

# ダム計測 C A I (Computer Assisted Instruction) の開発

## DEVELOPMENT OF DAM MEASUREMENT C A I

古瀬 治\*・上月 浩\*\*・植月俊彦\*\*

Osamu KOSE, Hiroshi KOUZUKI and Toshihiko UETSUKI

Dam measurement is an important technique for understanding conditions of a dam as a part of maintenance works.

The instruction of the maintenance technique, which has been performed by On-the-Job-Training (OJT) so far, becomes difficult because of a decrease of skilled experts and the progression of consignment of field technical works.

Dam measurement C A I, that enables acquiring the necessary knowledge for oneself, is developed from those background.

The skills of the C A I using multi-media functions are introduced in this paper.

*Key Words: dam measurement, training technique, C A I, WBT*

### 1. 開発背景および目的

ダムに設置される計測設備は、施工中の施工管理、完成後の安全管理を目的として設置される。このためダムの保守管理業務を行うためには、各計測設備の設置目的を正しく理解して、的確な安全管理を行い、もしダムに何らかの異常が発生した場合には、計測・監視によりいち早くその兆候を捉え、迅速かつ的確な対応をとることが必要である。

信頼性の高いデータを得るためには、各計測機器の構造、特性を良く理解し、日常の点検・手入れを行うとともに、計測管理値を設定し、計測値に異常が発生した場合には的確な対応を行うことが必要である。

これらのダムの保守管理業務に必要な教育は、従来現場の職務を通じた O J T により行われてきた。しかし近年では、熟練技術者の減少ならびに現場技術業務の委託化の進行、さらには関連設備の自動化による業務の高度化が進展し、現場において保守管理業務の体系的な教育を行うことが困難になってきている。

このような背景からダムの保守管理業務のパソコンによる体系的な教育プログラムの必要性が生じてきたため、日常実施しているダム計測業務と計測データの評価に関する

知識の習得および技術の伝承を目的としてダム計測 C A I を開発した。

### 2. 概要

ダム計測 C A I はダム計測に関する学習内容を、映像やアニメーションによって対話式に説明するものである。

ダム計測 C A I による学習項目は、現場でのダム計測に関する保守管理業務が的確に行えるように、ダム計測の目的、各計測項目の計測内容と測定方法、異常の初期における判定方法、計測値の評価などである。これらを 1 枚の CD-ROM に納めてあり、CD-ROM が再生できるパソコンで使用できる。

熟練技術者の減少

現場技術業務の委託化の進行

関連設備の自動化による業務の高度化



ダムの保守管理業務の体系的な  
教育プログラムが必要

\* 生産事業部

\*\* 首都圏事業部 情報システム部

### 3 . 特 徴

ダム計測 C A I の特徴として、次の項目があげられる。

汎用パソコンで利用可能

専用の装置を利用しないため、導入が簡単である。

また、携帯型パソコンを利用すると、場所を選ばずに使用することができる。

ソフトはCD-ROMに収容

ソフトはCD-ROMに収容できるため、保管・管理が容易である。

パソコン初心者でも利用可能

操作はマウス操作のみで行うことが可能であり、画面の指示に従いながら学習を進められる。

マルチメディア機能による説明

写真やアニメーション、音声、ビデオ映像による表現などのマルチメディア機能を利用した説明が可能である。

対話形式による情報の引き出しが可能

ビデオ教材では情報の一方的な提示になるが、C A I では個人のペースに合わせて対話形式によって必要な情報の引き出しができる。

職務の合間の自主研修や、集合研修にも利用可能である。

### 4 . 開 発 手 法

ダム計測 C A I ソフトの開発手法を図 - 1 に示す。

### 5 . 画 面 構 成

ダム計測 C A I の基本的な画面構成は図 - 2 (メニュー画面)、図 - 3 (説明画面) のようになる。

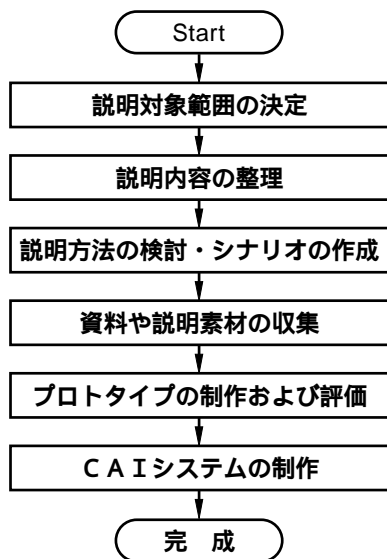


図 - 1 開発手法

ダム計測 C A I のメイン画面では、C A I の内容全体が把握できるように、説明の大項目を全て表示した。また、学習履歴が分かるように、学習が終了した項目については、表示色が変わるように制作した。

メイン画面から選択された説明画面における操作は、画面右下の操作ボタンを使用する。操作ボタンには、“次項目”、“前項目”、“一時停止”、“上位画面に戻る”を用意して、学習者に自由に操作できるようにした。また、一つの説明画面終了時に次項目ボタンまたは、戻るボタンを赤く点滅させ、次に操作しなければならないボタンが分かるようにした。また、説明項目一覧ボタンや印刷ボタンを用意して操作性の向上を図った。

