

信号交差点の影響を考慮した仮設信号の動的シミュレーションモデルの構築

名古屋工業大学 ○学生員 飯田 進一
 名古屋工業大学 正 員 和田かおる
 名古屋工業大学 正 員 山本 幸司

1. はじめに

2車線以下の道路を対象として行われる土木工事では、工事期間中必然的に道路を占有するため、工事対象道路の交通に大きな影響を与える。この場合、工事現場に設置する仮設信号による交通制御が合理的であり、すでに筆者らは工事現場が信号交差点に近接しない場合について研究を行ってきたが、今回は信号交差点に近接する場合を取り上げ、信号交差点が工事現場の道路交通に与える影響を考慮し、現場に設置する仮設信号の動的制御を支援するためのシミュレーションモデルを構築し、最適な制御方法を検討する。

2. シミュレーションモデルの構築

本研究では、図-1に示すような工事現場を想定し、仮設信号機を信号交差点と連動して制御させるもの（以下、連動方式と呼ぶ）と、連動させずに独立して制御させるもの（以下、不連動方式と呼ぶ）の2通りについてモデルを構築し、双方を比較する。なお、シミュレーションの実行には汎用シミュレーション言語SLAMMⅡ/PCを用いた。

連動方式では、仮設信号は固定現示制御とし、北行きの現示と信号交差点の南北方向の現示が同時に青になるものから数秒ずつ現示を遅らせ、通過交通への影響を調べる。ここで、全赤時間（Y秒）は工事による道路占用区間（Xm）を車両が平均速度30km/hで走行するものとし、以下のように設定する。

$$Y = X / (30000 / 3600) + 5 = 0.12 \times X + 5 \text{ (秒)}$$

不連動方式については、両方向の青信号現示時間に対して最大値、最小値（以下、青信号現示時間の最大値を最長青時間、最小値を最短青時間と呼ぶ）を、両方向の交通に対しても信号切り替え基準待ち台数を設定し、車両感知器と組み合わせることによって、交通量の変化に応じて信号の現示パターンを動的に変化させて交通を制御していく。

具体的に連動方式では、一方を青として一定時間経過させた後、信号を切り替え、上記の赤時間を経過させて逆方向の信号を青にするというサイクルを繰り返す。一方不連動方式では、まず最小青時間を経過させ、その後車両感知器によって逆方向の信号待ち車両の待ち行列長を感知し、待ち行列長が基準台数に達した場合は仮設信号を切り替える。そして、その時点で待ち行列長が基準台数に達していない場合は、最長青現示時間に達するまで数秒ずつ青を延長してその都度逆方向の待ち行列長を感知し、基準台数に達した時点で信号を切り替える。ここで、最長青時間が経過すれば待ち行列長にかかわらず信号を切り替える。なお、全赤時間の設定は連動方式と同様である。

本シミュレーションモデルは土木工事による道路占用長、現場端から交差点までの距離および交通量をインプットデータとして用い、仮設信号と交差点の既設信号との青現示開始時間のズレや最短、最長青時間および信号切り替え基準待ち台数をパラメータとしてシミュレーションを行うものである。

3. 適用事例とその考察

ここでは、図-1に示した工事現場において位相5のアーラン分布に従う到着時間間隔で交通量が発生するものとし、北行き、南行き、東行き、西行きそれぞれの平均値を242台/時、200台/時、143台/時、121台/時と仮定した。また、シミュレーションの実行にあたって、工事による道路占用長および現場端から交差点までの距離をそれぞれ100m、仮設信号と交差点の既設信号の青現示開始時間のズレを0~12秒、最短青時間を10~30秒、最長青時間を10~60秒まで、信号切り替え基準台数を5台と設定してシミュレーションを1時

間実行した。なおシミュレーション結果については紙面の都合上、それぞれ一部のみを不連動方式は表-1に、連動方式は表-2に示す。

まず表-1の不連動方式について、仮設信号では最短、最長青時間がともに10秒のとき北行きは最大待ち台数以外の評価値ですべて最小値となっている。一方、交差点では南行きにおいて最短青時間が10秒、最長青時間が60秒の場合に待ち台数および待ち時間の平均が最小値となっているが、最短、最長青時間がともに10秒のとき最大待ち台数が最小値である。これらの結果を考慮すると、最短、最長青時間がともに10秒である制御方法が望ましいと思われる。

