

道路工事にともなう車線減少時の交通容量に関する研究

A Study on Capacity Reduction in Road Work Zones

富井 直人

指導教授 越 正 毅

1 研究の背景と目的

都市内の生活関連施設（ガス、上下水道、電話線等）といった占有物件の多くは道路の地下に埋設されている。これらの施設の新規工事や維持・補修を行う場合には道路を通行止め、あるいは車線を減少させ道路を掘削し施工するケースが多い。また、道路の維持補修や改良といった道路自体の整備においても車線減少をともなう工事を必要としている。

これらの際、工事区間を通過する利用者と施工に携わる作業員の安全を保ちつつ、できるだけ円滑に車両を捌き、利用者に対し不快感を与えないような交通運用を行わなければならない。

そのため、施工期間が短期の場合では道路交通の需要が低下する夜間に施工され、長期にわたって工事区間を常設する必要がある工事においても、需要の高まる日中では工事区間の規模を縮小し、主に夜間に施工されている。

しかし、これまで工事帯や導流帯の長さといった工事区間の設置方法によって、どの程度その路線の交通容量や車両の合流挙動に影響するかについてはほとんど研究例がなかった。

本研究は、工事規制を伴う道路工事に着目し、工事区間長と導流方法の異なる場合の、交通容量と車両挙動について調査を行い、工事区間の設置方法と交通容量との関係について解析することを目的とするものである。

2 調査概要

調査地点の選定においては、片側2車線道路で車線減少を伴う工事規制を行っており、他の道路からの影響が少ない路線を対象とすることにした。

その結果、都道318号線（環状7号線）内回りにおいて、工事帯及び導流帯の長さが異なる工事区間ケースについて調査を行った。

ケース（工事帯100m・導流帯15m）

ケース（工事帯250m・導流帯45m）

図-1に工事区間の現況図と観測点を示す。

調査における観測点については、各ケースともに工事帯流入部、工事帯流出部にて行った。尚、ケースでは、ケースの工事帯流出部に該当する流入部から下流方向の100m地点についても行った。

また、工事帯流入部より上流100mまでの区間における車両の合流地点について調査を行った。

3 調査結果

調査によって収集したデータの内、最も道路閉塞による影響が少ない1時間について解析を行った。

（1）通過交通量

工事区間を通過した車両について普通車、大型車、二輪車の3車種に分類し、先行車と追従車がともに普通車である車種構成のみを有効サンプルとして用いることにした。

表-1に各ケースの通過交通量及び有効サンプルを示す。

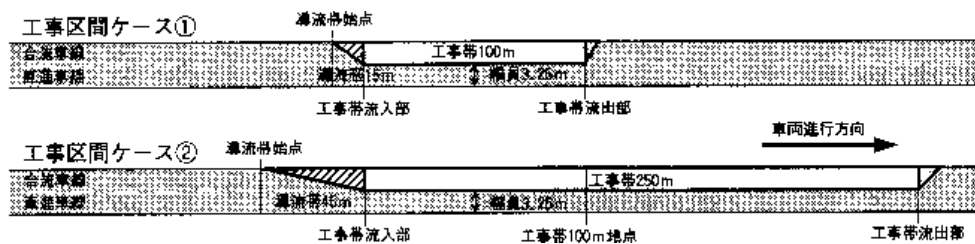


図-1 各ケースの工事区間の現況

表 - 1 各ケースの通過交通量と有効サンプル

	ケース		ケース	
	交通量 (台)	有効サンプル (台)	交通量 (台)	有効サンプル (台)
普通車	1,550	1,489	1,172	728
大型車	110	105	185	95
二輪車	120	87	104	51
合計	1,780	1,681	1,461	874
構成数	1,316		593	

構成数は先行車と追従車が普通車の車種構成

(2) 交通流率

有効サンプルの場合における交通容量を把握するため、普通車だけの車種構成の車頭時間から工事帯内の各観測点の交通流率を算出した。

(3) 車頭距離および車両速度

工事帯内の車両挙動を把握するため、交通流率と同様に、観測点の通過車両の車頭距離及び車両速度について算出した。

表 - 2 に各観測点での平均車頭距離及び平均車両速度を示す。

表 - 2 各観測点の車頭距離と車両速度

	観測点	平均車頭距離 (m)	平均車両速度 (m/秒)
ケース	工事帯流入部	8.49	4.13
	工事帯流出部	19.44	9.50
ケース	工事帯流入部	12.67	5.90
	工事帯100m地点	15.91	7.46
	工事帯流出部	21.18	9.85

