

第3章 導入検討

§9 導入検討の手順

本技術の導入検討にあたっては、下水道設備及び道路設備さらに周辺地域の現況及び課題等を把握した上で導入効果の評価を行い、本技術の導入について判断する。

【解説】

導入目的を明確にしたのち、基礎調査を行い、§8を参考に導入効果の検討を行う。

§ 10 基礎調査

基礎調査では、対象地域について以下の情報を把握する。

- (1) 放熱側情報
- (2) 採熱側情報
- (3) 周辺情報

【解説】

導入効果の検討に先立ち、放熱側、採熱側、周辺に関する情報を表 3-1 のとおり把握する。

表 3-1 導入検討における基礎調査項目の利用用途

基礎調査で把握する情報		導入検討等での利用用途
(1) 放熱側情報	①舗装構成	放熱設備設置後の原状復帰
	②気象条件	導入効果の検討 計画・設計（必要熱量の算出、操作制御設備の設計）
(2) 採熱側情報	①下水流量または水深	導入効果の検討
	②下水温度	計画・設計（採熱設備の設計）
	③下水道管路状況	適用条件を満たすことの確認
	④管路延長	導入効果の検討 計画・設計（採熱設備の設計）
(3) 周辺情報	①占用許可等の必要性	本技術の施工可否判定
	②支障物件の確認	本技術の施工可否判定
	③対象区間の管路更生に関する計画	採熱管を設置
	④機械室とセンサの設置場所	本技術の施工可否判定
	⑤関係法令・融雪に関する施設計画	法令・整備計画との適合性

(1) 放熱側情報

放熱側に関しては、以下の情報を収集する。

①舗装構成

融雪対象とする道路の舗装構成について道路管理者に確認する。

②気象条件

ここで得られた値は、§ 11 導入効果の検討における運転時間の設定に用いる。また、§ 14 必要熱量の算出に必要であるとともに、§ 17 操作・制御設備の設計において施設の制御フロー構築に必要なヒートポンプレス運転とヒートポンプ運転との切替え温度の設定に用いる。

・時間降雪深

冬期間における時間降雪深を収集する。現地で計測することが望ましいが、計測が難しい場合は、気象庁や各市町村で測定している近隣の観測所データ等を収集する。

・降雪密度

冬期間における降雪密度 (kg/m³)は、現地で計測することが望ましいが、計測が難しい場合は、気象庁や各市町村で測定している近隣の観測データ等を収集する。近隣のデータがない場合には、「路面消・融雪施設等設計要領」⁴⁾を参考に気温と時間降雪深との関係から降雪密度を整理する。

・風速

冬期間における現地での月の平均風速を収集する。現地で計測することが望ましいが、計測が難しい場合は、気象庁や各市町村で測定している近隣の観測データ等を収集する。

・外気温度

冬期間における現地での外気温度を1時間毎に収集する。現地での計測データを用いて冬期間での平均日最低外気温度で設定することが望ましいが、計測が難しい場合は、気象庁や各市町村で測定している近隣の観測データ等を収集する。

・路面温度

冬期間における現地での路面温度を収集する。路面温度は、運転制御に利用するために必要である。路面温度の計測も下水温度・水深の計測と同じ頻度で行い、計測期間での最小値を整理する。また、この値は、ヒートポンプレス運転からヒートポンプ運転へ切り替わる BASE 温度の設定に用いる。現地での計測データを用いて冬期間での平均日最低路面温度で設定することが望ましいが、計測が難しい場合は、近隣で路面温度を使用して融雪を行っている施設の設定データ又は気象条件が近い他都市の融雪施設の路面温度データを収集する。

(2) 採熱側情報

採熱側に関しては、以下の情報を収集する。

①下水流量及び水深

下水水深は、採熱管の本数を決めるために必要である。採熱設備を設置する予定の対象管路に流量計や水位計を一定期間設置し、現地で計測することを基本とする。現地での計測が難しい場合は、既存データを用いた以下の2つの方法により推計することも可能である。

