

氏名 さとう しんご  
佐藤 真吾

研究科, 専攻の名称 東北大学大学院工学研究科 (博士課程) 土木工学専攻

学位論文題目 2011年東北地方太平洋沖地震における仙台市の宅地造成地の被害  
分析と耐震性評価に関する研究

論文審査委員 主査 東北大学教授 風間 基樹 東北大学教授 京谷 孝史  
東北大学准教授 河井 正 東北大学准教授 大野 晋

## 論文内容要約

2011年東北地方太平洋沖地震では、台地・丘陵地を切土・盛土して造成した宅地造成地において、宅地・木造住宅・ライフライン等で甚大な被害が発生した。このような宅地造成地の地震被害は、大規模地震の度に発生が確認されている。我が国は地震大国であり、今後発生するおそれのある大規模地震への防災・減災対策として、宅地造成地の地盤リスク評価と、宅地造成地の防災・減災方策の2つの課題の解決が求められている。本研究は、大規模地震における宅地造成地の防災・減災を目的として、2011年東北地方太平洋沖地震における仙台市の宅地造成地の被害分析と耐震性評価を行ったものである。

宅地造成地の地盤リスク評価の課題に対しては、第1に、切盛境界についての定義を検討し、切土盛土厚さ2.0mの範囲の被害を切盛境界の被害と定義づけした。第2に、切盛図を用いて、切土・盛土・切盛境界の各地盤上における宅地および木造建物の被害率を分析した。宅地造成地における宅地および木造建物の被害率は、高い方から順に、盛土、切盛境界、切土であり、宅地および木造建物の盛土地盤上の被害率は、切土地盤に比較して2倍以上高いことが明らかとなった。切土よりも盛土および切盛境界の被害率が高い理由は、盛土の変状や盛土の地震動増幅の影響が考えられる。第3に、宅地被害や木造建物被害に影響を及ぼす要因を分析した。地震動特性のうち、計測震度は木造建物被害と高い相関性が得られた。地盤特性については、宅地造成地の甚大な被害地区の地盤状況は、非常に緩い締固め状態、地下水位が高い、地表面の勾配が急である、といった特徴が共通している。このような地盤状況の場所は、仙台市では1965年以前の宅地造成に関する基準がない時代の造成地で多く確認された。現地盤勾配については、宅地および木造建物（全壊）の被害率との高い相関性が得られた。盛土厚と宅地および木造建物（全壊）の被害率との関係は、盛土厚が6~8m付近までは盛土厚に比例して被害率が増加する傾向が認められるが、それ以上の盛土厚では相関性が認められなかった。第4に、木造建物の被害率について、統計解析により地盤区分（切土・盛土・切盛境界）別の推定被害率を求めるとともに、各地盤区分の被害率を比較した。切土地盤の建物被害率（全壊）と同じになるときの盛土の計測震度は切土地盤の計測震度よりも0.8小さい震度、切盛境界では同0.6小さい震度の関係を得た。この関係は、今回得られた計測震度の範囲（5.2~6.0）内ではどの被害率でも同じ関係となる。

宅地造成地の防災・減災方策の課題に対しては、第1に、発災から復旧までに発生した問題を整理するとともに、被害の教訓をとりまとめた。東北地方太平洋沖地震では、平均で1戸あたり約4,400万円の被害額と、4年以上の避難生活に加えて、二次災害に対しては物理的な対策の問題だけでなく、宅地所有者や周辺住民に心理的ストレスがもたらされた。第2に、本研究で得られた成果をもとにして、宅地造成地の地震防災・減災方策について考察した。宅地造成地の地震防災・減災対策を促進するためには、(1) 宅地造成地の耐震性評価とリスクコミュニケーション、(2) 宅地ハザードマップの事前作成・公表の2つの課題解決が必要である。このうち、(1)の耐震性評価については、本研究で得られた宅地造成地における宅地被害率および木造建物被害率、同被害率に影響を及ぼす要因、計測震度レベルに応じた木造建物の推定被害率を用いて評価することができる。また、宅地造成地のリスクコミュニケーションについては、上記耐震性評価に加えて、被災後に復旧に要する費用や避難生活を含む被害規模、精神的苦痛、二次災害対応の問題等について、宅地所有者や住民等が総合的に判断するための情報をとりまとめた。(2) 宅地ハザードマップについては、本研究成果の被害率等を根拠とすることで、切盛図を宅地ハザードマップとすることができる。また、切盛図を公表する際は、使用した新・旧地形図と切盛図の誤差を明示し、誰が作成しても同じ図面が得られることを示すことで、公表する自治体等へのクレームを減らすことができる。切盛図による宅地ハザードマップは、住民や自治体等の防災・減災活動に活用できるだけでなく、震災後の復旧における地盤調査等の時間短縮が図れ、早期復旧や避難生活の短縮等の減災にも効果が期待できる。

本研究成果で示した宅地造成地の耐震性評価とリスクコミュニケーションは、今後、地盤技術者が住民あるいは宅地所有者等に対してリスクを説明し、リスク対策を検討する上で共通の基礎知識として活用されることが期待される。また、宅地造成地における計測震度レベルに応じた木造建物の推定被害率は、今回が初めての作成事例となる。同推定被害率は、今後の各自治体等の地震被害想定において、宅地造成地の木造建物被害推定に貢献できるものである。