

アルミ棒積層体を用いた背面地盤固化改良併用自立式掘削土留め工の模型実験 —土留め壁の壁面摩擦角の影響に着目した検討—

中央大学大学院 学生会員 ○小野慶一朗 正会員 西岡英俊
ジェイアール東海コンサルタンツ 正会員 高柳昌虎 正会員 千葉佳敬

1. 目的

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り、その一つとして土留め工壁体背面を地盤改良する方法がある。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。

著者らのこれまでの研究¹⁾から、背面地盤の改良は、土留め壁の水平変位抑制効果自体には重ね梁としての曲げ剛性向上効果しか期待できないが、背面地盤の沈下抑制効果に関しては水平変位抑制効果よりも大きな改良効果を期待できる可能性があることが分かっている。本稿ではこの原因を壁面摩擦によるものだと考え、壁面摩擦のみを変化させた場合の実験ケースを加えた検討結果を報告する。

2. 実験概要

(1) 模型地盤

アルミ棒積層体を用いた模型地盤は、中密な砂に似た非線形挙動を2次元的に再現可能であり、地盤変状の可視化が容易などの利点がある。実験概要を図-1に示す。本研究では、高さ500mm、幅1000mmの固定土槽に、長さ150mm、直径3mm、2mm、1.5mmのアルミ棒を重量比1:1:1で混合したものを用いて模型地盤を作成した。模型地盤は、模型土留め壁を外部から所定位置で固定した状態で専用の装置で設置した後、両側にアルミ棒を単位体積重量 $\gamma=20.9\text{kN/m}^3$ となるように締め固めながら積み、作成した。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。模型土留め壁は、幅170mm板厚 $t=1.2\text{mm}$ のアルミ板(ヤング率 $E=69\text{kN/mm}^2$)を用いた。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、模型地盤構築後に、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た。

(2) 実験ケース

実験は表-1に示す計5ケースを実施した。Case1シリーズは地盤改良を行うケースで、Case1-1が改良なし(すなわち土留め壁単独)の場合、Case1-2、Case1-3、Case1-4がそれぞれ改良幅 $W=20\text{mm}$ 、 45mm 、 70mm の場合である。Case3-2は、模型地盤と同じアルミ棒を土留め壁側面に貼り付けることにより土留め壁の壁面摩擦角を上昇させた。これら全5ケースにより、地盤改良と壁面摩擦角の関係について検討した。

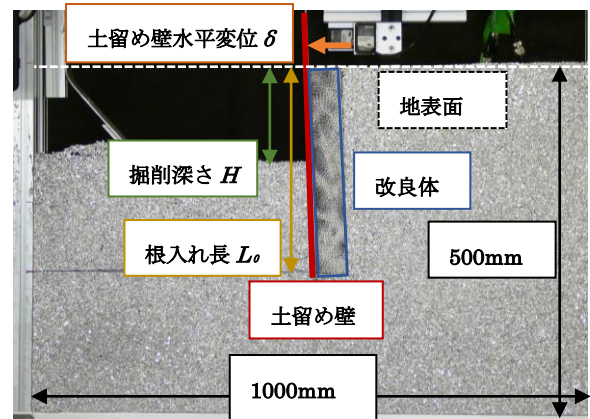


図-1 掘削実験の概要

表-1 実験ケース

ケース名	改良幅 W	土留め壁表面加工
Case1-1	改良なし	なし
Case1-2	20mm	なし
Case1-3	45mm	なし
Case1-4	70mm	なし
Case3-2	改良なし	粗面

キーワード 自立式土留め工 地盤改良 地盤沈下 壁面摩擦角

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

3. 実験結果及び考察

(1) 掘削深さ H と土留め壁水平変位 δ の関係

図-2 に各ケースの掘削深さ H と土留め壁水平変位 δ の関係のグラフを示した。これを見ると、地盤改良併用時は改良幅が広いほど δ は減少することがわかる。また、壁面摩擦角を上昇させた Case3-2 は、 $H=120\text{mm}$ 以深から Case1-3 と同じような傾向を示すことが確認できる。

