

北海道大学 正員 ○加来 照俊  
 “ 学生員 三上 哲夫

## 1 まえがき

自動車の運動は、直線運動・円曲線運動・緩和曲線運動に大別されるが、特に、直線運動から円曲線運動に移る過渡期である緩和区間走行時が、自動車の運動において最も危険と考えられる。そこで本研究は、現在の大部分の道路の緩和区間に用いられている緩和切線が、そのな自動車が走行する際、緩和区間として適しているのかどうか自動車の走行軌跡から検討する。

## 2 緩和切線区間を走行する自動車モデルの概要

緩和切線区間を様々な条件でクロソイド走行させる場合果たして区間内を理想走行するか解析するため次の二つの方法を挙げる。

### I) 緩和切線の始点からクロソイド走行する場合

図-1のように、自動車が緩和切線の始点の車線中心線からクロソイド走行を始める場合、緩和切線の終点でのY切分の座標 $y_1$ と任意走行軌跡(車線中心線)でのY切分の座標 $y_2$ との差、つまり  $\Delta y = y_1 - y_2$  といういわゆるズレを各曲線半径・設計速度について求める。クロソイド曲線は、 $R$ (曲線半径)と $X$ (緩和切線のX方向成分)とから決定され、 $y_1$ が求まる。 $y_2$ は車線中心線上にあることから、 $y_2 = w/2$  ( $w$ : 幅員)となり $\Delta y$ が求まる。

### II) 理想走行軌跡

図-2のように、自動車が車線中心線上におり、理想的に走行する場合の走行軌跡を求めるわけだが、その条件は①自動車は、直線部(幅員が一定)で、車線の中心線上を走行し、緩和切線区間に入っても、その延長上を走行する。②任意地点で、ハンドルを切り始めクロソイド走行を始める。③ハンドルを切り終わる地点つまり円走行に移る地点は、クロソイド走行終了時におけるらせん角に等しい中心角の地点である。④自動車がクロソイド走行する際に生じる移程量(Shift)は、車線幅に含まれる余裕幅と幅員によってまかなう。入力するデータは、①曲線半径②幅員③緩和切線長④車線幅員⑤車面幅である。求める値は、①クロソイド曲線のパラメータ②緩和走行する長さ③緩和走行を開始する地点(円曲線が始まる地点までの距離)である。

## 3 結果と考察

### エ) について

設計速度・曲線半径を仮定して計算した結果を図-3に示す。これより、設計速度が小さくなるほど、また、曲線半径が大きくなるほど、ズレ $\Delta y$ の大きさは、小さくなり、緩和切線が緩和区間としてその役割を十分果たすことが予想される。

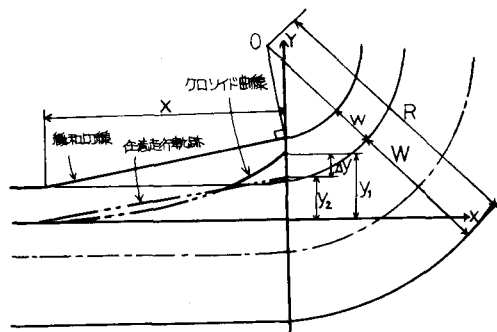


図-1 走行軌跡 (I)

$w$ : 幅員

$W$ : 幅員

$R$ : 曲線半径

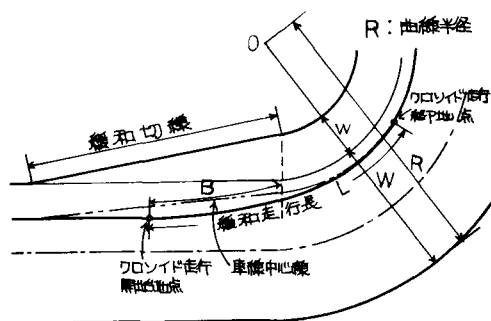


図-2 理想的走行軌跡 (II)

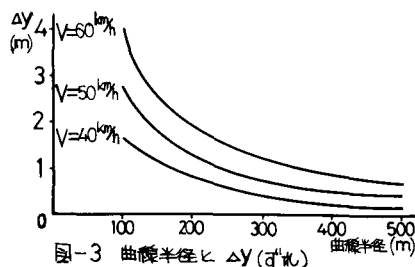


図-3 曲線半径と  $\Delta y$  (ズレ)

## Ⅱ)について

図-4, 5は、第3種第3級の道路で各曲線半径の曲線部を走行する自動車の理想的走行軌跡を求めた際の、クロソイド曲線のパラメーターA, 緩和走行する長さL, 緩和走行を開始する地点から円曲線が始まる地点までの距離Bを表わしたものである。(連続にならないのは幅員量の違いによる) これより、緩和区間には緩和切線を用いた曲線部を走行する自動車は、緩和切線の始点から緩和走行するわけではなく、緩和切線部と円曲線部とにほぼ半分ずつまたがって緩和走行していることがわかる。

