

5 環境社会配慮

5.1 環境社会影響を与える事業コンポーネント

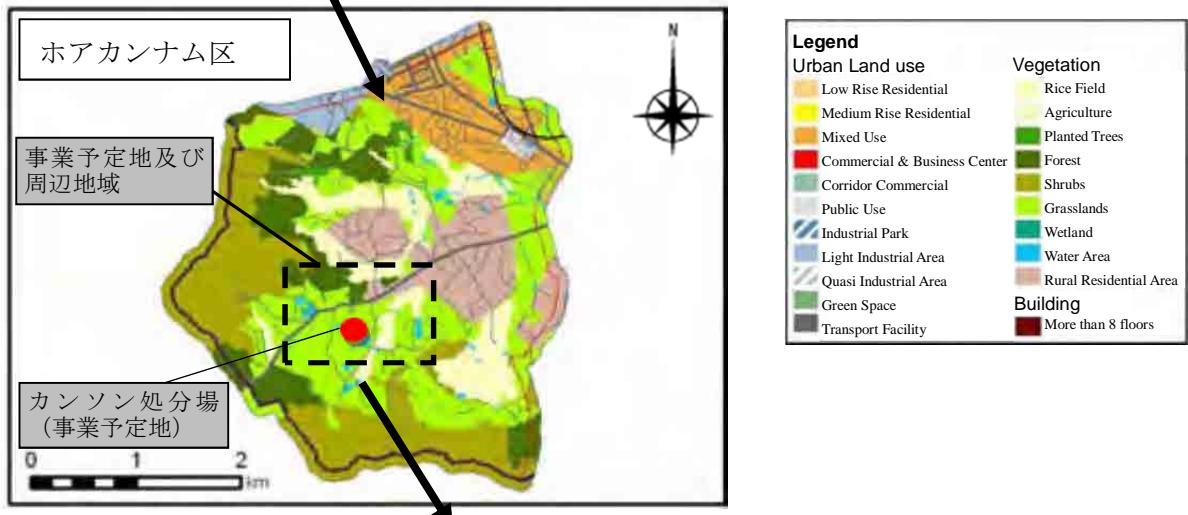
本章では、廃棄物埋立地の延命化及び埋立地の環境改善に資する廃棄物中間処理施設である、焼却発電施設及び MRF 施設について、その建設及び稼働時に起こり得る環境社会配慮面への影響を調査対象とする（施設の詳細は 4 章参照）。

5.2 ベースとなる環境及び社会の状況

事業予定地は、ダナン市のリエンチュウ郡 (Lien Chiu Urban District) ホアカンナム区 (Hoa Khanh Nam Ward) に位置するカンソン処分場の敷地内である。周辺地域の土地利用状況を図 5-1 に示す。本セクションでは主に文献及びヒアリングから得られたダナン市及び事業予定地周辺の環境及び社会の状況を整理する（本調査で実施した環境社会調査及びその結果については 5.6 を参照）。



出典：Google Map に調査団が加筆



出典：Google Map に調査団が加筆

図 5-1: 事業予定地及びその周辺地域の地図

5.2.1 環境の状況

a. 大気

ダナン市全体では観測地点のほとんどで CO、NO₂、SO₂ は環境基準を満たしているものの、ダストによる汚染が見られる³（

図 5-2、図 5-3）。2005～2010 年のダナン市環境報告書によると、都市部の大気汚染の 70% は交通由来であり、他の排出源としては産業や建設などが挙げられる。DONRE へのヒアリングによると、大気汚染の問題に対してダナン市は交通量の規制、交通網の改善等の対策を行っているとのことである。カンソン処分場周辺は主に野原や山々に囲まれており、産業施設は無く交通量も多くない⁴。

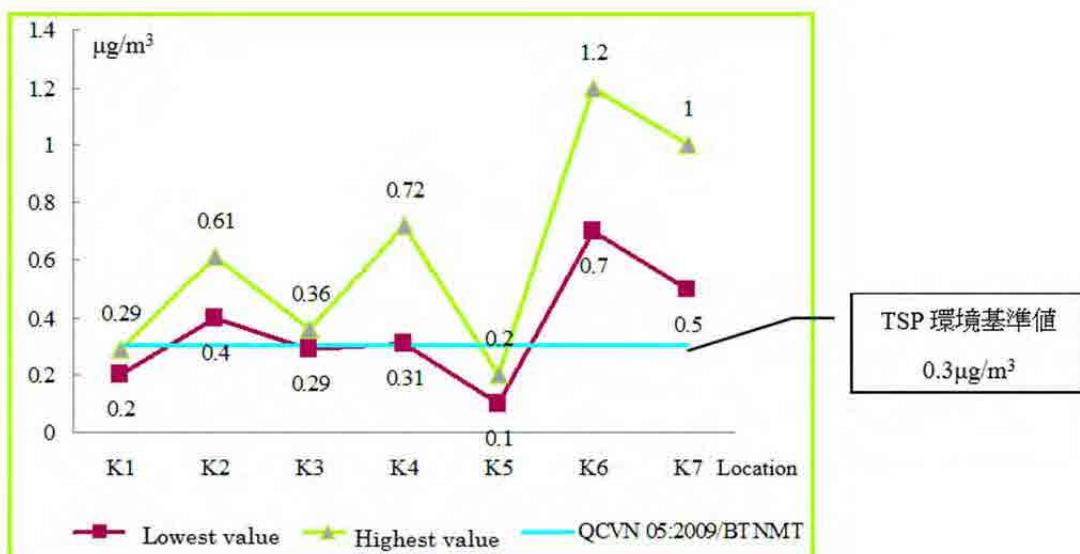


図 5-2: ダナン市における TSP 濃度 (2006～2010 年頃における測定結果)

³ DANANG PEOPLE'S COMMITTEE, "REPORT DANANG STATE OF ENVIRONMENT PERIOD 2005 – 2010 AND ORIENTATION TO 2015", December, 2011

⁴ PANGEA GREEN ENERGY COMPANY, "ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT REPORT, PROJECT OF BIOGAS COLLECTION FOR BURNING, AND FUEL FOR GENERATOR AT KHANH SON LANDFILL SITES (Revised and amended)", Place: Hoa Khanh Nam Ward, Lien Chieu District, Da Nang City, March to May in 2012

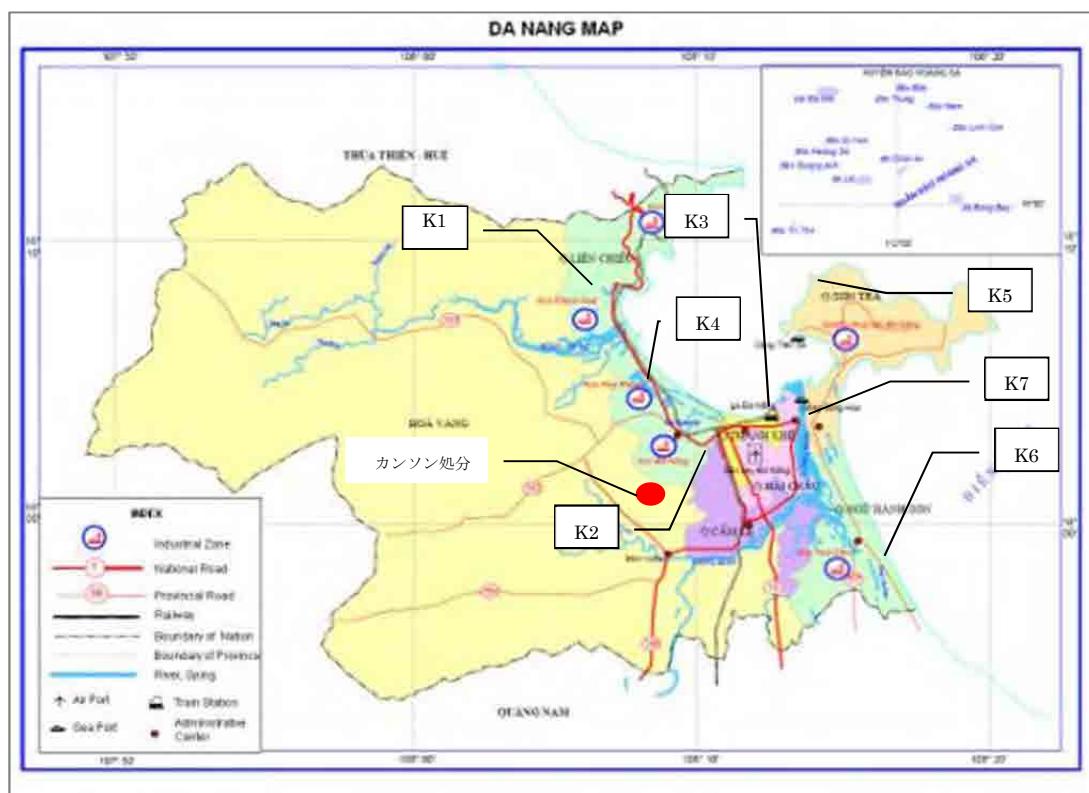


図 5-3: TSP 観測地点

b. 水

b.1. 地表水

カンソン処分場周辺に大規模な河川はない。処分場において処理された浸出水は水路に放流され、同水路は居住地域を通りながらフーロック (Phu Loc) 川に合流する。フーロック川は処分場からの浸出水や産業施設からの排水、生活排水等の影響により、長年に亘り COD、BOD、アンモニア性窒素、大腸菌群数が基準値を超過している（表 5-1）。

表 5-1: 近年におけるフーロック川の水質モニタリング結果

項目	単位	測定結果範囲	測定時期	基準値 (QCVN 08:2008/ BTNMT)
BOD ₅	mg/L	27.83～61.33	2006～2010 年頃	25
COD	mg/L	33.33～135.17	2006～2010 年頃	50
NH ₄ ⁺	mg/L	6.83～17.46	2005～2009	1
PO ₄ ³⁻	mg/L	1.31～9.41	2005～2009	0.5
大腸菌群数	MNP/100ml	4,600～10,200 583,127	2006～2010 年頃 2009 年	10,000
Oil	mg/L	0.4～4.2	2009 年	0.3

DONRE によると、フーロック川の汚染対策としては、生活排水システムの導入、川の近隣にある産業施設や病院への排水処理システムの導入、排水のモニタリング等を行っている。処分場からの浸出水については、旧処分場にある浸出水の滞留池において Effective Microorganisms (EM) を使用しており、また 2012 年に政府から受けた環境に配慮した閉

鎖に向けた資金提供を活用して今後対策を取ることである。

b.2. 地下水

処分場周辺の地下水についてもアンモニア性窒素や大腸菌群数による汚染が続いている。汚染源としては、旧カンソン処分場及びカンソン処分場からの浸出水、適切に処理されていない家庭の浄化槽からの排水などが考えられている⁵。

b.3. 土壌

2005年～2010年のダナン市環境報告書によると、処分場周辺の居住地域の土壌は、両カンソン処分場の埋立地からの漏洩水によって汚染されている。

b.4. 騒音・振動

カンソン処分場に隣接して採石所があり、採石のための作業が周辺地域の騒音源となっている。また、カンソン処分場には毎日出入りする約120台の廃棄物運搬車も騒音源となっている（現在の騒音レベルについては測定結果を5.6.1のe.1に記載）。

b.5. 悪臭

カンソン処分場から一番近い住宅地は、処分場の敷地境界線から250m程度、埋立地から500m程度離れている。URENCOによると、カンソン処分場からの悪臭が周辺の住宅地まで届き住民から苦情が出ることがある。悪臭は特に住宅地が風下になる夜間の時間帯や、埋立地が高くなる時期に特に強く感じられるが、現在埋め立てを行っている第3セルはまだ低いため悪臭は比較的強くないということである。

b.6. 生物多様性

事業用地内及び周辺に原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）等はない。また、事業用地内において希少生物種はいない⁶。

5.2.2 社会の状況

a. 生活

ホアカンナム区（Hoa Khanh Nam Ward）には電気、上水道、舗装道路などの基礎的なインフラが整備されており、区内には教育機関（幼稚園、小・中・高等学校等）、医療施設等の公共施設が整備されている。

水道は数年前に整備されたが、現在でも洗濯等の飲用以外の用途には地下水が利用されている。下水道システムは以前整備されたが、一部が破損したため地域のニーズに対応できていない状況である。以前はハエなど虫が大量に発生することがあったが、現在は埋立地において殺虫剤が散布されているため虫の量が減ったとのことである。

東に約8km離れたダナン市中心部とは舗装道路でつながっており、自動車あるいはバイクにて10分程度で移動することができる。カンソン処分場前のホアンヴァンタイ（Hoang Van Thai）通りは、カンソン処分場から東のダナン市中心部までは舗装されているがカンソン処分場から西は舗装されておらず、状態が劣悪であるため、カンソン処分場前を通り抜ける交通量は少ない。ただし、今後はカンソン処分場から西に向かう道路も舗装される計画があるため、交通量が増える可能性がある。

⁵ Danang People's Committee, "Report Danang's State of Environment Period 2005-2010 and Orientation to 2015", December 2011

⁶ ホアカンナム区の人民委員会へのヒアリング結果より。

b. 生計

ダナン市内の住民は主に手工業、商業、農業（稻作、牧畜等）で生計を立てている。プロジェクト対象地周辺の住民の多くは以前農民であったが、現在のカンソン処分場が建設されることにより 125 世帯が農地を、41 世帯が住居を失った。そうした住民の多くは、現在カンソン処分場のウエスト・ピッカーあるいはその他作業員として生計を立てている（ウエスト・ピッカーの現状の詳細については 5.6.2 の b.1 参照）。

c. 健康状況

周辺住民 80 名及びカンソン処分場のウエスト・ピッカー 94 名の健康状況についてヒアリング調査を行った。結果、健康に問題があると答えた回答者は住民では全体の 61%、ウエスト・ピッカーでは全体の 89% であり、ウエスト・ピッカーは高い割合で健康問題を抱えていることが分かった。また、住民の中で多かった健康問題は腹痛、呼吸器系疾患、皮膚炎であり、ウエスト・ピッカーの中で多かったのは筋肉痛、頭痛、腰痛、目まい、リウマチであった。考えられる健康問題の原因としては、周辺住民の多くは「カンソン処分場」及び「カンソン処分場によって生じる汚染」を挙げた一方、ウエスト・ピッカーの多くは「重労働」、「労働環境」、「年齢」を挙げた。（表 5-2、表 5-3 参照）

表 5-2: 健康状況についてのヒアリング調査結果概要

Question	Response	Number of respondents (%) [*]	
		Local residents (80 respondents)	Waste pickers in Khanh Son Disposal Site (94 respondents)
Have you been to health institutions for health checkups?	Yes	49 (61%)	84 (95%)
	No	31 (39%)	10 (5%)
Do you currently have any health issue(s)?	Yes	44 (55%)	88 (93%)
	No	36 (45%)	6 (7%)
Do you feel that the level of your health issue(s) have changed in the recent years?	It has drastically improved	1 (1%)	0 (0%)
	It has slightly improved	8 (10%)	3 (3%)
	It is the same	39 (49%)	30 (32%)
	It has slightly become worse	24 (30%)	30 (32%)
	It has drastically become worse	8 (10%)	31 (33%)

*The percentage of number of respondents has been rounded off to the nearest number.

表 5-3: カンソン処分場の周辺住民及びウエスト・ピッカーが抱える健康問題

（回答数が多い順）

Local residents (80 respondents)		Waste pickers in Khanh Son Disposal Site (94 respondents)	
Health problem (in descending order of number of respondents)	Number of respondents (%) [*]	Health problem (in descending order of number of respondents)	Number of respondents (%) [*]
Stomach pain	9 (11.25%)	Muscular pain	32 (34%)
Respiratory problems	9 (11.25%)	Headache	21 (22%)
Dermatitis	5 (6%)	Backache	19 (20%)
Arthritis	4 (5%)	Dizziness	18 (19%)
Sinusitis	3 (4%)	Rheumatism	12 (18%)
Kidney stones	2 (3%)	Low calcium	7 (7%)

Local residents (80 respondents)		Waste pickers in Khanh Son Disposal Site (94 respondents)	
Health problem (in descending order of number of respondents)	Number of respondents (%)*	Health problem (in descending order of number of respondents)	Number of respondents (%)*
Pneumonia	2 (3%)	Numbness	6 (6%)
High blood pressure	2 (3%)	Dermatitis	6 (6%)
Low blood pressure	2 (3%)	Gastritis	6 (6%)
Vascular accident	2 (3%)	Women's disease	6 (6%)
Gastroenteritis	1 (1%)	Eye issue	5 (5%)
Spinal degeneration	1 (1%)	Fatigue	3 (3%)
Hepatitis	1 (1%)	Catch cold	3 (3%)
Cough	1 (1%)	Pneumonia	2 (2%)
Cardiovascular disease	1 (1%)	Blood pressure issue	2 (2%)
Eyes pain	1 (1%)	Cough	2 (2%)
Backache	1 (1%)	Allergic rhinitis	2 (2%)
Blurred vision	1 (1%)	Intercostal neuralgia	2 (2%)
Cancer	1 (1%)	Kidney stone	2 (2%)
Hepatitis	1 (1%)	Osteophyte	2 (2%)
Cholera during the rainy season	1 (1%)	Myositis	2 (2%)
Agent Orange	1 (1%)	Itchy all over	2 (21%)
Lack of calcium	1 (1%)	Vestibular disorder	1 (1%)
		Inadequate health	1 (1%)
		Kidney issue	1 (1%)
		Worm issue	1 (1%)
		Rhinitis	1 (1%)
		Fatty liver	1 (1%)
		Uteritis	1 (1%)
		Servere bronchitis	1 (1%)
		Shoulder pain	1 (1%)
		Knee pain	1 (1%)
		Insomnia	1 (1%)
		Colitis	1 (1%)
		Stress	1 (1%)
		Sinusitis	1 (1%)
		Calf tension	1 (1%)
		Chest pain	1 (1%)
		Swelling ears	1 (1%)
		Myelitis	1 (1%)
		Gall issue	1 (1%)
		Tuberculosis	1 (1%)
		Asthma	1 (1%)

*The percentage of number of respondents has been rounded off to the nearest number.

d. 文化遺産

ホアカンナム区の人民委員会の委員長によると、この地域内に特筆すべき考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等は存在しない。ただし、カンソン処分場と道路を挟んでホアカンナム区が管理する墓地が存在する。

e. 景観

図 5-1 に示すように、カンソン処分場は軍用施設、旧カンソン処分場、墓地、採石所、山に囲まれており、地域に特筆すべき景観（観光資源となっている景観など）はない。

f. 少数民族・先住民族

ホアカンナム区の人民委員会の委員長によると、この地域には少数民族、先住民族は存在しない。

5.3 相手国の環境社会配慮制度・組織

ベトナム国における環境影響評価については、2005 年に改正された環境保護法 (Law on environmental protection) の第 3 章に規定されており、事業の規模に応じて、戦略的環境評価、環境影響評価、または環境保護公約を実施することとされている⁷。対象事業やそれぞれの申請方法、審査機関等の詳細は、「戦略的環境評価、環境影響評価及び環境保護義務の政令 (Decree No. 29/2011/ND-CP providing Strategic Environmental Assessment, Environmental Impact Assessment and Environmental Protection Commitment)」(以下政令) に、環境影響評価報告書に記載する内容は「戦略的環境評価、環境影響評価及び環境保護義務の政令における条項の詳細に関する通達 (Circular No. 26/2011/TT-BTNM detailing a number of articles of the Government's Decree No. 29/2011/ND-CP of April 18, 2011, on strategic environmental assessment, environmental impact assessment and environmental protection commitment)」において規定されている。

5.3.1 環境影響評価 (EIA)

a. 環境影響評価対象事業

EIA 報告書の作成が求められている事業は、政令の付属書 II に規定されており、建設事業、交通事業、発電事業、廃棄物事業、食品加工事業等合計 146 の事業が掲げられている。廃棄物事業には、集中型の廃棄物処理施設の建設が含まれており、本プロジェクトはこの分類に該当する。

b. 環境影響評価の承認手続き

b.1. 審査機関

環境影響評価報告書の審査機関は、①MONRE、②MONRE 以外の省・閣僚級機関・政府の付属機関、③国防省又は公安省、④地方レベルの人民委員会の 4 つに分類される。(政令第 18 条) MONRE が評価及び承認するものは、政令の付属書 III に掲げられた 11 種類の事業である。廃棄物に関する事業としては、一般固形廃棄物の処理量が 250t/日を超える規模の施設が MONRE による評価・承認の対象となっており、本プロジェクトもこの分類に該当する。

MONRE 以外の省・政府機関・政府の付属機関が扱う事業は、付属書 III に掲げられている以外の事業で、自らが決定及び承認をする権限を有する事業とされている。国防省又は公安省は、自らが決定及び承認をする権限を有する事業及び管轄機関から割り当てられた安全や防衛に関するプロジェクトを取り扱う。地方レベルの人民委員会は、上記以外の事業で、自らの地域における投資プロジェクトを取り扱う。

b.2. EIA 報告書の内容

EIA 報告書に含める主な内容として以下の項目が掲げられている (政令第 17 条)。

⁷ 鹿島建設株式会社、「平成 19 年度 CDM/JI 事業調査 ベトナム・都市ごみの 3R 促進・安定化処理事業調査 報告書」、平成 20 年 3 月、http://gec.jp/gec/jp/Activities/cdm-fs/2007/2007Kajima_jVietnam_rep.pdf (平成 24 年 10 月 25 日参照)

- A) プロジェクトの起源、事業主体、プロジェクトを承認する担当部局、情報及びデータの出典、環境影響評価を報告する機関及びプロセス、等
- B) 環境に悪影響を及ぼす可能性のあるプロジェクト活動及び作業項目の詳細な記述（規模及び期間、建設規模、使用技術）
- C) 事業用地及びその近隣の環境の現況の一般的な評価、環境脆弱性
- D) プロジェクトが自然状況、自然環境構成要素、コミュニティー、関連する社会経済要素に与える影響の評価及び予測、コミュニティーとの協議結果
- E) 自然状況、自然環境構成要素、コミュニティーの健康、関連する社会経済要素に与える悪影響の低減方法の提案
- F) プロジェクト実施の過程での環境問題を管理及び規制するための作業及びプログラムの記載
- G) プロジェクトの推定総費用における環境保護作業費用の推定
- H) 事業主体が、建設及び稼働時において、EIA レポートに記載した環境保護対策を実施する義務、プロジェクトに関する他の環境保護規則に注意を払う義務

b.3. 審査、承認手続き

建設許可を必要とする作業を含むプロジェクトについては、事業主体は建設許可を申請するよりも前に EIA 報告書を提出しなければならない（政令第 13 条第 2c 項）。EIA 報告書の審査の申請をする前に、まず事業主体は事業が実施される地域の人民委員会及び直接的な影響を与えるコミュニティーや組織の代表との協議を行う必要があり（政令第 14 条第 1 項）、その場で出された意見を EIA 報告書に反映しなければならない（政令第 15 条第 1 e 項）。また、意見及び協議の議事を EIA 報告書に附属書として添付する必要がある（同条第 2 項）。

EIA 報告書の審査を申請する際には、事業主体は必要書類を管轄機関に提出する。書類を受領した機関は、申請書類一式に不備が無いかを確認し、5 日就業日以内に事業主体に不備の有無を通知する（政令第 19 条第 1、2 項）。審査機関は審議会を設置、又は審査を請け負う者を選定し、事業主体に対し審査料を請求し、審査結果を書面で通知する（第 19 条第 3 項）。MONRE が審査する事業の場合は、不備のない申請書類一式を受領後 45 就業日以内に、複雑な環境影響を伴うプロジェクトの場合は 60 就業日以内に、EIA 報告書は審査されることになっている（第 20 条第 1 a 項）。

審査の結果不承認となった場合は、事業主体は新たな EIA 報告書を作成し、同様の手続きをとり（第 19 条第 4 a 項）、修正や補足を条件に承認となった場合は、必要な修正・補足を施したものを作成し、再び審査を受ける（第 19 条第 4 b 項）。修正の必要が無く承認される場合は、承認が決定された旨の書類の発行を要求するため、管轄機関に EIA 報告書を提出する（第 19 条第 4 c 項）。審査を通過した EIA 報告書については、15 就業日以内に承認の発行が行われる（第 20 条第 2 項）。承認手続きフローを以下に示す。

表 5-4: EIA 承認手続き

No	作業	担当部局	期間	備考
I EIA 報告書準備				
1	EIA 報告書準備	事業者及びコンサルタント会社		EIA 報告書: Circular No. 26/2011/TT-BTN MT 附属書 2.4, 2.5
2	該当するコミュニティーとの協議	事業者、区の人民委員会、その他の関連機関	15 就業日 (政令第 15 条)	フォームは以下に従う: Circular No. 26/2011/TT-BTN MT, 附属書 2.1, 2.2
3	コミュニティーからのコメントを得た後、EIA 報告書の修正	事業者及びコンサルタント会社		
II EIA 報告書の提出				
1	提出書類: - EIA 報告書審査要求 : 1 部 - EIA 報告書 : 7 部 - 事業実施可能性報告書 : 1 部	事業者及びコンサルタント会社		Circular No. 26/2011/TT-BTN MT, 第 13 条
III EIA 報告書の受領及び承認手続き				
1	<pre> graph TD A[EIA 報告書の受領] --> B[申請書類の不備を確認] B -- NO --> C[MONRE 5 就業日] B -- OK --> D[審査会の設置] D --> E[事業主に対し、審査手数料支払い通知] E --> F[事業主市に対し、審査結果の通知] F --> G[不承認] F --> H[承認] G --> I[修正の必要あり] H --> I I --> J[EIA 報告書の修正] J --> K[MONRE 15 就業日] K -- OK --> L[承認を決定した旨の書類の発行を要求するために、担当機関に報告書を提出] L --> M[EIA 報告書の承認] </pre>	MONRE	5 就業日	
2		MONRE	45 – 60 就業日 (与える影響の内容により異なる (政令第 19、20 条)) *MONRE 以外が承認機関となる場合: 30 - 45 就業日 (与える影響の内容により異なる (政令第 19、20 条))	
3				
4		MONRE		
5		MONRE	15 就業日	

5.3.2 環境影響評価に関する国家基準

本事業の環境影響評価に係る主な国家基準には以下のものがある。

表 5-5: 本プロジェクトに関連する国家技術規則一覧

分野	基準
大気質	QCVN 05:2009/BTNMT “National technical regulation on ambient air quality” 大気環境基準
	QCVN 30:2012/BTNMT “National Technical Regulation on Industrial Waste Incinerator” 産業廃棄物焼却炉に関する基準
水質	QCVN 08:2008/BTNMT “National technical regulation on surface water quality” 地表水の水質環境基準
	QCVN 09:2008/BTNMT “National technical regulation on groundwater quality” 地下水の水質環境基準
	QCVN 40:2011/BTNMT “National Technical Regulation on Industrial Wastewater” 産業排水の水質基準
	QCVN 25:2009/BTNMT “National technical regulation on wastewater of the solid waste landfill site” 固形廃棄物埋立処分場からの排水基準
騒音	QCVN 26:2010/BTNMT “National technical regulation on noise” 騒音に係る環境基準
振動	QCVN 27:2008/BTNMT “National technical regulation on vibration” 振動に係る環境基準

5.3.3 戰略的環境評価（SEA）

ベトナムでは 2005 年に行われた環境保護法の改定により戦略的環境評価が導入された。環境影響評価が個別の事業を対象としているのに対し、戦略的環境評価は政策やプログラム、計画等における影響を評価する手法である⁸。その概要を以下に示す。

a. 対象事業

戦略的環境評価の実施が求められている事業は、政令の附属書 I において、以下のように定められている。

- i. 社会経済開発戦略及び基本計画
- ii. 国家レベルの部門及び分野の開発戦略及び基本計画
- iii. 省をまたぐ河川流域の基本計画
- iv. 土地利用基本計画、森林保護及び開発基本計画、省をまたぐ又は地域をまたぐ規模の他の天然資源の開発及び使用に関する基本計画
- v. その他、国会、政府及び首相の指示による戦略及び基本計画

なお、本事業は SEA 実施対象事業には含まれない。

⁸ 財団法人地球・人間環境フォーラム、平成 18 年度我が国 ODA 及び民間海外事業における環境社会配慮強化調査業務、「ベトナムにおける企業の環境対策と社会的責任 CSR in Asia」、2007 年 3 月、http://www.env.go.jp/earth/coop/oemjc/H18_csr_asia/H18_all.pdf （2013 年 7 月参照）

b. 戰略的環境評価の承認手続き

b.1. 審査機関

国会、政府、又は首相によって承認された戦略、基本計画及び計画の SEA 報告書は MONRE が審査し、国会、政府、又は首相によって承認された安全保障や防衛に関する戦略、基本計画及び計画については、国防省又は公安省が審査の主要な責任を負い、審査において MONRE と連携する。省・閣僚級機関・政府の付属機関は、各自の審査権限下にある戦略、基本計画、及び計画の SEA 報告書を審査する。地方レベルの人民委員会はその審査権限下及び地方レベルの人民評議会の権限下に入る戦略、基本計画、又は計画の SEA 報告書を審査する。（政令第 7 条）

b.2. 戰略的環境評価報告書の内容

SEA 報告書に含める主な内容は以下のとおりである。（政令第 5 条）

- A) 戰略、基本計画及び計画の簡潔な説明
- B) SEA のプロセス、SEA の調査範囲、及び戦略、基本計画、計画に関連する主な環境問題
- C) 過去の開発に関する記述、及び戦略、基本計画、又は計画の実施に失敗した場合の主要な環境問題の予測、
- D) 戰略、基本計画、又は計画の観点及び目的と、環境保護の観点及び目的との整合性の評価、戦略、基本計画、計画の開発オプションの評価及び比較
- E) 戰略、基本計画、又は計画を実施した場合の主な環境問題への影響の評価、
- F) SEA のプロセスにおける関係者との協議、
- G) 環境への悪影響を防止及び低減するための、戦略、基本計画又は計画の調整及び対策についての提案

b.3. 審査、承認手続き

戦略的環境評価は、戦略や基本計画、計画が形成されると同時に実施され、その結果はそれらの文書に組み込まれなければならないとされている（政令第 4 条）。事業主は審査担当機関に SEA 報告書審査要求書類一式を送り、審査機関は不備の無い申請書類一式を受領後、細目にわたる SEA 報告書については 45 日就業日以内に、地方レベルの人民委員会が審査する SEA 報告書については 30 日就業日以内に、簡易な SEA 報告書については 30 就業日以内に審査することとされている（政令第 8 条）。

5.3.4 JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010 年 4 月）との乖離

EIA の適切な実施のため、JICA ガイドライン及び世界銀行のセーフガードポリシーと、EIA について規定したベトナム国法規（Decree No.29/2011/ND-CP、Circular No.26/2011/TT-BTNMT）の比較を行った。

表 5-6: EIA 報告書に関する JICA ガイドライン、世界銀行 Operation Policy 4.01 及びベトナム国法規の比較

内容	項目	JICA 環境社会配慮ガイドライン	世界銀行セーフガードポリシー (OP4.01, OP4.01 Annex B)	ベトナム国法 (29/2011/NĐ-CP, Circular No.26/2011/TT-BTNMT Annex 2.5)	要件の乖離の有無 (乖離が有る場合は、対応方法)
EIA 報告書の原則	国内法の遵守	当該国に環境アセスメントの手続制度があり、当該プロジェクトがその対象となる場合、その手續を正式に終了し、相手国政府の承認を得なければならない。	左に同じ	ベトナム国内法で EIA の手続き制度を規定している。	乖離無し
	言語	環境アセスメント報告書は、プロジェクトが実施される国で公用語または広く使用されている言語で書かれていかなければならない。また、説明に際しては、地域の人々が理解できる言語と様式による書面が作成されねばならない。	左に同じ	言語についての規定はない。	乖離有り ベトナム語版の EIA 報告書を作成する。
情報公開		環境アセスメント報告書は、地域住民等も含め、プロジェクトが実施される国において公開されており、地域住民等のステークホルダーがいつでも閲覧可能であり、また、コピーの取得が認められていることが要求される。	カテゴリーA のプロジェクトについては、環境アセスメント報告書をプロジェクトの影響を受ける人々や NGO がアクセスできる場所にて公開する。	EIA 報告書が承認された後は、コミュニケーションの人民委員会事務所においてそれを公開しなければならない。	乖離無し
協議		環境アセスメント報告書の作成に当たり、事前に十分な情報が公開されたうえで、地域住民等のステークホルダーと協議が行われ、協議記録等が作成されていなければならない。	上述のとおり関係者との協議及び情報公開を行う。	プロジェクトオーナーはコミュニケーションの人民委員会に関係者との協議を要請し、人民委員会は必要に応じて関係者を招集して協議を行う。協議中に出了意見は環境アセスメント報告書に記載しなければならない。	乖離有り 関係者との協議については人民委員会に委ねられているが、可能な限り関係者を巻き込んだ協議が行えるようダナン市に働きかける。

内容	項目	JICA 環境社会配慮ガイドライン	世界銀行セーフガード ポリシー (OP4.01, OP4.01 Annex B)	ベトナム国法 (29/2011/NĐ-CP, Circular No.26/2011/TT-BTNMT Annex 2.5)	要件の乖離の 有無 (乖離が有る 場合は、対応方 法)
	協議の時期	地域住民等のステークホルダーとの協議は、プロジェクトの準備期間・実施期間を通じて必要に応じて行われるべきであるが、特に環境影響評価項目選定時とドラフト作成時には協議が行われていることが望ましい。	カテゴリーA 及び B のプロジェクトについてには、可能な限り早い段階でステークホルダーの意見を聴衆して事業計画に反映する。カテゴリーA のプロジェクトについては少なくとも2回協議を行う。	関係者との協議については規定があるが、その時期については明記していない。	乖離有り スコーピング段階でステークホルダー協議を行う。
EIA 報告書の内容	概要	重要な結果と推奨される行動について、簡潔に述べる。	重要な結果と推奨される行動について簡潔に述べる。	事業の必要性、既に承認済みの他の開発計画等との関係、EIA 実施者についての情報を記載する。	乖離有り 事業の必要性及び他の計画との関係、EIA 実施者について明確にする。
	政策的、法的、及び行政的	環境アセスメント報告書が実施される際の政策的、法的、及び行政的枠組みを述べる。	環境アセスメント報告書が実施される際の政策的、法的、及び行政的枠組みを述べる。 また、協調融資が行われる場合、当該ドナーの求める環境要件を説明すると共に、借入国が合意している国際環境条約を明示する。	EIA 実施及び EIA 報告書作成の際に適用される法律、技術文書、基準及び規定をリストする。また、EIA 報告書の審査機関等を記載する。	乖離無し

内容	項目	JICA 環境社会配慮ガイドライン	世界銀行セーフガード ポリシー (OP4.01, OP4.01 Annex B)	ベトナム国法 (29/2011/NĐ-CP, Circular No.26/2011/TT-BTNMT Annex 2.5)	要件の乖離の 有無 (乖離が有る 場合は、対応方 法)
案件の記述		提出案件、及びその地理的、生態学的、社会的、時間的背景を簡潔に記述する。プロジェクトサイト外で必要となり得る投資（例：専用パイプライン、アクセス道路、発電所、給水設備、住宅、原材料及び製品保管施設等）についての記述も全て含まれる。住民移転計画、先住民族計画、または社会開発計画の必要性を明らかにする。通常、プロジェクトの地域とプロジェクトが与える影響範囲を示す地図を含む。	提出案件、及びその地理的、生態学的、社会的、時間的背景を簡潔に記述する。プロジェクトサイト外で必要となり得る投資（例：専用パイプライン、アクセス道路、発電所、給水設備、住宅、原材料及び製品保管施設等）についての記述も全て含まれる。住民移転計画、先住民族開発計画の必要性を明らかにする。通常、プロジェクトの地域とプロジェクトが与える影響範囲を示す地図を含む。	第1章で記載する事項 1.1 案件名 1.2 事業主情報（会社名、住所、連絡先、役職） 1.3 事業実施の地理的情報 緯度経度情報を含む事業実施場所を明記する。また、道路システム、河川・湖沼・山・保護地域などの自然環境や、居住区域・都市区域・生産、貿易、商業施設、文化的・宗教的・歴史的遺物などの社会経済要素、事業予定地周辺にある、特に事業により悪影響を受けやすい対象等を明記する。 1.4 事業の主要な内容（選択制） <ul style="list-style-type: none"> • 事業の目標 • 事業の範囲及び規模（事業実施に付随する設備を含む） • 建設作業の方法と規模 • 環境に影響を及ぼし得る事業の生産・運転技術について図表等を用いて詳細に記述。また、起こり得る環境への影響も記述する。 • 事業に使用する機械、設備のリスト • 事業で使用する資材や燃料、及び製品 • 事業開始から実際に稼働するまでのスケジュール • 環境保護にかかる費用を含めた投資金額 • 事業の管理と実施組織 	乖離無し

内容	項目	JICA 環境社会配慮ガイドライン	世界銀行セーフガード ポリシー (OP4.01, OP4.01 Annex B)	ベトナム国法 (29/2011/NĐ-CP, Circular No.26/2011/TT-BTNMT Annex 2.5)	要件の乖離の 有無 (乖離が有る 場合は、対応方 法)
基本情報		調査地域の特性を評価し、関連する物理的、生物学的、また社会経済的条件を記述する。プロジェクトが開始する前から予期されている変化も記述に含む。またプロジェクト地域内での、しかしプロジェクトとは直接関係のない、現在進行中及び提案中の開発行為も考慮に入れる。ここで与えられる情報はプロジェクトの立地、設計、運営、及び緩和策に関する決定に関わるものであるべきである。数値の正確さ、信頼度及び情報源についても、この節に記される。	調査地域の特性を評価し、関連する物理的、生物学的、また社会経済的条件を記述する。プロジェクトが開始する前から予期されている変化も記述に含む。またプロジェクト地域内での、しかしプロジェクトとは直接関係のない、現在進行中及び提案中の開発行為も考慮に入れる。ここで与えられる情報はプロジェクトの立地、設計、運営、及び緩和策に関する決定に関わるものであるべきである。数値の正確さ、信頼度及び情報源についても、この節に記される。	第2章で記載する事項 2.1 自然環境状況 <ul style="list-style-type: none">• 地形・地質• 気象条件• 水文・海洋条件• 環境の物理的構成要素• 生物資源の現況 2.2 経済・社会状況 <ul style="list-style-type: none">• 経済状況• 社会状況	乖離無し
環境への影響		プロジェクトが与える正及び負の影響を、可能な範囲で定量的に予測・評価する。緩和策及び緩和不可能な負の環境影響全てを特定する。環境を向上させる機会を探る。入手可能な情報の範囲並びにその質、重要な情報の欠落及び予測値に伴う不確実性を認知、評価する。また、更なる配慮を要としない事項を特定する。	プロジェクトが与える正及び負の影響を、可能な範囲で定量的に予測・評価する。緩和策及び緩和不可能な負の環境影響全てを特定する。環境を向上させる機会を探る。入手可能な情報の範囲並びにその質、重要な情報の欠落及び予測値に伴う不確実性を認知、評価する。また、更なる配慮を要としない事項を特定する。	第3章で記載する事項 3.1 影響評価 <ul style="list-style-type: none">• 準備段階の影響評価• 建設段階の影響評価• 事業実施段階における影響評価• 他の段階における影響評価（解体、閉鎖、環境修復など）• リスク及び事故による影響 3.2 評価の詳細度、及び信頼度に関する所感。	乖離無し

内容	項目	JICA 環境社会配慮ガイドライン	世界銀行セーフガード ポリシー (OP4.01, OP4.01 Annex B)	ベトナム国法 (29/2011/ND-CP, Circular No.26/2011/TT-BTNMT Annex 2.5)	要件の乖離の 有無 (乖離が有る 場合は、対応方 法)
代替案の分析		プロジェクトの立地、技術、設計、運営についての有効な代替案（「プロジェクトを実施しない」案を含む）を、それぞれの代替案が環境に与える影響、その影響の緩和可能性、初期及び経常経費、地域状況への適合性、及び必要となる制度整備・研修・モニタリングの観点から、系統的に比較する。それぞれの代替案について、環境影響を可能な範囲で定量化し、可能な場合は経済評価を付す。特定のプロジェクト設計案を選択する根拠を明記し、望ましい排出レベル及び汚染防止・削減策の正当性を示す。	プロジェクトの立地、技術、設計、運営についての有効な代替案（「プロジェクトを実施しない」案を含む）を、それぞれの代替案が環境に与える影響、その影響の緩和可能性、初期及び経常経費、地域状況への適合性、及び必要となる制度整備・研修・モニタリングの観点から、系統的に比較する。それぞれの代替案について、環境影響を可能な範囲で定量化し、可能な場合は経済評価を付す。特定のプロジェクト設計案を選択する根拠を明記し、望ましい排出レベル及び汚染防止・削減策の正当性を示す。	規定なし	乖離有り ベトナム国の法規では代替案に関する規定は無いが、JICA 及び世界銀行の規定に基づき比較を行う。
環境管理計画 (EMP)		建設・操業期間中に負の影響を除去相殺、削減するための緩和策、モニタリング及び制度の強化を扱う。	緩和策、モニタリング及び制度の強化を扱う。	第4章で記載する事項 4.1 事業によりもたらされる負の影響を防止又は最小限に抑える対策 • 準備段階 • 建設段階 • 事業実施段階 • 該当するものがあればその他の段階 4.2 リスク及び事故の予防及び対応方法 • 準備段階 • 建設段階 • 事業実施段階 • 該当するものがあればその他の段階 第5章 5.1 環境管理計画の作成 5.2 環境モニタリング計画の作成	乖離無し

内容	項目	JICA 環境社会配慮ガイドライン	世界銀行セーフガード ポリシー (OP4.01, OP4.01 Annex B)	ベトナム国法 (29/2011/NĐ-CP, Circular No.26/2011/TT-BTNMT Annex 2.5)	要件の乖離の 有無 (乖離が有る 場合は、対応方 法)
	協議	協議会の記録(協議会の開催時期・場所、参加者、進行方法、及び主要な現地ステークホルダーの意見とこれに対する対応等について記載される)。影響を受ける人々、地元の非政府組織(NGOs)、及び規制当局が情報を与えられた上で有する見解を得るために行われた協議の記録も含む。	各種機関による会合及び協議会の記録。影響を受ける人々、地元の非政府組織(NGOs)が情報を与えられた上で有する見解を得るために行われた協議の記録も含む。影響を受ける人々、地元のNGOsの意見を得るために用いた協議以外(例:調査)のいかなる手段も記録の中で明確にする。	第6章で記載する事項 市鎮レベルの人民委員会、及び該当するものがあれば、地域代表、事業の直接的影響を受ける機関、及び産業地域や集中的商業エリアにおけるインフラ整備事業の場合はEIA報告書の承認機関の意見を聞く。 得られた意見に対する対応も記載する。	乖離無し

5.3.5 関係機関の役割^{9, 10}

本事業における環境社会配慮に関すると考えられる機関の役割は以下のとおりである。

a. MONRE

MONREはベトナム国において環境行政を管轄する組織である。その役割としては主に、①環境保護に関する法律の公布の上程、又は公布、②環境保護に関する国家政策・戦略・計画の上程、③環境基準制度の構築及び公布、④戦略的環境評価報告書、環境影響評価報告書の審査及び承認、等を担っている。本事業においても、MONREが環境影響評価報告書の審査責任機関となっている。

b. DONRE

DONREはダナン市人民委員会の下に設置された組織であり、市の環境行政を担当している。その役割として主に、①大気・河川等の環境モニタリング、②戦略的環境アセスメント及び環境影響アセスメントに関する報告書の評価、③環境保全地域や生物多様性保全地域等における環境保全対策の監督、④EIA報告書の審査費用及び環境保全費用の徴収、⑤工場や処理・処分施設への立ち入り検査、⑥違反行為があった場合の摘発、等を行っている。

⁹ No. 52/2005-QH11, LAW ON PROTECTION OF THE ENVIRONMENT

¹⁰ 環境省、「ベトナムにおける法制度の整備・執行」、2011年3月、<http://www.env.go.jp/air/tech/ine/asia/vietnam/SeidoVT.html> (2013年7月参照)

5.4 代替案（ゼロオプションを含む）の検討

第3章の3.4.6「最適中間処理施設オプションの選定」に記載されている方法で代替案の比較を行った結果、現時点ではオプション3にて最終処分量の減量化を図り、ダナン市の財務状況が向上した時点でオプション2の導入を行うことが最適案という結論に至った。検討された中間処理施設オプションの概要及び主な環境社会影響については以下表に整理する。

オプション2と3の環境社会影響に大きな差はなく、いずれについても大気や水質への影響が懸念される一方、雇用創出、処分場の水質改善などが期待できる。なお、現状維持（オプション0）を選択した場合、既存処分場の残存容量が尽きた場合は行き場を失った廃棄物が市内に溢れる可能性があり社会環境影響の面からも望ましくない。

表 5-7: 中間処理施設オプションの比較表（環境社会影響を含む）

	オプション0	オプション1	オプション2	オプション3
処理プロセス	直接埋立	MBT	廃棄物焼却発電	MRF +廃棄物焼却発電
処理能力	-	MBT 施設： 1,000～1,500トン/日	廃棄物焼却発電施設： 1,500トン/日	MRF 施設： 1,000 トン/日 廃棄物焼却発電 施設：300 トン/日
年間平均日処理量 日処理量×年間稼働日数/365 日	927-1,500 トン/ 日	927-1,500 トン/日	1,356 トン/日	850 トン/日
中間処理施設導入により期待される 廃棄物減量化率	0%	40%	約 90%	約 70% (焼却施設のみに着目 した場合約 90%)
主な環境社会影響	既存の処分場の残存容量が 尽きた場合、 廃棄物の行き 場がなくなる。 ※新規処分場 を建設する場 合、用地確 保が困難な上、 用地が確保で きても住民移 転など深刻な 環境社会影響 が生じる危 険性がある。	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物の減容効果が3番目に高い。 ・施設から排ガスは発生しない。 ・最終処分場浸出水の水質改善が期待できる。 ・地域に雇用が創出される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物の減容効果が1番高い。 ・施設から排ガスが発生する。 ・最終処分場の浸出水の水質改善が期待できる。 ・地域に雇用が創出される 	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物の減容効果が2番目に高い。 ・施設から排ガスが発生する。 ・最終処分場の浸出水の水質改善が期待できる。 ・地域に雇用が創出される ・MRFによる前処理工 程により焼却に適し た廃棄物が選別され ることにより、発電 効率が向上する。

5.5 スコーピング及び環境社会配慮調査の TOR

5.5.1 スコーピング案

MRF 施設（処理能力 1,000 トン/日）及び廃棄物焼却発電施設（処理能力 300 トン/日）の施設を導入する場合の環境社会影響のスコーピング案を以下に示す。影響項目については JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010 年 4 月公布）の参考資料「環境チェックリスト」の「13. 廃棄物」の項目を記載した。

表 5-8: オプション 3 のスコーピング案

分類	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-	A-	工事中：工事車両からの排ガスや建設作業からの粉じんにより、一時的な大気質の悪化が想定される。 供用時：焼却炉から大気汚染物質が排出される。
	(2) 水質汚濁	B-	B±	工事中：建設工事に伴う濁水が近隣の水質に影響を与える可能性がある。 供用時：廃棄物からの汚水や施設内の生活排水が近隣の水質に影響を与える可能性がある。
	(3) 廃棄物	D	B±	工事中：工事から生じる建設残土は既存の衛生埋立処分場の覆土として活用される。有害廃棄物の発生は見込まれない。 供用時：中間処理の残渣が発生する。
	(4) 土壌汚染	D	D	土壌への悪影響は見込まれない。
	(5) 騒音・振動	B-	B-	工事中：建設資材の運搬や建設作業により騒音・振動の発生が見込まれる。 供用時：施設稼働により騒音・振動の発生が見込まれる。
	(6) 悪臭	D	B+	工事中：悪臭を発生させる作業は見込まれない。 供用時：廃棄物直接埋立を行っている現行の処分場敷地内で施設を稼働することにより、現行より臭気が悪化することはない。また、中間処理によって改善する可能性がある。
自然環境	(7) 保護区	D	D	事業用地及び周辺にベトナムの法律・国際条約等で保護区に指定された区域はない。
	(8) 生態系	D	D	事業用地及び周辺に原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）等はない。また、事業用地において希少生物種は確認されていない。

