

# 令和6年能登半島地震における水管橋の被害と損傷モード分類

西勇也<sup>1</sup>・楢田泰子<sup>2</sup>

## Damage to Water Pipe Bridges and Its Mode Classification

Yuya NISHI<sup>1</sup> and Yasuko KUWATA<sup>2</sup>

### Abstract

The 2024 Noto Peninsula earthquake caused various earthquake damages to water-supply pipelines. This paper reports the results of our field survey of earthquake damage to water pipe bridges. The damage to the water pipe bridges was caused by the displacement of the ground behind the abutments or between the abutments during the earthquake, but not by the inertia force of pipes. Damage modes of the abutments can be classified into settlement of the ground behind the abutments, tilt of the abutments, and horizontal movement of the abutments. The abutment displacement caused various damages to the pipelines of the water pipe bridges.

キーワード：令和6年能登半島地震，水道，水管橋，伸縮可撓継手，地震被害

Key words: 2024 Noto Peninsula earthquake, water supply, water pipe bridge, expansion joint, earthquake damage

### 1. はじめに

令和6年能登半島地震は水道管路に様々な地震被害を及ぼし、広域にわたって断水を生じた。水道管路は一般に地中に埋設されているが、河川や道路、鉄道を横過する箇所には地上の架空管路として水管橋（道路橋の橋桁に添架された添架管も水管橋を含む）が設けられる。本報ではこれらの水管橋に着目して能登地震における被害状況に関する現地調査結果を報告するとともに、橋台や管

路に生じた損傷モードの分類を行い、これまでの地震被害との違いについて考察を行った。

本研究では石川県の珠洲町、輪島市、穴水町、能登町、志賀町で計12橋の水管橋について被害を調査した。調査期間は2024年1月6日、7日と同年2月26日から28日の計5日間である。国土交通省によると<sup>1)</sup>、能登半島地震における水管橋の被害箇所は78橋あり、そのうち上記5市町では45橋あると報告されている。本研究では奥能登の市町

<sup>1</sup> 日本ニューロン株式会社管路防災研究所  
NEURON Pipeline Resilience Laboratory, NEURON JAPAN CO.,LTD.

<sup>2</sup> 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻  
Department of Civil Engineering, Graduate School of Engineering, Kobe University

本稿に対する討議は2025年5月末日まで受け付ける。

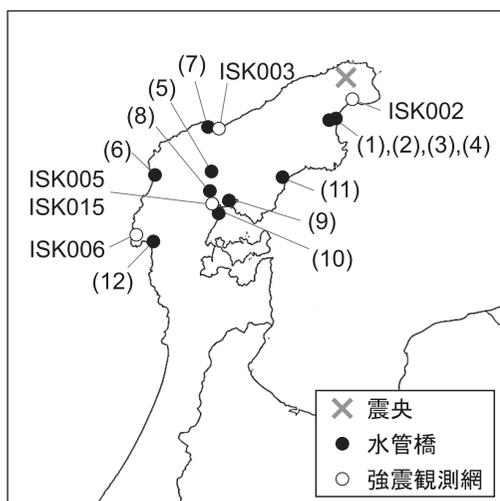


図1 調査した水管橋と強震観測網の観測点

の27%の水管橋をカバーしている。

図1に調査した水管橋と防災科学技術研究所の強震観測網(K-NET, KiK-net)の観測点の位置を示す。図中の水管橋位置に付記した(1)から(12)の記号は3章で水管橋被害状況を説明する項番号に対応している。2024年1月1日の16時10分ごろに発生したMj7.6の地震の強震記録<sup>2)</sup>より調査地域の加速度応答スペクトルを図2に示す。なお、図中には各観測点におけるN-S成分、E-W成分のうち最大加速度の大きい成分のみを記載している。水管橋の耐震計算では、伸縮可撓継手が設置される場合、管路に作用する慣性力が伸縮可撓

