

第8回垂井高架橋モニタリング評価委員会 議事録

場 所：スクワール麴町 5F 芙蓉の間

日 時：平成 26 年 10 月 3 日（金） 12：15～15：00

出席者：委員：鎌田委員長、国枝幹事長

石橋委員、大島委員、田辺委員、二羽委員、六郷委員

葛目協力委員、中野協力委員

国土交通省：先本（道路保全企画官）、水野（道路工事課長）、中尾（道路工事課長補佐）、平野（道路工事課構造係長）、河合（和歌山河川国道事務所副所長）、今西（和歌山河川国道事務所工事品質管理官）

日本高圧コンクリート（株）：鷹巣、清水、堀

（株）計測リサーチコンサルタント：花倉、梅本、宮地

事務局：日比谷、田中、岡田

[資料確認]

資料 8-1-1 垂井高架橋モニタリング評価委員会 委員構成

資料 8-1-2 垂井高架橋に関する経緯

資料 8-2 第7回垂井高架橋モニタリング評価委員会議事録(案)

資料 8-3-1 垂井高架橋供用後モニタリングの概要

資料 8-3-2 垂井高架橋モニタリング 委員会資料

(平成 19 年 8 月 1 日～平成 26 年 5 月 31 日)

資料 8-4 モニタリング全体工程表(案)

[議事]

1. 委員長挨拶

このモニタリングは、平成 19 年 8 月に開始され、その 10 年後の平成 29 年 8 月まで継続して行われる予定であり、現在 7 年目ということである。本日は、昨年度の委員会以降の桁のたわみ、コンクリートのひび割れ、鉄筋の自然電位の計測結果についてご審議いただくことになる。一部、水管式沈下計の挙動に確認の必要な部分があるが、各計測結果とも基本的には問題は生じておらず、橋梁の状態としては順調に推移していると思われる。

この垂井高架橋の 10 年間のモニタリングの主たる目的は、今回適用された補修・補強工法の効果の確認、あるいは周辺住民の方々への安全情報の提供ということである。しかしながら一方で、土木学会のモニタリング委員会の役割としてはこれだけにとどまらずに、今回の貴重な調査研究の機会を通して、これからのコンクリート橋梁のモニタリング手法の発展、あるいはコンクリート構造物全般の維持管理手法の進展につながる有益な知見を集積して、これを情報発信していくことではないかと考えている。

2. 前回議事録（案）の確認

事務局より、資料 8-2(前回委員会議事録(案))の説明があり以下の点を修正して承認された。

3 ページの 1 行目「温度とたわみの相関図があるが、この傾きが剛性を評価しているところに最も近い」という表現を「この傾きが剛性と対応している」とする。

5 ページの中段「ここでやっている衝撃振動試験」を 1 スパンでの測定という点を明確にするために「一つのスパンごとの衝撃振動試験」とする。

3. 前回以降のモニタリング調査について

鷹巣氏より資料 8-3-1、資料 8-3-2 および参考資料をもとに、これまでの議事ポイントおよびモニタリング調査結果の説明があった。

計測結果について、これまでの計測の傾向に大きな変化はなかった。ただし 10 年目を見据え、特に、以下の変化について報告があった。

- ・ウェブ変形の光ファイバーセンサーのうち近傍に設置してある値が多少異なる動きをしている挙動について
- ・ひび割れ幅測定について、測定器を用いた結果と目視との差異について
- ・桁のたわみで他と比べ特異な挙動している径間について

(1) 定期点検結果

(a) ひび割れ

- ・今年では代表径間のみ P2-P3 径間、P6-A2 径間の 2 径間の調査である。
- ・平成 25 年度にひび割れ注入を行いひび割れの総延長は 24 年度に比べ 8 割に減っているが、今年代表区間でのひび割れ総延長は、全部で 4.7m、9 本増えている。
- ・新たに発生したひび割れや既存のひび割れの進展はみられてない。この傾向はいずれの部位でも同様である。
- ・ひび割れ総延長が増加した要因としては、25 年度調書の段階でケレンダストによる目詰まりで見えなくなったと分類していたひび割れが再び表れたと判断している。

