

擬ダイヤ・モデルによる線路容量の評価†

森 村 英 典*

塚 田 愛 子*

1. 序

国鉄から OR 学会へ委託された研究の一環として、擬ダイヤによる線路容量の算定を提案し [1]、その計算例を通じての実際との適合について第5回 IFORS 会議で報告 [2]したが、その後、モデルの改良を志し、かつその過程を通じて線路容量に影響を与える諸因子の影響の及ぼし方について若干の知見を得たので報告する。

2. 擬ダイヤによる線路容量算定

線路容量という言葉から受ける感じとしては、ある区間の線路の上に、何本の列車を走らせうるか、という物理的限界を指し、それは区間ごとに一意に定められると思われがちであるが、このような現実の運行形態や運行目的を忘れた「容量」を定義してみても何の利益もない。

ある鉄道線路上を列車が走るのは、そこに輸送需要があるからであって、「線路容量」が云々されるのも、増加する需要に見合った列車数の増加が、そのままの設備で可能かどうかを簡単に見きわめたいからにはほかならない。とすれば、単に容量がいくらということを算定するのが目的ではなく、「どういう手を打てば何本の列車を、望ましい時間帯において運行できるか」という問いに対する答が与えられればよいし、「容量」そのものは、どのように定義しどのように算定しようとも、ほとんど意味を持たないといえる。

輸送需要は各線区ごとに、いくつかに分けられた時間帯における各種列車の本数の形で与えられる。それらの列車ダイヤがすべて設定可能なら、まだ線路容量には余裕があるということになる。すべての列車ダイヤが設定できないときは、全体として設定可能な本数を最大化するか、とくにたいせつな種別の列車だけは確保するようにするか、その方策いかんによっても「容量」は変わってくる可能性がある。

このような状況で、たとえば数理計画法（端的には LP）による定式化を行なうと、ある時間帯ではまとめてある種の列車を出してしまうという結果になりがちである。もちろん、このようにして得られたものと、実際に設定しうるダイヤによる本数とに差がなければ、本数を知る目的には十分沿ったものとなるから、その検討が行なわれれば、このような方向の解法もよい方法に

† 1972年4月6日受理、1972年6月15日再受理。

* 東京工業大学理学部。

なるかもしれない。一方、従来、現場では実際にいちいちダイヤをつくってみることで、この問題に実質的な解答を与えていたという。この方法は、ダイヤをつくってみて判断するのであるから、まさにシミュレーションであり、シミュレーションを行なうなかで、可能解が得られれば、それをもって実行解としたという立場であると解釈される。ところで、実際に完全なダイヤを画くことはかなりの技能と労力・時間を費す作業であるから、鉄道技研などを中心に、ダイヤを計算機で自動的に書かせる方法の開発は精力的に研究され[3]~[5]、十分満足の行くプログラムが開発されているようである。

したがって、ダイヤをいちいち書かせて見るという従来の方法で、しかも人力や個人の技能をさして必要としない方向で、線路容量の問題も自然に解決されたともいえるであろう。しかしながら、自動的にダイヤをつくる方法は、それがそのまま実行可能なダイヤである以上、運転上の細かい条件、とくに信号機や勾配の条件などを入力として含んでおり、計算時間はかなり大きなものとなる。ところが、上に見てきたように、線路容量を云々するのは、主として待避線のような大きな設備に関しての所与の条件のもとで、数年先の需要を予想して設定可能な列車本数に関心があるときであって、列車需要も何時何分という細かさで定められているわけではなく、数年先のための設備投資の優先順位を定めたいために、このような数値が要求されるのであるから、各線区でいろいろな条件のもとで設定可能な列車本数を若干大まかに知りたいのである。こう考えてみると、ほんとうのダイヤを書くのは、この目的のためにはかなりムダがあることになる。

筆者の提案した「擬ダイヤ」はこの点に鑑み、待避線の配置と各駅間の距離、各列車種別ごとの走行速度（平均と上・下限）、各時間帯の種別ごとの列車密度を入力情報として、だいたいダイヤを画き、おおよその列車本数を算定しようというものである。これによって計算時間は大幅に短縮され、小規模の計算機でも計算可能になる。

シミュレーションはそのモデルのつくり方によって、簡単にも複雑にもなる。この報告は、目的を限定して、モデルを極端に単純化したシミュレーションの例とみることができよう。

