

日本大学 正員 堀 毅 西川 肇
藤井 寿生 オ工藤勝輝

地上ステレオ写真による測量は地上写真専用の図化機が普及されるに伴いその応用範囲が広がっており、交通事故現場や遺跡等の記録には欠かせないものになってきつつある。この研究は道路曲線部を撮影したステレオ写真を地上写真図化機を用いて円曲線の始点と終点の位置、円曲線の半径を算出しながらその精度について検討したものである。使用図化機は日本光学製ニコプロッターTR-2で交通事故現場写真の図化にも警察等で実際に使用されているものである。

既設の道路には普通、センターラインが画かれているが、道路実施設計時ならびに施工時の路線中心線とは必ずしも一致しているとはかぎらず交通事故時に測量されたセンターラインをも含めた道路平面図のみからその道路の設計時における曲線半径や始曲点、終曲点の位置を簡単に見出すことは出来ない。センターラインの画かれている道路では車輛運転者はセンターラインが路線の中心線であると考えそれに沿ったハンドル操作をしている故道路曲線部付近で発生した交通事故時における車輛のハンドルを切り始めた位置、曲線でのハンドル切り具合は道路に画かれたセンターラインの線形によって決まることになり、センターライン線形の始曲点、終曲点、曲線半径を知ることが必要となる。

Fig-1のような直線-単心曲線-直線と変化する路線形においては直線部ではそれぞれ2点 (P_1, P_2, P_3, P_4) 、曲線部では3点 (P_5, P_6, P_7) の座標値がわかればこの線形の諸元を計算することが出来る。すなわち、交角 I は

$$I = \pm \tan^{-1} \left[\frac{\left(\frac{y_7 - y_6}{x_7 - x_6} \right) - \left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right)}{1 + \left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right) \left(\frac{y_7 - y_6}{x_7 - x_6} \right)} \right] \quad \text{----- (1)}$$

となり 円曲線の半径 R は

$$R = \sqrt{\left[\frac{(x_2^2 + y_2^2 - y_1^2) - (x_1^2 + y_1^2 - y_2^2) - (x_2 - x_1)(x_1^2 + y_1^2 - y_2^2)}{2(x_2 - x_1)} \right]^2 + \left[\frac{(x_7^2 + y_7^2 - y_6^2) - (x_6^2 + y_6^2 - y_7^2) - (x_7 - x_6)(x_6^2 + y_6^2 - y_7^2)}{2(x_7 - x_6)} \right]^2} \quad \text{--- (2)}$$

である。2直線の交点 V の座標値 (x_i, y_i) は

$$y_i = \left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right) (x_i - x_1) + y_1 \quad \text{----- (3)}$$

$$y_i = \left(\frac{y_7 - y_6}{x_7 - x_6} \right) (x_i - x_6) + y_6 \quad \text{----- (4)}$$

(3), (4)式を連立方程式として解いた x_i と y_i の値である。始曲点 A 、終曲点 B の座標値 (x_b, y_b) 、 (x_e, y_e) は、

$$x_b = x_i - R \cdot \tan \frac{I}{2} \cos \left(\tan^{-1} \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right), \quad y_b = y_i - R \cdot \tan \frac{I}{2} \sin \left(\tan^{-1} \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right) \quad \text{----- (5)}$$

$$x_e = x_i + R \cdot \tan \frac{I}{2} \cos \left(\tan^{-1} \frac{y_7 - y_6}{x_7 - x_6} \right), \quad y_e = y_i + R \cdot \tan \frac{I}{2} \sin \left(\tan^{-1} \frac{y_7 - y_6}{x_7 - x_6} \right) \quad \text{----- (6)}$$

式中 x_i, y_i ($i=1, 2, 3, \dots, 7$) はそれぞれ P_i ($i=1, 2, 3, \dots, 7$) の直角座標値である。

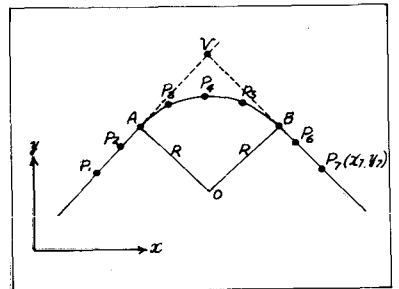


Fig-1 線形モデル

一般道路の線形を解析する前にFig-2のような単純な路線モデルを交角、曲線半径を変えて数種類設け、●印地点に撮影用指標を置き図の位置からステレオカメラで撮影し、その写真を基にプロッターにより求めた測点の座標値から(1)、(2)、(5)、(6)式を用いて交角 α 、曲線半径 R ならびに始曲点 BC 、終曲点 EC の位置を計算して実際の値との差を求め解析精度について検討してみた。

