

## 耐震工学・耐震構造学 耐震構造学研究グループ (ERS)

### 1. 耐震構造学研究グループ (ERS) 発足の経緯

1964年6月、新潟市を中心に大きな被害をもたらした新潟地震は、複雑に巨大化した都市を破壊した時の、社会生活におよぼす影響の大きさを再認識させた。当時本所の教授であった岡本舜三教授は、耐震構造の研究の促進を計画し、1964年から1966年にかけて耐震工学関連の生産施設防災工学、動的材料強弱学、耐震機械構造学の3部門を設置した。これによって耐震工学の研究が加速されたが、さらに総合工学としての研究を進展させるため、1967年春より岡本舜三教授を中心に耐震工学を専攻とする研究者の任意の集まりである研究グループERSが発足した。これによって、それぞれの部門で扱う研究対象は異っても、共通する基礎知識、研究手法があり、それをさまざまな角度から討論すると共に、互いの研究成果を検証することで、新たな発展が期待された。事実、各研究室の枠をこえて、多くの共同研究が行われたことは、その後の研究成果によって明らかである。

ERSは、発足以来25年にわたり活発な活動を続けてきた。1977年には発足10周年を記念して生産研究第29巻第5号で地震工学特集を行ってそれまでの研究成果を紹介し、1979年本所の30周年記念の第31巻第5号、1983年・1984年の両年の“地震による構造物破壊機構解析設備”の稼働開始記念の特集にもそれぞれの時点における研究成果を披露した。さらには、1986年発行の本所の「大型共同研究成果概要」第5号にそれまでの成果を集大成してある。その後も若手研究者の参加もあって共同研究グループとして順調な発展を遂げている。

### 2. ERS 発展の経過

ERSの発展の経過は、4段階に分けてみる事ができる。

第一期はERSが発足してからの数年間である。発足と期を同じくして千葉実験所に大型振動台が完成し、主として土構造物の振動実験が開始された。長さ10m、幅2m、高さ4mの砂箱を備え、170tonの容量をもつ当時としては最大規模の振動台で、ロックフィルダムなどの振動性状を観察することが可能となった。1968年には十勝沖地震が発生し、青森県東部を中心に大きな被害をもたらしたが、ERSも調査団を組織して多角的な震害調査を行い、その結果は、後の研究に大きな刺戟となったが、ERSのグループ研究も軌道にのったといえる。

第二期は、本所の臨時事業「都市における災害・公害の防除に関する研究」に、一つの柱として耐震工学の立場から参加した時期にあたる。この時、都市構造物の動的な強度を研究するため、千葉実験所に構造物動的破壊試験装置が臨時事業費の一部で設置され、関連して実験棟も建設された。試験装置の一部は、電気油圧式のアクチュエータで、それを小型コンピュータで制御し、RC部材や鋼部材の単純な動的破壊試験から、地震時の応答を模擬して地震動による破壊現象を調べる試験までさまざまな実験的研究が行われた。これらの実験手法はその後、国の内外で採用されるようになり、第9回世界地震工学会議が日本で開催された際の見学ツアーでも、世界の著名な研究者が参加するなど、常に世界の注目を集めている。また、もう一つの主要装置である小型振動台を用いてもさまざまな振動実験が行われ、橋梁模型の振動破壊、各種トンネル、地下埋設管、貯水槽の模型による振動実験に数多くの成果をみることができた。

またこの10年間には、多くの大地震が発生した。1971年のサンフェルナンド地震、1974年の伊豆半島沖地震、1975年の大分県中部地震、1978年の伊豆大島近海地震、宮城県沖地震には、ERSのメンバーが震害の調査に積極的に参加し、構造物の破壊の原因の究明に没頭した。

第三期は1981年から1982年において千葉実験所に設置された「地震による構造物破壊機構解析設備」の稼働からである。この設備は、地盤、基礎、構造物が地震時どのような応答をし、それらがどのように互いに関連するかを解明するためのものである。高密度な地震動のアレ観測、地下埋設管の応答観測、さらには、建築構造物の弱小モデル（大きさ、強度共に縮小された構造模型）の応答観測など、自然地震時における地盤—基礎—構造物系の応答を同時に観測することによって、従来研究が不足していた地震動と震害の関係を明確にし、合理的な耐震設計を確立するために、着々それに向けての成果が上っている。さらに同設備の一環である地震応答観測棟には高性能2次元振動台、3次元加力が可能な反力壁床、コンピュータコントロールのアクチュエータが備えられており、自然地震時の弱小モデルの応答性状を、模型試験体による振動実験、載荷実験によって確認することができる。

