

直轄事業における設計 VE 方式の導入効果と今後の課題

A Study on the Effect and the Subject of the Design VE Method in Public Works by MOC.

建設省土木研究所 木下賢司

建設省土木研究所 高野匡裕

○建設省土木研究所 加藤和彦

by Kenji KINOSHITA, Kunihiro TAKANO, Kazuhiko KATO

設計 VE 方式は、公共事業において積極的に民間技術力を活用するための手法として導入されている。本方式はプロジェクトの上流段階である設計時に技術提案を求める手法であり、コスト縮減等について大きな効果を発揮することが期待されている。建設省直轄事業においては、平成 9 年度から本方式を導入しており、9 年度には 8 件が試行された。ここでは、平成 9 年度の試行案件について、アンケートおよびヒヤリング調査を行い、現状での効果および課題についての分析を行った。効果については、コスト縮減の観点から、VE の導入段階（設計時、入札時、施工時）における縮減効果、VE 検討の実施プロセスと縮減効果及びプロジェクトの特性による VE 効果について検討を行った。今後の課題として、コスト縮減効果に対する評価、VE 提案内容の活用、提案者に対するインセンティブの付与等について検討を行った。

【キーワード】：コスト縮減、民間技術力、VE 方式

1. はじめに

公共工事において、平成 6 年度からの一般競争入札方式の導入、10%の数値目標を掲げたコスト縮減に関する取り組みなど様々な改革が行われている中で、公共工事の品質確保がより一層強く望まれており、建設省では、品質確保等のための行動指針[1]などにより、施策を逐次実行している。今後、限られた財政の中で良質な社会資本を整備していくためには、事業執行システムの一層の効率化が必要であり、そのための有効な手段の一つとして、民間技術力の活用が検討されている。民間技術力の活用方式としては、VE 方式、技術提案総合評価方式、DB 方式等の様々なシステムが試行されている。

本研究は、現在試行されている入札・契約方式のうち、プロジェクトの設計段階で知恵や技術を導入する設計 VE 方式について、建設省直轄事業での試行実績（平成 9 年度）の調査および分析を行い、効果および問題点を明らかにするものである。

2. 設計 VE 方式の概要

VE 方式は、目的物のコスト縮減、機能向上を図るための技術であり、建設省直轄工事では、コスト縮減を主な目的として導入している。直轄事業における VE 方式は、その実施段階において、設計 VE、入札時 VE、契約後 VE に分かれている。（図-1 参照）

