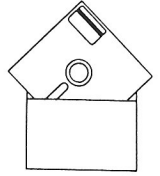


プログラム紹介



下部工耐震設計プログラム

Earthquake-Proof Design Programs for Substructures

越後 滋*
Shigeru ECHIGO藤江 和久**
Kazuhisa FUJIE平井 博彦**
Hirohiko HIRAI

1. まえがき

平成2年2月の「道路橋示方書・耐震設計編」の改訂で、主に設計震度の算出、RC橋脚の地震時保有耐力の照査、地震応答解析の照査の項目が改正された。そのため設計震度の算出方法が複雑になり、手計算では解析が困難な場合が多くなった。また、RC橋脚の地震時保有耐力の照査および地震応答解析の照査も、従来に比べて規定項目がかなり増えたため、今後それらの業務が多くなることが考えられる。

そこで筆者らは、設計震度の算出、RC橋脚の地震時保有耐力の計算、地震応答解析の3種類のプログラムをパソコン上で開発した。以下に、これらのプログラムの概要について述べる。

2. 設計震度の算出

(1) 概要

橋軸方向と橋軸直角方向それぞれの設計振動単位ごとに固有周期を算出し、設計震度を求める。設計振動単位は以下に記す3つのパターンを考えている。

- ① 橋軸方向に対しては、固定支承が2個以上ある場

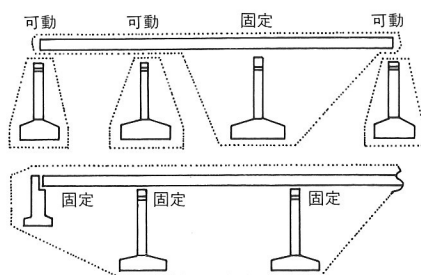


図-1 橋軸方向の振動単位

合と1個以下の場合を考える(図-1参照)。

- ② 橋軸直角方向に対しては、各橋脚ごとに固有周期を算出して、その橋脚間の固有周期が大きく異なる場合は、一体系と考える(図-2参照)。

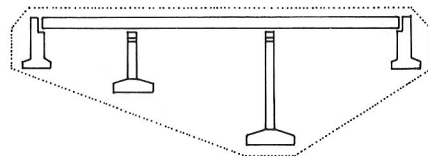


図-2 橋軸直角方向の振動単位

- ③ ラーメン橋やアーチ橋などは、一体系と考える。
(2) 解析の流れ

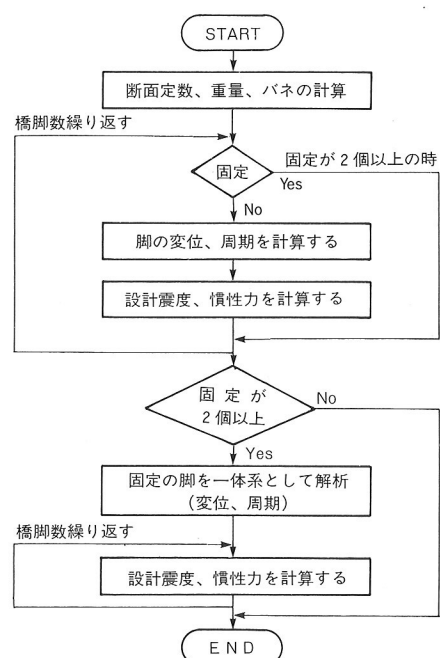


図-3 橋軸方向の流れ図

a) 橋軸方向

橋軸方向の処理は、固定支承が2個以上ある場合と1個以下の場合に分けられる。固定支承が2個以上ある場合は、まず、可動支承の下部工の計算を行い、その後、一体系で計算を行う。また、固定支承が1個以下の場合は、各下部工ごとに計算を行う。流れ図を図-3に示す。

