

# 令和4年2月市議会建設水道委員会資料

## 所管事項調査

目次	ページ
小浦・大浜地区送水管損傷に係る調査結果について・・・	1～4
(参考資料)	
小浦・大浜地区送水管損傷について(参考資料1)・・・	5～12
小浦・大浜地区送水管損傷の対応状況について(参考資料2)・・・	13～17

上 下 水 道 局

令 和 4 年 2 月



# 小浦・大浜地区送水管損傷に係る調査結果について

## 1 概要

小浦・大浜地区送水管損傷に係る原因調査を行ってきたが、その調査・試験結果について報告を行うもの。

## 2 調査結果

### (1) 土壌調査の結果について (委託先：(株)協環)

土壌調査の結果として、土壌、土壌抽出水及び地下水のそれぞれの項目において、全ての箇所が腐食環境にあることが確認された。

なお、他事業で実施した土壌調査の中から、潮汐の影響を受ける箇所（松が枝町及び深堀町2丁目）の土壌調査結果と比較をしたところ、同様の調査結果であり、小浦・大浜地区との大きな差異は見られなかった。

### (2) 材質試験の結果について

#### ア 鋼材の成分分析結果について (委託先：長崎県工業技術センター)

管体の材質試験では、鋼材成分3項目すべてにおいて規格値を満足した。

#### イ 塗膜の物性試験結果について (委託先：一般財団法人化学物質評価研究機構)

(委託先：国立大学法人九州大学)

管体塗膜の物性試験では、実施した6項目うち、比重、硬さ、引張強さ、伸び及び付着性の5項目の試験は規格値を満足する結果であったが、吸水率の項目は全ての測点で規格値を上回る結果であった。

吸水率が、規格値を超えていることは、鋼管の保護に必要な塗膜の硬さに影響を与えている可能性が考えられたため、管体調査を委託している九州大学で吸水率と塗膜の硬さとの関係について追加して調査を行ったが、吸水率が規格値を上回っていても硬さは規格値を満足していることを確認した。

