

自立式土留めの壁体剛性と地盤の密度に関する実験的研究

中央大学 学生会員 ○福田文香 中央大学大学院 学生会員 松本尚也
中央大学 正会員 西岡英俊

1. はじめに

近接施工で掘削内部の施工性を確保する必要がある場合などでは、土留め壁の剛性を高めて切梁を不要とした自立式土留め工法を採用する場合がある。松本らはこれまで、アルミ棒積層体を用いて掘削実験を行い、同一の根入れ深さで壁体の曲げ剛性のみを増加させても必ずしも危険側とはならない可能性があることを確認している¹⁾。ただし、根入れが同等のまま壁体剛性のみ上昇させると、地盤の不確実性が掘削に伴う変形～崩壊挙動に及ぼす影響が大きくなることや、脆性的な破壊形態となることが懸念されるが、それを実験的に検証した事例はほとんどない。

そこで本研究では、地盤の破壊挙動を容易に模擬・観察できるアルミ棒積層体を用いて自立式土留め壁の曲げ剛性と地盤の密度を主たるパラメータとした模擬掘削実験を行い、これらが自立式土留め壁の水平変位 δ や地盤変形にどのような影響を及ぼすのか検討した。

2. 実験概要

本研究で用いた実験装置を図-1に示す。模型地盤には長さ150mmのアルミ棒を幅1000mm、高さ500mmで積み上げたアルミ棒積層体を用いた。アルミ棒の直径は3.0mm、2.0mm、1.5mmの3種類で、重量比1:1:1で混合している。1回あたりの撒きだし厚さは50mmであり、本実験では締固め方法を変化させて、緩い地盤と密な地盤の2種類を作成した。緩い地盤は、撒きだし厚さ毎に突き固め板を使用してアルミ棒の配置を整えただけとした。密な地盤は、撒きだし厚さ毎に突き固め板を深さ50mmまで挿入する作業を水平間隔10mm間隔で3回実施し、その後小型バイブレータを1往復して締め固めた。これらの締固め作業を行った結果、緩い地盤の単位体積重量は20.9kN/m³～21.5kN/m³、密な地盤は21.8kN/m³～22.3kN/m³となった。

模型土留め壁は、模型地盤を深さ300mmまで作成後、模型地盤中央に幅170mmのアルミ板を上から貫入して、その後残りの200mmの地盤を作成することで模擬した。

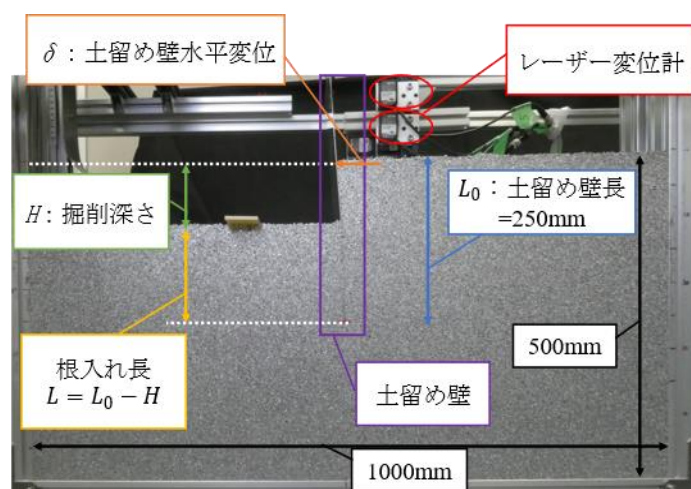


図-1 実験装置の概要

また、全ケースとも突出部を含まない土留め壁長 L_0 （すなわち掘削前の根入れ長さ）は $L_0=250\text{mm}$ とした。

掘削は左側の地盤のアルミ棒を概ね3mm程度ずつ取り出すことで模擬した。レーザー変位計（100mm レンジ）を初期の地表面から高さ50mmと100mmの位置に取り付け、地表部での土留め壁水平変位 δ を測定した。

