

交差点の信号遅れを考慮した 立体交差点が成立可能となる交通条件の分析

真岩 優多¹・下川 澄雄²・吉岡 慶祐³・山川 英一⁴・藤間 翔太⁵

¹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

²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

³正会員 日本大学助教 理工学部交通システム工学科 (同上)

E-mail: yoshioka.keisuke@nihon-u.ac.jp

⁴非会員 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

⁵正会員 八千代エンジニアリング株式会社 事業統括本部 (同上)

E-mail: sh-toma @yachiyo-eng.co.jp

主要交差点を立体化することは、信号交差点の制御遅れを大きく減少させ、移動円滑性を大幅に改善させる。そこで本研究では、現在道路構造令では示されていない立体交差が成立可能となる交通条件を、信号交差点の制御遅れ時間に着目し明らかにしようとするものである。具体的には、平面交差と立体交差の総遅れ時間の差分から時間便益を算出する。そして標準的な構造であるそれぞれの事業費の差分から費用便益比を算出し1.0を超える交通量を立体交差が成立可能となる交通条件とした。

平面交差と立体交差を新設および立体交差に改築した場合を想定し、都市部・地方部、4車線立体・2車線立体の計8ケースについて費用便益比を算出したところ、いずれも交通量レベルは高くなく自由領域において交差点の立体化が成立可能であることを明らかにした。

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³⁾第28条によると、「車線数の数が4以上である普通道路が相互に交差する場合においては、当該交差の方式は立体交差とする」としている。しかし、現状では多車線相互の階層の高い道路と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という先入観があるのではないかと推察される。また、立体交差化にすることは信号交差点の制御遅れ時間を大きく減少させ、交通量レベルでも十分な便益が得られるものと期待されるが、道路構造令の解説と運用³⁾において立体交差化が成立可能となる交通条件は明らかにされていない。

そこで本研究では、信号交差点の制御遅れ時間に着目し、平面交差と立体交差による総遅れ時間の差分(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場合を想定し、それぞれの事業費との比較の中で立体交差が成立可能となる交通条件を明らかにすることを目的とする。

2. 既往研究の整理と本研究の位置づけ

幹線道路では高い通行機能が求められているものの、信号交差点によって道路のサービスの質を低下させているのが現状である。道路構造令の解説と運用³⁾によると、

信号によって処理できる場合においても道路の規格や道路網の構成などから、立体交差が望ましい場合は立体交差にする必要があるとされている。そのため、通行機能を重視する道路では、沿道出入り交通との交錯による本線のサービス速度低下を招かないために主要交差点の立体化を行い、旅行速度を向上させる必要がある。

一方で、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⁴⁾や内海ら⁵⁾は都市・拠点を連絡する道路を対象とし、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ス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⁶⁾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⁷⁾は2010年度道路交通センサスデータを用い、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されている。

このように、旅行速度の改善には信号交差点の立体化が不可欠であり、どの程度の交通条件をもつ交差点において立体交差化が成立可能となるのか明らかにすることは極めて重要となる。そこで本研究では、現在道路構造令では示されていない立体交差が成立可能となる交通条件を、自由流領域における信号交差点の制御遅れ時間に着目し、明らかにするものである。

3. 研究方法および前提条件の設定

(1) 検討を行う際に想定したケース

立体交差が成立可能となる交通条件を算出する際には、種々の要因を考慮する必要がある。具体的には都市部や地方部による地域特性、立体交差の構造として4車線立体と2車線立体があげられ、立体交差に必要な工事費および用地面積はそれぞれのケースごとに異なる。

そこで本研究では、表-1に示すとおり、都市部(第4種)・地方部(第3種)、立体交差の構造(4車線立体・2車線立体)を組み合わせ計8ケースで評価を行う。

表-1 本研究での検討ケース

		新設	改築
4車線立体	第4種(都市部)	①	②
	第3種(地方部)	③	④
2車線立体	第4種(都市部)	⑤	⑥
	第3種(地方部)	⑦	⑧

(2) 便益および費用の算出方法

仮想ネットワークにおいて、同じ交通条件にある平面交差と立体交差の総走行台時の差分(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。本研究では、①平面交差と立体交差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、道路構造令の規定値を用いて作成した平面図および縦断面・横断面をもとに試算し、平面交差と立体交差による事業費の算出する。その際、立体交差として新設する場合は、平面交差と立体交差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は既存の平面交差を立体交差にすることから、新設と改築では事業費は異なる。

そして、本研究では、時間便益と事業費から費用便益比(B/C)を算出しB/Cが1.0を超える交通量を立体交差化が成立可能となる交通条件と定義する。

(3) 交通シミュレーションのための前提条件の設定

a) 4車線立体の場合

4車線立体について本研究で適用した道路構造の諸元を表-2に、信号制御の設定を表-3に、工事費および用地面積を表-4に示した。また、主道路を第3種第1級、従道路を第3種第2級とした平面交差点および4車線立体の平面図、縦断面を例として図-1に示した。第3種の場合、平面交差に対し立体交差は設計速度が60km/hから70km/hとした。これは平面交差の設計速度は原則として60km/hとして規定されているためである

