

斜面上の大口径深礎の隣接杭の影響に関する解析的検討

リテックエンジニアリング(株) 正会員 ○井出香澄 山本英雄 金塚英一
鹿島建設(株) 正会員 山崎啓治
中日本高速道路(株) 正会員 萩原直樹

1. はじめに

高速道路の橋梁の大口径深礎は、上・下線またはⅠ期線・Ⅱ期線などそれぞれが比較的近接した位置に建設されることが多く、設計上、「隣接杭の影響」として、水平荷重に対する地盤抵抗要素である「杭前面の水平方向地盤反力係数」にその影響を考慮した補正係数 μ ¹⁾(図-1)を乗じ、さらに、斜面上に建設される深礎では「極限水平支持力」の算定にあたって、複数杭の「すべり面」を安全側に考慮し行っている¹⁾(図-2)。

本報文では、現況地形から再現した初期応力場に現地地盤物性を与え直接評価した3次元弾塑性解析による、斜面上の大口径深礎における隣接杭の影響検討について報告する。

2. 検討に用いた橋脚基礎の概要

検討に用いた橋脚基礎は、新東名高速道路河内川橋工事にて施工中のP3橋脚(上り線および下り線)とし、基礎直径 $\phi=16\text{m}$ および基礎高さ $L=35\text{m}$ (上り線)、 30m (下り線)を有し、基礎底面は礫岩(CL~CM)に支持される²⁾(図-3および図-4)。

3. 3次元弾塑性解析の概要

①3次的に分布する地層構成を考慮した初期地山応力の再現、②深礎掘削、③基礎本体の構築、④基礎設計用橋脚下端断面力(レベル2地震時)載荷、のステップを考慮した有限差分法による3次元弾塑性解析を行い、地盤内応力度を現地地盤強度で直接評価した。解析手法の詳細は別報²⁾を参照されたい。

隣接杭の影響を比較する目的で、「設計対象杭」を上り線基礎とし、隣接杭となる下り線基礎の有無、設計対象杭のみならず隣接杭への同時載荷^{*1}の有無をパラメータとした3ケースを解析ケースとした(表-1)。

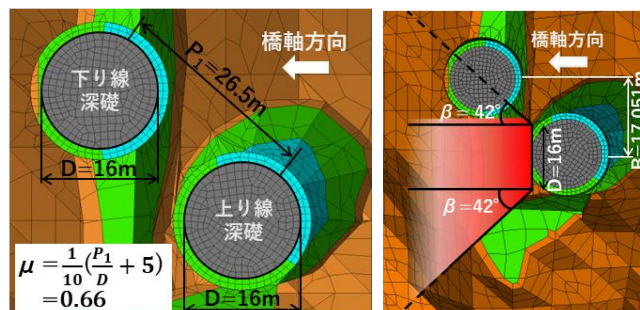


図-1 補正係数 μ の算定

図-2 複数杭のすべり面

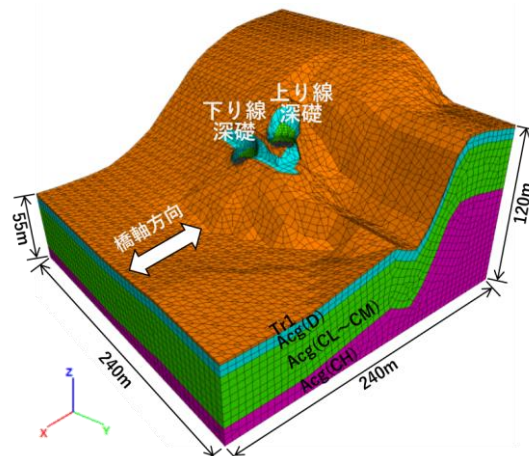


図-3 解析モデル(全体図)

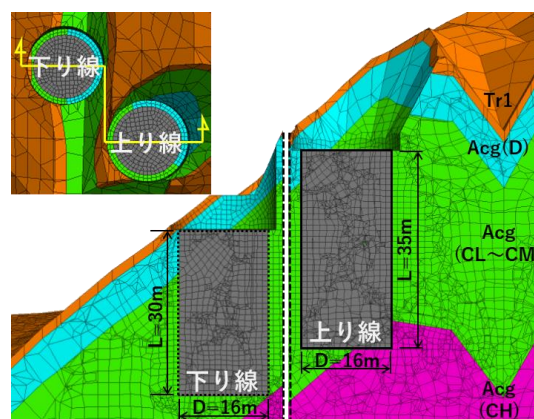


図-4 解析モデル(断面図)

