

## グラウンドアンカーによる山留め支保メカニズム

名古屋工業大学 学生会員 ○ 加藤盛大  
 名古屋工業大学 正会員 菊本統、中井照夫、H. M. Shahin  
 鹿島建設 正会員 上谷泰高

### 1. はじめに

グラウンドアンカー式山留め掘削工法は切梁工法に比べて広い断面の掘削が可能であり、掘削法面の形状を任意に設定できることなどからしばしば採用されている。しかし、グラウンドアンカーの支持力特性に未解明な部分が多く、合理的な設計法は未だ確立されていないため、支保メカニズムの解明が急務である。そこで本研究では、アンカーの長さや緊張力など種々の影響要因をパラメトリックに変化させたグラウンドアンカー式山留め掘削の2次元模型実験を実施し、支保メカニズムと周辺の地盤に与える影響を検討する。

### 2. 2次元模型実験の概要

実験装置の概略図を Fig.1 に示す。模型寸法は実物の約 1/100 を想定している。地盤材料には直径 1.6 mm と 3.0 mm のアルミ棒を重量比 3 : 2 で混合したアルミ棒積層体（単位体積重量  $\gamma = 20.4 \text{ kN/m}^3$ ）を用いた。山留め壁（長さ 300 mm、奥行き 60 mm、厚さ 0.5 mm）とアンカー体（奥行き 50 mm 横幅 50 mm、厚さ 5 mm）はアルミ板で作成した。山留め壁の剛性は  $EI = 0.88 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{cm}$ 、 $EA = 4.22 \cdot 10^2 \text{ kN/cm}$  である。また、アンカー体の周面に 10 mm 間隔でアルミ棒（径 1.6 mm）を貼り付けることで地盤との摩擦を考慮した。アンカー頭部は、シャフト部とヘッド部で構成されており、ヘッド部に蝶ナットを設置して、締め込むことでロッドに緊張力を与えた。なお、ヘッド部はシャフト軸回りに回転が可能な構造であり、水平面からの傾角  $\theta$  を任意に設定できる。アンカーロッドは、アンカー体とアンカー

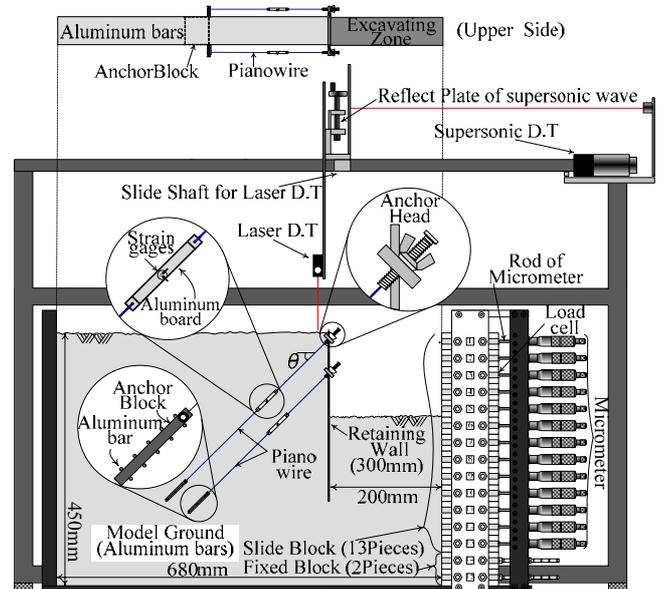


Fig.1 2次元実験装置

頭部を地盤の側面から2本のピアノ線（径 0.3 mm,  $EA = 1.41 \cdot 10^3 \text{ kN/cm}$ ）で接続してモデル化した（Fig.1 upper side 参照）。ピアノ線には2軸のひずみゲージを接着したアルミ製の板（長さ 70 mm、幅 6 mm、厚さ 0.2 mm）を設置し、別途実施した単純載荷試験により求めた較正係数を乗ずることでアンカーロッドの引張力を算出した。アンカーは2段設置する。上、下段のアンカーはそれぞれ掘削深度が 30 mm、90 mm 到達時に地表面から深さ 15 mm、75 mm の位置に設置した。掘削過程は地表面からアルミ棒を 15 mm ずつ取り除くことで模擬し、地盤の崩壊によって実験の続行が不可能となる掘削深度まで行った。山留め壁の変位は 30 mm 掘削毎に地盤側面から撮影したデジタル画像より求め、地表面の沈下量はレーザー変位計により計測した。

