

AM におけるリスク資産の残存価値信頼性評価と会計への反映

○中央大学 学生員 青木 優太

中央大学 正会員 佐藤 尚次

1. はじめに

日本の社会資本は、高度経済成長期に急速に整備されたことから、近年、老朽化した構造物の維持管理が集中しており、重要な課題となっている。そこで、政府や自治体では、公共インフラを効率よく管理し、低コストで維持・補修・新築していく公共施設のアセットマネジメント (Asset Management 以下 AM) という概念が導入されるようになっており、古田らは、土木構造物を「資産」としてとらえ、工学だけでなく経済学や経営学の考え方を取り入れて計画的に資産の運用・管理をしていくものと述べている¹⁾。

土木構造物を資産として供用していくにあたり、その構造物の「固定資産価値」をどう表すかが問題になる。会計的には、初期資産額から一定のルールで減価させた「残存価値」を用いるのが基本であるが、これは機械設備などの「機能寿命」が限定的であるものには妥当だが、土木構造物の場合、事実上半永久的に供用を可能にするレベルの維持管理が求められており、「構造物の残存機能」という面でも技術者の感覚とは異なるものであり、明確な価値評価手法は考えられていない。

そこで、本研究では、破壊事象というリスクを有する構造物を「リスク資産」と定義し、供用期間中での土木構造物の残存価値を評価する式を構築する。そして、AM の経済的側面として会計情報整備に注目し、提案した式を元に、各財務諸表を用いたリスク資産の会計的資産管理を行うことを目的とする。

2. リスク資産の残存価値評価式

社会が保有する土木構造物の価値評価を会計的に各財務諸表に載せる形で行おうとすると、その資産価値評価が重要となる。そこで、本研究では「所定の設計供用年数後も価値を保つことを前提として資産」しかし、「自然災害や劣化などで機能の価値が失われるリスク (破壊確率 P_f) も存在する」という位置づけから、式構築を行う。

構築手法として、社会資本整備を行う資金として発行される公債との比較を行うことで、構造物への投資の妥当性を評価額に導入する手法をとる。

具体的には、以下のように構成する。初期投資額を A (億円、 $= A_1 + A_2$ (リスクを有する資産 A_1 , リスクを有しない資産 A_2)), 利益 P_i (億円/年) から損失 L_i (億円/年) を差し引いた配当金を $B_i (= P_i - L_i)$ (億円/年) とし、 A を B_i で除した値を配当率 $\rho_i (= B_i / A)$ (年利) とする。また、投資の妥当性を評価するための公債のパラメータとして、個人向け 10 年国債の金利を用いる。これを国債金利 r (年利) とする。



図-1 対象道路橋



図-2 交通リンク

配当率と国債金利の差 $\rho_i - r$ (年利) を資産運用により得られる実質的な金利となる。この値が正ならば、国債に投資し運用することで得られる金利より、構造物に投資して得られる配当率のほうが大きいことになり投資の妥当性を表せる。その他に、構造物の設計供用年数を n (年)、年当たりの破壊確率を p_{fi} とする。

以上のパラメータを用いて、評価式の構築を行う。構築方針としては、所定のリスクに対しての残存価値を表す式とするため、「設計供用年数 n 年中、 m 年目に壊れて、それ以降価値を生まない資産の供用年トータルでの期待値」とする。以下の式(1)に構築した式を載せる。

$$V = \left\{ A_1 + \sum_{i=1}^m A(\rho_i - r) \right\} \prod_{i=1}^n (1 - p_{fi}) + \left\{ \sum_{i=1}^m A(\rho_i - r) - \sum_{i=m+1}^n A(\rho_i - r) \right\} \left\{ \prod_{i=1}^m (1 - p_{fi-1}) p_{fi} \right\} \dots (1)$$

3. 道路橋によるケーススタディ

本研究では、実在する道路橋を対象構造物としてケーススタディを行う。図-1 に横浜市南区井土ヶ谷にある対象道路橋「鶴巻橋」を載せる。

(1) 初期建設費の設定

初期建設費は用地取得費、橋梁の下部工建設費及び上部工建設費の 3 つで決定される。本研究では用地取得費を 42.18 (億円)、下部工建設費を 0.292 (億円)、上部工建設費を 1.179 (億円) とする。この内、上部工、下部工建設費はリスクを有する資産として A_1 とし、用地取得費を、リスクを有しない資産として A_2 とし、式 (1) に代入する。

(2) 社会的便益の算出

社会的便益の算出において、本研究では、現状で貨幣換算可能な社会的便益である走行時間短縮便益、交通事故減少便益、走行時間短縮便益の 3 つを算出する。これらを算出するにあたり、対象とする道路橋の存在

キーワード：アセットマネジメント 会計 資産価値 信頼性 リスク

連絡先：〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 tell:03-3817-1816 fax:03-3817-1803

第 40 回土木学会関東支部技術研究発表会

する道路だけではなく、影響を及ぼす周辺の道路も考慮する必要がある。そこで、本研究では図-2 のように対象道路橋付近の交通リンクを用いる。対象とする道路橋が存在することで、交通リンクのショートカットが生まれ、社会的便益が生じる。本研究では道路橋投資による社会的便益 2.953 (億円/年) とする。これを利益 P_i とし、式(1)に代入する。

(3) 道路橋の信頼性評価

本研究では、道路橋の破壊確率によるリスク評価を行い、その結果を資産価値に反映する。そのため、信頼性理論で広く用いられている $R-S$ モデルを用いて、道路橋の信頼性評価を行い、毎年の破壊確率 P_{fi} を算出する。

