

大阪市立大学工学部 正員 日野 泰雄
 大阪市立大学工学部 正員 西村 昂
 (株)青木建設 中井 昭彦

1. はじめに 近年、道路をはじめとする土木施設に対する維持管理及びそれに伴う情報収集（これらを含めて一般に維持管理システムと言われる）の重要性が見直されてきており、筆者らも路面損傷の調査を実施してきた。しかしながら、これらの検討に必要なデータ収集については種々の制約があり、十分な成果を得る迄には至っていないのが実情といえる。本稿では、具体的なデータを用いて道路損傷の発生状況を分析するとともに、効果的な巡回のあり方を検討するための1つのアプローチを示すこととした。

2. データの種類と内容 本稿の分析に当っては、建設省国道工事事務所の維持出張所で昭和56年4月～58年3月の2カ年に収集されたデータ及びそれらに関連する種々のデータを用いた。それらの主な種類と内容は表-1に示す通りである。

表-1 データの種類と内容

種類	項目	内 容	備 考
道路損傷等に関するデータ		路線別、月別、曜日別に表-2に示す種類の全データ	巡回日誌を中心にデータを収集した。
巡回に関するデータ		巡回日時、正開及び距離、発生損傷の明番と件数、処置方法等に関するデータ	(他に苦情におしのもある)
その他のデータ		交通量、橋梁延長、信号機設置数、各明道、地域面積等要因分析に必要なデータ	交通量統計等の関係資料に於ける

3. 損傷等の発生状況に関連する分析 損傷等の種類別発生状況を表-2に示す。これを見ると、道路の供用性に大きな影響を与えと思われる路面等の損傷が全体の30%（車道部分23%）であるのに対して、看板、ビラ、ゴミ等の落下・放置に関するものは60%にも達していることがわかる。次に、これらの損傷（とくに路面等の損傷）について要因分析を行なった。（但し、対象データはS57年度の1路線に絞った。）その結果を表-3、4に示すが、いずれも自動車交通量を中心とした要因（例えば、商業地域率等も交通量との相関が高い）による影響が大きいことがわかる。また、従来の調査分析結果では、これらに加えて供用年数や橋梁延長等の要因の影響も大きいことが指摘されている。

表-2. 損傷発生状況

種類	路面損傷等 (a)										その他 (b)				(c)			
	凹凸		ひびわれ		その他		小		放		ゴ		小	合				
項目	亢	凹	凸	小	水	ば	龜	ジ	側	歩	付	小			放	置	物	類
	件数 ¹⁾	2,327	7,924	4,542	10,447	8,765	98,765	2,734	3,819	43,400	34,400	38,156	13,569	10,389	10,389	10,389	17,382	
(C)に対する 発生率 ²⁾	1.8	6.0	3.4	9.4	1.6	5.2	5.3	12.1	2.0	2.4	2.9	7.3	30.5	30.3	52.9	52.9	(100)	
(a)に対する 発生率 ³⁾	5.7	19.4	11.2	30.8	5.2	17.0	17.3	39.5	6.6	7.8	9.4	23.9	100	41.7	41.6	41.8	(100)	

注1) 56, 57年の平均値で、単位は (件/km・年) である。

注2) 放置物には、看板、ビラ、廢材などが含まれる。

注3) ゴミ類には、ゴミ、土砂などの落下物が含まれる。

注4) その他には、照明灯の不備などが含まれる。

表-3. 損傷の種類と各要因間の単相関係数

種類	交通量	大型車交通量	信号機設置数	道路延長	商業地域率	工業地域率
合	0.6011	0.2000	0.4932	0.0007	-0.3153	0.5572
坑・凹凸	0.2925	0.2054	0.0559	0.2317	-0.2607	0.3258
亀裂・はく離	0.7037	0.0366	0.5635	-0.1040	-0.5157	0.7488
マンホール	0.5186	0.3926	0.4556	-0.0300	-0.3546	0.5089

