

山中町管渠実施設計に係わる 基本計画に関する調査研究

1. 調査目的

大津市山中町地区の汚水は、主要地方道下鴨大津線を経て比叡平地区の汚水中継ポンプ場に流入する計画である。

しかし、比叡平地区の接続地点の地盤高がTP+327mであるのに対し、山中地区の地盤高はTP+250～290mであることから、実揚程で約80mをポンプアップすることになる（図-1参照）。

また、計画下水量が少ないことから送水管内に滞

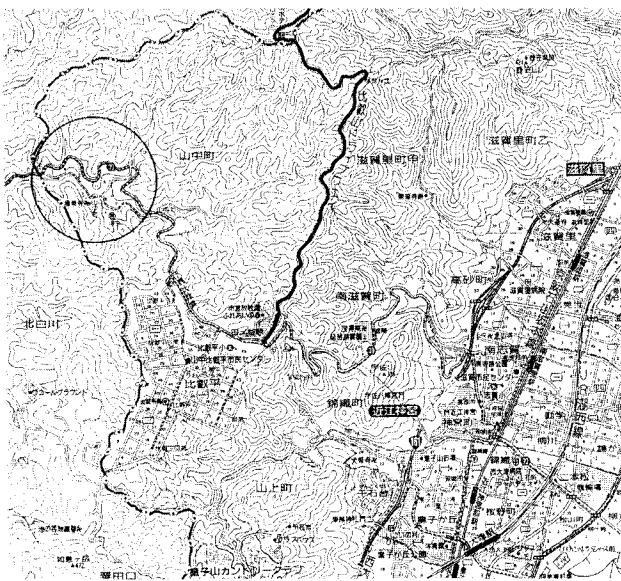


図-1 調査箇所位置図

留した下水が腐敗し、硫化水素を発生させる恐れもある。さらに、地区内道路は、白川及びその支流と錯綜しており、複数箇所での河川横断が必要となる。

地形的には中継ポンプ場とは逆方向に向かって下っているが、マンホールポンプ所数を減らすため、自然流下で最下流部まで汚水を搬送することとした。

なお、汚水を収集する地区はメイン道路沿い約800m間に集中している。

本研究は、このような条件を考慮し、本地区に最適な揚水施設、腐敗防止対策を考慮した管渠計画を策定するものである。

2. 調査内容及び結果

調査対象とした山中地区に設置する圧送ポンプは非常な高揚程が必要である。このような場合には、今までは通常の中継ポンプ場を設置する例が多い。しかし、計画時間最大汚水量が約0.003m³/sと非常に小さいことから、経済性等を考慮し、マンホールポンプで対処することを検討した。

【山中地区計画諸元】

面積	7.5ha
人口密度	30人/ha
計画人口	225人
計画汚水量	
日平均	0.0015m ³ /s
日最大	0.0020m ³ /s

時間最大 0.0028m³/s

2.1 揚水施設

(1) ポンプ形式の検討

ポンプ形式については、規模を考慮し、着脱式水中汚水ポンプを使用することとした。

また、閉塞しにくく、分解点検の容易な構造で、摩耗、腐食の少ない材質を使用する。

(2) ポンプ台数は、規模を考慮して2台とし、内1台を予備とする。

(3) ポンプ所数の検討

ポンプ所数は少ない方が、建設費、維持管理費とも経済的であり、しかもメンテナンスも容易である。一方、本件のように実揚程が高く、しかも圧送距離が約1.8kmと長距離な場合は、圧送管種の選定、水撃対策等が困難である。

本調査では、ポンプ所1箇所案（新規開発超高揚程ポンプ）、2箇所案（高揚程ポンプ）、5箇所案（汎用ポンプ）の3案を検討した（表-1参照）。

① 1箇所案では、全揚程が約100mにも達し、現在の水中汚水ポンプでは対応できるものがない。従って、新規開発を行う必要があるが、開発期間がかかるとともに、現段階では、かなり割高なものとなる可能性があるとともに、故障時の対応等にも問題がある。

② 5箇所案の場合は、かなり汎用されているポンプを使用することが可能であるが、マンホール設置費等を含めたトータルの建設費や維持管理費が高くなる。

③ 2箇所案は、通常あまり使用されていないポンプ仕様のものとはなるが、技術的には特に問題となるものはない。3案の中ではもっとも経済的であり、しかも維持管理性にも優れた本案を採用することとした。

(4) ポンプの選定

① ポンプ吐出量

計画時間最大汚水量と送水管の最低清掃流速（0.6m/s）が得られるポンプ吐出量を比較して、大き

い方を採用することとした。本件の場合は、最低清掃流速で決まり、ポンプ能力は0.29m³/minとした。

② ポンプ口径

ポンプ口径は、一般的にはポンプ吐出流速を1.5～3.5m/sとして決定するが、今回はポンプ詰まりを考慮し、最小通過粒径35mm以上のポンプ口径を選定することとし、φ80mmを採用した。

