

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

中央大学 学生会員 ○小野 慶一郎 正会員 西岡 英俊
 ジェイアール東海コンサルタンツ(株) 鷺見 春奈 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隔離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が多い。

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、改良幅を変化させた場合と土留め壁板厚を変化させた場合での背面地盤沈下のメカニズム解明を目的として、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二次元模型掘削実験を実施した。これまで、土留め壁の水平変位の改良効果は、主に改良体を組み合わせた重ね梁としての土留め壁全体の剛性上昇効果によって説明できることを報告²⁾しているが、本稿では主に背面地盤沈下量に着目した検討結果について報告する。

2. 実験概要

実験は高さ 500mm、幅 800mm 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。実験の概要を図-2 に示す。実験は表-1 に示す計 5 ケースを実施した。Case1 シリーズが板厚 $t=1.2\text{mm}$ の土留め壁を用いるケースで、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 がそれぞれ地盤改良幅 $W=20\text{mm}$ 、 45mm 、 70mm の場合、Case2 が $t=1.5\text{mm}$ の未改良の場合である。詳細は参考文献 2)を参考にされたい。

3. 実験結果

以下では、掘削深さ H が約 140mm 時の各ケースにおける土留め壁の水平変位分布と背面地盤の地表面沈下量分布を図-3 と図-4 に示す。これらは画像解析により標点追尾をして求めた。なお、掘削深さ約 140mm は、Case1-1（最も崩壊に至る掘削深さが浅いケース）において土留め壁前面側に明確な受働破壊すべり面が観察された掘削深

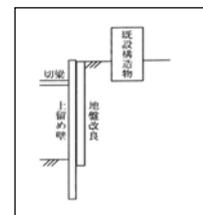


図-1 土留め工壁体背面の地盤改良による近接施工対策¹⁾

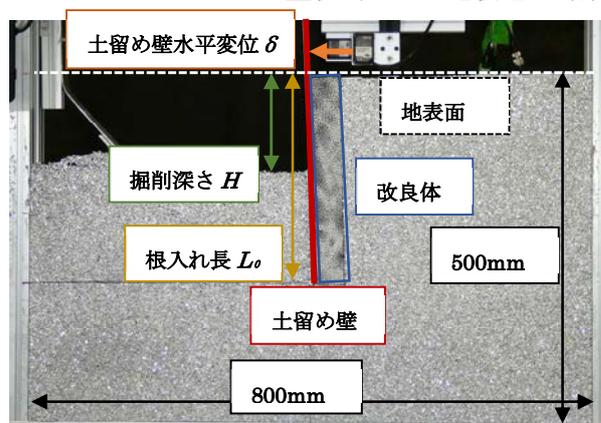


図-2 実験概要

表-1 実験ケース

ケース名	板厚 t	改良幅 W
Case1-1	1.2mm	0mm(未改良)
Case1-2	1.2mm	20mm
Case1-3	1.2mm	45mm
Case1-4	1.2mm	70mm
Case2	1.5mm	0mm(未改良)

キーワード 掘削土留め工、地盤改良、地盤沈下、近接施工、

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

さ 160mm に対して安全率 1.15 で除した掘削深さである。

図-3 より, Case2 のように板厚を上げる, または Case1-2,3,4 のように改良幅 W を広げるほど土留め壁水平変位 δ が抑制されることが確認できる。なお, 参考文献 2) では, この水平変位抑制効果の大きさは, 土留め壁と地盤改良体を重ね梁として考えた全体の曲げ剛性の大きさに評価できることを示している。

図-4 より, Case1-2, 3, 4 の地盤改良を有するケースでは, 地盤改良部上面も土留め壁の変形に伴って前方に傾斜し, そのすぐ背面の地盤が最も沈下して土留め壁から離れるほど沈下量が減っていくことがわかる。

4. 考察

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。例えば, 日本建築学会山留め設計指針³⁾では $A_s = (0.5 \sim 1.0) A_d$ の関係が, 道路土工仮設構造物工指針⁴⁾では $A_s \approx A_d$ の関係が示されている。ここでは本実験における両者の関係に着目した考察を行う。

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 および図-4 の斜線部を積分した面積 (すなわち単位奥行きあたりの土量) とした。なお, 各図中には例として Case1-4 の積分範囲を示したが, 背面地盤の地表面沈下土量 A_s の算出には, 図-4 中に示すように地盤改良部上部の沈下部分の土量は含めていない。得られた各面積を図-5 に示す。同図より, A_d と A_s はともに δ と概ね同じような傾向で抑制されることがわかる。

図-6 に両者の比 $\alpha (=A_s/A_d)$ のグラフを示した。これを見ると, 地盤改良時の A_s は A_d よりも抑制されることが明らかで, 地盤改良を行った場合には両者の比が建築学会山留め設計指針での下限値 (0.5) を下回るとともに, 改良幅を広げるほどその比率が小さくなることがわかった。この要因として, 改良体背面にはアルミ棒の凹凸が残るため, 改良体が無い場合に比べて背面地盤の沈下が抑制されるためではないかと考えている。

5. まとめ

本研究により, 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わかった。

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」, 丸善出版, p.40, 2011.
- 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(投稿中)
- 3) 日本建築学会: 山留め設計指針, p.238, 2017.
- 4) 日本道路協会: 道路土工 仮設構造物工指針, p.60, 1999.

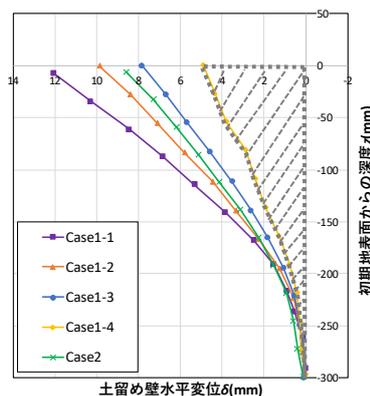


図-3 $H \approx 140\text{mm}$ 時の土留め壁水平変位分布

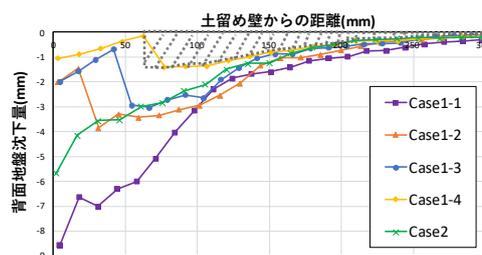


図-4 $H \approx 140\text{mm}$ 時の背面地盤形状

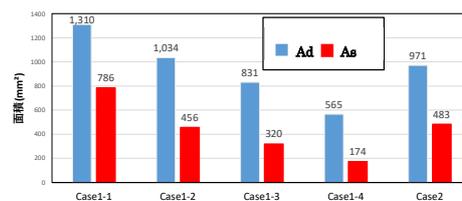


図-5 $H \approx 140\text{mm}$ 時の壁体変形面積 A_d
背面地盤沈下面積 A_s ,

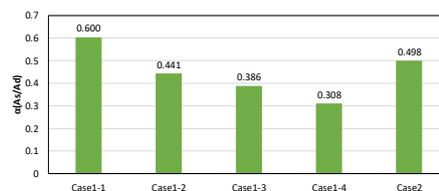


図-6 $H \approx 140\text{mm}$ 時の $\alpha (=A_s/A_d)$