(表-2)。

信号制御の設定は主道路、従道路ともに右折矢専用現示を設けており、サイクル長は式(1)を用いて最適サイクル長⁸⁾を算出する。クリアランス損失時間(黄時間と全赤時間の和)は、平面交差に対して立体交差を長く設定をした。これは、立体交差の方が交差点の通過に必要な交差点距離(クリアランス距離)が平面交差より長くなり、通過時間を考慮したものである(表-3)。

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

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

工事費および用地面積のうち、新設は平面交差と立体交差の場合の値を示している(表-4)。事業費は工事費に用地費を加えたものとし、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値である。B/Cの計算に用いる工事費は立体交差として新設の場合、平面交差と立体交差の差分として

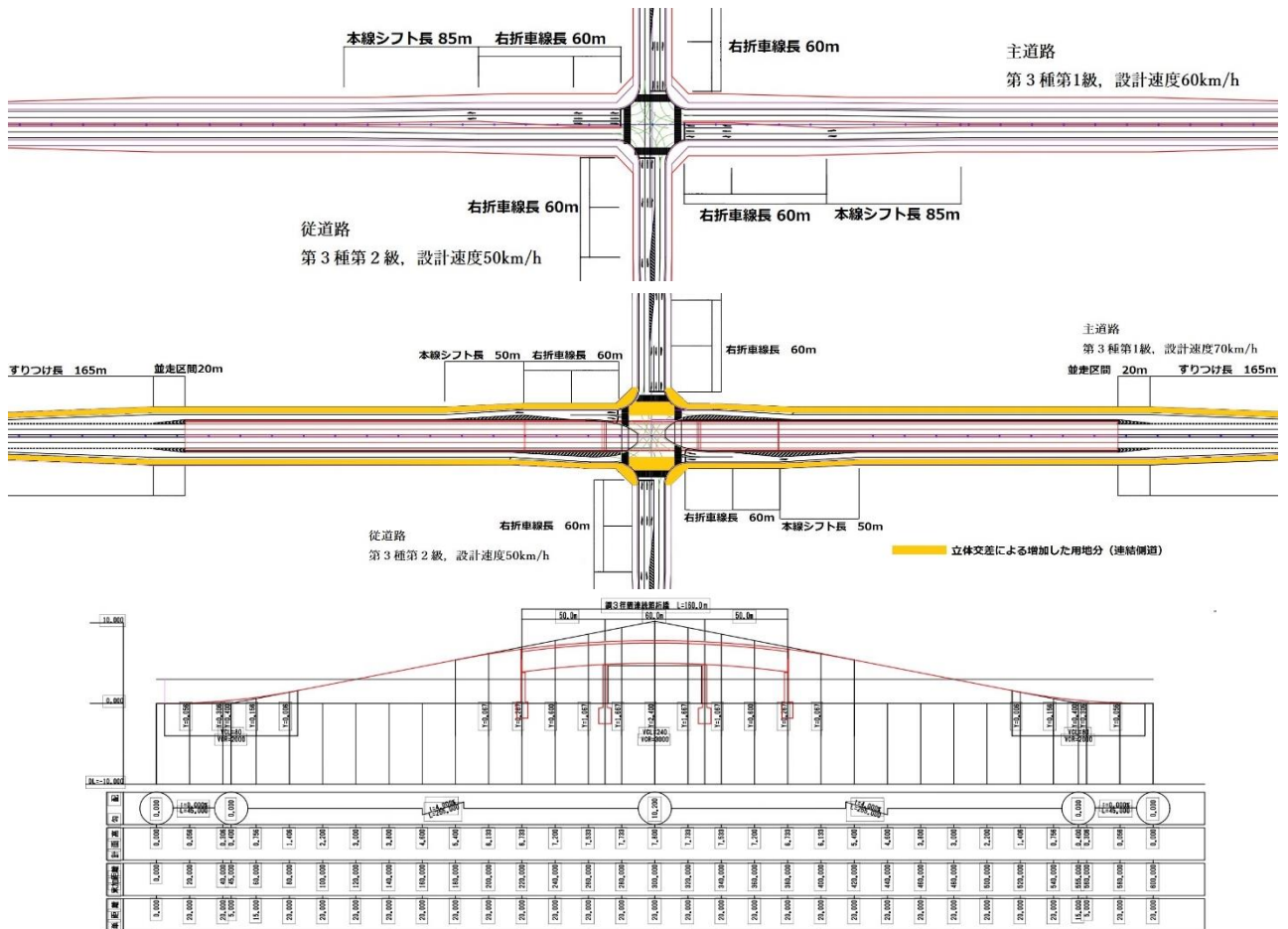


図-1 平面交差の平面図および4車線立体交差の平面図・縦断面図(第3種)

