

第 11 回垂井高架橋モニタリング評価委員会 議事録

場 所：土木学会 AB会議室

日 時：平成 29 年 6 月 27 日（金） 13：45～16：15

出席者：委員：鎌田委員長、国枝幹事長

石橋委員、二羽委員、丸山委員、六郷委員、葛目協力委員

国土交通省：河合道路保全企画官、林道路構造保全官、

藤本道路工事課課長、芦谷道路工事課課長補佐、

大森道路工事課構造係長、寺沢和歌山河川国道事務所所長、

西野和歌山河川国道事務所副所長、

田中和歌山河川国道事務所工事情質管理官

日本高圧コンクリート（株）：鷹巣、堀

（株）計測リサーチコンサルタント：花倉、宮地、梅本

土木学会 事務局：小澤、田中

[資料確認]

- 資料 11-0 平成 29 年度垂井高架橋モニタリング評価委員会 議事次第
- 資料 11-1-1 垂井高架橋モニタリング評価委員会 委員構成
- 資料 11-1-2 垂井高架橋に関する経緯
- 資料 11-2 第 10 回垂井高架橋モニタリング評価委員会議事録（案）
- 資料 11-3-1 垂井高架橋供用後モニタリングの概要
- 資料 11-3-2 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 29 年 4 月 30 日）
- 資料 11-4-1 最終報告書（案）作成経過
- 資料 11-4-2 最終報告書（案）指摘箇所修正箇所一覧
- 資料 11-4-3 最終報告書（案）
- 資料 11-4-4 最終報告書資料編（案）

[議事]

1. 委員長挨拶

この垂井高架橋のモニタリングは、平成 19 年 8 月の供用開始とともにスタートし、現在 10 年間にわたるモニタリングが終了間際となっている。一方、この委員会は、毎年 1 回の割合で開催し今回は第 11 回となる。この間、第 1 回から第 2 回を丸山先生が委員長を務められ、その後、第 3 回から第 5 回が六郷先生、そして第 6 回から私が引き継ぎ本日の最終の委員会を迎えることとなった。

もともと、このモニタリング評価委員会が設置されるよりも前に、平成 17 年の 4 月から「垂

井高架橋損傷対策特別委員会」が組織され、いわゆる学術的な観点から原因の究明や健全度の評価を行い、それに基づく補修・補強の方法を決め、同年9月に中間報告が公表された。さらに平成18年に入り、中間報告に基づく日本高圧コンクリートのかし修補を近畿地整が承認し、それに合わせて次の委員会である「垂井高架橋の損傷に関する調査特別委員会」が組織され、橋梁の補修・補強工事に関する技術的な検証あるいは審議が行われた。

このように、土木学会としてはトータルで凡そ12年以上にわたり、この垂井高架橋の健全性の維持、保全に関する委員会活動が継続されてきたことになり、ここまで到達できたのは非常に多くの関係者の方々のご尽力の賜物と言える。

今日の委員会は最終報告書の内容の審議がメインの議題となっている。この最終報告書については、概ね昨年の頭頃に初回のたたき台が作成され、その後、技術推進機構様に事務局をお願いし、私と幹事長の国枝先生とでワーキングをつくり、去年の5月から凡そ1年間の間に合計7回のワーキングを開いて、内容を精査してきた。その間、委員の先生方には、お忙しい中、メールでの意見照会に快く応じていただいた。この最終報告書については、今後類似の橋梁に対して補修・補強をしてモニタリングをする場合には、その参考となる貴重な資料として関係者の方々からのご期待もあると考えており、そういった観点からも、期待に応えられる成果品として完成できるように、活発なご議論をいただきたい。

2. 前回議事録（案）の確認

事務局より、資料11-2(前回委員会議事録(案))の説明があった。

4. その他（最終報告書他）の(1)の(b)質疑応答P.5下から2行目の「道路橋定期点検要領（平成26年6月）」を「橋梁定期点検要領（平成26年6月）」に訂正し、基本的にこれを議事録とする。

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11-3-1～資料11-3-2をもとに、モニタリング調査結果の説明があった。

計測結果は、この10年目も大きな変化は見られず、全体として落ちついた挙動を示している。本年1月から2月にかけて当初の予定どおりひび割れ注入と表面含浸を行い、3月にひび割れの調査を行った。橋本市ではこの10年間で震度3以上の地震が観測されたのは2回で、それ以上の地震は測定されていない。

(1) 計測管理結果

(a) 桁たわみ

- ・たわみについて幾つかデータがシフトした時期があり、委員会で審議された方法による修正を行った。修正後を見ると、波形は、年ごとに安定した動きを示している。
- ・当初、たわみと温度の相関のラインがやや変動しているが、5年以降ほぼ一直線になっており、温度と相関した回帰式という形で推移している。

