

〔農工研技報 207〕  
〔25～33, 2008〕

# 予算制約下における農業水利施設の最適補修計画の作成手法

－国営造成農業用水路を事例として－

蘭 嘉宜\*

	目次	
I 緒言	25	V 予算制約下における農業水利施設全体の最適補修計画の作成
II 事例地区の劣化進行モデル	25	VI 結言
III ライフサイクルコストの比較による最適補修計画の作成手法	26	参考文献
IV 個々の施設区分の最適補修計画の作成	28	Summary
		29
		32
		32
		33

## I 緒言

農林水産省では、限られた予算を一層効率的に使用する観点から、既存の農業水利施設の機能保全とライフサイクルコストの低減を目的とするストックマネジメント手法を導入した。ストックマネジメントの導入に当たっては、「農業水利施設の機能保全の手引き」(2007)が作成され、ストックマネジメントの基本的考え方や、現場での実施のための枠組み等が示されている。今後、この手引きに沿って、ストックマネジメント手法の定着が図られていくだろうが、この手引きに明示されていない重要な課題として、予算制約下の最適補修計画を策定する手法があげられる。農業水利施設はダム、頭首工から開水路、暗渠、パイプライン、揚水機場等の多工種から構成され、延長も国営造成施設では数十km以上になる。これらの施設のライフサイクルコストを最小化するように補修計画を作成しても、実際には予算制約により補修計画の修正が必要とされるケースは少なくないであろう。

そこで、予算制約にあわせて、いくつかの施設の補修時期を延期する必要があるが、その場合に考慮すべき点として、機能低下が及ぼす影響の大きさがある。「農業水利施設の機能保全の手引き」(2007)で示された手法は基本的に便益が変わらないことを前提としているため、機能低下については考慮されていない。また、劣化に伴うリスクの増大については、想定される損害額の期待値をコストに加えることが示されているが、実際には、この損害額を精度良く算定することは困難と思われる。

他にも、漏水による用水量の不足による管理費用の増加、農業生産への影響、多面的機能の低下などが考えられるが、施設の機能低下によるこれら影響の程度は多種多様であって、その程度をライフサイクルコストとして算定することは困難と思われる。そこで、本稿では、施設の機能低下による影響の優先度を判断する手法とライフサイクルコストの比較を併用することにより、予算制約下の最適補修計画を選定する手法を、ある国営事業完了地区の事例により示す。

## II 事例地区の劣化進行モデル

分析の対象とした地区では、昭和40年代から50年代にかけて国営農業水利事業によって、農業水利施設が整備された。**Fig.1**に示すとおり、主要施設は頭首工1箇所(県営造成施設で国営事業により一部改修された)、幹線水路28kmであり、これらの施設により水田と畑地あわせて約4000haに農業用水を供給している。幹線水路は、開水路、暗渠、パイプライン、トンネルで構成されている。施設整備から24年が過ぎて、施設の老朽化と農業情勢の変化に対応して、施設改修と農業用水の再配分を目的とする国営二期事業が実施されている。

蘭(2006)は、この地区の施設劣化状況調査をもとに、マルコフ連鎖モデルを使って劣化進行モデルを作成し、施設や環境により劣化進行パターンが異なることを示した。マルコフ連鎖モデルは状態の時間的変化を遷移確率によって確率的に表現する手法であり、これを使って、蘭(2006)では、劣化レベルの遷移確率により劣化進行を表すモデルを作成した。この地区の劣化状況の評価について、項目と劣化レベル区分を**Table 1**に示す。また、劣化進行モデルの遷移確率を**Table 2**に示す。この詳細については蘭(2006)を参照されたい。

