

平成10年度

原子力関係予算ヒアリング資料

建設省

平成9年7月18日

項目名 地盤条件等を考慮した設計地震動の高精度化の研究 (継続)

1. 目的

原子力施設は地盤条件の非常に良好な地盤上に設置されてきたが、そのような地盤は限られており、従来のような良好な地盤条件の地点以外の地点における立地可能性について検討が必要とされている。また、原子力施設などは多少の損傷を被り、非線形的な挙動を示す段階に至ってもその機能と安全性を確保している必要がある。本研究では、これらの状況に鑑み、地形や地盤条件が大きく変化する箇所における地震動の増幅や対象とする系の非線形性を考慮した設計地震動の設定手法に関する検討を行うことを目的とする。

2. 平成10年度要求概要

強震観測波形の解析及び地盤の地震応答解析により、地形の影響による地震動増幅特性について検討する。また、地形の影響で増幅された地震動を非線形性を有する系に入力する地震応答解析を行い、増幅された地震動が非線形の系の挙動に与える影響を把握する。さらに、以上の検討結果及び平成9年度までの検討結果から、地形、地盤条件による地震動増幅の評価手法についてとりまとめる。

3. 概算要求額 (前年度予算額)

概算要求総額

(内訳)

(1) 職員旅費

(2) 試験研究費

(3) 消耗品費

(4) 印刷製本費

(5) 借料損料

(6) 雑役務費

千円 (千円)

14,137千円 (9,462千円)

299千円 (0千円)

13,838千円 (9,462千円)

102千円 (102千円)

32千円 (32千円)

1,704千円 (1,798千円)

12,000千円 (7,530千円)

項目名 地盤条件等を考慮した設計地震動の高精度化の研究 (継続)

