# OSV と LPWA を併用した道路橋橋脚のモニタリングによる安全管理

(株)ダイヤコンサルタント　正会員　○近藤　桂二
(株)ダイヤコンサルタント　正会員　鏡原　聖史
北見工業大学　正会員　川尻　峻三
北見市　非会員　中田　孝一
(株)エーティック　非会員　阿部　勇治
大阪大学　正会員　小泉　圭吾

## 1．はじめに

近年，ゲリラ豪雨や線状降水帯などの異常降雨に伴う河川洪水の増大により，橋梁基礎が不安定化する事例が多く発生している．そのため，道路管理者は通常，災害の危険性が高まるような場合には，道路パトロールを強化するなどで対応している．しかしながら，夜間の場合，暗闇の中で橋梁の不安定化を把握するのは困難な場合が多いことや，道路パトロール者が現着する前に道路利用者（車両・人など）が通行する可能性もあり，現地での不測の事態に備えた対応も必要である．そこで筆者らは，自動計測システムで道路橋の変状を監視するとともに，道路利用者に危険性を認識させる方法について検討したのでここに報告する．

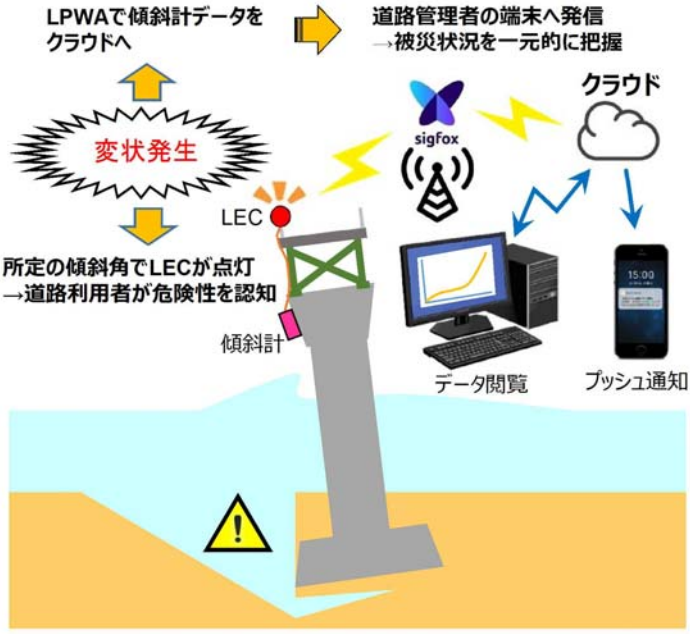


図-1　モニタリングシステムの概要

## 2．システムの概要

現地において，道路利用者へ通行の危険性を瞬時に伝える方法として，光センサシステムの LEC（Light Emitting Converter Ⅱ，東亜エルメス社製，以下，LEC とする）を活用した．LEC は OSV（On-Site Visualization[1)]）の概念を適用した技術であり，橋脚の変形を傾斜計により計測したデータを用いて，道路上に設置した LED の発光色を所定の傾斜角に到達した段階で変化させ，危険度を知らせる方法である（図-1）．なお，激しい雨の中での LED の発光の視認性や長期安定性については問題ないことが報告[2)]されている．一方，傾斜計データの道路管理者への転送方法は，広帯域小電力無線である LPWA（Low Power Wide Area）を用いた現場計測システムの L-Watch（地球観測社製）を利用した．L-Watch とは，小型子機により LPWA を介してクラウドサーバに転送するシステムであり，web 上でデータを閲覧することができる（図-1）．なお，本現場は LPWA のエリア外であったことから，現地から 700m ほど離れた屋内に中継基地局（100V 電源必要）を設置した．

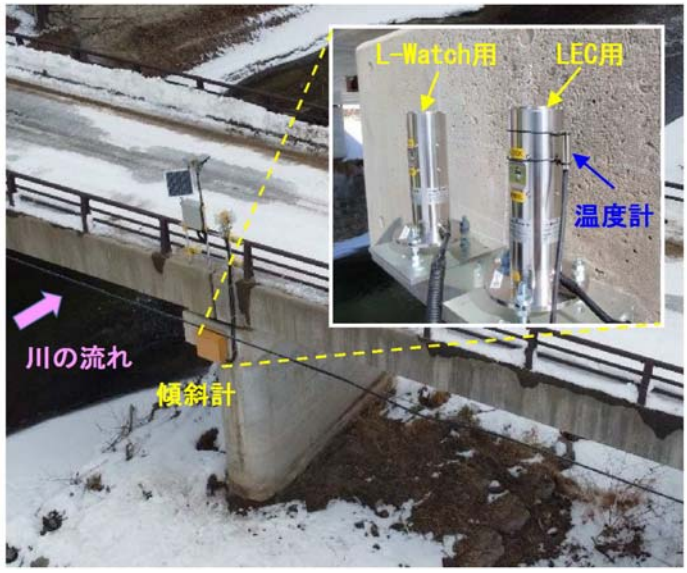


写真-1　調査地全景と傾斜計

キーワード　自動計測，道路橋，傾斜計，光センサシステム，無線，モニタリング
連絡先　〒001-0010　北海道札幌市北区北 10 条西 2 丁目 13-2　(株)ダイヤコンサルタント　TEL.011-729-2701

