

大津市急勾配下水道管渠の 技術開発に関する研究 (2)

1. 目的

大津市は、平成5年度に、比叡平地区を公共下水道区域に編入する認可変更を行った。この比叡平地区は、昭和40年代に民間開発業者によって宅地開発された別荘地主体の地区であったが、現在は普通の住宅地となっている。同地区の汚水は現在、宅地開発時に設置された下水処理場で運搬・処理され、柳川上流に放流されている。

当時の認可の管渠布設ルートは、この別荘地への進入道路の1つに布設する計画となっていたが、この進入道路は、長距離で幅員が狭く（延長3,107m、幅員2.5～5.0m）、急勾配・急曲部も多数あり、下水道勾配に対し、道路勾配は逆であり、一部が非常に深くなるとともにポンプ場が必要となっていたため、交通規制・施工法等にかなり制約を受け、工事費が高額となっていた。

そこで大津市と本機構は、管路延長の短縮、交通規制の回避及び工期・工事費の縮減等を図るため、急勾配管渠の布設や減勢工・垂直管渠などの新技術を活用することとして、急傾斜山岳地への管渠ルートの変更（布設延長591m）を検討した。

平成7年度には、地形測量、地質調査を実施し、急勾配傾斜地下水道施設として最も適した布設ルート、減勢工規模、管種、基礎構造、管径および施工方法等を設定した（1995年下水道新技術研究所年報に掲載）。本年度は、減勢工設置位置の変更に伴う変更布

設ルート、管渠布設工法、盛土工法及び垂直管渠（ドロップシャフト）に関する検討を行った。

2. 変更布設ルートの検討 (急勾配管渠、減勢工)

2.1 急勾配管渠ルートの検討

減勢工設置位置の変更に伴う変更布設ルートの検討区間は、No.21+16.3より下流側（142.15m）とし、減勢工設置位置の変更や管渠の布設が可能なルート（A～C案）で以下の項目に留意して比較検討を行った（図-1参照）。

- (1) 大幅なルート変更は行わない。
- (2) 山腹工が施されている崩落斜面周辺は崩落が再発する恐れがあるため管渠布設は行わない。
- (3) 既設の鉄塔付近は安定を損なう恐れがあり、施工も困難となることから管渠布設は避ける。
- (4) 水理模型実験時の管渠勾配及び平面線形と同程度の線形が得られるルートとする。
- (5) 地盤の安定した箇所に布設する。

検討結果より、A案は既設鉄塔付近を2箇所通過するため、布設許可が得られない可能性があること、またB案については山腹工上部を通過するため、表土崩壊の可能性があることから、C案を採用することとした。なお、C案については地質的課題が少なからずあることから、簡易貫入試験（24地点）を実施した。