- ・採熱地点における既存の流量計測データの活用： 放流水やポンプ場における揚水等、採熱地点やその近傍における流量データがある場合には、そのデータを活用する。
- ・既存の流量データに基づく流量推計： 対象地域内の下水道施設（下水処理場、ポンプ場）において計測されている下水流量から地域内のマンホールにおける流量を推計する方法である²⁾。各マンホールにおける下水流量は、式 3-1 で表される。また、下水流量推計のイメージは図 3-1 のとおりである。詳細は、「下水熱ポテンシャルマップ（広域ポテンシャルマップ）作成の手引き」⁷⁾を参照すること。

$$G_N = G_L \times \frac{\sum_{m=1}^N F_m}{\sum_{m=1}^L F_m} \dots\dots\dots \text{式 3-1}$$

- ここに、 G_N ：推定点（マンホール M_N ）における日平均下水流量 (m³/日)
- G_L ：流量既知点（下水処理施設等）における日平均実測下水流量 (m³/日)
- F_m ：各マンホール M_m が受け持つ集水域内の建物延床面積 (m²)
- N ：推定点（マンホール M_N ）の集水域内のマンホール数
- L ：流量既知点（下水処理場等）の集水域内のマンホール数

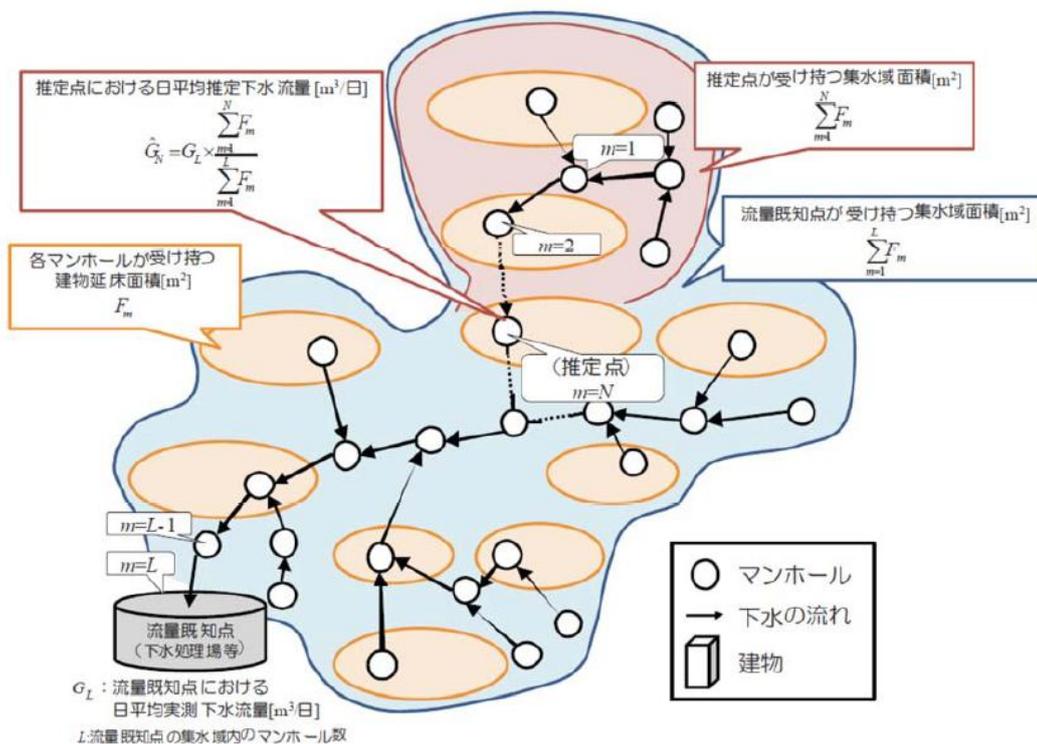


図 3-1 既存流量データに基づく下水流量の推計のイメージ⁶⁾

②下水温度

下水温度は採熱管の延長を決めるために必要であり、下水温度・水深ともに、対象区間での上下流 2 か所にて計測を行うことを基本とする。なお、本技術では採熱管の設置は、管路更生工事と合わせて実施するため、更生後の下水水深の変化を把握する目的からも更生工事の前後に調査を行うことが望ましい。下水温度は、写真 3-1 のように対象管路に温度センサを設置し、融雪を行う予定の一定期間のデータの取得が必要である。ただし、採熱地点もしくはその近傍における下水温度データがある場合には、そのデータを精査した上で参考値として利用することも可能である。



