

通し番号 259

6. 2 計算例

⑥各現示青時間の算定 で示されている青時間とクリアランス時間の合計では 70 秒サイクルでは運用出来ないと思われる。（添付資料－2 サイクル図 C＝74 秒）

対応方針：

①P201②の 1 φ と 2 φ の間の黄色表示は、右→左の流れに対応するという注釈を付記する。

②P201③④ 2 φ と 3 φ の間に黄色表示を付加できる旨の注釈を付記する。

③P201④の 1 φ と 2 φ の間は黄色+全赤表示とする修正を行う。

④P200 最下行は、「また、右折専用現示の後では状況に応じて全赤のみ、または黄+全赤とする。」に修正する。

⑤上記に基づき、P90 からの例題の現示を修正する。

通し番号 585

HP 番号 95

附録 3 4. 損失時間の設定

(1) 各現示の黄時間及び全赤時間の決定

・クリアランスタイムについて、右折専用現示等の後に黄色現示を設ける場合は、通常の黄色時間と同じでよいのか。また損失時間として全て計上する必要がありますか？

＜対応方針：①P201 図に下記の説明を補足する。■右折青矢後の黄色を損失時間に含める。

■備考に「青矢後の黄色は標準値より 1～2 秒短くすることが望ましい」旨の記述を加える。＞

通し番号 590

HP 番号 96

附録 3 4. 損失時間の設定

(1) 各現示の黄時間及び全赤時間の決定

・表 3-1 のクリアランス時間の標準値が“交通信号の手引”（表 3.6.1）と異なっている。

＜対応方針：「交通信号の手引き」P 40 表 3.6.1 との不整合を是正する方向で検討する。検討の結果、「交通信号の手引き」P 40 表 3.6.1 に合わせることにした。

通し番号 587

HP 番号 **

附録 3 4. 損失時間の設定

(1) 各現示の黄時間及び全赤時間の決定

・最近、道交法改正に伴い、矢印現示直前に必ず黄信号時間を確保する事となったこの時の黄信号時間を示して欲しい。

＜対応方針：①259 に同じ。＞

通し番号 598

HP 番号 97

附録 3 5. 信号サイクル長及び青表示時間長の決定

(1) 信号サイクル長の設定

・最小信号サイクル長（40 秒）及び最大信号サイクル長（180 秒）の設定根拠を具体的に示してほしい。

＜対応方針：①最小青時間は解説する。最大青時間は警察庁の通達を確認する。＞

第 3 編 3.4 信号制御 3.4.1 交通信号制御の基本的事項 の改訂案.

現行版第 6 章 3. 信号制御 の記述を踏襲し、現行版付録 3 信号表示時間の設計方法の中から、信号現示、損失時間などの記述を取り入れる。あわせて、読みやすさのため一部文言の改訂を行う。

(3)遅れは、改訂版 3.4 信号制御による遅れの記述に任せ、ここでは削除する。

(6)系統制御は、改訂版 3.4 信号制御による遅れと「交通信号の手引き」の記述に任せ、割愛する。
現行版の図の一部は、改訂版でも番号を変えて一部を使用する。

<委員会で議論をお願いしたいこと>

- ・クリアランス時間の表を「信号制御の手引き」に合わせて改訂すること
- ・現示の組み合わせと損失時間のとり方に関する 4 例の妥当性
- ・サイクル長の設定と青時間配分において、損失時間 L' とクリアランス時間 L の使い分けること
- ・最大サイクル長の目安を 150 秒とすること

(改訂案)

3.4 信号制御

3.4.1 交通信号制御の基本的事項

交通信号制御を設計する上での基本的事項は、(1)信号現示の決定、および(2)信号制御パラメータの決定の 2 つに大きく分けられる。

3.4.1.1 信号現示

現示(phase)とは、1 組の交通流の通行権であり、平たくいえばひとつの青表示の組合せである。現示方式は、交差点の形状と交通条件(方向別交通量、車種構成等)を十分考慮して設定する。現示の設定はとくに重要であり、慎重な検討を必要とする。一般的には、以下の手順で検討する。

- ① 各流入部の交通流を方向別に全部とり出す。
- ② 各交通流のうち互いに交差しない交通流は一つの現示にまとめるようにする。
- ③ 現示順序を決める。

なお、現示切り換え時の損失時間を少なくするために、現示の数はできるだけ少ない現示方式で交通をさばくように検討する。

最も普通の十字交差点では図 6-3-1 のような青丸型灯(通称：青丸)表示による標準 2 現示が一般的に用いられる。



図 6-3-1

図 6-3-2 は右折専用車線が設置された交差点の場合、標準 2 現示に右折専用現示を加えて 4 現示とした例である。

図 6-3-2

図 6-3-3 は T 型交差の現示の組み方の例であり、単純な 2 現示から 4 現示までいくつかの組み方がある。この場合も青丸表示による 2 現示が基本的なものであるが、進行方向別に専用車線が設置されている場合には矢印表示を用いて図のように現示を追加、編成するなどの工夫も可能である。交差点の形や交通の流れ方が複雑になるに従って現示の組み方も複雑になり、現示の数も多くなるのが普通である。

図 6-3-3

現示の組み方は信号制御の安全性と円滑性との双方にとってほぼ決定的ともいえる影響を持っている。一般には、互いに交錯する流れを分離して別々の現示で流すようにすると安全性は向上するが、一方では現示数が増すと交通容量が低下し、渋滞をもたらす結果になりがちである。しかし、たとえば歩行者と交錯する左折車とが共に多いような場合には、別に歩行者専用現示(該当する車両現示と歩行者現示のみを分離するか、歩行者現示全体の分離であるスクランブル現示を導入する)を設けた方が左折車のさばけがよくなって、かえって交通容量が増すこともある。

現示の決定は、道路条件と交通条件とから総合的に判断してなされ、現在のところ、定まった最適現示決定アルゴリズムといったものはない。

いったん定められた現示は、通行者の慣れを考慮して、あまり頻繁に変更することはしない方がよい。しかし、従交通などに導入される交通感应制御では、たとえば図 6-3-4 の第 3 現示のような従現示に交