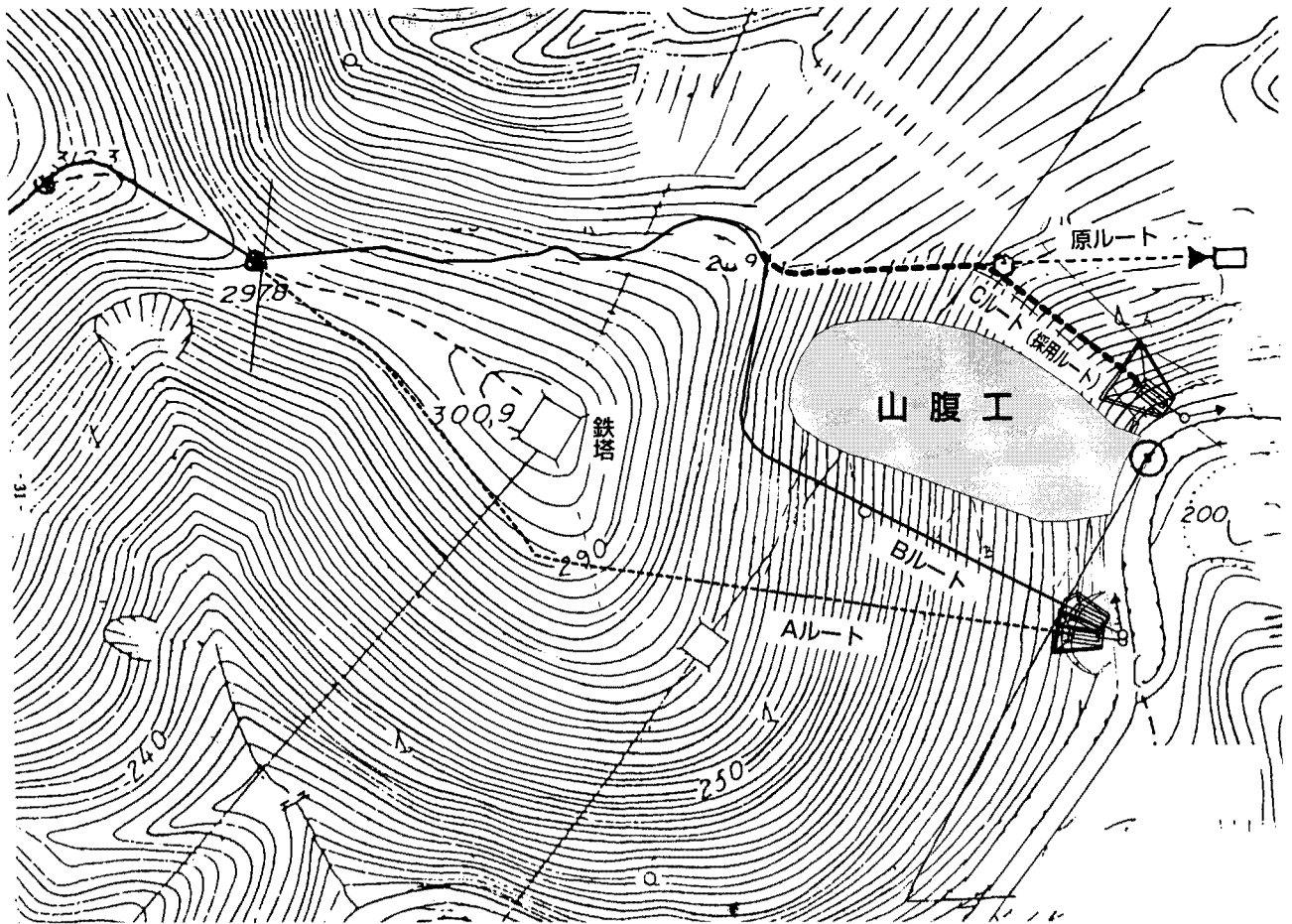


図-1 減勢工位置比較平面図

簡易貫入試験結果より、部分的にマサ土（花崗岩の風化層）が3～5m以上堆積していることがわかったため、管渠布設時に管渠の定着方法や地山の排水性の向上を考慮することとし、C案を基本に再度踏査を行い、現地の地形や植生の度合いから最終ルートを決した。

2.2 減勢工位置の検討

変更布設ルートでの減勢工は以下の条件を満足する位置に設置することとした。

(1) 上流管渠勾配・減勢工形状・寸法

平成7年度に実施された水理模型実験結果を用いるため、減勢工に係わる設計条件は変更しないものとする（流入管の勾配 747.2‰、減勢工の形状・寸法等）。また水理模型実験結果との整合を持たせるため、流入管は減勢工流入点より上流側に10m以上の直線部を設け、土被りは30cm以上を確保する。

(2) 切土工事の縮小化

管渠布設位置付近は花崗岩の風化層が急傾斜で堆積し、高含水比の建設残土等も近くに盛土され

ているため、大規模な土工（切土）を実施すると地山崩壊が生じる可能性がある。したがって、減勢工の設置に関連する土工に関しては、盛土で対応することとし、少ない盛土量となるように減勢工位置を決定する。

(3) 施設配置

減勢工下流側管渠と道路上の人孔との落差は、高落差人孔で解消するものとし、減勢工からの離れは高落差人孔への流入水脈を整える区間として3.0m以上を確保する。

(4) 管理用幅

盛土に伴う補強土壁と減勢工との離隔は、管理用幅として1.5m程度を考慮する。

(5) 道路との離幅

補強土壁基礎が道路用地を占有しないようにする。

なお、変更された管渠ルート（No21+15.00より下流側）の水面形状を検証する目的で1Q流下時の不等流計算を実施した。計算結果より、傾斜部（急傾斜部を含む）管渠内水深は0.048m（16%水深）～0.101m（34%水深）となり、本計算においては十分

