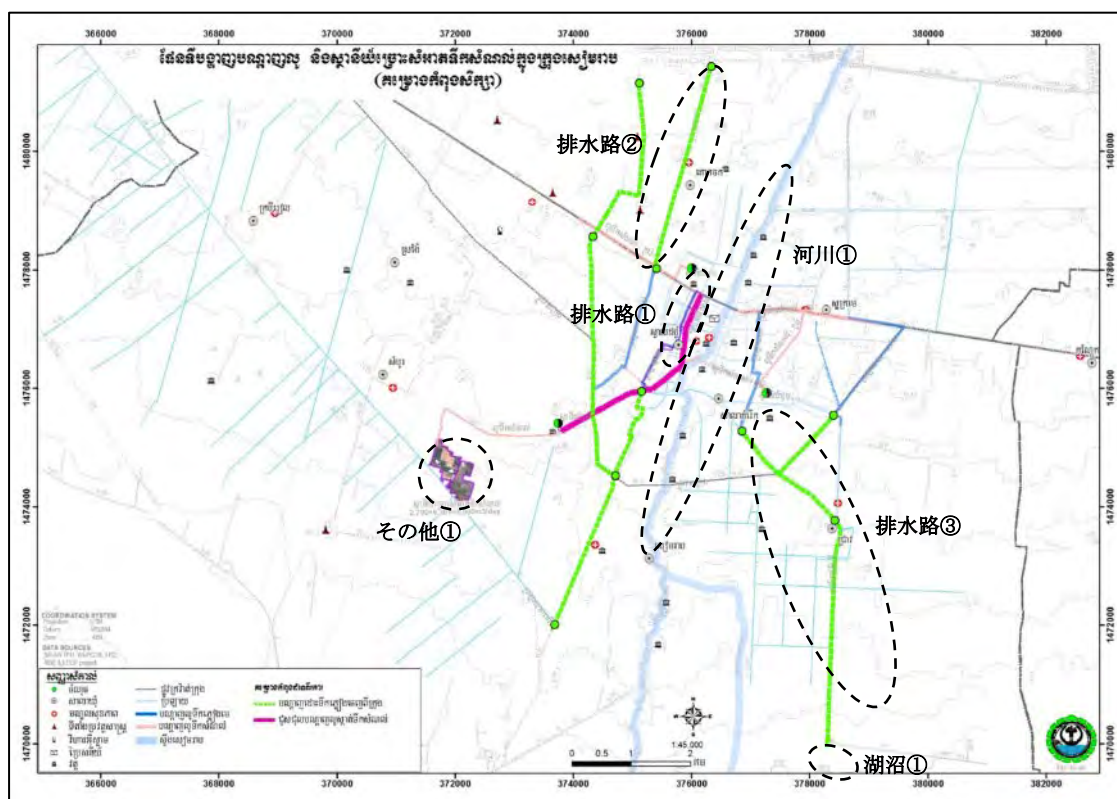
(ii) シェムリアップ

シェムリアップ地区では、現地 DPWT/DSD と面談の上、排水路や河川での汚泥の浚渫や廃棄物の清掃活動に関して、実施動向及び機材の需要のヒアリングを行った。Director KIM 氏との面談によれば、2009 年にフランス政府の支援による排水路の清掃実施や、2011-2014 年に韓国（経済開発協力基金（EDCF））の支援によるシェムリアップ川の一部区間（メインの一部 4 km）の汚泥の浚渫作業が実施されている。当地域は観光地であり、中心部であるシェムリアップ川に浮遊している廃棄物除去の清掃活動は実施しているものの、住宅地域での排水路やシェムリアップ川に蓄積された汚泥の清掃活動は、機材を持っておらず、清掃を実施したい意向があるものの、実施できていないとのことであった。特に、シェムリアップ川は、観光の中心部にあり、各排水路等から流れてくる土砂や汚泥が蓄積されやすく、一部の区間においては、雨季に氾濫が発生しているため、汚泥の浚渫は急務であるとのことであった。なお、機材の購入に関して、MPWT での承認と予算確保が必要であり、独自予算はないとのことであった。



写真 3-15 シェムリアップ DPWT/DSD との MTG

現地での現場の視察結果は以下のとおりである。



出所：Department of Public Works and Transport, Siem Reap

図 3-14 シェムリアップ地区での排水路及び河川等の調査箇所

(a) 排水路①

排水路①は、シェムリアップの繁華街に近い場所を流れる全長約 1.5km の排水路である。DPWT の要望としては、本排水路からの異臭が強く、中心街に接しているため、排水路をコンクリート等にて密封して、匂いの影響を抑制

するだけでなく、道路としても活用したい意向がある。なお、水路幅は2 - 3 m 程度と狭く、本事業の機材での清掃活動は難しい箇所である。



写真 3-16 排水路①の現場写真

(b) 排水路②

排水路②は、シムリアップの中心街に位置する住宅地域にある地区で、全長約 3.6km の排水路である。DPWT の要望としては、排水路①と同様に排水路からの悪臭が発生しており、排水路をコンクリート等にて密封して、匂いの影響を抑制するだけでなく、道路としても活用したい意向がある。なお、水路幅は2 - 3 m 程度と狭く、本事業の機材での清掃活動は難しい箇所である。



写真 3-17 排水路②の現場写真

(c) 排水路③

排水路③は、シムリアップの中心部から郊外へ流れている、全長約 5.1km 水路幅約 2 m の排水路である。一部区間では、コンクリートや板等で塞いでおり、道路の一部となっている箇所がある。本排水路の一部区間では、2009 年にフランス国の支援により清掃活動を行っているが、その後は放置状態である。今後再度、フランス国の支援による清掃活動も計画されているとのことである。

なお、水路幅は2－3m程度と狭く、本事業の機材での清掃活動は難しい箇所である。



写真 3-18 排水路③の現場写真

(a) 河川①

河川①は、アンコールワット周辺からシェムリアップの中心街を横断して、トレサップ湖までつながっている川（シェムリアップ川）である。特にシェムリアップの中心部では、河川幅約20－30m程度と広がっているが、中心部以外は、水路幅約3－10m程度と狭くなっている。図3-15に記載の区間①は、約4km程度であり、2011-2014年に韓国（経済開発協力基金（EDCF））の支援により、堆積した浚渫汚泥を除去した区間である。浚渫方法としては、止水を行い、一般的なエクスカベータを利用して汚泥を除去している。除去した汚泥の一部は天日乾燥させ、一般住民へ転売されている。利用方法としては、砂や土と同様に庭への散布や埋設土として活用されている。なお、韓国の支援による事業の終了後は、機材がないため清掃活動ができず、放置されているため、雨季には一部区間で氾濫が起きている。そのため、定期的な清掃活動は実施したい意向が強い。一方、区間②及び③は、清掃の未実施区間であり、DPWT/DWDとしては、清掃を早急に行いたい意向がある。なお、区間②は水路幅が区間①と同様に河川幅約20－30mあるが、区間③は、3－10mである。

本事業の機材で清掃が可能な箇所は、河川幅が広い、区間①の約4km及び区間②の約5kmである。一方で、区間③の一部箇所は、河川幅が狭く、またアプローチ先が見当たらないため、清掃を行う場合は、詳細な調査が別途必要な区間であった。



図 3-15 シェムリアップ川の調査箇所



写真 3-19 河川①の現場写真

(b) 湖沼①

湖沼①は、シェムリアップの中心街から続く排水路③の末端付近にあり、雨季のみ湖沼となり、乾期には水が干上り全く存在しない湖である。雨季には下記写真の通り広大な湖が発生し、渡り鳥等が飛来するため、雨季時のみ住民の憩いの場となっている。本箇所は、住居は全くないため浸水等影響は発生しない。そのため、清掃箇所の対象外の箇所である。



写真 3-20 湖沼①の現場写真

(c) その他①

その他①は、シムリアップにある下水処理場である。本下水処理場は、機械設備による汚水処理ではなく、処理箇所を6つ設けた安定化池法(ラグーン)で汚水処理を実施している。そのため、各区間では、処理するごとに固形物の汚泥が底に堆積され続けている。現状、汚泥の除去用の機械設備はなく、ほとんど除去できていないため、管理している DPWT/DSD では、汚泥を定期的に除去できる機械設備を導入したい意向がある。本事業にて使用している機材(エクスカベータ)でも清掃は可能であるが、効率的に汚泥を除去するために、別途「カ」国で販売を検討している BAT(Blend Air Tornado)ポンプ⁶の提供が可能と考えられる。



写真 3-21 その他①の現場写真

表 3-21 シムリアップ地区実施調査結果

場所	全長	清掃対象有無
排水路①	1.5km	×
排水路②	3.6 km	×
排水路③	5.1km	×
河川①	不明	一部区間○ (約 9km)
湖沼①	-	×
その他①	-	○

出所：JICA 調査団作成

⁶ 粘性の高い汚泥（含泥率 50%程度）でも、本製品で発生された旋回流で汚泥を輸送することができ（サイクロン方式）、配管内で詰まることなく吸引可能なポンプ。

(イ) 活動 4-2. 普及計画の策定

普及計画を作成するにあたり、普及方法とその普及方法による製品の普及計画を策定した。

(A) 普及方法

普及方法には、環境対策への取り組み事項及び製品・技術の PR や、さまざまな環境に応じた課題解決につながる製品の汎用性（ラインナップ）が必要と考えている。製品の PR に関しては、購買につながる対象者（行政機関）へ実際の製品のデモンストレーションが一番効果的ではあるが、メディアを使った情報の拡散による製品認知度の向上や環境対策への取り組みのアピールにつながるため、積極的に取り組むべきことと考えている。OJT 実施中やセミナー開催時に、すでに複数のメディアからの取材が実施されている。取材の結果、OJT 時には、現地ローカル TV 局である SEATV にて、2 回放映されており、現地ローカル新聞の Khmer times には 1 回掲載されている。また、セミナー開催時には、国営 TV の National Television of Cambodia（TVK）と SEATV 及び、現地大手新聞社の Rasmei_Kampuchea_Daily が参加し、セミナー時の撮影や、関係者インタビューが実施された。なお、セミナー当日（12 月 7 日）の夕方に、TVK 及び SEATV ではニュースとして TV 放映され、新聞には 12 月 9 日に掲載された。



図 3-16 OJT 時の SEATV 放映映像及び Khmer times 掲載記事



図 3-17 セミナー時の SEATV 放映映像及び Rasmei_Kampuchea_Daily 掲載記事

また、「カ」国では行政の活動を市民に積極的にアピールすることを目的に、Facebook にて行政活動内容を積極的に掲載することが推奨されている。本普及実証事業の実施状況に関しても、DPWT や MPWT にて Facebook へ掲載されているため、今後の市民への製品 PR や清掃活動の認知度向上へつながると考えている。



図 3-18 Facebook 掲載記事

他方、本普及実証事業にて提案した製品は、小型タイプの水陸両用エクスカベーターである。排水路や河川、湖沼でのごみや汚泥の除去には、さまざまな環境（搬入経路が狭い場合、護岸が整備済の場合、水深が深い場合等）が存在するため、その環境に合わせた製品の提供が必要である。今回の事業を通して、複数の製品を提供することの必要性を認識したため、今後の普及には、以下の製品ラインナップをもとに普及計画を作成する。

表 3-22 製品ラインナップ一覧

製品名	メリット	デメリット
小型水陸両用エクスケーター① ※今回供与用製品	<ul style="list-style-type: none"> ・組み立て式であり、上部のエクスケーターは汎用品のため、保守が容易である。 ・水上での作業がスムーズに行える。 ・エクスケーターの操作経験者は利用しやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・製品の搬入経路に課題がある。(トラックの侵入できる箇所に限られる) ・水深が 1-2m 程度までの利用範囲である。 ・汚泥の搬出方法に課題がある。(時間がかかる) ・水上ではエクスケーターを四方で固定して作業する必要がある。
小型水陸両用エクスケーター②	<ul style="list-style-type: none"> ・組み立て式であり、上部のエクスケーターは汎用品のため、保守が容易である。 ・水上でエクスケーターの固定が可能であり、水中で自走できる。 ・エクスケーターの操作経験者は利用しやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・製品の搬入経路に課題がある。(トラックの侵入できる箇所に限られる) ・水深が 1-2m 程度までの利用範囲である。 ・汚泥の搬出方法に課題がある。(時間がかかる)
組立式自航艇	<ul style="list-style-type: none"> ・組み立て式であり、輸送は容易である。 ・バックホウをクレーン等に変更することにより用途変更が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・排水路や狭い河川等では利用は難しい。 ・水中に浮いているため、波の影響を受ける場合がある。
SEP	<ul style="list-style-type: none"> ・エットが組み立て式のため、輸送は容易である。 ・脚部を水中に固定し、エット部分は水中から浮いているため、水上にて安定的な作業が可能である。 ・作業場所は安定しており、作業小屋等の設置により、作業員の効率的な配置が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・排水路や狭い河川等では利用は難しい。(大きな河川または湖等での利用が限定される) ・船によるけん引が必要である。
BAT ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> ・ポンプを通して汚泥を除去するため、汚泥の搬出が容易である。 ・水深にも影響されず、利用が可能である。 ・機材が少ないため、搬入の手間は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・大型のごみが蓄積されている場合、排水パイプの目詰まりを起こす可能性がある。(利用場所は限定される)

出所：JICA 調査団作成

(B) 普及計画

普及計画は、各地域の DPWT/DSD の河川や湖沼、排水路等の汚泥の浚渫の需要動向に応じて、策定する必要がある。需要動向に関しては、プノンペン都は本事業を通して、汚泥浚渫の需要があることを確認しており、また、シェムリアップについては、個別ヒアリングを実施し、シェムリアップ川及び下水処理場の汚泥の浚渫の必要性があることを確認している。また、その他地域の関しては、セミナー実施時にアンケートを実施し、製品に対する関心度（購入意思）の確認や、各地方での清掃活動の需要の確認を行っている。一方で、需要があった場合には、需要先である浚渫場所の環境に応じて、適用できる機材を選定し、需要と環境と適切な機材をマッチングさせ、適切な提案を実施することにより普及を図る計画である。

他方、河川や湖沼、排水路等の汚泥の浚渫に対する需要の喚起策として、現在実

施されている、市民に対する行政機関の取組みの積極的な PR 活動を通じて行う。具体的には、マスメディア (TV、Facebook 等) を通して、河川や湖沼、排水路等の清掃活動を市民へアピールすることで、河川や湖沼、排水路等の汚泥の清掃活動の認知を図り、行政機関が把握していない、または手付かずの箇所を市民から行政機関に対して要望させることで需要喚起を促すことへ繋がりたいと考えている。

今後の普及計画としては、以下のように展開していく予定である。

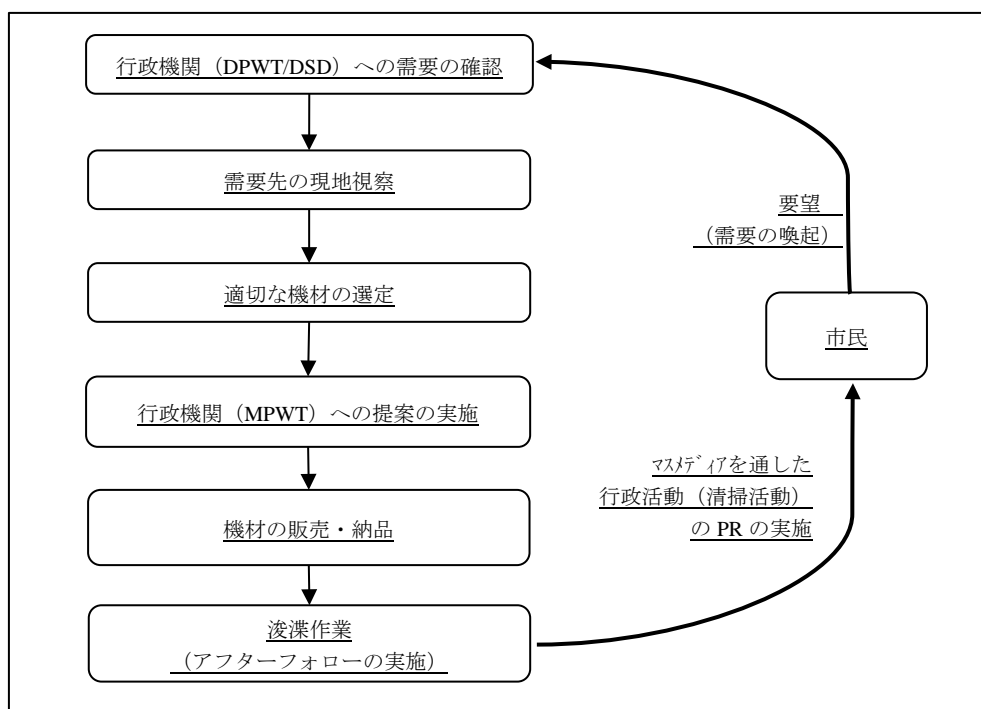


図 3-19 普及の流れ

また、需要と環境に合わせて提供する機材は表 3-23 の通りである。様々な機材を提供し、より環境に適した機材の提供と提供後のアフターサービス (保守や機械操作の指導等) を実施することにより、継続して機材を利用できる環境を整え、機材を販売するだけではない付加価値あるサービスを提供していく考えである。

表 3-23 製品ラインナップとその利用環境

製品名	適した環境
小型水陸両用エクスカベーター① ※今回供与用製品	<ul style="list-style-type: none"> ・アプローチが少ない場所 ・浅瀬 (水深 1-2m 程度) ・水路幅 10m 以上 ・河川、排水路
小型水陸両用エクスカベーター②	<ul style="list-style-type: none"> ・アプローチが少ない場所 ・浅瀬 (水深 1-2m 程度) ・水路幅 10m 以上 ・河川、排水路

製品名	適した環境
	・エクスケーター固定用の四点の確保が難しい箇所
組立式自航艇	・中規模または、大きな河川
SEP	・大きな湖または、大きな河川、港湾
BATポンプ	・堆積しているものが土砂（廃棄物や大型の砕石等の環境では利用不可）である環境 ・下水処理場、ダム等

出所：JICA 調査団作成

(ウ) 活動 4-3. 現地セミナーの実施

現状、セミナーの実施は、12月7日に実施した。セミナーの参加者及び Agenda は表 3-24、表 3-25 の通りである。

表 3-24 セミナー参加者

Organization	Numbers
Ministry of Public Works and Transport	19
Department of Public Works and Transport and Drainage and Sewerage Division / Phnom Penh	9
Department of Public Works and Transport/ other provinces	26
Ministry of Environment	1
Institute of Technology of Cambodia	1
Construction company (Norak and Daun Penh Construction Co., Ltd)	2
JICA Cambodia	2
JICA team	7
Other	7
Total	74

出所：JICA 調査団作成

表 3-25 セミナーAgenda

Time	Activity	Person in charge
7:30 -8:00	Registration	SMCD, JICA team
8:00 -8:05	National Anthem	
8:05-8:30	Opening Remarks	MPWT
8:30-9:00	Presentation on the project summary and Amphibious Excavator	JICA team
9:00-9:15	Introduction on another equipment	JICA team
9:15-9:30	Presentation on drainage and sewerage situation in Phnom Penh	DPWT
9:30-11:30	Site visit at Trabek drainage canal	JICA team
11:30-11:50	Open Forum	MPWT、JICA team
11:50-12:00	Closing Remarks	DPWT

出所：JICA 調査団作成

セミナーには、カウンターパートである DPWT (DSD) /Phnom Penh や、管掌省庁である MPWT のほか、関係省庁である MOE、全州 (24 州) の DPWT が参加しており、想定以上の参加となった。

セミナーでは、本プロジェクトの実施内容や成果についてプレゼンテーションを行った。また、実際に本プロジェクトの作業現場（Trabek 排水路）にて、供与したエクスカベーターによるデモンストレーションを実施し、エクスカベーターによる浮遊する廃棄物の除去や汚泥の浚渫を行い、製品の優位性や特長について、理解を深めてもらうことができた。



写真 3-22 セミナー及びデモ時の写真

本セミナーのオープンフォーラムやデモ時における、出席者からの質問事項は以下（表 3-26）の通りであった。製品に対する質問以外に、汚泥の有効活用方法や環境に対する質問事項も多くあり、製品や本プロジェクトに対する関心があったことがうかがえる。

表 3-26 セミナー時の質問事項一覧

	質問事項
セミナー時	どのようにして排水路に進入するのか
	浮遊しているごみはどのようにしてとるのか
	エクスカベーターの1台当たりの値段はいくらか
	バキュームカーの1台当たりの値段はいくらか
	エクスカベーターの燃費はどのくらいか
	1時間あたり、どのくらいの量の汚泥、ごみを除去できるのか
	水中でのエクスカベーターの傾きの問題の対策を検討することであったが、どのように対応することを考えているのか
	BAT ポンプについて、水中ではない、泥の中でも利用することは可能か
	エクスカベーターの掃除やメンテナンスは、どのくらい必要なのか
デモ時	リサイクルされる土の環境への影響はないのか
	リサイクルされる土は、何日くらい天日乾燥が必要か
	リサイクルされる土は、汚泥と砂をどのくらいの割合で混合させるのか
	道路補修の際、土嚢袋から土を取り出すのか
	土嚢袋の環境への影響はないのか
	汚泥以外のごみは、どのように処分するのか
	道路補修に使った土のう袋の耐久期間はどのくらいか
	浮いてるゴミは取らないのか
	エクスカベーターの1台当たりの値段はいくらか

また、本セミナーの終了時に、本セミナーや製品に関するアンケートを実施した。アンケート内容については、本プロジェクトに対する関心はもとより、製品に関する興味や、清掃を実施したい場所があるかどうか、また製品の購入（レンタル含む）の要望に関して、アンケートを実施している。アンケートの結果は以下（図 3-20）の通りである。なお、アンケート回収状況は、61.5%（40/65）であった。

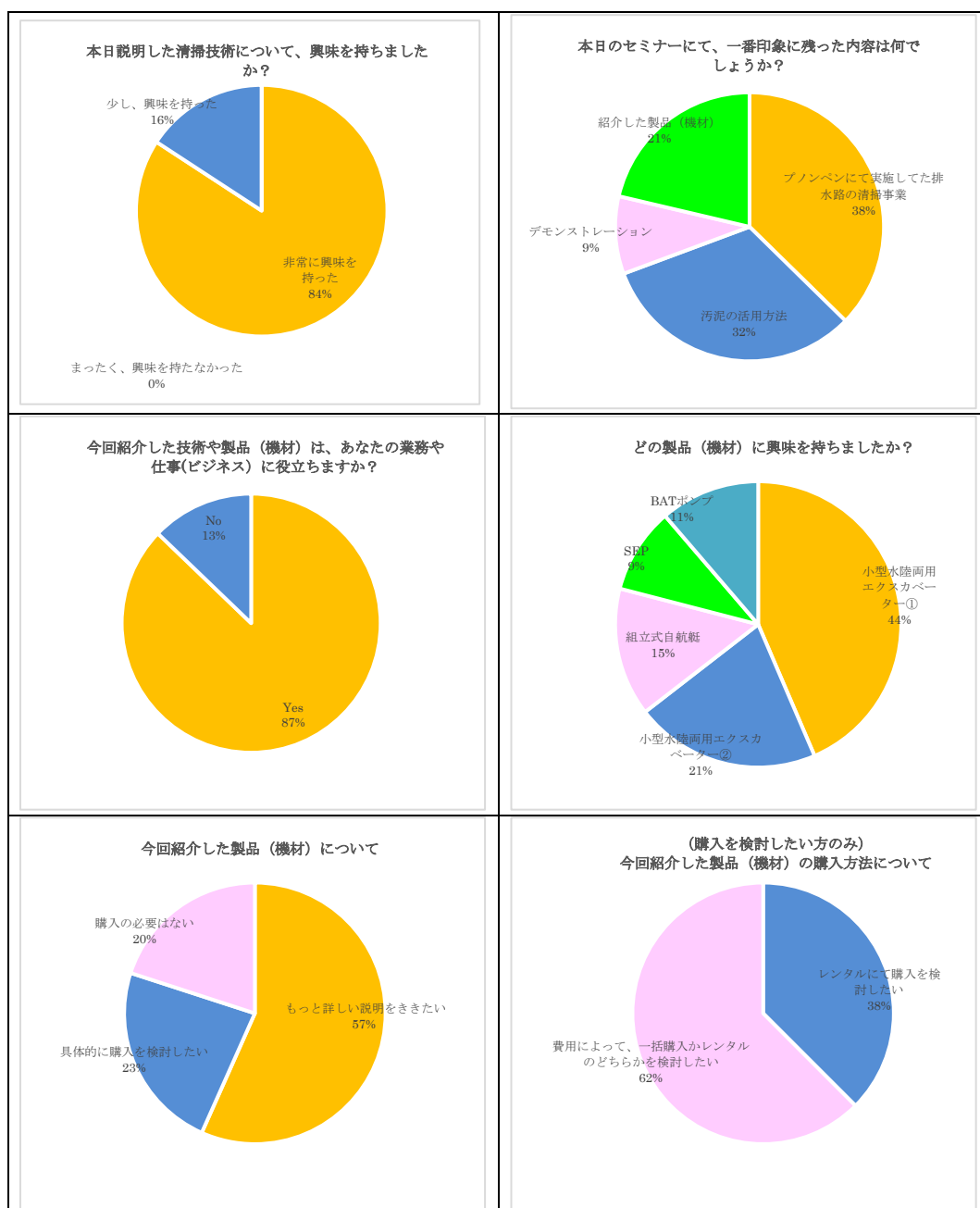


図 3-20 アンケート集計結果

なお、アンケートでは汚泥やゴミがたまっている（清掃を実施したい）排水路や河川

等について、ヒアリングを行っている。具体的な場所は下表（表 3-27）の通りである。また、上記アンケート結果のうち、具体的に購入（レンタルを含む）を検討したい州は下表（表 3-28）の通りである。今後は、本アンケート結果に基づき、清掃を希望する場所の実地調査や、購入を希望される州へのヒアリングを実施し、紹介した製品の販売へ繋げていく予定である。

表 3-27 清掃を実施したい具体的な場所

地区	具体的な名称
Phnom Penh	Toul Kork Kob Srov Lake Stung mean chey Boeung Salang Barang river
Prusat	Kbal Hong
U do mean Chey	Samroung city
Tabong Kmom	Trabek
Kohkong	Kemara kpumem city
Kompong cham	Snay
Kompong Chnang	Tonle sap

表 3-28 購入（レンタル含む）を検討したい州

地区
U do mean Chey
Tabong Kmom
Takeo
Preyveng
Kompong cham

(2) 事業目的の達成状況

2018年1月時点での専門家の自己評価による本普及実証事業の達成状況を以下に記載した。

表 3-29 プロジェクトの達成状況

活動	指標	2017年12月時点の状況	達成状況	将来への期待
1-1. 導入前調査	現地調査を通じて、現地の事情に合わせた機材の仕様検討を実施する。 また、排水路底泥の分析を実施し、安全性を確認する。	2017年4月に対象排水路の現調査を実施し、現地に適した機材の設計を行った。 汚泥分析の結果、対象排水路の汚泥に含まれる重金属類の濃度は基準値内であることが確認された。	100/100	将来的に DSD が排水路清掃を実施する際、底泥の成分分析が実施し、安全性が確認されたうえで浚渫作業が行われることに期待する。
1-2. 製品の組	現地に適した機材	水陸両用エクスカベ	100/100	-

活動	指標	2017年12月時点の状況	達成状況	将来への期待
み立て	および付帯設備を製造する。	ターを製造するとともに、水上での安定性を高めるために、付帯設備としてサブフロートを据え付けることとした。		
1-3. 製品・機材の輸送及び設置	DSDに機材が輸送される。調査団の検品後、機材の組立設置作業が行われる。	2017年6月20日にDSDに到着し、調査団の検品後、機材を設置した。	100/100	活動2-1で実施したOJTを通じ、将来的にはDSD自らで設置据え付けが行われることに期待する。
1-4. 試運転及び本格導入検証	本製品を用いた排水路清掃の有用性が確認される。	Tumpun排水路、Trabek排水路にて浚渫作業を行った。浚渫作業により、排水路の流下能力が回復したことから、本製品の有用性が確認された。	100/100	本格導入を通じ、現在の汚泥堆積状況、浚渫後の汚泥量を把握し、排水路の浚渫効果を把握された。今後も本活動が継続的に実施されることに期待する。
2-1. 技術者の現地OJT実施	OJTを通じてDSD職員が排水路清掃技術を習得する	現場責任者2名および機械操縦士2名を選定した。選定した機械操縦士は基本的な製品の運転技術は有しており、水上においても問題なく浚渫作業は行われた。	100/100	DSD職員に本製品の運転操作技術が定着した。今後はDSD内で技術の共有・伝承が図られることに期待する。
2-2. 運転維持管理マニュアルの作成	現地事情や能力に即応した運転メンテナンスマニュアルを作成する。また、機械の搬入から汚泥の処分までを一連の作業を示した清掃マニュアルを作成した。	作成したマニュアルをもとに、機械操作および点検項目を確認した。また、清掃マニュアルを用いて一連の作業を説明した。	100/100	活動1-3の本格導入を通じて作成したマニュアルが事業終了後もDSD内で活用されるとともに、適宜更新されることに期待する。
2-3. 排水路清掃計画の策定	段階的な排水路清掃計画が立案される。	活動3-1および活動4-1の市場調査を通じ、清掃対象となる排水路、またその作業に係る人員、期間について試算した。次回以降の活動を通じ、再度検討する。	100/100	実証業を通じ、現状の体制、作業時間等を踏まえた現実的な維持管理計画を策定した。将来的には、その維持管理計画に基づき、計画的に清掃作業が実施される。
3-1. 持続的な活動を担保するための活動内容の定期報告の実施支援	活動報告書のフォーマットが作成される。	これまでDSD内で使用されていた活動記録表をもとに、本事業の目的に即した活動報告書を作成した。	100/100	本事業にて作成された活動報告書が排水路清掃の作業記録として継続的に活用される。
3-2. 排水路清掃活動に係る予算申請補助	清掃計画に基づく年間の作業費を算出する。	活動1-4を通じて、作業に係る費用、時間を算出する。	100/100	年間の作業費に基づく、予算申請資料を作成した。将来的には、C/Pによりその資料が更新されることに期待する。
3-3 除去汚泥	排水路から浚渫さ	浚渫汚泥に土を混合し、	100/100	浚渫汚泥の有効利用が実

活動	指標	2017年12月時点の状況	達成状況	将来への期待
を活用した排水路の補強および美化活動	れた汚泥が有効活用される。	道路の簡易舗装用土のうを作成。排水路沿いで陥没のある未舗装道路にて土のうを敷き詰め、覆土した。		証されることにより、美化活動が普及する。将来的には、C/P 自らで美化活動を実施し、他地域にも普及することに期待する。
4-1. 対象国内における市場調査	ヒアリング及び実地調査を通じ、ビジネス展開に必要な情報が収集される。	行政機関(MPWT、MOE、DPWT)、教育機関(カンボジア工科大学)等へヒアリングを実施した。また、プノンペン都内の主要排水路を調査し、清掃対象とするか否か選定した。	100/100	プノンペン、シェムリアップおよび他地域の市場調査を行い、提案企業の有する技術、製品の普及可能性について調査した。
4-2. 普及計画の策定	活動 4-1 の市場調査の結果に基づき、販売計画の実現性を踏まえた普及計画を策定する。	市場調査結果を踏まえた普及計画を策定する。	100/100	活動4-1の結果に基づき、実現性の高い普及計画を策定した。
4-3. 現地セミナーの実施	C/P と協働でセミナーを開催する	2017年12月7日に実施。MPWT、DPWT、MOE、また民間企業等に対して、セミナー開催を周知した。	100/100	本事業の意義及び成果が他州の行政関係者に周知されるとともに、今後は本事業の成果が積極的に普及・活用されることに期待する。

出所：JICA 調査団作成

※：達成状況はそれぞれの担当専門家またはチームとしての評価

(3) 開発課題解決の観点から見た貢献

本普及実証事業の実施により、プノンペン都に水陸両用エクスカベーターの導入を促進した上で、機材管理及び運転技術を持った技術者を育成した。DPWT/PPCC へ譲与した水陸両用エクスカベーターは、譲与後も適切に運転維持管理できるよう、事業期間中に十分な技術移転を行うとともに、維持管理マニュアルの策定を行ったことで、技量の習得を確かなものとし、DPWT/PPCC が当製品を持続的に使用できる体制を整えた。本普及実証事業で作成した排水路清掃計画に基づいた適切な維持管理をDPWT/PPCC が定期的にも実施できるよう体制構築の支援を行い、プノンペン都の衛生環境および生活環境の向上を図った。

本普及実証事業終了後のビジネス展開により、プノンペン都のみならず、排水路・河川、湖沼における汚泥やごみの除去が課題となっているその他都市への普及も可能となり、「カ」国全体の衛生環境および生活環境の改善も期待される。

(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

提案企業の所在地である墨田区は、「ものづくりのまち」、「産業のまち」として

の区内産業の将来像を描き、その実現に向けた産業振興施策を展開していくため、2013年3月に『墨田区産業振興マスタープラン』を新たに策定した。そのマスタープランの中で新規施策として「新分野への展開」を掲げており、「新しい市場開拓として、環境・エネルギー、医療・介護等の新分野へ区内事業者が積極的に参入することが挙げられている。他方、新分野については今後、海外への展開も視野に入れ、積極的に海外へ進出していけるような環境整備を行う」とされており、本普及実証事業は、海外での環境改善事業であり、区の新規施策と合致する。そのため、大豊商事が本実証事業を遂行することで、区が目指す新分野への展開と国際活動をPRすることが可能となり、区内事業者の積極的な参入への呼びかけを促進することとなる。

また、本普及実証事業と同類の浚渫機材に関する案件が、中小企業海外展開支援事業(案件化調査)にて採択されている。このことは、本普及実証事業が日本の経済に一定の貢献をした証左であると言える。

(5) 環境社会配慮

本事業は、対象排水路である Trabek 及び Tumpun 排水路の清掃を行うための製品を導入し、汚泥及びごみの除去作業を実施するものであり、事業実施のために新たな用地の取得や自発及び非自発的な住民移転は発生しない。しかし、汚泥除去作業中には、水質汚濁や廃棄物、騒音、悪臭等の軽微であるが好ましくない環境社会影響が発生する可能性が想定されたことから、JICA 環境社会配慮カテゴリ「B」に分類されている。

