



Title	老朽管を利用した緊急時給水管路の施工について
Author(s)	出淵, 康司; 坂尾, 和晃
Description	第8回衛生工学シンポジウム (平成12年11月16日 (木) -17日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 6 水施設計画 . 6-1
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 8, 235-240
Issue Date	2000-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7242
Type	departmental bulletin paper
File Information	8-6-1_p235-240.pdf



6-1 老朽管を利用した緊急時給水管路の施工について

○出渕 康司・坂尾 和晃（札幌市水道局）

1. はじめに

札幌市の水道は、昭和12年に創設され、藻岩浄水場から、9万2千人を対象に給水したのが始まりで、その後の市勢の伸長、市域の拡大にあわせ、7期にわたる拡張事業と3次の施設整備事業を実施し、現在では、給水人口約180万人、給水普及率 99.8%の大規模水道に成長した。このように高普及を達成した現在、潤いある市民生活と産業の発展を支える水道は、欠くことのできない都市のライフラインとして、いつ如何なる時においても、安全な水を安定して供給する責務を果たしていく必要がある。

平成8年度から平成11年度までの第3次施設整備事業では、「21世紀の札幌にふさわしい水道の構築」をメインテーマとして、「効率的な事業経営」「災害に強い水道の実現」「水道システム機能の維持向上」「市民サービスの充実」の4つのサブテーマを定め、藻岩浄水場の大規模改修、配水施設の新増設、老朽管の更新、災害対策など、様々な施策を展開した。

ここでは、老朽管更新と災害対策を組み合わせた施策として、創設時に布設された藻岩第1幹線の更新に際し、既設管路を有効に活用するためパイプ・イン・パイプ工法を採用し、配水幹線としての機能と管路そのものを災害時のストック装置として機能させるべく、耐震性を高め、「緊急時給水管路」として更新したので、その概要について報告する。

として、市内中心部への配水を担い、本市の躍進を支えてきた。

写真1 創設時の配水管布設工事
(中央区南1条西7丁目)

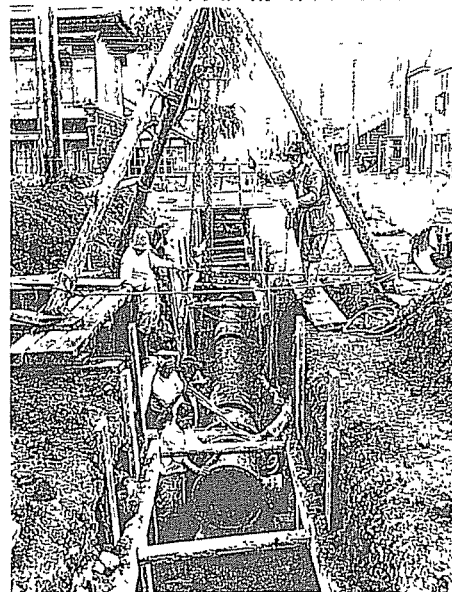


表1 藻岩第1幹線の自然折損事故

事故年次	呼び径	事故状況・原因
昭和25年	1000 mm	全市断水、原因不明
昭和40年	800 mm	電車、車両通行の増大に起因する折損と推定
平成3年	500 mm	地震(震度2)による折損と推定
平成6年	800 mm	1月3日発生 濁水戸数 10,000 戸 電車、車両の荷重条件や埋設の変化による管体の支持条件の悪化が原因と推定

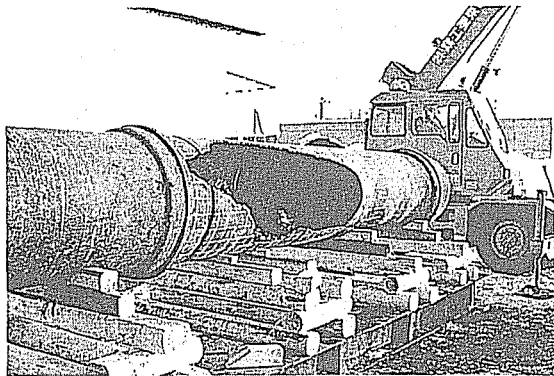
2. 藻岩第1幹線の歴史と更新の考え方

藻岩第1幹線は、昭和9年から12年にかけて、藻岩浄水場から市内中心部の大通、JR 札幌駅、北海道大学を通過し北24条までの8 km、呼び径 1000 mmから 500 mmの高級铸铁管で布設された。これは、40年後の昭和53年の人口および給水需要を予測した計画に基づき、最大呼び径 1000 mmを採用するなど、札幌市の発展と成長の願いが込められた幹線であった。以降、水道の大動脈

