

## 建設コストの縮減に配慮した雨水貯留管の設計

### A design of the Storm-water reservoir-sewer for flood control considering cutting costs of construction.

鳥井 英雄<sup>1)</sup> 河合 敦<sup>2)</sup>

我が国の下水道事業は、浸水の防除、公衆衛生の確保を目的として開始され、高度経済成長期の公害の顕在化に伴ない、公共用水域の水質保全といった新たな役割を担うようになった。

近年においては、環境への負荷が少ない循環型社会への転換を図るとともに、21世紀の重要な切り口である「人」「水」「地球」といった3つの視点から

- ・住みやすい暮らしの場づくり
- ・健全な水循環・良好な水環境の確保
- ・持続可能な都市の構築

を新たな目標として整備・管理を推進していく必要があり、下水道に期待される役割は、多様化複雑化している。

本論文は、このような観点から汚濁負荷削減対策を主な目的として計画された雨水貯留管について、工事費の縮減に配慮して行ったシールド工法の設計業務の内容について報告するものである。



#### 1. はじめに

公共工事の建設費縮減に対する国民の要請を受け、建設省が「公共工事の建設費の縮減に関する行動計画」(平成6年12月)及びこれに基づく「公共工事コスト縮減対策に関する行動指針」(平成9年4月)を策定したことに伴い、各分野における技術基準の見直しや技術開発の推進、新技術の活用など、工事費縮減への様々な施策

が取上げられている。特に、地方公共団体が事業主体である下水道事業については、国土交通省から地方公共団体に対してコスト縮減への積極的な取組みを強く要請している状況にある。

本業務は、このような社会情勢を鑑み、工事方法の見直しや工事構成要素のコスト縮減等により、当該工事に要する工事費の縮減を図ることを考慮して行った雨水貯留管の設計であり、工事費縮減の具体案は、札幌市が行った構造形式や施工方法等の改善提案を「設計VE手法」により選定された。

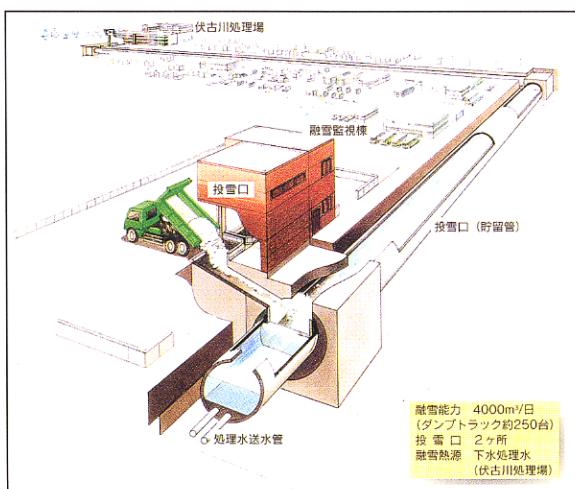


図1 融雪施設の利用状況

#### 2. 雨水貯留管の概要

設計の対象となった伏古川処理区雨水貯留管は、札幌市東苗穂地区の市道約3000mの区間に、管径4200mm及び3000mmの管渠を埋設し、総容量約32000m<sup>3</sup>の雨水貯留量を確保することにより、汚濁程度の高い降雨初期の雨天時下水を貯留し、放流水域における水質汚濁負荷の低減を図る施設である。