本項目では、JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010年4月）及び環境社会配慮カテゴリ B 案件報告書執筆要領（2011年6月）等を参考に、①事業実施前の状況、②事業実施国の環境社会配慮の法制度・組織、③事業実施上の環境及び社会への影響、④環境社会配慮結果を検討した。

各項目の検討事項及び検討内容は以下表の通りである。

表 3-30 環境社会配慮における検討項目

検討項目	検討内容
①事業実施前の状況	事業対象地における土地利用、自然環境及び社会経済状況
②事業実施国の環境社会配慮法制度・組織	環境社会配慮に関連する法令や基準
③事業実施上の環境及び社会への影響	事業開始時の現地踏査及びスクリーニング・スコーピング結果、環境管理計画及びモニタリング計画
④環境社会配慮結果	緩和策・モニタリング計画を実施した結果

出所：JICA 調査団作成

① 事業実施前の状況

事業対象地であるプノンペン都の土地利用、自然環境及び社会経済状況を既存の文

献資料を参考に以下に整理した⁷。

(ア) 自然環境

(A) 地形

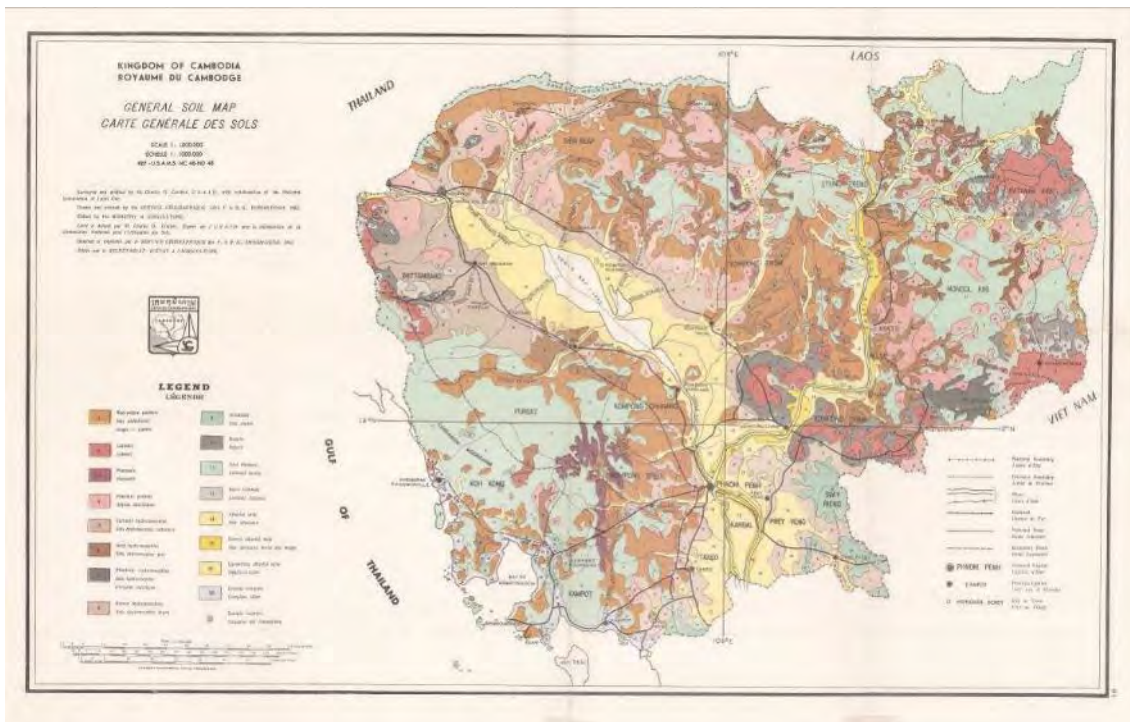
プノンペン都は、北東部にサップ川、南東部にバサック川が流れ、メコン川との合流点・分岐点の沖積低地に位置している。旧プノンペン市街は、浸水に脆弱な湿地性の平地に位置しており、当地域は地形的には比較的平坦である。雨季には10mにも達することがあるメコン川の最高水位より低く、堤防によって囲われているにも関わらず、プノンペン都の市街地および郊外の地域では洪水の危険性が高い。近年、近郊の都市化が進むとともに、プノンペン都内外の Tumpun 湖や Trabek 湖といった湖や多数の小沼や湿地が埋め立てられており、都市排水に悪影響を与えている。

(B) 地質

「カ」国の地質分布は、北東部にジュラ紀前中期、南西部にジュラ紀後期の比較的古い地質が分布している。国土の大部分は、第四紀堆積岩あるいは未固結堆積岩であり、比較的新しく軟らかい地盤で形成されているおり、プノンペン都はこれら堆積岩層に形成された都市である。

以下にカンボジアの地質図を示す。

⁷ 既存文献は、特に以下に示す JICA 報告書を参考とした。
カンボジア国第四次プノンペン洪水防御・排水改善計画準備調査報告書、平成 29 年 1 月
プノンペン都下水・排水改善プロジェクトファイルレポート、平成 28 年 12 月



出所：USAID & National Commission of Land Use

図 3-21 カンボジア地質図

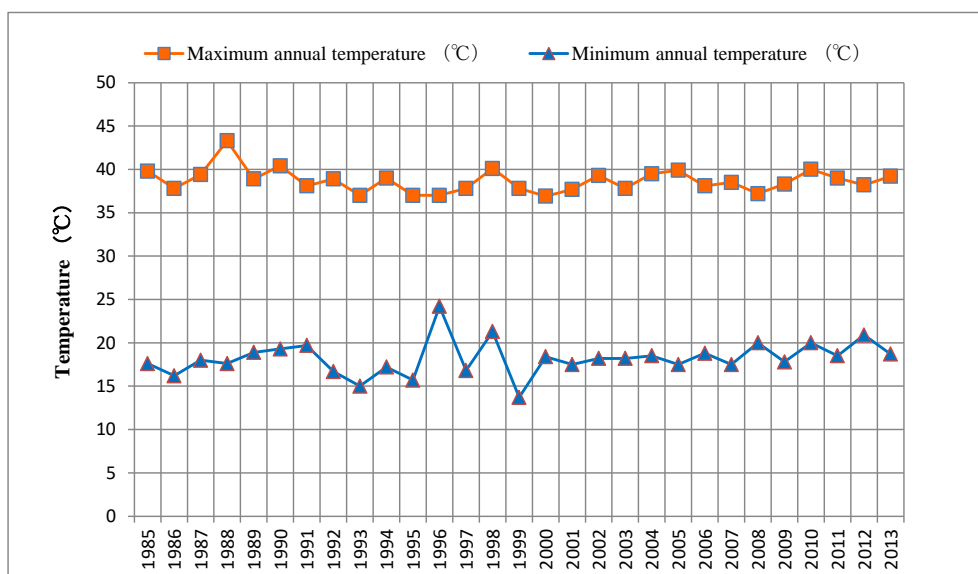
(C) 気象

「カ」国は熱帯性モンスーン気候に属し、12月から4月にかけては乾季、5月から11月には年間降水量の8割以上を占める雨季となる。

プノンペン都において、2000年から2010年の年間平均降雨量は、1,500 mmであり、最低年間降雨量は1,171 mm (2006年)、最高年間降雨量は2,147 mm (2000年)であった。12月から4月の乾季、特に1月から3月の間ではほとんど降雨がない。一方、5月から11月の雨季では、年間降雨量の80%が記録される。

Pochentong 観測所における1985年～2013年の観測データでは、プノンペン都の月平均最高気温は35.3℃、月平均最低気温は21.8℃となっている。3月～5月頃に気温が高くなり、年最大気温と年最低気温の差は、概ね20℃程度となる。湿度は年平均で77%であり、概ね70%～80%の間で推移しており、経年的に大きな変化は認められない。

年最大・最低気温の経年変化は下図の通り。



出所: DOWRAM (Department of Water Resource and Meteorology)
「プノンペン都下水・排水改善プロジェクト、2016年4月 JICA」

図 3-22 年間最高・最低気温 (1985年-2013年)

(D) 騒音・振動

2000年制定の副法令 No.42 (No. 42 in 2000, Anukret(Sub-Decree))は大気質、騒音・振動について規制している。同副法令の付表 6 では、表 3-31 に示す公共施設や居住地で許容される騒音の最大標準値を示している。

カンボジア国第四次プノンペン洪水防御・排水改善計画準備調査において、現地調査実施段階でフェーズ 4 地域における騒音・振動の大気質観測を環境省の協力を得て実施している。測定場所はワットプノン地区とトルコーク地区の各々カ所で行った測定結果は表 3-32 の通りである。騒音測定結果は、昼間と夜はほぼ基準値より低く、夜中から朝方にかけて道路の交通量によりやや高めとなった。また、振動値については、「カ」国の基準がないものの、日本の基準と比較した場合に終日基準値以内であった (表 3-33)。

表 3-31 公共施設・住宅地域における騒音の最大標準値

No.	場所	計測時間帯 (dB)		
		(午前 6 時～午後 6 時).	(午後 6 時～午後 10 時).	(午後 10 時～午前 6 時).
1.	閑静な地区 病院、図書館、学校、幼稚園	45	40	35
2.	居住地区 ホテル、官公庁、住宅	60	50	45
3.	商業・サービス業の混在地区	70	65	50
4.	小規模工場と住宅の混在地区	75	70	50

出所: ANNEX 6, Sub-decree No.42 ANK/BK The Control of Air Pollution and Noise Disturbance, the Royal Government of Cambodia, 2000

表 3-32 騒音観測値 (フェーズ 4, 2016)

Time	Cambodian Standard ^(*) , dB(A)	Result, dB(A)
Station 1: at Kunthak Bopha, Wat Phnom Northern, date July 20-21, 2016		
Day (6:00 - 19:00)	70	63-66
Evening (19:00 - 23:00)	65	58-65
Night (23:00 - 6:00)	50	55-64
Station 2: at Tela Station, Tuol Kouk date July 21-22, 2016		
Day (6:00 - 19:00)	70	68-75
Evening (19:00 - 23:00)	65	59-67
Night (23:00 - 6:00)	50	53-68

脚注: ^(*)Sub-Decree on Air Pollution Control and Noise Disturbance, Annex 6: Maximum permitted noise in public and residential area, point 3 Commercial and service areas and mix.

出所: JICA Survey Team, KCC, MOE's laboratory, the IEIA report on Phase IV, 2016.

表 3-33 騒音基準の比較 (「カ」国、日本、WHO)

地域	基準	基準値	
		昼間(6 a.m. - 10 p.m.)	夜間(10 p.m. - 6 a.m.)
AA	カンボジア ¹⁾	40 - 45 dB	35 dB
	日本 (環境省)	50 - 60* dB	40-55* dB
	WHO ガイドライン ²⁾	50 - 55 dB	30 - 45 dB
A・B	カンボジア ¹⁾	50 - 65 dB	45 dB
	日本 (環境省)	55 - 65* dB	45-55* dB
	WHO ガイドライン ²⁾	50 - 55 dB	45 dB
C	カンボジア ¹⁾	65 - 75 dB	50 dB
	日本 (環境省)	60 - 70* dB	50-65* dB
	WHO ガイドライン ²⁾	55 - 70 dB	55 dB

* 地域のうち1車線または2車線以上の車線を有する道路面に面する地域

1) Sub-decree No.42 ANK/BK the Control of Air Pollution & Noise Disturbance

2) WHO 環境騒音値 継続 24 時間 健康影響防止ガイドライン

AA: 療養施設、社会福祉施設など

A・B: 居住地域、官公庁、ホテル

C: 小規模工場、住宅の混在地区

(E) 大気

JICA「プノンペン都総合交通計画プロジェクト」(2014)における大気質のモニタリング結果では、一酸化炭素(CO)、二酸化窒素(NO₂) および 二酸化硫黄(SO₂)の値は基準の範囲内であったが、PM_{2.5} 及び PM₁₀ の指標においては非常に高い数値が確認されている (表 3-34)。

一方、カンボジア国第四次プノンペン洪水防御・排水改善計画準備調査において、2016年7月に IEIA/IEE 調査の一環として大気質のベースライン調査を行っており、すべての測定項目が基準値内であった (表 3-35)。

表 3-34 プノンペン都内の国道 4 号線沿いの大気質

Type	Unit	Point 1 (7 Makara)	Point 2 (Sen sok)	Point 3 (near Hanoi road Junction)	Point 4 (Airport)	Point 5 (near Junction with NH3)	Cambodia n Standard	WHO standard
CO	mg/m ³	2.86	1.79	2.86	3.58	3.58	20	
NO ₂	mg/m ³	0.057	0.029	0.045	0.056	0.058	0.1	
SO ₂	mg/m ³	0.033	0.027	0.027	0.025	0.033	0.3	
PM2.5	μg/m ³	128	107	284	186	248	n.a.	25
PM10	μg/m ³	93	68	150	71	169	n.a.	50

脚注: The results are average of 24 hours continuous survey

出所: Project for Comprehensive Urban Transport Plan in Phnom Penh Capital City, 2014

表 3-35 プノンペン都内の大気質計測値

Parameters	Unit	Cambodian Standards ⁽ⁱ⁾ , 24h	Measurement Results	
			at Kunthak Bopha Hospital, Wat Phnom Northern. date July 20-21, 2016	at Gasolin (Tela) station Tuol Kouk , date July 21-22, 2016
Carbon Monoxide (CO)	mg/m ³	20 ⁽ⁱⁱ⁾	12.88	8.44
Nitrogen Dioxide (NO ₂)	mg/m ³	0.1	0.028	0.025
Sulfur Dioxide (SO ₂)	mg/m ³	0.3	0.022	0.018
Total Suspended Particles (TSP)	mg/m ³	0.33	0.285	0.243
PM10	mg/m ³	-	0.149	0.126

脚注: There was heavy rain at 12:30 pm during measurement..

⁽ⁱ⁾ Sub-decree No.42, on Air Pollution Control and Noise Disturbance, Annex 1: Ambient Air Quality Standard

⁽ⁱⁱ⁾ 8hs. Average

出所: JICA Survey Team, KCC, MOE's laboratory staff in July 2016.

(F) 生態系

CBD (The Convention on Biological Diversity)が公開している報告書⁸において、「カ」国では、最低でも 135 種の哺乳動物、599 種の鳥類、173 種の爬虫類、72 種の両生類、350 種の鱗翅目、955 種の淡水および海水水生生物、4,500 種の維管束植物が生存していると報告されている。

このうち、IUCN(国際自然保護連合、International Union for Conservation of Nature)が公開している RED LIST⁹には、38 種の哺乳類、28 種の鳥類、20 種の猛禽類、8 種の両生類、47 種の魚類、35 種の植物が絶滅危惧種として登録されている。

⁸ The Fifth National Report to the Convention on Biological Diversity, 2014

⁹ IUCN Red List version 2017-1: Table 5: Threatened species in each country

(イ) 社会経済状況

(A) 人口

「カ」国では、NIS（計画省国立統計所, National Institute of Statistics）によって1998年と2008年に国政調査が行われている。JICA「プノンペン都総合交通計画プロジェクト」(2014)では、国勢調査の結果やMOP (Ministry of Planning) による2030年までの人口予測値を元に、基準年を2012年とした2035年までの人口予測を行っている（表 3-36）。

表 3-36 人口動態と予測

Name of Khan		1998	2008	2012	2016	2020	2035
01	Chamkarmon	187,082	182,004	184,200	196,500	200,900	240,400
02	Daun Penh	131,913	126,550	119,500	123,300	126,700	138,200
03	7 Makara	96,192	91,895	93,300	95,100	96,600	102,700
04	Tuol Kok	154,968	171,200	186,100	187,900	185,100	181,100
01-04 Sub-total		570,155	571,649	583,100	602,800	609,300	662,400
05	Dangkor	48,921	73,287	96,100	128,500	148,900	183,700
06	Po Senchey	73,414	159,455	234,900	269,300	321,600	349,500
07	Meanchey	97,190	194,636	282,700	349,100	403,300	490,800
08	Chbar Ampov	108,796	133,165	160,500	194,300	210,100	251,500
09	Reussey Keo	76,473	115,740	152,600	178,800	204,300	251,300
10	Chroy Changvar	53,231	68,708	84,000	102,900	126,700	155,500
11	Sen Sok	70,676	137,772	198,600	237,000	296,700	392,500
12	Prek Pnov	34,574	47,313	59,700	84,700	84,500	129,900
05-12 Sub-total		563,275	930,076	1,269,100	1,544,600	1,796,100	2,204,700
Total Population		1,133,430	1,501,725	1,852,200	2,147,400	2,405,400	2,867,100

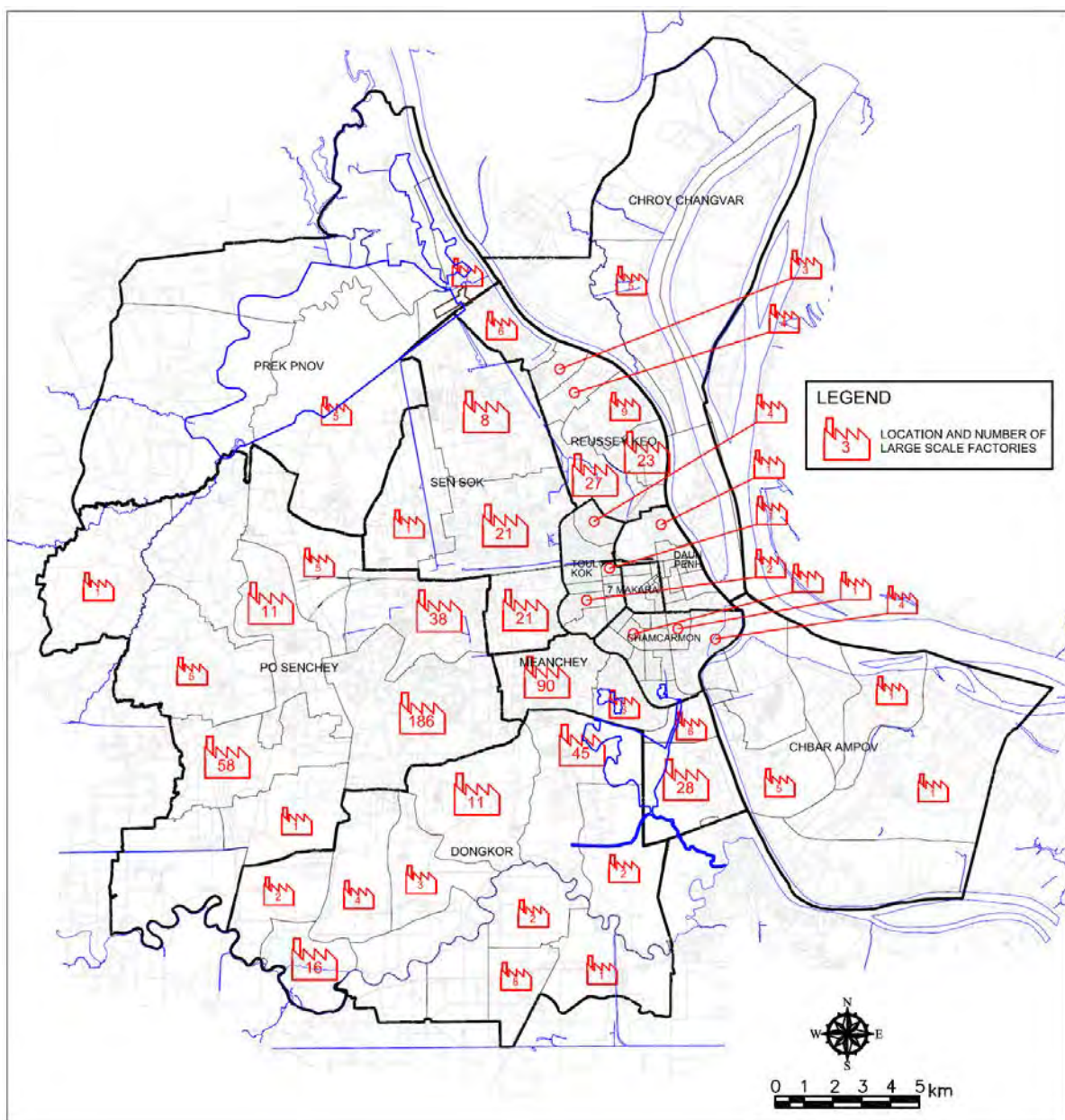
* The population is corrected based on new administrative area in PPCC (678.5 km²)

出所: JICA, "Project for Comprehensive Urban Transport Planning in Phnom Penh Capital City, 2014"

(B) 工業

MIH(Ministry of Industry and Handicraft)によると、2014年10月の段階で、プノンペン都には「不動産を除く資産」が50万USDを超える規模の「大規模工場」として分類される工場が684件ある。大規模工場のうち、繊維関連工場が約470件と大部分を占め、約50件の靴・鞣工場がそれに続く。

一方、プノンペン都内において、「不動産を除く資産」が50万USDを下回る工場は、中小規模の工場(SME: small and medium-sized enterprises) に分類される。このうち、中規模工場および小規模工場は、それぞれ、「不動産を除く資産」が、25万以上～50万未満USD、25万USD未満の工場を指す。中小規模の工場(SME)は、約1,600件であり、縫製工場、食品、鉄工所等が多い。大規模工場の分布を図3-23に示す。



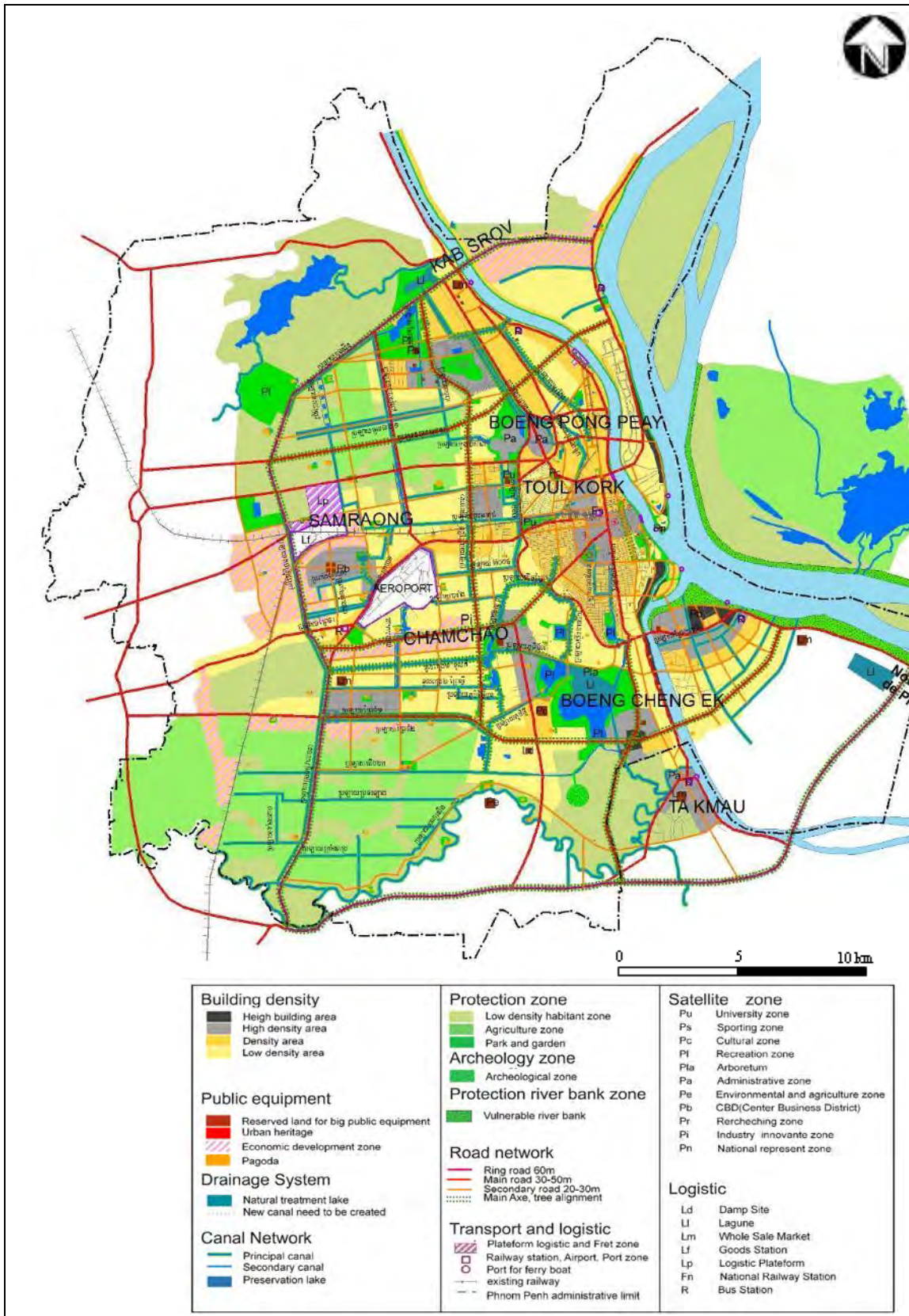
出所： プノンペン都下水・排水改善プロジェクトファイルルレポート，平成 28 年 12 月

図 3-23 プノンペン都における大規模工場数と位置

(ア) 土地利用

プノンペン都の行政区域は、2008 年の憲法形成に伴い修正されており、面積は 377km² から 678.5km² に拡大された。プノンペン都の土地利用計画は、2035 年を目標年次として、王令により設立された土地管理都市計画国家委員会による可決を経て、2015 年 12 月 23 日付けの「政令」(Sub-decree)の発出により承認された(図 3-24)。

本案件の調査対象地域における土地利用は、主に住宅地と商店街等で構成されており、人口密度の高い地域も含まれている。



出所：White Book on Development and Planning of Phnom Penh, PPCC

図 3-24 プノンペン都の土地利用（2035年）

② 事業実施国の環境社会配慮法制度・組織

「カ」国の環境社会配慮法制度及び組織状況を既存の文献資料を参考に以下に整理した¹⁰。

(ア) 環境社会配慮に関連した法令

「カ」国における環境の基本法として、1996年の環境保護と自然資源管理法(Kram/NS-PKM-1296/36, 1996, 24 Dec. MOE)が環境保護の政策を規定している。同法によると、「カ」国政府は、5年ごとに作成する国家および地域的管理計画のもとに計画的に環境を管理する。環境アセスメントの必要性についても同法に含まれており、民間ならびに公共の事業において、事業の規模や場所に応じて必要となる調査の実施のため、同法を参照する必要がある(表 R 2.2.12)。同法の下、1999年の環境影響アセスメント手続きにかかる副法令(No. 72 ANRK.BK, 1999)および2009年のIEIA/EIA実施のための一般的ガイドラインに関する省令(No. 376 BRK.BST, 2009 MOE)において、環境アセスメントの詳細が規定されている。

副法令は、関連機関の責任、EIAを要する事業、EIAの手続き、事業の承認の条件ならびに罰則等で構成されており、EIAを必要とする事業については当該副法令の附表に提示されている。省令では、手続きにかかる期間の概要ならびにIEIAおよびEIAの承認手続き時に必要となる提出書類に関する詳細が規定されており、省令の附表-1において、IEIA/EIAの報告書の基本的な内容について提示されている。また、同省令は国レベルの環境省および州、市レベルの環境局といった環境当局の責任分担についても規定している。さらに、2014年にMOE登録のコンサルタント法人をIEIA/EIA報告書作成の際に雇用することが副法令(No.216 Prakas 2014, MOE)により義務付けられた。

公害管理に関連しては、いくつかの基準が政府によって発行されている。1999年の水質汚染管理の副法令(No.27 ANRK. BK, 1999, MOE)は水質の基準を規定している。1999年の固形廃棄物にかかる副法令(The No.36 ANRK.BK. in 1999, MOE)は固形廃棄物の一般的な基準を規定している。2000年の大気汚染と騒音障害の管理に関わる副法令(No. 42 in 2000, Anukret (Sub-Decree), MOE)は許容される大気および騒音レベルについて規定している。

環境保全に関連し、保護区は保護区法(Royal Decree No. NS/RKM/0208/007)において規定されている。法に基づき、重要な自然特性は環境省の責任の下保護されている。

¹⁰ 既存文献は、特に以下に示すJICA報告書を参考とした。
カンボジア国第四次プノンペン洪水防御・排水改善計画準備調査報告書、平成29年1月
プノンペン都下水・排水改善プロジェクトファイルレポート、平成28年12月

「カ」国の環境社会配慮に関連した法令について下表に示す。

表 3-37 「カ」国の環境社会配慮に関連した法令

No.	法令	内容
1.	環境保護と自然資源管理法 Preah Reach Kram/NS-PKM-1296/36, 1996, Law on Environmental Protection and Natural Resource Management (18 November 1996) MOE	環境保護の基本法として、自然環境政策、国家および地域環境計画、事業およびその行為にかかる環境影響評価、自然資源の管理、モニタリング、情報収集および検査、環境にかかわる住民参加を規定している。また、罰則についても本法において規定されている。
2.	環境影響アセスメント手続きにかかる副法令 No. 72 ANRK.BK, 1999, Anukret (Sub-decree) on Environmental Impact Assessment (EIA) Process (11 August 1999) MOE	本副法令は IEIA/EIA の実施のための詳細なガイドラインを規定している。環境アセスメントが求められる事業は附表において提示されている。副法令は省庁の責任、EIA を要する事業、EIA 手続き、事業承認の条件ならびに罰則で構成されている。
3.	IEIA/EIA 実施のための一般的ガイドライン No. 376 BRK.BST, 2009 Prakas(Declaration) on General Guideline for conducting IEIA1/EIA Reports, 2009 MOE	本省令は、2009年に環境省により発行された。初期環境影響評価(IEIA)およびEIA報告書作成のためのタイムフレーム、IEIA およびEIAの手続きに必要な提出書類等が規定されている。
4.	水質汚染管理の副法令 No.27 ANRK/BK/1999, Anukret (Sub-decree) on Water Pollution Control, 1999(April 6, 1999) MOE	本副法令は人の健康保護および生物多様性の保全を確保し、良好な水質を保全するため公共の水域での公害の原因となる行為を制限している。
5.	固形廃棄物にかかる副法令 No.36 ANRK.BK. in 1999, Anukret (Sub-decree) on Solid Waste Management, 1999 MOE	本副法令は、人の健康と生物多様性の保全の確保のために固形廃棄物管理を規定している。
6.	大気汚染と騒音障害の管理に関わる副法令 No. 42 in 2000, Anukret (Sub-decree) on the Control of Air Pollution and Noise Disturbance, 2000 (July 10, 2000) MOE	本副法令は、大気および騒音の抑制、制限について規定している。附表において排出の制限値、制限に対する手順および法的必要性の言及ならびに汚染物質を規定している。
7.	EIA審査とモニタリングにかかるサービス料金決定にかかる環境省ならびに経済財務省の共同省令 No. 745 MEF/MOE 2000, Prakas (Joint Declaration) between MOE and MEF on Determination of Service Fee for EIA reviewing and Monitoring (20th October 2000) MOE	本省令は、環境サービスに関する料金について規定している。料金はカテゴリーに応じて決定される。
8.	保護区域法 No. 07 NS/RKM/2008, Protected Areas Law (Royal Decree No. NS/RKM/2008/007)MOE	本法は、生物多様性の保全と自然資源の持続的利用のため自然保護地域の運営、保全および開発を規定し、11章66条で構成されている。
9.	保護区に関する省令 No. 1033, 1994, Prakas (Declaration) on Protected Areas, 1994 MOE	環境省による本省令は、自然区域の保護にかかる1993年11月の法令による一連の行為を禁じている。
10.	市、州環境局への事業開発にかかる意思決定における権限移譲にかかる省令 No. 230 in 2005, Prakas (Declaration) on	環境省による本省令は、自然区域の保護にかかる1993年11月の法令による一連の行為を禁じている。

No.	法令	内容
	the Delegation of Power of Decision-Making on Project Development to the Provincial Department of Environment, 2005 MOE	
11.	MOE登録のローカルコンサルタント法人をIEIA/EIA報告書の作成に雇用を義務付けた省令 No.215 in 2014, Prakas (Declaration), Sep. MOE, May 2014 MOE	ローカルコンサルタント法人がMOEによって登録されており、これらコンサルタントはIEIA/EIA報告書の作成に欠かせない存在となる。

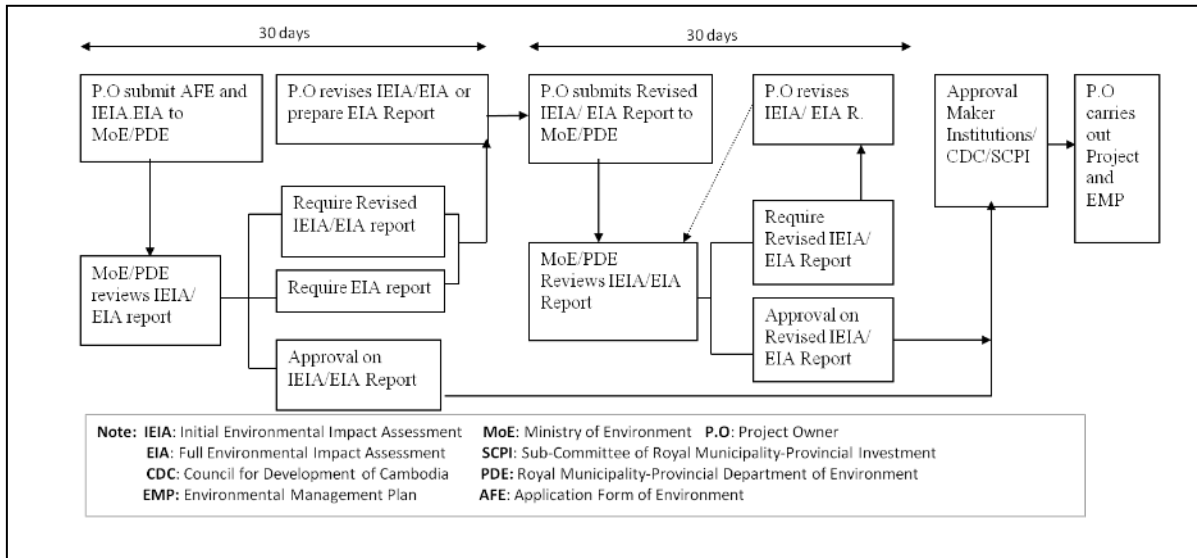
出所: JICA Study Team based on English Translation supplemented by JICA env. Profile 2013, Faolex, ADB (2014) Integrated Urban Environmental Management in the Tonle Sap Basin Project – Kampong Chhnang Urban Area Environment Improvements, カンボジア国第四次プノンペン洪水防衛・排水改善計画準備調査報告書, 平成 29 年 1 月

