

国見第一配水幹線漏水事故 調査報告書 【概要版】

令和 5 年 2 月

仙台市水道局

国見第一配水幹線漏水事故調査委員会

はじめに

本報告書は、国見第一配水幹線漏水事故調査委員会により、漏水事故及び事故に伴い発生した被害の原因を調査・分析し、同幹線の今後の事故防止と被害軽減に寄与することを目的としたものである。

令和5年1月18日

国見第一配水幹線漏水事故調査委員会

委員長	菊池 修一（次長・水道技術管理者）
副委員長	佐藤 康浩（給水部長）
委員	千葉 敏昭（参事兼水道危機管理室長）
委員	渡部 和彦（参事兼計画課長）
委員	神倉 崇（経営企画課長）
委員	相澤 正徳（配水管理課長）
委員	本田 勝博（南配水課長）
委員	伊藤 本之（東配水課長）
委員	馬場 淳（北配水課長）
委員	千枝 真治（西配水課長）
委員	植木 義則（給水装置課長）
委員	井上 信彦（管路整備課長）
アドバイザー	宮島 昌克（金沢大学名誉教授）
調査協力	桂島 剛（ダクタイル鉄管協会東北支部長）
調査協力	川添 秀朗（ダクタイル鉄管協会）
調査協力	上田 諭（ダクタイル鉄管協会）
調査協力	西槇 伸充（ダクタイル鉄管協会）
調査協力	兼子 浩（ダクタイル鉄管協会）
委員会事務局	給水部 配水管理課 管理係

《参考》

本報告書に用いる分析・検討結果を表す用語の取扱いについて

- （１）断定できる場合：～認められる
- （２）断定できないが、ほぼ間違いない場合：～推定される
- （３）可能性が高い場合：～考えられる
- （４）可能性がある場合：～可能性が考えられる

概要版目次

1 事故調査委員会の概要	1
1.1 委員会の目的	1
1.2 位置づけと委員等の構成	1
1.3 審議経過	2
2 漏水事故の概要	3
2.1 事故直前までの配水状況	3
2.2 事故状況と措置	4
2.3 浸水被害の状況	13
2.4 漏水量の推定	13
3 事故管路の諸元	14
3.1 国見第一配水幹線の経歴	14
3.2 事故管路の竣工情報	15
3.3 管路に作用する水圧	16
4 管材質の調査	17
5 埋設環境の調査	21
6 事故発生までの気象等	22
6.1 降雨の状況	22
6.2 地震の発生状況	22
7 事故の原因	23
7.1 考えられる事故原因	23
7.2 アドバイザー（金沢大学名誉教授 宮島昌克氏）からのコメント	23
8 今回事故の総括と今後の対応策	24
8.1 事故対応の総括	24
8.2 現状の課題	26
8.3 今後の対応策	28

1 事故調査委員会の概要

1.1 委員会の目的

令和4年7月15日（金）9時14分頃、青葉区台原5丁目1-2地先の市道に埋設された国見第一配水幹線（配水本管）にて、大規模な漏水が発生した（図1.1）。この漏水により付近一帯が冠水し、青葉区・宮城野区・泉区の一部で断水や濁り水等が生じた。このときの影響は最大で22,404戸、断水戸数は8,428戸であった。破損した管路は昭和37年4月に竣工した路線のうち、昭和36（1961）年製の高級铸铁管（A形継手）口径900mm曲管（11° 1/4）であった（図1.2、1.3）。

本件は、市民生活に多大な影響を及ぼしたことを踏まえ、事故原因の究明とともに、国見第一配水幹線上での同種事故を回避するための対策等を検討するために「国見第一配水幹線漏水事故調査委員会（以下、「委員会」という。）」を設置した。



図 1.1 漏水の様子



図 1.2 止水後の事故管路

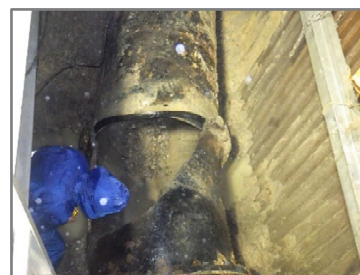


図 1.3 後日の事故管路堀上げ状況

1.2 位置づけと委員等の構成

本委員会は、条例に基づき設置する附属機関としてではなく、意見聴取を行う懇談会として運営した。委員はすべて水道局の管理職員とし、委員長は技術次長、副委員長は給水部長を充て検討を進めることにした。ただし、破損管自体の詳細な調査については専門的な知識を必要とすることから、一般社団法人日本ダクトイル鉄管協会¹⁾に破損管の管体調査について協力を依頼している。また、学識経験者として金沢大学名誉教授の宮島昌克²⁾氏をアドバイザーとしてお招きし、その知見による意見も聴取することにした。

委員会が審議した事故原因や今後の対策等は、委員会事務局（配水管理課管理係）が報告書として取りまとめ、仙台市水道事業管理者あてに提出することにした。

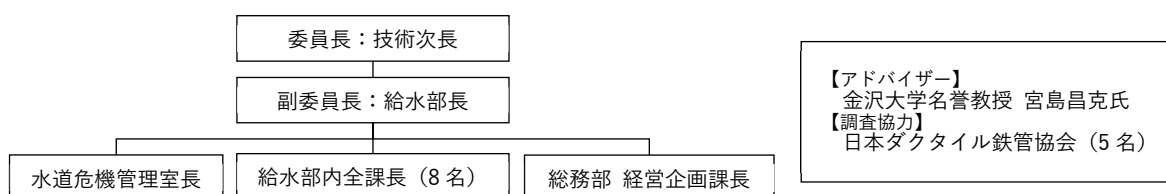


図 1.4 委員会の組織構成

1) ダクトイル鉄管を製造している会員企業によって組織された団体。ダクトイル鉄管の技術広報活動と、水道業界の課題解決のための活動を推進している。

2) 工学博士、ライフライン防災総研代表。地震工学及び水道システム全般に造詣が深いことから、調査報告への助言を依頼。

1.3 審議経過

委員会は、令和4年9月1日に第一回の会議を開き、事故状況の報告をはじめ調査方針等を審議・決定した。この方針に基づき、埋設環境調査のための土壌腐食性調査を実施したほか、一般社団法人日本ダクタイル鉄管協会にて、事故管の腐食状況など外観・寸法、材質、材料物性などを調査し、その結果について審議した（表 1.1）。

委員会は、令和5年1月18日までに計3回を開催し、調査並びに想定しうる事故原因について慎重に検討を行い、今回の結論を得たものである。

表 1.1 委員会の開催状況

委員会日程		議事の概要
第1回	令和4年 9月 1日（木）	①国見第一・第二配水幹線の概要 ②国見第一配水幹線更新計画 ③国見浄水場系統の位置づけと事故当日の概要 ④漏水箇所の対応状況 ⑤日本ダクタイル鉄管協会への調査依頼とその内容 ⑥水道局での調査内容 土壌の腐食性調査（水道局発注） ⑦委員会スケジュールと次回委員会の日程 ⑧破損管の視察
第2回	令和4年11月14日（月）	①土壌調査結果の報告（水道局） ②漏水事故管体調査中間報告書（協会） ③委員会スケジュールと次回委員会の日程
第3回	令和5年 1月18日（水）	①漏水事故管体調査最終報告書（協会） ②アドバイザーからのコメント（宮島金沢大学名誉教授） ③事故調査委員会報告書（委員会事務局）

2 漏水事故の概要

2.1 事故直前までの配水状況

(1) 仙台市の水源及び配水量

本市の水源は、茂庭、国見、中原、福岡の4つの主要浄水場（図2.1のうち黄色の長方形部分）と、その他西部の中山間地域にある小規模浄水場4箇所（図2.1のうち水色の長方形部分）、計8箇所の自己浄水場に加え、宮城県営の用水供給事業である仙南・仙塩広域水道（以後、「広域水道」という。）からの用水供給を受けるための9箇所の受水池（図2.1のうち緑色の楕円部分）で構成されている。参考として事故前日7月14日（木）の本市配水量は、330,900 m³/日であり、この時期としては平均的な水準であった。

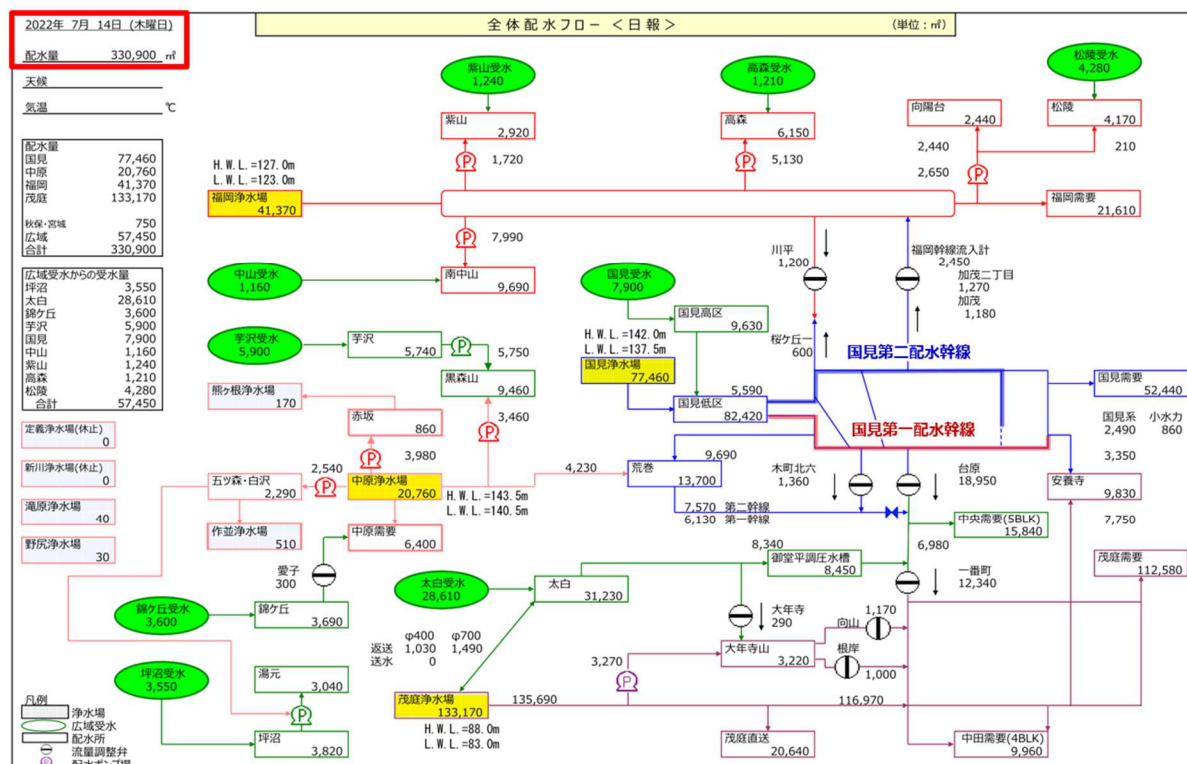


図2.1 事故前日の配水量（実績値）

(2) 国見浄水場と国見第一配水幹線の位置づけ

この時期、国見浄水場での浄水量は日量8万～8万5千m³程度となっている。国見浄水場は、本市主要浄水場の中では規模が大きく原水水質も比較的良好なうえ、最も標高が高い立地を活かして他の水系への融通等が容易であることから、本市水運用³⁾の要となる浄水場であり、稼働率は高くなっている。

³⁾ 水源からお客さまへ安定的に給水を行うために、水源水量予測及び配水量予測に基づき、原水及び浄水の適正な配分計画を立て、貯水池の運用も含め、取水から送配水まで水道施設全体の中で水を効率的に運用すること。

同浄水場の場内配水池は、国見第一、第二配水幹線⁴⁾の起点となっており、水位は 137.5m (L.W.L⁵⁾) となっている。国見第一配水幹線は、市内中心部への供給を担う中央配水幹線に接続しており茂庭浄水場の配水系統に（図 2.1 太い赤線部分）、国見第二配水幹線は、福岡浄水場系統の配水幹線に接続しており、福岡浄水場の配水系統に対し自然流下で水融通することができる施設となっている（図 2.1 太い青線部分）。

2.2 事故状況と措置

（１） 事故の発生状況

令和 4 年 7 月 15 日（金）の 9 時 14 分頃、監視システム⁶⁾上で漏水発生箇所に関連した複数の配水ブロック注入点⁷⁾や幹線流量計等で一齐に 30 件を超える異常値検出の警報が発報した。監視システムを所管する配水管理課水運用係（以後、「水運用係」という。）では、監視システム上のフロー図から警報発生信号元の挙動確認を行い、9 時 20 分頃までにはテレメータ基地局設備⁸⁾の異常ではなく、何らかの水道施設事故発生の可能性が高いものと判断した（図 2.2）。