通需要がない場合には、これをスキップする(たとえば第2現示から第4現示になる)現示の採用を検討することはある。

図 6-3-4

現示方式の設計に際して、基本的に考慮すべき要件は以下の通りである。

1) 同一交通流に対する現示の連続

ひとつの交通流線に対して2つ以上の現示を与える場合には、それらの現示は連続させなければならない。

例えば、図 4-1 で a) は A 方向からの直進及び右折交通流を 1φ と 2φ で連続して処理しているのよいが、b) は連続しない 1φ と 3φ で処理しているのが好ましくない(正しくない)。

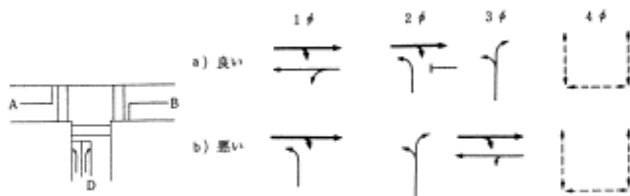


図 4-1

2) 対向同方向交通流に対する青表示開始時刻の一致

同方向道路の対向する交通流に対して、両者の青表示時間を異なった長さを与える場合、青表示の終了時刻を遅らせること(早切り)はよいが、両者の青表示開始時刻を変え一方を早める(早出し)遅らせる(後出し)ことは原則として行わないものとする。

図 4-2 は A 方向からの右折交通が多く、かつ B 方向からの右折が禁止されている場合に考えられる例である。a) は、対向する A 及び B からの交通流に対する青表示の開始時刻は同時となっており、早切りの例である。いるが、b) の場合が早出しに相当するもので、①1φにおける A 方向からの右折車が 2φの始まりで B 方向からの直進車と衝突する可能性があること、②1φにおいては、習慣性から B 方向からの交通がフライングする可能性があること、③2φから右折をはずしても、A 方向からの右折車が 1φから継続して 2φを利用する可能性が高いこと等の理由により、好ましくない。このような現示の組み合わせれば、通常、我が国では行わないものとしている。ただし、やむを得ず用いる場合は図 4-2 の例では、1φを矢印、2φを青丸信号によって表示すべきである。

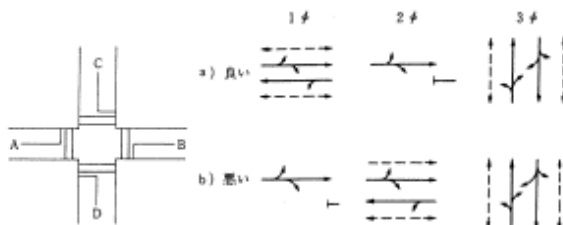


図 4-2

3) 青矢印信号と青丸信号の適切な併用表示の使い方

①直進交通への適用

直進交通に対し青矢印信号と通常青丸信号を併用して表示する場合には、青矢印表示を通常青信号表示(青丸型灯表示、通称青丸信号)の前に出すことを原則とする。

図 4-3 の a) は、A、B 両方向の直進交通を流すために 1φで直進方向の青矢印表示を与え、2φで青丸青丸型灯表示に連続させて、直進交通に加えて D 方向への転向交通に通行権を与えているので良いが、b) では、1φで A、B からの全方向の交通に通行権を与えた後、2φで A、B の主流直進交通のみの青矢印表示としている。b) の場合、A からの右折交通の処理が困難であるだけでなく、1φで通行権を与えていた B からの左折交通を制止することがむずかしく、2φで通行権を得た横断歩行者との錯綜が危惧されるために好ましくない(とって危険であり、非常に悪いものになってしまう)。

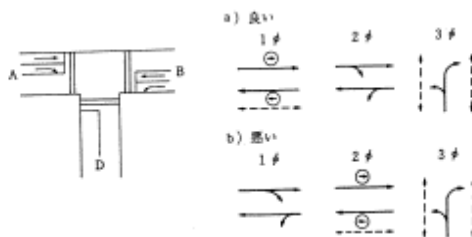


図 4-3

②右左折交差の処理

右折車と交差側の左折車を組み合わせて処理する場合にも、[図 4-4](#) のように青矢印表示を用いる。同図 b) の場合、D 方向からの左折車に対して、2φでは青矢印で、3φでは青丸信号で通行権が与えられる。が、この場合、2φから連続して流れていた左折交通流が、3φにおいて横断歩行者との交錯が始まるために危険となる場合が多いので、実施に当たっては、歩行者交通量や左折交通流の速度等を十分に検討しなければならない。なお、b)を代替する現示案として、同図 a)のような現示が考えられる。

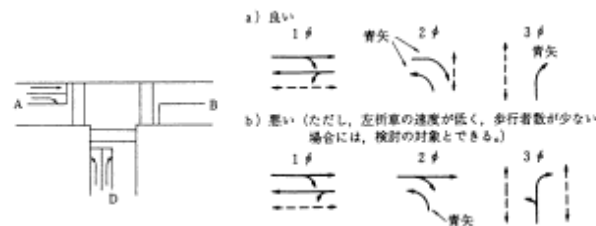


図 4-4

[図 4-5](#) のような十字交差点における右折車と交差側の左折車を組み合わせて処理する場合にも青矢印表示を用いる場合があるが、この場合にも、[図 4-4](#) と同様に横断歩行者の安全性の検討が必要となる。

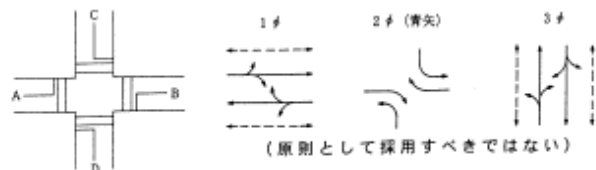


図 4-5

[図 4-6](#) は右折車を青矢印表示で処理する場合の一例である。a)は通常の処理方法で問題ないが、b)の場合、1φから連続して流れていた右折交通流が、2φにおいて突然対向直進車との交錯が始まるため非常に危険であり、好ましくない。

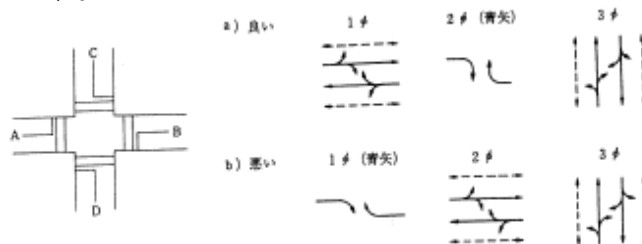


図 4-6

4) 右折交通の処理(右折専用現示の考え方)