擬ダイヤそのものについては、[1],[2]に述べてあるので、ここではくり返さないが、基本的な考えは、「時間帯別列車需要が与えられたとき、算術的に算出される本数の列車が設定できないのは、すべて“追越し”に起因するから、追越しだけを忠実に追いかけたシミュレーションをしよう」ということになる。

3. 計算モデルの概要

擬ダイヤ・モデルによる計算は、基本的には、与えられた出発点（始発駅の出発時刻）から平均速度による直線をダイヤ図上に画き、後続優先列車の直線と交わるならば、その手前の待避線のある駅で待避するという方式である。このとき、待避が重なり、始発駅から終着駅までの所要時分が上限を超えるならば、その列車は設定不能と判断される。

しかし、これだけのダイヤ・シミュレーションを行なうにしても、いくつかの細かな条件を置かなくてはならない。そして、それらの条件いかんによってどのように設定本数が変わるかを実

験し、それら条件の定め方に対する知見を得たい。この節では、われわれのモデルにおいて考慮した条件や手順について述べる。

- 1) 列車種別は、特急、急行、普通、貨物の4種を頭をおき、これらのダイヤが書けるようにする。一応、この種別数を l とする。シミュレーション・プログラムの上では、同じプログラムを何回でもくり返すことにより、2種以上何種類の列車に対しても適用可能と考える。
- 2) 待避線の数だけを問題にする。これを「駅」と呼ぶが、待避線のない駅は「駅」と考える必要もなく、逆に1駅に2本以上の待避線がある場合には、2「駅」以上が重複しているとみなす。「駅」は番号と始発駅からの距離によって定められる。
- 3) 優先列車から順にダイヤを書いていく。上・下両線が互いに影響しあう中線待避方式では、時間帯を細かくし、各時間帯ごとに上・下の順（またはその逆）に書きこんでいく。
- 4) 列車需要の与え方は、列車種別ごとに、いくつかの時間帯内の発車間隔（ヘッド）を始発駅に対して与える。

5) 待避に際しては、前後 t 分の待避時分を設ける。

擬ダイヤの基本的な考えの一つに、「追越しのために余計にかかる待ち時間は、速度が遅くなって、遅れて着くと思っこれを0にしても実質的に変わらない。たとえば、もし図1のように、時点AでX駅を出発したある列車がBで優先列車のスジと交わるとき、実際はGでY駅に着き、ここで待ちにはいるのだが、これをDでY駅通過とみなしても待避という現象を説明するには実質的に何ら変わらない」ということがあった。

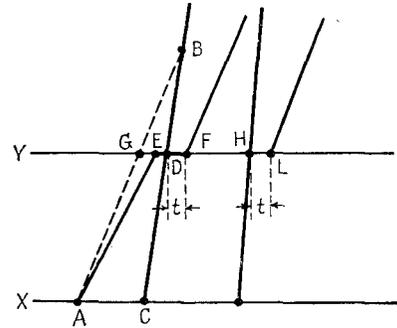


図 1

それをいくぶん現実の閉塞時分を考慮して、A-E-F-というダイヤと考えるのである。これは、同一駅で2列車以上の待避をする場合を許す目的で入れた条件である。すなわち、F-という直線が次の駅に達する前に、次の優先列車と交わるかまたは、次の待避線にすでに待避列車がはいっている場合には、この駅Yで待避を続ける。そのときはHから t ずらしたLで出発とみなす。

- 6) 出発時点の変更 始発駅ある時点で出発する列車が設定不能になったとき、出発時点を a 分前にずらして試行をくり返す。以下、基準時点を中心に $-a$, $+2a$, $-2a$, ……とずらしてみ、計算を行なう。全部で n 回くり返しても設定不能のときは、次の基準時点に移って計算を行なう。
- 7) 設定不能と判断する条件として、総待避回数 N をとりあげている。これは主として使用計算機のメモリーからくる制約であるが、現実にも $2/3$ 以上の駅で待避というような列車は設定できたとしても、あまり喜ばれないであろう。このようなことから、適当な制約をおくことは、むしろ自然であろう。
- 8) 始発駅においては、種類の違う列車について同時に k 本までの出発を許すことにする。

