

第4章 交差点の設計基準に関する問題

4.1. 細街路との無信号交差点における事故防止に有効な設計手法の看過

幹線道路と細街路の無信号交差点の設計に関しては、幹線道路の自転車通行空間を通行する自転車の安全性を高める為に、交差点周辺への路上駐停車を物理的に不可能にし、ドライバーからの見通しを確保する構造がロンドンで採用されている事を3.4.2節で紹介した。しかし事故防止および被害軽減を実現する上で特に重要なのは、交差点で車の速度を最低限に抑えさせる設計上の工夫である。MassDOT (2015-11-e, p.56) も

Reducing motor vehicle speeds at intersections improves the motorist's ability to appropriately react to and yield to bicyclists and pedestrians. Slower motor vehicle speeds reduce stopping sight distance requirements and reduce the likelihood of severe injuries and fatalities for bicyclists and pedestrians in the event of a crash.

Intersections with separated bike lanes should be designed to ensure slow-speed turning movements (10 mph or less) and weaving movements (20 mph or less in the area where weaving movements occur).

と、構造的に分離された自転車レーンを有する道路の交差点では車の速度を 16 km/h 以下に抑える事を目標として示している。その具体的な手法としては、縁石で段差を付ける (4.1.1 節)、隅切り半径を最小化する (4.1.2 節)、道路の交差角度の直角化 (4.1.3 節)、車の滞留空間の確保 (4.1.4 節) などが有り、海外ではその有効性が実証されている (4.1.5 節)。本節ではこれらの設計手法を改定ガイドラインが看過している (4.1.6 節) 事を指摘する。

4.1.1. 段差による速度抑制

CROW (2007, p.196) は幹線道路と生活道路の無信号交差点で幹線道路側の (自転車も含む) 車両の優先通行権を守らせる一手法として exit construction を挙げ、その利点 (生活道路と幹線道路の境界の明確化) と欠点 (自転車にとっての悪天候時の転倒リスク) の両面を説明している。この exit construction については Paul James (2015-02-01) がロッテルダムの交差点を具体例として、

The first thing to notice are the steep curbs that require cars to cross the cycleway and footway at a walking pace. First the curb up from the roadway onto the buffer space, secondly the curb up from the cycleway onto the footway, and finally the curb down from the footway into the access road.

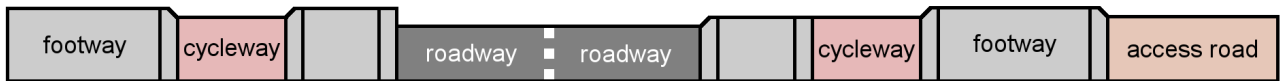
Not only is the angle from the road into the gateway extremely tight, but the vertical deflection is uncomfortable at anything above walking speed. Combine these two factors together and you pretty much guarantee that motor traffic moves slowly across the cycleway and footway.

と解説している。



Exit construction と呼ばれる構造。幹線道路から細街路に入り出す車は縁石の段差を計3回乗り越える事になる。
 出典：Google Maps Street View (2014-05@51.9280086,4.5082704)

gateway profile



上の交差点の横断面 (模式図)。Paul James (2015-02-01) 所載の図を元に引用者が作成した。

MassDOT (2015-11-e, p.58) も同様に、横断箇所を嵩上げする構造が速度抑制、認知エラー抑制、歩行者・自転車優先行動の促進に有効であると、細街路交差点や右折 (日本の左折に相当) 導流路、ラウンドバウト等に用いる事を推奨している。

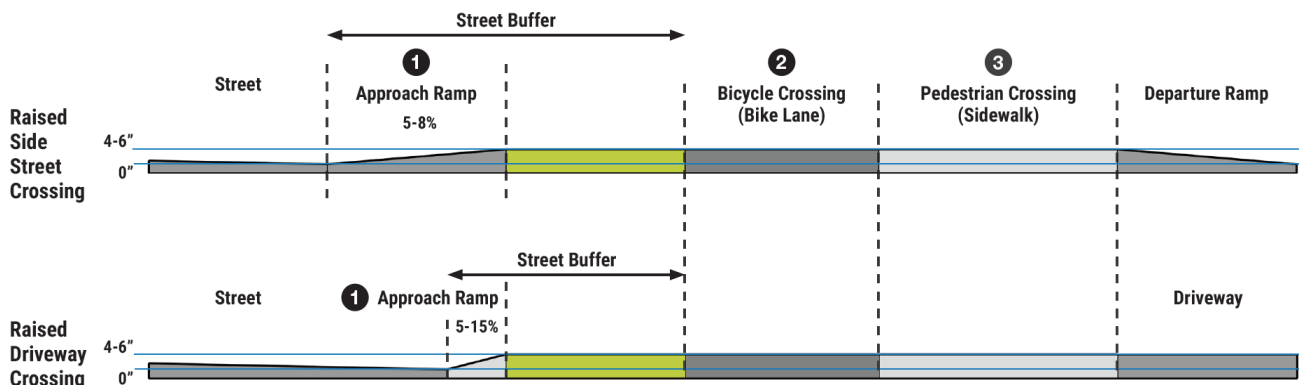
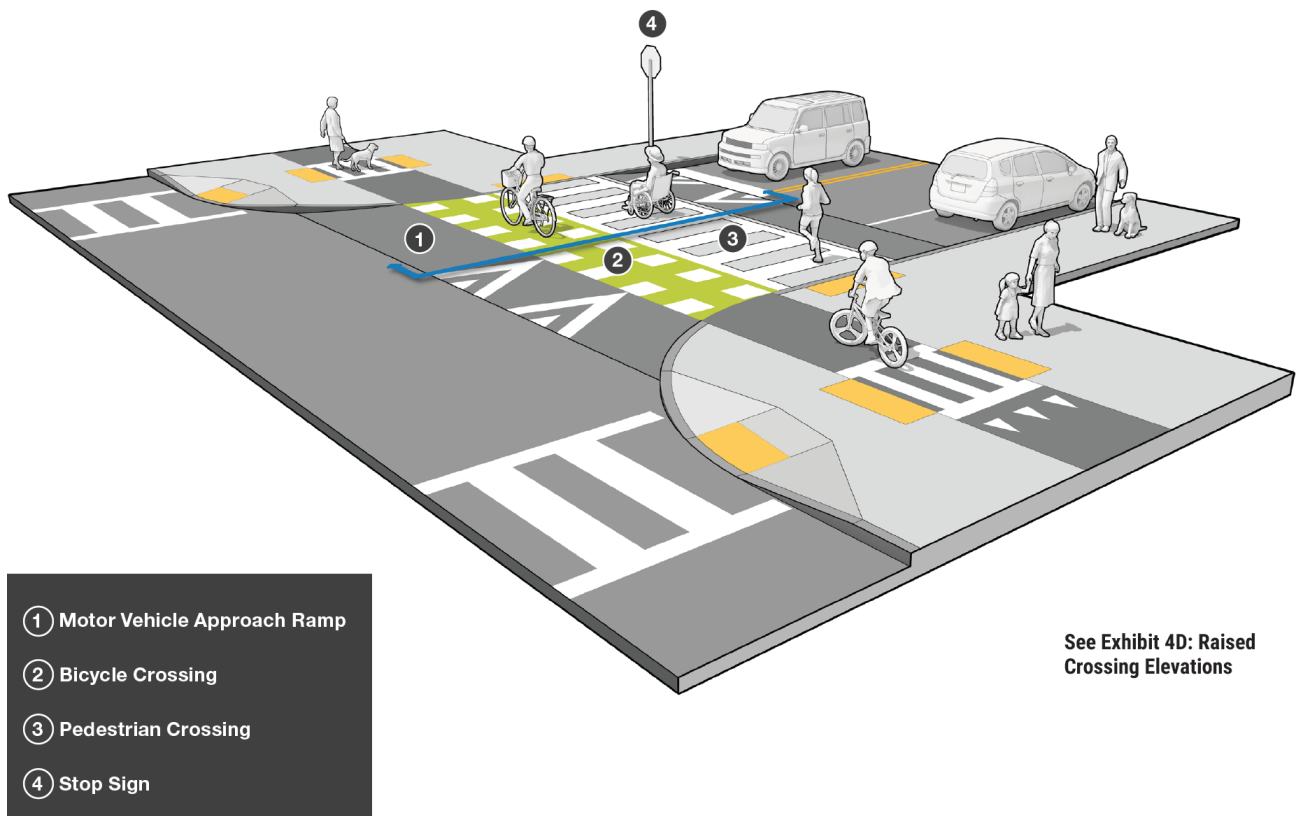


EXHIBIT 4D: Raised Crossing Elevations (Profile View)

出典：MassDOT (2015-11-e, p.59)



出典：MassDOT (2015-11-e, p.60)

4.1.2. 隅切り半径の縮小による速度抑制

交差点隅切り部の曲線半径の縮小は、そこを曲がる車の速度抑制に繋がる。MassDOT (2015-11-e, p.56) は個々の交差点の想定通行車両に応じた最小限の隅切り半径を用いるよう指示している：

The smallest feasible curb radius should be selected for corner designs based upon the design vehicle's effective turning radius. A small curb radius requires motorists to slow down, which improves yielding and reduces stopping distance requirements. This strategy can also help to increase the size of bicycle and pedestrian queuing areas, thereby enabling greater flexibility in the placement of curb ramps and reducing crossing distances.

Transport for London (2014-12-e, pp.3-4) も、車の速度に影響する隅切り半径の重要性を指摘し、交通弱者の安全を優先して半径を必要最小限に抑えるよう推奨している：

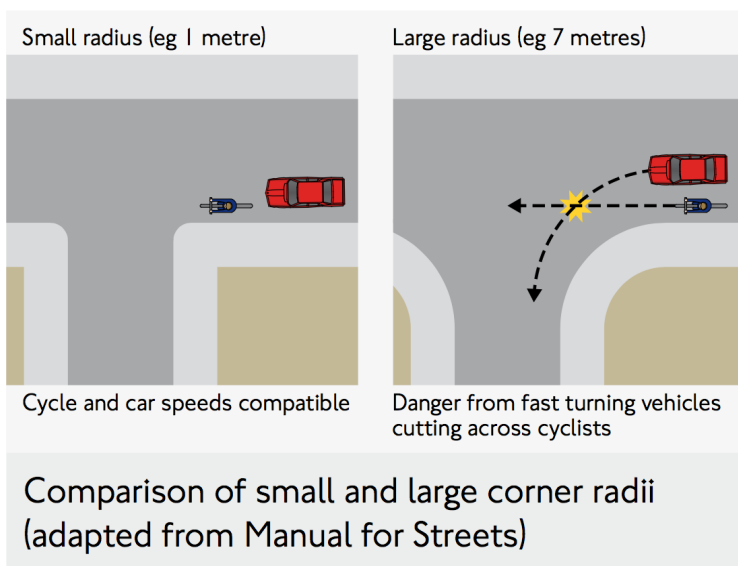
Unnecessarily large corner radii can encourage higher speeds by motorists and should be reduced where feasible, particularly at priority junctions and where there is an identified relationship with cyclists or pedestrian casualties.

[中略]

Designers should start from the assumption that corner radii should be minimised to benefit vulnerable road users, and then test whether this raises any issues.

また、隅切り半径が小さい事による大型車の右左折の困難さより、隅切り半径が大きい事により自転車利用

者が被るリスクを抑える事を重視すべきとも指摘している (Transport for London, 2014-12-e, p.4) :



出典 : Transport for London (2014-12-e, p.4)

“Provided drivers can make the turn within the overall road space available, it is rarely necessary to design so that they can do so while remaining entirely in a single nearside lane.

In most circumstances, the safety benefits to cyclists of tighter geometry and the slowing of motorised vehicle turning movements outweigh risks to cyclists that exist in relation to larger vehicles moving out to the centre of the carriageway or a different traffic lane to make a left turn.”

4.1.3. 道路の交差角度の直角化による速度抑制

鋭角な交差点が危険であり、直角に交差するよう改良すべきである事は、交通工学研究会 (1991-02, pp.35-36) が既に指摘している :

鋭角交差の交差点は、直角交差に比べ停止線間距離が長く、交差点面積が広くなりやすいものです。その結果、車両が交差点内を高速で通過しがちになり、右・左折車と横断歩行者との事故が発生しやすくなります。また、このような交差点では見通しも悪く、交通処理能力にも問題がでます。

交差角の改良にあたっては、できるだけ直角に近く (およそ 75 度以上) することが望まれます。

同書が図示しているのは信号交差点のみだが、同様の改良工事は幹線道路と細街路の交差点でも行なわれており、幹線道路を通行する自転車の安全性向上にも有効だが、改定ガイドライン (国土交通省 et al., 2016) はそれに言及していない。



都道 317 号と細街路の交差点 (中落合三丁目)。自転車歩行者道と車道が直角で交差するように車道を折り曲げている。2016 年 5 月に筆者が撮影。



さいたま市中央区上落合八丁目の市道29号と国道17号の交差点。構造的には鋭角な交差点だが路面のペイントで直角に進入するよう車を誘導している。2016年4月に筆者が撮影。



富士河口湖町長浜の山梨県道710号。交差点内に張り出す形で縁石を新設し、鋭角だった交差角度を直角に変更している。改良前は左の枝が抜け道に使われており、手前の道路から高速で左折する車が見られた。2016年7月に筆者が撮影。

4.1.4. 衝突回避余裕としての車の滞留空間

幹線道路と細街路との間の車の出入りが多い場合は、細街路に流出しようとする車が幹線道路の走行車線上で待機して後続車の通行を妨げたり、幹線道路に流入しようとする車が自転車通行空間上で待機して自転車の通行を妨げたりする事が問題になるが、これは幹線道路の車道と自転車道の上に車一台分が収まる程度の待機空間を設ける事で解消できる。CROW (2007, p.126) は単路の車両乗り入れ部について、

The space between the cycle track and the carriageway is referred to as the partition verge. This verge functions as a 'receptor' for vehicles that run off the main carriageway and as a 'buffer' for preventing accidents between cyclists and motorised traffic.

と述べ、その幅について、郊外の district access road なら 6.00 m (最小 4.50 m)、estate access road なら 1.50 m 以上との指針を示している (CROW, 2007, p.127)。郊外の幹線道路と生活道路の無信号交差点については、

The speed difference between vehicles turning off that are stopping because they have to wait for a cyclist, and through vehicles then becomes so great that a considerable risk arises of nose-to-tail accidents. For this type of situation, it is recommended that the cycle track near a side road is situated at least 5 to 7 m from the side of the main carriageway so that a vehicle leaving the main carriageway can stack between the carriageway and the cycle track.

と、自転車の安全の為ではなく車道上での車同士の追突事故リスク回避の観点から、5~7 m との指針を示している (CROW, 2007, p.196)。Mark Wagenbuur (2010-04-16) はセルトーフンボスの交差点を例に映像でその機能を説明している：



出典：Mark Wagenbuur (2010-04-16)



出典：Mark Wagenbuur (2010-04-16)

この離隔が事故防止に有効な理由として J.P. Schepers et al. (2011, pp.859-860) は、ドライバーの運転タ

スクの複雑さが緩和される事、自転車がトラックの車体直近の死角に入らなくなる事を挙げている：

We confirmed the finding by Schnüll et al. (1992) that a distance between the cycle track and the side of the arterial road between 2 and 5m is safest for cyclists. This distance may decrease the complexity of the driving task in that it offers drivers turning into the side road extra time to notice cyclists (Elvik and Vaa, 2009). A larger clearance may also prevent severe crashes with right-turning trucks. Niewöhner and Berg (2005) recommended to redirect bicycle paths away from the middle of the junction to keep cyclists out of the blind spot on the passenger side of trucks. Their findings seem to point in the same direction as ours.

また、これについて Andre Engels (2016-07-12) は、事故が防がれる原理をより具体的に説明している：

This method is in the first place for drivers coming from the side road. With the cycletracks away from the road, they can first check for traffic on the cycletrack, cross it when that is empty, put their car between cycletrack and road, and only then have to check the motor traffic, rather than having to look at everything at once. But even in the case that you mention (a car coming from the same direction, turning right) it has advantages: The car can leave the main road before crossing the cycletrack, which puts them at right angles, which is a much better position to check for traffic

但し、離隔の幅について J.P. Schepers et al. (2011) は 2~5m という区分を用いていたが、2~4m 程度の場合は細街路に左折進入する車が自転車道に差し掛かる時の角度が中途半端になり、ドライバーから見て横から斜め後方にかけての死角に自転車が隠れる可能性が有る。離隔が 2m 前後しか確保されていないアームスフォートの Wuytierslaan について、Fietsberaad (Examples-Right-of-way-02) も次のように指摘している：

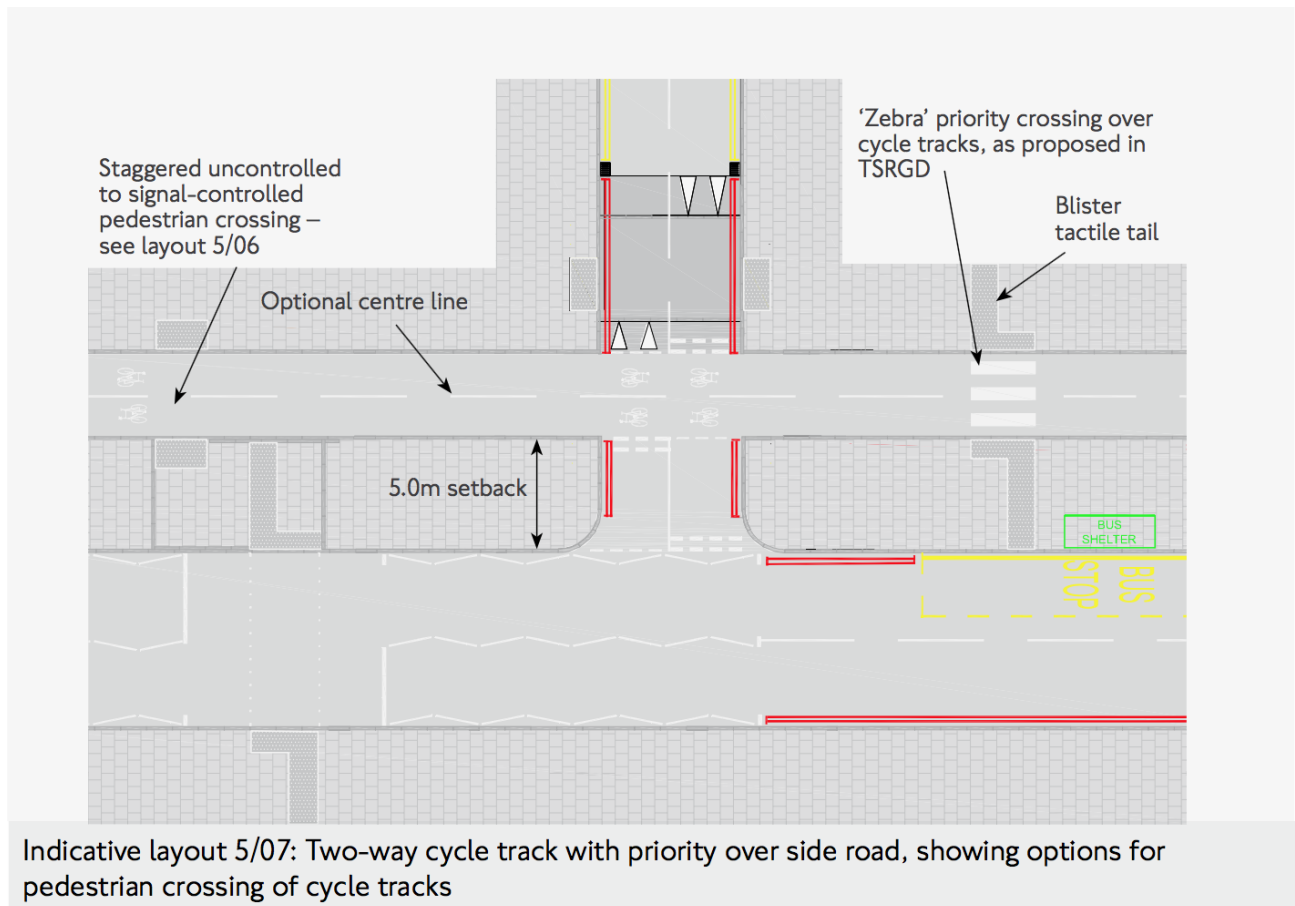
The distance between bike path and lane, however, is at approx. 2 metres not sufficient to accommodate a waiting car. Motorists entering the side-road from Wuytierslaan and having to grant free passage to bicycles therefore take up half of the exit construction. The cyclists are therefore not optimally visible and waiting cars may obstruct through traffic on Wuytierslaan.



出典：Fietsberaad (Examples-Right-of-way-02)

Transport for London (2014-12-e, p.25) は、自転車道を車道から 5 m セットバックする構造を推奨している：

For two-way tracks crossing two-way side roads, ‘bending-out’ by 5 metres is the recommended option. Where island separation is wide, this can be achieved with little or no deviation of the cycle track. Continuing a two-way track through a priority junction without deviation is possible, but brings with it various risks, related to the visibility of cyclists to turning motorised traffic.



出典：Transport for London (2014-12-e, p.25)

デンマークの自転車政策ノウハウ集 (Søren Underlien Jensen et al., 2000, p.85) は 5~7m が良いとしている：

Dobbeltrettede cykelstier

Dobbeltrettede cykelstier og vigepligtsregulerede kryds er en dårlig kombination. Disse giver nogle sikkerhedsmæssige problemer, der er svære at løse, såfremt stien forløber langs den overordnede vej.

[中略]

Hvor pladsforholdene tillader det, kan cykelstien trækkes 5-7 m væk fra den overordnede vej og føres over sidevejen på en hævet flade.

[引用者による訳：

双方向通行の自転車道

双方向通行の自転車道と優先通行権 (によって運用する無信号の) 交差点の組み合わせは好ましくない。自転車道が幹線道路の車道に隣接している場合、この構造は幾つかの解決困難な安全上の問題を引き起こす。

[中略]

空間に余裕が有る場合は自転車道を幹線道路の車道から 5~7m 離し、車道から嵩上げた横断帯で脇道と交差する構造にする事ができる。]

4.1.5. 各対策の有効性についての統計研究

これらの事故防止策の内、路面の段差 (自転車道の嵩上げやハンプなど)、及び幹線道路の車道と自転車道の離隔 (2~5m) を備えた交差点は事故リスクが低い事が実証されている (J.P. Schepers et al., 2011)。特に路面の段差は最も効果的な事故防止策であり、広い土地を要さないで汎用性も高い (J.P. Schepers et al., 2011, p.858)。環境施設帯を有する幹線道路などでは車道と自転車道の間の離隔も有効である。

Table 2
Estimation results for the type I accident risk model.^a

Parameter	Number of intersections	Regression parameter (95% Wald CI)	Exponential of the regression parameters (95% CI)	Wald χ^2	P-value
Constant		-9.43 (-12.21 to -6.65)		44.22	<0.001
Volume of motorized vehicles entering or leaving the major road		0.73 (0.50 to 0.96)		38.30	<0.001
Volume of through cyclists		0.48 (0.24 to 0.73)		13.56	<0.001
Two-way versus one-way cycle track					
One-way cycle path or other provision	423	0 (reference)	1 (reference)		
Two-way cycle path	67	0.56 (0.01 to 1.11)	1.75 (1.01 to 3.03)	4.00	0.046
Distance between the bicycle facility and the side of the main carriageway					
Cycle lane or no cycle facility	232	0 (reference)	1 (reference)		
Cycle track 0-2 m	43	0.03 (-0.69 to 0.74)	1.03 (0.50 to 2.10)	0.01	0.944
Cycle track 2-5 m	127	-0.61 (-1.20 to -0.01)	0.55 (0.30 to 0.99)	4.01	0.045
Cycle track over 5 m	88	-0.07 (-0.71 to 0.57)	0.93 (0.49 to 1.76)	0.05	0.823
Use of a red colour and quality of markings for bicycle crossings					
None	137	0 (reference)	1 (reference)		
Red colour	190	0.38 (-0.16 to 0.93)	1.47 (0.85 to 2.52)	1.93	0.165
High quality markings	80	0.55 (-0.13 to 1.24)	1.74 (0.88 to 3.45)	2.52	0.112
Red colour and high quality marking	83	0.93 (0.33 to 1.53)	2.53 (1.39 to 4.60)	9.16	<0.01
Raised bicycle crossing or other speed reducing measure for vehicles entering or leaving the side road					
Not present	277	0 (reference)	1 (reference)		
Present	213	-0.70 (-1.15 to -0.26)	0.49 (0.32 to 0.77)	9.49	<0.01
Visibility from the minor road					
Good	341	0 (reference)	1 (reference)		
Restricted	115	0.32 (-0.15 to 0.78)	1.37 (0.86 to 2.19)	1.75	0.186
Bad	34	-0.62 (-1.78 to 0.54)	0.54 (0.17 to 1.72)	1.09	0.297
Number of lanes of the side road					
One	22	0 (reference)	1 (reference)		
Two	456	-0.89 (-1.84 to 0.06)	0.41 (0.16 to 1.07)	3.35	0.067
Three	12	-0.76 (-2.21 to 0.68)	0.47 (0.11 to 1.98)	1.07	0.300
Left-turn lane or left-turn section on the main road					
Not present	341	0 (reference)	1 (reference)		
Present	149	0.11 (-0.33 to 0.56)	1.12 (0.72 to 1.74)	0.26	0.612
Type of intersection					
Three-armed	314	0 (reference)	1 (reference)		
Four-armed	176	-0.16 (-0.58 to 0.26)	0.56 (0.46 to 0.85)	0.56	1.295

^a Log likelihood is -337.55.

“Exponential of the regression parameters” の列が相対リスクを表わす。マーカー強調は引用者。

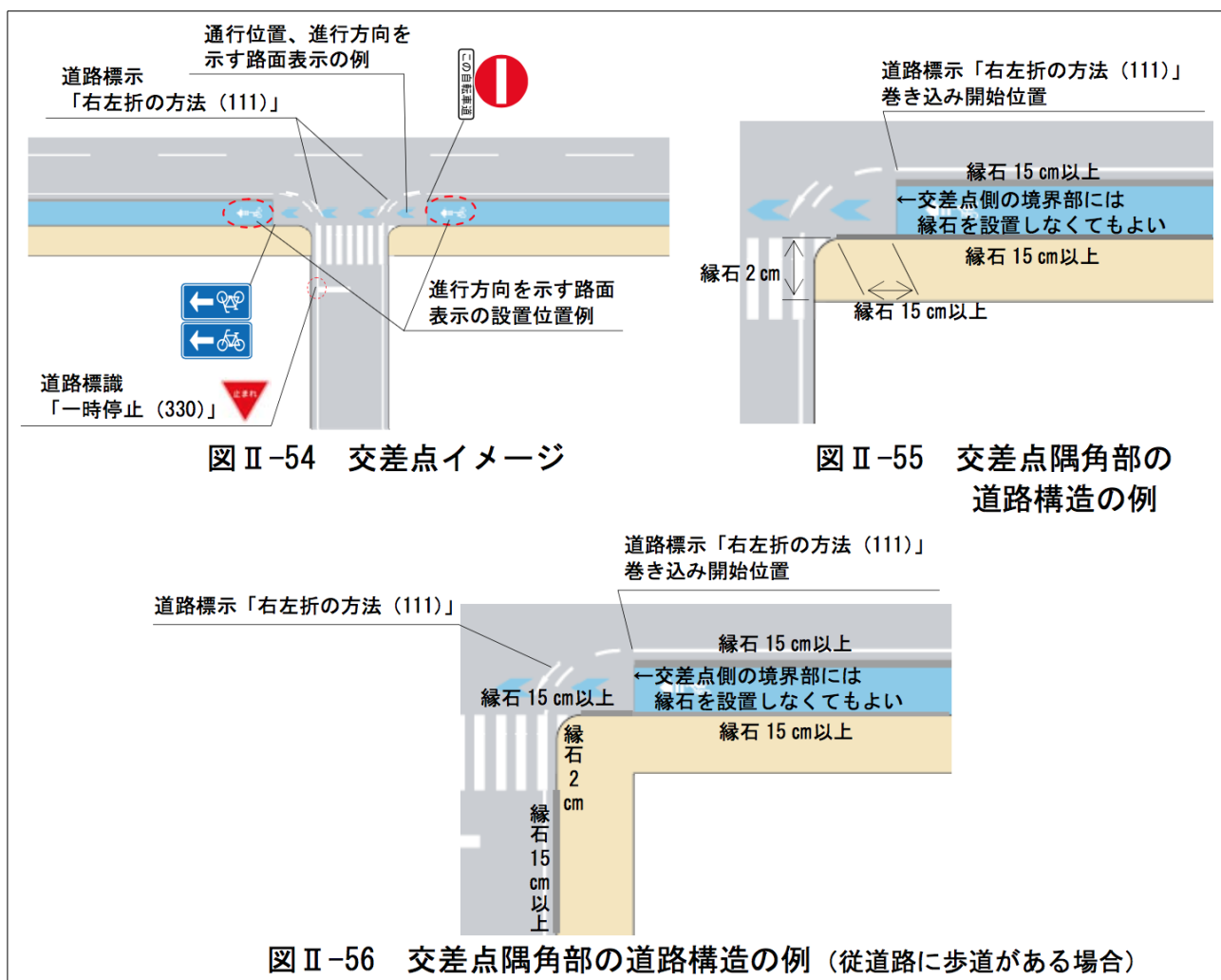
出典：J.P. Schepers et al. (2011, p.857)

なお、このモデルでは車と自転車それぞれの交通量も因子に含まれており、その回帰パラメーターから、幹線道路に出入りする車の交通量が事故件数に大きく影響している事が分かる。交差点の事故対策の検討では、

その交差点のみに着目しがちだが、道路ネットワークを俯瞰する視点に立って細街路の通過交通を排除する事で、その交差点から細街路に出入りする車の交通量そのものを減らすという施策も有効である。しかしこれについて改定ガイドラインは言及していない。

4.1.6. 海外の設計指針と先行研究の看過

改定ガイドラインが示す幹線道路と細街路の交差点の設計指針 (国土交通省 et al., 2016, pp.II-58-II-59) は車の速度を抑制して事故を防止するという発想を欠いており、交差角度の直角化や隅切り半径の縮小、速度抑制ハンプの設置といった手法に言及していない。それどころか、「自転車道の交差点側の境界部には、縁石の設置は省略できる」としており (国土交通省 et al., 2016, p.II-59)、設計例の図の歩道も全て切り開き形式である (国土交通省 et al., 2016, pp.II-58-II-61)。



出典：国土交通省 et al. (2016, p.II-58)

交差点部分でも歩道を同一平面で連続させる構造 (上述の exit construction や raised crossing) であれば、その部分の車道面に対する段差を速度抑制ハンプとして機能させる事ができる。また、『道路構造令の解説と運用』 (日本道路協会, 2004, pp.240-241) でマウントアップ形式の歩道と組み合わせる事が推奨されている嵩上げ横断歩道 (スムーズ横断歩道) にも同様の機能が期待でき、自転車インフラの安全策を構成する要素として一体的に取り扱う事も可能だが、改定ガイドラインはそれにも言及していない。

4.2. Protected intersection の設計手法の看過

本節では、改定ガイドラインが示す交差点の標準設計が安全上の問題を多数抱えている事、それらの問題が“protected intersection”と呼ばれる交差点構造や過去の日本の交差点設計案では解決済みである事、ガイドライン策定過程でそれらの設計手法が看過されている事を指摘する。

まず4.2節の冒頭では protected intersection の構造上の特徴を概観し、その設計手法が近年、オランダからアメリカに伝播した経緯についても触れる。

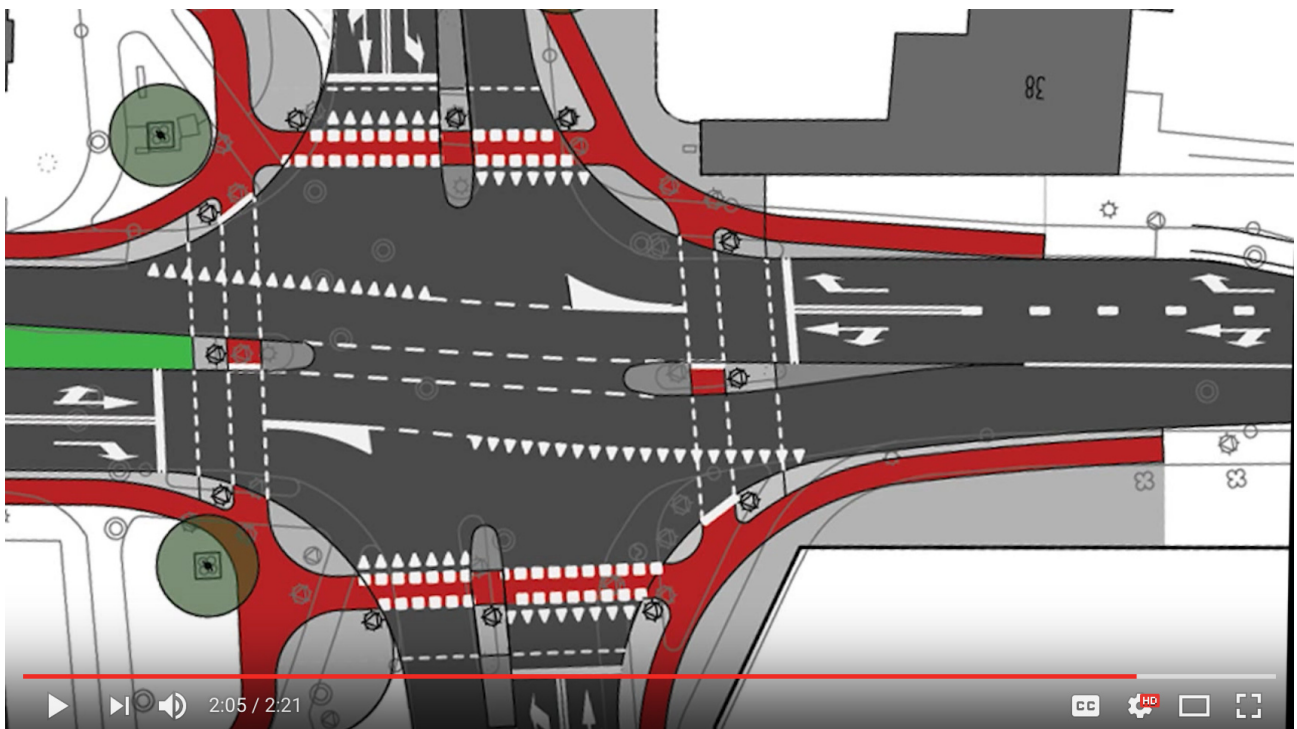
次に4.2.1節では、交差点手前で自転車道や自転車レーンを打ち切り、混在通行化するのが安全であるという検討委員の認識が構内実験の結果の誤った解釈に基づくものであり、海外の最新の潮流も看過されていると指摘する。

