

土木建築技術特集

土木建築部門では、発電設備、送变电設備における土木建築設備や支店ビル等の構築・保守を実施しています。設備の構築・保守に当たり「コストダウン」「設備信頼度の向上」「環境負荷低減」「ビル管理技術の向上」等に努めるとともに、新規事業を目指した技術開発にも取り組んでいます。ここでは、現在および近年に取り組んできた代表的な技術を紹介します。

コストダウン技術

1 高水圧下における塗膜厚測定装置の開発

水力発電所の水圧鉄管では、維持管理のため一般的に抜水点検を行っていますが、高落差揚水発電所等では、費用・工程上から、その実施が困難なため、水中口ポットによる目視点検・板圧測定を行ってきました。しかし、これまでの水中口ポットでは、塗装の剥離や発錆の目視確認はできますが、維持管理上重要なデータである塗膜厚を測定することは不可能でした。そこで、遠隔操作による高水圧下塗膜厚測定装置を開発し、これを既存口ポットに搭載しました。

本口ポットは、内径2m以上の鉄管を計測対象とし、航行距離約1,500m、潜水深度約600mで、ビデオ撮影機能および鉄管の板厚・塗膜厚同時計測機能を有しています。



第1図 水中口ポット外観

この開発により、高落差揚水発電所等の鉄管においても、塗膜健全度を定量的に評価し、合理的な維持管理が可能となりました。



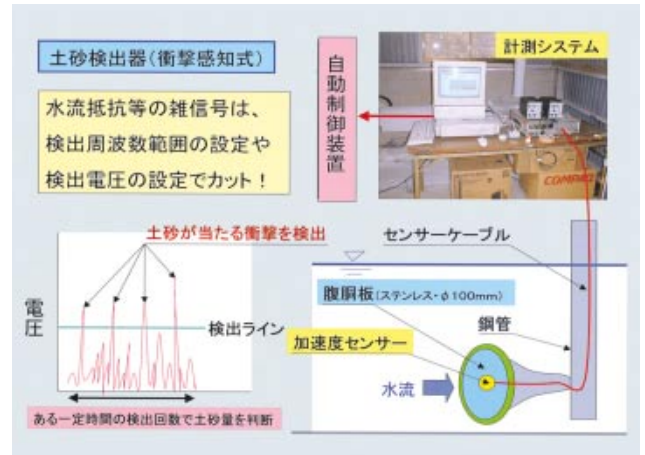
第2図 塗膜厚測定装置

2 河川流下土砂計測システムの開発

流れ込み式水力発電所では、出水時に水路への土砂流入を防止するため、過去の出水実績から河川流量と土砂混入の関係を把握し、取水口ゲートを自動制御（取水停止、復帰）しています。しかし、土砂混入状況は同じ河川流量でも出水毎に異なるため、土砂流入を適確に防止することは困難です。そこで、出水毎に

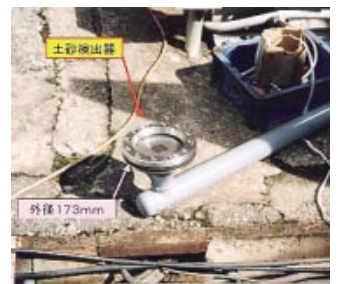
最適なタイミングで取水口を自動制御することで水路内への土砂流入を低減させるため、河川内の土砂量を検出する新たな土砂検出器を開発しました。

土砂検出器は、現場への適用性に配慮して安価で簡易な構造を開発コンセプトとし、水中を浮遊する土砂が腹胴板に衝突する際に発生する微小な振動を腹胴板裏の加速度センサーで検知する構造です。



