

完成 2 車線自専道における線形諸元の考察

四国建設コンサルタント 正会員 ○藤本芳伸 非会員 谷口剛史

1. はじめに

地域高規格道路をはじめとする、交通量のさほど多くない自動車専用道路（以後「自専道」と呼ぶ）では、一般的に基本「4 車完成」としながらも、「暫定 2 車」で施工されることが多い。昨今の自専道は、地域産業の活性化、地域医療の確保（「命の道」）や、災害時の緊急輸送路としての活用が注目が集まっており、事業効果を高めるため、「完成 2 車」としての整備形態が多く見られるようになっている。

暫定 2 車供用や完成 2 車供用形態でも「非分離 2 車線」で計画されることの多いが、レーンディバイダー（ポストコーン）による簡易分離構造は、正面衝突の危険性を回避できるものではない。このため、供用後の法定速度が設計速度より低く抑えられることが多く、設計速度との乖離が生じている。ここで、完成 2 車線自専道の「設計速度」を「法定速度（制限速度）」に関連づけて、その線形諸元について考察してみる。

2. 設計速度が問題となる線形諸元

設計速度が道路線形諸元にもたらすものは、全ての諸元に影響がある。

最小曲線長；ハンドル操作時間 $t=6\text{sec}$ 緩和曲線長；ハンドル操作時間 $t=3\text{sec}$

最小曲線半径、許容最小パラメータ（クロソイド曲線）、限界曲線半径、曲線部の片勾配

片勾配の摺付け、制動視距、縦断勾配、縦断曲線（縦断曲線長）など

その中でも道路計画上、最も関係の深い曲線半径、曲線部の片勾配について考察してみた。

曲線半径は、道路の平面計画上の C P（コントロールポイント）を通過させるための重要な要素であり、その大小が道路の建設コストに大きく係わっている。また、曲線部の片勾配（鉄道風によく言われる「カント」）は、走行速度が高くなればなるほど安全に通過するために大きく取っている。そのどちらにも共通するのが、「走行速度 V 」と「タイヤと路面の横すべり摩擦係数 $\mu(f)$ 」である。

一般的に、暫定 2 車線自専道は、「出入り制限された対面交通」であることを主たる理由として法定速度（制限速度）が「70km/h」に制限されていることが多く、設計速度 80km/h より低くなっている。道路計画において、法定速度を設計速度とすることによる建設コスト的なメリットはあったと考えられ、地形になじみやすい平面線形、縦断線形とするため、極力小さい曲線半径を選択したい。また、設計速度の 10km/h の違いが端的に出る例として、最小曲線半径を考えてみると、次のようになる。

例えば、最小曲線半径の算出に同じ横すべり摩擦係数 f を使っても、以下のような結果になる。

【比較条件】 $f = 0.12$ $i = 6\%$ (特例 10%)

f 値は快適性より $f=0.15 \sim 0.10$ とされており、 $V=80\text{km/h}$ では、 $f=0.12$

$V=80\text{km/h}$ $R_{\min}=280\text{m}$ (特例 $R_{\min}=230\text{m}$) $\rightarrow$ $V=70\text{km/h}$ $R_{\min}=220\text{m}$ (特例 $R_{\min}=180\text{m}$)

$R_{\min}=V^2 / 127 \cdot (i+f)$ より算定した結果が、道路構造令の解説と運用 P.314 表 3-4 に示されている。つまり、設計速度を 10km/h 下げることにより、より小さな曲線半径を使用できるため、山間部の平面線形の選択において自由度が向上するで、建設コストを抑制する効果が考えられる。

3. 設計速度と曲線半径、片勾配の関係

速度と曲線半径、片勾配の関係は、「道路構造令の解説と運用」にある次式で表される。

$R = V^2 / 127 \cdot (i + f)$ R ; 曲線半径(m) V ; 走行速度(km/h)

i ; 路面勾配（片勾配） f ; 横すべり摩擦係数

上記式を見る限り、曲線半径 R は「設計速度の 2 乗に比例し、路面勾配と横すべり係数の和に反比例する」というようになっている。

つまり、設計速度を 80km/h として設計した道路を、法定速度 70km/h で走行した場合は、

$80^2 = 6400$ $70^2 = 4900$ $\rightarrow$ $6400 / 4900 = 1.306$ 倍の曲線半径になっている。また、横すべり摩擦係数 f が同じとした場合、曲線部に付する片勾配は小さくて済むことになる。曲線半径に関する必要曲線長（最小曲線長）についても、「最低 6 秒」の規定長から、設計速度が下がれば確保するのが容易になることがわかる。 例 80km/h $L_{\min}=140\text{m}$ 70km/h $L_{\min}=120\text{m}$ $L_{\min}=V \cdot (1000/3600) \cdot 6\text{sec}$