分類	影響項目	評価		評価理由
		工事中	供用時	
	(9) 跡地管理	D	D	本事業に廃棄物処分場が含まれないことから跡地管理は発生しない。
社会環境	(10) 住民移転	D	D	事業用地は現在のカンソン処分場の敷地内に位置するため、住民移転は発生しない。
	(11) 生活	D	D	騒音・振動、悪臭については「汚染対策」の項目で既述
	(12) 生計	B+	B+	工事中：工事により地域に雇用機会が創出される他、周辺の飲食店、商店等の売上増加が見込まれる。 供用時：新施設の運営管理のために雇用機会が創出される。
	(13) 文化遺産	D	D	周辺地域に特筆すべき考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等は存在しない。
	(14) 景観	D	D	周辺に観光資源となるような景観はない。
	(15) 少数民族・先住民族	D	D	周辺地域に少数民族、先住民族は存在しない。
	(16) 労働環境	B-	B-	工事中：工事作業員等が労働災害に遭う危険性がある。 供用時：中間処理施設の作業員等が労働災害に遭う危険性がある。

A+/-: 大きな正／負の影響が予想される。

B+/-: ある程度の正／負の影響が予想される。

C: 影響の程度は不明。

D: 影響は予想されない。

5.5.2 環境社会配慮調査の TOR

本事業に係るスコーピングの結果、以下の要領での環境社会配慮調査を実施することを提案する。なお、調査対象範囲は基本的にカンソン処分場埋立地の中心から半径 1km の範囲内とするが、「生計（地域経済）」の項目についてはダナン市全体を調査対象とする。

表 5-9: 環境社会配慮調査の TOR 案

環境項目	調査項目	調査手法
代替案の検討	中間処理施設の規模、種類の検討	延命化効果、建設・維持管理費用、ティッピング・フィー、環境及び社会面への影響等の検討
大気汚染	• ベトナム国関連基準	• 法令の確認

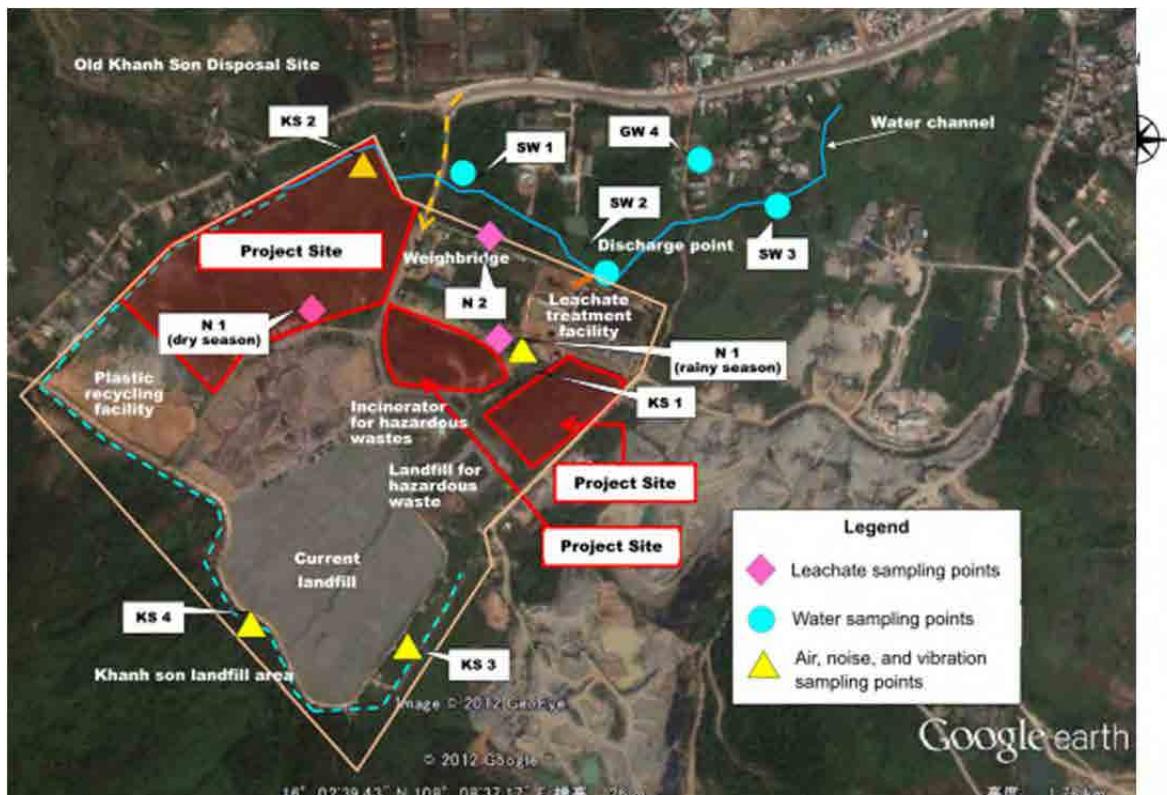
環境項目	調査項目	調査手法
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大気質現況把握 ・ 焼却炉稼働時の排ガス拡散予測 ・ 工事中の影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実測 ・ 排ガス拡散シミュレーションの実施 ・ 工事の内容、期間、位置等の確認
水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> ・ ベトナム国関連基準 ・ 処分場からの浸出水が流入する水路及び処分場に最も近い井戸水の水質 ・ 上記水路からの水の利用状況 ・ 工事中の影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 法令の確認 ・ 既存資料調査及び実測 ・ 関係機関へのヒアリング ・ 工事の内容、期間、位置等の確認
廃棄物	現況把握	ごみ質調査等
騒音 ・振動	<ul style="list-style-type: none"> ・ ベトナム国関連基準の確認 ・ 騒音・振動の現況把握 ・ 工事中の影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 法令の確認 ・ 実測 ・ 工事の内容、期間、位置等の確認
悪臭	<ul style="list-style-type: none"> ・ ベトナム国関連基準の確認 ・ 悪臭の現況把握 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 法令の確認 ・ 既存資料調査、周辺住民及び関係機関へのヒアリング
生計 (地域経済)	①地域経済の現状（住民の生計手段、所得水準） ②本事業が地域経済に与える影響	①既存資料調査、関連機関への聞き取り ②新施設の雇用人数と支払い予定賃金の確認
生計 (ウエスト・ピッカー)	①ウエスト・ピッカーの現状（所得水準、回収物等） ②本事業がウエスト・ピッカーに与える影響	①既存資料調査、ウエスト・ピッカーへのインタビュー、関連機関への聞き取り ②人員配置、事業開始後のウエスト・ピッカーの想定収入の確認
景観	①現在の景観 ②施設外観予定図（緑化スペースも含む） ③外観予定図に対する関係者の意識	①現地調査、既存資料調査 ②景観を損ねない外観の検討 ③関連機関へのヒアリング
労働環境	①現在のカンソン処分場での労働環境 ②労働安全に関する法規 ③本事業による労働環境への影響	①既存資料調査、ウエスト・ピッカーなど現地関係者に対するヒアリング ②関連法制度の確認 ③起こりうる労働災害の整理
ステークホルダー協議	スコーピング結果、環境社会配慮調査のTOR、影響調査結果に対する関係者の意見	① 開催時期：2013年7月末 対象：関係機関（ダナン市人民委員会、DPI、URENCO、DONRE等）の職員、及び処分場が位置する地域の自治体（リエンチュウ郡人民委員会、ホアカンナム区の代表者） 協議内容：スコーピング結果、環境社会面への影響及びその緩和策、それらに係る協議 ② 開催時期：2014年8月末（ドラフトファイナル報告書作成時） 対象：関係機関（ダナン市人民委員会、DPI、URENCO、DONRE等）の職員、処分場が位置する地域の自治体（リエンチュウ郡人民委員会、ホアカンナム区の代表者）、Women's Union、Youth Union、Fatherland Front、Farmer Union、メディア等 協議内容：EIA報告書案説明、EIA報告書案にかかる協議

5.6 環境社会配慮調査結果（予測結果を含む）

上記 TOR に基づいて行った環境社会配慮調査結果を以下に整理する。

5.6.1 環境調査結果

カンソン処分場敷地内及び周辺の環境の現況把握を目的として、大気、騒音、振動についてはカンソン処分場敷地内 4 カ所において、水質については、浸出水を放流する水路の地表水、当該水路の下流に位置する井戸水、処理前後の浸出水について、乾季及び雨季にそれぞれ 1 回ずつ以下の調査を行った。また、土壤については既存資料調査を、悪臭については既存資料調査及びヒアリング調査を行った。調査地点の地図を以下に示す。



* N1：処理前の浸出水、 N2：処理後の浸出水

図 5-4: 環境調査地点

a. 大気

a.1. 大気質の現況

ベトナム国の大気環境基準 (QCVN05:2009/ BTNMT) に基づき、以下の測定項目について大気質の測定を行った。乾季における測定では TSP および PM10 について一部値が高い地点があったが、乾季・雨季共に全ての地点において環境基準を満たしていた。

表 5-10: 大気質調査結果

ND : 不検出

No.	項目	単位	試験方法	乾季 (試料採取: PM10 以外は 2012年8月30-31日、PM10は 2012年9月28、29日)				雨季 (試料採取: 2012年11月8-10日)				基準値 (QCVN 05:2009 /BTNMT)
				KS1	KS2	KS3	KS4	KS1	KS2	KS3	KS4	
1	SO ₂ (1 時間平均値)	μg/m ³	TCVN 5971-1995	ND (<20)	ND (<20)	ND (<20)	ND (<20)	32.1	ND (<20)	ND (<20)	27.0	350
2	NOx(1 時間平均値)	μg/m ³	TK. TCVN 7245:2003 TCVN 6137:1996, PK2-E.39	ND (<10)	ND (<10)	ND (<10)	ND (<10)	18.2	12.4	ND (<10)	ND (<10)	200
3	CO(1 時間平均値)	μg/m ³	TCVN 7242:2003 PK2-E.38	5,376	3,137	9,941	1,841	9,794	4,021	8,469	2,725	30,000
4	TSP(1 時間平均値)	μg/m ³	TCVN 5067:1995	245	294	222	ND (<200)	ND (<200)	ND (<200)	ND (<200)	ND (<200)	300
5	O ₃ (1 時間平均値)	μg/m ³	MDHS 70	ND (<10)	ND (<10)	ND (<10)	ND (<10)	ND (<10)	ND (<10)	ND (<10)	ND (<10)	180
6	Pb(24 時間平均値)	μg/m ³	TCVN 6152:1996	0.033	0.046	0.001	0.017	0.033	0.017	0.025	0.025	2
7	PM10(24 時間平均値)	μg/m ³	TCVN 5067:1995	110	89.1	104	62.4	ND (<50)	ND (<50)	ND (<50)	ND (<50)	150

URENCO もカンソン処分場及び旧カンソン処分場の敷地内において大気質の測定を行っている。その結果を以下に示す。

表 5-11: URENCO によるカンソン処分場内大気質モニタリング結果

N/A : データ無し

項目	単位	2009年3月5日		試験方法	2011年6月30日		2012年1月9日	
		試験方法	旧カンソン処分場		旧カンソン処分場	カンソン処分場	旧カンソン処分場	カンソン処分場
NH ₃	mg/m ³	Method determined by decision of Ministry of Health	7.33	Nessler	3.54	4.78	1.17	0.97
H ₂ S	mg/m ³	Method determined by decision of Ministry of Health	9.11	p-Amino Dimethyl anilin	0.97	1.35	0.34	0.23
CH ₄	mg/m ³	Gas chromatography	5.22		N/A	N/A	N/A	N/A

項目	単位	試験方法	2012年7月26日		2012年10月29日		2013年1月12日	
			カンソン処分場	カンソン処分場	カンソン処分場	カンソン処分場	カンソン処分場	カンソン処分場
NH ₃	mg/m ³	Nessler		4.05		3.18		3.26
H ₂ S	mg/m ³	p-Amino Dimethylanilin		1.23		1.73		1.79
Dust	mg/m ³	TCVN506 7:1995		1.32		0.63		0.72
SO ₂	mg/m ³	TCVN596 7:1995		0.31		0.27		0.18
NOx	mg/m ³	TCVN613 8:1996		N/A		0.25		N/A
CO	mg/m ³	TCVN597 2:1995		N/A		9.78		N/A

a.1.本事業が工事中に与える影響予測

工事車両等による交通量増加や建設作業等に伴い排ガスや粉じん等が発生すると考えられる。

a.2.本事業が供用時に与える影響予測

焼却により大気汚染物質の排出が見込まれるため、現在予定している施設からの煙突拡散予測を行った。その結果及び各環境濃度に対する寄与割合は以下のとおりである。以下の結果から、本事業により大気環境基準を超過することは考えにくい。

表 5-12: 300t/day (基準ごみ) を焼却する場合の煙突拡散予測結果

項目*	最大着地濃度 ① ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	バックグラ ンド濃度② **	環境濃度 ③ (= ① + ②)	寄与割合 ①/③×100	環境基準値($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (QCVN05:2009/ BTNMT)
Sox	4.8	32.1	36.9	13.01%	350
NOx	8.0	18.2	26.2	30.53%	200
CO	0.11	9,941	9941.11	0.001%	30,000
ダスト	2.40	294	296.4	0.81%	300
Pb	0.0002	0.046	0.0462	0.43%	2
PM2.5	0.006	110	36.9	0.01%	150

*予測計算実績の関係上 PM10 を PM2.5 で代用、オゾンは算出不可。

**バックグランド濃度は、今回の調査で実施した建設用地敷地境界での測定のうち最大値を用いた。

煙突拡散計算結果の詳細を以下に示す。

(1) 計算条件

項目	単位	
煙突高さ	m	GL+59
頂部有効径	m	1.60
風速 (U)	m/s	5.00*
煙突入口ガス温度	°C	下表参照
煙道取付高さ	m	GL+10.00
総炉数	—	1

*2007～2011 年の風向・風速データを見ると、最大風速時の最頻の風向は NNW、E 及び ENE であり、その際の最頻の風速は 4m/s ないし 5m/s であったため、5m を採用した。

1 炉あたりの排出ガス量と有害ガス濃度

項目	単位	ごみ質		
		高質時	低質時	基準時
排ガス量 (wet base)	Nm ³ /h	59,100	68,200	85,300
Sox (wet base)	mg/Nm ³	278	281	292
NOx (wet base)	mg/Nm ³	464	468	486
Dust (wet base)	mg/Nm ³	139	140	146
CO (wet base)	mg/Nm ³	6.44	6.50	6.75
PM2.5 (wet base)	mg/Nm ³	0.31	0.31	0.32
Pb (wet base)	mg/Nm ³	0.01	0.01	0.01
煙突入口ガス温度	° C	165	170	175

(2) 煙突有効高さと計算

a) 計算式 (Bosanquet の式)

$$\begin{aligned}
 He &= Ho + 0.65(Hm + Ht) \\
 Hm &= \frac{4.77}{1 + 0.43 \cdot \frac{U}{V}} \cdot \frac{\sqrt{Q \cdot V}}{U} = \frac{0.795 \sqrt{Q \cdot V}}{1 + \frac{2.58}{V}} \\
 Ht &= 6.37 g \times \frac{Q \cdot \Delta T}{U^3 \cdot T} (\ell n J^2 + \frac{2}{J} - 2) \\
 &= 2.01 \times 10^{-3} Q \cdot \Delta T (2.30 \log J + \frac{1}{J} - 1) \\
 J &= \frac{U^2}{\sqrt{Q \cdot V}} \cdot (0.43 \sqrt{\frac{T}{gG}} - 0.28 \frac{V}{g} \cdot \frac{T}{\Delta T}) + 1 \\
 &= \frac{1}{\sqrt{Q \cdot V}} (1460 - 296 \frac{V}{\Delta T}) + 1
 \end{aligned}$$

- He : 有効煙突高さ(m)
 Ho : 実煙突高さ(m)
 Hm : 排ガスの速度上昇高さ(m)
 Ht : 排ガスの浮力上昇高さ(m)
 V : 排出速度(m/s)
 U : 風速(m/s)
 Q : 温度 T に於る排出ガス量(m³/s)
 T : 排ガス速度が大気密度に等しくなる温度=288° K
 ΔT : 排ガス温度と T との温度差(°C)
 G : 温度勾配(°C/m)=0.0033°C/m
 g : 重力加速度(m/s²)=9.81

b) インプットデータ

ごみ質	排出ガス量 (1 炉当り) (Nm ³ /h)	排出ガス温度 (°C)	排出ガス速度 V (m/s)
低質時	59,100	160	19.62
基準時	68,200	165	22.90
高質時	85,300	170	28.97

c) 計算結果

ごみ質	排ガスの 速度上昇高さ Hm (m)	排ガスの 浮力上昇高さ Ht (m)	有効煙突高さ He (m)
低質時	15.85	26.32	86.41
基準時	18.66	29.89	90.56
高質時	23.90	35.59	97.67

(3) 最大着地濃度及びその着地地点の計算

a) 計算式

$$P_{\max} = \eta \cdot \frac{0.234Q}{UHe^2} \cdot \left(\frac{Cz}{Cy}\right) \cdot 10^6$$

$$= 5830 \frac{Q}{He^2}$$

$$X_{\max} = \left(\frac{He}{Cz}\right)^{\frac{2}{2-n}}$$

P_{\max} : 最大着地濃度(mg/Nm³)

X_{\max} : 最大着地濃度の出現地点(m)

Q : 硫黄酸化物排出強度(m³/s 15°C)

Cz : 垂直方向の大気の乱れ係数

n : 大気安定度に関する係数=0.25

η : 希釈係数=0.15

U : 風速(m/s)

注) 一般に乱れのある大気中では $Cy \geq Cz$ であり、理論上 $Cy=Cz$ の場合着地濃度が最高となる。また最大着地濃度の出現地点は Cz の大きさにより定まるが、これには Air pollution Hand book(1956)を参照した。

b) インプットデータ

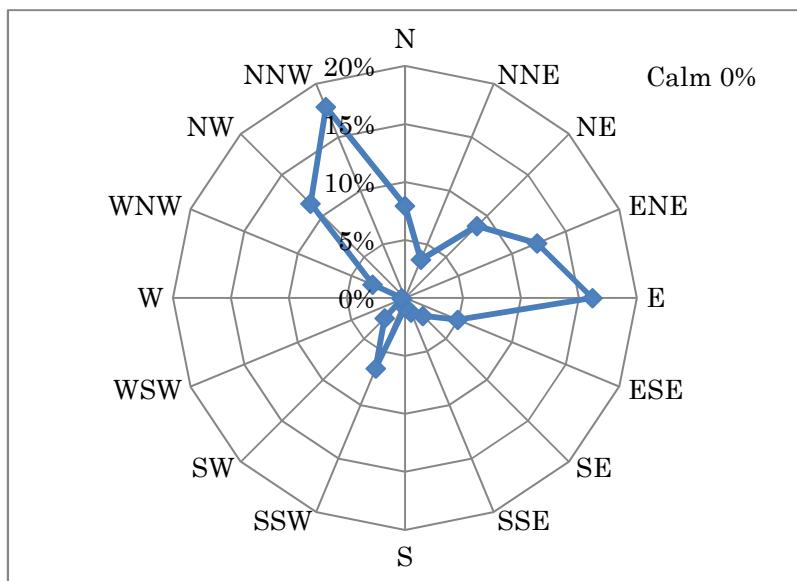
稼動炉数	ごみ質	He	排出ガス量	SOx	NOx	Dust	CO	PM2.5	Pb	Cz
		(m)	(Nm ³ /h)	(mg/Nm ³)						—
1	低質時	86.41	59,100	6.44	464	139	6.44	0.31	0.01	0.077
1	基準時	90.56	68,200	6.50	468	140	6.50	0.31	0.01	0.077
1	高質時	97.67	85,300	6.75	486	146	6.75	0.32	0.01	0.060

c) 最大着地濃度計算結果

稼働炉数 ごみ質							最大着地濃度 出現距離 (m)
	SOx	NOx	Dust	CO	PM2.5	Pb	
(μg/Nm ³)							
1 低質時	4.5337	7.5561	2.2668	0.104946	0.005037	0.00016791	3,060
1 基準時	4.8035	8.0059	2.4018	0.111193	0.005337	0.00017791	3,229
1 高質時	5.3657	8.9428	2.6828	0.124205	0.005962	0.00019873	4,682

(4) 風配図

日ごとの最大風速時の年間風配図（2011年）を以下に示す。



b. 水質

b.1. 地表水の現況

b.1.1 水質調査結果

処分場からの浸出水の放流先である水路において、ベトナム国の地表水環境基準 (QCVN08:2008/ BTNMT) に基づき、浸出水の放流地点より上流 (SW1) 及び下流 (SW3) の2地点で測定を行った。測定項目及び結果を表 5-13 に示す。乾季においては、COD_{Cr}、アンモニア性窒素、油類、大腸菌、大腸菌群数が SW1 及び SW3 の両地点で、雨季においては、SW3 で COD_{Cr} が、SW1 及び SW3 の両地点でアンモニア性窒素、油類、大腸菌、大腸菌群数が比較的大きく基準値を超えていた。

今回の結果では、処分場からの浸出水が放流される地点よりも上流の場所においても、一部の項目で環境基準を超過していた。本水路の上流には旧カンソン処分場があるが、URENCO によると水路の流路が明らかではないため汚染源の特定は困難とのことであった。なお、同機関へのヒアリングによると、浸出水が放流される地点より下流の水路周辺の住民は、現在は本水路の水は農業用水としての用途を含め使用していないことであ

る。

また、処分場の埋立地中心部から北及び東の方向半径 1 km に住む住民 80 人にヒアリング調査を行ったところ、回答者の半数以上が住居周辺の表流水はその臭いや色から「汚染されていると思う」と回答し、表流水を使用している者は 80 人中 1 人のみであった。汚染の度合いについては、「近年変化なし」又は「ひどく悪化している」という回答が多かった。

表 5-13: 地表水の水質調査結果

：基準値超過

	項目	単位	試験方法	乾季 (試料採取: 2012 年 8 月 30 日)		雨季 (試料採取: 2012 年 11 月 9 日)		基準値 (QCVN 08:2008/ BTNMT)
				SW1	SW3	SW1	SW3	
1	pH (25°C)	—	TCVN 6492:2011	7.64	8.27	7.03	8.27	5.5-9
2	DO	mg/L	TCVN 7324:2004	ND (< 0.2)	2.66	2.2	ND (<0.2)	≥ 2
3	TSS	mg/L	SMEWW 2540-D	40.4	55.8	18.6	82.0	100
4	CODCr	mg/L	TCVN 6491:1999	101	276	12.3	384	50
5	BOD ₅	mg/L	TCVN 6001-1:2008	84	40	4.6	16	25
6	NH ₄ ⁺ -N	mg/l	TCVN 5988-1995 PK2-E13	30.5	160	13.4	365	1
7	Cl ⁻	mg/L	TCVN 6194:1996	146	1,100	28.4	454	—
8	F ⁻	mg/L	AOAC 939.11 (2010)	ND (< 0.05)	0.44	0.061	0.19	2
9	NO ₂ ⁻ -N	mg/L	TCVN 6178:1996	0.087	0.039	ND (<0.002)	ND (<0.002)	0.05
10	NO ₃ ⁻ -N	mg/L	TCVN 6180-1996	0.010	1.27	1.49	0.16	15
11	PO ₄ ³⁻ -P	mg/L	TCVN 6202:1996	0.043	0.026	0.030	0.31	0.5
12	CN ⁻	mg/L	SMEWW 4500- CN ⁻	ND (<0.001)	0.005	0.003	0.006	0.2
13	As	mg/L	TCVN 6626:2000	0.0027	0.021	0.0033	ND (< 0.0005)	0.1
14	Cd	mg/L	SMEWW 3500- Cd	ND (< 0.002)	ND (< 0.002)	ND (< 0.002)	ND (< 0.002)	0.01
15	Pb	mg/L	SMEWW 3500- Pb	0.076	0.14	0.042	0.13	0.05
16	Cr (III)	mg/L	TCVN 6222:2008	0.014	0.026	0.060	ND (<0.01)	1
17	Cr (VI)	mg/L	TCVN 7939:2008	ND (< 0.005)	ND (< 0.005)	ND (< 0.005)	ND (< 0.005)	0.05
18	Cu	mg/L	TCVN 6193:1996	ND (<0.01)	0.015	0.060	ND (<0.01)	1
19	Zn	mg/L	TCVN 6193:1996	0.018	2.26	3.44	0.038	2
20	Ni	mg/L	SMEWW 3500- Ni	ND (<0.01)	0.098	0.041	ND (<0.01)	0.1
21	Fe	mg/L	TCVN 6177:1996	4.06	6.7	2.46	8.87	2
22	Hg	mg/L	TCVN 7877:2008	ND (< 0.0005)	ND (< 0.0005)	ND (< 0.0005)	ND (< 0.0005)	0.002
23	活性剤	mg/L	TCVN 6622-1:2009	ND (<0.05)	ND (<0.05)	0.12	0.87	0.5

	項目	単位	試験方法	乾季 (試料採取: 2012年8月30日)		雨季 (試料採取: 2012年11月9日)		基準値 (QCVN 08:2008/ BTNMT)
				SW1	SW3	SW1	SW3	
24	油類	mg/L	SMEWW 5520-B	9.0	17.0	2.0	6.8	0.3
25	フェノール	mg/L	TCVN 6216:1996	ND (< 0.005)	ND (< 0.005)	0.013	0.025	0.02
26	全放射線 α	Bq/L	QTTN/KT3 072:2011	ND (<0.1)	ND (<0.1)	ND (<0.1)	ND (<0.1)	0.1
27	全放射線 β	Bq/L	QTTN/KT3 072:2011	3.45	22	ND (<1.0)	8.4	1
28	大腸菌	MPN/ 100mL	TCVN 6187-2:1996	9.2 × 10 ⁴	9.2 × 10 ³	1.5 × 10 ⁴	3.6 × 10 ³	200
29	大腸菌群数	MPN/ 100mL	TCVN 6187-2:1996	2.3 × 10 ⁵	1.5 × 10 ⁴	4.3 × 10 ⁴	2.3 × 10 ⁴	10,000
有機塩素系殺虫剤								
30	アルドリン	μg/L	PK2-E.32, US EPA SW 846 Method 8081A	ND (<0.002)	ND (<0.002)	ND (<0.002)	ND (<0.002)	0.01
31	ディルドリン	μg/L		ND (<0.002)	ND (<0.002)	ND (<0.002)	ND (<0.002)	0.01
32	エルドリン	μg/L		ND (<0.005)	ND (<0.005)	ND (<0.005)	ND (<0.005)	0.02
33	BHC	μg/L		ND (<0.001)	ND (<0.001)	ND (<0.001)	ND (<0.001)	0.15
34	リンデン	μg/L		ND (<0.04)	ND (<0.04)	ND (<0.04)	ND (<0.04)	0.4
35	クロルデン	μg/L		ND (<0.01)	ND (<0.01)	ND (<0.01)	ND (<0.01)	0.03
36	DDT	μg/L		ND (<0.001)	ND (<0.001)	ND (<0.001)	ND (<0.001)	0.005
37	エンドスルフ アン	μg/L		ND (<0.005)	ND (<0.005)	ND (<0.005)	ND (<0.005)	0.02
38	ヘプタクロル	μg/L		ND (<0.01)	ND (<0.01)	ND (<0.01)	ND (<0.01)	0.05
有機リン農薬								
39	パラチオン	μg/L	PK2-E.32, US EPA SW 846 Method 8141A	ND (<0.1)	ND (<0.1)	ND (<0.1)	ND (<0.1)	0.5
40	マラチオン	μg/L		ND (<0.1)	ND (<0.1)	ND (<0.1)	ND (<0.1)	0.4
除草剤								
41	2,4-ジクロロ フェノキシ酢酸	μg/L	US EPA SW 846 Method 8151A	ND (<0.1)	ND (<0.1)	ND (<0.1)	ND (<0.1)	500
42	2,4,5-トリクロロフェノキシ酢酸	μg/L		ND (<0.1)	ND (<0.1)	ND (<0.1)	ND (<0.1)	200
43	パラコート	μg/L		EPA Method 549.1	ND (<100)	ND (<100)	ND (<100)	2000

*基準値にはカテゴリーA1、A2、B1、B2があるが、本水路は基準値が最も緩いカテゴリーB2に該当する。

表 5-14: 地表水調査地点における流量

調査時期		乾季		雨季	
サンプリングポイント		SW1	SW3	SW1	SW3
流量		ほぼ流れなし	ほぼ流れなし	507m ³ /h	1,080m ³ /h

b.1.2 本事業が工事中に与える影響予測

掘削作業や散水等により濁水が発生する可能性があり、近隣の水質に影響を与える可能性がある。

b.1.3 本事業が供用時に与える影響予測

ピット内に溜まった廃棄物から発生する汚水等は焼却炉内で燃焼させ、施設内で発生した生活排水は浄化槽を設置しそこで処理をする。雨季等で汚水の量が炉の処理許容量を超えた場合のみ汚水を処分場に排出するが、現状では既に廃棄物からの水分は処分場に排出されているため現況を悪化させることはない。さらに、廃棄物を中間処理してから埋め立てることにより、汚染源が減り浸出水の水質改善効果が期待できる。それによりフロック川にかかる汚染の負荷も低減できる可能性がある。なお、フロック川については、水質は既に汚染されているとのことであるため、事業化が具体化した際には、事業の影響を把握するためにフロック川の水質の実測が事前に必要と考えられる。

b.2. 浸出水

b.2.1 浸出水の現況

ベトナム国の固体廃棄物埋立処分場からの排水基準 (QCVN25:2009/ BTNMT) に基づき、処分場から排出される浸出水の処理前後の水質について測定を行った。測定項目及び結果を表 5-15 に示す。また、URENCO も浸出水のモニタリングを定期的に行っており、その最新結果 5 回分 (2011 年 6 月～2013 年 7 月) を表 5-16 に示す。

今回の処理前後の水質測定結果を比較すると、各低減率は、乾季においては、COD_{Cr} 約 94%、BOD₅ 約 98%、全窒素約 78%、アンモニア性窒素約 74% であり、雨季においては、COD_{Cr} 約 76%、BOD₅ 約 99%、全窒素約 46%、アンモニア性窒素約 61% であった。どちらの季節においても基準を満たしていたのは BOD₅ のみであり、それ以外の項目は基準値を超過していた。一部高い低減率を示している項目があることを考慮すると、今回の調査結果を勘案した限りでは、処理施設の処理能力を超える量の汚染物質が浸出水に含まれている可能性も考えられる。URENCO が定期的に行っている処理前後の浸出水の測定結果を見ても、除去率の変動が大きく、安定的に処理できていないことが考えられる。

表 5-15: 処理前後の浸出水の水質調査結果

: 基準値超過

No.	項目	試験方法	単位	乾季 (試料採取: 2012年9月 13日)		低減 率	雨季 (試料採取: 2012年11月9 日)		低減 率	基準値 (QCVN 25:2009/ BTNMT)
				N1	N2		N1	N2		
1	COD _{Cr}	SMEWW 5220-C	mg/L	13,818	845	93.9%	3,240	768	76.3%	400
2	BOD ₅ (20°C)	TCVN 6001-1:2008	mg/L	4,663	85	98.2%	1,187	18	98.5%	100
3	全窒素	TCVN 6638:2000	mg/L	1,554	340	78.1%	896	488	45.5%	60
4	NH ₄ ⁺ -N	TCVN 5988:1995, PK2-E13	mg/L	1,166	298	74.4%	861	337	60.9%	25

*本浸出水は、2010 年 1 月 1 日以前に運営を開始した処分場に適応されるカテゴリー B1 に該当する。

表 5-16: URENCO による浸出水モニタリング結果

項目	単位	試験方法	2011年6月30日		低減率	2012年1月9日		低減率	基準値 (QCVN 25:2009/ BTNMT)
			処理前	処理後		処理前	処理後		
pH	-	TCVN 6492:1999	6.8	6.9	-	6.9	7.2	-	-
溶存酸素	mg/L								
TSS	mg/L	TCVN 6625:2000	690	247	64%	420	185	56%	-
COD	mg/L	TCVN 4565:1998	11,340	186	98%	1,476.8	504	66%	400
BOD ₅ (20 °C)	mg/L	TCVN 6001:1995	7,088	124	98%	923	436.8	53%	100
NH4+(as N)	mg/L	TCVN 6179-1:1996	125	19.8	84%	92.6	44.7	52%	25
N	mg/L	TCVN 5987:1995	247	341.6	-38%	132	95.4	28%	60
P	mg/L	TCVN 6202:1996	68.2	12.5	82%	21.6	18.3	15%	-
大腸菌群数	MPN/100mL	TCVN 6187-1:96	1.2x10 ⁵	4.7x10 ⁴	61%	8.7x10 ⁴	3.2x10 ⁴	63%	-
Pb	mg/L								
As	mg/L								

項目	単位	試験方法	2012年7月26日		低減率	2012年10月29日		低減率	基準値 (QCVN 25:2009/ BTNMT)
			処理前	処理後		処理前	処理後		
pH	-	TCVN 6492:1999	6.7	6.8	-	6.5	7.0	-	-
溶存酸素	mg/L								
TSS	mg/L	TCVN 6625:2000	720	117	84%	755	1,401	-86%	-
COD	mg/L	TCVN 4565:1998	9,700	146	98%	3,690	1,580	57%	400
BOD ₅ (20 °C)	mg/L	TCVN 6001:1995	6,450	98.3	98%	2,306	988	57%	100
NH4+(as N)	mg/L	TCVN 6179-1:1996	176	13.8	92%	162	32.6	80%	25
N	mg/L	TCVN 5987:1995	480	42.5	91%	520	132	75%	60
P	mg/L	TCVN 6202:1996	119	9.6	92%	128	21	84%	-
大腸菌群数	MPN/100mL	TCVN 6187-1:96	1.5x10 ⁵	1.5x10 ⁴	90%	1.5x10 ⁴	4.7x10 ⁴	-208%	-
Pb	mg/L								
As	mg/L								

項目	単位	試験方法	2013年1月12日		基準値 (QCVN 25:2009/ BTNMT)
			処理前	処理後	
pH	-	TCVN 6492:1999	6.8	7.1	-
溶存酸素	mg/L				
TSS	mg/L	TCVN 6625:2000	960	182	81%
COD	mg/L	TCVN 4565:1998	12,600	1,260	90%
BOD ₅ (20°C)	mg/L	TCVN 6001:1995	8,400	788	91%
NH4+(as N)	mg/L	TCVN 6179-1:1996	230	13.5	94%
N	mg/L	TCVN 5987:1995	530	36	93%
P	mg/L	TCVN 6202:1996	180	32	82%
大腸菌群数	MPN/100mL	TCVN 6187-1:96	1.9x10 ⁴	1.3x10 ⁴	32%
Pb	mg/L				
As	mg/L				

項目	単位	試験方法	2013年7月17日		基準値 (QCVN 25:2009/ BTNMT)
			処理後	処理前	
pH	-	OAKTON pH5	6.9	6.5	94% 基準なし
溶存酸素	mg/L	N/A	N/A	N/A	N/A 基準なし
TSS	mg/L	TCVN 6053:1995	230	110	48% 基準なし
COD	mg/L	Standard Method-5220D	5,130	176	3% 400
BOD ₅ (20°C)	mg/L	TCVN 6053:1995	2.210	81	4% 100
NH ₄ ⁺ -N	mg/L	HACH-Method 8038	9.1	6.2	68% 25
N	mg/L	HACH-Method 10071	1,252	315	25% 60
P	mg/L	HACH-Method 8190	17.2	0.31	2% 基準なし
大腸菌群数	MPN/100mL	TCVN 6187-1996	93x10 ³	75x10 ³	81% 基準なし
Pb	mg/L		N/A	N/A	N/A 基準なし
As	mg/L	OAKTON pH5	6.9	6.5	94% 基準なし

b.2.2 本事業が工事中に与える影響予測

処分場は浸出水がそれ以外のものと交わらない構造となっているため、工事によって発生する濁水が浸出水に影響を与えることは考えにくい。

b.2.3 本事業が供用時に与える影響予測

調査結果及び URENCO によるモニタリング結果を見ると、基準を超過している項目が多い。本事業では廃棄物を中間処理してから埋め立てることにより、浸出水に対する汚染源が減り水質改善効果が見込まれる。また、それによりフーロック川にかかる汚染の負荷も低減できる可能性がある。

c. 地下水（井戸水）

c.1.1 地下水質の現況

ベトナム国の地下水環境基準 (QCVN09:2008/ BTNMT) に基づき、以下の項目について、処分場に最も近い井戸の水質測定を行った。乾季、雨季共に大腸菌及び大腸菌群数が基準値を大きく超えていた。

表 5-17: 井戸水の水質調査結果

■ : 基準値超過

No	項目	単位	試験方法	分析結果		基準値 (QCVN 09:2008/ BTN MT)
				乾季 (試料採取: 2012 年 8 月 30 日)	雨季 (試料採取: 2012 年 11 月 9 日)	
1	pH (25°C)	-	TCVN 6492:2011	5.55	5.62	5.5-8.5
2	硬度	mgCaCO ₃ /L	SMEWW 2340-C	42.9	38.0	500
3	TSS	mg/L	SMEWW 2540-B	147	122	1,500
4	COD _{Mn}	mg/L	TCVN 6186:1996	1.2	ND (<0.5)	4
5	Mn	mg/L	TCVN 6193:1996	0.068	0.11	0.5
6	NH ₄ ⁺ -N	mg/l	TCVN 5988-1995, PK2-E13	0.43	ND (<0.02)	0.1
7	Cl ⁻	mg/L	TCVN 6194:1996	34.1	16.0	250
8	F ⁻	mg/L	AOAC 939.11 (2010)	ND(< 0,05)	0.061	1
9	NO ₂ ⁻ -N	mg/L	TCVN 6178:1996	0.014	ND (<0.002)	1
10	NO ₃ ⁻ -N	mg/l	TCVN 6180-1996	11.2	1.92	15
11	SO ₄ ²⁻	mg/L	SMEWW 4500-S ²⁻ E	28.4	20.9	400
12	CN ⁻	mg/L	SMEWW 4500- CN ⁻	ND (<0.001)	ND (<0.001)	0.01
13	As	mg/L	TCVN 6626:2000	ND (0.0005)	ND (<0.0005)	0.05
14	Cd	mg/L	SMEWW 3500- Cd	ND (< 0.002)	ND (< 0.002)	0.005
15	Pb	mg/L	SMEWW 3500- Pb	ND (< 0.01)	ND (< 0.01)	0.01
16	Cr (VI)	mg/L	TCVN 7939:2008	ND(< 0.005)	ND(< 0.005)	0.05

No	項目	単位	試験方法	分析結果		基準値 (QCVN 09:2008/BTN MT)
				乾季 (試料採取: 2012 年 8 月 30 日)	雨季 (試料採取: 2012 年 11 月 9 日)	
17	Cu	mg/L	TCVN 6193:1996	ND (<0.01)	ND (<0.01)	1
18	Zn	mg/L	TCVN 6193:1996	0.017	0.012	3
19	Fe	mg/L	TCVN 6177:1996	0.22	0.091	5
20	Hg	mg/L	TCVN 7877:2008	ND(< 0.0005)	ND(< 0.0005)	0.001
21	Se	mg/L	SMEWW 3500-Se	ND (<0.01)	ND (<0.01)	0.01
22	フェノール	mg/L	TCVN 6216:1996	ND(< 0.001)	0.006	0.001
23	全放射線 α	Bq/L	QTTN/KT3 072:2011	ND (<0.1)	ND (<0.1)	0.1
24	全放射線 β	Bq/L	QTTN/KT3 072:2011	ND (<1.0)	ND (<1)	1
25	大腸菌	MPN/100 mL	TCVN 6187-2:1996	2.1×10^2	9.2×10^2	ND
26	大腸菌群数	MPN/100 mL	TCVN 6187-2:1996	1.5×10^3	1.5×10^3	3

また、既存資料調査によると、処分場周辺の地下水は処分場からの浸出水により悪影響を受けているとのことであった（「5.2.1 環境の状況」参照）。なお、ヒアリング調査結果によると、36.8%の住人が井戸水を農業用水や洗濯に用いており、全体の半数以上がその色及び臭いから地下水は汚染されていると感じたとのことであった。

c.1.2 本事業が工事中に与える影響予測

工事により発生する濁水の主成分は、元来土壤にあったものが主に掘削により混じったものと考えられる。そのため濁水が地下水の水質に影響を与えることは考えにくい。

c.1.3 本事業が供用時に与える影響予測

焼却施設からは汚水の排出や生活排水の直接排出が無いことから地下水に悪影響を与えることは考えにくい。一方で、既存資料調査によると、処分場の浸出水は周辺の地下水に影響を与えることであるため、本事業により浸出水の水質改善がなされれば地下水質の改善も期待できる。

d. 廃棄物

d.1. 廃棄物の現況

現在、ダナン市の廃棄物はカンソン処分場に直接埋立されている状況である。

d.2. 本事業が供用時に与える影響予測

廃棄物を焼却処理することによって、既存の処分場に埋立処分される廃棄物が大幅に減容し、既存の処分場の延命化が期待できる。焼却施設から生じる主灰¹¹に関しては基準をクリアしたものについては既存の処分場に埋立処分し、バグフィルターなど装置に集めら

¹¹ 本報告書では焼却から生じる焼却灰のうち、炉の底などから排出されるものを「主灰」、バグフィルターなど集じん装置に付着するものを「飛灰」と呼ぶ。飛灰には主灰と比べて高い濃度の有害物質が含まれる

れる飛灰については有害物質が高い濃度で含まれるため適正に処理・処分する（処理方法については現在検討中）。

e. 騒音・振動

e.1. 騒音・振動の現況

ベトナム国の騒音基準 (QCVN26:2010/_BTNMT) 及び振動基準 (QCVN27:2010/_BTNMT) に基づいて、処分場敷地内において騒音・振動のレベルを測定した。その結果、いずれの季節においても騒音は環境基準を満たし、振動は定量下限値未満であった。

表 5-18: 騒音、振動測定結果

No	項目	単位	試験方法	乾季 (測定: 2012年8月30-31日)				雨季 (測定: 2012年11月8、9日)				基準値 (騒音: QCVN 26:2010/_BTNMT 振動: QCVN 27:2010/_BTNMT)
				KS1	KS2	KS3	KS4	KS1	KS2	KS3	KS4	
1	騒音 (6.00 - 21.00)	dBA	TCVN 7878-2:2010	59	56	58	57	49	45	58	56	70
2	騒音 (21.00 - 6.00)	dBA	TCVN 7878-2:2010	46	42	42	42	47	48	48	48	55
3	振動 - 振動数範 囲 1 Hz - 10 KHz (6.00 - 21.00)	dB	TCVN 6963:2001	<54	<54	<54	<54	<54	<54	<54	<54	70
4	振動 - 振動数範 囲 1 Hz - 10 KHz (21.00 - 6.00)	dB	TCVN 6963:2001	<54	<54	<54	<54	<54	<54	<54	<54	60

e.2. 本事業が工事中に与える影響予測

建設資材の運搬や建設作業により、一時的に騒音・振動が増す可能性がある。

e.3. 本事業が供用中に与える影響予測

本事業では焼却施設において騒音、振動を発生させ得る機器の使用を予定しているため、施設の稼働により騒音、振動が増す可能性がある。

f. 悪臭

f.1. 悪臭の現況

悪臭に対する規制としては、「環境大気中の有害物質基準 (QCVN06:2009/BTNMT)」において、悪臭物質に対する環境基準が設定されており、対象項目はアンモニア、アセトアルデヒド、プロピオン酸、硫化水素、メチルメルカプタン、スチレン、トルエン、キシレンとなっているが、DONRE によると、ベトナムにおいては焼却施設に対する悪臭の基準は現在のところないとのことである。

カンソン処分場については、URENCO がアンモニア及び硫化水素について、2009～2013 年に旧カンソン処分場及び寒村処分場の埋立地中心部において測定を行っている（図 5-5 参照）。その結果によると 2012 年 1 月にその値は一度下がったが、同年 7 月には元のレベルに戻っている。URENCO によると、衛生埋立処分場である現在のカンソン処分場が建設されたことによって処分場からの悪臭に関する苦情は大幅に減少し、現在は 1 年に苦情が 2、3 件寄せられるのみということである。一方で、埋立地の高さが増していることから、今後気温が高い時期や雨季には周囲の臭気が悪化する危険性がある。



注：2009 年 5 月 5 日の試験法は保健省指定のもの、それ以降の試験法はアンモニアが Nessler 法、硫化水素が p-アミノジメチルアニリン (p-Amino Dimethylanilin) 法

図 5-5: URENCO による悪臭物質のモニタリング結果

また、本調査においてカンソン処分場周辺に居住する 80 名に対して臭気に関するヒアリング調査を行ったところ、80 名のうち 98% は近隣で悪臭を感じると回答し、そのうち 67% が悪臭の度合いは「強い」あるいは「非常に強い」と回答した。考えられる悪臭の原因について（自由回答、複数回答可）は、100% がカンソン処分場と回答した一方、廃棄物収集車の通行、下水等の回答もあった。近年の悪臭の変化については 27.5% が「やや改善した」と回答した一方、25% が「やや悪化した」あるいは「大幅に悪化した」と回答した。

表 5-19: 周辺住民に対する悪臭に関するインタビューの調査結果

No.	Question	Response	Number of responses (%)
1	Do you feel that there is bad odor in your neighborhood?*	Yes	78 (98%)
		No	2 (2%)
2	For those who answered "Yes" to Question No.1: How often do you feel the bad odor?*	Almost everyday	41 (53%)
		A few days a week	18 (23%)
		A few days a month	19 (24%)
		A few days a year	0 (0%)
3	For those who answered "Yes" to Question No.1: How strong is the bad odor when it is the strongest?*	Very strong and offensive	23 (29%)
		Strong and offensive	30 (38%)
		Slightly offensive	16 (21%)
		Noticeable	9 (12%)
4	What do you think is the source of the bad odor?**	Khanh Son Disposal Site	80 (100%)
		Passing of garbage trucks	10 (12.5%)
		Residential sewer close to home	5 (6.3%)
		Recycling activities near home activities (drying plastics at Khanh Son, junk shop)	3 (3.8%)
		Charcoal business close to home	1 (1.3%)
		URENCO's waste collection point close to home	1 (1.3%)
		Odor from soil on rainy days	1 (1.3%)
		Pool close to home which contains wastewater on rainy days	1 (1.3%)
5	How has the level of odor changed in the recent years?*	It has drastically improved	0 (0%)
		It has slightly improved	22 (27.5%)
		It is the same	38 (47.5%)
		It has slightly become worse	14 (17.5%)
		It has drastically become worse	6 (7.5%)

* : Closed-ended question

**: Open-ended question, multiple answers allowed

(出典：調査団作成)

f.2. 本事業が供用時に与える影響予測

現在は有機分が多い廃棄物が直接埋め立てられているため、有機分が嫌気性条件下で分解し悪臭の原因となっている。本事業では受け入れた廃棄物を MRF 及び焼却処理して処分場には主に焼却灰を埋め立てこととなるため、処分場全体から発生する悪臭レベルが低下することが見込まれる。なお、臭気の最大発生源となるごみピットの空気については、回収して燃焼用空気として使用することによって更なる悪臭レベルの低下を図る。現在、周辺住民からの苦情は悪臭に関するものが多くいたため、悪臭レベルの低下は住民にとって大きな便益となると考えられる。

5.6.2 社会調査結果

a. 生計（地域経済）

a.1. 地域経済の現況（住民の生計手段、所得水準）

ダナン市の地域総生産(RGDP)は、2010年の現在価格で約29兆VND(約14.5億USD)、一人当たり約3600万VND(約1,800USD)に相当する。地域総生産の54%はサービス業に由来し、次いで製造・建設業(42%)となっており、農林水産業の占める割合は4%である。また、ダナン市の2011年の失業率は4.86%であった¹²。

同市内のリエンチュウ郡ホアンカンナム区については、主要な産業は主に手工業、商業、農業(稲作、牧畜等)であり¹³、区内の2008年の産業別総生産は表5-20とおりである。ホアンカンナム区の人民委員会によると、同区の平均所得は2011年には14,400,000VND(144,000円)/年/人、2012年には18,000,000VND(90,000円)/年/人であった。また、2008年の区の失業率は6~7%であった。

表 5-20: ホアンカンナム区内の産業別生産高 (2008年)

産業	生産高 (VND)
手工業	200 億
商業	187.25 億
農業	4.42 億

出典：カンソン処分場 CDM 事業 EIA 報告書

a.2. 本事業が工事中に与える影響予測

工事により地域に雇用機会が創出される他、周辺の飲食店、商店等の売上増加が見込まれる。

a.3. 本事業が供用中に与える影響予測

MRF施設、コンポスト化施設、焼却施設の建設工事については、現地業者と契約をするため、現地の人材述べ1,000人程度が雇用される。施設の供用時には、施設の運転のためダナン市を中心にベトナム国内の人材計235名程度を雇用する(内訳については以下表参照)。

