

III-B 207 地盤と矢板・切梁の相互作用力を考慮した掘削安定解析

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
 長岡技術科学大学建設系 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間にある種の仮定を設けて地盤及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。本研究では地盤と構造物の相互作用力を考慮した地盤・構造物システム全体の安定解析手法を提案し、切梁式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構成式に弾完全塑性仮定を用い線形な降伏関数を用いる。線形な降伏関数を用いると線形計画法によって容易に安定した解を求められる。

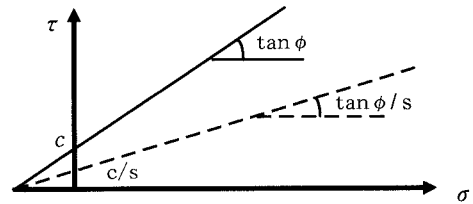


図1 安全率の定義

切梁式矢板打設地盤の掘削安定性に関する安全率は図1のように係数 s を用いて強度定数 c 、 ϕ を割り引いて地盤・構造物システムが崩壊する際の値を求めることによって定義する。本解析の特徴は地盤及び矢板、切梁の相互作用を考慮してシステム全体の安定性を評価する点にある。ここでは、切梁による掘削安定性への影響を調べるために、平面ひずみ条件において切梁断面の変化の及ぼす影響を調べた。

3. 切梁の断面性能の及ぼす影響

切梁式矢板打設地盤の掘削安定性評価を検討する。図2は解析に用いた掘削深さ $H=3.0\text{m}$ のときの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、表2は掘削深さ H のときの矢板の根入れ長 D と切梁位置 z である。なお、解析に用いた矢板(梁要素)の断面性能は曲げ剛性 $EI=8.4946 \times 10^4 \text{kN} \cdot \text{m}^2$ 、極限曲げモーメント $M_p=8.7808 \times 10^0 \text{kN} \cdot \text{m}$ で掘削深さ H によらず一定である。

表1 地盤の解析定数

$E=1000\text{kN/m}^2$	$\gamma=16.66\text{kN/m}^3$	$K_0=0.3$
$\nu=0.333$	$c=4.0\text{ kN/m}^2$	$\phi=30^\circ$

表2 境界条件

掘削深さ $H(\text{m})$	2.00	2.50	3.00	3.50
根入れ長 $D(\text{m})$	0.20	0.25	0.30	0.35
切梁位置 $z(\text{m})$ (地表面より)	0.75	0.75	1.00	1.00
		1.50	2.00	2.00

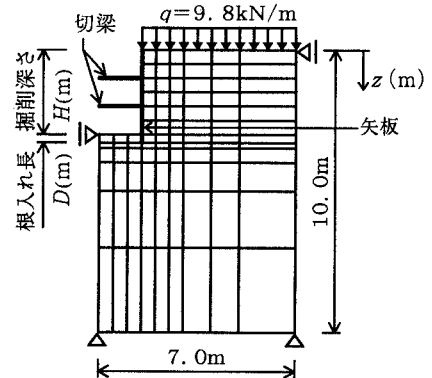


図2 有限要素メッシュ図($H=3.0\text{m}$)

切梁(トラス要素)の弾性係数 $E=2.156 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$ 、降伏応力 $\sigma_y=4.2 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$ で一定として断面積 A (単位奥行1m)を変化させると降伏軸力 $N_y=\sigma_y A$ と引張り剛性 EA が変化する。そこで切梁の一本当たり断面積 A を変化させたときの掘削安定性に及ぼす影響を調べた。その結果を図3に示す。また、表3は各掘削深さ H の無補強時及び矢板のみ打設時(切梁なし)の安全率である。

表3 無補強時及び矢板のみ打設時の安全率

掘削深さ H (m)	2.00	2.50	3.00	3.50
無補強時安全率	0.70	0.67	0.65	0.61
矢板のみ安全率	1.24	1.13	1.04	0.97

図ではどの掘削深さにおいても、切梁断面による掘削安定性の変化はS字型曲線になり、ある断面積のレンジにおいてのみ安全率が変化し、切梁断面がそのレンジより小さいか、または大きいと境界条件に応じたある特定の安全率に到達し、変化しない。切梁断面が小さい場合には切梁がない場合の安全率に一致する。この安全率の変化は地盤、矢板、切梁の相互作用力の変化と、それに伴う破壊メカニズムの変化を反映している。切梁断面が大きい場合には切梁はほぼ弾性体として挙動して、切梁自体の破壊を伴わないある特定の破壊形態が生じる。この場合に安全率は掘削深さによってそれ程変わらない結果となった。図3では切梁の打設の効果がある特定の断面を確保することによって十分に得られることを表しており、切梁の設置に関する最適設計への応用が可能と考えられる。実際には切梁は板状ではなく、ある間隔をおいて設置される三次元問題である。このような三次元問題をどのように評価すべきか、今後更に検討を加えていきたい。

図4は掘削深さ $H=3\text{m}$ における切梁断面積 A を変化させたときの地盤・構造物システム全体破壊時の矢板の曲げモーメント分布の違いである。矢板のみ(切梁なし)の時とほとんど安全率が等しい $A=4.8 \times 10^{-8} \text{ m}^2$ では、曲げモーメント分布も矢板のみの時とほぼ同形であり、矢板は切梁を入れた影響をほとんど受けていない。しかし $A=7.6 \times 10^{-7} \text{ m}^2$ では、切梁は上・下段ともに降伏してしまうが矢板は切梁を入れた影響を受けており切梁を入れることが安全率の上昇に関わっている。

4. まとめ

地盤と矢板と切梁の相互作用力を考慮した掘削安定性の評価を切梁の断面積の変化による安全率の変化で示した。今後、切梁の断面積を切梁本数または切梁間隔にどのように換算するかについて更に検討したい。

参考文献 1) 河合伸之、山田英司、大塚悟、松尾稔(1996)：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、土木学会中部支部研究発表会講演概要集、pp.433-434

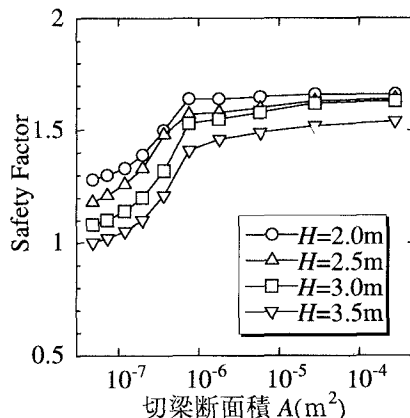


図3 掘削安定性～切梁断面積関係

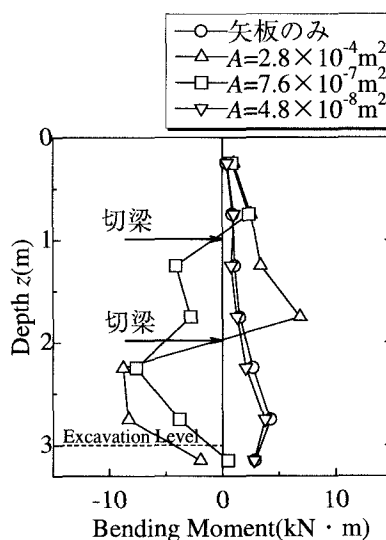


図4 矢板のモーメント分布