③ ポンプ全揚程

実揚程、送水管や弁類等の損失水頭を考慮した全水頭は、約47mとなる。これは現在の水中汚水ポンプの技術的な限界に近い揚程と考えている。

④ マンホール深さ

ポンプ始動間隔から算出する必要有効貯留量、運転制御に必要な水位の確保等から計算されるポンプ起動水位より下部の必要深さは、5.25mとなり、マンホール全深さは約8mとなる。

(5) 水撃作用の検討

本案は、配管ラインが全て登り勾配であるため、最高圧力時は無対策でも許容できる範疇であるが、最低圧力時は配管ラインに水中分離の恐れがある。ポンプ停電時に生じる水撃作用を検討した結果、ポンプにフライホイールを設置することにより、対策が可能であることがわかった（図-2参照）。

2.2 送水管種及び管径の検討

ポンプ圧送管に使用する管種として、ダクタイル鋳鉄管、鋼管、塩化ビニル管、強化プラスチック複合管、ポリエチレン管について比較したが、耐腐食性、強度等を考慮し、実績もあるダクタイル鋳鉄

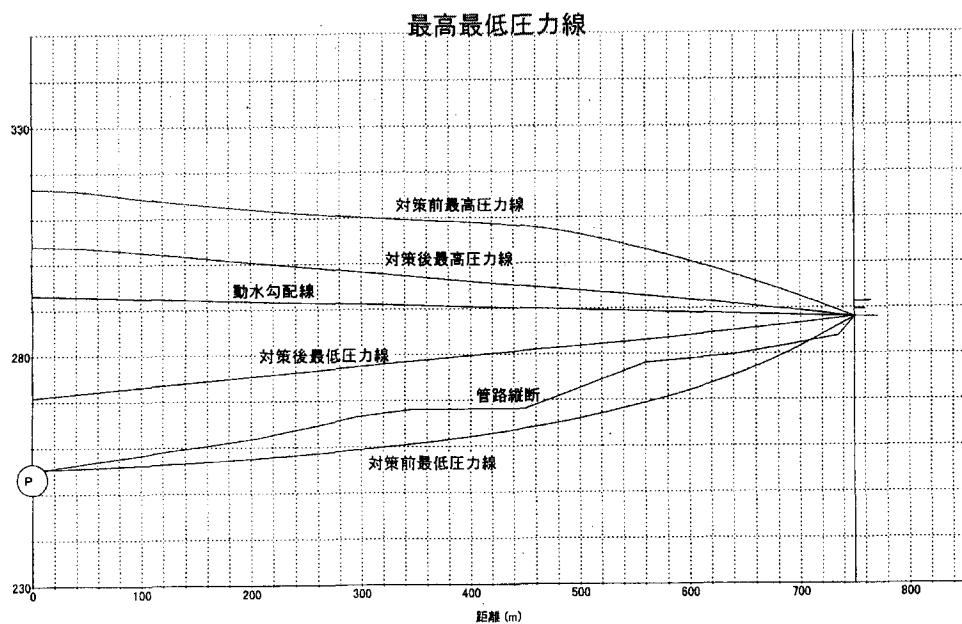


図-2 ポンプ最高最低圧力線図

表-1 ポンプ所数比較表

項 目	① 1 箇所案	② 2 箇所案	③ 5 箇所案
水中ポンプ形式	新開発ボルテックス	フライホイール付スクリュー	フライホイール付ボルテックス
吐 出 量	0.5m ³ /min	0.29m ³ /min	0.29m ³ /min
全 揚 程	90m	①44 m ②47m	①21.7 m ②20.8m ③18.4m ④21.6m ④20.8m
実 揚 程	73.510m	①36.015m ②37.495m	①17.6 m ②16.4m ③14.2m ④17.2m ⑤15.5m
ポンプ口径	φ 100mm	φ 80mm	φ 65mm
電動機出力	30kw	①15kw ②15kw	①7.5kw ②7.5kw ③7.5kw ④7.5kw ⑤7.5kw (計37.5kw)
水 撃 対 策	未	フライホール	同 左
ポンプ台数 (1ポンプ所当たり)	2台(内1台予備)	同 左	同 左
圧 送 管 径	φ 100mm	φ 100mm	φ 100mm
圧 送 管 延 長	1,780m	①750 m ②930m	①295m ②345m ③310m ④350m ⑤480m (計1,780m)
ゴ ミ 対 策 (ポンプ通過粒径)	優 (50mm)	良 (35mm)	良 (35mm)
メンテナンス	1箇所のため容易	2箇所ありやや手間	5箇所もあり手間
電 気 料 金	基本料金・従量料金とも 少ない	1台案と同じ	1, 2台案より2割程度 高い
水 撃 対 策	高圧であり難しい	フライホール	フライホイール
管 継 手	10k以上	7.5k	7.5k
送 水 管 費	大	小	小
吐 出 量	計画値の約2倍	計画値の約2.5倍	略計画値
発 停 間 隔	多い	最も多い	少ない
マ ン ホ ール	大きい	大きい	小さい
ポ ン プ	新規開発	汎用改造	汎 用
建 設 費	ポンプが新規開発品であることと、圧送管が耐高圧品となるため、高い。 機械・電気設備費 未定	ポンプは汎用品改造、圧送管は汎用品であることから、比較的安価。 機械・電気設備費 29,000千円/箇所×2 =58,000千円	ポンプ・圧送管共に汎用品であるが、ポンプ台数が多いため、比較的高価。 機械・電気設備費 12,900千円/箇所×5 =64,500千円