手から離れた方の支持部に作用し、支持耐力を満足するか否かを照査する。そのため、地震時の応答加速度は被害判断の一つの目安となる。水道施設耐震工法指針2022年版<sup>3)</sup>では当該地域の想定地震動や強震記録を用いることを原則とするが、限定した条件下では兵庫県南部地震を基に設定された2009年版の設計応答スペクトル<sup>4)</sup>を使用可能としている。図2から能登半島地震における観測記録と2009年版指針の設計応答スペクトルを比較すると、とくに0.3s以下の短周期部分で観測記録が超過していることがわかる。また調査対象には上記指針以前に建設された水管橋も含まれており、設計当時には地盤変位の影響は見込まれていないことにも留意する必要がある。

## 2. 水管橋の形式と伸縮可撓継手

水管橋には水道管路が独立して橋梁を構成する独立水管橋と道路橋に水道管路が添架される添架水管橋がある<sup>5,6)</sup>。いずれの水管橋も年間の気温差による管の熱伸縮などの常用変位が作用するため、その対策として適切な個所に伸縮可撓継手が設置される(図3)。伸縮可撓継手にはベローズ型や円筒摺動型、ゴム型などがあり<sup>7)</sup>、それぞれの特性によって使い分けられている(図4)。ただし、橋長が短く常用変位が小さい場合には伸縮可撓継手が設置されない水管橋もある。

ベローズ型継手は管路変位を吸収するベローズ(金属蛇腹)と配管取合い部が一体構造になって

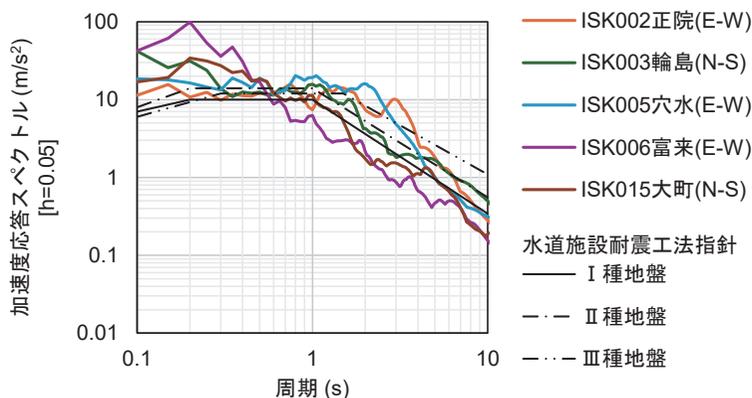


図2 加速度応答スペクトル

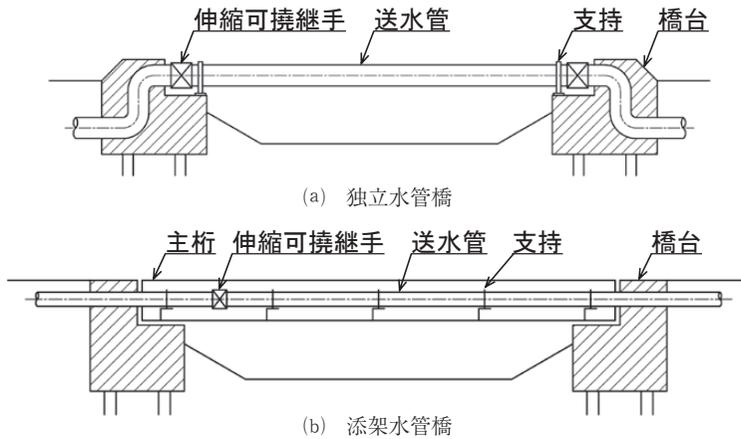


図3 水管橋の形式

いるため常用変位を超える過剰な変位により大変形モードを生じて母材が破断するまでは漏水しない。一方で変位時の作動反力が大きく支承部の強度に留意が必要となる。

円筒摺動型継手は摺動可能な二重管の隙間をゴムパッキンで止水した構造で、作動反力は摩擦抵抗程度と小さく、支承部を小型化することができる。しかし、過剰変位が作用すると二重管部が脱管し管路機能を喪失する懸念がある。

