

# 信号待ち時のアイドリングストップが交通流に及ぼす影響

The Influence of the idling stop at signals on the traffic efficiency \*

森健二\*\*・谷口正明\*\*\*

By Kenji MORI\*\*・Masaaki TANIGUCHI\*\*\*

## 1. 研究の背景と目的

信号待ち時のアイドリングストップは温室効果ガス削減対策として期待されている。アイドリングストップの有効停止時間は5秒を見込んでおけば十分との知見が示された<sup>1)</sup>ことで、信号待ち時における適用の意義が高まっている。

しかし、信号待ち時にアイドリングストップを行うには、運転者がエンジン始動の適切なタイミングについての情報を知ることが必要である。なぜなら、エンジンの始動が遅れると円滑な交通を阻害し、それによって交通流全体として排気ガスが増加することが懸念されるためである<sup>2)</sup>。そこで本研究では、円滑性を阻害しないためのエンジン始動タイミングをフィールド実験によって明らかにする。

## 2. 研究の位置づけ

アイドリングストップが円滑性に与える影響の検討例としては、警察庁による車列の発進実験がある<sup>2)3)</sup>。その時のエンジン始動のルールは主に以下の2通りであった。

先頭車は対面する信号が青になったらエンジン始動。2台目以降は前車が動いたらエンジン始動。

先頭車と2台目は交差側の信号が黄になったらエンジン始動。3台目以降は2台前の車が動いたらエンジン始動。

そして、先頭から8台目の車が停止線到達に要した時間によって円滑性を評価したところ、アイドリングストップをしない場合と比べてのケースでは2.3倍、のケースでは1.5倍の時間を要した。つまり、2台前の車が動いたらエンジン始動というタイミングでは、円滑性を阻害することとなり、より早いタイミングでのエン

ジン始動が必要と結論づけられた。

しかし、運転席から3台以上前の車の様子を窺うことは困難な場合が多いと考えられる。そこで本研究では、周囲の車の状況ではなく、信号表示の切り替わりをトリガーとした実用的なエンジン始動のタイミングを明らかにする。

## 3. 交通流の円滑性を阻害しないエンジン始動タイミングの検討

### (1) エンジン始動の手がかりの考え方

円滑性を損なうことなく信号待ち時のアイドリングストップの効果が最大となるのは、エンジンを始動して発進の態勢が整った時に、ちょうど自車が動ける状態になることである。しかし、ドライバーはこの究極のタイミングを知ることは困難であるため、エンジンを早めに始動して発進に備えることとなる。このとき、エンジン始動の目安としてまず考えられるのが、対面する信号表示である。しかし、例えば列の先頭に位置する車は、対面信号の青表示を確認してからエンジンを始動したのでは、通常よりも発進が遅れることは確実である。こうした車両は、交差側の信号現示の様子を手がかりとしてエンジンを始動するタイミングを計るべきである。また、歩行者の待ち時間表示のような信号表示以外のサインが有効となる可能性もある。

そこで本研究では、円滑性を阻害しない実用的なエンジン始動のタイミングに関して、以下の3点についての検討を行う。

先頭から何台目までが、対面信号の青表示をトリガーとしてエンジンを始動すると円滑性を阻害するかを調べる。

に該当する車両について、交差側信号の黄表示を目安にしてエンジンを始動することで、遅れをなくすることができるかどうかを確認する。

ドライバーの早めのエンジン始動のために、待ち時間表示装置が有効か否かを検証する。

### (2) 実験におけるエンジン始動の条件

前項に示した課題を検証するために、表1に示す8

\*キーワード：アイドリングストップ、信号交差点

\*\*正員、工修、科学警察研究所

(千葉県柏市柏の葉6-3-1、TEL04-7135-8001

E-mail: [mori@nrrips.go.jp](mailto:mori@nrrips.go.jp))

\*\*\*正員、財団法人省エネルギーセンター

(東京都中央区八丁堀3-19-9)