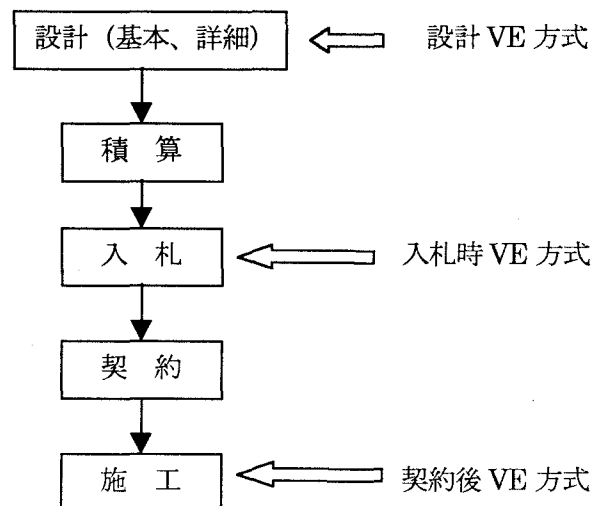


図-1 VE方式の実施段階

*1 建設マネジメント研究室 0298-64-2111

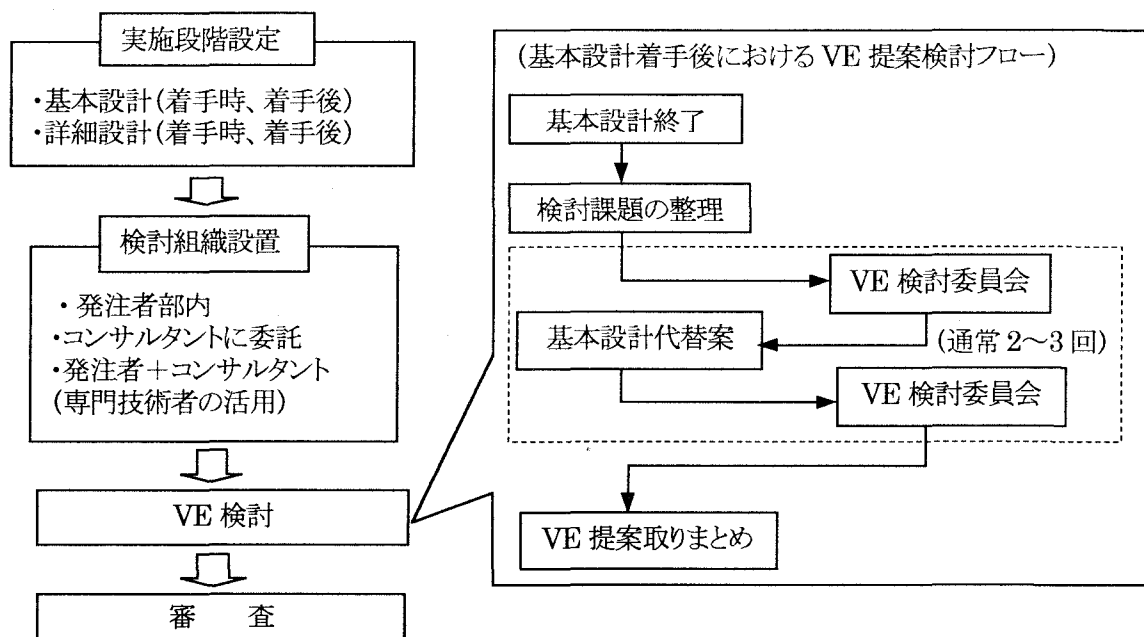


図-2 設計 VE 方式の概略フロー

建設事業における VE 方式では、プロジェクトの上流段階であるほど高い VE 効果が得られると一般的にいわれており[2]、本研究では 3 つの方式の中では最も上流段階である設計 VE について検討を行うこととした。設計 VE 方式の大まかなフローを図-2 に示す。設計 VE 方式では、VE の実施段階として基本設計時もしくは詳細設計時があり、それぞれに対して着手時あるいは着事後に行う場合がある。どの段階で VE を行うかは、個々のプロジェクトの特徴に応じて発注者が判断を行う。VE の検討は、検討組織を発注者もしくはコンサルタント内に設置して行う。検討メンバーには、発注者、コンサルタント、学識経験者および専門技術者の中から選定する。ここで学識経験者とは、大学、官庁 OB 等の技術者であり、専門技術者とは、建設会社等の民間技術者である。VE 検討の開催数は、一般的には 2 ～3 回であり、その期間はおおよそ半年である。VE 検討の審査は、発注者の組織内に体制を設け、審査員は地方建設局長が定める一定技術力を有する職員により構成される。

3. 設計 VE 方式の試行に関する調査結果

直轄事業における設計 VE 方式は、平成 9 年度に全国で 8 件実施された。本研究では、この 8 件

について担当者（発注者）へのヒヤリング及びアンケートを行い、試行結果に関する調査を行った。主な調査項目を以下に示す。

- ・検討項目及び VE 提案の概要
- ・VE 提案の視点
- ・導入効果

(1) 検討項目及び VE 提案の概要

試行された案件の検討項目及び VE 提案の概要等を表-1 に示す。対象構造物は 8 案件中 5 案件が橋梁であった。担当者からのヒヤリングでは、橋梁は設計段階で比較的問題点を把握しやすいため、最初の試行での対象構造物としたとの報告がある。検討項目としては、豪雪地帯、軟弱地盤、跨線部等のように施工条件が厳しい場合、難易度の高い場合が主なものである。一般的にこのような案件は、VE のように技術的検討を加えることにより、コスト縮減等の効果が期待できるためと考えられる。検討組織のメンバーとしては、8 件のうち 7 件は発注者がメンバーとして参加しており、1 件は発注者が参加せずに外部に委託したものであった。発注者のメンバーとしては、地方建設局および工事事務所の技術者が参加しており、工事事務所の場合は事務所長以下数名、地方建設局の場合は、案件に応じて道路、河