実験ケースは模型土留め（アルミ板）の板厚 t が4種類（ $t=0.8, 1.0, 1.2, 1.5\text{mm}$ ）で、それぞれ締固め程度を2種類（緩い地盤、密な地盤）とした全8ケースとし、それぞれ3回ずつ実施した。

3. 実験結果と考察

図-2に各板厚 t の掘削深さ-変位（ H - δ ）関係を示す。 $t=0.8\text{mm}$ は、緩い地盤と密な地盤のグラフにそれほど差がなかった。 $t=1.0, 1.2, 1.5\text{mm}$ はある掘削深さから、徐々にグラフが乖離していることがわかる。すなわち、壁体剛性が高くなると、地盤条件の差異の影響を受けやすくなることが確認できた。

次に、壁体の曲げ剛性および地盤条件の違いが地盤および壁体の変形状況に及ぼす影響を考察するため、 $t=0.8\text{mm}$ （曲げ剛性が最小）と $t=1.5\text{mm}$ （曲げ剛性が最大）の各ケースについて、掘削深さ H が同等（すなわち、根入れ長さが同等）となる約130mm時（図-2中のA～D点）までの地盤のひずみを画像解析により求めた。

キーワード 掘削, 自立式土留め, アルミ棒積層体, 曲げ剛性, 地盤の密度

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

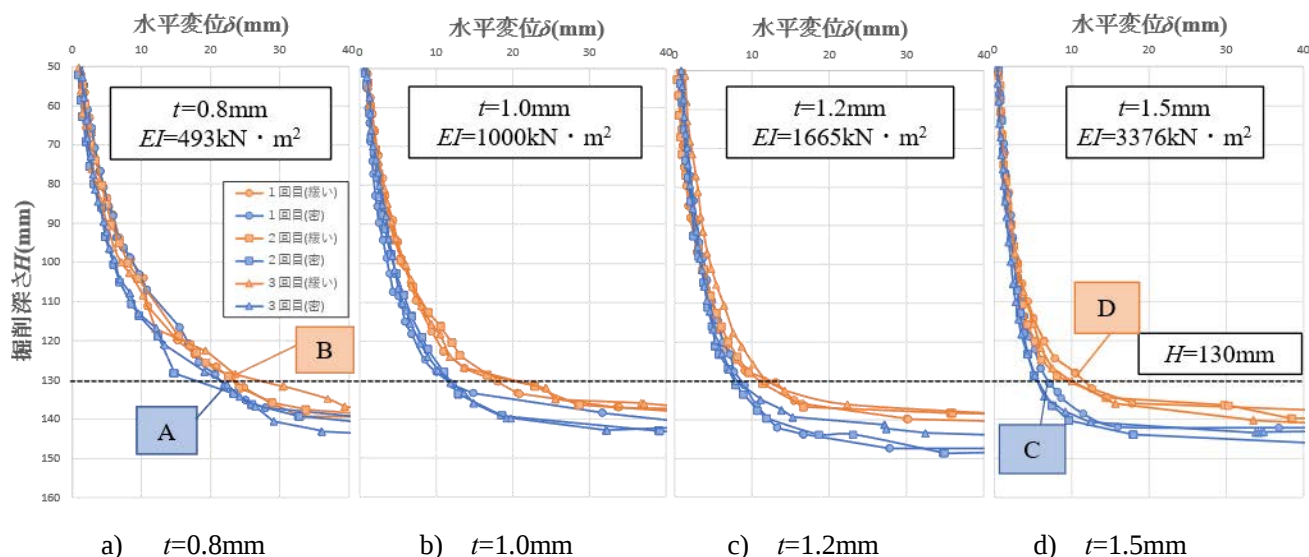


図-2 各ケースの掘削深さ H -変位 δ 関係

図-3 に水平方向の垂直ひずみ ε_x の分布を変形状況および水平変位 δ の値と共に示す。

まず、曲げ剛性の違いに着目すると、曲げ剛性が最小の $t=0.8\text{mm}$ のケースでは、土留め壁が大きくたわんでおり、すべり面の下端（起点）は根入れ部の中間付近にあった。一方、曲げ剛性が最大の $t=1.5\text{mm}$ のケースでは土留め壁が剛体的に挙動し、すべり面の下端（起点）が土留め壁の先端付近となっていた。