(イ) EIA 法令に係る事業・組織

EIA 環境影響アセスメント手続きにかかる副法令 No.72、No. 72 ANRK.BK, 1999, Anukret (Sub-decree)では、IEIA/EIA の実施のための詳細なガイドラインを規定している。環境アセスメントが求められる事業は附表において提示されている。副法令は省庁の責任やEIAを要する事業、EIA 手続き、事業承認の条件ならびに罰則で構成されている。

附表では、(i) 全ての規模の廃棄物処理および焼却行為、(ii) 全ての規模の排水処理施設、(iii) $\geq 5,000$ ha の排水施設を、EIA が必要な事業として規定している。また、本省令では2百万 USD 未満のIEIA およびEIA 報告書の審査および承認機関を州環境局とすることを規定している。

図 3-25 に示すとおり、事業実施者はまず申請書と報告書を中央の環境省(MOE)または州もしくは市の環境局(DOE)等の環境当局に提出する。環境当局による報告書のレビューの後、事業実施者は報告書の修正またはEIA としての追加調査を行わなければならない。環境調査が当局の必要事項を満たした場合は、報告書は市もしくは州環境局により承認される。その後、開発評議会(CDC)または市、州の小委員会によって事業実施の承認が行われる。



出所: Declaration on General Guidelines for Conducting Initial and Full Environmental Impact Assessment Reports, No.376
 BRK.BST, 2009

図 3-25 国家事業レベルの IEIA/EIA プロセスのフロー

③ 事業実施上の環境及び社会への影響

(ア) 現地踏査及びスクリーニング・スコーピング結果

本事業では、既存排水路の浚渫作業に伴い重機を稼働するため、工事中の影響（浚渫・運搬作業に伴う影響）を検討した。なお、本事業に施設建設は含まれないため、供用時の評価は実施しない。

環境社会配慮の検討項目は、環境社会配慮カテゴリ B 案件報告書執筆要領（2011年6月）に記載のある影響項目のうち、事業の特性等を考慮し、既存資料と現地踏査の結果を踏まえてスクリーニング/スコーピングを行った上で決定した。スクリーニング/スコーピングの結果は表 3-38 の通りである。

検討結果より、負の影響が想定された項目は、汚染対策面では大気汚染、水質汚濁、廃棄物、土壌汚染、騒音・振動、悪臭の6項目、社会環境面では既存の社会インフラや社会サービス、労働環境の2項目、その他の1項目、合計9項目となった。

表 3-38 スクリーニング・スコーピング結果

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	B-	-	建設機材の稼働に伴う浮遊物質やガスの排出、トレーラー・ダンプトラックの走行に伴う粉じん等の排出が想定される。
	2	水質汚濁	B-	-	排水路に堆積した汚泥を清掃するため、一時的に下流地域の濁度等が上昇する可能性がある。
	3	廃棄物	B-	-	排水路の浚渫作業に伴い汚泥（廃棄物）が生じる。
	4	土壌汚染	B-	-	除去汚泥を周辺に仮置きした際、土壌汚染の可能性が考えられる。
	5	騒音・振動	B-	-	建設機材の稼働及び車両の走行による騒音が想定される。
	6	地盤沈下	D	-	地盤沈下を引き起こすような作業等は想定されない。
	7	悪臭	B-	-	除去汚泥を周辺に仮置き時など、悪臭が発生する状況が想定される。
	8	底質	B+	-	堆積汚泥やゴミが取り除かれ、底質の状況が改善する。
自然環境	9	保護区	D	-	事業対象地及びその周辺に、国立公園や保護区等は存在しない。
	10	生態系	D	-	事業対象地内に希少な動植物は存在しないことから、生態系への影響はほとんどないと考えられる。
	11	水象	B+	-	堆積汚泥やゴミが取り除かれ、流量が確保されることで浸水被害の軽減が見込める。
	12	地形、地質	D	-	本事業は、既存排水路の浚渫作業であり、大規模な施設建設は計画されていないことから、地形・地質への影響はほとんどないと考えられる。
社会環境	13	住民移転	D	-	本事業は、既存排水路の浚渫作業であり、事業実施のために新たな用地の取得はないため、住民移転は発生しない。
	14	貧困層	D	-	本事業は、既存排水路の浚渫作業であり、貧困層への影響は想定されない。
	15	少数民族・先住民族	D	-	事業対象地域及びその周辺に、少数民族・先住民族は存在しない。
	16	雇用や生計手段等の地域経済	D	-	本事業は、既存排水路の浚渫作業であり、地域経済への影響はほとんどないと考えられる。
	17	土地利用や地域資源利用	D	-	本事業は、既存排水路の浚渫作業であり、地域経済への影響はほとんどないと考えられる。
	18	水利用	D	-	排水路を用いた水利用（炊事、洗濯、親水活動等）の可能性は低く、水利用者へ影響を与える可能性はほとんどないと考えられる。
	19	既存の社会インフラや社会サービス	B-	-	建設機材の輸送時に交通渋滞が発生する可能性がある。
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	-	本事業は、既存排水路の浚渫作業であり、社会関係資本や地域の意思決定機関等への影響はほとんどないと考えられる。
	21	被害と便益の偏在	D	-	本事業は、既存排水路の浚渫作業であり、周辺地域に不公平な被害と便益をもたらすことはほとんどないと考えられる。

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			工事中	供用時	
	22	地域内の利害対立	D	-	本事業は、既存排水路の浚渫作業であり、地域内の利害対立を引き起こすことはないと考えられる。
	23	文化遺産	D	-	事業対象地域およびその周辺に、文化遺産等は存在しない。
	24	景観	D	-	本事業は、既存排水路の浚渫作業であり、景観への影響はほとんどないと考えられる。
	25	ジェンダー	D	-	本事業は、既存排水路の浚渫作業であり、ジェンダーへの特段の負の影響は想定されない。
	26	子どもの権利	D	-	本事業は、既存排水路の浚渫作業であり、子どもの権利への特段の負の影響は想定されない。
	27	HIV/AIDS 等の感染症	D	-	大規模な工事は想定されず、工事作業員等の流入や入れ替わりもないため、感染症拡大の可能性はほとんどないと考えられる。
	28	労働環境（労働安全を含む）	B-	-	建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。
その他	29	事故	B-	-	工事中の事故に対する配慮が必要である。
	30	越境の影響、及び気候変動	D	-	本事業は、既存排水路内の浚渫であり、規模も大きくないことから、越境の影響や気候変動に係る影響等はほとんどないと考えられる。

出所：JICA 調査団作成

A+/-: 重大な正/負の影響が考えられる (Significant positive/negative impact is expected.)

B+/-: ある程度の正/負の影響が考えられる (Positive/negative impact is expected to some extent.)

C+/-: 正/負の影響程度は不明。将来調査が必要で、影響は調査により解決する可能性あり。

(Extent of positive/negative impact is unknown. A further examination is needed, and the impact could be clarified as the study progresses)

D : いかなる影響も想定されない(No impact is expected.)

(イ) 環境管理計画

本項目では、負の影響が想定される項目に対する緩和策を整理した。なお、事業の特性上、最も周辺環境への影響が大きいと想定される汚泥（廃棄物）処理の扱いについては、数カ所で汚泥分析を行い、排水路内の汚泥の現状や重金属の有無等を確認したうえで適切な作業場所を選定した((1) ① (ア) (B) 汚泥分析参照)。

負の影響が想定される項目に対する緩和策の一覧を以下表に示す。

表 3-39 負の影響に対する緩和策

分類	No	影響項目	評価		緩和策
			工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	B-	-	建設機材の適切な整備や不要なアイドリング防止等を実施し、排出量を最小化する。また、粉じん予防として、ダンプトラックが公道に出る直前にタイヤに付着した土を取り除き、乾燥した地表面に散水するなどの対策を現地の状況に応じて実施する。
	2	水質汚濁	B-	-	建設機械による浚渫作業時間を限定し、下流側への影響の最小化を図る。

分類	No	影響項目	評価		緩和策
			工事中	供用時	
	3	廃棄物	B-	-	浚渫作業中に発生した汚泥（廃棄物）を、軟弱泥土改質剤を用いて固形化し、法面補強等に用いる資材として活用することで環境社会面への影響を最小化する。
	4	土壌汚染	B-	-	除去汚泥から汚染物質が土壌へ浸透しないよう、台船、リヤカー等を仮置き場とする。
	5	騒音・振動	B-	-	日中に作業を行い、かつ建設機械の稼働時間を限定することで騒音・振動の影響を最小化する。
	6	悪臭	B-	-	除去汚泥の仮置き場を台船とすることで近隣住民への影響を最小化する。
社会環境	7	既存の社会インフラや社会サービス	B-	-	交通渋滞が想定される時間帯を避けて建設機材の輸送を行う。
	8	労働環境（労働安全を含む）	B-	-	適切な労働時間を設定するとともに、休憩場所を設置するなど、労働環境に配慮を行う。
その他	9	事故	B-	-	現場付近での事故を削減するために、適切な交通整理を行う。

出所：JICA 調査団作成

(ウ) モニタリング計画

環境管理計画で設定した負の影響に対する緩和策の効果を確認するためのモニタリング事項を以下表に示す。

表 3-40 負の影響に対するモニタリング事項

分類	No	影響項目	必要となる内容	情報源及び手法
汚染対策	1	大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> 環境基準値の確認 工事中の影響範囲の把握 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査 工事に対する情報収集及び確認
	2	水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> 環境基準値の確認 工事中の影響範囲の把握 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査 工事に対する情報収集及び確認
	3	廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> 環境基準値の確認 浚渫汚泥は出来る限り軟弱泥土改質剤を用いて固形化し、法面補強材等として再利用する 再利用に適していない汚泥及びゴミは処分場に運搬し、適切な処分を行う 浚渫汚泥の分析 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査 工事に対する情報収集及び確認 汚泥分析
	4	土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> 工事中の影響範囲の把握 浚渫汚泥の分析 	<ul style="list-style-type: none"> 工事に対する情報収集及び確認 汚泥分析
	5	騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> 環境基準値の確認 工事中の影響範囲の把握 	<ul style="list-style-type: none"> 既存資料調査 工事に対する情報収集及び確認
	6	悪臭	<ul style="list-style-type: none"> 工事中の影響範囲の把握 	<ul style="list-style-type: none"> 工事に対する情報収集及び確認
社会環境	7	既存の社会インフラや社会サービス	<ul style="list-style-type: none"> 交通安全対策（輸送時間帯の配慮など） 	<ul style="list-style-type: none"> 工事に対する情報収集及び確認
	8	労働環境（労働安全を含む）	<ul style="list-style-type: none"> 適切な労働時間の設定 労働安全に対する啓発ガイダンス 	<ul style="list-style-type: none"> 工事に対する情報収集及び確認

分類	No	影響項目	必要となる内容	情報源及び手法
その他	9	事故	・交通安全対策（交通安全のための誘導、交通整理人員の配置など）	・工事に対する情報収集及び確認

出所：JICA 調査団作成

④ 環境社会配慮結果

モニタリング計画で設定した項目の調査結果を以下表に示す。

表 3-41 モニタリング結果一覧

影響項目	調査結果																																																									
大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> 「カ」国の環境基準を以下に示す。 																																																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>Parameter</th> <th>1 Hour Average mg/m³</th> <th>8 Hour Average mg/m³</th> <th>24 Hour Average mg/m³</th> <th>1 Year Average mg/m³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Carbon monoxide (CO)</td> <td>40</td> <td>20</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Nitrogen dioxide (NO₂)</td> <td>0.3</td> <td>-</td> <td>0.1</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Sulfur dioxide (SO₂)</td> <td>0.5</td> <td>-</td> <td>0.3</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>O zone (O₂)</td> <td>0.2</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Lead (Pb)</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0.005</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Total Suspended Particulate (TSP)</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0.33</td> <td>0.1</td> </tr> </tbody> </table> <p>出典：Sub-decree No27 ANK/BK, Sub-decree on air and noise pollution -Annex 1 ambient air quality standard</p>					N	Parameter	1 Hour Average mg/m ³	8 Hour Average mg/m ³	24 Hour Average mg/m ³	1 Year Average mg/m ³	1	Carbon monoxide (CO)	40	20	-	-	2	Nitrogen dioxide (NO ₂)	0.3	-	0.1	-	3	Sulfur dioxide (SO ₂)	0.5	-	0.3	0.1	4	O zone (O ₂)	0.2	-	-	-	5	Lead (Pb)	-	-	0.005	-	6	Total Suspended Particulate (TSP)	-	-	0.33	0.1											
N	Parameter	1 Hour Average mg/m ³	8 Hour Average mg/m ³	24 Hour Average mg/m ³	1 Year Average mg/m ³																																																					
1	Carbon monoxide (CO)	40	20	-	-																																																					
2	Nitrogen dioxide (NO ₂)	0.3	-	0.1	-																																																					
3	Sulfur dioxide (SO ₂)	0.5	-	0.3	0.1																																																					
4	O zone (O ₂)	0.2	-	-	-																																																					
5	Lead (Pb)	-	-	0.005	-																																																					
6	Total Suspended Particulate (TSP)	-	-	0.33	0.1																																																					
	<ul style="list-style-type: none"> 既存の測定結果を以下に示す。 <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Parameters</th> <th colspan="2">2000</th> <th colspan="2">2001</th> <th colspan="2">2002</th> <th colspan="2">2014</th> </tr> <tr> <th>Mean</th> <th>Max</th> <th>Mean</th> <th>Max</th> <th>Mean</th> <th>Max</th> <th>Mean</th> <th>Max</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CO (mg/m³)</td> <td>3.06</td> <td>7.12</td> <td>1.98</td> <td>2.42</td> <td>3.50</td> <td>5.71</td> <td>3.02</td> <td>3.87</td> </tr> <tr> <td>NO₂ (µg/m³)</td> <td>32.08</td> <td>47.17</td> <td>2.45</td> <td>3.77</td> <td>30.19</td> <td>56.60</td> <td>24</td> <td>71</td> </tr> <tr> <td>SO₂ (µg/m³)</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>2.60</td> <td>7.80</td> <td>7.80</td> <td>13.00</td> <td>10</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>TSP (mg/m³)</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0.63</td> <td>0.84</td> <td>0.41</td> <td>1.00</td> <td>0.128</td> <td>0.169</td> </tr> </tbody> </table> <p>出典:MOE (2014), ADB 2006 Country Synthesis Report on Urban Air Quality Management, "Research collaboration with Yokohama University from 2000-2002. Project for Comprehensive Urban Transport Plan in Phnom Penh Capital City, 2014 Quoted in MOE and Ministry of Health (2006). Country Report: Cambodia, Hang Dara, Chin Chamroeun, Sourn Pun Lork, and Chim Sophan, Paper presented at the Clean Air for Asia Training Course for Developing Countries, Thailand, 24 May-02." from ADB カンボジア国第四次プノンペン洪水防御・排水改善計画準備調査報告書, 平成 29 年 1 月</p>					Parameters	2000		2001		2002		2014		Mean	Max	Mean	Max	Mean	Max	Mean	Max	CO (mg/m ³)	3.06	7.12	1.98	2.42	3.50	5.71	3.02	3.87	NO ₂ (µg/m ³)	32.08	47.17	2.45	3.77	30.19	56.60	24	71	SO ₂ (µg/m ³)	-	-	2.60	7.80	7.80	13.00	10	27	TSP (mg/m ³)	-	-	0.63	0.84	0.41	1.00	0.128	0.169
Parameters	2000		2001		2002		2014																																																			
	Mean	Max	Mean	Max	Mean	Max	Mean	Max																																																		
CO (mg/m ³)	3.06	7.12	1.98	2.42	3.50	5.71	3.02	3.87																																																		
NO ₂ (µg/m ³)	32.08	47.17	2.45	3.77	30.19	56.60	24	71																																																		
SO ₂ (µg/m ³)	-	-	2.60	7.80	7.80	13.00	10	27																																																		
TSP (mg/m ³)	-	-	0.63	0.84	0.41	1.00	0.128	0.169																																																		
	<ul style="list-style-type: none"> プノンペン都内の既存測定結果より、二酸化窒素 (NO₂) 及び 二酸化硫黄 (SO₂) の値は 2014 年以前から基準値を大幅に超過していることが分かる。プノンペン都内の日交通量(バイク含む)は、1 号線が約 4 万台、6 号線が約 2.6 万台、その他主要な国道も 1 万台以上と報告されている¹¹。プノンペン都は他の州と比べても走行車両が多く、自動車の排出ガスが大気環境悪化の大きな要因になっていると想定される。 本機材の一日あたりの稼働時間(排水路汚泥の浚渫時間)は、2 サイクルの浚渫作業を行った場合でも 30 分~40 分程度である。移動時間含め 1 時間程度の稼働であり、周辺環境に影響を与える排出源になるとは考えにくい。なお、本機材 (KOBELCO 製エンジン) の排気量は 2,179cc、DPWT が所持しているエクスカベーター (KOMATSU 製エンジン 型式不明 HP より引用) が 8,270cc、一般車両の排気量は 1,000~1,500cc 程度である。 建設機材の適切な整備や不要なアイドリング防止等も適切に実施されており、本機材の稼働に伴う大気環境への影響は、車両やその他重機等と比較して軽微であると想定される。 																																																									

¹¹ 国土交通省資料-カンボジア王国 現地 ODA-TF 運輸・交通インフラ分野勉強会基礎資料

影響項目	調査結果								
水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> 「カ」国の環境基準及び既存測定結果を以下に示す。 								
		pH (-)	TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD _{Mn} (mg/l)	COD _{Cr} (mg/l)	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)	Cr ⁶⁺ (mg/l)
A.	Min	6.35	16.0	0.1	1.6	-	0.01	0.01	ND
Mekong River (Chroy Changvar)	Max	8.50	592.0	4.9	7.8	-	1.15	0.50	0.090
	Average	7.41	108.5	2.0	4.0	-	0.26	0.08	0.023
	Min	6.49	22.0	0.2	1.4	-	0.08	0.02	ND
B. Sap River (Phnom Penh Port)	Max	8.24	474.0	6.5	9.3	-	8.11	0.50	0.320
	Average	7.32	106.5	2.3	4.5	-	1.23	0.11	0.027
	Min	6.09	5.8	0.2	1.3	-	0.13	0.03	ND
C. Prek Thnot River (Thakhmao Bridge)	Max	8.21	520.0	57.9	145.0	-	3.97	4.08	0.220
	Average	7.30	157.3	13.8	23.8	-	1.33	0.98	0.038
	Min	4.85	26.0	0.1	0.8	-	0.07	0.01	ND
D. Bassac River (Thakhmao)	Max	8.50	526.0	5.8	9.4	-	0.74	0.34	0.110
	Average	7.31	108.3	2.0	4.2	-	0.31	0.12	0.023
	Min	5.52	29.0	0.0	0.6	-	0.04	0.00	ND
E. Mekong River (Kien Svay)	Max	8.47	526.0	6.5	9.7	-	1.73	0.32	0.120
	Average	7.33	114.7	1.9	3.6	-	0.31	0.08	0.019
	Cambodian Standard for A. to E.		6.5-8.5	<100	<10	-	-	-	-
F. Kop Slov	Min	6.24	40.0	0.7	-	2.6	0.26	0.01	ND
	Max	8.59	300.0	54.8	-	126.4	8.56	1.88	0.010
	Average	7.49	129.1	16.4	-	35.4	2.08	0.56	0.007
G. Prek Pnov	Min	6.41	42.0	1.0	-	3.4	0.09	0.03	ND
	Max	8.18	442.0	58.4	-	126.7	11.93	1.74	0.010
	Average	7.36	119.5	17.4	-	31.8	4.91	0.53	0.006
H. Trabek	Min	6.35	46.0	70.9	-	47.9	1.48	0.81	ND
	Max	8.35	378.0	258.1	-	215.0	18.40	6.73	0.200
	Average	7.39	153.1	152.1	-	117.7	7.39	3.03	0.021
I. Tumpun	Min	6.78	70.0	68.9	-	63.5	0.32	0.23	ND
	Max	8.02	402.0	261.3	-	226.2	18.55	6.60	0.020
	Average	7.39	155.2	161.9	-	111.6	6.05	2.93	0.009
Cambodia Standard for F to I.		5.0-9.0	<120	<80	-	<100	-	-	<0.05

出典: MOE(2010年1月~2013年12月)、カンボジア国第四次プランベン洪水防御・排水改善計画準備調査報告書、平成29年1月
Sub-decree No.42 ANK/BK The Control of Air Pollution and Noise Disturbance
脚注: ND: Not Detected. CODMn: <8 mg/L based on ANNEX 4

- 本業務の対象である Trabek と Tumpun 排水路では、TSS、BOD、COD の平均値が基準値を超過している。両排水路では、排水路周辺の住居や工場から排水やゴミが排水路に流れ込んでおり、水質は日常的に悪いことが想定される。
- 本機材を用いた排水路汚泥の浚渫時間は、2 サイクル行った場合でも 30 分~40 分程度と限定されている。本機材の稼働に伴い底質の巻き上げによる濁度の上昇等は想定されるが、水質が極端に悪化することは考えにくく、下流側への影響は極めて軽微であると考えられる。

影響項目	調査結果																																																																																																																																																																					
廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> 「カ」国の廃棄物に係る基準及び測定結果を以下に示す。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Parameter</th> <th>unit</th> <th>No1</th> <th>No2</th> <th>No3</th> <th>No4</th> <th>No5</th> <th>No6</th> <th>No7</th> <th>基準値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Total Nitrogen (N)</td> <td>g/100g</td> <td>0.28</td> <td>0.20</td> <td>0.17</td> <td>0.23</td> <td>0.12</td> <td>0.24</td> <td>0.39</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Total Phosphorus (P)</td> <td>g/100g</td> <td>0.06</td> <td>0.06</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> <td>0.01</td> <td>0.06</td> <td>0.24</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Total Potassium (K)</td> <td>g/100g</td> <td>0.41</td> <td>0.27</td> <td>0.36</td> <td>0.31</td> <td>0.26</td> <td>0.31</td> <td>0.45</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Total Organic Carbon (TOC)</td> <td>g/100g</td> <td>7.78</td> <td>8.12</td> <td>8.80</td> <td>6.31</td> <td>2.87</td> <td>8.41</td> <td>10.70</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Iron (Fe)</td> <td>g/100g</td> <td>0.36</td> <td>0.32</td> <td>0.12</td> <td>0.14</td> <td>0.06</td> <td>0.14</td> <td>0.53</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Total Calcium (Ca)</td> <td>g/100g</td> <td>0.90</td> <td>1.10</td> <td>0.80</td> <td>0.67</td> <td>0.34</td> <td>0.63</td> <td>1.52</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Zinc (Zn)</td> <td>mg / Kg</td> <td>0.02</td> <td>0.02</td> <td>0.01</td> <td>0.05</td> <td>0.01</td> <td>0.02</td> <td>0.04</td> <td>< 500</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Arsenic (As)</td> <td>mg / Kg</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0.05</td> <td>< 40</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Mercury (Hg)</td> <td>mg / Kg</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0.01</td> <td>< 10</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Lead (Pb)</td> <td>mg / Kg</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0.05</td> <td>< 420</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Cadmium (Cd)</td> <td>mg / Kg</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0.02</td> <td>< 5.0</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Chromium (Cr)</td> <td>mg / Kg</td> <td>0.03</td> <td>0.02</td> <td>0.02</td> <td>0.03</td> <td>0.01</td> <td>0.05</td> <td>0.12</td> <td>< 380</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>Nickel (Ni)</td> <td>mg / Kg</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>3.20</td> <td>< 75</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>Water content</td> <td>g/100g</td> <td>79.40</td> <td>85.40</td> <td>90.20</td> <td>91.10</td> <td>96.70</td> <td>87.50</td> <td>64.40</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>注 1) 基準値は Prakas No.387 on Standard of Pollution or Hazardous Wastes in Cambodia で設定されている 74 項目のうち、該当箇所を記載。 注 2) As, Hg, Pb, Cd, Cr, Ni の単位は基準値に合わせて換算</p> <ul style="list-style-type: none"> Trabek 排水路及び Tumupun 排水路で採取した汚泥は、全地点とも基準値より値が低い結果を示している（地点等の詳細は 3 (1)①(ア)(B)汚泥分析参照）。 浚渫汚泥は、2 日間天日干しをして含水率を低下させた後、土と混合して土嚢袋(48cm x 62cm)に袋詰めし、道路の簡易舗装資材として利用した。また、回収したゴミはドンコールごみ処分場へ運び、適切な処分を行っている。 浚渫汚泥の再利用及びゴミの適切な処分を行っており、本事業に伴う環境社会面への影響は最小化されていると考えられる。 	No	Parameter	unit	No1	No2	No3	No4	No5	No6	No7	基準値	1	Total Nitrogen (N)	g/100g	0.28	0.20	0.17	0.23	0.12	0.24	0.39	-	2	Total Phosphorus (P)	g/100g	0.06	0.06	0.03	0.03	0.01	0.06	0.24	-	3	Total Potassium (K)	g/100g	0.41	0.27	0.36	0.31	0.26	0.31	0.45	-	4	Total Organic Carbon (TOC)	g/100g	7.78	8.12	8.80	6.31	2.87	8.41	10.70	-	5	Iron (Fe)	g/100g	0.36	0.32	0.12	0.14	0.06	0.14	0.53	-	6	Total Calcium (Ca)	g/100g	0.90	1.10	0.80	0.67	0.34	0.63	1.52	-	7	Zinc (Zn)	mg / Kg	0.02	0.02	0.01	0.05	0.01	0.02	0.04	< 500	8	Arsenic (As)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	0.05	< 40	9	Mercury (Hg)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	0.01	< 10	10	Lead (Pb)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	0.05	< 420	11	Cadmium (Cd)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	0.02	< 5.0	12	Chromium (Cr)	mg / Kg	0.03	0.02	0.02	0.03	0.01	0.05	0.12	< 380	13	Nickel (Ni)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	3.20	< 75	14	Water content	g/100g	79.40	85.40	90.20	91.10	96.70	87.50	64.40	-
No	Parameter	unit	No1	No2	No3	No4	No5	No6	No7	基準値																																																																																																																																																												
1	Total Nitrogen (N)	g/100g	0.28	0.20	0.17	0.23	0.12	0.24	0.39	-																																																																																																																																																												
2	Total Phosphorus (P)	g/100g	0.06	0.06	0.03	0.03	0.01	0.06	0.24	-																																																																																																																																																												
3	Total Potassium (K)	g/100g	0.41	0.27	0.36	0.31	0.26	0.31	0.45	-																																																																																																																																																												
4	Total Organic Carbon (TOC)	g/100g	7.78	8.12	8.80	6.31	2.87	8.41	10.70	-																																																																																																																																																												
5	Iron (Fe)	g/100g	0.36	0.32	0.12	0.14	0.06	0.14	0.53	-																																																																																																																																																												
6	Total Calcium (Ca)	g/100g	0.90	1.10	0.80	0.67	0.34	0.63	1.52	-																																																																																																																																																												
7	Zinc (Zn)	mg / Kg	0.02	0.02	0.01	0.05	0.01	0.02	0.04	< 500																																																																																																																																																												
8	Arsenic (As)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	0.05	< 40																																																																																																																																																												
9	Mercury (Hg)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	0.01	< 10																																																																																																																																																												
10	Lead (Pb)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	0.05	< 420																																																																																																																																																												
11	Cadmium (Cd)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	0.02	< 5.0																																																																																																																																																												
12	Chromium (Cr)	mg / Kg	0.03	0.02	0.02	0.03	0.01	0.05	0.12	< 380																																																																																																																																																												
13	Nickel (Ni)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	3.20	< 75																																																																																																																																																												
14	Water content	g/100g	79.40	85.40	90.20	91.10	96.70	87.50	64.40	-																																																																																																																																																												
土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物の項目で記載したとおり、汚泥の成分が基準値以下であり、土壌汚染へと繋がる値は確認されていない。 浚渫作業時には、汚泥を台船上に集め、ポンプ車にて回収・運搬するなど、適切な管理のもとに浚渫作業を実施しており、本作業によって土壌汚染は発生する可能性は低いと考えられる。 																																																																																																																																																																					
騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> 「カ」国の騒音に関する環境基準を以下に示す。なお、振動に関する基準はない。 <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No</th> <th rowspan="2">Area</th> <th colspan="3">Period of time (dB)</th> </tr> <tr> <th>From 6h AM to 18h</th> <th>From 18h to 22h</th> <th>From 22h to 6h AM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Quiet areas - Hospitals - Libraries - School - Kindergarten</td> <td>45</td> <td>40</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Residential area: - Hotels - Administration offices - House</td> <td>60</td> <td>50</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Commercial and service areas and mix</td> <td>70</td> <td>65</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Small industrial factories intermingling in residential areas</td> <td>75</td> <td>70</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table> <p>出典: ANNEX 6, Sub-decree No.42 ANK/BK The Control of Air Pollution and Noise Disturbance,</p>	No	Area	Period of time (dB)			From 6h AM to 18h	From 18h to 22h	From 22h to 6h AM	1	Quiet areas - Hospitals - Libraries - School - Kindergarten	45	40	35	2	Residential area: - Hotels - Administration offices - House	60	50	45	3	Commercial and service areas and mix	70	65	50	4	Small industrial factories intermingling in residential areas	75	70	50																																																																																																																																									
No	Area			Period of time (dB)																																																																																																																																																																		
		From 6h AM to 18h	From 18h to 22h	From 22h to 6h AM																																																																																																																																																																		
1	Quiet areas - Hospitals - Libraries - School - Kindergarten	45	40	35																																																																																																																																																																		
2	Residential area: - Hotels - Administration offices - House	60	50	45																																																																																																																																																																		
3	Commercial and service areas and mix	70	65	50																																																																																																																																																																		
4	Small industrial factories intermingling in residential areas	75	70	50																																																																																																																																																																		

影響項目	調査結果																											
	<p>・既存の騒音測定結果を以下に示す。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Time</th> <th>Cambodian Standard^(*), dB(A)</th> <th>Result, dB(A)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">Station 1: at Kunthak Bopha, Wat Phnom Northern, date July 20-21, 2016</td> </tr> <tr> <td>Day (6:00 - 19:00)</td> <td>70</td> <td>63-66</td> </tr> <tr> <td>Evening (19:00 - 23:00)</td> <td>65</td> <td>58-65</td> </tr> <tr> <td>Night (23:00 - 6:00)</td> <td>50</td> <td>55-64</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Station 2: at Tela Station, Toul Kork date July 21-22, 2016</td> </tr> <tr> <td>Day (6:00 - 19:00)</td> <td>70</td> <td>68-75</td> </tr> <tr> <td>Evening (19:00 - 23:00)</td> <td>65</td> <td>59-67</td> </tr> <tr> <td>Night (23:00 - 6:00)</td> <td>50</td> <td>53-68</td> </tr> </tbody> </table> <p>脚注: (*) Sub-Decree on Air Pollution Control and Noise Disturbance, Annex 6: Maximum permitted noise in public and residential area, point 3 Commercial and service areas and mix. 出典: JICA Survey Team, MOE's laboratory, the IEIA report on Phase IV, 2016. カンボジア国第四次プノンペン洪水防御・排水改善計画準備調査報告書, 平成 29 年 1 月</p> <p>・上記の測定結果より、プノンペン都内では日中と夜間は概ね基準値より低く、深夜から朝方にかけて道路の交通量によりやや高めとなる傾向が見られる。 ・本機材を用いた排水路汚泥の浚渫は日中に実施しており、2 サイクル行った場合でも 30 分～40 分程度と限定されているため、周辺住民に大きな影響を与えているとは考えにくい。建設機材の整備や不要なアイドリング防止等も適切に実施されており、本機材の稼働に伴う騒音・振動の影響は最小化されていると考えられる。</p>	Time	Cambodian Standard ^(*) , dB(A)	Result, dB(A)	Station 1: at Kunthak Bopha, Wat Phnom Northern, date July 20-21, 2016			Day (6:00 - 19:00)	70	63-66	Evening (19:00 - 23:00)	65	58-65	Night (23:00 - 6:00)	50	55-64	Station 2: at Tela Station, Toul Kork date July 21-22, 2016			Day (6:00 - 19:00)	70	68-75	Evening (19:00 - 23:00)	65	59-67	Night (23:00 - 6:00)	50	53-68
Time	Cambodian Standard ^(*) , dB(A)	Result, dB(A)																										
Station 1: at Kunthak Bopha, Wat Phnom Northern, date July 20-21, 2016																												
Day (6:00 - 19:00)	70	63-66																										
Evening (19:00 - 23:00)	65	58-65																										
Night (23:00 - 6:00)	50	55-64																										
Station 2: at Tela Station, Toul Kork date July 21-22, 2016																												
Day (6:00 - 19:00)	70	68-75																										
Evening (19:00 - 23:00)	65	59-67																										
Night (23:00 - 6:00)	50	53-68																										
悪臭	<p>・「カ」国の悪臭に関する環境基準はない。 ・浚渫作業時には、汚泥は台船上に集め、ポンプ車にて回収・運搬するなど、適切な管理のもとに浚渫作業を実施しており、本作業に伴う近隣住民への影響は最小化されていると想定される。</p>																											
既存の社会インフラや社会サービス	<p>・重機の運搬は交通渋滞が想定される日中の時間帯は基本的に避けて実施しており、既存の社会インフラや社会サービス、特に交通面への影響は最小化していると考えられる。</p>																											
労働環境 (労働安全を含む)	<p>・浚渫作業は定時内 (8 時～17 時) に実施しており、残業は発生していない。 ・休憩場所の設置を行い、熱中症対策として定期的な休憩と水分補給を行うなど、労働環境の改善に向けた適切な対応を実施している。</p>																											
事故	<p>・重機の運搬・設置時は交通整理人員の配置を行い、交通安全対策として車両や人の誘導を行っている。また、作業実施前にミーティングを実施し、安全管理に係る注意喚起を行うなど、事故の軽減に向けた適切な対応を実施している。</p>																											

(6) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

本事業では、プノンペンの排水管や排水路の維持管理を実施している DSD に対して、排水路の清掃機材である水陸両用エクスカベーターを供与し、排水路の底泥浚渫方法並びに機材の維持管理方法の技術移転を行った。DSD では、これまで比較的小規模な排水路は通常のエクスカベーターを用いて清掃をしていたことから、機材の運転・メンテナンス方法については一定の知識・技術は有していた。本製品と通常のエクスカベーターは、点検すべき機器およびメンテナンス方法が類似していることから、DSD 職員の知識習得はスムーズに行われた。今後は、本普及実証事業を通じて作成した定

