

地盤と鋼矢板の相互作用力を考慮した掘削安定性の評価

○ 中部復建株式会社 正会員 河合 伸之
 名古屋大学大学院 学生会員 山田 英司
 名古屋大学工学部 正会員 大塚 悟
 名古屋大学工学部 正会員 松尾 稔

1. はじめに

地盤と構造物システムの安定性評価は、地盤と構造物の相互作用にある種の仮定を設けて地盤および構造物の安定性を個々に評価してきた。しかし、地盤と構造物間の相互作用力は材料特性や境界値問題、荷重の大きさによって変化するために、一律的な理想化には問題がある。本研究は地盤と構造物の相互作用力を考慮した地盤・構造物システムの安定解析手法を提案し、矢板打設地盤の安定性評価に適用する。

2. 地盤・構造物システムの安定解析手法

本研究は地盤と構造物の相互作用力を考慮した地盤・構造物システムの全体安定性の評価にシェイクダウン解析を適用する。シェイクダウン解析では弾完全塑性構成式を用いる。線形な降伏関数を用いると、シェイクダウン解析は線形計画法によって容易に安定した解を求められる。

矢板打設地盤の掘削安定性についての安全率は、降伏関数を規定する c 、 $\tan \phi$ を係数 α で割り引くことによって構造物を破壊させ、破壊時の α を安全率と定義する。この考え方は、円弧すべり法における安全率に準拠している。

3. 矢板の断面性能の及ぼす影響

鋼矢板（梁要素）の曲げ剛性 EI と全塑性モーメント M_p 及び矢板の根入れ長 D が掘削安定性に及ぼす影響について検討する。図1は有限要素メッシュ図（平面ひずみ条件）、表1は地盤の解析定数である。

図2は、 EI を一定、 $D = 5\text{ m}$ として M_p を変化させた場合の掘削安定性に及ぼす影響である。粘性土地盤に対応する Case I では、 $M_p \geq 10^2 \text{ kN} \cdot \text{m}$ のとき、安全率は一定であるのに対して、 $M_p \leq 10^1 \text{ kN} \cdot \text{m}$ のときは、地盤が破壊する前に矢板が塑性破壊すると判定されて安全率が低くなる。砂地盤に対応する Case II、III でも同様に、 $M_p \geq 10^3 \text{ kN} \cdot \text{m}$ のときに安全率は一定となるのに対して、 $M_p \leq 10^2 \text{ kN} \cdot \text{m}$ のときは、地盤が破壊する前に矢板が塑性破壊すると判定されて安全率が低い。

図3は、 M_p を一定、 $D = 5\text{ m}$ として EI を変化させた場合の掘削安定性に及ぼす影響である。Case I では、 $M_p \geq 10^2 \text{ kN} \cdot \text{m}$ においては EI の影響を受けないが、 $M_p = 10^1 \text{ kN} \cdot \text{m}$ のケースにおいては、 EI が大きくなるにつれて安全率が高くなる。Case II、III では、 $M_p = 10^8 \text{ kN} \cdot \text{m}$ のケースにおいては EI が大きくなるにつれて安全率が多少低くなる。しかし、 $M_p \leq 10^2 \text{ kN} \cdot \text{m}$ のケースで地盤が破壊する前に矢板が塑性破壊すると判定されるときは、 EI が大きくなるにつれて安全率が高くなる。

図4は、 $EI = 10^4 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$ 、 $M_p \geq 10^8 \text{ kN} \cdot \text{m}$ として D を変化させた場合の掘削安定性に及ぼす影響である。では、 D が大きくなるにつれて安全率が高くなり、根入れ長 D を長くすることによって矢板打設効果が高まるが、Case II では $D \geq 3\text{ m}$ 、Case III では $D \geq 5\text{ m}$ のとき安全率は一定となり、Case II、III では根入れ長 D を必要以上に長くしても矢板打設効果の上昇は期待できない。

図5は、 D の変化による地盤破壊時の矢板のモーメント分布の違いである。 $Depth = 0\text{ m}$ は地表面、 $Depth = 5\text{ m}$ の破線部が掘削底面である。Case II では、 D が変化しても矢板のモーメントはほぼ同様の分布形であり、 $D \geq 5\text{ m}$ 以上の深さではモーメントはほとんど $0 \text{ kN} \cdot \text{m}$ となり自由端の境界条件である。また、Case III も $D = 7\text{ m}$ の深さではモーメントはほとんど $0 \text{ kN} \cdot \text{m}$ となっている。今回の計算では砂地盤の場合に根入れ長 D を必要以上に長くしても、矢板打設効果の上昇は期待できない結果となった。しかし Case I では、 D が長くなるにつれて矢板下端部にかかるモーメントが大きく固定端の境界条件と類似である。また、根入れ長 D の長さの増加に伴って全体安全率が増加し、矢板打設効果が認められる。

