

下水道管きよの最適更新時期評価手法の検討

株式会社栗本鐵工所

正会員

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. 結論

都市の発展とともに整備された我が国の下水道管きよは、供用年数が50年を経過したものが増加してきている。下水道管きよの耐用年数は50年と設定されているため、老朽化とともに大規模な維持管理・更新が必要となる。現在では下水道管きよを起因とする道路陥没や管路閉塞といった日常生活や社会活動に重大な影響を与える問題が多数発生し、陥没に至っては2005年度に約6,600箇所も起こっており、陥没による社会的損失は莫大なものとなっている。そのため、下水道事業もこれからの維持管理時代に対応した更新時期判断基準の策定が必要とされている。本研究では、下水道事業におけるストックマネジメントの導入にあたり、ライフサイクルを考慮した適切な管きよの更新時期を定め、計画的に維持管理、運営していくため、更新時期の算定に必要な要因の選定及び定量を行い、それを用いて判断手法を検討し、最適更新時期の算出を行った。

2. 最適更新時期判断に必要な要因の選定

下水道管きよのライフサイクルにおいて発生が考えられる要因として初期整備費用、社会費用（交通渋滞）、維持管理費用、管更生工法費用をとりあげた。

3. 各要因の定量化

(1) 工事費用

算出にあたり、下水道管整備費用関数（日本下水道協会）、既存管きよの管径別シェア割合（日本下水道協会）、製管工法整備単価（NETIS）、平成19年度道路陥没調査を用いた。また管更生工法における小口径管きよにおいては選定した製管工法では対応できないため形成工法とし、積算より単価の算出を行った。算出結果を表1に示す。

(2) 社会費用(交通渋滞)

平成17年度交通量センサスにおける一般道路の日平均交通量と大型車混入率の平均値に近似される条件の道路を選定し、工事は夜間工事を基本として算出を行った。算出結果を表2に示す。

(3) 維持管理費用曲線

算出にあたり、用いた都市のデータは、早くから下水道事業に取り組み、老朽管きよが多く存在すると考えられる六大都市（東京都、横浜市、名古屋市、大阪市、京都市、神戸市）、及び近畿圏から無作為に抽出し、計17団体による各都市の維持管理費用単価を下水道統計（日本下水道協会）より算出した。また、国土交通省の平成19年度管路修繕実態調査を用い、各都市の下水道管きよの代表年を以下の式で算出した。

$$Y = \frac{\sum(n \times l_n)}{\sum l_n} \quad ()$$

ただし、 Y ：代表年(年)、 l ：管路延長(m)、 n ：経過年数(年)、これらのデータを回帰分析により、維持管理費用曲線として定式化したグラフを図1に示す。

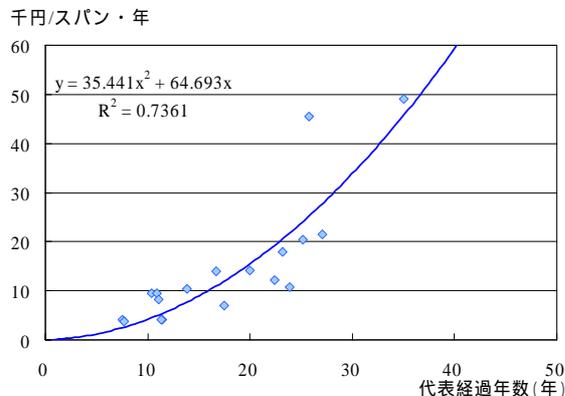


図 1 維持管理費用曲線（2次関数近似）

表 1 整備単価

初期整備単価	178 千円/m
管更生工法単価	84 千円/m

表 2 社会費用

初期整備による交通渋滞費用	53 千円/日
管更生工法による交通渋滞費用	17 千円/日

キーワード 下水道管きよ, 改築工事, 更新時期, LCC 年価法

連絡先 〒550-8580 大阪市西区北堀江1丁目12番19号 栗本鐵工所 TEL06-6538-7731

4. 評価手法の検討

以上より算出した各原単位を各評価手法に対し、下水道管きよ 1 スパン (30m) に適用する。算定に用いる原単位を表 3 に示す。

(1) LCC 年価法

LCC 年価法は利子率を含めたトータルコストを元利均等払いによって評価する手法である。社会的割引率 4% (国土交通省) を用い、以下の式により LCC 年価を最小とする最適更新時期の算出を行った。

$$AC = \sum_{k=0}^n \frac{CF_k}{(1+i)^k} \times \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad ()$$

