

# 社会資本整備にも保険をかける —金融工学におけるリアルオプションの適用—



港湾研究部 港湾計画研究室長 高橋 宏直

## 1. はじめに

読者の皆様は、将来のリスクに備えてほぼ例外無く保険に入られていると思います。人生と同様に、社会資本整備においても保険をかけることが必要だと考えられる。このため、社会資本整備における有効な保険として段階整備を考え、保険金に相当する段階整備の追加投資額を金融工学におけるリアルオプションにより評価する研究を実施している。

## 2. 研究の概要

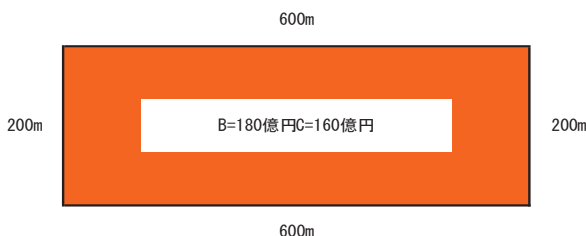
例えば、図-1に示すような600m×200mの埋立事業を考える。施工期間6年間、B(便益)は180億円、C(費用)は160億円とすると、NPV(Net Present Value: 正味現在価値) = (B - C)は20億円、B/C = 1.125となる。ここで、不確実性による将来のリスクに対応するために、図-2で示す段階整備を計画する。この段階整備計画で重要なのは、第1段階の事業実施後の状況を踏まえて、第2段階で想定している便益90億円の確保が困難であると判断される場合には、第2段階の事業中止を可能とするオプションを有している(保険を有している)ことである。

ここで、第1段階の費用は、外周護岸の半分の

80億円に加えて第1段階として完了するための中仕切り等の追加投資が必要になる。この追加投資額が保険金に相当する。仮に、この追加投資額を20億円とする。社会経済動向が当初の想定通りに進展し、第2段階事業に着手されるならば、この追加投資額(保険金)は掛け捨てになる。しかしながら、事前の段階で、この20億円の追加投資額の妥当性を評価することが重要となる(結果的に掛け捨てになるかもしれない自分の保険金を、評価することと同じ)。この評価をリアルオプションにより行う。

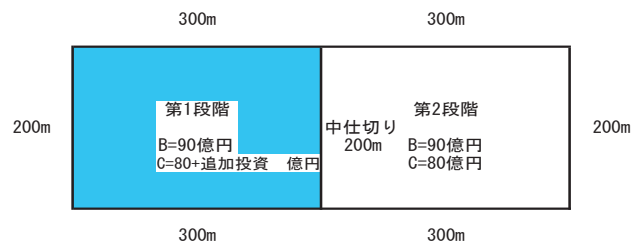
リアルオプションでは、将来の不確実性を( $\sigma$ )で表現する。 $\sigma = 0\%$ は、不確実性が全く無い場合を意味する。将来の不確実性が高いと判断すれば( $\sigma$ )として大きな値を考えることになる。今回の追加投資額が20億円の場合では、 $\sigma = 0\%$ の場合には、当然にNPV = (20 - 20) = 0億円となる。しかしながら、第2段階の着手直前において、想定便益が期待されない場合には事業は実施されない。このため、結果的に損失の回避が可能となるので、最終的な期待値が増大することにより事前に評価する便益は増大することになる。

具体的な検討として、全体の整備期間を6年、段階整備計画では第1段階を3年で完成させて、第1



	事業評価
B	180億円
C	160億円
NPV	20億円
B/C	1.125

図-1 基本計画



	事業評価		
	全体	第1段階	第2段階
B	180億円	90億円	90億円
C	160億円	100億円	80億円
NPV	20億円	-10億円	10億円
B/C	1.125	0.90	1.125

図-2 段階整備計画

段階の施工の最終年（3年目）に第2段階への移行を選択できる権利（オプション）を有するものとする。2項モデル<sup>\*注)</sup>により検討した第2段階事業のプロジェクト価値の変動を表-1<sup>\*注)</sup>に、オプション価値の算定プロセスを表-2<sup>\*注)</sup>に示す。この結果、不確実性(σ)が30%、社会的割引率(r)が2%での第2段階事業のNPVは24.2億円と算定されるが、第1段階事業のNPVが-10億円であるために全体のNPVは14.2億円、B/C=1.08となる。

同様の方法により不確実性(σ)が0~50%について算定すると、不確実性が高いほど想定通りの便益が期待されない事業が実施されない場合が多くなり、結果的に事前に推計されるNPVの期待値が増大する。例えば、不確実性(σ)が40%でのNPVは20.1億円、B/C=1.11であり、追加投資が必要であるにもかかわらず、基本計画のB/C=1.125と同程度となる結果が得られる。なお、詳細な算定法は参考文献に示している。

また、別の解析により基本計画のB/Cが低い場合、言い換えれば将来の不確実性に対して脆弱な場合ほど、段階整備計画が有効であることも定量的に確認されている。

表-1 プロジェクト価値（第2段階）変動

(単位：億円)

評価時点(T=0)を基準とした年次						
0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目
90.0	121.5	164.0	221.4	298.8	403.4	544.5
	66.7	90.0	121.5	164.0	221.4	298.8
		49.4	66.7	90.0	121.5	164.0
			36.6	49.4	66.7	90.0
				27.1	36.6	49.4
					20.1	27.1
						14.9

\* : σ=30%    r=2%

表-2 オプション価値の算定プロセス

(単位：億円)

評価時点(T=0)を基準とした年次						
0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目
24.2	45.0	80.8	136.5	—	—	—
	7.4	16.4	36.6	—	—	—
		0.0	0.0	—	—	—
			0.0	—	—	—
				—	—	—
					—	—
						—
投資額			-84.9			

\* : σ=30%    r=2%

すなわち、不確実性が高いほど、段階整備という保険の有効性が定量的に確認される。(人生において、将来が不確かなほど保険を掛けることが有効であると考えのと同じ)

### 3. おわりに

このように、段階整備を社会資本整備における保険について興味深い結果が得られている。

今後とも、この社会資本整備における保険の掛け方について研究を進める予定である。なお、ここで価格は現在時点での価格を示している。

注:) 原資産の価格が将来にかけて変化する経路を上昇と下落の2つを想定してオプション価格を算定するモデル

表-1では、最初の90億円が1年目に上昇した場合には121.5億円、下落した場合には66.7億円になることを示している。それ以降では、同様に将来への変動を示しており、毎年、上昇の状況が継続した場合には6年目のプロジェクト価値は544.5億円となる。ただし、この発生確率は極めて低い。逆に、表-2では3年目の値から第2段階の投資額(84.9億円)を引いた後に現時点での期待値を逆算することで24.2億円が算定される。

#### 【参考文献】

- 1) 高橋宏直、吉田二郎、山本幸司：社会資本整備の評価手法へのリアルオプションの適用に関する研究、国土技術政策総合研究所研究報告 No.22,2005.9
- 2) 高橋宏直、吉田二郎、山本幸司：社会資本の段階整備計画へのリアルオプション適用に関する研究、運輸政策研究機構、運輸政策研究 Vol.8 No.3,2005 Autmun
- 3) 高橋宏直、吉田二郎、山本幸司：不確実性に対応した大規模プロジェクトの段階整備計画手法に関する研究、土木学会 建設マネジメント研究論文集 (Vol.12),2005.11