4.2.2節では自転車用の停止線の前出し距離について、改定ガイドラインが示す値が大型車の死角を考慮しない過小な水準であり、安全上の根拠を欠く恣意的な値であると指摘する。

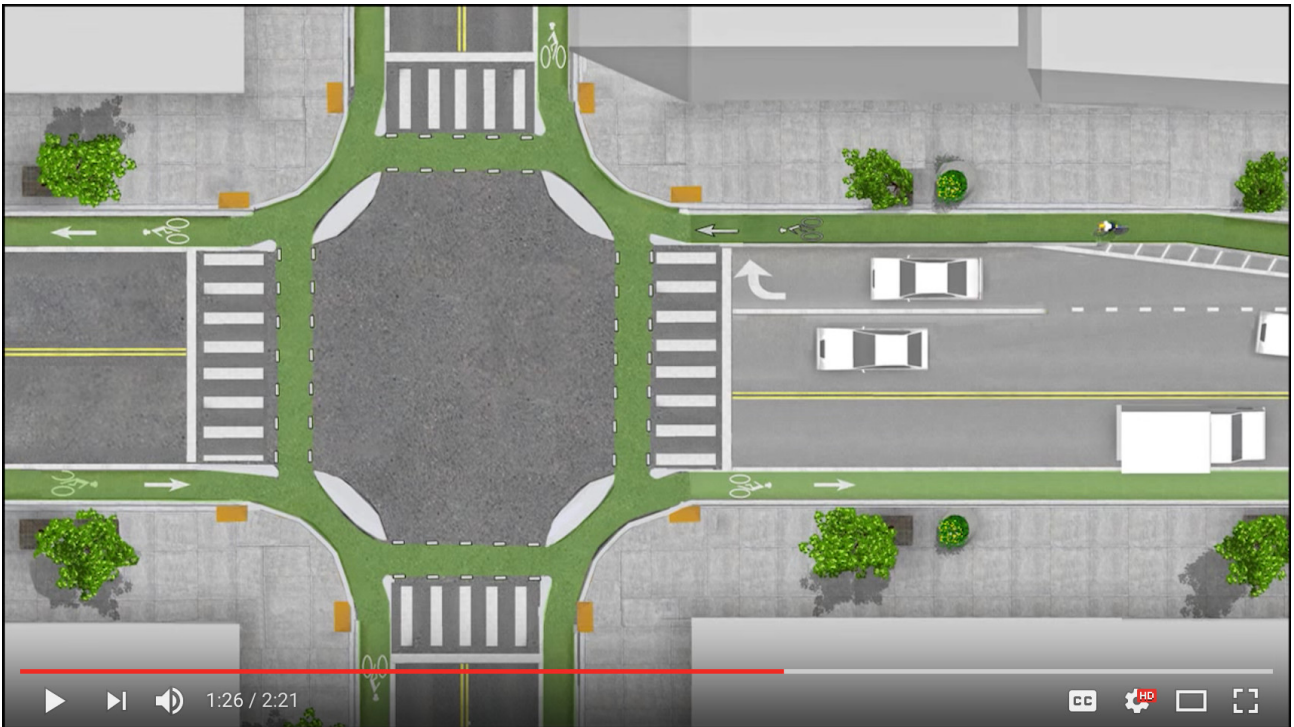
4.2.3節では、車道左端から直線的に自転車を誘導する改定ガイドラインの標準的な交差点設計例が、自転車横断帯をオフセットした交差点構造よりも安全面で劣る理由を説明する。

最後に、改定ガイドラインの交差点設計例が抱えるその他の欠陥として、自転車用の左折・直進バイパスの欠如(4.2.4節)、安心感と分かりやすさに欠ける二段階右折の待機空間(4.2.5節)、自転車専用信号機の具体的な設置・制御基準の欠如(4.2.6節)を挙げる。

Protected intersection の構造上の特徴、及びアメリカへの伝播の経緯



自転車道を有する幹線道路の信号交差点の例。出典：Mark Wagenbuur (2011-04-03)



オランダの交差点構造がアメリカの道路に適用可能であることを示す図
 出典：Mark Wagenbuur (2011-04-03)

これらの図はオランダの幹線道路の信号交差点設計で自転車通行空間がどのように配置されているかを説明する、Mark Wagenbuur 氏による動画の一画面で、上が実際の設計例、下がアメリカの道路にもオランダの設計手法が使える事を説明する図である。この構造には次のような特徴と利点がある (右側通行の国の場合)：

- 自転車道が交差点まで途切れず連続している
 - 車の信号待機列に巻き込まれずにスムーズに進める
 - 自転車は信号とは無関係に交差点を右折 (日本の左折に相当) できる
- 自転車道の停止線が車道の停止線より遙か前方に在る
 - 直進自転車が右折車よりも早く交差点に進入でき、優先関係が確立しやすい
 - 右折車が自転車を見落としにくい
 - 歩行者だけでなく自転車にとっても横断距離が短い
- 自転車道が交差点の周辺で外側にオフセットしている
 - 右折車の自転車横断帯への進入角度が直角に近付き、ドライバーが自転車を視認しやすい
 - 右折車と自転車の衝突回避余裕が大きい
 - 車道端の延長線上と自転車横断帯の間に右折車が取り、後続の直進車を妨げない
 - 自転車道と車道の間で空間で横断歩行者 (やベビーカーを押す人、車椅子利用者) が信号待ちでき、かつ横断距離も短くなる
- 交差点の角に交通島が有る
 - 直進、二段階左折で信号待ちする自転車が曲がる車に巻き込まれない
 - 車にとっての隅切り半径が小さく、右折時の速度が低下する



車道から分離しているので子供や高齢者、幼児同乗でも安心して利用できる。

2段階右折での
交差点内滞留が無い。

大型車の影になりにくい。

横断距離が短いため
足の不自由な方や
高齢者も横断しやすい。

左折中の自動車とお互い
視認しやすい角度である。

左折時は信号待ちせずに
左折でき、自動車との
事故の危険性も無い。

左折自動車と停止位置が
離れているため
左折巻き込み事故が少ない。

以下の様な単路事故が
起きない。

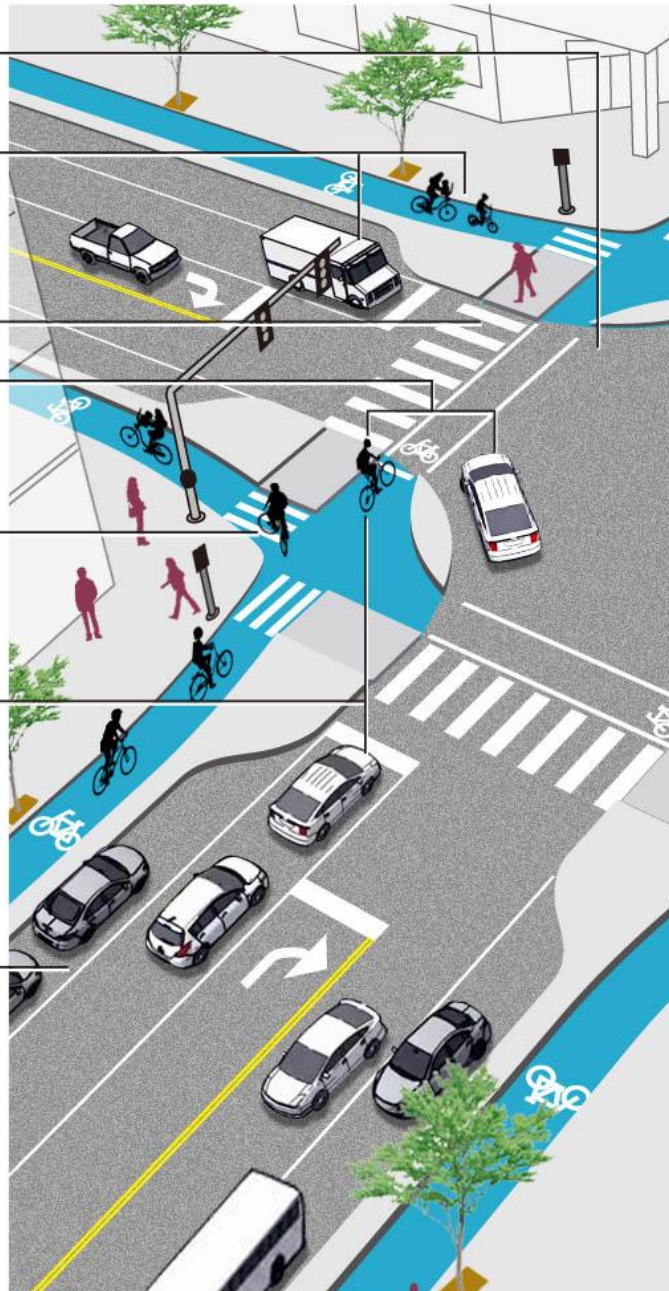
原付や自動二輪との接触

自動車からの追突・
追抜き事故

自動車のドアとの接触

路上停車車両の出入り時
の事故

バスが停留所へ到着・
出発時の事故



出典：otenbanyago (2014-10-03)

後述する protected intersection のプレゼンテーション動画を元に otenbanyago (2014-10-03) が作成した説明図

都市計画・交通工学の専門家である Dick van Veen 氏もインタビュー (Mark Wagenbuur, 2014-02-23) で同様の説明をしている：

the tight radius for right turning cars to decrease their speeds on the intersection

[中略]

the cycle track slightly bent away from the intersection [中略] This not only creates a safe waiting place for people cycling, but also a waiting place for exactly one car in that turn. It is right before the crossing place for people walking and cycling, but it is at the same time out-

of-the-way from straight going motor traffic.

[中略]

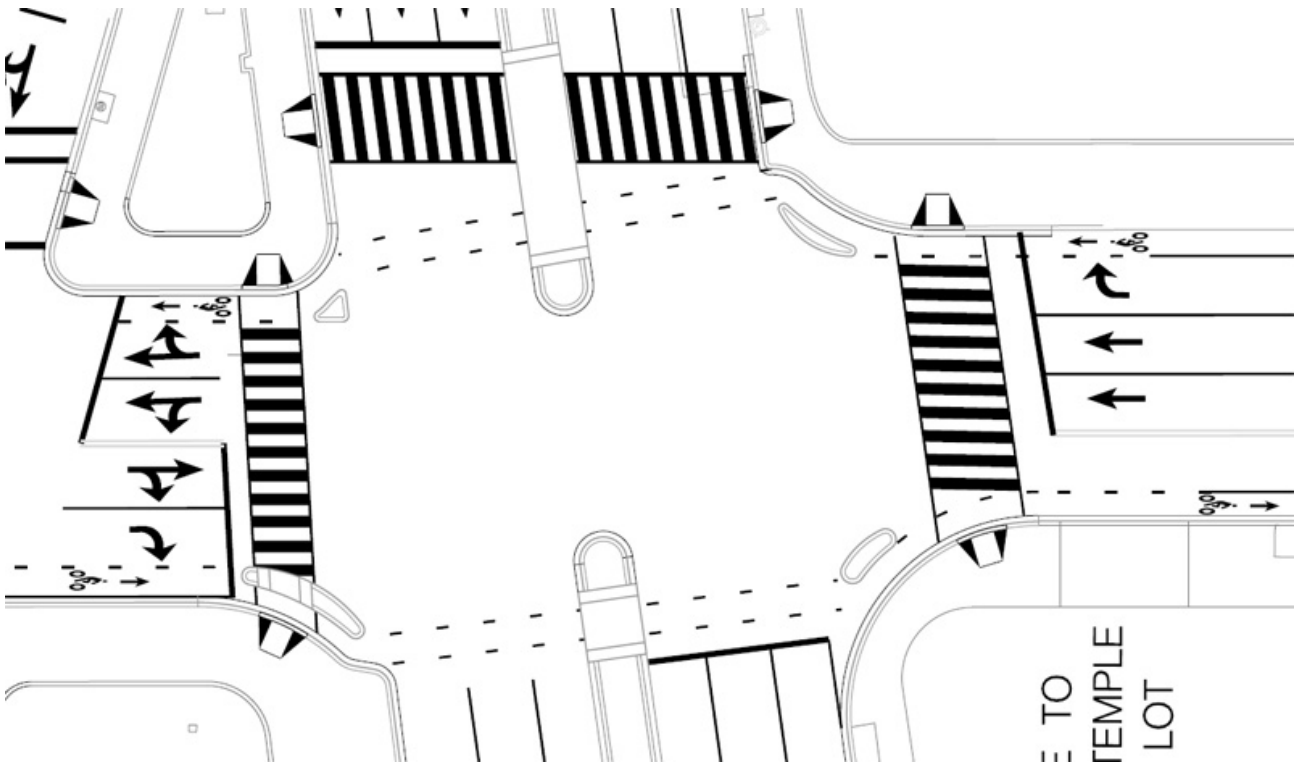
Another reason for the bent out cycle path is to make the distance between the carriage way and the cycle path large enough for a wheel chair or a mother with a baby carriage to stand there and wait for a safe crossing moment.

この交差点構造はオランダでは50年前から整備が始まったもので、既に実証段階は過ぎており、自転車道を有する道路の交差点のほぼ全てに普及している (Mark Wagenbuur, 2011-05-05)。それを2011年に Mark Wagenbuur 氏が英語圏に向けて発信したのは、アメリカの NACTO が同年に発表した最新の自転車通行空間の設計指針が、過去のオランダの失敗を繰り返す欠陥設計であったにも関わらず、発表主体の NACTO がそれを「欧州の最も優れた設計手法 (“European best practice”）」だと謳っていたからである (Mark Wagenbuur, 2011-04-07)。

Wagenbuur 氏の記事は英語圏で大きな注目を集め、その後アングロサクソン諸国がオランダの設計手法を見よう見まねで自国の設計指針に活かし始めた。しかしニュージーランドのクライストチャーチとアメリカのワシントン DC が描いた設計例は自転車の停止線の位置が不適切であったり自転車通行空間の屈曲が急すぎるなどの問題が有り、オランダの設計手法を正確に理解していないと批判されている (Mark Wagenbuur, 2014-02-23)。

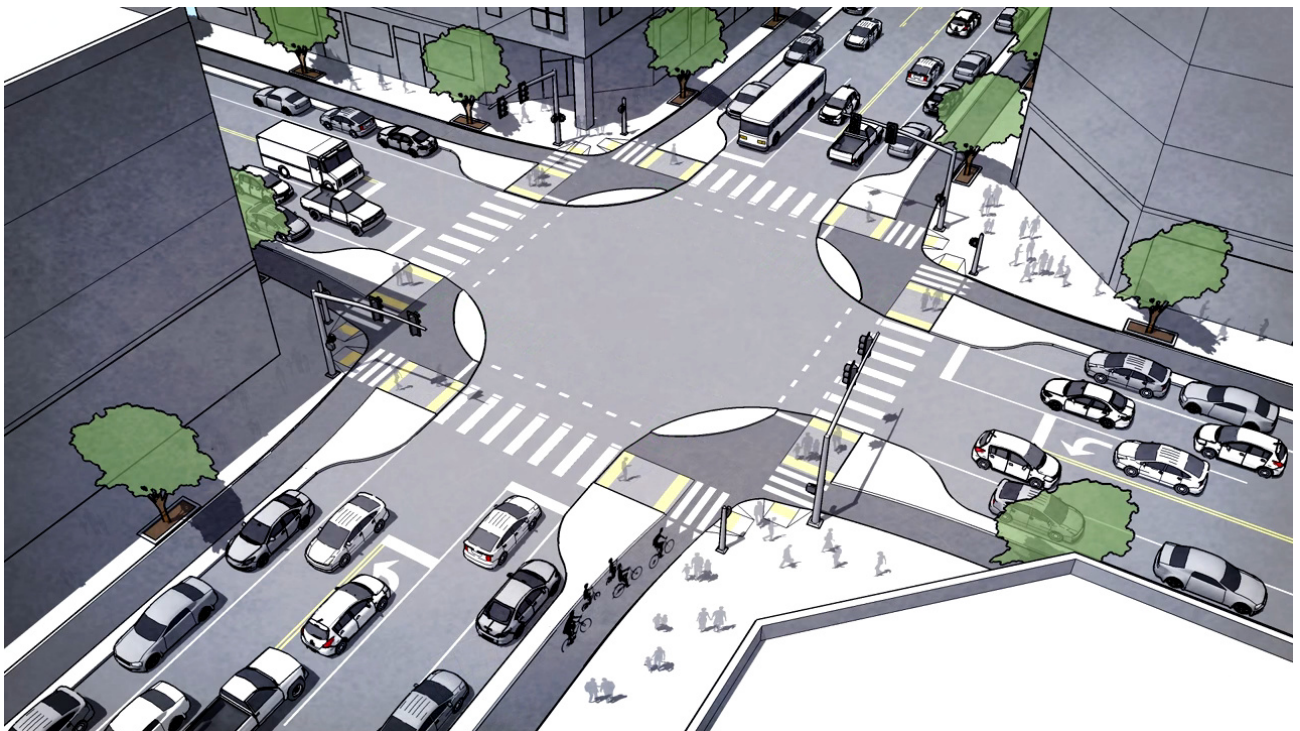


クライストチャーチの交差点設計案。自転車の停止線の位置が車と変わらず、交差点角の線形も極めて悪い。
出典：Mark Wagenbuur (2014-02-23)



ワシントンDCの交差点改修案。同じく自転車の停止線の配置、線形に問題を抱えている。
 出典：Mark Wagenbuur (2014-02-23)

一方、2014年にアメリカの建設コンサルタント会社、Alta Planning + Design の Nick Falbo 氏が Mark Wagenbuur 氏の動画を参考にして描いた図はオランダの設計手法の意図をよく理解した上でアメリカの道路・交通事情に合うようにアレンジを加えており、大いに注目を集めた。



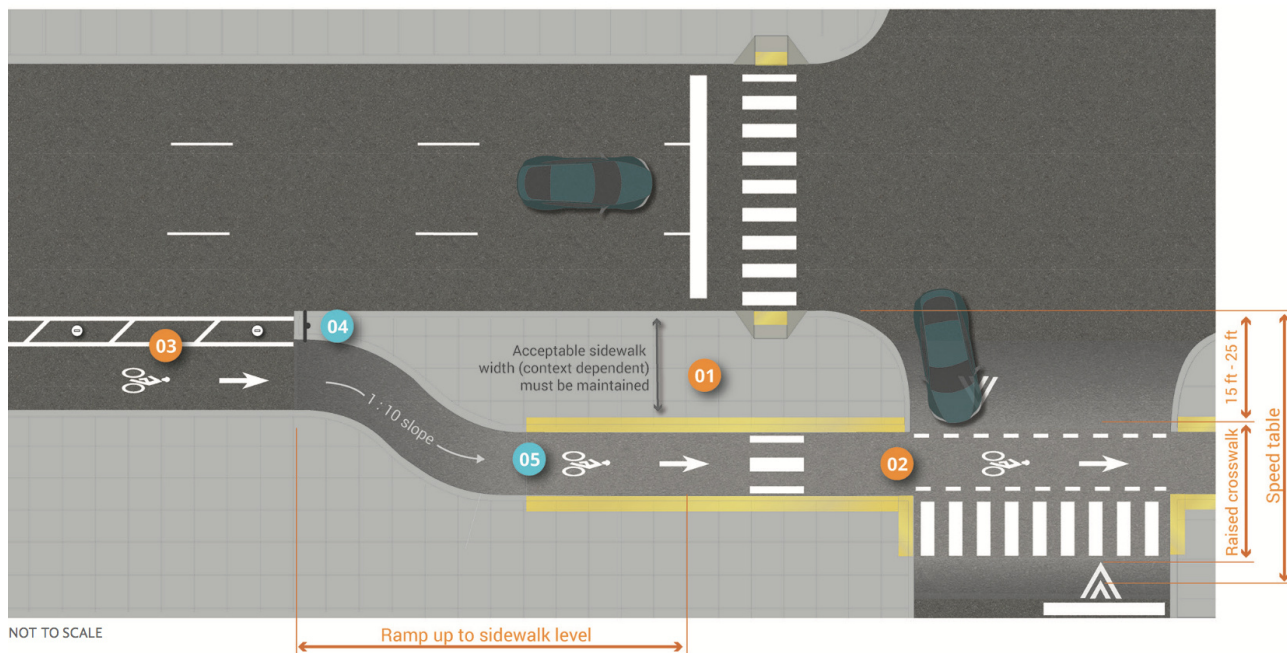
出典：Nick Falbo (2014-02-14 at 01'19")

その結果、北米では2015年に入ってからこの protected intersection 構造が実際に数都市 (ソルトレイ

ク・シティー、シカゴ、オースティン、デイヴィス、バンクーバー、モントリオール) に試験的に導入された (Alta Planning + Design, 2015-12, pp.37-49)。

また、同年には Federal Highway Administration (FHWA, 2015, p.111) が protected bike lane (構造分離型自転車レーン) の設計・計画ガイドの中に、protected intersection の特徴の一つである交差点での自転車道のオフセットを (旧来の設計手法との併記ではあるが) 掲載した。

Figure 26



出典：FHWA (2015, p.111)

なお、Nick Falbo (2014) は protected intersection と共通する要素を持つ交差点の事例を世界各地から収集しており、その一つとして日本の練馬北町陸橋交差点 (自転車横断帯が撤去される前の状態) も挙げている。

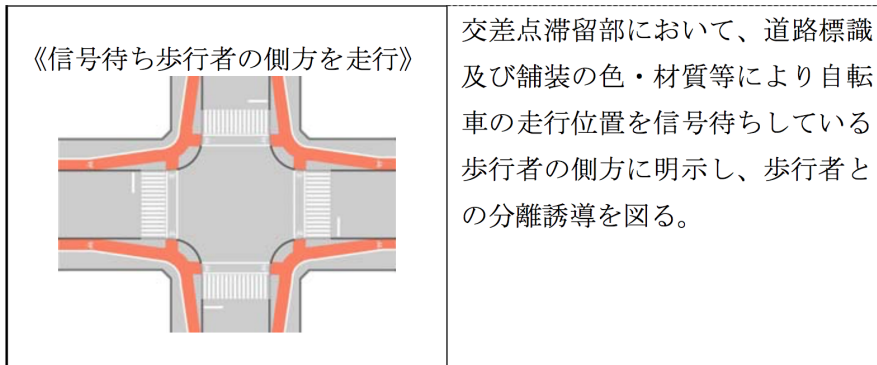


出典：Nick Falbo (2014) ※大元の画像は Google Maps Street View (2013-07@35.7640219,139.6645977)

いま日本では、この交差点構造の一要素を占める自転車横断帯が、車道通行する「自転車に不自然かつ不合

理、場合によっては危険な通行を強いる」(警察庁, 2011-10-25, p.2) との理由から撤去されつつあるが、実はその撤去前の構造が protected intersection に近いとして海外から注目されていたのである。

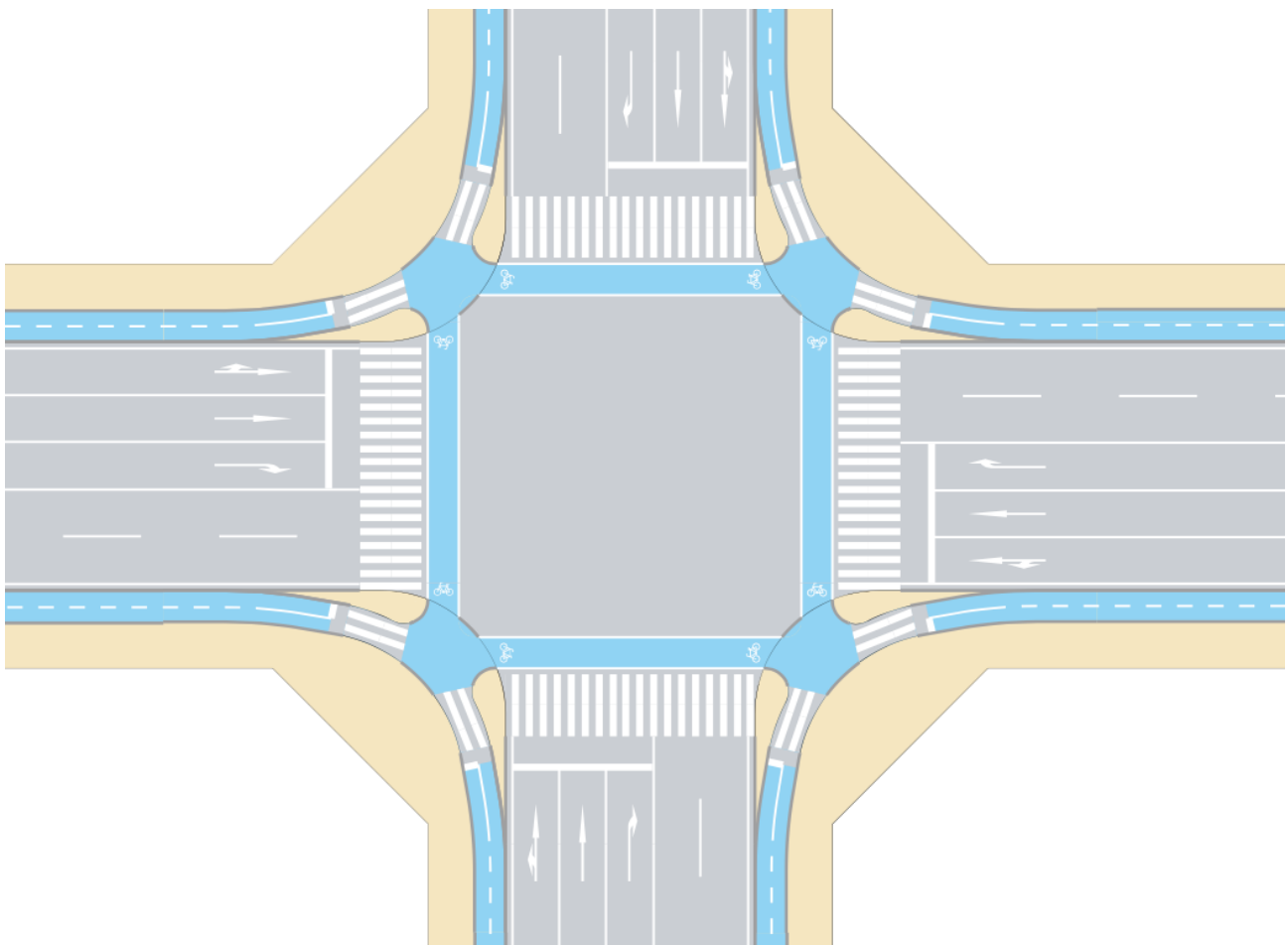
Protected intersection 構造の看過



検討委員会の配布資料では取り上げられていないが、protected intersection に似た交差点設計案は国土交通省が2007年に発表した『自転車利用環境整備ガイドブック』で既に示されている。

出典：国土交通省 et al. (2007-10, p.9)

同様の設計案は初版ガイドライン発表後の地方説明会資料にも見られた：



出典：国土交通省 (2013-b, p.62)

しかし検討委員会はこれらの設計案を看過し、それよりも安全性・利便性で劣る交差点構造のみに基づいて議論している。

4.2.1. 交差点手前の混在通行化に関する誤解と最新の潮流の看過

ガイドラインは初版、改定版ともに交差点流入部の自転車通行空間を以下のように分類し (国土交通省 et al., 2012, pp.II-31-II-32; 2016, pp.II-37-II-38)、

自転車道又は自転車専用通行帯の確保が可能な場合

- 1) 交差点手前約 30m 程度で自転車道又は自転車専用通行帯を打ち切り、車道左側部の車線幅員を拡げ、路面表示により自転車の通行位置を明確化し、自転車と左折する自動車を混在させて一列で通行させる手法 (以下、「左折自動車のみ混在の場合」という。)
- 2) 交差点に自転車道又は自転車専用通行帯を接続し、自転車と自動車を分離させる手法 (以下、「分離の場合」という。)

幅員の確保が困難な場合

- 3) 車道上で自転車と自動車を混在させて通行させる手法 (以下、「混在の場合」という。) を検討するものとする。

それぞれ数字の順に設計例を示している (国土交通省 et al., 2012, pp.II-33-II-39; 2016, pp.II-39-II-45)。

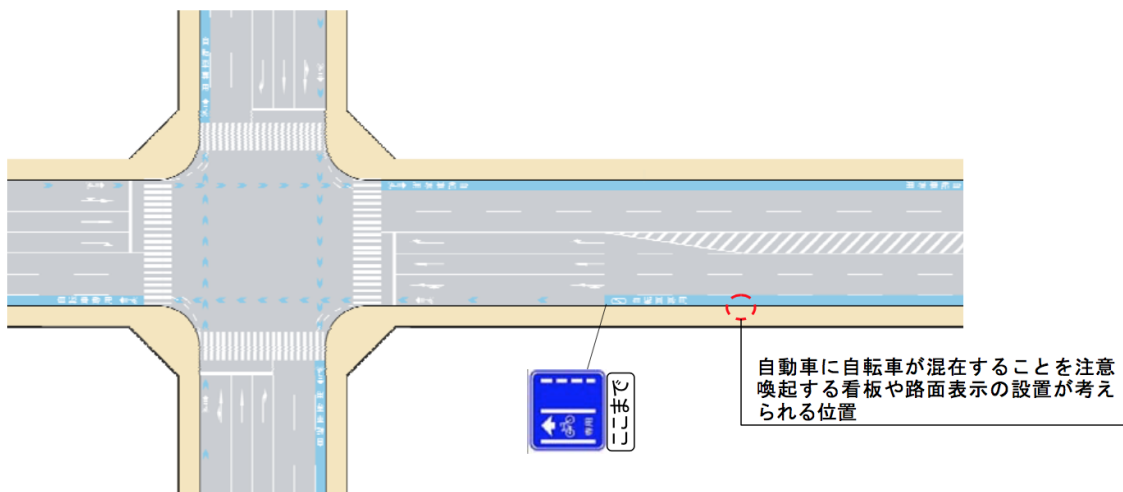


図 II-30 車道混在を注意喚起する看板・路面表示の位置の例 (自転車専用通行帯の場合)

(1) に対応する交差点設計例。出典：国土交通省 et al. (2016, p.II-41)

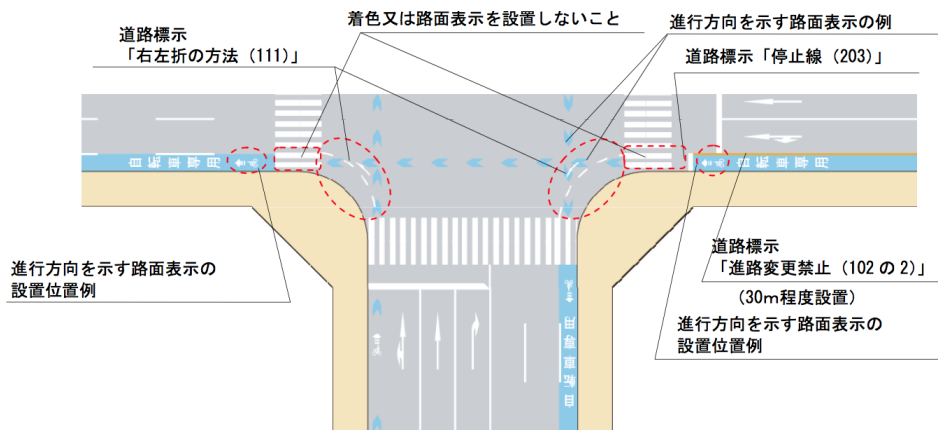


図 II-32 交差点隅角部の道路構造の例 (自転車専用通行帯の場合)

(2) に対応する交差点設計例。出典：国土交通省 et al. (2016, p.II-42)

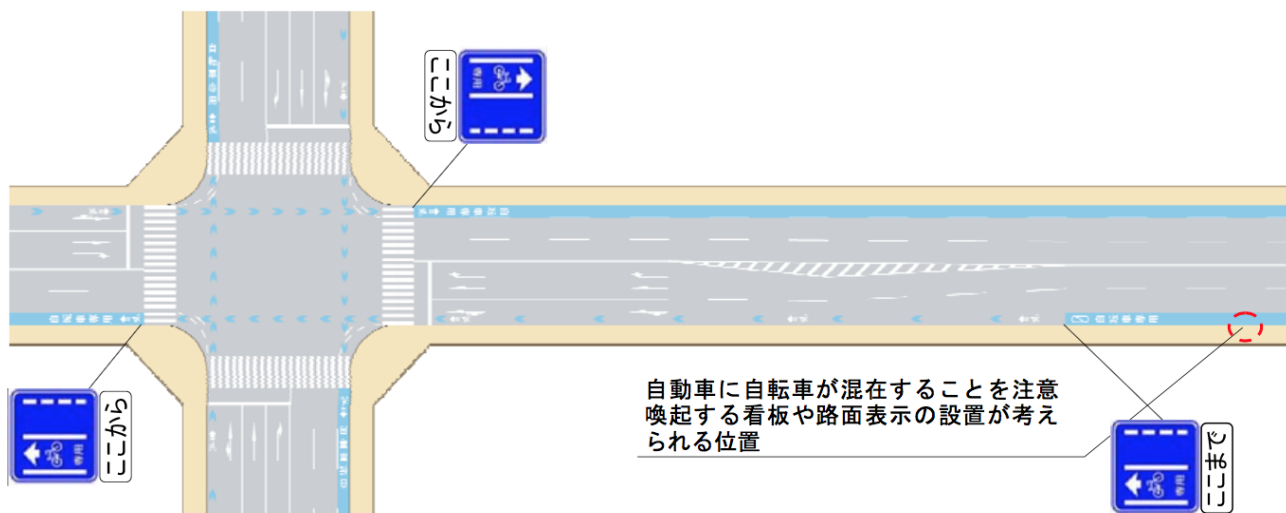


図 II-36 車道混在を注意喚起する看板・路面表示の位置の例
(交差点流出側に自転車専用通行帯を確保可能な場合)

