

農業水利施設のライフサイクルコスト計算の 経済分析手法としての妥当性

北村浩二*・本間新哉*・今泉眞之*・加藤 敬**

目 次			
緒 言	105	3 LCC手法が使用される根拠	110
農業水利施設の特徴	106	LCC手法適用上の諸課題	111
経済分析手法の概要	106	1 適切な割引率の選択	111
便益と費用を考慮する経済分析手法	107	2 事業者費用と利用者費用	112
1 各種経済分析手法	107	3 施設の供用年数	114
2 公共部門における経済分析手法	108	結 言	115
費用のみを考慮した経済分析手法	109	参考文献	115
1 ライフサイクルコスト(LCC)手法	110	Summary	117
2 年間平均費用法	110		

緒 言

2005年3月に閣議決定された今後の政策推進の指針となる食料・農業・農村基本計画では、「農業水利施設等の適切な更新・保全管理」として、「既存ストックの有効活用の観点から農業水利施設等の長寿命化を図り、これらのライフサイクルコスト(建設・維持管理等にかかる全てのコスト、以下LCC)を低減することを通じ、効率的な更新整備や保全管理を充実する」ことを述べている。

そのため、農林水産省では既存の農業水利施設の長寿命化を図り、計画的かつ効率的に施設の有効活用を行う「ストックマネジメント」の考え方を導入している。従来は、施設が半永久的に使用可能と解釈するか、もしくは、老朽化し本来発揮すべき機能・性能や便益を実現できない状況になってから施設を全面更新または大規模な補修を実施する場合が多かった。しかし、施設が完全に老朽化する前に、予防保全的に適時・適切な維持補修を実施することが求められている。同様の取組は農業水利施設に限られたものではなく、道路等の他分野のインフラ資産においても適用されている。

このような農業水利施設や道路等のインフラ資産の予

防保全的な適時・適切な維持補修においては、施設の維持補修の時期と工法の複数の選択肢から、最もLCCを最小化しながら限られた予算制約下での適切な施設の維持管理・補修を可能とする最善策を選択しなければならない。そのため、複数の選択肢の中から最も経済的効率性の高い維持補修の時期と工法を選択するための投資の経済性を分析する手法として採用されているのが、LCC手法である。LCCは施設の建設・維持補修等に要する費用のみを対象とした経済分析手法である。しかし、土地改良事業の実施に当たっては、経済性評価を行うことが義務付けられており、その際、投資効率は投下費用とそれによって得られる年総効果額を資本還元した妥当投資額を対比することによって測定し、この投資効率が1.0以上あれば土地改良法施行令第2条第3項の「すべての効用がそのすべての費用をつぐなうこと」を満足するものとしている(農林水産省構造改善局計画部監修, 1997)。この投資効率の算定は、広い意味での事業の総便益と総費用の双方を考慮した費用便益分析の一つである費用便益比率法B/C(Cost Benefit Ratio)に相当する。プロジェクトへの投資の経済的妥当性を評価するための費用便益分析は、民間部門と公共部門の双方で用いられているが、公共部門で民間部門と主として異なる点は、評価の尺度をシャドウプライスに想定し市場価格を修正して行うことである(深沼, 1997)。費用便益分析には、費用便益比率法の他に、割引現在価値NPV(Net Present Value)、内部収益率IRR(Internal Rate of Return)等の種々の手法が存在する(深沼, 1997)。

農業水利施設のストックマネジメントの行政ニーズの

*農村総合研究部地域資源保全管理研究チーム

**農村総合研究部上席研究員

平成19年3月6日受理

キーワード：農業水利施設、ライフサイクルコスト、経済分析手法、費用便益分析

認識は大きい(例えば, 岩村, 2005)が, 研究はまさに緒に就いたばかりである。そのため, 農業水利施設のストックマネジメントに用いる経済分析手法として, 他の経済分析手法である費用便益分析と比較しながら, また, 研究が先行している道路等の分野での研究事例を参考にしながら, LCC手法を用いる妥当性について考察する。そのうえで, 農業水利施設のストックマネジメントにLCC手法を実際に適用する場合に留意すべき諸課題について検討することが, 本報告の目的である。なお, 本報告では, 原則として, 既存の鉄筋コンクリート製開水路が要求される機能・性能を継続的に発揮するために必要な, 適時・適切な維持補修のための複数の選択肢の中から最も経済的妥当性が高いものを選択するための経済分析を対象として考えている。そのため, 総合的な環境への負荷の低減を目指すライフサイクルアセスメントLCAや生態系への配慮は, 考慮していない。

農業水利施設の特徴

初めに, 経済分析手法の考察の前に, 道路の橋梁等の他のインフラ資産と異なる農業水利施設の特徴について考える。

国営土地改良事業により造成されたダム, 頭首工等の基幹的施設や農業用排水路は膨大な社会資本を形成しており, これら施設の約2/3は土地改良区が管理している。農業水利施設の管理に要する費用は農家から徴収される経常賦課金によって賄われている。平成12年度調査における農業水利施設の管理に要する費用の総額は, 年間1,517億円, 農家の賦役労働分740億分を加えると2,257億円となっており, このうち約2/3は土地改良区の負担である。

農業用排水路は, 道路, 橋梁, 道路トンネルや鉄道トンネルなどの公共施設と異なり, 長大な延長を農家が組織する土地改良区が管理している点, そのため,

日々の日常点検作業が不可能であり, 最も頻繁に管理を行ったとしても, 毎年の非かんがい期(すなわち年1回程度)にしか調査できないのが実情である。また, 一部の水路では, 発電や上水道などと兼用となっている地区や, 畑地かんがい用水, 防火用水, 地域用水として冬期における通水の要望がある地区が多く, 完全に断水できる時期がほとんどないため, 実際に調査が行えない, あるいは調査が非常に短い期間に制限される, という特質がある。

経済分析手法の概要

投資プロジェクトの経済性評価, すなわちプロジェクトの実施に関する意思決定段階でのプロジェクトの経済分析には, 一般に広義の意味での費用便益分析が手法として用いられる。その手法は大きく2つに分類できる。第一は, プロジェクトに関連する便益と費用の双方を対象とするものであり, 代表的な手法として, 割引現在価値法NPV, 費用便益比率法B/C, 内部収益率法IRRが挙げられる。第二は, プロジェクトに関連する便益を考慮しないで費用のみを対象とするもので, その代表がライフサイクルコスト法LCC(Life-Cycle Cost)である。また, LCCの変形として, LCCを施設の供用年数で除して1年間当たりのLCCを算出する年間平均費用法がある。

通常は, 民間部門においても公共部門においても, 投資プロジェクトの経済分析には, 便益と費用の双方を考慮に入れたNPV, B/C, IRRのいずれかが用いられている。そのため, まず, 便益と費用の双方を考慮する経済分析手法について考察する。そして, その後に, インフラ資産の予防保全的な維持補修において多くの場合に使用されているLCC等の, 費用のみを対象とした経済分析手法について考察する。Table 1に各々の経済分析手法の比較を示す。

