

橋 本 道 路 垂 井 高 架 橋 供用後モニタリング

中 間 報 告 書

2012年5月

目次

序 ----- 1

1. はじめに ----- 1

2. モニタリング概要 ----- 5

2. 1 モニタリングの目的 ----- 5

2. 2 計測器配置図 ----- 6

2. 3 ひび割れ点検箇所図 ----- 7

2. 4 システム構成図 ----- 8

2. 5 閾値の設定 ----- 9

3. 計測器によるモニタリング状況 ----- 11

3. 1 閾値に対する常時監視 ----- 11

3. 2 たわみ ----- 11

3. 3 たわみに対するクリープの影響 ----- 11

3. 4 たわみに対する温度の影響 ----- 14

3. 5 橋の伸縮 ----- 15

4. ひび割れの状況 ----- 16

4. 1 現在のひび割れ点検方法 ----- 16

4. 2 ひび割れの変化 ----- 16

5. その他の定期点検 ----- 17

5. 1 橋体の振動測定 ----- 17

5. 2 鉄筋の腐食 ----- 17

5. 3 その他の点検 ----- 18

6. 今後のモニタリングへの参考知見 ----- 19

6. 1 ひび割れ点検方法の推移 ----- 19

6. 2 トラブル事例 ----- 22

7. 参考資料 ----- 25

序

橋本道路垂井高架橋は、平成 14 年 4 月に竣工したが、上部工にたくさんのひび割れと変形が確認された。委託をうけて、土木学会の「垂井高架橋損傷対策特別委員会」において、原因の究明と補修・補強等の対策に関する検討が行われた。この検討結果をもとに、各種の補修・補強が行われ、平成 19 年 8 月より供用されている。土木学会の「垂井高架橋モニタリング評価委員会」では、下記のような目的と内容で、供用後 10 年間モニタリングを実施している。

＜モニタリングの目的＞

- ・補修対策の効果の持続性の確認
- ・供用後における想定外の事象に対する備え
- ・周辺住民に対する安全情報の提供

＜モニタリングの内容＞

- ・常時監視：桁たわみ、支承変位、ひび割れ幅、外ケーブル張力、等
- ・定期点検：ひび割れ幅、剥落防止シート、鉄筋腐食、等
- ・臨時点検：支承、剥落防止シート、等

供用後、継続して行われている垂井高架橋のモニタリングの結果は、毎年開催される委員会の資料として土木学会のホームページに掲載されている。このモニタリングの方法と結果は、研究用としても価値が高く、また他の橋梁のモニタリングを行う際の参考にもなる。しかしながら、委員会資料のままでは分かりにくい。そこで、4 年間のモニタリングの結果を分かりやすく整理して、中間報告としてまとめることとなった。平成 23 年 9 月に開催した委員会において、垂井高架橋が健全な状態に保たれていることを確認している。

＜モニタリングの途中段階の主な結果＞

- ・桁のたわみ変化は、安定しており、閾値以内にある。
- ・支承のせん断変形量は、許容値以内で推移している。
- ・ひび割れの幅は安定しており、新たなひび割れの発生はほとんどない。
- ・注入したひび割れで、再度開いたものはない。
- ・上床版からの漏水はなく、鉄筋の発錆もない。
- ・落雷によるデータ欠測、小動物による被害、計測装置の劣化等のトラブルがあった。

最後に、膨大なモニタリングの作業を緻密に行うとともにデータを整理しておられる関係者の方々と、委員会の委員ならびに関係者の方々に、お礼申し上げる。

平成 24 年 5 月
垂井高架橋モニタリング評価委員会
委員長 六郷 恵哲

1. はじめに

国土交通省近畿地方整備局が和歌山県橋本市隅田町垂井に建設した垂井高架橋は、平成14年4月に竣工したが、1年半経過した平成15年10月、上部工にひび割れが発見された。

詳細な調査を行ったところ、上部工には多くのひび割れが発生しており、上部工自体も設計で想定していない変形を生じていた。この橋は、平成18年春に供用が予定としていた京奈和自動車道、橋本道路の一部をなしており、国土交通省近畿地方整備局としては、早急に対応する必要があることから、土木学会に原因の究明、現時点での耐荷性能、補修・補強対策等に関する調査を委託した。

この委託を受けて、土木学会コンクリート委員会では、平成17年4月から「垂井高架橋損傷対策特別委員会」を組織し、学術的な観点から原因の究明、健全度の評価および補修・補強等の対策の検討を行い、平成17年9月に中間報告を公表した。

この中間報告をもとに、近畿地方整備局は日本高圧コンクリート（株）のかし修補工事を承認した。

土木学会コンクリート委員会では、「垂井高架橋の損傷に関する調査特別委員会」を組織し、工事に対する技術的な検証、審議、指導を行った。

垂井高架橋のかし修補工事は、平成18年10月より開始され、平成19年6月に完了、同年8月より供用が開始された。

近畿地方整備局では、供用後10年間モニタリングを実施することとしており、モニタリング計測および評価を改めて土木学会へ要請した。これを受けて土木学会では、技術推進機構に「垂井高架橋モニタリング評価委員会」を組織し、平成19年度から活動することとなった。

平成13年1月
～平成14年4月 垂井高架橋上部工事

平成15年10月
～平成16年12月 監督職員による、ひび割れの発生確認
ひび割れ調査等を実施

平成17年1月～4月 施工者と原因究明等について検討

平成17年4月 原因究明のため、土木学会へ委託
(垂井高架橋損傷対策特別委員会の設置)

平成17年9月 土木学会の特別委員会による中間報告

平成18年6月 近畿地方整備局が施工者の提案を承認。
設計図書および施工計画書の作成を指示

平成18年7月 垂井高架橋の損傷に関する調査特別委員会
～平成19年7月 (委員会3回、主査幹事会2回、各分科会のべ16回開催)

平成18年9月 施工者が設計図書および施工計画書を提出

平成18年10月 近畿地方整備局では検討事項等について指示を伝達。
設計図書および施工計画書について了承。

平成18年10月 地元説明会を開催
かし修補工事着手

平成19年6月 かし修補工事完了

平成19年7月 近畿地方整備局が土木学会へ供用後のモニタリング計測・
評価を要請

平成19年8月 供用開始

平成20年3月 第1回垂井高架橋モニタリング評価委員会 開催

平成20年10月 第2回垂井高架橋モニタリング評価委員会 開催

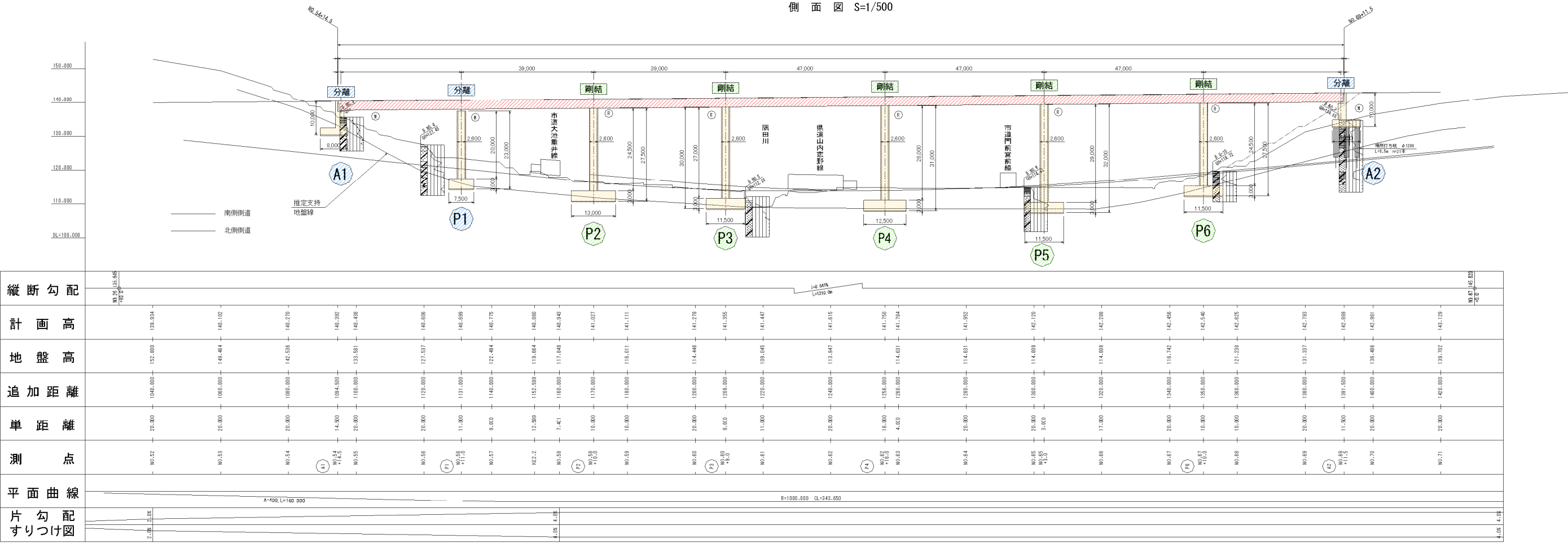
平成21年11月 現地見学会 実施
第3回垂井高架橋モニタリング評価委員会 開催

平成22年8月 第4回垂井高架橋モニタリング評価委員会 開催

平成23年9月 第5回垂井高架橋モニタリング評価委員会 開催

垂井高架橋全体一般図

側面図 S=1/500



平面図 S=1/500

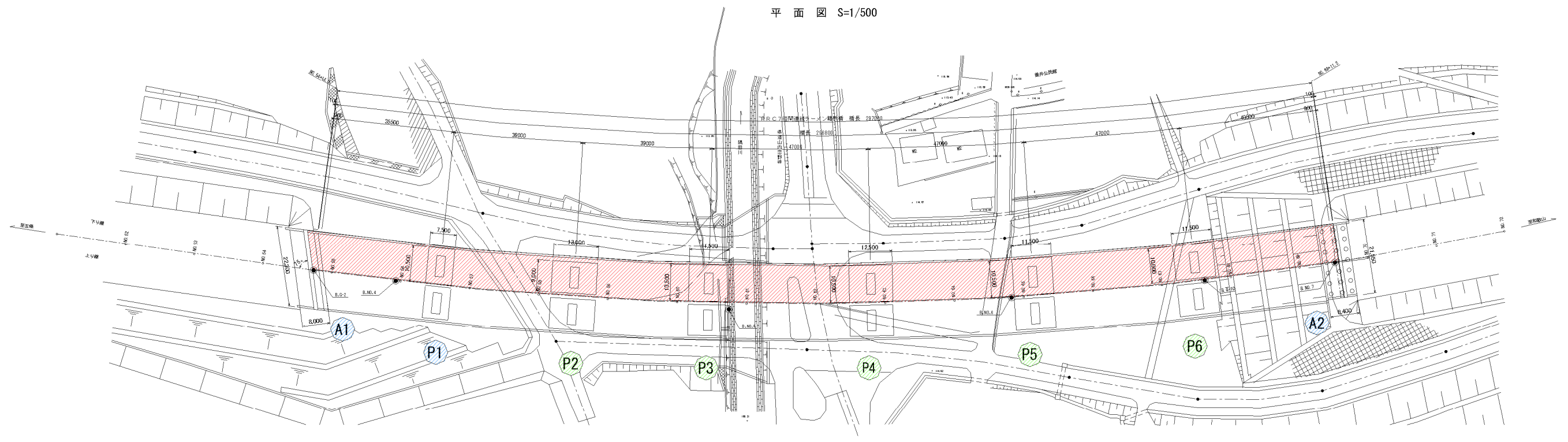
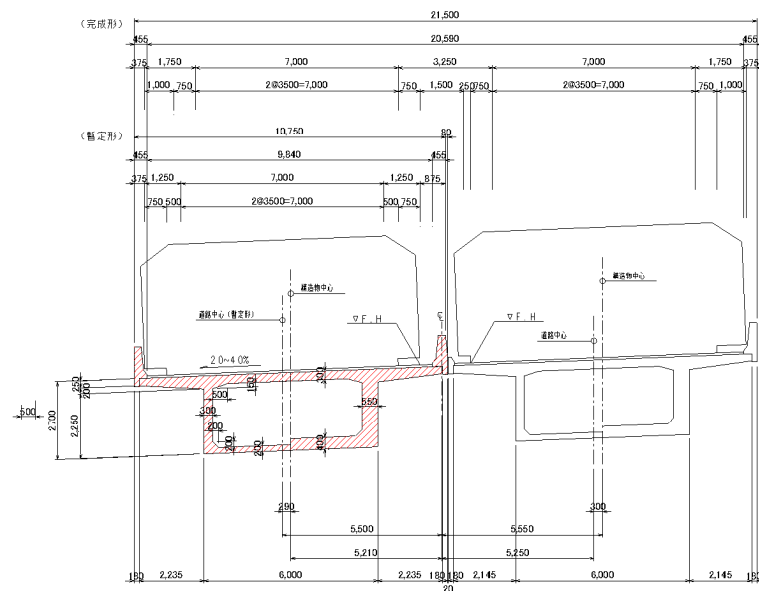
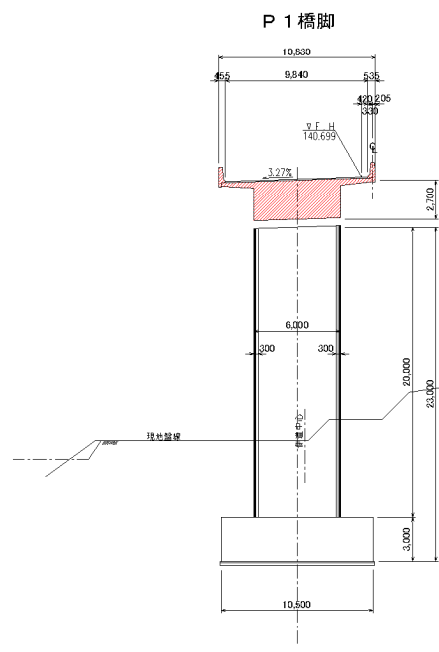


図1-1 垂井高架橋全体一般図(1)

下り線 上り線



P 1 橋脚



Technical drawing of a lamp post (Lampenmast) showing dimensions and components. The drawing includes a base with a 6,000mm width, a central pole with a 6,000mm diameter, and a top armature with a 10,030mm width. The armature has a 4.0% slope and a 14.027° angle. The total height of the pole is 27,500mm, and the armature height is 2,700mm. The drawing is labeled "Lampenmast" and "Lampenmast".

[illegible]

A 1 橋台

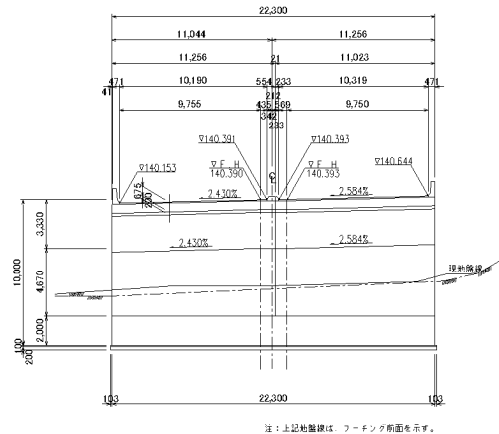


Figure 1: Elevation view of the bridge deck and approach road. The diagram shows a cross-section of the bridge deck with a central vertical axis. The deck width is 21.550m at the top. The deck surface is sloped at 4.0% on both sides. The approach road is shown below the deck, with a 2.0% slope. The bridge piers are shown at the bottom, with a width of 1.83m. The total length of the bridge is 10.000m. The approach road length is 4.64m. The total length of the bridge and approach road is 14.64m. The diagram also shows the bridge piers and the approach road structure.

Technical drawing of a vertical structure, likely a chimney or tower, showing dimensions and construction details.

Key dimensions and features:

- Top cross-section width: 10,830
- Top cross-section height: 2,700
- Main body diameter: 6,000
- Main body height: 28,000
- Base width: 10,500
- Base height: 3,000
- Horizontal line indicating the "埋地管線" (Buried pipe line)
- Labels "200" and "200" on the left side, possibly indicating material or section type.

Figure 1.10 is a technical drawing of a monument, showing a cross-section with dimensions in millimeters (mm). The monument consists of a base, a central shaft, and a top section.

- Base:** The base is a rectangular block with a width of 10,000 mm and a height of 3,000 mm.
- Central Shaft:** The central shaft is a tall, narrow column with a width of 6,000 mm and a height of 27,300 mm. It is supported by a base of 300 mm on each side.
- Top Section:** The top section is a rectangular block with a width of 10,830 mm and a height of 2,700 mm. It features a central part with a width of 650 mm and a height of 420 mm. The top section has a 4.0% slope. The top section is supported by a base of 300 mm on each side.
- Dimensions and Labels:**
 - Overall width: 10,830 mm
 - Overall height: 27,300 mm
 - Base width: 10,000 mm
 - Base height: 3,000 mm
 - Central shaft width: 6,000 mm
 - Central shaft height: 27,300 mm
 - Top section width: 10,830 mm
 - Top section height: 2,700 mm
 - Top section central width: 650 mm
 - Top section central height: 420 mm
 - Top section side height: 420 mm
 - Top section side width: 300 mm
 - Top section slope: 4.0%

4

設 計 条 件	
通 路 規 格	第1種第2線B規格 (完成形) 第1種第3線B規格 (暫定形)
橋 長	207.00m
桁 長	286.80m
設計 間 距	B 活 荷 重
形 式	上 部 工 P R C 7 段 間 連 続 統 一 梁 箱 桁
	下 部 工 R C 単 柱 橋 脚
	基 礎 工 杭 基 礎、 灌 注 基 礎
支 間 長	35.5+2*69.0+3*847.0+40.5
有 効 幅 員	9.60 (暫定形)
斜 面 角	A 1橋台75°、 A 2橋台90°
橋 脚 勾 配	2.0%~4.0% 片勾配
縱 断 勾 配	0.841%
設計 水 平 渠 流	附設性航B渠 (渠法1: K=0.2)
使 用 材 料	コンクリート 上 部 工 $\sigma_{ck}=38\text{N}/\text{mm}^2$ 下 部 工 $\sigma_{ck}=24\text{N}/\text{mm}^2$ 基 礎 工 $\sigma_{ck}=24\text{N}/\text{mm}^2$
	P C 鋼 材 縦筋:S212, S278 (SFR7B)、横筋:S21.5 (SFR19 プレグラウトPC鋼材)
	鉄 筋
通 用 示 方 書	設計規費 (案) (近畿地方整備局) 平成7年4月 道橋指示方書-V 道橋指示方書協会 平成8年12月

2. モニタリング概要

2. 1 モニタリングの目的

モニタリングは、下記に示す目的のために実施し、変状、変位、損傷状況の把握を行うことである。

- ①対策効果の持続性の確認
- ②供用後における想定外の事象に対する備え
- ③周辺住民に対する安全情報の提供

表-2.1 モニタリング項目一覧

種類	測定部位	主な目的	方法	頻度
常時監視	桁たわみ	桁のたわみの変化により変位を確認	水管式沈下計（7点）	常時 1時間毎 赤枠は当初から閾値を設定し監視する項目
	橋脚付け根部ウェブ変形	P2橋脚ウェブ付近の斜めひびわれの動きを観察し、変形の有無を確認	光ファイバー（12点）	
	支承の変位	支承の変位量により状態を確認	変位計（9点）	
	ひび割れ幅	新たなひびわれ発生の把握、既存ひびわれの進展を確認	亀裂変位計（12点）※	
	上下床版平均ひずみ	上下床版のひずみの動きを確認	光ファイバー（上下各2点）※	
	外ケーブル張力	張力の変動を測定、予備ケーブル緊張の有無を判断	ロードセル（4点）	
	桁内外の温度	各種計測データーへ温度影響をインプット	熱電対（12点）	
定期点検	ひび割れ幅	新たなひびわれ発生の把握、既存ひびわれの進展を確認	目視	1回／年
	上床版下面の変位	上床版下面の変位から床版の状態を確認	目視 デジカメ	
	支承	支承本体・変位制限装置の状態確認	目視	
	剥落防止シートの状態	剥落防止シートの状態を確認	目視	
	鉄筋の腐食	鉄筋の腐食を計測する事により耐久性を確認	自然電位	2年に1回実施、また、臨時点検において異常があった場合にも実施
	橋体の振動特性	橋の振動特性を計測する事により剛性低下の有無を確認	加速度計	
臨時点検 * 震度4以上の地震時及び異常時	上床版下面の変位	上床版下面の変位から床版の状態を確認	目視	随時
	支承	支承本体・変位制限装置の状態確認	目視	
	剥落防止シートの状態	剥落防止シートの状態を確認	目視	

※1）初年度実施した初期（1 年程度）の状態確認から引き続いて計測を行っている項目。

2. 2 計測器配置図

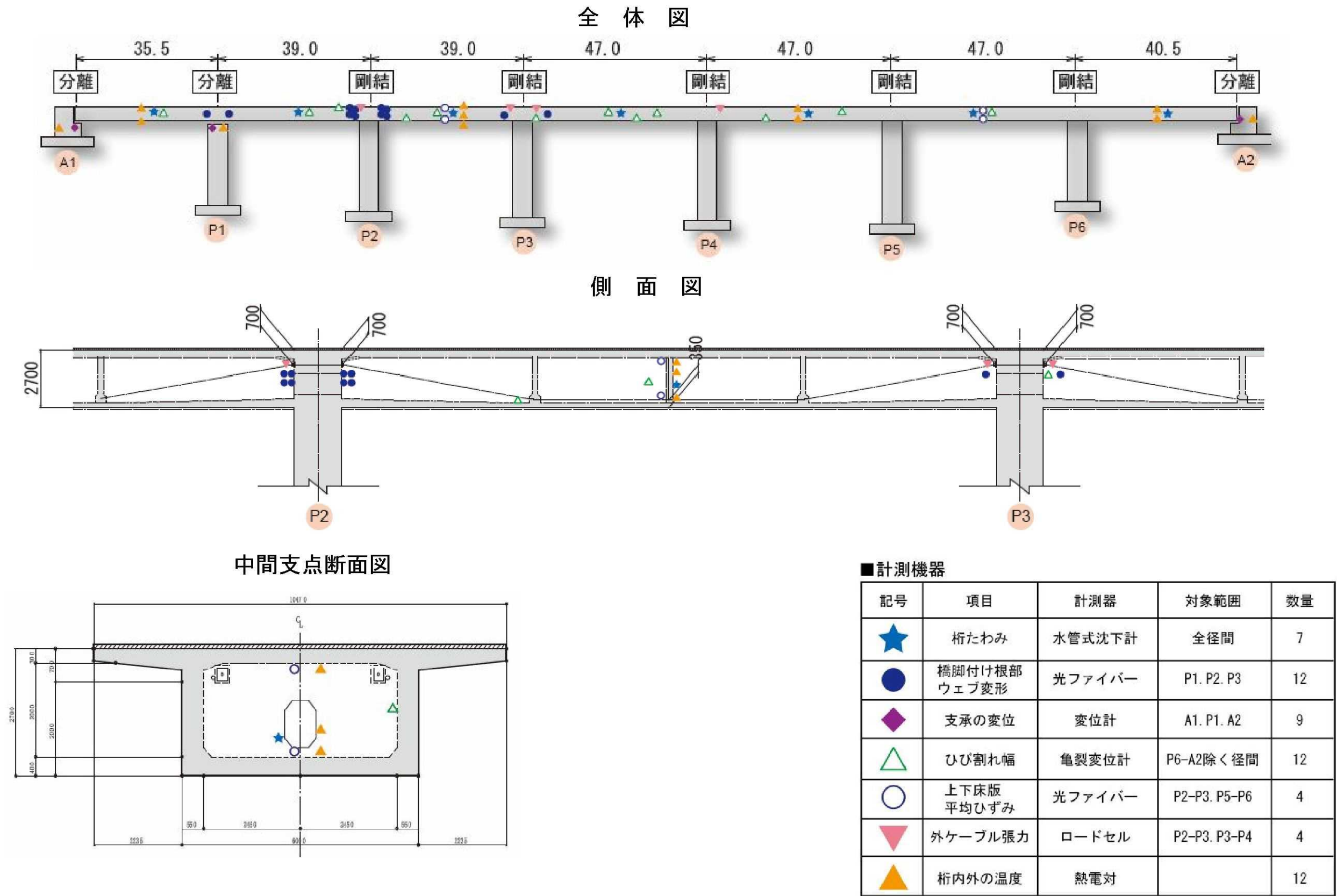


図-2.1 ひび割れ点検箇所図

2. 3 ひび割れ点検箇所図

ひび割れ点検（目視）は、P2～P3・P6～A2を代表区間として1回/年、代表区間以外では1回/2年の頻度で点検を行う。
代表区間および代表区間以外の半断面（南側）においては、幅0.1mm以上のひび割れを記録する。また、代表区間以外の残りの半断面（北側）についても、幅の大きいひび割れ（0.2mm以上）を記録する。

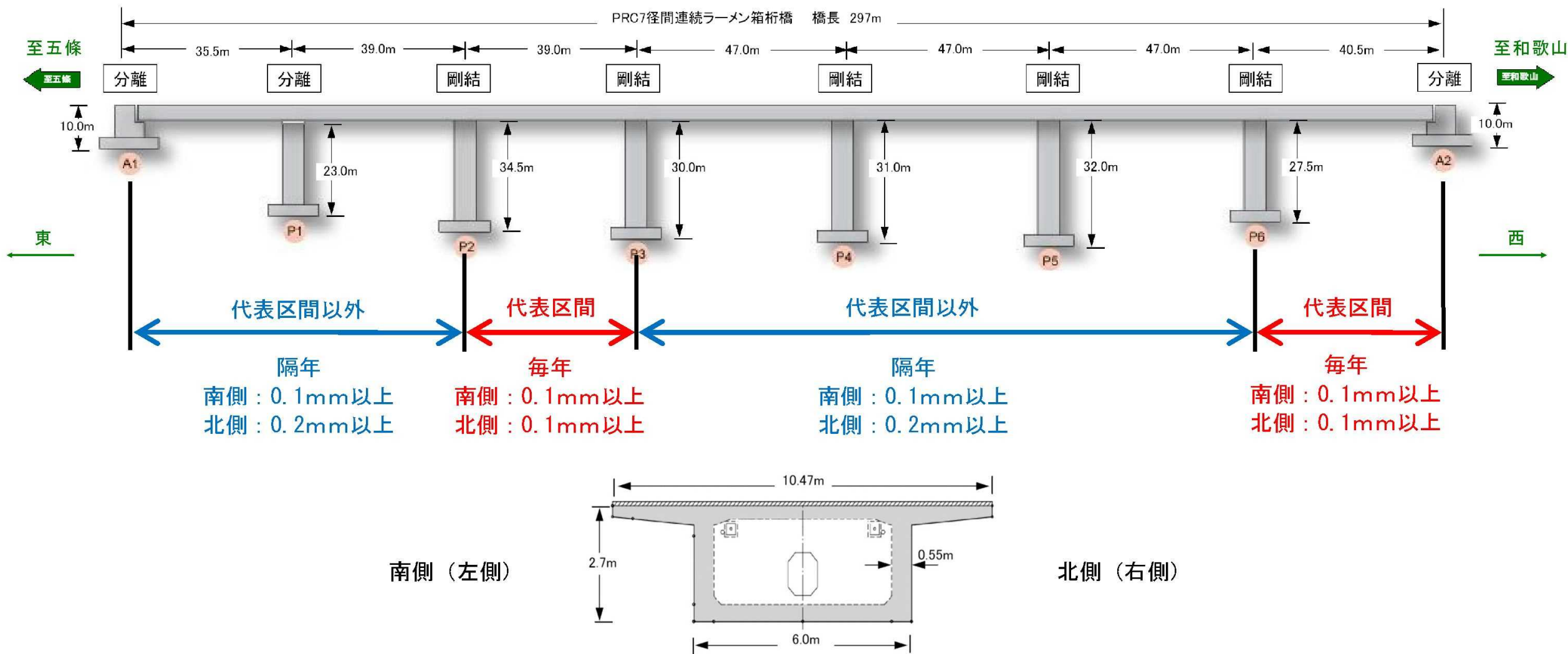


図-2.2 ひび割れ点検箇所図

2. 4 システム構成図

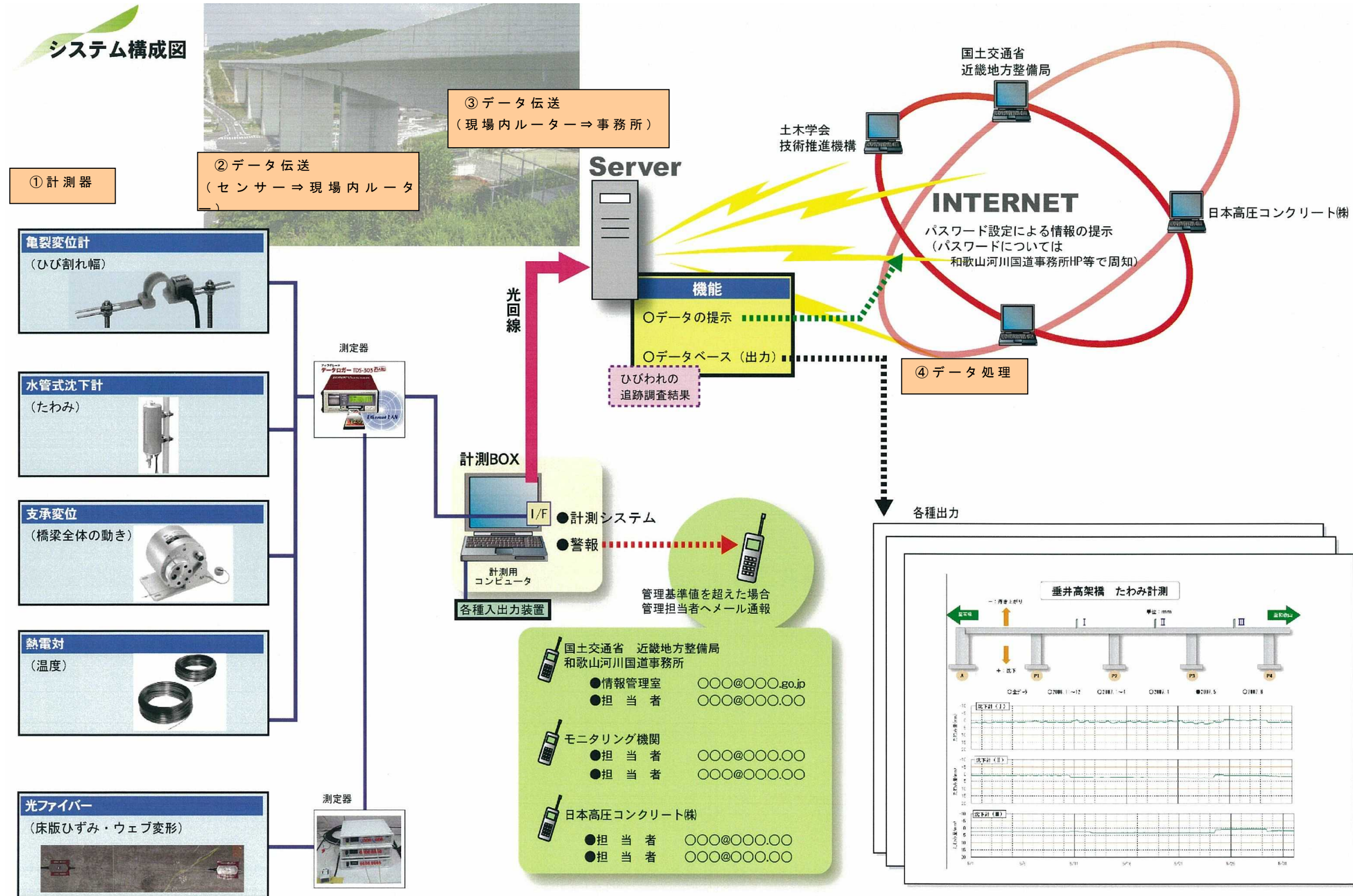
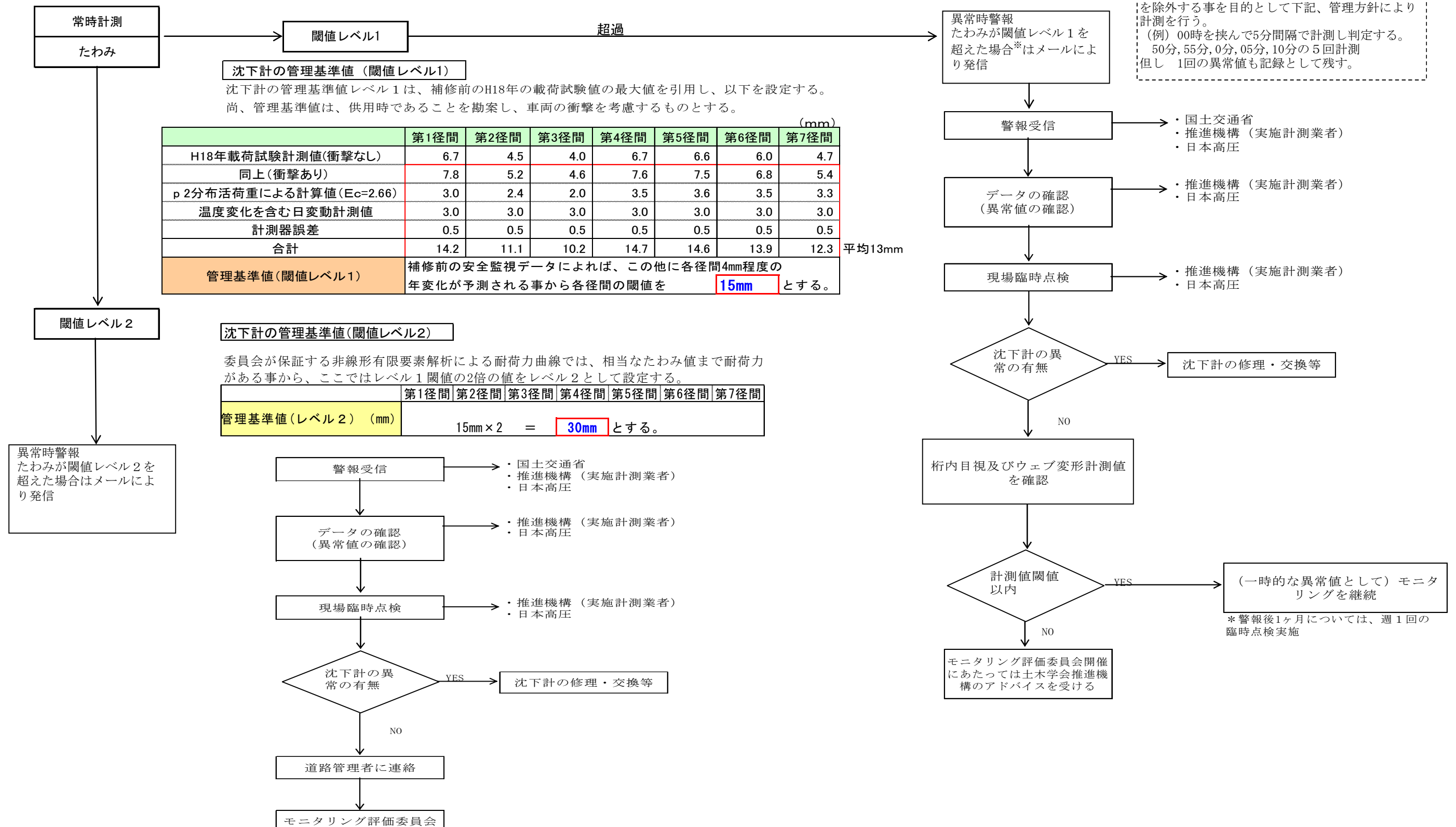


