

地域計画における防災投資の評価手法 に関する一提案

A assessment method for prevention of disaster in local-planning.

一宮大祐**

By ICHIMIYA Daisuke

I think it is right that the regional people must determinate the plan for infrastructure. The determination of that is a most important process in urban design. People, assembly and administrators will find to risk-management and appropriate cost in debate. In this peper, I present a way of determination of economical lifecicle-span of structure. I hope this idea is able to develop new process for urban design.

Local-planning, Lifeciclecost, Security-management, Crisis-managemente

1. 概要

実効性の高い防災計画を策定するためには、住民が主体となって、起こり得る災害の規模と頻度を知り、地域が保有する耐久力と起こり得る各種外力の強度と確率に基づいて客観的に検討する必要がある。そして、安全管理対策で耐える外力規模、次に危機管理対策で耐える外力規模、さらにそれを超える外力規模を想定し、維持管理時の対策と被害想定シナリオに基づいた緊急対応について、具体的に記載しておくことが重要である。

特に、地域計画を策定する場合は、安全管理と危機管理が受け持つ分担を合理的に組み立て、整備後の都市能力に応じた防災計画を策定する。つまり、経済目標・環境目標を機軸にした長期の土地利用計画・都市計画・地区計画の総称としての地域計画が安全管理型であるか危機管理型（危機受認型）であるかによって、おのずと防災計画の性格が決ってくるということになる。

ところで、「安全管理と危機管理のバランスをどうとすべきなのか」が、難しい問題である。そこで本論では、そのための客観的かつ合理的なひとつの

手法として、各構造物の複数計画案についてそれぞれライフサイクルコスト（建設コスト＋ランニングコスト）をそのライフサイクルスパンで割った年平均コストを算出し、その年平均コストが最小となる計画案を選択する手法を提案する。

以上に示した手順により、地域の災害危険度に応じた構造物の合理的計画が可能となる。そして、その中に見積られた防災対策費用が、各構造物の適正な防災投資ということになる。地区計画レベルでは、全構造物を重要度や用途によりいくつかのタイプに分けて費用を割り出し合計すれば、その全体計画費用が算出できる。

この手法によれば、今後期待される「住民を主体としたまちづくり」の過程において、計画の絵と直結して分かりやすい形で費用対効果の関係が説明できる。全体計画費用が財政能力を越えれば、「優先性の低いものは除し、あるいは、グレードを落し」というように計画案は修正されていくであろう。

ただし、現段階では明解にされていない大きな問題がある。それは特に地震に関して、地理地質等のマイクロ条件と再現期間から簡単に災害外力を決定する方法が確立されていないことである。さらに、構造物の立地条件と災害耐力を考慮してライフサイクルスパンにおける期待損害額を決定する方法が確立されていないことである。

仮に地形や地質の条件により地震による外力に達

*キーワード：地域計画・ライフサイクルコスト・
安全管理・危機管理

**正員 工修（財）兵庫県下水道公社 0796-72-1046

いが生じることが明らかにされたとしたら、我々の生活が安全でしかも経済的な土地利用計画まで、この手法によって策定することができる。さらに、炭素税や再生資源への利用促進のための料金のデポジット制度等がうまく採用されれば、経済的合理性によるこの評価手法はそのまま省資源型の地域社会が計画できる手法として応用が可能と考えている。

以下本論では、上記について詳述していく。

2. 地域の安全管理と危機管理

安全管理と危機管理の概念を時系列的に整理したものが図-1である。

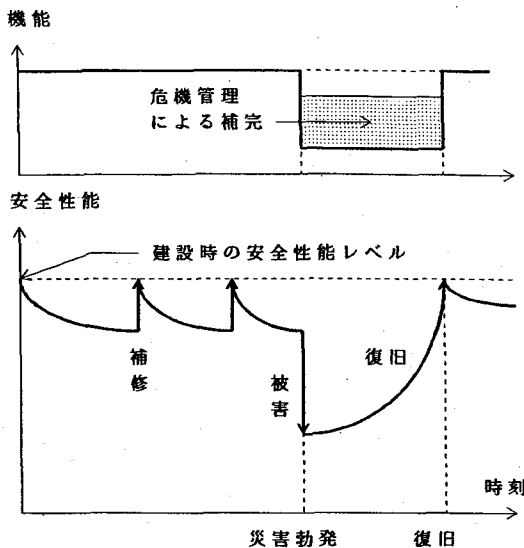


図-1 安全管理と危機管理の時系列概念

ご存じのとおり、安全管理は事故や災害を未然に防ぐために、あるいは、壊滅的な状況に陥らないための事前の安全対策である。具体的には、建設時における一定災害耐力の確保、その後の維持管理および補修などを指す。一方、危機管理は災害（ここで言う災害は常態として容認できる基準以下まで機能を逸失すること）が勃発した段階から、事前の準備の程度に応じて逸失した機能の補完や代替を行うことが危機管理である。したがって、危機管理には、代替機能の確保、備蓄、訓練、機能復旧さらに損害