表-1 検討項目及びVE 提案内容一覧

案件名	対象構造物	検討項目	検討組織メンバー	実施時期	コスト縮減率 (%)
A 案件	橋梁 上部・下部工	橋梁形式と橋梁緒元 (施工条件：跨道橋等)	発注者、学識経験者 コンサルタント、専門技術者	基本設計 着手時	約 9%-
B 案件	樋管	樋管及び管体構造形式 (施工条件：軟弱地盤等)	発注者、 コンサルタント、専門技術者	基本設計 着手時	約 25%
C 案件	橋梁 上部・下部工	橋梁形式（地形条件、施工環境（豪雪）等）	発注者、 専門技術者	基本設計 着手後	約 4%
D 案件	橋梁 上部工	上部工の橋種	発注者	基本設計 着手後	約 10%
E 案件	堰	堰本体、護床工、遮水工等	発注者、 専門技術者	基本設計 着手後	-
F 案件	橋梁 上部・下部工	橋梁形式（長大橋基礎、急速施工、軟弱地盤等）	発注者、学識経験者 専門技術者	詳細設計 着手時	約 30%
G 案件	橋梁 上部・下部工	橋梁形式、基礎 (施工条件：跨線橋等)	発注者、 コンサルタント、専門技術者	詳細設計 着手時	約 17%
H 案件	サイフォン 樋門	サイフォン・樋管構造、 樋管基礎形式、仮設工	学識経験者 コンサルタント、	詳細設計 着手時	約 1%

川の部長が参加することもある。学識経験者が参加したのは 3 件あり、大学教授、発注者 OB がメンバーとして選定されていた。専門技術者が参加したのは 6 件あり、建設会社および専門工事会社の技術者がメンバーとして選定されていた。建設会社の技術者を選定する場合は、公募により行った。VE の実施段階としては基本設計時と詳細設計時があるが、表-1 に示すように基本設計時が 5 件、詳細設計時が 3 件であった。基本設計時では 2 件が着手時であり、3 件が着手後であった。詳細設計時では 3 件とも着手時であった。

(2) VE 提案導入の視点

ここでは、8 件の提案内容を個別に検討した上で、VE 提案の導入がどのような視点から行われているかの検討を行った。表-2 に今回の調査で得られた VE 提案導入の視点を示す。VE 提案導入の視点は、大まかに分類すると、CASE1～CASE3 の 3 通りに分類することができる。

CASE1：原設計の基本的な考え方は大きく変更せずに、原設計をより詳細に検討することで VE 提案を行う場合。今回の調査対象とした案件では、VE 提案を行う手順として、対象プロジェクトにおける

施工条件等の課題を抽出した上で原案の見直しを行うという形で VE 検討を行う場合が多かったため、原案の延長線上で原案を改善する方式が一般的であった。

CASE2：原案の設計とは全く異なる視点で VE 提案を行う場合である。通常の設計では、実績が少ない工法やリスクを十分に予見できない工法は選択することが困難であるが、VE 方式を導入し、技術検討を行うことにより採用することが可能となる。例えば表-2 の提案例に示すように、VE 提案で検討された基礎形式のジャケット式多柱式基礎は、施工実績が少ないことから、通常では採用が困難な工法であるが、VE 検討委員会において、大学教授や専門技術者を検討メンバーに加え、専門的な判断により技術の信頼性を検討した上で、採用が決定された。

CASE3：従来の基準等を弾力的に運用することで設計に自由度を与え、原案の設計を見直すことができる場合。表-2 に示す提案例では、河川砂防技術基準（案）の運用に弾力性をもたせることにより、サイフォンの土被りを低減することができ、その結果、立坑の掘削深さを浅くすることができた。

表-2 VE 提案導入の視点

	CASE1	CASE2	CASE3
提案の視点	従来の検討の延長線上にあり、従来の提案をより深めることで提案される場合 (A,B,C,D,E,G 案件)	従来の視点とは全く異なる視点で提案される場合。 (F 案件)	VE 検討の段階で基準等の見直しを行うことにより、設計に自由度を与えることができる場合 (F,H 案件)
提案例	橋梁上部工の VE 検討 原設計： 床 版：RC 床版 補剛桁：2 主箱桁 縦 桁：有り 横 桁：鋼板 VE 提案 床 版：PC 床版 補剛桁：2 主鋼桁 縦 桁：無し 横 桁：H 型鋼	橋梁上部・下部工の VE 検討 原設計： 基 礎：鋼管矢板ウエル基礎 橋 脚：RC 橋脚 構 造：支承構造 VE 提案： 基 礎：ジャケット式多柱式基礎 橋 脚：SRC 橋脚 構 造：上下部一体構造	サイフォン、樋管等の VE 検討 河川砂防技術基準（案）の弾力的な運用 原設計： サイフォン：土被り 2.0m VE 提案： サイフォン：土被り 1.0m

