

# 設計VEの実践的活用に向けての一考察

佐藤志倫<sup>1</sup>・平本将雄<sup>1</sup>・山下幸弘<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 ㈱建設技術研究所マネジメント技術部(〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1)

<sup>2</sup>正会員 ㈱建設技術研究所技術本部(〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1)

国土交通省による公共工事のコスト縮減に関する行動計画(平成9年度)、さらにはコスト構造改革プログラム(平成14年度)を契機に、公共工事への設計VEが試行導入されたが、当初その導入速度は十分とは言えなかった。その後、公共工事の品質確保の促進に関する法律(平成18年度)の施行に伴い、品質とコストに優れた公共調達の重要性が再認識されたことにより、国、自治体において、設計VEへの取組みが活発化し始めた。本論文は、筆者の設計VE実務経験を踏まえて、様々な事業段階、事業分野及び実施体制における設計VEの適用性に関する分析結果と、設計VEを幅広く実践的に活用していくための視点や検討課題を提言するものである。

**キーワード：設計VE，価値向上，アカウンタビリティ，LCC，PDCA，VE投資倍率**

## 1. はじめに

最近の公共事業を取り巻く社会背景の変革の一つとして、インフラ整備が従前のような量的整備から質的整備へと価値観自体が転換されてきたことがあげられる。開発事業より環境修復事業を住民参加のもとで優先的に着手したり、上位計画主体から地方分権の立場を重要視し、地域の理解促進のために様々な合意形成手法に取り組んでいるのが現状である。平成9年の公共工事のコスト縮減に関する行動計画に続く平成15年のコスト構造改革プログラムは、大きく事業のスピードアップ、計画設計から管理の各段階における最適化及び調達の最適化という従来のような初期建設コストの縮減ではなく、LCC(ライフサイクルコスト)に着眼した公共事業への改革をめざしたものである。

設計VEの促進は、この中の計画設計から管理の各段階における最適化のための具体的施策の一つとして位置付けられ、設計VEガイドライン(案)の策定などをはじめ、設計VEの実施手法もこの時期に概ね確立されたと言える。その後、平成17年の公共工事の品質確保の促進に関する法律(以下、品確法という)を契機に、品質及びコストの両面から価値の程度を向上させることが重要視され、民間技術を活用したワークショップ型の設計VEが全国的に試行導入され始めた。設計VE活動を促進できる環境が整備されたことにより、自治体を中心とする設計VEの実施状況に関する情報交換会の開催や実効性の向

上を目指して設計VEマニュアルの整備などに着手し始めた。本論文は筆者の最近の実務経験を踏まえ、公共工事における様々な事業段階、事業分野あるいは実施体制に対する設計VEの適用性に関しての独自の分析結果を紹介するとともに、今後、設計VEを幅広く、実践的に活用していくための視点や検討課題について提言するものである。

## 2. 設計VEの最近の動向

品確法を契機に公共工事において、国、自治体を問わず広範囲の事業分野で設計VEが導入され始め、道路はもとより橋梁、トンネル、河川改修から下水処理場にいたる事業において適用された。筆者の実務経験では、上記のような通常の設計業務以外でも堤防や橋梁の耐震補強、ため池改修さらには施工計画などに設計VEを適用した事例がある。いずれも設計の初期段階、すなわち基本設計あるいは予備設計段階での適用が多いが、これは価値の高いVE提案を創出することで、以後の詳細設計に向けた基本方針の確定に期待するためである。

本来、設計VEはインハウスエンジニアによる活動が奨励されているが、公共発注者の現行体制では制度的にも技術的にも対応が困難な場合があり、自治体ではVE資格者を保有する民間のコンサルタントに設計VE支援を委託する契約方式が多く採用されている。設計VEの実施方針は、基本的に地方整