表 5-21: MRF 施設 (350t×3系列) + 焼却施設 (300t×1炉) の運転人員体制

担当/施設	担当者	主要業務	人員体制
全般	設備責任者	施設統括	1
	副責任者	MRF 施設統括	1
	副責任者	焼却施設統括	1
	事務長	事務、経理責任者	1
	事務員	入出物量記録、出納、給与計算他 SPC 内事務全般	2
	機械整備責任者	設備保守責任者、消耗品・交換部品 管理	1
	機械整備員	機械専任	4

¹² ダナン市統計年報(2011年)

¹³ カンソン処分場 CDM 事業 EIA 報告書

担当/施設	担当者	主要業務	人員体制
MRF 施設	電気整備員	電気専任	2
	運転シフトリーダー	各シフト 1 名	4
	機械運転員	破碎機、トロンメル運転	24
	選別員	有価物の抜き取り	120
	重機運転員	RDF、有価物、残渣搬送	24
焼却施設	トラック運転員	RDF、残渣搬送	24
	運転シフトリーダー	各シフト 1 名、薬剤在庫管理	4
その他	シフト員	中央運転監視、現場巡回点検	12
	警備員	既存設備兼任	-
	受入監視員	搬入車両の管理、誘導	3
	受入ゴミ調整員	ゴミサイズ調整・混合、異物取り出し、灰出し	2
	清掃員	專業清掃者	5
		計	235

(出典：調査団作成)

b. 生計（ウェイストピッカー）

b.1. ウエスト・ピッカーの現状（所得水準、回収物の状況）

前述のとおり、地域住民の多くは以前農民であったが、現在のカンソン処分場が建設されることにより 125 世帯が農地を、41 世帯が住居を失った。カンソン処分場は世界銀行の資金により建設されたため、住民移転及び補償は世界銀行の基準に基づいて実施されており、農耕地を失った住民については土地の価格及び農作物の市場価格に相当する金銭補償が、住居を失った世帯については人民委員会により補償として新興住宅地の土地が与えられている。¹⁴

こうした住民の多くは、現在カンソン処分場のウエスト・ピッカーあるいはその他作業員として生計を立てている。URENCOによると、現在カンソン処分場には 200 名程度のウエスト・ピッカーがいる（写真 5-1 参照）。以前は 400 名程度のウエスト・ピッカーがいたが、登録した者のみがカンソン処分場に立入ることができるように規制されたため人数が減少した。周辺住民のみが登録を許可され、他の地域に住む者は登録を許可されない。

¹⁴。移転計画及び補償内容の詳細については”Australia-Vietnam Development Cooperation and the World Bank, “Da Nang Water Supply and Sanitation Project an AusAID Project Resettlement Action Plan” 1999 を参照。
http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/1999/09/10/000094946_99072307535231/Rendered/PDF/multi_page.pdf



写真 5-1: カンソン処分場のウエスト・ピッカーの様子

出典：調査団撮影

ウエスト・ピッカーは主にペットボトル、ビニール袋、缶、紙などの有価物を回収している。カンソン処分場で有価物回収を行うウエスト・ピッカー20名に対して行ったインタビューによると、有価物回収が彼らにとっての唯一の収入源であり、有価物回収からの収入は、月別で 4,112,100 VND (20,560 円)、日別で 137,070VND (685 円)との回答であった。彼らの有価物回収量と売上、回収有価物の種類別割合は表 5-22 及び図 5-6 のとおりである。なお、売上はその日の回収物によるため変動があり、収入は安定しない。

表 5-22: カンソン処分場のウエスト・ピッカーによる有価物回収量と売上

Type of recyclables		(a): Collected amount (kg/person/day)	(b): Buying price of primary dealers/ junk shops (VND/kg)	(a)x(b): Daily sales by waste pickers (VND/person/day)
Paper	Other papers	7.8	1,400	10,920
			Subtotal	10,920
Metal	Aluminum can	0.7	21,000	14,700
	Steel can	4.8	4,250	20,400
	Iron	0.6	6,000	3,600
			Subtotal	38,700
Plastic	PET plastics	5.4	6,250	33,750
	Colored plastics	2.7	6,000	16,200
	Plastic pieces	6.1	1,000	6,100
	hard PET	15.1	1,000	15,100
	PET bags	3.1	4,000	12,400
			Subtotal	83,550
Organics	Bones	3.9	1,000	3,900
			Subtotal	3,900
TOTAL				137,070

出典：ウエスト・ピッカーに対するインタビュー（20名対象）

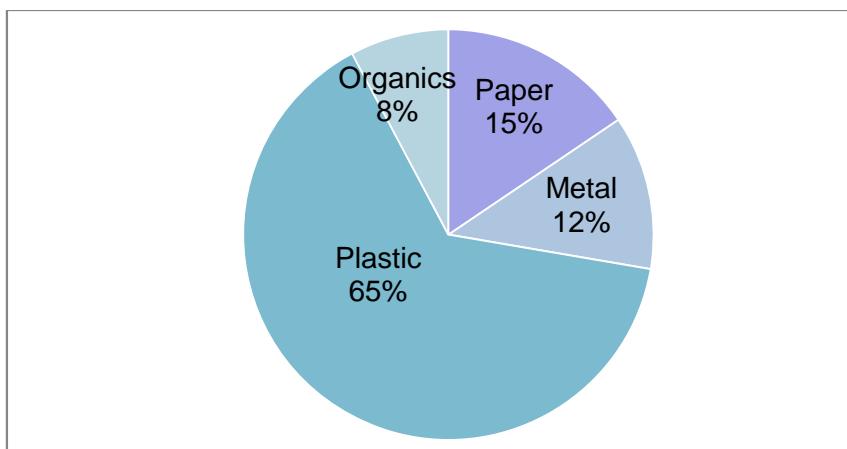


図 5-6: カンソン処分場のウエスト・ピッカーによる有価物の種類別割合（重量ベース）

出典：ウエスト・ピッカーに対するインタビュー（20名対象）

b.2. 本事業が供用中に与える影響予測

前述のとおり、施設の供用時には、現在のウエスト・ピッカー約 200 名全員を MRF 施設での有価物抜き取り要員、構内トラック運転員などとして活用することを目指す。彼らへの賃金は、現在有価物回収から得ている収入と同程度あるいはそれ以上とする。なお、ウエスト・ピッカーの雇用主を SPC とするか第三者とするか（直接雇用とするか業務委託とするか）については、事業の開始前に関係者と協議の上決定する。

c. 労働環境

c.1. カンソン処分場での労働環境の現況

URENCO によると、保健省による規制を遵守するため、2012 年にカンソン処分場で勤務する作業員に対して新しい労働安全対策を導入した。具体的には、作業員は安全服の着用を義務付けられ、労働安全についての研修を受ける。ウエスト・ピッカーの労働安全については、URENCO は管理していない。以前は夜間にウエスト・ピッカーが処分場に侵入して怪我をすることがあったが、URENCO がウエスト・ピッカーに対して啓発をしたところ、そういった事例は減少したということである。

c.2. 労働安全に関する法規

雇用者及び被雇用者の権利、義務、責任などは 2012 年 6 月に改正された労働法 (Law No. 10/2012/QH13) が規定されている。同法の第 9 章が労働安全・労働衛生に関する総則を定め、第 138 条が労働安全、労働衛生に対する雇用者の義務を以下のとおり規定している。

- 第 138 条 労働安全、労働衛生に対する雇用者、被雇用者の義務
- 1. 雇用者は以下の義務を負う。
 - 雇用者は、関連する技術基準に規定される職場における空間、通気、塵埃、臭気、有毒ガス、放射能、電磁、熱、騒音、振動、及びその他の有害物質の基準を満たすことを保障する。また、これらについては、定期的に検査、測定されなければならない。
 - 機械・設備・向上の労働安全・労働衛生の条件が、労働安全・労働衛生に関する国家技術基準を満たしている、または、既に発表されている職場の労働安全・労働衛生に関する基準を満たしていることを保証すること。
 - 事業所内において、危険で有害な物質を排除・削減し、労働条件を改善し、被雇用者の健康を守る対策をとるために、危険で有害な物質を検査、評価すること。

- 機械・設備・工場・倉庫を定期的に保守点検すること。
- 機械・説費・職場の労働安全・労働衛生に関する指示文書を作成し、職場の目につきやすく、読みやすい場所に掲示すること。
- 労働安全・労働衛生を確保する活動計画を作成し実施する場合、事業所の労働組合の代表組織から意見を徴収すること。

出典：JETRO 仮訳 改正労働法（2012年6月）

c.3.本事業による影響予測

本事業では新しい施設や機械類を導入するため、適切な安全措置を講じない場合、WTE施設の建設や運営に携わる人員に以下のような労働災害が起きる危険性が生じる。現在のウエスト・ピッカーについては、MRF施設内などで作業が可能となるため現在より労働環境が改善する可能性がある。

表 5-23: 事業において起こりうる労働災害

期間	施設	起こりうる労働災害（代表的なもの）
工事中	全般	<ul style="list-style-type: none"> • 足場からの墜落・転落 • 車両・重機との接触 • 危険物の飛来落下
供用中	全般	<ul style="list-style-type: none"> • 粉じん・有毒ガスの吸引 • 廃棄物の発火・爆発 • 車両・重機との接触 • 熱中症 • 滑り、つまずき
	焼却炉	<ul style="list-style-type: none"> • ごみピットへの落下 • 火傷 • 水蒸気爆発 • 感電

5.7 影響評価

以上の調査結果から、影響評価を以下のとおり整理した。

表 5-24: スコーピング案及び調査結果

分類	影響項目	スコーピング時 の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事中	供用時	工事中	供用時	
汚染対策	(1) 大気汚染	B-	A-	B-	B-	工事中：工事車両からの排ガスや建設作業からの粉じんにより、一時的に大気質の悪化が想定される。 供用時：焼却炉から大気汚染物質が排出されることが見込まれるが、その濃度は排ガス基準を満たすような施設の設計とする。シミュレーション結果からも本事業により大気汚染物質が環境基準を超過することは考えにくい。

分類	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事中	供用時	工事中	供用時	
	(2) 水質汚濁	B-	B±	B-	B±	工事中：建設工事に伴う濁水が近隣の水質に影響を与える可能性がある。 供用時：廃棄物からの汚水や未処理の生活排水の排出は原則として行わないため、負の影響は見込まれない。また、廃棄物を中間処理してから埋め立てるにより埋立地内の汚染源が減り浸出水の水質改善効果が見込める。そのことから地域の水環境が改善される可能性がある。
	(3) 廃棄物	D	B±	D	B±	供用時：飛灰等一部有害物を含む中間処理残渣が発生するため、環境に負の影響を与える可能性がある。
	(4) 土壌汚染	D	D	D	D	本事業による土壌への悪影響は見込まれない。
	(5) 騒音・振動	B-	B-	B-	B-	工事中：建設資材の運搬や、建設作業による騒音・振動の発生が見込まれる。 供用時：焼却施設において騒音、振動を発生させ得る機器の使用を予定するため、周辺地域の騒音、振動が増す可能性がある。
	(6) 悪臭	D	B+	D	B+	供用時：悪臭の原因となる有機系廃棄物を焼却処理により早期安定化させるため、現行の処分場から発生している悪臭を緩和できる可能性がある。
	(7) 保護区	D	D	D	D	事業用地及び周辺にベトナムの法律・国際条約等で保護区に指定された区域はない。
自然環境	(8) 生態系	D	D	D	D	事業用地及び周辺に原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）等はない。また、事業用地において希少生物種は確認されていない。
	(9) 跡地管理	D	D	D	D	本事業に廃棄物処分場が含まれないことから、跡地管理は発生しない。
	(10) 住民移転	D	D	D	D	事業用地は現在のカンソン処分場の敷地内に位置するため、住民移転は発生しない。
社会環境	(11) 生活	D	D	D	D	※地域住民の生活に影響を与える騒音・振動、悪臭の問題については「汚染対策」の項目で既述

分類	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事中	供用時	工事中	供用時	
(12)	生計	B+	B+	B+	B+	工事中：工事により地域に雇用機会が創出される他、周辺の飲食店、商店等の売上増加が見込まれる。 供用時：新施設の運営管理のために地域から計235名雇用される。現在のウエスト・ピッカー200名程度はMRF施設の抜き取り要員などとして雇用され、賃金は現在の有価物回収による収入と同程度あるいはそれ以上となる。
(13)	文化遺産	D	D	D	D	周辺地域に特筆すべき考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等は存在しない。
(14)	景観	D	D	D	D	周辺に観光資源となるような景観はない。
(15)	少数民族・先住民族	D	D	D	D	周辺地域に少数民族、先住民族は存在しない。
(16)	労働環境	B-	B-	B-	B-	工事中：工事作業員等が労働災害に遭う危険性が生じる。 供用時：施設内作業員等が労働災害に遭う危険性が生じる。ウエスト・ピッカーについては労働環境が改善する可能性がある。

A+/-: 大きな正／負の影響が予想される。

B+/-: ある程度の正／負の影響が予想される。

C: 影響の程度は不明。(さらなる調査が必要であり、それにより影響が明らかになる。)

D: 影響は予想されない。

5.8 緩和策及び緩和策実施のための費用

前述の影響評価結果のうち、負の影響が考えられるものについては緩和策及び緩和策実施のための費用を以下に整理した。

表 5-25: 事業による負の影響に対する緩和策及び緩和策実施のための費用

No.	項目	緩和策	実施機関	責任機関	費用
工事中					
1	汚染対策	大気汚染		SPC	CAPEXに含む
2		水質汚濁			
3		廃棄物			
4		土壤汚染			
5		騒音・振動			
6		労働環境			
供用時					
1	汚染対策	大気汚染	JFE エンジニアリング	SPC	CAPEXに含む
2		水質汚濁			
2		廃棄物			
3		騒音・振動			
4		悪臭			

No.		項目	緩和策	実施機関	責任機関	費用
5	社会 環境	景観	施設のデザインを景観に配慮したものにする。		SPC	
6		労働環境	適切な労働安全対策を実施する表5-26参照)。			

表 5-26: 事業において実施する労働安全対策

期間	施設	起こりうる 労働災害	緩和策
工事中	全般	足場からの墜落・転落	<ul style="list-style-type: none"> 歩廊、階段などは人が容易に歩行できる有効幅および傾斜を有し、通路表示をするとともに手摺を施すなど転落防止の構造とする。
		車両・重機との接触	<ul style="list-style-type: none"> 車両・重機が処分場作業員等と接触しないよう動線を確保する。
		危険物の飛来落下	<ul style="list-style-type: none"> ヘルメットの着用義務付け
供用中	全般	粉じん・有毒ガスの吸引 熱中症	<ul style="list-style-type: none"> 建室内は必要に応じて換気装置および十分な採光設備を設けるなど、作業環境を良好に維持することのできる構造とする。
		転落	<ul style="list-style-type: none"> 歩廊、階段等は人が容易に歩行できる有効幅および傾斜を有し、通路表示をするとともに手摺を施すなど転落防止の構造とする。 ホッパの上端は床面より高くするなど転落防止を配慮した構造とする。
		機械類との接触	<ul style="list-style-type: none"> 回転部分、運転部分、突起部分などについては必要に応じて覆い、あるいは彩色などを施し、また、回転部分、運動部分については必要に応じ可動中であることを表示する。 作業床面高さは適切とし、機器と手摺の間隔を十分とるとともに危険部分には彩色を施す。
		騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> 作業者に悪影響を与える騒音発生源は、防振対策基礎(防振ゴム等)/架台の採用などの防音処理を行う。
		ごみ発電	<ul style="list-style-type: none"> ごみピット上部には手摺または壁を設ける。 中央制御室の窓ガラスは網入ガラスを用いるなど転落防止を配慮する。
	ごみ発電	火傷	<ul style="list-style-type: none"> ダスト搬出装置は飛散防止のため密閉形とし、高温部は断熱構造とする。
		爆発、火災	<ul style="list-style-type: none"> 覗窓など焼却中に定期的に開閉し内部点検が必要な部分は、原則として直接炉内ガスが噴出しないよう耐熱ガラスなどの構造とする。 異常時、緊急時は焼却炉がインターロックで自動的に緊急停止するか、又は運転員が管理室パネルで「緊急停止ボタン」を押す事によって、即時に運転を停止するシステムとする。 必要に応じて非常口、避難口を設ける。
	感電		<ul style="list-style-type: none"> 高電圧がかかる設備には危険表示のための標識および通電表示を設ける。 電気系統については漏電、感電のおそれのない構造とする。 水関係の配管と電気配線とが交差する部分については電気が上側に位置することを原則とする。 煙突には避雷設備を設ける。

5.9 モニタリング計画

URENCOへのヒアリングによると、現在はURENCOが実施した処分場敷地内のモニ

タリング結果を DONRE に提出し、DONRE が基準を満たしているかを判断し、超過している場合は罰金等が課されるという体制を取っている。事業開始後においても、SPC のモニタリング計画を基に同様の体制を適用することで、環境管理が適正に行う。なお、事業による影響が想定される項目については、以下の要領でモニタリングを行う。また、苦情の処理管理については SPC が担う。

表 5-27: モニタリング計画

N/A : 適用されない

項目	モニタリング項目	地点	方法	頻度	責任機関	費用 (USD)
【工事中】						
大気汚染	TSP, PM10, CO, NOx, SO ₂	工事現場近隣	サンプリング測定	1回/月	工事請負会社、SPC	960 (1 地点測定費用)
水質汚濁、土壤汚染	pH、SS	敷地境界からの排水地点	サンプリング測定	1回/月	工事請負会社、SPC	200 (1 地点測定費用)
騒音・振動	騒音・振動レベル	近傍住宅地に最も近い敷地境界 1 地点	現地測定	1回/月	工事請負会社、SPC	360 (1 地点測定費用)
生計	雇用人数及び賃金生計レベル	N/A	賃金支払い実績の確認、ヒアリング	1回/月		
労働環境	工事現場における報告事故件数	N/A		1回/月	SPC	—
【供用時】						
大気汚染	SOx, NOx, CO, HCl, ばいじん, O ₂ , 温度、等*	焼却炉煙道	連続測定	連続測定(供用後20年間)	SPC	事業化が進んだ段階で検討
	HF, Cd, Pb, HC, ダイオキシン類、総重金属 (As, Sb, Ni, Co, Cu, Cr, Sn, Mn, Ti, Zn)	焼却炉煙道	サンプリング測定	半年に 1 回 (供用後 20 年間)	SPC	1,400 (1 地点測定費用)
水質汚濁	温度、色度(Pt/Co), pH, BOD5, COD, 浮遊物質, As, Hg, Pb, Cd, Cr3+, Cr6+, Cu, Zn, Ni, Mn, Fe, CN-, Phenol, 油脂類, S, F-, NH4+-N, T-N, T-P, Cl-, 残留塩素, 全有機塩素系殺虫剤, 全有機リン系殺虫剤, PCB, 大腸菌, 全 α 線, 全 β 線	焼却施設からの排水地点	サンプリング測定	半年に 1 回 (供用後 20 年間)	SPC	1,300 (1 地点測定費用)
騒音・振動	施設稼働時の騒音・振動レベル	近傍住宅地に最も近い敷地境界 1 地点	現地測定	半年に 1 回 (供用後 20 年間)	SPC	360 (1 地点測定費用)
廃棄物	QCVN07 : 2009/BTNMT の飛灰、主灰に係る項	焼却施設から排出される飛灰、主灰	サンプリング測定	年12回 (供用後 20 年間)	SPC	処理方法が確定した段階で

項目	モニタリング項目	地点	方法	頻度	責任機関	費用 (USD)
	目**					検討
悪臭	周辺からの悪臭に関するクレーム数	N/A		1回/月 (20年間)	SPC	—
生計	雇用人数及び賃金生計レベル	N/A	賃金支払い実績の確認、ヒアリング	1回/月 (供用後20年間)	SPC	—
労働環境	施設内の報告事故件数	N/A		1回/月 (供用後20年間)	SPC	—

*測定項目は今後事業化が更に進んだ段階でごみ質をさらに調査し、決定する。

**必要と判断される有害廃棄物の処理方法が決まり次第、モニタリング方法を検討する。

モニタリングフォーム案を以下に示す。

(1) 工事期間中

a. 大気

Parameter	Unit	Date	Location	Measured Value	Standard (QCVN05:2009/_BTNMT)	Remarks
TSP (1h av.)	µg/m³				300	
PM10 (24h av.)	µg/m³				150	
CO (1h av.)	µg/m³				30,000	
NOx (1h av.)	µg/m³				200	
SO₂ (1h av.)	µg/m³				350	

b. 排水

Parameter	Unit	Date	Location	Measured Value	Standard (QCVN 40:2011/_BTNMT)	Remarks
pH	-				5.5 - 9	
SS	mg/l				100	

c. 騒音・振動

Parameter	Unit	Date	Location	Measured Value	Standard (Noise: QCVN 26:2010/_BTNMT Vibration: QCVN 27:2010/_BTNMT)	Remarks
Noise (6.00-21.00)	dBA				70	
Noise (21.00-6.00)	dBA				55	
Vibration (6.00-21.00)	dB				70	
Vibration (21.00-6.00)	dB				60	

(2) 供用期間中

a. 排ガス (連続測定)

Parameter	Unit	Date	Location	Measured Value (24h av.)	Standard (QCVN30:2012/_BTNMT)	Remarks
今後決定する						

b. 排ガス (サンプリング測定)

Parameter	Unit	Date	Location	Measured Value	Standard (QCVN30:2012/_BTNMT)	Remarks
HF	mg/Nm ³				250	
Cd	mg/Nm ³				0.16	
Pb	mg/Nm ³				1.2	
HC	mg/Nm ³				50	
Dioxins	ngTEQ/Nm ³				0.6	
Total heavy metals (As, Sb, Ni, Co, Cu, Cr, Sn, Mn, Ti, Zn)	mg/Nm ³				1.2	

c. 排水

Parameter	Unit	Date	Location	Measured Value	Standard (QCVN 40:2011/_BTNMT)	Remarks
温度	°C				40	
色度	Pt/Co				150	
pH	-				5.5 - 9	
BOD5	mg/l				50	
COD	mg/l				150	
SS	mg/l				100	
As	mg/l				0.1	
Hg	mg/l				0.01	
Pb	mg/l				0.5	
Cd	mg/l				0.1	
Cr3+	mg/l				1	
Cr6+	mg/l				0.1	
Cu	mg/l				2	
Zn	mg/l				3	
Ni	mg/l				0.5	
Mn	mg/l				1	
Fe	mg/l				5	
CN-	mg/l				0.1	
Phenol	mg/l				0.5	
油脂類	mg/l				10	
S	mg/l				0.5	
F-	mg/l				10	
NH4+-N	mg/l				10	
T-N	mg/l				40	
T-P	mg/l				6	
Cl-	mg/l				1,000	
残留塩素	mg/l				2	

Parameter	Unit	Date	Location	Measured Value	Standard (QCVN 40:2011/_BTNMT)	Remarks
全有機塩素系殺虫剤	mg/l				0.1	
全有機リン系殺虫剤	mg/l				1	
PCB	mg/l				0.01	
大腸菌	MPN/100ml				5,000	
全 α 線	Bq/l				0.1	
全 β 線	Bq/l				1.0	

d. 騒音・振動

Parameter	Unit	Date	Location	Measured Value	Standard (Noise: QCVN 26:2010/_BTNMT Vibration: QCVN 27:2010/_BTNMT)	Remarks
Noise (6.00-21.00)	dBA				70	
Noise (21.00-6.00)	dBA				55	
Vibration (6.00-21.00)	dB				70	
Vibration (21.00-6.00)	dB				60	

e. 廃棄物（飛灰、主灰）

Parameter	Unit	Date	Measured Value	Standard	Remarks
今後決定する					

5.10 ステークホルダー協議開催支援

周辺住民等に対して、①事業の概要、②想定される環境社会影響（スコーピング案）、③影響に対する緩和策を説明し、それらについて協議することを目的に、2013年7月31日及び2014年10月1日に2回のステークホルダー協議の開催を支援した。

5.10.1 第1回ステークホルダー協議（2013年7月31日開催）

参加者は事業実施のメリットに理解を示し、事業実施に対して概ね好意的な反応を示した。一方、参加者から寄せられた指摘と、それらに対する対応を以下に記載する。

表 5-28: 第1回ステークホルダー協議における指摘事項と対応

指摘事項（括弧内は発言者）	対応
1. 処分場近隣住民は処分場建設に強く反応するであろうから、事業について詳細に説明することを勧める。（URENCO）	事業化がさらに本格化した際には、近隣住民に対し説明を行う。
2. 焼却施設について、使用予定の技術の詳細を報告書に記載して欲しい。（URENCO）	本報告書の第4章に記載済。
3. ウエスト・ピッカー用のごみ選別場から排水が発生することを懸念する。	MRF 施設の手選別エリアから排水は生じない見込みである。

指摘事項 (括弧内は発言者)	対応
(URENCO、Fatherland Front、DPI)	
4. 同選別場から悪臭も発生するであろう。 (URENCO、DPI)	MRF 施設の手選別エリアからの悪臭を完全に防ぐことはできないが、選別作業時間後に廃棄物は速やかに焼却されること、埋立物は焼却灰主体となることから、現状より改善されることを説明する。
5. ウエスト・ピッカーによる手選別のため にベルトコンベヤーの導入を勧める。 (URENCO)	MRF 施設を導入する場合、手選別のためのコンベヤを導入する。
6. 金属スクラップを分別する施設の導入 を勧める。 (DONRE)	カンソン処分場に入る金属の割合は非常に低い (本調査によると 0.05%) ため、金属を分別する施設の導入の必要性は無いとの説明を行う。

議事要旨は以下の通りである。

第 1 回ステークホルダー協議の議事要旨

日時	2013 年 7 月 31 日 (水) 8:00~10:00
場所	ダナン市計画投資局 (DPI) 会議室
目的	周辺住民等に対して、①事業の概要、②想定される環境社会影響(スコーピング案)、③影響に対する緩和策を説明し、それらについて協議するため。
参加者	<p><ベトナム側></p> <ul style="list-style-type: none"> - 計画投資局 (DPI) : Ms. Le Kim Phuong - 天然資源環境局 (DONRE) : Mr. Nguyen Phuoc Chau - ダナン市都市環境会社 (URENCO) : Ms. Phan Thi Nu - リエンチュウ郡人民委員会 : Ms. Huynh Thi Nga - ホアンカソナム区人民委員会 : Mr. Phan Quoc Dinh - ベトナム祖国戦線 (Fatherland Front) : Ms. Nguyen Thi Thu Huong - 女性同盟 (Women's Union) : Ms. Nguyen Thi Thu Ha - 青年同盟 (Youth Union) : Ms. Nguyen Thi Thu Hien <p><日本側 : JICA 調査団></p> <ul style="list-style-type: none"> - JFE エンジニアリング株 : 久保田志郎、長尾厚志 - 株エックス都市研究所 : 加藤洋、杉本聰、中石一弘、松本ゆかり - 通訳 : Mr. Le Ngoc Cau、Mr. Quang Vinh Vu
説明 内容	本会合の目的 ダナン市における廃棄物管理の課題 提案事業の概要 想定される環境社会影響 (スコーピング案) と緩和策

URENCO : 本事業はダナン市にとって必要であり、ダナン市民にとって大きな便益があると考えている。しかし、事業予定地近くに住む住民が強く反応することが予想されるため、事業について住民に対し詳細に説明することを勧める。スライドの中で説明があった、本事業が環境及び社会面に与える影響、及びそれらに対する緩和策について異論は無い。近年では、カンソン処分場内には 200 人のウエスト・ピッカー

がいる。本事業が社会面に与える主な影響は彼らに対するものになるであろう。説明によると本事業は彼らの生計に影響を与えないとのことであるが、彼らが抜き取った後の廃棄物のみを焼却するということか？報告書内に、採用予定の焼却技術の詳細を記載してほしい。ウエスト・ピッカーのための選別場に置かれる廃棄物からの浸出水には注意を払ってほしい。ダナン市には雨季があり、その時には浸出水の量が増えることが想定される。ウエスト・ピッカーによる手選別用に、ベルトコンベアの導入を勧める。カンソン処分場に運ばれてくる廃棄物の大半は有機系のものであるため、施設に投入する前の保持期間内であっても悪臭は発生するであろう。

JICA調査団（エックス都市研究所）：ウエスト・ピッカーが有価物を抜き取れるよう、場所を用意する予定であるため、事業が実施された後も彼らは生計手段を失うことは無い。提案にあったベルトコンベアの導入は、労働環境の改善になるため良い案である。

女性同盟：本事業に賛同する。また、事業によりダナン市にもたらされる便益についても理解できる。処分場内に居るウエスト・ピッカーの多くは女性であるため、我々は本事業に関わりたいと思う。十分な設備が現時点では無いが、発生源での分別等を呼び掛ける社会運動を我々が行うことも可能である。ウエスト・ピッカーに話すことも可能である。ベトナム国内で廃棄物発電施設を既に導入している場所はあるか？

JICA調査団（JFE エンジニアリング）：現時点ではベトナムには廃棄物発電施設を導入したところは無い。

JICA調査団（エックス都市研究所）：最終報告書案に頂いた意見を含めることにする。

DONRE：焼却の前に廃棄物を選別するのは何のためか？

JICA調査団（エックス都市研究所）：第一の目的はウエスト・ピッカーの生計手段を維持することであり、第二の目的は資源を守ることである。

DONRE：ウエスト・ピッカーに現状よりも良い職を提供することはできないか？もしそれが可能ならば、資源の保護は別の方で行えばよいであろう。使用予定の焼却施設ではスクラップ金属は燃やせるのか。

JICA調査団（エックス都市研究所）：金属は燃えないため主灰として残り、埋め立て処分されることになる。もし磁気分離装置が備わっていれば主灰から分離することは可能である。

DONRE：金属は有価物のため、それらを分離できる装置の導入を勧める。我々はダナン市で発生源での分別活動を行っているため協力できるかもしれない。

ホアンカンナム区人民委員会：提供していただいた情報は非常に包括的であった。建設作業は地元住民に影響を与える可能性があるが、彼らは処分場からの臭いや排水の影響を受けているため、本事業は彼らにとって有益なものである。建設や供用の段階で、地元住民に本事業を理解してもらうために自治体は協力できるであろう。地下水への影響について説明が無かったが、地下水は既に汚染されており何か解決手段が必要な状況である。施設の建設や稼働により新たな雇用が生まれる。

ベトナム祖国戦線：URENCO の意見に全面的に賛同する。ウエスト・ピッカー用の選別場に一時的に保管される廃棄物からの浸出水の影響を懸念する。地元住民は処分場か

らの悪臭にひどく影響されている。もし廃棄物発電施設が導入されればこの問題は緩和されるであろう。我々の組織は、本事業によりもたらされる便益を地元住民に理解してもらうようダナン市人民委員会や地元自治体と協力することが可能である。何か問題が起った際には、自治体と協議するとよい。その際は我々も協力できる。ウエスト・ピッカーの生計については DONRE の意見には全面的には賛同しかねる。新たな雇用を生み出すのは容易ではないため、現状の手段の維持を支持する。

DPI : 懸念事項として選別場からの臭いと浸出水がある。提案されている事業ではこれらの問題は完全には解決できないようである。ウエスト・ピッカーの生計維持と、浸出水や悪臭の発生のバランスを考える必要がある。

JICA調査団（エックス都市研究所） : 浸出水及び悪臭に関する意見については同意するが、ウエスト・ピッカーの生計を維持することが必要である。廃棄物からの有価物の抜き取り以外で、新たな仕事が見つけられるようであれば選別場は不要となり、廃棄物は直接施設に運搬できる。一方で、選別場を設けた場合でも、廃棄物が放置される時間は大幅に削減されるため状況は大きく改善される。

DPI : 事業が実施された後でも、いくつか問題は残るようである。負の影響を最小限にできるよう努めていただきたい。浸出水と悪臭の問題が解決できれば本事業は完璧であろう。

JICA調査団（エックス都市研究所） : 他の国と比べると、カンソン処分場の状態は良い。URENCO による管理が上手く行われているためと考えられる。悪臭は廃棄物からのみでなく、し尿からも発生しているためこの問題も解決する必要がある。

DPI : 現在し尿の処理について、世界銀行グループの一員である国際金融公社と連携して取り組んでいるところである。来年半ばに入札が始まる。

JICA調査団（エックス都市研究所） : 本事業に対するコメント及び理解に感謝する。頂いたコメントを最終報告書案及び我々の事業に反映させる。1ヶ月以内に報告書を準備する予定であり、その後今回と同様の協議の場を再び設けたいと考えている。今回の様な積極的な参加を希望する。

DPI : 本日出た意見を是非報告書に反映させ事業をさらによいものとしてほしい。提案されている事業を我々は歓迎するが、我々からすると内部収益率及びティッピング・フィーが非常に高い。収益率を下げる望む。もし18%に固執するのであれば公的機関からの資金支援が必要であろう。我々は JICA がベトナム国の中央政府と協議することも希望する。PPPスキームは利用可能ではあるが、投資金額の一部は ODA で賄われるべきであると考える。

第1回ステークホルダー協議の様子



5.10.2 第2回ステークホルダー協議（2014年10月1日開催）

第2回ステークホルダー協議の参加者人数は第1回を上回り、周辺住民を含めた100名程度が参加した。周辺住民の多くは既存処分場の悪臭や水質汚濁について不満を持っており、それが解決されるのであれば本プロジェクトを全面的に支持するという意見が多く上がった。参加者から寄せられた指摘と、それらに対する対応を以下に記載する。

指摘事項（括弧内は発言者）	対応
1. これまで同様の環境改善プロジェクトが提案されているが実現していない。環境改善と雇用創出についてコミットメントが欲しい。（周辺住民）	本プロジェクトの詳細が更に具体化した際には、日本側とベトナム側の役割及び責任について関係者に再度説明する。
2. ダナン市側の参加者が少ないが、ダナン市側も本プロジェクトにコミットし、本プロジェクトについて何か問題があった場合には責任を取って欲しい。（周辺住民）	同上
3. 処分場周辺地域に植林をした方が良い。（周辺住民）	施設周辺に植林をすることを検討する。
4. 本プロジェクトを支持するが、どのような結果がもたらせるかの詳細が現時点では不明である。（周辺住民）	本プロジェクトの詳細が更に具体化した際には、本プロジェクトの環境改善効果などについて関係者に再度丁寧に説明する。

議事要旨は以下の通りである。

第2回ステークホルダー協議の議事要旨

日時	2014年10月1日（水）14:30～
場所	ホアカンナム区事務所 会議室
目的	周辺住民等に対して、①事業の概要、②想定される環境社会影響、③影響に対する緩和策を説明し、それらについて協議するため。
参加者	<p><ベトナム側></p> <ul style="list-style-type: none"> - 計画投資局（DPI）: Ms. Nguyen Hoang Duy - 天然資源環境局（DONRE）: Mr. Duons Tan Tai - リエンチュウ郡: Mr. Nguyen Hoang Ha - ホアカンナム区: Mr. Bui Trung Khanh、Mr. Pham Nguyen Hung - 農業組合: Mr. Nguyen Thanh Sinh - 国民戦線: Mr. Tran Minh Phuong - 女性同盟: Ms. Nguyen Thi Minh Huyen

	ほか、多数のカンソン処分場周辺住民 <日本側：JICA 調査団> - JFE エンジニアリング株：高橋元、大原隆信 - 株エックス都市研究所：中石一弘、杉本聰 - 通訳：Mr. Le Ngoc Cau、Mr. Quang Vinh Vu
議事	<ul style="list-style-type: none"> • 提案事業の概要（目的、概要） • 想定される環境社会影響と緩和策 • 質疑応答

周辺住民 (Mr. Nguyen Duc Sinh) : カンソン処分場の周辺住民は 1991 年から現在まで環境汚染に苦しんでいる。環境改善の約束はこれまででも聞いているが状況は変わっていない。住民はカンソン処分場の操業停止を求めて廃棄物収集車を止めたりしている。そのため、カンソン処分場に関するプロジェクトはもう信用できない。

JICA 調査団 : 本事業の目的はカンソン処分場周辺の環境改善である。

周辺住民 (Mr. Nguyen Duc Sinh) : 廃棄物を焼却する際に発生するダイオキシンから、周辺住民に癌など健康被害が生じる可能性がある。周辺住民及びダナン市のリーダーがコミットする必要がある。プロジェクトを多数が支持するのであれば支持するが、少数であれば支持しない。

周辺住民 (Mr. Luy) : あと 10~15 年埋め立てをすると新規処分場が必要になる。そうするとカンソン処分場周辺住民のように環境汚染に苦しむ人々が発生するため、本プロジェクトを支持する。ただ、工事中には騒音や煤塵が発生するが、誰が責任を取るのか。改善されない場合は誰が責任を取るのか。

JICA 調査団 : 本プロジェクトには日本側とベトナム側の参加者がいる。プロジェクト実施のためには各種規制やダナン市との合意を遵守しなければならない。ダナン市と合意ができ次第、合意内容にコミットする。既存処分場周辺の環境汚染は理解しており、本プロジェクトでそれを改善できると確信している。我々は MBT と焼却のオプションを提案しているが、処分費用（ティッピングフィー）が現在より高くなるため、ダナン市側は予算を確保する必要がある。日本側は施設、ファイナンス、技術面においてサポートするが、ダナン市側の協力が不可欠である。周辺住民にはダナン市に環境改善を要請して欲しい。

周辺住民 (Mr. Kieu Van Thang) : 周辺住民の訴えは本当である。本プロジェクトが環境を改善しウエスト・ピッカーを雇用するのであれば全面的に支持する。本プロジェクトが早期に実現することを期待する。

周辺住民 (Mr. Kien) : 1991 年からダナン市と DONRE は環境改善を約束していたが、微々たる改善しか見られない。招待状には関連するダナン市部局も招待されていたが、参加者は主に周辺住民である。ダナン市及び地区のリーダーには本プロジェクトにコミットし、何か問題が起こった場合は責任を取ることを要請する。

周辺住民 (Mr. Nguyen Van Thanh) : 処分場は 20 年間存在し、2 回移転している。土壤や環境を汚染してきた。住民の度重なる要請により、やっとダナン市は周辺地域に衛生的な上水システムを導入した。以前オーストラリアから環境改善をする大規模プロ

ジェクトの提案があったが、まったく実現していない。処分場から3km範囲内には悪臭など環境問題が生じている。本プロジェクトによって環境改善がするよう、日本側関係者に信頼を寄せる。本プロジェクトが実現すれば周辺住民は非常に喜ぶ。ただし、環境改善と周辺住民の雇用に対するコミットメントが必要である。これ以上信頼を失うことは許されない。

JICA 調査団：本プロジェクトのMBT施設では200～300名のウエスト・ピッカーを雇用することを検討しており、環境改善と雇用創出にコミットする。ただし、本プロジェクトは現在協議中であり、ダナン市側のコミットメント及び周辺住民による支持が不可欠である。処分場の寿命が近づき、周辺住民が環境汚染に苦しんでいる中、本プロジェクトの実現は喫緊の課題と認識している。ダナン市と周辺住民が支持してくれるであれば、2～3年後には操業を開始できると考えている。

周辺住民（Mr. Nguyen Van Son）：処分場から半径3km以内の地域は汚染されている。特に夜と早朝がひどい。もっと植林をすべきである。カンソン処分場へ運搬する車両から廃棄物や液体が道路に漏れることがある。車両を改善すべきである。生活環境改善のためにより多くを支払う準備はある。

周辺住民（氏名未確認）：処分場から500m程の場所に住んでいるが、深刻な環境汚染に悩まされている。周辺住民は1991年からこのようなプロジェクトを期待してきたが、実現していない。周辺住民はダナン市が環境都市となるため犠牲を払ってきた。我々はDONREがURENCOにセプティックタンク汚泥からのひどい悪臭について改善命令を出すよう要請する。ダナン市は周辺地域の生活環境に責任を持たなければならない。これから本プロジェクトが実現することを期待する。基本的には本プロジェクトを支持するが、もたらされる結果の詳細については不明である。関係者にはコミットメントを果たして欲しい。

JICA 調査団：日本でもダナン市と同様の環境問題があった。日本の焼却炉には悪臭など環境汚染を防止する技術が導入されているため、焼却炉の近くにも学校や病院がある。ただ、それでも周辺住民を説得するには時間が掛かる。周辺住民と何度も協議を重ね、最適な技術について合意した。日本側としては本プロジェクトの実現に向けてダナン市と協力する。ダナン市にとっての最適解を提案することを約束する。今回は貴重なコメントをいただき参加者皆様に感謝する。

5.11 環境チェックリスト

JICA の環境社会配慮ガイドラインに基づいて、廃棄物分野の環境チェックリストに以下のとおり記入した。

表 5-29: 環境チェックリスト（廃棄物）

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N N/A: Not applicable	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1)EIA および環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書 (EIA レポート)等は作成済みか。 (b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a)N (b)N (c)N/A (d)N/A	(a) 現在作成中である。 (b) 現在作成中のため、未提出である。 (c) 未提出のため、付帯条件が伴うかどうかは現時点では不明である。 (d) 未提出のため EIA 以外に必要な環境に関する許認可があるかどうかは現時点では不明である。
	(2)現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a)N (b)N	(a) JICA 環境ガイドラインに基づきステークホルダー協議を 2 回行う（第 1 回は 2013 年 7 月に実施済み、第 2 回は 2014 年 8 月の予定）。 (b) 上記協議の場で住民等からのコメントを反映する。
	(3)代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は（検討の際、環境・社会に係る項目も含めて）検討されているか。	(a)Y	(a) 計 4 つのオプション（ゼロオプション含む）を検討した。
2 汚染対策	(1)大気質	(a) 焼却施設、収集・運搬車両等から排出される硫黄酸化物 (SOx)、窒素酸化物 (NOx)、煤じん、ダイオキシン等の大気汚染物質は当該国の排出基準、環境基準等と整合するか。大気質に対する対策は取られるか。	(a)Y	(a) 本事業の焼却施設からの排出される大気汚染物質については、排ガス処理設備を設置することで、ベトナム国の排出基準を遵守する（本事業は一般廃棄物を対象としているが、ベトナムには一般廃棄物焼却施設に対する排出基準がない）。大気汚染物質の拡散シミュレーションによる最大着地濃度を考慮しても、本事業によって環境基準を超過することは見込まれない。
	(2)水質	(a) 施設からの排水は当該国の排出基準、環境基準等と整合するか。 (b) 廃棄物処分場から発生する浸出水等の水質は当該国の排出基準、環境基準等と整合するか。 (c) これらの排水が表流水あるいは地下水を汚染しない対策がなされるか。	(a)Y (b)Y (c)Y	(a) 排水処理設備を設置することにより、ベトナム国の排出基準を遵守する。 (b) 処分場は本事業の所掌外であるが、本事業により既存の廃棄物処分場からの浸出水の水質を悪化させることは見込まれない。 (c) 廃棄物からの汚水や未処理の生活排水の排出は原則として行わないため、負の影響は見込まれない。
	(3)廃棄物	(a) ゴミの破碎、選別工程で発生する処理残渣、焼却灰、飛灰、コンポスト施設から発生するコンポスト化不適物等の廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。 (b) 有害廃棄物、危険物については、他の廃棄物と区別し、無害化された上で当該国基準に従って適切に処理・処分されるか。	(a)Y (b)Y	(a) 本事業で発生する処理残渣である主灰は、本事業用地に隣接する衛生埋立処分場にて適正に処分する。同じく残渣である飛灰は、ベトナム国の溶出基準を遵守するための適切な処理を行う（処理方法については現在検討中）。 (b) 本事業では都市廃棄物（有害廃棄物、危険物以外の廃棄物）を対象に適正処理を行う。有害廃棄物、危険物については、他の廃棄物と区分した収集運搬及び処理が実施

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N N/A: Not applicable	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
3 自然 環境				されている。
	(4)土壤汚染	(a) 廃棄物処分場から発生する浸出水等により、土壤、地下水を汚染しない対策がなされるか。	(a)Y	(a) 処分場は本事業の所掌外であるが、本事業により既存の廃棄物処分場からの浸出水の水質を悪化させることは見込まれないため、土壤汚染も見込まれない。
	(5)騒音・振動	(a) 施設稼働（特に焼却施設、廃棄物選別・破碎施設）、ゴミの収集・運搬を行う車両の通行による騒音・振動は当該国の基準と整合するか。	(a)Y	(a)低音機器、防音カバーの導入等により影響を緩和させる。
	(6)悪臭	(a) 悪臭防止の対策はとられるか。	(a)Y	(a) 悪臭レベルは現在から悪化しない見込みである。焼却施設からの悪臭については、悪臭源となるごみピット及び炉内を負圧化し、廃棄物とともに悪臭を燃焼する防止対策を施す。
	(1)保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a)N	(a) 事業候補地及びその周辺にベトナム国の法律・国際条約等で指定された保護区はない。
	(2)生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) 水生生物に悪影響を及ぼす恐れはあるか。影響がある場合、対策はなされるか。 (e) 植生、野生動物に悪影響を及ぼす恐れはあるか。影響がある場合、対策はなされるか。	(a)N (b)N (c)N (d)N (e)N	(a)(b)(c)(d)(e) 事業用地及び周辺に原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）等はない。また、事業用地において希少生物種は確認されていない。
3 自然 環境	(3)跡地管理	(a) 処分場の操業終了後の環境保全対策（ガス対策、浸出水対策、不法投棄対策、緑化等）は考慮されるか。(b) 跡地管理の継続体制は確立されるか。(c) 跡地管理に関して適切な予算措置は講じられるか。	(a)N/A (b) N/A (c)Y/N/A	(a)(b)(c) 本事業は中間処理施設の導入であり、最終処分場の跡地管理については本事業者の所掌外である。

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N N/A: Not applicable	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
4 社会 環境	(1)住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 (b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。 (c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 (d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。 (e) 補償方針は文書で策定されているか。 (f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。 (g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。 (h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。 (i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。 (j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	(a)N (b)N (c)N (d)N (e)N (f)N (g)N (h)N (i)N (j)N	(a)(b)(c)(d)(e)(f)(g)(h)(i)(j) 事業用地は現在のカンソン処分場の敷地内に位置するため、住民移転は発生しない。
		(a) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 (b) ウエスト・ピッカ一等を含めた既存の資源再回収システムへの配慮はなされるか。 (c) 廃棄物運搬による地域交通への影響はあるか。 (d) 本プロジェクトからの排水、廃棄物処分場から発生する浸出水等によって漁業及び地域住民の水利用（特に飲料水）に悪影響を及ぼすか。 (e) 衛生害虫は発生するか。	(a)Y (b)Y (c)N (d)N (e)N	(a)騒音・振動が発生する可能性があるが、低騒音機器の採用など緩和策を講じる。 (b)既存の資源回収システムを活用するよう配慮を行う。 (c)事業候補地は既存の最終埋立処分場の敷地内にあるため、本事業により廃棄物の運搬が現状より増えることは無い。 (d)施設からの排水は現地の排水基準を満たす対策を施す。本事業により既存の廃棄物処分場からの浸出水の水質を悪化させることは見込まれない。 (e)中間処理施設の稼働により衛生害虫の発生は抑制される。
		(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a)N	(a)周辺地域に特筆すべき考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等は存在しない。
		(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a)N/A	(a) 特に配慮すべき景観はない。

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N N/A: Not applicable	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
	(5)少数民族、先住民族	(a) 少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされるか。 (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a)N/A (b)N/A	(a)(b) 周辺地域に少数民族、先住民族は存在しない。
4 社会 環境	(6)労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。(b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されるか。(c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。(d) プロジェクトに係する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じらるか。	(a)Y (b)Y (c)Y (d)Y	(a) 労働環境に関する現地の法律が守られるよう配慮する。(b)(c) 労働災害防止のため、作業員への教育も含め労働安全対策を講じる。(d) 必要に応じて警備要員に対しても教育を行う。
5 その 他	(1)工事中の影響	(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(a)Y (b)N (c)Y	(a) 工事中には資材運搬車両からの排ガスや粉じんの発生が見込まれるが、散水など緩和策を講じる。 (b) 事業用地及び周辺に原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）等はない。また、事業用地において希少生物種は確認されていない。 (c) 大気質の悪化や騒音・振動の発生が見込まれるが、作業時間の調整など緩和策を講じる。
	(2)モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a)Y (b)Y (c)Y (d)N	(a)(b) ベトナム国の法律に従ってモニタリングを計画し実施する。 (c) モニタリングが確実に実施されるよう事業計画に盛り込む。 (d) 事業がより具体化された段階でこれらの事項について所轄官庁と協議する必要がある。
6 留意点	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合は、林業に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること（廃棄物処分場等の建設に伴い、大規模な森林伐採が行われる場合等）。	(a)N/A	(a) 本事業では大規模な森林伐採は行われない。
	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a)N/A	(a) 本事業では、越境又は地球規模の環境問題へ影響を及ぼすことは想定されない。