(3) に対応する交差点設計例。出典：国土交通省 et al. (2016, p.II-44)

但し、1と2の使い分け基準は明示していない(国土交通省 et al., 2016, p.II-37)：

交差点流入部の手法として、(1)の場合は、左折自動車と自転車は一列で通行し、通行順序ははっきりするものの、不安を感じる自転車利用者が存在することに加え、混在して一列で通行する通行方法を自動車、自転車相互に周知することに課題がある。一方、(2)の場合は、交差点直近まで自転車と自動車とが分離され自転車利用者の安心感はあるものの、信号制御により自動車と自転車を分離しない限り自動車が左折時に後方から進行してくる自転車に注意する必要があることに加え、自転車が優先意識を持ち、自動車を意識しなくなる可能性があるため、通行方法を自転車に周知することに課題がある。(1)、(2)それぞれの課題を踏まえ、交差点流入部の形態を選定し、自転車、自動車の双方にその通行方法を周知徹底するものとする。

ここで、幅員が不足していない環境でも敢えて自転車専用通行空間を打ち切り、車と混在させる形態をガイドラインが示した背景には、初版ガイドライン策定前に開催された検討委員会(2012-02-g, p.11)に提出された山中英生委員の、

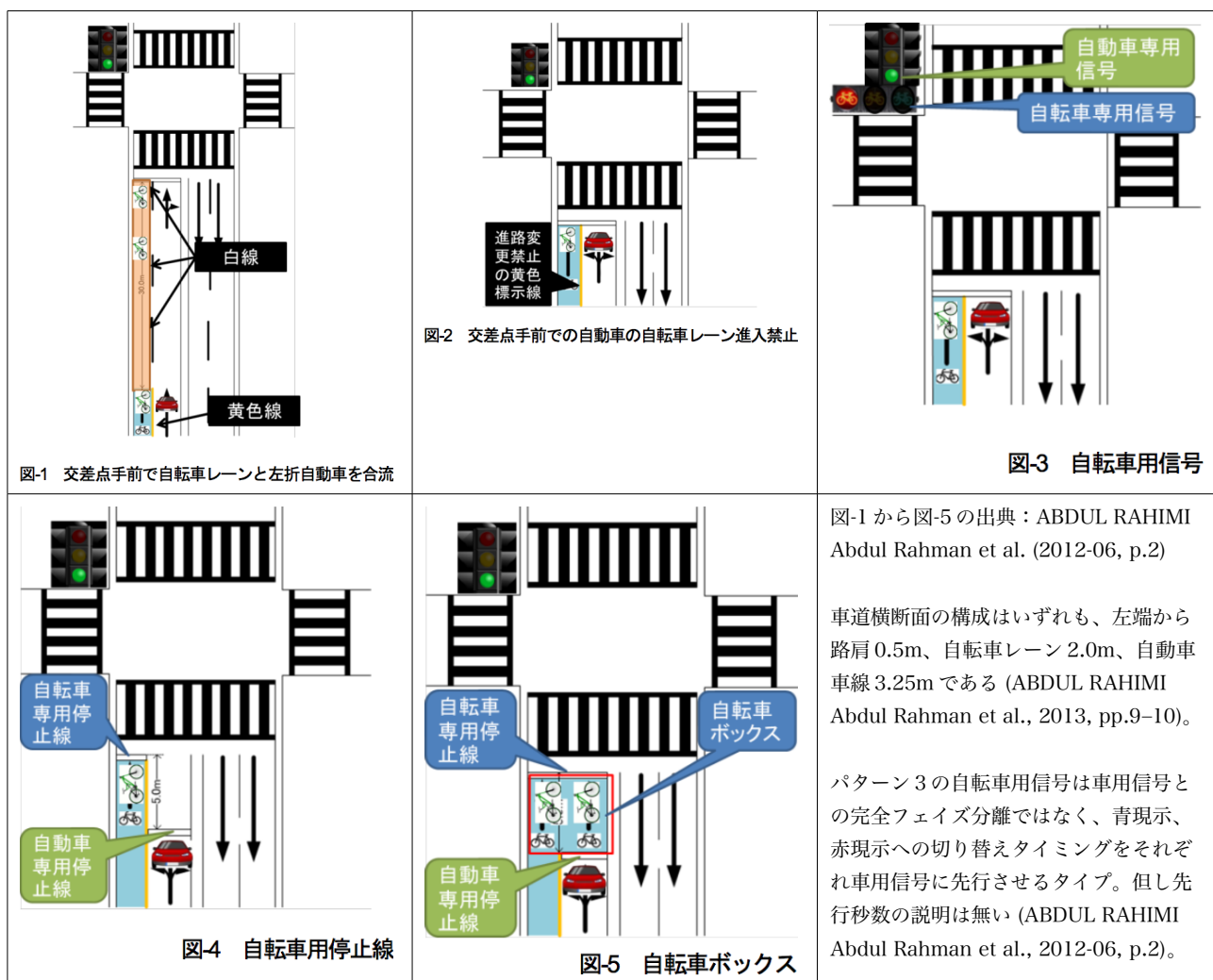
交差点直近までレーンをひくのは、米国やデンマークでは問題とされており、2段階停止の対策以外にも、事前にマージする対策など多様な対策が実施されています。

との意見の影響が有ると考えられる。また、同委員会の久保田尚委員長は第3回委員会直前の2012年2月13日に構内走行実験を行ない、同年6月にその結果を纏めた日本語の速報版(ABDUL RAHIMI Abdul Rahman et al., 2012-06)を、翌年に英語の詳細版(ABDUL RAHIMI Abdul Rahman et al., 2013)を発表し、交差点手前での混在通行化が最も安全であるとして支持しているため、これもガイドラインの内容に影響したと考えられる。しかし、米国・デンマークの事例を根拠にした山中委員は両国の近年の潮流を看過しており、久保田委員も公道とは根本的に条件が異なる構内実験の結果を誤って拡大解釈していると思われる。

4.2.1.1. 交差点走行実験結果の誤った解釈

久保田委員長が関わった実験 (ABDUL RAHIMI Abdul Rahman et al., 2013) は、車道端への自転車レーン整備を推進する事を前提に、実験当時、国内で不足していた交差点周辺の設計手法を探る事を目的としている。この為、実験計画を立てる段階で既に、protected intersection やそれに類似する従来の自転車歩行者道を実験対象から外すという確認バイアスが混入しており、その結果には注意が必要である。

ABDUL RAHIMI Abdul Rahman et al. (2013) が実験した交差点構造は以下の5種で、これらを埼玉県さいたま市の旧免許試験場の構内に仮設し、自転車には交差点を直進するコースを、車には左折するコースを自由走行させ、アンケート調査で実験参加者の主観評価を、ビデオ撮影で自転車と車の交錯回数を、アイマークレコーダーでドライバーの自転車見落とし回数などを調査している。実験参加者は自転車が男性9名、女性1名、乗用車が男性3名、トラックが男性1名で、いずれも大学生と、年齢・性別の偏りが大きい。



アンケートでは5種の交差点構造を1位から5位までの順位で参加者に評価させている。自転車運転者の回答では、高評価が複数のパターンに分散しているが、低評価はパターン1の「合流」に集中している。

Table 6. Pattern preferences of users

User	Pattern	Preferred pattern (person)				
		First	Second	Third	Forth	Fifth
Motorists	(1) Mixed traffic with left-turning motorist	1	2	0	0	1
	(2) Left-turn in the intersection for motorist	1	0	3	0	0
	(3) Bicycle signal	1	0	0	1	2
	(4) Advanced stop lines	1	1	0	1	1
	(5) Bicycle box	0	1	1	2	0
Bicyclists	(1) Mixed traffic with left-turning motorist	1	1	1	2	5
	(2) Left-turn in the intersection for motorist	2	3	0	2	3
	(3) Bicycle signal	3	1	4	2	0
	(4) Advanced stop lines	1	4	3	2	0
	(5) Bicycle box	3	1	2	2	2

出典：ABDUL RAHIMI Abdul Rahman et al. (2013, p.13)

その要因として考えられるのが、

- パターン3で自転車専用信号機ではなく誤って自動車用の信号機を見てしまった
- パターン5の自転車ボックスで車の前方に位置取りする事が不安だった

とのアンケート回答である (ABDUL RAHIMI Abdul Rahman et al., 2013, pp.13-14, 引用者による抄訳)。

ビデオ分析では、青信号の時間当たりの自転車と車の交錯回数 (CP/GT) と、交錯回数当たりの危険な交錯 (急な衝突回避動作を伴うもの) の回数 (NC/CP) を調査しており、CP/GT ではパターン2の「レーン進入禁止」が、NC/CP ではパターン1の「合流」が最も高い率になっている。なお、パターン1の合流で生じた1件のニアミスは、左折車の左脇を自転車がすり抜けた事に因るものである (ABDUL RAHIMI Abdul Rahman et al., 2013, p.19)。

Table 4. Frequency of conflict points (CP/GT) and near conflicts (NC/CP)

Pattern	Vehicle green light time, GT (min)	Conflict points, CP	CP/GT	Near conflicts, NC	NC/CP
(1) Mixed traffic with left-turning motorist	13.77	1	0.07	1	1.00
(2) Left-turn in the intersection for motorist	8.33	143	17.16	41	0.29
(3) Bicycle signal	29.51	113	3.83	29	0.26
(4) Advanced stop lines	16.39	156	9.52	23	0.15
(5) Bicycle box	16.39	138	8.42	19	0.14

出典：ABDUL RAHIMI Abdul Rahman et al. (2013, p.12)

ドライバーの死角から交差点に進入した自転車の台数の割合 (BS/N) や、ドライバーが自転車を見落とした割合 (NG/N) では、パターン1の「合流」がいずれも0である。

Table 5. Results of bicycles entering from blind spots and not gazed by the driver

Pattern	No. of bicycles entered the intersection, N	No. of bicycles entered the intersection from blind spots, BS	BS/N	No. of bicycles not gazed by the driver before bicycle crosses the intersection, NG	NG/N
(1) Mixed traffic with left-turning motorist	25	0	0.00	0	0.00
(2) Left-turn in the intersection for motorist	89	29	0.33	50	0.56
(3) Bicycle signal	110	37	0.34	66	0.60
(4) Advanced stop lines	70	22	0.31	41	0.59
(5) Bicycle box	50	11	0.22	26	0.52

出典：ABDUL RAHIMI Abdul Rahman et al. (2013, p.12)

以上の結果から ABDUL RAHIMI Abdul Rahman et al. (2013, p.15) は、交差点手前での直進自転車と左折車の合流が、自転車運転者からの評価は最低ながら、最も安全な形態であると結論付けている。しかしこの結論は3つの点を看過している。



実験が行われた試験場の様子 出典：ABDUL RAHIMI Abdul Rahman et al. (2013, p.10) の Figure 10 (部分)

第一に、この実験が行われたのは歩道の無い運転免許試験場という特殊環境である為、現実の道路と違って自転車運転者は左折車に進路を塞がれた時に歩道に上がる事ができない。

実際の道路では、交差点手前で混在通行を意味する矢羽根型路面表示が設置されていても、自転車は左折車と一列に並ぶのではなく、歩道に上がって先に進むケースが各所で観察されている。

2.2.4 節で引用した報告を再掲する：

- 国道246号の世田谷区・上馬交差点では「ここは左折車が多く、しかもはるか手前から第一通行帯に進入し、車道左側を走行するため、前述のようにそれまで車道走行していたにもかかわらず歩道に回避する自転車が増えてきます」(日本自動車教育振興財団, 2015-06-15, p.5)
- 京都市の河原町丸太町交差点では「現地を視察した際、ほとんどの方が交差点を渡る際に手前から歩道にあがって横断歩道をわたっていた」(京都市, 2016-03-26-h, p.3)。
- 大阪市の本町通りでは「単路区間の車道走行は比較的高いが、交差点に近づくと歩道に入る利用者も多い」(大阪市, 2016-01-28-a, pp.1-2)。

ABDUL RAHIMI Abdul Rahman et al. (2013) 自身の調査結果も示すように、自転車運転者は交差点手前での左折車との合流に最低評価を下しており、実際の道路環境ではその大半が交差点の手前で歩道に上がると予想される。



出典：otenbanyago (2014-09-11)

第二に、この実験では直進自転車と左折自動車の2群しか道路上に存在しないが、現実の道路には他にも後続の直進自動車や対向右折車が存在する。前方の左折車に車道左端を塞がれた自転車は左折車を右側から追い越す事が有るが、この時、同一あるいは右隣の車線を走ってきた後続の直進車に追突されるリスクが生じる。

また、自転車が車列の最後尾から交差点に進入する場合、前の車の車体の陰に隠れて対向右折車から見落とされやすく、交差点内で右直事故に繋がるリスクも有る。萩田 (2015-05-25, p.18) に拠れば、千葉県東葛地域の信号交差点で発生した事故のうち最も多かった衝突パターンは左側通行の直進自転車と対向右折自動車の264件である。

このように、車の流れに自転車を巻き込む事で生じる自転車自体の不規則な挙動や、交差点への進入タイミングの遅れによって増大する右直事故リスクを、ABDUL RAHIMI Abdul Rahman et al. (2013) は考慮していない。

この他、ABDUL RAHIMI Abdul Rahman et al. (2013, p.17) 自身も認めているように、構内実験ではドライバー役の参加者が僅か4人であり、現実の多様なドライバーを代表しているとは言えない。実際には、自転車との一列混在通行という設計者の意図を無視し、列への強引な割り込みや側方間隔不足での並走をするドライバーも存在すると考えられる。

4.2.1.2. 交差点設計に関する海外の最新の潮流の看過

山中委員は検討委員会 (2012-02-g, p.11) に、

1. 交差点の左折巻き込みに対する安全対策について

左折車需要、レーン直進の自転車が多い場合、事故・安全予防対策を検討すべきであるが、交差点直近までレーンをひくのは、米国やデンマークでは問題とされており、2段階停止の対策以外にも、事前にマージする対策など多様な対策が実施されています。したがって対策方法として、以下のような対策を交差点の空間・交通状況によって選択するようにすべきです。

1) 死角対策

二段階停止線

2) 混在状態で左折・直進へ分流する。

自転車レーンの流入部での削除+自転車通行帯のカラー舗装は継続

3) 時間分離制御

分離信号 (直進自転車青+左折車赤→直進自転車赤+左折車青)

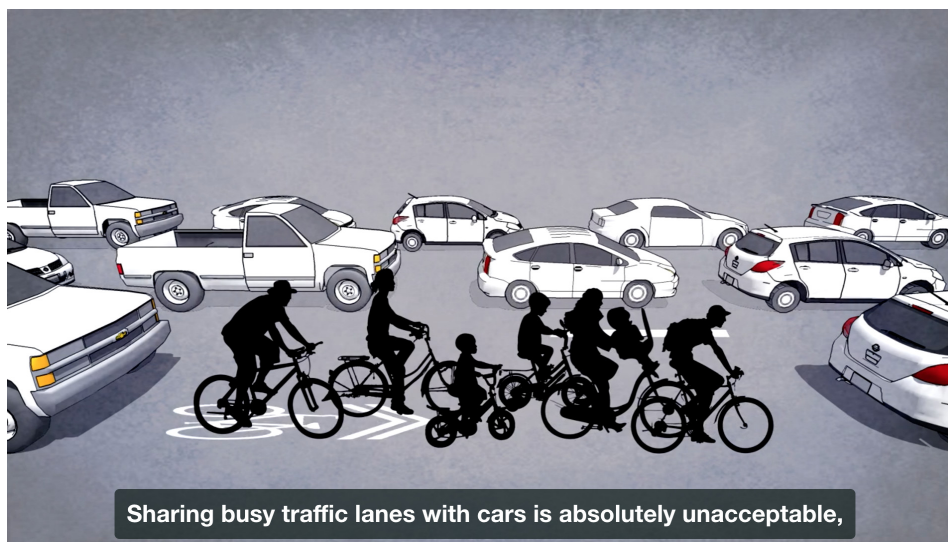
との意見を提出している。しかし、山中氏が挙げる両国も含め、海外では近年、交差点手前での混在通行化が否定的に評価されるようになってきている。アメリカが交差点手前で混在レーン (mixing zone) を採用していたのは当時の知見不足に因る面も有り、現在では、混在通行は利用者へのストレスが大きく (FHWA, 2015, p.103)、幅広い利用者層に自転車利用を促す上で障害になると指摘されている (Nick Falbo, 2014)。この指摘は、日本の文脈では歩道上での自転車と歩行者の混在状態を解消する上での障害と読み換える事ができる。

Table 3

		Pros	Cons
Maintain Separation	Signals: separate through and turning movements in time	Potential elimination of turn conflict	Increased signal cycle length, possibly with increased wait times
	Bend In: position cyclists closer to turning vehicles to increase visibility Bend Out: provide space for right-turning vehicles to turn before encountering bicycle conflicts; provide space for queueing	Greater sense of comfort/less traffic stress	Turning vehicle conflicts at intersections
Shift Bicycles Across Turning Vehicles	Lateral Shift: vehicles cross high-visibility bike lane; clear responsibility for yielding Mixing Zone: shared lane, requires less space	Organize conflicts; reduce right-hook risk	Greater traffic stress

出典：FHWA (2015, p.103)

構造分離の維持の利点に “Greater sense of comfort/less traffic stress” が挙げられている。



“We know that protected bike lanes are the key to getting the average person to consider traveling by bike. Sharing busy traffic lanes with cars is absolutely unacceptable, ...”

出典：Nick Falbo (2014-02-14 at 00'24s)

そして現在は protected intersection が米国各都市で徐々に導入されつつある。

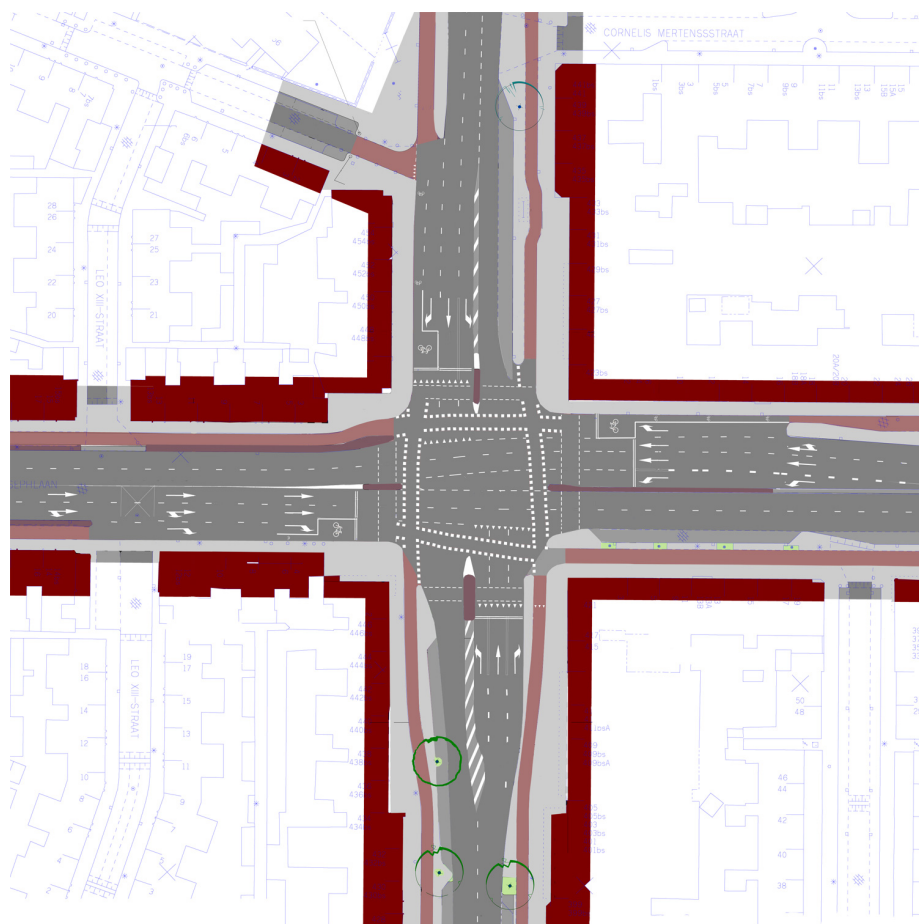
デンマークのコペンハーゲンでも同様に、交差点手前での自転車道の打ち切りは車の交通容量と安全性を両

立できるという利点を有していたものの、自転車利用者にとっての安心感の低さと交差点の通過困難性が欠点として指摘されており、今後は交差点まで続く自転車道を可能な限り採用（従来の打ち切り構造は改修）すべきとの方針が2013年に示されている（City of Copenhagen, 2013-12, p.8）：

Full width cycle track all the way to the intersection is the standard solution in Copenhagen and should usually be installed. However, if there is only space for a narrow (1.5 m) cycle lane, this is an acceptable solution. The City of Copenhagen had Trafitec consulting carry out a safety analysis of narrow cycle lanes that also analyzed cyclist sense of security; a narrow cycle lane up to the intersection is safe, is experienced by cyclists as secure, and is easily passable. When the cycle track or cycle lane continues to the intersection there should be a separate right-turn lane or right-turn ban for motor traffic whenever possible.

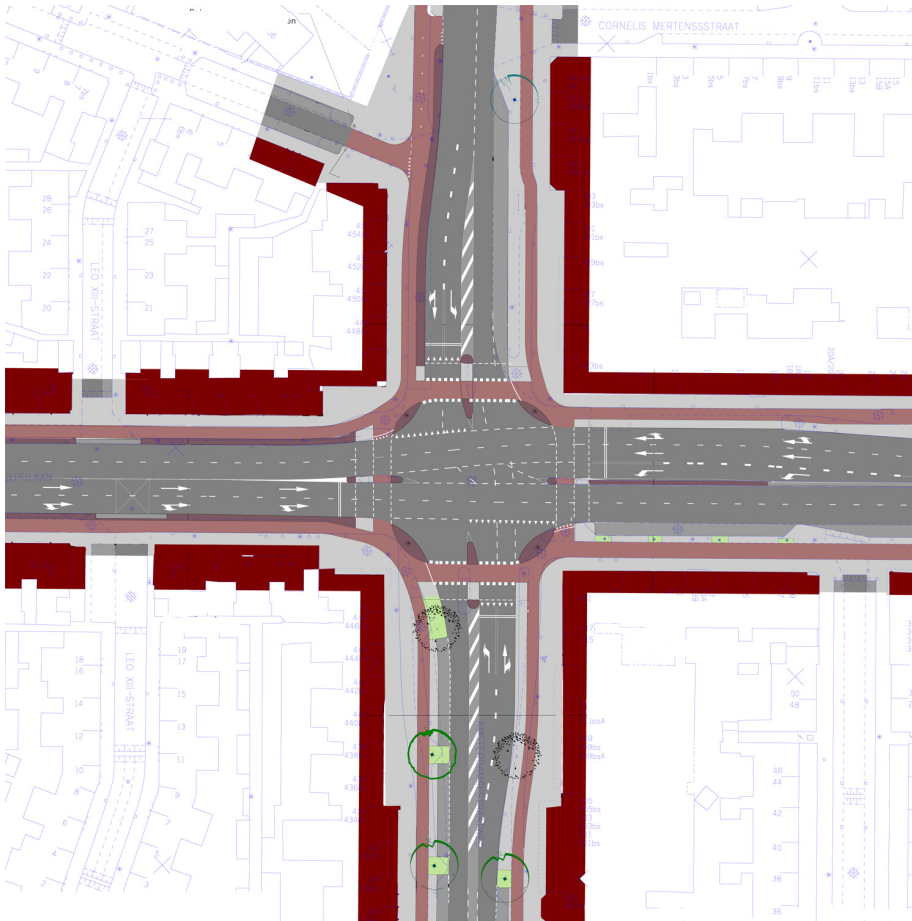
Shortened cycle track should be the exception. It is true that the solution provides greater capacity for motor traffic and is as safe as the best designs for cycle tracks/lanes leading all the way to the intersection. However, many cyclists feel insecure when the cycle track is shortened, and the intersection is less easily passable than when the cycle track/lane terminates at the intersection. Whenever possible, existing shortened cycle tracks should be continued up to the intersection. Shortened cycle tracks may be chosen when there is a steep longitudinal gradient and cyclists quickly approach the intersection.

オランダのユトレヒトでも交差点手前で打ち切られていた自転車道が改修によって連続化された。



“But this is old-fashioned design that has proven to be inadequate! This was one of Utrecht’s blackspots”

改修前は事故多発地点だった交差点の平面図。交差点手前で自転車道が自転車レーンに切り替わっている。図と文の出典：Mark Wagenbuur (2014-08-28)

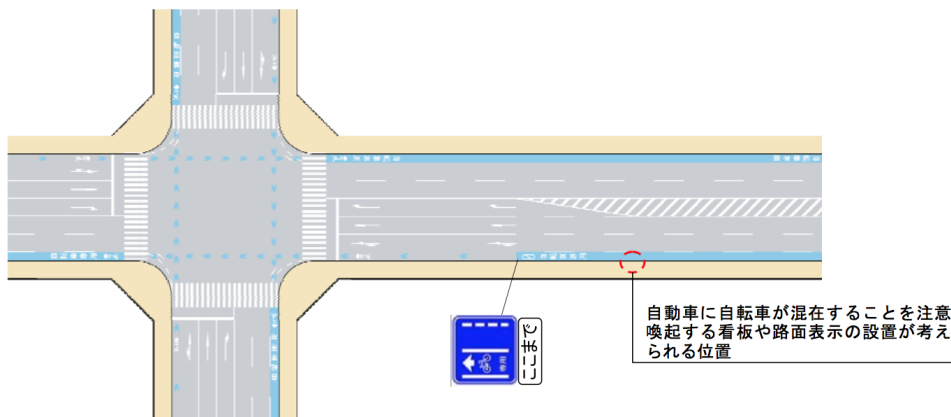


改修後の平面図。流入側の車線数を減らし、自転車道の設置空間を確保している。自転車の信号待ちの位置が改修前より大幅に前になり、横断距離が短縮されている点にも注目。二段階左折（日本の二段階右折に相当）の待機位置も安心かつ分かりやすいものになった。出典：Mark Wagenbuur (2014-08-28)

以上から、山中委員が根拠に挙げた情報は既に陳腐化しつつあると言える。

4.2.1.3. ガイドライン掲載の「混在通行」表示の実相は極細自転車レーンである

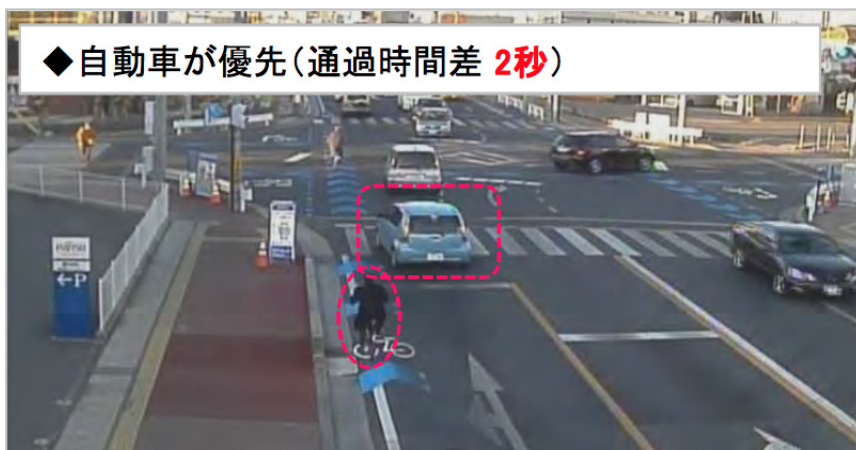
ガイドラインが例示する交差点手前での混在通行は「混在」と呼称されているものの、実際には極細の自転車レーンとして機能する構造である。これは先に引用した ABDUL RAHIMI Abdul Rahman et al. (2013) が交錯の危険が大きいと指摘しているタイプとほぼ同じであり、自転車専用信号によるフェイズ分離が必須とはされていない分、余計に危険であると考えられる。



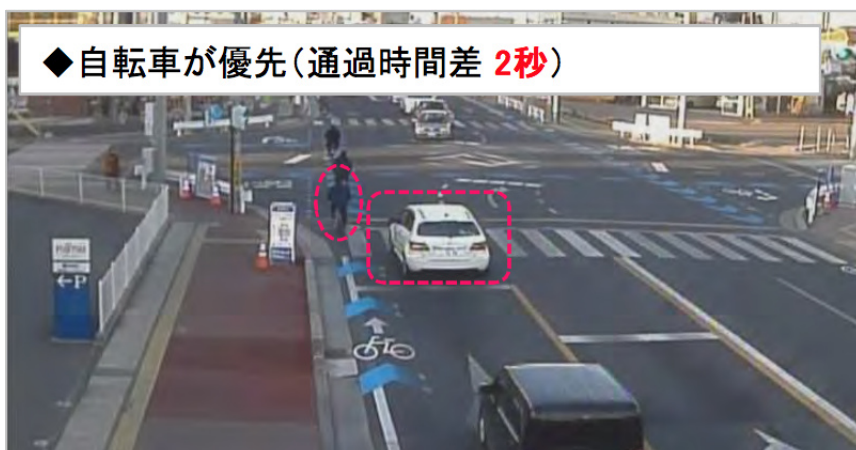
図Ⅱ-30 車道混在を注意喚起する看板・路面表示の位置の例
(自転車専用通行帯の場合)

出典：国土交通省 et al. (2016, p.II-41)

上図は改定ガイドラインが「混在」に分類する設計例である。しかし、多くのドライバーは可能な限り早いタイミングで自転車を追い越しておこうとするので、先行自転車が矢羽根上で信号待ちをしている場合、後続の左折車はその後ろに一列に並ぶのではなく、自転車の真横に停止したり、自転車の前方に割り込むと予想される。また自転車も、前方の左折車が縁石にギリギリまで寄っていない場合はその左脇をすり抜ける場合が多いので、交差点内で交錯が起りやすいと予想される。この挙動は宇都宮の実験で観察されている。



左折車が矢羽根型路面表示を避けて交差点に進入している。出典：宇都宮国道事務所 (2013-03-26-b, p.30)



左折車が車道左端を空けている事で、直進自転車のすり抜けを誘発している。出典：宇都宮国道事務所 (2013-03-26-b, p.30)

上図は宇都宮市の国道4号の東署南交差点で直進自転車と左折自動車の交錯場面を捉えた映像だが、いずれの左折車も縁石ギリギリには寄らず、矢羽根の部分を開けたまま交差点に進入している。この動きは、ABDUL RAHIMI Abdul Rahman et al. (2013) のビデオ観察では最も危険とされる、交差点直近まで自転車レーンを維持するパターンと実質的に同じである。

4.2.2. 車の死角を考慮しない前出し停止線の配置

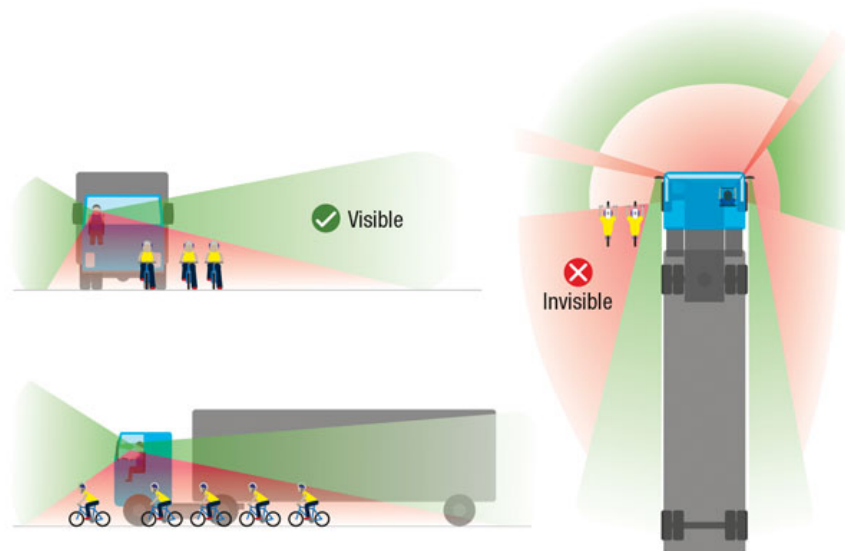
検討委員会 (2012-02-a, p.4) では交差点の停止線について次のような提案が為された：

交差点部の対応例1のところ、自転車レーンと普通の車用の停止線との距離を、自転車1台分以上みたいな形で明示できないか。

この提案はそのまま改定ガイドラインに反映されている (国土交通省 et al., 2016, p.II-42)：

自転車の左折巻き込み事故防止等の自転車の安全を確保するための対策の一つとして、自転車1台分程度、自動車用の停止線より自転車道又は自転車専用通行帯の停止線を前出しすることを検討するものとする。

との指針を示している。しかし自転車一台分(約2 m)程度の距離では大型車の車体直近の死角に収まってしまい、自転車がドライバーから見落とされやすい。乗用車のドライバーから見ても、自転車一台分という中途半端な前出しでは、却ってAピラーの死角に自転車が入ってしまう可能性も有る。



出典：rideonmag (2013-09-23) ※作図は Thomas Joynt



このバイクはトラックの運転席から見えない。出典：福田 (2013-09-07)

OECD (2013-12-19, p.197) はこれに関し、車用と自転車用の停止線の距離はちょうど5m とすべきとのデンマークの推奨値を引用している：

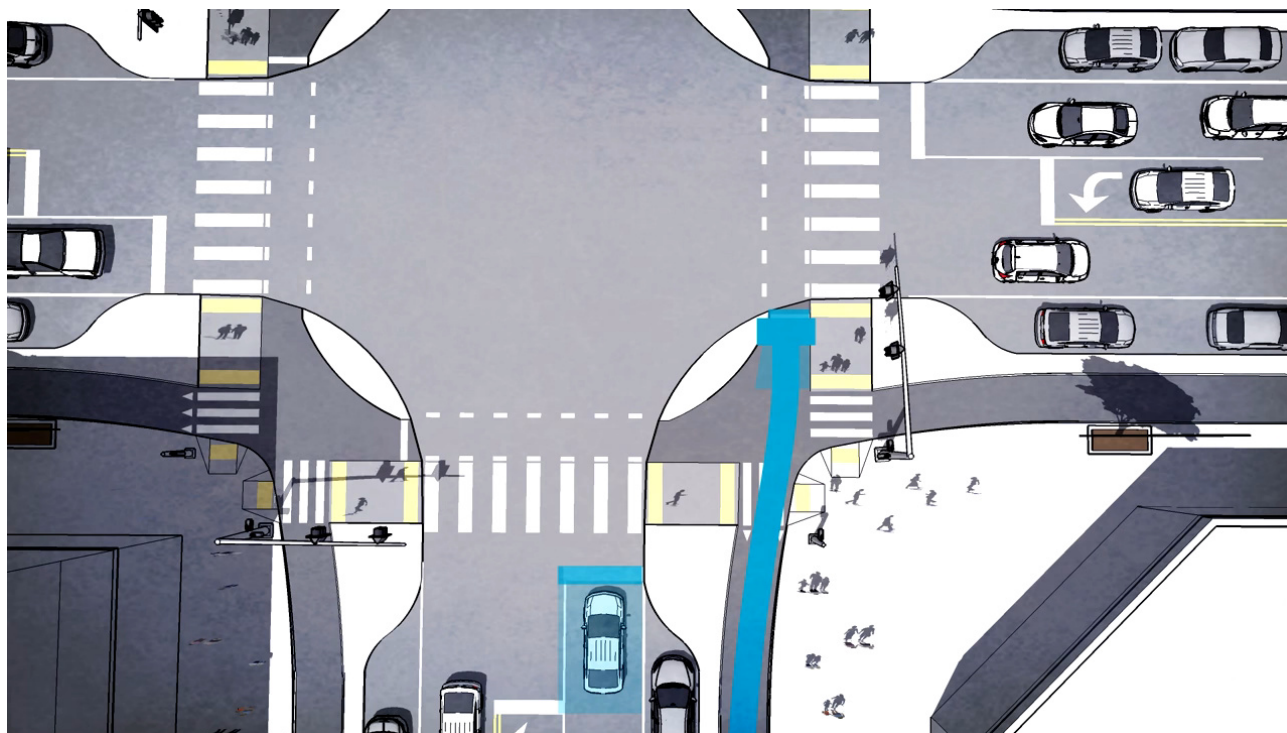
The Danish Road Traffic Accident Investigation Board recommends that the distance between the two stop lines is kept at exactly five metres to make it possible for truck drivers waiting at the stop line for cars to observe bicyclists waiting at their stop line (HVVU 2006). This treatment augments cyclists' perception of safety at signalised junctions (as opposed to other

treatments such as the truncated bicycle track) as well as contributes to crash reduction. According to (Jensen 2006), advanced stop lines are the safest solution for cyclists in signalised junctions if combined with a separate nearside turn lane for cars. If a separate nearside turn lane cannot be provided, the use of a truncated bicycle track is safer. It should be noted, however, that these findings were based on crash investigations in only one city (Copenhagen).

