

新旧点検要領データを活用した橋梁部材劣化の検討

Investigation Bridge Member Deterioration by

using New and Old Bridge Inspection Code Data

北見工業大学 学生会員○樺山哲也 北見工業大学 F 会員 大島俊之 北見工業大学 正会員 山崎智之

北見工業大学 正会員 三上修一 北見工業大学 正会員 宮森保紀

1. はじめに

昭和 30～40 年代の高度経済成長期に膨大な数の橋梁が建設されてきた。今後、多くの橋梁が架け換え時期を迎えることになるため、補修や更新に必要な費用は爆発的に増加する。そのため、工事コストや維持管理費の縮減など総合的なコスト縮減への取組が進められてきている。このような背景から、維持管理により橋梁の延命化を図ることが急務の課題となっている。

また、橋梁点検において平成 16 年から新点検要領案が実施されており、長年蓄積されてきたデータを基に劣化予測を行うにあたって、旧点検要領による点検データとの統一化が課題となる。(以下、新点検要領による点検データを“新点検データ” 旧点検要領による点検データを“旧点検データ” いう)

本研究では、最初に新点検データを旧点検データへ換算して用いる。

換算データを基に、長期的な維持管理計画の検討を可能にする BMS(橋梁維持管理システム)の重要な要素である。劣化予測の検討をマルコフの遷移確率を用いて行い、北海道内の国道橋の環境による劣化進行の違いを検討した。

2.点検実績データの換算

2. 1. 概要

前章で述べたように、今回使用する点検実績データは新点検データと旧点検データの二種類に分かれている。新点検要領による点検は、まだ期間が短く、これまで蓄積されている点検データは旧点検要領によるものがほとんどであることから、新点検データを旧点検データに換算することとした。

損傷の程度について新点検は(a,b,c,d,e)旧点検は(OK,IV,III,II,I)と共に 5 段階で評価されているが、損傷の評価基準に新点検と旧点検では様々な違いがあり、d⇒II, b⇒II, というようにランク毎に単純に置き換えることができない。したがって研究では、新点検データから旧点検データへの換算の手法についてまず検討した。

2. 2. 換算表を用いた換算

腐食、防食機能の劣化、ひびわれ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、床版ひびわれ、舗装ひびわれの 7 種類の損傷については、換算表を用いて換算した。(表 2-1)

表2-1 腐食の換算表				
区分	新要領案		旧要領案	
	損傷		部材	
	深さ	面積	主	2次
a	損傷なし		OK	
b	小	小	Ⅲ	Ⅳ
c	小	大	Ⅱ	Ⅲ
d	大	小	Ⅱ	Ⅲ
e	大	大	Ⅱ	

2. 3. 換算表に載っていない換算

換算表に載っている 7 種類の以外の損傷について考える。まず、新点検要領と旧点検要領では扱う損傷の種類が違い、新点検では 26 種類、旧点検では 36 種類あり、内容にも違いがある。(表 2-2)

表2-2 損傷種類(コンクリート部材)			
旧点検要領		新点検要領	
(7)	ひびわれ	(6)	ひびわれ
(8)	剥離・鉄筋露出	(7)	剥離・鉄筋露出
(9)	遊離石灰	(8)	漏水・遊離石灰
(10)	豆板・空洞	(9)	抜け落ち
(11)	すりへり・侵食	(10)	コンクリート補強材の損傷
(12)	抜け落ち	(11)	床版ひびわれ
(13)	鋼板接着ぶの損傷	(12)	うき
(14)	床版ひびわれ		

よって、換算表にない損傷については以下のように対応することとした。

①点検と新点検両方で扱っている損傷
→点検調書を基に旧点検要領で評価し直す。

②点検から新しく追加された損傷
→独自の換算表を作成する

以下に換算例を示す。

①の例

X 橋、高欄、変形欠損 c



損傷も小さく二次部材であることから変形の IV と換算する。

②の例

表2-3 うきの換算表	
新要領 ランク	換算後 ランク
a	OK
-	-
-	-
-	-
e	剥離・鉄筋 露出のⅣ

うき：新点検において、a(損傷あり),e(損傷なし)の 2 段階で評価される。剥離・鉄筋露出になる手前の段階であると考え e はⅣに換算する。(表 2-3)

