

第 6 章

安全性向上のための技術： インフラ編

6.1 平面交差点における安全性向上

平面交差点は、複数の方向からの自動車・自転車・歩行者などさまざまな利用者の動線が同一平面で交錯し、安全上の問題が生じやすい道路施設区分である。また、平面交差点の設計・制御の良否は、安全性のみならず、通行の円滑性にも大きな影響を与えることとなる。このため、設計・制御の検討に当たっては、安全性と円滑性を高度に両立させることが求められる^[1]。

ここでは、これらを両立させるための平面交差点処理方法として、交差点構造の原則と、ラウンドアバウトについて述べる。

6.1.1 平面交差点の原則

(1) 平面交差点の枝数

平面交差は、原則として5枝以上であってはならない。平面交差における交通流の交差・合流・分流の箇所数は、交通制御方式により異なるものの、交差点の枝数の増加につれて急増し、運転者に要求される注意力や判断の機会も増して危険度が高くなる。信号交差点においては、複雑な交通流に対応して信号現示数が増え、現示の切り替えの際の合計損失時間が増加することで処理能力が低下し、遅れが大きくなりやすいことには注意が必要である。

ラウンドアバウトでは、多枝交差であっても交錯箇所が急増することがなく、交通需要が少ない場合には他の交通制御方式に比べて遅れを削減できる可能性があるが、留意事項も多いので、適用に当たっては注意深く検討しなければならない。

(2) 平面交差点の形状

a. 流入部同士の交差角

一般に交差点においては、互いに交差する流入部同士の交差角が直角またはそれに近い角度になるように計画しなければならない。互いに交差する流入部同士の交差角が90度よりも小さい場合を交差角が鋭角、大きい場合を交差角が鈍角という(図6.1)^[1]。たとえば、図6.1(b)のように、鋭角部を右折する車両の進行方向は、大きく90度以上転向することとなる(転向角が大きくなる)。これは流出入を入れ替えた左折車の場合も同様である。直角またはそれに近い角度の平面交差では、交差する車道を横切る距離が短く、交差部分の面積も小さい。流入部同士の交差角が鋭角または鈍角になるような場合には、方向によっては見通しが極端に悪くなるとともに、後述する停止線間距離が増大する。これらのことは、いずれも交通の安全性と交通容量に影響する。

b. 変形交差点

対向する流入部の中心線が一点で交わらない「食い違い」交差点や、対向する流入部の中心線が折れ曲がっている「折れ脚」交差点など、特殊な形状を持つ変形交差点は、安全上および円滑上の問題点があるので、避けることが望ましい。このような平面交差は交差区域が大きくなり、各交通流の動線も複雑となる。さらに、これらの動線が横断歩行者の動線と交錯して、安全性と交通容量のいずれもが低下する。

(3) コンパクトな交差点

交差点の大きさを小さくすること(交差点のコンパクト化)は、歩行者の横断距

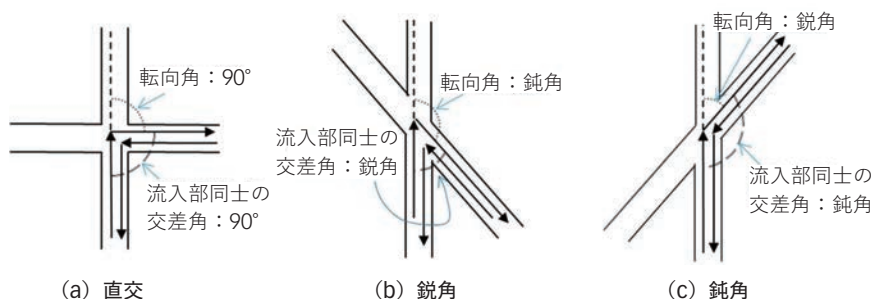


図6.1 流入部同士の交差角^[1]。

離、横断時間が短くなり安全性が向上することに加え、信号制御する場合には損失時間が小さくなり交差点の交通容量も拡大するため、安全性、円滑性の両面から重要である。さらに、安全性の観点から、交差点のコンパクト化には次のようなメリットもある。

- 全赤表示時間を短くすることができるため、信号切り替わり時などの信号無視の誘発を防ぐことができる。
- 車両同士、車両と自転車および歩行者との交錯する範囲が限定され、車両の走行軌跡のばらつきが小さくなり、運転者の注意を集中すべき範囲を明確化できる。
- 右左折車両の流出時の走行速度、すなわち横断歩道を通過する際の速度を抑制できる。