\*農村計画部事業評価研究室

平成19年12月18日受理

キーワード：農業水利施設、補修計画、ライフサイクルコスト

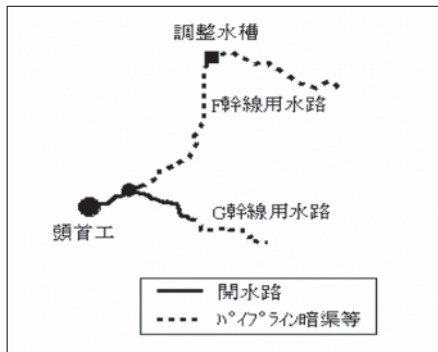


Fig.1 施設概要図

Schematic diagram of facilities

Table 1 劣化評価項目とレベル区分

Items of deterioration and classification

項目	小項目	劣化の程度	レベル
変状	ひびわれ	1mm以上または構造上不安定	A
		0.2mm以上	B
		0.2mm以下	C
	変形	構造的に不安定な変形あり	A
		変形あり、構造的には問題なし	B
		変形なし	C
剥離・剥落	剥落あり、鉄筋露出	A	
	剥離あり、錆汁あり	B	
	剥離・剥落なし	C	
水密性	湧水・漏水	湧水・漏水あり、骨材洗掘	A
		湧水・漏水あり、骨材露出	B
		湧水・漏水なし	C
	目地損傷	目地劣化、湧水・漏水顕著	A
		目地劣化、湧水・漏水少	B
		目地劣化あり、湧水・漏水なし	C
		目地劣化なし	D
	継手損傷 (G幹線RC管)	継手に湧水・漏水あり、かつ継手間隔が施工管理値以上	A
		継手に湧水・漏水あり、または継手間隔が施工管理値以上	B
		継手間隔が施工管理値未満	C
	継手損傷 (F幹線PC管上流部)	漏水により補修	A
		継手間隔が施工管理値以上	B
	上記以外	C	

Table 2 施設区分別遷移確率

Transition probability of facilities 単位：%

	D→C	C→B	B→A
F幹線PC管上流部 (水密性)		1.89	2.06
G幹線開水路 (変状)		2.69	0.133
G幹線開水路 (水密性)	1.85	0.22	0
G幹線暗渠 (変状)		0.84	6.01
G幹線暗渠 (水密性)	5.13	0.32	0
G幹線RC管サイホン (変状)		1.06	0.223
G幹線RC管サイホン (水密性)		0.62	0.701
G幹線トンネル (変状)		1.83	2.23
G幹線トンネル (水密性)		1.31	0.23

### Ⅲ ライフサイクルコストの比較による最適補修計画の作成手法

ライフサイクルコストを最小にするような補修計画が経済的最適計画であるが、その場合には、単に補修工法と補修時期についての代替案を比較するだけでなく、施設の劣化による機能低下の影響も適切に金額評価したうえで検討することが望ましい。施設の劣化による機能低下は、その影響する範囲によって、農業内部の影響と農業外の第三者に対する影響に大別できる。農業内部の影響では、例えば、開水路の漏水により用水不足が生じ、用水管理の精緻化のため労務が増加する場合、あるいは、溪流・井戸等の代替水源により補給水を確保するための費用が増加する場合が考えられる。また、劣化にともなって、パイプラインの漏水事故による通水停止の頻度が増加し、同様に、用水管理の精緻化のための労務の増加や、代替水源による補給水確保のための費用が増加する場合も考えられる。また、第三者に対する影響では、開水路の漏水による地域用水等の外部経済効果の減少や、パイプラインの漏水事故による、宅地・家屋への影響あるいは上部道路の通行止め等の損害の発生が考えられる。これらの機能低下の影響を適切に金額評価して、ライフサイクルコストを比較することが望ましい。

ライフサイクルコストの比較による最適補修計画作成手法の概要をFig.2に示す。施設区分の設定では、まず、農業用水路系全体を、①施設の構造、②劣化に影響する周囲の環境、③機能低下の影響の大きさを勘案して、複数の施設区分に分ける。すなわち、施設の構造と周囲の環境によって、劣化の進行プロセスに違いがあるため、これを考慮して複数の施設に区分する必要がある。また、予算制約下で、いくつかの施設の補修時期を変更する場合の施設単位として、機能低下の影響の内容と大きさを考慮して施設区分を設定する。

次に、各施設区分ごとに、劣化状況のデータを整理して、マルコフ連鎖モデルを使って劣化進行予測モデルを作成する。モデルには劣化進行式など各種手法があるが、ここでは様々な劣化要因が複合的に作用するため、確率的方法であるマルコフ連鎖モデルを使用した。

劣化進行パターンと機能低下の影響の大きさを考慮して、補修する劣化レベル、補修時期、補修工法等の補修基準について、複数の代替案を作成する。補修基準の設定では、①水利機能として必要な基準、②施設の安全性として必要な基準、③補修工法と補修時期の経済性から判断できる基準を勘案する。例えば、漏水量等の水利機能として必要な水準については、漏水が許容できる場合には、漏水量について複数の案を設定し、漏水による管理費の増加費用や、用水補填のための増加費用をライフサイクルコストとして算定する。施設の安全性については、事故が生じる確率を勘案して複数の案を設定し、事故発生確率×損害額をライフサイクルコストとして算定