この時期に発生した地震は、1983年日本海中部地震、1984年長野県西部地震、1987年千葉県東方沖地震が発生した。これらの震害調査を行ったことはもちろんである

が、特に千葉県東方沖地震では、千葉実験所でも高い地震動加速度が記録され、新しく設置された地震動アレー観測、弱小モデルの応答観測の装置も正確に作動し、震度5の地震時における地盤—基礎—構造物等の応答を同時に観測するというきわめて貴重なデータを記録することができた。このデータは、その後の研究に大いに役立っている。またこの時期、外国でも大きな地震が発生した。1985年メキシコ地震、1988年アルメニア地震、1989年サンフランシスコの地震、1990年フィリピン・ロンソ島の地震があり、震害調査と同時に、震災復興の施策についてERSメンバーが中心となって助言を行った。

第四期は、1991年に国際災害軽減工学研究センター(INCEDE)が設置されてからとみたい。同センターは組織的にはERSとは全く異った官制上の組織であり、また、研究対象も地震工学ばかりでなく、洪水や土石流による災害など自然災害一般を対象としているが、その主流は災害の軽減であって、センター長はじめ、協力部門には地震工学専攻の研究者が多い。いわば、ERSから派生して誕生したセンターとみられることもできる。これは、ERSの研究実績が高く評価された結果であると自負してよい。今後は、同センターの活動に積極的に協力しながらERS自体も新たな発展をする必要がある。

#### ERSの組織

ERSはその発足の当初から任意参加の研究者集団であって、官制上の組織ではない。したがって、ERSへの参会、退会は自由である。現在の所内メンバーは以下の通りである。

教授 岡田恒男(第1部 動的材料強弱学)、藤田隆史(第2部 構造物制御工学)、高梨晃一(代表者、第5部 建築構造学)、片山恒雄(国際災害軽減工学研究センター)、半谷裕彦(第5部 生産施設防災工学)、龍岡文夫(第5部 基礎地盤工学)

助教授 小長井一男(第1部 動的材料強弱学)、中埜良昭(第1部 動的材料強弱学)、都井裕(第2部 計算力学)、石塚満(第3部 知識情報工学)、大井謙一(第5部 建築構造学)、山崎文雄(第5部 生産施設防災工学)、

講師 永田茂(第5部 生産施設防災工学)、川口健一(第5部 生産施設防災工学)

助手 隈沢文俊(第1部)、重田達也(第2部)、洪起(第5部)、木幡行宏(第5部)、目黒公郎(国際災害軽減工学研究センター)、陳以一(第5部)

所外では、定年退官された岡本舜三、久保慶三郎、田中尚、川井忠彦、田村重四郎、柴田碧の各名誉教授のほか、南忠夫、太田裕教授(地震研究所)など20名以上

が参加されている。

会運営は代表者(現在 高梨晃一教授)のほかに、幹事研究室(任期一年)が予算作成、運営等の諸事にあたっている。月例会の企画、案内や、生研公開におけるERS関係展示の準備、講演会の立案などである。これとは別に、千葉実験所に設置されている耐震研究関連施設の円滑な運営をはかるため、千葉実験所幹事研究室が設けられており、設置の使用計画、保守管理を担当している。これによって、設備の高稼働率での利用が可能となつて、共同研究の実を上げている。

#### ERSの共同研究

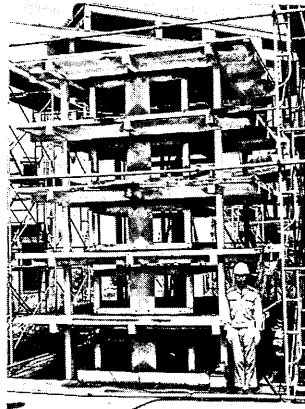
ERSでは、月一回の研究会を継続している。この会には予め、活題提供者を定めて最近の研究成果を報告してもらい、それについて多角度から活発な対論を行っている。これによって広い視野に立った研究を推進することができ、また新しい研究課題を見い出すこともできる。ERSメンバーの研究成果は、世界地震工学会議、日本地震工学シンポジウムや土木学会、日本建築学会、日本機械学会などの論文集に投稿されているが、これとは別に、Bulletin of Earthquake Resistant Structure Research Center(略称 Bulletin of ERS)を毎年発行し、本年度で、25号となった。このBulletinは世界各国の主要な大学・研究機関に送付されており、地震工学の分野では重要な文献と位置づけられている。

