

7.5. ベトナムにおける分散型污水处理施設の導入に関する作業要領書（案）

ベトナムにおける分散型污水处理施設の導入に関する 作業要領書（案）

目次

1 戸建て住宅の排水汚濁負荷調査に関する要領書	2
1.1 調査方法の概要	2
1.2 調査施設の選定	2
1.2.1 施設の選定基準	2
1.2.2 施設選定時の留意事項	2
1.3 調査方法	2
1.3.1 調査項目と方法	2
1.3.2 水量調査	2
1.3.3 トイレ排水調査	3
1.3.4 雑排水調査	4
1.4 データ処理	4
2 集合住宅等建築物の排水調査に関する要領書	5
2.1 調査方法の概要	5
2.2 調査施設の選定	5
2.2.1 施設の選定基準	5
2.2.2 施設選定時の留意事項	6
2.3 調査方法	6
2.3.1 調査項目と方法	6
2.3.2 排水量調査	6
2.3.3 水質調査	6
3 戸建て住宅の排水パターン調査に関する要領書	7
3.1 目的	7
3.2 対象住宅	7
3.3 調査方法	7
3.3.1 調査項目と方法	7
3.3.2 水道メーターの仕様と設置	7
3.4 データ処理	8

1 戸建て住宅の排水汚濁負荷調査に関する要領書

1.1 調査方法の概要

本排水調査の目的は、戸建て住宅の生活排水（トイレ排水と雑排水）の排水量と汚濁負荷量を計測することである。

本調査方法は、トイレ排水をあらかじめ清掃したセプティックタンク（ST）に流入させ、ST内に一週間程度貯留して、STが放流しないうちにST内の汚水をバキューム車で回収し、汚水をよく攪拌混合してからサンプリングする。一方、トイレ以外の雑排水については、通日調査（朝6時～夜10時）を実施し、全量をタンクに入れ、夜10時にタンク内水位を確認すると共にタンク水をサンプリングし、その後、タンク内全量排水して次の日の調査に備える。採取したトイレ排水と雑排水の検体を水質分析に供し、水質分析から得られた水質データよりBOD等の汚濁負荷を算出する。

本調査方法は、以下の1.2 調査施設の選定、1.3 調査方法、及び1.4 データ処理からなる。

1.2 調査施設の選定

1.2.1 施設の選定基準

調査対象施設は、以下の条件を満足した施設を選定すること。

- ① 1世帯家族が居住する戸建て住宅であること。
- ② 水道に接続され水道メーターが取り付けられていること。
- ③ トイレ排水がセプティックタンク（ST）で処理され放流されていること。
- ④ トイレ以外の排水（雑排水）の放流先が1つであり、そこから採水が可能であること。
- ⑤ 調査対象施設の家族がアンケート調査に協力的であること。

1.2.2 施設選定時の留意事項

- 1) 住宅から発生する雑排水が配管工事によって最終放流口が複数箇所存在する場合があるが、雑排水のサンプリングが難しくなるため、このようなケースは調査対象としないこと。
- 2) 住宅の屋上に貯水タンクが設置されることが多いが、ないケースもあるので、貯水タンクの設置状況を確認しておくこと。
- 3) 調査実施前に住宅に設置されたセプティックタンクの設計図面等を入手して、セプティックタンクの構造と容量を把握すること。
- 4) 使用開始1年程度の新しい住宅を調査対象とすること。古い住宅の場合、バキューム車でセプティックタンクの汚泥を清掃しても、セプティックタンクの底部や壁面に付着した汚泥が十分には除去できず、残った汚泥が調査期間に流入する汚水の水質に影響を及ぼすためである。

1.3 調査方法

1.3.1 調査項目と方法

調査項目は、トイレ排水及び雑排水の水量調査、トイレ排水のサンプリング、及び雑排水のサンプリングである。以下に各調査項目の詳細と調査方法について説明する。

1.3.2 水量調査

1) トイレ排水の水量調査

トイレからの排水の水量は、調査施設の家族メンバーが調査期間中に毎日トイレを使用する回数（「大」と「小」に分けて記載）をアンケートで回答してもらい、1日のトイレ使用回数の合計から水量を算出する。また、トイレを掃除する際に使用水量も併せてアンケートに記載してもらう。なお、ベトナムで使用される水洗トイレの1回あたりの使用水量は、ハノイ建設大学の調査では「大便器」は6L、「小便器」は3Lと報告されているが、実際に調査する際には夫々の水量を事前に確認し把握しておくこと。