する。また、補修時期と補修工法については、劣化レベルの進行の程度と補修工法に関する複数の案を設定してライフサイクルコストを算定する。ライフサイクルコス

トの算定式は(1)式のとおりであり、その比較により最適補修計画が選定できる。

$$LCC = \sum_i (IC_i \times f_i) + \sum_i (MC_i \times f_i) + \sum_i (BL_i \times f_i) + \sum_i (DL_i \times P_i \times f_i) \quad (1)$$

ここで、

$LCC$ ：施設区分のライフサイクルコスト

$IC_i$ ：i年度の事業費(測量試験費等も含む)

$MC_i$ ：i年度の維持管理費(補修費用も含む)

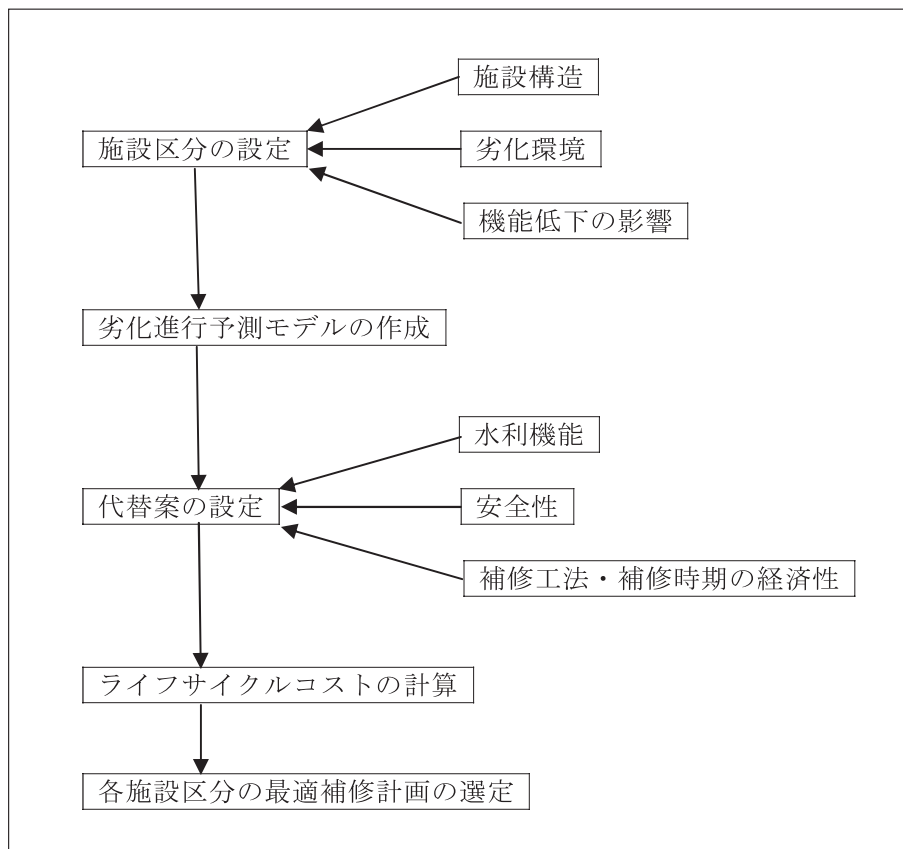
$BL_i$ ：i年度の機能低下による損失便益(または補修費用)

$DL_i$ ：i年度の機能低下による事故・災害発生にともなう損失便益(または補修費用)

$P_i$ ：i年度の機能低下による事故・災害発生確立

$f_i$ ：i年度のGDPデフレーターまたは社会的割引率による現価係数

である。



**Fig.2** ライフサイクルコストの比較による最適補修計画作成手法の概要  
Outline of method to make best repairing plan by comparing life-cycle cost

機能低下による影響を把握するために、対象地区において土地改良区から、施設の劣化とその影響について聞き取り調査を行った。その結果、

- ① 渴水調整によって頭首工からの取水量が10~20%以上減った場合には、番水等の用水配分の変更、井戸等の補助水源の使用等の用水不足への対応が必要となる。
- ② パイプラインの漏水が生じて周囲に悪影響を及ぼし、直ちに補修工事を行ったケースがあったが、そ

の場合は2~3日通水を遮断した。漏水が少ない場合は、営農に支障がない時期に補修している。

- ③ 用水不足の場合、特に花卉栽培、ハウス等に影響が大きく、井戸等の補助水源が使われるところもある。
  - ④ 渴水調整とパイプラインの漏水事故以外に、漏水により用水不足が生じる等の影響はない。
- ということが分かった。

