

交差点での遅れ時間を考慮した立体交差点が有利となる交通条件の分析

日本大学 学生会員 ○真岩 優多 日本大学 正会員 下川 澄雄
日本大学 正会員 吉岡 慶祐

1. はじめに

わが国の道路ネットワークは、高速道路と旅行速度が30～40km/h程度の一般道路に2極化され、その間を埋める中間速度層が欠落している¹⁾。このことは、拠点間の移動円滑化を著しく低下させるとともに、通行・アクセス両機能を混在させ交通の錯綜を招いている。

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、階層の高い道路では交差点を立体化するなど遅れ時間を極力低減させる必要がある²⁾。一方で、多車線道路は交通量が多く通行機能が期待される道路であり、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が³⁾、現実には平面で交差している場合が少なくない。これは、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。

しかし、立体交差化（例えば半立体）は、主道路（直進）の時間短縮をばかりでなく、交差点のサイクル長を減らし従道路の青時間を多く割り当てられるなど交差点全体として遅れ時間を減らすことが可能である。

そこで本研究では、交差点を新設することを想定し、平面交差との遅れ時間差から得られる便益額と事業費から立体交差が有利となる交通条件を明らかにし、今後の道路計画・設計の一助とすることを目的とする。

2. 研究方法

本研究では、同じ交通条件にある平面交差と立体交差の走行台時の差分（遅れ時間差）に時間価値原単位を乗じ立体交差化による便益額を算出する。さらに、別途試算した立体交差と平面交差による事業費の差分を用いて費用便益比を算出する。これを交通需要の異なる条件下において繰り返し計算を行うことで、費用便益比が1を超え立体交差が有利となる交通条件を明らかにする。なお、交通シミュレータはAVENUEを用いるものとし、計算のための諸条件は以下のとおりである。

2. 1 道路構造条件

地方の都市部を念頭に、主道路が第4種第1級、従道路が第4種第2級のともに4車線道路が接続する交差点

を想定する。交差方式は、①信号交差点、②半立体（主道路の直進車線が従道路をオーバーパスし右左折車線は従道路と信号で処理）とする。また、交差点の幾何構造条件は道路構造令の標準値を用いるものとした。

2. 2 交通条件

交通シミュレーションは乗用車のみとし、交通需要は主道路、従道路とも1方向500～1,000pcu/hの6ケース、右左折交通量はともに80pcu/h、100pcu/h、120pcu/hの3ケースをこの内数として設定し、これにもとづきOD表を作成した。

2. 3 信号条件

主道路と従道路ともに右折青矢を設け4現示とした。また、サイクル長は式（1）の最適サイクル長によるものとし、最小青時間15秒（右折青矢5秒）、クリアランス損失時間を14秒として現示階段図を作成した。

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

ここで、 C_{op} ：最適サイクル長（秒）、 L ：1サイクルあたりの損失時間（秒） λ ：交差点の需要率

2. 4 シミュレーション条件

当該交差点を中心とする1,000mの区間をシミュレーション範囲とした。シミュレーションのための各種パラメータはAVENUEのデフォルト値を用い、リンク速度は60km/hとした。なお、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。

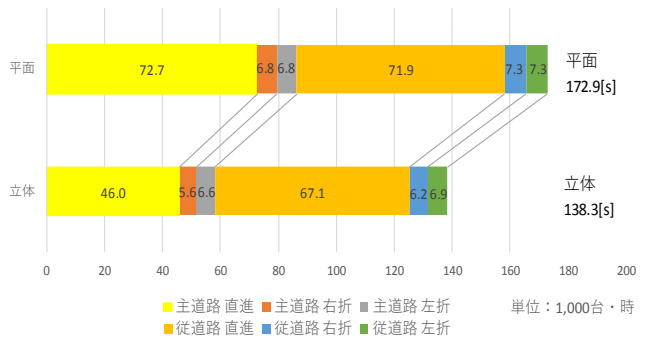
3. 平面交差と立体交差による総走行台時

交差点を立体化することにより、主道路の直進方向は信号の遅れから解放され円滑な走行が実現する。さらに、平面部ではこれらの交通が通過しなくなるため、従道路の青時間が多めに割り当てられ、サイクル長も短くなることから待ち行列も減少する。つまり、交差点の立体化は従道路にもメリットを与える。表-1は主道路、従道路とも1,000pcu/h、右左折交通量が各80pcu/hのサイクル長と方向別有効青時間の割合を例示している。この条件では平面交差の有効青時間比は同じであるが、立体交差の場合は従道路が50%を超えている。また、サイクル長

