

# 和歌山市六十谷水管橋の崩落事象の現地調査速報

Quick report of reconnaissance on Musota water pipeline bridge collapse

愛媛大学 大学院理工学研究科

地震工学研究室

社会インフラメンテナンス工学講座

社会基盤iセンシング研究センター(兼)

防災情報研究センター(兼)

森 伸一郎



# はじめに

私の研究は地震工学が中心で、地震災害調査は、1985年メキシコ・ミチョアカン地震、1987年千葉県東方沖地震から始め、最近では2015年ネパール・ゴルカ地震、2016年熊本地震、2018年大阪府北部地震、2021年福島県沖の地震と、現在まで被害地震の多くを現地調査してまいりました。

我が国の地震災害では、被災するのは決まって建設後経年数が大きいものです。地震によるインフラ災害を助長している経年劣化・老朽化・未耐震化・維持管理不足の実態の認識から、2006年頃より社会インフラメンテナンス工学の研究も始めました。

地震工学が地震災害の地道な調査分析で発展してきたように、社会インフラの維持管理の不十分・不適切さに起因する可能性の高い災害を調査分析することと調査結果を広く共有することは、社会インフラメンテナンス工学の発展には欠かせないと考えています。

災害原因の理解は災害直後の状況把握が極めて重要なので、災害メカニズムの仮説検証のために、10/6復旧工事が始まる前の10/5に現地調査をしてまいりました。

折しも愛媛ME養成講座 (<http://www.cee.ehime-u.ac.jp/me/>) が開催中で、私は「橋梁の維持管理」「リスクマネジメント」の授業を8年間担当しており、事故がその講義の中間に起きたので、調査の3日後の10/8の「リスクマネジメント」で現地調査結果の一端をお話ししました。

今回は、調査結果、実務技術の状況、県内状況をまとめましたので、整理してお話ししようと思います。なお、和歌山市の管理部署には、崩落隣接径間で4本の吊り材破断があり、いつ落ちてもし思議ではない危険状態であるとの連絡を翌早朝(10/6)に入れております。その後、ドローン撮影がされており安堵しました。今後の復旧対応がつつがなく進むことを祈念します。  
(口頭で話したことを追加しました)

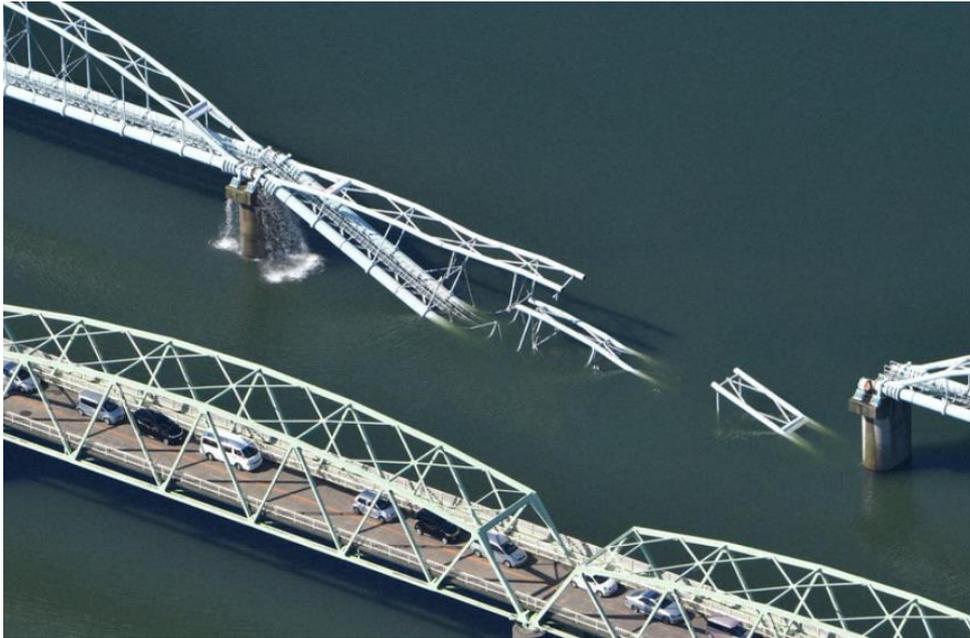
# 構成

1. 六十谷水管橋崩落事象の概要
2. 現地調査結果
3. 崩落の推定原因
4. 水管橋の維持管理・点検の基準類
5. 他の水管橋
6. まとめ

# 事象概要（報道を通じた理解）

紀ノ川に架かる六十谷（むそた）水管橋の崩落（2021年10月3日15:45頃）

市によると、3日午後3時45分ごろ、川の南側にある「加納浄水場」で水量の異常を検知。職員が水管橋（約550メートル）の中央部分が約60メートルにわたり崩落しているのを確認。橋には川の北側へ水を送る水道管（直径約90センチ）が2本通っており、崩落に伴って同日夜から断水が発生したとみられる。（毎日新聞2021-1004）



毎日新聞2021-1004

<https://mainichi.jp/articles/20211004/k00/00m/040/078000c>

午後3時45分ごろ、浄水場で異常を検知し、市企業局が午後4時10分ごろ、破損を確認したという。（朝日新聞）

4日、市内では大規模な断水（約6万世帯）→市は給水所を設置するなどの対応。

対象地域には市内の4割にあたる約6万世帯、約13万8000人が暮らす。

対象地域の小中学校などは臨時休校。

# 事象概要（報道を通じた理解）

市によると、橋は1975年に完成。耐用年数は48年で2023年に迎える予定だった。職員が月1回目視で点検しており、9月は異常が確認されなかった。（毎日新聞2021-1004）

朝日新聞2021-1003 20:51 <https://www.asahi.com/articles/ASPB35V3LPB3PXLB00K.html>

水道橋が破損し、紀の川に落下 和歌山市北部6万世帯で断水へ

毎日新聞2021-1004 12:20 <https://mainichi.jp/articles/20211004/k00/00m/040/078000c>

和歌山・水管橋崩落 断水で37校園休校 医療機関も対応追われ



16:07にツイッターに投稿された動画では、崩落径間の隣接する送水管から落水する様子が映っている

づっきー

<https://twitter.com/i/status/1444559744874647553>

午後4:07・2021年10月3日

# 水管橋崩落の動画からわかる崩壊過程

崩落の翌日、10月4日、国土交通省近畿地方整備局が河川監視のカメラに写っていたとして、「和歌山市六十谷水管橋落下時の映像」を公開した。<https://www.youtube.com/watch?v=Dk3equIC5Y4>

それを、テレビ各局が報道し、各新聞メディアがwebsiteで公開した。



この動画のページは、速報会の後に追加したものです。速報会の際に見つからなかったもので、お見せしてはいませんが、内容は話しました。

追加分

# 水管橋崩落の動画からわかる崩壊過程

最初にテレビ報道の動画を見て、ランガー橋の変形・崩落の様子から、吊材の破断→水管(ランガー桁)のたわみ変形→アーチリブの座屈→崩落の順であることが明瞭であった。Websiteで公開している新聞website(毎日新聞)での動画を繰り返し見て、その順を確認した。



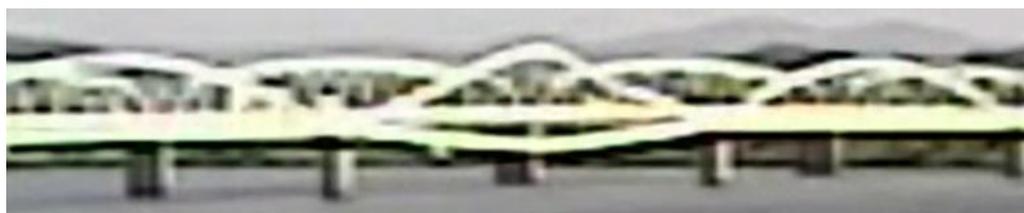
15コマ  
1.5 秒



19コマ  
1.9 秒



23コマ  
2.3 秒



28コマ  
2.8 秒

これを現地で確認するために、復旧工事が10月6日から始まると報道されていたので、10月5日に道路橋から遠望目視観察することを10月4日に決定し、飛行機を予約した。

追加分

# 水管橋崩落の動画からわかる崩壊過程

10秒間の動画が100コマ送れた。1コマが0.1秒である。15コマまでは動かないが、16コマからアーチ頂部が上に上がり、ランガー桁（水管）中央部がたわみ始める。わずかだが28コマまでアーチ頂部が上がり、アーチの両袖部は下がる。桁は中央部を最大としてたわみ続ける。



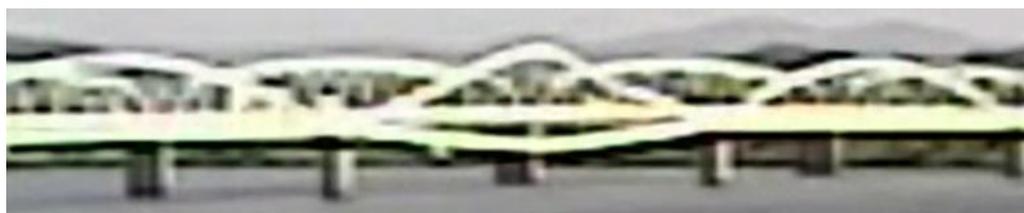
15コマ  
1.5 秒



19コマ  
1.9 秒



23コマ  
2.3 秒



28コマ  
2.8 秒

たわみ続ける桁は、31コマで中央部で折れ始め、34コマでV字形となる。一方、アーチは34コマから頂部が下がり始め、内側への曲がり折れるようになり、両袖の折れ部とアーチ頂部でなす三角形は大きく非対称座屈の様子を呈する。

追加分

# 和歌山市 六十谷水管橋 全景



左岸下流側より

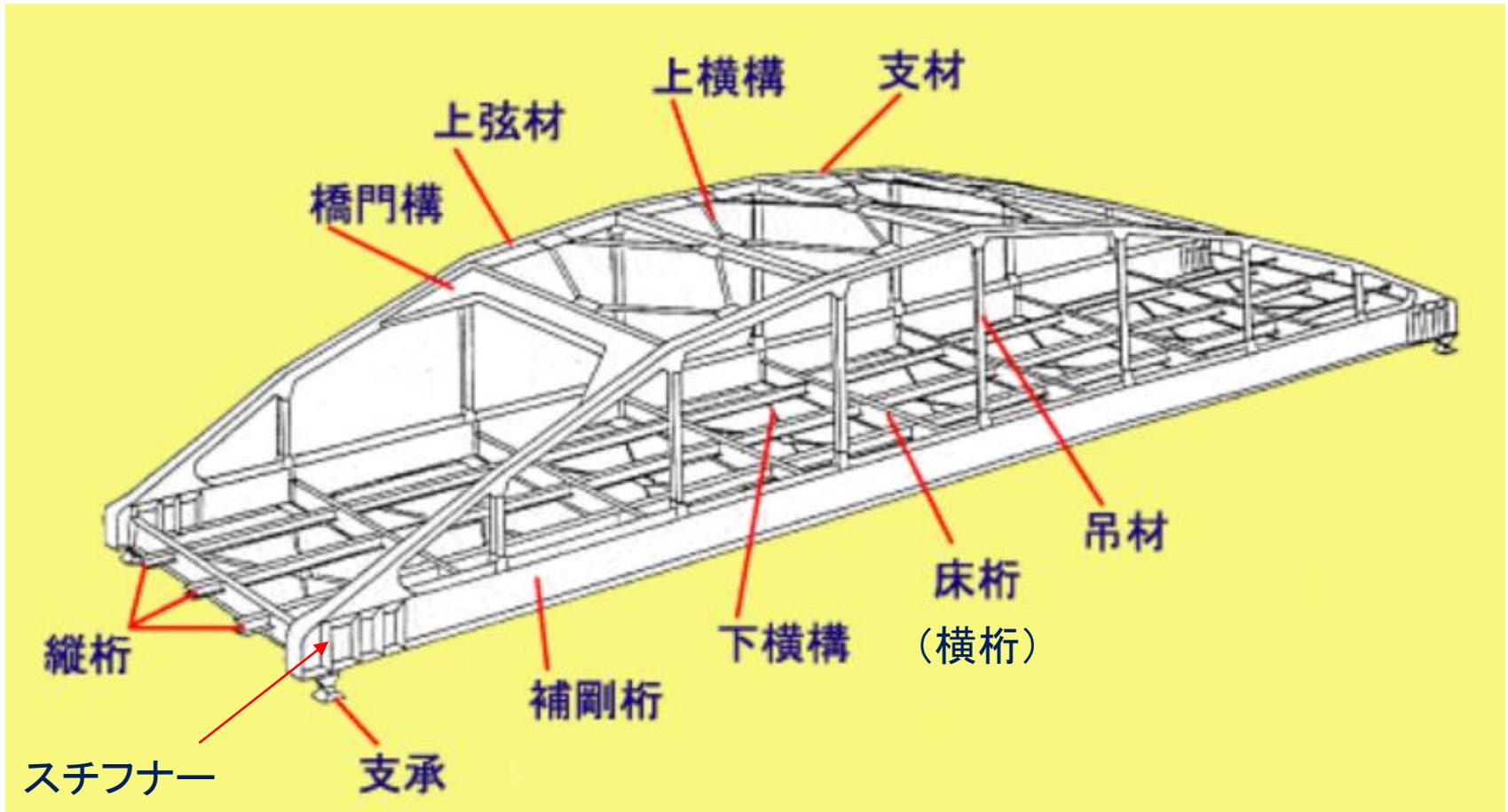


右岸下流側より

9径間（両側1径間：フランジ補剛式、中央7径間：ランガー桁）

崩落したのは、中央径間（第5径間：左岸側から数える）。

# ランガー桁アーチ橋の構成



国土交通省東北地方整備局道路部

[https://www.thr.mlit.go.jp/road/gakusyu/kyoryo/dat\\_gaiyo/arch.html](https://www.thr.mlit.go.jp/road/gakusyu/kyoryo/dat_gaiyo/arch.html)

上弦材＝アーチリブ、下弦材＝補剛桁、吊材（上下弦を繋ぐ）

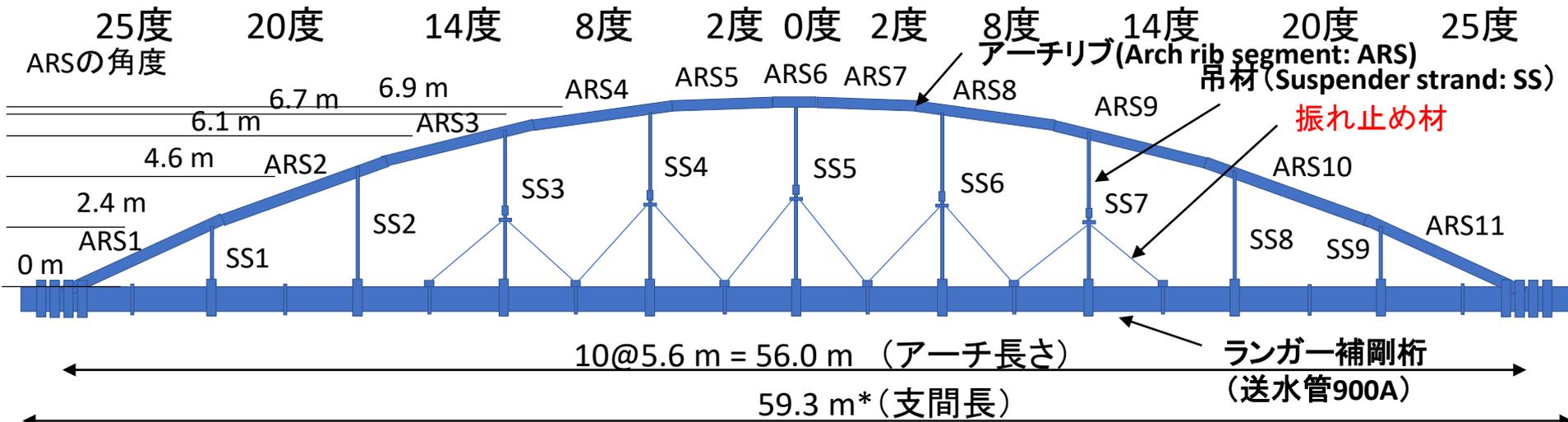
ランガーアーチ：アーチは軸力、補剛桁は、曲げ・せん断・軸力で設計

# 六十谷水管橋(ランガー桁アーチ橋)の構造

値は現地観察・現地測量と写真測量による推定値。支間長(59.3m)はメーカー値



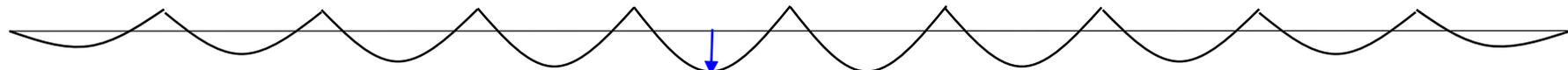
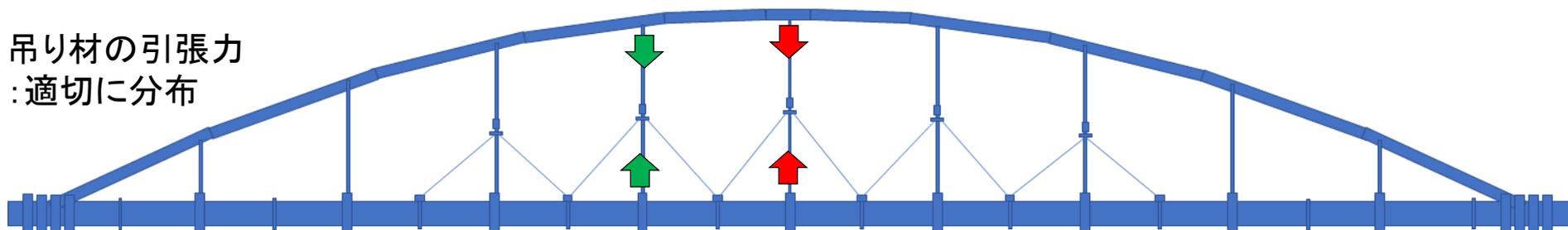
2021-1005 S. Mori



# 吊り材破断の影響

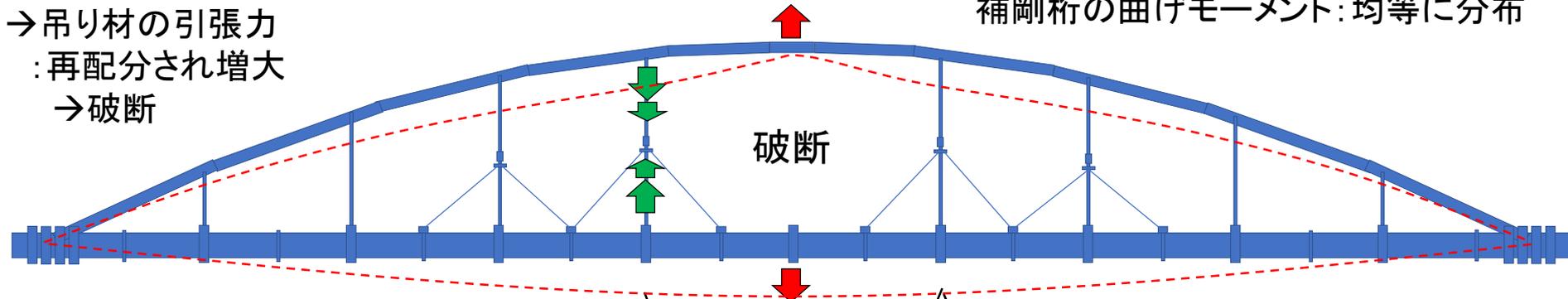
破断した吊り材に作用していた内力(引張力)がなくなる。=アーチリブに上向き、補剛桁(水管)に下向きの力が作用したのと等価

吊り材の引張力  
:適切に分布



→吊り材の引張力  
:再配分され増大  
→破断

補剛桁の曲げモーメント:均等に分布



破断

ランガー桁は通水管なので、管自重と通水重量は等分布荷重

→補剛桁の曲げモーメント:破断部で増大

→補剛桁がたわむ

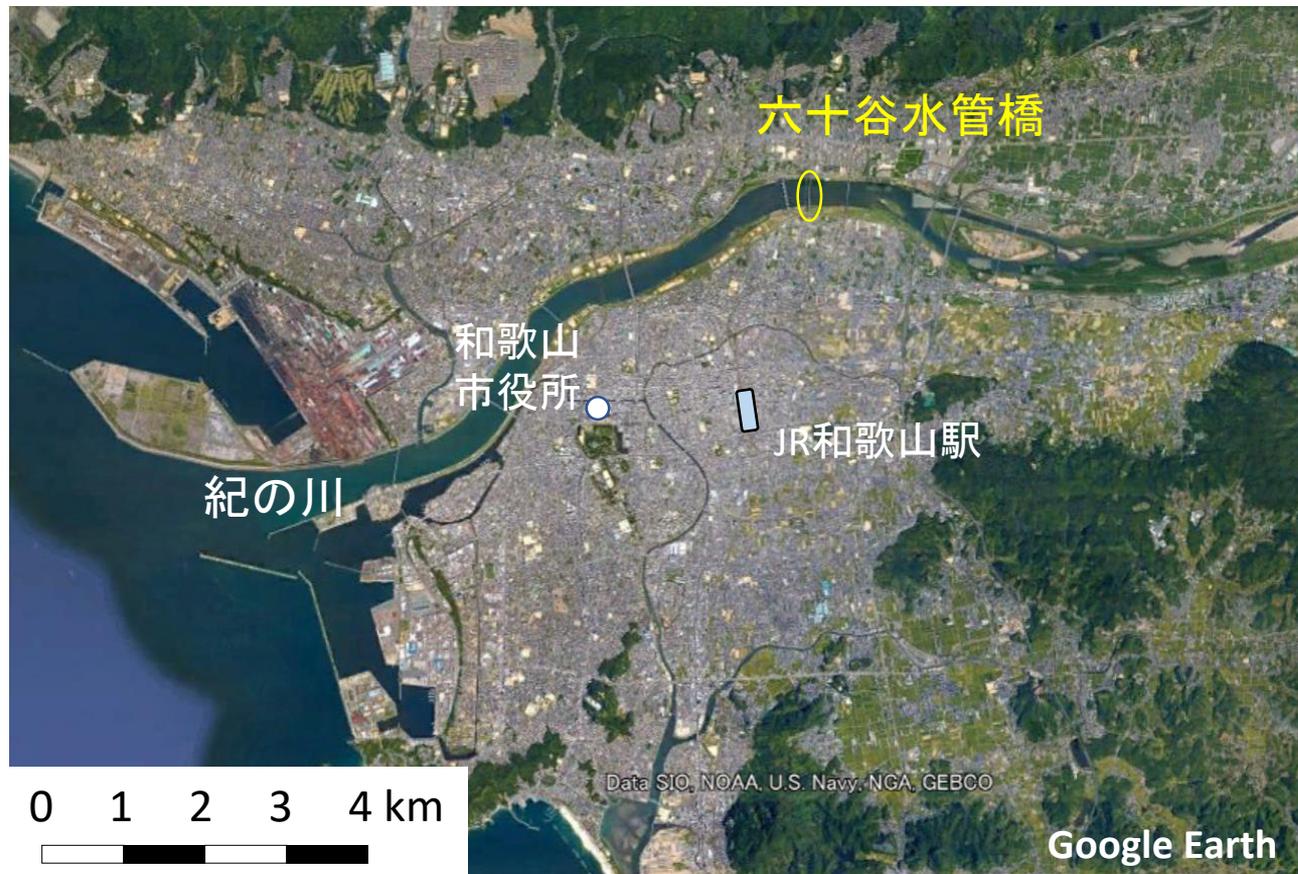
→吊り材で引っ張られアーチリブは追随

# 現地調査の概要(1)

調査日時 2021年10月5日 松山9:00～ 現地13:30～16:45 ～松山21:00

調査者 森伸一郎(社会インフラメンテナンス工学講座)

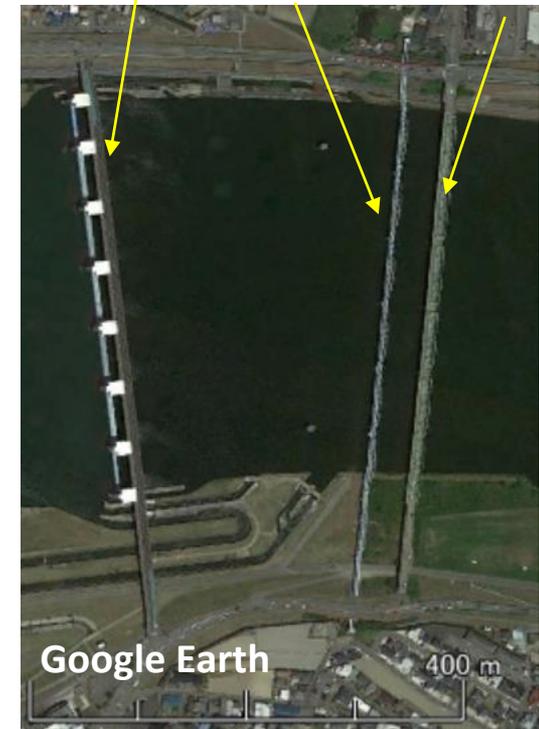
調査目的 崩落メカニズムの確認と原因の推定、損傷劣化状況の観察



紀の川大堰  
管理橋

六十谷  
水管橋

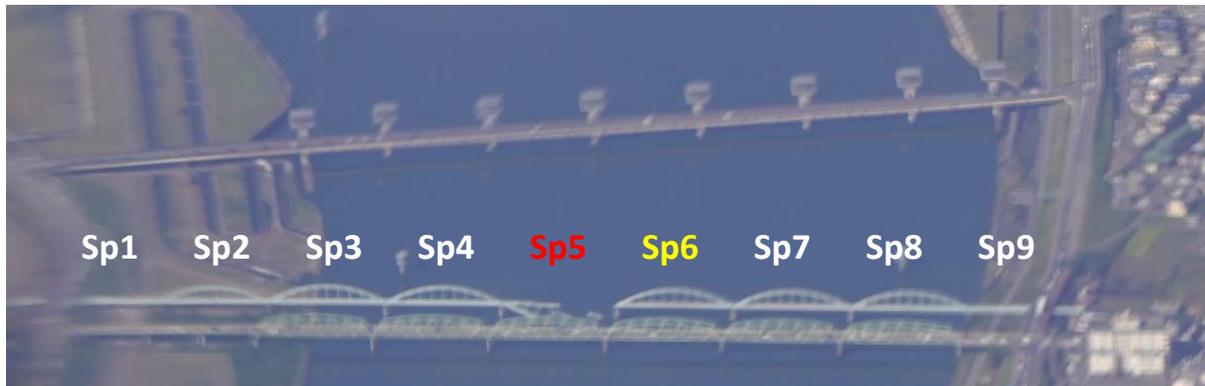
六十谷橋  
(県道)