CROW (2007, p.265) も expanded cycle stacking lane (所謂 bike box) について、“length of stacking area 4.00 to 5.00 m” との基準を示している。

protected intersection と比べて遥かに短い先行距離

しかし、停止線の前出しが 2 m であれ 5 m であれ、protected intersection 構造における自転車の停止位置に比べれば車に対するアドバンテージは遥かに少ない。



出典：Nick Falbo (2014, 2'30'')

Protected intersection における自転車の停止位置は横断歩道の幅と交差点角の隅切り半径の分、車より概ね 10m 以上前になる。

先行距離が短いと自転車が交差点を通過するのに要する時間が長くなるので、交差点の交通容量が低下するだけでなく、その不合理さから、自転車利用者の停止線遵守率も下がる。例えば、交差点内に矢羽根型路面表示を設置した東京都文京区の千石一丁目交差点では、平日夕方の 2 時間に観測された、赤信号の間に車道の自転車レーンから交差点に到着した直進自転車 22 台の内、設計者の意図通り停止線手前で信号待ちをしたのは 9 台と、半数にも満たない (otenbanyago (2014-12-01) 掲載の録画映像を元に筆者が集計)。

4.2.3. オフセット構造に対する安全面での優位性が疑わしい車道左端からの直線的誘導

改定ガイドライン (国土交通省 et al., 2016, p.II-35) は交差点内の自転車の動線について、

自転車の安全性、快適性を向上させるため、自転車動線の直進性を重視し、一方通行の自転車道、自転車専用通行帯のいずれの場合も、自動車と同じ方向に通行する自転車の交差点部における自転車通行空間は、直線的に接続することを基本とするものとする。

との指針を示し、それに基づいて自転車を交差点内で直線的に誘導するデザインを例示している (国土交通省 et al., 2016, pp.II-39-II-62)。

直線的な動線が自転車利用者にとっての走りやすさに繋がり、その通行空間の利用率を大きく左右する事は既に複数の先行研究 (舟渡 et al., 2009; 木村 et al., 2011; 検討委員会, 2011-11-f, pp.32-33) で示されている。しかし、直線的な動線は車道上でなければ実現不可能という訳ではない。自転車歩行者道の自転車通行指定部分や自転車道も、単路部で予め車道から数メートル離しておけば交差点で急な屈曲をさせる必要は無く、直線性が確保できる。



歩道上の自転車通行指定部分も屈曲が無く直線的に通行できる。写真の場所の場合、縁石の段差やすりつけ勾配を無くし、自転車空間の幅員を広げ (現在は 1.8m)、歩行者空間との区分を明確化すれば質の高い自転車通行空間が完成する。
品川区の準幹線 33 号 (桜新道) で 2016 年 12 月に筆者が撮影。

交差点の手前で線形シフトが必要な場合も、ガイドラインの欠陥基準 (3.1.3 節参照) に依らず、緩やかな曲線で繋げば快適性は保たれる。

安全面でも、protected intersection 構造 (車道からオフセットされた自転車道等と自転車横断帯の組み合わせ) は、改定ガイドラインが示す交差点構造 (車道左端の自転車レーン等と、そこから交差点内へ直線的に誘導する路面表示の組み合わせ) より優位な点が有る (2.1.4.1 節参照) :

- 直進自転車と左折車の衝突回避余裕が大きい
- 自転車が大型車の車体直近の死角に入らない
- 左折車の転回中に一時的に死角になる位置に自転車が入らない
- 信号待ちの位置が車より遥かに前方で、左折車との交錯が生じにくい

本節では更に、改定ガイドラインの交差点構造の安全上の根拠が疑わしい事 (4.2.3.1 節) と、protected intersection 構造の安全性の高さを間接的に示唆する研究を概観する (4.2.3.2 節)。

4.2.3.1. 車道左端からの直線的誘導の不透明な安全効果

詳細不明の整備事例における無意味な報告内容

検討委員会 (2011-12-e, p.7) は、自転車横断帯を廃止して車道左端の延長線上に法定外の表示を設置した 2 事例を挙げ、「整備前後で交通事故件数に大きな変化はない」と主張しているが、報告の出典が示されていないという問題に加え、これらの報告では自転車が交差点に進入する前に通行していた空間 (歩道か車道か) や事故発生地点の正確な位置 (横断歩道上か、法定外表示上か、車道の延長線上かなど) が区別されていない。この結果を「交差点内で自転車が直進した場合の事故データ」(検討委員会, 2011-12-e, p.7) と解釈するのは誤りである。また、整備前後の車の交通量、歩道と車道それぞれの自転車交通量も示されていないので、曝露量当たり、通行台数当たりの事故リスクが不明である。



【整備内容】

自転車専用通行帯(延長0.9km)の整備に併せて、信号交差点(2箇所)で自転車横断帯を廃止し、直線的に走行可能な法定外表示(着色)を設置

【当該2交差点における事故件数の変化】

整備前(H21.4~H22.3) 0件

整備後(H22.4~H23.3) 0件



【整備内容】

自転車専用通行帯(延長1.2km)の整備に併せて、信号交差点(11箇所)で自転車横断帯を廃止し、直線的に走行可能な法定外表示(着色)を設置

【当該11交差点における事故件数の変化】

整備前(H21.1~H23.4) 8件(5ヶ月換算:1.4件)

整備後(H23.5~H23.9) 1件

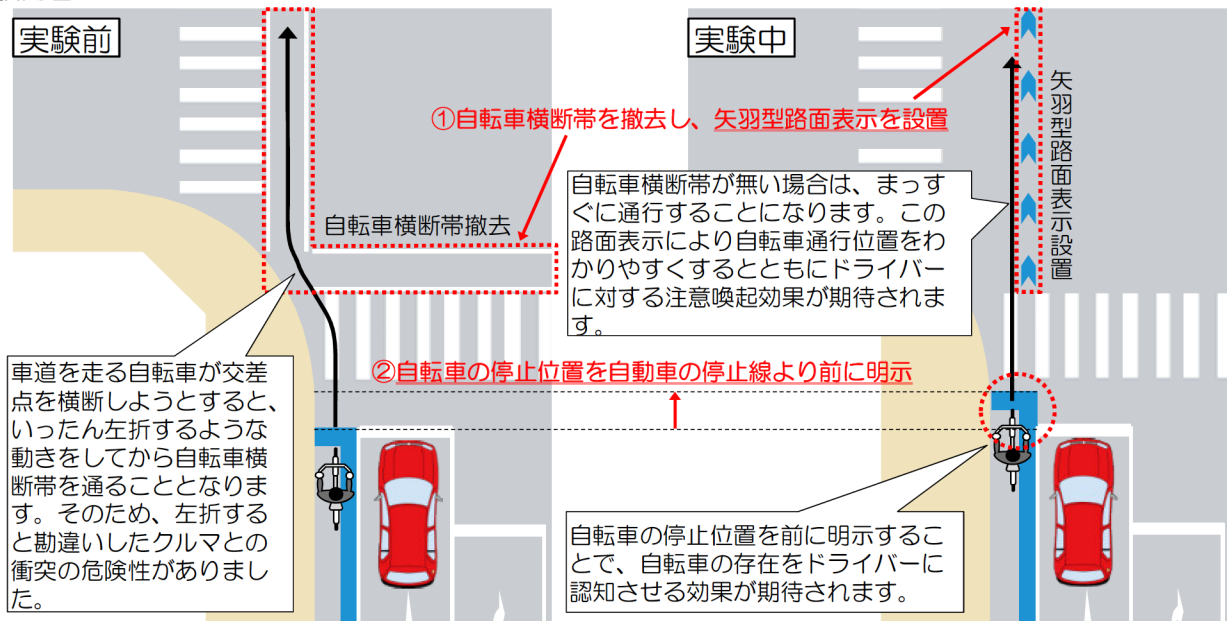


出典：検討委員会 (2011-12-e, p.7)

新潟市の社会実験における無意味な研究デザイン

新潟市 (2014-12-11) も同様に、歩道の延長線上に在った自転車横断帯を撤去し、車道端の延長線上に矢羽根型路面表示を設置する社会実験を行なっている。

④実験内容

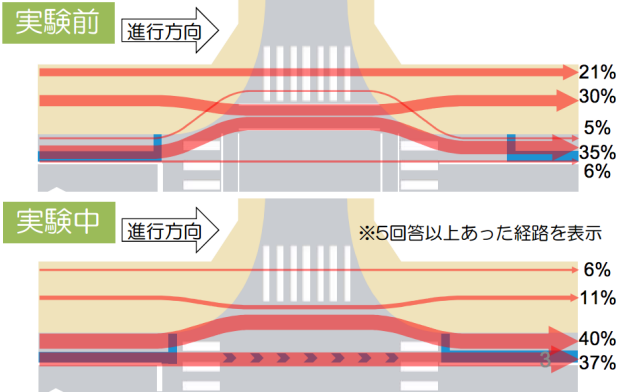


出典：新潟市 (2014-12-11, p.2)

しかし、自転車を直線的に通行させる事で事故リスクが低下したのかどうかは、この社会実験では調査項目に含まれていない。

交差点内の通行位置

・実験により、交差点内を直進する割合が31%増加。(実験前6%→実験中37%)



出典：新潟市 (2014-12-11, p.3)

自転車が設計者の意図通りの軌跡で通行したかどうかについては2ページを割いて説明しているが、それは実験で本来明らかにすべき安全性そのものではない。但し、その調査結果は通行方法別の事故リスク算出の基礎資料としては有用である。新潟市 (2014-12-11, p.3) が示す集計結果はアンケート回答を元にしたものと思われ(ビデオ調査も行なわれているが集計結果が掲載されていない)、何らかのバイアスが含まれている可能性は有るが、単路で自転車レーンを通行していても交差点内で**元々自転車横断帯だった部分に迂回するパターンが最多**である点は示唆的である。

これに関連して、利用者アンケートの自由回答 (新潟市, 2014-12-11, p.6) には、

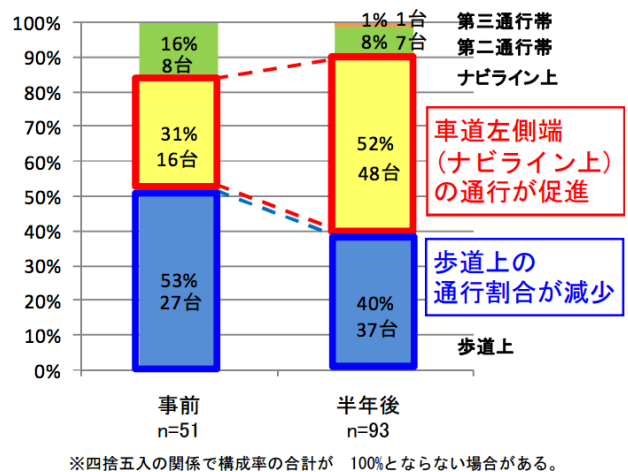
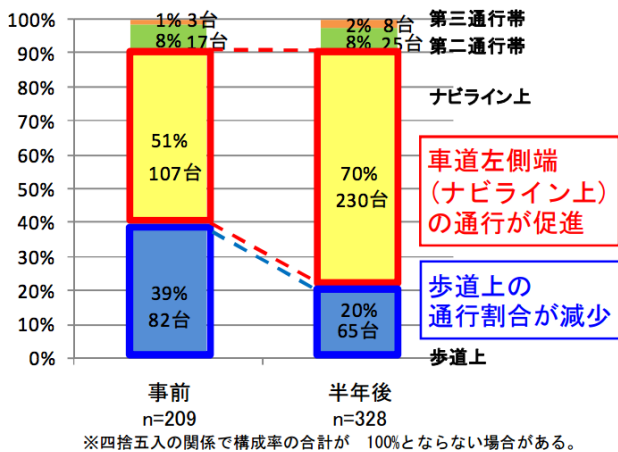
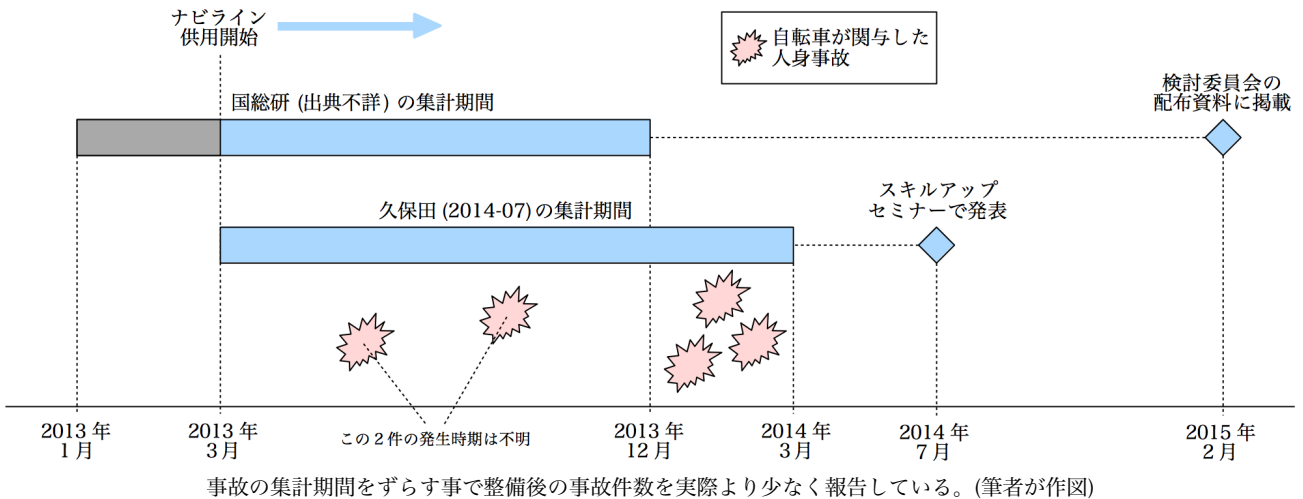
自転車が車道を走行するという認識が全体的に近いのですが、走行レーンがあることでママチャリでも当然のように車道を走行出来るようになり、その点では変化がありました。でもやっぱり交差点は自動車とともに走行するのは怖く、横断歩道寄りへ移動してしまいます。

との指摘が見られる。その他の質問項目では、自転車横断帯を撤去して矢羽根型路面表示を設置した事について、自転車利用者の70%、ドライバーの62%が「良い試み」と評価したと報告している (新潟市, 2014-12-11, p.6) が、報告書中に回答者採用の無作為性や質問文の中立性についての説明は無い。

文京区の社会実験における車道通行率の水増しと事故件数の過小報告の疑義

同じく自転車横断帯の撤去と矢羽根型路面表示 (ナビライン) の設置を試行した社会実験が東京都文京区の千石一丁目交差点で行なわれたが、この社会実験の報告 (東京国道事務所 et al. 2013) については多数の疑義が指摘されている事を 1.7 節で既に指摘した。以下にその一部を再掲する：

- ・ 歩道上の逆行自転車を集計対象から除外し、車道通行率を水増ししている。
- ・ 車道通行率が高い朝ラッシュ時間帯しか調査していない。
- ・ 整備後の自転車事故の集計期間をずらし、事故を 3 件少なく報告している。

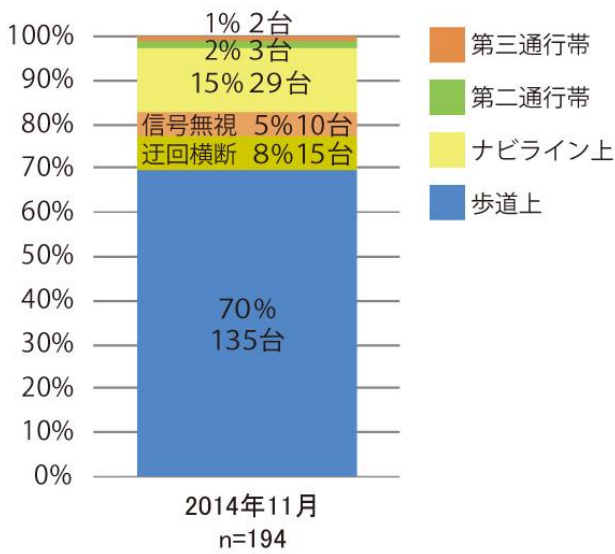


出典 (左右とも) : 東京国道事務所 et al. (2013, p.3)

記者発表資料に掲載された公式の調査結果。左図が上り線、右図が下り線で、いずれも朝 7~9 時の調査。

資料中では明確に述べられていないが、逆行自転車が集計対象から除外されている。

筆者個人による観測



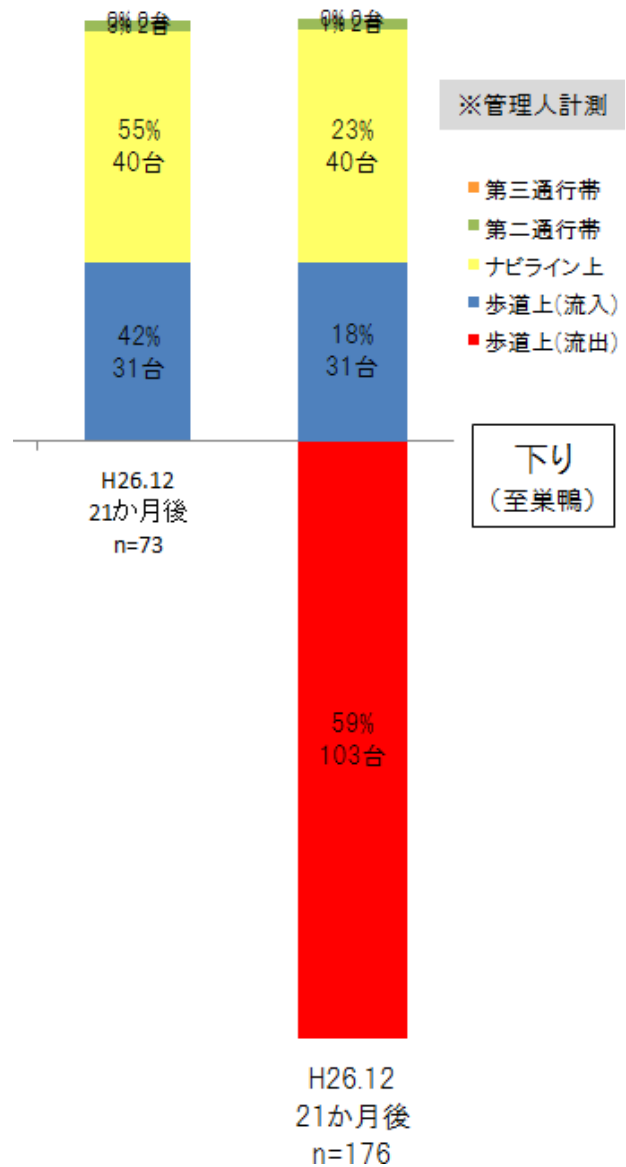
※四捨五入の関係で構成率の合計が100%とならない場合がある。

出典 (上図) : otenbanyago (2014-11-29)

平日 14:40~16:40 の下り線側で下り方面に直進した自転車の走行軌跡。東京国道事務所が調査した朝ラッシュ時と違い、歩道通行が圧倒的に多い。ナビライン沿いに通行した自転車は15%のうち左折車と交錯せずに通行できた自転車に限れば僅か8%である (後述)。

出典 (右図) : あしプラ管理人 (2014-12-03)

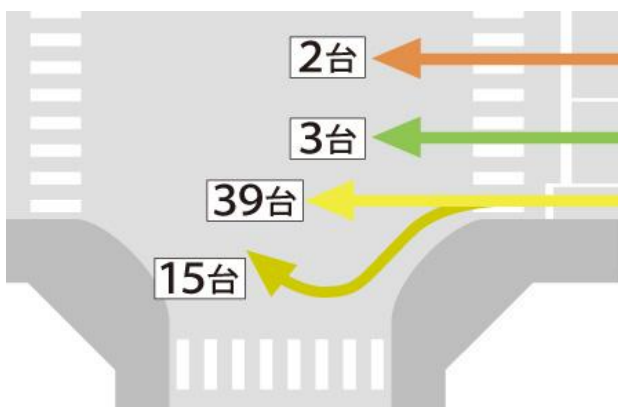
東京国道事務所の調査と同じ時間帯で集計した結果、下り線では歩道を逆行する自転車が大多数を占めていた。東京国道事務所が調査を行なった当時にも同様の実態が有った場合、逆行自転車を除外した分、東京国道事務所は下り線の車道通行率を大幅に水増しして発表した事になる。



東京国道事務所 et al. (2013) が言及を避けた問題のうち特に重要なのが、直進自転車の進路が左折待機中の車の列に塞がれてしまう問題である。この場合、自転車は

- 左折車列を避けて横断歩道に迂回する
- 左折車列の隙間をすり抜ける
- 自転車レーンよりも車道中心側の通行帯から交差点に進入する

など、不規則でドライバーから見落とされやすい動きをしている (otenbanyago, 2014-11-29)。



出典：otenbanyago (2014-11-29)

この他、歩道から交差点に進入した直進自転車が135台観測されている。なお、otenbanyago (2014-12-01) 所載の録画映像を元に筆者が集計した結果、**左折車と交錯せずにナビライン上を直進できた自転車は39台中16台**だった。



出典：otenbanyago (2014-11-29)

左折車の間をすり抜ける自転車も「ナビライン上」の通行である。

千石一丁目の交差点構造の場合、交差点内のナビラインの安全性・快適性の恩恵を受けられるのは、赤信号の間に交差点に到着して信号待ちしていた自転車か、信号が青に変わった直後に交差点に到着した自転車だけである。これは従来の自転車歩行者道と自転車横断帯の組み合わせや、protected intersection 構造より劣っている。

自転車専用信号の任意設置

もちろん、直進する自転車と右左折する自動車の交錯を自転車専用信号機の設置によって時間的に完全に分離すればこれらの問題は解消される。しかし改定ガイドライン (国土交通省 et al., 2016, p.II-35) は、

自動車から自転車を確認しやすくし、左折巻き込み事故を防止するため、交差点流入部において、自転車専用信号の設置により自動車とは別の信号制御を行うことを検討するものとする。

とし、専用信号機の設置によるフェイズ分離を必須条件にはしていない (4.2.6 節も参照)。そもそも分離信号を導入できるのであれば交差点に歩道から進入した場合でも車道から進入した場合でも右左折車との交錯は生じないのであるから、自転車を車道左端の延長線上へ直線的に誘導する事の安全上のメリットは消失する。

4.2.3.2. オフセット構造の安全性に関する現時点の国内外の知見

自転車の通行空間を車道から数メートル離す構造の安全性に関する研究は既に 2.1.4.1 節、4.1.5 節で概観した。ここでそれらを整理する：

- 鈴木 et al. (2008)： 車道通行自転車の方が歩道通行よりドライバーから見落とされにくいと主張している。しかしその比較は左折開始直前の一時点のみであり、左折動作全体を通した定量的な比較は行なわれていない。また、実験したのはシミュレーターによる限定的な交通状況のみである。
- J.P. Schepers et al. (2011)： 実際の道路の事故統計から、自転車道と車道を数メートル離す構造が、車道混在通行や車道端の自転車レーンより事故率が低いと明らかにしている。但し、調査対象は無信号交差点に限られている。

- 吉田 (2000) : 自転車の歩道通行を容認して以降、左折事故の死亡事故率が自転車で大幅に低下した一方、原付・二輪車では横這いだった。但し、事故統計は信号交差点に限定したものではない。

以上の研究からは、自転車と左折車を隣接させる構造より、自転車通行空間をオフセットして両者を離す構造の方が安全であると推測されるが、protected intersection やその着想の元になったオランダの信号交差点構造そのものを対象として事故リスクを調査した研究は今のところ見当たらない。



出典：Mark Wagenbuur (2011-04-30)

スポーツサイクリストも普段着の自転車利用者と同じく、オフセットした自転車道を通行している。交差点を車道端から直線的に通行できなければ快適な自転車通行空間ではないとの批判は当たらない。

オランダの交差点構造を輸入したアメリカはまだ導入から日が浅く、調査が進んでいないという事情が有るが、オランダ国内でも研究は乏しい。同国の自転車の交通安全策を包括的に論じた Fred Wegman et al. (2012, p.24) は信号交差点については先行研究を挙げていない：

When separating cyclists from [原文ママ] motorized traffic it is almost inevitable to use an area-wide approach and to relate the planning of infrastructure to the nature of bicycle trips. This introduces the level of planning and design of comprehensive packages of measure to improve cyclists' safety. But, once more, very little research is available on this subject.

P. Schepers (2015, p.7) は bike box や自転車専用信号機に関する先行研究は引用しているものの、交差点での自転車道のオフセット構造については触れていない：

Measures taken to prevent crashes at signalized intersections include advance stop lines, bike boxes and a pre-start for cycle traffic (where there are separate signals for cyclists) to make cyclists more visible (Niewöhner and Berg, 2005; Schoon et al., 2008; Dill et al., 2012), see Fig. 8.

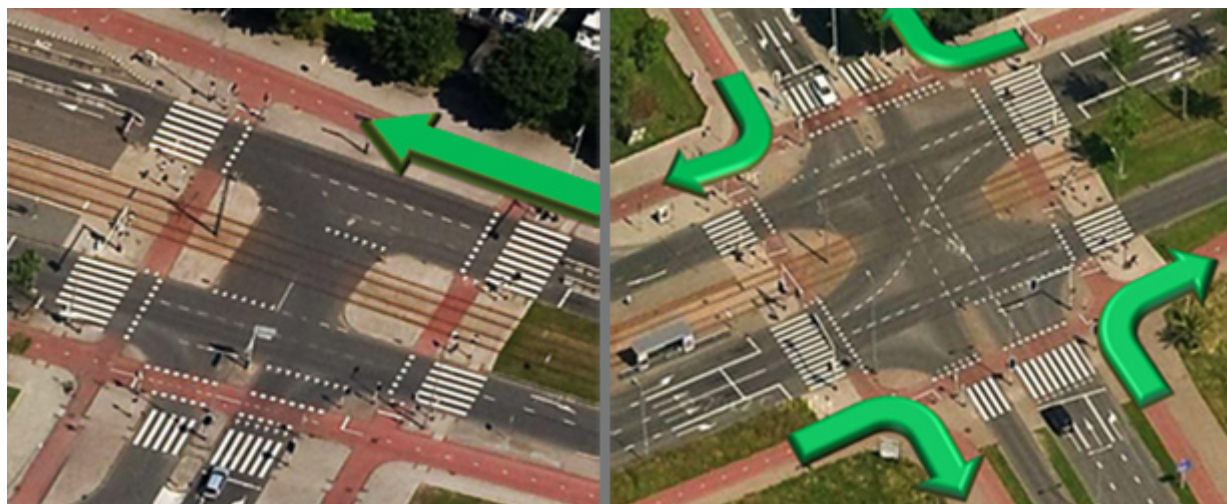
オフセット構造のその他の利点——歩行者の横断距離の短縮、及びタクシーからの保護

交差点で自転車道を車道から引き離す構造では、自転車道と車道の間横断歩行者の滞留空間が生まれる。この場合、歩行者用信号が青の間に歩行者が横断しなければならない距離は、自転車道を除いた残りの車道部分のみとなり、同じ青時間なら高齢者でも渡り切りやすくなる。もちろん、横断歩行者の人数が多くて滞留空間に収まり切らない場合も有ると考えられるが、そのような例外の存在を理由に全ての交差点で一律に protected intersection 構造を否定するのは合理的ではない。

もう一つの利点は、自転車道が交通島によって車道から隔てられている事で、タクシー等による通行妨害や幅寄せから自転車利用者を保護できる事である。現行の道路交通法(44条)では交差点内や横断歩道上、及びそれらから5m以内の範囲は駐停車が禁止されているが、タクシー等が乗客を乗り降りさせる際はこの法規への違反が常態化しており、しばしば自転車利用者を危険に晒している。改定ガイドラインが示す交差点構造ではタクシーの違法停車への耐性が無く、ドライバーの不注意な幅寄せによる側面衝突や、自転車通行空間上への急な停車による追突、或いは乗降時のドア衝突などを根本的に防ぐ事は不可能である。この点で、protected intersection 構造では、たとえタクシーが横断歩道上などに違法停車しても自転車利用者は影響を受けずに通行できる。道路構造による問題解決は、ドライバーやタクシー利用者の遵法意識、警察による取り締まりなどに依存していない点で、遥かに効果的かつ持続的である。

4.2.4. 自転車用の左折・直進バイパスの欠如

Protected intersection 構造の実用面での最大の利点は、自転車が車道の信号とは無関係に、交差点を常時左折(丁字路や単路の横断歩道であれば直進)できる事である。



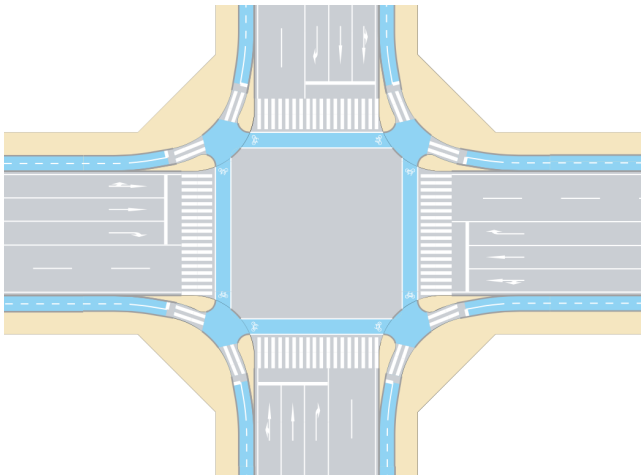
出典：Mark Wagenbuur (2012-10-25)

丁字路の直進自転車の信号遵守率は日本(元田 et al., 2010)でもアメリカ(Aaron Cole et al., 2011-11-28)でも極めて低く、自転車に車と同じく信号待ちをさせる事自体が不合理であると示唆している。上図の交差点構造は、横断歩行者の滞留空間の背後(沿道側)に自転車道を配置する事で、横断歩行者と自転車の不規則な交錯を回避しつつ、交通法との矛盾も生じない形で自転車の信号無視という問題を解消している。



直進バイパスの模式図。自転車道と車道は別個の通行空間で、車道の信号の効力は自転車道には及ばず、自転車道部分は無信号の横断歩道、車道部分は信号付き横断歩道と捉える。(筆者が作図)

