

2. 堤防情報の管理と活用

2.1 堤防に関する情報の種類と収集・整理方法

河川堤防はさまざまな変遷を経て整備されてきている。その築堤の履歴や、堤防が置かれている地形地質的な環境や過去に調査された工学的な情報、さらには各種の点検結果などは、今後の堤防の維持管理において極めて重要な情報である。

なお、中小河川においては情報が蓄積されていない場合が多いが、国を中心に各種の公開情報も整備されてきているので、今後の維持管理のためには、個別の河川毎に統一的に情報が管理・更新されることが望ましい。

このような観点のもとに整備すべき情報として、以下のものが挙げられる。

表 2.1 河川堤防の管理に有用な情報の収集と整理

項目	概要	収集元	整理方法
堤防諸元データ	基本断面形状	河川台帳	諸元、形状確保／未確保
堤防の質的整備レベル	整備状況	管理者	整備状況
背後地の状況	DID 区間、家屋密集区間、浸水想定区域図、堤内地の地歴	管理者	区間種別
重要水防箇所のランク	ランク(A)、ランク(B)および要注意区間	管理者	区分
築堤履歴	時期、土質材料	河川台帳、カルテ等	履歴図
災害履歴	過去の被災履歴	点検記録等	位置、時期、部位、被災形態、原因など
構造物の位置	河川横断構造物(樋門・樋管)、河川横断工作物(堰・床止め・橋梁等)	管理者	位置、名称、種類、竣工年次、管理者
要注意地形 (治水地形分類図)	旧河道、落掘など	旧地形図	位置、種類
ボーリング調査結果	ボーリング調査結果、土質試験結果、原位置試験結果	管理者	柱状図、地層断面図、各種試験結果
LP データ	レーザプロファイラー(LP)による標高データ	国土地理院	5m メッシュ毎の標高
既往点検結果	堤防現況調査結果など	点検カルテ	浸透に対する安全性点検結果など
工事履歴	横断構造物・工作物、災害対策工事などの記録	管理者	時期、工種、仕様
水防活動履歴	出水後点検結果など。 堤体、護岸の変状などに関する観察結果	管理者	点検記録など
モニタリング記録	水位観測結果、変状観測結果	管理者	堤体内水位、沈下・変状等の観測結果

2.2 最新の機器を活用した堤防巡視支援ツール

(1) GPS 機能付デジタルカメラ

現場の写真撮影にデジタルカメラは欠かせない。最近、位置情報を撮影と同時に取得する GPS 機能付きデジタルカメラが普及し始めてきた。撮影した多くの写真を後で整理する際にその場所の特定に悩まされることがあるため、位置情報が特定できることは作業の効率化に非常に有効である。

デジタルカメラで撮影を行うと、通常 JPG という拡張子を持ったファイルで保存されるが、このファイルには主画像のデータとあわせて撮影時の様々な付属情報が付加されている（図-2.1）。この中に、GPS で計測された位置情報(x, y, z)も含まれており、附属のソフトなどを使用することにより地図上に写真データを登録することができるようになっている。この情報の中には、撮影した方向まで含まれている。この附属情報を利用して、市販の GIS に画像を取り込んだ例を図-2.2 に示す。

市販されている GPS 機能付きデジタルカメラの一覧を表-2.2 に示す。通常のデジタルカメラの価格に比べ特別高価なものではなく、利用しやすい状況にあるといえる。



項目	値
GPS 情報のバージョン	2.2.0.0
北緯(N)or 南緯(S)	北緯
緯度(数値)	34度 0分 26.383秒
東経(E)or 西経(W)	東経
経度(数値)	135度 54分 38.819秒
高度の単位	海拔基準
高度(数値)	850m
GPS時間	22時 53分 57秒
GPS 受信機の状態	測定中
GPS の測定方法	3次元測定中
速度の単位	ノット
速度(数値)	1/10
進行方向の単位	真方位
進行方向(数値)	33966/100
撮影した画像の方向の単位	磁気方位
撮影した画像の方向(数値)	9525/100
測位に用いた地図データ	WGS-84
不明	2010:08:12
不明	0

図-2.1 撮影時の付属情報(Exif 形式)

なお、使用するにあたって、位置情報の精度が問題となるが、撮影場所の条件によって大きく変わり明確なことは不明である。少なくとも車の GPS の位置精度を超えるものではなさそうである。

一方、最近では GPS 付きの携帯電話が普及している。内臓カメラで撮影した画像に、GPS で取得した位置情報を付加することができるので、基本的に GPS 機能付きカメラを簡便化したものとして活用できる。

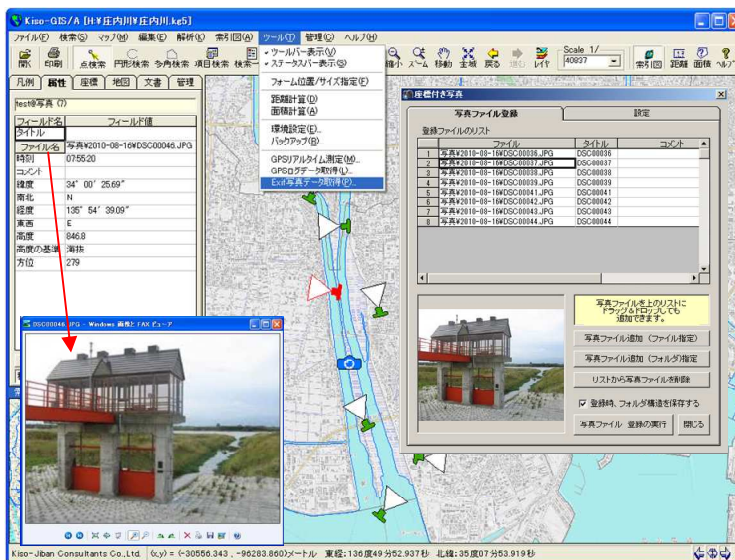


図-2.2 GPS 機能付きデジタルカメラで撮影した画像を GIS に取り込んだ例

表-2.2(1) GPS 機能付きデジタルカメラの例(1/2)