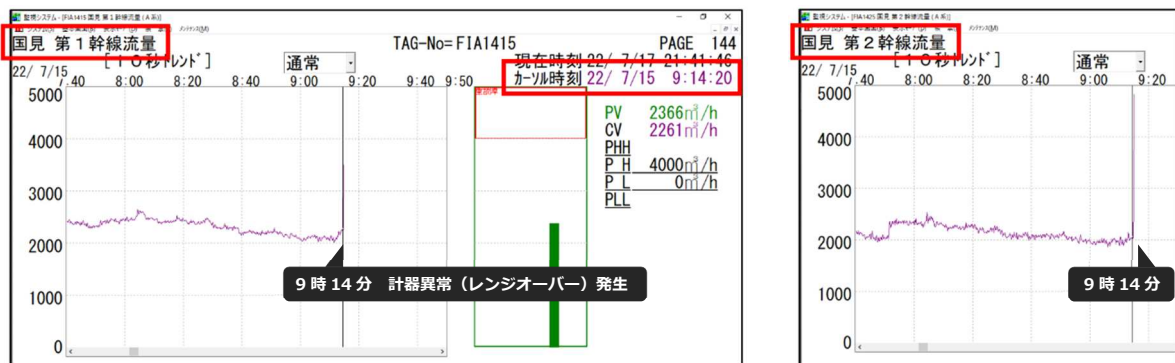


図 2.2 警報発報時の国見第一、第二配水幹線流量のトレンドグラフ⁹⁾

（２） 初動対応

水運用係は、当該施設を所管する西配水課に対して、国見第一配水幹線上の口径 900 mm または 800 mm で大規模な漏水の可能性がある旨の電話連絡を行い、早急な現場対応を要請した（図 2.3）。

監視システムでの警報発報後、青葉区や泉区の一部の住民からコールセンター及び水道修繕受付センターへ「蛇口から水が出なくなった」といった旨の問い合わせが多数寄せられた。電話窓

4) 本市では、水道管のうち特に重要なものを配水幹線と呼び、個別に名称を付している。

5) 配水地水位のうち低水位を指す。この高水位として H.W.L もある。配水池容量は、配水池の有効面積に高水位と低水位の高さを乗じて求めることができる。

6) 水源から配水ブロック注入点までの水量、水圧、水質、設備状況（運転や故障）等の監視を行うためのシステム。

7) 本市は、全国に先駆けて昭和 38 年から給水区域のブロック化を進めている。この利点は、ブロック内での水量・水圧の適正管理、ブロック単位での漏水発見、今回のような事故時の被害区域をブロック単位に最小化できること等が挙げられる。本市では、ブロックへの配水地点を注入点と呼んでおり、原則ブロック 1 箇所につき 1 箇所の注入点としている。

8) 遠方に設置された施設及び設備機器を、制御所から遠方監視及び操作設備によって監視制御するための設備のこと。1 カ所の制御所から複数の被制御所を管理することができるため、今日では施設管理上欠かせない設備となっている。

9) 関連する属性間での一定の期間にわたるデータの変化を表すグラフを指す。

口が塞がったためか、住民から各課のダイヤルイン回線への問い合わせも多く入電し、職員も電話対応に追われることになったが、「原因は調査中」としか回答できなかった。

そのような中、Twitter 等のソーシャル・ネットワーキング・サービス（以後、「SNS」という。）上では「台原生協前で冠水している」との情報が冠水映像とともにやり取りされていた。国見庁舎の事務室へも、パトロール班が出動して間もなく「台原が冠水している」という地域住民からの連絡が複数入り、SNS 上でも台原の冠水映像を確認したことから、出動した4班に対し、青葉区台原地区へ向かうよう指示を出している。

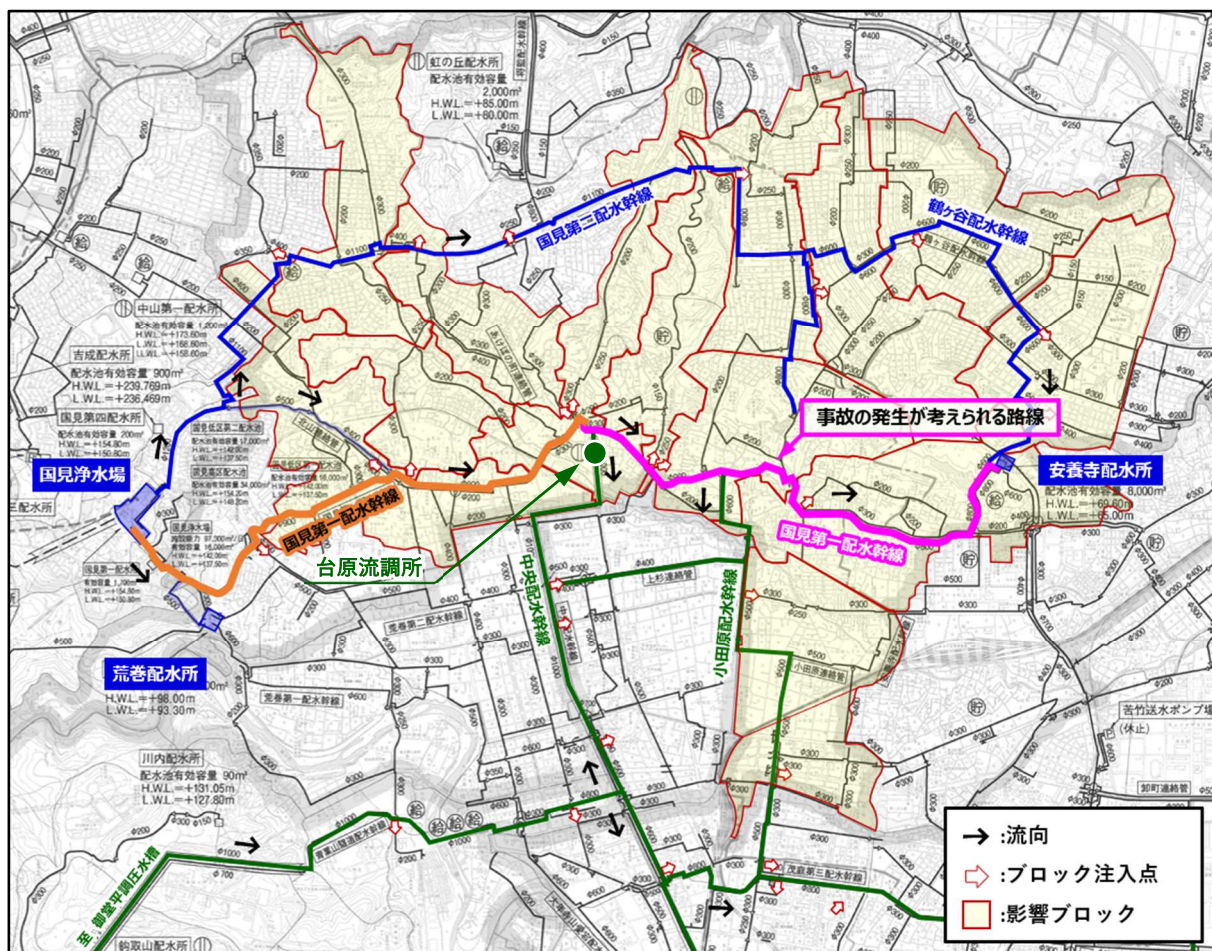


図 2.3 事故直前の水運用状況と影響のあった配水ブロックの関係

(3) 漏水箇所 の 把握 と 止水

通常時は、国見第一配水幹線から台原流量調整所（以下、「台原流調所」という。）を介し、中央配水幹線への加給運用を行っている（図 2.3 のうち緑の丸部分）。しかしながら、監視システムでは、警報発報直後から漏水による国見第一配水幹線の著しい水圧低下により、御堂平調圧水槽の流出流量が激増していたことから、中央配水幹線側から台原流調所への大量逆流を確認した。中央配水幹線系統への影響を回避するために、9 時 30 分頃から 9 時 50 分頃にかけて大野田庁舎からの遠隔制御により台原流調所の閉止操作を行った（図 2.4）。

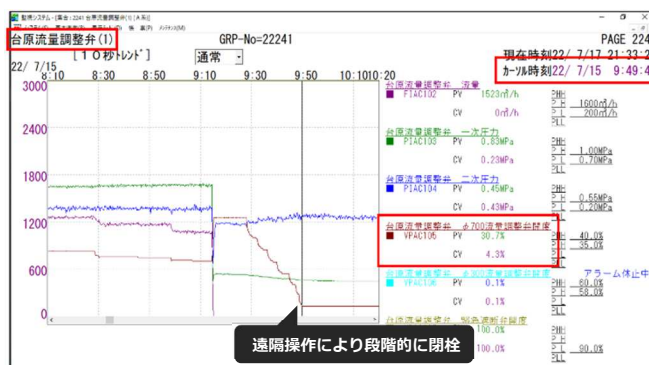


図 2.4 台原流調所流量調整弁の遠隔操作状況

10 時 10 分頃、現場へ駆けつけたパトロール班から、青葉区台原 5 丁目（みやぎ生協台原店付近）で地上漏水を確認したと水運用係に連絡が入った（図 2.5）。しかしながら、ひざ下程度までの道路冠水により、現场上流直近の仕切弁に近づくことができないとの報告もあった（図 2.6 のうち水色の部分が冠水）。水運用係としても配管図上で概ねの漏水箇所を確認し、漏水を止めるためには、3 か所の仕切弁操作が必要なこともこの時点で判明した。



図 2.5 漏水箇所現場状況

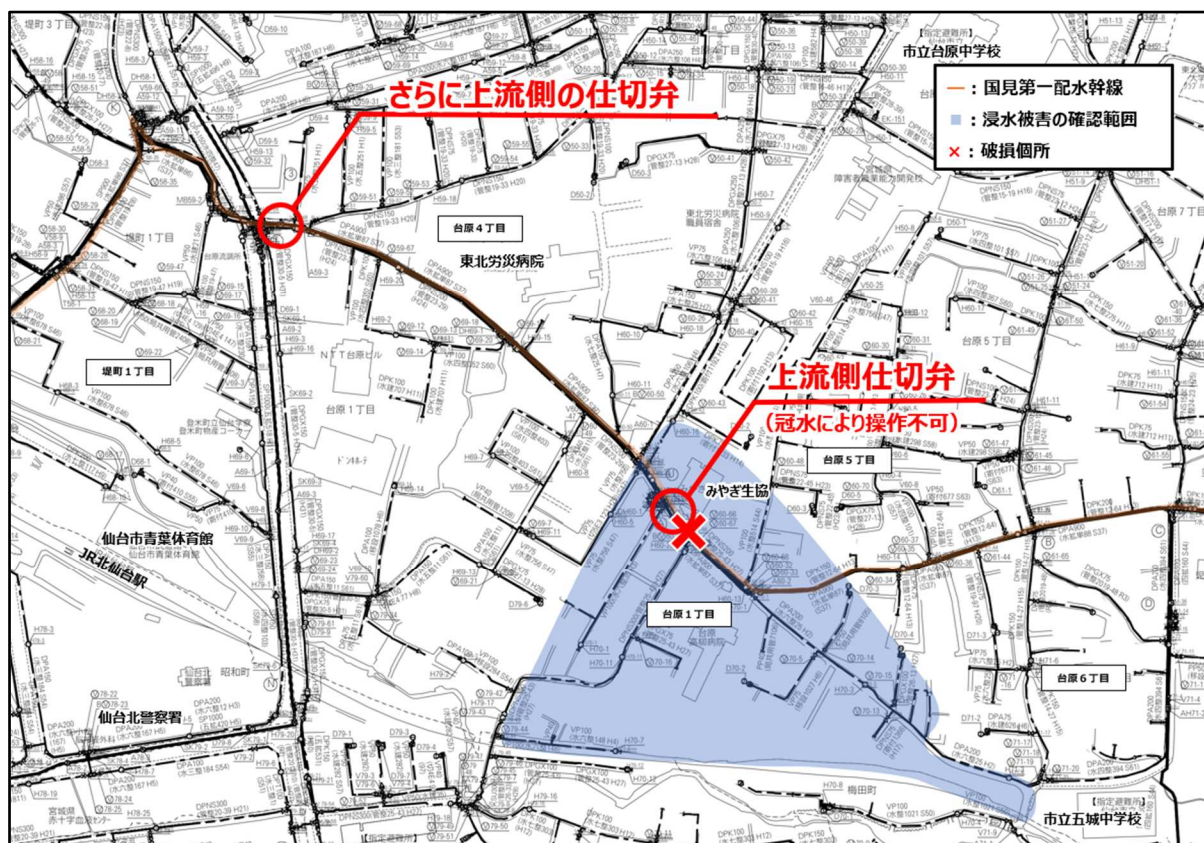


図 2.6 漏水箇所と上流側仕切弁の位置関係

冠水により現場近くの仕切弁に近づくことができなかったため、直近の仕切弁（図 2.6 のうち中央付近の赤丸）から 500m ほど上流の仕切弁（図 2.6 のうち左上の赤丸）と漏水箇所下流側 2 箇所の仕切弁を操作することにした。仕切弁の閉操作は、10 時 33 分頃から同 50 分頃にかけて、まずは漏水箇所上流の仕切弁を閉栓し、断・減水状態とした。この操作により国見第一、第二配水幹線共に計測上限を超えていた幹線流量が徐々に下がり、10 時 50 分頃には安定した。

