長篠橋調査報告書

令和７年１月

長篠橋対策検討会

目　次

		ページ
(1)	長篠橋対策検討会の設置	1
(2)	長篠橋の概要	4
(3)	橋全体の現状把握	
	① 橋全体の形状把握	8
	② 形状確認以降の長篠橋監視結果	11
	③ 地質調査	15
(4)	損傷要因の推定	
	① 解析による損傷要因の推定	17
	② 地質調査による損傷要因の推定	24
(5)	今後の対応	25
(6)	委員会からの提言	26
(7)	参考資料	27

測量･解析に使用した既存図面
検討会実施状況

（１）長篠橋対策検討会の設置

検討会までの経緯

新城市が令和 5 年 10 月に 5 年に 1 度の法定点検を行った際に重大な損傷が発見され、令和 5 年 11 月 8 日に通行止め措置が講じられた。

愛知県を通じ中部道路メンテナンスセンターへ相談がされ、令和 5 年 11 月 21 日に国土交通省国土技術政策総合研究所はじめ関係機関の専門家による現地確認と技術指導が行われた。

その後、主要部材の損傷の重大性や特殊な橋梁形式であることから国土交通省・中部道路メンテナンスセンターより新城市へ助言があり本検討会が設置された。

長篠橋対策検討会

設立趣意書

令和５年１０月に実施した法定点検において、一級河川豊川を渡河する市道長篠大海線の「長篠橋」に重大な損傷が発見され、令和５年１１月８日から通行止めを行っている。

本橋梁は１９３４年に架設され、９０年が経過しており、橋梁形式が特殊橋梁（アーチ橋）であることから、今後の方針（撤去・更新あるいは修繕）について、工学的かつ専門的な観点から必要な事項を審議・助言等を行うことを目的として、学識委員等から構成する「長篠橋対策検討会」を設置するものである。

長篠橋検討会　委員名簿

（敬称略）

〈委員〉

◎ 舘石（たていし） 和雄（かずお）　　名古屋大学　大学院工学研究科　教授

宮下（みやした） 剛（たけし）　　名古屋工業大学　特任教授

白戸（しらと） 真大（まさひろ）　　国土技術政策総合研究所　橋梁研究室　室長

澤田（さわだ） 守（まもる）　　国立研究開発法人　土木研究所　上席研究員

畠山（はたけやま） 智行（ともゆき）　　（一社）日本橋梁建設協会　中部事務所　保全委員

東野（とうの） 竜哉（たつや）　　中部地方整備局　道路部　道路保全企画官

加藤（かとう） 敬（たかし）　　愛知県　建設局　道路維持課長

堤（つつみ） 一史（ひとし）　　愛知県　新城設楽建設事務所　企画調整監

鈴木（すずき） 金也（きんや）　　新城市　建設部長

◎委員長

〈オブザーバー〉

大島（おおしま） 常生（つねお）　　中部地方整備局　中部道路メンテナンスセンター長

〈事務局〉

新城市　建設部土木課

（2） 長篠橋の概要

長篠橋の位置

新城市 Shinshiro City

長篠橋の諸元

新城市 Shinshiro City

- 橋長：80.1m　3径間　幅員5.0m
- 橋種（構造形式）：コンクリート床版3径間連続非合成鋼桁アーチ橋
  （スパンドレルブレストアーチ橋）
- 示方書：大正15年鋼橋/道路構造に関する細則案
- 荷　重：T6(推定)
- 交差物：一級河川豊川（愛知県管理）
- 添架物：なし
- 通行量：不明（重量規制無し）

※平日4,540台/日　休日7,248台/日（平成2年 愛知県による防災点検資料より）

側　面　図

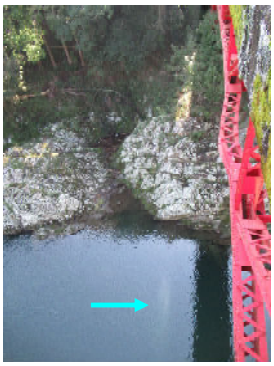
長篠橋の経緯

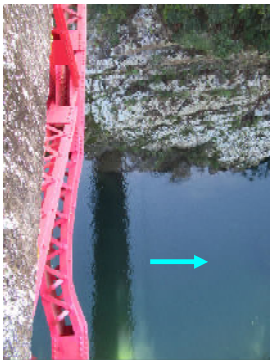
新城市 Shinshiro City

- 1934年（昭和9年）　竣工（愛知県により建設）90年経過
  愛知県により点検、補修が随時実施
- 1997年（平成9年）　3月16日　愛知県東部震源　M5.8　深さ39km　豊橋市→震度5強
  新城市乗本→震度3
- 2001年（平成13年）　国道257号から降格 旧新城市と旧鳳来町へ移管
- 2005年（平成17年）　旧新城市、旧鳳来町、旧作手村が合併し新城市の管理となる。
- 2014年（平成26年）　補修工事実施（塗装塗り替え、床版補強、舗装）
- 2018年（平成30年）　1巡目法定点検
- 2022年（令和4年）　4月7日　愛知県東部震源　M4.7　深さ11km　新城市長篠→震度4
- 2023年（令和5年）　2巡目法定点検
  - 10月11日　点検実施
  - 10月23日　愛知県道路維持課へ報告・相談
  - 10月24日　愛知県道路維持課を経由し
    国土交通省中部道路メンテナンスセンターへ報告・相談
  - 11月8日　15:00～　緊急措置のための通行止を実施
    道路メンテナンス会議への報告
  - 11月14日　国土交通省中部道路メンテナンスセンターへ技術相談の依頼
  - 11月21日　技術相談（国機関等による現地確認）
  - 12月17日～3月7日　計7回　中部地方整備局・愛知県と打合せ
- 2024年（令和6年）　1月1日　能登半島地震　新城市　震度2

長篠橋の損傷状況①

新城市 Shinshiro City





令和6年10月20日　撮影

※参考　支点部写真（右岸側）

令和6年11月13日　撮影

令和6年11月13日　撮影

長篠橋の損傷状況②

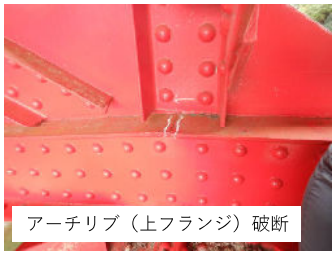
新城市 Shinshiro City

アーチリブ変形

アーチリブ（下フランジ）破断

下横溝変形

アーチリブ（ラチス）変形



アーチリブ（上フランジ）破断

アーチリブ（上フランジ）破断

令和6年10月13日　撮影（点検業務）

長篠橋の損傷進行の経過

調査にあたっては、以下の方針を基本とした。

モニタリング

〇調査にあたっては橋に負担をかけるような方法は避ける。
〇地盤が動いている可能性が高いということであれば、地盤の動きもしくは支点の移動について継続的に計測していくことが重要と考える。
〇モニタリングの際には、温度との関係は把握すると良い。
〇基準点を設置した格点調査は、変形部や支点部で定期的に実施し、移動量についてはモニタリングする。

橋全体の形状把握

〇橋梁の変形状態の把握を最優先に行う。測量においてはアーチアバットの位置や軸線、支点の位置、格点の位置を把握することでアーチ形状が本来あるべき姿に対してどのように異なるのか、正対するアーチアバットや支点の位置の整合性、上下左右に正対する格点の位置の整合性を整理することで、どの部位がどの方向に動いているのか 、支点の移動の可能性が高いのか把握する。
〇下がる部分があれば上がる部分もあり、上流側に変位している部分もあれば下流側に変位している部分もあるため測量により橋全体の形状の情報を取得することが最も重要と考える。
〇右岸、左岸でアーチアーチアバット周辺の岩の種類、性状や植生が異なっているように見えたことから地質情報を調べることで原因把握に有効と考える。

損傷要因の推定

〇地盤の動きをモニタリングで把握が可能であれば良いが、それが難しい中では解析を使って調査となる。
〇詳細なモデルを作成したとしても完全な変形を再現できない可能性があり、今回の検討でそこまで考慮することの必要性はないと考えられる。
〇現状の変形を再現して耐荷性能の評価をするときにはできるだけ形状を合わせることは必要であるが、結果的に耐荷力曲線の扱いや床版の一部が外れたときの影響などの検討や解体計算なども出てくるはずであり、正解を追求するよりも結果として安全側の評価になること重要である。様々な検討をするうえでハンドリングが 良いモデルの選定が良いと考える。

