



目次 Contents

- 東北地方太平洋沖地震の地震動分布の推計
Estimating distribution of the earthquake motion of the Great East Japan Earthquake
- 下水道施設の早期復旧に向けた取り組み
—下水道地震・津波対策技術検討委員会からの提言—
Approach for early restoration of Sewerage system
- 東日本大震災による道路橋の被災の特徴について
Characteristics of highway bridge damages due to the Great East Japan Earthquake
- 建築物の被害状況と今後の技術基準検討の動き
Earthquake and tsunami-induced damage to buildings and the later review of related technical standards
- 港湾施設の被害状況
Damage to port facilities
- 仙台空港基本施設の被害状況
Damage on Sendai Airport Facilities

No.37
Summer 2011

特集 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)

東北地方太平洋沖地震の地震動分布の推計
Estimating distribution of the earthquake motion of the Great East Japan Earthquake

危機管理技術研究センター 地震防災研究室
Earthquake Disaster Prevention Division,
Research Center for Disaster Risk Management

東北地方太平洋沖地震において施設被害と当該施設が受けた地震動の関係の明らかにすることを目的に、本地震の地震動分布の推計を行いました。

東北地方太平洋沖地震は、国内観測史上最大となるモーメントマグニチュード(Mw)9.0の規模で発生し、宮城県栗原市で震度7を、宮城県、福島県、茨城県、栃木県で震度6強、岩手県、群馬県、埼玉県、千葉県で震度6弱と東日本の各地で強い地震動を観測するとともに多くのインフラ施設で地震による被害を生じました。

これらの被害が生じた施設の破壊メカニズムの解明や施設被害推測のための地震動と施設被害の関係の確立にあたっては、被害を受けた施設地点での地震動を把握する必要があります。このため、東北地方太平洋沖地震において地震観測点がない地域を含む広域かつ詳細な地震動分布の推計を行いました。

地震動分布の推計としては、気象庁および地方公共団体等の震度計で観測された各地の震度データを元に1kmメッシュ毎の気象庁震度を推計した「推計震度分布図」が気象庁より公表されていますが、気象庁震度の分布だけではいろいろな振動特性を有する各種インフラ施設の被害を十分に推測するのは難しいことが指摘されています。

このため、本地震動分布の推計では、対象とする地震動指標を気象庁震度(計測震度相当値)に加えインフラ施設の地震被害と相関が高いとされるSI値(スペクトル強度)および最大加速度とし、それぞれの指標値を各地震観測点で記録された加速度時刻歴波形から算出するとともに地表付近の地盤の増幅度を使用して250mメッシュ毎の面的な補間演算を行いました。演算結果は推計地震動分布図に表しました。

推計に用いた記録は、国土交通省地震計ネットワークによる観測記録に加え、防災科学技術研究所K-net, KiK-NETおよび気象庁震度観測点での観測記録としました。

