

道路幾何構造設計基準と設計思想の分類試論*

A Trial to Classify the Standards and the Principles for the Road Geometry Design *

大口 敬**

By Takashi OGUCHI**

1. はじめに

本稿では、わが国における「道路構造令」および文献¹⁾に記載されている設計基準を対象として、その基準の持つ物理的意味、運転者心理的意味、指針基準的意味、などを勘案した上で分類を試みる。すなわち、物理的安全性確保のための設計基準として最も基礎的な「必須」の規定値、設計上想定する交通サービスを実現するための「必要条件」の規定値、運転者心理を勘案した快適性観点による「望ましい値」の規定値、および、および設計上の制約ではなく標準を提示するための規定値に分類できることを示す。さらに、特に「必須」分類の設計基準規定値について設計思想を整理すると共に、規定値間の整合性、解釈上の問題点、今後の課題の整理を試みる。

2. 道路構造令における規定値

(1) 規定値の概要

「道路構造令」において、設計基準値が規定されているものを以下に整理して列挙する。ただし、ここでは基本的に自動車交通の交通運用に関わる事項を関心の対象としているので、それ以外に関わる部分については一部省略する。

規定値の規定の仕方には、次の4タイプがある。規定値が一つ与えられるもの

(例：車線幅員 = 2.75 ~ 3.5m)

最小値が規定されているもの

(例：最小中央帯幅員 > 1.0 ~ 4.5m)

最大値が規定されているもの

(例：最大合成勾配 < 10 ~ 11.5%)

*キーワード：道路計画，交通流，交通管理，幾何構造設計

**正員，博(工)，東京都立大学大学院工学研究科助教授

(〒192-0397・oguchi-takashi@c.metro-u.ac.jp)

標準値が示されているもの

(例：植樹帯幅員 標準 1.5m)

また、「値」が規定されるわけではないが、幾何構造設計要素として定義と必要性を条文で定めている項目もある。そこで以下の整理では、最小値・最大値が基準として規定されているものは、その設計要素項目に「最小」「最大」を付して称している。

1) 設計基準交通量

= 6,000 ~ 14,000[往復2車線]

= 5,000 ~ 12,000[1車線あたり]

2) 設計速度

= 20 ~ 120km/h(100km/h)[副道：20 ~ 40km/h]

【車線】

3) 車線幅員 = 2.75 ~ 3.5m ± 0.25m

3種5級・4種4級車道幅員 4.0m(狭窄部 3.0m)

4) 最小中央帯幅員 > 1.0 ~ 4.5m(2.0m)

= 分離帯 + 側帯

中央帯における側帯幅員：= 0.25 ~ 0.75m(0.25m)

5) 付加追越車線(第1種)

必要に応じ設置 = 道交法上は「本線車道」

6) 登坂車線幅員 = 3.0m

7) 副道幅員 = 4.0m

(往復4車線以上第3種・第4種)

【路肩】構造保護/車道の効用保持のため

(= 側方余裕確保と故障車等の非常駐車用の)

8) 最小左側路肩幅員 > 0.5 ~ 2.5m(0.75m)

[左側]停車帯で代替可(副道の左側路肩 0.5m)

9) 最小右側路肩幅員 > 0.5 ~ 1.25m

[右側]中央帯で代替可

10) 路肩の省略・縮小

歩道・自転車道・自転車歩行車道がある場合

11) 第1種・第2種の路肩に設ける側帯幅員

= 0.5 ~ 0.75m(0.5m)

12)停車帯幅員

= 2.5m 第4種(1~3級)・必要がある場合
= 1.5m(特例：大型車混入率が低いと認定時)

13)植樹帯幅員 標準 1.5m

第4種1級・2級,その他は必要に応じて

【横断面勾配】

14)横断勾配 標準 1.5~2.0%

未舗装：3.0~5.0%

歩道・自転車道等：2.0%

第4種未舗装：省略・縮小可

15)曲線部最大片勾配 <10%,

(第4種)<6%,寒冷地<6/or/8%

(第4種)省略可

16)最大合成勾配 <10~11.5%(12.5%)

積雪寒冷<8.0%

【道路線形】

17)最小曲線半径 >15~710m(570m)

18)曲線部拡幅 適切に拡幅

(第2種・第4種)省略可

19)最小緩和区間長

>max{20~100m,すりつけ必要長以上}

(第4種)省略可

「クロソイド曲線」との規定はない

20)最大縦断勾配 <12~2%(5%)

21)最小縦断曲線長 >20~100m

22)最小凸型縦断曲線半径 >100~11,000m

23)最小凹型縦断曲線半径 >100~4,000m

24)最小制動停止視距 >20~210m

25)登坂車線 必要に応じて 普通道路5%以上

または,設計速度100km/h以上の3%以上

【平面交差部】

26)平面交差又は接続 5肢以上禁止

(駅前広場等特別の箇所を除く)

次の項目の詳細は省略：屈折車線,変速車線,交通島,隅角部隅切り

27)屈折車線・変速車線幅員 標準 3.0m

2.5m(小型道路)

