

トンネル式下水処理場の 設計・施工システムに関する研究

1. 研究の目的

我が国の下水道普及率は平成5年度末には47%を超える見込みであり、下水道認可を得た自治体も、平成5年12月28日には全国自治体数の半数を超えた。

今後、残る自治体の下水道事業を円滑に進めさらに発展させるためには、下水道事業未着手都市の事業着手が必須である。これらの下水道事業未着手都市の大半は町村であり、その割合は約96%にもなっている。

未着手町村における下水道計画策定上の主要な問題点は、財源確保、下水道施設用地の確保、技術者の不足である。

これらのうち、財源確保、技術者の不足に対しては、基本計画策定費補助制度の創設、過疎地域における都道府県代行制度の創設、特定下水道施設共同整備事業の創設などにより補助の手が差し伸べられるようになっている。

しかし、処理場用地の取得については、用地担当職員の不足に加え、土地所有者の分散や土地相続の未整理、周辺住民の理解が得られない等、困難な事情を抱える自治体も多い。また、地形、自然、文化、周辺環境あるいは産業立地の条件等から、下水道計画区域内に施設用地としての平地の確保すら困難な自治体も存在する。

本共同研究は、このような様々な事情により下水処理場用地の確保ができない自治体に、有効な手段となるトンネル式下水処理場の設計・施工に

関する系統的な情報を提供しようとするものである。

具体的には、トンネル式下水処理場の建設に必要な技術情報のうち、特にトンネルに係わる部分に重点をおいて研究を行い、処理場用地難を抱える市町村において本方式の適用可能性が検討できるような技術マニュアルを作成した。

2. 研究体制

本研究は、財団法人下水道新技術推進機構と下記5企業との共同研究により実施した。

株式会社大林組	鹿島建設株式会社
株式会社熊谷組	大成建設株式会社
飛島建設株式会社	

3. 共同研究成果の概要

トンネル式下水処理場は、平地の少ない市町村等で必要な処理場用地が確保できない場合に適用される。

山をくり貫いてトンネルをつくり、その中に下水道の処理施設を入れる考えは、ノルウェーやスウェーデンなどに多くの実例がある。

これらの国は山がちで平地が少ない上に堅い岩盤に恵まれているために、トンネル築造が容易であるという事情がある。

一方、我が国の岩盤は決して堅硬なものばかりとは言えないが、これらを克服する優れたトンネル技

術が数多く開発されている。そのため、これらを活用したトンネル式下水処理場の考え方は、処理場用地難克服に非常に有効である。この考えにもとずき、わが国では日本下水道事業団が「クリーンカプセル」として技術開発し、実用化した例がある。

3.1 トンネル式下水処理場の定義

トンネル式下水処理場とは、地山にトンネルを掘削し、この中に下水処理施設の大部分を納めた形態の処理場を指す。

これにより、山地部分までも処理場の候補地とすることができる。

3.2 トンネル式下水処理場の特徴

トンネル式下水処理場の特徴は次のとおりである。

- ① 平地部処理場用地が節約できる。
- ② 用地対象範囲が広がり、用地確保の選択肢が広がる。
- ③ 周辺環境への影響が少ない。
- ④ 自然環境条件の影響を受けにくく、安定した運転管理ができる。

