

第 部門 下水道管きよを起因とする道路陥没発生度評価

関西大学大学院工学研究科 学生会員 濱本 淳平
 関西大学大学院・環境都市工学部 フェロー会員 和田 安彦

1. 緒論

高度経済成長期以降に急速に整備された下水道管きよは徐々に老朽化が進行しており、下水道管きよを起因とする道路陥没（6,600 件/年）は増加の傾向にある。そして、近年の財政状況からは法定耐用年数による総ての更新は困難であること、また道路陥没は人命や財産を脅かす危険性があることから、早期の対策が必要となる。そこで本研究では、下水道管きよを起因とする道路陥没調査を用い、アイテム（供用年数、管種、管径）を多変量解析によって、道路陥没の発生要因として定量的に評価し、各アイテム内のシェア割合を考慮することにより、下水道管きよを起因とする道路陥没発生度の評価を行う。

2. 陥没発生度の定義

本研究において陥没発生度の評価を行うにあたり、下水道管きよを起因とする道路陥没の発生要因として挙げられる、供用年数、管種、管径を選定した。これは本管、取付管を対象とした、管きよの老朽化が引き起こす道路陥没と定義する。算出方法においては、数量化理論第 類によって算出されるアイテム間の重みを表すレンジに、陥没件数をシェア割合で除したカテゴリー間の重みを表すアイテム内の重みを掛け合わせ定量的に評価する。なお、道路陥没調査には道路区分、歩車道区分においても記載されていたが、自動車等の荷重は路盤構成によって考慮されているため、その影響は小さいとし、本研究では除外した。

3. レンジの算出

(1)対象都市の選定

本研究では、古くから下水道事業に携わっており、老朽化した下水道管きよのストック数、下水道管きよを起因とする道路陥没件数がともに多いと考えられる六大都市（東京都、横浜市、名古屋市、京都市、大阪市、神戸市）を選定し、数量化理論第 類による解析を行った。

(2)解析結果及び考察

数量化理論第 類による解析を行うにあたり、外的基準変数を陥没レベル、説明変数を供用年数、管種、管径とした。解析結果を表 1 に示す。相関比は 0.419、的中率 80%と良好な値を示しており、偏相関係数、レンジの順位においても、ともに一致していることから、レンジの信頼性は高い。このことから、レンジの順位より供用年数、管種、管径の順に道路陥没へ影響を与えていることが明らかとなった。

4. アイテム内の重みの算出

本研究におけるアイテム内の重みとは、供用年数、管種、管径の陥没件数を各々のカテゴリーによるシェア割合で除したものである。陥没件数は平成 19 年度道路陥没調査、シェア割合は下水道統計¹⁾を用いて算出を行った。算出結果を表 2 に示す。なお管種のシェア割合において、本研究では対象をCP、HP、VUとしているが、シェア割合には

表 1 数量化理論第 類による解析結果

サンプル数 490 (影響大 N₁=245 影響小 N₂=245)

アイテム	カテゴリー	度数	スコア	グラフ	偏相関係数	レンジ
供用年数	30年未満	63	0.631		0.503 (1)	1.702 (1)
	30 X<40	84	1.008			
	40 X<50	109	0.348			
	50年以上	234	-0.694			
管種	C P	367	0.320		0.346 (2)	1.501 (2)
	H P	106	-1.161			
	V U	17	0.339			
管径	300以下	410	0.081		0.110 (3)	0.494 (3)
	300<D< 600	80	-0.413			

相関比 0.419 的中率 80%

影響大 ← -1.5 0 1.5 → 影響小

表 2 アイテム内の重み

アイテム	カテゴリー	重み (pt)
供用年数	30年未満	0.002
	30 X<40	0.032
	40 X<50	0.112
	50年以上	0.854
管種	C P (陶管)	0.889
	H P (鉄筋コンクリート管)	0.107
	V U (硬質塩化ビニル管)	0.004
管径	300以下	0.204
	300<D< 600	0.796

