

## 質問(要旨)

分野: 地震動

発表で代表地点における応答スペクトルが示されていましたが、K-NET築館の観測波が含まれていませんでした。K-NET築館のデータをもとに応答スペクトルを計算しますと、非常に大きいものとなります。これは被害の実状と対応しているのでしょうか。

## 回答

回答者: 国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター地震防災研究室主任研究官 片岡 正次郎

発表では国土交通省地震計ネットワークおよび建築研究所強震観測ネットワークで得られた強震記録のうち、代表的なものを示しました。K-NET築館の強震記録から応答スペクトルを計算しますと、固有周期0.2～0.3秒で非常に大きい値となります(下記参照)。

[http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/20110311/pdf/quickreport/0311quickreport\\_40.pdf](http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/20110311/pdf/quickreport/0311quickreport_40.pdf)

一方、例えば建物被害と相関の高い地震動の周期は1～2秒あるいは1～1.5秒程度という研究事例(境, 2007; 境, 2009)がありますので、周期0.5秒程度以下の短周期帯域での応答スペクトルの大きさと周辺の被害状況が対応しない場合もあり得ると考えられます。

なお、国土技術政策総合研究所と建築研究所がK-NET築館観測点ならびに周辺の現地調査を行っておりますのでご参照ください。

[http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/20110311/pdf/quickreport/0311quickreport\\_52.pdf](http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/20110311/pdf/quickreport/0311quickreport_52.pdf)

## 参考文献

境(2007): 強震観測点周辺の被害データを用いた地震動の性質と建物被害の関係の検討, 日本地震工学会論文集, 第7巻, 第2号, pp. 180-189.

境(2009): 建物被害と対応した地震動の周期帯の再検討, 日本建築学会構造系論文集, 第74巻, 第642号, pp. 1531-1536.

質問(要旨)

分野: 津波

- ・津波遡上域, 高さ(TP等)での, コンタデータを作成されているのですか.
- ・福島県の津波状況は他県と比べて, 情報が少ないと思われませんが, 調べる方法を教えていただきたいと思えます.

回答

回答者: 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部 主任研究官 熊谷兼太郎  
建築研究所 国際地震工学センター 主任研究員 藤井雄士郎

津波遡上域については, 国土地理院が空中写真を判読して作成した浸水範囲の概況図を公開しています<sup>1)</sup>. また, 一部の地域では, 現地調査結果に基づく浸水範囲図も作成されています<sup>2)</sup>. 津波の痕跡高さについては, 国土交通省がとりまとめて報告したものが<sup>3)</sup>あります. ご指摘のとおり, 現時点では福島県の一部地域については詳細な調査結果が他地域と比較して少ないと考えられますが, 衛星・航空写真を活用した被害把握等の手法が考えられます.

参考資料:

1) 国土地理院:平成23年(2011年)東日本大震災に関する情報提供(浸水範囲概況図),平成23年4月18日

<http://www.gsi.go.jp/kikaku/kikaku60003.html>

2) 例えば, 高橋重雄他:2011年東日本大震災による港湾・海岸・空港の地震・津波被害に関する調査速報, 港湾空港技術研究所資料, No.1231, p.49, 2011.

3) 国土交通省:東北地方太平洋沖地震及び津波の概要, 交通政策審議会港湾分科会第一回防災部会資料4, 平成23年5月16日.

[http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/port01\\_sg\\_000087.html](http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/port01_sg_000087.html)

## 質問(要旨)

分野: 津波

地盤工学会で津波が押し波より引き波のほうが被害を大きくしたとっていましたが、なぜそうなったのかと波形と力の大きさを示してもらいたい。

## 回答

回答者: 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部 主任研究官 熊谷兼太郎

回答者の現地調査の主な対象である港湾・海岸保全施設の被害について回答します。海岸保全施設では海側の地盤の洗掘、海岸保全施設の堤体の海側への転倒、陸閘が海側にむかって破損した事例が見られています<sup>1)</sup>が、引き波による被害だけでなく、押し波が被災要因と考えられる事例も見られており、浅海部での碎波による衝撃的な波力の影響についての議論があります。地盤工学会における議論については詳細を把握していませんが、対象とする場所によって、引き波が支配的な場所と押し波が支配的な場所とがある可能性があり、個々の場所の条件に照らした分析が必要です。

波形については、独立行政法人港湾空港技術研究所による沖合に設置されたGPS波浪計の観測結果が公表されている<sup>2)</sup>ほか、沿岸各地に設置された潮位計の観測結果が得られています。また、力の大きさについては、今後議論が必要ですが、鉄骨造の建物が津波により横転したと考えられる事例の現地調査結果<sup>3)</sup>等がありますのでそれを参考に推定する等の手法が考えられます。

