

## 第7回実践講座:

### 耐震設計法:導入 耐震設計法:第1回

日中コンサルタント 海外設計部長

日中構造研究所 技術顧問

吉川弘道 Yoshikawa, Hiromichi

1952年生まれ 66歳 辰年(たつどし) 血液型:O型

1

## 耐震工学 : Seismic Engineering 震源断層から構造物の揺動

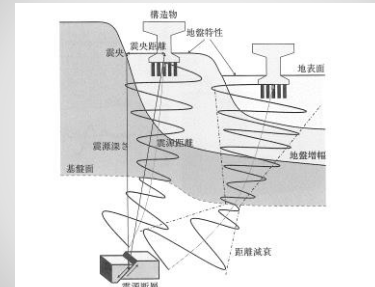


図 1.1 地震波の発生/伝播/増幅/と構造物の応答

3

## 耐震設計講座を始めます : 構成と内容

- 導入 : 耐震工学序論 (第1講) :
- 第 1 回 : 非線形挙動と靱性評価 (第3講)
- 第 2 回 : 動的応答特性  
-時刻歴応答と応答スペクトル- (第4講)
- 第 3 回 : 耐震設計法 -設計照査と性能設計- (第5講)
- 第 4 回 : 地震リスクとリスクマネジメント (第6講)

2

## 耐震工学 : Seismic Engineering 震源断層から構造物の揺動まで

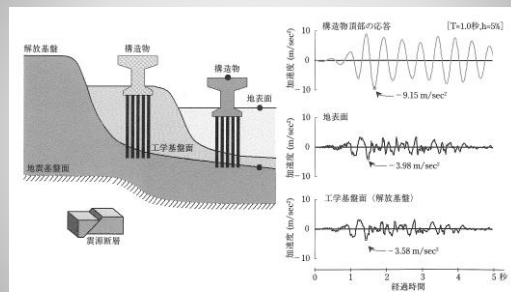
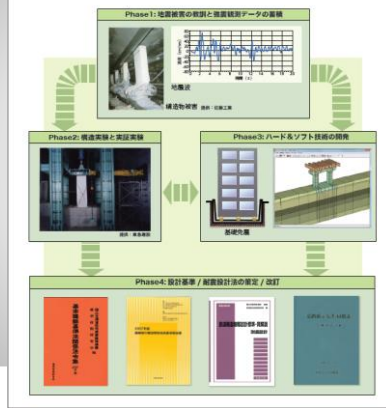


図 1.2 工学基礎面/地表面/構造物頂部の加速度時刻歴波形

左図 ⇒ 震源断層と構造物 (ボン子絵)

右図: 加速度の時刻歴表示 ⇒ 下から: 工学基礎面(max: 358cm/sec<sup>2</sup>),  
表面面(max: 398cm/sec<sup>2</sup>)、構造物の応答(max: 915cm/sec<sup>2</sup>)

## 耐震工学：4つのPhase



5

## 耐震設計講座：構成と内容

- 導入：耐震工学序論（第1講）：
- 第1回：非線形挙動と靱性評価（第3講）
- 第2回：動的応答特性  
-時刻歴応答と応答スペクトル-（第4講）
- 第3回：耐震設計法-設計照査と性能設計-（第5講）
- 第4回：地震リスクとリスクマネジメント（第6講）

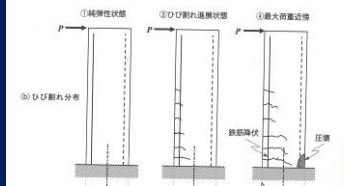
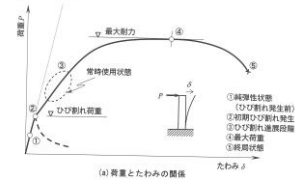
7

## 耐震工学：4つのPhase 耐震工学の発展を4段階にて考える

- Phase1: 地震被害  
lessons learned from past earthquakes
- Phase2: 構造実験と実証実験  
experimental studies and verification
- Phase3: 数学モデル/解析プログラム  
mathematical model/computer programs
- Phase4: 設計基準/ガイドライン  
specification, design guideline

6

## 非線形挙動と靱性評価 荷重-変形曲線（単調載荷）



縦軸⇒荷重P(kN)  
横軸⇒変形δ(mm)  
\*\*\*注：降伏点yを書き足して下さい！

8

**One Point アドバイス:**  
**動的荷重 (左) vs. 静的荷重 (右) :**

振動応答習得機(2層ラーメン構造)による体験

**荷重-変形曲線 :**  
**P- $\delta$  関係 : 3つの骨格曲線**

図3-3 多直線モデルによるP- $\delta$  関係のモデル化

- C : crack 初期ひび割れ
- Y : yield 引張鉄筋(軸方向筋)の降伏
- U : ultimate 終局状態

**柱部材の荷重-変形曲線 :**  
**縦軸 : 荷重P(kN)、横軸 : 変形 $\delta$ (mm)**

(a) 変位制御型繰返し静的載荷実験  
部材柱頭に、(静的)繰返し変位 $\delta$ を付与したときの荷重Pを測定したもの(降伏変位整数倍漸増による正負交番載荷)。