図-2.3 システム構成図

2. 5 閾値の設定

供用後のモニタリングに際しては、常時計測における「たわみ測定値」を警報発信の指標としてシステムを構築する。

閾値レベル 1 :	本閾値を超えた場合には、何らかの変状が起きている可能性があるとして、その後の橋の状態を注意深く監視するための値
閾値レベル 2 :	本閾値を超えた場合には、モニタリング評価委員会を開催し対応を検討する値 レベル 1 超過により、橋の状態を注意して監視し、変状に対処するため実際には超過する事は無いと考えられる値



たわみ以外の項目については、橋脚付け根付近の斜めひび割れが入っていた箇所についてのウェブ変形について以下の様に閾値を設定し、監視
その他の項目についても、計測を行いデータを収集する。

測定機器		初期値	管理基準値				補足	設定根拠	備考
			下限値	下限注意値	上限注意値	上限値			
光ファイバー (ウェブの変形)		舗装完了後に設置しゼロセット	-	-	0.10	0.20		0.2mm以上のひび割れが入る可能性を検知する事を目的とし上限値を設定、その1/2の値を注意値とする。	閾値設定項目
支 承 変 位 計	A1	気温8℃時→0 その時の変形50mm(-50mm)		-30	55		桁が伸びる方向を+	施工中の計測値及び設計計算書	参考計測項目
	P1	気温8℃時→0 その時の変形15mm(15mm)		-45	30		A2方向を+		
	A2	気温8℃時→0 その時の変形60mm(-60mm)		-30	50		桁が伸びる方向を+		
亀裂変位計(ハンチ部水平ひび割れ)		舗装完了後に設置しゼロセット	-	-	0.10	0.20	-	※ 0.2mm以上のひび割れが入る可能性を検知する事を目的とし上限値を設定、その1/2の値を注意値とする。	
光ファイバー(上下床版ひずみ)		舗装完了後に設置しゼロセット	-	-	0.10	0.20	-		
ロードセル		舗装完了後の2日間の平均値を初期値とする。			0.6Pu	0.84Pu		上限値、上限注意値：道示Ⅲ4.2.4、3.4	
			0	660kN	1163kN	1628kN		Pu=1938kN(SEE F-200PH)	

※H20 年度モニタリング評価委員会で、温度変化により 0.2mm を超えた測点があったが、戻っているので閾値の変更はしなかった。

3 計測器によるモニタリング状況

3.1 閾値に対する常時監視

桁たわみ及び橋脚付け根部ウェブ変形を閾値設定項目とし、たわみ測定値を警報発信の指標としてシステムを構築した上で計測管理を継続して行っている。

桁たわみは主に気温の変化に伴って増減し、補修前（H18）の載荷試験値を基に設定した閾値レベル1（15mm）の50％に満たない範囲で年変化を繰り返している。

橋脚付け根部ウェブ変形においても、桁たわみと同様に気温の変化に伴って変動しているが、こちらは夏期にかけての気温上昇時に、上限注意値を一時的に上回る測点がみられた。

この点については、その後の気温の低下により閾値内に戻っており、毎年同様の変動傾向を示しているので、閾値は修正せずにモニタリングを継続することで委員会の了解を得ている。

また、その他の参考計測項目においても異常値が発生することはなく、4年間のモニタリングにおいては橋の安全性は担保されている。

3.2 たわみ

全径間の桁たわみの変形イメージを図-3.1に示す。

本データを変形イメージと称しているのは、本計測が、平成19年8月の供用日をゼロとしたその後の増減の値であり、測定開始時点までに生じていた過度の収縮による変形やクリープ等が除外されていること。

たわみの計測方法は基準タンクを橋脚に水位計を支間中央部に設置して互いの水位の変化を計測する方法であり、凡そ2径間ごと4系統の値を一様に記していることから、実際の橋全体の変形とは異なるためである。

しかしながら、全径間の夏冬の変化を見比べると、本橋各径間が、毎年夏季から冬季にかけて気温の低下に伴い橋全体が収縮することによって、各径間のたわみが大きくなっていく状況が確認できる。

また、たわみの方向は、沈下側および浮上り側の両方向に見られ、ラーメン橋脚の両外となる2径間目と7径間目では、浮き上がりの傾向となっていることも確認できる。

この傾向は、橋全体が収縮する際に橋脚も中心に向かって傾くため、側径間が浮き上がるものと考えられ、多橋脚ラーメン構造である本橋の特徴的変形といえる。

この点については、橋脚の伸縮を考慮したLECOM解析（格子等価連続体モデルを使用した3次元非線形解析）を実施し、この傾向が妥当であることを確認してある。解析による変形状況を図-3.2に示す。

3.3 たわみに対するクリープの影響

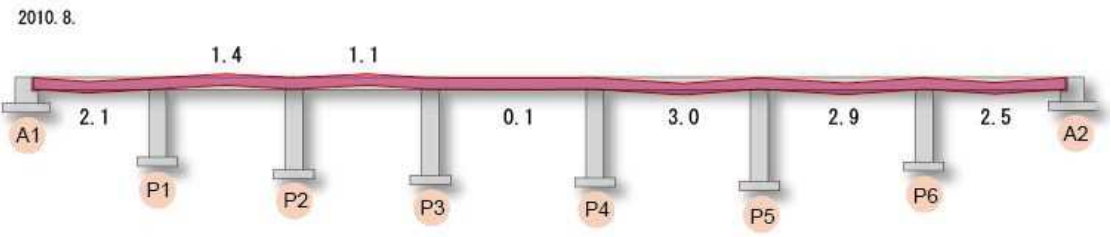
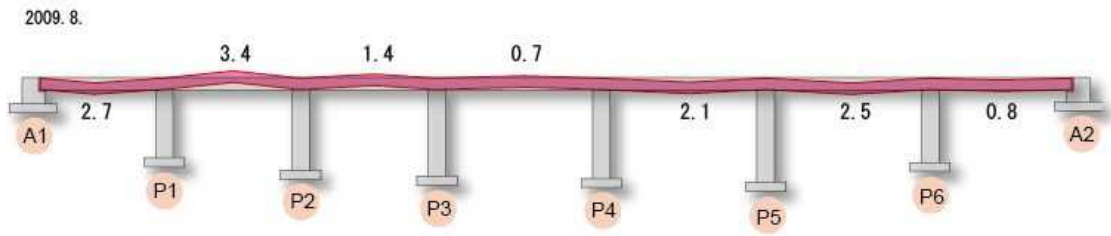
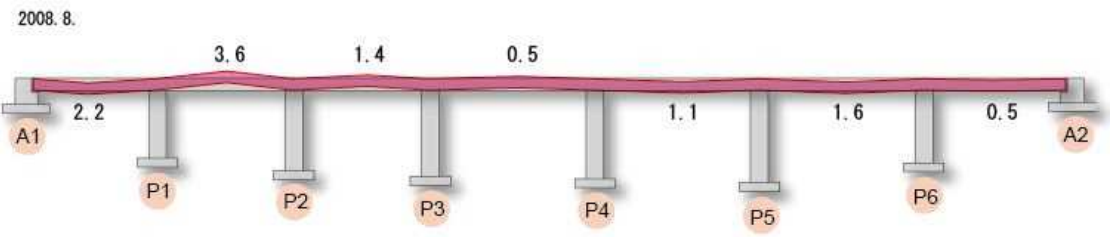
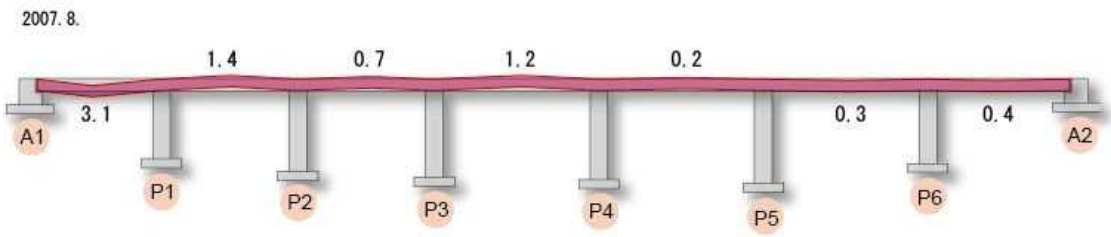
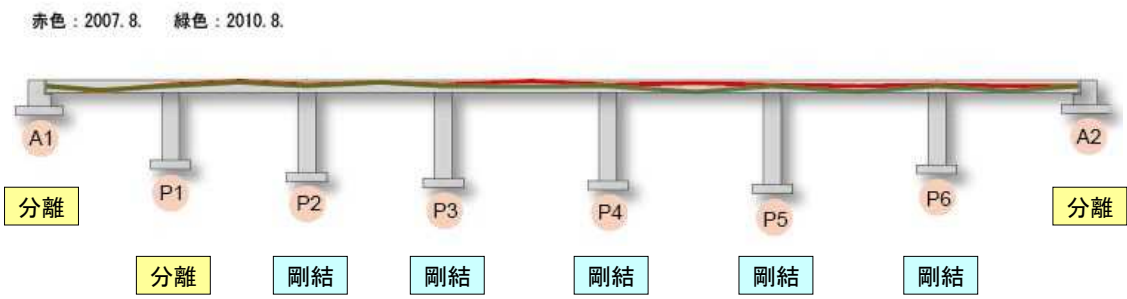
測定されたたわみに対してクリープによる影響がどの程度あるかについて前述のLECOM解析を使用し検討を行った。図-3.3は各径間の補修完了から10年後までのクリープによる変形の値を示す。（解析自体は主桁打設完了時点をクリープのスタートと設定）

これによれば各径間のトータルでのクリープ変形量はそれぞれ違うが、年間での変動量に着目するとその動きは1mm程度であり、現時点で主桁コンクリートの打設完了後10年近くが経過していることから、測定されているたわみにおけるクリープの影響は少ないと推定する。

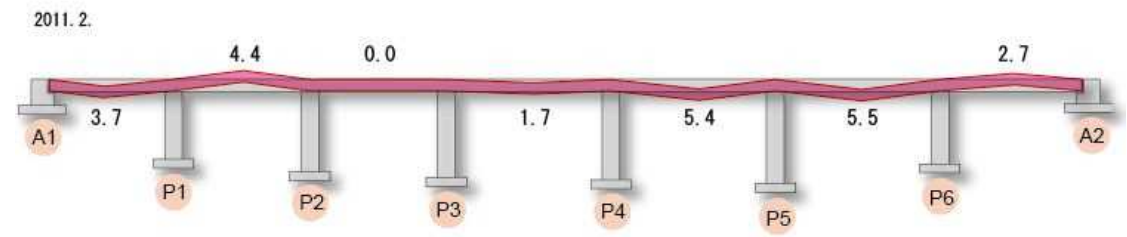
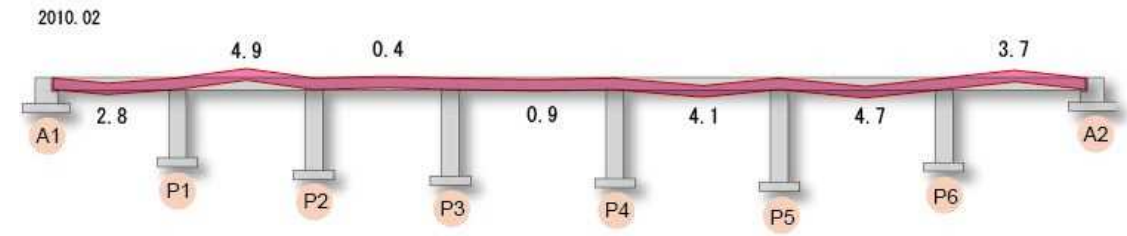
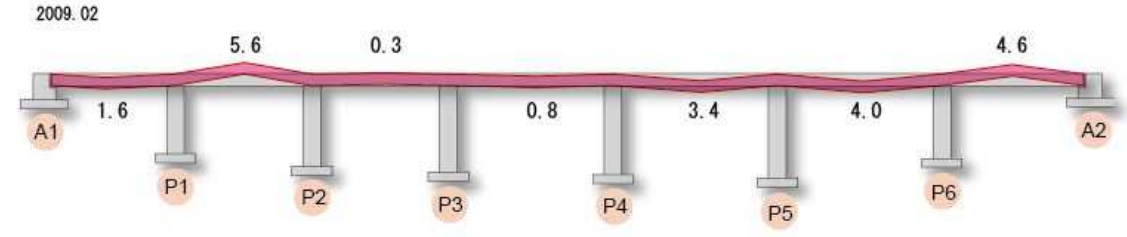
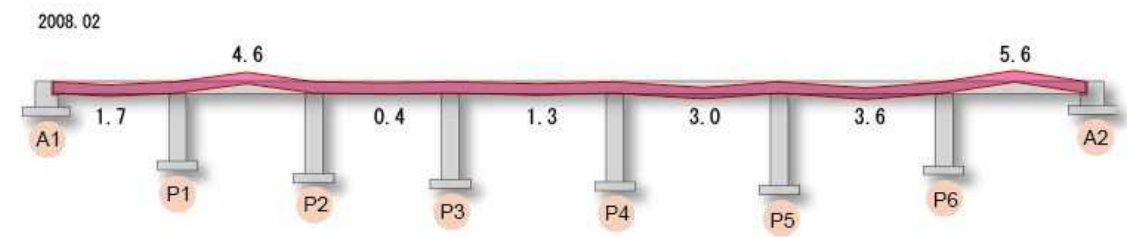
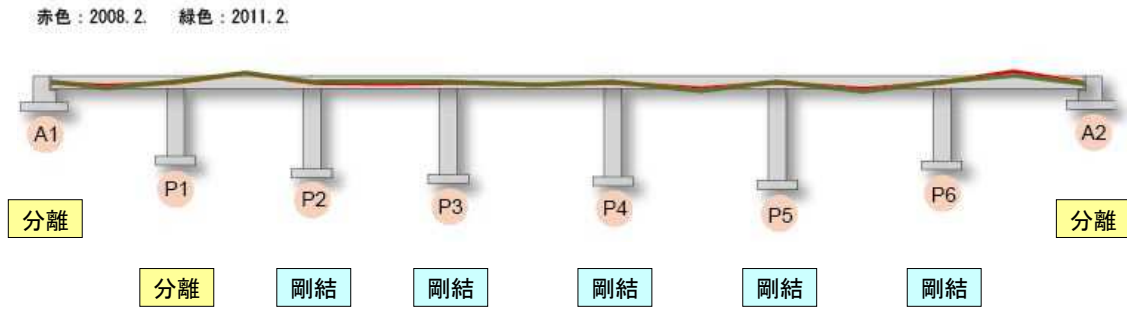
桁たわみ変形イメージ図

※実際にこのような変形が生じているのではなく、
あくまでたわみ測定データのみからイメージしたもの。

夏期の変形イメージ



冬期の変形イメージ



夏から冬の動き



図-3.1 桁たわみ変形イメージ図

※図中の数値は月末の最終データの値を示す。

LECOM解析値による桁変形イメージ

解析結果：2008年8月と2009年2月の解析結果より算出した冬季の変形の傾向
 （各橋脚の温度変化による変位を考慮し、A1、A2橋台の鉛直変位は0としている。）

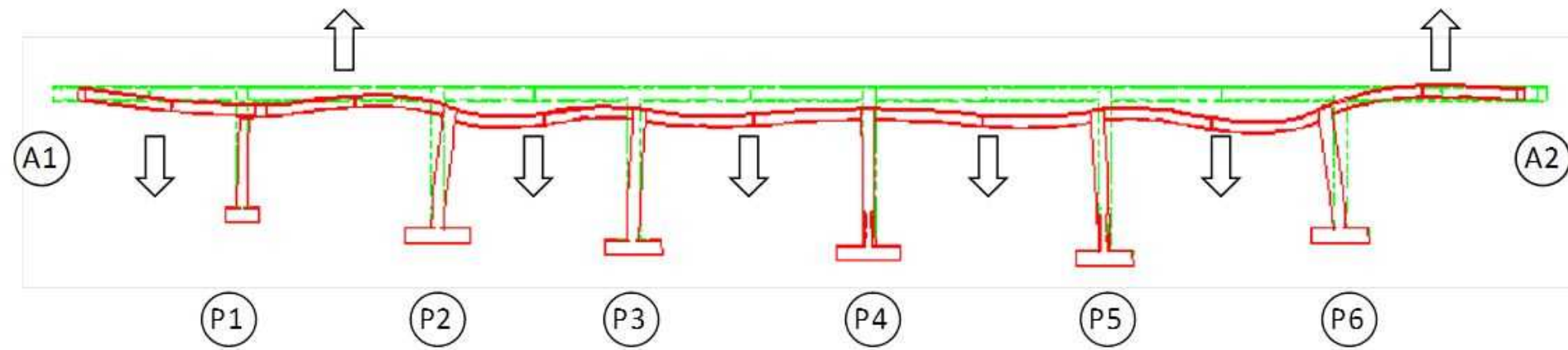


図-3.2 LECOM解析値による桁変形イメージ

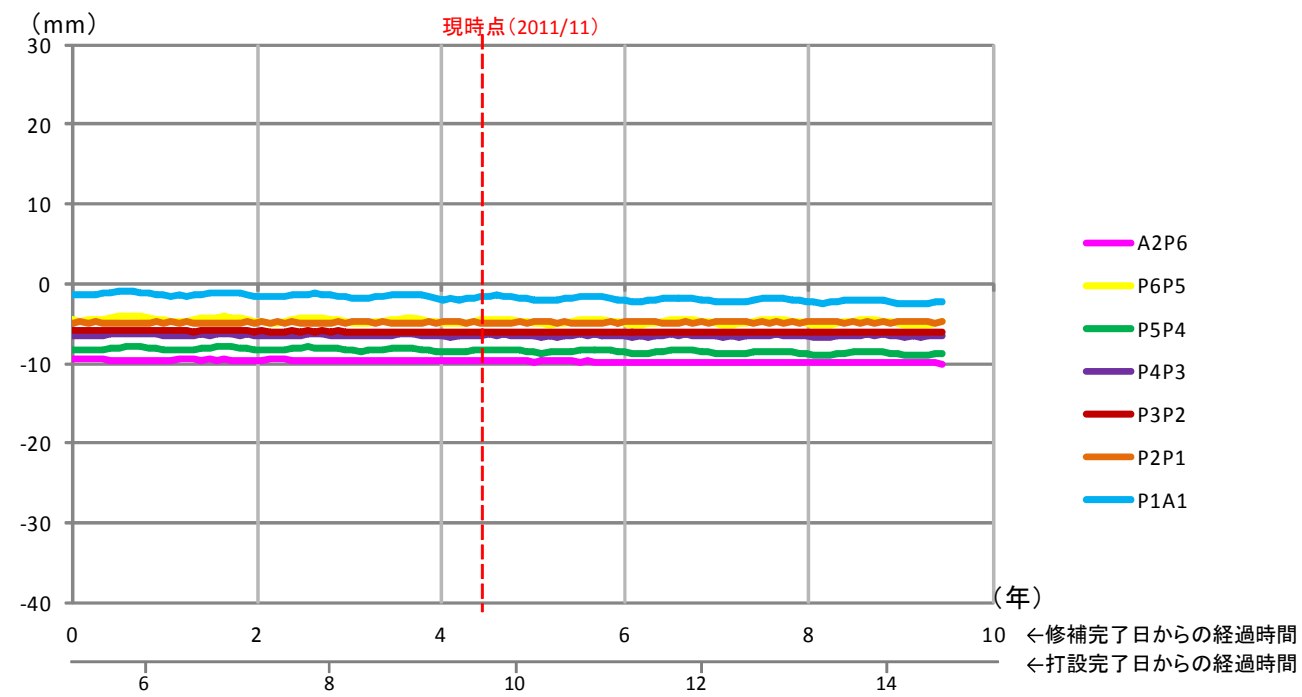


図-3.3 各径間の補修完了から10年後までのクリープによる変形（解析値）

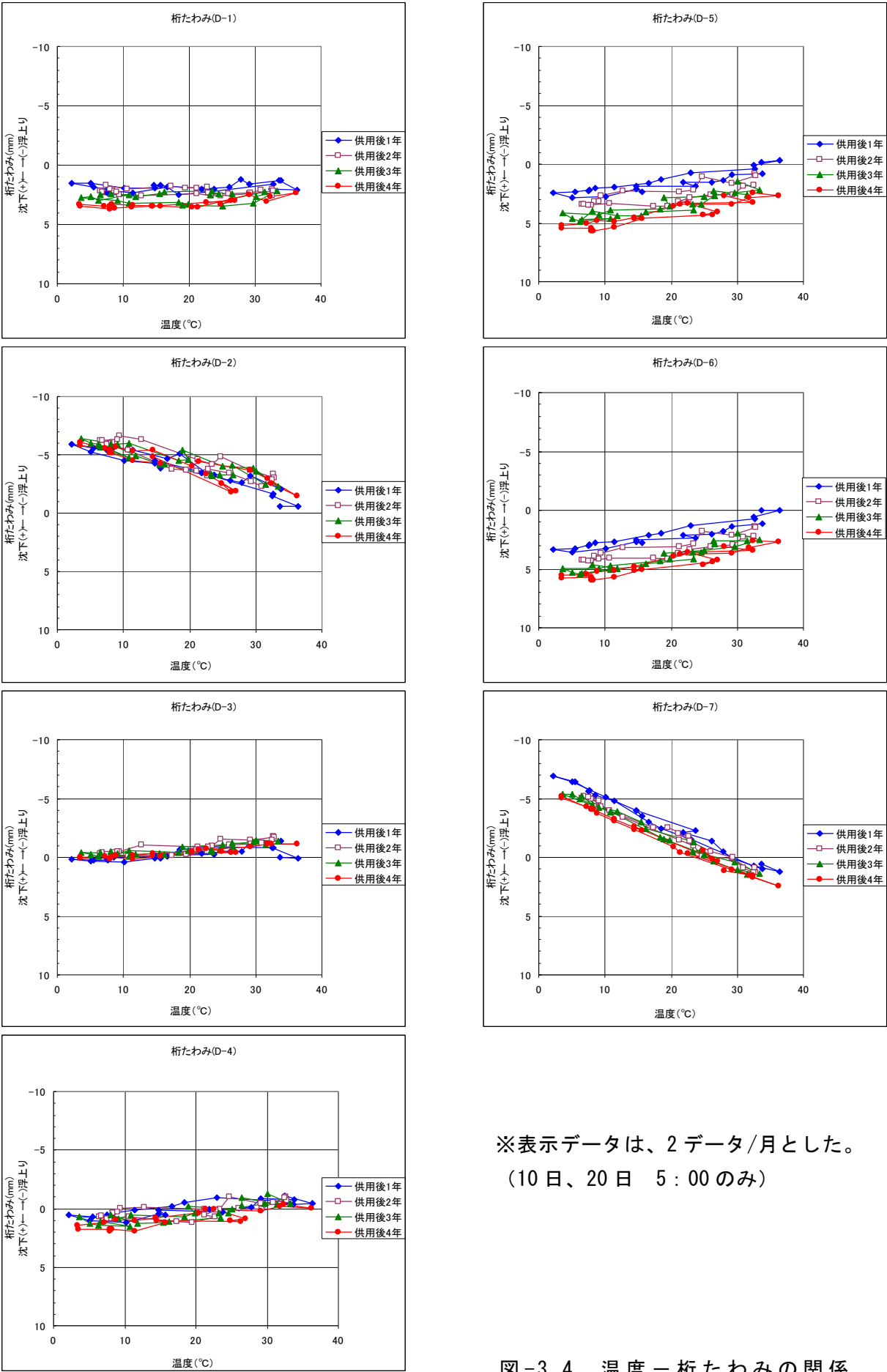
3. 4 たわみに対する温度の影響

全ての計測項目は温度との相関が高く、温度影響が大きいことが確認されている。3. 3で記したようにクリープによる影響は微小であることから年間における変動のほとんどは温度に依存したものであり、各年ほぼ同様の季節変動を繰り返している。

箱桁内温度と桁たわみの相関を表-3.1、図-3.4に示す。

表-3.1 相関係数

	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7
供用後1年	-0.17	0.94	-0.70	-0.75	-0.83	-0.89	0.99
供用後2年	0.13	0.93	-0.87	-0.74	-0.81	-0.90	0.99
供用後3年	-0.24	0.92	-0.86	-0.79	-0.87	-0.94	0.99
供用後4年	-0.68	0.88	-0.89	-0.81	-0.91	-0.93	1.00



※表示データは、2 データ/月とした。
(10 日、20 日 5 : 00 のみ)

図-3.4 温度－桁たわみの関係

3.5 橋の伸縮

支承の変位イメージを図-3.5に示す。

両橋台支承の変位計測データより、桁全体は橋軸方向に年間約130mm程度の伸縮変動を繰り返している。この伸縮量から橋長297mあたりのひずみを計算すると438 μ となる。（表-3.2参照）

一方、P2-P3、P5-P6の2つの径間における床版のひずみ計測データからは、年間約410 μ （4測点の平均値）の伸縮が計測されている。（表-3.3参照）

また、外気温の年変動は約40℃であり、コンクリートの熱膨張係数が10 μ /℃であることから温度によるひずみは400 μ であり、支承の変位と桁ひずみがほぼ一致する。これらの計測値からも橋の挙動が温度により影響を受けていることが確認できる。