(b) 測定器を用いたひび割れ測定

- ・クラックビューワという測定器を使い、ひび割れ幅を機械的に測定した。
- ・クラックビューワは±0.02 mmまで測れるのに対し、目視は 0.05 mm単位となりその測定分解能差が出ているが、目視との顕著な差異はなかった。

(c) 上床版下面の変状

- ・以前の調査で、桁の上床版の下面に白くなっている部分があったが、今年の調査ではその部位にひび割れ、エフロ等の汚れは確認できないことから、異常なしと判断している。

(d) 沓座および外面状況

- ・沓座、外面とも、特に異常は認められなかった。

(e) 自然電位測定

- ・昨年の委員会の指摘をうけ、自然電位測定時には表面の含水率を計測した。(5~6%)
- ・測定の結果、どの箇所も腐食は見られないという結果であった。

(2) 計測管理結果

(a) 桁たわみ

- ・桁のたわみと温度との相関は、ほぼこれまでと同様の傾向を示している。
- ・たわみ値の年間最大値は、特に D-5 (5 径間目)、D-6 (6 径間目) が年々増えている。当該径間のたわみは年間 4 mm 程であるが、当初 3 mm だった最大値が 9 mm となっている。閾値以内の値であるが、この 2 径間だけ年々大きくなる傾向がある。
- ・4 径間、5 径間、6 径間はスパンが全て 47m で、支点条件も同じであり本来ならこの 3 径間は同じような挙動をすると考えていた。18 年度に行った載荷試験の値もほぼ同様なたわみが確認され、振動試験の結果も、5 径間目と 6 径間目で固有振動数が徐々に下がっていることはない。
- ・考えられる原因について以下のように検討した。

① 計測器の異常

基準タンク、水管式沈下計、連通管等を確認したが計測器の異常は確認されなかった。

② 計測方法の特性によるもの

基準タンクは、全体で 4 箇所設置している。当該 2 径間の基準タンクだけが外ケーブル、コンクリートの形状の理由により、ウェブの側面に設置されている。その他の基準タンクは橋脚の支点横桁側面に設置している。

③ 残留たわみの累積

4 径間と 6 径間で概ね 6 mm の差があるので、5 径間目と 6 径間目に 6 mm ぐらいのたわみが発生するような等分布荷重を載せて計算した。上床版は約 20 μ の圧縮ひずみが、下床版は約 50 μ の引張ひずみが発生する結果となった。

これに対し 6 径間目に設置している上下床版の橋軸方向光ファイバーの値は、上記計算値に相当する傾向は見られない。

④ 当該 2 径間のみの劣化

7 径間のモデルに軸方向力を 5 径間目と 6 径間目に与え、5 径間目のたわみが 3.1 mm から 9.2 mm に、6 径間目が 3.7 mm から 9.3 mm になるには、ヤング係数がどれだけ落ちるか計算した。その結果 29800N/mm² のヤング係数は、約 40% まで落ちた時にこのたわみとなる。

年々ヤング係数が低下していくと、毎年のたわみの変動幅が大きくなると考

えるが、計測結果ではそのような傾向は見られていない。

上記のとおり明確な原因推定に至らなかったため、対策及び検討事項として現地測量を実施した。今後定期的に測定し確認する予定である。また水管式沈下計を追加して、当該径間を二重で計測するといった対策も検討している。

(b) 橋脚付け根部のウェブ変形

- ・ S-1 のデータが4年目くらいまでばらつく傾向を示している。それで4年目にオプトボックスという光ファイバーのデータを変換する装置を取り換えた結果、データが安定してきた。
- ・ S-1 から S-4 は、同じオプトボックスにつながれているが、S-4 だけ伸び側に移行する傾向がみられる。
- ・ 光ファイバーは過電流や雷などの影響を受けないと理解していたが、ヒアリングの結果、システムとしては影響を受けることが判明した。
- ・ 日平均の前日との差をプロットすると、S-4 が原因はわからないが何らかの影響でシフトしている状況がある。
- ・ S-3 と S-4 は、同じウェブ部分に 50 cm 位離れた位置に平行な形で設置されている。両者は、さほど離れていないので、同じ動きをすると想定していたが、5月頃から少し差が生じる状況が毎年の動きとなっている。

