

(25) 点群による3次元データを用いた 河川維持管理の可視化環境の提案

田中 成典¹・窪田 諭²・今井 龍一³・中村 健二⁴・櫻井 淳⁵

¹正会員 関西大学教授 総合情報学部 (〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町2丁目1番1号)

E-mail: tanaka@res.kutc.kansai-u.ac.jp

²正会員 関西大学准教授 環境都市工学部 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3丁目3番35号)

E-mail: skubota@kansai-u.ac.jp

³正会員 東京都市大学准教授 工学部 (〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1丁目28番1号)

E-mail: imair@tcu.ac.jp

⁴正会員 大阪経済大学准教授 情報社会学部 (〒533-8533 大阪市東淀川区大隈2丁目2番8号)

E-mail: k-nakamu@osaka-ue.ac.jp

⁵学生会員 関西大学大学院 総合情報学研究科 (〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町2丁目1番1号)

E-mail: k400448@kansai-u.ac.jp

河川の維持管理業務は、2次元の河川カルテを基盤として実施されており、3次元データを利用するメリットが十分には理解されていなかった。河川維持管理において、施設の形状を3次元データで表現することによって、多視点からの形状確認や任意断面での断面把握という活用が可能となる。そこで、本研究では、河川カルテを調査して3次元データに関連付けて可視化すべき情報を抽出し、点群データから生成した3次元データを用いた河川維持管理の可視化環境を提案する。そこでは、点群データを用いることによって、3次元の任意断面において河川カルテの情報を参照したり、被災時には3次元データを用いた差分検出結果を参照したりすることによって、河川維持管理業務の効率化が期待できる。

Key Words : point cloud data, 3D model, river management, visualization

1. はじめに

河川の維持管理業務は、2次元の河川カルテを基盤として実施されており、3次元データを利用するメリットが十分には理解されていなかった。河川カルテ¹⁾は、工事成果・工事履歴、定期的な点検、平常時巡視、出水・地震時の巡視・点検、通報などの情報の集約である。河川維持管理業務において、施設の形状を3次元データで表現することは、多視点から形状を確認することや任意断面での断面把握を行うことができ、管理業務の効率化への期待効果が大きい。LP (Laser Profiler) や UAV (Unmanned Aerial Vehicle) に搭載されるカメラの計測により取得可能な点群データを用いることによって、3次元の任意断面において河川カルテの情報を参照することが可能となる。また、被災時には、3次元データを用いた差分検出結果を参照²⁾することができる。河川カルテを3次元データに関連付けて利用する効果が大きい場面として、平常時の河川巡視、堤防点検、災害時の点検が挙げられる。

国土交通省水管理・国土保全局では、河川維持管理業務を支援するため、河川維持管理データベースを構築している。その事例として、河川維持管理データベースシステム³⁾ (RMDIS: River Management Data Intelligent System) があり、全地方整備局でデータベースの構築が進められている。

以上の状況を鑑みると、河川維持管理において3次元データを活用して業務を高度化するために、3次元データと河川維持管理に係わる情報を関連付けて可視化することが必要である。そこで、本研究では、河川カルテを調査して3次元データに関連付けて可視化すべき情報を抽出し、点群データをもとに生成した3次元データを用いた河川維持管理の可視化環境を提案する。

2. 本研究の概要

本研究の手順を図-1に示す。まず、河川カルテを調査し、3次元データに関連付けることの効果が大きい河川

管理情報を抽出する。次に、抽出した情報と3次元データを統合して、可視化環境を提案する。ここでは、平常時における河川維持管理を目的として河川カルテを参照する機能と、災害時における変状箇所の把握を目的として変状箇所の3次元データを可視化する機能を提案する。3次元データは、点群データから生成した河川施設⁴⁾と、災害時の差分検出結果から生成した変状箇所のデータを用いる。最後に、可視化環境を用いて河川管理者と協議を行い、本提案の適用可能性を考察する。

