

数理計画アプローチを用いた地域協働型インフラ管理での行政と住民の役割分担

岐阜大学 学生会員 ○富田敬之
岐阜大学 学生会員 大野沙知子
岐阜大学 正会員 高木朗義

1. 背景・目的

現在、我が国では社会資本の維持更新が社会的な課題となっており、高齢化と財源不足から従来のような行政主導の維持管理は困難になる。これに対し、地域協働型インフラ管理という方法が提案されている¹⁾。地域協働型インフラ管理では、地域住民は道路障害物の報告、点検、簡単な補修等に参加することが役割となる。地域住民が点検等の役割を担うことで、従来では手の行き届いていない道路施設でも十分な維持管理が期待される。

本研究では、地域協働型インフラ管理における社会的費用に着目し、数理モデルを構築する。これにより、地域住民と行政の最適な点検時間を提案することで、地域協働型インフラ管理の有用性を示すことを目的とする。

2. 地域協働型インフラ管理のための数理モデル

本研究で用いる数理モデルは式(1)に示すものとする。道路の点検・補修のために発生する費用、道路障害物による事故発生リスクからなる社会的費用を定式化する。

$$\min SC = U_1 + U_2 + G_1 + G_2 + G_3 + R \quad (1)$$

SC : 社会的費用

U_1 : 地域住民が点検に使う費用

U_2 : 地域住民が補修に使う費用

G_1 : 行政の地域住民の活動へのサポート

G_2 : 行政が点検を行う費用

G_3 : 行政が補修を行う費用

R : 事故発生リスク

本研究においては、図1に示す状態を想定する。対象地域の道路総延長を L とし、その地域内に発生している穴ぼこの個数が既知であり、 X となっている状態を想定する。このうち、地域住民の点検によって x 個の穴ぼこが発見され、行政の点検によって x' 個の穴ぼこが発見される。地域住民の点検で発見される穴ぼこの個数 x は、式(2)で算定される。

$$x = X / (1 + \exp(\beta - \theta N t_c)) \quad (2)$$

ここで、 X : 穴ぼこ総数、 β : パラメータ、 θ : パラメータ、 N : 協働する人数、 t_c : 地域住民が点検に使う時間。

行政の点検で発見される穴ぼこの個数 x' は、式(3)で算定される。

$$x' = X / (1 + \exp(\gamma - \theta' t_c')) \quad (3)$$

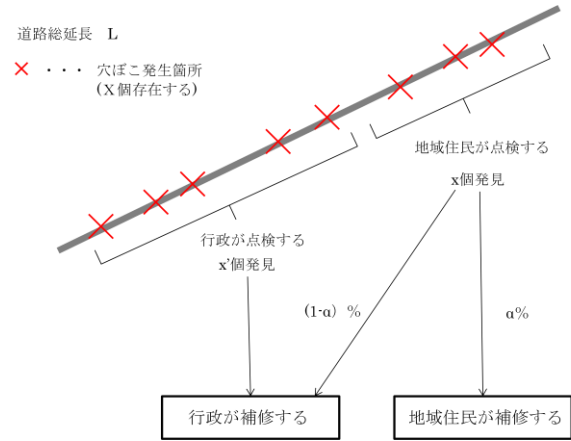


図1 協働のイメージ

ここで、 X : 穴ぼこ総数、 γ : パラメータ、 θ' : パラメータ、 t_c' : 民間企業が点検に使う時間。

t_c' は点検距離の関係から式(4)で算定される。

$$t_c' = (L - N t_c v) / v' \quad (4)$$

ここで、 L : 道路総延長、 N : 協働する人数、 t_c : 地域住民が点検に使う時間、 v : 地域住民の点検時の速度、 v' : 行政の点検時の速度。

社会的費用 SC を構成する要素について述べる。

①地域住民が点検に使う費用 U_1

地域住民が点検を行うことで供出する費用は、式(5)によって算定される。

$$U_1 = N c t_c \quad (5)$$

ここで、 N : 協働する人数、 c : 地域住民の時間価値、 t_c : 地域住民が点検に使う時間。

②地域住民が補修に使う費用 U_2

地域住民が補修を行うことで供出する費用は式(6)によって算定される。

$$U_2 = \alpha x c t_m \quad (6)$$

ここで、 α : 地域住民が補修する割合、 x : 地域住民の点検で発見される穴ぼこの個数、 c : 地域住民の時間価値、 t_m : 穴ぼこ1個を地域住民が補修するための時間。

③行政の地域住民の活動へのサポート G_1

地域住民が協働する場合ボランティア保険に加入し、行政は1人あたり430円の保険料を負担することとする。また、必要な材料は行政が負担することとする。行政が地域住民の活動をサポートすること

による費用は式(7)によって算定される。

$$G_1 = 430N + \alpha x C_s \quad (7)$$

ここで、 N ：協働する人数、 α ：地域住民が補修する割合、 x ：地域住民の点検で発見される穴ぼこの個数、 C_s ：地域住民が穴ぼこ1個を補修するための費用。

④行政が点検を行う費用 G_2

行政が点検を行うために供出する費用は、式(8)によって算定される。

$$G_2 = C_c t_c' \quad (8)$$

ここで、 C_c ：単位時間あたりの行政による点検の費用、 t_c' ：行政が点検に使う時間。

⑤行政が補修を行う費用 G_3

行政が補修を行うために供出する費用は、式(9)によって算定される。

$$G_3 = \{(1-\alpha)x + x'\} C_m \quad (9)$$

ここで、 α ：地域住民が補修する割合、 x ：地域住民の点検で発見される穴ぼこの個数、 x' ：民間企業の点検で発見される穴ぼこの個数、 C_m ：行政が穴ぼこ1個を補修するための費用。