しかし、表1のとおり昭和25年、40年に大規模な自然折損事故が発生し、将来の安全性の確保が懸念されはじめ、昭和59年度からの老朽管更新事業において更新を実施した。全8 kmのうち、工事期間中、他の幹線に切替し断水が可能であった上流側 1000 mmと 900 mmの 2.4 kmについては、昭和60年度から61年度にかけて、PI形ダクタイル铸铁管によるパイプ・イン・パイプ工法で既に更新していた。

一方、下流側 800 mmから 500 mmの 5.6 kmについては、藻岩浄水場配水系の幹線網を充実させ、不測の事故などに備えることとしていたが、平成 6 年 1 月に自然折損事故が発生したことから、藻岩浄水場配水系の幹線配置計画を見直し、同年 12 月に、他の幹線へ配水を切替えた。これにより、藻岩第 1 幹線の下流部(今回の更新部分)は運用停止となり、配水管としての役割を終えるところであった。

写真2 平成6年に自然折損した管 800 mm



しかしながら、この藻岩第 1 幹線を再度活用すべく議論された、その骨子は次の点であった。

①この幹線ルートは、市内中心部の南北を縦断する道路を占用した貴重な地下空間であることから、配水管路として有効に活用することが最も望ましいこと。廃止する場合には、道路陥没を防ぐために、撤去または管内にグラウト材などを充填し閉塞することが原則であり、多大な工事費を要すること。

②阪神淡路大震災により、被災時における飲料水、生活用水、消火用水の確保がクローズアップされ、災害時の水の確保を目的とする整備が求められていること。

③同震災では、耐震形継手を採用した管路の耐震性が証明され、被災時にも配水できる耐震管路や都市防災を意識した耐震管路網の形成が、配水管整備の新たな課題となっていること。

以上を検討した結果、藻岩第 1 幹線を外装管として有効活用するパイプ・イン・パイプ工法で更新することとし、その上、緊急時給水管路として耐震化を図り、大地震に襲われても、都市の中枢機能が集中している市中内心部への給水を

確保できる機能を備えることとした。

3. 災害時の藻岩第1幹線の役割

藻岩第 1 幹線は、平常時においては配水管として本来の役割を担うが、緊急時給水管路幹線の特徴として、以下の役割を担うこととしている。

3-1 飲料水と生活用水の確保

本市では、被災時における給水拠点として、初期の飲料水を確保する緊急貯水槽を、さらに生活用水を確保するために配水池に緊急遮断弁を設置してきている。これらは、「点」としての整備であるが、緊急時給水管路としての機能を併せ持つ藻岩第 1 幹線は、「線」としての整備となる。その機能発揮面においては、災害時、藻岩浄水場が一部被害を受けても浄水停止とならなければ、連続的に飲料水と生活用水を供給し、もし、万が一、藻岩浄水場が停止となっても、管内の水を貯留できるように、管路の起終点に緊急遮断弁を設置し、管内貯留水 1,200m³を供給可能な工夫を施し、被災時に果たす役割を極めて大きなものとした。

また、都心部を縦断する管路であり、この沿線には市役所、北海道庁、北海道警察などの行政機関や北海道大学附属病院をはじめとする医療機関が林立している。これら都市の中枢機能が集中している地域に対し、速やかな応急給水が可能となることは、都市機能を支える上で大きな効果が期待できるものである。

3-2 消火用水の供給

阪神淡路大震災では多くの水道管が破損した。その結果、消火栓を使用できなかったことは火災の拡大に拍車をかけ、地震による甚大な被害を、さらに深刻なものとした。この震災以降、消防行政は被災時における消火用水の確保策が講じられてきているが、同時に水道行政の支援策も必要不可欠であると考えている。