保険への加入等が挙げられる。

簡単な例として自動車のことを考えてみる。自動車にもいろいろな事故や災害があるが、ここではタイヤのパンクを取り上げたい。

我々は、走行中にパンクしないために、より強いタイヤを履き、時には点検し機能に支障がないか確認する。これがこの場合の安全管理である。一方、パンクした場合のことを考えて、非常用タイヤを1本トランクに積んでいて、いざと言うときにはパンクしたタイヤと取り替える。そして、最寄りのガソリンスタンド等で元のタイヤを修理するかまたは新しいタイヤに取り替える。こういう場合に適用される保険が仮にあって加入していれば、そこまで含めての一連が危機管理である。

さらに、安全管理と危機管理はバランスがとれていて、しかも有機的でなければならない。自動車の耐用年数（10年以上）の間に1回もパンクしないようなタイヤにすることはおそらく強度の追求が過ぎているのであろうし、また、パンクが恐ろしくて頻繁に交換し過ぎるのも不経済である。一方、スペアを2本も積んでいると言うのも危機管理の準備としてはやり過ぎなのであろう。どこかに両方の対策のバランス配分があるはずである。

地域計画についても同様に、安全管理と危機管理になんらかのバランスを求めることは必要であろうし、また可能ではないかと考える。

事前のハードウェア対策の色彩が濃い安全管理が高水準であるほど被災確率が低く仮に被災しても被害は軽微ですむ。しかし、予算等の制約があり対策の水準には限りがある。これに対して危機管理はハードウェア対策とソフトウェア対策が混在する性格を持ち、事前の被害想定シナリオ等に基づく準備が災害直後の対応と機能復旧の迅速性を大いに左右する。

自然災害・人為災害を問わず、現実的な規模の外力に対しては未然防止できる安全対策を、それ以上の外力による災害にうまく対応するための危機対策を備えることである。そして、地域全体として両方の対策のバランスを保ち、有機的な地域計画を策定する必要がある。

この章のさいごに、構造物と設計の際考慮すべき主な災害因子の関係を表-1に示す。後述する防災

投資は、この表にあるような、構造物毎に影響を受ける因子それぞれの対策に必要な防災投資の合計である。

表-1 構造物と主な災害因子の関係

| 構造物 | | 災害因子 | | | | | | |
|---------|----|------|----|----|---|---|----|---|
| | | 地震 | 火事 | 雨水 | 風 | 雪 | 濁水 | 雷 |
| インフラの代表 | 河川 | ○ | - | ○ | ○ | ○ | ○ | - |
| | 道路 | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | - | - |
| | 鉄道 | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | - | ○ |
| | 水道 | ○ | - | ○ | - | - | ○ | - |
| 一般建築物 | | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | - | ○ |

注) ○は直接被害、△は間接被害が主

訓練のための費用)、維持管理費用(動力費・人件費)さらに支払い利息等である。参考として、図-3および4にライフサイクルスパン長とこれら各費用との定性的な関係を示す。

期待累積費用

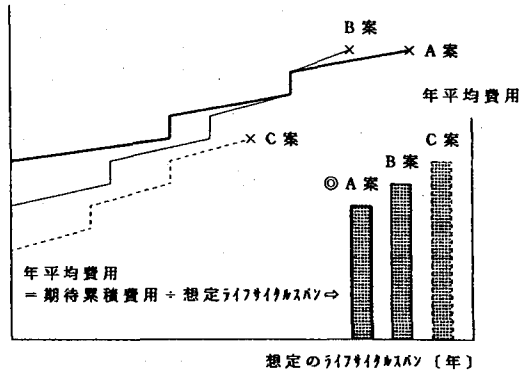


図-2 ライフサイクルコストと年平均コスト

3. 経済合理性に基づく構造物の防災投資評価手法

本章では、構造物の防災投資を経済合理性に基づいて評価する手法を提案する。

「住民主体のまちづくり」を実現するためには、まちづくりに関する法令手続きを簡素化、補助金制度の見直しによる財政制度の簡素化、さらに、まちづくりの計画案の費用対効果の分かりやすい説明手法の確立、が求められる。ここで示す手法は、3番目のたたき台として示すもので、分かりやすくしかも客観的に安全管理と危機管理のバランスを議論するための方法である。

