

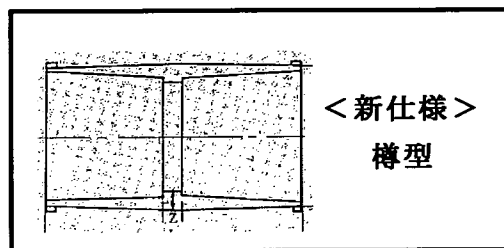
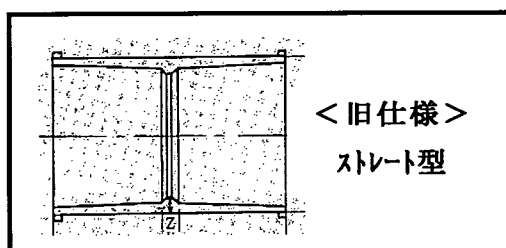
・き裂発生原因の推定

原因1：(製品形状1) たがはり力

テーパ状の受け口を持ったTS継手に管を差し込んだとき継手に発生する円周方向の応力のことを通称「たがはり力」と呼んでいるが、管が奥まで差し込まれていればいるほど発生応力は過大になるため、よりき裂が発生しやすくなる。

原因2：(製品形状2) TS継手の形状

下左の図のように、旧仕様の継手は、新仕様の継手に比べ、継手中心部の肉厚が薄く、さらにテーパもきついため、「たがはり力」の影響をより受けやすい構造になっている。



原因3：(使用条件) 管路の水圧変動

過去の調査結果より、継手にき裂が発生している管路では、場所によっては最大0.7MPaの「水圧変動」(ウォーターハンマー)が1時間に数回から10数回の頻度で発生している事例があることがわかっている。⁴⁾ また、この原因は、朝晩の水使用量の変動に伴うポンプの作動等により発生すると言われている。

さらに、使用水圧が高いほど継手の円周方向の応力が高くなり、圧力の変動幅も大きくなるため「水圧変動」による継手のき裂がより発生しやすくなると考えられる。仙台市水道局の場合も以前は圧力が高かったが、使用水圧を低く調整してからは漏水事故の割合が大幅に低下したとの情報あり。

③まとめ

上記のようないくつかの要因の複合効果によって、最も応力の集中する継手中心部付近が起点となり、長期間の水圧の変動の繰り返し(脈動)により「疲労破壊」したことが、継手のき裂発生の原因であることが推測される。

5) 新旧仕様TS継手の性能比較試験

き裂の発生したサンプルの破断面の観察結果より、水圧変動による「疲労破壊」が継手のき裂発生原因と推定されることから、同現象を促進して再現する試験として「脈動水圧試験」を選定し、新旧仕様の継手性能の比較試験を実施した。

①脈動水圧試験の試験方法

塩化ビニル管・継手協会が保有している国内標準機を使用し、協会規格ASR T52「硬質塩化ビニル管継手の脈動水圧疲労試験方法」における試験温度、試験波形及び試験周期にて、圧力条件のみ変更（通常2.0MPaのところ1.5MPa）して試験を実施した。

・試験条件

試験温度 : 20℃
試験振幅 : 0.75MPa±0.75MPa
試験波形 : 台形波
試験周期 : 2.5秒

・試験サンプル

試験体寸法 : 450mm

管種・口径 : VP TS継手 呼び径 φ75mm

サンプルa : 仙台市水道局掘上管 旧仕様TS継手 N = 3
サンプルb : 仙台市水道局掘上管 新仕様TS継手 N = 3
サンプルc : 現行品（未使用）TS継手（参考のため） N = 2

