

波浪実験における造波機制御と衝撃波力データ集録・解析に対する 対話型による自動化処理システム開発事例報告

五洋建設 技術研究所 ○山崎 剛
国栖 広志

1. はじめに

高マウンドの混成式防波堤や急勾配斜面上の鉛直壁には、波浪条件によって衝撃的な波力が働くことが良く知られている。衝撃性波力は、重複波的波力や通常の碎波による波力に比較して非常に大きくかつ瞬時的現象であることから（図-1）、構造物の安全性など設計実務の面からも非常に重要な課題である。

衝撃性波力の測定は一般的に波圧の作用時間、構造物および測定系の応答性ととも大量のデータを直接コンピュータへ取込む際のディスクの記憶容量、A/D変換器のサンプリングレートなどを考慮して行われる。近年、電算機を利用した計測システムの充実により高速データの取込み、及びインパルス現象の解析などそれぞれの機能に対して比較的容易に行なえるようになりつつある。しかし解析目的、使用機器の違いなどにより計測から解析までを体系的に一貫した自動手順システムはまだ一般的とは言い難い。

本報告はA/D、D/A機器及び信号解析ライブラリ（日本システム技術 等ハード及びソフトウェアの基本パーツを利用してデータ処理に関する対話型自動手順システムを構築するとともに、波浪実験において造波機の制御、データ集録、解析に適用して良好な結果をえているのでその概略について述べたものである。

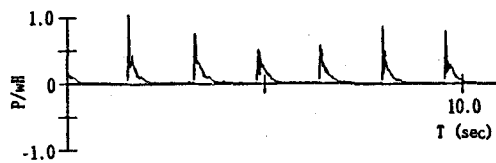


図-1 衝撃波圧波形例 ($\Delta t: 10 \text{ ms}$)

2. システムの概要

電子計算機はヒューレットパッカード社製ミニコンピュータ（HP-1000, RTE-A）である。また、データ処理関係は、NSA/1000信号解析システムを用いた。以下に仕様と概要について説明する。

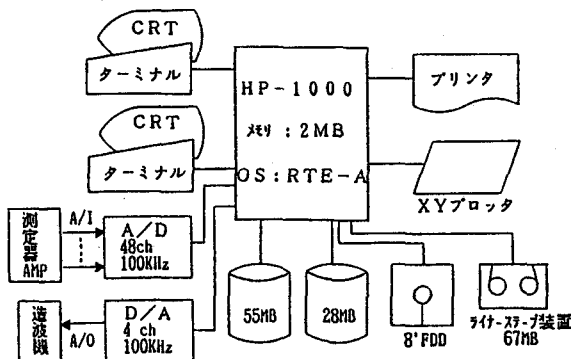


図-2 ハードウェア構成図

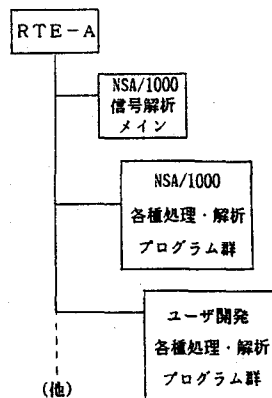


図-3 ソフトウェア構成図

(1) ハードウェア構成 (図-2)

- ・ HP-1000
- ・ ハードディスク（テープ装置付、28MB）
- ・ ハードディスク（55MB）

〔 CPU-A700 (2MB) 〕
〔 7911R 〕
〔 7945 A 〕

- ・ グラフィック・ターミナル (2623 A) , (2393 A)
- ・ パラレル i/F (12006 A)
- ・ A/Dコンバータ
(48ch 同時サンプルホールド付, 12 bit, MAX 100 KHz, 入力 $\pm 2.5V$)
(MD 5000 A)
- ・ D/Aコンバータ (4ch, MAX 100 KHz, 出力 $\pm 10.0V$) (MD 5000 cs)
- ・ フロッピーディスクドライブ (FDC-308)
- ・ シリアルプリンタ (2930 A)
- ・ プロッタ (7550 A)

(2) ソフトウェア構成 (図-3), (図-4)

- ・ RTE-A (HP-1000 OS)
- ・ FORTRAN 77 (ユーザープログラム)
- ・ NSA/1000信号解析ライブラリ
(コマンド形式)

3. 処理内容

(1) 造波機の制御

(不規則波)

造波手順は、まずHP-1000のターミナルの指令により対話型で必要項目データを入力して、所定のスペクトル形状と統計量を有したデジタル不規則波のファイルをディスク内に作成する。

次に、これをD/Aコンバータを介して油圧サ

ーボ制御式造波機にアナログ不規則波の信号を送り、波高、周期、作用時間を制御する。なお、波高、周期などのデータ集録は、A/DコンバータをコントロールすることによりD/A変換と同時にデータ取込みを並行して行う。

