

地震リスクと BCP を考慮した農業水利システムのアセットマネジメント

関西大学 正会員 小林 晃

関西大学大学院 林拓人

1. はじめに

我が国では近年の厳しい財政状況に加え、少子高齢化、人口減少とも相まって公共事業費が減少の一途をたどっている。そのような中で関心が高まってきたのが、施設を計画的・効率的に有効活用するストックマネジメントの考えや、それに係る維持管理費の平準化などを考慮したアセットマネジメントの考えである。また、近年多発している大規模災害をうけて、緊急時での主要施設機能の保持・早期復旧を図る BCP(事業継続計画)も重要視されている。本研究では滋賀県の高島地区にある農業水利施設を対象に、災害リスクを考慮したアセットマネジメントについて考える。滋賀県は、いち早く農業水利施設のアセットマネジメントに取り組んでおり、施設の詳細(施設区分や健全度指標、劣化予測など)を GIS 上で把握できるように整備を進めている。今回は整備された GIS 情報を ArcGIS で表示し、施設所在地の地震リスクや液状化リスクと照らし合わせる。さらに BCP を考慮した上で、予算制約を考慮しつつ施設健全度を高いレベルでキープし、さらに災害リスクを小さくする維持管理手法を提案することを目的とする。

2. 研究方法

(1) 劣化曲線の設定¹⁾

施設の劣化を予測する手法として、劣化曲線を用いる考え方がある。これは、施設の状態を 5 段階の健全度指標で表し(S-5 は健全度が高く、S-1 は低い)、施設の寿命を大まかに予測するというものである。本研究では、開水路、水路橋、パイプライン、水管理施設に分けて劣化曲線を設定した(図-1 参照)。2 本の曲線はそれぞれ、施設が最も早く劣化する場合を想定した「早期劣化曲線」と最も高い確率で劣化する場合を想定した「平均劣化曲線」を表す。健全度ごとに設定した確率分布は、施設の供用年数のばらつきを表したもので、

最も確率が高い位置がその健全度における供用年数の平均値となる。

(2) 地震リスクの算定

災害リスクは地震に対するリスクで考える。地震リスクは、地震の発生確率と施設の破壊確率、復旧コストを乗じることで算出した。地震の発生確率は、防災科学技術研究所が試算したデータを用いた。これを ArcGIS で施設の分布と重ね合わせることで、施設ごとの地震の被災確率を算定した。

施設の破壊確率は本来詳細な解析を行うことが望ましいが、地上水管理施設については RC 構造物の地震損傷度曲線を利用して算定した。埋設施設については、パイプラインが砂基礎であることから液状化の影響を受けやすい。このことから液状化による破壊を想定し、その確率を震度別に計算した。算定方法は、液状化に対する抵抗率(FL 値)で考えた。表-1 に施設の破壊確率の算定結果例を示す。

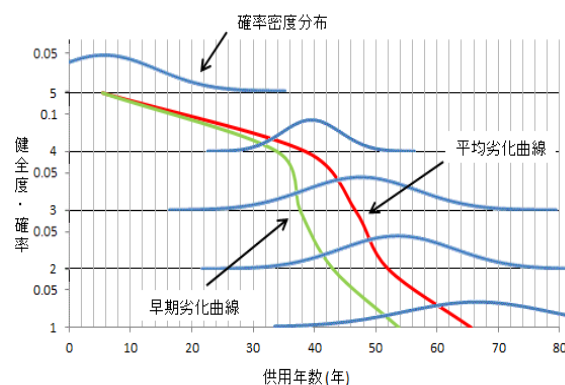


図-1 開水路の劣化曲線

表-1 施設の破壊確率

施設	震度	劣化レベルごとの破壊確率		
		S-4	S-3	S-2・S-1
水管理施設	5弱	0.00007	0.00003	0.00045
	5強	0.0017	0.0022	0.0123
	6弱	0.008	0.016	0.053
埋設施設	5弱	0.068		
	5強	0.159		
	6弱	0.345		

キーワード アセットマネジメント, 維持管理, BCP, パイプライン

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-35 Tel(06) 6368 1922 Fax(06) 6368 1922

(3) 2次災害リスクの算定

2次災害リスクは、高島市全体を考慮した液状化リスクで考えた。液状化リスクは、地震発生確率と液状化確率、世帯数による重みづけを乗じることで算定した。地震発生確率は、滋賀県が液状化マップを作成するにあたって対象としている、南海・東南海地震と琵琶湖西岸断層帯地震の30年以内の発生確率を用いた。液状化確率は、この2つの地震を想定した液状化マップを施設分布と重ね合わせることで、施設所在地のPL値を把握した。PL値とは、液状化の可能性を表す指標のことで、内閣府²⁾の想定ではPL値が15で液状化確率95%としている。PL値が15より小さい場合は、FL値に換算することで前節の埋設施設の破壊確率算定時と同様の方法で確率を求めた。表-2にPL値からFL値に換算した時の値と液状化確率を示す。

(4) BCPの考慮

BCPとは、限られた経営資源で最低限の事業を継続、または目標復旧時間以内に再開できるように事前に決められる行動計画のことである。仮に地震により破壊した施設が水を運搬にすることにあって重要な施設で、受益面積が大きい場合は広域にわたって影響が出る。施設が破壊する位置によって、どの程度の被害が及ぶのかを圃場面積と圃場収益から金額換算し、被害リスクを算定した。また、本研究では被災した場合に代替水源からパイプラインで応急運搬することを想定し、施設の被害箇所ごとに必要となる費用を運搬距離とコストから算定した。

(5) アセットマネジメント

アセットマネジメントの目的は、ニーズに基づいた供給や、寿命を迎えた施設の更新・廃棄など、多様な視点を通じて社会資本を運用することである。本研究では滋賀県のアセットマネジメント計画を参考に、3つのシナリオごとに機能保全コストを算定し、比較した。機能保全コストの検討期間は40年とした。3つのシナリオは、(i) S-3時点で補修 (ii) S-2時点で補強 (iii) 従来通り S-3時点で全面改修を想定し、独自に設定した劣化曲線に当てはめてコストを算定した。その際、劣化曲線は早期劣化曲線と平均劣化曲線の2パターンで考えた。シナリオごとの機能保全コストの比較を行うことによって、最適修繕計画を示した。

3. 結果

本研究では、最適修繕計画、各種リスク、BCPの費用のデータからリスクを考慮したアセットマネジメントを考えた。BCPを考慮した場合と、考慮しなかった場合では施設修繕の優先順位やコストに違いが生じた。BCPを適用できた設は、災害リスクが低下し、コストも抑えることが施できることがわかった。図-2にBCPを考慮した場合のイメージ図を載せる。1つ1つの施設を個別に見るのではなく、1つの水利システムとして捉えることで修繕の順位づけができるようになり、システム全体が災害に対して強い状態を維持できるようになる。

4. おわりに

アセットマネジメントの歴史は浅く、施設の劣化データやコストなどの蓄積データが少ない。このため、施設の劣化予測を行うことは難しく、今後も改良が必要となる。また、地震リスクや2次災害リスクについても、より詳細な解析を行うことで精度を向上することができ、アセットマネジメントの信憑性を高めることにつながる。

参考文献

- 1) 食料・農業・農村政策審議会 農村振興分科会 農業農村整備部会 技術小委員会：農業水利施設の機能保全の手引き, pp.16-31, pp.67-70, 2007
- 2) 内閣府：首都直下地震に係る被害想定手法,p.7



図2 BCPを考慮した場合の水路のリスク分布図