平成 23 年 4 月現在

No.	1	2	3	4	5
製品名	サイバーショット DSC-HX5V	サイバーショット DSC-HX7V (W)	サイバーショット DSC-HX9V	LUMIX DMC-TZ20-K	LUMIX DMC-FT3-A
メーカー名	SONY	SONY	SONY	パナソニック	パナソニック
価格帯	¥16,760～¥44,800	¥22,472～¥39,800	¥36,748～¥44,800	¥26,885～¥46,830	¥33,889～¥46,830
実勢価格	¥20,000弱	¥29,000前後	¥39,000前後	¥32,000前後	¥38,000前後
発売日	2010年 3月 5日	2011年 2月10日	2011年 3月11日	2011年 2月25日	2011年 2月25日
有効画素数	1020	1620	1620	1410	1210
光学ズーム	10 倍	10 倍	16 倍	16 倍	4.6 倍
GPS	GPSの機能は電源オンで測位を開始し、測位に成功した時点から15秒間隔で測位を続ける。 GPS機能とコンパス機能で、位置情報と方位を記録。 撮影場所が変わっても、測位し直すまでは前の場所のデータが記録されることが頻繁にある。	GPSの機能は電源オンで測位を開始し、測位に成功した時点から15秒間隔で測位を続ける。 GPS機能とコンパス機能で、位置情報と方位を記録。 室内では測位せず。 測位の誤記録はなくなった(DSC-HX5V比)。 撮影場所が変わっても、測位し直すまでは位置情報なしとなっている。	GPSの機能は電源オンで測位を開始し、測位に成功した時点から10秒間隔で測位を続ける。 GPS機能とコンパス機能で、位置情報と方位を記録。 室内では測位せず。 測位の誤記録はなくなった(DSC-HX5V比)。 撮影場所が変わっても、測位し直すまでは位置情報なしとなっている。	測位は、バッテリーの消耗を抑えるため電源オン直後と、その後5分間隔。電源オフの場合も15分間隔で測位を続ける(カメラの操作を2時間何も行わないと停止する)。	測位は、バッテリーの消耗を抑えるため電源オン直後と、その後5分間隔。電源オフの場合も15分間隔で測位を続ける(カメラの操作を2時間何も行わないと停止する)。
防水、耐衝撃など					防塵:IP6X、防水:IPX8 (12m)、耐落下:MIL-STD 準拠2m、-10度耐低温

表-2.2(2) GPS 機能付きデジタルカメラの例(2/2)

平成 23 年 4 月現在

No.	6	7	8	9	10
製品名	PowerShot SX230 HS	EXILIM Hi-ZOOM EX-H20GSR	FinePix XP30	Optio WG-1 GPS	OLYMPUS Tough TG-810
メーカー名	CANON	カシオ	富士フイルム	ペンタックス	OLYMPUS
価格帯	¥27,638～¥40,500	¥24,041～¥38,900	¥18,120～¥24,801	¥31,158～¥41,070	¥36,299～¥44,700
実勢価格	¥33,000前後	¥29,000前後	¥22,000弱	¥34,000前後	¥39,000前後
発売日	2011年 3月 3日	40508	2011年 3月12日	2011年 3月18日	2011年 3月25日
有効画素数	1210	1410	1420	1400	1400
光学ズーム	14 倍	10 倍	5 倍	5 倍	5 倍
GPS	GPS機能はGPSロガー機能をオンにすると電源オフ時にも定期的に測位し続ける。最初の測位こそ時間がかかるが、一度現在地を捕まえてしまえば、次からは数秒。 室内など電波が入らないときはデータ無し。 電源オフ時の測位頻度は非公開だが、おおむね1～3分に1回くらい。	GPSとともに、加速度センサーと地磁気センサーを使ったモーションセンサーを内蔵。GPS衛星の電波が届かない場所でも、移動方向や距離から位置を特定し、電源を入れてすぐシャッターを切っても正しい位置情報を記録できる。 電源オフで持ち歩いても10分に1度は自動でGPS情報を取得。	GPS機能は電源ON/OFF時でも測位できるが、電池の消耗が早い。	屋内などでGPSが受信できない場合、静止画／動画に位置情報は記録されない。 GPSロガーとしての利用も可能。測位間隔は、1分／30秒／15秒から選択できる。 電源オフの状態でもGPSを動作させ続けることができる。	GPSと電子コンパスを搭載し、写真に位置と方角を記録できる。 電源がオフの状態でも、電信コンパスのみを起動することができる。
防水、耐衝撃など			防塵:IP6X、防水:IPX8(5m以内、120分)、耐衝撃:測定方法はMIL-STD-810F-516.5に準拠、当社独自規格1.5m	防塵:IP6X、防水:IPX8(10m)、耐落下:1.5m、-10度低温対応、耐荷重:100kgf	防塵:IP6X、防水:IPX8(10m)、耐落下:2m、-10度低温対応、耐荷重:100kgf

(2) 簡易 GPS 機器

カメラや携帯電話に内蔵された GPS を独立させた商品もある。簡易 GPS 機器と称しており、PC に接続して位置情報を取り込むことができる。表-2.3 に代表的な簡易 GPS 機器を示す。

