

## 自立式矢板の根入れ長の応答関数法による計算

豊橋技術科学大学 学生会員 ○穴井啓太, 岩越恭平, 正会員 三浦均也, 松田達也  
 (株)コクヨー 非会員 渡辺強, (株)サインファースト 非会員 栗田和博

## 1. 本研究の目的と意義

地下構造物を構築する際に、地下水の遮水および土の崩壊防止のために仮設的に設けるのが土留工であり、遮水性が必要な場合には専ら鋼矢板壁を用いている。切梁やアンカーなどの支保工を用いない自立式の鋼矢板土留工を本研究の対象としている。設計法としては「弾性法」が道路土工-仮設構造物工指針に取り入れられている。この弾性法では鋼矢板と地盤反力からたわみ挙動を解析し、根入れ部分や矢板の天端におけるたわみを許容変位内に抑える方法になっている。しかし、このたわみ解析では「矢板の長さを半無限、地盤を均質」と仮定するため「掘削深さとは無関係に地盤の硬さと矢板の剛性のみによって根入れ長が決まる」、「根入れ部における地盤の層構造が考慮されない」という問題点が挙げられている。根入れ部が層状地盤であった場合は複数の地盤性情を平均化したり、最も軟らかい地盤を単層と仮定した計算が行われるが、設計は安全側になるものの、必要以上の根入れ長となり、施工性や経済性を低下させる一因となっている。

本研究では、自立式鋼矢板壁における設計において、根入れ部が層構造地盤である場合にも適切に地盤状態を考慮できる設計法（応答関数法）を提案する。また、平成 11 年 3 月の道路土工-仮設構造物工

指針改訂以前まで用いられていた極限平衡法についても比較のために考察する。

## 2. 設計法の比較

「極限平衡法」、「弾性法」、「応答関数法」の 3 種類の設計法の特徴を表 1 に比較して示す。また、掘削深さ、地盤の硬さ、矢板の剛性、砂質土と粘性土の 4 つの観点からそれぞれを比較した。表 2, 3 に計算条件と比較結果を示す。

表 2 計算条件

均質な単層地盤	砂質土, 粘性土(地下水位なし)
掘削深さ H (m)	2.0, 3.0 (2 ケース)
上載荷重 q (kN/m <sup>2</sup> )	10
単位体積重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	18 (砂質土) 16 (粘性土)
N 値	3, 5, 10 (3 ケース)
せん断抵抗角 $\phi$ (度)	$\sqrt{(20N)+15}$ (砂質土) 0 (粘性土)
粘着力 c (kN/m <sup>2</sup> )	0 (砂質土) 6.25N (粘性土)
矢板の種類	U 形鋼矢板 II, III, IV 型 (3 ケース)

表 1 設計法の比較

	極限平衡法	弾性法	応答関数法
仮定と算定法	矢板を剛体と仮定し、主働側と受働側のモーメントとの釣り合いを求める。	弾性床上の半無限長の梁と仮定する。線形弾性解析法。	微分方程式の連結領域を考慮した解析法。非線形解析にも適用可能。
長所	計算が簡単である。根入れ部の層構造地盤も考慮できる。	根入れ長を半無限と仮定することで計算が簡略化される。	矢板の有限長を考慮できる。根入れ部の層構造地盤を考慮できる。
短所	矢板の変位量を計算できない。根入れ長は矢板の剛性に無関係に決まる。	掘削深さとは無関係に根入れ長が決定される。	計算が複雑になるため、プログラムの作成が必須。

表3より、どのケースでもN値が大きくなると根入れ長は短くなることが確認できた。これは掘削部に作用する主働土圧が小さくなるのと同時に、掘削部では「極限平衡法」において受働土圧が大きくなり、「弾性法」と「応答関数法」では地盤反力が大きくなるからである。一方、矢板の剛性が上がると矢板を剛体と仮定する「極限平衡法」ではこのことが考慮されず、「弾性法」では根入れ長がより長い値となった。通常であれば、剛性の高い矢板の方が剛性の低い矢板に比べて根入れ長は短くて済むはずである。有限杭長を適切に考慮できる「応答関数法」ではこの弾性法の矛盾が解消されていることが確認できる。ここでは省略したが、掘削深さを変えた場合でも同じことが確認できた。