3.3 適用条件

トンネル式下水処理場の採用を検討する場合のフローを図-1に示す。

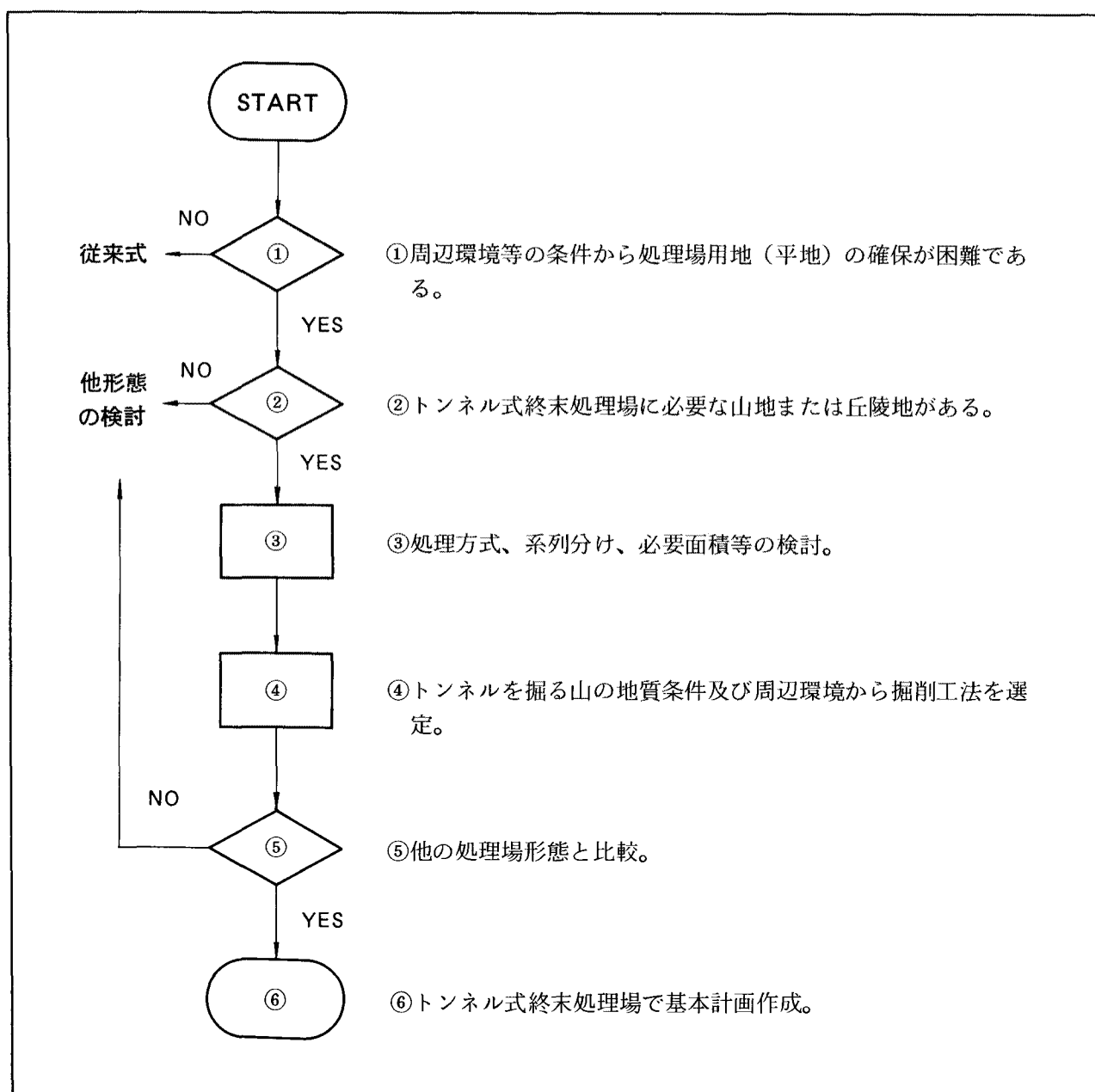


図-1 トンネル式下水処理場採用検討フロー

3.4 用地条件

トンネル式下水処理場を建設する際に必要な用地条件を詳しく示すと、次のとおりである。

- ① 処理場用のトンネルの掘れる山地、または丘陵地がある。
- ② 処理場管理棟を建設できる平地を付近に確保できる。
- ③ トンネル掘削工事のための進入道路、作業エリアが確保できる。

3.5 供用計画と建設計画

トンネル式下水処理場では、一つのトンネル内に入れられる施設は経済性を考えると2系列までである。それ以上となる場合は別にトンネルを掘ることが望ましい。

多系列となる場合、通常は供用計画に合わせて順次処理系列を拡大・建設してゆくが、トンネル式下水処理場の場合は、トンネル掘削が既存の施設に影響を及ぼす。すなわち、トンネル新設に際しては、既往トンネル施設に影響を与えない新設トンネルとの距離、トンネル掘削工法について検討する必要がある。これら为了避免するためには、トンネルだけは将来計画分も最初に掘っておくことが望ましい。

