

杭状盤ぶくれ対策時の三次元解析による掘削底面の安定性検討

Three-Dimensional Analysis on Heaving in Unique Countermeasure Using Piles Installed

中川 勲 治*¹ 小林 薫*² 阿保 寿 郎*² 福 島 博 司*¹
 Kunji Nakagawa Kaoru Kobayashi Toshiro Abo Hiroshi Fukushima
 森 永 利 行*¹ 北 島 孝 義*¹ 岡 本 真 次*¹ 福 島 浩 人*¹
 Toshiyuki Morinaga Takayoshi Kitajima Shinji Okamoto Hiroto Fukushima

【キーワード】 土留め 盤ぶくれ 対策工 掘削 三次元解析

1. はじめに

開削工事において、掘削底面の盤ぶくれに対する安定性確保は重要な検討課題の1つである。盤ぶくれの安定性を検討する際には、抵抗力として土塊重量だけでなく土留め壁と地盤の摩擦抵抗を考慮する方法などがある¹⁾。

より経済的に盤ぶくれ対策工を実施するために、地盤と場所打ち杭との周面摩擦力を揚圧力に対する抵抗力要素の1つと考える設計・検討法が考えられる。

本報文では、盤ぶくれに対する掘削底面の安定性について三次元弾性有限要素法（以下、3D-FEMと記す）による解析的検討に基づく、杭状盤ぶくれ対策工の照査手法の紹介を行う。

2. 杭状盤ぶくれ対策工の概要と盤ぶくれ検討式

杭状盤ぶくれ対策工は、道路下の開削工事では一般的に多用されている中間杭を活用し、中間杭と地盤との周面摩擦力を揚圧力に対する抵抗力要素として取り入れ、盤ぶくれに対する掘削底面の安定性を確保するものである。

通常の中間杭は、上載荷重に対して支持力を得る長さのみで設計されている。この場合には、図-1(i)に示すように、盤ぶくれ対象となる難透水層の浮き上がりが生じた場合、揚圧力に対抗できず、中間杭も連動した変位挙動を示すことになる。このため、盤ぶくれに対抗するための杭（以下、対策杭と記す）として周辺地盤との周面摩擦力を抵抗力要素の1つとして考慮することができない。このことから、図-1(ii)に示すように中間杭の先端部は、難透水層を貫通させ、下部に位置する被圧帯水層まで深く貫入させることで、揚圧力が作用した場合でも難透水層とともに、対策杭が連動した浮き上がり挙動を生じないようにした。

対策杭を用いた場合の検討式²⁾は、式(1)に示す左辺第2項に対策杭と周辺地盤との周面摩擦力（以下、 C_1' と記す）を加算し安定性を検討する。

$$\frac{W}{F_1} + \left(\frac{C_1}{F_2} + \frac{C_1'}{F_2'} \right) + \frac{C_2}{F_3} \geq U \quad (1)$$

ここに、 W ：掘削底面～難透水層下面までの土塊重量 (kN)

C_1 ：土留め壁と周辺地盤との周面摩擦力 (kN)

C_2 ：地盤(難透水層)のせん断力 (kN)

C_1' ：杭状盤ぶくれ対策工と周辺地盤との周面摩擦力 (kN)

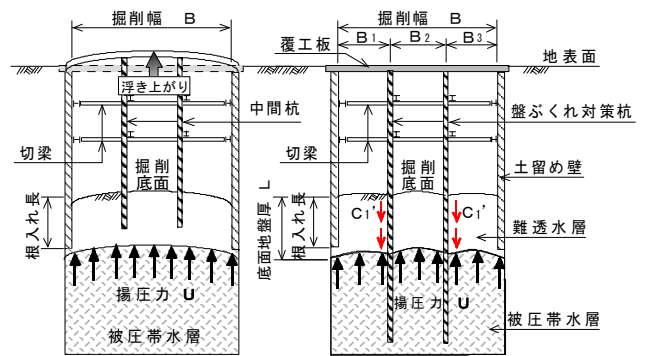
U ：難透水層下面に作用する揚圧力 (kN)

F_1 ： W に対する安全率

F_2 ： C_1 に対する安全率

F_3 ： C_2 に対する安全率

F_2' ： C_1' に対する安全率



(i) 一般的な中間杭 (ii) 盤ぶくれ対策としての中間杭

図-1 中間杭と盤ぶくれ対策杭のイメージ

3. 掘削底面地盤の安定性の解析的検討

掘削幅 B を難透水層の厚さと等しい底面地盤厚 L で除した B/L （以下、 B/L と記す）が、2～3を超える場合には、曲げやせん断による破壊に対する検討を必要とするが、現状では、明確に検討方法が確立されていない。よって、 B/L を1以下に抑えることで、難透水層の曲げ破壊やせん断破壊に対する検討は必要ないと考えられ²⁾、対策杭と地盤との周面摩擦力を抵抗力要素の1つとして考慮する場合の適用条件は、① B/L を1以下 および② 対象地盤である難透水層の N 値を3以上と定めた。

なお、対策杭を施工した場合の掘削幅 B については、図-1(ii)に示すように B_1 、 B_2 及び B_3 の内、最大幅

*1 中日本土木支社 大阪土木事業部 ※2 技術研究所

