

## 1-1 「耐震工学」のとは

「耐震工学」は「地震に強い構造物」をつくる学問である。

## 1-2 「耐震工学」で学ぶこと

本講義で行う内容は、大きく3つに分けることができる。以下に、簡単に説明する。

### 構造物の振動

一般に、構造物は連続体であるが、それを質量とバネの集合体とみなすことができる。したがって、構造物は力を加えれば変形するし、また、振動する。では、質量とバネはどう振動するのか。それをここで学ぶ。

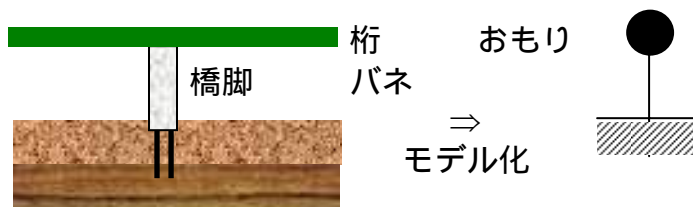


図 1-1 橋脚のモデル化

### 地盤の振動

一般に、軟弱地盤では地震波が増幅されやすい。その増幅のメカニズムについて学ぶ。

### 耐震設計

耐震設計は震度法と動的解析が代表的である。この違いは、地震荷重（地震力）を前者は静的に、後者は動的に扱っている点にある。ここでは、それぞれの方法の概要を学ぶ。

## 1-3 耐震工学だけで十分か

地震に勝つためには「耐震工学」だけでは不十分である。それは、兵庫県南部地震の後に、あらゆる分野で問題が生じたことでも分かる。例えば、理学分野である地震予知問題、心理学や医療関係のPTSD（外傷後ストレス障害）、法律の問題、などたくさん問題が投げかけられた。しかし、解決していない問題も多くあり、耐震工学の枠を越えた防災工学が必要となる。

## 1-4 防災工学について

日本は、地震の他に、台風、水害、火山、高潮、・・・、から分かるように災害のデパートのような国である。これらを総合的に扱うような防災工学科が将来、どこかの大学

あるいは高校にでき、防災工学のエキスパートがどんどん育成されていけば、より、快適で安全な国になると思われる。

### 1-5 被害地震に学ぶ

土木・建築構造物は大きい。これが耐震工学を困難にさせているといえる。つまり、実物実験ができないからである。自動車、飛行機、船でも実物実験を行っている。だから、性能が飛躍的に向上している。では、我々はどうしたらよいのか。実際の地震を実物実験として考えればよい。それには、地震観測や丁寧な被害調査が重要となる。耐震工学は被害地震に学んでいるわけである。

### 1-6 やはり数学は必要

工学を学ぶ学生でも数学を苦手とする学生は多い。しかし、理屈抜きに数学は重要である。地震のときの構造物の挙動は複雑で、直感で予測することはまず不可能である。地震時の挙動の予測にはやはり数学が道具として必要となってくる。当然、高度な数学を使う分野もあるが、基本的に高校レベルの数学で十分である。大事なものは基礎的な理論を完全に理解することと、自分がどこまで理解しているかを自分で認識することである。

### 1-7 阪神・淡路大震災について

(出典：国土庁「防災白書」平成7年版～平成10年版)

平成7年1月17日5時46分、淡路島北部の北緯34度36分、東経135度02分、深さ16kmを震源とするマグニチュード7.2の地震が発生した。

この地震により、神戸と洲本で震度6を観測したほか、豊岡、彦根、京都で震度5、大阪、姫路、和歌山などで震度4を観測するなど、東北から九州にかけて広い範囲で有感となった。また、この地震の発生直後に行った気象庁地震機動観測班による被害状況調査の結果、神戸市の一部の地域等において震度7であったことがわかった。

この地震は、内陸で発生した、いわゆる直下型地震である。破壊した断層付近で非常に大きな揺れを生じ、神戸市を中心とした阪神地域および淡路島北部で甚大な被害を受けた。神戸市中央区の神戸海洋気象台では、最大加速度818gal(南北成分)を観測した。各地の最大加速度値を以下に示す。

淡路島北部では、今回の地震によって新たに生じたと思われる断層の露頭が認められた。淡路島から神戸、西宮に

かけては無数の活断層が走っており、このうち、野島断層(淡路島北部)に新たな断層のずれが生じたことが確認された。気象庁はこの地震を、「平成7年(1995年)兵庫県南部地震」と命名した。さらに政府は、今回の災害の規模が特に大きいことに加え、今後の復旧・復興施策を推進する上で統一的な名称が必要となると考えられたことから、災害名を「阪神・淡路大震災」と呼称することを平成7年2月14日の閣議で口頭了解した。

### 地震の概要

- a 発生日月 平成7年1月17日05時46分
- b 震源地 淡路島北部(北緯34度36分、東経135度02分)
- c 震源の深さ 16km
- d 規模 マグニチュード7.2

(紺野補足： 発生時間が人的活動の少ない早朝であったことは非常に幸いしている。神戸、淡路島に震度7の「震災の帯」が発生した。この原因として、地震断層と地下構造の関係から説明されている。近代都市でも直下で地震が発生すれば、数千人の犠牲者発生する。東京近辺に発生したらどうなるだろうか?)



図 1-2 各地の震度 (1995年兵庫県南部地震)

表 1-1 被害状況 (1995 年兵庫県南部地震)

人的被害	死者	6,432 人	非住家	公共建物	865 棟	
	行方不明者	3 人		その他	3,983 棟	
	負傷者	重傷	8,782 人	文教施設	941 箇所	
		軽傷	35,010 人	道路	10,069 箇所	
計		43,792 人	橋梁	320 箇所		
住家被害	全壊	104,906 棟	河川	430 箇所		
		181,799 世帯	崖くずれ	378 箇所		
	半壊	144,272 棟	ブロック塀等	1,480 箇所		
		276,166 世帯	水道断水	約 130 万戸		* 厚生省調べ
	一部破損	263,702 棟	ガス供給停止	約 86 万戸		* 資源エネルギー庁調べ
	合計	512,880 棟	停電	約 260 万戸		* 資源エネルギー庁調べ
			電話不通	30 万回線超	* 郵政省調べ	

\* ピーク時の数である。

紺野補足： 兵庫県南部地震では、強く初動体勢が非難された。初動体勢を合理的に行うには、被害状況をいち早く把握することが重要である。しかし、被害規模が大きいほど、これは難しくなる。これは、被害調査は人的に行う必要があるからである。この問題は、地震観測網の高密度化・オンライン化、衛星による被害推定、などにより技術的に改善されてきている。しかし、まだまだ十分な精度で被害状況を推定するまでには至っていない。地震後、瞬時に表 1-1 の被害数が 1 割程度の誤差で推定できるようになれば、地震後の対策はかなりスムーズに進むようになると思う。内閣府の地震被害想定支援システム (windows 上で動くプログラム、震源位置、マグニチュード等を指定すると、人的被害、構造物被害の推定値が計算され、地図の上に描画される) が下記のサイトにあるので、是非、ダウンロードして試してみてください。

プログラム(QUAKE)のダウンロードサイト

<http://www.bousai.go.jp/manual/tool/tool.html>

手法については

<http://www.bousai.go.jp/manual/index.htm>