【土木計画学研究・講演集　No.24 (2)　2001年11月】

交通混雑緩和を目的とする普通乗用車専用立体交差実施可能性の検討※

Applicability of a passenger-car-only flyover to ease traffic congestion※

小田 崇徳 ※※，福田　敦 ※※※

By Takanori ODA ※※, Atsushi FUKUDA ※※※

1．はじめに

交通量が容量限界に近づいている都市部、及び都市部近郊においては、交通混雑の緩和のために何らかの交差点の改良が必要である。中でも、立体交差化は交差点の容量を大きく増加させるため、交通渋滞の解消に大きく貢献する。しかし、立体交差化事業の事業費は莫大であり、大きな道路空間を必要とするため、現実には事業化が大変困難である。そこで本研究では、そのような場合の緊急措置として車両重量の軽い普通乗用車だけを通行させる自動車専用立体交差化方策を提案し、その現実可能性を評価する。

提案する普通自動車専用立体交差の有効性の評価は、まず、1交差点を対象に平面交差、車種制限をしない通常の立体交差および普通自動車専用立体交差の3ケースについてミクロシミュレーションを行い、交通流状態を比較することで行う。次に、ネットワーク分析を行い、立体交差導入による車種別利用者便益を推計してネットワーク全体から見た場合の効果を分析する。

ここで、普通乗用車だけが通行する立体交差構造を提案する理由は、1）大型車の通行を前提とした現在の設計基準では、20トンの荷重に耐えなければいけないが、普通乗用車だけが通行するとすれば5トンの荷重で十分あるので構造が軽量となり、事業費が大幅に削減できる、2）同時に必要とする空間も削減され導入の可能性が大きくなる、3）渋滞の原因は交差点容量の不足であるので、普通乗用車に制限しても交通渋滞解消に効果があるなどである。

※　ｷｰﾜｰｽﾞ：ﾈｯﾄﾜｰｸ交通流，自動車専用，立体交差

※※　学生員　日本大学大学院理工学研究科社会交通工学専攻

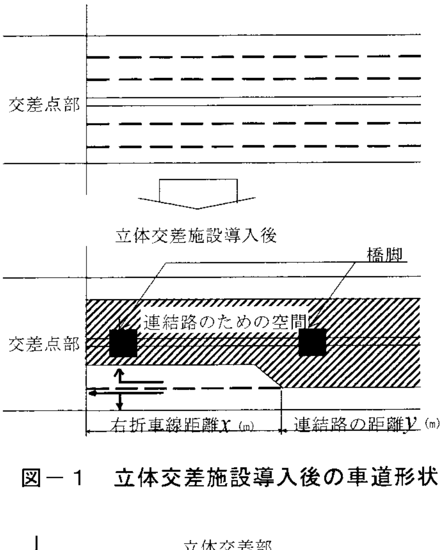
（〒274-8501 船橋市習志野台7-24-1 Phone&Fax:047-469-5355）

※※※　正 員　工博　日本大学理工学部社会交通工学科

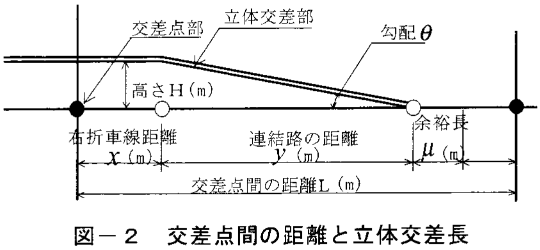
2．立体交差施設導入の検討

本研究では、道路空間が比較的狭い都市部に立体交差施設を導入する場合を想定しているが、右左折交通、大型車のための車線を少なくとも1車線以上確保しなくてはならない。例として、図－1に示すような片側3車線を立体交差化した場合、導入後には中央から1車線を立体交差施設の連結路のための車線とし、桁下から5m確保される地点から右折車線を設けるものとする。このときの幅員や車線数などは、平面交差する右左折交通量、または大型車混入率などに影響し、仮定した車線数で交差点飽和度の計算を行う必要がある。