Table 1 各々の経済性分析手法の比較
Comparison Among Various Economic Analysis Methods

割引現在価値NPV Net Present Value	便益と費用を用いる手法		費用のみを用いる手法	
	費用便益比B/C Cost Benefit Ratio	内部収益率IRR Internal Rate of Return	ライフサイクル法LCC Life-Cycle Cost	年間平均費用法 Annual Average Cost
便益の割引現在価値から費用の割引現在価値を差し引く	総便益を総費用で割る	純便益の現在価値をゼロとする割引率	施設のライフサイクルを通じた総費用の和	LCCを施設の供用年数で除した1年間当たりの費用
NPVがプラスであれば, 投資の妥当性を正当化	B/Cが1を超えれば, 投資の妥当性を正当化	IRRが基準となる割引率より大きい場合には, 投資の妥当性を正当化	LCCが小さいほど経済効率が良い	年間平均費用が小さいほど経済効率が良い
1) 複数の選択肢の経済性を一元的に把握・比較可能	1) 同一効果を「費用」か「負の便益」と捉えるかで結果が異なる	1) IRRの解が存在しない場合がある	1) 複数の選択肢の経済性を一元的に把握可能	1) 複数の選択肢の経済性を一元的に把握可能
2) NPVが大きい方が経済的価値が大きい	2) 比率であって規模の相違を反映しない	2) 各年の割引率変化に対応できない	2) 複数の選択肢の便益が同じ又は相違を無視できることを前提	2) 複数の選択肢の便益が同じ又は相違を無視できることを前提
3) 困難な便益計算が必要	3) 困難な便益計算が必要	3) 比率であって規模の相違を反映しない	3) 困難な便益計算を省略可能	3) 困難な便益計算を省略可能
4) 数値の意味の理解が容易	4) 数値の意味の理解が困難	4) 困難な便益計算が必要	4) 数値の意味の理解が容易	4) 施設の供用期間の異なる選択肢の比較が可能
		5) 計算期間の設定が必要		5) 数値の意味の理解が容易
		6) 近い将来に便益を生む投資を不当に高く評価		
		7) 数値の意味の理解が困難		

便益と費用を考慮する経済分析手法

ここでは、通常、投資プロジェクトの経済分析手法として用いられるNPV、B/C、IRRについて、まず最初に理解を容易にするため、民間部門におけるプロジェクト・ファイナンスの観点から考察する。これは、公共部門の経済分析においても基本的に民間部門と同じ手法を用いるからである。

ただし、公共部門の経済分析が民間部門と異なる点が2つある（Stiglitz, 藪下訳, 1989）。第一は、民間企業は投資の収益性に影響を及ぼすもののみに関心があるが、公共部門はより広範囲な間接的な影響をも考慮の対象にすることが必要であることである。第二は、民間企業はキャッシュフローの評価に市場価値を用いるが、公共部門は市場の失敗の存在のためシャドウプライスを用いることが必要となることである。しかしながら、民間企業でも公共部門でも、投資の経済分析においては意思決定のために便益と費用を比較することには変わりはない。

そのため、NPV、B/C、IRRについて考察した後に、公共部門におけるプロジェクトの経済分析について、具体的にどの手法が用いられているかを考察する。公共部門の例として、世界銀行、アジア開発銀行、わが国の公共事業、特に国土交通省と農林水産省が行う事業を取り上げる。

1 各種経済分析手法

a 割引現在価値NPV

NPVは、プロジェクトから得られるキャッシュフローである便益の現在価値から、プロジェクトの投資金額である費用の現在価値を差し引いた金額で、プロジェクトから得られる正味のフリーキャッシュフローの現在価値である。ここでいうフリーキャッシュフローとは、100%株主資本で資金を賄ってプロジェクトを行った場合に、すなわち、無借金でプロジェクトを行った場合に得られるキャッシュフローのことである（Higgins, 霍見監訳, 1994）。これは、資金調達の違いによるリスクはキャッシュフローには反映させずに、すべて割引率に反映させて調整するためである。個別のプロジェクトの経済性について評価する場合には、NPVが正の場合には当該プロジェクトへの投資が正当化される。また、複数のプロジェクト間の投資の場合は、各NPVを比較することによって、異なるプロジェクトの経済的価値を比較することができる。すなわち、単純にNPVが大きい方がプロジェクトの経済的価値が大きいことを意味する。

民間部門のプロジェクト・ファイナンスでは、投資プロジェクトの経済分析の手法としてはNPVを用いる場合が多い（例えば、グロービス・マネジメント・インスティテュート, 1999）。これは、NPVが投資プロジェクトの創出する富の絶対値を表すからである。

NPVの特徴として、次のものが挙げられる（例えば、Higgins, 霍見監訳, 1994）。（1）一義的な値を取るキャッシュフローの考え方を使用することによって、どのようなプロジェクトであってもリターンを適切かつ一元的に把握することが可能である。（2）現在価値であるから、プロジェクトの時間的価値を反映することが可能である。（3）リスクを反映した割引率を使用することで、プロジェクトのリスクを反映することが可能である。

しかしながら、NPVの計算において慎重さが要求されるのは、便益と費用の定量化と、割引率の決定である。便益と費用の定量化には、2つの課題がある。第一は、すべての便益と費用を計算に組み入れるのは困難であるため、どこまでの便益と費用を計算に組み入れるかを決定することが必要である。第二に、具体的に便益と費用を定量化することそのものに困難を伴う場合が多いことである。また、NPV計算においては一定の割引率を用いて将来の便益と費用を現在価値に変換する。この際に、割引率の大きさによってNPVの計算結果に大きな影響が生じる。

b 費用便益比率法B/C

B/Cは、プロジェクトの総便益を総費用で割って計算した比率である。その比率の高さで投資プロジェクトの望ましさが評価される。個別のプロジェクトの経済性を評価する場合には、B/Cが1より大きい場合には、プロジェクトの便益が費用を上回ることから、その投資が正当化される。

しかし、投資プロジェクトの経済分析手法としてB/Cを用いることの問題として、次のことが挙げられる（例えば、野口, 1982）。（1）B/Cは投資によって生じる富を絶対値で示すのではなく、比率で示されることに問題がある。そのため、B/Cが正しい基準となるのは、一定の範囲内で費用をk倍すれば便益もk倍になるという「規模に関する収穫不変の法則」が成立する場合に限られるが、これが常に成立するとは限らないからである。（2）プロジェクトにおける同一の効果を「費用」と考えるか「負の便益」と考えるかで、計算値が大きく異なることである。その一方で、NPVの場合では、どちらで考えても、計算結果は同じになるという利点がある。そのため、B/Cの計算上の問題とともに、複数のプロジェクトの中から最適なプロジェクトを選択する場合においても、B/CがNPVよりも優れているとは言えない。

c 内部収益率IRR

IRRとは、純便益の現在価値をゼロとするような割引率をさす。IRRを適切な割引率と比較し、IRRの方が高ければプロジェクトを採択する、というのがIRRによる判定法である。

IRRの持つ問題点としては、次のことが挙げられる（例えば、グロービス・マネジメント・インスティテュート, 1999; Bozeman et al., 2004）。（1）各年のキャッシュフローに正負の値が錯綜する場合には、IRRの解が存在

しない場合がある。もしくは、解が一つに決定されることは限らない。(2) 各年の割引率が変化する場合には、IRRは適切な指標として機能しない。(3) IRRは絶対値ではなく比率であるため、規模の相違を反映しない。したがって、規模の違う相互に排他的な一群の事業の中から一つを選ぶ時に使用するには不適切である。この規模の問題は、IRRでもB/Cでも、比率を用いる時には必ず生じるものである。(4) 期間の設定が問題となる。NPVの場合は、永續価値を用いることによって施設の供用期間を無限に延長することが可能であるが、IRRの場合は施設の限定された供用期間を設定しないことには計算ができない。(5) 絶対値ではなく比率のため、その値の意味するところを瞬時に判断することが困難である。(6) 一般に、内部収益率によって順位付けを行うと、より近い将来に便益をもたらすプロジェクトが不当に高く評価される傾向がある。

d どの手法が最適か

これら手法を実務に応用する場合、いくつかの問題点が指摘されている(例えば、深沼, 1997)。例えば、IRRは3期間以上の推計の場合均衡点が多数存在する場合があるなど、厳密にいえば一般的妥当性が低い。NPVは規模の異なるプロジェクトを比較する際に大プロジェクトに有利となる。B/Cは、負の便益を便益から差し引くか、費用として計上するかによって、結果が大きく変わってくる。また、規模の異なるプロジェクトの比較は容易だが、逆に実際に発生する便益の大きさが分かりにくい。