第3図 土砂計測システム概要図

本土砂検出器は実河川において検出効果を検証しており、今後は、その検出データを現地の取水口自動制御システムに取り込んだ上で効率的な実運用を目指して参ります。



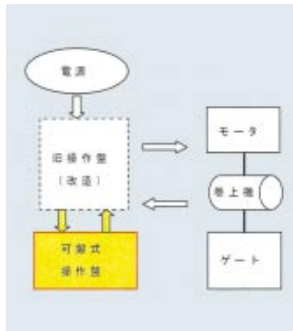
第4図 土砂検出器

3 低稼働ゲート用共用可搬式操作盤の開発

水力発電所の沈砂池排砂ゲート等は、水路断水時に水路内の排砂を目的とする設備で、低稼働ですが、操作性や作業効率を考慮して電動化されています。そのため、現地にはゲート毎に操作盤が設けられ、多くの小規模水力発電所では、その点検費用や取替費用等が発電所の収益圧迫要因となっています。

そこで、現地操作盤の仕様が標準化されていることに着目し、現地操作盤のゲート操作機能を市販のアルミ製アタッシュケースに移植し、必要な都度、現地に持ち込みゲート操作を行う共用可能な可搬式ゲート操作盤を開発しました。

今後は、数ある低稼働ゲートの現地操作盤取替時期に合わせ、本システムを順次導入し、現地操作盤を省略することにより、設備のスリム化を図っていきます。



第5図 システム概要

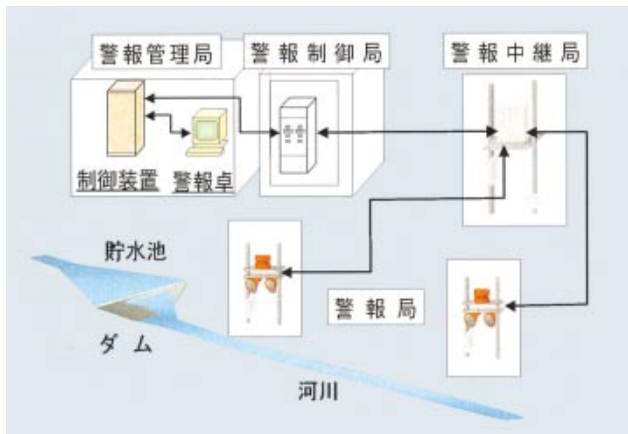


第6図 共用可搬式操作盤の外観

4 放流警報設備における汎用機器の使用

ダム放流警報設備は、警報管理局、警報制御局、警報中継局、警報局より構成されています。このうち、警報中継局の制御部等は個別設計基板となっていたため、汎用機器の使用および標準化による新規メーカーの参入等によりコストダウンを図りました。

具体的な実施内容は、制御部のPLC化に伴う制御プログラムの標準化、通信方式のネットワーク化による汎用機器の使用、音声拡幅器のデジタル化による小型化、省電力化等を行いました。



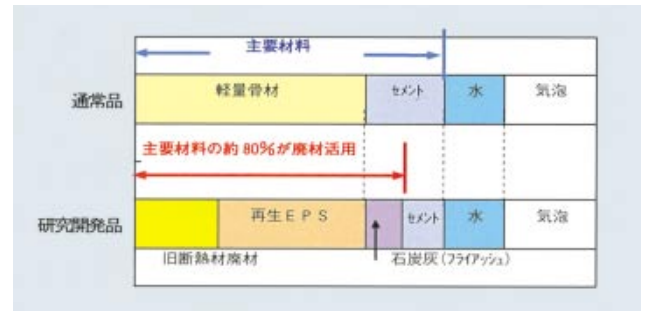
第7図 ダム放流警報設備全体図

5 廃材を利用したLNG断熱材の開発

液化天然ガス（LNG）地上式貯蔵施設の防液堤内面には、不慮の事故により約 - 160 のLNGが施設内に漏洩した場合に備え、LNGの蒸発する速度を抑制する目的で断熱材が設置されています。今回、メンテナンス工事時に発生する旧断熱材廃材と石炭灰等を有効利用した断熱材を開発しました。