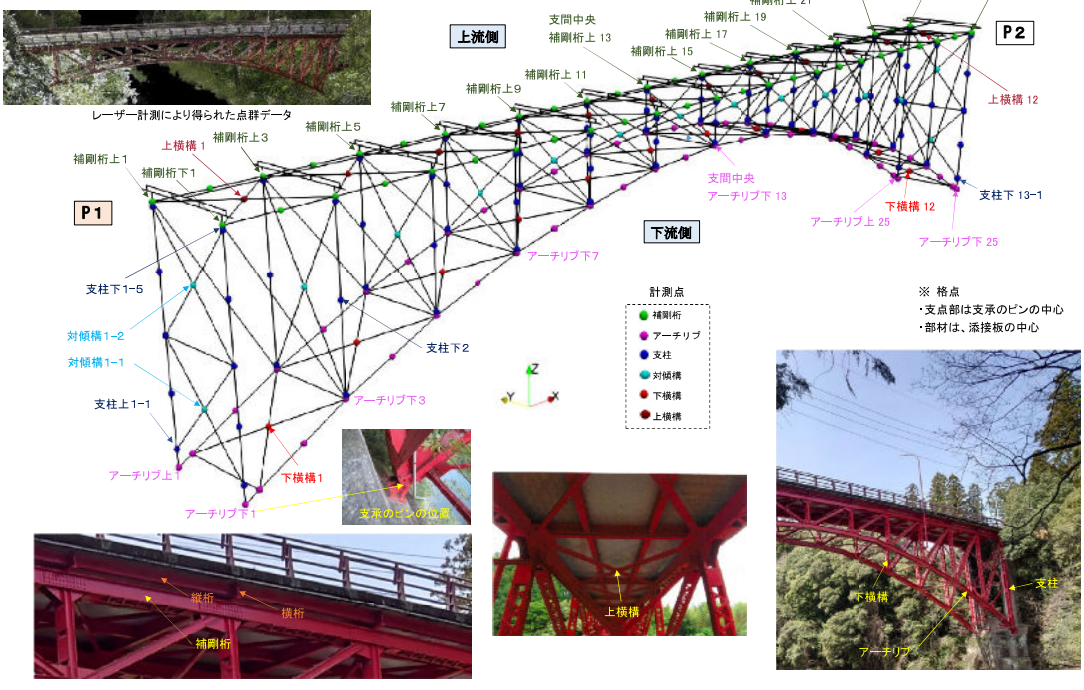
（3） 橋全体の形状把握

①橋全体の形状把握

新城市 Shinshiro City

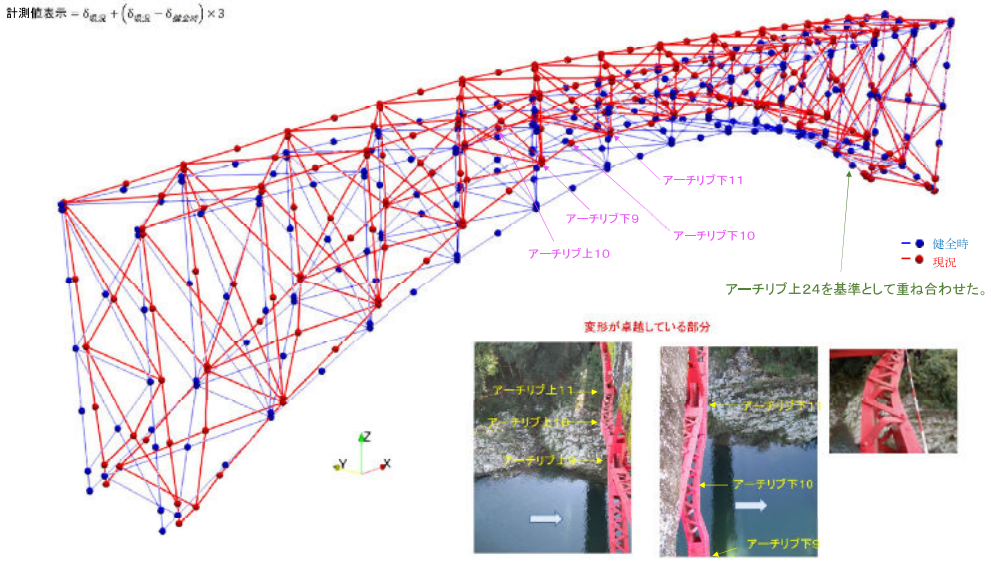
■ 橋全体の形状の把握

○ レーザースキャナーで取得した点群データから、補剛桁、アーチリブ、支柱、対傾構、上横構、下横構について、下記の計測点（P1側から採番）で座標（x、y、z）を把握し、健全時（部分的に残されている図面データから作成）と比較することで、橋全体の形状を把握した。



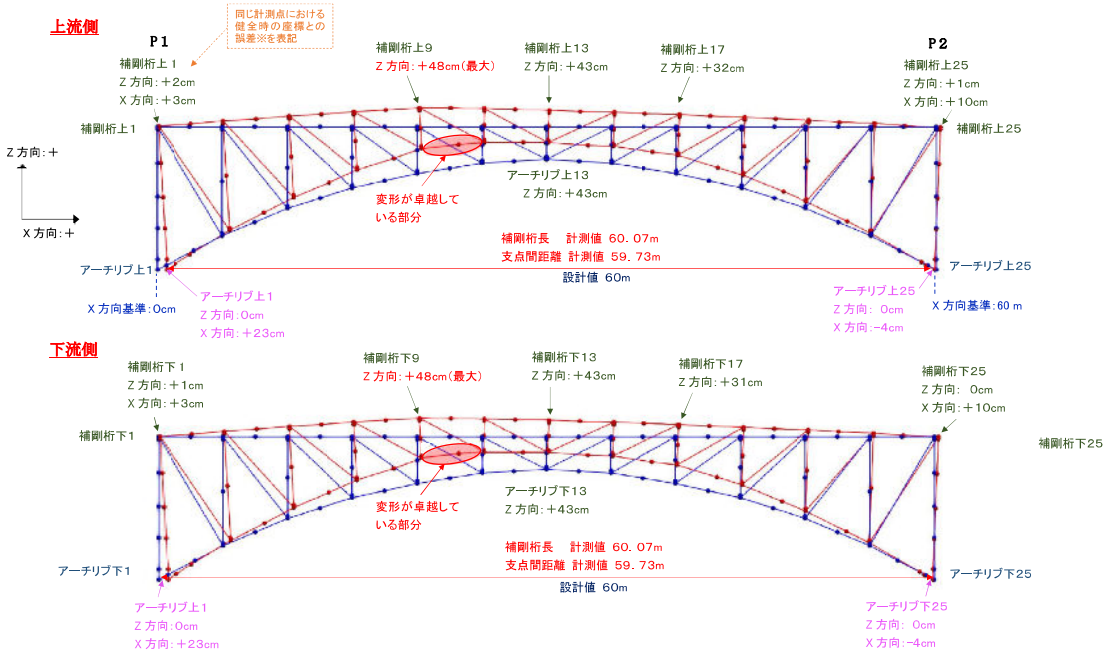
■ 全体的な形状について

○ 建設当時（健全時）の基準点が不明であるため、健全時と現況の格点図を正確に重ね合わせることは不可能。ここでは、健全時のアーチリブ上24と付番した点を基準とし重ね合わせた。
○ 全体的としては、支点部が内側（川側）へ移動しており、変形が卓越している箇所を中心に桁は上方へ変位している。
※ 変形図は、視覚的に把握しやすいように、健全時との差分の3倍で表示している。



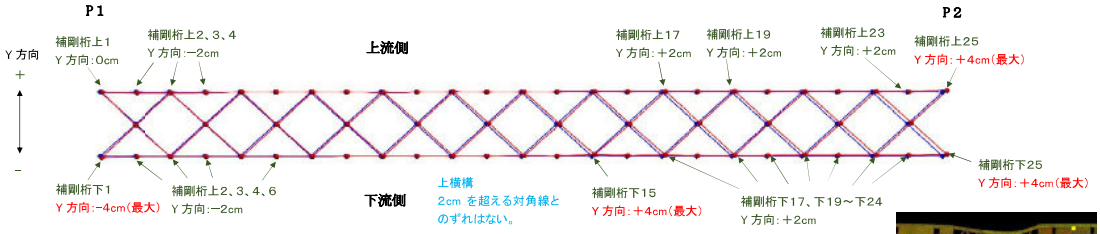
■ 補剛桁・アーチリブの側面形状

○ 補剛桁の計測点は、上流、下流とも補剛桁9で変位が最大となっており、健全時（キャンバーは未考慮）に対し＋48cm となっている。
○ 上流側と下流側は、ほぼ同じ形状となっており、補剛桁長は＋7cm、支点間距離は−27cm となっている。



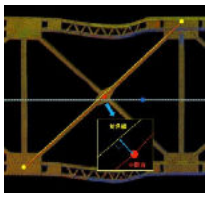
■ 補剛桁・上横構の平面形状

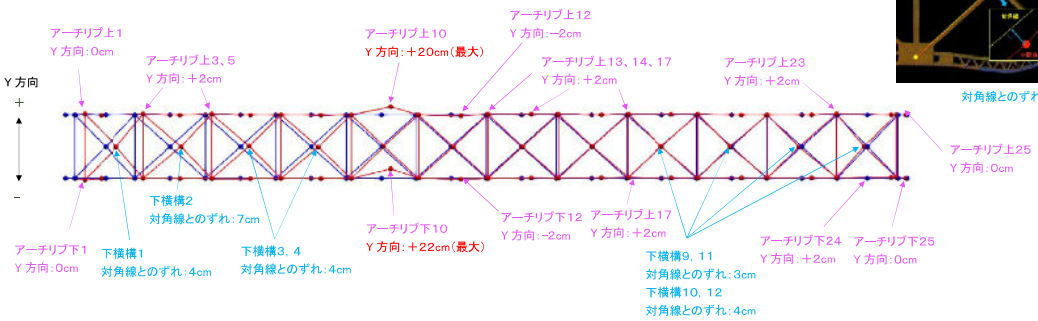
○ 補剛桁の計測点は、大きく変位している部分はないが、P1側は下流方向へ P2側は上流側へ変位している。
○ 上横構の計測点は、大きく変位している部分はない。



■ アーチリブ・下横構の平面形状

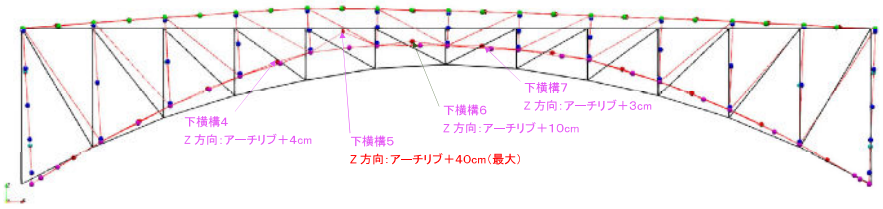
○ アーチリブの計測点は、局部的に大きく変位している部分（アーチリブ上・下10）以外は、大きく変位している部分はない。
○ 下横構の計測点は、内側へ変位している部分が多い。

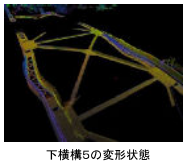

対角線とのずれ



■ 上横構と下横構の側面形状

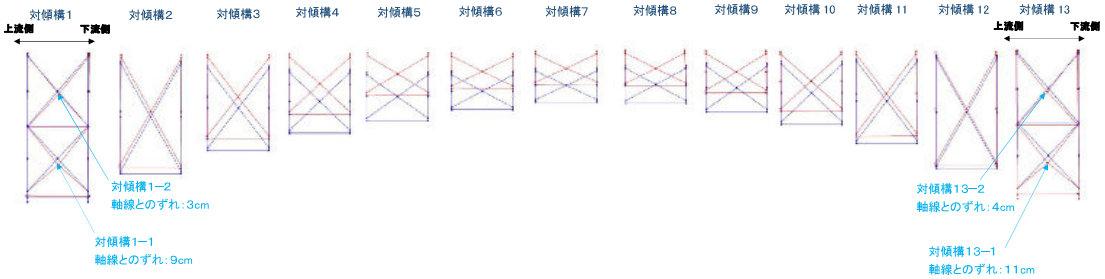
○ 上横構の計測点は、補剛桁と同様に変位しており、変位している部分はない。
○ 下横構の計測点は、アーチリブが変形している部分（アーチリブ上・下10）で、アーチリブより40cm 上側へ変位している。前後の下横構も上側へ変位している。
○ 支柱は、内側へ変位している。




