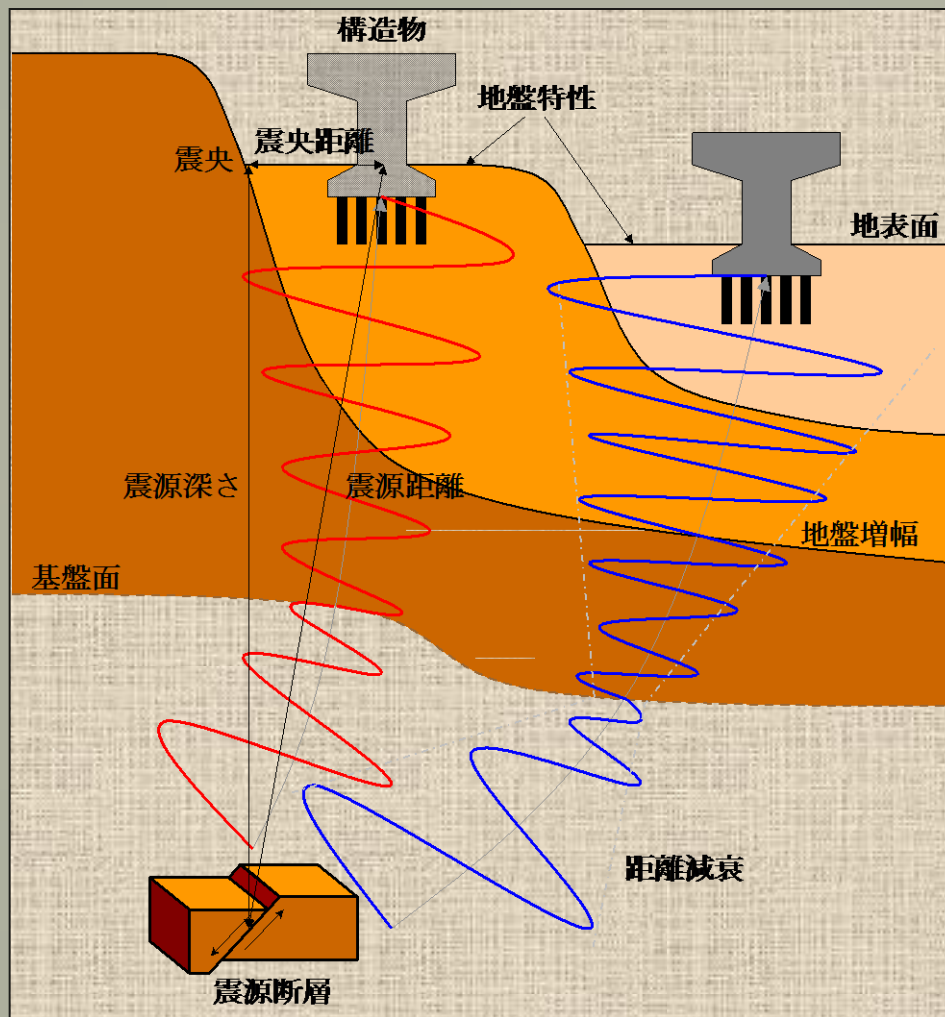


都市防災論 #4： 耐震工学 4つのPhase

都市工学科/総合研究所：
吉川弘道



地震波の発生 / 伝播 / 増幅 / 構造物の応答 / 被害



P126(Asランク:再構築)



地震工学/Earthquake Engineering

耐震設計/Seismic Design

- 地震被害：近年，多くの深刻な被災例がある
 - 日本：兵庫県南部地震/M7.3：1995, 新潟県中越沖/M6.8：2007
 - 海外：Loma Prieta/米国, 四川大地震/中国2008
- 耐震工学：多くの要素技術から構成される：
 - 地震学/地盤工学：震源断層，地震の伝搬，地盤増幅，液状化
 - 構造物の応答：線形/非線形応答解析，動的/静的解析
 - 構造力学：線形/非線形力学，コンクリート工学，鋼構造学，橋梁工学，
 - 設計理論：許容応力度設計法，信頼性理論，性能設計，確率論的評価
 - 耐震対策：耐震補強，免震/制震，
- 特定構造物を対象とした設計示方書
 - 道路橋示方書，鉄道標準，コンクリート標準示方書，鋼構造，複合構造
 - 建築：建築基準法/施行令，構造種別ごとに指針，住宅性能表示
 - 原子力：本体建屋，屋外土木構造物
- 耐震工学：‘4つのPhase’で説明したい