岩盤立地

↓
立地条件上の制約

↓
第四紀層地盤立地

→ 地形・地盤条件による
地震動の増幅



III0 の検討内容
◎地形の影響による
地震動増幅特性の検討

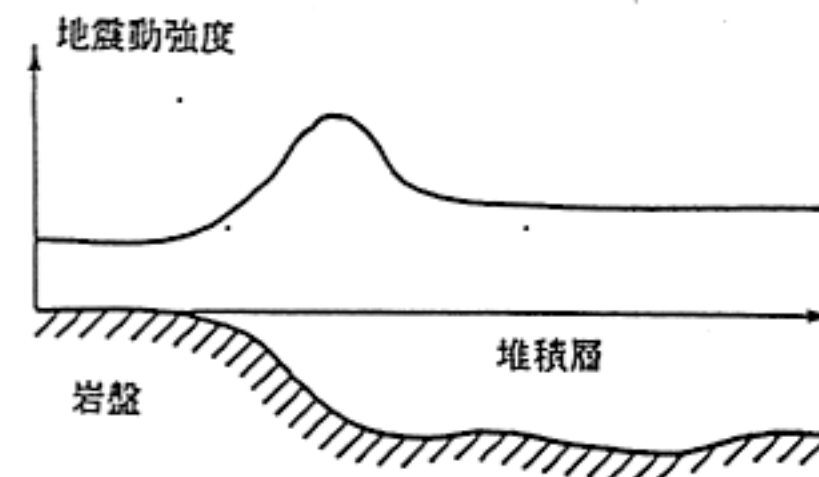
兵庫県南部地震

→ 従来観測されたことがない大きな地震動
→ 地盤・構造物の非線形挙動

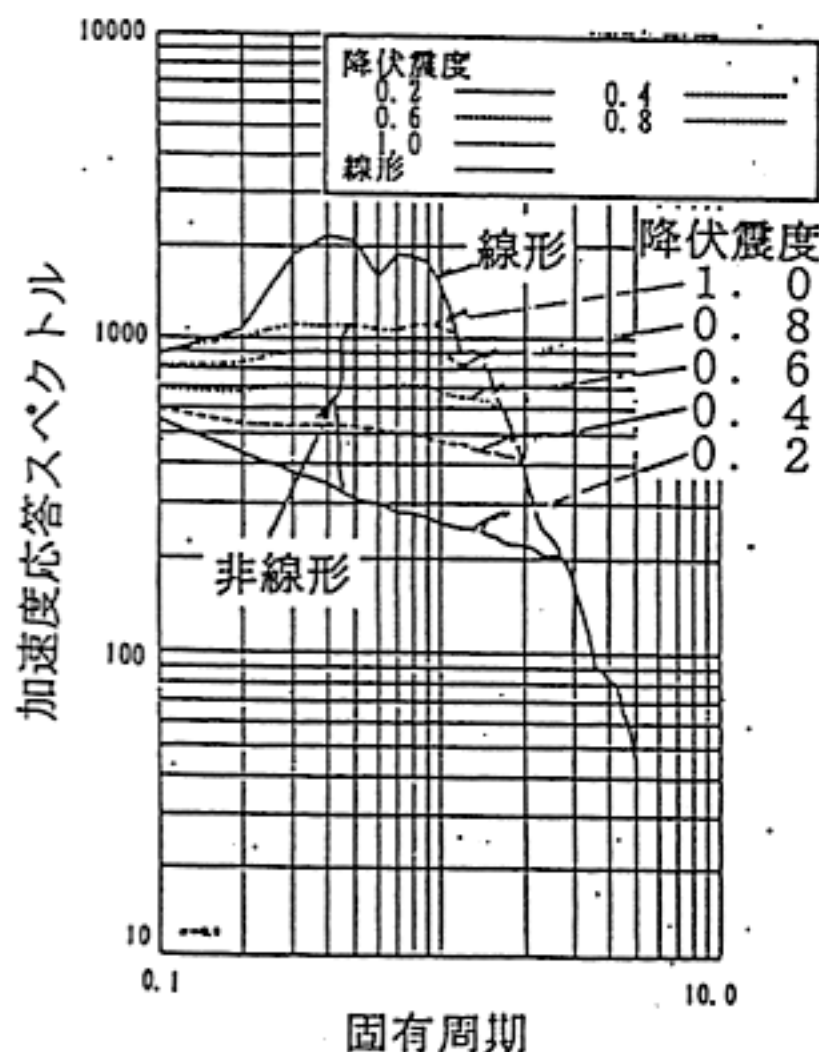


III0 の検討内容
◎地形条件により増幅された
地震動が非線形の系の挙動
に与える影響を把握

●地形・地盤条件による
地震動強度変化の概念図



●非線形挙動をとる系の応答特性の例



地形、地盤条件による地震動
増幅の評価手法のとりまとめ



地盤・構造物の非線形挙動を
考慮した地震動の設定手法に
関する検討



**設計地震動の
高精度化**

原子力関係事業の進捗状況

事業名 地盤条件等を考慮した設計地震動の高精度化の研究

省庁名 (建設省)

事 項 \ 年 度	事業実施期間	平成8年度 までの実績	平成9年度 計 画	平成10年度 計 画	平成11年度 計 画	平成12年度 計 画	実施機関名 又は委託先	備 考
	平成8年度 ～12年度	11,989	9,462	14,137	14,000	10,000		
(1)地震観測記録の収集及び数値化		←					建設省 土木研究所	
(2)地盤の地震応答解析		←		→			建設省 土木研究所	
(3)地形、地盤条件による地震動増幅 の評価手法のまとめ		地盤条件の 整理	表層地盤に よる増幅	地形の影響 による増幅	←	→	建設省 土木研究所	
(4)表層地盤で増幅された地震動が非 線形の挙動に与える影響の把握		←		→			建設省 土木研究所	
(5)地盤・構造物の非線形挙動を考慮 した地震動の設定手法に関する検 討		既往の地震 動記録	表層地盤で 増幅した地 震動	地形の影響 で増幅した 地震動	←	→	建設省 土木研究所	

