

## 墓石転倒調査による推定加速度と微動観測結果の比較

-1978 年宮城県沖地震を対象として-

神奈川大学 正会員 ○落合 努 神奈川大学 非会員 荏本 孝久  
 大阪公立大学 正会員 宮野 道雄 大阪公立大学 正会員 生田 英輔  
 東京都立大学 正会員 小田 義也

## 1. はじめに

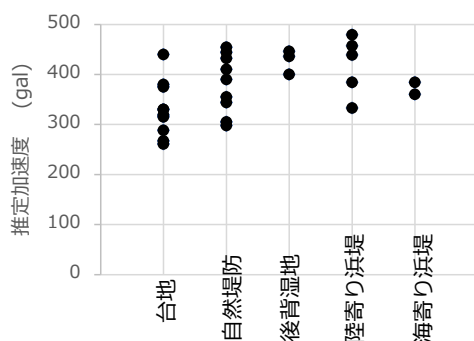
墓石転倒調査に基づく地震時の最大加速度（震度）の推定は古くから行われている（例えば<sup>1)</sup>）。このデータは、地震計が数多く設置される以前の地震の被害状況を把握するのには非常に有用であった。一方で、近年常時微動観測を用いた地盤評価の有効性が確認され、その利活用が進められている（例えば<sup>2)</sup>）。

ここでは、墓石調査による推定加速度と微動観測結果の比較から、改めてその有効性の検討を行う。

## 2. 墓石転倒率による推定加速度

筆者の一部は 1978 年宮城県沖地震発生直後に、宮城県仙台市を中心に多数の墓石調査を実施し最大加速度を推定している<sup>1)</sup>。また、墓石調査から推定した最大加速度は、合わせて実施されたアンケートによる家具転倒調査や住家被害などと整合的との結果が得られている。墓石調査から推定した最大加速度、家具転倒率や住家被害が大きいエリアは、低地部（自然堤防や浜堤）となるが、台地部や斜面造成地でも比較的被害が大きいことが確認されている。

調査結果の一部（32 か所）を 4 つの地形区分（台地、自然堤防、後背湿地、浜堤）に分け、墓石転倒率から推定した加速度分布を図 1 に示す。ややばらつきは大きいものの、台地に比べると低地（自然堤防、後背湿地、浜堤）で推定加速度が大きくなっている。

図 1 墓石調査による推定加速度の例<sup>1)</sup>

## 3. 常時微動観測の概要

前述した 32 か所の墓石調査位置から、13 か所について新たに常時微動観測を行った。微動観測には、JU410（白山工業）を用いた。観測は、一つの墓地についてその四隅や中央を含む 4～5 地点とし、観測時間は 10 分間とした。時刻歴波形から、H/V スペクトル比（以降、MHVR）を算出し、卓越周期やその時の縦軸（ここでは増幅特性とする）を読み取った。

観測位置の分布を図 2（背景は国土地理院による土地条件図）に、代表的な MHVR を図 3 に示す。MHVR は地形区分毎に特性が異なり、台地側では卓越周期が短く増幅特性も小さい。一方で低地側では逆に卓越周期が長く、増幅特性も大きいことが確認できた。



図 2 観測位置図

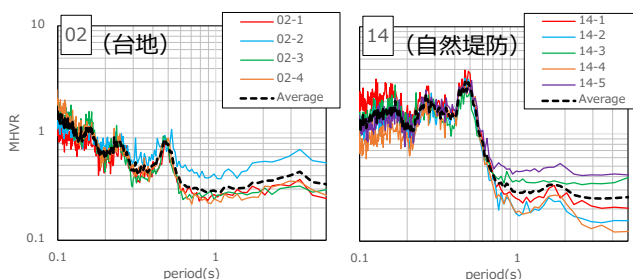


図 3 微動の MHVR の例

キーワード 墓石転倒調査, 常時微動観測, 地盤震動特性, 1978 年宮城県沖地震

連絡先 〒221-8686 神奈川県横浜市神奈川区六角橋 3-27-1 神奈川大学 TEL045-481-5661

## 4. 推定加速度と常時微動観測結果の比較

### 4.1 推定加速度と卓越周期・増幅特性

墓石調査から推定した加速度と、微動観測から得られた卓越周期や増幅特性の分布を図4に示す。図には全観測値と、墓地毎の平均値を併記した。

いずれの図においても、全体には卓越周期や増幅特性が大きいと推定加速度が大きくなることが確認できる。また、台地は卓越周期・増幅特性ともに小さく、低地部になると両者が大きくなる。一方で、推定加速度が300gal以上と大きくなると、卓越周期・増幅特性ともにばらつきが大きくなる。