備局あるいは農政局，自治体では土木部あるいは農林水産部といった機関ごとにその独自性が発揮されているが，同時に懇談会などの情報交換の場を通じて実施状況や課題点などを共有している状況にある。また，いずれの機関も企画系セクションにVE担当を設置し，VE推進のための制度整備や研修による人材育成などに努めているところである。ちなみにVE活動では，リーダーシップを発揮する能力を有すると評価されるVES資格（VESスペシャリスト）の役割が期待されるが，現時点で公共発注者に数名のVES合格者を創出し，所属機関でのVE推進に向けた牽引力となっている。

なお，筆者が公表資料や新聞記事から調べた地方自治体における設計VEの実施状況を図-1に示す（平成20年6月時点）。これによると，設計VEを実施している自治体は半数以上となっている。

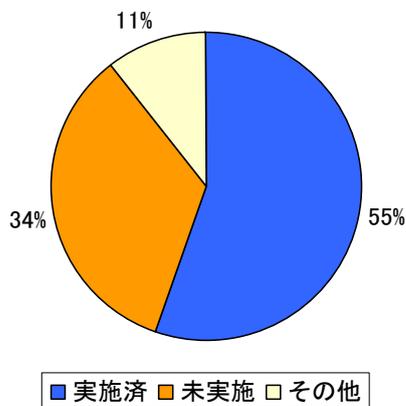


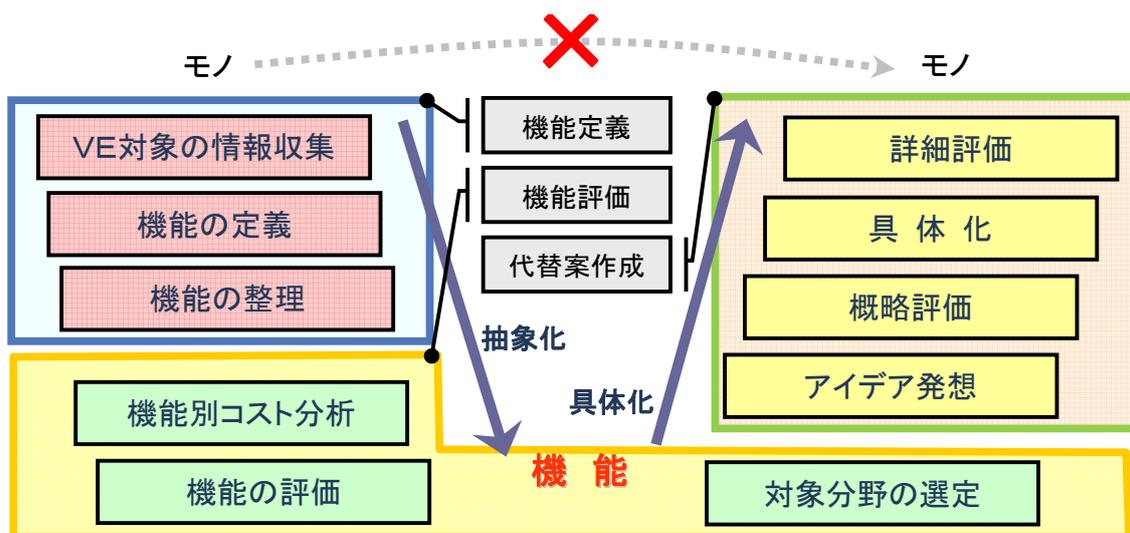
図-1 設計VEの実施状況（地方自治体）

### 3. 設計VEに期待される効果

設計VEに期待される効果は，大きく次のとおりであると考えられる。

- ① 品質確保とコスト縮減の実現
- ② 説明性の向上
- ③ 組織連携による活性化

このうち，②説明性は価値向上を図るために論理的に構成された実施手順を第三者にわかりやすく説明できる点で，これまで不透明感のあった事業執行のあり方を改善できる場所である。とくに着手から完成にいたるまで長期間を要することが多い公共事業において，要求される機能に立ち返って価値を評価するVE手法の適用は，実施過程そのものに論理的な説明への適用性が高いとされる。さらに，③組織連携による活性化は，一連の機能的な研究を組織的に行うことで技術力の向上や継承につながることを期待できることである。とくに組織の壁を越えたチーム編成によるワークショップ活動は，中立性及び客観性の高い意見を生み出し，技術面のみならず組織力強化に寄与できるものと考えられる。図-2は設計VEの実施手順を簡潔に説明するフローである。従来設計との相違は，設計VEがモノとモノを比較することではなく，モノを一旦機能（要求される機能）に抽象化し，アイデア発想により新たなモノ（代替案）に再構築していくことにある。これにより，既存の成果にとらわれず公共として要求される機能を達成できる理にかなったモノを創出することが期待できる。