交差点の大きさは、対向する停止線間距離を見るとわかりやすい（図 6.2）。停止線間距離は、隅角部の曲線半径、横断歩道の幅員、横断歩道と停止線の離隔などにより決まるため、これらの設計に際しては過大な交差点とならないように十分留意する必要がある。

一方で、とくに左折直進混用車線の場合に左折流出部での横断歩道までの離隔が小さいと、横断歩行者待ちの左折車が滞留し、後続直進車両の通行を阻害しやすくなることにも留意する必要がある。

また、図 6.3 に示すように、交差点内に交通島を設けて左折交通流を導流化

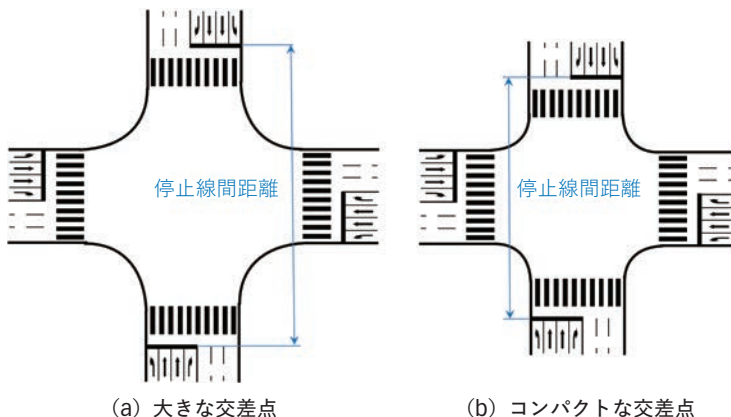


図 6.2 交差点のコンパクト化。

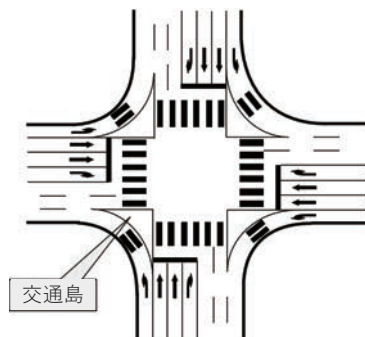


図 6.3 交通島を用いた導流化（チャンネリゼーション）。

（チャンネリゼーション）することにより、交差点を大幅にコンパクトにすることもできる。このとき、左折車両と左折導流路上の横断歩行者の交錯が懸念される。このため、導流路の平面線形や横断歩道位置の決定に際しては、十分な見通しが確保できることに留意するとともに、注意喚起策を施す必要がある。

6.1.2 ラウンドアバウト

(1) ラウンドアバウトの定義

ラウンドアバウト（roundabout）^[2]とは、主に図 6.4 に示すような構造要素を配置することにより、環道において車両が時計回り（右回り）に通行し、かつ進入する車両によりその通行を妨げられない交通が確保できる構造を持つ円形の平面交差点である。ラウンドアバウトでは、流入する車両に対して環道側の車両に優先権があり、また交差点内部を走行する環道交通が信号機や一時停止などにより中断されることがあってはならない。

(2) ラウンドアバウトの特徴

a. 平面交差点における安全性向上

ラウンドアバウトは、交差部内での車両間交錯点を削減することが可能である。図 6.5 は、一般的な 4 枝交差点における交錯点数を示したものであり、普通の無信号交差点では 20 か所の交錯点があるが、ラウンドアバウトでは大幅に削減されて 4 か所となる。また、ラウンドアバウトではすべての流入部が非優先制御され、中央島を持つという物理的構造上、流入時速度が抑制されるとともに、車両同士の正面衝突や右折対直進といったダメージの大きい衝突事故は生じない。これらの理由