大地震にも備えたこの藻岩第 1 幹線の更新では、通常、幹線には設けない消火栓を設置し消火機能も確保することとした。藻岩浄水場から

有圧での連続供給が条件であるが、消火栓ホースと消防車を連結すると、管路から約 500m の範囲までの消火活動を可能とする。この消火機能の増強により、被災者の生命はもちろんのこと、市内中心部の重要な施設や資産を火災から守り、被災後の混乱緩和を確保することとした。

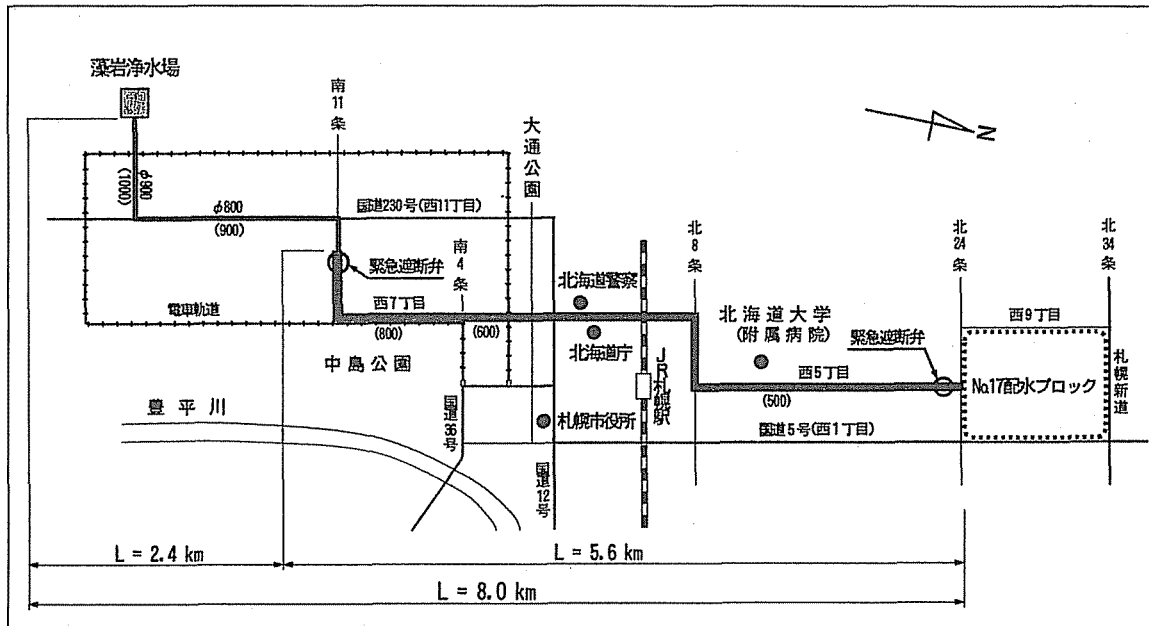
3-3 耐震幹線網の起点

本市では、施設の耐震化に向けて、様々な角度から調査検討を進めている。中でも、最も被害を受けやすい管路については、耐震継手の採用や都市防災を視野にいたした耐震幹線網の形成が重要な課題となっている。現在、管路被害は、本市災害対策のマスタープランである「札幌市

地域防災計画」において示される、想定震度 6 強に基づき、再評価を実施している。今後の事業計画においては、その評価により、管路の重要度を決定し、耐震化の優先度を反映させる考えである。

この計画策定に先立ち、藻岩第 1 幹線については、都市の重要施設が近接した布設ルートであること、応急給水との併用、消火機能の保有などを組合せ、重要な幹線として耐震化することとし、本市最初の防災機能を兼ね備えた耐震幹線に位置づけることとした。よって、水道創設時の幹線の起点とされた藻岩第 1 幹線は、更新後も、再び耐震幹線計画の起点として形成されたことになる。

図 1 藻岩第 1 幹線全体図



4. 藻岩第 1 幹線の配水運用

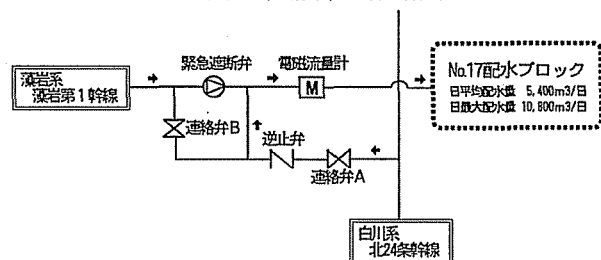
藻岩第 1 幹線は、平常時においては配水管として、災害時には緊急時給水管路としての役割を担うことから、他の幹線の配水運用とは異なるため、次の配水運用としている。

