

下水道管路設計における設計VE*

VE Study in the sewer pipeline design*

日下部浩司**

By Hiroshi KUSAKABE**

1. はじめに

国土交通省が平成14年8月21日発表した平成13年度末の下水道普及率は、中小市町村では大都市の約4分の1程度であり、大きな較差がある。

今後、減少する予算の中で、より効果的に中小市町村の整備率を上げるには、地域住民の意見を設計計画内に反映させ、かつできるだけ安価に下水道整備をしなければならないと考える。

そのためには、計画段階から維持管理に至るまでのライフサイクルを考慮し、最適な整備方法を模索する必要がある。

本稿では、設計VEによって、下水道設計に求められる「汚水を排除する」という機能を低下させることなく、コストを縮減させる他の方法を提案した事例を紹介する。

2. 下水道事業の現状と課題

(1) 下水道事業の現状

表-1に人口規模別下水道普及率、表-2に下水道事業予算の推移を示す。

人口規模別下水道普及率は人口10万人以上の都市では全国平均63.5%を上回っているが、人口5万人未満の中小市町村では29.5%で、下水道事業未着手の中小市町村数が966（平成13年度末現在）あり、整備が遅れている。

下水道事業予算は、平成10年度にピークを迎え、平成11年度以降減少している。平成15年度はピーク時（平成10年度）の52.6%となり、今後も減少することが予想される。

*キーワード：設計VE，代替案，既成概念

**正員外，株式会社名北総合技研

（名古屋市北区新堀町49，TEL：052-981-4916，

E-mail：kusakabe@meihoku-sg.co.jp）

表-1 人口規模別下水道普及率(H14.8)¹⁾

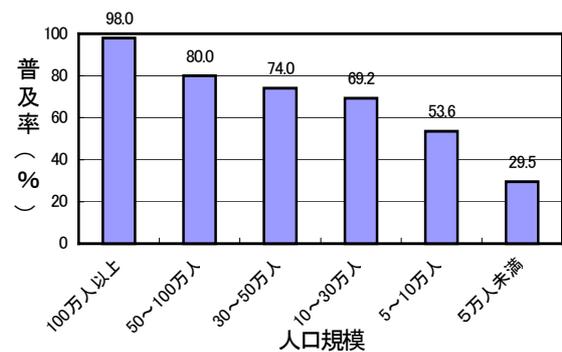
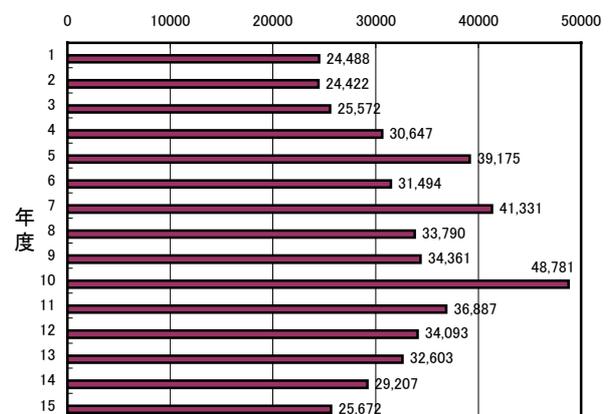


表-2 下水道事業予算の推移（単位：億円）²⁾



(2) 下水道事業のニーズ

国土交通省と（社）日本下水道協会が平成14年3月～4月に全国の住民に行ったアンケート結果³⁾では、P I（パブリック・インボルブメント：施策の立案や事業の計画，実施等の過程で，関係する住民・利用者や国民一般に情報を公開した上で広く意見を聴取し，それらを反映する住民参加の方式）に対して約70%が“住民は参画すべき”と回答しており，住民の関心の高さが読み取れる。

また，地方自治体首長が選ぶ「整備が不足していると思う社会資本」で下水道は上位にランクされている。

(3) 下水道事業の課題と対策

中小市町村の下水道整備が急務となる中、整備コストを抑え、減少する予算の中で整備率を上げる必要がある。この課題を解決するために、設計段階でVEを適用することが有効な手法の一つであると考えられる。

