

掘削土留め工壁体背面地盤を固化改良した近接施工対策に関する模型実験

中央大学 学生会員○小野慶一朗 学生会員 松本尚也 正会員 西岡英俊
 ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社 非会員 鷲見春奈 正会員 田中活行 正会員 千葉佳敬

1. はじめに

掘削土留め工事を行うと背面地盤に変位が生じるため、都市部では何らかの近接工事対策が必要になる。掘削土留め工事の近接施工対策は、大きく「新設側」と「既設側」に分けられる。近接構造物の変位の制限値が厳しい場合や離隔が十分に確保できない場合には「新設側の対策」のみでは制限値を満足できず「既設側での対策」も併用せざるを得ない場合も多い。

一般に、「既設側での対策」は、「地盤の強化・改良」、「遮断防護工」、「既設構造物の補強」に大別され、更にこれらのうち「地盤の強化・改良」の中には図1に示すような「土留め工壁体背面の地盤改良」¹⁾がある。この方法は、施工スペースが限られる等の特殊な施工条件で用いられるが、改良幅が狭いため土圧を直接低減する効果はさほど期待できず、むしろ土留め壁の剛性や強度を高める効果しか期待できない可能性がある。しかしながら、その効果を定量的に評価する実務的な設計手法は確立されていないのが現状である。そこで本研究では、図1のような土留め工壁体背面の地盤改良を対象としたアルミ棒積層体による二次元模型掘削実験を実施し、対策効果のうち壁体の曲げ剛性向上効果が寄与する分とそれ以外の効果との分離を試みた。

2. 実験概要

2.1 模型地盤

アルミ棒積層体は、壁面摩擦がない、地盤変位の可視化が容易などの利点がある。本研究では、高さ500mm、幅800mmの固定土槽に、長さ15mm、直径3mm、2mm、1.5mmのアルミ棒を重量比1:1:1で混合したものを単位体積重量 $\gamma=20.9\text{kN/m}^3$ となるように締め固めて模型地盤を構築した。

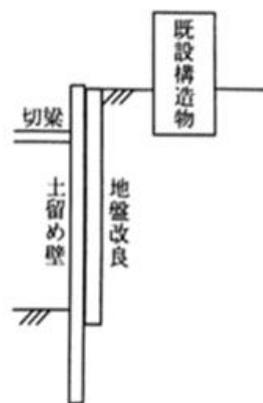


図1 土留め壁工壁体背面の地盤改良による近接施工対策¹⁾

なお、別途測定箱にアルミ棒を詰めて同様に締め固めたのちに、崩壊するまで傾斜させて求めた安息角は31°であった。

2.2 模型土留め壁及び地盤改良部の模型

模型土留め壁は、模型地盤作成後、模型地盤中央に板厚1.2mm、幅170mmのアルミ板（ヤング率 $E=69\text{kN/mm}^2$ ）を上から貫入して模擬した。この土留め壁の曲げ剛性 EI は $EI=1689\text{kN/mm}^2$ である。突出部を含めない土留め壁の長さ L_0 （すなわち掘削前の根入れ長さ）は $L_0=300\text{mm}$ とした。

土留め壁体背面の地盤改良部は、模型土留め壁貫入後に、厚さ3mmのスポンジ製のテープをアルミ棒の端面（表裏両側）に貼り付けることで模擬した。改良深さは土留め壁下端までとし、地盤改良部の幅は改良深さの15%（=45mm）とした。土留め壁と地盤改良体を組み合わせた重ね梁としての曲げ剛性を求めるため、曲げ試験を実施した。重ね梁の両端に200gずつ载荷し、その都度レーザー変位計により端部の鉛直変位を測定した。曲げ試験結果の一例として図2に両端に1200gずつ载荷した時の変形状況を示し、図3に荷重と重ね梁端部鉛直変位の関係を示す。この重ね梁を中央で分けた片持ち梁と仮定して曲げ剛性を求めた結果、

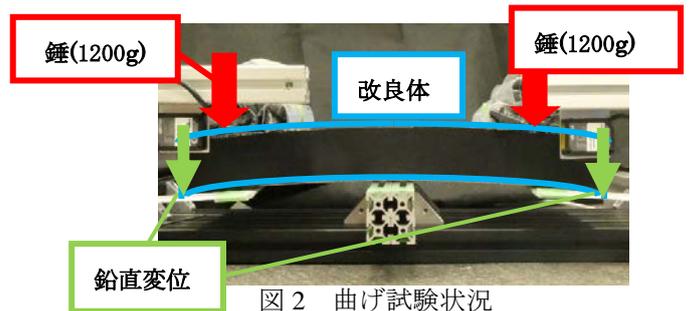


図2 曲げ試験状況

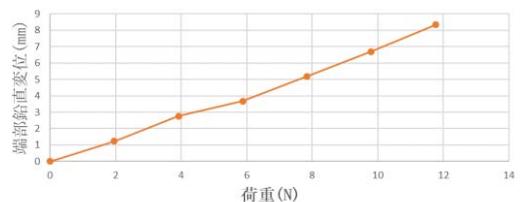


図3 曲げ試験結果

キーワード 掘削土留め工 アルミ棒積層体 変位抑制効果 地盤改良 曲げ剛性

連絡先〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部都市環境学科 基礎・地下構造研究室 TEL: 03-3817-1804