ゴム型継手は延性材料の特性から短面で大きな変位を吸収できるが、耐候性に劣り経年劣化による漏水の懸念がある。

### 3. 水管橋の損傷事例

上述した5市町の調査対象の水管橋の被害について以下の項目に示す。現地では、12橋以外の水管橋も踏査したが、桁下に管路が収納されているために現物を確認できなかったものは報告から省いた。なお、特に明記しない場合、水管橋の管種は鋼管、橋梁は河川を横過するものである。また、一般に水管橋の橋長が長くなると橋台間に橋脚を設けた多径間となるが、調査した独立水管橋はすべて橋長の短い単径間であった。

#### (1) 単純支持独立水管橋 (珠州市宝立町柏原, 新橋に並列)

図5の独立水管橋は橋長20mほどの道路橋と橋台を共有し、通水管両端の橋台上に伸縮可撓継

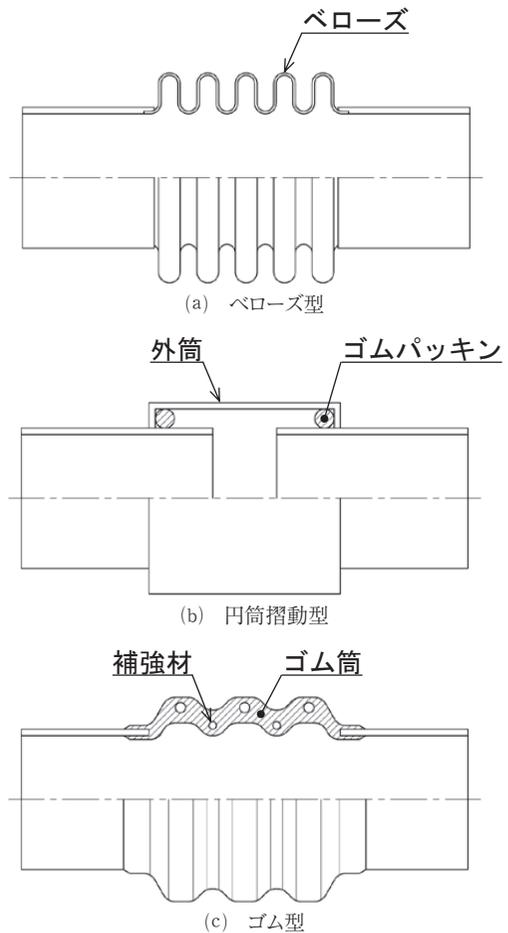


図4 伸縮可撓継手の構造



(a) 水管橋全体



(b) 橋台後方部分の破損



(c) 脱管した円筒摺動型継手

図5 単純支持独立水管橋（珠州市宝立町柏原、新橋に並列）

手が設置されている。一端を固定支承，他端を可動支承とした単純支持形式の構造であり，口径450 mmの通水管が河川を横過している。橋台の損傷モードとしては背面アプローチ部が大きく70 cm程度沈下するとともに河川の法面が崩壊することで橋台背面が破損した。これに伴い水管橋前後の管路にせん断力と張力が作用し，可動支承側の伸縮可撓継手が脱管することで管路機能の喪失に至った。脱管した伸縮可撓継手には管路変位として管軸直角方向に320 mmの偏心と管軸方向に150 mmの抜け出しが生じた。



(a) 水管橋全体



(b) 曲げと圧縮を受ける円筒摺動型継手



(c) 支承アンカーボルト破断

図6 一端固定一端自由支持独立水管橋（珠州市宝立町柏原，枝倉橋に並列）

## (2) 一端固定一端自由支持独立水管橋（珠州市宝立町柏原，枝倉橋に並列）

図6は一端を橋台で固定し他端に円筒摺動型伸縮可撓継手と可動支承を設けた口径250 mmおよび400 mmの送水管からなる2条の独立水管橋である。固定側の橋台が沈下しつつ，橋台間の距離が近付くことで円筒摺動型継手には曲げと圧縮の複合的な変位が生じた。また，この変位は支承の可動域を超過しアンカーボルトの破断に至った。継手側の橋台コンクリートにも亀裂が生じていた。