通常セメント系の断熱材は、パーライト（真珠岩を高熱処理して膨張させたもの）に代表される軽量骨材とセメント、水、気泡で構成されていますが、新たに開発した断熱材は、水、気泡を除く主要材料に、石炭灰、再生EPS（使用済発泡スチロール再生骨材）と既存施設メンテナンス時に発生する旧断熱材廃材を使

用するものです。これにより主要材料容積のうち約80%に廃材を有効活用しています。



第8図 断熱材の材料構成

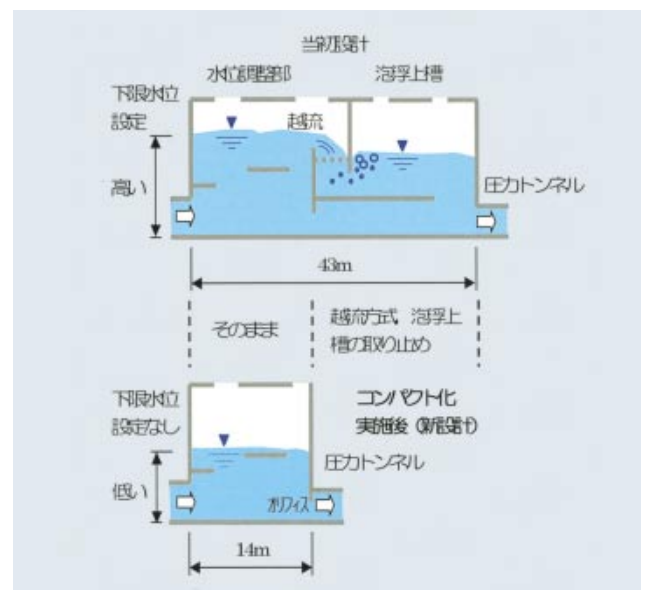
6 浜岡原子力発電所5号機放水ピットのコンパクト化

放水ピットとは、タービンの復水器で熱交換された循環水が最初に流れ込む設備であり、放水ピット内の設定水位によって、循環水ポンプの揚程調整、放水ピットのサイホンリミット水位（下限水位）の確保、水面変動の制御（抑制）など、重要な役割を持つ設備です。

従来方式に比べ放水ピットのコンパクト化を図り、水位調整はオリフィスの開度調整で行う方式を採用しました。

オリフィスの開度調整による水位調整方式は、これまでの当社の放水ピットでは実績がないため、水理模型実験と実機の通水試験によって検証しました。その結果、放水ピットは、溢水することなく予定した水位に調整可能であり、また、放水ピット内の水面変動も小さいことが確認されました。

