

## アセットマネジメントにおける社会資本データベースシステムの構築と今後の展開

### The Construction of Infrastructure Database System in Assets management and its further Development

総合技術本部 情報企画室 桑原 利弘<sup>1)</sup>  
同上 中田 光治<sup>2)</sup>



1)



2)

#### 1. はじめに

我が国では戦災復興期を経て、1955～1960年にかけて、「神武景気」、「岩戸景気」といわれた高度経済成長期を迎えました。この時期は、欧米先進国へのキャッチアップを目指して、経済発展並びに国民生活向上のため、積極的な社会資本投資が展開されました。

その後1979年に策定された「新経済社会7か年計画」では、公共投資規模とその配分計画が当該計画の重点事項として示されました。また、この配分計画を基に、各種公共事業長期計画が策定され、計画的な社会資本整備が行われてきました。

こうした高度経済成長期に大量に建設された道路、河川、建築等の社会資本は、近年急速に高齢化が進行しており、補修・改修等更新時期を迎えつつあります。

本稿は、社会資本の更新時期の平準化、補修・更新費用の最小化を目的として、長期的な観点から社会資本の今後の維持管理・更新のあり方、社会資本データベース構築例とその必要性、維持管理マスタープラン作成の必要性等について提案したものです。

#### 2. 総合的なマネジメントの必要性

長期的な観点から社会資本の今後の維持管理・更新のあり方を検討していくためには、構造物の維持管理に対する基本的な考え方や方針を明確にし、さらに将来ビジョン、点検・検査技術の現状、将来の技術開発の動向、将来の国土づくりビジョン、社会資本投資動向などを予測しつつ、総合的なマネジメントシステムを構築していくことが必要です。

これまでの社会資本に関する維持管理・補修では、点検、診断・評価、劣化予測、新規技術開発などについて、個別に取組みが行われて来ました。

今後は、これらを統合してマクロな視点で基本的枠組みを作り、それらを計画的に体系化することによって、社会資本の維持管理を適正に進めていくことが大切です。

また、それに併せて社会資本のサービス水準、維持管理のレベル、維持管理の技術手法などを総合的に勘案し、効率的・効果的に維持管理を実施していくことが必要です。

こうした維持管理を積極的に推進していくことにより、維持管理技術及び点検・補修技術を開発することができ、併せて専門技術者の育成、重点的に進めるべき研究分野、技術開発の方向性、データベースの効果的活用方策などに寄与することができると考えます。

本稿では河川構造物の水門を取り上げ、水門挙動観測データベースの構造を例に、当該システムの概要、システム構成および機能を紹介し、さらにこれらのシステムの展開を考慮しつつ、今後の社会資本の適正な管理手法の提案、維持管理におけるアセットマネジメントの必要性等について私見を述べるものです。

#### 3. 水門挙動観測データベースシステムの概要

##### 3.1. 水門の機能

一般的に水門とは、河川、海岸、湖岸の堤防の一部に設けられる構造物で、通水断面が大きく、上部が開放されているものをいいます。また、水門を設置する目的としては、内水の排除、用水の取り入れ、舟運、塩害の防止などがあります。

水門は流水を横切って設置されることから、流水に対して安定した構造とする必要があります。さらに、基礎は信頼できる支持地盤まで到達させ、常時の安定はもとより、地震時や洪水時においても安定し、不同沈下などによる有害な損傷を生じないような構造とすることが大切です。

しかし、水門には常に、流水や静水による水圧を受けることから疲労や損傷を受けることもあり、維持管理には日常的な監視や客観的データが必要となります。また、そのデータを必要に応じて、容易に取り出し、活用していくことが大切です。

### 3.2. システムの概要

本システムは、水門の観測データ（計測機器および目視による観測結果）を、データベースを用いて閲覧・集計・分析するシステムです。

システムは、クライアント/サーバー型のシステム構成をとっており、観測データは、サーバーに保存・蓄積され、クライアントから必要なデータだけを取り出し閲覧します。運用形態のイメージを図1に示します。