この装置は、堤防点検や巡視に際して PC を活用したシステムを用いる場合に、現在の位置情報を取得する方法として有効である。PC 上で堤防情報管理システム（2.4 参照）をタブレット型あるいはノート型 PC にインストールし、簡易 GPS 機器とともに現場に持ち出すことで、現在の位置情報をリアルタイムで取得し利用することが可能となる。簡易 GPS 機器と PC との接続イメージを図-2.3 に示す。この図のように、車載型で利用すれば現在地点を常に把握することができる。またリアルタイムで取得された位置情報を GIS に取り込み、画面の地図上で表示した例を図-2.4 に示す。

表-2.3 パソコンと連動した GPS 機器の例

平成 23 年 4 月現在

メーカー	商品イメージ	機種	特徴	位置精度（測定モード等）	実売価格
ライカジオシステム		GS5+	車載方のGPS機器で、PCとUSB接続しリアルタイムで位置情報を取得	1～2m (DGPS) 3m (SGPS)	
Hemisphere		A100	移動体管理に適用	0.5m (SBAS)	22.6
Transystem Inc		TripMate850	ブルートゥース機能を有するPCと無線で接続し位置情報を取得	3.0m (2DRMS) 2.5m (DGPS)	1.3
SiRF		BR-355 SiRFstarIII	USB接続		0.5
CanMore		GT-730F(L) GPS USB Dongle グルロガー	PCとUSBで接続し位置情報を取得	5m (CEP)	0.3
WinTEC		WPL-2000	USBポートに差込むだけでソフトウェアが自動起動		1.1

(注) 各社は他にも多くの製品を出しているので、ウェブサイトを参照されたい。



図-2.3 GPS 機器と PC の接続例

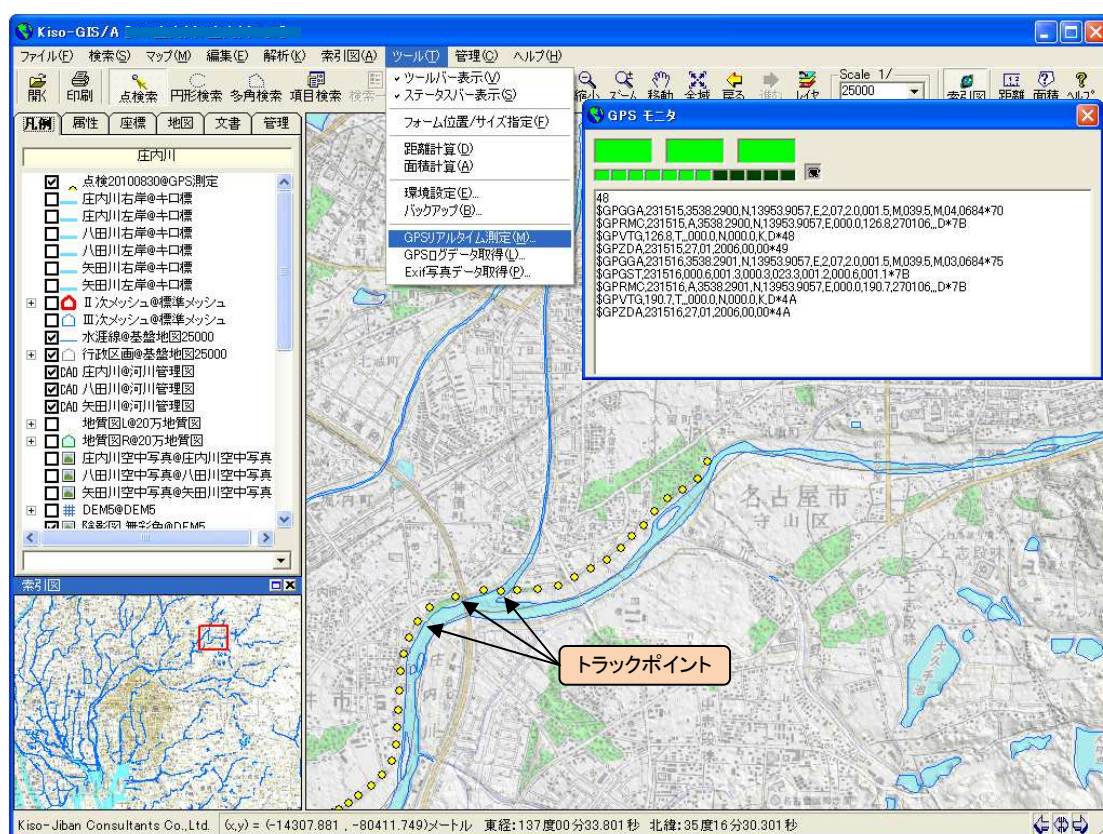


図-2.4 簡易 GPS 機器と GIS の連携イメージ

2.3 LPデータの活用

LP（レーザプロファイラー）とは航空機などに搭載されたレーザ計測機器のことで、それにより計測されたデジタル標高データが一定メッシュ毎に整理されている。最近、国土地理院から基盤地図情報（数値標高モデル）5m メッシュ標高データの提供が開始されたため、3次元地形データとして活用できる。

従来公表されていたのは 10m メッシュ標高データであり、堤防天端幅より間隔が広いいため堤防の高さが確実に捉えられないため精度的に使用困難であった。一方、5m メッシュにおいては図-2.5 に示すように、10m メッシュ標高データでは不可能であった堤防の形状把握が可能で、中小河川においてもおよそその堤防形状把握が可能なレベルにあることが確認できた。今後、より細かい距離間隔に対応した標高データが利用できることも予想され、さらに詳細な地形情報を捉えることが可能になると考えられる。