管を採用することとした。なお、硫化水素ガスが発生する恐れのある区間においては、内面エポキシ樹脂粉体塗装とし、他はモルタルライニングとする。

なお、管径は、汚水が滞留する量を極力小さくするためには出来るだけ小さい方がよい。しかし、一方では配管ロスの増大や詰まりの心配等もあり、検討の結果、圧送管の管径は $\phi 100\text{mm}$ とした。

2.3 腐敗防止対策

初期の流入流量が少ない時点では、管内及び放流点での硫化水素抑制対策が必要と思われる。そのため、酸素注入方式、空気注入方式、薬剤注入方式等について検討した。機能、機器費、維持管理性等を比較した結果、酸素注入方式を採用することとした。

しかし、管内に貯留された汚水は、計画日平均汚水量が流入した場合には日に10回程度入れ替わるため、腐敗対策設備はポンプ設置後の状況を調査し、必要性を確認後、設置することとした。

なお、ポンプ間欠運転による腐敗を防止する簡便な方策として、地下水等をマンホールに給水することにより、ポンプ停止時間を短縮する方法も検討した。

水量が少ないこともあり、処理場への影響や水利権の問題等も小さいため、実施時に再度詳細な検討を行うこととした。

2.4 非常時貯留槽

停電時、機器故障時等の非常時対策として、貯留槽を設置することとした。貯留時間は、停電時間の実績等より1時間とし、復旧後は自然流下で返水できるシンプルな構造とした。

2.5 地区内汚水収集計画

地区内の汚水を収集するためには、ポンプ所設置の問題等から、最下流部まで自然流下で汚水を搬送することとした。

従って、自然流下管と圧送管の2本を地区内道路に布設する必要がある。

また、当地区内には白川とその支流が通過しているが、それらの河川下を7カ所で横過する必要がある。

河川下横過部は既設橋台等があること、河川水量が比較的多いことなどから開削工法による施工は困難である。

河川下横過部の延長は5～10mと短距離であるため、簡便な推進工法を選定することとした。また、

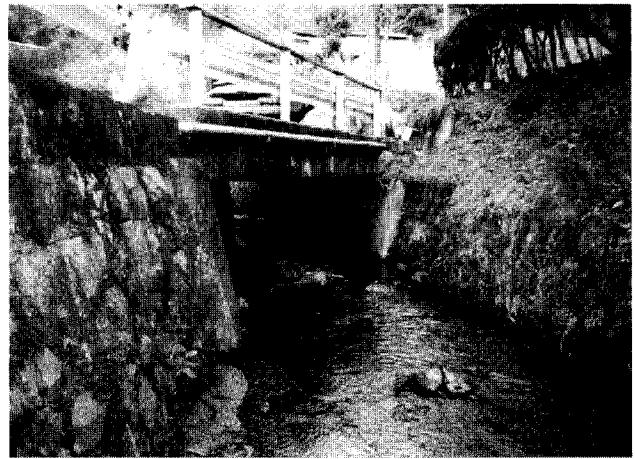


写真-1 河川横断面の例

経済性、施工のし易さ等を考慮し、自然流下管（ $\phi 200\text{mm}$ ）と圧送管（ $\phi 100\text{mm}$ ）を鞘管に入れて横過する。

なお、当地区の地質の一部は花崗岩で強度が $83\text{MN}/\text{m}^2$ であるため、岩盤推進可能な工法を選定する必要がある。

3. 今後の課題

当研究では、現状の技術で対応できる水中ポンプを採用したが、全揚程が100m程度の水中汚水ポンプで超高揚程なポンプの技術開発も検討されている。

財団としても、これら技術の開発に寄与していきたい。

●この調査研究に関するお問い合わせは

事務局次長兼企画部長
企画部事業課長

鈴木 茂
松本 征