(3) 管体調査結果について（委託先：国立大学法人九州大学）

損傷の全容を把握するため、土壌調査、材質試験の結果や現地測定及び撤去管の現状調査を行い、これらを踏まえて総合的に損傷の原因を検討した。

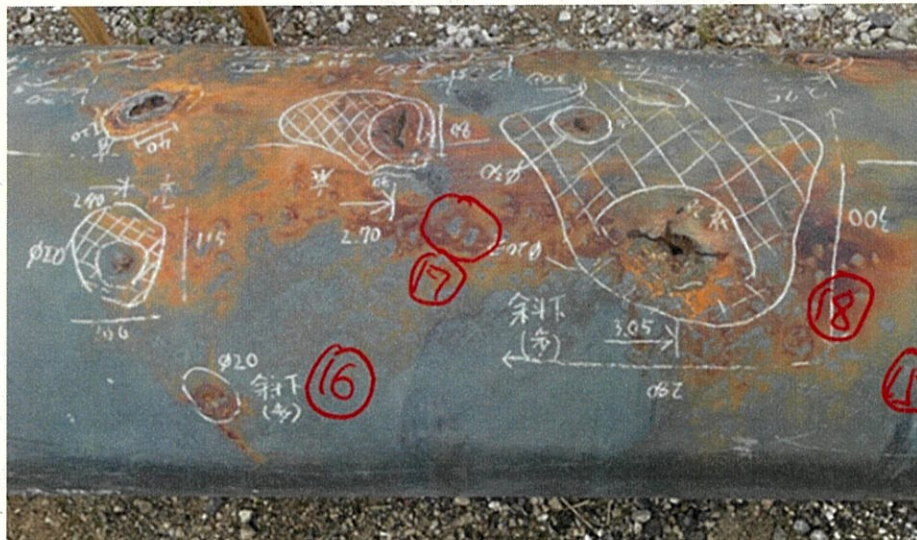
ア 被覆下腐食による塗覆装の膨れ性状の現地測定（損傷の確認）

傷周りに膨れが見られる箇所が複数確認された。このことは、被覆が貫通しており、被覆と鋼材の間に水分が浸透したためであると考えられる。

また、微小な傷が起点であっても、こういった膨れが発生すると膨れは時間経過とともに拡大していくと推測される。

なお、傷がついてない箇所での膨れは確認されなかった。

【写真】 損傷した鋼管の外観写真と膨れ性状の評価部位



イ 海塩由来の腐食生成物層の塩素イオン含有量の分析（鋼管布設箇所の塩分濃度を測定）

塩素イオン濃度計による測定の結果、海水の塩分濃度は地域による差はあるものの、海水の影響があるという条件の下では、当該地区の塩分濃度が極端に異なることはない。

ウ 腐食表面形状（鋼管の表面からの腐食深さを測定し、腐食の進行状況を調査）

10年という短い期間で鋼管が貫通するという事象は、埋設後初期の段階において、傷が生じていたことに起因することと推察できる。

## エ 管周りの腐食進行特性

潮汐の影響により土壤の含水比が、比較的低い状態と比較的高い状態が繰り返され、その際、海水の流入毎に酸素も供給される。

このため、腐食の主要因である酸素と腐食が進行しやすい塩分濃度である海水に常時さらされることで、被覆の損傷後、管体の腐食が著しく進行したと推測される。

## オ 塗覆装と埋戻土との接触試験

試験方法：現場から採取した埋め戻し土を敷きならし、管体を回転させることで碎石と接触度合いを確認した。

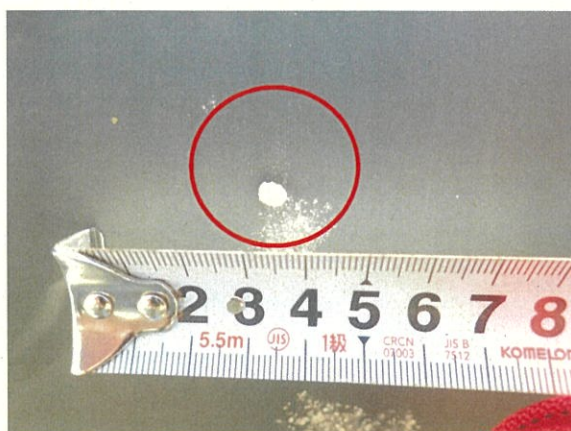
試験の結果、管体塗膜への1~3mm程度の碎石の突き刺さりを複数箇所確認した。これらの碎石の刺さは浅く、素手で簡単に外れる程度だった。

本試験では、鋼管の自重のみの荷重の作用であったが、実環境においては、埋戻土及び締固め時の荷重なども作用するため、更なる碎石の突き刺さりが想定される。これらのことから埋戻し土中の碎石などとの接触がポリウレタン被覆鋼管の腐食・損傷の要因になると推察される。

【写真1】接触試験の状況



【写真2】試験後に確認された突き刺さった碎石



### 3 調査結果のまとめ

- (1) 送水管の埋設箇所については、土壌調査の結果、腐食性が高い環境にあるといえる。なお、潮汐の影響を受ける他の箇所の土壌調査結果との大きな差異はなかった。
- (2) 送水管に使用した鋼管については、材質試験の結果、鋼材の成分と塗膜の物性については規格値を満たしていた。
- (3) 送水管が損傷した原因については、管体調査の結果、基礎及び埋め戻しに使用した改良土に含まれる砕石などが接触している管体に荷重が作用し、塗膜に小さな損傷が生じたことが原因と考えられる。

