

# 交差点の信号遅れを考慮した 立体交差点が有利となる交通条件の分析

真岩 優多<sup>1</sup>・下川 澄雄<sup>2</sup>・吉岡 慶祐<sup>3</sup>・山川 英一<sup>4</sup>

<sup>1</sup>学生会員 日本大学大学院 理工学研究科交通システム工学専攻(〒274-8501千葉県船橋市習志野台7-24-1)  
E-mail:csyu19017@g.nihon-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 日本大学教授 理工学部交通システム工学科 (同上)  
E-mail:shimokawa.sumio@nihon-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 日本大学助手 理工学部交通システム工学科 (同上)  
E-mail:yoshioka.keisuke@nihon-u.ac.jp

<sup>4</sup>正会員 八千代エンジニアリング株式会社 事業統括本部(〒111-8648 東京都台東区浅草橋5-20-8)  
E-mail:ei-yamakawa@yachiyo-eng.co.jp

通行機能が期待される道路では主要交差点を立体化することで遅れ時間を減少させ旅行時間の改善を図っていくことが望まれる。本研究では、平面交差と立体交差による走行台時差から得られる立体交差化による時間便益を立体交差として新設する場合と、立体交差として改築する場合の事業費からそれぞれにおいて立体交差化が有利となる交通条件を明らかにした。

具体的に、右左折交通量が 800pcu/日の場合、立体交差として新設する場合は交差点全体の合計日交通量が 32,000pcu/日程度、立体交差に改築する場合は 38,000pcu/日程度が立体交差化が有利となる条件として試算された。

**Key Words:** Grade Separated Intersection, Signal Intersection, delay, Cost benefit analysis

## 1. はじめに

わが国の道路ネットワークは、旅行速度が 80km/h 程度の高速道路と 30-40km/h 程度の一般道路に 2 極化しており、その間となる旅行速度 50-60km/h 程度の中間速度層が欠落している<sup>1)</sup>(図-1)。このことで、拠点間の移動の円滑性を著しく低下させている。

これに対して、一般道路の旅行速度を改善させ、多層な道路ネットワークを構築するためには、各階層同士を接続するルールを明確に定める必要がある。特に、階層の高い道路と接続を行う際には、交差点を立体化するなど交差点での遅れ時間を極力低減させる必要がある<sup>2)</sup>。

一方、道路構造令の解説と運用<sup>3)</sup>によると、多車線道路では通行機能が期待されており、多車線道路相互の接続は立体交差とすることが原則とされている。しかし、現状では多車線相互や階層の高い道路と接続する交差点において平面交差で処理されている場合も少なくない。これは、道路管理者が道路計画・設計を行うにあたり、立体交差に対する用地取得や工期などの問題に加えて、十分な費用対効果が得られないという先入観があるので

はないかと推察される。また、用地取得に対して道路構造令の解説と運用<sup>3)</sup>によると、交通量の将来交通量から判断し、暫定で平面交差とする場合も立体交差に必要な用地を当初から確保することが望ましいとされている。そこで本研究では、今後の道路計画・設計の一助とすべく、平面交差と立体交差による走行台時差から得られる立体交差化による時間便益に対して、①平面交差と立体交差を新設した場合、②既存の平面交差から立体交差に改築する際の事業費を算出し、立体交差として新設する場合、立体交差として改築する場合において立体交差が有利となる交通条件を明らかにすることを目的とする。

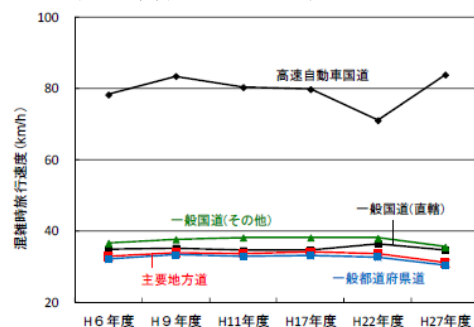


図-1 道路種別の混雑時旅行速度

## 2. 既往研究の整理と本研究の位置づけ

旅行速度は道路構造など種々の要因に影響を受ける。橋本ら<sup>4)</sup>や内海ら<sup>5)</sup>は都市・拠点を連絡する道路を対象として、旅行速度に影響を与える道路構造条件等を数量化 I 類により分析を行っている。いずれも道路交通センサデータを用いたものであるが、信号交差点密度が旅行速度と最も関係が深いことを明らかにしている。また、栗林ら<sup>6)</sup>は旅行速度の変動と道路構造等との関わりに着目し、プローブデータを用いた分析を行っている。このなかでも信号交差点密度を旅行速度の変動に影響を与える要因としてあげている。

