

VE 関連技法を適用した機能・環境・コスト総合評価法

ジャス・コンサルタンツ 代表 小 泉 泰 通

1. はじめに

生活の質を高めるために製造業では多様な商品を生産し、建設業ではインフラストラクチャーを造ってきた。製造業では生産段階に様々な物質を使用し、中には商品が使命を終える時、環境中に放出されて環境汚染を引き起こす恐れのある物質もある。建設業で造るインフラは、その機能とともに環境影響を評価されている。建設業は建設廃棄物の大半をリサイクルし、他産業から再生資材を大量に受け入れている。

建設業独自の課題として長期的生存基盤を保全するインフラ造りを志向している。部分的ながらミチゲイションが行われ、LCA や LCCO₂ の研究も進み実用段階に近づきつつある。環境影響を低下させるべく配慮事項は多様であるため、建設業で再生資材を大量に使用する効用が埋没している。インフラの機能とコストと環境影響は背反する面があるから、総合的な評価が必要である。

2. VE 的思考による評価法

VE を土木的に表現すると「インフラの機能(F)を高めたり、設計施工に要するコスト(C)を下げたりして、インフラの価値(V)を高める手法」である。基本的な考え方は $V = F / C$ 式で表される。一方、環境の視点では、インフラ造りによる様々な環境影響(インパクト: I)を評価しなければならない。

以上により、インフラを造るためのコストとインパクトを総合して、式 $V = F / (I \times C)$ で表現できる。

ある河川の流域を洪水から守るためにダム造りを計画する時、必要な調整容量を確保できる地点に最適な型式のダムを計画する。その地点の地形・地質・環境等の自然条件、堤体材料の賦存度・交通等の地域条件により、コンクリートダムかフィルダムが選ばれる。さらにダムサイトや原石山の地質調査を進め、その結果により、ダム軸を変更したり堤体断面を変更して、安全性・合理的性を追求する。

原設計に対し代替案 A,B,C,D,E... が提案された場合、ダムの基本機能は各案同じで「所定量の水を貯める」であるが、各案のコストおよび環境影響はそれぞれ異なるので、上式の V が変化する。

コストには一定の計算法があるが、環境影響の評価項目は多岐多様で合理的な評価法は確立していない。

ここでは環境配慮評価項目の大項目を (a) 環境影響の低い材料の選択、(b) 材料使用量の削減、(c) 自然環境の保全、(d) 施工時の環境影響の低減、(e) 資材等運搬時の環境影響の低減、(f) 運用時の環境影響の低減、(g) 施設寿命の最適化、(h) 寿命終了時の最適化とする。大項目は数項の小項目からなる。例えば (a) 環境影響の低い材料の選択は、有害性の内素材への転換、再生可能な素材への転換、エネルギー含有量の低い素材への転換、再生原料への転換に分類される。小項目をさらに分類する余地もある。

多数の評価項目がある場合、各項目に重みをつけて全体を総合的に評価すれば良い。先ず大項目を FD 法 (Forced Decision) で重みづけをして、次に大項目内の小項目を DARE 法 (Decision Alternative Ratio Evaluation System) で重みをつけ、これに乗じて全体に対する各小項目の重みとする。表 1 に環境影響評価表の一部を示す。表の W₁ は大項目の重み(合計 10 点)、W₂ は大項目内の小項目の重み(合計 10 点)、W は全体に対する各小項目の重み(合計 100 点)である。各小項目別に、原設計を標準として、転換率等から評価点を与え、重みづけした値を求めて合計すれば全体の環境影響(I)が計算できる。また別に求めたコストをそれぞれ上式に当てはめれば、環境影響を考慮したインフラの価値(V)を算出できるから、機能と環境とコストの総合評価ができる。

ここでは比較を容易にするため、機能(F)を一定とし原設計の価値指数を 100 とした。表 2 に原設計と各代替案の価値指数を示す。この例の価値指数は、E 案と D 案が僅少差で 1 位 2 位となっている。