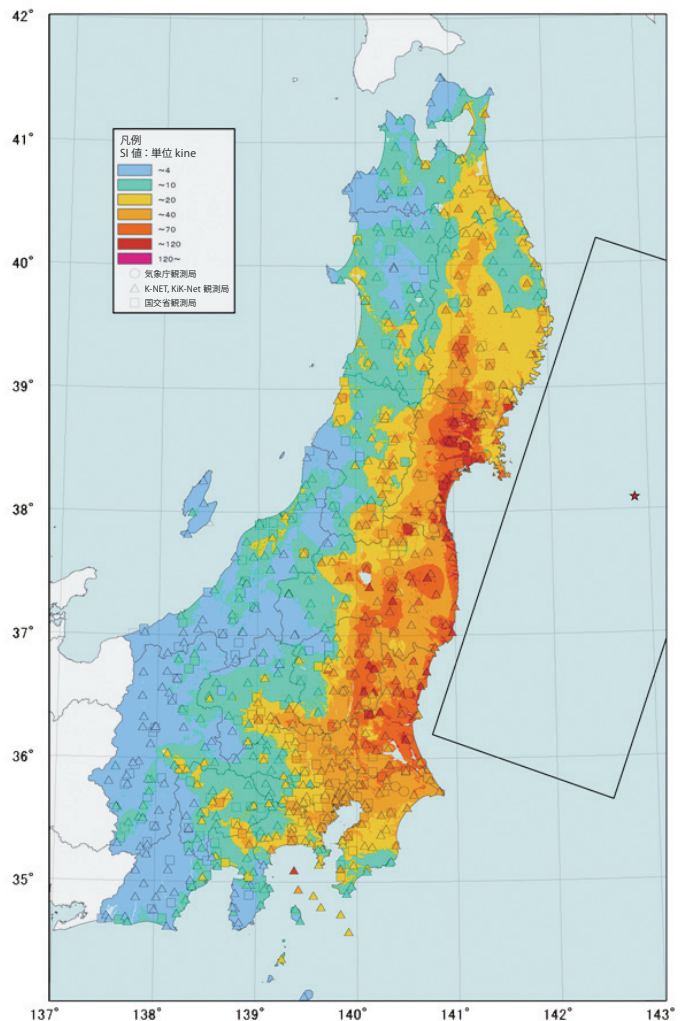
なお、地震防災研究室では、異なる地震の推計地震動分布を比較することで発生地震に近似性が高い既往地震を抽出する研究を行っており、地震発生時に国土交通省および関係機関の観測記録を用いた地震動分布の推計と近似性の高い既往地震の抽出を迅速かつ自動で行うためのシステム化を図っています。

また、大規模地震発生時には、当該地震に類似する被災を生じた近年の既往地震に関する情報を危機管理の支援に資する情報として関係機関に提供しています。

今回実施した東北地方太平洋沖地震の地震動分布の推計では、東北地方および関東地方での観測記録のみを用いているため、今後その周辺で観測された記録を加えより精度の高い推計を行う予定です。推計を行った地震動分布図およびその値については、国土交通省地震計ネットワークで観測された加速度時刻歴記録とともに近く国総研HPで公開します。

国土技術政策総合研究所、河川・道路等施設の地震計ネットワーク情報ホームページ

<http://www.nilim.go.jp/japanese/database/nwdb/index.htm>



推計した地震動分布図(SI値)

下水道施設の早期復旧に向けた取組み —下水道地震・津波対策技術検討委員会からの提言— Approach for early restoration of Sewerage system

下水道研究部 下水道研究室
Wastewater System Division, Water Quality Control Department

国土交通省水管理・国土保全局下水道部では、東日本大震災で被災した下水道施設の、適切な応急復旧及び再度災害を防止する本復旧を行うため、(社)日本下水道協会と共同で、学識者等からなる「下水道地震・津波対策技術検討委員会」(委員長:濱田政則早稲田大学教授)を4月12日に設置しました。

3月11日に発生した未曾有の大災害、東日本大震災から約5ヶ月。余震活動は収まりつつあるものの、今なお多くの下水道施設(7月25日時点で16処理場)が本来の機能を回復できずに、復旧方法を模索しています。

今回の震災で特徴的であったのは、第1に想定していなかった津波の来襲により、沿岸部に存在する処理場が、津波による外力(波力)や浸水、漂流物の影響で、壊滅的な被害を受けたことです。土木構造物以外の機械・電気設備の被害が顕著で、今後、機能の完全復旧に加え津波対策に配慮した機能向上を目指す必要があります、これには数年を要する見込みです。

第2の特徴としては、震源地から遠く離れた関東において、埋立地を中心に大規模な



南蒲生浄化センター(仙台市)の被災状況



第2回委員会の様子

液状化現象が発生し、管路施設に大きな被害が生じたことが挙げられます。マンホールや管きよが地上部に浮き上がる現象とともに、液状化した土砂が管きよ内に大量に浸入し、下水の流下を阻害しました。下水道のみならず、周辺の家屋や道路、水道等埋設物も液状化現象による大きな被害を受けたことから、地区全体の復旧方針を早期に定め効率的に復旧作業を行う必要があります。

