

リスクを考慮した土木構造物の維持管理計画手法について

大成建設（株） 堀 倫裕  
 大成建設（株） 亀村 勝美  
 大成建設（株） 畠中 千野  
 （財）鉄道総合技術研究所 村田 清満  
 （財）鉄道総合技術研究所 佐藤 豊

1.はじめに

近年、公共性の高い土木構造物に対する効率的な予防保全の実現や、そのコストや効果に対する説明責任の完遂への要請が高まる中、客観的かつ定量的な維持管理計画手法の導入が求められている。このような方法論の構築にあたっては、複数施設を群で管理できること、実務者が現実に行っている維持管理活動（点検や補修等）を記述できること、計画的かつ効率的な予防保全の実現に資する定量的な意志決定支援情報を提供できること、等が要求される。

そこで本研究では、以上のような要件を満たした、より実用的な方法論の構築を行った。以下に方法論の概要、技術的特徴、今後の展望を述べる。

2.方法論の概要

本研究で構築した方法論は、図1で示すように、構造物の劣化や劣化進行を制御する行為（点検や補修等）を行列やベクトルでモデル化し、これらを組み合わせることで構造物の将来の状態遷移を

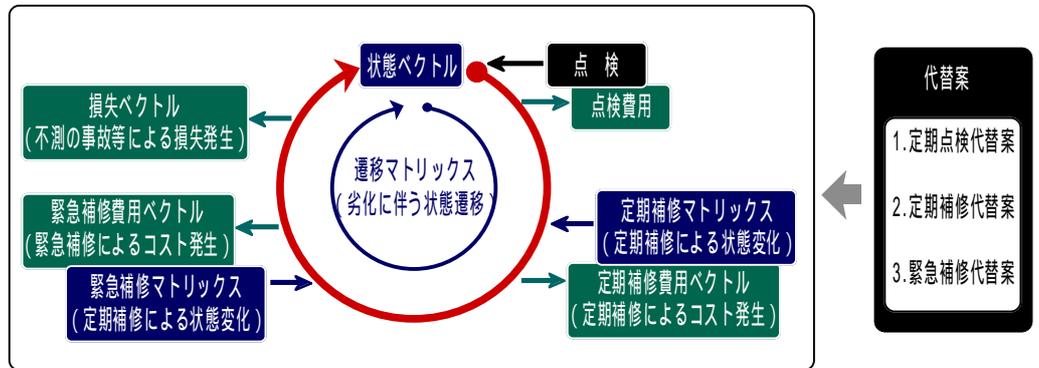


図1. 構造物の劣化と管理サイクル

シミュレートし、その過程で発生するリスクを含んだトータルコストを算出するものである。

3. 方法論拡張に関する技術的特徴

1) データベースの作成とエレメントグループ化

ここではまず、情報の管理や補修対策の単位となるような部材（エレメント）を1レコードとしたデータベース化を図る。（図2参照）

つづいて、対象エリアのネットワークをエリア 管轄 路線 構造物 エレメントに階層化し、物的属性を構造化する。さらに各エレメントの置かれている状況（周辺環境や劣化の支配要因等）から環境属性を決定する。こうして、同一種別の部材を物的属性と環境属性との組み合わせによって再分類し、エレメントグループを作成する。

トータル名称: S1トンネル (山内在来)		Code: S1	
要素	属性	属性	属性
L11	L12	L13	L14
L15	L16	L17	L18
L19	L20	L21	L22
L23	L24	L25	L26
R11	R12	R13	R14
R15	R16	R17	R18
R19	R20	R21	R22
R23	R24	R25	R26

No.	エリア	管轄	路線	構造物	部材種別	部材名称	数量 (個)	単位	基本	点検履歴	補修履歴	備考			
										1998	1999	2000	2001	2002	備考
1	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A11	99.9	at	A-a1	S					
2	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A12	99.9	at	A-a2	S					
3	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A13	99.9	at	A-a3	S					
4	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A14	99.9	at	A-a4	S					
5	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A15	99.9	at	A-a5	S					
6	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A16	99.9	at	A-a6	C					
7	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A17	99.9	at	A-a7	C					
8	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A18	99.9	at	A-a8	S					
9	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A19	99.9	at	A-a9	S					
10	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A110	99.9	at	A-a10	S					
11	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A111	99.9	at	A-a11	S					
12	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A112	99.9	at	A-a12	S					
13	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A113	99.9	at	A-a13	S					
14	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A114	99.9	at	A-a14	S					
15	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A115	99.9	at	A-a15	C					
16	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A116	99.9	at	A-a16	S					
17	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A117	99.9	at	A-a17	C					
18	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A118	99.9	at	A-a18	S					
19	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A119	99.9	at	A-a19	A					
20	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A120	99.9	at	A-a20	B	AA	2002			
21	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A121	99.9	at	A-a21	A					
22	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A122	99.9	at	A-a22	B					
23	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A123	99.9	at	A-a23	S					
24	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A124	99.9	at	A-a24	C					
25	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A125	99.9	at	A-a25	S					
26	山内	山内	山内	S1トンネル	アーチ	S1-A126	99.9	at	A-a26	S					