期報告フォームや予算申請の根拠資料等を活用・更新し、計画に基づく予算確保および清掃作業がなされることが重要となる。

(7) 今後の課題と対応策

解決すべき課題と対応として、1)作業効率の向上、2)水域の環境に応じた適正な使用の観点から記載する。

1)について、清掃計画としては、汚泥の浚渫からバキュームカーによる引抜きおよび汚泥の輸送までのサイクルを1日2サイクル実施し、この条件下におけるプノンペン都内の2排水路の清掃必要期間は約7年とした。1か月(20日)あたりの縦断的な進捗は80mであり、見る人によっては、作業が遅々として進んでいないと捉えられる可能性がある。1サイクルの作業において最も時間を要するのは汚泥の運搬であり、作業効率の向上には、汚泥運搬を効率的に行う必要がある。対策案としては、普及実証事業中は1台のバキュームカーで対応していたところを、台数を増やして対応することが挙げられる。ただし、DSDが保有するバキュームカーはプノンペン都内の排水管清掃にも使用されることや、運転操作が可能な職員が限定的であることから、事前に関係者間で作業時期や人員配置の調整を行うことが肝要となる。

2)について、本普及実証事業で導入した機材は、この事業内で対象とした排水路(Tumpun および Trabek 排水路)での使用を念頭に置いた仕様となっている。そのため、他の水域で試使用する際、環境条件によっては使用できない場合がある点に留意する必要がある。例えば、水深が3m以上ある場所での浚渫作業には不向きな仕様となっているにもかかわらず、無理に作業を行おうとすると、水上での機材の安定確保が困難になる恐れがある。また、流速が早い場所での作業も同様である。これらを回避するためにも、Trabek および Tumpun 排水路以外の水域で使用する場合には、事前調査、作業計画の検討、試運転を実施したうえで、本格的な作業を実施することが望ましい。

他方、本機材は、排水路汚泥の浚渫を目的とした機材であるが、現場にはごみが常時浮遊しており、夜間に浮遊したごみが翌朝には機材に引っかかっていたため、それを取り除く作業等が発生した。このように、本事業における直接的な対象ではないものの、排水路へのごみ投棄の防止といったような発生源対策がなされることも生活・衛生環境の向上には非常に重要なことである。現在、プノンペンでは業者によるごみ収集は頻繁に行われているものの、市民の意識が低いため、時間通りにごみを出さない、ごみを家まで持ち帰らず街中の排水路へ投棄するといった行動が日常的に行われている。このようなごみ問題の解決は、市民と行政が一体的に取り組む必要があるものの、市民の習慣改善は一朝一夕ではなされない。従って、行政側がごみ問題の解決に対して強い意志を持ち、政策や対策を立案し、それを実行することが重要となる。その意志が醸成されるような海外援助機関からのハードおよびソフト面の支援が必要

であると言える。また、市民の習慣は、幼少期の教育が大きな要因であることから小中学校などの教育機関に対する環境教育を実施することも有益であると言える。

4. 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

① 本普及実証事業実施後のビジネス展開の位置づけ及び目的

日本では、これまで本普及実証事業にて供与するエクスカベーター（以下、本製品）を用いて、排水路・河川、湖沼の汚泥やごみの除去が実施されてきた。本製品は、国土の狭い日本で改良され、水路幅の狭い地域や搬入箇所が整備されていない場所でも作業環境に左右されず利用が可能であり、水陸両用のため移動も容易である。しかしながら、日本国ではその普及も一段落し、今後は大きな需要が見込めないため、提案企業は経営戦略の一環として海外展開を模索している中で、本普及実証事業に応募し採択された。本製品は、提案企業にて取扱う製品の1つであり、本製品の海外での普及有無により事業上大きなインパクトを与えるものではないものの、日本で培った本製品の技術を用いれば、日本での経験を活かしつつ諸外国にて抱える課題を解決できるため、海外でのビジネスチャンスがあると想定している。また、提案企業では、その他一般及び特殊建設機械設備の取り扱い製品も多くあるため、本普及実証事業実施により本製品の普及を促進させるとともに、プノンペン都等の行政機関とのパイプを利用して、より多くの他製品・技術の提供を行うことでビジネス展開を図っていく考えである。

② ビジネス展開計画

提案企業は、「カ」国において、以下のビジネス展開を想定している。

- ・ 本製品に関わる技術・製品のプノンペン都及びその他「カ」国他地域での販売（レンタル販売含む）
- ・ 販売した製品の保守メンテナンス（保守部品の提供）
- ・ 製品及び工法に関する技術指導
- ・ 高度な技術者や経験豊富なオペレーターの派遣
- ・ 特殊建設機材のオペレーター育成の実施（資格制度の確立）

ビジネス展開においては、提案する技術・製品を提供（販売）するのみではなく、持続的に製品が使用されるように、技術指導や保守部品の提供、技術者やオペレーターの派遣等を実施する計画である。収益の柱となるビジネスは、主に製品の提供（販売）であるが、販売手法として、製品の販売価格に保守部品や技術指導料（オペレーターの派遣等）を含めた料金体系として提示する場合やオプションとして提示する場合等、販売先のニーズに合わせて提案していく予定である。一方で「カ」国においては、一般建設機械は普及しつつあるものの、まだ潜在需要は多いものと見込まれ、一般建設機械はもとより、提案製品以外の特殊な建設機材・機械の提供や、各機材・機械に

対する技術指導及び技術者・オペレーターの派遣等も考えられるため、提案製品と合わせて技術・製品の販売を行っていく計画である。なお、将来、特殊建設機械のオペレーター育成のために、現状「カ」国では制度化されていない資格制度が制定される場合には、技術レベルの底上げや統一化が必要不可欠であるため、資格者養成のための教育指導を実施することを検討したいと考えている。

③ マーケット分析

(ア) 競合・類似製品

「カ」国では、排水路を清掃するために陸路から一般的なエクスカベーターを利用したごみや汚泥除去は実施しているものの、搬入箇所が整備されていない場所や水上で実施できる機材（製品）は存在しない。そのため、「カ」国では競合となりうる製品はないものの、中国等では模倣品や類似品も存在するため、今後輸入機材として「カ」国にて販売される可能性がある。今後は、日本製品での品質アピールや、販売後の保守メンテナンス・操作指導等の継続した製品の利活用を行える体制を提供することにより、競合他社との差別化を図っていく。

(イ) 製品の需要動向

MPWT や新プノンペン知事より、製品に対する興味が高いことが確認できている。また、本事業を通して、プノンペン都や個別ヒアリング先であるシェムリアップにて、排水路や河川での堆積汚泥の浚渫作業について、需要が多いにあり、機材が必要であることを確認できしており、また、セミナー開催時に参加者へのアンケートを通して、プノンペン及びシェムリアップ以外の他州での需要動向を確認することができた。今後は、ごみや汚泥が堆積しており、清掃が必要な場所への実地調査や、製品の購入（レンタルを含む）を検討したい州への個別訪問を行い、製品の販売につなげていく予定である。

表 4-1 製品の販売候補先

地区
Siem Reap
U do mean Chey
Tabong Kmom
Takeo
Preyveng
Kompong cham

④ 事業の仕組み

(ア) 対象顧客

本製品に関わる事業は、河川や排水路に堆積する汚泥・ごみを除去するものであり、事業の実施主体者は、「カ」国の行政機関となる。そのため、販売ターゲットとしては、下記を想定している。

・販売先：「カ」国の行政機関（MPWT）

なお、各州の DPWT には予算決定権はないため、DPWT 管掌省庁である MPWT に対して、各州の DPWT の要望に基づいた提案を行っていく計画である。

(イ) 販売製品と販売価格帯

ビジネス展開時には、さまざまな環境にできるだけ左右されずに、多くの排水路や河川、湖沼等にて汚泥やごみを除去できる製品群をラインナップとしてそろえ、販売していく考えである。そのため、以下の製品を「カ」国にて販売していく計画である。

表 4-2 製品ラインナップ一覧

製品名	想定販売価格
小型水陸両用エクスカベーター①※今回の供与製品	約 3.0 千万円
小型水陸両用エクスカベーター②	約 3.5 千万円
組立式自航艇	約 1 億円（仕様により変動）
SEP	数億円（仕様により変動）
BAT ポンプ	約 5 千万円

出所：JICA 調査団作成

また、本製品の販売後は、本製品を持続的に利用するためには保守メンテナンスが不可欠である。エクスカベーターの上部は、一般流通製品である陸上用のエクスカベーターと同製品であり、消耗品・保守部品は、代理店（KCMSA 社）より購入することが可能である。そのため、消耗品・保守部品の提供によるビジネスは考えていない。ただし、本製品の足回り部分の機材（チェーン、キャタピラ（5 年ごとに定期交換））は特殊機材であり、その都度の受注生産品となるため、必要に応じて、保守部品として提供する予定である。

一方で、製品の販売は、MPWT より一括での購入が可能であることを確認しているため、一括支払いでの販売を想定しているが、今後、本製品の価格が 1 台あたり高額であることを鑑み、レンタルでの提供もあわせて検討していく必要がある。すでに、日本のパートナー企業にてレンタルでの製品提供を検討中であり、今後需要に

応じてパートナーシップ契約を締結の上、レンタルでの製品提供を準備する予定である。

表 4-3 製品の主な消耗品及び保守部品一覧

部品名	交換目安
エアエレメント	1年毎
オイルエレメント	稼働 500Hr 毎 (初回 50Hr)
燃料エレメント	稼働 500Hr 毎
燃料フィルタ	稼働 500Hr 毎
燃料電磁ポンプ	稼働 500Hr 毎
ラジエータキャップ	稼働 1,000Hr 毎
作業油リターンフィルタ	稼働 1,000Hr 毎
作動油タンクエアブリーザ	稼働 1,000Hr 毎
パワートラインフィルタ	稼働 1,000Hr 毎
アタッチメント油圧ホース	5年毎
足回り (チェーン) ※特注品	5年毎
足回り (キャタピラ) ※特注品	5年毎

出所：JICA 調査団作成

(ウ) 流通・販売計画

本製品である水陸両用エクスカベーターのみの販売の場合、排水路や湿地帯、河川、湖沼等での汚泥除去の対象範囲が、アームの長さに左右されるため、概ね水深 1-2m程度(汚泥含めて 3m 程度)までである。そのため、汚泥やごみの除去の課題解決範囲が少なく、製品の販売需要が低くなる可能性がある。そのため、水深 3m以上で、水深の制限がない汚泥やごみを除去できる製品 (BAT (Bleed Air Tornado) ポンプ) や、大型エクスカベーター、クレーンを台船に設置して、浚渫が可能な機材 (組立式自航艇や SEP) もあわせた販売計画を立てる。(表 4-2)

なお、現状想定している販売計画は以下の通りである。

- (i) 本製品による浚渫工事 (処理) 時間について
 - ・ プノンペン都における清掃の対象となる排水路と距離：
 - Trabek (全長約 3km)、Tumpun (全長約 4km) のうち
 - 清掃対象距離 5.8 km (Tumpun4.7km+ Trabek1.1 km)
 - ※対象となる Tuol Kouk は除く
 - ・ 上記排水路の幅：20-28 m (平均 24m)
 - ・ 上記排水路の汚泥蓄積量：0.40~0.70m (平均 0.55m)
 - ・ 汚泥の浚渫範囲：水路幅の 70%程度 (両側の護岸付近は対象外とするため)
 - ・ エクスカベーターによる処理時間 (運搬含む)：6~24 m³/日 (*1)
- (*1) 算出結果は以下の通り。

エクスカベーターのバケット容量：約 0.28 m³

汚泥処理用の STEELBOX：約 3.9 m³

・エクスカベーターの処理回数：3.9 m³÷0.28 m³=約 14 回

・約 14 回を操作する時間：15-20 分程度（実測）

STEELBOX から汚泥をバキュームカーで搬出する時間：約 30-40 分（実測）

バキュームカーで汚泥を処分場へ処理する時間（往復）：約 1.5-2.0 時間

・1 サイクル（清掃⇒搬出⇒運搬⇒処分場）=約 2.5 時間

バキュームカーの容量：3 m³

バキュームカーの数：DSD 所有車両 4 台

作業時間：午前 3 時間、午後 3 時間

・1 日あたりの汚泥処理時間：1 日バキュームカー 1 台あたり、2 往復可

（2 サイクル=約 5 時間）

2 往復×1 台×3 m³/台=6 m³/台

最大（6 m³/台×4 台=24 m³）

(ii) プノンペン都の 2 か所の排水路における浚渫工事（処理）の想定日数

・エクスカベーターにて 1 日で清掃できる距離：

排水路幅（平均 24m）×汚泥蓄積量（平均 0.55m）×浚渫範囲（70%）

=9.24 m²

処理時間（6~24）m³/日÷9.24 m²=約 0.65~2.6m/日

・清掃日数

清掃対象距離 5.8km÷0.65~2.6m/日=約 2,230~8,923 日

※年間の想定活動日数：200 日とした場合、プノンペン都の 2 か所で

清掃が完了する日数：（2,230~8,923）日÷200 日=約 11~44 年/台

本試算結果により、本普及実証事業にて供与した機材 1 台では、実質 10 年以上の日数が必要となり、1 台のエクスカベーターでプノンペン都の清掃を行うには、非現実的である。

(iii) シェムリアップ川における浚渫工事（処理）の想定日数

・清掃日数

清掃対象距離 9.0km÷0.65~2.6m/日=約 3,461~13,846 日

※年間の想定活動日数：200 日とした場合、プノンペン都の 2 か所で

清掃が完了する日数：（3,461~13,846）日÷200 日=約 17~69 年/台

（注）清掃時間や汚泥蓄積想定量は、上記（i）（ii）で試算した内容と同条件にて試算した。

(iv) プノンペン都及びシェムリアップでの販売目標について

前述の通り浚渫工事にて想定する清掃日数から販売目標を設定した。なお、その他プノンペン都及びシェムリアップにて調査した結果も反映している。

・プノンペン都

清掃対象となる Trabek 及び Tumpun 排水路にて清掃を実施する場合、清掃に必要な日数は、エクスカベーター1台あたり、約11年から44年である。効率的な汚泥の処分が可能であれば、清掃日数も削減が可能であるため、現状では約10年以上はかかることから、5年を1サイクルでの清掃とした場合、最低でも2台は必要である。また、上記試算上 Toul Kouk 排水路部分は除外しているが、その区間（清掃対象は4.7km）の清掃も必要不可欠である。現状1台の水陸両用エクスカベーターをプノンペン都へ供与しているため、Trabek 及び Tumpun 排水路、Toul Kouk 排水路も含め計2台を最低限必要と試算し、販売目標台数を1台とする。

・シェムリアップ

清掃対象となるシェムリアップ川にて、清掃を実施する場合、清掃に必要な日数は、エクスカベーター1台あたり、約17～69年である。5年を1サイクルでの清掃とした場合、最低でも3台は必要である。ただし、護岸付近を通常の陸上のみ使用できるエクスカベーターを利用すれば可能な箇所もあるため、水陸両用エクスカベーターの必要性は、河川の中央付近のみ活用することを想定し、販売目標台数を最低1台とする。他方、シェムリアップの下水処理場にて蓄積された汚泥を除去するための製品として、BAT ポンプ1台の需要が考えられるため、水陸両用エクスカベーター以外の製品販売目標として、BAT ポンプ1台の販売を目標とする。

(V) 想定する販売計画

- ・販売対象地域：プノンペン都、シェムリアップ、その他の州
- ・販売商品：エクスカベーター、組立式自航艇、SEP、BAT ポンプ

需要が見込まれるプノンペンやシェムリアップのほか、セミナー時のアンケート結果から複数の州で排水路や河川、湖沼での清掃の需要は確認できている。今後は、清掃の実施場所の実地調査を行い、適合できる製品を具体的に提案の上、販売（レンタル含む）を行っていく。なお、レンタルの場合、利用期間を設定の上、複数の州をまたいで製品の利用を行うことが可能なため、清掃を行う場所の実地調査を行い、具体的な販売方法の検討を行っていく。

なお、本事業終了後1～2年以内に、現状想定している販売計画（レンタル含む）は下表の通りである。

表 4-4 販売計画

販売商品	販売対象地域	販売目標台数
水陸両用エクスカベーター	プノンペン	1
	シェムリアップ	1
	その他州	1
SEP または組立式自航艇	- (トレサップ湖用)	1
BAT ポンプ	シェムリアップ	1

出所：JICA 調査団作成

(エ) 販売促進計画

販売する製品は、特殊機材であり利用する事業実施主体者は行政機関となる。また、本製品は、河川や排水路等に堆積する汚泥・ごみの除去を行う機材であり、インフラ整備等の課題が多く存在する「カ」国において汚泥・ごみの除去活動は優先度が低くなる可能性があり、持続的な利用やその他地域での普及が滞る可能性がある。本製品を持続的に普及促進させるためには、本普及実証事業にて実施する普及計画はもとより、本製品の活用による行政機関での理解度の促進や市民への必要性の認識向上が不可欠となる。そのため、継続的な啓蒙活動が必要となると考えている。啓蒙活動として以下の方法を模索しながら、本製品の普及促進を計画する予定である。

- ・ すでに行政機関で多く利用が促進されている SNS (Facebook) 等を利用した行政機関から市民への行政活動のアピールによる製品・技術の認知度向上を図る
- ・ 大学 (ITC) 等の研究機関との連携による環境活動の必要性の啓蒙活動を実施する
- ・ 行政 (プノンペン都) と連携した、定期的な清掃活動結果のセミナーを行政関係者及び住民へ実施し、環境活動の啓蒙活動や製品・技術の認知度向上を図る
- ・ マスメディア (TV ニュース、新聞) を使った環境対策への取り組み事の発信 (PR) し、環境への取り組みや製品・技術の認知度向上を図る

⑤ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

ビジネス展開の計画・スケジュールは以下を想定している。

- 2017 年 12 月 : セミナーの実施及び需要動向確認
 2018 年 4 月以降 : 需要動向の再確認及び現地視察、製品の絞り込み実施

2018 年中旬	: MPWT へ提案の実施
2018 年中旬～	: 販売契約締結及び納品
2019 年以降	: 保守メンテナンス、操作支援等の実施

⑥ ビジネス展開可能性の評価

本事業において、プノンペン都へ水陸両用エクスカベーター1 台を供与し、プノンペン都 DPWT/DSD 職員とともに、OJT を通して、Trabek 及び Tumpun 排水路にて清掃活動を実施した結果、想定以上の汚泥が堆積されており、また、市民の排水路への廃棄物の投棄による廃棄物の浮遊や排水管等からの土砂や生活排水等の流入等により、Trabek 及び Tumpun 排水路には多くの廃棄物の浮遊や汚泥の堆積が見られている。一方、Trabek 及び Tumpun 排水路は、新設工事を実施した際に、将来の清掃（浚渫作業）を意識した設計となっておらず、また都市化に伴うインフラ整備も進んでいるため、機材のアプローチ(侵入)先がなく、特殊機材を使わない限り、清掃ができない状態となっている。そのため、水陸両用エクスカベーターを供与したことは事業性として正しい結果となっていると考えられるが、清掃対象範囲は広く、1 台の水陸両用エクスカベーターでは対応は難しいと考えざる負えない。また、シェムリアップ DPWT/DSD へのヒアリング結果でも、プノンペン都と同様に、排水路等から流入する土砂等により、メイン通りに面したシェムリアップ川も同様に多くの汚泥が堆積していることが原因で、雨季に一部箇所の氾濫等が発生しており、シェムリアップ川の汚泥の浚渫を実施したい意向があるものの、機材を保有していないため、現在は放置状態であることが判明している。プノンペン都やシェムリアップに限らず、「カ」国においては同様な事象が発生している箇所は存在すると考えられる。

上述の通り、プノンペン都やシェムリアップ、その他の地域でも、排水路や河川等での汚泥の浚渫作業は必要と考えられるため、今後機材の販売やその後のメンテナンス、作業支援等の事業展開の可能性は多いにあると考えられる。また、予算の確保についても、地方の DPWT/DSD では予算をもっていないが、各地域の DPWT/DSD の要望により、管掌省庁である MPWT にて予算の確保も可能とのことから、適切な機材と販売後のフォローアップの提案を実施することにより、特殊機材の販売等における予算確保も可能と考えている。

(2) 想定されるリスクと対応

想定されるリスクと留意点・対応策を以下に記載する。

- ・ 政治混乱による事業継続リスク（影響度：小～中）

2017 年 6 月 4 日に地方選挙が実施され、約 7 割の選挙区においてフン・セン首

相率いる与党の人民党（CPP）が最多得票となり、それぞれの地区評議会の議長の座を獲得した。しかしながら、与党は農村部で圧勝したものの、都市部（ブノンペン、シェムリアップ当）では野党・救国党（CNRP）が躍進する結果となった。来年 2018 年 7 月の国民議会選挙（国政選挙）に向けた与野党間のさらなる選挙活動が実施される見込みであり、政権交代等発生した際は、政治混乱が発生する可能性があり、事業継続が不透明とる可能性がある。今後、情報収集を密に行い、現地政治状況に注力していく必要がある。

- ・ 自然災害リスク（影響度：小）

本普及実証事業は排水路や河川、湖沼等で実施する清掃活動であるため、雨季時（5-10 月）の雨量状況によっては、水量や水流の増加等により、作業継続が難しくなる場合がある。天候状況に左右される可能性があるため、清掃計画には、可能な限り雨季時を外した時期に実施することが必要である。

- ・ 機材故障リスク（影響度：小）

本普及実証事業では、定期的な製品（機材）の保守点検について OJT やマニュアルにより指導を図っているが、本普及実証事業終了後は現地職員による定期的な保守メンテナンスが欠かせない。保守メンテナンスを継続して行わなかった場合、製品の故障につながり、機材が継続して利用できなくなる場合がある。保守部品の提供はもとより、継続した日々のメンテナンスの必要性について、本普及実証事業の中で継続的に指導していくほか、今後事業終了後も、継続的な定期フォローが必要である。

- ・ 予算の確保リスク（影響度：大）

本普及実証事業終了後は、DPWT による清掃活動の実施となる。また、製品の普及のためには、製品の販売を行っていくが、販売後の清掃活動にも各地域行政機関での清掃活動における予算確保が必要となる。活動を行うためには、予算の確保が欠かせず、予算の確保ができない場合、必要な機材の購入や作業員の確保ができず事業継続ができない場合がある。

- ・ 環境社会配慮によるリスク（影響度：小）

排水路や河川、湖沼等での清掃活動により除去した汚泥や廃棄物は、環境汚染の一要因であり、悪臭が発生しているため、適正な処理を施すとともに迅速に処分場へ運搬・廃棄する必要がある。今後、迅速な処理を行わず清掃場所に長期保管した場合や、適切な処理を行わず不法投棄を行った場合は、近隣住民等へ悪臭による悪影響を及ぼすだけでなく環境汚染悪化の一因となる可能性がある。本

普及実証事業の中で、適正な運用指導を行うとともに、運用マニュアルによる指導が必要である。

- ・ 類似・模造品の販売によるリスク（影響度：中）

本製品の類似となる製品は、現状「カ」国では存在しないが、今後事業を継続して実施していく中で、中国等の他国製の模造品や類似品が販売される可能性がある。他社と差別化を図るうえで、製品の品質はもとより、継続して製品を利活用してもらうために保守メンテナンスのフォローや、操作等の技術指導の支援体制を提供していく必要がある。

- ・ 浚渫工事場所のリスク（影響度：中）

現在、プノンペン市の排水路の一部で、護岸工事が進んでいる。また、護岸工事の有無にかかわらず、浚渫工事を行う場合、機材の搬入・搬出ルート確保も必要である。今後排水路等の浚渫工事を行うためには、作業場所や搬入ルート確保が必要であるため、事前に関連する工事との情報連携を図りながら、浚渫工事計画を検討する必要がある。

（３） 普及・実証において検討した事業化による開発効果

本ビジネスを実施することにより期待される開発効果は以下の通りである。

- ・ プノンペン都及びその他各州に多く存在する排水路及び河川、湖沼に堆積する汚泥やごみを除去することによる「カ」国における衛生/生活環境の改善や、雨天時（特に雨季）における浸水被害が軽減される
- ・ 技術や製品の技術指導により現地人の製品技術の習得や清掃技術が向上し、雇用機会の創出や所得向上につながる
- ・ 「カ」国での民間による環境ビジネスへの促進につながる
- ・ 「カ」国民の環境に対する意識改善の機会を創出する
- ・ 「カ」国での普及による、同技術・製品の隣国への普及の可能性が図れる

（４） 本普及実証事業から得られた教訓と提言

① 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓

- ・ 相手国のレベルや環境に合わせた技術指導や事前準備の必要性

日本で培ったノウハウややり方をそのまま相手国に適用しようとしても、スムーズ

に進まない可能性がある。そのため、相手国の進め方や考え方を理解し、環境を認識した上で、しっかりと事前に協議し、その国にあったタイムスケジュール、説明の仕方や環境に合わせた機材の準備を行う必要が重要である。

- ・密なコミュニケーションの実施と信頼関係の構築が重要であること

事業のスケジュールは限られているが、信頼関係の構築が事業を最良に進めていく上で重要である。限られた時間内ではあるが、できる限り密なコミュニケーションを図り、こちらの要求を行うばかりではなく、相手の意見をくみ取りながら、適切なコミュニケーションを実施することが必要である。

- ・事業性の評価について

本事業を終了した後すぐに事業的な採算面を考慮すると、事業性は評価できない。今後の対象国での営業活動を有用にするためには、本事業中にしっかりとキーマンを見極めたうえで、本事業終了後のアプローチ先を選定の上、効率的な事業活動計画を策定する必要がある。

② JICA や政府関係機関に向けた提言

- ・案件開始までのスケジュールの短縮

普及実証事業の応募から採択、契約が完了し、第1回目の渡航が実施できるまで約1年以上かかっている。時間の経過とともに、相手国との信頼関係の低下や、事業環境が大きく変わってくることから、採択後2-3か月程度で事業を開始できるような仕組みをご検討いただきたい。特に、MM締結に向けては企業の努力だけでは先方行政機関との面談、日程調整が非常に難しい場合があるため、JICAの積極的な関与があると迅速に進むと考える。

- ・予算の有効的な活用方法について

本事業の予算では、関税を含めた予算となっているが、関税については、先方政府機関と協議して、できる限り無税となるように調整することとなっている。そのため、調整後に関税が無税となった場合は、予算上、計上した関税の他への適用が容易ではない仕組みとなっている。特に関税として計上した予算額が大きい場合、予算策定時に本来計上すべき事項を予算内に収めるために削減した項目もあるため、予算内での他への適用条件を緩和して、有用な予算内での用途変更の仕組みをご検討いただきたい。

5. 添付資料

添付資料 1:汚泥分析結果一覧

添付資料 2: 廃棄物基準値 (Prakas No.387 on Standard of Pollution or Hazardous Wastes in Cambodia)

添付資料 3: 清掃マニュアル

添付資料 4 運転・メンテナンスマニュアル



Food and Chemical Services

N. 52, St. Berk Thmey, Sangkat Tumnubtek,
Khan Chamkarmorn, Phnom Penh, Cambodia
Tel: 012 531000 / 088 5531000
E-mail: Davinuy@gmail.com

Ref.: AS2017-162

RESULT OF ANALYSIS

Organization / company	TAIHO SHOJI Co., Ltd. Tel.: +81 369058885
Type of sample	Sludge ID: No. 1
Sample submitted date	5 April, 2017

N	Parameter	Unit	Testing Result	Testing Method
1	Total Nitrogen (N)	g/100g	0.28	Kjeldahl, AOAC
2	Total Phosphorus (P)	g/100g	0.057	Spectrophotometry, AOAC
3	Total Potassium (K)	g/100g	0.41	Flame Photometry, AOAC
4	Total Organic Carbon (TOC)	g/100g	7.78	Walkley and Black
5	Iron (Fe)	g/100g	0.36	Spectrophotometry, AOAC
6	Total Calcium (Ca)	g/100g	0.90	Titration, AOAC
7	Zinc (Zn)	mg/100g	0.23	Spectrophotometry
8	Arsenic (As)	mg/100g	Not detected (< 0.05)	Metalizer, UK
9	Mercury (Hg)	mg/100g	Not detected (< 0.02)	Metalizer, UK
10	Lead (Pb)	mg/100g	Not detected (< 0.10)	Metalizer, UK
11	Cadmium (Cd)	mg/100g	Not detected (< 0.02)	Metalizer, UK
12	Chromium (Cr)	mg/100g	0.25	Spectrophotometry, AOAC
13	Nickel (Ni)	mg/100g	Not detected (< 0.50)	Spectrophotometry
14	Water content	g/100g	79.4	Gravimetry, AOAC

Phnom Penh, 17 April, 2017
Head of Laboratory



DR DAVIN UY



Food and Chemical Services

N. 52, St. Berk Thmey, Sangkat Tumnubtek,
Khan Chamkarmorn, Phnom Penh, Cambodia
Tel: 012 531000 / 088 5531000
E-mail: Davinuy@gmail.com

Ref.: AS2017-162

RESULT OF ANALYSIS

Organization / company	TAIHO SHOJI Co., Ltd. Tel.: +81 369058885
Type of sample	Sludge ID: No. 2
Sample submitted date	5 April, 2017

N	Parameter	Unit	Testing Result	Testing Method
1	Total Nitrogen (N)	g/100g	0.20	Kjeldahl, AOAC
2	Total Phosphorus (P)	g/100g	0.062	Spectrophotometry, AOAC
3	Total Potassium (K)	g/100g	0.27	Flame Photometry, AOAC
4	Total Organic Carbon (TOC)	g/100g	8.12	Walkley and Black
5	Iron (Fe)	g/100g	0.32	Spectrophotometry, AOAC
6	Total Calcium (Ca)	g/100g	1.10	Titration, AOAC
7	Zinc (Zn)	mg/100g	0.22	Spectrophotometry
8	Arsenic (As)	mg/100g	Not detected (< 0.05)	Metalizer, UK
9	Mercury (Hg)	mg/100g	Not detected (< 0.02)	Metalizer, UK
10	Lead (Pb)	mg/100g	Not detected (< 0.10)	Metalizer, UK
11	Cadmium (Cd)	mg/100g	Not detected (< 0.02)	Metalizer, UK
12	Chromium (Cr)	mg/100g	0.16	Spectrophotometry, AOAC
13	Nickel (Ni)	mg/100g	Not detected (< 0.50)	Spectrophotometry
14	Water content	g/100g	85.4	Gravimetry, AOAC

Phnom Penh, 17 April, 2017
Head of Laboratory



DR DAVIN UY



Food and Chemical Services

N. 52, St. Berk Thmey, Sangkat Tumnubtek,
Khan Chamkarmorn, Phnom Penh, Cambodia
Tel: 012 531000 / 088 5531000
E-mail: Davinuy@gmail.com

Ref.: AS2017-162

RESULT OF ANALYSIS

Organization / company	TAIHO SHOJI Co., Ltd. Tel.: +81 369058885
Type of sample	Sludge ID: No. 3
Sample submitted date	5 April, 2017

N	Parameter	Unit	Testing Result	Testing Method
1	Total Nitrogen (N)	g/100g	0.17	Kjeldahl, AOAC
2	Total Phosphorus (P)	g/100g	0.028	Spectrophotometry, AOAC
3	Total Potassium (K)	g/100g	0.36	Flame Photometry, AOAC
4	Total Organic Carbon (TOC)	g/100g	8.80	Walkley and Black
5	Iron (Fe)	g/100g	0.12	Spectrophotometry, AOAC
6	Total Calcium (Ca)	g/100g	0.80	Titration, AOAC
7	Zinc (Zn)	mg/100g	0.13	Spectrophotometry
8	Arsenic (As)	mg/100g	Not detected (< 0.05)	Metalizer, UK
9	Mercury (Hg)	mg/100g	Not detected (< 0.02)	Metalizer, UK
10	Lead (Pb)	mg/100g	Not detected (< 0.10)	Metalizer, UK
11	Cadmium (Cd)	mg/100g	Not detected (< 0.02)	Metalizer, UK
12	Chromium (Cr)	mg/100g	0.19	Spectrophotometry, AOAC
13	Nickel (Ni)	mg/100g	Not detected (< 0.50)	Spectrophotometry
14	Water content	g/100g	90.2	Gravimetry, AOAC

Phnom Penh, 17 April, 2017
Head of Laboratory





Food and Chemical Services

N. 52, St. Berk Thmey, Sangkat Tumubtek,
Khan Chamkarmorn, Phnom Penh, Cambodia
Tel: 012 531000 / 088 5531000
E-mail: Davinuy@gmail.com

Ref.: AS2017-162

RESULT OF ANALYSIS

Organization / company	TAIHO SHOJI Co., Ltd. Tel.: +81 369058885
Type of sample	Sludge ID: No. 4
Sample submitted date	5 April, 2017

N	Parameter	Unit	Testing Result	Testing Method
1	Total Nitrogen (N)	g/100g	0.23	Kjeldahl, AOAC
2	Total Phosphorus (P)	g/100g	0.031	Spectrophotometry, AOAC
3	Total Potassium (K)	g/100g	0.31	Flame Photometry, AOAC
4	Total Organic Carbon (TOC)	g/100g	6.31	Walkley and Black
5	Iron (Fe)	g/100g	0.14	Spectrophotometry, AOAC
6	Total Calcium (Ca)	g/100g	0.67	Titration, AOAC
7	Zinc (Zn)	mg/100g	0.53	Spectrophotometry
8	Arsenic (As)	mg/100g	Not detected (< 0.05)	Metalizer, UK
9	Mercury (Hg)	mg/100g	Not detected (< 0.02)	Metalizer, UK
10	Lead (Pb)	mg/100g	Not detected (< 0.10)	Metalizer, UK
11	Cadmium (Cd)	mg/100g	Not detected (< 0.02)	Metalizer, UK
12	Chromium (Cr)	mg/100g	0.30	Spectrophotometry, AOAC
13	Nickel (Ni)	mg/100g	Not detected (< 0.50)	Spectrophotometry
14	Water content	g/100g	91.1	Gravimetry, AOAC

Phnom Penh, 17 April, 2017
Head of Laboratory



DR DAVIN UY



Food and Chemical Services

N. 52, St. Berk Thmey, Sangkat Tumubtek,
Khan Chamkarmorn, Phnom Penh, Cambodia
Tel: 012 531000 / 088 5531000
E-mail: Davinuy@gmail.com

Ref.: AS2017-162

RESULT OF ANALYSIS

Organization / company	TAIHO SHOJI Co., Ltd. Tel.: +81 369058885
Type of sample	Sludge ID: No. 5
Sample submitted date	5 April, 2017

N	Parameter	Unit	Testing Result	Testing Method
1	Total Nitrogen (N)	g/100g	0.12	Kjeldahl, AOAC
2	Total Phosphorus (P)	g/100g	0.012	Spectrophotometry, AOAC
3	Total Potassium (K)	g/100g	0.26	Flame Photometry, AOAC
4	Total Organic Carbon (TOC)	g/100g	2.87	Walkley and Black
5	Iron (Fe)	g/100g	0.056	Spectrophotometry, AOAC
6	Total Calcium (Ca)	g/100g	0.34	Titration, AOAC
7	Zinc (Zn)	mg/100g	0.12	Spectrophotometry
8	Arsenic (As)	mg/100g	Not detected (< 0.05)	Metalizer, UK
9	Mercury (Hg)	mg/100g	Not detected (< 0.02)	Metalizer, UK
10	Lead (Pb)	mg/100g	Not detected (< 0.10)	Metalizer, UK
11	Cadmium (Cd)	mg/100g	Not detected (< 0.02)	Metalizer, UK
12	Chromium (Cr)	mg/100g	0.11	Spectrophotometry, AOAC
13	Nickel (Ni)	mg/100g	Not detected (< 0.50)	Spectrophotometry
14	Water content	g/100g	96.7	Gravimetry, AOAC

Phnom Penh, 17 April, 2017
Head of Laboratory





Food and Chemical Services

N. 52, St. Berk Thmey, Sangkat Tumnubtek,
Khan Chamkarmorn, Phnom Penh, Cambodia
Tel: 012 531000 / 088 5531000
E-mail: Davinuy@gmail.com

Ref.: AS2017-162

RESULT OF ANALYSIS

Organization / company	TAIHO SHOJI Co., Ltd. Tel.: +81 369058885
Type of sample	Sludge ID: No. 6
Sample submitted date	5 April, 2017

N	Parameter	Unit	Testing Result	Testing Method
1	Total Nitrogen (N)	g/100g	0.24	Kjeldahl, AOAC
2	Total Phosphorus (P)	g/100g	0.058	Spectrophotometry, AOAC
3	Total Potassium (K)	g/100g	0.31	Flame Photometry, AOAC
4	Total Organic Carbon (TOC)	g/100g	8.41	Walkley and Black
5	Iron (Fe)	g/100g	0.14	Spectrophotometry, AOAC
6	Total Calcium (Ca)	g/100g	0.63	Titration, AOAC
7	Zinc (Zn)	mg/100g	0.17	Spectrophotometry
8	Arsenic (As)	mg/100g	Not detected (< 0.05)	Metalizer, UK
9	Mercury (Hg)	mg/100g	Not detected (< 0.02)	Metalizer, UK
10	Lead (Pb)	mg/100g	Not detected (< 0.10)	Metalizer, UK
11	Cadmium (Cd)	mg/100g	Not detected (< 0.02)	Metalizer, UK
12	Chromium (Cr)	mg/100g	0.45	Spectrophotometry, AOAC
13	Nickel (Ni)	mg/100g	Not detected (< 0.50)	Spectrophotometry
14	Water content	g/100g	87.5	Gravimetry, AOAC

Phnom Penh, 17 April, 2017
Head of Laboratory



DR. DAVIN UY



Food and Chemical Services

N. 52, St. Berk Thmey, Sangkat Tumnubtek,
Khan Chamkarmorn, Phnom Penh, Cambodia
Tel: 012 531000 / 088 5531000
E-mail: Davinuy@gmail.com

Ref.: AS2017-162

RESULT OF ANALYSIS

Organization / company	TAIHO SHOJI Co., Ltd. Tel.: +81 369058885
Type of sample	Sludge ID: No. 7
Sample submitted date	5 April, 2017

N	Parameter	Unit	Testing Result	Testing Method
1	Total Nitrogen (N)	g/100g	0.39	Kjeldahl, AOAC
2	Total Phosphorus (P)	g/100g	0.24	Spectrophotometry, AOAC
3	Total Potassium (K)	g/100g	0.45	Flame Photometry, AOAC
4	Total Organic Carbon (TOC)	g/100g	10.7	Walkley and Black
5	Iron (Fe)	g/100g	0.53	Spectrophotometry, AOAC
6	Total Calcium (Ca)	g/100g	1.52	Titration, AOAC
7	Zinc (Zn)	mg/100g	0.42	Spectrophotometry
8	Arsenic (As)	mg/100g	0.49	Metalizer, UK
9	Mercury (Hg)	mg/100g	0.12	Metalizer, UK
10	Lead (Pb)	mg/100g	0.52	Metalizer, UK
11	Cadmium (Cd)	mg/100g	0.16	Metalizer, UK
12	Chromium (Cr)	mg/100g	1.17	Spectrophotometry, AOAC
13	Nickel (Ni)	mg/100g	32.0	Spectrophotometry
14	Water content	g/100g	64.4	Gravimetry, AOAC

Phnom Penh, 17 April, 2017
Head of Laboratory



DR DAVIN UY

APPENDIX I

The standard limit the amount of toxic chemicals or hazardous substances in the waste as possible allowed to discharge in to the safety area.