この新設計によって、放水ピット本体の工事費が従来設計よりも大幅にコストダウンできました。



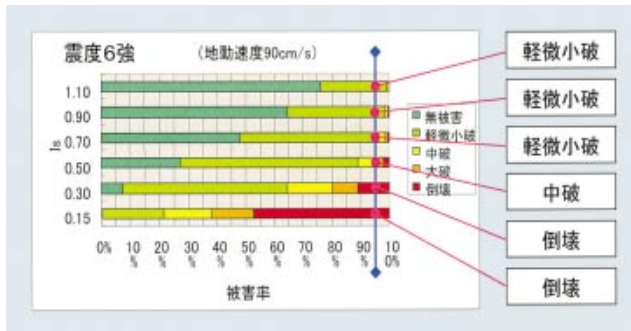
第9図 放水ピットの当初設計との比較

設備信頼度の向上技術

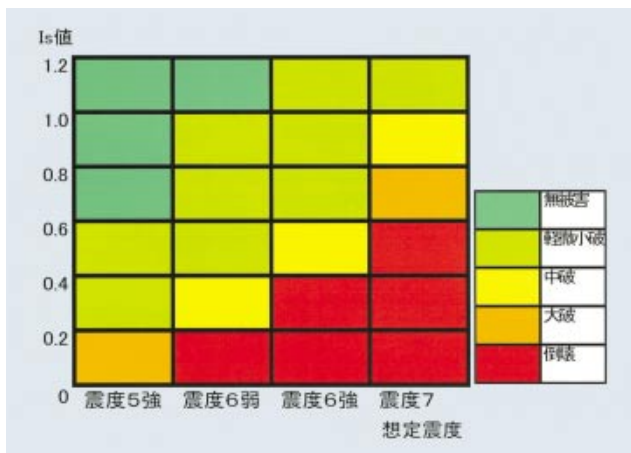
1 地震時における建物被害評価手法

防災業務計画に役立てるべく、想定地震による震度分布が与えられたとき、多数の建物における個別の被害評価を簡便に行うための手法を開発しました。

手法の開発にあたり、近年起きた大地震であり各地域の地動速度分布と被害率分布が各機関の調査により明らかになっている兵庫県南部地震に着目しました。これらのデータから、震度・構造耐震指標Is値ごとの被害率を求めました(第10図)。Is値とは、建物の壁量や形状等から算出される指標であり、一般的にIs値0.6以上の建物は「地震の震動及び衝撃に対して倒壊し、又は崩壊する危険性が低い」と判定されています。Is値が1.2以上の耐震性が高い建物の頻度分布は少ないため、Is値0~1.2を対象範囲とし、震度・Is値ごとの被害率を読み取りました。被害は、「防災計画を予想される最悪に近い被害に基づいて考える」という観点に立ち、95%の建物がそれ以下となる被害程度(第10図中の青線位置での被害程度)で代表させました。以上のことから、第11図に示すような被害評価マトリクスを作成しました。建物のIs値データを整備すれば、想定地震の震度分布のみを利用し、多数の建物における個別の被害評価を簡便に行うことができるようになりました。



第10図 震度・Is値ごとの被害率

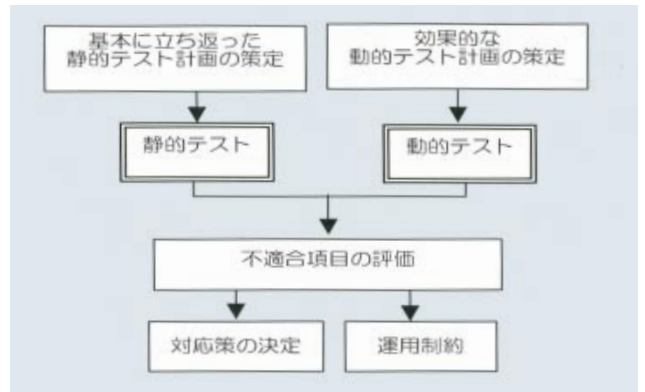


第11図 被害評価マトリクス

2 ダム管理設備の品質向上に向けた取り組み

駒場、大久保えん堤洪水吐ゲート異常作動を受け、現行システムの信頼性評価のため、ダム管理システムの総点検を実施しました。

静的テストは、「プログラム解析ツールでの検証」や「開発者によるソフトウェア解析」、動的テストは、制御プロセス構造から点検ポイントの選定を行い、「伝文・メモリ内部データ確認ツール」を使っての「インターロック機能」等について検証し、現行システムには「ゲートの異常作動」、「計算機異常停止」などの重大な問題は発生しないことを確認しました。更に、現行システムの信頼性を損なわない範囲の改造で、システムの信頼性向上を図るため「二重系計算機監視用PC」を設置し、信頼性向上を図りました。

