

The Headquarters for Earthquake Research Promotion News

地震本部 ニュース

2014

3

2 地震調査委員会〔第261回〕

定例会（平成26年3月11日）
2014年2月の地震活動の評価

4 地震調査委員会

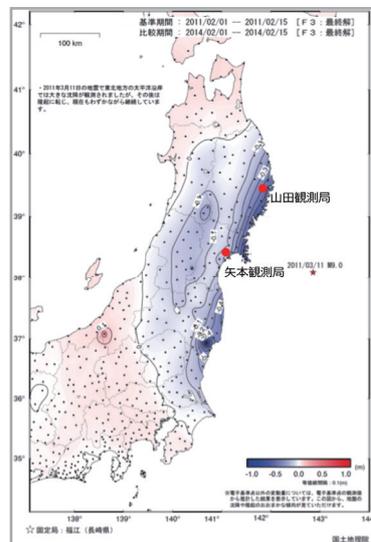
「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」以降の地震活動を評価

6 調査研究プロジェクト

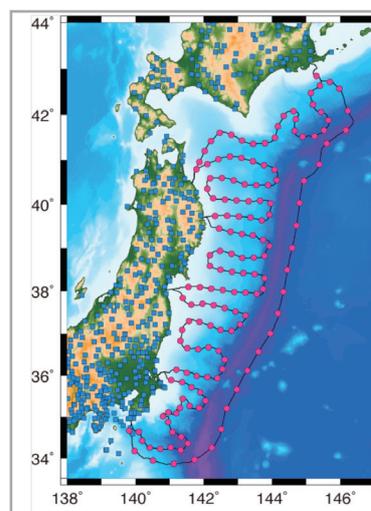
「都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト」その3

8 地震調査研究の最先端

新しい海底観測網の活用に向けた津波発生の基礎研究



東北地方太平洋沖地震から3年間の地殻変動



基盤地震観測網(青)と
日本溝海底地震津波観測網(赤)

1 主な地震活動

目立った活動はなかった。

2 各地方別の地震活動

北海道地方

目立った活動はなかった。

東北地方

- 2月6日に宮城県沖の深さ約40kmでマグニチュード(M)5.3の地震が発生した。この地震の発震機構は北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレート内部で発生した地震である。
- 2月8日02時18分に福島県沖の深さ約50kmでM5.0の地震が発生した。また、同日11時34分にもM4.8の地震が発生した。これらの地震の発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。

関東・中部地方

- 2月11日に房総半島南方沖の深さ約90kmでM5.3の地震が発生した。この地震の発震機構は北西-南東方向に圧力軸を持つ型で、太平洋プレート内部で発生した地震である。
- 東海地方のGNSS観測結果等には、東海地震に直ちに結びつくと思われる変化は観測されていない。

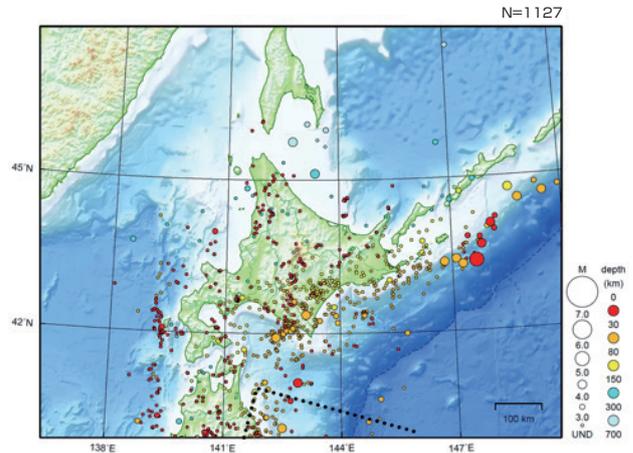
近畿・中国・四国地方

目立った活動はなかった。

九州・沖縄地方

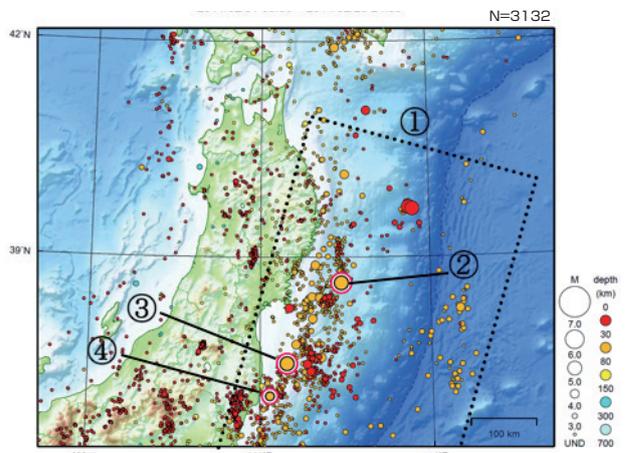
- 2月2日に奄美大島近海の深さ約45kmでM4.5の地震が発生した。この地震の発震機構は北北西-南南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。
- 2月6日に宮古島近海の深さ約50kmでM5.0の地震が発生した。この地震の発震機構は東西方向に圧力軸を持つ型であった。