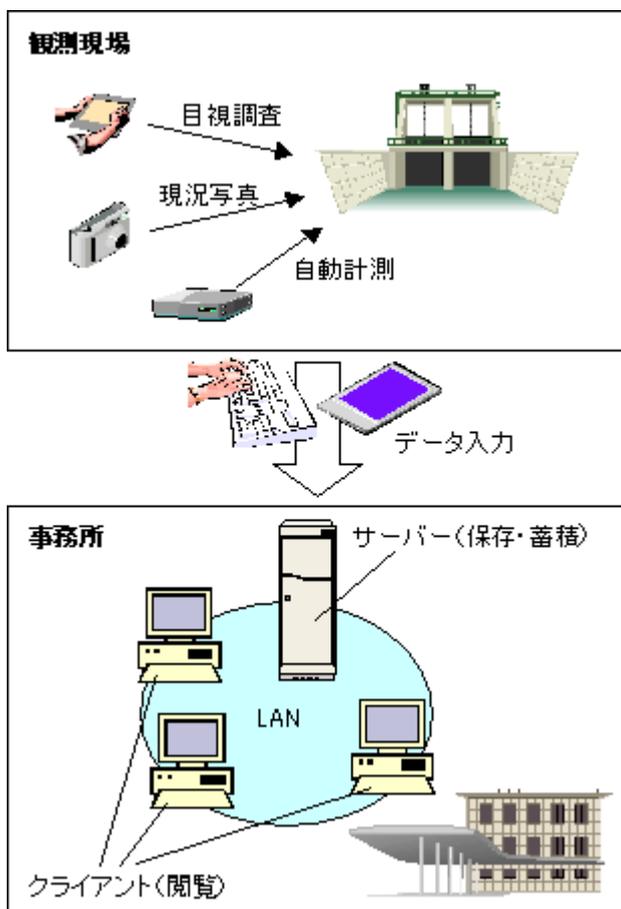


図1 運用形態のイメージ図

システム化に際しては、構造物の長期的な維持管理において、経年変化や損傷の傾向を的確に把握できるシステムを目指しました。以下に本システムの特徴を示します。

- ・ 長期に渡る観測データの保存・蓄積
- ・ 必要な期間や位置の観測データのみを取り出せる
- ・ 観測データを表とグラフで閲覧
- ・ デジタルカメラ撮影による現況写真およびCAD図面の表示

本システムはこれらの特徴を備え、また十分に使用に耐えうる速度をもったシステムとなっています。

### 3.3. システム構成

本システムは、WebサーバーとWebブラウザを用いたクライアント/サーバー型のシステム構成をとっています。（図2）。

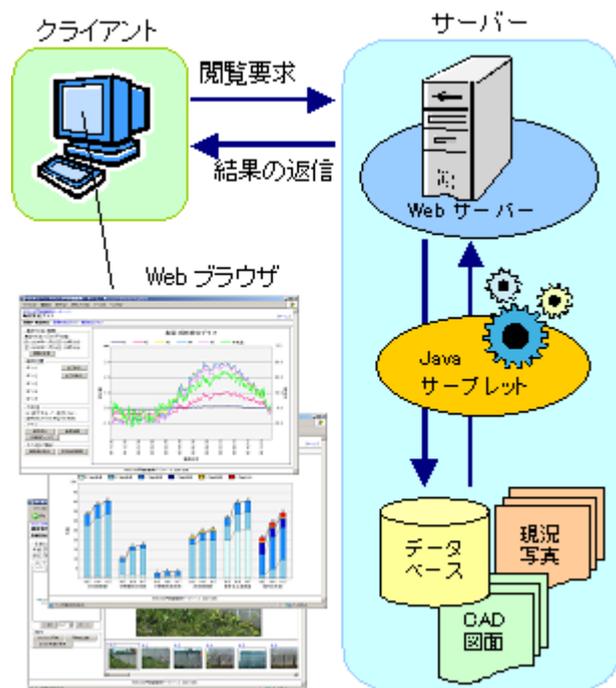


図2 システム構成図

観測データはサーバーに保存・蓄積され、閲覧はクライアントのWebブラウザから行います。クライアントからの閲覧要求は、Webサーバーを介して本システムのプログラム本体に渡されます。プログラム本体は、Javaサブレットで作成されており、クライアントからの要求に応じて表やグラフを作成します。結果は、Webサーバーを介してクライアントのWebブラウザに返されます。

### 3.4. 観測データ

本システムで取り扱う水門の観測データを以下に示します。

- 1) 計測機器による観測データ
  - ・ 亀裂変位量
  - ・ 目開き変位量
- 2) 目視による観測データ（ひび割れ等）
  - ・ 幅と長さ
  - ・ 縦、横、斜め、2方向等の方向
  - ・ はく離、錆汁等の有無
  - ・ ポップアウト等の箇所数
- 3) そのほかのデータ
  - ・ デジタルカメラ撮影による現況写真
  - ・ CAD 図面