* 歩道部分を除く全ての損傷を含む。

4. 巡回水準設定のためのアプローチ ここでは、1路線（対象延長13km）を1km区間に分割し、その中での損傷発生（言い換えれば巡回による発見数）を分析することによって、損傷発生確率あるいは巡回間隔による損傷発生率を算定することとした。図-1には、1km区間における損傷発生間隔の分布の一例（坑の場合）を示す。また、これらを基に損傷発生確率及び放置確率を設定するための回帰式を表-5、6に示す。これらは表裏一体の関係にあり、その扱え方によっていずれにも表わせるものである。（ただし、データの集計方法が異なるため、回帰係数の値も異なる。）また、表中の①～④は、各々、坑、歩道・側溝・付着物、はく離、凹凸、亀裂、マンホール・ジョイント部、水たまりを指す。尚、ここでは、供用性への影響の大きさにより、次のように整理した。

表-4. 重回帰分析結果の一例

説明変数	単相関係数	偏回帰係数	標準化偏回帰係数
坑	0.557	1.572	0.991
歩道・側溝	0.578	0.918	0.598
付着物	0.600	4.373	0.356
はく離	0.619	0.592	0.227
凹凸	0.628	6.961	0.181
(CONSTANT)		-54.834	
交通量	0.601	0.007	0.930
大型車交通量	0.643	0.032	0.330
S	0.660	-16.358	-0.426
R	0.666	-1.695	-0.138
(CONSTANT)		-48.454	
坑	0.749	0.523	0.900
S	0.761	3.000	0.213
R	0.769	0.930	0.206
L	0.770	0.166	0.294
I	0.774	0.151	0.158
(CONSTANT)		-21.370	
T	0.704	0.022	0.754
B	0.707	0.003	0.083
R	0.708	-0.321	-0.071
S	0.709	-0.965	-0.069
(CONSTANT)		-23.182	

(影響度順位) ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦
 (損傷の種類) (穴)-(溝)(溝溝)(溝溝)-(凹)-(凹凸)-(亀裂)-(ひびく)-
 (処置率の相対) 1.0 0.50 0.38 0.30 0.19 0.09 -

ところで、最適な(あるいは効果的な)巡回の水準は、基本的には巡回に要する費用と損傷の発見による便益(言い換えれば、損傷の放置に伴う潜在的な損失)との関係から設定されると考えられる。このうちとくに問題となる後者、つまり損傷放置に伴う損失($L_m(I)$)については、表-6の結果をもとに次のように表わすことができる。

$$L_m(I) = Y_m \left\{ \sum_{k=1}^I T_m \{ D_m(k) - D_m(k-1) \cdot (I+1-k) \} \cdot Q \right. \quad \text{---- (1) あらゆる場合に}$$

$$L_m(I) = Y_m \cdot \{ T_m \cdot D_m(I) \cdot I \} \cdot Q \quad \text{---- (2) }$$

ここに、 m : 損傷の種類、 T_m : 損傷 m の総件数、 Y_m : m における費用(損失)係数、 Q : 平均(日)交通量

I : 巡回間隔、 $D_m(k)$: 巡回間隔 k における損傷 m の放置率、ただし $D_m(0) = 0$ である。

式(1)は個々の損傷の発生時期を考慮したものであり、式(2)は全ての損傷が最も長く放置された状態を表わすものといえる。一方、実際には各路線の交通量等によって影響の程度が異なることや各種制約から、道路ランク別に巡回基準を設ける必要があると思われる。このとき、式(2)より影響指数($R(I)$)なるものを次のように設定し、この $R(I)$ の管理基準値(許容値) R^* を道路ランク別に与えることによって、各道路ランク別の巡回頻度(間隔)が式(4)より設定されることになる。ここで β_m 、 R_i^* は管理の基準となるので、総合的な判断より設定する必要がある。 $R(I) = \sum_m \beta_m \cdot \{ T_m \cdot D_m(I) \cdot I \} \cdot Q$ ---- (3) $R_i(I) \leq R_i^*$ ---- (4)