施設の劣化に伴う機能低下の影響を金銭評価するにあ

たっては、機能低下の影響が顕在化し、維持管理費の増加等により金額が明示的に把握できる場合には、劣化の進行レベルの変化に応じた金額が容易に推定できる。しかし、実際には、対象地区での聞き取り調査から分るように、パイプラインの漏水事故の補修費用等を除いて機能低下の影響が顕在化しておらず、維持管理費の増加として捉えられないケースも多い。その場合には顕在化していない、これらの費用を推定することが望ましい。この費用を推定するためには、①構造的劣化と機能低下の関係が定量的に把握されて、かつ②機能低下による増加費用や損害額が算定できる必要がある。

しかし、現実的にはこれらの費用を精度よく金銭的に評価するのは困難である。例えば、開水路の漏水については、継目の劣化の進行の程度は予測できても、それによる漏水量を算定することは難しい。また、対象地区のように、漏水量が大きくなければ、用水管理の精緻化のための費用増加が顕在化しないため、その算定が困難な場合が少なくない。さらに、外部経済効果については、アンケート調査の分析による金銭評価等の試みはあるものの、その精度は、補修工法等の他の費用と比較して低い。

そこで、本稿では、個々の施設区分の最適補修計画の作成段階と、農業水利施設全体の最適補修計画の作成段階で、別の手法を使用することとした。すなわち、個々の施設区分の最適補修計画の作成では、補修工法と補修時期に関する代替案を作成して、(2)式によりライフサイクルコストを算定して比較することとした。一方、農業水利施設全体の最適補修計画の作成では、機能低下の影響も勘案することとした。ただし、機能低下の影響を金銭評価するのではなく、重み付け手法により指標化することとし、この指標を使って補修の優先順位を判定するとともに、(2)式によるライフサイクルコストも勘案して最適補修計画を作成する手法をとることとした。

$$LCC = \sum_i (IC_i \times f_i) + \sum_i (MC_i \times f_i) \quad (2)$$

ここで、

$LCC$ : 施設区分のライフサイクルコスト

$IC_i$ :  $i$ 年度の年度事業費 (測量試験費等も含む)

$MC_i$ :  $i$ 年度の維持管理費 (補修費用も含む)

$f_i$ :  $i$ 年度のGDPデフレーターまたは社会的割引率による現価係数

である。

#### IV 個々の施設区分の最適補修計画の作成

個々の施設区分の最適補修計画は、補修工法と補修時期に関する代替案を作成して、ライフサイクルコストの経済比較により決定した。事例地区では、Aレベルになったバレルを補修することを基本にするが、劣化の進行パターンに違いがあるため、①Aレベルのバレルを補修す

るケース (ケース1) と、②Aレベルのバレルが生じたら、Bレベルも併せて補修するケース (ケース2) のライフサイクルコストを比較した。

また、F幹線PC管上流部では、漏水事故の発生により補修費用を要しており、これを考慮する必要がある。この場合において、F幹線PC管上流部の市街地を通る区間のように、漏水事故が住宅、道路等へ影響する区間については、漏水時には通水停止せざるをえないため、農業への影響が生じている。そこで、①漏水の場合は通水を停止して修理し、その間はポンプ給水により用水を補給するケース (ケース3) と、②漏水しないように、Bレベルが多くなったら補修するケース (ケース4) を経済比較した。この地域は扇状地であり、従来は井戸水が使用されていた。現在でも井戸が残っているところも多く、渇水時等の用水不足時には井戸水が使用されることもある。そこで、ケース3と4を比較することとした。

なお、その他に次の前提条件を設定して計算した。

- ① 関係するデータが得られた2003年度までは実データを使用し、2004年度以降に補修を行うものとしてシミュレーションする。
- ② 社会的割引率は4%とする。
- ③ 社会的割引率による50年後の換算値は14.7%と小さいため、シミュレーション期間は2004年度から2060年度までとした。
- ④ 補修後の再劣化パターンは当初と補修後では異なるが、補修工法による劣化進行パターンのデータがないため、補修後の劣化進行パターンは当初の劣化と同じと仮定した。

ケース1とケース2を比較したところ、F幹線暗渠の変状についてはケース2が経済的に有利であったが、他の施設区分ではケース1が有利であった。F幹線暗渠の変状とG幹線開水路の変状のライフサイクルコスト (事業費と補修費用の現価の累積値) の推移をFig.3~4に示す。なお、計算に用いた条件等は蘭 (2006) を参照されたい。

