

側方流動に伴う地盤永久変位量の推定法の比較

摂南大学 学生会員 ○柴下 直美
 摂南大学 正会員 片桐 信

1. はじめに

管路耐震設計で想定している地盤ひずみは、表層地盤に均一な変形が生じると想定した場合の値であるが、側方流動に伴う大規模な相対変位が生じる地点間では、地割れのような局所的な地盤変形が生じていると考えられる。また地震後の管路被害調査によると、側方流動の生じた地盤では、管路被害箇所の近傍に地割れが多く見られるという報告がある。そこで本研究では、地割れの最大の原因である、地盤永久変位を1983年の発生した、秋田県能代市の地盤データ⁽¹⁾を使い推定した。永久変位観測データをもとに、現在提案されている地盤永久変位推定法の精度向上について検討を行った。

2. 地盤永久変位推定法の検討

現在の地盤永久変位推定法としては濱田らによる(1)式⁽¹⁾と片桐による(2)式⁽²⁾がある。(1)式の推定精度はおよそ倍半分であり大きな研究課題となっている。この式は、変位推定を行う地点での液状化層厚： H_i と傾斜角： θ_i が基本となっており、 $H_i = \theta_i = 0$ の場合には地盤永久変位の推定値が0mとなる。しかし、たとえば、ある斜面に沿って地盤変位の推定を行う場合、ある地点の地盤変位量はその前後の地盤とは無関係に独立しているのではなく、前後の地盤変位との相互関係が存在する。そこで、片桐が考えた式が(2)式である。

$$\delta_i = 0.75 \times \sqrt{H_i} \times \sqrt[3]{\theta_i} \quad (1)$$

$$\delta'_i = \{\delta_i + (\delta_{i-1} + \delta_{i+1})/2\}/2 \quad (2)$$

δ_i ：濱田らの式による地盤変位の推定値 (m)， H_i ：地点*i*での液状化層厚 (m)， θ_i ：地点*i*での傾斜角 (%)
 および δ'_i ：前後の地盤変位を考慮した地点*i*での地盤変位推定量 (m) である。前後の地盤ブロックとの相互関係を考慮し、(1)式を基本として考えられたのが伝達マトリクス法を用いた地盤永久変位量推定法の(3)式である。この基本的な考え方を図-1、図-2に示す。

$$\begin{Bmatrix} u \\ f \\ 1 \end{Bmatrix}_i^L = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ k_i & 1 & -F_i \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{Bmatrix} u \\ f \\ 1 \end{Bmatrix}_i^R, \quad \begin{Bmatrix} u \\ f \\ 1 \end{Bmatrix}_i^R = \begin{bmatrix} 1 & 1/K_{i,i-1} & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{Bmatrix} u \\ f \\ 1 \end{Bmatrix}_{i-1}^L \quad (3)$$

$$k_i = 1/(\zeta \times \sqrt{H_i}), \quad F_i = \sqrt[3]{\theta_i}, \quad K_{i,i-1} = E_g \times D_g \times t_g / W$$

E_g ：表層地盤の変形係数， D_g ：表層地盤の厚さ， W ：2地盤ブロックの中心間の距離および t_g ：奥行き方向への厚み(単位奥行き)で、 H_i 、 θ_i は前記のとおりである。これら4つの式を比較するために、濱田の研究報告に示されている能代市の地盤断面図、27断面の地盤永久変位量の推定を行った。地盤断面図から液状化層厚： H_i 、最大地盤傾斜角： θ_i 、表層地盤厚： D_g および地盤変位の観測値： δ のすべてを定規で測り、判読した。

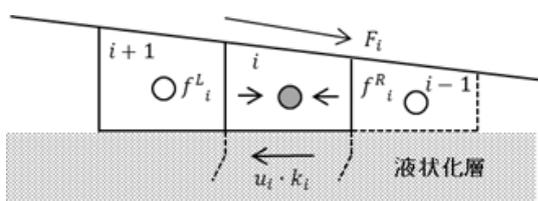


図-1 格点での力のつり合い

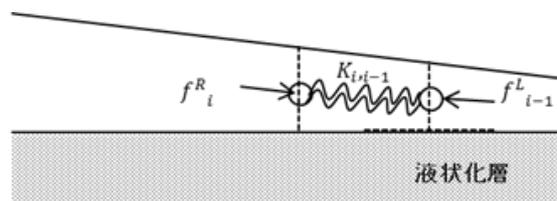


図-2 格間での力のつり合い

キーワード 地盤永久変位量，液状化，伝達マトリクス法

連絡先 〒666-0111 大阪府寝屋川市池田中町17-8 摂南大学 理工学部 都市環境工学科 TEL 072-839-9118

3. 解析結果

濱田の (1) 式の結果を図-3 に、片桐の (2) 式の結果を図-4 に、伝達マトリクス法を用いた (3) 式の結果を図-5 に示す。図-3、図-4、図-5 のグラフのいちばん下を見ると、観測値が 0m ではないのに (1) 式で液状化層厚 (m) および最大地盤傾斜角 (%) の地表面もしくは液状化層下部の傾斜角が 0 であったために、(1) 式と (2) 式の推定値が 0m になることがあった。しかし (3) 式ではそれが改善されてほとんど無くなった。しかしながら中には (3) 式でも推定値が改善されず 0m のままの断面もあった。それらの地盤断面図をみると、改善されなかったのは液状化層も地表面も途切れて書かれていない端のところであった。よってこれは推定不可能なので推定値が 0m になってもおかしくないと考えた。