下流側の仕切弁 2 箇所の閉栓は、漏水箇所の止水により影響を受ける小田原配水幹線上の小田原ブロックと仙台駅東ブロックについて、隣接する茂庭浄水場水系に切り替えし、11 時 35 分頃に閉栓操作を完了したことで、漏水箇所の概ねの止水を達成している。断水に伴い、操作対象仕切弁付近の道路冠水が解消されたことから、断水範囲を最小化するため閉栓仕切弁を当初水没範囲にあった仕切弁に変更した。その後、速やかに台原一丁目圧力調整弁から給水する 2 つのブロック（台原及び小松島ブロック）を復旧するために、正午頃から国見第一配水幹線の 2 つの閉栓仕切弁間の管路充水と上記 2 ブロック内への通水洗管、水系切替による逆流の影響が生じる小田原と仙台駅東ブロック内の洗管及び通水作業に着手した（図 2.7）。

西配水課は、緊急修繕業者（渡辺建設工業株）を手配し、事故現場付近の道路冠水が解消後、速やかに事故現場の掘削作業に入れるよう重機を準備していた。しかし、大量の漏水による洗堀のためアスファルト舗装版が浮き、土砂が周辺に流出していたため、掘削せずともポンプによる排水と現場の安全確保のみで、当該事故管が青葉区台原 5 丁目 1-2 地先の口径 900 mm 11° 1/4 曲管であると確認できた。漏水発生箇所は管路縦断方向に約 7m、横断方向に約 4m、深さ約 2.5m の陥没を生じ、冠水は、最大 50cm 前後（大人膝下程度）で、周辺の広い範囲に及んでいた。流出した土砂は隣接民家敷地を中心に周辺に堆積していた。

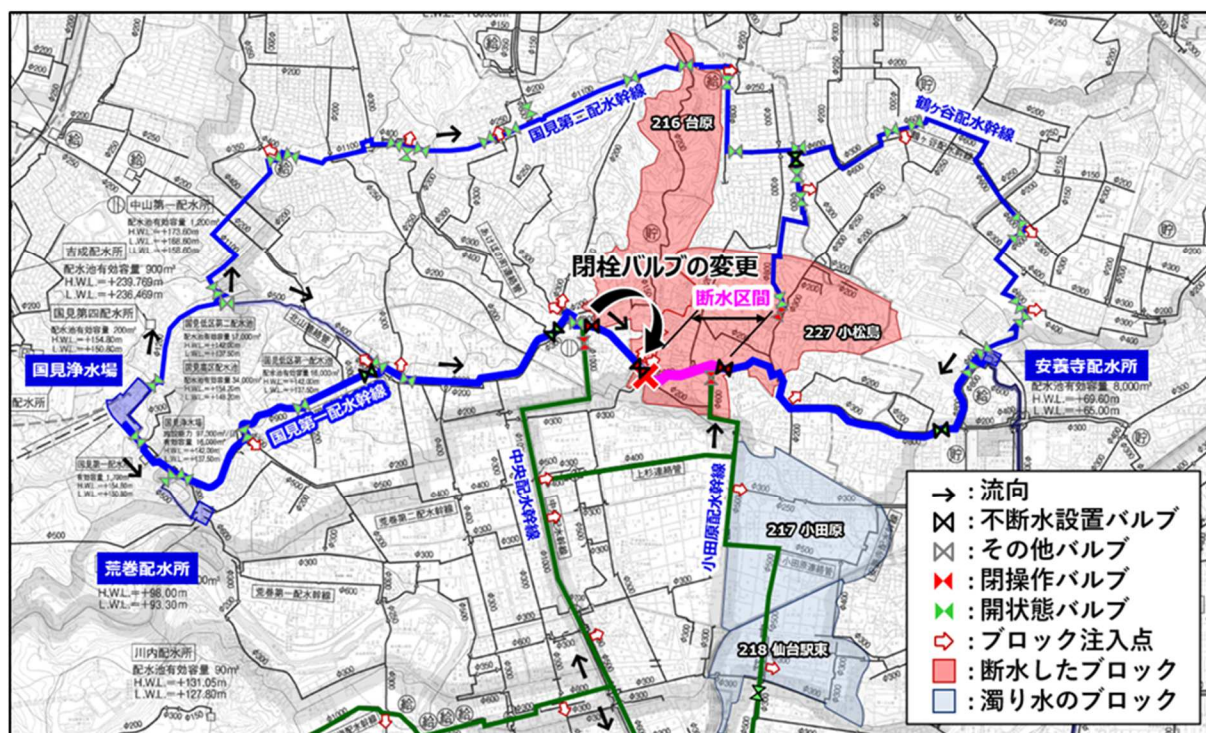


図 2.7 漏水事故箇所断水後の国見第一配水幹線の運用状況（×印は漏水事故箇所を示す）



図 2.8 県警による交通規制



図 2.9 舗装版撤去状況



図 2.10 破損管の全景

（４）漏水箇所の応急復旧

①復旧資材の確保

この管路の復旧には、事故管と同じ口径 900 mm の 11° 1/4 曲管と直管 1 本、既設管との接続部分に継ぎ輪 2 個が必要となる。本市では有事に備え、ダクタイル鋳鉄管の K 形継ぎ手材（直管、継ぎ輪、特殊押輪、ボルト・ナット、ゴム輪など）を備蓄していたが、曲管類は備蓄していなかった。

従って、備蓄資材のみでは管の復旧に対応できなかったため、西配水課では大規模水道事業体や管材メーカーなど多方面に連絡し、口径 900 mm 11° 1/4 曲管の在庫確認を行った。すると、管材メーカーの工場（兵庫県）に K 形継ぎ手ではなく、NS 形継ぎ手の在庫を確認した。この材料は本来、他都市向けに在庫していたものであったが、なんとか融通していただく調整ができたため、接合に必要な NS 形の直管とともに各 1 個を緊急で手配することにした。なお、今回使用する K 形継ぎ輪には、特殊押輪を 4 組使用することになる。しかし、国見第一配水幹線の設計水圧が一般的な管路と比較して高圧ということもあり、備蓄する特殊押輪では対応できなかつ

た。従って、特殊押輪についても別の資材メーカーの工場（秋田県）から新たに調達することにした（図 2.11）。資材メーカーからは、事故発生の当日、7月15日（金）のうちに資材発送の手配をしてもらうことができたため、7月18日（月・祝日）には緊急修繕業者のもとへすべての資材が納入されている。

以上のように、事故当日中の管材料の調達は不可能とはなったものの、復旧が必要となる国見第一配水幹線の断水範囲は、ブロック切り替えにより他の配水幹線経路からの水融通が可能だった。このため、復旧工事に着手するまでの間は、当該事故区間の断水を継続しつつ、暫定的な幹線運用を行うこととした。

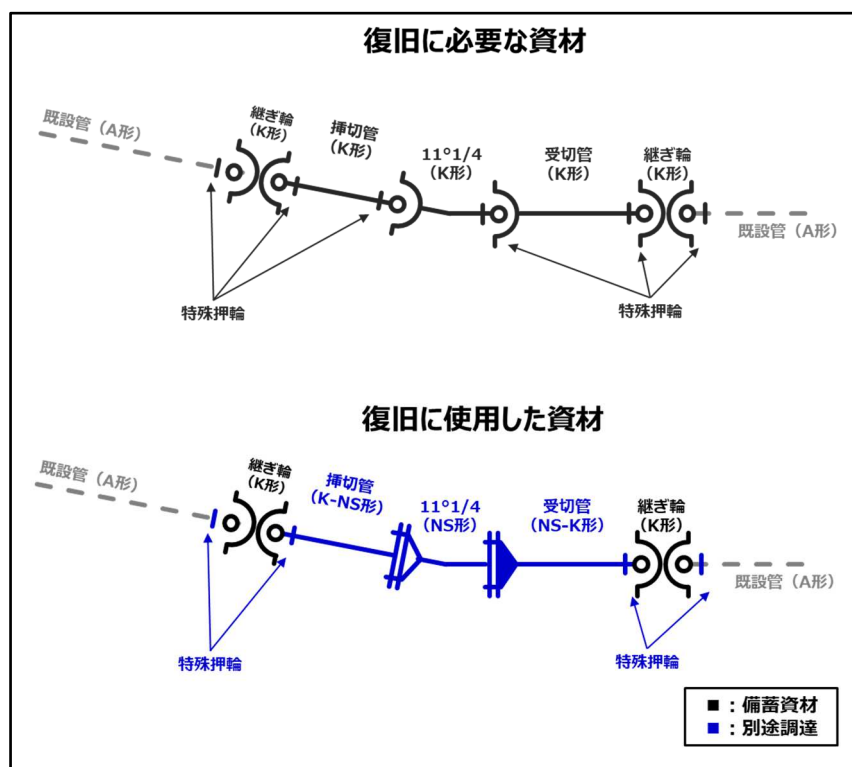


図 2.11 復旧箇所の管割図

②給水の暫定復旧

断水した台原と小松島の両ブロックについては、事故発生直後から大量の漏水による水圧低下により断水状態となっていたが、漏水箇所の止水完了直後から速やかに復旧作業に着手し、事故発生から約3時間後の12時30分頃に断水自体は解消している。断水した台原と小松島ブロックのほか、配水ルートの変更に伴い小田原と仙台駅東ブロックでも流向の逆転により濁り水が発生した（図 2.12）。これらブロックでの濁り水の除去作業は、日付が変わった深夜0時30分頃に完了している（表 2.1）。今回の事故による給水影響は22,404戸に及び、うち一時断水となったブロックの供給戸数は8,428戸であった。

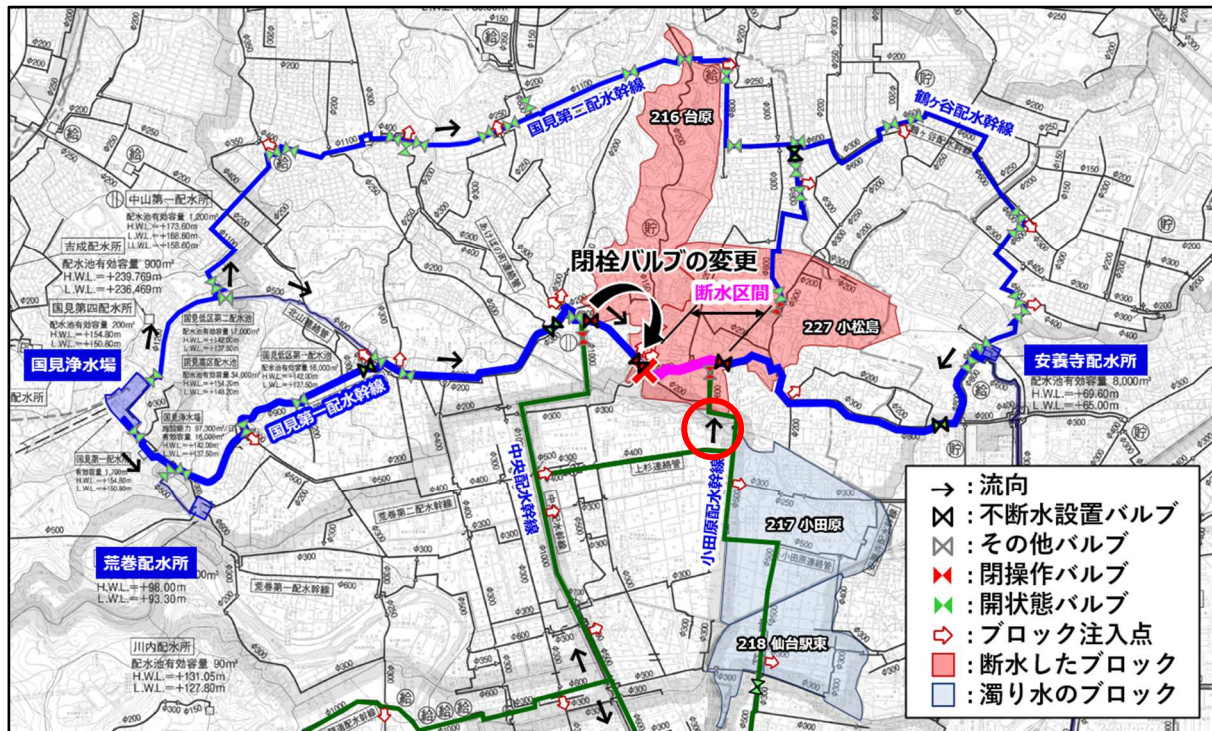


図 2.12 漏水箇所断水後の国見第一配水幹線の運用状況（赤の×印は漏水箇所、○印は流向の変化を示す）

表 2.1 給水影響ブロック一覧

影響ブロック名	作業完了日時	備考
台原 BLK [2,283 戸]	7 月 16 日 0 時 30 分	・ 事故当日の 12 時 30 分頃に断水解消、以後、濁り水管除去作業に着手
小松島 BLK [6,145 戸]	7 月 15 日 23 時 10 分	・ 事故当日の 12 時 30 分頃に断水解消、以後、濁り水管除去作業に着手
仙台駅東 BLK [7,748 戸]	7 月 15 日 16 時 04 分 ※茂庭水系へ暫定切替	・ 夜間使用水量ピーク時に水压低下 ・ 監視体制強化したが、水道修繕受付センターへの問合せ無し
小田原 BLK [6,228 戸]	7 月 15 日 16 時 30 分 ※茂庭水系へ暫定切替	・ 夜間使用水量ピーク時に水压低下 ・ 監視体制強化したが、水道修繕受付センターへの問合せ無し