耐震工学：4つのPhase

- Phase1: 地震被害
- Phase2: 構造実験と実証実験
- Phase3: 数学モデル/解析プログラム
- Phase4: 設計基準/ガイドライン

Phase1:地震被害



地震被害/兵庫県南部地震(1995)におけるRC橋脚の地震被害

地震被害：鉄道構造物 ラーメン高架橋



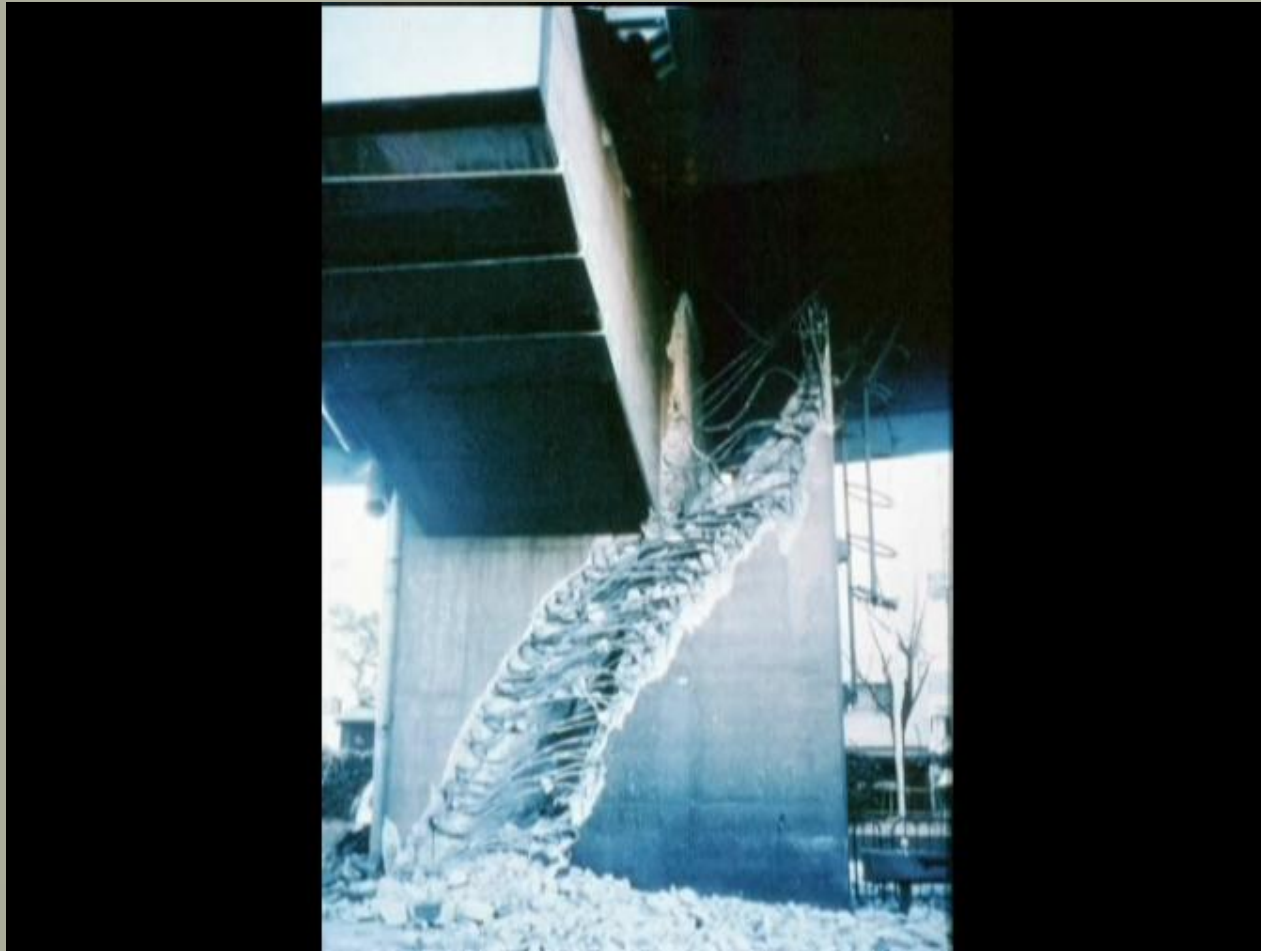
地震被害：高速道路
ピルツ橋脚：17基の連続倒壊



地震被害：高速道路 ピルツ橋脚：段落としかからのせん断破壊



地震被害：高速道路 RC橋脚：せん断破壊による崩壊



地震被害：RCラーメン構造/建築建屋 特定層の中間層破壊（4層目の崩壊）