# 現地調査の概要(2)

手段：周辺地面、県道六十谷橋上からの遠望。**望遠カメラ**が有効。

ドローン撮影：DID地区内、急には不可→充電準備したが持参せず



右岸側(北側)には、六十谷第2浄水場がある。工業用水。

2021-1005 S. Mori

# 現地調査の概要(3)

結果:



# 六十谷水管橋の概要(メーカー情報)

S48年	和歌山市水道局殿	和歌川水管橋	900A	30.5m+30m×2+25m	118m	連続支持パイプビーム形式
S49年		六十谷水管橋	900A	35.6m+29m+53.7m +59.3m×6+25.75m+35m	547m	ランガー補剛形式
H2年		和歌浦水管橋	500A		147m	ボックストラス添架形式

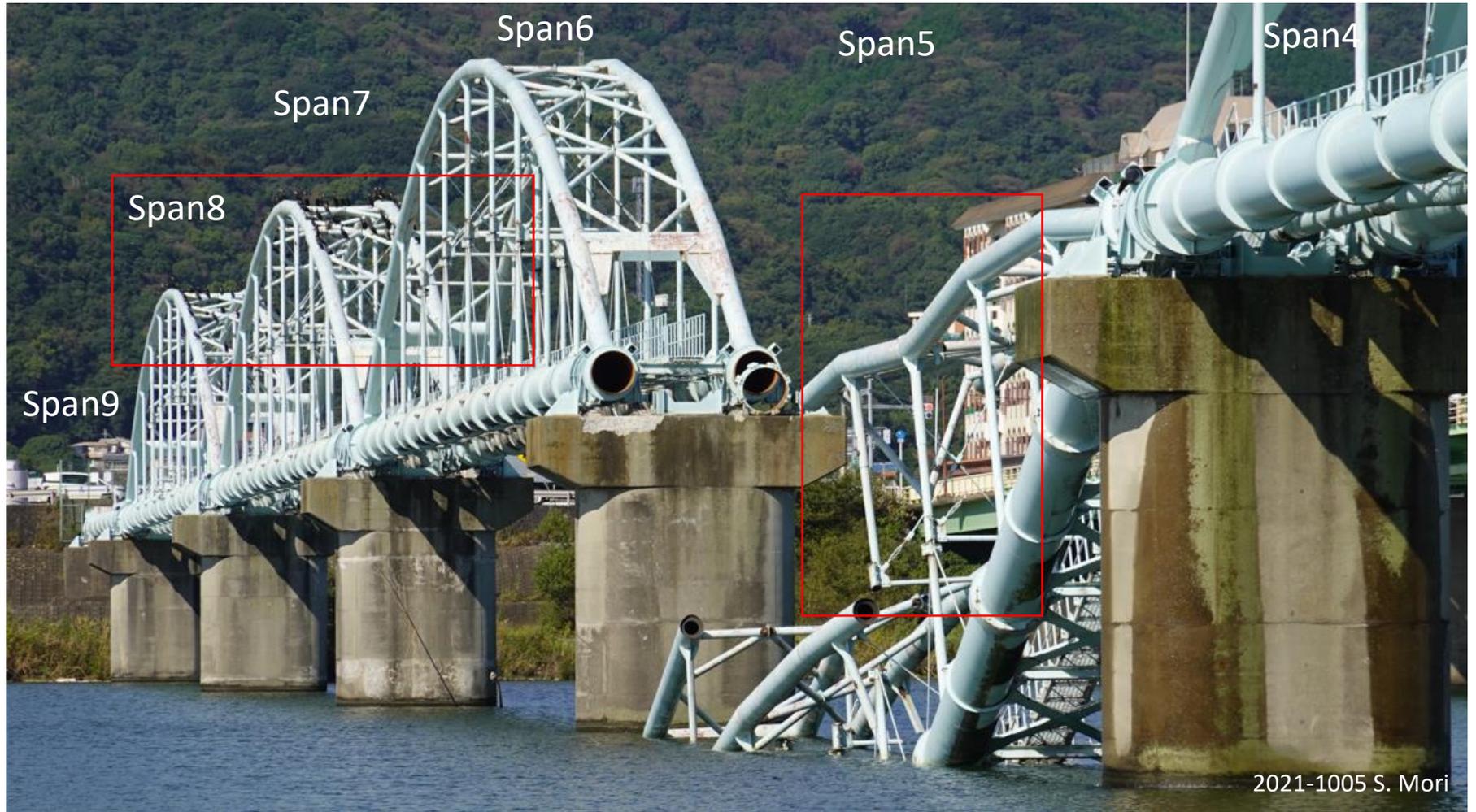
S48年	和歌山市水道局殿	和歌川水管橋	900A
S49年		六十谷水管橋	900A
H2年		和歌浦水管橋	500A

30.5m+30m×2+25m	118m	連続支持パイプビーム形式
35.6m+29m+53.7m +59.3m×6+25.75m+35m	547m	ランガー補剛形式
	147m	ボックストラス添架形式

日鉄P&E <https://www.nspe.nipponsteel.com/tech/tc06-01.html>

この表によれば11径間。両端部2径間は、河川堤防の下を通っている。堤外地の径間は9径間。ここでは、この堤外地にある9径間で径間番号を付けて整理した。

# 六十谷水管橋 崩落径間と右岸側



左岸側畔から撮影。拡大すると様々なものが見える。Span5が崩落径間。写真奥側(右岸側)に順にSpan6,7,8(ランガー橋)、Span9(パイプビーム橋)。

# 見ようと思えば岸からでも確認できる吊材破断



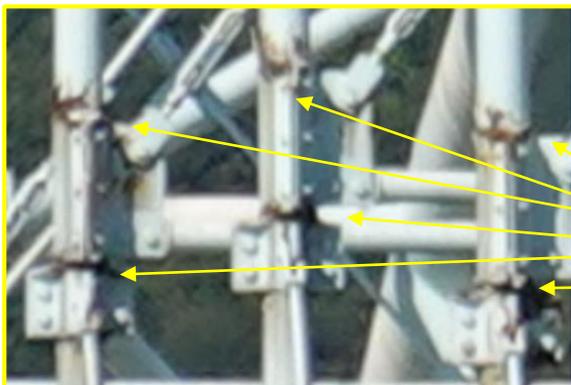
アーチリブにカワウの群れ (Span7,8)

吊材の中間部の振止材定着部の上下に腐食による錆色が見える。

# 見ようと思えば岸からでも確認できる吊材破断



破断部のすきまからアーチリブ材が見える（でも、わかりにくい）



SS9D  
SS8D  
SS7D  
SS6D

破断部のすきまからアーチリブ材が見える（でも、わかりにくい）

振止材定着部の上下は腐食の錆色は見えるが、破断による開きは確認できない。



一瞥してわかるような明瞭な破断は視認できないが、望遠＋拡大により凝視すれば視認可能である。

# 径間Span2



# 径間Span2



吊材の振れ止め材中間定着部  
と水平繋ぎ材。アーチリブと上横  
材、吊材などの格点

# 径間Span3



# 径間Span3



吊材の振れ止め材中間定着部  
と水平繋ぎ材。アーチリブと上横  
材、吊材などの格点

# 径間Span4



# 径間Span4



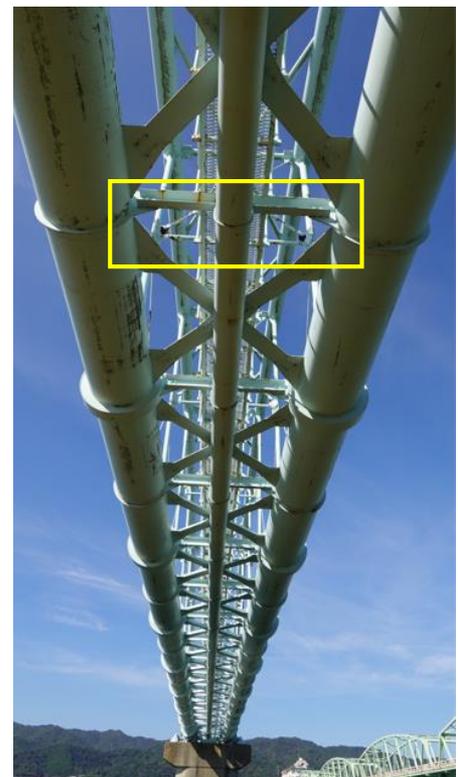
吊材の振れ止め材中間定着部  
と水平繋ぎ材。アーチリブと上横  
材、吊材などの格点



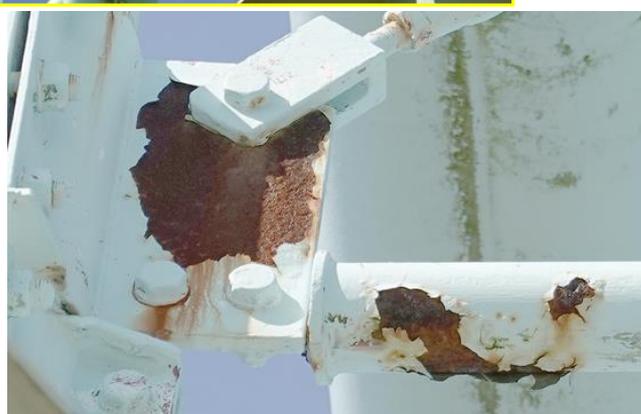
# 径間Span4 SS3詳細(地表から)



地表から遠望目視。望遠を使えば、近接目視相当となる。



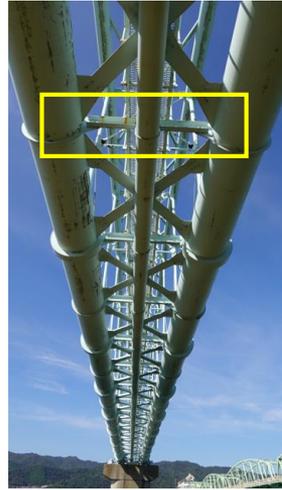
調整



# 径間Span4 SS3詳細(地表から)



地表から遠望目視。  
望遠使えば、近接目  
視相当となる。**工夫**  
は必須。「見なくては」  
「見たい」  
→「心の近接」



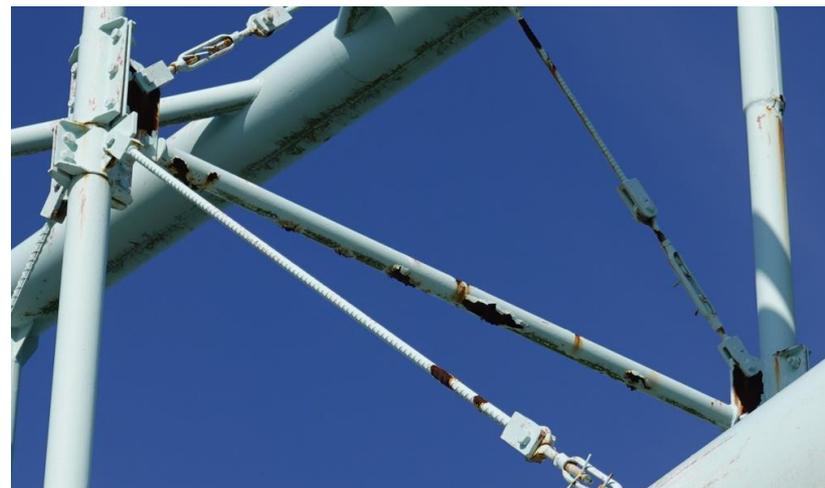
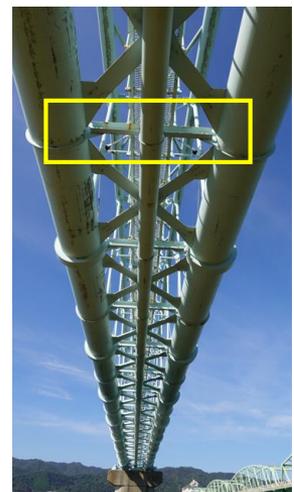
明度、色調、コントラストの調整

# 径間Span4 SS3詳細(地表から)

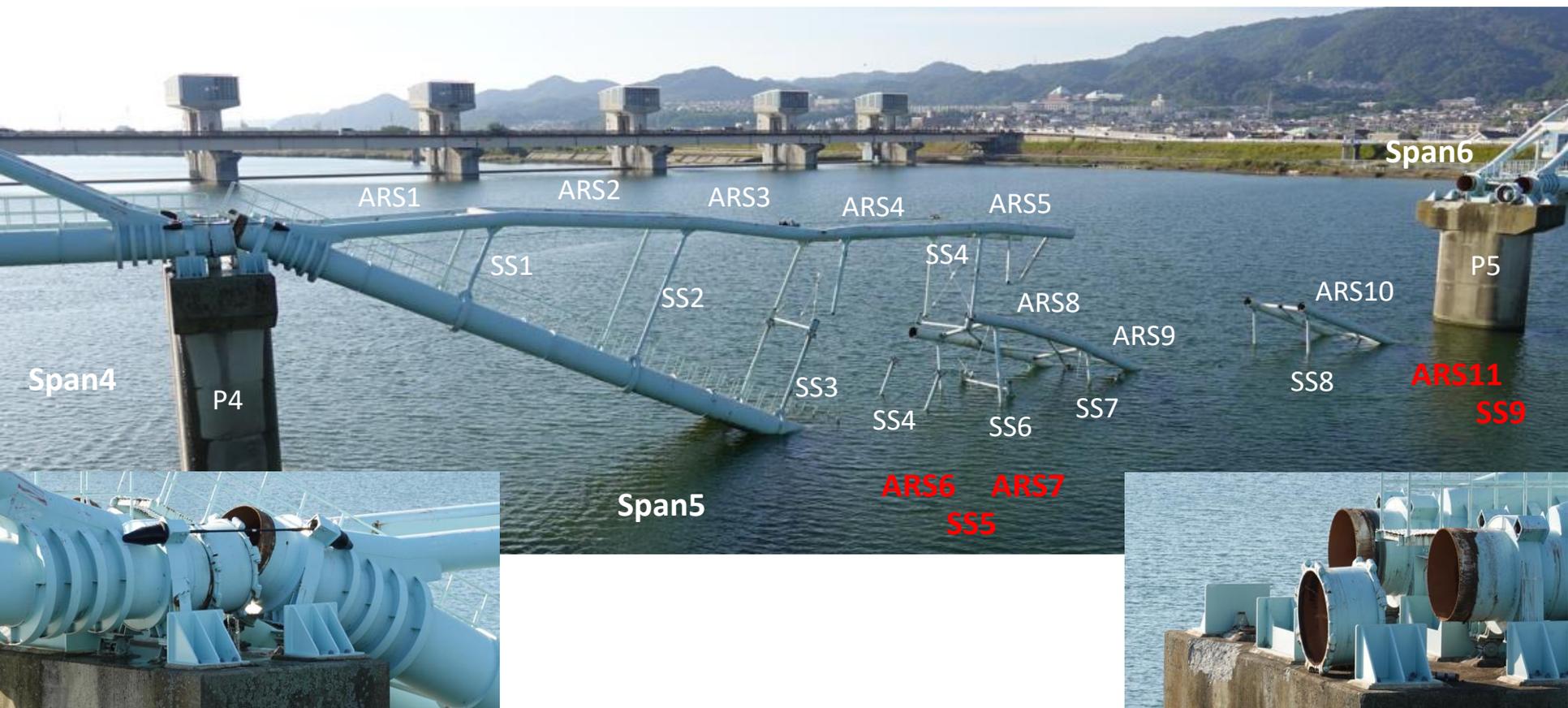


地表から遠望目視。  
望遠使えば、近接目  
視相当となる。**工夫**  
は必須。「見なくては」  
「見たい」

→「心の近接」

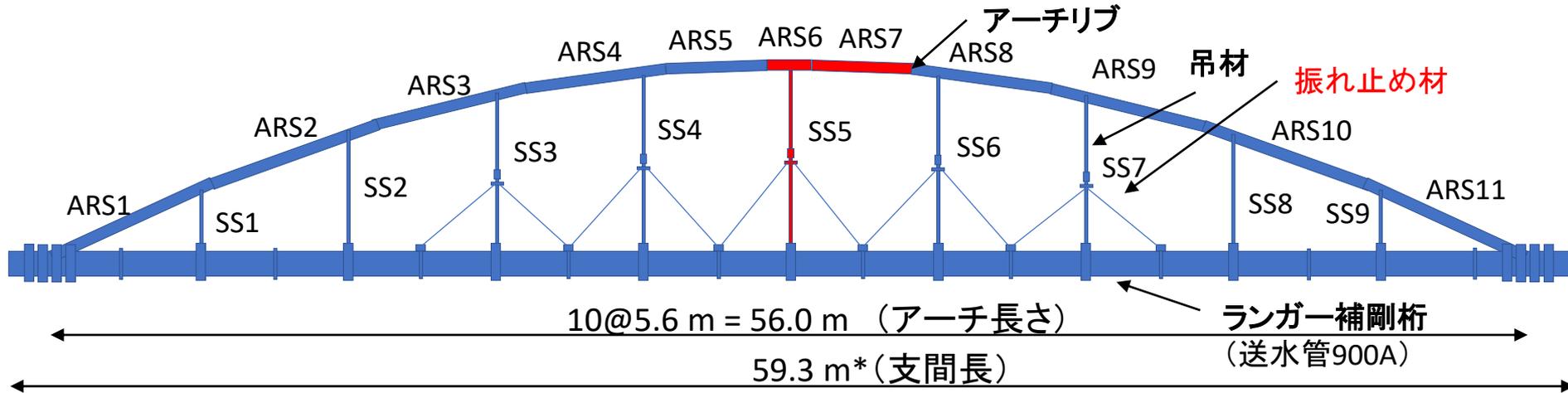


# 崩落径間Span5の全景と部材の特定



崩落した径間の部材を特定すると、中央部のアーチリブの2セグメント (ARS6,7) と吊り材1対 (SS5)、右岸部の端部 (ARS11,SS9) が**水面下に沈んでいる**と推定される。また、吊り材は、円管断面のみでケーブルは確認できないので、ケーブル+さや管ではなく、鋼管吊り材であると推察される。

# 崩落径間Span5の全景と部材の特定

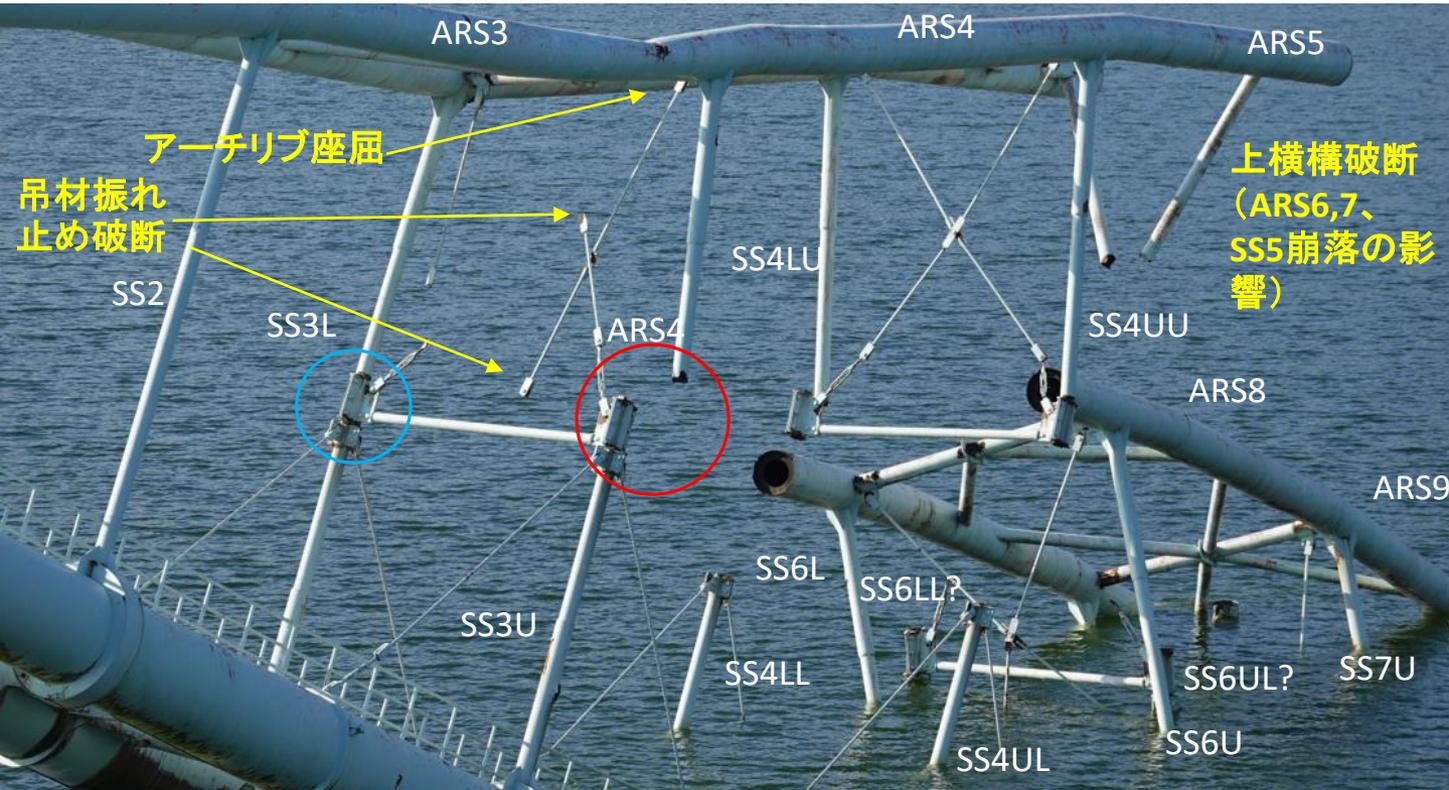


# 崩落径間 Span5

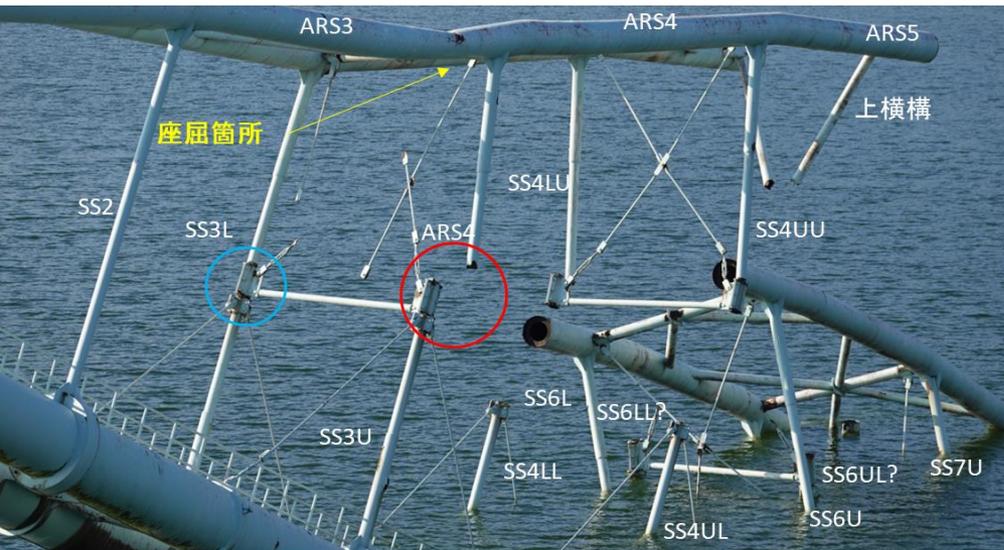


ARS3とARS4との間でアーチリブが座屈して下に曲がっている。これは、吊材SS1からSS3までは生きていたのに対して、SS4以降の中央部は破断したからである。

吊材SS3L(下流側)は生き、SS3U(上流側)は破断している。



# 崩落径間Span5の吊り材の破断部詳細



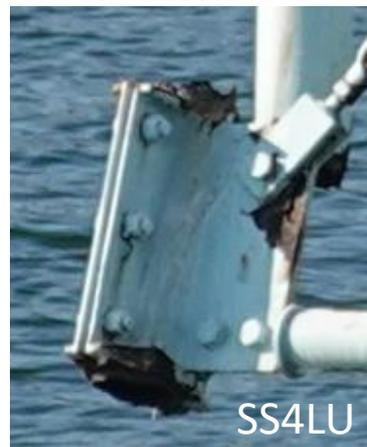
吊材SS3L(下流側)は活き、SS3U(上流側)は破断している。腐食や塗装の劣化の程度に大差はない。SS4U、SS4Lも破断しており、破断面の両面を見ると、いずれも腐食が著しい。定着部上面の堆積物滞水の腐食、定着金物と吊材の間のすきま腐食、吊材パイプ内部からの腐食と推察。