1 北海道地方



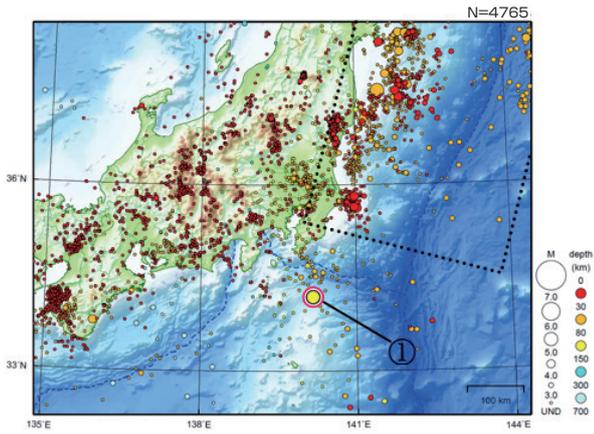
特に目立った地震活動はなかった。
※点線は「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震域を表す

2 東北地方



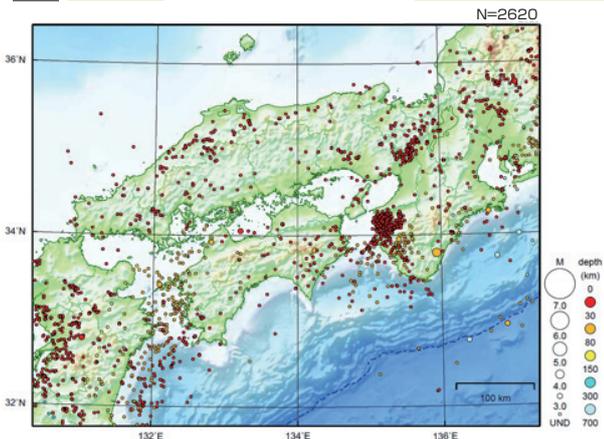
- ① 2月中に、「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震域内ではM5.0以上の地震が4回発生した。また、最大震度4以上を観測した地震が3回発生した。
以下の②～④の地震活動は、東北地方太平洋沖地震の余震域内で発生した。
- ② 2月6日に宮城県沖でM5.3の地震(最大震度4)が発生した。
- ③ 2月8日に福島県沖でM5.0の地震(最大震度4)が発生した。
- ④ 2月8日に福島県沖でM4.8の地震(最大震度4)が発生した。
※点線は平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の余震域を表す

3 関東・中部地方



① 2月11日に房総半島南方沖でM5.3の地震（最大震度3）が発生した。
※点線は平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の余震域を表す

