

交差点の信号遅れを考慮した立体交差による改築が有利となる交通条件の分析

日本大学大学院 学生会員 ○真岩 優多
日本大学 正会員 吉岡 慶祐

日本大学 正会員 下川 澄雄
八千代エンジニアリング(株) 非会員 山川 英一

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、その間を埋める旅行速度 50～60km/h 程度の中間速度層が欠落している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²⁾。

一方、道路構造令の解説と運用³⁾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、現状では階層の高い多車線相互が接続する交差点においても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のではないかとこの点を危惧していることも考えられる。

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との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、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、立体交差に改築することが有利となる交通条件を明らかにする。

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、道路構造令の規定値を用いて作成した平面および縦・横断面をもとに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 (B/C) を算出する。これを各種異なる条件下において繰り返し計算を行い、B/C が 1.0 を超え立体交差による改築が有利となる交通条件を明らかにしこれを一般化する。ここで B/C の算出は、ピーク時交通量としてシミュレーションした結果から得られる走行台時差に対してピーク率を用いて日換算するとともに、国

土交通省の費用便益分析マニュアルに示されている乗用車の時間価値原単位 39.6 円/分、社会的割引率 4%、評価対象期間 30 年を用いて行う。また、本研究で適用した道路構造諸元、交通およびシミュレーション条件、信号条件を表-1～表-3に示す。なお、シミュレーションは自由流状態を想定し、主道路、従道路ともに一方方向 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 80・100・120pcu/h の 3 ケース、合計 300 ケースの OD 表を作成し行った。その際にピーク率は 8・10・12%の 3 ケース、用地費は 60・80・100・120 千円/㎡の 4 ケースを想定する。

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
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
設計速度[km/h]	60	50	60	50

表-2 交通およびシミュレーション条件

	直進車	右左折車
OD交通量[pcu/h]	500～1,400	80・100・120
飽和交通流率[pcu/時]	2,000	1,800
右折車による挙動	右青矢/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(m)	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)	

表-3 信号条件

	平面交差	立体交差
現示数	4	4
	(右折矢あり)	
最小青時間[秒]	交差点需要率0.9以下 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	最小青時間にて考慮する	

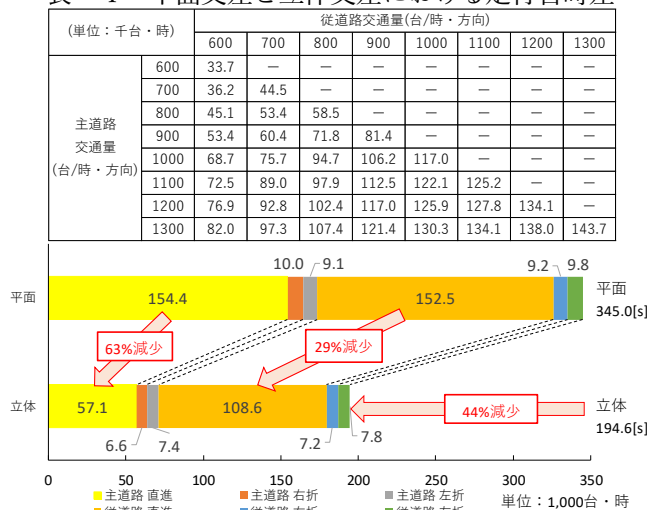
3. 立体交差による改築が有利となる交通条件

3. 1 平面交差と立体交差の総走行台時の算出

交通シミュレーションにより出力された旅行時間から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に示す。この表は右左折交通量 80pcu/h の例を示しており、立体交差は全ての交通条件において時間短縮が図られる。また、立体となる主道路だけではなく従道路も含め、交通量が増加するほど走行台時差は大きくなる。

一方で、図-1は主道路、従道路ともに1,400pcu/h、右左折80pcu/hにおける立体交差と平面交差の総走行台時とその内訳を示している。平面交差を立体交差に改築することで走行台時は交差点全体で44%減少しており、方向別でも主道路直進で63%、従道路直進で29%減少している。主道路が立体となることで従道路に信号の優先権が与えられる。そのため、主道路だけではなく、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になる。