図2. データベース

キーワード：維持管理計画，リスクマネジメント

連絡先：東京都新宿区西新宿 1-25-1 新宿センタービル Tel：03-5381-5296 Fax：03-3345-0490

同一エレメントグループに属する部材を、同じ劣化特性を示す群として扱うことにより、大量の構造物や部材を取り扱うことが可能になる。

2) 行列・ベクトルを用いたモデル化

図1で示したように、構造物の状態推移や劣化進行を制御する行為を行列やベクトルで記述し、これらを組み合わせることで、実際の現象や複雑な活動を再現することができる。さらに、操作性の高いモデル化手法であるため、複雑な問題に対処できる。

3) 遷移マトリクス等を用いた確率論的劣化予測

大量の構造物や部材を取り扱うためには、たくさんの部材をグループ化する必要がある。その際、同一グループに属する大量の部材は、それぞればらつきをもって劣化しており、確定的に予測することは困難である。

本方法論では、遷移マトリクス等を用いた確率論的劣化予測を行うことで、劣化のばらつきに起因する予測誤差を小さくすることができ、必要な精度を満たしながら、大量の構造物や多様な部材数を扱うことを可能にしている。(図3参照)

4) リスクを考慮した総合的なライフサイクルコスト評価

本方法論では、点検補修などの直接費とリスク(年間期待損失)との和をトータルコストと定義し、これを指標とすることで、(i)施設の重要度、波及被害等を考慮した代替案評価、(ii)異種構造物間の対策優先順位の検討、等が可能となる。

5) 定量的かつ多様な意志決定支援情報の作成と提示

シミュレーションの結果得られる費用とリスクの情報を様々に組み合わせることによって、定量的かつ多様な意志決定支援情報を提示することができる。これにより、一人の意志決定者が判断を行う際にも、各代替案を様々な角度から分析することが可能であり、また、各管理階層に属する意志決定者が必要とする多種の情報の提示も可能である。

4. おわりに

この方法論は、比較的簡便で、操作性の高いものであり、一般的な実務に活用可能と考える。また、計画的かつ効率的な予防保全の実現に資する定量的な意志決定支援情報を提供できる方法論であると考えられる。

今後の課題としては、(i)各項目の精度の向上、(ii)数理的最適化手法の導入、等が挙げられる。

参考文献

1) 水谷，他；経年劣化構造物の維持補修計画最適化に関する研究，JCOSSAR'95 論文集

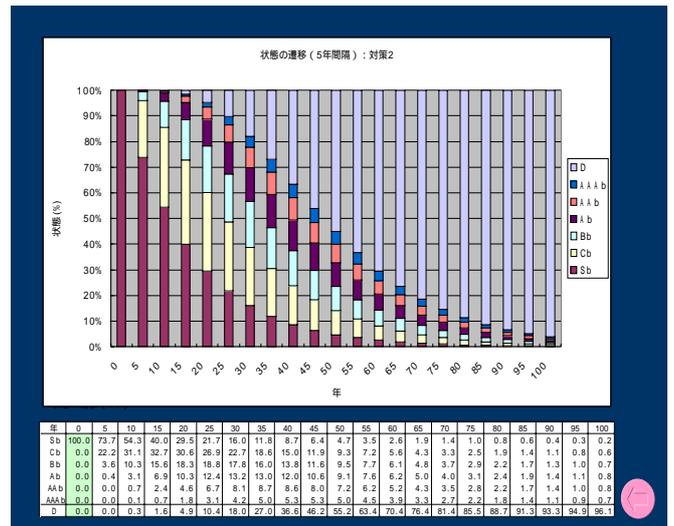


図3. 確率論的劣化曲線

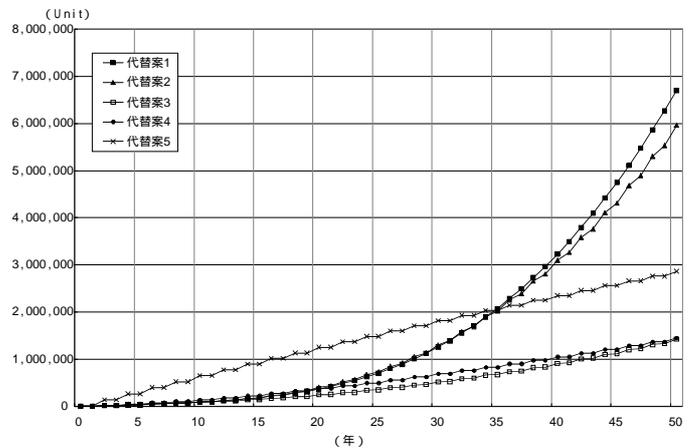


図4. 累積トータルコスト

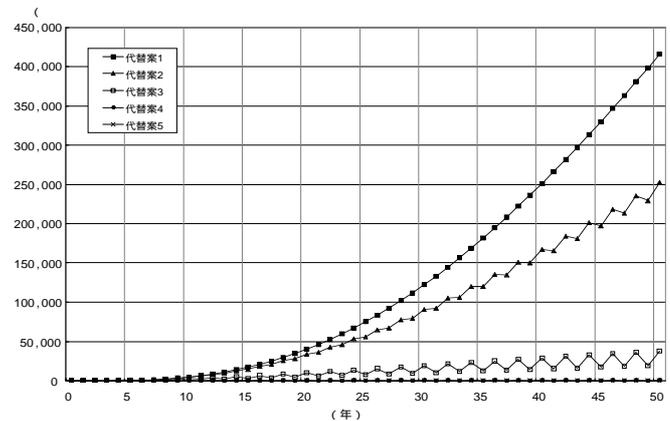


図5. 単年度変動リスク