4 近畿・中国・四国地方

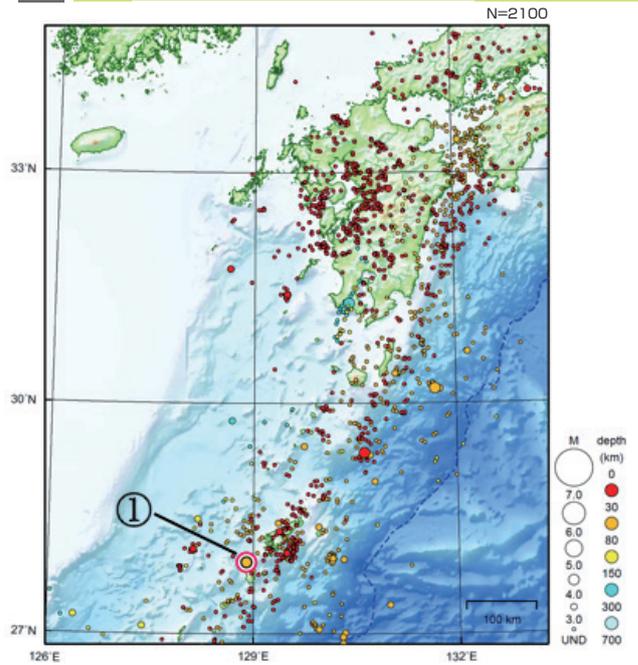


特に目立った地震活動はなかった。

補足

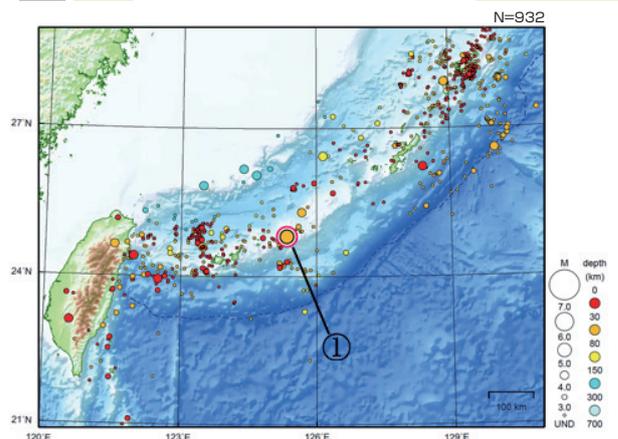
- 3月3日に沖縄本島北西沖の深さ約120kmでM6.4の地震が発生した。この地震の発震機構はフィリピン海プレートの沈み込む方向に圧力軸を持つ型で、フィリピン海プレート内部で発生した地震である。
- 3月3日に沖縄本島近海の深さ約45kmでM5.0の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であった

5 九州地方



① 2月2日に奄美大島近海でM4.5の地震（最大震度4）が発生した。

6 沖縄地方



① 2月6日に宮古島近海でM5.0の地震（最大震度3）が発生した。

（上記期間外）

- 3月3日に沖縄本島北西沖でM6.4の地震（最大震度4）が発生した。
- 3月3日に沖縄本島近海でM5.0の地震（最大震度3）が発生した。

注：地形データは日本海洋データセンターのJ-EGG500、米国地質調査所のGTOPO30、及び米国国立地球物理データセンターのETOPO2v2を使用

注：〔 〕内は気象庁が情報発表で用いた震央地域名である。
GNSSとは、GPSをはじめとする衛星測位システム全般をしめす呼称である。

〔文中の地震はM6.0以上または最大震度4以上、陸域でM4.5以上かつ最大震度3以上、海域でM5.0以上かつ最大震度3以上、その他、注目すべき活動のいずれかに該当する地震。〕 気象庁・文部科学省



地震本部

検索

詳しくは、ホームページ <http://www.jishin.go.jp> をご覧ください。

「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」(以下、東北地方太平洋沖地震、モーメントマグニチュードMw9.0)の発生から3年が経ちました。地震調査研究推進本部地震調査委員会では、これまで東北地方太平洋沖地震以降の余震活動等について継続的に評価を行ってまいりましたが、3年の節目となる3月11日に開催された第261回定例会において、昨年を引き続き、「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」以降の地震活動の評価をとりまとめました。

余震活動の状況

東北地方太平洋沖地震の余震は、岩手県沖から千葉県東方沖にかけての領域におよぶ広い範囲(以下、余震域)で発生しました。余震域で発生したM4.0以上の地震の発生数は、東北地方太平洋沖地震後の約1年間と比べて、その後の1年間(2012年3月～2013年2月)では5分の1以下、2年後からの1年間(2013年3月～2014年2月)では10分の1以下にまで減少してきているものの、東北地方太平洋沖地震前の平均的な地震活動状況と比べると3倍以上と、依然として活発な状況にあります(図1、図2)。この1年間の余震活動を領域に分けてみると、沖合よりも沿岸部で比較的高い活動が見られます。また、東北地方太平洋沖地震以降、活動が活発となった福島県浜通りから茨城県北部にかけての領域では、徐々に低下しつつあるものの、活動は継続しています。

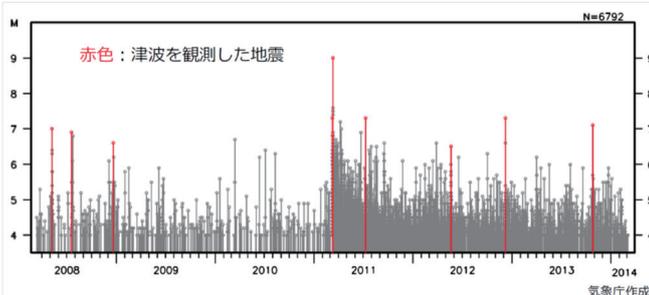


図1 余震域内で発生したマグニチュード(M)4以上の地震のM-T図

余震活動は徐々に低下してきていますが、M7前後の大きな地震や、津波を観測した地震は時折発生しています。

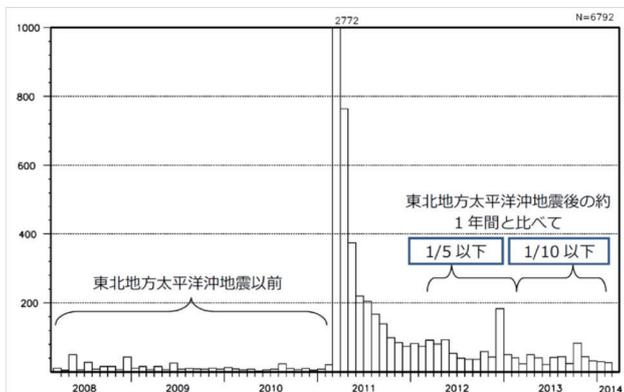


図2 余震域内で発生した地震の月別回数表(M≥4.0)