また、腐食性が高い環境下にあったため、腐食が短期間に進行した要因となった。

※ 南部地区配水施設整備事業では、当該工事箇所以外でも同様の施工方法で鋼管の布設工事を行ったが、当該工事箇所以外では管体に損傷は発生していない。

### 4 今後の対応

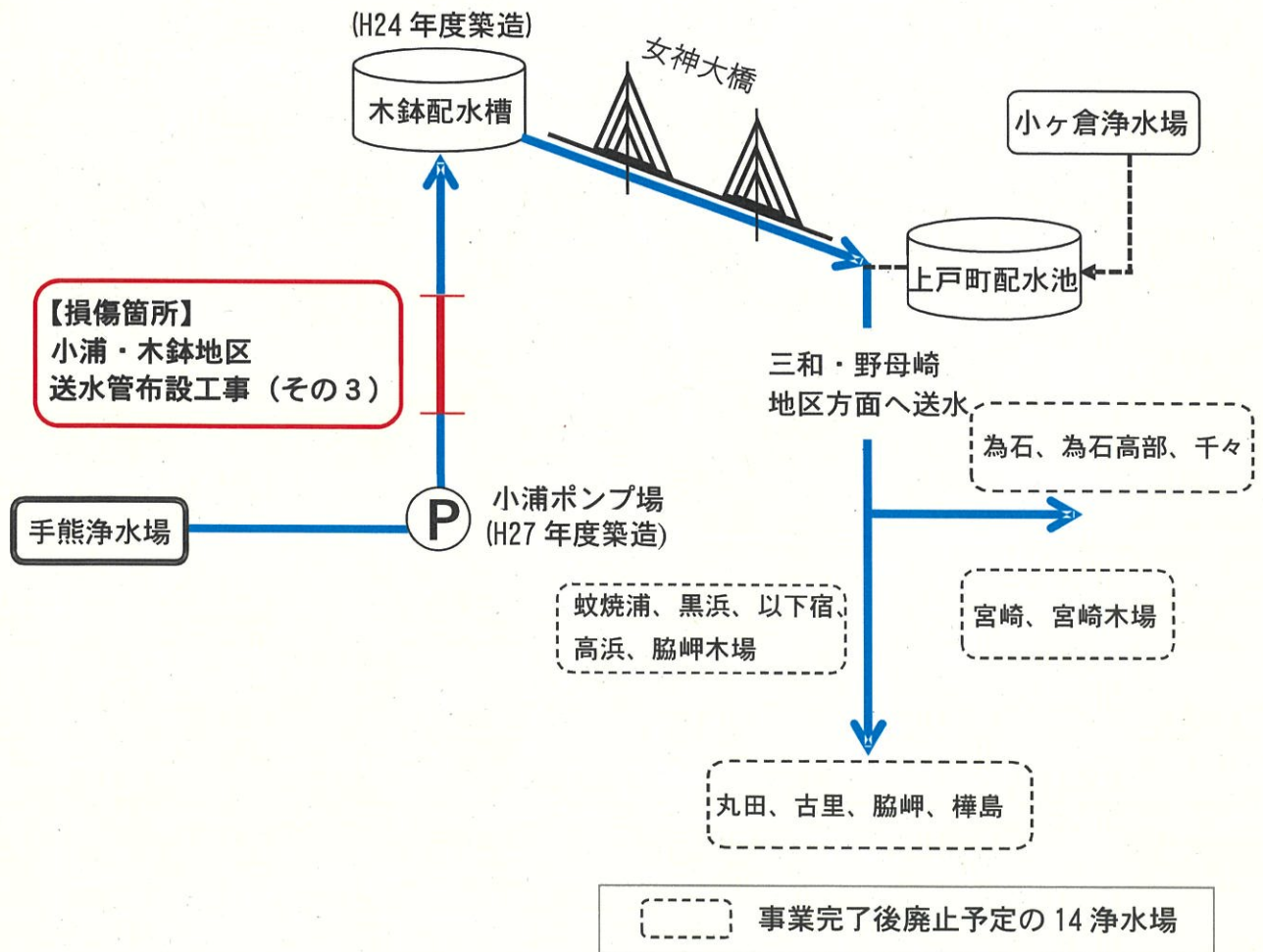
- ・今回の調査結果を踏まえ、損傷の起因の考え方及び今後の対応方針について、法律の専門家である顧問弁護士に相談する。

小浦・大浜地区送水管損傷について

1 損傷した送水管について

- (1) 経 過 水道施設統合整備事業の一環として、手熊浄水場から三和地区及び野母崎地区へ送水するための送水管を布設した。しかし、下記工事区間の管体において、漏水が繰返し発生し、その都度修繕を行ったが、現在までのところ漏水を防止することができていない。
- (2) 工 事 名 小浦・木鉢地区送水管布設工事（その3）
- (3) 工 期 平成19年10月24日～平成21年3月25日
- (4) 工事内容 送水管 口径:600 耗、延長:454m、管種:プラスチック被覆鋼管
- (5) 工 事 費 126,336,000 円