計測機器では 24 時間（毎時間）連続で自動的に計測を行います。目視による観測や現況写真は、構造物をメッシュ状にブロック分けし、観測や撮影を行います。

### 3.5. 機能の紹介

本システムが有する機能について、その一部を以下で紹介します。

#### (1) 亀裂変位グラフ

亀裂変位グラフは、計測機器で自動計測した亀裂の変位量を経時変化グラフと温度相関グラフで表示する機能です。

経時変化グラフは、X 軸に時間を、Y 軸に変位量を表した折れ線グラフです（図 3）。

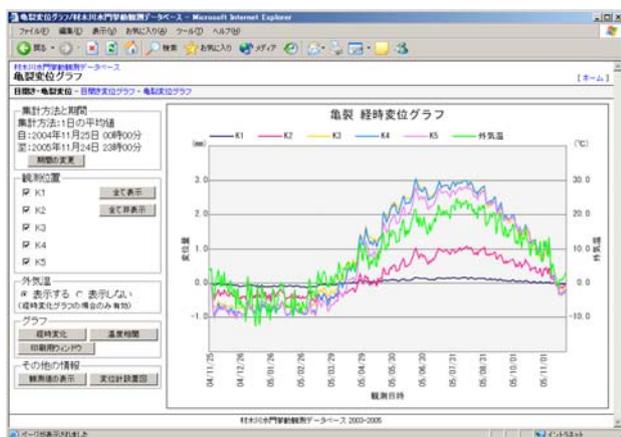


図 3 亀裂の経時変化グラフ

グラフに表示する期間は、1 日から数年まで任意に指定でき、変位量は毎時間の観測値のほか、1 日の平均値／最大値／最小値で表示することができます。

また、観測位置ごとに表示する／表示しないを設定でき、外気温のグラフを重ねて表示することもできます。

温度相関グラフは、X 軸に外気温を、Y 軸に変位量を表した散布図グラフです（図 4）。表示する期間や変位量の種類（毎時間／平均値／最大値／最小値）、観測位置ごとの表示設定（表示する／表示しない）は、経時変化グラフと同様に指定できます。

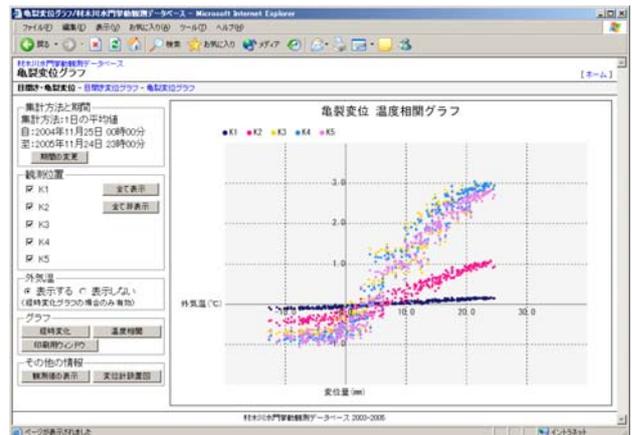


図 4 亀裂の温度相関グラフ

これらのグラフは、亀裂の変位が構造物の劣化・沈下等に起因するものなのか、または外気温の変化に起因したコンクリート自体の膨張、伸縮によるものかを推定する材料となります。

亀裂の変位量は、グラフのほか観測値一覧で数値で閲覧できます（図 5）。観測値一覧には、亀裂変位グラフと同じ期間と位置の観測値が表示され、外気温も合わせて表示されます。亀裂変位グラフと観測値一覧を同時に表示し、より詳細に変位の様子を確認することができます。

亀裂変位観測値 [1日の平均値]						
日時	K1	K2	K3	K4	K5	外気温
04/11/25	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	4.47
04/11/26	-0.00	-0.00	-0.02	-0.03	-0.03	3.89
04/11/27	-0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.05	4.11
04/11/28	-0.01	-0.22	-0.38	-0.51	-0.54	-1.73
04/11/29	-0.04	-0.39	-0.69	-0.91	-0.94	-3.49
04/11/30	-0.06	-0.48	-0.71	-0.84	-1.02	-4.49
04/12/01	-0.06	-0.40	-0.71	-0.86	-0.93	0.05
04/12/02	-0.04	-0.31	-0.68	-0.77	-0.85	1.23
04/12/03	-0.03	-0.28	-0.64	-0.75	-0.84	2.47
04/12/04	-0.01	-0.19	-0.54	-0.58	-0.68	4.08
04/12/05	-0.02	-0.31	-0.59	-0.68	-0.78	0.29
04/12/06	-0.05	-0.36	-0.61	-0.73	-0.78	-1.20
04/12/07	-0.05	-0.28	-0.60	-0.69	-0.72	2.35
04/12/08	-0.04	-0.30	-0.63	-0.73	-0.77	-0.92
04/12/09	-0.05	-0.32	-0.65	-0.76	-0.78	0.07
04/12/10	-0.04	-0.20	-0.61	-0.66	-0.68	3.33
04/12/11	-0.04	-0.26	-0.63	-0.70	-0.72	-0.53

