

Ⅲ - 495

矢板打設地盤の掘削安定性の評価

○ 中部復建株式会社 正会員 長縄 秀昭
 名古屋大学工学部 学生会員 川口 英司
 名古屋大学工学部 学生会員 山田 英司
 名古屋大学工学部 正会員 大塚 悟

1. はじめに

従来、地盤・構造物システムの安定性評価を行う場合、地盤と構造物の相互作用にある種の仮定を設け、地盤または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。そこで、本研究は、地盤と構造物相互作用力を考慮した地盤・構造物システムの安定性評価手法を提案し、矢板打設地盤の安定性について評価する。

2. 矢板の曲げ剛性を考慮した掘削安定性の検討

鋼矢板（梁要素）の曲げ剛性 EI と全塑性モーメント M_p が粘性土地盤の掘削安定性（幅 3.0m、深さ 5.0m の掘削）に及ぼす影響について、矢板の根入れ深さ（ $H=3.0\text{m}$ 、 5.0m 、 7.0m ）を変化させて調べた。図 2.1 に解析に用いた有限要素メッシュ図（平面ひずみ条件）、表 2.1 に解析定数を示す。

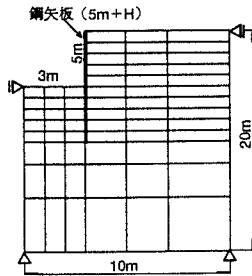


図 2.1 有限要素メッシュ図

表 2.1 地盤の解析定数

$E=1000 \text{ kN/m}^2$	$\nu=0.3333$	$\gamma=16.96 \text{ kN/m}^3$
Mises材 $(Cu)_p=100.0 \text{ kN/m}^2$		

曲げ剛性 EI を一定に全塑性モーメント M_p を変化させた場合と、全塑性モーメント M_p を一定に曲げ剛性 EI を変化させた場合の掘削安定性に及ぼす影響を調べた。その結果を図 2.2、2.3 に示す。矢板を打設しない場合の安全率は $F_s=2.0$ である。図では根入れ深さに関係なく、安全率は全塑性モーメント M_p に依存している。曲げ剛性が $EI=10^2 \text{ kNm}^2$ のように小さい場合に全塑性モーメントが $M_p \geq 10^2 \text{ kNm}$ であれば安全率は無補強の場合の安全率とほぼ一致するのに対して、曲げ剛性が $EI \geq 10^4 \text{ kNm}^2$ と大きい場合に全塑性モーメントの増加と共に安全率は上昇し、 $M_p \geq 10^4 \text{ kNm}$ でほぼ一定となる。この時の安全率は矢板を打設しない場合に対して 3 割程度大きい。また、矢板の剛性 EI が高いと掘削安定性は一般に向上する。しかし、矢板の全塑性モーメントが小さい場合には矢板部が崩壊すると判定されて、安全率は逆に小さくなる。

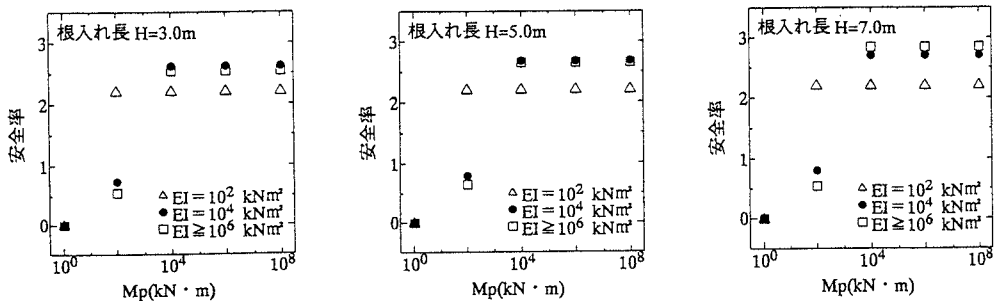
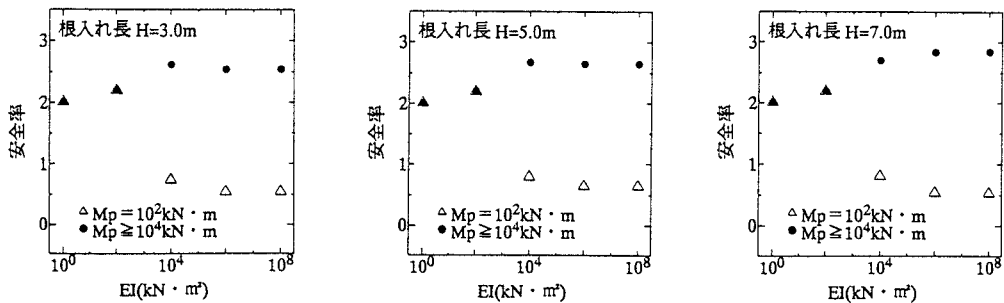