【水道施設統合整備事業（南部地区）イメージ図】



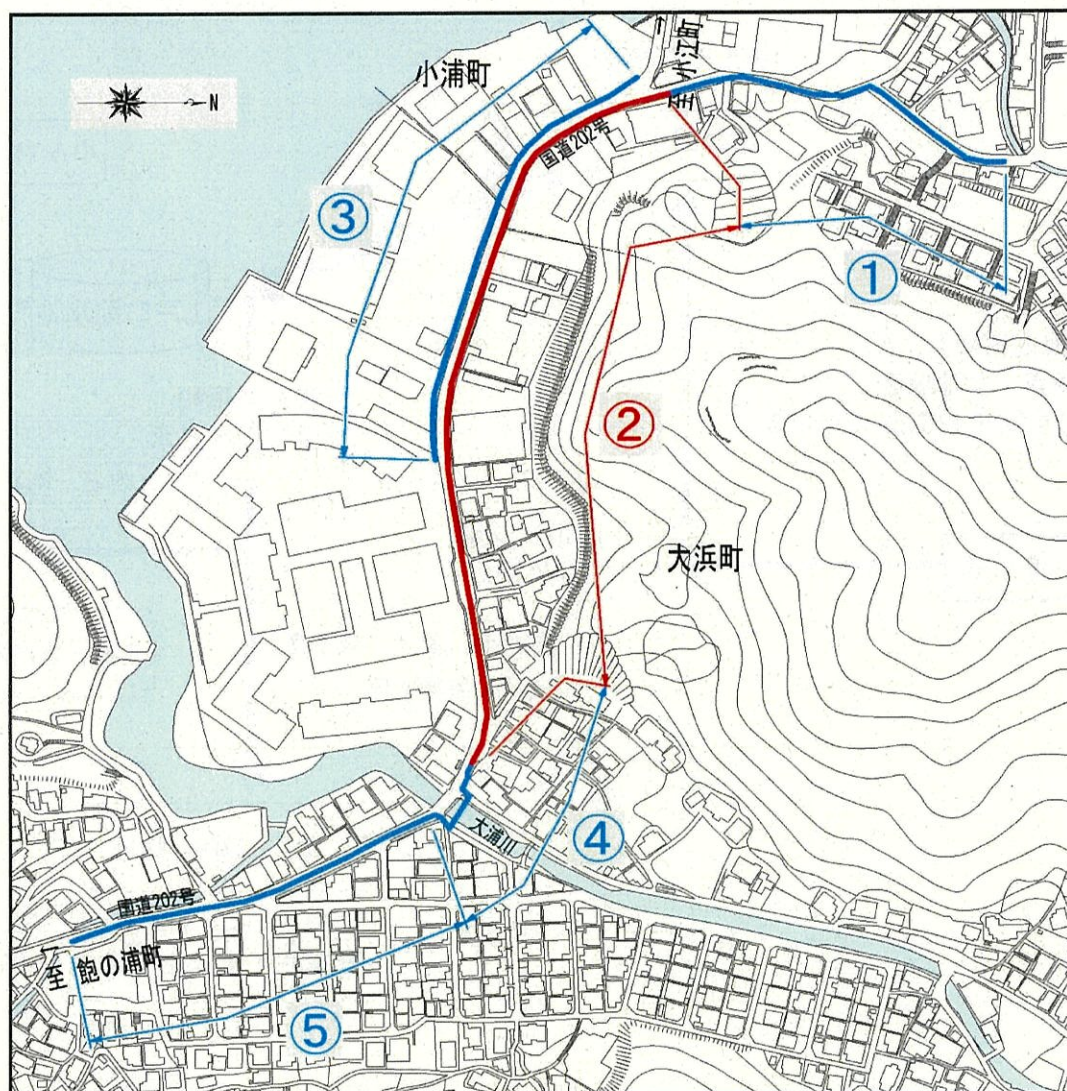
## 2 小浦・大浜地区の工事の状況について

小浦・大浜地区における平成20年度から平成25年度までの主な工事の概要は、次のとおりである。

なお、損傷があるのは、平成20年度に施工した太線囲みの「小浦・木鉢地区送水管布設工事（その3）」の口径600耗のプラスチック被覆鋼管のみである。

番号	路線名等	口径	管種	延長 (m)	布設年度	損傷状況
①	市道 小浦町2号線	600	プラスチック被覆 鋼管	216	平成23年度	なし
②	国道202号	600	プラスチック被覆 鋼管	454	平成20年度	19か所
③	国道202号	250	ダクタイル 鋳鉄管	296	平成20年度	なし
④	国道202号	600	プラスチック被覆 鋼管	73	平成25年度	なし
⑤	国道202号	600	ダクタイル 鋳鉄管	216	平成20年度	なし