耐力側 (R 側) として、道路橋床版の耐力劣化モデルを用いた。既往の研究²⁾から道路橋床版の耐力劣化を確率的に扱うため、実測データより算出された遷移確率行列を使用し、経年劣化の分布のヒストグラムを作成し、確率密度関数をヒストグラムに適合させる事で構築した。

作用側 (S 側) として、道路橋にかかる交通活荷重を表現した確率分布として正規分布を用いた。設計荷重の違いによって、資産価値にどのように影響するかを把握するため、分散 $\sigma_s = 1, 2, 3$ ，超過確率 $e_s = 0.01, 0.05, 0.222, 0.395$ を用いた。

以上の $R-S$ モデルを用いて、性能関数 Z を $Z=R-S$ とし、 $Z < 0$ となる場合を「破壊」として破壊確率 P_{fi} を算出した。解析手法は MCS を用いた。

4. リスク資産の会計的資産管理

インフラ資産の資産管理において、保有する資産の大きさやその機能発揮の長期性・広域性を会計情報として、認識・把握・測定するため、本研究では、財務諸表における損益計算書 (P/L)、貸借対照表 (B/S) を用いる³⁾。式(1)から算出された残存価値をストック価値と累積フロー価値に分けて考え、前者を B/S へ、後者を P/L に計上する。図-3 に $\sigma_s = 1$, $e_s = 0.01$ での残存価値結果を示す。

資産運用のプランとしては、道路橋建設時に初期投資額 A (億円) がかかり、負債で一括処理し、供用期間中に返済を行う方針をとる。返済法には元利均等返済を用いる。また、供用中では、配当金として社会的便益が得られ、費用として、維持管理費などの各管理費用が掛かる。この差額は、本来、資産として B/S 上に記載するものであるが、このような公共構造物を対象とする場合は、市民還元として社会に提供すべきものであり、 B/S には計上しない。以上のプランで財務諸表作成をする。例として、 S 側の設計値が $\sigma_s = 1$, $e_s = 0.01$, R 側の設計値 $e_R = 0.001$ 、補修ありの設計でのモデルを用いる。本研究の財務諸表では、その時々価値をそのまま載せている。社会的割引率を用いて割引現在価値に換算する操作はしていない。

表-1 に作成した損益計算書 (P/L) を載せる。35 年目と 40 年目の結果を載せている。 P/L では、便益の項に、式(1)の流入フロー価値が計上され、損失の項に

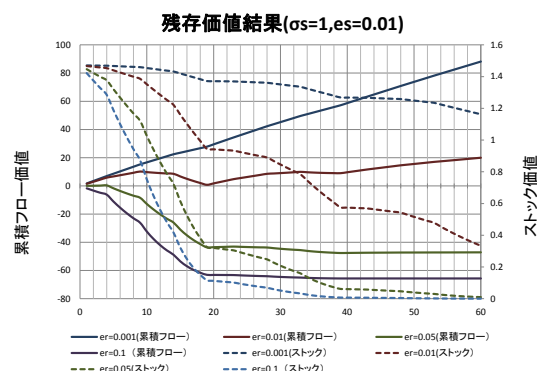


図-3 残存価値結果

表-1 損益計算書 (P/L) (単位: 億円)

		35年目	→	40年目
P(Profit)	社会的便益	2.15088	→	2.41552
	計	2.15088	→	2.41552
L(Loss)	繰延維持補修費用引当金	0.01158	→	0.01158
	負債返済金	0.87841	→	0.87841
	計	0.89000	→	0.89000
P-L		1.26089	→	1.52552

表-2 貸借対照表 (B/S) (単位: 億円)

35年目→40年目							
資産の部			負債の部				
固定資産			固定負債				
橋梁	1.31270	→	1.26782	銀行借入	12.90648	→	8.51440
土地	42.18000	→	42.18000				
流動資産			資本の部				
			便益				
繰延維持補修 引当金	0.01158	→	0.01158	社会的便益	30.59780	→	34.94500
合計	43.50428	→	43.45940	合計	43.50428	→	43.45940

流出フロー価値が計上される。40 年目に橋梁床版の補修を行い、信頼性が回復していることから社会的便益の期待値も大きく見積もられている。

表-2 に作成した貸借対照表 (B/S) を載せる。同様に、35 年目と 60 年目の結果を載せている。 B/S では、資産の部の固定資産価値の項では、式(1)のストック価値が計上され、資産の供用を行う中で、負債が返済され、資本が増えていくことから、負債と資本のバランスが変化していくことがわかる。資産合計が減少しているが、これは P/L から算出される余剰分が計上されていないからである。実際には、資産の部に計上され資産を増やすものであるが、前述のとおり、こちらは市民還元として表に記載しないこととする。

このように財務諸表を用いた「会計的資産管理」を行うことで、土木構造物が社会に及ぼす影響を明確に表すことができ、税金を払う国民に対する社会資本整備への理解が深まることが出来ると考える。

5. おわりに

まとめとして、本研究では、リスク資産の残存価値評価式を構築し、本体価値、社会的便益、構造物の破壊確率を算出した。そして、各パラメータと評価式を用い、 AM における会計的資産管理として、ストック価値、フロー価値を計算した。さらに、算出した価値を P/L , B/S に組み込み、会計への反映を行った。

【参考文献】

- 1) 古田 均: 社会資本アセットマネジメント, 森北出版, 2010 年 7 月
- 2) 佐藤幸生: 超過確率法信頼性理論における耐力劣化モデルの構築と瑕疵担保責任の発生分析, 土木学会関東支部第 38 回技術研究発表会
- 3) 小林潔司: 社会資本管理のためのインフラ会計, 第 27 回土木計画学研究講演集, 2003 年 6 月