下横構5の変形状態

■ 支柱・対傾構の正面形状

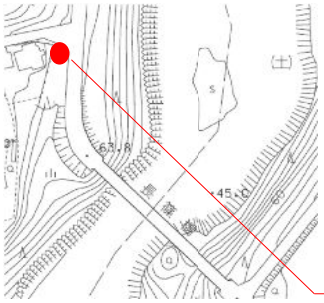
○ 対傾構の計測点は、対傾構1と13（支点部）の部材で中心が下側へ変位している。
○ 支柱の上端部の計測点は、対傾構1では下流側に対傾構13では上流側へ変位している。



②変状確認以降の長篠橋監視結果

新城市 Shinshiro City

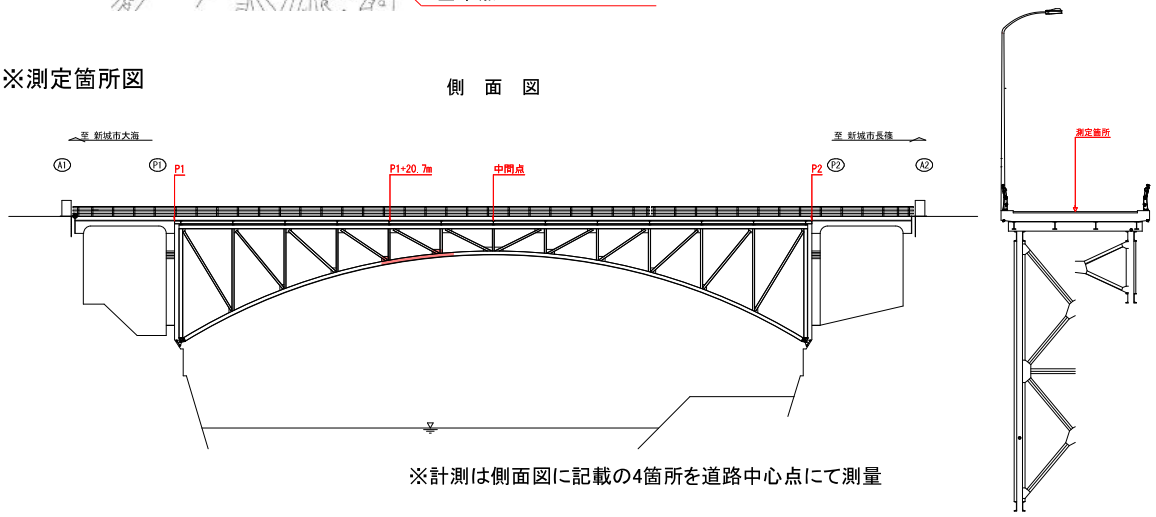
※基準点



集水桝を仮基準点とした。
基準点　H=100.000

※測定箇所図

側　面　図



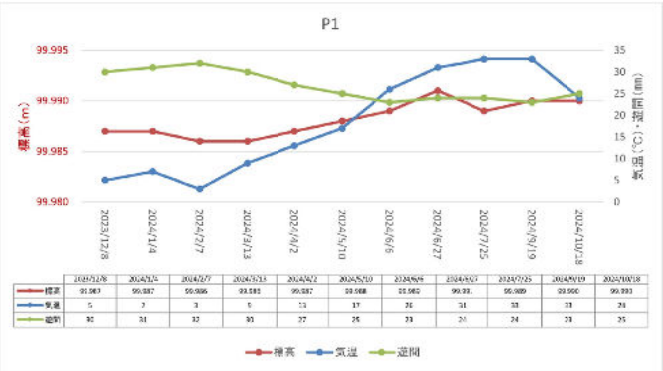
※計測は側面図に記載の4箇所を道路中心点にて測量

桁端部の監視結果

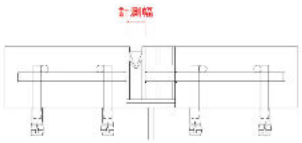
新城市 Shinshiro City

○気温上昇とともに、遊間は小さくなり、桁端の高さが下がる。これは、気温の上昇ともに支間中央部ではアーチ全体が上方に変位するのと同時に桁端部は下がりながら、支間中央方向に移動しているものと考えられる。

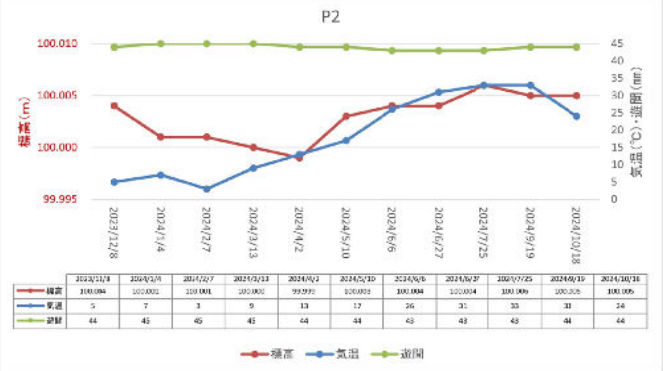
P1橋脚



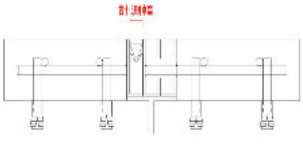
P1橋脚



P2橋脚



P2橋脚



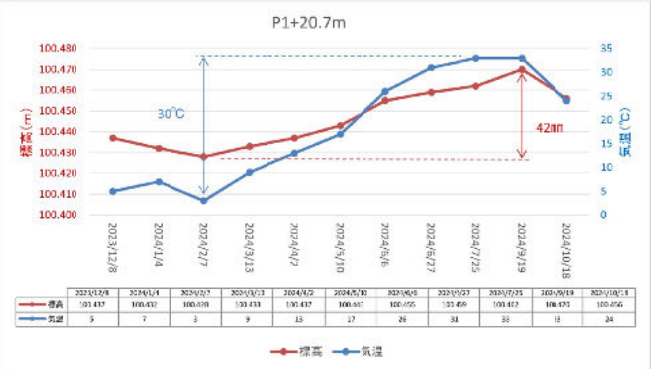
※計測はスケールにより実施

桁中央部の監視結果

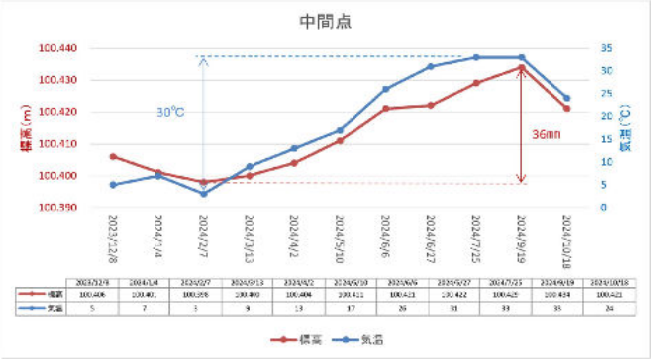
新城市 Shinshiro City

○両測点ともに温度上昇とともに橋面標高も上昇しており温度による上方への変位と考えられる。

P1+20.7m
（変状箇所直上）



中間点
（支間中央）

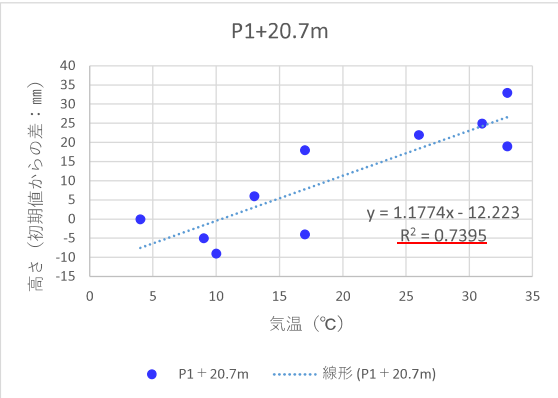


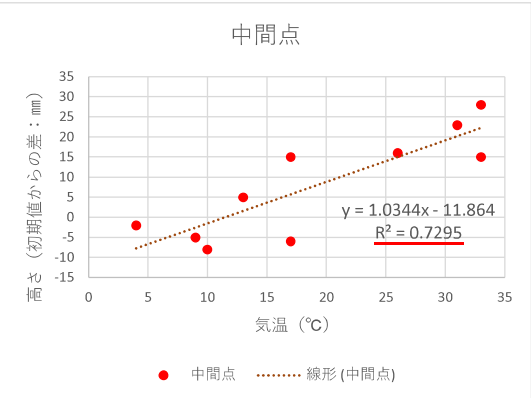
日 付	天 気	気温(℃)
2023/12/8	晴	5
2024/1/4	晴	7
2024/2/7	晴	3
2024/3/13	晴	9
2024/4/2	晴	13
2024/5/10	晴	17
2024/6/6	曇	26
2024/6/27	晴	31
2024/7/25	曇	33
2024/9/19	曇	33
2024/10/18	曇	24

温度補正後の結果

新城市 Shinshiro City

○ 橋面の変化と温度の相関を確認した結果、橋面の上昇と温度には「かなり強い正の相関 がある」と推測。
○ 形状の把握や監視においても、温度補正をした結果を用いる必要がある。





相関に関する評価

0.7 ～ 1.0	かなり強い正の相関がある
0.4 ～ 0.7	正の相関がある
0.2 ～ 0.4	弱い正の相関がある
-0.2 ～ 0.2	ほとんど相関がない
-0.4 ～ -0.2	弱い負の相関がある
-0.7 ～ -0.4	負の相関がある
-1.0 ～ -0.7	かなり強い負の相関がある