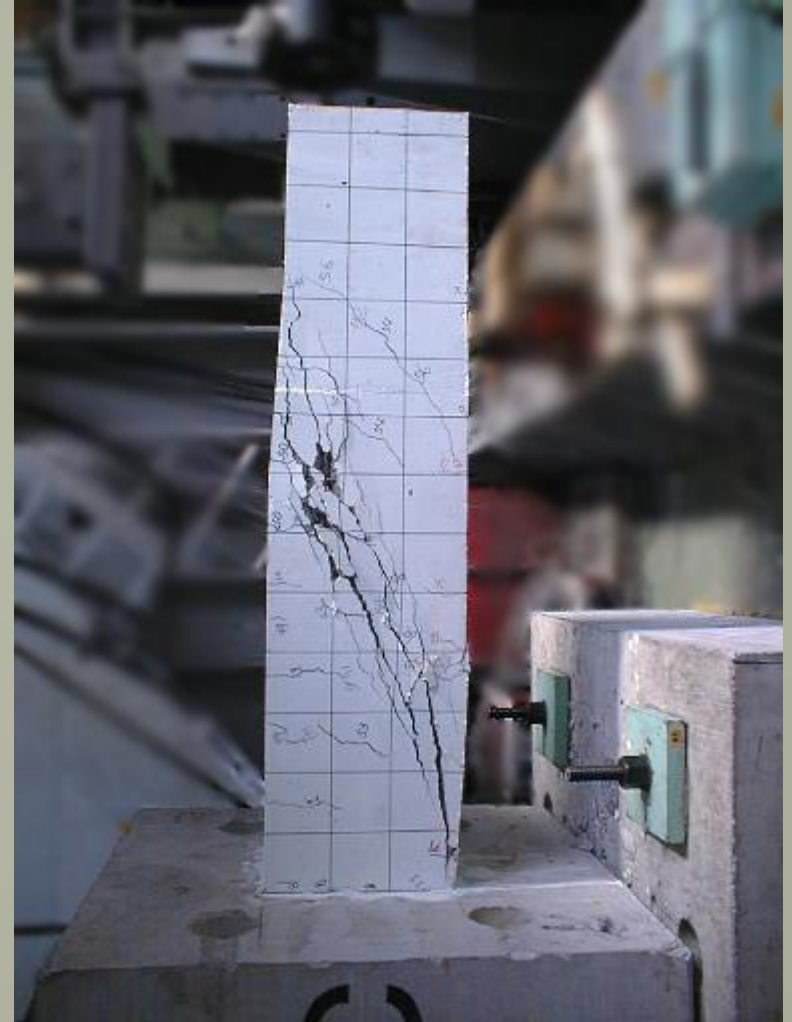


Phase2: 部材実験/実証実験



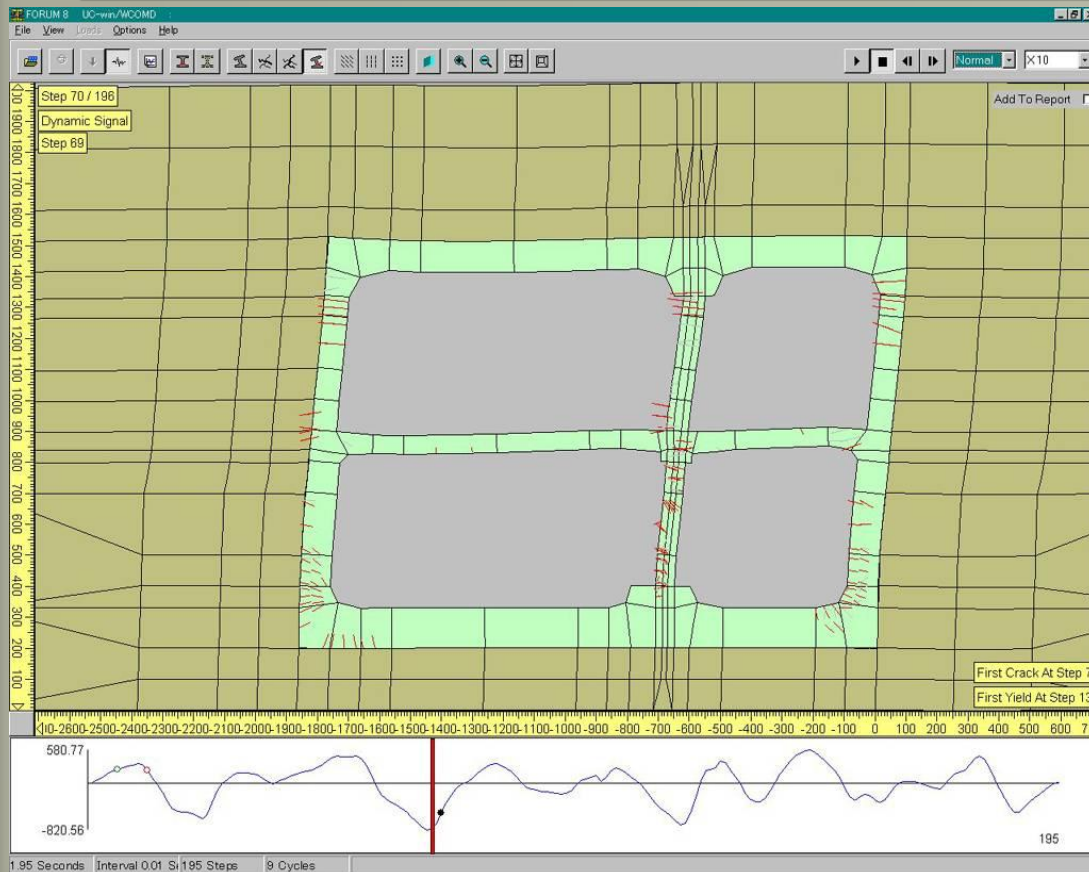
- ・鉄筋コンクリートの柱部材載荷実験の試験体2体
- ・実大モデル〈奥側〉と縮小モデル〈手前側〉による比較(試験体の寸法効果(size effect))
- ・アクチュエーターにより水平方向の荷重を漸増正負交番にて付与し, 通例, 破壊するまで変位(または荷重)を増加させる.

RC柱部材による静的載荷実験 : 東急建設提供



RC単柱の静的載荷実験：構造実験棟/1998年

Phase3: 数学モデル/解析プログラム



- ・地中構造物(中柱を有する2層RCラーメン部材)とその周辺地盤の横断面/一体モデル

- ・部材を平面応力モデル, 周辺地盤を平面ひずみ要素としてモデル化

- ・地震動(時刻歴加速波形)を入力し, 全体系の動的弾塑性解析を実施

- ・強震時の変位/損傷/コンクリートのひび割れ

地中構造物の2次元有限要素解析:
要素分割と応答結果(Phase3)

Phase4: 設計基準/設計示方書



設計基準/design concept, specification, guideline(Phase4)

耐震工学：4つのPhase

- 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