(3) 導入効果

1) コスト削減効果

今回の調査案件ではコスト削減を主な目的として導入していることから、ここではコスト削減に対する効果について述べる。本調査でのコスト削減効果を図-3 に示す。設計時のコスト削減率を点ではなく大まかな範囲で示したのは、後述するように、案件によっては VE 検討の過程で詳細設計から基本設計に戻る場合もあり、最終的なコスト削減率が基本設計から詳細設計にわたる領域での提案による場合があるためである。従って図-3 は、表-1 に示すコスト削減率を参考にして、概念的にコスト削減率を示したものである。設計 VE 方式との比較のために、入札時 VE、契約後 VE 方式でのコスト削減効果も同図に示す。案件数（設計 VE：8 件、入札時 VE：35 件、契約後 VE：5 件）が少ないため、大まかな傾向を示すにとどめるが、一般的に述べられているように、プロジェクトの上流段階である設計 VE 方式において、入札時、契約後 VE に比べて、大きなコスト削減効果を上げている。

a) VE 提案時期によるコスト削減効果

設計時におけるコスト削減効果については、対象構造物の種類、規模、難易度、VE 検討の実施時期

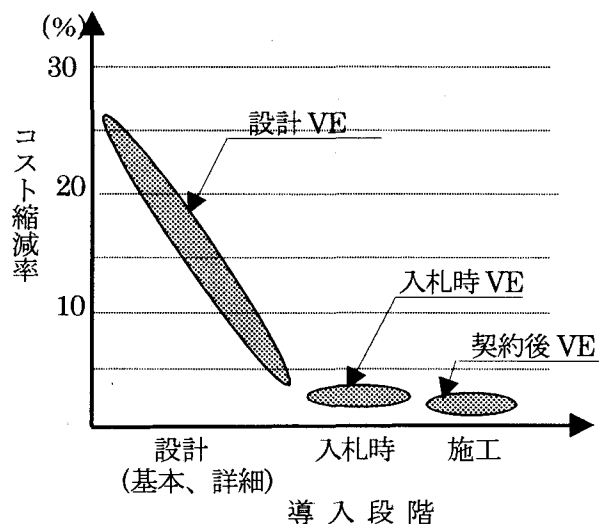
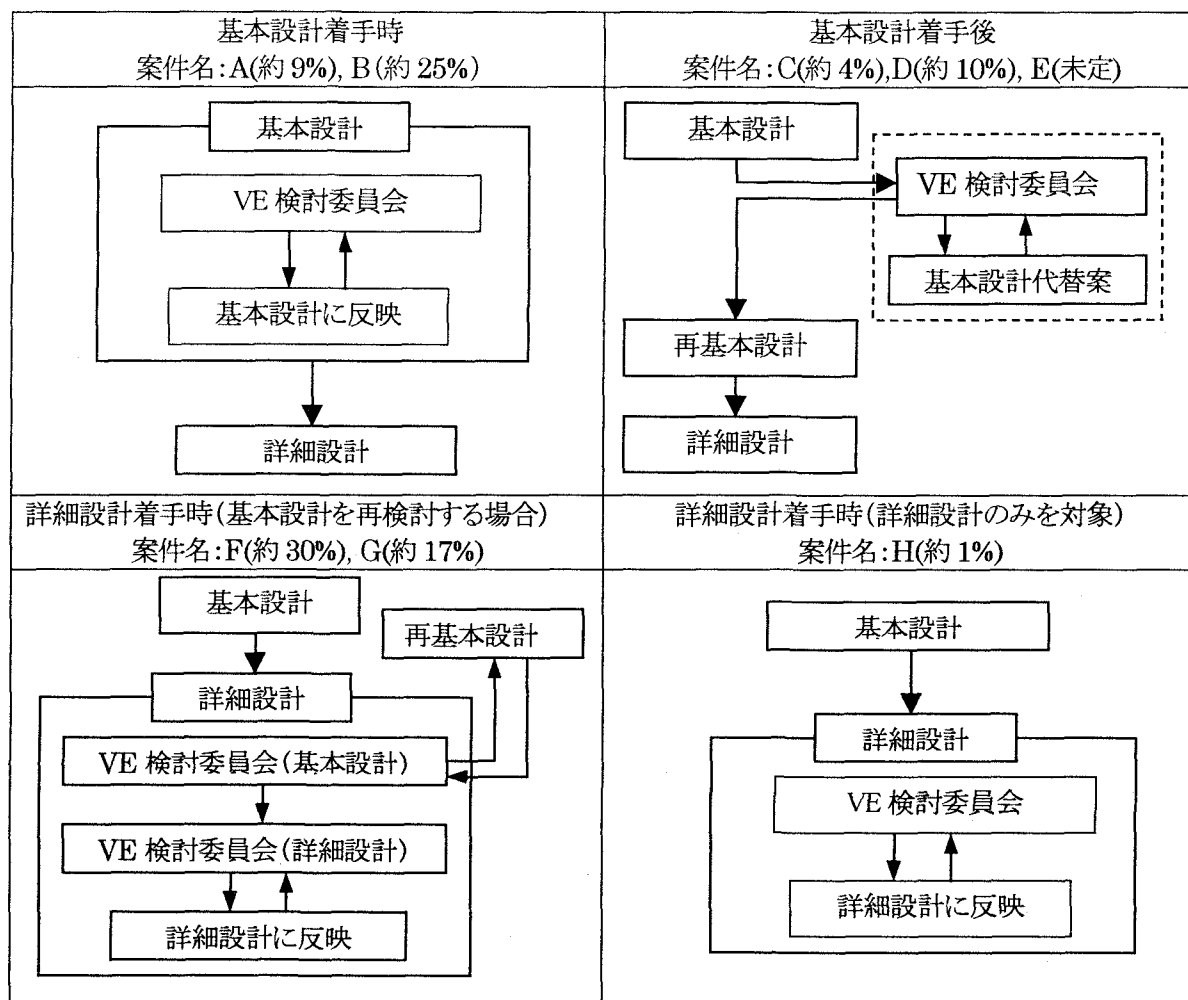