b) 橋軸直角方向

各橋脚ごとに固有周期を計算して設計震度を求める。また、その橋脚間の固有周期が大きく異なる場合には一体系で計算を行う。流れ図を図-4に示す。

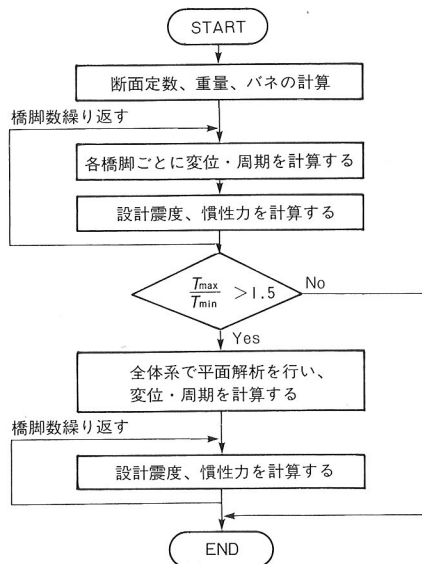


図-4 橋軸直角方向の流れ図

c) 任意形

変形法により平面骨組解析を行い、固有周期を算出して設計震度を求める。流れ図を図-5に示す。

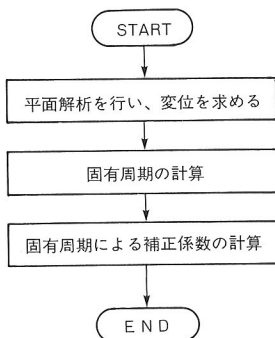


図-5 任意形の流れ図

3. RC橋脚の地震時保有水平耐力の計算

(1) 概要

地震力に対して橋脚基部が弾性域にあるように耐震計算されたRC橋脚(弾性体)は、ある規定を大きく上回る大きな地震力が作用したとき、非線形領域に入ることによ

り振動エネルギーを吸収するとともに、著しい耐力の低下を生じることなく、ねばりを発揮する。そこで、地震時の致命的な被害を防止するため、このねばりが、非線形領域に対してどこまで有効であるかを照査する。

(2) 照査の流れ

保有水平耐力の処理方法としては、RC橋脚の破壊形態が地震時に発揮する曲げ変形の程度によって曲げ破壊が先行する場合と、脆性的なせん断破壊が先行する場合がある。流れ図を図-6に示す。

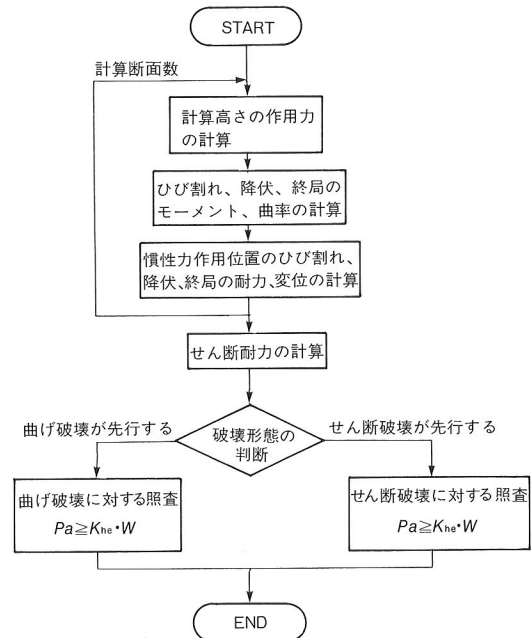
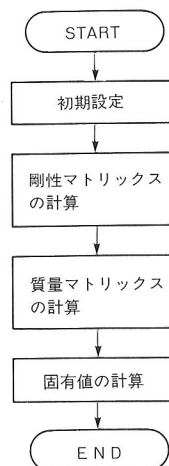
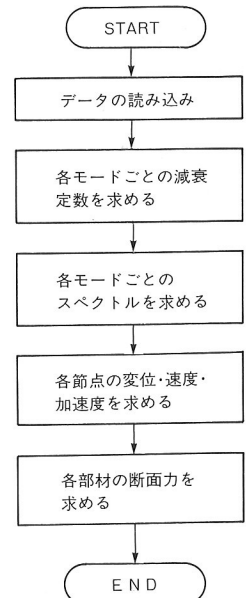


