

コストキャップ型下水道の導入効果 ～低コスト型下水道整備で持続可能な下水道経営を～

森田弘昭・橋本 翼・深谷 渉・小川文章

1. コストキャップ型下水道とは

我が国の平成24年度末における汚水処理施設の普及率は88.1%¹⁾となっているが、中小市町村を中心に未だ1,500万人が汚水処理施設を利用できない状況にある。一方で、普及の遅れている中小市町村では、人口減少、高齢化の進展等による厳しい財政事情等に直面している。そこで、国土技術政策総合研究所下水道研究部では、厳しい地方財政を前提条件として、持続的に下水道経営が可能となる経営モデル『コストキャップ型下水道』を提案した。

コストキャップ型下水道とは、下水道整備及び維持管理への年間投資可能額と目標整備期間を設定し、その範囲内で持続可能な経営を目指す下水道経営モデルである。その検討にあたっては、地域の将来動向を的確に見据えて、地域条件に適合する低コスト下水道整備技術を積極的に導入するものである。

本経営モデルの提案にあたっては既往の計画手法、整備手法、維持管理方法の徹底的な見直しを行った。なお、これらの検討は、提案された経営モデルを実施する意向のある愛知県知多郡美浜町をモデル自治体として選定し共同研究を実施した。調査の開始に先立ち平成24年8月に美浜町と国土技術政策総合研究所の間で、「低コスト型下水道整備等手法の適用可能性検討に関する共同研究」の協定を締結した。

2. 検討方法と結果

2.1 目標設定と検討手順

目標として、町の財政状況を考慮した整備の促進や適正な下水道使用量単価を踏まえて、「①汚水処理原価：150円/m³、②町の年間の最大投資額：2億円/年、③整備期間：10年程度」を設定した。検討手順は、図-1の通りである。

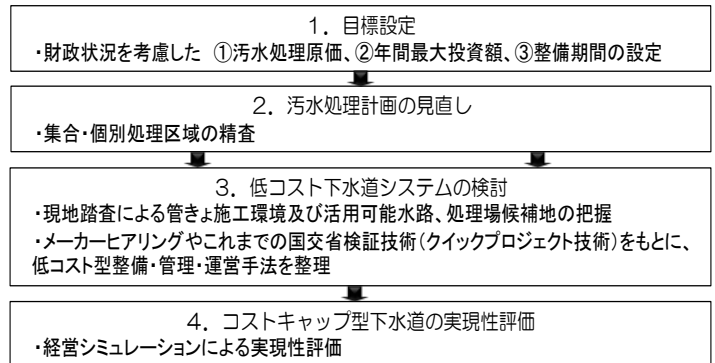


図-1 検討手順

2.2 汚水処理計画の見直し

美浜町は愛知県知多半島南部に位置し、平成24年7月末現在で人口約23,000人である。汚水処理については、人口の4割以上が浄化槽で処理されており、集中型の公共下水道は未着手である。

美浜町では、平成22年度の愛知県における全県域汚水適正処理構想（Aichi Water Recovery Plan）の見直しに合わせて下水道の基本的な整備計画に関する検討（以下、現行計画）が実施され東西の2処理区に分けて下水道整備を行う現行計画が策定された。現行計画で設定された下水道整備区域（集合処理区域）について以下のような検討手法を用いて見直しを行った。

(1) コーホート要因法による将来人口の推計

平成22年を基準年に20年後の平成42年の将来人口を推計したうえで集合処理区域と個別処理区域の経済比較を行って集合処理区域を設定した。

人口推計は、町内を8地区に分割したうえで実施する。現行計画では過年度実績に基づく地区別トレンド推計であったが、見直しにおいてはコーホート要因法（ある基準年次の男女年齢別人口を出発点として、これに仮定された生残率と出生率を適用して将来人口を計算する方法）により、より地域の実態を反映できるようにした。さらに、この検討の中で15歳から24歳までの女性人口に大学の女子学生が約3割含まれていることが分かり、これらの女子学生に相当する人口は、実態に合わせ町内では出産しないという条件を設定した。

(2)合併浄化槽の維持管理費

汚水処理施設を所管する3省が共同で作成した都道府県構想策定マニュアル²⁾には、汚水処理施設の適切な比較のために代表的な建設に関する費用関数や維持管理費用に関する費用関数が記載されている。

