

建築研究所の強震観測の60年

国立研究開発法人建築研究所

国際地震工学センター

鹿嶋俊英

内容

- I. はじめに
- II. 建築研究所の強震観測の歴史
- III. 建築研究所の強震観測網
- IV. 主な地震の観測記録とその影響
- V. 強震記録が明らかにした建物の地震応答
- VI. 強震観測の最近の話題
- VII. おわりに

1. はじめに

- 強震観測
 - 強い地震時の建物や地盤の揺れを計測
- 目的
 - 地震工学、耐震工学の基礎資料を提供する
 - 建物の耐震安全性向上に資する
- 建築研究所の強震観測
 - 日本の強震観測の黎明期から関与
 - 観測網の展開を始めて60年

II. 建築研究所の強震観測の歴史

- 1948年福井地震
 - 甚大な被害を受けたが、観測データがない
- 1951年標準強震計試作試験研究委員会
 - 東京大学地震研究所、東京大学建築学教室、建築研究所、明石製作所の研究者と技術者で組織
- 1953年標準型強震計完成
 - 委員会の英語名称(Strong Motion Accelerometer Committee)からSMAC型強震計と命名

SMAC型強震計

- 機械式強震計
 - 3方向の振り子型加速度センサー
 - 挺子による振り子の動きの拡大
 - ゼンマイ駆動のロール紙
- 堅牢で電源不要

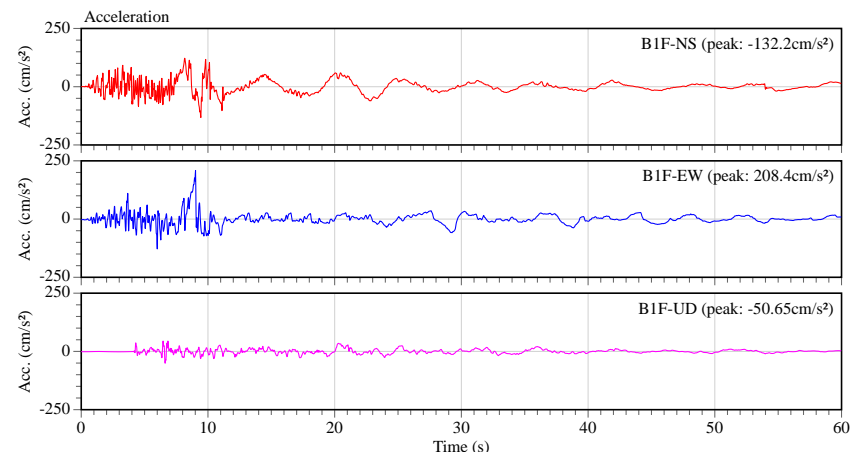


建築研究所の強震観測の歴史

- 1956-1957年建設省で予算措置
 - 25台の強震計の購入
- 1957年強震計を建築研究所に移管
 - 建築研究所内(新宿区百人町)、東北大学建築学科本館、新潟県庁舎、広島県庁舎、秋田県庁舎
- 1964年新潟地震
 - 県営川岸町アパート

1964年新潟地震の強震記録

- 県営川岸町アパート
 - 傾斜した4階建RCの地階にSMAC型、と4階にDC型強震計
 - 日本で最初の被害地震の強震記録
 - 液状化と長周期地震動
- 強震観測を促進