## (3) 鶴飼大橋添架水管橋（珠州市宝立町鶴島）

図7では橋長60 mほどの道路橋の欄干に口径



(a) 水管橋全体



(a) 水管橋全体



(b) 橋台背面沈下による添架管の変位



(b) 橋台背面地盤の沈下と突出したマンホール



(c) 偏心したベローズ型継手



(c) 屈曲した円筒摺動型継手

図7 鶴飼大橋添架水管橋(珠州市宝立町鶴飼)

75 mm の送水管が添架され、ベローズ型伸縮可撓継手が設置されている。この継手はフレキシブルチューブと呼ばれる形式であり、管施工時の芯ずれ調整用途として10 mm 程度の偏心を吸収する目的で設置されたと推定される。管路被害として、橋台背面の破損に伴い送水管が撓むことで継手部に約50 mm の偏心を生じているものの、破断には至らなかった。また橋梁には歩道橋が崩落し道路橋の桁がずれる被害が生じた。

#### (4) 港橋添架水管橋(珠州市宝立町鶴飼)

橋長約40 m の道路橋側面の口径約200 mm 添架管に円筒摺動型の伸縮可撓継手が設置されてい



(d) 橋台、橋脚の損傷

図8 港橋添架水管橋(珠州市宝立町鶴飼)

る(図8)。橋梁周辺の地盤が大きく沈下しており橋台背面が破損した。橋台近傍のマンホールが60 cm ほど突出しているように見えるが、橋桁とマンホール蓋の位置が同じ高さであるため、同程



(a) 水管橋全体



(b) 曲管部近傍の伸縮可撓継手

図9 井蓋橋添架水管橋（輪島市三井町市ノ坂）

度地盤が沈下したものと考えられる。それに伴い管路も偏心し、円筒摺動型継手に過剰な曲げ変位が生じた。道路橋の被害として橋台と橋脚が部分的に損傷した。

#### (5) 井蓋橋添架水管橋（輪島市三井町市ノ坂）

橋長約60 mの道路橋側面の添架管に保温カバーを備えた伸縮可撓継手が設置されている（図9）。送水管は口径約100 mmであり、道路橋の形状に合わせて一方の橋台付近で45°の曲管部を有している。橋台背面の沈下、破損に伴う管の偏心は曲管部近傍の伸縮可撓継手に集中的に作用し過剰な曲げと伸長変位が生じた。橋台背面のアプローチ部に沈下による段差を生じたが道路橋自体には目立った損傷はなかった。

#### (6) 鹿磯橋添架水管橋（輪島市門前町道下）

橋長約65 mの道路橋側面に口径100 mmの送水管2条と通信管が添架されている（図10）。橋台は管軸圧縮方向に移動し、左岸側橋台近傍の曲管部に座屈が生じた。また右岸側橋台から管巻立て部が分離して沈下し伸縮可撓継手に過剰な伸長と曲げ変位が生じた。道路橋も橋軸方向へ圧縮さ



(a) 水管橋全体



(b) 左岸側曲管部座屈



(c) 右岸伸縮可撓継手



(d) 道路橋フィンガージョイントの損傷

図10 鹿磯橋添架水管橋（輪島市門前町道下）

れフィンガージョイントが食い込んだ。

#### (7) 以呂波橋添架水管橋（輪島市河井町）

橋長70 mほどの道路橋桁下に口径約200 mmの送水管が添架されている（図11）。橋台同士が



(a) 水管橋全体



(a) 水管橋全体



(b) 道路橋支承部破損



(b) 道路橋橋台に対する水管橋橋台のずれ



(c) 添架管伸縮可撓継手



(c) 溶接部現地塗装範囲の腐食

図11 以呂波橋添架水管橋（輪島市河井町）

橋軸圧縮方向に移動することで道路橋自体の支承が破損し、添架管路の傾きによって伸縮可撓継手に偏心が生じた。

**(8) 両端固定独立水管橋（鳳珠郡穴水町字川島，上野橋に並列）**

図12は口径500 mm の送水管両端が直接橋台によって固定された両端固定形式で橋長約15 m の独立水管橋である。並列する道路橋橋台に対して水管橋橋台が管軸伸長方向に約50 mm ずれた痕跡が見られることから、送水管に張力が作用することで橋台による管拘束部の近傍から漏水を生じたものと考えられる。調査時には漏水箇所は管外