東北地方太平洋沖地震後の約1年間と比べて、その後の1年間では5分の1以下、2年後からの1年間では10分の1以下にまで減少してきていますが、東北地方太平洋沖地震前の地震活動状況と比べて依然として活発な状況にあります。

海外で発生した地震との比較

海外で発生した事例の一つである、2004年12月に発生したスマトラ北部西方沖の地震(Mw9.1)では、4ヵ月後にMw8.6、約2年半後にMw8.5、約5年半後にMw7.5、約7年半後に海溝軸の外側の領域でMw8.6の地震が発生するなど、震源域およびその周辺で長期にわたり大きな地震が発生しています(図3-1、図3-2)。

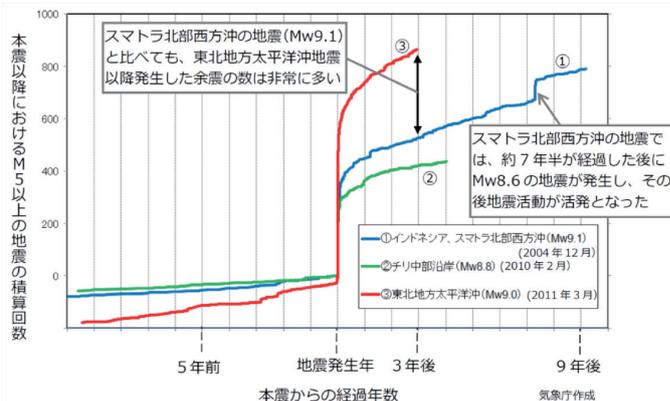
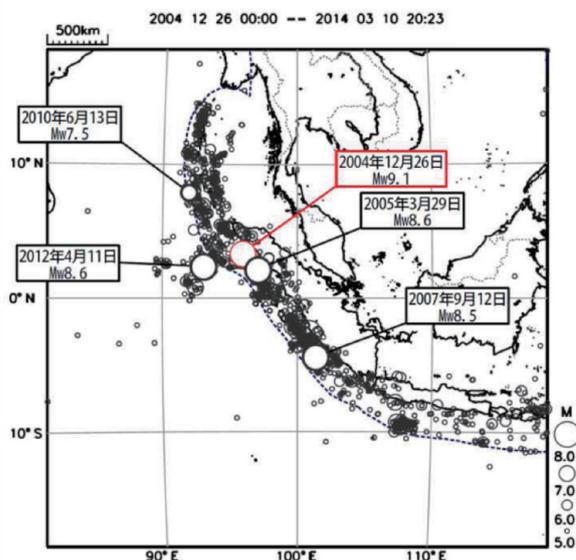


図3-1 世界の海域で発生した主な地震における本震発生前後のM≥5.0の余震回数比較
掲載期間: ①～③の本震発生の10年前から2014年3月5日まで
震源要素: 米国地質調査所(USGS)による



気象庁作成

図3-2 スマトラ北部西方沖地震発生以降の震央分布図

地殻変動の状況

GNSS連続観測によると、東北地方から関東・中部地方の広い範囲で余効変動と考えられる地殻変動が引き続き観測されています。地殻変動量は、東北地方太平洋沖地震直後からの約1ヶ月間で、最大で水平方向に30cm、上下方向に6cmの沈降と5cmの隆起であったものから、最近1ヶ月あたりでは水平方向に最大1cm程度、上下方向には1cm前後と小さくなっています。