右折交通に対しては、右折専用現示を採用することが望ましい。しかし、現示数が増えると一般には交差点の処理能力が低下することが多いので、右折交通量が少ない場合、及び対向直進交通量が少ない場合は、右折専用現示を設置する必要はない。

右折専用現示の設定基準として確立されたものはないが、対向直進交通量に関わらず、右折の設計交通量がサイクル毎に現示の切替時に捌くことができる台数の1時間総和に満たない場合は右折専用現示を設ける必要はない。サイクル毎に現示の切替時に捌くことができる右折台数は、右折待ちの際に交差点内で待機が可能な台数であり、交差点の規模や形状によるが、通常2~3[台/サイクル]である。

通常、右折交通量が3台/信号サイクル以下ならば、現示の変化時にさばけるので、右折専用現示を必要としない。ただし、3台/信号サイクルという値は、右折待ちのために交差点内に滞留し得る台数の標準であり、交差点の大きさ、形状により異なるものである。対向直進交通量が増加すると、右折に必要な大きなギャップが減少し、右折できる機会が減少する。

交差点の形状や交通状況から、右折車に関連する事故が生ずる可能性が高い場合には、上記の基準等にかかわらず右折専用現示を設ける。

右折専用車線に対しては必ずしも右折専用現示は必要としないが、右折専用現示を設定するには、必ず右折専用車線が設置されていることが前提条件である。例えば、前掲の[図 4-6 の a\)](#)のように右折専用現示を設けても、流入部が1車線であれば直進車や左折車が前方に居ると右折車は動けないため、効率よく処理することができない。

一般に、同一流入部の交通流を方向別に異なる信号現示を与えて捌く場合には、各々の方向について車線が確保されていなければならない。

5) 横断歩行者の処理

横断歩道が設けられている場合には、歩行者の横断のための現示を確保しなければならない。横断歩行者に対する現示時間は後述するように、歩行速度を1m/秒として横断歩道の長さ(m)と同じ秒数以上必要である。また、安全上必要な場合には、専用現示を設ける。

歩行者交通流は、これと交差する自動車交通流が低速の場合にのみまたは左折車が少なくかつ歩行者の視認が容易な場合等においては、両者を同一現示で処理してもよい。したがって歩行者用の現示を考える場合には、これと交差する自動車交通流の速度について、交差点の形状等から十分検討する必要がある。

例えば、図 4-7 のような Y 型交差点において、同図 1) のような場合には、a) の 2 φ の D 方向からの右折車と B の横断歩行者との交錯は、右折車の速度が高い場合が多く危険である。このような場合には、b) のように 3 現示にして、B の歩行者現示を 3 φ に移すべきである。II) の場合は、同様に c) の 2 φ の左折車と A の横断歩行者との交錯が危険となるので、d) のように 3 現示にすべきである。

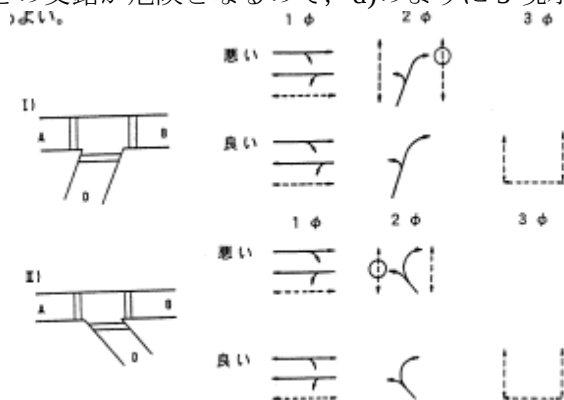


図 4-7

3.5 には、現示の組み合わせの代表例を掲げたので、合わせて参考にいただきたい。

3.4.1.2 信号制御パラメータ

信号制御パラメータは、設定した信号の各現示を表示する実際の時間を規定する。主なパラメータは、サイクル長、スプリット、および青時間・黄時間・全赤時間、さらに必要に応じてオフセットである。ここでは、これらの信号制御パラメータの設定方法と留意点を解説する。設計交通量が問題なく処理可能な信号制御パラメータを設定する上では、処理可能性の確認が前提となる。第 3 編 2.交通容量における記述と若干の重複となるが、ここではあわせて説明する。

(1) 処理可能性の検討

設定した信号現示を前提に、設計交通量が処理可能かを判定することがまず必要である。そのために設計交通量を飽和交通流率で除した正規化交通量の概念が重要である。

飽和交通流率(Saturation flow rate)とは、各停止線ごとに定義される量で、信号の青表示の間においてける車両の待ち行列が連続して存在しているほど需要が十分ある場合に、交差点流入部を通過しうる最大流率であり、[台/有効青 1 時間]の単位で表わされる。直進の乗用車のみの理想的な条件下で 1 車線当たり約 2,000[pcu/有効青 1 時間]程度(pcu は passenger car unit の略で、乗用車換算台数)である。右左折車、大型車、歩行者などが多くなれば飽和交通流率は減少し、車線数が増せばその停止線の飽和交通流率は増加する。

各停止線の設計交通量[台/時]をそれぞれの飽和交通流率で除した値を各停止線の正規化交通量とよぶ。正規化交通量は、その設計交通量をさばくのに必要な有効青の実時間に対する比を表わす。たとえば、設計交通量が 900[台/時]の場合に、飽和交通流率 1,800[台/青 1 時間]の停止線で処理しようとするれば正規化交通量は 0.5 である。これはこの停止線に対して、実 1 時間のうち最少限延べ 30 分の有効青が表示されなければこの設計交通量をさばくことができないことを意味する。

ひとつの各現示では通常 2 以上の停止線に対して青が与えられるが、これらの停止線の正規化交通量の最大の値をもって、その現示の飽和度とよぶ。

ひとつの信号のすべての現示について、現示の飽和度を合計した値を、その交差点の飽和度とよぶ。交差点の飽和度は、各現示に最少限必要な青の長さの和の実時間に対する比であるから、これが 1.0 を越えればこの交差点は交通容量的に過飽和であることを意味し、設計交通量をさばくことはできない。

