

盛土沈下対策工法としての PFS 工法の効果に関する三次元数値解析

熊本大学 学生会員 ○木水 誠
熊本大学 正会員 大谷 順

1. はじめに

近年、周辺地盤の沈下や側方流動の抑制を目的として軟弱地盤対策工法としての鋼矢板工法¹⁾が用いられている。また、鋼矢板工法は、応力遮断工法とも呼ばれており、軟弱地盤に盛土等を構築する際に生じる変形に対して、鋼矢板を支持層まで貫入させることで、盛土と周辺地盤との間に力学的な不連続面を形成し、周辺地盤の変形を抑制する工法である。着底鋼矢板工法は、支持層まで鋼矢板を貫入するため地盤変形抑制効果は高いが、経済的な面で問題がある。また、支持層まで貫入させないフローティング鋼矢板工法は、経済的には有用であるが地盤変形抑制効果があまり期待できない。これらの現状を踏まえて、新たに部分的にフローティング鋼矢板工法を用いる PFS 工法(部分フローティング鋼矢板工法)が提案されているが、その設計の際には、フローティング部分の根入れ長、および間隔をシステムティックに決定する必要がある。その初期段階として、本研究では、PFS 工法が軟弱地盤に対して、どのようなメカニズムで、どの程度効果があるかを把握することを目的として、三次元有限要素解析をおこなうことで、本工法の効果について検討を行う。

2. 数値解析の概要

PFS 工法は、各断面で鋼矢板の根入れ長が異なるため、数値解析には、三次元土・水連成弾塑性有限要素有限要素解析プログラム FEMtj-3D²⁾を用いた。このモデルは中間主応力による影響を考慮した弾塑性モデルである。数値解析に用いたメッシュ図を図 1 に示す。総接点数 5776、総要素数 4550 である。変位境界については、YZ 面を X 方向自由、Y、Z 方向拘束、ZX 面を Y 方向自由、Z、X 方向拘束、底面を X、Y、Z 方向拘束としている。排水境界については ZX 面を非排水境界、XY、YZ 面を排水境界としている。構成則については、粘土層を弾塑性体、砂層、鋼矢板については、線形弾性体としている。盛土の荷重法は、単位体積重量を 20kN/m^3 として、盛土メッシュに段階的に荷重を与える形で再現した。解析ケースは、鋼矢板の根入れ長が 27m、幅 2m と根入れ長 10m、幅 8m のもので PFS 工法を再現し、比較検討を行うため、着底鋼矢板工法(根入れ長 27m、幅 30m)、無対策地盤(鋼矢板無)の 3 ケースについて数値解析を行った。また、地盤条件には、実際の地盤を対象としており、熊本県白川流域の軟弱地盤地域を対象としている。図 2 に地盤の柱状図及び N 値分布を示す。

3. 結果と考察

図 3 は、盛土施工直後の変位ベクトル図である。無対策のケースは、盛土施工直後にせん断変形が起こり側方地盤は隆起している。これに対して、着底鋼矢板工法は、右側方地盤にほとんど変形が起こっておらず、高い変形抑制効果が認められる。PFS 工法は、着底鋼矢板工法に比べると周辺地盤に多少変形が見られるが、無対策より明らかに変形を抑制しており、PFS 工法も高い変形抑制効果があると考えられる。図 4 は、盛土施工直後の過剰間隙水圧分布を示している。無対策は、地盤中央の軟弱粘土層で最も過剰間隙水圧が高くなっており、地盤全体に広く過剰間隙水圧が発生しているが、着底鋼矢板工法では、鋼矢板を支持層まで貫入させているため、完全に側方地盤への過剰間隙水圧発生を防いでおり、応力遮断効果が表れている。一方で、PFS 工法は、鋼矢板付近の地盤において $5\sim 10\text{kN/m}^2$ の過剰間隙水圧が発生しているが、図 3 に示す変位ベクトル図では、周辺地盤にほとんど変形が発生していないため、この程度の過剰間隙水圧は周辺地盤にほとんど影響がないと考えられる。PFS 工法のフローティング部分は、根入れ長 10m、幅 8m であり、完全に応力を遮断しているわけではないが、右側方地盤にはあまり影響はない。これは、反対側の地盤が無対策に比べ、多く過剰間隙水圧を受け持っているためだと考えられる。図 5 は、盛土施工完了時における水平変位の深度分布を示したものである。各工法とも無対策より、水平変位を抑制して

キーワード PFS 工法, 鋼矢板, 軟弱地盤, 圧密, 数値解析

連絡先 〒860-8555 熊本県熊本市黒髪 2-39-1 TEL : 096-342-3941

おり、対策工としての効果を発揮していると言える。しかし、PFS 工法の水平変位量については、地表面で 80mm 程度と、若干大きいと捉え、今後、実計測結果との比較を含めて詳細に検討する必要があると言える。

4. 結論

本研究で実施した三次元 FEM 解析は、それぞれの鋼矢板工法をある程度の精度で評価していると言える。PFS 工法は着底工法に比べると水平変位が大きくなる傾向にある。今後は、これら解析結果の妥当性を確認する目的で、実施工との比較検討を行う予定である。最後に、本研究は、鉄鋼連盟の助成により実施した研究であることを申し添える。

参考文献：

- (1) PFS 工法研究会：PFS 工法技術資料，pp.77～106，2005 年 3 月
- (2) Nakai, T. : Modeling of soil behavior based on t_{ij} concept, 13th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 2007 年.