このように、それぞれの手法は一長一短がある。そのため、実務ではNPVをメインとしIRRを併記するなど、複数の計算結果を組み合わせる利用することが望ましい。ただし、国内では明確な基準がないため、手法の組み合わせはプロジェクトによって異なる場合が多い。3つの分析手法の比較をTable 2に示す。

Table 2 経済性分析の比較(深沼(1997)から作成)
Comparison Among Economic Analysis Methods

分析法	割引現在価値NPV	費用便益比B/C	内部収益率IRR
投資の判断基準	金利が事前に判明している場合、その金利 <i>i</i> *を前提として計算した投資の純現在価値NPVの大きさを投資判断の指標とするのが、純現在価値法である。「NPV ≥ 0」であれば、投資が可能ということになる。	現在価値化した費用便益の比率が1以上であることを判断基準とするのが費用便益比率法である。ただし、実際のプロジェクトでは、リスクを加味して1.2、1.5などの数値が基準として使われることが多い。	プロジェクトの内部収益率 <i>ρ</i> が社会的割引率 <i>i</i> より大きければ、資金は当該プロジェクトに回されることになる。逆に、小さければ投資は行われない。すなわち「 <i>ρ</i> ≥ <i>i</i> 」が投資判断の指標となる。
関係式	$NPV = n \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$	$B/C = \frac{n \sum_{t=1}^n B_t / (1+i)^t}{n \sum_{t=1}^n C_t / (1+i)^t}$	$n \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+\rho)^t} = 0$
割引率			国内プロジェクトでは4~6%、世界銀行では発展途上国が対象であり、不確実性を担保するために10%台
問題点	規模の異なるプロジェクトを比較する際に大プロジェクトに有利となる。	マイナス便益を便益から差し引くか、費用として計上するかによって、結果が大きく変わってくる。また、規模の異なるプロジェクトの比較は容易だが、逆に実際に発生する便益の大きさが分かりにくい。	3期間以上の推計の場合均衡点が多数存在する場合がある。厳密にいえば一般的妥当性が低い。

注: B_tはt期の便益、C_tはt期の費用、nは工事開始から設備使用終了までのプロジェクトの期間

2 公共部門における経済分析手法

ここでは、公共部門の例として、世界銀行、アジア開発銀行、わが国の国土交通省と農林水産省が実施する公共事業におけるプロジェクトの経済分析手法について考える。比較表をTable 3に示す。

Table 3 公共部門が用いる経済性分析手法
Economic Analysis Methods Used by Public Sector

	世界銀行	アジア開発銀行	わが国の公共事業
経済性分析手法	NPV(割引現在価値)又はIRR(内部収益率)	IRR(内部収益率)	B/C(費用便益比)
割引率	10~12%	FIRRはおおむね20%以上、EIRRは12%以上	社会的割引率として4%

a 世界銀行

世界銀行ではプロジェクトの調査・設計段階に当該プロジェクトの経済性を分析し、それをプロジェクト採択可否の判定基準の一つとしている。世界銀行ではNPVをプロジェクト評価の基準としているが、IRRによる判定も認めている(World Bank, 1996)。

世界銀行はNPV計算に使用する割引率については伝統的に計算していないが、一般的には10~12%が使用されている。この値は必ずしも被援助国における資本の機会費用ではないが、世界銀行が供給する資金の観点からより妥当なものであるとしている(World Bank, 1996)。

b アジア開発銀行

アジア開発銀行(ADB)がプロジェクトの調査・設

計段階で実施する経済分析では、IRRを評価基準として採用している(Asian Development Bank, 1997)。IRRには、FIRR (Financial Internal Rate of Return) とEIRR (Economic Internal Rate of Return) の2種類がある。FIRRはプロジェクトが創出する財務的便益と費用の割引現在価値が同等となる場合の割引率であり、プロジェクトの直接的な経済効果の大きさを示す指標である。一方、EIRRはプロジェクトが創出する経済的便益と費用の割引現在価値が同等となる場合の割引率であり、プロジェクトの間接的な経済効果をも含んだ経済効果の大きさを示す指標である。プロジェクトのFIRRとEIRRが各々の資本のハードルレートである機会費用を超える場合に、当該プロジェクトは財務的・経済的に実行可能と判断される。ADBのプロジェクト採択には、FIRRはおおむね20%以上、EIRRは12%以上が要求される場合が多い。

c わが国の公共事業

国土交通省は、所管する公共投資の額が全体の約7割と省庁のなかで最も多く、世論の注目度も高いこともあり、早くから費用便益分析手法の導入を進めている。国土交通省は、いくつかの試行を経て、平成15年8月に費用便益分析マニュアルを公表している (<http://www.mlit.go.jp/road/sign/pc/030806.html>)。

例えば、道路局では、ある年次を基準年とし、一定期間の便益額、費用額をB/Cにより算定する。便益については、道路整備が行われる場合と、行われない場合の交通流推計を用いて「走行時間短縮」、「走行経費減少」、「交通事故減少」の項目について、道路投資の評価手法として定着している消費者余剰を計測することにより便益を算出する。そして、算出した各年次の便益、費用の値を割引率を用いて現在価値に換算し分析する。現在価値算出のための割引率は4%、基準年次は評価時点(新規採択の場合は採択予定年度)とし、検討年数は40年で計算を行うものとしている。Fig.1にマニュアルでの概

略検討フローを示す。

マニュアルは、国道事業や有料道路事業だけでなく、地方道でも、補助事業の場合は費用便益分析を義務づけられている。交通事故による損害も計算に入れられている。公害、環境問題については、今のところ考慮されていない。基準として、全国一律でB/Cの値として1.5を最低ラインとしている。

農林水産省は、国土交通省に次いで公共事業が多く、一部の事業では古くから費用便益分析が行われている。具体的には、土地改良事業は昭和24年の制度発足当時から、沿岸漁場整備開発事業も昭和51年から、費用便益分析が実施されており、平成9年度からは林道事業、漁港整備事業の新規事業がそれに加わっている。

土地改良法では、事業実施の際には経済分析を実施することを義務づけており、その際には広義のB/Cに相当する投資効率を用いることとしている。

土地改良法に基づく事業の経済性評価は2つの面から行うことが義務づけられている(土地改良法施行令第2条3号及び第4号)。

第一は、経済性の側面からの評価(投資効率)は、国民全体として土地改良事業を行うことが長期的に見て経済的であるかどうかの評価を行うものであり、妥当投資額と総事業費を比較し1.0以上となることが採択の要件となっている。妥当投資額とは、建設した施設の耐用年数期間内に発生する各年の効果額を社会的割引率により、計画時点の価値(現在価)に評価換えをして合算したものである。事業実施の基本的要件に、「すべての効用がそのすべての費用をつぐなうこと。」とされ、直接効果のみならず、事業の公益的な効果を含めたすべての効果と国・地方公共団体の補助金等を含めたすべての費用を対比し、事業の効率性を検証することとしており、経済性評価を行うことが義務付けられている。その際、広義のB/Cに相当する投資効率を用いることとされている。なお、現在、わが国の土地改良事業等の公共事業では、社会的割引率として4%が用いられている。

第二は、負担能力の側面からの評価である。事業に要する費用のうち、農家が「負担することとなる金額が、これらの者の農業経営の状況からみて相当と認められる負担能力の限度を超えることとならないこと。」とされ、農家負担金について償還の可能性を検証することとしている。