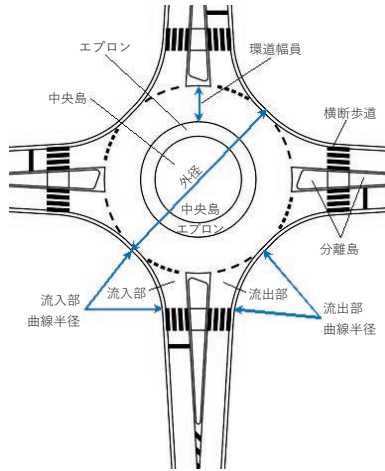
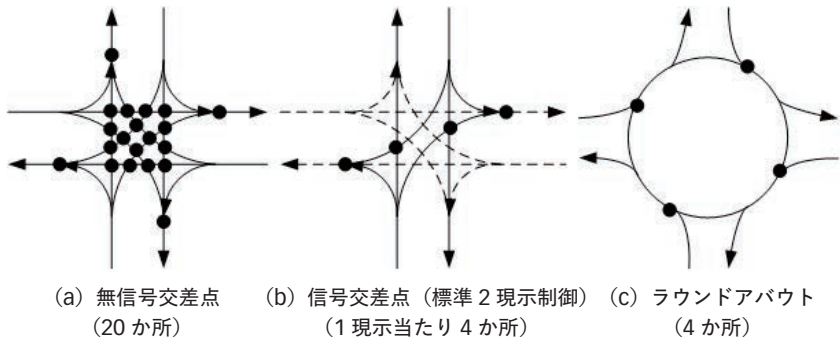


図 6.4 ラウンドアバウトの基本構成要素。

図 6.5 平面交差点制御方式による車両間交錯点数^[2]。

により、仮に交通事故が発生したとしても損傷の少ない形態の事故となるといった特徴がある。

b. 遅れの削減による交差点の円滑性向上

信号交差点では、赤表示の時間中は、交差方向に車両がいなくても青表示になるのを待ち続けなくてはならない。一方、ラウンドアバウトは、環道を走行する車両が存在しなければ、随時交差点に進入することが可能であるため、とくに閑散時における遅れ、ひいては区間旅行時間の大幅な削減が期待できる。

c. 特殊交差点の処理能力（効率）の向上

5 枝以上の多枝交差点は、通常の 4 枝交差点に比べ交錯点が非常に多くなるが、

ラウンドアバウトの導入により、交差点の数を大幅に削減することが可能である。また、多枝交差点や折れ脚・食い違い交差点などの特殊な交差点で信号制御する場合には、一般に複雑な現示設定を行う必要があるため、1流入部当たりの青時間比が必然的に小さくなり、遅れも大きくなりやすい。ラウンドアバウトでは、交差点の流入枝数によらず、交通需要が少ない場合には大幅に遅れを削減することが可能である。

d. 右左折車線不要

交差点における右左折・直進の全方向の交通が同一の流入部から進入すればよいので、流入部での右左折車線の設置が不要である。

e. 少ないライフサイクルコスト・環境負荷

ラウンドアバウトは、道路照明以外に電力を使わずに交差点を運用できる。

f. 災害に強いラウンドアバウト

ラウンドアバウトでは、仮に交差点が津波などの自然災害による被害にあったとしても、道路構造自身が大きく損壊していなければ、電力やマンパワーに頼らず「自律的」に機能し、平時とほぼ同様の安全で効率的な運用が期待できる。

(3) 留意事項

適正に設計された通常の平面交差点においては、ラウンドアバウトの交通容量は信号交差点に比べて低い場合があるため、交通需要の多い交差点にラウンドアバウトを適用すること、および、交通渋滞対策を目的としてラウンドアバウトの導入を図ることはできない。ただし、多枝交差点や折れ脚・食い違い交差点など特殊な交差点であるために、信号制御を行っても必ずしも高い交通容量が確保できない場合には、ラウンドアバウト化することで交通容量を増大できる場合もある。

また、歩行者・自転車に対しては、安全性の確保に十分注意を払う必要がある。横断歩行者の安全対策として、横断歩道部は分離島等を配した二段階横断方式とすることが望ましい。

(4) ラウンドアバウトの種類

ラウンドアバウトは一般に、流出入部や環道の車線数、中央島への乗り上げの可否などにより、コンパクトラウンドアバウト、多車線ラウンドアバウト、ミニラウンドアバウトなどに分類される。最近では、オランダで開発されたターボラウンドアバウトという形式もヨーロッパなどで増えてきている。

(5) ラウンドアバウトの導入意義

日本におけるラウンドアバウトの主な導入意義としては、(a) 出会い頭事故や右折対向直進事故による損傷度の大きな事故が発生している無信号交差点／信号交差点での適用による安全性向上、(b) 住宅地内などでの、平面交差部の車両走行速度の抑制による交通の静穏化、および (c) 交通需要が少ないにもかかわらず信号制御されているために生じている信号による制御遅れの無駄の軽減、が考えられる。