表-2 道路構造の諸元(4車線立体)

4車線立体		第4種(都市部)		第3種(地方部)	
		平面交差	立体交差	平面交差	立体交差
道路の種級区分	主道路	第4種1級		第3種1級	
	従道路	第4種2級		第3種2級	
地形		—		平地部	
車線幅員(左直車線)(m)	主道路	3.25		3.50	
	従道路	3.00		3.25	
車線幅員(右折車線)(m)	主道路	3.00			
	従道路	3.00			
中央帯幅員(m)		1.00		1.75	
設計速度(km/h)	主道路	60		60	70
	従道路	50			
分合流部すりつけ長(m)			100		165
縦断勾配(%)			5.0		4.0

表-3 信号制御の設定(4車線立体)

4車線立体		第4種(都市部)		第3種(地方部)	
		平面交差	立体交差	平面交差	立体交差
現示数		4現示(右折矢専用現示あり)			
クリアランス損失(秒) 【黄時間(4φ)+全赤時間(2φ)】	黄	3	4	4	4
	全赤	3	3	2	3
	合計	18	22	20	22
信号サイクル長の設定		最適サイクル長			
最小青時間(秒)		15秒(右折矢:5秒)			

表-4 工事費および用地面積(4車線立体)

4車線立体		第4種(都市部)		第3種(地方部)		
		平面交差	立体交差	平面交差	立体交差	
用地面積(m ²)	新設	102,885	109,936	111,900	121,976	
	改築	7,051		10,076		
工事費(百万円)	新設	①道路費	225	518	295	720
		②舗装費*	286	264	436	513
		③橋梁費		751		954
		合計	511	1,533	731	2,187
	改築	①道路費		507		720
		②舗装費		283		513
		③橋梁費		751		954
④撤去費			85		158	
	合計		1,626		2,345	

計上し、第4種では10.2億円、第3種では14.5億円増となる。また、改築の場合は、従道路の交差点部の工事費および撤去費が計上されており、第4種では16.2億円、第3種では23.4億円が必要となる。

一方、用地面積は第4種では7,000m²、第3種では10,000m²の面積が新たに必要となる。これは、立体交差の場合、分合流部のすりつけ長が長くなり、主道路の連結側道のみで用地が増加するためである(図-1の黄色部分)。

b) 2車線立体の場合

2車線立体について、本研究で適用した道路構造の諸元を表-5に、信号制御の設定を表-6に、工事費および用地面積を表-7に示した。また、主道路、従道路ともに第3種第2級とした平面交差点および2車線立体の平面図、縦断面図を例とし図-2に示した。第3種の場合、4車線立体と異なり2車線立体は主道路の種級区分が第3種第2級となり主道路の設計速度や車線幅員が変化するためである(表-5)。

信号制御の設定は、クリアランス損失時間を4車線立体に対し2車線立体の方が短く設定した。これは、交差点の通過に必要な交差点距離が2車線立体の方が短くなることを考慮したものである(表-6)。