費用のみを考慮した経済分析手法

上記のように、プロジェクトの調査・設計段階における経済分析においては、便益と費用の双方を考慮した費用便益分析が用いられる場合が多い。しかしながら、農業水利施設等のインフラ資産の予防保全的な維持補修においては、便益を捨象して費用のみを考慮した、施設の供用期間を通じた総費用を対象とするLCC手法が用いら

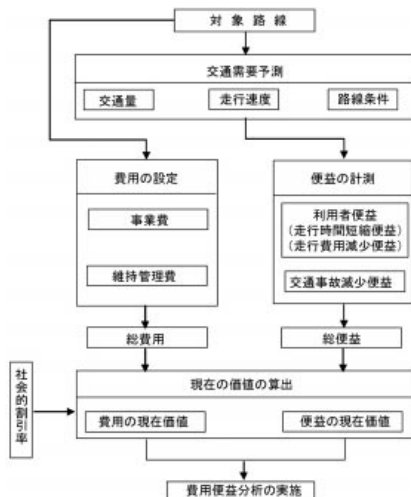


Fig.1 国土交通省の概略検討フロー(国土交通省HP)

Outline of Analysis Flow of MLIT

れている場合が多い。もしくは、LCCを施設の供用年数で除した年間平均費用法が用いられている場合もある。そのため、LCC手法と年間平均費用法について考察する。そのうえで、インフラ資産の予防保全的な維持補修における経済分析手法として、LCC手法を用いる妥当性について考察する。

1 ライフサイクルコスト (LCC) 手法

LCC手法は、施設の初期建設から供用期間終了後の廃棄までの施設のライフサイクルを通して必要な総費用を計算する手法である。ここでは、施設への投資が生み出す便益は考慮せずに、費用のみに焦点を当てている。この意味では、LCC手法は、費用便益分析のうち費用のみに着目した経済分析手法と言うことができ、施設のライフサイクルにおける費用が最小となる選択肢を提示することができる手法として広く利用されている。また、維持補修に必要な予算を確保するための手段として、あるいは維持管理を戦略的かつ合理的に行うための手段として有効である(例えば、貝戸ら, 2003)。

しかしながら、米国連邦高速道路庁FHWA (Federal Highway Administration) は、道路の橋梁や舗装の予防保全的な維持補修にはLCC手法を用いている一方で、次のようなLCC手法の問題点も指摘している (U.S. Department of Transportation, 2003)。LCC手法が適切に使用されるには、複数の投資の選択肢の中でプロジェクトの便益が同じことが前提として必要である。もし、複数の投資の便益が異なる場合には、コストのみを基にして、各選択肢の経済性を比較検討することはできない。この場合には、ライフサイクルにおける費用だけではなく便益をも計測し、費用便益分析を行う必要がある。

また、宮本ら (1997) も同様に、単純なLCCによる費用の比較は各選択肢に要する費用を比較しているのであって、経済性を最適化することにはならないと指摘している。そして、経済性の最適化は、便益計算を組み合わせた最適化モデルによってはじめて実現されるとしている。

小林ら (2003) は、便益を無視してLCC手法を理論的に用いることが可能な場合として、次の条件を指摘している。インフラ資産が半永久的に供用される場合、インフラ資産が供用される限り便益が発生するため、維持補修戦略の検討にインフラがもたらす便益を考慮する必要はなく、LCCを最小にするような維持補修戦略を検討すれば良いとしている。しかしながら、この場合には、インフラ資産の半永久的な供用期間中の便益が常に一定であることが前提となっている。すなわち、インフラ資産の供用期間を半永久的に延長するために適時・適切に維持補修を実施することによって施設の発揮する機能と便益が常に一定に保たれることを前提としている。つまり、維持補修による機能回復レベルが一定でない場合や、将来時点で施設の転用や容量変更が予定されている場合に

は、施設の発揮する便益が変化するため、理論的にはLCC手法は適切ではないことを示している。

丹治・蘭 (2002) は、理論的には現在価値と維持管理費用の経年変化が事前に既知であれば、LCCに基づく施設の更新時期の決定は費用対効果を最大にするが、複数の投資の優先順位付けにおいてはB/Cと同様に人口密度が高く便益が大きい都市周辺における投資を優先する問題があることを指摘している。

2 年間平均費用法

年間平均費用法は、LCCを施設の供用年数で除して1年当たりの投資の経済性を計測するものである。施設の供用期間が異なる代替案を比較する場合には、この年間平均費用法を用いることによって1年間の平均費用によって戦略の選択を行うことが可能である (Hübner et al., 2001)。年間平均費用法の基本的な利点は、その簡便さと理解しやすさにある。

その一方で、年間平均費用法もLCC手法と同様に、すべての代替案の便益が同一であるとの前提に基づいているため、費用のみに基づく比較が可能であるだけである (例えば、Hübner et al., 笠原篤監訳, 2001)。また、貝戸ら (2005) は、施設の劣化過程が確定的ではなく不安定性がある場合には、単純に年間平均費用法を用いることができないことを指摘している。さらに、すべての代替案の施設の供用期間中に割引率が変動する場合には、年間平均費用法を用いることは不適當である。

3 LCC手法が使用される根拠

このようにLCC手法は、投資のもたらす費用のみを考慮した簡易な費用便益分析手法である。理論的には、投資の経済分析の際には、費用のみならず便益をも考慮の対象とした方が望ましいが、LCC手法は次のようなさまざまな利点を有するためインフラ資産の予防保全的な維持補修の経済分析手法として広く用いられていると考えられる。

第一には、便益の計測が困難である (例えば、Hübner et al., 笠原篤監訳, 2001) ことから、便宜的に便益の計測を捨象して経済性を分析することが可能であるからである。特に、既存施設の維持補修が中心となるインフラ資産の予防保全的な維持補修においては、維持補修に要する費用の計測は比較的容易である。その一方で、便益の計測には、どの便益を対象とするか、また、それをどのようにして金銭価値に換算するかといった、種々の問題を含むことから、費用の計測に比較して困難である。

第二には、異なる複数の代替案の中で、便益が同じと解釈して意思決定を行っても大きな誤りが生じる可能性が小さいことである。既存の個別施設の維持補修によって生じる便益は、新規事業の実施に伴う便益と比較して、極めて小さいと考えられる。また、既存施設の適切な維

持補修は、施設が同レベルの機能を維持することを目的に実施される場合が多い。そのため、既存施設の維持補修に関する複数の代替案によって生じる便益が同じと解釈しても、大きな誤りが生じる可能性が小さいと考えられる。

第三には、便益計算を除外することによって、計算の簡略化と時間の短縮が可能となることである。新規事業の調査・設計段階では、事業に必要な予算額が大きいため詳細な経済分析が必要となるとともに、調査・設計に必要な全ての事項を準備するのに数年間を要する場合が多い。一方、既存の施設の維持補修に関する意思決定の場合には、個別施設の維持補修に必要な費用が小さいとともに、短期間での意思決定が求められる。そのため、計算が困難で時間を要する便益計算を省略し、費用のみを分析対象とすることによって、計算の簡略化と時間の短縮を図ることが可能である。

第四には、施設の適切な維持補修は限られた予算制約下で行わなければならないため、維持補修に要する費用の最小化が、施設の予防保全的な維持補修の目的の一つとなることである。公共事業の予算削減傾向の中で、施設の老朽化が進行し維持補修費の高騰が予想されている。また、インフラ資産は国民的財産であることから、納税者である国民から求められる予算費用の最小化要求に対応することが必要である（例えば、社団法人土木学会編、2005）。さらに、農業水利施設の維持補修には地元農家の経済的負担も必要となることから、便益の最大化よりも費用の最小化が重要となる。

