

水利用機能診断において水理学が果たすべき役割

The role that hydraulics should serve in water serviceability diagnosis for canal system

樽屋啓之*

TARUYA Hiroyuki

1. 水利用機能診断の実状

水利用機能診断がなかなか水路現場のコンサルティング業務の軌道に乗らない。一方で、水路現場では、水理機能診断を含む水利用機能診断がもっとしっかり果たされていれば、きっと発生しなくてすんだはずの問題が起きている。ここ数年、現場の分土工を対象とした水理機能診断を試行的に継続するうちに、以下のような典型的な問題の存在に気づいた。すなわち、1) 設計者が、先行事業の経緯や当時の設計者の苦労や配慮を理解せず、発注者が要求する無駄の排除とコスト縮減を優先しすぎるあまり、本来せつかく持っていた機能を失った事例、2) 単純な施設の造り替えに徹するあまり従前の施設が実態として抱えていた問題をそっくりそのまま継承してしまった事例、3) 従前の機能に不備があっても利用者の努力で何とか顕在化しないように運用してきた実績を見落として更新に活かせなかった事例、などである。失敗の事例は他にも多数あるだろうが、少なくとも上記3つの失敗事例に共通している原因は、更新事業の発注者、設計者、利用者の中で更新時の施設機能に対する問題認識が共有されていなかったことにある。

本報では、必要な診断機能と診断項目を正しく見きわめて、関係者で確実に引き継げる実務用機能診断マニュアルの作成を目標として、その持つべき水利用機能診断の体裁と体系を提案する。そしてその際には、水理学が果たす役割の大きいことを強調する。

2. 水路システムの機能と構造

「水路システム」は、USBR(1991)の canal system の日本語訳であり、国内ではほぼ「水利システム」と同じ意味で使用されている。志村(1980)は、「水利システム」を、施設システム、社会システム、情報システムから構成される1つの複合システムと捉えたが、前者が扱う水路システムの構成と基本的に同じ考え方である。

さて、前者¹⁾が紹介する水路システムのサブシステム分類(分水システム、集水システム、連結システム)は、水路システムのもつ基本原理であると考えられる。本来もっと国内外の技術者や研究者に浸透していてもよい重要な見方であると思う。そこで、本報ではまず、これら3つのサブシステムだけを用いて記述されるシステムの全体を「施設システム」と再定義し、さらに3つのサブシステムを、エネルギーと流量の制御「機能」の違いによる分類と再定義することによって、各サブシステムの「機能」と個別「施設」との関係性を、表1の形式で整理しておく。また、「社会システム」は「施設システム」と「操作・管理」の形態で関与し、その判断の基になる「情報」は「情報システム」との間でやりとりするという関係をもとに、3つのシステム間の関係を図1のように整理しておく。なお、本報の主題である水利用機能は、図1の水路システムの機能に他ならない。

3. 水利用機能診断の体系と体裁

2.での議論を前提にすると、水路システムの更新時に使用するための水利用機能診断のマニュアルは、冒頭紹介したような失敗を未然に防ぐ構成(体系)をもち、かつ分かりやすい表現(体裁)であることが望ましい。そのためには、機能の置き換え方式で分析で

* (独)農研機構・農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

キーワード：水利用機能診断，性能設計，農業水利施設，水路システム

きる体裁と体系を持たせるようにする。つまり、あらかじめ表1と図1に整理しておいた水路システムの機能と構造の関係を基礎にして、水路システムを構成する全ての施設を「機能」という言葉だけで表示する。こうすれば、機能を置換し、追加し、削除する作業だけを通じて、水路システム更新前後の機能の違いを比較し分析できるようになり便利だと考えたからである。

また、このような「機能ベース」への見方の転換は、各種水理施設から構成される水路システムの全体を、エネルギーと流量を制御量とする3つの基本的な機能（分水・集水・連結機能）の体系に整理し直したことに相当する。

