

常時微動観測による狭隘な海岸平野部の地盤評価

(株) ニュージェック ○中村友紀恵

論文要旨

近い将来の発生が予測される南海トラフ地震では、西日本一帯で強い揺れと津波による被害が予想される。特に海岸平野部に人口や産業が密集する地域では、人的被害が拡大する可能性が高い。限られた予算の中で効果的な防災対策を検討する際には、地盤の脆弱性や揺れやすさを事前に把握することが求められる。本研究では、狭隘な海岸平野部を対象に常時微動観測を実施し、H/Vスペクトル比の卓越周期とピーク振幅から地盤の脆弱性や揺れやすさを評価した。

キーワード：常時微動，地盤評価，H/Vスペクトル比

まえがき

地盤の脆弱性や揺れやすさを把握するためには、ボーリング調査や動的貫入試験などの手法が有効である。しかし、狭隘な海岸平野部では、地形的な制約、土地利用の密集、経済的な理由から、これらの調査が十分に行われていないことが多い。そこで、本研究では非破壊かつ簡便に調査可能な常時微動観測を実施することとした。

筆者は既往研究¹⁾で宿毛市街地での常時微動観測を実施し、H/Vスペクトル比の卓越周期やピーク振幅がボーリングデータや表層地質図に基づく工学的基盤の深度や軟弱地盤と良く対応することを示している。

本報では、既往研究¹⁾と同手法を用いて、南海トラフ地震発生時に大きな揺れと津波被害が予測される狭隘な海岸平野部を対象に常時微動観測を実施した。観測により得られたH/Vスペクトル比の卓越周期とピーク振幅を基に、地盤の脆弱性や揺れやすさを評価した。

1. 対象地域の概要

対象地域は高知県の西端に位置する宿毛市沖の島の母島地区と弘瀬地区である(図-1)。2地区とも漁港周辺に人口が密集し、急傾斜地に石垣を築き平坦地を作ることで住居や耕地を確保する特徴がある。歩道は狭隘で、築年数が経過した住宅や空き家が多く存在する地域である。

高知県の南海トラフ地震による被害想定⁴⁾は、震度5強～6弱、津波浸水深は広範囲で10.0～15.0m、最大で20.0m以上と甚大な被害が予測される地域である。

令和6年4月17日に発生した豊後水道の地震では推計深度4を記録したが、沖の島の母島地区と弘瀬地区では

大きな被害は報告されていない⁵⁾。

図-1の地質図によると、母島地区は花崗閃緑岩、弘瀬地区は花崗岩が分布している。また、既往のボーリングデータは存在しない地域である。

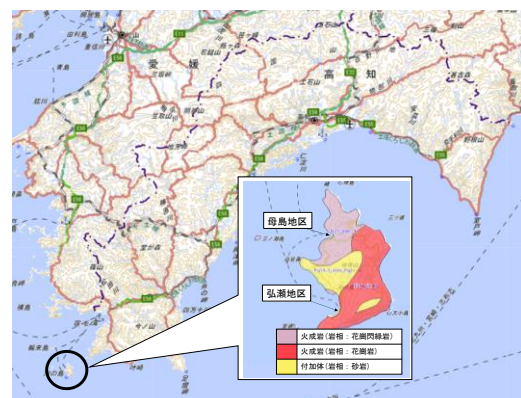


図-1 対象地域(地理院地図²⁾、シームレス地質図³⁾に加筆)

2. 常時微動観測の概要

常時微動観測点は住宅密集地を網羅し、局所的な地盤の特徴を把握できるように50mメッシュに1地点、また住宅が点在する箇所には250mに1地点を基本とした。母島地区は23地点、弘瀬地区は24地点の観測点を設け、各地点11分間の観測を行った。得られたデータからH/Vスペクトル比を算出した。H/Vスペクトル比の算出は、11分間の記録から40.96秒間のデータを5区間抽出し、その平均値とした。水平成分に関しては、直交する2成分(NS, EW)の相乗平均とした。算出したH/Vスペクトル比の卓越周期とピーク振幅を読み取ることを基本としたが、同等の卓越するピークが2つ以上ある場合は、1次固有周期と考えられる長周期側のピークを読み取った。

3. 常時微動観測結果と考察

常時微動観測の結果は GIS を用いて、卓越周期とピーク振幅別にコンターを作画し、図-2 および図-3 に示す。

観測地点間は逆距離荷重法(IDW 法)により補間を行った。なお、弘瀬地区の南部は住宅が点在するため250mメッシュに1地点の観測を行い、地点間の補間を行わず観測地点を各指標のコンターと同じ色で示した。

母島地区の卓越周期(図-2:左側)は、全域で0.1~0.29sを示した。ピーク振幅(図-2:右側)は中部の1地点で3.0~3.9倍を示したが、その他の地点は1.0~2.9倍を示した。

弘瀬地区の卓越周期(図-3:左側)は、北西部の1地点で0.3~0.39s、その他の地点は0.1~0.29sを示した。ピーク振幅(図-3:右側)は、すべての地点で1.0~2.9倍を示した。

