

報告番号

※乙  
報第1512号

# 主論文の要旨

題名

*Aseismic Capacity*

*of*

*Reinforced Concrete Structures*

(鉄筋コンクリート構造物の耐震性)

氏名 河村 廣

# 主論文の要旨

報告番号

乙  
※ 第1512号

氏名

河村 廣

p. 1.

## 1. 目的

本研究は、鉄筋コンクリート構造物の耐震性を、極限状態、即ち「崩壊」の観点から定量的に記述すべき物理量を導入し、その応用として、種々の有壁、無壁ラーメン形式の鉄筋コンクリート構造物の耐震性評価の方法論を提示しようとするものである。

耐震性の定量的記述も耐震性評価のためには、物理的、学的に明確な耐震因子あるいは耐震基準の設定が不可欠である。「共振容量」これが本研究で導入された耐震性評価基準である。「共振容量」は、従来の耐震構造学に無い全く新しい概念であるが、その実験的、理論的根拠を明示すると共に、本耐震性評価基準により、鉄筋コンクリート構造物の耐震構造学、耐震構造計画上の特性を解明し、更に、具体的な各種鉄筋コンクリート構造物を想定し、それらへの応用計算例により、保有している極限耐震性を定量的に明らかにすることが、本研究の目的である。

## 2. 構成

本論文は、以下の如く7章で構成されている。

第1章 序論

第2章 耐震特性に基づく鉄筋コンクリート構造物の分類

第3章 鉄筋コンクリート構造物の耐震性評価基準・共振容量

第4章 有壁及び無壁鉄筋コンクリート構造物の耐震性

第5章 有偏在耐震壁鉄筋コンクリート構造物の耐震性

第6章 連層耐震壁形式列層鉄筋コンクリート構造物の耐震性

第7章 要約及び結論

# 主論文の要旨

報告番号

※ 乙 第 〇 〇 〇 号

氏名

河村 廣

P.2

本論文は、筆者が既に発表した、日本建築学会論文報告集(4編)、日本建築学会大会学術講演梗概集(1編)、日本建築学会近畿支部研究報告集(1編)、ACI Publication(アメリカコンクリート協会)(1編)の論文を、1編の研究論文として統一的に再編成したものである。

## 3. 各章概要

### 1章 序論

先ず、地震多発国、耐震工学の先進国である我国における建築構造物の概要と耐震設計の現況、及び、国内外における構造物の震害例について概観し、鉄筋コンクリート構造物の崩壊、損傷例の多いことから、その極限状態、崩壊の観点からの耐震構造特性に関する研究の必要性、及び耐震設計法確立の緊急性を説く。次いで、近年における鉄筋コンクリート構造に関する内外の研究を概観し、構造要素の集合体としての構造物の全体的な耐震特性に関する研究の不足を指摘する。極限的な耐震設計についても触れ、本研究で導入された基本概念「共振容量」を耐震基準とする「共振疲労法」に到る歴史的経緯を概述する。

以上の考察に基づき、本研究の目的と構成について述べ、本序章を締めくくる。

### 2章 耐震特性に基づく鉄筋コンクリート構造物の分類

鉄筋コンクリート構造物の震害例、及び、構造実験による変形崩壊性状を基礎資料として、構造物を構成する耐震要素を、曲げ降伏型の長柱、剪断崩壊型の短柱、耐震壁の3種類の代表的要素に分類設定し、

# 主論文の要旨

報告番号 <sup>乙</sup> ※第 号 氏名 河村 廣 p. 3.

各々の一方向荷重・変形関係を定量的に明確な数式で表現する。それらを合成することで、鉄筋コンクリート構造物としての荷重・変形関係も解析的に求まり、長柱率(長柱要素の数/耐震壁要素の数) - 短柱率(短柱要素の数/耐震壁要素の数)を直交2軸とする平面を考えると、3種類の崩壊型、即ち、長柱、短柱、耐震壁の崩壊型を本平面上に領域区分することが可能となる。

長柱要素の変形能が大で、短柱、耐震壁要素の変形能が小さいことから、長柱崩壊型は曲げ降伏型の柔構造、短柱、耐震壁崩壊型は剪断崩壊型の剛構造として、鉄筋コンクリート構造物を大きく2分することが出来る。この剛柔構造区分は、以後の鉄筋コンクリート構造物の耐震性評価に際して、重要な役割りを演じることになるものである。

## 第3章 鉄筋コンクリート構造物の耐震性評価基準・共振容量

前章で選定された長柱、短柱、耐震壁の3種の耐震要素(構造部材)についての弾塑性崩壊繰返し実験結果を、荷重振幅、等価粘性減衰定数、及び両者の積、の3種の量について、繰返し回数に対する変化性状として整理すると、3番目の積が、曲げ降伏型の長柱と、剪断崩壊型の短柱、耐震壁との繰返し挙動をより端的に特徴付けることがわかった。

理論的には、履歴特性を有する一質点振動子を考え、正弦波地動を受け定常共振状態に到達したと想定すれば、エネルギーの釣合式が成立し、変形すると、結局、質点質量と地動加速度振幅との積に釣合するべき量として、履歴系の荷重振幅と等価粘性減衰定数との積( $\times 2$ )が導かれる。地震動を、加速度振幅と波の数として工学的に記述し得るもの

# 主論文の要旨

報告番号

※ 第

号 氏名

河村 廣

p.4.

