

表層地盤の卓越周期の簡易推定法の適用性に関する検討

長岡技術科学大学 大学院 非会員 ○坂井 響

長岡技術科学大学 正会員 池田 隆明

長岡技術科学大学 正会員 志賀 正崇

1. はじめに

表層地盤の卓越周期は、地盤種別の判定に必要なだけでなく、増幅特性との相関が高いため、地盤特性を表す上で有用な指標となる。卓越周期の計算方法には、鉛直アレー時間観測記録等を用いた「実測に基づく方法」と、表層地盤をモデル化して算定する「計算に基づく方法」がある。「計算に基づく方法」は重複反射理論に基づく「詳細計算法」と1/4波長則をベースとする「簡易推定法」に分類され、実務では後者が適用される場合が多い。本検討では簡易推定法の精度を明らかにすることを目的に代表的な地盤モデルを複数用意し、簡易計算法により算定した卓越周期を詳細計算法と比較し、簡易推定法の適用性を検討する。

2. 簡易推定法

本検討で用いる二種類の簡易推定法の一つである道路橋示方書の方法¹⁾(以下、道示法と呼ぶ)を式(2-1)に示す。

$$T_G = 4 \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_{si}} \quad (2-1)$$

ここで、 T_G は地盤の基本固有周期 (s)、 n は表層地盤を構成する層数で i は層番号、 H_i と V_{si} は i 番目の層厚 (m)とS波速度 (m/s)である。本方法は1/4波長則に基づき各層内を伝播するのに要する時間の総和から固有周期を算定する。道示法は近似解法の一つであり、常に良い精度で推定値を与えるわけではないことが知られている。

続いて建築物の構造関係技術基準解説書の方法²⁾(以下、建築法と呼ぶ)を式(2-2)に示す。

$$T_g = \sqrt{32 \sum_{i=1}^n \left\{ h_i \cdot \frac{(H_{i-1} + H_i)}{2 V_{si}^2} \right\}} \quad (2-2)$$

ここで、 T_g は地盤周期 (s)、 n 、 i 、 V_{si} は式(2-1)と同一である。 h_i は i 番目の層厚 (s)で式(2-1)の H_i と等しい。式(2-2)の H_i と H_{i-1} は地表から i 番目と $i-1$ 番目の層の下端までの距離である。

3. 詳細計算法

詳細計算法は水平成層地盤を仮定した一次元重複反射理論解析を行い基盤から地表にかけての伝達関数を算定し、一次ピークの卓越振動数から卓越周期を求める方法である。卓越周期の算定には地盤の層数、層厚、S波速度、減衰定数、単位体積重量が必要である。

4. 地盤モデル

本検討では、表層20mまでの地盤調査が行われており、N値、S波速度、単位体積重量が得られているK-NET³⁾地震観測点(以下、観測点とする)を地盤モデルの作成対象とする。図4-1にK-NETで入手できる観測点の土質図の例として、観測点AIC001を示す。また、全観測点1047地点のうち、卓越周期算定のための土質データが得られる949地点を対象とする。観測点は全国各地に分布しており、微地形区分で分類すると、砂礫質台地が最も多く21.1%、次点で

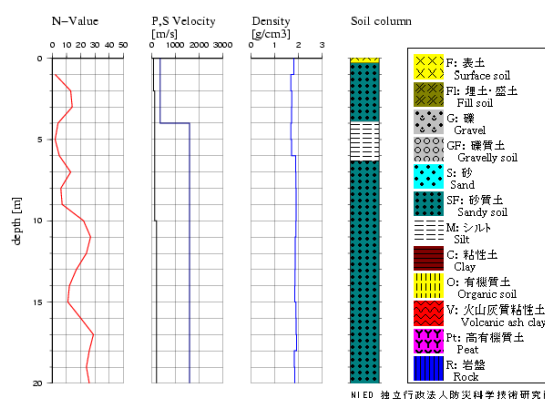


図4-1 K-NET地震観測点の土質図例

キーワード 卓越周期, 詳細計算法, 簡易推定法, K-NET地震観測点, 微地形区分

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1

国立大学法人 長岡技術科学大学 TEL070-4367-6457

谷底低地が 12.5 %と続く。また、地盤モデルを作成する上で、表層 20 m までに工学的基盤($V_s = 400 \text{ m/s}$)が表れていない場合はルールを定めて以深の地盤構造を設定した。