（５）市民広報

事故の概要や応急給水の状況等については、水道局ホームページのほか、仙台市公式ホームページ、仙台市公式 LINE などを活用し、地域住民に広報を行っている。

（６）応急給水活動

前述の切替作業等に伴い、濁り水あるいは水が出にくい状況が生じる恐れがあったため、事故当日及び翌日に、災害時給水栓や非常用飲料水貯水槽、民間企業の給水車などを活用し、計 6 箇所で応急給水¹⁰⁾を行ったほか巡回給水も行っている（表 2.2）。

応急給水の実施にあたっては、周辺地域において広報車を展開し、給水所の開設について周知を図ったものの、給水所の利用は延べ 4 8 人に留まっている。この理由は、今回の事故では、断水戸数は多かったものの、断水が比較的早期に解消したためと考えている。

なお、水道局が所有する 6 台の加圧式給水車は、医療機関などの重要給水施設への給水活動を見込み温存したものの、結果的に使用することはなかった。

¹⁰⁾ 水道水の給水ができなくなった場合に、被害状況に応じて拠点給水や運搬給水などにより、飲料水を給水すること。

表 2.2 給水所の開設と巡回給水状況

開設日	区分	開設場所	開設時間	利用者	延べ
7月15日(金)	災害時給水栓	上杉山中学校	14:30~20:00	1人	48人
		北六番丁小学校	14:30~20:00	3人	
	非常用飲料水貯水槽	台原森林公園	15:30~22:00	30人	
	民間給水車 + 局広報車	小松島ヨークタウン	16:50~20:00	10人	
		福沢市民センター	16:50~20:00	2人	
		台原地区巡回給水	~20:00	2人	
	給水トラック	榴岡公園	17:30~22:00	0人	
7月16日(土)	給水トラック	榴岡公園	7:00~12:00	0人	

(7) 漏水箇所の本復旧

関係先との協議等が整い復旧作業に入る準備ができたため、漏水事故発生の翌々週、7月25日(月)から漏水箇所の復旧作業のための掘削を開始した。事故現場の道路は歩道がなく、幅員も広くはないことから、夜間通行止めとしての作業とし、日中は覆工板により交通開放した(図 2.13~2.15)。掘削完了後の8月4日(木)の夜間、事故管路をすみやかに取り除くために、破損管の前後をガス溶断してから、連絡部分の既設管を切断している(図 2.16、2.17)。切断した管路は、翌5日(金)の夜間に撤去し、6日(土)の夜間には、NS形のダクタイル鋳鉄管を3.4m 布設のうえ、K形の継ぎ輪2組を用いて両端を接続した(図 2.18~2.20)。ただし、既設管は接続角が15°以上あったことから、新管は許容角度の2°以内で曲げ配管し対応することとした。

埋戻し作業は8月8日(月)から始め、覆工板の撤去を含め同月12日(金)までに舗装の仮復旧までを完了している(図 2.21)。最終的に当該箇所のアスファルト舗装の本復旧は、10月4日(火)に完了している(図 2.22)。



図 2.13 覆工板の設置状況



図 2.14 夜間掘削の状況



図 2.15 掘削完了状況



図 2.16 既設管のガス溶断状況



図 2.17 接続部の整形状況

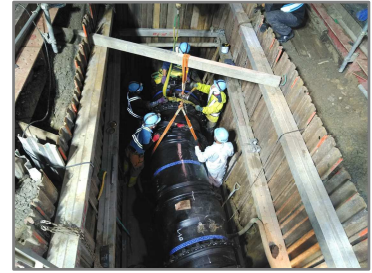


図 2.18 既設管との接続状況

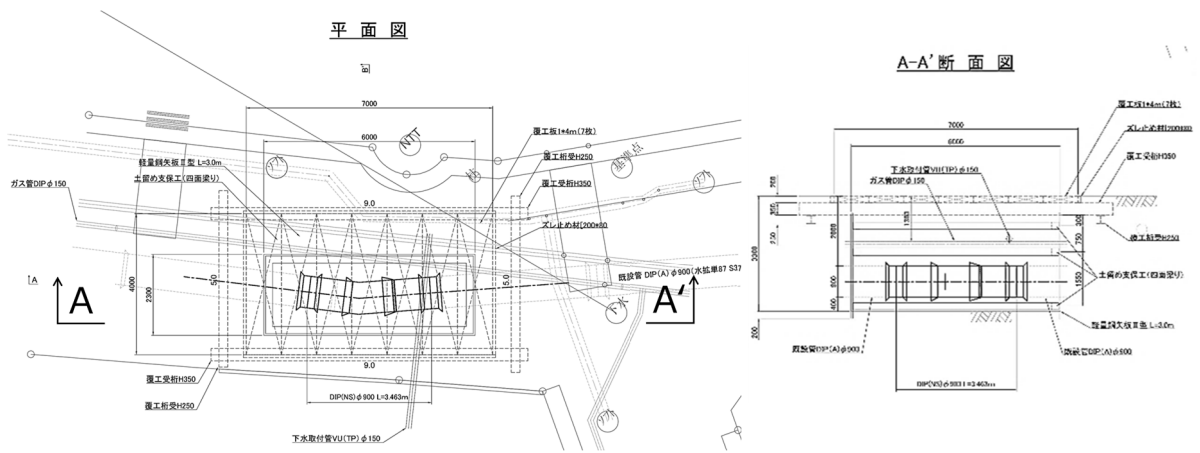


図 2.19 管路復旧箇所の施工図

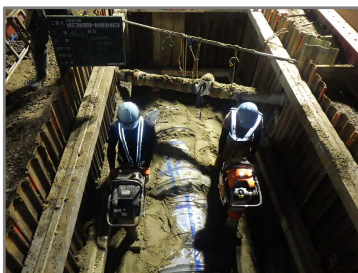


図 2.20 埋戻し転圧状況



図 2.21 舗装版仮復旧の状況



図 2.22 舗装版本復旧の状況

2.3 浸水被害の状況

事故発生翌日の16日（土）と、17日（日）にかけて、局職員が現場周辺の対象地域300を超える住宅・店舗・事業所へ訪問し、謝罪と被害状況の確認を行った（図2.23～2.25）。近隣家屋や駐車車両、クリーニング店、自動車整備工場などに多数の被害を及ぼした。

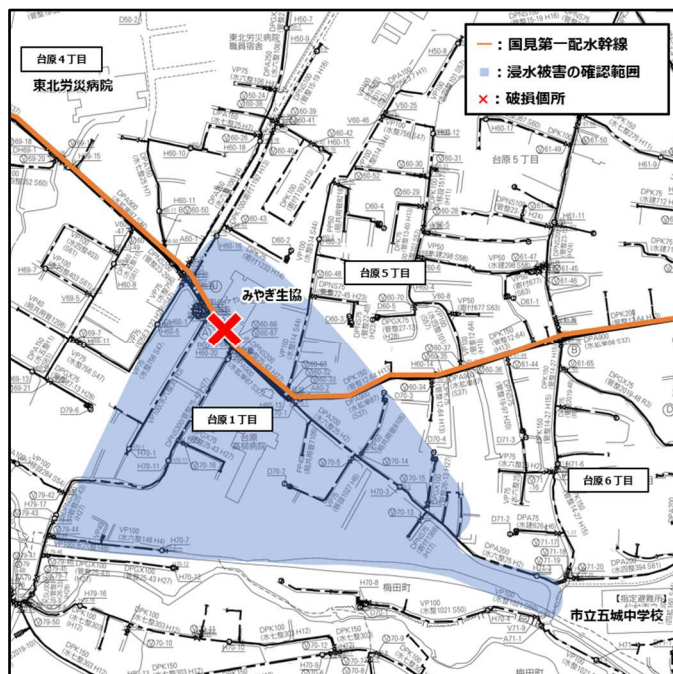


図 2.23 浸水の確認範囲



図 2.24 市道部分への土砂堆積状況



図 2.25 市道部分の舗装版隆起

2.4 漏水量の推定

起点である国見第一、第二両配水幹線の流量値が計測上限を超えたことから、配水池水位の変化などから漏水量を推定した。漏水量は、漏水事故が発生した9時14分頃の10から20秒の間に一気に増加した可能性が高い。試算の結果、このときの瞬間的な最大流量は約 $13,800 \text{ m}^3/\text{h}$ と推定した。この流量は、一般的な25mプール¹¹⁾が1分強で満水となる量に相当する。この事故による総漏水量は、9時14分の漏水発生から、止水を確認した13時18分までの約4時間で $16,600 \text{ m}^3$ と見積っている。

¹¹⁾ 貯水量は、(財)日本水泳連盟の競泳競技用25mプールの最小値（長さ25m、幅12.4、水深1.00m）にて 310 m^3 と算出。

3 事故管路の諸元

3.1 国見第一配水幹線の経歴

仙台市の水道は、第2次拡張事業（昭和30年度竣工）が第二次世界大戦によって遅れたため、拡張事業完成後すぐに使用水量が計画水量を超えた¹²⁾。そこで第3次拡張事業として、水源を大倉ダムに求め、国見浄水場や安養寺配水所とともに、それら施設を接続するための国見第一配水幹線を昭和35～38年度に整備した（表3.1）。同幹線は、ダクトイル鑄鉄管路線と鋼管路線が混在していることから、その分布を以下に示す（図3.1）。

表 3.1 国見第一配水幹線の整備内容

経路	国見浄水場から安養寺配水所まで
管種	DIP 路線：直管部（ダクトイル鑄鉄製、A形継手、内面：モルタルライニング ¹³⁾ ） 異形管部（高級鑄鉄製、A形継手、内面：ライニング無し） SP 路線：溶接継手（内面：タールエポキシ樹脂塗装、外面：アスファルトジュート巻）
口径	口径 900 mm 及び 800 mm
延長	7.9 km（うち DIP 路線 3.8 km、SP 路線 4.1 km）
設計水圧	7.5～10.0 K
竣工	昭和 35 年 11 月～昭和 38 年 3 月までに順次竣工