さらに、下川ら<sup>7)</sup>は 2010 年度道路交通センサデータを用い、旅行速度が 50km/h 以上を実現している区間の道路構造等の共通条件を示している。この中で、旅行速度 50km/h を実現する信号交差点密度は交通量とともに表現され、代表交差点の青時間比は 60% 以上、さらに交通量が 800pcu/車線・h を超える区間では出入制限が不可欠であるとしている。

このように、旅行速度と信号交差点密度とは密接な関係がある。一定程度以上の通行機能が求められる道路にあっては、これら同士が接続する重要な交差点（以下、「キー交差点」という）を立体化にするなど信号交差点密度を減らすことで旅行速度を改善させることが肝要である。しかしながら、下川ら<sup>7)</sup>の研究においても一定の旅行速度を実現するための信号交差点密度は示されているものの、信号交差点を除去し立体交差化することが費用対効果として理に適っているか、さらにはどのような階層の信号交差点から立体化することが有効なのかを説明しているわけではない。

そこで本研究では、交通量の異なる信号交差点が連続した区間において、遅れ時間を計算することで、キー交差点において立体交差化を行う意義を示すとともに、信号交差点に対して立体交差化が有利となる交通条件を明らかにするものである。

## 3. キー交差点を立体交差化することの意味

沿道の制約が少なく、比較的高い旅行速度が実現していたバイパスであっても、市街化が進むと多くの道路が信号交差点で接続することとなり、既往研究で指摘されるように旅行速度が低下することとなる。本来通行機能が期待される幹線道路であっても、高い階層から低い階層の道路まで多様な道路と接続している場合も少なくない。信号交差点では必ず遅れ時間が発生するが、接続

する道路の階層によってその値は異なる。信号交差点を立体交差化するとすればキーとなる交差点が優先されるはずであるが、キー交差点がもつ遅れ時間の占める割合が大きいほど立体交差化の動機づけが生まれることとなる。そのため、そのオーダー感を知るため、幹線道路において補助幹線道路が接続するキー交差点と生活道路が接続する小交差点が混在する道路区間を想定し、ある交通条件のもとそれぞれにおいて遅れ時間がどの程度発生するのか交通シミュレーションによって評価を行った。

具体的には、図-2 に示す主道路（4 車線）が 4km に信号交差点が 250m 間隔（信号交差点密度 4 箇所/km）で接続するネットワークを基本とし、これに加えてそれぞれ 500m、1,000m 間隔で接続する 2 つのネットワークを比較ケースとした。また、キー交差点はいずれのケースとも起終点および中央に設置し 4 車線の補助幹線道路と接続するものとし、その間を生活道路と小交差点で接続するものとした。これにより、キー交差点は 3 箇所であるのに対し、小交差点は信号交差点が 250m 間隔の場合は 14 箇所、500m 間隔の場合は 6 箇所、1,000m 間隔の場合は 2 箇所設置されることとなる。

この時、交通量は主道路の交通量を 1,400 台/h・方向とし、従道路の交通量はキー交差点を 800 台/h・方向、小交差点を 250 台/h・方向とした。また、右左折交通量はともに各交差点一律 100 台/h とし、主道路の交通量がどの断面とも 1,400 台/h・方向が実現できるように OD 表を作成した。OD 表は乗用車のみであり、大型車は考慮していない。

信号サイクル長はキー交差点 120 秒、小交差点 60 秒とした。現示はキー交差点が主道路・従道路とも 2 現示、小交差点は主道路が 2 現示、従道路が 1 現示とし、需要率とともに歩行者の横断時間を考慮した現示階梯図（図-3）を作成した。なお、オフセットはキー交差点間の間隔を考慮して同時オフセットとした。

図-4 は交通シミュレーションによって得られた、主道路におけるキー交差点と小交差点の総遅れ時間の割合を示している。交通シミュレータは AVENUE を用い、リンク速度を 60km/h、直進車線の飽和交通流率を 2,000 台/h、右折車線の飽和交通流率を 1,800 台/h としてシミュレーションを行っている。これによると、信号交差点間隔が 250m の場合は、キー交差点の数は信号交差点全体の 18% に過ぎないが総遅れ時間は全体の 2/3 を占めており、キー交差点において多くの時間損失を招いていることがわかる。これは、信号交差点が 500m 間隔の場合でも同様のことが言えるが、信号交差点が密に連坦している場合の方がキー交差点に対する負荷が大きいことがわかる。

このことから、市街地において通行機能が期待される道路において信号交差点密度が比較的高い道路の遅れ時間を減らし旅行速度の向上を図るには、キー交差点を中心に立体交差化を進め信号を除去する意義は非常に高いものと判断される。