2) 雑排水の水量調査

雑排水の水量調査は以下の通り。
住宅に屋上に通常貯水タンクが設置されているため、水道メーターから時間ごとの水道使用量を把握することができない。
この場合は、雑排水の放流弁にポンプと大きなタンク（500L）を設置し、雑排水を全量回収してタンクに溜めて、タンクにある汚水の容量を計測し、それを汚水量とする。

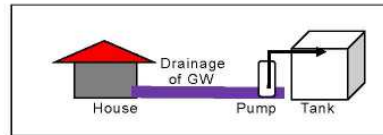


図1 雑排水調査のイメージ

1.3.3 トイレ排水調査

1) 調査手順

トイレ排水の調査は、
① 1回目のセプティックタンク清掃
② トイレ排水を一定期間セプティックタンク内に貯留
③ 2回目のセプティックタンク清掃とサンプリング
④ 1回目の清掃から2回目清掃までのトイレ排水の水量調査（1.3.2の1）を参照）
⑤ サンプリングした汚水を水質分析に供する
という調査手順になる。

2) 1回目のセプティックタンク清掃

バキューム車でセプティックタンク内の汚水や汚泥を全量バキューム車に移送する。

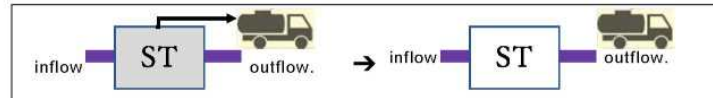


図2 第1回セプティックタンク清掃

3) トイレ排水を一定期間セプティックタンク内に貯留

セプティックタンク内での汚水の貯留期間は、調査対象住宅の家族メンバートイレ使用回数を事前にヒアリングし、その使用回数を参考にして、セプティックタンクの容量を考慮したうえで、排水調査の期間中にセプティックタンクから汚水が放流されない日数とする。参考にセプティックタンクの容量が1.5m³（セプティックタンクの構造基準より）、4人家族で使用する場合は、日本と同じトイレ排水を50L/人・日とした場合、貯留期間を3日～5日に設定することが望ましい。

4) 2回目のセプティックタンク清掃とサンプリング

バキューム車でセプティックタンク内の汚水や汚泥を全量バキューム車内に移送する。
バキューム車内の汚水を攪拌して、バキューム車の放流口から汚水を断続的に放出し、20Lのバケツで汚水をサンプリングする。バケツが汚水でいっぱいになったら汚水の放出を止める。バケツ内の汚水をひしゃくでよく攪拌し、2Lポリ瓶がいっぱいになるまで採水する。採取した汚水を4℃以下のクーラーボックスで保存する。



図3 第2回セプティックタンク清掃

5) 4)で採水した汚水検体を水質分析機関に送り分析に供する。

1.3.4 雑排水調査

1) 調査手順

雑排水の調査は、
① 雑排水の水量調査（1.3.2の2）を参照
② 雑排水のサンプリングと分析用検体の作成
③ 分析用検体の水質分析
という調査手順になる。

2) 雑排水のサンプリングと分析用検体の作成

雑排水の水量調査で溜めた雑排水をよく攪拌し、2Lポリ瓶がいっぱいになるまで採水する。採取した汚水を4℃以下のクーラーボックスで保存する。

3) コンポジット検体の作成

2)で採水した雑排水の検体を水質分析機関に送り分析に供する。

1.4 データ処理

1) データ処理の手順

トイレ排水調査と雑排水調査で得た水量水質データのデータ処理は、以下の手順で行う。
① トイレ排水と雑排水の水量データから、1日1人当たりの生活排水の汚水量を算出する。
② トイレ排水と雑排水の水量と水質データから、それぞれの水質項目（BODなど）の1人当たりの汚濁負荷を算出し、さらに生活排水（BW+GW）の1日1人当たりの汚濁負荷を算出する。

2) 1日1人当たりの汚水量の算出

1.3.2節の水量調査で得たトイレ排水と雑排水の水量を使用人数で割り、トイレ排水と雑排水の1日1人当たりの汚水量 Q_B と Q_G を、両者の合計値を生活排水の1日1人当たりの汚水量 Q を算出し、その平均値を汚水量の原単位とする。

3) 1日1人当たりの汚濁負荷量の算出

水質分析で得たトイレ排水と雑排水の各水質項目の濃度（C）とそれぞれの1日1人当たりの汚水量 Q_B と Q_G を掛け算してトイレ排水と雑排水の1日1人当たりBOD負荷量 M_{BOD_B} と M_{BOD_G} を算出し、両者の合計値を生活排水の1日1人当たりBOD負荷量 M_{BOD} とする。

$$\begin{aligned} \text{例えばBWの場合、BODの濃度 } C_{BOD_B} \times Q_B &= M_{BOD_B} \\ \text{GWの場合、BODの濃度 } C_{BOD_G} \times Q_G &= M_{BOD_G} \\ M_{BOD} &= M_{BOD_B} + M_{BOD_G} \end{aligned}$$