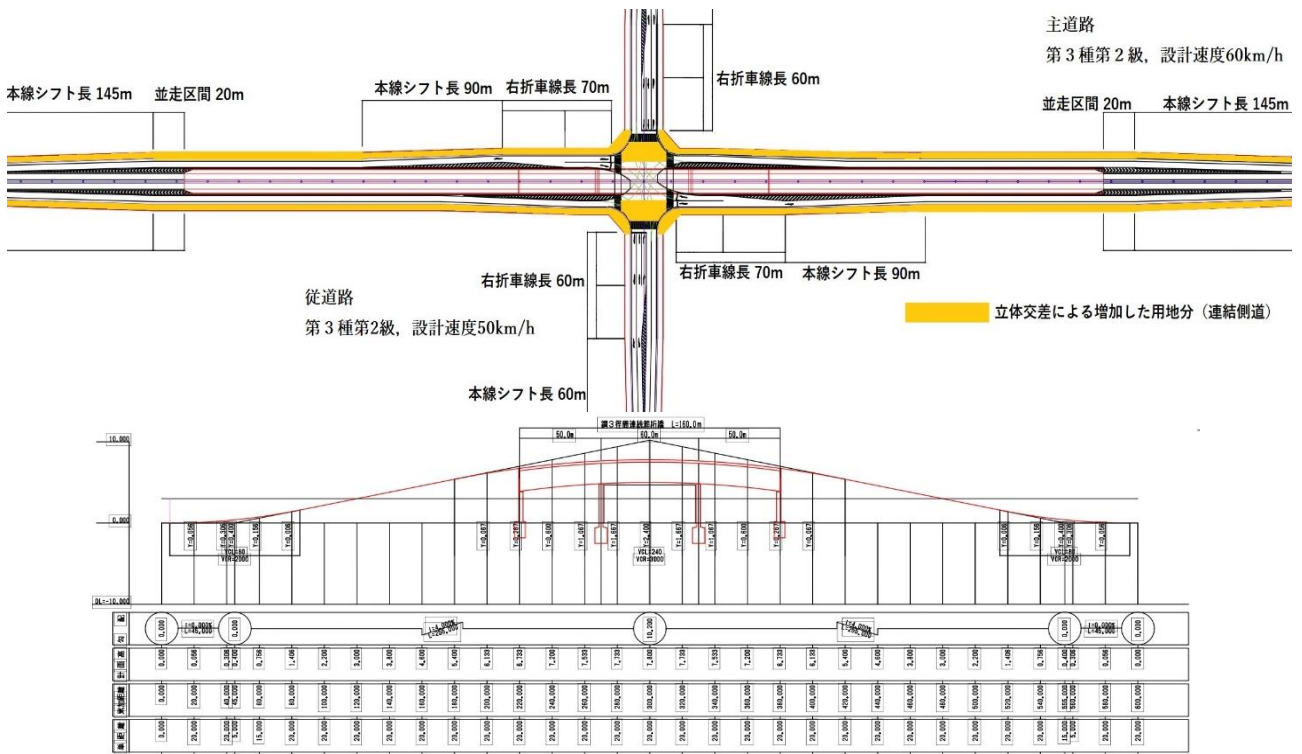


図-2 平面交差の平面図および2車線立体交差の平面図・縦断図(第3種)

表-5 道路構造の諸元(2車線立体)

2車線立体		第4種(都市部)		第3種(地方部)	
		平面交差	立体交差	平面交差	立体交差
道路の種級区分	主道路	第4種1級		第3種2級	
	従道路	第4種2級		第3種2級	
地形		— 平地面			
車線幅員(左直車線)(m)	主道路	3.25		3.25	
	従道路	3.00		3.25	
車線幅員(右折車線)(m)	主道路	3.00			
	従道路	3.00			
中央帯幅員(m)	主道路	1.00		1.75	
設計速度(km/h)	主道路	60		60	
	従道路	50			
分合流部本線シフト長(m)		85		90	
縦断勾配(%)		5.0		4.0	

表-6 信号制御の設定(2車線立体)

2車線立体		第4種(都市部)		第3種(地方部)	
		平面交差	立体交差	平面交差	立体交差
現示数		4現示(右折矢専用現示あり)			
クリアランス損失(秒) 【黄時間(4φ)+全赤時間(2φ)】	黄	3	4	4	4
	全赤	3	2	2	2
	合計	18	20	20	20
信号サイクル長の設定		最適サイクル長			
最小青時間(秒)		15秒(右折矢:5秒)			

表-7 工事費および用地面積(2車線立体)

2車線立体		第4種(都市部)		第3種(地方部)		
		平面交差	立体交差	平面交差	立体交差	
用地面積(m ²)	新設	102,885	108,589	111,900	118,191	
	改築	5,704		6,291		
工事費(百万円)	新設	①道路費	225	495	295	693
		②舗装費*	286	335	436	490
		③橋梁費		656		722
	合計	511	1,486	731	1,905	
	改築	①道路費	503		655	
		②舗装費	354		519	
		③橋梁費	656		722	
		④撤去費	85		120	
合計	1,598		2,016			

工事費および用地面積のうち、工事費は立体交差として新設した場合、第4種では9.7億円、第3種では11.7億円増となる。また、既存の平面交差から立体交差に改築した場合でも第4種では15.9億円、第3種では20.1億円が必要となるが、いずれも4車線立体に対し2車線立体の方が割安となる(表-7)。

4. 立体交差が成立可能となる交通条件

(1) 平面交差と立体交差による走行台時の算出

a) 交通およびシミュレーション条件

表-8は交通およびシミュレーション条件を示した。交通需要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。その際に評価区間は交差点をはさみ4.0km(上流・下流各2km)とした。

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算出した。

表-9は例として、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た。これによれば、平面交差に対し立体交差の場合はサイクル長が45%程度減少する。また、従道路の有効青時間が30%に対し主道路の立体交差にともない従道路の有効青時間比が60%を超える。これは、信号の優先権が従道路

に変化するためであり、立体交差化は従道路の遅れ時間にも寄与することが期待される。

また例として、図-3に第4種、図-4に第3種の場合の主道路、従道路ともに1,400pcu/h、右左折80pcu/hの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。第3種の場合、総走行台時は平面交差に対し4車線立体にすると35%、2車線立体にすると32%と交差点全体で約3割減少している。方向別で見ると主道路の直進はもちろんであるが、従道路の直進も平面交差に対して4車線立体の場合25%、2車線立体の場合26%減少している。このことから、立体交差化は立体化される主道路だけではなく、従道路の交通でも遅れ時間の短縮というメリットを受けることとなる。なお、2車線立体が4車線立体の走行台時よりも高いのは、設計速度に応じてリンク速度を2車線立体60km/h、4車線立体70km/hとしているためである。