(d) 漏水補修箇所

図12 両端固定独立水管橋（鳳珠郡穴水町字川島，上野橋に並列）

面から補修がなされ通水可能な状態となっていたが、管路道中の溶接部は周囲の塗装が剥離しており露出した管表面には全面腐食の進行が見られた。



(a) 歩道橋左岸



(e) 橋台に衝突した円筒摺動型継手



(b) 屈曲したゴム型継手



(f) 腐食した支承の破損



(c) ゴム型継手のひび割れ



(g) 道路橋橋台の破損



(d) 道路橋右岸

図13 白沔橋添架水管橋（鳳珠郡穴水町字中居）

この腐食範囲は布設時の溶接の現地塗装範囲であり、漏水を生じた箇所も同様に溶接部の腐食が進行していたものと推測される。

#### (9) 白沔橋添架水管橋（鳳珠郡穴水町字中居）

橋長約40 mの道路橋と約60 mの歩道橋が並列に位置しており、歩道橋側の桁下に口径約300 mmの送水管が添架されている（図13）。添架



(a) 水管橋全体



(b) 歩道橋柁座モルタル破損

図14 出町跨線橋添架水管橋 (鳳珠郡穴水町字大町)

管路には異種の伸縮可撓継手が混用されており、左岸側橋台近傍にはゴム型継手、右岸側橋台近傍には円筒摺動型継手が設置されている。左岸側橋台は周辺地盤の沈下に伴い背面方向に傾斜し、それに伴いゴム型継手には曲げ変位が作用した。この変位によってゴム型継手には全周に渡ってひび割れが生じた。右岸側では橋台背面が620 mm 沈下するとともに管軸圧縮方向に移動し、添架管端部の円筒摺動型継手が過剰に圧縮され橋台に衝突した。橋台上の支承では腐食が進行し、部分的に底面プレートが破断した。また道路橋自体の損傷モードとして、兩岸ともに橋台が破損し、橋軸圧縮方向へ移動していた。

(10) 出町跨線橋添架水管橋 (鳳珠郡穴水町字大町)

鉄道軌道上を横過する歩道橋側面に口径75 mm の樹脂管が添架されているが、供用前施工途中の橋梁であり管端は管網に接続されていない (図14)。添架管に損傷はないが、歩道橋支承部の柁座モルタルに割れが見られた。



(a) 水管橋全体



(b) 漏水補修箇所

図15 両端固定独立水管橋 (鳳珠郡能登町字矢波、水道橋に並列)

(11) 両端固定独立水管橋 (鳳珠郡能登町字矢波、水道橋に並列)

図15は橋長約10 m の両端固定形式独立水管橋であり、橋台の管軸伸長方向への数 cm の移動によって口径約200 mm の管に亀裂、漏水を生じたものと推測される。漏水部には管外面から補修がなされていた。

(12) 山王橋添架水管橋 (羽咋郡志賀町富来高田)

図16は橋長約30 m の道路橋の両側面に口径150 mm の送水管が添架された水管橋である。管路は一方が伸縮可撓継手を含む鋼管、他方は樹脂管が添架されており、いずれも橋台背面の破損により橋台背面の埋設管路と添架管の固定点との間に偏心を生じた。鋼管路の伸縮可撓継手には保温カバーが施工されており構造や型式は不明であるが、添架支持形式から軸方向伸縮のみを吸収する仕様であり、管の偏心による継手の曲げ変形は継手性能を超過しているものと推定される。また、樹脂管路では管自体の塑性変形によって偏心方向変位を吸収した。道路橋自体には目立った損傷は



(a) 添架鋼管路



(b) 添架樹脂管路



(c) 道路橋アプローチ部の段差

図16 山王橋添架水管橋(羽咋郡志賀町富來高田)

