

平成10年度 科学技術庁科学技術振興調整費

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

報告書

登録	平成12年6月5日
番号	第 47810 号
社団法人	土木学会
附属	土木図書館

平成 11 年 3 月

社団法人 土木学会

実施計画

I. 調査の全体計画

1. 調査の趣旨

阪神淡路大震災のような過密都市を直撃する大地震に対し、都市と市民の安全を確保するためには、現状の都市空間が破壊的地震に襲われた場合に、構造物がどのように、そしてどこまでの破壊を生ずるかをできる限り正確に予測し、これを的確な地震防災対策に活用していくことが必要である。

現在、静的な破壊に関する知見は徐々に蓄積されつつあるものの、実際の地震による破壊である動的破壊については、破壊に関わる要因、破壊後終局に至る構造物挙動、部材、骨組などの構造物構成要素の連鎖的な崩壊過程等については研究が緒についたばかりである。このため、各種の実験手法が考案されており、また実際の震動破壊現象を再現し解析するための手段として実大三次元震動破壊実験施設の整備が計画されている。

本調査では、構造物の大地震による破壊過程を解明し、画期的な地震防災技術の開発を目指す立場から、実大規模での構造物の震動破壊実験に関し、関連する研究の現状把握、試験体の設計から実験、解析、評価に至る技術的課題の抽出を行い、破壊現象の解明のための手法研究の方策を明らかにする。

2. 調査概要

本調査は、破壊過程解明のための構造物モデルの合理的な設計法及び実験技術、信頼性と精度の高い地盤・土構造物モデルの作成法及び実験技術並びにこれらを支える計測・制御等の共通的支援技術に関する3つの調査を柱とし、加えて、これらを地震災害の防止・軽減に役立てる上で共通に考慮すべき人間工学的視点からの評価法についても検討を行うものである。(参考図参照)

2.1 構造物の実大震動破壊実験における合理的な試験体設計法及び実験技術に関する調査

震動破壊過程は、構造物の全体構造、部材・材料強度、設計方法等各種の要因が複雑に関係する現象であり、その解明に向けて、再現よく実験を実施するためには、構造物破壊過程に直接影響する要因を抽出し、それらの地震時の挙動を評価することが必要である。また、様々な形態の構造物震動破壊現象の内、地震被害軽減に有益な情報を与えうる破壊現象を特定することは、実大三次元震動破壊実験施設を利用した各種実験を通し、画期的な震動補強技術、耐震技術、設計技術等を開発していくために重要である。

このため、本調査においては、過去の地震による構造物被害に関するデータを整理するとともに破壊要因に関連する研究分野の現状を把握し、構造物の種類毎に震動破壊要因候補を抽出する。また、破壊要因として特定するために必要なデータ等を抽出し、それらの要因を破壊実験用の標準的な実大試験体を製作・実験する際に反映させる方法について検討する。

対象とする構造物の類型は以下の通り。

- (1) コンクリート系構造物
- (2) 鉄骨系構造物
- (3) 木質系構造物
- (4) 都市構造物（ガスタンク等）

2.2 地盤及び土構造物の震動破壊における高精度地盤モデル作成法及び実験技術に関する調査

現在、液状化など地盤構造物系の破壊メカニズム解明のため、小、中型土槽による震動実験、遠心載荷実験が行われているが、実際の現象との関連を示す相似則が成り立たず、実験結果については定性的な評価及び推定にとどまっている。一方、規模の観点からは実際の現象が再現できる可能性が想定される実大三次元震動破壊実験施設における大型土槽実験では、均質で飽和な地盤の作成、三次元震動に対応する土槽の製作等に関し、技術的実現性の面で検討すべき課題が多い。このため、現在の各種土槽実験の状況及び技術的問題点を把握するとともに、三次元土槽の製作等実大三次元震動破壊実験装置における実大土槽実験及び土構造物実験の実施に向けて克服すべき技術課題を抽出し、研究推進方策について明らかにする。

具体的課題は以下の通り。

- (1) 各種土槽実験の現状把握及び実大土槽実験への外挿性に関する調査
- (2) せん断土槽における均質な地盤モデル作成及び飽和度制御に関する技術の現状把握
- (3) 堤防等の土構造物の三次元震動の影響解析に必要な技術課題の抽出
- (4) 実大三次元震動実験用せん断土槽の開発に関する技術的課題の抽出及び設計概念の明確化

2. 3 実大三次元震動破壊実験に関わる共通的支援技術の調査

実大三次元震動破壊実験を効果的かつ効率的に実施するためには、三次元震動を忠実に再現する制御システムとともに、高精度に震動破壊過程を追跡し記録する技術、集積する膨大なデータを高速に処理していく技術等が必要である。このため、実大三次元震動破壊実験に必要な計測技術等の支援技術を抽出するとともに、関連分野の現状を把握し、必要な技術課題を特定する。

また、震動破壊実験の実施に必要な入力地震動に関し、振動数、継続時間、最大加速度等の地震動パラメーターを整理し、動的震動破壊過程における実現可能性及びその検証法について検討し、技術課題を抽出する。

具体的な調査課題は以下の通り。

- (1) 三次元震動制御法の現状及び技術課題の把握
- (2) 三次元震動破壊実験解析に必要な計測技術、データ処理技術等に関する現状及び技術課題の把握
- (3) 実大震動破壊実験に必要な入力地震動の実現可能性及び検証法に関する調査