※1 工事においては、ダクタイル鋳鉄管とプラスチック被覆鋼管のいずれかを採用し、工事を施工している。なお、①及び②の開削工事においては、経済性及び交通量や作業スペースなどの施工性を勘案して有利となるプラスチック被覆鋼管を採用している。





空白ページ

### 3 損傷に対する調査及び修繕の経過について

#### (1) 経過

- 平成 20 年度 小浦・木鉢地区送水管布設工事（その3）完了
- 平成 21 年度～27 年度
  - ・小浦ポンプ場から木鉢配水槽までの送水管布設工事
  - ・小浦ポンプ場築造工事
  - ・木鉢配水槽築造工事以上の工事を実施し完了した。
- 平成 27 年度 小浦ポンプ場から木鉢配水槽までの送水管に水を充填した。
- 平成 29 年 2 月 漏水調査【1 回目】  
送水管内の圧力の低下が見られたため、漏水調査を実施し、4 か所の漏水を発見した。
- 平成 29 年度～30 年度 漏水修繕【1 回目】  
漏水調査で発見した 4 か所を開削し、4 件の貫通腐食部を修繕した。
- 平成 30 年度 外面塗膜損傷調査  
再度、水圧試験を実施したが、送水管内の圧力は回復しなかったため、埋設管等に電圧をかける手法により外面塗膜損傷の有無を確認する調査を実施し、15 か所で塗膜に損傷があることを確認した。  
損傷修繕【2 回目】  
15 か所のうち、年度内に施工可能であった 1 か所の開削を行い、1 件の塗膜の損傷部を修繕した。
- 令和元年度～2 年度 漏水・損傷修繕【3 回目】  
14 か所の開削を行い、7 件の貫通腐食部、10 件の表面腐食部及び 15 件の塗膜の損傷部を修繕した。
- 令和 2 年 5 月 漏水調査【2 回目】  
3 回目の修繕完了にもかかわらず、送水管内の圧力は回復しなかった。このため、漏水調査を実施したところ、さらに相当箇所において漏水音を確認した。

# 既設送水管の損傷状況写真

【 第 1 段階 塗膜の損傷 】  
(塗膜に損傷が見られる状態)  
(上部損傷状況)



(上部損傷状況)



【 第 2 段階 表面腐食 】  
(塗膜の損傷部から、管の表面まで腐食が進行している状態)  
(側部損傷状況)



(下部損傷状況)



【 第 3 段階 貫通腐食 】  
(管の腐食が進行し、管に穴が開いている状態)  
(下部損傷状況)



(側部損傷状況)



(2) 損傷の状況

① 損傷があった「19か所」の分布図



② 19か所を掘削した際に判明した損傷の詳細状況は次のとおりである。

段階	上部	下部	側部	合計
第1段階 (塗膜の損傷)	8	4	4	16
第2段階 (表面腐食)	—	8	2	10
第3段階 (貫通腐食)	1	9	1	11
計	9	21	7	37

#### 4 管の損傷要因の検討状況について

当該送水管は、法定耐用年数 40 年であり、将来の更新計画においては目標耐用年数を 80 年に設定していたが、前述したように、同一ルートや同一区間の管は損傷しておらず、当該工事箇所の送水管（鋼管）だけが損傷していることから、その要因について以下のとおり検討を行った。

##### (1) 埋設箇所の特性の検討

送水管の埋設箇所については、次のような特性がある。

- (ア) 潮位により海水の影響を受けやすい。
- (イ) 地質において、岩盤が混在している箇所がある。
- (ウ) 交通量が多く、バスなどの大型車も通行する箇所である。

しかしながら、上記の条件下において管を布設することは、長崎市内においては特異なことではなく、このことが損傷の主たる要因ではないと考えられる。

##### (2) 製品そのものの検討

工場製造時や輸送時に疵が入っていた可能性について、鋼管メーカーに対しヒアリングを行ったが、工場での製品検査や日本水道協会の検査を受けて出荷されていることから、製造時の疵とは考えられないとの見解が示され、また、製品入荷時の受入検査も実施していることから、輸送時の疵とも考えられないとのことだった。

