

はじめに

積雪地方の複数の自治体から、融雪時に発生する不明水(融雪浸入水)を削減するにはどうすれば良いかという相談を受けている。

積雪地方の下水道管路施設は融雪・放雪装置を有し、不明水の浸入径路はそうでない地方とは異なることが知られている。

そこでA市にご協力を賜って、融雪浸入水と雨天時浸入水が非常に多いと目される特定地域を選んで、積・融雪期と豊水期に流量調査を行った。

積・融雪期からは融雪浸入水の実態を調べ、豊水期からはガイドラインにある雨水浸入率と、原単位評価法を使って浸入水を定量的に評価したうえで、有効な対策について検討した。

## 1. 調査の概要

- 調査対象：A市の特定地域(東北地方)

- 整備面積：104.46ha

- 積・融雪期 流量・降水量調査

令和5年2月22日～4月10日(連続48日間)

- 豊水期 流量・降雨量調査

令和4年7月1日～8月16日(連続47日間)

## 2. 積・融雪期の浸入水

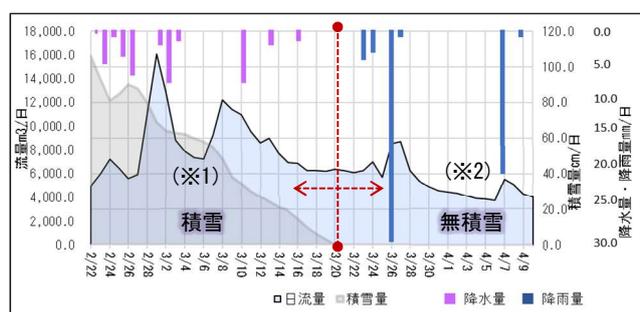


図1 積・融雪期の浸入水

(1) 図1は積雪期から無積雪までのハイドロハイエトグラフで、無積雪になると日流量が減少していることが分かる

(2) 積雪期には降水量と日流量に相関性が無いことが分かり、融雪による影響であると考えられる(※1)

(3) 無積雪になると、降水量と日流量は相関性が現れた(※2)

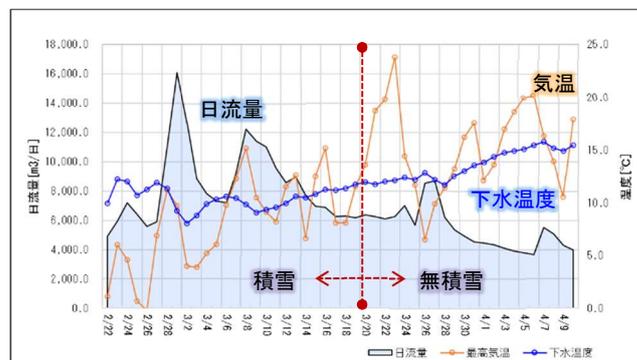


図2 積・融雪期の浸入水(気温・下水温度・日流量の関係)

(4) 図2は気温と下水温度・流量との関係で、積雪期は気温が上昇すると流量が増加する

(5) 同時に下水温度は低下していることより、融雪水の浸入が推定される

(6) よって積雪期は、降水量や積雪高さと流量とは相関しないので不明水(融雪水)を定量できない

(7) 無積雪期は、降雨による流量増加が認められと同時に、そうでないときは徐々に流量低下が認められ、地下水位低下に伴う融雪水の減少が推定される

(8) 豊水期の浸入水から、融雪浸入水対策より先に雨天時浸入水対策を講じる重要性が示唆される

(9) 雨天時浸入水対策を講じたにも関わらず融雪浸入水を低減できない場合に限っては、積雪下の融雪水溜まりを想定した発生源追跡特定調査を施し追加対策を検討する必要がある

### 3. 豊水期の浸入水

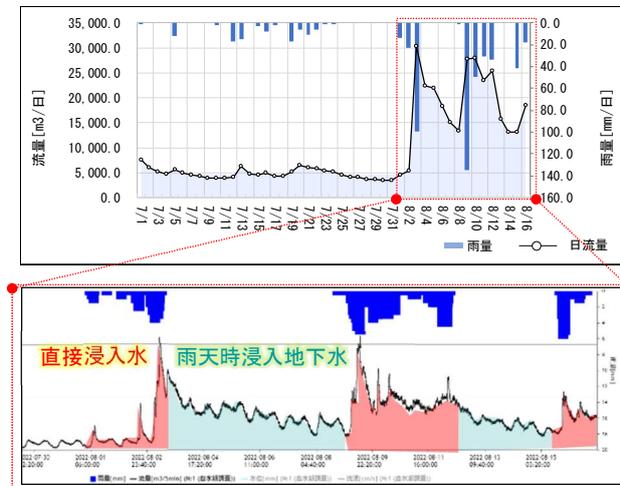


図3 豊水期の浸入水

- (1) 想定外の 100mm を超える降雨日に、流量計測点下流側の伏越し人孔が噴く災害があった
- (2) このとき計測超過も含め、晴天日の約6倍以上の流量が観測された
- (3) 多量降雨後の流量は、徐々に低下するものの降雨前の晴天日状態にはすぐには戻らず、雨天時浸入地下水が非常に多かった
- (4) 雨天時浸入地下水が減らないことから、対象地域の水はけが悪く、地下水位がゆっくりとしか下がらない様子が窺える(図3)