.....➡ : 従来の比較設計の思考

➡ : VEの思考

図-2 設計VEの実施手順の説明フロー



写真-1 設計VEのワークショップ風景



写真-2 チーム活動によるVE提案

#### 4. 設計VE実施上の特性

公共工事の実施プロセスは、政策的な視点で上位計画を前提とした当該事業の役割、予算などを位置づけ、事業者、受益者及び協力者における合意形成のもとで総合案を構築していくことである。このため、事業に要求される機能は将来にわたって確実に発揮させることが必須条件となるが、公共工事では、着手するまでに多くの調整行為を伴い、機能の位置づけ（VEでは機能定義という）が不明確となってしまうケースも見られる。計画当時と着工時の社会背景が異なることにより事業価値自体が低下したり、時には要求される機能の優先度が異なることがあり得るのである。すなわち、公共工事の執行に際しては、長期的に確保できる機能を確実にとらえ、地域への合意形成を図ることができる価値の高い事業を実現させていくことが重要課題となる。

設計VEとは、既存成果すなわち当初事業計画や設計成果に対して改めて関連情報を精査のうえ、要求される機能に立ち返り価値の高い代替案を創出す

る研究方法である。ここでは刻々変化する社会背景を前提に、事業の実施段階、事業分野あるいは実施体制などの特性を踏まえて、設計VEの適用性を改めて分析してみた。

#### (1) 事業実施段階と設計VEの適用性

##### a) 事業実施段階ごとの特性

事業の実施段階と設計の実施段階とは関連性が深い。当初計画段階での設計は基本設計（または概略設計）などと呼ばれ、予算化のための概略コスト算定を行う多い。事業が進捗するに伴い、予備設計さらには詳細設計と実施段階が進んでいく。予備設計では、技術的課題の解決が図られ、概ねの事業特性や基本形式などの構造が決定される。詳細設計にいたっては工事発注を前提とした技術面、施工面での検討も行われ、設計段階における最終成果とも言える段階となる。このように、設計の実施段階によって情報や設計精度も大きく異なるため、これらを対象とした設計VEの適用性についてもそれぞれ特性がある。これまでの実務経験から、設計の実施段階（基本設計段階、予備設計段階、詳細設計段階）別に価値向上への期待、制約条件、提案の自由度と言った視点から傾向を分析した結果を表-1に整理してみた。表-1に示したとおり、一般的には提案の自由度が高く、制約条件等も少ない事業の上流段階で設計VEを行う方が、大胆かつ価値の高いVE提案が期待されるが、提案の実現性の面でやや課題が残る傾向にある。

表-1 設計の実施段階による設計VE適用性

段階	価値向上への期待	制約条件	提案の自由度
基本設計	・原案次第では効果大 ・価値評価基準が必要	・事業目標次第 ・予算と時期など	・企画から提案可 ・自由度は高い
予備設計	・基本型式など見直し ・価値向上の期待大	・主に関係法令 地元要望など	・設計理念提案可 ・自由度やや高い
詳細設計	・確実なコスト情報と制約条件により提案 ・実現性が高い	・地質調査、用地、 ・関係機関協議など	・構造施工が主体 ・自由度やや低い

##### b) 事業実施段階でのVEへの動機付け

表-1に示したとおり提案の自由度が高く、制約条件等も少ない事業の上流段階で設計VEを行う方が、大胆かつ価値の高いVE提案が期待されるが、一方で情報の確実性が小さいことから、実現性の面では

