

動的計画法を用いた老朽化施設のストックマネジメント技術に関する研究—下水道管路施設と道路舗装を対象として—

技術本部 中央研究所 総合技術開発部 杉本泰亮 他

○キーワード

長寿命化、動的計画法、ストックマネジメント、下水道管路、道路舗装、ライフサイクルコスト、維持管理方策

○概要

本稿では、他のインフラ施設と比較してストック量が膨大である下水道管路および、道路舗装施設を対象として、「施設を点検する」、「新しく取り替える」、「現状を維持する」など、具体的な維持管理方策を決定するための評価モデルを提案し、その妥当性を検討した。

はじめに、ストックマネジメントの有用なツールの一つである、LCC 最小化の考え方を取り上げ、従来の LCC 評価手法の課題点（シナリオ設定に依存した LCC 評価）を踏まえた後、動的計画法を用いた研究アプローチを述べた。

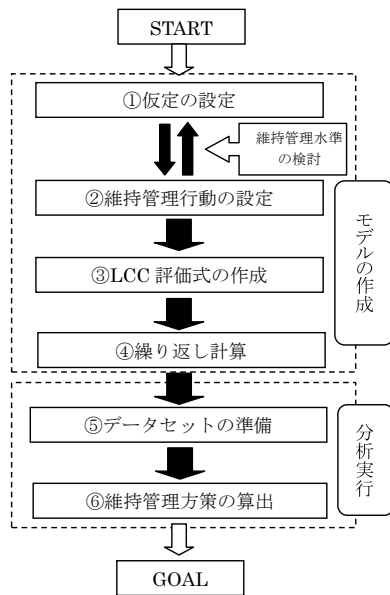
次いで、具体的な動的計画法を用いた評価の手続きを示した。さらに、施設を運営、老朽化施設の長寿命化計画を策定する事業体を想定し、①道路舗装を対象としたモデル、②下水道管路施設を対象としたモデル、③道路・下水道を集合的に維持管理するモデルの3つを取り上げて、数値実験を行うことで、本稿が提案する評価モデルの妥当性を検討した。

○技術ポイント

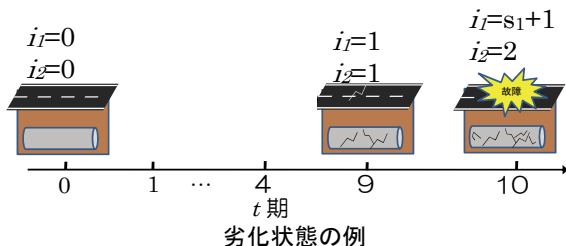
本稿で提案する評価モデルは、老朽化施設に対する維持管理方策決定する場面で、次のような特長をもつ。

- ① 従来のシナリオ設定に依存せず、LCC が最小となる維持管理方策が求められる。
- ② 劣化状態の推移に、ストックマネジメント分野で確立されつつあるマルコフ連鎖を導入している。
- ③ 仮定条件、維持管理行動、LCC 評価式を適時変更することで、どのインフラ施設にも対応できる。
- ④ 個別の施設を対象とする以外にも、道路舗装と下水道管路施設、双方の施設を包括的に評価ができる。

○図・表・写真等



動的計画法を用いた基本的な評価流れ



劣化状態の例

下図：下水道の劣化状態を把握した直近の期からの経過時間が2期 ($t=2$) および、その時の道路の劣化状態が $i_t=2$ 、把握していた時の下水道の劣化状態が $i_s=0$ である場合に、LCC が最小となる維持管理方策は「R₁:道路舗装だけを更新する」であることを表している。

道路と下水道施設の集合的維持管理方策の分析結果

劣化状態		t 期 (劣化状態を把握した直近の期からの経過時間)									
道路舗装	下水道管路	0	1	2	3	4~5	6~18	19	20~99	100	
0	0	W	W	W	W	W	G	G	G	R ₂	
	1	W	W	G	G	G	G	G	G	R ₂	
	2	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	
	3	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	
1	0	W	W	W	W	W	G	G	G	R ₁₂	
	1	W	W	G	G	G	G	G	R ₁₂	R ₁₂	
	2	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	
2	0	R ₁	R ₁	R ₁	R ₁	G	G	G	G	R ₁₂	
	1	W	W	G	G	G	G	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	
	2	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	
3	0	R ₁	R ₁	R ₁	R ₁	G	G	G	G	R ₁₂	
	1	R ₁	G	G	G	G	G	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	
	2	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	
	3	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	R ₁₂	

*W:何もしない、R₁:道路舗装だけを補修する、R₂:下水道管路だけを補修する、R₁₂:道路と下水道管路を同時に補修する、I:下水道管路を点検する。

左図：本稿で扱う劣化状態の考え方を示しており、例えば、 $t=0$ 期で、道路・下水道の劣化状態は $i_t=0, i_s=0$ (新品)である施設が、 t 期の経過とともに劣化状態($i=0, 1, 2, \dots$)が進行する。 $t=10$ 期で、道路の劣化状態が $i_t=s_t+1$ である場合、これを「施設の故障状態」と定義することで、施設の維持管理水準の確保も考慮している。