表-4 平面交差と立体交差における走行台時差



3. 2 立体交差による改築が有利となる閾値

表-5は地価60千円/m²、ピーク率10%の場合の立体化によるB/Cを示す。B/Cが1.0を超える条件が立体交差による改築が有利となる条件である。この場合は、主道路が20,000pcu/日以上、従道路と合わせて38,000pcu/日程度が立体交差に改築する一つの目安となる。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く、もちろんピーク時において渋滞を発生させるレベルではない。

さらに、算出した走行台時をもとにB/Cの算出を行い、立体交差による改築が有利となる条件を一般化する。ピーク率や用地費を変化させ、種々の交通条件から算出されたB/Cを用いて重回帰分析を行った結果を式(1)に示す。なお、従道路の右左折率はt値、p値が有意でないため説明変数から除いている。これによれば、ピーク率が低くなるほど日交通量は大きくなるのでB/Cは高くなる。また、右左折率が大きくなると直進交通量が減少するのでB/Cは小さくなる。図-2はこれをもとに右左折率、ピーク率をともに10%とした場合において立体交差

に改築することが有利となる主道路、従道路の交通量と用地費との関係を示す。用地費が高くなるほど主道路と従道路の交通量が高く見積もられる。これは用地費が高いほど事業費が高くなるためである。

$$y = 1.6 \times 10^{-5}x_1 - 2.2 \times 10^{-2}x_2 + 4.5 \times 10^{-5}x_3 - 5.9 \times$$

$$10^{-6}x_4 - 1.4 \times 10^{-1}x_5 - 2.0 \text{ (重決定係数 } 0.85) \text{ (1)}$$

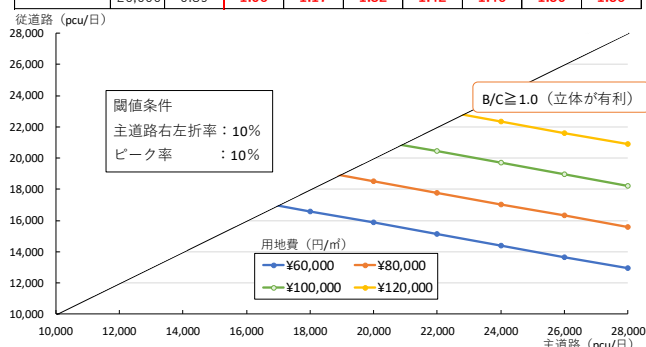
検定値	主: 交通量(pcu/日)	主: 右折率(%)	従: 交通量(pcu/日)	用地費(円/m ²)	ピーク率(%)
t値	4.91	-9.84	5.67	-3.26	-11.99
P-値	1.4E-11	2.2E-19	3.8E-155	8.8E-113	2.4E-150

ここでy: 費用便益比(B/C), x_1 : 主道路交通量(pcu/日), x_2 : 主道路右左折率(%), x_3 : 従道路全交通量(pcu/日), x_4 : 地価(円/m²), x_5 : ピーク率(%)

表-5 立体化が有利となる交通条件

(ピーク率: 10% 用地費: 60千円/m²)

日交通量(pcu/両方向)		従道路(4車線)							
		12,000	14,000	16,000	18,000	20,000	22,000	24,000	26,000
主道路(4車線)	12,000	0.37	—	—	—	—	—	—	—
	14,000	0.39	0.48	—	—	—	—	—	—
	16,000	0.49	0.58	0.82	—	—	—	—	—
	18,000	0.58	0.66	0.91	0.98	—	—	—	—
	20,000	0.75	0.82	1.01	1.06	1.27	—	—	—
	22,000	0.79	0.97	1.07	1.23	1.33	1.36	—	—
	24,000	0.86	1.03	1.11	1.27	1.37	1.39	1.46	—
	26,000	0.89	1.06	1.17	1.32	1.42	1.46	1.50	1.56



5. おわりに

立体交差化は立体部で交差点遅れを減らすだけではなく、平面部のサイクル長を減少させ、従道路の青時間もありとなる。さらに、立体交差に改築することが有利な交通条件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く、ピーク時において渋滞を発生させるレベルではない。今後は、地方部(第3種)の立体交差化が有利となる閾値や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検討も行いたい。

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.