RH（更生管）等も含まれているため、シェア割合の合計は 100%とはならない。また管径のシェア割合においても同様に、本研究では 600mm 未満を対象としているため、シェア割合の合計は 100%とはならない。これではアイテム間に偏りが生じてしまう。そこで、各々の算出した値を各アイテム内で合計し、その値を各アイテムの値で除したものを各アイテム内の重みとした。これらアイテム間の偏りをなくすことによって、本研究による陥没発生度の妥当性を検討した。

5. 陥没発生度の評価

前述のレンジ、及びアイテム内の重みを掛け合わせるにより、陥没発生度の評価を行う。その陥没発生度の分析結果を表 3 に示す。各々の供用年数、管種、管径を定量的に評価することによって順位付けが可能となった。VU は他の材料と比較して壊れにくい材質ではあるが、供用年数が 50 年以上経過した下水道管きょにおいては、陥没が発生しやすいことが明らかとなった。これは管種における影響以上に供用年数 50 年以上の管きょが示す老朽化による危険度が優ったことによる結果である。

また、陥没発生度の上位 1 位、2 位に着目すると供用年数においては 50 年以上、管種においては CP となっており、さらに上位半分以内においても供用年数 50 年以上、管種 CP が含まれており、老朽化した下水道管きょが陥没発生に大きく影響していることが明らかとなった。これは、50 年以上経過した下水道管きょにおいて、異常が多くみられること、また CP は他の材料と比較し、劣化しやすく壊れやすいことがその要因として挙げられる。

6. 結論

下水道管きょを起因とする道路陥没を対象とした、平成 19 年度道路陥没調書をもとに陥没発生度の定量評価を行った。本研究によって得られた知見を以下に示す。

- ・ レンジの順位より供用年数、管種、管径の順に道路陥没へ影響を与えていることが明らかとなった。
- ・ 供用年数においては 50 年以上、管種においては CP が陥没発生に大きく影響していることが明らかとなった。

以上のことから、供用年数 50 年以上、管種 CP においては、陥没発生度も高い値を示すことから、法定耐用年数に近づくと危険度が増す。さらに耐久性に劣る CP においては VU 等の耐久性、耐食性に優れた管種に更新を行うことが必要となり、これらの要因を取り除くことによって、下水道管きょを起因とする道路陥没の発生抑制が行えるようになる。

また、本研究では、実データを用いた評価を行っているため、膨大な量を要する下水道管きょを各々の劣化予測等によって考慮すること自体を省略することが可能となる。なお、本研究に用いた道路陥没調書は平成 19 年度より集計されているため、単年度のデータではあるが、今後のデータの蓄積によって、さらに妥当性が増す。

【参考文献】

- 1) 社団法人日本下水道協会：下水道統計（昭和 61 年度，平成元，5，9，12，16 年度版） 要覧

表 3 陥没発生度の分析結果

順位	供用年数(年)	管種	管径(mm)	陥没発生度(pt)
1	50年以上	CP	300<D< 600	3.180
2	50年以上	CP	300以下	2.888
3	50年以上	HP	300<D< 600	2.007
4	40 X<50	CP	300<D< 600	1.917
5	50年以上	VU	300<D< 600	1.853
6	30 X<40	CP	300<D< 600	1.781
7	30年未満	CP	300<D< 600	1.731
8	50年以上	HP	300以下	1.715
9	40 X<50	CP	300以下	1.625
10	50年以上	VU	300以下	1.561
11	30 X<40	CP	300以下	1.489
12	30年未満	CP	300以下	1.439
13	40 X<50	HP	300<D< 600	0.744
14	30 X<40	HP	300<D< 600	0.608
15	40 X<50	VU	300<D< 600	0.590
16	30年未満	HP	300<D< 600	0.558
17	30 X<40	VU	300<D< 600	0.454
18	40 X<50	HP	300以下	0.452
19	30年未満	VU	300<D< 600	0.403
20	30 X<40	HP	300以下	0.316
21	40 X<50	VU	300以下	0.298
22	30年未満	HP	300以下	0.265
23	30 X<40	VU	300以下	0.162
24	30年未満	VU	300以下	0.111