実験は Case1~3 の計 3 パターンを実施した。Case1 では上段に長さ 300 mm のアンカーを初期の緊張力 0.31 N、下段に長さ 250 mm のアンカーを初期の緊張力 0.92 N で、ともに傾角  $\theta = 45^\circ$  で設置した。Case2 ではアンカー長を Case1 の 1/2 に、Case3 では初期緊張力を Case1 の 2 倍にしている。

### 3. 結果と考察

Fig.2, 3 に地表面の沈下形状と山留め壁体の変位分布を示す。Fig.2 の縦軸は地表面からの距離、横軸は壁体の変位量であり Case1 のみを示している。Fig.3 の縦軸は鉛直変位量、横軸は壁体からの距離である。図より、Case1 では掘削深度  $d = 150 \text{ mm}$  まで明確な変化はみられないものの、更なる掘削 ( $d \geq 180 \text{ mm}$ ) によって、山留め壁が下段ア

キーワード 山留め掘削 グラウンドアンカー 模型実験

連絡先 〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 TEL/FAX:052-735-7157

ンカーの設置位置よりも深い位置から大きくはらみ出すように変位を生じるのに伴って、地表面の広い範囲で沈下量が増加することがわかる。なお、山留め壁頭部はほとんど水平変位しない。これはアンカーの引張力が十分に発揮されたことで、山留め壁の変形が抑制されたためと考えられる。また、Case1 と Case3 では地表面沈下形状に明確な差異はみられないが、アンカー長の短い Case2 では他のケースに比べて浅い掘削深度から地表面沈下量が増加し、沈下を生じる範囲も広範囲にわたることがわかる。Fig.4 に掘削に伴うアンカーの引張力の推移を示す。縦軸にアンカーの引張力、横軸に掘削深度をプロットした。図より、上段のアンカーの引張力は下段のアンカー設置までは大きな変化が見られないものの、下段のアンカーへの初期緊張力の導入に伴って減少することがわかる。特に、下段のアンカーの初期緊張力が大きい Case3 では、上段アンカーの引張力が顕著に減少している。一方、下段アンカーの引張力は、いずれのケースにおいても設置直後の掘削に伴ってなだらかに減少するものの、いずれは増加に転じて上限値に達し、崩壊に至ることがわかる。ただし、初期緊張力が大きい Case3 のほうが、アンカーの引張力は深い掘削深度まで増加しない。また、アンカー長が等しい Case1, 3 の下段アンカーの引張力の上限値はほぼ等しく、Case2 の 2 倍程度となることがわかる。

以上より、初期緊張力を導入したアンカー式山留め壁はある掘削深度に到達するまでほとんど山留め壁の変位や地表面沈下を生じない。ただし、下段アンカー設置後に掘削深度を増加させていくと、いずれは下段アンカーの引張力が増加して山留め壁体ははらみ出し、広範囲にわたって地表面沈下を生じる。このことから、下段アンカーの引張力の推移に留意することが重要であるといえる。また、崩壊時のアンカー引張力はアンカー長に大きく依存するため、適切な長さのアンカーを設置することでアンカー体を地盤に定着させて十分な引き抜き抵抗力を得ることが肝要である。

