

連載 スtockマネジメント技術高度化事業の取組事例 (第1回)

前 関東農政局利根川水系土地改良調査管理事務所保全技術センター 栗田 徹
現 農林水産大臣官房政策課

1 はじめに

国営土地改良事業等により造成されたダム、頭首工、用排水機場及び用排水路等の基幹的な農業水利施設は、食料安定供給に資する機能を有するのみならず、地下水のかん養や洪水防止等の多面的機能を有し、国民全体に便益をもたらす社会共通資本となっている。

これら基幹的な農業水利施設を効率的に保全するため、国としてストックマネジメントの取組を重点的に進めており、たとえば、国営造成水利施設保全対策指導事業により、平成19年度からの5年間で土地改良調査管理事務所等が全ての国営造成施設の診断を行うこととなっているところである。しかし、農業水利施設のストックマネジメントは未だ発展途上の技術であるため、現地での実践を行いながら技術を向上させていく必要がある。

こうした背景を踏まえ、施設の診断、劣化予測、評価手法の確立及び対策工法の有効性や耐久性の検証など、機能保全計画を作成するに当たって必要となる技術を現地での実践を通して確立し、ストックマネジメント技術の高度化を図る、ストックマネジメント技術高度化事業（以下「高度化事業」という）が平成20年度から実施されているところである。

本稿では、高度化事業の概要や取組事例、期待される取組について報告する。なお、本稿における期待される取組の提案はあくまでも案であることに留意していただきたい。

ちなみに、保全技術センターは、ストックマネジメントに係る技術の確立に向けた取組や、各種技術的支援などを行う組織として、平成16年4月に利根川水系土地改良調査管理事務所内に設置

されたものである。従って、ストックマネジメント技術高度化事業においても、全国的な見地からとりまとめ等に取り組んでいるところである。

2 事業の内容

高度化事業は、国営土地改良事業により造成された農業水利施設を対象に、次に掲げる事項などを行うものとされているものである。

- 1 破損事故等の要因調査
- 2 診断技術の適用と評価
- 3 対策工法の適用と評価

なお、これらを組み合わせて検討することも可能である。

以下に現時点での取組事例や期待される取組を紹介するが、これらはまだ検討途上であり、今後の検討により変更がありうることをご了承いただきたい。

3 破損事故等の原因調査

(1) 概要

破損事故等の原因調査は、多くの事故の発生原因を調査し、事故を誘発した要因や材料等の劣化過程を明確にすることで、類似事故の未然防止のための施設維持管理方法や今後の予防保全計画、施設の設計等に反映させていくことを目的としている。

破損事故等の原因調査は、調査結果のとりまとめ方法により、

- ・書面調査……施設管理者が実施したもの
- ・直営調査……調査管理事務所等職員が実施したもの
- ・委託調査……専門性が高いなどの理由により委託で実施したもの

の3つに区分することとしている。

これにより、国営造成基幹水利施設における突発事故について、網羅的に把握することが可能となる。保全技術センターとしては、全国から収集された事故要因データを分析することにより、類似事故の未然防止につなげていきたいと考えているところである。

さらに、この取組を進めていくことにより、効率的な診断手法や経済的な対策工法等の導入につなげていくことも可能になると考えられる。



写真-1 C/S マクロセル腐食による漏水状況

(2) 取組事例と今後期待される取組

突発事故への取組としては、劣化過程が分かりにくいパイプラインが多い。特に、事故要因が不明な事例に対しては、高度化事業を活用して、取組をしっかりと行っていく必要がある。

しかし、地区によっては、施設管理者により事故履歴等が整理され、その主要な要因が概ね把握されている場合も多い。このような既知の（と思われていた）ケースでの原因調査が全く必要なのか、と言われれば、それは否といえる。以下にそれら事例の取組に対する考え方を紹介する。

① C/S マクロセル腐食

例えば、昭和60年代前後に施工されたパイプラインの排泥工（鋼管）で漏水があったとする。過去に、同一路線で同様な漏水がC/Sマクロセル腐食により発生していれば、その漏水も、C/Sマクロセル腐食の可能性が高いといえるだろう（もちろん、他の要因の可能性を排除してはならないが（軟弱地盤における可撓管のズレ等））。そのように要因が明らかと思われた場合、今更要因調査をする必要がないのではないか、という議論もあろう。