<sup>1)</sup> 水工事業本部 水工第2部 Hideo TORII

<sup>2)</sup> 水工事業本部 水工第2部 Atsushi KAWAI

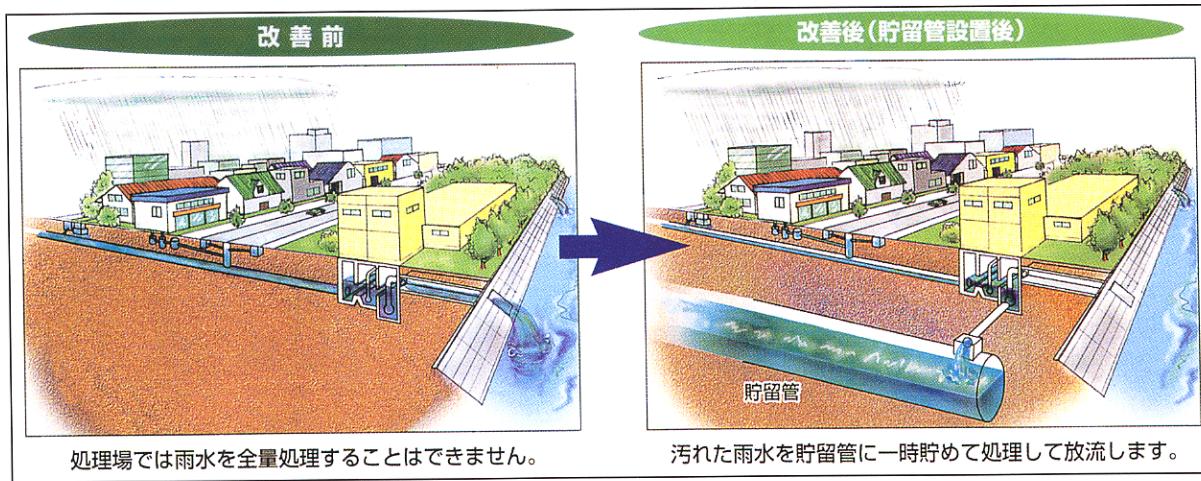


図2 雨水貯留管の概略図

また、本管は積雪期間における下水処理水の熱エネルギーを利用した融雪管(融雪施設)としての機能、及び洪水時においては、雨水を一時貯留することにより、雨水流出抑制対策としての機能を有する等、多目的な利用が計画されている。

施設の概要は次のとおりである。

#### (融雪施設)

投雪口及び管理棟	1箇所
制水ゲート	鋼製ローラゲート1基
水量調節ゲート	鋼製ローラゲート2基
送水管	FRPM管 $\phi 500 \times 2$
(施設能力)	
貯留能力	約 32,000m <sup>3</sup>
融雪能力	約 4,000m <sup>3</sup>
流下能力	約 14m <sup>3</sup> /s

### 3. シールド工法の選定

#### (1) シールド工法

シールド工法とは、鋼製の円筒形掘削機(シールド機)を推進させながらシールド前部で掘削し、推進後はシールド後部で鋼製又は鉄筋コンクリート製のセグメントを組立て、トンネルを構築する工法である。

覆工と周辺地山との空隙(テールボイド)には、モルタル等の裏込め材を充填する。

シールド工法の種類には、前面の構造によって、密閉型と開放型に大別され、更に掘削方法や排土機構、及び切羽の安定機構等により、図3のように分類される。

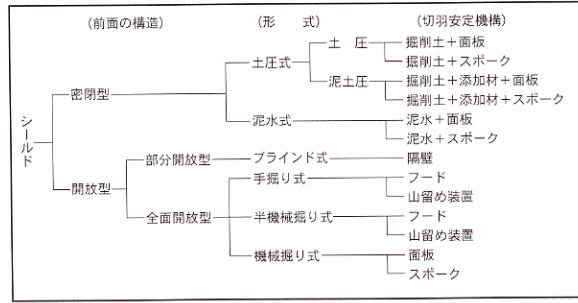


図3 シールドの分類

#### (2) 工法の選定

シールド工法の選定にあたっては、施工区間の地山条件、地下水の有無、地形状況、断面寸法、施工延長、管路線形、工期等の諸条件により、通常、開放型シールド工法の採用の可否について検討を行うが、本業務では開放型シールド工法の採用が困難であると判断し、密閉型シールドを選定した。

密閉型シールドには、前述のとおり、泥水式と土圧式に分類され、更に土圧式には添加材注入の有無により、土圧と泥土圧とに区分されるが、施工性において大差がないことから、通常は経済比較により工法が選定される。

工事費の比較では、添加材注入の要否に伴う掘削土処理費による開差額の影響が大きく、この添加材注入の判定は、土質区分、あるいは細粒分含有率(30%程度)を目安として検討を行う。

本工事では、施工区間の大部分で添加材の注入が必要となり、掘削土がすべて泥土処理を必要とすることに対する経済性の理由により、泥水式シールド工法の採用が妥当であると判断した。