図-6 RC橋脚の地震時保有耐力の流れ図

4. 地震応答解析

(1) 概要

地震時における骨組構造物の挙動を動力的に解析す

図-7 固有振動解析
の流れ図図-8 応答スペクトル
の流れ図

るものであり、固有振動解析、応答スペクトル解析、時刻歴応答解析の3種類のプログラムがある。

(2) 解析の流れ

a) 固有振動解析

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-7に示す。

b) 応答スペクトル解析

計算方法は、2乗和平均法と完全2次結合法の2種類がある。また、「道路橋示方書」に示されたスペクトルを用意している。流れ図を図-8に示す。

c) 時刻歴応答解析

解析手法は、モード重畳法による時刻歴応答解析であり、数値積分法には、ルンゲ・クッタ・ジル法を用いている。図-9に流れ図を示す。

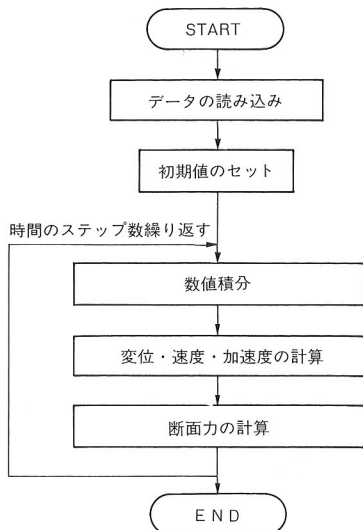


図-9 時刻歴応答解析

(3) 出力例

図-10は、固有振動解析の結果である1次モードのモード図である。図-11は、応答スペクトル解析の結果である最大応答の曲げモーメント図である。また、図-12は、時刻歴応答解析に用いられる入力地震波の波形である。

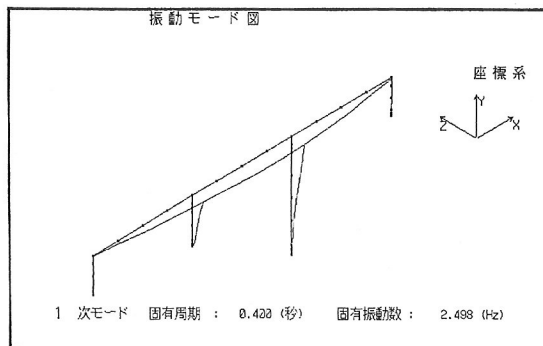


図-10 振動モード図

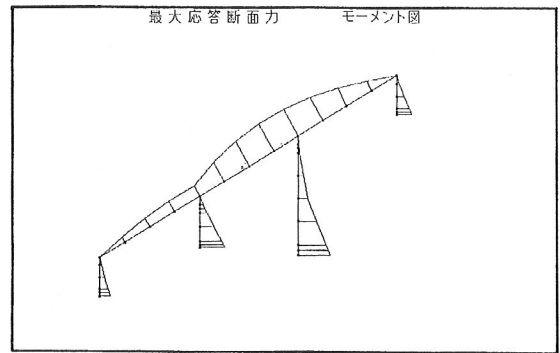


図-11 最大応答の曲げモーメント図

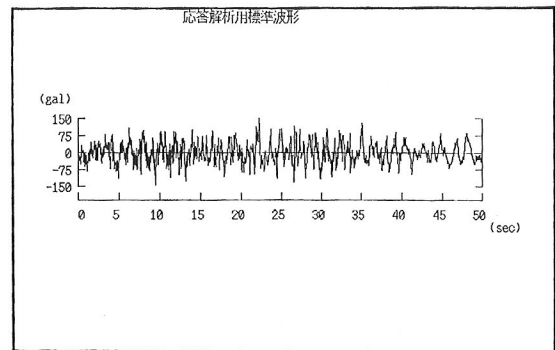


図-12 入力地震波

5. あとがき

以上、本システムの概要について述べた。本システムの使用により、耐震設計のための計算を容易に処理することができ、大幅な省力化が可能となるであろう。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編，1990年2月。