

IV-139 都市内自動車専用道路に於ける平面線形計算の簡略化とその標準化について

首都高速道路公団計画部 正員 須田 聡彦

正員 ○坂内 成浩

都市内自動車専用道路は都市内自動車専用道路に比べて、路線線形の計画・設計作業上大きな差異がある。ここでは都市内自動車専用道路の計画・設計のみについて述べる。路線選定においては交通調査、都市の有効土地利用、地形地質及びその他の地理的条件、経済性、美観、幾何構造等の因子を考慮して比較線の検討が行われるが、 $1/1000 \sim 1/3000$ の地形図によって作業が行われるため、路線の選定はなされても、 $1/300$ の地形図によって細部設計を行なう場合、既成市街地であるために建築物、鉄道、河川、埋設物等による制約、都市計画による土地利用上、都市の美観と調和を受ける制約、構造的制約、等の制約条件と用地買収の問題もからんでいるため、中心線による線形設計では不十分で道路両端の線による線形設計の必要とされる。一方、速く・安く・正確に、そして自動車の走行性（安全性、快適性）を良くする必要がある。この両者の要求を満すより線形を検討するに際し、この多い検討事項を現在では技術者が何度も平面線形計算を繰り返して比較検討している。建設工地上検討時間が短いため、よりよい線形の決定に至らないこともありようと思われる。一方客観的な判断や検討がなげない電子計算機による検討は不可能に近い、又、現在用いているクロノイド表は道路交角の要素を取り入れていないため使用上不便である。本研究は道路交角の要素を取り入れ代用とクロノイドとからなる平面曲線表を作ろうとするものである。そしてこの曲線表を用いて、平面線形の標準化について考察を進めたいものである。尚、設計基準として「高速自動車国道等の設計基準」4級呼称の基準を用いている。

1. 簡略化について

A. 曲線表の作成方法 (1). 既知条件：道路交角 θ 、曲率半径 R 、(バウム- ρ) を与える。

(2). クロノイド要素： $L \cdot L_c \cdot CL \cdot N \cdot T \cdot QR \cdot \tau \cdot X \cdot Y \cdot A/R$ を求める。 (3). 視距 K による振幅 K 必要値 S を求める。

$$S = \left\{ \left[\frac{(R_i + QR_i)}{\cos \theta/2} - R_i \right] + \frac{(1.625 + 0.650)}{\sin(180 - \theta)/2} \right\} - (1000 - \rho)$$

クロノイドの種類	設計速度	曲率半径	道路交角	備考(バウム- ρ)
基本形クロノイド	60 km/h	$100^m \sim 500^m$	$10^\circ \sim 100^\circ$	$R \leq 150$ で $A=5$, $R > 300$ で $A=20$, $150 < R \leq 300$ で $A=10$ 変換
基本形クロノイド	50 km/h	$50^m \sim 150^m$	$30^\circ \sim 100^\circ$	$50 \leq R \leq 100$ で $A=5$, $100 < R \leq 150$ で $A=10$ 変換
凸形クロノイド	60 km/h	$100^m \sim 500^m$	$7^\circ \sim 50^\circ$	凸形クロノイドは θ と R によって線形が決定
凸形クロノイド	50 km/h	$50^m \sim 150^m$	$7^\circ \sim 50^\circ$	同上

このような種類の数表を作成した、種類分けについては後述説明する。尚、計算のむづかさを除くため、(i) 移程量 $QR < 0.200$, (ii) 緩和曲線長 $L < 2.50$, (iii) 円曲線長 $L_c < 1.50$, (iv) $R \geq A \geq R/3$ を満たさないものは電子計算機の計算課程で除いた。理由は後述している。

2. 標準化について

A. 線形の形状が異なる場合 (1). $R \geq A \geq R/3$, $R < A$ になると曲率半径 R に比べてクロノイド長が非

常に長くなり、クロソイドの終りの方の曲率の増加が非常に大きい。これは運転者に滑らかな感じを与えず、走行速度を落しにくくなる心理状態にする。首都高速の事故率を見たい場合、この時最も高率を示している。Aが90になると運転者に緩和曲線の存在を感じさせなくなり、基本形クロソイドならば、緩和曲線長L比べて円曲線長が異状に長くなる。そして線形の調和が失われる。

④ 緩和曲線長Lと円曲線長Lcとの比、曲率半径の大ききにもよるであろうが、Lに比べてLcが異状に長いということは運転者に急な変化を与えることになり、又線形の滑らかさを失うことになる。首都高速の事故率を見たい場合、LがLcに比べて小さくなった場合に非常に高くなっている。

B. 走行力学上から見たい場合。① 遠心加速度の変化率P。Pは運転者に衝撃となって表われてくるものである。又曲線走行する際の安全性と快適性の程度を表わすものである。基準を用いている0.6 $\frac{m}{s^2}$ を用いると、 $A = \sqrt{V/P}$ 、 $V = 60 \text{ km/h}$ 、 $\therefore A = 90$ となる。A < 90 となる事故率を見たい。基本形クロソイドについては他の線形的欠陥と重複して明確に示すべし。凸形クロソイドについては事故率が高く、凸形クロソイドそのものが持つ線形的欠陥（片勾配の掘り付けによって車道縁に角変化が生じ、運転者はすぐハンドルの切りかえが必要である）と共に関与の影響を受けている。② 緩和曲線長L。首都高速の事故率を見たい場合（ $V = 60 \text{ km/h}$ で、 $\alpha = 3 \text{ sec}$ の時、 $L = 50 \text{ m}$ ） $L < 50 \text{ m}$ の場合には高くなっている。 $L > 83 (50)$ の場合はLと事故との関係が明らかでない。緩和曲線長Lについては運転者は絶えずハンドルを操作する必要があり、ハンドルの操作と無理のない走行時間として、3秒～5秒程度必要である。③ 両緩和曲線の間の円曲線長Lc。基本形クロソイドのみについていえることであるが、運転者のハンドル切りかえに必要な意味から見て約2秒程度以上の走行時間をとるべきであるといわれている。④ 初径量QR。QRが0.200m以下の場合には車線中に含まれる余裕がLに比べて十分小さいので緩和曲線を入れる必要がばいといわれている。

C. 横断勾配のすりつけから見たい場合。すりつけは視覚的、走行力学的に不快なすりつけを行わなければならないことである。ここでは基準が亦エムケ 1/100 以下になるような緩和曲線長を用いる。

D. 視距から見たい場合。（ $V = 60 \text{ km/h}$ で75m、 $V = 50 \text{ km/h}$ で65m）。① 曲率半径を小さくすると外縁長Nは小さくなるが、視距による振幅量が増大する。一方曲率半径Rを大きくすると視距による振幅量は減少する。曲率半径と視距による振幅量との関係は道路交角を中心としてまとめたい。② 視距による振幅量と事故との関係を考えてみる。

以上の関係を道路交角を中心としてまとめたい。

3. むすび

簡略化のための平面曲線表への標準化し必要を考えると、技術者は表を見ただけで、幾何構造基準に合った線形を設計することである。地形上、構造上の検討を行おうだけで、それも表から選ぶ作業だけで済む。平面線形の検討作業は非常に容易になると思う。