2. 4 人間工学的視点から見た実大構造物試験体の設計に関する調査

地震災害の様相は、構造物と人間の行動との関わり合いによっても大きな影響を受けると考えられる。地震時の人的被害を最小限にするためには、人間工学的な観点からの構造物設計が重要であり、実社会への応用を考えると実大震動実験に使用する各種試験体の設計に関してもかかる観点からの配慮が有効である。このため、地震時の人間行動に関する各種研究の現状を把握するとともに、試験体設計へ反映可能な事項の抽出を行う。

具体的な調査課題は以下の通り。

- (1) 破壊的地震時の屋内環境と人間挙動に関する調査
- (2) 実大構造物試験体の設計に反映可能な人間工学的要素の抽出

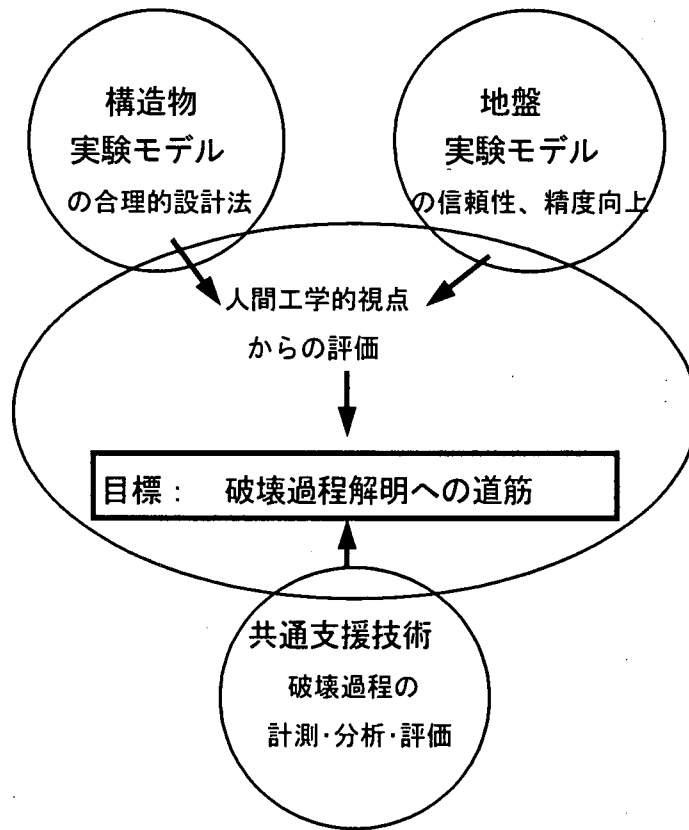
II. 平成10年度における実施体制

調査項目	担当機関
1. 構造物の実大震動破壊実験における合理的な試験体設計法及び実験技術に関する調査	(社) 土木学会
2. 地盤及び土構造物の震動破壊における高精度地盤モデル作成法及び実験技術に関する調査	(社) 土木学会
3. 実大三次元震動破壊実験に関わる共通的支援技術の調査	(社) 土木学会
4. 人間工学的視点から見た実大構造物試験体の設計に関する調査	(社) 土木学会
5. 調査推進	科学技術庁研究開発局

III. 調査推進委員会

委員	所属
○ 片山恒雄	科学技術庁防災科学技術研究所所長
秋山 宏	東京大学工学部建築学科教授
石田勝彦	(財) 電力中央研究所我孫子研究所部長 (地震調査研究推進本部原子力安全局専門委員参与)
石原研而	東京理科大学理工学部土木工学科教授
岩上淳一	運輸省港湾技術研究所構造部長
佐藤壽芳	中央大学理工学部精密機械工学科教授
竹内吉弘	大阪工業大学工学部建築学科教授
土岐憲三	京都大学工学部長
山内泰之	建設省建築研究所基準認証研究センター長
保田雅彦	建設省土木研究所耐震技術研究センター長
吉見吉昭	東京工業大学名誉教授
和田雄志	(財) 未来工学研究所未来メディア研究センター長

(注：○は調査推進委員長)



[参考図] 調査の3つの柱、共通の視点及び目標

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

報告書

目次

	ページ
1. 概要.....	1
1. 1 目的.....	1
1. 2 調査内容および方法.....	1
1. 3 調査実施体制.....	4
2. 調査の必要性と課題.....	5
2. 1 1995年兵庫県南部地震による被害と地震工学としての課題.....	5
2. 2 研究の必要性.....	6
2. 3 研究課題.....	7
3. 地上構造物等の破壊過程解明に関する調査.....	11
3. 1 背景と目的.....	11
3. 2 過去の震災における被害の実態および研究の現状.....	12
3. 3 研究すべき課題の整理と抽出.....	17
3. 4 研究課題および内容.....	20
4. 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.....	35
4. 1 背景と目的.....	35
4. 2 過去の震災における被害実態および研究の現状.....	36
4. 3 研究すべき課題の整理と抽出.....	39
4. 4 研究課題および内容.....	46
5. 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.....	57
5. 1 背景と目的.....	57
5. 2 過去の震災における被災実態および研究の現状.....	58
5. 3 研究すべき課題の整理と抽出.....	66
5. 4 研究課題および内容.....	68
6. 共通実験技術に関する調査.....	77
6. 1 背景と目的.....	77
6. 2 既往の実験技術の現状.....	78
6. 3 研究すべき課題の整理と抽出.....	84
6. 4 研究課題および内容.....	88
ワーキンググループメンバー一覧.....	97