

農業水利施設の性能設計に向けた取り組み

Performance-Based Design Approach for Irrigation and Drainage Structures.

○浅野 勇*

Isamu ASANO

1. はじめに

現在、農業水利施設の性能設計に向けた取り組みが行政および研究機関において積極的に行われている。農業農村工学会では、平成 20 年に「機能保全における性能設計入門」¹⁾を発売し、農業水利施設の性能設計に関する現状および今後の取り組み方に関する基本的な方向を示した。また、農村振興局においても、土地改良事業の性能規定化を進めるために「性能規定化技術検討準備委員会」を設置し、実務参考資料として「農業用水路の性能規定化に係わる検討資料（案）」の作成が進められている。一方、現場における性能設計の導入・活用が進んでいるかと言えば、未だ十分とは言えない。本報告では、現場における性能設計の導入を促進することを目的に、現状における性能設計の必要性、課題、今後の取り組みについて考察する。

2. 何故性能設計が必要か

ここでは、農業水利施設を利用・管理者をユーザと呼ぶ。性能設計の利点は、性能という共通言語を用いて、ユーザの要望を反映する施設の設計が可能になる点にある。自動車や電気製品では、統一基準により燃費や消費電力等の性能が明示されており、専門知識がなくてもユーザは予算範囲中で自分の要望にあった製品を購入できる。一方、建物や構造物ではその性能がはっきりしていないため、ユーザは性能に基づいた選択ができない。このため、ユーザと設計者の間にミスマッチ（不必要な性能、高予算という不満）が発生する。要求性能を明示し要求性能に合致した施設を設計することが性能設計の目標である。言い換えれば、ユーザの要望に合致した細かい設計が可能という点が性能設計の眼目であり、再認識されるべき点でもある。例えば、「水路を地震よりも凍結融解に対してより丈夫にして欲しい」、「補修工法は 10 年保てば良いのでできるだけ低価格なものにして欲しい」などといったユーザの細かい要望に対して、それぞれの性能指標（耐震性、凍結融解性等）とその性能水準を適切に設定し、性能照査により施設が所要の要求性能を満たしていることを確認することにより、ユーザの要望に合致した施設の設計が可能になる。

3. 性能設計の課題の抽出

性能設計を導入する上で留意すべき主要な課題および着眼点を順に整理する。なお、ここでは性能設計の中の限界状態設計法を基本とした説明をする。

(1) 要求性能

性能設計は、目標性能を明示して、それを満足するため性能照査を実施する設計法である。よって、性能設計を行う際にはまず「性能」とは何かについてしっかりコンセンサスを得る必要がある。性能について考える場合には、文献 2) で述べられているように「性能の種類」と「性能水準」を区別し、混同することなく用いることが重要である（図-1）。さらに、施設に必要な性能の把握とその定量化が必要である。一方、施設の使用性能を検討するためには、施設を実際に管理・使用するユーザ（土地改良区、受益者）等からの意見・要望を分析し、定量化

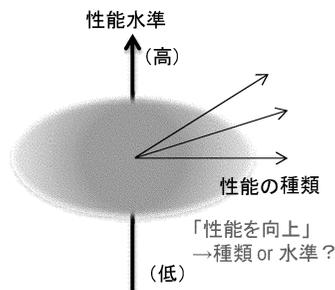


図-1 性能に関する 2つの軸 2)

*農研機構 農村工学研究所 施設工学研究領域

*NARO, National Institute for Rural Engineering

する必要がある。このために、現場に足を運び、ユーザとの対話により、その要望を具体化する取り組みが重要である。

(2) 限界状態

限界状態とはその状態を越えると施設が意図しない状態になる限界点を意味する。言い換えれば、施設になんらかの不具合が発生する点とも言える。例えば、施設の崩壊という不具合な状態を考えれば、崩壊にかかわる限界状態が定義できる。崩壊を変形量で定量化した場合、変形が急激に増大する点を限界状態に定め、施設の応答値が限界状態を越えることがない(正確にはある確率以下に)ように施設の設計を行う手法が限界状態設計法である。このように限界状態設計法では限界状態を明らかにすることが重要となる。開水路の構造、水密性を例に取れば、地震による崩壊、摩耗の進展、鉄筋の断面欠損、ひびわれ、漏水などについて、実験的あるいは数値解析による限界状態の把握が望まれる。

(3) 要求性能マトリックス

性能設計では施設の性能をユーザに分かりやすく説明することが求められる。そのため、施設に対する作用水準、限界状態および性能水準を表形式でまとめた要求性能マトリックスを用いられる。耐震性に関する要求性能マトリックスのイメージを表-1に示す。要求性能マトリックスにより、ユーザの要望に合致した性能水準の施設を設計することができる。また、事業推進上も、施設の保有性能を情報として開示することにより説明責任を果たすメリットがある。

表-1 要求性能マトリックスのイメージ

性能水準	施設のイメージ	地震のレベル(作用のレベル)		
		L1(小地震)	L2(中地震)	L3(大地震)
特級	重要施設(ダム)	継続使用可能	継続使用可能	継続使用可能
上級	基幹施設(分水施設)	継続使用可能	継続使用可能	復旧可能
普通	通常施設(開水路)	継続使用可能	復旧可能	安全確保

(4) 性能照査手法

性能照査手法とは施設が要求性能を満たしているか否か、つまり限界状態を越えないか判定する手続きであり、照査方法には、実物を用いた確認実験や理論的検証がなされた数値解析、経験的に実証されている仕様に基づく方法がある。具体的には、施設的作用に対する応答を求めることが必要であり、応答については定量的評価が可能な物理量に置き換えられ、その値が性能照査の対象となる。例えば、地震という作用については変形という応答量を求めることになる。今後は、限界状態を正確に把握するための性能照査手法の開発が重要となる。ただし、性能照査手法が高精度化しないと性能設計の導入が進まないというわけではない。現状における照査手法の予測精度のレベルを勘案し、性能に対して安全側に配慮された仕様を示す方法(いわゆる、適合みなし仕様)なども併用しながら、性能設計の導入を推進することが肝要である。

(5) 性能設計とストックマネジメント

ストックマネジメントでは施設の性能管理を目標とするため性能設計との親和性が高い。限界状態設計法を用いれば、供用期間中に発生する損傷を確率的に捉えることにより時間軸を考慮した損傷コストの算出が可能となる。すなわち、ライフサイクルコストの内訳として耐震コストなどを評価できる。LCC算定などに対する性能設計の導入が期待される。

4. おわりに

文献1)の中で野中が述べているように、性能設計のゴールは建設分野における社会システムの改変にある。性能は世界共通の言語であり、今後一層の性能設計の導入・活用が期待される。

【参考文献】1)機能保全における性能設計入門編集委員会編(2008):農業農村工学選書17機能保全における性能設計入門,(社)農業農村工学会。2)神田順監修(2004):限界状態設計法の挑戦,建築技術。