

河川増水時における河床調査手法の開発について

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○簾内 春汰
東日本旅客鉄道株式会社 石川 聖人

1. はじめに

全国的な豪雨の激甚化を背景に,当社管内においても豪雨による甚大な被害が発生している.それらの被害の一つである,洗掘とは,河川を跨ぐ橋りょうにおいて,上流側からの流水が橋脚に衝突することで発生する渦が橋脚周辺の河床を低下させるもので,発生した場合に,橋脚の傾斜,落橋等による輸送障害につながる.そのため,鉄道の安全輸送への影響が大きい災害として捉えられている.そのため,豪雨等による河川増水時に安定して河床の状態を把握する調査手法を開発したので報告する.

2. 現状

河川を跨ぐ鉄道橋の河床の管理については,現状でレッド測深と呼ばれる河床調査手法を用いている(図-1).この手法は,目盛のついたロープの先端に付けた重りを橋りょう上から垂下させ,河床に着床させることで,予め定めておいた測点を1点1点測深するものである.各測点において,着床させた際の長さを経時的に抑えておくことで,河床の深さを把握する.この手法は,長い歴史のある計測方法ではあるが,深さや,流れの激しさの影響により不正確な測定となることがある.また,測点が増えるにつれて,調査に多くの時間と労力を要するという課題もある.洗掘災害が顕著におこる場面を,台風等による河川増水時であることを想定すると,レッド測深による計測では精度の良い調査が困難という課題がある.そこで,河川増水時の流速に対応した河床調査手法を開発することで河床調査の精度を向上させ,洗掘災害に対する安全性を向上させていくことが必要であるとして,本開発を進めていくこととした.

3. 基本仕様の検討

前項での経緯を踏まえ本開発では,河川増水時における流速に対して,自走式のロボットを水中に浮かべ,



図-1 計測状況 (レッド測深)

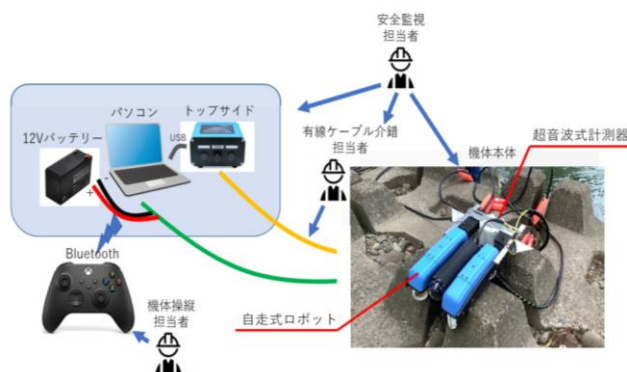


図-2 システム構成イメージ

流れに対し橋脚周辺での位置を保持しながら,河床調査を行えるようにするための開発を行った.本開発で想定する河床調査システムの構成としては,超音波式の計測機器(機体重量12kg程度)を取り付けた自走式のロボットと有線ケーブル,パソコンなどですることとした(図-2).計測機器を搭載したロボットを河川の流向に対して垂直に横断させながら計測を行い,計測結果はパソコンのハードディスクに収集,データの分析も同じパソコン上で行う.その際に,計測を行う場面を河川増水時と想定し,激しい流れに対応するために必要な機能として,以下の2点にフォーカスを当てた開発内容とした.

- ①ロボットによる計測機器の運搬機能
- ②自動定点保持機能による水中での姿勢の安定確保

キーワード 鉄道橋, 維持管理

連絡先 〒983-0853 宮城県仙台市宮城野区東六番丁 東日本旅客鉄道(株) 仙台土木技術センター TEL 022-266-2397

4. 実河川でのフィールド試験

システムの仕様決定後,実際のフィールドを対象として水中運動性能試験を実施した.

4. 1 ロボットによる計測機器の運搬機能

今回試験を行った河川は平均流速 1.8m/秒程度,流心部の最大流速が 2.5m/秒程度であった.流れの緩やかな箇所に関しては操縦者の操縦通りの運動が可能であったが,流心部に関してはやや流れに押し負けるような印象であった.また,河川横断方向の移動を行うため,機体の側面から受ける水流に対して大きく影響を受けることが確認された(図-4.5).ロボット単体の性能仕様上は,最大電源電圧 16V 当たりでの最大推進力 3.0kgf 程度と,ロボット単体での性能としては申し分ないが,搭載した測定機器の重さにより予想に反して推進力の低下が大きいと考えられる.

