

悉皆調査に基づく東北地方太平洋沖地震の 仙台市における地震動特性と建物振動被害の関係*

東北大學 大野 晋

東北大學 吉村眞悟

東北大學 柴山明寛

1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)により、仙台市では内陸部の広い範囲で多大な震動被害を生じた。日本建築学会東北支部では他支部の応援を得て震動被害の悉皆調査を行っており²⁾、仙台市内でもいくつかの地区で調査が実施されている。一方、仙台市内では東北大學・東北工業大学などにより本震の強震記録が多く得られている³⁾。本報告では、仙台市内の悉皆調査により得られた建物被害について、その概要と地区による相違を報告するとともに、調査地区近傍で得られた強震動特性との対応について検討した。さらに、いくつかの地区では1978年宮城県沖地震でも悉皆調査が行われており、その結果との比較も行った。

2. 悉皆調査概要と強震記録

悉皆調査は高井・岡田のパターンチャート²⁾を用いて行われた¹⁾。図1に対象各地区的範囲、建物棟数とDamage Grade（以下 DG）3以上（中破以上）の被害率を示した。これらのうち、調査区域内もしくはその近傍で観測された強震記録の擬似速度応答スペクトル（減衰5%，NS成分）を図2に示す。仙台市は長町利府断層を境界として、その北西部で段丘、南東部では沖積低地となっている。これに対応して、段丘上に位置する上杉と五輪ではスペクトル振幅が小さく平坦な周期特性を示していること、一方沖積低地に位置するほかの



図1 仙台市内建物悉皆調査地区と地震観測点

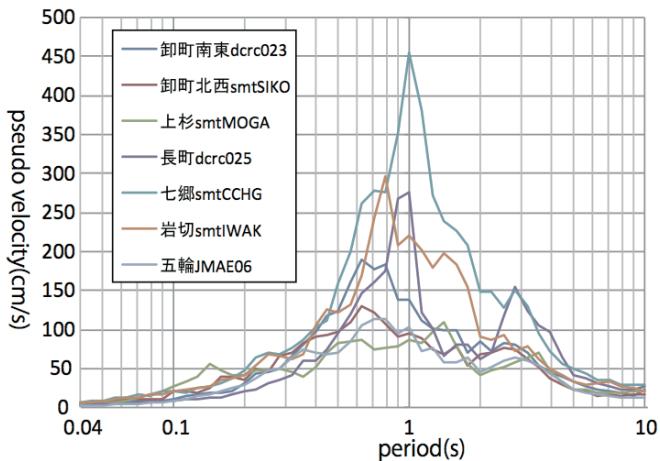


図2 東北地方太平洋沖地震の擬似速度応答スペクトル（位置は図1参照）

* Ground motion characteristics and structural damage distributions in Sendai based on the damage surveys for the 2011 Tohoku earthquake.

Susumu Ohno, Shingo Yoshimura, and Akihiro Shibayama

地区的スペクトルは振幅が大きく、また表層地盤の共振によるとと思われる卓越周期を持つことがわかる。被害率も揺れが大きかった沖積低地の方が大きいことが確認できる。

3. 上杉・御町・長町地区の比較

上杉・御町・長町3地区について、構造種別（木造、RC造、S造）、建築年代別、建物高さ別に被害率の検討を行った。ここで年代は主に外観から判断したもので、非常に古い、古い、新しいの3区分であり、おおむね築30年以上、30-10年、10年以下と対応付けられている¹⁾。

上杉地区の結果を図3に示す。どの構造種別でも DG ≥ 3 の被害はない。この地区は前述の通り段丘に位置し、地震動がほかの地区よりも小さかったこと、非常に古い建物が少ないことが被害が小さい原因として考えられる。

御町地区の結果を図4に示す。この地区は非常に古い年代の建物が多いが、特に南東側に非常に古い建物が多く存在している。上杉地区よりも被害率は大きく、特にRC造、S造の被害が大きい。どちらの構造でも非常に古い年代の被害が多くなっていること、同時に、高い建物の方が被害が大きいことがわかる。なお、図は省略するが地区内でも被害率に差があり、南東側でより被害率が多くなる傾向にある。