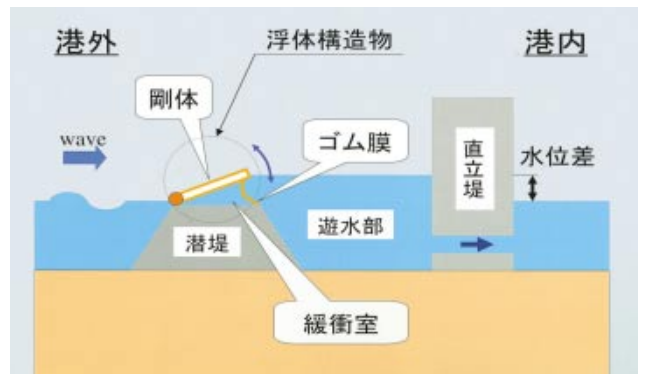


第12図 ダム管理設備の総点検の基本フレーム

環境負荷低減技術

1 海水交換型防波堤の開発

環境問題に対する意識の高まりにより、漁港などの水質悪化が問題視されるようになってきました。その一つの対策として、ゴム材を利用した海水交換型防波堤を開発しました。



第13図 ゴム材を利用した海水交換型防波堤の概念

海水交換型防波堤が海水を取り込む仕組みは、波力を動力源とし、港湾の海水交換を行うものです。潜堤

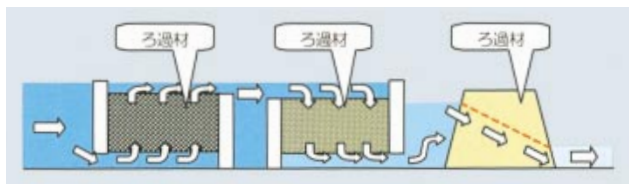
上部に固い浮体の板とゴム膜で形成された浮体構造物を設置し、そこへ波が寄せて浮体構造物を越えると浮体が立ち上がり、返す波の逆流を止めることにより、遊水部と港内には水位差が生じ、導水管を伝って海水が港内へと押し出されていきます。この結果、港内には循環流が発生し、閉鎖性が解消されて水質改善に結びつくというものです。模型実験結果では、波の高さが1mの場合、港内に取り込まれる海水は、防波堤1mに付き約0.3m³/secで、従来工法のほぼ2倍になる結果が得られました。比較的単純な構造ですが、実験結果は本防波堤の持つ高い性能を示しました。

今後は、実際の港湾への適用を目指して、研究を継続する予定です。

2 水質浄化技術

河川環境改善に関する技術として、石炭火力発電所から発生するクリンカッシュを濾過材とし、川の汚れの原因である栄養塩類（窒素、リン）を浄化する技術を開発し名古屋市堀川で実証しました。

現在、浄化性能の向上・データを蓄積すべく庄内川および琵琶湖において国土交通省が主催する浄化実験に応募し現地浄化実験を実施中です。



第14図 水質浄化装置



第15図 名古屋市堀川における河川浄化実験

建物設備の省エネルギー技術

1 空調設備計画支援ツールの開発

建物の空調設備計画では、様々な外部条件（建物概要、気象条件、構造指標）と内部条件（運転条件、内部発熱、形状、ゾーニング）を考慮して、それに対応した機器の選定を行います。そのため、この作業には

専門の知識を要するばかりでなく、検討ケースも多いため、時間と労力が必要になります。そこで、比較的容易に空調設備計画ができる「空調基本計画支援ツール」の開発を行っています。本ツールでは、建物用途と空調システムを様々に変え、経済性や環境性について比較検討することが可能です。このツールにより空調設備計画の効率化を図ることができ、設計やお客さま提案資料の作成に使用することを目指しています。



第16図 空調設備システム比較検討出力結果

2 空調設備省エネ運転技術の開発

地球温暖化防止、省資源・省エネルギー化への観点から、空調設備の分野においても、多種多様な省エネ機器が開発されています。しかし、これらの機器は建物に採用した場合、システム全体として効率的に働くことが必要不可欠です。そこで、高効率省エネ機器を採用した当社岐阜支店ビルをはじめ、実フィールドにおける空調機器の運転状況やエネルギー消費量を分析し、性能検証を行うとともに、使用効率の良い運転方法のあり方について技術の蓄積をしています。