第五には、意思決定者が理解しやすい手法であることである。既存施設の適切な維持補修においては、必要な予算の確保または限られた予算内での実施可能性の検討が求められることから、意思決定者は必要な費用に関心をもつ場合が多い。そのため、費用に着目したLCCは、NPV、B/C、IRRといった便益を含む手法に比べて、意思決定者にとってその数値が示す意味を理解することが容易である。

LCC手法適用上の諸課題

上記のように、プロジェクトの費用のみを対象としたLCC手法は、簡易な費用便益手法であり、農業水利施設等のインフラ資産の経済分析手法として有用である。そのため、インフラ資産の予防保全的な維持補修における経済分析手法として用いられる場合が多い。

しかしながら、実際にLCC手法を農業水利施設等のインフラ資産の予防保全的な維持補修の経済分析手法として用いる場合には、留意すべき諸課題が存在する。LCC手法を実際に適用する場合に留意すべき主要な諸課題としては、次のものが挙げられる（例えば、U.S. Department of Transportation, 1999）。

適切な割引率の選択

事業者費用と利用者費用

施設の供用年数

そのため、これらの留意すべき諸課題について検討する。

1 適切な割引率の選択

便益や費用が長期間にわたって発生する場合、異時点間の便益や費用を同一のウェイトで評価できないことは明らかである。なぜなら、将来時点における財やサービスは、現在時点の同一の財やサービスに比べて、低い評価しか受けられないからである。そのため、将来に発生する便益や費用は、適切な割引率を用いて現在価値に変換することが必要である（例えば、野口、1982）。

公共部門が投資の経済分析に使用する割引率は、社会的割引率と呼ばれる。どのような社会的割引率を使用するかによって、LCCの計算結果に大きな影響を与えるので、社会的割引率の決定は極めて重要である。すなわち、LCC手法において社会的割引率を用いる場合には、使用する社会的割引率の大きさによって、複数の選択肢間のLCCの大小が逆転し、施設の補修計画の選定に関する意思決定に大きな影響を与える可能性があるため、十分な注意を要する。例えば、大きな社会的割引率を用いると、遠い将来に実施する大規模な補修に係る費用の割引現在価値が小さくなることから、近い将来に軽微な補修を実施するよりも、遠い将来まで補修を実施せずに放っておく方が割り引かれたLCCが小さくなることがある。

また、割引率決定の際に注意を要するものに、イン플레이ションとリスクの取り扱いがある。イン플레이ションに関しては、イン플레이ションの影響を排除した実質キャッシュフローと、イン플레이ションの影響を排除した実質割引率を使用することが望ましい。他方、キャッシュフローと割引率の双方ともに、イン플레이ションの影響を含んだ名目値を使用することも可能である。ここで重要なことは、名目値と実質値を混同することを避け、同じものは同じものと比較すべきということである。すなわち、キャッシュフローが名目なら、割引率も名目とすべきであり、キャッシュフローが実質なら、実質の割引率を使用する。

リスクに関しては、将来の不安定性がある場合には、そのリスクを社会的割引率で調整する場合が多い。すなわち、リスクのあるキャッシュフローの期待価値を、リスクに対するプレミアムを含んだ割引率で割り引くという方法である。

さらに、特定の社会的割引率を用いてLCC計算を行うだけではなく、感度分析を行うことが望ましい。LCCの計算において社会的割引率を使用する場合には、どの程度の大きさの社会的割引率を使用するかによって、LCCの計算結果が変動し、その結果、どのタイミングでどのような補修工法を実施するかという意思決定に影響を与える。そのため、LCC計算に使用する社会的割引率を変

動させて、その結果が意思決定にどの程度影響するかを定量的に把握する必要がある。

このように、LCC計算に用いるべき社会的割引率の決定には慎重さが求められる。しかしながら、社会的割引率は、構造物の重要度とは無関係に、各国のマクロ経済の成長率や公定歩合等に連動して、政府の検査・監視機構によってあらかじめ決められている場合が多い(例えば、Boaman et al., 岸本監訳, 2004)。Table 4にわが国の公共事業の社会的割引率を示す。このように、わが国の公共事業の社会的割引率は4%に統一されている。この理由は、近年20年間及び10年間の国債及び地方債の利回りは平均で約4.5%~2.8%となっていることによる。その一方で、阪田・林山(2002)は、わが国で用いられている社会的割引率の4%という値には客観的な根拠は乏しく、社会的割引率の正確な推定の必要性を指摘している。

また、LCC手法において社会的割引率を用いるべきかどうかについては、一般に合意が得られていない。具体的には、米国連邦高速道路庁FHWA(Federal Highway Administration)が開発した橋梁マネジメントシステムであるPONTISやその他の最適補修モデル(例えば、栗野ら, 2001; 慈道・小林, 2003)においては、割引率を用いている場合が多い。割引率を用いる場合には、経済理論と整合が取りやすいのが特徴である。その一方で、割引率を用いる場合には将来のLCCを割り引くため、供用年数の長いインフラにおいては、単純なLCCの比較では長寿命化戦略を正当化できない場合があること(貝戸ら, 2005)や、往々にして現場の実務者の直感と矛盾する評価結果をもたらす(小林, 2005)ことが指摘されている。このような問題を回避するために、割引率を用い

ずにLCCを直接評価する方法が用いられる場合がある。

また、宮本ら(1997)は、貨幣価値の上昇を考慮した割引率については、あくまで維持管理費用を投資として考えた場合に考慮すべき項目であるため、公共構造物のように補修・補強に費用を投じることが投資という概念に当てはまらないものについては当面のところ考慮する必要がないと指摘している。

さらに、西川(1994)は、LCC計算の目的が限られた資本の下での施設の最適活用ではなく、毎年確保される予算額を最小化することが目的である場合には、割引率を用いずに年間平均費用法を使用することを提唱している。

LCC手法において社会的割引率を用いるべきかどうかの判断とともに実際に用いる際には、主として次のようなことに留意することが必要である。(1)わが国で現在使用されている4%が適当かどうか。(2)インフレーションとリスクの取り扱い。(3)施設の供用期間が長期にわたる場合に適用可能かどうか。(4)施設の維持補修費用を長寿命化のための投資と考えるかどうか。

2 事業者費用と利用者費用

インフラ資産のLCC計算における費用には、補修等の事業を実施する場合に要する事業者費用と、施設が破損した場合や補修等の事業を実施する場合に利用者が被る負の便益がある。FHWAは、前者を事業者費用、後者を利用者費用と呼んでいる(例えば、U.S. Department of Transportation, 1999)。橋梁等のインフラ資産のLCC計算では、多くの場合において事業者費用のみをLCC計算の対象としているが、可能であれば利用者費用も含むことが望ましい(例えば、U.S. Department of Transportation, 2002; 中谷, 2004)とされている。

農業水利施設のLCC計算における費用についても、補修等の事業を実施する場合に要する事業者費用と、施設が破損した場合や補修等の事業を実施する場合に利用者が被る負の便益がある。しかしながら、土地改良事業においては、ここでいう事業者費用においても事業実施主体の政府部門が全額を負担するわけではなく、農家の受益者負担も存在することから、問題が複雑となる。そのため、ここでは問題を簡略化するために、事業者費用のうち農家の受益者負担は事業者費用に含まれるものとし、施設が破損した場合や補修等の事業を実施する場合に農家が被る負の便益を利用者費用と呼ぶこととする。どの費用をLCC計算に組み込むかを決定する場合には、まずLCC最小化に基づく意思決定が誰のためのものかを考慮することが必要である。農業水利施設のLCC最小化について議論される場合には、政府部門の限られた予算制約下でいかにして最小の費用で施設の長寿命化を図るかという観点で捉えられている場合が多い。この場合は、事業者費用のみを対象としたLCCを最小化することが目的となる。