種類のエンジン始動の条件を設定し、戸外での発進実験によって車列の捌け具合を比較することとした。

表1 エンジン始動の条件

条件	内 容
—	通常の発進（全車アイドリングストップしない）
条件A	対面する信号が青になったらエンジン始動
条件B1	対面する信号が青になったらエンジン始動 ただし、先頭車のみアイドリングストップをしない
条件B2	対面する信号が青になったらエンジン始動 ただし、先頭から2台目まではアイドリングストップをしない
条件C1	対面する信号が青になったらエンジン始動 ただし、先頭車のみは交差側の信号が黄になったらエンジン始動
条件C2	対面する信号が青になったらエンジン始動 ただし、先頭車から2台目までは交差側の信号が黄になったらエンジン始動
条件D1	各車自由な判断でエンジン始動
条件D2	歩行者用待ち時間表示装置を設置した上で各車自由な判断でエンジン始動

表1に示す実験条件の中には全車アイドリングストップをしない場合（以下、単に通常発進と言う）を含めた。この理由は、アイドリングストップによって生じる発進の遅れ具合を評価する基準として通常発進のデータが必要となるためである。

そして、先頭から何台目以降が対面信号の青表示を確認してエンジンを始動しても良いかを検討するために、まず条件Aとして、全ての車両が対面信号青でエンジンを始動する条件を設定した。関連して条件B1は1台目が通常発進で2台目以降がアイドリングストップを行い対面信号青でのエンジン始動、条件B2は2台目まで通常発進で3台目以降がアイドリングストップを行い対面信号青でのエンジン始動とした。

また、条件C1は条件B1と同様に2台目以降が対面信号青でのエンジン始動であるが、先頭車は通常発進ではなくアイドリングストップを行い交差側信号黄でのエンジン始動とした。条件B1とC1を比較し、先頭車の挙動に差がなければ交差側信号黄でのエンジン始動で問題ないことになる。同様に条件C2は3台目以降が対面信号青でのエンジン始動、2台目までは交差側信号の黄でエンジン始動という条件である。条件B2とC2を比較することによって、2台目が交差側信号黄でエンジンを始動しても円滑性を阻害しないかどうかを見極めることとなる。

次に条件D1は、運転手の自由な判断でエンジンを始動してもらおうというものもある。もし今、何のフォローもなくアイドリングストップを義務づけた場合に、どのような事態になるかを検証する。条件D2は、バー表示タイプの歩行者用待ち時間表示装置を設置して、ドライバーに自由にエンジンを始動してもらおうというものである。

### (3) 実験の実施方法

実験日は平成17年1月23日(日)、実験場所は、自動車

安全運転センターの安全運転中央研修所内に設置された信号交差点流入部とした。

停止線から6m間隔で8台の車両を停止させ、信号の青表示によって順に車が発進していく状況を設定した。車の捌け具合を評価するために、対面信号の青開始時刻を0として、各車両の車頭部位が停止線に達した時刻を記録した。計測にあたってはストップウォッチのラップタイム機能を用いた。

試験車両は安全運転中央研修所所有の2000ccクラスのオートマチック車とした。運転者は一般から募集した。運転者の募集にあたっては、年齢は21歳以上60歳以下、四輪車の運転歴が3年以上、日頃の運転頻度が週1回以上を条件とした。

条件ごとの試行回数は10回とし、被験者は様々な車順を経験するように、試行毎に並ぶ順番を入れ替えた。通常発進だけは実験の最初と最後に10試行ずつ、計20試行とした。これは、試行を重ねるにつれて、発進がスムーズになるなどのバイアスが発生することを懸念し、その検証を行おうとしたためである。結果は最初の10試行と、最後の10試行とでは捌け具合に有意な差は認められなかった。したがって分析にあたっては、通常発進のみ20試行分のデータを用いた。

### (4) 8台目の停止線到達時刻による比較

表2は、実験で得られた車順別の停止線到達時刻の平均値を、エンジン始動の条件別に整理した結果である。この表には参考までに1999年に警察庁で実施した2つの条件も併せて示している（以下、このデータを先行データと言う）。

表2 青開始から停止線到達に要する時間(平均値) 単位:[秒]