(2) サイクル長と損失時間とクリアランス時間

サイクル長とは、信号現示シーケンスの一回に要する時間、あるいはある主(ある現示の青の開始時刻が始まってから次に同じ現示のその青が始まるまでの時間)であり、一般に[秒]で表わされる。サイクル長が長過ぎると、待っている人のいら立ちが生じて待ち行列も過大になるので、常識的には 180 秒(3 分)程度のサイクル長が限度である。また最小サイクル長は、最小青時間の制約からきわめて小さな交差点でも 40 秒程度である。したがって、サイクル長は 40 秒から 180 秒の範囲で可変と考えてよい。

停止線の上流に十分に長い待ち行列があるとき、この需要に対して青表示が示された場合に、停止線を横切って流出する車両の累加台数(見やすさのために累加値)と経過時間との関係を図示すると図

6-3-5 のようになる。

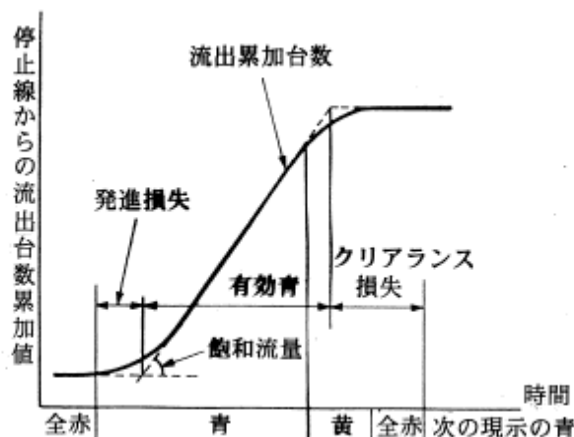


図 6-3-5

各現示ごとに、青の始まりにおいては、すぐには十分に速度が上昇せず、飽和交通流率で流れはじめるための損失時間(発進損失)が生じ、また、青の終りから次現示の青の始まりにかけては、互に交差する車が衝突しないように、交差点内にある車を一掃するに要する時間(クリアランス損失)が生じる。発進損失は通常の平坦な交差点では2秒前後であり、クリアランス損失は車両の接近速度と交差点の大きさに依存する。斜め交差などで対向停止線間距離が長いとクリアランス損失は大きくなる。通常の都市内4車線道路の直角交差では、このクリアランス損失は約3秒前後である。30 km/h程度の低速でかつ停止線間距離が約60mの長さの場合には、クリアランス損失は5秒程度となる。

このように、信号制御の損失時間(L)は信号制御に伴って現示の切り換え時に発生するもので、車の交差点通過のためには有効に使われない時間である。この損失時間は、発進損失とクリアランス損失との合計値である。実際には、車両のクリアランスのための黄表示の一部が有効青として使用され、青表示の始めの一部が発進遅れのために有効青として使用されないで1サイクル中の損失時間の合計(L)は、~~一時的には~~1サイクル中の黄表示時間と全赤表示時間の和をとれば実用上さしつかえない。

ただし2つの青現示間のクリアランス時間(黄時間+全赤時間)が長い場合には発進損失に比べ有効青として用いられる黄表示の影響が大きくなるので損失時間は黄時間+全赤時間より短くなる。それゆえ、全赤表示を伴い黄表示時間が4秒、または全赤時間を加えたクリアランス時間が5秒以上ある場合には、その現示切り換え時における損失時間は、実際上はクリアランス時間から1秒差引いた値としてよいものとする。

各現示の黄信号時間(Y)と全赤信号時間(AR)の和は、車両を交差点より一掃するための時間(クリアランス時間)であり、その値は車の接近速度と交差点の広さにより異なる。

表 3-1 は、クリアランス時間(黄時間+全赤時間)の標準値を接近速度と交差点幅(停止線間距離)との関連で示したものである。

このうち、黄信号時間は、黄信号に直面した車両が、その時間内に無理なく停止できるように必要な時間である。停止に要する時間はその時の接近速度により異なるが、通常の場合(接近速度 80 km/h)では、3～4秒あれば信号を確認し、無理なく停止できるので、黄信号時間は3～4秒とする。

クリアランス時間の残りの時間は、黄信号に引続き全流入方向に対して赤信号を表示する全赤信号とする。これは右折車も含めて交差点内の車両を一掃するとともに、現示の移行時に交差交通間での衝突事故及び車両の急停止による追突事故を防止するためのものである。

したがって、全赤信号は黄信号のあとに必ず挿入するものではなく、時差式信号現示で交通流の1つが続けて流れるときの現示のvariety目や右折専用現示に変るときには、全赤信号は不必要である。また、右折専用現示の後の黄信号に関しては、右折青矢印信号の表示時間が短く右折車両の速度がそれほど上がらない場合は、省略しても差し支えないものとする。また右(左)折専用現示のあとでは黄信号は不要で全赤表示のみとする。

表 3-1 クリアランス時間(黄時間+全赤時間)の標準値

停止線間距離(m)	20			30			40			50			60		
速度(km/h)	黄	全赤	計	黄	全赤	計	黄	全赤	計	黄	全赤	計	黄	全赤	計

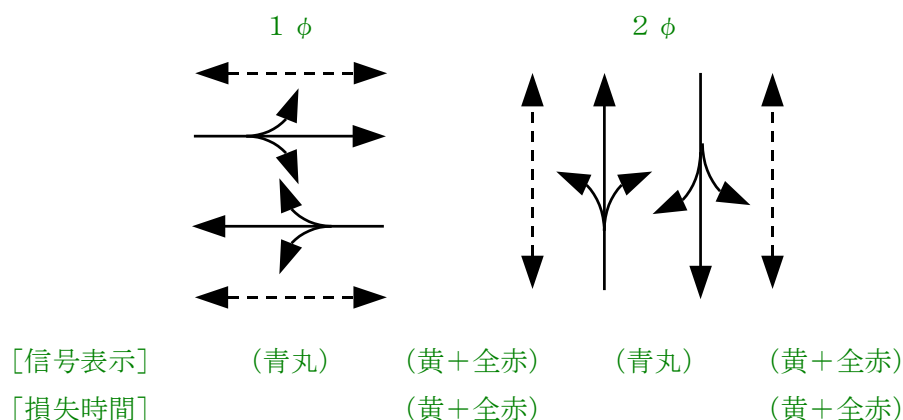
30	3	2	5	3	4	7	3	4	7	3	4	*7	3	4	*7
40	3	2	5	3	3	6	3	4	7	3	4	7	3	4	*7
50	4	1	5	4	2	6	4	3	7	4	3	7	4	3	7
60	4	1	5	4	2	6	4	2	6	4	3	7	4	3	7
70	4	1	5	4	2	6	4	2	6	4	3	7	4	3	7
80	4	1	5	4	2	6	4	2	6	4	3	7	4	3	7