しかし、このような場合でも、例えば、以下のような発想を持つことにより、ストックマネジメント技術の高度化が図られると考えられる。

C/Sマクロセル腐食の原因は、鋼管と鉄筋のメタルタッチと鋼管の傷により発生するとされているが、同様にメタルタッチしていても腐食のスピードは現地状況によって全く異なるし、漏水が発生しないケースもある。つまり、主要因（メタル

タッチ）は既知であったとしても、それを促進する要因（周辺環境等：ここでは副要因という）や、その副要因のそれぞれの影響度合い等については不明な部分も多く、高度化事業の調査で、それら副要因等の詳細調査・分析を行うことは可能といえるのではないか。これを進めて行けば、将来的にはマクロセル対策のアプローチの幅を広げていくことが可能になると考えられる。

② PC管継手漏水

PC管における継手漏水履歴が多い地区では、今後新たに起きる漏水もPC管の継手漏水であることが多い。しかし、PC管の継手漏水は、考えられる漏水要因が複数あるといわれ、漏水に至る最大の要因が未だに突き止められていないところが多いといえる。

そうした施設では、例えば、水圧（水撃圧）と漏水との関係や、土質（地下水質）と漏水の関係等を整理し、要因を特定出来ないまでも、確率論として整理し、リスクを評価するという検討もあるのではないか。なお、既に独立行政法人水資源機構等ではそれに近い検討も行われているが、確率論で整理する場合、サンプル数を多くすることにより、より精度が高まるといえるだろう。

なお、原因調査の取組は、高度化事業の「診断技術」「対策工法」と連動して取り組むのが効果的である。例えば、ある要因が疑われた場合は、その要因を排除・抑制する「対策工法」を試験的に実行することが有益な場合があるし、また、そうした要因を簡易に割り出すために新たな「診断



写真-2 PC管継手からの漏水状況



写真-3 相関法実施状況

技術」の実践も有益であろう。

これまで、事故履歴や要因等の技術的事項は、施設が基本的に土地改良区等に管理委託されているという事情もあり、体系立った全国的な整理が不十分であった面がある。しかし、失敗から学べることは多いはずであり、高度化事業の実施による原因調査の取組は、事故の減少に十分寄与できるのではないかと考えている。

4 診断技術の適用と評価

(1) 概要

診断手法が確立されていない施設の調査手法等について、他分野で導入されている手法や新しい調査手法等を現地に適用し、その有効性を確認することにより、今後の機能診断調査の効率化を図ることとしている。

なお、この項目の実施にあたっては、

- ・その施設に必要とされる機能を明らかにした上で、その機能の状態について、どの程度の精度で診断し、評価できる技術なのか
- ・どの程度のコストがかかるのか

ということを常に念頭に置いた上で実施している。

実際の機能診断ではコストと成果のバランスを念頭に置いて実施する技術的判断が必要なことから、高度化事業における診断技術の評価の際にも十分留意するよう努めている。

(2) 取組事例と今後期待される取組

実際の現場では、以下のような取り組みが行わ

れている、又は行われようとしているところである。通常の状態では目視することが困難なパイプラインや機場等での取組が多い。

① 漏水箇所絞り込み技術

パイプラインにおいては、漏水があっても場所を特定出来ないケースが少なくない。

しかし、上水道分野等では音聴や相関法、地中レーダー法などの技術により、漏水箇所の特定等が行われている。

そこで、耕地下や山間などにも埋設される農業水利施設（パイプライン）において、それらの技術がどのような条件で適用できるか、またどの程度の精度がでるのか、さらにコスト的に見合うものとなるかどうか等を検証する取組が行われている。

② カメラ調査技術

パイプラインやポンプ等、直接目視が困難な部分がある施設について、各種カメラにより内部を撮影し、それにより概略の機能診断を行う技術である。

上水道分野や海底調査等での実績を踏まえつつ、農業水利施設の機能面を鑑み、「何を」「どの程度の精度で」「どの程度のコストで」評価できればよいのか、という点を整理して調査を実施する必要がある。高度化事業による調査により、それら必要とされる情報が、どの条件でどの程度得ることが出来るのかを確認していきたいと考えている。