・試験装置

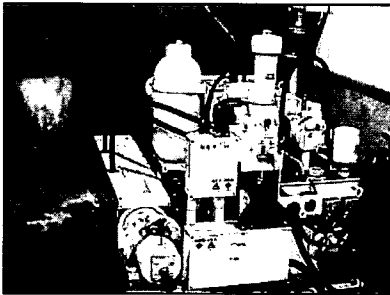


写真 4.6.1 圧カユニット

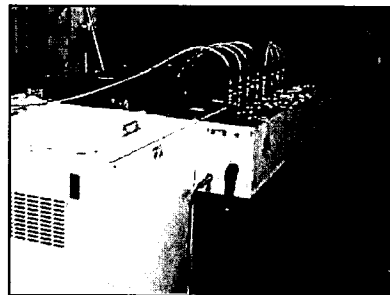


写真 4.6.2 試験水槽

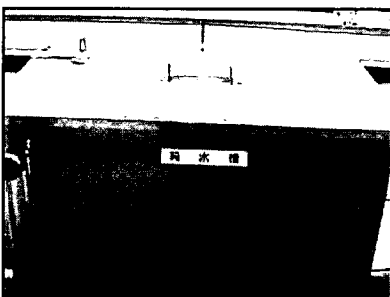


写真 4.6.3 純水槽

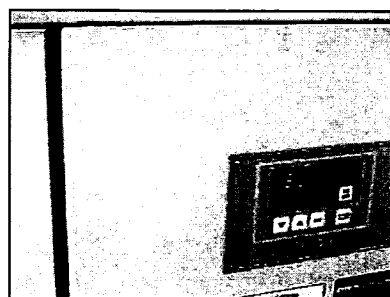


写真 4.6.4 温度調整機

・脈動水圧試験の手順

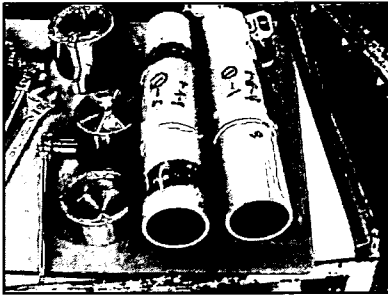


写真 4.6.5 サンプル及び治具の準備

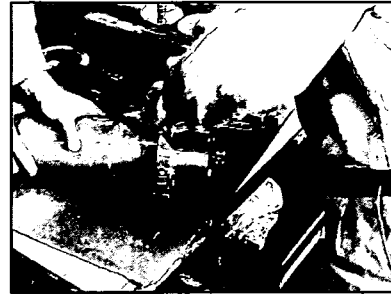


写真 4.6.6 治具のセット

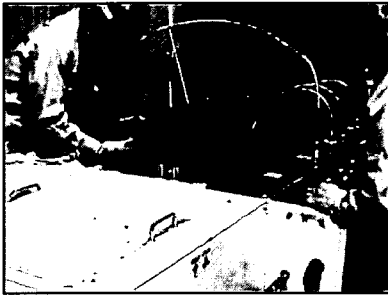


写真 4.6.7 水槽への投入

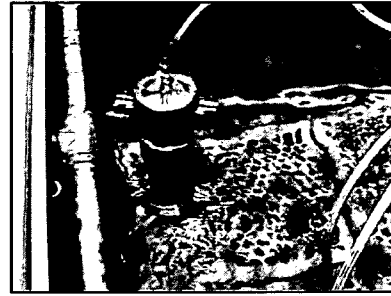


写真 4.6.8 水槽内の状況

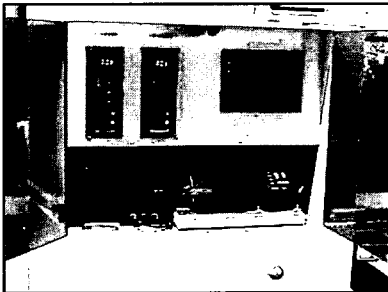


写真 4.6.9 制御装置

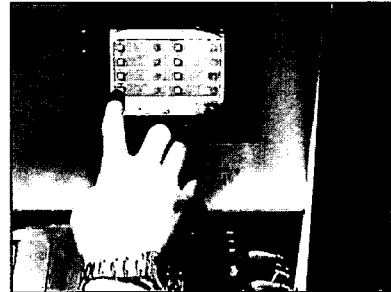
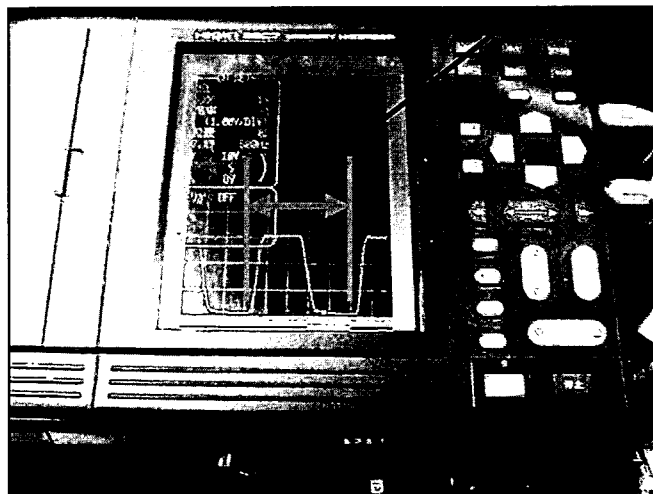


写真 4.6.10 試験条件の設定



台形波
1 サイクル
=2.5 秒

写真 4.6.11 試験波形及び周期の確認


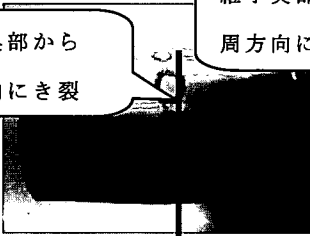
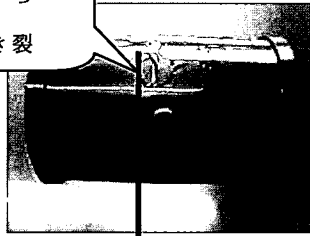
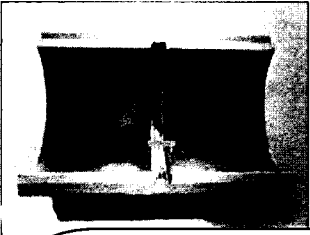

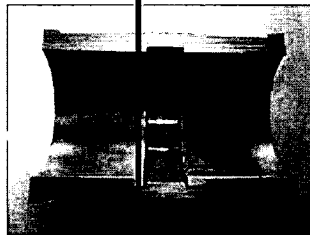

②試験結果

脈動水圧試験の結果を、表 4.6.4 及び表 4.6.5 に示す。

表 4.6.4 脈動水圧試験結果 (単位：脈動回数)

	No. 1	No. 2	No. 3
サンプル a : 掘上管 旧仕様 T S 継手	49,956	90,265	103,699
サンプル b : 掘上管 新仕様 T S 継手	319,601	787,639	354,846
サンプル c : 現行品 T S 継手	355,326	516,122	

表 4.6.5 試験後のサンプルの状況

<試験後の サンプル状況>	サンプル a 旧仕様 T S 継手	サンプル b 新仕様 T S 継手	サンプル c 現行品 T S 継手
外面の状況 ○で囲んだ部分 がき裂発生箇所			
内面の状況			
き裂発生部の 拡大			

継手奥部から
周方向にき裂

継手奥部から
周方向にき裂

実使用サンプルと同様
軸方向にき裂発生

③まとめ

脈動水圧試験の結果から、旧仕様 T S 継手が水圧変動の影響により破壊していることを再現することができた。また、旧仕様 T S 継手は、新仕様 T S 継手に比較して水圧変動に対する耐久性能が劣っていることが明確になった。

6) 微少き裂発生TS継手の漏水状況の確認

仙台市水道局の掘上サンプルの中で、TS継手表面に微少なき裂が発生しているだけのサンプルについて、実際に水圧が負荷された状態では、どれぐらいの漏水が生じているのかの確認を行う目的で漏水状況確認試験を実施した。