岐阜支店ビルでは、省エネシステムとしてペリメータレス空調や低温送風空調、また大温度差送水制御やエアフローウィンドなどを採用し、コストの低減、電力負荷の平準化、CO₂排出量の低減による環境への配慮をしています。3年にわたる計測・分析のもと、各種設定値の見直し、熱負荷予測システムの改善、運転スケジュールの変更等を行い、熱源機のCOPや夏期夜間移行率の向上、ポンプ回転数制御の調整等による電力量の削減ができ、省エネ効果を確認しています。

3 蓄熱有効利用技術の開発

水の潜熱を利用する氷蓄熱空調システムは、冬期の温水蓄熱時には水槽容量分の蓄熱量（顕熱）となるため、暖房負荷で容量が決定される寒冷地においては、通常の直接放熱による運転方法では採用が難しい現状にあります。

そこで、夜間に蓄えた温水を昼間の熱源水として使用し、通常では直接利用できない低温域まで活用するカスケード運転を当社の寒冷地事務所に採用し、有効性の検証を行っています。この運転方法は、低温での蓄熱が可能になり、熱源機や蓄熱槽の小型化が図れるためコストダウンになり、省エネルギーにも寄与できると考えられます。

4 室内環境改善技術の開発

室内環境を良好に保つには、温度・湿度・気流・清浄度の4つを管理することが必要ですが、湿度の管理は成り行き的な部分があり、特に低温域では空気中に水分を含ませにくく、冬期の低温外気的环境下では注意が必要となります。そこで従来の水噴霧式や気化式による加湿器に比べ室内環境を改善でき、電気式の蒸気加湿器より省エネルギー化が図れる加湿器を開発しています。

これは圧縮空気と水とを混合し、2流体ノズルで平均10ミクロン前後の非常に細かい粒子径として噴霧するもので、ノズルの形状や水処理装置を組み合わせる事により、2シーズンの連続噴霧を可能にしました。

今後、事務所ビルだけでなく、精密部品工場、食品貯蔵庫等の低温域で加湿が要求される分野で展開が可能です。



第17図 試作ユニット

5 エネルギー遠隔計測技術の開発

オフィスビル等の消費エネルギーの低減には、その実態を正確に把握する事が重要ですが、既設の中小規模のオフィスビルでは使用されている機器の構成がビル毎にまちまちで、コストの高いオーダーメイドの計測システムが必要になり、省エネ対策があまり進んでいないのが現状です。そこで建物規模や用途により自由に組みかえられ、電流や電圧、空調機の能力や室内環境など多回路を同時に計測できる遠隔モニタリングシステムを開発しています。

計測には無線技術を応用し、コストを大幅に下げ、遠隔でリアルタイムにデータを把握できるため信頼度も向上しており、この実測に基づく具体的な省エネ提案により5～30%の改善をした実績があります。

お客さまとの関係強化、電力需要造成等の効果が期待でき、電力自由化をにらんだ新たなサービスを大口営業部と実施中です。



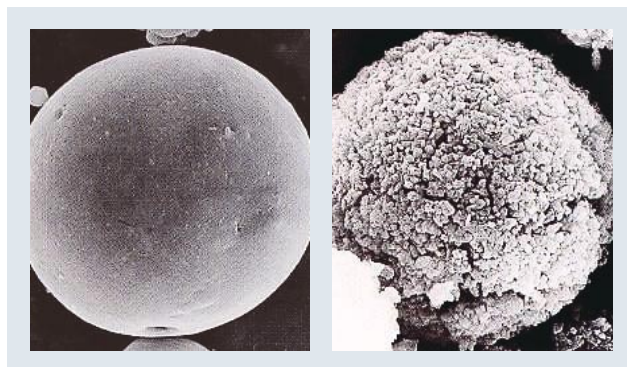
第18図 ビルエネルギー遠隔計測システム構成例

新規事業のための技術開発

1 石炭灰人工ゼオライトの開発

ゼオライトはもともと天然に産出される鉱物です。同様な性質を有する人工ゼオライトは、石炭灰を適当な薬液とともに加熱処理し結晶化させて製造されます。石炭灰の粒子はガラス質の球体であるのに対し、ゼオライト化したものは多孔質な結晶体に変化します。