一方で、既存の平面交差点に安全・円滑対策として導入することを考えた場合、一般に用地条件に関する制約があると考えられる。

このため日本では、これまでのところ、車両の速度抑制による安全性向上効果、用地制約、右折方法などの観点から、環道が1車線であり、かつ環道に接続する流入部、流出部がいずれも1車線の、車両が中央島に乗り上げることができない構造を持つ「コンパクトラウンドアバウト」が導入されている。

6.2 単路部における安全性向上

交差点や踏切以外の道路の部分である単路部において、横断中の歩行者、とくに高齢者の事故は依然として解決すべき問題であり、対策の検討が求められている。本節では横断箇所での安全対策となる二段階横断施設と、速度抑制により事故軽減に資する生活道路の物理的デバイスについて述べる。

6.2.1 二段階横断施設

我が国における高齢者の道路横断時事故の多くは左側からの進行車両との間で発生するとの調査結果もあり、横断歩行者を安全かつ容易に横断させる仕組みとして、道路の中央部に交通島や中央分離帯を設置することによりスペースを設けて横断歩道を分割し、道路を2回に分けて横断可能とする「二段階横断」が注目されている^[3]。海外では信号機や立体横断施設の代替として市街地内外、単路部・交差点問わず、二段階横断方式が広く用いられており、我が国でも安全かつ快適な道路空間の実現に向けて、同横断方式の普及が期待される。本小節では二段階横断施設の特徴、適用に関する留意事項などについて概説する。

(1) 二段階横断と二段階横断施設の特徴

二段階横断とは、車道中央部に横断歩行者が待機、退避できる交通島を設置し、その前後で2回に分けて横断する方式である。ここで横断歩行者の対象には、手押しの自転車、車椅子等も含まれる。二段階横断には、無信号制御方式と信号制御方式があり、それぞれがさらに単路部と平面交差点に分類されるが、ここではインフラに着目した整理を行うため、単路部での無信号制御方式の事例について説明する。

我が国の単路部における横断歩道は、道路中央部に交通島を配してこれを分割することなく、図 6.6（左）のような形態となっていることが一般的である。これに対して、図 6.6（右）に示すように道路中央部に交通島等による退避スペースが設置され、これを介して横断歩道が二つに分割される二段階横断の場合には、いわば幅員の小さい一方通行路を2回横断することになる。すなわち、まず右方向の安全を確認して横断を開始し、次に中央の退避スペース上で左方向から来る車両を確認することができるため、各方向の安全を個別に判断すればよい。これにより、判断がしやすくなり横断機会が増えるだけでなく、1回の横断に必要な車道上の横断距離も短くなる。また、交通島があることで運転者の注意が横断部に向きやすく、交通島に横断者がいた場合、運転者が横断者の存在を認知しやすくなる。

この交通島の設置により横断部付近における車両の速度抑制の効果が期待される。そのほかにも、歩行者押しボタン信号等と比べた横断待ち時間の短縮効果や、同じ路線上で道路階層区分が変化する箇所や沿道などの地域特性が変化する箇所で、道路利用者へこうした変化をわかりやすく伝える効果が期待できる。さらには、横断歩行者の安全確保のために信号機を新設するよりも施設整備や維持管理の負荷軽減の観点で優位である。また、停電時における横断処理能力の確保ができる点も信号制御付きの横断施設との違いである。

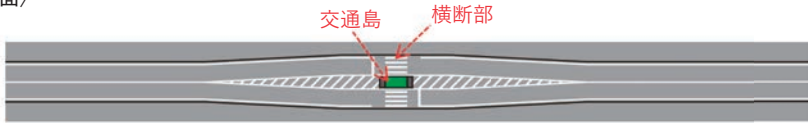
(2) 二段階横断施設の基本構造

二段階横断施設は、図 6.7 に示す交通島と横断部によって構成される。交通島は、



図 6.6 一般的な単路部横断歩道（左）と二段階横断（右）^[3]。

〈平面〉



〈横断面〉

図 6.7 二段階横断施設の基本構造^[3]

横断部の中央部に設置され、横断歩行者等の安全を図るために設けられる島状の施設である。また、横断部は、横断歩行者が横断する部分である。交通島を設けるために、その前後区間で本線の擦りつけを行う必要がある場合等においてはシフト区間を設けることもある。