それを具体的に説明したのが図-2である。すなわち、「各構造物の複数計画案それぞれのライフサイクルコスト(建設コスト+ランニングコスト)をそのライフサイクルスパンで割った年平均コストを算出し、その年平均コストが最も小さい計画案を最適案として選択していく」というものである。

この手法で選択される最適案は、複数案の中で各年の負担が最も小さい、すなわち経済的に最も合理的な案である。

ここで、ライフサイクルコストに組み入れられるべき費用は、安全管理費用(建設費用・補修費用・安全点検費用・追加補強費用)、危機管理費用(代替機能確保のための費用・備蓄費用・損害保険料・

年平均費用

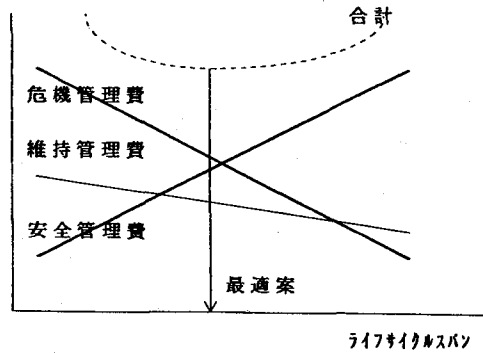


図-3 ライフサイクルスパンと構造物の各費用の相関

年平均費用

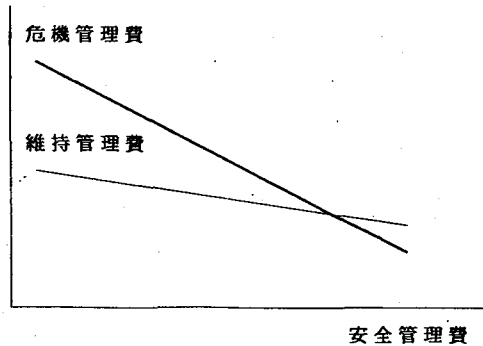


図-4 構造物の安全管理費用と他の費用の相関

以上に示した手順により、地域の災害危険度に応じた構造物の合理的計画が可能となる。そして、その中に見積られた防災対策費用が、各構造物の適正な防災投資ということになる。地区計画レベルでは、全構造物を重要度や用途によりいくつかのタイプに分けて費用を割り出し合計すれば、その全体計画費用が算出できる。

この手法によれば、今後期待される「住民を主体としたまちづくり」の過程において、具体的で分かりやすい形で費用対効果の関係が説明できる。全体計画費用が財政能力を超えれば、「優先性の低いものは除し、あるいは、グレードを落し」というように計画案は修正されていくことも期待できる。

4. 本手法の課題

この手法で問題となるのが、災害リスクに伴う期待費用、すなわち損害額の決定である。ここでは、危機管理の準備費用としてライフサイクルコストに組み入れている。ここでいうのは地域のマイクロ条件に応じて決定される費用で、地理・地質条件と構造物の耐力の関係から被災確率が定量化され、その結果を基に計算されるライフサイクルスパンの間の損害保険金を指す。

この場合の損害保険を目的別にすると、機能復旧のための保険と機能縮減に伴う復旧までの間の収入減を補うための保険のふたつに大別できる。これらを定量化するためには、地理・地形・地質等のマイクロ条件により導き出される災害因子毎の外力強度とその発生確率、さらに構造物の抵抗力が必要である。現在のところ、特に阪神淡路大震災以後、マイクロ条件と地震外力の関係についての研究が進められているが、他の因子も含めて、近い将来のうちにそれらが地域計画に、あるいはいざという時の備えである保険理論に、さらに被害状況の早期把握のために応用できるようになることを期待する。

この種の多くの研究に対する感想として、特に地震の被害状況の再現に関する研究等については、統計的手法と解析的手法が別の方向を向いているように思える。「一定の誤差は容認して、早く実用的な理論を生み出す」という観点で、双方のいいところを利用するなどして実用的な見解が早く見いだされる