	R^2値	R（相関係数）
中間点	0.7295	0.85
P1+20.7m	0.7395	0.86

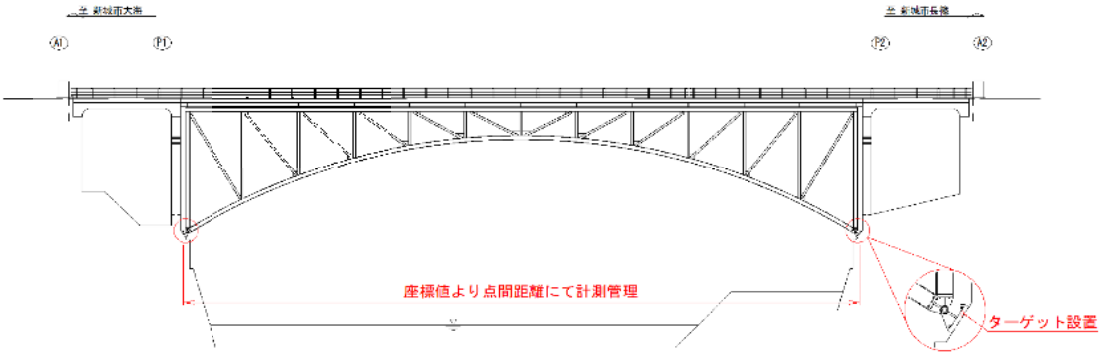
※温度補正方法
①測定値と温度をグラフにプロット
②グラフから回帰分析（最小二次法）を行う
③一次回帰式を導く
④一次回帰式による温度影響量を把握
⑤測定データ中に含まれる温度影響を差し引き結果を求める

トータルステーションによる測量

新城市 Shinshiro City

○ 橋脚観測については、地盤調査にて橋梁脚部直下の地盤すべりの可能性があり、座屈原因の一つとしても想定されるため原因把握の観点から固定ターゲットを設置しトータルステーションを用いた三次元測量を定期的に実施。
○ トータルステーションでの測量は計測精度が±1㎜程度であり支点部の挙動を精度良くとらえれるため採用。

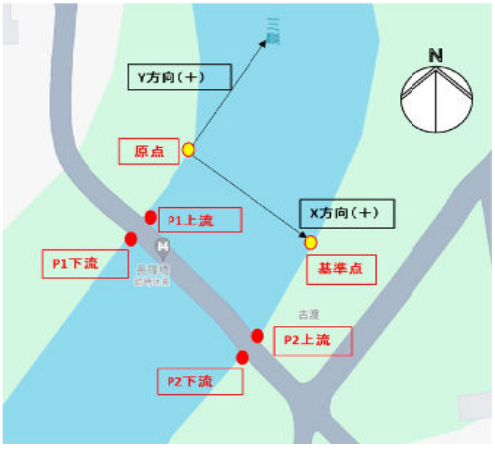
側　面　図



基準点・橋脚間距離計測結果

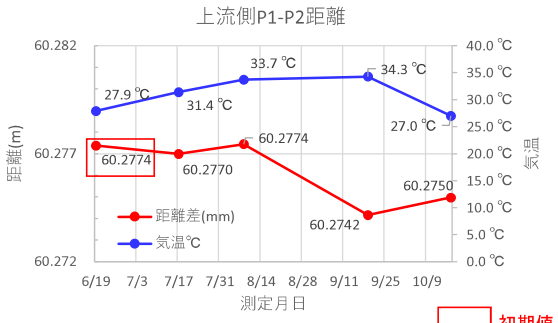
新城市 Shinshiro City

基準点の設置

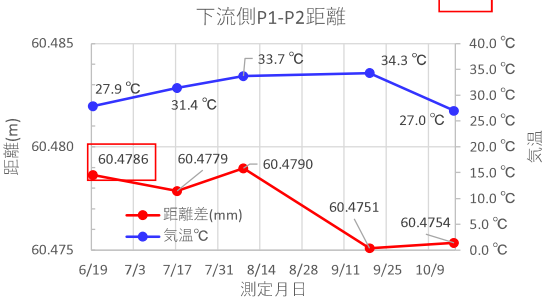


※測量基準点
RKT-GNSSによる測量で長篠橋付近に2箇所の基準点となる座標値を取得することにより絶対座標で管理を実施。

橋脚間(P1～P2)距離



初期値



注）初期値については、ターゲットを支承ピン位置に設置をしていないため橋全体の形状把握で示している点間距離とは異なる値となっている。

初期値を0とした時の数値差（前ページのグラフ資料）

日時	天気	気温(℃)	P1上流(mm)			P1下流(mm)			P2上流(mm)			P2下流(mm)		
			X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
初期測定 2024/6/19 14:52	曇	27.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2024/6/19 15:14			−0.1	−0.2	0.0	−0.1	−0.3	0.1	−0.3	−0.2	−0.1	−0.3	−0.2	−0.3
2024/7/17 12:51	曇	31.4	0.0	0.4	−0.2	0.0	0.3	−0.2	−0.9	−0.6	−0.5	−1.2	−0.4	−1.0
2024/8/8 11:15	晴	33.7	−0.2	0.3	0.0	−0.4	0.1	0.1	−0.5	−0.6	−0.2	−0.4	−0.8	−0.5
2024/9/19 11:48	曇	34.3	2.2	0.0	0.3	1.9	−0.3	0.5	−1.6	−1.6	−0.3	−2.2	−1.9	−0.6
2024/10/17 11:27	晴	27.0	2.4	0.0	−0.4	2.2	−0.2	−0.3	−0.9	−2.5	−0.6	−2.0	−2.7	−0.9

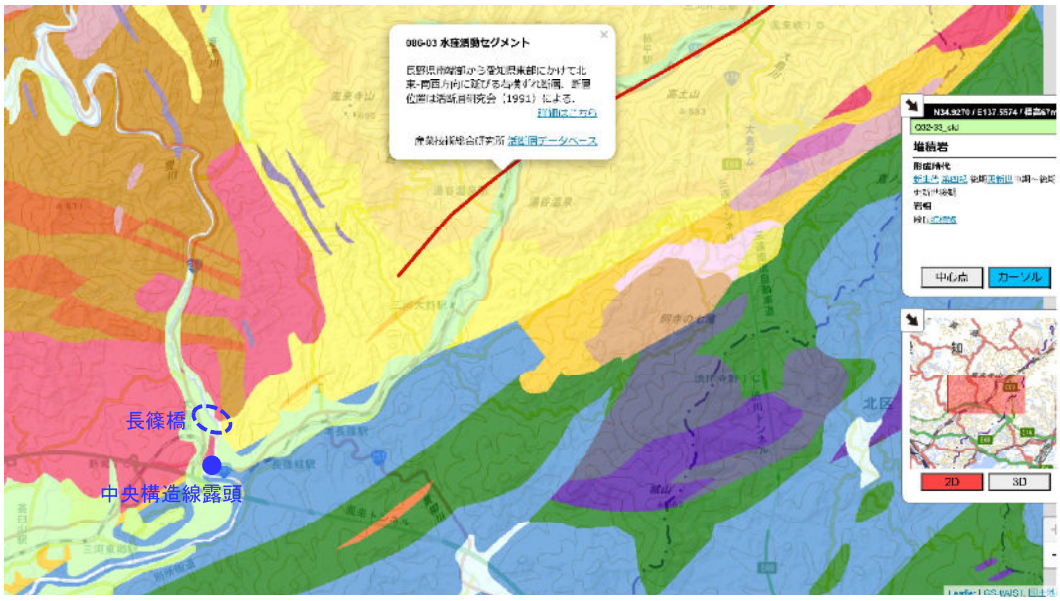
※X軸 「−」表記は右岸側（P1方向）への変化を示す。
Y軸 「−」表記は下流側への変化を示す。
Z軸 「−」表記は沈下を示す。

○ P1側、P2側が動いているかついては、近隣の電子基準点の動きを確認し、広範囲で動いているのか長篠橋付近のみ動いているのかについてはトータルステーションの測量結果を踏まえて考察する必要がある。
○ 長期間の地盤変動や、何らかをきっかけにした基礎地盤の変位などが関係していることも考えられ、今回計測した期間で変位が増えなかったことが今後も変位が増加しないということを担保しているわけでないと考える。

③地盤調査

長篠橋周辺の地質状況

○ 豊川沿いに分布する新生代第四紀更新世の堆積岩（主に砂岩を主体とした地山）
○ 中央構造線が走行しており複雑な地質状況を示す。
○ 水窪活動セグメント（活断層）を延長した箇所に位置する。

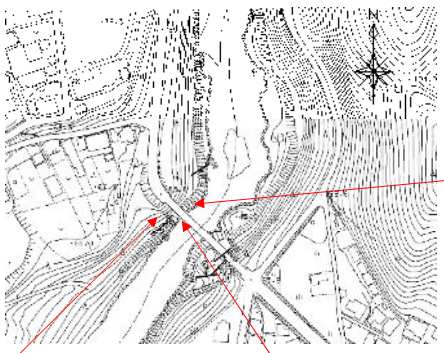


出典：産総研地質調査総合センター，20万分の1日本シームレス地質図V2（https://gbank.gsj.jp/seamless/）

地質調査（P1・右岸側）　令和6年5月1日調査実施

○ 砂岩主体。右岸側はφ20mm前後の亜角礫の礫を含む粗粒～中粒砂岩主体。薄く頁岩を挟む。
○ 高角流れ盤の層理面亀裂が発達し亀裂間隔は20～30cm主体。
○ 河川侵食による前面および脚部侵食による応力解放に伴い、剥離状に崩壊している。
○ 一部破砕状の亀裂面があり、その面に沿った崩壊が進行している。

橋脚基礎部直下で抜け落ちが見られ崩壊が進行する可能性がある



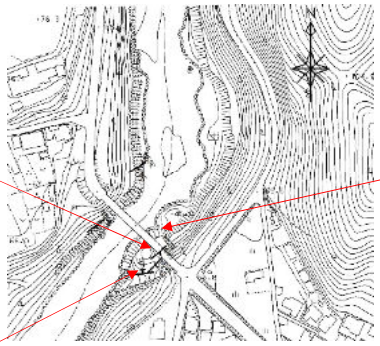
橋脚基礎の側面（上流側）

剥離状に崩壊

流れ盤の層理面亀裂発達

○ 砂岩主体。左岸側は礫の混入少ない中粒～細粒砂岩主体。岩盤表層は全体に風化するも硬質。
○ 左岸側は高角受盤の層理面亀裂が発達する。
○ 全体に堅硬であるが、亀裂の緩みや河川に平行する破砕帯に沿った侵食谷が見られる。
○ 河床付近は比較的安定した砂岩が連続する。