①試験方法

・試験サンプル

- a) 完全なき裂状になっているもの（クラック状）「後述レベル2に相当」
- b) 完全なき裂状になっていないで白化状態のもの（クレーズ状）「レベル1」

・試験装置及び試験状況

写真 4.6.12 のような水圧ポンプを使用し、各試験サンプルに対して各条件での水圧試験（水圧 0.1, 0.2, 0.5MP a）を実施した。

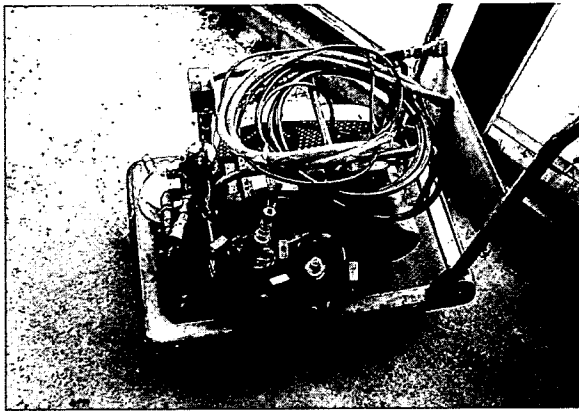


写真 4.6.12 試験に使用した水圧ポンプ



写真 4.6.13 水圧試験用ジグのセット

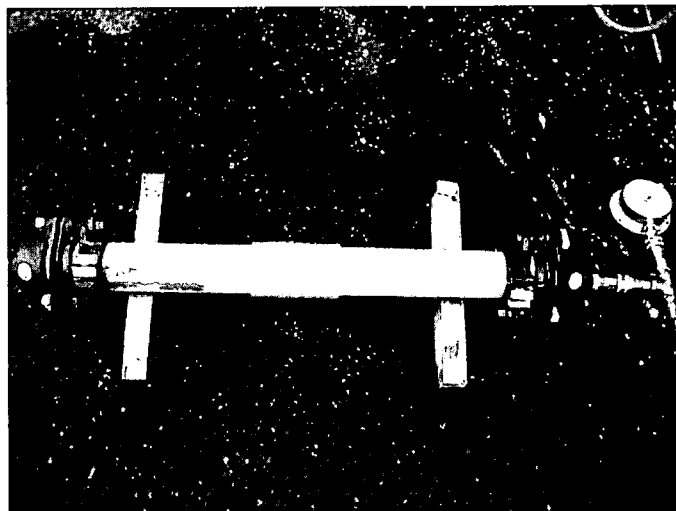
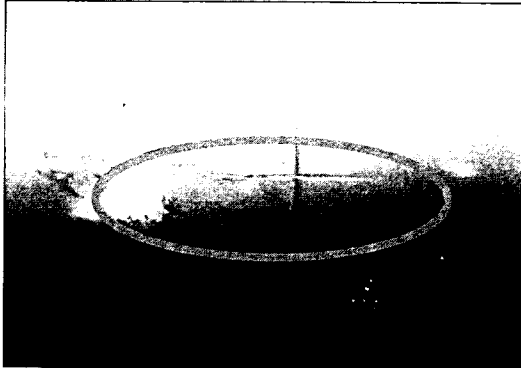
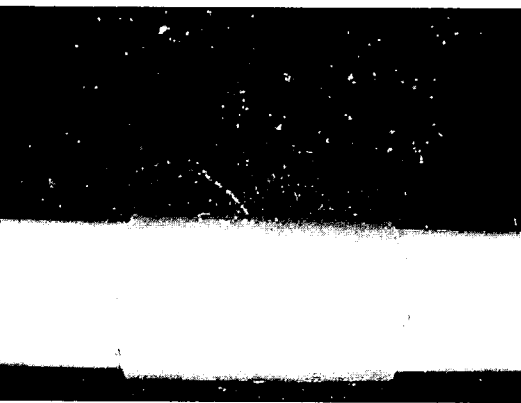
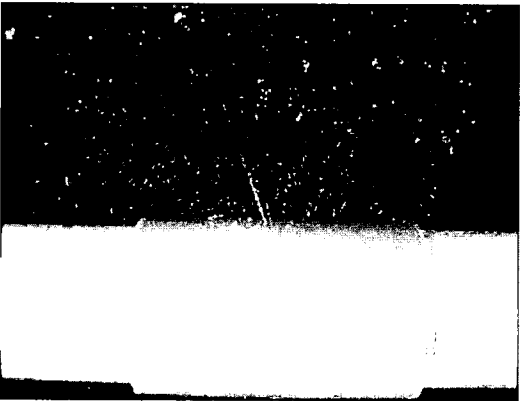

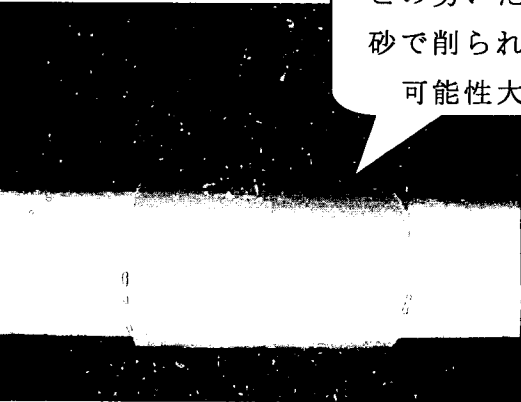
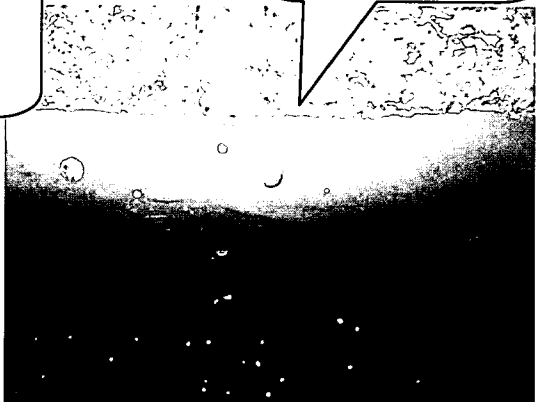


写真 4.6.14 水圧試験の状況

②試験結果

試験結果を、表 4.6.6 に示す。

表 4.6.6 試験結果一覧

内水圧	微少き裂 (クラック状態)	微少き裂 (クレーズ状態)
試験前の状態		
0.1 MPa		
0.2 MPa		 <p data-bbox="1114 1417 1408 1566">この程度のき裂だとじわじわとしみ出す程度</p>
0.5 MPa	 <p data-bbox="639 1528 901 1683">この勢いだと砂で削られる可能性大</p>	 <p data-bbox="1114 1417 1408 1566">この程度のき裂だとじわじわとしみ出す程度</p>

③まとめ

この試験により、表面が白化しているだけに見えるクレーズ状態の微小き裂でも実際には内面と貫通しており「涙漏れ」程度の漏水が見られること。クラック状態の微小き裂は0.5MPa程度の水圧が負荷された場合には、かなりの勢いで水が噴き出しており、使用期間中に周辺の砂を巻き上げて「サンドブラスト現象」によりTS継手表面が削れていくであろうことが推定できる結果となった。但し、この程度の漏水では地上より検知することはかなり難しいと考えられる。

7) 診断指標の決定

ここまでの調査の結果、塩ビ管路の漏水に関しては、主に水圧の変動によってき裂発生に至る「疲労破壊」に注目することが重要であることがわかった。

「疲労破壊」により漏水に至るプロセスを、仙台市水道局の掘上サンプルから見ると、先ず応力集中しやすいTS継手中央部を起点として内面にき裂が発生し、次にそのき裂が継手外面まで成長した段階（白化状態）「レベル1」となる。その状態から「レベル2」の段階までき裂が成長した時点（完全にき裂になった状態）が、塩ビ管路本来の寿命と考えられる。その後「レベル3」から「レベル4」へとき裂が成長、地上で漏水検知できるほどの漏水が発生すると推定される。

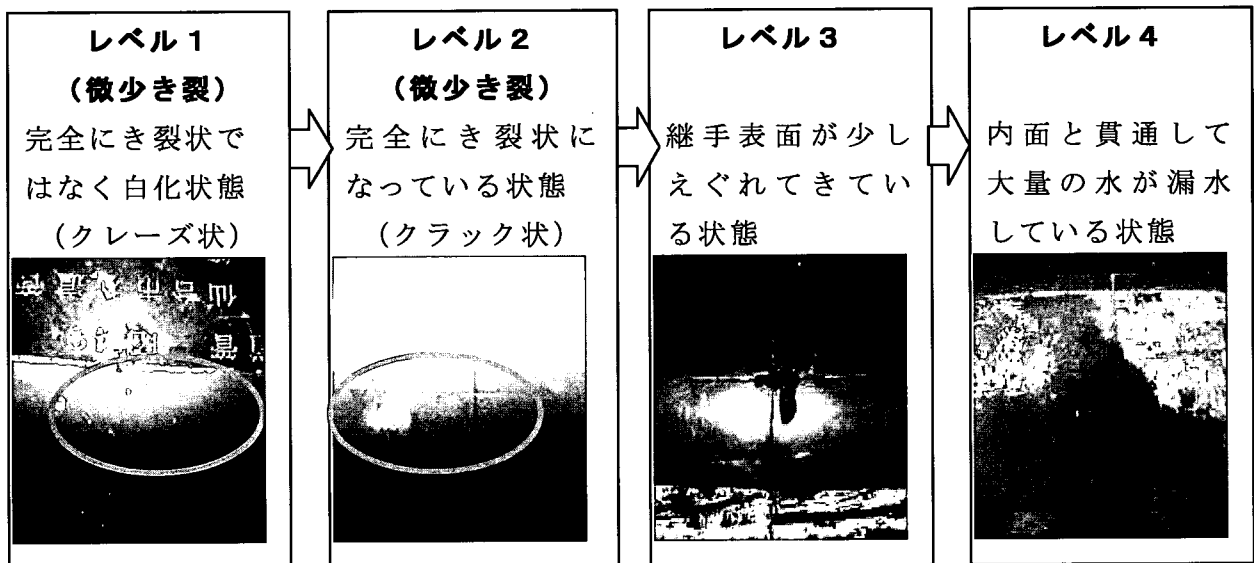


図 4.6.1 TS継手のき裂成長プロセス

このプロセスの「レベル1」、「レベル2」の状態の時に、もし、管内面からTS継手内面に発生しているき裂の有無を調査することができれば、道路陥没等を伴うような漏水事故が発生する前の予防保全や管路更新の優先順位を決定するためのデータとして活用することができる可能性がある。