表-8 交通およびシミュレーション条件

車種	乗用車
ピーク時交通量	500~1,400pcu/h【10ケース】
右左折交通量	80・100・120pcu/h【3ケース】
交通シミュレータ	AVENUE
SIM時間	3時間
SIM回数	5回(平均値を用いる)
リンク長の設定	4km(交差点から2km/方向)
リンク速度(第4種)	4車線立体(平面:60km/h 立体:60km/h)
	2車線立体(平面:60km/h 立体:60km/h)
リンク速度(第3種)	4車線立体(平面:60km/h 立体:70km/h)
	2車線立体(平面:60km/h 立体:60km/h)
出力するデータ	リンク別旅行時間(秒)
飽和交通流率(pcu/有効青1時間)	基本値(直進:2,000 右左折:1,800)

表-9 信号の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)

サイクル長(秒)	平面交差			4車線立体	2車線立体
	第4種	第3種	第2種		
主道路有効青時間(%)	42.6	41.9	41.9	22.5(右左折)	22.8(右左折)
従道路有効青時間(%)	42.6	41.9	41.9	60.7(全方向)	61.2(全方向)
クリアランス損失(秒)	第4種	18	22	22	20
	第3種	20	22	22	20

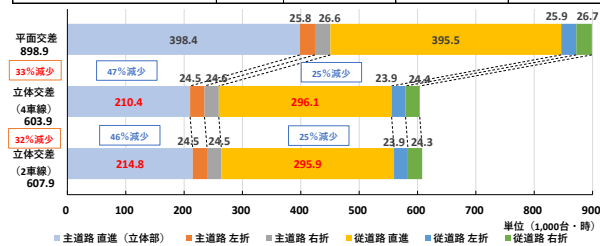


図-3 平面交差と立体交差の走行台時(第4種)
(主道路、従道路:1,400pcu/h 右左折:80pcu/h)

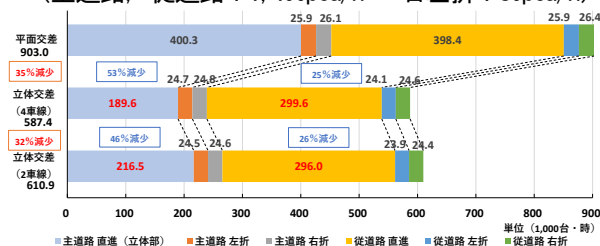


図-4 平面交差と立体交差の走行台時(第3種)
(主道路、従道路:1,400pcu/h 右左折:80pcu/h)

(2) 立体交差化が成立可能となる交通条件の試算

a) 算出にあたっての前提

(1)の交通シミュレーションにより算出した走行台時に対し、ピーク率(第4種9%、第3種12%)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⁹⁾をもとに時間価値原単位は乗用車の39.60円/分・台、社会的割引率を4%、評価対象期間を30年としてB/Cを試算した。その際、用地単価は表-10に示すとおり関東地域1都7県の県庁所在地における2019年の公示による平均土地価格¹⁰⁾を参考し第4種は60千円/m²、第3種は40千円/m²とした。

表-10 関東1都7県の県庁所在地における2019年の公示による平均土地価格(円/m²)

		平均土地価格(円/m ²)
第3種(4県)	茨城県・水戸市	¥38,000
	栃木県・宇都宮市	¥41,400
	群馬県・前橋市	¥44,700
	山梨県・甲府市	¥37,900
第4種(1都3県)	千葉県・千葉市	¥62,400
	埼玉県・さいたま市	¥65,100
	神奈川県・横浜市	¥67,900
	東京都(23区を除く)	¥74,500

b) 立体交差が成立可能となる交通条件の試算(新設)

立体交差として新設した場合のB/Cを4車線立体・第4種を表-11に、4車線立体・第3種を表-12に、2車線立体・第4種を表-13に、2車線立体・第3種を表-14に示した。なお、ここで示した表は右左折交通量80pcu/h・方向としたものである。この中でB/Cが1.0を超えるものが立体交差化が成立可能となる交通条件である。これによれば、立体交差として新設する場合は従道路の交通量が500pcu/h・方向であっても主道路の交通量によっては立体交差が有利となる。第4種の場合、2車線立体の方が立体交差が成立可能となる交通条件の閾値は低くなる。これは、時間便益が概ね変化しないものの、2車線立体による費用が安価になり、その分B/Cは高くなる。これに対し第3種の場合、2車線立体の方が交通条件の閾値は高い。これは速度を4車線立体の場合70km/h、2車線立体の場合60km/hとしたためであり、事業費の減少に対し時間便益が低く抑えられているためである。

c) 立体交差化が成立可能となる交通条件の試算(改築)

立体交差に改築した場合のB/Cを4車線立体・第4種を表-15に、4車線立体・第3種を表-16に、2車線立体・第4種を表-17に、2車線立体・第3種を表-18に示す。このとき右左折交通量は新設の場合と同じである。新設に対し改築の方が立体交差が成立可能となる交通条件は高く、第4種では4車線立体、第3種では2車線立体の方が立体交差が成立可する交通条件は厳しい。し

