

シングルグリッドネットワークにおけるグリッドロック現象の発生条件

Occurrence Condition of Gridlock Phenomenon on a Single Grid Network



パシフィックコンサルタンツ株式会社 大島大輔
 東京大学 生産技術研究所 大口研究室(交通制御工学) 大口敬, 和田健太郎
<http://www.transport.iis.u-tokyo.ac.jp/>



グリッドロック現象

東日本大震災では都心から郊外に向かう交通需要が急増した。ネットワークが高密な都心では、**交差点などのボトルネック箇所から生じた渋滞列の末尾が、ループ状のネットワークを介して、そのボトルネック箇所に到達することで渋滞を促進させるグリッドロック現象(図1)が発生し、交通容量は大幅に低下した。**そのためグリッドロック現象の原因を解明し、発生を防止する必要が求められる。

グリッドロック現象の発生しやすいネットワークの選別や発生防止の対策につなげるための研究として、単純化した**シングルグリッドネットワーク**を用いてグリッドロック現象を分析した。

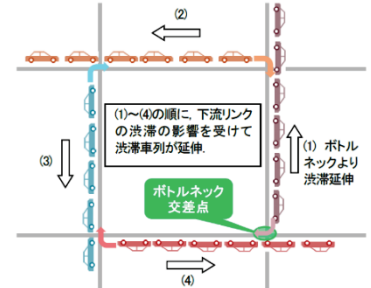


図1 グリッドロック現象

グリッドロック現象の発生条件

本研究では、単純化したシングルグリッドネットワークにおける**グリッドロック現象の発生条件**を明らかにした。

<交通条件と記号の定義>

- ・時計回りの方向の交通のみを対象とする。
- ・交差点では、直進と右折(右折は各車1回まで)のいずれかとする。
- ・交差点*a*におけるリンク流出交通量のうち右折による流出割合を ρ_a とする。(図2)
- ・渋滞の際、交差点*a*におけるリンク流入交通量のうち右折による流入割合(合流比)を M_a とする。(図2)

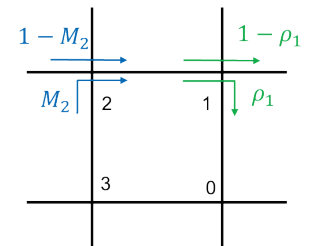


図2 流入割合*M*と流出割合*ρ*

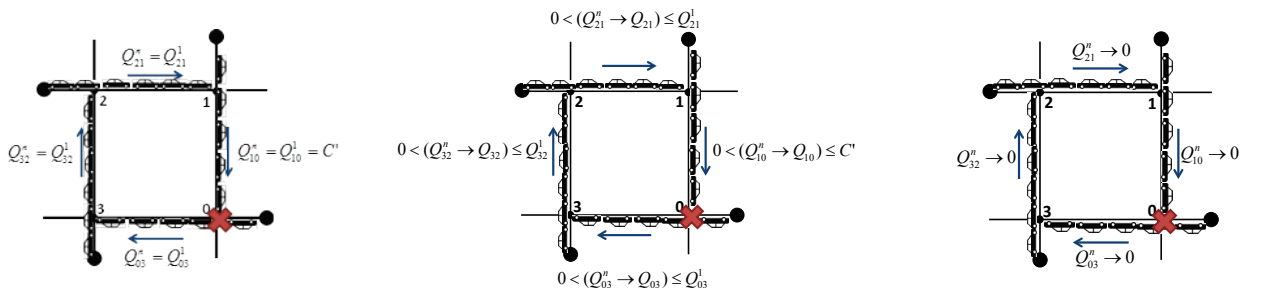
<グリッドロック現象の発生条件>

理論解析の結果、 $M_0 M_1 M_2 M_3 < \rho_0 \rho_1 \rho_2 \rho_3$ となることが示された。

このようにグリッドロック現象の発生条件は、右折による流入割合*M*と右折による流出割合*ρ*のみで形成され、*M*と*ρ*の制御をすることでグリッドロック現象を回避できることが明らかになった。

グリッドロック現象の異なる3つの安定状態

グリッドロック現象が生じた場合、**3つの安定状態**に収束することを明らかにした。



(i) ボトルネック容量で安定する場合

(ii) ボトルネック容量以下に落ちるが、0まで低下せずに安定する場合

(iii) 完全に交通が流れなくなる場合

図2 渋滞するグリッドネットワークの異なる3つの安定状態

研究成果と適用可能性

シングルグリッドネットワークにおけるグリッドロックの発生条件と、グリッドロック現象の3つの安定状態を明らかにした。この不等式を用いて交通量が低下に向かっている地点を検出し、信号制御で流入割合を変更する対策や迂回等の経路変更させる対策を行うことで、グリッドロック現象によるネットワーク容量の低下を防止することが可能になると考えられる。