

農業用水路(RC)の目地・壁面劣化進行モデルの検証

Verification of Model on Deterioration Progress for the Face of Wall of Irrigation Canals

今泉眞之，北村浩二，本間新哉，加藤敬

Masayuki IMAIZUMI, Koji KITAMURA, Shinya HONMA, and Takashi KATO

1. 背景・目的 わが国の農業水利施設は，今後，更新時期を迎え莫大な維持補修費が必要になると予想されている。そのため，予防保全によってライフサイクルコスト(LCC)の低減と施設の長寿命化を図ることが求められている。LCC を検討する場合，劣化状態の把握もさることながら以後の劣化進行を的確に予測することが重要である。小牟穂ほか(2002)は，栈橋を対象とし，梁・床版を小領域に分割した各施設毎の劣化進行がマルコフ連鎖モデルで表現できるとした劣化進行モデルを提案している。しかし，実際の施設で時系列的データが不足しているため，このモデルの妥当性の検証は十分とは言えない。ここでは，時系列データが得られた N 土地改良区の農業用水路の水路壁面劣化の劣化度データをマルコフ連鎖モデルで解析し，モデルの検証を行った。

2. 調査対象水路と劣化現象調査 北陸地域の N 土地改良区が管理する供用 8 ~ 40 年の用水路 (表1) を選定し，水路摩耗の劣化について，9 段階による健全度評価基準 (表2) による劣化度評価を1バレル毎に行った。水路は補修がなされている。特にA水路(2)区間は，1983年から1997年までに，数回にわたり補修を行い，現在3%の区間のみが未補修の状態である (図1)。

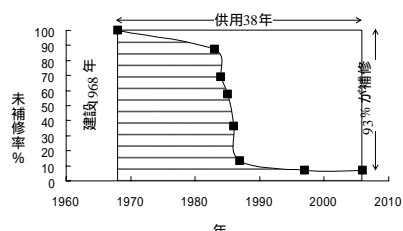


図1 A水路(2)の補修状況
Repair record of A(2) canal

表1 調査水路のリスト
List of investigated canals

水路名	調査対象延長(m)	区間数(バレル)	補修有無	建設	補修、改修年
A水路	(1)	908.5	81	補修有り	S41~42年 S57~H9年
	(2)	3762.5	433	"	S41~42年 S57~H9年
	(3)	661.0	72	"	S41~42年 S57~H9年
	(4)	376.0	38	"	S41~42年 S57~H9年
B用水路(S45)	1404.0	81	補修無し	S45年	嵩上(実施年不明)
C用水路	985.0	194	"	H6年	なし
D用水路H9年	873.5	127	"	H9年	なし
E用水路S55年	511.5	104	"	S55年	なし
F用水路H10年	1627.5	161	"	H10~11年	なし
G用水路	1082.5	130	"	S54年	嵩上(実施年不明)
計	12192.0	1421			

表2 水路摩耗劣化の基準
Deterioration index of canal wall

健全度	定義	標準的な状態
5	コンクリートの表面に流水の影響による変状が無い状態。	表面がなめらかで健全な状態。施工完了後のように、コンクリート表面が滑らかで、設計で考慮した粗度係数が保たれている状態。
4.5		5と4の中間
4	セメントベーストが流出する期間。	表面のセメントベースト分が流出し、ざらついている。
3.5		4と3の中間
3		表面の細骨材が流され、粗骨材が見え始めている。
2.5	細骨材が流出する期間。	3と2の中間
2		粗骨材の粒子が半分程度露出している。
1.5		2と1の中間
1	鉄筋の腐食により耐力が低下する期	粗骨材が剥離し、断面の減少がはっきりわかる。部分的に鉄筋露出が観察される。

3. マルコフ連鎖モデル ある水路区間のバレル毎の劣化進行を示すマルコフ連鎖モデル (小牟穂ほか，2002)は，次式のように示せる。ここで， x は遷移率， t は施設の使用年数 (年) である。