かし、いずれも立体交差が成立可能となる交通量レベルは高くなく、自由領域の交通量レベルでも十分に成立が期待される。

(3) 立体交差化が成立可能となる閾値（一般化）

表-19 は立体交差として新設する場合に関し、種々の交通条件において算出された便益の値を用いて重回帰分析を行なった結果と、工事費に用地単価を変数として与えた事業費を示した。これらは、(2)にもとづいて算出した評価対象期間30年の値である。

これをもとに、立体交差が成立可能となる交通条件 (B/C ≥ 1.0) を図-5 に示した。この図は用地費を40,000 円/㎡とした例であるが、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。このように立体交差が成立可能となる閾値を簡便に求めるこ

とができる。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、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。

同様に、表-20 は立体交差への改築する場合に関し、新設と同様に種々の交通条件において算出された便益の値を用いて重回帰分析を行なった結果と、工事費に用地単価を変数として与えた事業費を示した。

これをもとに、立体交差への改築が成立可能となる交通条件 (B/C ≥ 1.0) を図-6 に示した。新設に対し、改築の方が立体交差化が成立可能となる交通条件において主道路、従道路の閾値は高い。しかし、いずれも自由領域における低い交通量レベルでも費用対効果が得られており、ピーク時に渋滞を発生させるレベルではない。

表-11 立体交差を“新設”した B/C (4車線立体・第4種)

ピーク時交通量 (pcu/h・方向)	従道路(4車線)									
	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400
500	0.23	—	—	—	—	—	—	—	—	—
600	0.27	0.31	—	—	—	—	—	—	—	—
700	0.31	0.36	0.40	—	—	—	—	—	—	—
800	0.40	0.44	0.49	0.53	—	—	—	—	—	—
900	0.47	0.52	0.56	0.60	0.65	—	—	—	—	—
1,000	0.60	0.64	0.68	0.73	0.77	0.81	—	—	—	—
1,100	0.78	0.82	0.86	0.91	0.95	0.99	1.04	—	—	—
1,200	0.92	0.96	0.99	1.04	1.14	1.25	1.37	1.46	—	—
1,300	1.07	1.12	1.16	1.23	1.30	1.45	1.56	1.67	1.79	—
1,400	1.17	1.31	1.44	1.58	1.72	1.86	1.99	2.13	2.27	2.40

表-15 立体交差に“改築”した B/C (4車線立体・第4種)

ピーク時交通量 (pcu/h・方向)	従道路									
	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400
500	0.16	—	—	—	—	—	—	—	—	—
600	0.19	0.22	—	—	—	—	—	—	—	—
700	0.22	0.25	0.28	—	—	—	—	—	—	—
800	0.28	0.31	0.34	0.37	—	—	—	—	—	—
900	0.33	0.36	0.39	0.42	0.46	—	—	—	—	—
1,000	0.42	0.45	0.48	0.51	0.54	0.57	—	—	—	—
1,100	0.55	0.58	0.61	0.64	0.67	0.70	0.73	—	—	—
1,200	0.65	0.68	0.70	0.73	0.81	0.88	0.96	1.03	—	—
1,300	0.76	0.79	0.82	0.87	0.92	1.02	1.10	1.18	1.26	—
1,400	0.83	0.92	1.02	1.12	1.21	1.31	1.40	1.50	1.60	1.69

表-12 立体交差を“新設”した B/C (4車線立体・第3種)

ピーク時交通量 (pcu/h・方向)	従道路(4車線)									
	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400
500	0.28	—	—	—	—	—	—	—	—	—
600	0.32	0.37	—	—	—	—	—	—	—	—
700	0.37	0.42	0.47	—	—	—	—	—	—	—
800	0.47	0.52	0.57	0.62	—	—	—	—	—	—
900	0.56	0.61	0.66	0.71	0.76	—	—	—	—	—
1,000	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	1.01	—	—	—	—
1,100	0.91	0.96	1.01	1.06	1.11	1.16	1.21	—	—	—
1,200	1.22	1.27	1.32	1.37	1.42	1.47	1.52	1.57	—	—
1,300	1.26	1.31	1.36	1.44	1.53	1.69	1.83	1.96	2.10	—
1,400	1.31	1.36	1.44	1.53	1.69	1.83	1.96	2.10	2.27	2.47

表-16 立体交差に“改築”した B/C (4車線立体・第3種)

ピーク時交通量 (pcu/h・方向)	従道路(4車線)									
	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400
500	0.19	—	—	—	—	—	—	—	—	—
600	0.21	0.25	—	—	—	—	—	—	—	—
700	0.25	0.28	0.32	—	—	—	—	—	—	—
800	0.32	0.35	0.39	0.42	—	—	—	—	—	—
900	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	—	—	—	—	—
1,000	0.47	0.51	0.54	0.58	0.61	0.68	—	—	—	—
1,100	0.62	0.65	0.68	0.72	0.75	0.79	0.82	—	—	—
1,200	0.82	0.86	0.89	0.92	0.96	0.99	1.03	1.06	—	—
1,300	0.85	0.88	0.92	0.97	1.03	1.15	1.24	1.33	1.42	—
1,400	0.88	0.92	0.97	1.03	1.15	1.24	1.33	1.42	1.53	1.67