3. 設計VEの現状

政府は、平成9年1月に「下水道コスト縮減実行委員会」を組織し、各分野でのコスト縮減施策を定め一定の成果を上げてきた。さらに、平成9年から11年度まで3年間の行動計画の成果を踏まえ、平成13年4月より「下水道工事コスト縮減対策に関する新行動計画」を策定した。コスト縮減の更なる取り組みに着手しており、この中に設計VEの導入が位置付けられている。

日本下水道事業団が平成14年7月に発表した資料の中には、主に新規施工の処理場基本設計を対象に平成10年度に9件、平成11年度に5件、平成12年度に7件、平成13年度に23件の実施が報告されている。

しかし、多くの地方自治体において、コスト縮減効果が高いとされる設計VEは筆者の知る限りほとんど実施されていない。本来、入札時VEや契約後VEに比べ設計VEはコスト低減効果が大きい。

(図-1) 設計VEが実施されないのは以下の理由ではないかと考える。

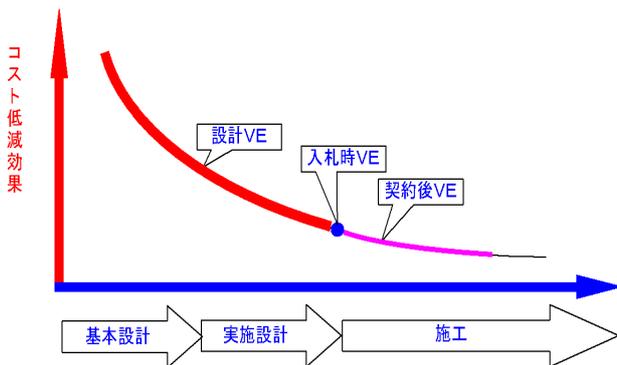


図-1 コスト低減効果⁴⁾

- ① VEが周知されていない
- ② 設計VEが普及していない
- ③ VE技術者の不足
- ④ 設計VEの評価方法

また、設計VEを浸透させるためには、事例や実

績を拠り所にする設計者自身の考え方においても、改善すべき点があると思われる。

(1) 型にはまった考え方を払拭できない

- ・新しく、かつ、より良い手法があるにもかかわらず、過去に成功した手法を引き続き使用

(2) 信用維持のための保守的姿勢

- ・失敗に対する恐怖
- ・上司への恐怖、同僚および部下への不信

(3) 他人の助言を受け入れない

- ・無難な方式、習慣への執着
- ・プライドが高い

(4) 設計基準の過度な固守

- ・一般的な設計基準に固守し、過大設計になりやすい

(5) コストを無視した過大設計

- ・必要以上に安全側で設計する

(6) 自分の価値観で決定を下す

- ・思い過ごし

今までの既成概念を払拭せず設計を行うと、標準設計では過大な設計になり結果的に高価になる場合がある。そのような場合、VEを摘要して、使用者優先の原則に立ち返り、求められる性能を追求し、創造による変更を試みるべきである。

