

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
ー土留め壁の壁面摩擦角の影響に着目した検討ー

中央大学大学院
ジェイアール東海コンサルタンツ

学生会員○小野 慶一郎 正会員
非会員 高柳 昌虎 正会員

西岡 英俊
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),2)}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

実験は高さ 500mm、幅 800~1000mm のアルミ棒積層体を用いて、掘削を模擬してアルミ棒を除去しながら崩壊に至るまで土留め壁および地盤の変形を計測した。地盤改良体は厚さ 3mm のスポンジ製のテープを使って模擬した。実験の概要を図-2 に示す。実験は表-1 に示す計 6 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 が未改良（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。詳細は参考文献^{1),2)}を参考とされたい。これに加え本稿では、模型土留め壁の設置方法を変更し、土留め壁模型の壁面摩擦の有無（模型地盤と同じアルミ棒を貼り付けの有無により模擬）のパラメータを変えた Case3 シリーズを実施した。Case1 シリーズの模型土留め壁の設置

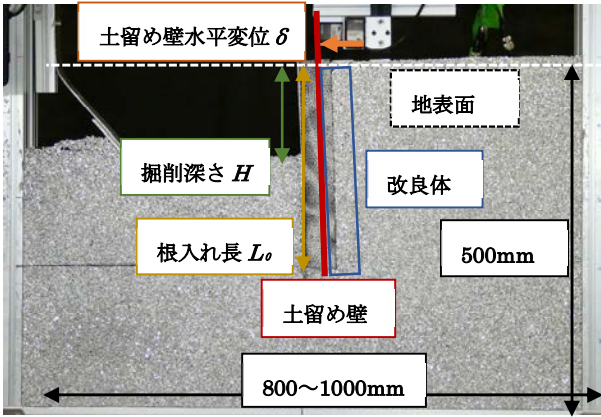


図-1 掘削実験の概要

表-1 実験ケース

ケース名	土留め壁 設置方法	改良幅 W	土留め壁 表面加工
Case1-1 ^{1),2)}	事後貫入	改良なし	なし
Case1-2 ^{1),2)}	事後貫入	20mm	なし
Case1-3 ^{1),2)}	事後貫入	45mm	なし
Case1-4 ^{1),2)}	事後貫入	70mm	なし
Case3-1	事前埋没	改良なし	なし
Case3-2	事前埋没	改良なし	粗面

作成方法は、模型地盤を作成した後、模型土留め壁を地表面から貫入し、その後に地盤改良部を構築していた（以下、「事後貫入」という）^{1),2)}。一方、Case3 シリーズで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、両側にアルミ棒を積み、模型地盤を作成した（以下、「事前埋設」という）。すなわち、Case1 シリーズは Case3 シリーズよりも壁体付近の周辺の模型地盤の土圧が打ち込みによる周辺地盤の締め固め効果により上昇している可能性がある。また、Case3-2 は Case3-1 の模型土留め壁に模型地盤と同じアルミ棒を貼り付けることにより壁面摩擦を上昇させた。これら全 6 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。

3. 実験結果及び考察

(1)土留め壁背面の崩壊形状

各ケースで崩壊形状を確認したところ、Case1-1、Case3-1の壁体と背面地盤のアルミ棒の間には空隙は見られないのに対し、Case1-2,3,4,Case3-2では背面の地盤改良体あるいは壁体とアルミ棒との間に空隙が生じていることが確認できた。これは、いずれもアルミ棒が凹凸を乗り越えるように移動したためであり、これらの摩擦係数 μ としては、 $\mu = \tan\phi$ (ϕ : 地盤の内部摩擦角) に相当すると解釈できる。

(2)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、地盤改良を行った場合も壁面摩擦角を上昇させた場合も δ は減少することが確認できる。また、地盤改良においては改良幅が広いほど δ は減少することがわかる。

(3)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）とした。 H が約 140mm 時の両者の比 α ($=A_s/A_d$) を δ とともに表-2 に示した。ここで、地盤改良体なし・壁面加工無の Case1-1 と Case3-1 の差異は、模型土留め壁の設置方法の違いによるものと考えられ、事後貫入は事前埋設よりも壁体付近の土圧が高くなっていることが影響している可能性がある。また、地盤改良時、および粗面加工時の A_s は A_d よりも抑制されることが明らかである。粗面加工時の Case3-2 の δ は Case3-1 よりも 44%減少していて、 α は 16%減少している。一方、地盤改良時は、改良幅を広げるほど δ 、 α はともに減少しており、改良幅 $W=20\text{mm}$ 時の Case1-2 の δ は未改良時の Case1-1 よりも 24%減少していて、 α は 30%減少している。つまり、壁面摩擦角を上昇させた場合の δ の減少率は改良した場合よりも高く、 α の減少率は改良した場合の方が高いことがわかる。これは、改良体のスポンジ製のテープの変形により壁体に作用する鉛直方向の土圧が改良なしで直接壁体に作用する場合よりも緩和され、変位が抑制される可能性があるからだと考えられる。

これらより、改良をした場合、 α は壁面摩擦角の増

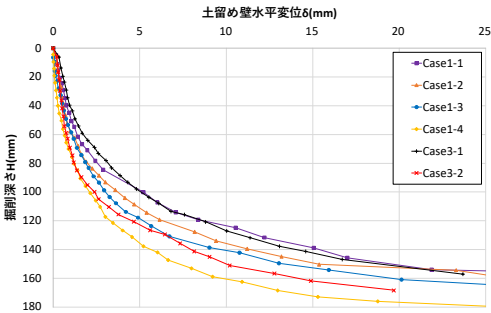


図-2 掘削深さ H と土留め壁水平変位 δ の関係

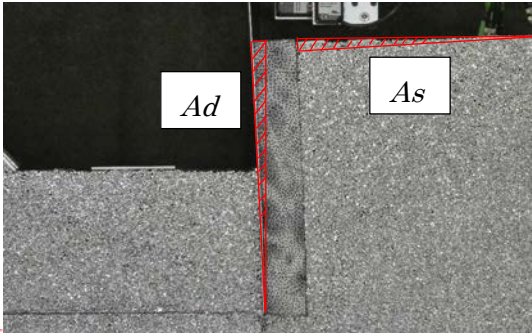


図-3 Case1-3 の背面地盤の崩壊形状

表-2 H が約 140mm 時の δ , A_s , A_d , α

	δ (mm)	A_s (mm ²)	A_d (mm ²)	α $=A_s/A_d$
Case1-1	12.88	786	1310	0.60
Case1-2	9.79	439	1034	0.42
Case1-3	7.78	306	831	0.37
Case1-4	5.37	165	565	0.29
Case3-1	14.60	861	1074	0.69
Case3-2	8.15	491	846	0.58

加による α 低減効果分だけでなく、改良幅 W の大きさに依存して減少することがわかった。

4. まとめ

本研究により、地盤改良を行った場合の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 は、壁体背面での摩擦角を地盤の内部摩擦角と同程度まで増加させた効果以上に減少し、改良幅が大きくなるほど低減効果が大きくなることがわかった。

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土留め壁水平変位抑制効果と壁体曲げ剛性の関係に関する実験的研究, 第 56 回地盤工学会発表会, 2021
2) 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, 第 56 回地盤工学会発表会, 2021