必ずしも課題が無いわけではない。これらを勘案して、効果的に設計VEを適用するための主な着眼点、言い換えれば動機付けを表-2のように分析してみた。これにより、設計VEは事業のあらゆる段階で適用は可能であるが、それぞれ動機付けが異なることがわかる。全般的な傾向としては、提案の幅も広く実現性の点でも一定の評価ができそうな予備設計段階で設計VEを行うことが多いようである。

表-2 事業実施段階で予想される動機付け

段階	予想される主な動機付け
基本設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 緊急性は高いが費用対効果に不安があり明確化したい。</li> <li>・ 事業目的と価値評価基準の関係を明確化したい。</li> <li>・ 大胆な代替案により価値向上の可能性を把握したい。</li> </ul>
予備設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 多くの構造(施工)パターンから有力案を選択したい。</li> <li>・ 原点に立ち返って価値の程度(機能/コスト)を検証したい。</li> <li>・ 詳細設計に向けた合理的な基本方針を確定したい。</li> </ul>
詳細設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 最新情報により制約条件の優先度を検証したい。</li> <li>・ 施工性を十分踏まえた事業実現性を検証したい。</li> <li>・ 工事発注に際して事業妥当性の説明性を向上したい。</li> </ul>

## (2) 事業分野と設計VEの適用性

設計VEを実施する場合、表-3に整理されるような事業分野の特性を踏まえて取り組むことは効果的である。とくに、恒久設備では施設形態の違いで効果的なVE着眼点は大きく異なってくる。ただし、VE活動における注意喚起である「認識の関」すなわち、思い込みなどによってVEチーム全員が混乱を招くことがないように、チームリーダーは適当な情報提供にとどめておくことも重要な役割である。以下に、これまで業務経験から事業分野によるVE着眼点について考察してみた。