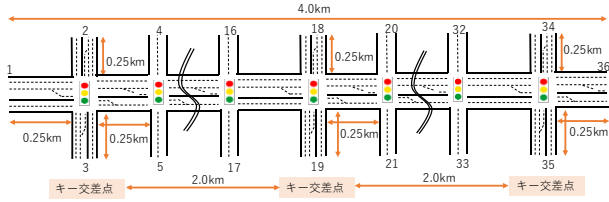


図-2 シミュレーション用道路ネットワーク

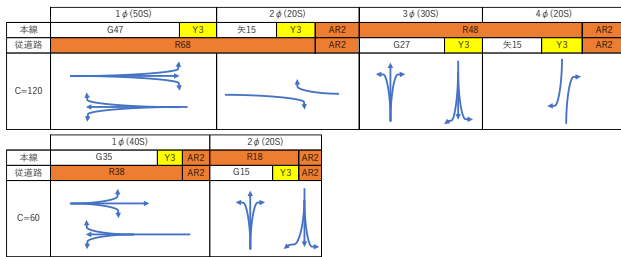


図-3 現示階段図

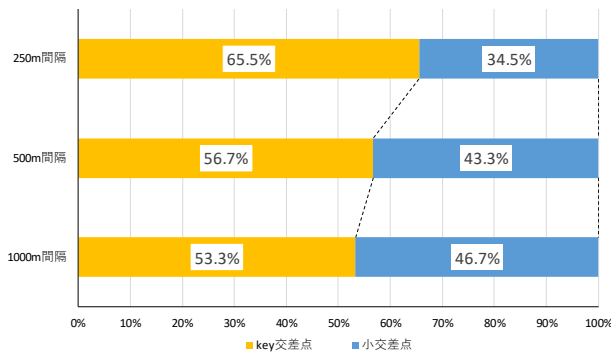


図-4 キー交差点と小交差点の総遅れ時間の割合

#### 4. 立体交差化が有利となる交通条件

##### (1) 算出の手順

仮想ネットワークにおいて、交通条件のもと交通シミュレーションを行い、平面交差と立体交差における走行台時を計算するとともに、これによって得られる走行台時差に時間価値原単位を乗ずることで立体化による便益額を算出する。本研究では①平面交差と立体交差を同じ種級区分の同条件で新設する場合と②平面交差から立体交差に改築する場合の2ケースを想定しているが、交通条件が同じであれば立体交差による時間便益は同じ値となる。

さらに、平面交差と立体交差による事業費を算出し、各交通条件における費用便益比 (B/C) を算出する。事業費は立体交差として新設する場合にあっては、平面

交差点と立体交差点を新設した際の差額であり、立体交差として改築する場合にあっては既存の平面交差を立体交差にすることから、それぞれの金額は異なる。B/Cが1.0を超え立体交差が有利となる閾値も異なるはずである。

##### (2) 平面交差と立体交差による走行台時の算出

###### a) シミュレーション条件

本研究では、主道路を第4種第1級、従道路を第4種第2級とした平面交差点および立体交差点 (半立体) の平面図、縦断面図を道路構造令の規定値を用いて図-5のとおり作成した。また、その道路構造諸元を表-1に示す。立体交差は主道路の直進が従道路をオーバーパスする構造とした。

表-2は信号条件を示している。信号現示はともに主道路と従道路で右折専用現示を設けるものとし4現示とした。サイクル長は式 (1) を用い最適サイクル長<sup>8)</sup>を計算し、各現示の需要率にもとづき有効青時間を配分した。その際、歩行者の通行時間を考慮して最小青時間を15秒としている。またクリアランス損失時間 (黄色と全赤時間の和) を平面交差に対して立体交差を2秒多く設定した。これは立体交差の方が通過に必要な交差点距離が平面交差よりも長いため、これに応じた通過時間を考慮したものである。

$$C_{op} = \frac{1.5L + 5}{1 - \lambda} \quad (1)$$

ここで、 $C_P$ :最適サイクル長 (秒)、 $L$ :1サイクルあたりの損失時間 (秒)  $\lambda$ :交差点の需要率とする。

表-3は交通およびシミュレーション条件を示しており、交通流は自由流状態を想定し、主道路、従道路をともに一方方向500~1,400pcu/hの10ケース、右左折交通量をこの内数としてそれぞれ80pcu/h・100pcu/h・120pcu/hの3ケース、合計で300ケースのOD表を作成し、シミュレーションを実行した。なお、本研究では、交通シミュレータ AVENUE を用い、評価区間は交差点をはさみ1km、リンク速度は60km/hとした。また、過飽和需要によるValidationを行い、信号交差点の飽和交通流率が直進2,000pcu/h、右左折が1,800pcu/hとなることを確認している。