4. 施設システムを構成する3つの機能と診断項目

次に、表1の施設システムにおける機能を具体的に診断するためには、機能を構成する以下の3項目（性能照査項目に相当する）を見きわめなくてはならない³⁾。すなわち、1) 制御装置（セキやポンプなど流量とエネルギーを制御する機構に相当するもの）、2) 制御量と制御変数の関係（装置の性能曲線に相当するもの）、3) 制御目標値（現場での計画値に相当するもの）である。実務マニュアルの各調査項目は、これら3項目をさらに分析した小項目から構成し、基本的に水理学のことで記述し、記録を関係者間で共有したい。

5. 水理学の役割と今後の展望

施設システムの内部と外部を繋ぐ水路システムの言語は、一次元の不定流方程式系の水理学のことでよって記述でき、その基本形は既に約30年前に完成されている⁴⁾。そのころ一次元不定流モデルによる水理シミュレーション手法は全盛期にあり、現場の水理計画に積極的に導入され、当時はまだ基本的に「造る」時代であったから、迅速に効率よく建設する技術として建設現場からの要請に応えた。そして今「管理する」時代に入った。現場で水理学が語るべき問題は全て解決済みで、もはや何も語るべきことは無いのだろうか。

冒頭に述べたように、水路システムの現場を訪ねれば分かるが、水理の問題は、水理機能や水利用機能の不具合として山積している。様々な事情で顕在化していない問題もある。問題が問題として認識されていない問題もある。他の学問との連携が必要な新時代の問題もある。わたしたちは、わたしたち多くの技術者の共通の働き場である水路システムが持つ現状の問題にもっと関心を向けるべきである。水理学は問題発見と解決の道筋をつけるための有力な道具であり、わたしたちは現場でこれらの道具をもっと使いこなす努力をすべきである。現今の水利用機能診断の必要性はわたしたちにそのことを訴えている。

参考文献

- 1) USBR(1991) : Canal Systems Automation Manual Vol.1. 2)志村(1980): 水利秩序論(その1),農土誌. 3)樽屋他(2013): (独) 農研機構研究成果情報. 4)白石・中道(1993):農業水利計画のための数理モデルシミュレーション手法,など

表1 施設システムを構成する3つのサブシステムの機能と施設の関係

施設システムの分類	主要な機能	対応する開水路施設の例
分水システム	分水流量(主に用水量)の調整 エネルギーの調整	用水ゲート、用水ポンプ、分水工、分水口、余水吐、放流工、など
集水システム	集水流量(主に排水量)の調整 エネルギーの調整	排水ゲート、排水ポンプ、集水渠、合流工、注水工、など
連結システム	流量は(ほぼ)不変 エネルギーの不連続性を調整	落差工、減勢工、断面変化点、サイホン、チェックゲート、除塵機、沈砂池、など
	流量の不連続性を調整 エネルギーは(ほぼ)不変	調整池(インライン、オフライン)、ファームボンド、など
	流量・エネルギーの連続性を維持	水路断面(側面、底面、材料、形状、粗度係数、通水能力、漏水などの別により異なる性能をもつ)、水路長、水路余裕高、など

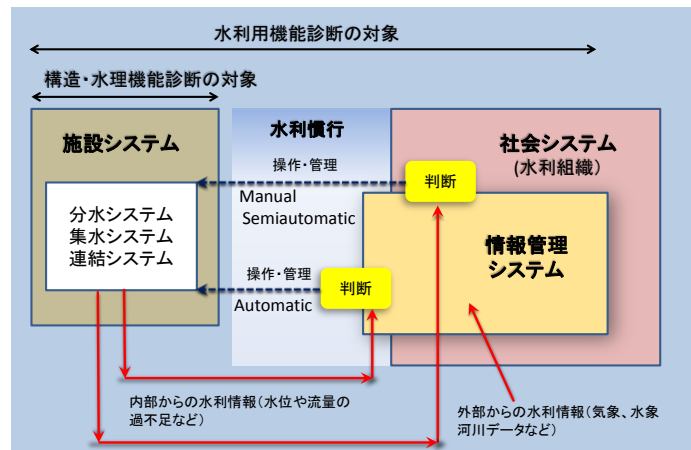


図1 水路システムを構成する3つのシステムとその関係