現行計画では、合併浄化槽の維持管理費用を6.5万円/年・基としているが、愛知県内の平均的な維持管理費用を調査し、これを調査結果に合わせ4.0万円/年・基とした。これにより、直接的に浄化槽整備が効率的な区域が増加することになる。

(3)結果

以上のような詳細な検討を実施したが、結果的には、いくつかの集落が浄化槽整備となったのみで、下水道計画区域については現行計画と大きな変更は生じなかった。しかし将来人口予測に関する最新の動向を踏まえたところ、下水道計画人口については1割ほど抑制され、施設規模の縮減が可能となった。

2.3 低コスト下水道システムの検討

(1)低コスト下水道整備技術

導入する低コスト下水道技術を幅広く収集するため、既存の下水道クイックプロジェクトの手法に加えて、下水道関連プラントメーカーや維持管理業者等を対象にヒアリングを実施し、美浜町に適用可能な手法を検討した。表-1に検討結果を示す。

(2)低コスト下水道整備技術導入によるコスト試算結果

図-2に、現行計画とコストキャップ型下水道の建設費の試算結果を示す。建設費総額で約30%のコスト削減ができると試算された。

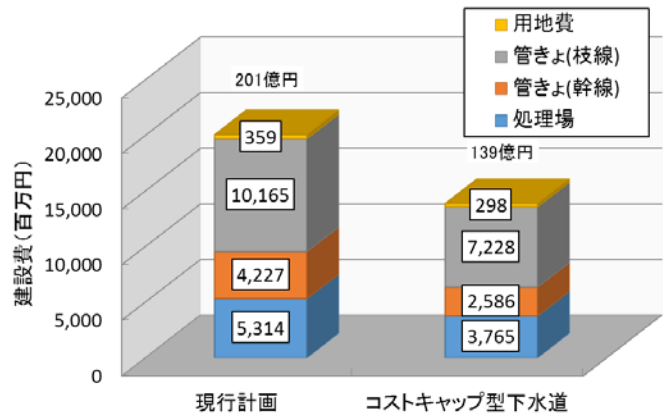


図-2 建設費の試算結果

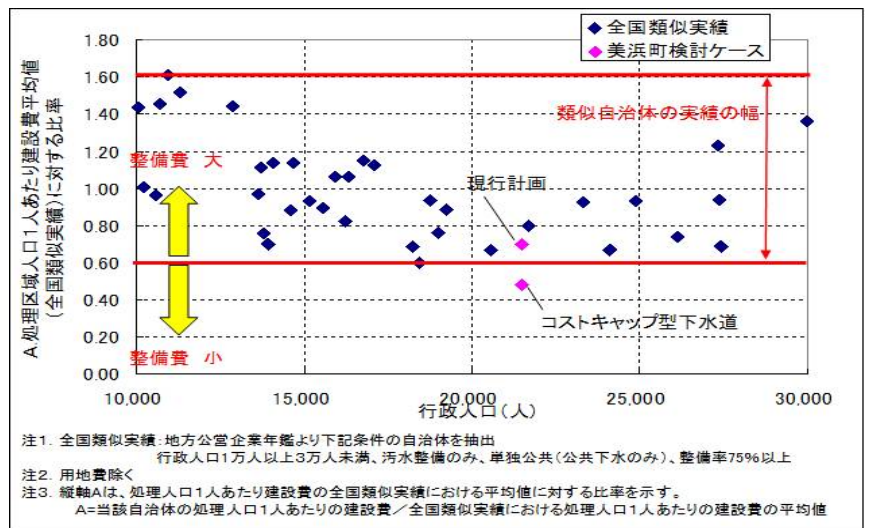


図-3 コストキャップ型下水道と類似自治体との比較

表-1 美浜町に適用可能な低コスト下水道整備技術の検討結果

		現行計画の内容・傾向	低コスト下水道整備技術の検討結果
管路施設	幹線管渠	・国道 247 号線下においては主に推進工法を採用	・国道に代わる代替ルートを選定し、開削可能区間の割合を上げることで低コスト化
	枝線管渠	・美浜町内は幅員の狭い道路が多く、施工が困難であるとともに、適用できる工法や重機が制約されるため、施工単価が割高 ・伊勢湾側の西部処理区の一部は軟弱地盤かつ平坦な地形であり、高コストの要因	・浅層埋設、曲線部における曲管の採用、小口径マンホール、改良型伏越しを活用可能な地区で全面的に採用 ・西部処理区の軟弱地盤地区は、真空式下水道システムを採用
処理施設	水処理	・東西の両処理区ともに、小規模下水道において一般的なオキシデーションディッチ法(OD法)を採用	・新技術である高負荷型 OD 法 ⁴⁾⁵⁾ の適用について詳細に検討 ・その結果、一般的な OD 法の約半分の処理時間で、処理できる本法を採用 ・これにより、建設費と維持管理費の大幅な削減が可能
	汚泥処理	・汚泥濃縮槽と遠心脱水機による汚泥処理を採用	・汚泥濃縮槽が不要となる、反応槽からの直接汚泥脱水機を採用

