

曲面壁バルコニーと外壁断熱にVE手法を用いた鉄筋コンクリート造の生産

— ものづくりの企画とコスト削減の発想 —

北海道ポリテクカレッジ 平野 彰彦
(北海道職業能力開発大学校)

1. はじめに

今回、応用課程の開発課題として「曲面壁バルコニーと外壁断熱にVE手法を用いた鉄筋コンクリート造の生産」を実践し、ポリテックビジョンで発表の機会をいただいた。

本テーマ名は長い点が気になるところだが、VE（バリューエンジニアリング：価値工学）という実務を強く意識したキーワードを省くことができなかった。言い換えるとテーマを決定するまでの経緯にVEを用いたことが、この課題の重要なポイントである。

開発課題の教育訓練目標は、「ものづくり」を通して自ら考え、創意工夫を凝らして実行、達成できる実践技術の習得ということであるが、実務は責任や危機感のある業務の遂行であり、同じ作業をやっていても密度や意識が異なる。コスト意識と危機感を

学生に持たせることは、非常に難しいことであることは痛感している。

しかし、開発課題が実務の擬似的カリキュラムであることを目指しているからこそ、コスト意識を学生に持たせることに重点を置いて、課題に取り組むことが必要であると考えた。また、実習は実務の疑似体験であり、リスクが無いことで、開発や設計の手法のさまざまなシミュレーションという非効率な試行を自由に行える。人材育成に余力のない中小企業に就職していく学生に対して、在学中にいろいろな勉強ができることは、実務についたときに、このカリキュラムは必ず役だつことと信じている。

2. VE教育について

2.1 VEの基本教育

実習のテーマ選定の段階で、前述したように施工



写真1 曲面壁のモックアップ



写真2 曲面壁バルコニーの実施施工

の実務で必要なコスト感覚を身に付けるためにVE手法を用いた省力化施工法を模索することを考えた。

VEの基本教育を含めテーマ選定に要した時間は、省力化施工実習のカリキュラムも活用し、2単位分(36h)ほどであった。

2.2 VEの理論

VEの基本は、次式で表現できる。

$$V = F / C$$

V : Value, 価値

F : Function, 機能

C : Cost, 価格

VEは、価値Vを高める方法である。FとCという2つのパラメータの組み合わせで次のように考える。

- ① 分子Fだけを大きくする方法↑
- ② 分母Cだけを小さくする方法↓
- ③ 2つとも小さくする方法↓↓ ($\Delta F > \Delta C$)
- ④ 2つとも大きくする方法↑↑ ($\Delta F > \Delta C$)

実務では、Cを小さくすることが最優先である。今回は、製品のFをアップすることによる高価値化を優先し、施工面では既存の合理化工法を模索することによる工期の短縮を図り、コストC削減を考えた。