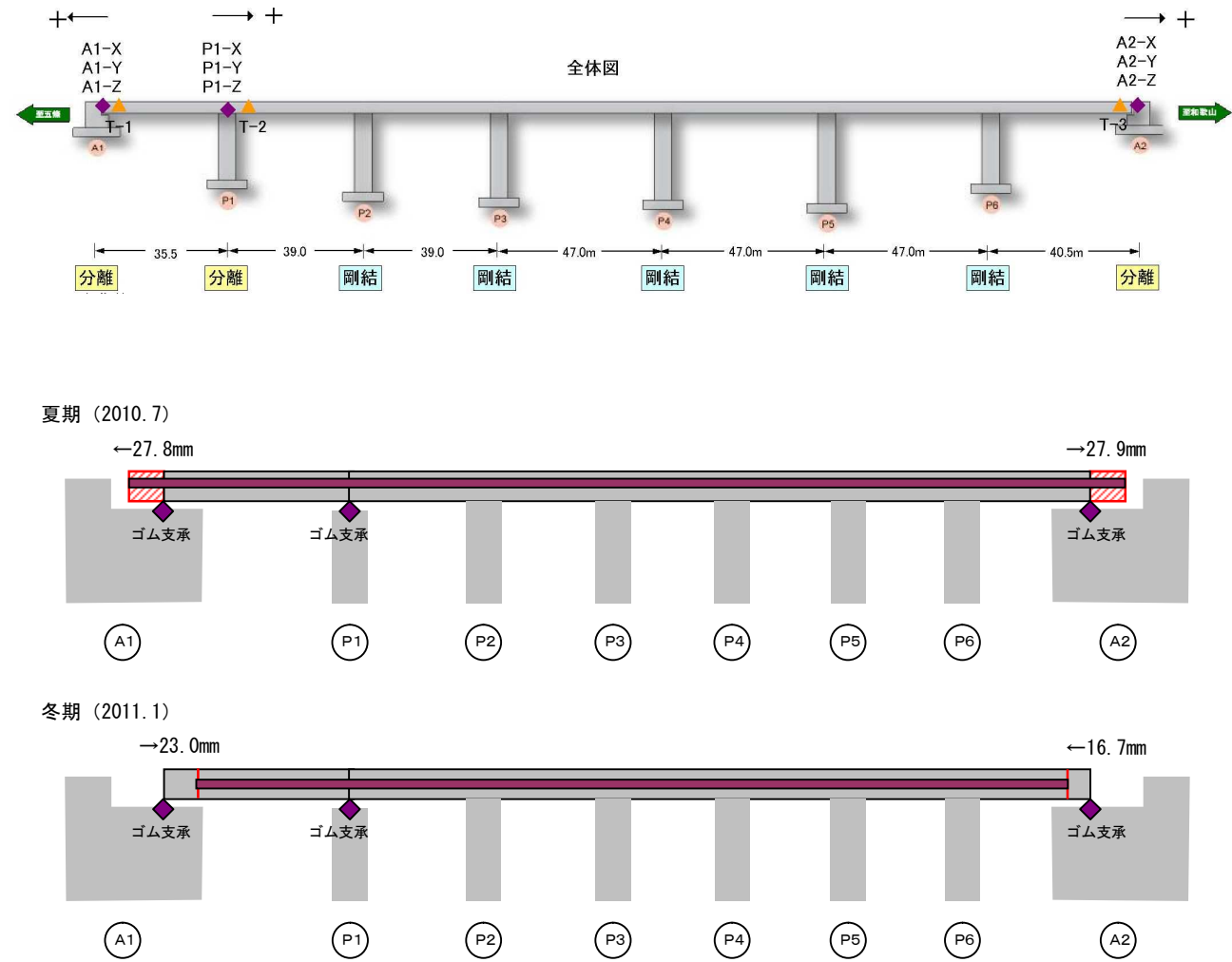
表-3.2 支承変位の最大値・最小値

		計測データ				変動量			
		1年	2年	3年	4年	1年	2年	3年	4年
A1橋台橋軸	最大値	44.0	41.8	41.7	41.8	67.2	66.8	67.6	68.9
	最小値	-23.3	-25.0	-25.9	-27.1				
A2橋台橋軸	最大値	43.1	40.5	39.2	39.2	60.8	59.9	60.3	61.8
	最小値	-17.7	-19.5	-21.1	-22.6				
橋全体(A1の変動量+A2の変動量)						128.0	126.7	127.9	130.6

表-3.3 床版のひずみの最大値・最小値

(μ)

	計測データ					変動量				
		1年	2年	3年	4年	1年	2年	3年	4年	平均値
P2-P3下床版	最大値	66.6	42.3	27.9	21.5	324.3	350.8	373.1	362.7	410.1
	最小値	-257.7	-308.5	-345.2	-341.2					
P2-P3上床版	最大値	78.1	62.4	86.6	112.6	536.0	597.7	677.5	763.6	
	最小値	-458.0	-535.3	-590.9	-650.9					
P5-P6下床版	最大値	48.7	13.1	-6.8	-19.8	315.9	310.4	309.2	313.3	
	最小値	-267.2	-297.4	-315.9	-333.1					
P5-P6上床版	最大値	37.0	8.5	-18.2	-22.6	326.9	336.1	325.1	339.6	
	最小値	-289.9	-327.6	-343.3	-362.2					



※図中の数値は、月平均値とした。

図-3.5 支承変位イメージ

4. ひび割れの状況

4. 1 現在のひび割れ点検方法

ひび割れ点検は、目視及びクラックスケールやコンベックス等の簡易な測定器を用いて測定し、幅や長さを図面に記録する。

本橋は問題発生以降、様々な時期に様々な調査員が独自にひび割れを行っており、モニタリングの対象ひび割れとの選別も困難であったため、平成22年と23年に、調査方法を再統一し対象ひび割れを全て描き直している。

ここでは現在実施している測定方法を、図-4.1に示す。

点検対象幅 0.1mm以上（一部0.2mm以上）

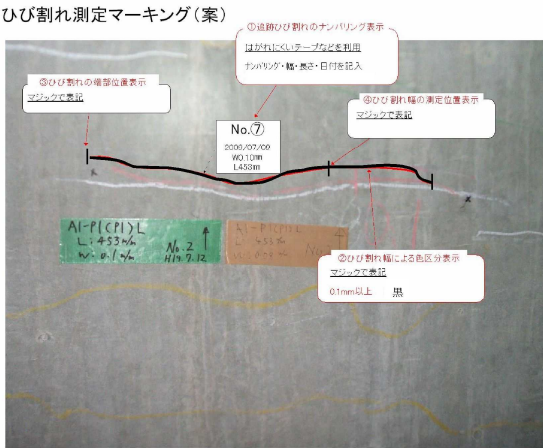
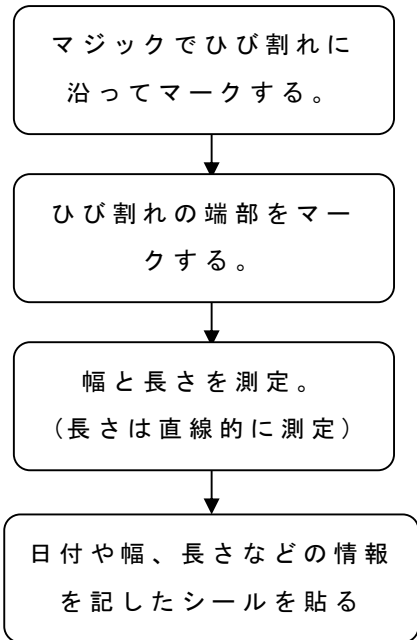


図-4.1 ひび割れ点検方法

4. 2 ひび割れの変化

a. 年変化状況

ひび割れの進展状況を把握する目的で、年ごとのひび割れ幅の変化状況に着目して比較する。

ひび割れ測定については6.にも記載するが、1年間から2年目については夏期に、3年目以降については冬期に測定を行っており、表-4.1は、夏期（1年目～2年目）での変化、冬期（3年目～4年目）での変化について各径間からピックアップした「追跡ひび割れ」の幅・長さを径間ごとに集計し、そ

れぞれ平均したものである。

表-4.1からも明らかなように、夏期測定時においても冬期測定時においても幅の変動・長さの変動は、測定時の誤差による差異程度であり、この4年間ひび割れはほとんど進展していないといえる。

（補強のために打設した隔壁部と定着部には、乾燥収縮等による新規のひび割れが発生しているが、ここでは既設部に着目しているので除外している。）

表-4.1 ひび割れ幅の変動（年変化）

(mm)				(mm)			
	H20(夏)	H21(夏)	幅の変動		H22(冬)	H23(冬)	幅の変動
A1-P1	0.10	0.10	0.00	A1-P1	0.16	0.13	-0.03
P1-P2	0.11	0.11	0.00	P1-P2	0.16	0.15	-0.01
P2-P3	0.08	0.08	0.00	P2-P3	0.13	0.13	0.00
P3-P4	0.09	0.09	0.00	P3-P4	0.15	0.14	-0.01
P4-P5	0.08	0.08	0.00	P4-P5	0.15	0.14	-0.01
P5-P6	0.08	0.08	0.00	P5-P6	0.11	0.11	0.00
P6-A2	0.08	0.08	0.00	P6-A2	0.11	0.11	0.00

(mm)				(mm)			
	H20(夏)	H21(夏)	長さの変動		H22(冬)	H23(冬)	長さの変動
A1-P1	5177	5177	0	A1-P1	7810	7860	50
P1-P2	4728	4728	0	P1-P2	4895	4895	0
P2-P3	3894	3894	0	P2-P3	4315	4315	0
P3-P4	3507	3507	0	P3-P4	3265	3265	0
P4-P5	4004	4004	0	P4-P5	4495	4520	25
P5-P6	4485	4485	0	P5-P6	3730	3730	0
P6-A2	6185	6185	0	P6-A2	5780	5780	0

b. 季節変化状況

季節によるひび割れ幅の変動を把握する目的で、夏と冬で測定した結果を表-4.2に示す。なお、集計方法は、前項と同様である。

表-4.2からも判るように、夏と冬で概ね0.04～0.07mm程度幅が広がる変動が見られる。これは、亀裂変位計で監視している計測結果でも同様の傾向を示しており、夏から冬にかけての温度低下で桁が縮む事によりひび割れ幅は広がる動きを示した結果となっている。

表-4.2 ひび割れ幅の変動（季節変化）

(mm)			
	H21(夏)	H23(冬)	幅の変動
A1-P1	0.09	0.14	0.05
P1-P2	0.08	0.14	0.06
P2-P3	0.09	0.15	0.06
P3-P4	0.08	0.15	0.07
P4-P5	0.07	0.14	0.07
P5-P6	0.08	0.13	0.05
P6-A2	0.08	0.12	0.04

5. その他の定期点検

5. 1 橋体の振動測定

(1) 測定方法の経緯

供用後のモニタリングでは、当初のモニタリング計画に基づき、通過交通による振動を利用して、本モニタリングの代表径間である2径間（P2～P3およびP6～A2径間）で、平成21年に供用後初めて振動測定を実施した。

しかし、平成22年の第4回垂井高架橋モニタリング評価委員会において、7径間全てにわたる実施が望ましいとの指摘を受けたため、平成23年の振動測定では、測定径間を7径間全てとし、測定波数や加振方法も下記に記す供用前の振動測定に倣うこととした。

なお、補修補強対策実施後と今回の平成23年の測定時では、死荷重条件に多少の違いが生じているため、平成23年の1次固有振動数の測定値を初期値とし、今後の測定値と対比していくこととした。

(2) 測定方法

主桁の加振は土嚢（230N）を高さ0.8m程度の位置から落下させた。加振回数は10回としサンプリング時間は20秒とした。（測定時間間隔 $\Delta t=0.002\text{sec}$ ）

なお、測定された10回分の測定値は各径間毎に時系列上で重ねあわせ、波形に含まれる白色雑音を低減し周波数分析に用いた。

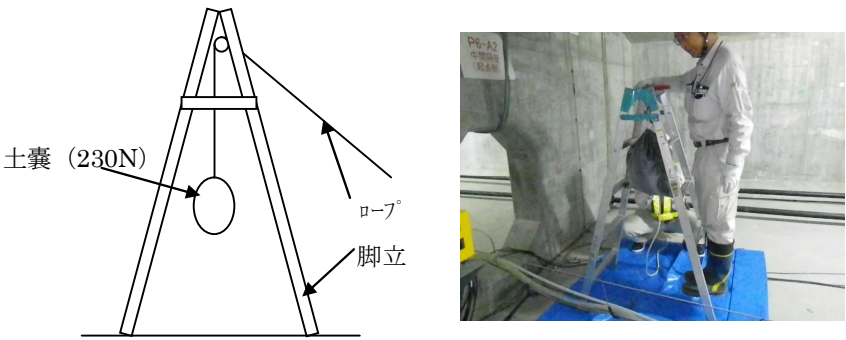


図-5.1 測定方法

5. 2 鉄筋の腐食

(1) 測定方法

測定方法は、「コンクリート構造物における自然電位測定方法（JSCE-E 60 1-2000）」に準拠した。

自然電位法は、腐食が生ずると電位勾配が生じることから、コンクリート表面で鋼材の自然電位を測定することによって鋼材腐食を診断しようとする方法である。

調査位置は、P2～P3、P6～A2の代表区間の上床版下面において、1箇所当たり2m×2mの範囲で計3箇所実施した。

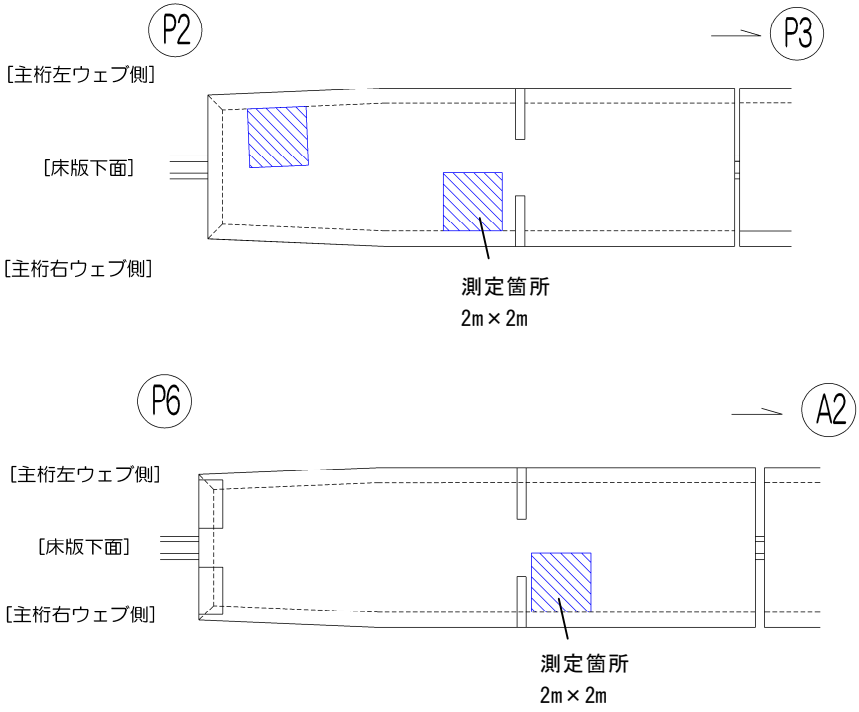


図-5.2 調査位置

(2) 測定結果

測定結果から、最も卑な電位は、それぞれ、P2～P3で-69mV、-68mV、P6～A2で-74mVであった。鋼材の腐食状況は、全ての測点において-200mVより貴な電位となっており、ASTM C876規格による判定基準では、「90%以上の確率で腐食なし」と判定され、現状で腐食の傾向は認められない。

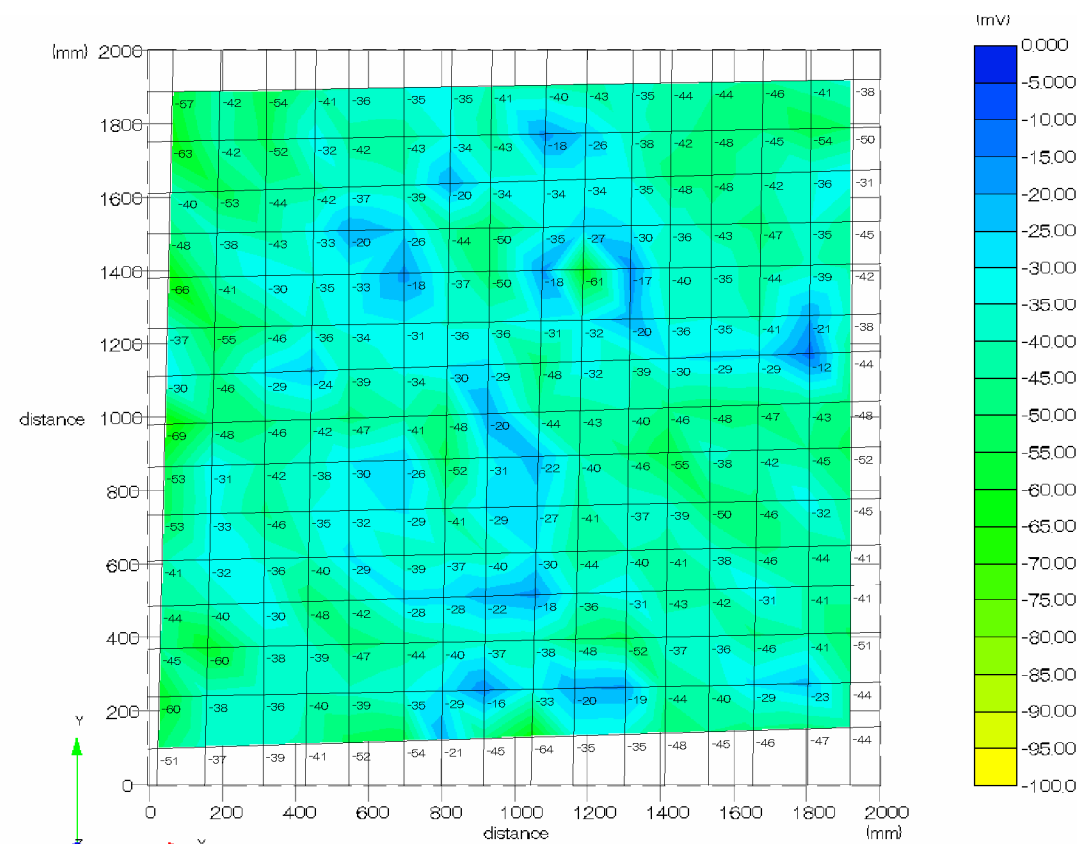


図-5.3 測定結果 (P2-P3)

5.3 その他の点検

○ 支承

目視により、支承の異常や変位制限装置、アンカー周辺部の変状に着目して、1年に1回点検を実施する。

これまでの点検結果からは、大きな変状は確認されていない。

○ 剥落防止シート

桁下から目視にて、繊維シートの剥離、浮きの有無を1年に1回確認する。

これまでの点検結果からは、大きな変状は確認されていない。

○ 外ケーブル張力

外ケーブルの張力は温度と相関があり、変位は主に温度による影響と考えられる。供用後4年間の変動傾向は、ほぼ同様であり、閾値内であった。測定結果を図-5.4に示す。

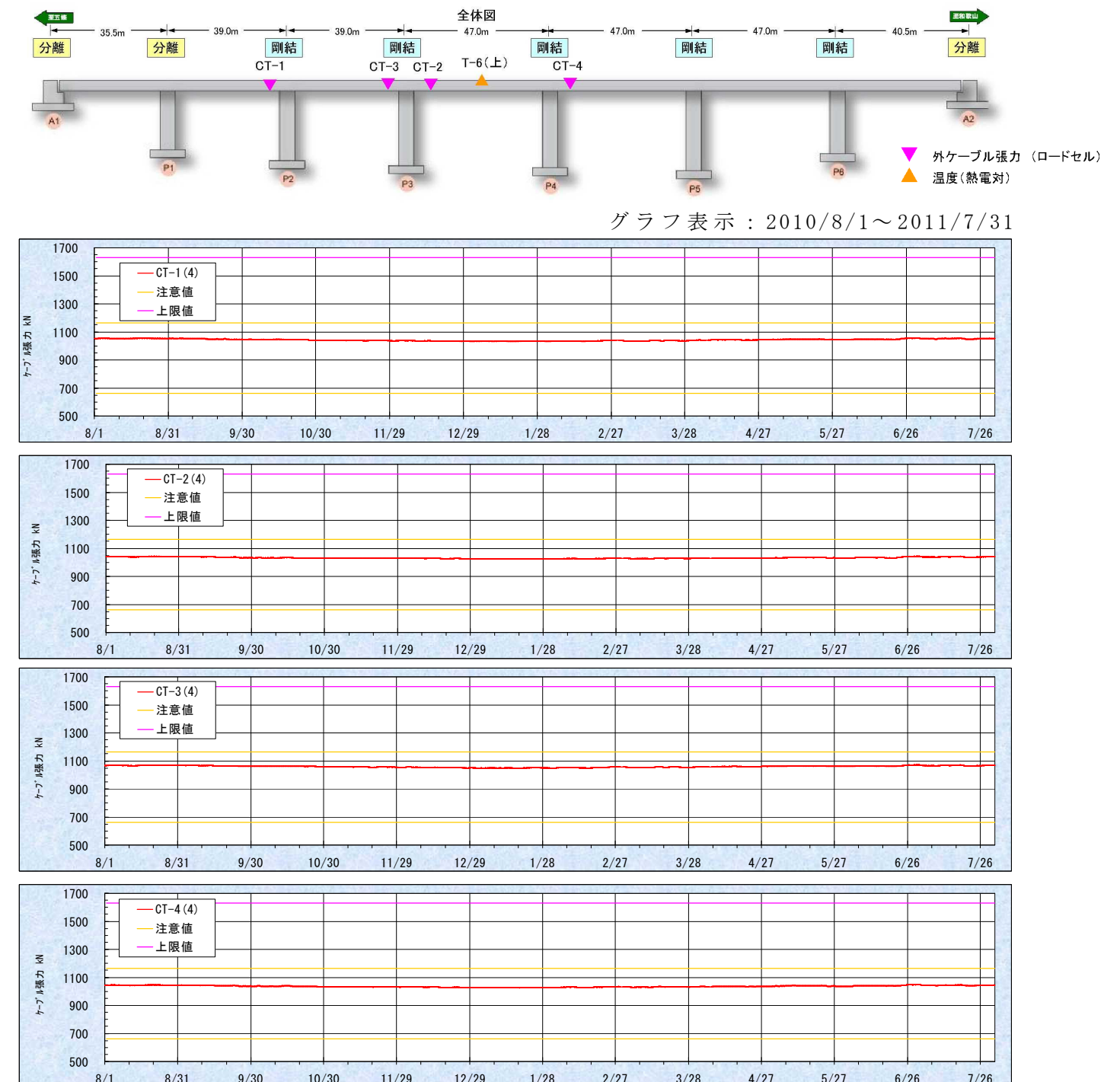


図-5.4 外ケーブル張力の測定結果

6. 今後のモニタリングへの参考知見

6. 1 ひび割れ点検方法の推移

ひび割れの点検については、モニタリングを進める中で評価委員会での議論等を踏まえて点検方法を修正している。以下に点検方法の推移を記す。

(1) 当初の測定方法

当初では、補強のための外ケーブルによる影響が懸念されたため以下の部分を重点的にひび割れ点検を行う箇所として、測定を行った。（図-6.1参照）

- ・外ケーブルの偏向部であるディビエーター近傍
- ・外ケーブルの定着部である支点部近傍
- ・支間中央付近

この重点点検箇所については、0.1mm以上のひび割れ幅について測定を行い、それ以外の部分については0.2mm以上のひび割れ幅のものを測定する。

また、7径間の内、次の2径間を代表区間として毎年の定期点検時にひび割れの点検を行う事とした。

- ・P2～P3径間→最も多数のひび割れが発生した径間
- ・P6～A2径間→最もひび割れが少なかった径間

その他の径間についても、2年に1回ひび割れ点検を行う。定期点検は、供用開始時期に合わせて夏季に測定する。

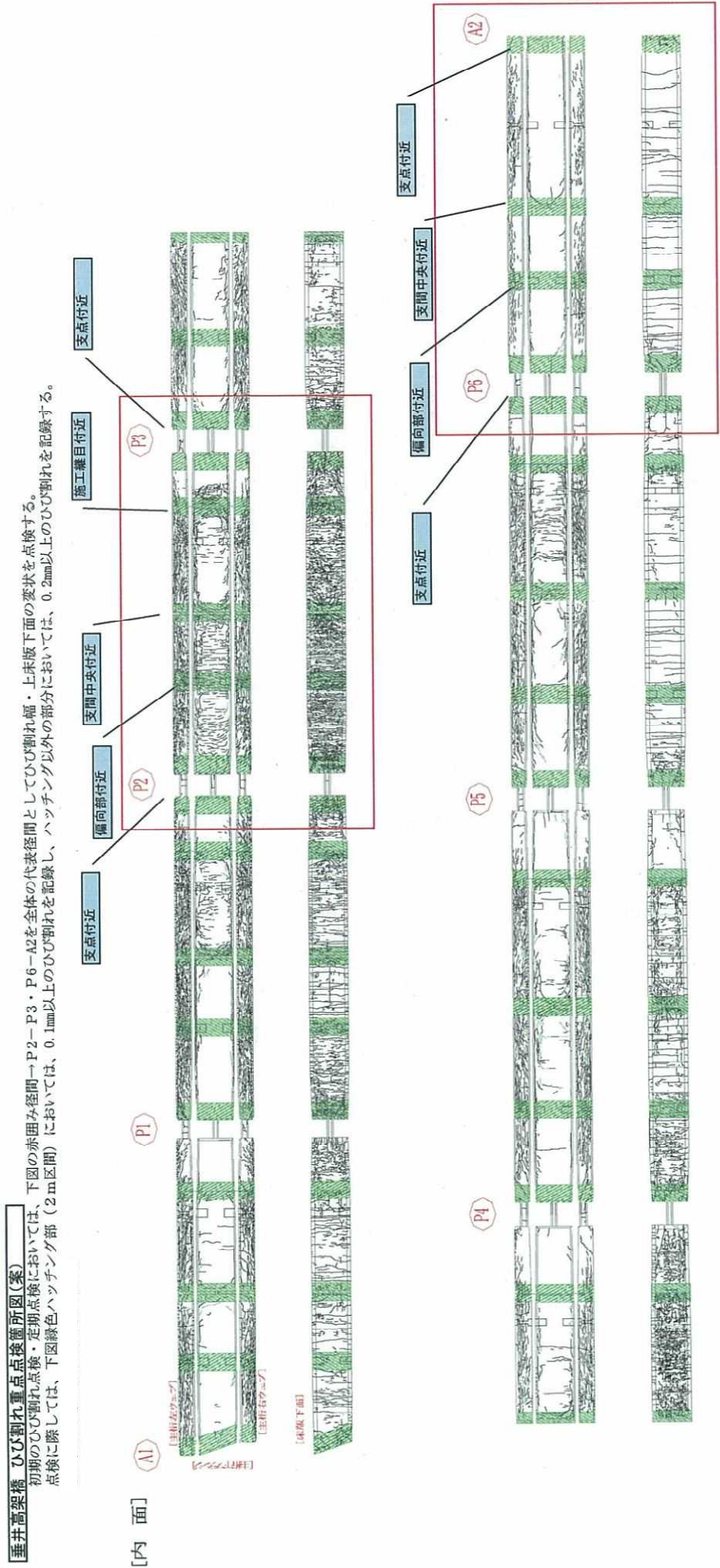
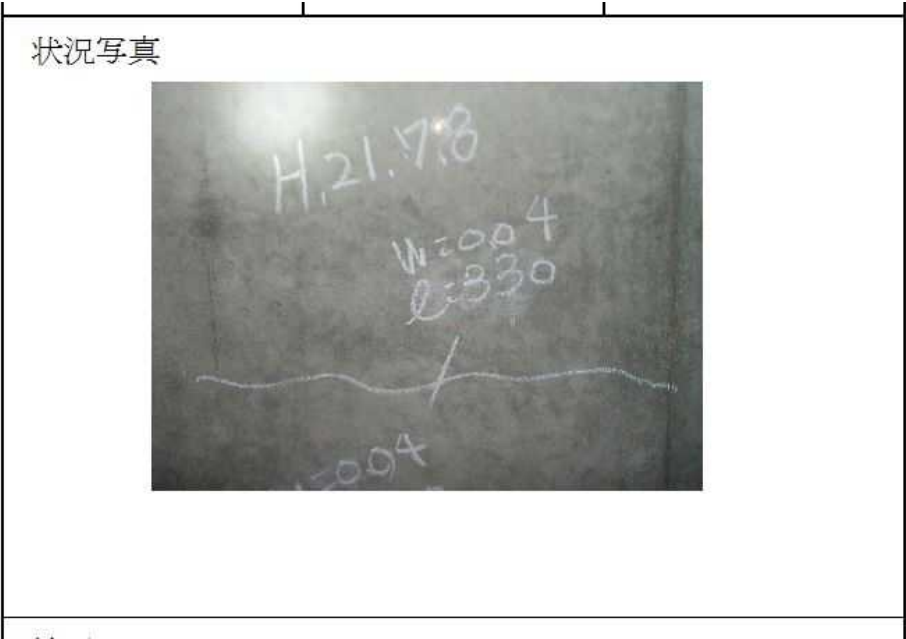


図-6.1 当初の測定方法

(2) H 2 2 修正測定方法

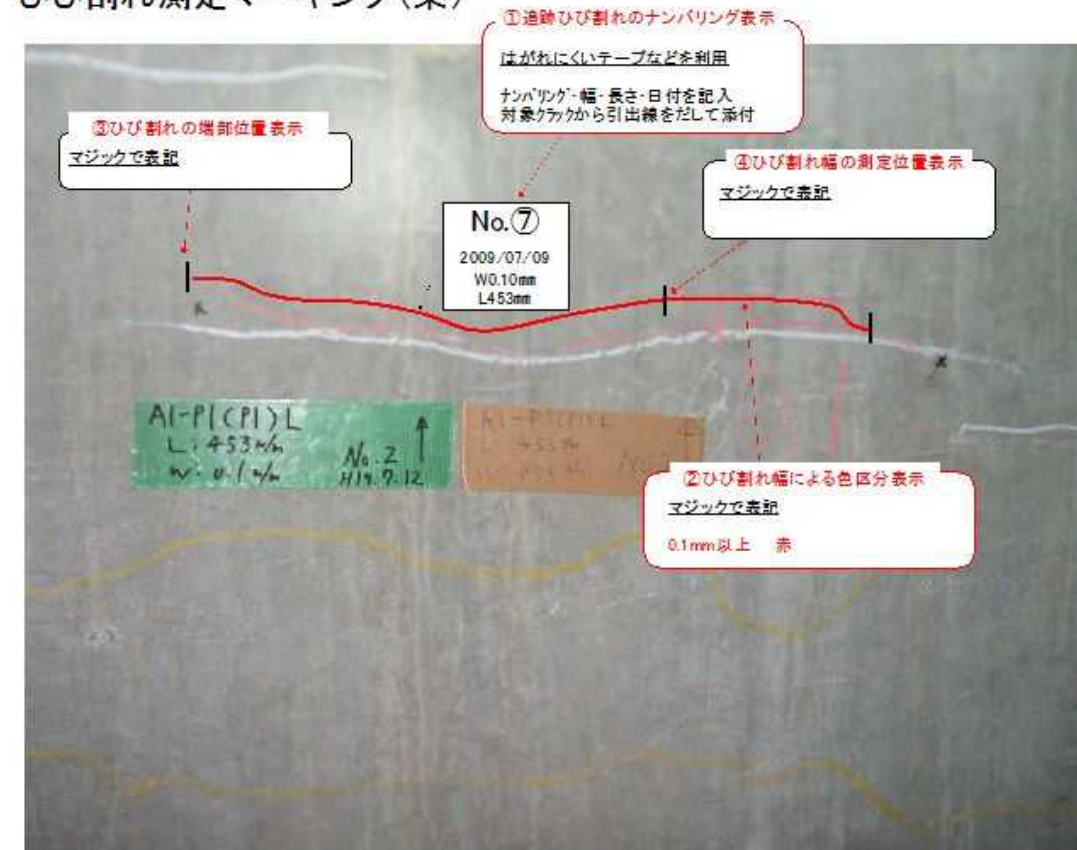
H 2 2 年度のひび割れ定期点検を実施するにあたり、以下の点検方法の修正を行った。

- ① ひび割れ測定を行う時期を夏から冬へ変更
- ② ひび割れに対するマーキングをチョークからマジックに変更
- ③ 点検調書とリンクしたナンバリング、幅、長さ、日付を記載したシールを各ひび割れに添付するとともに、点検調書を現地に設置
- ④ 重点点検箇所をの区分けを止め、全径間に対してひび割れの幅が0.1mm以上の範囲をひび割れ長さとして測定

上記の変更は以下の様な意図による。

- ① 温度変化によりひび割れ幅の広がる冬季にひび割れ測定をする方が安全側のモニタリングとなる。
- ② 接触等により、既存のひび割れマーキングが消えてしまう事が無いようにする。
- ③ 各ひび割れに対する識別を可能にする。また、ひび割れに対する履歴を現地で確認出来る事により、拾い漏れ等の疑念を無くす。
- ④ ひび割れ長さを規定する事により、全径間に対する統一的な評価指標として考える。