キーワード：VE・機能・環境・コスト・総合評価

連絡先：東京都新宿区高田馬場 4-40-11、TEL03-5389-7231、FAX03-5389-3255

表1 環境影響評価表

環境配慮評価項目		重み			評価	評価点 (←悪化) (改善→)					
大項目	小項目	W ₁	W ₂	W	基準	6	5(標準)	4	3	2	1
a. 環境への低影響素材の選択		2.14									
	1 有害性のない素材への転換		3.73	8.00	転換率	増加	0~9%	10~39%	40~69%	70~99%	100%
	2 再生可能な素材への転換		1.78	3.81	転換率	増加	0~9%	10~39%	40~69%	70~99%	100%
	3 エネルギー含有量の低い素材への転換		0.74	1.59	転換率	増加	0~9%	10~39%	40~69%	70~99%	100%
	4 再生原料への転換		3.70	7.94	転換率	増加	0~9%	10~39%	40~69%	70~99%	100%
b. 素材使用量の削減		0.36									
	1 総重量の削減		5.00	1.79	削減率	増加	0~4%	5~9%	10~14%	15~19%	20%~
	2 総体積の削減		5.00	1.79	削減率	増加	0~4%	5~9%	10~14%	15~19%	20%~
c. 自然環境の保全		2.50									
	1 生態系への影響低減		5.25	13.13	低減率	増加	0~9%	10~39%	40~69%	70~99%	100%
	2 自然水系・湧水等への影響低減		1.88	4.69	低減率	増加	0~9%	10~39%	40~69%	70~99%	100%
	3 樹木等に対する質・量の影響低減		0.75	1.88	低減率	増加	0~9%	10~39%	40~69%	70~99%	100%
	4 土地の形質変化の低減		0.68	1.70	低減率	増加	0~9%	10~39%	40~69%	70~99%	100%
	5 自然景観への影響低減		0.68	1.70	低減率	増加	0~9%	10~39%	40~69%	70~99%	100%
	6 斜面崩壊等の災害誘発危険度の低減		0.76	1.89	低減率	増加	0~9%	10~39%	40~69%	70~99%	100%
d. 施工時の環境影響の低減		0.71									
e. 資材等運搬時の環境影響の低減		0.36									
f. 運用時の環境影響の低減		1.43									
g. 初期寿命の最適化		1.07									
h. 寿命終了時の最適化		1.43									
合計		10.00	---	100.00							

表2 総合評価比較表

(注)コスト指数および価値指数は原案を100とした

案	ダムの位置および型式	環境影響指数	コスト指数	価値指数	価値向上率(%)	ランク
原案	原位置、重力式コンクリートダム	100.0	100.0	100.0	---	---
A案	同上、直線軸ロックフィルダム	95.4	98.9	106.0	6.0	4位
B案	同上、曲線軸ロックフィルダム	95.6	98.2	106.5	6.5	3位
C案	90m上流、重力式コンクリートダム	92.7	102.3	105.4	5.4	5位
D案	同上、直線軸ロックフィルダム	86.5	100.9	114.6	14.6	2位
E案	同上、曲線軸ロックフィルダム	86.8	100.3	114.9	14.9	1位

インフラ造りにはコストと環境の他、工期や地域経済への貢献度など考慮する要素は多い。次に、この4要素の重みを考慮して、各案の試算値をAHP(Analytic Hierarchy Process)法により総合評価した。その結果、E案 0.307、D案 0.285、B案 0.141、A案 0.135、C案 0.125となり、最適案はE案との結果を得た。

重みづけの計算をする場合、どの項目をどう評価するかが重要で、関係者それぞれの思い入れによって変わる。また表1に示した評価点の区切り方、各項目の評価も同様である。説得力の高い結論を導くためには、各項目の評価値の決定にあたり公平な立場で、関係者の総意を取り入れることがカギになる。

3. まとめ

環境影響のように考慮すべき項目が多いと明快に割り切れない場合が多いが、丹念に重みづけをして評価すれば機能とコストを総合評価できる。さらに、他の要素がある場合でも階層分析をすれば、説得力のある最適案を求めることができる。次世代に良くて安いインフラを残すための、具体的方法として提案する。