図-3 コスト削減効果

等が考えられるが、最初に VE 提案の実施時期とコスト削減効果について述べる。各案件における VE 提案の実施時期は表-1 に示したとおりであるが、実施時期が同じであっても、VE 検討のプロセスが異なる場合もあるため、それぞれの実施時期における VE 検討のプロセスを図-4 に示す。

基本設計段階では、着手時と着手後があるが、それぞれのプロセスは以下のとおりである。

基本設計着手時：基本設計と同時進行して VE 検討



案件名の()内はコスト縮減率

図-4 VE 検討の実施プロセス

を行い、検討結果を基本設計に反映させる。VE 検討委員会の開催回数は2～4であった。

基本設計着手後:基本設計終了後に VE 検討を行い、必要に応じて基本設計について再設計を行う。VE 検討委員会の開催回数は1～3回であった。

詳細設計段階における VE 検討の実施時期としては、基本設計と同様に着手時と着手後があるが、今回採用されたのは着手時のみであり、そのプロセスを以下に示す。

詳細設計着手時:通常は、詳細設計と同時進行して VE 検討を行い、検討結果を詳細設計に反映させる。本来は詳細設計の範囲が対象であるが、今回の調査では、3件中2件が詳細設計の VE 提案に加えて基本設計についても VE 提案を行っている。これには、以下の背景が考えられる。

- ・基本設計の受託者と詳細設計時での VE 業務

の受託者が異なっていたため、新たな視点からの提案が行われた。

- ・基本設計終了後から詳細設計を行うまで数年間が経過しており、新たな技術の開発、周辺環境の変化等があった。

詳細設計時に、基本設計に対しての VE 提案を行い、検討する場合は、必要に応じて基本設計の再設計を行うことにより、基本設計を変更する。その後に詳細設計と詳細設計に対する VE 検討を同時進行して行い、検討結果を詳細設計に反映させる。

以上、今回の調査案件について VE 提案の実施時期としては8件中、5件が基本設計時、3件が詳細設計時であったが、詳細設計の3件のうち2件が基本設計まで遡って VE 提案を行っているため、実質8件中7件までが基本設計についての VE 検討を行っていることになる。従って VE 提案の実施