No.	Parameter	Unit mg/Kg of Dried Weight	Maximum concentration of toxic substances in waste
1	Arsenic and compound (As)	mg / Kg	< 40
2	Cadmium and compound (Cd)	mg / Kg	< 5.0
3	Chromium and compound (Cr ⁶⁺)	mg / Kg	< 380
4	Copper and compound (Cu)	mg / Kg	< 190
5	Lead and compound (Pb)	mg / Kg	< 420
6	Mercury and compound (Hg)	mg / Kg	< 10
7	Molybdenum and compound (Mo)	mg / Kg	< 57
8	Nickel and compound (Ni)	mg / Kg	< 75
9	Selenium and compound (Se)	mg / Kg	< 100
10	Zinc and compound (Zn)	mg / Kg	< 500
11	Cyanide and compound (CN)	mg / Kg	< 50
12	Fluoride and compound (F)	mg / Kg	< 400
13	Manganese and compound (Mn)	mg / Kg	< 500
14	Benzene (C ₆ H ₆)	mg / Kg	< 1.0
15	Toluene (C ₆ H ₅ CH ₃)	mg / Kg	< 130
16	Ethyl benzene (C ₆ H ₅ CH ₂ CH ₃)	mg / Kg	< 50
17	Xylene (C ₆ H ₄ C ₂ H ₆)	mg / Kg	< 25
18	Phenol (C ₆ H ₆ O)	mg / Kg	< 40
19	Cresol (CH ₃ C ₆ H ₄ OH)	mg / Kg	< 5.0
20	Styrene (C ₆ H ₅ CH=CH ₂)	mg / Kg	< 100
21	Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH)	mg / Kg	< 40
22	Naphthalene (C ₁₀ H ₈)	mg / Kg	< 40
23	Phenanthrene (C ₁₅ H ₁₀)	mg / Kg	< 40
24	Anthracene (C ₁₄ H ₁₀)	mg / Kg	< 40
25	Fluoranthene (C ₁₆ H ₁₀)	mg / Kg	< 40
26	Benzo (a) anthracene (C ₁₈ H ₁₂)	mg / Kg	< 40
27	Chrysene (C ₁₈ H ₁₂)	mg / Kg	< 40
28	Benzo (k) fluoranthene (C ₂₀ H ₁₂)	mg / Kg	< 40
29	Benzopyrene (C ₂₀ H ₁₂)	mg / Kg	< 40
30	Benzo (ghi) perylene (C ₂₂ H ₁₂)	mg / Kg	< 40

31	Indeno (1 2 3-cd) pyrene (C ₂₂ H ₁₂)	mg / Kg	< 40
32	Dichloromethane (CH ₂ Cl ₂)	mg / Kg	< 10
33	Trichloromethane or Chloroform (CHCl ₃)	mg / Kg	< 10
34	Carbon tetrachloride (CCl ₄)	mg / Kg	< 1.0
35	Trichloroethylene (C ₂ HCl ₃)	mg / Kg	< 60
36	Tetrachloroethylene (Cl ₂ C=CCl ₂)	mg / Kg	< 4.0
37	1,1-Dichloroethylene (C ₂ H ₄ Cl ₂)	mg / Kg	< 15
38	1,2-Dichloroethane (ClCH ₂ -CH ₂ Cl)	mg / Kg	< 4.0
39	Vinyl chloride (C ₂ H ₃ Cl)	mg / Kg	< 0.1
40	1,1,1-Trichloroethane (CH ₃ CCl ₃)	mg / Kg	< 15
41	1,1,2-Trichloroethane (C ₂ H ₃ Cl ₃)	mg / Kg	< 10
42	Chlorobenzene (C ₆ H ₅ Cl)	mg / Kg	< 30
43	Chlorophenol (C ₆ H ₅ ClO)	mg / Kg	< 10
44	Chloronaphthalene (C ₁₀ H ₇ Cl)	mg / Kg	< 10
45	Polychlorinated biphenyls (PCBs)	mg / Kg	< 1.0
46	Dioxin and Furan (TCDDs/Fs)	mg / Kg	< 1.0
47	Dichloropropane (CH ₃ CHClCH ₂ Cl)	mg / Kg	< 2.0
48	DDT (DDT/DDD/DDE)	mg / Kg	< 4.0
49	Aldrin (C ₁₂ H ₈ Cl ₆)	mg / Kg	< 4.0
50	Dieldrin (C ₁₂ H ₈ Cl ₆ O)	mg / Kg	< 4.0
51	Endrin (C ₁₂ H ₈ Cl ₆ O)	mg / Kg	< 4.0
52	Hexachlorocyclohexene (HCH-compound)	mg / Kg	< 2.0
53	Carbaryl (C ₁₂ H ₁₁ NO ₂)	mg / Kg	< 5.0
54	Carbofuran (C ₁₂ H ₁₅ NO ₃)	mg / Kg	< 2.0
55	Atrazine (C ₈ H ₁₄ ClN ₅)	mg / Kg	< 6.0
56	Chlordane or Chlordecone (C ₁₀ Cl ₁₀ O)	mg / Kg	< 4.0
57	Heptachlor (C ₁₀ H ₅ Cl ₇)	mg / Kg	< 4.0
58	Heptachlor Epoxide (C ₁₀ H ₅ Cl ₇)	mg / Kg	< 4.0
59	Endosulfan (C ₉ H ₆ Cl ₆ O ₃ S)	mg / Kg	< 4.0
60	Chlordecone (C ₁₀ Cl ₁₀ O)	mg / Kg	< 4.0
61	Stannum and compound (C-Sn)	mg / Kg	< 2.5
62	Mineral Oil	mg / Kg	< 5000
63	Pyridine (C ₅ H ₅ N)	mg / Kg	< 0.5
64	Tetrahydrofuran (C ₄ H ₈ O)	mg / Kg	< 2.0
65	Mono-ethylene glycol (C ₂ H ₆ O ₂)	mg / Kg	< 100
66	Di-ethylene glycol (C ₄ H ₁₀ O ₃)	mg / Kg	< 270
67	Acrylonitrile (C ₃ H ₃ N)	mg / Kg	< 0.1
68	Formaldehyde (CH ₂ O)	mg / Kg	< 0.1

69	Methanol (CH ₃ OH)	mg / Kg	< 30
70	Buthanol (C ₄ H ₉ OH)	mg / Kg	< 30
71	1,2-Butyl acetate (C ₆ H ₁₂ O ₂)	mg / Kg	< 200
72	Tribromomethane or Bromoform (CHBr ₃)	mg / Kg	< 75
73	Ethyl acetate (C ₄ H ₈ O ₂)	mg / Kg	< 75
74	Isopropanol (C ₃ H ₇ OH)	mg / Kg	< 220

Remark: Any discharging of waste, chemicals or hazardous substances as set out in the appendix above to the safety area determined by the ministry or legal institution, is prohibited and shall be considered an illegal.

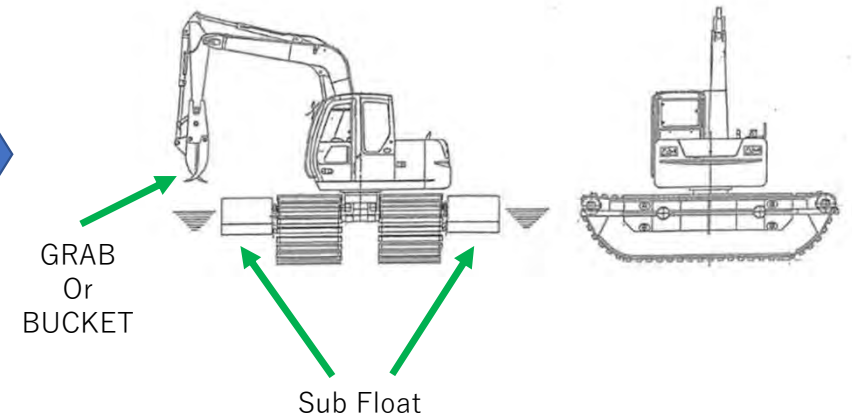
Work flow

on **“AMPHIBIOUS EXCAVATOR”**

WORK FLOW ①



Drawing of "AMPHIBIOUS EXCAVATOR"



AMPHIBIOUS EXCAVATOR

Procedure1



Float the machine on water

※ In case of deep water, the sub-float should be attached before floating on water



Procedure2



Pull the string that fixes the excavator and set the position



or Towing

※ If you can not fix with a string



Procedure3



Dredge sludge with bucket



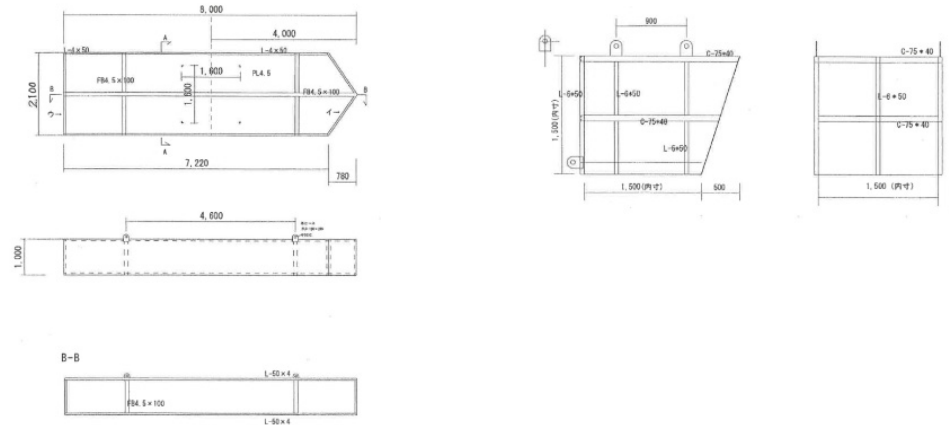
or Grabbing Debris

WORK FLOW ②



STEEL SHIP
(Ship for garbage putting)

Drawing of "STEEL SHIP"

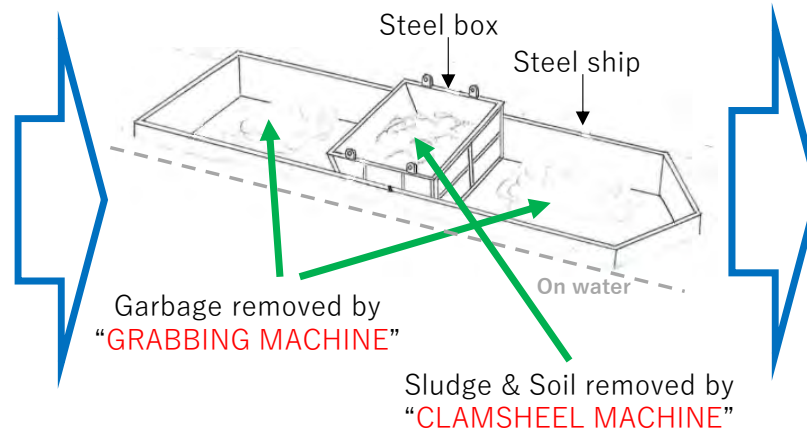


Procedure 3



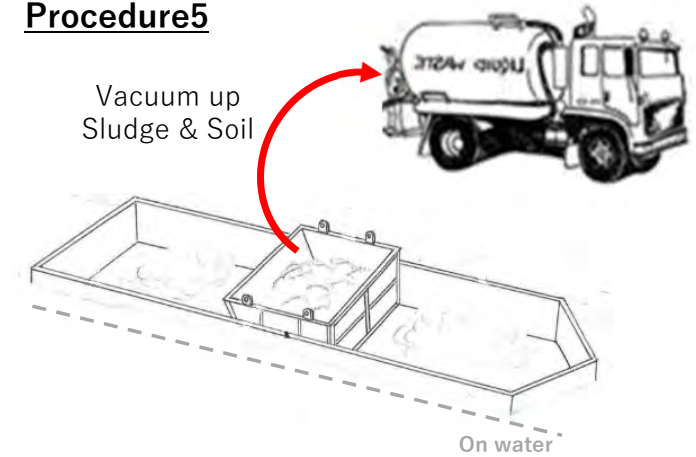
Dredge sludge with bucket

Procedure 4



Pick up garbage(or sludge or soil) on the machine and put it in the steel ship(or steel box)

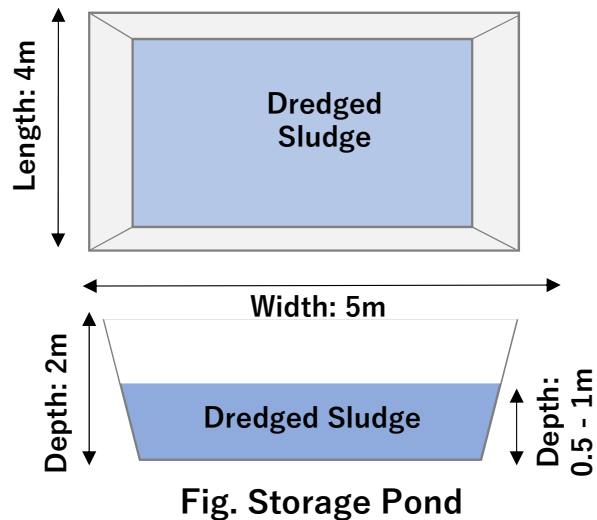
Procedure 5



Tie up the Steel ship at the water's edge. Vacuum up the sludge & Soil by sludge sucker. Transfer the Garbage to the Dump car.

WORK FLOW ③

Procedure 6



Procedure 7



Procedure 8

Water Removal (Mixing with sand)

Sun Drying (2~3 day)

Put the Dried Sludge into Sandbag

WORK FLOW ④

Procedure 9-1 (Example of usage)



bumpy road
(Before)



land grading



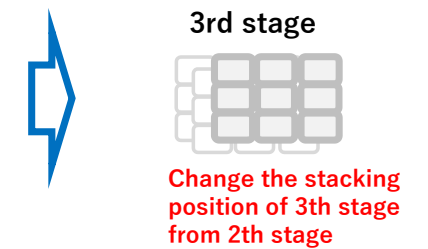
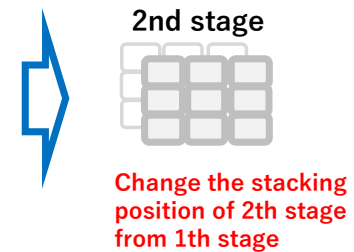
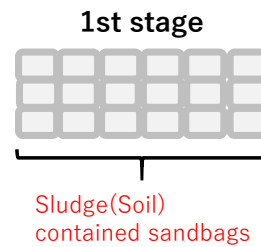
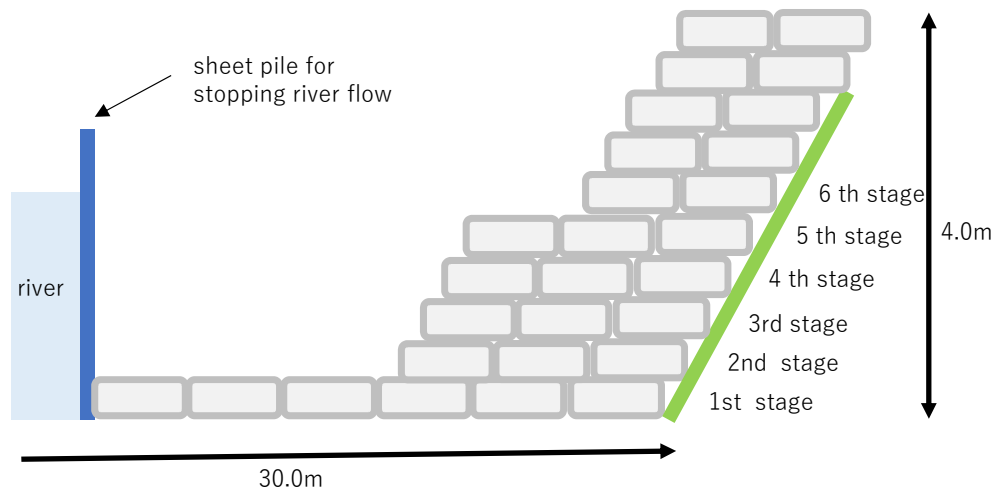
Pave the sandbags



Complete

Procedure9-2 (Example of usage)

As shown in the figure,Pile up sandbags on the revetment.



Completed Image figure

WORK FLOW ⑤ Cleaning and maintenance after work is finished

Procedure10 Cleaning the Excavator

Wash the Excavator with high pressure wash.

※Please inspect / maintenance whether there is abnormality such as underbody after washing.



Underbody washing



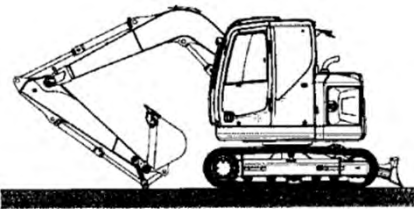
The main unit washing



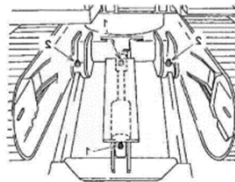
The bucket & arm washing

Procedure11 Excavator maintenance(Grease grease on Excavator) after work is finished

Refer to the operation manual(P4-34,39,52,63,67) and perform maintenance after work is finished

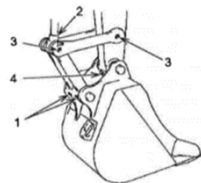


Wipe all grease nipples and apply grease until the grease comes out through the gap of pin. Grease gun is provided inside of side door on the left side of machine.



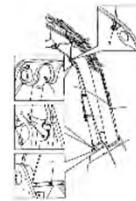
P4-34 Lubrication for Dozer Blade

1. Dozer cylinder rod and head (1).
2. Dozer blade link pin (2).



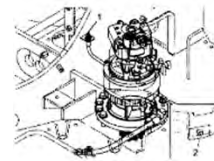
P4-39 Lubrication for bucket pin

1. Bucket link pins (1).
2. Bucket cylinder rod pin (2).
3. Idler link to arm pin and arm to bucket pin (3).
4. Arm top pin (4).



P4-52 Attachment Lubrication

1. Boom cylinder and rod pins (1), (2).
2. Arm cylinder head pin (3).
3. Boom foot (Center) pin (4).
4. Arm cylinder rod pin (5).
5. Arm to boom pin (6).
6. Bucket cylinder head pin (7).



P4-67 Swing Reduction Lubrication

1. Park machine on firm level ground, and place the attachment to the ground. Stop engine and move safety lock lever to "LOCKED" position.
2. Using grease gun, lubricate about 100 cc grease (about 1/4 cartridges) through grease nipple (1) of the slewing reduction gear or lubricate grease until the grease comes from the relief valve (2).

P4-63 Greasing the Slewing Ring

1. Locate the grease nipple at the front of the slewing ring.
2. Using grease gun filled with general purpose EP grease (to "4.3 LUBRICATION, FUEL & COOLANT SPECIFICATIONS"), lubricate slewing ring with several shots from grease gun.
3. Slew machine 90 degrees right, and repeat step 2. See level on frame.
4. Continue to slew machine at 90 degrees increments and lubricating slewing ring until ring has been completely greased.

OPERATION MANUAL

CONTENTS

1. SAFETY PRECAUTIONS	1-1
1.1 PRE-START SAFETY	1-2
1.2 SAFETY DURING OPERATION	1-3
1.3 PROHIBITED MACHINE OPERATION	1-9
2. MACHINE FAMILIARIZATION	2-1
2.1 BASIC COMPONENTS OF THE MACHINE.....	2-2
2.2 OPERATOR CAB NOMENCLATURE	2-3
3. MACHINE OPERATION	3-1
3.2 CHECKING FUNCTION OF GAUGE CLUSTER	3-5
3.3 CHECKING FUNCTION OF GAUGE CLUSTER	3-6
4. MAINTENANCE	4-1
4.1 GENERAL INFORMATION	4-2
4.2 LUBRICANT, FUEL & COOLANT SPECIFICATIONS	4-4
4.3 USE OF BIO-DEGRADABLE OILS	4-6
4.4 PRECAUTIONS AGAINST USE OF HIGH-SULFUR FUEL	4-7
4.5 MAINTENANCE PARTS	4-8
4.6 INSPECTION & MAINTENANCE CHART	4-9
4.7 PRE-START (EVERY 8 HOURS) INSPECTION & MAINTENANCE	4-13
4.8 100 HOUR INSPECTION & MAINTENANCE PROCEDURE	4-14

1. SAFETY PRECAUTIONS

1.1 PRE-START SAFETY

A FOLLOW THE RULE

- In operating, inspecting and serving the machine, follow the precaution and procedure for the safety described in this manual.
- Never operate machine when being in poor physical condition, having taken medicine (making sleepy), being under the influence of alcohol and being mentally unstable.
- When working in group and with instruction by flagman, make sufficient previous arrangement about the working contents and operate the machine according to the specified signal.

B WHEN FAILURE WAS DETECTED

In operating or serving the machine, when the failure of machine (noise, vibration, smell, deviation of instrument, smoke, oil leaking and warning by warning device and multi-display) is detected, contact the person in charge immediately and take a proper measure. Do not operate the machine until the failure is removed.

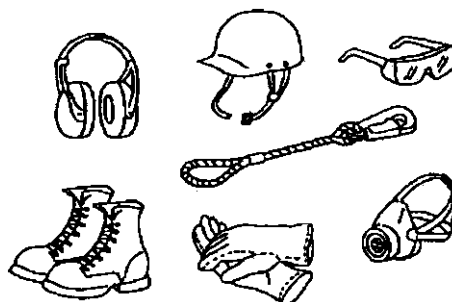
C WEAR PROTECTIVE CLOTHING

CAUTION AVOID BURNS

Work clothing that has come in contact with oil could catch fire. Change clothes immediately

Wear well-fitting safety shoes, hard hat, and working clothes, and put on protective glasses, face shield, ear protection and gloves. When necessary, wear reflective vest.

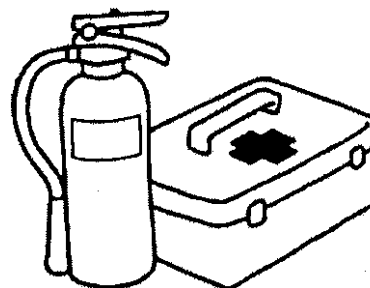
When operating attachments that produce flying debris, it is strongly recommended to purchase and install protective guards on the machine and close the all window to protect the operator from flying debris. Also, the operator and all personnel in the area of the machine should wear protective gear such as safety shoes, hard hat, gloves and face shield or goggles



D PREPARE FOR EMERGENCIES

Have a fire extinguisher and First Aid Kit ready for emergencies. Know how to operate the fire extinguisher and know where the First Aid Kit is located for easy access in case of emergency.

Prepare beforehand the communication means in case of any emergency, and take note of telephone numbers for emergency contact.



E HOW TO HANDLE LIFE HAMMER

A life hammer is provided on the right side of cab. In case of emergency, take the life hammer, break the cab glass, and escape from the cab.

In addition, the life hammer is equipped with a cutter on the lever side to cut the seat belt, etc.



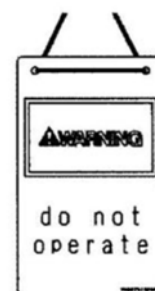
IMPORTANT

For the emergency escape way, see "2.3.14 EMERGENCY ESCAPE FROM CAB" in Chapter 2.

1.2 SAFETY DURING OPERATION

A STARTING ENGINE

When the caution tag "Do not operate" or similar warning is indicated on the control lever or in the area around the cab, do not start engine and do not touch the control lever.



B PASSENGERS

This equipment is not intended or designed for the transportation of persons. Do not allow persons to ride on the machine. Serious injury or death can result from allowing passengers on or in the machine.

C SAFETY CHECK IN THE SURROUNDING BEFORE OPERATION

- Check that no one is in the area around the machine.
- Fix the door and window securely even though they are open or closed.
- Adjust the mirror to the position where the operator can see well the rear sight. For the adjustment, refer to "Adjusting Mirror" in Chapter 3.
- Check that the alarm system like horn and travel alarm (if equipped) functions properly.

D FASTEN SEAT BELT

Fasten seat belt so as to prevent receiving heavy blow inside of cab, being thrown out of the cab and being crushed under the machine at the time when the machine turned over. If not fastened, it causes acute injury or death. Fasten seat belt without fail whenever taking the seat.

- Check the attaching bracket and attaching belt for possible failure before fastening the seat belt.
- Replace seat belt at least every 3 years even though no damage is found.

E PRECAUTION TO BE TAKEN WHEN STARTING ENGINE

- Lock it with the safety lock lever.
- Sound the horn before starting the engine to alert people that the machine is being started.
- Start engine from the operator's seat.
- Do not short circuit the starter circuit or battery to start the engine. This may cause serious injury or cause damage to the electrical system.

F CHECK AFTER STARTING ENGINE

Check the machine for proper operation after starting the engine. Slowly cycle attachments, swing, and travel functions in an area with sufficient space, without obstacles and personnel. Failure to do so could result in injury, death or machine damage. If any problems or damage is found on the machine, repair immediately.

G WARM UP ENGINE AND HYDRAULIC OIL BEFORE OPERATION

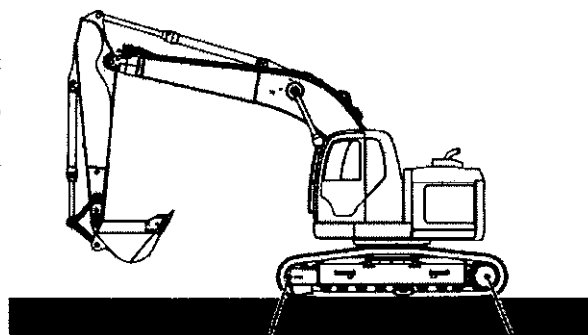
Take time to warm up the engine and hydraulic oil especially during cold season. In cold conditions, response of machine control is slow. This may cause injury, death or machine damage.

H CONFIRM OPERATING CONTROL PATIERN

Slowly operate the control levers to confirm the operating patterns in advance. Make sure the operation control pattern is according to the indication plate.

I CONFIRM TRAVEL DIRECTION

Before starting the machine, check the position of front idler (1). In the proper travel position, the front idler (1) is positioned on the front side and travel motor (2) is on the rear side.



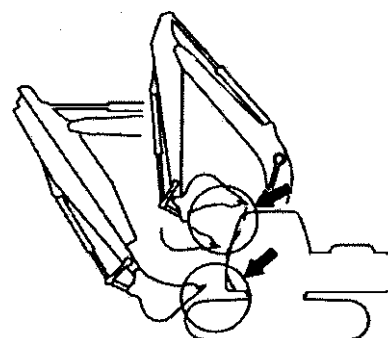
J PROHIBIT RAPID LEVER OPERATION IN TRAVEL

- The rapid travel operation like urgent start is prohibited.
- The rapid lever change from forward to reverse (from reverse to forward) is not allowed.
- The rapid lever operation like urgent stop from the speed close to the maximum is not allowed.

K DO NOT HIT CAB WITH ATIACHMENT

Check clearance between bucket and cab before operation. Slowly cycle bucket, check for interference with arm and cab, particularly if a lifting eye is welded on bucket bottom.

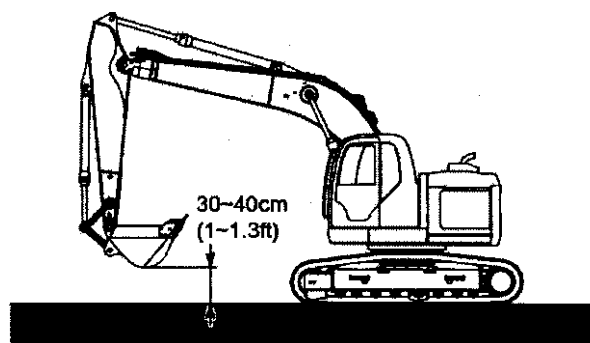
Exercise care when operating the bucket near the cab.



L PRECAUTION TO BE TAKEN IN TRAVEL

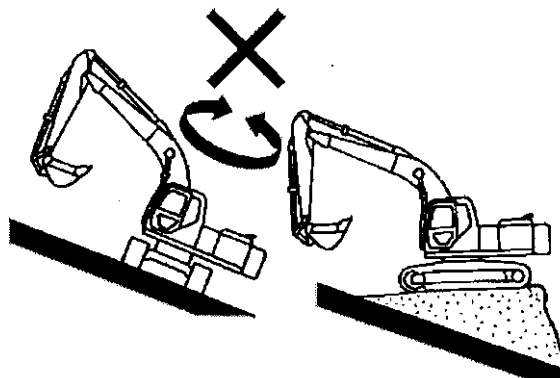
The firm and level ground must be used for traveling. And select the road in straight and large radius curve as much as possible, do not take sharp pivot turn and spin turn. In narrow area, swing the wheel in the opposite direction as many times as possible.

- When running, keep the attachment in the position the height from the ground is 30 to 40 cm (1 to 1.3 ft.) as shown in the figure. The abrupt control lever operation and pedal operation are not allowed.
- When traveling on rough terrain, travel at slow speed.
- Travel the machine while keeping away from the obstruction as much as possible. If it is unavoidably necessary to get over the obstruction, travel at slow speed while keeping the position of attachment close to the ground.



M OPERATING ON INCLINES OR SLOPES

- Operation of this machine on an incline or slope may cause the machine to become unstable or unbalanced. Work up and down inclines or slopes, do not across. Do not swing or turn machine around on a slope. Build a level area for the machine to operate. Operate controls carefully to prevent sudden movements which may cause the machine to slide or rollover. When the engine was stalled, put down the bucket on the ground and return every lever to the neutral position, then start the engine again.
- Even if the swing operation is stopped on a slope, the machine might swing by the machine's own weight.
- Operate the machine carefully when you operate the machine on a slope.
- Place the bucket to the ground when you park the machine by necessity on a slope.