また、F幹線PC管上流部の市街地を通る区間で、ケース3とケース4を比較した。ケース3は、漏水事故が発生したら通水を停止して内面バンド工法により直ちに補修するケースであり、補修費は内面バンド工法による補修実績を参考として1個所当たり200千円とした。補修に要する期間は実績では平均3日である。この期間は用水供給がストップするため、1/3の用水量を既存の井戸から補給することとし、そのポンプ電力料金を補修費に加算した。井戸からの供給可能量は不明であったため、井戸が相当数残存しているという土地改良区からの聞き取りから、1/3の用水量を既存の井戸から補給可能と仮定して比較した。ポンプの使用電力は、事故1回当たり1081kw×8時間で、電力単価は8.78円/kwhとした。ケース4は、漏水事故であるAレベルが発生しないように、Bレベルのバレル数を31個以下に抑制するもので、Bレベルの補修量が増加する。F幹線PC管上流部の市街地を通る



区間について、ライフサイクルコスト（事業費と補修費用の現価の累積値）の推移をFig.5に示すが、この結果はケース3が経済的に有利であった。

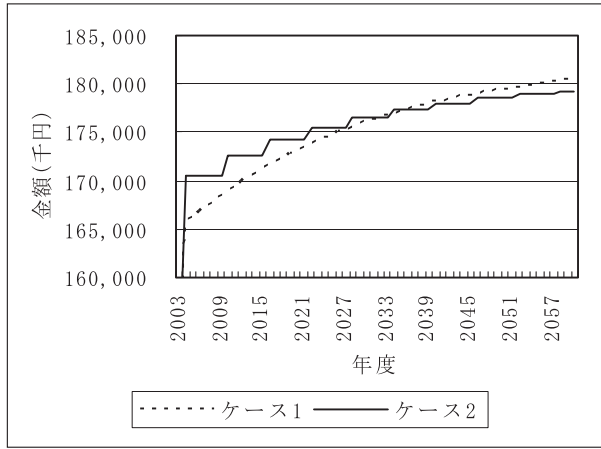


Fig.3 F幹線暗渠の変状のライフサイクルコストの推移  
Life cycle cost of F line box culverts' deformation

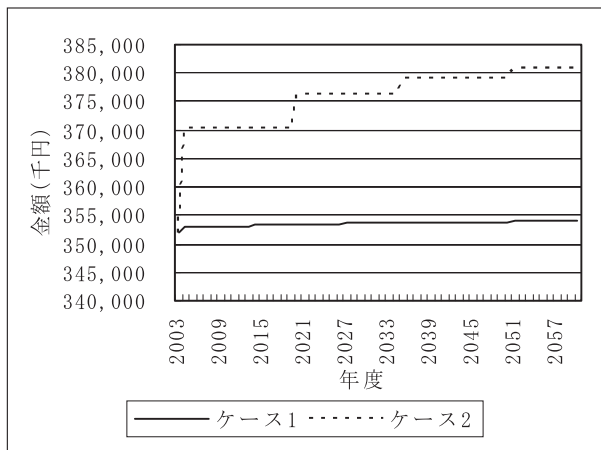


Fig.4 G幹線開水路の変状のライフサイクルコストの推移  
Life cycle cost of G line open channels' deformation

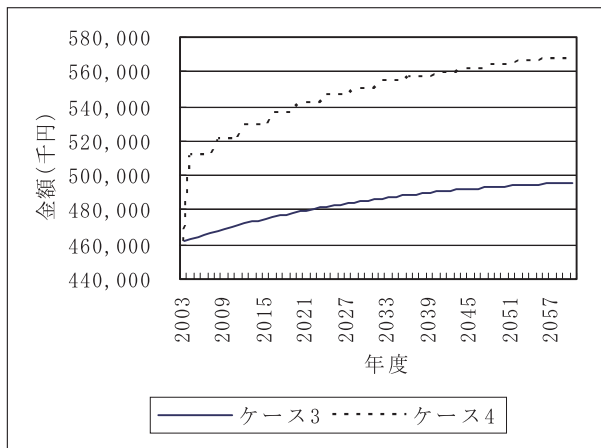


Fig.5 F幹線PC管上流部の水密性のライフサイクルコストの推移  
Life cycle cost of F line PC pipes' watertightness

## V 予算制約下における農業水利施設全体の最適補修計画の作成

個々の施設区分の経済的な補修計画が得られたが、これらを加算したものが全体の最適補修計画である。しかし、2004年度に、それまで劣化が進行した施設を一斉に補修することになるため、Fig.6に示すとおり補修事業費が極端に2004年度に集中する。ここでは、単年度補修額を、過去の年間予算額の最大値である80百万円程度に抑制することを事例として検討した。