注*：理論的計算値としてはより大きな値となるが，現実には全赤が長すぎると焦燥感が増し，車の飛び出し等を招いて危険であるため，全体で7秒を限度としている。

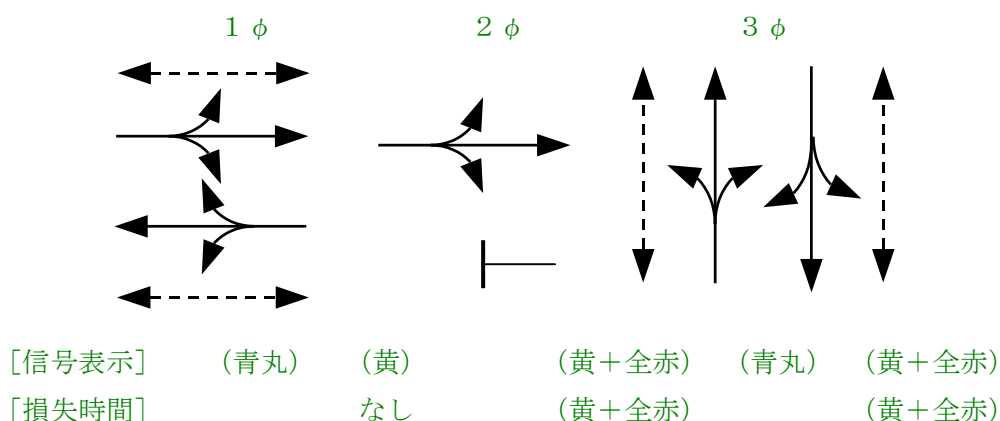
備考：表の値は標準値であり，交通の実状に応じて伸縮される。例えば，右折青矢印の後の黄は標準値より1ないし2秒程度短目の方が右直事故防止に効果がある。

現示の切換え時における個々の損失時間のとり方は，交通流のさくそう錯綜の状況によって異なるが一般的には次の代表的事例に従って定める。それぞれの例の，[信号表示]の(黄)または(黄+全赤)がクリアランス時間，[損失時間]の(黄)または(黄+全赤)が損失時間である。具体的には「応用編」も参照されたい。

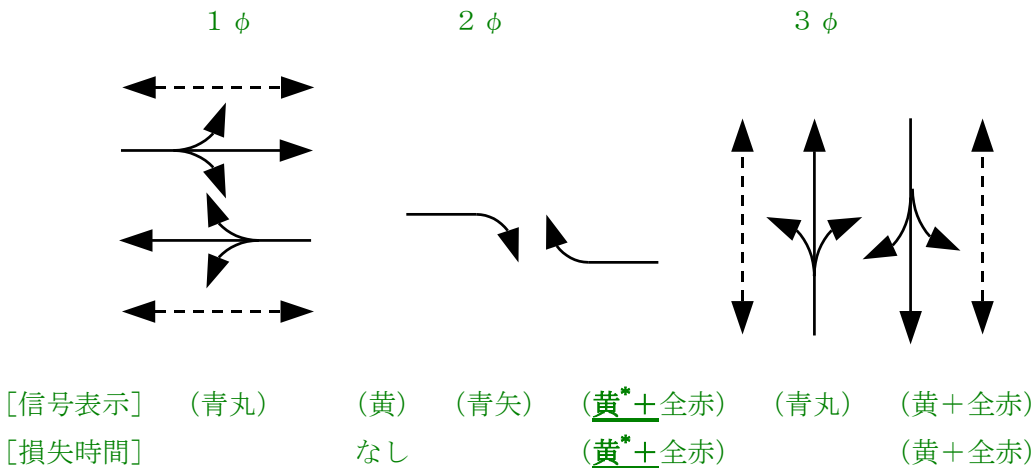
- ① 現示の切換えによって交通流が完全に切替わった場合はその(黄+全赤)時間を損失時間とする。



- ② 時差式信号などで二つの現示にまたがって流れる交通流がある場合は，それらの現示の間に表示される黄時間は損失時間に含めない。なお，1φと2φの間の黄表示は1φで打ち切られる右側からの交通流に対して表示されるものである。

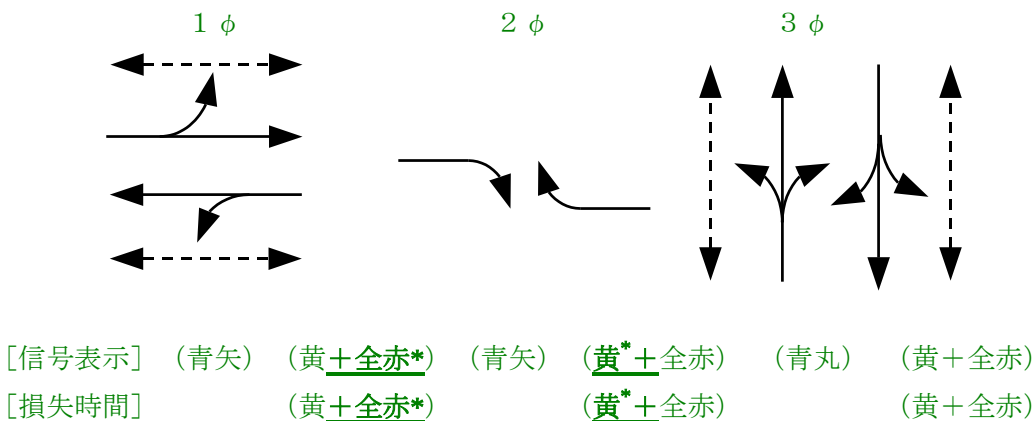


③ 青丸信号表示の後に右折青矢印信号表示がある場合はその間の黄時間は損失時間に含めない。



注*：青矢の後の黄は、青矢の表示時間が短い交差点等においては省略する場合もある。

④ ③と同様な考え方であるが、直進・左折と右折をすべて青矢印信号で分離表示 (セパレート制御) する場合は、その間の黄時間は損失時間に含める。



注*：直進・左折矢の後の全赤は、交差点の形状等により省略する場合もある。また、右折矢の後の黄は、右折矢の表示時間が短い交差点等においては省略する場合もある。

歩行者の交通量が多い場合に、スクランブル制御として歩行者専用現示を設けた場合、車両交通に対しては、その時間は全赤時間として考える。以下の信号サイクル長、現示率の検討は、まず車両交通をさばく観点から行うので、歩行者専用現示の時間は車両交通の制御には損失時間に含めて考える。