時期とコスト縮減効果については、基本設計段階に対するコスト縮減効果は大きいといえる。詳細設計段階に対する効果は、調査案件数が少ない（実質 1 件）ため、今後の調査結果により判断を行う必要がある。

b) プロジェクトの特性とコスト縮減効果

次にプロジェクトが保有する特性（構造物の種類、規模、難易度[3]等）とコスト縮減効果について述べる。一般的に、プロジェクトに対して VE 検討等の技術力を投入する場合、投入量に対する効果はプロジェクトの保有する特性に応じて異なると考え、その概念図を図-5 に示す。プロジェクトの難易度が高い場合、施工条件が厳しい場合には、高度な技術力を大量に投入することにより、より大きな効果が期待できると考えられる。一方、難易度、施工条件等が平易な場合は、ある程度は技術力の投入量に対する効果が期待できるが、それ以上は投入量に対する効果は期待できなくなると考えられる。今回の調査案件について、プロジェクトの規模、難易度等の視点から仮に整理してみると、図-6 に示すような考え方ができる。例えば、F 案件は難易度の高い案件であることから、豊富な技術力を投入する余地が十分にあり、VE 検討で斬新な提案を選択することで、大きなコスト縮減効果を達成できたと考えられる。H 案件は難易度が特に高いわけではないため、設計等で大幅な技術提案を行う余地は少なかったが、基準を弾力的に運用することにより、設計に自由度を与えることができ、コスト縮減を達成できたと考えられる。

以上のように、定性的にはプロジェクトの特性に応じて投入した技術量と投入効果は異なると考えられそうである。今後は、さらなるデータの蓄積及び分析を行い、プロジェクトの特性を考慮した効率的な技術力の投入を検討する必要がある。

2) その他の効果

設計 VE 方式を試行することにより、コスト縮減等のプロジェクトに対する直接的な効果の他に、インハウスエンジニアの技術力向上という副次的効果が生じている。VE 提案の審査、検討を通して従来にも増して十分な技術検討が行われるため、その業務に携わるインハウスエンジニアの技術力が向上したとの報告がされている。

4. 今後の課題

これまで述べてきたように、設計 VE 方式はコスト縮減の面では大きな効果が期待でき、さらに運用によっては、工期短縮、品質向上等の効果も期待できる手法である。ここでは、今後本手法をさらに効率的に活用していくための留意点や課題について述べるものである。

(1) コスト縮減の考え方

現状の設計 VE 方式は、大きなコスト縮減効果をあげているが、設計時の縮減率の大きさのみに囚われるのではなく、プロジェクト全体を通してのコスト縮減率を念頭におく必要がある。図-6 に設計 VE によるコスト縮減の考え方を示す。

プロジェクト全体の執行を考えた場合、最終価格 ϕ は、以下の式で表される。

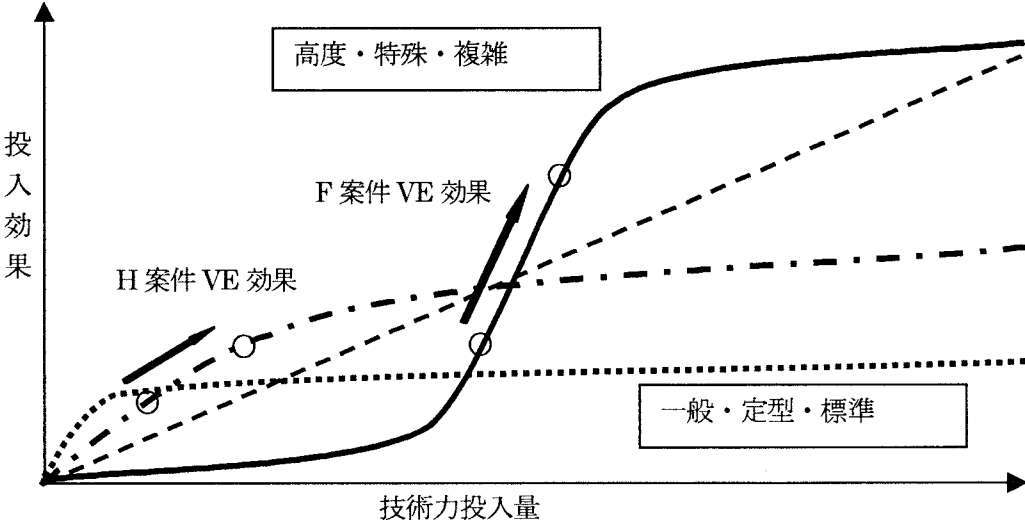


図-5 技術力投入量と投入効果

$$\phi = \beta' + \theta \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{1}$$