川岸町アパート地下階の強震記録

現在に至る強震計の改良・開発

- 強震計
 - － 機械式 → 電気式
 - － アナログ → デジタル

振り子センサー + ロール紙



SMAC(-A), 1953~

サーボ式センサー + カセットテープ



SMAC-M, 1972~

サーボ式センサー + メモリーカード



SMAC-MD, 1988~

現在に至る強震計の改良・開発

- 強震計の小型化と信頼性の向上
- 強震記録の品質の向上
- 記録処理の省力化と遠隔管理の実現



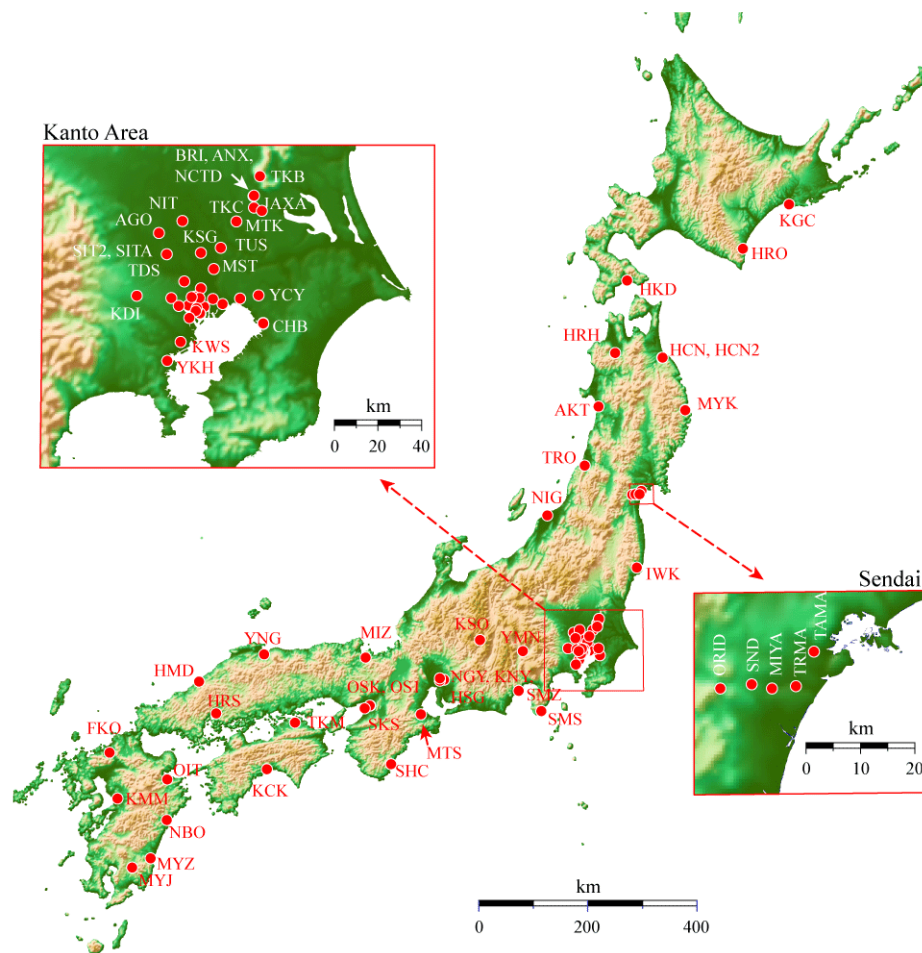
SMAC-MDU, 1997~



CV-374, 2009~

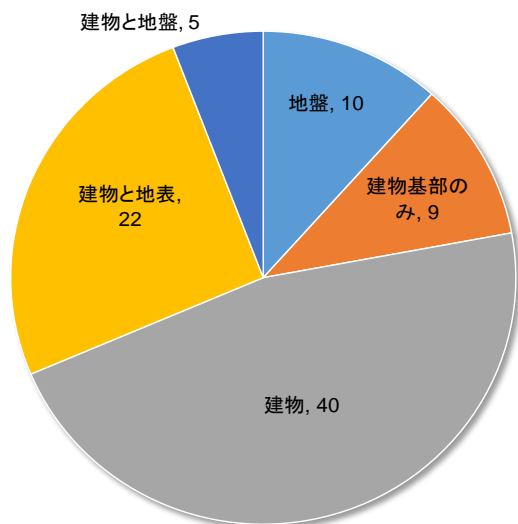
III. 建築研究所の強震観測網

- 全国強震観測網
