

河川地形におけるデータ3次元化のための断面補間

熊本大学大学院 学生員 渡辺 健介  
 熊本大学大学院 学生員 趙 暁明

熊本大学工学部 正員 小林 一郎  
 (株)構造計画研究所 非会員 北岡 哲郎

1. はじめに

CALS/EC アクションプログラムにおいて3次元データに基づくプロダクトデータの電子納品が検討されている。また、近年、安価で高性能のハード、汎用3次元CADソフトの普及から、実務に向けた3次元CADの運用環境が整いつつある。3次元CADは実空間の地物を仮想空間に置き換え、様々なシミュレーションが可能であるため、システムが成熟することで大幅な作業省力化が期待できる。

しかし、今回対象とする河川では、横断面・平面測量といった2次元の測量が主流である。近年行われている3次元の航空測量は、現技術では河床部の測量が困難であるため、地形の3次元データの構築手法が確立されておらず、3次元CADへの活用が困難であった。そこで、本研究ではその解決策として断面補間による地形データの3次元化を試みた。

2. 補間アルゴリズムの概要

補間の基本概念は、横断面、平面の2次元データを入力パラメータとして横断面間のデータを推定し、3次元の地形データを得るものである。断面補間の入力パラメータは、平面からは、横断面線(S<sub>i</sub>)・平面境界線(B<sub>j</sub>)といったXYline-DATAを、横断面からは、地形の変化点である分割ポイント(a<sub>g</sub>)のXZpoint-DATA、SとBの交点に対応したポイント属性(p<sub>ij</sub>)とした(図-1)。以下に2横断面間における補間アルゴリズムを記す。

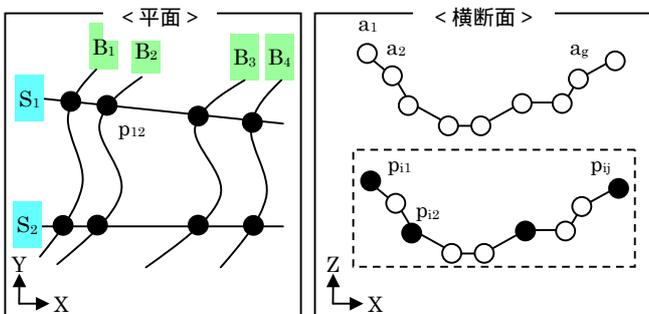


図-1 入力パラメータの模式図

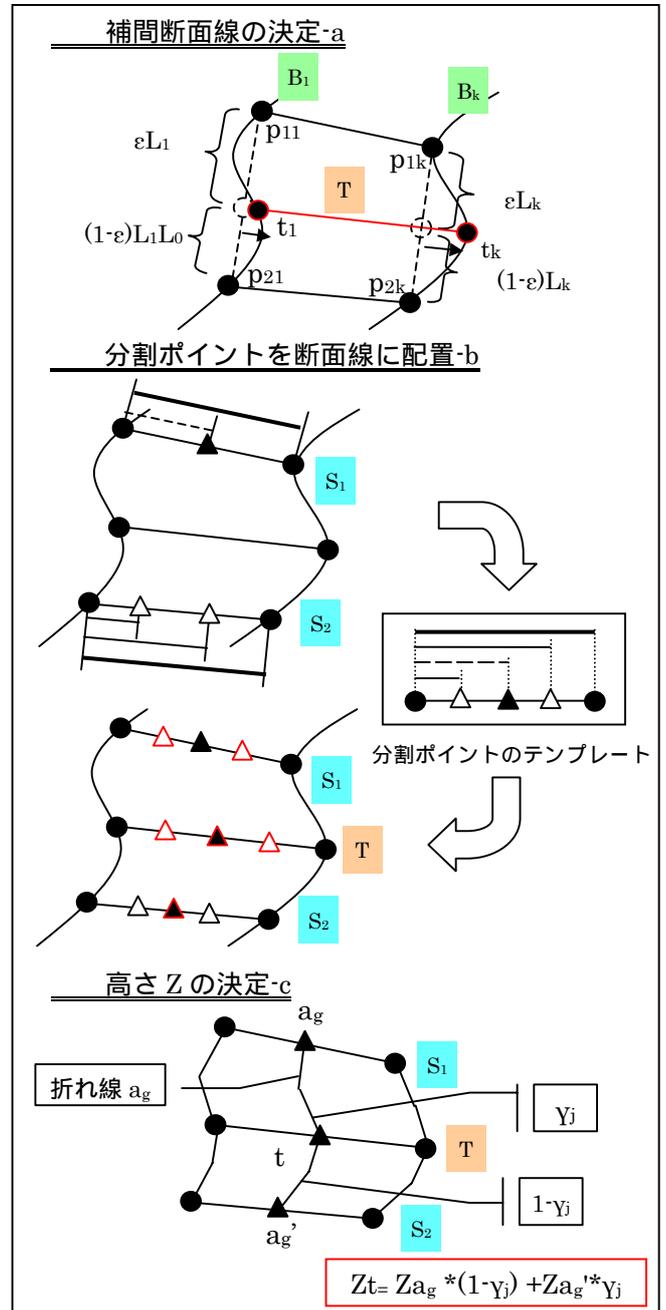


図-2 補間アルゴリズムの概要

補間断面線の決定：図-2-a

p<sup>(i-1)</sup><sub>1</sub> と p<sub>11</sub> を結んだ線分 L<sub>1</sub>, p<sup>(i-1)</sup><sub>k</sub> と p<sub>1k</sub> を結んだ線分 L<sub>k</sub> をそれぞれ (1- )に内分し、内分点同士を直線で結び、その直線と平面境界線との交点(t<sub>1</sub> および t<sub>k</sub>)から補間断面線(T)を決定。