ひび割れ測定マーキング(案)



- ・現地マーキングは、0.1mm以上を対象とし、赤のマジックで表記する。(他と線と区別するため)
- ・幅測定位置および幅の部分を含めひび割れの端部をマジックで表記する (これをクラック長さとして記録する)
- ・点検調書とリンクしたナンバリング・幅・長さ・日付を記入したシールを対象クラックから引出線を出して貼る。
- ・現場に点検調書をおいておく。
- ・幅が広がったり、長さが伸びた箇所は、その位置を記録し点検調書・シールを変更する。

(3) H 2 3 修正測定方法

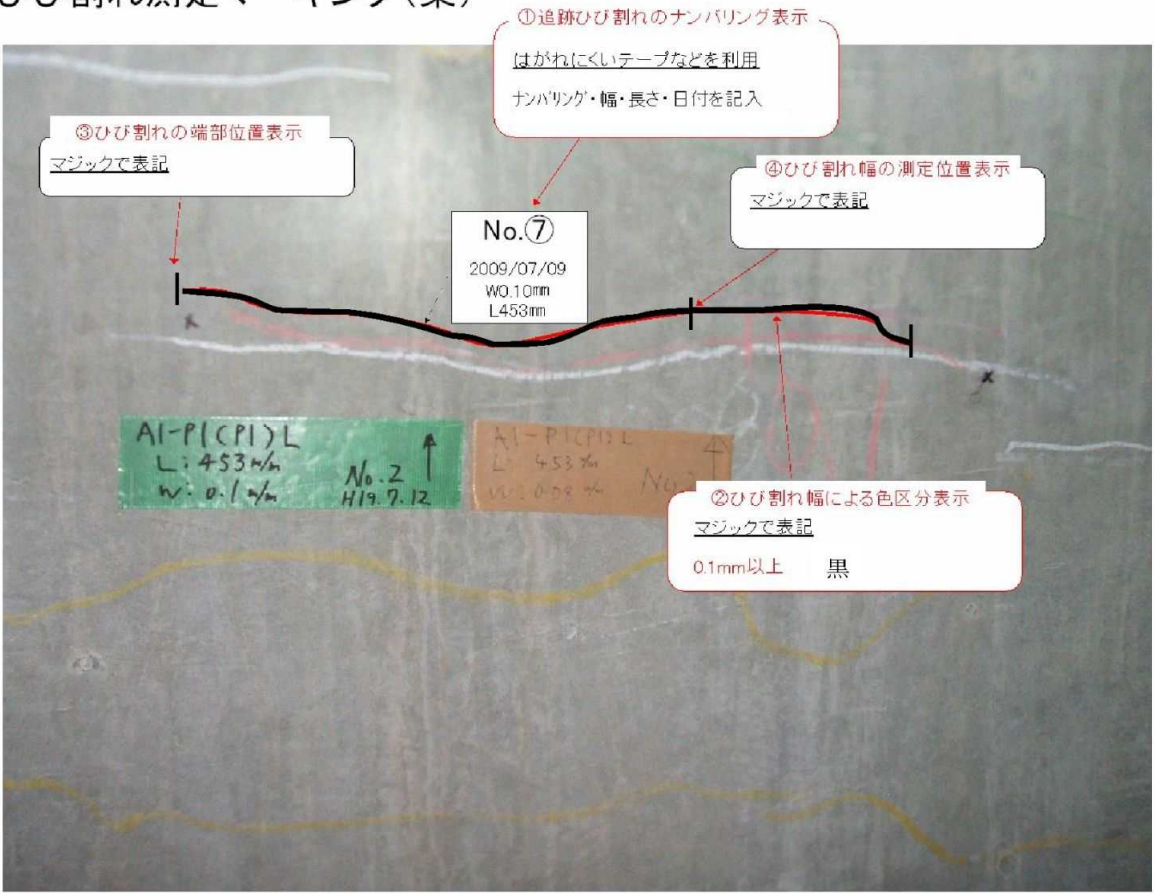
H 2 3 年度のひび割れ定期点検を実施するにあたり、以下の点を再度修正し点検を行った。

- 代表区間以外の 5 径間については南側の半断面について0.1mm 以上のひび割れ測定を行い、残りの北側半断面については、比較的大きなひび割れ（幅 0.2mm 以上）についてのみ監視していく。

上記の変更は以下の様な意図による。

- これまでの調査から、橋の健全性は安定しているので、代表 2 区間を全断面に渡り調査する事により異常は感知する事が出来る。
これまでの調査から、南北の断面で有意な差は見られないが日照による影響を受ける可能性のある南側断面について0.1mm 以上のひび割れを測定する事とする。

ひび割れ測定マーキング(案)



(4) 測定方法の推移まとめ

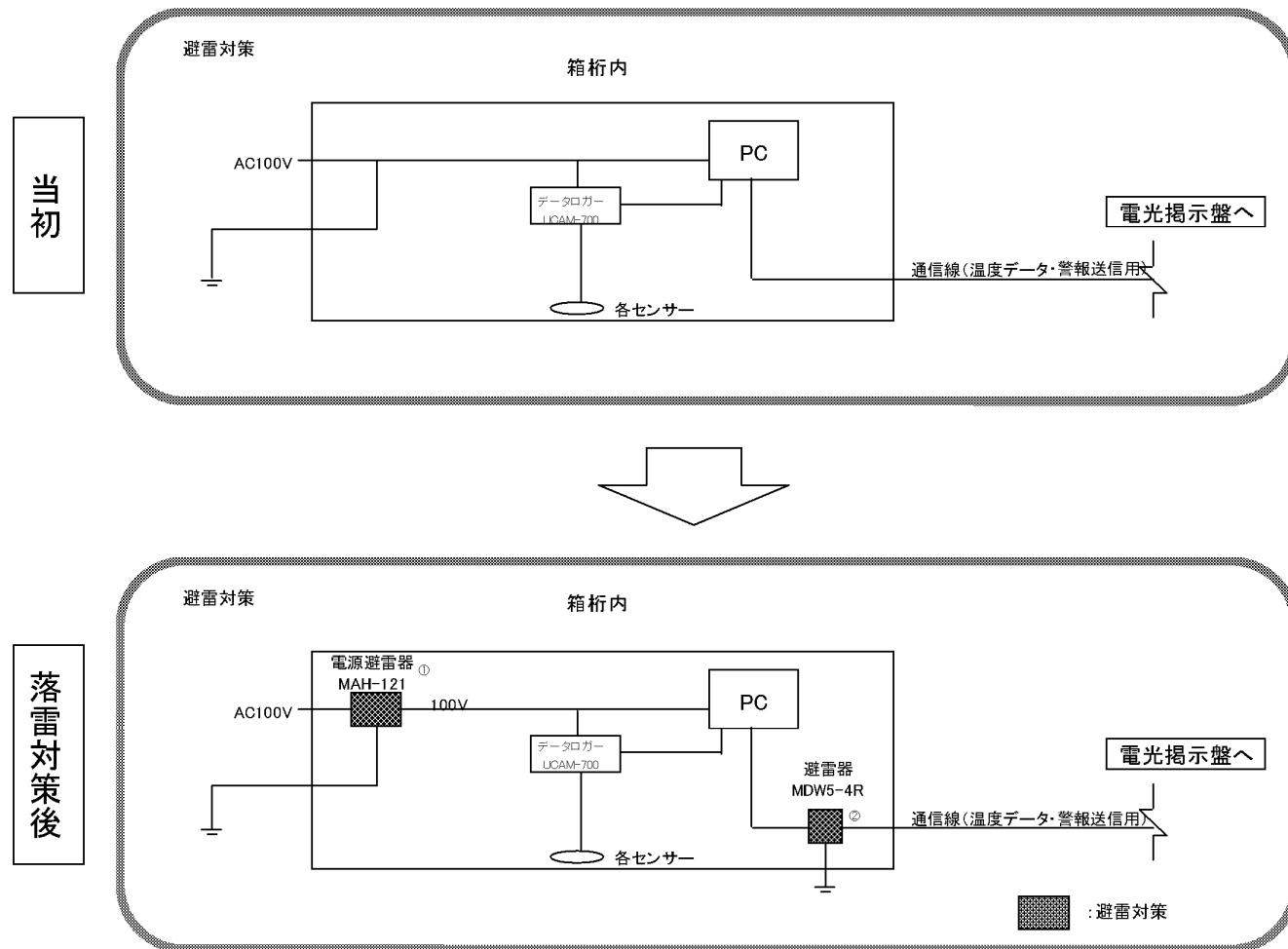
	変更に至る委員よりの指摘・意見等	測定するひび割れ幅	測定時期	マーキング方法	その他
当初		重点点検箇所→0.1mm以上 それ以外 →0.2mm 以上	夏(8月)	チョークによる	代表区間P2-P3、P6-A2径間は毎年測定 それ以外の径間は隔年
H22年修正	・ひび割れ幅の広がる冬場に測定 する方が安全側で監視出来る。 ・接触等によるマーキングの消失が 危惧される。 ・測定におけるヘアークラックの取扱い が不明確	重点点検箇所の区分けを止め、ひび割 れ幅が0.1mm以上の範囲をその径間に あるひび割れのひび割れ長さとして測定	冬(2月頃)	マジックによる	
H23年修正	・代表区間以外の径間に対しては 大きな変状を見落とさず、また、全 径間の傾向は把握出来るというスタ ンスでの測定内容とする。	同 上	冬(2月頃)	マジックによる	代表区間以外の径間については、南側の 半断面について0.1mm以上のひび割れ測定 を行い、北側については比較的大きな (0.2mm以上のひび割れ)についてのみ監視 していく。

6. 2 トラブル事例

(1) 落雷によるトラブルと対策

【日時】2008年8月後半（供用後2年目）
【状況】
・電光掲示板が表示できなくなる
・全計測データ欠測（2008. 8. 29～9. 1）
【原因】
落雷による故障

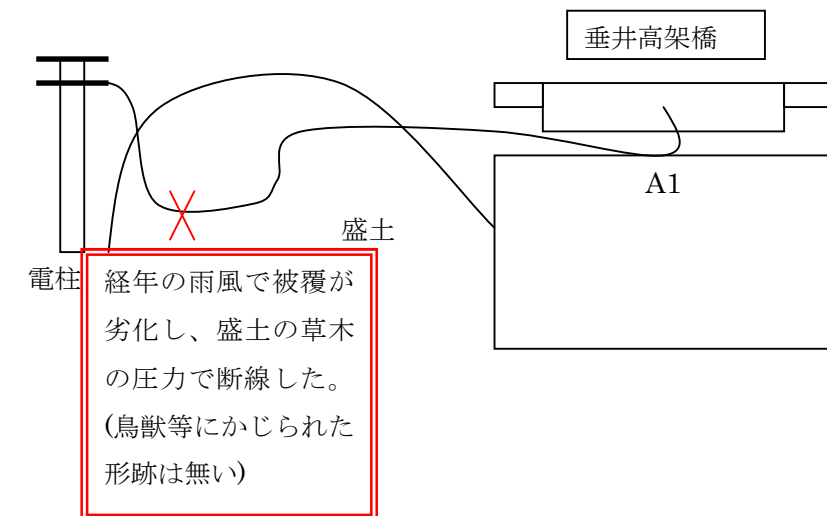
【対策】
2009年6月に、落雷に起因するサージ電流からセンサーやパソコンなどの電子機器類を保護する目的で、電源ラインと通信ラインに避雷器を設置した。



(2) 通信不良のトラブルと対策①

【日時】2011/4/6 0:00～19:00（供用後4年目）
【状況】
・Webデータが更新しない
・現場PCへ通信がつかない
※電源に異常なし。
データは現場PCに取得できており、欠測はなかった。
【原因】
電柱から高架橋までのNTT光ケーブルの断線。
植物の成長に伴い、配線ケーブルが圧力を受けて断線したものと推測。（動物にかじられた形跡はなし）

【対策】
A1 橋台背面の法面に配線していたものを、木々が少ないA1橋台側面に配置換えをし、植物の影響が少ない箇所を選定しながら、鳥獣対策も兼ねて、法面から50cmほど浮かせた状態で配線を行った。



(3) 通信不良のトラブルと対策②

【日時】2011/5/8 0:00～18:00（供用後4年目）

【状況】

- ・Webデータが更新しない
- ・現場PCへ通信が繋がらない

※電源に異常なし。

データは現場PCに取得できており、欠測はなかった。

【原因】

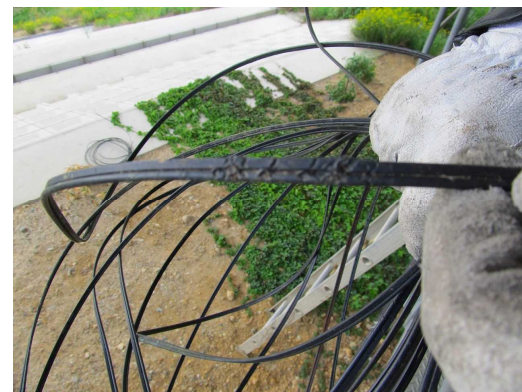
電柱から高架橋までのNTT光ケーブルの断線

4月に法面から50cmほど浮かせて配線していたものが、自身の重みにより30cmほどのところまで下がっており、この箇所を動物にかじられていた。



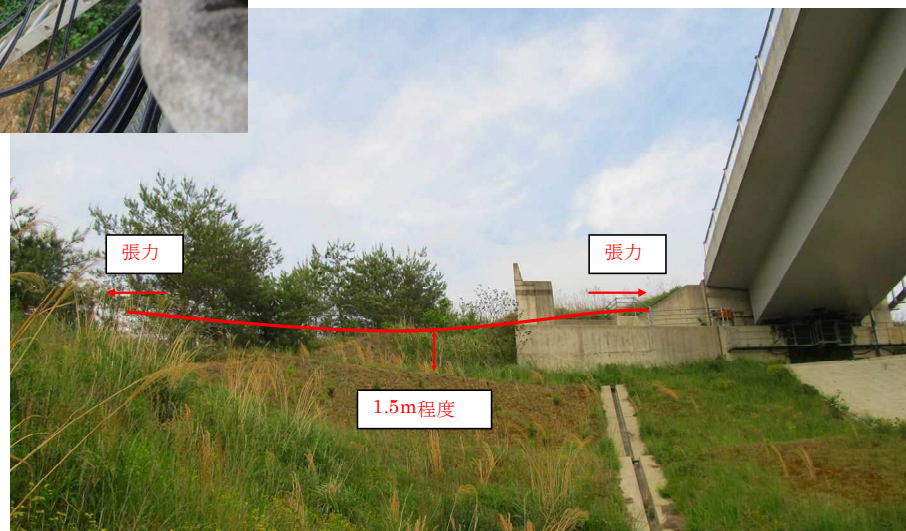
【対策】

動物の影響を考慮して1.5m程度まで高くして配置換えを行った。また、高くした分、風やケーブル自身の重さの影響を受けやすくなるため、光ケーブルに添線して強度を高めたうえで、支点から張力を与えてそれらの影響がないように考慮した。



← 動物にかじられた形跡

↓ 対策後



(4) 計測器のトラブルと対策

【状況】

- ・2011/7/2 17:55～18:05（供用後4年目）
1,2径間の桁たわみが5mm程度沈下側にシフトした。
- ・2011/7/8 10:00～7/9 11:00
3,4径間の桁たわみが4mm程度沈下側にシフトした。

【原因】

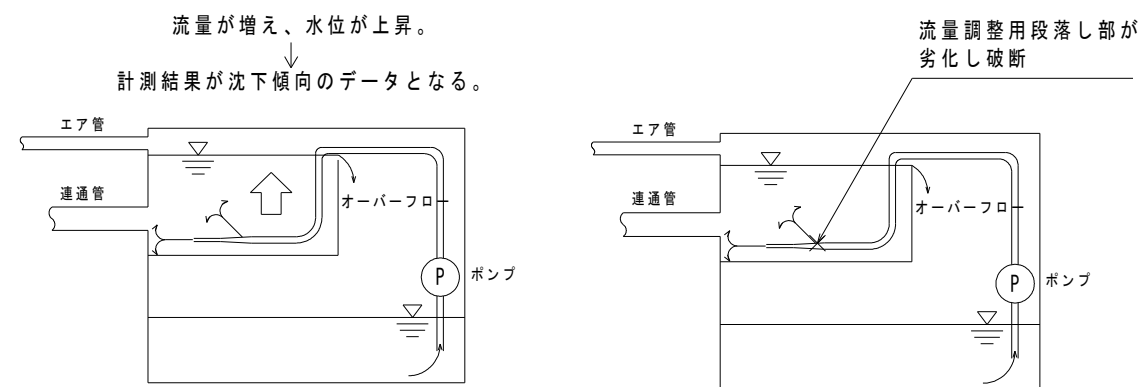
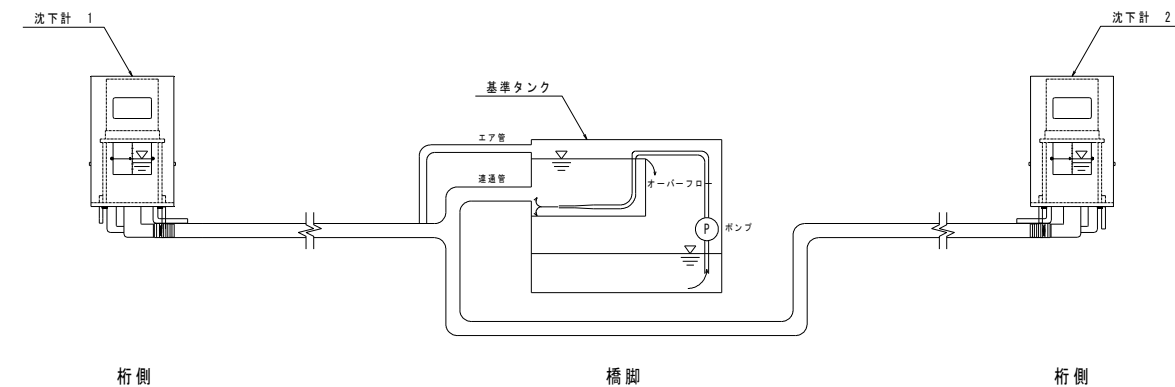
計測器の基準水槽に注水するホース筒先の流量調整部分（注水ポンプの能力が高いため筒先を細めて流量を調整していた）が老朽化で破損し、水勢が強まり、基準水槽の水位が通常よりも上昇していた。

本計測器は、この基準水槽と沈下計の水位差をたわみとしているので、基準水槽の水位が上昇すると、橋体にたわみが発生したと同様の計測が生じてしまった。



【対策】

老朽化したホースを交換、復旧した。



(5) 桁内機器の防湿対策

機器類の保護および防湿対策として、機器収納箱に換気扇を取り付けて、24時間換気している。



↑ 機器収納箱内の様子



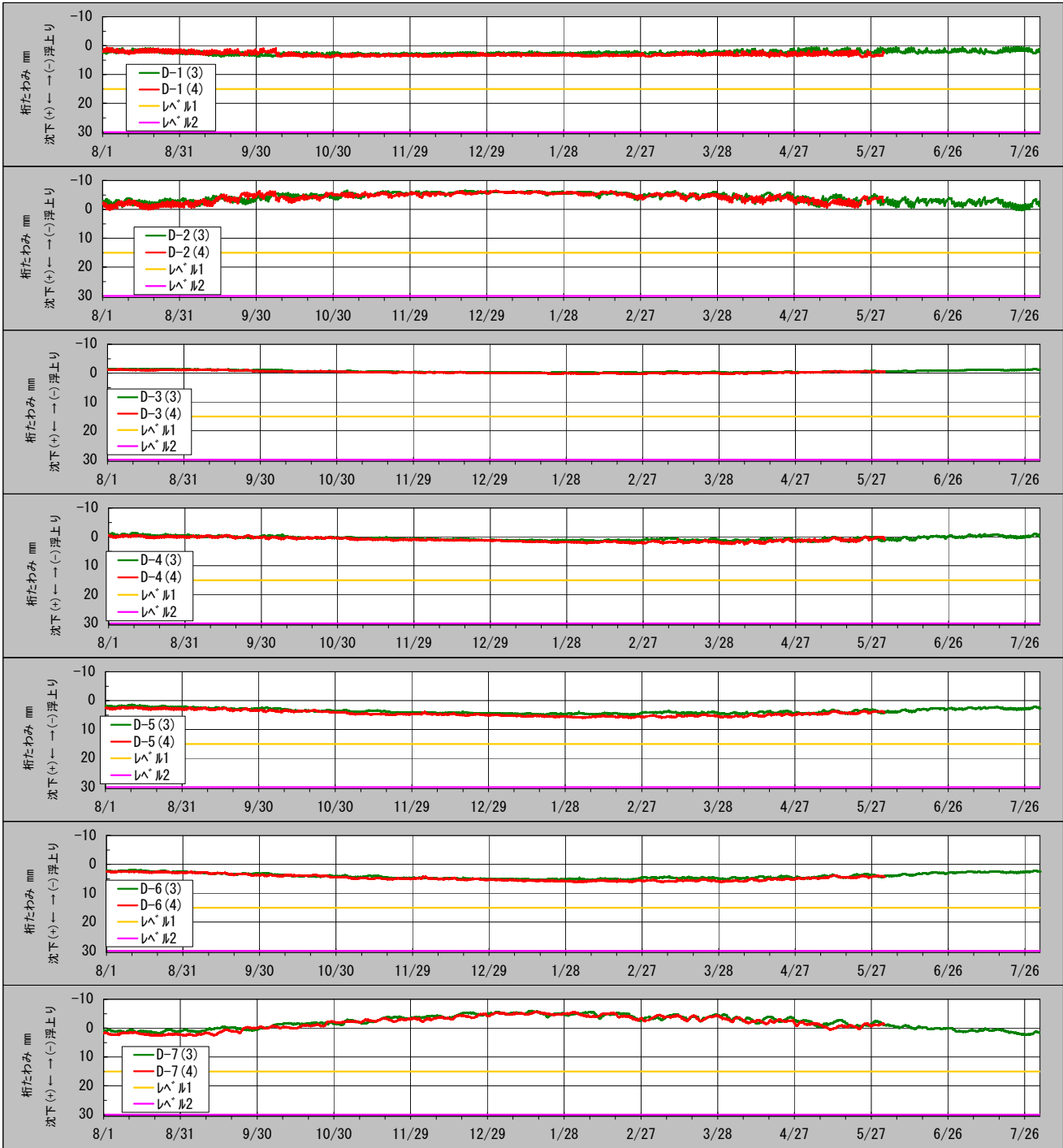
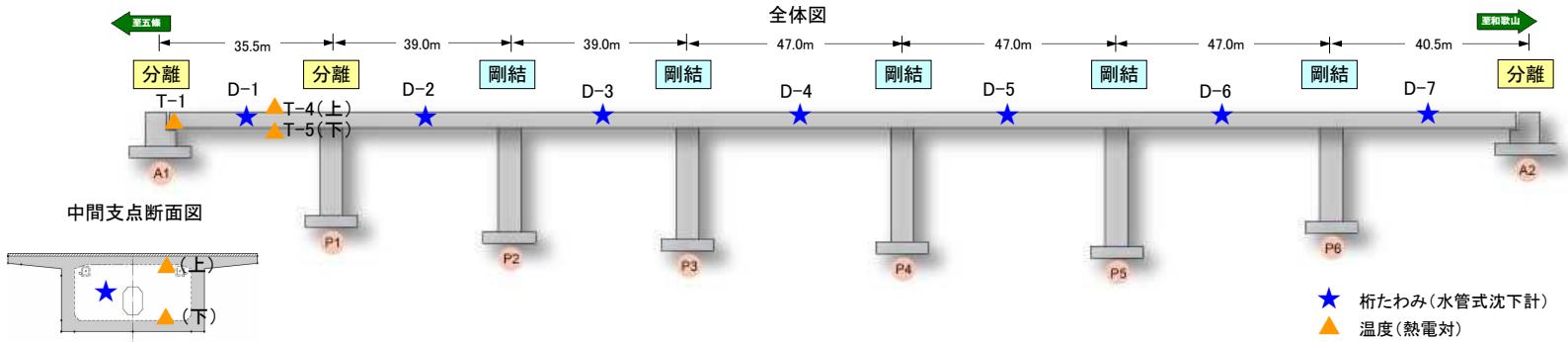
7. 參考資料

① 垂井高架橋 桁たわみ 計測結果

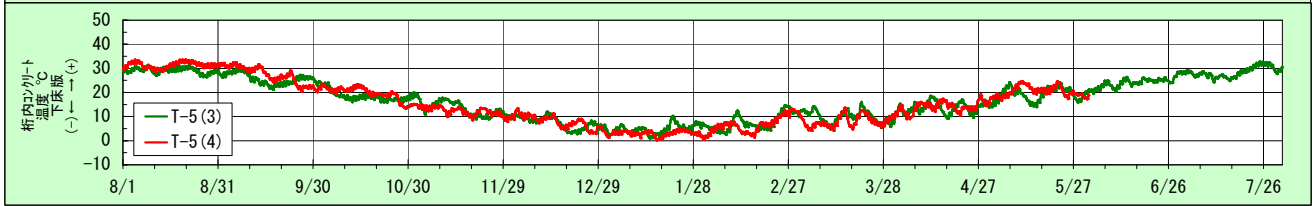
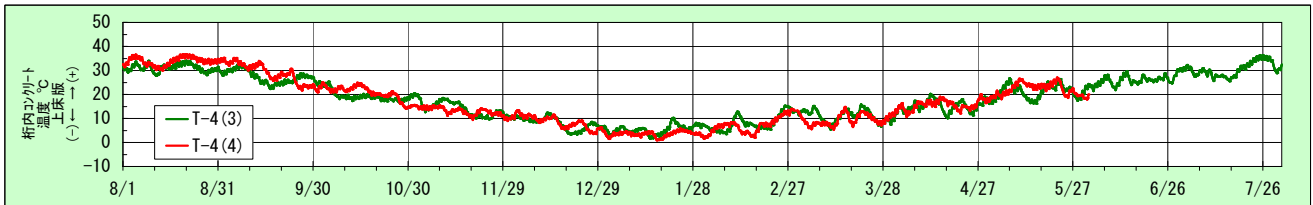
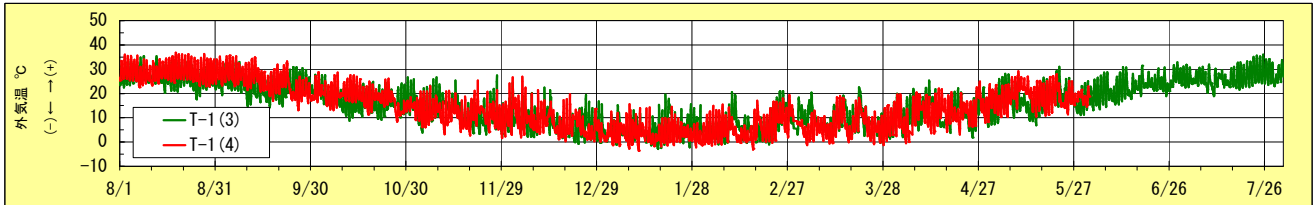
※2007/8/1～2011/5/31の最大値、最小値 最終計測日時: 2011/5/31 23:00

		計測データ			管理値		備考
		最終計測値	最小値※	最大値※	レベル1	レベル2	
桁たわみ(mm) (水管式沈下計)	D-1	2.8	-0.6	4.1	15	30	
	D-2	-2.9	-6.9	1.4			
	D-3	-0.4	-2.0	0.5			
	D-4	0.8	-1.7	2.6			
	D-5	4.1	-0.7	6.0			
	D-6	4.4	-0.4	6.2			
	D-7	-1.3	-7.0	2.7			

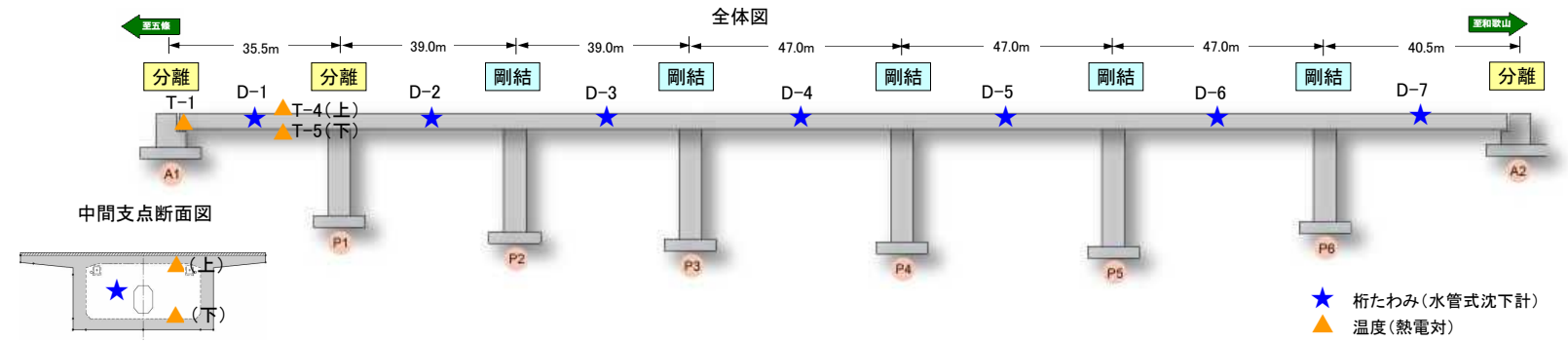
グラフ表示: 2009/8/1～2011/5/31 凡例()内数値は供用後経過年



