

羽根尾幹線急勾配管渠 に関する調査研究

1. 調査の背景および目的

「長野原町特定環境保全下水道事業」の内、羽根尾地区の污水管布設工事区間の見直しを行った結果、一部管渠に「急勾配下水道管渠」を採用することで、管渠布設工事費の削減の可能性があると判断された。

本急勾配管渠対象路線は、管渠勾配が急であることと、流量（計画汚水量=0.001m³/s）が少ないという特徴を有することから、適切な急勾配管渠ルールを設定し、この管渠構造に対して減勢構造の設定および流下能力の検証のための水理模型実験を行い、急勾配管渠の諸元を決定し、この決定された諸元を基に管渠実施設計を行うものである。

2. 対象地区の概要

本路線は中軽井沢と長野原羽根尾を結ぶ国道146号線の古森地区付近の、国道を大きくショートカットする山腹地形部である。

本地区はEL=699~668mの落差を有する山腹傾斜地で、その勾配は20~40%を有している。

山腹には幅1.00m程のコンクリート縁石により階段状にならされた人道が施されており、地質調査によれば、地表下1.0~1.5mは軽石、火山岩等の細レキを所々に混入する、比較的良好な有機質火

山灰土で覆われている。

近傍構造物として、人道に沿ってU-450*450が布設されており、この水路は道路側および上流集落からの生活排水が集められている。

また、地山を保護するため、砂防施設として簡易砂防ダムやもたれ式擁壁が構築されている。



図-1 位置図

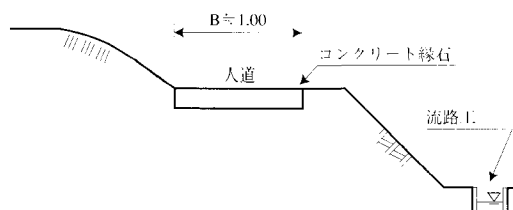


図-2 現況断面

3. 管渠の検討

3.1 ルート比較検討

本検討では認可設計ルート（国道占有）と実施設計ルート（人道布設）を経済性、施工性から比較検討を行った。

(1) ケース1（認可設計ルート）

- ・布設箇所は国道内となり、施工延長は450mであり、管種はヒューム管による。
- ・掘削深が1.8m程度となるため、山留工法として、軽量鋼矢板、木矢板等の建て込み工法が考えられる。
- ・国道内に布設するため、交通対策や道路曲線部における交通渋滞は避けられない。

(2) ケース2（実施設計ルート）

- ・布設箇所の縦断勾配は30～50%を有する幅員1.0m程の人道内である。掘削方法は人力による素掘掘削となる。
- ・人道両脇斜面には小木が繁っているため、自由に曲折延管ができ、かつ植生樹木の浸入を受けにくい継手構造が好ましい。
- ・高速流出流下するため、管種は耐摩耗性に優れている管種が好ましい。

3.2 管径

「下水道施設計画・設計指針と解説」によれば、小規模下水道の計画区域では、汚水管渠の最小管径は原則として $\phi 150\text{mm}$ とするとしている。当該管渠の上下流下水道管渠が $\phi 150\text{mm}$ で設計されていることや、比較的急勾配に布設される管渠で流量が複雑になることが予想されることなどから、管径は $\phi 150\text{mm}$ とした。

3.3 管種

管種の選定にあたり、次の事項を考慮した。

- ・急傾斜地であること踏まえ、施工が容易な管種であること。
- ・軟弱地盤上に布設されるため、ある程度の地盤変状に耐える管種が好ましい。
- ・高速流での流下となるため、摩耗しにくい管種であること。
- ・汚水管渠であり、耐薬品性、耐腐食性の優れた管種が好ましい。
- ・布設箇所は樹木が植生しているため、木根からの悪影響に耐える管種が好ましい。

上記を考慮し、以下の理由により、高密度ポリ

エチレン管を採用した。

- ・ほとんどの化学薬品に対し耐久性を有する。
- ・重量が軽く、取扱いが容易である。
- ・耐寒性、対衝撃性に優れている。
- ・管接続は、熱融着接合で行うので、一体化された信頼性の高い管渠の構築が可能であり、植生樹木からの影響を受けにくい。
- ・自由に曲折させ、延管できるため、曲線部はスムーズな流れを確保できる。また、複雑な山岳地帯への管布設が比較的容易にできる。

3.4 施工方法の検討

3.4.1 土被りおよび掘削勾配

冬期における地表の凍結深さを50cm程度と考え、最小土被りを60cmとした。

布設箇所の土質状態は、先に地質調査で調べた通り比較的良く締まった地山であり、施工が短期間であることや小規模掘削であることを踏まえ、1:0.3の法勾配でも掘削面の崩壊は起こらないと判断された。よって、掘削勾配は1:0.3とした。