注 1) 表中『当該国基準』については、国際的に認められた基準と比較して著しい乖離がある

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N N/A: Not applicable	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
----	------	----------	--	------------------------------------

場合には、必要に応じ対応策を検討する。

当該国において現在規制が確立されていない項目については、当該国以外（日本における経験も含めて）の適切な基準との比較により検討を行う。

注2) 環境チェックリストはあくまでも標準的な環境チェック項目を示したものであり、事業および地域の特性によっては、項目の削除または追加を行う必要がある。

6 PPP 事業実施に係る法規制

6.1 投資関連法規制

ベトナム国に対する投資の基本法となるのは、『投資に関する法律 NO.59/2005/QH11 (Law No. 59/2005/QH11 on Investment) (以下、「共通投資法」と呼ぶ)』である。2005年11月29日付の国民会議に置いて採択され、2006年7月1日付で施行された同法は、ベトナム投資家及び外国投資家の双方が、ベトナム内外において投資を行う際に遵守すべき統一された法的枠組みを提供する、投資に係る基本法と位置付けられる¹⁵。

当プロジェクトにおいて計画しているPPP事業実施に関連する投資に係る法規制の内容は、以下の通りである。

6.1.1 投資に係る保障（第6条～第12条）

a. 資本と財産の保護

ベトナム国は、「共通投資法」において、投資家について以下のような保障を行うことを規定している。

- 投資家の合法的な投下資本及び財産は、国有化されず、また行政措置によって没収されない。
- 国防安全及び国家利益のため、国家が徵用・強制収用する必要がある特別な場合には、投資家が徵用・強制収用の公布を受ける時点における市場相場で代金または賠償金が支払われる。この際、外国投資家に対しては代金又は賠償金の支払いは、外貨で行われ、その海外送金も認められる。

b. 市場の開放に基づく、外国投資家への要求事項の強制の排除

ベトナム国政府は、同国が加盟する国際条約の規定に従い、外国投資家に対し、以下の要求の実施を強制しない。

- 国内の商品・サービスの優先購入あるいは特定の製品生産者・サービス提供者からの購入
- 一定の割合の商品・サービスの輸出あるいは輸出用または国内での生産・提供用の承認・サービスの数量、価値及び種類の制限
- 輸出商品・サービスの数量、価値に相当する商品・サービスの数量、価値を輸入し、又は輸入需要に応えるために輸出による外貨を調達する。
- 製品における現地調達率の達成。
- 国内での研究・開発における一定レベルあるいは一定価値の達成。
- 国内外の一定の場所における商品・サービスの提供。
- 一定の場所における本社の設置。

c. 海外への資本送金、財産移転

外国投資家は、ベトナム国家に対する財政義務のすべてを履行した後、以下の海外送金

¹⁵ 現在、上記の「共通投資法」は、計画投資省により改正作業が進められており、2013年第3四半期までに改正法案が完成する予定となっているが、現在までのところ、法案は提出されていない。

をすることができる。

- ・ 事業活動により獲得した利益。
- ・ 技術、サービス、知的財産の提供により受領した報酬。
- ・ 海外から借り入れた借入金の元金とその金利。
- ・ 資本金、投資活動の清算後の金銭。
- ・ 合法的に所有している金銭、及びその他の財産。
- ・ また、投資プロジェクトのためにベトナムで働く外国人も、同国に対する財務上の義務を履行した後、合法な収入を海外へ送金することができる。

d. 法律・政策変更時の投資保障

新法律・政策による権利と優遇措置が従前権利と優遇より有利であれば、投資家は、新法律・政策制度の発効日より新設の権利と優遇が適用される。また、新法律・政策により、当該法律・政策の発効日の前に付与された投資家の合法的な利益に悪影響を及ぼされた場合には、投資家が投資証明書に定められた優遇を引き続き保障される又は以下の一つ或いは複数の措置によって適用される。

- ・ 付与された権利及び優遇措置を引き続き受ける。
- ・ 課税収入から損害を控除される。
- ・ プロジェクトの目標を調整することができる。
- ・ 必要な場合において賠償が考慮される。

e. 紛争解決

当事者の一方が外国投資家又は外資系企業である紛争、また外国投資家間の紛争は、以下の機関・組織を通して解決される。

- ・ ベトナム裁判所。
- ・ ベトナム仲裁。
- ・ 外国仲裁。
- ・ 国際仲裁。
- ・ 紛争当事者の協議によって設立される仲裁委員会。

一方、投資家とベトナム国家管理機関との間で、ベトナム領土における投資活動に関する紛争が発生した場合は、ベトナムの仲裁又は裁判所で解決される。ただし、ベトナム国家当局と投資家との契約又はベトナム社会主義共和国が加盟している国際条約に別途の規定がある場合はその限りではない。

6.1.2 投資家の権利及び義務（第13条～第20条）

a. 投資家の権利

投資家には、以下の権利が付与されている。

- ・ 自主的な投資・経営の権利
- ・ 投資資金源へのアクセス・使用の権利
- ・ 投資活動に関する輸出入、広告、マーケティング、加工/再加工の権利
- ・ 外貨購入の件値
- ・ 投資資本・投資プロジェクトの譲渡、調整の権利
- ・ 土地使用及び土地に定着する財産の抵当に関する権利

- その他の投資活動に係る権利
- 関係法の規定に従って投資優遇を受ける。
- 無差別原則に基づく公的サービスへのアクセス及び使用
- 投資に関する法律文書及び政策へのアクセス
- 投資に関連する違法行為に対する、法律の規定に基づく告発・起訴
- 法律に基づくその他の権利

b. 投資家の義務

以下のような義務が、投資家に対して課されている。

- 投資手続に関する規定を遵守し、投資登録の内容、投資証明書の規定に従って、投資活動を実施すること。
- 法律の規定する財務上の義務を十分に履行すること。
- 会計、会計検査及び統計に関する法律の規定を十分に遵守すること。
- 労働・保険に関する法律の規定に従い全ての義務を履行し、労働者の名誉・人格を尊重し、彼らの合法的権利を保障すること。
- 労働者が政治組織、政治社会組織を設立、参加することを尊重し、有利な条件を与えること。
- 環境保護に関する法律の規定を遵守すること。
- その他の関連する法律規定を遵守すること。

6.1.3 投資形態(第 21 条～第 26 条)

a. 直接投資形態

ベトナム国における直接投資には、以下の形態による投資が含まれる。

- 100%外資又はベトナム会社
- ベトナム当事者と外国投資家による合弁企業
- 事業協力契約 (BCC: Business Cooperation Contract)
- BOT (Build, Operation, Transfer) 契約
- BTO (Build, Transfer, Operation) 契約
- BT (Build, Transfer) 契約
- 事業開発への投資、投資活動の運営に参画するための株式購入もしくは資本出資
- 企業の合併及び買収

b. インフラ関連投資に関する規定

投資家は、交通、電力、給排水、廃棄物処理の分野及び首相が規定するその他の分野における新設・拡張、近代化又は運営に関する投資事業については、権利を有する国家管理機関と BOT、BTO あるいは BT 契約を締結しなければならない。

6.1.4 投資分野・地域 (第 27 条～第 31 条)

a. 投資優遇分野

本法に基づく投資優遇分野は、主に以下の通りである。

- 新材料、新エネルギー、ハイテク製品、バイオテクノロジー、情報技術、製造機械
- 農林水産品の養殖及び加工、食塩の生産、人工孵化、苗木の生産
- 高度技術の応用、環境生態系の保護、科学技術の開発研究
- 労働集約型事業
- インフラ整備及び重要かつ大規模なプロジェクト
- 教育・訓練・医療・体育・スポーツ及び民族文化事業の開発
- 伝統産業の開発
- 奨励すべきその他の製造・サービス業

詳細な投資優遇分野については、同法の施行細則 108/2006/ND-CP を参照する必要がある。なお、当業務に置いて提案している廃棄物処理に係る事業が上記の投資優遇分野にあてはめるか否かについては、関係政府機関 (MPI 等) への確認が必要である。

b. 投資優遇地域

- 経済・社会条件が困難である地域、経済・社会条件が特に困難である地域（ダナンでは Hoang Sa の島嶼部のみがこれに該当する。）
- 工業団地、輸出加工区、ハイテク団地、経済特区

c. 条件付投資分野及び禁止分野

同法では、いくつかの投資分野については、外国投資が一定の条件の下で制限されている分野及び禁止されている分野がある（詳細は、同法の施行細則 108/2006/ND-CP を参照。）。

6.1.5 投資優遇措置(第 32 条～第 39 条)

投資優遇分野及び投資優遇地域に該当する投資活動については、本法及びその他の関連法律の規定により、以下のような優遇措置を受けることができる。

a. 税制面での優遇措置

以下の税制面での優遇措置を受けることができる。

- 法人税に係る優遇税率の適用及び一定期間の税の減免に関する措置（詳細については、後述「法人税」に関する節を参照。）
- 法人税の納税後の利益から配当される利益に係る優遇税率の適用（いわゆるキャピタルゲイン課税の減税措置）
- 輸出入税法に基づく、輸入関税の免税措置（詳細は後述の「関税」に関する節を参照）
- プロジェクトにおける技術移転によって得られる収入に対する免税措置

b. 事業欠損金（事業赤字）の繰越

投資家は、実施事業から単年度欠損金が出た場合、これを翌年度に繰り越し、翌年度の課税所得から控除することができる（繰越可能期間は 5 年。）。

c. 固定資産の減価償却

投資優遇分野・地域に該当する投資プロジェクトおよび経営実績のある投資プロジェクトは、固定資産の減価償却期間を短縮することができる。ただし、この減価償却率は固定資産減価償却制度に定める償却率の 2 倍を超えてはならない。

d. 土地使用に関する優遇措置

投資優遇分野・地域に投資する投資家は土地法および税法の規定に従って土地の賃貸料・使用料を減免される。(投資プロジェクトの土地使用期間は 50 年。特例に応じて 70 年まで可能。)

6.1.6 投資支援措置（第 40 条～第 44 条）

本法では、投資支援措置として、技術移転に係る支援措置（知的財産権等の件と・利益保護）、人材育成費用の経費算入、投資活動を行う外国投資家及び投資事業に従事する外国人専門家技術労働者及びその家族への、最長 5 年のマルチビザの発給等の支援措置を提供している。

6.1.7 投資手続（第 45 条～第 54 条）

a. 外国投資事業に係る審査

今回実施を計画している事業は、投資規模が 3000 億 VND（約 1400 万 USD あるいは 14 億円）以上であることから、以下の審査書類を準備し、関係機関に提出、審査を受ける必要がある。

- 投資証明書発行申請書（指定フォームに準ずる。）
- 投資家の法的資格を確認する書類
- 投資家の財政能力に関する報告書
- BCC (Business Cooperation Contract) 契約書
- 以下の内容を含む経済技術説明書（事業登録書）
- 投資の目的・規模・場所、投資資金、案件実施日程、土地使用の理由、技術、環境対策等
- 事業登記書類
- 合弁契約書

なお、上記の書類は、事業が「工業団地、輸出加工区、ハイテク区、経済区」のいずれかにおいて実施される場合にはその管理委員会、それ以外の地域において実施される場合には計画投資局に提出されなければならない。

6.2 税制

6.2.1 法人税

事業実施に係る法人税は、ベトナム国の法人税法（2003/06/17）及びその施行細則に関して規定した政令（No.24/2007/ND-CP）に基づき執行される。

a. 課税基準と税率（第3～9条）

主な規定は以下の通りである。

- 課税期間は陽曆年度あるいは会計年度により決定される（第 3 条）。
- 課税所得の計算上、控除される主な必要経費は以下の通りである（第 5 条）。
- 固定資産の償却費
- 労働法の規定に基づく給与、工賃、手当、シフト間の食費、その他的一般的な食費
- 科学技術研究費用、創造や改良の費用、医療費、規定の制度に従った人材育成費用、

教育への援助金。

- 外部のサービス費用：電気、水、電話、固定資産の修繕費用、固定資産の賃借費、会計費、法律顧問料、商品名の設計、作成および保護費用、技術資料の使用料、特許権、固定資産およびその他の技術や外部のサービス以外の技術ライセンス費用。
- 労働法の規定に基づく労働を安全に遂行する費用
- 事業体の警備費用および各活動の経費
- 事業体の義務である社会保険基金、医療保険基金、労働組合費の支払い、事業体における共産党、団体の活動経費の補助費、規定制度に従った上級組織の管理費用および協会基金の費用。
- 商品・サービスの生産・事業のための資金調達のために銀行、財政機関、経済機関から借りた実質的な利率による利子の支払い。実質的な利率に従ってその他の機関から借りた資金の利子支払い費用。ただし、その利率は、最大でも商業銀行の同時期の利率の1.2倍をこえてはならない。
- 規定制度に従う従業員の退職手当。
- 商品、サービスの支出は、保管、梱包、運搬、積み込み、保管場所賃借、產品および商品の保証のための支出を含む。
- 広告、マーケティング、キャンペーン、接客、祝祭日手当て、接待費、仲介手数料、会議費用、または商品やサービスの生産、会議活動に直接関わるその他の費用は、最大でも本条第1項から第10項までの必要総経費の10%を超えてはならない。商業活動の場合、必要経費の上限を確定するには、販売する商品の仕入れ値は含まない。
- 商品、サービスの生産、営業に関連して納入する税（法人税を除く）、経費、借地代。
- 外国企業からベトナム駐在時に配分される経営管理費用は、ベトナム駐在機関の所得と、その他の国に駐在する機関の所得も含む外国企業の総所得の比率に準ずる。
- 必要経費に算入できないものは、以下の通りである（第6条）。
- 労働法の規定に則った労働契約制度に従わない事業体による給与、手当。ただし、パートタイムの労働雇用を除く。
- 実際には支出しない費用への事前支出は、固定資産の修繕費用、產品商品および建造物の保証費用、その他の事前費用を含む。
- 領収書、伝票がない場合、または非合法な領収書、伝票による費用。
- 行政違反の処罰金：交通違反、事業登録制度違反、会計違反、税務違反、その他の行政違反。
- 所得および課税所得に関係していない費用：建設投資、地方支援金、社会団体組織への支援金、慈善のための支出、その他の所得、課税所得に関係のない支出。
- その他の経費にみなすべき費用：事業支出、日常的な生活困窮、または突然の生活困窮への支援支出。
- 収入、必要経費、課税所得などの費目は、ベトナムドンにて確定される。外貨の所得、経費、課税所得のある事業体は、法律にその他の規定がある場合を除いて、所得、経費、課税所得が発生した時点での国家銀行が公表した為替市場における平均為替レートに従ってベトナムドンに交換しなければならない（第7条）。
- 事業体に適用する法人税率は、28%とする（第9条）。

b. 土地の使用権・借地権の譲渡による課税所得及び所得の確定（第10～19条）

主な規定は、以下の通りである。

- 以下のような土地の使用権・借地権の譲渡による所得は、地上のインフラ及び建造物を含む/含まないに拘わらず、課税対象となる（第 10 条）。
- 以下のような土地の使用権・借地権の譲渡については、課税対象とならない（第 11 条）。
- 国家機関が事業体に土地を交付または賃貸した場合。
- 事業体が国に土地を返却した、または国が法律に基づき土地を回収した場合。
- 事業体が移転計画により広報を売り、同時に土地使用権を譲渡した、または借地権を譲渡した場合。
- 事業体が法律に基づく国内及び国外の組織、個人に対して生産、経営の提携を行うため、土地使用権により資金を拠出した場合。
- 事業体が分割、合併、倒産のために土地使用権を譲渡した、または借地権を譲渡した場合。
- 土地使用権、借地権の譲渡による所得税率について（第 14 条）
- 土地使用権、借地権の譲渡による所得に対する所得税率は 28%。
- ①で定めた税率に従って所得税を算出した後、残った所得には以下の累進課税表に基づいて追加所得税を納税しなければならない。

ランク	経費に対する残余所得の割合	税率
1	15%まで	0%
2	15%以上 30%まで	10%
3	30%以上 45%まで	15%
4	45%以上 60%まで	20%
5	60%以上	25%

c. 登録、申告、納税、税額決算（第20～31条）

主な規定は、以下の通りである。

- 事業体は付加課税の登録と共に法人税の登録義務がある。登録手続きは、付加課税法、付加課税法の改正、補足法、施行細則規定に関する 2003 年 12 月 10 日付け政令 158/2003/NĐ-CP 号の第 11 条の規定に基づき実施する（第 20 条）。
- 事業体は税務当局の納税フォームに基づき、自社の収入、経費、課税所得、そして年間及び四半期毎の税額を所管の税務当局に申告する責任を負う。提出期限は毎年 1 月 25 日であるが、会計年度が陽曆どおりでない事業体の場合、会計年度の最終月の翌月 25 日までとする（第 21 条）。
- 事業体は、法人税申告書または税務当局の算定した税額に基づき、四半期ごとに不備、遅延なく、暫定税額を国庫に納付する。納付期限は、四半期の最終日を過ぎてはならない。法人税はベトナムドンで納付される。（第 24, 25 条）
- 事業体は、陽曆年度、または会計年度が終了してから 90 日以内に、税務当局に法人税額の決算報告書を提出する。事前に納付した暫定税額が決算書の算出額より少ない場合、税額の決算報告書の提出後 10 日以内に、税額の決算報告書に基づく不足金額を納付する。一方、多い場合は、次期の課税額に繰り越す（第 27 条）。

d. 法人税の免税・減税（第33～43条）

主な規定は、以下の通りである。

- 以下の条件を満たす投資案件は、法人税に関する優遇措置が適用される（第33条）。
- 投資法に従って施行される別表リストに規定される優遇業種、分野への投資
- 投資法に従って施行される別表リストに規定される特別優遇業種、分野への投資
- 投資法に従って施行される別表リストに規定される経済・社会条件の困難な地域への投資
- 投資法に従って施行される別表リストに規定される特別経済・社会条件の困難な地域への投資
- 上記の投資案件については、それぞれ以下の表に示す免税・減税措置が適用される。

（第34～43条）

免税・減税措置	投資案件の条件
免税	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 事業体の以下の収入 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 科学研究、技術開発、科学・技術情報サービス等の契約を実施することによる収入 ➢ 試験生産の期間中に生産工程どおりに生産される製品の販売によって得た収入（ただし、製品の試験生産を開始した日から6ヶ月以内） ➢ ベトナムにおいて初めて適用される新技術によって生産される製品の販売によって得た収入（ただし、新技術を適用し製品の生産を開始した日から1年以内） ➢ 農業に直接関与するサービス、技術契約の実行によって得た収入 ➢ 少数民族の職業訓練に関する活動によって得た収入 ➢ 事業体の生産・事業・サービス活動で、障害者を雇用して得た収入。 ➢ 障害者、生活が特別困難な子供、または社会悪の対象となる子供の職業訓練に関する活動によって得た収入。 ▪ 投資案件において新たに設立された事業体及び移転した事業体のうち以下の条件を満たすもの <ul style="list-style-type: none"> ➢ 投資案件によって新たに設立された生産組織及び所管機関の承認を得た開発計画に基づき、都市から移転した事業体（課税所得が発生してから2年間の免税及びその後2年間の50%減税） ➢ 投資優遇リストにある業種、分野への投資によって新たに設立された事業体（課税所得が発生してから2年間の免税及びその後3年間の50%減税） ➢ 経済・社会条件の困難な地域のリストにある地域への投資によって新たに設立された事業体、及び経済・社会条件の困難な地域のリストにある地域へ移転した事業体（課税所得が発生してから2年間の免税及びその後6年間の50%減税） ➢ 優遇投資のリストにある業種、分野への投資によって新たに設立され、経済・社会条件の困難な地域のリストにある地域で活動する事業体（課税所得が発生してから3年間の免税及びその後7年間の50%減税） ➢ 特別優遇投資のリストにある業種、分野への投資によって新たに設立され、もしくは特別経済・社会条件の困難

免税・減税措置	投資案件の条件
	な地域のリストにある地域で活動する事業体(課税所得が発生してから4年間の免税及びその後9年間の50%減税)
減税	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 事業開始後10年間の納付税率を20%とする事業 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 投資優遇リストにある業種、分野への投資によって新たに設立された事業体。 ➢ 経済・社会条件の困難な地域のリストにある地域への投資によって新たに設立された事業体 ▪ 事業開始後12年間の納付税率を15%とする事業 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 経済・社会条件の困難な地域のリストにある地域に設立された事業体 ➢ 投資優遇リストにある業種、分野への投資によって新たに設立され、経済・社会条件の困難な地域で活動する事業体 ▪ 事業開始後15年間の納付税率を10%とする事業 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 特別経済・社会条件の困難な地域のリストにある地域で実施される投資によって新たに設立された事業体 ➢ 特別優遇分野のリストにある業種、分野への投資によって新たに設立された事業体

6.2.2 関税

ベトナム国における関税は、2001年6月に制定された「輸出入関税法(law 29/2001/QH10)」を基本法としてその後の改定(Law 45/2005/QH11)及び関連する政府・財務省等によるガイドライン等に基づき設定されている。

a. 関税の種類

当プロジェクトの実施に関連する「輸入関税」については、大きく分けて以下の4種類の税率が採用されている。

a.1. 標準関税率

優遇税率及び特別優遇税率に該当しない輸入物品に対する税率で、優遇輸入関税表一覧に定められている優遇関税率より50%高く設定されている。

a.2. 優遇税率

ベトナム国との間で互恵関税協定を締結している通商国からの輸入物品に適用される税率

a.3. 特別優遇税率

特別優遇税率は、自由貿易地域や共通関税制度の一環として、国際貿易の連携強化に向けて、あるいはその他特別優遇措置の対象となる場合において、ベトナム国との間で特別輸入関税に関する協定を締結している通商国または国家連合からの輸入物品について提供される。

a.4. その他の関税税率

国内の関税法令により、電子部品及び附属品、その他の部分品及び自動車及び自動車部品については、特別な関税が規定されている。

b. 課税方法

関税は従価税方式で課税され、輸出関税は FOB 価格、輸入関税は CIF 価格を基準に計算される。納税通貨は原則としてベトナムドンであり、外貨で納税する場合には、当該通貨がベトナムドンへ換算可能なものであることとし、その際には税額計算時におけるインターバンク為替レートが適用される(2010年8月13日付け政府発行の Decree 87/2010/ND-CP)

c. 対日輸入適用税率

日本からの輸入品に適用される優遇関税率は、商工省発行の 1999 年 5 月 22 日付け Decision 0616/1999/QD-BTM に基づく。また、2009 年 10 月より「日越経済連携協定 (JVEPA)」が発効しており、ベトナム側は輸入額に相当する 88% の品目を今後 10 年間で無税化することとなっている。

d. 特恵等特別措置

ATIGA (アセアン域内共通効果特恵関税) によるアセアン諸国から輸入する全ての製造品、加工された農産品及び加工されていない農産品に該当する品目については、2005 年までに関税率が 0~5% に引き下げられている。また、AJCEP (日本・ASEAN 包括的経済連携協定) が 2008 年 12 月に発効し、カンボジア、ラオス、ミャンマー及びベトナムは、それぞれの経済発展に応じて、関税撤廃・削減のスケジュールが決定されることとなっている。

6.2.3 その他の諸税

a. 付加価値税 (VAT)

ベトナムにおける付加価値税は、物品及びサービスの取引額に対して課税される間接税であり、物品及びサービスの輸入に対しても課税され、この場合の納税義務者は、これらを輸入する組織及び個人となる。

物品輸入の場合の課税標準は、通関時の輸入品の価格に輸入関税及び特別消費税を加算した額であり、税率は 5%、10% あるいは非課税となっている。

b. 特別消費税 (ET)

タバコや酒類、24 席以下の乗用車、飛行機、ヨット等に課され、納税義務者は該当商品の生産者、輸入者 (輸出者) あるいは販売者である。課税対象商品及び税率は、2008 年 12 月 14 日に承認された Law No.27/2008/QH12 に基づく。

6.2.4 優遇輸出入関税

2006 年 7 月 1 日から施行されている「共通投資法」に基づき、投資優遇分野及び投資優遇地域に投資する企業については、固定資産及びそれに付属する部品を輸入する際は、輸入関税が免除される (なお、従来の法令では、該当物品の輸入時に、商工省への輸入物品の登録義務が課されていたが、現行法によりこの登録手続きは廃止された。)。

このほか、輸出加工企業については、さらなる優遇措置があるが、当プロジェクトの対象とはならないので、省略する。

6.3 土地取引に関する法制度

ベトナムにおける土地取引は、2004 年 7 月 1 日より施行されている「土地法 (Law on Land No.13/2003/QH11)」及びその施行細則を定める政令や通達により規定されている。

組織、企業、個人等がベトナムで土地を所有することは禁止されており、これは外資系

企業においても同様である。したがって、外資系企業がベトナムにおいて土地を使用する場合、以下に示すような方法により、「土地を使用する権利（土地使用権）」を取得することとなる。

a. 土地使用権のリースあるいはサブリース

現地に法人を設立した企業は、「国家」または「法規上許可されている一定の主体」から土地使用権のリースまたはサブリースを受けることができる。サブリースを受ける場合には、土地使用権の保有者が、土地法の施行日以前に土地のリースを受け、全リース期間のリース料が全額前払いされているか、あるいは大部分が前払いされかつ前払い済期間分のうち 5 年以上残存している場合に限られる。

土地使用権の取得可能なリース期間は、投資プロジェクト期間を最長として決定され、特別な例外を除き 50 年を超えない期間となる。

b. ベトナムの合弁パートナーによる土地使用権の現物出資

外国投資家は、「国家により土地の割当を受けたベトナム側パートナー」と現地に合弁企業を設立し、合弁企業に対し現物出資を受け、土地使用権を取得することが可能である。なお、ベトナム側パートナーが国家より土地使用権のリースを受けている場合、土地使用権の現物出資に際しては、上記 (1) の場合と同様に、土地使用権の保有者が、土地法の施行日以前に土地のリースを受け、全リース期間のリース料が全額前払いされているか、あるいは大部分が前払いされかつ前払済み期間分のうち 5 年以上残存している場合に限られる。

したがって、外資系企業が事業に際して、土地のサブリースあるいは現物出資を受ける場合、土地使用期間の残存期間と投資期間との整合性に十分配慮することが必要となる。

6.4 PPP 法に基づく公共インフラ整備事業

6.4.1 BOT 法と公共インフラ整備事業

ベトナム国政府におけるインフラ整備への民間投資推進は、2009 年 11 月公布されたいわゆる「BOT 法 (Decree No. 108/2009/ND-CP: Decree on Investment in the form of Build-Operate-Transfer, Build-Transfer-Operate or Build-Transfer Contract)」に始まる。同法は、BOT、BTO 及び BT 契約に基づくインフラ整備・運営に係る投資事業の範囲、条件、規則、手続き、優遇措置及び関係主体の権利・義務を定めたものであり、その骨子は、現在の PPP 法にも継承されている。

現在の PPP 法は、BOT 法を補完するものとして制定されたものであり、BOT 法自体は現在もこの種の事業に適用される法制度となっている。内容については、PPP 法と重なる部分も多いが、以下にその概要を示す。

a. BOT 法に基づくプロジェクト契約主体 (第3条)

BOT 法に基づくプロジェクト契約主体となり得るのは、ベトナム国の省庁及びそれに準ずる政府機関、各州 (Province) の人民委員会及びそれに準ずる市である。また、これらの主体によって任命された関係機関も契約主体となることができる場合がある。

b. BOT 法の対象事業 (第4条)

BOT 法の対象として奨励 (encourage) されている事業には、以下のものが含まれている。

- 道路、橋梁、トンネル、フェリー乗り場
- 鉄道、鉄橋及びトンネル等の関連施設
- 空港、港、河川港

- 上下水道整備、雨水排水、廃棄物収集・処理
- 発電、送電事業
- その他ベトナム国首相によって定められるインフラ施設

c. 資本金に係る規定（第5、6条）

投資家及びプロジェクト実施主体は、プロジェクト契約に基づき、自身でプロジェクト資金を調達することができる。また、プロジェクト投資額のスケールに基づき、資本金比率がそれぞれ以下のように規定されている。

総事業費 1.5 兆 VND までの事業における資本金比率は 15%以上とする。

総事業費が 1.5 兆 VND を超える事業については、1.5 兆 VND までの資本金比率は 15% 以上とし、それを超える分についての資本金比率は 10%以上とする。

また、プロジェクト総投資額に対する国家資本の可能投入比率は最大で 49%とする。

d. 対象事業リストの作成・交付（第9、10条）

毎年 1 月に、各省庁及び関係政府機関、州人民委員会及びそれに準ずる組織は、BOT 法の対象となる事業リストを作成・公開し、公共入札を実施する。一定の公示期間の後、応札者となる投資家があった場合には、そのリストも公表する。

e. 投資家の提案に基づく事業の取り扱い（第11、12条）

投資家は同法において規定する内容によって構成される「プロジェクト提案」を行うことができる。この提案に対し、各省庁及び関係政府機関、州人民委員会及びそれに準ずる組織は、当該プロジェクトを対象事業リストに加え、入札公募を実施することができる。

f. 投資家の選定及びプロジェクト契約交渉（第13～23条）

公開された対象事業リストに対し、2 者以上の投資家による応札があったプロジェクトについては、公開入札による投資家の決定を行うものとする。1 社のみの応札があったプロジェクトについては、当該 1 社との契約交渉に入ることができる。

6.4.2 PPP 法制定の背景

ベトナム国政府は、国家の持続可能な経済成長にとって、大きな課題となっているインフラ整備に対する国内外からの投資を推進することを目的に、2010 年に BOT 法を制定・施行し、民間活力・資金の導入を進めてきた。これにより、発電事業等における同法を活用した外資を含む民間投資による事業が一部実施されたものの、その効果は極めて限定的であった。

2013 年のベトナム計画・投資省 (Ministry of Planning and Investment: MPI) 発表によれば、今後 2020 年までに国全体のインフラ整備に必要な資金は約 1700 億 USD (17~18 兆円) と試算されている。一方、従来の政府予算・国債・ODA 等を通じて調達可能な資金はこの 50%に留まると推測されていることから、適切なインフラ整備を進めて行くためには、民間資金、特に海外投資の促進が不可欠な課題として認識されている。

ベトナム国版「PPP 法」は、このような背景の中で、インフラ整備への民間投資をさらに推進することを目的に 2010 年 9 月に制定され、2011 年 1 月より施行されている。

6.4.3 PPP 法の概要

2010 年 9 月に制定され、2011 年 1 月より施行された「PPP 法」は、正式名が「Regulations on pilot investment under the form of public and private partnerships」であり、公民連携によるインフラ整備及び公共サービスの提供を推進するためのパイロット事業について規定するものとして始まっている。しかし、2013 年 6 月にベトナム国政府によって提出された新た

な法案である「Draft Regulations on Public Private Partnership Investment Form」は、この従来の「PPP パイロット事業法」を正式な「PPP 法」として成立させるために提出されたものと推定される。

今回の法案提出に際し、以下の表に示すような変更及び追加が当初の「PPP パイロット事業法」に対して提案されている。

表 6-1: PPP 法案における変更点

変更点	PPP パイロット事業法	PPP 法案
ベトナム国政府による PPP 事業への出資比率限度額（資本金及び債務負担額を含む）	総投資額の 30%	総投資額の 49%
民間企業によるプロジェクトへの最低出資比率	総投資額の 30%	プロジェクトの収益性に応じて設定する。
民間企業によるプロジェクト保証金	プロジェクト総投資額のうち最初の 1 兆 VND（約 50 億円）については、2% の保証金。それを超える部分については 1% の保証金	プロジェクト総投資額のうち最初の 1 兆 VND（約 50 億円）については、1.5% の保証金。それを超える部分については 1% の保証金。

表 6-2: PPP 法案における追加規定事項

追加項目	内容
政府によるプロジェクト収入保障	<ul style="list-style-type: none"> 政府は、最低限度の収入保証を行う。
プロジェクト契約における外国法の適用	<ul style="list-style-type: none"> 民間投資企業に外国企業が含まれている場合には、プロジェクト契約について、外国法を適用することも可能とする。
紛争解決	<ul style="list-style-type: none"> 当事者間の交渉 (Negotiation)、第三者機関による調停 (Mediation) に加えて、外国機関 (仲裁裁判所等) による仲裁も手段として認める。
PPP の対象となる事業	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー転換・発電事業、各種環境事業、パイプライン事業、上水道、雨水排水、公共住宅、IT、電気通信、農業インフラ整備事業等を含み、対象事業が大きく拡大された。
F/S 費用の負担	<ul style="list-style-type: none"> 事業の F/S に係る費用を政府が負担する。ただし、その費用は「入札図書」の作成に際して償還される場合がある。
プロジェクト契約の詳細	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト契約の詳細が明らかにされた（貸付側が要求できる担保資産等）。
国有化リスク	<ul style="list-style-type: none"> 投資家が有する資産を国有化する場合には、損害賠償が支払わなければならない。

6.4.4 PPP 事業に対する政府支援

PPP 事業に対する政府支援 (Government Contribution) には、国による資本参加 (State Capital Contribution) とそれ以外の支援 (Non-capital Contribution) が含まれる。国による資本参加は、国家予算や海外援助資金の投入、国債発行、政府保証による借入から構成される一方、それ以外の支援には、事業会社が提供する公共サービスに係る契約 (Offtake agreement) を国営企業等と締結する際の政府保証、事業準備に際しての国の各種支援、最低収入保障、土地の手当等が含まれる。

なお、ベトナム政府は上記の支援を PPP 事業に対して実施するために、約 20 兆 VND (約 9 億 6000 万 USD) の基金を設立することを提案しているが、これに対する国家予算からの拠出額は明らかにされていない。一方、ベトナム政府は PPP 事業形成に必要な F/S 等の準

備事業に対する資金支援も表明しており、これに対してはアジア開発銀行からの 2000 万 USD の融資及びフランスの援助機関からの 60 万ユーロの無償資金が投入されることが予定されている。

6.4.5 PPP 事業実施のプロセス

民間投資家の提案に基づいて、PPP 事業が実施される場合の基本的な手続きは、以下の図に示す通りである。



図 6-1: PPP 事業の実施プロセス

7 事業計画の検討

7.1 事業計画の選択

既存カンソン処分場の埋立残余容量を考慮し、環境都市を目指すダナン市に最も貢献する事業計画は、オプション 2(1,000 トン/日)、オプション 2-1(1,500 トン/日)の大規模廃棄物焼却発電施設の導入である。しかし、ダナン市より提示されたティッピング・フィー30USD/トンを達成するには MRF 施設+廃棄物焼却炉発電施設 300 トン/日の複合施設を採用する必要がある。事業実施に必要な条件を整備する中で、ダナン市/事業者/投資家で導入施設の選定協議を継続することを前提として、全量焼却オプション 2 (1,000 トン/日) と MRF 施設+廃棄物発電施設 300 トン/日(オプション 3)の事業計画を記載する。

尚、全量焼却では、オプション 2-1 の追加投資案は将来の借入条件や追加投資分の建設費積算が困難である為投資判断が難しく、オプション 2 を対象とした。

表 7-1: オプションの比較表

	オプション 2	オプション 3
処理プロセス	廃棄物焼却発電	MRF +廃棄物焼却発電
処理能力	廃棄物焼却発電施設 : 1,000 トン/日	MRF 施設 : 1,000 トン/日 廃棄物焼却発電施設 : 300 トン/日
年間平均日処理量 日処理量×年間稼働日数/365 日	850 トン/日	850 トン/日
中間処理施設導入により期待される廃棄物減量化率	約 90%	約 70% (焼却施設のみに着目した場合約 90%)
中間処理施設導入にかかる総費用 (CAPEX 及び 2019-2038 年の 20 年間の総費用)	218 億円 (売電収入 190 億円含まず)	122 億円 (売電収入 66 億円含まず)
ティッピング・フィー(円/トン)	5,350 円/トン	2,500 円/トン
カンソン処分場の寿命	18 年間	14 年間

7.2 事業概要

当共同企業体が提案する事業は、「ダナン市における公民連携 (PPP) による固形廃棄物中間処理・発電事業」であり、以下のような事業内容から構成するものとする。

なお資金調達手段として、環境省「二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金（リープフロッグ型発展の実現に向けた資金支援基金事業）」の適用を見込むものとする。

本補助金は JICA 海外投融資と連携し、民間企業等による先進的な低炭素技術を活用した事業投資を促進、開発途上国における温室効果ガスの削減とともに二国間クレジット制度(JCM)を通じた日本国との温室効果ガス排出量削減に資することを目的としており、事業

の実施によりエネルギー起源二酸化炭素の排出量の削減及び JCM クレジットの獲得が行われることが交付の条件となっている。

なお、当該補助金は発電機器に相当する部分を対象に金額が決定されると環境省が補足コメントをしていることから、各種事業要件が確定次第、補助金適用の詳細を検討するものとする。

表 7-2: 事業概要

項目	内容
事業主体	日本側民間企業コンソーシアムとベトナム企業による合弁事業体（詳細は後述）
提供するサービス	<p>1. 固形廃棄物処理事業</p> <ul style="list-style-type: none"> ダナン市内から排出する固形廃棄物を焼却処理・減量化する事業 対象とする廃棄物は、家庭・事業所等から排出される一般固形廃棄物及び非有害産業廃棄物、有害物質を含まない排水・下水処理汚泥とする。 <p>2. ごみ発電事業</p> <ul style="list-style-type: none"> 固形廃棄物の焼却処理を通じて得られる熱エネルギーを電源とする発電を行い、公共電力への系統連係を通じて、電力供給を実施する。
事業実施対象地区	ダナン市 Khan Son 廃棄物最終処分場
事業期間	20 年間
事業規模	<p>(1) 廃棄物発電焼却設備 (1,000 トン/日)</p> <p><u>焼却処理施設</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 処理能力 : 1,000 トン/日 年間稼動日数 : 310 日/年 減量化率(重量ベース) : 約 90 % <p><u>ごみ発電事業</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 発電容量(1unit) : 16MW 年間売電可能量(1unit) : 94,860MWh/年 <p>(2) MRF 施設+廃棄物発電施設 (300 トン/日)</p> <p><u>MRF 施設</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 処理能力 : 1,000 トン/日 年間稼働日数 (310 日/年) <p><u>焼却処理施設</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 処理能力 : 300 トン/日 年間稼働日数 (310 日/年) 減量化率 (重量ベース) : 約 70% <p><u>ごみ発電事業</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 発電容量 (1 unit) : 6.4MW 年間売電可能量 (1 unit) : 33,034MWh/年
総事業費	<p>(1) 廃棄物発電設備 (1,000 トン/日)</p> <ul style="list-style-type: none"> 約 218 億円 初期投資額約 110 億円 事業維持管理・運営費(20 年間) : 108 億円(約 5.4 億円/年) <p>(2) MRF 施設+廃棄物発電施設 (300 トン/日)</p> <ul style="list-style-type: none"> 約 122 億円 初期投資額約 63 億円 事業維持管理・運営費 (20 年間) : 59 億円 (約 3 億円/年)
資金調達	<p>(1) 廃棄物発電設備 (1,000 トン/日)</p> <ul style="list-style-type: none"> 資本金 : 30 億円 環境省 JCM 補助金 : 25 億円 JICA 民間融資 : 55 億円 <p>(2) MRF 施設+廃棄物発電施設 (300 トン/日)</p> <ul style="list-style-type: none"> 資本金 : 15 億円 (初期投資額の約 25%) 環境省 JCM 補助金 : 25 億円 JICA 民間融資 : 30 億円 (建設期間中の金利負担分を含む。)
想定される収入源	<ol style="list-style-type: none"> 固形廃棄物処理料金 (外部資金調達オプションに応じ平均 30USD/トンを想定) 売電収入 (約 10 円/kwh の売電価格を想定)

7.3 事業主体の構成

当事業は、「JFE エンジニアリング株式会社」及び「住友商事株式会社」により構成される「日本側企業コンソーシアム」と「ベトナム国側ローカルパートナー（ダナン市都市環境公社（URENCO）を候補とする」の共同出資による「特別目的会社（Special Purpose Company: SPC）」により以下に示す条件が満足された場合に実施するものとする。

表 7-3：事業実施に必要な条件(対ベトナム側)

項目	概要
ベトナム中央政府機関からの支払い保証	ベトナム中央政府機関による Tipping Fee 及び売電料に係る支払い保証
ごみ量保証	規定ごみ量搬入保証及び規定量未達の場合の Revenue(Tipping Fee、売電収入)補償
ごみ質保証	「搬入不可ごみ」(不燃ごみ、粗大ごみ、危険物等)がプラントに搬入されたことに起因して発生するプラントの稼働停止、稼働率低下に起因する Revenue 補償
搬入ごみ最低発熱量保証	焼却プラントで計測されごみ発熱量月間平均値が事前に取り決めた最低発熱量を下回った場合の Revenue 保証
Feed in tariff の適用	2014 年 5 月 5 日発行 SUPPORTING MECHANISM FOR DEVELOPMENT OF POWER GENERATION PROJECTS USING SOLID WASTE IN VIETNAM に関する DECISION の適用
契約締結	プロジェクト期間をカバーするごみ焼却に係る Concession Agreement 及び PPA(売電)契約締結
プロジェクトサイトの確保	プロジェクト用地確保、基本インフラ整備(上下水道、ガス、電力、道路等)
プロジェクトサイトの長期賃貸契約	プロジェクト期間を通じて、正当な地権者との間で Land Lease Agreement が締結されること
Capacity Payment に基づく Tipping Fee	Tipping Fee の支払いが Bring or Pay に基づく Capacity Payment となっていること
送電路	変電所までの Right-of-Way の確保及び十分な送電容量が確保されること
Available Capacity Payment に基づく売電料の支払い	発電設備容量が available である限り、売電料支払いが実施されること(Available Capacity Payment would be payable by EVN or other relevant authorities for as long as the Facility(WTE) is available as declared)
EIA の実施及びそれに基づく事業承認	当該事業が、ベトナム国の法規制に定める EIA の手続きを経て、事業として承認されること。

表 7-4: 事業実施に必要な条件(融資基本条件)

項目	概要
長期プロジェクトファイナンスの組成	Tenure: Door to Door 18 年以上(COD 後 15 年以上) 円あるいはドル通貨建てに加え、現地通貨調達も検討 固定金利 Non-recourse ベース

SPC を構成する各企業・組織間の資本金出資比率については、今後の関係者間の協議に基づき決定されるものとするが、当事業を実施するにあたっての SPC の資本金は、前節で述べたように初期投資額の約 25% とする。なお、ベトナム国側ローカルパートナーからの出資については、原則現金による出資によるものとする。

7.4 事業方式（事業実施スキーム）

当事業は、以下の図に示すような方式で事業を行うこととする。但し、SPC 構成員については、

- (1)全量焼却：JFE エンジニアリング/住友商事/ベトナム側出資者
- (2)MRF 複合型：JFE エンジニアリング/他 日系企業/ベトナム側出資者を想定している。

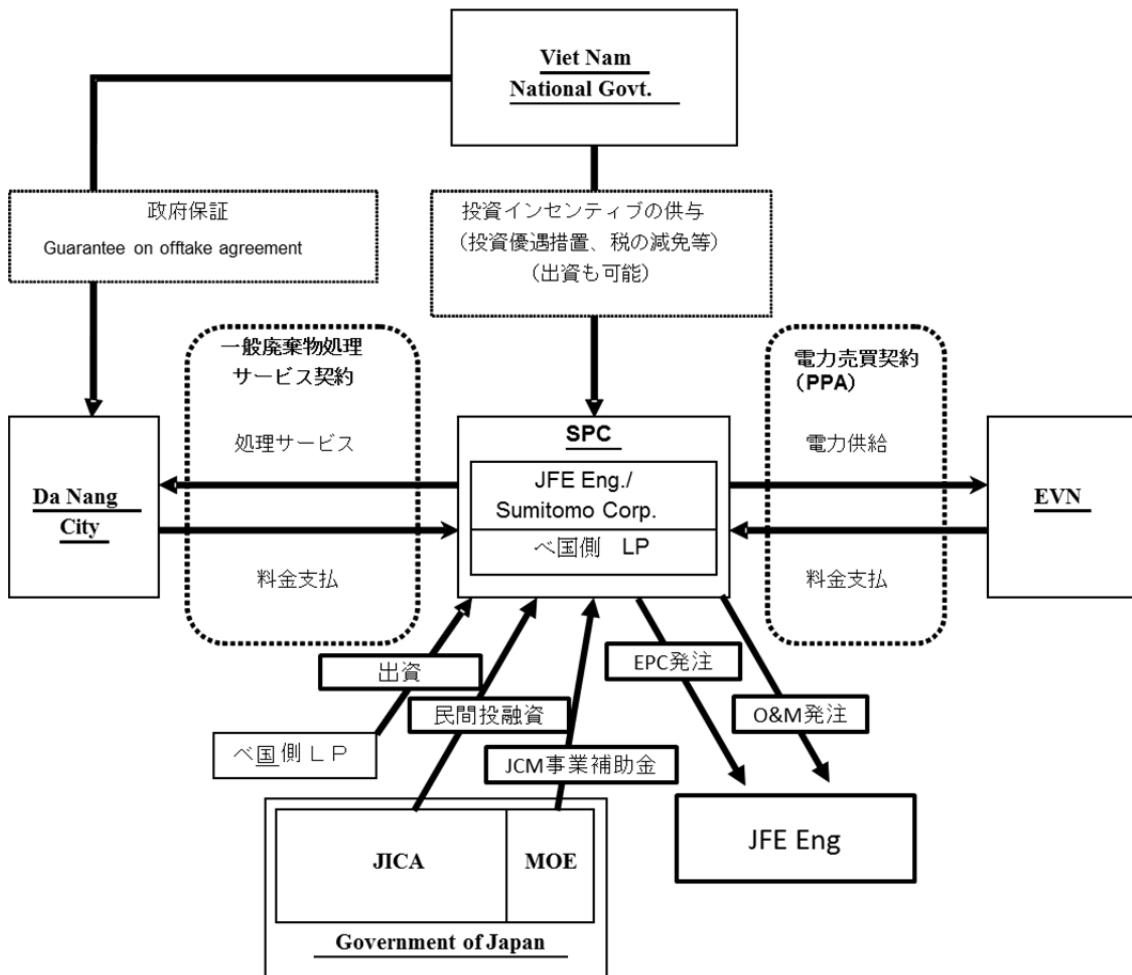


図 7-1: 当事業の概略事業スキーム

前頁の表に示したような事業方式で、当 PPP 事業の事業採算性及び持続性を担保するためには、関係する主体間で事業実施に係る様々な契約を締結し、事業収入・支出、資金調達、関係主体の役割分担等について明確かつ確実な見通しを得ることが必要である。そのような関係主体間の契約について以下に示す。

a. SPCの設立に係る合意文書

当事業の実施主体となる SPC の設立に際しては、日本側及びベトナム側の参加主体間で、以下の内容について、明確かつ具体的な合意を結んだ文書の締結が必要となる。

- SPC の業務及び各参加主体の役割・責任に係る事項
- SPC の組織・体制に関する事項

- ・ 資本金、資金調達、収入配分等に関する事項
- ・ 会社定款に係る事項
- ・ 事業運営に関する事項 (SPC による PC、O/M 契約等に係る規定を含む。)
- ・ 仲裁に関する事項
- ・ その他関係者間での合意が必要な事項

b. ダナン市とSPC間の「一般廃棄物処理サービス契約」

当事業における事業収入を担保する上で、最も重要な契約となるのが、ダナン市と SPC の間で締結される「一般廃棄物処理サービス契約」である。この契約では、主に以下の事項について明確かつ具体的な合意を結び、プロジェクト実施期間中の事業収入を担保しなければならない。