β' : 入札価格、

θ : 設計変更

(VE 提案内容をパラメータとして含む場合がある変数)

$\phi_{\min}$ となる設計が最適設計であるため、 $\phi_{\min}$ となる VE 提案を求める必要がある。

$$\phi_{\min} = (\beta' + \theta)_{\min} \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{2}$$

$\beta' = \beta$ であることから $\beta' = \beta$ と仮定すると

$$\beta' = \beta = \alpha - \gamma$$

$$\therefore \phi_{\min} = (\alpha - \gamma + \theta)_{\min}$$

$$= \alpha + (\theta - \gamma)_{\min} \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{3}$$

α : 原設計の積算価格、VE 提案内容によらず一定

β : VE 提案後の積算価格

γ : コスト縮減効果、VE 提案内容をパラメータとする変数

VE 提案と設計変更が独立事象であるか、もしくはは何らかの相関があるかは案件によって異なるが、一般的に、式③において、設計変更が少ないと想定される案件では θ が小さいために、 $\gamma_{\max}$ の時に $(\theta - \gamma)_{\min}$ となることが多いと考えられるため、 $\gamma_{\max}$ となる提案が最適な VE 提案となる可能性が高い。一方、設計変更が多い案件では、VE 提案の内容により θ の変動が大きくなる場合もあることから、必ずしも $\gamma_{\max}$ の時に $(\theta - \gamma)_{\min}$ となるとは限らないため、 $\gamma_{\max}$ となる提案が最適な VE 提案とな

らない場合もある。このような案件では、最適な VE 提案を求めるためには、VE 提案による設計が将来の設計変更とどのような関係にあるかを把握することが必要となる。例えば、VE 提案について設計変更の要因となる因子を用いた感度分析を行う等が考えられる。

以上、コスト縮減効果に関する今後の留意点として、設計段階だけではなく、設計変更等を考慮した最終価格等さらにはライフサイクルコストを考慮した上で、コスト縮減効果を判断する必要がある。

(2) VE 提案内容の活用

今後、蓄積された VE 提案を活用していく上で以下の点に留意する必要があると考える。

難易度がさほど高くない案件に対して、原設計の延長線上にある VE 提案は、データを蓄積することにより、図-6 に示す α を β に近づけ、 β を標準化することが必要である。

難易度が高い案件に対して、従来とは異なる視点での VE 提案は、案件の保有する特性を考慮した上での提案であり、その内容は、施工実績の少ない提案、難易度の高い提案等、特殊な提案となる場合が多くなることが想定される。さらに、これらの提案は、通常と比べて、コスト、工期等の面で、発注者、