N FROZEN & SNOW-COVERED WORK SITES

Use extreme caution when operating the machine on frozen or snow-covered work sites. Operate all controls slowly and cautiously to prevent sudden movements such as start/stop/turn, that may cause the machine to unexpectedly shift, slide or move. Even on the slightest slope, when snow is present or work area is frozen can allow a machine to unexpectedly move. Snow on shoulders or snow drifts can be much deeper than expected. The machine can easily become buried under such conditions. Use extreme caution while operating the machine around or in snow.

Be careful for frozen ground that becomes soft along with the increase of ambient temperature.

O SWING / TRAVEL FUNCTION

Make sure the swing and travel area of machine is clear of all persons and obstacles before operating swing/travel controls. Sound horn before operating swing/travel machine. If necessary, have a flagman signal operator during operation to prevent injury to persons or damage to obstacles and equipment.

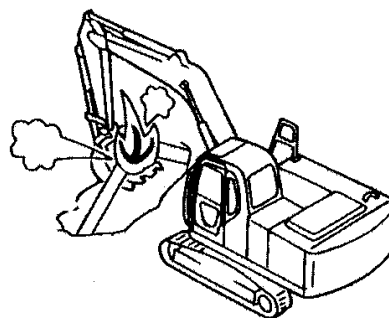


P WORKING AROUND UNDER GROUND UTILITY

LINES

During operation, it is likely that you will be working around or near buried utility lines which may include, but are not limited to:

- Electrical Power Line
- Gas Line
- Water Line
- Communication Line: Telephone or Cable Television



Before beginning any trenching, drilling or other construction work

it is your responsibility to be aware of all such utility lines buried in the area of your project and to avoid them.

ALWAYS have all local utility companies mark the location of their lines.

Check with local authorities for laws, regulations and/or strict penalties requiring you to locate and avoid existing utilities.

Q RESTRICTED WORK AREAS

In work sites with limited height and swing / traveling areas such as tunnels, bridges, around electrical power lines, other utilities, or inside structures. Use extreme caution on work sites with limited height and swing/traveling areas such as tunnels, bridges, around electrical power lines, other utilities or inside structure.

Keep the machine and its attachment a safe distance to prevent injury, death or damage on equipment or structure.

Use a flagman to guide the operators.



R DO NOT WORK UNDER PRECIPICE / OVERHANG

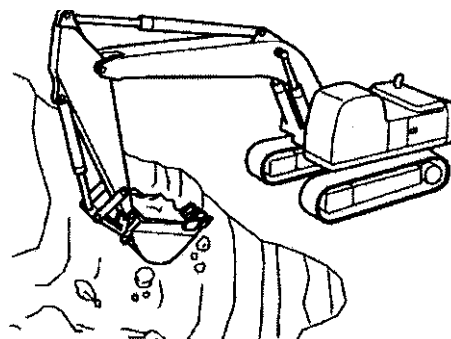
Do not dig under the precipice. It may cause falling rocks or loosening of the precipice resulting in injury, death or machine damage.

**S CHECK THAT NO PERSON IS UNDER THE BUCKET**

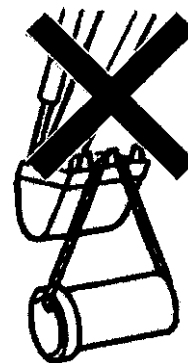
There is a possibility of accident resulting in injury or death and the damage of machine due to the fall of sand/earth and the direct contact with bucket when the bucket and attachment pass through over the worker and the driver's seat of dump truck. Do not pass the bucket through over person for safety.

**T GROUND STABILITY**

Make sure the condition of the work site is stable and capable of supporting the machine weight during operation. Do not operate attachment too close to the machine. Operation of the machine on shoulders or filled areas could cause the machine to become unstable presenting a work hazard. Position the crawler at right angle to shoulder and the travel motors to the rear of the machine, allowing for quick reversal, should the work area become unstable.

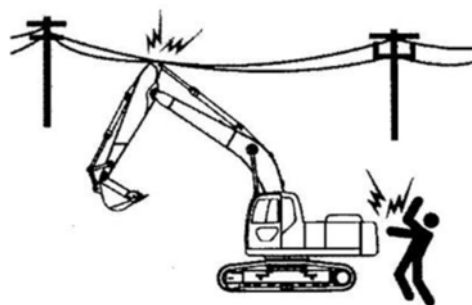
**U LIFTING**

This machine is an excavator. Use extreme caution when lifting or moving heavy loads. Use proper lifting equipment rated at a capacity to handle the load. NEVER USE BUCKET TEETH TO LIFT OR MOVE HEAVY LOADS.



V WORKING AROUND UTILITIES

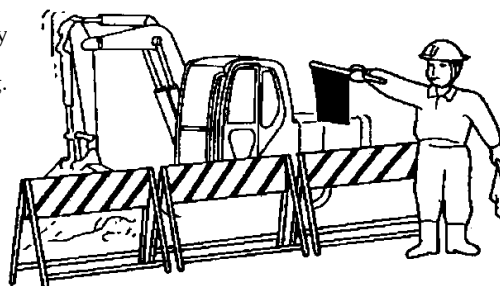
If it is suspected that utility lines such as, gas, water, phone or electrical power are in the work area, contact the local utility authority for line location BEFORE beginning work in the area. Use extreme caution around electrical power lines. Keep a sufficient distance away from electrical lines during operation. See chart below for minimum distances.



LINE VOLTAGE	MINIMUM DISTANCE-m (feet)
0-50,000	3.0m (10) or more
50,000 - 200,000	4.5 m (15) or more
200,000 - 350,000	6.0 m (20) or more
350,000 - 500,000	7.5 m (25) or more
500,000-750,000	10.5 m (35) or more
750,000 -1,000,000	13.5 m (45) or more

W SET LIMITS TO WORKING AREA

Set limits around the working area to avoid collision, injury or death. Check for obstacles and personnel while swinging. Use a flagman to guide the operator whenever necessary.



X CAUTION FOR WORK IN URBAN AREAS

It is dangerous to allow other personnel to enter into the working area. Make the working area off-limits to other people by providing barricades. Provide a flagman in working areas with heavy traffic to avoid accidents.

Y WORK WITH SUFFICIENT LIGHTING

When working in dark places, turn on the work lamp. And if required, provide additional lighting facilities to assure good visibility.

Stop working when it is impossible to ensure the visual field due to fog, snow or rain.

Z SLIPPERY OPERATION SURFACE

Use caution when operating machine on boards or steel plates. Boards and steel plates become very slippery when wet.

Pay special attention when working on inclined areas.

Provide a device to prevent skidding and operate with extra care. Piled up tree leaves or branches also may causes skidding.

AA STRENGTHEN SOFT GROUND

When working on a soft ground or marshy area, the machine may sink.

Be aware that frozen ground becomes soft with the increase of ambient temperature.

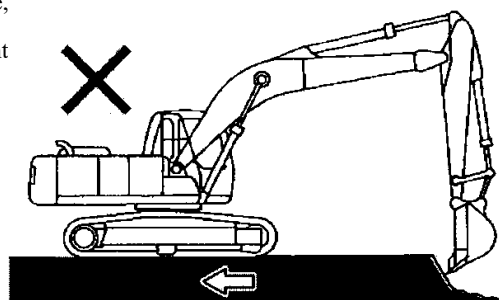
Use logs or lumber positioned in the opposite direction of the track to prevent the machine from sinking.

1.3 PROHIBITED MACHINE OPERATION

The following examples of machine abuse and misuse should never be attempted by even the most experienced operator. Such abuse and misuse of this machine and its attachments can result in serious injury, death, severe equipment damage and shortened service life of the machine. Under no circumstance should any of these operations be attempted. Use common sense and follow proper operation procedures found in this OPERATOR'S MANUAL while operating this equipment.

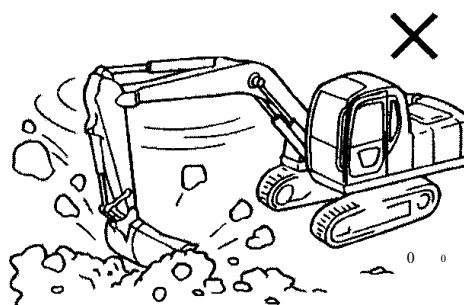
A DO NOT USE TRACTIVE FORCE OF THE MACHINE FOR LOADING THE BUCKET ATTACHMENT

Doing so will exert excessive force on the machine structure, front end attachments and could cause severe equipment damage. Use crawlers for normal travel operations only.



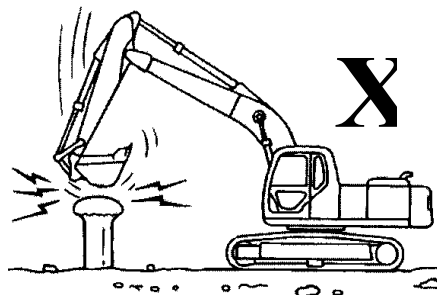
B DO NOT USE SLEWING FORCE OF THE MACHINE FOR OPERATIONS

Doing so will exert excessive force to the machine structure, front end attachments and shorten life of the slewing system of the machine. Also, serious injury or death could result from such operations.



C DO NOT PERFORM "HAMMERING" OPERATIONS WITH THE BUCKET

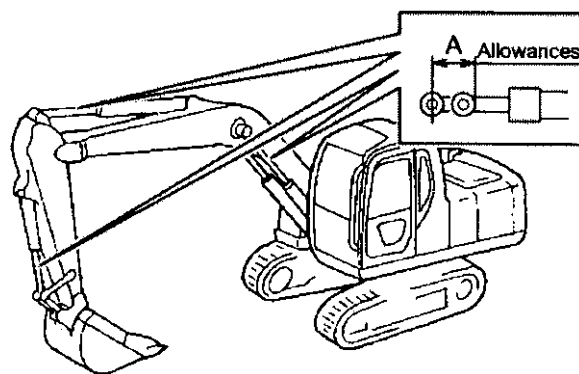
Performing operations such as hammering and piling will cause extensive damage to the machine and its components. These types of operations can also result in serious injury or death.



D DO NOT OPERATE BUCKET AND ARM CYLINDERS TO STROKE END REPEATEDLY

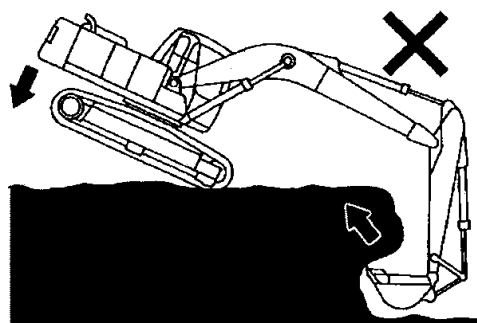
Extending the bucket and arm cylinders to stroke end to clean debris from the bucket, will cause impact to the bucket cylinder causing cylinder damage. Use high pressure water or manually remove stubborn material from the bucket.

A. ALLOWANCES



E DO NOT OVER EXERT THE MACHINE'S CAPACITIES

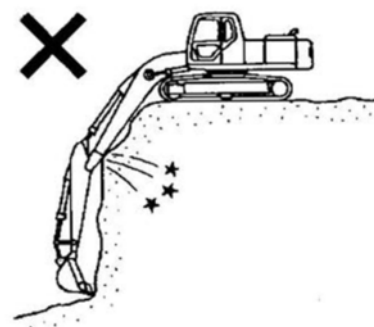
Know the limitations of the machine and its attachments and operate the machine within those specifications. Do not exceed lift charts. Do not tip or raise the machine to obtain power to move material. This could cause extensive damage to the machine and its components as well as result in serious bodily injury or death.



F DEEP EXCAVATION OPERATION

During deep excavation, be careful in order that the belly sides of boom and bucket cylinder hose do not come into contact with ground.

When lowering the boom to the lower limit, be careful in order that the boom does not interfere with crawler shoe.

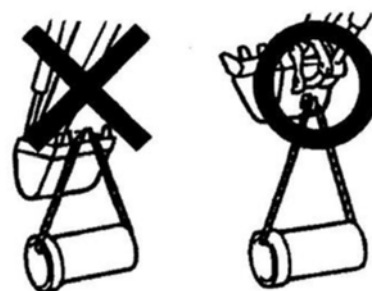


G DO NOT USE THIS MACHINE FOR ANYTHING OTHER THAN ITS INTENDED PURPOSE

This machine is designed and manufactured for digging, loading and ground leveling operations only. Any other use can exert

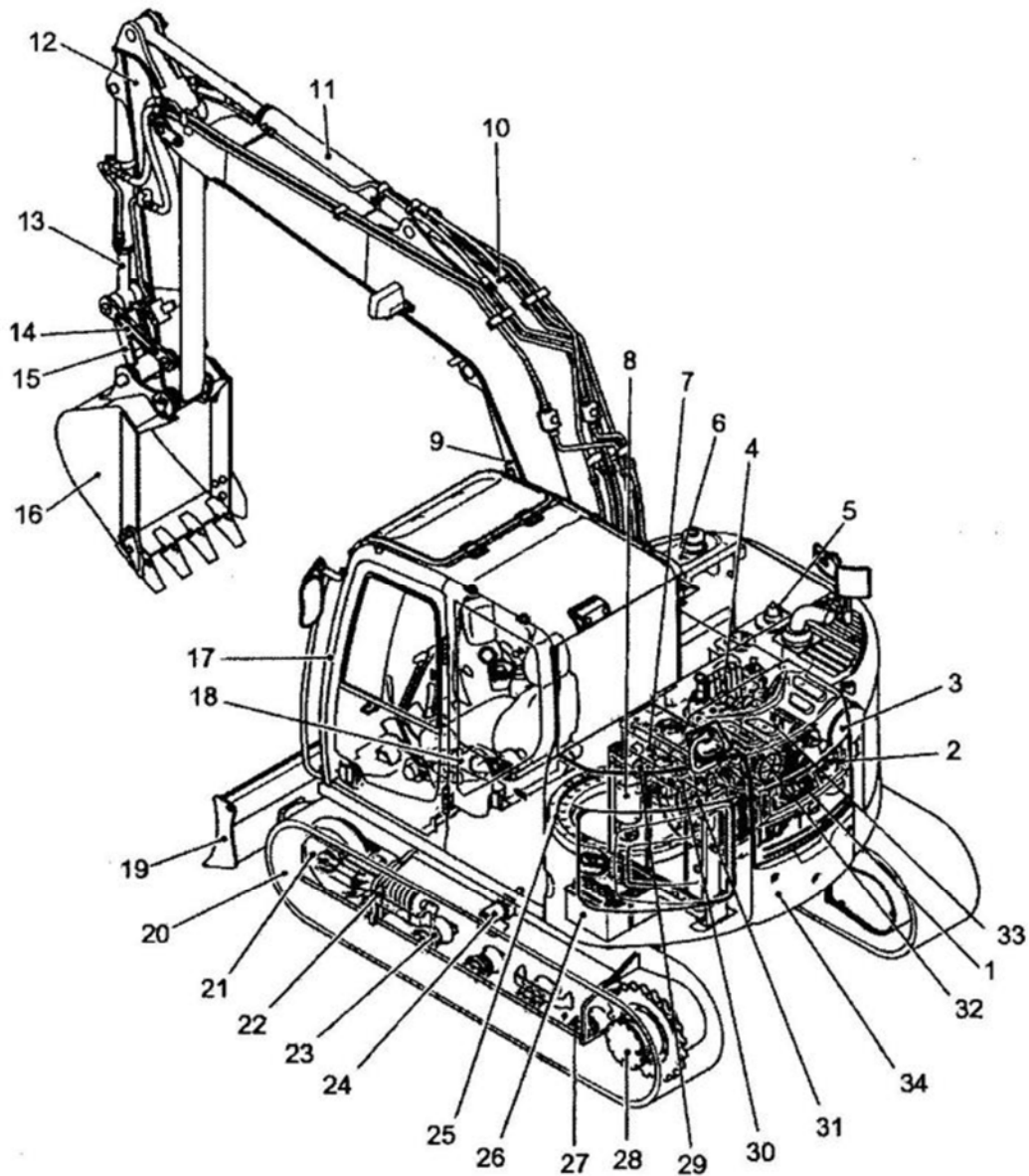
excessive force to the machine, its components, its systems and result in serious injury or

death to the operator and other personnel working in the area of the machine.



2. MACHINE FAMILIARIZATION

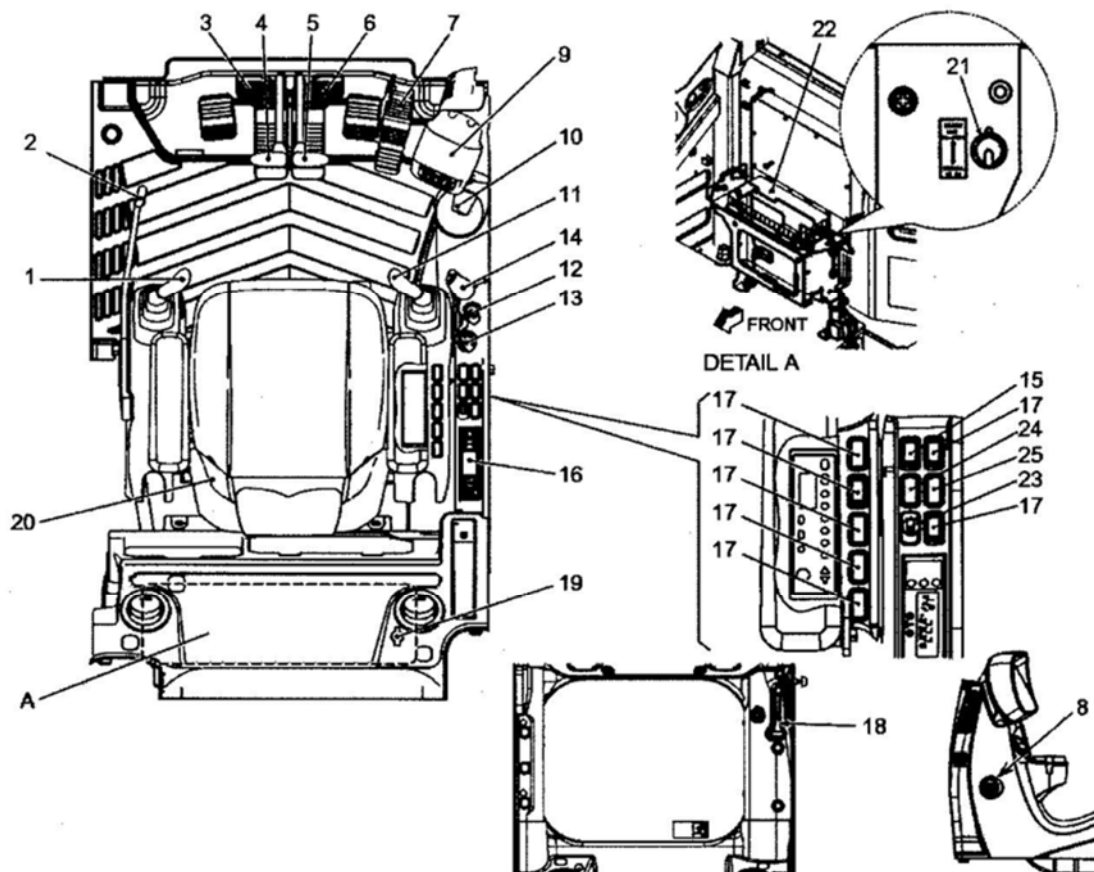
2.1 BASIC COMPONENTS OF THE MACHINE



No	NAME	No	NAME	No	NAME
1	ISUZU Engine	13	Bucket Cylinder	25	Slewing Ring
2	Hydraulic Pump	14	Idler Link	26	Battery
3	Engine Muffler	15	Bucket Link	27	Track Link
4	Main Control Valve	16	Bucket	28	Travel Motor
5	Hydraulic Oil Tank	17	Operator Cab	29	Oil Cooler
6	Fuel Tank	18	Dozer cylinder	30	Engine Radiator
7	Swing Motor	19	Dozer blade	31	Air Cooler
8	Swivel Joint	20	Track Shoe Assembly	32	Engine Air Cleaner
9	Boom Cylinder	21	Track Idler	33	Engine Hood
10	Boom	22	Track Spring	34	Counterweight
11	Arm Cylinder	23	Lower Roller		
12	Arm	24	Upper Roller		

2.2 OPERATOR CAB NOMENCLATURE

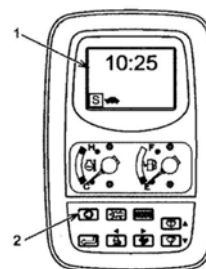
The operator cab nomenclature, see Figure below, points out locations of operator controls of the hydraulic excavator operator cab. Study these areas and locate these components on the machine. Specific information regarding these components are explained on the following pages of this section.



No	NAME	No	NAME
1	Left Hand operator Control Lever (Horn Switch)	14	Dozer Operating Lever
2	Safety Lock Lever (For Hydraulics)	15	Working Light Switch (Boom, Deck)
3	Left Travel Pedal	16	Air Conditioner Control Panel
4	Left Travel Lever	17	Cap (For Opt. Switch)
5	Right Travel Lever	18	Life Hammer
6	Right Travel Pedal	19	24 Volt Power Supply
7	Operation Pedal (Breaker and Nibbler) Option	20	Operator Seat
8	Hour Meter	21	Swing Parking Brake Release Switch
9	Gauge Cluster	22	Fuse & Relay Box
10	Cup Holder	23	Attachment Mode Select Switch (Option)
11	Right Hand Operator Control Lever	24	Cab working Light Switch (Option)
12	Starter Key Switch	25	Travel Alarm Select switch (Option)
13	Throttle Potentiometer		

A SWITCH PANELS

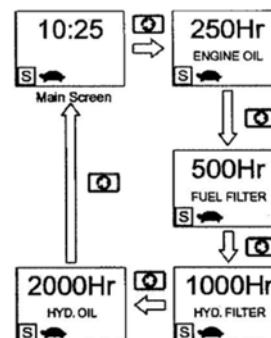
After starting engine, main screen (1) for operator shown in the figure is usually displayed.



1. SCREEN CHANGE SWITCH

After turning starter key switch ON or starting engine, the screen is changed in order of "Time for engine oil change" -> "Time for fuel filter replacement" -> "Time for hydraulic oil filter change" -> "Time for hydraulic oil change" -> "Main screen" each time the screen change switch (2) is pressed.

With this menu, the time range to the recommended change time for the filter and oil in use can be identified.



Notice

If the screen change switch is not operated for 30 seconds keeping the screen for maintenance displayed, the screen automatically reruns to the main screen.


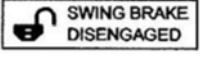
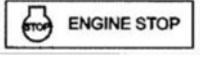
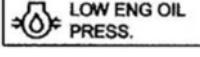
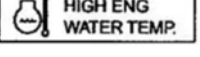
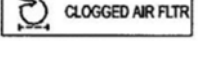
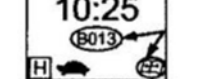
2. BUZZER STOP SWITCH

In case where warning is displayed on the multi-display (LCD), press buzzer stop switch (1) and buzzer shown below stops sounding



Notice The level shown in the table is based on the following contents.

1. This warning shows the condition of personal injury or machine function.
2. This warning shows the change of work mode.
3. This might lead to the failure of machine. Check and service it immediately

Priority of Group	Level	LCD Display	Machine Collection	Buzzer Sounds				
				Auto stop	Manual Stop	type	Only starter key ON	Engine running
A	1		Data from the mechatro controller is not received.	—	○	3	○	○
	1		The swing parking brake switch us turned ON	○ (5 sec.)	○	2	○	○
	1		Engine is stopped after Engine Oil Pressure is low.	○ (5 sec.)	—	1	○	—
B	3		Low engine oil pressure disconnection	—	○	2	○	○
	3		The engine coolant is more than 105°C	—	○	3	○	○
	3		The air filter is clogged.	—	○	3	○	○
	3		Self-diagnosis (sensor, valve, etc.)	—	○	3	○	○

Sound of buzzer Type1: continuation, Type2: Beep ON 0.2sec, OFF 0.3sec., Type3: Beep ON 0.5sec, OFF 0.5sec

3. WORK MODE SELECT SWITCH

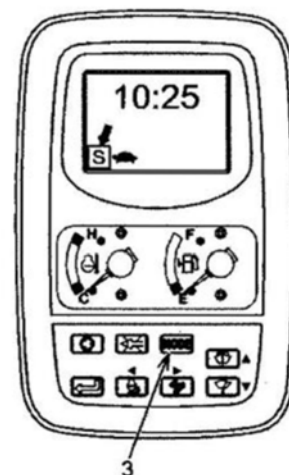
When engine starts, it is set to "S" mode. Select proper work mode from 3 modes shown below according to the work condition and the purpose. The work mode is switched in order of "S" --> "E" --> "H" --> "S" each time the work mode select switch is pressed. The selected work mode is displayed on the left upper corner of multi-display for confirmation.

S: S mode

(for standard work and loading operations)

E: E mode (for lower fuel consumption digging work)

H: H mode {for heavy duty work)



CAUTION

The mode after the engine starting is always the start from "S" mode. Before beginning the work, make sure the mode that had been selected is correct.

B 3 DISPLAY FOR MAINTENANCE

This screen displays the remaining time to the end of recommended replacement interval specified for filter/oil.

After reaching to the end of replacement interval, check and serve them following to section "Maintenance".

The recommended replacement interval is the accumulated time which is counted by controller when the engine is running.

This menu is available for confirmation of the following items.

The maintenance screen changes each time the screen change switch is pressed.

Replacement Interval

Item	DEFAULT
Engine Oil	250 Hr
Fuel Filter	500 Hr
Hydraulic Filter	1,000 Hr
Hydraulic Oil	2,000 Hr

1. Remaining time display to the engine oil change This display shows the remaining time to the coming engine oil change.

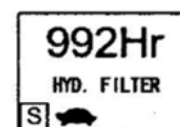


2. Remaining time display to the coming fuel filter replacement This display shows the remaining time to the coming engine fuel filter replacement.



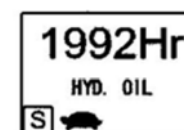
3. Remaining time display to the coming hydraulic oil filter replacement

This display shows the remaining time to the coming hydraulic oil filter replacement.



4. Remaining time display to the coming hydraulic oil change

This display shows the remaining time to the coming hydraulic oil change.



NOTICE

-The display automatically changes to the main screen, if switch is not operated for 30 seconds.

-For the setting procedure of maintenance time to be performed to the coming oil change in each type and filter replacement

CAUTION

Make sure the starter key switch is in the "OFF" position when replacing fuses

The fuses protect the electrical system from excess current. If operation is not normal, a fuse may be blown. Replace blown or faulty fuses with the spare fuses as follows.

Replace any fuse generating white powder on it or in case that some looseness exists between the fuse and fuse holder.

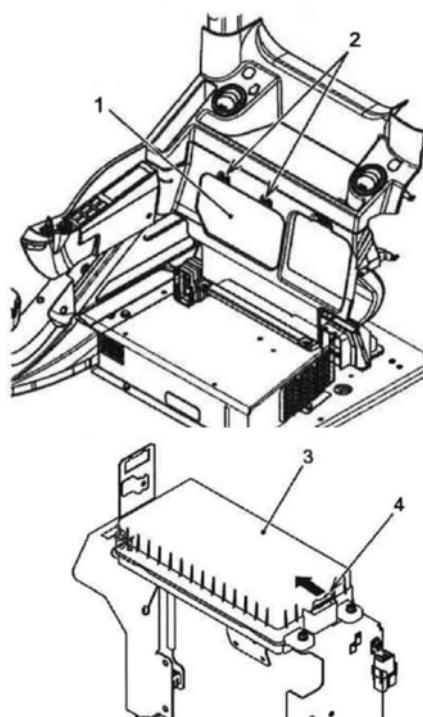
IMPORTANT

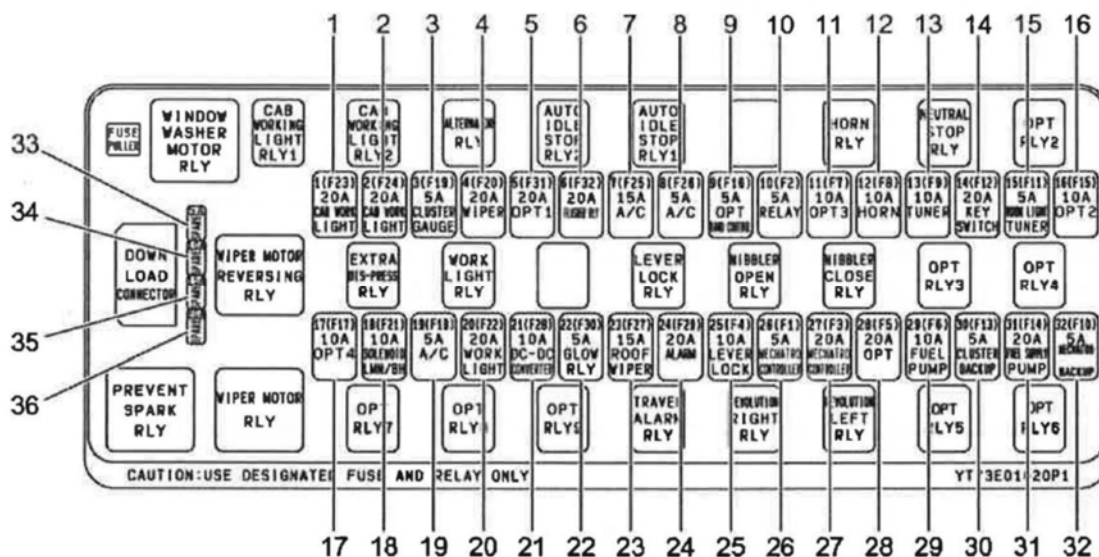
-When replacing a fuse, replace it with one of the same capacity.

-The spare fuses are stored in the back side of fuse box cover.

Replacing Procedure

1. Hold grip (2) of cover (1) located on the rear side of operator seat and pulls it forward and take out the cover (1).
2. To remove the cover of fuse box, press lock (4) of cover (3) inward to unlock and then lift it up.
3. When replacing the fuse, remove the fuse from the fuse box with fuse remover.
4. After replacement of fuse, attach the cover securely.





No.	AMPS	FUNCTION	No.	AMPS	FUNCTION
1	20A	Cab Work Light	21	10A	DC-DC Converter
2	20A	Cab Work Light	22	5A	Glow Relay
3	5A	Gauge Cluster	23	15A	Roof Wiper
4	20A	Wiper, Washer	24	20A	Alarm
5	20A	Option 1	25	10A	Safety Lever Lock
6	20A	Flasher Relay	26	SA	Mechatro Controller
7	15A	Air Conditioner	27	20A	Mechatro Controller
8	SA	Air Conditioner	28	20A	Option
9	SA	Option (Hand Control)	29	10A	Alternator Fuel Pump
10	SA	Relay, Hour Meter	30	SA	Gauge Cluster (Back Up)
11	10A	Option 3	31	20A	Fuel Supply Pump
12	10A	Hom, Horn Relay	32	SA	Mechatro Controller (Back Up)
13	10A	Tuner	33	SA	Spare
14	20A	Starter Key Switch	34	10A	Spare
15	SA	Room Lamp, Tuner	35	15A	Spare
16	10A	Option 2	36	20A	Spare
17	10A	Option 4			
18	10A	Solenoid Valve			
19	SA	Air Conditioner			
20	20A	Work Light			

3. MACHINE OPERATION

A Checking Oil Level of Engine Oil Pan and Making Up

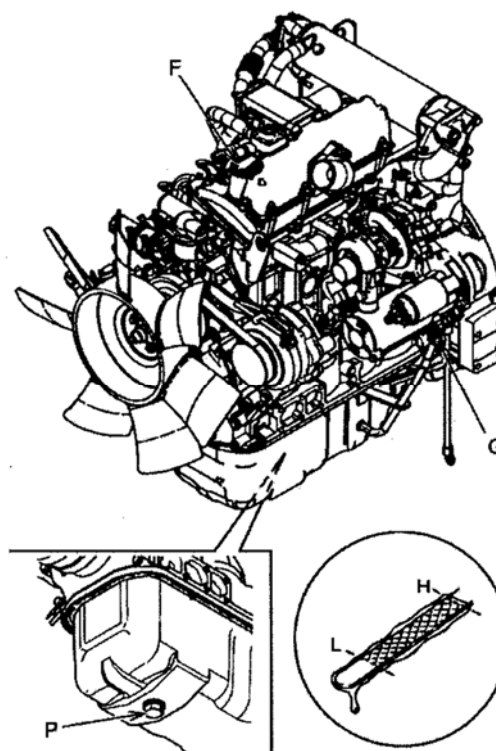
WARNING

Immediately after engine is stopped, there is a possibility of getting bum with heated parts and oil. Start working after the temperature is not hot.

IMPORTANT

- Make sure the machine is on firm level when checking engine oil level.
- Always make sure to check engine oil level before starting the engine.
- - Keep the engine to standstill for at least 30 minutes, when checking engine oil level after working.

1. Open engine hood.
2. Pull out oil level gauge (G) and wipe oil with a clean cloth.
3. Insert oil level gauge (G) in oil pan fully.
4. When the level is in the range of H - L of oil level gauge (G) it is proper. If the level is insufficient for L level, make up engine oil for the shortage through oil filler cap (F). If the oil is contaminated and deteriorated, change it ahead of schedule without depending on the periodic change interval. For oil in use, refer to "4.3 LUBRICANT, FUEL & COOLANT SPECIFICATIONS" in Chapter 4.
5. When the oil level is H level or higher, drains excess engine oil through drain plug and check the oil level again.
6. If the oil level is proper, insert level gauge securely, close engine hood and lock it with starter key.



B Checking Fuel Level and Making Up

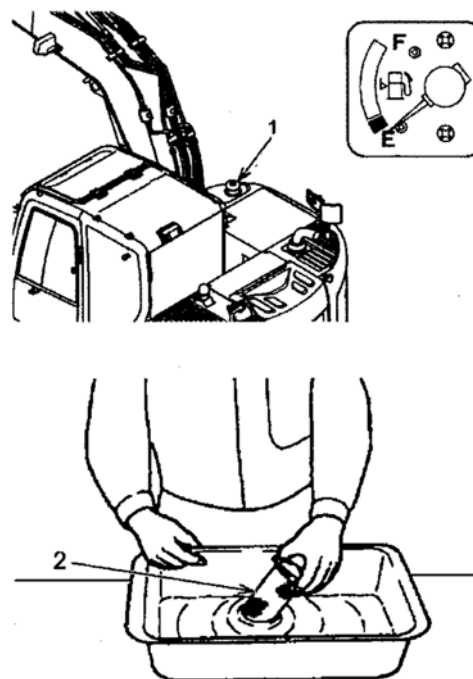
WARNING

- Use diesel fuel only and stop engine before refilling.
- Do not overflow fuel while refilling. It may cause damage to the fuel system and cause oil spouting. Clean up all spilled fuel to prevent fire.
- Dispose of all hazardous waste in accordance with government environmental laws and regulations.

