

鋼桁空高支障に備えての衝撃検知センサーの開発

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○今井 勉*
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 奥石 逸樹*
 (株) B M C 正会員 蔦 守隆**
 (株) B M C 正会員 井上 裕司**

1. 開発目的

最近、大型車両による橋桁防護工や橋桁への衝突する空高支障事故が多く発生している。東日本旅客鉄道株式会社（以下、JR 東日本）東京支社管内において、この空高支障事故により、橋脚が転倒、傾斜する事故が 2 度にわたり発生した。

今回このような状況に対処するため、橋梁の支点部における異状な衝撃を検知し列車を抑止するためのセンサー（以下、衝撃検知センサー）を開発し、鉄道構造物への運用を開始した。

2. 設置橋梁

今回、衝撃検知センサーを設置した橋梁は、JR 東日本東京支社管内の鍛冶橋架道橋および呉服橋架道橋の 2 橋梁である。両橋梁は東京駅の両端に位置しており、山手線・京浜東北線・東海道線の各線が通っている。

特に、山手線と京浜東北線の橋梁は明治期に造られた古い橋梁のため、スパンが短く、上下端が球面支承をした橋脚が道路車道内に立っている（写真 - 1）。桁高も鍛冶橋・呉服橋がそれぞれ 3.8m・4.0m と低いと、車両による衝突の危険性が非常に高い。



写真 - 1 センサー設置橋梁（呉服橋）

3. 開発条件

センサーの開発で考慮した点を以下にのべる。

高い安定性

このセンサーは乗客の安全性を確保するために列車を止めるものである。よって絶対に誤作動があってはならない。たとえ誤作動が構造的な欠陥によるものではない不可抗力であったとしても、警報が発せられれば列車がとまり、大きな社会的影響をおよぼす。よって考えられる誤作動を、可能な限り回避しなければならない（フェールセーフ）。

高い耐久性

センサーは風雨にさらされる上、設置する橋梁の下は国道 1 号線などの重要幹線であり、常に交通量が多い。よってセンサーの点検・メンテナンス・取り替えなどは最小限にとどめる必要がある。

低コスト

橋梁の異状な衝撃を検知するためには、衝撃する方向によってセンサーを各支点部に複数個設置する必要がある。また JR 東日本には今回の 2 橋梁以外にも同種の橋梁が数多くあり、今後これらの橋梁にも適用していくためにはセンサーの価格をできるかぎり下げなければならない。

これらの条件を満たすために、センサーは可能な限り簡易で単純な構造とした。

4. センサー諸元と特徴

(1) センサーの構造

センサーの構造を図 - 1 にしめす。

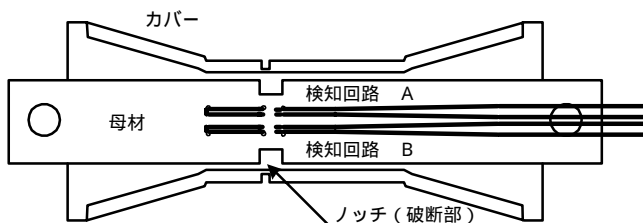


図 - 1 センサーの内部構造

このセンサーは、母材となるステンレス板にノッチを入れて弱点部をつくり、両端が引っ張られるとノッチ部

Key Words: センサー開発、安全確保、車両衝突、フェールセーフ

連絡先: * 〒114-8550 東京都北区東田端 2-20-68

Tel.03-5692-6140 Fax.03-5692-6141

** 〒261-7125 千葉県千葉市美浜区中瀬 2-6WBG リカリスト 25 階

Tel.043-297-0207 Fax.043-297-0208

で破断する構造になっている。母材にはリード線がはわ
せてあり、ノッチ部で母材が破断するとリード線が断線
し、通電しなくなることによって異常を検知する。また
この検知回路には、フェールセーフを考慮して A・B の 2
つの独立した回路があり、どちらか 1 つの回路のみが破
断しても検知しない仕組みになっている。