- ・ 契約に係る基本事項 (契約主体、契約期間等)
- ・ 受入廃棄物の量・質条件に係る事項 (最低保証量、質基準、評価方法、基準が充たされなかつた場合の措置等に係る合意)
- ・ 廃棄物処理費用単価 (Tipping fee) に関する事項 (処理単価の算定方式、処理単価等に係る合意)
- ・ 処理費用の支払い方法に関する事項 (支払通貨、支払方法、支払時期等の合意)
- ・ SPC が提供するサービス基準に関する事項 (処理方法、処理規模、処理水準、処理残渣の取り扱い等に係る合意)
- ・ ダナン市及び SPC が果たすべき役割と義務
- ・ 契約違反・不履行時の措置
- ・ 事業の清算 (契約期間中あるいは契約期間満了後) 方法について
- ・ 紛争処理に係る事項

c. ベトナム電力公社 (EVN) とSPC間の「電力購入契約 (PPA)」

当事業において想定されているもう一つの収入源である「売電収入」を担保する上で重要なのが、SPC とベトナム電力公社との間で締結される「電力購入契約 (PPA)」である。この契約では、主に以下の事項について明確かつ具体的な合意を結び、プロジェクト実施期間中の事業収入を担保しなければならない。

- ・ 契約に係る基本事項 (契約主体、契約期間等)
- ・ SPC が運営する発電施設と系統電源 (Grid Electricity) との系統連携条件に係る規定 (電力供給条件、系統連係施設・設備の整備に係る両者の役割・責任・費用分担等に係る合意)
- ・ 売電単価に関する事項 (売電単価及び支払額の算定方式、売電単価等に係る合意)
- ・ 売電料金の支払い方法に関する事項 (支払通貨、支払方法、支払時期等の合意)
- ・ 電力公社及び SPC が果たすべき役割と義務
- ・ 契約違反・不履行時の措置
- ・ 事業の清算 (契約期間中あるいは契約期間満了後) 方法について
- ・ 紛争処理に係る事項

d. JCM事業補助に係る環境省との契約合意文書

環境省が現在展開しようとしている JCM 事業補助を受ける際には、環境省の要求事項に従い、契約合意文書を結ぶことが必要となる。また、事業補助を受ける SPC は、契約内容に基づき、当該事業の実施によって達成される GHG 排出削減量を、関係機関から承認を受けた方法論 (MRV 方法論) に基づき、測定、報告、第三者承認を受けて登録し、その削減量を環境省を通じて、日本政府に譲渡することが条件となる。

上記の契約が明確かつ具体的なものとなり、それに基づき、当事業の採算性及び持続性が、契約の確実な実行に基づき担保されることを前提に JICA 投融資をベースとする事業化への手続きを進めることが可能となる。

e. SPC と JFE エンジニアリング間の「EPC 契約」「O&M 契約」

当事業において EPC 及び O&M は SPC から JFE エンジニアリングに発注することを想定している。これら契約では、主に以下の事項について明確かつ具体的な合意による文書を結ばなければならない。

- 契約金額および支払条件
- 契約期間および建設期間または O&M 期間
- 技術仕様
- 準拠すべき排出基準(ベトナム国基準または SPC が定める基準)
- 所掌範囲(施工範囲および Force Majeure や保険所掌等を含む)
- 一般条項(契約不履行時の措置等を含む)

なお、JFE エンジニアリングは SPC への出資比率次第では移転価格税制適用の対象となるため、SPC 組成交渉の段階で移転価格税制による影響を念頭に置き協議する必要がある。

7.5 事業実施・運営に係る組織体制

SPC が実施する「廃棄物処理・発電事業」の運営は、以下に示すような組織体制のもとで実施されるものとする。

表 7-5: 事業実施の組織体制

担当者	主要業務	人員体制 オプション 2	人員体制 オプション 3 (8 時間稼動)	人員体制 オプション 3 (16 時間稼動)
最高経営責任者 (CEO)	SPC 事業経営の責任者	1	1	1
最高財務責任者 (CFO)	SPC 事業財務の責任者	1	1	1
役員会 (取締役会議)	SPC を構成する各企業の代表者 (非常勤) 及び CEO から構成される経営方針の決定機関	3~4	3~4	3~4
設備責任者	廃棄物焼却・発電施設統括	1	1	1
副責任者	同上補佐	1	1	1
事務長	事務、経理責任者	1	1	1
事務員	入出物量記録、出納、給与計算他 SPC 内事務全般	3	3	3
機械整備責任者	設備保守責任者、消耗品・交換部品管理	1	1	1
機械整備員	機械専任	6	2	2
電気整備員	電気専任	2	2	2

担当者	主要業務	人員体制 オプション 2	人員体制 オプション 3 (8 時間稼動)	人員体制 オプション 3 (16 時間稼動)
運転シフトリーダー	各シフト 1 名、薬剤在庫管理	4	2	3
シフト員	中央運転監視、現場巡回点検	16	26	52
受入監視員	搬入車両の管理、誘導	4	4	6
受入ごみ調整員	ごみサイズ調整・混合、異物取り出し、灰出し	2	4	6
清掃員	焼却設備内専業清掃者	3	2	3
合計		50	55	87

8 想定される事業リスクと対策

8.1 事業の準備段階におけるリスク

事業が実際の施設建設・維持管理・運営に至るまでの準備段階におけるリスクとして想定しておかなければならない事項としては以下のものがある。

8.1.1 環境影響評価（EIA）に係る許認可リスク

当プロジェクトでは、調査段階で周辺住民代表者を集め、プロジェクトの事前説明を二度に渡り行い、EIAプロセスでの住民合意に向け、細心の注意・配慮を含めて実施しているものの、ごみ処理施設と言う、NIMBY意識の高い施設を対象とするものであることから、予想以上に住民合意プロセスに時間あるいは費用を要する可能性があることを十分に考慮しておく必要がある。

ただし、施設自体が現在の Khanh Son 処分場の敷地内に整備されることから、新規立地・土地取得に伴い予想される困難はあらかじめ回避されている。

EIAにおいては、当該プロジェクトがネガティブな環境影響を及ぼすものではなく、廃棄物の中間処理及びエネルギー利用を通じて、周辺住民にも経済・社会・環境面でプラスの影響を与えるものであることを、発注者であるダナン市の責任において正確に伝達し、事業入札実施までにEIAを適切な形で完了させておることが必要である。

8.1.2 土地取得/事業許認可に係るリスク

当プロジェクトでは、ダナン市都市環境公社（URENCO）が Khanh Son 処分場内に有している遊休地を施設整備用地として、URENCOより無償で事業者に提供されることを想定している。したがって、事前に充分 URENCO と協議・共有し、土地取得上のリスクを排除しておくことが必要である。

一方、事業の許認可については、投資許可及び建設許可等において、予測し得ない時間や費用がかかる可能性が想定されるが、事業許認可が得られないと本件事業のSPC設立・運営が不可能となるため、ダナン市および出資者候補であるURENCOと十分な調整を事前に行うことが必要となる。

また、いったん取得した事業許認可がダナン市により取り消されるリスクは、URENCOが出資者として参画することから極めて低いと想定される。

8.1.3 資金調達に係るリスク

資金調達に係るリスクとしては、SPCへの出資に係るリスクと、事業資金の調達に係るリスクが想定される。現在、当プロジェクトにおいて想定されている資本金は、初期投資額の約30%であるが、これを日本側コンソーシアム及びベトナム国側でどのように負担配分を行うかは、事業入札に先立つSPCの設立に向けて関係者間で十分に協議・合意し、SPC設立合意書に明文化しておかなければならない。ベトナム国の投資法上は、資本金の海外/国内企業間の配分に係る規制は特に存在しないが、ベトナム国側ローカルパートナーの出資を想定する本事業においては、当該パートナーの現金出資能力等を慎重に評価することが必要である。また、資本金支払を現地通貨で行うか、あるいは外国通貨（USドルあるいは日本円）で行うかも、その後の事業における為替リスクも含めて、十分に考慮しておく必要がある。また、JICA投融資による事業資金調達については、円あるいはドル建てでの場合の為替リスクの発生を回避するために、ドン建てでの調達を前提とする。

8.1.4 契約（廃棄物処理サービス契約、電力購入契約）に係るリスク

前節でも触れたように、当該事業を実施する上で最も重要となるのが、廃棄物処理サービス及び電力購入という2つのプロジェクト収入を安定的に確保するための長期契約である。これらの契約の諸条件に対し、ベトナム国政府保証等の付与等によりプロジェクト実施期間中の収入の安定的確保が担保されない限り、充分な能力を有した適切な事業者が入札に参加しない、または入札が成立しない事態が発生するリスクがある。

本件プロジェクトの具体内容がF S結果等に基づきダナン市政府から中央政府に上程され事業実施の承認を得ることにより、中央政府保証の具体検討が行われるとされている。また、本プロジェクトのような廃棄物発電施設からのF I T制度についてはすでにベトナム国政府から公表されており、本プロジェクトからの買電についてもこれに従い諸手続きが進められることが想定されるが、ベトナム国内に類似事例の無いことから、契約締結手続きに相当の時間を要しプロジェクト開始が大幅に遅延すること、あるいは諸条件が未確定のまま入札手続きが進められてしまうリスクも懸念される。

8.1.5 他の事業者との競合リスク

現在の Khanh Son 処分場周辺には、現地の処理業者による小規模な「プラスチック油化施設」及びコンポスト化施設が建設・稼動し、処分場に搬入されている廃棄物の一部を利用して、試験的に処理を実施している。

当共同企業体が提案している中間処理施設は、現在稼動している上記の施設との間で将来的には競合する可能性があるものの、ダナン市では、「当施設がまだ試験段階の小規模なものであり、処理サービスについて、具体的な契約合意を結んでいるものではなく、今後どのような中間処理施設を整備するかについては、当共同企業体の提案を待って、今後検討するものと認識している。」との回答を得ている。

今後は、上記の施設の動きについても注視し、競合リスクにも注意を払って行くこととする。

8.2 施設整備・建設段階でのリスク

8.2.1 完工リスク

施設整備・建設段階においてはプロジェクトに必要な機器・設備・施設等が当初予定した期間・予算・性能で完成しないリスクが、途上国において事業を行う場合には存在する。本事業においては、SPCへの出資企業であるJFEエンジニアリングが、当事業の施設整備に係るEPC契約を取得することが前提となっているため、日本国内及び現地での資機材調達について十分に事前に準備・計画することで、このリスクは最小限に留めることができると推定される。

ただし、特に日本国内で調達し輸入するものについては、関税や付加価値税等で免税及び減税措置が、現行の投資法及び税法に基づいて確実に実施されるようにベトナム国政府とも事前に合意をしておくことが重要となる。

EPC事業者に対しては、適切な保険（工事保険等）をEPC契約に明示し付保させる。また、オーナーあるいは発注者となるSPCにおいても、操業開始遅延保険等の適切な保険の付保を行うが、詳細の保険種類についてはSPC組成段階で出資者との協議により決定するものとする。

8.2.2 ユーティリティ・リスク

施設整備・建設段階のみならず操業段階に置いても同様に存在するのが、事業に必要なユーティリティ・サービス（電力、水供給、通信インフラ等）が要求通りに受けられないリスクである。

これについては、事業準備段階において、施設建設時及び操業時に必要なユーティリティ・サービスを明確にし、ベトナム国側の担当政府機関等と確實かつ具体的なサービス供給に係る契約を締結することにより、リスクを最小限に留めるとともに、ダナン市のサービス現状を客観的に評価し、安定的なサービスの供給に不安があると推定されるものについては、事業者側であらかじめ対応策を準備する等の配慮が必要である。

8.3 操業時のリスク

8.3.1 為替リスク

当該事業が現地通貨であるドンをベースとする事業である一方、借入金の返済やOM費用の一部については、外貨決済が必要となる可能性があることから、為替レートの変動に伴い、事業収益が大きく変動する為替リスクが存在する。為替リスクは、そのほか、建設・施設整備段階においても、本邦調達分等、支払が外貨建てで実施されるものについて生じる可能性があるため、この点も適切なリスクヘッジを行っておく必要がある。

これについては、為替マリー((債権・債務に係る決済を最大限その通貨で完結させる。)の実施や外貨先物買い等により、リスク軽減を図る等、収入・支出通貨の適切な運用が重要となる。特に収入については、サービス契約や電力購入契約を結ぶ際に、為替レートについても、大きなリスクが生じないように、交換レート条件に係る条項を規定し、一般為替レートの急激な変動による事業収益への影響を最小限に抑えることが重要である（可能であれば、ドルベースや円ベース等の比較的安定した通貨での全部あるいは一部支払いが最もリスクが低いが、このような契約を結ぶことには困難が予想される。）。

8.3.2 プロジェクト収支に係るリスク

当プロジェクトの実施に際しては、当初計画を下回るごみ処理量あるいは発電量しか達成できないことによるプロジェクト収入の減少や、施設メンテナンスあるいは運営において当初予定以上のコストがかかることによるプロジェクト収益面でのリスクが想定される。これについては、前節でも触れたように、収入面については、契約締結時に、最低収入を確保できるような契約内容とすることによって、リスクを最小限に留めることが必要である。

一方、プロジェクト支出の増大に伴うリスクについては、適切な規模の予備費(Contingency cost-Physical contingency 及び Price contingency)を見込むことで、その範囲内においても事業採算性が成立するプロジェクトの収支構造とすることで、ある程度のリスク回避は可能である。

また、これらを超える予想外の自体(Force Majeure)により、プロジェクト収支に深刻な影響が及ぶ可能性が想定される場合には、プロジェクト保険にあらかじめ加入し、その追加費用を保険によって補填するという仕組みを構築しておくことも必要となる可能性がある(自然災害リスク、環境リスク等)。ただしあらゆるリスクを保険付保でヘッジすることはSPC運営におけるコストアップ要因となり事業性を阻害することにもなるため、実際のリスク見合いでの慎重な検討が必要である。

前述するように本件廃棄物処理施設のように公共性が極めて高く地方政府の財政状況に左右されるPPP案件では、SPCの収入に対する中央政府保証の確約が必須条件である。

8.3.3 インフレリスク

当プロジェクトの建設期間及び運営期間に際しては、インフレリスクが想定される。これについては、基本的に契約締結時のティッピング・フィーの設定において、予めインフレ状況を表すパラメーター(デフレーター)を設定し、それに連動する契約内容とすることによってリスクを最小限に留めることが必要である。

9 事業採算性の分析・評価

9.1 事業採算性の分析・評価の前提と評価結果

ここでは、当調査において提案している「廃棄物処理・発電事業」について、以下の前提条件に基づいて、提案事業のキャッシュフローを作成し、事業採算性評価を行った。その結果を以下に示す。

本章では、ダナン市の提示した条件（ティッピングフィー30USD/トン）を満たすオプション3（MRF型+廃棄物焼却施設 300 トン/日）の事業計画を優先度の高いオプションの検討結果として記載する。

表 9-1: キャッシュフロー分析の前提条件と評価結果

項目	前提条件
事業主体	日本側企業コンソーシアムとベトナム国側事業主体との共同出資による特別目的会社（SPC）
事業内容	ダナン市における一般（家庭・事業系）廃棄物の焼却による中間処理及びごみ発電事業
事業期間	20年間（2017年～2036年）。ただし建設・施設整備・開業準備期間を除く。
資本金	約15億円（初期投資額の約24%）
初期投資額	約63億円
資金調達	JICA投融資からの直接融資：約30億円 環境省JCM補助による補助金：約25億円
借入条件	JICA投融資：15年償還、均等分割返済、金利13%（VND建） 環境省JCM補助による補助金：グランツ資金 (JCM補助金の活用については、当面来年度の取得に向けて検討を行うことをダナン市側にも伝達しており、その際に、JCM補助を活用した場合には、当該事業から生じるGHG排出削減量（いわゆるカーボン・クレジット）については、無償で日本側に譲渡する条件となることも説明し、了承を得ている。)
O/M費	約59億円（20年間）
設備減価償却	定額法に基づき20年で完全償却するものと想定。
法人税等	環境事業に対する優遇税制として免税期間4年、50%免税期間5年、その後は10%で課税、海外からの輸入調達に対する関税は免除されるものと想定。
事業収入	①売電収入 ・売電単価 10.05 円/kwh で売却 ・売電量 33,034MWh/年 ②ごみ料金収入 当該事業のEIRR(自己資本内部収益率)が18%を達成するに必要な料金を設定。 2,500 円／トン
Project IRR 及び Equity IRR	Project IRR: 18.22% Equity IRR: 20.08%
インフレ・リスク に対する感度分析	事業実施期間中のインフレ・リスクとして、プロジェクト期間中に年平均で5%及び10%のインフレが生じ、O/M費がこの比率で毎年増大する一方、プロジェクト収入については、単価が一定のまま据え置かれた

項目	前提条件		
	場合の Project IRR 及び Equity IRR の変化は、以下の表の通りであった。		
	平均インフレ率	Project IRR	Equity IRR
	5%	18.58%	20.71%
	10%	16.85%	17.58%
	上表に示されているように、5%のインフレがあった場合には、プロジェクト期間中における減税効果により、IRR がむしろ上昇する一方、インフレが年平均で 10%まで達すると、IRR が下がる結果となっている。		
為替リスクに係る感度分析	VND ドンが円に対して毎年 1%及び 2%づつドン安になると想定した場合の Project IRR 及び Equity IRR を検討した場合は以下の通りとなる。		
	円に対する VND の 年平均 為替レート低下率	Project IRR	Equity IRR
	1%	15.88%	15.46%
	2%	12.11%	測定不可能
	上記の通り、年平均で 2%円に対して VND の為替レートが低下すると、事業としての採算性はなくなる。したがって、現地通貨建てでの資金調達の最大化、あるいはそれが困難な場合には、事業収入の原資となる「廃棄物処理サービス料金」及び「売電料金」を円建にする等の契約を結び、為替リスク対策をとる必要がある（ドルによる資金調達が可能である場合には上記の料金をドル建とする。）		

表 9-2: キャッシュフロー基本ケース

Project Cashflow	Unit: k JPY																								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	TOTAL	
	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Cash in	3,014,220	2,239,820	1,718,540	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	23,858,37		
Equity	514,220	539,820	418,540																					1,472,58	
Long-term loan		1,700,000	1,300,000																					1,300,00	
Subsidy	2,500,000	0	0	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	15,500,00		
Tipping fee		0	0	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	6,639,83		
Electricity Sales		0	0																						
Cash out (excl. Repayment)	3,014,220	2,239,820	1,718,540	585,660	559,660	611,160	592,960	585,621	747,348	757,071	760,634	746,497	752,760	720,298	732,387	717,268	727,465	773,418	705,447	703,310	697,803	694,268	5,968,799	20,858,37	
Initial Investment	3,000,000	2,000,000	1,300,000																					6,300,00	
Project Preparation	14,220	18,820	28,540																						
O/M cost	0	0	0	195,660	195,660	195,660	195,660	195,660	297,027	374,200	418,952	370,547	418,039	263,696	356,852	298,858	381,511	662,807	311,187	299,315	268,719	249,083	412,107	6,361,20	
Interest Payment	0	221,000	390,000	390,000	364,000	338,000	312,000	286,000	260,000	234,000	208,000	182,000	156,000	130,000	104,000	78,000	52,000	26,000	0	0	0	0	3,510,00		
Depreciation	0	0	0	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	6,300,00		
Profit Before Tax	0	0	0	206,332	232,332	258,332	284,332	310,332	234,965	183,791	165,040	239,445	217,953	398,296	331,139	415,134	358,480	103,185	480,804	492,677	523,273	542,908	379,885	6,358,63	
Corporate Income Tax	0	0	0	0	0	0	0	0	15,517	11,748	9,190	8,252	11,972	21,795	39,830	33,114	41,513	35,848	10,319	48,080	49,268	52,327	54,291	37,988	481,05
Profit After Tax	0	0	0	206,332	232,332	258,332	284,332	294,815	223,217	174,602	156,788	227,472	196,158	358,466	298,025	373,620	322,632	92,867	432,724	443,409	470,945	488,618	341,896	5,877,58	
Dividend	0	0	0	0	0	0	77,500	85,300	88,445	178,573	139,681	125,430	181,978	156,926	286,773	238,420	298,896	258,106	74,293	346,179	354,728	376,756	390,894	5,518,704	9,177,58
Single Year CashFlow	0	0	0	321,332	347,332	295,832	314,032	321,371	159,643	149,920	146,358	160,494	154,232	186,693	174,605	189,724	179,526	133,573	401,545	403,682	409,189	412,724	-4,861,807		
Loan Repayment	0	0	0	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	0	0	0	0	3,000,00		
Remaining Loan	0	1,700,000	3,000,000	2,800,000	2,600,000	2,400,000	2,200,000	1,800,000	1,600,000	1,400,000	1,200,000	800,000	600,000	400,000	200,000	0	0	0	0	0	0	0	0		
Balance Brought Forward	0	0	0	321,332	668,663	964,496	1,278,528	1,599,898	1,759,542	1,909,462	2,055,820	2,216,314	2,370,546	2,557,239	2,731,844	2,921,568	3,101,095	3,234,668	3,636,213	4,039,894	4,449,084	4,861,807	0		

表 9-3: IRR 基本ケース

Case 2: Waste-to-Energy		T/F= 2,500		FIT= 10.1		CAPEX= 6,300,000		unit: Million JPY	
Year	Tipping fee	Power Selling	Carbon Offset or Subsidy	Initial Investment	Corporate Tax	O/M Expenses	Financial Cost	Financial cashflow	Accumulated Cash Balance
-2	0	0	2,500	3,000	0	14	514	-514	-51
-1	0	0	0	2,000	0	19	2,019	-2,019	-2,53
0	0	0	0	1,300	0	29	1,329	-1,329	-3,86
1	775	332		0	0	196	196	911	2,95
2	775	332		0	0	196	196	911	-2,03
3	775	332		0	0	196	196	911	-1,12
4	775	332		0	0	196	196	911	-21
5	775	332		0	16	196	211	896	68
6	775	332		0	12	297	309	798	1,47
7	775	332		0	9	374	383	724	2,20
8	775	332		0	8	419	427	680	2,88
9	775	332		0	12	371	383	724	3,60
10	775	332		0	22	418	440	667	4,27
11	775	332		0	40	264	304	803	5,07
12	775	332		0	33	357	390	717	5,79
13	775	332		0	42	299	340	767	6,56
14	775	332		0	36	382	417	690	7,25
15	775	332		0	10	663	673	434	7,68
16	775	332		0	48	311	359	748	8,43
17	775	332		0	49	299	349	758	9,19
18	775	332		0	52	269	321	786	9,97
19	775	332		0	54	249	303	804	10,77
20	775	332		0	38	412	450	657	11,43
TOTAL	15,500	6,640	0	1,300		6,390	8,171	13,969	

表 9-4: 感度分析 インフレ率 5%

Project Cashflow		Unit: k JPY																							
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	TOTAL
Cash in		3,014,220	2,239,820	1,718,540	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	23,858,374		
Equity		514,220	539,820	418,540	1,700,000	1,300,000																			1,472,580
Long-term loan		2,500,000	0	0	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	1,300,000	
Subsidy		0	0	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	0		
Tipping fee		0	0	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	15,500,000	
Electricity Sales		0	0	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	6,639,834	
Cash out (excl. Repayment)		3,014,220	2,239,820	1,718,540	585,660	569,443	625,198	614,548	613,661	738,360	735,792	733,343	731,018	732,149	730,201	728,389	726,721	725,203	723,844	722,651	726,311	730,155	734,191	5,912,994	20,858,374
Initial Investment		3,000,000	2,000,000	1,300,000	14,220	18,820	28,540																		6,300,000
Project Preparation		0	0	195,660	205,443	215,715	226,501	237,826	249,717	262,203	275,313	289,079	303,533	318,710	334,645	351,377	368,946	387,393	406,763	427,101	448,456	470,879	494,423	6,469,685	
O/M cost		0	0	221,000	390,000	364,000	338,000	312,000	286,000	234,000	208,000	182,000	156,000	130,000	104,000	78,000	52,000	26,000	0	0	0	0	0	3,510,000	
Interest Payment		0	0	206,332	222,549	238,277	253,491	268,166	282,274	295,789	308,678	320,913	332,459	343,282	353,347	362,614	371,046	378,598	385,229	364,890	343,535	321,113	297,569	6,250,149	
Depreciation		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	315,000	
Profit Before Tax		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	315,000	
Corporate Income Tax		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	459,159	
Profit After Tax		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,790,990	
Dividend		0	0	0	0	0	0	0	0	71,483	76,427	214,529	224,799	234,894	239,370	247,163	254,410	261,082	267,153	277,365	262,721	247,345	231,201	5,388,814	9,090,990
Single Year CashFlow		0	0	0	321,332	337,549	281,794	292,444	293,330	168,632	171,200	173,649	175,973	174,843	176,791	178,602	180,271	181,788	183,148	184,341	180,680	186,836	372,800	-4,806,002	0
Loan Repayment		0	0	0	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	3,000,000	
Remaining Loan		0	1,700,000	3,000,000	2,800,000	2,600,000	2,400,000	2,200,000	2,000,000	1,800,000	1,600,000	1,400,000	1,200,000	1,000,000	800,000	600,000	400,000	200,000	0	0	0	0	0	0	0
Balance Brought Forward		0	0	0	321,332	658,880	940,674	1,233,118	1,526,448	1,695,080	1,866,280	2,039,929	2,215,902	2,390,745	2,567,535	2,746,138	2,926,408	3,108,197	3,291,344	3,675,686	4,056,366	4,433,202	4,806,002	0	0

表 9-5: IRR インフレ率 5%

Project IRR		Case 2: Waste-to-Energy																					
		T/F= 2,500		FIT= 10.1		CAPEX= 6,300,000		unit: Million JPY		Equity IRR		Case 2: Waste-to-Energy		T/F= 2,500		FIT= 10.1		CAPEX= 6,300,000		unit: Million JPY			
Year	Tipping fee	Power Selling	Carbon Offset or Subsidy	Initial Investment	Corporate Tax	O/M Expenses	Financial Cost	Financial cashflow	Accumulated Cash Balance	Year	Tipping fee	Power Selling	Equity Contribution	Corporate Tax	O/M Expenses	Total Cashflow	Interest Payment	Loan Repayment	Cashflow to Equity Holder				
-2	0	0	2,500	3,000	0	14	514	-514	-514	-2	0	0	514	0	0	0	0	0	0	0	0	-514	
-1	0	0	0	2,000	0	19	2,019	-2,019	-2,533	0	0	0	540	0	0	0	0	0	0	0	0	-540	
0	0	0	0	1,300	0	29	1,329	-1,329	-3,862	0	0	0	419	0	0	0	0	0	0	0	0	-419	
1	775	332	0	0	0	170	170	937	-2,925	1	775	332	0	0</td									

表 9-6: 感度分析 インフレ率 10%

Project Cashflow	Unit: k JPY																							
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	TOTAL
	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Cash in	3,014,220	2,239,820	1,718,540	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	1,106,992	23,858,37	
Equity	514,220	539,820	418,540	1,700,000	1,300,000																			1,472,58
Long-term loan																							1,300,00	
Subsidy	2,500,000	0	0	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	775,000	15,500,00	
Tipping fee				0	0	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	331,992	6,639,83	
Electricity Sales				0	0																			
Cash out (excl. Repayment)	3,014,220	2,239,820	1,718,540	585,660	579,226	639,922	638,294	646,007	750,785	751,832	753,478	755,782	760,557	764,182	768,637	774,005	780,378	787,857	817,320	899,052	988,958	1,087,853	4,610,051	20,858,37
Initial Investment	3,000,000	2,000,000	1,300,000																					6,300,00
Project Preparation	14,220	18,820	28,540																					
O/M cost	0	0	0	195,660	215,226	236,749	260,423	286,466	315,112	346,624	381,286	419,415	461,356	507,492	558,241	614,065	675,471	743,019	817,320	899,052	988,958	1,087,853	1,196,639	11,206,42
Interest Payment	0	221,000	390,000	390,000	364,000	338,000	312,000	286,000	260,000	234,000	208,000	182,000	156,000	130,000	104,000	78,000	52,000	26,000	0	0	0	0	3,510,00	
Depreciation	0	0	0	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	6,300,00	
Profit Before Tax	0	0	0	206,332	212,766	217,243	219,568	219,526	216,879	211,368	202,706	190,577	174,636	154,500	129,751	99,927	64,520	22,973	-25,329	-107,061	-196,966	-295,862	-404,647	1,513,40
Corporate Income Tax	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,976	10,844	10,135	9,529	17,464	15,450	12,975	9,993	6,452	2,297	0	0	0	116,68
Profit After Tax	0	0	0	206,332	212,766	217,243	219,568	208,550	206,035	200,800	192,570	181,048	157,172	139,050	116,776	89,934	58,068	20,676	-25,329	-107,061	-196,966	-295,862	-404,647	1,396,72
Dividend	0	0	0	0	0	65,173	65,870	62,565	164,828	160,640	154,056	144,839	125,738	111,240	93,421	71,947	46,455	16,541	0	0	0	0	3,413,412	4,696,72
Single Year CashFlow	0	0	0	321,332	327,766	267,070	268,698	260,985	156,207	155,160	153,514	151,210	146,434	142,810	138,355	132,987	126,614	119,135	289,671	207,939	118,034	19,138	-3,503,059	
Loan Repayment	0	0	0	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	3,000,00		
Remaining Loan	0	1,700,000	3,000,000	2,800,000	2,600,000	2,400,000	2,200,000	2,000,000	1,800,000	1,600,000	1,400,000	1,200,000	1,000,000	800,000	600,000	400,000	200,000	0	0	0	0	0	0	
Balance Brought Forward	0	0	0	321,332	649,097	916,168	1,184,865	1,445,850	1,602,057	1,757,217	1,910,731	2,061,941	2,208,375	2,351,185	2,489,540	2,622,527	2,749,141	2,868,276	3,157,947	3,365,887	3,483,921	3,503,059	0	

表 9-7: インフレ率 10% IRR

Project IRR

Case 2: Waste-to-Energy		T/F= 2,500	FIT= 10.1		CAPEX= 6,300,000			unit: Million JPY	
Year	Tipping fee	Power Selling	Carbon Offset or Subsidy	Initial Investment	Corporate Tax	O/M Expenses	Financial Cost	Financial cashflow	Accumulated Cash Balance
-2	0	0	2,500	3,000	0	14	514	-514	-51
-1	0	0	0	2,000	0	19	2,019	-2,019	2,53
0	0	0	0	1,300	0	29	1,329	-1,329	3,86
1	775	332		0	0	170	170	937	-2,92
2	775	332		0	0	187	187	920	-2,00
3	775	332		0	0	206	206	901	-1,10
4	775	332		0	0	226	226	881	-22
5	775	332		0	13	249	262	845	62
6	775	332		0	13	274	287	820	1,44
7	775	332		0	13	301	314	793	2,23
8	775	332		0	13	331	344	763	2,99
9	775	332		0	12	365	377	730	3,72
10	775	332		0	23	401	425	682	4,41
11	775	332		0	22	441	463	644	5,05
12	775	332		0	20	485	506	601	5,65
13	775	332		0	18	534	552	555	6,21
14	775	332		0	15	587	603	504	6,71
15	775	332		0	12	646	658	449	7,16
16	775	332		0	8	711	719	388	7,55
17	775	332		0	1	782	783	324	7,87
18	775	332		0	0	860	860	247	8,12
19	775	332		0	0	946	946	161	8,28
20	775	332		0	0	1,040	1,040	67	8,35
TOTAL	15,500	6,640	0	1,300		9,771	11,255	10,885	

Equity IRR

Case 2: Waste-to-Energy		T/F= 2,500		FIT= 10.1		CAPEX= 6,300,000		unit: Million JPY	
Year	Tipping fee	Power Selling	Equity Contribution	Corporate Tax	O/M Expenses	Total Cashflow	Interest Payment	Loan Repayment	Cashflow to Equity Holder
-2	0	0	514	0	0	0	0	0	-514
-1	0	0	540	0	0	0	0	0	-540
0	0	0	419	0	0	0	0	0	-419
1	775	332		0	170	937	390	200	347
2	775	332		0	187	920	364	200	356
3	775	332		0	206	901	338	200	363
4	775	332		0	226	881	312	200	369
5	775	332		13	249	845	286	200	359
6	775	332		13	274	820	260	200	360
7	775	332		13	301	793	234	200	359
8	775	332		13	331	763	208	200	355
9	775	332		12	365	730	182	200	348
10	775	332		23	401	682	156	200	326
11	775	332		22	441	644	130	200	314
12	775	332		20	485	601	104	200	297
13	775	332		18	534	555	78	200	277
14	775	332		15	587	504	52	200	252
15	775	332		12	646	449	26	200	223
16	775	332		8	711	388	0	0	388
17	775	332		1	782	324	0	0	324
18	775	332		0	860	247	0	0	247
19	775	332		0	946	161	0	0	161
20	775	332		0	1,040	67	0	0	67
TOTAL	15,500	6,640	419		9,742	12,214	3,120	19,020	4,621

表 9-8: 感度分析 ドン安 1%

Project Cashflow		Unit: k JPY																							
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	TOTAL
Cash in		3,014,220	2,239,820	1,718,540	1,106,992	1,095,922	1,074,113	1,042,211	1,001,143	952,077	896,362	835,468	770,924	704,252	636,913	570,253	505,463	443,555	385,336	331,412	282,183	237,864	198,501	163,995	14,953,478
Equity		514,220	539,820	418,540	1,700,000	1,300,000																			1,472,580
Long-term loan		2,500,000	0	0	775,000	767,250	751,982	729,647	700,896	666,545	627,539	584,907	539,720	493,044	445,900	399,231	353,873	310,531	269,772	232,020	197,555	166,528	138,970	114,812	9,265,722
Subsidy		0	0	331,992	328,672	322,131	312,564	300,247	285,532	268,823	250,561	231,203	211,208	191,013	171,021	151,591	133,024	115,564	99,392	84,628	71,337	59,531	49,183	3,969,216	
Tipping fee																									
Electricity Sales																									
Cash out (excl. Repayment)		3,014,220	2,239,820	1,718,540	585,660	557,703	598,570	569,457	545,035	600,786	550,363	495,749	438,182	379,440	319,220	279,182	251,430	223,696	195,979	168,279	166,596	164,930	163,281	2,981,400	11,953,478
Initial Investment		3,000,000	2,000,000	1,300,000	14,220	18,820	28,540																		6,300,000
Project Preparation																									
O/M cost		0	0	195,660	193,703	191,766	189,849	187,950	186,071	184,210	182,368	180,544	178,739	176,951	175,182	173,430	171,696	169,979	168,279	166,596	164,930	163,281	161,648	3,562,833	
Interest Payment		0	221,000	390,000	364,000	338,000	312,000	286,000	260,000	234,000	208,000	182,000	156,000	130,000	104,000	78,000	52,000	26,000	0	0	0	0	0	3,510,000	
Depreciation		0	0	0	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	6,300,000	
Profit Before Tax		0	0	0	206,332	223,218	229,347	225,362	212,193	191,007	163,152	130,100	93,379	54,513	14,962	-23,929	-60,967	-95,141	-125,643	-151,867	-199,413	-242,066	-279,780	-312,653	252,105
Corporate Income Tax		0	0	0	0	0	0	0	0	10,610	9,550	8,158	6,505	4,669	5,451	1,496	0	0	0	0	0	0	0	46,439	
Profit After Tax		0	0	0	206,332	223,218	229,347	225,362	201,584	181,456	154,994	123,595	88,710	49,062	13,465	-23,929	-60,967	-95,141	-125,643	-151,867	-199,413	-242,066	-279,780	-312,653	205,666
Dividend		0	0	0	0	0	0	0	68,804	67,609	60,475	145,165	123,996	98,876	70,968	39,250	10,772	0	0	0	0	0	0	0	
Single Year CashFlow		0	0	0	321,332	338,218	275,543	272,753	256,109	151,291	145,999	139,719	132,742	124,812	117,693	91,071	54,033	19,859	-10,643	163,133	115,587	72,934	35,220	-2,817,405	0
Loan Repayment		0	0	0	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	3,000,000	
Remaining Loan		0	1,700,000	3,000,000	2,800,000	2,600,000	2,400,000	2,200,000	2,000,000	1,800,000	1,600,000	1,400,000	1,200,000	1,000,000	800,000	600,000	400,000	200,000	0	0	0	0	0	0	
Balance Brought Forward		0	0	0	321,332	659,550	935,093	1,207,846	1,463,955	1,615,246	1,761,245	1,900,964	2,033,706	2,158,518	2,276,211	2,367,282	2,421,315	2,441,174	2,430,531	2,593,664	2,709,251	2,782,185	2,817,405	0	0

表 9-9: IRR ドン安 1%

Project IRR		Case 2: Waste-to-Energy		T/F= 2,500		FIT= 10.1		CAPEX= 6,300,000		unit: Million JPY		Equity IRR		Case 2: Waste-to-Energy		T/F= 2,500		FIT= 10.1		CAPEX= 6,300,000		unit: Million JPY	
Year	Tipping fee	Power Selling	Carbon Offset or Subsidy	Initial Investment	Corporate Tax	O/M Expenses	Financial Cost	Financial cashflow	Accumulated Cash Balance	Year	Tipping fee	Power Selling	Equity Contribution	Corporate Tax	O/M Expenses	Total Cashflow	Interest Payment	Loan Repayment	Cashflow to Equity Holder				
-2	0	2,500	3,000	0	14	514	-514	-514		-2	0	0	514	0	0	0	0	0	0	-514			
-1	0	0	0	2,000	0	19	2,019	-2,019	-2,533	-1	0	0	540	0	0	0	0	0	0	-540			
0	0	0	0	1,300	0	29	1,329	-1,329	-3,862	0	0	0	419	0	0	0	0	0	0	-419			
1	775	332	0	0	170	170	937			1	775	332	0	0	170	937	390	200	347				
2	767	329	0	0	168	168	928	-1,997		2	767	329	0	0	168	928	364	200	364				
3	752	322	0	0	167	167	907	-1,090		3	752	322	0	0	167	907	338	200	369				
4	730	3																					

表 9-10: 感度分析 ドン安 2%

Project Cashflow	Unit: k JPY																								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	TOTAL	
Cash in	3,014,220	2,239,820	1,718,540	1,106,992	1,084,852	1,041,892	980,620	904,493	817,590	724,256	628,745	534,913	445,982	364,400	291,787	228,970	176,083	132,703	98,011	70,940	50,319	39,262	35,366	11,476,715	
Equity	514,220	539,820	418,540	1,700,000	1,300,000																				1,472,580
Long-term loan																									1,300,000
Subsidy	2,500,000	0	0	775,000	759,500	729,424	686,528	633,231	572,391	507,048	440,182	374,490	312,230	255,115	204,279	160,301	123,275	92,905	68,617	49,665	35,228	27,487	23,592	6,830,487	
Tipping fee	0	0	0	331,992	325,352	312,468	294,092	271,261	245,199	217,207	188,563	160,423	133,752	109,285	87,508	68,669	52,808	39,798	29,394	21,275	15,091	11,775	11,775	2,927,688	
Electricity Sales	0	0	0																						
Cash out (excl. Repayment)	3,014,220	2,239,820	1,718,540	585,660	555,747	586,206	546,994	507,683	490,101	408,889	377,857	348,460	319,131	289,868	260,671	231,538	202,467	173,458	144,508	141,618	138,786	152,664	295,868	8,476,715	
Initial Investment	3,000,000	2,000,000	1,300,000																						6,300,000
Project Preparation	14,220	18,820	28,540																						3,303,086
O/M cost	0	0	0	195,660	191,747	187,912	184,154	180,471	176,861	173,324	169,857	166,460	163,131	159,868	156,671	153,538	150,467	147,458	144,508	141,618	138,786	152,664	167,931	3,510,000	
Interest Payment	0	221,000	390,000	390,000	364,000	338,000	312,000	286,000	260,000	234,000	208,000	182,000	156,000	130,000	104,000	78,000	52,000	26,000	0	0	0	0	0	3,600,000	
Depreciation	0	0	0	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000		
Profit Before Tax	0	0	0	206,332	214,105	200,980	169,467	123,022	65,729	1,932	-64,113	-128,547	-188,149	-240,468	-283,884	-317,568	-341,384	-355,754	-361,498	-385,678	-403,467	-428,403	-447,565	-2,964,911	
Corporate Income Tax	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,534	
Profit After Tax	0	0	0	206,332	214,105	200,980	169,467	116,871	62,442	1,835	-64,113	-128,547	-188,149	-240,468	-283,884	-317,568	-341,384	-355,754	-361,498	-385,678	-403,467	-428,403	-447,565	-2,974,446	
Dividend	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127,937	
Single Year CashFlow	0	0	0	321,332	329,105	255,686	233,627	196,810	127,488	115,367	50,887	-13,547	-73,149	-125,468	-168,884	-202,568	-226,384	-240,754	-46,498	-70,678	-88,467	-113,403	-260,502	0	
Loan Repayment	0	0	0	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	3,000,000		
Remaining Loan	0	1,700,000	3,000,000	2,800,000	2,600,000	2,400,000	2,200,000	2,000,000	1,800,000	1,600,000	1,400,000	1,200,000	1,000,000	800,000	600,000	400,000	200,000	0	0	0	0	0	0	0	
Balance Brought Forward	0	0	0	321,332	650,437	906,123	1,139,749	1,336,559	1,464,048	1,579,415	1,630,302	1,616,755	1,543,606	1,418,138	1,249,253	1,046,685	820,301	579,547	533,050	462,371	373,905	260,502	0		

表 9-11: IRR ドン安 2%

Project IRR		Equity IRR																								
Case 2: Waste-to-Energy		T/F= 2,500		FIT= 10.1		CAPEX= 6,300,000		unit: Million JPY		Case 2: Waste-to-Energy		T/F= 2,500		FIT= 10.1		CAPEX= 6,300,000		unit: Million JPY								
Year	Tipping fee	Power Selling	Carbon Offset or Subsidy	Initial Investment	Corporate Tax	O/M Expenses	Financial Cost	Financial cashflow	Accumulated Cash Balance	Year	Tipping fee	Power Selling	Equity Contribution	Corporate Tax	O/M Expenses	Total Cashflow	Interest Payment	Loan Repayment	Cashflow to Equity Holder							
-2	0	2,500	3,000	0	14	514	-514	-514		-2	0	0	514	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-514			
-1	0	0	0	2,000	0	19	2,019	-2,019	-2,533	-1	0	0	540	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-540			
0	0	0	0	1,300	0	29	1,329	-1,329	-3,862	0	0	0	419	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-419			
1	775	332	0	0	0	170	170	937	-2,925	1	775	332		0	0	170	937	390	200	0	0	0	347			
2	760	325	0	0	0	167	167	918	-2,007	2	760	325		0	0	167	918	364	200	0	0	0	354			
3																										

9.2 事業の必要性とその効果

2012 年 10 月現在でのカンソン最終処分場の埋立残余容量 ($2,535,521 \text{ m}^3$) 及びダナン市における都市廃棄物発生・対象処理量の推計結果に基づき、カンソン最終処分場の埋立残余年数の推定を行った。

その結果、今後ダナン市において収集される都市廃棄物が中間処理による減量化を行わずに埋立処分された場合、カンソン最終処分場は 2019 年までにその残余容量が尽きると推定される。

表 9-12: カンソン最終処分場における都市廃棄物埋立処分量の将来推計

年次	固形廃棄物量 (トン/年)	汚泥量 (トン/年)	覆土量 (トン/年)	都市廃棄物等 埋立処分量 (トン/年)	都市廃棄物等 埋立処分量 ($\text{m}^3/\text{年}$)	埋立処分残余 容量 (m^3)
2012	-	-	-	-	-	2,535,521
2013	268,597	2,920	16,291	287,808	287,808	2,247,713
2014	286,890	2,999	17,393	307,282	307,282	1,940,431
2015	297,475	3,078	18,033	318,586	318,586	1,621,844
2016	308,904	3,168	18,724	330,796	330,796	1,291,048
2017	318,280	3,244	19,291	340,815	340,815	950,233
2018	328,500	3,329	19,910	351,739	351,739	598,494
2019	338,355	3,416	20,506	362,277	362,277	236,217
2020	348,798	3,514	21,139	373,451	373,451	-137,234

注) 都市廃棄物のかさ比重は、1.0 トン/ m^3 と設定した。

一方、カンソン処分場整備時の経験に基づくと今後、カンソン処分場以外の新規の処分場の建設は非常に困難であり実質上不可能である可能性が高い。そのため、現有のカンソン処分場の寿命を可能な限り延伸することはダナン市にとって喫緊の大きな課題であり、カンソン処分場の延命化には中間処理施設導入による必要埋立処分量の減量化が非常に有力な手段でありダナン市にとって中間処理施設導入の必要性は非常に高い。

本調査の結果では導入する中間処理のオプションによって異なるものの、中間処理施設導入により期待される廃棄物減量化率は直接埋立を 0% とすれば 40~70% の効果が期待出来る。

9.3 事業実施に向けた課題と対応策

本調査で提案されたオプション 3 (MRF 施設 1,000ton/日 + 廃棄物焼却発電、定格処理能力 300ton/日) の場合の Tipping Fee は最も有利な条件¹⁶ (JCM の補助金を利用する場合にはダナン市は事業者側に本事業を実施することで発生するカーボンクレジットを無償で事業者側に譲渡する必要がある) を前提とした場合、廃棄物 1 トンあたり約 USD25~30 となる。一方、現在の都市廃棄物管理(収集、運搬、処理・処分)に要している費用は廃棄物 1 トンあたり 23.3 万 VND(約 USD 11) であり、このうち処理処分に要している費用は 1 トンあたり 24,611VND(約 USD1.1) である。

本調査を実現案件へと形成するには、表 7-3 で挙げた事業実施に必要な条件を満たす必要がある。特に中央政府保証取得については日系企業の活動だけでは難しく、ダナン市と一体となった活動を実施予定である。

¹⁶ 売電価格 USD0.1/kWh、日本政府環境省 JCM 補助金 USD46million 等

ANNEX 1：下水分野の調査結果

下水道事業に関してはダナン市との公式な会議を行うことができなかったため、報告書に述べられている下水道事業に関する情報はダナン市の承認を受けたものではない。2013年12月19日にダナン市人民員会とJICAの間で下水道事業に関する調査を調査対象から外すことが同意された。このため、下水道事業の報告書は2012年12月までにJICA調査団が集めたデータを基にまとめたものである。

第1章 ダナン市の下水道セクターの現状と今後の開発計画

1.1 ベトナム国の下水道セクターの現状と今後の開発計画

ベトナム国の汚水排水の国家政策は、“2020年までのベトナムの都市開発の方向性”（決定No.35/1999/QD-TTg、3月5日）に述べられている。この決定では、都市は2020年までに90%～100%の住民に下水処理と排水サービスを提供すべきであるとしている。

1.2 ダナン市の下水道セクターの現状と今後の開発計画

1.2.1 ダナン市の水質の現状

ダナン市における水質の現況を把握するため、2012年7月にJICA調査団は水質調査を実施した。図1-2-1に水質調査地点の位置図を示す。本節では、ダナン市における既存の下水処理場および放流先水域の水質の特徴を示す。