図 5 亀裂の観測値一覧

## (2) 写真帳

写真帳は、構造物をメッシュ状にブロック分けして撮影した現況写真を、アルバム形式で表示する機能です（図6）。



図6 写真帳

写真帳の画面下部には、現況写真がサムネイル形式で一覧表示され、サムネイル画像をクリックすると画面中央に、オリジナルの現況写真を表示します。画面左には、ナビゲーター機能を有した構造物のイメージ画像が配置されており、表示している現況写真の位置（ブロック）が薄い青色で強調表示されます。このイメージ画像では、表示しているブロックの強調表示以外に、クリックして当該ブロックの現況写真を表示させることができます。

また、写真帳では現況写真を年度単位で表示するほか、同一ブロックの現況写真を複数年まとめて表示することができます。ブロック比較表示は、同一ブロックの2年度分の現況写真を横に並べて表示します（図7）。



図7 現況写真のブロック比較表示

ブロック一覧表示は、同一ブロックすべての年度の現況写真を縦に並べて表示します（図8）。



図8 現況写真のブロック一覧表示

グラフや表と合わせて現況写真を用いることで、よりの確に構造物の健全度を評価でき、また、写真帳では、目的の位置（ブロック）の現況写真を素早く表示し、年度間の比較も容易であるため、より効率的な構造物の評価が可能となります。

## (3) 損傷状況集計

損傷状況集計は、構造物の損傷状況を目視にて観測し、その結果を表とグラフで表示する機能です。

目視による構造物の観測は、構造物をメッシュ状にブロック分けし、ブロックごとにひび割れの幅と長さ、方向、はく離や錆汁の有無、ポップアウトの箇所数などを記録します。観測した損傷状況は、ブロックや損傷の区分で集計され、損傷状況一覧やひび割れ差分一覧、ひび割れ区分グラフで確認できます。

損傷状況一覧は、損傷状況を一覧表で表示します（図9）。

年度	ブロック	損傷区分	損傷状況	ひび割れ	集計	塗布	エポキシ	コーキング	ジャンク	剥離							
幅	長さ	方向	長さ	幅	長さ	幅	長さ	幅	長さ	幅	長さ	幅	長さ	幅	長さ	幅	長さ
2005年度	右岸南壁	1	ひび割れ	縦方向	0.10 mm	2.10 m	無	無	全面	-	-	無	無	無	無	無	無
2005年度	右岸南壁	2	ひび割れ	縦方向	0.10 mm	1.22 m	無	無	全面	-	-	無	無	無	無	無	無
2005年度	右岸南壁	3	ひび割れ	縦方向	0.10 mm	0.27 m	無	無	全面	-	-	無	無	無	無	無	無
2005年度	右岸南壁	4	ポップアウト	-	-	-	無	無	全面	-	-	無	無	無	無	無	無
2005年度	右岸南壁	2	ひび割れ	斜め方向	0.10 mm	3.00 m	無	無	全面	-	-	無	無	無	無	無	無
2005年度	右岸南壁	2	ひび割れ	斜め方向	0.10 mm	0.49 m	無	無	一部	-	-	無	無	無	無	無	無
2005年度	右岸南壁	2	ひび割れ	斜め方向	0.10 mm	0.29 m	無	無	一部	-	-	無	無	無	無	無	無
2005年度	右岸南壁	2	ひび割れ	斜め方向	0.10 mm	0.20 m	無	無	部分	-	-	無	無	無	無	無	無
2005年度	右岸南壁	2	ひび割れ	斜め方向	0.10 mm	1.97 m	無	無	全面	-	-	無	無	無	無	無	無
2005年度	右岸南壁	2	ひび割れ	斜め方向	0.05 mm	1.39 m	無	無	部分	-	-	無	無	無	無	無	無
2005年度	右岸南壁	2	ひび割れ	斜め方向	0.05 mm	2.27 m	無	無	部分	-	-	無	無	無	無	無	無
2005年度	右岸南壁	2	ひび割れ	斜め方向	0.05 mm	3.95 m	無	無	一部	-	-	無	無	無	無	無	無
2005年度	右岸南壁	2	ひび割れ	斜め方向	0.05 mm	1.46 m	無	無	一部	-	-	無	無	無	無	無	無
2005年度	右岸南壁	3	ひび割れ	縦方向	0.50 mm	1.48 m	無	無	一部	-	-	無	無	無	無	無	無