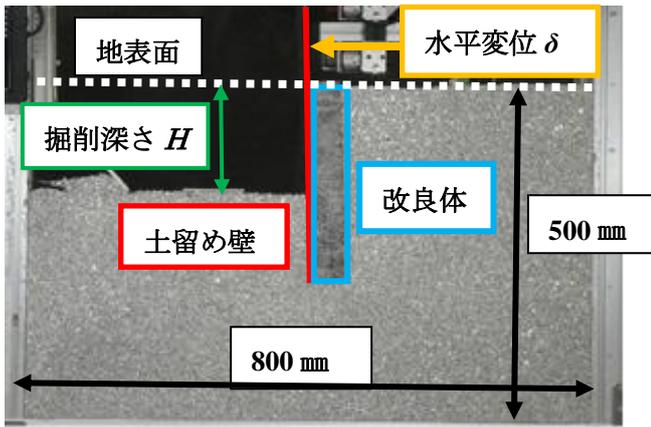


図4 掘削実験の概要

$EI=1806\text{kN/mm}^2$ となり、地盤改良により約7%上昇した。

2.3 実験方法と実験ケース

掘削は左側の地盤のアルミ棒を概ね深さ5mm程度ずつ取り出すことで模擬し、地表面から高さ30mmの位置でレーザー変位計により土留め壁の水平変位 δ を測定した。実験方法の概要を図4に示す。実験は以下の計3ケース行った。ケース①は土留め壁(幅170mm)単独であり、ケース②はこれに地盤改良(改良幅45mm)を併用したケースである。これらに加えて、ケース③としてケース②(地盤改良後)と同じ曲げ剛性 EI を有するアルミ板(板厚1.2mm, 幅182mm)のみで実験を行った。これらの3ケースを比較することで、地盤改良の補強効果を、土留め壁の曲げ剛性 EI 向上分とそれ以外の効果に分離して評価することができる。

3. 実験結果

図5に全3ケースの掘削深さ H と土留め壁水平変位 δ の関係を示す。図5より、地盤改良を行ったケース②で土留め壁水平変位 δ が明らかに抑制されることがわかる。一方、ケース③の土留め壁自体の曲げ剛性 EI を7%向上させた場合の改善効果は比較的小さく、実験誤差の範囲に含まれる程度であった。

ケース②およびケース③の土留め壁水平変位が同じ時($\delta=17\text{mm}$)の背面地盤の変形状況を、画像解析により追尾した掘削前からの軌跡とともに図6に示す。ケース②では改良体背面の地盤にも主働方向への変位が確認でき、改良体に対して主働土圧が作用していると考えられる。壁面摩擦角の違いはあるものの、それだけでは図5の変位抑制効果を説明することは難しく、地盤改良体の底部が直接基礎として抵抗する効果なども影響している可能性がある。

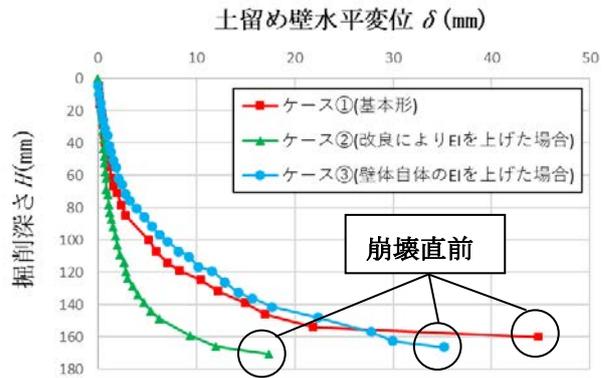
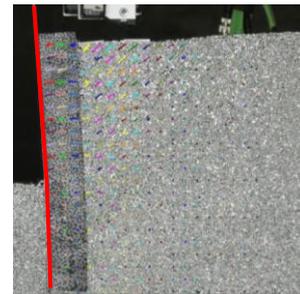
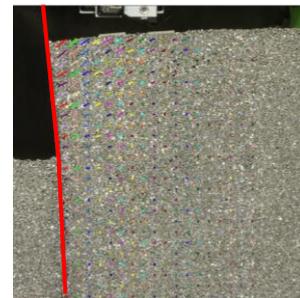


図5 掘削深さ H と土留め壁水平変位 δ 関係



a) ケース②(地盤改良有り)



b) ケース③(地盤改良無し, EI同一)

図6 土留め壁水平変位 $\delta=17\text{mm}$ 時の変形状況

4. まとめ

本実験では、土留め工壁体背面の地盤改良により、土留め壁の曲げ剛性 EI を向上させる効果以上の改善効果が期待できることが確認できた。今後、実験を追加してメカニズムの解明を進めていきたい。

参考文献

- 1) 地盤工学・実務シリーズ 28 近接施工「1.6 近接施工対策」, p40, 2011.
- 2) 田中活行, 加藤久也, 千葉佳敬, 大津将嘉, 松本尚也, 西岡英俊:掘削土留め壁背面への地盤改良による変位抑制効果に関する研究, 第55回地盤工学会発表会 pp22-8-03, 2020.