これに似た交差点構造は、前述のように国土交通省(2013-b, p.62) 自身が既に示している。



出典：国土交通省(2013-b, p.62)
自転車道と自転車横断帯の接続箇所に自転車用の停止線を追加すれば左折バイパス構造が実現する。

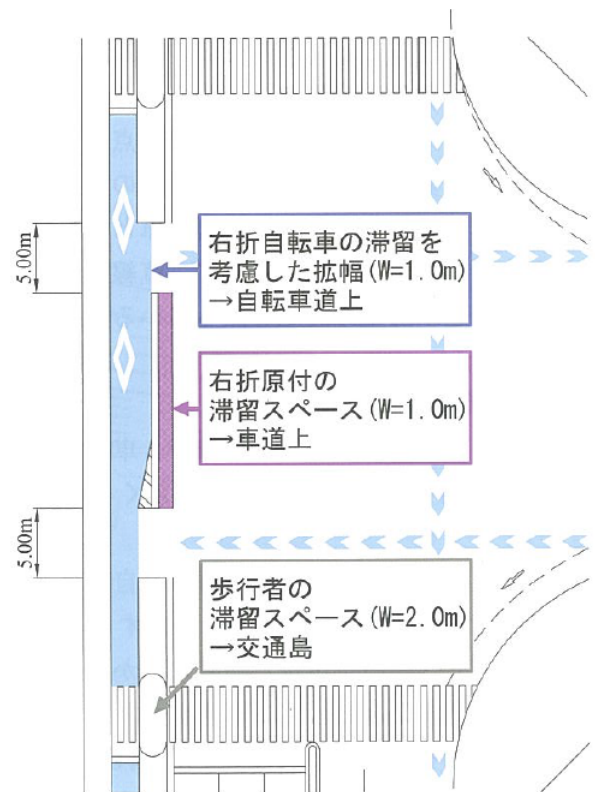


図 3.4.10 自転車・原付の滞留スペース(設計例)

出典：交通工学研究会(2015-07, p.85)

ガイドライン検討委員会のメンバーや国総研の研究者も執筆者として関わった交通工学研究会(2015-07, p.85) も同じく、直進バイパスとして活用可能な構造の自転車道を有する丁字路の設計案を示している。

ところが、これらの交差点構造は検討委員会で取り上げられず、改定ガイドラインにも掲載されなかった。

自転車の移動手段としての競争力向上という視点の欠如

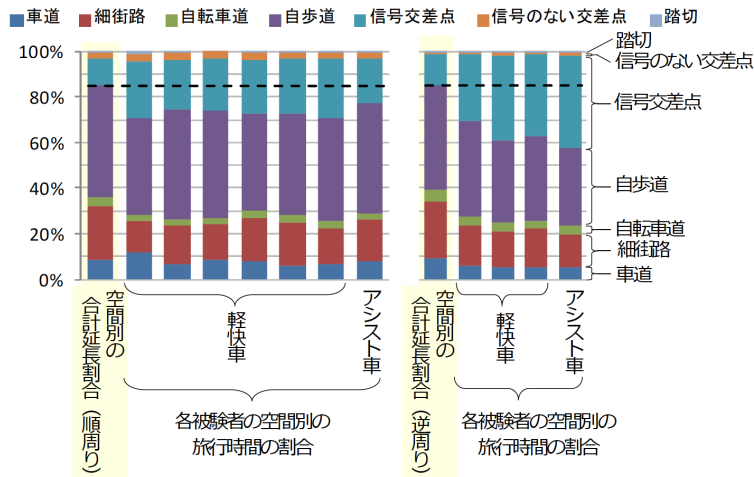


図-3 コース1周に占める通行空間別延長及び旅行時間の割合
出典：山本 et al. (2012-06, p.2)

交差点での信号待ちは市街地における自転車の移動時間の2~4割 (山本 et al., 2012-06, p.2) を占める大きな時間損失要因である。交差点の左折・直進バイパスは、その時間損失を最小化し、都市交通における自転車の利便性や、他の移動手段に対する競争力を高める上で重要な一手段である。しかし改定ガイドラインが示す交差点の設計例は利便性や競争力という要素を考慮しておらず、自転車にも車と同じように信号待ちさせる構造になっている。

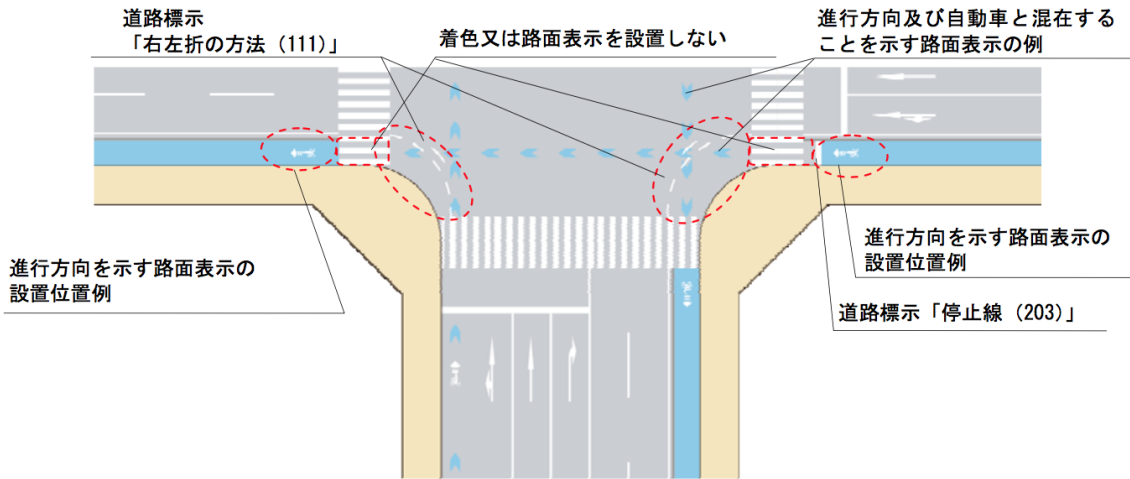


図 II-43 交差点隅角部の道路構造の例
出典：国土交通省 et al. (2016, p.II-43)

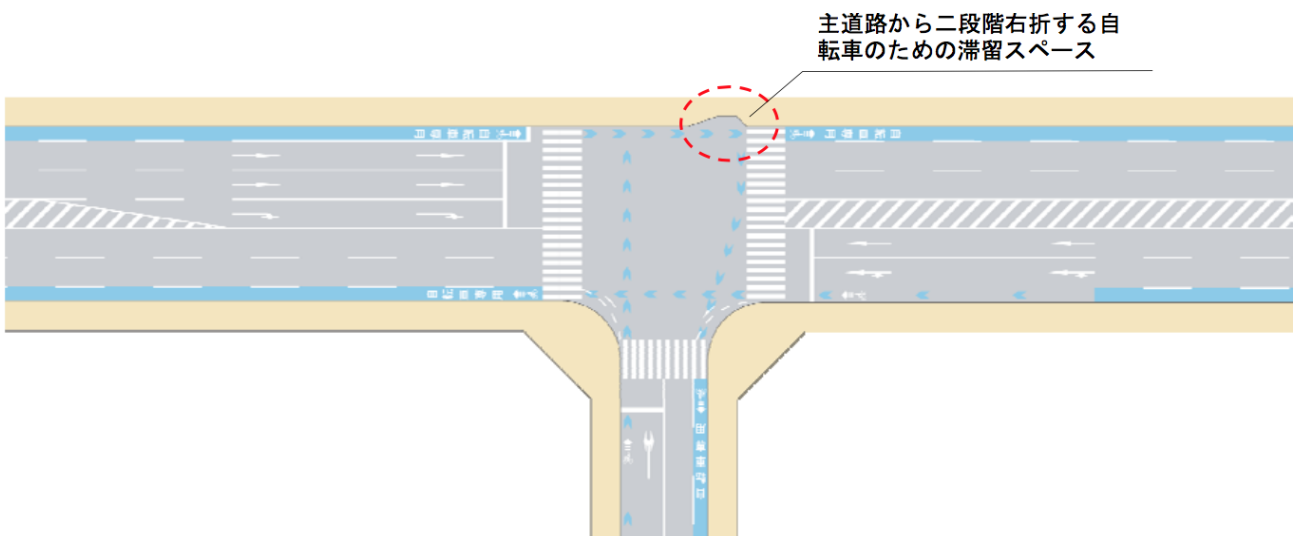


図 II-62 三枝交差点の例 (自転車専用通行帯の場合)
出典：国土交通省 et al. (2016, p.II-62)

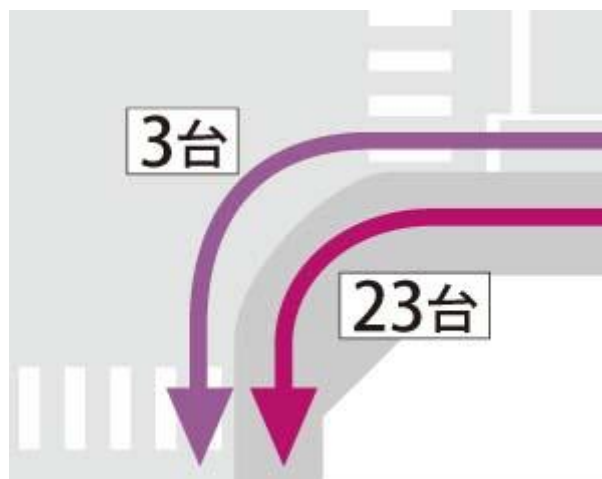
自転車利用者の行動実態を考慮しない構造が招く不規則挙動

しかし、このような構造の道路を整備しても、現実の利用者は交差点の手前で歩道に上がって左折や直進をしたり、信号無視して横断歩道を突っ切ったり、或いはそもそも車道の自転車通行空間を利用しないなど、設計者の意図に反した行動をとる可能性が高い。

元田 et al. (2010) に拠れば、車道を通行する自転車の信号無視率は、

- 単路の横断歩道で100% (内、5.4%は停止線を越えて停止)
- 十字路の左折で29.7% (左折自転車の総数に占める割合は不明)
- 丁字路の直進 (従道路が無い側) で85.3% (左側通行)、100.0% (右側通行)

と、極めて高い。



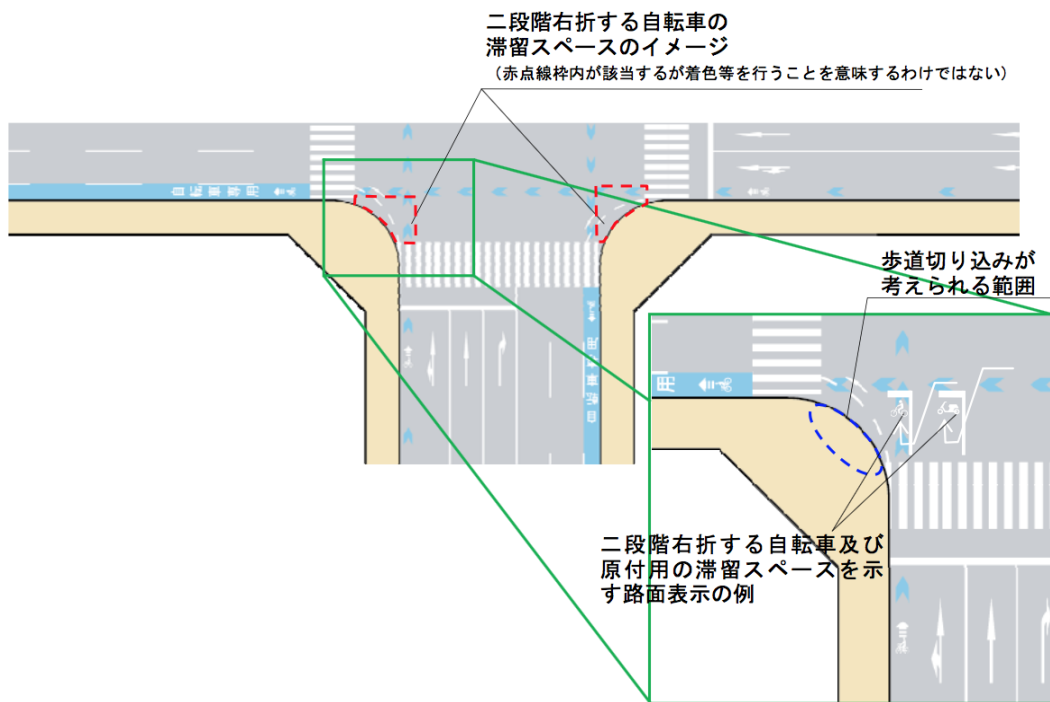
出典：otenbanyago (2014-11-29)

また、単路に自転車レーン、交差点内に自転車ナビラインが整備された千石一丁目交差点を調査した otenbanyago (2014-11-29) に拠れば、交差点を左折した自転車の9割近くは信号とは無関係な歩道を通っての左折である。なお、otenbanyago (2014-12-01) が公開している録画映像を筆者が確認したところ、車道から交差点を左折した3台の自転車の内、2台は青信号での交差点進入、残り1台は信号無視での左折であり、車道上の停止線手前で信号待ちしてから左折した自転車は皆無だった。

信号無視で横断歩道を通過する自転車は横断歩行者にとって想定外で危険だが、車道の信号とは無関係に自転車が通過する事を交差点の構造そのもので視覚化すれば、そのリスクを抑えられる可能性が有る。しかし改定ガイドラインの検討委員会ではその事が全く議論されていない。

4.2.5. 安心感の低い二段階右折の待機空間

改定ガイドラインが示す二段階右折の滞留空間は、遮るものの無い車道のただ中であり、利用者にとって不安感が大きい。



出典：国土交通省 et al. (2016, p.II-40) ※図は部分

ガイドライン通りに二段階右折の滞留空間を示す路面表示を設置した宇都宮市の国道4号・東署南交差点では、整備後半年経っても車道上で二段階右折した自転車は各方向1~3台(宇都宮国道事務所, 2014-01-28-b, p.9)で、交差点を右折した自転車全体の僅か4%に留まっている。

検定したクロス集計表

	表示に従って 二段階右折	それ以外の右折
整備前	2	111
整備半年後	6	137

なお、宇都宮国道事務所(2014-01-28-b, p.9)はこの結果について、整備前の2台から整備半年後の6台に増加したとして、「交差点二段階右折の理解向上がみられた」と主張しているが、この変化は統計的に有意な差ではなく(Fisher's exact test, $p=0.4721$, n.s., $\Phi=0.069$, $OR=2.43$ (95% CI: 0.48-12.28))、整備効果は認められない。

同様の路面表示を設置した京都市の河原町丸太町交差点では、住民アンケート(京都市, 2016-03-26-d, p.23)で「交差点の中央は夜間非常に危険です。あんな所で右折待機は不可能」と指摘されており、「整備後に二段階右折で指定のボックスを利用した自転車は0台」である(京都市, 2016-03-26-e, p.12)。但しこの交差点は隅切り半径がかなり大きく、二段階右折の滞留場所としてマークされた位置は縁石から遠く離れている。

二段階右折時の安心感が高い protected intersection 構造

改定ガイドラインの交差点構造に対し、protected intersection 構造は二段階右折時の滞留空間が交通島の縁石で車道から分離されており安心感が高い。また、その待機位置は交差点を直進する場合の信号待ちの位置と同じで直感的に理解しやすい。

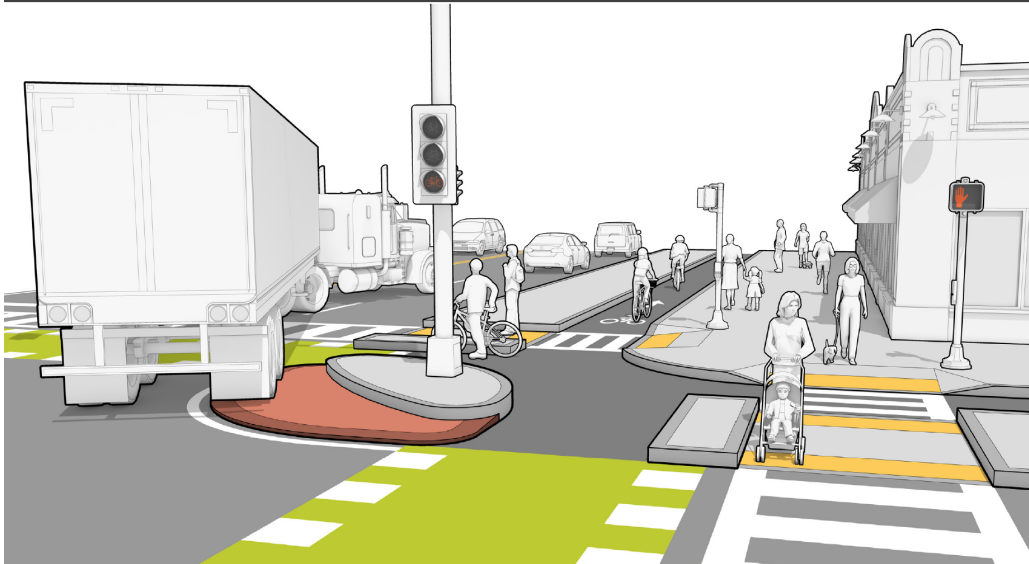


二段階左折の動線。交差点右上部分が滞留空間となる。出典：Mark Wagenbuur (2011-04-03, 2'00")



交差点の角の滞留空間は交通島の縁石で車道から区分されている。出典：Mark Wagenbuur (2011-04-30)

交通島はその小さな隅切り半径によって左折時の車の速度を抑える効果や、待機中の自転車が内輪差の大きな左折車に巻き込まれないよう保護する効果も有る重要な構成要素だが、大型車の左折が多い交差点の場合、大型車に合わせた隅切り半径では小型車に対して速度抑制効果が発揮されない。この問題に対しては MassDOT (2015-11-e, p.57) が既に、乗り上げ可能なエプロンを設けるという解決策を示している。



出典：MassDOT (2015-11-e, p.57)

4.2.6. 交差点の信号制御についての具体的基準の欠如

以上見てきたのは交差点の構造的側面だが、信号交差点では信号制御も一体で考える必要が有る。改定ガイドライン (国土交通省 et al., 2016, p.II-35) は「2.1 交差点部の設計の基本的な考え方」で、

(4) 左折巻き込みに対する安全対策

自動車から自転車を確認しやすくし、左折巻き込み事故を防止するため、交差点流入部において、自転車専用信号の設置により自動車とは別の信号制御を行うことを検討するものとする。

とし、交差点の直近まで自転車道の構造的分離を維持する場合 (国土交通省 et al., 2016, p.II-43) について、

c) 自転車専用信号

- 自転車の左折巻き込み事故防止等の自転車の安全を確保する対策として、自転車専用信号の設置により、自動車や歩行者とは別の信号制御を行うことを検討するものとする。特に、左折自動車が多い場合等において、自転車と自動車の交錯を防ぐため、設置することが望ましい。

などと推奨しているが、左折車交通量の閾値や「別の信号制御」の具体的な内容は示していない。また、自転車の信号無視率や旅行速度に影響する要素としての信号サイクル長の設定、信号機の感応制御化による青時間の柔軟かつ効率的な配分といった海外の既存の知見への言及も無く、ただ漠然と「専用信号が有った方が良い」というイメージを語るに留まっている。

このように強制力を欠く指針が自転車専用信号の普及に資さない事は過去の歩車分離信号の例から予想される。警察庁は2002年に歩車分離信号の導入指針の通達 (警察庁, 2002-09-12) を発したが、その内容は、

ア 歩車分離制御により防止することができたと考えられる事故 (信号交差点で歩行者等が横断歩道等を横断中に発生した人対車両の事故のうち、右折流出部及び左折流出部で発生した事故で、歩行者等が第1当事者の事故及び自動車等の信号無視による事故を除いたものをいう。以下同じ。)

が過去2年間で2件以上発生している場合、又はその危険性が高いと見込まれる場合。

イ 公共施設等の付近又は通学路等において、生徒、児童、幼児、高齢者及び身体障害者等の交通の安全を特に確保する必要がある、かつ、歩車分離制御導入の要望がある場合。

ウ 自動車等の右左折交通量及び歩行者等の交通量が多く、歩車分離制御の導入により歩行者等横断時の安全性向上と交差点処理能力の改善を図ることができると認められる場合。

と、歩車分離を原則化しようとする性格のものではなく、通達から14年経過した2016年時点でも導入率は全信号の僅か4%に留まっている(毎日新聞, 2016-04-04)。

なお、日本国内での歩車分離信号の導入効果については齋藤 et al. (2003-10) が、千葉県船橋市の葉円台交差点(歩車完全分離)と千葉県柏市の柏交差点(歩行者先出し)について、制御変更後の車と歩行者の交錯回数的大幅減、自転車と歩行者の交錯回数の増加、サイクル長と待ち時間の増加を報告している。この内、齋藤 et al. (2003-10) は自転車と歩行者の交錯増加を問題視し、押し歩き指導や自転車横断帯設置が必要と指摘しているが、車と歩行者の交錯減少という便益との比較は為されていない。

オランダにおける自転車専用信号の運用

オランダは日本と違って信号交差点(及び単路の信号付き自転車横断帯)には基本的に自転車専用信号が設置される為、技術的に問題になるのは専用信号機の設置の是非ではなく、交差点の方式(信号交差点か、ラウンドバウトにするかなど)、及び信号の運用指針(赤信号遭遇確率、待ち時間、サイクル長などの上限、左折車や対向右折車との完全分離をするか否かなど)である。CROW (2007, pp.203-209) が示す運用指針は、改定ガイドラインが信号は常に守られるという前提での安全性しか考慮せず待ち時間の長大化に無関心であるのとは対比的に、自転車を無駄に足止めしない事も重視しており、自転車の赤信号遭遇確率と赤信号平均待ち時間(秒)の積が15秒未満なら良好、20秒超なら劣悪との基準を示している(CROW, 2007, p.205)。

左折車・対向右折車との交錯(サブ・コンフリクトと言う)を許容するか否かについては、改定ガイドラインの曖昧な指針と異なり、CROWは左折車交通量の閾値を具体的に示している他、改定ガイドラインが看過している危険な交錯パターンを挙げ、完全分離を推奨している(CROW, 2007, pp.206-207)：

It may be desirable for a number of reasons to permit sub-conflicts between motor vehicles and bicycles in a situation with traffic lights, for example to reduce waiting times or due to lack of space. Such sub-conflicts must only be permitted between cyclists continuing straight on and motor vehicles turning off from the parallel traffic flow (or vice versa). Good visibility of cyclists is of vital importance here.

Sub-conflicts between motor vehicles and bicycles are not recommended if:

- the intensity of motorised traffic turning off is **higher than 150 pcu/h**
- a two-way cycle track is involved, as some of the cyclists will then appear from an unexpected direction
- it concerns a situation outside built-up areas where the **speeds are higher and cyclists are less dominant** in the roadscape (which means that they are more easily overlooked)
- **a lot of lorries are turning right** (because of the risk of a blind spot accident).

[下線、マーカー強調は引用者]

歩車分離化は信号のサイクル長や待ち時間の増加が課題だが、セルトーフンボス市の交通信号担当者、Eric Greweldinger 氏はインタビュー (Mark Wagenbuur, 2016-06-21) で、オランダの信号機の一般的な建植位置が交差点の流入側 (信号待ちするドライバーから見て手前側) である事と、交差点手前の車道上および自転車道上のループコイルで接近車両の台数と速度が感知・計算できる事を活かし、最後尾の車両が黄色信号で通過できれば良いとの割り切りで青信号の秒数をコマ以下の単位で切り詰め、交差道路間や交通モード間の優先順位設定、交差点に接近するバス・トラムの遅延・早着状況を加味して青時間をリアルタイムに調整・配分していると説明している。

このように地点感応制御を高度化させる一方、現在日本で先進的な技術として導入が期待されている (検討委員会, 2011-11-d, p.21) 固定周期の自転車向け green wave 制御については、設定が難しい事、一方向にしか働かない事、自転車がいなくても動作してしまうので他の交通参加者を無駄に足止めする事、自転車利用者間の速度差に対応できず、速い利用者の不満になる事などの理由から、現在は自動車交通にも自転車交通にも使っていないと同氏は答えている (Mark Wagenbuur, 2016-06-21)。

4.3. 危険性の指摘されている左折導流路との鋭角な交差

改定ガイドラインは左折導流路が有る交差点について、以下の設計例を示し、

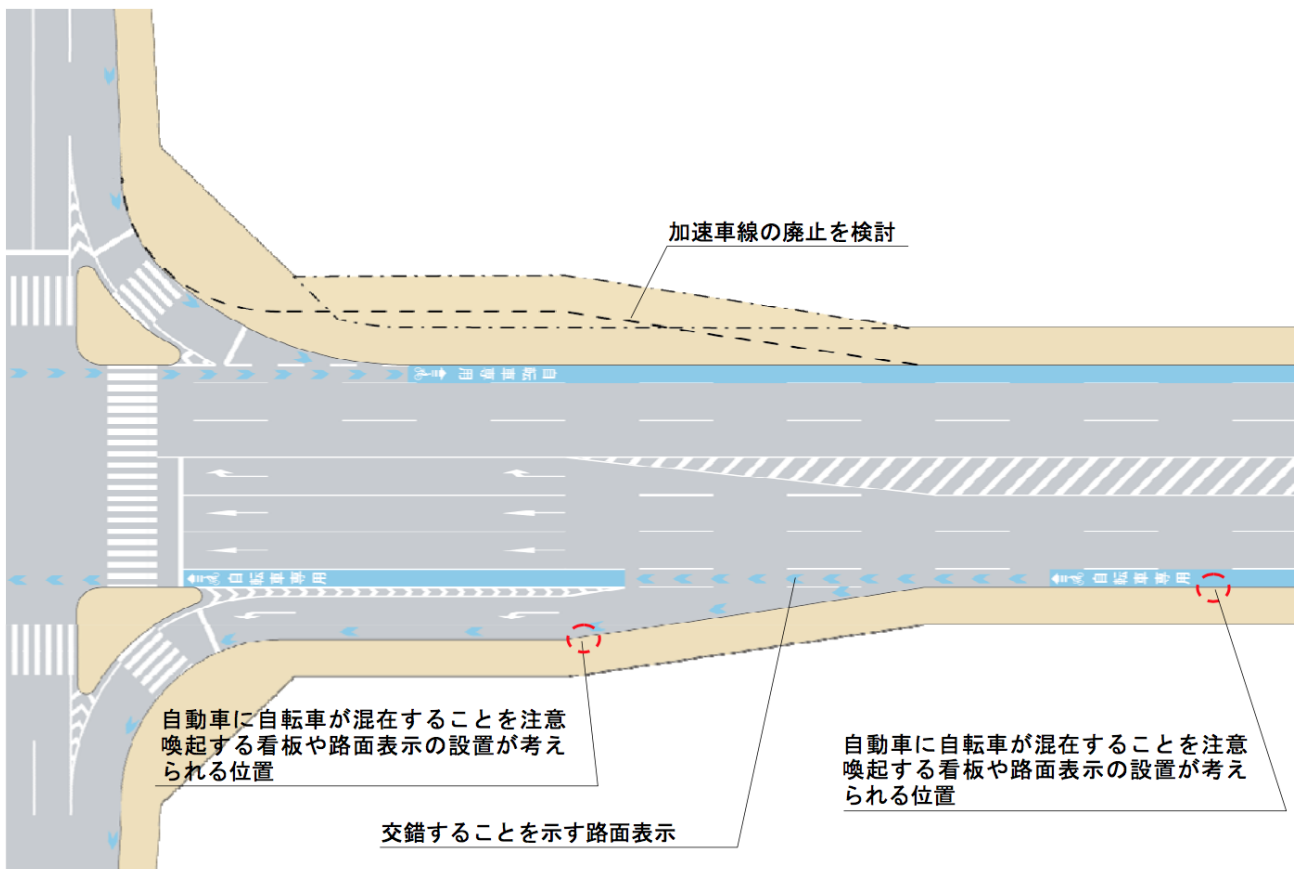


図 II-64 分離帯による導流路がある交差点の例
(自転車専用通行帯の場合)

出典：国土交通省 et al. (2016, p.II-63)

その注意事項として、

- 分離帯による左折導流路のある交差点における自転車通行空間は、本線（直進車線）に沿って連続して設置するものとする。ただし、左折自動車が減速し左折導流路に移行する区間（以下、分流部という。）では、自転車との交錯が生じることから、自転車通行空間の延長線上の部分に自転車の通行位置及び通行方向を明確化し、左折自動車と混在することを示す矢羽根型路面表示を設置する他、交錯が生じる手前において、看板又は路面表示を設置し、自動車、自転車双方への注意喚起を行うなどの安全対策を検討するものとする。
- 左折導流路においては、左折する自動車と混在するため、自動車に対して速度抑制するよう注意喚起する看板又は路面表示を設置することが考えられる。

などを挙げている (国土交通省 et al., 2016, p.II-63)。しかしこのような鋭角な分流部は、車が本線上で大きく減速せずに左折導流路に進入できる事を意図した設計と言え、その本質を変えないまま看板や路面表示を追加しても、全てのドライバーが確実に速度を抑制し、自転車との衝突を回避するとは期待できない。また、動線交差部分での自転車と車の優先関係が構造的に曖昧な為、互いの運転行動の予測エラーから重大な事故に繋がる危険性が有る。

この構造は危険であるとの認識からオランダでは廃止が進んでおり (4.3.1 節)、アメリカとイギリスでも撤去を推奨したり、自転車と車の動線が交差する箇所で車が速度を出せない構造を指針化しており (4.3.2 節)、改定ガイドラインの設計例は世界的に見ても極めて危険なものと言える。

4.3.1. 自転車と車を鋭角に交差させる構造に対する危険性指摘および代替案

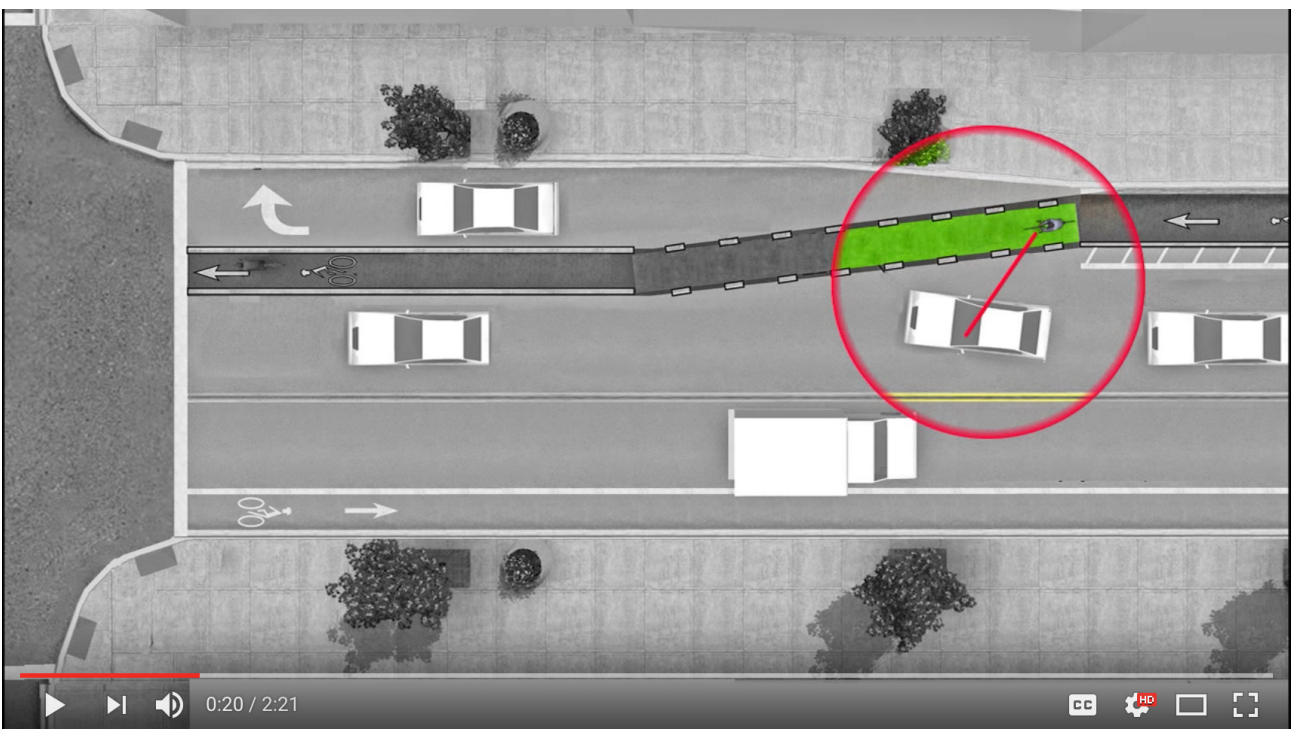
改定ガイドラインが例示する、交差点の手前で左折導流路に入る車と直進する自転車を鋭角に交差させる構造は、2011年3月にアメリカの NACTO が発表したガイドライン (発表当初の URL には現存しないが同内容が NACTO (2014-c5) に引き継がれている)、または同ガイドラインが依拠したポートランド等の整備事例を参考にし、その構造を日本に元々存在する左折導流路を有する交差点に機械的に当て嵌めたものと思われるが、NACTO の構造について Mark Wagenbuur (2011-04-07) は、

The advised construction of ‘bike lane / turn lane’ is a way to maximize conflict between cyclists going straight on and drivers turning right. Again, this is something you very rarely see in the Netherlands. This type of design was tried, tested and deemed undesirable. The Dutch stopped building lanes like that a long time ago.