委員会は、4月15日に「下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言」を、6月14日に第2次提言「段階的応急復旧のあり方」をそれぞれ取りまとめ公表しました。7月19日には、第3回の委員会が開催され、本復旧のあり方について活発な議論が行われました。国総研は委員会事務局として被災の要因分析や復旧方策等の技術的検討を担っています。今後、これら提言に基づき、被災地での本復旧に向けた取り組みが加速的に進められ、1日も早い市民生活の復旧・復興の日が訪れることが期待されています。

参考URL: http://www.mlit.go.jp/crd/crd_sewerage_tk_000170-1.html

東日本大震災による道路橋の被災の特徴について

Characteristics of highway bridge damages due to the Great East Japan Earthquake

道路研究部 道路構造物管理研究室
Bridge and Structures Division, Road Department

東北地方太平洋沖地震により被災した道路橋について調査を行いました。その主な特徴について報告します。

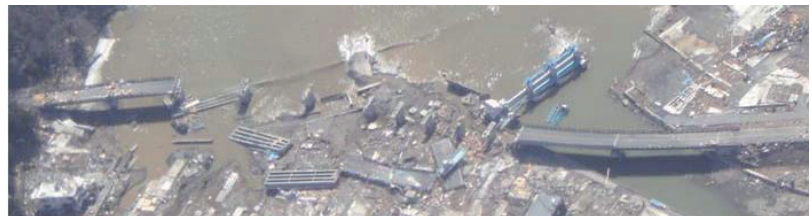
東北地方太平洋沖地震発生直後より、国総研では(独)土木研究所と連携して、道路橋の被災調査を行っています。

千葉県、茨城県、福島県、宮城県、岩手県の各県内において調査数はH23年5月末時点において150橋以上。

今回の地震による道路橋の被害を大別すると、地震動による被害、津波の影響による被害、液状化の影響による被害の3つに分類されます。

昭和55年道路橋示方書よりも古い基準で設計され、耐震補強がなされていない道路橋に比較的大きな被害が生じています。これらの被害の形態としては、次が挙げられます。

- ・RC橋脚躯体の軸方向鉄筋段落し部の損傷
 - ・軸方向鉄筋量の少ないRC下部構造の躯体の損傷
- 東北地方から関東地方にかけての太平洋沿



上部構造の一部径間が流出した橋 (写真提供:東北地方整備局)

岸部において津波の影響を受け、その地域に架かっていた道路橋も津波により流出する等の被害が生じました。

地盤の液状化により周辺の河川堤防に大きな被害が生じている箇所に位置している道路橋において、橋台における支承の取付部付近にひび割れが生じたり、周辺地盤の沈下による橋台取付部の段差も確認されました。しかし、橋の構造本体には安全性に影響を及ぼすような損傷は確認されていません。この他にも、周辺の堤防等が大きな被害を受けた橋を中心に調査を行いました。橋に大きな変状が生じた事例は、現時点までには確認されていません。今後も調査情報及び詳細について、国総研ホームページに特設している東北地方太平洋沖地震のサイト (<http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/h23tohoku/index.html>)等を通じ随時報告していきます。

建築物の被害状況とその後の技術基準検討の動き

Earthquake and tsunami-induced damage to buildings and the later review of related technical standards

建築研究部 総合技術政策研究センター
Building Department, Research Center for Land and Construction Management

国総研では(独)建築研究所と合同で、建築物の被害状況から得た知見を今後の地震・津波対策に反映するため、現地調査及び技術基準検討に係る支援を行っています。

国総研では、(独)建築研究所と連携して震災発生直後から被災地での建築物の被害調査を実施してきました。

地震動による建築物等の被害に関しては、木造、鉄骨造、鉄筋コンクリート造、宅地地盤・基礎及び非構造部材の調査を行いました。その結果、特に鉄骨造体育館での非構造部材の被害(天井の脱落等)、造成宅地の地盤変状による木造建築物の被害、広範囲な液状化被害等が比較的多くみられたことが今回の地震動被害の特徴として挙げられます。さらに、構造被害がみられた鉄筋コンクリート造等建築物のほとんどが旧耐震設計基準によるものであり、その被害形態は過去の被害事例での形態とほぼ同じであることも明らかになりました。