Table 4 わが国の公共事業の社会的割引率
Social Discout Rates of Japan's Public Works

林野庁	大規模林道事業	4%	大規模林道事業の費用対効果分析における各項目の算定手法(2000. 3)
	造林事業	4%	造林事業の費用対効果分析手法(2000. 1)
	治山事業	4%	費用対効果分析実施要領(治山事業)(1999. 6)
水産庁	沿岸漁場整備事業	4%	沿岸漁場整備開発事業費用対効果分析の手引き(2000. 3)
国土交通省	道路事業	4%	道路投資の評価に関する指針(案)(1998. 6)
	空港整備事業	4%	空港整備事業の費用対効果分析マニュアル1999(案)(1999. 6)
	港湾整備事業	4%	港湾整備事業の費用対効果分析マニュアル(1999. 5)
	航路標識整備事業	4%	航路標識整備事業の費用対効果分析マニュアル(1999. 5)
	治水事業	4%	治水経済調査マニュアル(案)(2000. 5)
	地すべり対策事業	4%	地すべり対策事業の費用対効果分析マニュアル(1999. 8)
	下水道事業	4%	下水道事業における費用対効果分析マニュアル(案)(1998. 3)
農村振興局	農業集落排水事業	4%	農業集落排水事業における費用対効果分析マニュアル(案)(2002. 3)
	地域用水環境整備事業	4%	水環境整備の効果算定マニュアル(案)(2001. 4)
	土地改良事業	4%	土地改良事業における経済効果の測定に必要な諸係数(2002. 3)

農業水利施設に関する事業者費用としては、米国連邦高速道路庁 FHWA の道路舗装に関する分類 (U.S Department of Transportation, 1998) を基にして、調査設計費用、建設費用、維持修繕費用、改築費用、廃棄処分費用、関連行政費用等が考えられる。一方、利用者費用としては、水路の物的損傷による断水等の損害が考えられる。例えば、中島ら (2004) は、管水路の断水による損害費用を簡易な確率的手法で求める方法を提案しているが、これは利用者費用に相当する。

これは、LCC計算の多くの場合で検討されている初期投資と維持管理や補修などに掛かる費用の他に、偶発事故や自然災害による損失を蓋然的な事象として据え、リスクマネジメント手法による損失 (リスク) を定量化して、対象構造物の t 年後のLCCを次の式で表した。

$$LCC(t) = C_1 + \sum_{i=1}^t C_R(i) + \sum_{i=1}^t R(i) + C_L \quad (1)$$

ここに、 C_1 は初期建設費、 $C_R(i)$ は維持管理費用や補修、更新に関わる費用、 $R(i)$ は年間リスク、 C_L は解体費用である。

中島らは、上記考えを木曾川総合用水上流地区に適用して、試算を試みている。同地区は上流区間の頭首工～開水路系と、下流区間の調整池～クローズドタイプ・パ

イプライン系で構成されている樹枝状の水利システムである。Fig.2にユニット分割した同地区の模式図を示す。分割は、用水路 (支線水路) の分岐部で行われている。最終的に対象施設は31水路系統で、ユニット総数は63となる。現時点でのリスク評価を行った結果、機能停止日数を代替水源法で金額換算すると、同地区の年間リスクは95,595百万円となっている。算出されたリスクを累積し、更新した場合はその費用を加えることでLCCを算出している。Table 5に示す更新計画を実行した場合の3ケースと、現状のまま (継続使用) の場合のLCCをFig.3に示す。同図より今後50年の長期にわたる供用を考えると、約30年で全ての計画案についてのLCCが現状のままのそれを逆転しており、更新したほうが有利であるとしている。

しかしながら、施設の破壊に伴う損失については、すべての要因を定量化することが出来ず、その評価が困難であることから、一般にはLCC計算にこのような利用者費用を含まない場合が多い。一方で、LCC手法は施設の建設や維持補修といった事業者費用だけではなく、利用者費用も含むべきであるとの指摘がある (例えば、U.S. Department of Transportation, 2002 ; 中谷, 2004)。そのため、可能であれば、事業者費用だけではなく利用者費用もLCC計算に含むことが望ましい。

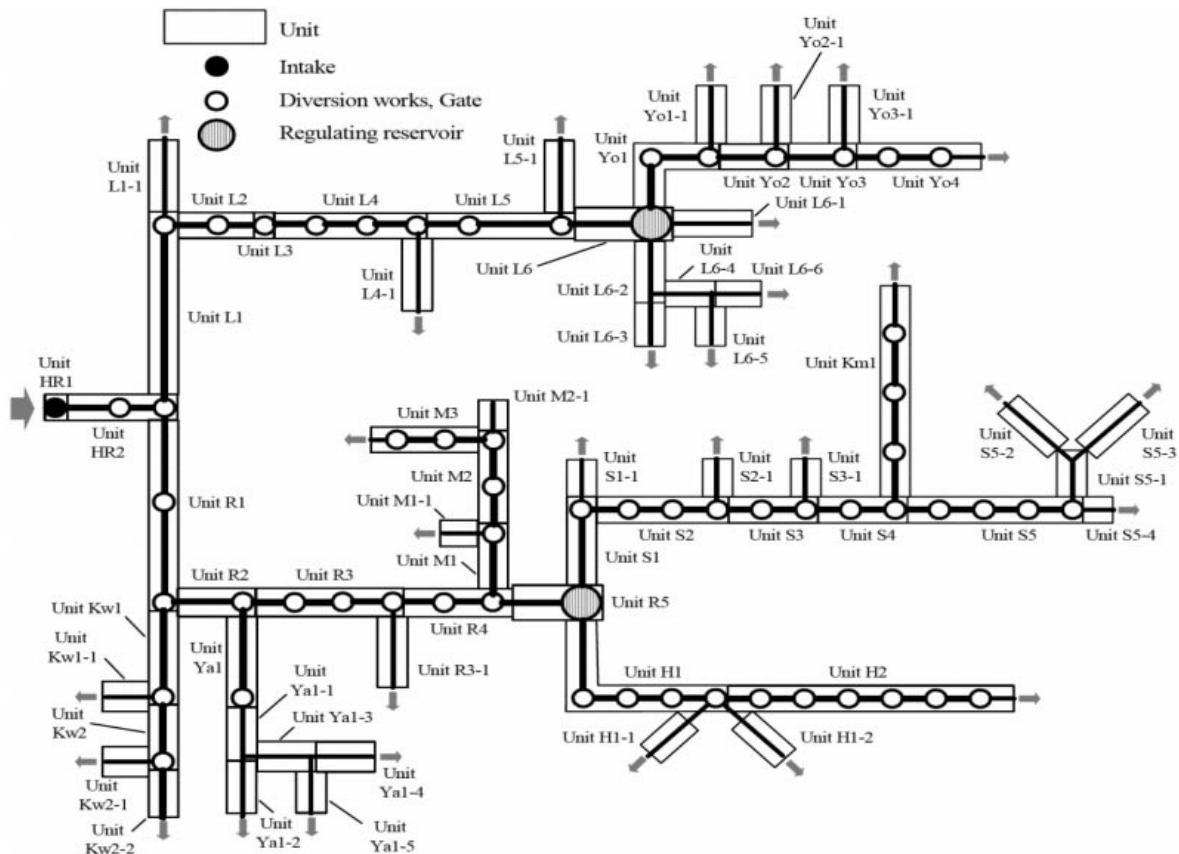


Fig.2 単純化した水利システム図 (中島ら, 2004)
Simplified Agricultural Hydraulic Structure

Table 5 更新計画による費用とリスク (静岡ら, 2004)

