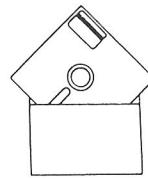


プログラム紹介



EWSによる地震応答解析

Application Program for Earthquake Response Analysis by EWS

深尾忠弘*
Tadahiro FUKAO

藤江和久**
Kazuhisa FUJIE

豊田純教***
Yoshinori TOYODA

1. まえがき

近年のエンジニアリングワークステーション(EWS)の急速な進歩により、地震応答解析で必要な固有振動解析の高速処理と大規模な構造物の解析が可能となった。そこで著者らは、EWS上で作動する立体構造物用地震応答解析システムの開発を行った。従来ある汎用機用の地震応答解析システムでは、固有値解析にNASTRANを使用していたためデータの受け渡し、プログラムの移植性等に問題があった。したがって本システムは、パソコン上で動いていた当社の平面解析用の地震応答解析プログラムをEWSの立体解析用に拡張させて開発を行った。

以下、このような考え方により構築された本システムの概要について紹介する。

2. 概要と特徴

(1) システム概要

本システムは地震時における立体骨組構造物の挙動を動的に解析するシステムであり、固有値解析、応答スペクトル解析、時刻歴応答解析の3種類で構成されている。また、初期応力剛性を考慮することが可能であり、吊橋、斜張橋など多くの構造物に対応できる。

(2) 適用範囲

① 解析機能

固有値解析(サブスペース法)

最大応答スペクトル解析(RMS法、CQC法)

時刻歴応答解析法(モード重畠法)

② 容量制限

節点数 2 000

部材数 5 000

モード次数 200

時刻歴応答解析のステップ数 10 000

(3) 特徴

- ① 固有値解析の計算結果を保存しておき、応答解析に利用できる。
- ② 平均減衰定数は、ひずみエネルギーによる方法または運動エネルギーによる方法を適宜選択し算出できる。
- ③ 骨組図、モード図、変形図、断面力図を描くことができる。
- ④ 変位および断面力の時刻歴応答によるグラフを描くことができる。
- ⑤ 応答スペクトル解析で用いられる代表的な標準加速度応答スペクトルを用意している。
- ⑥ 時刻歴応答解析で用いられる代表的な地震加速度を3種類用意している。また、地震波の直接入力もできる。
- ⑦ 応答地震波の位相差を考慮した解析ができる。
- ⑧ 立体解析のほかに平面解析(面内・面外)ができる。
- ⑨ メニュー形式による簡易な操作で実行選択が行える。