そこで本研究では、塩ビ管TS継手の老朽度を判断するための「前兆現象」としてTS継手内面に発生する「き裂」の有無に着目し、それを指標化するための診断手法を次のSTEPで検討していくこととする。

8) 診断手法の検討

側視の可能な管内カメラを使用して、塩ビ管TS継手の内面状況が確認可能かどうかの事前調査を実施した。通常の直視のみのカメラでは、継手内面の段差部分の影響で照明の影ができ詳細な観察が難しいため、側視のできるカメラが必要となる。

①管内カメラの仕様

本調査で使用した管内カメラの仕様は以下の通り。

会社名	東芝テリー株式会社
モデル名	AS220X (製造中止)
視方向	0~90° 首振り方式 遠隔制御
側視回転	360° エンドレス回転 遠隔制御
防水構造	防浸形防水構造 (水深：1m、カメラヘッドのみ)
適用管径	100A~200A
カメラヘッド	φ85mm
カメラケーブル長	30m

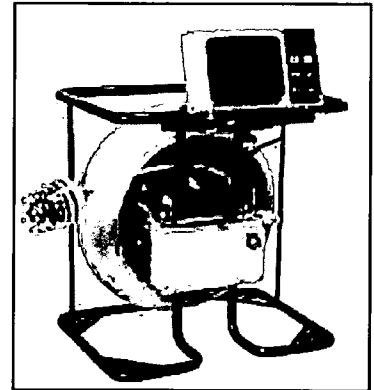


写真 4.6.15 管内カメラシステム概要

②確認調査結果

上記仕様の管内カメラを使用して、以下について確認調査を実施した。

- 1) 100A 塩ビ管 (TS 接合・き裂なし：岡崎市掘上管) への挿入の可否の確認
- 2) TS 継手接合部の状況が十分に確認可能である事の確認

確認調査の結果より、100Aの塩ビ管への挿入が可能であることを確認できた。
(因みに75Aはカメラヘッドが入らずNG。)

また、本体のモニターのみでは、継手接続部の詳細は確認しづらい状況だったが、別に外部モニターを接続することで、内部の状況をより鮮明に観察しながら調査することが可能である。この状態であれば、内面のき裂の有無を十分に確認可能であることが確認できた。

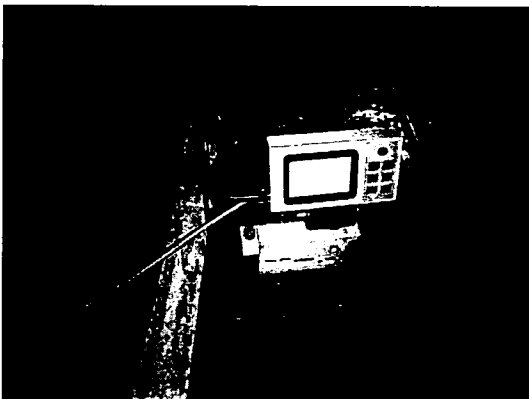


写真 4.6.16 本体制御装置及びモニター

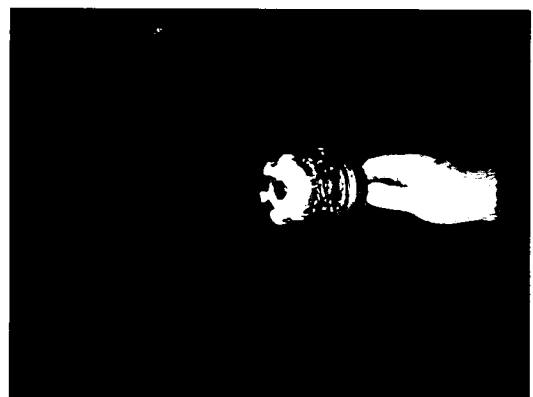


写真 4.6.17 カメラヘッド部

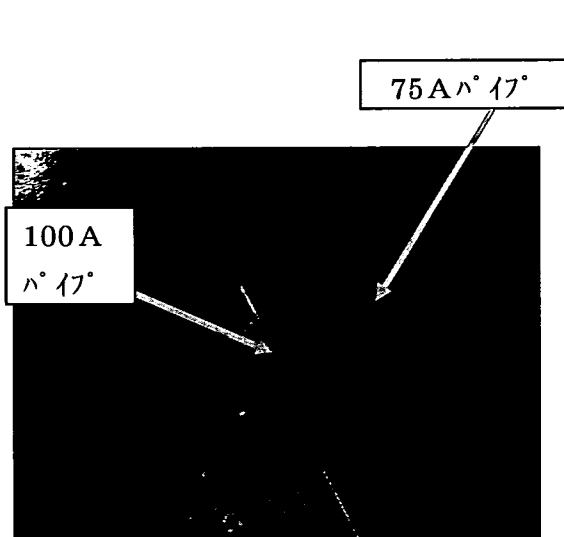


写真 4.6.18 カメラの挿入状況

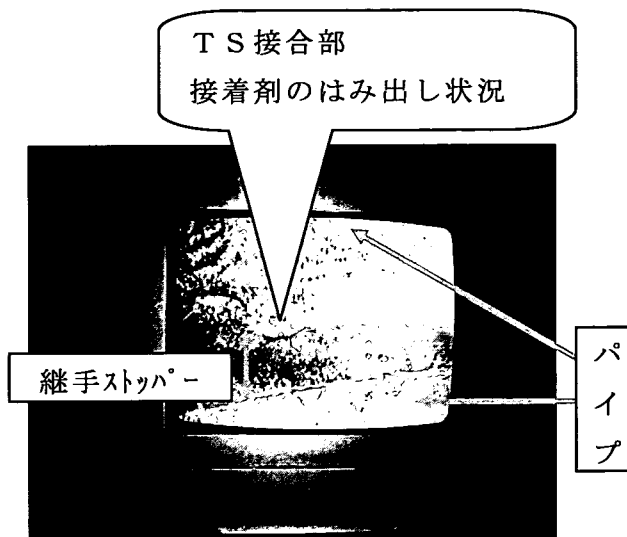


写真 4.6.19 外部モニターでの映像確認

③まとめ

本調査の結果から、塩ビ管内面に側視可能な管内カメラを挿入することにより、100A以上の塩ビ管TS継手のき裂の有無を継手ごとに確認していくことが可能であることを確認することができた。次のSTEPでは、この診断手法を実際のフィールドで使用し、内面のき裂確認が可能かどうかの確認を実施する。

9) 実管路での診断技術の検証

仙台市水道局より、2006年度に塩ビ管TS接合掘上管についてサンプルをご提供いただいたが、2007年度は管内カメラを使用した管内カメラ調査を実施するための「フィールド」(本年度「口径100A」の掘上を実施する現場)をご提供いただいた。