なかったが橋台背面地盤の沈下によるアプローチ部に20 cm程度の段差を生じた。

#### 4. 水管橋地震被害の分類

過去の水管橋地震被害事例として、地震動による水圧の変化によって水管橋中央の空気弁に不具合が出る場合が多い。平成23年東北地方太平洋沖地震では地震動による上部工の慣性力に起因し、伸縮可撓継手の過剰変位や脱管、支承破損などの被害事例が報告されている<sup>8,9)</sup>。このような慣性力による水管橋被害について、例えば上仲らは単独水管橋を対象に微動観測や解析から被害メカニ

ズムを分析している<sup>10)</sup>。

しかし、本調査では、橋台間の相対変位がなく、継手で損傷するような慣性力に起因した被害は見られず、能登半島地震における水管橋被害の多くは地震時に橋台背後の地盤が沈下または河川へ流動することにより、背後地盤または橋台間に相対位置が生じていた。慣性力による被害が全くないとは言えないが、それ以上に地盤変状による被害モードが卓越していたために、慣性力単独による被害を見つけられなかった。これらの地盤被害によって、継手の伸縮余裕を超えて脱管するケースも見られた。過去の事例では平成28年熊本地震においても地盤変状による水管橋被害が生じており、例えば宮本らによって被害分析が行われている<sup>11)</sup>。また、構造形式が類似した通信用添架管においても、東北地方太平洋沖地震では橋梁背後地盤の沈下に伴った被害が多いことが指摘されており<sup>12)</sup>、寺寫ら<sup>13)</sup>は過去の通信用管路について地震動や地盤変状などの項目に分けて統計的に整理している。

著者らが現地を確認した水管橋の被害は必ずしも多くはないが、一か所ずつ丁寧に橋台の変位や周辺の河川盛土のすべり形状を調査し、能登半島地震における橋台の損傷モードを図17の(a)橋台背後地盤の沈下、(b)橋台の傾斜、(c)橋台の水平移動に分類した。(a)の橋台背後地盤の沈下は、橋台と支承部での相対変位はなく、橋台背後の地盤が地震動によって沈下もしくは盛土背面側に移動することによって橋台背後に段差が生じているものである。橋台背後の地盤施工上締固めにくいこともあり、水管橋に限らず、通信添架管でも被害が確認されている。水管橋の橋台は、道路橋と共用のものが多く、橋台そのものに変形や沈下などの被害はみられない。一方、水管橋の継手に背後地盤の沈下による伸びが生じる。伸縮余裕を超えると脱管する被害が生じる。

(b)の橋台の傾斜は、河川盛土が河川側にすべると一緒に橋台は背後側に傾くメカニズムである。管路単独水管橋や添架管の橋台は、道路橋ほど高さはなく、基本的にはコンクリート保護工につながるもので、河川堤防の天端近くに施工される。奥能登地域には河川幅は狭いため、河川堤防のす

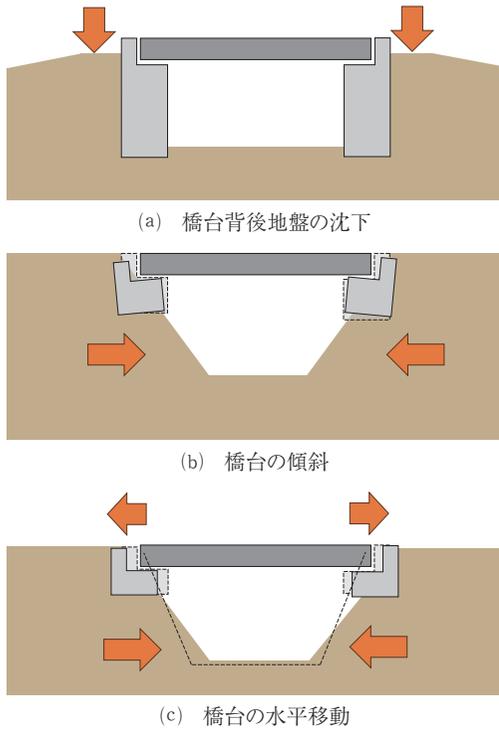


図17 橋台の損傷モード

べりとともに橋台が傾斜するケースが多い。橋台が傾斜すれば、添架管の継手で回転量、伸縮量を吸収するために変形が生じる。伸縮可撓継手がなく、一般の継手だけの場合には継手の伸縮余裕は直管部の管長の1%になっているため、橋長の1%を