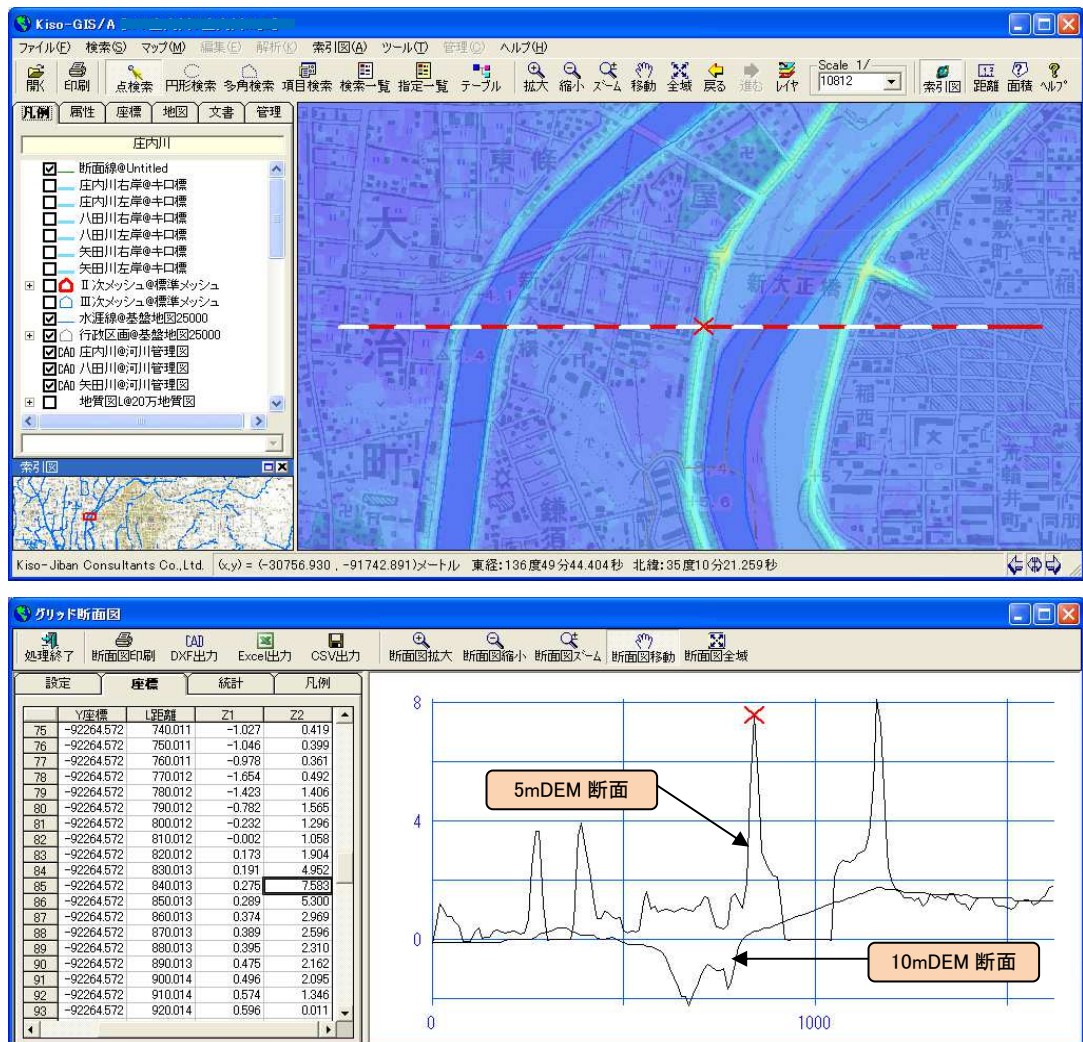


図-2.5 標高(レーザプロファイラ)データの活用イメージ

2.4 堤防情報管理システムの活用

(1) システム化の意義と位置づけ

河川堤防を管理するうえで、管理対象の情報、特に弱点を知ることが極めて重要である。スーパー川守／川守アドバイザーがカバーできる知識・経験だけでは不足するため多くの情報をできる限り客観的に整理し、共有化できれば堤防を管理する際の強力な武器となる。

このような観点で、堤防に特化した情報を管理するシステムを構築することが有用である。このシステムの位置づけを図-2.6 に示す。情報の内容は、2.1 で示したものとなり、それを管理するシステムはGIS（地理情報システム）をプラットフォームにしたものが望ましい。情報のデジタル化や国で整備した地形情報の公開が進みつつあるため、従来に比して低コストでの整備が可能となってきている。情報の量や種類にもよるが、基本的なシステムを構築するのに要するコストは数百万円から5、6百万円程度である。問題は、それをいかにうまく活用して効率的な運用が行えるかというソフト面に留意しなければならない。