エンジン停止・始動の条件	停止時の車順(台目)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
通常発進	0.8	4.0	5.9	7.6	9.3	10.9	12.5	14.3
基本条件: 対面信号青でエンジン始動								
全車アイドリングストップする(条件A)	3.0	6.1	8.2	10.2	11.9	13.5	15.2	16.9
1台目のみアイドリングストップせず(条件B1)	1.1	5.9	8.2	9.9	11.6	13.3	15.2	17.1
2台目までアイドリングストップせず(条件B2)	0.8	3.8	6.8	9.0	10.8	12.4	14.0	15.6
1台目のみ交差側[黄]で始動(条件C1)	0.9	5.4	7.4	9.3	11.2	13.0	14.8	16.5
2台目まで交差側[黄]で始動(条件C2)	0.5	3.2	6.2	8.1	9.9	11.5	13.2	14.8
基本条件: 自由にエンジン始動								
待ち時間表示装置なし(条件D1)	1.5	5.0	7.1	9.0	10.7	12.5	14.2	16.0
待ち時間表示装置あり(条件D2)	0.7	3.6	5.6	7.4	9.1	10.8	12.4	14.0
【参考】先行データ2)3)								
通常発進	1.0	3.9	5.8	7.5	9.3	11.4	13.1	14.8
前車が動いたらエンジン始動	3.7	9.0	13.1	18.0	22.6	26.2	30.5	33.4
2台目が動いたらエンジン始動	0.8	3.7	7.0	9.8	12.8	16.8	19.1	21.8

図1は、車列の8台目(最後尾)が停止線に到達するまでに要した時刻の平均値を条件別に示したグラフである。これをみると、通常発進の場合は先行データでは

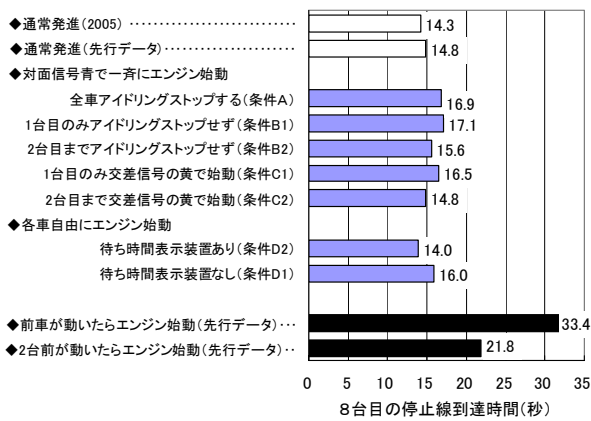


図1 エンジン始動条件別の捌け具合

14.8秒、今回は14.3秒であり有意な差はなかった。両実験は時と場所は異なるが、内容としては同じ現象を扱っているためである。

次に、対面信号が青表示となったらエンジン始動というルールを基本条件とした5つのケースについてみると、8台目の停止線到達時間が最も短かったのは条件C2の14.8秒で、通常発進並みの捌け具合が実現している。そして、この5つの条件の中で最も捌けが悪いのは条件B1の17.1秒である。これに対して、先行データを見ると、前車が動いたらエンジン始動では33.4秒、2台前が動いたらエンジン始動は21.8秒であり、どちらも今回の条件と比べると長い。先行データではぎりぎりまでエンジンを始動しない条件であることから、通常発進に対して捌け具合が極端に悪くなっていることがわかる。

各車自由にエンジンを始動する条件では、待ち時間表示装置を併設した条件D2においては、8台目の停止線到達時間は14.0秒であり、通常発進並みの捌け具合が実現する。これは運転者が確実に早めのエンジン始動ができるためである。しかし、何も情報を与えない条件D1では16.0秒となり、2秒ほど捌け具合が悪く、通常発進との差も有意となった。

### (5) 車順別の停止線到達時刻による比較

青開始と同時にエンジンを始動すると通常発進と比べて捌け具合が悪くなるのは、列の前方の車両が遅れるためである。そこで、先頭から何台目までなら青開始と同時にエンジンを始動しても遅れることがないかを検証する。