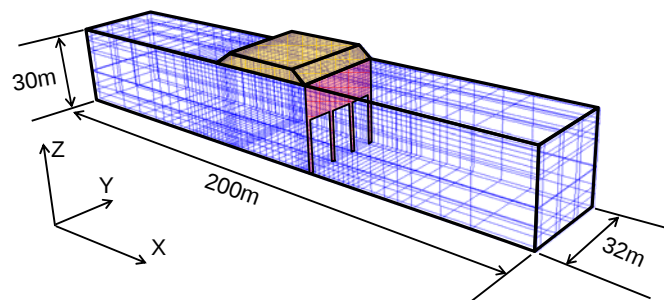


図 1 解析メッシュ図

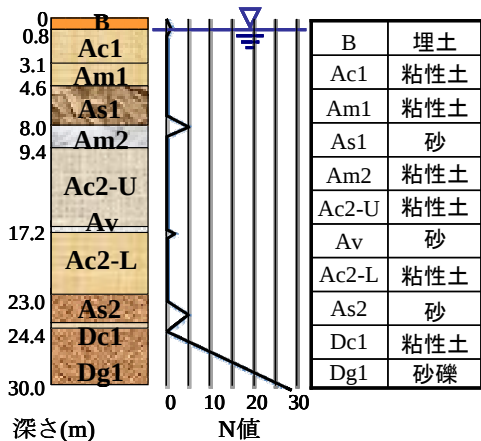


図 2 地盤柱状図及び N 値分布

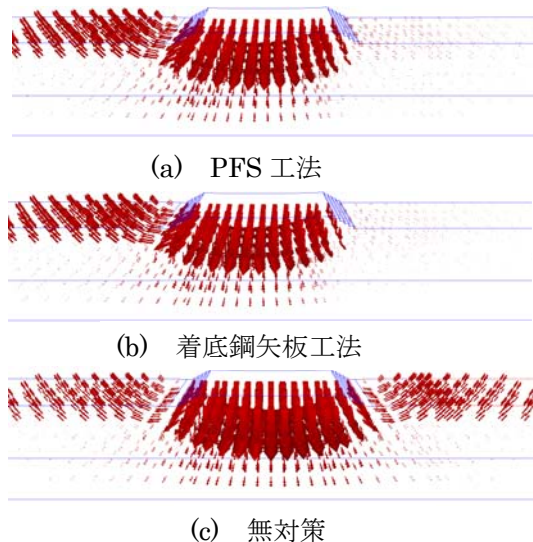


図 3 変位ベクトル図

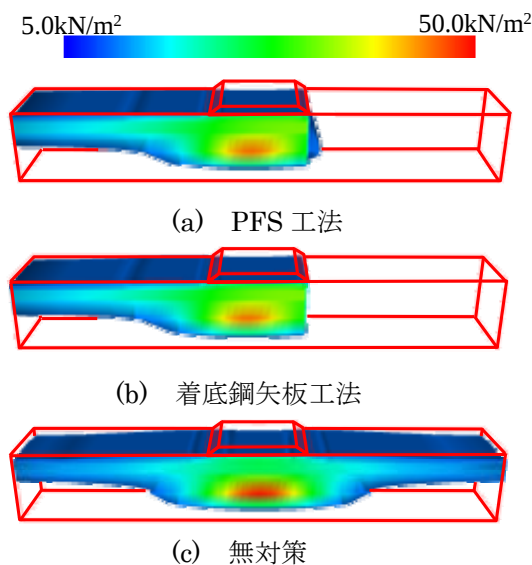


図 4 過剰間隙水圧コンター図

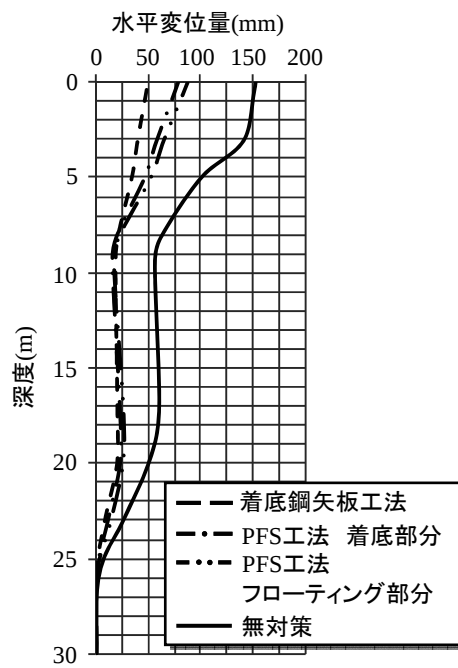


図 5 深度－水平変位量