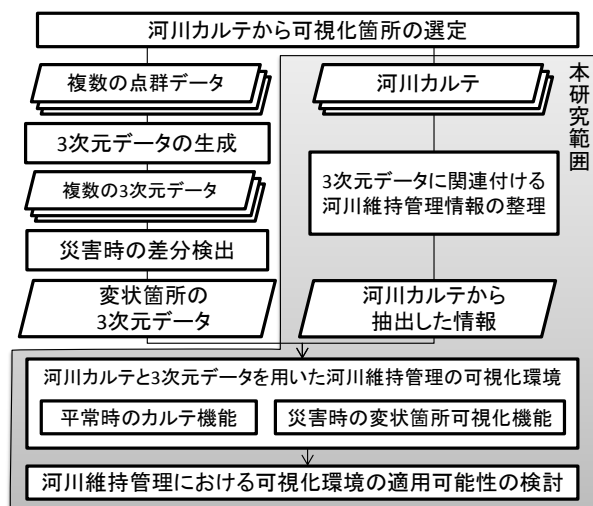


図-1 研究手順

表-1 3次元データに付与すべき情報一覧

カルテ	分類	項目	細項目
基本カルテ	基本情報	対象区間（距離標）	区間
	工事履歴	工事履歴	年月、工事名、左右岸、位置（距離）
	点検結果	河道の変動状況	番号、対象、状態
		水衝部の発生位置	番号、対象、状態
		洗掘の状況	番号、対象、状態
		堤防の異常・変状	番号、対象、状態
経時カルテ	施設本体及び周辺の異常・変状	番号、対象、状態	
	基本情報	番号	番号
	点検結果	調査場所	番号、左右岸、距離、対象
施設カルテ	状況	状況	対象、内容、寸法、写真
	基本情報	番号	番号
	施設情報	位置	左右岸
		一般図	平面図
	点検結果	点検等箇所	対象
		状況	対象、寸法、内容、写真
		措置方策	状態

3. 3次元データに関連付ける河川維持管理情報の整理

河川カルテには基本カルテ、経時カルテ、施設カルテの3種類がある。各カルテの概要を次に示す。

● 基本カルテ

基本カルテは、河川の実態に関する基礎情報を記載したもので点検結果を記入する。対象区間には、場所を示す位置（距離標）情報が記載される。点検結果や工事履歴などには、3次元データとの関連が想定される「堤防などの形状」に関する内容が記載される。

● 経時カルテ

経時カルテは、堤防、護岸、河道などに係る変状の経過を箇所ごとに記入する。状況の項目には、3次元データとの関連が想定される「堤防などの形状」に関する内容が記載される。

● 施設カルテ

施設カルテは、河川管理施設に係る変状の経過を施設ごとに記入する。基本情報のうち、施設名称および位置は、基本カルテにも記載されていないことがあるため、基礎情報として有効であると考えられる。施設諸元および一般図は、樋門・樋管などの施設形状を把握するための基礎情報として有効であると考えられる。

基本カルテ98件、経時カルテ1,204件、施設カルテ244件の河川カルテを調査し、河川カルテの内容の重要度、入力規則性、状態の重要性などを参考に、3次元データに関連付ける河川維持管理情報を表-1に整理した。基本カルテでは、河川カルテの情報と3次元データを位置情報により関連付ける「距離標」、平面図上での位置の把握が可能な「番号」、異常・変状の起きている「対象」、今後の対応の参考となる「状態」などの内容を3次元CADデータに付与すべき情報とした。経時カルテおよび施設カルテでは、基本カルテに記載されないが付与すべきと考えられる情報を抽出した。例えば、異常・変状の規模を示す「寸法」、視覚的な把握が可能な「写真」、詳細な場所の情報である「左右岸」、「位置」などである。災害時には、これらの河川カルテの情報に加え、巡視結果や点検結果、洗掘状況などの緊急性を有する情報が必要である。

4. 河川カルテと3次元データを用いた河川維持管理の可視化環境

本章では、まず、平常時の活用を想定して河川カルテと3次元データを用いたカルテ機能を提案する。次に、災害時の活用を想定して変状箇所を可視化する機能を提案する。そして、これらの提案について河川管理者と協