ただし、AC: LCC年価(P)(円/スパン・年)、i: 社会的割引率(%), n: 経過年数(年)、CF_k: k年目における費用(円/スパン・年)である。

パターン として、更新時期に達した管きよを布設替えにより更新する場合のグラフを図 2 に示す。結果、LCC 年価を最小とする更新時期は 83 年となった。また、パターン として、更新時期に管更生工法による更新を含めた場合のグラフを図 3 に示す。この場合での最適更新時期は 64 年となった。

(2) LCC 累積法

LCC 累積法は検討期間を定め、その期間においてのトータルコストを最小とする手法である。しかし、この手法は想定したシナリオにおいて評価が可能であり、優劣を判断するときには有効な手法である。現状では実データがなく、そのシナリオは全て仮定のものになってしまうため、最適更新時期判断の評価手法としては適していない。

5. 結論

下水道管きよを対象とした、最適更新時期の判断に必要な要因の選定、及びその定量をした上で、最適更新時期の算定を行った。本研究によって得られた知見を以下に示す。

- 1) LCC 年価法を用いた更新時期評価手法はライフサイクルをどの様に設定するかによって最適更新時期は異なる。
- 2) 最適更新時期の算定を LCC 年価法によって社会的割引率 4%を用いて行った結果、ライフサイクルの終りに開削工法により布設替えを行う場合、LCC 年価を最小とする更新年は 83 年となった。
- 3) 最適更新時期の算定を LCC 年価法によって社会的割引率 4%を用いて行った結果、更新時に管更生工法を用い下水道資産の有効利用を図った場合、最適更新時期は 64 年となった。
- 4) LCC 累積法を用いた更新時期評価手法はその評価期間によって更新時期が異なるといった性質があるため、下水道管きよを対象とした最適更新時期を求めることに適していない。

以上のことから、下水道管きよの最適更新時期判断の評価手法として、ここで挙げた LCC 年価法はライフサイクルにおける様々な要因を評価することが可能である。そして、管更生工法を用いるという下水道資産の長寿命化を図った場合、下水道管きよの最適更新時期は 64 年となったため、管更生工法を用いることのできないような特殊な条件を除いて更新を進めていくことが望まれる。また、ストックマネジメントを導入していくにあたってこのような投資計画の構築を進めていくことが下水道管きよを維持していくにあたり、費用の最小化を図ることが可能となる。

【参考文献】 室岡三郎：持続可能な下水道ストックマネジメントの推進，土木施工，Vol.45，No.11，pp.28-34，2004。

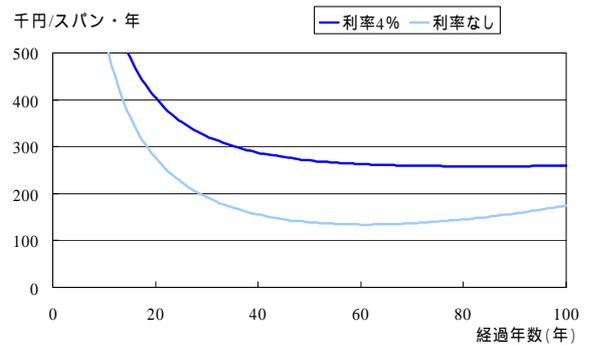


図 2 LCC年価法 (パターン)

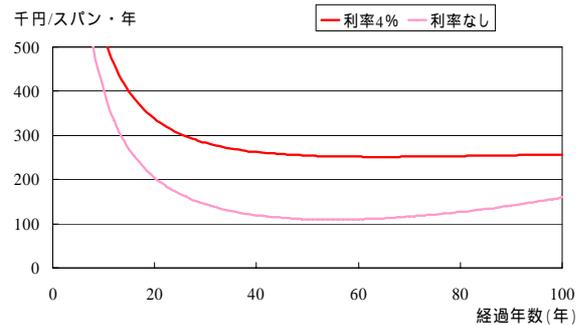


図 3 LCC年価法 (パターン)

表 3 評価手法に用いる各原単位

トータル コスト	初期整備費用 (千円/スパン)	5,431
	管更生工法費用 (千円/スパン)	2,548
維持管理費用(円/スパン・年)		$Y=35.441x^2+64.693x$