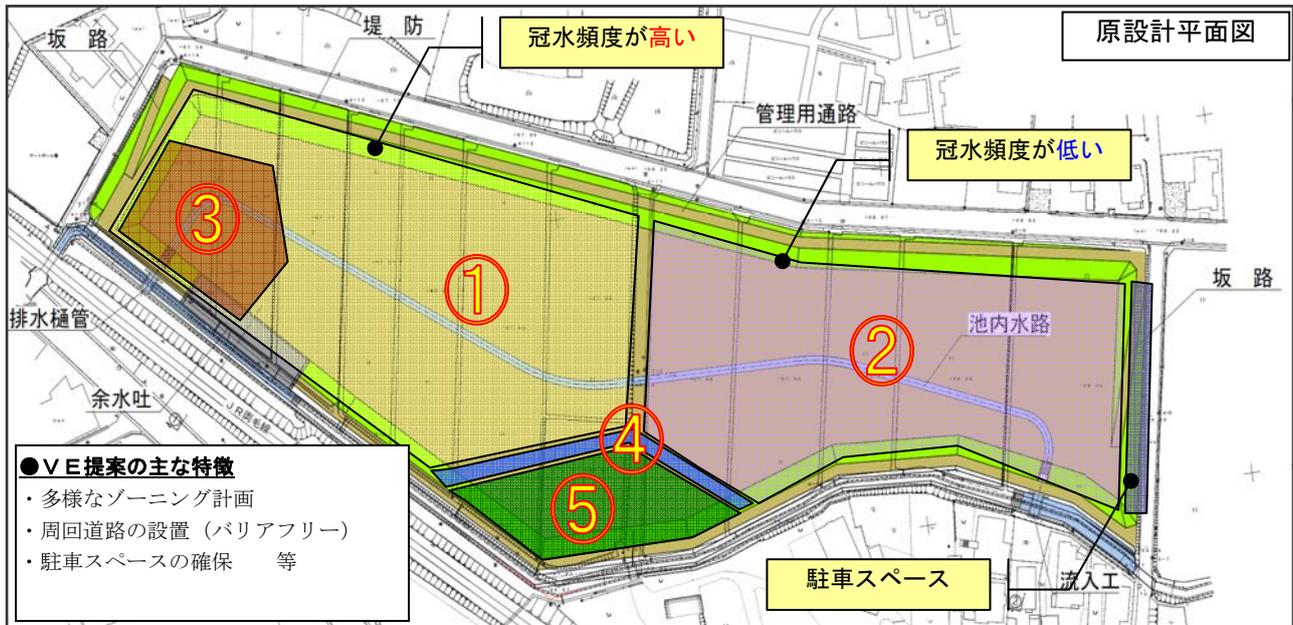
### a) 恒久施設の場合

道路、河川など延長の長い構造物では、基本形状に着目することが先決である。構造基準の制約よりも従前設備との整合や慣例に則り設計されている場合があり、基準に抵触しない範囲で基本形状を見直すことによりコストダウンが期待できる。また、周辺状況等を勘案して、機能に影響がないことを条件に基準のローカルルールを設ける方法もあるが、全国的視点から実現可能性を判断しなければならない。

下水処理場などの拠点設備では、用地条件を考慮した機能的なレイアウトが重要な着目点である。改築、増設の場合には、既存設備の稼働状況を勘案して、有効に活用することで設備全体の最適化をめざすことが効果的である。また、機械、電気設備を対象としたLCC削減の取り組みは是非検討すべき着目点である。

表-3 事業分野を踏まえた効果的なVE着眼点と事例紹介

	対象事業の分野	設計VEの着眼点	設計VEの事例	
			VE提案(例)	機能の向上
恒久施設	1) 延長の長い施設 道路、トンネル、河川、水路、橋梁、パイプラインなど	基本断面、ルート、線形、地形地質特性、用地買収、周辺環境への配慮	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 歩車分離(道路)</li> <li>・ 切盛バランス(道路)</li> <li>・ 地元アクセス(道路)</li> <li>・ 断面形状(河川)</li> <li>・ 親水護岸(河川)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 安全性、走行性</li> <li>・ 環境、騒音振動減</li> <li>・ 利便性、地元理解</li> <li>・ 水理性、防災機能</li> <li>・ 地域環境、景観向上</li> </ul>
	2) 拠点施設 駐車場、交差点、下水処理場、取水設備、調節池、ため池、砂防ダムなど	配置計画、材料面での創意工夫、LCC(機械、電気設備)、既存施設の性能、維持管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 用地の有効活用</li> <li>・ 代替材料の採用</li> <li>・ 汎用機械の採用</li> <li>・ メンテフリー化</li> <li>・ 既存施設の活用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地元理解等</li> <li>・ 環境対策、リサイクル</li> <li>・ 操作性、調達迅速化</li> <li>・ 維持管理容易化</li> <li>・ 資源有効活用</li> </ul>
仮設備	3) 各種施工設備 工事用道路、橋梁架設、材料運搬、基礎工など	本設に立ち返り検討、豊富な施工方法、工期短縮取り組み、住民や周辺環境対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本体設計の検証</li> <li>・ 多様な運搬方法</li> <li>・ 全体工事最適化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 設計の合理化</li> <li>・ 安全性、施工性</li> <li>・ 工期短縮</li> </ul>



**ゾーニング**

- ① **利活用ゾーン（冠水頻度が高い）** ……：維持管理を容易にするため、簡易舗装をして広場利用とする
- ② **利活用ゾーン（冠水頻度が低い）** ……：地域住民の今後の利活用に応じて基盤整備を行う（例：農地・広場利用）
- ③ **遺跡保全ゾーン** ……：発見された古代の遺跡跡を保全する
- ④ **旧河川復元ゾーン** ……：旧河川の河道を再現し、昔の流路を活かして池内水路を整備する
- ⑤ **動植物保全ゾーン** ……：ピオトープなどで貴重種の生息環境を確保する。