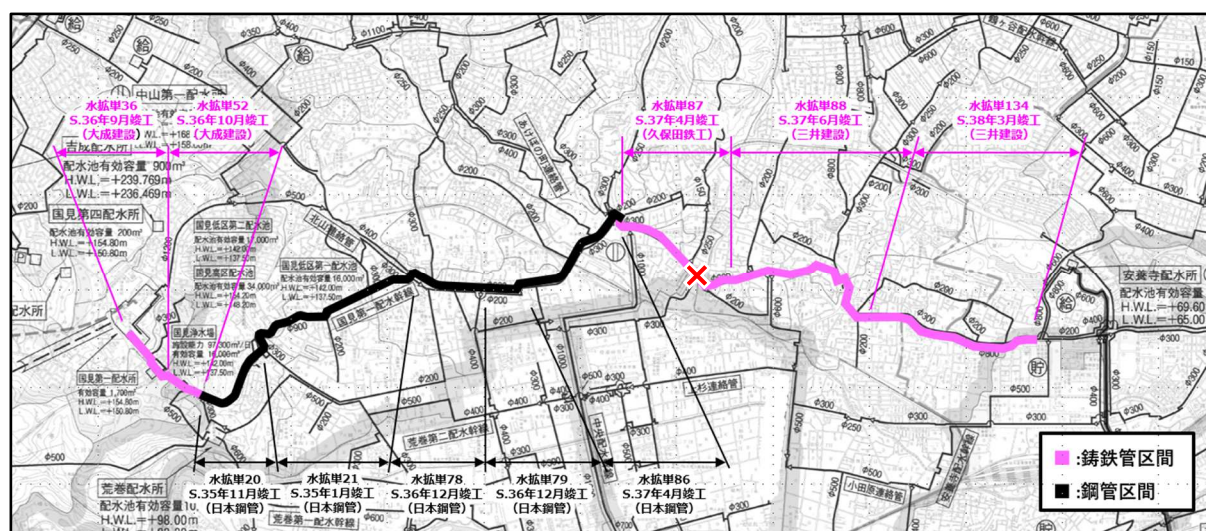


図 3.1 国見第一配水幹線の管材料別、工区別の各竣工年及び施工業者（×印は本件漏水事故箇所を示す）

¹²⁾ 水道水の給水量に対して水の需要が多かったため、夜間の給水を制限することで、高台の配水池（マンションの受水槽が巨大になったようなもの）に水を貯めて日中の水需要に対応していた。

¹³⁾ ライニングは、水道管内面の防食を目的としている。直管には、錆止めのために管内面にモルタルを被覆していたが、この時代は、形状が複雑な曲管類に内面ライニングを施す技術が無かったため、金属がむき出しの状態が一般的である。

3.2 事故管路の竣工情報

本件事故管路を含む工事は、第3次拡張事業のうち、国見浄水場から安養寺配水所に至る配水管布設工事の一部として口径900mmの配水本管（現在は配水幹線と呼称）の新設工事を行ったものである（図3.2）。当時は、水道局が材料を支給して受注者（久保田鉄工所㈱）が施工した。

件 名：水拡単第87号 堤町～玉手清水間配水管布設工事

受 注 者：久保田鉄工所㈱ 仙台営業所

着 工：昭和36年12月28日

竣 工：昭和37年4月6日

工事内容：口径900mmダクタイル鋳鉄管 L=978m

口径100mm双口排気弁 3箇所設置

口径900mm×300mm分岐 2箇所設置

口径300mm仕切弁 2箇所

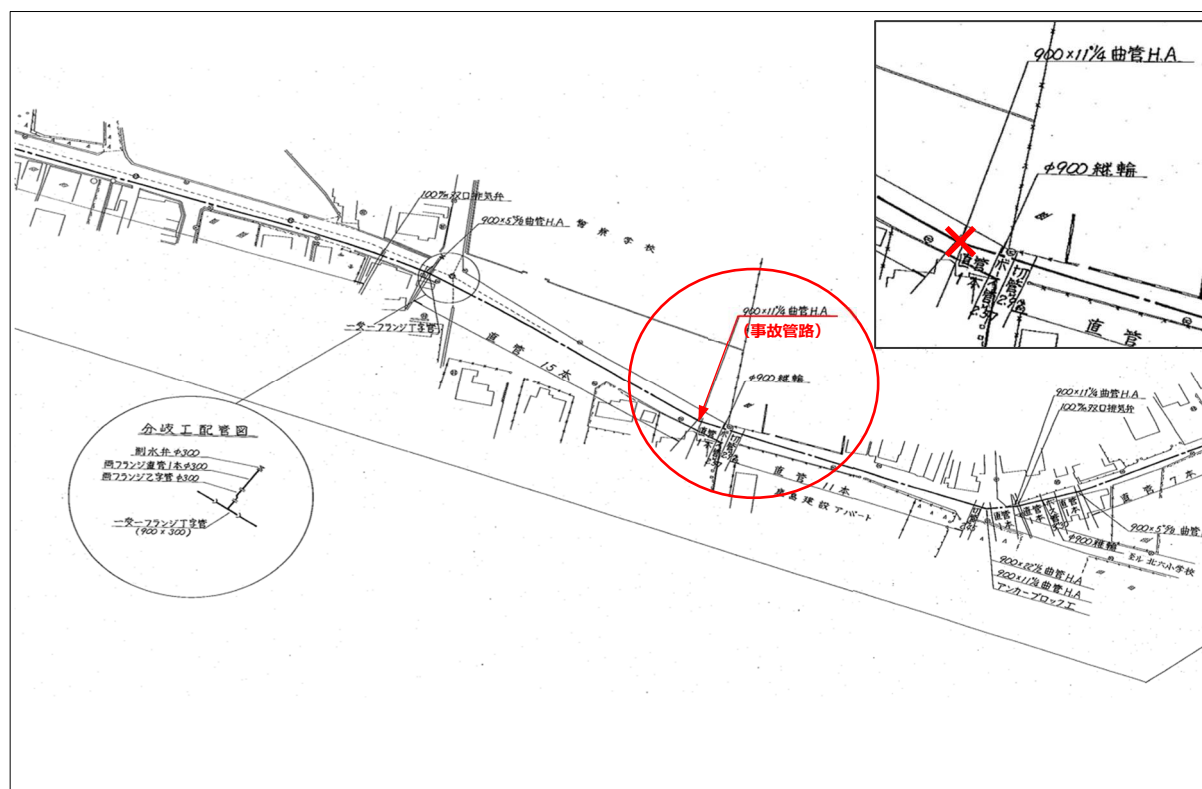


図 3.2 竣工図（事故部分抜粋）

3.3 管路に作用する水圧

国見第一配水幹線へは、国見浄水場内の低区第一配水池から自然流下により配水されている。国見低区第一配水所の H.W.L は 142.0m、破損箇所の現地地盤高は 60.70m（国土地理院 10m メッシュ標高を使用）となっている。これに実測した土被り 2.0m を追加したうえで、管中心部分の静水頭¹⁴⁾（≒静水圧）を算出したところ 0.82MPa となった（表 3.3）。事故管路の近傍には台原一丁目圧力調整弁¹⁵⁾（P.C.L 51.90m）が設置されており、当該圧力調整弁の情報は、監視システム上のトレンドグラフからも確認することができる（図 3.3）。事故直前までは普段と変わらない配水状況だったことから、水圧変動が直接の漏水原因となったとは認められなかった。

なお、水圧は配水池水位や配水量の変化により時間変動しているが、事故前の台原一丁目圧力調整弁での計測水圧は、0.70～0.84MPa の範囲で推移していた。

表 3.3 事故管路に作用する水圧

算出条件	計算式
管路の直径： D=0.9m（呼び径を使用）	静水頭＝配水池水位（H.W.L）－管中心高（P.C.L）
管路の半径： R=D／2＝0.45m	＝142.00m－58.25m＝83.75m
配水池水位： H.W.L=142.00m	静水頭≒静水圧とすると 8.375 kg f/cm ² 、
現地地盤高： EL.=60.70m（国土地理院 10m メッシュ標高）	1kgf/cm ² を 0.098MPa として単位換算、
管路土被り： D.P=2.00m（修繕時実測）	静水圧＝8.375 kg f/cm ² ×0.098 MPa
管中心高さ： P.C.L＝現地地盤高（EL）－管路の半径（R）	＝0.82075MPa
＝60.70－（0.45）＝58.25m	∴ 0.82MPa

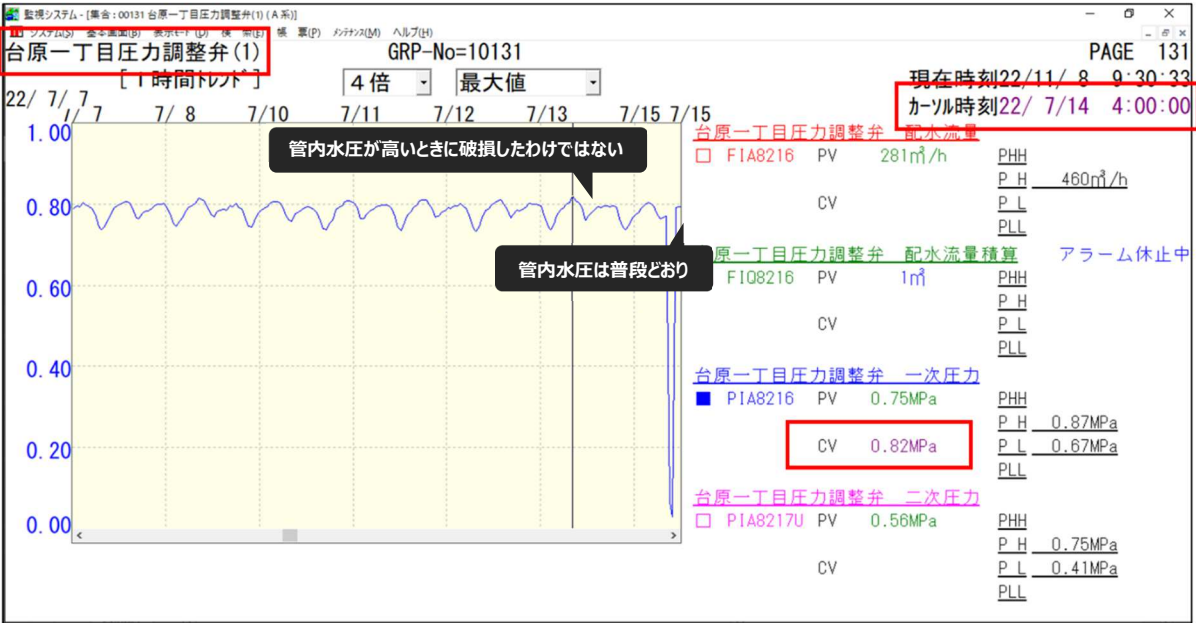


図 3.3 事故管路近傍の管内水圧（台原一丁目圧力調整弁）

14) 水深に比例する圧力を静水頭と呼んでいるが、ここでは静水の中に働いている圧力と同義で扱っている。

15) 配水幹線から、ブロック内へ水を供給するときに圧力制御を行う目的で管路上に設置するバルブのこと。

4 管材質の調査

今回、漏水した管について、破壊にいたったプロセスを解明するために、当該破損管の前後を含めた管路を掘り上げ、腐食量や材質などについて、（一社）日本ダクトイル鉄管協会の協力のもと管体の調査を行った（表 4.1、図 4.1、図 4.2、表 4.2）。

表 4.1 破損管の諸元

項目	内容	備考
口径	900 mm	
継手形式	A 形	
管種	11° 1/4 曲管	
塗装仕様	外面：普通塗装、内面：無ライニング	
土被り	2.0m	
布設年	昭和 37（1962）年	埋設期間は 60 年
製造会社	栗本鐵工所	直管及び押輪は久保田鉄工製



図 4.1 調査対象管の状況

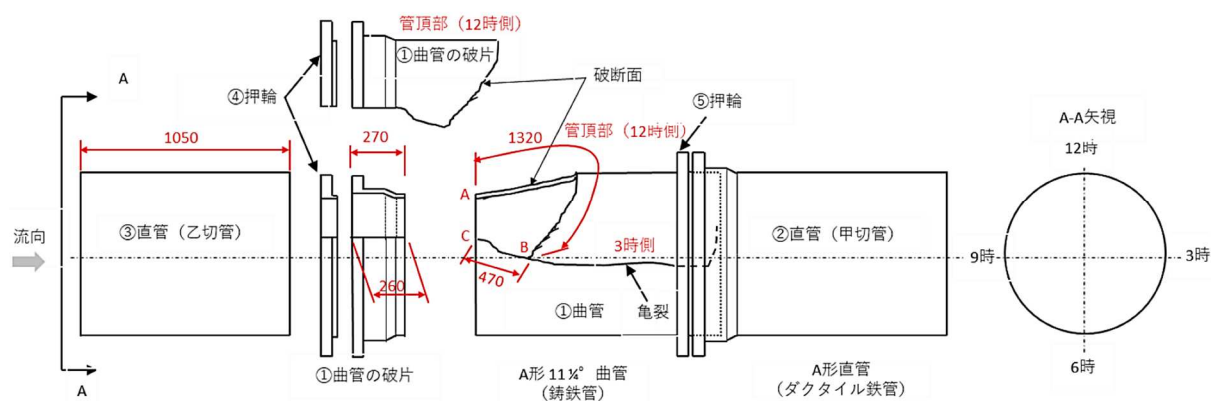


図 4.2 調査対象管の破損状況

表 4.2 破損管を含めた調査対象管

形状・寸法	特記事項
① 口径 900 mm × 11° 1/4 曲管	破損の管片含む
② 口径 900 mm 直管 (甲切管)	曲管①の挿し口側に接続
③ 口径 900 mm 直管 (乙切管)	曲管①の受口側に接続
④ 口径 900 mm 押輪	曲管①の受口側に接続、破損
⑤ 口径 900 mm 押輪	曲管①の挿し口側に接続