超える地盤変位が発生すれば継手は引き抜ける。

さらに、(c)の橋台の水平移動のメカニズムとしては(b)と類似しているが、河川盛土の天端に近くの橋台が河川にすべるのに合わせて天端が背後側に後退する、または河川側に移動することによって生じた場合が多い。(b)ほど明瞭な橋台の回転がないものは(c)に分類した。この場合も、橋台の変位分を添架管の継手で吸収する。

上記の被害モードはいずれも橋台の構造、盛土工、管路の継手の有無が組み合わさった被害である。能登半島地震では、道路盛土にも甚大な被害が発生しており、地震動と盛土被害との関係についてはさらに詳細な検討が必要である。

被災地の現地調査では独立水管橋、添架水管橋あわせて12橋の被害事例を確認した。12橋の橋長は10 m から70 m で、管路の口径は75 mm から500 mm に対応する。これらの水管橋の管路においても橋台の損傷モードに対応して送水管や伸縮可撓継手、支承にそれぞれ損傷被害が発生していた(表1)。表内の(1)から(12)の記号は図1の位置および前章に示す損傷事例に対応している。伸縮可撓継手の損傷モードは設計上の変位量を超過したり、想定外の方向へ変位したもので管路から継手の離脱がない事例を過剰変位、管路から継手が離脱した事例を脱管に分類した。

図17に示した橋台の損傷モードは独立水管橋に限らず、道路橋においても同様の被害形態が多数

表1 水管橋損傷モードの分類 (表中の括弧内数字は図1の位置および3章の各項番号に該当する)

水管橋形式	橋台の損傷モード	管体の損傷モード		伸縮可撓継手の損傷モード		支承 破損
		塑性変形	亀裂	過剰変位	脱管	
独立 道路橋と橋台共用 専用橋台	背後地盤の沈下				(1) 円筒摺動型	
	傾斜					
	水平移動		(8) 鋼管 (11) 鋼管	(2) 円筒摺動型		(2)
添架	背後地盤の沈下	(12) 樹脂管		(3) ベローズ型 (4) 円筒摺動型 (5) 型式不明 (12) 型式不明		
	傾斜			(9) ゴム型		
	水平移動	(6) 鋼管		(6) 型式不明 (7) 型式不明 (9) 円筒摺動型		(7) (9) (10)

見られ、添架水管橋の管路機能にも影響を及ぼしている。橋長が短いとはいえ、伸縮継手を持たない水管橋(8)や(11)では、劣化も合わさって漏水していることから、水管橋の管路上に伸縮を吸収する継手の存在には、地震対策の優位性はある。著者らの被害調査では、多くの事業者で断水中であったため、継手に屈曲、伸びがあっても通水機能にどの程度影響したのかを判断することはできなかった。今後、国交省の調査や災害査定が取り纏められるのにあわせて、これらの被害と通水機能については整理する必要がある。

現行の水管橋、添架管の耐震設計では橋梁応答加速度から慣性力を主とした耐震計算法がベースになっているが、それ以上に橋台まわりの地盤変状が能登半島地震では顕著であり、今後、地盤変状に対する地震対策について注意が必要である。とくに、口径の大きい市町の基幹管路である場合には継手の伸縮余裕を持たせる、離脱防止機能がある継手にする、水管橋の前後の管路にバルブを配置し、継手で離脱しても水管橋の区間を停止し、地上配管で仮設復旧するなど、復旧しやすい工夫をすることが挙げられる。

