

センサー内蔵型ゴム支承を用いた支点反力計測システム

(株)川金コアテック 正会員 ○姫野 岳彦, 高橋 徹
正会員 比志島 康久

(株)ネクスコ東日本エンジニアリング 正会員 藤原 博

1. はじめに

道路橋の設計においては、各支点に作用する鉛直荷重を格子計算などの精密な解析によって算出し、その結果をもとに、それを支える種々の部材の断面設定を行っている。つまり、橋梁構造物にとって支点部に作用する鉛直荷重は非常に重要な特性値であり、これが想定と大きく変動してしまうと、例えば、支承部における沈下（また、それに伴う路面段差）が発生したり、橋桁や床版に偏載による外力が作用することで損傷を誘発するなど、不具合発生の主要因にもなりうる。しかしながら、これまでは、支点（支承）部に作用している実際の鉛直荷重を長期的に計測する技術は確立されていないため、架設時には、支承部の高さなどの2次的な指標により管理を行っているのが現状である。

そこで、筆者らは、ゴム支承にセンサーを内蔵させる（図-1, 2）ことで、いつでもその支点に作用している上部構造重量を計測することが可能で、なおかつ、そのデータを無線機やICタグなどを利用して簡単に収集できるシステムの開発を行っている。

このシステムによるメリットとしては、例えば、

- 1) 架設時の施工管理が容易となる
ジャッキダウン時に支承部反力のモニタリングを行うことで初期不整を防止することができる
- 2) 橋梁のモニタリングが容易になる
無線・有線によるデータサンプリングシステムにより、維持管理業務の効率が飛躍的に向上する
- 3) 橋梁の損傷を早期に発見できる
時系列データの蓄積・管理を行うことで、異常・損傷を早期に発見できる（図-3）
- 4) 地震時の緊急点検が効率的となる
情報をセンターで一元管理することで、緊急時の点検作業が短縮でき早期の交通解放が可能になるなどがあげられる。