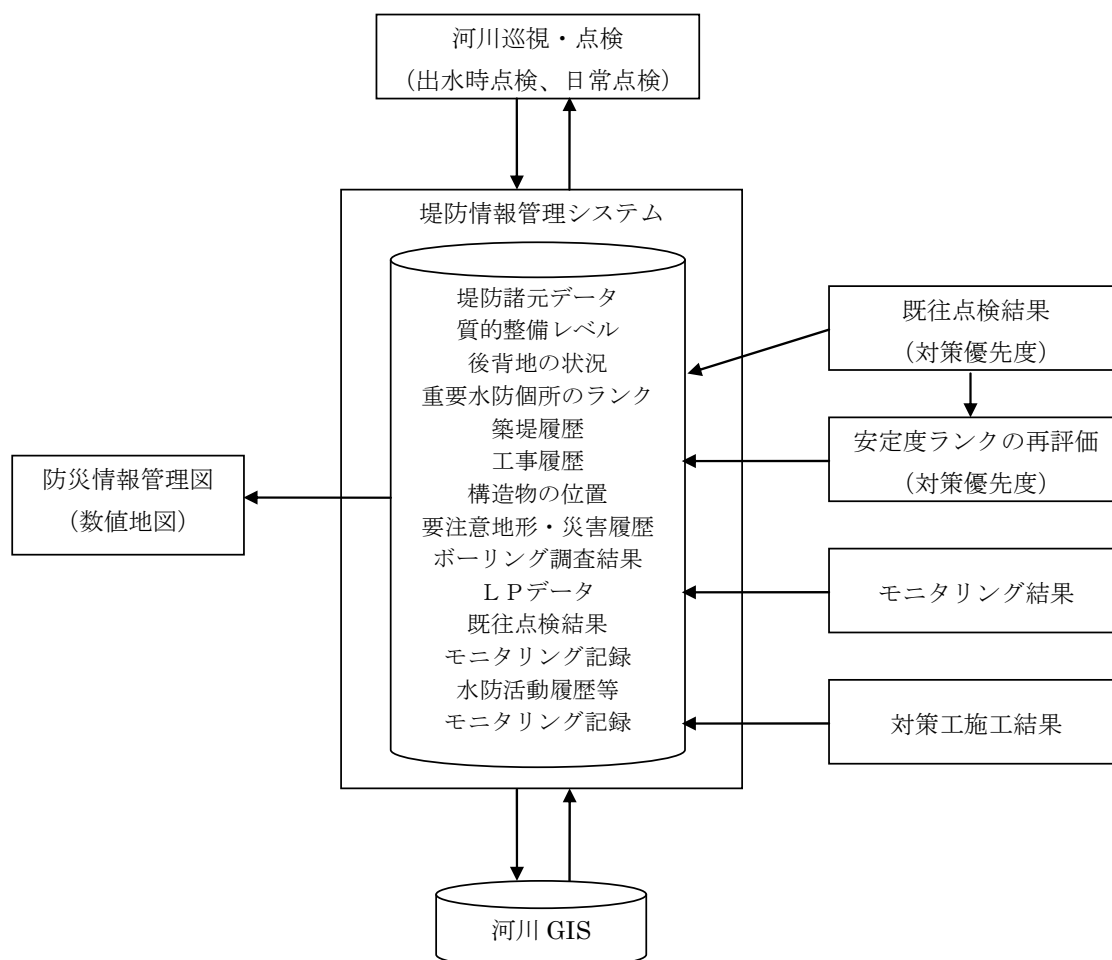


図-2.6 河川堤防点検支援システムの位置づけ

(2) システムに具備すべき機能

堤防情報管理システムに必要な機能として以下に示すものが考えられ、必要に応じて整備すればよいであろう。

- 2.1 に示す情報のデータベース化
- モバイル（モバイル PC、モバイル OS、広域無線 LAN）機能
- 地図情報管理機能
- 位置情報（距離標）管理機能
- 既往堤防点検結果の参照機能
- 出水時点検、日常点検結果の登録及び参照機能
- 現在位置と地図の連動機能（GPS）
- 現在位置と現場写真の連動機能（GPS 機能連動型デジタルカメラ）
- 地盤情報（ボーリング結果、地層断面図等）管理機能
- 鳥観図作成表示機能（3D）
- 河川 GIS との管理情報の相互提供機能

(3) システム化の一例

① 地図情報管理機能

河川堤防の管理に必要な多種多様の地図情報を、シームレスに切り替え、あるいは重ねて表示する機能である。利用頻度の高い地図を図-2.7 に示す。



図-2.7 河川堤防管理に必要なとなる背景地図の例

河川堤防を管理するためには広範囲をカバーする必要があり、河川基盤図等の大縮尺地図を利用することも多いため、一般に必要とされる地図情報は非常に大容量となる。これら大規模な地図情報を、リソースの限られたモバイル環境で実用的なスピードで動

作させるための ICT 技術的な工夫も必要となる。

②位置情報(距離標)管理機能

河川堤防管理における位置情報基準である距離標についての指定および管理機能が必要である。距離標間の指定距離と実距離との差異(100m標と200m標との距離が実際には80mしかない等)を考慮し、実際の位置(x, y)を算出する(図-2.8 参照)。