トップリング的な崩壊は見られない



河川に平行する破砕帯に沿った浸食谷

橋梁の下流側では受盤（南落ち）
から北落ちに変化
（微褶曲が発生）

道路排水によるガリー浸食
基礎の安定性に影響は無い

高角受盤の層理面

（4） 損傷要因の推定

①解析による損傷要因の推定

新城市 Shinshiro City

○ 健全時の解析モデルに対し、①支点移動の影響、②レベル１地震の影響、③活荷重をそれぞれ作用させて構造解析を行い、現在の変形に至った要因について推定
○ 今後、支点移動が進行した場合やレベル１地震が発生した場合を想定し、崩壊の可能性を検討。
○ 本検討で使用した解析モデルの要素や結合条件は、以下のとおりとした。
そのため、床版の破壊や床版と桁の接合部の非線形化は考慮されないモデルとなっている。
・ 床版は非線形梁要素でモデル化
・ 床版と横桁の接合部は剛結

- **解析ソフト**：SeanFEM
- **要素**

床版 ： ファイバー要素（非線形） →
縦桁,横桁,補剛桁,上横構,下横構,支柱,対傾構 ： ファイバー要素（非線形）
アーチリブ ： シェル要素（非線形）、一部はファイバー要素（非線形）

床板は非線形はり要素のファイバーモデル

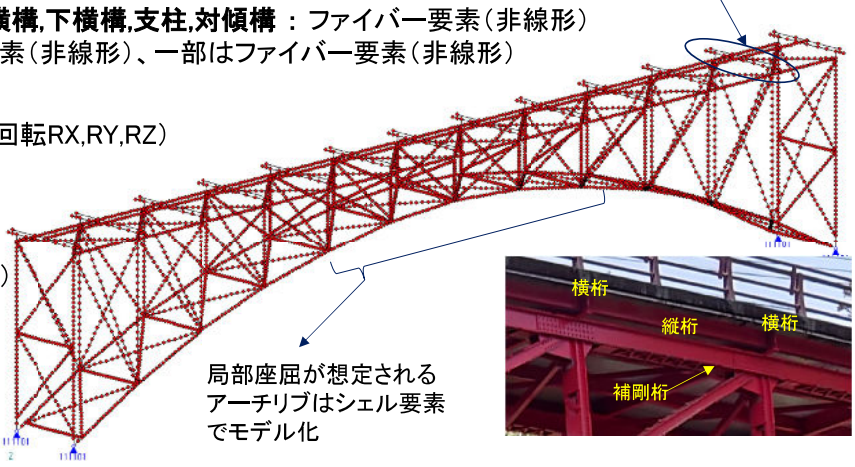
- **要素間結合条件**

・横桁と補剛桁：ピン（回転RX,RY,RZ）
・支承 ： ピン(回転RY)
上記以外は全て剛結

- **鋼種**

St39(大正13年示方書)
※H24道路橋示方書P529 付録2 鋼道路橋の許容応力度の変遷より

床版は、横桁部のみで補剛桁と結合



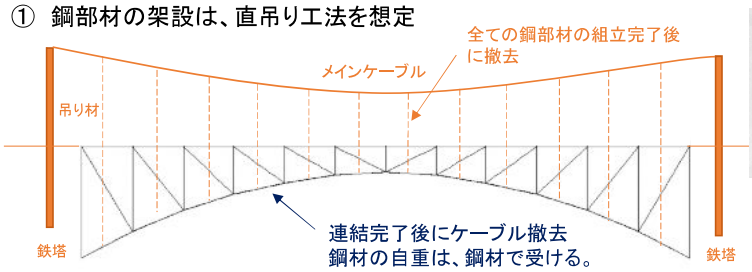
局部座屈が想定されるアーチリブはシェル要素でモデル化

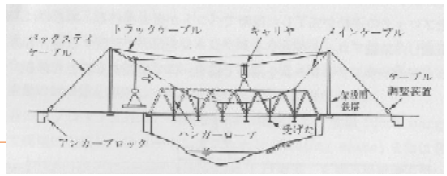
架設影響の考慮

新城市 Shinshiro City

○ 架設は直吊り工法を想定し、床版の重量は後死荷重として考慮※

① 鋼部材の架設は、直吊り工法を想定

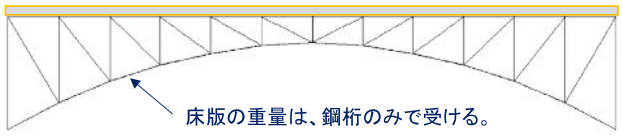




ケーブルエレクション直吊り工法

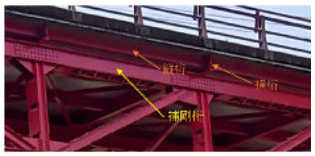
(社)日本建設機械化協会:鋼橋架設工事の積算、1991より

② 床版打設:鋼材断面のみで抵抗している状態



※ 本来であれば、建設当時の設計思想から死荷重キャンバーも付加し、最終的なキャンバー形状に合わせる必要があるが、本解析では、道路縦断やキャンバーは考慮しておらず③の状態では、②の状態から応力のみを引き継ぎ、路面高は水平としている。

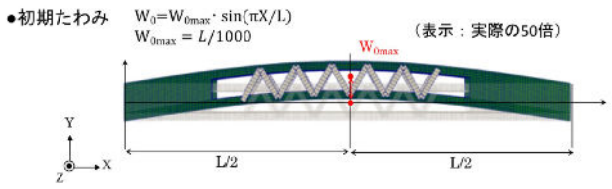
③ 床版打設後:床版断面も含め抵抗している状態
横桁を介して補剛桁へ荷重を伝達するため、完成後の荷重は床版断面も含め抵抗する。

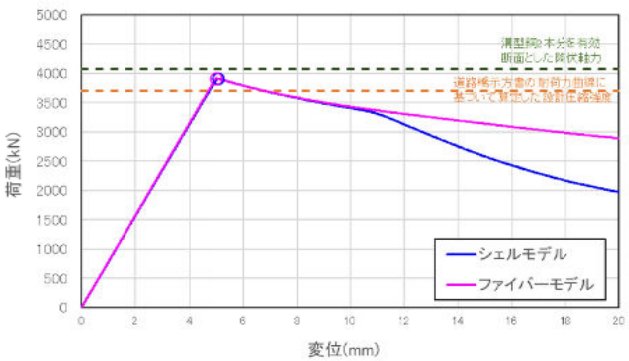


シェル要素のモデル化

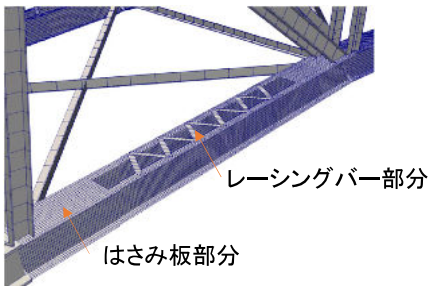
新城市 Shinshiro City

○ シェル要素でモデル化したアーチリブの部材のP-δの関係は下図のとおりで、最大荷重までは、圧縮力と軸方向変位の関係は、非線形のはり要素と同様

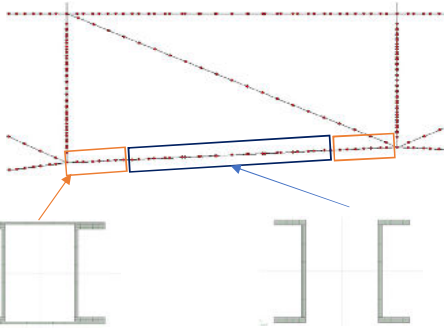




□ シェルモデル



□ はりモデル(ファイバーモデル)



はさみ板部分
カバープレートも含めた断面

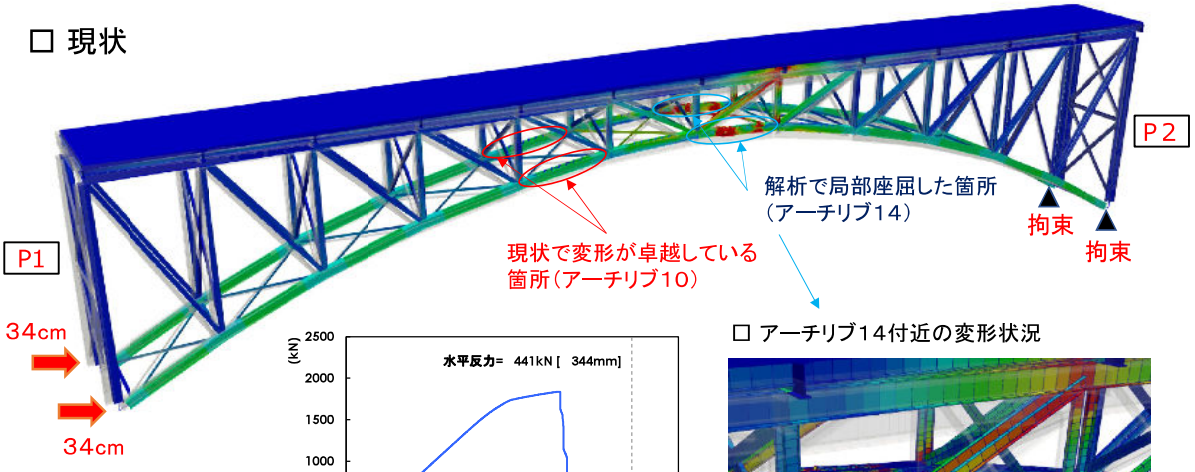
レーシングバー部分
形鋼のみの断面

支点移動の影響に関する解析結果 ①

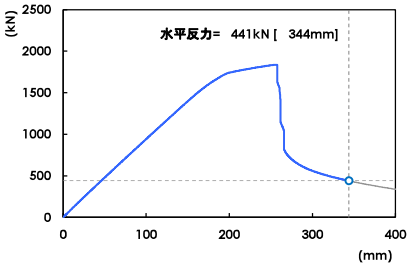
新城市 Shinshiro City

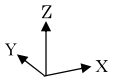
○ 橋全体の形状の把握から得られた情報等から、健全時のモデルについて、P2の支点部を拘束し、P1の支点部へｘ方向（橋軸方向）の強制変位を与えた。