ことを期待する。

5. 体系的な地域計画と住民参加

3章で、地域計画における防災投資の評価手法と、さらに分かりやすい形で住民に費用対効果を説明することができることを示した。

現在は、山林・河川・主要道路の計画は国や県、水道や下水道の計画は市町村、鉄道の計画は民間、と言うように、実施主体が分離されていて計画の統制がとれていない。しかも、財源の多くを国の補助金に頼っているために実施主体の持ち出しを少なくすることが重要視される。このため、必要な規模以上であっても補助事業のメニューに合うものを採用して行くことになり、国全体でみれば社会資本の多くが過大整備の状態になっているように思える。

この状態から脱出するためには、いま政府で議論されているように、地方分権を進めるとともに地方の自主財源を拡大し、市町村が外野の影響をあまり受けずに地域計画を策定できるようにする必要がある。そうなれば、国の機関にぶら下って社会資本毎に別々に整備計画を策定してきたこれまでのやり方ではなく、統一的な地域計画の策定が可能となる。その場合の計画の概念および手順を示したのが図-5である。

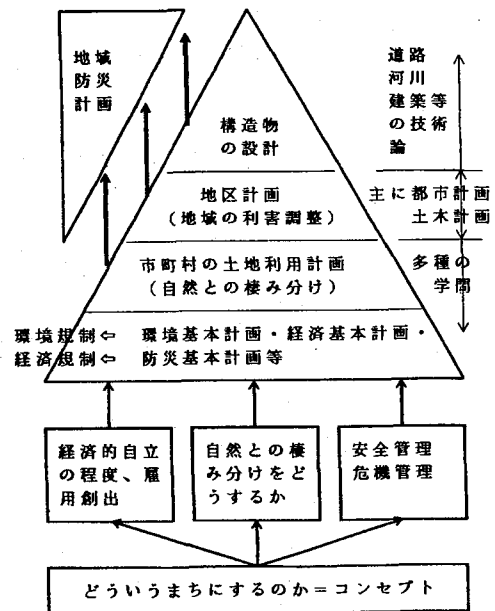


図-5 地域計画の四段階ピラミッド

その概念および手順は以下のとおりである。自然環境との棲み分けと調和、地域経済（雇用創出）、地域防災および安全保障、などに関するコンセプトと目標に基づいて基本計画をまず策定し、同時に必要な規制に関する法令（条例）の整備を行う。さらに、基本計画に基づき市町村全体の大まかな土地利用計画を策定し、土地利用計画で職住学用に指定された部分について地区毎に地区計画を実施する。地区計画では同時に、社会資本や基本形となる住宅等の構造物に関する基本計画案を提示して地域防災について併せて議論し、地域計画全体を仕上げて行く。

次に、住民参加による計画手法を考える。

四段階のピラミッドの内、下二段の自治体全体に関わる計画については議会が主導権をとって決定して行くべきである。その場で、住民が専門家と一緒にになって議会に働きかけることができるように、議員を通じてあるいは一定多数の住民の連名で代替計画案を提案できるような制度を確立すべきである。

上二段の地区計画については、行政と地区住民が専門家の見解を交えて進めていくべきである。計画は、下二段の基本計画、その地区計画に割り当てられた公的予算、地区内で負担可能な拠出金、地区住民の利害、などの制約条件を調整しながら進められることになる。

さらに、地域防災計画について簡単にふれておく。図-3で示した各構造物の安全管理と危機管理の積み上げにより、図-5の手順で策定される地域計画が策定される。その地域中で決められた安全管理対策と危機管理対策に基づいて、通常時の維持管理対策と被害想定シナリオに沿った非常時の対応を具体的に記したものが地域防災計画となる。

この章のさいごに、図-5に基づいてこれからの技術者の体系化について加えておきたい。

この章の冒頭で述べたように、これまでは中央行政が縦割で補助金制度を敷いていたため、これまでの地域計画は全体機能の追求あるいは都市の成長管理といった観点からは実施されてこなかった。しかしこれからの土木工学は、マネジメントを中心に据えた計画分野と個々の構造物を設計する分野に明確に分割されるべきである、と私は考える。計画分野の技術者は、経済経営学・法学・地震学・気象学・土木設計学・建築学等の学者や技術者と連携を高め、

住民・議会・行政に対してまちづくりの客観情報を提供できるコーディネーター的役割を果たして行くべきである。設計分野の技術者は計画分野の技術者のマネジメントの下で構造設計・積算・そして技能労働者（職人）のマネジメントに従事するべきである。高等教育の学科や学会の分野の分け方も、マネジメントを念頭において考え直すときにはなかろうか。

6. 実効的な地域防災計画の策定手順

実効性のある地域防災計画を策定するためには、地域計画時に採用した基準外力や予測あるいは診断で求めた各構造物の状態等の条件に立脚して、次に示す三つの外力規模を設定して策定しなければならない。