予算制約下における最適補修計画の作成手法の概要をFig.7に示す。この場合には、いくつかの施設区分を後年度に補修時期を遅らせることになる。その施設区分の選定においては、機能低下による影響を全てライフサイクルコストとして金銭評価することが困難であるため、機能低下の影響を定量的に指標化することにより、補修の優先順位を設定して、代替案を絞り込み、ライフサイ

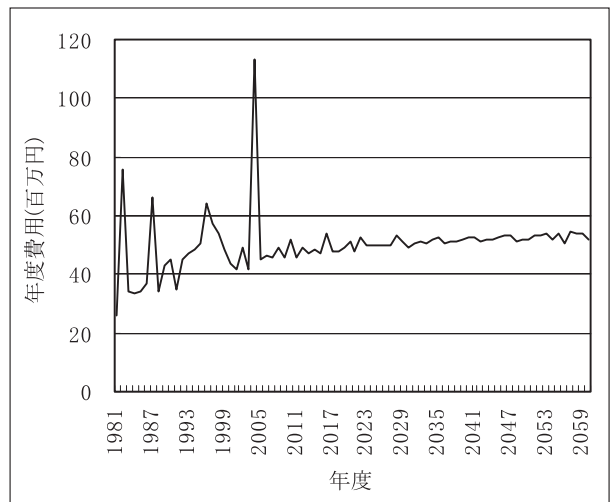


Fig.6 農業用水路全体の年度補修費用  
Annual repairing costs of all irrigation facilities

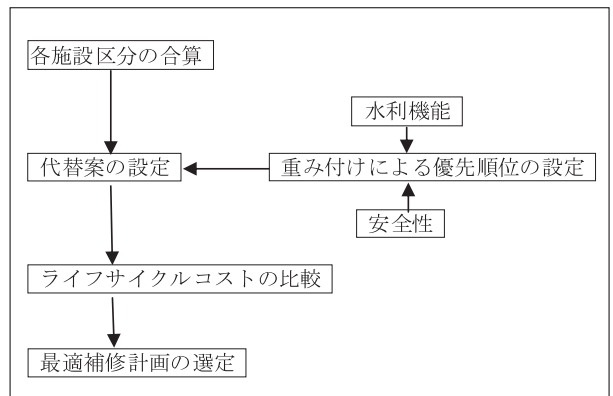


Fig.7 予算制約下の最適補修計画の作成手法の概要  
Outline of method to make best repairing plan under the constraint of limited budget

クルコストを比較する手法とした。

土地改良区への管理実態・方針に関する聞き取り調査、劣化予測結果（水密性）をもとに、予算制約下における施設区分の補修優先順位を、安全性（第三者被害の大きさ、復旧の困難性）と水利機能（漏水箇所数×流量）の各要素の重み付けにより決定する。

水利機能については、用水不足による影響が大きい施設区分の補修優先順位が高い。その具体的指標としては、農業用水の漏水量、地域用水等の漏水量、代替水源の困難性等が考えられる。事例地区では、漏水量の推定が困難であるため、水密性の劣化進行モデルによりAレベルの漏水箇所数と対象施設区間の平均流量の積を漏水指標として使用した。なお、全ての指標は5段階評価によることとしたので、漏水指標は最大値が5になるように換算した数値を使用した。計算結果をTable 3に示す。

安全性に関しては、事故による影響が大きい施設区分の補修優先順位を高くする。その具体的指標としては、①漏水等の事故、断水が農業へ及ぼす損害の程度、②漏

水等の事故が第三者へ及ぼす損害の程度、③事故後の復旧の困難性が考えられる。事例地区では、F幹線PC管の市街地を通る区間を除いて、農業用水の断水による影響がほとんどないため、事故の際の第三者の被害の大きさと、復旧の困難性をそれぞれ5段階評価した数値を使用した。第三者被害の大きさについては、路線沿いの住宅・道路等の密度と事故で圧力水が噴出するか否か(パイプラインか否か)を考慮して、最も被害が大きいと考えられる評価を5として相対評価した。復旧の困難性については、路線沿いの住宅・道路等の密度の高さ、施設が埋設構造物か否か、復旧工事のアクセスの容易性を考慮して、最も復旧が困難と考えられる評価を5として相対評価した。安全性の数値と判定理由をTable 4に示す。

この水利機能と安全性に関する指標から、総合評価値を重み付けにより計算する。対象事例では、管理者からの聞き取りにより、第三者被害の大きさ、復旧の困難性、水利機能評価値を6:1:3で加重平均した値を総合評価値とした。事例地区の結果をTable 5に示す。