ここに、 β_m : 損傷 m の影響度係数であり、これに前述の処置率相対値を代入すれば、 $R(I)$ は処置の必要度を表わすことになる。

以上のことから、巡回水準設定のための基本的なアプローチは次のようになる。

- ① 路線別に巡回による損傷発見数(損傷発生件数)の分布を調べる。
- ② ①の結果から、損傷発生確率又は放置率算定式を作成する。
- ③ 損傷種類の費用係数又は影響度係数を設定する。
- ④ 式(1)、(2)を用いて費用便益分析的に、あるいは式(3)、(4)を用いて損失の代用としての影響指数が許容値以下となるような水準を設定する。

また、図-2には式(2)を用いた損失の算定例を示す。ただし、図中の値は、巡回間隔1日の場合を1としたときの相対的な値である。

5. おわりに 以上、本稿では実際の巡回作業のデータを用いて、損傷の発生状況およびそれに影響する要因について調べるとともに、実用的な巡回水準を設定するための1つのアプローチを提示した。しかしながら、ごく限られたデータによる結果であり、今後はさらにデータを集積するとともに、式中の諸係数を設定するための方法などについて検討する必要があると考えられる。

尚、本研究に際してデータを提供して頂いた建設省の関係機関及び関係者諸氏に対して感謝の意を表したい。

(参考文献) 1. 日野、西村;「土木施設の維持管理システム構成に関する一考察」、土木計画学研究会発表講演集, vol. 1, pp. 121~123, 1979

2. 西村、日野、上田;「土木施設の維持管理システムの評価に関する一考察」、昭和54年度土木学会関西支部年次学術講演概要, IV-41-1~2, 1979

3. 日野、西村;「維持管理システムの例からみた評価手法に関する一考察」、土木学会第34回年次学術講演概要, pp. 288~289, 1979

4. 日野、西村;「道路維持管理システムの構成について」、第14回日本道路会議特定課題論文集, pp. 289~291, 1981

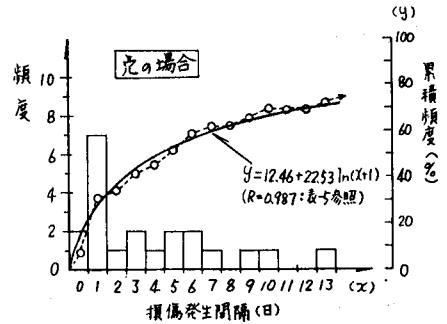


図-1. 1 km区間における損傷発生間隔の分布

表-5. 損傷発生確率算定式群

損傷の種類	回帰係数*		相関係数
	a	b	
(1)	12.46	22.53	0.987
(1,2)	45.39	24.88	0.932
(1,2,3)	47.57	28.27	0.959
(1,2,3,4)	61.84	24.99	0.933
(1,2,3,4,5)	68.25	23.03	0.942
(1,2,3,4,5,6)	73.93	19.20	0.922
(1,2,3,4,5,6,7)	75.68	18.05	0.913

* 回帰式は $y = a + b \ln(x+1)$ 。
 x : y は経過日数、損傷発生率である。

表-6. 損傷放置率算定式群

損傷の種類	回帰係数*		相関係数
	a	b	
(1)	17.20	20.45	0.987
(1,2)	55.94	20.80	0.931
(1,2,3)	55.37	25.10	0.978
(1,2,3,4)	73.20	18.80	0.967
(1,2,3,4,5)	76.04	20.12	0.938

* 回帰式は $y = a + b \ln x$ 。
 x : y は巡回間隔、損傷放置率である。

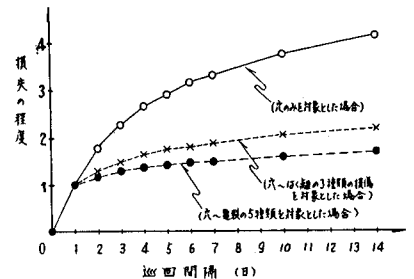


図-2. 巡回間隔における損失の算定例 (1 km区間)