

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 17 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25820220

研究課題名(和文) 中小地震観測記録に基づくダイナミック地すべり挙動の予測

研究課題名(英文) Evaluation of dynamic landslide based on observation records of moderate earthquakes

研究代表者

秦 吉弥 (HATA, Yoshiya)

大阪大学・工学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：80463561

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、既往の大規模地震により地すべり地および宅地造成斜面に作用した強震動を事後評価するだけでなく、研究代表者による強震動評価に関する一連の研究成果を概観することで、地震動の評価に関する一連のプロセスにおける重要事項について整理した。さらに、得られた対象地点における推定地震動の特徴についても言及することで、今後の宅地造成斜面(および地すべり地)における耐震性評価のための入力地震動の設定に関する一考察を行った。

研究成果の概要(英文)：During the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake and so on, a lot of serious damage occurred to embankments in Japan. In this study, to evaluate ground motions at the damage sites, temporary aftershock observation and microtremor measurement were conducted at the sites. The result indicates that the ground motions at the damage sites were similar or were not similar to those at either of the strong motions stations. The waveforms were estimated based on the site-effect substitution method or the characterized source fault model. The estimated waveforms and related discussion will be useful in future study of seismic performance of fill slope.

研究分野：地盤地震工学

キーワード：地震観測 常時微動計測 地震地すべり 宅地造成斜面 サイト特性 強震動 耐震性評価 2011年東北地方太平洋沖地震

1. 研究開始当初の背景

近年、我が国で発生した大規模地震では、地震動の作用による深刻な地盤災害(地震地すべりおよび宅地造成斜面の被災)が多数発生している。図-1 は、地盤構造物(地震地すべり地および宅地造成斜面)の耐震性評価の信頼性向上を図る上で余震観測が果たす役割の重要性を示したものである。図-1 に示すように、大規模地震などにおいて実際に災害を受けた地すべり地や宅地造成斜面に対して、現時点で採用可能な被害予測手法(例えば、動的 FEM 解析など)を適用し、得られた推定被害と実被害を比較し、被害予測手法の適用性を確認する。適用性が十分でない場合には、その原因を究明し、被害予測手法の改良につなげる。こうしたプロセスを繰り返すことで、同種の地すべり地や宅地造成斜面の耐震性評価の信頼性が向上すると考えられるが、このプロセスにおいて、被害地点での入力地震動が精度良く推定できていることは決定的に重要である。

例えば、2011 年東北地方太平洋沖地震では、宮城県仙台市を中心に造成宅地の被害が広範囲にわたり発生した。マグニチュードの大きい海溝型地震では、地震動の継続時間が長く、遠方まで被害が生じやすいことは容易に想像できるが、これには卓越周期や継続時間などの地震波形の特性が大きく関係していると考えられ、地震動のどのような特性が被害をもたらしたのか正確に理解するためには、対象とする造成宅地に作用した地震動を精度良く把握することが必要である。

上述した背景を踏まえ、研究代表者は、2011 年東北地方太平洋沖地震の強震動の作用により深刻な被害が報告されている宅地造成斜面において臨時的余震観測を実施し、得られた記録に基づいて、当該地点でのサイト特性(地盤震動特性)を評価することで、本震時に造成宅地に作用した地震動の推定を行っている。さらに、一連の地震動の推定手順を明示することにより、被害が生じた造成宅地での余震観測の重要性を明示している。

2. 研究の目的

そこで本研究では、図-2 に示すような既往の大規模地震により地すべり地および宅地造成斜面に作用した強震動を事後評価するだけでなく、強震動評価に関する一連の研究成果を概観することで、地震動の評価に関する一連のプロセスにおける重要事項について整理した。さらに、得られた対象地点における推定地震動の特徴についても言及することで、今後の宅地造成斜面(および地すべり地)における耐震性評価のための入力地震動の設定に関する一考察を行った。

3. 研究の方法

図-3 は、仙台市青葉区の折立および西花苑周辺の 2011 年東北地方太平洋沖地震による観測記録(3 成分合成最大加速度 PGA, SI 値、

気象庁計測震度)の分布を示す。図-3 に示すとおり、折立・西花苑周辺には、3 つの既存強震観測点(仙台宮城 I.C., MLIT 仙台西, Small-Titan 栗生小学校)が位置しており、例えば、折立に最も近い既存強震観測点は、MLIT 仙台西、次いで仙台宮城 I.C.となっている。このような場合、仙台宮城 I.C.での本震観測記録などを被災した折立団地の造成盛土の解析に転用するという判断がなされがちであるが、近距離でも仙台宮城 I.C.と MLIT 仙台西のように、本震時の地震動特性が大幅に異なる場合がある(図-3 参照)。さらに、仙台宮城 I.C.と MLIT 仙台西の距離に対して、西花苑と Small-Titan 栗生小学校の距離は 5 倍程度となっており、Small-Titan 栗生小学校の本震観測記録を西花苑に転用できない可能性もあることが示唆される。