© Japan Society of Civil Engineers

### 3．設置状況

傾斜計は，出水時の水没や流木の衝突等を回避するため橋脚躯体の上部に配置し，システムの都合上，LEC 用とデータ転送用の 2 台とし温度計も併設した（写真-1）．また，傾斜の発生方向は不明であったため，計測は河川方向と河川直交方向の 2 軸とし，LEC や L-Watch の計測機器等は傾斜計の直上の高欄部に設置し，LED の点灯面は道路上下線の 2 方向とした（写真-2）．なお，LEC や L-Watch の電力は電池，ソーラーパネル，バッテリーから構成されており，100V 電源が無くても運用可能である．

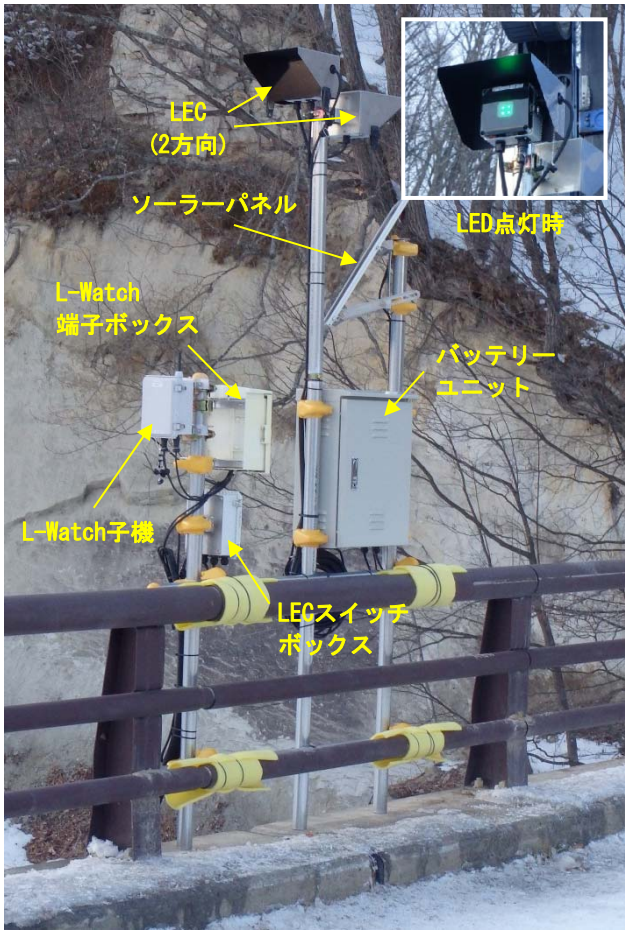


写真-2　傾斜計システムの現地設置状況

### 4．管理基準値(案)の設定

橋脚の傾斜角による交通等の規制の基準値については，鉄道では橋脚基礎の洗掘による傾斜について報告[3]されており，橋脚の諸元により規制値は異なるものの概ね 0.2～0.4（度）が運転中止の規制値となっている．また，同じ鉄道の例であるが，橋脚天端の傾斜角として±1（度）を警報メールの発信基準値としているという報告[4]もある．その一方，道路橋については傾斜計を用いたモニタリングについてあまり前例がない．そこで今回は，橋の桁同士の遊間（50mm）を水平変位の最大値として傾斜角の管理基準値(案)を検討した．つまり，天端の水平変位を 50（mm）とすると橋脚の高さが 8100mm であるため，傾斜角が 0.354（度）となり，これを基準傾斜角として管理基準値(案)を設定した（表-1）．なお，LEC の発光色は通常時（青色）、通行注意（黄色）、通行止め（赤色）と設定したが，運用初期段階であるため通行注意の値を超過した時点で赤色（通行止め）としている．

表-1　管理基準値（案）

| 変状項目 | 基準傾斜角 | 管理基準値(案) | |
|---|---|---|---|
| | | 通行注意 (50%) | 通行止め (80%) |
| 水平変位 | 50mm | 25mm | 40mm |
| 傾斜角 | 0.354° | 0.17° | 0.28° |

### 4．おわりに

現在まで，本橋脚の傾斜角度は通行注意の管理基準値に達することがなく，安全に交通開放されている．また，今回の検討は，道路橋周辺の河岸の露岩の浸食が進行しており，異常出水等による橋脚の洗掘が懸念されたため，早急な対応が求められた．そのため，通行注意レベルでも赤色表示の通行止めとするなど，前述した鉄道の規制値を参考にしても，道路橋としてはかなり厳しい（安全側）通行の運用を行っている．今後は，河川水位の観測を行い，橋脚基礎の傾斜との関係について整理していき，さらに，温度変化や大型車両通行時に発生する計測値への影響の補正を行っていきたい．また，模型実験等による増水時における橋脚基礎の洗掘・傾斜のメカニズムの検証も進めていき，より適切な橋脚基礎の管理基準値を設定していく所存である．

**《参考文献》**

1）OSV 研究会 web： http://www.osv.sakura.ne.jp/
2）鏡原聖史，永井哲夫，小田和広，小泉圭吾，田中茂，芥川真一，鳥居宣之，原口勝則：光センサシステムを活用した道路パトロールの提案，土木学会第 71 回年次学術講演会，CS7-006，2016.9
3）小林範俊，島村誠：橋脚洗掘モニタリング手法の開発，Technical Review-No.3，JR East(3)，49-52，2003-05
4）飯塚友博，浦木信孝，杉原普作，後藤晃治：洪水時における鉄道橋脚部洗掘への影響監視事例，全地連「技術フォーラム 2013」長野，120

© Japan Society of Civil Engineers