

### 3-2

## ライフサイクル地震損失コストについて

井関泰文 ISEKI Yasufumi

正会員

鹿島建設(株) 土木設計本部 設計管理部 企画課長

兼務：(株)イー・アール・エス リスクマネジメント部 部長

### 地震リスクをどう考えるか？

最近では、以前にもましてリスクという言葉が目立つ。われわれの身の周りがリスクだらけだからだろうが、土木施設の建設・管理に携わるものとして重要なリスクの一つが地震リスクである。残念ながらわが国は世界有数の地震多発国であり、個人として、企業として、地域として、国家として、「将来の社会経済損失を被る可能性(=リスク)」を抱えているのである。リスクがあれば、必ずその対応策について意思決定をしなければならない。そこに必要な一連の過程をリスクマネジメントというが、マネジメントであるためには、直感ではなく情報分析結果に基づく合理的な意思決定であるべきだ。その前提として、できる限り人々が理解しやすい金銭価値でリスクの大きさを表わし、リスク対策の費用と便益の観点で議論を展開することが望まれる。

さて、構造物を設計する場合、以前は初期建設コストにのみとわれがちであったが、最近では建設後の維持管理補修といった供用期間中に求められる機能を満足するために必要なコストも含めたライフサイクルコスト(以下、LCCと記す)を最小にする考えが重要との認識は周知のこととなっている。

地震保険というものがある。これは地震で被った損失を事前契約内容に基づき補償してもらおう商品である。地震保険を購入すると、リスクを他人に転嫁できるが、当然保険料を支払う必要がある。つまり、毎年の地震リスク対策費用が顕在化する。地震保険を購入しない場合には、ライフサイクルマネジメント上の地震リスクはどうなるのか？このことは、耐震性能をどのように決定すべきかという課題に帰着する。すなわち、耐震性能を高くするとその分費用はかかるが、将来の地震による損失の可能性は小さくなる。一方、性能を低くすると将来の地震リスクは大きくなる。ここに、トレードオフが存在し、耐震性向上のための投資費用に対して、将来の地震リスクを地震損失コストとして評価する必要が出てくる。このように、リスクマネジメントというフレームの中で

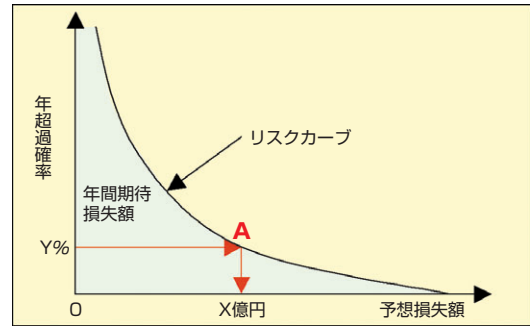


図-1 リスクカーブ

構造物の要求耐震性能を考えると、本報タイトルの「ライフサイクル地震損失コスト」を評価することになる。

### 地震損失コストの算出方法

地震リスクをLCCの一部として評価する場合、各年コストを年間期待損失額として評価することが一つの考え方である。年間期待損失額は、図-1に示すリスクカーブで囲まれる面積として算出される<sup>1)</sup>。リスクカーブは縦軸に年超過確率、横軸に予想損失額をとって表現されるもので、例えば図-1のポイントAは、1年間にY%の確率でX億円以上の損失を被る可能性があることを意味する。

毎年の地震による年間期待損失額を対象施設の予定供用期間中の合計として評価したものがライフサイクル(以下、LCと記す)地震損失コストであり、下式で表わされる。

$$C_{\text{ERLCC}} = \sum_{i=1}^T \frac{C_i}{(r+1)^i} \quad (1)$$

ここに、 $C_{\text{ERLCC}}$ : LC地震損失コスト、 $C_i$ :  $i$ 年目の年間期待(平均)損失額、 $i$ : 年度、 $T$ : 予定供用年数、 $r$ : 割引率(公共事業の費用便益分析では4%)。

考えられる発生地震の時間依存性や構造物の劣化による耐力変化などを考慮すると、各年の年間期待損失額は異なる。また、耐震性能向上を防災投資という観点から評価するためには、時間価値の概念を導入することが必要であり、将来価値を現在価値化するために割引率を考慮する。

### ライフサイクルコスト最小化

地震リスクをLCCの一部として考慮した場合、 $LCC = (\text{初期建設費用} + \text{維持管理補修費用} + \text{廃棄費用} + \text{地震損失コスト})$ で示す全体費用が最小となる場合に、最も合理的な耐震性能が選択されると考える。

