

砂礫地盤におけるFEM解析結果と簡易計算との比較事例

(株)復建技術コンサルタント 調査防災部調査課 正会員 ○藤井 伸晃
岩手県 釜石地方振興局土木部 道路整備課 非会員 土佐 勝洋

1. はじめに

近年、土地利用の高度化に伴い、近接工事の計画・施工が増加傾向にあり、既設構造物への影響評価手法としてFEM解析が用いられることが多くなっている。しかし、地盤定数・地層区分が解析結果におよぼす影響を評価するために、数度の解析を行う必要が生じ、多くの時間を要する事が少なくない。

本論分は、Boussinesq 式による応力計算を基にした簡易計算を用いることで地層区分が解析結果に及ぼす影響を検討し、FEM解析による変位量と簡易計算による変位量との比較を行った事例を紹介するものである。

2. 解析の概要

(1) 業務の目的と概要

簡易計算を実施した事例の概要は以下のとおりである。

- ・解析目的：近接施工による既設構造物への影響評価
- ・既設構造物：JR 山田線軌道（バラスト軌道）
- ・新設構造物：JR 山田線に直交する踏切
- ・基礎地盤：砂礫層（軟弱層厚 2m 程度）

(2) 対象サイトの地盤状況と簡易計算の目的

解析対象地の地層構成は、粘板岩の上位に砂礫層が 10～15m 堆積している。この砂礫層におけるN値のバラツキが大きく、砂礫層の地層区分が解析結果に大きな影響を及ぼすことが予想された。このため、地層区分を変化させて解析結果の感度を検討を行う必要があった。

しかし、JR 東日本との協議を早期に実施しなければならなかったことから、FEM解析を数ケース実施することが工程上困難であった。

このため、地層区分が解析結果におよぼす影響を把握することを目的として、簡易計算を実施した。

3. 簡易計算手法と検討結果

(1) 簡易計算の流れ

本事例で紹介する簡易計算は、図-1 の流れで行った。簡易計算では、まず Boussinesq 式による応力計算を実施する。次に、任意の応力-ひずみ関係式に算定した応力を代入し、ひずみを計算する。その後、ひずみに要素の長さを乗じ、変位量を算定する。

(2) 地層の区分・地盤定数の設定

本事例では、対象サイトの砂礫層を細粒分の混入率と、N値の基に地層区分を行った。また、基礎地盤が砂礫であったため、応力-ひずみ関係を「線形弾性モデル」とした。設計地盤定数は、表-1のとおりである。

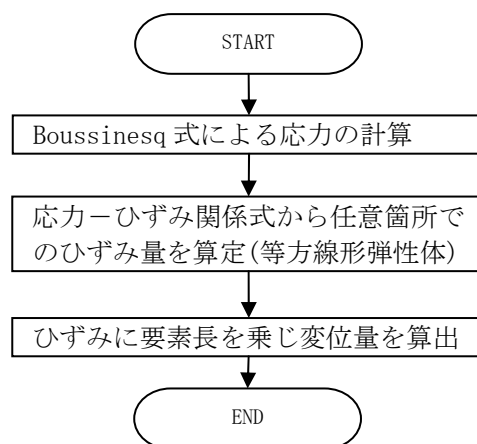
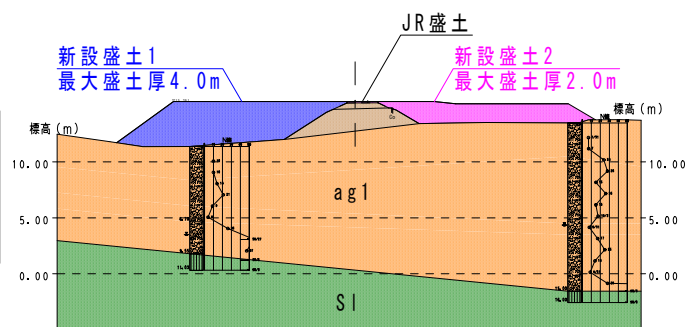
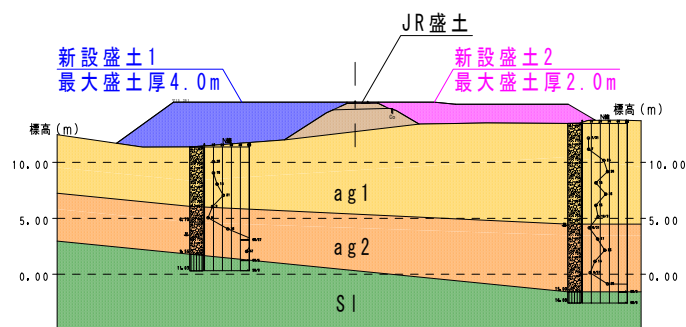


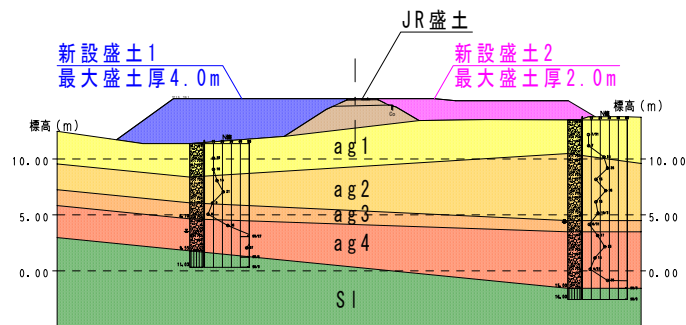
図-1 簡易計算の流れ



(a) 地層区分数 1



(b) 地層区分数 2



(c) 地層区分数 4

図-2 簡易計算に用いた地盤断面図

表-1 (a) 層区分数を1とした場合の地盤定数

地層名	設計 N値	湿潤単位 体積重量 (kN/m^3)	変形 係数 (MN/m^2)	ポアソン比
ag1	18	18.0	45.0	0.33

表-1 (b) 層区分数を2とした場合の地盤定数

地層名	設計 N値	湿潤単位 体積重量 (kN/m^3)	変形 係数 (MN/m^2)	ポアソン比
ag1	15	18.0	37.5	0.33
ag2	20	18.0	50.0	0.33