3. システムの流れ

(1) 固有値解析

解析手法は、サブスペース法を用いている。ここで、部分空間の固有値解析には、一般化ヤコビ法を用いている。流れ図を図-1に示す。

(2) 応答スペクトル解析

計算方法は、2乗和平均法(RMS法)と完全2次結合

*川田テクノシステム(株)開発部次長 **川田テクノシステム(株)開発部開発一課係長 ***川田テクノシステム(株)開発部開発一課

法 (CQC法) の2種類がある。流れ図を図-2に示す。

(3) 時刻歴応答解析

解析手法は、モード重畠法による時刻歴応答解析法であり、数値積分法には、ルンゲ・クッタ・ジル法を用いている。流れ図を図-3に示す。

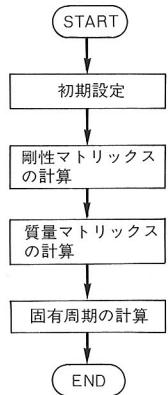


図-1 固有値解析の流れ

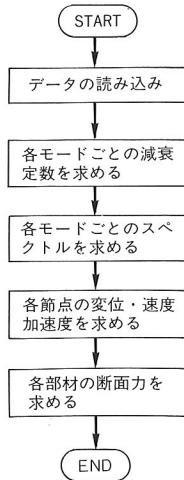


図-2 応答解析の流れ

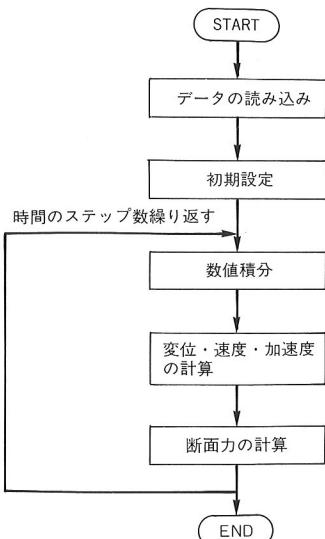


図-3 時刻歴応答解析の流れ

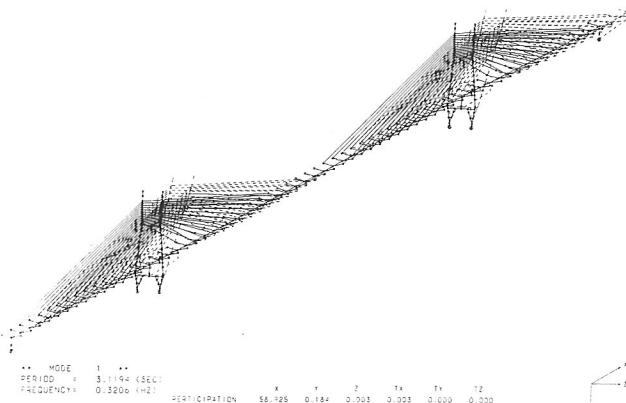


図-4 斜張橋のモード図

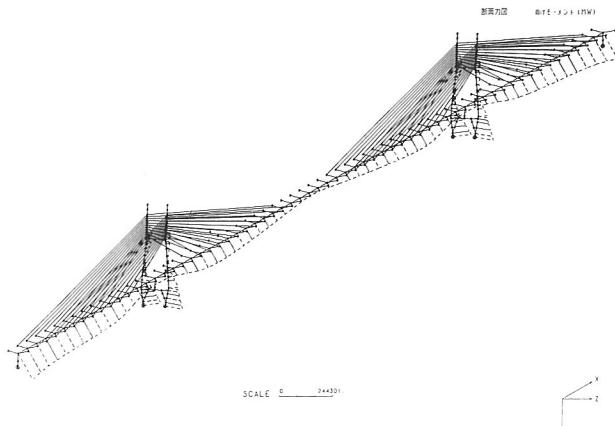


図-5 最大応答断面力図

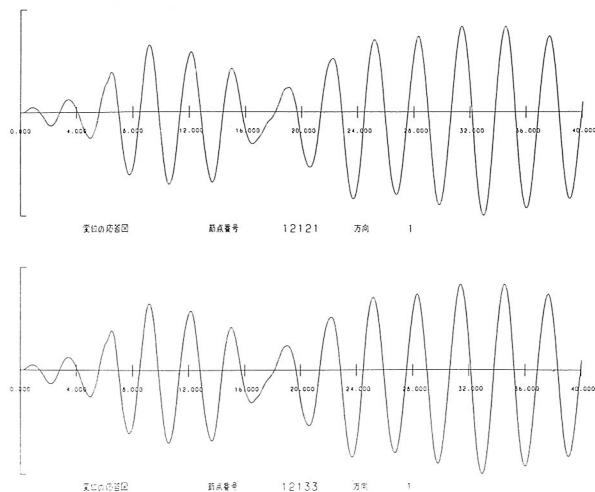


図-6 時刻歴応答変位図

4. 適用例

本システムに適用したモデル（斜張橋）の解析結果を描画したもの図-4～6に示す。

5. あとがき

当社のEWS版の立体骨組解析システムとデータの共有性を持たせることにより、データ作成の省力化が図れた。また、各支点における地震波の位相差を考慮した解析を行うことにより、長大橋・多径間連続橋など幅広い構造物に適用できるようになった。今後は、振動モードや時刻歴による応答変位をアニメーション表示できるようにしたい。

参考文献

- 日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編，平成2年2月。
- 梅澤宣雄：地震応答解析プログラム，川田技報，Vol.2, 1981.
- 越後・藤江・平井：下部工耐震設計プログラム，川田技報，Vol.10, 1991.