写真 3-1 下水温度・水深の計測例 (左: 水深センサ、右: 温度センサ)

③下水道管路状況

採熱設備の導入には、表 3-2 に示す点に留意し、1～5 の項目を確認する。そのため、下水道管理者が保有する下水道台帳や施設の完成図書等の資料を収集する。

表 3-2 下水道管路状況について把握する項目

No.	項目	備考
1	排除方式（分流式、合流式）	下水水深、温度データ
2	下水道管路の口径・管種	適用条件を参照
3	敷設後年数	更生工事、改修工事の計画
4	マンホールのサイズ、深さ	施工可否の判断
5	関連計画（長寿命化計画、耐震化計画等）	老朽化対策や耐震対策の必要性の判断

④管路延長

下水道台帳等から、採熱設備の設置を予定している下水道管路の延長を把握する。また、管路図から、取付け管やその他の障害物、マンホールとの取合いを調査し、採熱設備を敷設可能な管路延長を確認する。また、取付け管の位置や口径によっては、採熱設備の設置方法に影響を及ぼす可能性があるため、下水道管路内の調査を実施し、下水道台帳や管路図と合致することを確認する。

(3) 周辺情報

周辺について、以下の情報を把握する。

①占用許可等の必要性

通常、本技術のうち採熱設備は下水道施設に、放熱設備及び操作・制御設備は道路施設又はその周辺に設置することになるため、各施設管理者に対して占用許可の必要性や手続き等について確認する。

②支障物件の確認

本技術の設置にあたって支障となる可能性がある物件等について、表 3-3 に示すような水道・ガス・電気・通信・下水道等の占用物件の有無や情報を事前に収集し、確認する。

表 3-3 事前収集する情報及び資料入手先の例

入手内容	入手先の例	確認内容
土地所有者情報	法務局	・登記簿 ・公図
水道管	水道管理者	・設置位置 ・埋設深度
ガス管	ガス事業者	・設置位置 ・埋設深度
電力ケーブル (送電線、配電線)	電気事業者（送電担当、配電担当）	・電柱、架空線 ・設置位置 ・埋設深度
通信施設	通信関連事業者	・電柱、架空線 ・設置位置 ・埋設深度
下水道管路、取付け管	下水道管理者	・設置位置 ・埋設深度
その他埋設物	各施設管理者等	・設置位置 ・埋設深度

③対象区間の管路更生に関する計画

本技術は、管路更生工事と同時に採熱設備を設置する技術であるため、対象区間の管路更生に関する計画を調べ、更生時期や工法等について把握する。

④機械室及びセンサの設置場所

設置にあたっては、事前に現地を確認し、維持管理しやすい場所に設置することが望ましい。

⑤関連する条例及び融雪施設等に関する計画

本技術を設置するにあたって、導入地域における関連する条例及び融雪施設や除雪等に関する計画を確認する。

§ 11 導入効果の検討

§ 10 基礎調査で収集した情報を踏まえ、§ 8 で設定した評価項目について算出する。

- (1) 総費用 (年価換算値)
- (2) エネルギー消費量
- (3) 温室効果ガス排出量

【解説】

§ 8 実証研究に基づく本技術の評価を参考に、導入効果の検討に必要な各条件を整理した上で、本技術及び比較する従来技術について以下に基づき、総費用 (年価換算値)、エネルギー消費量及び温室効果ガス排出量を算出する。なお、実証研究での結果については、資料編 A.2.2 導入効果の検討(1) 総費用 (年価換算値) 2) 維持管理費を参照すること。

(1) 総費用 (年価換算値)

総費用 (年価換算値) C_l (千円/年) は、式 3-2 により算出する。

$$C_l = C_y + C_m \quad \text{式 3-2}$$

ここに、 C_y : 建設費 (年価換算値) (千円/年)

C_m : 維持管理費 (千円/年)

①建設費 (年価換算値)

建設費 (年価換算値) を算出する場合は、採熱設備、放熱設備、操作・制御設備等、本施設を構成する設備ごとに行う。建設費 (年価換算値) C_y (千円/年) は、初期投資額 C_i (千円) を踏まえ、式 3-3 により採熱設備、放熱設備、操作・制御設備等施設を構成する設備ごとに算出して合算する。

$$C_y = [i \times (1 + i)^n / ((1 + i)^n - 1)] \times C_i \quad \text{式 3-3}$$

ここに、 C_y : 建設費 (年価換算値) (千円/年)