1. ○事業名

工学的評価に基づく原子炉建屋設計用3次元地震動の策定

○実施機関名又は委託先
建設省建築研究所

○目的

近年地震観測が広く行われるようになり、また大きな地震が頻繁に起こっていることから、強震記録が急速に蓄積されつつある。特に平成7年兵庫県南部地震の場合には、極めて多くの建物被害があったことから、被害と地震動特性の関係を検討する上で極めて有用なデータが得られた。本研究では、このように最近の内外の地震でより多くの強震動データが得られていることに鑑み、原子炉施設の現行設計用地震動の妥当性を検証すると共に、それらのデータを用いて再検討を行うもので、検討は次の三つからなる。すなわち想定する設計用地震（S1、S2地震）の決め方の妥当性、その地震による敷地での地震動予測手法の妥当性、さらに最大速度振幅や弾性応答スペクトルにより設計用地震動を評価することの妥当性について検討する。また、現行設計用地震動では明確に規定されていない地震動の方向性（最終的には3次元地震動として評価する。特に上下動と水平動の関係）についても検討する。なお、平成8年度には、地震発生地域・時間依存性の検討、最近の地震記録の特性を踏まえた地震動予測手法の高度化に関する検討（特に方向性について）、建物破壊力に基づく地震動の分類（パラメトリックな弾塑性応答解析）のための解析プログラムの整備に着手している。

○平成10年度要求概要

- 1) 震源断層の破壊様式と観測地震動分布との関係調査
- 2) 観測記録に基づく既往距離減衰式（最大値、スペクトル）の適用性の検討
- 3) 2方向入力を考えた応答特性評価

○平成10年度概算要求

概算要求総額
内訳

職員旅費

試験研究費

消耗品費

印刷製本費

賃金

雑役務費

本年度要求額（昨年度予算額）
9,012千円（7,539千円）

62 0

126 126

32 32

707 687

8,085 6,694

項目名 工学的評価に基づく原子炉建屋設計用3次元地震動の策定（継続）

目的：兵庫県南部地震などの近年の大地震記録を踏まえた設計用地震動の評価

利用可能なデータ：十勝沖(1968)、宮城県沖(1978)、日本海中部(1983)、
釧路沖(1993)、北海道南西沖(1993)、北海道東方沖(1994)、
三陸はるか沖(1994)、サンフェルナンド(1971)、メキシコ(1985)、
チリ(1985)、ロマブリータ(1989)、ランダース(1992)、ノースリッジ(1994)等

(1) 基盤における地震動特性の評価

- ・地震タイプによる差（内陸直下型（活断層）、プレート境界型（海洋型））
- ・再現期間と地震動レベル（地域別の地震動期待値）
- ◎震源域での地震動特性（既往推定式の検討、方向性）
- ◎2方向、3方向各特性の関係