国内外の事例を踏まえると、無信号横断方式における二段階横断施設のタイプは、横断部の運用と構造形態の組み合わせによって分類される。運用は、横断部について横断歩道又は歩行者横断指導線を設置するか、横断位置を明示しないかに分類される。また、横断部の構造形態は、横断部を直線とするか、食い違いとするかに分類される。

横断部の運用について、横断歩道を設置するタイプでは横断しようとする横断歩行者がいる場合、車両に停止義務がある。一方、横断部に歩行者横断指導線を設置するタイプや横断位置を明示しないタイプでは横断しようとする横断歩行者がいる場合でも、車両に停止義務はないことになる。国内では横断位置を明示しないタイプの事例はないが、欧米諸国ではこのタイプの適用が多く見られる。横断歩行者が優先とならないことから円滑性を重視する幹線道路や、街路等において横断可能な箇所を増やし分散させる場合等、さまざまな場面で適用されている。

また、横断部の構造形態として、食い違い構造にすることにより、横断歩行者が交通島で車両の確認行為をせずに一度に渡り切ってしまうことの危険性を防止できることや、交通島内を通行する際に車両の接近する方向を向くことになるため車両を確認しやすくなるといったメリットがある。一方で、横断歩行者には交通島の中を移動するための相応のスペースが必要となることや、横断歩行者にとって遠回り

となる場合があるほか、横断歩道外を歩行するような乱横断を誘発する可能性もある。欧米諸国では横断部が直線型の事例の方が一般的であり、食い違いタイプは、車両により注意する必要があるなどの特別な理由で設置している場合が多い。

(3) 二段階横断施設の計画時の留意事項と望ましい設置箇所

横断施設の計画段階において二段階横断施設を選択肢の一つとして検討する際、二段階横断施設の特徴を十分に理解して適用性を評価することが必要である。

一般に、横断施設の計画が求められる場面として、沿道開発や住宅立地などにより横断需要の増加が見込まれるケース、道路が地域を分断しており一定の横断需要があるにもかかわらず近くに横断施設が存在しないケース、横断歩道や交差点以外での横断歩行者の事故が発生するといった横断中の危険が存在するケースなどが挙げられる。一方で、横断施設を設置する道路区間は、それぞれが幹線道路など「移動機能」を重視する道路であったり、補助幹線道路や生活道路など「沿道出入機能（アクセス機能・滞留機能）」を重視する道路であったり、異なる機能を担っている。また、補助幹線道路や生活道路については、幹線道路へアクセスする地区内の骨格となる道路や、住戸等に対するサービス機能を備えた末端の道路に細分化することができるなど、階層性を持っている。そのため、横断施設の計画においては、各道路の機能やその階層に留意した検討が必要となる。二段階横断施設の導入が望ましい箇所については、次の a から d のように分類される。

a. 横断中事故の危険性が高い箇所

歩行者や自転車の横断中の交通事故が多発しており危険性が顕在化している箇所や、横断施設以外の乱横断を行う歩行者が多いなど潜在的な危険性がある箇所への導入は有効といえる。

b. 沿道環境に応じた道路の適正な使い方が必要な箇所

鉄道駅やバス停、商業施設や住宅が連担しておりピーク時間帯を中心に横断需要が多い箇所では、横断待ち時間の増加を嫌う横断歩行者や自動車が強引に通行するなど事故発生の危険性が高まる。また、横断歩行者が断続的に道路を横断することで自動車の横断待ち時間が増加して走行円滑性が低下する。このような箇所では二段階横断施設を導入することは、安全性と円滑性の両面で効果が発現するものと期待される。導入事例として、図 6.8 に示す埼玉県春日部市に位置する東部伊勢崎線春日部駅に接続する県道 400 号の無信号横断歩道の例がある。



