

山留め掘削の支保形式と地盤の変形メカニズムに関する研究

学籍番号 23413520 氏名 奥田 一彰

指導教員名 Hossain Md. Shahin

1 はじめに

アンカー式山留め掘削は切梁を用いる工法と比較して、任意の断面や掘削面積が広い現場において効率的な施工が可能である。しかし現行の設計法では、山留めの応力・変形作用を経験的手法や切梁工法に倣った手法で評価しており、その合理性については十分検討されていない。本研究では、アンカー長・アンカー傾角及び山留め壁の根入れ長に着目した2次元模型実験を実施し、効果的な支保形式を検討した。なお本研究では、地盤材料の弾塑性構成モデル subloading t_{ij} model に基づく有限要素解析も実施しているが、紙面の都合上、実験結果のみ述べる。

2 2次元模型実験の概要

2次元模型実験の概略図を図1に示す。模型は現場スケールの約1/100を想定しており、地盤材料には直径1.6mmと3.0mmのアルミ棒を重量比3:2で混合した積層体(単位体積重量 $\gamma=20.4\text{kN/m}^3$)を用いた。山留め壁(長さ300mm,奥行き60mm,厚さ0.5mm, $EI=0.88\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{cm}$, $EA=4.22\cdot 10^2\text{kN/cm}$)とアンカー体(奥行き50mm,横幅50mm,厚さ5mm)はアルミ板で作成した。また、アンカー体は周面に10mm間隔で1.6mm径のアルミ棒を貼り付け、地盤との摩擦を表現した。アンカー引張部は、アンカー体とアンカー頭部をモデル地盤の両側面からピアノ線(径0.3mm, $EA=1.41\cdot 10^3\text{kN/cm}$)で接続してモデル化した。アンカーの張力は頭部の蝶ナットにより制御可能で、水平面からのアンカーの傾角を任意に設定できる。ピアノ線中央部に2軸のひずみゲージを接着したアルミ薄板(長さ30mm,幅6mm,厚さ0.2mm)を挿入し、較正係数を乗じて引張力を算出した。掘削過程は地表面からアルミ棒を15mmずつ取り除く事で模擬し、地盤の崩壊により実験の続行が不可能となる掘削深度まで行った。今回行った実験パターンを表1に示す。アンカーは3段設置し、1, 2, 3段目のアンカーはそれぞれ掘削深度が30mm, 90mm, 150mm到達時に深さ15mm, 75mm, 135mmの位置

に設置した。アンカー体は最終掘削深度を210mm, 内部摩擦角を30°と設定して主働すべり面を仮定し、主働すべり面の外側に設置した。1, 2, 3段目のアンカー長はそれぞれ L_1, L_2, L_3 と表す。アンカーに導入する初期緊張力は、傾角30°の実験ケースにおいて1, 2, 3段目のアンカーにそれぞれ0.31, 0.57, 0.84(N)とした。傾角15°, 45°では初期緊張力の水平分力が傾角30°の場合と等しくなるよう設定した。

3 結果と考察

3.1 アンカー長・傾角の違いに関する検討

既往の研究^[1]より、3段目アンカー長 L_3 が200mmより長いケースでは水平に近い傾角($\theta \leq 30^\circ$)でアンカーを設置することで、明確な支保効果が得られることが分かっている。そこで、3段目アンカーを200mmより短く設置したケースで支保効果が得ら

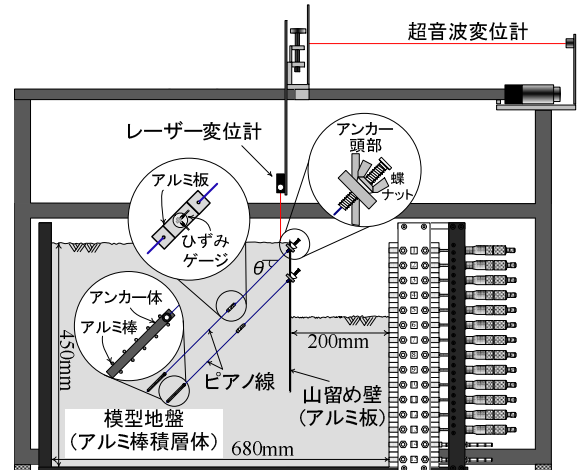


図1: 2次元模型実験の概略図

表1: 実験ケース名

ケース名	項目	傾角 (°)	L_1 (mm)	L_2 (mm)	L_3 (mm)	根入れ長(mm)
Case1-A	傾角	15	150	125	150	300
Case1-B		30				
Case1-C		45				
Case2-A1	根入れ長	30	150	125	100	240
Case2-A2					150	
Case2-B1					100	300
Case2-C1					100	360

