

# 芦田川流域下水道の浸入水対策について



広島県 広島水道事務所  
建設課  
**上田 恒三**



復建調査設計(株)  
保全構造部 上下水道課  
**板藤 繁**



東京電設サービス(株)、  
(一社) STTG 工法協会  
**佐藤 亘**

## 1 概要

芦田川流域下水道芦田川幹線では、過年度の管渠調査（TV カメラ調査）により高水圧の浸入水が確認されたため、注入工法（STTG 工法）により浸入水対策を行った。

STTG 工法は、トンネル覆工コンクリートのひび割れ等からの止水を目的とした工法であり、狭小な空間への注入や、比較的水量の多い箇所に対して実績のある工法である。

当該箇所については、応急的な対策として実施したリング工法では長期的な止水効果は得られなかったが、STTG 工法においては施工後約 10 ヶ月が経過した現在でも止水効果が確認されている。

## 2 はじめに

芦田川流域下水道は広島県東部に位置する福山

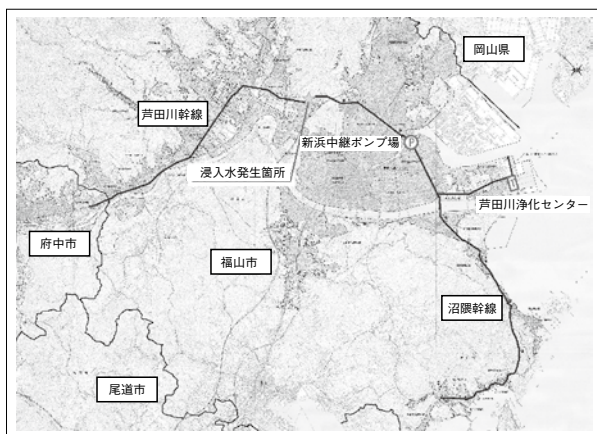
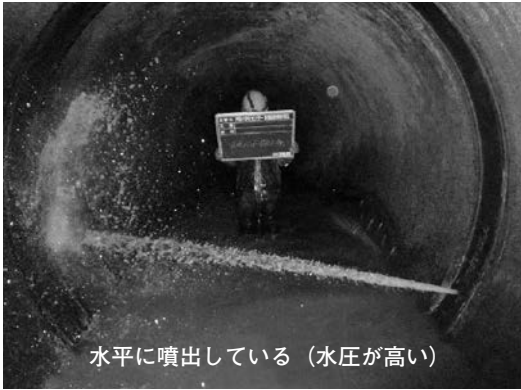


図-1 芦田川流域下水道位置図

市・府中市を処理区域とする流域下水道施設であり、広島県が昭和 49 年度に事業着手し、昭和 59 年 10 月に処理を開始している。

令和 4 年現在の処理能力は日最大 19 万 400m<sup>3</sup> / 日で管路の総延長は 3 万 9,590m（芦田川幹線、沼隈幹線）である（図-1 参照）。

芦田川幹線は全国有数の収納家具の産地として知られる府中市の新市地区を起点とし、世界最大級の鉄鋼一貫製鉄所 JFE スチール(株)を抱える重



水平に噴出している（水圧が高い）

写真-1 浸入水発生状況

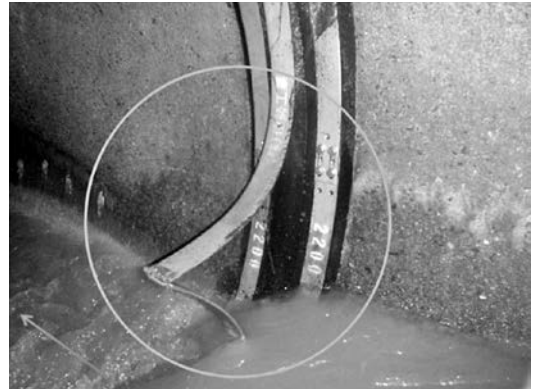


写真-2 浸入水再発状況

工業都市・福山市の港湾区域に位置する芦田川浄化センターまで、延長2万5,270m、管径1,350～3,250mmの幹線である。

浸入水が確認（写真-1）された管渠は芦田川浄化センターから上流へ12.2kmの国道敷地内（直近の人孔から1,047m）に位置し、昭和62年にシールド工法により施工されたスチールセグメント管（φ2,200）である。地上部において地下水位の低下による地盤沈下の様相は確認されていなかったが、一度変状が発生した場合は国道の一般交通に重大な支障をきたす恐れがあるため、早急な対策が求められた。