28)屈折車線・変速車線設置部のその他車線幅員

3.0mまで縮小可(第4種1級普通道路)

2.75mまで縮小可(第4種2級・3級普通道路)

2.5mまで縮小可(第4種小型道路)

【立体交差部】

29)連結路：幅員関係,建築限界,設計速度,曲線半径,片勾配,緩和区間,視距,縦断勾配,縦断曲線,合成勾配,に規定値の適用除外規定あり

【他】

30)待避所 間隔300m以内・長さ20m以上・車道幅員5.0m以上(第3種5級)[交通に及ぼす支障が少ない道路については設けなくても良い]

31)凸部・狭窄部・屈曲部

(第4種4級・住宅地区内第3種5級)

32)附帯工事等の特例：基準によらないことのできる項目が明記され,車線幅員を減少可能。

次の項目の詳細は省略：鉄道等の平面交差,交通安全施設,乗合自動車の停留所等における交通島,自動車駐車場等,防雪施設その他の防護施設,トンネル(換気・照明・非常用施設),橋・高架の道路等(設計自動車荷重245KN[小型道路30KN]),区分が変更される道路の特例,小区間改築の場合の特例,軌道敷・自転車道・自転車歩行車道・歩道・歩行者の滞留の用に供する部分,自転車専用道路及び自転車歩行者専用道路,歩行者専用道路,建築限界,舗装(輪荷重基準49KNを前提),排水施設

(2) 概括と整理

以上,主な設計要素には32項目があることがわかる。このうち,1)と2)は道路幾何構造設計の前提条件なので,実質は30項目である。

このうち3)~16)の14項目は,道路横断面の幾何構造を規定する設計要素である。さらに5)と11)は設計要素の定義とその導入条件に関する記述であるので,規定値が示されているのは12項目である。

17)~25)の9項目は,道路線形の幾何形状を定める設計要素であり,車両の物理的な運動性能や安全性と密接な設計要素が多い。このうち,18)と25)は設計要素の定義と適用条件を示したものであり,数値による規定値を持つのは7項目となる。

残りの26)~32)の7項目は,平面交差・立体交差・その他に関する設計要素であるが,基本的にそれまでの項目の内容・考え方を踏襲している。

よって,道路幾何構造の設計要素には,大きく分けると「道路横断面」に関わるものと「道路線形」に関わるものに整理できることがわかる。「道路横断面」に関する設計基準の規定値は12項目,「道

路線形」に関する規定値は 7 項目あり、合計で 19 項目の設計基準規定値に準拠して具体的な実際の道路幾何構造設計がなされていることになる。

3. 設計基準規定値の役割の分類試案

19 項目の道路幾何構造の設計基準値について、設計速度との関係において再考してみると、次の 4 通りの意味に分類できるものと考えられる。

設計速度で走行する車両の安全性を確保するために必要な基準(「必須」基準)

設計速度で走行することを物理的に可能にするために必要な基準(「必要条件」)

設計速度で快適に走ることのできる道路条件を創造するために必要な基準(「望ましい値」)

設計速度による規定値の制約は特になく、設計上の標準を定めている基準(「標準値」規定)

(1) 分類 の基準：「必須」基準

与条件のもと、設計速度で走行する車両の安全性を確保する上で、必ず満たさなければならない必須条件である。つまり、物理的な車両の運動状態の限界を超えないように、限界を示すために必要な設計基準を意味する。17)最小曲線半径、24)最小制動停止視距がこの分類の設計基準である。

また、15)曲線部片勾配の実際上の設計で採用される値は、横滑り摩擦係数と組合せて 17)最小曲線半径に影響するものであり、その意味ではやはりこの分類に含まれる。また、50km/h 以上の条件下の 22)最小凸型縦断曲線半径は 24)最小制動停止視距で定まるので、この場合はこの分類に含まれる。したがって、分類 には 4 つの規定値が該当する。

(2) 分類 の基準：必要条件

この基準値を確保しなければ自動車の物理性能として設計速度を維持することができない性質を持つものである。対象道路区間は、原則として設計速度で車両が走行可能なように交通機能(トラフィック機能)サービスを提供するべきものであるとすれば、この分類の基準はその道路の設計上の必要条件であることを意味する。車両の物理的性能の限界にもとづいたこの分類に相当する設計基準には、20)最大

縦断勾配の 1 つだけが該当する。

(3) 分類 の基準：望ましい値

主に快適性の観点から一定の走行環境の水準を維持するための基準である。これはさらに次の 3 種類に細分できるものとする。

- 1)運転者の心理的な限界性能により規定される設計基準

- 2)発災時の影響を最小限に食い止めるために規定される設計基準

- 3)根拠が不明瞭な設計基準

- 1)には、3)車線幅員が分類される。すなわち、これは車両の側方余裕を確保するための設計基準値であり、これが不足すると運転者にとって心理的な抵抗となり、設計速度で走行することができずに速度低下を起こしてしまうものとされる。しかしその根拠は必ずしも十分ではない。運転者にとって車線幅員、あるいは側方余裕も含めた車道幅員、道路幅員などに応じて、運転者の速度感、あるいは心理的な抵抗に対して与える影響については、まだ議論の余地は残されていると考える。