津波による建築物等の被害に関しては、主要な津波被害地域において調査を実施し、転倒や流失、開口部の破壊その他の被害状況の詳細だけでなく、浸水深や保有水平耐力を算定するために必要となる各部分の諸元等を把握しました。以上の調査結果は「調査建築物データベース」としてとりまとめ、既往の「津波避難ビル等に係るガイドライン」での設計手法の検証に反映しています。



地震動(左)と津波(右)による建築物被害の事例

また、平成23年度建築基準整備促進事業では今回の地震・津波被害状況を踏まえ、長周期地震動に対する安全性検証方法に関する検討のほか、津波危険地域における建築基準等及び大規模空間を持つ建築物の天井脱落に関する基準の整備に関する検討も開始されました。国総研はこれらの検討に積極的に支援・協力し、今後の被害軽減に資する技術基準の整備に取り組んでいます。

なお、上記の被害調査結果をまとめた速報版は以下のURLにて御覧頂けます。

<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0636.htm>

港湾施設の被害状況

Damage to port facilities

港湾研究部 港湾施設研究室
Port Facilities Division, Port and Harbor Department

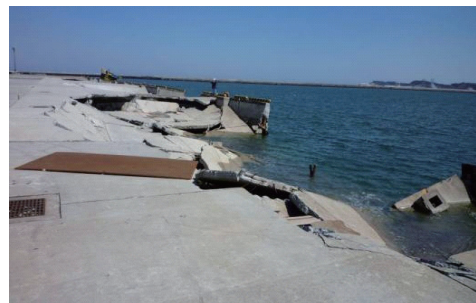
2011年東北地方太平洋沖地震では港湾施設にも大きな被害が生じました。大別すると防波堤の津波による被害、岸壁の地震動による被害といえます。

防波堤の津波による被害は青森県から福島県にいたる港湾のうち津波波高の大きかった港湾において顕著でした。八戸港、釜石港、大船渡港をはじめとする港湾で、防波堤ケーソンの滑動・転倒・陥没がみられました。流れによる洗掘も大規模に生じました。

岸壁の被害は、福島県、茨城県の港湾において顕著でした。宮城県以北の港湾において岸壁に大きな被害が少なかったのは、福島県、茨城県の港湾と比較すると堆積層が比較的薄い港湾が多いために地震動の増幅が強くなかったことなどが原因と考えられます。

相馬港、茨城港においては、地震動による岸壁の被害が顕著でした。特に写真に示した相馬港のように、岸壁が決壊した箇所が複数ありました。これは、まず地震動の影響により

岸壁が海側に大きくはらみだし、背後のエプロン部が沈下した状態で津波が作用し、特に引き波状態の際に大きな水位差が生じたことなどにより決壊が生じたものと推定されます。このような地震動と津波の複合作用による被害は非常に例が少ないものです。このほか、地盤条件の違いにより同じ港湾においても被害の程度に大きな差が生じたことが特徴で、例えば小名浜港における3号埠頭の大きな被害と大剣埠頭の無被害の差は地盤の卓越周波数の高低で説明できることを常時微動観測により確認しました。



岸壁の決壊(相馬港)

仙台空港基本施設の被害状況

Damage on Sendai Airport Facilities

空港研究部 空港施設研究室
Airport Facilities Division, Airport Research Department

仙台空港における地震直後の被害状況とその応急復旧の概要について報告します。

東日本大震災においては空港基本施設(滑走路、誘導路、エプロン)においても大きな被害が発生しました。被害を原因により大別すると地震動による被害、液状化現象による被害、津波による被害となります。

地震動による被害は、滑走路および誘導路に発生した合計22本のクラックがあげられます。クラックは横断方向に発生し、アスファルト舗装面全幅にわたるものでした。クラックはアスファルト混合物層を貫通するものでしたが、舗装の構造診断に用いる非破壊試験であるFWD試験結果から当面の供用には支障ないと判定されたためシール材の注入による応急復旧作業を行いました。