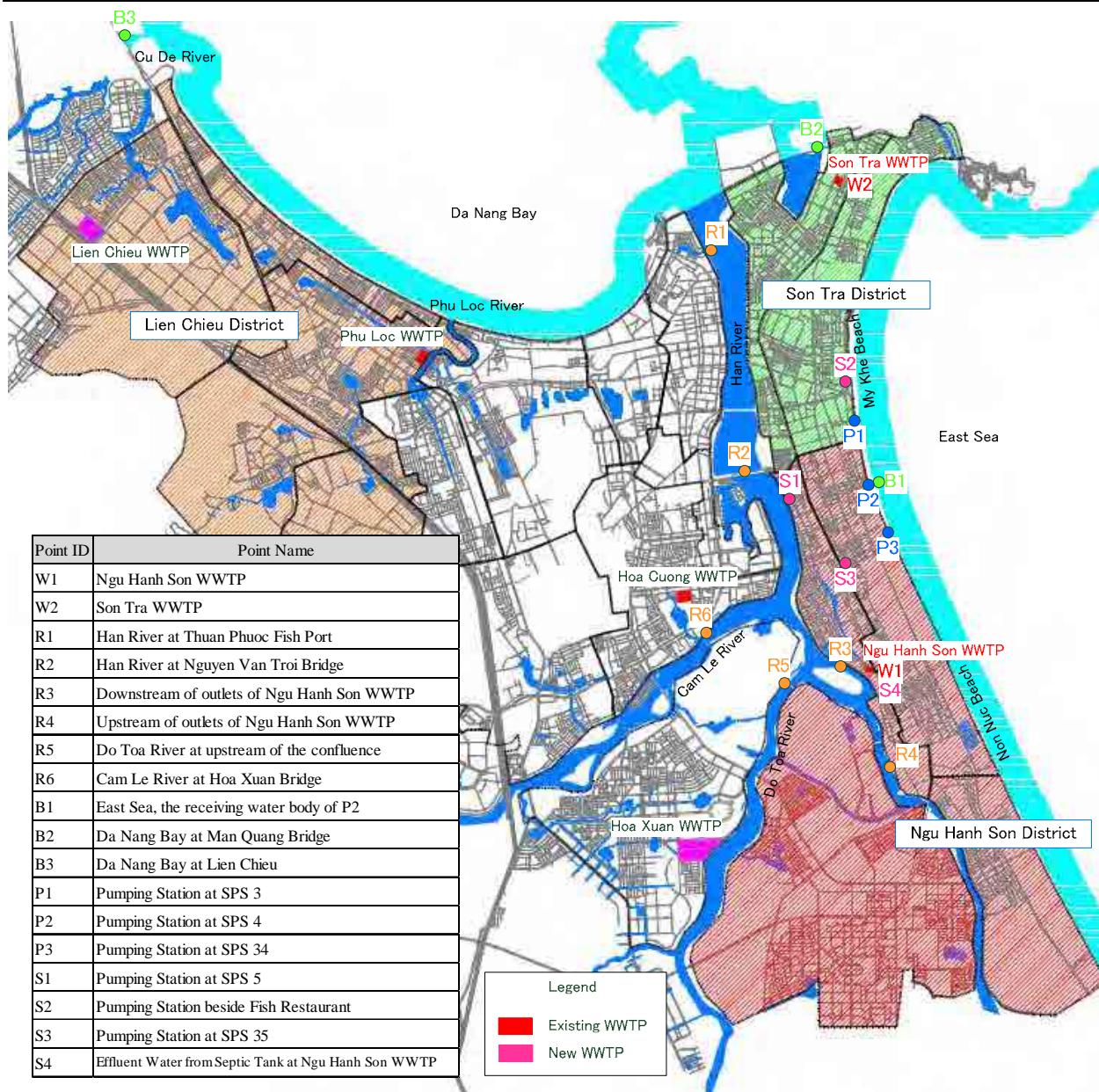


図 1-2-1 水質調査地点の位置図

a) 既存の下水処理場

JICA 調査団が実施した水質調査のうち、グハンソン処理場およびソンチャ処理場の流入、流出水の水質調査結果を表 1-2-1 に示す。

グハンソン処理場およびソンチャ処理場における流出水の BOD および COD は、家庭および工場排水の水質基準、Class B を満たしていない。BOD の処理効率は、グハンソン処理場で 32%、ソンチャ処理場で 39% であった。両処理場における他の水質項目は、水質基準の Class B を満たしているものの、その濃度は比較的高い。2009 年の「ダナン市における下水管理戦略に関する調査」報告書における水質調査結果と比較すると、JICA 調査団による水質調査結果は比較的高い値となっている。

表 1-2-1 既存の下水処理場における水質

No	指標	単位	Ngu Hanh Son 処理場		Son Tra 処理場		QCVN 14:2008 / BTNMT , クラス B	QCVN 24:2009/ BTNMT , クラス B
			W1-I	W1-E	W2-I	W2-E		
	流入/流出	-	流入	流出	流入	流出	-	-
	日付	-	25/7/2012		25/7/2012		-	-
1	pH	-	6.65	6.82	6.68	6.90	5 - 9	5.5 – 9
2	TSS	mg/l	210	62	240	80	100	100
3	TDS	mg/l	3610	664	3748	736	1000	-
4	BOD ₅ (20 °C)	mg/l	120.5	81.6	157.6	96.3	50	50
5	COD	mg/l	289	123	342	152	-	100
6	NH ₄ -N	mg/l	12.9	7.8	16.4	9.8	10	10
7	T-N	mg/l	36.5	12.6	42.5	28.8	-	30
8	T-P	mg/l	15.9	3.6	18.5	5.6	-	6
9	硫化物	mg/l	2.2	0.8	5.0	1.4	4	-
10	油類	mg/l	12.1	5.1	16.7	6.9	20	20
11	界面活性剤	mg/l	6.9	3.8	7.3	5.3	10	-

注釈 :

QCVN 14:2008/ BTNMT : 家庭下水の放流水質に係るベトナム国家基準

- クラス A : 水道水源に放流する場合に適用

- クラス B : 水道水源以外に放流する場合に適用

QCVN 24:2009/ BTNMT : 産業排水の放流水質に係るベトナム国家基準

- クラス A : 生活用水に利用される水域に放流する場合に適用

- クラス B : 生活用水以外に利用される水域に放流する場合に適用

b) 放流先水域

JICA 調査団が実施した水質調査のうち、グハンソン処理場の放流先河川であるハン川における水質調査結果を表 1-2-2 に示す。

ハン川の河口に位置する R1 地点における水質は、満潮時の NH₄-N および油脂類を除いて、表流水の水質基準 Class B2 を満たしている。ハン川の下流に位置する R2 地点における水質は、満潮時の NH₄-N を除いて、表流水の水質基準 Class B2 を満たしている。この水質調査結果から、ハン川下流部では、海や河口部からの汚濁物質の逆流によって、干潮時よりも満潮時のほうがより汚濁されていることが分かる。

一方で、グハンソン処理場の放流口の下流に位置する R3 地点の水質は、下流からの汚濁物質の逆流よりもグハンソン処理場からの放流水に影響を受けている。R3 地点の水質は表流水の水質基準 Class B2 を満たしている。

表 1-2-2 Han 川における水質

No	指標	単位	R1		R2		R3		QCVN 08:2008 / BTNMT , クラス B2
			R1-H	R1-L	R2-H	R2-L	R3-H	R3-L	
	潮汐	-	満潮	干潮	満潮	干潮	満潮	干潮	-
	日付	-	27/7/2012		27/7/2012		30/7/2012		-
1	pH	-	6.85	6.56	6.63	6.82	6.28	6.47	5.5 - 9
2	EC	μS/cm	27300	15625	13939	11277	12548	9020	-
3	DO	mg/l	6.46	5.68	6.95	6.50	6.72	5.95	≥2
4	TSS	mg/l	30.0	24.0	18.0	19.0	16.0	24.0	100
5	BOD ₅ (20 °C)	mg/l	20.8	7.2	5.6	4.8	6.8	8.9	25
6	COD	mg/l	38	16	12	10	15	18	50
7	NH ₄ -N	mg/l	1.08	0.55	1.21	0.70	0.21	0.47	1
8	油類	mg/l	1.26	0.95	0.16	0.14	0.08	0.12	0.3
9	界面活性剤	mg/l	0.36	0.24	0.21	0.15	0.30	0.33	0.5
10	大腸菌	MPN/100 ml	20	60	24	30	30	40	200

注釈 :

QCVN 08:2008/ BTNMT : 表流水の水質に係るベトナム国家基準

- クラス A1 : 生活用水、及び A2、B1 及び B2 のその他の目的
- クラス A2 : 利用が、(1)適切な処理技術による生活用水、(2)水生生物の保護、及び(3)B1 及び B2 のその他の目的
- クラス B1 : 灌漑、又は同等の水質が要求されるその他の目的、又は B2 のその他の目的
- クラス B2 : 水運及び水質において低い要求で良いその他の目的

JICA 調査団が実施した水質調査のうち、下水処理場の放流先河川である沿岸地域における水質調査結果を表 1-2-3 に示す。

R1 地点は、南シナ海沿岸に位置し、雨天時のみポンプ場 SPS 4 からの放流があるが、R1 地点における晴天時の水質は、沿岸域の水質基準クラス I を満たしている。ただし、雨天時には、ポンプ場からの汚濁物質の流出のため、沿岸域の水質は悪化するものと考えられる。降雨時のポンプ場 SPS 3 から沿岸に汚濁物質が流出する様子を写真 1-2-1 に示す。

ソンチャ処理場の放流口の下流に位置する B2 地点の水質は、沿岸域の水質基準クラス III を満たしている。

クデ 川の河口に位置する B3 地点の水質は、表流水の水質基準クラス B2 を満たしている。将来的に新規の下水処理場がリエンチュウ地区に建設された場合、新設の処理場からの放流水がクデ 川の水質に影響を与えるものと考えられる。

表 1-2-3 沿岸域における水質

No	指標	単位	B1	B2	B3	QCVN 10:2008/ BTNMT , クラス I	QCVN 10:2008/ BTNMT , クラス III	QCVN 08:2008/ BTNMT , クラス B2
	日付	-	25/7/2012	27/7/2012	-	-	-	-
1	pH	-	7.12	7.50	6.95	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5	5.5 - 9
2	EC	µS/cm	52200	44500	37900	-	-	-
3	DO	mg/l	6.75	7.08	6.56	≥4	-	≥2
4	TSS	mg/l	15.0	18.0	20.0	50	-	100
5	BOD ₅ (20 °C)	mg/l	1.6	8.5	4.2	-	-	25
6	COD	mg/l	4	18	9	4	-	50
7	NH ₄ -N	mg/l	0.052	0.064	0.009	0.5	0.5	1
8	油類	mg/l	ND	0.06	0.08	0.1	0.2	0.3
9	界面活性剤	mg/l	0.34	0.56	0.48	-	-	0.5
10	大腸菌	MPN/100 ml	ND	3	2	1000	1000	200

注釈 :

QCVN 10:2008/ BTNMT : 沿岸域の水質に係るベトナム国家基準

- クラス I : 海水浴場や観光に利用されている水域に放流する場合に適用
- クラス II : 養殖に利用されている水域に放流する場合に適用
- クラス III : その他の水域に放流する場合に適用

QCVN 08:2008/ BTNMT : 表流水の水質に係るベトナム国家基準

- クラス A1 : 生活用水、及び A2、B1 及び B2 のその他の目的
- クラス A2 : 利用が、(1)適切な処理技術による生活用水、(2)水生生物の保護、及び(3)B1 及び B2 のその他の目的
- クラス B1 : 灌漑、又は同等の水質が要求されるその他の目的、又は B2 のその他の目的
- クラス B2 : 水運及び水質において低い要求で良いその他の目的



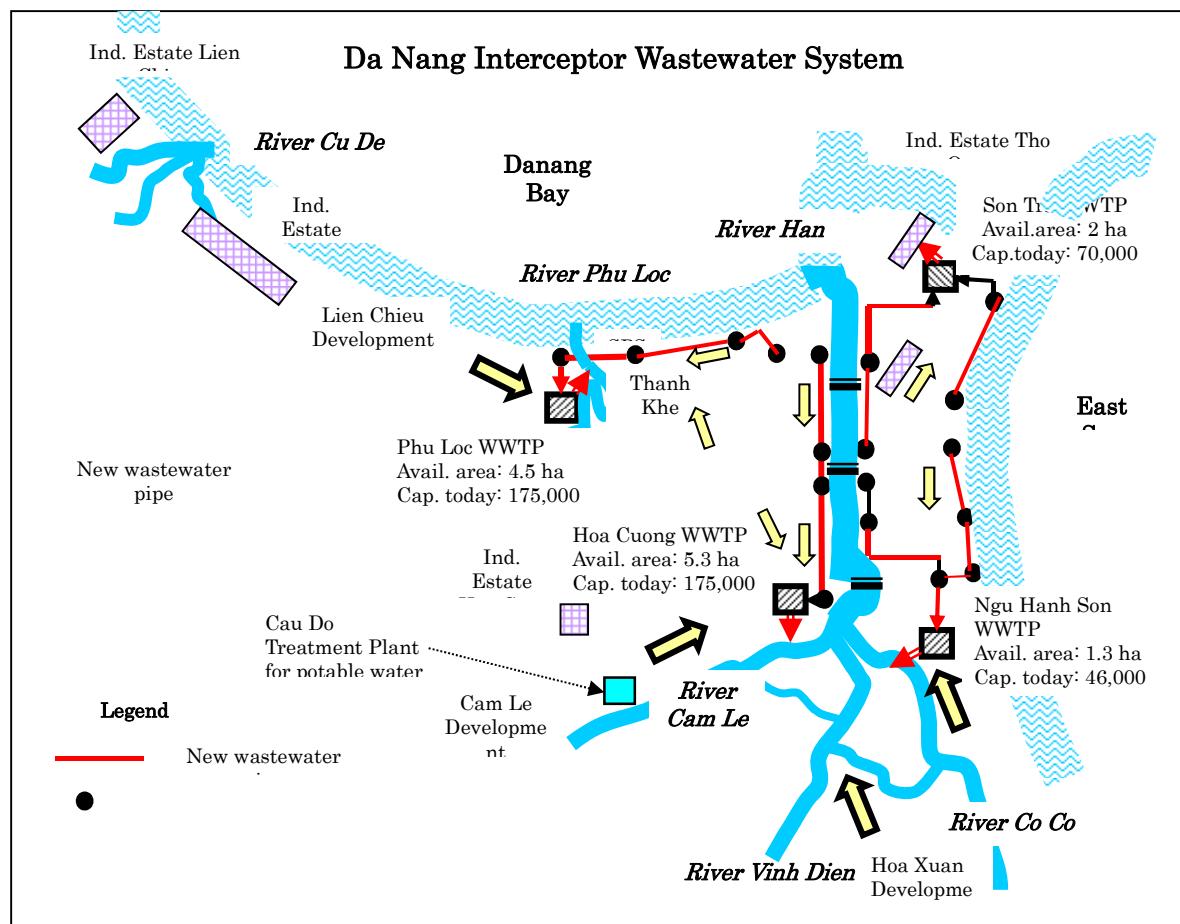
写真 1-2-1 ポンプ場 SPS 3 から沿岸に汚濁物質が流出する様子 (7/21 降雨時)

1.2.2 ダナン市の既存下水道の現状下水道

a) 汚水

ダナン市の現在の汚水システムは基本的に合流式である。これは、腐敗槽からの汚水や雨水が同じ管渠で収集され排除されている。大部分の家庭は腐敗槽または同等な処理施設を有しているが、これらからの汚水が下水道管渠に接続しているのはほんの数パーセントとである。

2009年にまとめられたダナン市の下水戦略調査では、図1-2-2に示す遮集管（インタセプター）による下水道整備が行われていることを示している。



出典: ダナン市の下水道整備調査, 2009

図1-2-2 ダナン市遮集管による下水道システム

遮集管による下水道システムの主な施設は以下のとおりである。

- 15.7 km の自然流下管
- 19.4 km の圧送管
- 60 箇所の雨水吐き室
- 18 箇所のポンプ場

現在収集された汚水は現在ダナン市の4箇所の嫌気性処理の下水処理場で処理され、下水道システムの維持管理はダナン市交通排水維持管理会社(TMDC)が行っている。

表 1-2-4 下水処理場の能力

下水処理場名	処理能力 (m ³ /day)
フアクン、Hua Cuong	30,000
グーハンソン、Ngu Hang Son	10,000
フーロック、Phu Loc	8,000
ソンチャ、Son Tra	16,000
ホアスン、Hoa Xuan	現在工事入札中

出典: JICA調査団が2010年2月に行ったJICA調査、ダナン市及びその周辺の包括的開発調査を加算修正した。

腐敗槽の汚泥処理については、一部の腐敗槽汚泥が民間業者により収集されている。そして、収集された汚泥は、カンソン処分場にて嫌気処理されている。

b) 排水

ダナンの土地は海面より 3~7m の高さにある。市の雨水の大部分は直接ダナン湾か観光客に人気のあるミケ海岸、またはハン川に流れる。ダナン市には雨期に 0.7m ほどの浸水が 48 時間ほど生じる地区がある。

今まで市中心部の排水システムは限られており、たった 122km の石、ブロックまたはコンクリートの道路側溝により構成されている。これらの排水施設の大部分は水理学的な設計や全体的なネットワークの視点なしにその場その場で作られたものである。さらに、排水システムは道路や鉄道、水道やその他の公共構造物直下の無理な接続やシルト・ごみなどの堆積のためその排水能力が低下している。

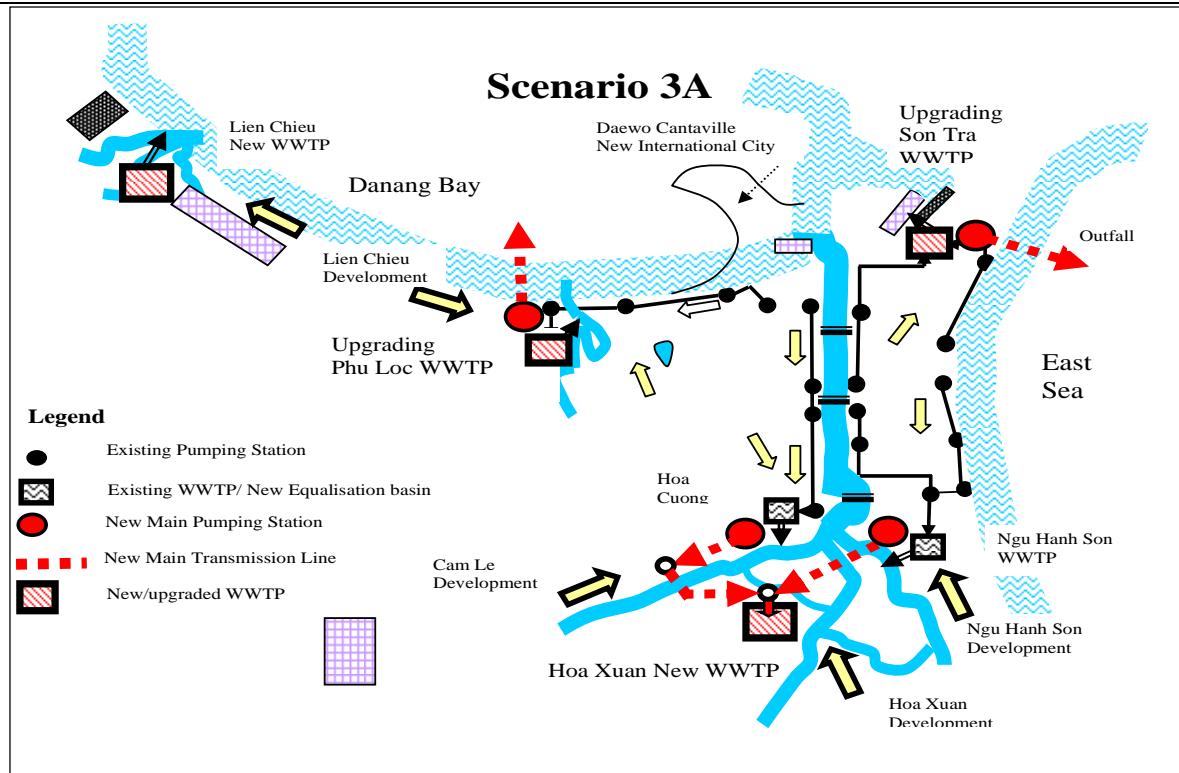
汚水は雨水とともに排水されており、遮集管による下水道システムが 2006 年の世界銀行傘下の “国際開発協会(IDA)の三都市衛生プロジェクト” で建設されている。このプロジェクトは人口密度が高く投資効果の高い市の中北部および東側に焦点を当てたものであった。プロジェクトは 4 つの嫌気性処理の下水処理場の建設と合わせ、既設排水路の改修や新規排水網の整備、汚水のための遮集管の整備、ポンプ場の建設を行うものであった。排水シミュレーションの解析（付録 A USEPA の SWMM によるグハンソン地区の排水解析）では、このプロジェクトにより高潮発生時に降雨ピークが来た場合、降雨開始後 3 時に小規模な浸水が発生すると予想されるが、浸水は長引かず降雨ピークが過ぎるとすぐに排水を開始する効果を示した。

1.2.3 ダナン市の下水道セクターの今後の開発計画

ダナン市の下水道マスタープランは 2009 年 4 月に世界銀行により策定された。ダナン市はこれに基づき翌年の 2010 年に汚水全量の処理を 2020 年までに行う目標を設定した(No 1866/QD-TT, 2010 年 10 月)。

2009 年に策定されたマスタープランの目的は、1)各地の包括的な中長期的な戦略策定の支援、2)既存下水処理施設の最適な運営方法の提案、3)提案実施のための投資事案の提案及び 4)既存下水処理場及び新規下水処理場の処理方式の提案、であった。

そして、現状及び各種のデータを基に、4 つのシナリオについてそのフィージビリティーを分析した結果、図 1-2-3 に示す案が最も有効であった。



出典：ダナン市下水道マスタープラン、2009年

図 1-2-3 提案されたダナン市の下水道システム（シナリオ 3A 案）

最適案はダナン市を水理学的に南北 2 つの区分に分けたものである。北部には 3 つの下水処理場（ソンチャ、フーロック、リエンチュウ）が南部にはホアソンの 1 つの下水処理場とすることを提案している。

このマスタープランに基づき、ダナン市は 2012 年 5 月 30 日に、世界銀行の資金によりホアソン下水処理場の処理能力の向上、リエンチュウ下水処理場の新規建設、そしてソンチャ下水処理場の処理方式の変更及び処理能力の向上を行うことを決定した(開発プロジェクトに関する認可書 : No. 3736/UBND-QLDTu,)。

第2章 施設計画

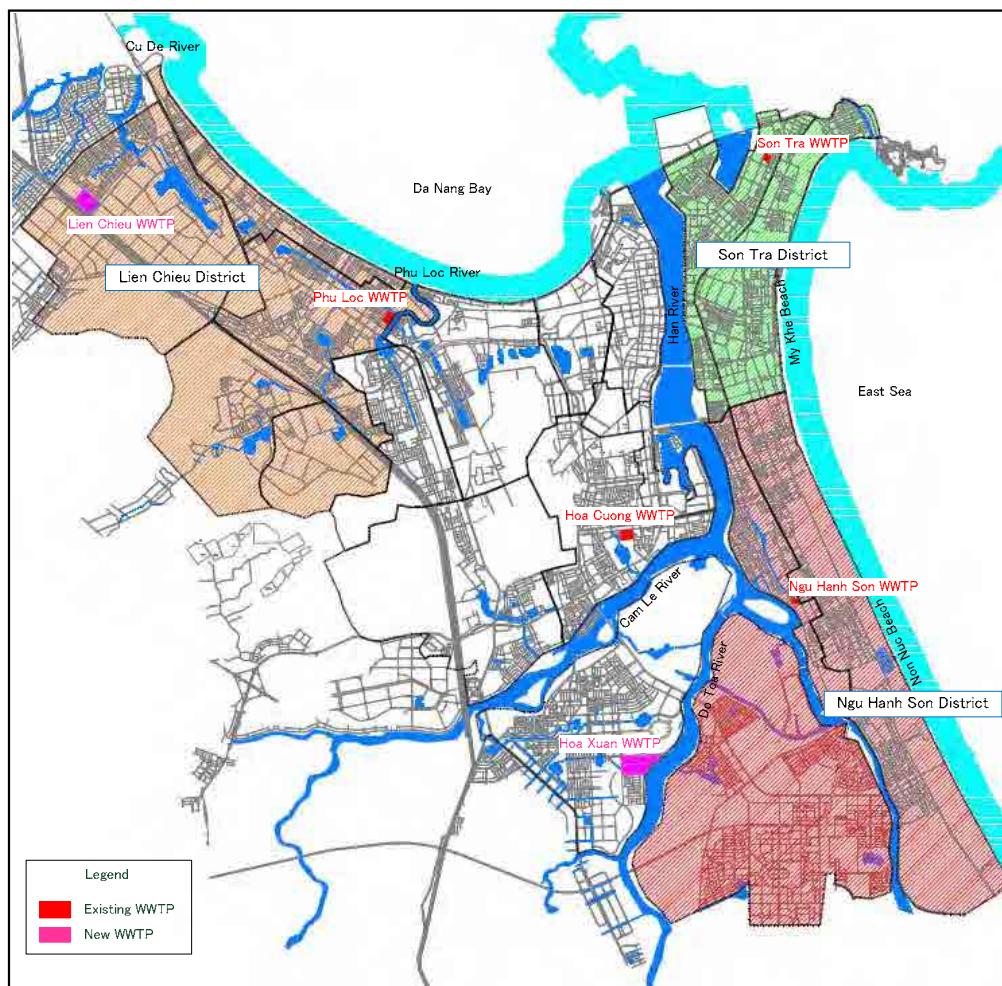
2.1 下水道事業

PPP 事業候補地は、マスター・プランとダナン市と JICA との打ち合わせ議事録(Minutes of meetings on the mission for the preparatory survey on wastewater management and solid waste management for Da Nang city in the Socialist Republic of Vietnam, 28 December 2011)に基づきリエンチュウ地区、ソンチャ地区、グハンソン地区の 3箇所がある。この中から最適な PPP 事業候補地を選定し、そしてその設計条件を決定する。

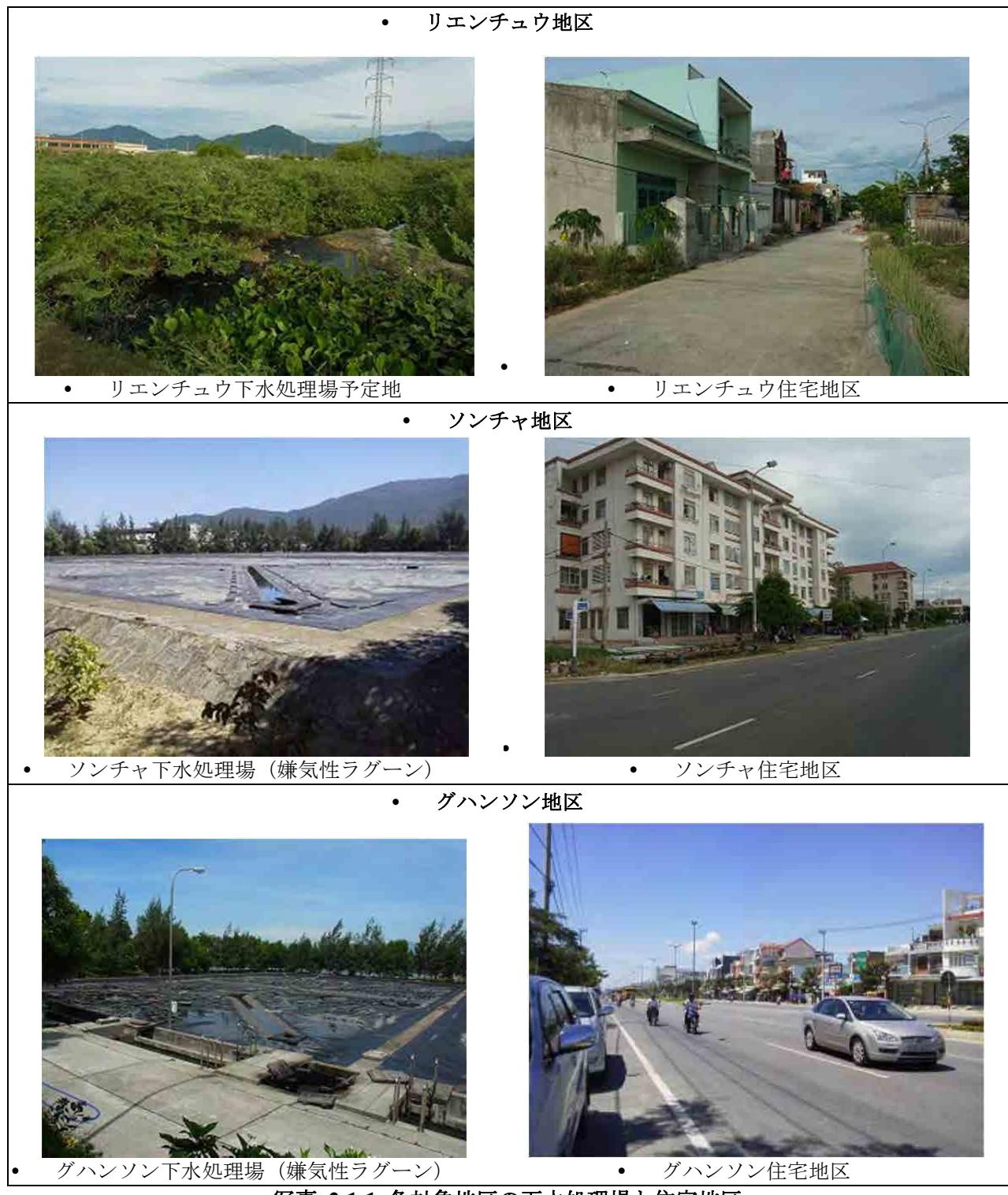
2.1.1 PPP 事業候補地の区域と人口

a) PPP 事業候補地の区域

下水道事業の最適事業候補地（図 2-1-1、写真 2-1-1 参照）はリエンチュウ地区、ソンチャ地区とグハンソン地区の中から選定する。選定は JICA 調査団による文献調査や現地調査により行う。



• 図 2-1-1 調査対象図



• 写真 2-1-1 各対象地区の下水処理場と住宅地区

b) 人口

2030 年までの人口予想は以下の式によって算定する: $P_n = P_0 \times (1 + GR)^n$

ここで:

Pn : n 年の人口
 Po : 基準年の人口
 GR: 人口増加率
 n : 基準年からの経過年数。

3 地区の人口増加率は計画局の 4.17 の値をダナン市全体については 2020 年までのダナン市社会経済開発マスター プランで使用されている値を使用する。人口予測は表 2-1-1 に示す。

表2-1-1 人口予測

地区	2008	2010	2015		2020		2030	
	人口	人口	増加率%	人口	増加率%	人口	増加率%	人口
リエンチュウ ¹⁾	100,051	136,737	4.17	167,725	4.17	205,737	4.17	309,556
ソンチャ ¹⁾	122,571	132,944	4.17	163,073	4.17	200,030	4.17	300,969
グハンソン ¹⁾	55,124	68,270	4.17	83,741	4.17	102,720	4.17	154,555
ダナン市全体 ²⁾		910,000	3.44	1,077,665	4.90	1,368,867	3.30	1,893,932

出典 1) 計画局データ

2) 2020 年までのダナン市社会経済開発マスター プラン

c) 下水量

下水量は定住系と観光系を考慮し、工業系は含めない。これは、工業系は独自に処理を行っているためである（例トーケアン下水処理場）。

下水量は原単位量と人口から算定する。

観光人口はダナン市全体の観光人口を各地区の人口比率で算定する。表 2-1-2 に観光人口を示す。

表 2-1-2 各地区的観光人口

項目	単位	2010 ¹⁾	2015 ¹⁾	2020 ¹⁾	2030 ²⁾
年間観光人口	人/年	1,770,000	3,500,000	8,100,000	9,873,855
滞在日数	日	2	2.2	2.4	2.3
日間観光人口	人/日	9,699	21,096	53,260	62,219
リエンチュウの日間観光人口	人/日	1,457 (=9,699x136,737/910,000)	3,283 (=21,096x167,725/1,077,665)	8,005 (=53,260x205,737/1,368,867)	10,169 (=62,219x309,556/1,893,932)
ソンチャの日間観光人口	人/日	1,417 (=9,699x132,944/910,000)	3,192 (=21,096x163,073/1,077,665)	7,783 (=53,260x200,030/1,368,867)	9,887 (=62,219x300,969/1,893,932)
グハンソンの日間観光人口	人/日	727 (=9,699x68,270/910,000)	1,639 (=21,096x83,741/1,077,665)	3,997 (=53,260x102,720/1,368,867)	5,077 (=62,219x154,555/1,893,932)

出典：1) 2020 年までのダナン市社会経済開発マスター プラン

2) 2030 年と 2040 年の年間観光客は 2% の増加率で推定する。

発生下水量は表 2-1-3 に示す。定住系汚水量は 2009 年のダナン市下水道管理戦略の値を参照する。観光系汚水量については観光系水使用量は生活系水使用量と同じであるという仮定のもとに算定する。

表2-1-3 汚水量原単位

項目	単位	2010		2020		2030	
		定住系)	観光系)	定住系)	観光系)	定住系)	観光系)
生活系水道使用量	l/人日	125	125	144	144	162	162
小規模工場水道使用量	l/人日	15	0	15	0	15	0
事業系水使用量	l/人日	15	0	15	0	15	0
商業系水使用量	l/人日	10	0	10	0	10	0
その他の水使用量	l/人日	1	0	1	0	1	0
合計水使用量	l/人日	166	125	185	144	203	162
下水道流入率	%	80	80	80	80	80	80
浸透水率	%	23	23	17	17	11	11
汚水量原単位	l/人日	163	120	173	135	180	140

出典 1)2009年ダナン市下水道路

2) JICA 調査団

人口と汚水量原単位に基づき、日平均下水量を表2-1-4に示す。また、2015年の下水量は2020年と2015年の汚水量原単位は同じと考え算定する。

表2-1-4 日平均下水量 (DAF)

項目	2010			2015			2020			2030		
	定住系	観光系	合計	定住系	観光系	合計	定住系	観光系	合計	定住系	観光系	合計
汚水量原単位 l/人日	163	120	/	173	135	/	173	135	/	180	140	/
リエンチュウ DAF, m ³ /day	22,261	175	22,246	29,016	443	29,460	35,593	1,057	36,649	55,720	1,424	57,144
ソンチャ DAF, m ³ /day	21,643	170	21,813	28,212	431	28,643	34,605	1,027	35,633	54,174	1,384	55,559
グハンソン DAF, m ³ /day	11,114	87	11,202	14,487	221	14,708	17,771	528	18,298	27,820	711	28,531

日最大下水量(MDF)は表2-1-5に示す。ピーク係数は水道設計指針(TCXD 33-2006)の値1.2を使用する。

表2-1-5 日最大下水量 (MDF)

地区	2010		2015		2020		2030	
	DAF, m ³ /day	MDF, m ³ /day						
リエンチュウ	22,246	26,900	29,460	35,400	36,649	44,000	57,144	68,600
ソンチャ	21,813	26,200	28,643	34,400	35,633	42,800	55,559	66,700
グハンソン	11,202	13,400	14,708	17,700	18,298	22,000	28,531	34,200

d) 評価因子

評価は4つの因子の妥当性、必要性、有効性と他ドナーによる事業によって行う。

妥当性の項目では、下水道事業が国の計画や政策に合致しているかどうかを調査する。

必要性の項目では、現在の人口や発生下水量の観点から下水道事業の潜在的なニーズの程度を評価する。

有効性の項目では、現在の人口密度、将来人口や将来の汚濁負荷量の減少の観点から事業の有効性の程度や水環境改善に対する効果を評価する。

他ドナーによる事業では、事業の重複を避けるために調査する。

以上、4項目から評価を行う。

e) 評価

表 2-1-6 に4項目からの評価結果を示す。

表 2-1-6 各地区の評価

地区	リエンチュウ	ソンチャ	グハンソン
妥当性	下水道事業の整備及び処理能力の拡大は以下の政策及び計画に合致する。 1) “2020年までのベトナムの都市排水の整備の方針に関する決定”(決定No.35/1999/QD-TTg、3月5日), 2) ダナン市社会経済開発マスターplan (No 1866/QD-TT, 2010年10月).		
必要性 現在の人口 ^{*1} 現在の下水量 ^{*2} 下水処理場の稼働率	約 137,000 人 約 22,000 m ³ /d (推定値) 処理場なし	約 133,000 人 16,000 m ³ /d (現地調査結果) 100% (処理場能力 16,000m ³ /d)	約 68,000 人 10,000 - 11,000 m ³ /d (現地調査結果) 66% -73% (処理場能力 15,000m ³ /d)
有効性 2010年の人口密度 2030年の人口 2030年の汚濁負荷量削減率 ^{*3} .	17.3 人/ha 約 310,000 人 (推定) 90% 削減	22.4.3 人/ha 約 301,000 人 (推定) 90% 削減	17.7 人/ha 約 155,000 人 (推定) 90% 削減
他ドナーによる事業	下水処理場の建設は世界銀行により行なうこと が決定の基金されてい る ^{*4}	処理方式の向上と施設 能力の増加は世界銀行 により行なことが決定 されている。 ^{*4}	計画はない。
評価	事業性調査には適さない。	事業性調査には適さない。	事業性調査を行う。

出典: *1 2010年統計データ

*2 リエンチュウの現在の下水量は 100%各戸接続とした場合の値である。ソンチャとグハンソンのデータは現地調査によるものである。

*3 2030年の流入 BOD は 175 mg/l と推定。リエンチュウの工業排水は工業団地内で処理されているため含めない。

*4 ダナン市人民委員会決定、”ダナン市の持続可能な開発プロジェクト第一期事業リスト”(No. 3736/UBND-QLDTu', 2012年5月30日).

下水道事業に対する投資は国やダナン市の計画に合致していることを確認した。“2020年までのベトナムの都市排水の整備の方針に関する決定”(決定 No.35/1999/QD-TTg、3月5日)においては、各都市は下水処理場を建設し2020年までに人口の90-100%の人たちに汚水処理及び排水サービスを提供することとなっている。また、ダナン市のマスタープラン(No 1866/QD-TT, 2010年10月)では、2020年までに汚水の100%を収集・処理することとしている。このような2つの計画から、3地区の投資は国やダナン市の計画と関連があり妥当性がある。

必要性に関しては、3地区は下水処理場の稼働率が高く、下水処理場の建設または増設の緊急性があり、特にリエンチュウ地区は下水処理場がなく、毎日2万トン近い下水が未処理のまま放流されている。このため、リエンチュウに対する事業の必要性は高いと考えられる。

有効性に関しては、現在人口密度が高いソンチャは下水管きょを含め投資効果が高い。2030年における汚濁負荷削減効果は、3処理区に機械式汚水処理を導入するため効果は高い。このため、ミス環境改善における有効性は高いと考えられる。

他ドナーによる事業に関しては、2012年5月のダナン市人民委員会はリエンチュウとソンチャの下水処理場に関する投資は世界銀行の資金を活用し行うと決定した。現在グハンソン地区に関しては下水処理場の計画はない。このため、他ドナーによる事業重複を避ける観点からは、グハンソン地区が事業性調査を行う最も適した地区となる。

f) PPP 事業対象地区

グハンソン地区は必要性や有効性の高い下水道事業に関する国や市の計画に合致しており最も下水道事業の有効性が高い地区である。特に、この地区は他ドナーによる下水処理場の投資がなく、事業の重複がない。

このような理由からグハンソン地区はPPP事業対象地区とする。

2.1.2 下水道システムの計画因子

1) 人口と計画下水量

グハンソン地区の人口と計画下水量は表2-1-7に示す。

表 2-1-7 グハンソンの人口と計画下水量

項目	単位	2010	2015	2020	2030
定住系 ¹⁾	人	68,270	83,741	102,720	154,555
観光系 ²⁾	人	727	1,639	3,997	5,077
DAF(日平均) ³⁾	m ³ /日	11,202	14,708	18,298	28,531
MDF(日最大) ³⁾	m ³ /日	13,400	17,700	22,000	34,200

出典: 1) 表 2-1-1 参照.

2) 表 2-1-2 参照.

3) 表 2-1-5 参照.

2) 汚濁負荷量

表2-1-8に各国の汚濁負荷量を示す。汚濁負荷量は給水量や生活習慣に影響する。

表 2-1-8 各国の汚濁負荷量

国/市	単位	BOD ₅	SS	窒素	リン
ベトナム国 ホーチミン ¹⁾	g/capita/d	55	55	-	-
日本 ²⁾	g/capita/d	58	45	11	1.3
マレーシア ³⁾	g/capita/d	56	68	11	2.0
インド ⁴⁾	g/capita/d (45 - 54)	50 (45 - 54)	108 (70 - 145)	9 (6 - 12)	2.4 (0.8 - 4.0)
スリランカ ⁵⁾	g/capita/d (45 - 54)	50 (45 - 54)	108 (70 - 145)	9 (6 - 12)	2.6 (0.6 - 4.5)
アブダビ ⁶⁾	g/capita/d	80	90	-	-
トルコ ⁷⁾	g/capita/d (27 - 50)	77 (27 - 50)	55 (41 - 68)	11 (8 - 14)	1.2 (0.4 - 2)
アメリカ ⁷⁾	g/capita/d	85	95	21	3.0
中国 ⁸⁾	g/capita/d (25 - 50)	38 (25 - 50)	53 (40 - 65)	8 (5 - 11)	1.1 (0.7 - 1.4)

出典: 1) ホーチミン水環境向上プロジェクト II

2) 日本下水道設計指針, 2001

3) マレーシア下水道設計ガイドライン第 4 卷, 2009

4) インド都市開発省下水道と下水処理マニュアル (第 2 版) 1993 年

5) スリランカ国家上水排水評議会、設計マニュアル 07, 2012 年

6) アブダビ市、設計基準マニュアル, 2004 年

7) メトカフ・エディー、下水道工学第 4 版 2003 年

8) 中国住宅都市農村開発省 (MOHURD), 下水道工学設計基準 (GB 50014), 2006 年

ホーチミンを考慮すれば、ホーチミンの汚濁負荷量がマレーシアと同じことからダナン市の汚濁負荷量はマレーシアを基に設定する。

また、ダナンは腐敗槽を現在使用していることから汚濁負荷量の設定には腐敗槽の効果も考慮する。腐敗槽については下水管に接続したら徐々に腐敗槽は取り除かれると仮定する。このため、腐敗槽による負荷削減量は 2010 年時点では 50%、2030 年には 30% とする。表 2-1-9 に下水の水質を示す。

表 2-1-9 グハンソンの下水水質

項目	Unit	2010	2015	2020	2030
BOD ₅ 汚濁負荷量	g/capita/d	56	56	56	56
腐敗槽の削減効果	%	50	45	40	30
汚水量原単位	l/capita/d	163	173	173	180
下水 BOD ₅	mg/l	172	178	194	217
2012 年の実測 BOD ₅ ¹⁾	mg/l	120	-	-	-
SS 汚濁負荷量	g/capita/d	68	68	68	68
腐敗槽の削減効果	%	50	45	40	30
汚水量原単位	l/capita/d	163	173	173	180
下水 SS	mg/l	209	216	236	264
2012 年の実測 SS ¹⁾	mg/l	210	-	-	-
窒素汚濁負荷量	g/capita/d	11	11	11	11
腐敗槽の削減効果	%	50	45	40	30
汚水量原単位	l/capita/d	163	173	173	180

項目	Unit	2010	2015	2020	2030
下水窒素濃度	mg/l	34	35	38	43
2012年の実測窒素濃度 ¹⁾	mg/l	37	-	-	-
リン汚濁負荷量	g/capita/d	2.0	2.0	2.0	2.0
腐敗槽の削減効果	%	50	45	40	30
汚水量原単位	l/capita/d	163	173	173	180
下水リン濃度	mg/l	6.1	6.4	6.9	7.8
2012年の実測リン濃度 ¹⁾	mg/l	16	-	-	-

出典: 1) グハンソン処理場の生下水は JICA 調査団によって測定された。

2012年時点の計算された下水水質はほぼ2010年時点の実測水質濃度となった。このため、各都市ごとの設計流入下水水質は以下のとおりとする。

表 2-1-10 グハンソン設計下水水質

項目	単位	2010	2015	2020	2030
BOD ₅	mg/l	170	170	190	210
SS	mg/l	200	210	230	260
窒素	mg/l	34	35	38	43
リン	mg/l	6.1	6.4	6.9	7.8

3) 目標処理水質

「ベ」国には、異なる水利用の目的においていくつもの排出規制基準がある。ダナン市での家庭排水管理のための目標処理水質を検討する上では以下の基準が該当する。

- a) Standard TCVN 7222: 2002 General Environmental Requirements for Central Domestic (Municipal) Wastewater Treatment Plans (集約型家庭排水処理計画のための一般環境必要条件)

この基準は、環境や公衆衛生について処理運営からの悪影響の防止や緩和のための環境モニタリング、建設や運転期間中に関する環境面の初期調査のためを行うため、集約型下水処理場に適用される。

なお、基準の 5.4.1 項で、処理場での処理法は生家庭排水中の少なくとも BOD と SS の 85% を除去できなければならない。生家庭排水に含まれる主な汚濁物質のパラメーターは、表 2-1-11 に示すように、処理後の最低水質がレベル 2 以上を確保する必要がある。

表 2-1-11 家庭排水処理における標準的な水質項目

項目	前処理水- レベル 1 (1)	処理水- レベル 2 (2)	処理水- レベル 3 (4)
			(3)
pH	6 to 9	6 to 9	6 to 9
BOD (mg/l)	100 to 200	10 to 30	5 to below 10
全 SS (mg/l)	100 to 150	10 to 30	5 to below 10
全窒素 (mg/l)	20 to 40	15 to 30	3 to 5
全リン (mg/l)	7 to 15	5 to 12	1 to 2

注記: 処理水質レベル – 欄(4)のレベル 3 は高度処理、複合処理過程の結果である。投資とこの技術の適用を奨励する。

出典: TCVN 7222:2002

- b) Standard QCVN 24:2009/BTNMT National Technical Regulations on Industrial Wastewater. (産業排水基準)

使用される目的により異なる廃水排出のため多く国家技術規制がある。主な廃水排出のための技術規制を以下に示す。

- QCVN 11: 2008/BTNMT, National technical regulation on the effluent of aquatic products processing industry. (水産食品加工業からの排水基準)
- QCVN 12: 2008/BTNMT, National technical regulation on the effluent of pulp and paper mills. (パルプ・紙産業からの排水基準)
- QCVN 13: 2008/BTNMT, National technical regulation on the effluents from textile industry. (繊維産業からの排水基準)
- QCVN 14: 2008/BTNMT, National technical regulation on domestic wastewater. (家庭排水基準)
- QCVN 24: 2009/BTNMT, National technical regulations on industrial wastewater. (産業排水基準)
- QCVN 25: 2009/BTNMT, National technical regulations on wastewater of the solid waste land fill sites. (固形廃棄物埋立処分場からの排水基準)

集約型家庭排水下水処理場には、QCVN 24:2009/BTNMT が第一に適用される。他の規制については必要に応じて適用される。

この規制は、周辺環境に排出するときに産業排水に含まれる汚濁物質の許容最大値を規制している。この基準は、水域への産業廃水排出に関連する組織または個人に適用される。

産業廃水とは「生産業、加工業、サービス業や製造業から水域に排出される廃水」と定義されている。

産業廃水の最大汚濁設定値は以下のように定義されている：

$$C_{max} = C \times K_q \times K_f$$

ここに:

- C_{max} は、河川や貯水池に排出される前の産業廃水に含まれる汚濁物質の最大許容濃度である。mg/l;
- C は、表 2-1-12 に規定された汚濁物質の濃度値である。
- K_q は水域の流量または環境収容力の定数である。本事業では、流出水はスポーツやレクリエーションとして使われる沿岸水に排出される。したがって、定数 K_q は QCVN24 の 2.4.3 項に従って 1.0 の値を選択する。
- K_f は処理廃水排出量の定数である。本事業では、排水量は $5,000m^3$ /日以上であるため、 K_f は QCVN24 の 2.5 項に従うと 0.9 の値を選択する。しかしながら、沿岸水のスポーツ

やレクリエーションのための定数 Kp は水域の大きさに関係して選択されていない。正規には、Kf の決定は DPI の確認や承認済 EIA が必要となるが、本事業では定数 Kf は値 1.0 を選択する。

表 2-1-12 産業排水処理中の主な水質項目

番号	内容	規制値	
		A	B
1	水温 (°C)	40	40
2	pH	6.0-9.0	5.5-9.0
3	臭気	Acceptable	Acceptable
4	色度, Co-Pt at pH=7	20	70
5	BOD ₅ (20°C)	30	50
6	COD (mg/l)	50	100
7	浮遊物質 (mg/l)	50	100
8	ヒ素 (mg/l)	0.05	0.1
9	水銀 (mg/l)	0.005	0.01
10	鉛 (mg/l)	0.1	0.5
11	カドミウム (mg/l)	0.005	0.01
12	六価クロム (mg/l)	0.05	0.1
13	三価クロム (mg/l)	0.2	1
14	銅 (mg/l)	2	2
15	亜鉛 (mg/l)	3	3
16	ニッケル (mg/l)	0.2	0.5
17	マンガン (mg/l)	0.5	1
18	鉄 (mg/l)	1	5
19	スズ (mg/l)	0.2	1
20	シアノ化合物 (mg/l)	0.07	0.1
21	フェノール (mg/l)	0.1	0.5
22	鉱物油 (mg/l)	5	5
23	油脂類 (mg/l)	10	20
24	残留塩素 (mg/l)	1	2
25	PCBs (mg/l)	0.003	0.01
26	有機系殺虫剤 (mg/l)	0.3	1
27	有機塩素系殺虫剤 (mg/l)	0.1	0.1
28	硫黄化合物 (mg/l)	0.2	0.5
29	フッ素化合物 (mg/l)	5	10
30	塩化物 (mg/l)	500	600
31	アンモニア性窒素 (basing on Nitrogen) (mg/l)	5	10
32	全窒素 (mg/l)	15	30
33	全リン (mg/l)	4	6
34	大腸菌群 (MPN/100 ml)	3000	5000
35	α 線強度 (Bq/l)	0.1	0.1
36	β 線強度 (Bq/l)	1.0	1.0