図9 損傷状況一覧

ひび割れ差分一覧は、当該年度と前年度のひび割れの幅と長さ、およびその差分値を一覧表で表示します（図 10）。

2005年度 損傷の前年度差分									
橋名	ひび割れ番号	ひび割れ種類	ひび割れ状況	2005年度 ひび割れ		2004年度 ひび割れ		ひび割れの差分	
				幅	長さ	幅	長さ	幅	長さ
右岸側橋	1	ひび割れ	縦方向	0.10 mm	2.18 m	0.10 mm	2.18 m	-	-
	2	ひび割れ	縦方向	0.10 mm	1.22 m	0.10 mm	1.22 m	-	-
	3	ひび割れ	縦方向	0.10 mm	3.27 m	0.10 mm	3.27 m	-	-
左岸側橋	1	ひび割れ	斜め方向	0.10 mm	3.80 m	0.10 mm	3.80 m	-	-
	2	ひび割れ	斜め方向	0.10 mm	0.40 m	0.10 mm	0.40 m	-	-
	3	ひび割れ	斜め方向	0.10 mm	0.29 m	0.10 mm	0.29 m	-	-
右岸側橋	3	ひび割れ	斜め方向	0.10 mm	0.30 m	0.10 mm	0.30 m	-	-
	4	ひび割れ	斜め方向	0.10 mm	0.30 m	0.10 mm	0.30 m	-	-
	5	ひび割れ	斜め方向	0.10 mm	1.97 m	0.10 mm	1.97 m	-	-
左岸側橋	2	ひび割れ	斜め方向	0.60 mm	1.78 m	0.60 mm	1.78 m	-	-
	7	ひび割れ	斜め方向	0.60 mm	2.27 m	0.60 mm	2.27 m	-	-
	8	ひび割れ	斜め方向	0.60 mm	3.93 m	0.60 mm	3.93 m	-	-
右岸側橋	2	ひび割れ	斜め方向	0.50 mm	1.46 m	0.50 mm	1.46 m	-	-
	3	ひび割れ	縦方向	0.10 mm	1.68 m	0.10 mm	1.68 m	-	-
	9	ひび割れ	縦方向	0.10 mm	0.83 m	0.10 mm	0.83 m	-	-

図 10 ひび割れ差分一覧

ひび割れ区分グラフは、ひび割れを幅や長さで分類し、その経年変化の様子を色分けされたグラフで表示します（図 11）。



図 11 ひび割れ区分グラフ

表とグラフで視覚的に損傷状況を確認することで、構造物の経年劣化の傾向や度合いを、的確に把握することができます。

## 4. 社会資本の適正な維持管理手法の提案

### 4.1. 設計・施工

社会資本は、当該社会資本が設置される場所の初期状態、自然条件、社会条件、利用状況、維持管理の方法などに大きく左右されます。こうした諸条件による影響を軽減し、長寿命化、維持管理費を軽減していくためには、設計時から社会資本の長寿命化、ミニマムメンテナンス化、ライフサイクルコストの縮減などに留意した設計を行うことが必要です。

また、施工時においても当該社会資本の初期状態、当該地域の自然条件、社会条件等を確実に記録・保存することが必要不可欠です。また、そうした記録がしっかりと保存されていることにより、その後の社会資本の健全度評価や劣化予測を適切に行うことが可能となります。

今回紹介した写真帳、損傷状況集計などを有効に活用することで、構造物の健全度評価や劣化予測に資することが可能となります。

### 4.2. 点検・評価

一般的に点検とは、社会資本の現在の状況を把握することがその主たる目的ですが、最近ではそれにとどまらず、健全度評価、劣化予測、機能確保のための対策工事に至るまでを、点検の目的とすることが多くなってきています。

また、評価とは、社会資本の現在の状態を把握し、当該施設の劣化の程度、機能保持の状況など健全度について客観的に評価を行うことです。

特に、橋梁、擁壁、トンネルなどのコンクリート構造物においては、塩害、アルカリ骨材反応、凍害など、地域特性により劣化や損傷の発生頻度や進行速度が異なってきます。その結果、交通規制、通行止めなどの対策が必要になることが考えられます。したがって、点検・評価を適切な時期に、適切な方法で行わないと対策工事が手遅れになるといったことも発生します。

