

衝撃振動試験の高性能無線計測システム 「IMPACTUS」を開発しました

2024年8月29日
公益財団法人鉄道総合技術研究所

公益財団法人鉄道総合技術研究所（以下、鉄道総研）は、橋りょう下部構造物の検査で行われる「衝撃振動試験」において、健全度評価指標である橋脚の固有振動数の推定を支援する高性能計測システム「IMPACTUS（インパクト）」を開発しましたのでお知らせします。

水晶を用いた双音叉構造の加速度検出素子を採用することにより、従来のセンサよりもノイズが低減し、固有振動数の推定が容易になりました。また、従来のセンサに比べて小型軽量であり、可搬性・作業性に優れます。

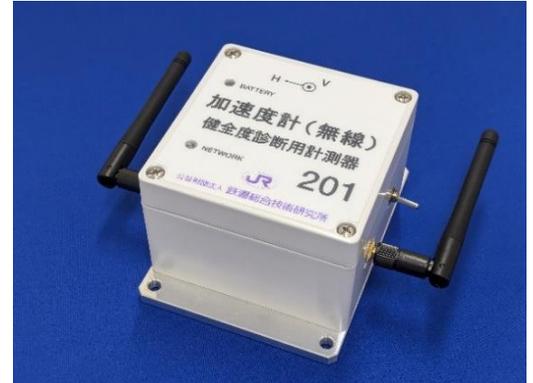


図1 IMPACTUS センサ
寸法:115×90×66mm(突起部除く)
質量:約 0.9kg

1. 開発の背景

橋りょう下部構造物の維持管理は、目視による検査が基本となりますが、通常地中にある橋脚の基礎部分は、直接目視できません。そこで、橋脚の頭部に重錘などを用いて衝撃を与え、発生した橋脚の振動から固有振動数を推定し、健全度を評価する「衝撃振動試験」（図2）が広く行われています。

鉄道総研では、衝撃振動試験用の振動計測システムとして「IMPACT」シリーズを展開していましたが、橋脚の形状によっては、収録した振動波形の周波数解析結果にて位相のばらつきがあり、固有振動数の推定が難しいことがありました。そこで、さらなる精度向上を目的とし、高性能なセンサを用いた、新しい計測システム「IMPACTUS」を開発しました。

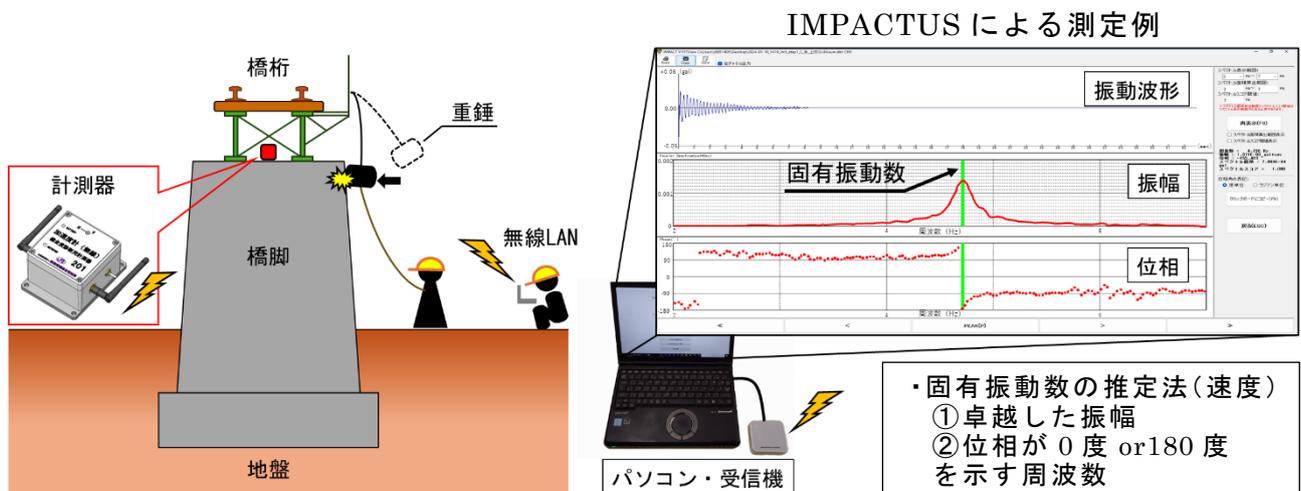


図2 衝撃振動試験の模式図

2. IMPACTUSの概要と効果

「IMPACTUS」用のセンサとして新たに採用した加速度計は、従来の圧電型加速度計に対して、素子に水晶を用いたことで振動時のエネルギー損失や温度変化に伴う周波数変動が少なくなり、測定値の精度および再現性が向上しています。さらに測定された振動を直接デジタル変換することで高感度・低ノイズ性能を実現しました（図3）。また、この加速度計は460Hzまでの振動計測が可能であり、橋脚よりも固有振動数が高い土留め壁へも適用できます。

- 本計測システムは、センサ（図1）と解析プログラム（ノートPC）からなり、計測プログラムにて、センサによる測定値のデータ数が自動で16384個以上（従来の2倍）となる処理を実装したことで、従来品よりも細かな波形表示が可能となりました（図4）。
- 従来は、センサ内に持たせていた積分機能を解析プログラムに実装することにより、従来のセンサよりも小型（体積46%減、重量60%減）となり可搬性と作業性が向上しました。