また、交差点に立体交差を導入する場合には、図



図－1　立体交差施設導入後の車道形状



図－2　交差点間の距離と立体交差長

－２に示すように右折車線のための距離x (m) と連結路の距離y (m) の和が交差点間の距離L (m) より超えれば、設置は物理的に不可能であると判断できる。

これらの変数は立体交差の構造などによって異なるので、制約条件として式－１～４のような関係式を設定し、xとyを求めることとした。

表－１　減速のために必要な最小長

V	ld_1	
設計速度 (km/h)	地方部の主道路(m)	地方部従道路及び都市部道路(m)
80	60	45
60	40	30
50	30	20
40	20	15
30	10	10
20	10	10

$$ld_2 = \frac{V \cdot \Delta W}{6} \quad \cdots (1)$$

ここで, ld_1、ld_2どちらか大きい値をldとする。

$$x = ld + 1.5 \cdot N \cdot S \quad \cdots (2)$$

$$y = \frac{hw + 5}{\theta} \quad \cdots (3)$$

$$(x + y + \mu) > L \quad \cdots (4)$$

ここに、ld_1 : 減速のために必要な最小長(m)（表－１による）、ld_2 : 直進車線から右折車線へシフトさせる最小テーパー長(m)、V : 設計速度(km/h)、ΔW : 右折車線の幅員(m)、N : １サイクル当たりの平均右折交通量(台)、S : 平均車頭間隔(m)、hw : 橋梁の桁下端部から立体交差の車道面までの高さ(m)、θ : 連結路の勾配(%)、μ : 余裕長(m)。なお、式－１、２は平面交差の計画と設計((社)交通工学研究会)[1]を参考にした。

３. ミクロシミュレーション

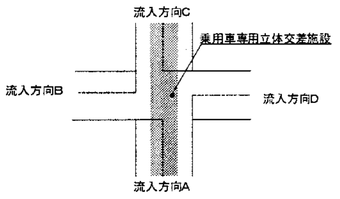
（１）１交差点における交通流動の分析

普通乗用車専用立体交差を導入する場合、交差点の平面部では、右左折率、及び大型車混入率が上がり交差点の容量を著しく低下させる恐れがある。そこで、交差点流入方向別交通量が異なるケースを設定し、ミクロシミュレーションを行って、交通流動を分析するとともに、所要時間の変化から普通乗用車専用立体交差導入の可能性を検証する。

ミクロシミュレーションでは、図－３のように一般的な四枝交差点を想定し、流入方向A-Cに立体交差施設が建設されることを想定する。また、A、C方向の信号に右折青矢現示を設けるものとする。

本研究で想定するケースとして（Ⅰ）全ての交差点流入部とも同じ交通量であるケース、（Ⅱ）１つの流入部に交通量が集中するケース、（Ⅲ）小型貨物車・大型車の割合が高いケースとする。各ケースの交通量は表－２に示すとおり設定した。

また、ミクロシシュミレーションモデルは追従理論

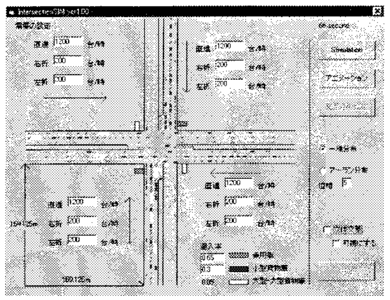


図－３　本研究で使用する交差点形状

表－２　本研究で設定する交通量

	集中方向	A	B	C	D
集中交通量（台/h）	ケースⅠ	3300	3300	3300	3300
	ケースⅡ	4100	2710	2710	2710

	車種	乗用車	小型貨物車	大型車
車種の構成（%）	ケースⅠ	0.65	0.30	0.05
	ケースⅢ	0.40	0.40	0.20



図－４　ミクロシミュレーションの画面

に従って各車両の位置を離散的に求めるもので、C言語を用いて開発した。なお、交通量の多い都心部の通勤時間帯を想定しているので、各単路部に流入する交通流の到着分布は一様分布と仮定する。図－4にミクロシミュレーションの画面を示す。