図2は、停止線到達に要した時間の平均値を車順別に比較した結果である。比較したのは全車アイドリングストップを実施した場合(条件A)、先頭車だけ実施しない場合(条件B1)、2台目まで実施しない場合(条件B2)という3つのケースである。そして基本条件として通常発進のケースを点線で示している。

これをみると、先頭車の停止線到達時間は、条件Aで3.0秒となり、通常発進の0.8秒と比べて2.2秒多く、

統計的にも有意な差が見られた。図2からは条件Aの2台目以降がこの遅れをそのまま引きずっていることがわかる。

次に、先頭車はアイドリングストップをしない条件B1における2台目の挙動に注目してみる。2台目の停止線到達時間は条件B1で5.9秒、通常発進では4.0秒であった。その差は1.9秒あり、統計的にも有意であった。図2からは、条件B1の3台目以降がこの遅れをそのまま引きずっている様子がわかる。

さらに、先頭車と2台目を通常発進させた条件B2で3台目の挙動に注目してみる。停止線到達時間は条件B2では6.8秒、通常発進では5.9秒で、その差は0.9秒であり統計的にも有意となった。

以上の結果、通常発進と比べた場合の遅れ具合は、条件Aの先頭車で4.0、条件B1の2台目で1.9秒、条件B2の3台目で0.9秒と順に少なくなるが、いずれもその差は有意となった。以上の結果から、先頭から3台目までは対面信号が青になってからエンジンを始動したのでは通常発進より遅れるといえる。

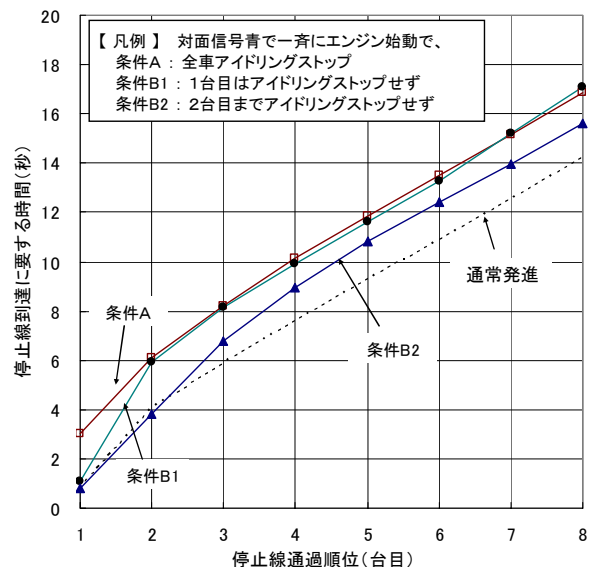


図2 車順別の停止線到達所要時間の比較(1)

### (6) 交差側信号の黄表示を目安にした発進

次に、対面信号の青開始の代わりに、よりタイミングの早い交差側信号の黄開始でエンジンを始動することで遅れ具合が解消できるか否かを検証する。なお、実験時の黄表示は3秒、全赤が2秒なので、交差側信号の黄開始は対面信号の青開始より5秒早い。図3はそうした点を比較するために描いたグラフである。

まず、先頭車について、アイドリングストップをしない条件B1と、アイドリングストップをして交差側信号の黄でエンジンを始動する条件C1で先頭車の停止線到達時間(平均値)を比較した。その結果、どちらも1秒程度で統計的にも有意な差はみられなかった。

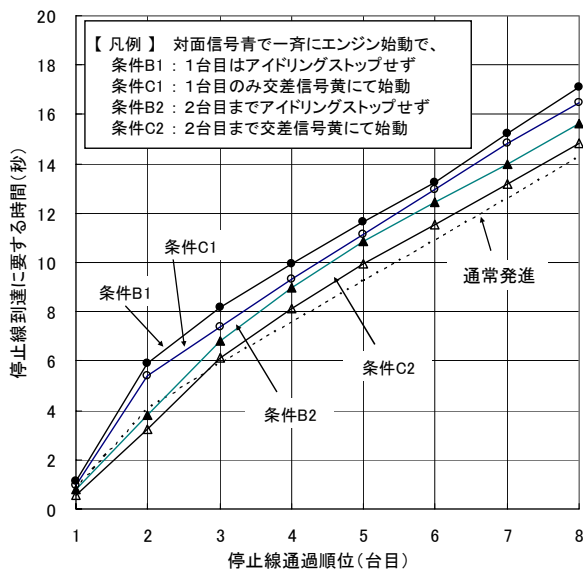


図3 車順の停止線到達所要時間の比較(2)