液状化現象による被害は誘導路とエプロン部に発生しました。誘導路に発生した被害は、地下埋設物の埋め戻し土が砂質系材料であったため液状化が起こり沈下したため発生しました。この部分の誘導路は深さ方向に表層から路盤までを撤

去し、路床の整齊・転圧を含む全面打換えを実施しました。地下埋設物が滑走路、誘導路と交差する部分は4か所でしたが、内3か所は事前に液状化対策工を施工してあったので無被災でした。

エプロン地区の国際線エリアの一部にも沈下が発生し、勾配の逸脱、コンクリート版のクラックが発生しました(写真)。この部分については液状化対策工を施工した上での舗装復旧が必要なため、当面施設閉鎖とし現在全面復旧作業を実施しています。

津波による被害はがれき、土砂の堆積が主なもので、撤去・清掃を行い供用を再開しました。



エプロンに発生したクラックと水たまり

主な行事予定 (2011年8月~12月)

実施予定月日	行 事 名
8月29日~8月30日	天然資源の開発利用に関する日米会議(UJNR) 耐風耐震構造専門部会第43回合同部会
11月8日	第9回環境研究シンポジウム
11月19日	一般公開「土木の日」
12月1日	平成23年度 国土技術政策総合研究所講演会

国土技術政策総合研究所報告一覧 (2011年5月~7月末現在)

No.	資料タイトル	担当部課室名
42	国土交通省版・景観シミュレーション・システム Ver.2.09 のアーキテクチャ	住宅情報システム研究官
44	港湾構造物に生息する付着生物群集の全国比較	海洋環境研究室
45	超大型コンテナ船の船舶諸元及び対応するバス・ターミナル諸元	港湾計画研究室

国土技術政策総合研究所資料一覧 (2011年5月~7月末現在)

No.	資料タイトル	担当部課室名
615	自立循環型住宅設計技術資料 - 蒸暑地版 -	環境・設備基準研究室
616	砂防事業に関する調査・研究の動向 (その7)	砂防研究室
620	PRC 道路橋の性能照査に関する研究	道路構造物管理研究室
622	2010年チリ地震津波からの避難に関する調査	海岸研究室
627	東京湾における推定ゴミ流入量の水平拡散係数に対する依存性	沿岸域システム研究室
628	超大型のコンテナターミナル整備の海外の動向に関する調査分析	港湾研究部
629	英国港湾の計画・管理運営法制	港湾計画研究室
630	47都道府県間産業連関表を用いた港湾投資による経済波及効果の推計	港湾システム研究室
631	犠牲量モデルを用いた東アジア地域との海上コンテナ貨物流動分析の拡張	港湾システム研究室
632	九州・瀬戸内における地方空港を核とする旅客の広域流動に関する研究	空港ターミナル研究室
633	空港舗装における理論的設計法パラメータの感度分析	空港施設研究室
634	国土技術政策総合研究所研究評価委員会 平成22年度 分科会報告書	研究評価・推進課, 企画調整課
635	水害時における災害時要援護者の避難に関する実態調査	水害研究室
636	平成23年(2011年) 東北地方太平洋沖地震調査研究(速報)(東日本大震災)	建築研究部, 住宅研究部, 都市研究部
638	水防体制に関する実態調査	水害研究室

- 国総研が発行する資料は、ホームページで閲覧できます。(http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/index.htm)
- 当所の研究活動と成果を「国総研レポート2011」として、ホームページにて公開中です。(http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/2011report/index.htm)
- 研究成果等に関するタイムリーな情報や当所が貢献できる技術支援情報などをお届けするメールサービスを配信中。ホームページ (http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/mailmag/index.html) よりご登録下さい。



国土交通省国土技術政策総合研究所
 National Institute for Land and Infrastructure Management
 Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism
 〒305-0804 茨城県つくば市旭1
 (立原庁舎) 〒305-0802 茨城県つくば市立原1
 (横須賀庁舎) 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1
 TEL: 029-864-2675 FAX: 029-864-4322
<http://www.nilim.go.jp/>

No.37
 Summer 2011

編集/発行 国土技術政策総合研究所