(2) 背面沈下面積 A_s 及び壁体変形面積 A_d

一般に、土留め壁の変形に伴う背面地盤沈下量は、地表面沈下土量 A_s と土留め壁の変形に伴う変形土量 A_d との関係を用いて概算される。本実験における土留め壁の変形に伴う変形土量 A_d と背面地盤の地表面沈下土量 A_s の値は、図-3 の斜線部の面積（すなわち単位奥行きあたりの土量）として画像解析により算出した。 H が約 140mm 時の両者の比 $\alpha (=A_s/A_d)$ を表-2 に示した。これを見ると、粗面加工時の Case3-2 の α は Case1-1 よりも 16%減少している。一方、地盤改良時は、改良幅を広げるほど α は減少しており、改良幅 $W=20\text{mm}$ 時の Case1-2 の α は未改良時の Case1-1 よりも 32%減少している。

(3) 土留め壁背面地盤の状況

図-4 に Case1-1 と Case1-3 の土留め壁背面地盤の状況を確認できる画像を示す。Case1-1 の壁体と背面地盤のアルミ棒の間には空隙は見られず、背面地盤のアルミ棒は壁体表面を滑りながら沈下している。これに対し、Case1-3 では背面の地盤改良体とアルミ棒の間に空隙が生じており、改良体背面側の凹凸を乗り越えながら沈下していくことが確認できる。Case1-3,4,Case3-2 でも Case1-3 と同様の空隙を確認できた。

つまり、(2)で確認した Case3-2 の壁面摩擦角上昇による α の減少は、このように背面の凹凸が地盤の沈下を抑制する効果によって生じたと考えられる。また、改良体幅が大きくなると、重ね梁としての曲げ挙動と改良体部底面の回転抵抗によって、改良体背面の下向き鉛直変位が減少することで、より抑制効果が大きく（ α の値が小さく）なったと考えられる。

4. まとめ

本研究により、地盤改良体による土留め壁の変形に伴う変形土量 A_d と背面地盤の地表面沈下土量 A_s の比 α の抑制効果は壁面摩擦角増加による効果を上回ることが確認できた。また、この効果は改良幅を広げるほど大きくなることがわかった。今後はこれらの効果を定量的に評価可能な設計手法の確立を目指していく予定である。

参考文献

1) 小野慶一郎, 西岡英俊, 鷺見春奈, 千葉佳敬: 掘削土留め工の背面地盤固化改良による背面地盤沈下抑制効果に関する実験的研究, 土木学会全国大会第 76 回年次学術講演会, 2021

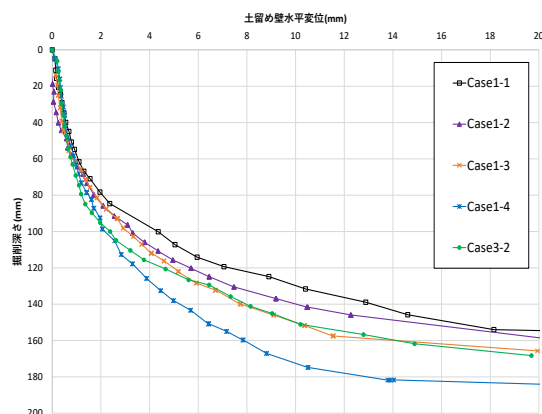


図-2 掘削深さ H と水平変位 δ の関係

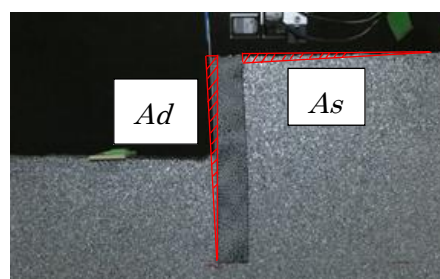
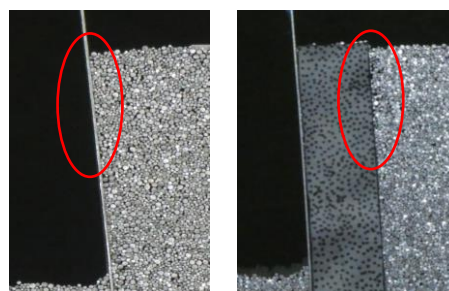


図-3 Case1-3 の A_d , A_s



左)Case1-1, $H=146.8\text{mm}$

右)Case1-3, $H=157.5\text{mm}$

図-4 土留め壁背面地盤の状況

表-2 H が約 140mm 時の A_s , A_d , α

	A_s (mm^2)	A_d (mm^2)	α $=A_s/A_d$
Case1-1	963	1396	0.69
Case1-2	604	1271	0.47
Case1-3	346	889	0.39
Case1-4	185	582	0.32
Case3-2	490	846	0.58