2.3 VEの原則

(1) 使用者優先の原則

常に使用者の立場に立った考え方をする。

(2) 機能本意の原則

もの「そのもの」ではなく、常に機能を頭に入れながらVEをすすめる。

(3) 創造による変更の原則

アイデアや情報収集により、よりよい方法、つまり改善を重ねていく。

(4) チーム・デザインの原則

VEとはいろいろな職種・経験者等が集まり、個人が持つ知識・経験・情報を収集しながら、ものの改善をしていくものである。

(5) 価値向上の原則

VEとは「価値」が向上していなければ意味がなくなる。つまり、価値が向上されていると判断できるということが原則。

(6) 注意点

ただ漠然とその情報全体を集めても無駄な時間を作るだけである。そのVE対象の価値改善に必要な要求事項や、考え得る問題点を把握した後、情報収集を行う必要がある。

3. VEによるテーマの選定

VEを行うテーマを選定するために、事前にVE計画会議を開催する必要がある。

3.1 VE計画会議

(1) 対象選定

a. 方針と計画

b. 対象の選定

対象選定は、施工、設計・計画、営業（発注者）、

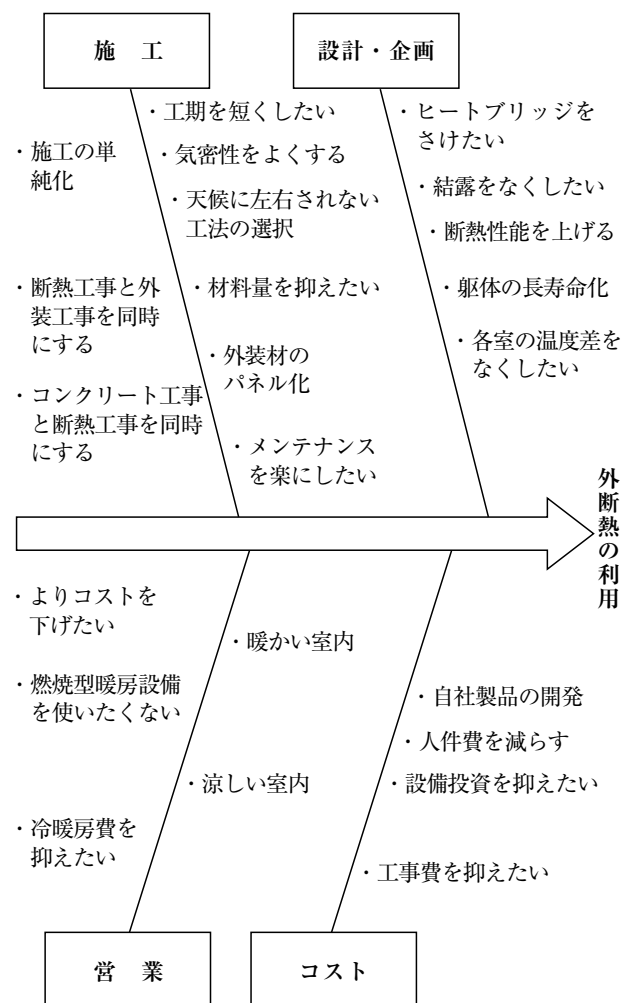


図1 VE対象選定のための特性要因図（外断熱班）

コストの各視点から特性要因図(図1)を作成する。

c. プロジェクト計画

(2) 機能定義

a. 情報収集

b. 機能の定義

造るものの機能を理解することから始めるために、機能分析を行い、機能系統図を作成する。

図2に外断熱班の機能系統図例を示す。ここで目的と手段を明確にすることで、機能が明確になる。鉄筋コンクリート造における外壁の機能を明確にし、必要性を明らかにするために、まず、鉄筋コンクリート造における外壁の構成部材について情報を収集し(インターネット、文献)、一般的な外壁計画に基づき外壁についての機能定義を行い、機能系統図の作成を行った。

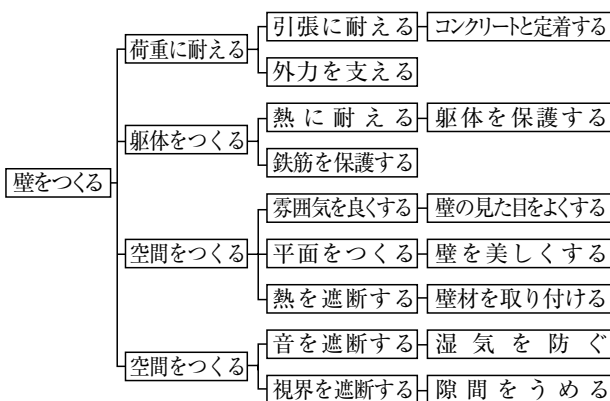


図2 機能系統図(外断熱班)

(3) 機能定義

限られた時間内でVEを効果的に行うためには、コストダウン効果の大きいと思われる機能を見つけ出しVEすることが重要になる。そのために、コストを比較し、価値の低い機能と改善余地を明確にしていく。これによりテーマを確定する。

a. 機能の評価

機能をコスト化するために、工事の単価を拾い出し、作業別の工事価格表を作成する。機能整理でできた機能分野ごとに、関連する構成要素を確認して、現状コストを配分する。配分は構成要素ごとに機能への貢献度を考えて決める。配分されたものを集計して機能分野ごとの値を求める。

