超軟弱地盤におけるヒービング現象の予測と抑止策に関する基礎研究

川崎栄久*・塩井幸武**・熊谷浩二***

Basis studies for prediction and prevention of heaving on very soft ground

Teruhisa KAWASAKI*, Yukitake SHIOI**, Kouji KUMAGAI***

Abstract

In excavation on very soft ground, there is a fear of heaving. It needs prediction and prevention of heaving for stabilization of ground. We define that mechanism of heaving is a plastic flow, which depends on the unbalance of active and passive earth pressure and excess pore water pressure beneath the excavated bottom. The movement of flow can be estimated with the 5-elements solid model. Prevention methods include prevention piles, and prevention piles together with vacuum strainer piles, stuck on the back ground. These methods are found very effect to prevent heaving. This paper presents estimation and prevention methods of heaving based on knowledge from a series of experiments.

Key words: excavation, heaving, plastic flow, model test, 5/element solid model

1. はじめに

超軟弱地盤で山留め・掘削工を行う場合，背面側から掘削側底面へ地盤が回りこむヒービング現象の危険性がある。地盤の安定性を確保するためには，山留め・掘削工における根切り底面の隆起と背面側地盤の沈下を予測することと，抑止方法を実施することが必要である。何故なら超軟弱地盤の一軸圧縮強度は皆無で，支持力を有さないので，掘削（外力）によって容易に流動し易い性質があるためである。また，既存のヒービング現象に対する検討方法は地盤を剛塑性体と仮定して力の釣り合いやモーメントの釣り合いを解くことで地盤の安定性を評価する極限平衡法であるが，地盤の変形までは考慮出来ない。変形特性を捉えがたい超軟弱地盤にとって，その変状を予測することが地盤の安定性を評価するための重要な指標になる。深層，または浅層混合処理などの固結工法による現状のヒービングの抑止工法は極限平衡法を基に実施されており，計算により得られた値から抑止策の要否を判断している。地盤の安定性を評価するためには破壊メカニズムを解明しなければならない。土槽実験によりヒービングのメカニズムの解明を行い，予測方法を考案する。そして土槽実験より得られた知見を基にヒービングの抑止方法を検討する。抑止方法は土槽実験によって行うこととし，予測方法と抑止方法を提案することとした。

平成14年12月26日受理

* 大学院工学研究科土木工学専攻博士後期課程・3年
** 異分野融合科学研究所・教授
*** 環境建設工学科・教授

2. ヒービング現象の予測のための研究

2.1 ヒービング現象の予測に関する既往の研究

ヒービング現象は Terzaghi & Peck の方法によって検討が行われる。これは地盤を剛塑性体としており，地盤の安定計算のために理想的な地盤条件を仮定した方法である。これによるとヒービング現象は矢板背面側地盤の土塊ブロック重量に対して掘削底面下の地盤支持力が低い場合に発生する。Terzaghi & Peck の方法を図-1 に示す。ヒービング現象の有無や発生の安全率は (1) 式によって表される。

$$F=\frac{q_d}{q_v}=\frac{5.7c}{\gamma_t H-\frac{\sqrt{2}cH}{B}} \quad \cdots\cdots (1)$$

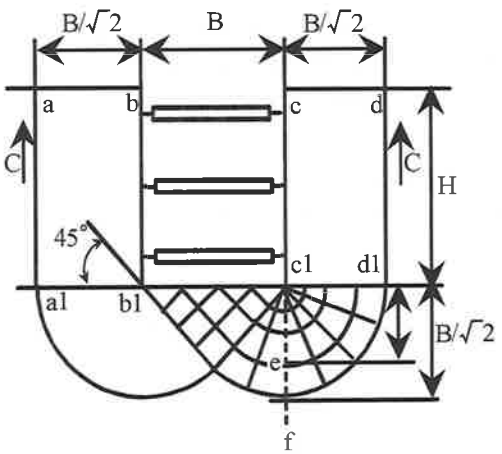

図-1 Terzaghi & Peck の方法[1)]