## 参考資料:

1) 国土交通省:東日本大震災による被害状況等, 交通政策審議会港湾分科会第一回防災部会資料5, 平成23年5月16日。

[http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/port01\\_sg\\_000087.html](http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/port01_sg_000087.html)

2) 独立行政法人港湾空港技術研究所: GPS波浪計全地点による津波の観測結果について, 平成23年5月16日。

<http://www.pari.go.jp/files/3651/303113448.pdf>

3) 独立行政法人港湾空港技術研究所: 東北地方の港湾における被災状況について(現地調査速報)・石巻港・仙台塩釜港調査速報

<http://www.pari.go.jp/files/3525/696358192.pdf>

## 質問(要旨)

分野: 津波

地質学上(第4紀後期)で知見のある巨大津波について

- ①静岡県の沿岸では、高さ数10mの津波のこん跡があるというが、これについての発生頻度とか、詳細な情報というのは、は握されているのか？
- ②貞観地震(869年)では、その発生5年前に富士山の噴火があり、地震津波後9年して元禄地震の2つ前のイベント元慶地震があった。このあと南海道で大地震が行っているが、この様な関連性については調査したものがあるのか？

## 回答

回答者: 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部 主任研究官 熊谷兼太郎  
建築研究所 国際地震工学センター 主任研究員 藤井雄士郎

- ①津波を引き起こす地震の発生頻度については、地震調査研究推進本部による地震の発生確率等の長期評価が行われています<sup>1)</sup>。また、過去の津波による浸水の様相と被害の状況の詳細は、渡辺<sup>2)</sup>が網羅的に整理しています。
- ②東海地震、東南海地震及び南海地震については、連動性を評価する物理モデルに関する研究等が現在行われているところです<sup>3)</sup>。一方、東北地方における大規模な地震とそれに伴う津波について研究は行われてきているものの<sup>4), 5)</sup>、ご指摘のような東北地方における地震と周縁で発生した地殻運動の連動性の研究については、承知していません。

参考資料:

1) 地震調査研究推進本部: 長期評価結果一覧, 平成23年1月。

[http://www.jishin.go.jp/main/p\\_hyoka02.htm](http://www.jishin.go.jp/main/p_hyoka02.htm)

2) 渡辺偉夫: 日本被害津波総覧(第2版), 東京大学出版会, 236p, 1998.

3) 文部科学省: 「東海・東南海・南海地震の連動性評価研究」実施機関の決定について, 平成20年4月7日。

[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/20/04/08040308.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/20/04/08040308.htm)

4) 羽鳥徳太郎: 貞観11年(869年)宮城多賀城津波の推定波源域, 月刊海洋号外, No.15, pp.167-171, 1998.

5) 佐竹健治・行谷佑一・山本滋: 石巻・仙台平野における869年貞観津波の数値シミュレーション, 活断層・古地震研究報告, No.8, pp.71-89, 2008.

質問(要旨)

分野: 海岸

砂浜の砂はありますか？

- ①空中写真を見ると、野蒜海岸、仙台空港周辺の荒浜海岸、山元海岸等、表層の砂がなく、ガリー侵食されたように見えます。砂がなく、基盤が露出しているのでしょうか？
- ②砂浜の砂は波による地形変化の限界水深 $h_c$ より深いところに引き波で運ばれた可能性はありますか？
- ③過去の津波では河川からの土砂流出があった時代であったので、その後も砂浜が形成されたが、今回はどうでしょうか？

回答

回答者: 国土技術政策総合研究所 河川研究部 海岸研究室 諏訪義雄

- ①ご指摘いただいた海岸以外に、陸前高田海岸、福島沿岸のいくつかのポケットビーチ、井戸浦、蒲生干潟等でも砂浜の後退が見られました。これらの砂浜でガリー侵食のように見えていた場所は、引き波時に戻り流れが集中した場所と考えられます。  
砂浜の砂堆積厚が薄い場所では基盤が露出したところもあるかもしれませんが、ご質問のあった海岸で基盤が露出したかどうかはわかりません。
- ②これらの海岸でなくなった砂が流れていった先としては、陸上に運ばれた、沖に運ばれた、沿岸方向に流された等が考えられます。沖に運ばれたケースでは、地形変化の限界水深より深いところに運ばれた可能性もあると考えられます。
- ③①で砂浜の後退が見られた海岸のうち、周辺に砂浜がある海岸では、その後の波浪で砂浜が戻りつつある一方、周辺に砂浜がない海岸、山元海岸のように侵食が進行しつつあった海岸、陸前高田のような大きな地盤沈下が起こった海岸では砂浜の回復は見られません。砂浜の回復にはご質問でも触れられている砂の供給も影響しますが、それ以外にも考慮すべき事項があると考えられます。宮城県以南では、今回の津波は貞観津波と同規模かそれ以上と言われており、過去の津波と比較してもたいへん大きいものであったことを踏まえる必要があると思います。また、今回は牡鹿半島で1m近くの地盤の沈み込みが記録される等地盤の沈下もありました。砂浜の回復には、土砂の供給に加えて、今後、沈み込んだ地盤が戻っていくのかも関係すると思います。