#### 3.1 浸入率評価

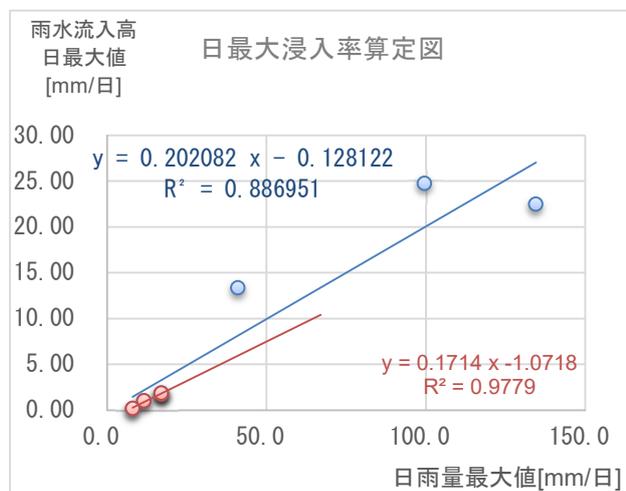


図4 雨水浸入率（日最大）

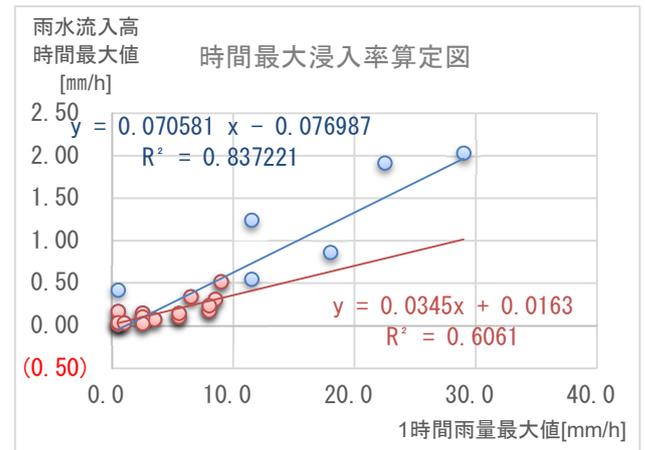
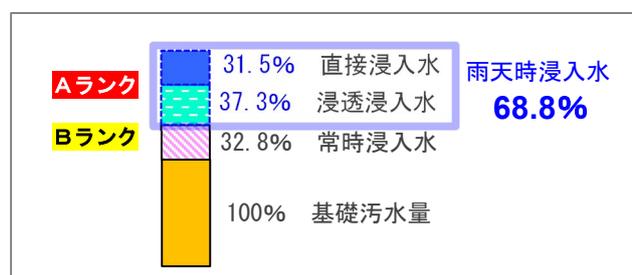


図5 雨水浸入率（時間最大）

- (1) 日最大雨水浸入率：ガイドラインの 0.3%に対して 20.2% (67 倍)  
時間最大雨水浸入率：ガイドライン0.1%に対して 7.06% (70 倍)で、災害レベルを含んでしまうと緊急対策レベルになってしまう
- (2) 災害レベルの期間を除いた 40mm 降雨以下  
日最大雨水浸入率：ガイドラインの 0.3%に対して 17.4% (57 倍)  
時間最大雨水浸入率：ガイドライン0.1%に対して 3.5% (35 倍)である
- (3) 浸入率が非常に高い理由として、本調査エリアは不明水調査の絞り込み調査により雨天時浸入水の最も多いエリアで、豊水期だけの調査データを使用して浸入率を算出しているためである
- (4) 本来浸入率は計画値として使用するため、半年程度の流量計測データと降雨量を使用して算定することが望ましい

### 3.2 原単位評価



#### ■ 基礎汚水量 100 に対して

	Aランク	Bランク	Cランク
雨天時指数	33%以上	16.5%以上	8.75%以上
常時浸入水指数	40%以上	20%以上	10以上

図6 原単位評価

- (1) 原単位評価は、晴天日が続いた後の降雨量30mm時を想定した日常的な不明水の評価法
- (2) 雨天時浸入水(直接浸入水+浸透浸入水(≒雨天時浸入地下水))が汚水量比68.8%のAランク(要対策)、常時浸入地下水が汚水量比32.8%のBランク(計画対応)と判定された
- (3) 原単位評価からは、融雪浸入水対策以前に一般的な不明水対策の必要性が示唆される