(規則波)

不規則波の場合と同様、デジタル規則波信号を計算機内で作成することにより行う。

(2) データ集録

データ集録は、まずメニュー表示(図-5)で各チャンネルへの測定機器の割付け、各測定機器のキャリブレーション、イニシャル値サンプリングを対話型で行い、同様にサンプリングレート、サンプリングタイム、データファイル名などのパラメータを設定する。次に、各測定機器からの信号はキーボード入力指令でA/Dコンバータを介してデータを主記憶装置、またはハードディスクに集録する。集録したデータはフロッピーディスク、またはライナーステープに保存する。また、アナログデータレコーダに記録されている現地計測などのデータについても同様の手順でデータ集録をすることができる。

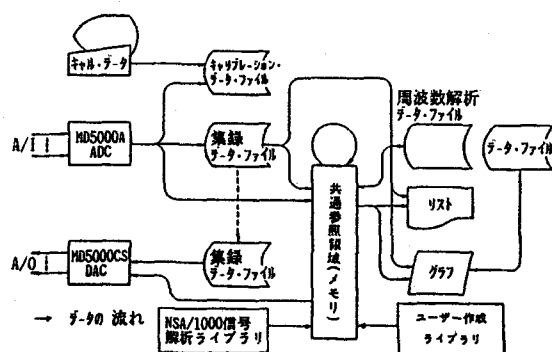


図-4 信号解析ソフトウェア概要

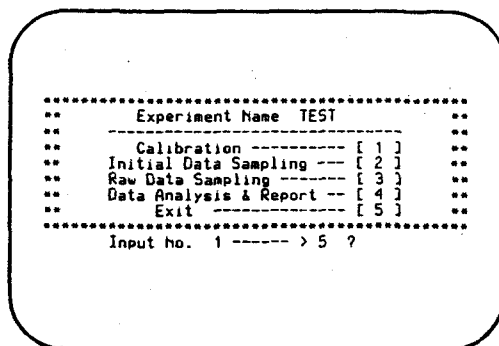


図-5 メインメニュー表示例

(3) 集録データの解析及び出力 (CRT, プリンタ, プロッタ)

集録したデータは、各種解析、出力作業手順メニュー表示のもとに、対話型での簡単なパラメータ (解析手法、解析チャンネル、出力先) 入力によって即時処理を行なう。また、作図出力や、多チャンネル大量データの各チャンネル間相互相関解析など時間のかかる作業は夜間を利用して自動的に行なう。

(4) 各種処理機能

(信号入出力)

・NSA/1000信号解析ライブラリ信号入出力コマンド例

スキャンチャンネル設定、キャリブレーション、サンプリングインターバル設定、トリガー条件設定
アナログ信号メモリ入力、アナログ信号ディスクファイル入力、アナログ信号メモリ出力、アナログ信号ディスクファイル出力などのA/D、D/Aコンバータ制御、生データモニタ etc.

(信号解析)

・NSA/1000信号解析ライブラリ解析コマンド例

周波数解析

フーリエ、逆フーリエ、オート・パワースペクトラム、クロス・パワースペクトラム、自己相関関数、相互相関関数、伝達関数、インパルス応答、コヒーレンス関数 etc.

その他

生データ出力 (プリンタ, プロッタ),
汎用作図, 三次元作図 etc.

・ユーザー作成ライブラリ例

波形解析

周期, 波高, 最大最小値, 入反射波分離,
反射率, 位相, 不規則波, 時系列図 etc.

その他

波圧, 流速, 流向, ベクトル, 変位置,
地形変化 etc.

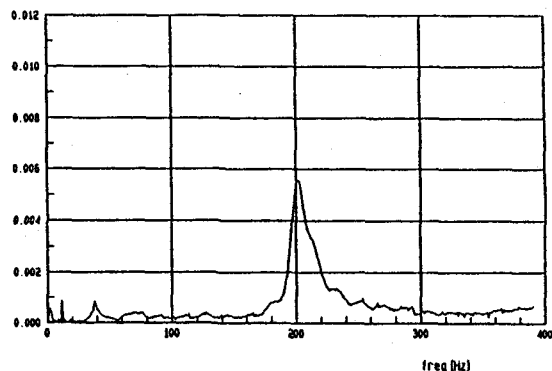
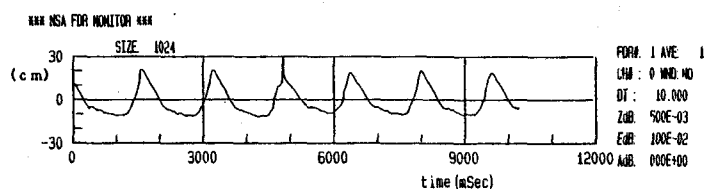
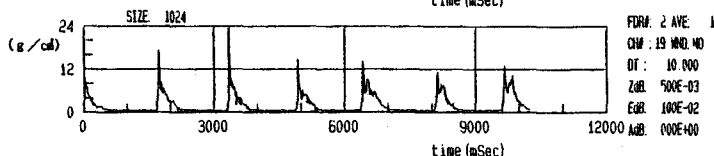