### 4.2 推定加速度が大きい地点の検討

前述したばらつきが大きな結果の中から、推定加速度が450gal以上であった自然堤防の2か所(No. 10と14)に着目した検討を行った。近隣のボーリングデータを調べると、両者は同じ自然堤防ではあるが、 $N$ 値や層厚分布が異なることが確認できた。

$N$ 値からS波速度を求め、重複反射理論から理論増幅率を算出した。硬質なNo. 10とやや軟弱なNo. 14の理論増幅率と前述したMHVR、およびそれらの比を図5に示す。両者の比から、周期特性は異なるが理論増幅率・MHVRともに比は3程度と概ね一致し、微動による評価は概ね妥当であることが示唆される。

No. 10地点では、微動や理論増幅率が小さいが、推定加速度が大きい結果であった。この要因として、いくつか考えられるが、微動や理論増幅率での対象地盤より深い地盤構造の影響などが考えられる。

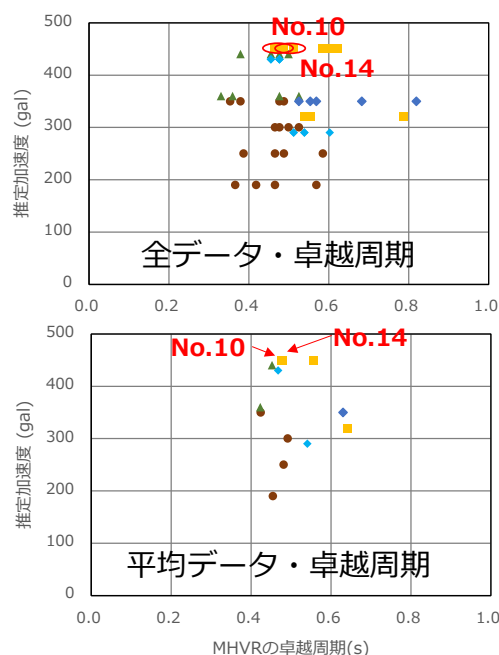


図4 墓石調査による推定加速度とMHVRの卓越周期・増幅特性の関係

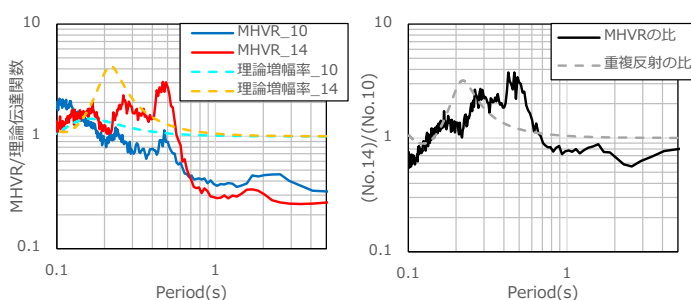


図5 自然堤防のMHVR・理論増幅率とその比

## 5. まとめ

1978年宮城県沖地震発生直後で40年以上前に実施した墓石調査による推定加速度値と、新たに近年実施した常時微動から得られたMHVRの比較を行った。

全体の傾向としては、MHVRから求めた卓越周期や増幅特性が大きいと、推定加速度も大きくなり両者は整合的であることが確認できた。一方で最大加速度が大きくなると、MHVRの結果はばらつきが大きく、その対応が悪くなる。その要因の一つとして、深い地盤構造の影響などが考えられるが、簡便な検討での確認にとどまっており、今後さらなる検討が必要と考える。

### 【謝辞】

本研究の一部は、JSPS 科研費(課題番号: JP22K02117)および高橋経済産業財団の助成を受けたものです。

### 【参考文献】

- 1) 宮野、他：1978年6月12日宮城県沖地震の被害調査報告、土木学会関東支部年次研究発表会、1979
- 2) 落合、他：常時微動による地域特性を考慮したハザードマップの作成、日本地震工学会論文集、2019