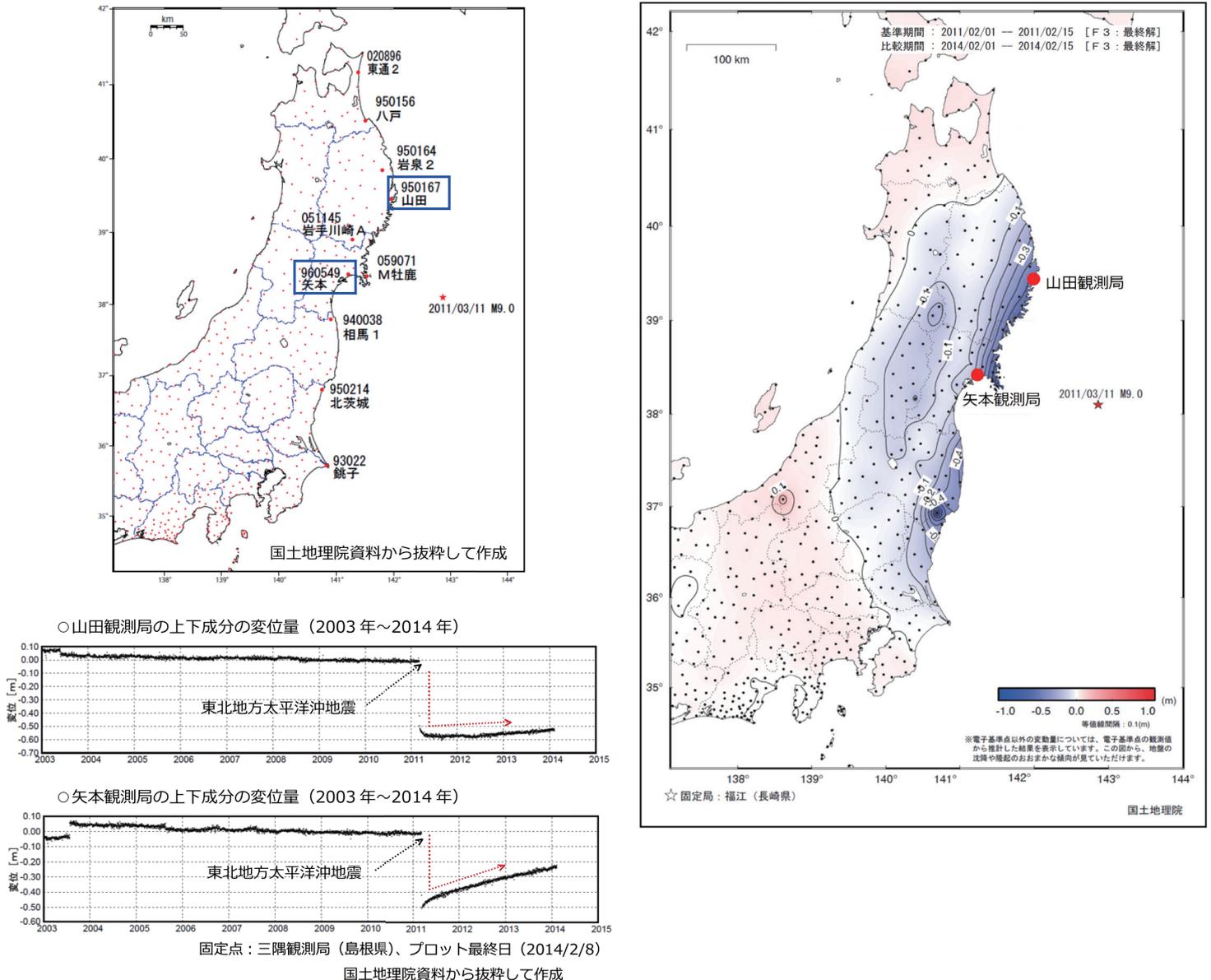


図3 東北地方太平洋沖地震から3年間の地殻変動

東北地方太平洋沖地震により、東北地方の太平洋沿岸では大きな沈降が観測されました。その後は隆起に転じ、現在もわずかながら継続しています。上の図は、東北地方太平洋沖地震から3年が経過し、各地点が東北地方太平洋沖地震前よりもどのくらい沈降(または隆起)しているかを示しています。

余震活動は全体として徐々に低下している傾向にあると見てとれるものの、依然として東北地方太平洋沖地震前の地震活動より活発な状況にあることや、他の巨大地震における事例から総合的に判断すると、今後も長期間にわたって余震域やその周辺で規模の大きな地震が発生し、強い揺れや高い津波に見舞われる可能性があるため、引き続き注意が必要です。

なお、東北地方太平洋沖地震以降、東北地方から関東・中部地方にかけての余震域以外で活発化した地震活動は、全体として低下しています。

「都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト」その3 サブプロジェクト2（都市機能の維持・回復のための調査・研究）

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震による東日本大震災では未曾有の大被害がもたらされました。震源から離れた首都圏においても長周期の揺れが長く続き、湾岸域における液状化の発生、高層ビル等での什器類の転倒とエレベータ停止、ライフラインの長期間停止等により、事業や生活の継続に支障がきたされ、大都市の脆弱性が浮き彫りにされました。首都直下地震や将来発生の可能性が高いとされる東海・東南海・南海地震などの際には、大都市圏は今回以上の強震動に見舞われることが確実視されており、来るべき大地震に備えて適切な予防策を講じることが必須であることも明らかになりました。

東日本大震災の教訓を踏まえれば、都市機能の観点からは、「想定を上回る地震動に対する対処」と「事業や生活の継続と速やかな回復」が不可欠と言えます。これら2つの教訓に対する工学的見地からの処方箋として、「高層ビル等都市の基盤をなす施設が完全に崩壊するまでの余裕度の定量化」と「都市の基盤施設の地震直後の健全度を即時に評価し損傷を同定する仕組みの構築」が挙げられます(図1)。