~~歩行者専用現示の表示時間は、歩行者が交差点を横断するに要する時間として、交差点の大きさから定められる(次節5-(4)横断歩行者に対する検討参照)。~~

(3)(2) サイクル長と損失時間

サイクル長とは、信号現示シークエンスの一巡に要する時間、あるいはある主(ある現示の青の開始時刻が始まってから次に同じ現示のその青が始まるまでの時間)であり、一般に[秒]で表わされる。サイクル長が長過ぎると、待っている人のいら立ちが生じて待ち行列も過大になるので、常識的には ~~150+80~~ 秒(3分)程度のサイクル長が限度である。また最小サイクル長は、最小青時間の制約からきわめて小さな交差点でも 40 秒程度である。したがって、サイクル長は 40 秒から ~~150+80~~ 秒の範囲で可変と考えてよい。

~~停止線の上流に十分に長い待ち行列があるとき、この需要に対して青表示が示された場合に、停止線を横切って流出する車両の累加台数(見やすさのために累加値)と経過時間との関係を図示すると図6-3-5のようになる。~~

~~各現示ごとに、青の始まりにおいては十分に速度が上昇していないことによる発進損失が生じ、また、青の終りから次の現示の青の始まりにかけては、最後に交差点に入った車両が、次の現示での流れと衝突しない地点まで走り去るのに必要なクリアランスのための損失が出る。発進損失は通常の平坦な交差点では2秒前後であり、クリアランス損失は車両の接近速度と交差点の大きさに依存する。斜め交差などで対向停止線間距離が長いとクリアランス損失は大きくなる。通常の都市内4車線道路の直角交差では、このクリアランス損失は約3秒前後である。30 km/h程度の低速でかつ停止線間距離が約60mの長さの場合には、クリアランス損失は5秒程度となる。~~

1)交通容量とサイクル長の最小値

発進損失とクリアランス損失の2種類の損失時間は、現示毎に生ずるので、すべての現示について合計した値は1サイクル当たりの損失時間となる。したがって、一般に現示数が多くなるほど1サイクル当たりのクリアランス時間 L および1サイクル当たりの損失時間 L' は増す。

損失時間は、いずれの現示にも有効な青として利用することができない時間であることを考慮すれば、交差点の飽和度とは各現示に最小限必要な時間率の総和であり、車両の通行に有効に使える時間の割合がこれを上回る交通容量の条件から次のような関係が成り立つ。

$$\frac{C - L'}{C} \geq \lambda$$

ここに、 C :サイクル長(秒)

L' :1サイクル当りの損失時間[秒]

λ :交差点の飽和度

上式を展開すると

$$C \geq \frac{L'}{1 - \lambda} = C_{\min} \quad (6.3.1)$$

と書け、損失時間と交差点の飽和度の応じたサイクル長の最小値 $C_{\min}$ があることが解かる。通常の都市内4車線道路の直角交差で2現示制御を行う場合で概算すると、1現示当たり発進損失2秒、クリアランス損失3秒程度であるから1サイクルあたりの損失時間 L' は $L' = 10$ [秒]程度である。もしサイクル長を50[秒]にすると2割が損失時間となり、有効青として利用できるのは8割に過ぎないが、サイクル長を100[秒]とすれば損失時間は1割にすることができる。これが、交差点の飽和度が高い場合に増す λ サイクル長を長くすれば有利となる ~~しなければならない~~ 理由である。しかし一方では、4信号制御による遅れで述べるように、サイクル長が長くなると、車や歩行者の平均遅れ時間や待ち行列長は長くなる傾向にあり、留意を要する。また、サイクル長の実用的な最大値があつて、交差点の飽和度 λ が0.9程度を超えると事実上うまくさばくことができなくなる。

サイクル長の最小値は、歩行者横断時間からも制約されることがある。図6-3-6は標準的な2現示の例、図6-3-7はスクランブル現示の例である。

図6-3-6

図6-3-7

(3)遅れ

~~信号交差点における遅れとは、信号がなかったと仮定した場合の旅行時間と、実際の旅行時間との差である。いま、ひとつの停止線に着目して、到着交通発進交通待ち行列、遅れおよび停止の関係を考えでみる。図6-3-8において、 i 番目に到着した車両は平均的には i 番目に発進するので、その遅れ時間は d_i である。また、ある時刻 t における待ち台数は、着と発との差 n_t である。これらから、この1サイクルにおけるこの停止線での遅れの総和は図6-3-8でハッチされた部分の面積 D である。平均遅れは、総遅れ D (台・秒)を、このサイクルにおける通過台数 N (台)で除した値である。 H は遅れをこうむった台数を表わす。ほんのわずかしは遅れをこうむらない車両は、停止することなく減速のみで済むので、 H は正確には停止台数そのものではないが、かなりそれに近い値である。~~

~~さて、穏当な仮定として、いま到着交通波形とスプリットとがサイクル長の長短につれて相似形的に変化したとすると、1サイクル当たりの D は面積であり、サイクル長(寸法)の2乗に比例する。一方、単位時間当たり(1時間当たり)サイクル数はサイクル長に逆比例するから、したがって単位時間当たり遅れはサイクル長に比例することになる。このことは、図6-3-8において平均遅れ D/N がサイクル長に比例するというように理解しても同じである。~~

~~同様な議論によって、単位時間当たり停止台数あるいは平均停止回数はサイクル長とは無関係である。~~

~~*~~

~~* 厳密には、いずれも損失時間の影響が小さい場合、すなわち比較的長いサイクル長の場合に成り~~

~~立つ。~~

2)(3) 孤立した交差点の最適サイクル長

~~前述の~~最小サイクル長 C_{min} は交通容量の条件から決まるものであり、設計交通量と交差点交通容量とが等しくなるようなサイクル長である。これは待ち行列理論における入出力比が 1.0 の場合に相当しており、もし車両の到着間隔が一定(一様な到着)であれば遅れが最小となるサイクル長と一致する。なお、遅れに関する詳細は 3.5 信号制御による遅れの記述を参照されたい。