またこの結果より、構造令第3級第3種道路に対する許容最小パラメーターと緩和走行に必要な曲線長の2つの規定に基づいて、緩和区間に緩和切線を用いることの適否を判断すると表-1のようになる。これより、緩和切線を用いた曲線部では、自動車は完全に、運転者が安心し良く走行することができない、つまり、緩和区間として適さないところがあることがわかる。

ところで、道路構造令の緩和曲線を必要としない限界曲線半径の規定では、現在ある道路の大半がこの規定を満足していない、現実とずいぶんかけ離れたものになっていて、現在ある道路がそのままで安全かどうかの基準にはなり得ない。そこでⅡ)の理論に基づいて許容最小パラメーターに対して各曲線半径の曲線部を理想的走行する際の移程量を求めようことにすると図-6のようになりこの移程量が20cm程度なら、車線幅に含まれる余裕幅でまかなわれるとして、各設計速度に対する緩和曲線を必要としない限界曲線半径を求めると表-2のようになる。

この結果は、現在ある道路を改良するに当たり、その改良すべき道路の選定の基準になるものと思われる。また、設計速度が低く、曲線半径が大きい場合、緩和切線でも十分緩和区間の役割を果たすものと思われる。

## 4 あとがき

本研究では、曲線進入時の自動車の運動、その走行軌跡の面から考察してきた。その結果、緩和切線を用いた曲線部では、曲線半径が200m以下について、構造令の規定を満足しないものがあることがわかった。このことは、曲線部での単独事故が曲線半径200m以下の道路に多いこととも一致している。また本研究では、片勾配の影響を考慮していないが、曲線進入時にあっては、その形状とともに片勾配は、自動車の運動に大きな影響をもつと思われるので、現在の施工の都合に合わせて片勾配のとり付け方だけでなく、自動車の運動力学の面から、自動車がより安全に円曲線走行に移れる合理的な片勾配のとり付け方を今後検討していきたい。

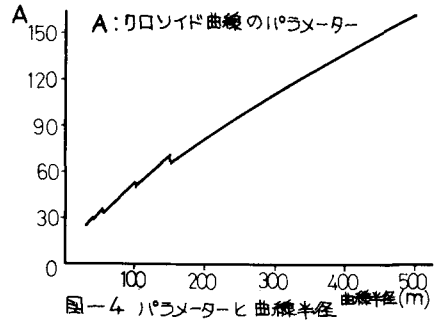


図-4 パラメーターと曲線半径

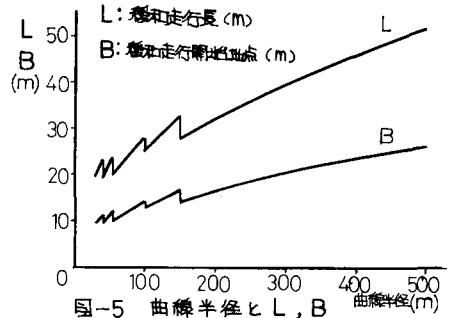


図-5 曲線半径とL, B

表-1 緩和切線の適否

| 設計速度    | 許容最小パラメーター | 不適は減曲        | 緩和走行長 | 不適は減曲        | 最小曲線半径 |
|---------|------------|--------------|-------|--------------|--------|
| 30 km/h | 35         | $R \leq 60$  | 25    | $R \leq 80$  | 30     |
| 40      | 50         | $R \leq 100$ | 33    | $R \leq 240$ | 60     |
| 50      | 70         | $R \leq 170$ | 42    | $R \leq 330$ | 100    |
| 60      | 90         | $R \leq 230$ | 50    | $R \leq 470$ | 150    |

R: 曲線半径 (m)

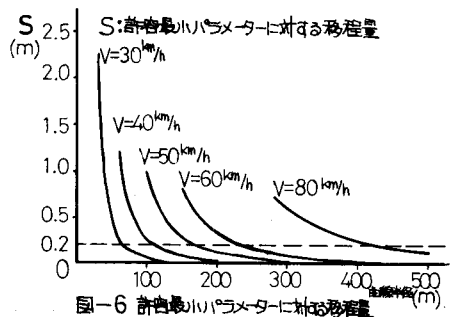


図-6 許容最小パラメーターに対する移程量

表-2 限界曲線半径 (m)

| 設計速度    | 30 km/h | 40  | 50  | 60   | 80   |
|---------|---------|-----|-----|------|------|
| 構造令換算値  | 130     | 250 | 350 | 500  | 900  |
| 令換算値    |         | 500 | 700 | 1000 | 2000 |
| 本研究による値 | 70      | 110 | 170 | 240  | 430  |