文部科学省委託業務「都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト(平成24年度～平成28年度)」の一環である、サブプロジェクト②「都市機能の維持・回復のための調査・研究」では、これら2つの研究課題に取り組んでいます。ここでは、2013年12月に実施した「鉄骨造高層建物の崩壊までの挙動を検証したE-ディフェンス振動台実験」と、本サブプロジェクトの今後の展望について報告します。

2. 鉄骨造高層建物の崩壊までの挙動を検証したE-ディフェンス振動台実験

実験目的

鉄骨造高層建物の試験体を振動台上で加振し、破壊を徐々に進行させて最終的には崩壊させる実験を行いました。この実験の目的は以下の通りです。

- 1) 「鉄骨造高層建物の崩壊余裕度の定量化」(建築基準法での要求以上の地震動に対して、建物の余力はどの程度あるのか)
- 2) 「建物健全度評価のためのモニタリングシステム開発」(被災建物が健全か否かを速やかに判断するには、どのような方策が有効であるか)

実験方法

1980～90年頃に設計施工された鉄骨造18層建物(1×3スパン)を想定し、その1/3サイズの試験体を製作しました(平面5×6m、高さ25.3m、重量420t)。振動台実験での試験体としては世界最大規模になります。この試験体を実大三次元震動破壊実験施設(E-ディフェンス)において「南海トラフ三連動地震動」を想定した作成波(基準波)をベースに加振を行いました。基準波は大都市圏における南海トラフ三連動地震の地震動として概ね平均的と考えられる強さの模擬地震波です(周期0.8s以上での擬似速度応答スペクトル(減衰定数5%)110cm/s、継続時間約8分)。

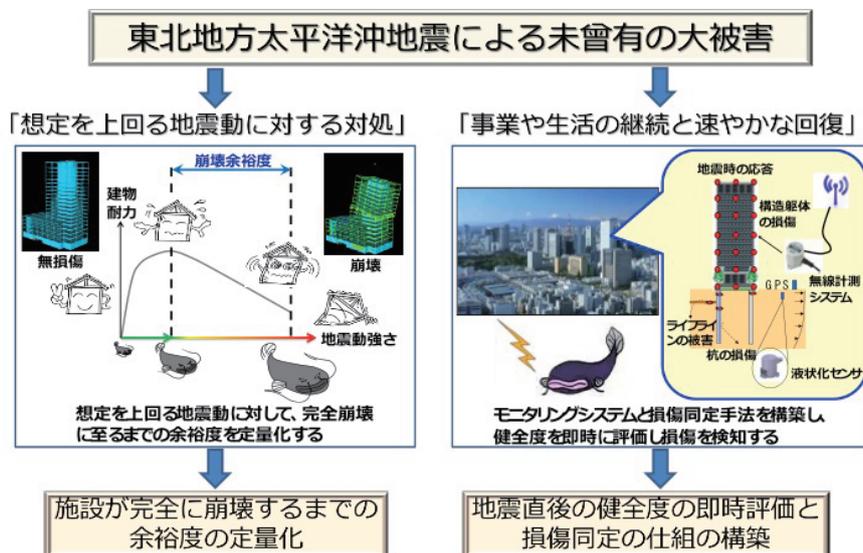


図1 震災からの“教訓”と本サブプロジェクトの成果目標

はじめに、建築基準法で要求される地震動相当で加振し、試験体の基本的振動特性と設計入力での応答を確認し、さらに、三連動平均レベルの基準波、その1.64倍(三連動最大級レベルに相当)、2倍、2.3倍、…と徐々に大きくして、最終的な試験体の崩壊に至るまで実測データを収集しました。

同時に、徐々に進行する建物破壊が、新たに開発した“健全度即時評価モニタリングシステム”によって的確に検知できるかを確認することも行いました。

実験結果

現時点で得られた知見は以下の通りです。

- ・1980～90年頃の標準的な18階建程度の超高層ビルの場合、三大都市圏における南海トラフ地震の平均レベル(基準波)に対しては、構造上ほぼ継続使用可能な状態に留まる。
- ・南海トラフ地震の最大級レベルを超える地震動(基準波の2倍)でも、一部梁端の破断は生じるものの、倒壊までには十分な余裕がある。
- ・基準波の3.1倍の地震動に対しては、梁端の破断や柱の局所的な座屈が生じ、構造的な安全性の限界に近い状態になる。さらに基準波の3.8倍で完全な崩壊に至る(写真1)。



写真1 最終崩壊形



中島 正愛 (なかしま・まさよし)

京都大学工学部建築学科卒業、米国リーハイ大学大学院土木学研究科修了、Ph.D. / 建設省建築研究所、神戸大学を経て、2000年から京都大学防災研究所教授 / 日本建築学会副会長、世界地震工学会議筆頭副会長他を歴任