また、地盤条件の違いに着目すると、 $t=0.8\text{mm}$ のケースでは主働側・受働側ともに密な地盤と緩い地盤ですべり面の範囲にそれほど差がないが、 $t=1.5\text{mm}$ のケースでは、緩い地盤の方がすべり面の範囲が広がることが確認された。

4. おわりに

本実験の結果、土留め壁の曲げ剛性が小さい場合は地盤の密度の違いが水平変位 δ や地盤変形にそれほど影響しない一方で、曲げ剛性を高めた場合には地盤の密度の違いが大きく影響することがわかった。すなわち、曲げ剛性が大きい壁体を使用する場合には、地盤の評価誤差が壁体の変形量の評価精度に及ぼす影響が大きくなり、場合によって

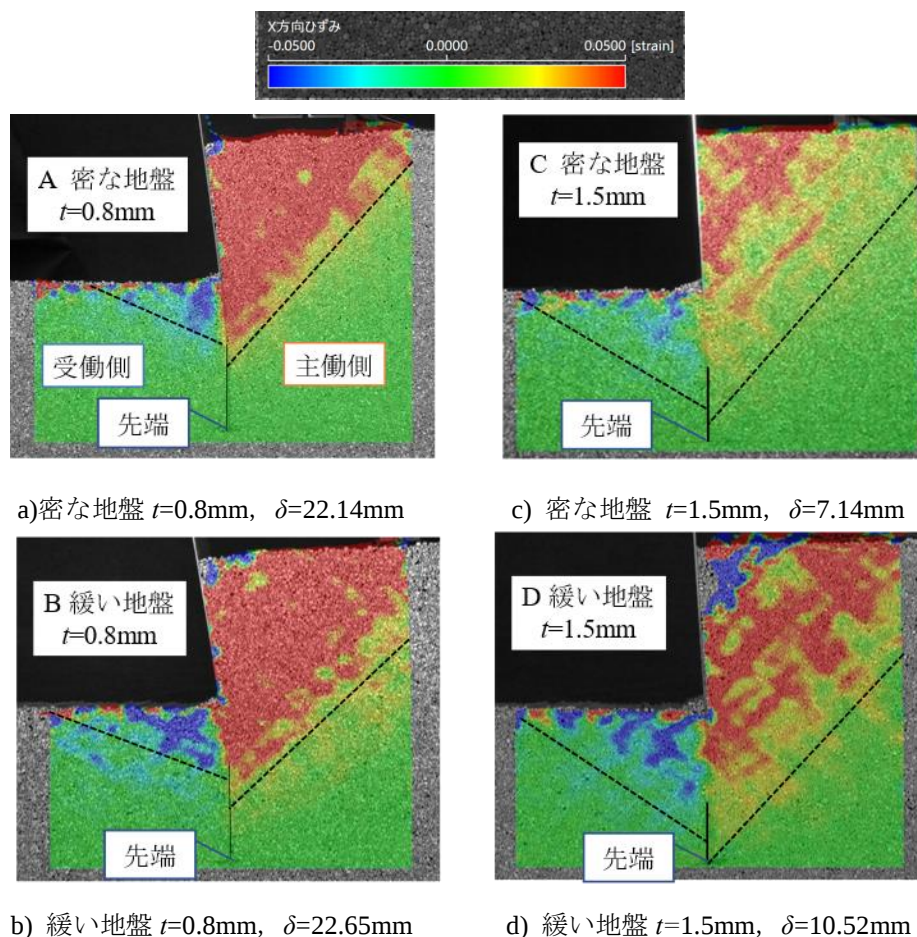


図-3 掘削深さ H が約 130mm 時のひずみ分布（水平方向の垂直ひずみ ε_x ）

は危険側となる可能性もあることに留意する必要がある。

参考文献

- 1) N. Matsumoto, H. Nishioka : A study on the effect an earth-retaining wall s rigidity and embedded depth on its behavior , Proceedings of the Second International Conference on Press-in Engineering, 2021