本検討で得られた建設費を自治体規模や下水道規模が類似した自治体と比較する。比較計算は、地方公営企業年鑑より、行政人口1万人以上3万人未満、汚水整備のみの費用、単独の公共下水道、整備率75%以上の自治体を抽出して一人当たり建設費を算出し平均値を計算して平均値との比をグラフにして図-3に示す。コストキャップ型下水道（比率=0.5）は、現行計画（比率=0.7）を上回るとともに、類似自治体の中で最も低コストとなった。

図-4に、維持管理費の試算結果について比較したグラフを示す。管渠については、真空式下水道システムを導入したこと等により、コストキャップ型下水道で費用が増加しているが、維持管理費の大半を占める処理場において、生物反応槽の容量削減による攪拌機の設置基数減等により、維持管理費が減少すると試算された。さらに、コストキャップ型下水道では包括的民間委託の導入による効果(10%削減)を見込んだ。これらの取り組みにより、維持管理費では現行計画と比較して約20%削減できると試算された。

図-5に、現行計画とコストキャップ型下水道における汚水処理原価（年あたりの建設費と維持管理の合計）の試算結果について比較したグラフを示す。現行計画の汚水処理原価(200円/m³)と比較して、コストキャップ型下水道では149円/m³であり、約25%削減された。これにより、下水道使用量単価を総務省が適正な基準として提示している150円/m³に設定しても、経費回収率は100%を上回ることになる。なお、処理区域内人口が1

～3万人という、美浜町とほぼ同規模の自治体における汚水処理原価の平均値は215円/m³であり、今回の美浜町での試算では、平均値よりも約30%安価な汚水処理原価になることが示された。