 - 仙台高密度強震観測網 (1983~1999)
 - 首都圏地震動観測網 (1996~)
- 主要な都市に87地点

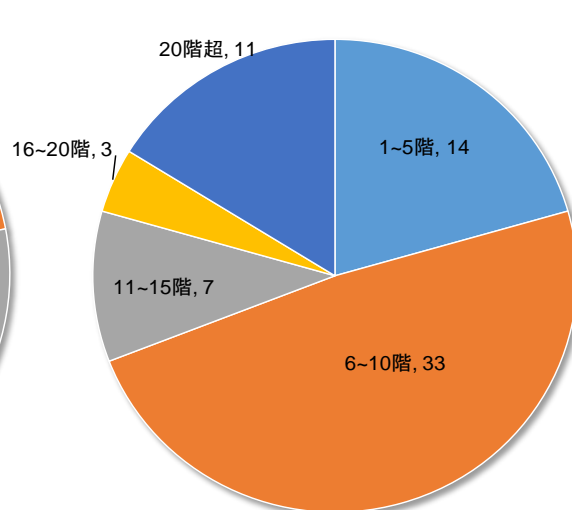


観測網の構成

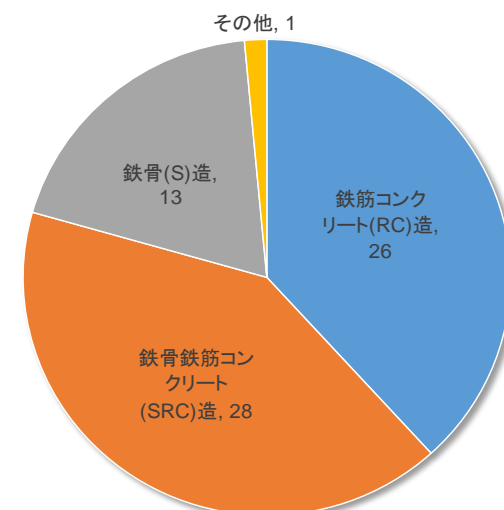
- 内部に複数のセンサーを持つ建物は68棟
 - 免震建物9棟、超高層建物11棟(うち制振5棟)



観測体制



建物階数



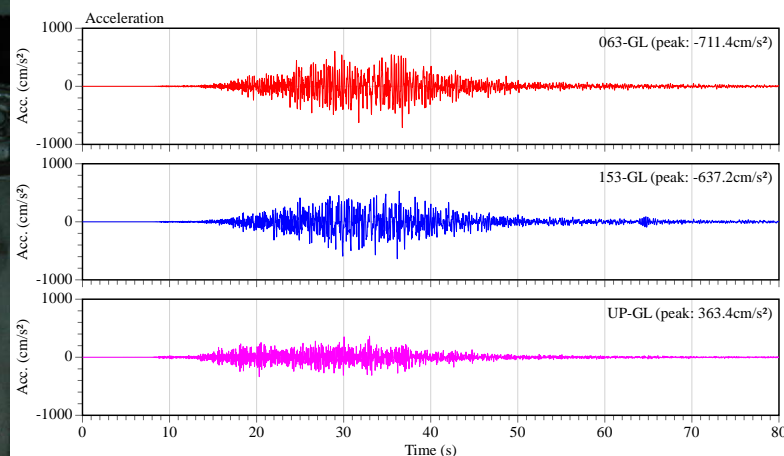
建物構造

IV. 主な地震の観測記録とその影響

- 1) 1993年釧路地震
- 2) 1994年三陸はるか沖
- 3) 1995年兵庫県南部地震
- 4) 2003年十勝沖地震
- 5) 2004年新潟県中越地震/2007年新潟県中越沖地震
- 6) 2011年東北地方太平洋沖地震