図 6.8 埼玉県春日部市にある二段階横断施設（執筆撮影）。

c. 道路構造的な課題の解消が必要な箇所

車道中央部にゼブラ帯が設けられている箇所や暫定供用区間等で幅員に余裕がある箇所、右左折処理と横断部処理を兼ねる箇所等では、車道幅員が広いため歩行者の車道横断距離が長くなり、横断時間を長く要するとともに、自動車の到着に要する時間や到着する車両間の時間間隔を慎重に見極めて横断する必要性が通常より高くなる。とくに、移動速度の低い高齢者が横断する際や、車両の実勢速度が高い場合は危険性が高いと考えられ、重大事故の発生が懸念される。このような横断距離が長くなっている箇所を対象に、車両との接触機会となる車道空間の横断距離・横断時間を短縮し、横断歩行者の判断も容易となる二段階横断施設を導入することは有効といえる。

d. まちづくりを意識した導入が望ましい箇所

二段階横断施設は横断歩行者の安全性を確保するだけでなく、自動車優先の幹線道路から歩行者・自転車優先の生活道路へと道路階層が切り替わるポイントであることを明示する機能や、交通島を使って道路線形を変化させることにより車両の速度抑制を促す機能などを備えている。このため、道路を単に自動車や横断歩行者の移動経路として位置づけるのではなく、その構造を工夫することで道路階層の明確化や道路の使われ方の適正化など、都市空間整備を検討する際に二段階横断施設を活用することも期待される。図 6.9 の海外事例のように、歩行者優先のまちづくりを意識した場面（観光地や道の駅といった施設の入口部分、スクールゾーンやゾーン 30 縁辺の主要な入口など）に設置することで、シンボルゲートとしての役割を持たせることも可能であり、道路特性・地域特性に応じて積極的に適用されること



図 6.9 オランダのホーフトドルプにある二段階横断施設（執筆者撮影）。

が望まれる。

（4）二段階横断施設の導入検討上の留意点

二段階横断施設の効果を発現させ、なおかつ新たな課題や問題点を生じさせないために、以下の a から e の導入検討上の留意点が挙げられる。

a. 幅員内での交通島の設置可能性の確認

現況幅員内または道路空間の再配分により、車道幅員内に交通島が設置できるか確認する必要がある。

b. 沿道出入りへの影響の確認

二段階横断施設としての交通島等の設置が、細街路や沿道施設等へ出入りする車両の動線の支障にならないか確認する必要がある。

c. 横断者特性の確認

二段階横断施設として食い違い構造を検討する場合、適用箇所における横断歩行者の希望動線が異なると、横断歩行者は必要以上に迂回を強いられるため、結果として乱横断が誘発され、横断時の安全性が損なわれる。このため、歩行者交通量や流動（OD）の特性を把握し、通学児童や高齢者などの交通弱者の存在や自転車利用者のことにも留意して、横断部の構造形態を計画することが必要である。

d. 車両円滑性の低下への影響の確認

二段階横断施設の導入に際して、横断歩行者と車両の交通量やそのバランスによっては車両円滑性が低下する。横断歩道が設置された二段階横断施設では、横断歩行者に対して車両に停止義務が生じることから、移動機能を重視する幹線道路で

は、とくにこの点への注意が必要である。

e. 隣接の横断歩道位置を踏まえた導入箇所の検討

二段階横断施設の導入を計画するに当たり、地域全体の道路ネットワークとして有効に機能させる視点が重要となる。そのため、隣接する信号交差点や横断歩道との位置関係を十分考慮して導入箇所を検討することが必要である。

6.2.2 生活道路における安全対策としての物理的デバイス

生活道路における安全対策として、最高速度 30km/h の区域規制や駐車禁止および大型車等通行止のソフト的手法と物理的デバイス設置によるハード的手法が挙げられる^[4]。インフラ技術に関わる物理的デバイスの主な目的として、交通量の抑制、速度の抑制、歩行者空間の確保等が挙げられる。

交通量の抑制に資する物理的デバイスとして、街区入口部分へ設置するライジングボラード、バリケード等が該当する。ライジングボラードについてはヨーロッパでは鋼鉄製のハードライジングボラードが適用され、我が国では近年弾力のあるソフトな素材のソフトライジングボラードの適用が見られる^[5]。

速度の抑制については、車道路面に凸部を設けるハンプ、スムーズ横断歩道、車道の平面線形をクランク状やS字状にするシケイン、車両の通行部分の幅員を狭くする狭さくが対策メニューとして挙げられる。

単路部のハンプでは、速度抑制のためには連続的な設置が必要となり、その設置間隔は 40m 以下とすることが望ましいとされる。ただし、設置間隔が近すぎると車両が大きく揺れるなどの問題が生じるため注意が必要となる。また、車両の速度が高すぎる場合や大型車が多い場合には騒音や振動の発生や再加速音の発生による市民からの苦情の恐れがある。このような点にも留意した設置間隔の検討が望ましい。