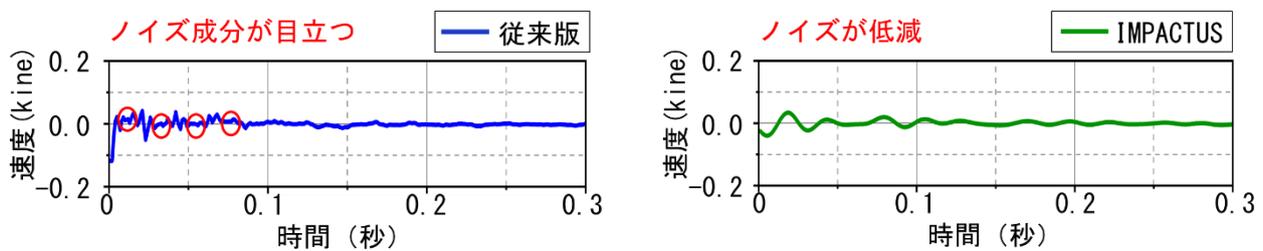
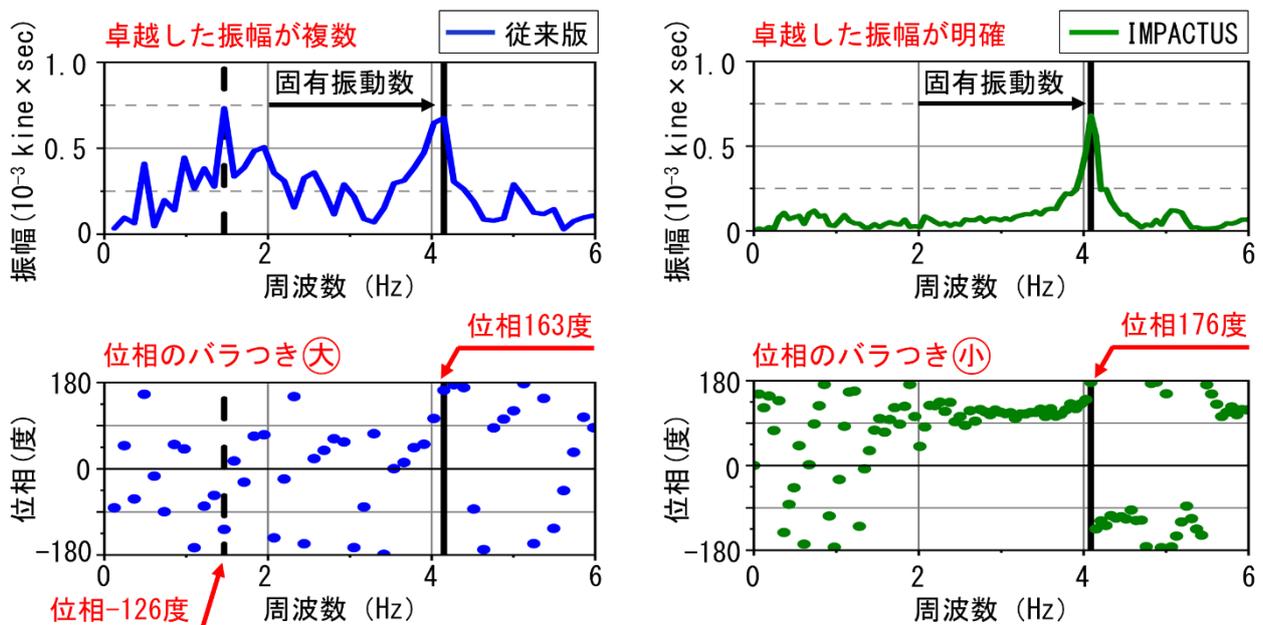


図3 振動波形収録時のノイズ低減効果比較（同壁式橋脚打撃時の計測結果）



- 卓越した振幅が2箇所あり、位相もバラついているため、どの周波数が固有振動数なのか決めづらい
- 卓越した振幅が1箇所、且つ位相も180度に近い値を示しているため容易に固有振動数を決めやすい

図4 上図収録した振動波形の周波数解析結果比較（同壁式橋脚打撃時の計測結果）

3. その他

- IMPACTUSでは改良したセンサにより分解能の高い計測ができることから、新たに洗掘による橋脚の振動モードの微細な変化を捉えることが可能となり、洗掘による支持地盤の流失範囲（図5の x ）を基礎幅に対し $\pm 5.0\%$ の精度で推定出来るようになりました（図5）。
- 新たな機能として常時微動計測時に、2方向計測（鉛直・水平方向）が可能となりました。追加ソフトのインストールにより、重錘による衝撃振動試験を実施することなく、常時微動計測から固有振動数を算定できるようになります（2025年7月販売予定）。
- 「IMPACTUS」は、2024年6月から販売を開始しました。

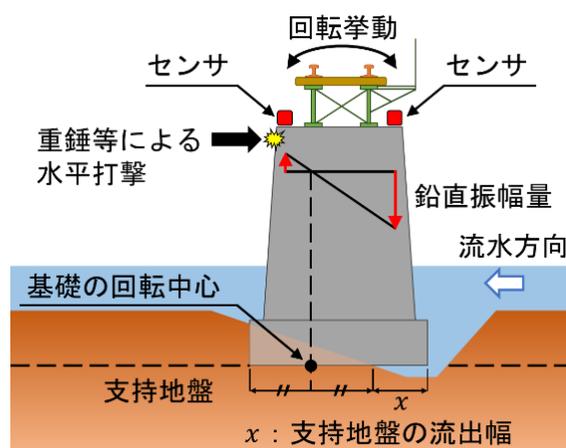


図5 支持地盤の流出範囲評価手法の概要図

（報道機関問い合わせ先）

公益財団法人鉄道総合技術研究所総務部 広報 TEL：042-573-7219