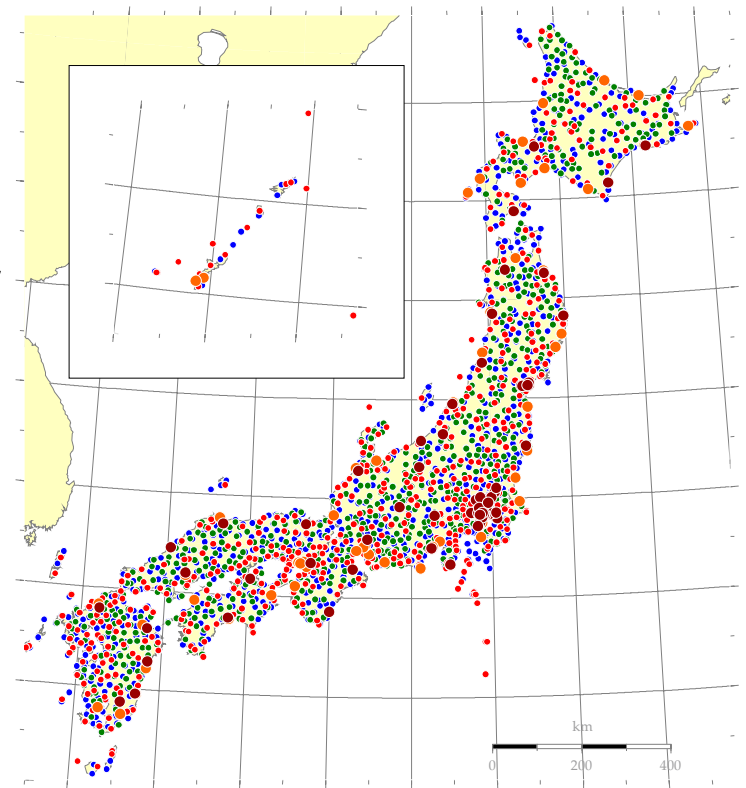
1993年釧路地震

- 711 gal(建研)、919 gal(気象台)の大加速度強震記録
 - 合同観測等、表層地盤増幅の研究推進
 - デジタル強震計への置換を促進



1995年兵庫県南部地震

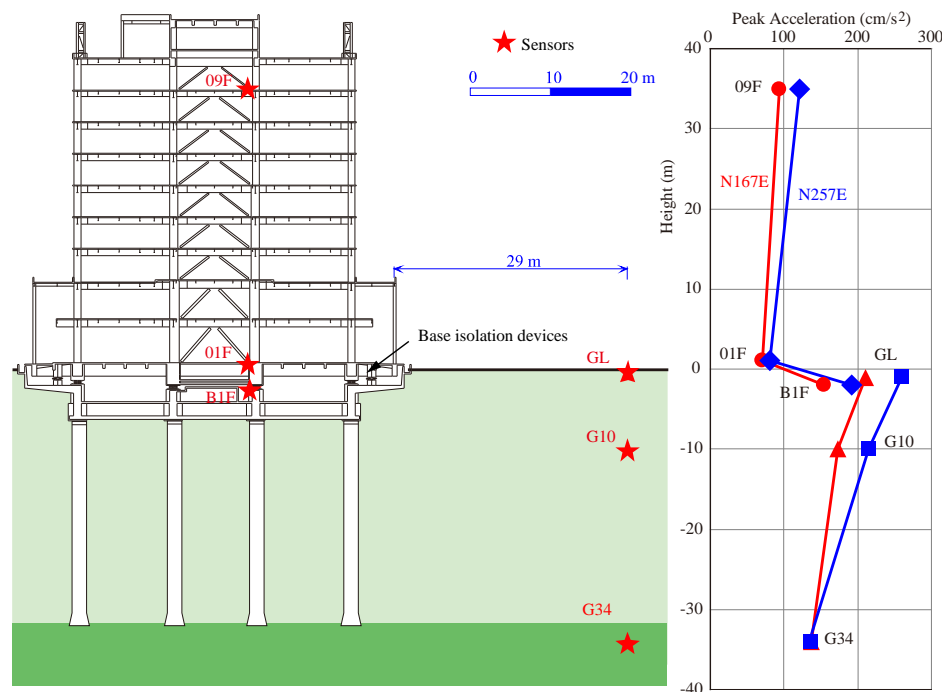
- 都市域の活断層型地震
 - 震災の帯、キラールパルス
 - 震度7
 - 5000以上の観測地点の整備(地盤上)
 - 気象庁震度決定法の改定
 - 首都圏地震動観測網
 - テレメータ化の促進



