

有限要素法を用いた掘削工事における周辺地盤変形の影響範囲の検証

(財) 鉄道総合技術研究所 ○小島謙一
神戸大学 飯塚 敦
東京工業大学 太田秀樹
(財) 鉄道総合技術研究所 館山 勝

1. はじめに

近接工事の場合、施工に伴い周辺構造物・地盤に与える影響が大きな問題である。特に掘削工事は施工方法、施工時期などによって、変形は大きく変わるため、施工時も絶えず計測管理を行い周辺構造物や地盤の変形に対して十分な配慮をする必要がある。著者らは施工管理をより精度よく、簡易に行うことを目的に計測データから直接、次期施工ステップの周辺地盤の変形を掘削深さと周辺地盤の変形量とその発生位置との関係から推定する手法を検討した¹⁾。本検討はこの推定方法について、有限要素解析を用いた解析的検証を行ったものである。

2. 掘削に伴う周辺地盤の影響範囲

掘削に伴う周辺地盤変形を評価する関係として、周辺地盤の沈下量とその位置から式(1)に示すパラメータ： $\tan \theta_i$ と土留め壁からの距離で無次元化した掘削深さが式(2)で示されるように線形関係であることが解った。ここで X_i は土留め壁からの距離、 δ_i は X_i における周辺地盤の沈下量、 θ_i は地表面と任意の地点における沈下位置がなす角度、

$$\tan \theta_i = \frac{\delta_i}{X_i} \quad (1)$$

$$\frac{H_j}{X_i} = \alpha_j \tan \theta_i + \beta_j \quad (2)$$

H は掘削深さである。また、式(2)中の β をもとに周辺地盤において変形の及ぶ範囲である最遠影響距離が定まる。

図-1 が実際の現場で計測された最終掘削時における掘削深さを土留め壁からの距離で無次元化した H_j/X_i と $\tan \theta_i$ の関係の 1 例である。図中には 14 か所の実測データを示す。図-1 からほぼ式(2)が成立していることが解る。図-2 に各ステップ毎の H_j/X_i と $\tan \theta_i$ 関係を、図-3 に各ステップ毎の β_j と掘削深さ/掘削幅の関係の 1 例を示す。図-2 から各ステップにおいて式(2)の関係が成立すること掘削深さ/掘削幅と β_j が線形関係にあることがわかる。以下の検討では、有限要素法を用いてこれらの関係を検証することとする。

3. 数値解析を用いた検証

$H_j/X_i - \tan \theta_i$ 関係、 $\beta_j - H_j$ 関係を検証するため、モデル地盤における 2 次元有限要素解析を行った。解析に

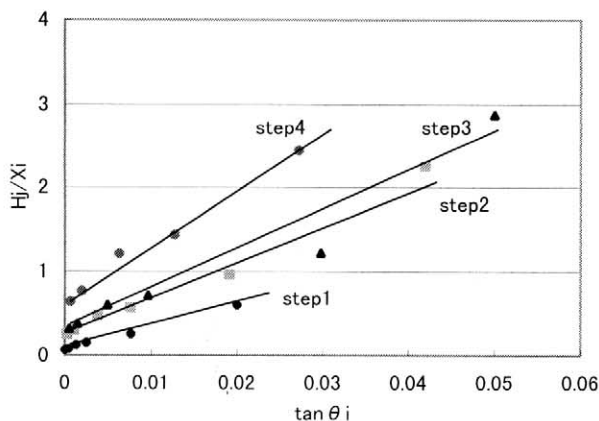


図-1 最終掘削時における $H_j/X_i - \tan \theta_i$ 関係

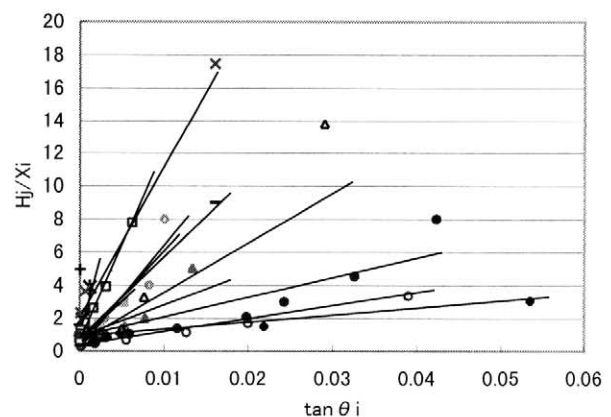


図-2 各施工ステップにおける $H_j/X_i - \tan \theta_i$ 関係

キーワード：掘削，計測データ，周辺地盤，影響範囲，有限要素法

連絡先：(住所)〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38, (TEL)042-573-7261, (FAX)042-573-7248

は、関口・太田モデルを用いたプログラム DACSAR²⁾を使用した。解析モデルは半断面モデルとし、地盤は PI=20 及び 40 と固定し、入力定数を決定(表-1 参照)した仮想正規圧密地盤とした。解析ケースは、①掘削深さ、②掘削幅、③土質、④土留め壁剛性をパラメータとして変化させた合計 6 ケースについて実施した。表-2 にそれぞれのケースにおける解析条件を示す。