(4) 車線利用率

工事帯流入部より上流の合流地点について把握するため、工事帯流入部上流部での各観測点の車線別の通過交通量より、車線利用率を求めた。

図 - 2 に各観測点における車線利用率を示す。

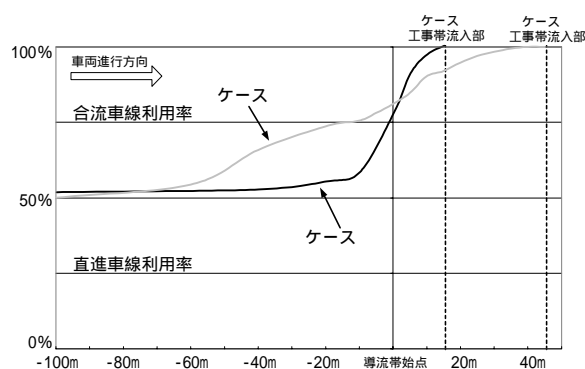


図 - 2 各車線の車線利用率

(5) 工事帯内における交通容量の制約

調査結果より、工事区間の設置における路線の交通容量と車両挙動について解析を行った。

各ケースの工事帯内の観測点における交通流率はケース で約 1,720 台/時、ケース で約 1,570 台/時であり、どの観測点においてもほぼ同一であった。しかし、ケース とケース では約 150 台/時ほどの差が見られた。

また、観測点を通る車両の車頭距離と車両速度の相関については、工事帯流入部を通過した時点での車両速度より、工事帯流出部を通過した時点の方が車両速度が上昇している。

これらの工事帯内における車両挙動については各ケースともに見られ、交通流率の変化がないことから、工事帯流入部以降の工事帯内での容量の制約はないと考えられる。

図 - 3 に工事区間ケース、図 - 4 に工事区間ケースの工事帯内の車両速度と車頭距離の相関について示す。

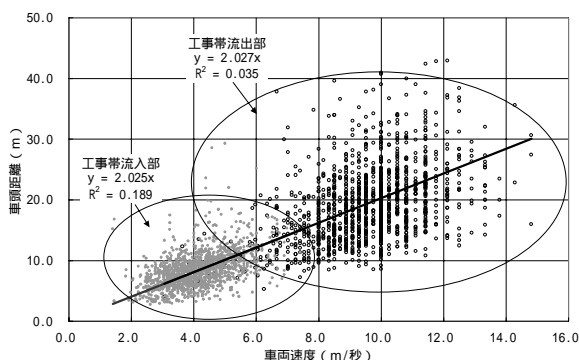


図 - 3 車頭距離と車両速度の相関(ケース)

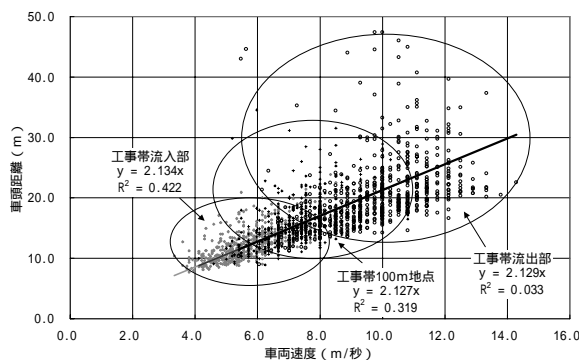


図 - 4 車頭距離と車両速度の相関(ケース)

4 交通容量決定要因に関する考察

各ケースの工事帯内での交通流率に変化は見られなかったが、ケースが異なる場合で交通流率について差が見られた。これらは、交通容量は工事帯流入部より以前に決定されていることがいえる。

各ケースの工事帯流入部より上流における交通運用の違いとしては、ケース 1 では導流帯が15mなのに対し、ケース 2 は導流帯が45mであり、約3倍の長さで設置されている。また、車両挙動については合流時の挙動に大きな差が見られ、ケース 1 に対しケース 2 では合流位置の分布の幅が大きく、路線の上流から合流を開始する車両が多く見られた。