れるか検討するため、 $L_3=150\text{mm}$ と設定し、傾角を変化させた実験を行った。図2に壁体最大変位量の推移を示す。このグラフは縦軸に壁体最大変位量を、横軸に掘削深度の推移を示す。掘削深度 $d=150\text{mm}$ に着目すると、Case1-Aでは、他の2ケースと比較してやや壁体の変位が大きくなるのがわかる。その後の更なる掘削 ($d=180\text{mm}$ 以深) では、Case1-A, Case1-Cで変位が急激に増加しているのに対し、Case1-Bでは変位が抑制されていることが分かる。図3に $d=210\text{mm}$ での偏差ひずみ分布を示す。Case1-A, Case1-Cでは全てのアンカーを巻き込む形でひずみが生じるのに対し、Case1-Bでは発生するひずみ量が明確に抑制されている。以上から、アンカー傾角を 30° とし3段目アンカーを 150mm 以上の長さで設置することで明確な支保効果が得られると分かった。一方、最も水平に近い傾角 15° のとき、3段目アンカーが短いと支保効果は得られないことが分かった。

る抑制効果が得られることが分かった。

5 参考文献

[1] 加藤盛大(2012): アンカー式山留め掘削の合理的な設計法と地盤の変形メカニズムに関する研究; 名古屋工業大学修士論文

3.2 根入れ長の違いに関する検討

図4に壁体最大変位量の推移を示す。グラフより、Case2-C1では、Case2-B1と比較して壁体変位が最も抑制されているが、いずれも $d=180\sim 210\text{mm}$ で変位量が増大する傾向に関しては差異が見られない。一方Case2-A1では $d=210\text{mm}$ までの掘削が不可能となることが分かる。更に、Case2-A2においても、 $d \geq 195\text{mm}$ で変位が急激に増大している。図5に $d=210\text{mm}$ (Case2-A1は地盤が崩壊した掘削深度である $d=195\text{mm}$)での偏差ひずみ分布を示す。Case2-C1では発生するひずみ量がやや抑制されるものの、いずれのケースもアンカー体の外側でひずみが明確に生じる。但し、根入れ長 240mm の2ケースでは、アンカー体の内側で特にひずみ量が過大となることが分かる。以上から、根入れ長が長いほど壁体変形に対する抑制効果は僅かに得られるものの、その効果に明確な差は見られないことが分かった。一方、想定した最終掘削深度に対して一定以上の根入れ長を確保していないケースでは、アンカー長に関わらず壁体変位の抑制効果が得られないことが分かった。

4 まとめ

模型実験から、最終掘削深度 210mm と設定したとき、根入れ長を 300mm より長く、アンカーを傾角 30° で3段目アンカーを 150mm より長く設置したケースにおいて、壁体の変位や周辺地盤の変形に対す

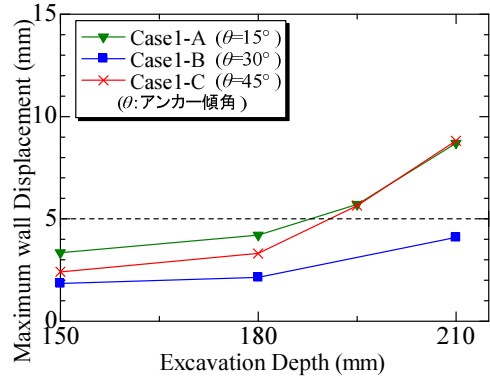


図2 壁体最大変位量 (傾角の違い)

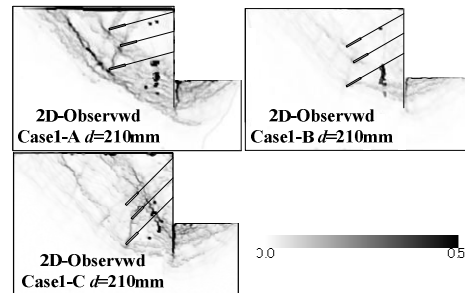


図3 偏差ひずみ分布 (傾角の違い)

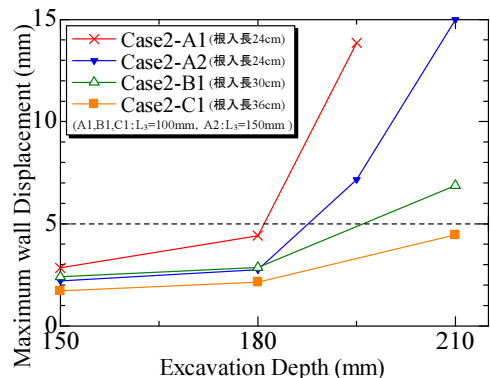


図4 壁体最大変位量 (根入れ長の違い)

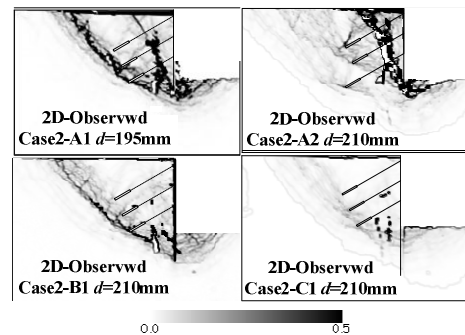


図5 偏差ひずみ分布 (根入れ長の違い)