5. 計算結果

詳細計算法と簡易推定法の、表層地盤の卓越周期算定結果を比較する。図 5-1 の横軸は詳細計算法、縦軸は道示法によって算定された卓越周期である。図中の赤点線は最小二乗法によって導出される回帰曲線、数式は回帰式を表し、黒破線は $y = x$ を表す。ここで、相関係数は 0.984 を示した。回帰式は $y = 1.1812x$ を示し、道示法が詳細計算法と比較して長い周期を与えることがわかる。図 5-2 の横軸は詳細計算法、縦軸は建築法によって算定された卓越周期である。相関係数は 0.998 を示した。回帰式は $y = 1.0533x$ を示し、道示法と同様に長い卓越周期を与える傾向があるが、微量であるため詳細計算法と建

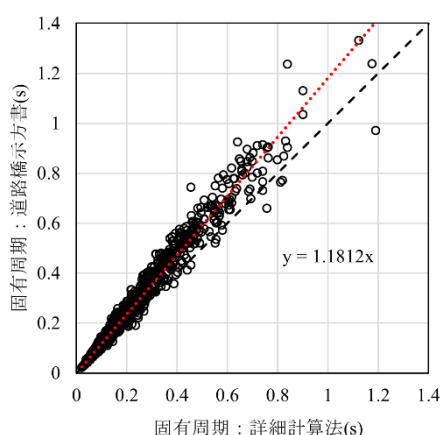


図 5-1 表層地盤の卓越周期の比較
(詳細評価法と道示法)

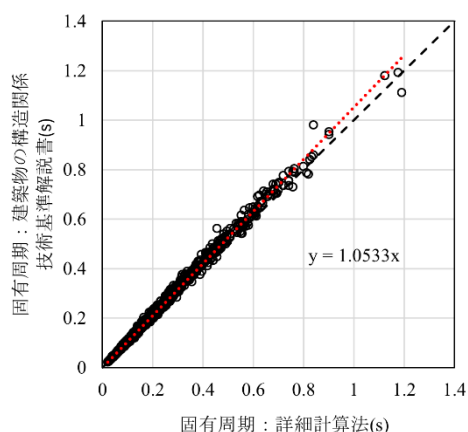


図 5-2 表層地盤の卓越周期の比較
(詳細評価法と建築法)

築法の二つの算定結果は整合性が高いといえる。また、詳細計算法と道示法の卓越周期と比較して非常にばらつきが小さく、詳細計算法を正値としたときに建築法は詳細計算法と同等の卓越周期を算定できると考えられる。

6. 微地形区分による検討

地盤の振動特性と微地形区分は強い関連を有するため、それぞれの微地形区分に関して詳細計算法と簡易推定法の固有周期の算定結果について誤差を確認することは有用である。本項では個別の微地形区分で適用性の検証を行うことを目的とし、計算結果から観測点が存在する微地形区分の卓越周期の相関係数を個別に算定した結果を示す。算定の結果、詳細評価法と道示法では 0.963~0.994、詳細評価法と建築法では 0.992~0.999 の間で分布しており、相関係数の高低はおおむね一致しているといえる。よって本検討では微地形区分による簡易推定法の適用性の差異について有意な結果は得られなかったと結論付ける。

7. まとめ

本検討では卓越周期の計算方法の一つである「簡易推定法」の適用性を検討するため、「詳細計算法」による算定結果との比較を行った。比較の結果、道示法は長い卓越周期を与えるのに対し、建築法では詳細計算法と同等の卓越周期を得ることができると結論付ける。本検討では K-NET 地震観測点の土質データを用いて行ったが、観測点位置の微地形区分の分布には偏りがあるため、今後は地盤モデル数を増やすことでより詳細な簡易推定法の適用性の検討を行う。

【参考文献】

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編
- 2) 国土交通省国土技術政策総合研究所, 国立研究開発法人建築研究所: 建築物の構造関係技術基準解説書
- 3) 防災科学技術研究所：強震観測網 (K-NET, KiK-net), <https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/> (2025 年 9 月 29 日閲覧)