実際の交差点では、交通流の到着は一様ではないので、前述の最小サイクル長のもとでは待ち行列長も遅れも非常に大きく(ランダムな到着の仮定のもとでは理論的には無限大に)なり、遅れが最小になるようなサイクル長は式(6.3.1)で与えられる最小サイクルより大きい。

図 6-3-9 は孤立した交差点について遅れとサイクル長との関係を示すもので、ランダムな到着を仮定した場合の最適サイクル長 C_{op} は、シミュレーションの結果得られた実験式として、

$$C_{op} = \frac{1.5L' + 5}{1 - \lambda} \quad (6.3.2)$$

~~あるいは~~

~~$$C_{op} = \frac{2L}{1 - \lambda} \quad (6.3.2)$$~~

ここに、

L' : 1 サイクル当り損失時間[秒]

λ : 交差点の飽和度

のように求められている。~~式(6.3.3)の C_{op} は式(6.3.1)の C_{min} のちょうど 2 倍であり、また $L=10$ [秒] のとき、式(6.3.2)と式(6.3.3)とは一致する。~~

これらの議論は、到着交通流が少なく、ランダムな場合についてであり、交差点の飽和度が高くなった場合のサイクル長としては長過ぎる。交差点の飽和度 λ が高い場合には、第 4 章には、~~上の式(6.3.1)の中で λ の代わりに $\lambda/0.9$ を代入した値を、遅れが無限大にならない最小サイクル長としている。現在のところこれに関する計算法は確立されていないが、~~

$$C = \frac{L'}{1 - \frac{\lambda}{0.9}} \quad (6.3.4)$$

(λ が大きい場合)

として求めた値もあわせて検討するとよい。~~あるいはそれよりやや大きな値を用いればよいであろう。~~

ただし、(6.3.4) (2)式による C_{min} は通常の場合、(6.3.2) (4)式の値 C_{op} より小さいが、必ずしも常にそうではなく、 $\lambda > (0.45L + 4.5)/(0.6L + 5)$ の場合は、 $C_{min} > C_{op}$ となる。したがって、このときはサイクル長を C_{op} によって定めると、ある方向の交差点流入部にはかなりの交差点遅れが生ずることを認めねばならない。またこの場合に C_{op} が現実のサイクル長として過大となる($C_{op} \geq 180$ 秒)ならば、別の現示方式または幾何構造を検討することが望ましい。

3)その他の留意点

信号サイクル長は特殊な場合を除き、実用上 40~120 秒程度であり、計算式による計算が 40 秒を下回る場合には 40 秒に設定する。~~また次に述べるように各現示の最小青時間長から最小のサイクル長が定められることもある。(本文第 6 章参照)。~~

また極度に飽和度が高い交差点や歩行者用現示の設定等で、(2)式による計算値が 120 秒を越える場合には、それ以上の値に設定してもよいが、その最大値は ~~180~~ 150 秒が実用上の限界である。ただし、スクランブル交差点や広幅員道路における歩行者横断時間の確保等の理由による特殊な場合においても、最大 180 秒程度にとどめるのが望ましい。

サイクル長が長くなると、右折待ちの滞留台数が長くなるので、~~右折滞留長などの幾何構造条件によっては照らして右折滞留長が長すぎて直進交通を妨げることがある。ないかどうかを検討する。~~

一般にサイクル長を短くすることは、右折交通だけでなく左折車と横断歩行者の錯綜の影響が大きい場合にも有効である。それゆえ平均遅れ時間を小さくする観点(本文第 4 章参照)からも信号サイクル長は、できるだけ短くとることが望ましい。

(4) スプリットおよび青時間

スプリットとは、各現示に割り当てられる時間の長さである。青時間としての[秒]の単位、あるいは

青時間をサイクル長で除したパーセント表示で表わされる。

スプリット(青時間)の設定は、サイクル長から黄時間と全赤時間の合計であるクリアランス時間を差し引いた有効青時間を、各現示の飽和度に比例して配分することによって行う。すなわち、

$$G_i = (C - L) \times \frac{\rho_i}{\lambda}$$

ここに、

G_i : 現示 i の青時間

C : サイクル長

L : 1 サイクル当りのクリアランス時間

ρ_i : 現示 i の飽和度

λ : 交差点の飽和度

~~遅れを最小にするようなスプリットは、経験的にも、またシミュレーションからも、各現示の飽和度に比例的に有効青を配分することであるといわれる。飽和度が相対的に小さい現示では青時間が短くなるが、あまり短い青表示時間は通行者を迷わせるので、ある程度の長さ以上である必要がある。~~

車両用の青時間については、主現示(直進など現場に応じた~~または~~主流交通のための現示)では 15[秒]、従現示(右折専用現示など)は 5[秒]程度を最小青時間として確保することが原則~~必要~~である。

横断歩行者現示時間については、青開始時に横断を開始した歩行者が渡りきれだけの時間を確保する必要がある。~~に対しては、そのために、横断距離[m]を歩行速度[m/秒]で割って求められる横断所要時間を横断歩行者現示時間の最小値とするして限確保しなければならない。~~ 特別な場合、歩行者青点滅時間はこれに含めることがある。

歩行速度としては、通常的设计値として 1[m/秒]が用いられることが多いが、実測調査などによって現場を利用する横断歩行者の条件を考慮した値を採用することも考えられる。

歩行者が多く信号サイクル長が長いために横断待ちの歩行者が多い場合には、次式によって横断必要時間を計算する。

$$t_p = L + \frac{n}{W \times F_p}$$

t_p : 横断所要時間(秒)

L : 横断歩道の長さ(m)

n : 歩行者の 1 サイクルあたり平均滞留人数

W : 横断歩道の幅(m)

F_p : 横断歩行者の交通流率 通常 0.7~1.0(人/m/秒)

(5) 系統制御とオフセット

オフセットとは、近接した複数の信号のサイクル長を共通にして(あるいは互いに整数倍となる秒数のサイクル長で)系統的に制御する場合のパラメータである。 普通は系統方向の現示(あるいは基準現示)の青の始まりのある基準からのずれを[秒]の単位、あるいはサイクル長で除したパーセント表示で表わす。~~ずれの基準として、系統の中の特定の基準信号機の青開始時刻を基準として各信号機のずれを用いて表わす場合(絶対オフセット)と、隣接する信号機との差でいう場合(相対オフセット)とがある。~~ 相対オフセットがゼロあるいはゼロに近い場合は対応する青表示がほぼ同時に開始することから、これを同時オフセットと呼んでいる。一方、50%あるいは50%に近い場合を交互オフセット式という。