$k=1$ が原則であるが、 $k=2$ としても実際上さして不自然ではない。

以上の条件等を記述するために、入力情報として必要な値を列記すると次のようになる。

- 1) 列車種別数 l
- 2) 駅の総数 s と位置 (始発駅からの距離) d_j ($j=2, \dots, s$)
- 3) 待避駅番号 (列車種別ごとに)
- 4) 中線待避方式の場合は、中線の位置 (駅番号) とはじめにダイヤを設定する方向 (上・下線のいずれか)
- 5) 時間帯ごとの列車出発時隔 (列車種別ごとに) (x_i, y_i, h_i) ($i=1, 2, \dots$)
〔例〕(820, 1120, 30) (820 分から 1120 分まで 30 分間隔で)
- 6) 待避時分 t
- 7) 出発時点の変更幅 a とくり返し計算の限度 n
- 8) 許容待避回数 N

これに対する出力情報は、各種別ごとに、設定された列車ダイヤとその総本数および設定不能の理由である。列車ダイヤは待避駅とその時分 (図 1 でいえば E や H) および追い越した列車の列車番号を対にして示しているので、通常のダイヤの形に書きたければ、いつでも書ける情報は盛られている。

4. 中線待避方式のプログラムと補助プログラム

前節で述べた条件に基づくプログラミングは、中線待避方式を考慮する以外は、だいたい [2] の段階で考えていた。ここで中線待避方式について、少々述べておこう。

複線区間は上・下線が独立に運行されるのが建前ではあるが、待避線の数を減らすため、上・下線共通の待避線を用意することがある。これを中線という。もし、上・下各線専用の待避線の合計とほぼ同数の中線を用意するならば、後者のほうが効率は高いと直感的に考えられよう。

共通に利用する以上、いずれか一方に優先的に中線待避を認めると、他方向の列車が設定しにくくなる。しかしプログラムの簡略化のためには、ある程度それを認める必要がある。このため、ここでは、前節の条件 3) のように、まず上りの急行のダイヤを書き込んだら、次は下りの急行、その次は上りの普通、……というように交互に書き込む方式を採用した。上・下の混み方は少々時間帯としてずれるのがむしろふつうであることも考慮すると、時間帯を細かく分けさえすれば、この方式がかえって現実的とも考えられる。しかも、計算上は下りから始めてもよいから、両方の計算をつき合わせて判断すれば、實際上問題は少ないであろう。

中線方式のプログラムで中線の指定をしなければ、上・下両線独立の場合の結果が得られる。その意味で、このプログラムは [2] であげたプログラムを含んでいるが、中線待避を考えないならば、余計な手間をかけないだけ前のプログラムのほうが良い。今後新しいプログラムを [4] で表わすことにする。また、いわゆる外待避という方式、たとえば上り線を横切って、下りが上りと共通の待避線にはいる方式は、中線待避駅を三つ、その間の距離を 0 と設定することにより

Ⅳにふくめることができる。

次に、補助プログラムⅤについて一言する。優先列車が混んでいて、たとえば図2のようになっているとき、点線で示す普通列車は、A点で特急とぶつかるので、Y駅で待避しなければならない。つまりダイヤはB点で水平になる。しかし、つぎつぎと特急が来るので待避を続けるうちに、急行の待避にぶつかってしまい、B駅での待避が許されなくなる。

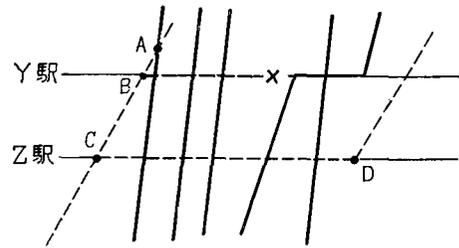


図 2

このとき、もう一つ手前の待避駅、つまりZ駅で待避するようにすると、(C, D)間が水平になったダイヤとして設定可能になる。このように連続待避をしているうちに、優先列車がすでに待避線を占有している事態にぶつかったら、1駅手前で待避をさせるプログラムを補助プログラムⅤとして用意した。

しかしながら、人工的につくった、このような事態の生じそうな列車需要データによって実験してみると、Dからのダイヤもまた設定不能になり、出発時点の変更をくり返しても結局その列車は設定できなかったし、実際に近いデータではⅤを必要とする事態は生じなかったので、結果的には×の点で設定不能と判断してもさしつかえなかったことになる。