農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

キーワード：農業用水路，劣化進行，マルコフ連鎖，摩耗

4. 劣化度分布の遷移 図2に、A水路(2)以外の建設、補修年毎の劣化度分布を、図3にA水路(2)内の劣化度分布図を示す。図では横軸に劣化度、縦軸に建設、補修年毎の劣化度が占めるバレルの割合をとって確率的に表現してある。これらの図より、建設、補修年毎の劣化度分布は、ある劣化度にピークを持ち、ばらついた分布を示し、供用年が古くなるに従い、劣化度が増加していく傾向が認められる。

$$\begin{matrix} \text{劣化度} \\ \begin{pmatrix} 5 \\ 4.5 \\ 4 \\ 3.5 \\ 3 \\ 2.5 \\ 2 \\ 1.5 \\ 1 \end{pmatrix} \end{matrix} = \begin{pmatrix} 1-x & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ x & 1-x & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & x & 1-x & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & x & 1-x & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x & 1-x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1-x & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & x & 1-x & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & x & 1 \end{pmatrix}^t \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

x: 遷移率

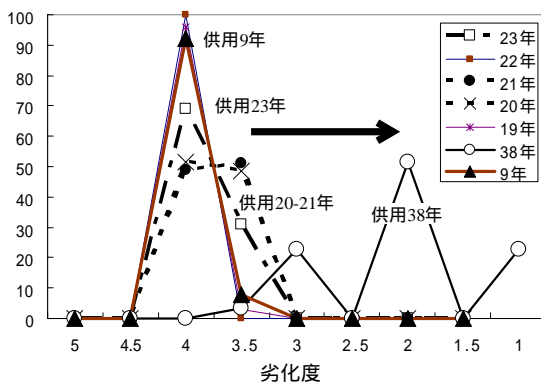
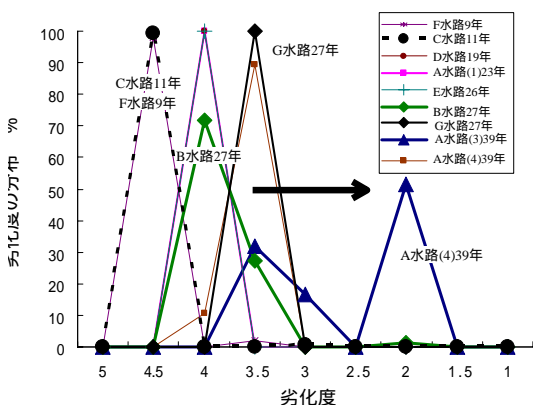


図2 水路摩耗劣化分布
Deterioration distribution of canal wall

図3 A水路(2)区間の水路摩耗劣化分布
Deterioration distribution of A(2) canal wall

5

5. 考 察 図4に遷移率 0.1 と 0.15 の場合のマルコフ連鎖モデルによる摩耗劣化度分布の計算結果を示す。供用 20 年付近の劣化度を 4 にあわせた場合、供用 35 年の劣化度のピークは実際のピークより劣化度が小さくなるなどいくつかの問題はあるが、概略の劣化度分布を説明している。しかし、詳細に劣化度分をあわせようとした場合、同じ地域の水路でも供用年に違いにより遷移率を変える必要がある。

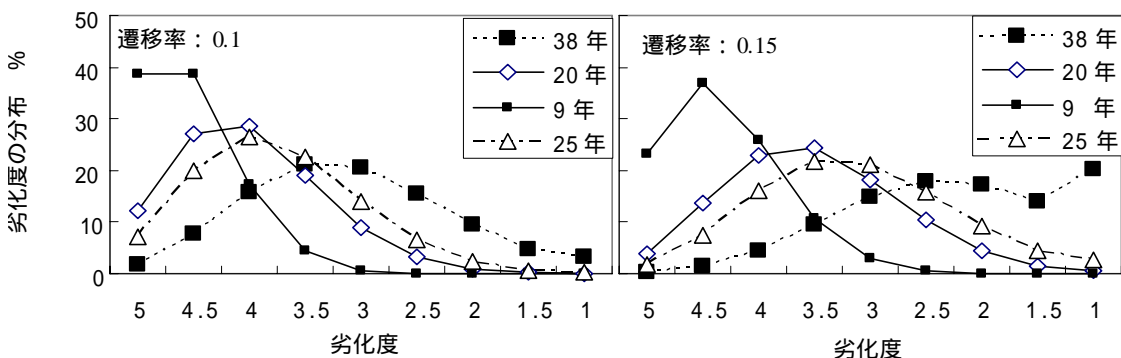


図4 マルコフ連鎖モデルによる水路摩耗劣化度分布の計算結果
Results of Deterioration distribution of canal wall by Markovian transition probability model

参考文献：小牟穂建一，濱田秀則，横田弘，山路徹：RC 栈橋上部工の塩害による劣化進行モデルの開発，港湾空港技術研究所報告，第 41 巻，第 4 号，2002 . 12