- ・たわみの夏場と冬場の平均値の推移は5年目頃から横ばいで安定した動きを示している。
- (b) 桁の橋脚付け根部のウェブ変形
- ・桁の橋脚付け根部の光ファイバーのデータも、幾つかイベントによるデータのシフトが起きており、委員会で審議された方法による修正を行っている。
 - ・ウェブ変形と温度との相関もたわみと同様に5年目頃から安定した温度との相関を示している。
 - ・ウェブ変形の夏場と冬場の平均の値も、5年目頃から横ばいの安定した値を示している
- (c) 支承の変位
- ・毎年、年間 120mm 平均の伸び縮みを繰り返している。
- (d) ひび割れ幅
- ・ほぼ温度と相関のある変動となっている。
 - ・亀裂変位計については機器自体の耐用年数の問題があり、2年目以降については参考値的に評価していただきたい。
- (e) 上下床版平均ひずみ
- ・上下床版平均ひずみの幾つかのデータもシフトが起きており、委員会で審議された方法による補正を行った。
 - ・年間の温度との相関のある動きとなっている。
 - ・上下床版の平均値は3年目以降横ばいの動きとなっている。
- (f) 外ケーブル張力
- ・ケーブル張力の年間変動量は、2年目ぐらいから安定した変動である。
- (g) 温度
- ・外気温の変化は年間 40 度程度、桁内の温度は年間 35 度程度で毎年推移している。

(2) 定期点検結果

(a) ひび割れ

- ・ひび割れの本数は、平成 28 年度の結果よりも 255 本少ない結果となった。これは1月から2月にかけて 0.2mm 以上の 157 本のひび割れについて注入を行っており、まずその分が減少している。さらに、測定を3月に行ったため、やや気温が上がったこと、注入時のケレンによる目詰まり等が多少あり、注入本数以上に本数が減った結果となった。
- ・今年度についても新たなひび割れの発生は見られていない。
- ・ひび割れの総延長は、本数が減ったことに伴い前回よりも 107m 少ない結果となった。
- ・ひび割れについては、昨年度までは3%ぐらいの変動であるが、今年度はひび割れ注入を行ったため減少している。
- ・計測器が取り付けであり注入できなかった部分については、計測器の取り外し後に、最終的な注入を行う予定である。

(b) 上床版下面の変状

- ・上床版の下面で、ひび割れや汚れ等に進展はないか定期的に確認をしている部分については、今年度も特に変化は見られなかった。

(c) 沓座および外面状況

- ・沓座、外面とも、特に異常は見られなかった。

(d) 剥落防止シートの状態

- ・遠方目視により、剥離、浮き等の損傷は今年度も特に見られなかった。

(e) 橋体の振動特性調査

- ・各径間とも昨年度の振動数と同じ値が測定されており、特に剛性の低下等の変化はなかった。

(f) 鉄筋の腐食（自然電位法）

- ・平成 22 年度から行っており、22 年、26 年、29 年と、各年度、多少の変動はあるものの、全ての測点において鉄筋の腐食の傾向は見られない。

(3) 質疑応答

- ・ひび割れの本数が減っている理由としては、0.2mm 以上のひび割れに注入を行ったことと、点検時期が通常は 2 月から 3 月になったこと等によるものであり、ダストによる目詰まりの影響によるのは少ないのではないかと。
- ・非常に微細なものでもひび割れとカウントしているため、点検時期が多少暖かくて閉じ気味になりカウントされなくなったということであって、あまり細かいところについて心配しなくて良いという印象である。
- ・床版では繊維補強コンクリートでの増厚を行っているが、供用後 10 年間で舗装の補修は行っておらず、割と健全な状況といえる。
- ・これまでは交通量の変化が大きくなかったが、今後は道路の開通に伴い交通量の増加が予想される。
- ・いずれの測定項目も 1 年目の変動は大きいですが、その後その変動は小さくなる傾向にあった。新設構造物は皆このような感じなのではないかと思われる。夏、冬で生じていた変動がいろいろなところである程度なじみができ、その後全体としては変化が生じ難くなるのだと感じた。橋梁技術者としては、そういう知見を持っていたほうが良い。
- ・表面含浸材の効果の持続性を将来的に判定する方法を考えておいた方が良い。適用可能な方法があれば、早いうちに定量的なデータをとっておくことができると良い。
- ・まずは土木学会誌等でこのモニタリング評価委員会が終わったことを記事として世の中に報告し、さらに、今回の報告書の非常に貴重な知見を土木学会論文集など学術的なものとしてまとめることは非常に重要である。