このため、Ⅳでは一応Ⅴははずしてある。待避線数の少ないときには、計算量が少ない上、1本設定できるかどうかの影響は大きいと思われるので、このようなときにだけⅤを付ければよいであろう。

また、数段階の優先列車が重なったとき、低位列車にとっては、そこで後続優先列車が入れ替わってしまうため、列車番号を記憶しておいて処理する必要が生ずる。しかしながら、その段階数がふえると、この処理は指数関数的に複雑になり、反面、そのようなことは実際に生じにくくなるのでムダがふえる。そこで、たとえば2段階までは処理するが、それ以上必要になったときは、その旨を出力するが、計算上は設定不可能と判断するという方法をとる。

この段階数は、2が実際的であることをいくつもの実際例によって見いだしたので、現在のプログラムはこのようにつくられている。

5. パラメータの影響

3節で述べたいろいろの条件が、設定列車本数にどのように影響するかを見るために、パラメータの値をいろいろ変えて実験してみた。まず、どのような因子が本数に影響するか、要因図を書いてみる(図4)。

このうち列車需要の条件は、線路容量を云々しようとする線区ごとにおおむね定まるものであ

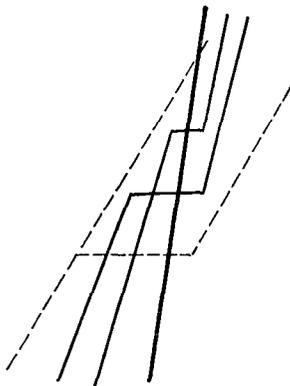


図 3

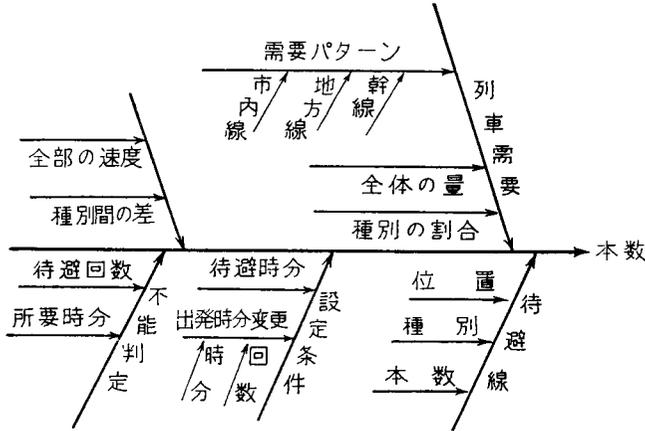


図 4 要 因 図

るから、これは固定して考える。また、待避線をどこに、どの形（上・下線単独用か中線か）で設置するかという点が、この問題の重要な関心事であることを考えると、この要因を中心にして、その他の要因がどのような影響を持ち合うのか、という点に注目したい。このため、次のような要因を選び、各々2水準を選定して $L_{16}(2^{15})$ 型の

直交配置による実験計画を立てた。実験とはいっても、実験そのものは測定誤差に相当するものを含まないから、ランダム化の必要はない。直交配置を考えたのは、一部実施法という観点からである。

さて、われわれは、前からとり扱っていた事例、東北本線・大宮一宇都宮間を例にとり、列車需要、速度、所要時分制限、追越線の位置などは、昭和43年10月改正のダイヤからおおよそのことを読みとって適当に定めたものを、この実験の標準と考えた。

とりあげた要因とその水準は表1に示すとおりであるが、これについて若干補足をしておく。

(A) 待避線配置 1駅を大宮、14駅を宇都宮とし、待避線は次の表2の水準 A_1 のように設置されていた。ここでは2水準を考え、現行の A_1 に対し、 A_2 はその半数の配置に相当するものを想定した。

(B) 待避線種別 上の事例では、ほとんどが中線なので、現状の A_1 または A_2 の配置を中線と称し、この場合と、待避線のある駅にはすべて上・下線専用（つまり各駅に2本）の待避線がある場合とを水準に選んだ。このため A が A_1 、 B が専用という水準による実験では、待避線数は20本あることになる。