平成15年度までの技術開発において、碧南火力発電所から排出される石炭灰から人工ゼオライトを安定的に製造する技術を確立しました。



第19図 石炭灰と人工ゼオライト

この人工ゼオライトには、吸着機能、陽イオン交換機能があり、脱臭、水質浄化、土壌改良等、幅広い用途が期待されます。

これまでに人工ゼオライトの重金属吸着機能を活用した射撃場の鉛溶出対策に効果をあげ、多治見市射撃場、神奈川県伊勢原射撃場での実績があり、さらに石川県羽咋市射撃場や福井県立射撃場の水質浄化設備も採用が決まっております。

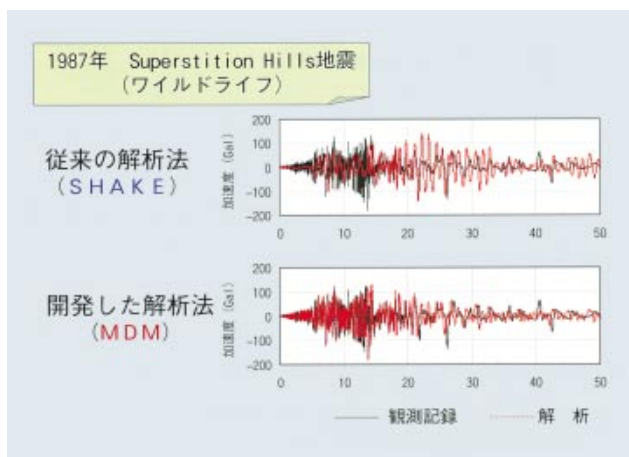


第20図 伊勢原射撃場

2 一次元地盤地震応答解析手法 (MDM)

東海・東南海地震の発生が危惧されている中、施設の耐震性評価を高精度に実施するために有効な一次元地盤地震応答解析手法 (MDM) を開発しました。MDMは一般的に用いられている解析手法 (SHAKE等) と同様のデータを使用した上で、解析精度の向上を図ったものであり、大きな揺れや地盤が液状化する場合に格段に精度良く解析できるという特徴を有しています。

数多くの地震観測記録を用いて、MDMによる再現解析を行うことにより、解析手法の有効性を検証しました。第21図に一例を示します。



第21図 実地震記録の再現解析結果

MDMは平成14年度から以下の通り一般への販売を開始しています。

(1) 販売体制

製造販売：(株)中電シー・ティー・アイ

販売代理店：基礎地盤コンサルタンツ(株)

(2) 販売価格：80万円 (消費税抜き)

(3) 製品：プログラムソフト及びマニュアル

3 音源探査装置 (音カメラ) の開発

発電所建設時の環境アセスメントや発電設備の騒音調査など、通常は騒音計を用いて騒音評価を行っています。しかし、そこで使用される騒音計は、その場に到来するすべての音情報の合計値を表示するため、対象としている設備の音だけを適切に評価することが困難でした。そこで「どこから、どのような音が来ているか」を視覚的に判断できる「音源探査システム (音カメラ)」を開発しました。

本装置 (第22図) は、カメラと複数のマイクロホンを備え、音がそれぞれのマイクロホンに到達する時間差から音源の方向を特定し、カメラから取込んだ画像上に音源位置を表示するものです (第23図)。また、測定した音の周波数特性や音圧レベルも表示するため、最適な騒音対策の立案等に活用することができます。そして、防音対策施工後に、再度本装置を用いることで、視覚的に防音効果の確認をすることが可能となりました。現在は、連続測定も可能であり、移動音源等の周波数や音圧がどのように変化しているかを動画で確認することができます。



第22図 音源探査装置 (音カメラ)



第23図 音カメラ画面構成