SS3L



SS3U



SS4LU



SS4UU

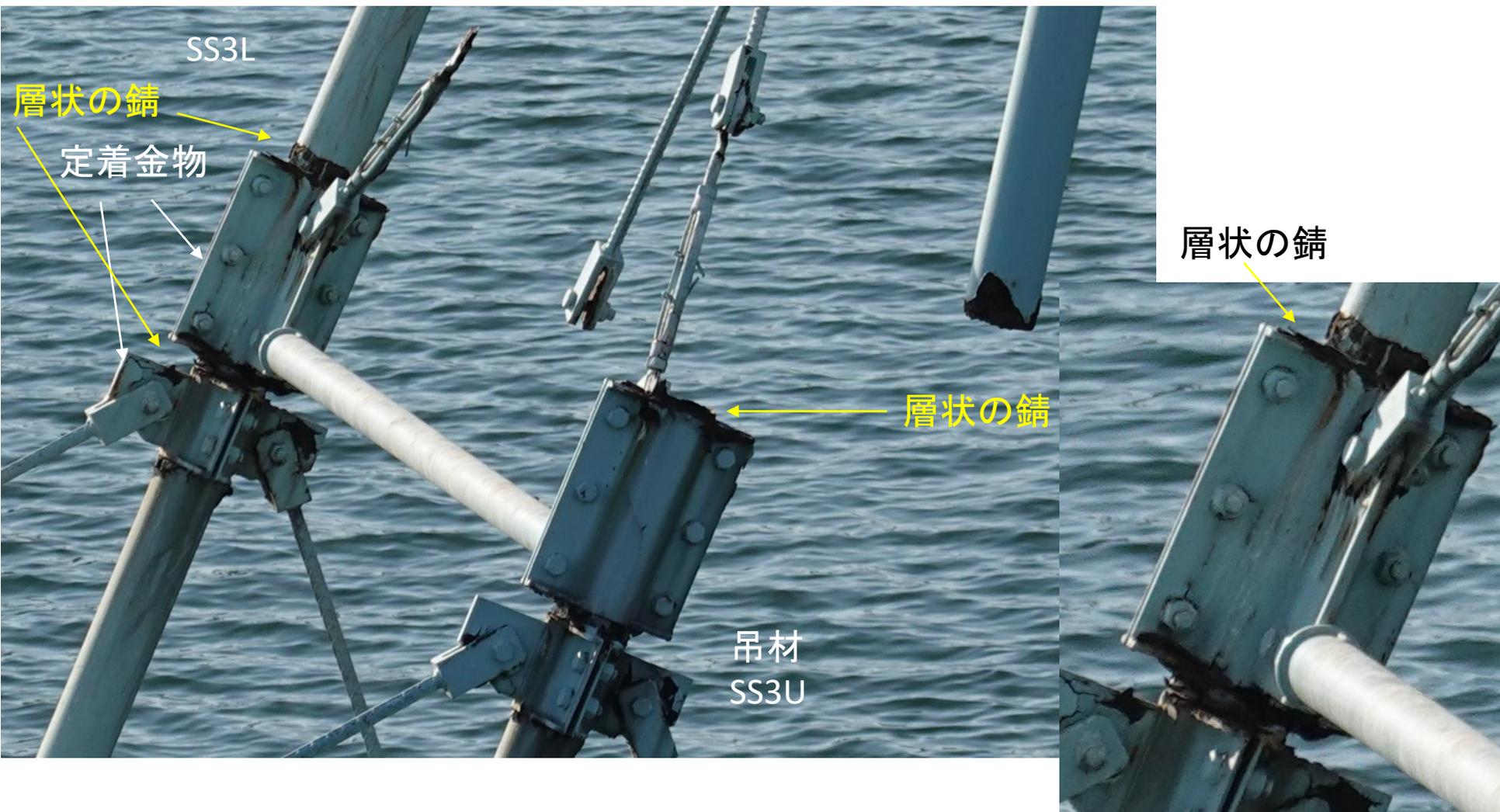


SS4LL



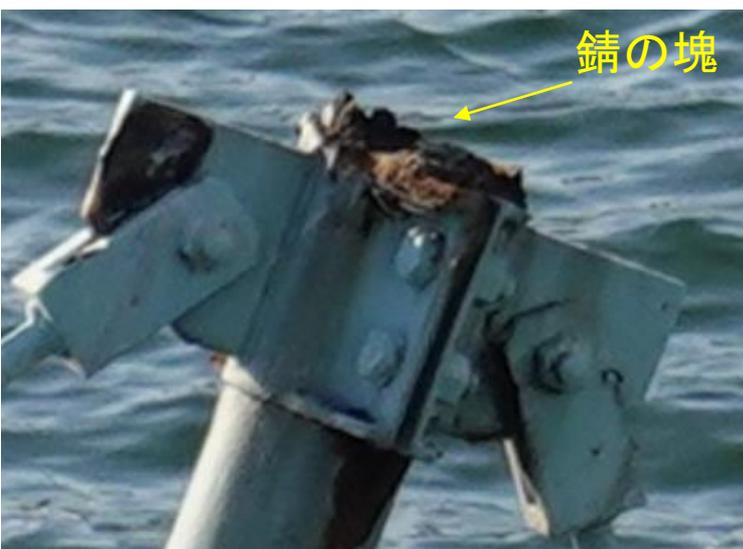
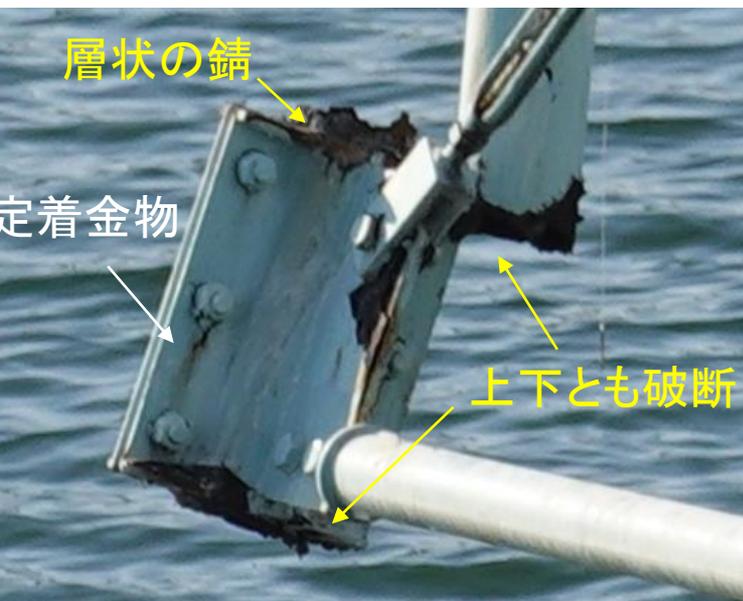
SS4UL

# 崩落径間Span5の吊り材SS3の破断部



吊材SS3L(下流側)は活き、SS3U(上流側)は破断している。腐食や塗装の劣化の程度に大差はない。SS3Lの定着金物

# 崩落径間Span5の吊り材SS4の破断部



・吊材SS4L(下流側)とSS4U(上流側)は振れ止め定着部金物の上下で破断している。腐食が著しく、破断面は錆が層状・塊状になっており、残存耐力はゼロに等しいと推察する。

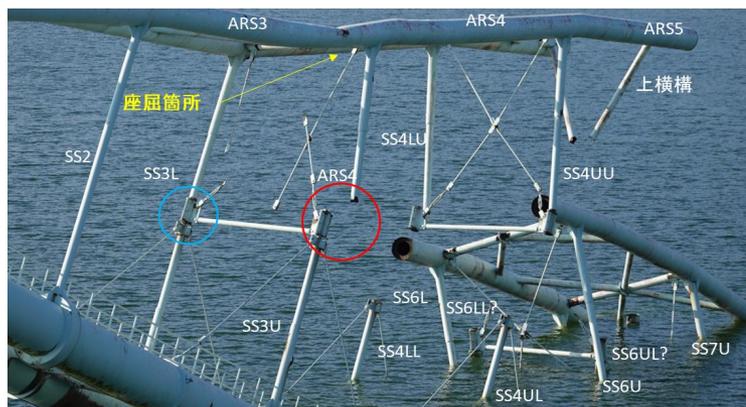
・吊材の鋼管(推測)が細く、剛性が小さかったため、風による渦励振により横揺れが大きくなるために振れ止めを設置したと推察。

・点検と判定が不適切であったため、ここまで放置した結果となったと推察。

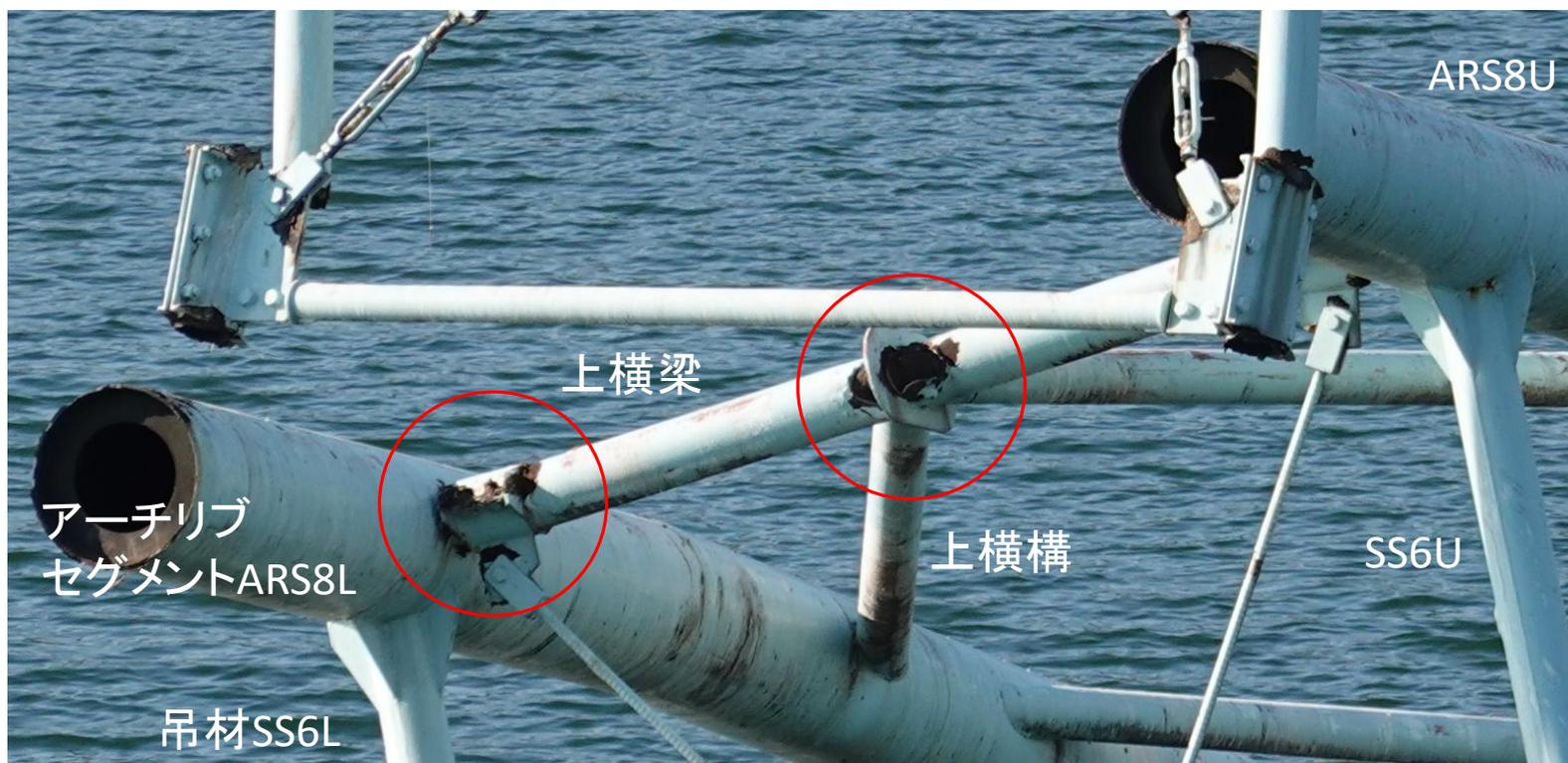
吊材SS3L

吊材SS3U

# 崩落径間Span5の吊り材の破断部詳細



吊材SS6とアーチリブARS8との格点を繋ぐ上横梁には、端部と中央部に大きな面積の腐食が見られる。確認が必要であるが、孔が開き貫通しているものと思われる。構造部材を、ここまで放置しておくのは、点検・判断が適切になされていたとは考え難い。



# GESVによる崩落前観察(径間Span5,6)



径間Span5にもSpan6にも、アーチリブにはカワウが止まっている。

# GESVによる崩落前観察(径間Span5,6)

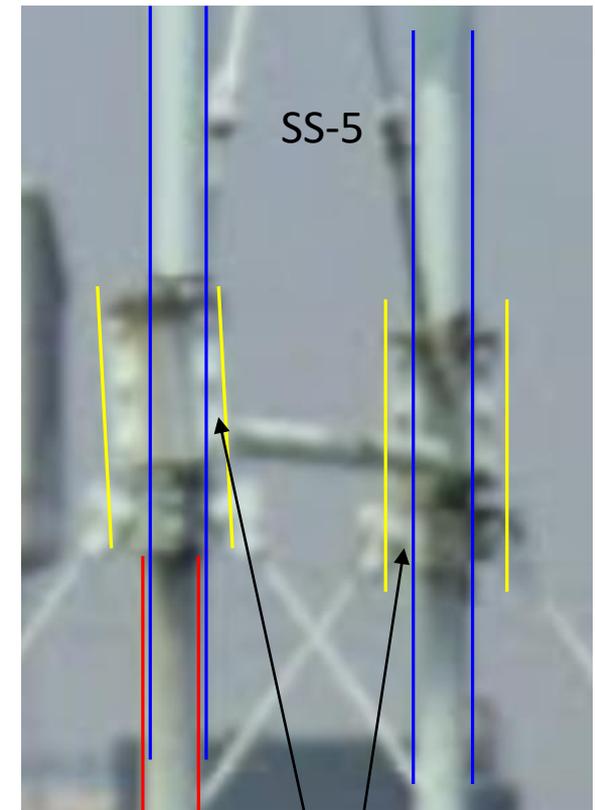
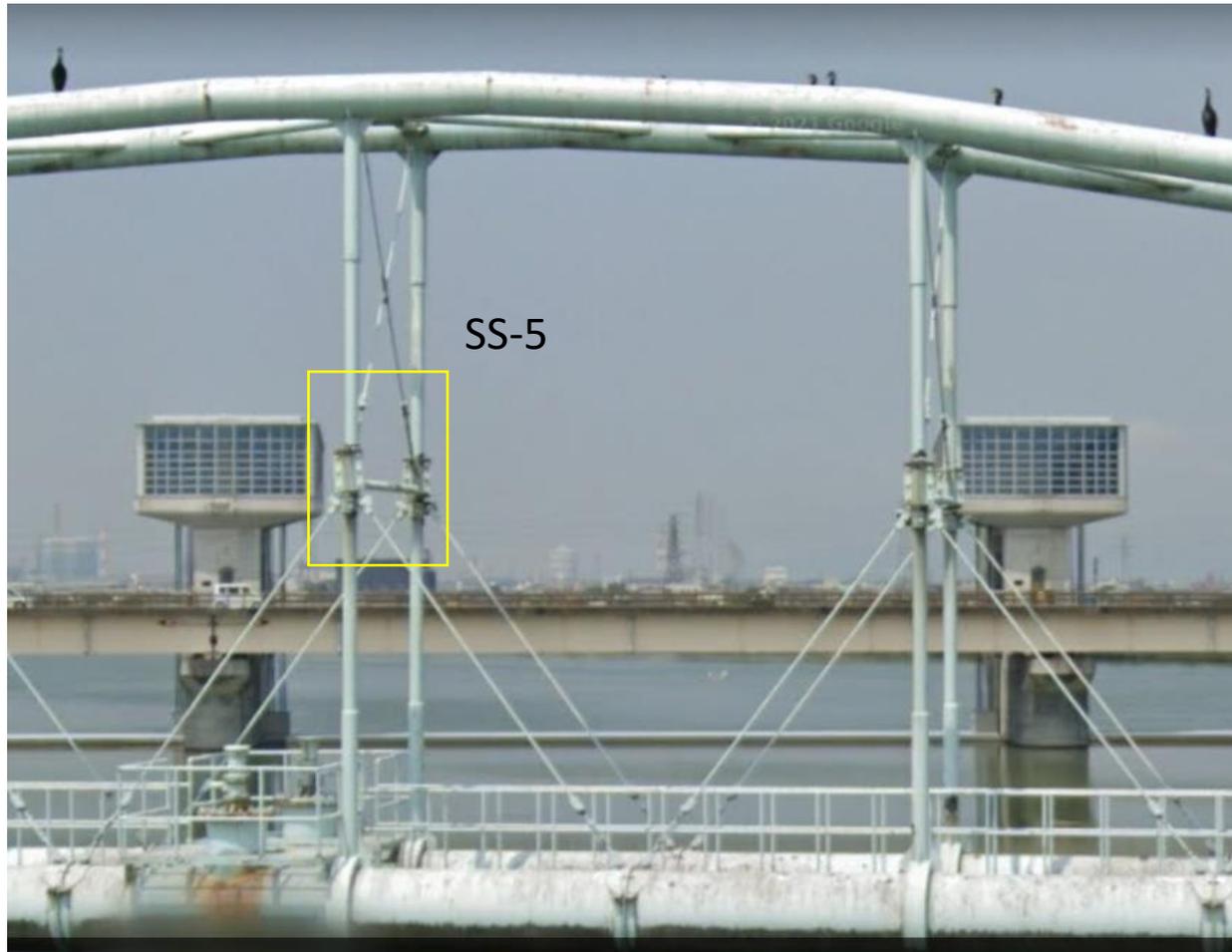
← 県道141号 和歌山県

Span5



径間Span5にもSpan6にも、アーチリブにはカワウが止まっている。

# GESVによる崩落前観察(径間Span5)



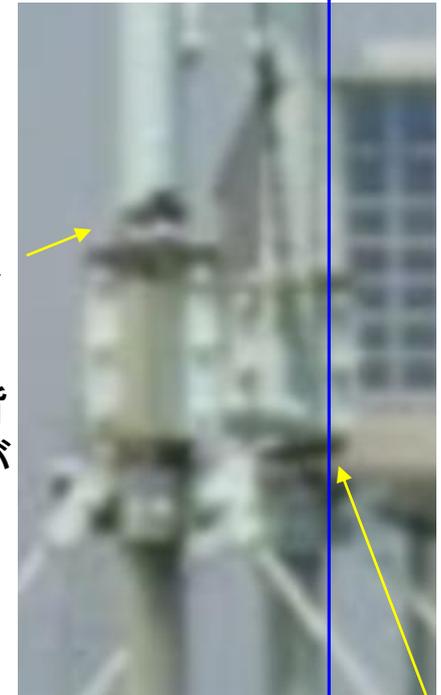
振止材中間定着部

径間Span5の吊材SS-5(上流側)が振止材中間定着部上部で破断していると推定(定着部が吊り材に対して左に傾いており、定着部を挟んで上下吊材の間に水平ずれが見られる)。SS-5下流側(奥側)は定着部下部が腐食色

# GESVによる崩落前観察(径間Span5)



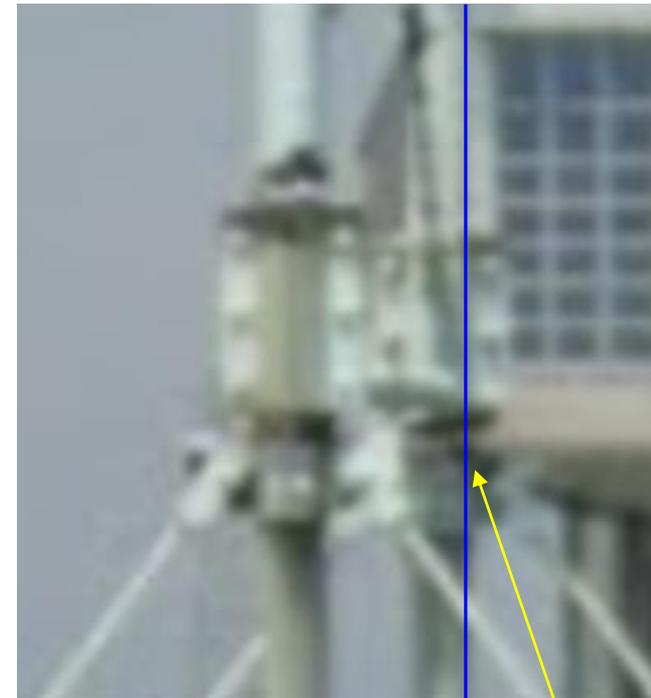
吊材パイプと定着の間に背景の空が見える。



吊り材鋼管の外縁線よりも内側に背景の大堰のコンクリートが視認できる。つまり破断している

径間Span5の吊材SS-6(下流側)が振止材中間定着部下部で破断していると推定(吊り材外縁部より内側に挟んで吊材の間に水平ずれが見られる)。SS-5上流側は定着部上下部が腐食錆色。

# GESVによる崩落前観察(径間Span6)



吊り材鋼管の外縁線よりも内側に背景の大堰のコンクリートが視認できる。つまり破断している

径間Span5の吊り材SS-4(下流側)が振止材中間定着部下部で破断していると推定(吊り材外縁部より内側に挟んで吊り材の間に水平ずれが見られる)。SS-5上流側は定着部上下部が腐食錆色。

# 崩落隣接径間Span6の吊り材

吊材SS6とアーチリブARS8との格点を繋ぐ上横梁には、端部と中央部に大きな面積の腐食が見られる。確認が必要であるが、孔が開き貫通しているものと思われる。構造部材を、ここまで放置しておくのは、点検・判断が適切になされていたとは考え難い。

# 吊材破断が明瞭に視認できた「逆光」



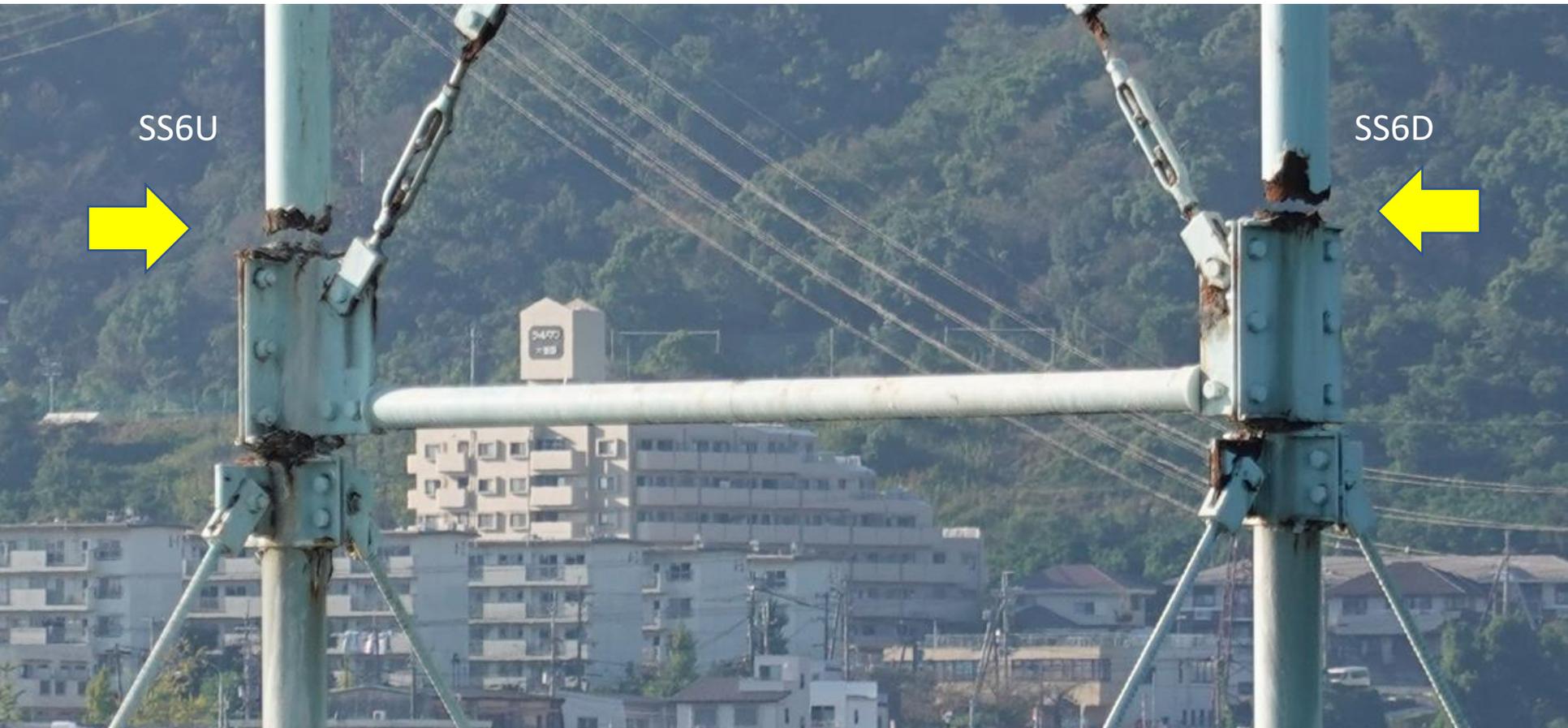
この写真を撮影した16:17初めて破断を認知できた

# Span6 の吊材4本 (SS6U,SS6D)



吊材4本 (SS6U,SS6D, SS7U,SS7D)

# Span6 の吊材4本 (SS6U,SS6D)



吊材4本 (SS6U,SS6D, SS7U,SS7D)

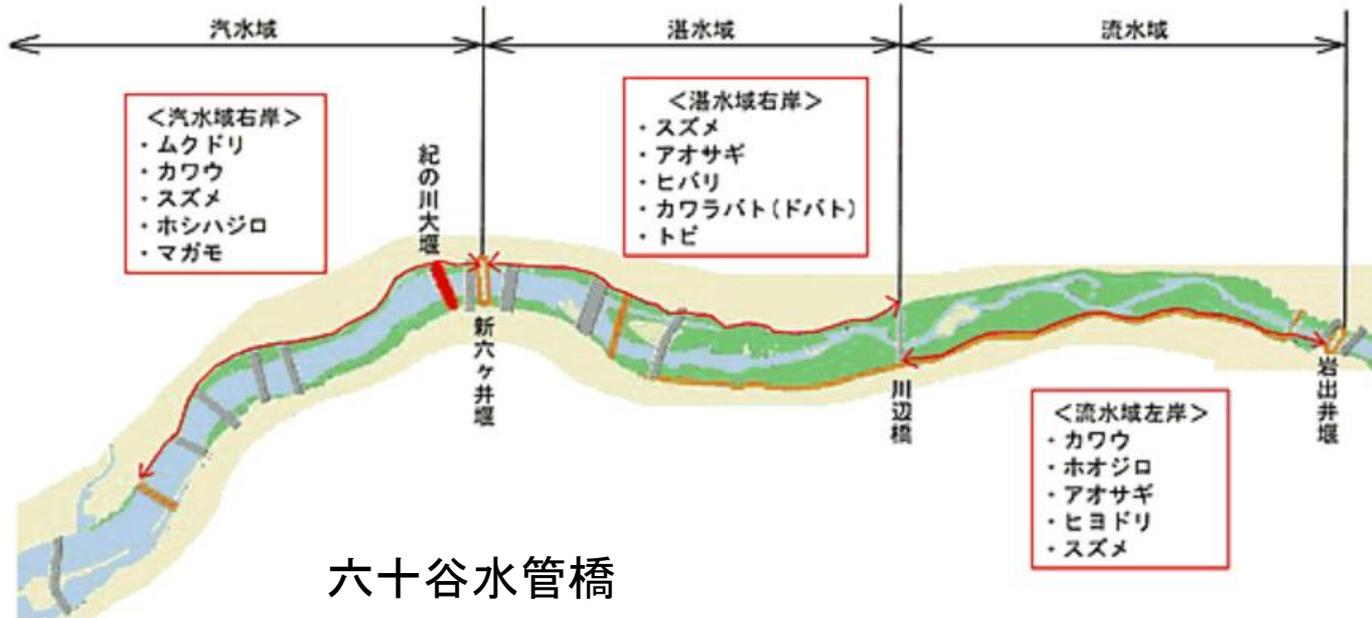
# Span6 の吊材4本 (SS7U,SS7D)