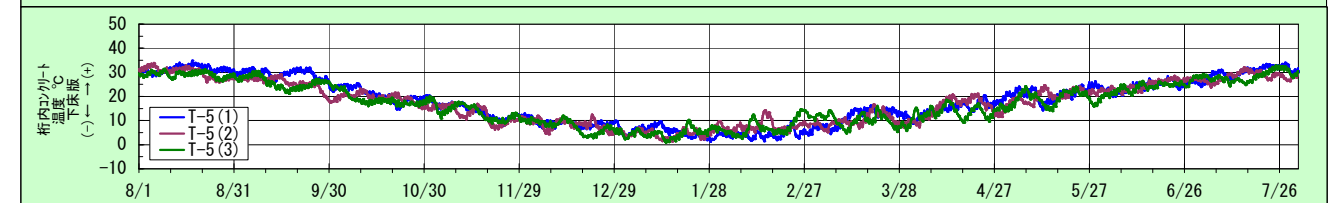
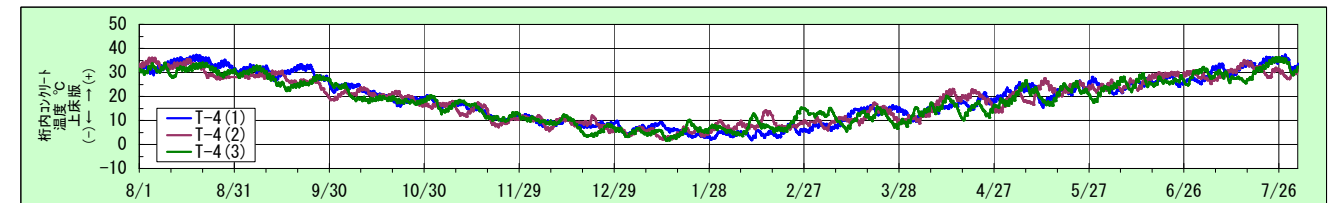
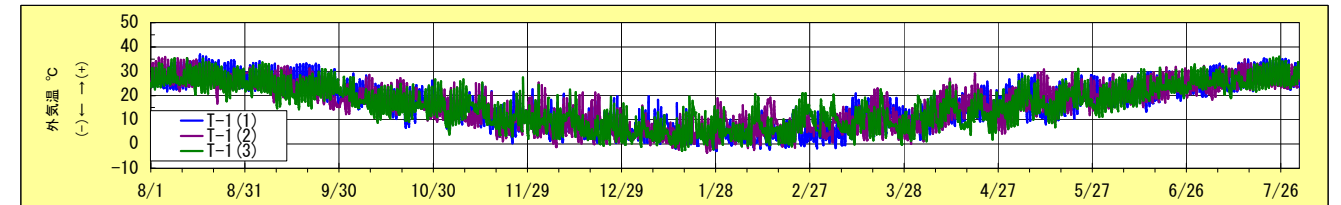
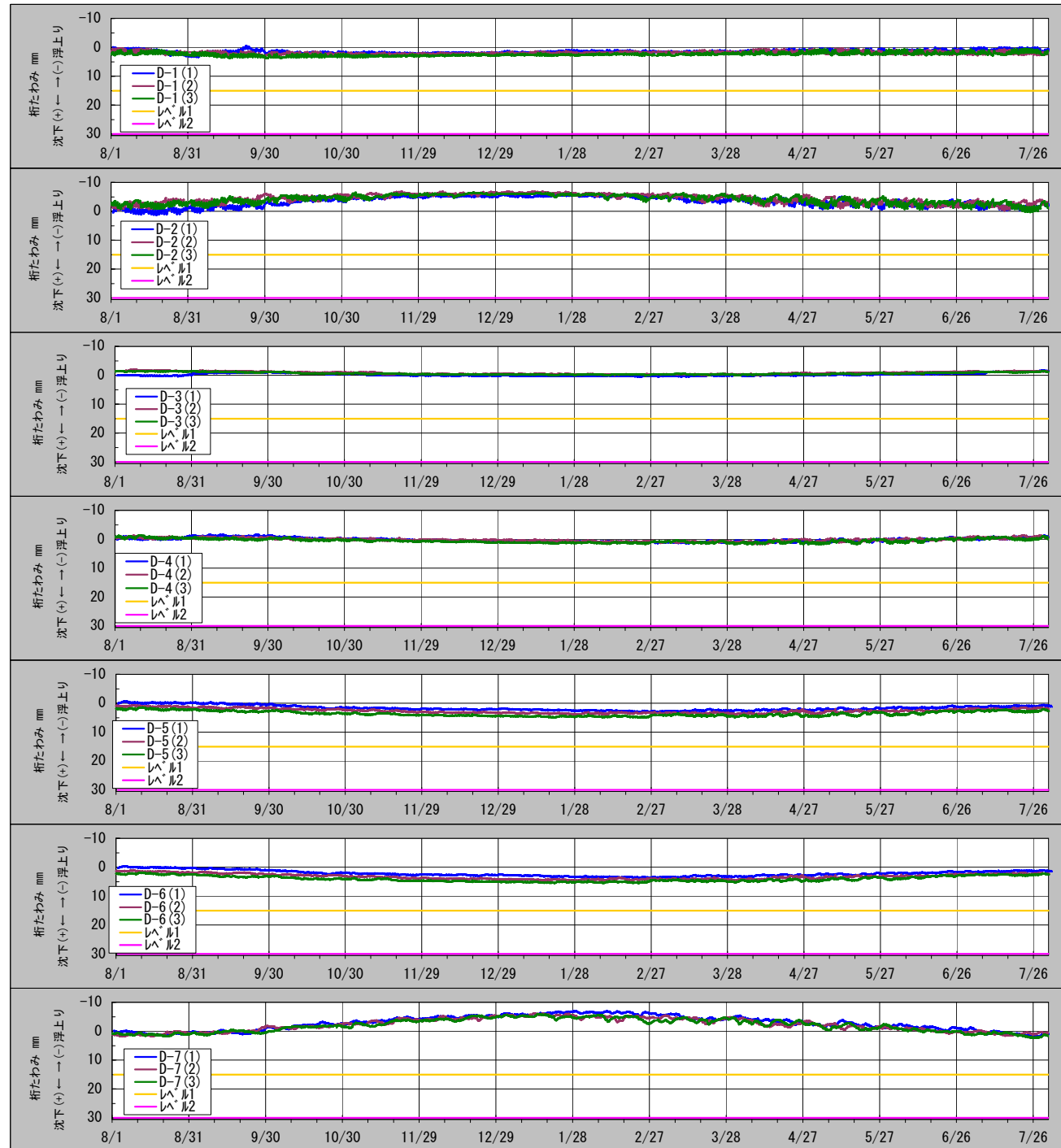
— 供用後3年, — 供用後4年



① 垂井高架橋 桁のたわみ 計測結果



グラフ表示: 2007/8/1~2010/5/31 凡例 () 内数値は供用後経過年



2008.8.29~2008.9.1期間、全測点欠測

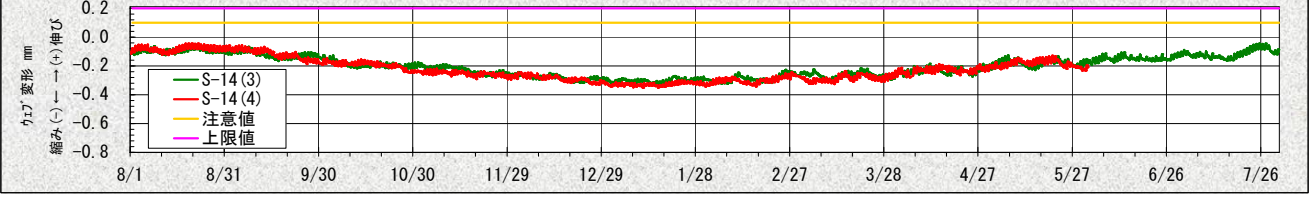
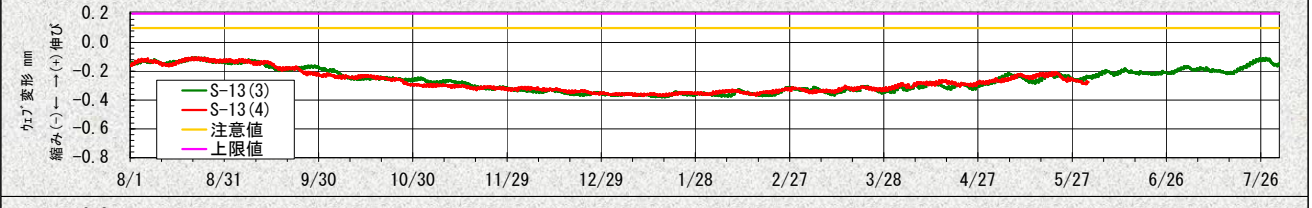
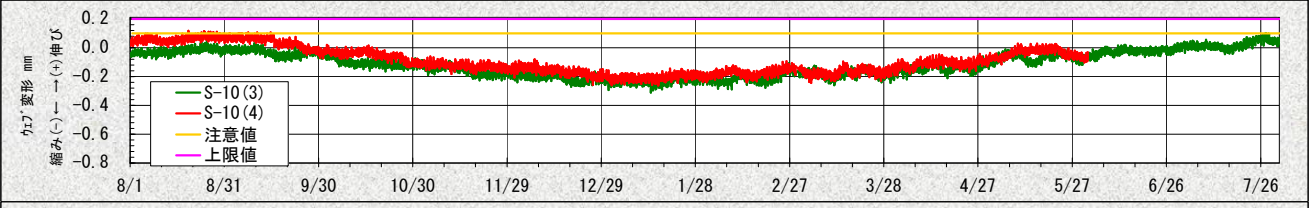
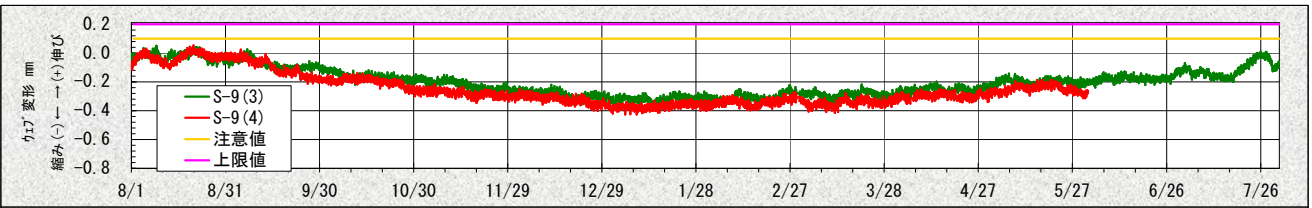
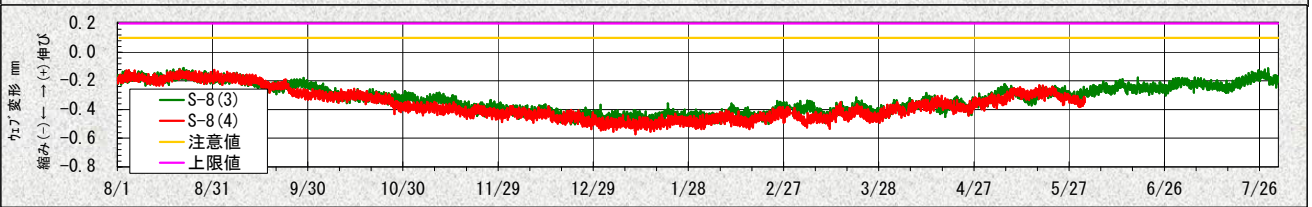
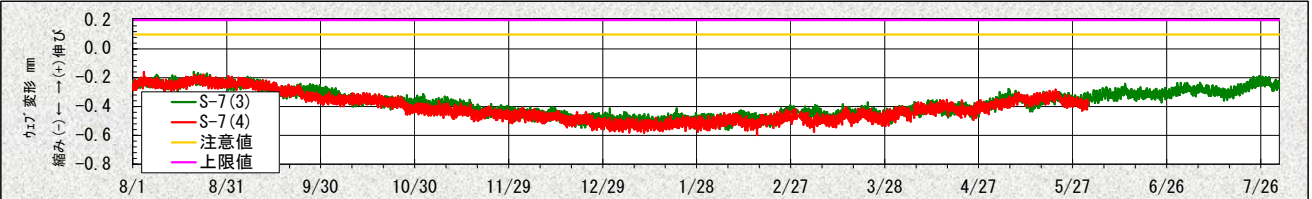
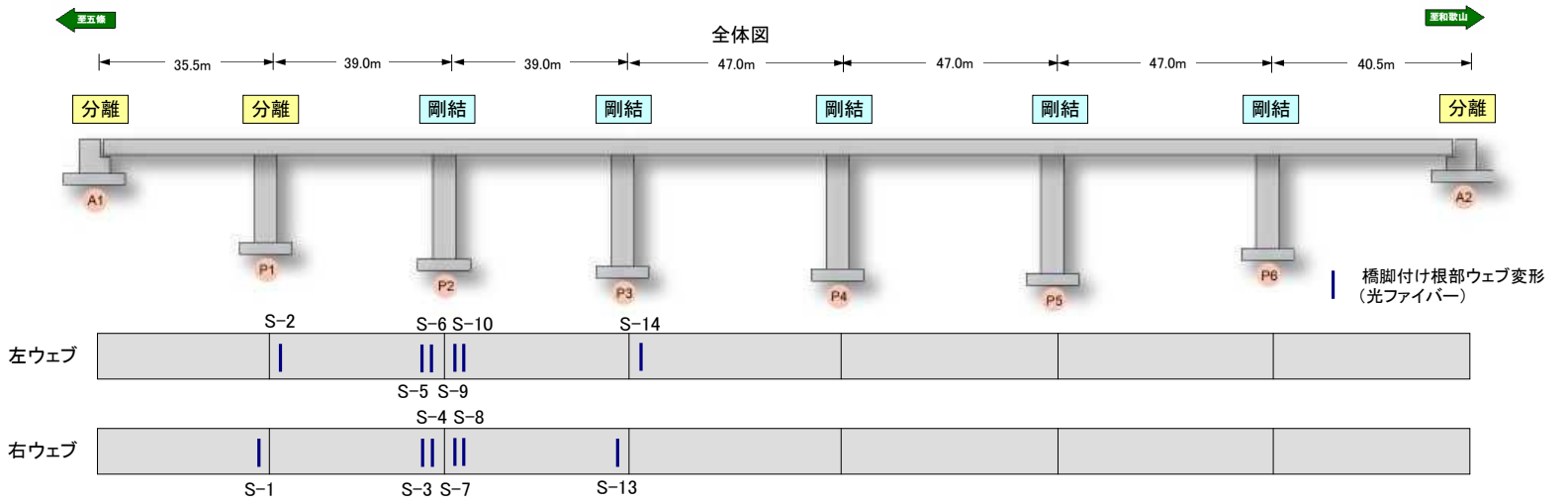
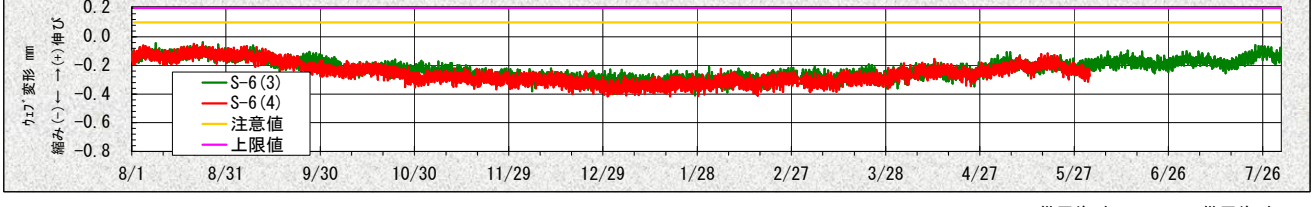
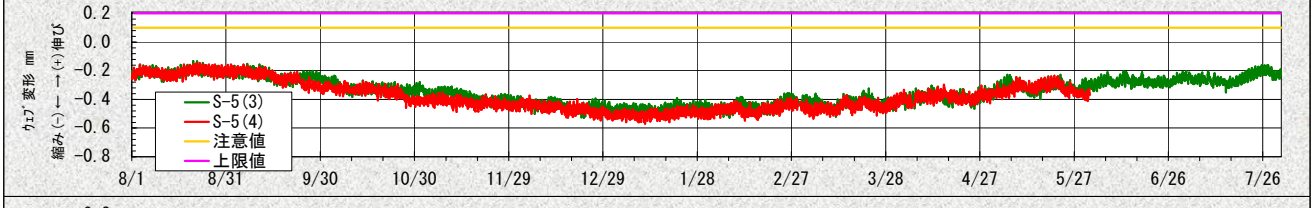
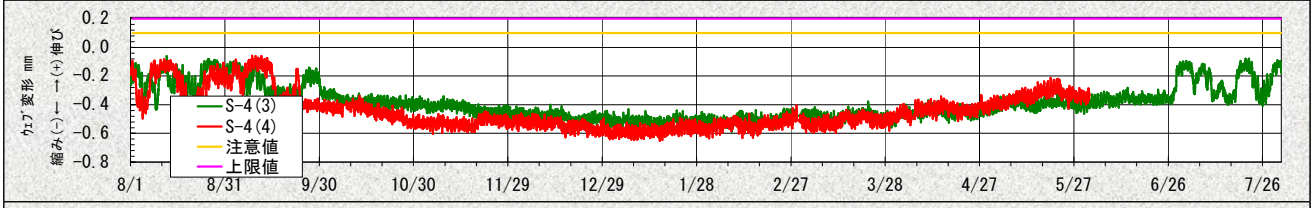
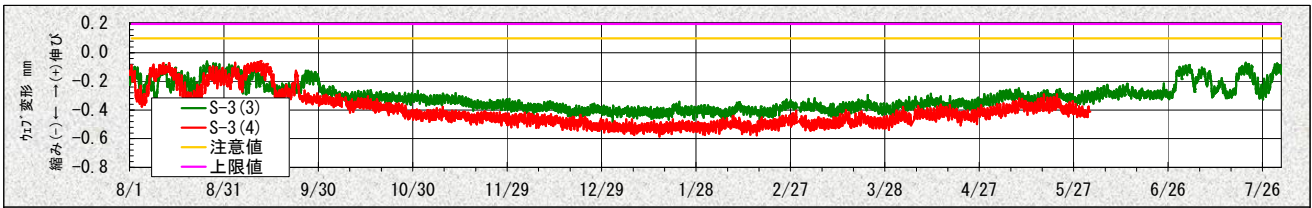
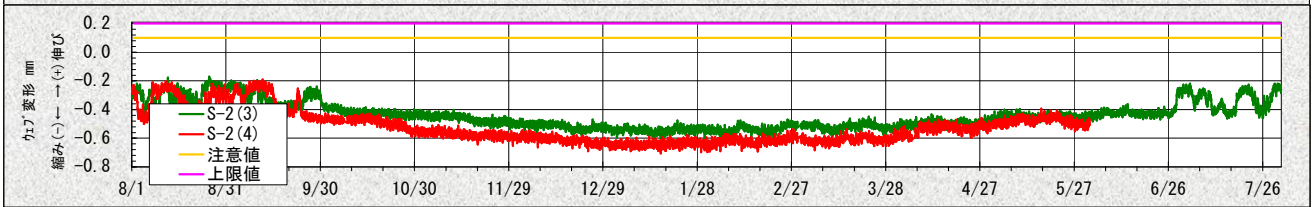
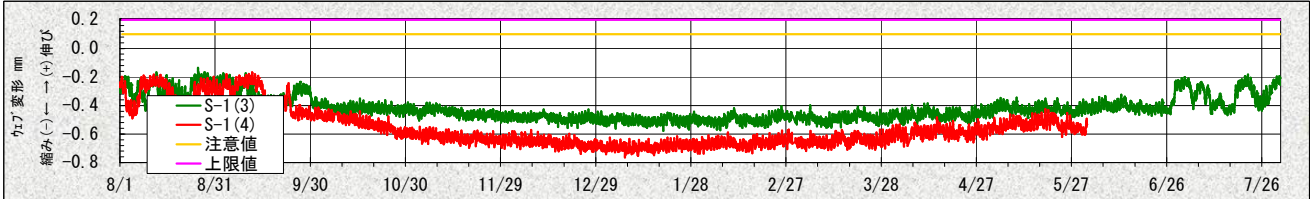
— 供用後1年, — 供用後2年, — 供用後3年

② 垂井高架橋 橋脚付け根部ウェブ変形 計測結果

※2007/8/1～2011/5/31の最大値、最小値 最終計測日時: 2011/5/31 23:00

			計測データ			管理値		備 考
			最終計測値	最小値※	最大値※	注意値	上限値	
橋脚付け根部 ウェブ変形 (mm) (光ファイバー)	P1	S-1	-0.532	-0.764	0.027	0.10	0.20	
		S-2	-0.500	-0.706	0.006			
		S-3	-0.411	-0.585	0.031			
	P2	S-4	-0.336	-0.653	0.033			
		S-5	-0.351	-0.571	0.017			
		S-6	-0.257	-0.415	0.042			
		S-7	-0.374	-0.599	0.016			
		S-8	-0.333	-0.572	0.022			
		S-9	-0.278	-0.427	0.082			
		S-10	-0.062	-0.357	0.117			
	P3	S-13	-0.280	-0.381	0.017			
		S-14	-0.215	-0.352	0.031			

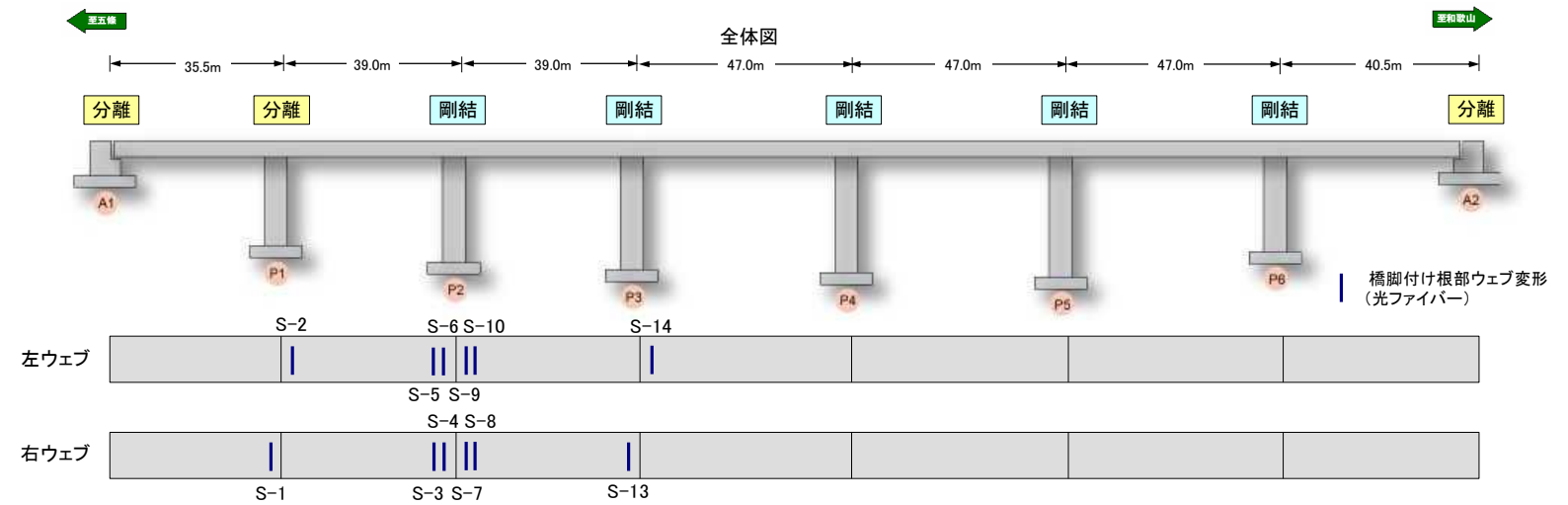
グラフ表示: 2009/8/1～2011/5/31 凡例()内数値は供用後経過年



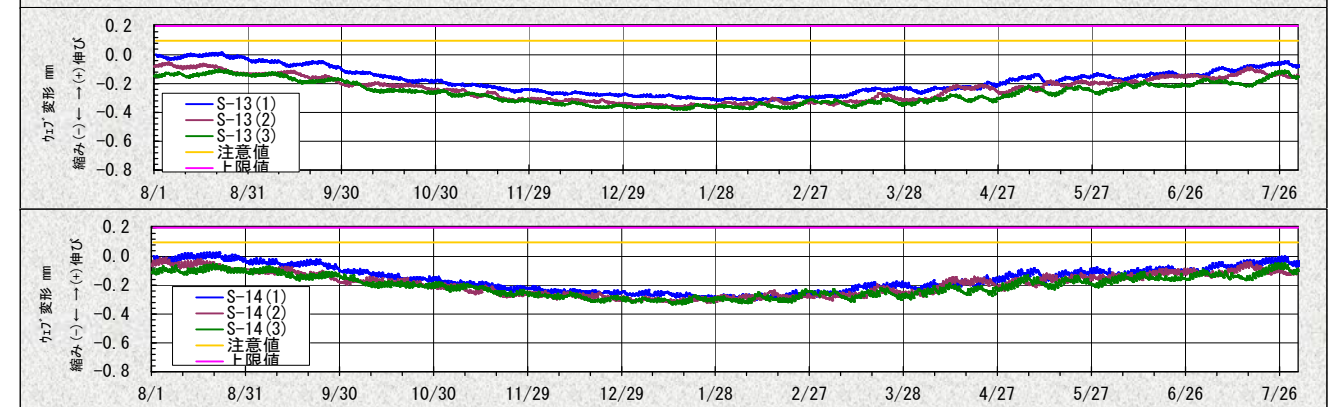
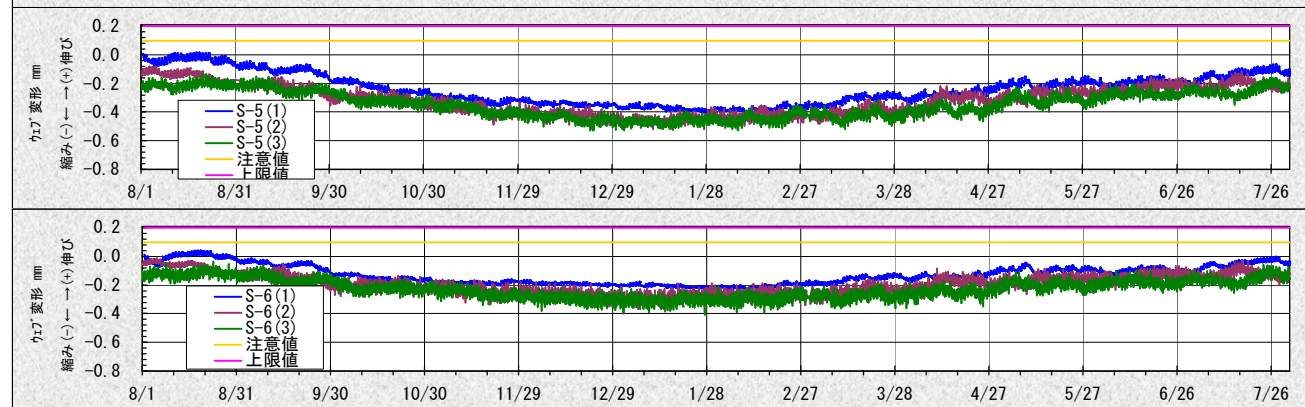
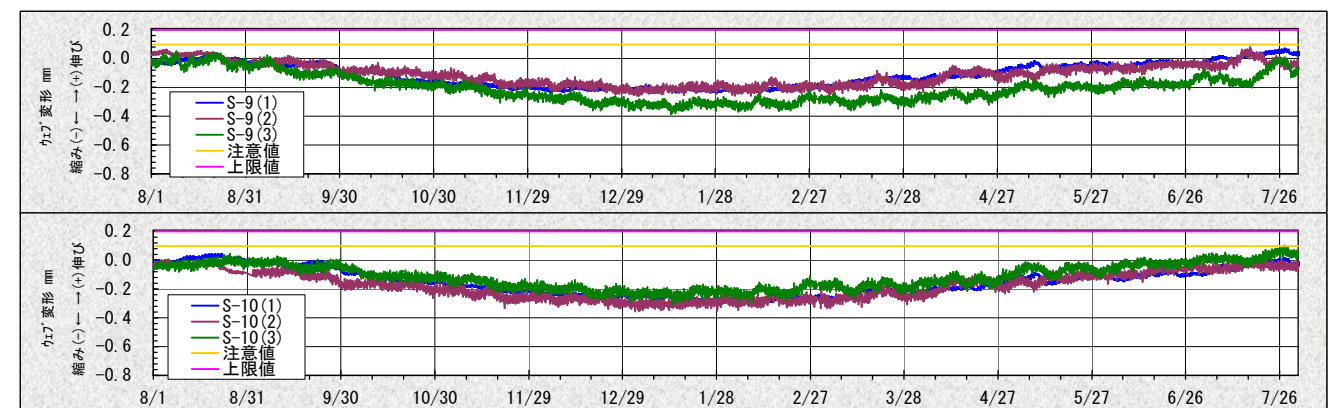
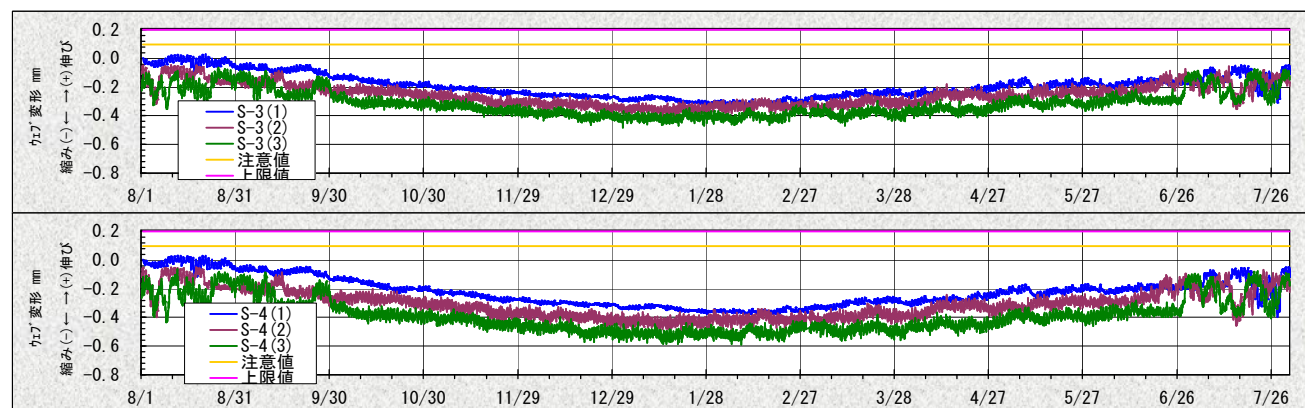
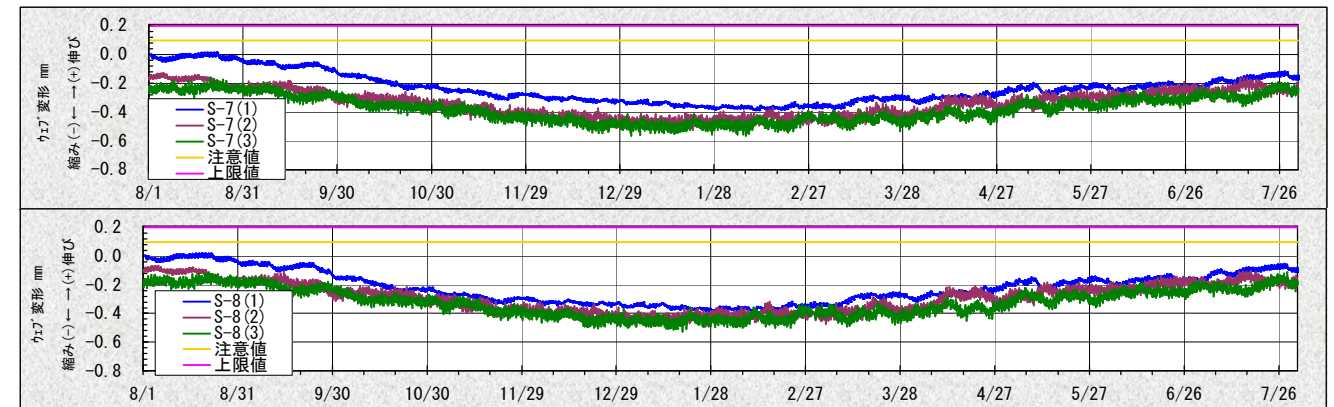
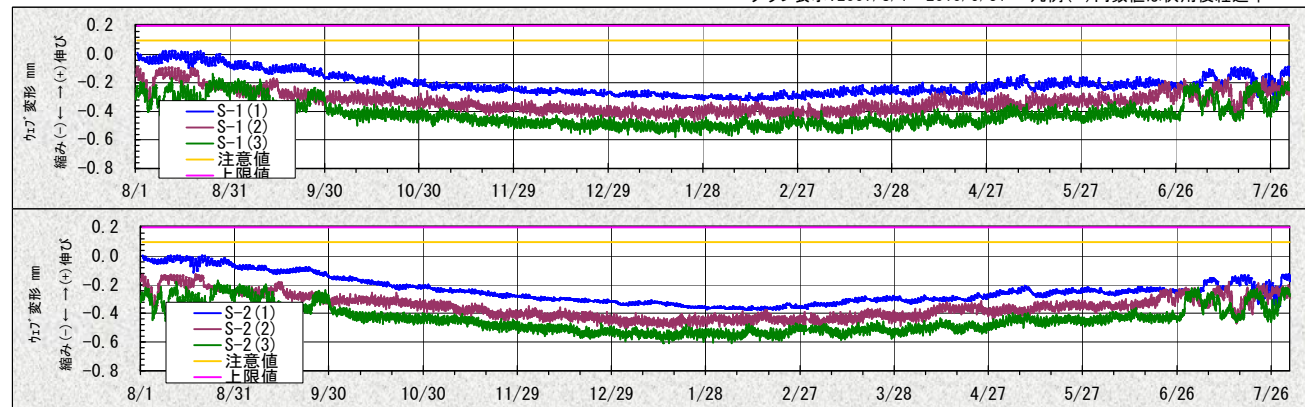
・S-1～S-4は同じオプトボックス(光-電気変換機)と繋がれており、温度が上がる夏期になると大きな上下変動が見られたため、2010.10.7～8期間でオプトボックスの取替えを行った。