これらの見解は、妥当性があり本市としても損傷の主たる要因ではないと考える。

さらに修繕箇所が多く、通常では考えられない腐食であることから、鋼管の塗膜等に異常がないか布設した鋼管メーカーを通じて分析の専門機関に調査を委託したが、鋼管成分、外面塗膜成分ともに規格値を満たしており鋼管には異常なしとの報告を受けた。

##### (3) 施工上の要因の検討

施工時における重機により疵がつく又は埋戻・転圧時に礫等が塗膜に食い込んだ可能性については、施工業者にヒアリングを行ったが、鋼管の特性は十分理解したうえで取り扱っており、布設時には布製帯で保護した上でつり込みし、埋戻し時には配管に直接影響を与えないように転圧に配慮したことが確認された。

よって、施工中に管の表面を損傷したとは考えにくい。

##### (4) 長崎市（発注者）の設計及び施工監督上の要因の検討

設計や施工監督の上での指示等が不十分でなかったかについて、市が検討した結果は次のとおりである。

(ア) 設計時においては、当該工事は開削工事であるため、通常どおりボーリングによる地質調査を行わず、施工中に試掘などで確認しながら施工することとした。

(イ) 道路掘削において、施工業者から岩盤が出たとの報告があった際には、管が岩盤に直接あたらないように布設するよう指示を行った。

このように、市は通常通りの設計・施工監督を行っていた。

#### (5) 送水管の破損状況から推測される要因の検討

埋戻後において、当該工事区間は、海水の影響を受けやすい箇所であったことから、海水で埋戻土が流出し、送水管が直接岩盤にあたることにより塗膜に疵が入った可能性は否定できない。

しかしながら、当該送水管は、工事区間全般にわたり疵が入っているが、区間内には岩盤が含まれていない区間もあること及び工事区間における塗膜の損傷は、管の下側だけでなく、横側や上側にも見られたことから、すべてが直接岩盤にあたったことによる疵とは考えられない。

### 5 専門機関の見解等

#### (1) 日本水道協会

このように塗膜の損傷が激しいのは特異なことと考えられることから、協会としてその原因調査には大きな関心がある。また今後の調査については、協会として協力して行きたい。

#### (2) 日本水道鋼管協会

このような損傷は、今までに例がないことから、原因調査は必要であり、こちらからもお願いしたい。協会としても調査する際には、専門の大学を紹介するなど協力することは可能である。

### 6 令和2年9月以降の対応方針

これまでの調査、修繕及び要因の検討の結果を受けて、

- ① 当該工事区間の漏水等の箇所については、可能な限り調査及び修繕を行ったが、繰り返し漏水が発見され、これまでの方法では損傷の原因及び全容を把握することが困難な状況である。
- ② 専門機関の見解においても、特異な事例であり、全容を把握するためには開削による原因調査が必要である。

との判断に立ち至った。併せて、

- ③ 小浦・木鉢地区送水管布設工事（その3）の区間は、水道施設統合整備事業のルートであり南部地区の施設統合を完了するために早期に復旧する必要がある。

以上のことから、水道施設統合整備事業を完了するため、当該工事区間について開削による布設替えを行い、併せて埋設されている鋼管の管体調査と埋設場所の土壌調査を実施することとした。

また、水道施設統合整備事業の延期に伴い、南部地区の一部の浄水場の運営を令和3年度まで延長した。

## 小浦・大浜地区送水管損傷の対応状況について

### 1 概要

小浦・大浜地区において平成 20 年度に布設が完了した、口径 600 耗の送水管（プラスチック被覆鋼管）が複数箇所損傷を受け漏水していることから、令和 2 年 9 月議会で予算を補正し、布設替工事及び損傷原因の調査を行った。

### 2 布設替工事の状況

#### （ア）工事内容

開削により既設送水管を撤去し、ダクタイル鋳鉄管に布設替えを行う。

#### 【工事の契約状況】

工 事 名	受 注 者	工 期
小浦・大浜地区（径 600 耗） 送水管布設工事（1 工区）	（有）石本建設	令和 2 年 10 月 14 日 から 令和 4 年 2 月 28 日 まで
小浦・大浜地区（径 600 耗） 送水管布設工事（2 工区）	（株）東昇興産	令和 2 年 10 月 14 日 から 令和 4 年 2 月 28 日 まで