この作業により、現状コストが各機能分野に対し、いくらかかっているかがわかる。

b. 機能へのコスト配分(機能分野の目標コスト設定)

関連する構成要素の重み付けを行い、機能のあるべきコストを求める。あるべきコストは、要求された機能を果たすために最低で達成されるコストとする。これは機能の値打ちを金額で表すVE特有のやり方である。

c. 価値への評価(改善対象の機能決定)

改善余地は現状コストと目標コストとの差で決まる。したがって差が大きければ大きいほど、改善余地があるということになる。

構成要素	足場工事	床板設置	型枠工事	鉄筋工事	コン打設	仕上げ	計
現状コスト(C)	82600	94870	233860	4200	82500	20000	508110
機能分野							
高所作業を可能にする	82600						82600
一定の高さを保つ		42435					42435
隙間を保つ		27158.4					27158.4
形を作る			39756.2	4200	41290		85246.2
コンクリートを漏出させない			51449.2				51449.2
荷重を支える		15276.6					15276.6
面を作る			58465				58465
コンクリートを養生する			35079				35079
劣化を防ぐ					20645	16000	36645
外観をきれいにする					20645	4000	24645

図3 機能別コスト(換算)

4. VE会議

4.1 アイディアの発想

- ① 選り出されたテーマについて、VE会議を開催する。ブレインストーミングによる発想を行う。
- ② 施工方法についてのアイディアを出し合う。メンバー全員が理解するまで説明する。
- ③ アイディアのなかから、いくつかの候補を選ぶ。

4.2 アイディアの具体化

選んだいくつかのアイディアを具体化する。(図4)

(1) バルコニー班

普通合板と曲げ合板を用いた2つの施工法でバルコニーのモックアップ(コンクリート打設)(写真1)を作成した。

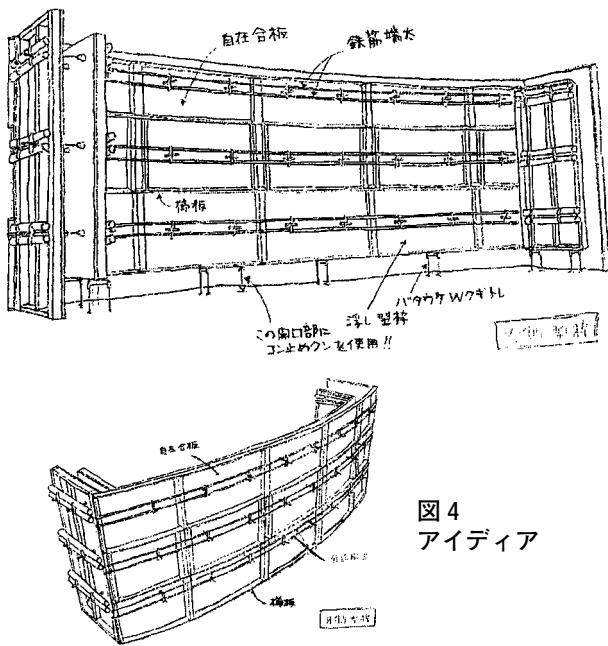


図4
アイデア



写真3 外断熱密着型工法模型

(2) 外壁断熱班

外壁の断熱工法は、現在国内で主流の内断熱工法と海外で主流の外断熱工法がある。以下の合計6種類の模型(例 写真3)を作成した。

① 内断熱

a. 断熱材打ち込み型

発泡プラスチック系ボード状断熱材を、躯体コンクリート打設と同時に型枠に取り付けて、または型枠として打ち込む工法。

b. 現場発泡吹き付け型

発泡プラスチック系断熱材を、躯体コンクリート打設後に現場発泡させて躯体に吹き付ける工法。

② 外断熱

施工方法による分類は、打ち込み工法と後張り工法の2つに分類できる。

a. 打ち込み工法

断熱材を躯体コンクリート打設と同時に型枠に取り付けて、または型枠として打ち込む工法。

b. 後張り工法

断熱材を躯体コンクリート打設後に、接着剤や金物を使用して取り付ける工法。

また、通気層の有無による分類として、通気層型、密着型、密閉空気層型の3つに分類できる。

a. 通気層型

断熱材と外装材の間に通気層を確保する工法。

b. 密着型

断熱材と外装材を密着する工法。断熱材と外装材が一体化された複合パネルを使用することもある。

c. 密閉空気層型

断熱材と外装材の間に密閉された空気層を確保する工法。

4.3 評価(テストと証明)