社会資本を安全かつ安心して利用するために、今回紹介した亀裂変位グラフ、写真帳、損傷状況集計などを活用し、点検・評価を適切に実施していくことが大切です。

### 4.3. 劣化予測

社会資本の劣化については、構造物として将来の状態を予測して対処すべきものと、表面的なはく離・はく落など日常の点検で発見して、迅速に処理・処置すべきものに区分して考えていく必要があります。

さらに構造物として劣化の予測を行う場合には、現在までの知見、経験をもとにした理論的な劣化予測、データに基づく分析、評価が大切です。

こうした劣化予測を行うためには、当該社会資本の現在の機能発現状況を適切に把握しておく必要があります。

今回紹介した本システムは、水門の挙動観測を

例にしていますが、今後橋梁、トンネル、擁壁、交通安全施設などにも展開が可能であり、適正に劣化を予測することにより、ライフサイクルコスト削減の維持管理に資することが可能です。

#### 4.4. 技術開発

社会資本を効率的・効果的に維持管理し、トータルコストを削減していくためには、設計、施工、点検、評価、劣化予測の各段階で、それぞれの技術開発が必要となります。併せて、社会資本の補修、更新を効率的に実施するための技術開発が必要です。

今後、技術開発が必要と考えられる技術のうち、設計・施工関係では、例えばミニマムメンテナンス橋などのように橋梁の健全性を保ちつつ、ライフサイクルコストの低減を図ることができる新たな設計思想や施工時の品質管理技術などが考えられます。

また、点検・評価技術では、点検作業の効率化とその有効な記録方法に関する技術開発が必要となり、本システムの有効活用が期待されます。

#### 4.5. 維持管理マスタープラン策定の必要性

高度経済成長期に大量に建設された社会資本の高齢化が急速に進展しており、更新時期の平準化、補修・更新費用の最小化など、長期的な観点から今後の維持管理・機能更新などのあり方の検討が喫緊の課題となってきています。

今後の維持管理を効率的・効果的に行い、当該費用を最小化していくためには、社会資本に対する基本的な考え方や維持管理方針を明確にし、将来の社会経済情勢を見極め、将来のビジョンを作成したうえで、現在の点検・評価技術を再整理し、これに今後の点検・評価に関する技術開発の方向性を明確にし、限られた財政の制約のなかで、整備の優先順序を明確にするなど、総合的な維持管理マスタープランを作成していくことが必要です。

今回照会した本システムを有効に活用することにより、総合的な維持管理マスタープランに基づいた、効率的・効果的・合理的な維持管理を実施していくことが可能となります。

#### 4.6. アセットマネジメントの導入

これまででは社会資本の維持管理を考えた場合、劣化や損傷によるものは勿論、機能低下や陳腐化

によるものが、その多くを占めていました。しかしながら今後は、こうした機能低下、陳腐化に至る前の段階、すなわち社会経済施設の荒廃を防止していくことが課題となります。

言い換えれば、社会資本の劣化は、経過年数とともに加速度的に進行していきますので、早い時期に予防的な対策を行った方が、維持管理を先送りして機能低下が発現した段階で初めて補修・改善を行うよりも、トータルコストが安くなるということを、改めて再認識することが必要と言えます。

そのためには、社会資本が現在どういう状態にあり、どういう使われ方をし、どういう維持管理がされているのかという、維持管理情報のデータベースが必要不可欠になります。その上で、社会資本の中長期的な状態を予測し、限られた予算の中で、いつ、どのような対策を、どこで行うのか、またそれを実行した場合にはどういう効果があるか、逆に社会資本を維持管理せずに放置した場合には、どれだけ劣化が進行し、機能低下が発現するのか、その場合の外部不経済額はどれくらいになるのか、などを一元的に予測し、明示できるシステムの構築が必要になります。

今回紹介した本システムは、こうしたアセットマネジメントシステムの構築に、大きく寄与することが可能です。

#### 5. 終わりに

以上、最近当社が担当した水門挙動観測データベースシステムの概要、システム構成などを紹介しつつ、総合的なマネジメントの必要性、社会資本の適正な管理手法の提案、維持管理におけるアセットマネジメントの導入などについて述べてきました。

本提案が今後の社会資本の効率的・効果的・合理的な維持管理に寄与することができれば、幸いです。

以上