C_i : 初期投資額 (千円)

i : 割引率 (= 2.3%)

n : 耐用年数

②維持管理費

年間の維持管理費 C_m (千円/年) を式 3-4 により算出する。

$$C_m = C_e + C_k \quad \text{式 3-4}$$

ここに、 C_e : 運転費 (千円/年)

C_k : 保守点検費 (千円/年)

算出の詳細については、資料編 A.2.2 導入効果の検討(1)総費用 (年価換算値) 2) 維持管理費を参照すること。

・運転費: 運転費は、以下に示す算出方法を用いることを基本とする。まず、§ 10 基礎調査 (1) 放熱側情報 ②気象条件で収集したデータを基に、冬期間で想定される施設の最低稼働時間 T_h (h) を式 3-5 により算出する。

$$T_h = H / h_s \quad \text{式 3-5}$$

ここに、 H : 冬期間における合計降雪量の過去 10 年間平均値 (cm)

h_s : 設計時間降雪深 (cm/h)

次に、導入する地域の気象条件や現地の状況を踏まえて、最低稼働時間 T_h を下回らない範囲で冬期間における運転時間を設定し、導入地域における電力や燃料費の単価を参考に、設定した運転時間における融雪設備の運転費を算出する。

・保守点検費：保守点検費は、熱源の種類に応じた費用を個別に設定し、導入する地域の実績価格を入手してその値を用いる。本技術の実績価格を用意できない場合保守点検費 C_k (千円)は、管路内設置型熱回収技術を用いた下水熱利用導入ガイドライン(案)²⁾の p48 に従って、式 3-6 により算出する。

$$C_k = 0.02 \times (C_t + C_h) \dots\dots\dots \text{式 3-6}$$

ここに、 C_t : ヒートポンプの建設費 (千円)

C_h : 循環ポンプの建設費 (千円)

(2) エネルギー消費量

冬期間におけるエネルギー消費量 W (kWh)は、式 3-7 により算出する。

$$W = W_s \times t \dots\dots\dots \text{式 3-7}$$

ここに、 W_s : 熱源・ポンプ機器の1時間当たりの消費電力 (kW)

t : 冬期間における施設の稼働時間 (h)

(3) 温室効果ガス排出量

年間温室効果ガス排出量 G (kg-CO₂)は式 3-8 により算出する。

$$G = W \times e \dots\dots\dots \text{式 3-8}$$

ここに、 W : 冬期間におけるエネルギー消費量 (kWh)

e : 温室効果ガス排出係数 (kg-CO₂/kWh)「電気事業別排出係数一覧」(環境省公表)

また、石油焼き温水ボイラー方式の温室効果ガス排出量 G_q (kg-CO₂) については、灯油を燃焼していることから、消費電力量と灯油使用量別に算出し、合計した値を温室効果ガス排出量とする。

$$G_q = (e \times W_p) + (e_q \times Q_q) \dots\dots\dots \text{式 3-9}$$

ここに、 e : 温室効果ガス排出係数(kg-CO₂/kWh)「電気事業別排出係数一覧」「電気事業者別排出係数(特定排出者の温室効果ガス排出量算定用)(H30.12.27 環境省・経済産業省公表)」より

W_p : 冬期間における石油焼き温水ボイラー方式の消費電力量 (kWh)

e_q : 2.50 (kg-CO₂/L: 灯油 10当たりの温室効果ガス排出量の換算値※)

※「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル (Ver.6) (令和 7 年 3 月)」(環境省)より

Q_q : 冬期間における灯油使用量 (L)

§ 12 導入判断

本技術の導入判断は、導入効果の検討結果から判断する。

【解説】

§ 11 導入効果の検討から、従来技術と比較して優位性が見込まれるとともに、事業全体の必要性が認められる場合には、第4章 計画・設計の内容に基づき、本技術を導入するための検討を進める。なお、導入効果が見込めない場合は、その原因を分析し特定したうえで条件を見直すことが望ましい。導入効果の判断は、総費用（年価換算値）、エネルギー消費量、温室効果ガス排出量の3つの指標に基づき、現地の状況や事業全体の必要性等を踏まえた上で判断する。