Costs and Risks for Renewal Plans

	Current State	Plan1	Plan2	Plan3
Description of renewal plan	-	Replacement of PC pipe with FRPM pipe		
Renewal /zone (Unit)	-	Km 1	L 5	Km 1 & L 5
Renewal section (hydrostittic pressure)	-	5 ~ 7 Kgf/cm ²	3 ~ 5 Kgf/cm ²	3 ~ 7 Kgf/cm ²
Diameter of pipe (mm)	-	600	1100	1100
Length of pipe (km)	-	2.1613	1.6592	3.8209
Renewal cost (million Yen)	-	242.7	296.2	538.9
Physical loss (million Yen/year)	25.62	23.014	24.12	21.514
Suspension of water supply (day/year)	8.116	7.743	7.879	7.456
Functional loss (million Yen/year)	95.595	90.645	92.231	87.284
Total loss (million Yen/year)	121.215	113.659	116.351	108.798

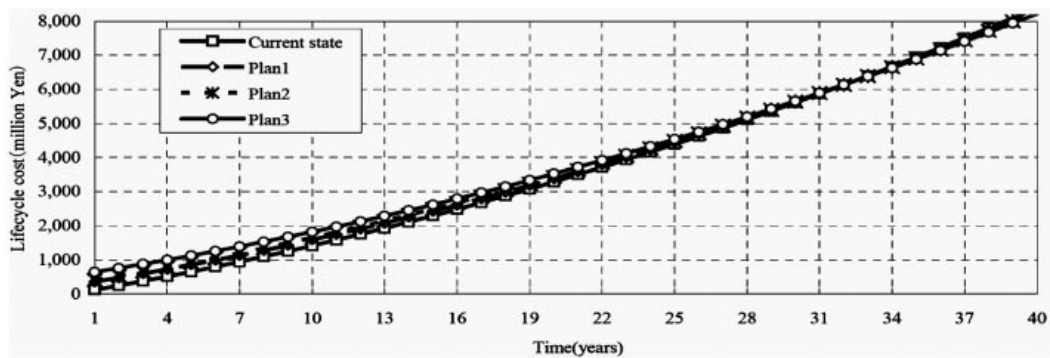


Fig.3 更新計画の総ライフサイクル費用 (静岡ら, 2004)

Accumulated Lifecycle Cost of Renewal Plans

3 施設の供用年数

施設の供用年数をどのように決定するかが、LCCの計算結果に影響を及ぼす。施設の供用年数を的確に予測することは、施設の劣化速度の予測と密接な関係がある。施設が供用年数に達した場合には、その施設を廃棄または全面更新することとなる。そのため、施設の予測される余寿命が、複数の補修時期と工法の選択肢の中からLCC計算の比較に基づいて適切な時期と工法を選択する際の、劣化速度が異なる選択肢の比較の方法やLCCとして計算する期間の決定に影響を与える。

土地改良事業においては、事業の調査・設計段階における経済分析に用いる施設の耐用年数は、所与のものとして扱われている(農林水産省構造改善局計画部監修, 1997)。しかしながら、現実には、何らかの理由によって耐用年数よりも早期に施設の全面更新が実施される場合や、一方で所与の耐用年数を経過しても要求される機能・性能を發揮する場合もあり、所与の耐用年数と実際の供用年数は異なるのではないかと考えられる。また、予防保全的に適時に適切な維持補修を実施することによって施設の長寿命化を目指すことが農業水利施設のストックマネジメントの目的の一つであることから、適切なストックマネジメントの実施によって農業水利施設の供用年数がどの程度延長されるかを推定することが、LCC計算には必要である。

施設の供用年数の推定事例として、次のものがある。貝戸ら(2003)は、LCCの信頼性向上を目的として、構

造物の劣化予測手法についてニューヨーク市が過去9年間(1992 - 2000年)に実施した828橋梁に対する目視検査結果を基にした実証的検討を行った。彼らは、劣化速度に着目した平均劣化曲線の算出手法を提案し、補修等の実施が予測結果に及ぼす影響について、橋梁全体と部材それぞれからの劣化曲線の試算を行った。

用いたデータは、部材ごとに健全度として7(新設状態)から1(崩壊、または潜在的な危険)の整数値で評価されており、数値が大きいほど健全であることを意味する。目視検査は各スパンに対して実施され、同一部材が複数ある場合には複数ある健全度の最低値がスパンの代表値となる。このとき、総合評価である橋梁全体の健全度 r は、検査対象の全47部材のうち、特にTable 6に示す13部材の健全度を用いた重み平均により算出される。

Fig.4は、補修等の実施の影響を考慮しない場合とした場合の平均劣化曲線の違いを示している。補修等の実施を考慮しない場合と比較すると、健全度6付近から劣化の進行は速まり、最終的に使用限界に達するまでの劣化時間は約10年早くなるという結論を得た。これは、劣化予測の応用例として、適切な維持管理が橋梁の予測寿命に及ぼす影響も考察している。1992~2000年までの1年分の目視検査結果を用いて各年度の劣化曲線を算出し、予測寿命の推移を調べた。各年度の予測寿命をFig.5に示す。予測寿命は年々増加し、ニューヨーク市では適切な維持管理が実施されていることがわかる。こ

れは、補修等の実施による劣化抑制効果が劣化速度の変化として表れていることを示している。

農業水利施設についても、上記の橋梁の事例のように、予防保全による適時・適切な維持補修によって、施設の供用年数がどの程度延長されるかを推定することが必要である。

Table 6 橋梁全体の健全度評価に用いる13部材とその重み
(New York City Department of Transportation, 2000)
13 Parts and Their Weights Used for Evaluating
Healthy Level of Whole Bridges

番号i	部材名	重みwi	使用限界
1	支承	6	1
2	背面壁	5	1
3	橋台	8	2
4	擁壁	5	1
5	橋梁台座	5	1
6	主部材	10	2
7	2次部材	5	1
8	高欄	1	1
9	歩道	2	1
10	床版	8	2
11	舗装	4	1
12	橋脚	8	2
13	添接	4	1
		72	

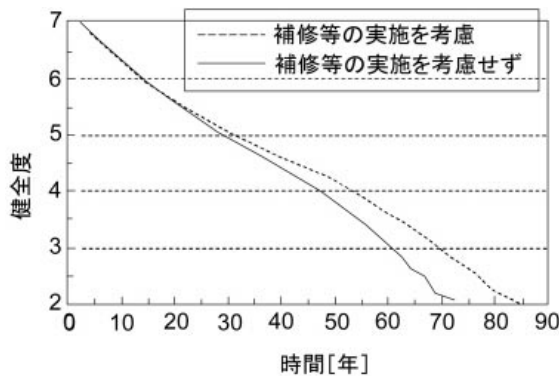


Fig.4 補修等の実施の影響を考慮した平均劣化曲線
(貝戸ら, 2003)

Average Deterioration Curves Taking Account Into
Effects of Implementing Rehabilitation

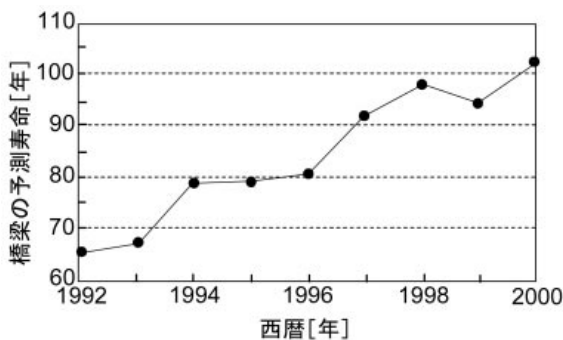


Fig.5 各年における橋梁の予測寿命の平均値の推移
(貝戸ら, 2003)