なお、管内に調査機器を入れるという調査としては、カメラ映像だけでなく他の色々な情報（衝



写真-4 衝撃弾性波+カメラ映像を得られる調査機器

撃弾性波等)も合わせて得られる調査機器を用いる手法も試行されている。

③ 腐食調査技術

3. でも述べたように、例えば、マクロセル腐食等の要因(副要因を含む)を明らかにするために必要な調査について、より効率的な調査が可能かどうか、他分野の手法や新手法等を試行し、検証するものである。

腐食調査の新しい取組の一例として、経済産業省原子力安全・保安院及び高圧ガス保安協会では、埋設管腐食測定器なるものを用いて「通電変化値」を求め、それにより最大腐食速度を求め、という手法の試行を行っているところがある。この手法は埋設深が浅いガス管で適用されてきているが、各種条件の違う農業水利施設における適用範囲の確認やコスト的にどうなのか等を検証していく。

また、周辺環境と腐食状況の相関を求め、リスクとして評価するという手法も検討の対象となるのではないかと考えている。

④ 潤滑油(グリース)診断技術

製鉄所、発電所、自動車工場、化学工場、輸送用機器等で利用されている技術である。摩擦・摩耗・潤滑のメカニズムなどを扱う学問領域分野はトライボロジーといわれており、その分野の学会もあり、研究はかなり進んでいる。この分野の技術として、例えば、潤滑油に含まれる鉄粉濃度を計測することにより、その機器の劣化度を判定する、という技術がある。これらの技術がコスト面も含め、農業水利施設(主にポンプ)において適

用可能かどうかを検証していく。

5 対策工法の適用と評価

(1) 概要

同一の対策工法でも現場環境(気温、日射、水質、土質等)により適合性が大きく異なるため、様々な現場環境下で試験施工を行い、耐久性、施工性、環境特性等のノウハウの蓄積を図ることによって、効率的な機能保全計画の作成に資するものである。

(2) 取組事例と今後期待される取組

対策工法の適用と評価という観点で、特に期待される技術的事項としては、機能保全計画の精度を上げるための各種対策工法の耐久性等について現地に見合った適正な評価を行える、ということがある。

また、その延長線上で、例えば、これまで施工実績の少ない経済的な保全対策工法についても、試験施工して現地状況を確認し、ノウハウや知見を得ることも求められているところである。

① 開水路補修工法におけるモニタリング調査、促進試験

開水路補修工法に対して取り組まれている事例として、各種補修工法を現地にサンプル的に複数種類設置し、その劣化状況を工法毎に比較しながらモニタリングしていくという取組を行っているところがある。実際、補修対策工法は初期不良となるケースも少なくなく、こうした比較的短期間のサンプル調査でも一定の成果をあげることが可能である。

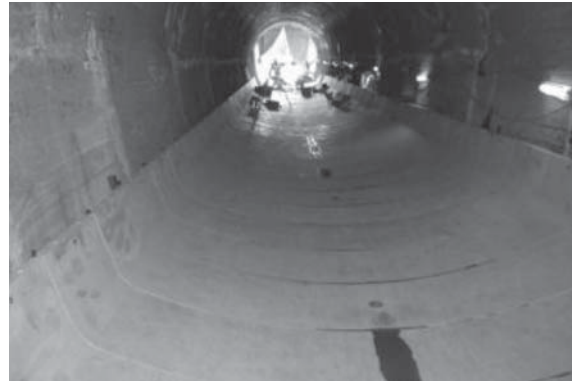
また、開水路においては目地の劣化も主要な劣化であり、新技術の目地補修工法も多く出ているが、それらが、これまで使われたことのない厳しい条件下でどの程度の耐用性があるのか、という試験施工を行うという考えもあろう。

なお、これらの現地設置における長期的な劣化状況の把握に当たっては、長期的なモニタリング計画とその評価手法を定めることが重要である。

さらに、これら現地での取組と合わせて、現地の試験施工時に作成したサンプルを収集し、各種



写真一 5 促進試験機（耐候性試験装置）



写真一 6 内面補強工法（底版部）

の促進試験機を用いて強制的に劣化させ、現地の劣化状況と比較するなどして評価するという取組も進められているところである。これにより、将来的には、補修工法等の耐用年数（母材との接着等も含めた現地での機能維持が可能な年数）についても、検証することが可能となるのではないかと期待されている。