また、モニタリングシステムにより、最終倒壊までの各種計測データを収集することができ、層の塑性化状況や部材の損傷状況を把握するためのシステム構築に関する貴重なデータが得られました。今後、詳細な検討により、多くの新知見が得られ、超高層ビルの設計や地震動に対する安全性の評価に大いに役立つことが将来期待されます。

尚、実験結果の速報と実験時の動画の一部は <http://www.toshikino.dpri.kyoto-u.ac.jp/>にて公開しております。

3. 本サブプロジェクトの今後の展望

図2に研究フローを示します。冒頭の2つの研究課題のために、来年度以降も、RC造建物の崩壊余裕度定量化、モニタリング(地盤)、モニタリング(連成システム)の振動台実験を予定しています。また、サブプロジェクト①で展開する首都直下地震観測網(MeSO-net)を有効利用するべく建物系での地震観測をリンクし、観測記録との照査により連成系応答評価法の高度化を目指しています。

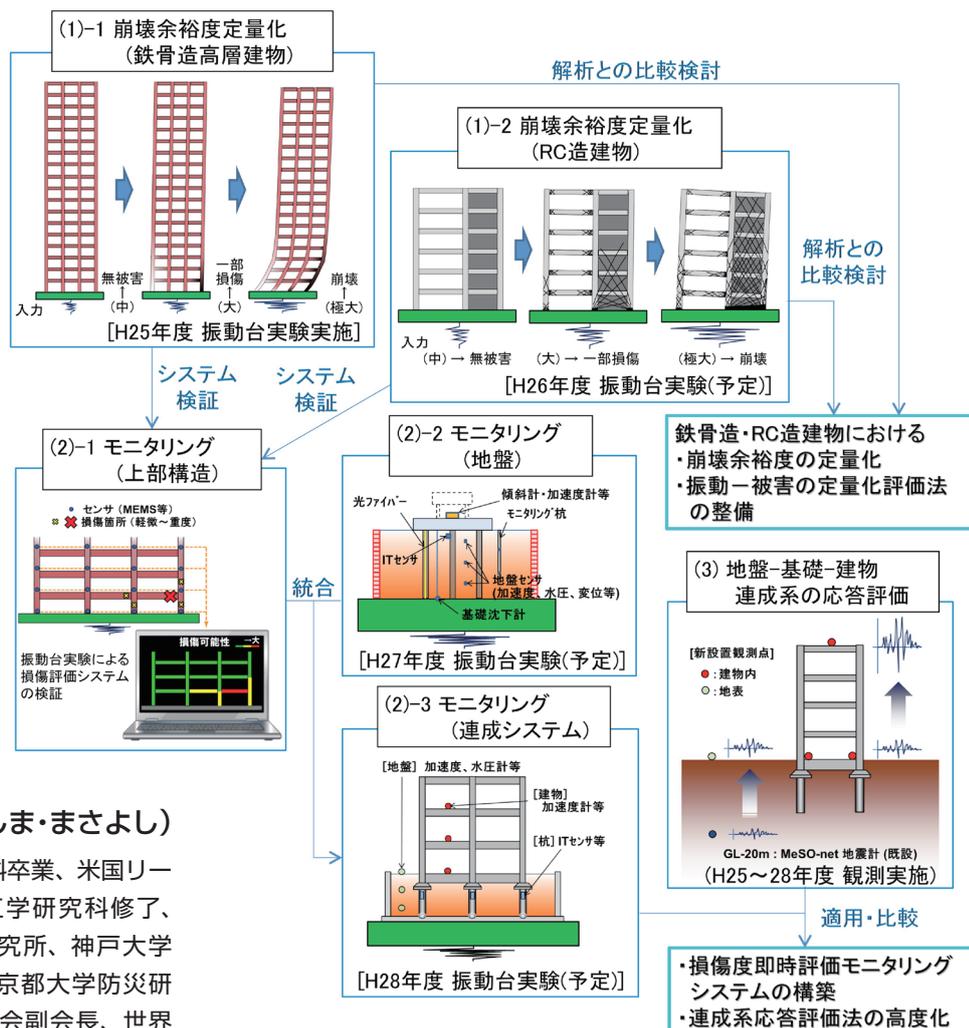


図2 研究フロー

新しい海底観測網の活用に向けた津波発生基礎研究

迅速かつ正確な津波予測のため、未だかつてない規模の海底観測網の設置が行われています(図1)。津波を引き起こす地震断層の真上にこれほどの観測網が設置されるのは世界初のことであり、これまでの研究は、この状況を想定していません。断層真上に設置される海底水圧計は、海底の隆起・沈降の影響を強く受け、津波波高を直接計測できません。従来は、隆起・沈降による水深変化を補正することで海底の水圧から波高を評価していましたが、本来ならば、津波発生のダイナミクスを考える必要があります(図2)。