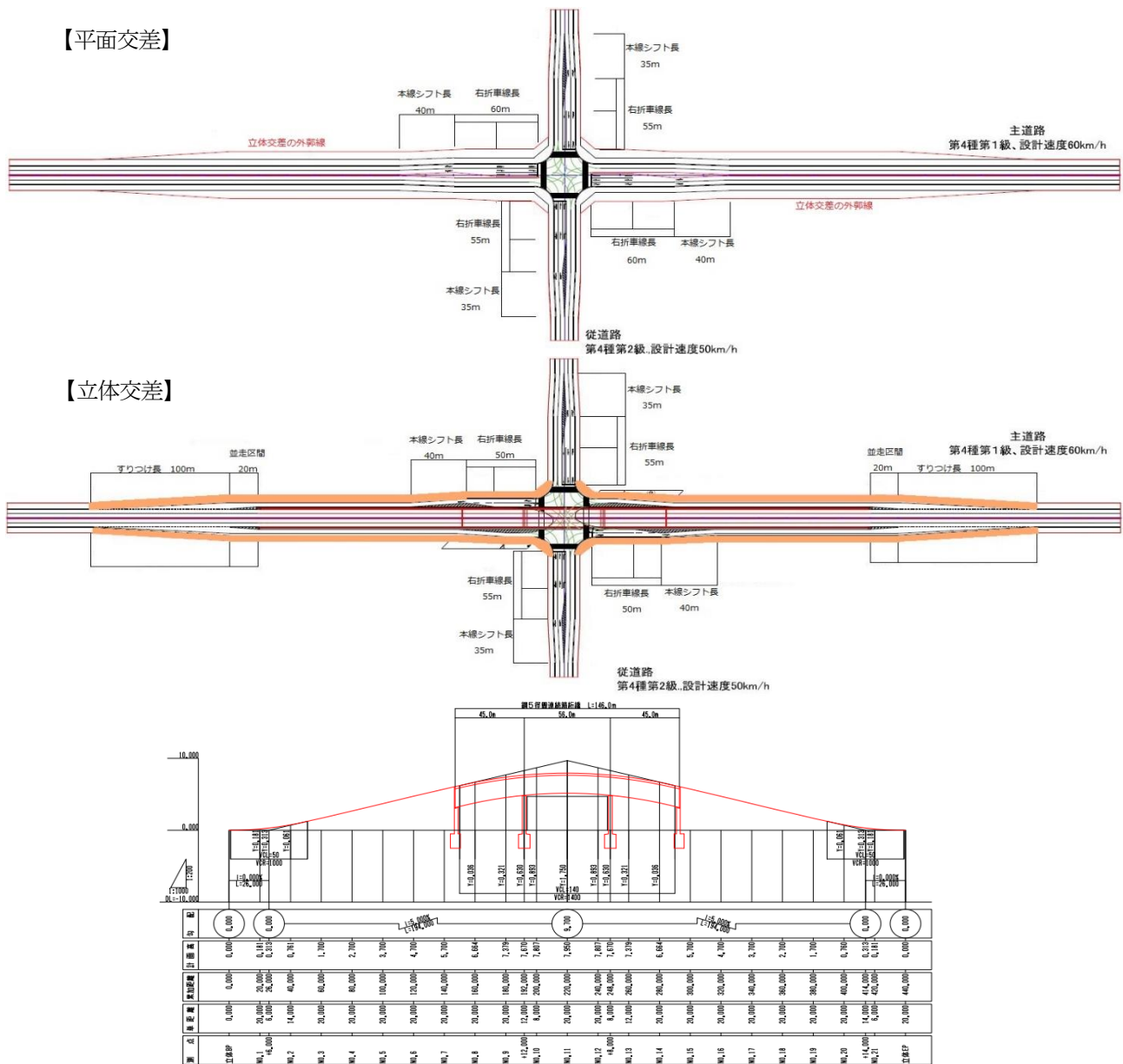


図-5 平面交差（平面図）および立体交差（平面図・縦断面図）

表-1 道路構造諸元

|                     | 平面交差   |        | 立体交差   |        |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|
|                     | 主道路    | 従道路    | 主道路    | 従道路    |
| 区分                  | 第4種第1級 | 第4種第2級 | 第4種第1級 | 第4種第2級 |
| 地形                  | 平地部    | 平地部    | 平地部    | 平地部    |
| 車線                  | 4車線    | 4車線    | 4車線    | 4車線    |
| 道路                  | 普通道路   | 普通道路   | 普通道路   | 普通道路   |
| 車線幅員(左直)[m]         | 3.25   | 3.0    | 3.25   | 3.0    |
| 車線幅員(右折)[m]         | 3.0    | 3.0    | 3.0    | 3.0    |
| 中央帯幅員[m]            | 1.0    |        | 1.0    |        |
| 中央帯に設ける側帯幅員[m]      | 0.25   |        | 0.25   |        |
| 路肩(左側)[m]           | 0.50   | 0.50   | 0.50   | 0.50   |
| 路肩(右側)[m]           |        |        |        |        |
| 歩道幅員[m]             | 4.5    | 4.5    | 4.5    | 4.5    |
| 設計速度[km/h]          | 60     | 50     | 60     | 50     |
| 右折レーン長[m]           | 90     | 90     | 90     | 90     |
| 側道のすりつけ長[m]         |        |        | 100    |        |
| 連絡側道[m]             |        |        | 20     |        |
| 片勾配 i [%]           |        |        | 5      |        |
| 最大片勾配 $i_{max}$ [%] |        |        | 9.7    |        |