出典: QCVN 24:2009

列 A の値と同等の汚濁濃度及び設定値の産業廃水は、生活用水利用の水域に放流することが認められる。列 B はその他の目的の水域に放流する場合に認められる。

本事業では、下水処理場は、飲用に使用される河川に放流しないが、河川水はウォータースポーツに使用される沿岸水に注がれる。この使用目的は生活用水利用と同様である。また一方、ダナン DPI は沿岸水域の環境改善のため列 A の値を適用することを会議内で希望していた。したがって、本プロジェクトでは、処理場からの汚濁濃度及び設定値は列 A の値を適用することとする。

c) 目標水質

下水処理場からの処理水の目標水質は、TCVN 7222 と QCVN 24 の両基準を満足しなければならない。これらの基準と下水処理場管理のための目標水質の主な項目を表 2-1-13 に示す。

Table 2-1-13 主な項目の目標水質

項目	TCVN 7222 - レベル2	QCVN 24 - 列A	目標水質
pH	6から9	5から9	6から9
BOD (mg/l)	10から30	30	30
全浮遊物質(mg/l)	10から30	50	30
全窒素(mg/l)	15から30	15	15
全リン(mg/l)	5から12	4	4

出典: TCVN 7222:2002, QCVN 24:2009

4) 処理プロセス

a) 処理方法比較のための前提条件

a-1) 必要除去効率

処理場の必要除去効率は、表 2-1-14 のように設計下水水質と目標処理水質から計算される。処理場の設計下水水質は、返流水質を考慮して生下水水質の 10% を上乗せしている。

表2-1-14 必要除去効率

	設計下水水質 (mg/L)			目標水質 (mg/L)	必要除去効率		
	2015	2020	2030		2015	2020	2030
BOD	187 (170)	209 (190)	231 (210)	30	84.0%	85.6%	87.0%
全浮遊物質	231 (210)	253 (230)	286 (260)	30	87.0%	88.1%	89.5%
全窒素	39 (35)	42 (38)	47 (43)	15	61.5%	64.3%	68.1%
全リン	7.0 (6.4)	7.6 (6.9)	8.6 (7.8)	4	42.9%	47.4%	53.5%

注記: () 内の値は生下水水質を表しています。

a-2) 緩衝地帯

処理場周りの緩衝地帯の大きさは QCVN 07 2010 /BXD (Vietnam Building Code Urban Engineering Infrastructures : 社会基盤都市工学建築基準法)で決定されている。この規定は表 2-1-15 に示されている。

表2-1-15 QCVN 07 2010/BXDでの緩衝地帯

No.	Items	処理能力($\times 1000m^3/day$)に基づく緩衝地帯 (m)			
		0.2 以下	0.2 ~5	5 ~ 50	50 以上
1.	ポンプ場	15	20	25	30
2.	下水処理場				
a.	物理学的処理 (汚泥乾燥床を併設)	100	200	300	400
b.	生物学的処理 (汚泥乾燥床を併設)	100	150	300	400
c.	汚泥乾燥床を併設しない生物学的処理 (汚泥乾燥装置、汚泥処理施設を併設)	10	15	30	40
d.	地下浸透処理	100	150	300	500
e.	植生池	50	200	400	1,000
f.	ラグーン	50	200		
g.	オキシデーションディッチ	50	150		

Source: QCVN-07:2010/BXD

下水処理場の能力はおよそ $35,000 m^3$ /日であり、処理方法は汚泥乾燥床を有していないため、必要緩衝地帯幅は 30m となる。

b) 下水処理場の処理方法

ベトナムで使用される、または調査計画にて確認された処理方法は表 Table 2-1-16 に示される。

表 2-1-16 ベトナム国での既存及び計画された下水処理場

番号	処理場名	場所	a. 処理法名	能力($m^3/日$)	擁堵者	状況
1	Truc Bach STP	Hanoi	嫌気無機素好気法	3,000 $m^3/日$	JBIC	稼動中
2	Kim Lien STP	Hanoi	嫌気無機素好気法	3,700 $m^3/日$	JBIC	稼動中
3	Van Tri STP	Hanoi	標準活性汚泥法	50,000 $m^3/日$	GOV	稼動中
4	Ha Long STP	Ha Long City	回分式活性汚泥法	3,500 $m^3/日$	WB	稼動中
5	Hua Cuong	Da Nang City	覆蓋式嫌気活性汚泥法	30,000 $m^3/日$	WB	稼動中
6	Ngu Hang Son	Da Nang City	覆蓋式嫌気活性汚泥法	10,000 $m^3/日$	WB	稼動中
7	Phu Loc	Da Nang City	覆蓋式嫌気活性汚泥法	8,000 $m^3/日$	WB	稼動中
8	Son Tra	Da Nang City	覆蓋式嫌気活性汚泥法	16,000 $m^3/日$	WB	稼動中
9	Lien Chieu STP	Da Nang City	標準活性汚泥法	62,900 $m^3/日$	METI (日本)	詳細図面前
10	Hoa Xuan	Da Nang City	オキシゲンディッチ	160,000 $m^3/日$	WB	工事入札中
11	Hoa Lac Hi-Tech Industrial Zone STP	Ha Tay province	標準活性汚泥法	6,500 $m^3/日$	GOV	竣工
12	Vinh Yen Town STP	Vinh Phuc Province	標準活性汚泥法	5,000 $m^3/日$	JBIC	工事入札中
13	Binh Hung STP	Ho Chi Minh City	標準活性汚泥法	141,000 $m^3/日$	JBIC	稼動中
14	Thu Dau Mot STP	Binh Duong Province	回分式活性汚泥法	17,650 $m^3/日$	JBIC	建設中
15	Bay Mau STP	Hanoi	標準活性汚泥法	13,300 $m^3/日$	JBIC	建設中
16	Vinh Niem STP	Hai Phong Province	標準活性汚泥法	36,000 $m^3/日$	JBIC	建設中
17	North Thang Long STP	Hanoi	標準活性汚泥法	42,000 $m^3/日$	JBIC	稼動中
18	Thuy An STP	Hue City	標準活性汚泥法	20,000 $m^3/日$	JBIC	詳細図面前

他の熱帯地方の国々では、少ないエネルギーかつ小さな設置面積で十分なため上向流式嫌気性汚泥プランケット法（UASB）が度々用いられる。しかしながら、UASB の放流水は一般的に許容される上限である 30mg/l を超える BOD_5 を有し、かつ無酸素状態になっている。UASB 法は普通、良好な放流水質を達成するため散水ろ床法や仕上げ池を組み合わせる。

必要窒素除去率が高いため、オキシデーションディッチ法、標準活性汚泥法、回分式活性汚泥法については、高度処理対応型処理法を選定する。

処理方法は、次の 5 種類が調査団によって評価される：

- 汚水安定化池法（嫌気性池と曝気池）
- 高度処理オキシデーションディッチ法
- ステップ流入式硝化脱窒法（標準活性汚泥法の変法）
- 回分式活性汚泥法（高度処理運転）
- UASB 法 + 散水ろ床法

c) 処理方法の比較検討

5 種類の処理方法は 35,000 m³/日の設計水量を使用して定性的に評価された。検討結果を表 2-1-17 にとりまとめる。ステップ流入式硝化脱窒法の処理場平面配置の参考図を図 2-1-2 に示す。

比較検討を元に、以下の理由からステップ流入式硝化脱窒法を選定する。

- この方法は 5 つの処理法の中最も高い除去率を有する。
- 必要敷地面積が 5 つの処理法の中最も小さくなる。
- この方法は雨天時の流量変動に対しても安定している。
- この方法の運転管理は比較的高い技術を必要とする。しかし、ハノイやホーチミンにはこの運転管理に類似するノウハウがあるため、運転管理は実施可能である。

表-1-17 定量評価における5処理法比較表

処理方法	1. 安定化池法	2. 高度処理 オキシデーションディッチ法	3. ステップ流入式 硝化脱窒法	4. 回分式硝化脱窒法 (高度処理運転)	5. UASB + 散水ろ床法 (T.F.)
下水処理過程の構成	→ R.T.(1) → R.T.(2) →	→ R.T. → S.S.T. →	→ P.S.T. ↓↓ R.T. → S.S.T. →	→ F.E.T. → R.T. →	→ UASB → T.F. → S.S.T. →
反応槽内の反応理論	汚水は、藻類や嫌気性細菌を介した酸素供給により活性化した好気性細菌により浄化されます。	汚水は活性汚泥と一緒に循環されており、含有される有機物質は活性汚泥によって吸着され同化されます。窒素は無酸素条件下で脱窒により除去されます。	汚水は活性汚泥と一緒に3段の反応槽に投入され、含有される有機物質は活性汚泥によって吸着され同化されます。窒素は無酸素槽の中で脱窒により除去されます。	(1)流入、(2)曝気、(3)沈降、(4)流出と汚泥引抜きの四つの過程が一つの槽で行われます。窒素は無酸素条件下で脱窒により除去されます。	下水の固形物は沈降し、UASB(上向流式嫌気性汚泥ブランケット法)槽内で嫌気性消化され、散水ろ床内で硝化と浄化が行われます。
水質(除去率)	BOD : 70% 浮遊物質: 70% 全窒素 : 40-50% 全リン : 20-30%	BOD : 90-95% 浮遊物質: 90-95% 全窒素 : 70% over 全リン : 40% over	BOD : 90-95% 浮遊物質: 90-95% 全窒素 : 75-85% 全リン : 30-50%	BOD : 90-95% 浮遊物質: 90-95% 全窒素 : 70% over 全リン : 30-50%	BOD : 85-95% 浮遊物質: 70-90% 全窒素 : 30-40% 全リン : 30%
	全ての項目で満足しない。	全ての項目を満足する。	全ての項目を満足する	全ての項目で満足する	BODを除き満足しない
	満足しない	十分である	十分である	十分である	満足しない
必要敷地面積(緩衝地帯含まず)	11.0 ha	5.2 ha	2.6 ha	3.1 ha	2.8 ha
	過大	過大	最小	中程度	中程度
流量変動に対する安定性(雨天時)	とても安定している	とても安定している	安定している	安定し難い	安定し難い
運転維持管理(O&M)	運転維持管理は単純な機器で構成されているため簡単である。汚泥処理施設は不要である。	運転技術は標準活性汚泥法に比べ簡単である。汚泥発生量は少ない。	大きな送風機が設置されるため比較的高い運転維持管理が要求される。 このシステムは雨水が処理場に流入する場合に最初沈殿池が流量変動の緩衝タンクとして働くため比較的安定した運転が可能である。	大きな送風機、多くの監視機器や自動制御バルブが設置されるため、高い運転管理技術が要求される。大きな流量調整池の無いこのシステムは雨水が処理場に流入するととても不安定になる。	嫌気性プロセスのため比較的高い運転維持管理が必要とされる。汚泥発生量は少ない。大きな流量調整池の無いこのシステムは流量の変動にとても不安定になる。
	非常に簡単	簡単	簡単ではない	簡単ではない	簡単ではない
評価	×	×	◎	○	×

凡例: P.S.T.: 最初沈殿池 R.T.: 反応槽 S.S.T.: 最終沈殿池 F.E.T.: 流量調整池

出典: JICA調査団

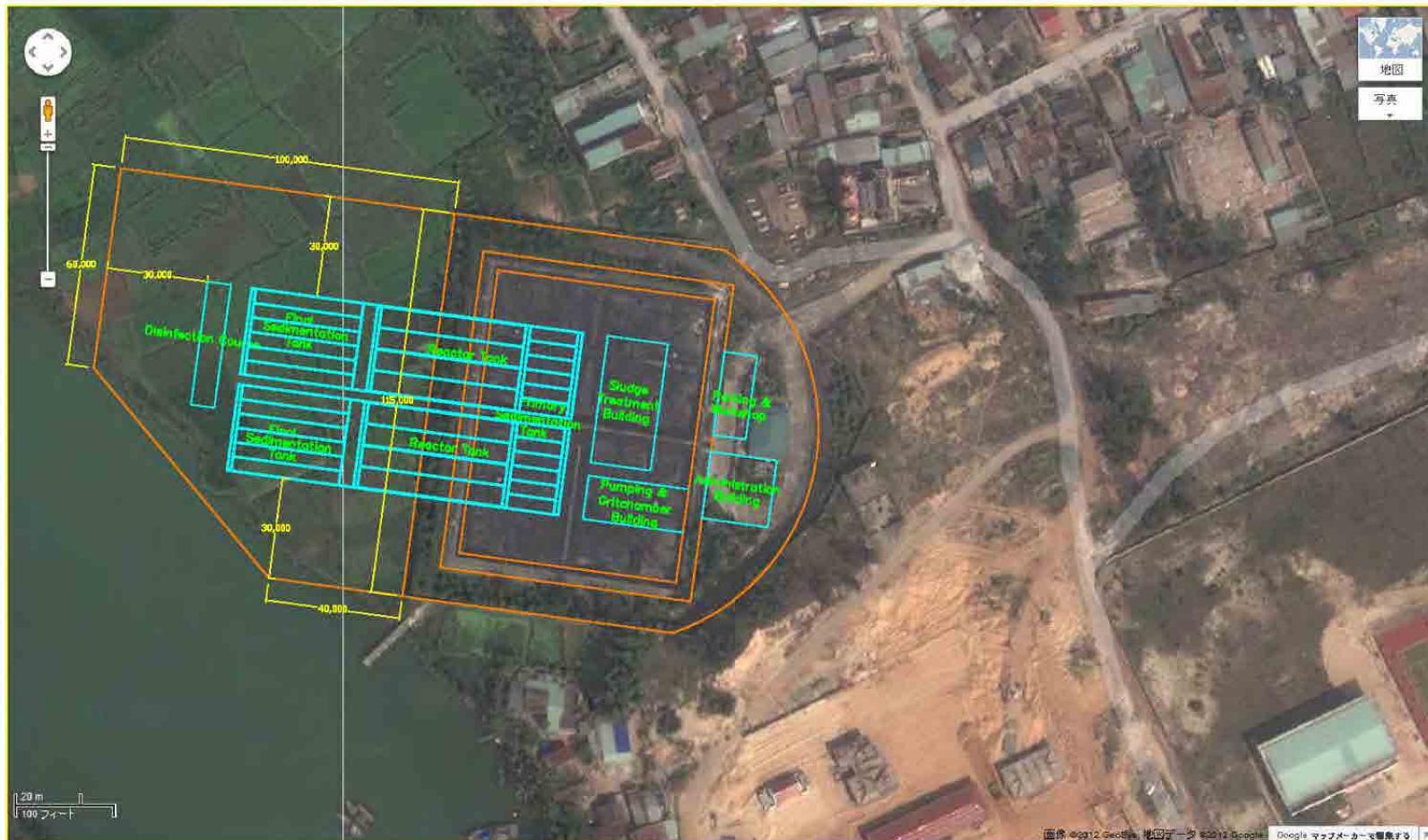


図-1-2 ステップ流入式硝酸銅法の処理場平面配置図

Facility Name	Ngu Hang Son WWTP		
Drawing Name	Plan of Ngu Hang Son WWTP		
Date	April 2012	Code	
Preparer	JCA Study Team	Number	C-1

ANNEX 2 : ダナン市の排水システム

ダナン市排水システム

1. 目的

ここではグハンソン地区の既存合流式下水道システムの改善のために、既存排水システムと水質への影響について検討する。12月19日付で本調査の作業範囲から外されることとなつた既存排水システムの現状について示す。

1.1 アプローチ/方法論

本調査ではグハンソン地区の雨水流出解析にアメリカ環境保護庁で使用される SWMM モデルを使用する。流出解析の主な目的は、既存排水システムの水理挙動の調査と、既存合流式システムのために提案された改善事業の水質面での影響を検討することである。

1.2 第一次現地調査中に実施された作業

- 調査地域: グハンソン
- 既存および計画されている排水システムの図面及び運転管理マニュアルの収集
- 降雨データ、降雨強度曲線と計画降雨ハイエトグラフの収集
- SWMM を使用した主要な排水管網の流下能力の評価、および問題のある地域の特定（問題のある箇所があった場合）
- SWMM を使用した合流式下水道システムからの放流水量の解析
- 合流式下水道システムからの放流汚濁負荷量の予測

1.3 データの入手元

ダナン排水公社から以下の情報を得た。

- 主要な排水管（既存及び計画）の管渠底高、地盤高、断面が明示されている Auto CAD 図面。
- 管径、ポンプ口径、ポンプ運転の起動・停止水位を示した遮集管システムのための全資産データシート（簿記用紙形式）
- 遮集管システムやポンプ運転について記載されている、世界銀行による3都市の事業で作成された取扱説明書「ダナン市下水システム - 導入説明書 2006年4月」
- ポンプ場と雨水吐き室の AutoCAD 図面

2 既存排水システム

2.1 解説

ダナン市の標高は平均海拔 3~7 メートルの範囲である。市の雨水の大部分は有名観光地であるダナン湾やミケーネビーチのある海に直接放流されるか、もしくは市を二分するハン川を経由して間接的に放流されている。雨期には市の一帯の地域にて深さ 0.7m 程度の浸水が 48 時間以上継続する地区がある。

近年まで排水システムは市の中央部に限られて整備されており、石、ブロックやコンクリートの覆蓋付き側溝の約 122km からなっている。これら排除施設の多くは水理学的な設計やネットワークシステムの全体的な相互関係に対する十分な配慮が無く、その場しのぎで建設されている。排除施設の能力は、道路や軌道敷下でのより小さな断面への接続や、排除施設を横断する水道管や他の公共施設サービスの埋設物、および、泥や投棄されたゴミの堆積によって、より一層阻害されている。

汚水は雨水管により排除されている。一部の遮集管システムは世界銀行の「IDA3 都市公衆衛生事業」の下、2006 年に完成した。この事業は開発が密集しており投資収益率が最も高い市の中央部及び東部地区に集中的に整備された。この事業には、既存排水管の改善に加え、嫌気性安定化処理を採用した 4 つの新規下水処理場とともに、新規の大型の排水溝、遮集管と排水ポンプ場の整備が含まれている。

2.2 グハンソン地区の排水システム（調査地域）

排水施設の計画設計状況は図 2.1 と 2.2 に示すダナン排水公社により提供された図面により確認した。世界銀行の下で建設された遮集管システムは、赤色（実線＝自然流下管、破線＝圧送管）と部分自然流下遮集管（自然流下）は川沿いに緑色実線で示されている。既存排水は青色で示されている。世界銀行の事業下で建設または計画された排水施設の改良路線は紫色で示されている。提案を計画するために識別された排水路は、緑色破線で示されている。

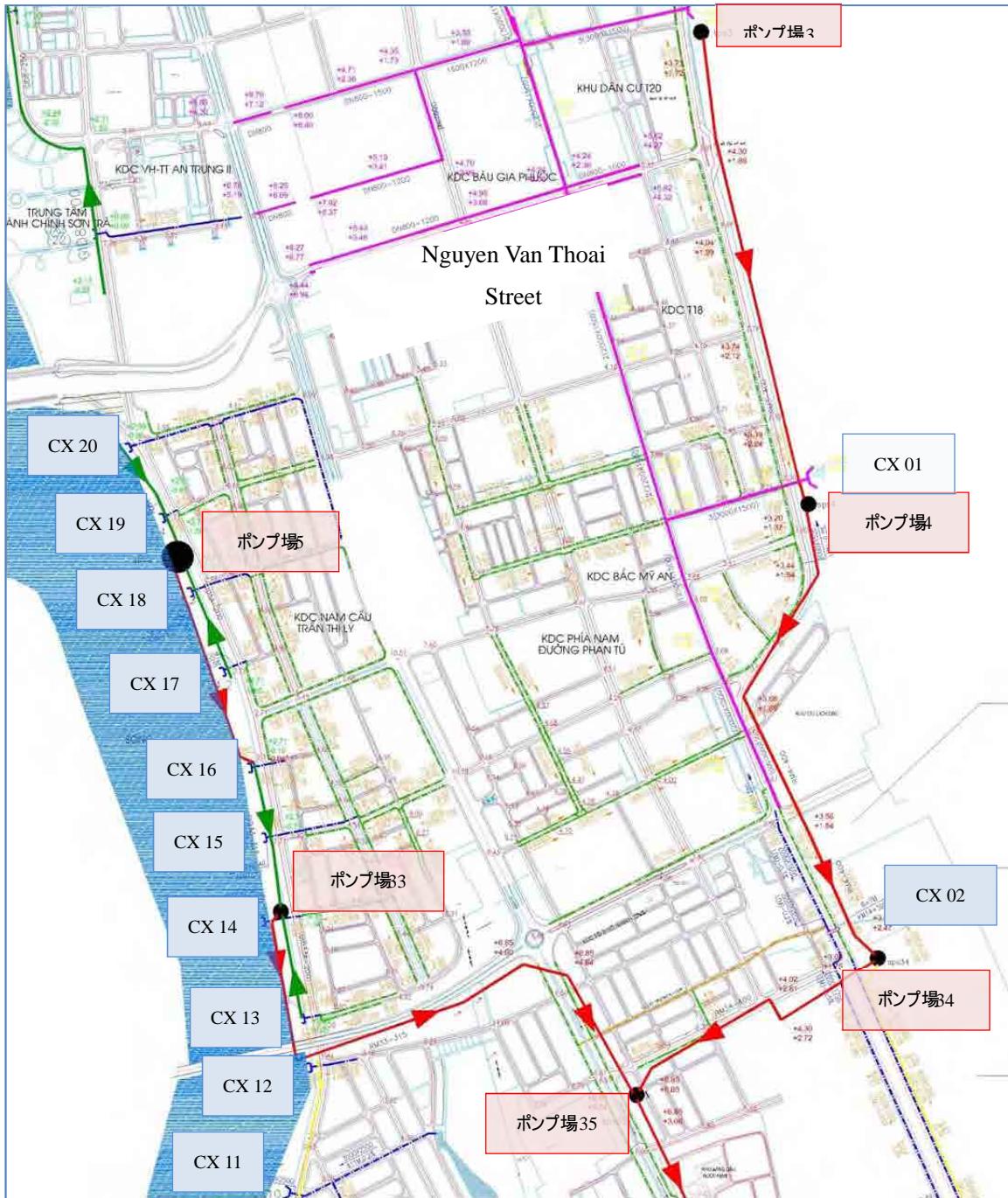


図 2.1 合流式下水道吐口と遮集管位置 (北側)



図 2.2 合流式下水道吐口と遮集管位置 (南側)

グハンソン排水区域界は :

- Nguyen Van Thoai 道路と Hoa Hai 地区の南側
- マーブル山 (Lang Da Non Nuoc) の北側
- Truong Sa 道路の東側
- ハン川の西側
- 排水対象区域は東側(565 ha) と西側(231 ha)の区域に大きく 2 分される。この 2 つの区域はグハンソン道路と Le Van Hien 道路に沿って南北に位置する尾根により分けられている。尾根から東側は南シナ海に沿った海岸に、西側はハンソン川に排水されている。

吐口は 20 箇所あり、その内 6 箇所は南シナ海に沿った海岸に放流している(CX01~CX06)。他の吐口はハンソン川に放流している。

以下の吐口は晴天時汚水を遮集するための分水人孔を有している。

- ポンプ場 4 (東側)にある吐口 CX01, My An 吐口とも呼ばれる (世界銀行事業では CX04)
- ポンプ場 34 (東側)にある吐口 CX02

- ポンプ場 33 にある吐口 CX13-16 (西側 Ho Xuang Huong 橋の南)
- ポンプ場 5 にある吐口 CX17-20 (西側 Ho Xuang Huong 橋の北)

ポンプ場 4 にある吐口 CX01 は、高潮時の逆流による冠水を防ぐためフラップゲートが備えられている。他の吐口では晴天時の遮集システム用に汚水を取り込むための越流堰が備えられている。

現時点では他の吐口には分水施設は設置されていなかった。



図 2.3 合流式雨水吐口 CX01

表 2.1

吐口番号	分水人孔番号	水路底高 ⁽²⁾ (m)	水路深さ	堰頂高 ⁽¹⁾ (m)	堰高さ ⁽³⁾ (m)
	ポンプ場3	0.79	1.50	0.99	0.20
CX01	ポンプ場4	0.72	1.50	0.92	0.20
CX02	ポンプ場3/4	1.05	2.05	1.25	0.20
CX14	(ポンプ場3/3)	0.30	2.04	0.60	0.30
CX17	(ポンプ場5/2)	0.30	2.04	0.60	0.30
CX20	(ポンプ場5/1)	0.30	1.00	0.60	0.30
CX18	(ポンプ場5/1A)	0.30	1.00	0.60	0.30
CX19	(ポンプ場5/2A)	0.30	1.00	0.60	0.30
CX16	(ポンプ場3/3/1)	0.30	2.04	0.60	0.30
CX15	(ポンプ場3/3/2)	0.30	2.04	0.60	0.30
CX13	(ポンプ場3/3/1A)	0.30	1.35	0.60	0.30

(1) データは下水システム用 DDC オペレーションマニュアルから取得

(2) インバートレベルは図面より取得

(3) 堰高は仮定である。 現地調査を通じて DDC に確認した結果

底高 0.6m 以下の分水人孔は、平均潮位より +0.6m を堰頂高とする越流堰が設置されている。

越流堰は水路底高がより高い My Ke ビーチ沿いにあるポンプ場-3 や My Anh ビーチ沿いにある CX01 CX02 の方が高く設定されている。

2.3 晴天時汚水量

汚濁負荷量の計算に使用する晴天時汚水量は、他調査から確認された人口や単位当たり水量に基づいて推定した。

表 2.2 グハンソン地区からの推定汚水量

項目	2010	2020	2030
人口	68,270	90,002	135,419
水使用量(ℓ/人/日)	166	185	221
下水道システムへの排出水量(ℓ/人/日)	133	148	177
浸入水量(ℓ/人/日)	30	25	9
全汚水量(ℓ/人/日)	163	173	186
全汚水量(m ³ /日)	11,128	15,570	25,188

出典: ダナン市下水管理戦略調査 (Study on wastewater management strategy in Da Nang City)

本調査では、排水区毎の人口と人口密度は入手出来なかったため、排水区別の汚水量は、仮定した人口密度、排水区別面積、および、汚水量原単位から算定した。

表 2.3 排水区別の推定晴天時汚水量 (2010)

吐口	遮集ポンプ場	集水面積(ha)	人口密度 ⁽¹⁾ (人/ha)	人口	汚水量原単位 (ℓ/人/日)	汚水量 m ³ /日	汚水量 m ³ /秒
CX01	ポンプ場4	161	100	16067	163	2619	0.030
CX02	ポンプ場34	41	100	4100	163	668	0.008
CX02	ポンプ場35	41	100	4100	163	668	0.008
CX03		59	100	5851	163	954	0.011
CX04		111	80	8893	163	1450	0.017
CX05		132	80	10594	163	1727	0.020
CX06		21	80	1671	163	272	0.003
CX07		9	80	749	163	122	0.001
CX08		24	80	1909	163	311	0.004
CX09		34	80	2726	163	444	0.005
CX10		25	80	2037	163	332	0.004
CX11		51	80	4049	163	660	0.008
CX12		9	80	718	163	117	0.001
CX13	ポンプ場33	5	80	410	163	67	0.001
CX14	ポンプ場33	12	80	974	163	159	0.002
CX15	ポンプ場33	19	80	1484	163	242	0.003
CX16	ポンプ場33	6	80	482	163	79	0.001
CX17	ポンプ場5	3	80	217	163	35	0.0004
CX18	ポンプ場5	11	80	854	163	139	0.002
CX19	ポンプ場5	3	80	242	163	39	0.0005
CX20	ポンプ場5	20	80	1594	163	260	0.003
合計		796		69,717		11,364	0.132
	遮集水量	321				4,975	
	晴天時汚流量	475				6,389	

注記: (1) 現地調査から調査団により推定

グハンソン地区 (321 ha) の約 40%の区域において遮集システムが整備されている。晴天時発生汚水量の約 45% (4,975 m³/日) を遮集しており、残り約 55%の汚水が遮集されていない。

表 2.4 遮集ポンプの推定晴天時汚水量

ポンプ場	集水区域(ha)	人口密度2010 (人/ha)	単位汚水量 (l/人日)	汚水量 m ³ /日	汚水量 m ³ /秒
ポンプ場3	230	100	163	3749	0.043
ポンプ場4	161	100	163	2619	0.030
ポンプ場34	41	100	163	668	0.008
ポンプ場5	36	80	163	474	0.005
ポンプ場33	42	80	163	546	0.006
ポンプ場35	41	100	163	668	0.008
Total	551			8724	0.146

注記: ポンプ場 3 はグハンソン集水区域外に位置している。これはソンチャ地区の汚水を収集して、ポンプ場 4 に圧送している。

2.4 遮集下水道の設計思想

新規に構築された下水システム（赤色で示した遮集システム）は、「晴天時汚水」のみの収集システムとして設計されており、晴天時汚水量に加えられる多量の雨水量に対しては非常に限られた能力しか有していない。

遮集システムの設計思想は最小限の費用に対して最大限の利益をもたらすこと目的にしている。これは予算上の制約のみでなく、限られた一部の地域に完全なシステムを整備するよりも、全ての重要な市街地に小さなシステムを提供する事の方が良いという観点のためにによる。

主要な設計条件は、事業の開始時に遮集システムの費用削減のため選定された：

- 遮集システムは 2010 年用に想定された水量を使って設計する。
- 大型の排水管に対しての計画下水量には地下水は含まれない。
- 時間変動係数は 1.2 を遮集管やポンプの能力設定用として採用されている。時間変動を緩和した汚水排除を前提として、低い時間変動係数を採用している。
- ポンプ場の土木躯体は 2020 年用に想定された流量に基づいており、より大きなサイズのポンプや内部配管に適応できるべきである。いくつかの事例では、運転周期内で予備ポンプを完全に稼働することが可能であり、このようにして容量が増加できる。
- 処理場の放流渠は日平均水量で設計されている。水量変動に対しては嫌気性池内の水位で調整する必要がある。

上記に示した全ての設計条件は、非常に限られた能力で安価なシステムを提供する、という共通の方向性のもと設定されている。

ダナン市においては、汚水量について十分に把握されておらず、特に、将来どのように開発するかについても把握されていないため、高価なシステムを直ちに設置する必要はない。第一段階として設計された現在の下水道システムは、ダナン市に下水道システムを経験する機会を与え、主要な汚水の発生区域を認識するためのものといえる。

2.5 遮集下水の運用

晴天時には全ての汚水は排水システムに流入し、収集システムの最下流に位置する分水人孔に流入している。分水人孔から下流側について、汚水は新規遮集システムにポンプ圧送され下水処理場に運ばれている。

越流堰は、2つの機能を備えている：

- ポンプ場に晴天時汚水を流入させる。
- 外水位が高い期間における海や川からの逆流を防ぐ。

潮位（または河川水位）が越流堰の堰頂高よりも高い時は外水が分水人孔に流入する。ポンプ場は、希釈された多量の汚水を処理場に揚水すること防ぐために、また、塩水から生物処理工程を守るために自動的に停止される。

雨天時には雨水混じりの汚水が排水管から分水人孔に流入する。雨天時 下水は越流堰により分配され、遮集システムの容量を越えない限りは処理場へ運ばれる。雨が多量に降った場合、雨天時 下水は越流堰を越流し、ポンプ場は自動的に停止する。これら「合流式下水道越流水」(Combined sewer overflows : CSO) は、沿岸の水質や美観に悪影響を与える。

2.6 第一次現地調査中に観察された合流式下水道越流水

2012年7月20日に降雨継続時間が短い降雨を確認した。ダナン空港気象局 (Da Nang airport meteo station) から入手した記録では、降雨継続時間は48分間、総降雨量は4.5mm (5mm/hr相当) であり、典型的な7月の雷雨であった。

合流式下水道の雨天時越流は、ダナン湾沿いの他地点と同様、ポンプ場3 (My Khe ビーチ) の分水人孔にて観測された。このような低い降雨強度によって合流式下水道雨天時越流が発生しており、遮集管システムが雨天時水量を収集する能力は非常に低い事が把握できる。



図 2.4 ポンプ場3の合流式下水道吐口 (My Khe ビーチ, 2012年7月20日)

3 排水管設計

3.1 降雨量

ダナン市の年間平均降雨量は 2561mm (1976 年-2006 年の 30 年間) であり、年間を通じて不規則に分布している。降雨の約 75% は 9 月から 12 月の主な雨期の間に発生している。

最多雨月は平均月間雨量 654mm の 10 月である。最少雨月は平均全降雨量 22mm の 3 月である。

表 3.1 1976 年-2006 年間の日降水量データの概要

月	平均月間雨量(mm)	平均雨天日日数
1月	73	18
2月	25	11
3月	22	12
4月	35	12
5月	99	13
6月	104	12
7月	82	12
8月	147	16
9月	335	18
10月	654	24
11月	465	24
12月	220	24
合計	2,561	196

出典 世界銀行制作研究調査結果報告書 No. 5491、2010年12月。

日降水量はベトナム水気象データセンターから入手している。

調査団はダナン空港気象局 (Station ID. No. 48855) から 2007 年-2011 年の間の時間降雨記録の電子データを入手した。

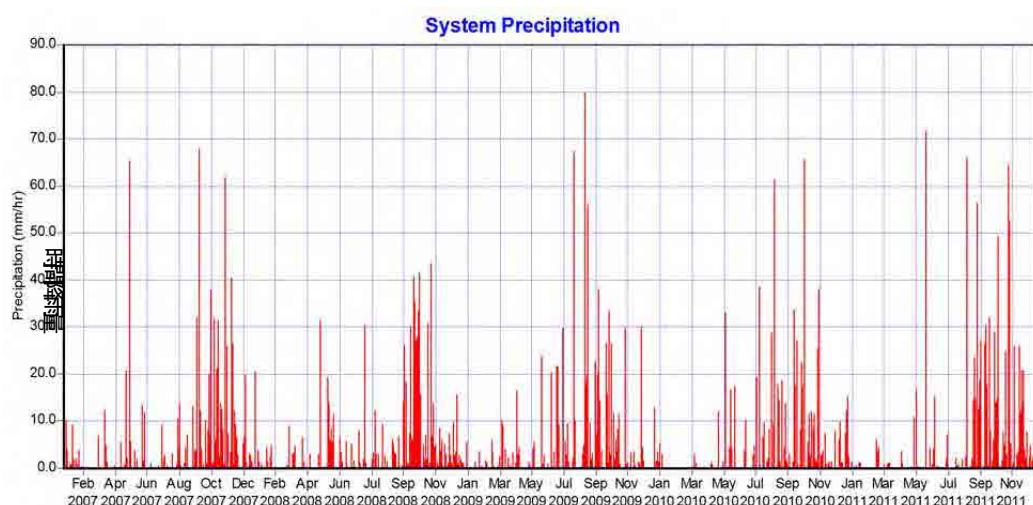


図 3.1 2007 年-2011 年間のダナン市降雨記録

(ベトナム水気象サービス 局 48855)

表 3.2 は 2007 年-2011 年の記録期間の年間降雨の概要を示している。2008 年は、過去 30 年間の平均に近い総降水量であった。

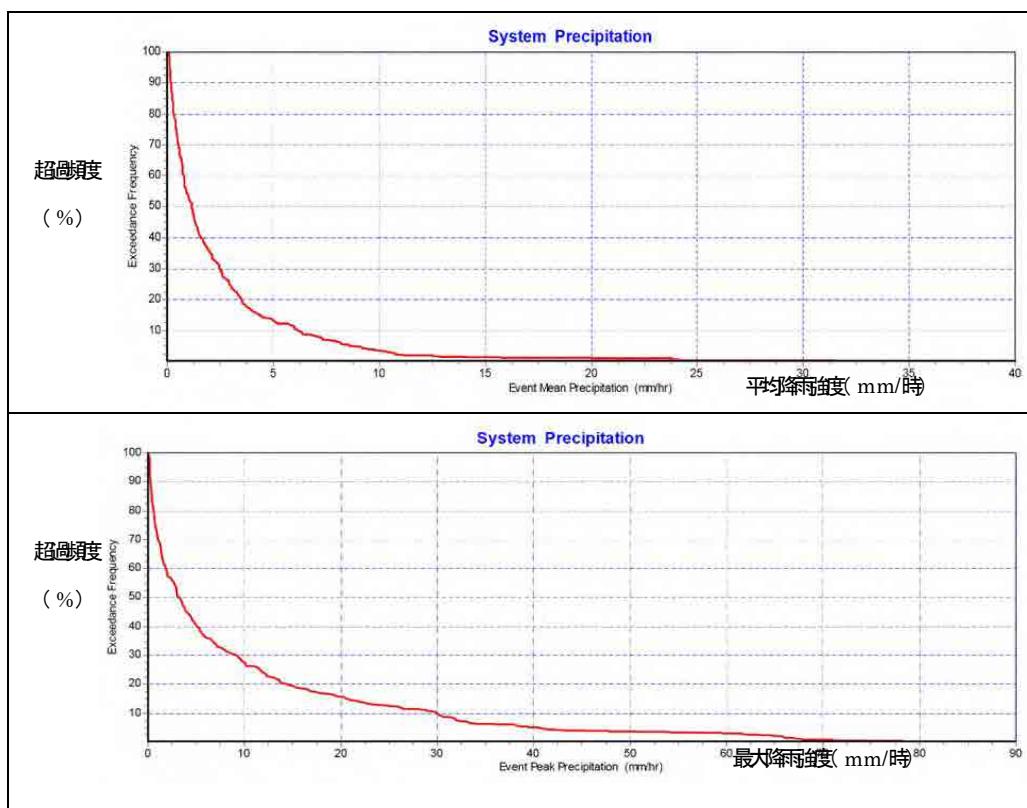
表 3.2 2007 年-2011 年の年間降雨概要

年	総降水量(mm)	降雨時間(時間)
2007	3107	993
2008	2551	1124
2009	3041	938
2010	2268	789
2011	3716	1110

時間降雨は EPA の SWMM モデルの統計報告機能を使用して解析された。平均発生間隔の 24 時間は、独立降雨として分割させるために選択された。

全部で 322 回の降雨が 5 年間に発生した。図 3.2 に示された様々な超過頻度のグラフは、大半の降雨は降雨継続時間が長く、低強度、低雨量であることを示している。

- 平均降雨強度: $90 \% \leq 6 \text{ mm/時}$
- 最大降雨強度: $90 \% \leq 30 \text{ mm/時}$
- 降雨量: $90 \% \leq 60 \text{ mm} , 80 \% \leq 18 \text{ mm}$
- 継続時間: $90 \% \leq 100 \text{ 時間} , 80 \% \leq 50 \text{ 時間}$



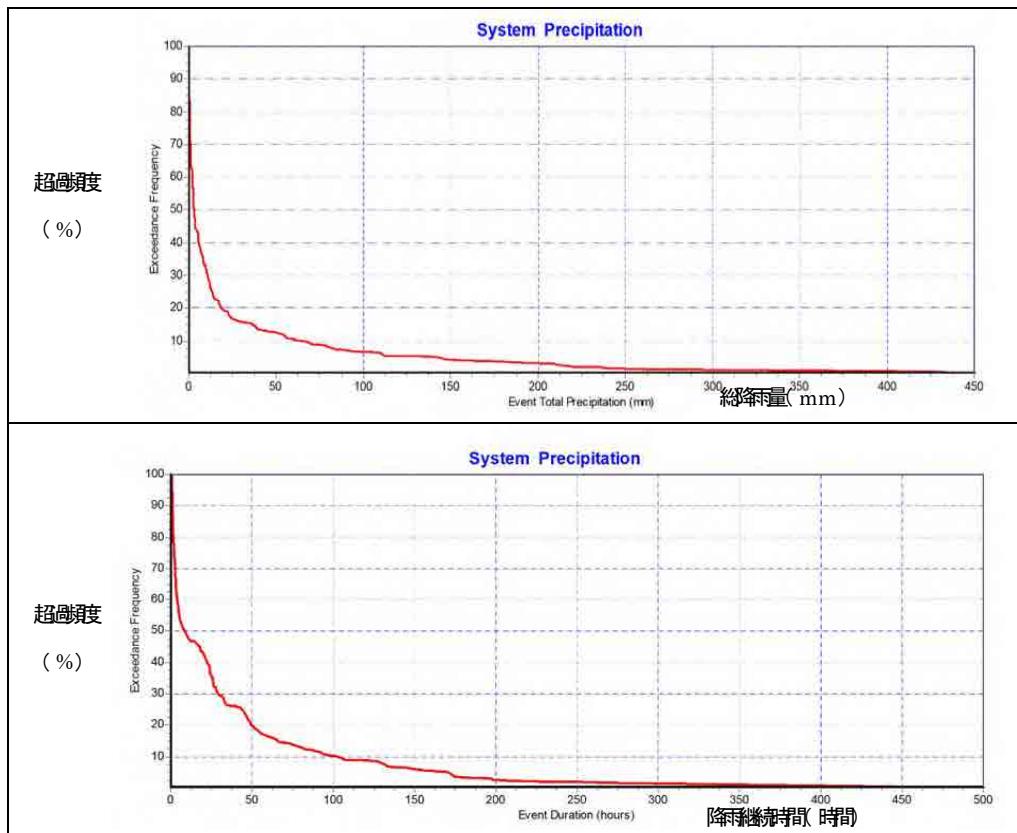


図 3.2 降雨事象の超過頻度 (作成: JICA 調査団)

3.2 降雨強度曲線

ベトナム基準 (TCVN 7957-2008) は、降雨強度について次式を与えている:

$$q = \frac{A (1 + C \lg P)}{(t+b)^n}$$

ここで:

- q - 降雨強度 (ℓ/秒/ha)
- t - 降雨継続時間 (分)
- P - 計画降雨確率年 (年)

A, C, b, n は係数で地域ごとに異なり、長期間の降雨記録に基づいて設定される。基準はダナン市用に以下の定数を指定している:

- A = 2170
- C = 0.52
- b = 10
- n = 0.65

数式は、異なる継続時間と確率年の降雨強度を与えており、降雨強度時間頻度曲線 (IDF) を作成するために使用される。IDF 曲線は合理式を用いた排水インフラ設計に使用される。ダナン市のような大きな都市のために、ベトナム設計基準 (TCVN 7957-2008) は排水工事用として次の確率年を推奨している:

- 小規模排水管: 2 年
- 主要排水管 : 5 年
- 主要排水路 : 10 年

表 3.3 降雨強度 (mm/時)

継続時間	確率年P(年数)			
	2	5	10	25
0.25	111.5	131.5	146.6	166.5
0.5	82.2	96.8	108.0	122.7
1	57.1	67.3	75.0	85.3
2	38.2	45.0	50.2	57.0
3	29.8	35.2	39.2	44.6
4	25.0	29.4	32.8	37.3
6	19.4	22.8	25.4	28.9
12	12.4	14.7	16.4	18.6
24	8.0	9.4	10.5	12.0

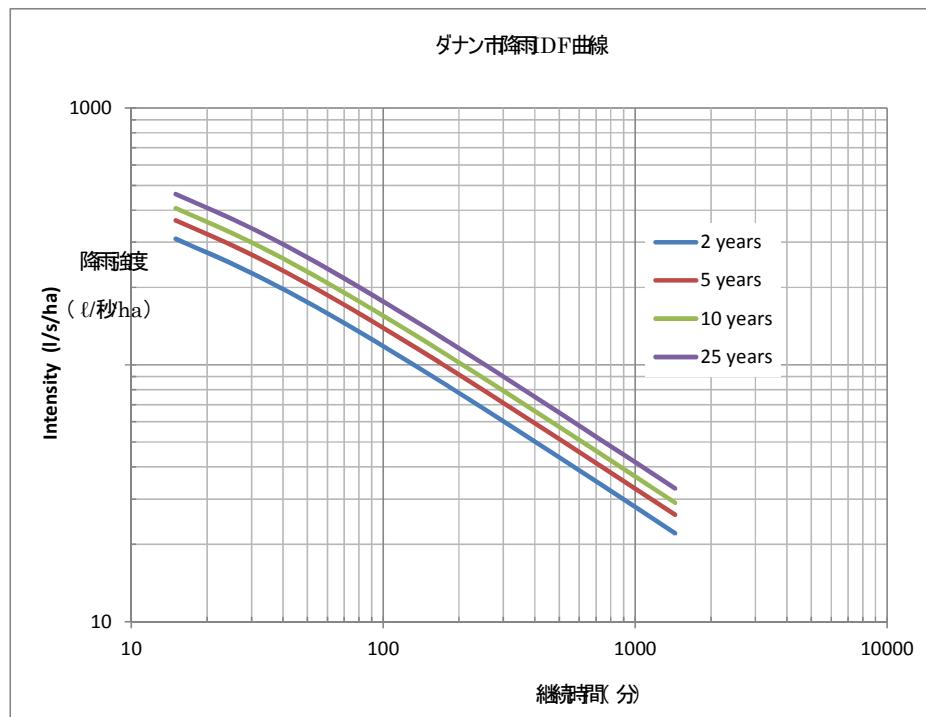


図 3.3 確率年別の降雨強度曲線

3.3 計画降雨

計画降雨グラフは、進歩係数 0.5 による交換ブロック法を用いた IDF 曲線から導かれる（中央集中型降雨波形）。設計降雨の最適継続時間の選択は、市街地の大きさやその地域が経験した代表的な降雨に依存する。ベトナムでの雨水排除施設の設計のために、計画降雨の推奨継続時間は 3~6 時間の間で与えられる。

SWMM モデルを使用した水理挙動の解析は、5 年の確率年で 30 分間隔の 6 時間降雨を基本としている。降雨グラフのピーク降雨強度は 108 mm/時である（30 分間で 54 mm）。総降雨量は 136mm であり、下記ハイエトグラフの面積に相当する。

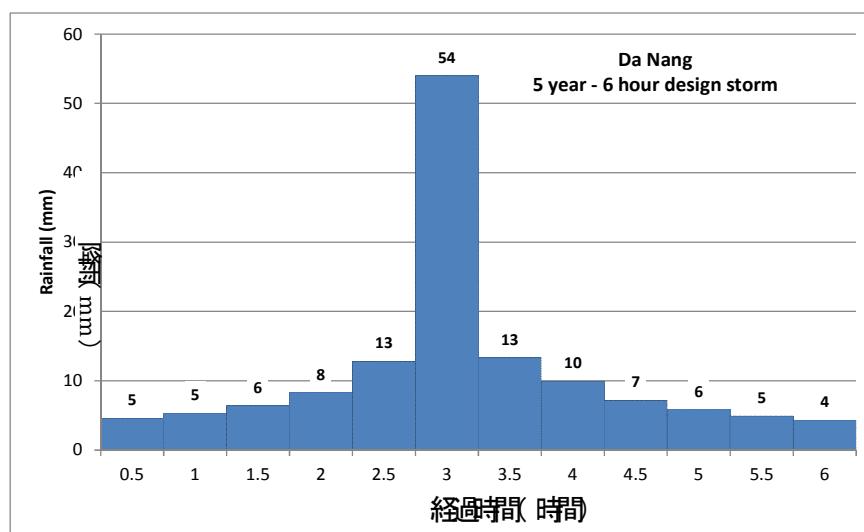


図 3.4 ダナン市 5 年確率 6 時間設計ハイエトグラフ

3.4 潮位と河川水位

潮位は排水管と遮集管システムの運転に悪影響を与える。ダナンの潮位変動は異なる2つのピークが確認できる（干潮位もまた2つの異なる高さがある）。このパターンは混合半日周潮と呼ばれている。毎月の最高潮位は満月日に発生し、最低潮位は月が弦月日に発生する。