表 1

| 要 因 | 水 準 |
|--|------------|
| A 待避線配置 | A_1, A_2 |
| B 待避線種別 | 中線, 専用 |
| C ゆする回数 | 2回, 4回 |
| D ゆする時分 | 1分, 2分 |
| E 待避時分 | 2分, 3分 |
| F 待避回数 | 4回, 8回 |
| G 速度比 | 1.0, 1.2 |
| $A \times B, A \times C, A \times D, A \times E, A \times F, A \times G, B \times C, E \times G$ | |

表 2

| 水 準 | 駅 名 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 特急, 急行は どちらの場合 も待避の必要 はないものと している |
|-------|------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|---|
| | 列車種別 | | | | | | | | | | | | | | |
| A_1 | 普通 | | | ○ | ◎ | ◎ | | ○ | | ○ | | ○ | ○ | ○ | |
| | 貨物 | | | ○ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | | ○ | ◎ | ○ | ○ | ○ | |
| A_2 | 普通 | | | ○ | | ◎ | | ○ | | | | | ○ | | |
| | 貨物 | | | ○ | | ◎ | | ○ | | | ○ | | ○ | | |

○印 待避線（中線），◎印 待避線（専用）設置を示す。

- (C) ゆする回数 3節の6)で述べたように、出発時点を a 分ずつ前後に n 回ずらしながら計算をくり返すが、このことを“ゆする”と俗称している。回数は n のことである。 $n=4$ とは、出発が基準時点 $-2a$ までで設定できないときは不能とみなすことを意味している。
- (D) ゆする時分 上に述べた a をいう。これはあまり大きくずらすと、次に影響する。
- (E) 待避時分 3節の5)で述べた t のこと。1回の待避に際し前後 t 分の余裕をとる(補注参照)。
- (F) 待避回数 発駅から終着駅までに許される待避回数 N 。8回ぐらいを一応標準と考えたが、半分にしてもあまり影響がないならば、メモリーの節約上効果がある(補注参照)。
- (G) 速度比 1.0とは上に述べた標準値、1.2とは全部の列車の速度を1.2倍に増した場合をいう。

要因としてはこの他のものも考慮に上ったが、いろいろ考え合わせた結果、これ以外にとりあげてみてもあまり意味はなさそうに思えたので、これ以上ふやさなかった。

以上の各要因2水準の実験16回の結果は、表3、表4のとおりである。この結果、おおむね次のようなことがわかったと見ることができよう。

- ここに選んだ要因間の交互作用はほとんど認められない。ここに選ばなかった交互作用は、いずれも直観的には、これらと同程度以下の影響しかないと思われるものなので、今後の実験では要因を一つずつとり出して、その影響を見ることが意味をもつと考えてよいであろう。
- 各要因中あまり効果が無いと思われるものは、待避線種別、ゆする回数および時分であ

表3 実験の計画と結果

| 実験番号 | 要 因 の 水 準 | | | | | | | 列 車 本 数 | | | | |
|------|-----------|---|---|---|---|---|-----|---------|----|----|----|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | 特 | 急 | 普 | 貨 | 計 |
| 1 | A_1 | 中 | 2 | 1 | 2 | 4 | 1.0 | 14 | 50 | 50 | 13 | 127 |
| 2 | A_1 | 中 | 2 | 2 | 3 | 8 | 1.2 | 以下 | | | 28 | 142 |
| 3 | A_1 | 中 | 4 | 1 | 2 | 8 | 1.2 | 同 | | | 34 | 148 |
| 4 | A_1 | 中 | 4 | 2 | 3 | 4 | 1.0 | じ | | | 15 | 129 |
| 5 | A_1 | 専 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1.2 | | | | 28 | 142 |
| 6 | A_1 | 専 | 2 | 1 | 3 | 8 | 1.0 | | | | 21 | 135 |
| 7 | A_1 | 専 | 4 | 2 | 2 | 8 | 1.0 | | | | 37 | 151 |
| 8 | A_1 | 専 | 4 | 1 | 3 | 4 | 1.2 | | | | 22 | 136 |
| 9 | A_2 | 中 | 2 | 1 | 2 | 4 | 1.2 | | | | 12 | 126 |
| 10 | A_2 | 中 | 2 | 2 | 3 | 8 | 1.0 | | | | 7 | 121 |
| 11 | A_2 | 中 | 4 | 1 | 2 | 8 | 1.0 | | | | 18 | 132 |
| 12 | A_2 | 中 | 4 | 2 | 3 | 4 | 1.2 | | | | 14 | 128 |
| 13 | A_2 | 専 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1.0 | | | | 14 | 128 |
| 14 | A_2 | 専 | 2 | 1 | 3 | 8 | 1.2 | | | | 14 | 128 |
| 15 | A_2 | 専 | 4 | 2 | 2 | 8 | 1.2 | | | | 35 | 149 |
| 16 | A_2 | 専 | 4 | 1 | 3 | 4 | 1.0 | | | | 4 | 118 |