も 88 秒から 63 秒に 28%減少している。さらに、図－ 1 は同条件において算出した走行台時である。このケースでは立体交差の走行台時が全体で 20%，主道路の直進方向で 37%少ない。また、従道路の直進方向も 7 %少なく従道路にもメリットをもたらしている。

表－ 1 平面交差と立体交差における信号サイクル
(主道路・従道路：1,000pcu/h, 右左折各 80pcu/h)

	平面交差点	立体交差点
サイクル長 (秒)	88	63
主道路：有効青時間比 (%)	42.6 (全方向)	34.9 (右左折)
従道路：有効青時間比 (%)	42.6 (全方向)	50.3 (右左折)
クリアランス損失 (秒)	14	



図－ 1 平面交差と立体交差における走行台時
(主道路・従道路：1,000pcu/h, 右左折各 80pcu/h)

4. 交差点の立体化が有利となる交通条件

各交通条件において算出した走行台時をもとに費用便益比 (B/C) を計算し、交差点の立体化が有利となる条件を明らかにする。ここで、費用便益比の計算にあたっては、算出条件の交通量をピーク時間とみなし、ピーク率 10%として日換算した。また、乗用車の時間価値原単位を 39.60 円/分台，社会的割引率を 4 %とした⁴⁾。事業費は表－ 2 に示すとおりであり、立体交差点と平面交差点の差額を 1,426 百万円とした。用地単価は地方都市を想定している。なお、評価期間は 30 年とした。

表－ 2 平面交差と立体交差の場合の事業費

	平面交差点	立体交差点
工事費 (百万円)	511	1,514
用地面積 (m ²)	22,231	29,282
用地単価 (千円/m ²)	60	60
用地費 (百万円)	1,334	1,757
事業費 (合計) (百万円)	1,845	3,271

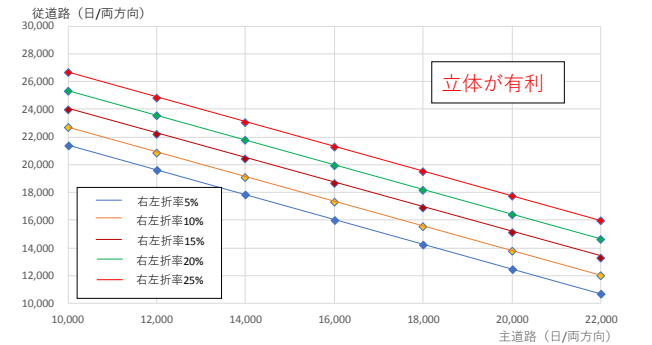
表－ 3 は右左折交通量が 800pcu/日の B/C である。このケースでは、主道路が 18,000～20,000pcu/日程度に達すると B/C が 1 を上回り立体化の方が有利となる場合がみられる。また、式 (2) は交通条件ごとに得られた B/C を被説明変数とした重回帰式 (R²=0.83) であり、図－ 2 はこれをもとに作成した立体交差化が有利となる B/C が 1 以上の交通条件 (閾値) である。これによれば、右左折率

が高い交差点では主道路又は従道路の交通量は多くなるが、設計基準交通量からすればとりわけ大きな値ではなく、交差点の立体交差化が有効な区間は少なくないものと推察される。

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

ここで、y : B/C , x₁ : 主道路全交通量 (pcu/日), x₂ : 主道路右左折率 (%), x₃ : 従道路全交通量 (pcu/日)

日交通量 (日/両方向)	従道路					
	10,000	12,000	14,000	16,000	18,000	20,000
主道路	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	1.34	1.49	1.67



表－ 3 立体化が有利となる条件 (右左折 800pcu/日)

図－ 2 立体化が有利となる閾値

5. おわりに

交差点を立体化することは、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需要は必ずしも高いものではなく、長い目で見れば非常に有効である。実際に主道路、従道路ともに両側 4 車線以上が交差する交差点のうち、立体化が有利となるケースは少なくないと考えられる。今後は、立体交差の構造や交差点が連続している区間など多様なバリエーションによる評価を行っていきたい。

参考文献

- 1) 下川澄雄, 森田緯之, 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) 階層型道路ネットワーク計画のためのガイドライン (案), (一社) 交通工学研究会, 2018.
- 3) 道路構造令の解説と運用, (公社) 日本道路協会, 2015.
- 4) 費用便益分析マニュアル, 国土交通省道路局都市局, 2018.