質問(要旨)

分野: 河川

既往の考え方との違いがあれば教えていただきたい。例:①洪積層の液状化が確認された, ②75%以上沈下した堤防があった等。

回答

回答者: 土木研究所 土質・振動チーム 上席研究員 佐々木哲也

地震動の継続時間等が堤防の液状化被害に大きく影響したこと, 被害が広範囲にわたり復旧に長期間要していること等が指摘されているところであるが, 今後基準の検証を行い, 必要に応じて見直し等の検討を行う予定である。

洪積層の液状化については現時点では確認されていない。また, 堤防の沈下量が地震前の堤防高さの75%に達するものがあったかどうかについては, 現在調査を行っているところである。

質問(要旨)

分野: 下水道

浦安で、地盤改良によって液状化が防止された地域及び、無対策でも液状化がなかった地域を教えてください。  
また、無対策で液状化しなかった理由が分かれば教えてください。

回答

回答者: 国土技術政策総合研究所 下水道研究部 下水道研究室 横田敏宏

下水道管きよの観点からお答えさせていただきます。  
・下水道管きよの被害状況を把握するため限られた路線に沿っての調査であり、液状化の有無を面的には把握しておりません。  
なお、新潟県中越地震の際には下水道管きよの埋め戻し土の液状化が問題になりましたが、浦安市では下水道管きよ工事に際して対策を講じていなくても、地盤改良をしていれば、下水道管きよの埋め戻し土の液状化は無かったようです。

質問(要旨)

分野: 道路(橋梁)

津波により上部構造が流出した事例をいくつかご紹介いただきましたが、残された下部構造や基礎は、そのまま利用可能か、あるいは再構築が必要なのか、など、損傷の状況について言える傾向があれば教えてください。

回答

回答者: (独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 上席研究員 星隈順一

国総研, 土研により, 震災直後に行った供用性, 安全性に関する調査は, 主として外観からの調査となり, 下部構造や基礎については, 地盤面あるいは水面より上の外観で確認できる範囲での調査となっております。このため, 残された下部構造の使用可能性等については, 下部構造の損傷や基礎の洗掘状況等を詳細に調査した上での診断が必要になります。

質問(要旨)

分野: 道路(橋梁)

道路橋について復旧方針・指針はいつ頃発表予定か。

回答

回答者: (独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 上席研究員 星隈順一

道路橋についての復旧方針や指針等の発表予定について、現時点で決まっている事項はないと聞いております。

質問(要旨)

分野: 道路(橋梁)

今回の地震で一様に橋台背後の段差が発生したとの報告でしたが、踏み掛け版の効果はいかがだったのでしょうか？

回答

回答者: (独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 上席研究員 星隈順一

国総研、土研による初動時における調査は道路管理者からの要請によるものが多いため、現時点において広く網羅的な調査が行えているわけではありませんが、踏み掛け版があったために段差の発生を免れたケースは確認されています。一方で、踏み掛け版があっても段差が生じた例も確認されており、橋台アプローチ部の設計に関して課題がないか今後検討が必要と考えています。

質問(要旨)

分野: 道路(橋梁)

積層ゴムの破断が報告されておりましたが、免震橋がかなりの数あるのではないかと推察いたしますが、他の橋は巧く機能したのでしょうか？

回答

回答者: (独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 上席研究員 星隈順一

国総研、土研による初動時における調査は道路管理者からの要請によるものが多いため、現時点において広く網羅的な調査が行えているわけではありませんが、免震橋については免震支承の破断等の被害は確認されていません。免震橋がどのように挙動したかについては、今後、詳細な分析が必要と考えています。

質問(要旨)

分野: 道路(橋梁)

政府の復興対策会議では、仙台東部道路のような交通施設を耐津波施設としても機能させるとしていますが、現実には、高規格道路(盛土構造区間)の津波防止機能ほどのようなものであったのか。又耐津波施設として整備するにはどのように設計上の配慮事項が必要か、今後の検討状況を教えてください。

回答

回答者: (独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 上席研究員 星隈順一

盛土構造の津波防止効果については、今回の事例に対しての詳細調査及び分析が必要と考えます。設計上の配慮についても、その必要性も含めて、今後、十分な検討が必要と考えています。