①：安全管理対策で耐える外力規模

②：①以上で危機管理対策で耐える外力規模

③：②を超える外力規模

①については維持管理時の対策を、②は基本的には地元地域のみで対応できる範囲の災害であるのでその被害想定シナリオに基づいた緊急対応を、③は近隣他地域に救援を求める災害であるので広域的な協定を含めて大規模被害想定シナリオに基づいた緊急対応を、それぞれ具体的に記載して、ひとつにしておくことが重要である。実際に利用可能なのは連絡網や備蓄物の在庫状況等のデータであろうから、シナリオについては被災時に各自が次を想定できるようなものがよいと考える。

また、外力規模とその発生位置によって被害の状況や拡散予測が簡便にできるような準備を最初に記載しておくことも大変重要である。なぜなら、その有無と良否によって初動の選択が変わるからである。

7. より安全で快適な空間づくりのための課題

より安全で快適な空間づくりのための課題として、公共性を重視した土地利用計画と土地利用規制、自己完結型地域社会の創造、資源循環型経済システムの構築の三つを挙げたい。

わが国では土地所有権があればたいいの場合無条件で利用できる。しかし、効率的な大規模農場の確保や自然環境との棲み分けを実現するためには、

市街地や村落の集約化を進める必要がある。そのためには、長期的な集約目標を示す土地利用計画が必要になる。土地利用計画に則って住宅用地以外に指定された土地の家屋を新築するときには住宅用地に指定された所に移転する、というようなルールをつくり厳格に規制していくべきである。その結果、超長期の道路・水道・下水道等の整備費用が大幅に圧縮されるであろうし、農村集落も適度に密集したほうが犯罪の回避や行政サービスの向上等が期待できる。

また、わが国の社会は職分分離型社会である。したがって、移動のためにコストと時間とエネルギーを浪費しているといえる。自己完結型地域社会の創造は、そういう浪費を小さくすることができる。また、郊外に農地等が広々とあれば大災害時は有効な避難場所になり得る。しかも、食料の補給にも非常に好条件となる。

現在のわが国では、ゴミ問題が大変深刻になってきている。炭素税導入の動きなどがあるが、さらに欧州で見られるような容器類をはじめとする再生資源への利用促進のためのデポジット制度等がうまく採用され、資源循環型経済システムが構築されることが望ましい。そうすれば、本論で示した経済的合理性による構造物の計画手法はそのまま省資源型の地域社会が計画できる手法になる。結果としては、より長期間資材を長持ちさせる方向に向かうと思われる。

本論を含めて、これらの理念が一部地域からでも導入されるように、地域が自主的に計画できる制度への転換が不可欠である。

8. 結語

わが国ではこれまで、構造物をつくることを最終目標にしてきたように思う。その代表例が「マイホーム」である。

あるテレビ討論で、「日本人は家を建てることを最終目標にしてきたのではないか」、「英語で "go home" というけれどもこれは家庭に帰るという意味で、日本人みたいにただ家に帰るというのはニュアンスが違うの shouldn't you?」、といった議論であったと記憶している。

それは、社会資本整備すなわち公共事業にも如実

に現れている。今のところわが国の公共投資には、「いかに利用運用するか」というようなソフトウェアに対する思考は希薄である。「とにかくつくればいい」というハードウェア優先主義である。

本論で示した計画手法は、地域の社会資本の利用と維持管理を含めて総合的に検討しようとするものである。今後、さらに有益な計画手法が出て来ることを大いに期待するものであるが、福祉行政・水道・下水道といった、施設の運用が重要な事業への公共投資の割合が増加する傾向にある今、これまでのハードウェア優先主義から早期に脱却することが肝要である。

さいごに、本論は私個人の意見として取りまとめたものであることを記す。

9. 参考文献

- (1) 長 尚：安全性と経済性の制約、JCOSSAR'95論文 文集 P9 1995
- (2) 拙著：構造物のリスク管理と適正な費用負担について、JCOSSAR'95論文 集 P15 1995
- (3) 森宮康：阪神淡路大震災と危機管理、第25回安全工学シンポジウム予稿集 P7 1995
- (4) 芝原靖典：社会リスクとマネジメントの考え方、第25回安全工学シンポジウム予稿集 P161 1995
- (5) 五十嵐敬喜・小川明夫：都市計画－利権の構図を超えて、岩波書店 1993
- (6) 大村平：信頼性工学のはなし、日科技連 1988