- 2)には、4)最小中央帯幅員が含まれる。中央帯に突入・接触した事故車両に対して、対向車線への影響を起こさないために必要な幅員として最小値が規定されている。しかし、発災時に生じる社会的損失と用地獲得による費用との費用対効果の観点から幅員の適正化が図られるべきで、最小値のみの規定では不十分ではないかと考えられる。

- 3)としては、次の 12 種類の規定値が挙げられる。6)登坂車線幅員、7)副道幅員、8)最小左側路肩幅員、9)最小右側路肩幅員、11)第 1 種・第 2 種の路肩に設ける側帯幅員、12)停車帯幅員、14)横断勾配、16)最大合成勾配、19)最小緩和区間長、21)最小縦断曲線長、22)最小凸型縦断曲線半径(設計速度 40km/h 以下)、23)最小凹型縦断曲線半径。これらの中には、必ずしも十分に合理的説明が与えられていない項目が多く存在するようである。

(4) 分類 の基準：「標準値」規定

13)植樹帯幅員がある。これには特に根拠は示されておらず、実際、根拠は必要ないものと思われる。

4. 設計基準規定値の評価

分類の4つの設計基準値が、道路の交通機能上最も基本的な設計値であり、道路交通の安全に最も直接的に関連する。このうち、設計速度が50km/h以上の場合の22)最小凸型縦断曲線半径は24)最小制動停止視距により一意に定まるので、独立なものは実は3種類しかない。ここで、15)曲線部片勾配(i)と17)最小曲線半径($R[m]$)には次式が成立する。

$$R \geq \frac{v^2}{g} \cdot \frac{1 + f_L i}{f_L + i} \quad \text{または } f_L i \ll 1 \text{ で近似して,}$$

$$R \geq \frac{v^2}{g(f_L + i)} \quad \text{式(1)}$$

ここに、 g = 重力加速度(m/s²)

v = 車両の速度(m/s)

f_L = 路面とタイヤの間の横滑り摩擦係数

15)曲線部片勾配に標準的な規定値が与えられると、17)最小曲線半径は横滑り摩擦係数によって規定されることがわかる。

また 24)最小制動停止視距($D[m]$)については、次式により規定される。

$$D \geq v\tau + \frac{1}{2} \cdot \frac{v^2}{gf} \quad \text{式(2)}$$

ここに、 τ = 空走時間(s)

f = 路面とタイヤの転がり摩擦係数

横滑り摩擦係数(f_L)の値は、運転者の平均的な快適性を考慮した値とされる 0.11~0.15 が用いられている。これは、湿潤~乾燥状態の路面の場合の限界値(0.4~0.8)よりも小さく、路面凍結・積雪時(0.1~0.3)でも安全が確保できる。また、転がり摩擦係数(f)の値は、湿潤状態の摩擦係数を考慮しても十分安全な値とされる 0.29~0.44 が用いられている。以上より、 f_L は凍結・積雪、 f は湿潤の各条件を前提としており齟齬が生じている点は否めない。さらに、設計基準となる最小制動停止視距の規定値の算定には、設計速度に 100~85%を乗じたものを適用しているが、その根拠は不明である。

このように、道路交通の安全の根本を規定しているはずの分類に属する設計基準について精査して

みると、本質的に2種類の摩擦係数によって規定されるものでありながら、その摩擦係数の設定方法は必ずしも合理的とは言えないことがわかる。また、物理的な安全上の限界に対する「安全率」という概念で整理がされておらず、設計基準上の限界となる規定値で設計された道路を設計速度で走行することで、どれだけの安全率が確保されることになっているのか、計算上も設計思想上も非常に不明瞭であることは、道路交通の安全性を担保する上において非常問題があるものと考えられる。

5. まとめ

その他の分類の設計基準の規定値、および文献¹⁾の中で重要な事項として推奨値、参考値として記述されているものも多数存在し、これらの値も事実上の「マニュアル標準値」として用いられている実態がある。しかし、これらの基準値が持つ設計思想上の意味は、道路幾何構造設計に必要なすべての設計要素に対する網羅的な位置づけにもとづく明示が必ずしもされていない。そのため、その道路上におけるどのような交通運用状態において、車両運動上の安全性をどれだけの安全率で確保しているのか、車両を運転する人間の持つ心理的な限界に対してどれだけの安全率が確保されているのか、指定されている基準値をどの程度の範囲で自由度を持って解釈可能であるのか(基準値の信頼区間)、などについて、十分な知識と経験を持ち合わせていないのが現状ではないかと考えられる。

今後、実証的な実験、調査・研究によって、さまざまな視点から見て、すべて同一の交通運用上の安全率を確保することを目的として、統一した合理的道路幾何構造設計思想を確立することが重要ではないかと考えられる。

参考文献

- 1) 日本道路協会: 道路構造令の解説と運用, 2004.