キーワード 河川地形 断面補間 補間アルゴリズム 3次元CAD

連絡先 〒860-8555 熊本県熊本市黒髪2丁目39番地1号 TEL(096)344-3536 FAX(096)342-3507

### 分割ポイントを断面線に配置：図-2-b

横断面の情報を参照し、対応する平面の横断面線に分割ポイントを配置し、上・下流側の横断面線について  $p_{i1}$  から各分割ポイントまでの距離比をそれぞれ求め、各々の距離比を維持したまま両横断面線を統合した分割ポイントのテンプレートを作成し、各断面線に分割ポイントを再配置する。

### 高さ $Z$ の決定：図-2-c

配置した分割ポイント毎に高さ  $Z$  を決定する。折れ線  $a_g$  と  $T$  との交点  $t_g$  の高さ  $Z_{t_g}$  は、折れ線全長に対する長さの比 ( $0 < \gamma < 1$ ) をとると、 $Z_t = Z_{a_g} * (1 - \gamma) + Z_{a_g'} * \gamma$  により求められる。

～ を隣り合う全ての横断面線間で繰り返すことで、分割ポイントの高さデータがプロットされた横断面および補間断面が算出される。これら断面により詳細な3次元地形データの構築が可能となる。なお、上記アルゴリズムに即したプログラムを C++ で作成し、CAD プラットフォーム (Autodesk Land Desktop 3, 以下 LDT3) 上で動作するものとした。

## 3. 適用事例

実際に補間プログラムを用いて断面補間を行い、データの3次元化を行った。

- ・ 適用河川：福井県内河川
- ・ 延長距離：2000m (距離標 11.8K ~ 13.8K)
- ・ 横断面数：11 断面

補間後の断面は図-3のように CAD 上で3次元化される。これら断面より LDT3 で TIN 構築を行うことで、LandXML 形式での出力が可能となる。

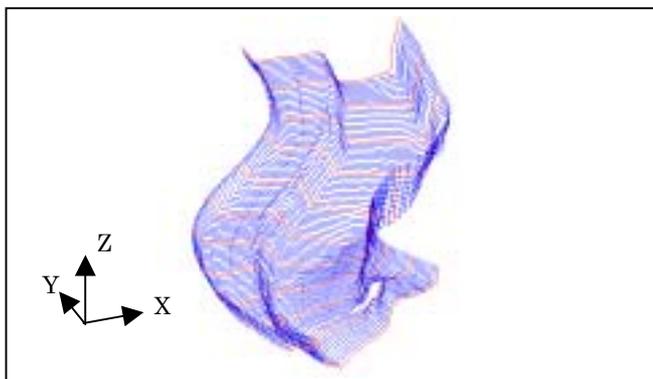


図-3 補間後の断面

### 3.1. 補間プログラムの検証

400m 区間で断面補間を行い、その中間地点にある補間断面と中間地点に既存する横断面との形状比較によって精度の検証を行った (比較断面数：8 断面)。

検証方法は図-4 に示すように断面を X 方向に 50 分割し、その各点の Z 方向の残差から 2 乗和を求めた。各断面における残差 2 乗和を図-5 に示す。同様のことを 800m 区間でも行った (比較断面数：6 断面)。また、これより得られた平均残差を表-1 に示す。

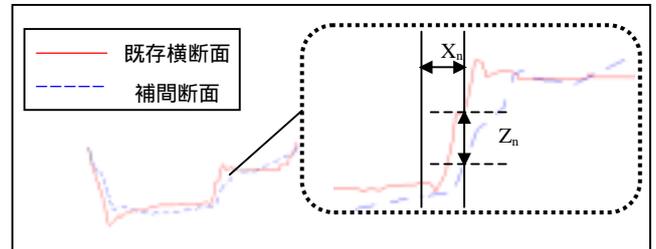


図-4 補間プログラムの精度検証方法

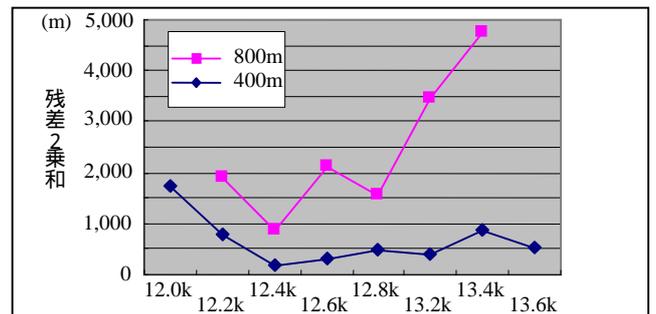


図-5 各横断面における残差 2 乗和

表-1 補間プログラムの精度検証結果

補間距離	800m	400m
平均残差 (Z 方向)	0.96m	0.46m

### 3.2. 考察

本プログラムは線形補間により断面補間を行ったため、縦断方向の断面形状が漸次変化する地形には十分な対応が可能であったが、局所的な変化が見られる地形には対応できず、誤差の大きな断面もみられたため改良の余地があると考えられる。

### 4. おわりに

これから地形データの3次元化が進んでいくことが推測できるが、建設分野では現場における情報伝達に図面情報の2次元データも必要である。2次元データと3次元データの共存には、この断面補間が寄与するものとする。今後は水理的な見地等を加味し、より精度の高い断面補間により詳細な3次元地形データを構築したいと考えている。

#### 【参考文献】

- 国土交通省 CALS/EC ホームページ (2003 年 4 月現在) :  
<http://www.mlit.go.jp/tec/cals/>  
 国土交通省河川局ホームページ (2003 年 4 月現在) :  
<http://www.mlit.go.jp/river/gis/>