

土留め掘削における背後地盤変位抑制工法の開発研究

広島工業大学 工学部

鋭針測りサーチコンサルタント

同 上

同 上

正会員 吉國 洋

正会員 花倉 宏司

正会員○原田 剛亘

正会員 梅本 秀二

1. はじめに

筆者らは、地盤の掘削施工時において背面地盤の応力状態を安定・保持させ、変形を抑制する工法を提案した。図-1に示すように土留め壁背面に可撓性の袋体を設置し、水頭差を一定に保ち袋体内に流体を供給することにより、土留め壁のたわみを壁体が受け持ち、掘削前の静止土圧および地下水圧 (P_0) に相当する水平圧力 (P_w) を常時働かせるようにする、というのが原理の概略である。本報告は、変位抑制の効果を室内模型実験によって確かめ、FEM計算によるフィッティング解析を行った結果を述べる。

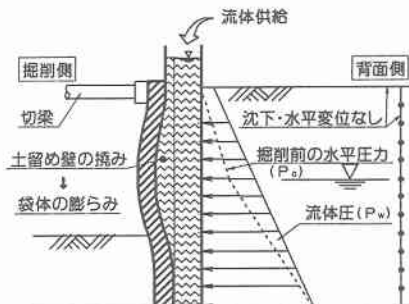


図-1 変位抑制工法模式図

2. 室内模型実験

室内模型実験は、外寸120×100×100(cm)の鉄製の箱を用いて行った。図-2に模型概略断面図を示す。以下に模型実験で用いた材料を列記する。

- ・地盤材料：珪砂
- ・土留め壁：鉄製鋼板 ($EI=4.73 \times 10^5 \text{ (kgf} \cdot \text{cm}^2)$)
- ・流体：水道水（水頭差は常時一定）
- ・袋体：軟質塩化ビニールを袋状に加工したもの

なお、壁体水平移動量(W), 地表面沈下量(V), 壁体背面側変位量(H)測定のため変位計もあわせて設置した。

実験方法としては、まず袋体を設置せずに掘削した場合の背面地盤の変位状況を確認した上で袋体を設置し、背面地盤の変位抑制効果を観察した。また袋体有りの実験では、土留め壁に密着させた場合と壁から25(cm)離れた場合の2パターンを行った。詳しい実験結果は他の報告¹⁾にゆだねるが、掘削過程において土留め壁のたわみに追従し袋体内に常時水頭差一定で流体が供給されることにより、背面地盤の変位抑制が効果的に行われた。ただし、土留め壁は袋体が無い場合よりもある場合が、さらには袋体長が長いほど変位が大きいことが分かった。

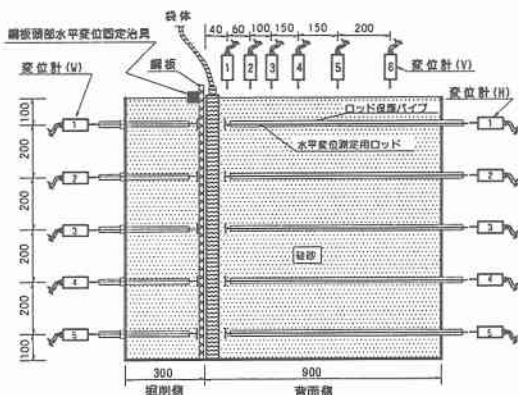


図-2 模型実験概略断面図

3. フィッティング解析概要

FEM計算に必要な定数E:弾性係数と ν :ポアソン比は、袋体無しの実験結果と定性的、定量的に整合するようにフィッティング解析による試行計算を行い決定した(表-2)。そしてこの定数を用いて袋体有りの実験結果が再現できるかを確認した。また要素を取り除く際、地盤部の破壊領域をモールの応力円により判定し、Eは破壊前の1/100とし、 ν は0.499とした。なお、FEMメッシュ図において袋体がある部分は凹型で表現し、流体は水道水を使用したため深度1.0mで $P_w=1.0 \text{ tf/m}^2$ となるように節点荷重を水平方向に負荷した。