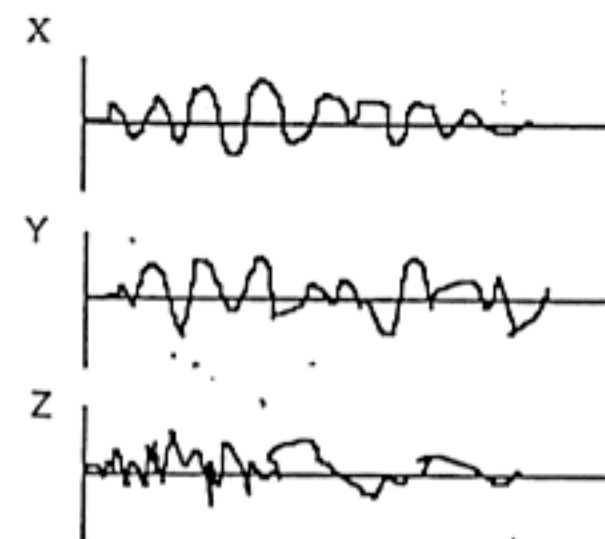
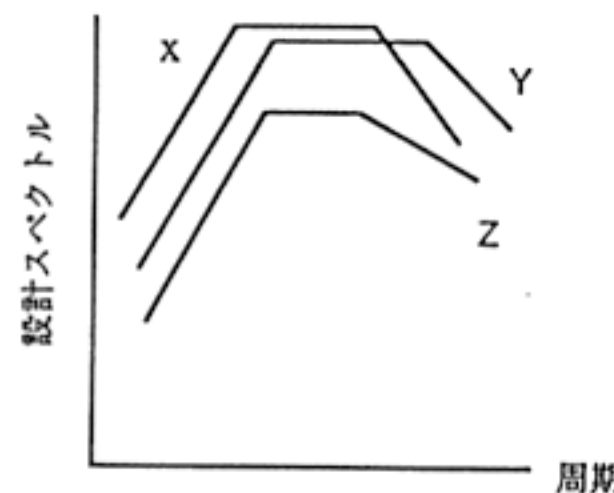
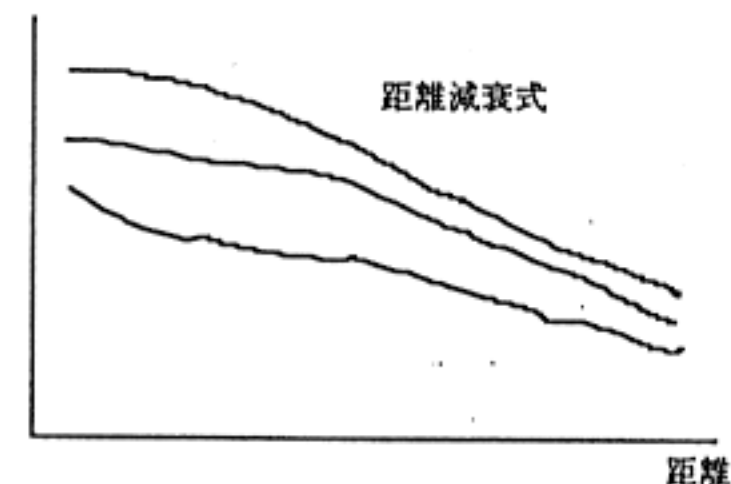
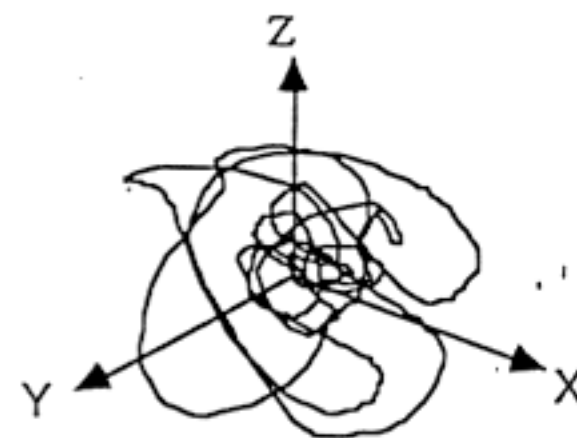
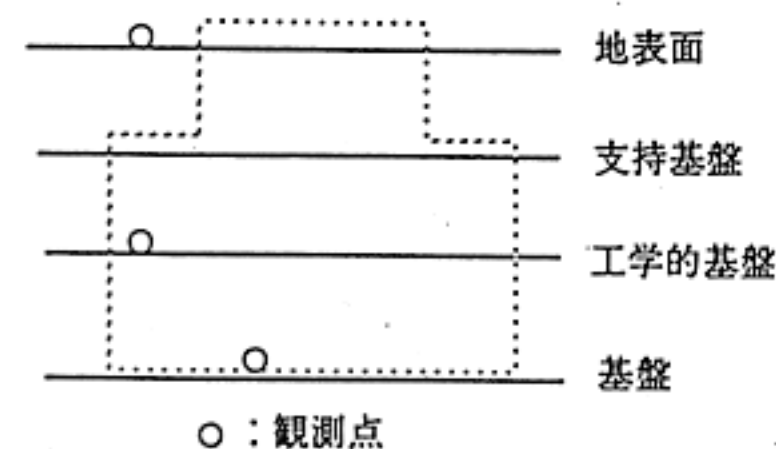
(2) 構造物への破壊能に立脚した地震動特性評価