### 3 損傷原因の調査の状況

#### （1）土壌調査について

#### （ア）調査内容

既設送水管の撤去と並行して、損傷している鋼管周りの土壌及び地下水を採取し、土壌が鋼材に影響を与える特性がないかを確認する。

#### （イ）調査項目

##### a 土壌分析

専門的な方法により次の項目の試験を行う。

- ① 土壌比抵抗 ② 土壌パーハー ③ 電位 ④ 含水比  
⑤ 硫化物判定 ⑥ 硫黄含有量

##### b 土壌抽出水、地下水分析

専門的な方法により次の項目の試験を行う。

- ① 比抵抗 ②パーハー ③ 硫酸イオン含有量  
④ 塩酸イオン含有量 ⑤ 蒸発残留物

## (2) 材質試験について

### (ア) 調査内容

既設送水管について、鋼材の成分分析及び塗膜の物性試験を行い、製品の基準を満たしているかの検証を行う。

### (イ) 調査項目

#### a 鋼材の成分分析

ドリルを用いて切粉を採取し、次の項目の成分分析を行う。

- ① 炭素 ② 硫黄 ③ リン

#### b 塗膜の物性試験

専門的な方法により次の項目の試験を行う。

- ① 付着性 ② 硬さ ③ 比重 ④ 引張強さ ⑤ 伸び  
⑥ 吸水率

## (3) 管体調査について

### (ア) 調査内容

損傷の全容を把握するため、土壌調査、材質試験の結果及び錆等の分析を行い、総合的に損傷の原因を検討する。

### (イ) 調査項目

#### a 鋼材腐食の解析

特殊な機器を用いて分析を行う。

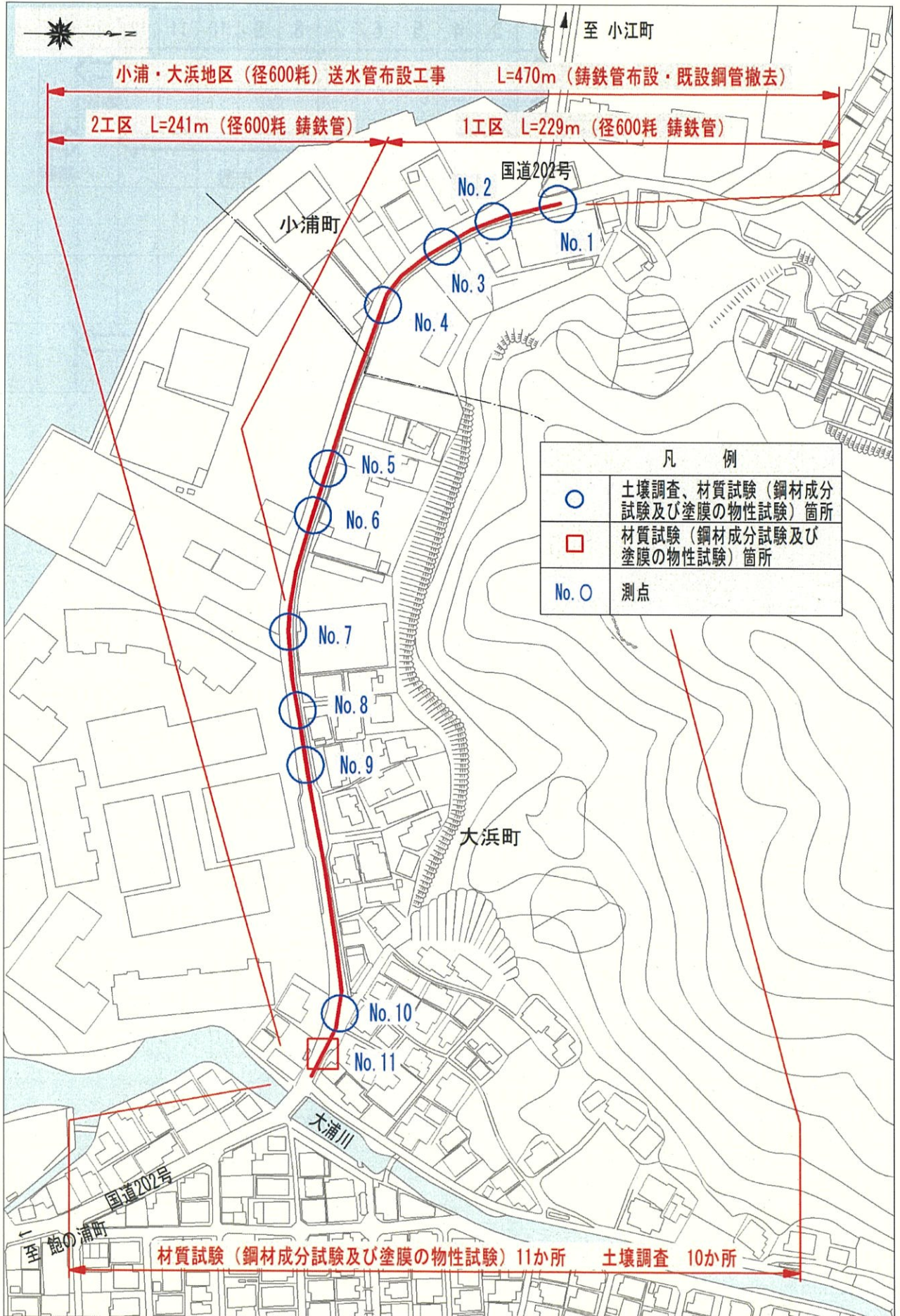
- ① 被覆下腐食による塗覆装の膨れ性状の現地測定  
② 海塩由来の腐食生成物層の塩素イオン含有量の分析  
③ 表面性状（形状）  
④ 管周の腐食進行特性  
⑤ 塗覆装と埋戻土との接触試験