4. フィッティング結果

●水圧が及ぼす影響について

地盤を掘削した際、袋体が無い場合には水平変位が発生している箇所（背面地盤の上層）で破壊域が発生し、要素全体が水平移動している。これに対して、袋体がある場合では破壊域は袋体の下端、もしくはその周辺のみで発生しているが、いずれの袋体長

でも背面地盤の要素に破壊域は発生しなかった。また水平変位も抑制されていることがよく分かる。背面地盤は初期応力状態を保持しており、袋体が効果的に機能しているといえる。しかし、壁体は袋体が無い場合よりも有る場合が大きく変位している。このことは、通常掘削に伴い静止土圧よりも小さな主動土圧が作用するが、袋体を埋設した場合は、常に静止土圧よりも大きな水圧が作用するため変位が大きくなる。

●袋体の長さについて

袋体の埋設位置を問わず、主応力の方向は、いずれの袋体の長さにおいても下端位置で回転しており、掘削した場合袋体の下部にまわり込むような応力の流れであった。土留め壁に袋体を密着させた場合、袋体長80(cm)での影響範囲は袋体下部周辺にとどまっており、背面地盤全体に伝達されるものの、伝わり方は鈍化していた。袋体長が長いほど背面地盤の応力状態は安定し、変位を抑制していることが分かる。また、袋体を土留め壁と離して(25cm)埋設した場合、袋体背面地盤上層付近では袋体埋設深度に関わらず、初期応力算定時の状態と方向、大きさ共に大きな変化はなかった。袋体の下層では主応力の方向は埋設深度が深いほど水平に近くなる傾向であった。これは袋体（流体）によりせん断変形が抑制されていることにより、応力集中が起きていると考えられる。

表-2 フィッティング解析の入力土質定数

弾性係数 E (tf/m)	ポアソン比 ν	静止土圧係数 K ₀	せん断抵抗角 ϕ (°)	単位体積重量 γ (tf/m ³)
200	0.333	0.5	30	1.8

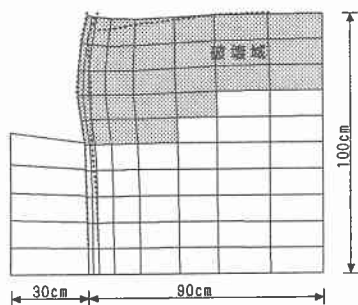


図-3 袋体無し（変位）

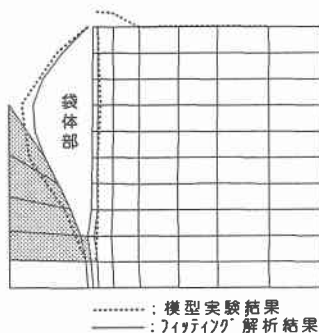


図-4 袋体有り（壁から0cm, 変位）

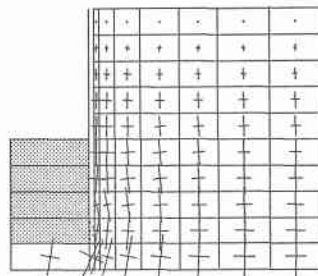


図-5 袋体有り（壁から0cm, 主応力）

※フィッティング結果図は紙面の都合上、袋体を壁から0(cm)、袋体長80(cm)のみとし他は割愛した。

5. おわりに

袋体の埋設深度が深いほど、背面地盤の変位抑制効果は大きいことが分かった。このことはFEM解析による背面地盤の応力状態が安定していることからわかる。よって、必要とする変位抑制効果に応じて埋設深度を決定すればよいが、袋体の埋設深度が大きいほど土留め壁前面側地盤の破壊域の増加や、壁体の変位の増加につながるため、この場合は、支保工その他で土留め架構の剛性を増さなければならない。

【参考文献】 1) 吉國, 斉藤, 北野, 高升, 土留め掘削における背後地盤変位抑制工法の開発実験, 土木学会中国支部研究発表会, 1997