ハンプ形状については頂部に平坦部を持つ台形、頂部に平坦部を持たない弓形の2種類がある。弓形ハンプは、台形ハンプより速度抑制効果が大きいとされるが、車両の走行速度が 30km/h を超えると騒音振動を生じやすいのでその点に留意する必要がある。また、バスが通過する路線では弓形ハンプは車体底部と路面が接触する恐れがあるため、台形ハンプを用いることが望ましい。

横断歩道部への台形ハンプの設置によりスムーズ横断歩道が形成される。この構造により車両の速度を抑制して横断歩道利用者などの安全を図るだけでなく、高齢者、ベビーカー、車椅子利用者などの移動制約者の道路横断を容易にする効果が期

待される。設置の際の留意事項としては、歩道がマウントアップ形式の場合を基本とし、ハンプ平坦部と歩道端の高低差は2cm、平坦部の高さは10cmを標準とするほか、スムーズ横断歩道に接続する歩道面はバリアフリーに関する基準を満たすように処理するなどが挙げられる。

単路部における狭さくは、連続設置やハンプとの組み合わせにより、区間の走行速度抑制への効果が期待される。狭さくは車道外側線を狭めることや歩道の張り出し、植樹ますやボラードの設置により形成する。車道外側線のみで狭さく部を形成する場合には、ポストコーン、ポールコーンなどラバーポールを車道外側線上に設置し、狭さく部を明示、強調するなど車道の幅員が変化していることを認識できるようにすることが望ましい。

狭さく部の狭小な車道の幅員は3mを標準とする。交通量や速度の抑制効果を高めるために、通行車両を限定して狭さく幅員をより狭くすることもできるが、この場合の最小幅員は最大の車両幅に0.5mを加えた値を下回らないものとする。あわせて、緊急車両の通行も考慮した構造とし、狭さく部における歩行者の通行空間として1m以上を確保することや、自転車の通行に留意した構造とすることも求められる。

狭さくの形状は沿道や交通状況に応じて片側あるいは、両側を張り出すというように形状を選択する。双方向通行の道路での狭さくは、反対方向から来る車両との待ち合わせが発生する場合にとくに速度の低減が期待される。どちらの車両が譲るのがわかるように片側狭さくとする方法もある。片側狭さくとする場合は通行する車両が歩行者の方を向くよう配慮し、原則として張り出しのない側でも歩行者の安心感を向上させるような工夫をする。

双方向通行の道路の交差点付近の狭さくでは、反対方向から来る車両との待ち合わせが発生する場合にとくに速度の低減が期待できる。しかし、交差点内で車両の滞留が生じる可能性があることから、双方向通行の場合には、交差点部直近には狭さくを設けない。一方通行出口の場合は、交差点部に両側狭さくを設けることを基本とする。なお、最高速度30km/hの区域規制の入口部交差点に狭さくを設置する場合には、歩行者の車道横断距離が短くなることから運転者と歩行者双方の視認性向上にも資する。またゾーン境界に狭さくを設置する場合にはゾーン境界を強調する効果も期待できる。

歩行者空間等の確保については、歩行者の分離に資する路面カラー対策やラバーポールの設置、また、前項の二段階横断施設も一方策として位置づけられる。

参考文献

- [1] 一般社団法人交通工学研究会編、『平面交差の計画と設計 基礎編』, 交通工学研究会, 2018.
- [2] 一般社団法人交通工学研究会編、『ラウンドアバウトマニュアル 2021』, 交通工学研究会, 2021.
- [3] 一般社団法人交通工学研究会, 自主研究「無信号二段階横断施設導入の手引き (案)」, 2021.
<https://www.jste.or.jp/Activity/h30-r02.pdf>
- [4] 一般社団法人交通工学研究会編、『改訂 生活道路のゾーン対策マニュアル』, 交通工学研究会, 2017.
- [5] 国土交通省道路局環境安全課, 「ライジングボラード事例集 2018」, <https://www.mlit.go.jp/road/traffic/sesaku/pdf/bollard.pdf>
- [6] 国土交通省中部地方整備局名古屋国道事務所, 「生活道路・通学路の安全対策」, <https://www.cbr.mlit.go.jp/meikoku/activity/safety/content02.html>