図-3 VE提案書の事例 — 調節池におけるVE提案

表-4 実施体制による特徴と設計VEの適用性

実施体制	特徴	適用性（推定）
インハウスのみ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・制約条件、工程上の自由度が高い</li> <li>・人員・時間確保・専門技術等で課題</li> <li>[業務形態] -外部委託なし</li> </ul>	構想段階の事業など <ul style="list-style-type: none"> <li>・制約が少なく自由な発想を期待する案件</li> <li>・公開の制約があり委託が困難な案件</li> </ul>
インハウス＋VEコンサルタント	<ul style="list-style-type: none"> <li>・役割分担により機動性、組織力向上</li> <li>・チームリーダーの能力は極めて重要</li> <li>・技術力・行政的判断のバランス</li> <li>[業務形態] -委託契約</li> </ul>	予備設計など <ul style="list-style-type: none"> <li>・制約が十分確定されず総合判断を要する案件</li> <li>・方針確定に向けた関係機関協議が必要な案件</li> </ul>
すべて外部委託（VEコンサルタント）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・より専門的視点で重点検討が可能</li> <li>・制約条件への正確な認識が不可欠</li> <li>[業務形態] -委託契約</li> </ul>	詳細設計など <ul style="list-style-type: none"> <li>・制約が確定し技術的視点が優先される案件</li> <li>・集中的にVEにより迅速化が要求される案件</li> </ul>

**b) 仮設備の場合**

仮設備は、施工方法と施工設備に関するものがあるが、いずれも本体設計まで立ち返って検討できるかの確認が必要である。施工条件を著しく圧迫する設計を見直すことで改善を図ることも期待できる。また、工区割された案件では全体工事との関連を踏まえて、土工バランスや工程など全体最適化の視点をもつことも重要である。

**(3) 実施体制と設計VEの適用性**

**a) 設計VEの実施体制**

設計VEの実施体制には、インハウスのみで行う他、民間のコンサルタントを活用する場合も含めて表-4に示す様な特徴があると考えられる。これらは、専門性、緊急性、事業段階などによってそれぞれ適用性に相違がある。また、実施体制を踏まえた設計VEの契約方式を分類したが、それぞれの特徴を表-5に整理してみた。

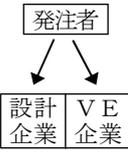
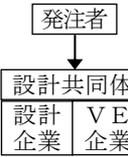
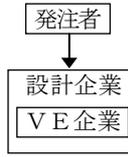
## b) 効果を上げるためのVE体制整備

設計VEとは、原設計に対してあるべき機能を思考の原点として、より価値の高い代替案を構築する手法である。この意味から、原設計者とは異なるメンバーにより活動を行うことが基本とされるが、次に示す現実的な課題もある。

- 1) 原設計の理念や手法への理解が困難な場合がある。
- 2) 専門性が高く短時間で代替案の構築が困難である。

表-4及び表-5は、設計VEの実施体制と契約方法による特徴を整理したが、体制の選択分岐点は、時間的制約、人員の確保、専門技術力及び価値評価力などである。参考としてVEによる効果の視点で表-6に示すような体系化を試みた。

表-5 設計VEの契約方式による特徴比較

	分離方式	共同体方式	1社方式(再委託)
概要図			
契約方法	設計企業、VE企業が独立契約	設計企業とVE企業の共同体契約	設計企業が元契約
設計の瑕疵責任	一義的には設計企業に帰属	共同体に帰属(協定書の締結)	設計企業に帰属
発注者利益	独立性が高く、発注者利益を尊重	発注者利益優先へのリスクが懸念(企業間の結託)	独立性確保の担保と発注者利益優先へのリスク

注) VE企業とは設計VEに関する資格保有(VES・CVS等)を条件と想定

表-6 実施体制選択のための参考

	インハウス	インハウス + VE コンサルタント	すべて外部委託 (VE コンサルタント)
時間的制約	少ない	—	大きい
人員の確保	可能である	困難である	—
専門技術力	やや小さい	やや必要である	特に必要である
価値評価力	行政判断が主	行政・技術判断の両方が必要	技術判断が第一

一方、契約方式に関しては表-5に示したとおり、分離方式、共同体方式及び1社方式などが考えられる。資格条件の設定によってはVE企業を著しく限

定することとなる。その他、設計とVEの独立性、瑕疵責任の帰属先、さらに発注者利益などの課題が考えられる。契約方式の選択に当たっては、事業の特性(段階、分野等)を踏まえて上記課題について検討の上、より現実的な方式を採用すべきである。