コストの比較のほかに、以下の機能面でのテストを実施し、最終的に採用する工法を決定した。

(1) モックアップ・模型の検査

バルコニー・外壁断熱ともに施工性を検査した。

(2) 温度変化プログラムの作成

前項で分類した断熱工法の断熱性能を比較検討するために、温度変化のシミュレーションが必要であるためソフトを作成した。

5. 実施施工(決定案の製作)

学生は本体躯体工事の後、以下の2つのテーマに分かれて実習を行った。

5.1 曲面壁バルコニーの製作

曲面壁バルコニーは、前述の評価の結果から曲げ合板を採用し、既施工済みの2階建て事務所の2階部分に施工した(写真2)。さらにVEで選定された

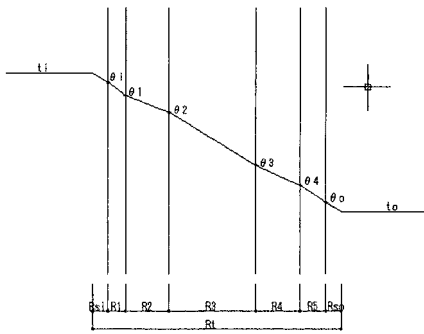


図5 温度変化のシミュレーションソフト

項目（鉄筋端太材，コン止くし，くし板などを使用）を採用し，コスト削減，工期短縮を図った。

5.2 外壁の断熱工法

外壁断熱工法では，施工効果は壁面の広さに特に関係ないと判断し，モックアップに断熱施工を施した。

6. ポリテックビジョン展示品の概要

今回のポリテックビジョンのブース展示品は，以下に示すものである。

- ① 曲面壁バルコニーのモックアップ製作型枠一式
- ② 曲面壁バルコニーの3次元検討用CGデモ
- ③ パネル（VE計画の流れ）6枚と施工図書一式
- ④ 外壁外断熱の各種工法模型 7体
- ⑤ 各種工法の断熱性能プログラム（自主製作）
- ⑥ 断熱性能パネル 2枚 関係図書

①～③は曲面バルコニー関連であり，④～⑥は外壁断熱関連である。

前者の①については，選出したテーマに沿った2つのアイデアをモックアップ（重量物なので未展示）により試作し，比較検討したときに採用した工法の試作型枠を展示したものである。

後者の外壁断熱のモックアップも重量物なので，未展示である。

7. 実習の効果

本実習では，省力化施工を行うための創意工夫にVEを活用することにより，システムティックな製品開発ができ，開発課題の1つの方向性が見えた。また，実務では業務に追われて勉強することが難しいコストダウンの手法の教育も実施できた。

建築実習課題については，既存技術の習得であり，新製品の開発ではないという指摘があるが，一品生産の建築現場は毎回異なる仕様（＝新製品）の製作を行っているといえる。つまり，在来の技術や新材料を駆使して複合的な創意工夫を行い高機能・低コストを図ることは新製品の開発と同等であると考えられる。

また，開発の手法を習得することは，建築エンジニアを目指す学生にとって重要であると考えている。

この実習を通して，彼らは，コスト意識，調整能力，企画力は少なくとも何かということとその必要性が理解できたと思う。

8. おわりに

今回，審査員の方々の評価をいただき，優秀作品賞を受賞したことは4月に社会人となった学生諸君への饞になりました。機構の関係者の方々に感謝の意と学生諸君に心からお祝いを述べたいと思います。