Table 3 施設区分別水利機能指標一覧

	Index of irrigation function			
	水利機能			
	漏水箇所数 (個所)	区間平均流量 (m <sup>3</sup> /s)	漏水指標	換算指標
F幹線PC管上流部	12.5	3.64	45.5	5.00
F幹線PC管上流部 (市街部)	2.94	3.64	10.7	1.18
F幹線PC管下流部	1.39	1.69	2.3	0.26
F幹線PC下流部 (市街部)	1.23	1.69	2.1	0.23
F幹線開水路	0	4.97	0.0	0.00
G幹線開水路	0	2.36	0.0	0.00
G幹線暗渠	0	2.26	0.0	0.00
G幹線RC管サイホン	10.84	2.01	21.8	2.39
G幹線トンネル	1.89	2.18	4.1	0.45

Table 4 施設区分別安全性指標一覧

	Index of safety		
	安全性		
	第三者被害	復旧困難性	理由
F幹線PC管上流部	3	2	住宅地・道路等の密度が中程度の所のパイプライン
F幹線PC管上流部 (市街部)	5	4	住宅地・道路等の密度が高い所のパイプライン
F幹線PC管下流部	3	2	住宅地・道路等の密度が中程度の所のパイプライン
F幹線PC管下流部 (市街部)	5	5	住宅地・道路等の密度が高い所のパイプライン
F幹線開水路	1	1	住宅地・道路等の密度が低い所の開水路
G幹線開水路	1	1	住宅地・道路等の密度が低い所の開水路
G幹線暗渠	1	2	住宅地・道路等の密度が低い所の暗渠
G幹線RC管サイホン	3	2	住宅地・道路等の密度が低い所のパイプライン
G幹線トンネル	1	3	住宅地・道路等の密度が低い所のトンネルでアクセスが難

**Table 5** 施設区分別優先順位一覧

	安全性		水利機能	総合	優先順位
	第三者被害	復旧困難性	(漏水個所×流量)	6:1:3	
F幹線PC管上流部	3	2	5	3.5	3
F幹線PC管上流部 (市街部)	5	4	1.18	3.8	1
F幹線PC管下流部	3	2	0.26	2.1	5
F幹線PC管下流部 (市街部)	5	5	0.23	3.6	2
F幹線開水路	1	1	0	0.7	8
G幹線開水路	1	1	0	0.7	8
G幹線暗渠	1	2	0	0.8	7
G幹線RC管サイホン	3	2	2.39	2.7	4
G幹線トンネル	1	3	0.45	1.0	6

Table 5の優先順位をもとに代替案を設定し、ライフサイクルコストを比較して、最適補修計画を決定する。事例地区では、2004年度に補修のピークが生じるため、これを過去の予算額の最大値程度に抑えるように、いくつかの施設区分の補修を遅らせるケースで試算した。比較案の作成では、Table 5の優先順位の低いものから遅らせることを基本として、次に示す補修計画を3ケース設定した。

- 補修計画1 F幹線PC管下流部，G幹線RC管サイホン，G幹線トンネルの最初の補修を1年遅らせる  
G幹線開水路，G幹線暗渠の最初の補修を2年遅らせる
- 補修計画2 F幹線PC管下流部，G幹線暗渠，G幹線RC管サイホンの最初の補修を1年遅らせる  
G幹線開水路，G幹線トンネルの最初の補修を2年遅らせる
- 補修計画3 F幹線PC管下流部，G幹線RC管サイホンの最初の補修を1年遅らせる  
G幹線開水路，G幹線トンネルの最初の補修を2年遅らせる  
G幹線暗渠は1年～2年遅らせた間はAレベルを補修し，3年遅れでBを補修する

補修計画1は優先順位の低いG幹線開水路，G幹線暗渠の補修を2年遅らせ（F幹線開水路は，その時点では，劣化が進んでおらず補修を必要としない），次に優先順位の低いG幹線トンネル，F幹線PC管下流，G幹線RC管サイホンの補修時期を1年遅らせる計画である。補修計画2は補修計画1のG幹線トンネルとG幹線暗渠の補修順位を入れ替えた場合である。補修計画3は，F幹線暗渠の補修について，Fig.7で比較して採用した事前保全型補修ではなく，事後保全型補修にすることにより，2004年度の補修数量を減らした計画である。具体的には，事後補