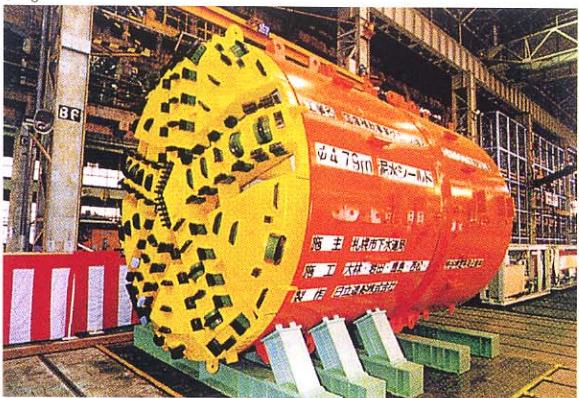


写真3 泥水式シールド機

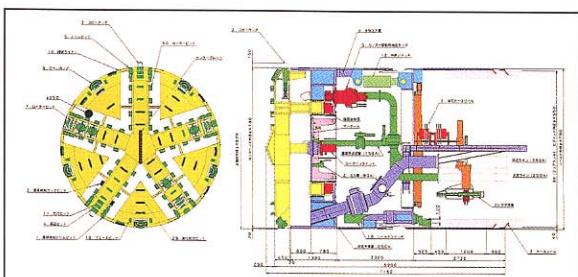


図4 泥水式シールド機

#### 4. 覆工の設計

シールドトンネルの覆工構造は、通常、工場製作のセグメントをプレハブ構造とする一次覆工と、その内側の場所打ちコンクリート構造によって築造される二次覆工とから構成される。

構造的には、一次覆工を作用荷重に抵抗する主体構造とする考え方が一般的であり、二次覆工は、一次覆工を保護するための防水・防食機能、蛇行修正、及び計画流量を遅滞なく流下させるための内面平滑性の確保等、付加的機能を目的とした仕上げ工として施工される。

##### (1) 覆工の構造検討

本設計では、当該工事に要する工事費の縮減を目的とした、次に示すような VE 検討委員会からの改善提案に基づき覆工構造について検討を行った。

なお、設計 VE 提案は札幌市役所内に設けた VE 検討チームが VE スタディーを実施して選定した VE 案に対して、VE 検討委員会(インハウス)が採用案を決定したものである。

##### <設計VE提案の内容>

- ① 二次覆工の省略
- ② 改良セグメントの採用
- ③ セグメント幅の拡大

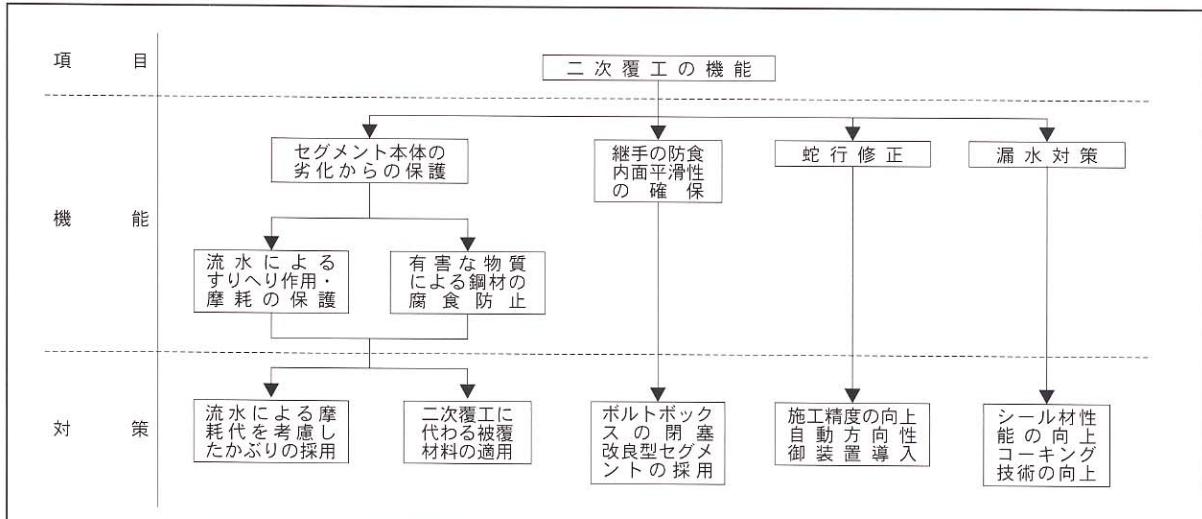


図5 二次覆工の省略と対策

## (2) 二次覆工の省略

二次覆工の省略は、掘削断面の縮径、材料の減少、各諸設備等の規模縮小等、大きなコスト縮減効果が期待できることから、図5に示すような二次覆工の役割と省略に伴う代替策について整理し、重点的に検討した。