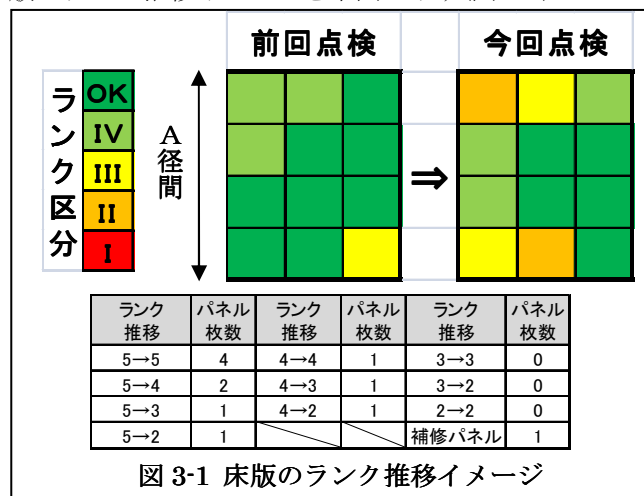
3.劣化予測

3. 1. 概要

2 章で換算したデータを基に、橋梁の劣化予測を行う。本研究ではマルコフ遷移の概念を用いて、劣化予測を行う。また今回は鋼主桁、コンクリート主桁、コンクリート床版を対象部材とし、北海道内の地域ごとに、国道橋の劣化予測を行った。以下にその手順を示す。

3. 2. 健全度ランク推移表の作成

2章で換算したデータを基に、橋梁の劣化予測を行つために、パネル毎のランクの推移を表にまとめた。ある床版のランク推移イメージを下図に示す(図 3-1)。



推移表を作成するときの留意点として、
同一パネルに複数の損傷が存在した場合

→パネル内の損傷数を基にランクごとの比率により算出する。例えば、あるパネル内にランク II の損傷が 2 つと、ランク III の損傷が 3 つあった場合のランクは $II=0.4$ パネル、 $III=0.6$ パネルとなる。

ランクの推移が逆転しているパネル(III→IV など)

→補修・補強の効果と考え、検討から除外する。

点検間隔が 4～11 年のものを取り扱う

→旧点検要領では 10 年サイクルの点検、新点検要領では 5 年サイクルの点検が示されていることから、点検が 1 年前倒しになった、場合と 1 年先送りになった場合を考慮した。

以上の点に留意して、データを整理した。(表 3-2)

A 地域	ランク推移										部材 Dc	建設部	21
点検年 間隔	5-5	5-4	5-3	5-2	4-4	4-3	4-2	3-3	3-2	2-2	推移 総計		
4	32	9	9	0	0	0	0	0	0	0	17		
5	862	53	61	4	32	35	0	3	0	0	188		
6	2029	293	315	4	105	111	1	52	6	7	893		
7	1960	256	381	136	96	120	0	34	2	3	1027		
8	1191	90	244	10	44	62	0	31	4	1	486		
9	2970	245	583	17	89	110	3	66	2	1	1116		
10	1323	108	221	3	55	43	2	146	1	0	579		
11	1221	96	124	8	45	132	0	28	2	0	436		
総計	11588	1149	1938	181	467	613	6	361	16	12	4743		

3. 3. マルコフ理論を用いた遷移確率の算出

推移表を用いてマルコフの遷移確率を算出する。最初に OK→OK, IV→IV, III→III, II→II となっているパネルを状態を維持しているパネル、その他のパネルを状態が変化するパネルとし、各点検間隔ごとに、その割合を算出していき、次に点検間隔のバラツキを考慮し遷移確率の統一をはかるため、1 年毎の遷移確率 P を求めた。最後に各点検間隔年ごとのパネル総数を考慮した重み付き平均を求めた(表 3-3)