### 3 浸入水の状況

芦田川幹線管渠は定期的に管渠点検が実施されているが、平成23年度の管渠点検で浸入水の発生が確認されたため、次年度には対策工法の検討・設計を行い、翌平成25年度にはリング工法による応急的な対策工事が実施された。それから4年後の平成29年度に実施された管渠点検により、現地に設置した内面バンドの止水金具（補強金具）が水圧により破損し、浸入水が再発していることが確認（写真-2）された。

表-1 対策工法比較検討一覧

施工場所	工法分類	評価結果	評価
地上	地盤改良工法	薬液注入工法の止水確実性：低	△
	止水構造物築造工法	地上への影響と工事費：大	△
管渠内	注入工法	適用工法の詳細検討実施 ・ 損傷部注入（STTG）工法 ・ 発泡ウレタン注入工法 ・ 可塑性モルタル注入工法	OK ◎ ○ ○
	リング工法	長期的な止水確実性：低	-
	コーキング工法	長期的な止水確実性：低	△

## 4 対策工法の検討

浸入水の再発を受け、令和元年度には恒久的な対策工法検討を目的として、浸入水噴出箇所の詳細調査と水圧計測を実施した。浸入水は直径約2cm程度の覆工欠損部から噴出しており、水圧を直接計測した結果、浸入水圧は0.09Mpa、浸入水量はおおむね150ℓ/分と推算された。これらの調査結果を踏まえ、施工性、経済性、維持管理性、止水の確実性を考慮して比較検討（表-1）を行った。地上から施工する工法は、工事費が高額になることや、国道の一般交通や周辺環境に多大な影響を与えるため不採用工法とした。また、管渠内から施工する工法のうち、コーキング工法は、高水圧下における長期的な止水の確実性が担保でき

表-2 STTG 材の要求性能および試験結果

項目	要求性能	試験結果
伸び率	200%以上	最小値で 230% (30℃ 混合率 10%)
引張強度	0.5N/mm <sup>2</sup> 以上	最小値で 0.73 N/mm <sup>2</sup> (30℃ 混合率 5%)
付着強度	付着強度≧引張強度	すべての条件で付着強度が上回っている
ゲルタイム	5分～20分	供試体温度 10℃、混合率 5%のときは要求性能を下回るため、材料を温める必要あり

ないことから、注入工法に絞って詳細な工法比較を行った。注入工法のうち、発泡ウレタン注入工法と可塑性モルタル注入工法は、高水圧で大量の浸入水が発生している箇所では注入硬化材料による長期かつ確実な止水効果が不明瞭であったため、当該箇所に最適な止水工法として、止水工事現場で多くの施工実績を有する「損傷部注入 (STTG) 工法」を選定した。STTG 工法で使用する注入材料は、止水注入専用開発された材料 (石油樹脂・アクリル樹脂+発泡ウレタン) であるため止水性能が高く (目標水圧 0.5Mpa)、伸縮性にも優れているため、長期間の止水耐久性にも優れていると判断した。