表-1 解析ケース

Case1	Case2	Case3

*1: 隣接杭に作用する同時載荷は、地震力の位相差の影響は考慮せず、設計荷重を同方向に作用させた。

キーワード 大口径深礎, 隣接杭の影響, 極限水平支持力, すべり面, 3次元弾塑性解析

連絡先 〒107-0052 東京都港区赤坂 6-4-2 赤坂 MS ビル リテックエンジニアリング TEL03-6229-6851

4. 3次元弾塑性解析による基礎全体挙動

基礎本体および周辺地盤の橋軸方向水平変位および鉛直変位分布を表-2に、基礎底面の鉛直地盤反力度分布を図-5に示す。設計対象杭に着目すると、隣接杭の同時載荷の有無による影響を受けており、Case2とCase3を比較すると、水平変位で29%、反力で25%程度大きい。同時載荷が無いCase1およびCase2の差異はほとんどない。基礎底面は浮き上がりがほとんど生じておらず底面全体で鉛直荷重を支持している。つま先側の最大鉛直地盤反力度は設計基準の上限値 $6,000\text{kN/m}^2$ を下回る。

5. 3次元弾塑性解析によるすべり面

地盤の緩み度合いを表す局所安全率 (F_s 値) ^{*2}分布を表-3に示す。 F_s 分布によって基礎前面のすべり土塊のすべり面の広がり角が表現されており、広がり角 β は 42° 程度である。ただし、全Caseにおいて本領域に塑性化している範囲はなく、いずれも弾性範囲内にある。

また表層および支持層面の角度は 37° ですべり土塊のすべり面と鉛直面のなす角度 α は 75° 、基礎前面位置でのすべり土塊の下端深さ z は 14.0m であり、隣接杭および同時載荷の有無の有意な差はみられない。

*2: 3次元応力下を考慮したDrucker-Pragerの降伏曲面にて塑性化判定したもの。 $F_s > 1$: 弾性, $F_s \leq 1$: 塑性。

8. おわりに

斜面上に近接した位置に建設される橋脚基礎をモデルとし、3次元弾塑性解析を適用し、地盤内応力度を現地地盤物性で直接評価した結果を用い、大口径深礎の隣接杭の影響を報告した。深礎基礎の変位量、地盤の応力、ゆるみ領域に着目した結果、隣接杭が及ぼす影響は小さく深礎の安定に影響を及ぼさないことを確認した。モデル橋脚基礎のような離隔距離が小さい大口径深礎では、3次元弾塑性解析を行うことで合理的な設定が経済的な設計に繋がり、本検討のような解析による実挙動の予測事例の蓄積が重要と思われる。

参考文献

- 1) 中日本高速道路：設計要領第二集 橋梁建設編 平成28年8月、4章 基礎構造、2016.8.
- 2) 山本ら：斜面上の大口径深礎におけるずり出しトンネルの影響検討、第74回年次学術講演会、土木学会、2019.9.

表-2 橋軸方向水平および鉛直変位分布の比較

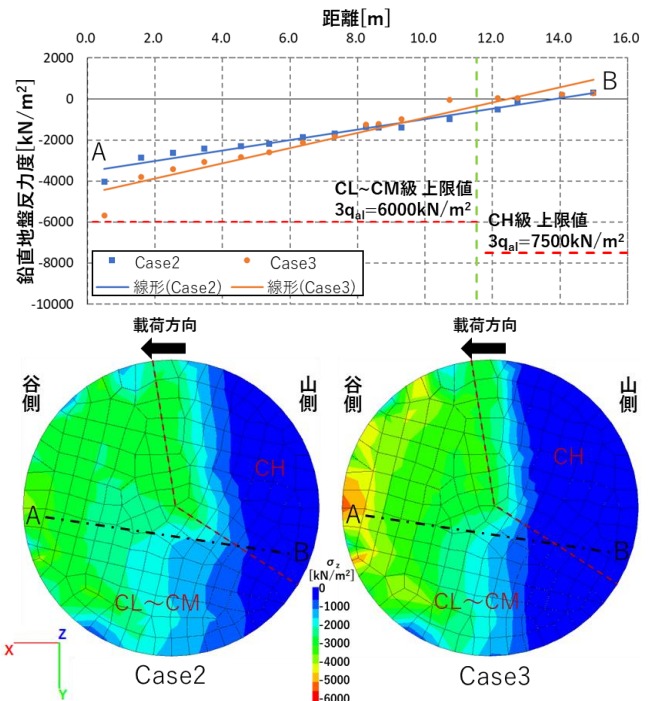
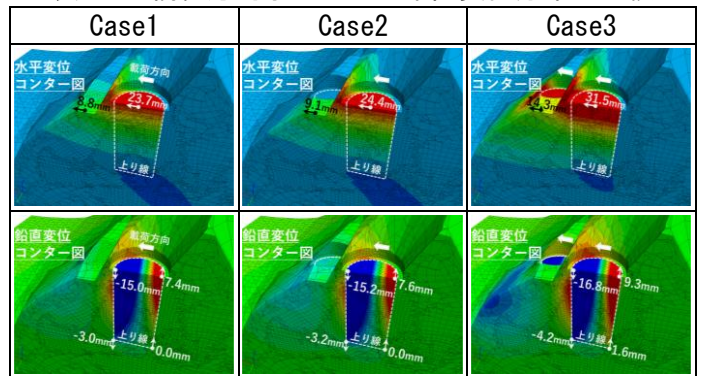


図-5 鉛直地盤反力度分布

表-3 局所安全率分布の比較