同じようにほかの水質項目（COD、SS、HN4-N、T-N、T-P）について同様に1日1人当たりCOD等の汚濁負荷量を算出する。

4) 1日1人当たりの汚濁負荷量の算出

3)で得られた生活排水（BW+GW）の各水質項目の汚濁負荷量の平均値を求め、それを汚濁負荷量原単位とする。

2 集合住宅等建築物の排水調査に関する要領書

2.1 調査方法の概要

本排水調査の目的は、集合住宅等建築物の生活排水（トイレ排水とその他雑排水）の排水量と汚濁負荷量を計測することである。

本調査方法は、トイレ排水及び雑排水の通日調査（朝 6 時～夜 10 時）を実施し、排水をサンプリングしてコンポジット検体を作成して水質分析に供する。トイレ排水の水量はトイレの使用回数を計測し、トイレ 1 回当たりの使用水量（「大」で 6L、「小」で 3L）を掛けて算出する。なお、ベトナムで使用される水洗トイレの 1 回あたりの使用水量は、ハノイ建設大学の調査では「大便器」は 6L、「小便器」は 3L と報告されているが、実際に調査する際には夫々の水量を事前に確認し把握しておくこと。また、トイレを掃除する際に使用した清掃水量も併せてアンケートに記載してもらう。雑排水の水量は、建物の水道使用量からトイレ排水の水量を引いて求める。採取したトイレ排水と雑排水の水質分析から得られた水質データとそれぞれの汚水量より BOD 等の汚濁負荷を算出する。

本調査方法は、2.2 調査施設の選定、2.3 調査方法からなる。

2.2 調査施設の選定

2.2.1 施設の選定基準

- ① 施設の建築用途が 1 つであり、その建築用途専用の建物であること。
- ② 施設の水道使用量が 1 カ所の水道メーターで確認でき、また、時間ごとの水道使用量も確認可能であること。
- ③ トイレ排水及び雑排水が直接に採水可能であること。なお、トイレ排水の直接採水可能な施設の確保がどうしても困難な場合、本文中に記載した除去率（43%）を活用しトイレ排水水質濃度を推定すること。
- ④ 施設の利用者がトイレ使用状況等のアンケート調査に協力的であること。特に、集合住宅のように固定化されたトイレ利用者だけでなく、不特定多数のトイレ利用者が多数出入りする病院、レストラン、事務所等に関しては、利用者の自主的なアンケート調査に対する協力は望めないため、その場合は表 1 の①の施設を選定すること。しかし、表 1 の②、③を選択せざるを得ない場合は、トイレ入口に調査員を配備し集計する等の対策が必要となるが、その実行には課題が多いため、協力的な施設オーナーがいる施設を選定の上で、具体的な詳細方法に関しては施設オーナーと十分に協議を行って決めること。

ベトナムにおける生活排水の主な排水方法は下表に示す。

本調査方法では、調査施設の選定の優先順位は、下表に示すとおりである。しかし、①の施設は採水がしやすく、作業量も少ないが、該当施設を見つけることが容易ではない。そこで、本調査法は、主に②と③の排水方法を対象とする。

表 1 ベトナムの建物の主な排水方法

① BW + GW → WWTP → (discharge)
② BW _{inf} → ST → BW _{eff} + GW → (discharge)
③ BW _{inf} → ST → BW _{eff} + GW → WWTP → (discharge)

BW: black water; GW: grey water; ST: septic tank; WWTP: wastewater treatment plant

2.2.2 施設選定時の留意事項

- 1) 本調査方法を対象とする施設は、集合住宅、ホテル、病院、レストラン、事務所（オフィスビル）及び小中学校であり、調査対象はそれら施設からの生活系排水（トイレ排水と雑排水）である。
- 2) 施設から発生する雑排水が配管工事によって最終放流口が複数箇所存在する場合があります。雑排水のサンプリングが難しくなるので、調査対象としないこと。
- 3) 施設の屋上に貯水タンクが設置されることが多いが、ないケースもあるので、貯水タンクの設置状況を確認しておくこと。
- 4) 貯水タンクがある場合は、貯水タンクの容量、ポンプの能力を事前に確認し、ポンプ 1 回当たりの稼働時間から移送水量を推定する。また、調査日にポンプの稼働回数と時刻を調査すること。
- 5) 施設セプティックタンクが設置された場合、事前にその設計図面等を入手して、セプティックタンクの構造と容量を把握すること。

