

連続ラーメン橋モニタリングシステムの研究開発

雲南省公路開発投資有限責任公司

謝 鳳禹

周 応新

日本仮設(株) ○正会員 日向 洋一

共 放鳴

高 栄麗

劉 江宇

1. はじめに

中国雲南省の高速道路は、高度経済成長とともに急速に整備され、19994年～2009年で整備延長は、3,300km以上に達している。そのために将来、高齢化した高速道路の構造物の割合が急速に増加するという課題に直面することになる。今後は、構造物の損傷や重大な事故を防ぐため、また、交通荷重、風、地震等の外力に対する安全性および使用性が確保されているかを確認するため、橋梁の状態を適宜、適切に評価し、適切な補強を行う予防保全システムの構築が必要となる。特に重要構造物である長大橋は、損傷や重大事故が発生した場合、直接的な損害や経済活動に与える影響が大きいことから、予防保全システムの構築は急務である。そこで、雲南省蒙新高速道路の黒沖溝大橋と牛棚大橋の2橋において、長大橋の劣化および損傷にともなう構造特性を推定するモニタリングシステムについて研究開発を行った。本文では、モニタリングの原理、対象橋梁、システム構成、モニタリング結果、今後の展開について報告する。

2. モニタリングシステム

2. 1 モニタリング原理

モニタリング原理は、図-1に示す。構造物の劣化損傷に伴う曲げ合成の変化を動的応答と静的応答より捉えるものである。動的構造特性は、構造物に設置した高感度加速度計で計測した加速度データをフィルタ処理およびFFT解析して、固有振動周波数、減衰常数を同定する。損傷が進展すれば低次の振動数は低下し、減衰および、動的たわみ量は増大する。この構造特性の変化を精度よく監視することで、構造物の劣化損傷を推定する。また、橋梁の健全性診断や安全性の評価には、静的挙動と切り離すことのできない課題があることから、高精度傾斜計、連通管式変位計で傾斜や沈下を計測し、桁のたわみ量や変形量を推定した。さらには、静的挙動には、日変動、季節変動、年変動など温度変化に伴う変位も含まれるが、温度影響を除去する研究を行った。

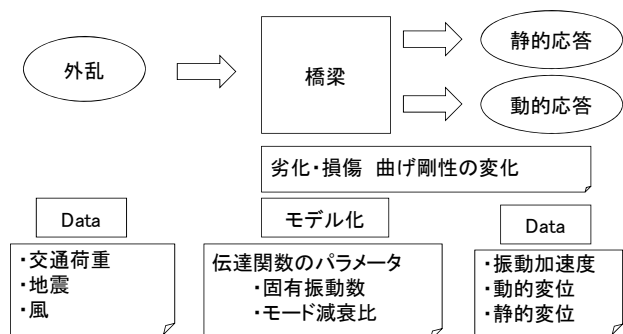


図-1 モニタリング原理図

2. 2 対象橋梁とモニタリング箇所

雲南省蒙新高速道路の黒沖溝大橋と牛棚大橋の2橋において、モニタリングシステムを構築した。蒙新高速道路は、整備延長は85.047km、内モンゴル自治区の二連浩特市から雲南省河口県に至る主幹線(GZ40)の内、雲南省南部に位置する道路であり、中国と東南アジアを繋ぐ国際幹線道路である。黒沖溝大橋は全長397m、上部構造は98+180+98mの3径間連続PCラーメン橋であり、牛棚大橋は全長365m、上部構造は77+140+77mの3径間連続PCラーメン橋である。図-2に黒沖溝大橋下り車線のモニタリング箇所を示す。センサは180mの中央径間に重点的に配置した。たわみや振幅が大きくなる中央径間の1/2には、加速度計と連通管式変位計を設置した。径間中央に設置した加速度計より、固有振動周波数、減衰常数、振動変位量が得られる。そして、連通管式変位計より、P2を基準高とした径間中央の沈下量が得られる。また、中央径間のたわみによる形状を把握する目的でP2、径間1/4、3/4、P3に傾斜計を設置、蒙自側の側径間1/2に加速度計を設置した。

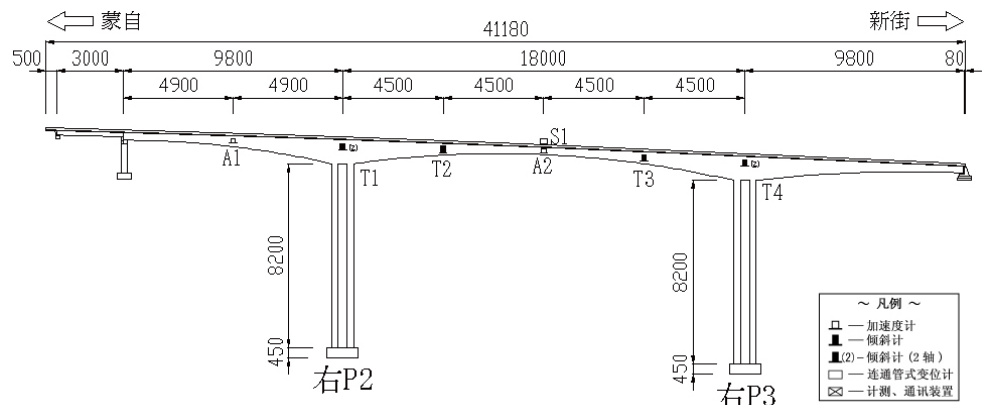


図-2 黒沖溝大橋モニタリング箇所

キーワード 連続ラーメン橋、モニタリング、計測、維持管理

連絡先 〒063-0836 札幌市西区発寒16条14丁目6番50号 日本仮設(株) TEL011-662-2611

2. 3 システム構成

図-3にモニタリングシステムの構成図を示す。本システムは、システム管理の信頼性と効率化を図るため、1系統のバス上に動的A/Dコンバータと静的A/Dコンバータを配置した。これにより1システムで動的データと静的データをモニタリングすることが可能である。このシステムに、加速度計4台、傾斜計6台、連通管式変位計1台、熱電対1本を接続した。そして、モニタリング箇所と管理センター間には、高速道路に敷設された光ファイバケーブルを使用した高速道路専用通信網を活用し、リアルタイム遠方監視システムを構築した。これにより経済的に常時監視が可能となり、大容量の波形データの転送および処理が可能である。