表-13 立体交差を“新設”した B/C (2車線立体・第4種)

ピーク時交通量 (pcu/h・方向)	従道路(4車線)									
	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400
500	0.24	—	—	—	—	—	—	—	—	—
600	0.28	0.33	—	—	—	—	—	—	—	—
700	0.34	0.38	0.43	—	—	—	—	—	—	—
800	0.43	0.48	0.52	0.57	—	—	—	—	—	—
900	0.51	0.56	0.60	0.65	0.70	—	—	—	—	—
1,000	0.65	0.69	0.74	0.79	0.83	0.88	—	—	—	—
1,100	0.84	0.88	0.93	0.98	1.02	1.07	1.12	—	—	—
1,200	0.99	1.04	1.08	1.12	1.23	1.35	1.47	1.57	—	—
1,300	1.16	1.20	1.25	1.33	1.40	1.56	1.68	1.81	1.93	—
1,400	1.26	1.41	1.56	1.70	1.85	2.00	2.15	2.29	2.44	2.59

表-17 立体交差に“改築”した B/C (2車線立体・第4種)

ピーク時交通量 (pcu/h・方向)	従道路(4車線)									
	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400
500	0.17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
600	0.19	0.22	—	—	—	—	—	—	—	—
700	0.23	0.26	0.29	—	—	—	—	—	—	—
800	0.29	0.32	0.35	0.39	—	—	—	—	—	—
900	0.35	0.38	0.41	0.44	0.47	—	—	—	—	—
1,000	0.44	0.47	0.50	0.53	0.56	0.60	—	—	—	—
1,100	0.57	0.60	0.63	0.66	0.69	0.73	0.76	—	—	—
1,200	0.67	0.70	0.73	0.76	0.84	0.92	1.00	1.07	—	—
1,300	0.78	0.82	0.85	0.90	0.95	1.06	1.14	1.22	1.31	—
1,400	0.86	0.96	1.06	1.16	1.26	1.36	1.46	1.56	1.66	1.76

表-14 立体交差を“新設”した B/C (2車線立体・第3種)

ピーク時交通量 (pcu/h・方向)	従道路(4車線)									
	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400
500	0.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
600	0.29	0.33	—	—	—	—	—	—	—	—
700	0.34	0.38	0.43	—	—	—	—	—	—	—
800	0.43	0.47	0.52	0.56	—	—	—	—	—	—
900	0.50	0.55	0.59	0.64	0.68	—	—	—	—	—
1,000	0.64	0.68	0.73	0.77	0.81	0.86	—	—	—	—
1,100	0.82	0.87	0.91	0.95	0.99	1.13	1.26	—	—	—
1,200	0.97	1.01	1.05	1.13	1.20	1.31	1.43	1.52	—	—
1,300	1.12	1.17	1.21	1.29	1.36	1.51	1.63	1.74	1.86	—
1,400	1.21	1.35	1.49	1.63	1.77	1.90	2.04	2.18	2.32	2.46

表-18 立体交差に“改築”した B/C (2車線立体・第3種)

ピーク時交通量 (pcu/h・方向)	従道路(4車線)									
	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400
500	0.16	—	—	—	—	—	—	—	—	—
600	0.18	0.21	—	—	—	—	—	—	—	—
700	0.21	0.24	0.27	—	—	—	—	—	—	—
800	0.27	0.30	0.33	0.35	—	—	—	—	—	—
900	0.32	0.35	0.37	0.40	0.43	—	—	—	—	—
1,000	0.40	0.43	0.46	0.48	0.51	0.54	—	—	—	—
1,100	0.52	0.54	0.57	0.60	0.63	0.71	0.79	—	—	—
1,200	0.61	0.63	0.66	0.71	0.75	0.82	0.90	0.96	—	—
1,300	0.71	0.73	0.76	0.81	0.85	0.95	1.02	1.10	1.17	—
1,400	0.76	0.85	0.93	1.02	1.11	1.20	1.28	1.37	1.46	1.54