主な強震観測地点

2003年十勝沖地震

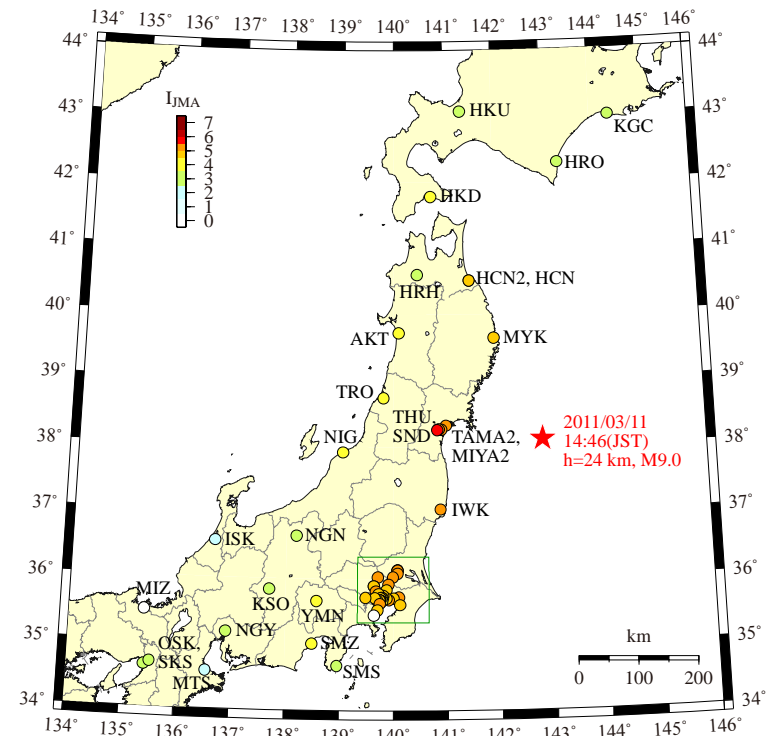
- M8.0の海溝型地震
 - － 津波
 - － 長周期地震動
 - 苫小牧の石油タンク火災
- － 釧路地方合同庁舎
 - 免震化された国の大規模庁舎の先駆け



釧路地方合同庁舎の最大加速度分布

2011年東北地方太平洋沖地震

- M9.0の巨大海溝型地震
 - － 津波
 - － 長周期長時間地震動
 - － 61/79地点で強震記録
 - 被災建物の強震記録
 - 共振した超高層建物の強震記録