表-2 信号条件

| 現示数           | 平面                               | 立体 |
|---------------|----------------------------------|----|
|               | 4                                | 4  |
| 最小青時間 [秒]     | 交差点需要率0.9以下<br>最小青時間→15秒(右折矢:5秒) |    |
| クリアランス損失時間[秒] | 20                               | 22 |
| サイクル長の適用      | 最適サイクル長                          |    |
| 歩行者の信号青時間     | 最小青時間で考慮                         |    |

表-3 交通およびシミュレーション条件

|                  |                                    |                                |
|------------------|------------------------------------|--------------------------------|
|                  | 直進車                                | 右左折車                           |
| シミュレーションソフト      | AVENUE                             |                                |
| 車種               | 乗用車                                |                                |
| OD交通量<br>(30ケース) | (主直進方向)<br>500~1,400pcu/h<br>10ケース | (右左折方向)<br>80~120pcu/h<br>3ケース |
| 飽和交通流率[pcu/時]    | 2,000                              | 1,800                          |
| 右折車による挙動         | 青丸時において右折可能                        |                                |
| リンク速度[km/h]      | 60                                 | 60                             |
| 出力するデータ          | リンク別旅行時間(秒)                        |                                |
| 交差点距離            | 主方向・従方向とも1000m                     |                                |
| シミュレーション回数       | 5回(平均値を用いる)                        |                                |

b) 平面交差と立体交差における総走行台時の算出

交通シミュレーションにより出力された車両個々の旅行時間より平面交差と立体交差における交通条件別の走行台時を求め、その差分である走行台時差を表-4に示した。この表は右左折交通量が80pcu/hのものであるが、立体交差化の方が全ての交通条件において時間短縮が図られる。また、交通量が増加するほど、走行台時差は大きくなる。これは、立体となる主道路ばかりでなく従道路の交通量が増加した場合でも同様であり、両方向とも時間短縮が確認される。

一方、表-5はこれらのうちの主道路、従道路ともに1,400pcu/h、右左折80pcu/hのサイクル長と有効青時間比を示している。平面交差の場合は主道路、従道路ともに43%であった有効青時間比が主道路の立体交差化に伴い従道路の有効青時間比が50%を超えている。また、サイクル長は、184秒から94秒と半減しており、交差点全体の信号遅れ時間も低減することが期待される。さらに、図-6はこの条件をもとに算出した走行台時である。平面交差に対して、立体交差にすることで総走行台時は全体で44%減少している。また、主道路直進は63%、従道路直進は29%減少している。このことから、立体交差化は立体化された主道路のみならず従道路の交通に対しても遅れ時間の短縮というメリットを受けることとなる。

表-4 平面交差と立体交差における走行台時差

| 走行台時差<br>(千台・時) | 従道路   |      |      |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 | 500   | 600  | 700  | 800   | 900   | 1,000 | 1,100 | 1,200 | 1,300 | 1,400 |
| 主道路             | 500   | 23.5 | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|                 | 600   | 24.2 | 33.7 | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|                 | 700   | 29.2 | 36.2 | 44.5  | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|                 | 800   | 35.6 | 45.1 | 53.4  | 58.5  | -     | -     | -     | -     | -     |
|                 | 900   | 46.4 | 53.4 | 60.4  | 71.8  | 81.4  | -     | -     | -     | -     |
|                 | 1,000 | 57.9 | 68.7 | 75.7  | 94.7  | 106.2 | 117.0 | -     | -     | -     |
|                 | 1,100 | 65.5 | 72.5 | 89.0  | 97.9  | 112.5 | 122.1 | 125.2 | -     | -     |
|                 | 1,200 | 71.2 | 76.9 | 92.8  | 102.4 | 117.0 | 125.9 | 127.8 | 134.1 | -     |
|                 | 1,300 | 75.7 | 82.0 | 97.3  | 107.4 | 121.4 | 130.3 | 134.1 | 138.0 | 143.7 |
|                 | 1,400 | 76.4 | 85.1 | 101.1 | 111.9 | 125.2 | 134.8 | 138.6 | 142.4 | 146.9 |

表-5 サイクル長と有効青時間比  
(主道路、従道路：1,400pcu/h、右左折：80pcu/h)

|             |           |           |
|-------------|-----------|-----------|
|             | 平面交差      | 立体交差      |
| サイクル長(秒)    | 184       | 94        |
| 主道路有効青時間(%) | 42.6(全方向) | 34.9(右左折) |
| 従道路有効青時間(%) | 42.6(全方向) | 53.1(右左折) |
| クリアランス損失(秒) | 16        | 18        |