御町地区では北西角と南東角の2ヶ所で強震記録が得られている。卓越周期は0.6-0.8秒程度であるが、北西側でも上杉地区よりも振幅がやや大きいこと、さらに南東の方が倍近く振幅が大きいことがわかる。沖積層厚は南東方向に深くなることから、このスペクトルの違いは表層地盤による增幅の影響と考えられる。したがって、上杉地区と比べて御町地区で被害が大きい理由としては、沖積地盤で地震動が増幅したこと、建築年代が古い建物が多く耐震性能が低いと思われることが両方影響したものと思われる。地区内で南東側の被害が大きい理由も同様と思われる。

長町地区の結果を図5に示す。御町地区よりも非常に古い建物の割合は少なく、被害率も小さい。ほかの地区と同様、木造・RC造・S造とも年代が古いほど被害率が高くなっている。RC造では10F以上の高い建物の方が被害率が大きくなっている。地震動の振幅は周期1秒弱および3秒で特に大きいが、被害率が御町地区よりも低い理由については、おそらく建物年代が新しい建物が多いことが影響していると思われる。

4. 78年宮城県沖地震との比較

上杉・御町・長町3地区では、1978年宮城県沖地震（M7.4）でも同じ区域でRC建物被害の全数調査が行われている⁴⁾⁵⁾。図6は2地震の結果を比較したものである。なお78年と比較して、2011年の継続時間は倍以上長くなっているが、地震動の振幅はやや（3割程度）大きい程度である³⁾。

上杉地区・御町地区では78年よりもDG3以上の被害率が小さくなっていること、一方御町地区では78年よりも被害率は大きくなっていることがわかる。これらの地区による傾向の相違は、御町地区では非常に古い建物（おそらく78年の地震でも被災した建物）が多いが、ほかの地区では比較的新しい建物（現行基準で耐震性能も高い建物）が多いことが大きく影響しているものと思われる。

5. まとめ

東北地方太平洋沖地震の仙台市内の震動被害に対する建物悉皆調査結果に基づき、各地区の構造・年代・高さごとの被害率と地震動特性の関係について検討した。地区別の被害率の相違は、地震動振幅と建物年代の相違の影響が大きいと思われることを示した。今後より定量的な検討を行う予定である。