4. その他（最終報告書他）

(1) 最終報告書（案）

堀氏より資料 11-4-1～資料 11-4-4 をもとに、最終報告書（案）の説明があった。

委員長からの説明のとおり、これまで計 7 回のワーキングを開き最終報告書(案)を作成した。この案について意見交換を行った。

(a)表紙

- ・最終的にモニタリングが終わった段階（本年の 8 月 2 日）で完成する形と考え、ここでは月数のところを空欄としている。

(b)目次

- ・この報告書の肝となる部分は 3 章の「モニタリングの結果」と 4 章の「モニタリング方法に関する参考知見」で、5 章の「供用後 10 年間のモニタリングデータ」については 3 章の結果に関する解説、6 章の「今後この橋の橋梁点検を行う際の留意事項」については特に点検等々に関わる方々にとって重要な事項といった形となっている。

(c)序（鎌田委員長より）

- ・前回の委員会での指摘を受け、この委員会が前にあった二つの委員会を引き継いでいるということと、その二つの委員会の名称を冒頭に書き込んでいる。
- ・「垂井高架橋損傷対策特別委員会」から概ね 10 行ほどは、10 年間にわたりモニタリングを行うことになった理由、あるいはそれに基づいて本委員会が活動してきたことの説明となっている。
- ・「その結果、モニタリングの値が供用後 10 年間を通して問題無く推移したことから」というところから 10 行ほどがこの「序」では一番重要となっており、いわゆる委員会の結論は本文の中にまとめてあるが、ここでは、日本高圧コンクリートから近畿地整への平成 18 年 6 月 29 日の誓約書に書かれた、モニタリング期間が終了する前にもし何か問題があった場合は必要な措置を行うといったことに対し、本委員会の評価としてはそういう状態になく、いわゆる調査や撤去・架け替えを含めた対策はもう必要ありません、継続的なモニタリングとかその他の対策も必要ないということが書かれている。
- ・「また」以降では、今後の橋梁点検方法については点検・診断の実務の側からの意見も参考にして 6 章に反映させたことと、「これまで竣工後間もなく損傷が確認され、それに対して補修補強を行った PC 橋を 10 年間に渡ってモニタリングを行った例はなく」の部分が、非常に貴重であるということここにあえて書き、最後は謝辞で締めくくっている。

(d)はじめに

- ・過去 2 回の委員会については、土木学会の委員会であったが、今回の委員会は土木学会技術推進機構の委員会であるため訂正した。
- ・本編のモニタリングデータは平成 29 年 4 月 30 日時点までで取りまとめた。モニタリング自体は 8 月 2 日まで続いたため、残り約 4 カ月分のデータは資料編の方に後日追加する。

(e)モニタリングの結果

- ・「3.1 10 年間モニタリングした時点での垂井高架橋の状況」は、この 1 ページでモニタリングの結果を示す趣旨で取りまとめている。
- ・意見照会での指摘により、桁の橋脚付け根部ウェブ変形の常時計測における監視の着目点に

ついて、「このひび割れにより、支点上のせん断力による変形が過大とならないことが重要な着目点であることから」という文章に改めた。

(f) モニタリング方法に関する参考知見

- ・ 昨年の委員会での指摘に基づき、計測機器の故障の発生割合などを一覧とした表 4.5.1 を追加した。
- ・ 昨年の委員会での、ドリフト量補正についてクロスチェックを行って確認をすると良いとの指摘に基づき、補正前と補正後の温度との相関の確認範囲を1日で行ったものに対し範囲を変えた検討（1日、7日、15日）と、正常期間の一部を欠測とみなしその前後の値を補正したときに実際の計測値と合致するかを検討を行った（資料編 70 ページからの「資料 No.14 計測値の補正方法のクロスチェック」）。何れも補正值との差は僅かで、この提案した補正の方法で問題がないことを確認した。
- ・ 昨年の委員会での、活荷重のたわみがどれぐらいかを押さえておくという良いとの指摘に基づき、供用開始前に実施した載荷試験のたわみをもとに剛性を仮定し、設計荷重が載荷した際のたわみを算出した（資料編 77 ページからの資料 No.16）。

(g) 今後この橋の橋梁点検を行う際の留意事項

- ・ 実際の橋梁定期点検要領を使用するに際し、いまま少し見直しを行った方が良いという意見を近畿地整から受けており一部修正となる。
- ・ 橋梁定期点検要領に基づく点検は、モニタリング期間中も外観の状況を確認する程度の点検作業を5年サイクルで実施しており、直近の点検が28年度、次回は33年度に行う予定。
- ・ 28年度の点検でおさえたひび割れと、このモニタリング報告書の結果の突き合わせをしないとけない。
- ・ もとの橋があり、補修の状況がどうなり補修したものに損傷があるかを、同じく損傷の程度として把握していくので、どういった補修をしたかというのを点検要領の中で履歴として残さないといけない。そこは漏れないようにして、定期点検要領の様式とこの最終報告書のデータとを突き合わせる。
- ・ 最終報告書にまとめられている成果を定期点検に接続するところを、点検業者、橋梁の損傷を判定する業者と打ち合わせをし、まず様式を整理することを考えている。