吊材4本 (SS6U,SS6D, SS7U,SS7D)

# 紀の川の水辺の鳥

(通年)



カワウ

日本の野鳥識別図鑑 (zukan.com)

備考) 図中の赤枠は「平成12年度紀の川河川水辺の国勢調査」における主な出現種を示しています。

和歌山河川国道事務所 紀の川の環境 5.鳥類

# 引張材を有する道路橋の構造形式の例

道路橋の中には、引張材に破断等が生じることで、橋全体が致命的な状態に至る可能性や、橋全体の挙動に大きな影響を与えることが懸念されるものがある。たとえば、以下の部材を有する橋。

- 1) 引張材: ケーブル、吊り材、ペンデル支承、グラウンドアンカー等
- 2) 1) の定着部 (定着具及び定着具配置のために補強された部位)
- 3) 1)、2) の挙動に影響を与える部材
  - 1-1) 斜張橋、エクストラドーズド橋
  - 1-2) 吊橋
  - 1-3) アーチ橋 (ランガー、ローゼ、ニールセン)
  - 1-4) 吊床版橋
  - 1-5) ドウルックバンド橋
  - 1-6) 外ケーブル補強された構造
  - 1-7) その他の構造例

南方澳大橋  
落橋、6名死亡(2019.10.01)

山口県・上関大橋  
20cm段差(2020.11.14)

国土交通省道路局国道・技術課: 引張材を有する道路橋の損傷例と定期点検に関する参考資料2019.2.  
[https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/tenken/yobo4\\_1-2.pdf](https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/tenken/yobo4_1-2.pdf)

# 断面欠損を伴う腐食事例の分類

## 2.2 分類方法

### (1) 部材別

以下の部材を対象とし、沓は除いた。

- ①主部材 : 主桁フランジ ウェブ 橋脚
- ②2次部材 : 対傾構 スチフナー ガセット

### (2) 原因別

直接的に腐食に作用したと思われる原因を分類した。

- ① 浸水 雨水等が降り注ぐ箇所もしくは構造的に水みちに箇所に生じる。
- ② 漏水 通水装置等の水を通す部位の不具合によって生じる現象。
- ③ 湿潤 直接の水みちは認められず、蒸気又は水分の滞留・湿潤状態にあったと思われる部位に生じる。又、水を吸い込む例も考えられる
- ④ 塩害 海水、海塩粒子によるもの。
- ⑤ 糞害 鳩等の動物により持ち込まれた。(汚泥も含む)

### (3) 誘起因子別

(2)の直接的原因とは違って点検・調査後の評価・診断・対策にと表現した。

- (例) ①構造・部材・部位
- ②施工不良
- 自然現象(立地環境)等

[http://kougiken.jp/04\\_seika/pdfs/system/43\\_ijika\\_nri/43\\_02.pdf](http://kougiken.jp/04_seika/pdfs/system/43_ijika_nri/43_02.pdf)

原因	誘起因子
① 浸水	フランジ・カバープレートへの浸入。
② 漏水	RC床版、伸縮装置、排水装置からの漏水。
③ 塩害	海水飛沫、海塩粒子によるもの。
④ 湿潤	雨水の滞水、結露による腐食。
⑤ 糞害	鳩糞により、塗膜劣化し腐食。

部材別: (1)主部材、(2)2次部材

原因別: (1)浸水、(2)漏水、(3)湿潤、(4)塩害、(5)糞害

# 断面欠損を伴う腐食事例の分類

[http://kougiken.jp/04\\_seika/pdfsystem/43\\_ijikanri/43\\_02.pdf](http://kougiken.jp/04_seika/pdfsystem/43_ijikanri/43_02.pdf)

## 3.2.5 糞害

### 1)製粉・飼料工場等近辺の橋梁

雨水は降り注がないものの、鳥類などが巣を作り易い箇所も腐食環境となる。都市周辺でも製粉・飼料工場があるような箇所は鳥類の生息しやすい環境となっている。最近の橋梁では該当する箇所に鳥害防止ネット等を設置することが多くなっているが、古い橋ではそのような対策はしておらず、トラス格点の上部や桁内に鳥類が入り込み巣を作る事例が見受けられる。糞そのものが腐食を進行させるものではないが、雨水等が降り注いだ後には湿潤箇所となるため腐食を進行させるようである。

部材別： (1)主部材、(2)2次部材

原因別： (1)浸水、(2)漏水、(3)湿潤、(4)塩害、(5)糞害

(I) 一般的性状・損傷の特徴

◆ 「損傷の種類」①～⑱, ⑲～⑳のいずれにも該当しない損傷をいう。例えば、**鳥のふん害** 落書き, 橋梁の不法占有, 火災に起因する各種の損傷などを、「⑰その他」の損傷として扱う。



写真番号	17.1.3
説明	鳥のふん害の例



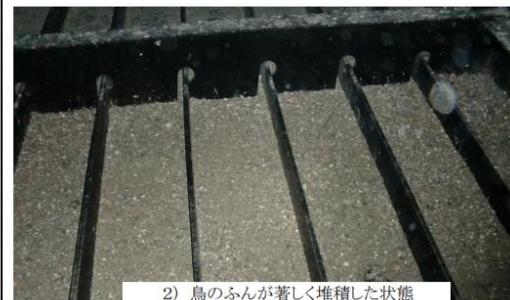
写真番号	17.3.3
部材名	排水管 (D-D-V-Dp)
備考	
分類3:	鳥のふん害

(IV) 対策区分の判定

(3) 事例(4/8)



1) 健全な状態



2) 鳥のふんが著しく堆積した状態

写真番号	17.4.9
部材名	主桁 (S-Bs-S-Mg)
備考	<p>① 箱内内部</p> <p>② 鳥のふんの著しい堆積が見られる。</p> <p>③ 開いた状態で放置された箱桁のマンホールの扉から鳥等が進入すると、ふん害等が発生する可能性がある。</p>
	<p>鳥獣の侵入を放置すると、排泄物や死骸が散乱・堆積して防食機能の劣化など耐久性に悪影響を及ぼすのみならず、点検や緊急調査時に支障となることがある。</p>

# 水管橋の設計・維持管理の指針類

**水道** 公益社団法人日本水道協会

水道施設設計指針(2012年版), 平成24年

厚生労働省 抜粋版 <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/0000103928.pdf>

水道維持管理指針(2016年版), 平成28年

厚生労働省:水道維持管理指針2006(抜粋版)

<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/0000103722.pdf>

**工業用水** 一般社団法人日本工業用水協会

工業用水道施設設計指針・解説(2018年版), 370p.

工業用水道維持管理指針(2015年版), 330p.

**農業水利施設** 農林水産省

農業水利施設の機能保全の手引き, 2015. 平成27年5月

<https://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/sutomane/attach/pdf/index-8.pdf>

農業水利施設の機能保全の手引き「パイプライン」, 2016. 平成28年8月

<https://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/sutomane/attach/pdf/index-22.pdf>

# 「水管橋外面塗装の塗り替え基準(手引き)」

露出鋼管(水管橋等)

～外面塗装劣化診断評価の手引き～

平成 25 年 3 月

公益社団法人 日本水道協会

W S P 日本水道鋼管協会

日本水道鋼管協会「水管橋外面塗装の塗り替え基準(手引き)」日本水道協会との共同研究の報告書の抜粋 平成25年3月  
[http://www.wsp.gr.jp/download/pdf/kyodo\\_kenkyu.pdf](http://www.wsp.gr.jp/download/pdf/kyodo_kenkyu.pdf)

富士川水管橋



水管橋外面塗装の塗り替え基準(手引き)

「水管橋外面塗装の塗り替え基準(手引き)」は、日本水道協会との共同研究の報告書の抜粋です。(詳細は[日本水道協会ホームページ](#)参照)



水管橋外面塗装の塗り替え基準(手引き)

露出鋼管(水管橋等)～外面塗装劣化診断評価の手引き～

平成 25 年 3 月

1. はじめに	1
2. 水管橋の外面塗装の評価方法	1
3. 水管橋外面塗装調査	2
4. 総合評価	6
5. 管理区分	7
6. 補修範囲について	7
7. 診断シートの記入方法	8
8. 評価基準及び診断シート	10
9. 水管橋の構造部材の劣化診断について	23
10. デジタルカメラを使用した水管橋の外面塗装の劣化診断	29

# 「水管橋」の認識

水管橋には複数の構造形式があるが、この手引きで想定しているのは、最も多い桁橋。ランガー橋も斜張橋も想定されていない。

「構造部材」の「構造」の定義が少し異なっている。

日本水道鋼管協会「水管橋外面塗装の塗り替え基準(手引き)」日本水道協会との共同研究の報告書の抜粋 平成25年3月  
[http://www.wsp.gr.jp/download/pdf/kyodo\\_kenkyu.pdf](http://www.wsp.gr.jp/download/pdf/kyodo_kenkyu.pdf)

## 【構造部材の点検】

### 1) 構造部材部位と点検内容

水管橋の構造は、以下の部位に区分できる。

部位	点検内容
送水管	漏水(塗装については塗替え基準による)、変形
リングサポート	腐食、傾き、変形、破損、アンカーボルトの状態
サドルサポート	腐食、傾き、変形、破損、アンカーボルトの状態
ブラケット	Uバンドの状態 腐食、傾き、変形、破損、ボルトの緩み・脱落
沓(アンカーボルト)	移動可能量(ストッパーとの当たり) 腐食、変形、破損、アンカーボルトの緩み コンクリート部のクラック
伸縮管(継輪)	漏水、腐食、異常変形(伸び、縮み)
空気弁	漏水、フランジ部の腐食
管理歩廊	腐食、変形、破損
補構部材(送水管以外)	腐食、変形、破損、溶接部のわれ
落橋防止	腐食、変形、破損、ボルト/ケーブルの状態

### 2) 点検結果

上記の部位を目視等により点検・記録し、劣化・損傷の評価として以下の損傷程度(3区分)に区分けする。

評価区分	状況	備考
A	劣化・損傷なし	—
B	軽微な劣化・損傷あり	次回の点検で再確認・評価
C以下	劣化・損傷あり	点検等のデータにより詳細検討で状況に応じた次のような対応を行う

# 水管橋の点検

道路橋に倣って作成された。

## 【六十谷水管橋の場合】

吊材破断を認識→本来はE1評価

破断未認識→本来はC評価

(腐食が進行している)

あの錆は歩廊からも視認可能。

認識しながら耐久性に問題ない、とのコメントから、B評価にしたと推察される。

仮にA評価にしたとしたら、大問題。

日本水道鋼管協会「水管橋外面塗装の塗り替え基準(手引き)」日本水道協会との共同研究の報告書の抜粋 平成25年3月  
[http://www.wsp.gr.jp/download/pdf/kyodo\\_kenkyu.pdf](http://www.wsp.gr.jp/download/pdf/kyodo_kenkyu.pdf)

### 3) 評価・対策区分の分類

点検結果に、一箇所(部位)でもC以下区分に該当する部位があった場合は、塗替え基準で判定された管理区分を1段階引上げる。

対策区分は、部材の重要度や損傷の進行状況、環境の条件など様々な要因を総合的に評価し、部位ごとに損傷状況に対する判断を行なうものである。

評価・対策区分

評価区分	内容
A	劣化・損傷が認められないか、有っても軽微で補修の必要はない
B	劣化・損傷はあるが原因・規模が明確で補修しなくても安全性・耐久性に問題が無いもの
C	<b>重点管理</b> ／劣化・損傷が進行し補修等が必要なもの
E1	橋梁構造の安全性の観点から、緊急対応の必要がある
E2	二次災害などの恐れがあり、緊急に対応する必要がある
M	日常の維持補修のなかで対応する必要があるもの
S	詳細調査により対応方針を決める必要があるもの

上表の評価・対策区分に分類しを判定し、対策区分に応じた以下に措置を講じる。

- ① 緊急対応が必要(漏水、もしくは漏水の可能性が高い)【E1、E2】
- ② 詳細調査が必要【S】
- ③ 日常の維持・補修の中で対応が必要(緊急性が低い)【M】
- ④ **重点管理**／次回の点検までに補修が必要【C】
- ⑤ 状況に応じて補修【B】

### 4) 記録

構造部材の点検結果、部位、対策区分及び措置の情報を特記欄に記述する。

# 水管橋とは(厚労省)

## 水管橋と橋梁添架管

### 水管橋

- ・最適構造形式の選定
- ・管の対荷重安全性
- ・支持部分の安全性
- ・橋脚の衝突物防護工
- ・最も高い位置に空気弁
- ・必要に応じて管理歩廊
- ・適切な落橋防止装置
- ・適切な防食措置

「構造物」としての認識が希薄に感じられる。

#### 7.5.14 水管橋及び橋梁添架管

水管橋及び橋梁添架管は、次の各項による。

##### 1. 水管橋

- 1) 管径、支間長、架設地点の地理的条件及び景観との調和を考慮して、最も適切な構造形式を選ぶ。
- 2) 自重、水圧、地震力、風圧及び積雪荷重等に対して安全であること。
- 3) 支持部分は、管の水圧、地震力、温度変化に対して安全な構造とする。
- 4) 橋台付近の埋設管には、可撓性のある伸縮継手を設け、屈曲部には必要に応じて防護工を施す。
- 5) 橋脚は、必要に応じて衝突物に対する防護工を施す。
- 6) 水管橋の最も高い位置に空気弁を設ける。寒冷地にあつては、適当な防凍工を施す。また、必要に応じて管理歩廊を設ける。
- 7) 水管橋には適切な落橋防止措置を講じる。
- 8) 水管橋には適切な防食措置を講じる。

##### 2. 橋梁添架管

- 1) 橋梁の可動端の位置に合わせて、必要に応じて伸縮継手を設ける。
- 2) 橋台付近の埋設管には、可撓性のある伸縮継手を設け、屈曲部には所要の防護工を施す。
- 3) 添架管の最も高い位置に空気弁を設ける。また、寒冷地にあつては適当な防凍工を施す。
- 4) 添架管には適切な防食措置を講じる。

##### 3. ダクタイル鋳鉄製水管橋及び橋梁添架管

基本的な性能は1. 水管橋及び2. 橋梁添架管に準じるが、以下の点が異なる。

- 1) 水管橋の構造形式
- 2) 設計上考慮する荷重に対する変位
- 3) 橋台部付近の埋設管の構造
- 4) 露出部の外面塗装方法

[解説]

厚生労働省:水道施設設計指針 2012

河川、道路及び鉄道等を架空横断する方法として、水管橋と橋梁添架がある。

# 水管橋とは(厚労省)

## 7.5.14 水管橋及び橋梁添架管

水管橋及び橋梁添架管は、次の各項による。

### 1. 水管橋

- 1) 管径、支間長、架設地点の地理的条件及び景観との調和を考慮して、最も適切な構造形式を選ぶ。
- 2) 自重、水圧、地震力、風圧及び積雪荷重等に対して安全であること。
- 3) 支持部分は、管の水圧、地震力、温度変化に対して安全な構造とする。
- 4) 橋台付近の埋設管には、可撓性のある伸縮継手を設け、屈曲部には必要に応じて防護工を施す。
- 5) 橋脚は、必要に応じて衝突物に対する防護工を施す。
- 6) 水管橋の最も高い位置に空気弁を設ける。寒冷地にあつては、適当な防凍工を施す。また、必要に応じて管理歩廊を設ける。
- 7) 水管橋には適切な落橋防止措置を講じる。
- 8) 水管橋には適切な防食措置を講じる。

### 2. 橋梁添架管

- 1) 橋梁の可動端の位置に合わせて、必要に応じて伸縮継手を設ける。
- 2) 橋台付近の埋設管には、可撓性のある伸縮継手を設け、屈曲部には所要の防護工を施す。
- 3) 添架管の最も高い位置に空気弁を設ける。また、寒冷地にあつては適当な防凍工を施す。
- 4) 添架管には適切な防食措置を講じる。

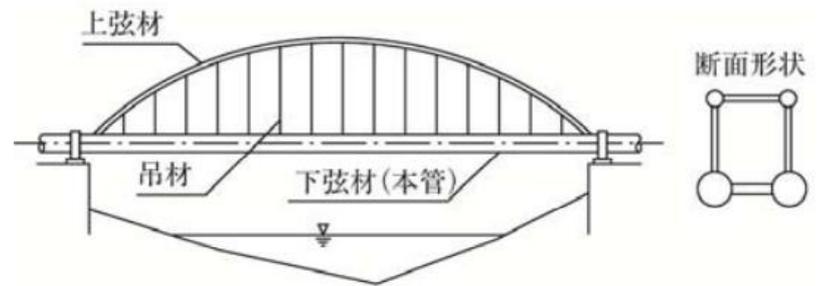
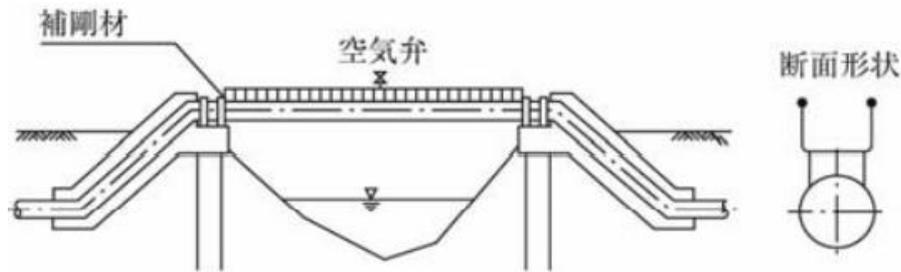
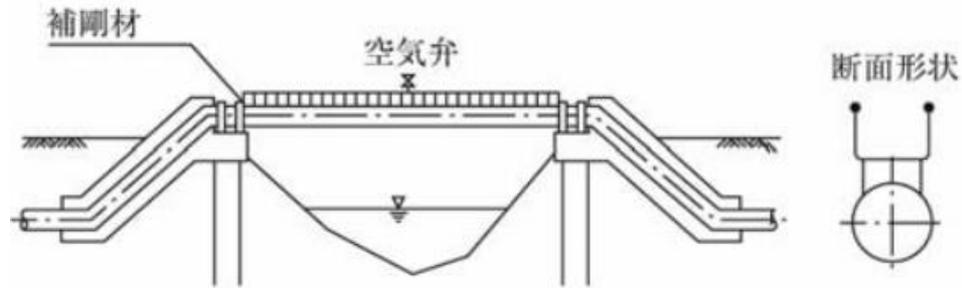
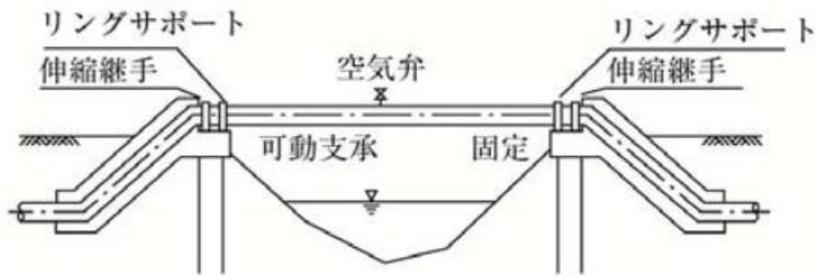
### 3. ダクタイル鋳鉄製水管橋及び橋梁添架管

基本的な性能は1. 水管橋及び2. 橋梁添架管に準じるが、以下の点が異なる。

- 1) 水管橋の構造形式
- 2) 設計上考慮する荷重に対する変位
- 3) 橋台部付近の埋設管の構造
- 4) 露出部の外面塗装方法

[解説]

# 水管橋の点検(ランガー橋の事例)



ランガー橋の事例でも、水管のみが対象で、橋梁部材の点検事項は明記されていない。点検なされていない危惧もある。

# 水管橋の点検(ランガー橋の事例)

水管橋名		南金目水管橋 (参考)				
		景観性		防食性		
		前回	今回	前回	今回	
		評価点	50		100	
		判定	重要		留意	
		特記事項 ※ トラスの評価 本管に異常は見られない。				

番号	場所	部位	調査時期	景観性				評価点
				白亜化	外観	変退色	汚れ	
①	右岸	頂部	前回	-	-	-	-	
			今回	1	1	2	2	
		側部	前回	-	-	-	-	
			今回	1	1	2	2	
底部	前回	-	-	-	-			
	今回	3	3	2	3			
②	中央	頂部	前回	-	-	-	-	
			今回	1	1	2	2	
		側部	前回	-	-	-	-	
			今回	1	1	2	2	
底部	前回	-	-	-	-			
	今回	3	3	2	3			
最終判定						6	50	

番号	場所	部位	調査時期	防食性				評価点
				さび	にがれ	われ	ふくれ	
①	右岸	頂部	前回	-	-	-	-	
			今回	0	0	0	0	
		側部	前回	-	-	-	-	
			今回	1	0	0	1	
底部	前回	-	-	-	-			
	今回	3	3	3	3			
②	中央	頂部	前回	-	-	-	-	
			今回	0	0	0	0	
		側部	前回	-	-	-	-	
			今回	1	0	0	1	
底部	前回	-	-	-	-			
	今回	3	3	3	3			
③	左岸	頂部	前回	-	-	-	-	
			今回	0	0	0	0	
		側部	前回	-	-	-	-	
			今回	1	0	0	1	
底部	前回	-	-	-	-			
	今回	3	3	3	3			
最終判定						0	100	



右岸



中央 (頂部)



中央 (底部)



左岸

露出鋼管(水管橋等)の腐食防止方法と延命措置に関する共同研究  
 —水管橋外面塗装の塗替え基準の検討— 参考資料

[http://www.jwwa.or.jp/houkokusyo/pdf/rosyutukoukan/rosyutukoukan\\_all.pdf](http://www.jwwa.or.jp/houkokusyo/pdf/rosyutukoukan/rosyutukoukan_all.pdf)

ランガー橋の事例でも、水管のみが対象で、橋梁部材の点検事項は明記されていない。点検なされていない危惧もある。

# 水管橋の点検(ランガー橋の事例)

## 9.5.9 水管橋及び橋梁添架管

### 1. 点検

河川や水路を横断する水管橋及び橋梁添架管は、定期的に巡視する。水管橋は異常の発見が容易であるが、添架管の場合は目視しにくいものが多いため、点検がおろそかになりやすい。また、添架管は車両などによる振動の影響を受けるため、管及び支持金具の状態についても十分注意して点検する。海水の影響を受ける場合には、特に注意が必要である。

橋台・橋脚の不同沈下、コンクリートのひび割れ、橋脚防護工の破損、占用標示板の記載事項、寒冷地では防凍工の断熱材の損傷、空気弁からの漏水についても点検する。

72

露出鋼管(水管橋等)の腐食防止方法と延命措置に関する共同研究  
—水管橋外面塗装の塗替え基準の検討— 参考資料

[http://www.jwwa.or.jp/houkokusyo/pdf/rosyutukoukan/rosyutukoukan\\_all.pdf](http://www.jwwa.or.jp/houkokusyo/pdf/rosyutukoukan/rosyutukoukan_all.pdf)

**ランガー橋の事例でも、水管のみが対象で、橋梁部材の点検事項は明記されていない。点検なされていない危惧もある。**

# 水管橋の点検(ランガー橋の事例)

表-9.5.21 水管橋維持管理点検表

ランガー橋の事例でも、水管のみが対象で、橋梁部材の点検事項は明記されていない。点検なされていない危惧もある。

露出鋼管(水管橋等)の腐食防止方法と延命措置に関する共同研究  
—水管橋外面塗装の塗替え基準の検討— 参考資料

[http://www.jwwa.or.jp/houkokusyo/pdf/rosyutukoukan/rosyutukoukan\\_all.pdf](http://www.jwwa.or.jp/houkokusyo/pdf/rosyutukoukan/rosyutukoukan_all.pdf)

点検年月日	平成	年	月	日	点検者名	索引	—
場所	右岸				整理番号		
	左岸				図面番号		
水管橋名	〇〇 水管橋				架設の形式	独立・添架	
					管種	SP・FCD・FC・SUS	
口径	〇〇 mm				完成図番号		
河川等名					川	前回 塗装年度	
塗装仕様	塗装・防食布・FRC ビニールテープ				環境条件 <sup>※注1</sup>		
伸縮管	ドレッサー型・ヴィクトリック型・クローザージョイント・ペローズ型				空気弁	空気弁	
漏水の有無 修理年月日	有・無 ( 年 月 日)				漏水箇所	管体・伸縮管・継手部 溶接部・空気弁・( )	
局用地の状況	良好・フェンス等の破損 不法投棄・不法占拠				橋台部の状況	良好・不良(クラック破損・その他)	
外装材の状況			良好・不良(劣化・変色・ハガレ・その他)				
項目	部位	管体	伸縮継手	歩行防止		評価方法 <sup>※注2</sup>	
さび						1. 健全 2. ほぼ健全 3. 劣化している 4. 劣化が著しい  (塗膜劣化程度標準写真帳による。)	
はがれ							
変退色							
汚れ							
塗装総合評価	1. 当面塗替えの必要性はない。 2. 数年後には塗替えを行う必要がある。 3. 早い時期の塗替えが必要である。						

# マニュアル作成手引き 水道管橋等点検 (水道技術研究センター)

## 1) 点検対象施設

全ての水管橋等(水管橋および橋梁添架管)を点検対象とする。

## 2) 点検の種類

水管橋等点検には、定期点検と臨時点検がある。

### ① 定期点検

頻度や方法を定めて計画的に実施するもの。

### ② 臨時・特別点検

臨時点検は、道路管理者や利用者等からの通報時や大雨や地震発生後(震度4以上等)などに臨時に実施するもの。特別点検は、例えば、管内の水管橋で問題が発生した場合に、同一形式の水管橋について実施する一斉点検などが挙げられる。この場合は、調査の目的に応じて点検内容、時期を適宜決定し実施する。

<http://www.jwrc-net.or.jp/pipe-stars/maintenance/manual02.html>

# マニュアル作成手引き 水道管橋等点検 (水道技術研究センター)

## 3) 点検の頻度

定期点検の頻度は、水管橋等の重要度に応じて表2.2.1を標準とする。

表 2.2.1 水管橋等の定期点検の頻度

水管橋等の分類	定期点検の頻度
・基幹管路等の重要管路に設置された水管橋等 ・塗装等の劣化が進行している水管橋等	2年に1回
上記以外の水管橋等	5年に1回

<http://www.jwrc-net.or.jp/pipe-stars/maintenance/manual02.html>

# マニュアル作成手引き 水道管橋等点検 (水道技術研究センター)

## 4) 点検方法および点検項目

目視および触手により、上部工主構部、上部工付属設備、下部工の劣化状況や管理用地の状態等を確認する。点検項目を表2.2.2に示す。

「部材等」に、管体、トラス弦材、横構、アーチ材、吊材、橋門構などの文字はある。

点検項目が、漏水の有無、外面塗装の状況(剥離・発錆)、変形の有無及び腐食、となっており、**第1に漏水が点検項目**となっており、管路としての認識が強い。構造材の点検としては、**塗装、変形、腐食の3項目**となっている。