□ 現状



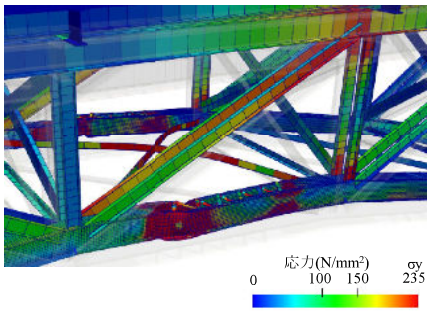
＊34cm の根拠
形状の把握より
橋長 60.07m − 59.73m





横軸（変位）：P1のX方向変位（強制変位）
縦軸（力）：力の単位 ＝ (P1) − (P1$_0$)
P1：載荷点反力
P1$_0$：死荷重時反力（架設系考慮）

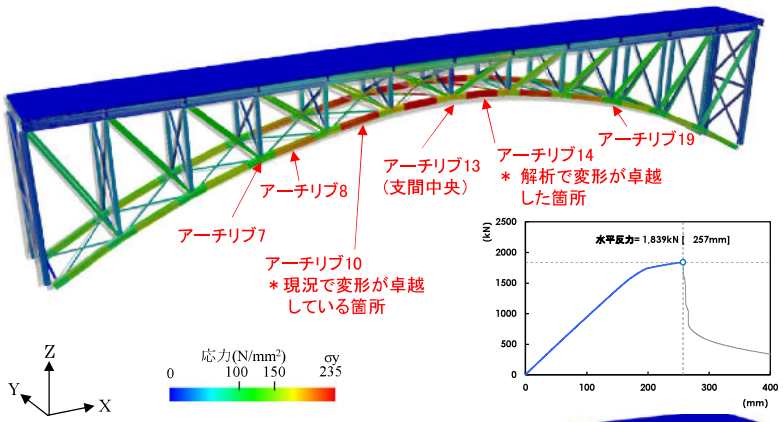
□ アーチリブ14付近の変形状況



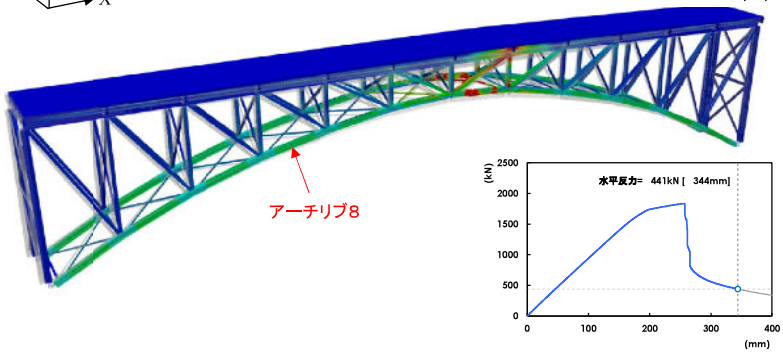
支点移動の影響に関する解析結果 ②

新城市 Shinshiro City

○ ｘ方向の水平反力がピークに達する時点では、アーチリブの中央部で高い圧縮応力が発生



<u>ｘ方向の水平反力がピーク時</u>
水平反力がピーク時では、支間中央（アーチリブ13）を挟んだアーチリブ7から19で、比較的高い圧縮応力が発生している。
＜参考＞
アーチリブ8　－209N/mm2
アーチリブ10　－235N/mm2



<u>現状</u>
座屈が生じた後は、損傷部以外のアーチリブ部材では応力が低い値となっている。
＜参考＞
アーチリブ8　－96N/mm2

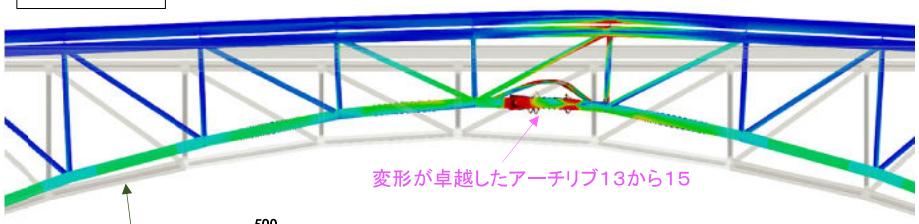
支点移動の影響に関する解析結果 ③

新城市 Shinshiro City

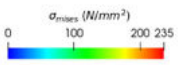
○ 損傷位置付近の補剛桁が、最大42cm上昇
○ 支点移動量を強制変位として与えたケースでは、支間中央付近のアーチリブの変形が卓越した。
ただし、位置や形状は、現状と異なる。要因としては、各部の形状の初期不整や初期応力分布が実際の橋の座屈形状には影響を与えることや、今回の数値時解析では、現状の全体形状や座屈形状などから、初期のキャンバー、形状、応力分布の逆算までは行っていないことが上げられる。

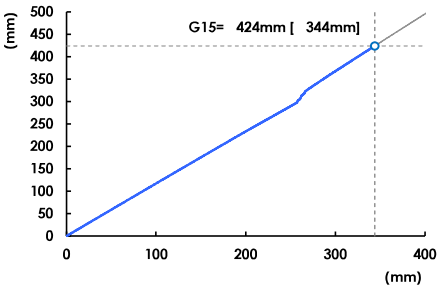
□ 解析結果

変形倍率 ×3



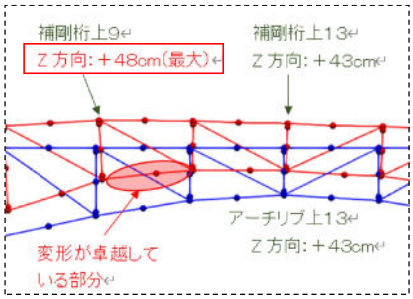
平成26年度 修繕委託時
わずかに変形している。





横軸（変位）：P1の水平方向変位（強制変位）
縦軸（変位）：補剛桁15での鉛直変位

※ 橋全体の形状の把握資料より



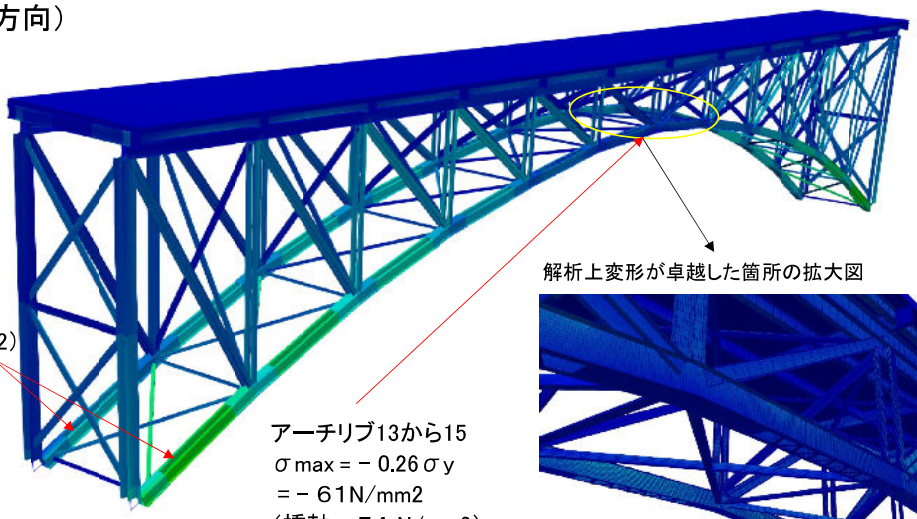
レベル1地震の影響に関する解析結果（健全時）

新城市 Shinshiro City

○ レベル1地震波を入力した動的解析では、全ての部材が降伏しない。
○ アーチリブでは、基部付近で比較的高い応力が発生

□ 解析結果（橋軸直角方向）

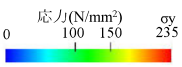
入力地震波　道示波L1地震動（Ⅰ種地盤）



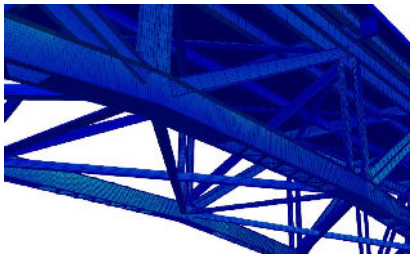
アーチリブ基部
σmax = − 0.55σy
= − 129 N/mm2
（橋軸 − 92 N/mm2）

アーチリブ13から15
σmax = − 0.26σy
= − 61N/mm2
（橋軸 − 54 N/mm2）

コンター図
アーチ基部で最大応力発生時 5.33秒時



解析上変形が卓越した箇所の拡大図



※ 固有周期は0．49秒（1次モード）

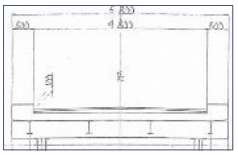
活荷重の作用に関する解析結果 ①

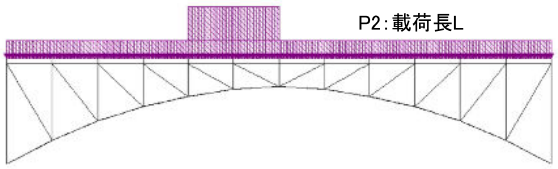
新城市 Shinshiro City

○ L荷重を移動載荷させた状態では、部材は降伏しない。
○ アーチリブ部材では、基部付近で比較的高い応力が発生

□ 荷重条件（L荷重）

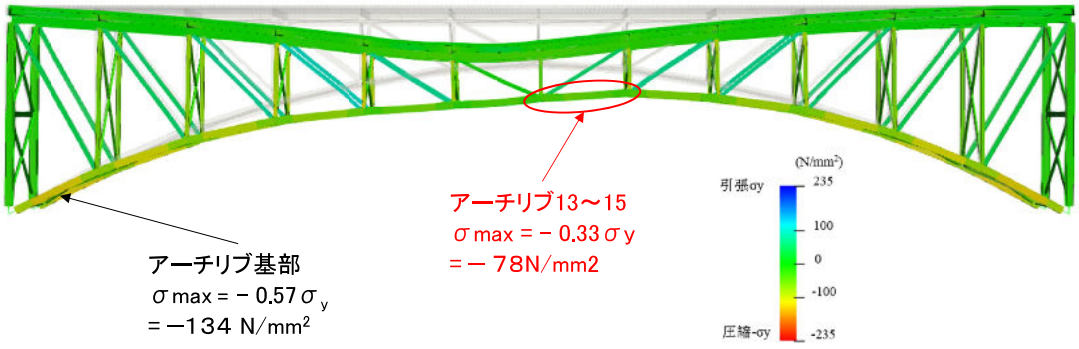
等分布荷重p1 = 10 kN/m2　　載荷長D = 10m
等分布荷重p2 = 3.5 kN/m2
衝撃係数 i = 20/(50+L) = 0.18
※ 有効幅員は4.8mのため、道路橋示方書の
　主載荷範囲幅5.5mを超えない。