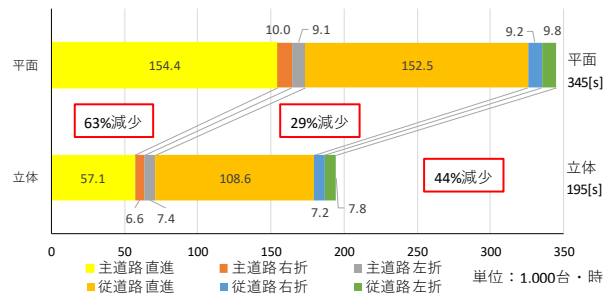


図-6 平面交差と立体交差における総走行台時

(3) 事業費の算出

事業費は①平面交差、立体交差ともに新設の場合、②既存の平面交差を立体交差に改築した場合の2ケースについて算出する。ここで事業費は工事費に用地費を加えたものであるが、用地単価は表-6に示す関東地域4県の県庁所在地における2018年の公示による平均土地価格<sup>9)</sup>より60千円/㎡とした。

表-7は平面交差点、立体交差点を新設した場合の事業費である。工事費は道路費や舗装費、橋梁費を含む費用、用地費は用地面積に用地単価を乗じて求めた費用である。これによれば、平面交差が18.4億円、立体交差が32.7億円となり、立体交差の方が14.3億円の事業費増となる。

表-8は、既存の平面交差を立体交差に改築した場合の事業費である。用地費は連結側道部となる7,000㎡の面積が新たに必要となる。また、工事費は主方向の連結側道を含む橋梁部と従方向の交差点部の事業費および撤去費を計上し20.4億円とした。これは平面交差、立体交差をともに新設した場合の差額に対して6.1億円増となる。

表-6 関東地域の県庁所在地における平均土地価格

| 対象箇所                  | 地価価格(1㎡) |
|-----------------------|----------|
| 千葉県千葉市(中央区・花見川区)      | 62,400   |
| 群馬県前橋市 市街地(前橋・新前橋駅周辺) | 63,500   |
| 栃木県宇都宮市 市街地(宇都宮市周辺)   | 64,000   |
| 長野県長野市 長野駅周辺          | 59,700   |

表-7 平面交差、立体交差を新設した場合の事業費

|              |        |        |
|--------------|--------|--------|
|              | 平面交差   | 立体交差   |
| 工事費(百万円)     | 511    | 1,514  |
| 用地面積(㎡)      | 22,231 | 29,282 |
| 用地単価(千円/㎡)   | 60     | 60     |
| 用地費(百万円)     | 1,334  | 1,757  |
| 事業費(合計)(百万円) | 1,845  | 3,271  |

表-8 平面交差から立体交差に改築した場合の事業費

|              |                 |
|--------------|-----------------|
|              | 立体交差(既存平面-立体改良) |
| 工事費(百万円)     | 1,626           |
| 用地面積(㎡)      | 7,051           |
| 用地単価(千円/㎡)   | 60              |
| 用地費(百万円)     | 423             |
| 事業費(合計)(百万円) | 2,049           |

※撤去費は工事費に含んで算出している。

(4) 立体交差化が有利となる交通条件の算出

a) 算出にあたっての前提

本研究では、それぞれの総走行台時の差に時間価値原単位を乗じた便益額に対して、立体交差として新設した場合は平面交差と立体交差それぞれの事業費の差分、立体交差に改築する場合はそれともなう事業費を費用とし、費用と便益の差の比 (B/C) が 1.0 を超える場合を平面交差に対して立体交差が有利となる条件とし、これを交通条件別に算出する。

ここで B/C の算出は、国土交通省の費用便益分析マニュアル<sup>10)</sup>にもとづくものとし、時間価値原単位は乗用車の 39.6 円/分、社会的割引率は 4%、評価対象期間は 30 年とした。なお、(2) で算出した総走行台時はピーク 1 時間相当とし、これにピーク率を 10%、重方向率を 50% として日換算した。ちなみに、(2) で設定した時間交通量は需要率が 0.9 以下を下回り渋滞を発生させるような交通条件ではない。

b) 立体交差化が有利となる交通条件の算出

① 立体交差として新設する場合

表-9 は交差点を新設する場合、平面交差よりも立体交差の方が費用対効果として有利となる交通条件について右左折交通量 800pcu/日の場合について示している。具体的には、表中の 1.0 を超える場合が立体化が有利となる交通条件である。これによれば、従道路の交通量が 10,000pcu/日であっても主道路の交通量が 22,000pcu/日を超えると平面交差ではなく立体交差として新設の方が有利となる。また、立体交差が有利となるのは、全体としてみれば主道路の交通量が 18,000~20,000pcu/日を超えることが一つの条件であり、従道路の交通量と合わせると 32,000pcu/日が目安となる。