2.3 調査方法

2.3.1 調査項目と方法

調査項目は、トイレ排水及び雑排水の水量調査、トイレ排水及び雑排水のサンプリングである。以下に各調査項目の詳細と調査方法について説明する。

2.3.2 排水量調査

1) トイレ排水の水量調査

トイレからの排水の水量は、調査施設のトイレ使用回数と 1 回あたりのフラッシュ水量などから推定する。

調査施設の利用者がトイレを利用する際に、利用者にトイレの利用状況（「大便器」、「小便器」）をアンケート用紙に記載してもらい、トイレの利用回数を計測する。

アンケートで得たトイレの「大便器」と「小便器」の使用回数から、それぞれ 1 回当たりのフラッシュ水量を掛けてトイレ排水の排水量とする。ベトナムで使用される水洗トイレの 1 回あたりの使用水量は、ハノイ建設大学の調査では「大便器」は 6L、「小便器」は 3L と報告されているが、実際に調査する際には夫々の水量を事前に確認し把握しておくこと。

2) 雑排水の水量調査

雑排水の水量調査は以下の通り。

- ① 調査日の水道メーターの時間ごとの指示値を記録する。
- ② 屋上貯水タンクがある場合は、ポンプの稼働回数と稼働時刻を記録する。なお、ポンプの能力と 1 回当たりの稼働時間から、ポンプ 1 回当たりの稼働による総水量を試算する。
- ③ ①の水道メーターから得た水道使用量と、②のポンプ稼働回数と時間から得た水道使用量から、施設の水道使用量を算出する。
- ④ 施設の水道使用量からトイレ排水の水量を差し引いて雑排水の水量を算出する。

2.3.3 水質調査

通日排水調査（朝 6 時～夜 10 時）を実施し、トイレ排水の採水口と雑排水の採水口を決めて、それぞれの採水を行う。

トイレ排水と雑排水の採水は、2 時間ごとにバケツ（20L 程度）1 杯分を採水し、2L ポリリンに入れて、4℃以下のクーラーボックスで保存する。

採水で得たトイレ排水と雑排水の検体を用いて、それぞれのコンポジット検体 2L を作成し、4℃以下のクーラーボックスで保存する。

コンポジット検体を水質分析機関に送り分析に供する。

3 戸建て住宅の排水パターン調査に関する要領書

3.1 目的

本要領書は、戸建て住宅の排水量及びその時間変動を計測し、5-10人槽の流入パターンを設定する方法を示すことを目的とする。

3.2 対象住宅

本要領書は、戸建て住宅を対象とする。

調査対象住宅の要件としては、

- ① 代表的な家族構成（夫婦と子供2-3人）で、一般的なサラリーマン家庭
- ② 住宅専用の水道メーターが設置されており、24時間検針が可能
- ③ 屋上に貯水タンクが設置されていない。または、
- ④ 屋上貯水タンクがあるが、オーナーが調査に協力的で、調査機器（水道メーターなど）の設置に同意し、かつその住宅が調査機器の設置に適した構造を有する。

3.3 調査方法

3.3.1 調査項目と方法

調査項目は、対象住宅が1日の時間ごとの水道使用量である。調査方法は、

- ① 調査施設を20施設程度選定する。住宅の選定には屋上貯水タンクがない住宅を優先的に選定する。
- ② 屋上貯水タンクがない住宅の場合は、
 - 1施設につき毎週1回1日（24時間）、50週間（計50回）調査を実施。
 - 調査期間中は、調査員が水道メーターを1時間に1回検針し、水道メーターの指示値を記録する。記録された24時間分の水道使用量データを整理し、その日の時間平均水量（Q）、時間最大水量（Qmax）及びピーク係数（Qmax/Q）を算出する。
- ③ 屋上貯水タンクがある住宅の場合は、
 - 各住宅の屋上貯水タンクの下流側に水道メーターを設置する。なお、水道メーターの選定と設置工事については3.3.2節を参照。
 - 1施設につき毎週1回1日（24時間）、50週間（計50回）調査を実施。
 - 調査期間中は、調査員が水道メーターを1時間に1回検針し、水道メーターの指示値を記録する。記録された24時間分の水道使用量データを整理し、その日の時間平均水量（Q）、時間最大水量（Qmax）及びピーク係数（Qmax/Q）を算出する。