図 2.2 掘削安定性と全塑性モーメントの関係（曲げ剛性 EI の影響）

図 2.3 掘削安定性と曲げ剛性の関係（全塑性モーメント M_p の影響）

矢板の根入れ長 H による地盤の掘削安定性を図 2.4 に示す。曲げ剛性 EI と全塑性モーメント M_p の組合せについては、図中に示している。安全率は根入れ長の増加によって、若干増加するものの有為な影響は見られない。曲げ剛性が $EI \geq 10^4 \text{ kNm}^2$ で、全塑性モーメントが $M_p \geq 10^4 \text{ kNm}$ であれば、矢板打設の効果十分に期待できる。

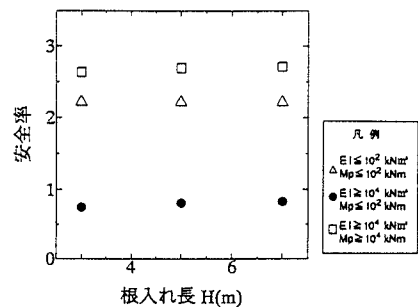


図 2.4 掘削安定性と根入れ長の関係

3. 矢板打設地盤の掘削安定性の評価

2. の有限要素メッシュ図に対して、実際の鋼矢板（Ⅱ型、Ⅲ型、Ⅳ型、Ⅴ型）の断面性能を用いて根入れ長（ $H=3.0\text{m}$ 、 5.0m 、 7.0m ）による安全率の変化について解析を行った。解析では、図 2.1 の地表面上（矢板近傍 2m は無荷重）に荷重 $q=100.0 \text{ kN/m}^2$ が載荷している場合についても同様に行った。

なお、矢板の解析定数は弾性係数 $E=2.058 \times 10^8 \text{ kN/m}^2$ 、降伏応力 $\sigma_y=2.95 \times 10^5 \text{ kN/m}^2$ 、その他の定数は各矢板の公称値を使用した。その解析結果を表 3.1 に示す。

右表より、荷重なしの場合はⅡ型を除いて、無補強よりも安全率は上がり、根入れ長の増加でもその効果が得られた。次に荷重ありの場合はほとんどの矢板について、その効果が得られた。また、無補強よりも安全率が下回っている箇所は矢板構造物で塑性崩壊していると考えられる。

表 3.1 矢板打設地盤の掘削安定性

根入れ長	Ⅱ型	Ⅲ型	Ⅳ型	Ⅴ型	無補強
3.0 m	1.70(1.00)	2.57(1.08)	2.56(1.08)	2.55(1.08)	2.00 (0.80) (局所荷重)
5.0 m	1.90(1.11)	2.67(1.12)	2.67(1.13)	2.67(1.13)	
7.0 m	2.00(1.04)	2.78(1.17)	2.80(1.18)	2.82(1.19)	

4. 結論

1) 矢板の曲げ剛性を考慮した掘削安定性の検討を行い、全塑性モーメント M_p 、曲げ剛性 EI 、根入れ長 H による安全率の変化を示した。

2) 鋼矢板の断面性能を用いて解析を行い、荷重の有無による矢板打設の効果を示した。

参考文献

- 1) G. Maier : Shakedown theory in perfect elastoplasticity with associated and nonassociated flow-laws: a finite element linear programming approach, *Mechanica* Vol. 4, No. 3, 1969, pp. 1-11