誘導路橋梁モニタリングの供用下の運用とシステム更新

清水建設(株) 正会員 ○稲田 裕 成田国際空港(株) 正会員 金子雅廣・武井雄三・出山裕樹

1. はじめに

モニタリング技術の維持管理への活用の実現には,計測 技術の開発とともに,実構造物における長期計測の実施に よる計測データと診断技術の蓄積が重要となっている.本 研究では,このような長期計測技術の構築と活用法の検討 を目的として,成田空港誘導路に整備された橋梁について, 施工時から継続的にひずみ,温度等の計測を継続し¹⁾,温度 変形の評価や構造解析との比較等の検討を実施している^{2,3)}. さらに,供用下の長期的な状態監視への展開を目指し,シ ステムの更新や新たな計測技術の導入を図ってきた.本報 では,最近の計測実施状況と得られた主な成果を示す.

2. 計測システムの概要

本研究で構築した計測システムの概念図を図1に示す. 施工時からの計測としては、床版の配筋が終了した時点で、 132点のコンクリート、鉄筋ひずみ計と熱電対を橋梁とダ ミー試験体に設置し、2012年6月8日のコンクリート打設 と同時に計測を開始した.これらの計測項目については、



図 2 の青丸に示すように,航空機メインギアの通過が想定 され,構造応答の評価位置として設定した範囲にセンサを 集中的に配置している.さらに,供用開始後の維持管理へ の適用を目指したシステム更新として,後述のように画像 監視システムと加速度計の桁内への設置を 2013 年度に実 施している.

3. 計測状況

現在は長期計測に対応して、1 秒間に 2 回のデータ収録 を行っている.また、長期変動特性の評価を容易とするた め、10 分間ごとに各データの平均値、標準偏差、最大/最 小値等の統計データを算定し、ファイルに出力している. これらの計測条件は、制御用 PC から遠隔での操作が可能 である.計測システムの機器の状況としては、幾つかの鉄 筋ひずみ計測項目でデータの異常が発生しているが、ほと んどの計測項目についてデータが得られており、計測装置 の致命的な損傷は生じていない.

計測開始から現在に至るひずみの経時変化の例として, 図2の断面図中に青点で示した橋軸方向のコンクリート上 面のひずみ(CX1-U)と,鋼桁下フランジ上面のひずみ (BFLX)の10分間平均値の変動を図3に示す.気温の日・ 季節変動に追従して部材の変形が生じており,2点の結果が 逆位相の変動を示していることがわかる.またコンクリー トひずみの変化には,施工時の温度ひずみ変化,舗装施工 後の日変動振幅の減少が顕著に見られている.



キーワード 合成床版,構造モニタリング,振動計測,画像監視 連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設(株)技術研究所 Tel 03-3820-8315

4. 計測システムの更新

(1) 画像監視システムの導入

維持管理計測への拡張として、橋梁を通過する機体を判別し、載荷重量を推定する目的で、計測室内に機体の動画 を撮影する画像監視システムを導入した.監視用カメラは、 夜間の低照度にも映像取得できる高感度 IP カメラ (Axis 社 製 P-1354)を採用した.また、不要な画像を無駄に録画し ないためにモーションキャプチャエリアを設定し、誘導路 を通過した機の映像のみを記録している.

機体通過の影響が大きいコンクリート上面のひずみに着 目し、乗載荷重によるひずみの変化と、図中のひずみピー ク発生と同時刻に撮影された航空機の静止画像を図4に比 較する.ひずみ変化が生じる同時刻において、通過する機 体が的確に撮影されている.また、機体の大きさにより、 ひずみの変化量が異なることが確認できる.このような荷 重とひずみの相関分析結果等により、変状監視のための評 価手法の構築が可能となると考えられる.

(2) 振動計測システムの設置

長期間の性状変化の監視には、振動特性の着目した評価 が有効である.そこで桁の振動特性の把握を目的として、 図1に赤で示すように、桁内へのサーボ型加速度計測計の 設置を行った.各計測線上の橋軸方向の計測位置は、各径 間に1/4L,1/2L,3/4L(支間長 L=23m,)の3箇所,合計6箇 所とした.また、計測線は既に計測装置を設置している桁 G37とG38の間の空間として、下フランジ上面に加速度計 を固定した.加速度計の出力は桁内の既設のデータロガー を経由し、ひずみや温度計測と同時に制御、データ収録が



図4 コンクリートひずみ変化と通過航空機画像

行えるようにシステムの拡張を図った.

得られた結果から、機体通過時の径間中央のa5における 加速度波形と周波数特性の評価例を図 5 に示す.なお、図 のパワースペクトルは、2 時間の計測間に通過した 17 機の 航空機の加速度波形から得られたフーリエスペクトルの平 均化によって求めている.この結果からは、図中に赤丸で 示す1.48Hz付近の一次の固有振動数が推定できる.しかし、 航空機通過時の周波数特性評価では、車輪の回転や車体の 振動の影響が大きく、機種や通過速度による違いも見られ ること、床版や部材の振動の影響も大きいこと等により、 固有振動数の検出が難しい場合も見られた.今後より多く の波形分析を行い、常時微動の評価やモード形状等の分析 により詳細な振動特性の把握を図る.また、周辺環境や走 行条件による振動特性の変化についても検討を実施し、性 能監視のための基礎データの蓄積を進める.

4. おわりに

本報では、対象橋梁のひずみ・温度の計測を継続してい るモニタリングシステムの現状と得られた主な結果を示し た.また、供用下の性状変化の監視のための振動計測や画 像監視システムへの導入等のシステム拡張の内容をまとめ た.現在、施工時から供用下にわたり約1年9ヶ月のデー タが蓄積されており、初期性能の把握とその後の性能監視 技術の構築に向けた活用を進めていく.

参考文献

- 稲田ら:誘導路合成床版橋の施工/供用一貫モニタリングシステムの 構築、土木学会第68回年次学術講演会,I-298,2013.9.
- 2) 堀ら:大型航空機荷重に対応した合成床版橋の実機載荷試験および解 析的検討,土木学会第68回年次学術講演会,I-296,2013.9.
- 3) 金子ら: 大型航空機を対象とした誘導路橋梁コンクリート床版の使用 性能の評価, 土木学会第68回年次学術講演会,1-297,2013.9.