表-1 (c) 層区分数を4とした場合の地盤定数

地層名	設計 N値	湿潤単位 体積重量 (kN/m^3)	変形 係数 (MN/m^2)	ポアソン比
ag1	7	17.0	17.5	0.33
ag2	19	18.0	47.5	0.33
ag3	8	17.0	20.0	0.33
ag4	23	18.0	57.5	0.33

(3) 簡易計算による検討結果

FEM解析結果の最大軌道変位量を表-2に、各キロ程における変位量を図-3に示した。

表-2の簡易計算結果より、地層区分によって軌道変位量が4mm程度変化することが判明した。

また、GL-3m程度までの砂礫層のN値が相対的に低かったことから、層上位3mまでの地層を対象として簡易計算を行った。このとき、Boussinesqの応力計算結果より層中心での主応力差が 14kN/m^2 であったことから、主応力差 14kN/m^2 として地層区分毎の軸ひずみ量を比較した(図-4参照)。

この結果、地層区分が1と2の場合には、軸ひずみ量がそれぞれ0.032%、0.039%であるが、地層区分数4のケースでは0.083%と他のケースの2倍程度となることが判明した。これより、砂礫層上部の変形が支配的になることが確認された。

また、層区分数を少なくした場合にひずみ量が過小評価される原因は、砂礫層でのN値のバラツキが大きく、地層平均した変形係数が過大評価されることに起因していると判断した。

以上の結果より、地層区分数を1および2とした場合には変位を過小評価すると判断し、FEMの地層モデルでは区分数を4として解析を行った。

4. おわりに

簡易計算によって、概略の感度解析を迅速に算定することが可能となったため、FEM解析の効率化を図ることができた。

現在のところ、本事例で実施した簡易計算手法は、全応力の線形弾性モデルにのみ対応している。

表-2 層区分を変化させた場合の軌道最大変位量

砂礫層 区分数	簡易計算での 最大軌道変位量 [mm]	FEM解析での 最大軌道変位量 [mm]
1	5.7	—
2	6.0	—
4	9.6	8.0

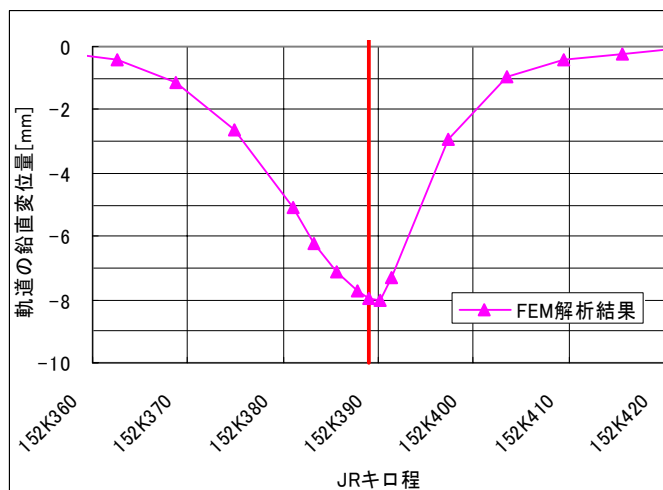


図-3 各地層区分数での軌道変位分布図

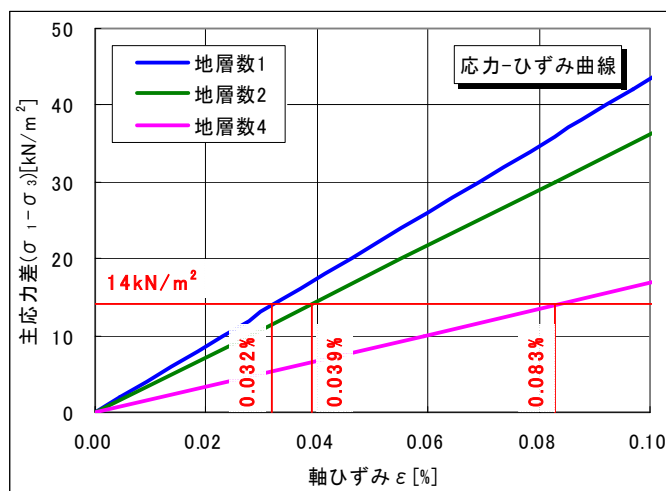


図-4 簡易計算による地層区分毎の検討結果

今後は、有効応力条件や弾塑性モデルに対応した簡易計算手法を検討するとともに、実測値との比較を行い、精度の検証を行いたいと考えている。

参考文献

- 1) 社団法人 土木学会：構造工学シリーズ4 材料特性の数理モデル入門 ～構成則主要用語解説集～，平成元年11月
- 2) 社団法人 地盤工学会：地盤技術者のためのFEMシリーズ② 弾塑性有限要素法がわかる，平成15年8月