表-9 立体化が有利となる条件 (右左折 800pcu/日)

| 日交通量<br>(pcu/両方向) | 従道路    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                   | 10,000 | 12,000 | 14,000 | 16,000 | 18,000 | 20,000 | 22,000 | 24,000 | 26,000 | 28,000 |
| 10,000            | 0.37   | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| 12,000            | 0.38   | 0.53   | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| 14,000            | 0.46   | 0.57   | 0.70   | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| 16,000            | 0.56   | 0.71   | 0.84   | 0.92   | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| 18,000            | 0.73   | 0.84   | 0.95   | 1.13   | 1.28   | -      | -      | -      | -      | -      |
| 20,000            | 0.91   | 1.08   | 1.19   | 1.49   | 1.67   | 1.84   | -      | -      | -      | -      |
| 22,000            | 1.03   | 1.14   | 1.40   | 1.54   | 1.77   | 1.92   | 1.97   | -      | -      | -      |
| 24,000            | 1.12   | 1.21   | 1.46   | 1.61   | 1.84   | 1.98   | 2.01   | 2.11   | -      | -      |
| 26,000            | 1.19   | 1.29   | 1.53   | 1.69   | 1.91   | 2.05   | 2.11   | 2.17   | 2.26   | -      |
| 28,000            | 1.26   | 1.35   | 1.59   | 1.76   | 1.97   | 2.12   | 2.18   | 2.24   | 2.31   | 2.36   |

② 立体交差に改築する場合

表-10 は平面交差を立体交差に改築しようとした場合に有利となる交通条件を、表-9 と同様に右左折交通量 800pcu/日の場合を例に示している。この場合は、従道路交通が 12,000pcu/日であっても立体交差化が有利とはならない。また、立体交差が有利となる主道路の交通量は 20,000pcu/日であり、従道路の交通量と合わせると 38,000pcu/日が一つの目安となる。

このように、立体交差が有利となる交通条件は、事業費の関係から立体交差を新設する場合よりも改築す

る場合の方が厳しい。しかしながら、当該交差点は設計基準交通量と比較してもさほど大きな交通量を必要とするわけではない。

表-10 立体化が有利となる条件 (右左折 800pcu/日)

| 日交通量<br>(pcu/両方向) | 従道路    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                   | 10,000 | 12,000 | 14,000 | 16,000 | 18,000 | 20,000 | 22,000 | 24,000 | 26,000 | 28,000 |
| 10,000            | 0.26   | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| 12,000            | 0.26   | 0.37   | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| 14,000            | 0.32   | 0.39   | 0.48   | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| 16,000            | 0.39   | 0.49   | 0.58   | 0.92   | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| 18,000            | 0.51   | 0.58   | 0.66   | 0.78   | 0.89   | -      | -      | -      | -      | -      |
| 20,000            | 0.63   | 0.75   | 0.82   | 1.01   | 1.16   | 1.27   | -      | -      | -      | -      |
| 22,000            | 0.71   | 0.79   | 0.97   | 1.07   | 1.23   | 1.33   | 1.36   | -      | -      | -      |
| 24,000            | 0.78   | 0.86   | 1.03   | 1.11   | 1.27   | 1.37   | 1.39   | 1.46   | -      | -      |
| 26,000            | 0.82   | 0.89   | 1.06   | 1.17   | 1.32   | 1.42   | 1.46   | 1.50   | 1.56   | -      |
| 28,000            | 0.87   | 0.93   | 1.10   | 1.22   | 1.36   | 1.47   | 1.51   | 1.55   | 1.60   | 1.63   |

c) 立体交差化が有利となる閾値 (一般化)

① 立体交差として新設する場合

種々の交通条件において算出された B/C の値を用いて重回帰分析を行った結果を式 (2) に示す。また、これをもとに、平面交差よりも立体交差の方が費用対効果として有利となる交通条件 (B/C ≥ 1.0) を図-7 に示した。この図は、右左折率をキーとして、主道路と従道路の交通量との関係で表現している。これによれば、右左折率が高いほど主道路と従道路の交通量が高く見積もられ、例えば、右左折率が 5% では交差点交通量が 32,000pcu/日、右左折率が 10% では交差点交通量が 34,000pcu/日となる。これは右左折交通量が主道路・従道路交通量の内数として表現されているためである。

$$y = 1.4 \times 10^{-3}x_1 - 2.0 \times 10^{-2}x_2 - 1.5 \times 10^{-3}x_3 - 1.2 \quad (2)$$

(重決定係数 0.83)

ここで、y: 費用便益比 (B/C),  $x_1$ : 主道路全交通量 (pcu/日),  $x_2$ : 主道路右左折率 (%),  $x_3$ : 従道路全交通量 (pcu/日) とする。

