

西日本旅客鉄道（株）	正会員	御崎 哲一
西日本旅客鉄道（株）	正会員	坂本 保彦
ジェイアール西日本コンサルツ（株）	正会員	生駒 昇

鉄道の架道橋の鋼製橋桁に自動車衝撃事故の情報が入った場合、状況や損傷度合いの確認が必要であるが、時間がかかり列車運行上問題があった。そこで橋桁に変形・破損が生じる等、列車の運行保安に影響する衝撃のみを検知する方法を開発し、現場導入したので報告する。



図-1 防護工へ衝撃



図-2 乗上げ脱線例

### 1. はじめに ～～ 橋桁衝撃とは ～～

JR 西日本の京阪神近郊区間では、桁下制限高さを超えた自動車が防護工や橋梁側面に衝撃し、架道橋に被害を及ぼす事故（図-1）が近年増加傾向にあり、2006～2009 年度に540 件にも達していた。また、2007 年7月12日には阪和線の東佐野～和泉橋本駅間において高所作業車が防護工をなぎ倒し、普通電車が脱線する事故が発生した（図-2）。

その場合有効な検知方法がなく、事故情報は当事者や警察からの通報に頼っている。また通報では橋桁本体か防護工のいずれに衝撃したか分からず、以下の課題が発生する。

- ）橋桁本体の衝撃を即座に認知できず、必要な運転規制の手配が遅れる。
  - ）防護工のみの衝撃であっても、通報で橋桁本体への衝撃を判断できない場合、不要な運転規制が生じる。
- 以上の課題を解消するため、列車運行を脅かす橋桁本体の衝撃検知手法を検討し導入することとした。

### 2. 橋桁衝撃検知手法として、光ファイバーをセンサー化するための検討

光ファイバーは、自動車衝撃エネルギーと比較し強度が小さく、断線しても空気中に光路が確保され、未検知となる可能性があることが判明した。そこで、実用仕様を検討した。

#### 2.1 光ファイバー断線機構

光ファイバーの断線機構として、鋼の保護管に光ファイバーと光ファイバーを切断させるコイルを挿入した。（図-3,4,5）本機構のメリットは以下の2点である。

- ・保護管厚さを調整することにより、対応する衝撃強度を調整できる
- ・衝撃発生時、切断コイルが光ファイバーに食込み、光路を確実に遮断する

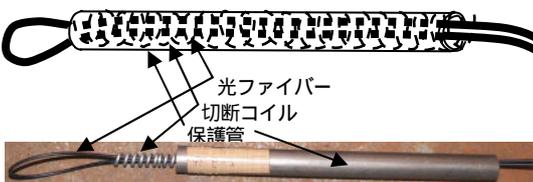


図-3 光ファイバー断線型センサー

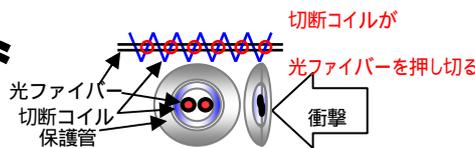


図-4 光ファイバー断線型センサー 横断模式図



図-5 切断コイルが光ファイバーに食込んでいる様子

#### 2.2 エネルギー評価

自動車衝撃は橋桁の側面で発生する。有害な自動車衝撃を検知するには、以下2点の検討が必要となる。橋桁側面方向の強度と検知する衝撃エネルギー。光ファイバー断線式センサーが検知できるエネルギー。そこで、橋桁強度の計算、静的載荷試験を施行し、比較することで評価した。

##### (1)橋桁強度の計算

一般的な5m, 10m, 20mの橋梁において、耐衝撃エネルギー・耐荷重を算出した。結果を表-1に示す。

表-1 橋桁側面方向の耐衝撃エネルギー・耐荷重

支間長	耐衝撃エネルギー	耐荷重
5m	450J	140kN
10m	970J	140kN
20m	2,100J	160kN

表-2 光ファイバー破断時のエネルギー・荷重

保護管厚さ	破断エネルギー	破断荷重
1.2mm	3.5J/mm	0.8kN/mm
2.0mm	6.0J/mm	1.2kN/mm
3.2mm	9.0J/mm	2.0kN/mm