分類	部材等	点検項目
上部工主構部	管体、トラス弦材、横構、アーチ材、 <b>吊材</b> 、橋門構等	漏水の有無
		外面塗装の状況(剥離、発錆)
		変形の有無及び腐食
上部工付属設備	空気弁、伸縮管	漏水の有無
		外面塗装の状況(剥離、発錆)
		変形の有無及び腐食
		空気弁断熱材の損傷
		伸縮管の変位状況
下部工	リングサポート、サドルサポート、添架支持金物、落橋防止構造、歩廊、進入防止柵等	外面塗装の状況(剥離、発錆)
		変形の有無及び腐食
	支承	支承機能の確認(スライド状況)
		変形の有無及び腐食
		アンカーボルトの変形及び腐食
橋台	橋脚・防衝杭	調整モルタルの状況(割れ、隙間)
		沓座面のコンクリートの状況
		コンクリートのひび割れ、鉄筋の露出
管理用	管路用地	沈下の有無
		傾きの有無
		外面塗装の状況(剥離、発錆)
管理用	管路用地	フェンス、無断使用、不法投棄等

<http://www.jwrc-net.or.jp/pipe-stars/maintenance/manual02.html>

# マニュアル作成手引き 水道管橋等点検 (水道技術研究センター)

## 5) 点検結果の記録

### ① 点検記録表

定期点検および臨時点検の結果を記録するもので、以下の項目を記載する。

- ・水管橋等の名称、台帳番号
- ・点検日
- ・点検結果(各点検項目の評価)
- ・損傷に著しい箇所があり早急な修繕工事が必要な場合、あるいは詳細な調査が必要な場合の具体的な損傷状況
- ・修繕工事を依頼する場合、依頼先の担当部門名

### ② 点検管理表

定期点検や臨時点検における劣化状況等の経年変化を管理するもので、以下の項目を記載する。台帳で管理することを標準とする。

(5.1図面および台帳 水管橋・橋梁添架管台帳 参照)

- ・点検日
- ・不具合内容
- ・原因
- ・対処方法

## 6) 点検記録の保管・蓄積

- ・点検結果は、点検記録表・点検管理表に記録し、常に把握できるようにする。
- ・点検データは電子化を行い、経年分析や原因分析等を行いやすいようにデータの蓄積を行う。
- ・委託報告書は電子化して保管・管理する。

<http://www.jwrc-net.or.jp/pipe-stars/maintenance/manual02.html>

# 点検記録表

点検結果(各点検項目の評価)が5つから評価を選択する形式

損傷に著しい箇所があり早急な修繕工事が必要な場合、あるいは詳細な調査が必要な場合の具体的な損傷状況を記述する

点検記録表には、「上部工主構部」として1項目としてしか記録できない。しかも「漏水の有無」とあるので水管を念頭に置いているものと判断できる。

一方、上部工付属設備は、多種ありながら、各部を点検チェックするようになっている。

<http://www.jwrc-net.or.jp/pipe-stars/maintenance/manual02.html>

## 資料 1. 記録類例

水管橋等点検記録表

		点検日	年 月 日				
		所属/受託者	担当者				
水管橋等の名称		水管橋等台帳番号					
種 別	点 検 項 目	評 価					
上部工主構部	漏水の有無	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N	
	外面塗装の状況(剥離、発錆)	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N	
	変形の有無及び腐食	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N	
	空気弁	漏水の有無	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N
		外面塗装の状況(剥離、発錆)	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N
		変形の有無及び腐食	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N
		空気弁断熱材の損傷	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N
	伸縮管	漏水の有無	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N
		外面塗装の状況(剥離、発錆)	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N
		変形の有無及び腐食	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N
		伸縮管の変位状況	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N
	リング	外面塗装の状況(剥離、発錆)	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N
		変形の有無及び腐食	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N
	サドル	外面塗装の状況(剥離、発錆)	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N
変形の有無及び腐食		<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N	
添架	外面塗装の状況(剥離、発錆)	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N	
	変形の有無及び腐食	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N	
支持金物	外面塗装の状況(剥離、発錆)	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N	
	変形の有無及び腐食	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N	
落橋防止構造	外面塗装の状況(剥離、発錆)	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N	
	変形の有無及び腐食	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N	
歩廊	外面塗装の状況(剥離、発錆)	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N	
	変形の有無及び腐食	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N	
管理用地	フェンス、無断使用、不法投棄等	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> N	
特記事項	(評者A、B、Nの場合)	修繕依頼をする場合、 担当部門:					
評価の記入方法	A: 損傷に著しい箇所があり、早急な修繕工事が必要(具体的状況を記入) B: 詳細調査を実施し、修繕工事等の必要性の検討が必要(具体的状況を記入) C: 今後継続して損傷調査が必要 D: 現状では大きな問題は無い N: 未点検又は不明(具体的理由を記入)				監督員		

# 点検記録表

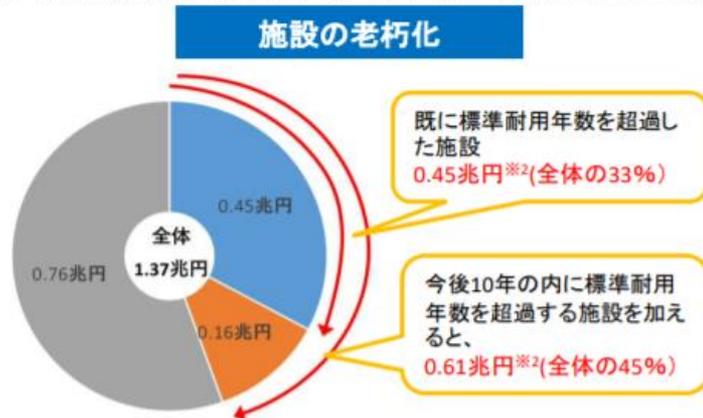
<http://www.jwrc-net.or.jp/pipe-stars/maintenance/manual02.html>

# 水資源機構をめぐる情勢【水路等事業】令和2年12月

## ■水路等施設の現状 (1/2)

・水路等施設のうち、基幹的農業水利施設<sup>※1</sup>は、貯水池や取水堰等の点的な施設が189箇所、水路が約2,300km整備されており、その資産価値は約1.4兆円<sup>※2</sup>。これらの施設の多くでは老朽化が進行し、既に全体の約3割が標準耐用年数を超過している状況。  
・また、大規模地震の発生が懸念される中、水路等施設の多くは都市用水を供給していることから、震災時においても通水機能の確保を図る必要があるとともに、施設の被災によって人命や重要公共施設に被害を与える危険性がある場合は、施設の機能強化により被害を最小限とする方策を講ずる必要。

※1 基幹的農業水利施設とは、農業用水の利用に供される施設(共用施設を含む)であって、その受益面積が100ha以上のもの。



※2 資料: 土地改良調査計画(機能診断等)の実態把握調査(R2.3)を用いて試算。  
資産価値は、当初建設費に支出済み換算係数を乗じ、再建設費ベース(H27.3時点)で算出。



老朽化により破断した管水路(左:香川用水、右:木曾川用水)

### 大規模地震への対応



高速道路の上を水路橋が横断(成田用水)



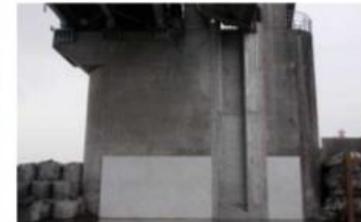
調整池の直下流に防災拠点等の重要公共施設が存在(愛知用水)

**大規模地震が発生した際、周辺への影響が極めて甚大**

### 【大規模地震対策の事例(利根導水)】



堰の耐震対策(利根大堰)



ポリマーセメントモルタルによる補強(堰柱部)

ランガー補剛、トラス補剛、鋼桁式の水管橋は少ない

# 農業水利施設の機能保全の手引きでの水路橋

開水路形式の水路は開水路、暗きよ、トンネル、水路橋、サイホン等により構成される。

農業水利施設の機能保全の手引き  
「開水路」平成28年8月

<https://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/sutomane/attach/pdf/index-4.pdf>

## 1.3 施設の重要度評価

表 1-8 影響度区分の評価イメージ

区分	(農業面) 農業への影響度 復旧の難易度	区分	(農業以外の面) 社会的被害 立地条件
I	農業被害額が非常に高い 復旧難易度が非常に高い	I	社会被害の可能性大
II	農業被害額が高い 復旧難易度が高い	II	非農業部門への影響あり
III	農業被害額が比較的低い 復旧作業が容易	III	非農業部門への影響なし

表 1-13 水路橋の標準的な照査方法

施設・構造種別	水路橋の橋脚	
	B種	A種
重要度	B種	A種
目標とする構造物の耐震性能	健全性を損なわない	致命的な損傷を防止する
設計地震動	レベル 1	レベル 2
耐震計算法	震度法 (固有周期を考慮しない)	地震時保有水平耐力法
照査方法	許容応力度法	地震時保有水平耐力法

出典：土地改良事業設計指針「耐震設計」（平成 27 年 5 月），P. 229 に加筆

### 構成施設

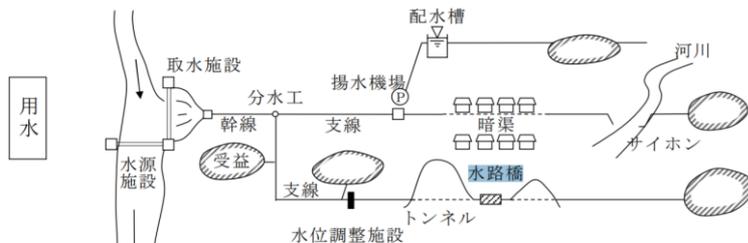
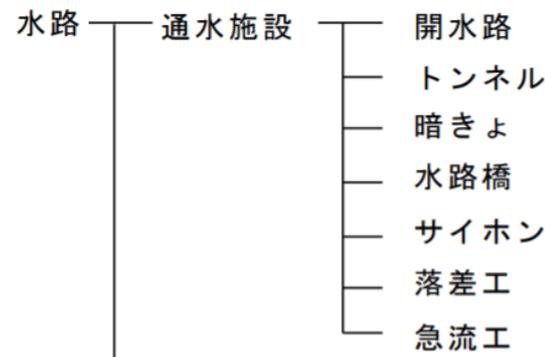


図1-2 開水路の概念（用水系）

# ランガー橋の吊材の破断ワイヤーの調査(米1982)

## Investigation of Broken Wires in Suspender Strands of I-470 Ohio River Bridge at Wheeling, West Virginia

JOHN M. KULICKI and BOYD P. STRAIN, JR.

TABLE 1 Wire Data

Wire	Suspender	Strand	Condition	Sample Taken	Sample Tested
1	T8 DS	SE	Broken	Yes	Yes
2	T8 DS	SE	Broken	Yes	Yes
3	T8 DS	SE	Broken	Yes	Yes
4	R5' DS	NW	Broken	Yes	Yes
5	R5' DS	NE	Broken	No	-
6	R7 DS	NW	Broken	Yes	No
7	T7 DS	SW	Suspect	No	-
8	T7 DS	SW	Suspect	No	-

Note: SE = southeast, NW = northwest, SW = southwest, NE = northeast, and DS = downstream.

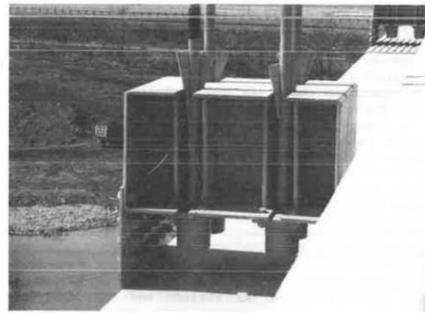


FIGURE 3 T8-DS original detail (looking west) and showing wood wedges used to inhibit vibration.

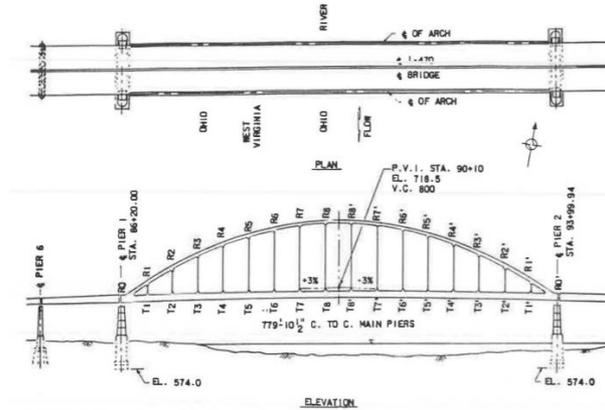


FIGURE 1 General plan and elevation of arch span.

破断ケーブルが3本発見されて、詳細調査すると6本破断で、2本懸念の結果となった。

ケーブルの渦励振による横振動が原因として、ケーブルの置き換えとともにケーブルにダンパーを設置した。

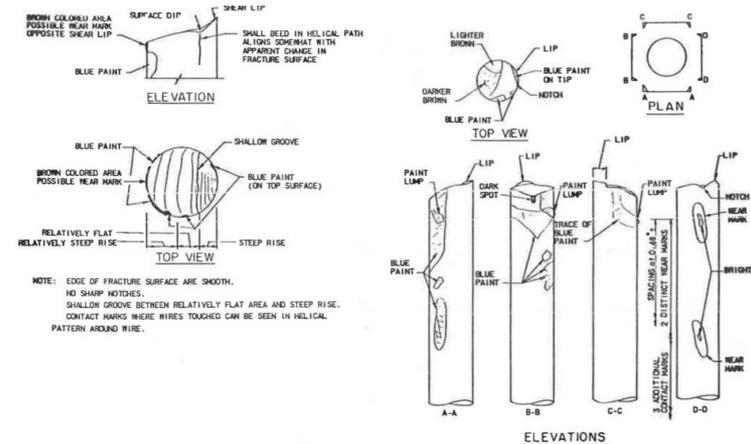


FIGURE 5 Surface characteristics of wire from TS-DS-SE-Wire 2.

# 防食性評価基準 2/3

		防食性 評価基準 (2/3)		
評価項目	塗装状況	チェックポイント	評価点	写真など
防食性 2. はがれ	異常なし 誰が見ても外観的に剥がれが認められない	① はがれがない ② 塗装に異常は見られない。	3	—
	わずかに剥がれが見られる 剥がれが観察される部分意外の塗膜の防食性能はほぼ維持されていると思われる状態	① はがれが見られ、下塗り、中塗りが確認出来る。 錆面は認められない。 ②部分的に、剥がれが見られる。	2	
	明らかに剥がれが見られる 誰がみても剥がれている部分が多く、何らかの処置を施さなければならない状態	① はがれが見られ、側面が見える。 ②鋼面には、発錆が見られる。 ③部分的に、剥がれが見られる。	1	
	見かけ上、ほぼ全面にわたって剥がれが見られる。 早急に塗料を塗りなおさなければならない状態	① はがれが見られ、側面が見える。 ②鋼面には、発錆が見られる。 ③剥がれが多数確認できる。部分的に、剥がれが見られる。または、全体的に広がっている。	0	

<http://www.wsp.gr.jp/qanda/taikei-h-1.html>

# 防食性評価基準 2/3

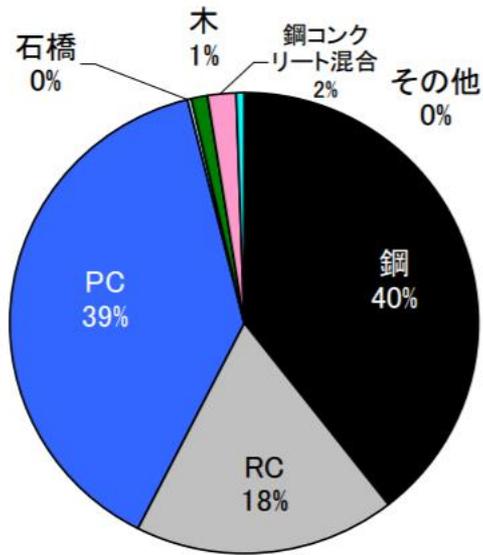
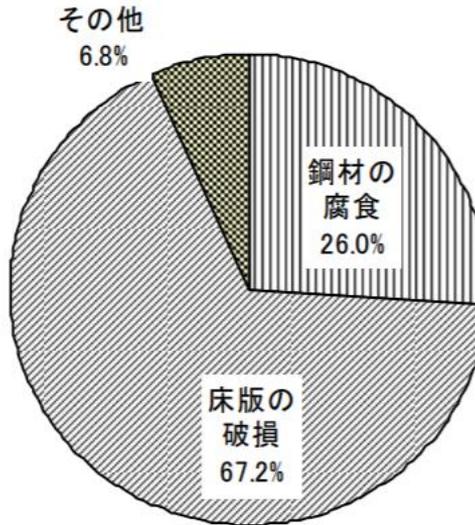


図-1.2 橋梁内訳



鋼橋(71橋)

図-1.3 鋼橋架替理由<sup>5)</sup>

<http://www.wsp.gr.jp/qanda/taikei-h-1.html>

# 防食性評価基準 2/3



<http://www.wsp.gr.jp/qanda/taikei-h-1.html>

# 独立水管橋

独立水管橋は、通水管を単独で架橋する「パイプビーム水管橋」と通水管に補剛部材を追設する「補剛水管橋」に分類されます。それぞれの主な構造形式と適用範囲を以下に示します。

表-1 パイプビーム水管橋

構造形式	適用範囲
単純支持形式	小スパンに適用
一端固定一端自由支持形式	単純支持形式に比べ長いスパンに適用
両端固定形式	ごく小さいスパンに適用
連続支持形式	長スパンに適用

表-2 補剛水管橋

構造形式	適用範囲
フランジ補剛形式	小・中スパンに適用
トラス補剛形式	中・長スパンに適用
アーチ補剛形式	長スパンに適用
斜張橋形式	長スパンに適用

<http://www.wsp.gr.jp/qanda/taikei-h-1.html>

# パイプビーム水管橋

## パイプビーム水管橋

水管そのものを梁とする構造で、単純支持、両端固定、連続支持などの支持条件に分類される。



写真-1 単純支持形式



写真-2 一端固定一端自由支持形式



写真-3 両端固定形式（アーチ）



写真-4 連続支持形式

出典：日本水道鋼管協会 <http://www.wsp.gr.jp/qanda/taikei-h-1.html>

# 補剛水管橋

## フランジ補剛

水管の上部または下部にウェブとフランジを溶接で合体することで、剛性を付加させる形式

## トラス補剛

水管をトラスの上弦材または下弦材として構成し、残りをトラスとして剛性を付加させる形式

## アーチ補剛

水管を桁として扱い、アーチ部材で剛性を付加させ、アーチからの吊材で水管のたわみに対する剛性を付加する形式

## 斜張橋形式

水管を直接桁とする斜張橋ではなく、斜張橋の桁の内部上部に水管を敷設するもの

補剛ではなく敷設する形式の鋼桁橋形式、トラス橋形式などもある。



写真-5 フランジ補剛形式



写真-6 トラス補剛形式



写真-7 アーチ補剛形式



写真-8 斜長橋形式

出典：日本水道鋼管協会 <http://www.wsp.gr.jp/qanda/taikei-h-1.html>

# 添架水管橋

道路および鉄道などの橋梁に添架する。独立水管橋にする必要のない場合は、添架水管橋とするのが普通である。



写真-9 添架形式（桁外）

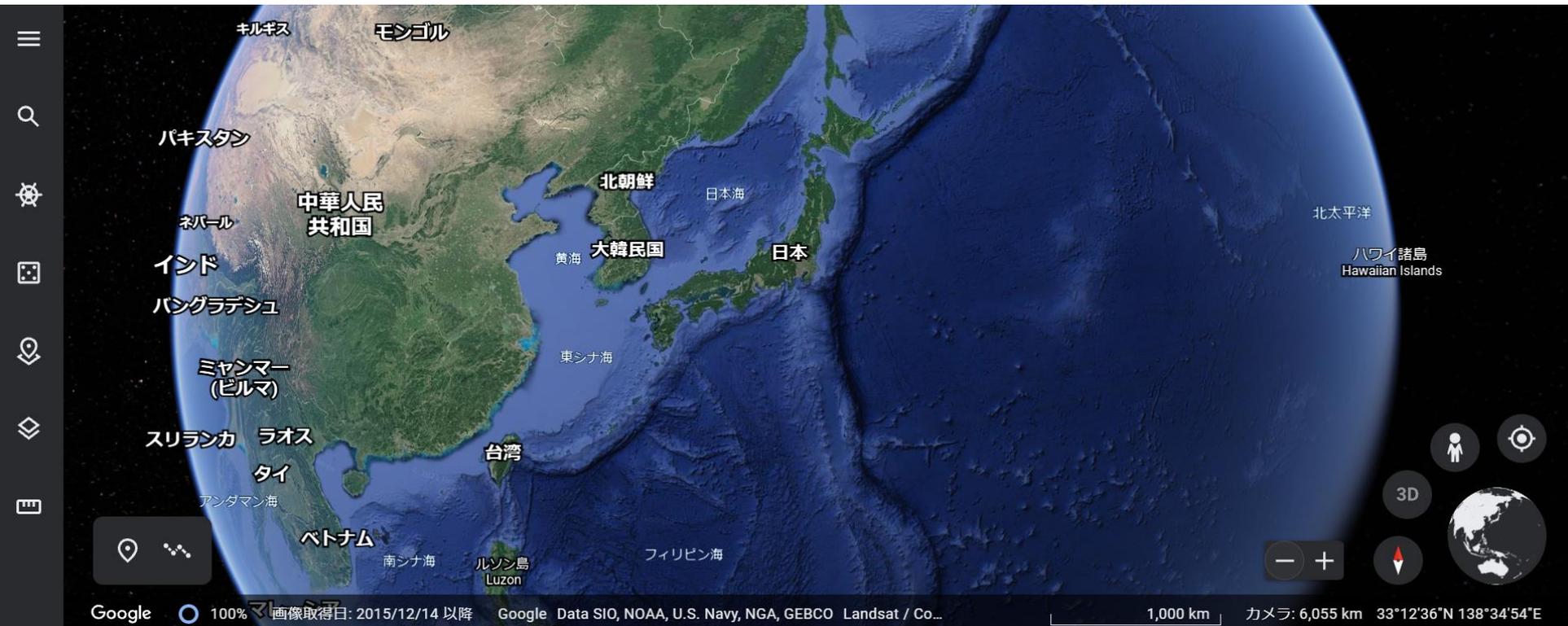


写真-10 添架形式（桁内）

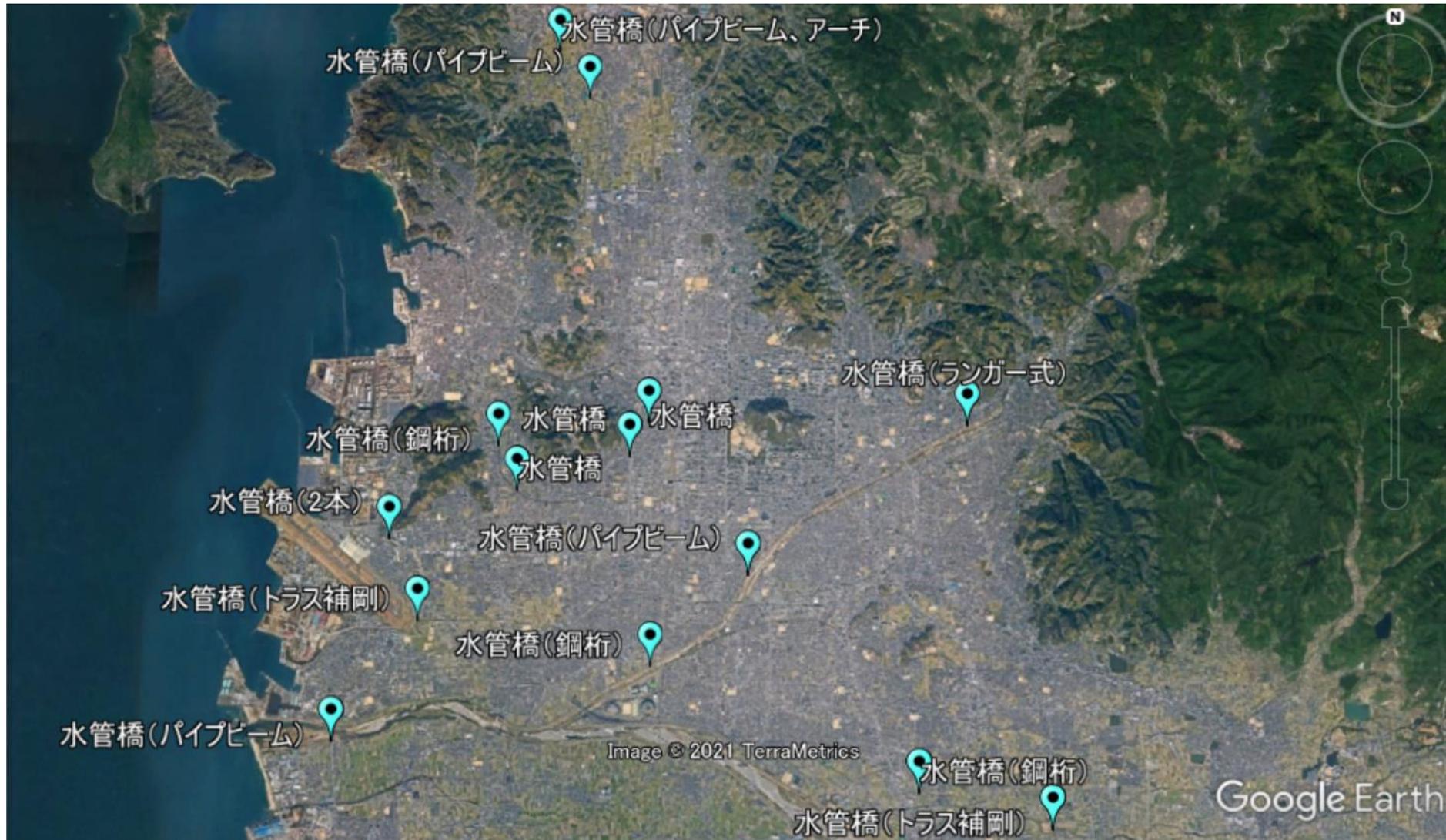
出典： 日本水道鋼管協会 <http://www.wsp.gr.jp/qanda/taikei-h-1.html>

# Google Earth Street Viewで観察する各地の水管橋

Google Earth Street View(グーグルアース ストリートビュー, GESV)で各地の水管橋を観察できる。撮影車両が通行・進入できるところからの視点に限定される。撮影年ごとの観察で変化が確認できる場合もある。