研究代表者は、現地(折立ならびに西花苑など)において臨時的地震観測を行うことで、サイト特性の評価を行った。その結果、研究代表者による一連の研究成果の中では、対象地点と周辺観測点間においてサイト特性が類似しているケース(すなわち周辺の本震観測記録が転用できるケース)は稀であり、新たに本震時の地震動を推定するケースが多いことなどがわかった。

4. 研究成果

地震動推定手法としては、周辺の観測地震動を利用する手法(対象地点と観測点のサイト特性を置き換える方法)と利用しない方法(断層モデルに基づいた強震波形計算を行う方法)に大別することができる。どちらの方法を採用するかは、対象地点周辺の地震観測環境などを勘案して決定することになる。

図-4(a) は、9 地点の宅地造成斜面における推定地震動の絶対加速度応答スペクトル(減衰定数 5%)を重ね合せたものである。ここで、推定地震動はいずれも主要な被災方向(滑動方向等)のものであり、有意な斜面を有する地点では法尻付近を想定している。図-4(a) に示すように、9 つの応答スペクトルに共通した傾向は確認することができず、造成宅地ごとに比較的大きなバラツキを有していることが読み取れる。仙台市内の造成宅地(図-2 参照)については、震源からの距離がほぼ同等であることを勘案すると、サイト特性の影響が顕著に表れていることが示唆される。