4. 結論

矢板の曲げ剛性 EI 、全塑性モーメント M_p 、根入れ長 D の変化による安全率の変化を示した。

今後、切梁のある場合の矢板打設地盤の安定性評価を試みる予定である。

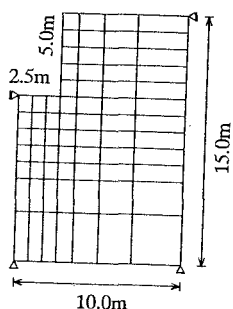


図1 有限要素メッシュ図

表1 地盤の解析定数	
$E=1000.0\text{ kN/m}^2$, $\nu=0.333$, $\gamma=17.64\text{ kN/m}^3$	
Case I (粘土地盤)	$c=20+2z\text{ kN/m}^2$, $\Phi=0^\circ$ (z : 深さ)
Case II (砂地盤)	$c=0.01\text{ kN/m}^2$, $\Phi=40^\circ$
Case III (砂地盤)	$c=5.0\text{ kN/m}^2$, $\Phi=30^\circ$

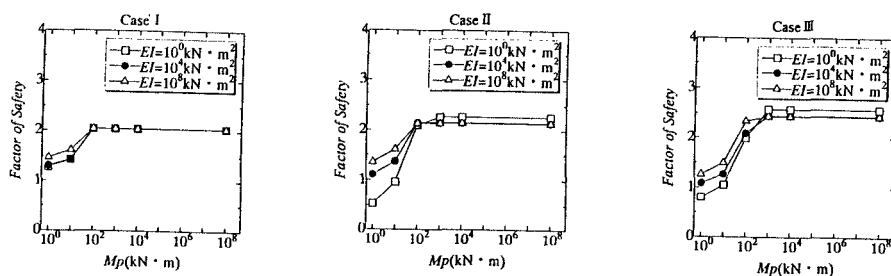


図2 掘削安定性～全塑性モーメント関係

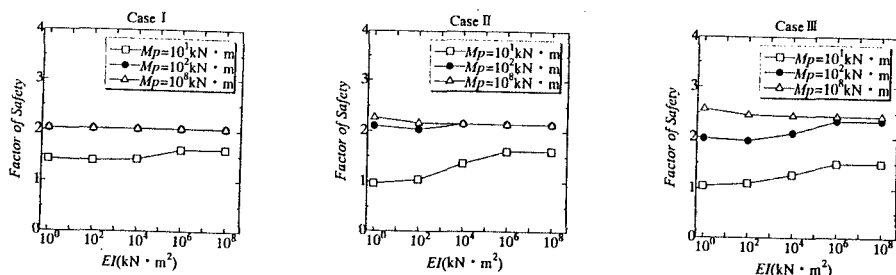


図3 掘削安定性～曲げ剛性関係

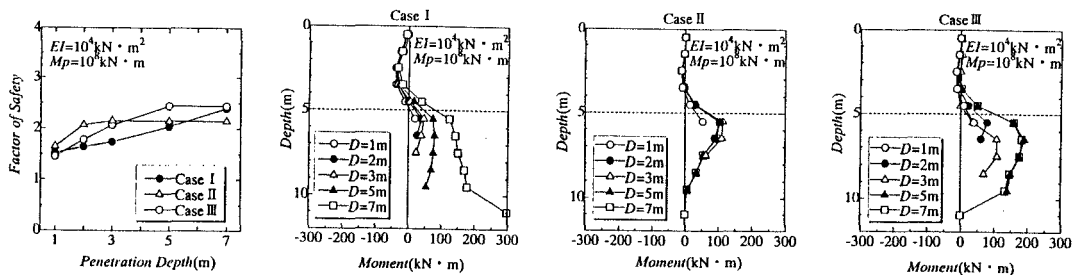


図4 掘削安定性～根入れ長関係

図5 Dの変化による地盤破壊時の矢板のモーメント分布

参考文献

長縄 秀昭 (1995.7) : 地盤・構造物システムの全体安全率の評価とその掘削安定問題への応用、第7回地盤工学シンポジウム論文集