(2) 質疑応答

- ・ 損傷の評価と補修・補強の二つの委員会のデータと今回を、1冊にとじておいていただきたい。
- ・ 「序」の下から2パラグラフ目の「PC 橋」を「PRC 橋」に訂正。
- ・ 8 ページ委員構成の交代経緯で「第 6 回～」のところに「第 11 回」を追加する。
- ・ この橋は曲げ耐力もせん断耐力も十分に確保されており、構造的に安全である。ひび割れについても、竣工直後は基本的には乾燥収縮により継続的にひび割れ本数が増えたり、ひび割れ幅が大きくなったりする。数年から5年程度継続的に補修をすればその後は安定してくる。

- ・ H25 年と H29 年にひび割れ補修を行っているが、注入してまた駄目になって再び注入しているという誤解を招かないために、ひび割れ注入を行った理由が書いてあると良い。
- ・ 15 ページ下から 4 行目の「必要である」は、64 ページの (2) の 6 行目の「可能である」と統一した方が良い。
- ・ 本橋梁における現在のひび割れの状態としては、通常の橋梁の場合とはかけ離れた量があり、それを同じように点検すると、点検には、他の橋梁に比べ数倍のお金がかかる。だからといって間引きするというのはいかがなものかと思う。ひび割れの量がいっぱいあったとしてもやはり同じやり方でやる必要があるのか。
- ・ 初期データはきちんとあるので、画像処理点検やクラックセンサなどで効率化する方法がある。
- ・ 基本は 5 年に一回というのは変化を見ているのであり、微細なひび割れを一生懸命に見ても仕方がない。
- ・ 典型的なものだけ見ていくと良いといったことを、委員会として進言した方が良いのではないか。
- ・ 錆びに対しては普通の橋と同じ。損傷が起こるとしたら、端部の水がかりのところ。耐荷力は全く気にしないで良い。普通の橋より、シートを巻いたりいろいろ手を入れているから耐久性もおそらく高くなっている。
- ・ 64 ページ記載の「なお、本橋に生じているひび割れは」から、「このため、本橋の橋梁点検を合理的に行うためには、構造物全体を目視で効率的に見ていく必要がある」ということがポイントである。
- ・ そのポイントをどう申し送りしていくか、このモニタリングの情報を様式の中にどう織り込んでいくか。基本的には要領が定まっていて、それに沿った形で全部は見ないといけないが、見逃しもあるかもしれないけれど、やはり強弱をつけて見ないと。どこを見たらいいのか、というのを様式上に落とすことで、様式を見ればすっと分かるようにチェックポイントを整理し、効率化を図りたいと思っている。
- ・ 10 年経っているからひび割れはほとんど変化しないだろう。あとはシートが剥がれるかとか、大きな地震が起こったら支承周りが何か異常が分かるかというぐらいしか心配なところはない。
- ・ 上下増厚をして防水もしているが、もし経年変化 10 年とか 20 年経って水が回ってきたときにも、中へ入ればエフロか何かで分かる。かなりはっきりと分かるものしか気にしないでいいと思う。
- ・ 勘どころみたいなものをもう少し追加できるのであれば、少しでも効率化につながる。むやみにひび割れを細かく追いかける必要はもうないという意見が出た。
- ・ 15 ページ 8 行目は実施した対策と目的が一对となる書き方に変えた方が良い。
- ・ 報告書の書式としては文字間隔が大きく違和感がある。可能な範囲で最終的な見ばえがよくなる方向で修正すると良い。

- ・最終報告書の資料編に追加する残り4ヶ月分のデータと、本日の指摘事項の修正部分の確認に関しては、鎌田委員長に一任する。
- ・今後の点検は、基本的には定められた要領に沿って近接目視で5年に1度の定期点検を考えている。基本は、「今後5年に1度の橋梁点検に移行することが可能である」という最終報告を受けて、5年に1度の点検に移行するという整理をしていこうと思っており、最終的なものとしては、63、64ページの留意事項を様式に落とすことを考えている。
- ・クラックセンサは、定期点検とは別に見ていく。
- ・この橋はイニシャルがよくわかっているので、モニタリングのフィールドワークとして活用していただきたい。

(3) 見学会について

- ・現地見学会を以下の日程で希望者を募り実施する。

日 時；平成29年8月2日(水) 10年間モニタリング最終日

工程案；12：00頃 JR 新大阪駅集合 ⇒ 現地見学 ⇒ 15：30頃南海電鉄橋本駅解散

以上