その結果、一次覆工を主体構造とする考えに基づいていることなどにより二次覆工の省略による構造上の影響はないことから、本工事では二次覆工の省略が可能であると判断した。

## (3) 改良セグメントの採用

改良セグメントを採用する理由としては、日進量の増進が主目的であるが、これに加え、二次覆工の省略に対して、内面平滑性を確保するための代替策としても有効である。

特に内面平滑性の確保に対しては、ボルトボックスの閉塞工を考慮して、施工性・経済性から、ボルトボックスの少ないもの、あるいは必要としないものを選定することとした。

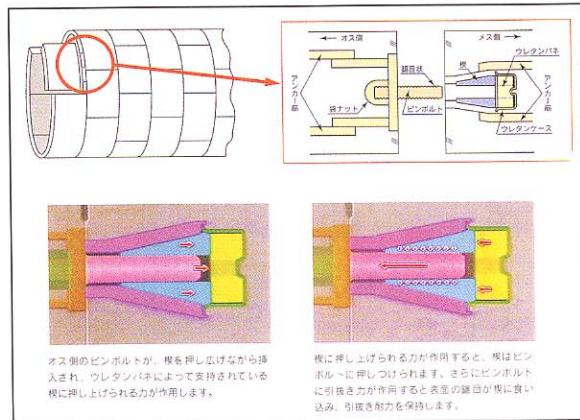


図6 改良セグメント(例:ボルトレスセグメント)

## (4) セグメント幅の変更

標準のセグメント幅は0.9mあるいは1.0mであるが、本工事ではセグメント幅の拡大に伴う次のような効果を考慮し1.20m幅のセグメントを採用した。

### ① セグメント組立数の減少による日進量の増進

## ② セグメント継手減少による材料の減少及び施工性の向上

セグメント幅は、拡大しすぎると、安全性・施工性が低下するとともに、設備の拡大等の問題が生じ、逆効果となる場合があるため、セグメントの型式、セグメント径、作業効率等に対して比較検討を行い、セグメント幅を設定した。

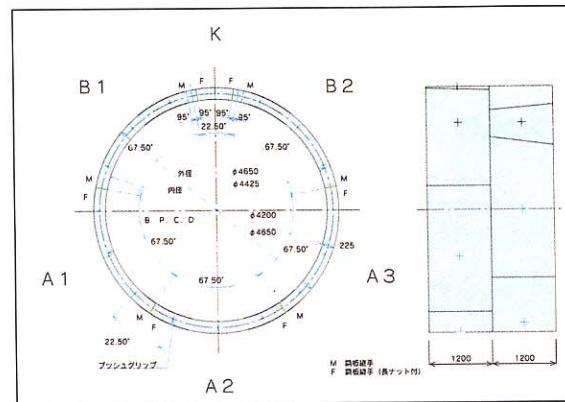


図7 セグメントの概念図

## 5. おわりに

本業務では、「VE検討」に基づく覆工構造の改善により工事費の縮減を図ることを考慮した設計を行った。この覆工構造については、近年、技術開発が著しい分野であることから、今後、更にコスト縮減、施工性及び機能の向上に貢献することが期待される。

シールド掘削土の処理方法については、従来と同様の産業廃棄物として処理する計画でしたが、この発生泥土の処理については、各工法選定における大きな要因の一つである。

泥土処理に限らず、建設廃材の適正処理は環境保全の面からも重要な課題であり、「ゼロエミッション(廃棄物ゼロ)」の観点から、工事により発生する廃棄物の抑制(Reuse)、再使用(Reuse)、再利用(Recycle)及び分別の徹底等に対する積極的な取組みが不可欠と考える。