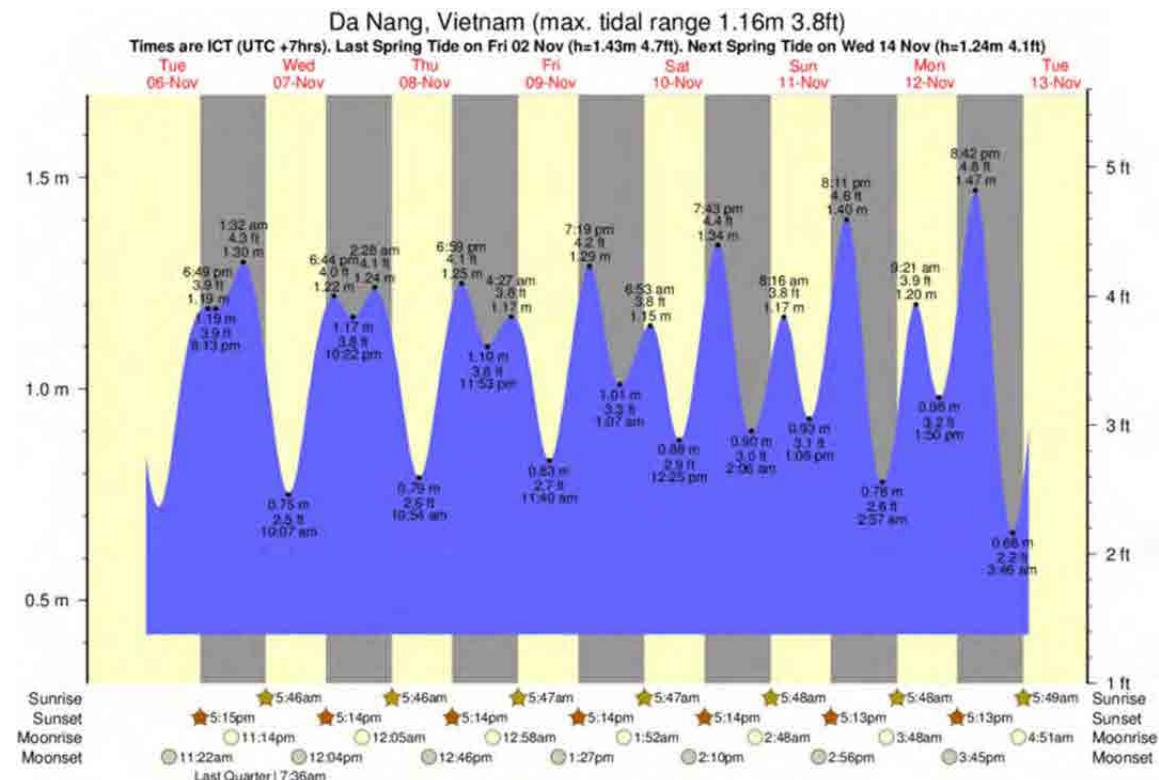


図 3.5 潮位変動パターン

毎年、最高潮位は最多雨月の10月および11月に発生している。

サイゴン港が提供しているホームページより入手できる2011年の日間潮位データを確認し、以下の情報を得た。

- 最高満潮位+1.7m、最低満潮位+0.7m
- 最高干潮位+1.3m、最低干潮位+0.2m
- 10月平均（最多雨月）：満潮位+1.3m、干潮位+0.7m
- 3月平均（最少雨月）：満潮位+1.1m、干潮位+0.6m

2011年の潮位データより、干潮位が分水人孔の越流堰頂を越えている日が年に数日あることが確認できる。

- 172日 干潮位>+0.60m (ポンプ場5とハン川沿いのポンプ場33の運転に影響する)
- 17日 干潮位>+0.92m (My Anhビーチのポンプ場4の運転に影響する)

遮集ポンプ場システムが半日毎の満潮によって頻繁に運転停止する：

- 295日 満潮位>0.60m (ポンプ場5とハン川沿いのポンプ場33の運転に影響する)
- 323日 満潮位>0.92m (My Anhビーチのポンプ場4の運転に影響する)
- 236日 満潮位>1.00m (My Kheビーチのポンプ場3の運転に影響する)

- 63 日 満潮位>1.20m (Furano リゾートのポンプ場 34 の運転に影響する)

潮位の影響は、単一降雨を使用した水理挙動の分析のため SWMM モデルで数値解析される。次の平均潮位パターンは、東側の海沿いに位置する雨水吐口の水理挙動を評価するために使用される:

表 3.4 潮位パターン

潮位 1: 雨期	1	2	3	4
水位 (m)	1.3	0.7	1.2	1.1
時刻	2:30	11.15	20:00	22.30
潮位 2: 乾季	1	2	3	4
水位 (m)	0.6	1.1	0.6	1.1
時刻	2:30	9:00	15:15	21:30

ハン川の水位は潮位と共に変動するが、激しい降雨や台風によりもたらされる高潮による影響も受ける。

世界銀行のグハンソン地区排水改善事業に適用されたハン川の計画高水位は、1.35m の設計高水位の背水効果を考慮した+0.4m を上乗せし海拔+1.75m としている。

次の潮位パターンは、ハン川沿いに位置する雨水吐口の水理学的挙動を評価するために使用される:

表 3.5 河川水位パターン

潮位 3: 雨期	1	2	3	4
水位 (m)	1.7	1.1	1.6	1.5
時刻	2:30	11.15	20:00	22.30
潮位 4: 乾季	1	2	3	4
水位 (m)	1.0	1.5	1.0	1.5
時刻	2:30	9:00	15:15	21:30

4 水理学的挙動の評価

4.1 モデル設定

4.1.1 水路網

SWMM モデルを使用した単一降雨解析は、確率年 5 年で降雨継続時間 6 時間の降雨に対する排水システムの水理学的能力を検証するために実施される。晴天時流量は、雨水の量に比べて相対的に非常に小さい（水理的に）ため、水理挙動の解析から除外した。

排水管網モデルは、ダナン排水公社によって提供された Auto CAD 図面に基づいた。内径、形状、底高と地盤高は図面から取得したものである。

この能力評価では主要な放流渠のみをモデル化した。（CX01、CX02、CX03、CX04、CX05）

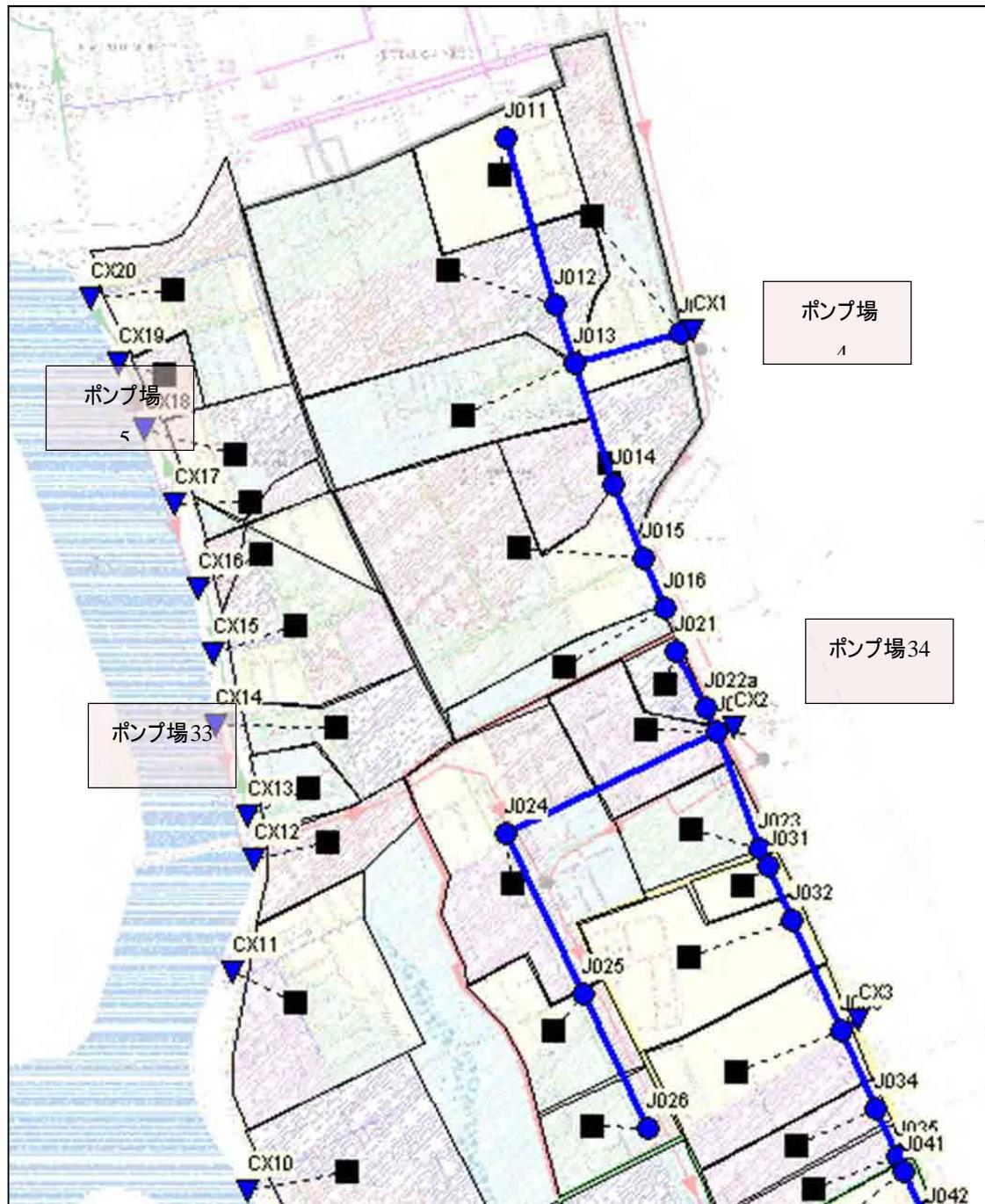


図 4.1 グハンソン排水管網（北側）

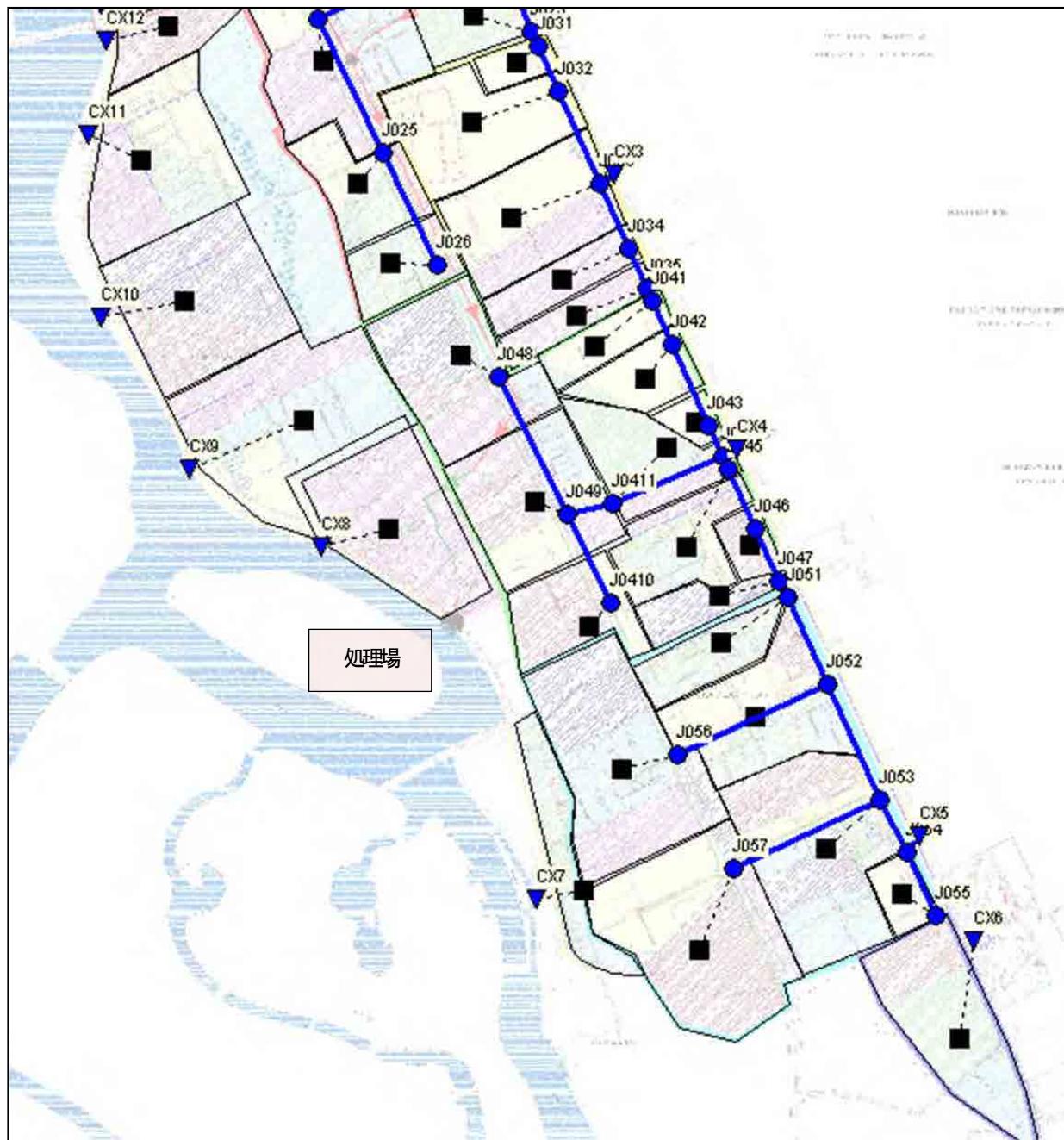


図 4.2 グハンソン排水管網（南側）

4.1.2 排水区域

調査地域は、図 4.1 と 4.2 に示す 20 の雨水吐口に接続する 20 の排水区域に分割される。排水区域の境界は地形と各吐口への排水枝管の平面位置に基づいて設定した。

表 4.1 SWMM モデル用の排水区域属性

属性	値	属性	値
面	AutoCAD図で確認	一時貯留量 不浸透地域	2 mm
幅	計測している平均通過流量より 計算	一時貯留量 浸透地域	5 mm
勾配	地形等高線と標高に基づいた面積 加重平均	一時貯留量を含まない不浸透地 域の割合	25 %
不浸透性	60%	ホートン最大浸透能	乾燥しないが完全に排水される砂質土 を想定25 mm/時間
粗度係数 不浸透地 域	0.012	ホートン最小浸透能	1.3 mm/時間
粗度係数 浸透地 域	0.13	浸透減衰定数	2 hr ⁻¹

4.1.3 土地利用

土地利用計画、ゾーニングおよび目標人口密度は入手できなかったため、次の将来土地利用構成を各排水区域用に想定した:

- 住宅専用地域: 15%
- 準住宅地域: 30%
- 商業専用地域: 15%
- 準商業地域: 15%

表 4.2 土地利用毎の不透水性百分率

土地利用	記号	面積占有率 %	不透水性 %*
住宅専用地域	R1	15%	40%
準住宅地域	MR	30%	50%
商業専用地域	C1	15%	85%
準商業地域	MC	15%	75%
	合計	75%	60%**

* ダナン市家屋密集地域の現地調査より推定

** 加重平均

土地利用記号は National Surface Water Quality Database (米国) で使用されているものに対応しており、汚染物質集積状況を参照するために設定される。

4.1.4 潮位

このシステムの水理解析は、降雨の期間中の平均潮位状況を仮定して実施される:

- 潮位 1 : 東側の潮位
- 潮位 3 : ハン川の河川水位

4.1.5 降雨

排水システムは計画降雨（確率年 5 年、降雨継続時間 6 時間）で評価される。降雨は安全側の検討として、降雨ピークが満潮位と一致する 18:30 から開始する。

4.1.6 流路指定

動的水理計算は、管路システムを通じての雨水流出を追跡するために使用される。この方法は、背水、溢水や洪水などの都市排水システムに見られる時系列で変化する全ての流下状況を数値解析できる。

4.2 水理的解析概要

SWMM モデルは、6 時間の単一降雨による排水管路システムの氾濫や溢水を確認し、数値解析するために使用された。溢水量はノードから地表面へ流出する全ての水量を参照する。圧力状態は暗渠の管頂高より水位が上がった場合に暗渠や接続用ノードで発生する。

表 4.3 ノードでの溢水概要例

ノード Node	最大 溢水時間	最大 CMS 率	最大発生時刻日 時：分	最大溢水量 $10^6 \ell$	最大溢水深 m
J015	0.20	2.055	0 19:59	0.712	2.00
J016	0.20	1.841	0 19:48	0.339	1.79
J051	0.01	0.663	0 19:48	0.015	1.89
J052	0.30	7.257	0 19:59	5.474	2.07
J056	0.01	1.430	0 19:49	0.015	3.06

表 4.4 ノード圧力状態概要

ノード Nc	種類	圧力状態 時間	最大越頂高さ m	最小縁下 深さ m
J012	JUNCTION	0.17	0.482	0.348
J013	JUNCTION	0.33	0.383	0.737
J014	JUNCTION	0.27	0.575	0.145
J015	JUNCTION	0.27	0.500	0.000
J016	JUNCTION	0.23	0.290	0.000
J051	JUNCTION	0.20	0.370	0.000
J052	JUNCTION	0.34	0.220	0.000
J056	JUNCTION	0.23	1.560	0.000
J048	JUNCTION	0.07	0.087	0.563
J024	JUNCTION	0.13	0.123	1.987

表 4.5 暗渠からの溢水概要

暗渠名	両端	満水時間		満管流量を 上回る時間	限界容量 時間
		上流側	下流側		
C011		0.01	0.01	0.01	0.01
C012		0.17	0.17	0.18	0.61
C013		0.01	0.01	0.01	1.83
C014		0.01	0.01	0.01	7.45
C015		0.23	0.23	0.23	0.01
C016		0.27	0.27	0.27	0.73
C017		0.27	0.27	0.27	0.76
C021		0.01	0.01	0.01	2.51
C024		0.01	0.01	0.01	0.20
C025		0.01	0.01	0.01	0.39
C045		0.01	0.01	0.01	0.65
C0410		0.01	0.01	0.01	0.08
C052		0.20	0.20	0.20	0.01
C057		0.23	0.23	0.24	0.01
C053		0.34	0.34	0.34	0.01
C054		0.01	0.01	0.01	0.71
C046		0.01	0.01	0.01	0.51

4.2.1 吐口 CX01 に接続する排水管

圧力状態は全ての暗渠 (C011~C017) で発生する。J013、J014、J015 と J016 にて最大約 16 分間の圧力状態が継続する。溢水は接続点 J15 と J16 で 12 分間発生する。

表 4.5 吐口 CX01 に接続する主な排水管の詳細

排水管	上流側 ノード	下流側 ノード	形状	高さ m	幅 m	口数	マニング 粗度係数n
C011	J011	J012	矩形暗渠	1.5	2.0	2.0	0.013
C012	J012	J013	矩形暗渠	1.5	2.2	2.0	0.013
C013	J013	J017	矩形暗渠	1.5	3.0	3.0	0.013
C014	J017	CX01	矩形暗渠	1.5	3.0	3.0	0.013
C015	J016	J015	矩形暗渠	1.5	2.0	2.0	0.013
C016	J015	J014	矩形暗渠	1.5	2.0	2.0	0.013
C017	J014	J013	矩形暗渠	1.5	2.5	2.0	0.013

表 4.6 吐口 CX01 に接続する排水管の接続ノードの詳細

ノード	底高(m)	地盤高(m)	最大深度(m)
J011	2.27	4.50	2.23
J012	1.56	3.89	2.33
J013	1.06	3.68	2.62
J014	1.46	3.68	2.22
J015	1.68	3.68	2.00
J016	1.90	3.69	1.79
J017	0.73	3.28	2.55

4.2.2 吐口 CX02 に接続する排水管

微小な圧力状態が C021、C024 と C025 で発生するものの、排除能力に大きく影響を与えるものではない。接続ノード J024 で圧力状態となるものの発生時間は 8 分と非常に短い。この排水区域内では溢水箇所は発生しない。

表 4.7 吐き口 CX02 に接続する主な排水管の詳細

排水管	上流側ノード	下流側ノード	形状	高さm	幅 m	口数	マニング粗度係数n
C021	J022	CX02	矩形渠	2.05	7.0	1	0.013
C022	J021	J022a	矩形渠	1.6	2.0	1	0.013
C022a	J22a	J22	矩形渠	2.05	3.5	1	0.013
C023	J023	J022	矩形渠	1.3	1.3	1	0.013
C024	J024	J022	矩形渠	1.5	3.6	1	0.013
C025	J024	J025	矩形渠	1.5	2.0*	道路の各側に1	0.013
C026	J025	J026	矩形渠	1.0	1.5*	道路の各側に1	0.013

注記: *図面から読み取れないため仮定。

表 4.8 吐き口 CX02 に接続する排水管の接続ノードの詳細

ノード	底高(m)	地盤高(m)	最大深さ (m)
J021	1.79	3.60	1.81
J022	2.06	3.83	1.77
J022a	1.20	3.40	2.20
J023	4.57	6.00	1.43
J024	2.90	6.51	3.61
J025	3.90	6.73	2.83
J026	4.80	6.90	2.10

4.2.3 吐き口 CX03 に接続する排水管

この排水区域では、圧力状態も溢水も記録されていない。

表 4.9 吐き口 CX03 に接続する主な排水管の詳細

排水管	上流側ノード	下流側ノード	形状	高さm	幅 m	口数	マニング粗度係数n
C031	J033	CX03	矩形渠	2.0	4.0	1.0	0.013
C032	J031	J032	矩形渠	1.3	1.5	1.0	0.013
C033	J032	J033	矩形渠	1.8	2.0	1.0	0.013
C034	J034	J035	矩形渠	1.6	1.5	1.0	0.013
C035	J033	J034	矩形渠	2.0	2.0	1.0	0.013

表 4.10 吐き口 CX03 に接続する排水管の接続ノードの詳細

ノード	底高(m)	地盤高(m)	最大深さ (m)
J031	4.57	6.00	1.43
J032	3.84	5.64	1.80
J033	2.50	4.97	2.47
J034	3.30	5.30	2.00
J035	3.45	5.47	2.02

4.2.4 吐口 CX04 に接続する排水管

暗渠 C045、C046 と C0410 にて微小な圧力状態が発生するが、排除能力に重大な影響を与えるものではない。接続ノード J048 で微小な圧力状態が発生するものの、溢水は発生しない。

表 4.11 吐口 CX04 に接続する主な排水管の詳細

排水管	上流側ノード	下流側ノード	形状	高さ m	幅 m	口径	マニング粗度係数n
C041	J044	CX04	矩形開渠	2.13	5.0	1	0.013
C042	J041	J042	矩形暗渠	1.5	1.5	1	0.013
C043	J042	J043	矩形暗渠	1.65	2.0	1	0.013
C044	J043	J044	矩形暗渠	2.13	2.0	1	0.013
C045	J048	J049	矩形開渠	1.2*	1.2*	2	0.013
C046	J044	J0411	矩形開渠	2.0*	1.8*	3	0.013
C047	J046	J047	矩形暗渠	1.56	1.5	1	0.013
C048	J045	J046	矩形暗渠	1.81	2.0	1	0.013
C049	J044	J045	矩形暗渠	2.17	2.0	1	0.013
C0410	J049	J0410	矩形開渠	1.0*	0.8*	2	0.013
C0411	J0411	J049	台形**	1.5*	2.0*	1	0.013

注記: *図面から読み取れないため仮定。

表 4.12 吐口 CX04 に接続する排水管の接続ノードの詳細

ノード	底高(m)	地盤高(m)	最大深度 (m)
J041	3.45	5.47	2.02
J042	3.35	5.07	1.72
J043	2.55	4.68	2.13
J044	1.98	4.43	2.45
J045	2.49	4.69	2.20
J046	2.83	4.70	1.87
J047	3.15	5.00	1.85
J048	4.71	6.56	1.85
J049	3.67	6.61	2.94
J0410	4.34	7.86	3.52
J0411	3.19	5.19	2.00

4.2.5 吐口 CX05 に接続する排水管

圧力状態は暗渠 C052、C053、C054 と C057 で発生するが、排除能力に重大な影響はない。接続ノード J051、J052 と J056 で最大 25 分間の圧力状態が発生する。溢水はノード J051 で 13 分間だけ発生する。

表 4.13 CX05 に接続する主な排水管の詳細

排水管	上流側ノード	下流側ノード	形状	高さ m	幅 m	口径	マニング粗度係数n
C051	J054	CX05	矩形開渠	2.30	3.0	1	0.013
C052	J051	J052	矩形暗渠	1.52	2.0	1	0.013
C053	J052	J053	矩形暗渠	1.85	2.5	1	0.013
C054	J053	J054	矩形暗渠	2.04	3.0	1	0.013
C055	J054	J055	矩形暗渠	2.37	2.5	1	0.013
C056	J057	J053	矩形暗渠	2.50	2.5	1	0.013
C057	J056	J052	矩形暗渠	1.50	2.9*	1	0.013

注記: *異なる 2 つの平行した暗渠を同等の一つの暗渠に置き換えている。

表 4.14 吐口 CX05 に接続する排水管の接続ノードの詳細

ノード	底高(m)	地盤高(m)	最大深度(m)
J051	2.94	4.83	1.89
J052	2.30	4.37	2.07
J053	1.89	4.71	2.82
J054	1.04	3.82	2.78
J055	3.20	5.23	2.03
J056	3.36	6.42	3.06
J057	4.00	6.48	2.48

4.3 水理学的解析の結果

排水システムは降雨ピークと満潮が一致する最悪の事態においても十分に機能すると結論づけることができる。

ピーク時の圧力状態や小規模な溢水が、降雨ピークと満潮が一致する降雨開始 3 時間後に発生する。圧力状態や溢水は長続きせず、流量は降雨ピーク後にすぐに減少する。

5 汚濁負荷評価のための連続シミュレーション

連続シミュレーションは、汚濁負荷低減についての分流式下水道の利点を評価するために実施された。

このシミュレーションには 2008 年 (366 日) のデジタル時間降雨記録を使用する。この年は、過年度の年平均雨量とほぼ同様の総降雨量であるため選択した。

- 総降雨量: 2,503 mm
- 全降雨回数: 73 回
- 降雨間隔: 24 時間
- 最大降雨強度: 43.6 mm/時
- 平均降雨強度: 6.74 mm

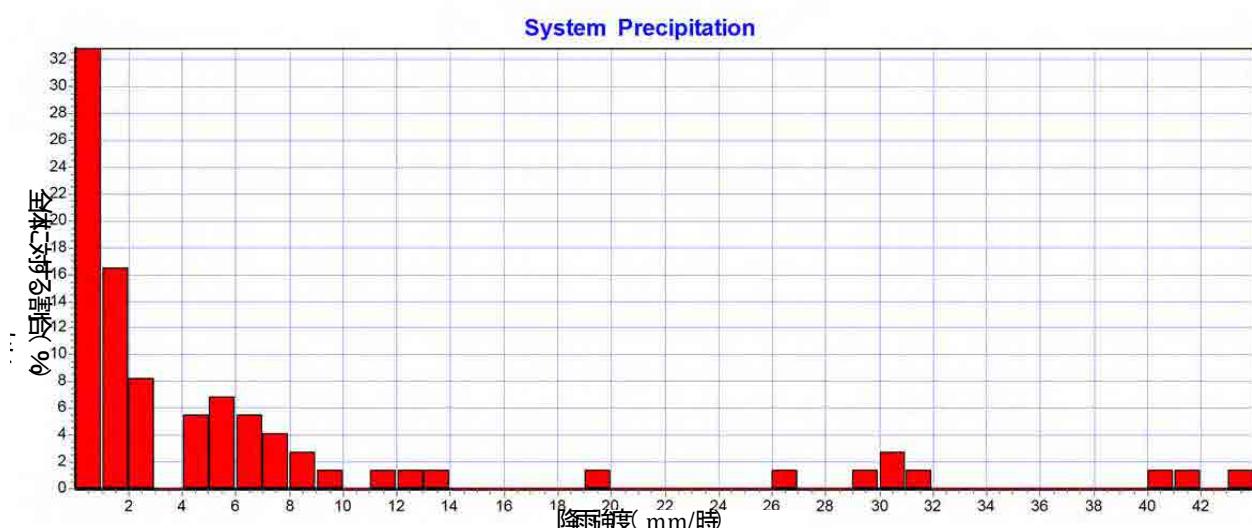


図 5.1 2008 年降雨の降雨強度分布

5.2 分流式下水道システム

分流式下水道は、図 4.1 と図 4.2 に示され单一降雨解析でモデル化された同じ排水システムである。解析では全ての汚水が分流式下水集水システムに排出されたことを前提にしている。潮位の影響は、完全分流式の汚水ポンプ場の運転には全く影響を与えないため、汚濁負荷のこの解析では無視される。

5 つの汚濁物質は、土地利用分類毎に異なる値が設定される。降雨（例えば初期流出）の期間中の汚濁物質の減少を指数関数曲線で推定するためにはデータが不十分であるため、降雨平均濃度（EMC）が使用される。EMC 値の使用は、各汚濁物質がシミュレーションを通して一定の流出濃度であることを前提としている。

表 5.1 選択された雨水水質の降雨平均濃度

土地利用	全浮遊物質 mg/l	BOD mg/l	COD mg/l	全ケルダール窒素 mg/l	全リン mg/l
R1	49	9	55	1.5	0.31
MR	66	7.8	43	1.4	0.28
C1	43	11	58	1.5	0.22
MC	55	9	60	1.4	0.26

出典 NSQD version 1に収納された利用可能な雨水データの概要

分流式下水道システムからの年間総放流負荷は、処理場から放流される汚水負荷に雨水吐口から放流される雨水負荷を加えて算定される。晴天時汚水と処理場放流水の負荷量は、表 5.2 に示す単位汚濁負荷から算定される。処理水中の汚濁負荷は、高度処理システムを想定したベトナム基準 TCVN:2002 のクラス II に基づいている。処理場への総流入水量は、2010 年用に推定した下水量に基づいている。

表 5.2 単位汚濁負荷

	全浮遊物質 mg/l	BOD mg/l	全窒素 mg/l	全窒素 mg/l	全大腸菌群数 MPN/100ml
生下水 ⁽¹⁾	230	200	35	8	10^7
表面流出水 ⁽²⁾	56	9	1.4	0.3	26×10^3
処理下水 ⁽³⁾	20	20	22	8	10^3

注記1: ダナン市下水管理戦略調査(Study on wastewater management strategy in Da Nang City)

注記2: 土地利用から仮定した事象平均濃度に基づく加重平均

注記3: 基準TCVN 7222:2002 クラスII。嫌気性池から消毒付き高度処理に改善すると仮定する。

連続シミュレーションの結果として表 5.3 に各吐口からの年間放流汚濁負荷を示す。選択された一連の降雨の年間流出水量はおよそ 15,416,870 m³ である。

表 5.3 分流式下水道システムの各吐口からの年間放流汚濁負荷

吐口接続点 Node	流入頻度 割合	平均流量 m ³ /秒	最大流量 m ³ /秒	全流量 ×10 ⁶ Volu ^6 l	合計浮遊質 Total Kg kg	合計BOD Total Kg kg	合計COD Total Kg kg	合計全窒素 Total Kg kg	合計全リン Total Kg kg	糞便性大腸菌 Total Log N LogN
CX1	40.75	1.054	17.792	2994.931	124246.671	19861.654	115340.099	3206.366	601.194	14.244
CX2	99.99	0.267	10.969	1964.329	76391.972	12211.763	70915.845	1971.406	369.639	14.033
CX3	77.42	0.264	8.360	1505.414	62414.066	9977.302	57939.939	1610.686	302.004	13.945
CX4	75.73	0.394	12.388	2124.736	88307.668	14116.566	81977.370	2278.908	427.295	14.096
CX5	71.54	0.493	15.244	2468.154	102766.364	16427.885	95399.600	2652.035	497.257	14.162
CX6	62.18	0.089	2.299	400.831	16636.676	2659.483	15444.083	429.334	80.500	13.371
CX7	55.69	0.045	1.046	181.346	7528.642	1203.503	6988.955	194.288	36.429	13.027
CX8	53.77	0.123	2.801	465.163	19346.680	3092.695	17959.821	499.269	93.613	13.437
CX9	64.62	0.142	3.804	658.143	27325.403	4368.147	25366.593	705.172	132.220	13.587
CX10	64.00	0.106	2.811	491.194	20385.106	3258.694	18923.808	526.067	98.638	13.459
CX11	53.96	0.122	2.795	464.471	19317.289	3087.997	17932.537	498.511	93.471	13.436
CX12	48.70	0.051	1.054	175.349	7292.472	1165.750	6769.714	188.193	35.286	13.013
CX13	43.20	0.033	0.605	99.767	4151.658	663.670	3854.048	107.140	20.089	12.768
CX14	52.09	0.064	1.414	237.146	9860.420	1576.253	9153.579	254.462	47.712	13.144
CX15	54.31	0.094	2.161	361.717	15041.350	2404.460	13963.117	388.164	72.781	13.327
CX16	47.67	0.035	0.698	116.704	4853.059	775.794	4505.169	125.240	23.483	12.836
CX17	41.00	0.018	0.320	52.781	2196.103	351.062	2038.676	56.674	10.626	12.492
CX18	49.41	0.060	1.254	208.536	8672.928	1386.425	8051.212	223.817	41.966	13.088
CX19	42.52	0.020	0.353	58.525	2434.323	389.143	2259.820	62.821	11.779	12.536
CX20	53.39	0.103	2.328	387.634	16120.614	2576.987	14965.015	416.016	78.003	13.357
System	57.60	3.577	90.358	15416.870	635289.464	101555.233	589749.001	16394.567	3073.981	14.953

表 5.4 分流式下水道システムからの年間放流汚濁負荷

汚濁物質	全浮遊物質	BOD	全窒素	全リン	容量
単位	kg	kg	kg	kg	$m^3 \times 10^3$
処理場放流口	108,602	81,234	89,358	32,494	5,531 ⁽¹⁾
雨水吐口	635,289	101,555	16,395	3,074	15,417
合計	743,891	182,789	105,753	35,568	20,948

注記(1): (グハンソン地区分 $11,364 m^3/\text{日} + \text{ポンプ場分 } 3,749 m^3/\text{日}) \times 366 \text{日/年} : 2008 \text{年降雨}$

5.3 合流式下水道と排水システム

合流式下水道の集水システムのモデルは、分流式下水道モデルに遮集管システム要素（図 2.1 と図 2.2 に赤色で示す）を追加することにより作られた。

遮集管システムのモデルは、次の要素を含んでいる：晴天時汚水、雨水吐き室の越流堰、遮集ポンプ場、圧送管、自然流下遮集管と高度下水処理場。処理場放流口は、接続点 CX021 で識別されている。

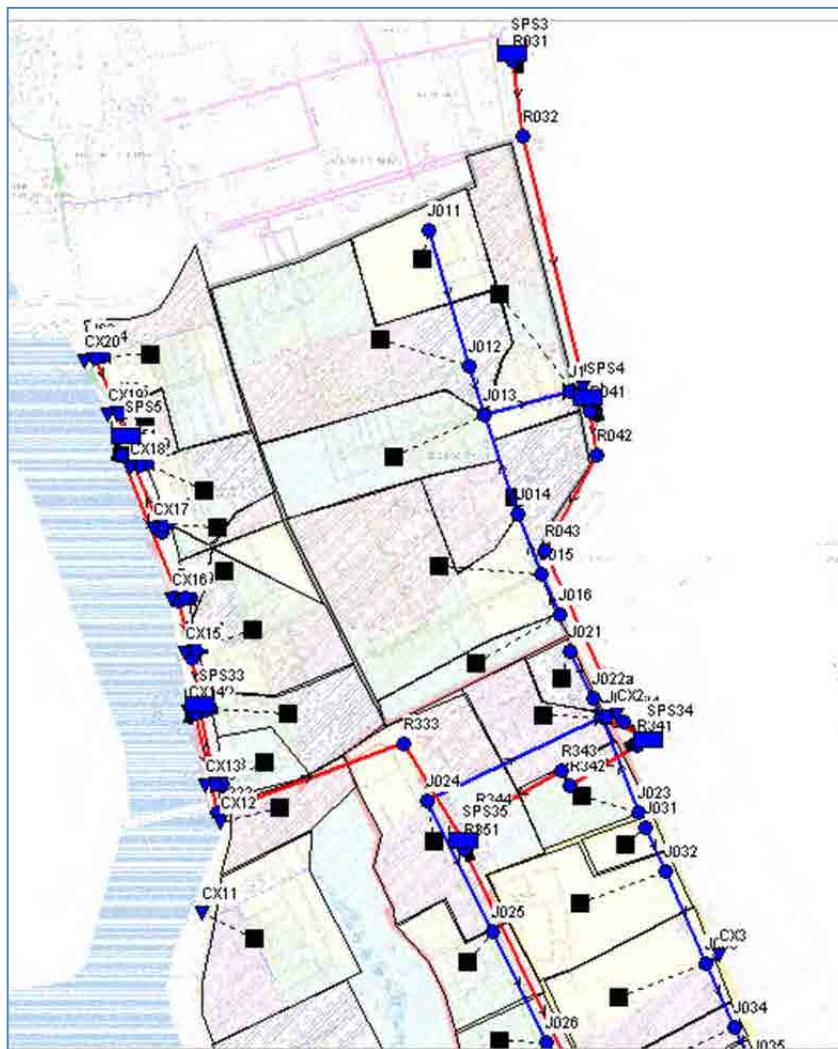


図 5.2 グハンソン地区の合流式下水道管網（北側）

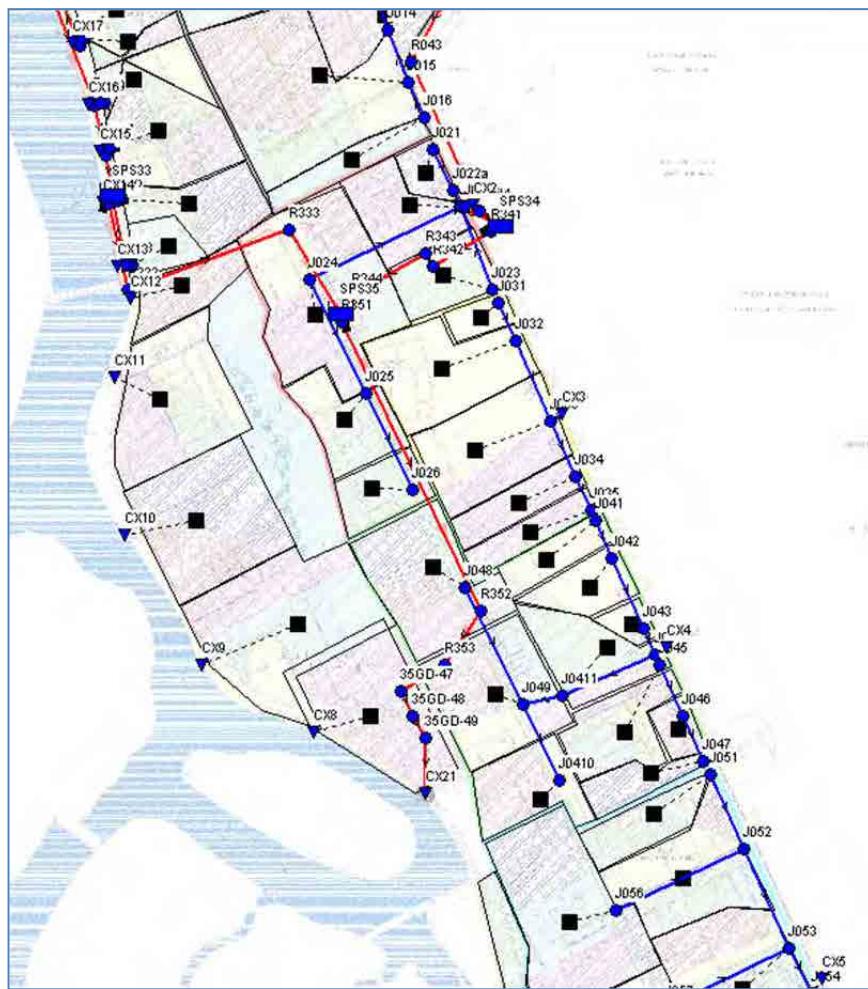


図 5.3 グハンソン地区の合流式下水管網（南側）

ポンプ場運転は、遮集される雨天時下水の量を制御する。ポンプ場は現地制御盤により自動的に制御される。ポンプの一次制御は、表 5.5 に示したようにポンプ井水位に基づいて行われる。

表 5.5 ポンプ場の一次制御

ポンプ場	ポンプ台数	高さ(m)			
		底高	開始高	停止高	越流高
ポンプ場1	1 常用	-1.50	-0.26	-1.14	3.21
	2 予備	-1.50	-0.16	-1.04	3.21
ポンプ場4	1 常用	-1.76	-0.33	-1.20	2.50
	2 予備	-1.76	-0.23	-1.10	2.50
ポンプ場34	1 常用	-1.56	0.10	-1.22	2.98
	2 常用	-1.56	0.20	-1.12	2.98
	3 予備	-1.56	0.30	-1.02	2.98
ポンプ場5	1 常用	-2.63	-1.55	-2.26	2.07
	2 予備	-2.63	-1.45	-2.16	2.07
ポンプ場33	1 常用	-2.78	-1.41	-2.44	1.99
	2 予備	-2.78	-1.31	-2.34	1.99
ポンプ場35	1 常用	0.99	5.00	1.42	6.00
	2 常用	0.99	5.10	1.52	6.00
	3 予備	0.99	5.20	1.62	6.00

注記: 予備ポンプは下水量が常用ポンプの容量を超えた時に起動される。

雨天時や満潮時には、自然流下遮集管やポンプ場が冠水し、ポンプは二次（雨天時）ポンプ制御によって自動的に停止される。

二次ポンプ制御システムは、分水人孔の越流堰に設置された水位検出器からの信号を取得している。ポンプは越流堰の堰頂を 100mm 越える水位で停止される。一次制御は冠水終了後に再開される。上流側ポンプは下流側ポンプ場が二次制御により停止した時に停止される。連続シミュレーションは、指定された開始及び停止水位に一致する操作規定に従ったポンプのオンオフ制御を含んでいる。

晴天時汚水量はこれまでの調査で確認された人口と単位当たり流量に基づいて推定され、時間ピークを再現するために日中の時間変動を設定する。

表 5.6 晴天時汚水量の日間変動

時刻	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00
ピーク定数	1	1	0.7	0.7	0.7	0.8
時刻	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
ピーク定数	1	1	1	1	1	1
時刻	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
ピーク定数	1	1	1	1	1	1
時刻	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
ピーク定数	1.3	1.3	1.3	1.2	1	1

表 5.7 グハンソン処理場の下水量

汚水の発生源	水量	単位
グハンソンのポンプ場からの下水量	4,975	m ³ /日
ソンチャ地区のポンプ場からの下水量	3,749	m ³ /日
グハンソン処理場の全流入下水量 ⁽¹⁾	8,724	m ³ /日
グハンソン下水処理場の年間流入下水量 ⁽²⁾	3,192,980	m ³ /年

(1) 2010 年の晴天時汚水量

(2) 2008 年の年間降雨を使用した解析（366 日）

連続的シミュレーションは、当初、一年間の時系列潮位変動データを用いて実施したが、ポンプ場の冠水時もポンプが運転し続け、処理場送水流量が過大となり、このモデルの適用は困難となった。この問題は図面や書類から得られたポンプの開始/停止水位や堰頂高が誤っており、これにより引き起こされた可能性がある。問題を解決する唯一の方法は、実態を確認するための詳細な現地調査を実施することである。

よって今回のシミュレーションは、分流式と比較する放流水量と汚濁負荷を得るために潮位の影響を除いて実行した。解析結果を表 5.8 に示す。

表 5.8 合流式下水道システムの各吐き口からの年間放流汚濁負荷

吐き口接続点 Node	流入頻度 割合 P _i	F _i 平均流量 m ³ /秒	M _i 最大流量 m ³ /秒	H _i 全流量 ×10 ⁶ ltr	Total Volume '6 ltr	合計浮遊物質 Kg kg	合計BOD Kg kg	合計COD Kg kg	合計窒素 Kg kg	合計リン Kg kg	合計TP Kg kg
CX1	100.00	0.727	9.743	3503.272	312413.368	194760.457	100618.110	33847.591	7621.489		
CX2	100.00	0.419	9.087	1804.237	120537.811	58926.582	60039.719	10171.633	2256.262		
CX3	100.00	0.394	8.371	1855.332	142181.287	79366.049	57921.396	13753.498	3077.397		
CX4	100.00	0.575	12.401	2667.436	211632.628	121358.129	81995.936	21045.767	4716.661		
CX5	100.00	0.683	15.531	3107.921	247877.361	142598.929	95441.226	24731.440	5543.719		
CX6	100.00	0.108	2.302	496.415	38391.433	21583.586	15439.131	3740.993	837.422		
CX7	100.00	0.049	1.047	213.346	14779.901	7512.054	6986.746	1298.258	288.752		
CX8	100.00	0.130	2.804	593.030	48353.633	28324.116	17954.151	4914.700	1102.821		
CX9	100.00	0.178	3.809	817.525	63584.536	35908.396	25359.510	6224.617	1393.759		
CX10	100.00	0.132	2.815	618.509	49391.236	28490.282	18917.240	4941.525	1107.851		
CX11	100.00	0.134	2.803	718.457	77334.635	53545.829	17926.882	9328.564	2111.735		
CX12	100.00	0.049	1.055	207.526	14544.022	7474.280	6767.806	1292.159	287.609		
CX14	100.00	0.057	1.369	366.106	28778.964	19030.301	7843.535	3311.945	748.043		
CX15	100.00	0.093	2.090	685.687	53810.047	37160.820	12600.302	6473.653	1465.278		
CX16	100.00	0.037	0.911	190.912	13687.717	8170.524	4882.629	1418.414	318.623		
CX17	100.00	0.016	0.338	77.984	5414.668	3062.650	2153.260	530.924	118.891		
CX18	100.00	0.051	1.216	242.280	20071.158	12163.764	6920.521	2112.462	474.932		
CX19	100.00	0.015	0.366	83.209	6207.645	3807.032	2081.513	661.359	148.787		
CX20	100.00	0.106	3.543	767.262	58813.391	40247.170	14254.584	7009.893	1585.955		
CX21	99.99	0.189	0.700	2469.085	23171.046	18843.110	17082.430	20419.987	7508.564		
CX13	100.00	0.027	0.617	176.072	13778.054	9147.162	3707.603	1592.076	359.662		
System	100.00	4.170	80.499	21661.604	1564754.543	931481.222	576894.231	178821.458	43074.211		

表 5.9 合流式下水道の年間放流汚濁負荷

汚濁物質	全浮遊物質	BOD	全窒素	全リン	水量
単位	kg	kg	kg	kg	$m^3 \times 10^3$
処理場吐口	23,171	18,843	20,420	7,509	2,469
雨水吐口	1,541,584	912,638	158,401	35,565	19,193
合計	1,564,755	931,481	178,821	43,074	21,662

処理区域内で発生する汚水量は、3,193 千 m^3 (表 5.7 参照) であるが、この内の 77% (2,469 千 m^3) だけが処理場に流入する。残りは、遮集管の限られた能力に応じた雨水ポンプの放流に起因する雨天時越流水 (CSO's) として放流されている。

表 5.10 分流式と合流式の年間放流汚濁負荷の比較

汚濁物質	全浮遊物質	BOD	全窒素	全リン
単位	kg	kg	kg	kg
分流式システム	743,891	182,789	105,753	35,568
合流式システム	1,564,755	931,481	178,821	43,074

想定されたとおり、合流式下水道は分流式下水道に比較して SS や BOD において著しく多い負荷量を放流している。

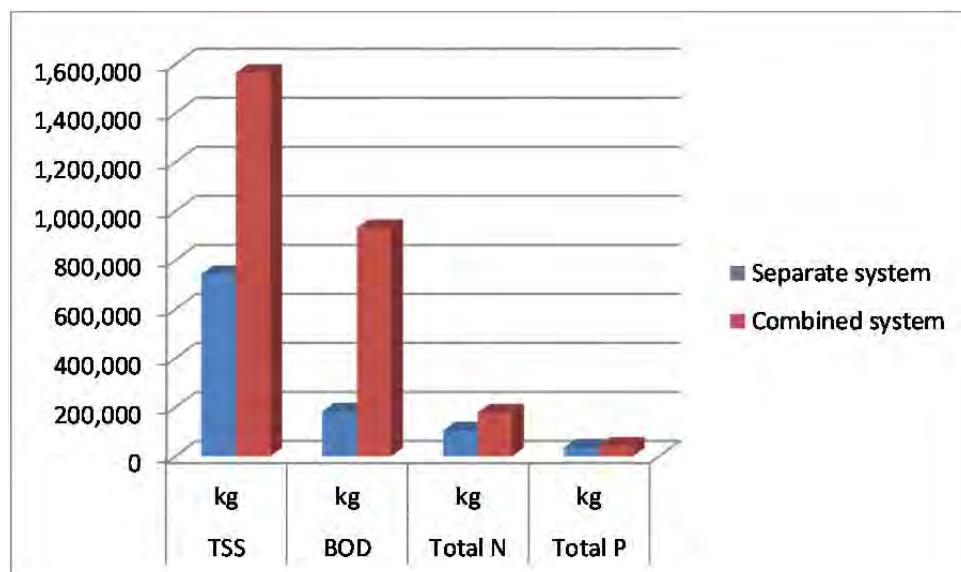


図 5.4 年間汚濁物質の比較