解析結果の 1 例として解析ケース No.1 の $H_j/X_i - \tan \theta_i$ 関係を図-4 に示す。なお、ここでは周辺地盤に変形が生じる最も遠い地点(最遠影響範囲)を推定することを主目的としていることから、最大沈下量が発生した地点より遠いデータを記している。各掘削ステップ毎にほぼ直線関係が成立し、式(2)で示す関係が成立することがわかる。図-5 に各ケースの β_j と掘削深さ/掘削幅の関係を示す。実測データ同様、 β_j と掘削深さ/掘削幅に線形関係があり、原点を通る直線で関係づけられる。また、掘削幅の違いによって大きく勾配が変化しており、掘削幅の値によって、ほぼ勾配は一定であることがわかる。掘削深さや土質、土留め壁剛性では大きな差はなかった。有限要素解析からも現場計測データから得られた式(2)に示す関係及び β_j - 掘削深さ/掘削幅の線形関係が成立することがわかった。

今後は、この関係の支配的要因を求め、パラメータ β_j をより正確に推定する方法を検討し、施工過程において変化する影響範囲を比較的容易に推定する手法を確立する予定である。

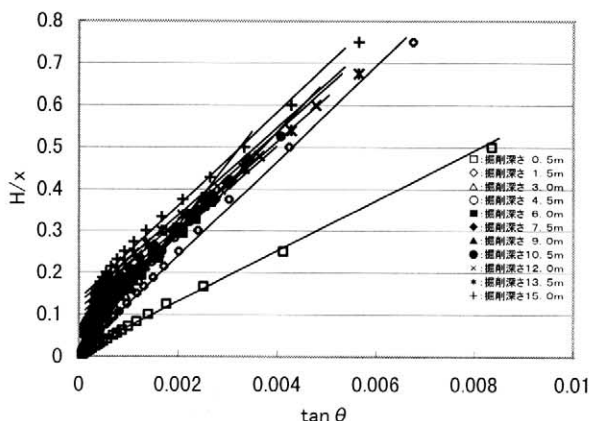


図-4 各施工ステップにおける $H_j/X_i - \tan \theta_i$ 関係

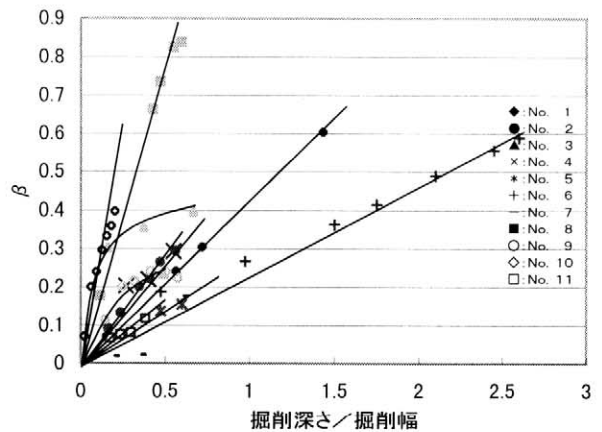


図-3 各施工ステップの β_j と掘削深さ/掘削幅の関係

表-1 解析に用いた土質定数

塑性指数	20	40
ダレイタンシ-係数	0.051	0.074
限界応力比	1.220	1.022
非可逆比	0.917	0.917
静止土圧係数	0.524	0.608
先行圧密荷重 (kN/m ²)	1.0	1.0
透水係数(m/day)	3.34×10^{-3}	1.42×10^{-3}
有効ボアソン比	0.344	0.378

表-2 解析ケース

No	掘削深さ (m)	掘削幅 (m)	塑性 指数	切り梁 (段)	土留め壁剛性 kN・m/m
1	15	20	40	5 (3m ピッチ)	98000
2	20	20	40	5 (3m ピッチ)	98000
3	15	40	40	5 (3m ピッチ)	98000
4	15	20	20	5 (3m ピッチ)	98000
5	15	20	40	5 (3m ピッチ)	9800
6	15	40	40	5 (3m ピッチ)	9800

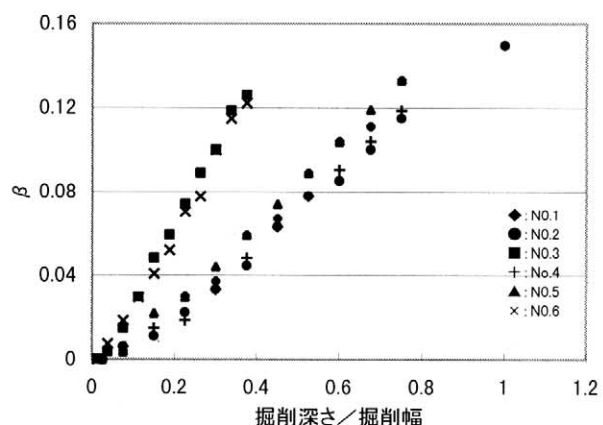


図-5 各施工ステップの β_j と掘削深さ/掘削幅の関係

<参考文献>(1)小島謙一, 飯塚敦, 太田秀樹, 館山勝: 掘削工事の現場計測データに基づく周辺地盤変形の影響範囲の予測, 第 35 回地盤工学研究発表会, 地盤工学会, 2000, (2)Iizuka,A., Ohta,H.: A determination procedure of input parameters in elasto-viscoplastic finite element analysis, Soil and Foundation, Vol27, No.3, 1987