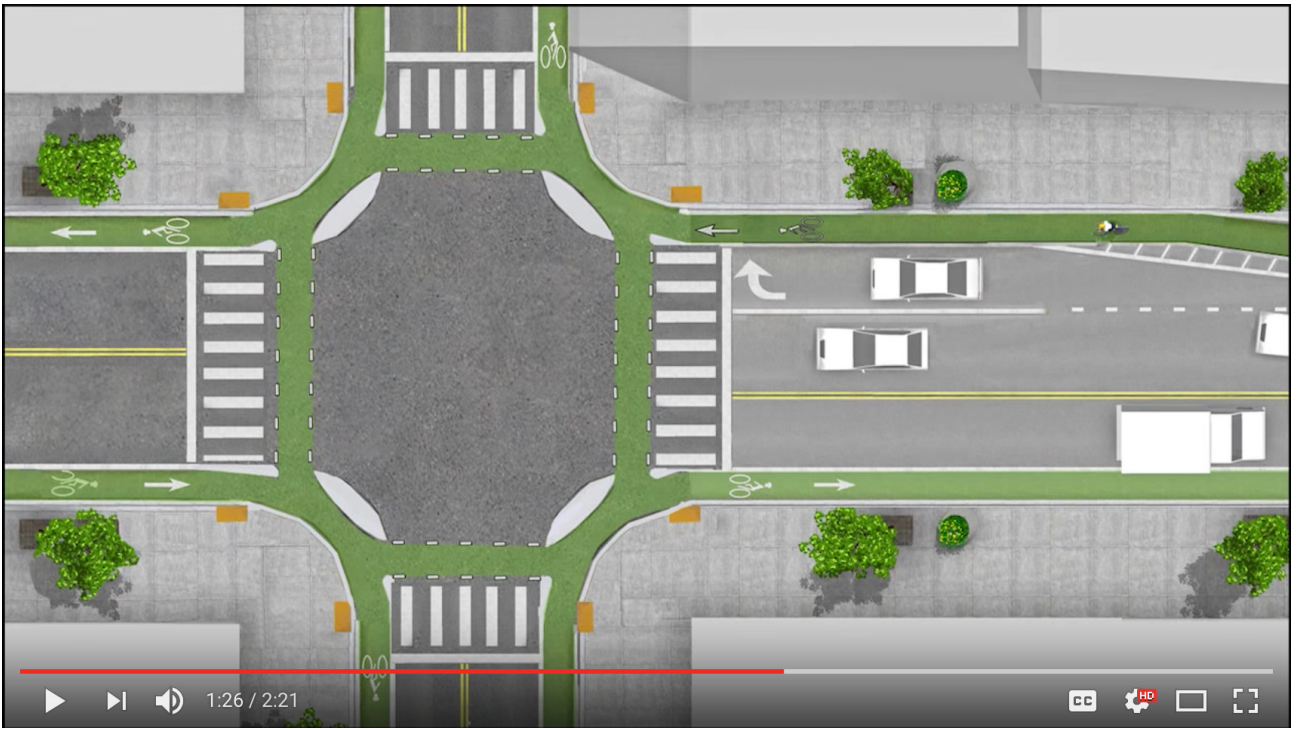
と批判し、より安全な交差点構造が追加の道路用地を要せずに実現可能である事を動画で説明している。



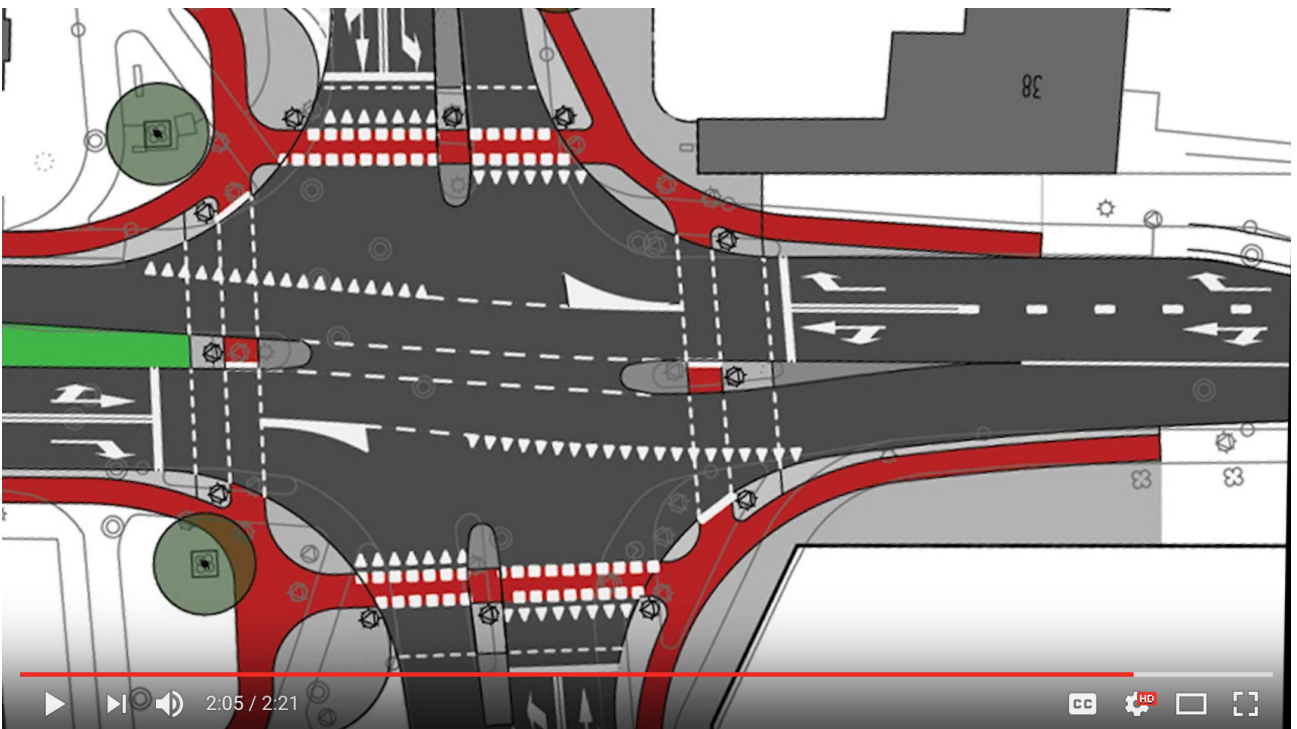
当時 NACTO が発表したばかりだったアメリカの最新の設計指針を再現した模式図
 出典：Mark Wagenbuur (2011-04-03)



“The problem with this design is the extremely bad angle of crossing. A driver has to look over his or her right shoulder to see if there’s someone on a bicycle. For that reason the Dutch stopped building lanes like this a long time ago.”
 図と文の出典：Mark Wagenbuur (2011-04-03)

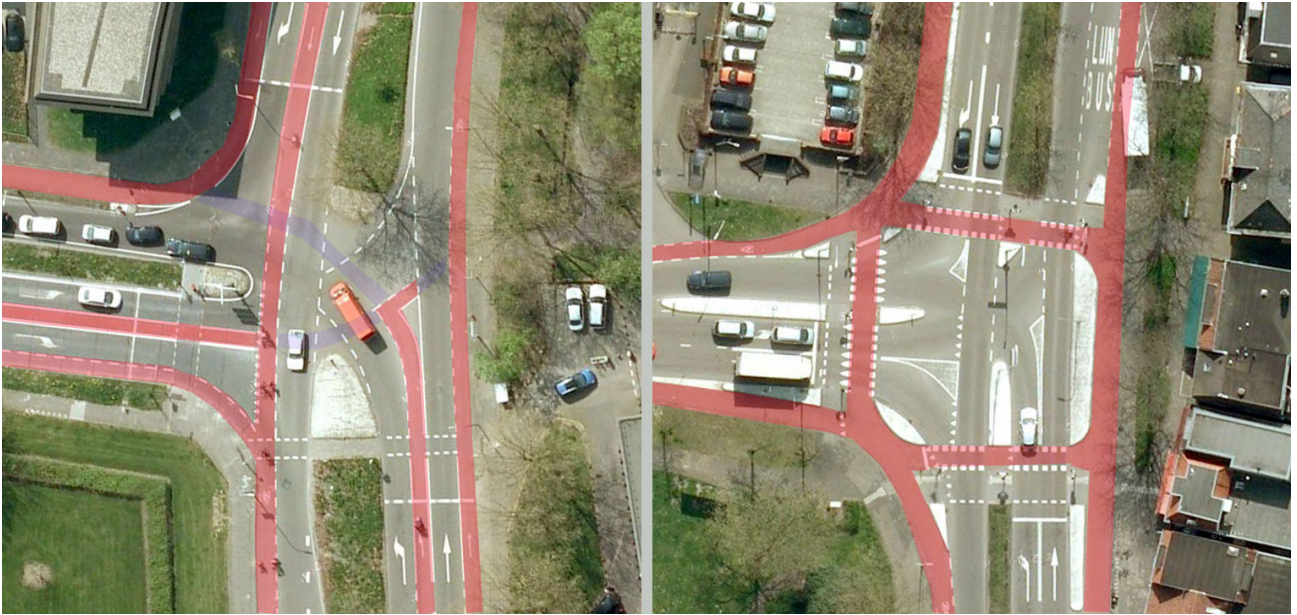


同一の道路用地内でオランダ型の交差点構造が導入可能であることを説明する図 出典：Mark Wagenbuur (2011-04-03)



実際の設計例。歩行者側に優先通行権が無いタイプなのでゼブラは無いが、横断箇所自体は破線で示されている。
出典：Mark Wagenbuur (2011-04-03)

Wagenbuur氏は別の記事でも、直進自転車と右折車(日本の左折車に相当)の位置関係を交差点の手前で入れ替え、自転車レーンを車の方向別レーンで挟む構造について、複雑で危険だけでなく空間利用効率も悪いと批判し、現在のオランダでは(かつてその形態を好んで採用していたZwolle市も含め)少なくなっていると指摘している(Mark Wagenbuur, 2014-01-23)。



出典：Mark Wagenbuur (2014-01-23) ※図の左右は別々の交差点

4.3.2. イギリスとアメリカの現行の設計指針における扱い



Use of dashed lane markings and surface colour to highlight a cycle lane to motorists seeking to enter a left-turn lane

出典：Transport for London (2014-12-e, p.39)

Transport for London (2014-12-e, p.39) も改定ガイドライン同様に slip lane (左折導流路)の処理を例示しているが、slip lane の撤去、それができない場合は slip lane の短縮を対策として先ず挙げている：

The ideal solution is the removal of slip lanes by reconfiguring the junction, which can also release significant space for pedestrian and urban realm enhancements. If a slip lane cannot be removed, its length could be minimised by reducing the taper to 1 in 3 for 30mph roads and 1 in 5 for 40mph roads.

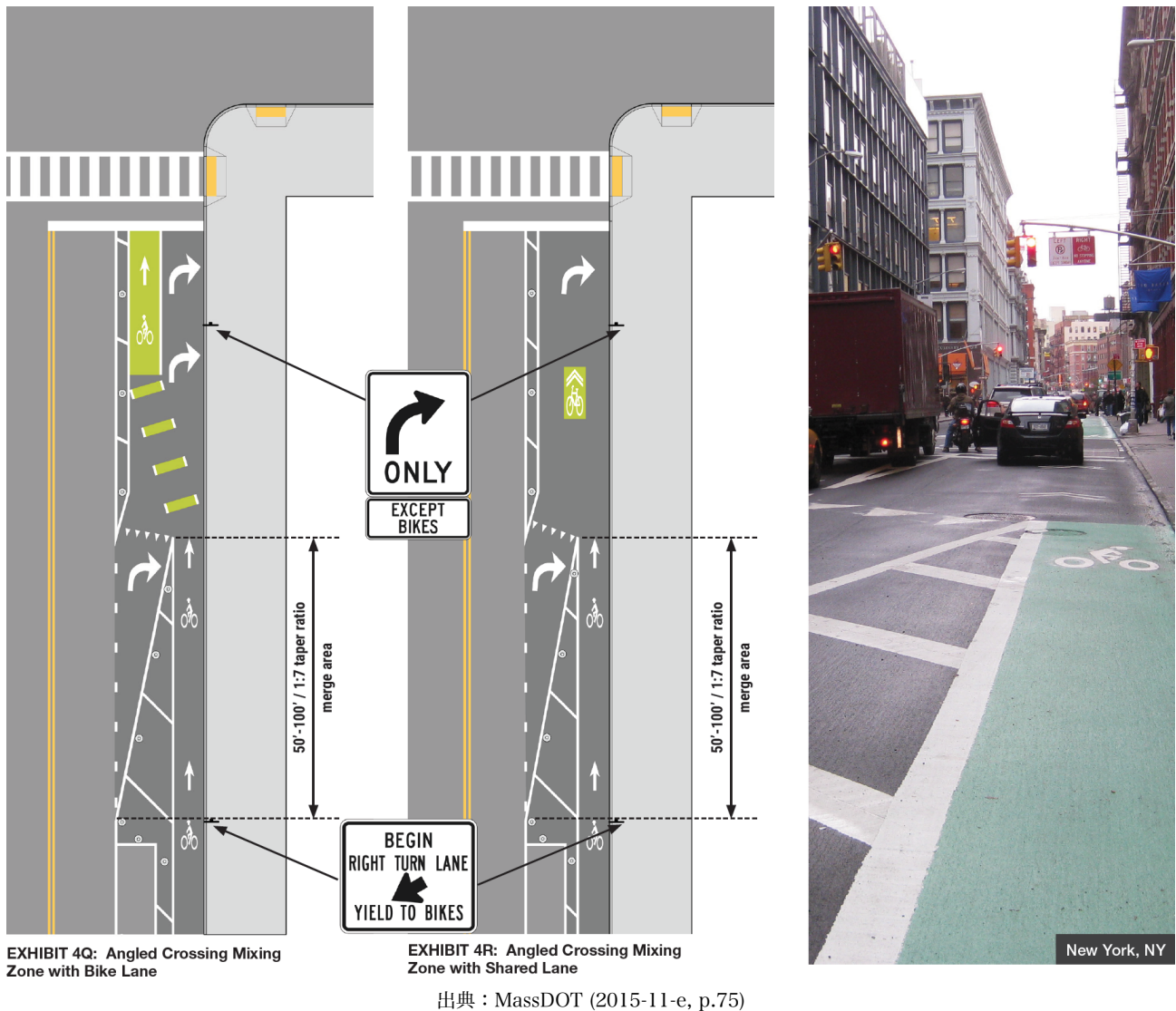
長い slip lane を温存したまま自転車レーンを引き、車と自転車を鋭角に交差させる構造も選択肢の一つとして示しているものの、

However, it is not an ideal solution and cannot deliver anything more than a basic level of service for cyclists.

と、自転車利用者にとって理想的とは言えない構造であると釘を刺している (Transport for London, 2014-12-e, p.39)。

そしてその場合は、改定ガイドラインのような矢羽根型路面表示ではなく、帯状の着色、5m 間隔の自転車ピクトグラム、白色の縁取り破線で自転車レーンを強調する事が、ドライバーへの注意喚起に効果的であると指摘している (Transport for London, 2014-12-e, p.39)。

マサチューセッツ州の設計指針 (MassDOT, 2015-11-e, pp.74-75) は、protected intersection 構造が採用できない場合の代替構造として、交差点手前で自転車道の構造的な分離を打ち切って右折車 (日本の左折車に相当) と合流させる mixing zone の設計指針を掲載している。これも左折導流路と自転車レーンの交差構造に似ているが、



設計上の必須条件として、合流地点での速度抑制などを挙げている (MassDOT, 2015-11-e, p.74) :

The following design principals [原文ママ] should be applied to mixing zones:

- Locate the merge point where the entering speeds of motor vehicles will be 20 mph or less by:
 - Minimizing the length of the merge area (50 ft. minimum to 100 ft. maximum).
 - Locating the merge point as close as practical to the intersection.

- Minimize the length of the storage portion of the turn lane.
- Provide a buffer and physical separation (e.g., flexible delineator posts) from the adjacent through lane after the merge area, if feasible.
- Highlight the conflict area with a green surface coloring and dashed bike lane markings, as necessary, or shared lane markings placed on a green box.
- Provide a BEGIN RIGHT (or LEFT) TURN LANE YIELD TO BIKES sign (R4-4) at the beginning of the merge area.

ここで、単に混在区間の強調表示や YIELD (ゆずれ) 標識を設置するだけでなく、交差点までの距離など、構造的な速度抑制策も組み合わせている点に注意が必要である。自転車と車の合流地点を交差点に近接させる意図については次のように説明している (MassDOT, 2015-11-e, p.56) :

Intersections with separated bike lanes should be designed to ensure slow-speed turning movements (10 mph or less) and weaving movements (20 mph or less in the area where weaving movements occur). Mixing zones should be designed to encourage the weaving movement to occur in close proximity to the corner at a location where **motorists have slowed their speed in anticipation of the turn so they are more likely to yield to bicyclists** (see Section 4.3.3). [下線、マーカー強調は引用者]

これらの指摘を念頭に改定ガイドラインの左折導流路の設計を見ると、自転車と車の動線交差点が交差点から離れすぎていて、車が充分減速せずに自転車の動線を横切る可能性が高い上、互いの優先関係が極めて曖昧で、一部のドライバーは自転車の存在に気付いても車が優先だと考え、強引に車線変更して自転車を撥ねる可能性があると推測される。

4.3.3. 左折車線の左端から交差点の流出部へ斜めに誘導する構造の危険性

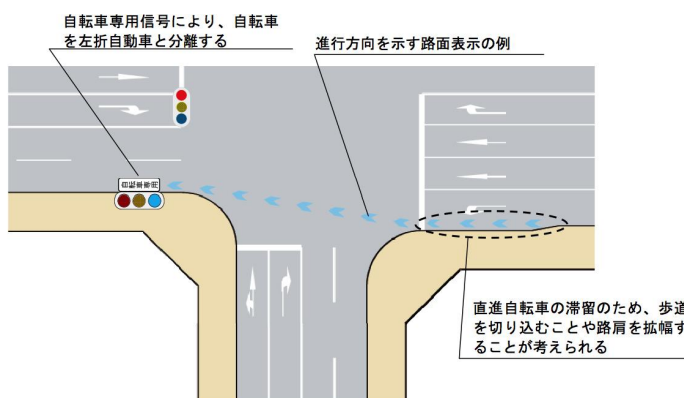


図 II-66 左折導流路のない左折可の交通規制が実施されている交差点の見直し例
出典：国土交通省 et al. (2016, p.II-65)

改定ガイドライン (国土交通省 et al., 2016, p.II-65) が示すもう一つの特例交差点の設計例で、「左折導流路のない左折可の交通規制が実施されている交差点」が挙げられているが、図示された構造は流出側の最外側車線に自転車と車が安全に並走できるだけの幅員が無く、交差点流出部で直進自転車が後続の直進自動車に高速で追突されたりサイドスワイプ (sideswipe) されるリスクが高いと考えられる。

実際、筆者は自転車の立場で図と似た構造の (矢羽根型路面表示は未設置で、左折車線も常時左折可ではない) 交差点を通行した際、流出部で車に危険な追い越しをされた経験が有る。安全に追い越せるタイミングまで後続車のドライバーがおとなしく追走するとの想定は甘い。

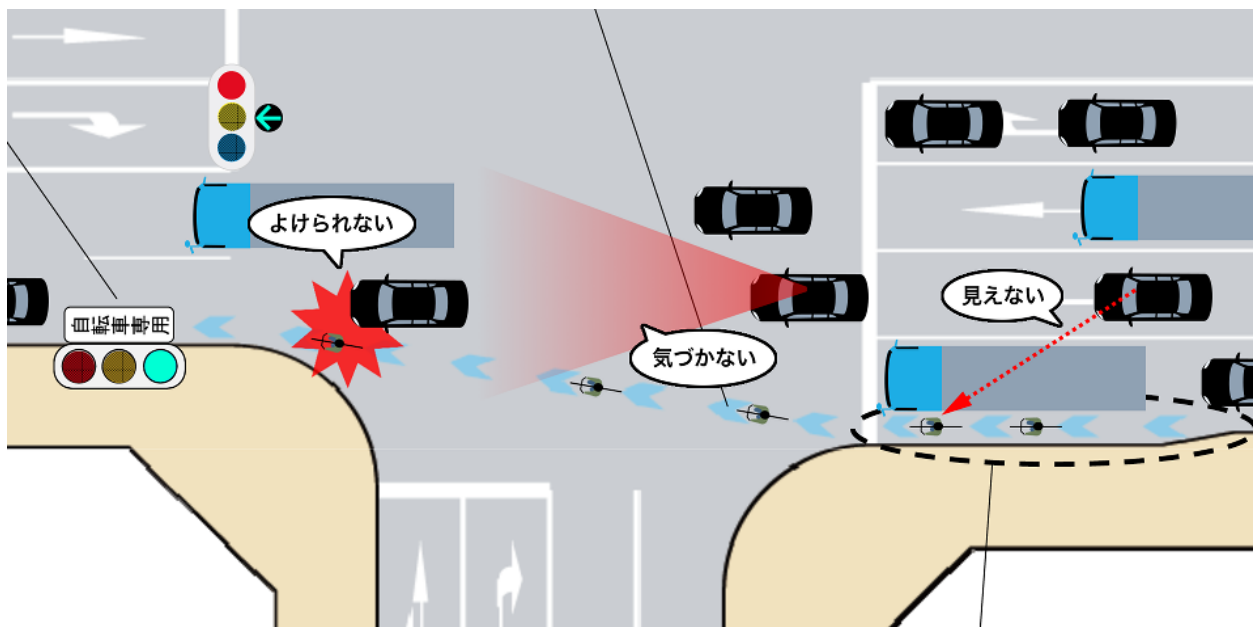
以下、ガイドラインの何が欠陥であるかと、矢羽根型路面表示が整備されても追突・サイドスワイプのリス

クが緩和されないだろうと筆者が考える理由を説明する（海外に類似の交差点設計指針が見当たらない為、以下の説明は筆者個人の経験に基づく）。

まず、ガイドライン（国土交通省 et al., 2016, p.II-65）が示す規制・信号の見直し内容については、

直進する自転車と左折する自動車の交錯を防ぐため、道路や交通の状況に応じて、左折可の交通規制を見直すとともに、信号制御の見直し、自転車専用信号の設置、道路の幅員構成の見直しによる車道左側部における自転車通行空間の確保、交差点内における自転車通行位置の明示等の安全対策を検討するものとする。

とあるが、この内、左折可規制の解除、及び左折車と直進自転車の交錯を無くす信号制御の変更は、検討ではなく必須にすべきと考えられる。左折車の流れが途切れなければ自転車はいつまでも直進できない為、危険なすり抜けを敢行したり、左折車のドライバーから見落とされて巻き込まれたり、矢羽根に従わず交差点手前から第2通行帯に移ったり、そもそも車道通行を避けるなどの結果が予想されるからである。



国土交通省 et al. (2016, p.II-65) の図 II-66 を土台に筆者が作成。原図の通行帯幅員を 3.25m と仮定して作図した。

次に、ガイドラインが挙げた「検討」項目が全て実施されたとしても残ると予想される危険性について指摘する。ガイドラインの図では、自転車専用信号が青の間、左折だけでなく全ての方向の車に対し赤信号を現示しているかのように描かれているが、現実には交通容量の関係から、自転車と直進自動車を同時に流す制御が採用される可能性が高い。この場合、自転車は信号待ちの左折車の陰に隠れて直進自動車から見えず、交差点に進入してからも後続直進車のドライバーの中心視野に入りにくいと考えられる。そして交差点流出部では、既に相当加速している車のドライバーは、もし自転車に気付いたとしても、右隣の通行帯を車が並走していればハンドル操作による回避ができず、急ブレーキを踏むか、危険な追い越しを敢行するか選択肢が無い。急ブレーキを踏んだ場合は後続車に追突される恐れが有り、追い越しを敢行した場合は自転車のふらつきやドライバーの目測狂いで追突・サイドスワイプ事故に至る危険性が有る（筆者が遭遇したニアミスのパターン）。夜間であればドライバーが自転車に気付かず、そのまま追突してしまう可能性も有る。当然、そのような危険な環境であれば車道上を（矢羽根に沿って）通行する自転車は極めて少数に留まるであろうから、矢羽根が有るからといってドライバーが自転車の存在を予期し、それに応じた運転行動をするようになるとは期待できない。

4.4. 双方向通行の自転車道の交差点設計知見の看過、及び設計放棄

本節では、双方向通行の自転車道について改定ガイドラインが挙げた否定理由の内、3.1.1 節で扱わなかった交差点の設計困難性について詳しく議論する。

検討委員会では双方向通行の自転車道の難点として、信号交差点の複雑化や自転車同士の交錯も指摘されていた。

検討委員会 (2015-07-d, p.9) :

(4)計画策定の各段階に応じた合意形成

【自転車ネットワーク計画策定に際しての合意形成を支援する想定問答集(Q&A)の作成例】

[中略]

想定される質問

一方通行化(車道左側通行)は不便で、双方向自転車道の方が良いのでは？

回答案

双方向自転車道を交差点部でも連続させようとした場合、**複雑な交差点処理かつ広い用地が必要**となります。このため実際に整備されたほとんどの双方向自転車道では、交差点部手前で自転車歩行者道に合流して交通処理をしています。この結果、交差点部手前では歩行者と自転車が輻輳し安全性の低下が指摘されてきました。一方通行は不便になるという側面はありますが、安全性を確保する観点からやむを得ない措置と考えています。[下線、マーカー強調は引用者]

検討委員会 (2015-06-d, p.14) :

提言の記載理由

- 双方向通行の自転車道は、一方通行の自転車道に比べて、自動車と逆方向に通行する自転車の出会い頭事故の危険性や**交差点内での自転車同士の交錯の危険性**などの課題がある。
- 双方向通行の自転車道は、**交差点において連続性を確保することが難しい**。

[下線、マーカー強調は引用者]

そして、改定ガイドライン (国土交通省 et al., 2016, p.II-10) は、双方向通行の自転車道の整備を暫定的に認める必須4条件の一つとして、「区間前後・内に双方向通行の自転車道が交差しないこと」を挙げている。

しかしこれらの否定理由は、既存の自転車インフラの実態を正確に捉えたものとは言えず、また、ガイドラインの改定作業の関係者が知り得た国内外の設計知見も活かされていない。

4.4.1. 空間不足が双方向通行の自転車道の打ち切りの理由であるとの誤解

検討委員会の資料では、双方向通行の自転車道が交差点手前で打ち切られるのは土地の不足が理由と説明されている。しかし、そもそもガイドラインが自転車道の整備環境として主に想定しているのは主要幹線道路なので、元から空間資源が潤沢であったり、或いは車道空間の削減による捻出が可能な場合も有ると考えられる。実際、交差点周辺で歩行者の通行と滞留に必要な空間を確保してなお空間に余裕が有りながら、交差点の手前で自転車通行空間を打ち切る処理を路線全体で一律に採用している例は多い。



都道317号の南長崎一丁目交差点。潤沢な空間資源を擁しているが自転車通行空間(灰色部分)を交差点手前で打ち切っている。(2016年5月に筆者が撮影)



国道16号の清新交差点。広大な歩道空間を活かさず自転車道を打ち切っている。2016年11月に筆者が撮影。



同一の空間で実現可能な自転車道配置の大まかなイメージ。筆者作成。

これまで交差点手前で自転車道（及び自転車歩行者道の自転車通行指定部分）の打ち切りが行われてきたのは、検討委員会（2015-07-d, p.9）の資料が謳うような設計上の都合ではなく、行政側との協議において警察側の交通規制担当が難色を示してきた事が原因として疑われる。

4.4.2. 欠陥設計例のみを根拠に双方向通行の自転車道を否定

改定ガイドライン策定までに開催されてきた検討委員会では、2007～2008年開催の懇談会も含め、計15回の会議で配布された資料全ての中で、双方向通行の自転車道の交差点設計例は僅か3例しか示されておらず、参加した委員らは、それらの質の低い設計のみを見て、双方向通行の自転車道一般を避けるべきだとの結論を早まって出していると考えられる。

1例目は2012年2月に開催された検討委員会で配布された資料掲載の図である。画面左から自転車道を通行してきた自転車を交差点の手前で歩道に急角度に退出させようとしているが、このような急な線形では利用者が設計者の意図に反する挙動をしたり、ニアミスが高頻度で発生する事が分かっているので（木村 et al. 2011）、明らかに欠陥設計と言える。図を見た委員も、

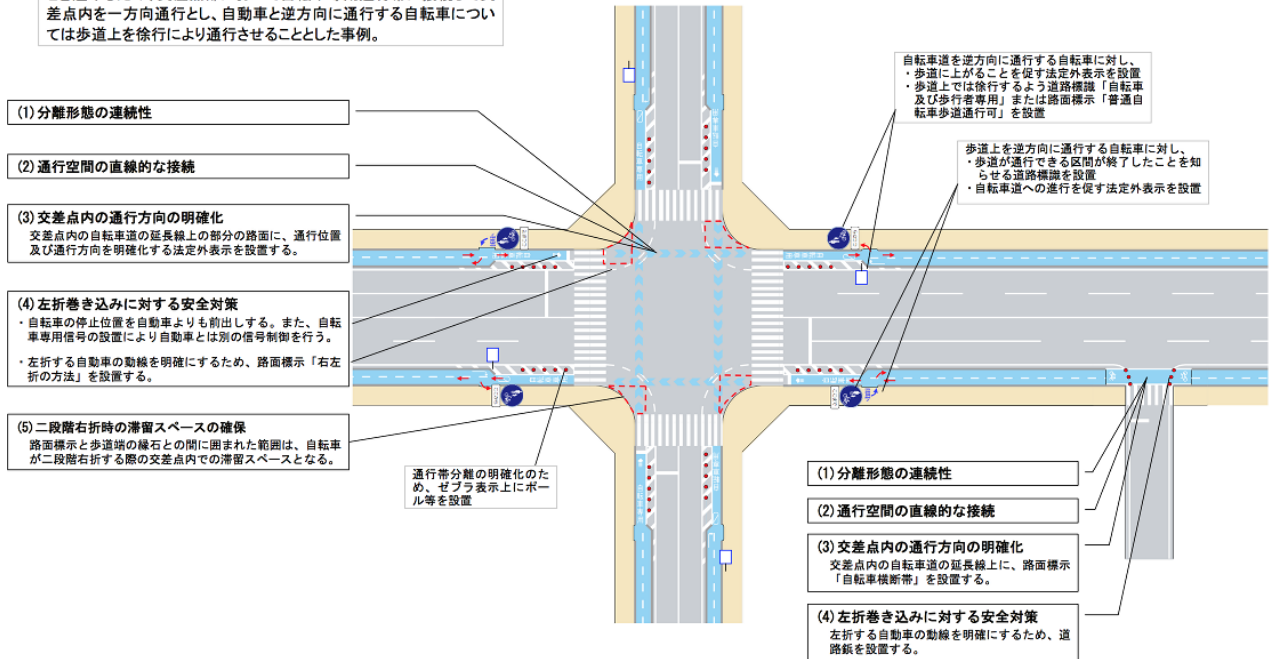
対応例3は、双方向で走っている自転車、特に車と反対方向に自転車道の中を来る自転車が、サインで歩道に上がるようになっているが、正直に上がる人は少ないと思う。また、右側を走ってきて交差点に近づいて、左側を走っている自転車と交差するような形で歩道に上がる形になるが、そこで接触が起き得ることへの配慮が必要。できる限りこの3は実施しない方向でいただけたらありがたい。

との感想を述べている (検討委員会, 2012-02-a, p.4)。

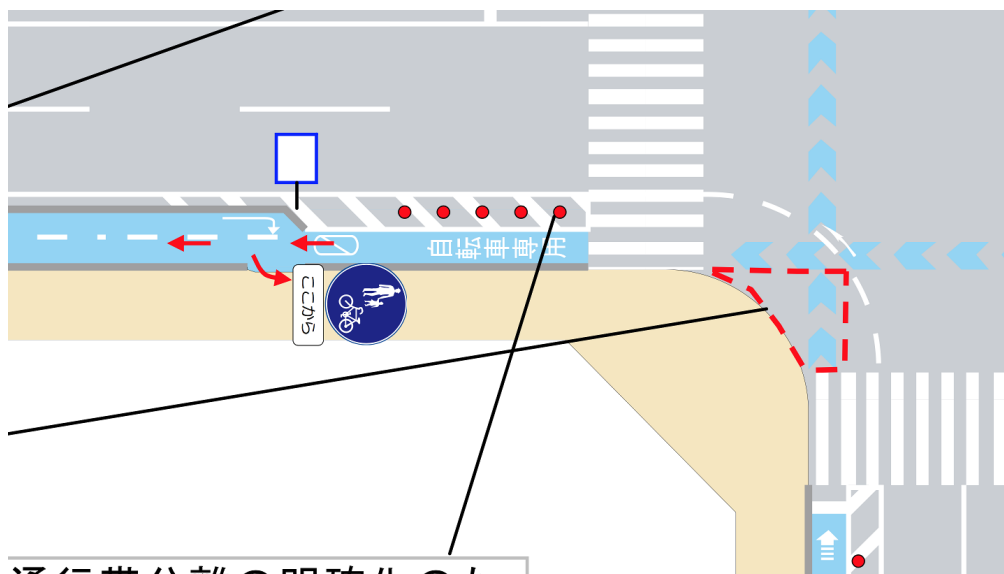
(参考) 交差点における対応例3

自転車道が接続する交差点において、交差点内で双方向に通行する自転車同士が交錯すること、自転車が自動車と逆方向に通行することを避けるため、交差点部において自転車専用通行帯に接続して交差点内を一方通行とし、自動車と逆方向に通行する自転車については歩道上を徐行により通行させることとした事例。

注) 本図はイメージを示したものであり、全ての道路標識・路面標示を示したものではありません。



出典：検討委員会 (2012-02-k, p.3)