とすれば、上述の積( $\times 2$ )は、構造物の耐震性を表わす指標としての価値を有することになる。何故ならば、この量を制御因子とする疲労特性が判明すれば、地震動特性との直接的な比較対照により、構造物の耐震性の定量的評価が可能となるからである。

この荷重振幅と等価粘性減衰定数との積( $\times 2$ )を「共振容量」とし、本研究では名付けることとした。

ここで再び、鉄筋コンクリート構造要素の繰返し挙動に着目すると、繰返し回数及び変形振幅の増加に対し、曲げ降伏型の場合には荷重振幅が、剪断崩壊型の場合には等価粘性減衰定数が、ほぼ一定という特徴的な性質がある。従って「共振容量」を耐震基準量とみなすならば、曲げ型の柔構造物では履歴面積能が、剪断型の剛構造物では荷重振幅、即ち耐力が、主たる抵抗因子となることかわかる。更に、構造物の周期特性を考慮に入れば、鉄筋コンクリート構造物の耐震特性が、荷重振幅、等価粘性減衰定数、固有周期を直交3軸とする空間中に明確に視覚化される。この形態は、地震応答スペクトルの一般的傾向と相似しており、更に、その応答値との比較から、臨界的な値をも定量化することが可能となる。

## 第4章 有壁及び無壁鉄筋コンクリート構造物の耐震性

本章では、中低層で層剪断変形卓越型のラーメン形式鉄筋コンクリート構造物の耐震性評価の手法と応用計算例を示した。

我国で最も一般的、標準的な柱梁断面、スパン、階高、地震重量を有する鉄筋コンクリート構造物の、長柱、短柱、面壁を設定すると、長柱率—短柱率平面上に、崩壊型の区分のみならず、壁率、固有周期、及び震度1.0の地震入力下での限界層数を、Contourlineとして描くことが

# 主論文の要旨

報告番号 ※ ~~第~~ 号 氏名 河村 廣 p.5.

できる。地震動の最大加速度振幅を $0.3g$ 、応答倍率を $1/3$ とすれば、地震時入力 $1.0g$ も過大評価ではなく、特に剛構造領域にては、長柱率-短柱率平面上の諸量は、即耐震計画への応用が可能であり、十勝沖地震における3階建の鉄筋コンクリート建造物の震害例によってもその妥当性が実証されている。

更に、柔構造領域では、曲げ降伏型であるから、共振容量と疲労崩壊特性とから耐震性の評価が可能であり、実験結果と解析式に基づく試算により、耐震壁の僅少な、おいは純ラーメン的の鉄筋コンクリート建造物のBase Shear係数として、約 $0.5 \sim 0.6$ 必要なことが判明した。

## 第5章 有偏在耐震壁鉄筋コンクリート建造物の耐震性

耐震壁が平面上偏在して配されている場合、建造物は捩れ変形により崩壊する危険性がある。耐震壁が水平回転中心としての機能を果たす程に十分な耐力と剛性を有するならば、この場合も、水平捩れ振動子のモデルを導入すれば、原理的には全く同様に、柔構造的耐震性評価基準式を適用することができる。

その応用計算例として、十勝沖地震で卓越的な捩れ変形により、多大な被害を受けたある図書館を対象に試算を行ない、その耐震性欠如の程度を、明確に定量的に示した。

## 第6章 連層耐震壁形式多層鉄筋コンクリート建造物の耐震性

それ自身、曲げ降伏も剪断破壊もすることのない片持深型の、即ち連層形式の耐震壁を有する多層鉄筋コンクリート建造物の場合も、原理的には、柔構造的耐震性評価基準式を適用することができる。

# 主論文の要旨

乙  
報告番号 ※ 第 号 氏名 河村 廣 p. 6

連層耐震壁が挿入される場合は、片持梁的耐震壁が、境界梁と他のラーメン柱梁部材とのバネ抵抗要素により、弾塑性固定されているというモデルを想定し、そこに定常共振状態という理想化を適用することにより、運動方程式積分すると、結局、各層独立のエネルギー釣合式を得ることができる。これを耐震性評価基準式とする。

その応用計算例として、我国で最も一般的と考えられる構造諸量を有する多層鉄筋コンクリート構造物について試算を行った結果、連層耐震壁の有無にかかわらず、約8~9層が限度であるとの結論を得た。

## 第7章 要約及び結論

本総章では、本研究の要約を行ない、最後に、得られた重要な知見を列挙した。

本研究は、鉄筋コンクリート構造物の耐震性評価基準「共振容量」を導入し、現在、我国で最も一般的、標準的な建築構造物を対象として、その分類から耐震的性格付けを行ない、耐震性の評価方法及び応用計算例を提示したものである。

今後の課題としては、このような耐震性評価基準、評価方法の準拠しつつ、最も望ましい、理想的な耐震的鉄筋コンクリート構造物の模索と創造、即ち最適耐震計画への道が開かれることを示唆して結語とした。