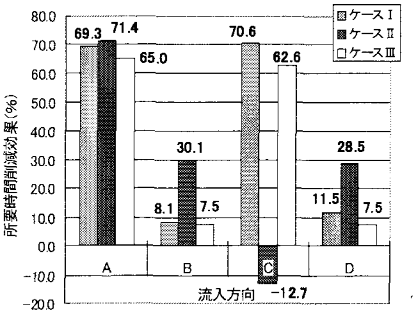
（2）ミクロシミュレーションの結果

a) 所要時間削減効果

ミクロシミュレーションの結果から、所要時間削減効果をケース別に算出したものを図－5に示す。全体的に普通乗用車専用立体交差導入前に比べ、導入後の方が平均交差点通過時間は減少しており、特に立体交差を導入した流入方向A、Cは効果が高いことが分かる。しかし、ケースⅡでは、流入方向Cの平均交差点通過時間が負の値を示しているが、他の流入部での効果は他のケースより効果が高い。また、大型車と小型貨物車の混入率を高く設定したケースⅢでは所要時間削減効果が減少傾向にあり、交差点の機能を下げる傾向にあるが、どのケースも総合的な削減効果はあまり変わらないことから、ある程度の交通需要にも対応できると考えられる。

b) 導入前後の通過交通量の変化

普通乗用車専用立体交差施設導入前後における通



図－5　導入前後の所要時間変化

表－3　導入前後の通過交通量の変化

		流入方向			
		A	B	C	D
ケースⅠ（台/h）	導入前	750	856	742	839
	導入後	1377	941	1395	898
ケースⅡ（台/h）	導入前	747	854	783	830
	導入後	1237	909	1744	889
ケースⅢ（台/h）	導入前	679	764	701	792
	導入後	1002	828	960	792

過交通量の変化を表－3に示す。普通乗用車専用立体交差施設を導入することで、特に立体交差を導入した流入方向A、Cでは通過交通量が約40％前後増加している。しかし、流入方向B、C方向はほとんど増加がみられず、普通乗用車専用立体交差施設が、直進交通量の多い交差点に導入した方が効果的であることを示している。また、ケースⅢでは大型車、小型貨物車による交差点の機能減少によりほとんど増加が見られず、大型車、小型貨物車の多い交差点では普通乗用車専用立体交差施設を導入してもあまり効果が得られない場合があることを示している。

4．車種別利用者便益の推計

（1）利用者便益の推計方法

3章では、1交差点に普通乗用車専用立体交差を導入したときの分析を行い、導入後の便益を推計した結果、全般的に効果が得られることが分かった。しかし、交差点での交通状態の変化は、ネットワーク全体に影響を与えるので、ここでは、仮想ネットワーク上で配分計算を行い、立体交差導入前後の交通需要を推計し、この結果に基づいて車種別利用者便益を推計する。

a)　信号交差点遅れの考慮

信号交差点遅れを考慮した交通量配分方法に関する論文は多数確認されているが、本研究では、交差点遅れが明示的に表現され、解析が容易な、信号遅れを考慮できる分割配分モデル[2) 3)]を改良したものを用いる。このモデルは、交通量の多い場合の車の到着が一様分布であると仮定し、Websterの実験式を用いて正規化交通量から信号遅れ時間を算出でき、交差点流入方向 z における車両一台あたりの平均信号遅れ時間は F は式－5、6で表される。

$$F=\frac{QS_z\cdot\tau}{(Q_z-QS_z)}+Cy \quad \cdots(5)$$

$$QS_z=\rho_z-(\frac{\lambda_0}{\lambda})\cdot\lambda_{(\phi)}Q_z \quad \cdots(6)$$

ここで、Q_z：流入方向 z の交通量、τ：単位時間(=1.0)、QS_z：流入方向 z の処理不能交通量、Cy：信号サイクル長、ρ_z：流入部 z の正規化交通量、λ_0：基準値(=0.9)、$\lambda_{(\phi)}$：ϕ 現時の飽和度、λ：交差