— 供用後3年, — 供用後4年

② 垂井高架橋 橋脚付け根部ウェブ変形 計測結果



グラフ表示: 2007/8/1～2010/5/31 凡例()内数値は供用後経過年



2008.7.5～2008.8.21期間、S-1～S-4の測定器一時故障
2008.8.29～2008.9.1期間、全測点欠測

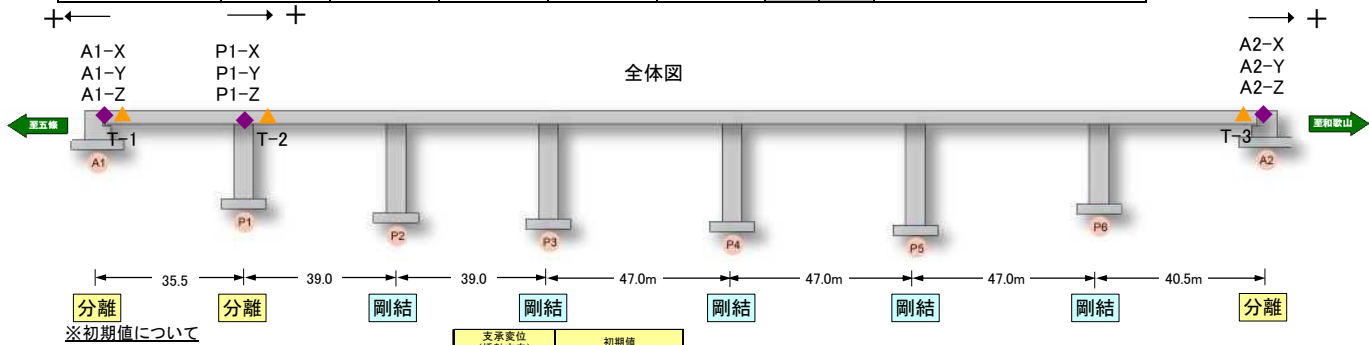
— 供用後1年, — 供用後2年, — 供用後3年

③ 垂井高架橋 支承の変位 計測結果

※2007/8/1～2011/5/31の最大値、最小値

最終計測日時: 2011/5/31 23:00

			計測データ			管理値		備 考
			最終計測値	最小値※	最大値※	下限 注意値	上限 注意値	
支 承 の 変 位 (mm) (変位計)	A1	橋軸(X)	9.3	-27.1	44.0	-30	55	桁が伸びる方向を+
		直角(Y)	1.4	-1.3	7.3			
		鉛直(Z)	-1.3	-3.0	0.6			
	P1	橋軸(X)	-3.8	-28.6	15.4	-45	30	A2方向を+
		直角(Y)	-6.0	-9.9	1.7			
		鉛直(Z)	-2.1	-4.7	0.8			
	A2	橋軸(X)	11.4	-22.6	43.1	-30	50	桁が伸びる方向を+
		直角(Y)	3.9	-1.4	16.2			
		鉛直(Z)	-1.3	-3.0	0.7			



支変位の初期値は、
橋軸方向については 2006/12/13(右表)、
直角方向及び鉛直方向については 2007/7/28
のデータを0として設定する。

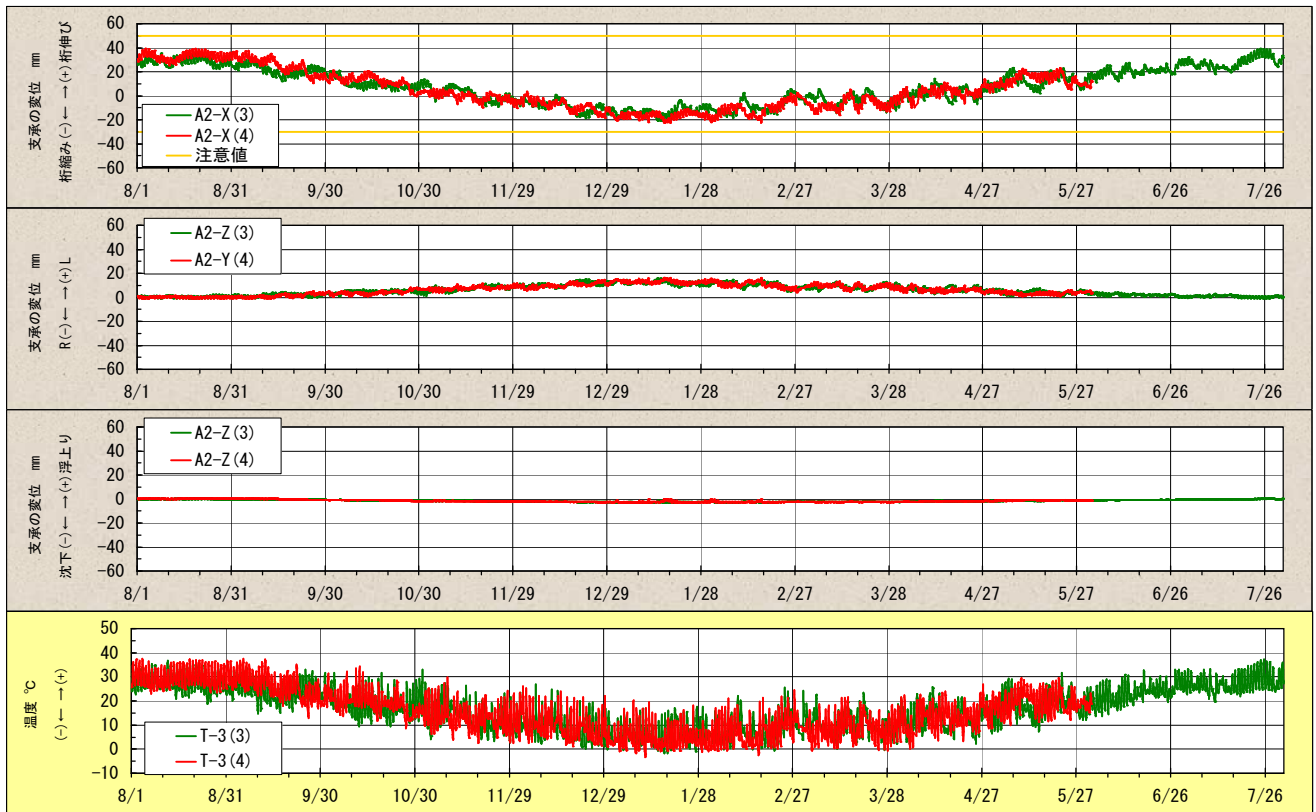
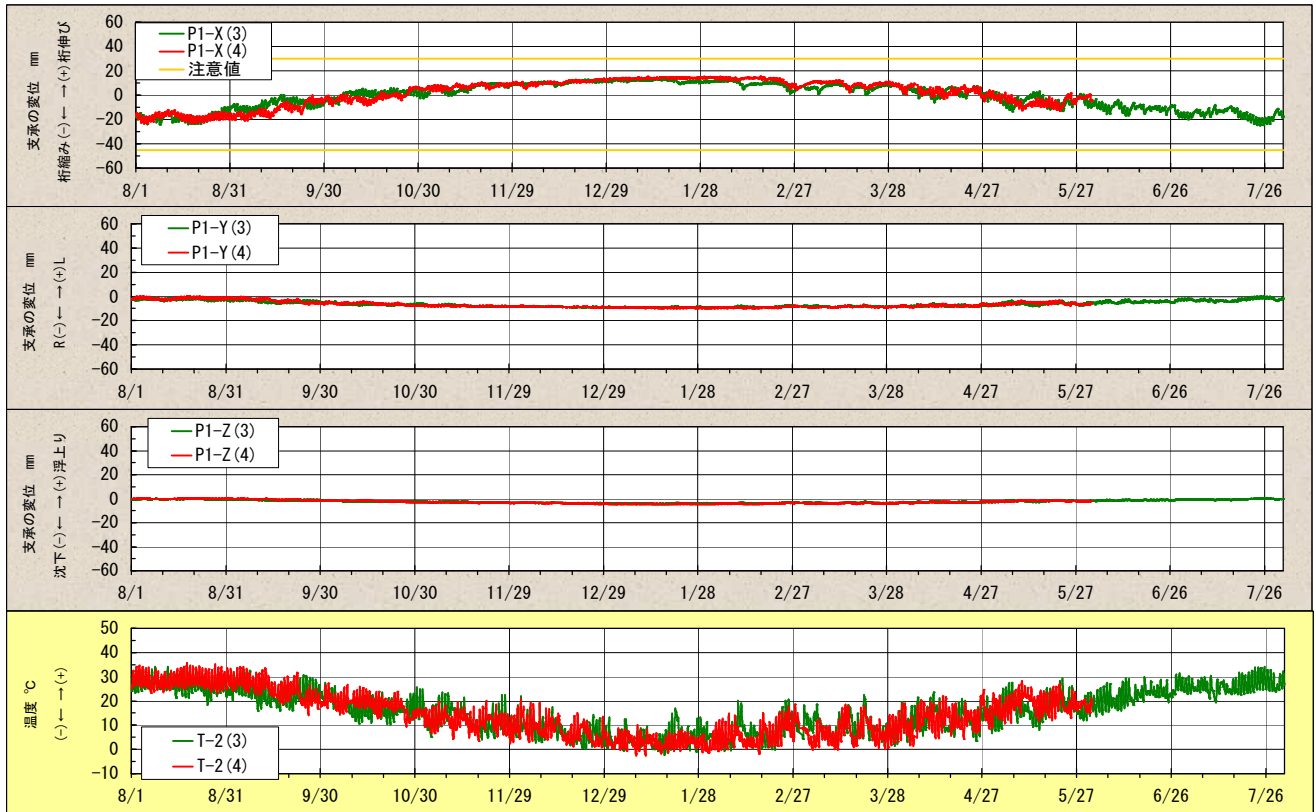
支承変位 (橋軸方向)	初期値
A1	気温8℃時→0 -50mm →0
P1	気温8℃時→0 15mm →0
A2	気温8℃時→0 -60mm →0

◆ 支承の変位(変位計)
▲ 温度(熱電対)

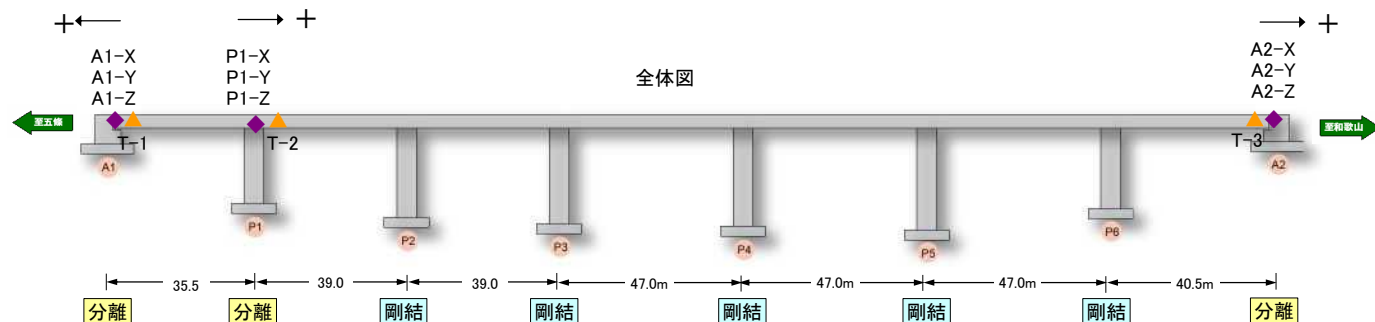
グラフ表示:2009/8/1～2011/5/31 凡例()内数値は供用後経過年



—— 供用後3年, —— 供用後4年



③ 垂井高架橋 支承の変位 計測結果



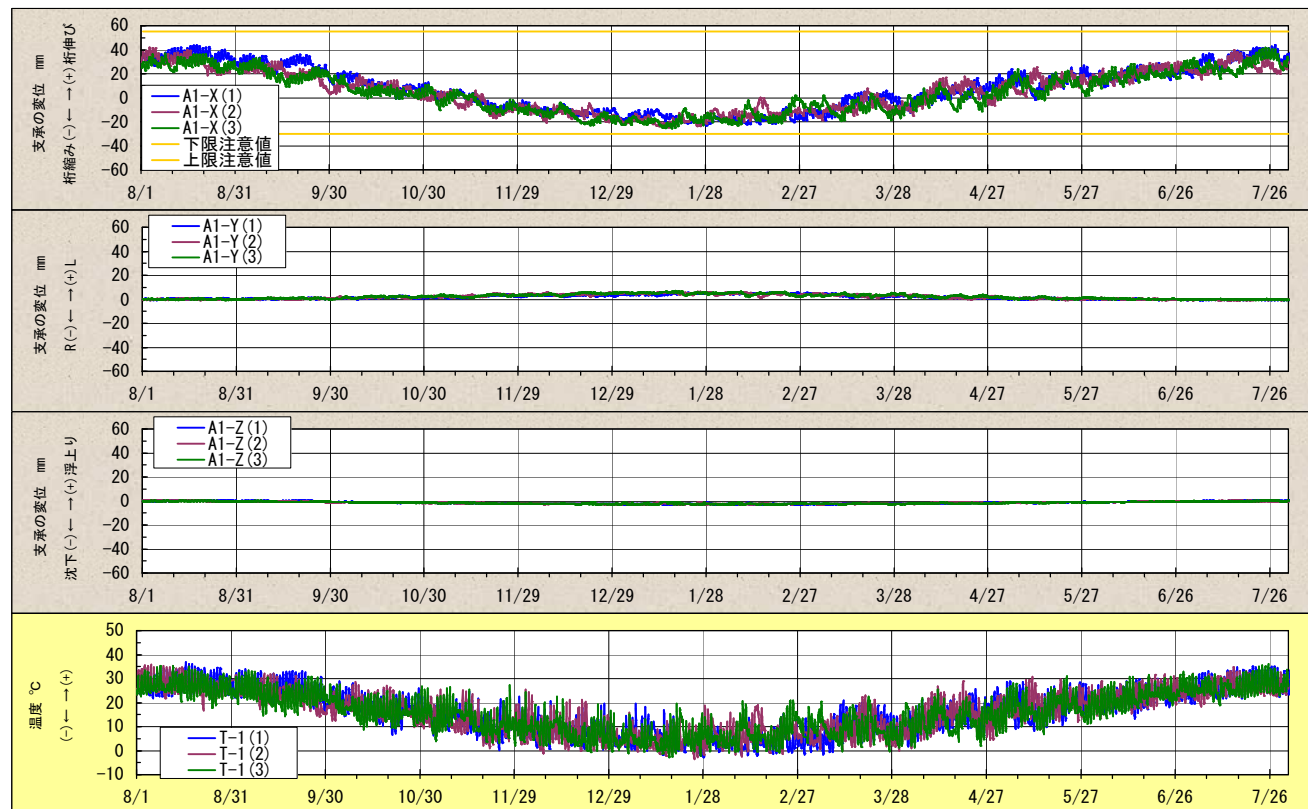
※初期値について

支承変位の初期値は、橋軸方向については 2006/12/13(右表)、直角方向及び鉛直方向については 2007/7/28 のデータを0として設定する。

支承変位 (橋軸方向)	初期値
A1	気温8℃時→0 -50mm →0
P1	気温8℃時→0 15mm →0
A2	気温8℃時→0 -60mm →0

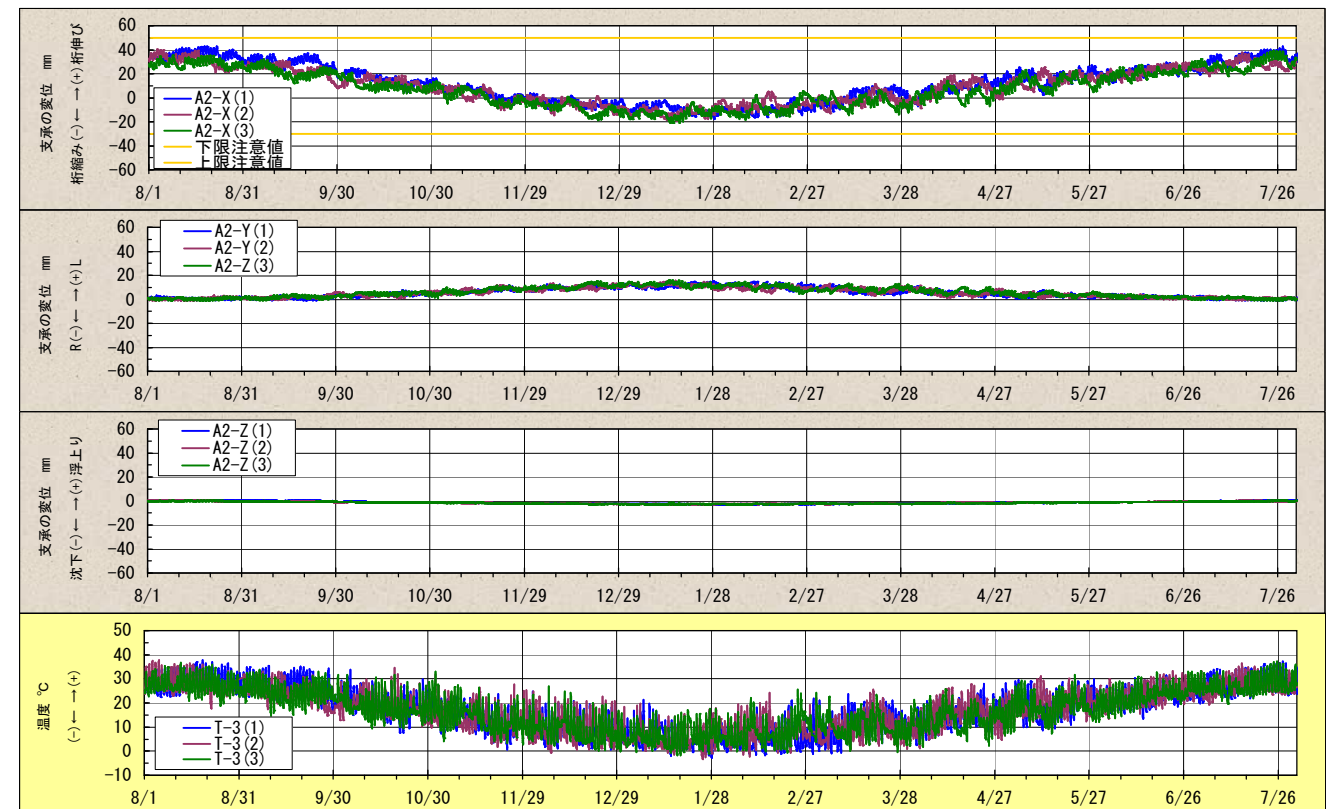
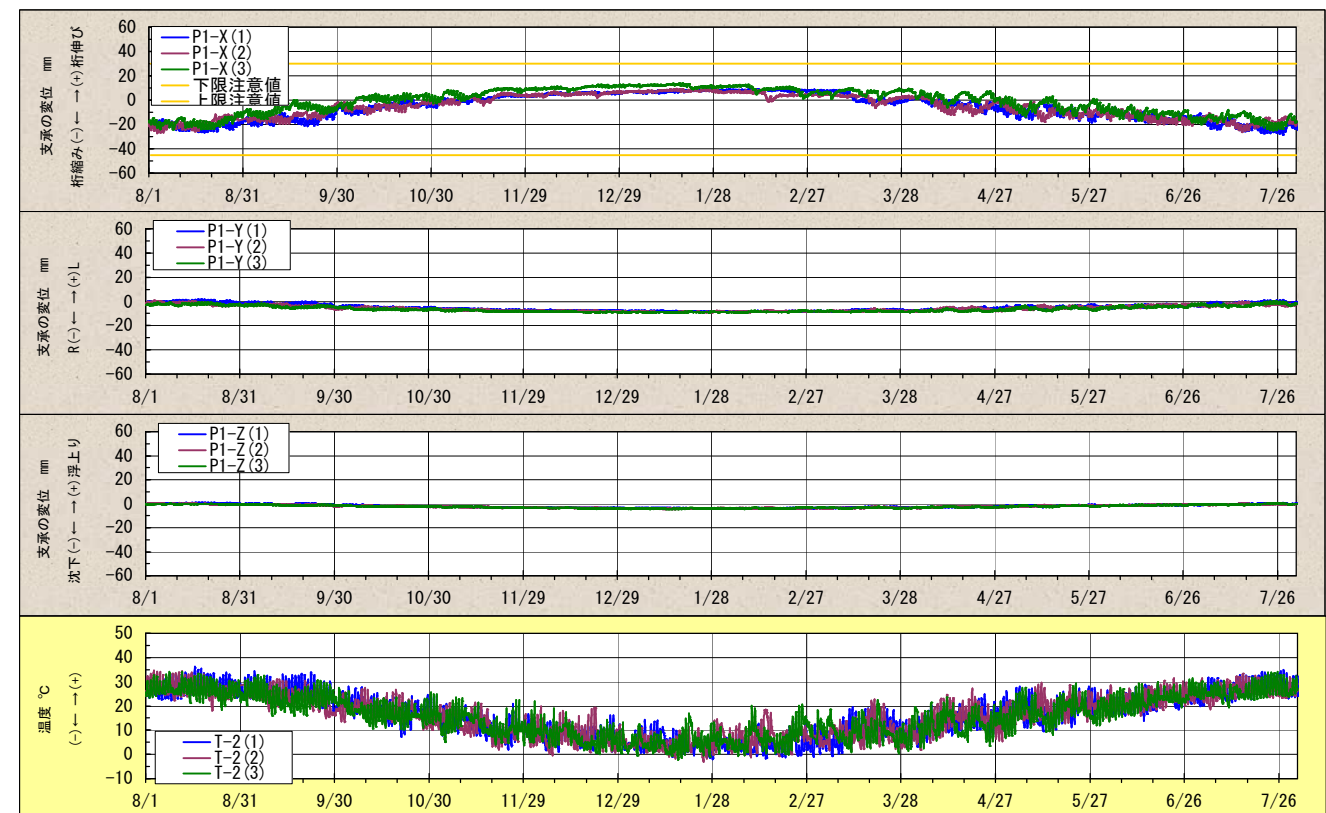
◆ 支承の変位(変位計)
▲ 温度(熱電対)

グラフ表示: 2007/8/1~2010/5/31 凡例()内数値は供用後経過年



2008.8.29~2008.9.1期間、全測点欠測

— 供用後1年, — 供用後2年, — 供用後3年



④ 垂井高架橋 ひび割れ幅 計測結果

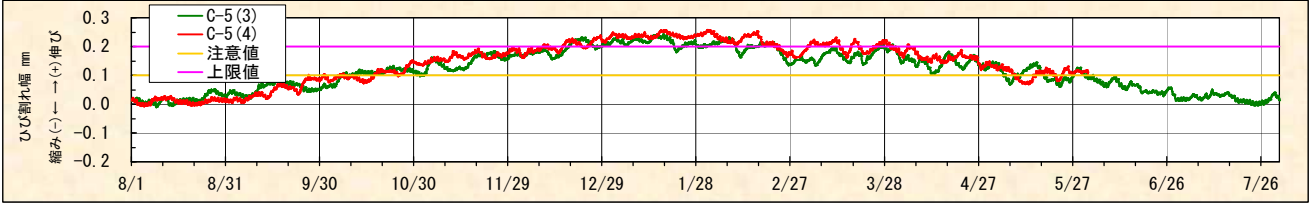
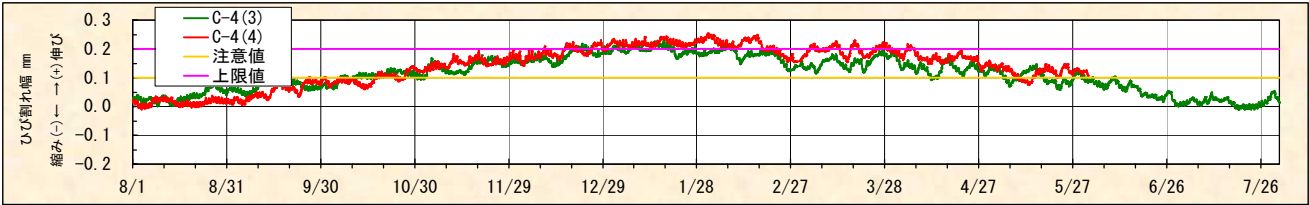
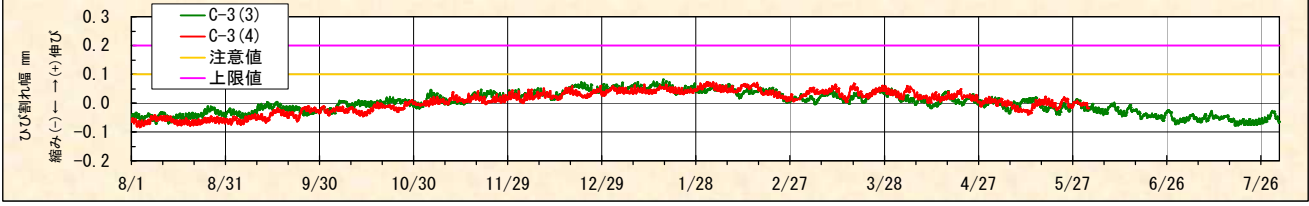
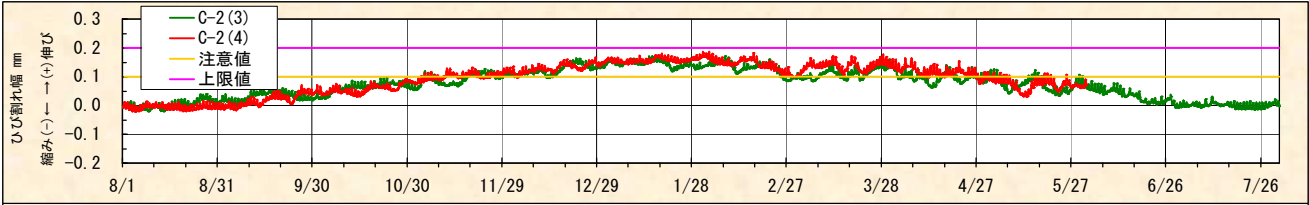
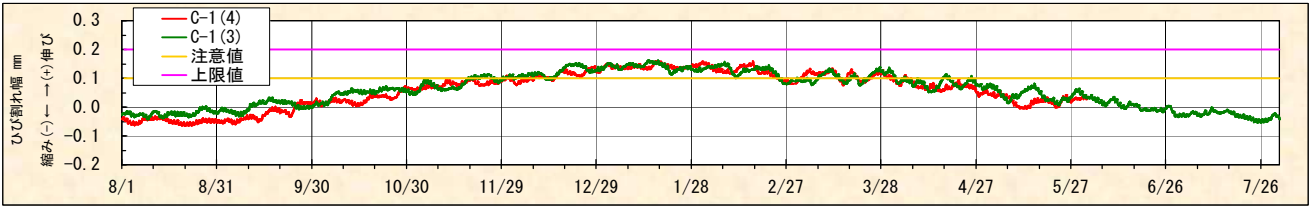
※2007/8/1～2011/5/31の最大値、最小値

