

1. 概要

本報告書は平成 10 年度科学技術庁科学技術振興調整費によるフイージビリティ・スタディ、「大地震時における構造物等の破壊過程解明のための試験体設計及び解析に関する調査」の調査結果をとりまとめたものである。

1.1 目的

本フイージビリティ調査（以下「FS」と略す）は、大地震時における構造物等の破壊過程解明へ向けて、1995 年兵庫県南部地震の経験、様々な分野におけるその後の研究の現状等を踏まえ、研究の必要性を明確にするとともに、本課題において研究すべき課題を抽出、各課題について研究の内容、方法等を明らかにすることを目的とする。構造物の破壊過程解明に向けての研究的な立場、方法論はいくつか考えられるが、ここでは、実証的な立場を取り、実際の被害事例をベースに各種の分析、理論の展開、中小規模あるいは要素レベルでの実験等を行い、破壊のメカニズムを解明するとともに、それに基づく解析手法を開発することを目標とする。このメカニズムあるいは解析手法は、最終的には現在兵庫県三木市に建設中である実大三次元震動破壊実験施設で検証することを目指し、理論あるいは解析手法に関する研究と同時に、実大三次元震動実験において必要となる各種の実験技術の開発も念頭におくこととした。

1.2 調査内容及び方法

1995 年兵庫県南部地震のような過密都市を直撃する大地震に対し、市民と都市の安全を確保するためには、これまで提案・実施されている各種の防災対策を実施することと併せて、現状の都市空間が破壊的地震に襲われた場合に、構造物がどのようなパターンで、どのような過程を経て、そしてどこまでの破壊にいたるのか、またそれが都市機能の崩壊や災害の拡大にどのように影響するのかを出来る限り正確に予測し、これを既設構造物の耐震補強対策や耐震設計等の地震防災対策に活用していくことが必要である。

このような破壊過程の予測技術を確立していくためには、兵庫県南部地震による被害実態の総合的かつ詳細な分析、これに基づく理論的あるいは解析的方法によるメカニズムの解明が必要なことは言うまでもないが、これらの理論、仮説は実験によって明確に確認されてはじめて信頼性の高いものとする事が出来る。

破壊に関する実験は模型実験、要素実験、静的載荷実験等これまで各種行われてきているが、真に破壊まで立ち入った実験はまれなこと、あっても静的なものが多く真に地震による動的な破壊現象を検証しえないこと、一応の相似則を満足する模型実験が行われているが実物と模型では埋めることが出来ないギャップがあること、部材の集合体である骨組みなどにおける連鎖的な破壊機構等は要素実験では十分模擬しえないことなどから、必ずしも十分

なものとはなっていない。地震動による構造物等の破壊過程解明のためには出来るだけ実物大あるいはそれに近い試験体を用い、かつ実際の三次元の地震動を十分模擬しうる装置が必要となり、このような実験を経て、破壊過程が初めて真に解明される。

本調査はフィージビリティ・スタディとして、構造物等の破壊過程の解明を最終的な目標におき、実大実験によりこれを検証する立場から、以下の調査等を行い、本格的な研究の実施の可否、研究課題及び方法等、期待される成果が得られるのか否かについて検討、評価し、本課題における研究計画を立案するものである。

- ① 阪神・淡路大震災の経験あるいは研究等の現状調査から本研究の必要性を評価する。
- ② 同じく研究等の現状調査から構造物等の破壊過程解明へ向けて研究すべき課題を抽出する。
- ③ 破壊過程解明へ向けて研究の内容、方法を明らかにする。
 - ・ 総合的かつ詳細な被害事例の分析等
 - ・ 理論的、解析的研究あるいは解析手法の開発
 - ・ 中小の振動台等を用いた模型あるいは要素実験・試験による方法
- ④ 最終的な実大三次元実験へ向けて、実験技術として研究開発すべき事項、内容、その研究開発の方法を明らかにする(現在ある技術、改良すべき技術、新たに開発する技術)。

1.2.1 調査対象と課題

本調査において調査対象とした課題を以下にまとめる。課題の区分は対象とする構造物・現象から行っているが、各々の課題においては、解明すべき破壊過程等の抽出(研究テーマの抽出)およびそれを実現するための実験方法・実験技術についても検討することとした。共通実験技術は全ての構造物等に共通する実験技術について調査・検討するものである。

(1) 地上構造物等の破壊過程解明に関する調査

建築物、橋梁等主に地上構造物を対象として解明すべき破壊過程の抽出、その実験方法等について検討する。

(2) 地盤および基礎・地中構造物等の破壊過程解明に関する調査

地盤の動的応答、液状化の発生、液状化に伴う地盤流動、地盤と基礎の動的相互作用、液状化・流動化の構造物基礎に与える影響、地中構造物、土構造物等を対象として解明すべき破壊過程の抽出、その実験方法等について検討する。

(3) 構造物の崩壊等による人間への影響の解明に関する調査

大地震時に構造物崩壊等に巻き込まれた場合の人体の損傷、地震時あるいは地震後の様々な場面での人間行動等人間工学的な観点から解明すべき現象、課題の抽出、その研究方法及び人体損傷実験を行う場合等における実験技術について検討する。