画面上には説明項目を示し、画面左下には操作ガイドを表示するようにした。

操作方法は説明項目“ダム計測 C A I の使い方”で説明されるため、マニュアルは不要である。



図 - 2 メインメニュー (ダム計測の目的を選択)

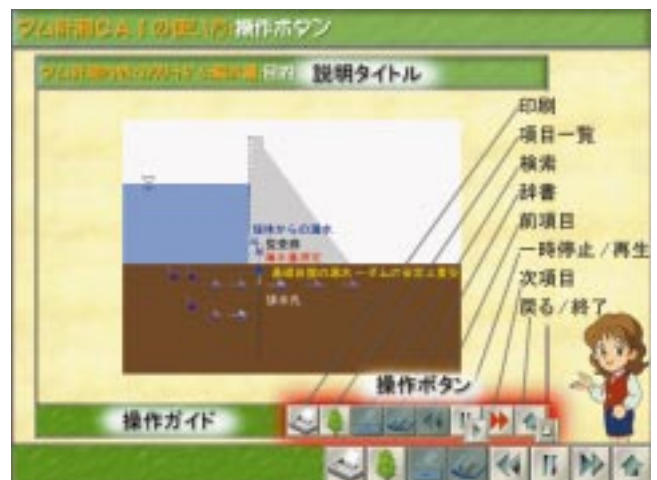


図 - 3 操作ボタンの説明

## 6. 説明内容

図-4に説明対象範囲を示し、以下に主な項目の説明内容について紹介する。

### (1) ダム計測の目的

ダム計測の目的では、タイプ別のダムの安定条件とダムの決壊事故例を説明した。

ダムの安定条件を知ることは、計測結果の適切な評価を行う上で重要な事柄の一つである。

重力ダムの安定条件では、ダムの基本三角形に作用する力をベクトルで示し、漏水量や揚圧力の変化に伴い、ダムの安定性がどのように推移していくかをアニメーションで表現した(図-5)。

ダム決壊事故例では、歴史上有名な"マルパッセダム"、"パイオントダム"、"ティートンダム"について、技術誌などで紹介された写真を見せながら、事故の状況、事故原因、異常を示していたダム計測項目の内容について説明し、計測管理の重要性を説明した(図-6)。



図-5 重力ダムの安定条件



図-6 ダムの決壊事故例

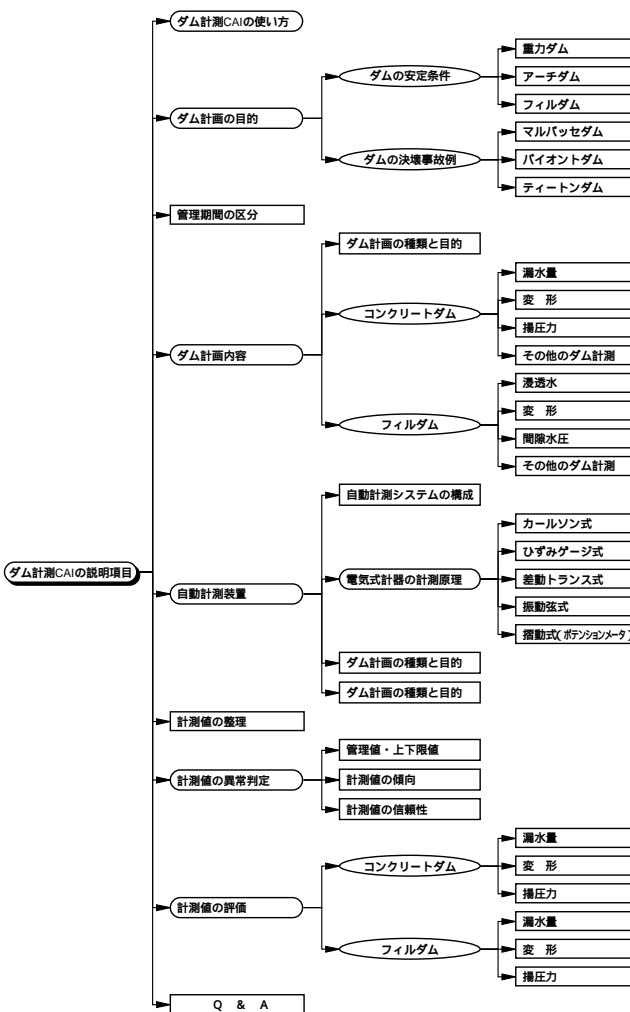


図-4 ダム計測CAIの説明対象範囲

これらの説明により、ダム計測の目的を明確にし、ダム計測業務の着眼点および重要性を認識させる効果が期待される。

### (2) ダム計測内容

ダム計測内容は、コンクリートダムとフィルダムのダム計測項目を、重点計測項目とその他の項目に分け、重点計測項目に比重を置いた説明とした。

重点計測項目では、計測目的、測定器の配置、構造、特徴、測定手順について説明した。

計測目的では対象となる計測項目の異常がダムの挙動に与える影響について、アニメーションを用いて視覚的に表現した(図-7)。

測定器の配置ではダム3Dモデルと三面図により、堤体内部の計測器の配置を説明した(図-8)。

構造と特徴では計測器の構造を透視図で説明してから、計測データに表れる特徴をダムの挙動と関連したアニメーションを用いて説明した(図-9)。





図 - 7 コンクリートダムの変位計測の目的



図 - 9 コンクリートダムの変位測定器の構造



図 - 8 コンクリートダムの変形測定器の配置



図 - 10 コンクリートダムの層別沈下量測定方法

手動計測が行われるたわみ、漏水量、揚圧力、水平・鉛直変位、層別沈下量などの測定手順については、測定場所、測定器の設置、測定作業手順などを具体的に映像を用いて説明した(図 - 10)。