(2) 静的載荷試験

光ファイバー断線式センサーの保護管厚さを変化させた場合の破断エネルギー及び破断荷重を静的載荷試験によって算出した。その結果を表-2 に示す。

(3) 衝撃対象の想定

光ファイバー断線式センサーの特徴として、衝撃する幅の違いにより、保護管が潰れ吸収する幅が変化するので、検知するエネルギーが異なる。

そこで、衝撃事例や衝撃跡を検証した結果、ユニックアーム等の衝撃が多く、幅は約 10cm であった。

(4) 光ファイバー断線式センサーの保護管厚さの決定

5m の橋桁の場合、耐衝撃エネルギー・耐荷重は、表-1 より 450J、140kN であり、幅約 10cm の平型物が衝撃した場合、45J/cm、14kN/cm に相当する。有害な橋桁衝撃を検知するためには、センサー強度をそれより小さくすることが必要である。表-3 より、センサーとして管厚 1.2mm の保護管を用いる事を決定した。

表-3 光ファイバー断線式センサーの照査結果

	橋桁強度	大小	光ファイバー断線式センサー強度(管厚)	照査結果
耐衝撃 I 補強	45J/cm	>	35J/cm(1.2mm)	
		<	60J/cm(2.0mm)	×
		<	90J/cm(3.2mm)	×
耐荷重	14kN/cm	>	8kN/cm(1.2mm)	
		>	12kN/cm(2.0mm)	
		<	20kN/cm(3.2mm)	×

3. 光ファイバーの断線を検知する機構

踏切障害物検知装置の原理は、空気中に光路が形成され遮ると検知する仕組みである。そこで、空気中の光路の代わりに光ファイバーでその経路を確保することで光ファイバーの断線検知を実現させた。



図-6 試験設置箇所の事故状況写真

4. 現場導入

本橋桁衝撃検知装置を、防護工への試験設置(図-6)を経て現場導入した。故障等の不具合もなく稼動している。

5. 導入効果・おわりに

2007~2010 年度に 25 架道橋に設置(図-7)、4 年経過した。橋桁・防護工衝撃事故による列車抑止回数は半減、振替代行輸送や人件費等のコストを年間数億円削減できた。

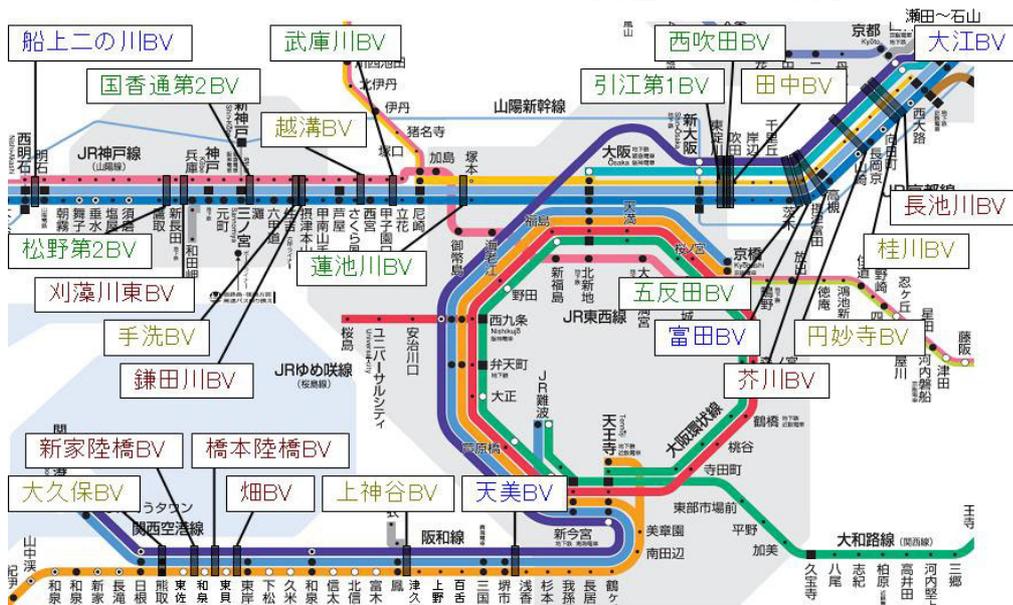


図-7 2007~2010 年度 橋桁衝撃検知装置設置

今後、さらに複数箇所へ導入予定であるが、より良いものへと進化させていきたいと考えている。本装置により、列車の安全運行に寄与し、不要な列車抑止を発生させないように、心から願うものである。

【参考文献】 御崎 哲一 他：橋桁衝撃検知装置の開発，2008 年度土木学会全国大会第 63 回年次学術講演会，I-508，2008.9