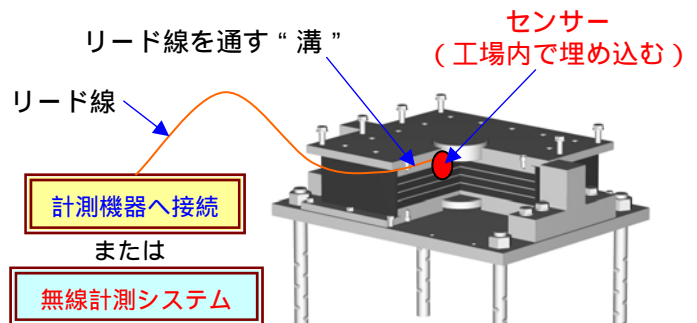


図-1 反力測定ゴム支承の構成

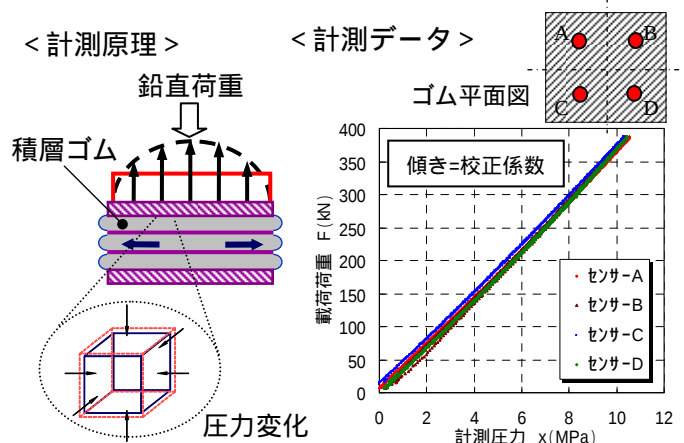


図-2 センサーによる荷重計測

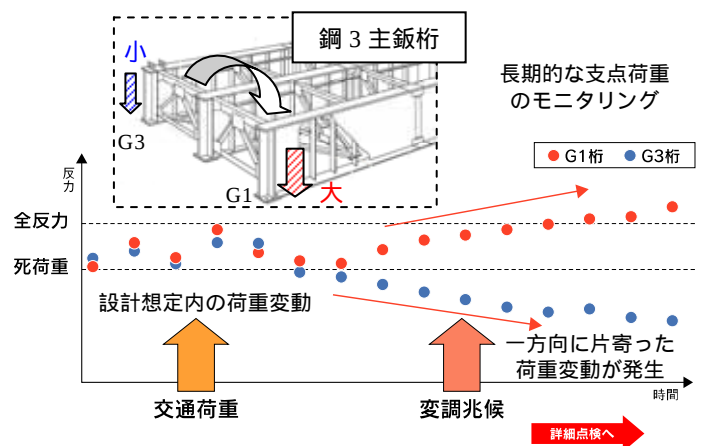


図-3 維持管理用としてのモニタリングイメージ

本稿では、このシステムを構成する各要素のうち、特にセンサーを内蔵させたゴム支承に着目して、その計測原理や実際の計測データ等について報告する。

キーワード ゴム支承, センサー, 維持管理, 無線システム, IC タグ

連絡先 〒332-8502 (株)川金コアテック 埼玉県川口市宮町 18-19 Tel 048-259-1118, Fax 048-259-1139

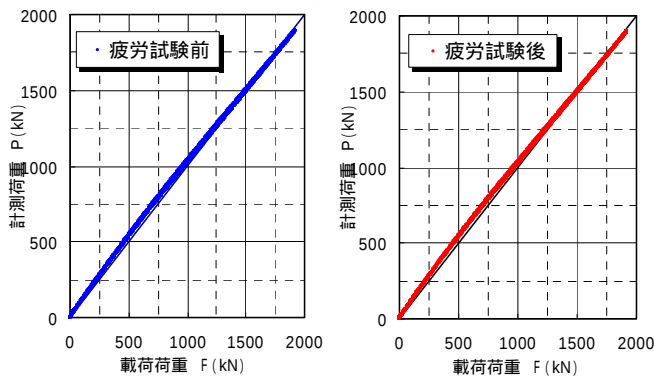
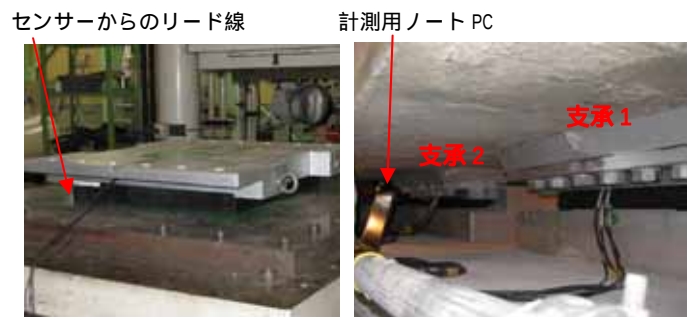


図-4 圧縮疲労試験前後における計測精度



(a) 工場内検査 (荷重試験)

(b) 現場計測

図-5 反力測定状況の外観写真

2. 反力測定ゴム支承の特徴

本システムでは、ゴム支承に圧力センサーを内蔵させ、鉛直荷重によるゴムの内部圧力の変化を計測する構造を採用している(図-1, 2)。このセンサーは形状が非常に小さいため、設置に必要なゴム支承への加工量はほとんどなく、支承構造として保有すべき本来の性能を損なうことはない。また、電気信号を発する繊細な部位となるため、支承を製作する際にゴム本体に内蔵させて外気から遮断する構造としている。また、センサーは合計4個設置し、計測精度の向上にも配慮し、さらに製品ごとのばらつきを除去するため、支承全数に対して事前検査を行い、個別に校正係数を設定することを標準としている。

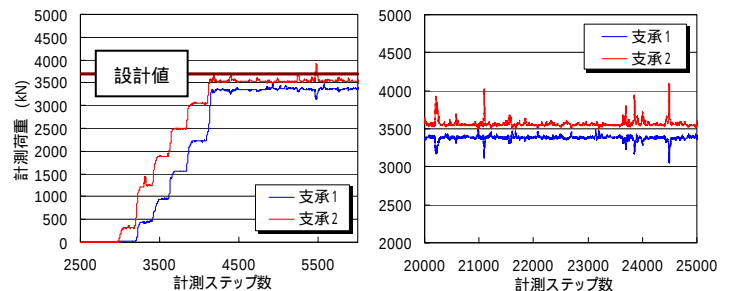
3. センサーによる反力計測結果

3. 1 反力計測システムの耐久性検証

本システムの開発にあたっては、測定精度に関する検証や外気温の変動等の影響など、実験データの蓄積を行っているが、ここでは、耐久性検証のために実施した圧縮疲労試験の結果を示す。この試験は実際の交通荷重の変動幅よりも過酷な荷重振幅を合計200万回与え、その前後におけるセンサー出力値の比較を行ったものであるが、両者は非常に良く一致した結果を示している(図-4)。このため、長期的な計測に対しても安定した精度が期待できる。

3. 2 実橋梁における反力計測結果

次に、支承取替工事における施工管理ツールとしての実際の採用事例について述べる。計測対象橋梁は幅員方向に大きな張り出しを有するコンクリート桁で、それを2つの支承で支持している。実際の施工にあたっては、まず、支承の工場出荷前に所定の圧縮特性試験(図-5(a))を行い、試験機荷重とセン



(a) ジャッキダウン時

(b) 交通荷重の計測

図-6 反力測定状況の外観写真

サー計測圧力との関係から、各支承ごとに固有な校正係数を求める。その後、架設現場にて支承の据え付けを行い、上部構造重量を支承部に移行するためのジャッキダウンの際に、センサーを計測端末に接続し、支点反力の計測を実施する(図-5(b))。この荷重計測の結果、徐々にジャッキ圧力を低下させていくのに伴い、センサーの指示荷重が増加していき、本例の場合では、設計上の死荷重反力である3704kNとほぼ同程度の荷重が2つの支承に均等に作用していることを確認することができた(図-6(a))。

また、ジャッキダウン後も継続してデータ計測を行った結果(図-6(b))、路面上を通過する車輛重量に反応して、その走行車線直下の支承では荷重が増加し、もう一方の支承では荷重が低下する挙動が観察された。このため、本システムで活用することで車輛通行時の荷重変動をモニタリングすることも可能であると考えられる。

4. まとめ

今後は実橋梁におけるデータ蓄積を進め、橋梁の超寿命化に資するシステムの構築について検討を行う。なお、本開発は川金コアテックとネクスコ東日本エンジニアリングの共同研究として実施している。