議し、河川維持管理に必要な技術や情報などを検討した。

(1) 平常時のカルテ機能

3次元データと河川カルテから抽出した情報を関連付けて可視化する環境には、Google Earthを採用した。可視化環境の機能を図-2に示す。

a) 基本機能

本システムは、生成した3次元データをKMLに変換し、Google Earth上に展開する。Google Earthを用いることによって、河川事務所でも既存の航空写真と3次元データを重ね合わせて閲覧できる。また、3次元データを選択することによって河川カルテの各種情報を閲覧できる。

b) 点検箇所入力機能、要観察箇所確認機能

点検箇所入力機能では、3次元データ上に点検箇所の位置座標を入力する方法と、番号とそれに対応する位置座標を入力する方法を採用する。一方、要観察箇所確認機能では、要観察箇所の位置にマーカをプロットし、そ

のマーカを選択して要観察箇所の情報を表示する。

c) 基本カルテ確認機能

基本カルテ確認機能では、3次元データを選択することにより、その地点の基本カルテを表示する。

d) 経時・施設カルテ機能、横断形状確認機能

経時カルテ機能では、要観察箇所を対象に最新の情報を表示する。施設カルテ機能では、施設に関する情報とその点検結果を示す。横断形状確認機能では、3次元データに含まれる管理・任意断面の横断図を示す。

(2) 災害時の変状箇所可視化機能

災害時は、増水に伴う異常洗掘によって河川施設の形状が変形する。3次元データを用いて河川の平常時巡視のみならず災害時に変状箇所を把握し、可視化することを目的として、Google Earthを用いて災害前後の二時期の3次元データの差分検出結果を可視化する環境を構築した。変状箇所の3次元データをKML形式に変換し、Google Earth上に可視化した結果を図-3および図-4に示す。図-3では、河川流域の施工現場を被災地と仮定し、施工途中の二時期の点群データから変状箇所の3次元データを生成した。図-4では、大規模な土砂災害発生箇所における災害前後の点群データから変状箇所の3次元データを生成した。図-3および図-4の二点鎖線部分は土量が増加している箇所、破線部分は土量が減少している箇所を示す。図-3より施工によって斜面整形が進んだ箇所と土量が堆積した箇所を確認できる。また、図-4より斜面崩壊によって高所の土砂が低所に流れたことが確認できる。これらの結果から、差分検出結果を3次元によって可視化することの有用性が示唆される。

これらの任意箇所に河川カルテ情報を関連付ければ、変状箇所の平常時の状況を閲覧し、災害時に現場巡視や点検を行った結果を登録し閲覧する環境を構築できる。Google Earthは誰でも利用できるツールであるため、河川管理者が専用ツールを使わなくとも容易に状況を確認できる。ただし、Google Earthに可視化結果を反映するためには、土量の増減の色を設定する作業が必要であり、マーカなどによって各種情報を登録する機能や、変状箇所を見つけた場合に、類似箇所を自動的に発見する機能などを利用するためには、システムの作り込みが必要である。

5. 河川維持管理における可視化環境の適用可能性の検討

提案の可視化環境を用いて、河川管理者と協議した結果をもとに、河川維持管理における可視化環境の適用可能性を考察した。



図-2 可視化環境の機能

(Google Earth/Image © 2015 DigitalGlobe)