また、片勾配については下表（表-1）に示すように、曲線半径が小さいほど横すべり摩擦係数 f 値を大きくしており、直線では $f=0$ としている。設計速度 70km/h については試算してみた結果を表 1-1 に示す。

表 1-1 曲線半径と片勾配の値と横すべり摩擦係数値（標準勾配2.0%の場合）

曲 線 半 径 (m)						片勾配 (%)	各曲線半径に対応する横すべり摩擦係数 f					
120km/h	100km/h	80km/h	70km/h	60km/h	50km/h		120	100	80	70	60	50
以上 570 未満 610	以上 380 未満 430	以上 230 未満 280	以上 180 未満 210	以上 120 未満 150	以上 80 未満 100	10	0.099	0.107	0.119	0.114	0.136	0.146
							0.086	0.083	0.080	0.084	0.089	0.097
以上 610 未満 670	以上 430 未満 480	以上 280 未満 330	以上 210 未満 250	以上 150 未満 190	以上 100 未満 130	9	0.096	0.093	0.090	0.094	0.099	0.107
							0.079	0.074	0.063	0.064	0.059	0.061
以上 670 未満 760	以上 480 未満 550	以上 330 未満 380	以上 250 未満 300	以上 190 未満 230	以上 130 未満 160	8	0.089	0.084	0.073	0.074	0.069	0.071
							0.069	0.063	0.053	0.049	0.043	0.043
以上 760 未満 880	以上 550 未満 640	以上 380 未満 450	以上 300 未満 350	以上 230 未満 270	以上 160 未満 200	7	0.079	0.073	0.063	0.059	0.053	0.053
							0.059	0.053	0.042	0.040	0.035	0.028
以上 880 未満 1,030	以上 640 未満 760	以上 450 未満 540	以上 350 未満 430	以上 270 未満 330	以上 200 未満 240	6	0.069	0.063	0.052	0.050	0.045	0.038
							0.050	0.044	0.033	0.030	0.026	0.022
以上 1,030 未満 1,280	以上 760 未満 930	以上 540 未満 670	以上 430 未満 540	以上 330 未満 420	以上 240 未満 310	5	0.060	0.054	0.043	0.040	0.036	0.032
							0.039	0.035	0.025	0.021	0.017	0.014
以上 1,280 未満 1,660	以上 930 未満 1,210	以上 670 未満 870	以上 540 未満 870	以上 420 未満 560	以上 310 未満 410	4	0.049	0.045	0.035	0.031	0.027	0.024
							0.028	0.025	0.018	0.015	0.011	0.008
以上 1,660 未満 2,300	以上 1,210 未満 1,700	以上 870 未満 1,240	以上 870 未満 1,020	以上 560 未満 800	以上 410 未満 590	3	0.038	0.035	0.028	0.014	0.021	0.018
							0.019	0.016	0.011	0.008	0.005	0.003
以上 2,300 未満 7,500	以上 1,700 未満 5,000	以上 1,240 未満 3,500	以上 1,020 未満 2,500	以上 800 未満 2,000	以上 590 未満 1,300	2	0.029	0.026	0.021	0.018	0.015	0.013
							-0.005	-0.004	-0.006	-0.005	-0.006	-0.005

設計速度の区切りは、一般道路に適用される $20 \sim 60\text{km/h}$ までは 10km/h 毎に設定されているが、自専道に適用される 60km/h 以上に関しては 20km/h 毎に設定されており、暫定 2 車線自専道及び完成 2 車線自専道で法定速度とされている 70km/h の設定はない。

自専道設計においては、最低設計速度は 80km/h であり、第 1 種第 4 級においてのみ、 60km/h の標準設計速度が存在する。（第 1 種第 3 級の特例速度として、同様に 60km/h はあるが）

つまり、現時点では自専道計画をする段階においては、「設計速度 80km/h 」を満足する線形を選択せざるを得ず、山間部の急峻な地形への対応が苦慮されている。

4. まとめ

このことから、「道路構造令の解説と運用」に、一般道路での適用の設計速度 20km/h から 60km/h まで 10km/h 増の運用とは別に、自専道で適用の設計速度 80km/h から 20km/h 増の現行に、設計速度 70km/h を追加することで、完成 2 車線自専道の経済的な計画が可能になるのではないかと考察する。

今後、自動車の安全性の向上（自己追突防止装置の普及、AHS の普及等）により、完成 2 車線自専道においても 80km/h への試みが増えてくるとは思われるが、「建設コスト」の問題なしに語れない現状では大きく変わらないと考えられ、当面、設計速度問題は継続するものと考えている。

- 以上 -