①実管路での調査実施の目的

管路更新工事において、塩ビ管TS接合の管路を掘り上げる場合には、パイプが全て一体化しているため、バックホーで部分的に破壊しながら、掘り上げていくことになる。そのため通常通り掘り上げた場合には、パイプ及びTS継手が大幅に破損している事が多いため、掘り上げ後に今回の調査のように連続して接続部を観察することは事実上困難である。

そこで、仙台市水道局にご協力いただき、以下の項目を確認するために、管路を掘り上げる前に管内カメラを入れる調査を実管路にて実施することとした。

②実管路調査で確認したい項目

- ・実管路（曲がりや傾斜あり）で確認が可能かの検証（但し、断水した状態）
- ・TS継手の既知の破損・補修部分について内面から確認が可能かの検証
- ・TS継手の未知の破損部分について内面から確認が可能かの検証
- ・TS継手の新仕様と旧仕様の識別が可能かの検証

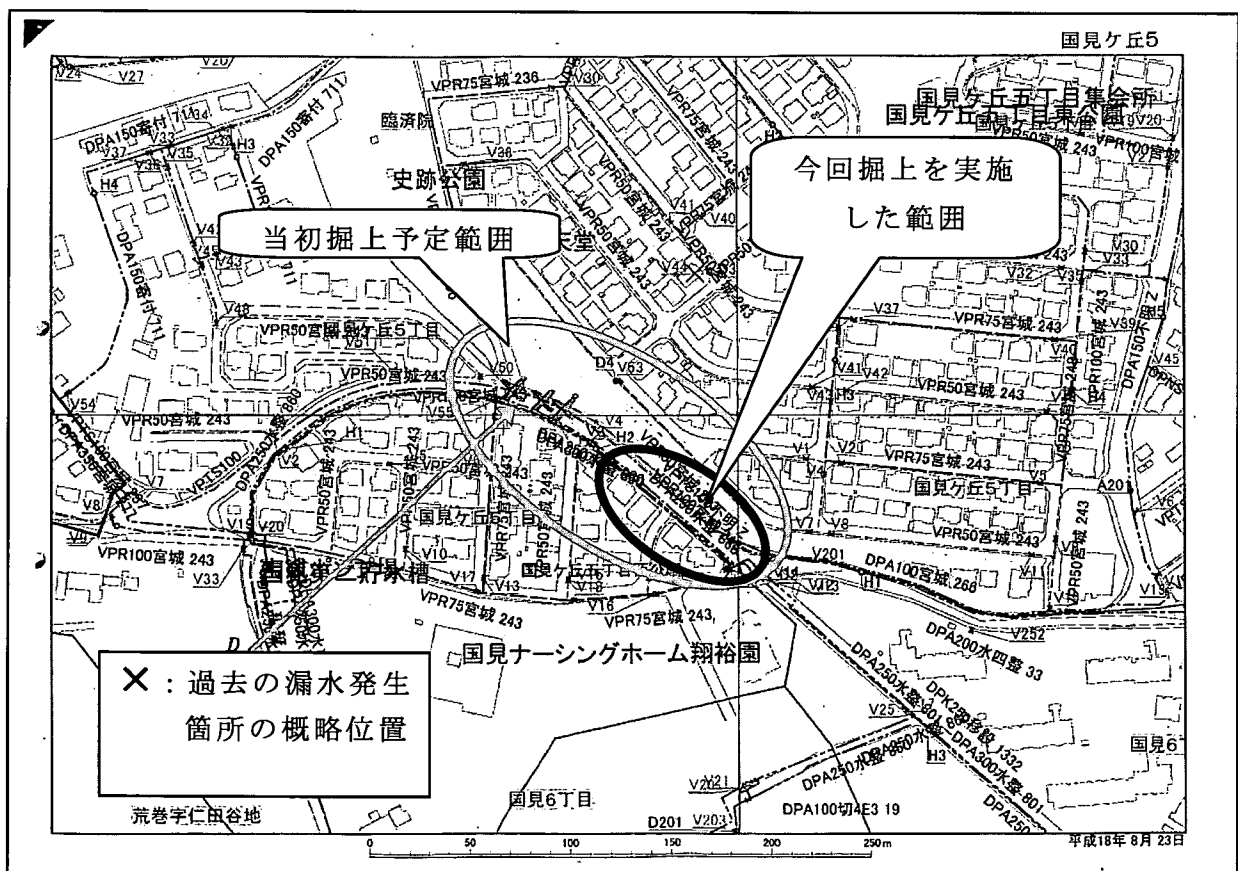


図 4.6.2 管内カメラ調査実施現場 配管図

③管内カメラ調査結果

2007年12月3日(月)に、図4.6.2の現場にて、写真4.6.15の管内カメラを使用して、以下の確認調査を実施した。

尚、管内カメラ調査は(財)水道技術研究センターより1名及び、積水化学工業(株)より2名の合計3名で実施した。

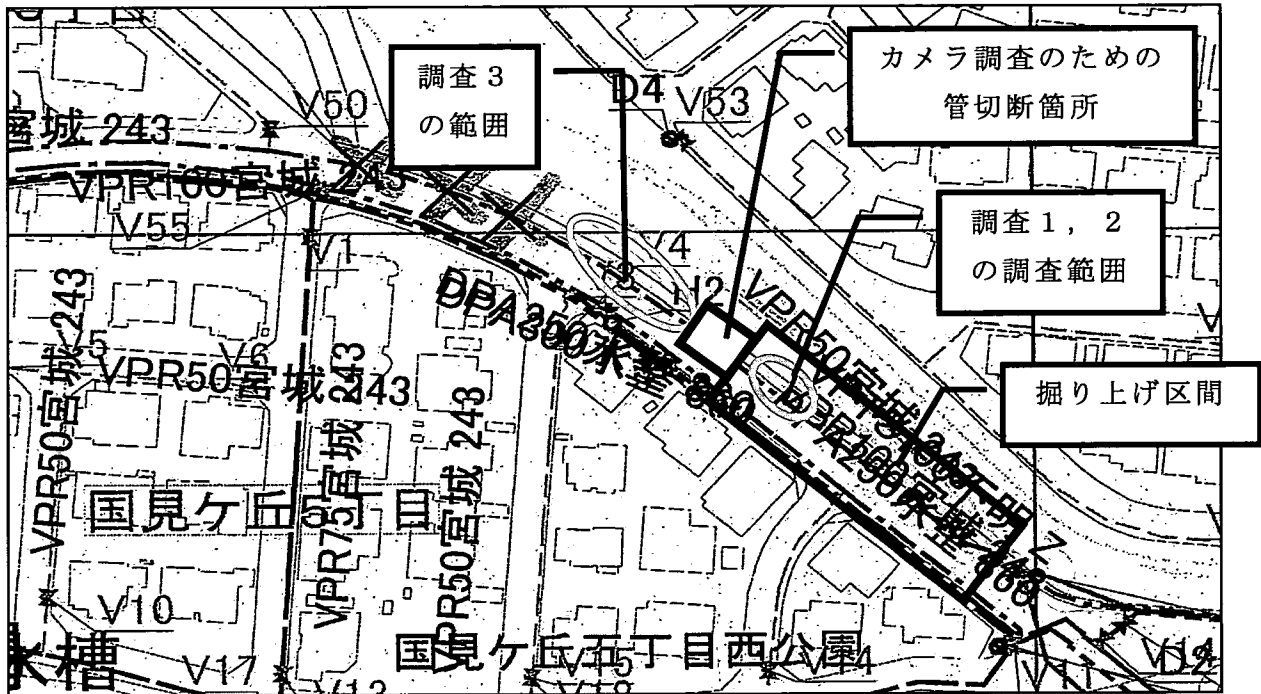


図 4.6.3 調査箇所の詳細図



写真 4.6.20 調査箇所下側方向(調査1, 2)
(写真上方向に下っている)