## 5. まとめ

令和6年能登半島地震における水管橋の被害状況を現地調査し、その調査結果から被災水管橋を損傷モードに分類した。本報のまとめを以下に示す。

- ・著者らの調査した水管橋は全て地震動による慣性力で継手が抜けるような損傷ではなく、橋台周辺の地盤変位に伴う管路継手の損傷であった。
- ・橋台の損傷モードは橋台背後地盤の沈下、橋台の傾斜、橋台の水平移動に整理した。調査地域の河川幅は狭く、添架管が多いため橋台の高さは低く、河川堤防の変状に伴い傾斜・移動しやすいといえる。
- ・継手のない水管橋よりも継手のある水管橋の方が地震時の伸縮余裕があり、継手部に伸びや屈曲があっても脱管に至っていなかった。
- ・水管橋の地震対策において、慣性力だけでなく、地盤変位を検討することが重要である。

## 謝辞

本調査は元自治体水道事業経験者の剣持光信氏、元神戸大学修士課程の緒方太郎氏のご協力により実施したものであり、両名に深甚の感謝を申し上げます。

## 引用文献

- 1) 国土交通省：第3回 上下水道地震対策検討委員会 資料1 上下水道施設の被災概要と復旧状況 <https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/content/001760738.pdf>, 2024年9月6日
- 2) 防災科学技術研究所：強震観測網(K-NET, KiK-net), <https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/quake/>, doi:10.17598/NIED.0004, 2024年6月29日
- 3) 日本水道協会：水道施設耐震工法指針・解説 2022年版 I 本編, 日本水道協会, pp. 44-45, 2022.
- 4) 日本水道協会：水道施設耐震工法指針・解説 2009年版 I 総論, 日本水道協会, p. 191, 2009.
- 5) 日本水道鋼管協会：水管橋設計基準(耐震設計編) WSP 064-2020, 日本水道鋼管協会技術資料, 2019.
- 6) 日本水道鋼管協会：水管橋設計基準 WSP 007-2023, 日本水道鋼管協会技術資料, pp. 5-7, 2023.
- 7) 日本水道鋼管協会：水道用鋼管路における伸縮可撓管 WSP 024-2013, 日本水道鋼管協会技術資料, pp. 52-53, 2013.
- 8) 厚生労働省健康局水道課：東日本大震災水道施設被害状況調査最終報告書, pp. 2-98-99, 2014.
- 9) 日本水道鋼管協会：東日本大震災における水道鋼管の被害分析ならびに復旧・復興に向けた提言, 日本水道鋼管協会, pp. 5, 18-20, 2011.
- 10) 上仲亮・鍛田泰子・竹田周平：東北地方太平洋沖地震における那珂川水管橋の被害メカニズム, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), 69巻, 4号, pp. I\_171-I\_181, 2013.
- 11) 宮本勝利・小西康彦・飛田哲男・鍛田泰子・中澤博志：熊本地震における水道施設の被害分析～杭・井戸の被害検証と現耐震設計法の課題～, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), 74巻, 4号, pp. I\_986-I\_1001, 2018.
- 12) 山崎泰司・瀬川信博・石田直之・鈴木崇伸：東日本大震災における電気通信土木設備の被害状況に関する考察, 日本地震工学会論文集, 第12

- 卷, 第5号(特集号), pp. 55-68, 2012.
- 13) 寺島幹裕・庄司学・奥津大・若竹雅人・末富岩雄・塚本博之・鈴木崇伸: 通信用橋梁系設備の既往地震被害データに関する体系的整理と分析・考察, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学),

75巻, 4号, pp. I\_170-I\_188, 2019.

(投稿受理: 2024年6月30日  
訂正稿受理: 2024年9月14日)

## 要 旨

令和6年能登半島地震は水道管路に様々な地震被害を及ぼした。本論では水管橋を対象に地震被害の現地調査結果を報告する。水管橋の被害の多くは地震時に橋台背後の地盤が沈下または河川への流動することにより、背後地盤または橋台同士に相対位置が生じた。橋台の損傷モードは橋台背後地盤の沈下、橋台の傾斜、橋台の水平移動に分類することができる。その影響を受けて水管橋の管路に様々な損傷が生じた。