## 5. 設計VEの実践的活用に向けて

### (1) 戦略的に設計VEを実践するためのフロー

設計VE実施上の様々な条件による特徴や課題について述べてきた。ここでは、これらを踏まえてより有効性の高い戦略的な設計VEを実践するための重要な視点を整理した。

これら一連の活動を継続しながら、効果を向上させ、設計VEの定着化を図るためのPDCAを図-4のとおり提案する。

### (2) 設計VE実施計画の策定 (PLAN)

#### a) 対象業務の特性把握及び優先順位

設計VEの実施計画を策定するためには、候補となる対象業務の事業特性を把握することが先決である。先に解説したとおり事業段階と事業分野による特徴はもとより、緊急性が高いもの、さらには過去の検討経緯を踏まえてVEによる価値向上が期待できるもの、など総合的な視点から対象事業の選定を行う。また、組織的に設計VEを実践していくため、関係者による推進会議等を開催し、中長期における設計VE実施計画を策定のうえ、年度計画を決定することが望ましい。対象業務の選定に当たっては、当該事業の現在までの経緯を十分にヒヤリングし、VE対象の情報が整備されているかを検証しておくことも重要である。

#### b) 予算及び工程計画

設計VEの本来目的は、当初事業計画や設計成果に対して要求される機能に立ち返って価値の高い代替案を創出することである。したがって、設計VEは候補とする各事業が推進されるべき工程計画の中でVE提案が効力を発揮できるタイミングを把握した上で実行しなければならない。画期的なVE提案であっても実施面でも採用時期を逸していれば意味がない。そこで、推進会議などの情報交換の場を活用して事業の工程計画を念頭に設計VE実施時期を戦略的に決定し、当該年度におけるVE予算を計画しておくことが重要となる。

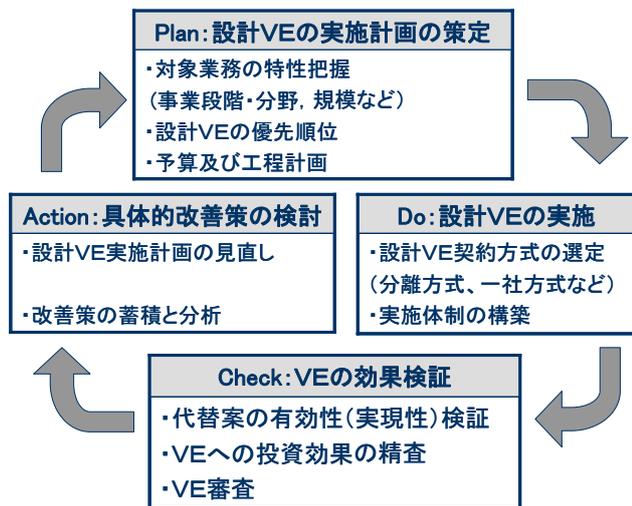


図-4 戦略的に設計VEを実践するためのフロー (案)

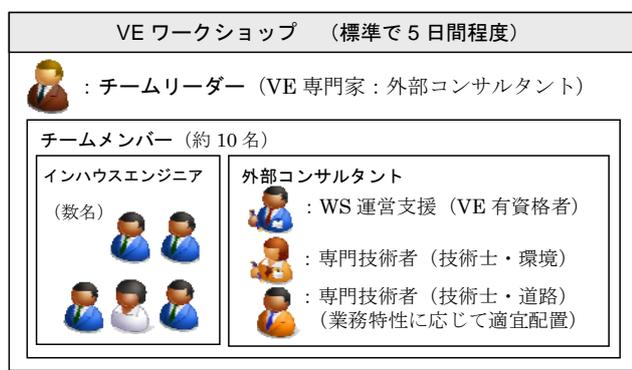


図-5 設計VEの実施体制事例

### (3) 設計VEの実施 (DO)

VE実施計画にもとづいて効率的に設計VEを実施するためには、まず実施体制を構築する必要がある。設計VEの実施体制は、公共工事の発注システムとして可能な範囲で適正な契約方法を選択していくこととなる。このための具体的な判断基準としては、表-6に示したとおり事業段階や分野はもとより時間的制約、インハウスエンジニアの確保、専門技術の必要性及び行政判断の比重、などがある。これらを総合的に踏まえて、インハウスあるいはコンサルタント活用の可否について判断していくこととなる。契約条件にもよるが、コンサルタントの活用方法についてもチームリーダーを含めてワークショップ運営自体を委託する場合や補助的立場で支援する場合など、業務の難易度に応じて選別していけばよい。図-5にコンサルタントを活用したインハウスエンジニア主体の設計VE実施体制の事例を示す。