次に表-2の連動方式では、平均待ち時間をみると北行きはズレが9秒のとき、南行きは0秒のときにそれぞれ最小値となっているが、ズレが9秒と0秒の両方向の平均待ち時間に着目すると、南行きがわずかに0.9秒の差であるのに対して、北行きはその差が9.9秒にも及んでいる。さらに最大待ち台数についてもズレが9秒の方が小さい値となっていることから、9秒ずらした制御の方が望ましいと思われる。一方、交差点では南行きにおいてズレが3秒以降になると、すべての評価

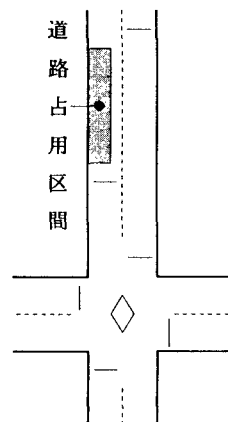


図-1 現場イメージ図

値が0となっている。これは、ズレを2秒とすると南行きの仮設信号は北行きの仮設信号の青時間(11秒)+全赤時間(17秒)+ズレ(2秒)後に青になり、車両の現場～交差点前までの走行時間(25あるいは26秒)を加えると、丁度交差点の南北方向の信号が青を現示中に南行きの車両が交差点に到着し、信号待ちをしなかったためである。したがって、仮設信号の結果を優先的に考えると9秒のズレで制御するべきであると思われる。

また、不連動方式と連動方式との比較では、それぞれの最も望ましい制御方法を比較すると、ほとんど全てにおいて連動方式の方が小さい値となっており、仮設信号機の現示パターンを交差点の現示パターンと連動させた制御がかなり有効である。さらに連動方式にすれば車両感知器も必要ないことから、連動方式の有効性が一層高まることが明らかとなった。

4. おわりに

本研究では、現場が信号交差点に近接する場合について信号交差点が現場に与える影響を考慮して、現場に設置する仮設信号制御を支援するためのシミュレーションモデルを構築した。具体的には仮設信号機を交差点の既設信号機と連動させる場合と連動させない場合についてそれぞれモデルを構築し、その結果として連動方式がより望ましい状況を得られることが明らかになった。今後は、特にピーク時における南行き車両の信号交差点前での停滞が、工事現場を通過する交通に与える影響など様々な状況下での制御方法を検討していく必要がある。

表-1 シミュレーション結果(不連動方式)

青現示時間(秒)	北行き(仮設信号)						南行き(仮設信号)						南行き(交差点)			
	待ち台数(台)		待ち時間(秒)		待ち台数(台)		待ち台数(台)		待ち時間(秒)		待ち台数(台)		待ち台数(台)		待ち時間(秒)	
	最短	最長	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大
10	10	1.53	8	19.3	43.3	1.05	3	18.8	44.0	0.41	4	7.39	26.0			
	20	1.71	8	20.2	53.8	1.18	4	21.3	53.9	0.33	6	5.96	26.0			
	50	1.73	10	21.2	83.8	1.72	6	31.1	83.5	0.36	7	6.53	26.0			
	60	1.80	7	22.2	84.0	1.78	5	32.0	93.2	0.24	7	4.51	26.0			
20	20	1.73	9	21.2	55.0	1.14	4	20.5	53.2	0.32	5	5.84	26.0			
	60	1.84	7	22.3	84.0	1.82	5	32.7	93.8	0.24	7	4.46	26.0			
30	30	1.91	8	23.6	64.0	1.27	5	22.8	62.7	0.31	6	5.68	26.0			
	60	1.98	9	23.9	93.2	1.62	5	29.2	93.0	0.32	7	5.82	26.0			

表-2 シミュレーション結果(連動方式)

ズレ(秒)	北行き(仮設信号)				南行き(仮設信号)				南行き(交差点)			
	待ち台数(台)		待ち時間(秒)		待ち台数(台)		待ち時間(秒)		待ち台数(台)		待ち時間(秒)	
	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大
0	2.08	8	25.1	42.9	1.05	4	19.0	44.4	0.15	4	2.68	3.64
1	2.15	9	26.0	43.9	1.09	4	19.6	44.7	0.10	3	1.75	2.48
2	2.25	9	26.9	44.9	1.11	4	20.0	44.7	0.29	2	0.78	1.00
3	1.84	7	22.2	45.3	1.12	4	20.2	44.2	0.00	0	0.00	0.00
9	1.30	7	15.8	43.6	1.11	3	19.9	44.9	0.00	0	0.00	0.00
10	1.34	7	16.2	44.6	1.12	3	20.1	43.7	0.00	0	0.00	0.00
11	1.37	7	16.5	45.0	1.16	3	20.9	44.7	0.00	0	0.00	0.00
12	1.36	6	16.5	44.9	1.13	3	20.4	44.9	0.00	0	0.00	0.00