# 松山平野内の主な水管橋



ランガー補剛、トラス補剛、鋼桁式の水管橋は少ない

# パイプビーム水管橋(松山市重信川) in GESV



重信橋

通水管の上に歩廊がある。通水管の側面・底面に汚れ。



# パイプビーム水管橋(松山市重信川) 現地調査



同じアングルで  
同じフレームで  
あれば、GESVで  
遜色ない。



通水管の上の歩廊の錆や、通水管の側面・底面に汚れは鮮明に見える。

通水管の苔などの汚れはあるが一般的。もらい錆も見られず良好。落橋防止工も新しく健全。



# フランジ補剛水管橋(松山市石手川) in GESV



2本の通水管。1本は通水管の上に歩廊がある。もう1本は鋼桁の上に通水管があるように見える。錆汁が見える。



# フランジ補剛水管橋(松山市石手川水管橋) 現地調査



2本のフランジ補剛水管橋。1本は通水管の上に歩廊がある。

フランジ補剛鋼桁のウェブ部分に錆汁がおびただしい補剛桁部や通水管下面も塗装の劣化が見られる。



# パイプビーム水管橋(松山市石手川) in GESV



通水管には苔類・地衣類が付いている模様。  
錆は認められず、落橋防止工が認められる。  
目立った問題なし。



# ランガー式水管橋(松山市石手川) in GE



左岸

右岸

Google Earthで3D表示により2径間ランガー桁アーチ橋であることがわかる。  
吊り材は各9本。

# ランガー式水管橋(松山市石手川) in GESV



右岸



左岸

植樹のため確認できない。

33° 50'39.56"N  
132° 47'41.55"E

# ランガー式水管橋(松山市石手川) 現地調査



アーチリブ、吊材、吊材定着部、通水管  
補剛リング、いずれも健全。水管に錆  
が見られるが普通のように。支承に錆。



# トラス補剛水管橋(西条市中山川) in GESV

33° 51'25.07"N  
133° 0'46.15"E



# ランガー式水管橋(西条市加茂川) in GESV



4径間のランガー式水管橋(吊材2×9本)

# ランガー式水管橋(西条市加茂川) in GESV



アーチリブ、吊材、吊材定着部、  
通水管補剛リング、いずれも  
健全。

水管に汚れが見られるが普通  
のよう。



# ランガー式水管橋（西条市加茂川） in GESV



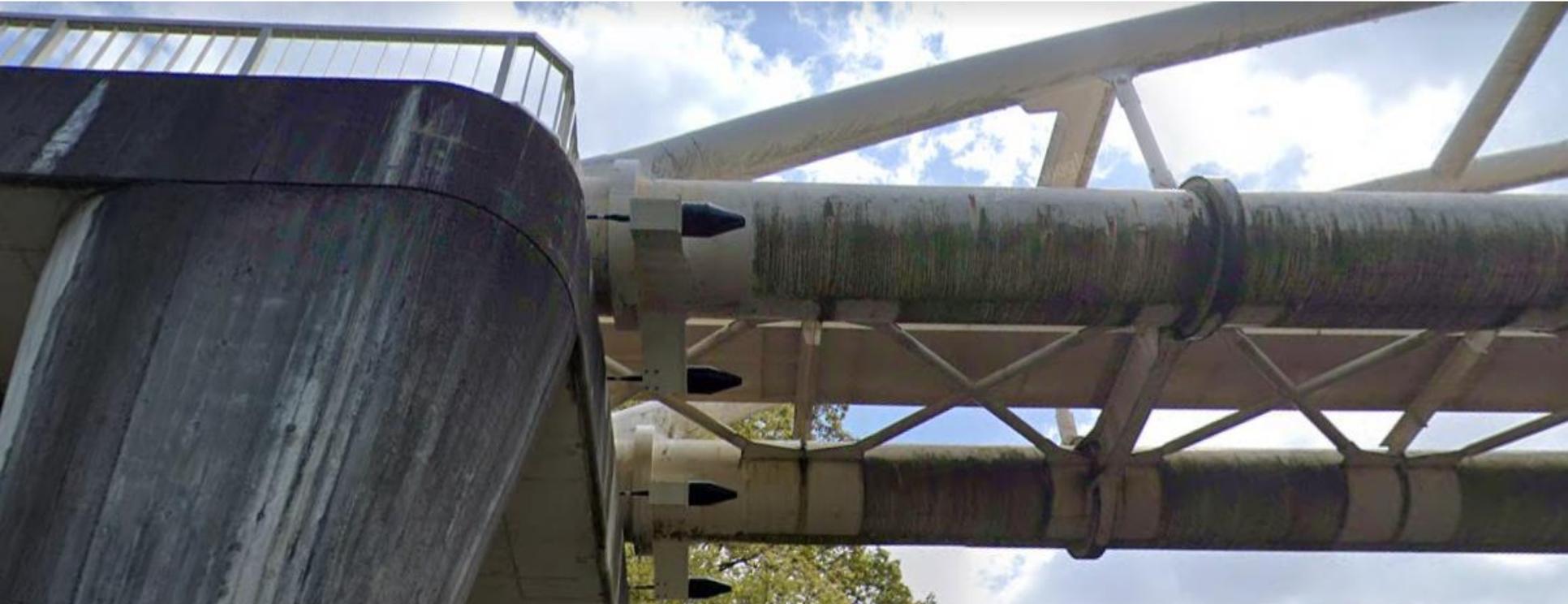
アーチリブ、吊材、吊材定着部、通水管補剛リング、いずれも健全。  
水管に汚れが見られるが普通のように。空気弁は錆、汚れなし。

# ランガー式水管橋（西条市加茂川） in GESV



2本のランガー桁としての通水管を水平につなぐ、サポートリングと下横桁の接続部も健全。

# ランガー式水管橋（西条市加茂川） in GESV

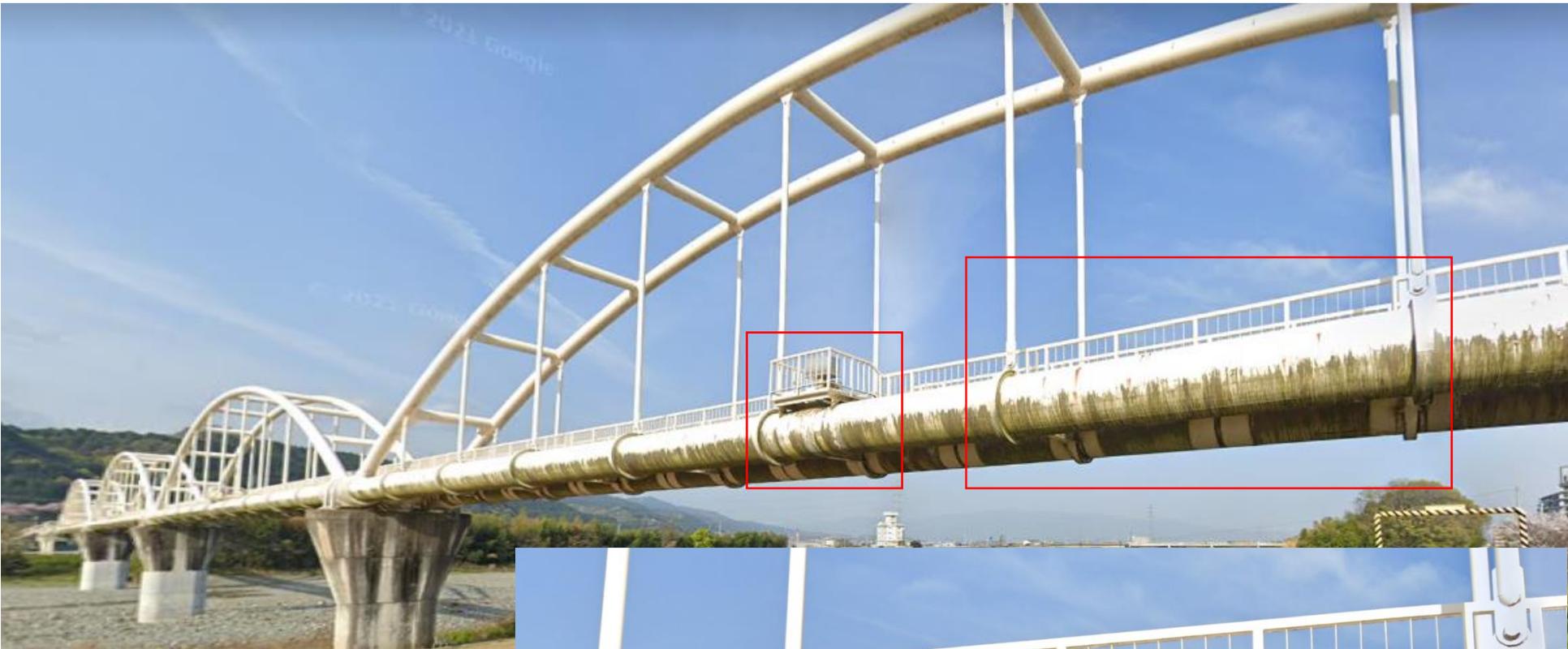


橋台とランガー桁の間に落橋防止工。

通水管は概ね健全に見える。側面に錆汁あり。もらい汁ではなく、孔食の始まりか？



# ランガー式水管橋（西条市加茂川） in GESV



アーチに損傷なし  
水管に錆汁が散在



# パイプビームアーチ水管橋(松山市久万川) in GESV



よく確認できない

松山市和気

33° 53'31.64"N

132° 43'58.28"E

# 鋼桁水管橋(松山市宮前川) in GESV



補剛形式ではなく、ラック形式。ラックとなる鋼桁橋の桁に錆が出ています。

# 鋼桁水管橋(松山市宮前川)現地調査



Google Earth Street View撮影時より錆少ないところと多いところがある。GESVでもかなりチェックできることがわかる。

# 鋼桁水管橋(松山市宮前川)現地調査



Google Earth Street View撮影時より錆少ないところと多いところとがある。ラックとなる鋼桁橋の桁に錆は現地調査で詳細にわかる

# 水管橋(トラス補剛)(松山市洗池川) in GESV



三角形トラス補剛水管橋。一見してトラス材、格点接合部、水管のいずれも健全に見える。

# 水管橋(トラス補剛)(松山市洗池川) 現地調査



三角形トラス補剛水管橋。現地に行けば、塗装の劣化、外的起因の錆などが確認できた。

# 水管橋(鋼桁)(松山市内川) in GESV



アーチに損傷なし  
水管に錆汁が散在

松山市味生  
33° 47'38.47"N  
132° 48'27.01"E

# 水管橋(鋼桁)(松山市内川)現地調査



ツタ類が繁茂して、外観点検が困難。見えた範囲で、表面汚れているが部材と接合部は健全。

# 水管橋(トラス補剛桁)(今治市頓田川) in GESV



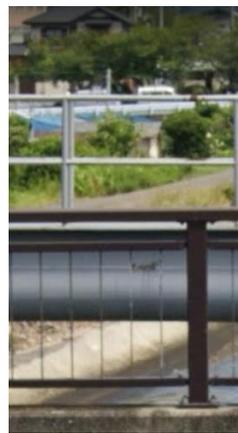
# 水管橋(ランガー補剛桁)(西条市渦井川) in GESV



アーチに損傷なし  
水管に錆汁が散在

松山市味生  
33° 47'38.47"N  
132° 48'27.01"E

# 水管橋(補剛桁)(四国中央市金生川) in GESV



水管に錆汁が散在

松山市味生

33° 47'38.47"N

132° 48'27.01"E

# 高知県宿毛市 松田川水管橋 in GESV



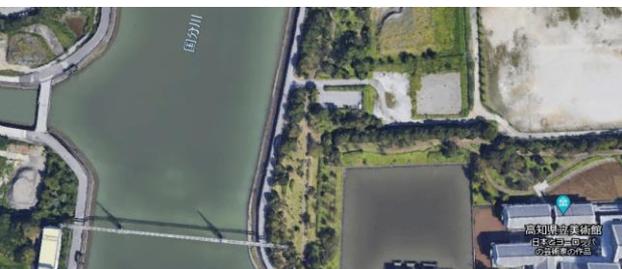
逆三角形トラス  
橋1径間+斜張  
橋2径間

ケーブル定着部、  
トラス材、損傷なし。  
汚れは下面  
と上流側側面に  
集中。



橋長 167.6 m、鋼重93 ton: 日本橋梁建設協会 <https://www.jasbc.or.jp/general/photo/4208/>

# 高知県高知市 国分川 水管橋(左岸側) in GESV



2主塔3径間斜張橋(扇型1面張り)、  
逆三角形トラス。

ケーブル定着部金物に錆、トラス材の  
汚れ激しい。汚れは上下側面の全面。



4段目ケーブル定着部: 錆あり



3段目ケーブル  
定着部: 錆あり

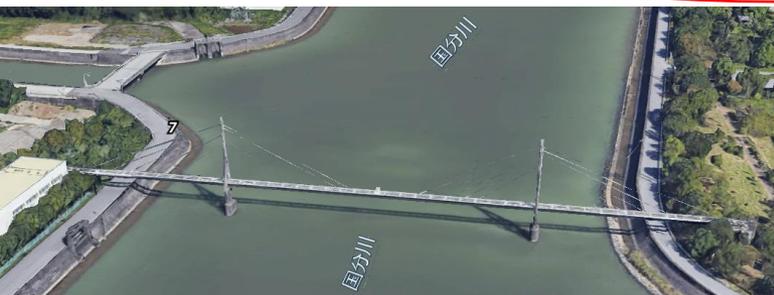
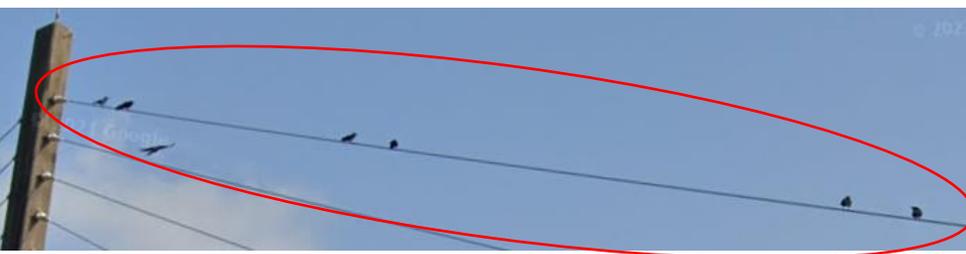


5段目ケーブル  
定着部: 錆あり

# 高知県高知市 国分川 水管橋(右岸側) in GESV



5段目ケーブル定着部: 錆、錆汁と塗装はがれ

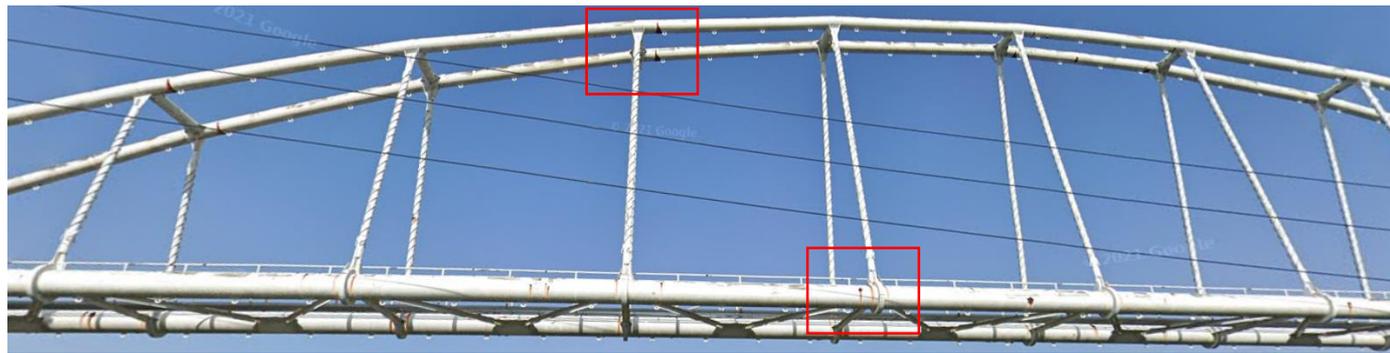


2主塔3径間斜張橋(扇型1面張り)、逆三角形トラス。  
ケーブル定着部金物に錆、トラス材の汚れ激しい。  
汚れは上下側面の全面。ケーブルに鳥群。汚れは糞か。



4段目ケーブル定着部: 錆あり

# 高知県南国市 国分川 水管橋(左岸側) in GESV



2径間ランガー橋。

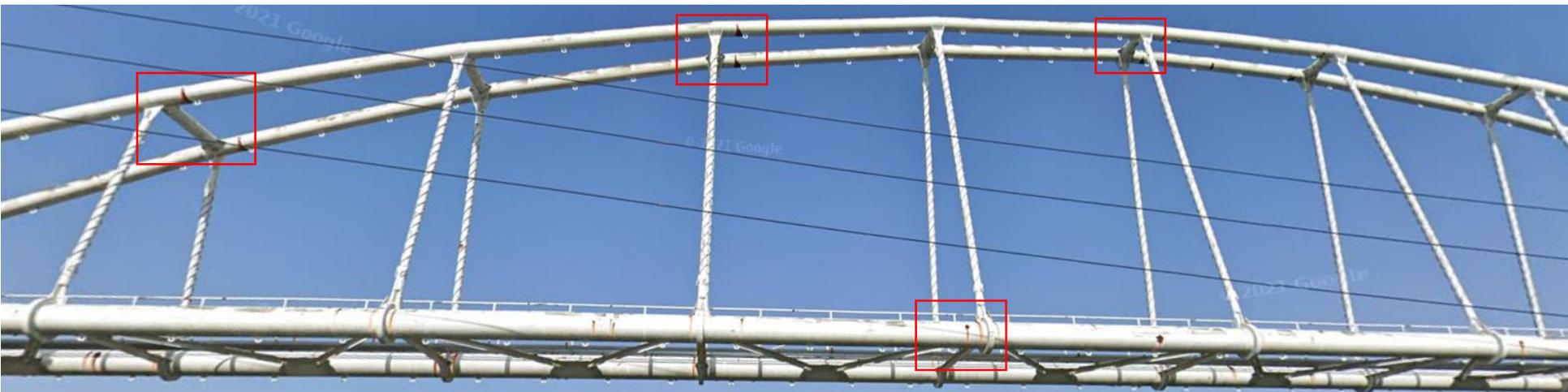
アーチ鋼管の吊り材定着部上方に2面対の錆(溶接部か)が複数見られる。

ランガー補剛桁の水管表面に多くの錆(孔食か)があり、吊り材の下部定着部から錆汁が出て水管表面に付いている。

左岸側の4本目吊り材上部定着部付近のアーチリブ鋼管に錆

左岸側の5本目吊り材下部定着部より水管に錆汁

# 高知県南国市 国分川 水管橋(左岸・上流側) in GESV



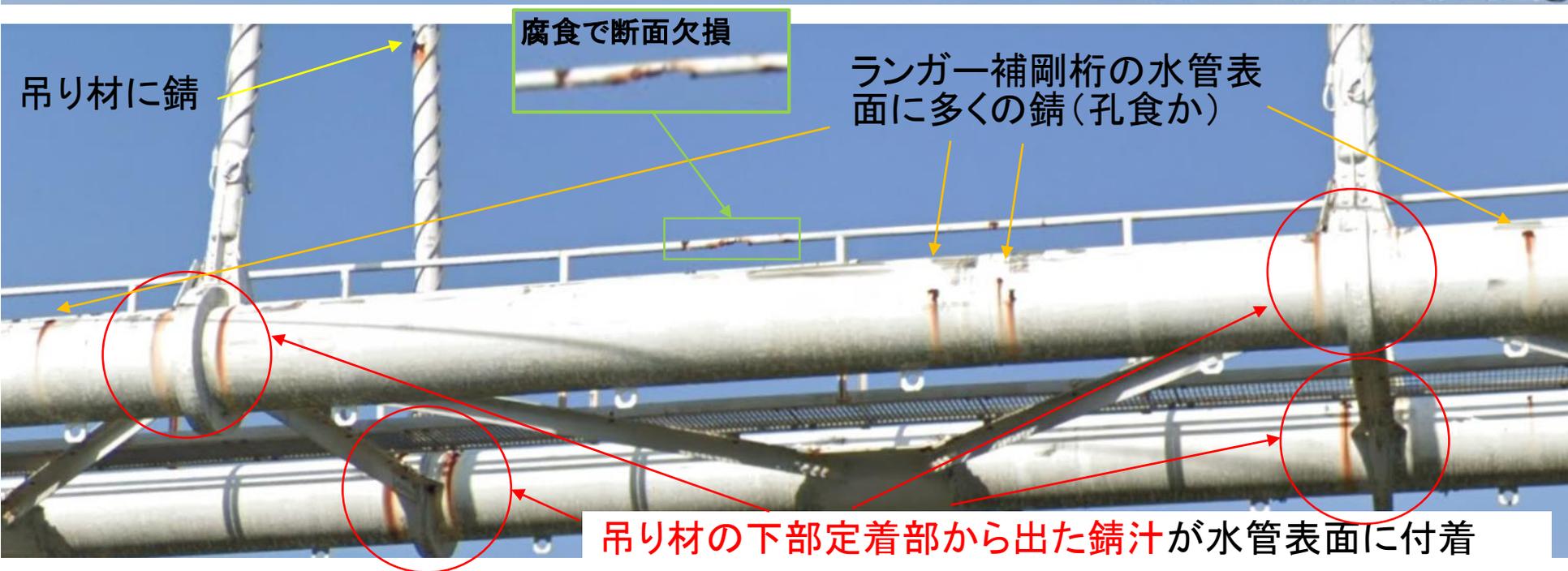
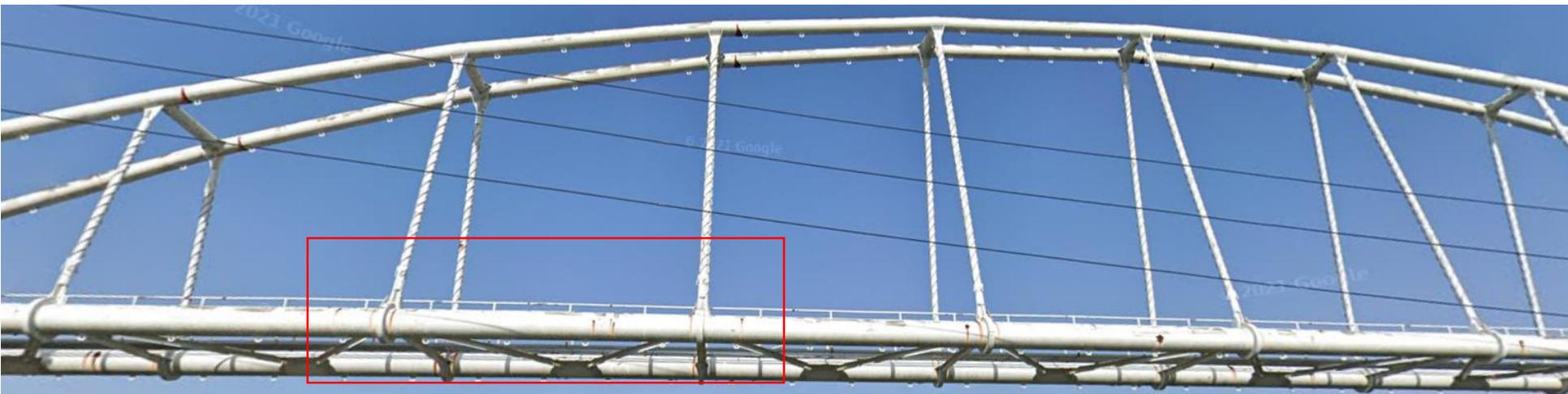
アーチリブ鋼管の吊り材定着部上方に2面对の錆(溶接部か)が複数見られる。

アーチリブは圧縮・曲げが作用しており、引っ張り側の下方に幅が広がる錆面が特徴的であり、曲げ耐力の低下をもたらしている懸念があり、**相当程度危険**であると推察する。

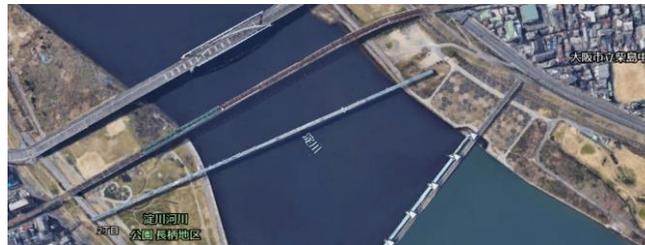
アーチリブ  
鋼管

左岸側の5本目吊り材下部定着部より水管に錆汁

# 高知県南国市 国分川 水管橋(左岸側) in GESV



# 新大淀水管橋



# 大淀水管橋



# 大淀水管橋



# 水管橋



# 枚方 水管橋



腐食進行中



# 枚方水管橋

北大阪の生活を支える大動脈(36)枚方水管橋大阪府水道部現在の枚方水管橋は1964年(昭和39年)に完成したのですが、古くは淀川水管橋と呼ばれていました。この水管橋はオールパイプ橋として日本で2番目に製作されたランガー補剛水管橋であり、その規模は中央部ランガー76.1m×8スパン、両端に52.6mと41.3mのランガーがそれぞれ1スパンの全10スパンであり、総延長は、702.7mにおよび当時としては日本最大の水管橋でした。本橋の完成により高槻市、茨木市、吹田市、箕面市、豊中市など北大阪地域に日量約400,000m<sup>3</sup>の送水が可能となりました。2004年(平成16年)には大規模地震に対応するための耐震補強工事を実施しました。(施設概要)①竣工年度1963年度(昭和38年度)②上部構造▽形式:ランガー補剛水管橋(オールパイプ構造)▽管口径:1,200mm×2連▽橋長:702.7m(52.6m+76.1m×8スパン+41.3m)③下部構造▽橋台:杭基礎(鉄筋コンクリート杭)2基▽T型橋脚(ケーソン基礎:楕円形5,200×8,200)9基所在地淀川(大阪府枚方市桜町~高槻市大塚町)電話番号06-6875-2101(大阪府水道部北部水道事業所)アクセス【公共交通機関】京阪電鉄「枚方公園駅」より徒歩10分公開状況淀川に架かる「枚方大橋」及びその付近から全体を見ることが出来ます施設の概要と特徴