写真 4.6.21 調査箇所上側方向(調査3)
(写真上方向に上っている)

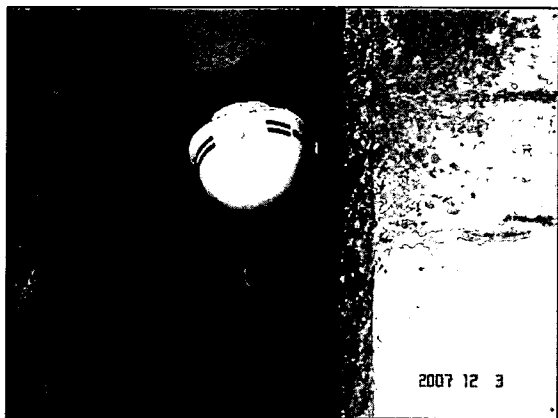


写真 4.6.22 調査のための管の切断
(水圧はないが満管状態)



写真 4.6.23 管切断への立ち会い



写真 4.6.24 カメラ調査機材一式

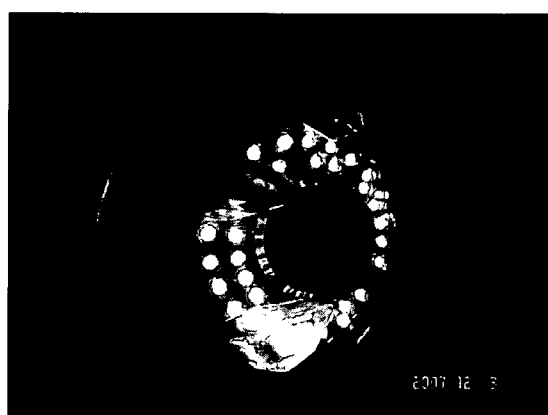


写真 4.6.25 カメラヘッド



写真 4.6.26 カメラ調査前の調整



写真 4.6.27 カメラの管内への挿入
(調査 1 実施状況)

・管切断箇所より「下側」の調査（掘り上げ対象管路）

調査 1：掘り上げ前（水がある状態）の調査（調査箇所：継手 No.1）

掘り上げる前の管路に、管内カメラを挿入して調査を実施した。

管内に水が充満した状態（圧力はなし）であり、通常よりピントが合わせにくい状況（元々満水状態での観察用にはできていない）、さらに管内の浮遊物により観察がしにくい状況ではあったが、内面の状況のある程度は観察することは可能だった。

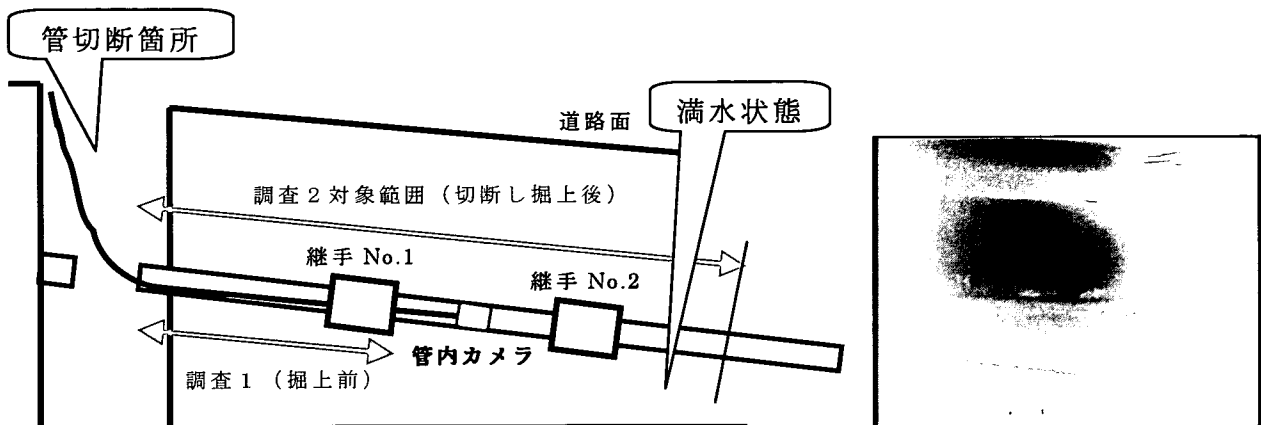


図 4.6.4 管内カメラ調査 1 及び 2 概要

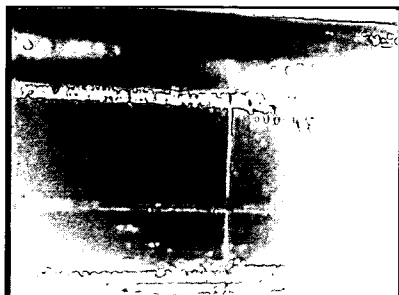
写真 4.6.28 管内カメラ映像
(調査 1)

調査 2：一部管路掘り上げ後の調査（調査箇所：継手 No.1 及び No.2）

T S 継手 2 箇所を含む管路約 10 m を、破損させずに特別に連続した状態で掘り上げ、掘り上げた状態の管路について、管内カメラ調査を実施した。

調査の結果、先ず T S 継手内面のストッパー部分の幅が 10mm 程度あり、幅が広いため、「新仕様」の T S 継手であることが確認できた。次に T S 継手内面の調査を実施したが、「疲労破壊」によるき劣は観察されなかった。しかし、図 4.6.29 及び図 4.6.30 に示したとおり、T S 継手内面のウエルドライン^{注)}や接着剤の塗布状況（はみ出し）等の鮮明な観察が可能だったことより、もし観察する対象が「旧仕様」の T S 継手であれば、内面き劣の有無を十分に確認することが可能であると考えられる。

注)：ウエルドラインとは、T S 継手を射出成形にて成形するとき、ゲートから注入された熔融樹脂が、金型内で合流して融着したところに、細い線が発生する部分のことで、一見するとき裂のように見える。



a) ウエルドライン

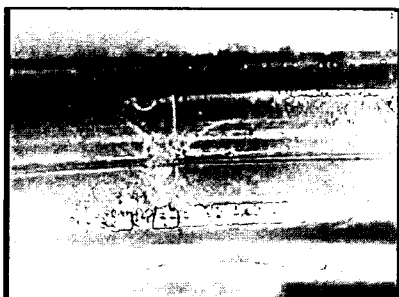


b) 接着剤はみ出し



c) 砂粒付着

写真 4. 6. 29 管内カメラ映像 (調査 2 継手 No.1)



a) ウエルドライン



b) 接着剤はみ出し



c) 砂粒付着

写真 4. 6. 30 管内カメラ映像 (調査 2 継手 No.2)

