

DGPS による道路平面形状パラメータの推定

信州大学工学部 ○学生員 宇理須寛恭 正会員 山下伊千造 正会員 吉澤孝和

1. はじめに

本研究はコンパクトな携帯型の簡易 GPS 受信機を用いて、得られた測位データを解析して、道路線形を直線部、円曲線部および緩和曲線部に判別し、曲線部における平面形状に関するパラメータの推定解析を行う。

2. 解析手順

(1) 自動車(移動観測点)と座標値が既知の測位点(固定観測点)で GPS 観測を行い、固定点で検出した位置誤差を移動点の測位値に補正する。また測位データは WGS84 系で得られるので、日本測地座標系に変換し、さらに平面直角座標系の数値に変換する。

(2) 道路線形データを区分多項式で近似して、得られた曲線上の各点における曲率半径 R_i を求め、 R_i の変化から道路線形を直線部、円曲線部および緩和曲線部に判別する。多項式の 1 回微分, 2 回微分を U_i, V_i とすると曲率半径 R_i 次のように求めることができる。

$$R_i = (1 + U_i^2)^{3/2} / V_i \quad (1)$$

直線部: 理論的には $R = \infty$, 上記の手法で解析した場合、 R_i は極めて大きい値となり記号が正負に変わる。

円曲線部: 各測点における R の値に大きな変動はみられない。

緩和曲線部: 測点を移動して行くにつれて R の値は漸増または漸減する。

この解析手法によって直線部と緩和曲線、および円曲線部と緩和曲線部の境界点に近い点を定める。

(3) (2) で円曲線部と判別されたデータ群の円曲線の中心点および曲率半径を推定する。

(4) (2) で緩和曲線部と判別されたデータ群の曲率半径 R_i と曲線長 L_i を求め $A^2 = RL$ の関係式よりクロソイド曲線のパラメータ A を推定する。

3. 解析手法

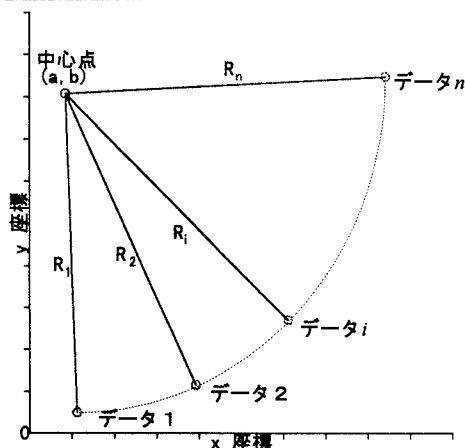


図-2 円曲線概略図

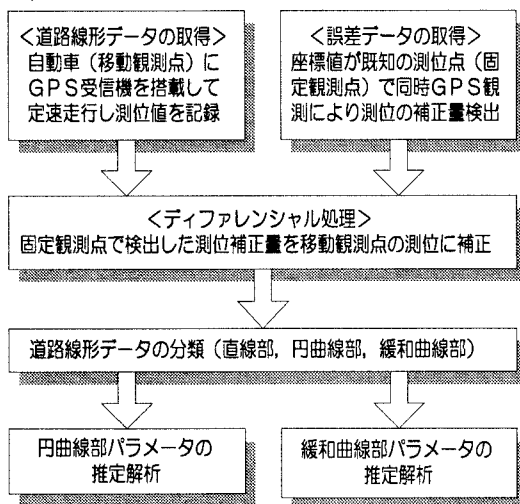


図-1 解析手順

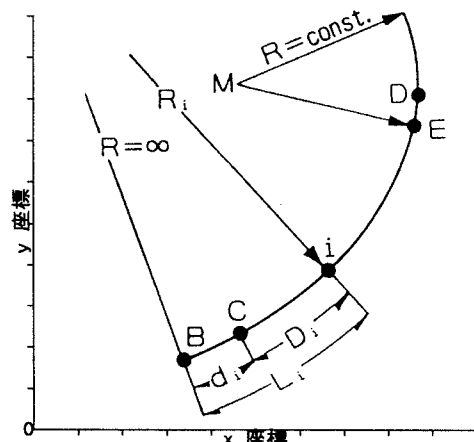


図-3 クロソイド曲線概略図

a) 円曲線部の解析法 (図-2)

円曲線部の中心点を(a, b)と仮定したとき, n 個の測位データごとに求める曲率半径 R_i の相互の誤差が最小となる点を最小二乗法により求め, 中心点の確定値とする. このときの曲率半径 R は R_i の平均値とする.

b) 緩和曲線部の解析法 (図-3)

(2)で定めた境界点(C)から緩和曲線の始点(B)が d だけ離れているとする. 緩和曲線上の測点 i での距離をB点から L_i , C点から d_i とすると

$$L_i = D_i + d \quad (2)$$

また a をパラメータ A の近似値, β を A の補正值とすると

$$a^2 = \sum (R_i \cdot D_i) / N, \quad A^2 = a^2 + \beta \quad (3)$$

となるので $A^2 = RL$ は次式で表せる. $a^2 + \beta = R_i (D_i + d)$ (4)

ここで d と β を最小二乗法より求め, (3) 式からパラメータ A を推定.

4. 実測値に対する解析理論の応用

本稿の解析理論を検討するため上信越自動車道(信濃町～妙高)の実測値(図-4)のうち信濃町 I.C 付近(図-5)のデータに対して解析を行った. その結果, 図-6 のような曲率半径計算値が得られた. この図から表-1 のように分類し, 解析した結果は表-2 の通りであった.

表-1 分類予測

データ番号	道路平面形状	データ番号	道路平面形状
1～25	円曲線部	45～58	円曲線部
26～34	緩和曲線部	59～71	緩和曲線部
35～44	緩和曲線部	72～79	円曲線部

表-2 結果

データ番号	道路平面形状	パラメータ推定値	設計パラメータ
1～25	円曲線部	$R=846.44$	850.0
26～34	緩和曲線部	解析不能	600.0
35～44	緩和曲線部	$A=882.93$	1000.0
45～58	円曲線部	$R=2677.47$	3000.0
59～71	緩和曲線部	$A=916.96$	1000.0
72～79	円曲線部	$R=3037.12$	4000.0

5. まとめおよび今後の課題

実測値に対する解析結果が悪かったが(データ 1～34), これは障害物が数カ所存在したため測位値が安定しなかったためであり, したがって, 図-6 の曲率半径の計算値を正確に取ることが出来ず境界点を正しく設定できなかった. 今後の課題として, 曲率半径を求める解析プログラムおよび解析手法そのものの工夫が必要である.