Trend of Annual Average Estimated Life-Span of Bridges

結 言

農業水利施設のストックマネジメントの経済分析に用いるLCC手法の妥当性と、実際に適用する際に留意すべき諸課題について検討した。LCC手法はプロジェクトの費用のみを対象とした簡易な費用便益分析手法である。そのため、限られた予算制約下で費用最小化を図りながら、要求される機能・性能を継続的に発揮するよう施設の適時・適切な維持補修計画を策定するためには有用な経済分析手法である。したがって、農業水利施設のみならず多くのインフラ資産の予防保全的な適時・適切な維持補修の経済分析に用いられている。

また、農業水利施設のストックマネジメントの経済分析に実際にLCC手法を用いる際に留意すべき主な課題として、(1) 社会的割引率、(2) 事業者費用と利用者費用、(3) 施設の供用年数について、研究が先行している道路等の分野における事例を参考にしながら、今後の検討課題を明確にした。

具体的には、LCC手法において社会的割引率を用いるべきかどうかの判断とともに実際に用いる際には、主として次のようなことに留意することが必要である。(1) LCC手法の目的が、所与の限られた予算制約下で施設の長寿命化を図るための適切な予算配分か、施設の適切な維持補修に必要な毎年予算の平準化及び最小化か。(2) わが国で現在使用されている4%が適当かどうか。(3) インフレーションとリスクの取り扱い。(4) 施設の供用期間が長期にわたる場合に適用可能かどうか。(5) 施設の維持補修費用を長寿命化のための投資と考えるかどうか。

事業者費用と利用者費用については、LCC計算には可能であれば、補修等の事業を実施する際に要する事業費である事業者費用だけではなく、施設が破損した場合や補修等の事業を実施する際に利用者が被る負の便益である利用者費用も含むことが望ましい。

施設の供用年数については、供用年数の予測は施設の劣化速度の予測と密接な関係にあり、劣化速度の異なる選択肢の比較の方法やLCCとして計算する期間の決定に影響を与えることから、予防保全による補修を実施しない場合と実施した場合の施設の供用年数を推定することが必要である。

これらのLCC手法適用上の諸課題を考慮しながら、農業水利施設の特徴を踏まえたLCC手法を開発することが必要である。

参考文献

- 1) Asian Development Bank (1997) : Guidelines for the Economic Analysis of Projects, 204p.
- 2) Asian Development Bank (1999) : Handbook for the Economic Analysis of Water Supply Projects, 382p.

- 3) Boardman A. E., Greenberg D. H., Vining A. R., Weimer D. L., 岸本光永監訳 (2004): 費用・便益分析, 公共プロジェクトの評価手法の理論と実践, 萩原印刷, 673p.
- 4) 深沼 光 (1997): 費用便益分析の現状と課題, 郵政研究所月報, No.111, p.4-12
- 5) Higgins R. C., 霍見芳浩監訳 (1994): ファイナンシャル・マネジメント, ダイヤモンド社, 243p.
- 6) グロービス・マネジメント・インスティテュート (1999): MBAファイナンス, ダイヤモンド社, 285p.
- 7) Hudson. W. R., Haas R., Uddin W., 笠原篤監訳 (2001): 社会資本マネジメント [維持管理・更新時代の新戦略], 森北出版, 373p.
- 8) 岩村和平 (2005): ストックマネジメント時代の制度づくりに向けて, 農業土木学会誌 No.73(11), pp.1-2
- 9) 慈道 充, 小林潔司 (2003): 不確実性下における最適補修投資ルール, 土木学会論文集 No.744/IV-61, pp.39-50
- 10) 貝戸清之・阿部 允・藤野陽三 (2003): 実測データに基づく構造物の劣化予測, 土木学会論文集 No.744/IV-61, pp.29-38
- 11) 貝戸清之・保田敬一・小林潔司・大和田慶 (2005): 平均費用法に基づいた橋梁部材の最適補修戦略, 土木学会論文集 No.801/I-73, pp.83-96
- 12) 小林潔司 (2005): 分権的ライフサイクル費用評価と集計の効率性, 土木学会論文集 No.793/IV-68, pp.59-71
- 13) 小林潔司・上田孝行 (2003): インフラストラクチャ・マネジメント研究の課題と展望, 土木学会論文集 No.744/IV-61, pp.15-27
- 14) 国土交通省道路局: <http://www.mlit.go.jp/road/sign/pc/030806.html>
- 15) 栗野盛光・小林潔司・渡辺晴彦 (2001): 不確実性下における最適補修投資ルール, 土木学会論文集 No.667/IV-50, pp.1-14
- 16) 宮本文穂・串田守可・足立幸郎・松本正人 (1997): Bridge management system (BMS) の開発, 土木学会論文集 No.560/VI-34, pp.91-106
- 17) 中島賢二郎・鹿田朋義・中村博樹・井戸本靖史 (2004): ライフサイクル・コストの計算事例 主として水利システムのリスクに着目してー, ARIC情報 No.72, pp.54-61
- 18) 中谷昌一 (2004): 国土交通省における道路アセットマネジメントの考え方, 土木学会誌 vol.89 no.8, pp.24-26
- 19) 西村和廣 (1994): 道路橋の寿命と維持管理, 土木学会論文集 No. 501/I-29, pp.1-10
- 20) 農林水産省構造改善局計画部監修 (1997): 改訂解説土地改良の経済効果, 大成出版社, 761p.
- 21) 野口悠紀夫 (1982): 公共経済学, 日本評論社, 228p.
- 22) New York City Department of Transportation (2000): 1999 New York City Bridges and Tunnels Annual Condition Report
- 23) 阪田和哉・林山泰久 (2002): 社会資本整備における社会的割引率に関する研究, 土木計画学研究・講演集 Vol.26
- 24) 社団法人土木学会編 (2005): アセットマネジメント導入の挑戦, 技報堂出版, 195p.
- 25) 静間俊郎・中島賢二郎・井戸本靖史 (2004): 農業水利施設更新の最適化に関する基礎的研究, JCOS-SAR'2004論文集
- 26) 食料・農業・農村基本計画 (2005)
- 27) Stiglitz J. E., 藪下史郎訳 (1989): 公共経済学 (上), 公共部門・公共支出, 原書第2版, マグロウヒル, 343p.
- 28) 丹治 肇・蘭 嘉宣 (2002): 排水機場の更新時期と順位の設定方法の考察, 農業土木学会誌 No.70 (12), pp.11-15
- 29) U.S. Department of Transportation (1998): Life-Cycle Cost Analysis in Pavement Design, 107p.
- 30) U.S. Department of Transportation (1999): Asset Management Primer, 30p.
- 31) U.S. Department of Transportation (2002): Life-Cycle Cost Analysis Primer, 24p.
- 32) U.S Department of Transportation (2003): Economic Analysis Primer, 35p.
- 33) World Bank (1996): Handbook on Economic Analysis of Investment Operations, 160p.

Adaptability of Life-Cycle Cost Method as Economic Analysis Method for Stock Management of Agricultural Irrigation Infrastructure

KITAMURA Koji, HONMA Shinya, IMAIZUMI Masayuki, and KATO Takashi

Summary

In this study, the economic analysis method for the stock management of agricultural irrigation infrastructure has been examined. In general, LCC (Life-Cycle Cost) method is used as the economic analysis method for the asset management of various infrastructure assets although the LCC method uses only costs, and disregards the benefits related to the investment. Therefore, the reasons why the LCC method is used as the economic analysis method for the asset management has been examined, by comparing the other methods using both benefits and costs such as the net present value, the cost benefit ratio, and the internal rate of return.

Furthermore, the important issues for using the LCC method as the economic analysis method for the stock management of the agricultural irrigation infrastructure have been examined. The examined issues are: (i) determination of the social discount rate; (ii) agency costs and users costs; and (iii) forecast of infrastructure's life-span. These issues should be further examined to meet the requirement of the stock management for the agricultural irrigation infrastructure.

Keywords : agricultural irrigation infrastructure, life-cycle cost, economic analysis method, cost benefit analysis