調査項目及び内容は以下のとおりである（表 4.3）。調査結果から曲管の内外面からの腐食により健全部管厚が小さくなっていることを確認したが、破壊に至った原因やメカニズムを特定するには至らなかった。以下に今回の調査結果のまとめを示す（表 4.4）。

表 4.3 調査項目及び内容

調査項目	調査内容	調査対象
(1) 外観・寸法調査	① 外観調査（内外面） ② 破損部の位置・寸法 ③ 管厚測定 ④ 継手胴付間隔測定	曲管
(2) 腐食量調査	① 外面の腐食深さ測定 ② 内面の腐食深さ測定	曲管
(3) 破断面調査	① 破断面の状況 ② 管厚測定	曲管
(4) 材質試験	① 材質判定	曲管、直管、押輪
	② 引張試験	曲管、直管
	③ 化学成分分析	曲管、直管
(5) 継手部調査	① ゴム輪の調査	曲管
	② 屈曲による接触跡の調査	

表 4.4 調査結果のまとめ

調査項目	調査内容	対象	結果概要
(1)外観・寸法調査	①外観調査（内外面）	曲管	・破損した曲管は栗本鐵工所製で、1961 年製造と鋳出しから判断した。 ・破損箇所は、管頂部（12 時側）から右側面（3 時側）であった。破損部の長さは管軸方向におよそ 1530 mm の範囲で発生していた。 ・破損部以外に目立った打痕や局所的な凹みなどの異状は認められなかった。 ・ショットブラスト処理¹⁶⁾後の外観状況より、内外面ともに全面的に腐食していることが分かった。
	②破損部の位置・寸法		・破損部の位置は、管頂部（12 時側）付近から右側面（3 時側）付近であり、右側面（3 時側）付近で管軸方向にほぼ全体的に破断していた。
	③管厚測定		・管厚は、24.5～31.8 mm とバラつきがあったが、当時の規格値（22 mm）を満足していた。 ・平均管厚は、27.9 mm であった。
	④継手胴付間隔測定		・継手胴付間隔は、直管受口部が 10～47 mm、曲管受口部が 2～49 mm であった。 ・直管受口、曲管受口ともに、管頂部（12 時側）付近、右側面（3 時側）から管底部（6 時側）にかけて胴付間隔が大きく、許容胴付間隔を若干、上回っていた。なお、胴付間隔が大きくなっていた位置は、不平均力がかかっている方向であった。 ・直管受口、曲管受口ともに胴付間隔が最大であった箇所は、右側面（3 時側）であったが、それぞれの限界胴付間隔までの余裕代は 18 mm、16 mm であった。 ・直管受口、曲管受口ともに、継手屈曲角度は左右方向で一番大きくなっており、それぞれ 2.26°、2.87° であった。
(2)腐食量調査	①外面の腐食深さ測定	曲管	・管外面の腐食は、管頂側はやや少なく、管側面側から管底側にかけて腐食が多かった。 ・最大腐食深さは 8.4 mm であった。
	②内面の腐食深さ測定		・管内面の腐食は、管底側から左側面側にかけて腐食が多かった。 ・最大腐食深さは、6.5 mm であった。
(3)破断面調査	①破断面の状況	曲管	・目視確認できる破断面の異状は認められなかった。
	②管厚測定		・破断面付近の管厚は、付着物除去後の平均が 28.1 mm で、ショットブラスト処理後の平均が 26.7 mm であり、その差は 1.4 mm であった。破断面で薄くなっていた箇所の管厚は 17.6 mm であった。

¹⁶⁾ 管体表面に対し、砂などの粒子を圧縮空気により吹き付け、微細な付着物や錆などを削り取る処理で、管体金属素地を露出させるために行うもの。

調査項目	調査内容	対象	結果概要
(4)材質試験	①材質判定	曲管 直管 押輪	・曲管及び押輪の金属組織は、黒鉛形状が片状となっていることから、鑄鉄であった。直管の金属組織は、黒鉛が球状化されていることから、ダクタイル鑄鉄であった。
	②引張試験	曲管 直管	a) 曲管 ・引張強さは $9.0 \sim 9.2 \text{ kgf/mm}^2$ であった。 ・管体製造当時の規格では、 23 kgf/mm^2 以上と規定されているが、これは管体と同じ取鍋の溶湯を Y ブロックに鑄込んだものから試験片を作成して試験を行った場合の値である。管そのものの強度を表すものではなく、基本的には管の鑄造に用いる溶鉄の状態を規定しているものと考えられる。本試験では、管から直接切り出した試験片を用いているため、あくまで参考値となる。 ・ブリネル硬さ ¹⁷⁾ は、114～117 HBW であった。 b) 直管 ・引張強さは、 $39.2 \sim 41.2 \text{ kgf/mm}^2$ であり、当時の規定値を満足した。 ・ブリネル硬さは 132～135HBW であり、当時の規定値を満足した。
	③化学成分分析	曲管 直管	・曲管は、当時の規定値 (P、S) を満足していた。 ・直管は、概ね参考値の範囲内にあり、一般的なダクタイル鑄鉄の化学成分を示した。
(5)継手部調査	①ゴム輪の調査	曲管	・ゴム輪の外観に顕著な異状は認められなかった。 ・ゴム輪の寸法は、測定位置による顕著な差異や異状は認められなかった。
	②屈曲による接触跡の調査		・曲管の受口内面に直管挿し口の外面が強く接触した傷跡、凹みなどは認められず、接触による不均力荷の負荷はなかったと考えられる。

¹⁷⁾ 工業材料の硬さを表す尺度の一つ。供試体の試験面に鉄球でくぼみを付けた時の荷重をくぼみの表面積で割ることで硬さを表す。鑄造品の硬さを測定する場合に一般的に使用される。

5 埋設環境の調査

当該事故路線は、ポリエチレンスリーブ¹⁸⁾が装着されていないことから、埋設環境、特に土壌の腐食性を確認した（表 5.1）。試料は、管上部、左右の管側面部分、管下部から計 4 箇所採取した（図 5.1）。

調査の結果、ANSI 評価¹⁹⁾点数が 10 点以上の腐食性土壌は認められなかったため、ミクロセル腐食²⁰⁾の可能性は低いことが確認できた。しかしながら、当該管路の埋設環境には、礫と砂、シルトが混在していたことから、異種土壌間での酸素濃淡、通気差によるマクロセル腐食²¹⁾が生じる可能性はある。実際に管体は、9 時位置部分が激しく腐食していたことから、マクロセル腐食が認められたといえる。

表 5.1 調査内容及び調査項目

調査内容	調査項目	調査の種類	採取箇所（流向の下流に向かって）
埋設環境調査	①土壌及び地下水の測定・成分分析	室内調査	管上 (12h) 管左 (9h) 管右 (3h) 管下 (6h)
	②土壌の腐食性評価（ANSI 評価）	室内調査	
	③地下水の腐食性評価（腐食度数）	室内調査	

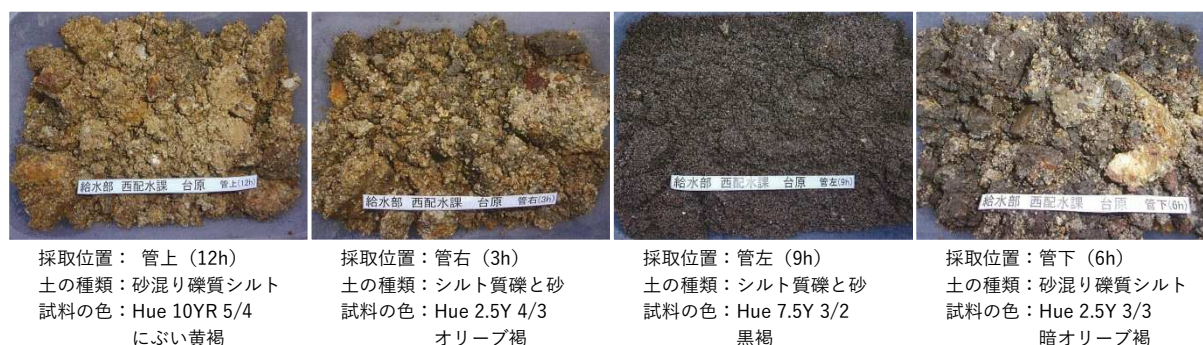


図 5.1 採取土壌の外観

18) 腐食性土壌中に水道管を埋設する場合の防食対策として管を被覆するポリエチレン製のチューブのこと。これを被覆することにより、腐食性地下水などと金属表面との直接接触を絶つことができ、管の埋設環境の均一化が図られ、濃淡電池作用により生ずる腐食を抑制する効果がある。

19) 土壌の比抵抗、pH、酸化還元電位、水分、土壌中の硫化物の 5 項目の測定値をそれぞれ点数化し、その合計点で埋設土壌の腐食性を評価するものである。合計点が 10 点以上の場合、ポリエチレンスリーブでの防食をすることとしている。

20) 土壌中のさまざまな環境の違いや金属の表面状態などによって鉄管全体に腐食電池が形成され、全面的に腐食が進行するものの、その腐食速度はマクロセル腐食と比較して、ゆるやかに進む。

21) 自然電位の相違により、電解質中の金属に陽極部（アノード）と陰極部（カソード）とが明確に区別できるほど大きい電池（マクロセル）が形成され、その陽極部が腐食される現象。金属が異なった環境にまたがって置かれた場合に発生する通気差や、pH 差などによる濃淡電池腐食、及び異なった金属を組み合わせ使用した場合に発生する。

6 事故発生までの気象等

6.1 降雨の状況

事故発生の14日前から事故発生当日までの1日ごとの降雨量を気象庁の公表データで確認した。すると、事故の2日前に時間当たり30mmを超える大雨が降っていたが、一時的なものであることから今回漏水事故との因果関係は低いと考えられる（表6.1）。

表 6.1 仙台市の降水量（気象庁 HP から抜粋）

観測日	降水量（mm）			天気概況	
	合計	最大		昼（06:00-18:00）	夜（18:00-翌日 06:00）
		1 時間	10 分間		
7 月 1 日	—	—	—	晴	晴
7 月 2 日	—	—	—	晴	晴
7 月 3 日	0.0	0.0	0.0	薄曇一時晴	雨時々曇、雷を伴う
7 月 4 日	14.0	13.0	5.5	晴後一時雨、雷を伴う	晴時々曇
7 月 5 日	0.0	0.0	0.0	曇	曇
7 月 6 日	1.5	0.5	0.5	雨一時曇	曇一時晴
7 月 7 日	0.5	0.5	0.5	曇一時雨	曇後一時雨
7 月 8 日	1.0	0.5	0.5	晴一時雨	曇時々雨
7 月 9 日	1.5	1.5	0.5	曇時々雨	晴
7 月 10 日	—	—	—	薄曇時々晴	晴後曇一時霧雨
7 月 11 日	0.0	0.0	0.0	曇	曇後霧雨一時雨、霧を伴う
7 月 12 日	44.0	25.5	6.5	曇一時雨	大雨
7 月 13 日	135.5	37.0	11.5	大雨	曇時々雨
7 月 14 日	1.5	1.0	0.5	曇一時雨	雨一時曇
7 月 15 日	35.5	9.5	2.5	雨	大雨
7 月 16 日	79.5	34.0	11.0	雨時々曇一時霧雨	曇時々雨、霧を伴う

6.2 地震の発生状況

気象庁の公表データによると本市では、事故管路が布設されて以降、事故当日までに震度4以上の地震を計64回観測している。また、同公表データにて事故発生の2週間前から事故発生当日までの期間で、福島、宮城、岩手県で発生した震度1以上の地震発生状況を確認したが、これについても今回の漏水事故の直接の原因となりうる地震は認められなかった。

7 事故の原因

7.1 考えられる事故原因

今回、事故原因を究明するために事故時の管内水圧、管自体の材質、土壌の腐食性、降雨や地震などの自然現象について調査した。破損した管材料は、約 60 年前の高級铸铁管であり、現在主流となっているダクタイル铸铁管よりも強度面で劣る材質であることに加え、管の内外面も相応の腐食が進んでいたが、いずれも単独では、口径 900 mm 11° 1/4 曲管を破壊させるほどの条件は認められなかった。今回、腐食による減肉を考慮した応力計算も行ったが、その結果を見ても管体強度を超える応力が作用したとは認められなかった。