ケース 1 においては車両の合流のほとんどが導流帯の始点付近で行われており、合流の分布が集中していることから合流自体がスムーズに行われていたといえる。これにより、ケース 2 では合流完了後から工事帯流入部通過までの走行時間が短い車両が数多くいたと考えられる。

一方、ケース 2 においては、車両の合流がケース 1 より路線の上流で早めに行われる傾向が強く、また導流帯始点付近を中心に広範囲で車両の合流が行われているため、合流は様々な場所で行われていたと考えられる。これにより、ケース 2 では合流完了後から工事帯流入部の通過までの走行時間が短い車両と長い車両が混在していたと考えられる。

よって、工事区間の交通容量は工事帯の長さで制約されるのではなく、工事帯流入部より上流で行われる車両の合流挙動が大きく影響しているといえる。また、これは工事帯流入部前に設置される導流帯の長さの原因があるといえる。

各ケースで共通していえることとして、合流開始し完了までは、車両速度に対してとても短い車両間隔で走行しているが、走行しているうちに車両速度に応じた車頭間隔を保つ傾向がある。

ケース 1 の場合では、合流直後に工事帯流入部を数多くの車両が通過するため、ケース 2 に比べると車両速度の対する車頭距離が短くなり、工事帯流入部の交通流率が高くなったと考えられる。

一方、ケース 2 の場合では、合流位置がケース 1 に比べるとかなり広範囲であったため、様々な地点で合流が行われ合流自体もスムーズに行われず無駄な車両間隔が数多くあったといえる。

また、合流完了から工事帯流入部までの走行時間も長いことから、車両速度に対して余計な車頭距離を確保したため、工事帯流入部の交通容量がケース 1 に比べて低くなったと考えられる。

5 車両挙動のモデル化

結果及び考察より、工事区間において導流帯の長さが異なる場合での通過車両の挙動についての仮説をたてた。

工事帯内では容量の制約はない

導流帯が短い場合では合流地点が導流帯始点に集中するが、導流帯が長い場合では合流位置が導流帯始点を中心に大きく分散する。

工事帯流入部通過時の車両速度に対する車頭距離について、導流帯が長い場合では広く車頭距離を保つ傾向がある。

以上をもとに、工事帯流入部上流の車両挙動についてモデル化を行いシミュレーションを作成した。

モデル化においては、仮説に基いた車両挙動が行われるように、各ケースの工事帯流入部における車頭距離と車両速度の相関に従うこととした。

また、モデル上の車両挙動について3つに分類し、現象に応じた相関を適用することで各車両挙動に変化をあたえた。

1) 合流前の車両挙動

合流前の各車線の交通流率は、基本的に工事帯の交通流率の半分であることから、各車線の交通流率は工事帯流入部の交通流率の半分になるように車両速度に応じた車頭距離を確保することにした。

2) 合流時の車両挙動

調査結果では、車両の合流時に生じる現象について詳細にとらえることができなかったため、予め合流に必要な挙動を開始する地点を設定し、合流する車両と合流後に合流車を追従する車両は、合流に必要な最低限の車頭距離を両車両が確保でき次第、合流させることにした。

3) 合流後の車両挙動

合流後の車両挙動についても相関データに従い、合流完了から時間がたつとともに車両速度に対する車頭距離を変化させることで、工事帯流入部における交通流率に影響を与えることにした。

図 - 5 に合流完了後の車頭距離と車両速度の相関の変動幅について示す。

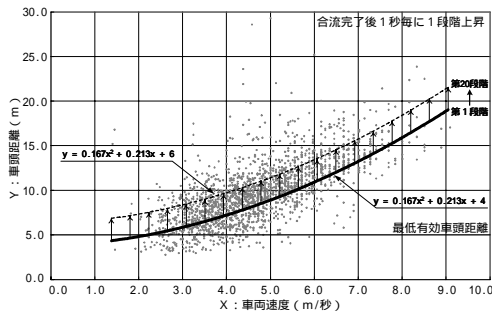


図 - 5 合流後の車頭距離と車両速度の相関

6 シミュレーションによる検証

シミュレーションにおいては、実際の導流帯長である実測ケースの15m、45mと、仮想ケースである30m、60mについて行い、各ケースにおける工事帯流入部での通過時の車両挙動から仮説について検証を行った。