修計画1のG幹線暗渠の補修を2年間は事後補修型のAレベル補修に置き換えて，2年間の年度費用を減らした場合である。

Table 6に示すとおり，優先順位の近い施設区分を入れ替えてライフサイクルコスト（事業費と維持管理費の累積現価）を比較した。どのケースでも，2004年の年度費用は112,929千円が66,807千円に抑制できる。年度費用

**Table 6** 補修計画別ライフサイクルコスト比較

Comparison of repairing plans' life-cycle costs			
補修計画	項目	金額 (千円)	
全補修	LCC総額	8,393,711	
	年度必要額	2004	112,929
		2005	45,171
		2006	46,550
補修計画1	LCC総額	8,391,666	
	全補修との差額	-2,046	
	年度必要額	2004	66,807
		2005	72,798
2006		65,891	
補修計画2	LCC総額	8,391,657	
	全補修との差額	-2,054	
	年度必要額	2004	66,807
		2005	80,264
2006		57,819	
補修計画3	LCC総額	8,391,782	
	全補修との差額	-1,929	
	年度必要額	2004	66,807
		2005	75,483
2006		58,414	

注) 全補修は2004年度に必要な補修を行う最適補修計画

のピークは2005年度になるが、全てケースで80,000千円を概ね下回る。補修計画1は、年度費用のピークが小さく、2004～2006年度の費用増減も小さい。一方、ライフサイクルコストの総額は、補修計画2が補修計画1よりも8千円安い。これは補修優先順位を入れ替えるほどの差額ではない。以上の結果から、補修優先順位に最も沿っており、機能低下の影響が最も小さい、補修計画1が最適補修計画と判断した。

## VI 結 言

農業水利施設の長期的な維持管理計画を作成するためには、ライフサイクルを最小化させるような計画にすればよい。このライフサイクルコストの算定において、施設の劣化と機能低下による影響が全て金銭評価できればよいが、実際には困難である。ここで示した手法は、機能低下の影響を指標化して補修優先順位付けを行い、この順位により選定された代替案について、ライフサイクルコストも併せて比較する手法である。予算制約により次善の補修計画を作る場合には、ここに示した機能低下の影響を指標化する方法は、現地への適応性に優れた手法と考える。なお、本事例では、第三者被害の大きさ、復旧の困難性、漏水の程度を定量的に評価し、総合化することにより機能低下の大きさを評価したが、これらの評価項目と重み付けについては、個々の施設で管理者からのヒアリング等により検討する必要がある。

## 参考文献

- 1) 蘭嘉宜 (2006) : 農業水利施設の劣化状況の分析とライフサイクルコストを考慮した補修計画 - 国営造成農業用水路の一事例, 農村工学研究所技報, 第206号, p.141-150
- 2) 農林水産省農村振興局水利整備課施設管理室 (2007) : 農業水利施設の機能保全の手引き, 農業土木事業協会
- 3) 土木学会建設マネジメント委員会アセットマネジメント研究小委員会 (2005) : アセットマネジメント導入への挑戦, 日本能率協会
- 4) 土木学会メンテナンス工学連合小委員会 (2004) : 社会基盤メンテナンス工学, 東京大学出版会
- 5) 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, 744 (IV-61), p.15-27.
- 6) 小牟禮健一・濱田秀則・横田弘・山路徹 (2004) : RC栈橋上部工の塩害による劣化進行モデルの開発, コンクリート工学論文集, 15 (1), p.13-22.
- 7) 日本プラントエンジニア協会小委員会 (1981) : ライフサイクル・コスト手法と実例, 日本能率協会
- 8) 新都市社会技術融合創造研究会インフラ資産評価・管理の最適化に関する研究プロジェクトチーム (2006) : Bridge Management System
- 9) W.R.Hudson, Ralph Haas, Waheed Uddin (2001) : *Infrastructure Management*



# Method to Make Best Repairing Plan of Irrigation System under Constraint of Budget

– A case study of the irrigation system constructed in a national project –

ARARAGI Yoshinobu

## Summary

Irrigation system consists of a number of irrigation facilities. Best repairing plans of each facility minimize their life-cycle costs. But total repairing cost of all facilities has a peak of annual costs. To reduce peak annual repairing cost, it is necessary to prolong a certain facilities' repairs. The purpose of this paper is to show how to make the best repairing plan of irrigation system under the constraint of budget. The index of influences of facilities' deterioration is used to assign the order of priority to the repairs of facilities. Life-cycle costs are compared in several cases which are chosen by this index. This method is simple and useful to make the best repairing plan which satisfies the limited budget.

Keywords : irrigation facilities, repairing plan, life cycle cost