3.6 トンネル内維持管理スペース

トンネル内施設の上部には4～5m、サイドには計画最大汚水量2,000 m^3 /日～5,000 m^3 /日の場合は施設片側に2m～3m、5,000 m^3 /日以上の場合には施設の両側に2m～3m、の維持管理スペースを確保する必要がある。

3.7 トンネル断面と長さ

トンネル内施設の形状、維持管理スペース、トンネル施工の経済性を考慮すると、トンネル断面は幅10m、高さ12m程度の断面内に施設を納めるよう計画することが望ましい。

トンネル長さは、処理水量や汚濁負荷、下水道整備の段階施工計画等に応じて適宜設定する。

3.8 換気設備

トンネル内の換気は、必要十分な換気量を確保できるよう配慮する。

また、作業スペース・施設などの結露防止のため、換気はできるだけ連続運転するほか、自然換気を取り入れたり、給気温とトンネル内温の差を無くすなどの工夫が必要である。

3.9 臭気対策

作業スペースおよび処理場周辺に対し、影響を与えないよう、効果的な方法により臭気を捕集する。

また、捕集した臭気は、すみやかに脱臭施設へ導き処理するものとする。

3.10 トンネルの防水

トンネル内に湧水しないよう水対策を行うことを基本とする。やむを得ない湧水およびトンネル内維持管理作業水については適宜ピットを設け、トンネル外に排出するか、下水処理施設で処理する。

4. マニュアルの内容

上述したような研究成果を基にトンネル式下水処理場の設計・施工マニュアルを作成した。構成および内容は次のとおりである。

4.1 マニュアルの構成

マニュアルは、トンネル式下水処理場のうちトンネルに係わる技術の設計・施工法、維持管理等について記した部分と、ケーススタディ（日本における代表的な地山の地質条件、処理場立地条件、処理規模を複数想定）の部分の二つに大別される。

4.2 マニュアルの内容

マニュアルの具体的記載内容を目次で示せば、次のとおりである。

- 「第1章 本マニュアルの適用範囲」
- 「第2章 トンネル式下水処理場の概要と適用条件」
 - 「第1節 トンネル式下水処理場の概要」
 - 「第2節 適用条件」
- 「第3章 水処理方式」
- 「第4章 トンネルの計画基準」
- 「第5章 トンネル本体の設計・施工」
 - 「第1節 概説」
 - 「第2節 調査」
 - 「第3節 地山評価区分と支保パターン」
 - 「第4節 掘削方式の選定」
 - 「第5節 掘削順序」
 - 「第6節 施工機械計画」
 - 「第7節 仮設備計画」
 - 「第8節 その他」
- 「第6章 維持管理」
 - 「第1節 安全・衛生管理」
 - 「第2節 施設と環境の保全」
 - 「第3節 維持管理作業」

5. 今後の課題と提言

トンネル式下水処理場は、処理場用地難の解決に有効な方法であることから、今後、特に中小市町村において採用が増えてくると見られる。また、我が国初のトンネル式下水処理場が供用開始したことにより、さらに知識が集積され、より一層の改良・工夫が可能な状況になっている。

そのため、ここでは現時点における今後の課題と提言を列挙すると、次のとおりである。

- ① トンネル内水槽工事の施工方法の改良
(プレハブ水槽の導入など)
- ② トンネル内での維持管理作業の改善
- ③ 都市部におけるトンネル式下水処理場、地下式下水処理場の採用
- ④ トンネルの上部利用、周辺部利用

● この研究に関する問い合わせは	研究第二部長	藤田 昌一
	研究第二部主任研究員	阿久津 忠
	研究第二部主任研究員	田中 一朗
	研究第一部研究員	大森 栄二
	研究第二部研究員	浦川 与作