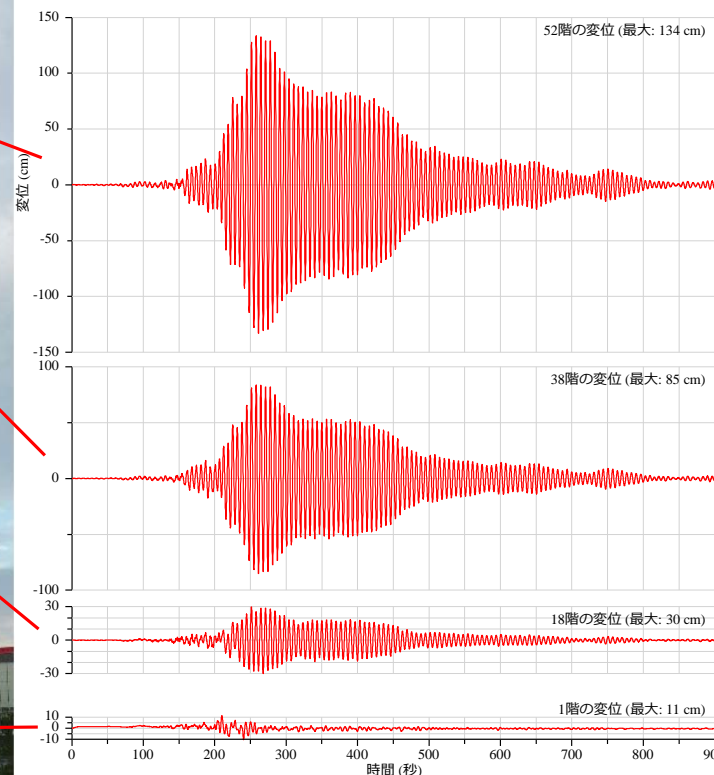
強震記録が得られた観測地点

V. 強震記録が明らかにした建物の地震応答

- 1) 長周期長時間地震動と長周期構造物
- 2) 建物被害と建物の応答
- 3) 変化する建物の動特性

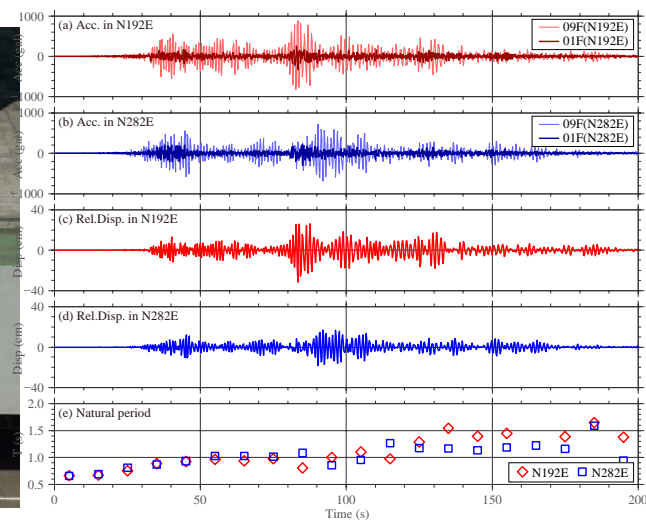
長周期長時間地震動と長周期構造物

- 大阪湾岸の超高層建物
 - － 大振幅・長時間の応答
 - － 震度3・設備/非構造部材被害
 - － 低減衰と強震
 - － 制振改修



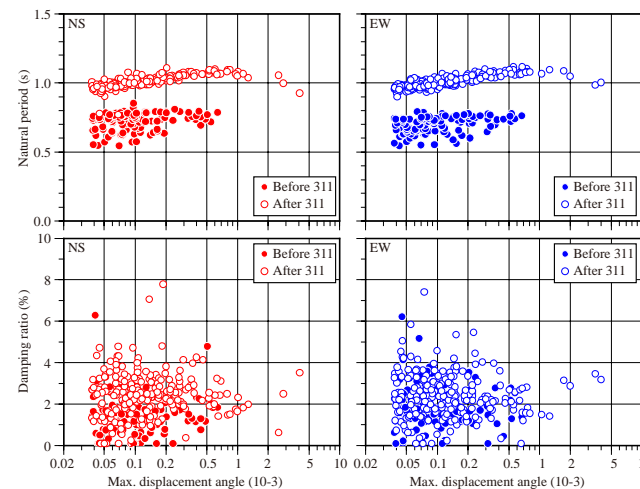
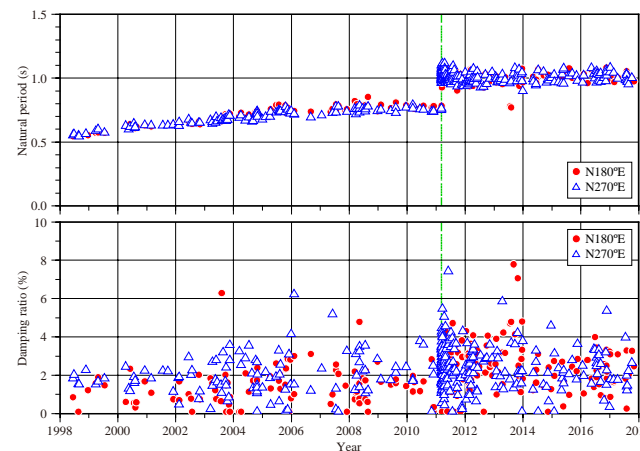
建物被害と建物の応答