□ 解析結果

変形倍率 ×100

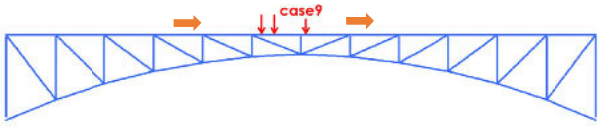


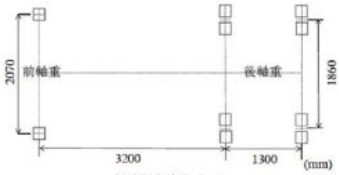
活荷重の作用に関する解析結果 ②

新城市 Shinshiro City

○ 車両荷重を移動載荷させた状態では、部材は降伏しない。
○ 偏心載荷させた場合でも、上下流のアーチリブに発生する応力は、ほぼ同じ

□ 荷重条件（車両荷重を移動載荷）



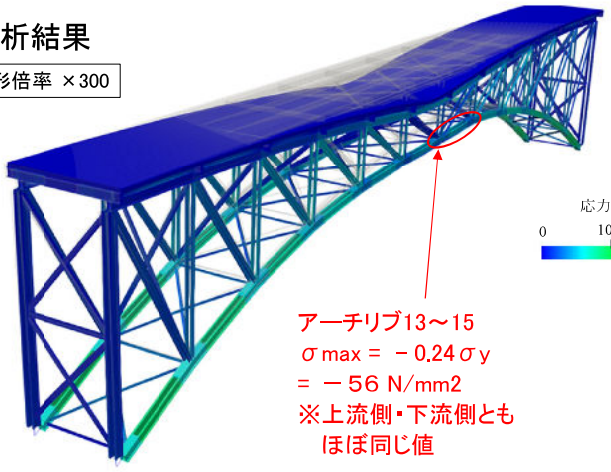


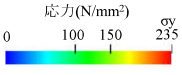
軸重測定結果（kN）

前軸重	後軸重	総重量
56.6	143.4	200

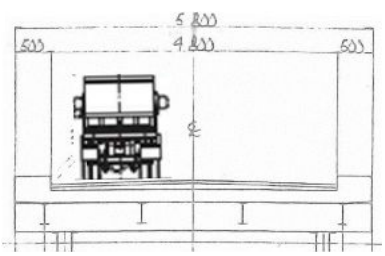
□ 解析結果

変形倍率 ×300



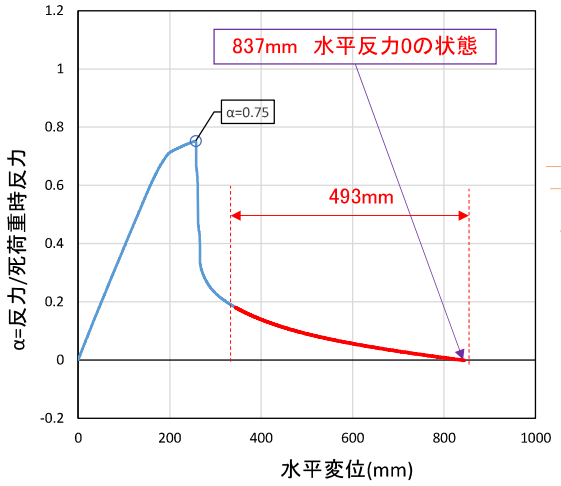


上流側に偏心載荷



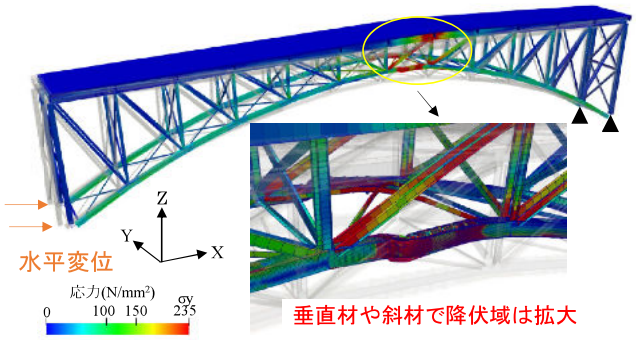
○ 床版と桁、桁同士の接合部の非線形化や床版の破壊が考慮されない条件のモデルにより、今後、P1支点部がさらに内側（川側）へ移動した場合を想定した数値解析を実施

□ 現状からの漸増解析結果

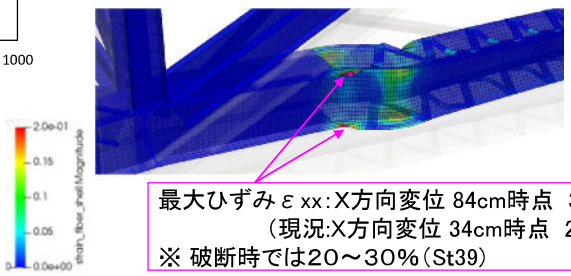


現状からP1支点部のX方向変位を漸増させていった場合では、変位が84cmの時点でX方向の水平反力が0となった。

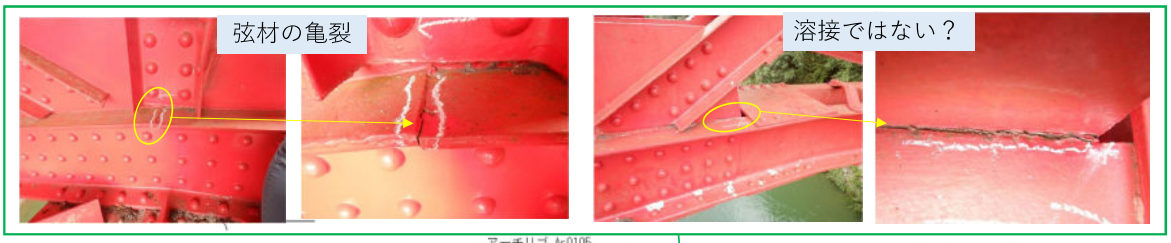
□ 応力のコンター図（X方向変位84cmの時点）



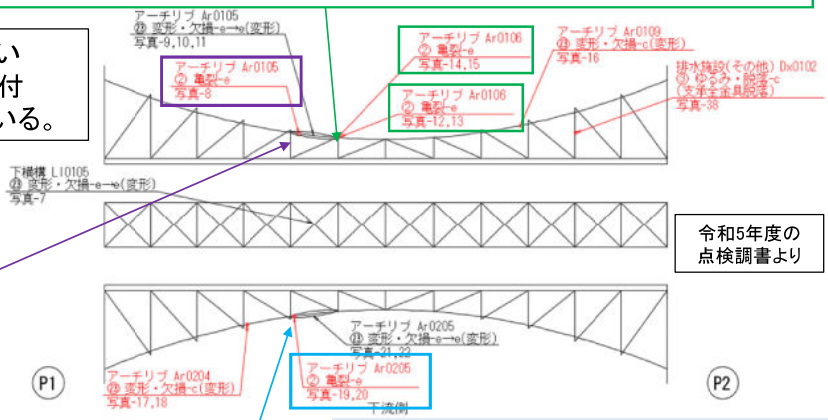
□ ひずみのコンター図（X方向変位84cmの時点）

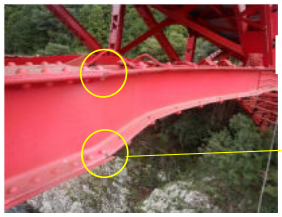


最大ひずみ εxx：X方向変位 84cm時点　31%
（現況：X方向変位 34cm時点　24%）
※ 破断時では20～30%（St39）



○ 現橋では、変形が卓越しているアーチリブ部材の接合部付近では、き裂が確認されている。





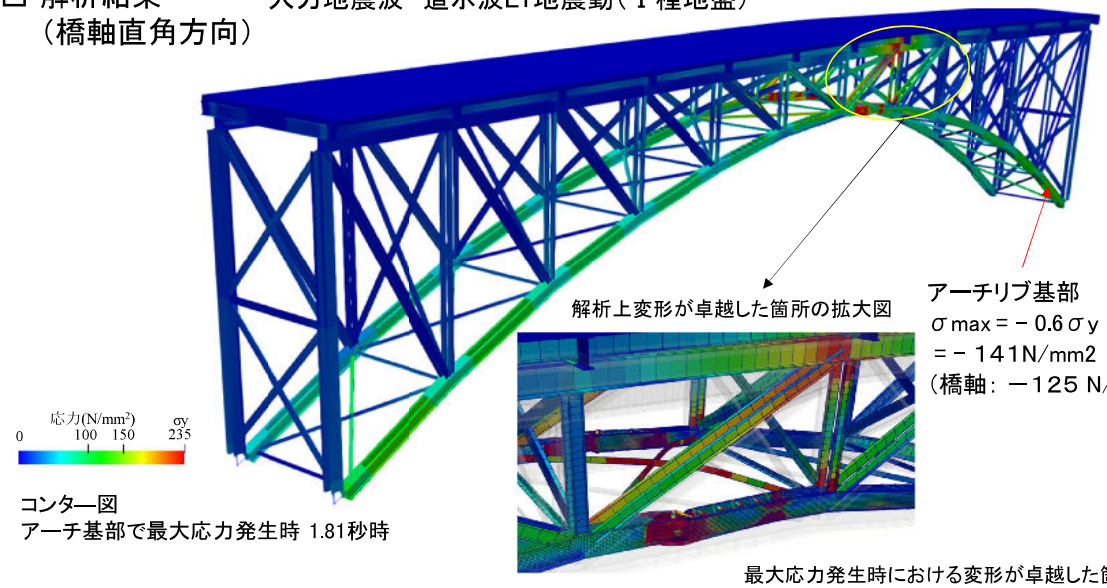
溶接ではない？について

長篠橋の各部材は、リベットによって接合されているため、ガセットと弦材を溶接をする必要はないと考える。このため、塗り重ねられた塗膜の亀裂、もしくは、滞水防止のパテ材の亀裂と考えらる。
しかし、当初架設時にガセットを溶接して一時的に固定していた可能性も考えれれるが、その場合でもガセットや弦材には亀裂が進展していないので、荷重伝達には設計上もともと考慮されていない部分であると考える。