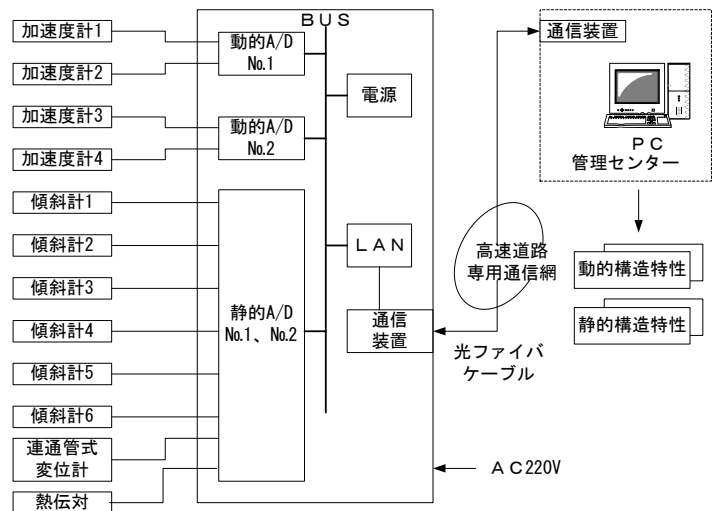


図-3 システム構成

3. モニタリング結果

図-4と図-5は本システム設置後、2009年10月29日～12月4日にモニタリングした支間中央の変位量と傾斜角の温度影響を除去した解析結果の一例である。モニタリングを開始した10月29日のデータを初期値とし見た12月4日の変位量は-2.1mmであり、傾斜角の変化は 0.02° であった。

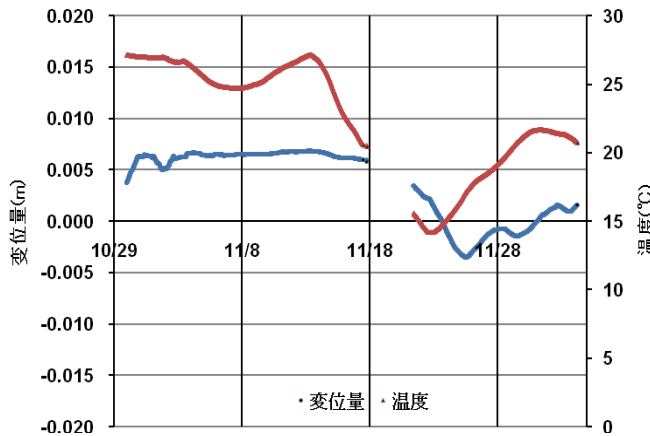


図-4 支間中央の変位データ

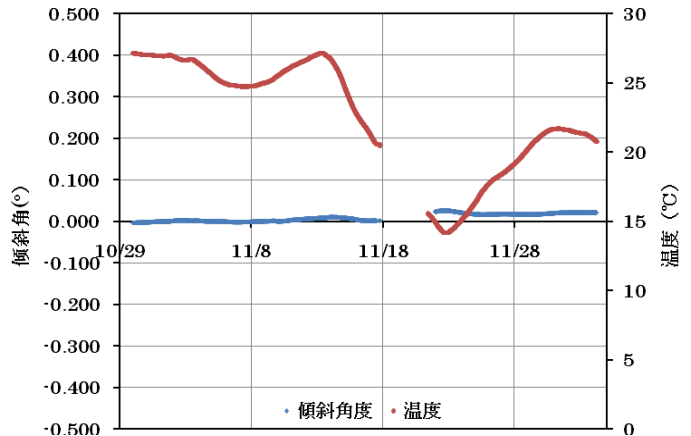


図-5 支間中央1/4の傾斜角度データ

4. まとめ

本研究では、雲南省高速道路の重要構造物である長大な連続ラーメン橋を対象としたモニタリングシステムの研究開発を行った。以下に本システムの特長、活用方法、今後の展開についてまとめた。

- (1) 長大橋の動的特性、静的特性をリアルタイムに遠方監視できるモニタリングシステムを開発した。
- (2) モニタリングシステムは、光ファイバを使用した高速道路専用通信網を活用でき、経済的に常時監視が可能であり、大容量の波形データも迅速に転送、処理できる。
- (3) 本システムの活用により、長大橋の構造特性のデータの蓄積、データベースの構築が可能となり、橋梁の維持管理の高度化、および補修補強の実施時期の根拠となる。
- (4) 本システムに風速計や荷重計を追加することで、風や過積載による影響を推定することが期待できる。
- (5) 地震、洪水、土石流などの自然災害に伴う構造物の状態を迅速に把握することができ、損傷を検知することが可能になれば、道路管理者は、パトロール、詳細点検、通行止めなどの対策がとれる。

今後はモニタリング結果をいかに効率的な補修補強に結び付けていくかが非常に重要である。そのためにはアセットマネジメントを導入し、橋梁のLCCが最小となるような点検・補修補強システムを構築する研究開発を行う予定である。

参考文献

- (1) 公路監理師、大型橋梁健康監測概念与監測系統設計, 2009. 2. 13
- (2) 大島俊之、橋梁振動モニタリングのガイドライン, 土木学会 2000. 10. 31