最終計測日時: 2011/5/31 23:00

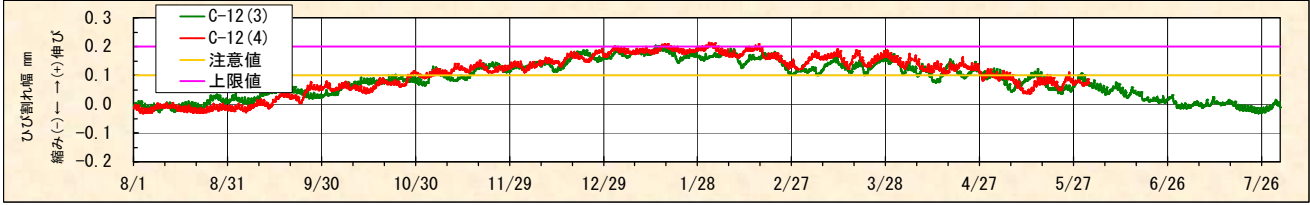
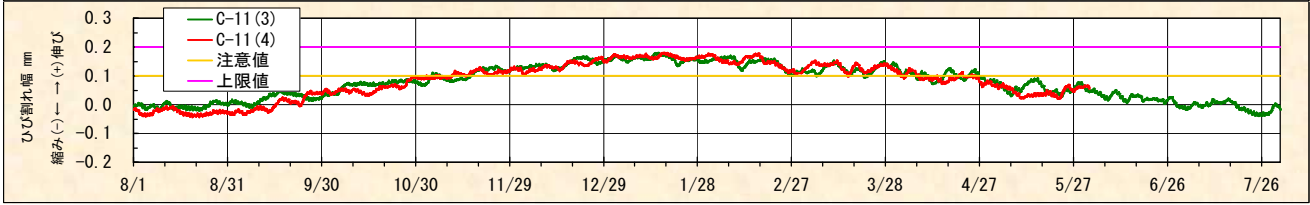
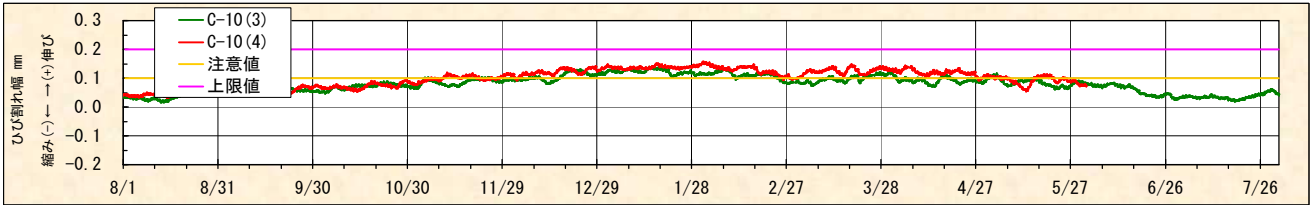
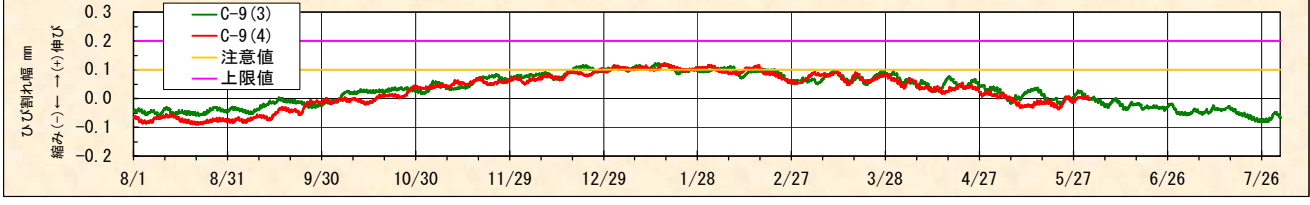
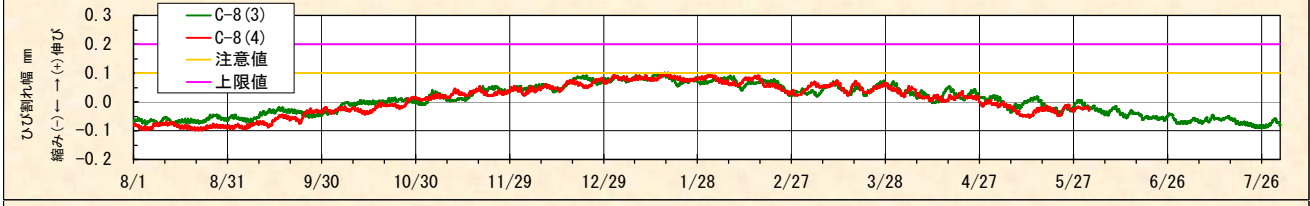
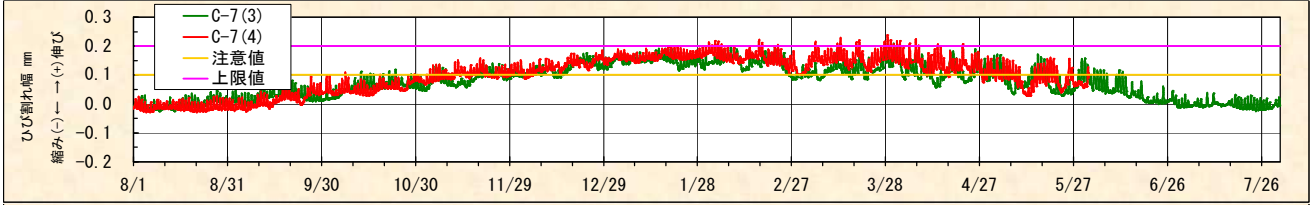
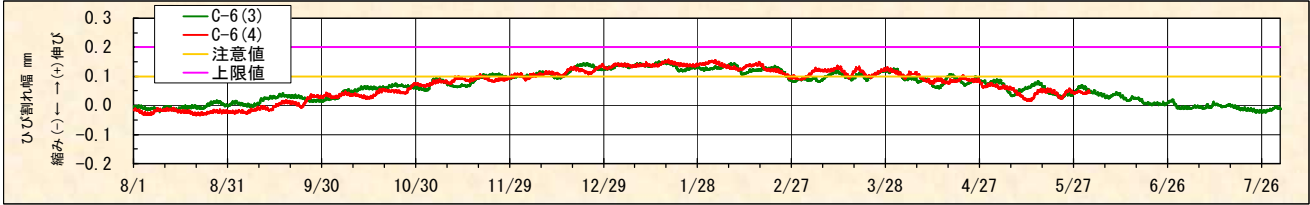
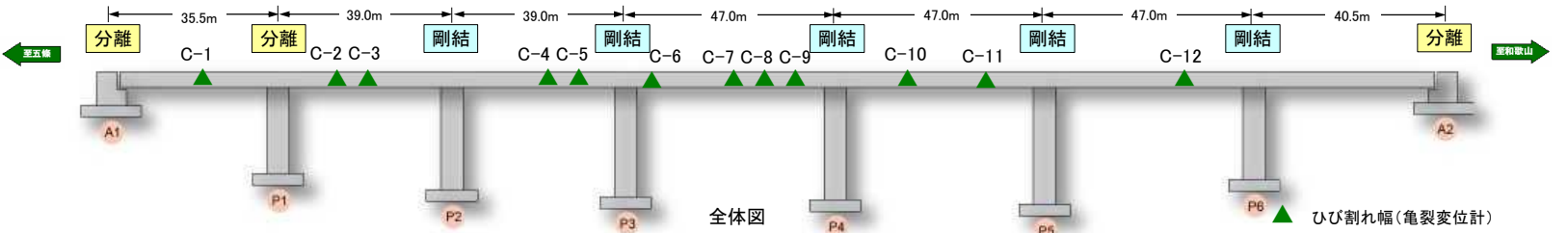
				計測データ			管理値		備 考
				最終計測値	最小値※	最大値※	注意値	上限値	
ひび割れ幅 (mm) (亀裂変位計)	A1P1	C-1	左ウェブ	0.026	-0.069	0.191	0.10	0.20	
	P1P2	C-2	左ウェブ	0.071	-0.070	0.186			
		C-3	下床版	-0.018	-0.084	0.135			
	P2P3	C-4	下床版	0.108	-0.070	0.254			
		C-5	右ウェブ	0.105	-0.086	0.258			
		C-6	左ウェブ	0.046	-0.087	0.176			
	P3P4	C-7	左ウェブ	0.090	-0.078	0.238			
		C-8	下床版	-0.028	-0.099	0.150			
		C-9	右ウェブ	-0.003	-0.092	0.166			
	P4P5	C-10	下床版	0.070	-0.101	0.157			
		C-11	右ウェブ	0.055	-0.067	0.198			
	P5P6	C-12	左ウェブ	0.071	-0.091	0.213			

※左右方向は、起点(A1)側→終点(A2)側に見た方向

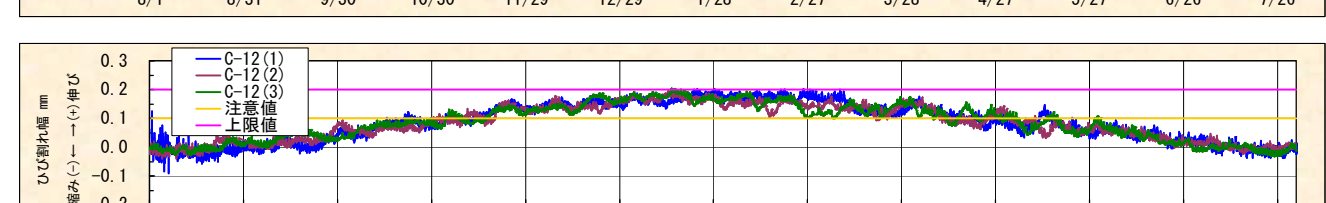
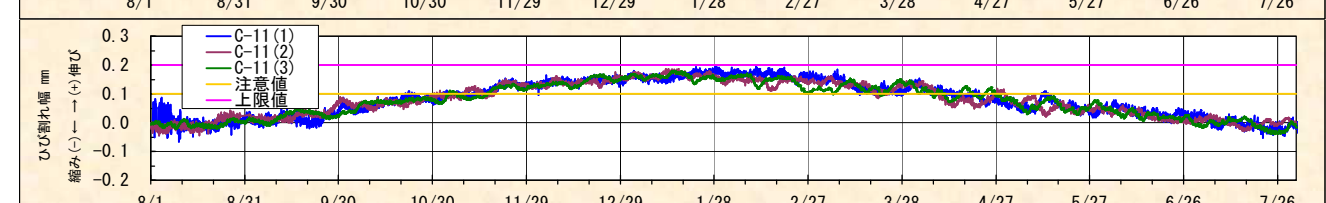
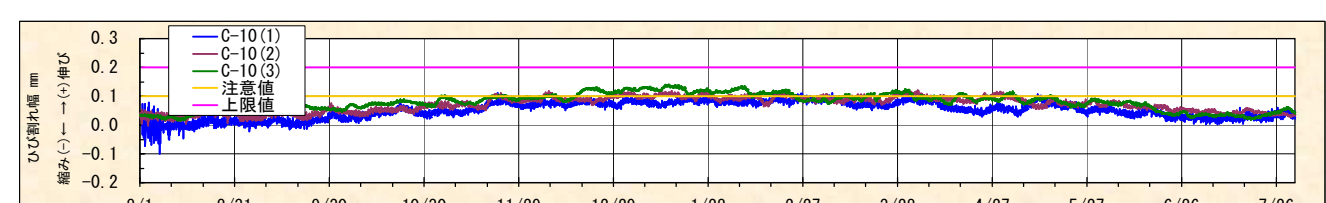
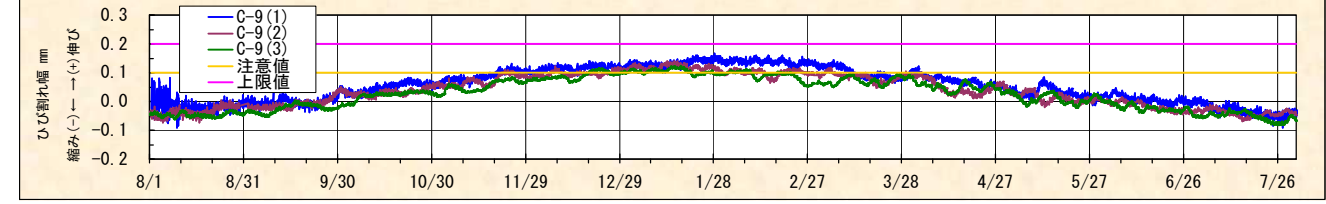
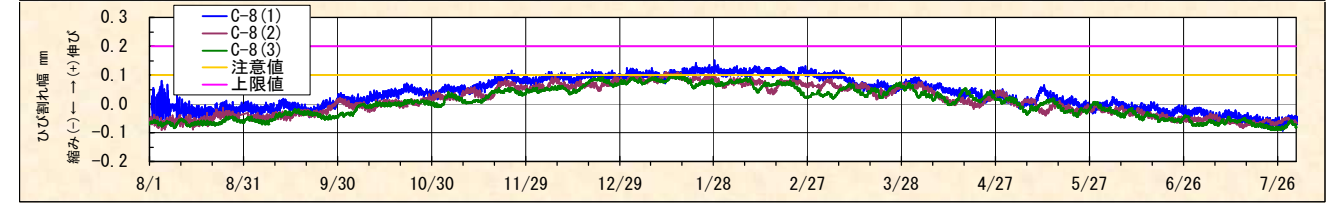
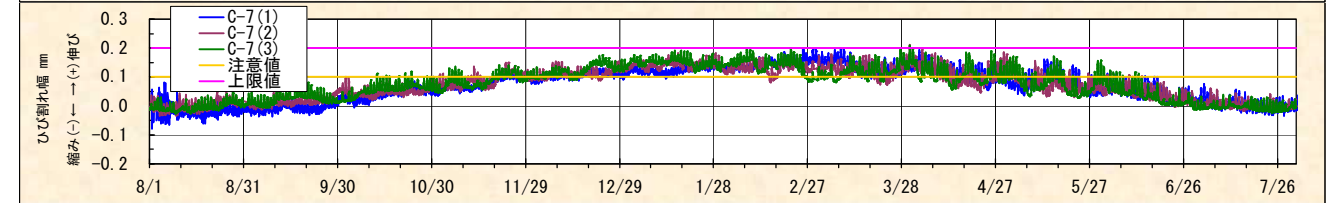
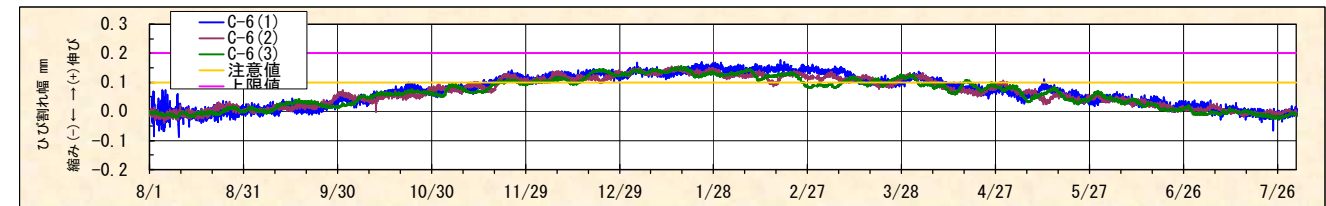
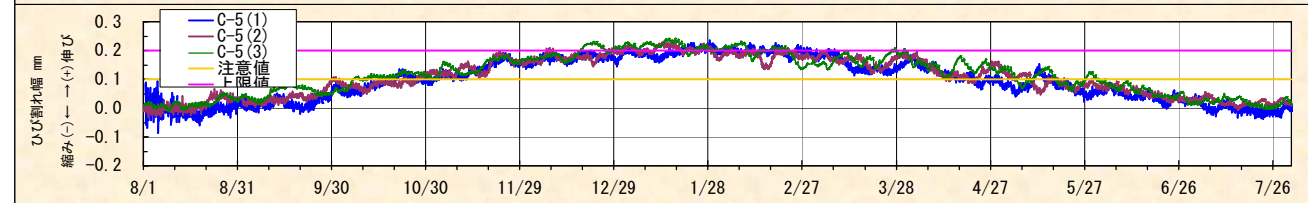
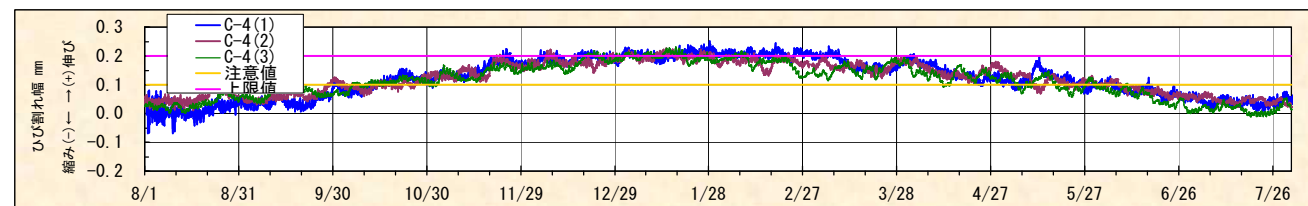
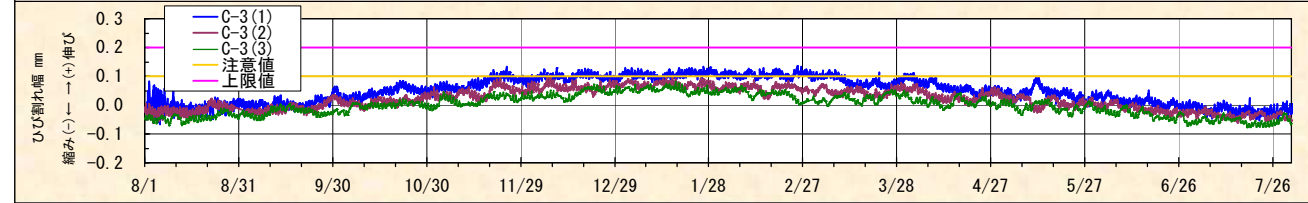
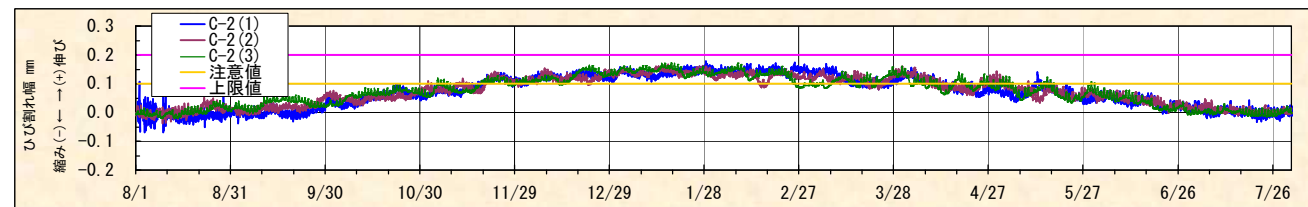
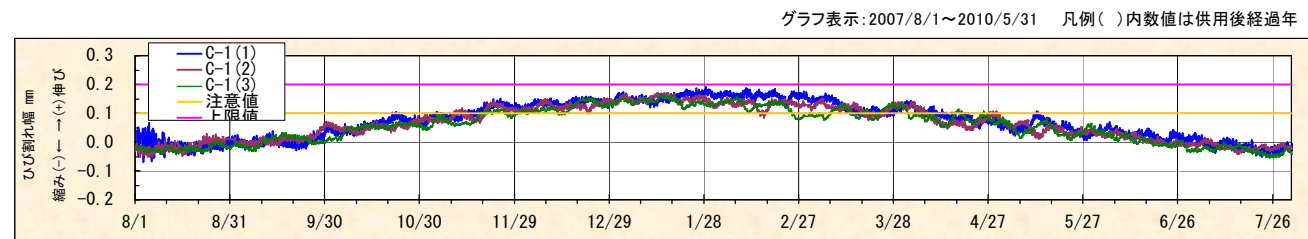
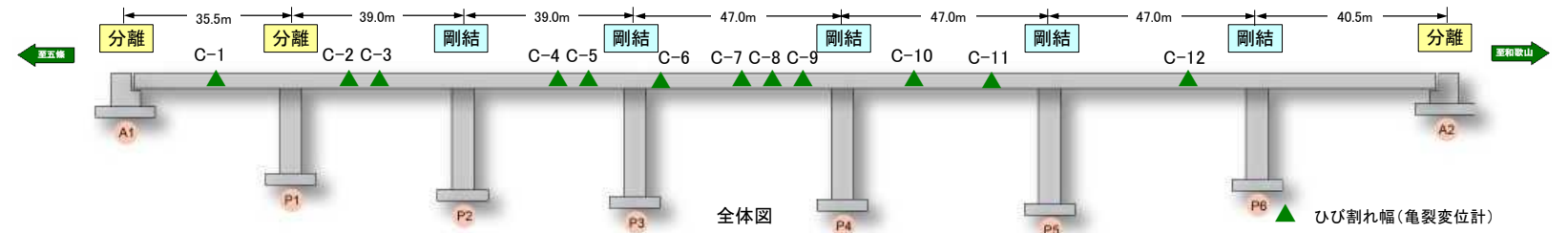
グラフ表示: 2009/8/1～2011/5/31 凡例()内数値は供用後経過年



— 供用後3年, — 供用後4年



④ 垂井高架橋 ひび割れ幅 計測結果



2007.7.30~2007.8.10期間、全測点落雷(7/30)によるノイズ
2008.8.29~2008.9.1期間、全測点欠測

— 供用後1年、 — 供用後2年、 — 供用後3年

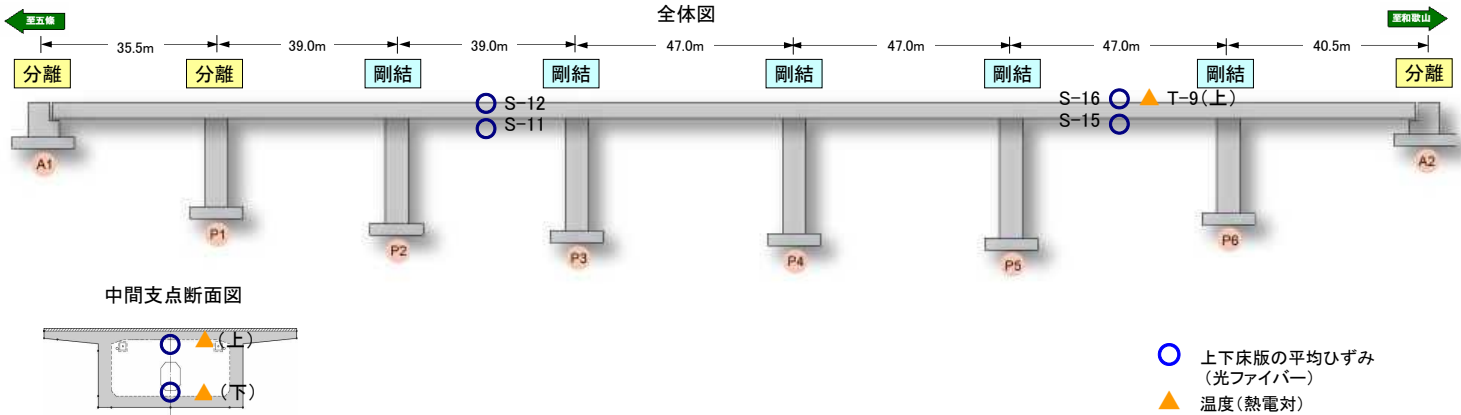
⑤ 垂井高架橋 上下床版平均ひずみ 計測結果

※2007/8/1～2011/5/31の最大値、最小値

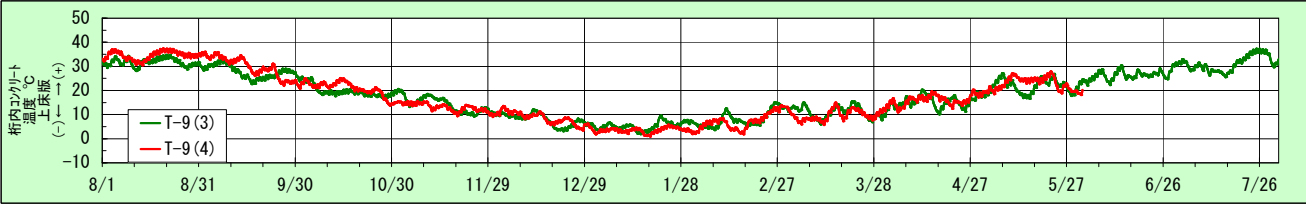
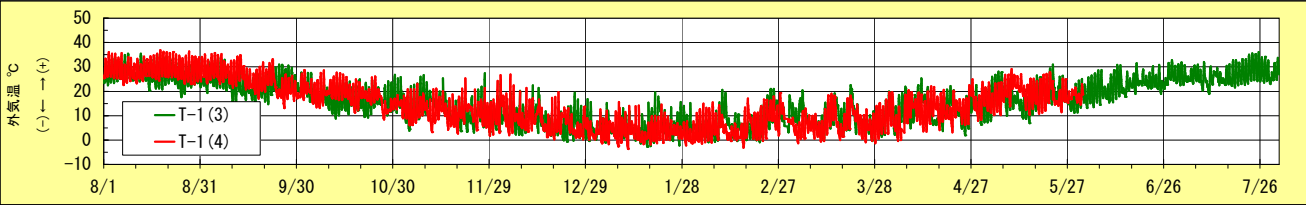
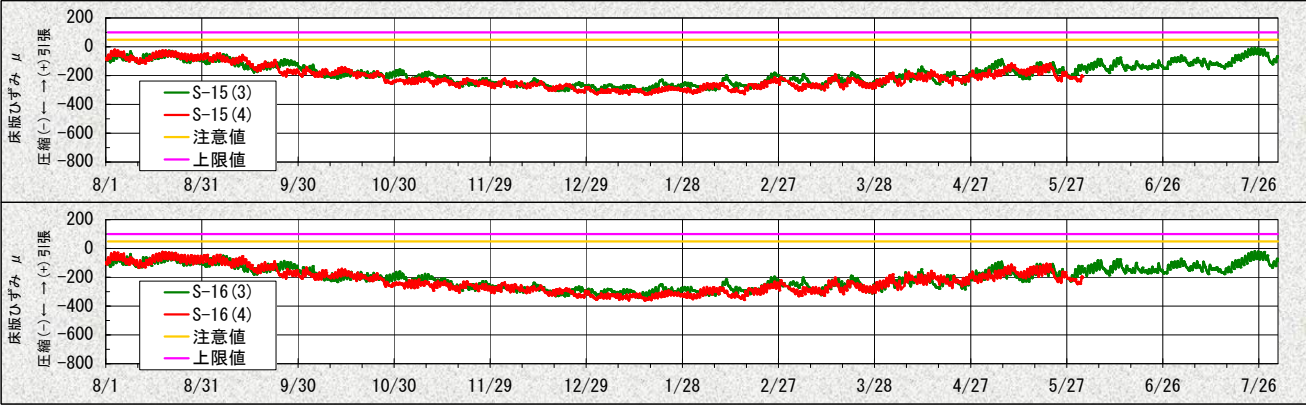
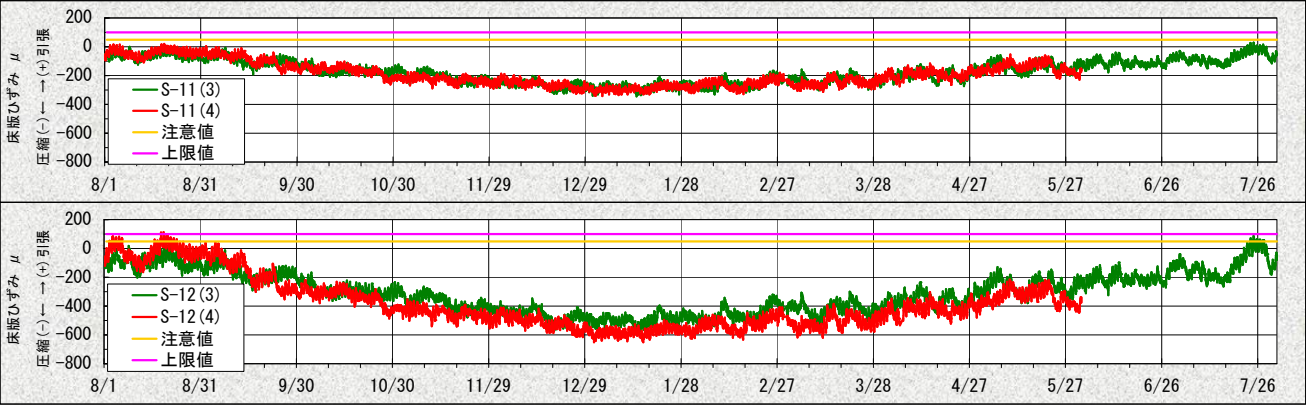
最終計測日時: 2011/5/31 23:00

				計測データ			管理値		備 考
				最終計測値	最小値※	最大値※	注意値	上限値	
床版のひずみ (μ) (光ファイバー)	P2P3	S-11	下床版上面	-172.9	-345.2	66.6	50	100	
		S-12	上床版下面	-375.1	-650.9	112.6			
	P5P6	S-15	下床版上面	-205.7	-333.1	48.7			
		S-16	上床版下面	-205.3	-362.2	37.0			

平均ひずみ
スポット的なひずみでなく、2mの光ファイバーのひずみであることから、
平均ひずみと表現されている

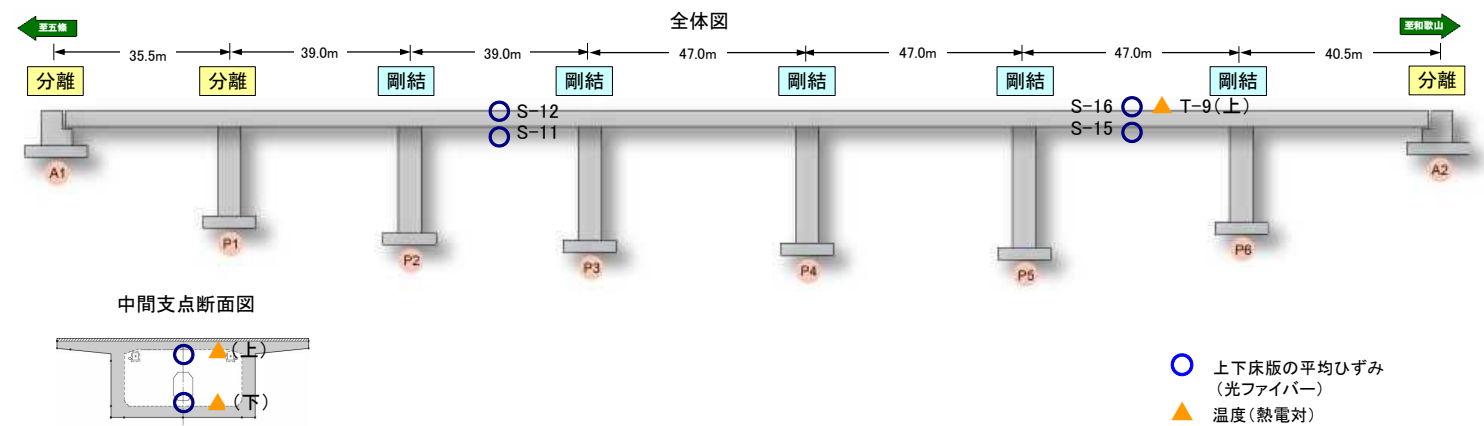


グラフ表示: 2009/8/1～2011/5/31 凡例()内数値は供用後経過年

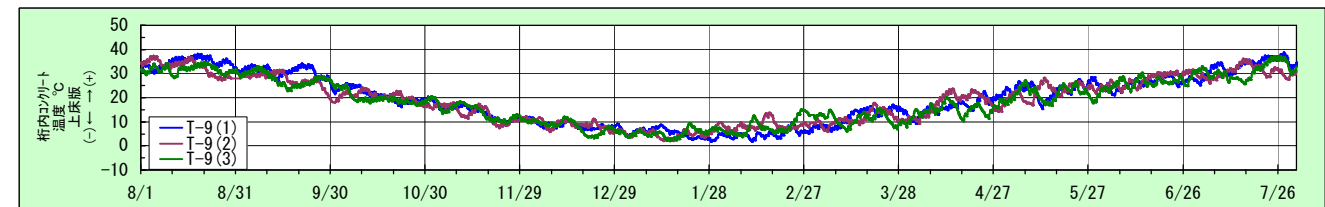
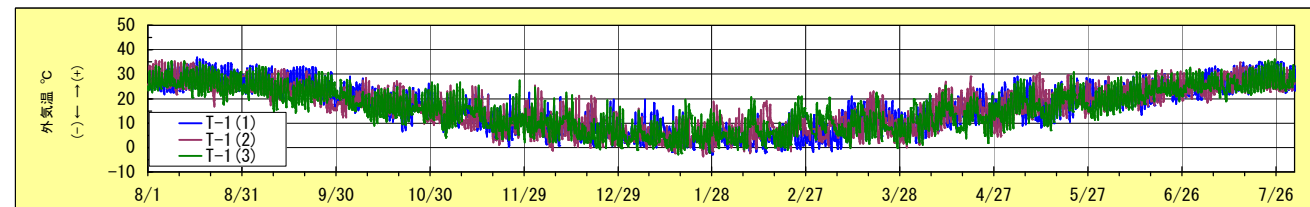
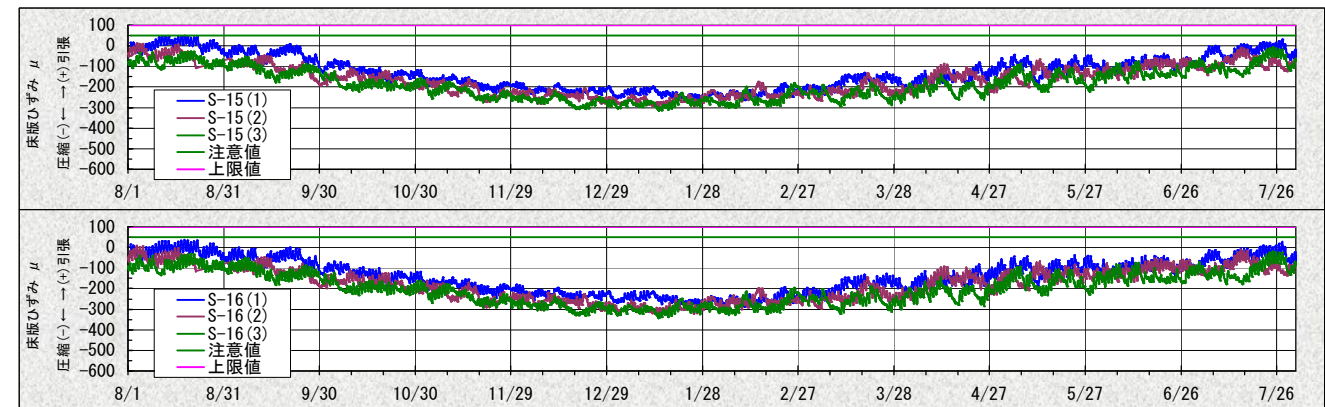
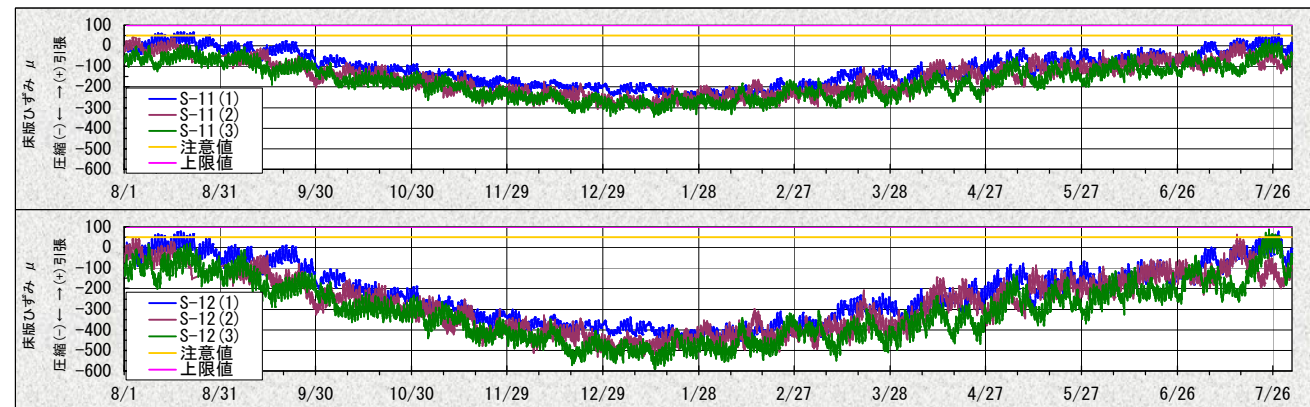