4. まとめ

今回行ったモデル実験から、十分なアンカー引張力を得る場合には、ある程度以上のアンカー長が必要であり、発揮される下段のアンカーの引張力は初期緊張力の大小によらないことがわかった。今後は今回検討を行ったケースに加え、アンカー傾角および本数をパラメトリックに変化させた場合の実験を行い、アンカー式山留めの支持特性や合理的な適用法について検討を行う予定である。

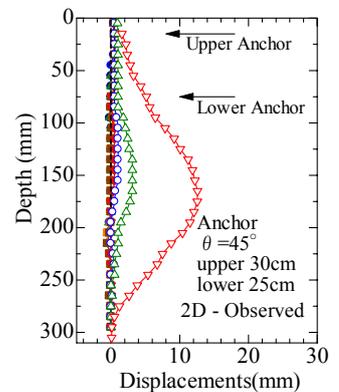


Fig.2 Case1の壁体変位分布

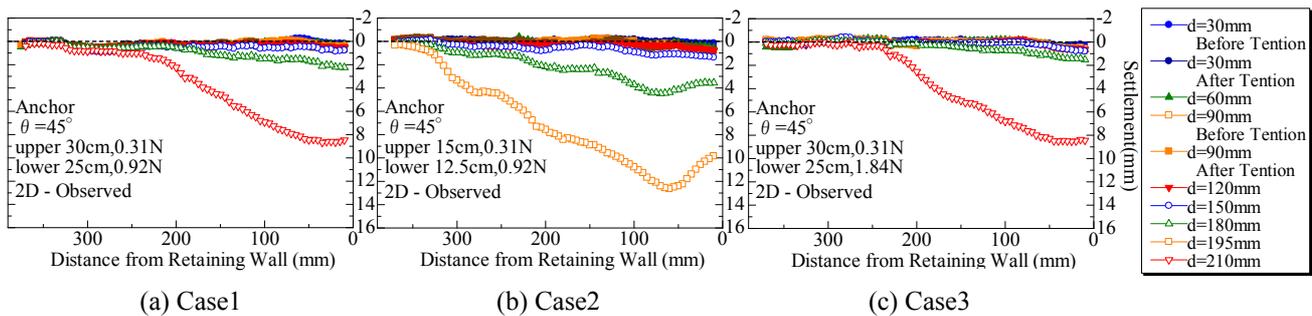


Fig.3 地表面沈下形状

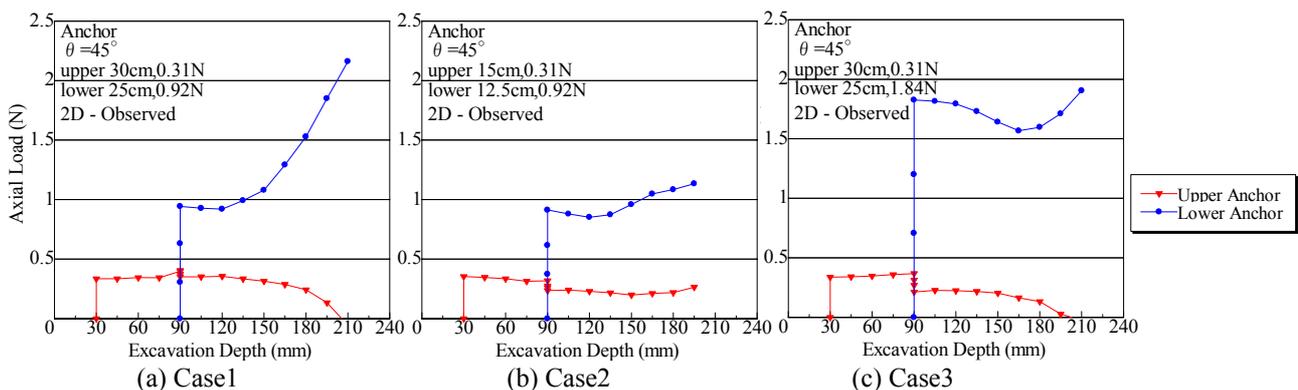


Fig.4 アンカー引張力