上記のように、近接した信号機群を互に関連付けて制御する系統制御に特有の事項は、

- 信号機群に対して共通のサイクル長を定めること
- 各信号機のオフセットを定めること

の 2 つである。

系統制御されるエリア道路区間内における交通の遅れ時間(総和あるいは平均)を最小にするようにサイクル長とオフセットとを定めるというのが、一般に認められた系統制御の最適化基準である。なお、サイクル長については、最も飽和度の高い交差点を基準にして設定するのが通常であるが、式(6.3.2)などが孤立した交差点を対象とした実験式であることを考慮して、できるだけ短いサイクル長に設定するのがよい。 系統制御手法の詳細に関しては、3.4 の信号制御による遅れと「交通信号の手引き」の関連事項を参考にされたい。

- ~~(56) 系統制御のオフセットと最適サイクル長~~
~~近接した信号機群を互いに関連付けて制御する系統制御に特有の事項は、~~
~~a. 信号機群に対して共通のサイクル長を定めること~~
~~b. 各信号機のオフセットを定めること~~
~~の2つである。~~

~~系統制御されるエリア道路区間内における交通の遅れ時間(総和あるいは平均)を最小にするようにサイクル長とオフセットとを定めるというのが、一般に認められた系統制御の最適化基準である。なお、サイクル長については、最も飽和度の高い交差点を基準にして設定するのが通常であるが、式(6-3-2)などが孤立した交差点を対象とした実験式であることを考慮して、できるだけ短いサイクル長に設定するのがよい。系統制御手法の詳細に関しては、3.4の信号制御による遅れと「交通信号の手引き」の関連事項を参考にされたい。~~

~~隣り合う2つの信号を両端に持つひとつのリンクの遅れを考えて見る。単純化のために、往復交通量は等しいと考える。このリンクにおける遅れは、リンク長(信号間隔)、系統速度、サイクル長、オフセットによって異なる。このリンクを系統速度で往復するのに要する時間をTとすると、Tによって信号間隔と系統速度との2つを同時に表現できて、変数をひとつ減らすことができる。さらにサイクル長をこの往復所要時間Tを単位として表わすと、リンクの遅れ(往復合計)は図6-3-10のようになる。この遅れは図6-3-10に同時に示されている最適オフセットを選んだ場合の値であって、これ以外のオフセットでは遅れはこれより大きくなる。したがって、最適なオフセットは、サイクル長とともに変わるものであり、サイクル長が決まればオフセットも決まる。図6-3-11は次の図6-3-10の内容を具体的に表わしたものである。系統速度40km/hで、160mのリンクと330mのリンクとについて遅れとサイクル長との関係が示されている。この図から、通常の都市内の系統制御の範囲内では、サイクル長をできるだけ短くすることによって遅れを減少させることができるということが知られる。したがって、サイクル長としては系統内のもっとも飽和度の高い交差点に必要な最短のサイクル長を選ぶのがよい。これによって、さらに系統路線と交差する流入路での遅れや、歩行者の遅れも減少させることができる。~~

~~上の記述は、往復交通量が等しい場合についてであるが、往復交通量の差が大きくなるほど最適オフセットは重交通優先オフセットに近づき、系統リンクにおけるサイクル長と遅れとの関係は弱くなる。しかし、この場合にも系統路線と交差する流入路や歩行者に対しては依然としてサイクル長が短い方が遅れが小さいので、やはりできるだけ短いサイクル長を選ぶのがよいことには変りない。~~

3.4.1.3 制御案のチェック

~~(15) 設計交通量の処理の確認右折車に対する検討~~

~~設定された現示と制御パラメータ方式についてサイクル長が定められたならば、1時間当りの各方向交通流の交通容量を算出し、各流入部の設計交通量が処理可能であることを確認する必要がある。右折交通について次のことを検討しなければならない。~~

~~① 飽和交通流率が得られている車線~~

~~飽和交通流率が得られている車線については、以下の方法で車線(または車線グループ)の1時間当りの交通容量を算出し、これと対応する設計交通量とを比較して、処理可能性を確認する。~~

~~交通容量＝飽和交通流率×対応する青時間／サイクル長~~

~~なお、青丸信号の後に右折専用現示を表示する場合などでは、青丸信号時間内に対向交通流を縫って右折する台数も加えることができる。~~

~~② 飽和交通流率が得られていない車線右折交通容量の検討~~

~~右折車線で右折専用現示が設置されていない場合、あるいは左折車線で左折専用現示が設定されていない場合は、飽和交通流率が得られていない。そこで、対向直進車の交通量、横断歩行者の交通量、サイクル長、スプリット等から、右折や左折の設計交通量交通がさばけるかどうかを検討する。その方法については本文第4章による。~~

~~③ 右折車線長(右折滞留長)の検討~~

~~サイクル長が長くなると、右折待ちの滞留台数が長くなるのでから、幾何構造条件に照らして右折滞留長が長すぎて直進交通を妨げることがないかどうかを検討する。~~

~~流入部が1車線のみで右折車線を設けることができない場合は、サイクル長を短縮するか時差式にするかの検討を行うことが必要になる場合が多い。一般にサイクル長を短縮することは右折交通の処理に関して都合がよい。~~

~~(26) 最終信号表示案の決定~~

~~上記のチェックを行って、円滑な処理が可能なことを確認したならば、信号制御案を決定することが~~

できる。しかし、~~上記の(4)～(6)の検討を行って、はじめに設定した信号制御案サイクル長では交通運用がうまくいかない場合は、サイクル長の変更、さらに現示方式の変更を検討しなければならない。~~

~~最小青時間長及び横断歩行者の検討からはサイクル長を長くすることになり、右折車の検討からは、サイクル長を短かくすることを考える。~~

~~一般にサイクル長を短かくすることは、右折交通だけでなく左折車と横断歩行者の錯綜の影響が大きい場合に有効である。それゆえ平均遅れ時間を小さくする観点(本文第4章参照)からも信号サイクル長は、できるだけ短かくとることが望ましい。~~

信号サイクル長の変更、さらに現示方式の変更を行った場合は、上述した検討過程をくりかえして最終の信号表示案を決定する。