そのためには、図-2に示すように、いくつかの耐震性能レベルに対して、その構造物を構築するために必要な

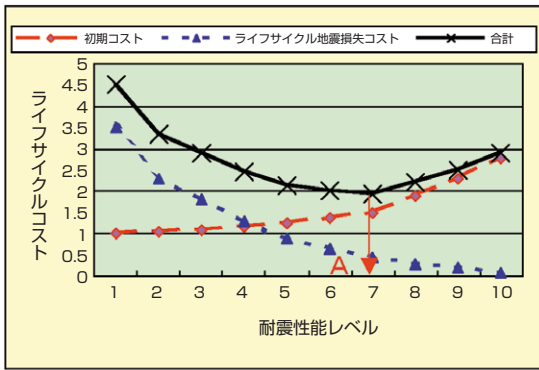


図-2 耐震性能レベルとライフサイクルコスト

初期コスト，LC 地震損失コストを算定する．そして，それらの合計値が最小となるポイント A が最適な耐震性能ということになる（ここでは，簡単のため維持管理補修費用と廃棄費用は除外している）．

### 課題1：地震リスクはうまく求まるか？

以下，私見を交えて二つの課題について述べる．まず，対象となる地震リスクは何かである．公共，民間によりいくらかの相違はあるにせよ，基本的な地震リスクはおおむね表-1 に示す内容となる．非常に大きな地震においても人身損失は避けるという原則には大きな異論はないであろう．施設の修復費用や機能停止日数の算出については，色々な困難はあるとしてもどうにか対応できるであろう．

しかしながら，「その他」の欄に示す項目の評価については，金銭価値化がきわめて困難なものが含まれる．このような損失については，リスクをもつ主体（以下，リスク主体と称す）が対象リスクに対して認識している特性や程度を定性的にでも評価し，定量的評価に付加することによって最終的な耐震性能を決定することが必要かもしれない．

また，個々の構造物全てについて図-2 の分析をするのは現実的でない場合もあり，リスクの観点からいかに合理的に構造物をグルーピングするかの検討も重要である．

### 課題2：果たして年間期待損失額だけでいいのか？

次の課題は課題1とも大いに関係するが，どのような

表-1 地震リスク項目

損失分類	民間営利施設	公共施設（例：道路）
人身損失	従業員／第三者	道路管理者／道路利用者／第三者
財物損失	施設修復費用／在庫品被害	施設修復費用
営業利益損失	商品販売収入の減少	有料道路であれば料金収入の減少
その他	取引関係のある企業に間接的に及び損失／企業評価の低下による損失 等	迂回による道路利用者の時間損失／地域社会経済活動への影響／社会へ与える不安感 等

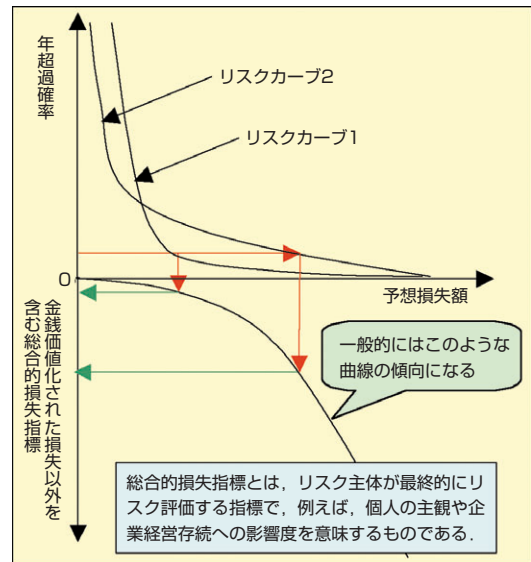


図-3 リスクカーブの形状相違の影響

場合でも年間期待損失額だけで地震損失コストを評価して良いかという点である．リスク主体にとって低頻度大地震によっても総合的損失指標（あくまでここでの造語，意味は図-3 中）があまり大きくない場合には，年間期待損失額で意思決定することが許されると思われる．そうでない場合には，以下の考えが必要である．

図-3 は，リスクカーブの形状相違が，リスクに対する意思決定に及ぼす影響を簡略説明している．リスクカーブ1と2の年間期待損失額は同じでも，低い確率で発生するまさかの地震による損失額にはおおむね倍半分の違いがある．さらに，金銭価値化できない要素を考慮した，総合的損失指標に至っては，リスクカーブ2の方がはるかに大きい．大地震により致命的な影響を被る可能性，予測できない事態になる可能性，不安感の増長などがある場合，本来ならそのまさかを金銭価値として評価できる以上に回避したい気持ちが強くなることもあり得る．したがって，年間期待損失額よりも大きな地震損失コストを考慮すべき可能性がでてくる．

実際，地震保険料は「純保険料（＝年間期待損失額）＋損害保険会社の経営費用と利益＋損害保険会社のリスクプレミアム」から成り，年間期待損失額の数倍となるのが一般的である．リスク回避的な主体は，保険屋さんが儲かるとわかっていてもまさかの大損失を避けるために，高額なリスク対策費用を経費に計上するのである．

今後，対象とする施設，リスク主体，リスク対策費用負担者などの特性を十分に理解したうえで，より合理的でわかりやすい地震リスク対策を検討していくことが必要である．

#### 参考文献

- 1- 兼森 孝：特集「リスクマネジメント入門」2．リスク分析，土木学会誌，Vol.85，pp.13-17，2000.7