

IV-25 「クロソイドのパラメータおよび前円弧の修正について」

建設省土木研究所道路部

瀬野雄

道路曲線部における緩和区間としてはクロソイド曲線が最も有効であろうと認識されわが国でも普及の段階にある。こゝ一般的利便は自動車、運転者が等速としても、ハンドルの回転速度を一定に保持出来ること、シフトの操作から障害物の回避、土工量や構造物の節減等が可能となることである。しかしながらクロソイドの基本となるパラメータと走行速度、最小曲率半径等の関係の規格は当面の問題であり、さらには従来用いられた2倍の半径で摺付けられた緩和曲線について、道路改良に伴う修正等に興味ある問題である。以下この問題について検討を加える。

(I) 前円弧で摺付けられた緩和曲線の修正

直線・円弧との間に2倍の円弧(これを前円弧と云つておく)で摺付けの場合には、クロソイドに比し多少不自然な緩和曲線となる。即ち図-Iの如く $P = 2R$ の前円弧、クロソイドの曲率、角度、示性及び変位線を画くと、円弧とクロソイドとの変位は角度を示している直線と円弧間の面積が全く一致するように定めるようにすれば同一になる。拋物面積は直線で区切られた面積に等しい。これは $A B C A - E F B C E = E F H E + F B G F + F G C H F$ $\frac{1}{2} \cdot 2(a+b)(a+b) = 2 \cdot \frac{a^2}{2} + \frac{b^2}{2} + ab$

2次方程式 $b^2 + 2ab - 2a^2 = 0$ より $b = \sqrt{3}a - a = 0.732a$ が得られる。変位線は区切られた面を図に書いて総計すれば正及び負の総面積が得られるが、この挿入量と近辺では前曲線とクロソイドとは異なるから視覚上制約が得られるような初測量、大きい曲線変化は値を考慮に入れて修正すべきである。この最大変差量 $e_{max} = 0.6 \Delta R$ である。また

$$\Delta R = AF = ABCA - DBCD$$

$$\Delta R = \frac{1}{3} \cdot L \cdot \frac{L}{2R} - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2R} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{L^2}{24R}$$

$$\text{また } L = 2(a+b) = 2(a+0.732a) = 3.464a = 2\sqrt{3}a$$

$$\Delta R = \frac{3.464^2 a^2}{24R} = \frac{a^2}{2R}$$

$$\Delta R \text{ がわかっている場合は } a = \sqrt{2R \Delta R}$$

$$\text{曲線変化の適切な長さは } a = \frac{L}{3.464} = 0.287L \text{ より定められる。}$$

(II) パラメータと走行速度

パラメータ ($A^2 = RL$) は主力的条件から定められているが横断勾配のない場合には次表の関係式があげられる。

$V(m/s)$	$A = \frac{1}{6} \sqrt{V^3}$	$A = 0.207 \sqrt{V^3}$	$A = \frac{1}{6} \sqrt{V^3}$
50	59	63	89
60	78	71	116
70	98	120	147
80	120	140	177
90	143	170	214
100	167	200	250
120	219	272	327

これらの式は遠心加速度、変化率の選定方で決まる。例えば $15m/s$ の場合に $A = 0.207 \sqrt{V^3}$ が得られるが、遠心加速度、変化率が大きくない場合は A 値は大きくなる。鉄道では $0.16 \sim 0.3m/s^2$

アメリカでは $0.5m/s^2$ } であるからわが国一般わが国道路 $0.6m/s^2$ } 道路では $A = 1.232 \sqrt{V^3}$

を採用し、高速道路では $A = 1.190 \sqrt{V^3}$

または $A = \frac{1}{6} \sqrt{V^3}$ がよいように考えられる。

次にパラメータをクロソイド曲線長 L 及び曲率半径 R と A の間で視覚理由等より範囲を規格するとすれば

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

或は $\frac{R}{3} \leq A \leq R$ が望ましい。終突接属クロソイドはわが国の如く曲率半径を大きく望めない場合には便利であるが、使用方法をあやまると走行上好しくない道路が出来ることになる。そこで図-2に示す適用範囲(基本資料はスイスの範数協会規格参)の如く、

般道路では $0.5 \sim 0.6 \text{ m/s}^2$ の範囲、高速道路では $0.4 \sim 0.5$ の範囲がよいであろう。尚クロソイドに対する基本実験は、現在工研において、計画されているので、上記事項についてもしづれば、より明確な検討を加えたい。

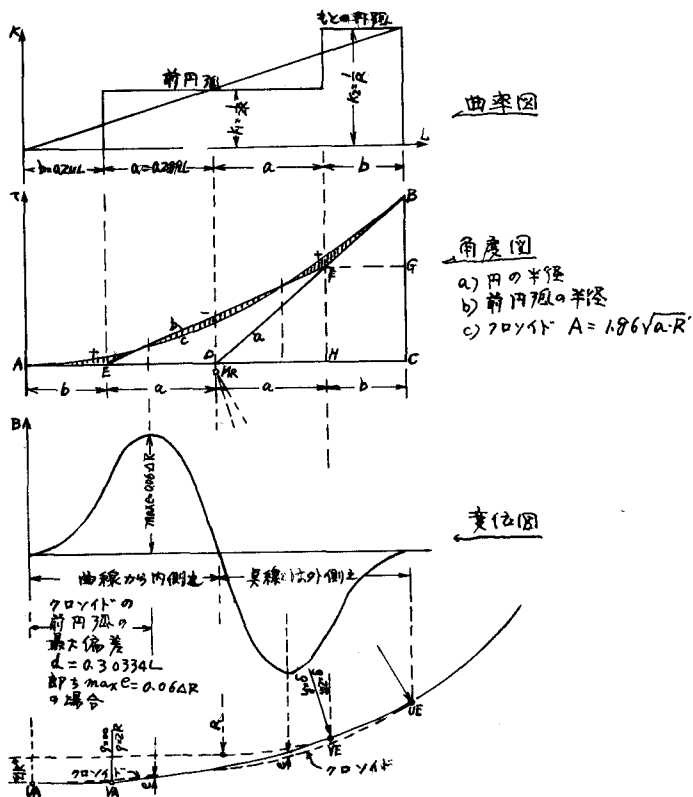


図-1 1. 曲率図 2. 曲率 R , 前曲率 $2R$, クロソイドの各々に対する角度図 3. 始接線, 前曲線, 曲線のクロソイドの偏差に対する変位線又は距離線図 4. 平面図