— 供用後3年, — 供用後4年

⑤ 垂井高架橋 上下床版平均ひずみ 計測結果



グラフ表示: 2007/8/1 ~ 2010/5/31 凡例 () 内数値は供用後経過年



2008.8.22 ~ 2008.9.1 期間、全測点欠測

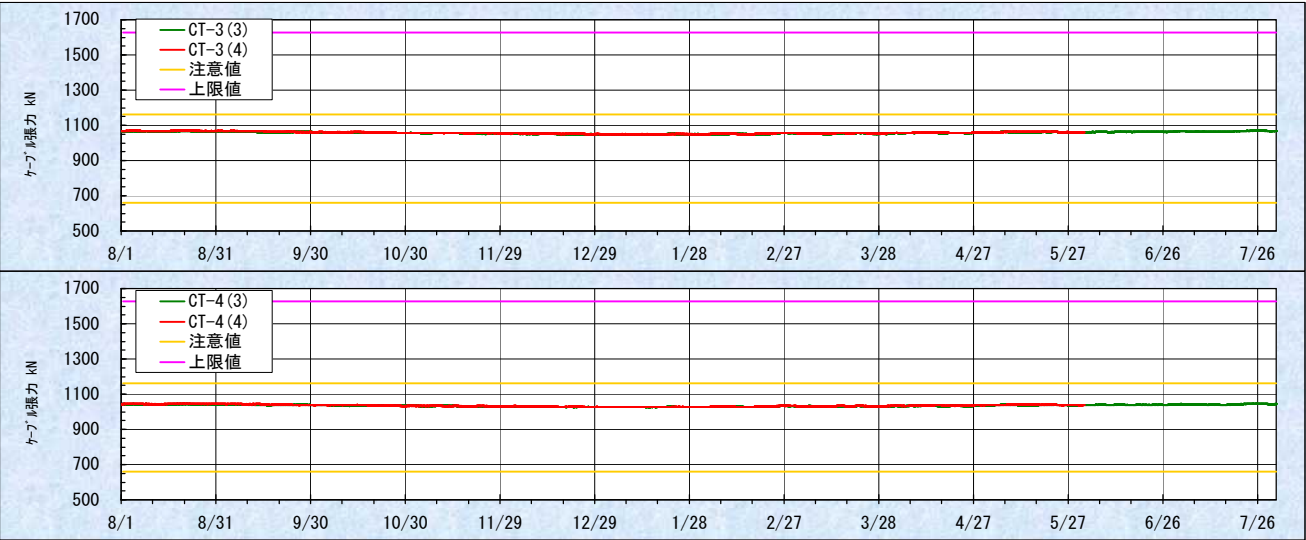
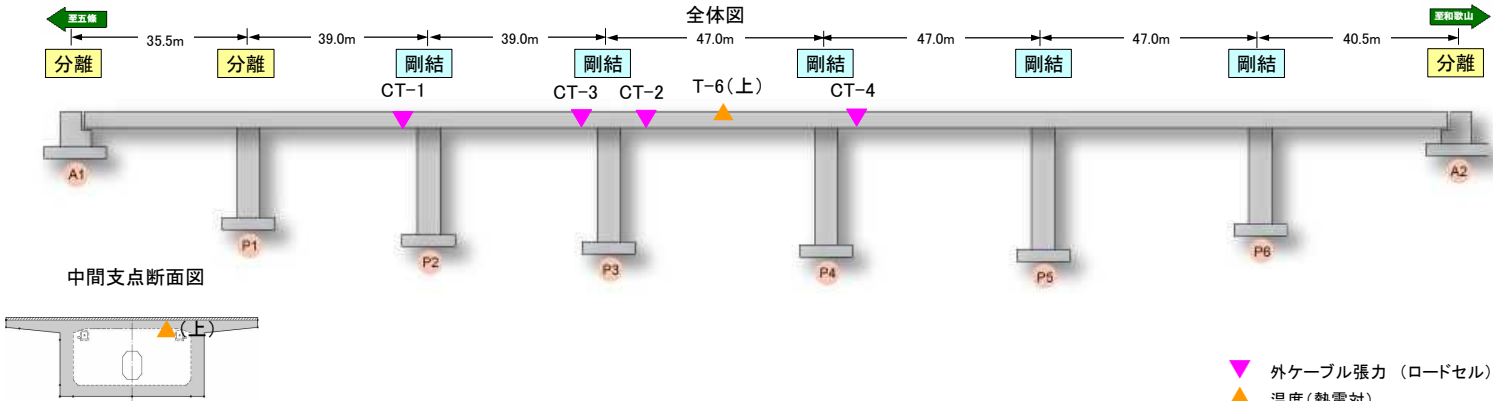
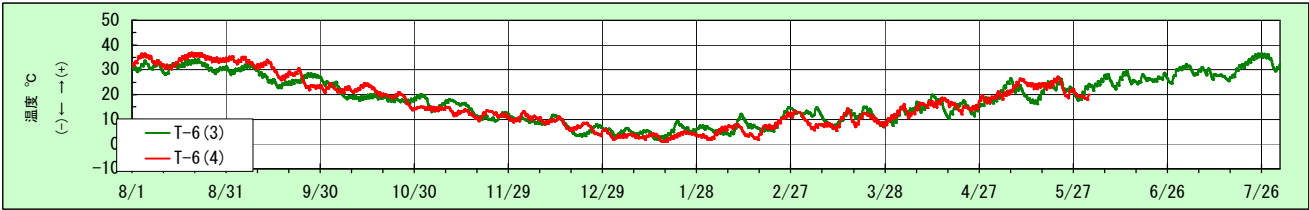
— 供用後1年, — 供用後2年, — 供用後3年

⑥ 垂井高架橋 外ケーブル張力 計測結果

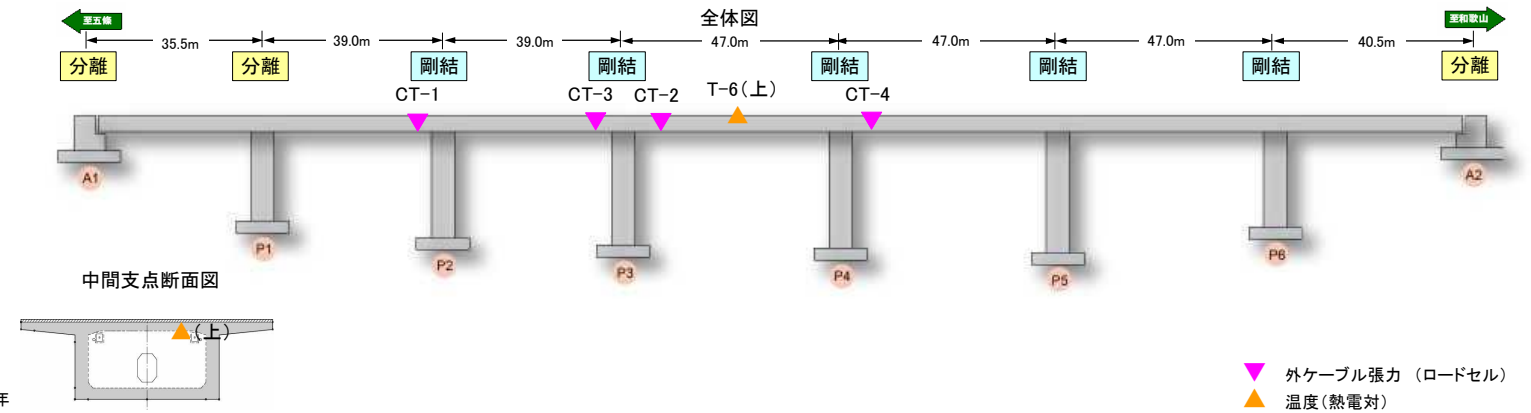
※2007/8/1～2011/5/31の最大値、最小値

				計測データ			管理値			備 考
				最終計測値	最小値※	最大値※	下限 注意値	上限 注意値	上限値	
外ケーブル張力 (kN) (ロードセル)	P2P3	CT-1		1045	1027	1074	660	1163	1628	
		CT-2		1032	1017	1058				
	P3P4	CT-3		1060	1043	1087				
		CT-4		1038	1024	1066				

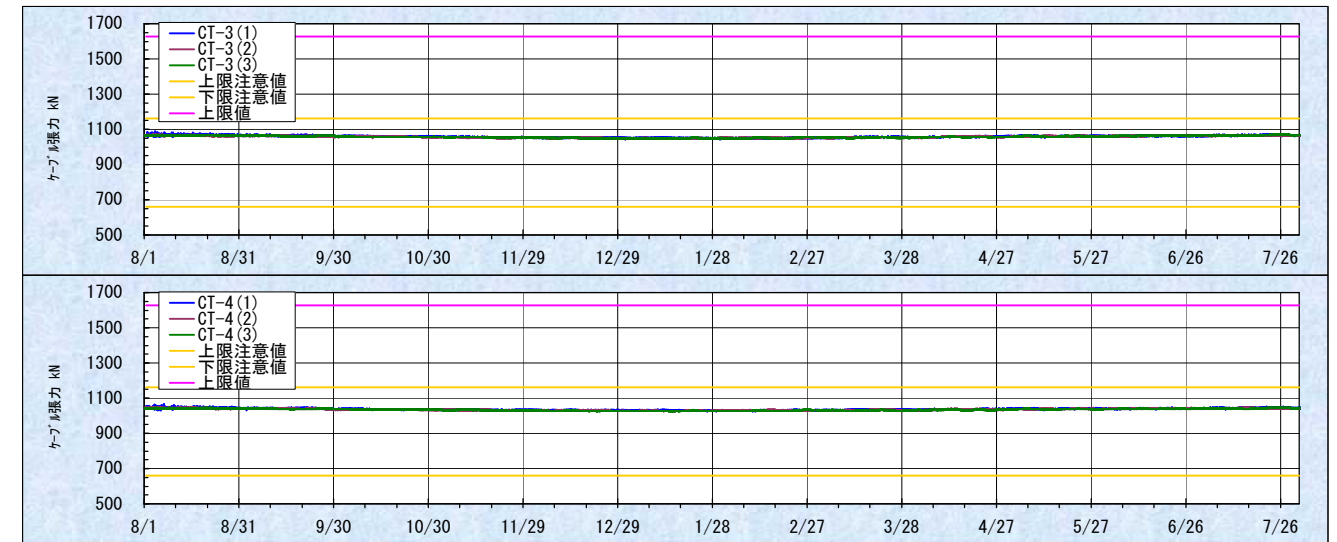
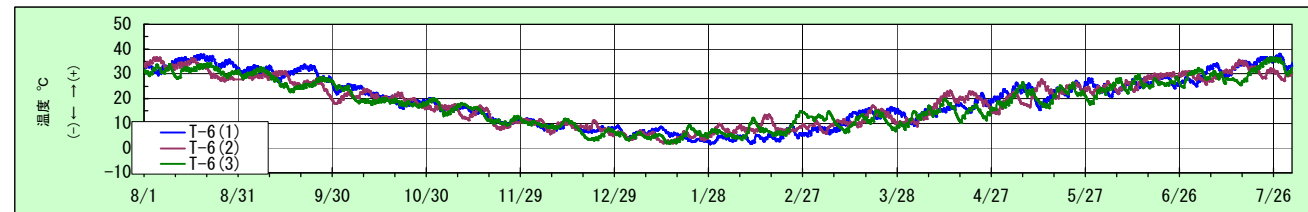
グラフ表示: 2009/8/1～2011/5/31 凡例()内数値は供用後経過年



⑥ 垂井高架橋 外ケーブル張力 計測結果



グラフ表示: 2007/8/1 ~ 2010/5/31 凡例 () 内数値は供用後経過年



2008.8.29 ~ 2008.9.1 期間、全測点欠測

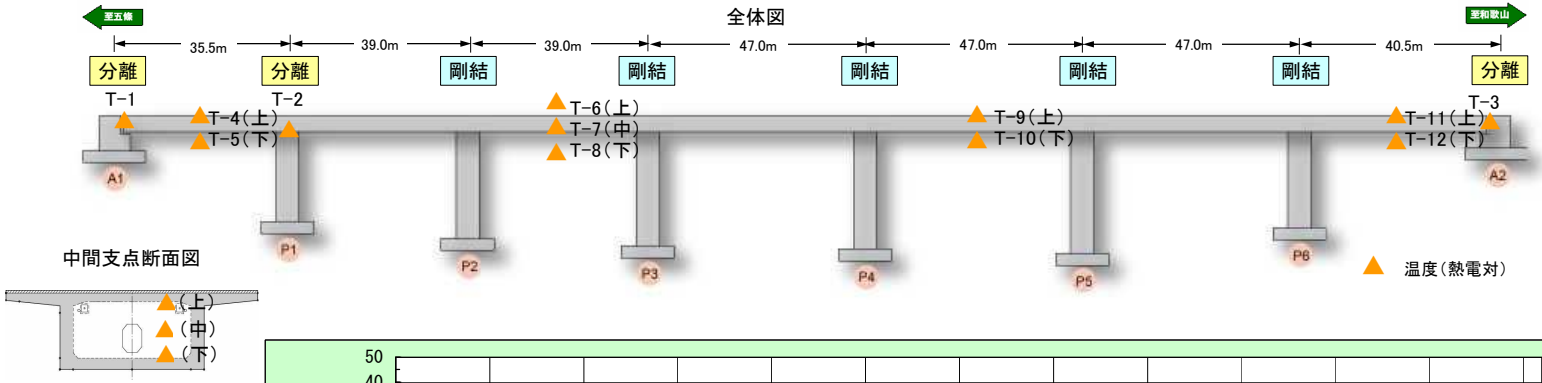
— 供用後1年, — 供用後2年, — 供用後3年

⑦ 垂井高架橋 桁内外の温度 計測結果

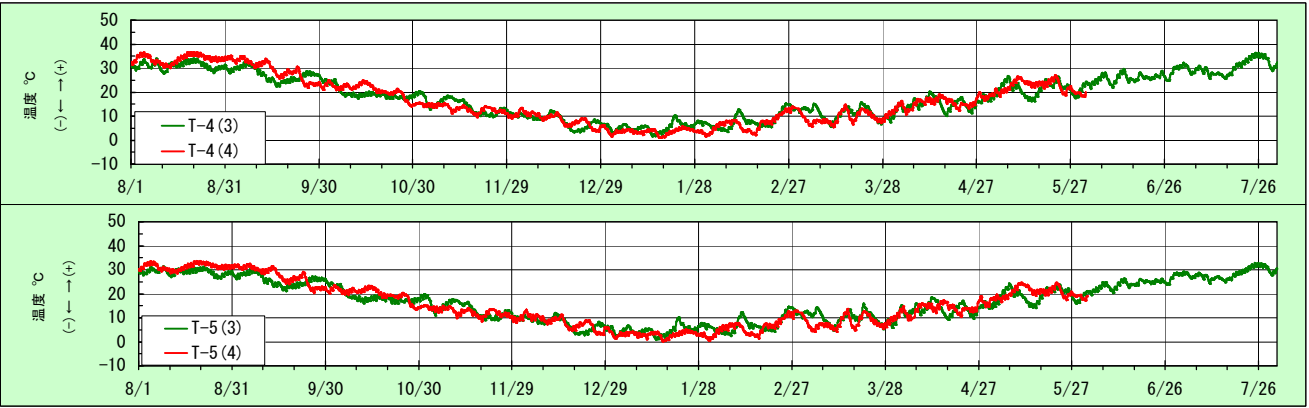
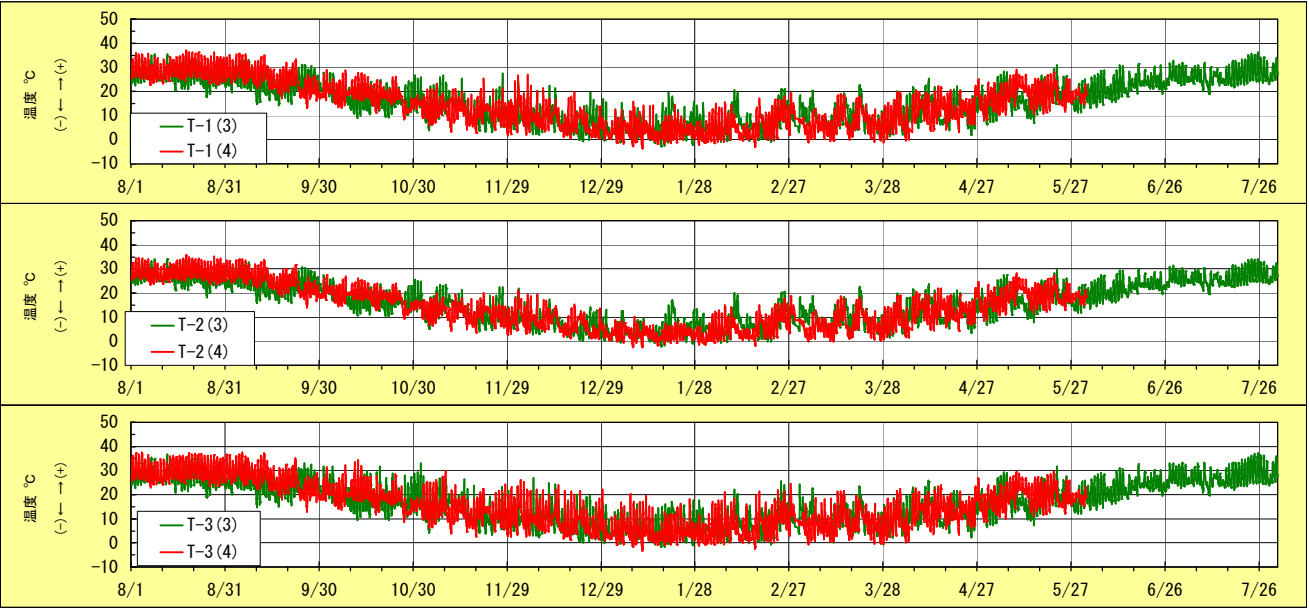
※2007/8/1～2011/5/31の最大値、最小値

最終計測日時: 2011/5/31 23:00

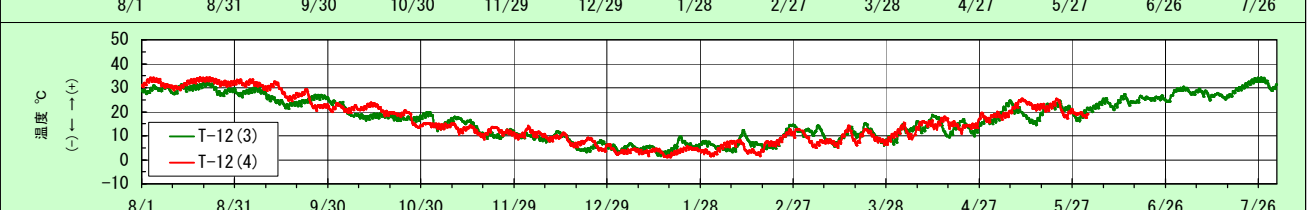
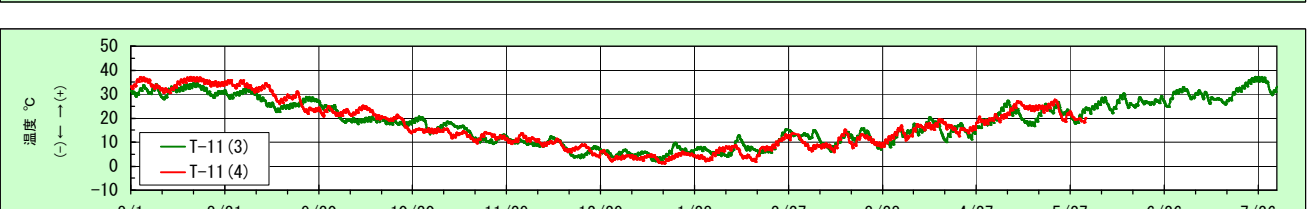
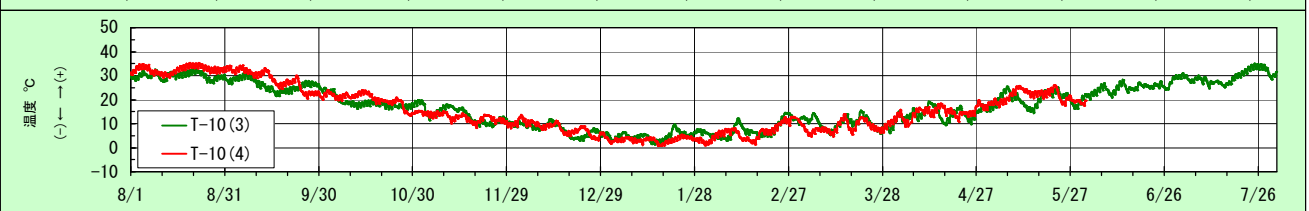
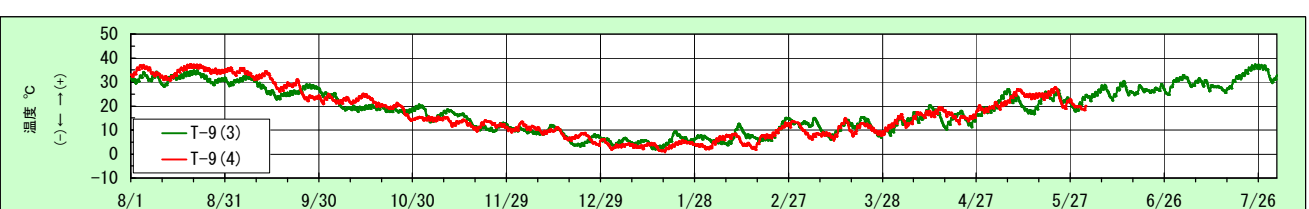
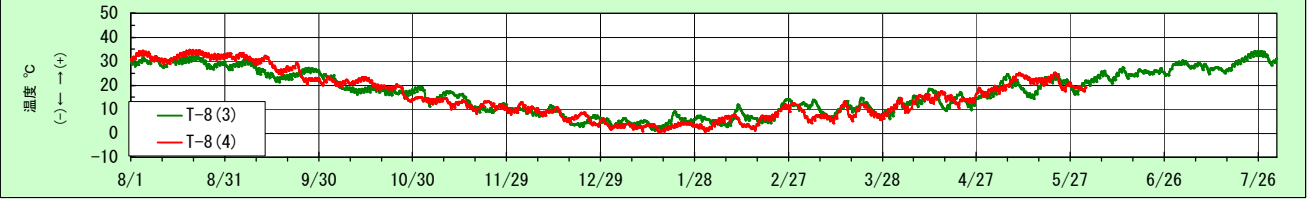
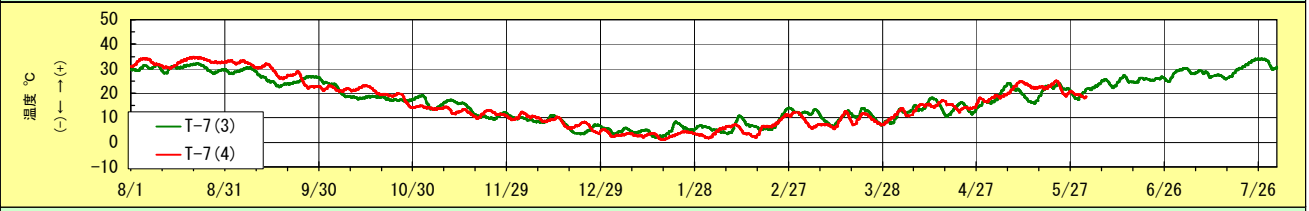
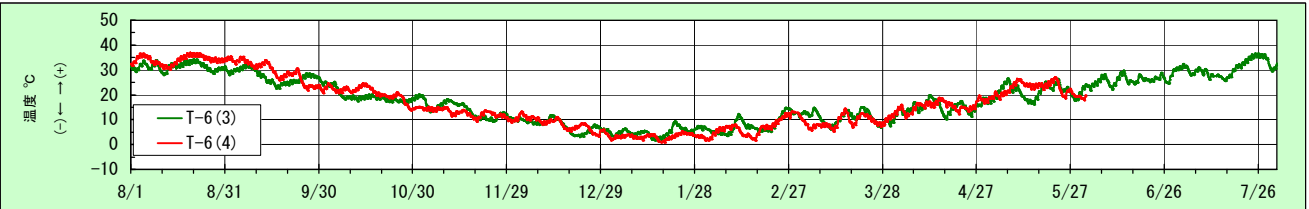
				計測データ			備 考
				最終計測値	最小値	最大値	
桁内外の温度 (°C)	支承温度	T-1	A1	18.7	-3.7	36.9	外気温
		T-2	P1	18.4	-3.3	36.4	外気温
		T-3	A2	19.0	-3.4	37.8	外気温
	桁内温度	T-4	上床版下面	20.1	1.0	37.5	桁内温度
		T-5	下床版上面	19.1	0.1	34.9	
		T-6	上床版下面	20.0	0.8	38.2	
		T-7	中間隔壁	18.8	1.0	35.6	
		T-8	下床版上面	19.3	0.5	35.5	
		T-9	上床版下面	20.2	0.8	38.9	
		T-10	下床版上面	19.7	0.7	36.5	
		T-11	上床版下面	20.3	1.0	38.4	
		T-12	下床版上面	19.1	0.8	35.0	



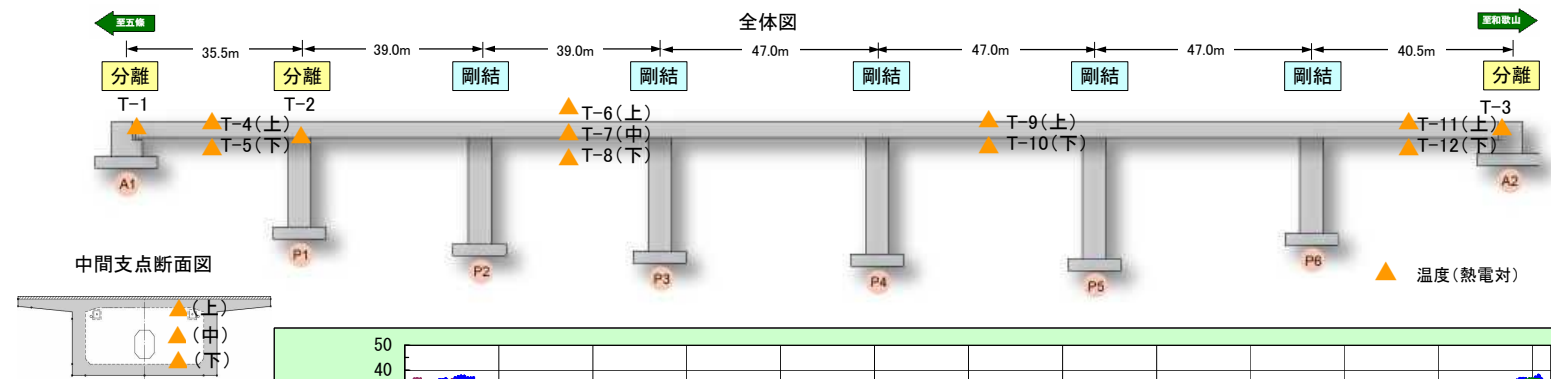
グラフ表示: 2009/8/1～2011/5/31 凡例()内数値は供用後経過年



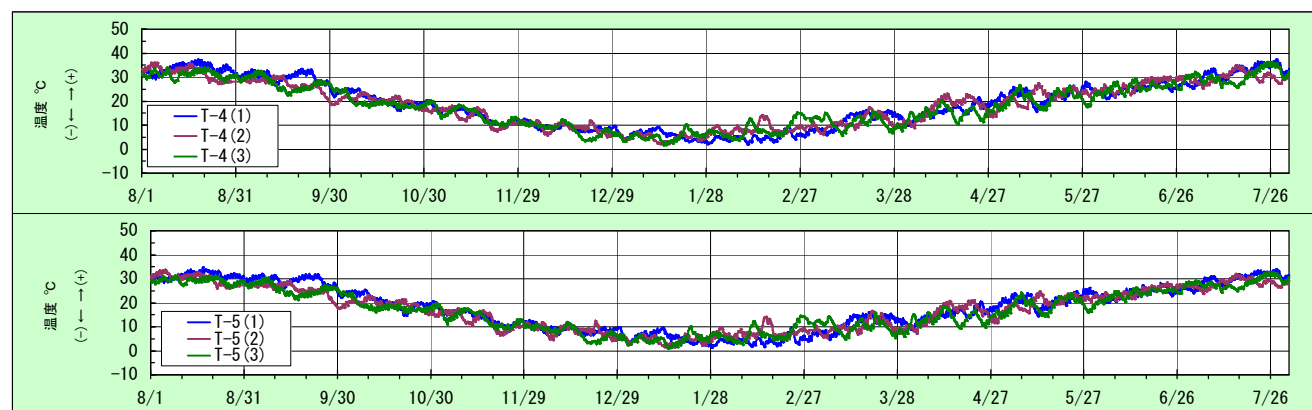
— 供用後3年, — 供用後4年



⑦ 垂井高架橋 桁内外の温度 計測結果



グラフ表示: 2007/8/1~2010/5/31 凡例()内数値は供用後経過年



2008.8.29~2008.9.1期間、全測点欠測

— 供用後1年、— 供用後2年、— 供用後3年