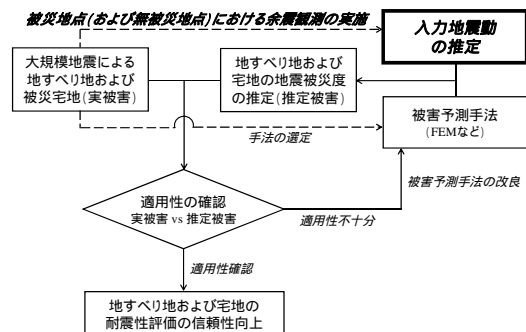


図-1 余震観測の位置づけとその重要性

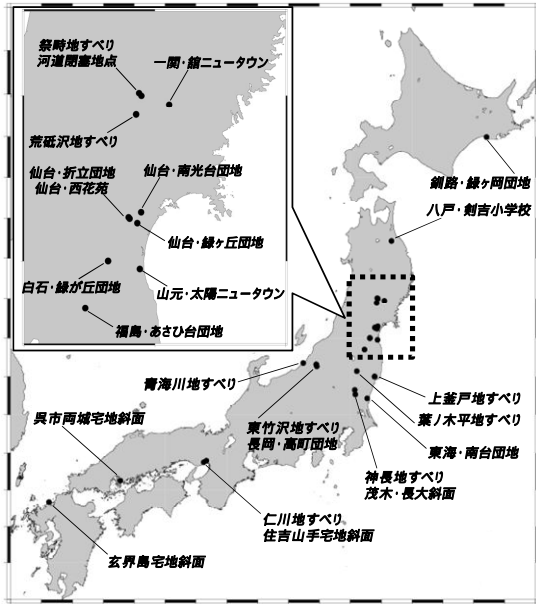


図-2 大規模地震による地震動の事後評価を行った地すべり地および造成宅地の分布



図-3 サイト特性の影響が顕著に表れた仙台市青葉区での一例

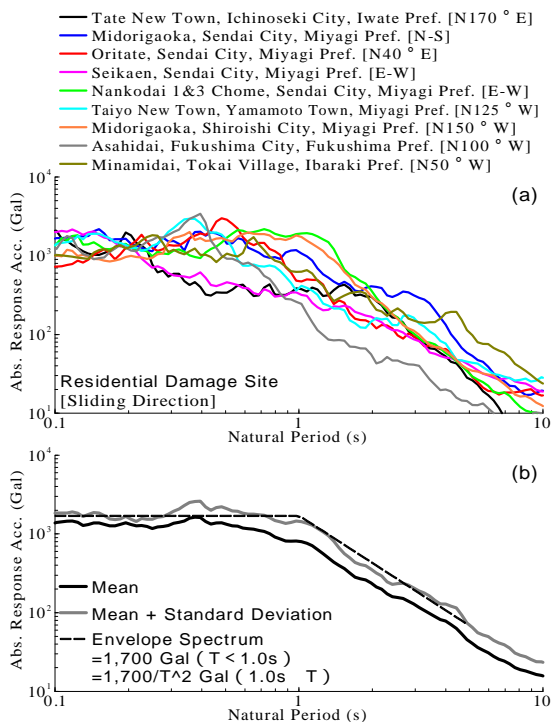


図-4 推定地震動の応答スペクトルとその包絡スペクトル

図-4(b)は、図-4(a)で示した推定地震動の応答スペクトルの9地点平均スペクトル、平均+標準偏差スペクトル、および包絡スペクトルを比較したものである。ここで、包絡スペクトルは、土構造物の地震被災に大きな影響を及ぼす地震動の周期帯域(やや短周期帯域)では平均+標準偏差スペクトル、およびそれ以外の周期帯域では平均スペクトルを参考にした。算定した包絡スペクトルは、道示(H24)の設計標準スペクトルと同等程度であり、被災造成宅地に作用した地震動は非常に大きく、宅地造成斜面の耐震性能照査を行う際の一助となることが期待できる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 4件)

ニゲマンカタリナ, 秦吉弥, 常田賢一, 門田浩一, 魚谷真基: 海溝型地震による宅地造成斜面の被災・無被災シミュレーション 仙台市泉区南光台6丁目の高盛土を例として, 土木学会論文集A1, Vol.71, No.4, 2015. [掲載決定]

秦吉弥, 中村晋, 駒井尚子, 常田賢一: 経験的サイト増幅・位相特性を考慮した2008年岩手・宮城内陸地震および2011年東北地方太平洋沖地震における一関市館ニュータウンでの強震波形の評価, 土木学会論文集A1, Vol.70, No.4, pp.1_357-368, 2014.

秦吉弥, 野津厚, 常田賢一: 2011年東北地方太平洋沖地震で被災した盛土での余震観測と地震動の評価, 日本地震工学会論文集, Vol.13, No.3, pp.56-59, 2013.

秦吉弥, 駒井尚子, 常田賢一, 魚谷真基: 2011年東北地方太平洋沖地震における仙台市青葉区西花苑での斜面崩壊, 地盤工学会誌, Vol.61, No.9, pp.14-17, 2013.

[学会発表](計 9件)

ニゲマンカタリナ, 秦吉弥, 常田賢一, 門田浩一, 魚谷真基: 大規模海溝型地震における仙台市宅地造成斜面を対象とした被災・無被災シミュレーション, 第34回土木学会地震工学研究発表会(まちなかキャンパス長岡), 2014.

秦吉弥, 駒井尚子, 常田賢一, 魚谷真基: 常時微動H/Vスペクトルに基づく宅地造成斜面に作用した強震動の事後評価~1995年兵庫県南部地震によって被災した神戸市の造成宅地を例として~, 第53回日本地すべり学会研究発表会(つくば国際会議場), 2014.

秦吉弥: 地震地すべり地に作用した強震波形の推定とその特徴, 日本地すべり学会総会およびシンポジウム「大規模地震に備えた地すべり技術の展望」(学術総合センター), 2014.

秦吉弥, 釜井俊孝: 2011年東北地方太平洋沖地震で被災した造成宅地における推定地震動に関する概観, 第49回地盤工学研究発表会(北九州国際会議場), 2014.

Hata, Y., Kadota, H., Niggemann, K., Komai, S. and Kadota, H.: Strong motion estimation at residential fill slope site in Nankodai-6chome, Sendai City, for the 2005 off Miyagi Prefecture Earthquake and the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, 地盤工学会特別シンポジウム 東日本大震災を乗り越えて (東京電機大学(東京千住キャンパス)), 2014.
駒井尚子, 秦吉弥, 常田賢一: 2004年新潟県中越地震における高町団地での強震動と斜面崩壊範囲の評価, 地盤工学会関西支部 Kansai Geo-Symposium 2013(大阪市立大学 学術情報総合センター), 2013.
秦吉弥, 中村晋, 駒井尚子, 魚谷真基, 常田賢一: 特性化震源モデルに基づく大規模地震における一関市館ニュータウンでの地震動の評価, 第33回土木学会地震工学研究発表会(東京大学生産技術研究所), 2013.
秦吉弥, 駒井尚子, 常田賢一, 一井康二: 常時微動 H/V スペクトルを用いたサイト増幅特性の経験的補正方法に基づく強震波形

の評価～2001年芸予地震によって被災した神戸市の宅地造成地を例として～, 第52回日本地すべり学会研究発表会(島根県民会館), 2013.

秦吉弥, 駒井尚子, 常田賢一, 佐藤京: 釧路市緑ヶ岡団地における地盤震動特性および強震動の評価, 日本地震工学会第10回年次大会(東京・国立オリンピック記念青少年総合センター), 2013.

〔その他〕

ホームページ等

大阪大学研究者総覧(秦吉弥)

www.dma.jim.osaka-u.ac.jp/view?l=ja&u=10000745

6. 研究組織

(1) 研究代表者

秦吉弥(大阪大学工学研究科・助教)

研究者番号: 80463561