3.3.2 水道メーターの仕様と設置

1) 水道メーターの仕様

屋上貯水タンクがない住宅に設置された水道メーターはそのまま調査に水道使用量の計測に利用する。

屋上貯水タンクがある住宅については、既設の水道メーターのカウンター値が送水ポンプの稼働状況に左右され、実際の水道使用量をリアルタイムで反映されないため、屋上貯水タンクの出口以降の下流側に新しい水道メーターを設置し、実際の水道使用量を把握する必要がある。

新規設置する水道メーターは、①水道管の口径；②メーターの方式（羽根車式）；③適正流量範囲；④計量精度；⑤メーターの最小単位目盛の指針、などを考慮して選定する。

表 2 水道メーターの仕様

仕様	参考値	注
水道管の口径	13mm、または20mm	
メーターの方式	羽根車式	比較的安価
適正流量範囲	0.1～1.0m ³ /時間	
計量精度	±5%、または±2%	メーカーによって違う
最小単位目盛の指針	Lまで読める目盛り（下図を参照）	

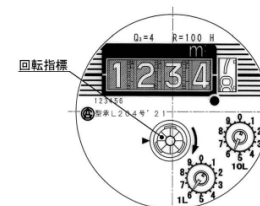


図 4 水道メーターの文字板と目盛り指針の例 出所：A社カタログ

2) 水道メーターの設置工事

水道メーターの設置工事は現地の水道専門業者に依頼し、適切に施工してもらうことが重要である。よく見られる不適切な水道メーターの設置事例として主に以下の事項が挙げられるが、それらの施工不良がないように業者に依頼し確認する。

- ① 振動がある場所に設置されている；
- ② 水平配管されていない；
- ③ 必要直管部は最低長さが確保されていない。

3.4 データ処理

3.3節の調査方法で得た各施設のデータを表3に示すように整理する。各施設の「平均値」欄のデータをその施設の代表値とする。

20施設の調査データを表4に示すように整理し、20施設の「平均値」欄のデータを戸建て住宅の流入パターンとピーク係数とする。

架空のデータを用いた戸建て住宅の流入パターンを試算した結果を図5に示す。

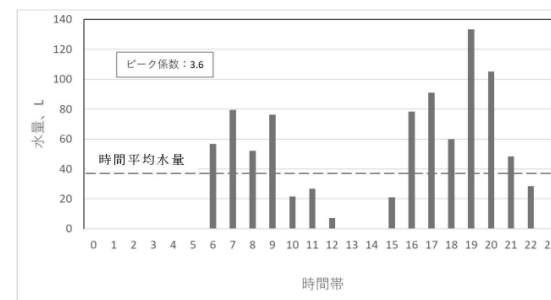


図 5 戸建て住宅の流入パターン測定事例

表 3 施設 1 のデータ表 (個表)

施設 1 時間帯	水量、L				平均値	標準偏差
	第1回	第2回	・・・	最終回		
0	0	0		0	0	
1	0	0		0	0	
2	0	0		0	0	
3	0	0		0	0	
4	0	0		0	0	
5	0	0		0	0	
6	50	70		80	60	
7	80	90		95	85	
8	50	60		55	55	
9	60	70		75	65	
10	30	20		30	25	
11	10	30		30	20	
12	10	5		10	8	
13	0	0		0	0	
14	0	0		0	0	
15	30	15		15	23	
16	80	80		80	80	
17	100	90		90	95	
18	60	60		60	60	
19	120	130		130	125	
20	100	90		90	95	
21	30	30		30	30	
22	30	30		30	30	
23	0	0		0	0	
日水量、L	840	870		900	855	
時間平均水量、L	35	36.25		37.5	36	
時間最大水量、L	120	130		130	125	
ピーク係数	3.4	3.6		3.5	3.5	

表 4 全調査施設のデータ表 (まとめ)

時間帯	水量、L				平均値	標準偏差
	施設1	施設2	・・・	施設20		
0	0	0		0	0	
1	0	0		0	0	
2	0	0		0	0	
3	0	0		0	0	
4	0	0		0	0	
5	0	0		0	0	
6	60	65		45	63	
7	85	85		68	85	
8	55	46		55	51	
9	65	76		88	71	
10	25	15		25	20	
11	20	30		30	25	
12	8	6		8	7	
13	0	0		0	0	
14	0	0		0	0	
15	23	15		25	19	
16	80	80		75	80	
17	95	90		88	93	
18	60	60		60	60	
19	125	140		135	133	
20	95	100		120	98	
21	30	60		55	45	
22	30	30		25	30	
23	0	0		0	0	
日水量、L	855	898		902	885	
時間平均水量、L	36	37		38	37	
時間最大水量、L	125	140		135	133	
ピーク係数	3.5	3.7		3.6	3.6	