- ・最大振幅、有効最大振幅、増分振幅
- ・エネルギースペクトル
- ・継続時間
- ・非線形応答特性
- ◎方向性
- ◎上下動の影響

(3) 3次元地震動モデルの作成

- ・設計スペクトル
- ・設計用地震動時刻歴作成法

（◎は平成10年度実施予定）



設計用3次元地震動

原子力関係事業の進捗状況

事業名 工学的評価に基づく原子炉建屋設計用3次元地震動の策定

省庁名 建設省

年 度	事業実施期間	平成8年度 までの実績	平成9年度 計 画	平成10年度 計 画	平成11年度 計 画	平成12年度 計 画	実施機関名 又は委託先	備 考
予算額（決算額）	平成8年度 ～12年度	7,460	7,539	9,012	20,000	10,000		
事 項								
(1) 地震発生（破壊様式、規模などを含む）の地域、時間依存性の検討	平成8年度 ～10年度	震源データの 収集 活断層デー タの整理	震源データの 分析 地域依存性 の検討	震源データの 分析 規模・破壊 様式の特 定			建設省建築研 究所	直下型地震における特徴の把握（近年の地震）
(2) 最近の地震記録の特性を踏まえた地震動予測手法の高度化に関する検討	平成8年度 ～10年度	強震記録の 収集・分析 方向性の検 討	強震記録の 分析 経時変化の 検討	強震記録の 分析 振動数特性 の検討			建設省建築研 究所	構造物の特性（固有周期、復元力特性、減衰、自由度、など） 単純モデルの構築
(3) 建物破壊力に基づく地震動の分類（パラメトリックな弾塑性応答解析）	平成8年度 ～11年度	（解析プロ グラムの整 備）	上下方向応 答 水平方向応 答	水平2方向 水平・上下 応答	3次元応答		建設省建築研 究所	単純モデルによる
(4) 設計用3次元地震動評価法の開発	平成11年度 ～12年度				（3次元地 震動モデル の構築）	（設計用3 次元地震動 の提案）	建設省建築研 究所	平成12年度、設計用3次元地震動の提案を行う予定

2. ○事業名

原子炉建屋の免震化技術の開発

○実施機関名又は委託先
建設省建築研究所

○目的

原子炉建屋への地震入力への地震入力の低減、及び不整形建屋（平面計画が不整形な建屋）におけるねじれ応答の低減など、免震構法が原子炉建屋の耐震対策に有効であることが平成3～7年度において実施した「平面的・立面的に不整形な原子炉建屋の耐震化に関する研究」で明らかになった。しかしながら、免震装置の限界状態での性能把握はまだ十分ではなく、特に多方向入力（上下動を含む）下における特性については実験データが少なく、不明な点が少なくない。また、近年の地震では、水平動のみならず上下動でも大きな加速度が観測されており、限界状態における免震機構の性能を把握することは、原子力施設における免震建屋を実用化する上で不可欠とされる。本研究では、免震工法を原子炉建屋へ適用する場合に必要な免震化原子炉建屋の限界状態における挙動を、実験的・解析的に検討し、さらにはモデル建屋を用いた地震観測により建屋全体としての振動特性を検証すると共に、最終的には、免震化原子炉建屋の限界状態を踏まえた耐震安全評価法を確立する。なお、平成8年度には、既存免震構造物の強震時挙動調査、免震装置（機構）の限界状態特性（水平、振動数依存）の把握、地震観測によるベンチマークストラクチャーの地震時挙動の把握のための全体システム（構造、観測方法）の構築に着手している。

○平成10年度要求概要

- 1) 免震デバイスの改良、試作と性能試験
- 2) ベンチマークストラクチャー（中型試験体）の設置、観測の実施
- 3) 免震、非免震試験体と2方向水平振動実験
- 4) 多方向入力における免震装置のモデル化方法に関する検討