表 4 各要因の寄与率

| 要因 | 平方和 | 寄与率(%) |
|-----|---------|--------|
| A | 400.00 | 26.1 |
| B | 72.25 | 4.7 |
| C | 110.25 | 7.2 |
| D | 100.00 | 6.5 |
| E | 272.25 | 17.8 |
| F | 324.00 | 21.1 |
| G | 210.25 | 13.7 |
| A×B | 0.25 | 0.0 |
| A×C | 2.25 | 0.1 |
| B×C | 0.0 | 0.0 |
| E×G | 1.0 | 0.1 |
| A×E | 12.25 | 0.8 |
| A×D | 1.0 | 0.1 |
| A×F | 9.0 | 0.6 |
| A×G | 2.25 | 0.1 |
| 計 | 1517.00 | 100.0 |

る。したがって、ゆする回数と時分とは自から物理的な制約があるので、それにひっかからない程度に適当に定めれば、実用上はほぼ問題ないと考えてよいであろう。

3) 中線と専用線の水準差があまり現われなかったことは、中線方式の有効性を裏書きしていると考えられる。このことは、さらに次節の実験で確かめるが、現在中線待避方式を多用していることは相当の意味があると解釈できるであろう。

4) ゆする回数や時分とは異なり、待避許容回数のいかんは設定本数にかなりの影響をもつと想像される。設定本数をできるだけ確保するためには、待避許容数を、この実験例では 8、つまり全駅の約 2/3 くらいまで認めることが必要であろう。もし、営業政策上待避回数の多い列車は好ましくないため、その制約を小さくするならば、それは運転可能列車数に響くおそれがある。

5) 要因Gの影響も無視できないようである。したがって、待避時分の短縮は施設の充実等を伴うため、経費上も問題があるが、設定列車本数を増す要因の一つにはなるだろう。

6) この実験では、要因Aが最も影響を与えているようにみえる。これは水準の選び方にもよるが、待避線の本数がかかなり結果に利くという常識を裏付けているものと考えられる。このため次節では、この点をもう少し解析してみたい。

6. 待避線の位置と数

待避線はその数だけでなく、その位置が線路容量に与える影響は大きい。5節の実験では水準数の制約上、その位置の影響を細かく見ることはできなかった。ここでは近郊交通を例にとつ

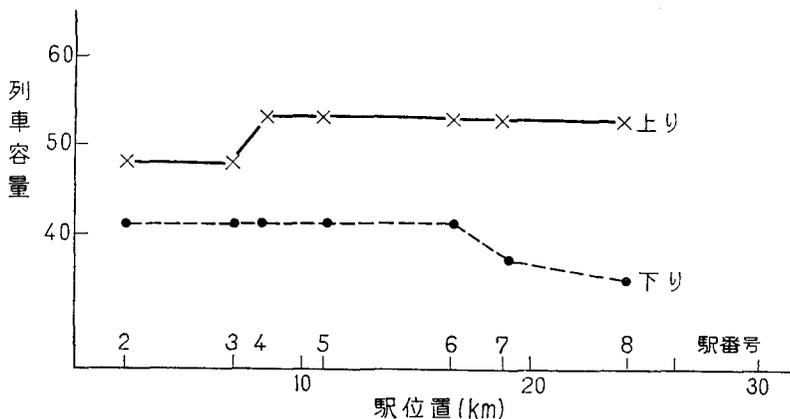


図 5 待避位置による容量変動

て、比較的単純な場合に、待避線の位置が設定本数にどのような影響を与えるかを調べてみた。

まず、「近郊交通」として、急行と普通の2種類しかない場合を想定する。具体的には、東急東横線・渋谷～桜木町間で主要駅をとりあげ、1駅を渋谷、9駅を桜木町とし、駅の位置や列車速度を「時刻表」を参考にして定めた。この例において、待避線を1本とし、それをどこに置くかで実験をくり返した結果が図5にあげてある。これから、待避線は終着駅の近くにおいたのでは効果が薄いことがわかる。