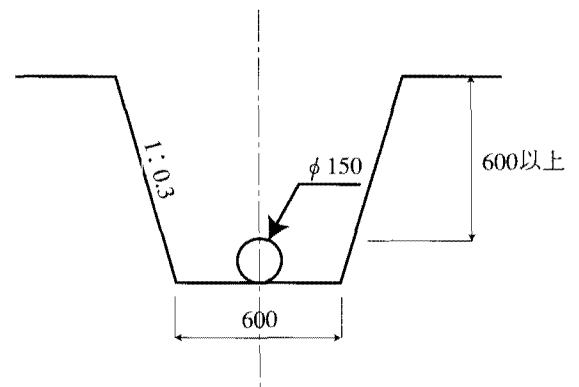


図-3 土被りおよび掘削勾配

3.4.2 土留めの検討

国道部は溝削状に掘削施工することから、周辺地山の安定および作業の安定を確保するため土留め工を設ける必要がある。土留め工の選択にあたっては各工法の経済比較および周辺環境を十分考慮して、安全かつ経済的でまた、施工性の良い工法を採用することが必要であるが、掘削深が $H=2.0\text{m}$ 以下で浅い小規模工事のため、過去の実績から経済的かつ施工がスピーディな、

- 1) 木矢板工法
 - 2) 軽量鋼矢板建て込み工法
 - 3) 建て込み簡易土留工法
- が考えられる。

これらより、施工性、信頼性を考慮し、軽量鋼矢板建込み工法を採用した。

3.4.3 施工方法

国道内はバックホー等の大型重機と山留工法により、一般的な開削工法が可能である。しかし、急傾斜地は人道の幅が1.0m程度と狭いため、バックホー等の大型重機の搬入は困難であり、人力施工に頼ることになる。掘削土砂を管路わきに仮置きすることは難渋すると思われるため、施工に際し、以下の様な布設工法を提案した。

1) 掘削

下流側より管路10m程度を人力により掘削する。

2) 土砂搬入

掘削土砂は鋼製ソリを用いてウインチで巻き上げる。

3) 管布設

管材が軽量なため、人力運搬、布設を行う。

4) 埋戻し

斜面上のため、発生土をそのまま埋戻しすることは不安定なので、雨水等からの押し流しを防ぐため、土のうして埋戻す。

3.4.4 急勾配管渠としての配慮

1) 管渠破損時の対応

地震や大雨等の不慮の事故により管路に損傷が発生した場合、応急処置として斜面を利用した図-4の様なバイパス管の設置を可能とする構造とする。

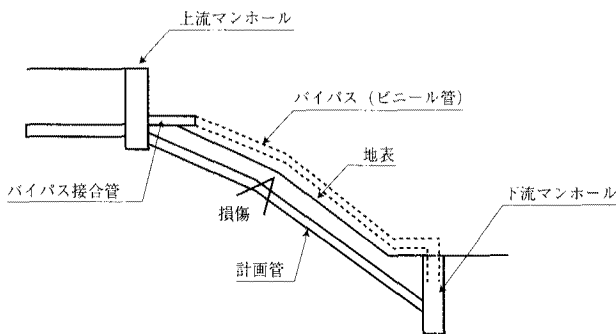
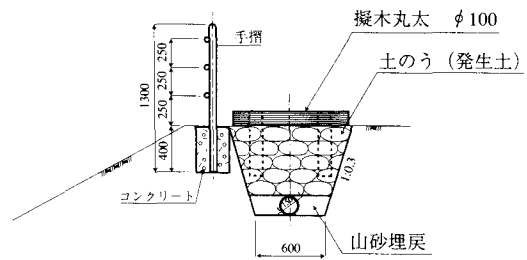


図-4 バイパス管

2) 埋戻しおよび復旧

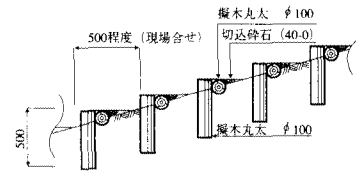
埋戻しは雨天時における土砂の流出を防ぐため、土のうにて行うものとする。また、現況はコンクリートブロックによりステップが設けられているが、図-5の様に擬木階段により復旧を行うものとする。

標準断面図 S=1:20



擬木階段 S=1:20

側面図



平面図

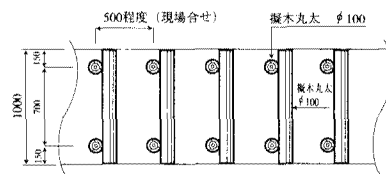


図-5 埋戻しおよび復旧

4. 減勢工の検討

高速射流の水流をそのまま流下させると、水流の衝撃により下流構造物に振動、摩擦等を生じさせ、構造物が破壊したり、水流が構造物より漏れる恐れがある。本件では山岳部の急勾配管渠区間の高速射流に対する振動、摩擦等の対応は、管種、布設工法で行い、これより下流の緩勾配管渠に高速射流の悪影響が及ばないようにするための減勢工を急勾配管渠の下流端に計画することとした。