○ 床版と桁、桁同士の接合部の非線形化や床版の破壊が考慮されない条件の損傷後モデルにより、レベル1地震が発生した場合を想定した数値解析を実施

□ 解析結果（橋軸直角方向）

入力地震波　道示波L1地震動（Ⅰ種地盤）



コンター図
アーチ基部で最大応力発生時 1.81秒時

解析上変形が卓越した箇所の拡大図

アーチリブ基部
σmax＝－0.6σy
＝－141N/mm2
（橋軸：－125 N/mm2）

損傷後（現状）のモデルに、レベル1地震波を入力した動的解析では、応答変位は発散せず、挙動は安定

最大応力発生時における変形が卓越した箇所のコンター図は、入力前（支点移動の影響に関する解析結果 ①のスライド）におけるコンター図とほぼ同様。

全体の形状把握/損傷要因の推定

新城市 Shinshiro City

○ まとめ

- 橋全体の形状の把握では、変形が卓越したアーチリブ部材は、アーチリブの支間中央付近で確認されていることや、その部分を中心とし橋全体が鉛直上向きに変位している形状として把握された。
- 把握された形状は、支点移動を強制変位として与えた解析結果と類似していることから、支点の移動が主な損傷要因と考えられる。
- レベル1地震の影響や活荷重を作用させた数値解析でも、支間中央部付近のアーチリブには0．2～0．3σy程度の圧縮応力が作用する結果となったことから、今後、工事車両の通行や発生確率の高い地震が発生した場合であっても、座屈が進行し、安全性がさらに失われる可能性も考えられる。
- 今後、さらに支点移動が進んだ場合や頻度の高い地震が発生した場合では、床版と横桁の接合部や横桁と補剛桁の接合部が外れたり、床版が破壊することで橋全体が突発的に崩壊に至ると考えられる。今回実施した数値解析は、床版や桁と床版や桁同士の接合部や床版は常に健全であると仮定した条件での結果を示しており、今回の計算結果は、原因の推定には有効な結果ではあるが、橋の安全余裕の評価には十分なものではない。

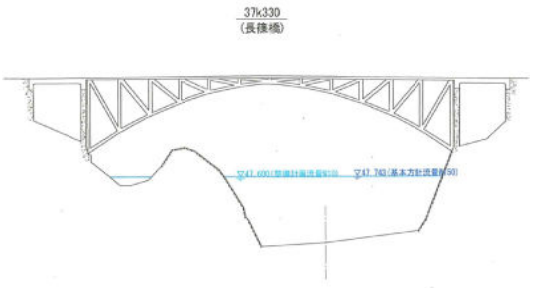
②地盤調査による要因分析の推定

新城市 Shinshiro City

○ まとめ

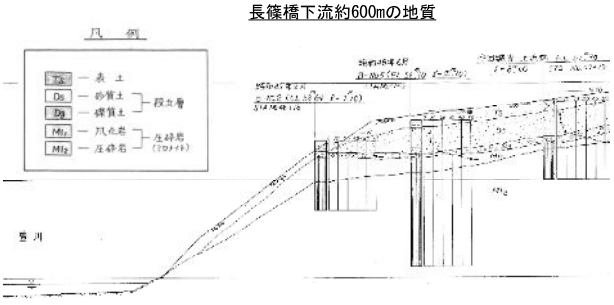
- P1（右岸側）
  高角流れ盤の層理面亀裂は発達し、河川浸食により剥離状に崩壊したと思われる。
  橋脚背面や表層地盤に顕著な変状は現れておらず、支点移動が明瞭であるか判断はできないが橋脚基礎下部の岩盤状況から基礎地盤ごと時間をかけて地盤移動しており結果、支点移動に繋がりアーチリブの変形に至った可能性が高いと考える。ただし、今後も必ずしもゆっくりと崩壊するとも限らず岩の抜け落ちなど局所的な崩落は、たまった応力が一気に解放されることも考えれる。

- P2（左岸側）
  風化に伴う亀裂が発達し、ブロック化した岩塊が抜け落ちてはいるが全体的に受け盤形状であり、トップリング的崩壊は見らないことから右岸側に比べ地盤の動きは小さいと考える。



令和5年度 愛知県整備計画資料より

長篠橋下流約600mの地質



昭和57年度 長篠大橋地盤調査報告書資料より（右岸側）

（5） 今後の対応

今後の対応

新城市 Shinshiro City

○ 既に床版、又は、床版周りにかなり力が入ってしまっていることが疑われ既存の撤去工事とはかなり条件が違うことから、撤去工事を行う場合も、床版を外しても落橋しないぐらいの大規模な仮設や補強が必要となることが想定されるため、十分な検討を行う。

○ 当面の安全性の評価や撤去工事等の検討として数値解析を行う場合は、以下の点に留意する。

- 道路縦断や架設の過程を想定したキャンバーについて可能な限り考慮する。
- 現在の橋の状態を再現する場合は、現橋の計測結果で確認されている水平方向のねじれたような状態など、水平方向の変形にも注意を払い実際の形状と可能な限り一致させる。
- 床版と横桁や桁同士の接続部や床版の破壊など、モデル化が難しいケースはそれらの破壊に対するパラメトリックスタディを行い、橋全体の形状保持に対する影響を含め検討する。

○ 近隣の電子基準点の動きを確認することで、広い範囲で動いているのか長篠橋付近でローカル動いているのかについて把握する。

○ 定期的な計測における形状把握では、気温の影響も考えられることから日時を明確にする。

（6） 委員会からの提言

新城市 Shinshiro City

本検討会を総括し委員からの提言をまとめた。

設立目的である「長篠橋の撤去あるいは補修方法の方針について検討・決定をおこなうにあたり、工学的な観点から必要な事項について審議し助言等を行うことを目的とする。」ことから全2回にわたり議論をおこなった。

○ 損傷要因として疑いのある支点移動の影響、地震の影響、活荷重の影響それぞれに対して解析的に検討した結果、地震及び活荷重に対してはアーチ基部付近の応力が卓越し、他方、支点移動に対しては厳密な損傷位置は違うものの、アーチリブの支間中央付近で高い応力発生していることが確認された。これらのことから、主な損傷要因として支点移動の影響の可能性が高いと考える。

○ 長期的な信頼性を考慮し、地盤変動の可能性も考えて補修後のリスクを回避する観点からも撤去するという考え方は適切と考える。

○ 局部的に変形している部分だけでなく、橋全体として多くの部材が変形していることから、補修を行うにしてもかなり大規模なものとなることが想定される。

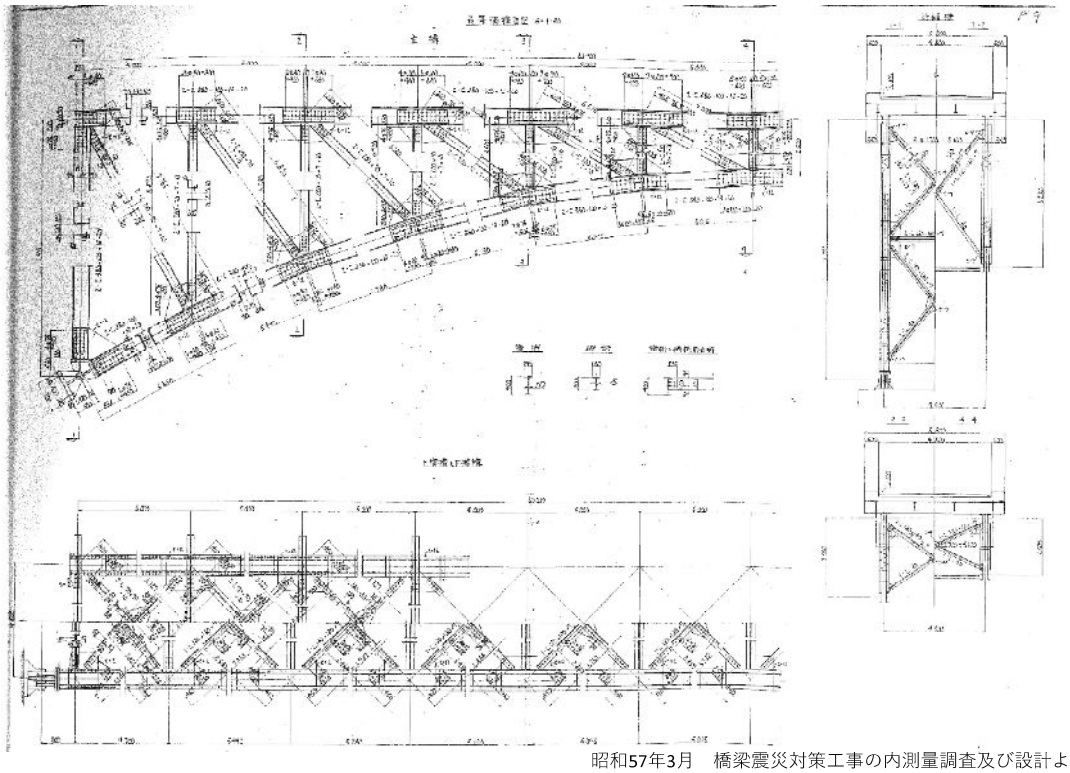
○ 突発的な崩壊も考えられるので、暫定的な供用を行うことは道路管理上の危険性が高い。

以上のことから、長篠橋を撤去することは妥当であると意見がまとめられた。

（7） 参考資料

測量・解析に使用した既存図面

新城市 Shinshiro City



昭和57年3月　橋梁震災対策工事の内測量調査及び設計より

第１回長篠橋対策検討会実施状況（令和６年４月３０日）

新城市 Shinshiro City

現地確認状況

検討会実施状況

第２回長篠橋対策検討会実施状況（令和６年１１月５日）

新城市 Shinshiro City

検討会実施状況