点飽和度($=\sum_{\phi}\lambda_{(\phi)}$)。

b)　仮想ネットワークの設定

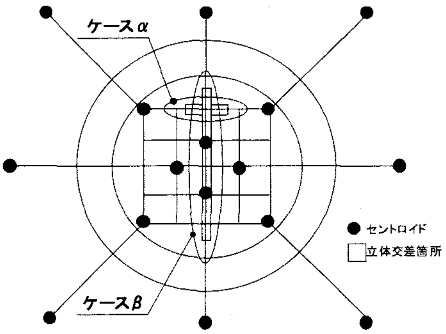
本研究では、図－6に示すようなリンク数128本、OD数16個、ノード数41個の仮想ネットワークを設定して交通需要を推計し、普通乗用車専用立体交差施設を導入した場合の利用者便益を車種別に求め、導入効果の有無を検証する。設定するケースとして、立体交差化する箇所を、(α)信号遅れの著しい平面交差部に立体交差を一箇所設置する場合、(β)交通量の比較的多い路線に数箇所設置する場合を、立体交差化なし・完全立体交差・普通乗用車専用立体交差のケースに分けて交通量配分を行う。なお、各条件設定として、図－1に示した右折車線距離を20m、連結路の距離125m(桁下5m、桁高さ1.25m、勾配5%)とし、交通量の設定は基本的に距離に従い交通量が減少するように設定し、時間価値は道路投資の評価に関する指針[4]を参考に、乗用車56円/分、小型貨物車を90円/分、大型車を101円/分とした。

(2) 車種別利用者便益の推計結果

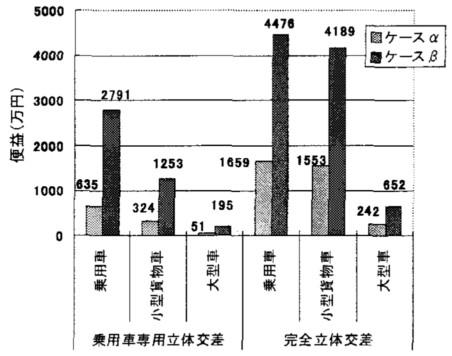
車種別利用者便益をまとめたものを図－7に示す。全体的に導入前と比べて利用者便益は得られると考えられるが、その効果は車種別によって大きく変わり、乗用車、小型貨物車に比べて大型車は便益があまり得られないことが分かる。ケース間の比較では、ケースαに比べてケースβの方が便益が得られるが、立体交差を増加させることで工費がかかることから、立体交差施設導入には工費を考慮に入れた十分な検討が必要であることが考えられる。また、普通乗用車専用立体交差と完全立体交差の比較をすると、完全立体交差の方が大きい便益が得られるが、ケースβのように、ある路線について導入を検討する場合には、普通乗用車専用立体交差との便益の差が減少傾向にあると考えられる。従って、普通乗用車専用立体交差導入は、導入数が少数の場合に、費用対効果が高いことが考えられる。

5. 考察

本研究では、交差点における交通混雑を緩和する方策の一つとして普通乗用車専用立体交差の導入を提案し、ミクロシミュレーション、及びネットワーク分析を行い、その導入効果を検証した。その結果、車種構成比や、右左折交通量によっては交差点の機能を損なう恐れがあるが、直進交通量の多い交差点では効果が高く、導入効果はあると考えられる。今後は、立体交差の工費を含めた費用対効果の算出、大型車が誤って走行しないよう排除するための施設の考案、及び導入後における環境改善効果の推計等を予定している。



図－6　仮想ネットワーク



図－7　車種別利用者便益

参考文献

1)(社)交通工学研究会編,平面交差の計画と設計-基礎編-,1998.

2)高山純一,亀谷靖文,中村光生：信号交差点を組み込んだ時間交通量配分法の改良について,土木計画学研究・講演集,No16(1),pp.981-986,1993.

3)高山純一,中村光生,飯田恭敬,信号遅れ時間を考慮した時間交通量配分モデルに関する研究,第10回交通工学研究発表会論文集,1990.

4)道路投資の評価に関する指針検討委員会,道路投資の評価に関する指針(案),1998.