27 断面の観測値をみて、(1) 式 (2) 式 (3) 式それぞれで得られた推定値でどれがいちばん観測値に近く、精度が高く、そして土木の現場で施工するときのことを考え観測値よりも上回っているかをみた。すると (1) 式が全体的にみて、いちばんよかった断面は 27 断面中 1 断面であった。次に (2) 式が全体的にみて、いちばんよかった断面は 27 断面中 6 断面であった。そして (3) 式が全体的にみて、いちばんよかった断面は 27 断面中 18 断面であった。これは濱田の (1) 式と、前後の地盤を考えた片桐の (2) 式より、濱田の (1) 式をもとにして伝達マトリクス法を用いた (3) 式によって得られた推定値が、より観測値に近いことがわかった。

これらは断面ごとに、たとえば (3) 式中の定数 γ や E_g を変化させることで、より観測値に近い推定値を得ることは可能であるが、これらの値は地盤の特性値と対応している必要があり、その特性値が未知であるためにここではあくまでも (1) 式を基本とした精度改善を目的とし、未知定数 γ のみを求めた。

4. まとめ

前後の地盤の相互関係を考慮し、(1) 式をもとに伝達マトリクス法を用いた永久地盤変位量推定法の (3) 式は、(1) 式や (2) 式よりも精度は改善されたが、今のままでは、まだまだ地盤永久変位量の推定精度に問題がある。よって今後の課題は地盤永久変位量の推定値をより改善するとともに、地盤亀裂・開き量を想定する。そして今回能代市の内陸部における地盤永久変位量の推定だけだったため、ほかの過去の地震後の内陸部や護岸近傍部における地盤亀裂・開き量を推定していくことが課題である。

- 1) Hamada, M., Yasuda, S., Isoyama, R. and Emoto, K.: Study on Liquefaction Induced Permanent Ground Displacements, ADEP, 1986.
- 2) 片桐信：地盤破壊を考慮した地中管路の耐震性評価法に関する研究 (2002)

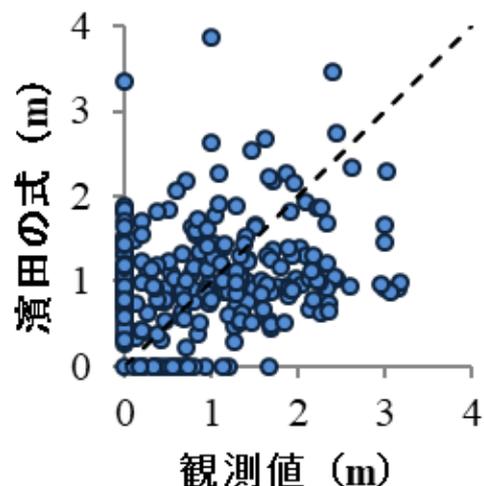


図-3 (1) 式による地盤永久変位量の推定

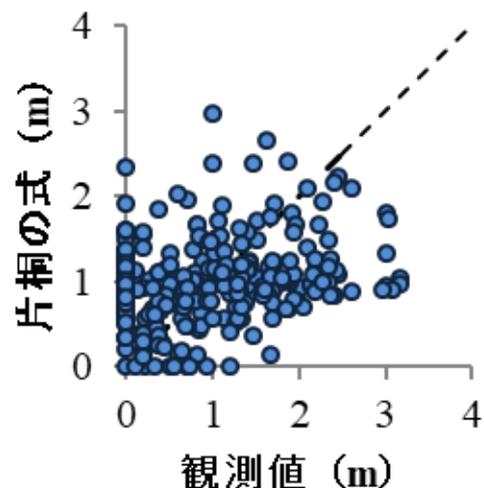


図-4 (2) 式による地盤永久変位量の推定

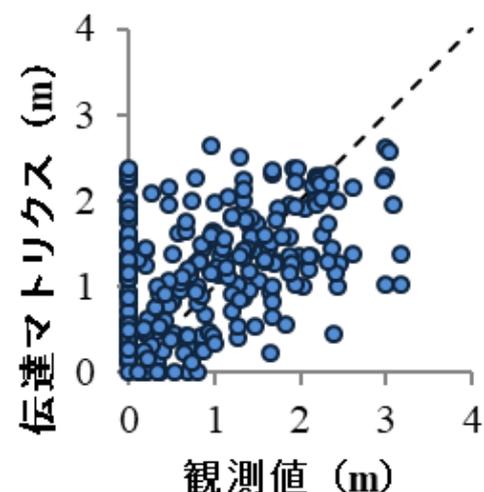


図-5 (3) 式による地盤永久変位量の推定