質問（要旨）
分野：建築物
Q1. (建物の被害数について) 兵庫県南部地震と比較して被害数が少ないのは、そもそも神戸の都市と比べて、建物数、住宅数が少ないのも理由になるのか？また、津波被害の分が含まれていないのも理由になるのか？
Q2. 地震動の特徴と建物被害を調査するに当たり、兵庫県南部地震と比較する上で、被害率としてはどうなのか知りたい。
Q3. 建物の固有周期と地震の周期が一致すると、建物被害が大きくなると言われていますが、なぜ、今回の短周期卓越地震で固有周期が短い木造住宅の被害が少なかったのでしょうか？
Q4. 一般に1~2秒の周期だと建物の被害が大きくなると言われていますが、「加速度応答スペクトルのグラフの周期」、「速度応答スペクトルのグラフの周期」のどちらが該当するのでしょうか？また、1~2秒とされているものを建物の構造種別、階数別、地盤別等により、もう少し詳しくご説明頂けないでしょうか？(ex. RC造3~4階建ては1~2秒が最も被害が大きくなるおそれあり等)
Q5. 同一地域において、液状化の被害の大小は、地震の大きさ、振れ等のような指標と相関関係があるのでしょうか？(計測震度、gal等)
回答
回答者：国土技術政策総合研究所総合技術政策研究センター評価システム研究室長 樋本 敬大
A1. まず、建物の被害数、被害率の持つ意味について説明します。被害数は、被害地域の広がりとその地域内での建物密度(被害地域の面積×被害地域の建物密度=被害地域の建物総数)によって変化するので、地震動の特徴を比較する上では適切な尺度とは言えず、被害数を建物総数で除した被害率で考える方が適切であります。 そのような前提の下で、あえて本地震による建物の被害数と兵庫県南部地震での建物の被害数の比較を試みると以下となります。なお、ここでは、被害数、被害率については、全壊・大破に限定して記載しています。 まず、兵庫県南部地震での建物の被害数ですが、被害状況のマクロ分析(平成7年兵庫県南部地震被害調査最終報告書、平成8年3月、建設省建築研究所)が行われており、調査された442,618棟のうち、全壊・大破が49,328棟(11%)でありました。これに対して、本地震においては、例えば、5月15日の警察庁調べでは、住宅の戸数単位で全壊は90,302戸となっており、この数値は兵庫県南部地震よりも多いということになりますが、この数には津波による流失数なども含まれており、純粋な地震動被害による数は不明なため、被害数の大小で地震動の特徴を比較することは合理的ではありません。(先の報告会の資料にある数値は、4月20日時点のものです。) 次に、被害率ですが、兵庫県南部地震では上記のとおり被災地域全域での平均では、全壊・大破の被害率が11%ですが、例えば、兵庫県神戸市灘区における木造の全壊率については

30%を超えている（村尾修ほか：震災復興都市づくり特別委員会調査データに構造・建築年を付加した兵庫県南部地震の建物被害関数、日本建築学会構造系論文集、第 555 号、185-192、2002 年 5 月）ことが報告されています。

一方、上記のとおり本地震における地震動による被害数が不明ですし、また、建物総数も把握されていないので、被害率も把握できない状況です。ただし、ごく狭い地域に限ればその地域の悉皆調査が行われたデータの報告（境有紀：筑波大学）があり、本地震において特に被害率が高かったと言われている福島県須賀川市において、八幡町震度計から半径 200m の範囲では倒壊も含め全壊・大破率は数%程度、また、次いで被害率が高かったと言われている宮城県大崎市において、JMA 古川三日町から半径 200m の範囲でもやはり数%程度であるとされており、兵庫県南部地震における全壊・大破率と比べて被害率はずっと小さいと言えます。

A2. 上記、Q1 の回答 A1 を参照ください。

A3. 今回の地震において、約 1 秒以下の卓越周期を有する観測データが多く報告されているのは事実です。しかし、木造住宅に大きな被害をもたらす地震動の周期成分は 1 秒～1.5 秒と言われており、それとは一致しないため、木造住宅の被害が少なかったと現時点では考えております。分野：地震動の質問・回答もご参考ください。

A4.

- ・建築物の被害の様相との相関は、加速度応答スペクトルよりも速度応答スペクトルの特徴の方が大きいと考えられています。
- ・低層の木造においては、速度応答スペクトル 1～1.5 秒に卓越周期を有する地震動によって、また、鉄骨造建築物および RC 造建築物においては、速度応答スペクトル 1～2 秒に卓越周期を有する地震動によって、被害が大きくなると言われています。ただし、建築物の地震応答性状は、同じ階数や地盤条件の建築物でも、柱梁フレーム構造や壁式構造といった構造形式によっても異なりますので、これらの影響を一概に述べることはできません。

A5. 地盤条件が同じならば、地震動の加速度が大きいほど、あるいは、加速度は小さくても揺れの繰り返し回数が大きいほど、液状化の発生する可能性が高く、被害も大きくなると考えられています。

なお、同一地域であっても地盤条件が異なる場合があることを申し添えます。