4-1 平常時の配水運用

災害時、速やかに使用できるよう管内水の水质を保持する必要があることから、平常時には図 2 のとおり管路の終点部から、本市が進めている災害や事故の被害を最小限に食い止

めるため、市内の配水区域を 115 のブロックに分割した内の No.17 ブロック専用に配水することとした。

図 2 終点部の概略図



4-2 災害時の配水運用

被災時の応急給水は、藻岩浄水場および管路に異常がない場合、緊急用給水口の消火栓兼用給水栓から有圧で給水が可能となる。一方、藻岩浄水場が停止、あるいは、上流側の管路が破損し、緊急遮断弁が作動した場合は、給水栓の手動ポンプによる応急給水となる。

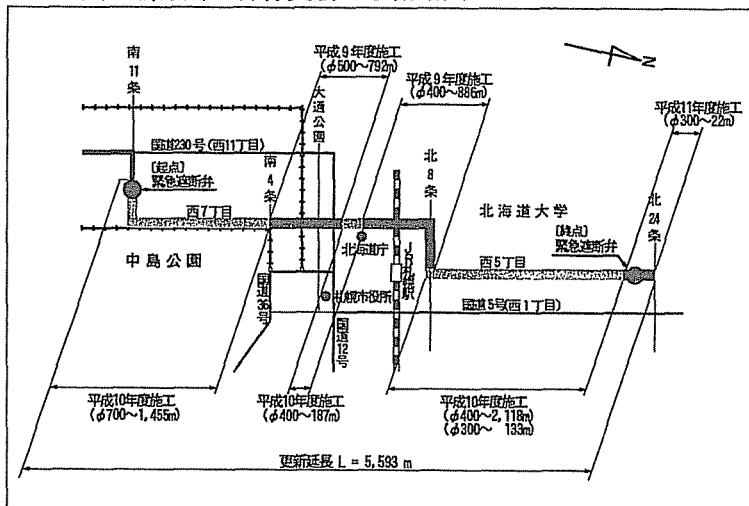
なお、No.17ブロックは、ブロック内の管路が正常であっても断水することになるが、図2のとおり白川浄水場配水系の北24条幹線から流入できるバイパス管路により、連絡弁Aを開とし、断水を防ぐ。

また、藻岩浄水場の停止が長期におよぶ場合は、連絡弁Bを開とし、管路内に白川浄水場からの水を流入させ、緊急時給水管路としての機能を維持可能なバックアップシステムをとっている。

5. 更新工事の概要

当初計画では、埋設ルート上の道路は交通量が多く、その上、他の地下埋設物が輻輳し、電車軌道に近接している部分（延長約1km）があり、施工条件が悪かったことから、平成9年度から12年度の4年間で更新することとしていた。しかし、既設管路の埋設位置が比較的浅く、かつ直線的に布設されていたことから、日進量等が上がり予定より効率的な更新工事が可能となった。したがって、1年繰り上げ平成11年度に完了することができた。

図3 藻岩第1幹線更新工事概略図



5-1 施工内容

3年間にわたった更新工事の施工内容の概略は、次のとおりである。

- (1)施工年度 平成9年度～平成11年度
- (2)施工区間 中央区南11条西9丁目
～北区北24条西5丁目
- (3)施工延長 5,593m
 - ①挿入部 4,971m

DPⅡPφ700(外装管φ800)	1,366m
DPⅡPφ500(外装管φ600)	736m
DPⅡPφ400(外装管φ500)	2,869m
 - ②開削部 467m

DSP/DKFPφ700	89m
DSP/DKFPφ500	56m
DSⅡPφ400	322m
 - ③排水管 155m

DPⅡP/DSⅡPφ300	155m
---------------	------
- (4)付属設備
 - ①緊急遮断弁室 2カ所
起点(緊急遮断弁・電磁流量計/φ250)
終点(緊急遮断弁・電磁流量計・逆止弁/φ250)
 - ②仕切弁室 5カ所
副弁内臓型パタライ弁(700-1・500-2・400-2)
 - ③空気弁 14カ所
 - ④緊急用給水口 24カ所
 - ⑤緊急用給水口標示柱Aタイプ 2カ所
 - ⑥緊急用給水口標示柱Bタイプ 12カ所
 - ⑦緊急遮断弁テレメーター設備 2カ所