以下 各研究室で行っている研究題目とそれに関連する写真を列挙する。

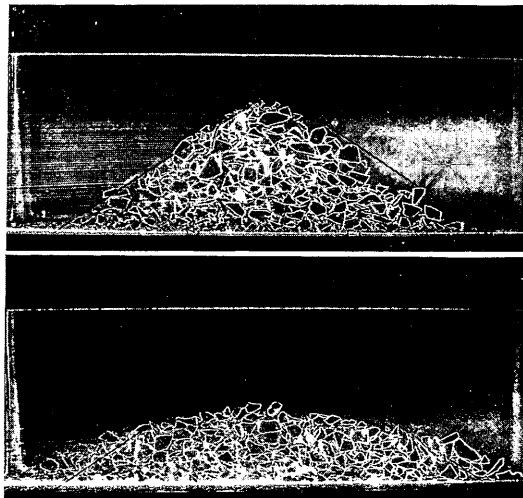
- ◆鉄筋コンクリート造建物の耐震診断
- ◆鉄筋コンクリート造弱小モデルによる地震応答観測
- ◆鉄筋コンクリート造超小型立体模型による耐震振動実験
- ◆組積造建物の耐震性
- ◆鉄筋コンクリート造建物の耐震信頼性
- ◆耐震補強工法の開発 岡田・中埜研究室
- ◆フィルダムの地震観測および動的破壊機構
- ◆トンネル・地中構造物の耐震性
- ◆岩盤および沖積地盤における地震動
- ◆基礎および地盤の模型試験法 小長井研究室
- ◆XY運動機構と油圧アクチュエータを用いたアクティブ・パッシブ切換え型マスダンパの研究
- ◆多段積層ゴム油圧アクチュエータを用いたアクティブ・マスダンパの研究
- ◆制御用モータを用いたアクティブ・パッシブ切換え型マスダンパの研究
- ◆可変摩擦ダンパを用いたセミアクティブ免震構造の研究



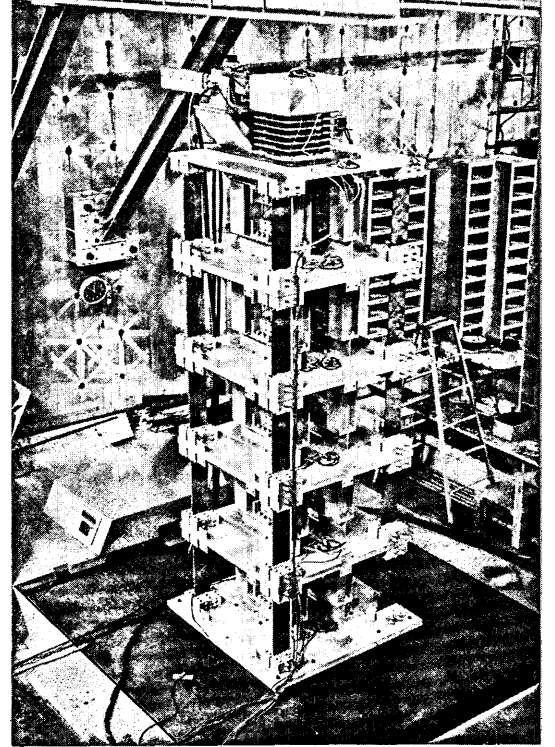
1990年フィリピン ルソン島地震



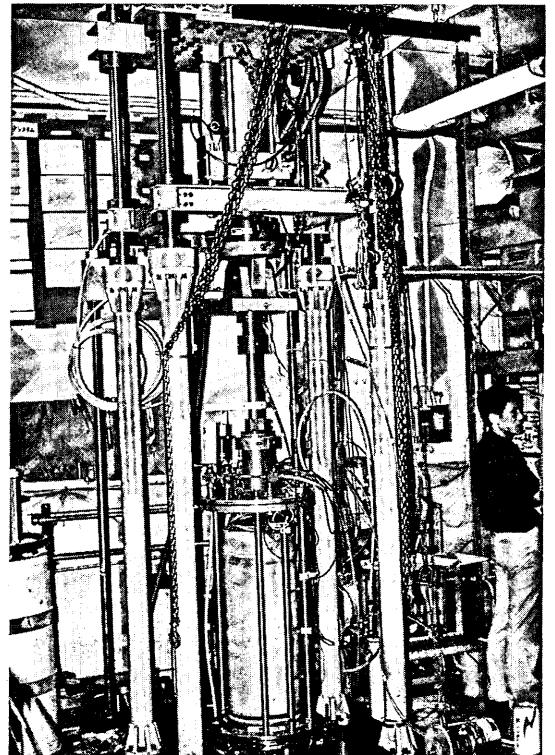
RC 弱小モデル (千葉実験所)