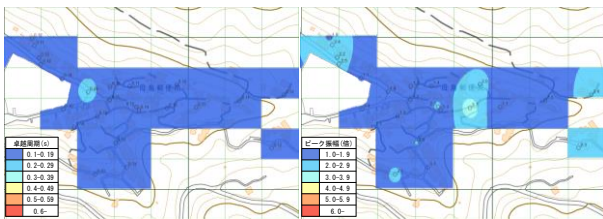


図-2 母島地区の観測結果(左:卓越周期,右:ピーク振幅)

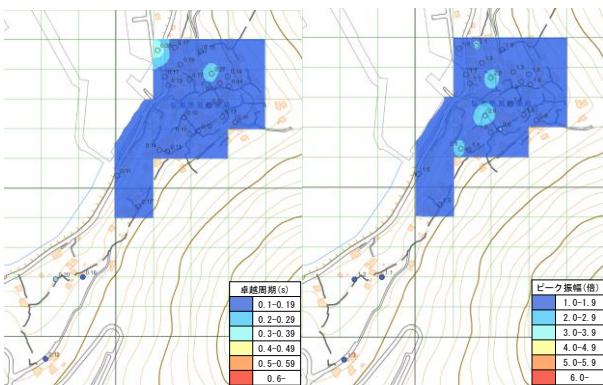


図-3 弘瀬地区の観測結果(左:卓越周期,右:ピーク振幅)

H/V スペクトル比の卓越周期は、工学的基盤の深度とよく対応する傾向を示し、ピーク振幅は工学的基盤と地表のインピーダンス比(硬さの比)を表すため、工学的基盤の硬さが一定であれば、軟弱地盤ではピーク振幅が大きくなる傾向を示す。これを踏まえて以下に考察を行う。

母島地区は卓越周期が短周期かつピーク振幅が低い値を示すため、堆積層は薄く硬質な地盤で地震時の揺れは比較的大きくならないと推定できる。しかし、中部でピーク振幅がやや高い値を示した地点は、他の地点よりも地震時に揺れが大きくなる可能性があると考えられる。

弘瀬地区は卓越周期が短周期かつピーク振幅が低い値を示すため、堆積層は浅く硬質な地盤で地震時の揺れは比較的大きくならないと推定できる。しかし、北西部で

卓越周期が0.3~0.39sを示した地点では、ほかの箇所と比べ堆積層がやや深い可能性がある。

沖の島は急傾斜地に石垣を築くことで平坦地を作る特徴があるため、局所的に軟弱な地盤が存在することが想定されたが、結果として、多くの観測点が硬質な地盤と推定された。しかし、母島地区の1地点ではほかの地点と比べるとやや軟弱な地盤と推定できる地点が見られ、常時微動観測により、同一地域内の地盤特性の僅かな違いを評価することが出来たと考えられる。

あとがき

地盤の脆弱性や揺れやすさの把握を目的に狭隘な海岸平野部を対象とした常時微動観測を実施した。H/V スペクトル比の卓越周期とピーク振幅から表層地盤の堆積層の深度や硬軟を評価した結果、以下の知見が得られた。

1. 対象地域を密な間隔で観測を行うことで面的な評価を行うことができ、局所的な堆積層の違い(軟弱または硬質)を把握することが出来た。
2. 母島地区、弘瀬地区ともに広範囲で硬質な地盤と推定されたが、母島地区の1地点は他の地点よりもピーク振幅がやや高い値を示したため地震時に揺れが大きくなる可能性がある。
3. 母島地区、弘瀬地区ともに広範囲で堆積層が薄いと推定されたが、弘瀬地区の卓越周期が0.3~0.39sを示した地点は、堆積層がやや深い可能性がある。

今後は沖の島内でボーリング調査や標準貫入試験等の地質調査を実施し、データ収集を行うことで、常時微動観測による評価の精度をより向上させる予定である。

謝辞:本研究の実施にあたり、高知大学 原忠教授、元・高知大学 大西巧真氏、松藤寿林氏、大原陸氏、宿毛市役所 上村秀生氏、伊藤芳文氏、東京理科大学 栗田哲教授、(株)ニュージェック 山田雅行氏、羽田浩二氏、深津宗祐氏の協力を得ました。コンターの作画は QGISDesktop 3.22.6を使用しました。ここに記して深謝の意を表します。

参考文献

- 1) 中村ら:海岸平野部を対象とした常時微動観測による地盤特性の評価,第57回地盤工学研究発表会発表講演集,p.20-2-1-01,2022. 2) 国土地理院:電子地形図(宿毛)(2023.2.12 閲覧) 3) 産業技術総合研究所地質調査総合センター:20万分の1日本シームレス地質図 2015年5月29日版,2015. 4) 高知県:高知県防災マップ(<https://bousaimap.pref.kochi.lg.jp/hazmapkochi/hazmap/>)(2024.08.6 閲覧) 5) 気象庁:令和6年4月17日23時14分頃の豊後水道の地震について,2024.4.18 発表。