な給気断面が確保されていることがわかった。また、減勢工の流入流速は、平成8年度実施設計時より、流速比が4.7%程度大きくなっているものの、水理模型実験結果では、設計流量の2倍の超過流量流下時においても減勢効果が見られたことから、減勢流況の変化はほとんどないものと考えられる。

3. 管渠布設工法の検討

変更布設ルート of 簡易貫入試験結果より、部分的なマサ土（花崗岩の風化層）の堆積状況がわかったため、以下の項目について検討を行った（図-2参照）。

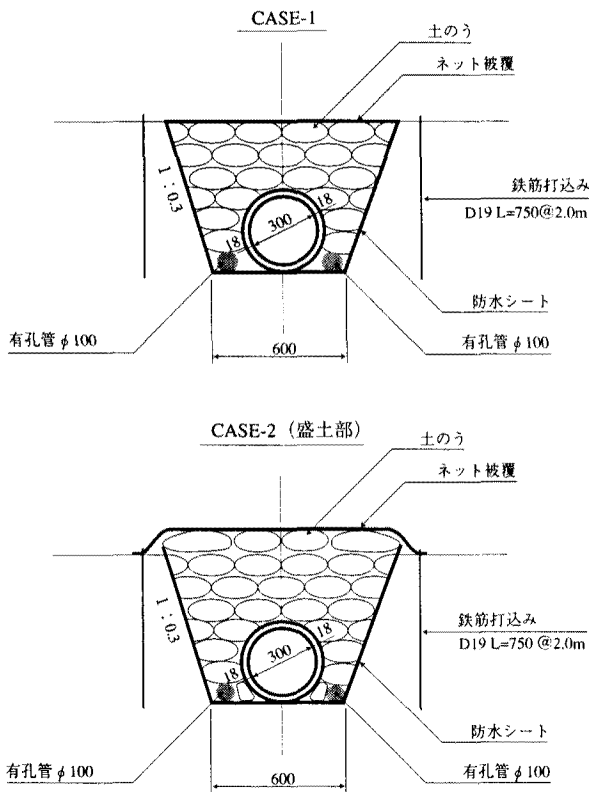


図-2 管渠布設断面図

(1) 急勾配部の管渠の定着

調査結果より、現時点で地表面は安定していることから、地表面付近での管渠の滑落防止等の対応を考慮する。このため、管渠の埋戻しは土のうで行い、土被り300mmを確保した。また、土のうの滑落を防止するため、鋼製ネットを被覆し、10mごとにコンクリートアンカーを施工することと

した。

(2) 排水の促進

管渠布設箇所の地盤（風化花崗岩の土砂状堆積物）は透水性が高く、大量の雨水や地下水の浸食によって崩落の危険性があるため、以下の仕様を持つ排水工を採用した。

- 1) 地盤への雨水浸透を防ぐため、掘削断面の周囲に防水シートを被覆すること。
- 2) 掘削範囲内で集水された雨水は、軽量の有孔管で下流に導くこと。

4. 減勢工設置に伴う盛土工法の検討

減勢工の設置に伴う盛土工法（擁壁工）の選定については、PC壁体工法、親杭パネル壁工法、補強土壁工法の3ケースで比較検討を行い、以下の理由から補強土壁（テールアルメ）工法を採用した。

- (1) 経済性で最も優れていること。
- (2) 景観にマッチした壁面施工が可能であること。
- (3) 基礎地盤にさほど影響されず、壁体の構築が可能であること。

5. 垂直管渠（ドロップシャフト）の検討

減勢工下流側管渠と道路上に布設される下流側管渠との間に約7.0m程度の落差が生じるため、案内板付き垂直管渠（ドロップシャフト）を採用した。

5.1 垂直管渠（ドロップシャフト）の規模

垂直管渠は以下の条件より、規模を決定した。

- (1) 垂直管渠に流入する下水は、急勾配管渠や減勢工により空気を連行していることから、流量が増量となる。そこで文献等の調査を行ない、ここでは空気混入率を100%（最大値）とし、設計流量（ $2Q=0.156\text{ m}^3/\text{s}$ ）を設定した。
- (2) 垂直管渠の設計には、長野県の研究成果を活用し、水理実験の最適モデルをフルード相似則により拡大する方法を用いる。