○平成10年度概算要求

概算要求総額
内訳

職員旅費

試験研究費

備品費

消耗品費

印刷製本費

賃金

雑役務費

本年度要求額（昨年度予算額）

24,708千円（21,925千円）

62 0

0 1,811

126 126

32 32

1,178 687

23,310 19,269

項目名 原子炉建屋の免震化技術の開発（継続）

目的：免震化原子炉建屋の限界状態に基づいた耐震安全性評価法を作成する。

免震化建屋への地震入力検討

- ・ 既往免震化ビルにおける強震記録の分析
- ・ 長周期地震動特性の分析（既往研究のまとめ）

免震装置の限界状態の把握

- ・ 多方向入力時の免震装置の限界状態における特性の把握

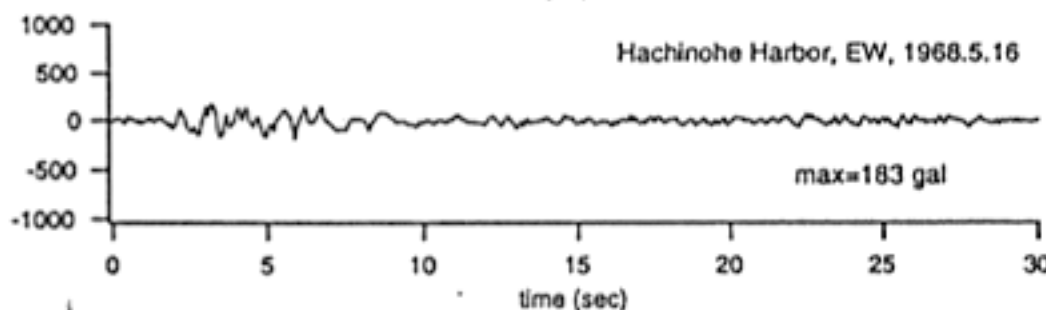
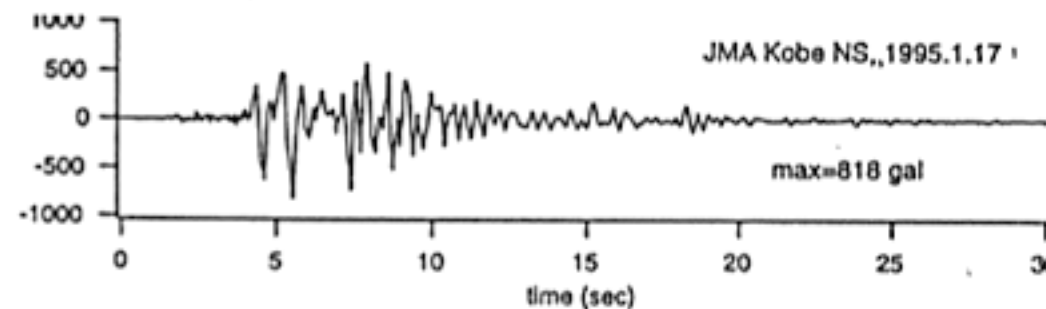
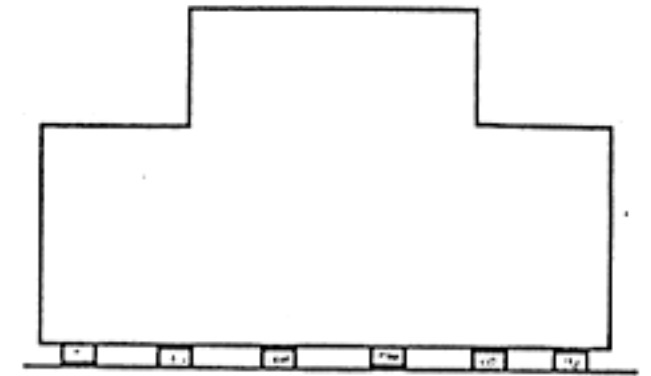
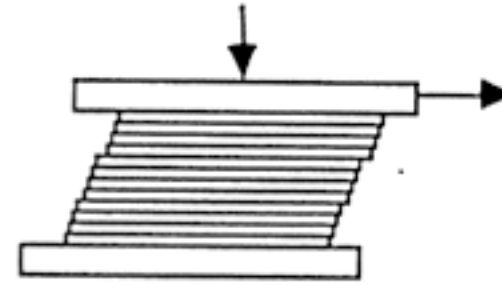
ベンチマークストラクチャーによる観測の実施