(4) 共通実験技術に関する調査

上記(1)～(3)の課題に共通する実験技術について、技術開発すべき課題等を抽出し、技術開発の方向性について検討する。

1.2.2 調査内容及び方法

本FSSは基本的には以下のような方法によった。

(1) 文献等に基づく研究の現状調査

主に 1995 年兵庫県南部地震に関する被害調査・分析結果、それを受けた被害あるいは破壊過程に関する理論、解析、実験等に関する文献を調査し、研究の現状を把握する。構造物（建築、土木、機械）、地盤、人間への影響等について調査する。

(2) 実験技術の現状調査

比較的大型の実験施設について、施設の規模、実験内容（実績）、成果といった観点から調査するとともに、実大三次元震動台へむけて研究・開発が必要な技術等についてヒアリング等の調査を行う。

(3) 研究課題の抽出

主に研究の現状に基づき、解明すべきテーマを抽出する。当然ながら、各テーマについて被害の実態、研究の現状、研究としての必要性（重要性）、研究の方法、成果の設計等への反映方法等をまとめつつ抽出することになる。

(4) 実験技術の抽出

現状の実験施設の調査、ヒアリング結果等に基づき、また、上記(3)で抽出された解明すべきテーマに基づき、実験技術として研究開発すべき事項、内容についてまとめる。構造物、

地盤、人間への影響の各テーマごとに実験技術を検討するが、共通する事項については共通実験技術のテーマとしてまとめる。

1.3 調査実施体制

本F Sは対象構造物の範囲も広く、また学際的な領域も調査対象に含んでいる。そこで、土木学会に以下のWGを設置し、調査を実施した。WGメンバーは本調査の性格から土木分野に限らず、建築、機械、医学、都市防災等の分野から参加していただいた。調査実施体制を図-1.3.1に示す。なお、科学技術庁防災科学技術研究所は、本課題申請時において主要な申請機関の一つになることが想定され、事務局と密接な協力を行いつつ調査を進めることとした。

WGメンバーについては巻末の資料を参照されたい。

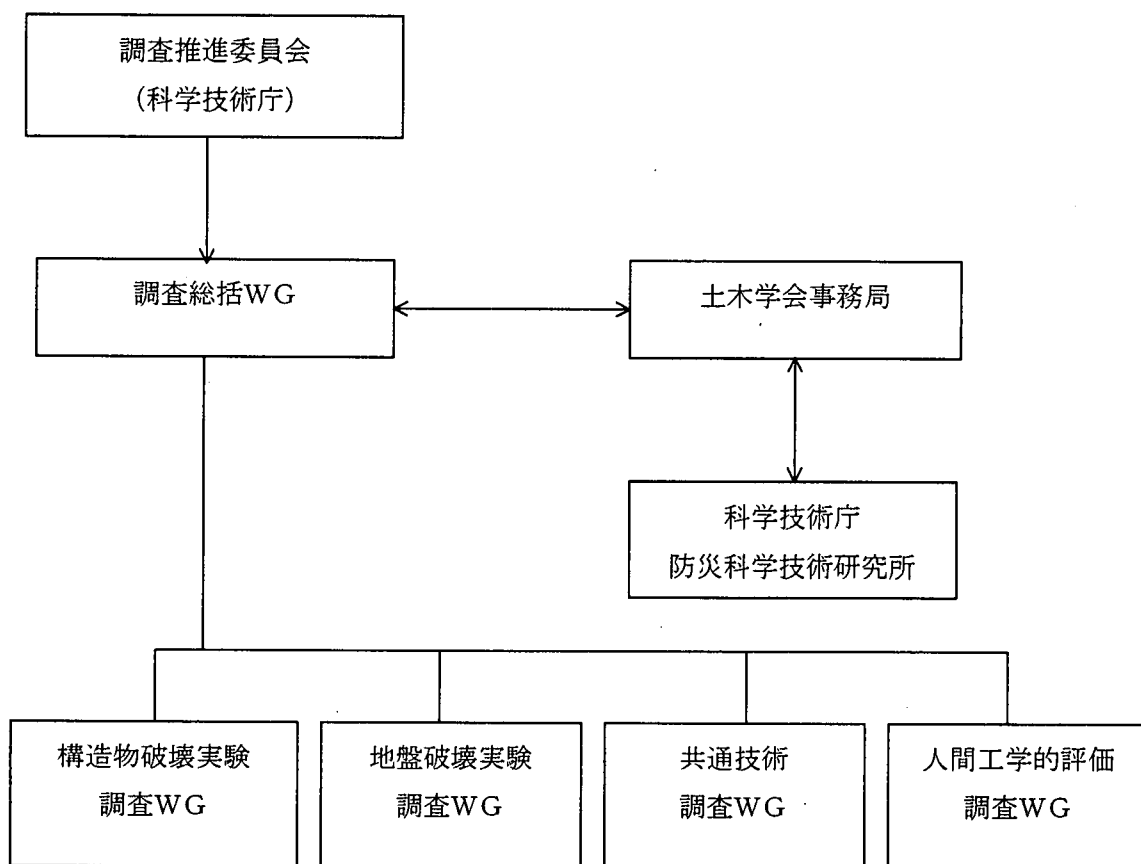


図-1.3.1 調査実施体制