以上の条件から、中抜き式らせん案内路形垂直管渠の設計（水理実験によるフルード相似則の適用）を行い、当該垂直管渠の設計流量 $2Q=0.156\text{ m}^3/\text{s}$ （空気連行量を含む）が可能なシャフト径600mm（ $Q=0.215\text{ m}^3/\text{s}$ ）を採用した（図-3参照）。

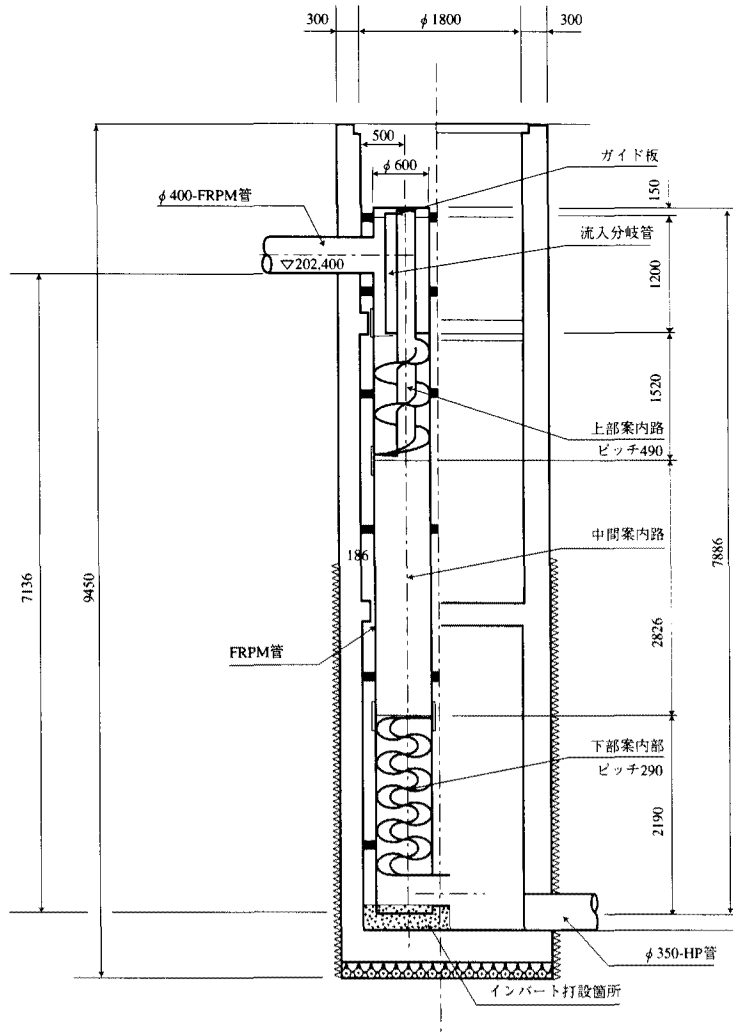


図-3 ドロップシャフト断面図

5.2 人孔規模

人孔規模を以下の方針で検討した結果、垂直管渠（ドロップシャフト）の取り付け及び管理用離隔（200mm程度）や中間床版を考慮して配置した場合に必要なスペースの確保が可能な人孔規模（内径φ1800mm）となった。

(1) 垂直管渠の設置はマンホール構築時に行い、取

り替え時はFFU 蓋を外して対応する。

- (2) 管理用人孔はφ600とし、マンホール蓋は大津市の指定品を使用する。
- (3) 昇降設備はステップとし、中間床版を設置する。中間床版の昇降口はφ600とし、平面上の設置位置を中間床版ごとに変えることとする。

6. おわりに

急勾配下水道管渠は今後、山岳部の観光地、住居、集落地等における普及率の向上や処理施設の省略化による建設コスト縮減に寄与する新技術として、その需要は増えていくものと思われる。今回の大津市の事例は長野市に次ぐものであるが、急勾配管渠の施工規模（施工延長、比高差等）は拡大しており、実際の施工方法等も勘案した研究内容となった。本機構では、急勾配下水道管渠に関する共同研究を引き続き、公共団体と行うとともに、種々の研究成果から得られた知見をもとに、急勾配下水道管渠に関するマニュアル（設計・施工・積算）の整備を行っていく予定である。

●この研究に関する問い合わせは

研究第二部長	前田 正博
技術次長	鈴木 茂
研究第二部主任研究員	城 崇夫
研究第二部研究員	石川 泰裕