IMPORTANT

- It is possible to operate machine for 2 days (8 hours a day) in general use when the tank is full. Be sure to fill it up to the brim after the work in 2nd day was finished. But do not supply with fuel to the level more than necessary (to the top end of tank). There is a possibility of overflowing because the fuel expands as the outside air temperature rises.
- Use specified diesel oil for fuel.
- This engine is equipped with electronic control high pressure fuel injection system to obtain the features like excellent fuel consumption and emission in clean condition. This system requires the parts in high precision and high lubricating ability. Therefore, if low viscosity fuel in low lubricating ability is used, the durability may be notably lowered.

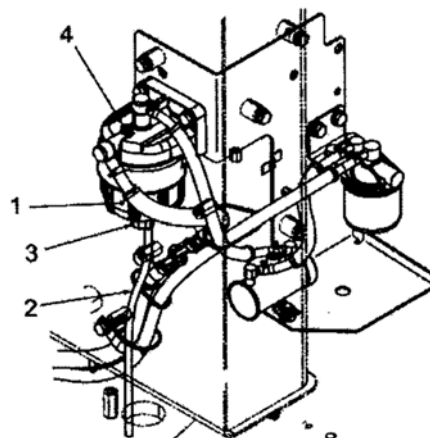
1. Check fuel level with fuel gauge by turning starter switch on. The fuel level is low when the fuel gauge reads close to E point.
2. Stop engine with starter key, remove filler cap (1) of fuel tank and make it up with fuel making sure of the level. When strainer is fitted to filler port, do not remove the strainer for making up.
3. When dirt is adhered on strainer (2), take out the strainer and clean it with light oil or air gun, and then fit it to filler port again.
4. Fuel tank capacity: 120 L (31.7 gal)
5. After refueling, tighten filler cap (1) securely.



C Fuel Pre-Filter Drain

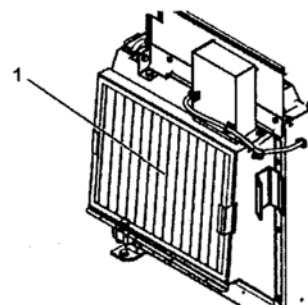
The fuel pre-filter isolates water that mixes in with the fuel. The case is equipped with a float. When water accumulates, the float rises. When the float rises to the level line, drain water.

1. The fuel filter (1) is placed next to the hydraulic tank located at the right front of the machine.
2. Using starter key open side door at the right rear of the machine and hold it with stay.
3. Put container for drain oil under drain hose (2).
4. Loosen drain plug (3) and air bleed plug (4) and drain water collected in fuel filter (1) in the container.
5. After draining, tighten drain plug (3) and air bleed plug (4) securely.
6. Release the stay which is supporting hood, close engine hood and lock engine hood.



D Checking Radiator, Oil Cooler and Filter

1. Using starter key, unlock side door on left side of counterweight, and open it.
2. By visual check, check mud, dust and leaves which contaminate filter (1).
3. When filter is contaminated heavily, refer to "4.15 250 HOUR (3-MONTH) INSPECTION MAINTENANCE PROCEDURE" and clean these filters.



E Check Hydraulic Oil Level

WARNING

It is very danger because the inside of hydraulic tank is heated and pressurized.

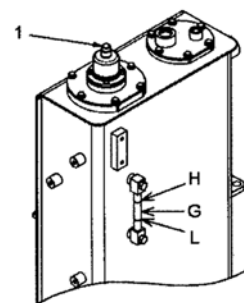
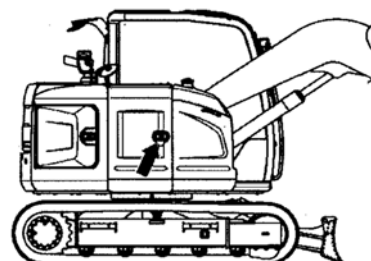
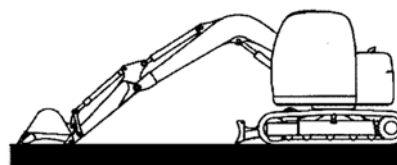
When removing filler port plug, stop engine and remove breather top end cap (1) and then release pressure from hydraulic oil tank by pressing the valve head.

For safe operation on inclines, the hydraulic oil level must be maintained between "Proper Level" and "Upper Limit" mark.

Checking

1. The hydraulic tank is installed on the right side.
2. Move the machine to firm level ground and set it in the hydraulic oil level check position.
3. Using starter key open side door at the right rear of the machine and hold it with stay.
4. Check the oil level through sight level gauge (G) provided on the side of the hydraulic tank. Hydraulic oil level should be between H and L. Oil level varies depending on oil temperature. Check the oil level referring to the followings.
 - Before starting:
"L" level oil temp. 10 to 30 degrees C (50 to 86 degrees F)
5. Normal operation:
"H" level oil temp. 50 to 80 degrees C (122 to 176 degrees F)

Hydraulic Oil Level Check Position

**IMPORTANT**

Avoid overfilling. It causes damages on hydraulic equipment or oil spouting

(NOTICE)

For make-up procedure of hydraulic oil, refer to section "4.19.A Change Hydraulic Oil" in Chapter 4.

F Checking Belt Tension**Warning**

Rotating parts can cause injury.

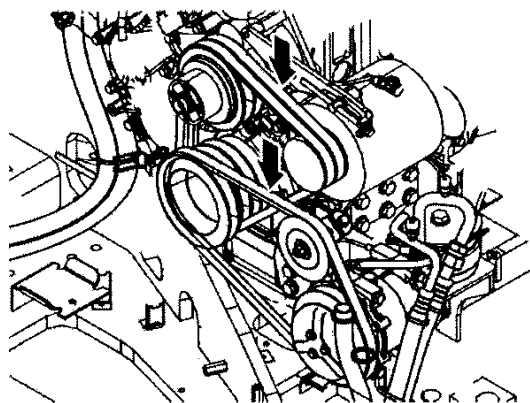
Keep away from fan and belt when engine is running. Stop engine before servicing

CAUTION

If defects such as cuts or surface separations are found during inspection, replace the belt. Keep oil and grease away from the belt, since they may cause the belt to slip and shorten the service life.

Check the fan and alternator belt for insufficient tension, wear, and damage. Insufficient belt tension may cause battery charge failure, engine overheating, or abnormal belt wear. If too much tension is applied to the belt, the bearings or belt may be damaged prematurely.

Apply a force of 98 N {22 lb} to the center of belt between pulleys, and measure the belt deflection. The table below shows normal condition.



Belt	When new belt replaced mm (in)	When inspected mm (in)	Force N (lbf)
Alternator, Fan	4 to 6 mm (0.16 to 0.24")	7 to 9 mm (0.28 to 0.35")	98 (22)
Air-conditioner	3 to 4 mm (0.12 to 0.16")	5 to 6 mm (0.20 to 0.24")	24 (5.1)

IMPORTANT

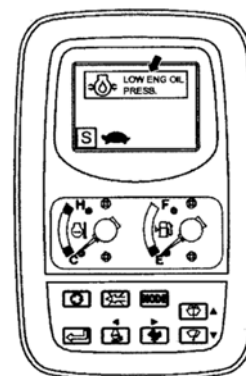
- When replace with new belt, there is a lack of initial adaptability of the belt. Run the engine at idling speed for about three or five minutes. After that, adjust the belt tension again.
- New belts get complete initial elongation after being run about two hours

See the section "4.15 250 HOUR (3-MONTH) INSPECTION & MAINTENANCE PROCEDURE" for details on the inspection and adjustment procedure for the belt.

3.2 CHECKING FUNCTION OF GAUGE CLUSTER

Before starting the engine, check the warning display and gauge according with the following procedures:

1. Make sure the safety lever is in the "LOCKED" (Up) position.
2. Make sure all control levers are in the "NEUTRAL" position
3. Insert starter key and start engine.



CAUTION

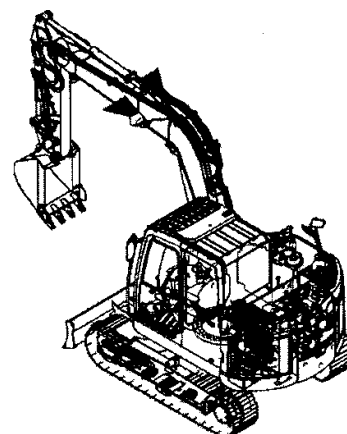
When starting engine, if warning is displayed on the multi-display, stop engine immediately and contact our dealer/distributor.

3.3 CHECKING FUNCTION OF GAUGE CLUSTER

While the key position in the starter key switch is being "ON" position, tum on the work light switch to check the lightening of work light.

If it does not lighten, presumably the light bulb is burned out or electrical wire is broken.

Contact our dealer/distributor for repair.



4. MAINTENANCE

4.1 GENERAL INFORMATION

WARMING

Read, understand and follow all safety precautions contained in this manual before performing any inspection or maintenance procedures on this machine, it's systems or components.

IMPORTANT

For the adjustment, disassembling and repair of the engine, reduction gear and electronic equipment (controller, etc.), contact the dealer/distributor.

A It is recommended, that an inspection and maintenance be performed on a regular basis for this machine. Doing so helps to keep the machine in optimum operating condition.

B The information contained in this section gives the user the necessary inspection and maintenance functions for this machine. When performing inspection and maintenance as the user manual, refer to the inspection and maintenance charts for general service interval recommendations.



C Lubrication and maintenance intervals are determined by the hour meter. If performing lubrication and maintenance according to calendar time is preferred, the hour meter reading must correspond to the lubrication and maintenance period (8 H, 50 H, 120 H, 250 H, 500 H, 1000 H, 2000 H, 5000 H, etc.) in calendar time; then calendar time can be used. Items for which service time cannot be specified are explained in the section WHEN REQUIRED.



IMPORTANT

The inspection and maintenance charts provided in this section give only general time intervals. It may be necessary to develop a custom schedule to perform machine maintenance at more frequent intervals based on the work conditions such as severe applications, work in dusty or humid circumstances, etc.

See "4.9 INSPECTION & MAINTENANCE CHART"

D Lubrication and maintenance intervals are determined by the hour meter. If performing lubrication and maintenance according to calendar time is preferred, the hour meter reading must correspond to the lubrication and maintenance period (8 H, 50 H, 120 H, 250 H, 500 H, 1000 H, 2000 H, 5000 H, etc.) in calendar time; then calendar time can be used. Items for which service time cannot be specified are explained in the section WHEN REQUIRED.

**Dispose
of Waste
Properly**

4.2 LUBRICANT, FUEL & COOLANT SPECIFICATIONS

The following chart provides information on the specification of oils, grease, fuels and coolant to be used in various climates and working conditions.

Components	Type of Lubricant	Capacities (When changed)	Climate Zone										Specified Lubricant										
			-22	-4	14	32	50	68	86	104	F	°C											
Hydraulic oil tank	Hydraulic oil	36 Liters (10Gal)																				(KOBELCO) KW5068	
		85Liter (22 Gal)																					(KOBELCO) KW5046
																							(KOBELCO) KW5032
Engine oil pan	Engine oil	[Total volume] 11 Liters																				(KOBELCO) JASODH-1	
		[H level] 10.3 Liters [L level] 7.3 Liters																					(KOBELCO) JASODH-1
Swing motor reduction unit	Gear Oil	15 Liter																				(KOBELCO) SERVICE GL-4	
Travel motor reduction unit		1.35 Liter x 2																					
Swing motor reduction unit	EP grease	150 g																				(KOBELCO) EXTREAME PRESSURE GREASE NO.2	
Attachment pins		17 places																					
Slewing ring gear		1 place																					
Track tension Adjustment		2 places																					
Operating Lever (Pilot valve)		As required																					
Swing gear		4.9 kg																					
Fuel tank	Diesel Fuel	120 Liters																				ASTM D-975 GRADE-2	
Radiator (Reserve tank)	Engine coolant (Antifreeze)	5.7L																				(KOBELCO) KAPLLC95-20	

IMPORTANT

- When the oil leak and damage are found in the lower roller, upper roller and front idler, contact our dealer/distributor for repair.
- Use ASTM D-975 No.2 oil for fuel without fail.

This engine is equipped with electric control high pressure fuel injection system to obtain the features like excellent fuel saving and emission in good condition. This system requires the parts in high precision and high lubricating ability. Therefore, if low viscosity fuel in low lubricating ability is used, the durability may be notably lowered.

WARNING AVOID ANTIFREEZE/ COOLANT FIRE HAZARD

Antifreeze/Coolant is flammable. Direct contact with hot surfaces of flames may cause the Antifreeze/Coolant to burn. Repair leaks immediately and dispose of used Antifreeze/Coolant promptly and in accordance with government environmental regulation.

(Notice)

*1 : L.L.C means "Long Life Coolant"

*2: Cartridge part number KAPG0420D1 (400 g x 20). Pail can part number KAPG1601D1.

(Notice) LLC [KOBELCO GENUINE ANTIFREEZE / COOLANT]

The cooling system is filled long life coolant LLC which is KOBELCO Genuine Antifreeze / Coolant specified by KOBELCO for this machine. KOBELCO Genuine Antifreeze I Coolant protects the cooling system from harmful corrosives while providing superior cooling performance necessary for emissions compliant engines for up to 2 years or 2000 hours of operation. KOBELCO Genuine Antifreeze I Coolant also protects the engine from freezing in cold climate regions. Use of coolant other than KOBELCO Genuine Antifreeze / Coolant is not recommended and may result in poor machine performance and possible damage to the engine and cooling system. KOBELCO Genuine Antifreeze / Coolant is specified for all machines operating in all regions including areas where cold temperatures or freezing is not normally expected.

4.3 USE OF BIO-DEGRADABLE OILS

When using Bio-degradable Oil {BIO OIL}, refer to the following information.

A Recommended Oil

Maker	Mobil
Brand	MOBIL EAL EnviroSyn 46H

B Precaution for the Use of Oil

1. When filling the former machine in which mineral oil is charged with BIO oil, try to flush the machine three times. The mineral oil will be left in the circuit of the machine without flushing, resulting in the reduction of effect of biodegradation ability.
2. When you use BIO OIL, slewing and travel parking brake performance will be reduced because of lower friction factor of BIO OIL compared to that of mineral oil.

C Flushing Procedure

1. Drain mineral oil from the hydraulic tank completely.
2. Drain mineral oil from the cylinder completely.
3. Fill hydraulic oil tank. with new BIO oil.
4. After starting engine, move every cylinder 10 strokes respectively.

CAUTION

The abrupt operation may cause burning of seal because of trapped air in the cylinder.

Try to operate first 4 strokes slowly at engine low idling to charge hydraulic oil in the entire cylinder.

5. Idle travel motor right and left for about 3 minutes.
6. Repeat swing operation 10 rotations.
7. Drain BIO oil from hydraulic tank completely.
8. Drain BIO oil from each cylinder completely.
9. Fill hydraulic tank with new BIO oil. Similarly, repeat the procedure 4. to 9. two times.
10. For hydraulic oil in final condition, analyze the hydraulic oil and be sure of amount of remaining mineral oil.

D Bio Oil Change Interval

The BIO oil change interval is 2,000 hours.

For the changing procedure, refer to the section "4.19.A Change Hydraulic Oil".

4.4 PRECAUTIONS AGAINST USE OF HIGH-SULFUR FUEL

When the high-sulfur fuel is used, abrasion and corrosion occur in the injection pump and the injection nozzle, etc. Consequently, the abrasion and corrosion deteriorate and degrade remarkably the performance, durability and exhaust gas quality, and the following measures are needed.

To execute appropriate maintenance, contact our service shop or dealer / distributor about parts which require maintenance and about the method of maintenance.

Parts list needing replacement

PARTS	TROUBLE AND CAUSE	REMEDY
EGR valve	The carbon deposit grows and the valve is stuck when the valve is opened.	Replace the EGR valve every 1000 hours.
Injection nozzle	The fuel leak increases with the abrasion of nozzle, the engine power decreases.	Replace the injection nozzle every 1000 hours.
Chamber head cover	The carbon which deposited internally enters in the cylinder and the abrasion of each part is promoted.	Clean the head cover every 1000 hours periodically or replace the head cover.
	Exhaust gas from EGR cannot return to the intake side and the output of engine rises abnormally. Consequently, the durability of turbo charger etc. is deteriorated.	
Oil change	The oil deterioration speed is accelerated, and as a result the abrasion of each part is promoted.	Change the engine oil every 250 hours. (According to the speed of deterioration of the engine oil)
	The engine oil consumption increases.	Replace the oil filter every 500 hours.

4.5 MAINTENANCE PARTS

A Filters & Elements, and Bucket

Replace parts, such as filters and elements, during the periodical maintenance or before the service life. The machine can be used economically if the parts are changed properly and timely. When you place an order of parts, confirm the parts number on parts manual.

System	Part Number	Parts Name	Qty	Replacement interval
Hydraulic oil tank	YR52V01004R800	Return filter element kit (STD. Breaker)	1	After 50 hours (first change) Every 1000 hours (from 2nd change) (Breaker specification: Every 250 hours)
	(ZD11G11000)	(O-ring)	1	
	YT50V00004F1	Suction strainer	1	Every 2000 hours
	(ZD11G14000)	(O-ring)	1	
Air breather	YN57V00005S002	Element	1	Every 1000 hours Replacement of element a 1000 hours interval is a guideline. If the machine is operated in very dusty conditions, change the oil filter at a reduced hour interval.
Air cleaner	YW11P01021P1	Element (Inner)	1	For machines equipped with W (double) element the inner element must be replaced together with the outer element. Replace the inner element with new one.
Engine oil filter	V1898075-6760	Cartridge	1	After 50 hours (first change) Every 250 hours
Fuel pre-filter	YT21P01006R100	Element kit	1	Every 500 hours
Fuel filter	V1897172-5491	Cartridge	1	Every 500 hours
Electromagnetic pump	V1894337-0220	Repair kit	1	Every 500 hours change
	YN50V01015P3	Air-con filter (Outer)	1	Every 10 times cleanings
Air conditioner	YN50V01014P1	Air-con filter (Inner)	1	When heavy clogging of filter occurs, clean or replace
Pilot line filter	YN50V01001SOOS	Line filter	1	Every 2000 hours (Cleaning)
Radiator	YY05P00061SOOS	Radiator cap	1	Every 1000 hours
Bucket (STD)	2412N279D1	Side cutter (R, H)	1	When required
	2412N279D2	Side cutter (L, H)	1	
	ZS13C20050	Bolt	6	
	ZN13C20016	Nut	6	
	B12P0015F1	Tooth Assy (Inner)	2	
	2412U111F1	Tooth Assy (Outer)	2	

IMPORTANT

Items enclosed in parenthesis () are the parts to be changed at the same time.

4.6 INSPECTION & MAINTENANCE CHART

Follow the chart below for recommended intervals of regular inspection and maintenance procedures. Perform inspection and maintenance according to the calendar time or operation time shown by the hour meter, whichever comes first.

See the inspection and maintenance procedure mentioned below for details.

Symbols and their meanings:

■ : Necessary regular inspection item to hour meter

•1: Only first replacing is performed

O: Inspection and/or maintenance is needed

Notice

See "4.3 LUBRICANT, FUEL & COOLANT SPECIFICATIONS" for detail specification for lubricant, coolant, fuel etc.

LCC: KOBELCO genuine antifreeze/coolant.

IMPORTANT

When the machine works at dusty site, clean the filter and the core of radiator often. Clean the filter and core depending on their dirt.

System	Maintenance to Perform		When required	Interval (House on Hour meter)						Lubricant, etc. (Replacing part)	REF. ITEMS		
				8H	50H	100H	250H	500H	1,000H			2,000H	
Engine	Engine Oil	Check oil level		○							Engine Oil	3.12.B	
		Change			*1 (First)		○					Engine Oil	4.16.K
	Replacing Oil filter				*1 (First)		○				Cartridge	4.16.K	
	Fuel filter	Change						○			Cartridge	4.17.K	
	Fuel pre-filter	Drain		○								Element	3.12.D
		Change							○			Element	4.17.A
	Filter replacement of electro-magnetic pump								○			Filter	4.17.D
	Air cleaner elements	Check/	When warning is indicated on multi-display or every 250 HOURS.					○				Outer element (When outer element is changed, inner element must be replaced without fail)	4.16.G
		clean											
		Change				After 5 times of cleaning or one year whichever comes first			○				
	Coolant level and cleaning of cooling system	Check level		○								LLC	3.12.A
		Change/								○ (or every 2 years)		LLC	4.19.A
		cleaning											
	Hoses in cooling system							○					4.16.D
checking and cleaning of radiator/oil			○				○					3.12.E	
cooler core/air-cooler and filter												4.16.H	
Check belt tensioner	Check		○									3.12.G	
	Adjust						○					4.16.A	
Radiator cap	Clean						○					4.16.J	
	Change								○			4.16.E	
Checking for rubber hose of intake system							○					4.18.C	
Checking of engine mount bracket for tightening					*1 (First)				○			-	
*2 Checking and adjustment of valve clearance									○			-	
*2 Checking and adjustment of compression pressure									○			-	
*2 Checking of intake and exhaust manifold for tightening					*1 (First)				○			-	
*2 Checking of oil pan and other accessories for tightening					*1 (First)				○			-	
*2 Checking of installing turbo charger for tightening					*1 (First)				○			-	
*2 Checking of installing turbo charger rotor and impeller for rotating									○			-	
*2 Checking of turbo charger rotor for looseness									○			-	
*2 Checking of turbo charger for lubrication			○						○			-	
*2 Checking and cleaning of stator brush and commutator									○			-	
*2 Checking of oil pan and for intrusion of water and fuel					○							-	
*2 Checking of fan mounting bolt for tightening					○							-	
*2 Checking of thermostat for function									○			-	
*2 Checking of starter for function									○			-	
*2 Checking of stability, exhaust color and noise			○									-	
*2 Checking heater plug/intake air heater (Starting aid)								○				-	
*2 Checking of alternator for function									○			-	
*2 Checking of each pipe joint for tightening					*1 (First)				○			-	
*2 Checking exhaust pipe and muffler for installation looseness and damage					*1 (First)				○			-	

IMPORTANT

-Contact our dealer/distributor for checking and adjustment shown by asterisk *2.

-*1-Break-in (After first 50, 100, 250, 500 Hours) Inspection & Maintenance Required.

System	Maintenance to Perform		When required	Interval (House on Hour meter)						Lubricant, etc. (Replacing part)	REF. ITEMS		
				8H	50H	100H	250H	500H	1,000H			2,000H	
Engine	*2 Checking and cleaning of alternator brush (if equipped)								○		—		
	Checking leakage of fuel system			○							—		
	Checking engine oil leakage			○							—		
	Check engine electrical			○							—		
Fuel system	Fuel tank	Check/fuel level		○							3.1.2.E		
		Drain water and deposits			○						4.13.B		
		Clean cap and strainer							○		4.17.H		
		Air bleeding from fuel system	○						○		4.17.C		
Hydraulic system	Hydraulic tank	Hydraulic oil	Check oil level		○						Hydraulic oil	3.1.2.F	
		Change						○ (Breaker)	○		4.19.D		
		Suction strainer	Clean							○	Strainer	4.19.E	
		Return filter			*1 (First)		○ (Breaker)		○		Element	4.18.A	
	Air breather	Change							○	Element	4.18.B		
	Check for oil leaks			○								3.1.1.A	
	Check hoses/lines			○								3.1.1.A	
	Pilot line filter	Clean								○		4.19.G	
	Upper frame	Swing reduction oil level & fill	Check oil level				○ (120H)					Extreme gear oil SAE #90 GL-4	4.15.A
			Change						*1 (First)	○			4.19.B
Grease slewing ring								○		EP grease	4.17.I		
Check slewing ring & pinion gear									○		4.19.F		
Check slewing brake			○								—		
Greasing of control lever push rod and universal joint								○		EP grease	4.17.F		
Check bolts/torque (Slewing ring)								○			4.17.F		
Check bolts/torque (Counter-weight)				*1 (First)		○					4.7		
Grease swing reduction unit						*1 (First)		○			4.18.D		
Engine	Travel reduction unit oil level & fill	Check oil level				○ (120H)					Extreme gear oil SAE #90 GL-4	4.15.B	
		Change						*1 (First)	○			4.19.C	
	Adjust track tension				○							4.13.C	
	Check for oil leaks			○								3.1.1.A	
	Check steps & handrails			○								3.1.1.A	
	Check frame structure			○								3.1.1.A	
	Check tracks & links			○								3.1.1.A	
	Check sprocket wear			○								3.1.1.A	
	Check idler wear			○								3.1.1.A	
	Check roller wear			○								3.1.1.A	
Check track tension			○								3.1.1.A		
Attachment	Grease for pins						○				EP grease	4.16.I	
	Grease for bucket pins					○						4.14.A	
	Dozer blade lubrication			*3 ○ (50H)			○					4.12.A	
	Replacement of backhoe bucket		○									4.11.C	
	Bucket clearance		○									4.11.E	
	Check bucket teeth and side cutters		○									4.11.D	
	Check bolts/torque			○								—	

System	Maintenance to Perform		When	Interval (House on Hour meter)						Lubricant, etc. (Replacing part)	REF. ITEMS			
			required	8H	50H	100H	250H	500H	1,000H			2,000H		
Electrical	Battery	Battery electrolyte			○							4.13.A		
		Battery maintenance			○								4.13.A	
		Voltage check							○				4.18.E	
	Inspect all wiring			○									3.1.1.A	
	Check switches/light			○									—	
Accessories	Air conditioner	Check A/C Refrigerant							○				4.17.G	
		Check A/C condenser and clean	○				○						4.16.H	
		Filter	Clean					○						4.16.F
			Change		After 10times cleaning is done									
	Check wiper washer fluid level		○										4.1.1.A	
	Check frame structure			○									3.1.1.A	
	Check bolts/torque			○									4.7	
	Seat belt	Check		○								Element	2.3.8	
Change									○ (3 years)					

IMPORTANT

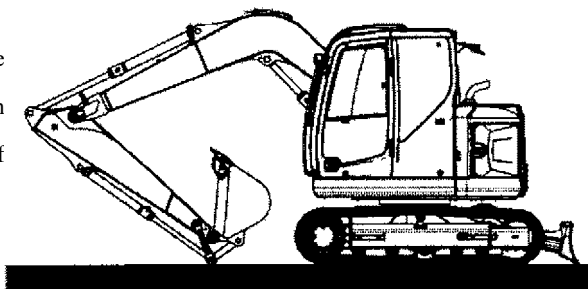
*3: Dozer blade has to be Lubricated every 8 hours for the first 50 hours of operation.

-After 50 hours of operation, dozer blade should be lubricated every 250 hours of operation.

4.7 PRE-START (EVERY 8 HOURS) INSPECTION & MAINTENANCE

A Lubrication for Dozer Blade

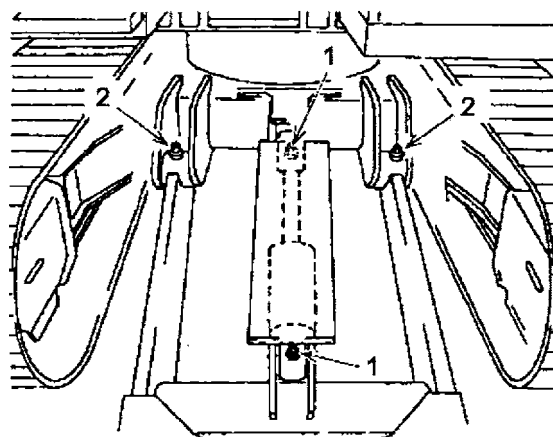
Wipe all grease nipples and apply grease until the grease comes out through the gap of pin. Grease gun is provided inside of side door on the left side of machine.



Notice Greasing

1. Dozer blade has to be lubricated every 8 hours for the first 50 hours of operation.
 2. After 50 hours of operation, dozer blade should be lubricated every 250 hours of operation.
 3. If attachment is sunk in water, it is recommended to lubricate it every 8 hours.
-

1. Dozer cylinder rod and head (1).
2. Dozer blade link pin (2).



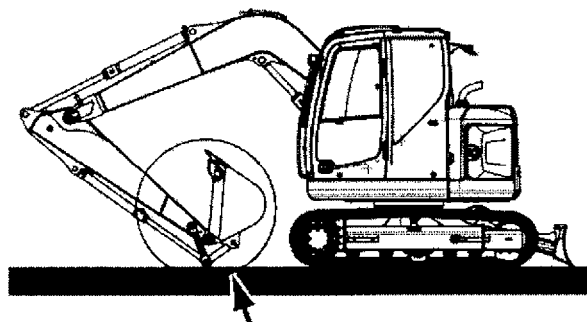
4.8 100 HOUR INSPECTION & MAINTENANCE PROCEDURE

Thoroughly read and understand the "1. SAFETY PRECAUTIONS" of this MANUAL before operating or servicing the machine.

Perform together with daily and 50-hour inspection and maintenance.

A Lubrication for Bucket Pin

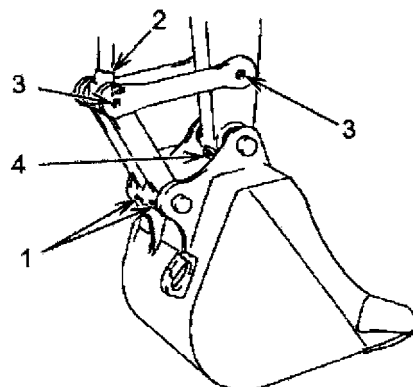
Wipe all grease nipples and apply grease until the grease comes out through the gap of pin. Grease gun is provided inside of side door on the left side of machine.



Notice Greasing

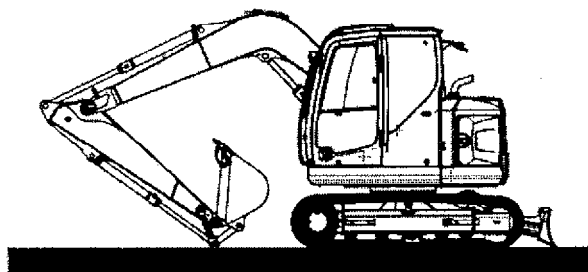
If attachment is sunk in water, it is recommended to lubricate it every 8 hours

1. Bucket link pins (1).
2. Bucket cylinder rod pin (2).
3. Idler link to ann pin and arm to bucket pin (3).
4. Arm top pin (4).

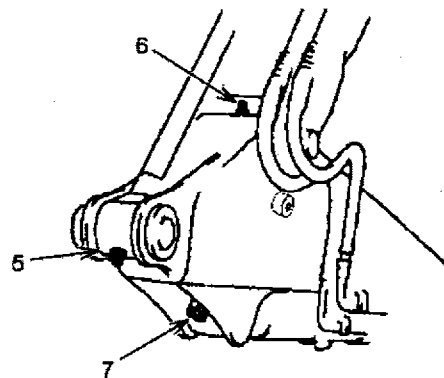
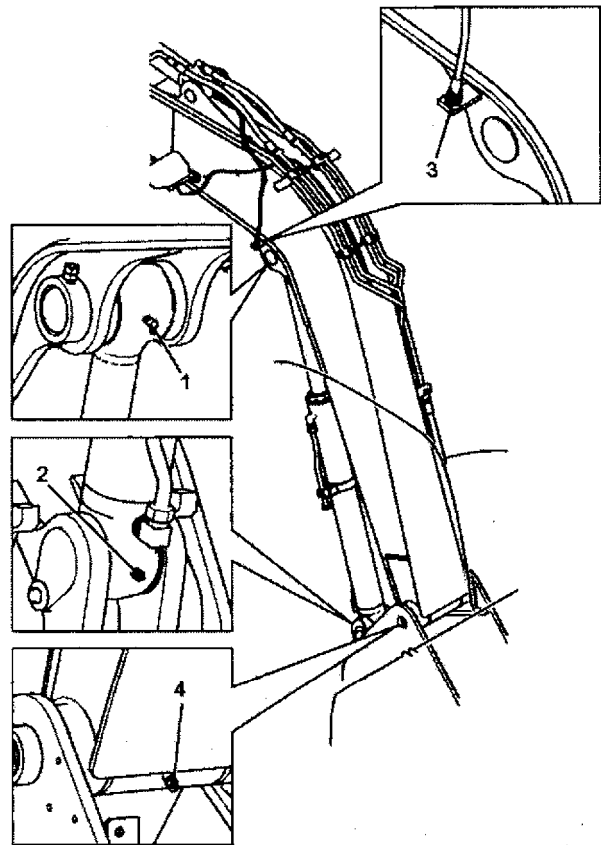


B Attachment Lubrication

Wipe all grease nipples and apply grease until the grease comes out through the gap of pin. Grease gun is provided inside of side door on the left side of machine.



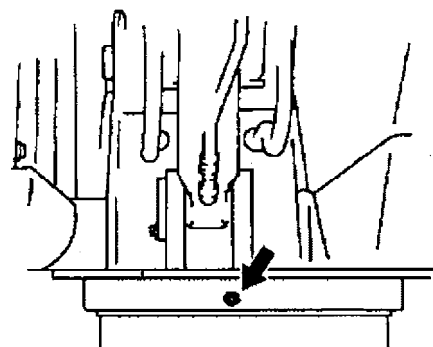
1. Boom cylinder and rod pins (1), (2).
2. Arm cylinder head pin (3).
3. Boom foot (Center) pin (4).
4. Arm cylinder rod pin (5).
5. Arm to boom pin (6).
6. Bucket cylinder head pin (7).



5

C Greasing the Slewing Ring

1. locate the grease nipple at the front of the slewing ring.
2. Using grease gun filled with general purpose EP grease (to "4.3 LUBRICATION, FUEL & COOLANT SPECIFICATIONS"), lubricate slewing ring with several shots from grease gun.



3. Slew machine 90 degrees right, and repeat step 2. See level on frame.
4. Continue to slew machine at 90 degrees increments and lubricating slewing ring until ring has been completely greased.

Notice

Using grease gun, lubricate through grease nipple until the grease comes out from bearing seal when the direction of the slewing bearing is changed at every 90 degrees.