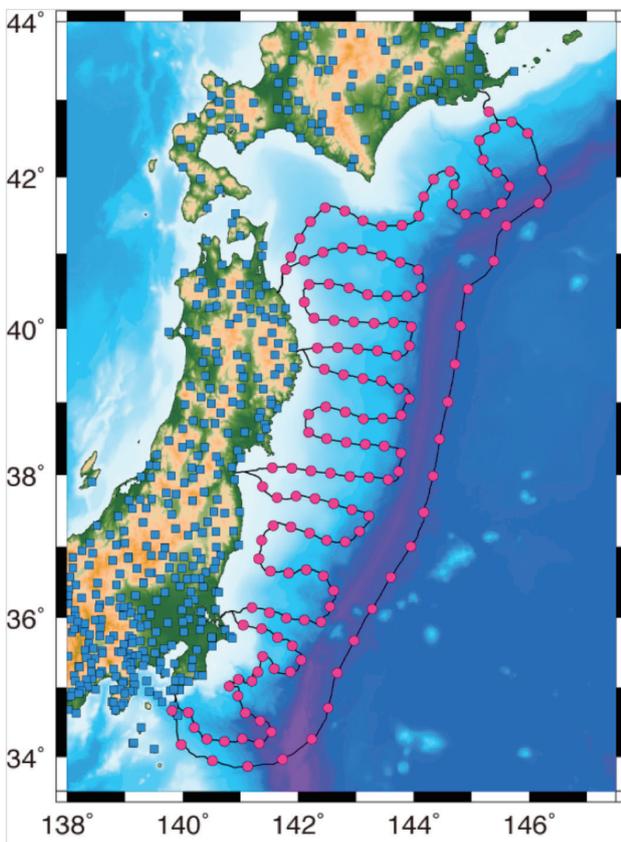


図1 基盤地震観測網(青)と日本海溝海底地震津波観測網(赤)

津波発生ダイナミクスは、少なくとも高橋(1942)の先駆的研究(海底変動による海面変動の変化)に遡ることができ、その数式表現が津波波源推定や伝播過程の応用研究で重要な役割を果たしてきました。しかし、海底圧力や海中流速の時空間変化の解は得られておらず、海底水圧計で津波を捉えようとする新しい海底観測網に、そのまま適用することはできません。この問題を解決するため、津波発生場の海底圧力や海中流速の時空間変化を含めた発生ダイナミクスを数式で表現しました。この解によると、海底が加速度的に隆起する場合には、ダイナミックな効果によって、海底圧力が水深変化以上に大きくなることが予測されます。断層から離れた点で行われる従来の観測では問題にはなりません、断層直上での津波監視技術を高度化するときには、注意すべき点です。

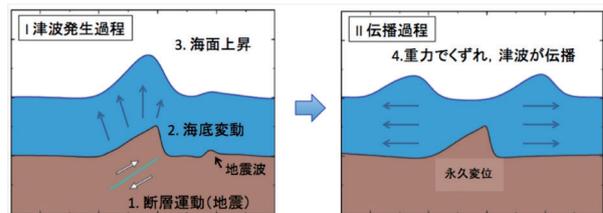
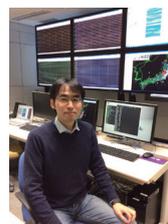


図2 津波の発生。海底変動により海水が持ち上げられた後、重力によって崩れ、津波として伝播する。海底が海水を加速度的に持ち上げると、持ち上げる水の重さ以上の力が海底に加わる。

新しい観測網がもつポテンシャルを最大限に引き出すために、今あらためて、津波の発生に対する深い洞察が必要とされています。数的に表現される津波と本当の津波の間には未だギャップがあります。謙虚に、継続的に、自然を理解しようとする姿勢が減災のために必要と考えています。



齊藤 竜彦 (さいとう・たつひこ)

東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻博士課程後期修了。産業技術総合研究所、東京大学地震研究所を経て、現在は防災科学技術研究所に勤務。数理理論、データ解析、数値シミュレーションを活用し、波動現象の理解と防災への応用に取り組んでいる。

編集・発行

地震調査研究推進本部事務局 (文部科学省研究開発局地震・防災研究課)

東京都千代田区霞が関3-2-2 TEL 03-5253-4111(代表)

*本誌を無断で転載することを禁じます。

*本誌に掲載した論文等で、意見にわたる部分は、筆者の個人的意見であることをお断りします。

地震調査研究推進本部が公表した資料の詳細は、地震本部のホームページ <http://www.jishin.go.jp> で見ることができます。

ご意見・ご要望はこちら → news@jishin.go.jp

*本誌についてご意見、ご要望、ご質問などがありましたら、電子メールで地震調査研究推進本部事務局までお寄せください。



地震本部

検索