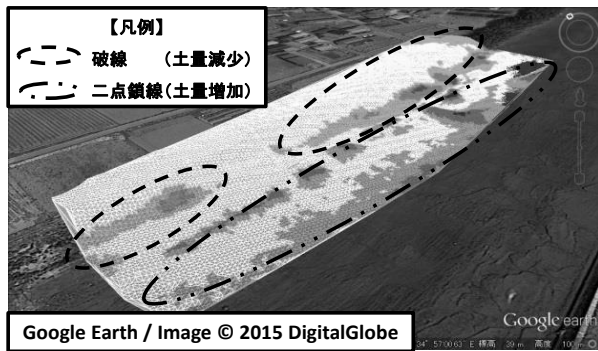


図-3 施工現場における可視化結果

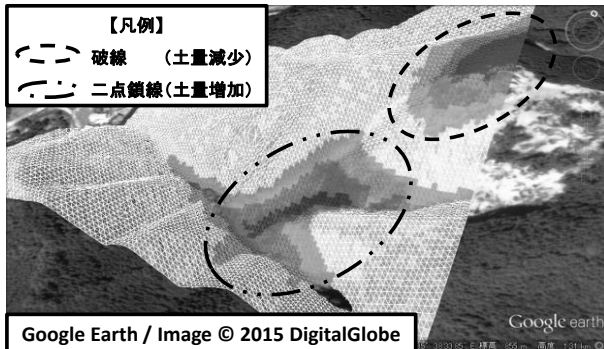


図-4 土砂災害箇所における可視化結果

(1) 河川維持管理業務の効率化

河川維持管理業務の効率化においては、河川巡視や点検などの業務での問題点と注視する点の理解向上のために、現地で確認すべき箇所と内容をより明確にし、点検・巡視の効率化を図ることが考えられる。そのために、次の可視化環境の活用方法を提案する。

- 3次元データから当該地点の河川カルテDB（基本カルテ、経時カルテ、施設カルテ）を参照する
- タブレット端末を用いて点検業務を支援する

スマートフォンやタブレット端末などのスマートデバイスを用いた現場業務支援として、大規模河川の点検は点検要領やマニュアルによって体系化されているため、点検者が要領・マニュアル類を現場の点検時に参照することが考えられる。また、構造物DBのうち、特に堤防、機械・電気通信、河川構造物台帳および河川カルテの各DBをもとに、点検時に注視すべき箇所である管理重点箇所を点検者に表示することにより、効率化だけでなく高度化にも寄与することが期待される。

(2) 河川維持管理業務の高度化

3次元データを用いることによって、次に示す高度化が期待できると考える。

- 任意断面で縦横断面図を生成できるようになり、面的かつ連続的に断面を把握できる
- 災害時に、被災した場所の変状状況や時系列的な変化が迅速に把握できる

さらに、管理重点箇所を可視化して3次元データから

記録することにより、業務の引き継ぎや新人職員への教育に利用できる。

(3) 河川維持管理業務以外への展開

河川維持管理業務以外に3次元データを活用する場面として、可視化環境の利用展開を考えた。

● 河川環境のシミュレーション

環境DBである水辺の国調、生物調査、環境要因の各DBを可視化環境から参照し、樹木伐採による流下能力、水位低減効果などの可視化やシミュレーションを行う。また、河川環境の改善活動の可視化環境として利用する。

● 住民説明

河川点検の実施状況の公開やハザードマップ作成の基礎データとしての利用が考えられる。また、住民が水害リスクを的確に認識し、迅速な避難行動をとるために危険な箇所を3次元で表示する。

6. おわりに

本研究では、河川の維持管理の効率化と高度化を目的として、点群データによる3次元データを用いた河川維持管理の可視化環境を提案した。まず、河川カルテを調査して3次元データに関連付ける情報を整理した。そして、平常時と災害時における3次元データを用いた可視化環境を提案した。最後に、河川管理者と協議を行い、本提案の適用可能性を考察した。

河川管理者が容易に利用できる可視化環境としてGoogle Earthを採用したが、可視化環境の実用化には、システムの構築の容易性や情報の登録、システムの操作性などの面で課題もある。これらを考慮して、システムを実装し、河川管理者における運用実験を行う予定である。

謝辞：本研究の一部は、国土交通省国土技術政策総合研究所委託研究「平成26年度レーザプロファイラ等の既存資産を用いた3次元CADデータの生成・活用技術に関する研究」により実施した。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省：河川カルテ作成要領（改定），2012.
- 2) 田中成典，今井龍一，中村健二，川野浩平：LP データを用いた震災前後の被害箇所の自動検出結果の可視化に関する研究，土木学会論文集 F3(土木情報学)，土木学会，Vol.68，No.2，pp.I-197-I-205，2013.
- 3) 国土交通省水管理・国土保全局：河川砂防技術基準維持管理編（河川編），2015.
- 4) 田中成典，今井龍一，中村健二，川野浩平：点群座標データを用いた 3 次元モデルの自動生成に関する研究，知能と情報，日本知能情報ファジィ学会，Vol.23，No.4，pp.572-590，2011.