# 宇治川水管橋(6径間トラス)



錆わずか



# 豊中市 神崎川 ガス管橋



トラス材：鋳あり  
送水管：



# 大阪市 水管橋



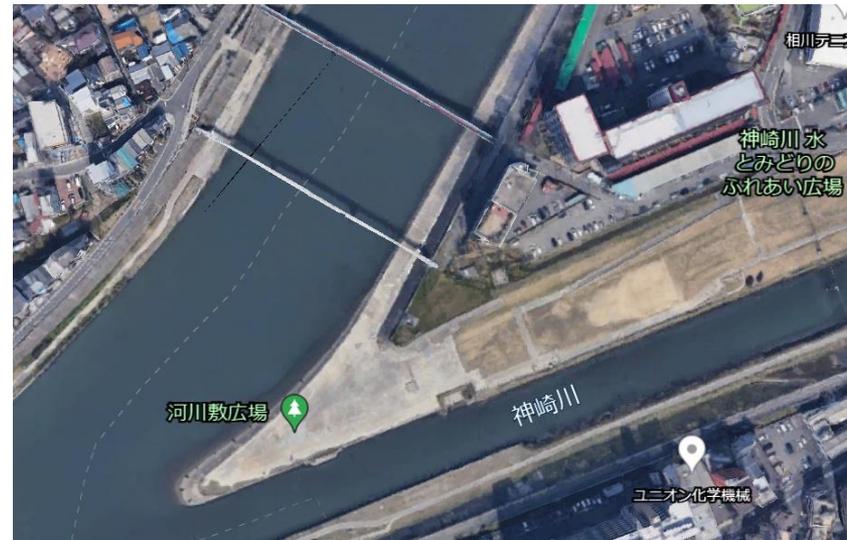
腐食わずか



# 吹田市 水管橋



腐食わずか



# 摂津市 水管橋



腐食わずか

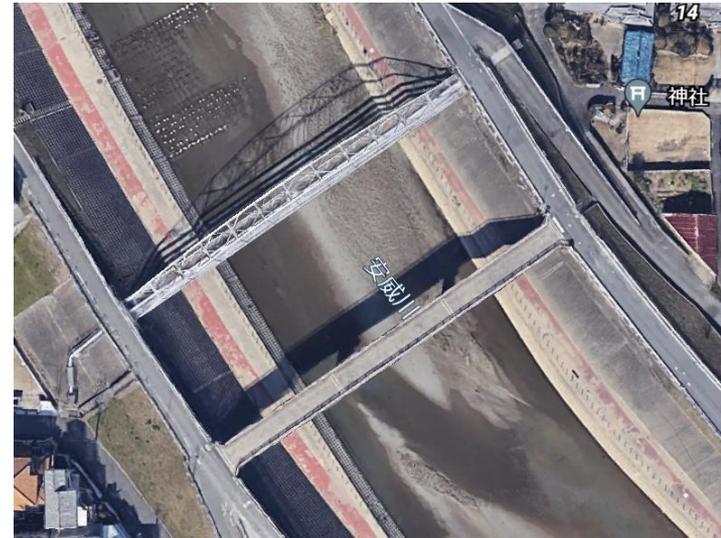
# 茨木市 安威川 水管橋



腐食わずか



# 茨木市 安威川 水管橋



腐食わずか



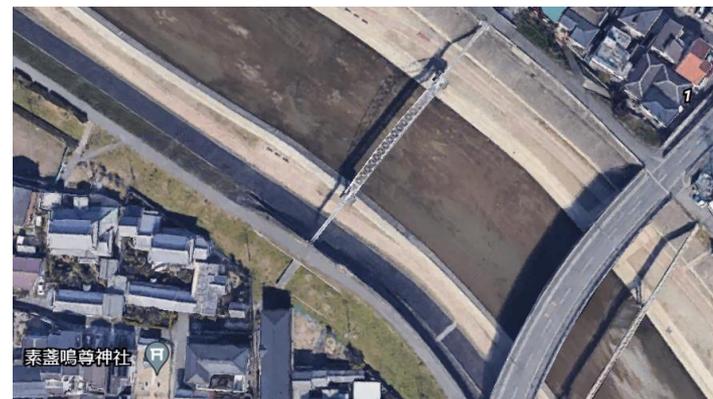
# 茨木市 安威川 水管橋



腐食わずか



# 茨木市戸伏町 安威川 水管橋



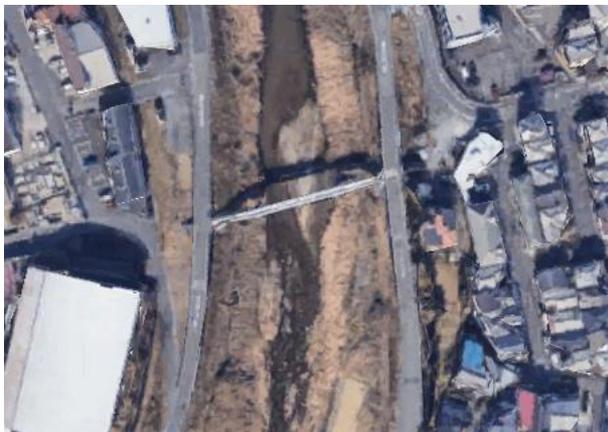
腐食わずか

# 茨木市戸伏町 安威川 西河原新橋 水管橋



腐食わずか

# 茨木市戸伏町 茨木川 西河原新橋 水管橋



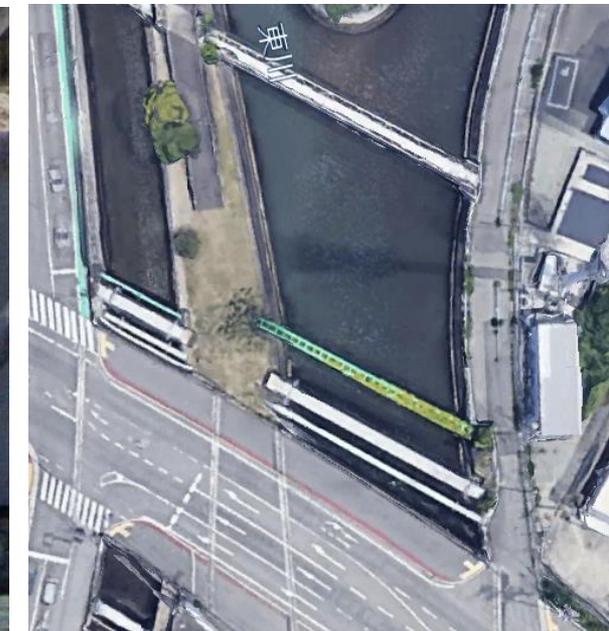
腐食わずか

# 尼崎市 武庫川 水管橋



腐食わずか

# 西宮市今津 東川 水管橋



南側：表面錆、北側：鳥の糞

# 西宮市 東川 水管橋



さや管

# 堺市 大和川 水管橋



錆汁

# 藤井寺 大和川 水管橋



腐食なし、錆汁

# 藤井寺 大和川 水管橋



腐食なし

# 大阪府柏原市 大和川 柏水管橋



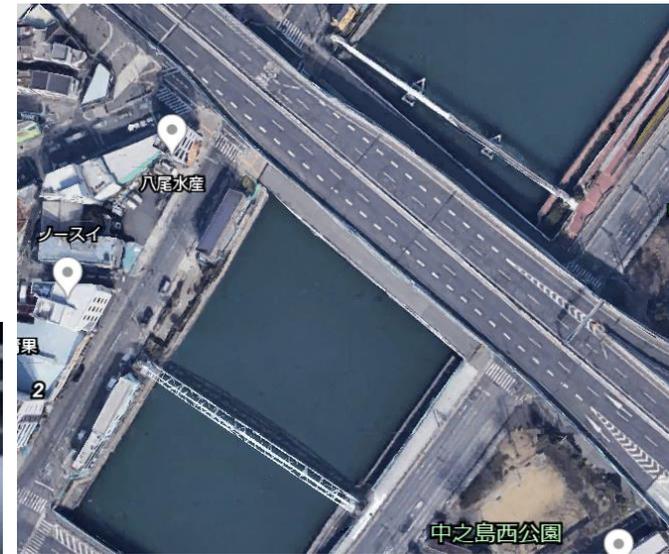
4径間逆三角形トラス橋

L=280m\*

錆なし

(\*中日本コンサル公開情報)

# 大阪市 堂町川 水管橋



腐食なし



腐食なし

# 大阪市 土佐堀川 水管橋



腐食なし

# 茨城県 小貝川 水管橋



主要水管橋の施工実績

施工年度	事業者	水管橋名	管径	スパン	橋長	形式
S57年		小貝川水管橋	600A	68.9m+62.9m+62.9m+68.9m	271.8m	ランガー補剛形式
S58年		掘割川水管橋	1350A	31.4m	34.8m	単純支持パイプビーム形式
S63年		新六戸橋水管橋	300A	30m+28.3m	62.9m	逆三角トラス補剛形式

腐食なし

珍しい構造形式

# 宮城県 名取川 水管橋



腐食なし

珍しい構造形式

主要水管橋の施工実績

施工年度	事業者	水管橋名	管径	スパン	橋長	形式
S57年		小貝川水管橋	600A	68.9m+62.9m+62.9m+68.9m	271.8m	ランガー補剛形式
S58年		掘割川水管橋	1350A	31.4m	34.8m	単純支持パイプビーム形式
S63年		新穴戸橋水管橋	300A	30m+28.3m	62.9m	逆三角トラス補剛形式

# 山形県 寒河江川水管橋(日鉄P&E)



ランガー式1径間  
 フランジ補剛式  
 腐食認知できず、側面・下面汚れ多し

珍しい構造形式

S56年		寒河江川水管橋	1650A	37.5m×2+60m	140.4m	ランガー添架形式
S57年	山形県企業局殿	最上川水管橋	1200A	38.3m+58.5m+38.3m	140.5m	逆三角トラス補剛形式
H7年		田沢川水管橋	700A	34.2m×2	72m	連続支持π型補剛形式
H17年		二日見川水管橋	150A	19m		連続支持π型補剛形式

# 富山県 富山市神通川水管橋



三角形トラス補剛式8径間

腐食認知できず、側面・下面汚れ多し

# 兵庫県 加古川市 水管橋



ランガー式6径間。錆認知できず、汚れなし。

# 和歌山県 橋本市紀ノ川水管橋



ランガー式2径間。  
アーチ補剛版に錆  
あり。アーチ鋼管下  
面が汚れありそう。



# 和歌山県 かつらぎ町紀ノ川 三谷井水管橋

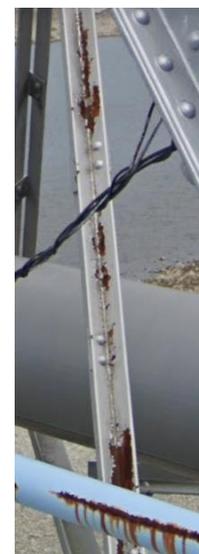
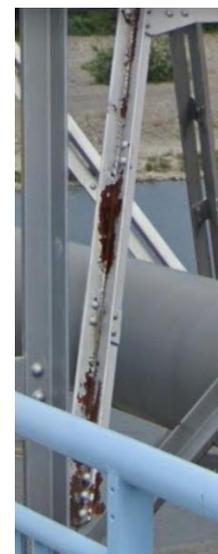


道路橋6径間トラス  
橋の三谷橋の橋脚  
を利用した3弦トラス  
水管橋。

トラス斜材に錆散見  
される。送水管塗装  
は状態よし、錆は極  
一部で見られる。



# 和歌山県 かつらぎ町紀ノ川 三谷井水管橋



道路橋6径間トラス  
橋の三谷橋の橋脚  
を利用した3弦トラス  
水管橋。

トラス斜材に錆散見  
される河道付近で  
増える。送水管塗装  
は状態良し、錆は極  
一部で見られる。



錆



# 高石水管橋 seen in Google Earth



美しい。見事。



# 定期点検の主な目的

## 1. 機能維持と第三者被害防止

道路橋が本来目的とする機能を維持し、また、道路利用者並びに第三者が、道路橋や附属物などからのボルトやコンクリート片、腐食片などの落下などにより安全な通行を妨げられることを極力避けられるように、適切な措置が行われること。

## 2. 致命的な状態を回避するための措置の必要性判断

道路橋が、道路機能の長期間の不全を伴う落橋やその他構造安全上の致命的な状態に至らないように、次回定期点検までを念頭に置いた措置の必要性について判断を行うために必要な技術的所見を得ること。

## 3. 長寿命化対応のための技術的所見の獲得

道路の効率的な維持管理に資するよう道路橋の長寿命化を行うにあたって、時宜を得た対応を行う上で必要な技術的所見を得ること。

参考:国土交通省 道路局:道路橋定期点検要領, 平成31年2月, p.8

「道路橋」を「水管橋」に置き換えれば理解しやすい。

定期点検の目的が広く理解できているか。

→ 理解・反映するための要領・チェックリストの作成や研修が必要。

# 定期点検結果を受けた措置のための変状記述

**定期点検の結果を受けて実施する措置**の内容は、原因や変状の種類に応じて異なることが考えられる。そこで、同じ部材に複数の変状がある場合には、**措置等の検討に反映するために変状の種類毎に判定を行う**とよく、たとえば、表-2 に示すような変状の種類を**少なくとも含むようにする**とよい。(付録 1 別紙 1 定期点検項目の例)

なお、表-2 のその他については、道路橋の性能に関連するものを全て含む概念である。

参考:国土交通省 道路局:道路橋定期点検要領, 平成31年2月, p.14

表-2 変状の区分の例

材料の種類	変状の種類
鋼部材	腐食、亀裂、破断、その他
コンクリート部材	ひびわれ、床版ひびわれ、その他
その他	支承の機能障害、その他

# 腐食部の残存板厚計測のための非破壊検査技術

表-1 腐食部の残存板厚計測を対象として抽出した主な非破壊検査技術<sup>3)~9)</sup>

技術の種類	概要		
	波の分類	原理	主な対象施設
電磁誘導法 (パルス渦流試験法)	渦電流	板厚に応じた渦電流の変化に伴う検出電力の周波数分析により特定の周波数を選択増幅し、その検出電力の振幅とそれがゼロになるまでの時間変化を利用 <sup>3)</sup>	配管 (発電, 石油・化学プラント等)
		上記と同様の検出電力の振幅と位相を利用 <sup>4)</sup>	
超音波法	縦波または横波	電磁誘導を利用する非接触の電磁超音波センサを用いて、反射されるエコーを受信するまでの経過時間と音速を利用 <sup>5)</sup>	水門扉 (ダム, 堰等)
	縦波	センサ内に充水することにより超音波ビーム幅を細めた垂直縦波センサと高感度ログアンプ探傷器を組合せて、反射されるエコーを受信するまでの経過時間と音速を利用 <sup>6)</sup>	
共鳴法 (共振法, 打音法)	可聴波	板厚に対して固有に定まる卓越周波数(共振周波数)の変化を利用 <sup>7)</sup>	船舶
	縦波または横波	様々な周波数のバースト波を逐次入射させ、横波の多重反射における共鳴(共振)現象により強められた2つ以上の卓越周波数を利用 <sup>8)</sup>	配管 (発電, 石油・化学プラント等)
放射線透過法	X線	高感度のイメージングプレートを用いたデジタル放射線画像システムを用いて、透過線量の差を利用 <sup>9)</sup>	

電磁誘導法, 超音波法,  
共鳴法から計3手法を選  
定して検討



出典:村越 潤, 高橋 実, 飯塚拓英, 小野秀一:腐食鋼部材の残存板厚計測への各種計測技術の適用性の検討, 構造工学論文集Vol.59A, pp.711-724, 2013.3.

# 水管橋について

「水の安定供給」の実現に向けては、国土交通省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省などの関係省庁、各都府県や市区町村、水道事業者及び民間事業者が関わる。

国土交通省：河川、ダム、下水道

厚生労働省：水道(上水道)

農林水産省：農業用水(旧河川法1896、慣行水利権)

経済産業省：工業用水道(工業用水道事業法,1958)

技術的基準は、経済産業省令で定める

日本水道鋼管協会

WSP 007-2019 水管橋設計基準(改正5版)

WSP 081-2020「鋼管路の更新診断マニュアル(診断から劣化調査・補修まで)」

# 水管橋の耐震補強と落橋防止工の事例

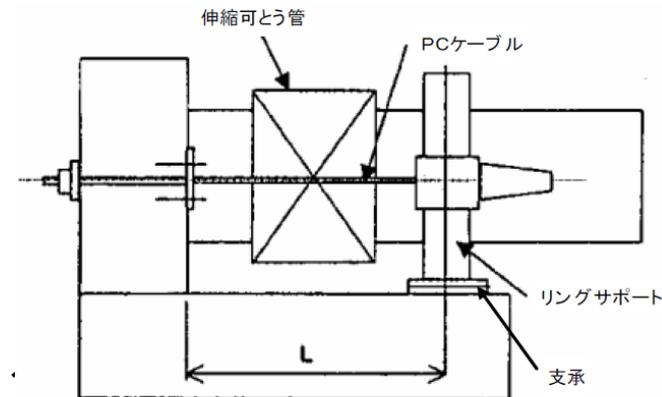


第2水管橋(耐震補強工事着工前)  
加筆(水管側面に錆が散在する)

三重用水事業



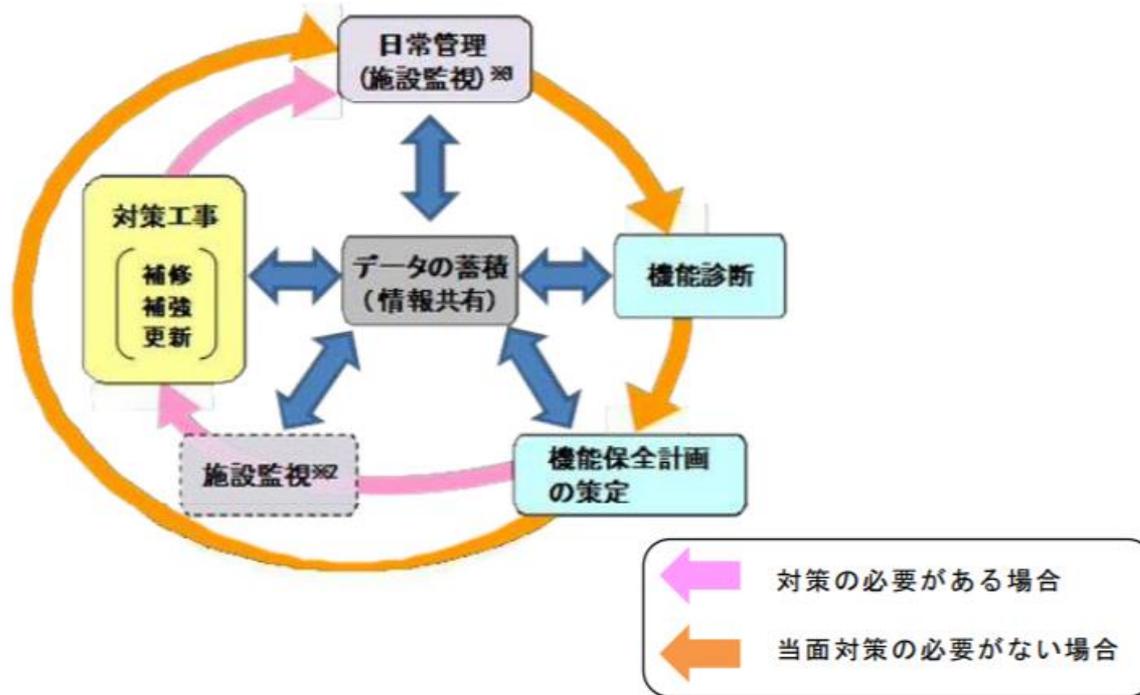
リングサポート補強状況  
(錆は残ったまま)



出典:村越 潤, 高橋 実,  
部材の残存板厚計測への  
討, 構造工学論文集Vol.59A, pp.111-124, 2013.3.

図-5 橋軸方向落橋防止概略図(橋台)

# 農業水利利用のパイプラインのストックマネジメントの流れ



農林水産省: 農業水利施設の機能保全の手引き「パイプライン」平成28年8月, p.25  
<https://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/sutomane/attach/pdf/index-22.pdf>

※1 日常管理の一環として継続的に行う施設監視 (結果は機能診断・機能保全計画策定等に活用)

※2 機能保全計画の精度を高め、適期に対策工事を実施するために継続的に行う施設監視

図 1-12 ストックマネジメントのサイクル

「パイプラインのストックマネジメントでは、**日常管理**、**機能診断**、機能保全計画の策定、対策工事、データの蓄積のサイクルを、リスク管理を考慮しつつ段階的・継続的に実施する。」

# 農業水利利用のパイプライン水管橋の点検項目と内容

表 3-7 水管橋の調査項目と調査内容

区分		調査項目	調査手法	記録手法	
上部工の変状	本管部 補剛部	発錆	目視による観察、簡易計測（ノギス）	定量記録、写真記録 図化	
		塗装の劣化	はがれ	〃	〃
			ふくれ	〃	〃
			われ	〃	〃
	変状	管厚・板厚	最小残存管厚測定	デプスゲージ等、超音波板厚計	〃
		ボルト・ナットの変状	目視による観察、テストハンマー	写真記録、図化	
			溶接部の変状	目視による有無	定量記録、写真記録 図化
本管部	たわみ	橋軸方向のたわみ	傾斜計、レベル測量	〃	
	漏水	漏水（痕跡）	〃	写真記録、図化	
上部工の付帯施設の変状	空気弁	塗装の劣化	塗装の劣化・腐食等	目視による観察	定量記録、写真記録 図化
		漏水	漏水（痕跡）	〃	写真記録、図化
		操作性	作動	作動状況の確認	写真記録
	歩廊	鋼材の劣化	鋼材の劣化・腐食・変形等	目視による観察	定量記録、写真記録 図化
		その他変状	部材の欠損・損傷等	〃	〃
進入防止柵	変状	劣化・変形・欠損・損傷	〃	〃	
支承部の変状	支承	塗装の劣化・腐食等	塗装の劣化・腐食等	目視による観察	〃
		変状	ひびわれ・腐食・変形・脱落等	目視による観察、テストハンマー	〃
	伸縮継手	支承材の変状	ボルトのゆるみ、腐食・劣化、変形、脱落	〃	〃
	落橋防止装置	構成材料の変状	ボルトのゆるみ、腐食・劣化、変形、脱落	〃	〃
下部工の変状	構造物 本体	O <sub>2</sub> 曝気	O <sub>2</sub> 曝気最大幅	定量計測 （クランクスケール、O <sub>2</sub> 曝気幅 計測機）	〃
			O <sub>2</sub> 曝気延長	定量計測（スケール）	〃
			O <sub>2</sub> 曝気タイプ	タイプ判別	〃
		欠損・損傷		目視による有無	〃
	圧縮強度	反発硬度	リバウンドハンマー		
		中性化	中性化深さ／中性化残り	ドリル法	
	地盤変形	鉄筋被り	設計図書等		
			周辺地盤の崩壊・陥没	目視による有無	有無の記録 写真記録
洗掘・基礎杭露出			目視による観察、簡易計測	有無の記録、写真記録、 定量記録	

上部工（本管部、補剛部）、上部工の付帯施設、支承部、下部工の各構造に対して、

- ・調査対象部材
- ・調査対象現象
- ・調査項目
- ・調査手法
- ・記録手法

が明記されており、明解な理解が可能である。

農林水産省：農業水利施設の機能保全の手引き「パイプライン」平成28年8月，p.44

<https://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/sutomane/attach/pdf/index-22.pdf>

# 農業水利用のパイプライン水管橋の点検項目と内容

表 3-7 水管橋の調査項目と調査内容

区分		調査項目	調査手法	記録手法	
上部工の変状	本管部 補剛部	塗膜の劣化	発錆	目視による観察、簡易計測（ノギス）	定量記録、写真記録 図化
			はがれ	〃	〃
			ふくれ	〃	〃
			われ	〃	〃
		管厚・板厚	最小残存管厚測定	デプスゲージ等、超音波板厚計	〃
		変状	ボルト・ナットの変状	目視による観察、テストハンマー	写真記録、図化
	溶接部の変状		目視による有無	定量記録、写真記録 図化	
	本管部	たわみ	橋軸方向のたわみ	傾斜計、レベル測量	〃
漏水		漏水（痕跡）	〃	写真記録、図化	
上部工の付帯施設の変状	空気弁	塗装の劣化	塗装の劣化・腐食等	目視による観察	定量記録、写真記録 図化
		漏水	漏水（痕跡）	〃	写真記録、図化
		操作性	作動	作動状況の確認	写真記録
	歩廊	鋼材の劣化	鋼材の劣化・腐食・変形等	目視による観察	定量記録、写真記録 図化
		その他変状	部材の欠損・損傷等	〃	〃
	進入防止柵	変状	劣化・変形・欠損・損傷	〃	〃

・調査対象構造  
 ・調査対象部材  
 ・調査対象現象  
 ・調査項目  
 ・調査手法  
 ・記録手法  
 が明記されている。

定量的な評価・判定に有効な整理がなされている。

農林水産省：農業水利施設の機能保全の手引き「パイプライン」平成28年8月，p.44

<https://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/sutomane/attach/pdf/index-22.pdf>

# 農業水利用のパイプライン水管橋の機能診断調査

「機能診断調査の目的は、対象施設の機能の状態、劣化状況等を把握するとともに、その要因を特定することである。この目的を達成するために、最適な調査内容となるように検討することが重要である。」

(第3章 機能診断 3.1 基本的事項)

「水管橋の現地調査では、上部工、支承部を対象に塗膜の劣化や管厚、ボルトナットの変状の等について目視や計測・試験等を行う。」

## 2) 直接的定量調査 (管内面調査)

- ・ 管路自体の変状 (ひび割れ幅、たわみ、塗装の劣化、腐食等)
- ・ 継手部の変状 (開き、ゆるみ、抜け、漏水等)

## 3) 水管橋に対する定量調査

- ・ 上部工の変状 (塗膜の劣化、管厚の減少、たわみ、漏水等)
- ・ 支承部の変状 (塗装の劣化、ボルトナットの緩み・腐食・変形・脱落等)