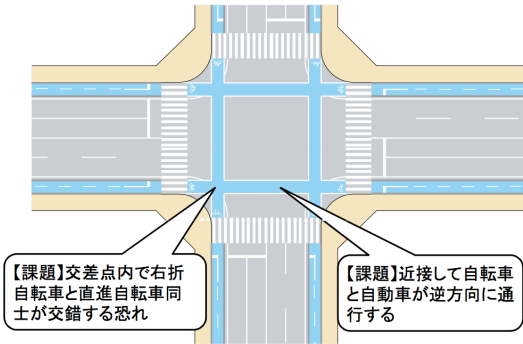
上図の左下部分の拡大

2例目は2014年12月に開催された検討委員会で配布された資料に掲載された図である。

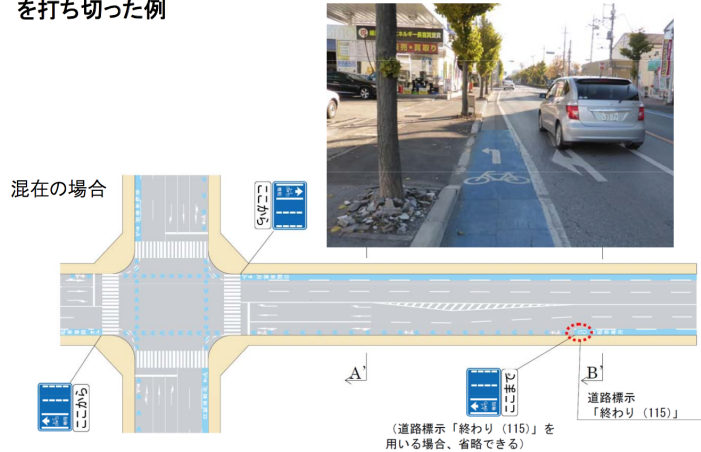
③交差点での交通処理

- 交差点内で自転車同士が交錯すること、自転車が自動車と逆方向に通行することなど危険性が懸念される。
- 交差点での連続性を確保できず、交差点処理に際し交差点手前で自転車通行空間を打ち切る事例が多数存在。

■ 双方向自転車道を直接交差点に接続する場合のイメージ(課題のある事例)



■ 付加車線設置による路肩縮小のため交差点手前で自転車通行空間を打ち切った例



【自治体担当者の声】

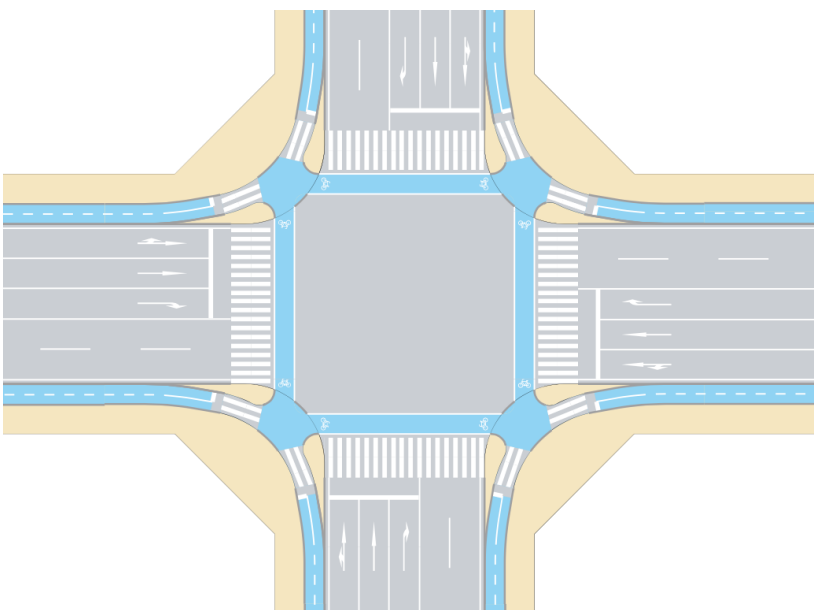
- 自転車道が選定された場合、交差点運用を含めた安全性の面から一方通行自転車道を標準とすべき
- 付加車線と街渠の構造が変更できなかったため必要な幅が確保できず、警察協議の結果、交差点手前で歩道に誘導(自転車横断帯を通行等)することとなった。

※自転車ネットワーク策定済み自治体に対するヒアリング調査結果より

7

出典：検討委員会 (2014-12-i, p.7)

図中で指摘されている、車と右側通行の自転車が近接してすれ違う問題は、車道端の延長線上に直線的に自転車横断帯を引くのではなく、横断歩道寄りにオフセットすれば解決できる為、双方向通行である事と一体不可分の問題ではない。それ以前に、図の構造では左側通行の自転車も左折車と近接しており、停止線の前出しも無いので、左折巻き込み事故のリスクが高い (ABDUL RAHIMI Abdul Rahman (2013) 参照)。この交差点は一方通行・双方向通行の別を問わず欠陥の有る設計なのである。



車と逆行自転車の近接通行問題が解決されている。出典：国土交通省 (2013-b, p.62)

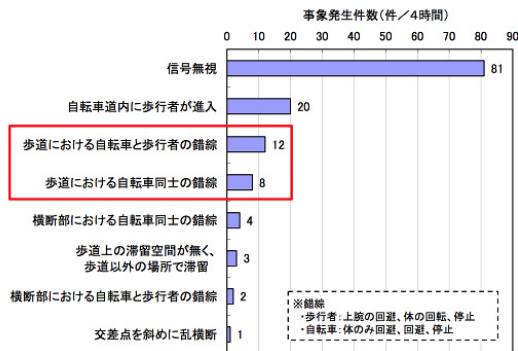
双方向通行の場合のみ生じる問題は交差点内での直進自転車と対向右折自転車の交錯だが、これも自転車横断帯の線形と関連して、交差箇所をわざわざ交差点内に設定している事が問題を悪化させている。両方向の自転車に加え左折車も交錯する **コンフリクト・ポイント** 密集地帯で自転車横断帯を交差させる構造は各道路利用者に強い認知負荷を掛ける為、左図 (国土交通省, 2013-b, p.62) のような構造に比べて劣っている。

3例目は、既存の双方向通行の自転車道を、その課題と共に報告しているが、この問題は双方向通行の自転車道そのものというより、交差点手前での自転車道の打ち切りと交差点周辺の混在通行化に起因するものと思われる。自転車道と自転車横断帯が一直線に揃っておらず、途中に区分線も帯状ペイントも無い以上、自転車の動線が乱れたり対向自転車の動きが予測しにくくなって錯綜しやすくなるのは当然である。

(3) 双方向通行の自転車道の主な課題

■ 交差点部で歩行者や自転車との交錯が発生

○ 交差点部における危険事象の発生状況



【調査対象交差点の状況】



【出典: 国土技術政策総合研究所調査による】

出典: 検討委員会 (2015-06-d, p.15) ※部分

以上が、検討委員会に参加した委員全員が確実に目にし、議論の土台となったと思われる情報だが、この他にも、検討委員会の配布資料には掲載されなかったものの、双方向通行の自転車道の整備が困難との印象を与える設計例が存在する。

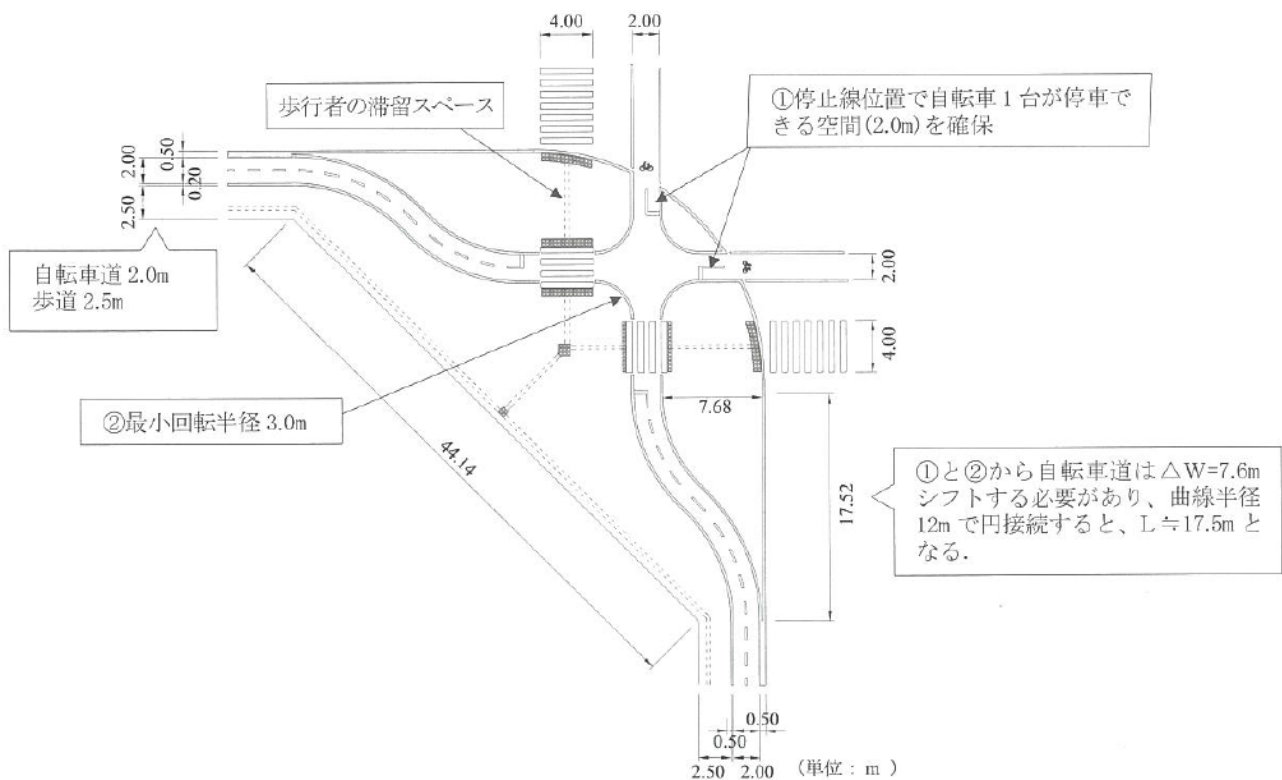


図 3.3.17 交差点まで双方向通行の自転車道を連続させた例

出典: 交通工学研究会 (2015-07, p.69)

この図は、双方向通行の自転車道を交差点手前で打ち切らずに連続させる場合、非常に広大な空間が必要であるとの印象を抱かせるが、

- 横断歩行者の滞留部分を異常に広く確保している
- 自転車道同士を直交させる事に拘って線形を徒らに複雑化している

など、特殊で無駄の多い設計である。

この図を収録している書籍には久保田尚氏、山中英生氏、小林成基氏、屋井鉄雄氏といった検討委員会メンバーも関わっている為、検討委員会(2015-07-d, p.9)の配布資料に書かれている「複雑な交差点処理かつ広い用地が必要」という説明について少なくとも一部の委員は、上図のような例外的な設計を念頭に置いて理解していた可能性が有る。

例えば第6回委員会の議事録には次のような発言が見られる(検討委員会, 2015-11-a, p.3) :

3)自転車道の一方方向・双方向通行の適用の考え方

- 8ページの18行目について、自転車道の双方向通行の課題について「交差点内での違法性」という表現を追加できないか。**交差点内は双方向の自転車道のままだと通用しないため、自歩道にする必要がある**が、一方で自歩道は本提言において否定している。一方通行化への理解を進めるためにも、ここでしっかり課題を記載すべきではないか。[下線、マーカー強調は引用者]

しかし交差点での自歩道への切り替えが必須という認識は、本節で見てきたように誤っている。パブリックコメントに対する回答を纏めた第7回委員会での配布資料(検討委員会, 2016-02-c, p.3)にも同様の誤解に基づいた判断が見られる :

提出意見の概要

○安全な幅員が確保され、上りと下りが識別されていれば、自転車道の双方向通行も認めるべき。

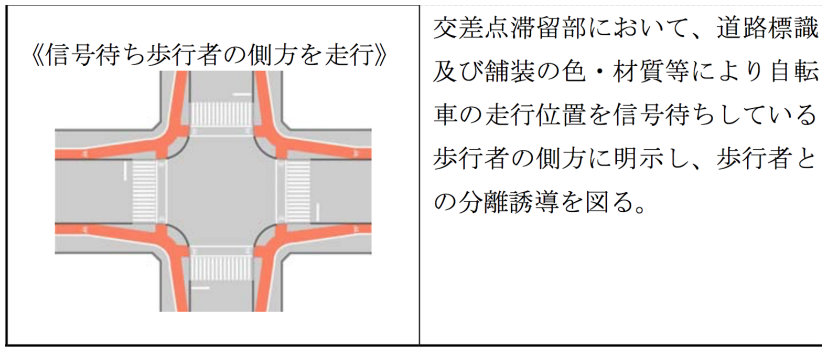
提出意見の概要に対する考え方

○単路部だけに着目すれば十分な幅員が確保されていれば双方向通行の自転車道でも安全性に問題はありますが、双方向通行の自転車道の問題は交差点処理にあります。現在の我が国の自転車道の実態や顕在化している問題に的確に取り組むため、本提言(案)では一方通行化を基本としています。なお、本提言(案)においても、双方向通行とすることを必ずしも除外していません。

このように検討委員会は欠陥の多い設計例・整備事例ばかりを根拠に双方向通行の自転車道というカテゴリそのものに対して否定的な見解を持つに至っていると思われ、合理的な評価ができていないとは言えない。

4.4.3. 国内外の交差点設計知見の看過

検討委員会の配布資料では一切取り上げられていないが、委員会で指摘されていた問題に対する解決策は日本国内の文献で既に示されている。国土交通省が2007年に発表した『自転車利用環境整備ガイドブック』



出典：国土交通省 et al. (2007-10, p.9)

には、自転車歩行者道の自転車通行指定部分を交差点手前で打ち切らず、自転車横断帯に直結させる設計例が掲載されている。これは自転車歩行者道の例ではあるが、縁石による区分を付加するだけで、自転車道でも全く同じ構造が実現可能である。

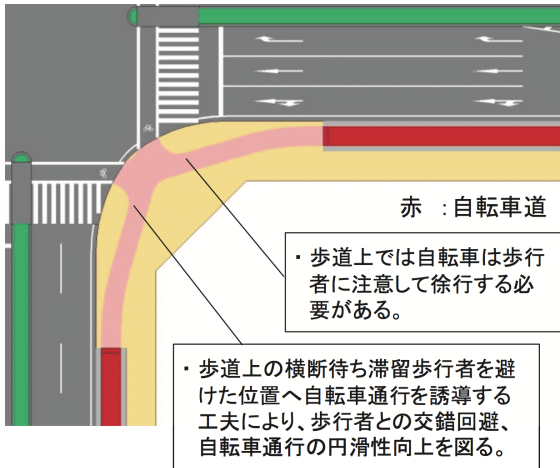


図-3 設計パターン例 (その2)

出典：大脇 et al. (2009, p.39)

ガイドブックの2年後に発表された資料。交差点の周辺で構造的な分離を打ち切っているが、自転車の通行空間を連続的に示している。

また、発表者の国土交通省 et al. (2007-10, p.9) は指摘していないが、この交差点構造には、

- ・ 自転車が車道の停止線より10 m以上前方で信号待ちでき、左折車との衝突リスクが低い
- ・ 自転車が信号とは無関係に常時左折できる (左側通行する場合)
- ・ 二段階右折の滞留空間が車道から構造的に分離されており安心感が高い

という大きな利点がある。特に、常時左折可能という特徴は、自転車での移動時間の2~4割を占める信号待ちによる時間損失を一挙に解消できるので、自転車の**走行速度を向上させるよりも容易に**旅行速度を引き上げられる。換言すれば、都市部における自転車の移手段としての優位性向上の恩恵を、高速走行できる一部のスポーツ自転車利用者に限らず幅広い利用者層に与えられるのである。

改定ガイドラインが示す交差点設計例 (国土交通省 et al., 2016, pp.II-39-II-65) はいずれも自転車を交差点手前の停止線で待たせる構造である為、自転車が設計者の意図通りに通行する限りは、上の設計例よりも自転車が左折巻き込み事故に遭うリスクが高く、左折に伴う時間損失も大きい。そして自転車利用者が設計意図を無視して交差点の手前で歩道に上がったり停止線を冒進して交差点の角まで進めば、横断歩道や歩道上での歩行者との無秩序で予測しにくい交錯が解消されない。



2013年3月に筆者が撮影



2013年3月に筆者が撮影



2013年3月に筆者が撮影



国道17号の千石一丁目交差点。自転車を車道端の延長線上に直線的に誘導する矢羽根型路面表示は却って危険な交錯を招いており、大多数の自転車利用者は歩道から横断歩道で横断している。2014年11月に筆者が撮影。

本節の冒頭で引用した国土交通省 et al. (2007-10, p.9) の設計例は、自転車、歩行者それぞれの滞留空間が限られる為、あらゆる交通状況に適用できる訳ではないが、条件さえ揃えば、自転車の安全性と利便性を維持しつつ、歩行者、自転車、車の無秩序な交錯を抑制できる有効な設計手法と考えられる。

類似の交差点構造は、初版ガイドライン発表後に開催された地方説明会の配布資料にも、双方向通行の自転車道同士を接続した例として掲載されている (国土交通省, 2013-b, p.62)。このような設計案が過去に発表されているにも関わらず、改定ガイドライン (国土交通省 et al., 2016, p.II-10) は双方向通行の自転車道に「区間前後・内に双方向通行の自転車道が交差しないこと」との必須条件を課しており、設計指針として合理性を欠いている。

なお、この構造でも直進自転車と対向右折自転車の交錯という問題は生じるが、それは非幹線道路の無信号交差点でも同様に生じるものであり、手信号による意思疎通で対処できる課題である。

道路交通法が定める手信号の方法は、腕を水平に伸ばし (同法施行令 21 条)、その状態を右左折等が完了するまで維持する (同法 53 条) というものだが、自転車同士であれば、曲がる前にハンドルバーから少しのあいだ手を離し、曲がりたい方向を軽く指差すだけでも意思疎通が可能なので、それほど難易度の高い動作ではない。



オランダにおける手信号の例。この運転者は曲がり始める直前に手をハンドルバーに戻している。

出典：Mark Wagenbuur (2014-07-16)

諸外国の設計事例

双方向通行の自転車道の交差点設計は海外にも様々な事例があり、連続性、安全性、明快さ、利便性、空間制約などの課題に柔軟に対処している。



フランス、ルワンのRue Grand PontとQuai de la Bourseの交差点。双方方向通行の自転車道同士を単純に直交させている。車道からのオフセットが信号待ちの自転車の滞留空間を生み、交差方向の自転車の流れが妨げられにくくなっている。
出典：Google Maps Street View (2015-04@49.4382756,1.0919125)



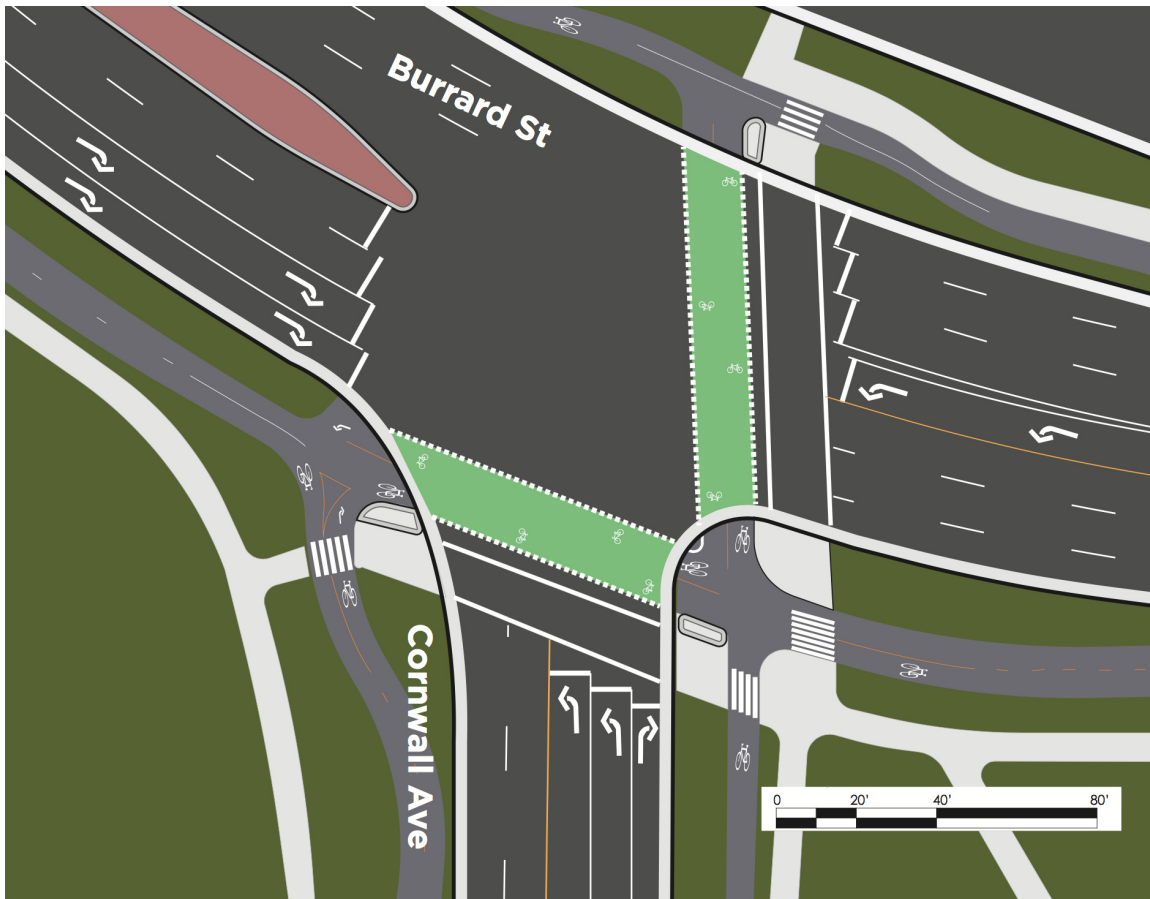
オランダ、ユトレヒトのVleutensewegとSpinozawegの交差点。交差点の角を回り込むように配置された双方方向通行の自転車道に自転車横断帯を繋げた構造。自転車横断帯は上下線が破線で区分されている。
出典：Google Maps Street View (2009-07@52.0949756,5.0852663)



オランダ、ロッテルダムの Westzeedijk と Pieter de Hoochweg の交差点。
 双方方向通行の自転車道2本がT字型に接続し、そこに一方通行の自転車横断帯 (画面手前) を繋げている。
 出典：Google Maps Street View (2009-09@51.9055124,4.4602699)



カナダ、バンクーバーの Burrard Street と Cornwall Avenue の交差点
 出典：Google Maps Street View (2015-05@49.2723924,-123.1453255)



同、平面図

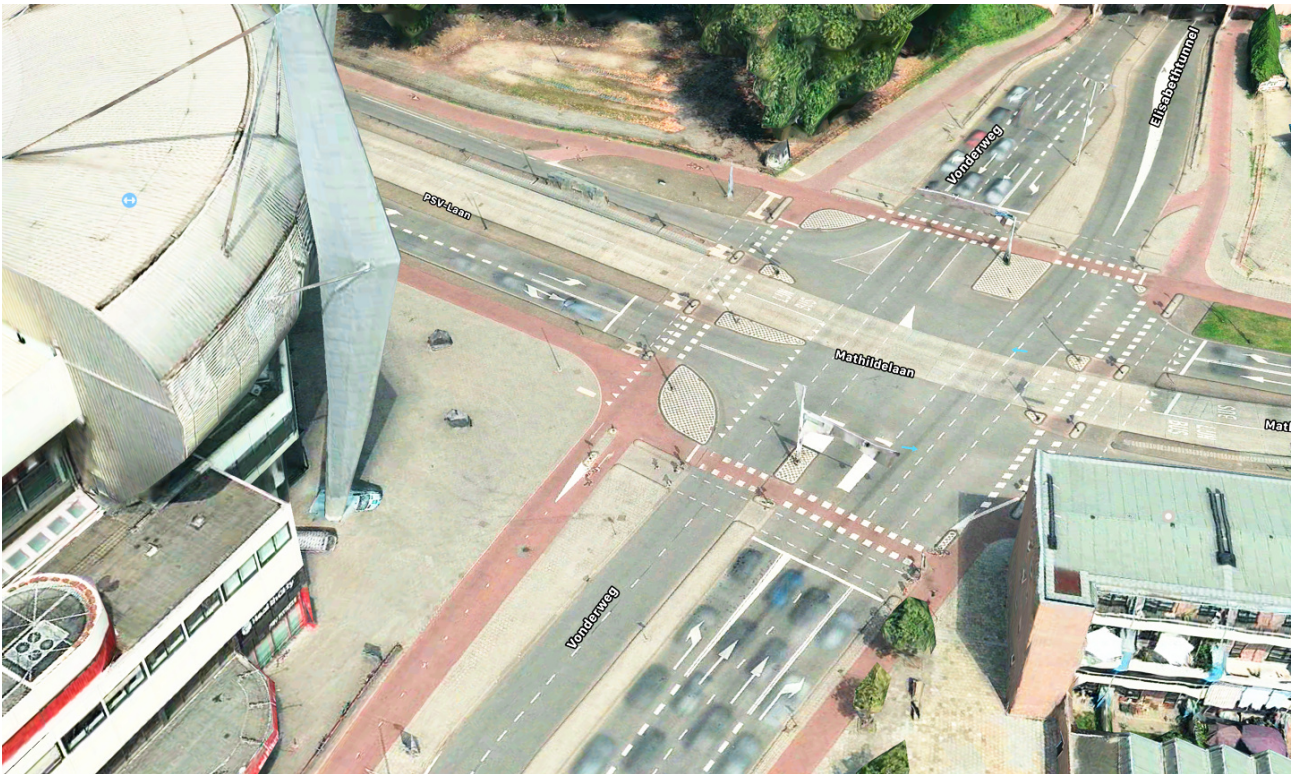
出典：Alta Planning + Design (2015-12, p.51)



A short section of a two-way cycle track and a signalized cyclist crossing makes the Nørrebro cycle route continuous and cohesive.

出典：Troels Andersen et al. (2012, p.63)

デンマーク、コペンハーゲンの自転車道。市内の自転車ネットワークの連続性・緊密性を高める為に部分的に双方向通行化されている。写真は双方向通行から一方通行に切り替わる分岐箇所の設計例として参考になる。



オランダ、アイントホーフェンの Philips Stadion 横の交差点 (Google Maps での緯度経度は 51.4416486, 5.469593)。スタジアムの東南に面する双方向通行の自転車道が交差点手前で上下線に分かれ、道路左側を通行する自転車を右側に誘導している。自転車道と車道を繋ぐ渡り線はモペッドの出入口。出典：macOS Maps.app ※オリジナル画像に色調調整を加えた。

ところが国内外のこうした設計案・整備事例は委員会資料では一切言及されておらず、双方向通行の自転車道の難点として委員会で指摘されていた課題、

- 複雑な交差点処理かつ広い用地が必要
- 交差点手前で打ち切らざるを得ず、歩行者と自転車が輻輳する
- 交差点で連続性を確保することが難しい

は、恰も解決不可能な課題であるかのように委員らに誤認された可能性が有る。

なお、北米で近年 protected intersection の整備が本格化した背景には、オランダのコンサルタント会社、Mobycon が北米に事務所を開設し (Mobycon, 2015-07-01)、現地で交差点の設計に協力した (Michael Andersen, 2015-08-11) 事が有る。アメリカと同じく自転車通行空間の設計に関して極めて未熟な日本にとって、その技術レベルを迅速に世界最高水準に引き上げるには、海外の設計指針などの表層的な情報に頼るよりも、実務経験豊かなオランダの専門家を招聘して知見を直接輸入する事が有効であると考えられる。

4.4.4. 双方向通行の自転車道の設計放棄

改定ガイドラインは双方向通行の自転車道の整備に不合理な条件を課すだけでなく、設計上特に重要な交差点における双方向通行の自転車道の設計例を一切示さず、設計指針としての役割を放棄している (国土交通省 et al., 2016, p.II-37) :

なお、自転車が双方向通行となる自転車道を採用する場合は、自動車と逆方向に通行する自転車の

出会い頭事故の危険性、交差点内での自転車同士の交錯の危険性等の課題があることから、交通状況や沿道状況を踏まえ、個別に検討を行うものとする。

原則的に避けるべき整備形態とするにしても、双方向通行の自転車道の設計例そのものを掲載しない事は、海外の設計指針 (CROW, 2007, pp.232-238; Transport for London, 2014-12-e, p.25; NACTO, 2014-b3; FHWA, 2015, pp.138-143; MassDOT, 2015-11-e, p.65, 67, 79-80, 85-86) に照らして異例である。

現在の日本は自転車通行空間の設計に関する知見に乏しく、安全性、円滑性、快適性などを一定以上の水準で実現する交差点構造を地方自治体が独力で一から設計するのは困難である。「交通状況や沿道状況を踏まえ、個別に検討を行うものとする」と言うばかりで、具体的に何を考慮し、どう設計に反映させれば良いのかを詳述しない改定ガイドラインは、双方向通行の自転車道の整備を妨げる効力を有しているのである。

また、仮に自治体が優れた設計を独自に考案できたとしても、事実上の国家基準であるガイドラインに記載されていない構造では、交通管理者協議で警察から承諾を得るのが難しい他、設計決裁、予算確保、内部監査 (及び会計検査) の各段階でも膨大な時間と労力を要する為、整備のハードルは極めて高い。

4.5. ラウンドバウトの設計指針の欠如

ラウンドバウト (環状交差点) の自転車通行空間については、新旧のガイドライン (国土交通省 et al., 2012; 2016) が全く触れていないばかりか、「ラウンドアバウトの設計・計画ガイド」(交通工学研究会, 2009) でも「歩行者・自転車の取り扱いには注意が必要」とあるのみで、具体的な設計手法が一切示されていない。

しかし、指針不在の下で整備された国内の複数のラウンドバウトでは、自転車利用者にとっての危険性が既に指摘されている構造が採用され、それが事実上の標準になりつつあり、過去に海外諸国が経験した失敗をまた一から繰り返そうとしている。そこで本節では、国内の設計指針が看過している危険性を指摘すると共に、自転車の安全な通行を考慮した海外のラウンドバウト構造を概観する。

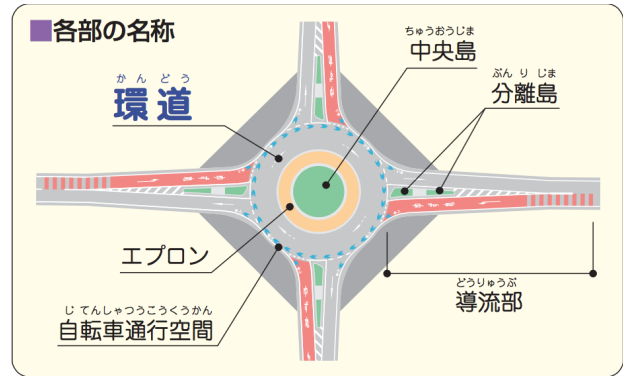
4.5.1. 環道外縁部を自転車通行空間とするラウンドバウト構造の危険性

自転車に関して技術的な蓄積が皆無な状況で整備が始まった日本国内のラウンドバウトには、環道の外縁部に矢羽根型路面表示を設置して自転車の通行位置の目安としたものが多い：

- 長野県軽井沢町の六本辻ラウンドアバウト (2012年11月に社会実験開始 (森 et al., 2014))
- 長野県須坂市の野辺町交差点 (2014年9月に供用開始 (須坂市 まちづくり推進部 道路河川課, a))
- 長野県安曇野市の本村円交差点 (2015年4月に供用開始 (安曇野市 都市建設部 建設課, 2016-07-01))
- 新潟県田上町の田上あじさい交差点 (2016年2月に供用開始 (新潟県, 2016-01-20))



出典：新潟県 三条地域振興局 農業振興部 et al. (2015-12-01)



出典：新潟県 三条地域振興局 農業振興部 et al. (2015-12-01)



出典：安曇野市 都市建設部 建設課 (2016-07-01)

後述するように、この構造は自転車と車の事故リスクが高い事が既に明らかになっている。にも関わらずこの構造が事実上の標準形態になりつつある背景には、道路管理者が自転車に無関心である事や、交通管理者に単路部の「自転車は車道左端」原則を機械的に適用すれば良いとの意識が有る事が疑われる。例えば千葉県警の勝又 (2015, p.28) は、安全性についての客観的根拠を示す事なく「環状交差点においては、自転車は車道通行を原則とし、通行部分を明示しておくことが望ましい」と述べ、環道の外縁に矢羽根を設置した須坂市のラウンドバウトをその例として挙げている。

国内外の研究における自転車の環道左端通行の危険性の指摘

実務者らの認識と異なり、研究者の間では自転車に環道外縁部を通行させる構造の危険性が既に指摘されている。吉岡 et al. (2013) は海外6ヶ国(独、英、仏、米、豪、韓)の設計指針を調査し、

自転車の通行位置に関して、ドイツ・アメリカ・イギリスでは流出車両との巻き込み事故の危険性があるため、環道部の外端を走行させないよう、環道内に特別な路面標示等を行わないほうが良いとしている。(自動車と自転車は一列通行を推奨)一方オーストラリアでは、交通状況に応じて、環道部の外端に自転車の通行位置を示す路面標示やカラー舗装などの設置を基準の中で記述している。韓国では、ラウンドアバウトでの自動車と自転車の通行位置は分離することを原則としており、流出部では、横断歩道とあわせて自転車の横断帯も設けることが基本となっている。

と、オーストラリア以外の国では、フランスを除き、環道外端通行が否定されていると指摘している。

小林 et al. (2014) も同様に、自転車の環道左端通行の問題点を実験から明らかにしている。この研究では、自転車専用の通行空間を設けないラウンドアバウトについて、自転車に環道の左端を通行(車と並走)させるべきか、自転車と車を一列で通行させるべきかを、車の交通容量と安全性の観点から、シミュレーション・ソフト(VISSM)による再現と、試験場での走行実験で評価している。