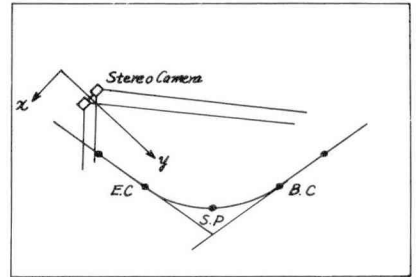


Fig-2 解析用線形モデル

Table-1 は6種類の曲線に対して行なった写真から求めた値と実際の値との表を示したもので、ひとつの曲線に対して3人づつの図化機オペレーターが操作しその平均値を解析結果として計算してある。

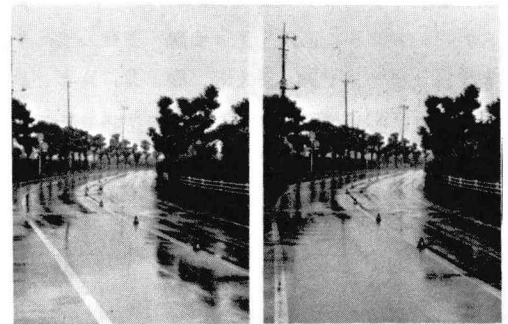
Table 1. 解析用線形モデルの解析結果

曲線種類	交角	曲線半径	交角の差	曲線半径の差	始曲点の位置の差		終曲点の位置の差	
					X値	Y値	X値	Y値
15°00'00"	90.0	05'06"	0.186	0.093	0.078	0.006	0.018	
15°00'00"	100.0	01'54"	0.124	0.135	0.129	0.170	0.053	
20°00'00"	80.0	05'06"	0.119	0.066	0.189	0.090	0.108	
20°00'00"	90.0	08'26"	0.068	0.078	0.449	0.190	0.097	
20°00'00"	100.0	05'43"	0.133	0.089	0.102	0.192	0.088	
25°00'00"	80.0	09'21"	0.119	0.101	0.191	0.087	0.065	

ステレオ写真の撮影に際してはセンターライン上に置いた各視標間の距離を測定しておき図化機により各測点の座標値を求める際の検照値とし図化精度を向上させた。

解析結果を見ると曲線半径の誤差が比較的大きく、曲線中の座標値が3点では不足であと1、2点追加して計算精度をあげる必要があると思われた。

Photo-1, Fig-3 はセンターラインのある道路曲線部のステレオ写真とその写真から図化した道路の線形である。図中●丸印は写真から求めた座標で、一点鎖線は道路設計時の、実線の中心線はステレオ写真より求めたセンターラインの位置である。また図中の丸で囲まれた値は設計時の、四角で囲まれた値は写真から求めた曲線諸元である。



左 Photo 1 ステレオ写真 右

紙面に限りがあり他の路線についての解析別を掲載出来なかったが講演時にはそれ等をも含めた解析結果を発表する予定である。

使用したステレオカメラ、図化機の性能諸元は次のとおりである。

ステレオカメラ：基線長120cm、被写界深度25~50m、画角67.4°

図化機：有効画面サイズ80mm x 80mm、

画幅距離56mm ~ 68mm、ベース成分

bX = 0 ~ 40mm、モデルの大きさ X = 1200mm、Y = 80 ~ 500mm、Z =

-120mm ~ +160mm、観測機構倍率

6、視野27mm 中

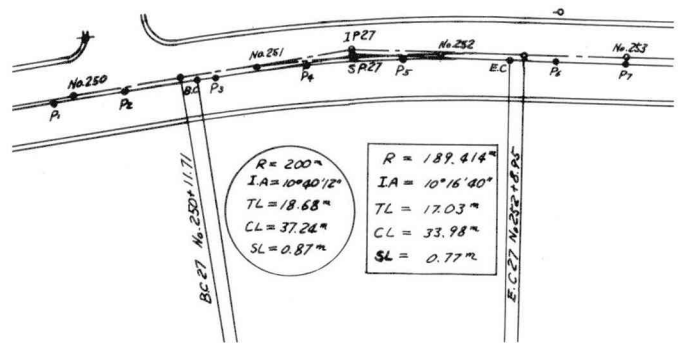


Fig-3 路線平面図