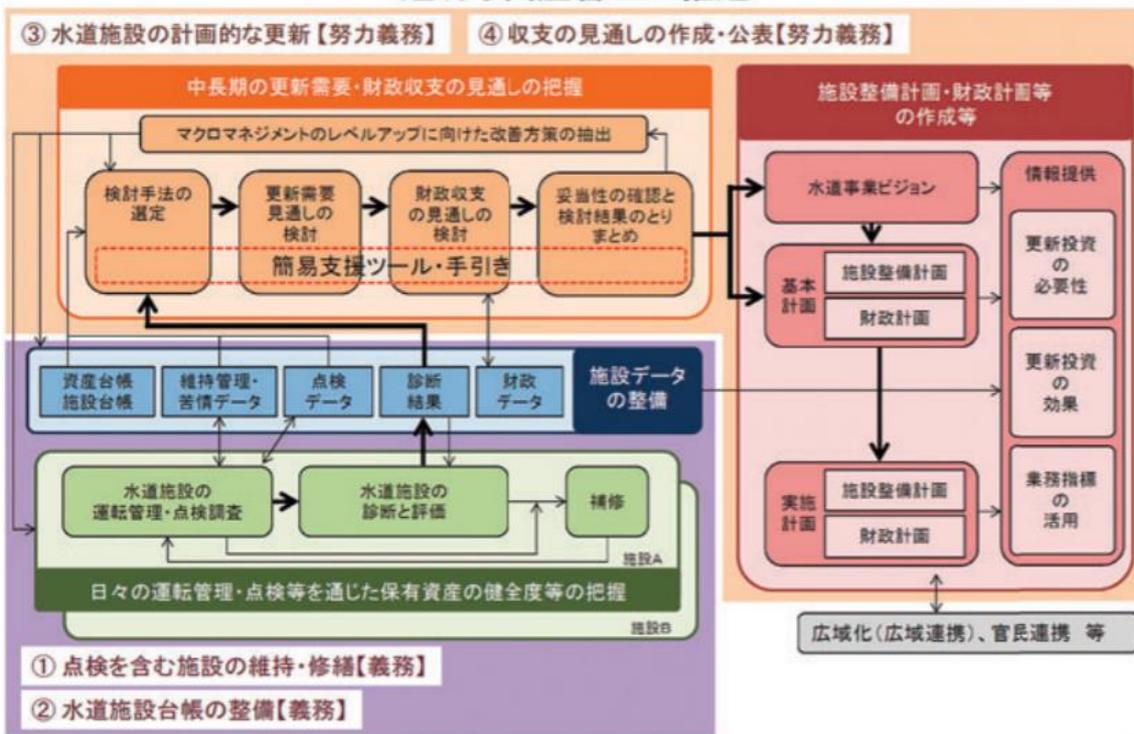
機能診断調査(道路橋でいう定期点検)の目的を明記しており、目的達成のための調査内容とするという原理が明記されている。

パイプライン水管橋についても、調査対象、調査項目などを明記している。

農林水産省: 農業水利施設の機能保全の手引き「パイプライン」平成28年8月, p.28-44  
<https://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/sutomane/attach/pdf/index-22.pdf>

# 危機時における水の確保のための施策体系

## 適切な資産管理の推進



国や地方公共団体等は、「インフラ長寿命化計画」及び「個別施設毎の長寿命化計画(個別施設計画)」を策定し、これら計画に基づく戦略的な維持管理・更新を推進している。

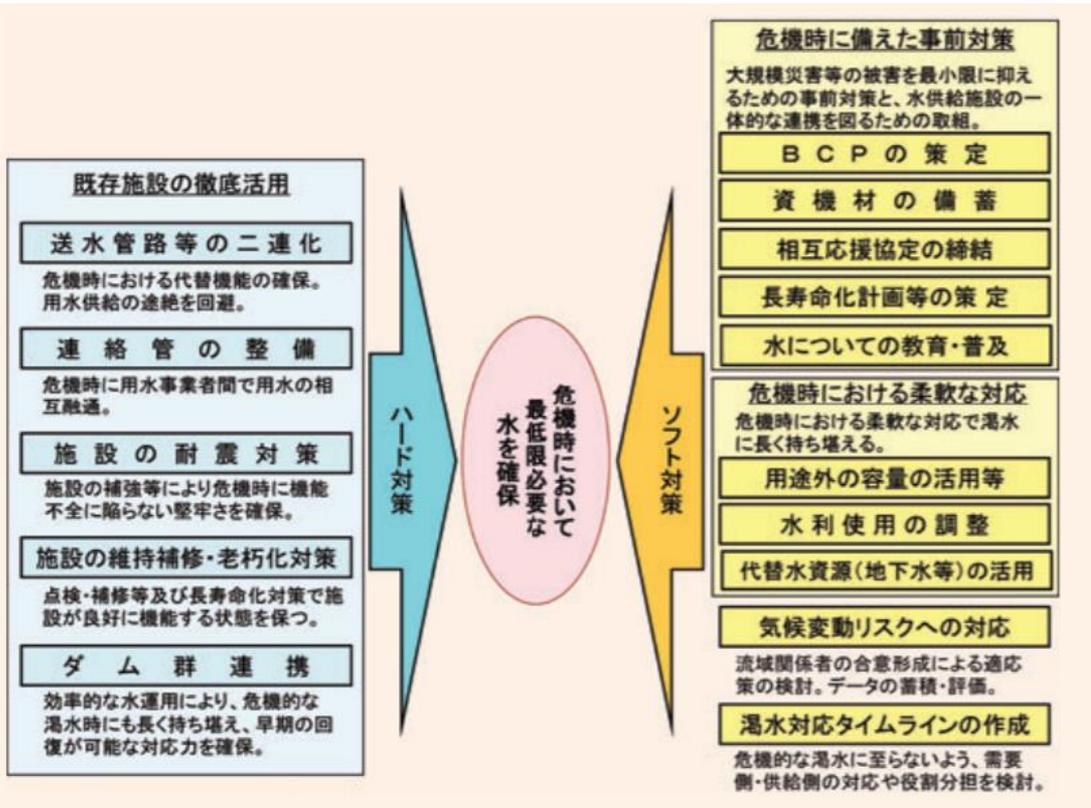
「広域連携の推進」、「適切な資産管理の推進」及び「多様な官民連携の推進」を三本柱として、平成30年12月に水道法が改正された(図表1-2-22)。特に「適切な資産管理の推進」については、・・・水道施設の更新や耐震化を着実に進展させ、地震などの災害に強い水道の構築を図ることとした。加えて、適切な資産管理の前提となる水道施設の台帳整備等を義務付けた。

図表1-2-22 改正水道法における「適切な資産管理の推進」の概要

令和2年度第204回国会(常会)提出 水循環施策  
令和3年版 水循環白書 p.112

[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/mizu\\_junkan/pdf/r02\\_mizujunkan\\_shisaku.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/mizu_junkan/pdf/r02_mizujunkan_shisaku.pdf)

# 危機時における水の確保のための施策体系



リスク管理型の「水の安定供給」の実現に向けては、国土交通省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省などの関係省庁、各都府県や市区町村、水道事業者及び民間事業者などが一体となり、連携して取り組むことが不可欠であり、**ハード対策**として、水資源開発施設の新設、**送水管路の二連化**、長寿命化計画に基づく適切な維持管理、耐震対策、ダム再生などの既存施設の徹底活用など、**ソフト対策**として、用途をまたがった水の転用、発電などのダム容量の用途外への緊急的な活用、渇水時における水利調整、渇水対応タイムラインの作成などを推進することとしている(図表 特41)。

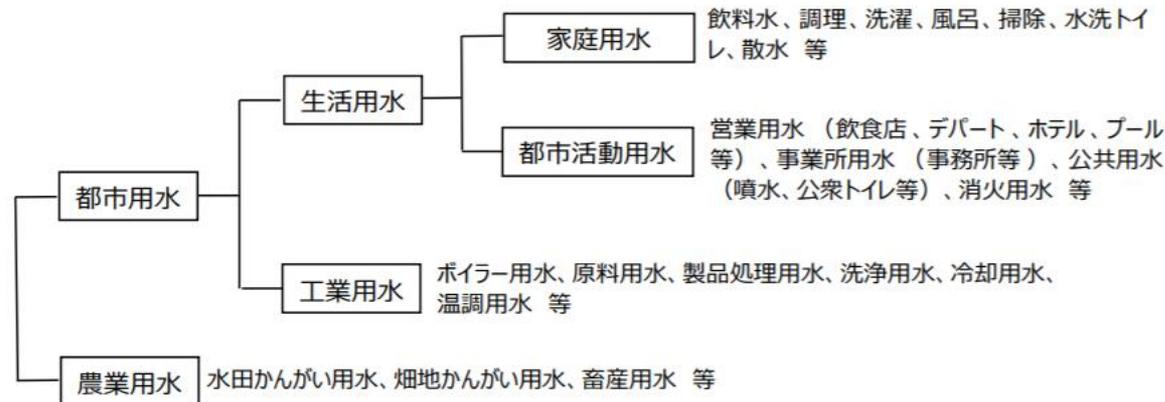
図表 特41 危機時における水の確保のための施策体系

令和2年度第204回国会(常会)提出水循環施策

令和3年版 水循環白書 p.40

[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/mizu\\_junkan/pdf/r02\\_mizujunkan\\_shisaku.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/mizu_junkan/pdf/r02_mizujunkan_shisaku.pdf)

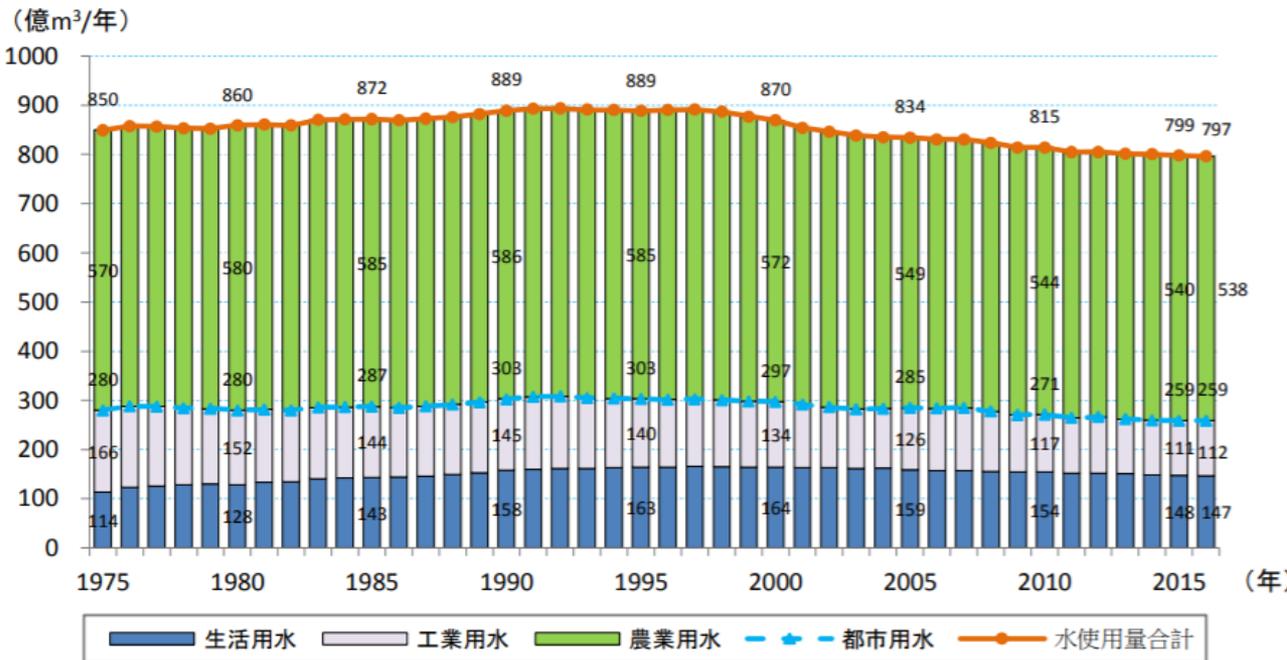
# 水使用の現況



平成 28 年(2016 年)における全国の水使用量(取水量ベース)は、合計で約800 億 $m^3$ /年であり、用途別にみると、生活用水と工業用水の合計である都市用水が約 259 億 $m^3$ /年、農業用水が約 538 億 $m^3$ /年である(図2-1-2)。

農業用水 67.5%  
 生活用水 18.4%  
 工業用水 14.1%  
 (2016年)

いずれも減少傾向



全国の水使用量

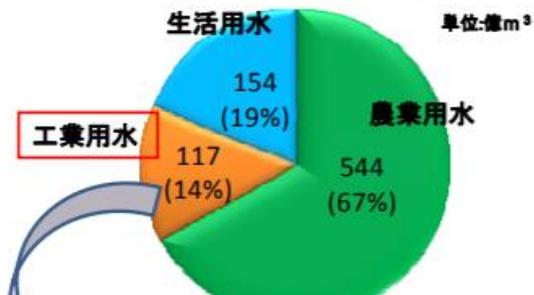
<https://www.mlit.go.jp/common/001319366.pdf>

# 日本の工業用水

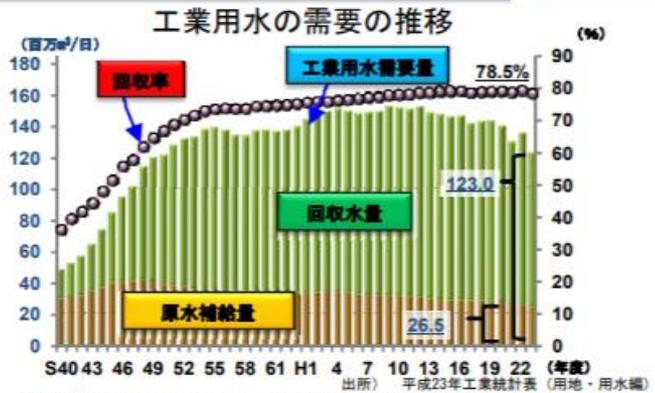
## 工業用水道事業の概況

### (3) 工業用水道の利用状況

水資源の利用状況

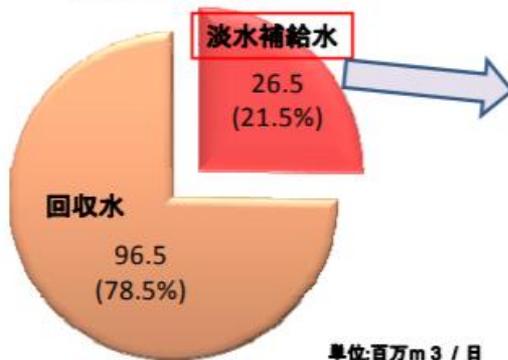


出所) 平成25年版日本の水資源 (国土交通省)



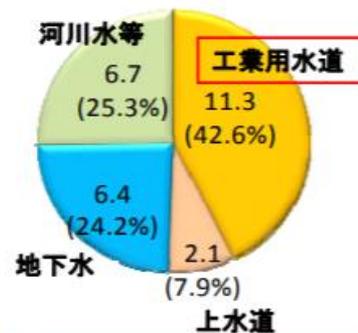
※工業用水の回収率は、企業の努力等により約80%に達しているが、近年はほぼ一定となっている。

工業用水の使用構成



出所) 平成23年度工業統計表(用地・用水編)

工業用水の淡水補給水量の  
水源別構成比



3

工業(製造業、電気供給業、ガス供給業及び熱供給業)の用に供する水(水力発電用、飲用を除く) 産業の血液

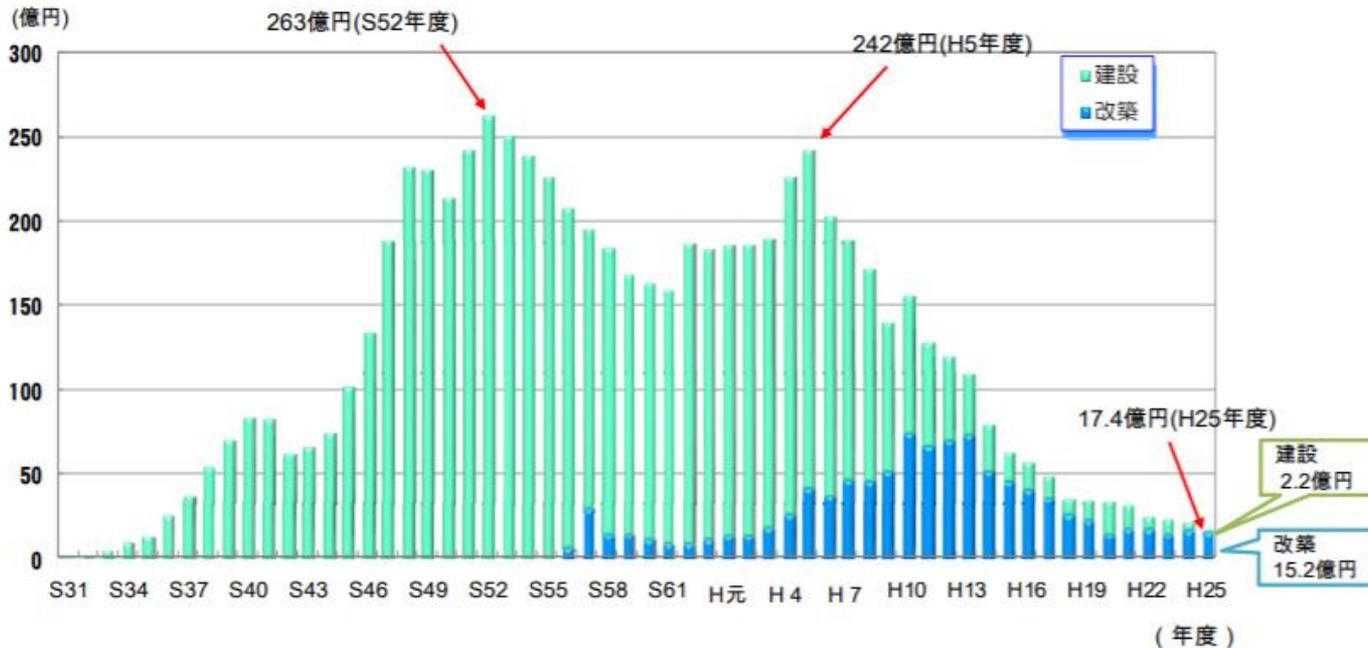
# 和歌山市の工業用水

## 工業用水道関係予算について



### 工業用水道事業に係る建設・改築補助金の推移

- ・ S 3 1 年度に建設事業費補助、S 5 6 年度に改築事業費補助制度を創設
- ・ 当初の施設整備ニーズは大規模建設であったが、**近年は改築事業が主体**



※ 経済産業省・国土交通省計上分

出所) 経済産業省調査

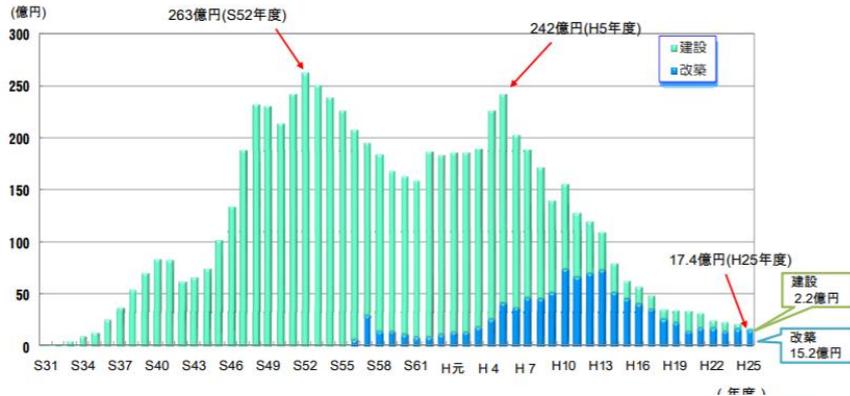
# 和歌山市の工業用水

## 工業用水道関係予算について



### 工業用水道事業に係る建設・改築補助金の推移

- ・ S 3 1 年度に建設事業費補助、S 5 6 年度に改築事業費補助制度を創設
- ・ 当初の施設整備ニーズは大規模建設であったが、**近年は改築事業が主体**



工業用水：河西・河東工水。  
87.2%は鉄鋼業(1社)  
21-22億円で安定  
約46km、約74%が40年以上

## 災害時における工業用水施設の有効活用について



### 検討の背景と必要性

- ◇ 工業用水道は、高度成長期にその多くが建設され、豊富かつ低廉な工業用水を供給することによって、我が国産業の発展・地域経済の振興に寄与。
- ◇ その一方で、近年受水企業における水リサイクルの進展等により、多くの工業用水道において未売水(余剰水)が発生。
- ◇ 東日本大震災を踏まえ、更新・耐震化の実施に加え、更に一歩進めてこうしたアセットを国民全体の「準公共財」として災害時の非常用水等に緊急的に利用できるようにすることを検討。
- ◇ これにより、工業用水施設の一層の活用を通じた社会的価値の向上を図ることにより、工業用水道事業の更なる発展に寄与。

### 工業用水施設の活用案

#### (1) 消火用水

- ① 消火栓の設置(34事業体、1953箇所設置済み)
- ② 消防へりに用いる消火用水として提供



#### (2) 散水用水

- ① 復旧活動初期の道路開通時や、がれき処理時の埃防止のための散水用水として提供



#### (3) 生活用水

- ① 自衛隊の災害派遣や水道事業者間の応援給水とともに、浄水装置の活用により生活用水として提供



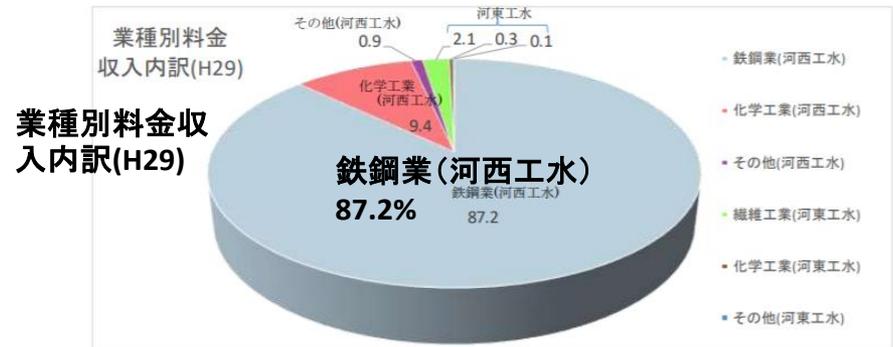
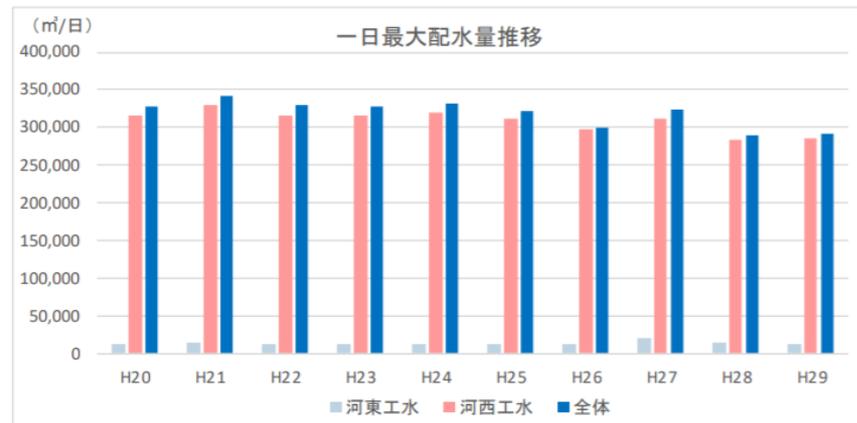
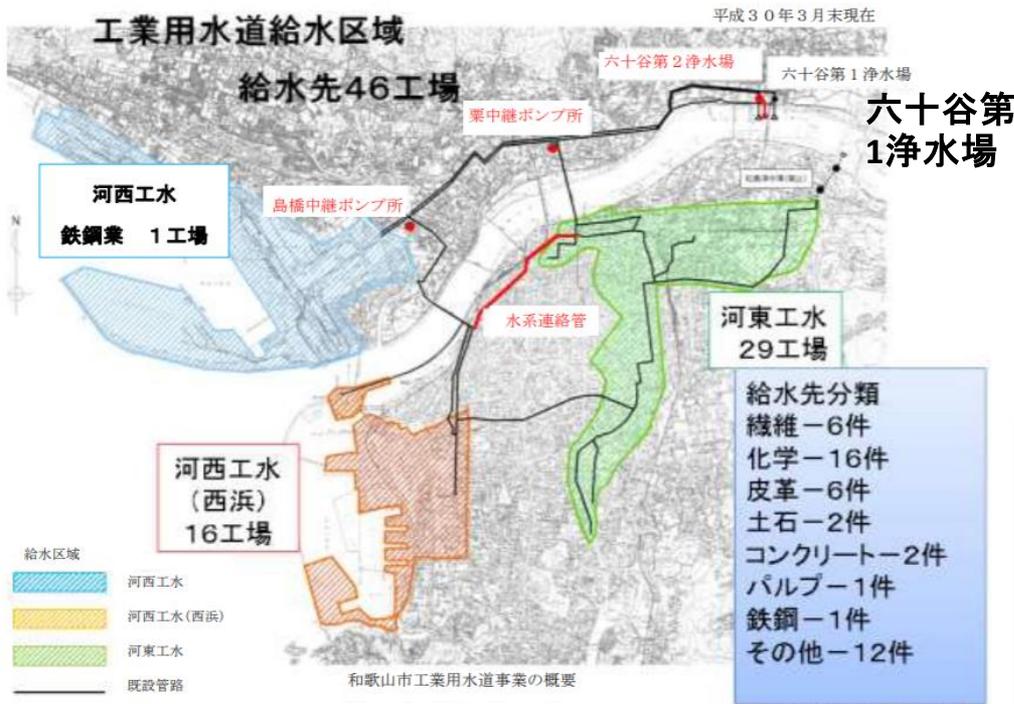
#### (4) その他の活用

- ① 上水原水
  - 災害により水源に異常が発生する等により、上水道事業において原水が確保できない場合は上水原水として提供
- ② 工業用水の代替供給
  - 被災した工業用水道事業者に代わって、他の事業者が工業用水を供給

※工業用水施設を用い上記目的のために河川から取水する場合は原則河川管理者へ確認が必要。

# 和歌山市の工業用水

工業用水：河西・河東工水。  
 87.2%は鉄鋼業（1社）  
 21-22億円で安定  
 約46km、約74%が40年以上



出典：和歌山市工業用水道事業経営戦略，2019.3.

[http://www.city.wakayama.wakayama.jp/\\_res/projects/default\\_project/\\_page\\_001/032/497/20190327\\_kousui\\_keieisennryaku\\_zennbun.pdf](http://www.city.wakayama.wakayama.jp/_res/projects/default_project/_page_001/032/497/20190327_kousui_keieisennryaku_zennbun.pdf)

和歌山市六十谷水管橋の崩落事象の現地調査速報(2021年10月22日)

愛媛大学 森伸一郎

# 和歌山市の工業用水

工業用水：河西・河東工水。  
 87.2%は鉄鋼業（1社）  
 21-22億円で安定  
 約46km、約74%が40年以上



[http://www.kinokawa-rengo.or.jp/mwbhwp/wp-content/uploads/PDF\\_nougyousui0402.pdf](http://www.kinokawa-rengo.or.jp/mwbhwp/wp-content/uploads/PDF_nougyousui0402.pdf)

近畿農政局：和歌山平野の歴史

<https://www.maff.go.jp/kinki/wakayamaheiya/wakayamaheiya03.html>

# 和歌山市 六十谷水管橋 全景

9