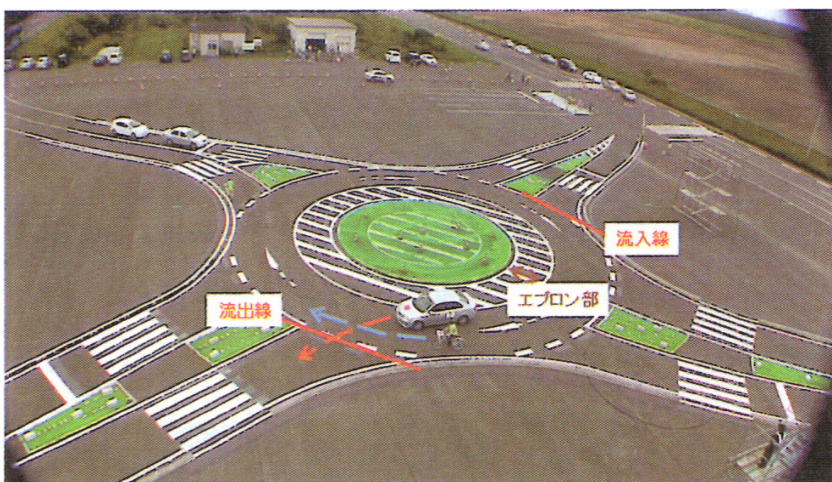


写真-2 お見合いが生じたケース

出典：小林 et al. (2014, p.45)

シミュレーションでは、交通容量の低下幅はいずれの通行方法でもほぼ同じだったが、安全性については、交錯回避行動の再現をオフにしてシミュレートした場合、並列走行では自転車と自動車の交通量の増加に比例して潜在的交錯回数が増加した。また、試験場での走行試験では、並列走行の場合、車の速度が上昇する傾向(小林らは「早く自転車を抜きさりたい意識」がその理由だと解釈している)や、

流出部で車と自転車の双方が停止してお見合い状態になり、交通容量を低下させる事象が観測されている(この場合の優先通行権は道路交通法(総務省 行政管理局, 2015-09-30) 37条の2にも明確な規定が無い)。

なお、走行試験の参加者アンケートではドライバー、自転車利用者共に、走りやすさ、安心感について一列通行の方を高く評価している(有意差は自転車利用者の回答のみ)が、一列通行について自転車側から「車に追われている気がして嫌だった」(女性31歳)と否定的に評価されている他、ドライバーからも「車道の左端をふらふら走るのなら真ん中をスピーディに走ってもらった方が安心して走れました」(男性47歳)と、**低速走行する自転車に対する不寛容性**が窺える意見も見られ、車の交通量が多い環境での一列通行は、自転車にとって安全ではあっても安心とは言い難いと考えられる。

この他、国土交通省のラウンドアバウト検討委員会に提出された資料(ラウンドアバウト検討委員会, 2014-

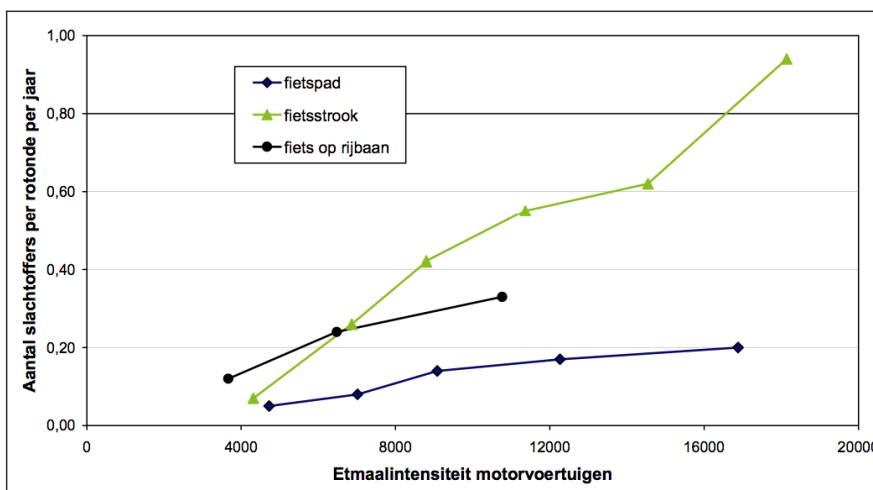
07-16-j, p.3) では、静岡県焼津市の関方交差点についてバスドライバーが、「左折時（進入時）に後方から直進のバイク、自転車が進入してきた場合の巻き込みは心配」との意見を述べている。

オランダにおけるラウンドバウト研究の展開

前述の吉岡 et al. (2013) は目を向けていないが、ラウンドバウト研究ではオランダも先進国の一つである。例えば多車線ラウンドバウトを螺旋型に改良し、事故原因だった環道内での車線変更を無くしたターボ・ラウンドバウト (turborotonde) の導入は2000年で世界初である (Transoft Solutions B.V., 2016)。ラウンドバウト研究の歴史はイギリスほど長くはないが、2005年の時点で既に20年ほどの蓄積があり、その間、研究テーマは、

1. 通常の交差点と比較した安全性と交通容量
2. ラウンドバウトでの自転車通行空間の各種形態と安全性
3. 郊外型のラウンドバウトでの自転車の優先通行権の有無と安全性

と移り変わってきている (Atze Dijkstra, 2005, p.5)。その第2段階では、自転車レーンをペイントして自転車に環道の外縁部を通行させる形態が危険な事や、環道から分離した自転車道が安全な事が明らかにされており、



出典：Atze Dijkstra (2005, p.11)
ラウンドバウト1箇所当たり、自動車通行台数(横軸)当たりの年間死傷者数(縦軸; 自転車以外も含む)。ラウンドバウトでの自転車通行空間を示す凡例は上から、自転車道、自転車レーン、車道。但し本図からはもう一つの考慮すべき因子、自転車交通量が分からない。

Abbeelding 2.1. Aantal slachtoffers per rotonde per jaar, voor drie typen fietsvoorziening en naar etmaalintensiteit van motorvoertuigen.

その知見は既に設計指針に反映されている：

CROW (2007, p.201)

On busier roundabouts, the use of a separate cycle track is recommended. Cycle lanes are not recommended on roundabouts. Drivers of lorries turning off in particular have too restricted a view of cyclists and moped riders riding alongside them because of their blind spot.

ここでは、日本国内で事実上の標準になりつつある構造に似た、環道外縁部に自転車レーンを設置する構造が、大型車の死角問題を理由に(車の交通量に関わらず)否定されている。過去に整備されたその構造のラウンドバウトが、事故の多さを理由に改修された例 (Gemeente Velsen, 2014) も存在する。



Santpoortse Dreef と Hagelingerweg の交差点の改修前 (2013 年撮影)
 出典：Google Earth (2013-10-01@52.438572,4.642642)



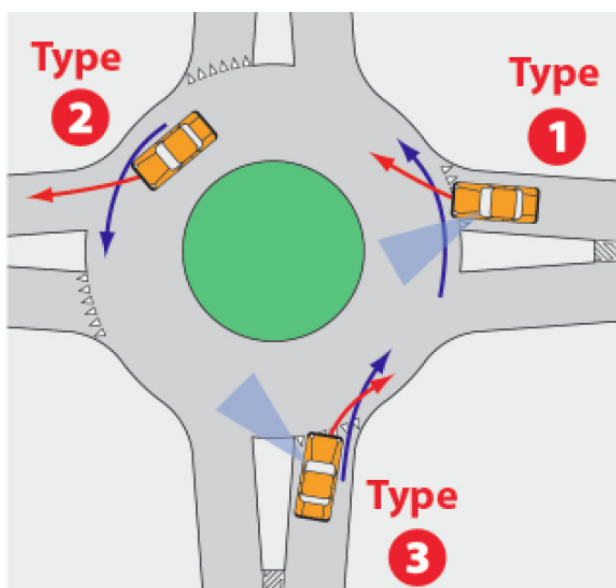
改修後 (2015 年撮影) は自転車レーンが環道から分離されて自転車道になり、横断歩道の隣に配置された。
 また、自転車道を通行する自転車が環道に流入する車だけでなく流出する車に対しても優先である事が路面表示で明示されている。
 出典：Google Earth (2015-06-30@52.438572,4.642642)

その他の国における環道外縁部の自転車レーンに対する危険性指摘

オランダと同じく、環状交差点の形態と自転車の事故率の関係を調査したベルギーの研究 (Stijn Daniels et al., 2009) でも、環道外縁の自転車レーンは危険であるとの結果が出ている。

デンマークの自転車政策ノウハウ集 (Troels Andersen et al., 2012, p.99) も、市街地型ラウンドバウトについて、環道外縁部に自転車レーンを設置すると環道の幅が広がって車の速度が上がり、流出入部でも自転車が車に幅寄せされるとの危険性を指摘している。また同資料は、郊外型ラウンドバウトで車の実勢速度が低い場合、環道外縁部にセットバック無しで自転車道を設置する構造がデンマークでは一般的としつつ、同国内に整備事例の無い、環道から数メートルのセットバックを設けた自転車道の方が安全であるというスウェーデン、ドイツ、オランダの見解に言及している (Troels Andersen et al., 2012, p.99)。

欧州委員会のプロジェクト (PRESTO, 2010-02-09-fs13, p.3) も同様に、環道外縁に自転車レーンを設置したラウンドバウトは**通常の交差点以上に危険**だとする研究を挙げ、その理由を、誤った安心感、コンフリクト・ポイントの倍加、環道内での追い越しと割り込みの発生、自転車がラウンドバウトから流出するだろうとのドライバーの誤解の誘発と説明し、**ラウンドバウトに自転車レーンを設置しないよう警告**している。



出典：PRESTO (2010-02-09-fs13, p.2)

PRESTO (2010-02-09-fs13, p.2) に拠れば、ラウンドバウトにおける自転車と車の交錯パターンは左図の3種に限られ、数字の順に事故が多い。Type 1はドライバーが環道の中心寄りを注視して、端を通行する自転車を見落とす事で生じる。大径の多車線ラウンドバウトで起こりやすい。Type 2も大径ラウンドバウトで起こりやすく、自転車レーンが自転車を環道外端に誘導している場合が危険。Type 3は自転車がラウンドバウトを直線的に通過しようとする時に生じる。

4.5.2. 自転車の安全な通行を考慮したラウンドバウトの設計例

日本国内ではラウンドバウトにおける自転車通行空間の設計法が確立しておらず、交通工学研究会 (2009, p.13) は、

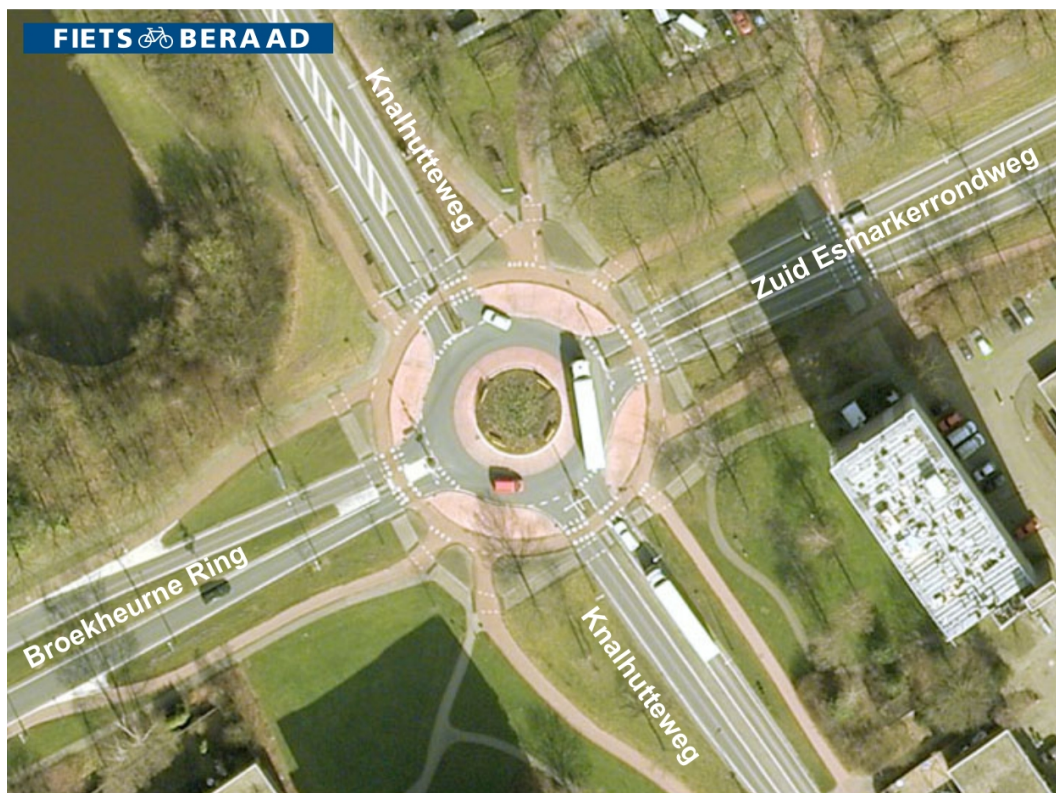
歩行者・自転車交通量が多い個所での標準ラウンドアバウトの適用は、慎重に検討する必要がある。道路空間に余裕がない場合には、ミニラウンドアバウトを適用することも考えられるが、日本への導入は当面慎重に考える必要がある。

と述べるのみで、自転車の通行が多い環境については指針を示していない。しかし現実には、自転車の通行も多い軽井沢町の六本辻交差点 (森 et al., 2014) で環道の外縁部に矢羽根型路面表示を設置する構造が採用されており、今後同様に、危険性が既に知られている構造での整備がなし崩しに広まる事は想像に難くない。そこで本節ではオランダの設計指針を中心に、自転車を考慮したラウンドバウトの例を概観する。

自転車側に優先通行権が有るタイプのラウンドバウト設計



出典：Fietsberaad (Examples-Roundabouts-03)

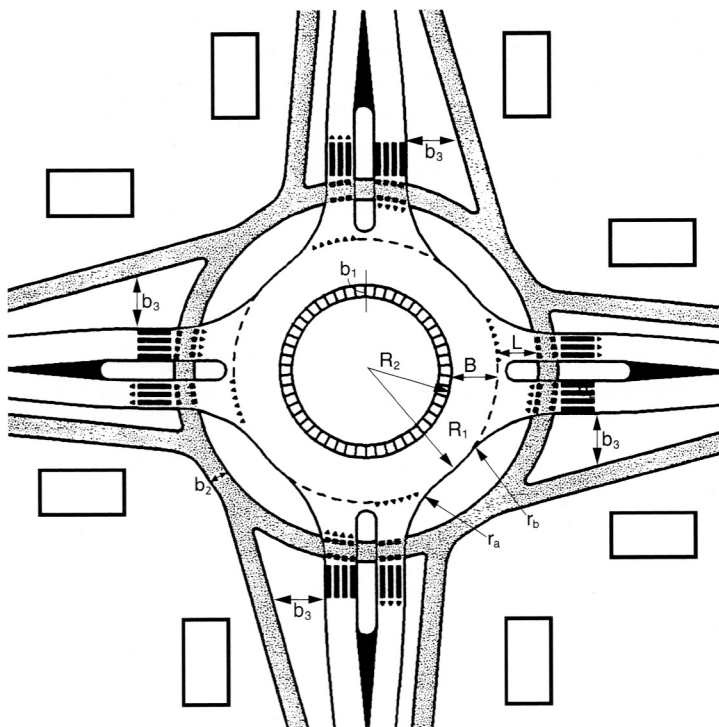


出典：Fietsberaad (Examples-Roundabouts-03)

上の2図は、1990年代初頭にエンスヘーデで整備された、オランダ初となる自転車道を有するラウンドバウトである。一般的なラウンドバウト設計における横断歩道の配置と同じく、円形の自転車道は環道から

5m セットバックされ、環道への流出入車の滞留空間を生み出している。自転車道を円形にした意図について Fietsberaad (Examples-Roundabouts-03) は、環道に相当する優先通行権 (環道内を通行している車両が優先) が自転車道に有る事を、その円形レイアウトで強調する為と説明している。自転車道の流出部は流入部に比べ、車道からの離隔が大きい。これは、ラウンドバウトから流出する自転車が手信号を出さず、ドライバーを無駄に足止めする問題 (*) を見越してのものと思われる (Fietsberaad (Examples-Roundabouts-02) 参照)。

* 環道から流出しようとする車のドライバーは、自転車横断帯で自転車を優先しなければならない為、自転車がラウンドバウトを引き続き回る可能性を考慮して一時停止する必要がある。自転車が早い段階で手信号により流出の意図を示せばドライバーは無駄な一時停止をせずに自転車横断帯を通過できる。



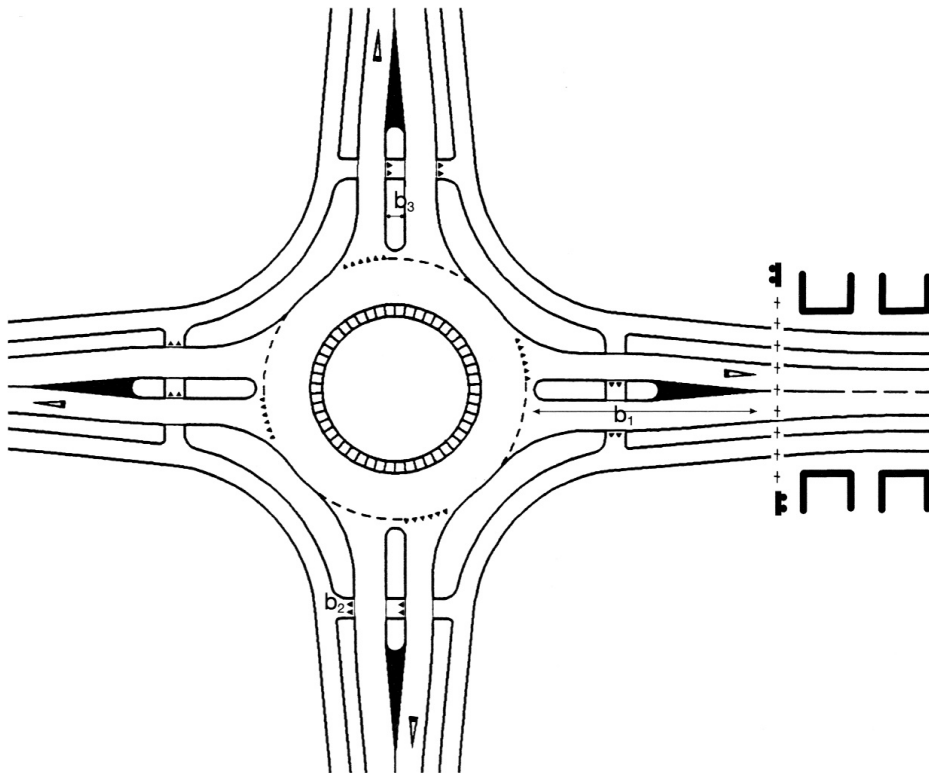
出典：CROW (2007, p.249)

エンスヘーデの整備事例以後に刊行されたオランダの設計指針 (CROW, 2007, pp.248-249) では、これが更に明確にデザインに反映され、自転車道の流入部と流出部の非対称性が際立っている。各部の寸法や、この構造を適用する自動車交通量の閾値などの具体的な基準も同ページに掲載されている。

自転車に優先通行権がないラウンドバウト設計

車道との交差箇所では自転車側に優先通行権の無い、オランダの郊外型ラウンドバウトでは、自転車道の線形が市街地型ラウンドバウトの設計とは大きく異なる。車道の横断箇所は環道から離れており (*), その位置付けは単路の自転車横断帯に近い。自転車道と自転車横断帯を直角に接続しているのは、左右の安全確認をしやすくする他に、車道を横断する自転車に速度を出させない事と、自転車に優先通行権が無い事を構造的に明示する事が狙いと考えられる (PRESTO (2010-02-09-fs13, p.5) 参照)。このように**自転車側の優先通行権の有無に応じてラウンドバウト構造は大きく変わるので、優先通行権は予め設定しておく必要がある**。オランダでは、市街地ラウンドバウトの60%が自転車優先、郊外ラウンドバウトのほぼ全てが車優先に設定されているが (SWOV, 2012-01, p.4)、車優先のラウンドバウトの方が事故が少ない (SWOV, 2012-01, p.4; 但し自転車の通行台数当たりか否かは不明) 事や、ルールの一貫性の観点から、今後は市街地も含めて車優先に一本化される可能性が有る。

* CROW (2007, p.250) にはその距離を指すと思われる “L = 5.00 m” との値が書かれているが、市街地型ラウンドバウトの設計例 (CROW, 2007, p.249) に比べて明らかに距離が長く作図されている事、実際の整備事例では約10mである事から、これは誤植の可能性が有る。



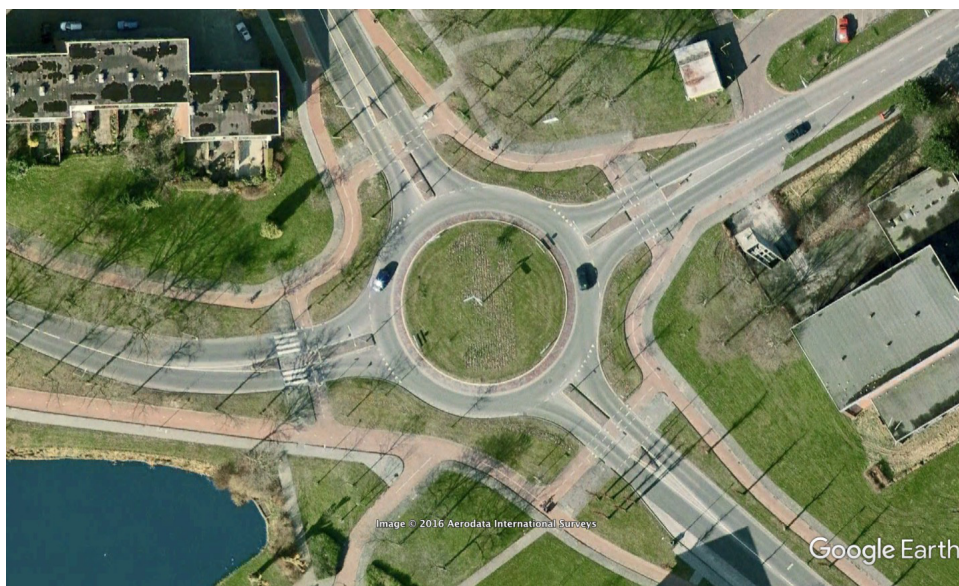
出典：CROW (2007, p.251)

郊外型ラウンドバウトについて、CROW (2007, p.251) はラウンドバウト周囲の自転車道、自転車横断帯を全て一方通行とした設計例のみを示しているが、その構造では、自転車利用者が左折 (日本の右折に相当) する場合はかなりの遠回りを強いられる事になる (4 枝ラウンドバウトの場合)。デンマークの資料 (Søren Underlien Jensen et al., 2000, p.91) はその問題について、車側に優先通行権を付与する場合に限り、

For at mindske cyklisterne eventuelle omvej kan stien være dobbeltrettet.

[引用者訳： 自転車利用者の遠回りを不要にする為、横断帯を双方向通行にする事もできる。]

との解決策を提示している。オランダにも実際、アセンの Nobellaan にそのようなラウンドバウトが存在し (David Hembrow, 2014-05-23)、統計が入手できる 2007 年以降の範囲では自転車関連の事故が 1 件も発生していない (Jasper du Pont, 2017-03-15)。横断箇所は流入側の車道と流出側の車道が交通島で分離されているので、車道を横断する自転車利用者は上下線の車を別々のタイミングで確認できる。

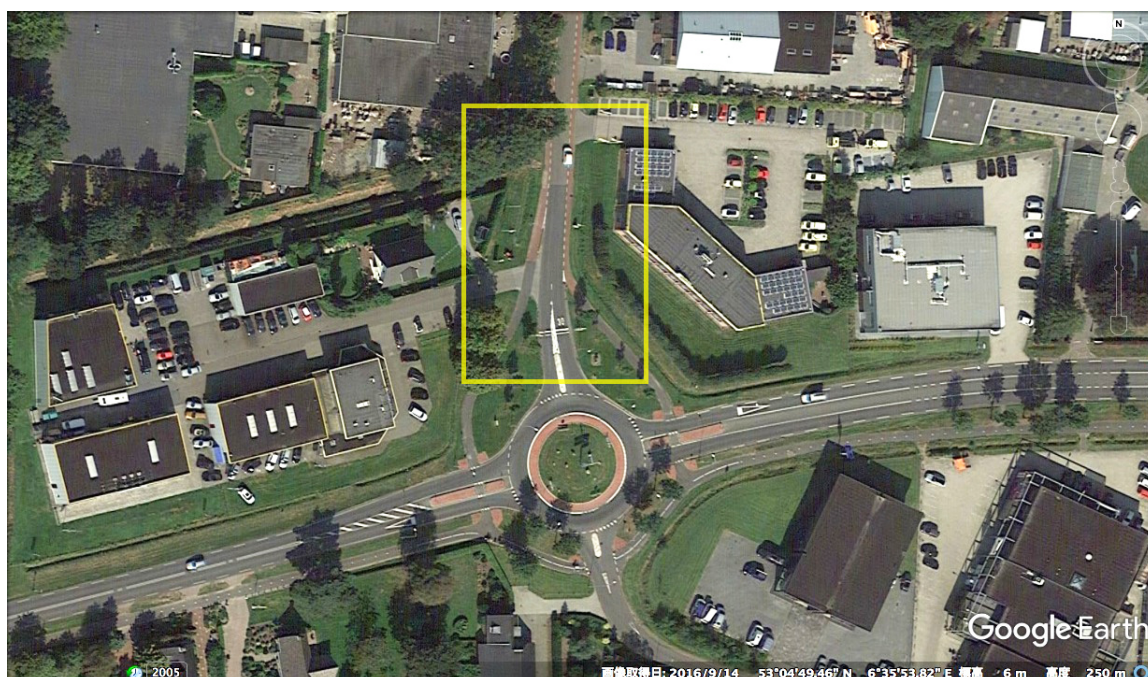


4 箇所ある自転車横断帯は全て双方向に横断可能である。出典：Google Earth (2005-03-08@52.999442, 6.550622)

以上、オランダの市街地型と郊外型のラウンダバウト（自転車道の有るタイプのみ）を概観した。ラウンダバウト研究ではイギリスも歴史が長いが、自転車を考慮した設計では遅れており、Transport for London (2014-12-e) の発行時点ではオランダのラウンダバウトを構内実験で試験してイギリスへの導入の可能性を探っている段階である。アメリカの設計指針 (MassDOT, 2015-11-e, pp.76-77) に掲載されている唯一のラウンダバウト設計例もオランダの郊外型ラウンダバウトを模倣したものと見られる。

自転車道の無い道路と接続する場合の設計手法

ラウンダバウトに接続する道路の単路部の自転車通行空間が自転車レーンや車道混在の場合でも、環道の周囲に自転車道を巡らせた上述のラウンダバウト構造は採用可能である。



単路の自転車レーンがラウンダバウト手前で自転車道に遷移する構造 (Meerweg, Tynaarlo, Drenthe, Nederland
出典：Google Earth (2016-09-14@53.080406,6.598283) ※オリジナル画像に黄色の枠線を追加した



上の航空写真の黄色枠部分。この道路は 30km/h ゾーンで、自転車道ではなく自転車レーンが採用されている。
出典：Google Maps Street View (53.0809442, 6.5982131)



車道混在通行から自転車道への遷移

出典：Mark Wagenbuur (2014-12-11) ※オリジナル画像に黄色の枠線を追加した



上の航空写真の黄色枠部分

出典：Mark Wagenbuur (2014-12-11)

もちろん、これらの設計手法はラウンドバウトだけでなく、4.2節で説明した protected intersection にも応用できる。

自転車側に優先通行権を付与すべきか否かの問題

横断箇所における優先通行権に関して日本で問題になるのは、自転車優先にしてもドライバーがそれを遵守するとは限らないという点である (PRESTO (2010-02-09-fs13, p.5) 参照)。日本は地形の平坦な都市部では世界的に見ても自転車利用が高水準で、この点では、自転車利用の少ない海外の諸都市よりドライバーが自転車を予期・尊重した運転をしていると思われるが、一方で、都市部であっても単路の無信号の横断歩道に

おける横断歩行者・自転車優先の法規は形骸化しており、横断しようとする歩行者・自転車がいても9割以上のドライバーは無視して通過している (JAF, 2016-09-26)。横断しようとする歩行者・自転車の側も車を優先して通過を待つ場合が多い。

信号交差点における右左折車と横断歩行者・自転車の交錯箇所では一転して、ルール通り横断者を優先するドライバーが多いが、無信号が基本であるラウンドバウトでも同様の秩序が保たれるか否かは、環道の直径や進入角度、流出入口の車線数、横断歩道・自転車横断帯部分の路面表示や嵩上げの有無などにも左右されると思われるので、一概には言えない。もし自転車側に優先通行権を付与するのであれば、単に標識を立てるだけではルールが形骸化する公算が大きい。PRESTO (2010-02-09-fs13, p.5) はラウンドバウトの構造自体で優先関係を明確化する手法として、

- Continue the cycle track paving across the approaching roads. This is crucial.
- Create a smooth circular cycle path. The visual parallel with the roundabout lane strengthens the similar priority status. This also more comfortable for cyclists.
- Add priority markings on both sides of the track. All traffic, both entering and leaving the roundabout, must give way to cyclists. A vehicle entering must first give way to cyclists at the track and next to motorized traffic when approaching the roundabout carriageway.
- Consider slightly canting the cycle track for improved visibility when crossing.

などを挙げている。



2016年7月に戸田駅西口で筆者が撮影。画面奥がロータリー。

日本国内の事例では、埼玉県戸田市の戸田駅西口に仮設されているロータリー (ラウンドバウトに似ているが流入部が「ゆずれ」ではなく一時停止規制) を2016年7月に筆者が短時間観察した限りでは、横断歩道での歩行者優先が比較的よく守られていた。但し、当該ロータリーの流入部では警察が定期的に一時停止違反の取り締まりをしており (真木, 2016-06-25)、その波及効果に因るものとも考えられる。

4.5.3. 交通条件に応じたラウンドバウトの形態選定基準

本節では国内の先行研究 (吉岡 et al., 2013) が扱っていないオランダの設計指針におけるラウンドバウトの設置基準、形態選定基準を概観する。但し、ここで引用する指針は自転車交通を主な対象としており、車の視点から道路やラウンドバウトを専門に扱った資料は別に存在する。

まず前提知識として、オランダでは日本と異なり、Duurzaam Veilig (Sustainable Safety) との思想の下で道路ネットワークの階層構造が3階層(自動車専用道路を除けば2階層)に整理・集約されており、市街地と郊外それぞれで各階層の道路構造や規制速度などが標準化されている。自転車ネットワークについても、階層という概念が制度上曖昧な日本とは違い、2階層(非ネットワークの生活道路などを最下層と捉えれば3階層)に分かれており(CROW, 2007, pp.78-85)、自転車道の設計速度(CROW, 2007, p.173)や除雪作業の優先度(CROW, 2007, p.377)、感應制御化された信号交差点での青時間の配分(Mark Wagenbuur, 2016-06-21)などで差別化されている。

オランダの道路階層体系(最上位の自動車専用道路を除く)

階層分類	市街地の規制速度	郊外の規制速度
Gebiedsontsluitingsweg (district access road)	50 または 70 km/h	80 km/h
Erftoegangsweg (estate access road)	30 km/h (30 km/h-zone の場合) 15 km/h (erf の場合)	60 km/h (但し交差点は設計速度 30 km/h)

表中の名称と値の出典：Wegenwiki (2014-08-09; 2014-10-10); CROW (2007, p.192)

交差点の種類(無信号交差点、信号交差点、ラウンダバウト、立体交差など)や、その具体的な構造は、これら階層分類の組み合わせと交通量に基づいて決定される。ここでは交差点の種類を選定基準は割愛し、ラウンダバウトが選択された場合の構造基準に絞って概括する。

ラウンダバウトに自転車道を設けず環道内で車と自転車を一列混在通行させれば足りるとされているのは、交差道路がいずれも estate access road で、交差点交通量が概ね 6,000 pcu/日 までの条件に限られている(CROW, 2007, p.246)。なお、estate access road というカテゴリ自体にも自動車交通量 6,000 台/日という上限が有り、構造面ではセンターラインを設けないのが原則である(Wegenwiki, 2014-10-10; いずれの基準も郊外の場合)。一方、交差する道路の少なくとも片方が district access road の場合、市街地・郊外とも、自転車道を設けて車と自転車を分離するラウンダバウト構造が適用される(CROW, 2007, pp.248-251)。なお、District access road 同士の4枝交差点では、交通量が10,000~20,000 pcu/日の範囲では信号交差点よりラウンダバウトの方が安全(CROW, 2007, p.200)とされている。

一車線ラウンダバウトの平面構造については、環道周辺の自転車道の有無に関わらず、

- 環道半径 (12.50~20.00 m)
- 環道中央の交通島半径 (6.50~15.00 m)
- エプロン幅 (1.00~1.50 m)
- 環道幅員 (5.00~6.00 m)

と、それぞれの寸法項目に同一の上限・下限値が用いられている(CROW, 2007, pp.246-251)。しかしデンマークの設計指針(Troels Andersen et al., 2012, p.99)ではラウンダバウトに自転車道が必要とされる交通島の直径は郊外が20~40 m、市街地が15~30 m、自転車道が不要(環道内で混在通行)とされる直径は郊外が10~30 m、市街地が10 m前後であり、これに比べるとCROW(2007)の基準は、自転車道を設けず環道内を一列混在通行させるタイプについては半径の許容範囲がかなり大きい。

なお、CROW (2007) の交差点の種類選定基準、及びラウンダバウトの構造選定基準を参考にする場合、道路の階層分類が曖昧で規制速度も細分化されている日本ではオランダの階層分類におけるグレーゾーンに相当する路線が多い事が課題になると思われるが、1.2.5 節で述べたように、オランダでは車と自転車の混在通行を許容する速度の上限が 30 km/h とされている (市街地の場合) ので、そこからの類推で、市街地道路で規制速度 (または実勢速度の 85 パーセント値など) が 30 km/h を超える場合は district access road と見做すのが妥当と思われる。同様に、センターラインが設置されているという構造上の特徴も district access road に区分する根拠になるだろう。もちろん、交通静穏化を重視した構造への改修や規制速度の引き下げで estate access road 相当の環境に転換するという選択肢も有る。