・管切断箇所より「上側」の調査 (掘り上げ対象外の管路)

調査 3 : 管切断箇所より上側の調査 (調査箇所: 継手 5 箇所)

この方向は、管切断箇所の上側のため内面の水は抜けた状態になっているため、確認した箇所全ての接続部で、調査 2 と同様に T S 継手内面状況を観察することができた。また、調査 2 と同様に内面からのき裂は観察されなかった。さらに、T S 継手又は、パイプの破損部分の補修箇所について内面から確認できる可能性があったが、残念ながら今回の調査区間内には補修部分はなく、確認することはできなかった。

④掘り上げサンプルとの比較調査

・製造メーカーと製造ロット

今回現場でサンプリングした T S 継手及びパイプの製造ロット等は表 4. 6. 7 の通りである。

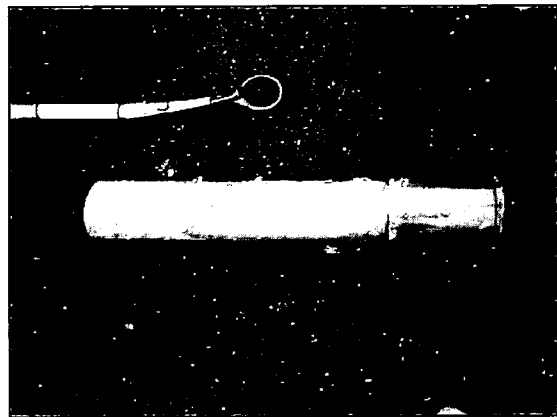
この結果より、布設年度は 1973 年 (昭和 48 年) の秋から冬にかけてと推定されるため、この管路の使用年数は約 3 4 年と考えられる。また、製造ロットは「JIS 規格改定前」の日付であるが、管内カメラによる確認及び、継手外観形状等より、先行して切り替えられていた「新 JIS 仕様の T S 継手」であることがわかった。

表 4.6.7 掘り上げサンプルの製造ロット

	製造メーカー	製造ロット
パイプ (掘上管前半部分)	F社	7308 042
パイプ (掘上管後半部分)	G社	7308 T04
TS継手 (新JIS仕様)	C社	73年 9月～11月



a) 掘り上げパイプ

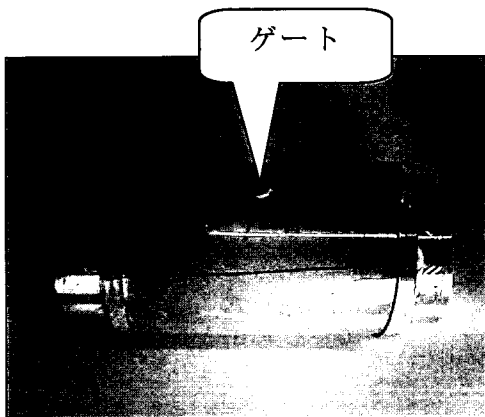


b) 最初に切断した部分

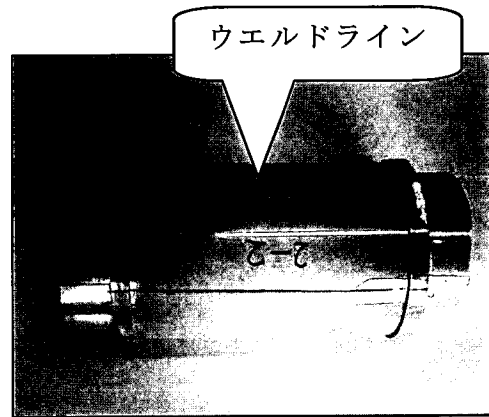
写真 4.6.31 現場での掘り上げサンプルの一部

・管内カメラで確認した状況と現物を確認結果の比較

管内カメラで確認した状況 (写真 4.6.29 及び写真 4.6.30) と、サンプリングしたTS継手を半割にして目視で観察した結果 (例として継手 No.1 を写真 4.6.32 に示す) を比較した結果を表 4.6.8 に示す。

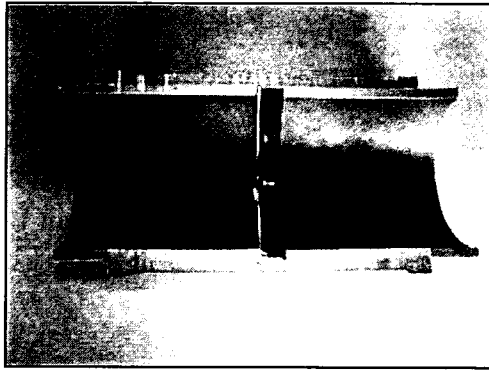


a) ゲート側

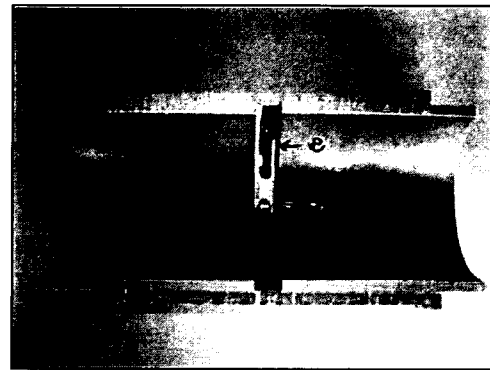


b) ウエルドライン側

写真 4.6.32 目視観察 (調査2 継手 No.1 外面)



a) ゲート側



b) ウエルドライン側

写真 4.6.33 目視観察（調査2 継手 No.1 内面）

表 4.6.8 管内カメラと現物のき裂確認状況の比較

	管内カメラ観察	現物確認（内面）	現物確認（外面）
継手 No.1	き裂なし	き裂なし	き裂なし
継手 No.2	き裂なし	き裂なし	き裂なし

この結果より、継手 No.1 及び No.2 の何れのサンプルも現物においてもき裂が発生しておらず、管内カメラで観察された各状況が確認できた。

⑥まとめ

仙台市水道局の実管路において管内カメラ調査を実施し、さらに一部掘り上げサンプルについてき裂の有無を確認しカメラ映像との比較を実施した。

当初予定していた「き裂」の発生しているTS継手を内面から管内カメラを使用して観察するという目的は達成することはできなかったが、実管路にて管内カメラを使用することにより、継手内面のき裂の有無等の状況観察が十分実施可能であることが確認できた。

(5) 本研究のまとめ

本研究では、漏水事故が多いと言われる「①VP管+②TS継手+③漏水事故の多い路線（JIS規格改訂前（1979年（昭和54年）以前）のTS継手）」に着目し、その実態調査及び掘り上げた継手の性能試験を実施した。その結果、現行品に比べ旧JIS規格TS継手は、明らかに性能が劣っていることが確認された。

また、過去のデータの分析及び掘上管の状況調査等の結果から、硬質塩化ビニル管路の老朽度診断を行うための「指標」として、水圧変動の蓄積による「疲労破壊」により、TS継手内面に発生する「き裂」に着目して研究を実施した。