図-6 フーリエ解析例
(計測器固有周期測定)

入射波高データ



波圧データ



相互相関係数

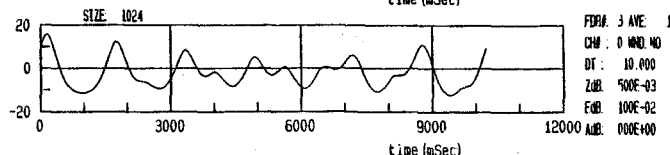


図-7 波力実験データ解析例 (その1)

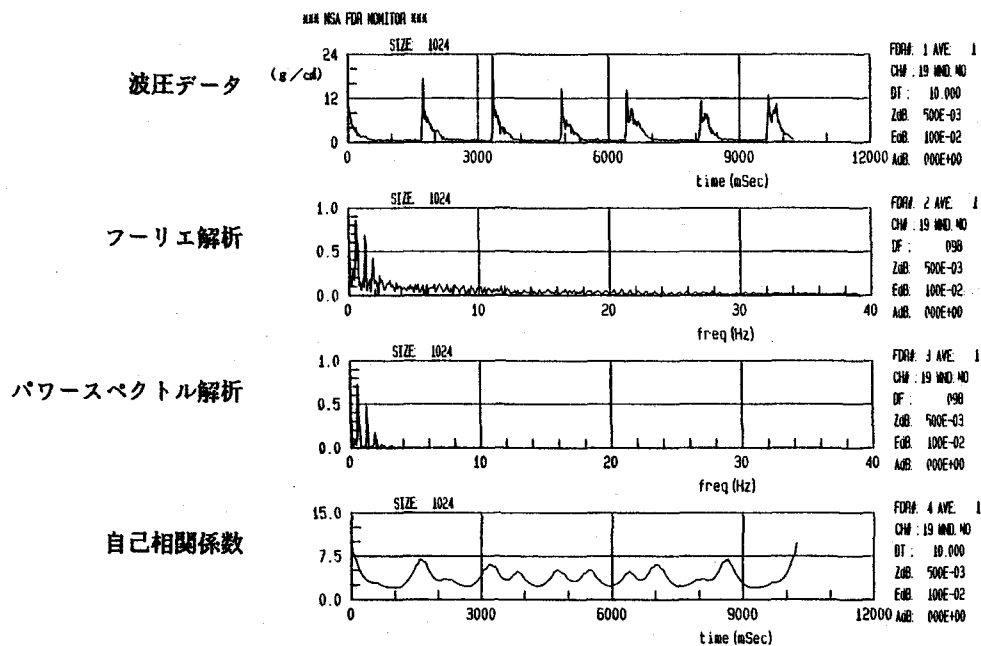


図-8 波力実験データ解析例 (その2)

4. システムの運用と今後の課題

本システムは、現在造波水槽実験において (図-9)、波高、波圧、流速、変位量などの測定・解析に利用しているが、今後騒音、振動など一般的な信号解析にも活用すべく広範囲の目的に応じた解析メニューを追加して行く予定である。

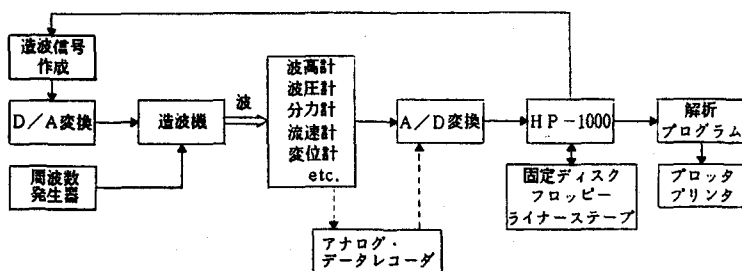


図-9 造波水槽実験フロー図

参考文献

- 1) 合田良実：「衝撃荷重の測定について -減衰振動系の衝撃応答性-」 港湾技研資料 No.33
- 2) 富田英治：「不規則波実験制御解析システムについて」 港湾技研資料 No.452
- 3) 高橋重男, 谷本勝利, 鈴木村司：「直立壁に作用する衝撃波圧の発生機構に関する一考察」 港湾技研報告 Vol.22, No.4
- 4) 日野幹雄：「スペクトル解析」 朝倉書店
- 5) 大崎順彦：「地震動のスペクトル解析入門」 鹿島出版会