表-19 立体交差を新設した場合の時間便益と費用

		便益 (百万円)	費用 (百万円)
4車線立体	第4種	$y=1.7x_1-4.9 \times 10^3 x_2+1.2x_3+1.1$ (重決定係数 $R^2=0.77$)	$y=7.051x_1+1.022$
	第3種	$y=1.6x_1-6.2 \times 10^3 x_2+1.6x_3+1.6$ (重決定係数 $R^2=0.79$)	$y=10.076x_1+1.456$
2車線立体	第4種	$y=1.1x_1-4.8 \times 10^3 x_2+1.2x_3+1.0$ (重決定係数 $R^2=0.76$)	$y=5.704x_1+975$
	第3種	$y=1.1x_1-4.9 \times 10^3 x_2+1.3x_3+1.4$ (重決定係数 $R^2=0.78$)	$y=6.291x_1+1.174$
説明変数 および 被説明変数		y : 便益 (百万円) x_1 : 主道路全交通量 (pcu/h・方向) x_2 : 主道路右左折率 (%) x_3 : 従道路全交通量 (pcu/h・方向)	y : 費用 (百万円) x_1 : 用地単価 (円/m ²)

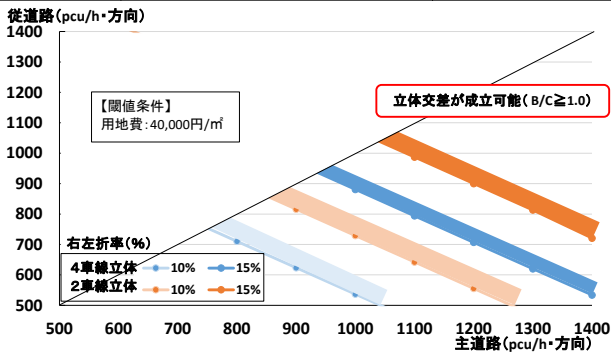


図-5 立体交差化が成立可能となる閾値 (新設)

表-20 立体交差に改築した場合の時間便益と費用

		便益 (百万円)	費用 (百万円)
4車線立体	第4種	$y=1.7x_1-4.9 \times 10^3 x_2+1.2x_3+1.1$ (重決定係数 $R^2=0.77$)	$y=7.051x_1+1.626$
	第3種	$y=1.6x_1-6.2 \times 10^3 x_2+1.6x_3+1.6$ (重決定係数 $R^2=0.79$)	$y=10.076x_1+2.345$
2車線立体	第4種	$y=1.1x_1-4.8 \times 10^3 x_2+1.2x_3+1.0$ (重決定係数 $R^2=0.76$)	$y=5.704x_1+1.598$
	第3種	$y=1.1x_1-4.9 \times 10^3 x_2+1.3x_3+1.4$ (重決定係数 $R^2=0.78$)	$y=6.291x_1+2.016$
説明変数 および 被説明変数		y : 便益 (百万円) x_1 : 主道路全交通量 (pcu/h・方向) x_2 : 主道路右左折率 (%) x_3 : 従道路全交通量 (pcu/h・方向)	y : 費用 (百万円) x_1 : 用地単価 (円/m ²)

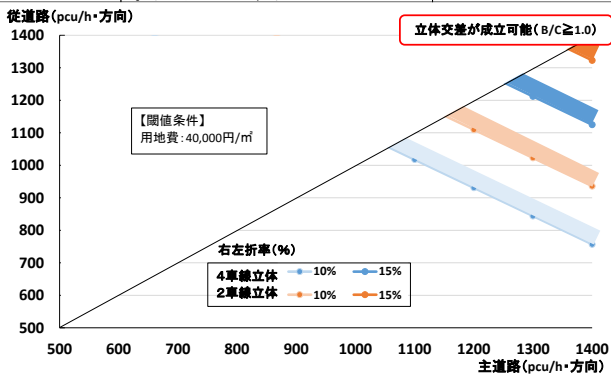


図-6 立体交差化が成立可能となる閾値 (改築)

5. おわりに

立体交差化が成立可能となる交通条件は、4車線立体と2車線立体いずれも交通レベルは高くなく、ピーク時

交通量が自由流状態でも立体化は十分に適用可能であることが確認された。2車線立体の場合、4車線立体と比べて道路空間占有率が小さく、沿道の市街化にともなう用地取得の困難、事業費の問題から4車線立体が困難な箇所でも、比較的容易に導入することが期待される。

このことから、立体交差は交通容量の確保という点もさることながら日常交通のサービスを確保するためのリーズナブルな手段であることが明らかになった。

今後は、主道路の立体交差化だけではなく、従道路をラウンドアバウトに改良した構造の評価、さらに実フィールドにおいて立体交差に改築する場合、立体交差化が成立可能となる信号交差点の抽出の検討を行う。

参考文献

- 1) 下川澄雄, 森田紳之, 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, L_613-L_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, 森田紳之: 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, 森田紳之: 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) 費用便益分析マニュアル, 国土交通省道路局・都市局, 2018.
- 10) 国土交通省地価公示・都道府県地価調査, 国土交通省, 2019.

(2020.10.2 受付)

ANALYSIS OF THE APPLICABLE TRAFFIC CONDITION OF GRADE SEPARATED INTERSECTION CONSIDERING THE SIGNAL CONTROL DELAY

Yuta MAIWA, Sumio SHIMOKAWA, Keisuke YOSHIOKA, Eiichi YAMAKAWA and Shota TOMA