さらに待避線を2本、3本とふやす場合、どのへんに設置するのが有効かを知るため、上の結果も考慮して次のいくつかのケースを想定し、実験をくり返した。その結果は表5に示されるが、これらの実験からは、専用線を上・下2本ずつつくるより中線3本のほうが有利とか、始発駅寄りの待避線が反対の場合にくらべてかなり有効とか、定性的には直感的にも想像できるような結論が得られるとみてよいであろう。

表 5

| ケース | 待避駅 | 種別 | 設 定 本 数 | | | | | 設 定 希 望 数 | | | |
|-----|-------|----|---------|------|------|------|-----|------------------|------|------|------|
| | | | 上り急行 | 下り急行 | 上り普通 | 下り普通 | 普通計 | 上り急行 | 下り急行 | 上り普通 | 下り普通 |
| 1 | 5,6 | 専 | 11 | 11 | 46 | 31 | 77 | 11 | 11 | 47 | 32 |
| 2 | 3,6 | 専 | " | " | 42 | 32 | 74 | 以 下 同 じ | | | |
| 3 | 6,7 | 専 | " | " | 47 | 30 | 77 | | | | |
| 4 | 6,8 | 専 | " | " | 47 | 30 | 77 | | | | |
| 5 | 5,6,7 | 専 | " | " | 47 | 31 | 78 | | | | |
| 6 | 5,6 | 中 | " | " | 43 | 31 | 74 | | | | |
| 7 | 3,6 | 中 | " | " | 39 | 32 | 71 | | | | |
| 8 | 6,8 | 中 | " | " | 42 | 30 | 72 | | | | |
| 9 | 5,6,7 | 中 | " | " | 47 | 31 | 78 | | | | |
| 10 | 5,6,7 | 中 | " | " | 45 | 30 | 75 | | | | |

この実験では、ダイヤの設定はできるだけ現実のラッシュ時のダイヤに合わせるようにし、ラッシュ時約2時間分の実験をしたため、上・下線で設定希望数、すなわち全部設定できたときの最高数にかなり変動がある。なお、ここでは待避時分を前後1分(計2分)としたが、中線の場合にはもっと待避時分が要求されることもありうる予想して、ケース10では2倍の待避時分とした。これによる差異は若干見られるが、ケース2のように、待避駅の位置の悪い場合のほうが余計な差が出るように見える程度である。

次に、表3に示した実験例と同じ地方幹線区間を例として、待避線の数による容量変動の実験例を表6に示す。ここで

表 6 待避線の数による容量変動

| ケース | 待避線(すべて中線) | 普通 | 貨物 | 計 | |
|-----|------------|----|----|----|----|
| 1 | 5本(6~10駅) | 上り | 24 | 8 | 59 |
| | | 下り | 24 | 3 | |
| 2 | 8本(5~12駅) | 上り | 24 | 12 | 74 |
| | | 下り | 24 | 14 | |
| 3 | 10本(3~12駅) | 上り | 25 | 17 | 82 |
| | | 下り | 25 | 15 | |
| 4 | 12本(2~13駅) | 上り | 25 | 19 | 87 |
| | | 下り | 25 | 18 | |

は途中駅は 12 駅であり、表 1 の要因別にいえば、 C は 4 回、 D と E は 2 分、 F は 8 回、 G は 1.0 とした。現実には中線が 7 本（うち 1 本は貨物のみ）、専用待避線が 5 本（うち 1 本は貨物のみ）の計 12 本であるので、12 本を全部中線とした場合（ケース 4）は、他の要因が似ている表 3 の実験番号 3 に比較してみると、貨物において合計 22 本もの増発可能となっている。さらに表 6 でケース 3, 2, 1 となるにしたがい、待避線数を減らしたが、ケース 1 以外は、表 3 の実験番号 3 よりも上回った本数の列車が運行可能である。結局、この例では、専用待避線を用意せず中線だけでも適当な配置をすれば、効果は上がりうるということが示されたといえよう。