当該管路は、これまで度重なる地震のほか、常時、水圧や土圧、輪荷重などの影響を受けることから、管が破壊にいたるプロセスは、さまざまな要因が考えられる。布設後 60 年を経過する間に管自体の抵抗強度が徐々に低下し、これら要因が複合的に作用し破壊へ至ったものと推察されるものの、原因を特定するには至らなかった。

7.2 アドバイザー（金沢大学名誉教授 宮島昌克氏）からのコメント

外力が抵抗強度を上回ったときに破壊が発生する。地震や降雨などの自然現象や異常な水圧変化が見られなかった今回の事故では、異常な外力が作用したとは考えられない。一方、抵抗強度が突然低下したとも考えにくい。今回のような重大事故が発生すると、何か特別な条件が重なったと考えがちであるが、調査結果を見ると特別な条件は見当たらない。破損した管が 60 年以上前の高級铸铁管であることから、引張強度がダクタイル铸铁管に比して十分ではなかったこと、経年により腐食が進んでいたことなど、経年管としては何ら特別ではない理由が明らかにされている。

また、本委員会において第三者を交えて原因究明を徹底的に行ったことから「大きな見落とし」はないとも言える。以上のことから、破壊は突然に発生するものなので、抵抗強度が徐々に低下してきていたがその時まで辛うじて耐えていたということが推測される。このことは、同じような条件を満たす管路では、いつ大きな漏水事故が発生してもおかしくはないことを示唆している。同様な条件の管路を拾い出し、更新の優先順位を上げるとともに、危機耐性の観点から漏水事故発生を前提としたハード、ソフト両面からの万全の対応を強化しておくことが重要である。

8 今回事故の総括と今後の対応策

8.1 事故対応の総括

(1) 総括

今回の漏水事故は、令和5年3月末で給水開始100周年を迎える本市水道事業の中でも非常に大きな事故であった。水道の供給停止に加え、市民の方々の財産に被害を及ぼしたことも重く受け止めなければならない。今回は、事故発生が平日の午前9時過ぎということもあり、通勤通学のピーク時間帯と重ならなかったため人的被害は避けられたものの、事故管路の近隣家屋では車両の水没や床下浸水などの二次災害を生じさせた。

本市では、昭和53年6月12日発生の宮城県沖地震を契機として、次の宮城県沖地震に備えるためにも以下のハード面、ソフト面の取組みを実施してきた。これら施策が有効に機能し、大規模漏水ではあったものの、給水への影響は比較的限定した範囲に抑えることができたにとらえている。また、平日の業務時間内ということもあり、監視システムでの警報発報後、すみやかに初動体制を敷くことができたこともプラスに作用し、早期対応を可能にした一因と考えている。

応急給水に関しては、利用者は少なかったものの断水の長期化に備え、給水所を開設した。本市では、日ごろから災害などを想定した応急給水訓練を実施していることもあり、比較的すみやかな初動体制に入ることができた一方、被害エリア周辺を手当てするための応急給水拠点の選定や重要給水施設の洗い出し、民間企業への協力要請方法などに若干の課題は残ることとなった。

広報に関しても、水道局ホームページのほか、仙台市のホームページや仙台市公式LINEなどを活用し断水、復旧情報、応急給水所の開設状況などを影響範囲の住民へ向けて発信したが、情報の正確性や迅速性の向上など、改善すべき課題は十分に検証しなければならない。

復旧資材に関しては、納入までに時間を要する中・大口径の資材を中心に、修繕に最低限必要と考えられるダクタイル鋳鉄管（K形）の直管や継ぎ輪、特殊押輪などの接合部品を備蓄していた。しかし、今回の事故に対応できる曲管類は備蓄していなかった。他都市や管材メーカーに問い合わせた結果、管材メーカーで他都市向けに在庫していたダクタイル鋳鉄管を融通していただくことができたため、早期に資材を入手することができた。

(2) 機能したハード面対策

①配水エリアのブロック化

本市の給水区域は、西は奥羽山脈、東は太平洋に面していることから高低差が大きい。この給水区域内への配水なるべく一定の水圧とするために、本市では、ブロック配水システムを昭和38年から全国に先駆けて採用している。ブロック配水システムの利点は、各地区での水量・水圧の適正管理に加え、災害時の被害区域をブロック単位に最小化できること、当該ブロックの配水量分析による漏水の早期発見などが挙げられ、東日本大震災においても被害範囲の限定化や早期復旧等に効果を発揮している。

②幹線管路の環状化

本市は、給水の安定化を図るために過去に発生した渇水や地震による被災経験を踏まえ、送配水の二重化を行ってきた。送水系統の二重化は、浄水場間の水を相互融通すべく配水所への送水を2系統から行っている。また、高低差の関係から送水系統の2系統化が不可能な系統へは、配水所以降の配水幹線を通じて相互融通を図っている。

③要所への不断水による仕切弁追加

国見第一配水幹線は、鋼管区間と耐震性に劣る初期ダクトイル管区間で構成されている。このうち初期ダクトイル管路線に関しては、地震被害を想定し東日本大震災発生前から事業化し、幹線分岐位置やブロック注入点を挟む形で不断水仕切弁を計6箇所設置していた(図8.1)。この整備が功を奏し、今回事故での断水範囲の絞り込みと、影響期間を一定程度限定することができたものと考えている。

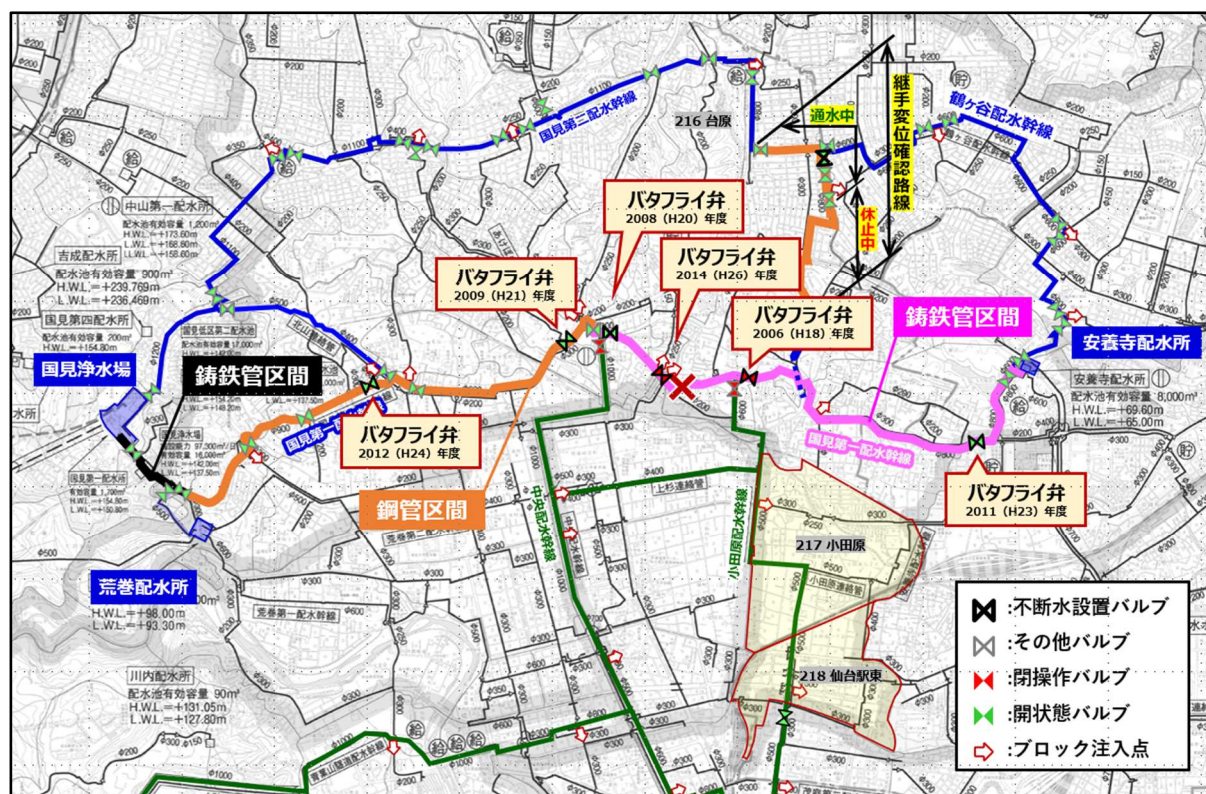


図 8.1 国見第一配水幹線への不断水仕切弁設置状況

（３）機能したソフト面対策

①危機管理体制の見直し

東日本大震災後に、危機管理体制を中央集約指令型（中央が各部隊に指示）から、分散型（各部隊及び構成各班がそれぞれの裁量で判断し行動）に切り替えている。今回、現場対応は西配水課、水運用は配水管理課（水運用班）、広報は総務課（後方支援班）、応急給水は給水装置課（応急給水部隊）と、それぞれが自分の役割を踏まえ機動的に動くことができた。

②監視システムによる配水状況の監視

本市では、配水幹線などから各ブロックへの配水地点を注入点と呼んでおり、原則ブロック１箇所につき１箇所の注入点としている。ブロック注入点の状況等は、監視システムで常時監視することができるため、当該ブロックに異常が発生した段階で現地確認を待たずに異常の概要や影響範囲を推定することができる。今回の漏水事故でも、比較的スムーズな初動対応に繋げることができたのはこのシステムによるところが大きい。

③配水幹線事故のシミュレーション

本市では、配水本管のうち主要なものを特に幹線と呼称しており、このうち事故発生時の影響が特に大きい幹線は机上にて、事前に事故対応時のシミュレーションを行っている。今回の事故箇所はシミュレーション外ではあったものの、国見第一、第二配水幹線及び中央配水幹線などの要所で行ってきた過去のシミュレーションから想定した対応の考え方が生かされたものと考えている。

④幹線布設位置の現地踏査

本市は、給水区域を行政区で４つのエリアに分割し、それぞれの担当部署が維持管理業務を行っており、当該部署では年に１回以上、幹線ルートと地上漏水の有無を確認するために幹線管路上のパトロールを実施している。今回事故ではこの経験が生かされ、監視システムデータから絞り込んだ国見第一配水幹線の脆弱な初期ダクトイル管路線にすみやかに急行することができた。

8.2 現状の課題

（１）管材質

国見第一配水幹線のうち昭和３６から３８年にかけて整備された約３.８kmのDIP区間の管材料は、当時の材料規格によれば、いわゆる「初期ダクトイル管」に区分される。「４管材質の調査」で報告したように、破損した管材料は、約６０年前の鋳鉄管であり、現在主流となっているダクトイル鋳鉄管よりも強度面で劣る材質であることに加え、管の内外面も相応の腐食が進んでいた。今回、日本ダクトイル鉄管協会の協力のもと、事故管路を詳細に調査したが、事故の直接的原因の特定に至らなかった。従って、今回破損した曲管と同じ高級鋳鉄製の異形管が同様の事

故リスクを抱えているものと捉えることが合理的である。DIP 区間のうち、浄水場直下の 0.5 km を除き、今回の漏水箇所を含む台原交差点～安養寺配水所間（以下、「**铸铁管区間**」という。）の延長約 3.3 km のうち、今回破損した曲管と同様の材質とみられる異形管の数は、竣工管割図から判断するに 100 を超えている。

今回の漏水発生箇所近傍には、水系切替対応が困難なブロック注入点が含まれていなかった。しかしながら、仮に現状の配水形態のまま铸铁管区間の他の箇所でも漏水が発生した場合には、複数の配水ブロックへの長期影響が懸念される。よって、水系切替対応が困難なブロックについて、事故時の切替え手段を確保すべきである。

（２）バックアップ体制

国見第一配水幹線は、耐震性に劣る経年化した管路であることから、万が一の事故時には、国見第二配水幹線によるバックアップを念頭に置いていた。国見第二配水幹線は、昭和 50 年代に施工された比較的新しい管路である一方、東日本大震災当時、旭ヶ丘二丁目地内での脱管被害が発生している。この脱管事故リスクを把握するために、平成 27 年度から令和 3 年度（調査年次は、平成 27、28、30 及び令和 3 年度）にかけて、離脱防止機構を持たない K 形継手区間の継手部変位調査を計画的に行ってきた。平成 30 年度までの調査では 149 箇所の継手部のうち、対策が必要な箇所を 7 箇所発見し、これら要対策箇所は平成 31 年度までに順次、対策工事を完了している（図 8.2 橙色区間）。