4. 2 自動定点保持機能による姿勢の安定の確保

今回は計測機器の仕様上,ロボットを水上航送体として設計し試験を行った.ロボットに搭載されている動力スラスターの推進力を最大限運動に変換するためには,機体全体の姿勢を常に一定に保つ必要がある.そのため,水面上での姿勢の安定化を図るためロボットに自動定点保持システムを導入した.しかしながら,結果的に,水流による機体のブレが発生し,想定より河床形状によるうねりや流速のむらによる,一定でない流れに機体本体の姿勢(ロール・ピッチ・ヨー)が影響を受ける事がわかった.

4. 3 結果と課題

実河川において,2 点にフォーカスを当てフィールド試験を実施したが,理想的な結果を得ることはできなかった.しかしながら,航跡にズレがあるものの,既存の河床断面データと比較した際に,ほぼ類似したデータとなったため航跡のズレを解消させることで更なる調査精度の向上につながると考えられる(図-6).課題である推進力の不足に関しては,今回の開発期間内では,試行回数が十分でなく流速に対しての必要な推進力の関係を数値的に把握するには至らなかった.また,推進力を最大限に生かすためには,機体の姿勢を常に水平に保つ必要があるが,今回の設計においては水面上での移動を想定していたため,水平方向のスラスター4 基のみで上下方向のスラスターは搭載していなかった.そのため,ロールとピッチの姿勢変化に対しては機体本体の浮力による復元力に頼るのみ

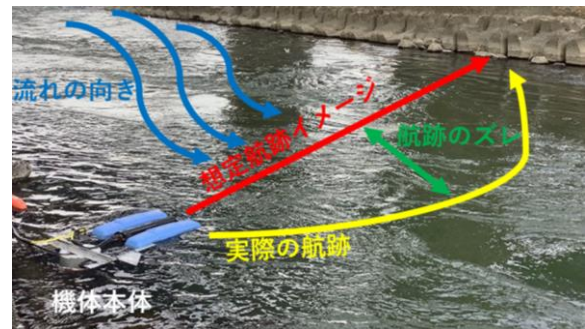


図-4 実河川での計測状況

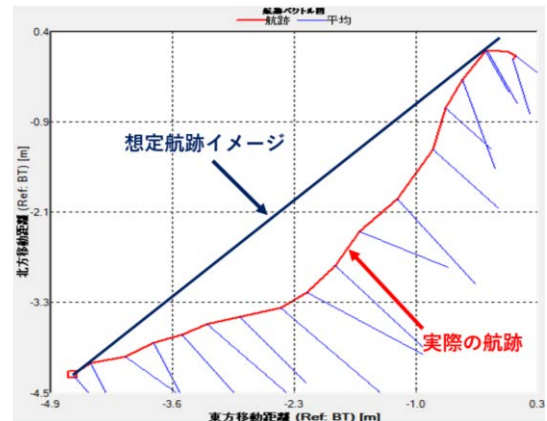


図-5 計測航跡データ

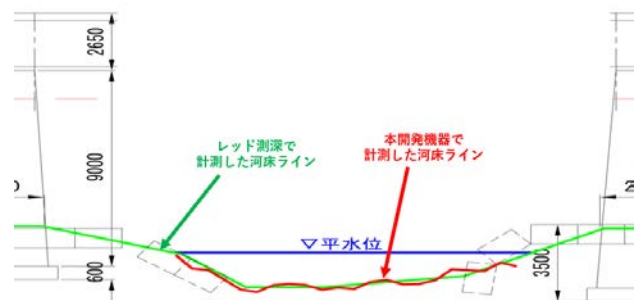


図-6 河床計測データの比較

で,スラスターによってきめ細やかな補正をかけることができなかった.今後は,上下方向スラスターを採用し,様々な方向からの水流に対応できるような仕様変更も視野に入れていきたい.

5. まとめ

実河川での計測の結果,既存の調査手法と同等の結果を得られた.しかし,本開発の目的を達成するためには,前項に挙げられる課題解決が求められる.大きくは推進力の確保が必須ではあるが,推進力の底上げを行うためには,それに比例した機体の大型化が求められる.だが,増水河川での活用を前提とするため単純な機体の大型化での課題の解決とはいかない.そのため,試行回数を増やしながら活用方法の検討を行うとともに,航跡を安定させるための計測補助手段の導入も検討していきながら課題の解決を図っていききたい.