

人口減少を考慮した下水管路更新事業の平準化

環境計画研究室 小島 翔太

1. 背景と目的

現在、高度経済成長期に敷設された多くの下水管路が老朽化し、続々と更新時期を迎えている。また、今日の人口減少は顕著な問題となっており、今後さらに進行するとされる。

そこで本研究では、更新需要のピークによる更新の投資を抑えるため、更新事業の平準化を行う。平準化により、更新の先送りによってリスクが発生することを考慮し、更新する上でそれを最小にすることを検討する。そして人口減少を考慮することによって、平準化を行った際の個人の負担について検討する。

2. 研究方法

本研究では、各管路の埋設年度により、今後の各年度における更新費用を算出し、それをもとに平準化を行う検討期間を決定する。管路の耐用年数を50年とし、1年間を1期とする。検討期間で耐用年数を迎える管路を更新の対象とする。次に、各年度の更新予算額を設定する。検討期間での対象管路の更新費の総額を検討期間の年数で除したものを均一額とする。また、各管路のリスクを算出する。本研究ではリスクを、管路の危険度と管路の利用人口の積と定義する。各年度で更新予算を均一化しているため、予算が上回る年度は一部の管路の更新時期を先送りし、下回る年度は前倒しを行う際に判断基準となるためである。t期における管路iの不具合発生確率を $D_{t,i}$ とし、埋設年数をxとすると式(1)になる。

$$D_{t,i} = 0.00008x^2 + 0.0071x \quad (1)$$

リスク $R_{t,i}$ は、不具合発生確率 $D_{t,i}$ と管路iの利用人口の積であり、式(2)となる。

$$R_{t,i} = (0.00008x^2 + 0.0071x) \times P_{t,i} \quad (2)$$

これらをもとに、本研究の更新における目的関数と制約式を定義すると以下になる。

$$\min \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N Z_{t,i} \times R_{t,i} \quad (3)$$

$$(Z_{t,i} - Z_{t+1,i}) \times C_i \leq C^* \quad (4)$$

$Z_{t,i}$ はt期における管路iの更新係数とし $Z_{t,i} = 1$ は更新を全く行っていない状態を表し、 $Z_{t,i} = 0$ は更新を行ったことを表す。また、 C_i を管路iの更新費とし C^* を均一額とする。これらの条件のもとで平準化を行い比較をする。境港市の下水道整備100%のところをモデル地区とする。

	検討期間
CASE1	2036~2043年
CASE2	2036~2046年
CASE3	2036~2050年
CASE4	2030~2059年

3. 結果

平準化を行わない場合は、最大と最小の差が大きいのにに対し、平準化を行うとこの差が小さくなる。平準化を行ったCASE2からCASE5では、検討期間の初年度を最小とし、最終年度を最大として負担額が年々上がっている。これは、人口減少により1人当りの負担が大きくなっているからである。

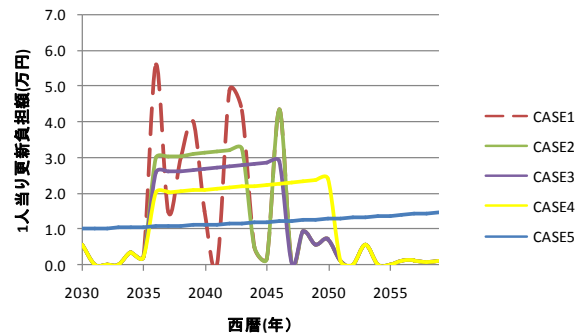


図1 年度毎の1人当り更新負担額

表2 各ケースのリスク

CASE	平準化期間	リスク(人)	
		全体	年度最大
1	平準化せず	0	0
2	2036~2043年	257	2036年 117
3	2036~2046年	833	2036年 147
4	2036~2050年	2941	2036年 433
5	2030~2059年	7303	2030年 724

4. 結論

検討期間を広げるとリスクが大きくなるが、個人の負担は小さくなる。対して狭くすると逆になる。よって、リスクと個人負担のバランスを考慮し、検討期間を設定し平準化を行うことが重要である。