以上より得られた遷移確率を用いて、マルコフの確率

点検間隔	パネル数	1 年の遷移確率 P		
		5→5	4→4	3→3
4	49	0.899	0.000	0.000
5	1050	0.975	0.863	1.000
6	2922	0.957	0.886	0.982
7	2987	0.954	0.891	0.994
8	1677	0.969	0.896	0.986
9	4086	0.973	0.913	0.996
10	1902	0.978	0.941	0.999
11	1657	0.985	0.883	0.995
総計	16331	0.961	0.784	0.869
重み付き平均		0.968	0.897	0.990

変数表を作成した(表 3-4)

	OK	IV	III	II	I
OK	0.968	0.032			
IV		0.897	0.103		
III			0.990	0.010	
II				0.500	0.500
I					1.000

3. 4. マルコフ遷移を用いた橋梁部材の劣化予測

前項より得られた確率変数表を用いて、各部材の劣化予測を地域毎に行う。(EHI=OK のパネル数×1.0+IV のパネル数×0.75+III のパネル数×0.5+II のパネル数×0.25+I のパネル数×0.0) (図 3-2)

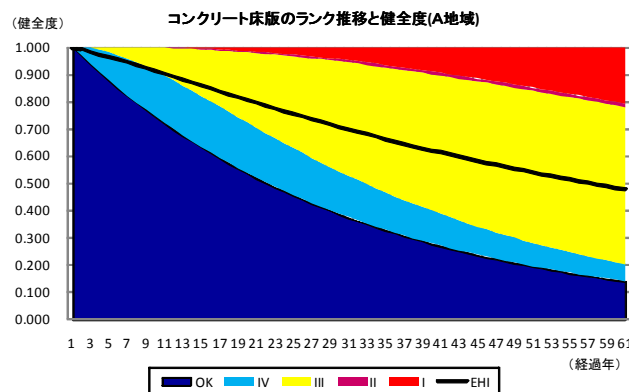


図 3-2 Dc のランク推移と健全度 (A 地域)

地域ごとの EHI の比較をグラフに示す。(図 3-3)

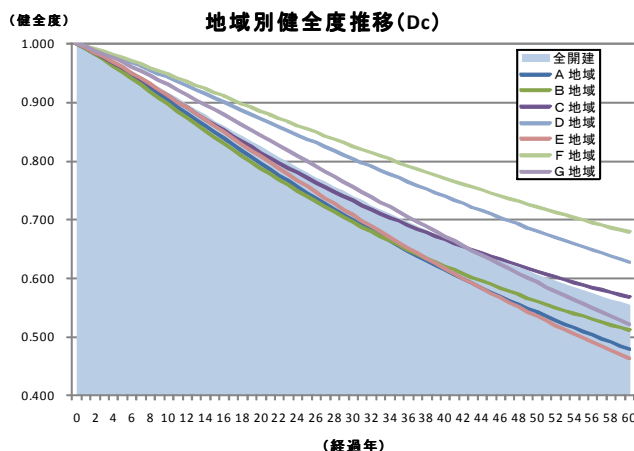


図 3-3 地域別健全度推移 (Dc)

4. まとめ

- ・新点検のデータを旧点検のデータに換算することで、これまで蓄積されてきた過去のデータと合わせて実データによる劣化予測を考えることができる。
- ・マルコフを用いた劣化予測では地域ごと部材ごとの劣化の特性を把握することができた。
- ・今後は、主桁、床版以外の部材についても劣化予測をしていきたい。

(謝辞)

本研究を行うにあたり、(株)ドーコンの加藤静雄様、丹波郁恵様、寒地土木研究所の佐藤京様には貴重な意見を賜りました。ここに感謝の意を表します。

(参考文献)

竹田俊明, 実績データに基づく橋梁の劣化予測とマネジメントに関する研究 p36-p92
大島俊之, 建設系アセットマネジメント, 森北出版