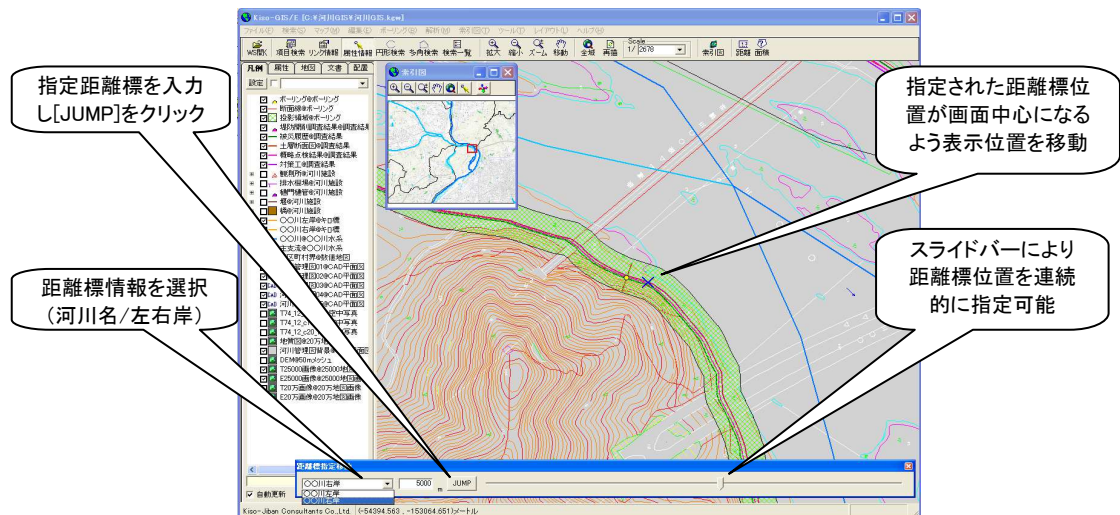


図-2.8 距離標指定機能の例

③位置情報(距離標)と堤防点検結果(帳票＝現況堤防断面図)との連携機能

河川堤防点検結果である現況堤防断面図は、帳票形式で距離標を位置指標として取りまとめている。地図上および帳票内での位置管理基準を連動させることで、河川堤防点検結果と点検位置をリアルタイムで把握することが可能となる(図-2.9 参照)。

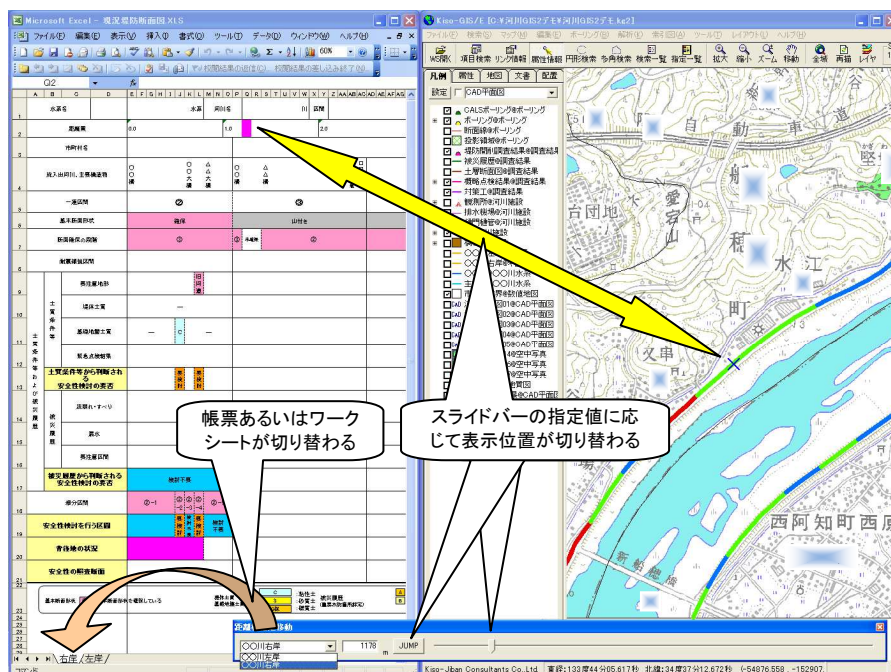


図-2.9 距離標と現況堤防断面図との連携例

④地盤情報(ボーリング結果、地層断面図等)管理機能

地盤調査成果は、CALS 電子納品の普及等もありデジタルデータの入手が容易で、位置情報(経緯度座標)が付与されていることから、システムに取り込んで管理することが簡単である。また、デジタルデータとして登録することで、各種集計図や任意位置での地層断面図の作成など、再加工処理も可能となる(図-2.10 参照)。