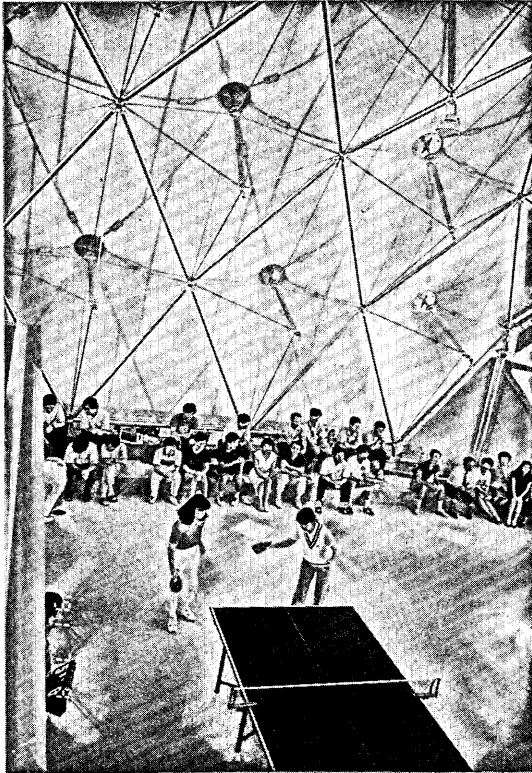
粒状体構造物の動的破壊過程と耐震性の研究



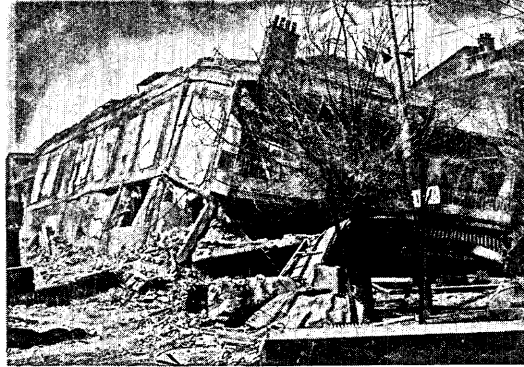
多段積層ゴムと油圧アクチュエータを用いたアクティブダンパ



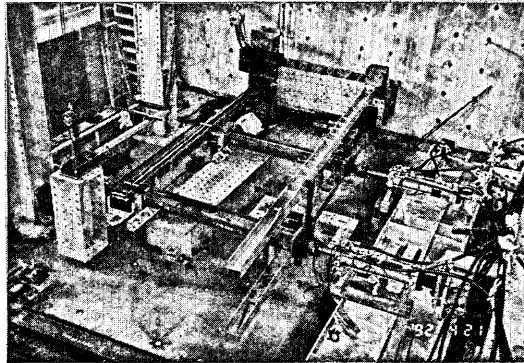
大型 3 軸試験装置および供試体



張力安定トラス構造によるモデル実験棟



トルコ・エンジンジャ地震 (1993.3.13) の被害



鉄骨 2 階建骨組のオンライン地震応答実験

- ◆ピエゾアクチュエータを用いたアクティブ微振動制御システムの研究
- ◆超磁歪アクチュエータを用いたアクティブ微振動制御システムの研究 藤田研究室
- ◆土と軟岩の変形・強度特性の実験的研究
- ◆地盤の支持力特性の実験的研究および数値解析
- ◆ジオテキスタル等による粘性土の補強法の研究
- ◆短い補強材と剛な壁面工による補強法の研究 龍岡研究室
- ◆シェルと立体構造に関する研究
  - ・シェルおよびスペースフレームの振動, 座屈問題の研究と実験研究
  - ・膜構造の非線形振動と皺解析
- ◆空間構造の形態形成の数理解析
  - ・変位や応力指定の構造形態解析
  - ・形態制御解析
- ◆不安定構造の理論と解析
  - ・リンク機構, 膜構造など不安定状態にある構造の安定化移行解析
  - ・構造の畳み込み解析

半谷・川口研究室

- ◆火災時の情報伝達に関する研究
- ◆大規模ライフライン系の地震被害推定と緊急処置に関する研究
- ◆地震危険度解析システムの構築と応用に関する研究
- ◆地震動高密度アレー観測
- ◆アレー観測記録を用いた地震動の空間変動特性と波動伝播に関する研究
- ◆緊急時の人間行動に関する研究
- ◆微視的地域情報を用いた地震被害想定に関する研究
- ◆世界各地の地震被害調査
- ◆地震防災における地理情報システムの利用に関する研究 片山・山崎・永田研究室
- ◆限界状態設計法に関する研究
- ◆高張力鋼の利用技術の開発
- ◆オンライン応答実験法の研究
- ◆鉄骨造弱小モデルの地震応答観測
- ◆鉄骨骨組・部材の履歴構成則
- ◆地震荷重効果の非正常スペクトル解析
- ◆鋼構造立体骨組の複合非線形解析
- ◆構造設計における意志決定論

高梨・大井研究室