(c) 支承の変位

- ・ ほぼ例年と同様の傾向を示している。

(d) ひび割れ幅

- ・ 亀裂変位計のひび割れ幅もほぼ例年と同様の傾向を示している。

(e) 上下床版平均ひずみ

- ・ 上下床版のところに橋軸方向に張っている光ファイバーについてもほぼ例年と同様の傾向を示している。

(f) 外ケーブル張力

- ・ 今年もほとんど変化が認められない。

(g) 温度

- ・ 温度と支承の変位、上下床版のひずみ、外ケーブル張力の関係についても、いずれも例年と同様であり変化が認められない。

(3) 質疑

(a) 桁たわみ

- ・ この橋の橋軸は東西方向で少し R がついている。南面に太陽が当たると南面が伸び北面はあまり伸びず、断面のねじれというか箱桁の断面内で回転する可能性がある。基準タンクの位置がウェブであれば、基準タンク自身が実際のたわみとは関係なく

変形している可能性がある。

- ・実際の挙動と、たわみが年々大きくなる波形が本当に対応しているものではないことを確認するために、トータルステーションでの計測と、6 径間については P6 の基準タンクから連通管を伸ばし D-6 をダブルで計測しデータの比較を行う。
- ・基準タンクの位置を揃えて、同じ条件で測定するべきである、といった知見を報告書に残すことも重要である。
- ・現地の橋面におけるたわみの測量は、通行規制が必要となるが不可能ではない。
- ・4 年目と 5 年目の境目でギャップがあるのは、基準タンクのポンプの故障により一時欠測した影響が考えられるが、再度確認する。

(b) 橋脚付け根部のウェブ変形

- ・オプトボックスの影響が考えられるため、計測の継続性が中断されるが、確認のため一旦オプトボックスの S-3 と S-4 の入れ替えを行う。

(c) 計測システム

- ・亀裂変位計については、いろいろばらつきのある動きをしている測点もあるので、抵抗値の実測を行う。耐用年数についてメーカーからの提示はないが、ここまで測り続けた例もないと思われ、何年目あたりからその傾向が出始めているというような知見を報告書に残していくとよい。
- ・センサーもそうだがデータロガーのほうが先にやられる。本件の場合温度変化も少なく桁内ということで測定環境は良いが、電子回路の耐久性についても考慮すべきである。
- ・以上もふまえて複数の異なる原理のもので測ることもモニタリングにおいては重要である。

(d) 自然電位測定

- ・自然電位の測定結果は温度依存性があり、低い温度で測ると不活性な結果が出やすい。今後は測定時に周辺温度と表面温度を追加して記録してほしい。

4. 今後のモニタリング

鷹巣氏より資料 8-4 をもとに説明があった。

5. その他

質疑終了後、改めて全般的な意見を求めたところ、次のような意見が出された。

- ・確認事項としてこの垂井高架橋を含む道路の交通量は、4 車供用の場合で計画交通量 24,000～25,000 台/日位に対し正確な情報ではないがその半分程度である。
- ・10 年目以降について、常時のモニタリングが必要かどうか、また通常の定期点検において目視でカバーできるものは何かをはっきりさせないといけない。またモニタリングの目的の一つである「想定外の事象に対する備え」に対し、この橋の劣化が

進んだ状況がある程度想定し測定項目を考えておく必要がある。

- 安全性という観点からいえば、10年間モニタリングをやった結果、普通の5年サイクル（での定期点検のくり返し）にのせて十分問題はないと思う。ほかの構造物とのバランスからいくと、10年間であまり問題ないと分ったら通常のサイクルに移るのが望ましい。
- せっかくとった10年間のデータの活用方法も考える。
- 今年度橋梁点検要領が改訂され、7段階の対策区分の中に詳細調査があり、その中が二つに分かれ経過観察という項目が入った。委員会でこれを判断していただければ通常の橋梁として取り扱える。
- 今年度は7年目であり、29年度まで委員会をあと3回行う中で、最終のとりまとめの内容などを次回あたりから具体的に議論を始める予定である。

以上