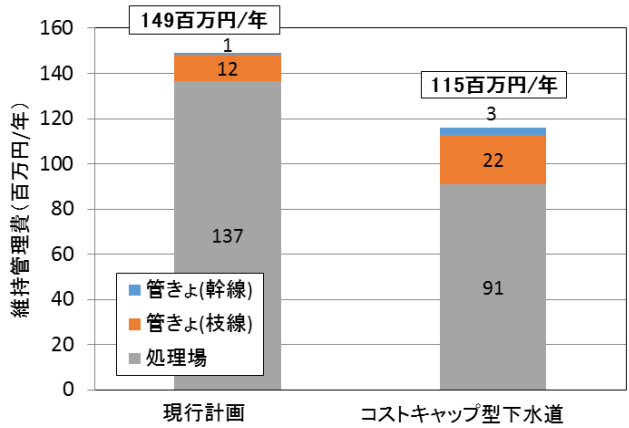


図-4 維持管理費の試算結果

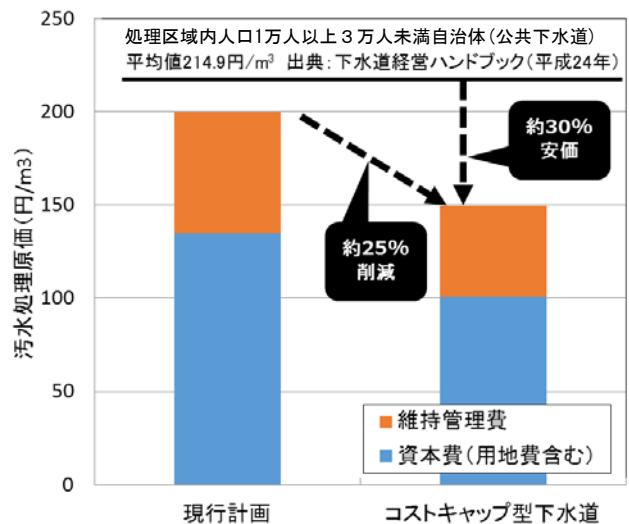


図-5 汚水処理原価の試算結果

表-2 経営シミュレーションの結果

		現行計画	コストキャップ型下水道		
水洗化率		80%	80%		
下水道使用料単価		150円/m ³	150円/m ³		
コストキャップ指標	町投資額	44.9億円	15.9億円		
	町の年間投資最大額	2.0億円/年	1.0億円/年		
整備期間	全体	32年間		11年間	
	内訳	東部処理区整備期間	1～6年目(6年間)	32年間	1～6年目(6年間)
		東部完了～整備着手のインターバル期間	7～21年目(15年間)		0年間
		西部処理区整備期間	22～32年目(11年間)		7～11年目(5年間)
			11年間		

※地方交付税措置として起債元利償還の42%を見込む

※費用については、整備期間+起債償還期間30年間の費用を示す（処理場機械電気設備の改築更新を見込む）

2.4 コストキャップ型下水道の実現性評価

前項で検討した建設費及び維持管理費を用いて、美浜町の下水道整備に関する経営シミュレーションを行った。その結果を表-2に示す。水洗化率は80%、下水道使用量単価は150円/m³で一定としてシミュレーションを実施した。なお、シミュレーション実施期間は整備完了から30年後までとした。現行計画と比較して、コストキャップ型下水道による整備では、美浜町の合計投資額が約1/3に減少し、年間最大投資額は約1/2に減少した。現行計画では、整備期間を通して町の年間投資額を最大2億円に抑えるため、東部処理区の整備完了後、起債償還を優先したことにより、その後15年間西部処理区の整備に着手できず、全体の整備完了に32年を要すると試算された。しかし、コストキャップ型下水道による計画では、建設費と維持管理費を抑えたことにより、東部処理区の整備終了後すぐに、西部処理区の整備に着手できると試算された。結果として整備期間、投資額とも当初設定した目標が達成できた。

3. まとめ

共同研究は、財政難に直面する未着手自治体に持続可能な下水道経営モデル（コストキャップ型下水道）を提案することが目的で、愛知県美浜町の協力を得てその目的を達成することが出来たが、今後は、この成果をさらなる展開につなげたいと考えている。

現在、国では、下水道技術の国際展開を考えているが技術の採用を検討する国々では個別の技術ではなく下水道経営そのもののノウハウを求めておりコストキャップ型下水道の検討手順・考え方はこのニーズに応えることができると考えている。

国内を振り返ってみると財政難に直面している自治体は未着手自治体だけでなく改築更新を迎えた着手自治体でも同様でありこれらの自治体にもコストキャップ型下水道の基本理念は活用できるものと考えている。

最後に、低コスト下水道整備技術の導入により、下水道に係る建設費及び維持管理費ともに大幅に削減することが可能であり、下水道経営にも好影響をもたらすことが示された。今後も、下水道整備の遅れている全国の自治体における未普及解消を目指し、他自治体への展開も含め、調査を進めていく予定であり、下水道技術の研究・開発に携わる研究機関や企業の方々の積極的な提案を心より期待している。

謝 辞

愛知県をはじめ関係者の皆様には、本研究において多大なるご協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省下水道部ホームページ：
http://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo13_hh_000216.html
- 2) 効率的な汚水処理施設整備のための都道府県構想策定マニュアル（案）、国土交通省下水道部、平成20年9月
- 3) 下水道クイックプロジェクトホームページ：
<http://www.mlit.go.jp/crd/sewerage/mifukyu/index.htm>
- 4) 中町和雄、藤原拓：活性汚泥モデルを用いた二点DO制御高負荷型OD法の運転条件の検討、EICA、13巻2/3号、2008年
- 5) 中町和雄、藤原拓：流入負荷変動に対する高負荷二点DO制御OD法の適応性と制御因子の検討、環境工学研究論文集、48巻、2011.11

森田弘昭



前 国土交通省国土技術政策
総合研究所下水道研究部下
水道研究官
Hiroaki MORITA

橋本 翼



国土交通省水管理・国土
保全局下水道部流域管理
官付調整係長（前 国土
技術政策総合研究所下
水道研究部下水道研究室研
究官）
Tsubasa HASHIMOTO

深谷 渉



国土交通省国土技術政策
総合研究所下水道研究部
下水道研究室 主任研究
官
Wataru FUKATANI

小川文章



国土交通省国土技術政策
総合研究所下水道研究部
下水道研究室長
Fumiaki OGAWA