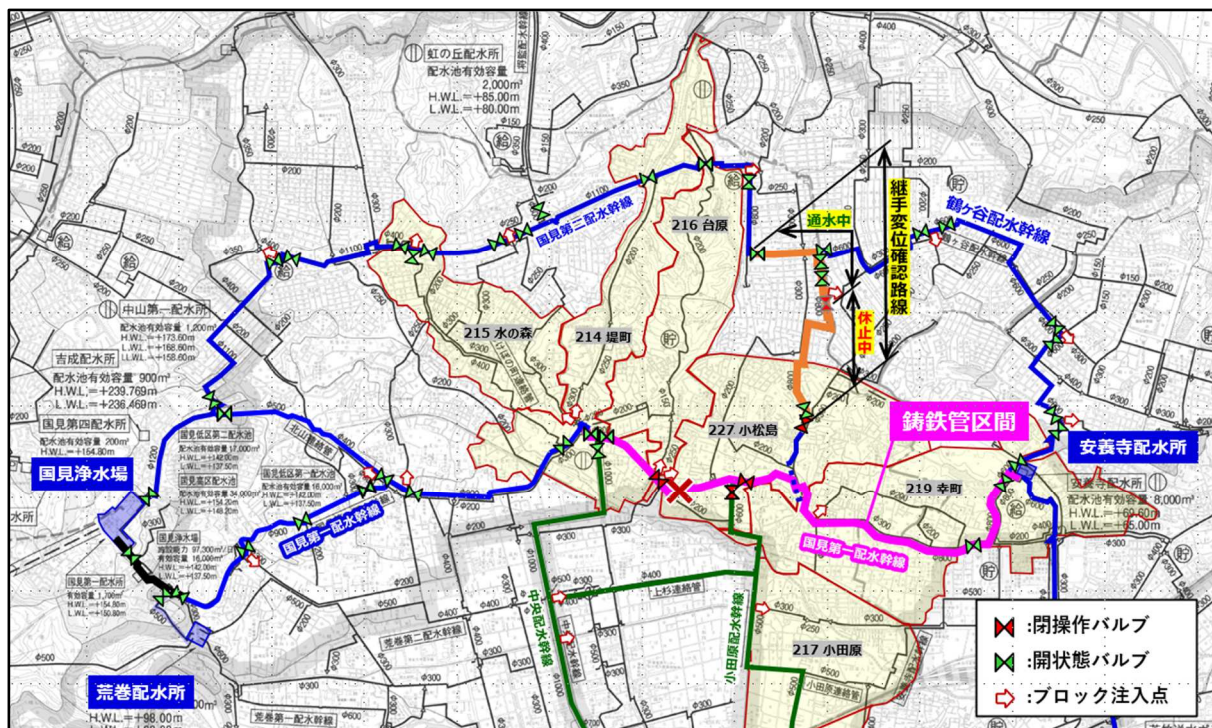


図 8.2 国見第一、第二配水幹線の位置関係

令和 3 年度の調査においても、継手部分の変位が相当数確認されている。令和 3 年度調査分の要対策箇所は、緊急を要すると認められるものがなかったことから、令和 5 年度から数年間かけて対策工を進める予定としていたが、この継手部の変位対策工が完了するまでの間は、国見第二配水幹線の運用を停止しなければならないリスクが残るため、万一の際には国見第一配水幹線からのバックアップを想定していた。しかしながら、今回の漏水事故により国見第一配水幹線の

脆弱性が改めて顕在化し、国見第二配水幹線での継手離脱による漏水発生時に、これまで想定していた国見第一配水幹線経由でのバックアップ機能の信頼性が大幅に低下したため、直接的に第二幹線自体の強靭性を回復する必要がある。令和3年度調査判明箇所については、令和4～5年度に集中的に対策を実施することとしている。

8.3 今後の対応策

(1) 課題の把握

今回の事故は、発災したのが平日の午前9時過ぎだったが、これが夜間・休日等の閉庁時間帯だったらどういった手を打てるのかを水道局として考える必要がある。また、国見第一配水幹線上、鋳鉄管区間の曲管類では、今回事故と同様の条件となるが、抜本的な対策は当該幹線自体を更新することである。しかし、更新工事の完了には時間を要することから、危機耐性の観点から漏水事故発生を前提としたハード、ソフト両面からの対応を強化する必要がある。

(2) 課題解決策

①ハード面の対策

1) 国見第一配水幹線関連

●幹線更新工事の前倒し（図8.3）

- ・国見第一配水幹線の更新工事では、当該幹線を休止する必要がある。従来の計画では、工事に合わせ必要箇所を順次休止する計画としていたが、今回の事故を契機に、鋳鉄管区間の早期休止について検討を進め、更新工事の早期着手を目指すべきである。
- ・国見第一配水幹線と中央配水幹線との接続箇所は現在、漏水の恐れがある鋳鉄管区間内にある。これを上流の鋼管区間から直接分岐させることで、鋳鉄管の破損による影響を回避することができる。従って、中央配水幹線の延伸工事を前倒しし、漏水事故時の影響を軽減するべきである。

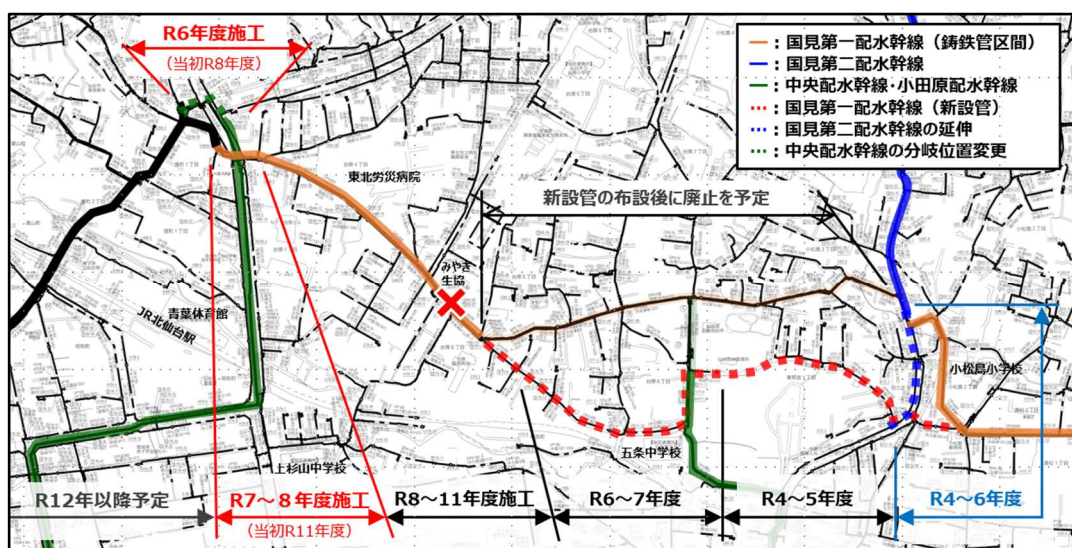


図 8.3 国見第一配水幹線の更新計画

●国見第二配水幹線からの水融通強化

・国見第二配水幹線は、東日本大震災当時、青葉区旭ヶ丘地内において管継ぎ手の抜け出しが発生している。このことから、平成 27～30 年度にかけて、継ぎ手部の変位調査を行い、対策が必要な箇所を 7 箇所発見し、平成 31 年度までに対策工事を完了している。このほか、令和 3 年度にも調査を行い 20 箇所で許容値を超えた変位を発見した。うち、危険性が特に高い 5 箇所は今年度中に対策工事を実施している。残る 15 箇所は、令和 5・6 年度に順次対策工事を実施予定であるが、これらを早期に実施し、国見第二配水幹線からのバックアップ体制を強化すべきである。

●復旧資材の拡充

・幹線漏水時の早期復旧体制を確保するためにも、铸铁管区間に存在する異形管と同型の管材、口径 900 mm 及び 800 mm を各 1 セット備蓄すべきである。セットの内訳は、ダクタイル铸铁管（K 形）の直管 2 本、曲管各種 2 個、継ぎ輪 2 個のほか、継ぎ手の接合に必要な資材（特殊押輪、ゴム輪、ボルト・ナット等）が望ましい。

2) 水道局としての危機管理

●同時期施工管路への対策

・国見第一配水幹線は当初、国見浄水場からの水を安養寺配水所に流入させる目的で整備したものである。従って、安養寺配水所からの流出管も同時期に竣工した路線（口径 800 mm L=0.4 km）に挙げられるため、高級铸铁製の異形管を使用していると考えられることから、事故の発生が危惧される铸铁管区間と同様、対策工事の検討を進めるべきである。

●中・大口径の復旧資材の拡充

・これまでも復旧資材を備蓄していたが、現況の備蓄材では、国見第一配水幹線の事故に対応できなかった。従って、口径 900 mm 及び口径 800 mm 以外、現在備蓄している口径 350 mm～700 mm についても同様に曲管類の備蓄を計画的に進めるべきである。

②ソフト面の対策

1) 幹線等の運用変更を伴う対策

●仕切弁開度の調整による漏水量抑制（図 8.4）

・今回調査では、原因の特定ができなかったことから、引き続き铸铁管区間内では漏水の恐れがある。管路更新完了による抜本的な改善が完了するまでの間は、二次被害を軽減する措置として、給水に必要な水量を確保しつつ、仕切弁開度を小さく設定することで流量を抑制すべきである。

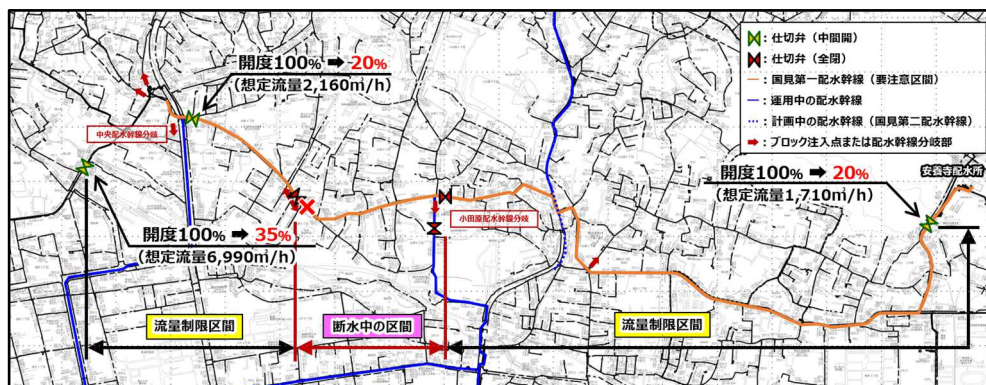


図 8.4 国見第一配水幹線に接する仕切弁の開度抑制

●ブロック注入点等の切替えによる大規模断水の回避

- ・ 鋳鉄管区間から給水する配水ブロック及び鋳鉄管区間に接続する幹線から給水するブロックは、国見第一配水幹線から切り離すためにも、給水地点の変更を計画的に進めるべきである。

2) 水道局としての危機管理

●情報収集手段としての SNS の積極的な活用

- ・ 今回の漏水事故では、影響範囲が広がったということもあり、水道局への問い合わせは「水が出ない」「水の出が悪くなった」といった水道水の供給に関する内容が大部分を占め、「道路から漏水している」という内容の連絡がなかなか入ってこなかった。その反面、Twitter などの SNS 上では漏水現場が確認できる内容も写真付きでやり取りされていたことを考慮すると、SNS を利用しての情報収集が有効であると考えられる。従って、SNS による情報収集の導入・活用の検討を進めるべきである。

●広報手段としての SNS での情報発信

- ・ SNS はその特性上、水道局からも事故情報などを発信することもできる。しかしながら、どの媒体を使用するか、どの部署がどういった目的で、どんな内容を発信するのか、担当者が変わっても発信内容に一貫性を持たせるための運用規定を策定するなどを、整理すべき項目が少なくない。これらを検討するためにも、SNS を使用して情報発信する際のゴール、例えばフォロワーを増やすためにすべきこと、フォロワーを増やして何をするのかできるのかを明確にすることが必要である。水道局で SNS の公式アカウントを取得しなくとも、仙台市ではすでにいくつかの媒体で公式アカウントを持っている。今回と同様、必要に応じて仙台市へ広報の依頼をするための仕組み作りをすることも有効と考えられる。従って、SNS による情報発信のあり方について検討を進めるべきである。

●事故対応経過の総括

- ・ 水道局の危機管理体制では、何らかの事故により日常の課体制から非常時の班体制になった場合には、本部員会議が開催されることとされている。会議資料は、各部隊・班が作成することになっており、本部員会議の議事録は総合調整班が作成している。このように、なぜその体制に至ったのか、その後の経過、それぞれの班の動きなどを検証するための資料はすでにあることから、次の危機事象に備えるためにも、非常配備体制（班体制）となった際には、危機対応状況を総括すべきである。