5-2 更新工事の特徴

(1)施工時間

施工箇所は、市内中心部で昼間の交通量が多く、工事による交通渋滞を避けるために、昼間は、覆工板を設置し、夜20時から翌朝6時までの夜間施工を原則とした。

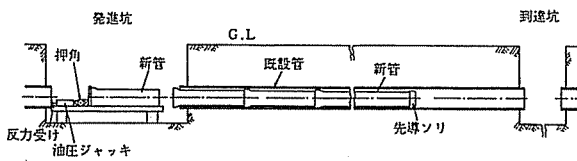
平成10年度に施工した電車軌道沿線については、終電の深夜0時から始発の翌朝6時までの短時間に限定した施工とした。

(2)事前調査

パイプ・イン・パイプ工法の設計にあたっては、既設管に新管を挿入するため、管路の埋設位置の的確な把握が重要であり、既存図面の確認と地上からのレーダー探査、TVカメラによる管内部の調査、試験掘削を行い精度アップを図ることとした。

また、施工面においては、新管の挿入可否の確認として、新管と同一形状の模擬管2本(4m/本)を作製・接合して、施工区間をワイヤロープでけん引し、挿入の確認を行った。その結果、JR 函館本線以北の一部で、不等沈下と思われる接合部の近接箇所(継輪、切管等)が挿入不可能となり、開削による切り取り除去を行い、新管を通過させることとした。

図4 パイプ・イン・パイプ工法概略図



(3)管内クリーニング

既設管の内面は、さびこぶ、堆積物など挿入工事を阻害する異物が多量にこびり付いた状況であった。その除去方法には現在、スクレーパ工法、ピグ工法および高压洗浄工法があるが、管内の滞留水の除去処理に有利な高压洗浄工法を採用した。

写真3 既設管内の状況



(4)管種

既設管内に挿入する新管については、パイプ・イン・パイプ工法による更新工事であると同時に、機能アップを目指すことから、同工法用に開発された耐震形継手を有するPⅡ形ダクトイル鋳鉄管を採用することとした。施工性を考慮し、4m管(規格長4m・6m)を使用した。

また、屈曲部、立坑部などの開削部は、耐震形継手を有するS形、SⅡ形、KF形ダクトイル鋳鉄管を採用し、弁室などのコンクリート構造

物との取合部には、ダクトイル鋳鉄製伸縮可撓管を設置し、耐震性の強化を図った。

表2 ダクトイル鋳鉄管の耐震形継手

名称	適用口径	構造
PⅡ形 (DPII)	φ300~1350	セットボルト ロックリング ゴム輪
S形 (DSP)	φ500~2600	ボルトナット バックアップリング 押し輪 ゴム輪 ロックリング
SⅡ形 (DSII)	φ75~450	ボルト・ナット ロックリング 押し輪 ゴム輪 バックアップリング
KF形 (DKFP)	φ300~900	ボルトナット 押し輪 セットボルト ロックリング ゴム輪

(5)立坑築造

発進・到達立坑の設置は、地下埋設物との近接および車両の出入口などを避け、また、付属設備の取付け範囲も考慮した位置を選定した。これらの条件をクリアし、設置可能となった立坑数は全体で38箇所におよんだ。

(6)既設管と新管の隙間充填の検討

既設管と新管との隙間充填は、圧縮強度が低い充填物ほど外装管の動きが新管に伝わりにくくなり、耐震的には好ましいとされている。しかしながら、この更新工事では路面の陥没が一応懸念されるが、既設管と新管との隙間(新管500mmで42mm)が狭く、陥没に至る可能性が極めて少ないこと、また、地下水位が低く、隙間に流入しにくいため管外面が腐食する心配もないことから、この更新では充填しないこととした。

(7)消火栓兼用給水栓

消火栓兼用給水栓は、被災時においても応急給水および消火活動が機能できるよう耐震化を講じ、さらにイタズラや盗水を防止するため、緊急用給水口に格納できる地下式とした。よって、緊急時にはバルブを開栓すると水圧により消火栓兼用給水栓が地上へ上昇する水圧自動昇降式を採用し、水圧が不足する場合は、手動で上昇させ固定して給水することも可能な構造とした。