4. 設計VE事例紹介

本章では基本設計段階で適用したVEの一例を紹介し、その効果について記す。

(1) 概要

愛知県某市より弊社が受注した下水道管路基本設計にて実施した設計VEである。

基本設計面積：約40ha

VE対象面積：約4.7ha

参加者：弊社4名

対象区域の特徴：

- ・家屋（約130件）が密集
- ・低宅地（道路面より宅地高さが1～2m低い）が25軒
- ・旧市街地内の丘陵地で非常に起伏に富んでいる

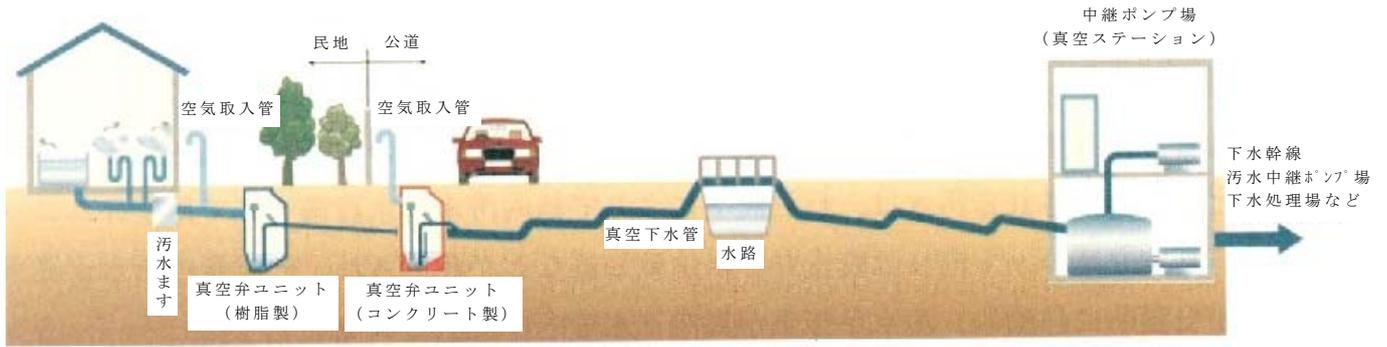


図-2 真空式下水道システムの構成⁵⁾

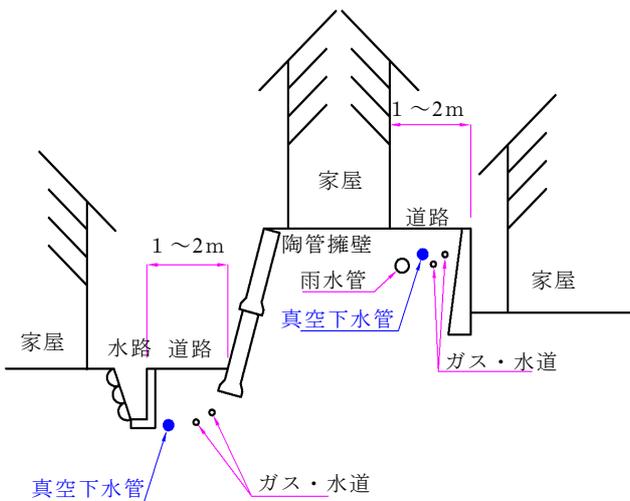


図-3 概要図

- ・地下埋設物（水道管，ガス管，雨水管）が輻輳
- ・道路幅員が，1~2mと狭い

活動目的：ライフサイクルコストの観点から経済的かつ安全に施工可能な工法の選定を行う

(2) 原設計（認可計画）

原設計では，25軒の低宅地にポンプを設けて，圧力式下水道と自然流下の組合せによって計画されていた。

(3) 原設計の問題点

現地調査後，原設計における主な問題点を抽出すると，以下の点であった。

- ①行き止まりの路線等で逆勾配となる路線がある
- ②乱開発されたため，台帳や試掘調査では確認しきれない移設不可能な地下埋設管が予想される
- ③掘削深が深くなり周辺家屋に悪影響を与える

これらの問題点を解決するため，素掘り（全線土

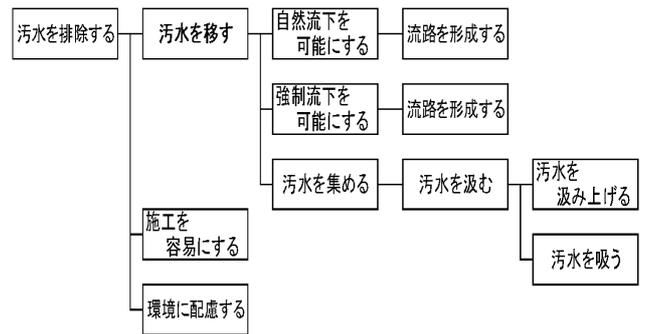


図-4 機能系統図⁶⁾

留工を必要としない掘削深 1.5m 以下) で計画することが求められた。

(4) 代替案の模索

このような条件下で，VE の手法に則り，下水道設計について機能系統図を作成し，目的と手段の関係を明確にした。「汚水を移す」という機能に着眼し，「自然流下を可能にする」以外に機能本位の発想に徹し“機能を落とすことなく同じ役割を果たす方法”はないかとアイデアを模索した。

逆勾配や低宅地を含め，全線地表勾配にあわせて掘削深を浅くする方法として，真空式下水道システム(図-4)を代替案として提案することとした。

この代替案によって，

- ①配管を浅くできる
- ②①により工期が短縮できる
- ③好気性を維持できる
- ④補償工事（家屋の影響）を回避できる
- ⑤ライフサイクルコストが経済的
- ⑥地下埋設物にフレキシブルな対応ができる