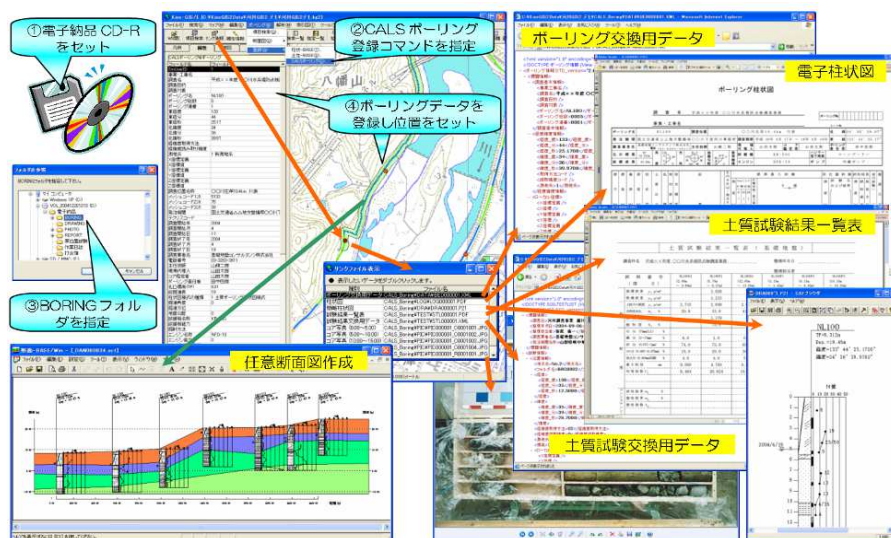


図-2.10 地盤情報管理機能の例

⑤付帯施設情報管理機能

河川堤防と関連する各種付帯施設(樋門樋管・排水機場・堰・橋など)の位置・各種属性・リンクファイル情報を管理する機能が必要である(図-2.11 参照)。

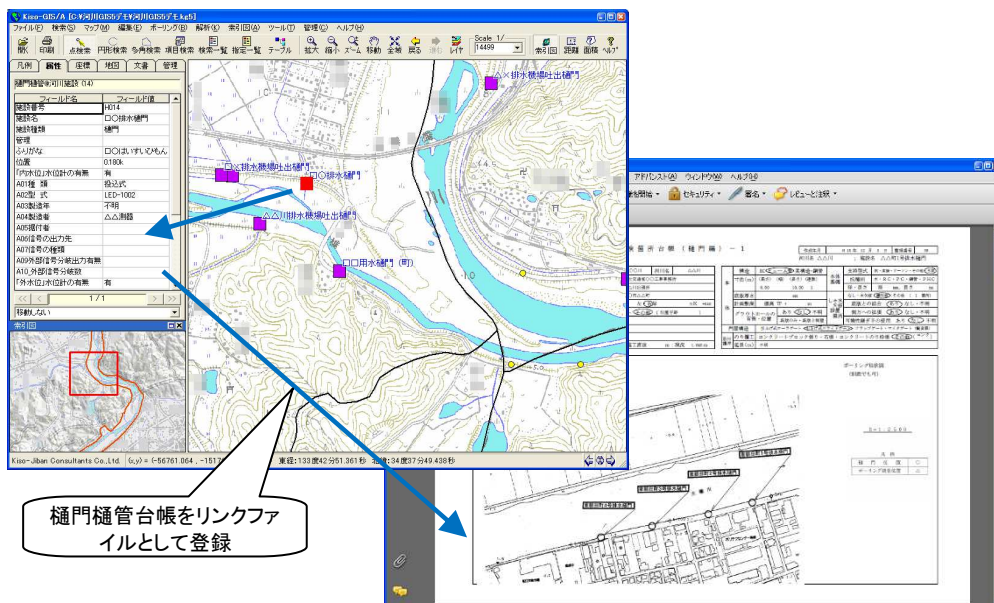


図-2.11 地盤情報管理機能の例

⑥汎用的な履歴情報管理機能

堤防点検など繰り返し実施される情報は、履歴情報として管理されることが望ましい。例えば、樋門樋管は供用期間中に複数回の点検を受け、対応した複数回の改修を実施されることとなり、これらの記録は履歴情報として管理されることとなる。

GIS では一般に、空間（位置）情報と属性情報とは1対1関係のデータ構造となるため、これでは履歴情報を管理することはできない。履歴情報を管理するためには、空間（位置）情報と属性情報とは1対多関係のデータ構造を実現する必要があり、複数種類の履歴情報を持つためには、複数の1対多関係のデータ構造を実現する必要がある（図-2.12 参照）。