また、幹線からの分岐部は、管内貯留水をすべて汲み上げることができるように、分岐部のT字管を図5のとおり、斜め下に向けて配管し、管底部の貯留水も有効に活用することとした。

図5 給水栓引出し一般図

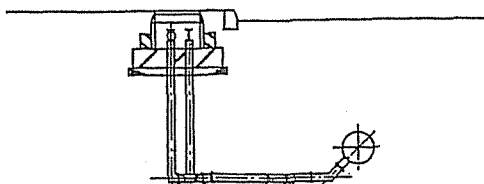
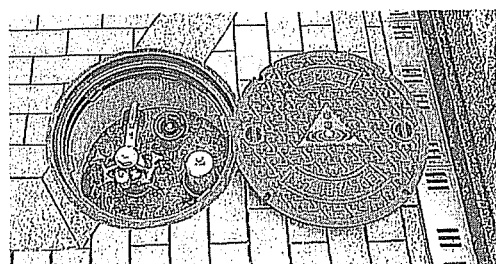
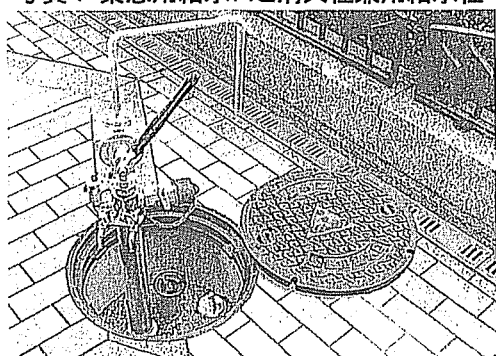


写真4 緊急用給水口と消火栓兼用給水栓



(8)緊急用給水口標示柱

緊急用給水口標示柱は、緊急用給水口の位置標示と応急給水用具（手動吸込ポンプ、非常給水袋等）の収納を目的とし設置した。また、応急活動に対する市民参加意識の向上を狙いとして、市民の目にとまりやすい場所に設置した。なお、標示柱は、標示と収納を兼ねたタイプと標示だけの2タイプを、歩道の幅員や設置場所の状況によって選択し設置した。

(9)仕切弁

仕切弁室は、地下埋設物の輻輳した箇所を設置しなければならないため、極力小規模な構造とする必要があり、副弁内臓型バタフライ弁を

採用した。このことにより、バイパス管（副弁、副管等）が不要となり、弁室の形状寸法を小さくすることができた。

(10)空気弁

空気弁の選定では、既設管の埋設状況から、一般的に多用している補修弁取付型空気弁では、取付・取外しに必要なスペースを確保できない箇所が多いため、T字管に組込みできる、補修弁を内臓した不凍急排型空気弁を採用した。

(11)緊急遮断弁

緊急遮断弁の選定では、操作性と使用実績から、弁の型式としてバタフライ弁、遮断方式はロック機能をはずすことにより、ウエイトの自重で自動的に弁を閉鎖することができるウエイト式を採用した。遮断方法は、流速感知方式（電磁流量计併設）で設定し、将来地震感知も併用可能としている。

6. おわりに

今や都市のライフラインとして水道は、如何なる場合にも欠くことができず、安全安定給水を最大の責務として、市民との関わりをより一層強めながら、市民が安心して暮らせる街づくりに貢献していかなければならないと考えている。

今回の更新工事は、市内中心部に埋設された老朽幹線の貴重な地下空間を有効に活用し、平常時の幹線の使命は勿論のこと、災害時の利用も併せ持つという事業テーマを集積した管路の

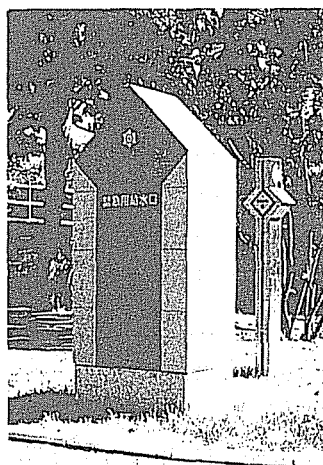


写真5 標示と収納タイプ標示柱

象徴ととらえている。したがって、今後も、このような整備計画を策定していくことが肝要であると考えている。