## 4. 調査計画について

### 4.1 融雪浸入水の流入径路

- (1) 誤接続：ドレン・雨水桝・融雪槽→汚水桝
- (2) 未処理排水下水管への放雪：許容確認
- (3) 水密性不良(地上部)：積雪下の融雪水たまり→汚水桝・蓋枠周囲
- (4) 水密性不良(地中部)：積雪下の融雪水たまり→汚水桝目地・管口

### 4.2 大ブロック規模の現状把握

処理区・排水(分)区や住宅団地規模(大ブロック)で、[フリューム式や面速式流量計](#)で流量を計測し、雨水浸入率や不明水の原単位評価を行い対策の是非を検討する

### 4.3 中・小ブロック規模の水位スクリーニング

[圧力チップ](#)による水位・流量分布調査により、不明水が多い小・細ブロックを絞り込む。流量計測精度とくに区間計測精度を確保するために、圧力チップに拠る水位計測だけではなく、フリューム式や面速式流量計に拠る流量計測を加えることが望ましい

### 4.4 小・細ブロック規模の発生源特定調査

主として[総合送煙調査](#)により、不明水の発生源(誤接および水密性不良個所)を特定する。雨天時浸入水の多い開発団地などでは、降雨下のカメラ調査を起点とした[発生源特定調査](#)も提案している

## 5. 改善工事について

### 5.1 積雪地方の管路施設の特徴

- (1) 処理下水等の熱エネルギーを利用した、流雪溝・融雪槽・融雪管や、未処理水を利用した投雪施設・地域密着型雪処理施設等がある、融雪浸入水と関係する場合は調べておく
- (2) 融雪槽やルーフドレン(スノーダクト排水)を設ける雨水系統が明確な場合と、屋根からの落水・落雪を地表で受ける、雨水系統が不明確な場合があることを考慮する
- (3) どちらも汚水桝に繋がる雨樋や立樋が無いので、雨水系誤接が発生しにくい構造であるにもかかわらず、融雪浸入水が発生する現状を解明できる知見がほとんどない
- (4) 積雪下にある排水設備など下水道管路施設の融雪浸入水発生源の特定は極めて困難で、積雪がなく地下水位が高い豊水期調査で推定的に判定せざるを得ない制約がある

### 5.2 改善工事と事業効果の定量

- (1) 誤接箇所の接続替え
- (2) 多量漏煙箇所から推定される水密性不良管路施設の改良(修繕・改築・更新)

### 5.3 排水設備対応

- (1) 誤接対策の事例([石狩市の広報](#))
- (2) 実現可能な[排水設備改善提案](#)は、対策実務として検討してほしい

### 5.4 持続的な改善事業

- (1) 小・細ブロック規模の事業効果定量  
改善工事前後に卵形フリューム式流量調査により事業効果を定量し、顕著な事業効果が認められる範囲に絞った改善が経済合理的

おわりに

- (1) 調査対象地区は豊水期調査から、管路施設全般の水密性不良と水はけの悪さ、年間に渡っ

て雨天時浸入・常時浸入地下水が多いことがわかった

- (2) 同様の傾向は、積雪地方の下水道施設に多く見られる
- (3) ガイドラインからは、処理場の処理能力不足が災害をもたらすようなイメージを受ける。しかし自治体担当者からは、処理量＝電気使用量(電気料金)の増大すなわち、有収外汚水量の増大が一番の問題であるとの声を聴く
- (4) とある県流域では、有収外汚水量(処理量)の多いエリアに対して処理費用の追加徴収をおこなっている
- (5) 他の自治体からは、そのような追加徴収はできるだけ避けたいので、そうなる前に日頃の不明水対策を推進したい意向が示されている
- (6) 不明水調査と対策により、有収外汚水量を100万円/月程度減らすことが出来たという成功体験をお聴きした自治体もあった
- (7) 誤接続の解消では雨天時浸入水(直接流入水)の削減には繋がるが、常時・雨天時浸入地下水を減らすことはできない
- (8) 有収外汚水量削減の観点からは、年間を通して浸入水する常時・雨天時浸入地下水対策が必要である
- (9) ただし、常時・雨天時浸入地下水対策では、降雨時および対策後に上昇する管底地下水位を想定した対策が必要で、想定が不十分だと対策後、新たに浸入水が発生して、事業効果が毀損されることがあるので注意が必要

以上