4.1 減勢工の型式

減勢工の形式は下記の理由により、「強制跳水式」を採用した。

- 1) 構造が単純で、施工性が良く、維持管理が比較的容易である。
- 2) 小流量でも減勢効果が期待できる水理特性を持ち、規模の決定手法が比較的確立している方式である。
- 3) 急勾配管渠対応型下水道での減勢工として実績があり、減勢効果が良好である。

※長野市公共下水道 (既稼働)、大津市公共下水道 (施工中)

4) 対象地点の1号人孔を利用して設置が可能な規模である。

4.2 水理模型実験

本急勾配管渠においては、流量が小さい（管径φ150mmに対して0.001m³/s）という特徴があり、施工性・経済性の観点から、できるだけ簡易な減勢構造とする必要がある。したがって、標準マンホールを減勢工に用いる方式を対象とし、標準マンホール内の減勢構造（インバート形状）の検討と最大流下能力の検討を目的に水理模型実験を行った。

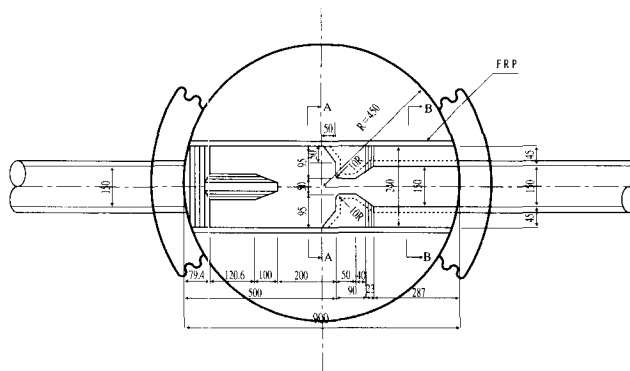
1) 基本諸元

- | | |
|----------------|-------------------------------|
| ① 流量 | Q = 0.001 m ³ /min |
| ② 粗度計数 | n = 0.010 |
| ③ 上流管渠勾配 | 346.6 ‰ |
| ④ 下流管渠勾配 | 60 ‰ |
| ⑤ 流入流速 | 2.041 m/s |
| ⑥ 減勢工幅 | 0.24m |
| ⑦ インバート高さ | 0.15m |
| ⑧ インバート長さ | 0.90m |
| (1号マンホールの内径相当) | |
| ⑨ スリット幅 | 0.08m |

上記基本諸元において、スリット幅は、現在唯一、急勾配管渠として供用開始されている、長野市の実績の数値を用いたが、計画流量を流下させた実験で、スリット部を射流の状態を通過し、減勢効果は期待できなかった。したがって、長野市の計画流量（Q=0.048m³/min、本件の48倍相当）との差を考慮し、夾雑物の流入も少ないとの考えから、スリット幅を0.050mとし、また種々検討の結果最終形状を得た。なお、流況の観察により、減勢効果が期待できる最大流下能力は、Q=0.004m³/sという結論を得た。

減勢工の概略図を図-6に示す。

平面図



側面図

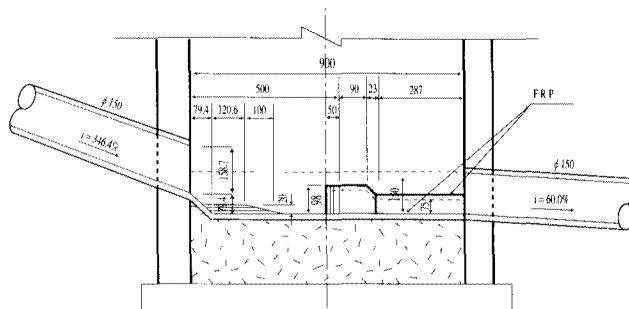


図-6 減勢工概略図

い。

〔長野市（供用開始済み） 大津市（施工中）〕

今回は前例で得た知見を基に、さらに水理特性、施工法等の検討を行った。なかでも水理模型実験で、減勢工の標準マンホールへの適用を確認できた。

急勾配管渠施設への期待は大きくなってきており、本機構では、これらの研究の積み重ねにより急勾配下水道管渠についての技術を確立していきたい。

5. まとめと今後の課題

急勾配下水道管渠の施工事例は、長野市および大津市と本機構との共同研究で実施した2例にすぎない。

●この調査研究に関する問い合わせは	事務局次長	鈴木	茂
	技術部主任研究員	村田	清次
	技術部研究員	間瀬	毅
	技術部研究員	久保	善央