さらに、「き裂」を確認するための手法として、「側視可能な管内カメラ」を使用し調査を実施した結果、TS継手内面の状況を鮮明な画像で確認することができ、断水した状態であれば、この手法で「き裂」の有無を確認できることを確認した。残念な

がら今回の調査範囲では、内面に「き裂」のあるTS継手がなかったため完全な検証を行えなかったが、今後さらに研究を進めることでその点は確認できると考えている。

本研究で使用した側視可能な管内カメラは、既に製造中止になっているモデルであり、また対象口径も100A以上となっている。今後、本研究を契機に、水道管路の調査対象用途として、75A以上を対象にした側視可能でありかつ不断水で観察可能な管内カメラが、開発されることを強く望む。

また、本研究では確認をしていないが、既存の不断水で観察ができる管内カメラを使用することにより、①施工不良による「点石割れ」について、管内面の白化を観察することにより、割れに至る前に事前に確認できる可能性や、②TS継手接合部の抜けだしにつながるような、施工時の管挿入不足の有無を確認できる可能性についても、今後継続して研究していくことで検証されると思われる。

今後この研究成果を、各水道事業体における硬質塩化ビニル管路更新事業の更新理由説明のための補足資料として、有効にご活用下さい。

(6) 引用文献

- 1) (財) 水道技術研究センター：鋳鉄管・鋼管・硬質塩化ビニル管診断手法の開発調査報告書（1994）
- 2) (財) 水道管路技術センター：水道用硬質塩化ビニル管調査報告書－鋳鉄管・鋼管・硬質塩化ビニル管診断手法の開発調査追補－（1995）
- 3) (財) 水道技術研究センター：水道用塩化ビニル管路の診断マニュアル（2003）
- 4) クボタ鉄工（株）：ゴム輪受口付き硬質塩化ビニル管システムの水撃挙動，クボタ技報 第15号（1983）

4.6.2.2 水道用バルブ類点検データの分析および評価

4.6.2.2-1 その1 / A水道部提供データの分析および評価

(1) はじめに

水道バルブ類は、戦前に設置されたものも未だ残っているが、主として昭和30年代以降に設置されたものが現在も使用され続けている。関連団体より「維持管理マニュアル」や「更新指針」も発表されているものの、設置数が多く、すべてに目が届かないというのが実状である。そのため、不意の故障や操作不能のために思わぬ断水や汚濁水の流出をまねくことがある。これらのリスクを回避するには、今まで以上に計画的にバルブの点検・更新を進める必要がある。

ただ、これらの作業の必要性を説明できるデータや分析結果が少ないのも現実である。今回、A水道部の全面的なご協力を得て、独自のバルブ点検データをご提供いただいた。このデータを分析することにより、現有バルブの実情を伝え点検・更新を促す一助になればと考える。

(2) データの出典

A水道部で実施された平成17年度点検データ。(バルブは制水弁であって、空気弁・消火栓等の小口径弁は含まない。また、点検はバルブメーカーによる。)

(3) バルブの点検周期

参考のためA水道部で実施されているバルブの点検周期は以下を目安とされている。

①場内電動：4年 ②場内手動：10年 ③管路電動：4年 ④管路手動：6年

(ただし、管路の電動弁は数が少なく、これにのっとっていない場合もある。)

点検の種類を、日常点検・定期点検・精密点検(語句の定義は(社)日本水道協会編「水道用バルブ類維持管理マニュアル、2004」による。)に分けるとすれば、「定期点検」に相当する。

(4) 点検項目

以下の項目について点検を実施されている。

- 1) 外面塗装の状態
- 2) ボルト・ナットの腐食の有無
- 3) 開度計の表示・作動状況
- 4) グランドよりの水漏れの有無
- 5) 操作機よりの油漏れの有無
- 6) 弁室の状態(水没の有無。ただし、これはバルブ固有の問題とは異なる。)
- 7) 作動点検

①バタフライ弁については10度程度、仕切弁については減速機の大歯車1回転程度の開閉操作を行う。

②全閉又は中間開度のバルブ及び流量に影響を与える場合は、監督員と協議を実施し、その指示に従う。

上記以外にも、以下の項目について記録されている。

- 1) バルブ番号
- 2) バルブの型式
- 3) 口径
- 4) 製造年
- 5) 銘板記載事項、鋳出し項目
- 6) 弁室蓋・タラップの良否
- 7) 弁室ピット内酸素濃度

(5) データの分析結果

- 1) 調査されたバルブの総台数：224 台
- 2) うち何らかの不具合が報告されたバルブの台数：52 台（計 59 件）

【7 台が複数件の不具合を持つ。】

【総台数に占める不具合バルブの割合：23%】

【不具合のあるバルブの平均使用年数：37 年】

3) 不具合の内訳

不具合部位	台数	割合	平均年数	場所	台数	割合	型式	台数	割合
基準値をこえる 操作力	25	11%	36.4	場内	8	3.6%	仕切弁	13	5.8%
				管路	17	7.6%	ハタフライ弁	12	5.4%
弁室水没による 維持管理への悪 影響	11	5%	35.2	場内	7	3%	仕切弁	1	-
				管路	4	1.8%	ハタフライ弁	10	4.5%
開度表示の不 具合	10	4.5%	42.4	場内	7	3%	仕切弁	4	1.8%
				管路	3	1.3%	ハタフライ弁	6	2.7%
ボルト腐食	9	4%		場内	9	4%	仕切弁	9	4%
				管路	0	-	ハタフライ弁	0	-
グランドよりの 水漏れ	2	0.9%	37	場内	0	-	仕切弁	2	0.9%
				管路	2	0.9%	ハタフライ弁	0	-
操作機よりの 油漏れ	2	0.9%	34	場内	2	0.9%	仕切弁	0	-
				管路	0	-	ハタフライ弁	2	0.9%
合計	52 (59 件)	23%	37.0	場内	30	13%	仕切弁	23	10%
				管路	22	10%	ハタフライ弁	29	13%

注：割合とは総台数に対する割合

4) 設置場所(場内/管路)別 (注: 管路弁も弁室内設置である。)

①場内に設置されているバルブ: 調査総台数: 121 台

うち不具合バルブの台数: 30 台 (121 台に対して 25%)

不具合の内訳

ボルトの腐食	9 台
弁室の状態	8 台
操作力の基準値ごえ	8 台
開度表示の不具合	7 台
操作機よりの油漏れ	2 台

②管路に設置されているバルブ: 調査総台数: 103 台

うち不具合バルブの台数: 22 台 (103 台に対して 21%)

不具合の内訳

操作力の基準値ごえ	17 台
弁室の状態	3 台
開度表示の不具合	3 台
グラウンドよりの水漏れ	2 台

5) 型式(仕切弁/バタフライ弁)別

①仕切弁: 調査総台数: 46 台

うち不具合バルブの台数: 23 台 (46 台に対して 50%)

不具合の内訳

操作力の基準値ごえ	13 台
ボルトの腐食	9 台
開度表示の不具合	4 台
グラウンドよりの水漏れ	2 台
弁室の状態	1 台

②バタフライ弁: 調査総台数: 178 台

うち不具合バルブの台数: 29 台 (178 台に対して 16%)

不具合の内訳

操作力の基準値ごえ	12 台
弁室の状態	10 台
開度表示の不具合	6 台
操作機よりの油漏れ	2 台