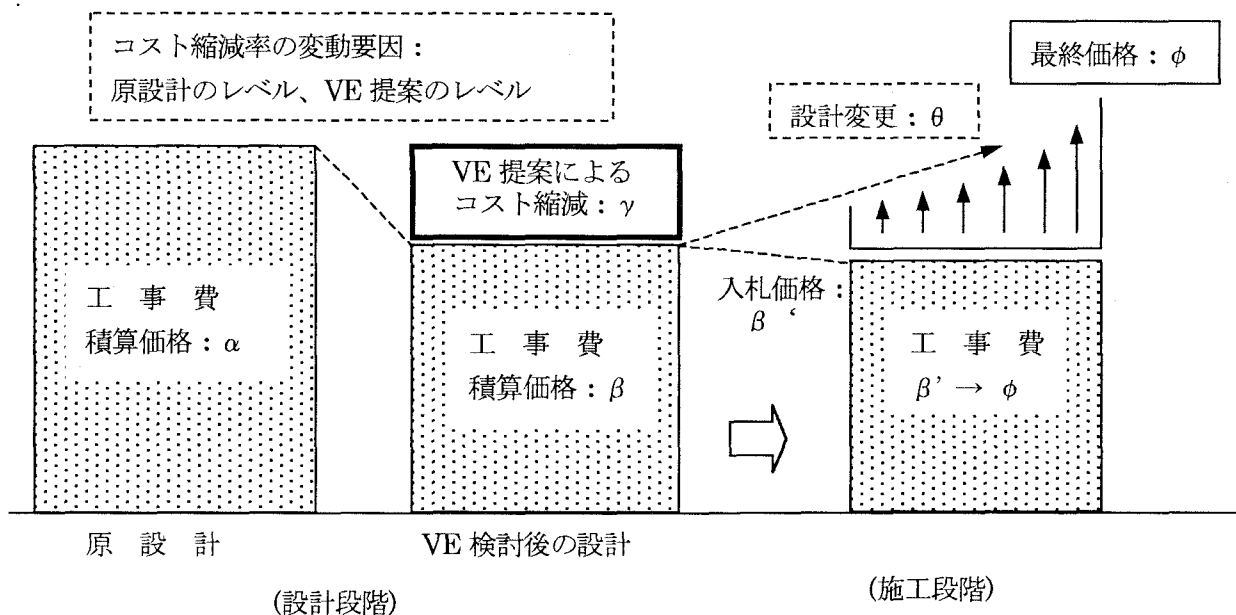


図-6 VE 提案によるコスト縮減率の考え方

受注者双方のリスクが高くなる場合があると考えられる。このような提案を次回にフィードバックして活用していくためには、対象とする案件の特性を十分に把握した上で、提案を活用する際のリスクを念頭において活用を検討する必要がある。

(3) 提案者に対するインセンティブの付与

現状の設計 VE 方式は、民間技術者からの提案を求める場合が多いが（表-1 参照）、提案を行うことに対するインセンティブは殆ど働かない仕組みになっている。今回の調査結果でも、民間技術者からの提案が有効であったという結果がある反面、民間技術者から殆ど提案がなかったとの報告もある。これは、民間技術者個々人の資質による場合もあるが、一定の選考基準のもとに選出されていることを考えると、インセンティブの有無は良質な提案を求めるための大きな要因の一つと考えられる。適切なインセンティブを付与することにより、民間技術力を効率的に活用してコスト縮減、工期短縮等の VFM を実現することが可能になると考えられる。

5. おわりに

ここでは、直轄事業における設計 VE 方式の導入効果と今後の課題について検討を行った。設計 VE 方式は、他の入札時、契約後 VE 方式に比べて極めて高いコスト縮減効果を期待できる手法であり、今回の調査でも最大 30%程度のコスト縮減を実現している。本方式はコスト縮減だけでなく、事業の

VFM を実現できる手法であり、良質な社会資本を効率的に整備していく上で効果的な方式と考えられる。以下に示す幾つかの項目を検討することにより、さらなる VFM の実現に向けて、本方式の積極的活用が期待できる。

- ・ VE 提案の対象とするプロジェクトの特性を把握して、効率的な VE 検討を行うこととする。
- ・ コスト縮減効果は、設計時だけでなく施工時の設計変更の可能性等プロジェクト全体を考慮して評価し、最適な VE 提案を選択する必要がある。
- ・ VE 提案により採用した工法や技術を次回にフィードバックする際には、工法や技術が包含するリスクを考慮上で活用する必要がある。
- ・ 民間技術力を効率よく活用するためには、提案者に対するインセンティブの付与を検討する必要がある。

参考文献

- [1]公共工事の品質確保等のための行動指針：(社)全日本建設技術協会
- [2]建設 VE：(社)国際建設技術協会
- [3]木下賢司、高野匡裕、小澤一雅、山川裕嗣、田中達也；「公共工事の技術的難易度評価に関する研究」、建設マネジメント研究論文集、1999 投稿中

The design VE method is enforced to utilize an advanced engineering of private sectors in public works. In this system, demonstrating a great effect about cost reduction etc. is expected by accepting a technical proposal in the stage of the design. In public works ordered by MOC, this system is introduced from 1997 fiscal year, and eight projects were applied in 1997 fiscal year.

In this paper, about trial projects in this fiscal year, analysis of the effect and the subject was performed by means of a questionnaire survey and hearing investigation. From the viewpoint of the cost reduction effect, the suitable introductory stage (design, bid and construction) of VE proposal, the enforcement process of VE system were examined, and effective VE proposal which has grasped. As a future subject, the evaluation to the cost reduction effect, the characteristic of a project, an incentive to proposal, and common use of the contents of VE proposal were examined.