② トンネル補修技術

トンネル補修技術としては、例えば、内面からの補強工法等があるが、地山が良好で構造的にさほど問題がないトンネル等、現地状況によっては高価な技術になってしまうケースもある。こうしたことを踏まえ、トンネルに要求する機能を考慮し、例えば、若干の剥落は許容したり、周辺地山状態等を十分に精査することなどで、より経済的な補修技術を提案することができないか。

たとえば、同一路線内に背面空洞の充填のみと、内面からの補強工法等を複数並べてモニタリングを行い、機能を発揮できる最経済的な工法はどの工法までか、という検討を行なうという考え方もあろう。

③ パイプライン補修技術

パイプラインの更新工法の技術（内面補修したパイプラインの再補修などの技術含む）なども安価な工法等が望まれている。

また、マクロセル腐食対策としては電気防食がスタンダードであるが、仮設等が大がかりになるケースもあり費用が結構嵩む。それに対し、例えば多少リスクはあるが、安価な対症療法的な工法（例えば内面から部分補修するだけ等）でどのく

らい持つのかを検証して、ライフサイクルコストで比較するという考え方もある。

また、PC管の継手漏水では内面（外面）バンド補修等がスタンダードであるが、例えば、路線の一部で他の安価な工法を数種類試験的に施工してみるという考え方もあろう。

6 おわりに

十年一昔という言葉がある。例えば、携帯電話やパソコンなどを十年前の製品と比べたら、そこに使われている技術は雲泥の差がある。

それに比べ、我々の農業土木技術はどうだろうか。もちろんそうした目覚ましい進歩をしにくい技術であることは間違いないところであろうが、例えば、防食技術など15年前と全く同じものを使っていて良いのだろうか、と考えさせられる。

また、農業用施設機械設備においても、自動車や鉄道の技術は燃費面等で着実に進歩しているのに、農業用揚水ポンプなどの燃費が劇的に良くなったとか、ゲートに新素材を使って軽くなってメンテナンスフリーとなり、かつ巻上機が小さくて済んだ（それが良いのかどうか分からないが）、などといった話はあまり聞かない。水管理制御システムなどはコンピュータの進化により、高性能化が進んだ部分もあるが、汎用性がなくなるなどの理由により、むしろライフサイクルコストが増加している部分もある。

これまでも新素材や新技術が幾つか出てきてはいたが、それらの開発の観点は、「インシヤルコスト」「施工しやすさ」等に重点が置いたマイナ

一変革的なものしかなかった。これからは、必要な機能は有した上で、ランニングコストにも十分配慮した、劇的に発想を転換した新素材や新技術が必要となるのではないか。なお、こうした動きに対応していくためには性能設計の考え方の一層の進展など、行政サイドの迅速かつ柔軟な対応も必要となろう。

高度化事業の実施は、国としてストックマネジメント技術の高度化による効率的なライフサイクルコスト縮減に取り組むという強い意思表示である。つまり、発想を劇的に転換したものを含め、それら新技術を積極的に受け入れる用意が国に出来たと言って良い。

民間から捉えれば、これはビジネスチャンスである。といっても高度化事業の業務を請け負うチャンスという狭い意味ではない。これまでほとんど手つかずであった農業土木分野のストックマネジメントの新技術分野には、無限の技術開発の可能性が広がっており、全く発想を転換したライ

フサイクルコスト低減の新しい技術が開発されれば、それが大きなビジネスに発展する可能性があると言えるからである。

かつての農業土木技術者は、自然と向き合って知恵を絞り、その技術力を駆使して水を導き、地域の姿を変えた。今度は、現代の技術者が、かつての技術者と同じように、自然と向き合い、その技術力により新たな技術を開発し、ライフサイクルコストに優れた水利施設を地域の未来に遺すことにより、永続可能な農業に軸足を置ける豊かな農村を創造する時ではないだろうか。

参考文献

- 1) 水島淑博・伊藤保裕・辻本昌弘・小泉和弘・毛利栄征：劣化PC管の調査・診断手法の検討，水土の知 76 - 3, pp.35 ~ 39, 2008
- 2) 経済産業省原子力安全・保安院，高圧ガス保安協会：液化石油ガス設備工事 維持管理マニュアル 販売事業者編