⑥事故発生リスク R

穴ぼこによる事故発生リスクは、式(10)によって算定される。

$$R = (X - x - x') p D \quad (10)$$

ここで、 p ：穴ぼこによる事故発生確率、 D ：事故発生時の被害額。

なお、式(11)制約条件を示す。

$$t_c, t_c' \geq 0 \quad (11)$$

3. 結果と考察

計算には表1に示す値を用いる。対象地域は〇市を想定する。地域住民の時間価値 c は、岐阜県最低賃金とする²⁾。地域住民が補修を行う場合の C_s は、常温温合材の単価とする³⁾。行政による点検の費用 C_c は、普通作業員2人で行う場合の労務単価とする⁴⁾。行政が補修を行う場合の費用 C_m は、切削オーバーレイ工法の 1m^2 あたりの工費とする⁵⁾。穴ぼこ1個あたりの事故発生リスク pD は、穴ぼこによる道路事故発生リスクとする⁶⁾。地域住民が補修を行う割合 $\alpha=0$ とした場合の結果を図2、 $\alpha=1$ とした場合の結果を図3に示す。

$\alpha=0$ の場合、地域住民は補修には参加せず、役割は点検のみとなる。この場合、社会的費用 SC を最小化する $N=183$ 、 $t_c'=63.5$ が存在することが分かる。これは、協働する人数が多くなることで穴ぼこの発見確率が高くなっていくが、行政が補修する穴ぼこの個数が増えることで G_3 が増大していくためである。 $\alpha=1$ の場合、社会的費用 SC を最小化する $N=232$ 、 $t_c'=50.5$ が存在することが分かる。地域住民が補修を行うことで U_2 が増大しているが、 $\alpha=0$ の時よりも G_3 が縮減されるため、社会的費用 SC 全体

表1 用いるデータ

L (km)	1685	v' (km/h)	15
θ	0.03	c (円)	724
θ'	0.01	C_c (円/h)	3975
β	10	C_s (円/個)	970
γ	12.3	C_m (円/個)	3100
v (km/h)	4	pD (円)	35

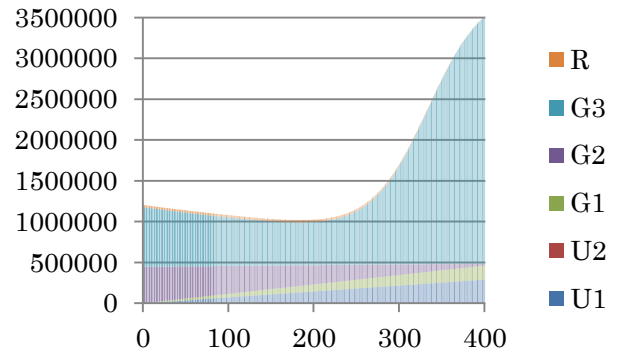


図2 計算結果($\alpha=0$)

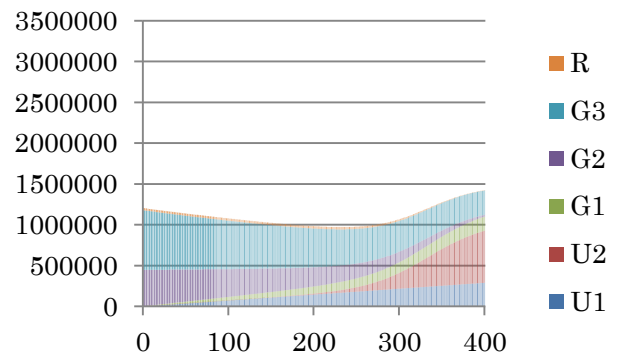


図3 計算結果($\alpha=1$)

として減少していることが分かる。

4. おわりに

今後は、地域住民の関わり方の違いから最適な役割分担について分析する。

【参考文献】

- 大野沙知子：地域協働型道路施設管理を目指した仕組みづくりと人づくりのあり方に関する研究，土木学会論文集，F4，（建設マネジメント）特集号 土木学会建設マネジメント委員会 編，2011
- 厚生労働省岐阜労働局
http://gifu-roudoukyoku.jsite.mhlw.go.jp/roudoukyoku/gyoumu_naiyou/roudou_kijyun/chingin/ken_saiteichingin.html，平成25年12月13日
- 岐阜市価格調査，平成24年第一四半期（4月～6月），p.41
www.city.gifu.lg.jp/secure/16027/buppin_201204_06.pdf，平成25年12月13日
- 実施設計書に使用する単価表，農政部・林政部・県土整備部・都市建築部，平成25年11月1日
<http://www.pref.gifu.lg.jp/kendo/gijutsukanri/kensetsu-joho/romu-sizai-tanku/h25tanka.data/h25-11.pdf>，平成25年12月13日
- 鈴木俊之：ユーザーコストを考慮した道路舗装アセットマネジメントに関する研究，岐阜大学博士論文，2010
- 社会資本メンテナンスプラン行動方針，平成24年9月，岐阜県 県土整備部 道路維持課
<http://www.pref.gifu.lg.jp/kensei-unei/seisaku-plan/kensei-shuyo-veision/doro-iji/mp-kodohpsin.data/mp-kodohoshin.pdf>，平成25年12月13日