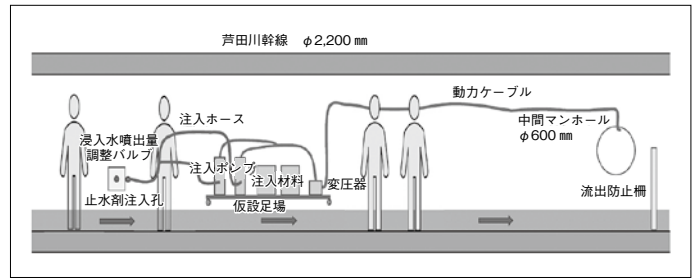


図-2 止水注入工施工状況イメージ図



写真-3 施工箇所の仮設状況

## 5 STTG 工法の概要

STTG 工法は石油樹脂およびアクリル樹脂を主材として、これに硬化を早める硬化促進剤を注入する工法である。伸縮性や付着強度が高いことが大きな特徴であり、コンクリートの温度変化によりひび割れ幅が増加した場合においても追従して再漏水を抑えることが期待できる。STTG 材の要求性能および試験結果を表-2 に示す。

## 6 止水注入工の施工

### (1) 施工計画

止水注入工事は、管渠内に作業員や注入機材が入坑して作業を行うため、管渠内の下水量が減少

する夜間 (23 時～翌朝 5 時) に行うこととした。各作業の所要日数は事前調査 1 日、資機材搬入 1 日、バルブプレート取付 1 日、STTG 材の注入 1 日、バルブプレート撤去・資機材搬出 1 日で、計 5 日間の計画とした。

### (2) 仮設施工

施工に必要な資機材については、幹線管渠内に設置した仮設床 (図-2、写真-3) に配置して作業を行った。安全に施工するには、水中での歩行が絶対条件となることから、「地下空間における浸水対策ガイドライン同解説」より、洪水時に水中で歩行できる領域とされる水深 40cm または



写真-4 バルブプレート

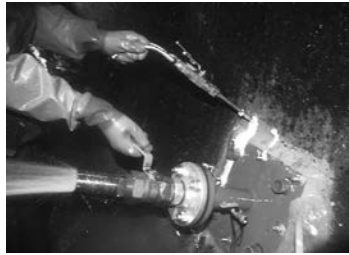


写真-5 止水注入工施工状況①



写真-6 止水注入工施工状況②

流速1m/秒以下とする必要があるため、これを踏まえて施工可能な時間帯等を検討した。

材料や注入ポンプなどの資機材は、中間マンホールに仮置きし、施工直前に漏水箇所まで下水道本管内をカートで人力運搬した。また、仮設床として使用

した木製足場については、下水道本管内にラックで仮置きした。

止水施工箇所の電力については、地上部の発電機から動力ケーブルを延長して供給した。

### (3) バルブプレート設置

浸入水の流水圧を制御するバルブプレート（写真-4）は水圧測定時に使用した治具であり、止水への適用性が実証され、水圧制御に効果があることが事前に確認できていたことから、止水注入においてもこれを活用した。

このプレートを用いて急結エポキシパテ等で不陸整正を行い、止水剤注入時にはバルブ操作により浸入水量を適切に調整した。

### (4) 止水注入工

施工は、浸入水噴出孔の背面の水みちを標的とし、バルブプレート端部から5cm程度離れた位置に止水剤注入孔（φ10mm）を削孔して注入ピンを取り付け、そこからSTTG材を注入し（写真-5）、最後に浸入水噴出孔に設置したバルブから止水注入を行った（写真-6）。

仕上げとしてバルブプレートの撤去後、止水注



写真-7 止水注入工完了状況



写真-8 10ヵ月後の状況

入孔についてはエポキシパテや樹脂モルタルで閉塞・表面整正を行った（写真-7）。

### (5) 安全対策

当該下水管は分流式下水道幹線であるが、雨天時における流量増加が報告されているため、工事実施前には降雨予報がないことを確認して作業を行った。

資機材の運搬作業にあたっては、作業員の移動による転倒などのリスクを低減するため、漏水箇所近傍の下水断面の上部に、仮設床を設けることで移動を最小限とするなどの工夫を行った。

## 7 止水効果の確認

STTG工法による浸入水対策から約10ヵ月が経過した令和4年9月、止水状況の目視確認を行った。かつて浸入水が発生していた箇所は対策工事直後の状況を維持しており、止水効果が継続されていることが確認できた（写真-8）。

今後も定期的に経過観察を行い、下水道施設の適切な維持管理に努めたい。