- ・ 実地震による免震装置の引き抜き挙動の把握
- ・ 偏心モデルによるねじれ応答の把握

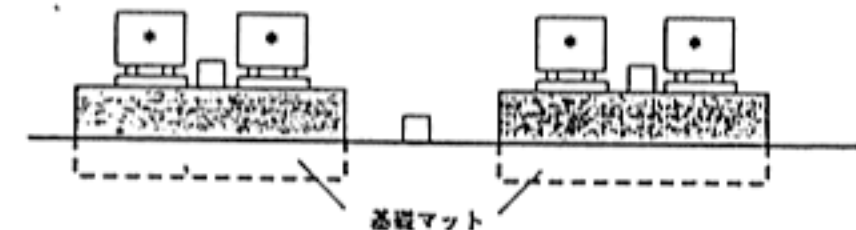
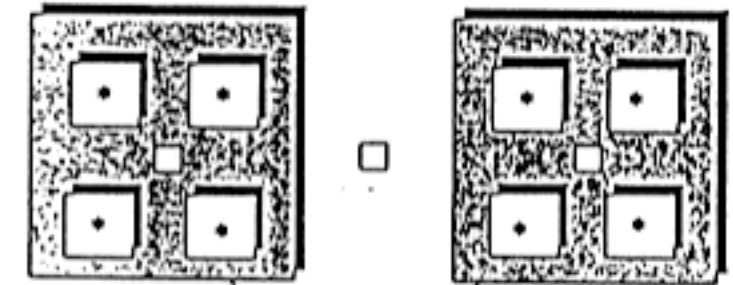
建屋全体系縮小モデルによる振動実験の実施

原子炉建屋全体系の地震応答特性の把握

- ・ 震源域地震動に対する応答特性
（長周期パルス波形に対する安全性の検討）
- ・ 海洋型長周期地震動に対する応答特性



ベンチマークストラクチャーのイメージ



＊はベンチマークストラクチャーで9年度以降に設置予定。

□ 地震計

→ 限界状態に基づいた耐震安全性評価法

事業名 原子炉建屋の免震化技術の開発

原子力関係事業の進捗状況

省庁名 建設省

年 度	事業実施期間	平成8年度 までの実績	平成9年度 計 画	平成10年度 計 画	平成11年度 計 画	平成12年度 計 画	実施機関名 又は委託先	備 考
予算額（決算額） 事 項	平成8年度 ～12年度	18,721	21,925	24,708	30,000	30,000		
(1) 既存免震構造物の強震時挙動調査	平成8年度 ～9年度	強震記録の 分析	強震記録の 分析				建設省建築研究 所	
(2) 免震装置（機構）の限界状態特性の 把握（要素試験を含む）	平成8年度 ～11年度	限界状態特 性の把握 （水平、振 動数依存、 積層ゴム）	引抜き圧縮 抵抗の試験 デバイスの 改良検討	改良デバイ スの試作と 性能試験 （要素レベ ル）	同左		建設省建築研究 所	
(3) 地震観測によるベンチマーク・スト ラクチャーの地震時挙動の把握（中 型模型）	平成8年度 ～12年度	全体システ ムの構築 （構造、観 測方法）	作製、改良 デバイスの 考案	据付、観測 の開始	改良デバイ スを用いた 模型試験体 追加設置	観測の継続 （観測のま とめ）	建設省建築研究 所	構造体は（4）の振動実験での 小型試験体と相似形状とする 観測は平成12年度以降も実施
(4) 建屋全体モデルによる振動実験によ る限界状態の把握（小型模型）	平成9年度 ～11年度		試験体の詳 細設計	免震・非免 震試験体 水平2方向 実験	免震・非免 震試験体 3方向振動 実験		建設省建築研究 所	平成12年度、免震・非免震試 験体の3次元振動実験を実施 予定
(5) 免震原子炉建屋の解析法の検討	平成10年度 ～12年度			改良免震装 置のモデル 化 多方向入力 による検討	同左	床応答特性 の検討	建設省建築研究 所	平成12年度、床応答特性の検 討を引き続き実施予定
(6) 総合評価	平成12年度					限界状態を 含む耐震性 能評価法	建設省建築研究 所	平成12年度、免震建屋の限界 状態を含む耐震性能評価法を 取りまとめる予定