

IV-206 道路工事区間のグループ化に関する研究

佐賀大学 正会員 清田 勝
佐賀大学 正会員 古賀 信之

1. まえがき

都市内をみると下水道工事やガス管の工事など、どこかで何らかの工事が行われており、道路利用者は多大の迷惑を被っている。種々の工事をもう少しシステムティックに実施すれば、費用の面でも、道路利用者の利便性の確保という面でもかなり改善が図られると考えられる。

そこで、本研究では、OD交通量、工事区間、および工事期間(N期)が与えられている場合に、できるだけ道路利用者の利便性を損なわないようにするためには、すなわち迂回率を最小にするためには、どのような手順で工事を実施するのが最も適当であるかを決定するための手法を提案するものである。

2. 道路工事の着工順位決定モデル

道路工事が始まると終了するまでその区間(リンク)は通行不能となり、道路利用者は迂回を余儀なくされることになる。しかし、工事が終了すればその区間は工事前の状態に復帰するだけで、工事の影響が後の段階に及ぶことはない。この点が道路整備の場合と大きく異なる点で、線形の混合整数計画問題として定式化することができる。

(1) 目的関数

本研究では、道路工事による利便性の低下を工事のためにどれだけ迂回を余儀なくされたか、すなわち迂回率で表すことにする。これを定式化すれば以下のとおりである。

$$\begin{aligned} \text{Minimize } Z &= Z^{(1)} + Z^{(2)} + \dots + Z^{(N)} \\ &= \sum_n \sum_i \sum_j \sum_k \left(\frac{D_{ijk}}{q_{ij} D_{ij}} \right) f_{ijk}^{(n)} \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 D_{ijk} : 発着ノード i, j 間の経路 k の距離(実距離、あるいは時間距離)

D_{ij} : 発着ノード i, j 間の最短距離 ($D_{ij} = \min_k \{D_{ijk}\}$)

q_{ij} : 発着ノード i, j 間の分布交通量

$f_{ijk}^{(n)}$: 第 n 期における発着ノード i, j 間の経路 k の経路交通量

(2) 制約条件

(a) 工事を実施しない区間は通行できるので、道路構造に見合う容量(可能容量 Q_a)をもつ。しかし、工事が実施されればその区間は通行できなくなるので、容量は0になる。いま、第 n 期において工事を着工するかどうかを表す変数を $\lambda_a^{(n)}$ (1: 工事する、0: 工事しない) とすると、容量に関する制約条件は以下のようになる。

$$\begin{aligned} X_a^{(n)} &\leq Q_a - \lambda_a^{(n)} Q_a & (a=1 \sim h, n=1 \sim N) \\ X_a^{(n)} &\leq Q_a & (a=h+1 \sim w, n=1 \sim N) \end{aligned} \quad (2)$$

第 n 期のリンク a のリンク交通量 $X_a^{(n)}$ は、経路交通量 $f_{ijk}^{(n)}$ の関数として次のように表されるので、

$$X_a^{(n)} = \sum_i \sum_j \sum_k f_{ijk}^{(n)} \delta_{ijk}(a)$$

式(2)の制約条件式は以下のように変形される。

$$\sum_i \sum_j \sum_k f_{ijk}^{(n)} \delta_{ijk}(a) + \lambda_a^{(n)} Q_a \leq Q_a \quad (1 \leq a \leq h, n=1 \sim N) \quad (3)$$

$$\sum_i \sum_j \sum_k f_{ijk}^{(n)} \delta_{ijk}(a) \leq Q_a \quad (h+1 \leq a \leq w, n=1 \sim N)$$

ここで、 $\delta_{ijk}(a)$: リンク a がノード i, j 間の経路 k に含まれるとき 1、そうでないとき 0 をとる変数、 h : 工事を行う区間数、 w : 全区間数、

(b) 工事対象区間は N 期の工事期間のうちのどこかで工事されなければならないので、次の制約条件式が満足されなければならない。

$$\sum_{n=1}^N \lambda_a^{(n)} = 1 \quad (a=1 \sim h) \quad (4)$$

(c) i, j 間の OD 交通量は、各経路に配分されなければならないので、次の制約条件式が成り立たなければならない。

$$\sum_k f_{ijk}^{(n)} = q_{ij} \quad (i=1 \sim M, j=1 \sim M (i \neq j), n=1 \sim N) \quad (5)$$

(d) 経路交通量 $f_{ijk}^{(n)}$ は負にはなりえず、非負条件を満足しなければならない。

結局、本題は制約条件式 (3)、(4)、(5) と非負条件のもとに式 (1) の目的関数を最小にする線形の混合整数計画問題に帰着することになる。

3. 計算例と考察

本研究では、佐賀市の代表的な住宅地(図-1)の道路網について、本手法を適用した。図-1において①~⑬はノード番号を、1~17はリンク番号を表している。このうち、リンク番号1~8の8本のリンクを工事対象区間とする。二重丸(ノード番号①~⑧)は発着ノードを表している。ここでは工事期間を3期とし、OD交通量については、一昨年本地区で実施した経路交通量調査から得られた値を用いることにする。また、本地区の調査データをもとに、地区内のリンクの走行速度を30 km/h、周囲の道路の走行速度を15 km/h(一定)と仮定して計算を行った。

表-1および図-1は、各工事期間に実施すべき工事区間のグループと迂回率を示したものである。各期間に工事を実施すべき区間のグループは(1, 8)、(3, 4, 6)、(2, 5, 7)で、それぞれの迂回率の平均値は1.76、2.26、1.97で、(3, 4, 6)のグループを工事した場合が迂回率が最も大きくなっている。3期の迂回率の平均値は約2.0で、工事が行われていない場合に比べて2倍迂回しなければならないことを示している。

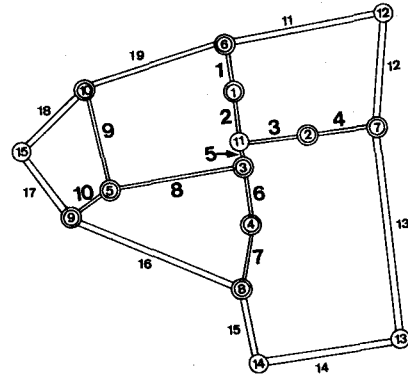


図-1 道路網と道路工事区間

表-1 迂回率と工事区間の組み合わせ

工期	工実施区間	目的関数値	迂回率
第1期	1, 8	98.6	1.76
第2期	3, 4, 6	126.8	2.26
第3期	2, 5, 7	110.2	1.97
全工期	——	335.6	1.99