- 東北大学人間環境系研究棟
 - 1978年宮城県沖地震の記録
 - 被災・耐震改修・被災・取り壊し
 - 長年にわたる強震記録や分析結果の蓄積



変化する建物の動特性

- 長年にわたる強震記録の蓄積から得られた知見
 - 建物の動特性(固有周期や減衰定数)は経年で変化する
 - 建物の動特性は振幅に依存する



VI. 強震記録の最近の話題

- 1) 建築研究所の強震記録の公開と利活用
- 2) 構造ヘルスマニタリングと強震観測
- 3) 簡便な建物の応答予測

建築研究所の強震記録の公開と利活用

- 建築研究所の強震記録の利用
 - 最大値や波形はウェブで公開 (17,266記録)
 - 地盤や建物基部の記録はウェブから取得可能
 - 他の記録は申請によって取得可能
 - 建物の地震応答の詳細な分析、耐震技術の検証、振動実験の入力地震動、etc

BRI Strong Motion Observation

ホーム データベース 強震レポート トピック 書庫 データ利用 リンク コンタクト サイト情報

Online documents
 ▶ 建築研究所の強震観測

言語
 ● English
 ● 日本語

関連サイト

 建築研究所 (BRI)
 国際地震工学センター (IISEE)
 鹿嶋研究室
 ViewWave

Welcome
 建築研究所の強震観測Webへようこそ。建築研究所は1957年以来、主に建物を対象とした強震観測を行っています。
 これまでの半世紀の間には、数多くの強震記録が蓄積され、耐震設計技術の向上のための技術開発に利用されてきました。
 現在、日本中の主な都市に70以上の強震観測地点を設置し、強震観測を行っています。強震観測地点の約1/3は、東京を中心とする首都圏に配置されています。
 このウェブサイトは、最新の強震観測成果や関連する情報を提供します。

2011年東北地方太平洋沖地震
 2011年3月11日東北地方太平洋沖地震(Mw9.0, 深さ24km)に関する情報

Recent strong motion reports

- 2016年11月22日 福島県沖の地震 (M=7.4, h=25 km)
- 2016年10月21日 鳥取県中部の地震 (M=6.6, h=11 km)
- 2016年04月16日 熊本地震 (M=7.3, h=12 km)

Recent topics

- データベースの更新(2017年10月10日)
- データベースの更新(2017年9月22日)
- データベースの更新(2017年9月7日)
- データベースの更新(2017年8月16日)
- データベースの更新(2017年7月26日)

© 2009-2014, Building Research Institute
 Powered by Drupal

構造ヘルスマモニタリングと強震観測

- 建物の状態を常時監視し、異常を検知するシステム
 - 2011年東北地方太平洋沖地震後、実用化が進展
 - 建物内に加速度計を設置し揺れを監視
 - 建物の変形量 - 構造的な被害
 - 加速度の大きさ - 設備機器や非構造部材の被害
 - 強震観測で得られた知見や経験
 - 先進性
 - センサー技術・通信技術
 - 分析結果の可視化と即時伝達



簡便な建物の応答予測

- 気象庁の取り組み
 - 緊急地震速報 - 地震が来る前に震度を予測
 - 長周期地震動階級(試行) – 地震後に発表される高層ビルの応答の推計値
- 地震前に応答を予測することも可能となるか?
 - 過去の知見や観測データがその基礎資料となる

おわりに

- 強震観測は地震工学や耐震工学の発展に貢献
- 長い時間スパンでの観測への取り組み
 - 成果が地震の発生に依存
- 将来の強震観測 – 受けから攻めへ
 - 蓄積された膨大な強震記録と豊富な知見の活用
 - モニタリングなど新しい分野との連携
 - 強震観測の新たな価値の創造
 - 他分野の技術を使った新たな展開