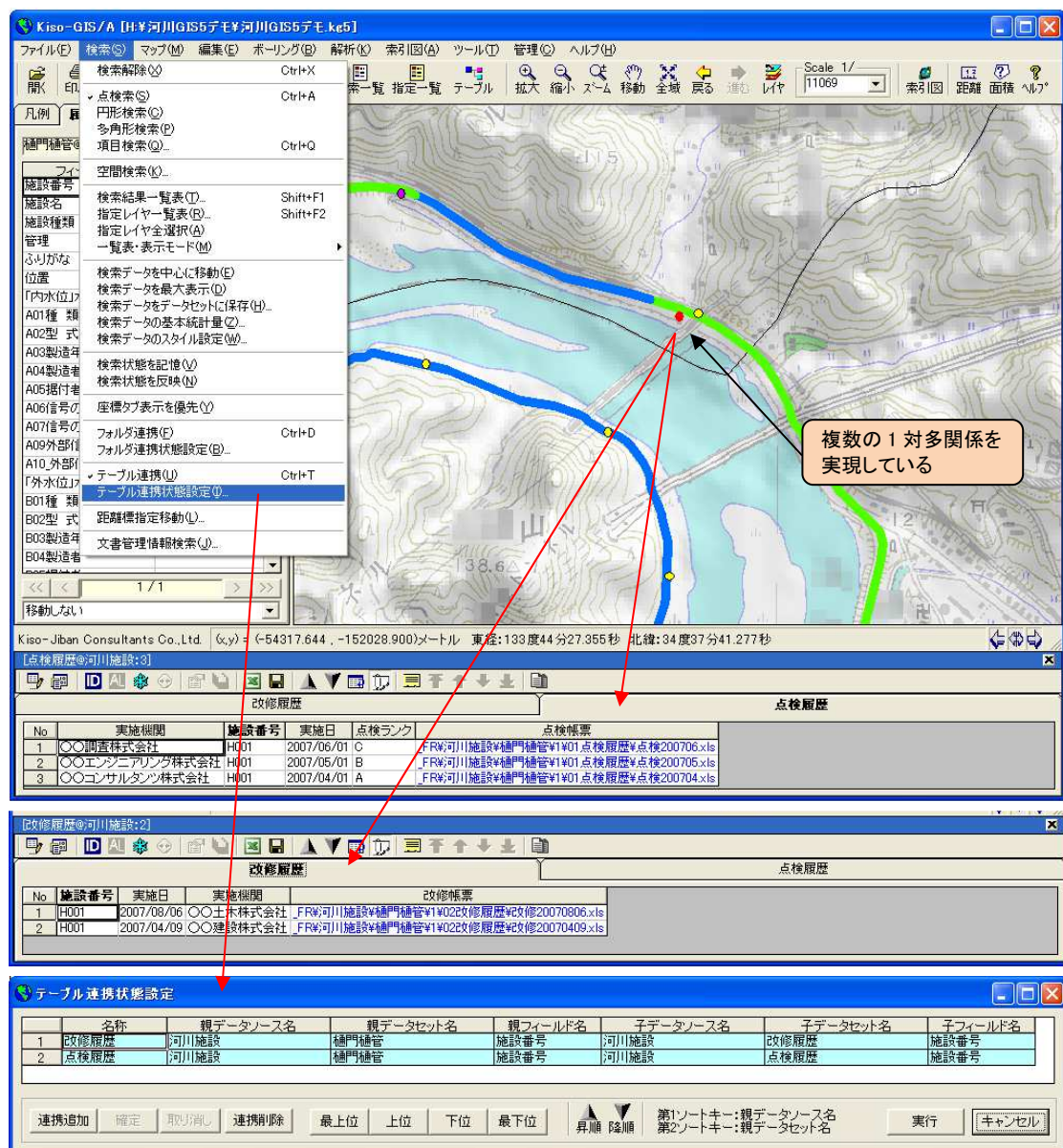


図-2.12 汎用的な履歴情報管理機能の例

2.5 堤防防災マップの作成

従来「治水地形分類図」が治水上重要な基礎情報の一つであった。この地図は、昭和 51 年度～53 年度にかけて作成された縮尺 2 万 5 千分 1 の地図である。この地図には旧河道や後背低地など堤防の安定上重要な要注意地形の情報も盛り込まれており、長らく活用されてきた。

最近では、前節までの情報に示されるように、多くの新しい地形情報が公開されたり点検が実施されたりしている。これらの情報を加味すると共に、各種情報を積み重ねることにより、防災面でより有用な情報を提供することが可能となってきた。ここでは、この情報地図を「堤防防災マップ」と称し、従来の地形治水分類図を発展させたものと位置づけることにする。この地図は、多くの貴重な情報をレイヤーごとに整理し、それらを任意に重ね合わせることから、GIS 上で作成したデジタル地図ということにもなる。

防災情報図の一例を図-2.13 に示す。これは治水地形図を基図とし、LP データから作成される「陰影図」「DEM(Digital Elevation Model)」などの標高関連情報、調査・施設・被災等の管理履歴情報等を重ね合わせたものである。さらに必要に応じて各種の情報を重ね合わせて、当該河川にフィットした「堤防防災マップ」を作成することが望まれる。

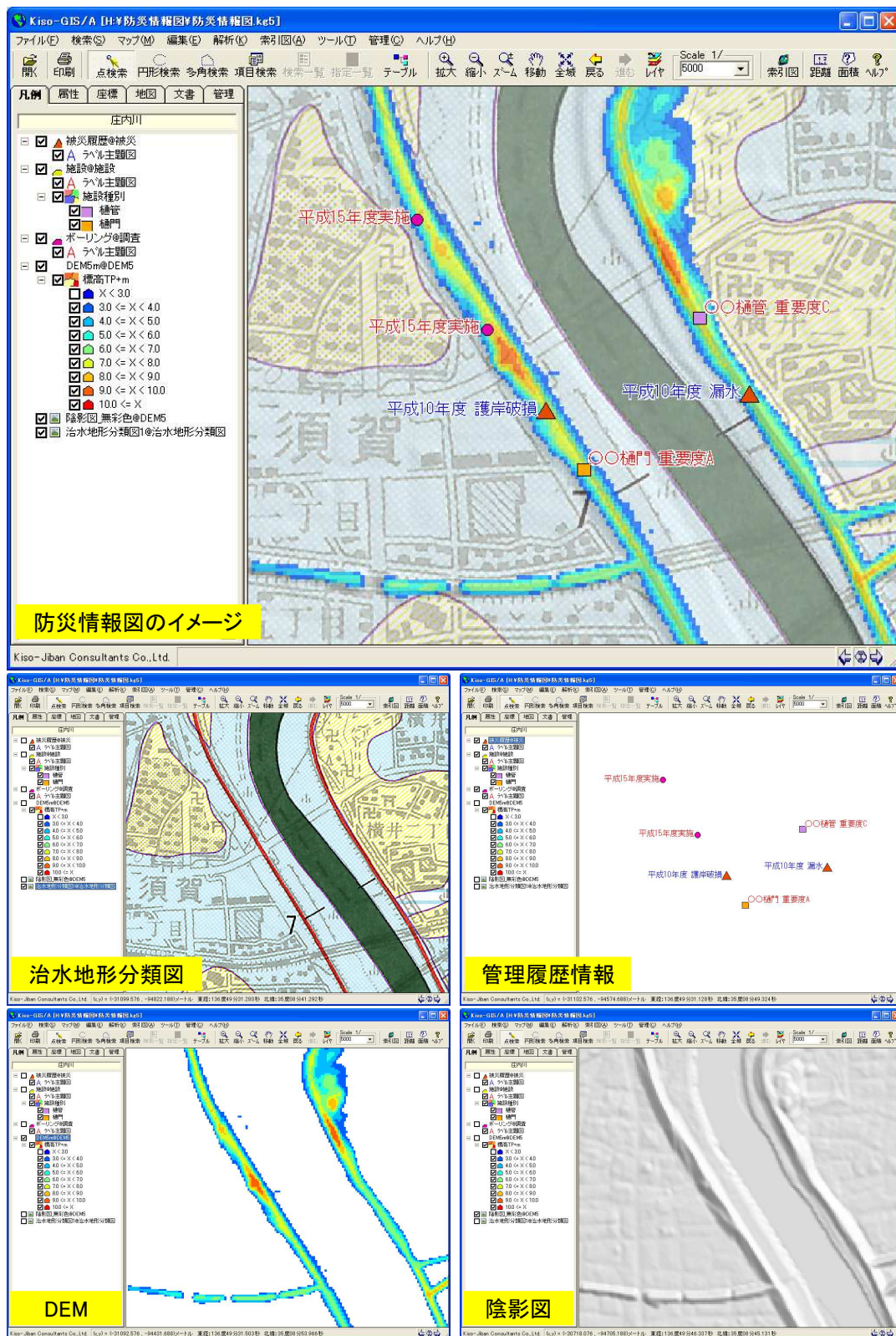


図-2.13 「堤防防災マップ」のイメージ