なお耐久性を高めるために、センサー内部にはシリコ
ンを充填している。

(2) 配線ケーブル

センサーの配線図を図 - 2 にしめす。

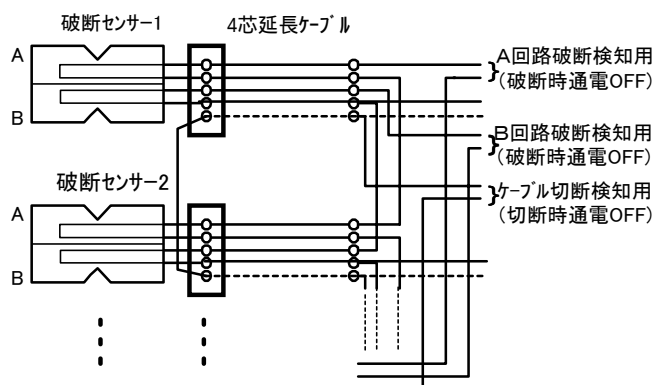


図 - 2 センサーの配線図

不可抗力により配線ケーブルが破断すると、センサー
に異常がなくても警報が通報され、列車を止めるおそれ
がある。このような状況を回避するため、ケーブル内の
みのケーブル切断検知回路をつくり、ケーブル破断とセ
ンサー破断を区別できるようにした。

(3) 耐荷能力

本センサーの耐荷能力は 250kg とし、この値をもとに
ノッチ部の断面積を決定した。この荷重は人間がぶら下
がっても破断しないことと取り付けワイヤーの破断強度
より小さいことを条件に決定した。本センサーに対して
室内試験をおこなったところ、破断荷重が 273kg となり、
ほぼ予定していた耐荷能力と一致することを確認した。
また取り付けワイヤーがこの強度で破断しないことも室
内試験において確認した。

5. センサーの設置と通報システム

(1) センサーの設置位置と設置方向

センサーは車両衝突による影響を最も受ける外側の桁
支点部に設置した。また異常な衝撃の検知方向は、車の
走行方向とおなじ橋軸直角方向とした。さらに反対方向
の異常な衝撃も検知する必要があるため、センサーは 1
支点あたり両方向に 2 つ設置した。橋脚部および橋台部

の設置状況を写真 - 2 にしめす。



(a) 橋台部

(b) 橋脚部

写真 - 2 センサーの設置状況

(2) 通報信号

各回路の通電状態と通報信号の関係を表 - 1 にしめす。
通報信号は、警報信号では列車の即時停止、異常信号で
は、センサーなどの確認をおこなうことにした。通報シ
ステムは JR 東日本の防災情報システム (PreDAS) を介して、東京総合指令室および関係現業区へ通報する
こととした。

表 - 1 各回路の通電状態と通報信号の関係

	常 時	センサー破断			ケーブル 破断	ケーブル・セ ンサー破断
		A 回路	B 回路	A・B 回路		
センサー回路 A	○	×	○	×	×	×
センサー回路 B	○	○	×	×	×	×
ケーブル回路	○	○	○	○	×	×
通報信号	—	異常	異常	警報	異常	異常

○：通電 ×：断線

(3) 検知する変位量

センサーが検知する変位量は、軌道管理上の脱線限界
である水平変位 30mm とした。

6. 今後の予定と課題

これまで変位のモニタリングは、おもに市販の計測機
器をもちいておこなわれてきた。しかし既存のセンサー
は、精密機械であるため価格が高く、構造も複雑で気温
による影響などの誤作動も多い。

今回、安定性を最大の目的として衝撃検知センサーの
開発をおこなった。安定性を高めるために思い切った構
造の簡略化をおこない、フェールセーフやケーブル破断
などにも対応した構造を開発した。運用を開始してから
現在まで、誤作動は発生していない。

今後はすでに設置した 2 橋梁のモニタリングを継続す
るとともに、同様の形式の橋梁に対しても順次設置して
いく予定である。今後の課題として センサーの品質向
上、さらなる価格低減、設置方法の簡略化・標準化、
の検討などがあげられる。