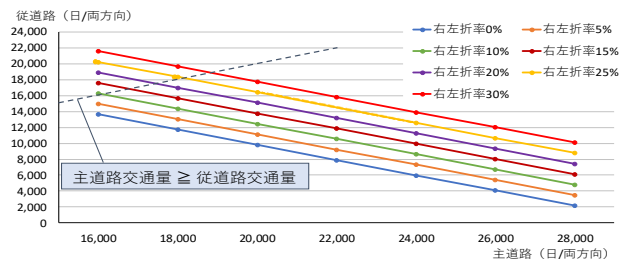


図-7 立体化が有利となる閾値

② 立体交差に改築する場合

立体交差として新設する場合と同様に、立体交差に改築する場合の重回帰式を式 (3) に示す。また、これをもとに、平面交差よりも立体交差の方が費用対効果として有利となる交通条件 (B/C ≥ 1.0) を図-8 に示した。立体交差として新設する場合と比べて閾値は高く、立体交差化が有利となる交通量は主道路、従道路合せて 4,000 台/日程度多い。ただし、これらの値はピーク時において渋滞を発生させるレベルではない。

$$y = 6.2 \times 10^{-3}x_1 - 2.2 \times 10^{-2}x_2 + 2.4 \times 10^{-3}x_3 - 1.7 \quad (3)$$

(重決定係数 0.87)

ここで、 $y$ ：費用便益比 (B/C) ,  $x_1$ ：主道路全交通量 (pcu/日) ,  $x_2$ ：主道路右左折率 (%) ,  $x_3$ ：従道路全交通量 (pcu/日) とする。

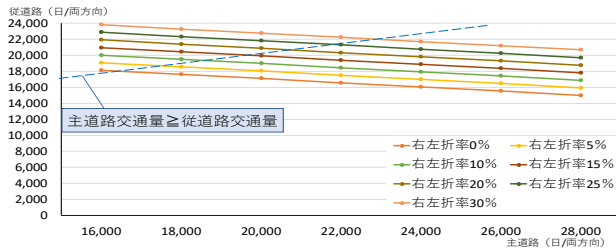


図-8 立体化が有利となる閾値

## 5. おわりに

信号交差点が連坦した区間において、遅れ時間に占めるキー交差点の占める割合は大きく、通行機能が期待される道路においては、これらの立体化が極めて重要である。

立体交差化は立体部で交差点遅れを低減するだけでなく、平面部のサイクル長を減少させ、従道路の青時間も有利となる。また、立体交差化が有利となる交通条件は設計交通量と比較してもさほど大きい値ではなく、ピーク時間においても渋滞を発生させるレベルではない。

このことからすれば、4車線以上が交差するものうち、立体交差化が有利となるケースは少なくないものと考えられる。そのため、交差点の立体化は長い目で見れば非常に有効な施策であるといえる。

そのため実際においても今後は、交差点の立体化だけではなく、従道路の構造など多様なバリエーションを想定した評価、実フィールドでの評価などについて検討を進試みたい。

## 参考文献

- 1) 下川澄雄, 森田綽之, 土屋克貴: 道路ネットワークにおける中間速度層の意義と適用範囲, 土木学会論文集, D3, Vol.71, No.5, I\_613-I\_622, 2015.
- 2) (一社) 交通工学研究会: 階層型道路ネットワーク計画のためのガイドライン (案), 2018.
- 3) (公社) 日本道路協会: 道路構造令の解説と運用, 2015.
- 4) 橋本雄太, 小林寛, 山本彰, 中野達也, 高宮進: 道信号交差点密度の道路状況と旅行速度の関係についての実態分析, 土木学会論文集, Vol.47, 2013.
- 5) 内海泰輔, 泉典宏, 山川英一, 野見山尚志, 若林科: 交通性能照査型道路計画・設計のための走行サービス実態分析, 土木学会論文集, Vol.47, 2013.
- 6) 栗林志帆, 浜岡秀勝, 森田綽之: 道路環境が旅行速度の分散に及ぼす影響分析, 土木計画学研究・論文集, Vol.54, 2016.
- 7) 下川澄雄, 小山田直弥, 吉岡慶祐, 森田綽之: 中間速度を実現するための道路構造条件の分析, 交通工学論文集, 第4巻, 第1号 (特集号 A) pp.A55-A63, 2018.
- 8) (一社) 交通工学研究会: 平面交差の計画と設計 基礎編—計画・設計・交通信号制御の手引—, 2018.
- 9) 国土交通省地価公示・都道府県地価調査, 国土交通省, 2018.
- 10) 費用便益分析マニュアル, 国土交通省道路局・都市局, 2018.

(?????.?. ?? 受付)

## ANALYSIS OF THE TRAFFIC CONDITION THAT GRADE SEPARATED INTERSECTION IS ADVANTAGEOUS CONSIDERING THE DELAY

Yuta MAIWA, Sumio SHIMOKAWA, Keisuke YOSHIOKA and Eiichi YAMAKAWA