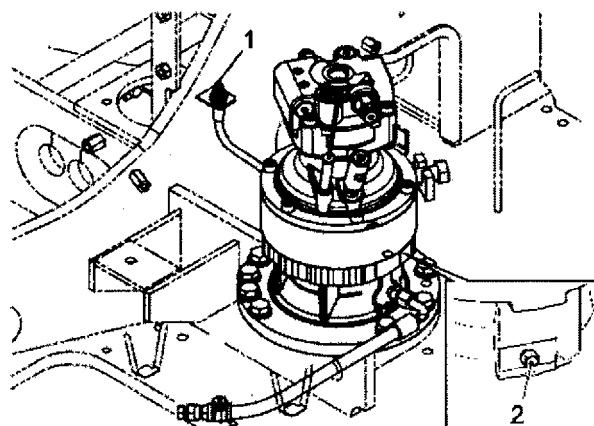
(Grease amount: **Max.** 30 cc / 1 grease nipple)

D Swing Reduction Lubrication

WARNING

Immediately after operation, there is a hazard of getting bum because oil is hot. Start working after being cooled.

1. Park machine on firm level ground, and place the attachment to the ground. Stop engine and move safety lock lever to "LOCKED" position.
2. Using grease gun, lubricate about 100 cc grease (about 1/4 cartridges) through grease nipple (1) of the slewing reduction gear or lubricate grease until the grease comes from the relief valve (2).



IMPORTANT

Replace it at 250 hours operation for the first use of new machine.

Department of Public Works and Transport,
Phnom Penh Capital City (DPWT/PPCC)

Summary Report

CAMBODIA

Verification Survey with the Private Sector
for
Disseminating Japanese Technologies
for
Improvement of Sanitation and Living
Condition Using Amphibious Excavator

FEBRUARY 2018

Japan International Cooperation Agency

Taiho Shoji Co., Ltd.

1. BACKGROUND

The inundation condition in Phnom Penh Capital City (hereinafter referred to as “PPCC”), has steadily been improving, and technologies as well as equipment for drainage pipe cleaning works have been transferred from XX to XX through the implementation of Japan’s Grant Aid Project: “The Project for Flood Protection and Drainage Improvement in Phnom Penh Capital City” (Phase 1 to 3). However, methodologies of cleaning works are not yet established in open drainage channels that are not approachable to ordinary excavators and dump trucks, and as a result, garbage and sludge have heavily accumulated in the open drainage channels, imposing negative impact to sanitary and living conditions in and around the open channels.

In order to improve the condition of open drainage channels in PPCC, Taiho Shoji Co., Ltd., proposed the use of the Amphibious Excavator. This proposal was discussed in a survey adopted by JICA, namely, the “Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Improvement of Sanitation and Living Condition using Amphibious Excavator”. The survey report indicates that Taiho Shoji Co., Ltd. verifies and transfers technologies and methodologies in cleaning drainage open channels through on-the-job training to the counterparts of Department of Public Works and Transport (DPWT)/PPCC, and establishment of operating manuals and phased drainage channel cleaning plan, and thus contributes to recover drainage function and improve deterioration of sanitary and living conditions in PPCC.

2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME’S TECHNOLOGIES

(1) Purpose

The purpose of the survey is (i) to transfer technologies and methodologies for cleaning open drainage channels by utilizing Amphibious Excavator, (ii) to formulate operating manuals and phased cleaning plan for open channels, (iii) to assist activities for the sustainable implementation of the cleaning works by utilizing Amphibious Excavator and (iv) to establish a business promotion plan for disseminating Amphibious Excavator in Cambodia.

(2) Activities

Outputs of the Survey are enumerated below.

Output 1: Advantages and effectiveness of Amphibious Excavator is verified in cleaning garbage and accumulated sludge in open channels in PPCC.

Output 2: DPWT/PPCC's capacity for operating the Amphibious Excavator is developed through on-the-job training, and operating manuals for the Amphibious Excavator and phased drainage channel cleaning plan utilizing Amphibious Excavator are established.

Output 3: Framework for sustainable open channel cleaning work is established.

Output 4: A Business Plan is established to disseminate the Amphibious Excavator to the governmental agencies concerned, construction companies, and construction equipment retailers in Cambodia.

Activities to achieve the Outputs are itemized as follows:

Activities for Output 1

- 1-1: Preliminary survey on describing specifications of the Amphibious Excavator in accordance with the specific condition in Cambodia.
- 1-2: Fabrication of the Amphibious Excavator in Japan.
- 1-3: Transportation and assembling of the Amphibious Excavator.
- 1-4: Test drive and actual operation of the Amphibious Excavator in the drainage channels.

Activities for Output 2

- 2-1: Technologies transfer for operating the Amphibious Excavator through on-the-job training to counterparts of DPWT/PPCC.
- 2-2: Establishment of an operating manual for Amphibious Excavator.
- 2-3: Establishment of phased cleaning plan for drainage open channel that involves the utilization of the Amphibious Excavator.

Activities for Output 3

- 3-1: Assistance for establishing activity reports to assure sustainability of the cleaning works utilizing the Amphibious Excavator.
- 3-2: Assistance for establishing budget application for drainage channel cleaning works.
- 3-3: Reuse and recycle of accumulated sludge as a banking material in the drainage open channels.

Activities for Output 4

- 4-1: Market research on the Amphibious Excavator and other construction equipment
- 4-2: Establishment of a business plan for disseminating the Amphibious Excavator

in Cambodia

4-3: Holding seminar on “Amphibious Excavator, as an appropriate technology for cleaning drainage open channel” in collaboration with DPWT/PPCC

(3) Information of Product/ Technology to be Provided

Technology to be provided is “Amphibious Excavator” and its accessories to clean drainage open channels in Phnom Penh of which ordinary excavators and dump trucks cannot approach.

The following table shows the overview of Amphibious Excavator

Table 1 Overview of Amphibious Excavator

	
Name	Amphibious Excavator
Specification	<p>Weight : 10,300kg</p> <p>Bucket capacity : 0.25m³</p> <p>Size : Length 6.83m, Width 3.34m, Height 3.28m</p> <p>Gradeability : 20 grade</p>
Feature	<p>"Amphibious Excavator" is a special excavator designed to work in places where ordinary excavators cannot work, such as drainage channels, rivers, lakes, weak grounds and wetlands. The feature is that the traveling equipment is designed to be floatable on the water because it has a large hull shape and a closed type hollow structure. In addition, the shape of this traveling equipment keeps the contact pressure as low as possible, enabling it to freely travel without sinking even in soft ground.</p>
Competitive advantage compared to other products	<p>Operationality;</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Since the proposed product has two motors on one side, powerful traveling can be realized, and even if problems occur in one motor, it can be operated with another one. ➤ The proposed product is easy to use even in narrow channel width since it can extend and retract the caterpillar right and left. <p>Safety;</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ By installing a sub float next to the main float and ensuring adequate buoyancy, it is possible to ensure the stability of the work even on the water. <p>Economic efficiency;</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ The range of the use of this product is broad and it is a highly effective product since it can be operated not only on water but also on land,

	<p>Maintenance;</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Since the consumables and spare parts are stocked at all times, requests from customers can be addressed quickly.
Sales performance	<ul style="list-style-type: none"> • Japan : East Japan great earthquake disaster reconstruction project and sales performance in Okinawa prefecture • Overseas : None yet

(4) Counterpart Organization

Department of Public Works and Transport, Phnom Penh Capital City (DPWT/PPCC)

(5) Target Area and Beneficiaries

Target Area: Phnom Penh Capital City

Beneficiaries: Residents in Phnom Penh Capital City

(6) Duration

From March 2017 to April 2018

(7) Progress Schedule

		2016			2017											
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
Activity	Activity for Output1															
	【1-1】 Preliminary survey on describing specifications of Amphibious Excavator in accordance with the specific condition in Cambodia	(1)Investigation of specification of amphibious exporter			■	■										
		(2)Sampling and component analysis of sedimented sludge			■	■										
		(3)Selection of a drainage cleaning site				■	■									
	【1-2】 Fabrication of the Amphibious Excavator in Japan	(1)Manufacturing management of Amphibious Excavator	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		(2)Manufacturing management of incidental equipment	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	【1-3】 Transportation and assembling of the Amphibious Excavator	(1)Marine transport of amphibious excavator and incidental equipment				■	■									
		(2)Carried to DPWT / PPCC by local carrier					■	■								
		(3)Assembling and installing equipment						■	■							
	【1-4】 Test drive and actual operation of the Amphibious Excavator in the drainage channels	(1)Conduct trial operation						■	■							
		(2)Verification for full-scale introduction							■	■						
	Activity for Output2															
	【2-1】 Technologies transfer for operating the Amphibious Excavator through on-the-job training to counterparts of DPWT/PPCC	(1)Review of OJT proposal for operator training				■	■									
		(2)Policy explanation and consultation to DPWT / PPCC					■	■								
		(3)Implementation of OJT to DPWT / PPCC staff						■	■	■	■					
	【2-2】 Establishment of Amphibious Excavator operating manual	(1)Review of operation and maintenance management manual				■	■									
(2) Explain and discuss policy with DPWT / PPCC, submit manual plan						■	■									
(3) Presentation and consultation of manual revision proposal, confirmation of agreement								■	■	■	■		■	■		
【2-3】 Establishment of phased drainage open channel cleaning plan utilizing the Amphibious Excavator	(1) Examination of the draft drainage open channel cleaning plan				■	■										
	(2) Policy explanation and consultation to DPWT / PPCC, submission of plan draft					■	■									
	(3) Presentation and consultation on revision plan for drainage cleaning plan, confirmation of agreement							■	■	■	■					
Activity for Output3																
【3-1】 Assistance for establishing activity report to assure sustainability of the cleaning works utilizing the Amphibious Excavator	(1) support for DPWT / PPCC activity based on drainage channel cleaning plan						■	■		■	■		■	■		
	(2) Support for creating drainage channel cleaning plan activity report							■	■	■	■		■	■		
【3-2】 Assistance for establishing budget application for drainage channel cleaning works	(1) Calculation of annual maintenance and maintenance work cost by DPWT / PPCC							■	■							
	(2) Support for creating budget application documents related to maintenance work costs								■	■		■	■			
【3-3】 Reuse and recycle of accumulated sludge as a banking material in the drainage open channels	(1) Demonstration experiment of sludge stabilization using soft sludge improver						■	■		■	■		■	■		
	(2) Examination of cleaning effect and environmental improvement effect by soft sludge improver							■	■		■	■		■	■	
	(3) Imprementation of promotion activities for awareness												■	■		
Activity for Output4																
【4-1】 Market research on the Amphibious Excavator and other construction equipment	(1) Information gathering, planning of investigation plan				■	■										
	(2) Implementation and summary of market research					■	■	■	■							
【4-2】 Establishment of business plan for disseminating Amphibious Excavator in Cambodia	(1) Preparation of a dissemination plan based on market survey results						■	■					■	■		
【4-3】 Holding seminar on "Amphibious Excavator, as an appropriate technology for cleaning drainage open channel" in collaboration with DPWT/PPCC	(1) Holding of seminars aimed at promoting the dissemination of the equipment and the activity report of this project								■	■			■	■		

■ Plan
■ Actua

(8) Manning Schedule

In charge	Name	Affiliation	Plan/ Actual	FY2016												FY2017												Total		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	Plan/ Actual	Cambodia	Japan									
Project manager	Yoshifumi Asanishi	Taiho Shoji Co., Ltd.	Plan			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							Plan	80	35				
			Actual			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							Actual	80	35				
Comprehensive equipment instruction	Iseei Iwatate	Individual	Plan			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							Plan	63	25				
			Actual			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							Actual	63	25				
Equipment operation, Management instruction 1	Tatsuo Hagi	Individual	Plan			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							Plan	70	25				
			Actual			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							Actual	70	25				
Equipment operation, Management instruction 2	Masahiro Murayoshi	Taiho Shoji Co., Ltd.	Plan			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							Plan	80	35				
			Actual			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							Actual	85	35				
Chief advisor	Hitoshi Shimodochi	CTI Engineering International Co., Ltd.	Plan			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							Plan	21	20				
			Actual			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							Actual	0	30				
Drainage cleaning plan	Tuyoshi Kawamoto	CTI Engineering International Co., Ltd.	Plan			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							Plan	55	25				
			Actual			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							Actual	58	17				
Environmental and social considerations	Zenjiro Egawa	CTI Engineering International Co., Ltd.	Plan			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							Plan	57	25				
			Actual			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							Actual	60	25				
Business development	Katsuyuki Nobusawa	GeoBrain Co., Ltd.	Plan			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							Plan	51	26				
			Actual			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							Actual	51	26				

(9) Implementation System

Japan side: Taiho Shoji Co., Ltd.

Cambodia side: Department of Public Works and Transport, Phnom Penh Capital City (DPWT/PPCC)

Taiho Shoji Co., Ltd., which is the proposing company, is responsible mainly for the work related to the execution and management of the entire operation, and the other surveys and adjustments are made by outside personnel, namely, individuals (2 persons), CTI Engineering International Co., Ltd (hereinafter referred to as CTII), and Geo Brain Co., Ltd. In addition, since CTII has a liaison office in Cambodia and is involved in a JICA project titled “The Project for Flood Protection and Drainage Improvement in Phnom Penh Capital City”, this project could collaborate with it for more efficient operation.

Table 2 shows the project implementation structure and Table 3 shows the local liaison office of CTII.

Table 2 project implementation structure

Section	Member	Responsible
Proposing company	Taiho Shoji Co., Ltd.	Provide technical guidance on the overall management of work, introduction of technology and general guidance on management of the equipment and its operation.

Section	Member	Responsible
Outside personnel	Individuals (2 persons)	While assisting the proposing company, implement OJT training on comprehensive guidance and operation and maintenance of the proposed equipment.
	CTI Engineering International Co., Ltd	Support planning the drainage channel cleaning plan and construction of the structure considering the surrounding environment. In addition, coordination related to local affiliated organizations and various surveys, compiling reports and offering support through the local office.
	Geo Brain Co., Ltd.	Hold seminars for dissemination of proposed equipment, research and plan for business development, promotion of diffusion.

3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

(1) Outputs and Outcomes of the Survey

(a) Verification Survey

Output 1

- Sludge sampling in Trabek and Tumpun drainage channel and water sludge quality analysis were implemented to select the working site for utilizing the amphibious excavator. As the result of analysis, significant contamination was not identified so that dredging was carried out at both Trabek and Tumpun drainage channels.
- Amphibious excavator and ancillary facility such as cart and pontoon were fabricated in Japan based on the preliminary survey (Photo 1).
- Required working hour for one cleaning cycle from dredging sludge to transporting to landfill was 2.0 to 2.5 hours (Table 3).
- Sedimentation status of sludge before and after dredging was investigated in order to show the effect of sludge dredging work (Table 4).



Photo 1 Amphibious Excavator and ancillary facility

Table 3 Required working hour each cycle

Item	Content	During investigation
Dredging work hour	Working hour for dredging 3m ³ of sludge	About 15-20 min
Sludge carrying hour	Working hour for carrying the sludge on land	About 20-30 min
Sludge transport	Working hour for transporting the sludge from the project site to disposal site.	1.5 hours
Working hour	Total working hour from dredging the sludge to transportation	2.0-2.5 hours

Table 4 Comparison of discharge capacity of before and after dredging at the 2.65 in Tumpun open drainage channel

Item	Unit	Plan (2001)	Before dredging		After dredging	
			Capacity	Degree of decreasing from 2001	Capacity	Degree of decreasing from 2001
Section area	m ²	48.00 (100%)	40.30 (84%)	16%	44.00 (92%)	8%
Velocity	m/s	0.94 (100%)	0.84 (89%)	11%	0.89 (95%)	5%
Discharge volume	m ³ /s	45.09 (100%)	33.77 (75%)	25%	39.09 (87%)	13%

Output 2

- Two supervisors and two machine operators were selected from DSD(Drainage

and Sewerage Division) and transferred the drainage cleaning technique through OJT (Table 5).

- Operation and maintenance manual and drainage cleaning plan were developed in cooperation with DSD and JICA survey team.

Table 5 Purpose and contents of On-the-Job training

Item	Purpose	Contents
Preliminary	Understand the concept of safety measures, transport route, and preliminary survey method.	<ul style="list-style-type: none"> • Securing work zones • Prohibited matter, emergency response • Confirmation of water level and sediment sludge thickness in the drainage system
Machine Operation	Understand the name of the equipment and how to operate it through lectures and OJT	<ul style="list-style-type: none"> • Name and performance of each device • How to enter and landing to/from drainage channel • Dredging method • Installation and operation method of incidental facilities
Sludge treatment and disposal	Understand treatment and dispose method of dredged sludge	<ul style="list-style-type: none"> • Sludge carrying method by manual • Sludge carrying method by sludge sucker • Reformulation and reuse of sludge
Maintenance	Understand maintenance inspection method of machine	<ul style="list-style-type: none"> • Preliminary inspection • Regular inspection and reporting

Output 3

- DSD staff acquired how to use drainage cleaning record, which was prepared in this project for assisting periodical activity report to put up sustainable drainage cleaning work as collateral.
- Annual cost for drainage cleaning work were estimated as a basis of budget request based on the drainage cleaning plan developed in Output 2 (Table 6).

Table 6 Annual Plan and Cost for Drainage Cleaning work

Drainage	Item	1st year	2nd year	3rd year	4th year	5th year	6th year	7th year	8th year	TOTAL
Tumpun (4,700 m)	Working days	200	200	200	200	200	175			1,175
	Length (m)	800	800	800	800	800	700			4,700
	Cost (1000 USD)	22.	22.	22.	22	22	19.3			129.3
	Cost (Million Riel)	88	88.0	88	88	88	77			517.0
Trabek (1,100 m)	Working days							200	75	275
	Length (m)							800	300	1,100
	Cost (1000 USD)							22	8.3	30.3
	Cost (Million Riel)							88	33	121

Drainage	Item	1st year	2nd year	3rd year	4th year	5th year	6th year	7th year	8th year	TOTAL
Total (5,800m)	Working days	200	200	200	200	200	175	200	75	1,450
	Length (m)	800	800	800	800	800	700	800	300	5,800
	Cost (1,000 USD)	22.	22.	22.	22	22	19.3	22	8.3	160
	Cost (Million Riel)	88	88.0	88	88	88	77	88	33	638.0

Output 4

- Interviews to understand and determine the need for the product was implemented upon government organizations (MPWT, DPWT, MOE etc.), construction companies and an education agency (Institute of Technology of Cambodia).
- Survey was implemented in areas where it was assumed that sludge cleaning in drainage channel and water bodies are required in Phnom Penh and Siem Reap. As a result, about 4.7 km of Tumpun drainage channel, about 1.1 km of Trabek drainage channel in Phnom Penh, and about 9 km of drainage channel in Siem Reap has a possibility to clean utilizing Amphibious Excavator.

(b) Business Development Plan

- Business development plan which includes not only providing the product but also technical guidance, providing spare parts and dispatching engineers was established.
- The following business development is assumed
 - Sales and rental of the product and technology in Phnom Penh and other areas in Cambodia.
 - Maintenance of products and provision of spare parts.
 - Technical guidance of products and construction method.
 - Dispatching advanced engineers and operators.
 - Training of operators for special constructing machines.

(c) Environmental and Social Considerations

As Amphibious Excavator was operated for the dredging work of the existing drainage channel, we thus considered the influence during operation of dredging work. The items of environmental and social considerations were selected through the screening/scoping based on the result of existing research output and field survey. Items on table 7 are the screening/ scoping result and they are assumed that negative

impact happen due to dredging work.

Table 7 Monitoring and Existing result of the item

Item	Survey Results							
Air Quality	➤ The environmental standard of Cambodia is shown below.							
	N	Parameter	1 Hour Average mg/m ³	8 Hour Average mg/m ³	24 Hour Average mg/m ³	1 Year Average mg/m ³		
	1	Carbon monoxide (CO)	40	20	-	-		
	2	Nitrogen dioxide (NO ₂)	0.3	-	0.1	-		
	3	Sulfur dioxide (SO ₂)	0.5	-	0.3	0.1		
	4	O zone (O ₃)	0.2	-	-	-		
	5	Lead (Pb)	-	-	0.005	-		
	6	Total Suspended Particulate (TSP)	-	-	0.33	0.1		
	Reference : Sub-decree No27 ANK/BK, Sub-decree on air and noise pollution -Annex 1 ambient air quality standard							
	➤ The existing result is shown below.							
Parameters	2000		2001		2002		2014	
	Mean	Max	Mean	Max	Mean	Max	Mean	Max
CO (mg/m ³)	3.06	7.12	1.98	2.42	3.50	5.71	3.02	3.87
NO ₂ (µg/m ³)	32.08	47.17	2.45	3.77	30.19	56.60	24	71
SO ₂ (µg/m ³)	-	-	2.60	7.80	7.80	13.00	10	27
TSP (mg/m ³)	-	-	0.63	0.84	0.41	1.00	0.128	0.169
<ul style="list-style-type: none"> Reference: MOE (2014), ADB 2006 Country Synthesis Report on Urban Air Quality Management, "Research collaboration with Yokohama University from 2000-2002. Project for Comprehensive Urban Transport Plan in Phnom Penh Capital City, 2014 Quoted in MOE and Ministry of Health (2006). Country Report: Cambodia, Hang Dara, Chin Chamroeun, Sourn Pun Lork, and Chim Sophan, Paper presented at the Clean Air for Asia Training Course for Developing Countries, Thailand, 24 May-02. " from ADB 								
➤ According to the existing measurement results in Phnom Penh, Nitrogen Dioxide (NO ₂) and Sulfur Dioxide (SO ₂) greatly exceeded the environmental standard before 2014. The amount of day traffic in Phnom Penh is reported to be about 40,000 for route 1, about 26,000 for route 2 and over 10,000 for other major national highways. The number of vehicles in Phnom Penh is more than other provinces and it is assumed that the exhaust gas of the automobile is a major factor of deterioration of the atmospheric environment in Phnom Penh.								
➤ The daily operation time of this equipment is about 30 minutes to 40 minutes even when dredging work of 2 cycles is operated. It is about 1 hour of operation including moving time and it is unlikely that it will be an emission source affecting the surrounding environment.								
➤ The displacement of amphibious excavator is 2,179cc, the excavator possessed by DPWT is around 8,270 and ordinary vehicles about 1,000 to 1,500 cc. As appropriate maintenance of this equipment and prevention of unnecessary idling are properly implemented, it is assumed that the influence on the air environment accompanying the operation of this equipment is slight compared to vehicles and other heavy machinery.								

Item	Survey Results									
Water Quality	➤ The environmental standard of Cambodia and existing result are shown below.									
	Location		pH (-)	TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD _{Mn} (mg/l)	COD _{Cr} (mg/l)	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)	Cr ⁶⁺ (mg/l)
	A. Mekong River (Chroy Changvar)	Min	6.35	16.0	0.1	1.6	-	0.01	0.01	ND
		Max	8.50	592.0	4.9	7.8	-	1.15	0.50	0.090
		Average	7.41	108.5	2.0	4.0	-	0.26	0.08	0.023
	B. Sap River (Phnom Penh Port)	Min	6.49	22.0	0.2	1.4	-	0.08	0.02	ND
		Max	8.24	474.0	6.5	9.3	-	8.11	0.50	0.320
		Average	7.32	106.5	2.3	4.5	-	1.23	0.11	0.027
	C. Prek Thnot River (Thakhmao Bridge)	Min	6.09	5.8	0.2	1.3	-	0.13	0.03	ND
		Max	8.21	520.0	57.9	145.0	-	3.97	4.08	0.220
		Average	7.30	157.3	13.8	23.8	-	1.33	0.98	0.038
	D. Bassac River (Thakhmao)	Min	4.85	26.0	0.1	0.8	-	0.07	0.01	ND
		Max	8.50	526.0	5.8	9.4	-	0.74	0.34	0.110
		Average	7.31	108.3	2.0	4.2	-	0.31	0.12	0.023
	E. Mekong River (Kien Svay)	Min	5.52	29.0	0.0	0.6	-	0.04	0.00	ND
		Max	8.47	526.0	6.5	9.7	-	1.73	0.32	0.120
		Average	7.33	114.7	1.9	3.6	-	0.31	0.08	0.019
	Cambodian Standard for A. to E.			6.5-8.5	<100	<10	-	-	-	<0.005
	F. Kop Slov	Min	6.24	40.0	0.7	-	2.6	0.26	0.01	ND
		Max	8.59	300.0	54.8	-	126.4	8.56	1.88	0.010
		Average	7.49	129.1	16.4	-	35.4	2.08	0.56	0.007
	G. Prek Pnov	Min	6.41	42.0	1.0	-	3.4	0.09	0.03	ND
		Max	8.18	442.0	58.4	-	126.7	11.93	1.74	0.010
		Average	7.36	119.5	17.4	-	31.8	4.91	0.53	0.006
	H. Trabek	Min	6.35	46.0	70.9	-	47.9	1.48	0.81	ND
		Max	8.35	378.0	258.1	-	215.0	18.40	6.73	0.200
		Average	7.39	153.1	152.1	-	117.7	7.39	3.03	0.021
	I. Tumpun	Min	6.78	70.0	68.9	-	63.5	0.32	0.23	ND
		Max	8.02	402.0	261.3	-	226.2	18.55	6.60	0.020
		Average	7.39	155.2	161.9	-	111.6	6.05	2.93	0.009
	Cambodia Standard for F to I.			5.0-9.0	<120	<80	-	<100	-	<0.05
	Reference : MOE (2010.January- 2013 December), Sub-decree No.42 ANK/BK The Control of Air Pollution and Noise Disturbance									
ND: Not Detected. CODMn: <8 mg/L based on ANNEX 4										
➤ The average values of TSS, BOD and COD in Trabek and Tumpun drainage channel of the target area in this project exceeds the environmental standard. It is assumed that the water quality in these drainage channels is bad on a daily basis so that domestic waste water and garbage from the residence are flowing in to the both drainage channel.										
➤ The daily operation time of this equipment is about 30 minutes to 40 minutes even when dredging work of 2 cycles is operated. It might cause the increasing of the turbidity due to hoisting of sediment accompanying the operation of this equipment but it is unlikely that the water quality is extremely deteriorated and the influence on the downstream is considered to be very minor.										

Item	Survey Results										
Waste	➤ The environmental standard of Cambodia and existing results are shown below.										
	No	Parameter	unit	No1	No2	No3	No4	No5	No6	No7	基準値
	1	Total Nitrogen (N)	g/100g	0.28	0.20	0.17	0.23	0.12	0.24	0.39	-
	2	Total Phosphorus (P)	g/100g	0.06	0.06	0.03	0.03	0.01	0.06	0.24	-
	3	Total Potassium (K)	g/100g	0.41	0.27	0.36	0.31	0.26	0.31	0.45	-
	4	Total Organic Carbon (TOC)	g/100g	7.78	8.12	8.80	6.31	2.87	8.41	10.70	-
	5	Iron (Fe)	g/100g	0.36	0.32	0.12	0.14	0.06	0.14	0.53	-
	6	Total Calcium (Ca)	g/100g	0.90	1.10	0.80	0.67	0.34	0.63	1.52	-
	7	Zinc (Zn)	mg / Kg	0.02	0.02	0.01	0.05	0.01	0.02	0.04	< 500
	8	Arsenic (As)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	0.05	< 40
	9	Mercury (Hg)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	0.01	< 10
	10	Lead (Pb)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	0.05	< 420
	11	Cadmium (Cd)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	0.02	< 5.0
	12	Chromium (Cr)	mg / Kg	0.03	0.02	0.02	0.03	0.01	0.05	0.12	< 380
	13	Nickel (Ni)	mg / Kg	-	-	-	-	-	-	3.20	< 75
14	Water content	g/100g	79.40	85.40	90.20	91.10	96.70	87.50	64.40	-	
The environmental standard are selected and described in the corresponding section out of the 74 items set in "Prakas No. 387 on Standard of Pollution or Hazardous Wastes in Cambodia".											
<ul style="list-style-type: none"> ➤ The research result of sludges collected in the Trabek drainage channel and Tumpun drainage channel are lower than the environmental standard; Prakas No. 387 on Standard of Pollution or Hazardous Wastes in Cambodia. ➤ The collected sludges from drainage channel were treated as follows; 1) dried in the sun for 2 days to reduce the moisture content, 2) mixed with soils, 3) bagged in sandbags (48 cm x 62 cm) and 4) used as a simple pavement material for the road. In addition, the collected garbage was carried to the Dangkor garbage disposal site and they were properly disposed. ➤ As the collected sludges and garbage were appropriately treated, it is assumed that the influence of waste on the environmental and social aspect accompanying this project is minimized. 											
Soil Contamination	<ul style="list-style-type: none"> ➤ As described in the item on waste, the components of sludge are less than the environmental standards and soil contamination has not been confirmed. ➤ The dredging work was carried out under appropriate management and it is assumed that the possibility of soil contamination by this work is low. 										

Item	Survey Results																													
Noise and Vibration	➤ The environmental standard of noise is shown below. There is no standard related to vibration.																													
	No	Area	Period of time (dB)																											
			From 6h AM to 18h	From 18h to 22h	From 22h to 6h AM																									
	1	Quiet areas - Hospitals - Libraries - School - Kindergarten	45	40	35																									
	2	Residential area: - Hotels - Administration offices - House	60	50	45																									
	3	Commercial and service areas and mix	70	65	50																									
	4	Small industrial factories intermingling in residential areas	75	70	50																									
	Reference : ANNEX 6, Sub-decree No.42 ANK/BK The Control of Air Pollution and Noise Disturbance,																													
	➤ The existing result of noise is shown below.																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Time</th> <th>Cambodian Standard (*), dB(A)</th> <th>Result, dB(A)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">Station 1: at Kunthak Bopha, Wat Phnom Northern, date July 20-21, 2016</td> </tr> <tr> <td>Day (6:00 - 19:00)</td> <td>70</td> <td>63-66</td> </tr> <tr> <td>Evening (19:00 - 23:00)</td> <td>65</td> <td>58-65</td> </tr> <tr> <td>Night (23:00 - 6:00)</td> <td>50</td> <td>55-64</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Station 2: at Tela Station, Toul Kork date July 21-22, 2016</td> </tr> <tr> <td>Day (6:00 - 19:00)</td> <td>70</td> <td>68-75</td> </tr> <tr> <td>Evening (19:00 - 23:00)</td> <td>65</td> <td>59-67</td> </tr> <tr> <td>Night (23:00 - 6:00)</td> <td>50</td> <td>53-68</td> </tr> </tbody> </table>				Time	Cambodian Standard (*), dB(A)	Result, dB(A)	Station 1: at Kunthak Bopha, Wat Phnom Northern, date July 20-21, 2016			Day (6:00 - 19:00)	70	63-66	Evening (19:00 - 23:00)	65	58-65	Night (23:00 - 6:00)	50	55-64	Station 2: at Tela Station, Toul Kork date July 21-22, 2016			Day (6:00 - 19:00)	70	68-75	Evening (19:00 - 23:00)	65	59-67	Night (23:00 - 6:00)	50
Time	Cambodian Standard (*), dB(A)	Result, dB(A)																												
Station 1: at Kunthak Bopha, Wat Phnom Northern, date July 20-21, 2016																														
Day (6:00 - 19:00)	70	63-66																												
Evening (19:00 - 23:00)	65	58-65																												
Night (23:00 - 6:00)	50	55-64																												
Station 2: at Tela Station, Toul Kork date July 21-22, 2016																														
Day (6:00 - 19:00)	70	68-75																												
Evening (19:00 - 23:00)	65	59-67																												
Night (23:00 - 6:00)	50	53-68																												
(*) Sub-Decree on Air Pollution Control and Noise Disturbance, Annex 6: Maximum permitted noise in public and residential area, point 3 Commercial and service areas and mix. Reference: JICA Survey Team, MOE's laboratory, the IEIA report on Phase IV, 2016.,																														
➤ Based on the above measurement results in the Phnom Penh, the noise of daytime and night time is almost lower than the environmental standard but noise from the midnight to early morning tends to be somewhat higher.																														
➤ The daily operation time of this equipment is about 30 minutes to 40 minutes even when dredging work of 2 cycles is operated and it is not assumed that it causes the impact on the surrounding residents. In addition, as maintenance of equipment and prevention of unnecessary idling are properly implemented, it is assumed that the influence of noise and vibration on the environmental and social aspect accompanying this project is minimized.																														
Odor	➤ There is no standard related to odor. ➤ The dredging work was carried out under appropriate management and it is assumed that the influence of odor on the environmental and social aspect accompanying this project is minimized.																													
Existing infrastructure and social services	➤ Transportation of heavy machinery is basically avoided during the time when traffic jams are expected. Thus, it is considered that existing social infrastructure and social services, especially the influence on transportation, are minimized.																													
Working conditions	➤ The dredging work is carried out within fixed time (8:00 to 17:00) and no overtime has occurred. ➤ As a resting place is installed and labourers take a break regularly as measures against heat stroke, it is considered that appropriate measures to improve the working environment are taken.																													

Item	Survey Results
Accident	➤ The meeting to alert attention is conducted before working every time. Traffic control personnel guide vehicles and people as traffic safety measures when transporting and installing heavy machinery. Thus, it is considered that appropriate measures to mitigate accidents were carried out.

(2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization

Amphibious excavator for cleaning drainage channel was provided to DSD which is responsible for the maintenance of sewer and drainage in Phnom Penh, and technical transfer of sludge cleaning technique was implemented. DSD is used to operate and maintain a machine so they could smoothly acquire the operation technique.

It is expected that budget ensure and drainage cleaning work are conducted in the future, utilizing the periodical report and budget request form prepared in this project.

4. FUTURE PROSPECTS

(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

The following development effects are obtainable through business development:

- Improving living and sanitation conditions and mitigating inundation through dredging the sludge accumulating in drainage channels, rivers, and lakes in Cambodia.
- Acquiring and upgrading the operation and cleaning technique.
- Creating employment opportunities and increase income.
- Promoting environmental business by the private sector.
- Creating opportunities to raise public awareness.
- Disseminating the same technology and products into neighboring countries.

(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey:

- To conduct preliminary survey in the drainage channel and lake etc. before cleaning.
- To establish a work plan based on the survey result.
- To clean the drainage channel and lake etc. properly utilizing operation and maintenance manual prepared in this project

- To record and store the cleaning performance and to request a budget based on actual performance
- To maintain the machine regularly in order to extend its lifespan.

CAMBODIA

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Improvement of Sanitation and Living Condition Using Amphibious Excavator

TAIHO SHOJI CO., LTD. , Japan