表 - 3 に工事帯流入部通過車両の出力値、図 - 6 に車頭距離と車両速度の相関について示す。

表 - 3 工事帯流入部通過車両の出力値

導流帯長 (m)	交通流率 (台/時)	平均車頭距離 (m)	平均車両速度 (m/秒)
15	1,702	8.43	4.32
30	1,667	8.68	4.18
45	1,621	9.16	4.20
60	1,573	9.75	4.28

工事帯流入部通過車両の出力値では、実測値と同様に導流帯が長いほど、車両速度に対する車頭距離が大きくなり、交通流率が低下した。

また、導流帯15mでは、ほとんどの車両が相関データに従い工事帯流入部を通過しているが、導流帯の長さが延長されるにつれて、車両速度に対して車頭距離の確保量が大きい車両が増加している。

これは、合流位置から工事帯流入部までの走行距離が長くなることで、相関データの変動回数が多くなり、その際の車間調整による車両挙動によって車頭距離が離れてしまうため、結果的に交通流率を低下させていると考えられる。

7 結論と今後の課題

車線減少時においては、工事帯流入部以降での容量の制約はないため、交通容量は工事帯の内での車両挙動ではなく、工事帯流入部より上流での車両の合流挙動によって決まると考えられる。

また、この合流挙動は導流帯の長さに影響され、車両の合流位置に大きく関わるといえる。

今後の課題として、シミュレーションにおいては工事帯流入部通過時の車両速度が、導流帯が長い場合でも実測値と比べ低く、工事帯流入部に至るまでの速度調整に問題があるといえる。

またドライバー特性や合流の意思決定といった詳細な交通流特性についても考慮しモデル化する必要があるといえる。

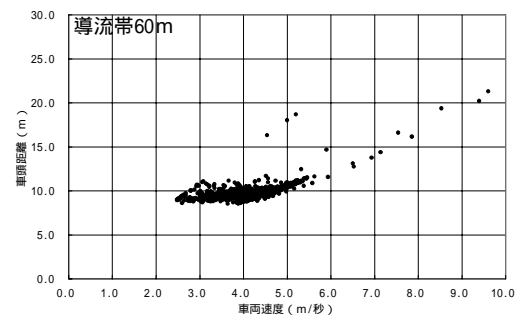
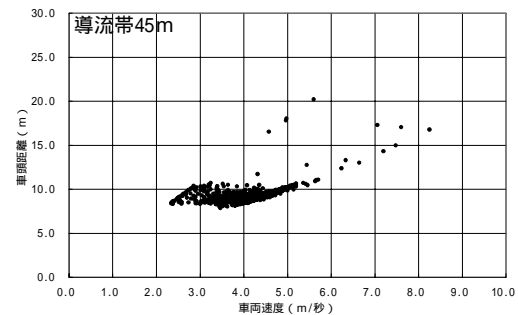
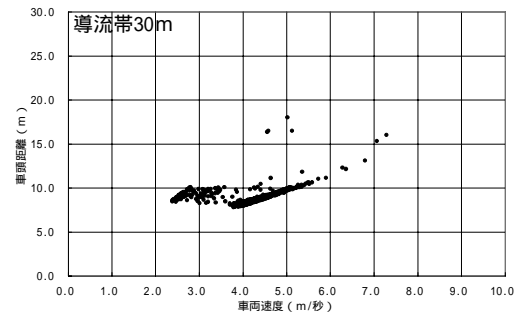
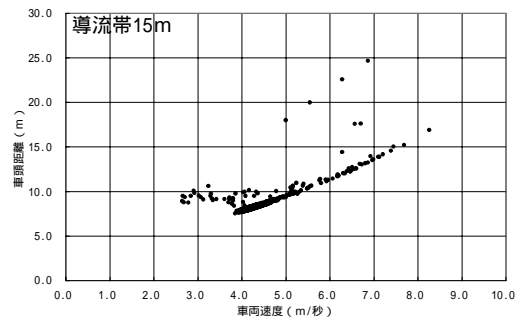


図 - 6 各ケースの車頭距離と車両速度の相関