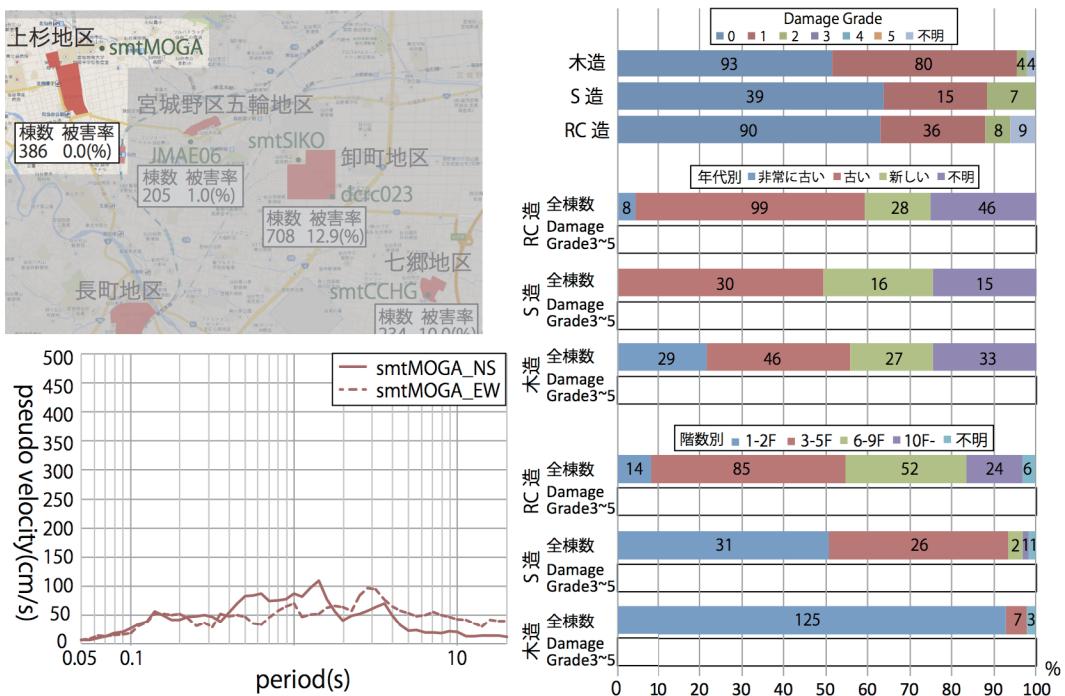


図3 上杉地区の地震動と建物被害（グラフの数字は棟数）

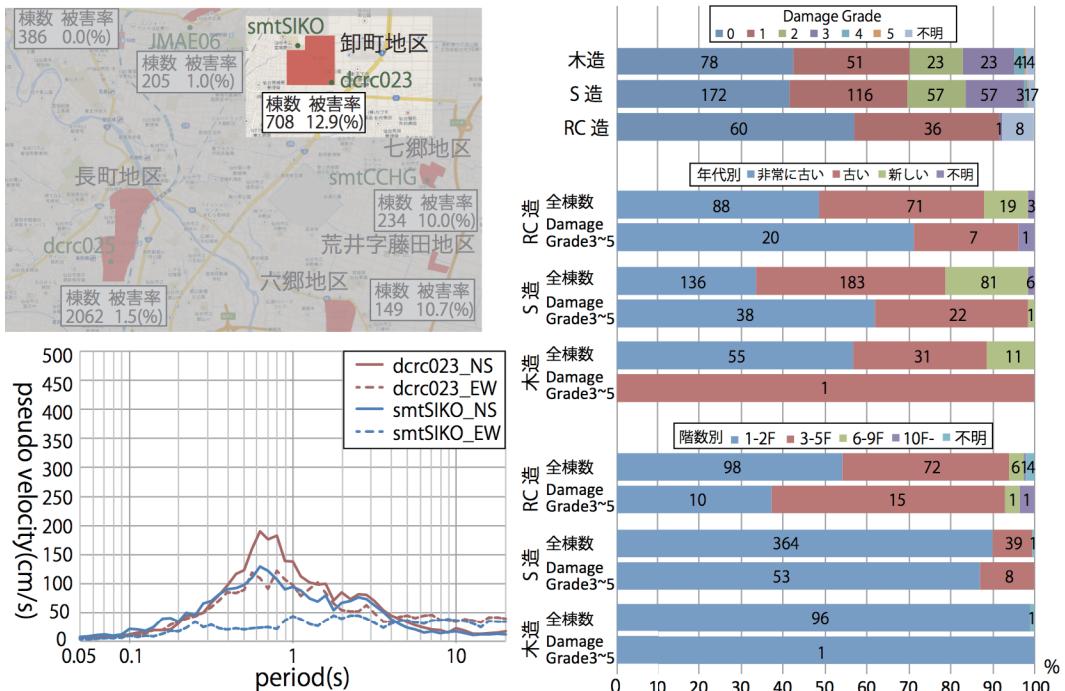


図4 鈴町地区的地震動と建物被害（グラフの数字は棟数）

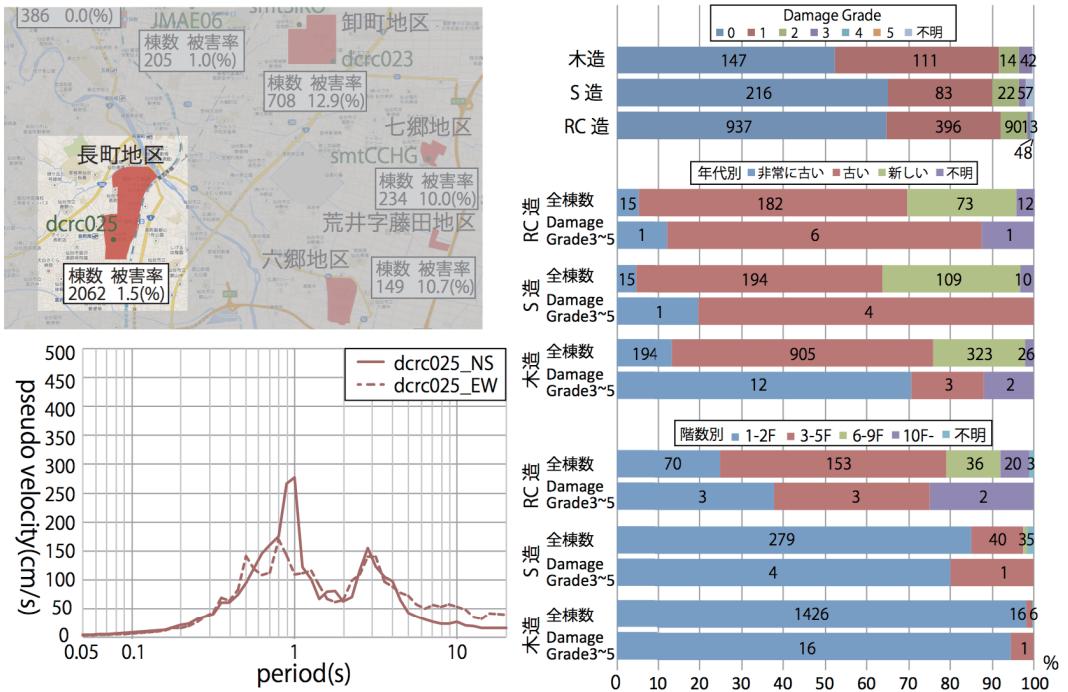


図5 長町地区の地震動と建物被害（グラフの数字は棟数）

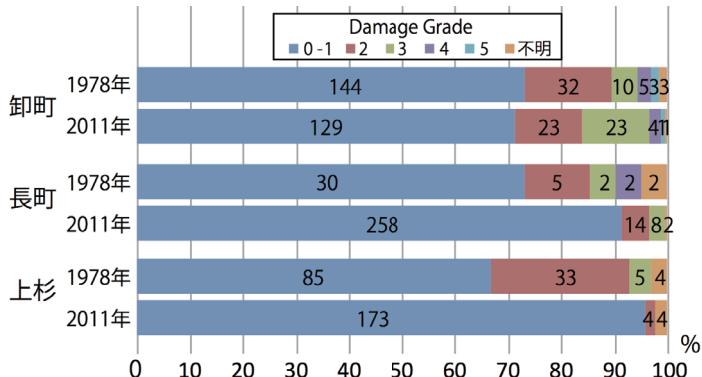


図6 上杉・卸町・長町地区のRC建物の被害（78年宮城県沖地震と2011年東北地方太平洋沖地震の比較、グラフの数字は棟数）

参考文献 1) 柴山明寛 (2012) 2011年東北地方太平洋沖地震における被害建物の悉皆調査、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造II, 29-30; 2) 高井伸雄・岡田成幸 (2001) 地震被害調査のための鉄筋コンクリート造建物の破壊パターン分類、日本建築学会構造系論文集, 549, 67-74; 3) 2011年東北地方太平洋沖地震災害調査速報、日本建築学会, 2011; 4) 志賀敏男・柴田明徳・渋谷純一・高橋純一 (1979) 1978年宮城県沖地震における仙台卸商団地のRC造建物全数被害調査、日本建築学会学術講演梗概集、構造系, pp.453-454; 5) 志賀敏男・渡辺祐司・柴田明徳 (1981) 宮城県沖地震におけるRC建物群の被害率に関する統計的研究、日本建築学会東北支部研究報告集 (37), 1-4, 1981