### (4) 設計VEの効果検証 (CHECK)

#### a) 価値の程度

VEの基本理念では、VEの効果はコスト縮減だ

けではなく価値(機能/コスト)で評価される。VE実施手順における機能別コスト分析では、VEチームにより「コスト目標」を設定することとしているが、VE提案により創出した代替案のコストが当初設定したコスト目標をどの程度達成できたかによって効果検証の指標の一つとなる。機能については、表-3の事例にも示したとおり安全性、施工性から環境保全にいたるまで地元から要求される機能も含めて広範囲に及ぶ。一方、VE実施手順における機能の評価では要求される機能に投資できるコストを評価し、これを「機能評価値」と呼ぶが、機能評価値(F)とコスト目標(C)から価値の程度 $V (=F/C)$ を求める。実現性を踏まえた代替案のコストから算定できる価値の程度 $(F/C)$ が、当初目標に対してどの程度達成できるかは、もっとも重要な指標となる。さらに、得られたコスト縮減額に対するVEチーム活動による発生経費の比率を「VE投資倍率」と呼び、実施体制の妥当性を客観的に評価するための指標としている。以上のとおり、VEの効果検証は事業の価値向上から活動に伴う費用対効果まで多くの角度から行い、これらを蓄積しておくことが望ましいと考える。

#### b) VE審査

VE提案は、すでに述べたとおりVEチームの総意で生まれるものであるが、この提案が最終的に以降の詳細設計や工事着工のための基本方針として採用されるまでに、さらなるステップを踏むことになる。これはVE審査とも呼ばれることが多いが、事業責任者を中心として提案された価値の程度とその実施方法に関して、改めて客観的視点で今後の実現性について審査されることである。VE提案には価値の向上を図るための多くの手段が盛り込まれているが、VE審査により採用された提案の組合せが最終的に次のステップに生かされることとなる。VE推進者は、多くのVE活動を通して、VE提案の採用可否の状況あるいは否定理由などを分析し、これらを今後の検討課題として蓄積しておくことが重要である。また、VE審査が適正に行われるためにVE推進のための制度設計を行い、有効なガイドラインあるいはマニュアルなどを整備しておくことも必要である。

### (5) 具体的改善策の検討 (ACTION)

VE推進者は、一連のVE活動を実施していく過程で実施結果に関して評価を行うとともに必要に応じた是正処置を講じていくことが必要である。様々な事業特性や実施体制によるVE活動成果を分析し、

問題点および改善策を蓄積しておくことも重要である。また、適宜設計VE実施計画を見直し改善していくことが定着化を図る上での有効な手段となっていくものとする。

## 6. おわりに

設計VEは、冒頭でも述べたとおりコスト構造改革や品質法の施策の一つとして公共工事において促進され始めたところであるが、未だに従来の設計照査あるいは比較設計との相違すら十分に理解されているとはいいがたく、国、自治体の中でも設計VE

を推進する動きにも若干の温度差がある。今後、設計VEの有効性が理解され、定着化を図っていくためには、本文でも提案したPDCAを確実に実行してその成果を蓄積し、可能な範囲で積極的な情報公開を継続していくことが必要であるとする。

## 参考文献

- 1) 設計VEの効果的適用に向けての一考察，土木学会，建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会，2008.
- 2) VEハンドブック，日本バリュー・エンジニアリング協会，2007.
- 3) 設計VEガイドライン(案)，国土技術政策総合研究所，2004.
- 4) 新・VEの基本 産能大学出版，2000.