のように現場条件に合った最適な設計が可能となった。

(表-3) に，代替案と原設計の比較を示した提案書を示す。

表-3 提案書
提案書

件名	下水道管路設計				
工種名	実施基本設計				
改善理由	ライフサイクルコストを含め、経済的かつ安全に施工可能な工法の選定を行う				
改善対象	(名詞) 汚水	を	(動詞) 移す		
現状案略図			代替案略図		
代替案の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ①配管を浅く出来る ②①により工期が短縮できる ③好気性を維持できる ④補償工事(家屋の影響)を回避できる ⑤ライフサイクルコストが経済的 ⑥地下埋設物にフレキシブルな対応が可能 				
代替案の留意点・問題点	<ul style="list-style-type: none"> ①真空弁等の異常時に真空度低下となり、システム全体が停止する ②停電時対応の非常用電源が必要 				
★コスト比較	構成要素	現状案	代替案	コスト低減額	コスト低減率
	直接工事費	201,000,000 (円)	158,970,000 (円)	-42,030,000 (円)	-21 (%)
	年間維持管理費	2,550,000 (円)	1,400,000 (円)	-1,150,000 (円)	-45 (%)
		(円)	(円)	(円)	(%)
		(円)	(円)	(円)	(%)
		(円)	(円)	(円)	(%)
	合計	203,550,000 (円)	160,370,000 (円)	-43,180,000 (円)	-21 (%)

(5) 代替案の評価

具体化の中で、利点欠点の分析を行い欠点克服・洗練化することによって、原設計に比べ施工技術的には安全性の確保と経済的な施工が可能となった。また、施工時に予期せぬ地下埋設物への対応の幅が広がり、より機動性のある工法選定となった。

代替案である真空式下水道システムは、一般に平坦な地形に有利とされている。しかし、VEを適用したことによって丘陵地で、なおかつ凹凸があり、地下埋設物の輻輳した地域においても十分適用できることが実証できた。

本事例は、設計VEにより“機能を落とすことなく同じ目的を果たす方法”を模索した結果、機能を維持し、コストを下げるという価値向上の形態を実現することができた。

尚、この代替案は実際に採用され、現在供用開始されている。

5. おわりに

設計者は過去の成功例、あるいは他人が定めた標

準を繰り返し適用しがちである。ニーズや技術の変化を考慮せず、慣習、伝統に盲従（事例を大切にす）したり、標準設計を固守することが、最適な設計の妨げになる場合がある。

コストや技術的な問題などが発生した場合、意識的に過去の知識や経験を解体（VEの5原則でいう創造による変更の原則）し結合することで問題解決が可能となる。VEの特徴である機能本位に徹し、目的を原点とした発想の展開（VEの5原則でいう機能本位の原則）など、VEの基本原則を理解し、その問題解決の効果的な加工工程とされる「VE実施手順」を踏むことによって、本事例の如く最適な代替案を必然的に導き出すことができた。

コストの大半を決定する設計段階では、最新の技術を採用することへの技術的・経済的な保証を設計者個人が、あるいは部門が100%完璧に行うことは不可能である。設計者が善良な管理の下で行った設計に対しては、設計VEでの改善を理由にその責任を問うてはならないと思う。

設計VEの狙いは、原設計を見直し、より良い代替案を模索することであり、決して設計者個人の実績に対する批判でないことを強調してまとめとする。

参考文献

- 1) 国土交通省都市・地域整備局下水道部：「処理人口普及率等」：2003.5月
- 2) 国土交通省都市・地域整備局下水道部：「下水道事業予算の推移」：2003.5月
- 3) 国土交通省都市・地域整備局下水道部：「下水道の広報とパブリック・インボルブメント（PI）の推進」：2003.5月
- 4) 財) 下水道新技術推進機構：「真空式下水道収集システム技術マニュアル」
- 5) 社) 国際建設技術協会 榎本信一：「建設VE」1版, 1998.
- 6) 産能大学VE研究グループ：「新・VEの基本」11版, 2000（初版1998）.