### (3) 自動計測装置

自動計測装置では、様々な計測器に用いられている自動計測システムのシステム構成や検出原理、用紙の交換手順、埋設計器の点検作業について説明した。

検出原理では検出器の原理や電気回路について、外力が加わったときの具体的な動きをアニメーションで表示して説明した。また、各計測原理の特徴は画面上に一覧で表示した。

このような基本原理を知ることが、計測器の異常に適切な対処を行う上で重要である(図 - 11)。

### (4) 計測値の評価

堤体および基礎地盤の異常の有無は、計測されたデータの管理基準との比較および時系列などの変化の傾向から評価される。これらの評価は、主に漏水量(浸透水、浸潤線)、変形量、揚圧力(間隙水圧)の3つの計測記録に基づいて行われるため、それぞれの計測記録ごとに評価方法を過去の計測記録から説明した(図 - 12)。

### (5) Q & A

学習内容の理解を確認するために、Q & Aを設定した。問題の解答は選択式として、質問箇所の復習を容易にするため、説明箇所へのリンクボタンを設定した(図 - 13)。

## 7. 今後の課題と展望

今回のシステム開発には、CD-ROM 1枚に納めると言う前提条件があったり、動画等のマルチメディア機能の制作に幾分制約が生じた。今後はDVD等の大容量記録装置が



図 - 11 自動計測器の計測原理

普及することやMPEG4等の動画圧縮技術の開発も進んでおり、近い将来にはより一層のマルチメディア機能の向上も可能となると思われる。

研修用教材を制作することは、開発者自身がその内容を理解していなければならず、入念なシナリオ作成が必要である。また、集中力を維持しながら学習が進められるように、表現方法にはできるだけ変化を持たせ、単調にならないように工夫する必要があり、また1項目当たりの学習量に注意しなければならない。

今回の制作したダム計測CAIは、マルチメディアの表示機能や対話性を生かしたシステムである。今後はネットワーク対応のシステム(WBT=Web Based Training)に展開する。

WBTでは次の効果が期待され、研修プログラムとしての完成度が高まる。

- ・サーバ上に広範囲な研修項目をカバーでき、研修者ごとに必要な研修プログラムが簡単に組める。
- ・各研修者の学習履歴が把握でき、効率的な研修および指導が行える。

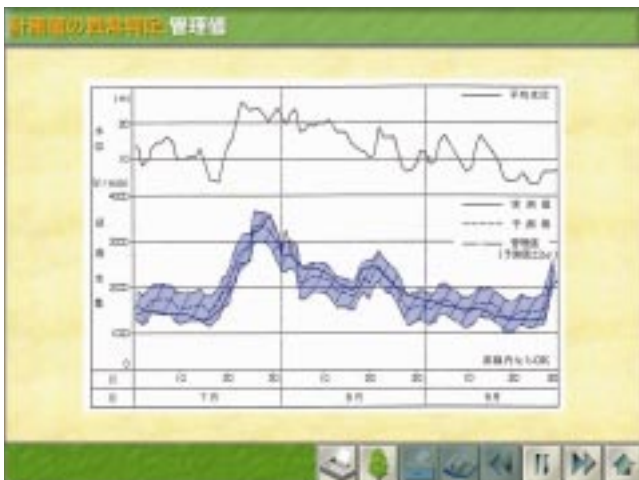


図 - 12 計測値の評価

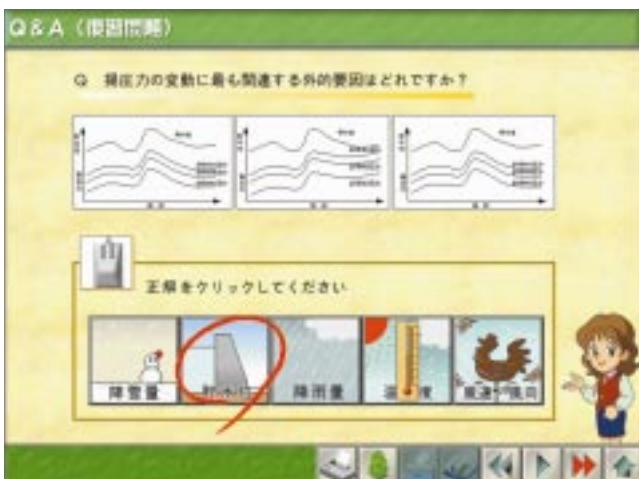


図 - 13 Q&A