次に、2台目までについて、アイドリングストップをしない条件B2と、アイドリングストップをして交差側信号の黄でエンジンを始動する条件C2で、2台目の停止線到達時間(平均値)を比較すると、条件C2で3.2秒となり、条件B1の3.8秒より遅れてはいない(むしろ早くなっておりこの差は統計的にも有意となったが、その理由は明らかではない)。

以上の結果から、先頭車と2台目は交差側信号の黄開始をエンジン始動の目安とすることで、円滑性を阻害することは無くなると言える。

#### 4. 結論と今後の課題

##### (1) 結論

本研究では、信号待ち時にアイドリングストップを行った場合に、円滑性を阻害しないためのエンジン始動のタイミングについて検討したものである。要点をまとめると以下の通りである。

停止線通過時のタイミングで比較した場合、先頭車が対面信号の青表示を目安としてエンジンを始動すると、通常発進と比べて2.2秒遅れる。同様に2台目は1.9秒、3台目は0.9秒遅れる。

したがって、この3台については対面信号の青表示を目安してエンジンを始動するべきではない。

対面信号が青になる5秒前にエンジンを始動することによって上記の遅れを無くすることができる。

すなわち、列の先頭車であっても、交差側信号の黄表示を目安にエンジンを始動すれば、円滑性を阻害することはないと言える。

現時点でドライバーの自由な判断でエンジンを始動して発進させた場合、8台目の停止線通過時刻でみると通常発進より2秒程度の遅れが生じる。

しかし、待ち時間表示装置を設置することによってドライバーの早めのエンジン始動を促すことができ、こうした遅れは無くすることができる。

##### (2) 今後の課題

先頭から4台目の車両が対面信号の青を目安にエンジンを始動した場合の捌け具合については、今回の実験で検証していない。今回の条件B1、B2と同系列の検討を4台目まで実施すれば通常発進とほとんど変わらない結果が得られたのではないかと推察するが、これについては別途確認が必要と考える。

アイドリングストップと円滑性の関係についての課題としては、実際の交通場面では、大型車の後ろに停止した場合など、自分が前方から何台目に位置しているのかわからない、あるいは信号灯器が見えない場合があり得る。こうした状況下ではむやみにエンジンを切らない方が懸命である。また、信号表示を現認できたとしても、ほどなく青に変わるようなタイミングで停止することもある。5秒以上エンジンを切る時間が確保できれば、アイドリングストップが有効であるとは言え、ドライバーの負担なども考えると10秒程度の短い停止時間でのアイドリングストップを推奨することは現実的でないと思われる。したがって、今後は、信号待ちで停止した場合にエンジンを切るか否かの合理的な判断基準についての検討が必要と考えられる。

また、今回の検討では、信号待ちの残り時間を表示するデバイスを設置して、自由にエンジンを始動するという実験条件を設けた。待ち時間表示はエンジンを始動するタイミングを知らせるサインとなるだけでなく、停止した際に、いかほどの停止時間があるかを知らせることになる。したがって、停止した時点でエンジンを切るか否かの判断にも有効に使われるものと期待される。

##### 参考文献

- 1) 中馬隆直、谷口正明、「信号待ちアイドリングストップの有効停止時間に関する考察」、自動車技術会学術講演会前刷集、No.4-03、pp.17-18、2003
- 2) 警察庁委託、「アイドリング・ストップに関する調査研究」、アイドリングの停止の在り方に関する調査研究会、1999
- 3) 森健二、木平真、齋藤威、「信号待ち時のアイドリング・ストップが交通流に及ぼす影響に関する一考察」、科警研報告交通編、40-2、pp.25~30、1999