7. 結語と謝辞

擬ダイヤ・モデルによるダイヤ・シミュレーションは、待避だけに注目して単純化したシミュレーション・モデルであるが、計算が容易なので、多数回の実験が比較的簡単に行なえる。いくつかの実験例を通し、待避線の本数のみならず、その配置がかなり運行可能列車本数に影響することがわかった。このため、実際の線区で待避線増を考える場合、とくに着工順位を定めた場合など、このシミュレーションを行なって必要な情報を得ることが効果的であると思われる。

終わりに、この小文の原稿準備中有益なご意見をいただいた阿部俊一博士をはじめ、鉄道技術研究所の方々および種々ご配慮をいただいた矢部真氏に感謝する。

補 注

表 3 の実験番号 4 の場合の要因 E （待避時分）だけを変化させたときのグラフを図 6 に、また、同じ実験番号で、要因 F （待避許容回数）だけを変化させたときのグラフを図 7 に示す。これにより、 E の 2 水準として 2 分、3 分、および F の 2 水準として 4 回、8 回を選んだ。

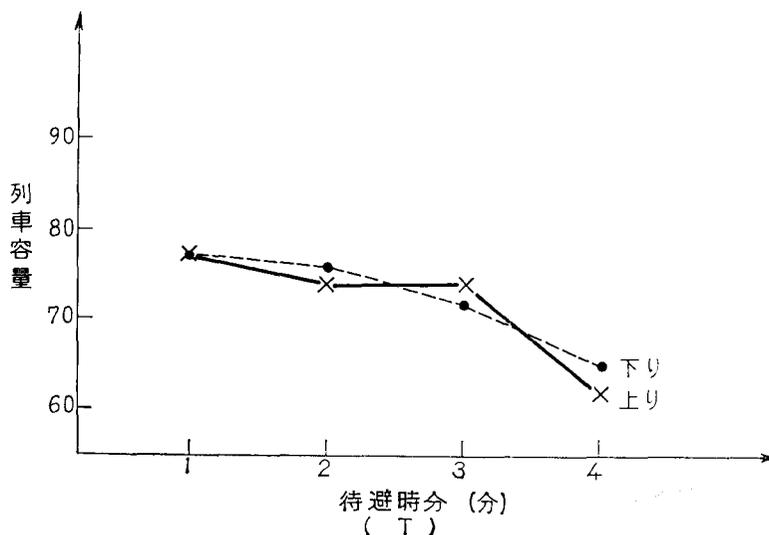


図 6 待避時分による容量変動

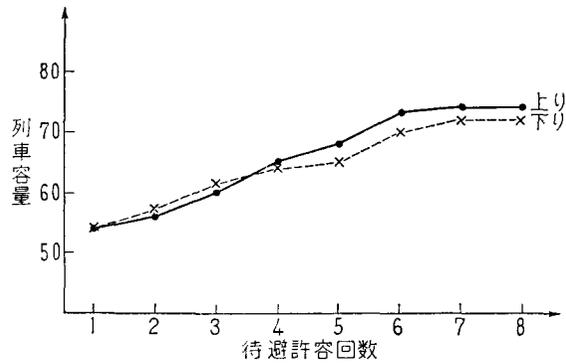


図7 待避許容回数による容量変動

参考文献

- [1] 日本OR学会, “線増時期を決定する諸要因に関する研究(委託研究報告)” 1967, 1968.
- [2] Morimura, H., “An Evaluation Method of Railroad Capacity Using a ‘Pseudo-diagram’ Model”, *Proc. 5th Intern. Conf. O. R.* (edited by J. Lawrence), Tavistock, 1970, pp. 339-346.
- [3] 稲田伸一, 飯田善久, “列車ダイヤ作成の自動化”, 鉄道技術研究報告, No. 609 (1967).
- [4] Inada, N. and Y. Iida, “Preparation of Train Diagram with a Computer”, *Quarterly Report of the Railway Technical Research Institute*, 9, 3 (1968), 156-159.
- [5] 飯田善久, 由井捷夫, 稲田伸一, “列車ダイヤ作成の自動化”, 鉄道技術研究報告, No. 722 (1970).