(b) ランダム波による弾塑性動的応答解析  
質点モデルを設定し、ランダム波が入力したときの、頂部の応答変位と慣性力との関係を図化した。

(c) 荷重-変形関係のモデル化(骨格曲線)  
図(a)の包絡線、および図(b)の骨格曲線を抽出し、荷重-変形関係として図化した

図3-2 柱部材の荷重-変形関係(P- $\delta$ 関係)

**RC単柱の載荷実験**  
**縦軸 $\rightarrow$ 荷重P(kN)、横軸 $\rightarrow$ 変形 $\delta$ (mm)**

① S20試験体:  $\mu=8.5$   
② S10試験体:  $\mu=4.5$   
③ S05試験体:  $\mu < 1.0$

曲げせん断耐力比 = せん断耐力/曲げ耐力  
変位靱性率  $\mu$  = 終局変位  $\delta_u$ /降伏変位  $\delta_y$

**\*\*注 : 破壊形式を確認し、最大荷重 $P_u$ と靱性率 $\mu$ をグラフから読み取ってもらいたい**

靱性率: 片持ち梁形式、高さ(スパン) = 1.2m、断面 320mm x 320mm、軸力 = 0  
図 7-4 正負変位制御型繰返し載荷実験の失敗事例

**荷重-変形曲線に関する実験結果(S15試験体) :**  
**繰返し挙動の特徴 : 骨格曲線と1サイクルの挙動**

(a) 骨格曲線(塩味線)

(b) 繰返しに供したサイケル挙動の変化

図 7.2 繰返し挙動の特徴・骨格曲線と1サイクルの挙動(S15試験体)

**耐震設計講座 : このテキストの一部を活用します**

目次と内容

- ・第1講：耐震工学序論
- (第2講：鉄筋コンクリートの耐荷機構)
- ・第3講：鉄筋コンクリートの非線形挙動と靱性評価
- ・第4講：動的応答特性
  - 時刻歴応答/応答スペクトル/応答塑性変位-
- ・第5講：耐震設計法・設計照査法と性能設計-
- ・第6講：地震リスクとリスクマネジメント

**荷重-変形曲線の見方(模式図) : 繰返し挙動の特徴**  
**(a) 紡錘型、(b) 逆S字型、(c) スリップ型**

(a) 紡錘型      (b) 逆S字型      (c) スリップ型

図 7.3 典型的な3つ繰返し挙動

**(a) 紡錘型、(b) 逆S字型、(c) スリップ型**  
**靱性大、エネルギー吸収能力大 ⇔ 靱性小、エネルギー吸収能力劣る**

**実践講座メニュー : 12月20日更新**  
**\*\*各月第1水曜日開催 : 10時~11時 (60分間)**

- #1 (7月4日\*水曜) 鉄筋コンクリート入門講座 # 1  
\*\*\*1章:鉄筋コンクリートの概要、2章:材料力学、4章:曲げモーメント
- #2 (8月1日\*水曜) 鉄筋コンクリート入門講座 # 2  
\*\*\*6章:せん断力
- #3 (9月5日\*水曜) 鉄筋コンクリート入門講座 # 3  
\*\*\*5章:軸力+曲げモーメント、8章:ひび割れと変形解析 (使用限界状態)
- #4 (10月3日\*水曜) 鉄筋コンクリート入門講座 # 4  
\*\*\*3章:設計法、9章:疲労設計 (疲労限界状態)
- #5 (11月7日\*水曜) 地震防災入門講座\*その1  
\*\*\*日本の地震、巨大地震、被災までのメカニズム、地震と震災、etc.
- #6 (12月5日\*水曜) 地震防災入門講座\*その2  
\*\*\*地震ハザード、構造物の被害事例、都市の防災と減災
- #7 (2019年2月6日\*水曜) 耐震設計講座\*その1  
\*\*\*構造設計の基礎、設計小史、時刻歴応答、応答スペクトル etc.
- #8 (2019年3月6日\*水曜) 耐震設計講座\*その2  
\*\*\*靱性評価、耐震設計法、性能設計法、示方書の事例、etc.

\*\*\*毎回、事前にppt原稿を配布します。

日中構造研究所 吉川弘道