### 【調査の契約状況】

調査項目	依頼先	履行期間
土壌調査	(株)協環	令和2年12月28日から 令和3年8月12日まで
材質試験 (鋼材)	長崎県工業 技術センター	令和3年7月6日から 令和3年7月9日まで
材質試験 (塗覆装)	一般財団法人 化学物質評価研究機構	令和3年7月26日から 令和3年9月30日まで
管体調査 (錆・解析とりまとめ)	国立大学法人 九州大学	令和3年3月9日から 令和4年1月31日まで



# 工事・調査箇所平面図



工事・調査等のスケジュール

年度	令和2年度						令和3年度											
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
ガス管 移 設				↔ 仮設											↔ 本設			
水道管 布 設	↔ 準備・試掘				↔ 撤去			↔ 布設					↔ 舗装					
土 壤 調 査		↔ 採取・分析																
材 質 試 験								↔ 採取・試験										
管 体 調 査						↔ 採取・分析・総合解析												

管体調査記録表

小浦・大浜地区(径600耗)送水管 管体調査記録表	管理番号	35	2/6	撤去日	令和3年4月26日
	管番号			調査日	令和3年4月27日
				担当者	

管路情報

管種	SP	管材料	直管
口径	φ600	延長	5.01
布設年度	H20	修繕履歴	無
継手形式	溶接	修繕時期	

確認事項

番号	部位	損傷内容				コメント
		被覆損傷	鋼材腐食	穴あき	その他	
④	側底部(中)	○	○			No.11+28.9 錆
⑤	底部	○	○			No.11+28.9 錆
⑥	側底部(7h)	○	○			No.11+28.9 錆 浮き

損傷箇所概略図

<p>終点 No.11+31.7 ← 5.01 → 起点 No.11+26.5</p> <p>溶接箇所1.86m</p>		<p>損傷箇所④</p>	<p>損傷箇所⑤</p>	<p>損傷箇所⑥</p>
<p>起点切断面からの離れ(m)</p>	<p>損傷箇所④ L= 2.40 (m)</p> <p>損傷箇所⑤ L= 2.40 (m)</p> <p>損傷箇所⑥ L= 2.40 (m)</p>	<p>原因 岩塊との接触?</p> <p>損傷箇所の寸法 5mm×10mm</p>	<p>原因 岩塊との接触?</p> <p>損傷箇所の寸法 40mm×20mm</p>	<p>原因 岩塊との接触?</p> <p>損傷箇所の寸法 錆: φ 20mm 浮: 100mm×115mm</p>

管体写真