3. 応答関数法を用いた試設計と比較

根入れ部が層構造地盤の場合を想定し、図1のような試設計モデルの条件で設計計算を行った結果、図2のようなたわみ挙動を得ることができた。「応答

関数法」で求めた許容変位量以内の必要根入れ長は4.8mとなった。それに対して根入れ部がN=3の砂質土単層と仮定した「弾性法」では根入れ長は7.2m、N=10の仮定では5.3mとなった。また、「極限平衡法」で層構造地盤を考慮し計算した結果、5.4mとなった。

4. 結論

本研究では自立式鋼矢板壁の設計法について、現行の弾性法と従来の極限平衡法、本研究で提案する応答関数法について設計例の比較を通じて考察した。また、層構造地盤の場合の試設計において、各設計法と比較して設計計算を行い、応答関数法の有用性を確認することができた。

・参考文献

- (1) 日本道路協会：道路土工－仮設構造物工指針(1999)
- (2) 三浦均也，松田達也，羽柴慶太，KEODUANGCHITH Somchith：風荷重を受ける看板・交通標識を支持する杭基礎の重複反射法を用いた設計法，第23回調査・設計・施工技術報告会，地盤工学会中部支部，2014

表3 各設計法で計算した根入れ長 (単位：m)

掘削深さ H=3	N=3		N=5		N=10		
	砂質土	粘性土	砂質土	粘性土	砂質土	粘性土	
極限平衡法	5.85	-	5.12	3.92	4.08	2.29	
弾性法	Ⅱ型	-	5.37	6.49	4.52	5.46	
	Ⅲ型	7.19	8.68	6.32	7.64	5.32	6.43
	Ⅳ型	8.85	10.69	7.79	9.41	6.55	7.91
応答関数法	Ⅱ型	-	-	-	2.21	2.85	
	Ⅲ型	6.55	5.64	3.23	3.78	2.00	2.56
	Ⅳ型	4.10	4.69	2.91	3.47	1.91	2.44

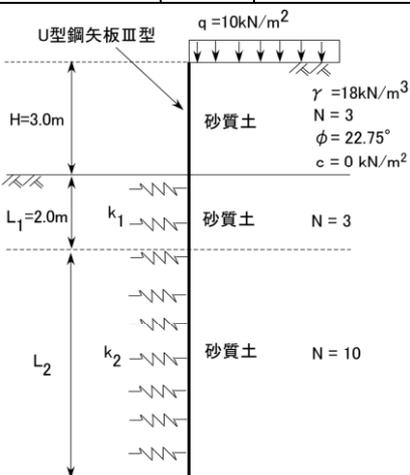


図1 試設計モデル

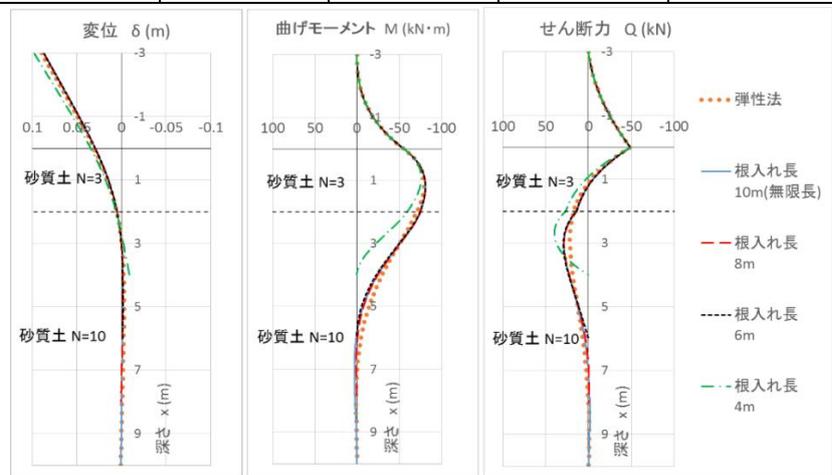


図2 試設計の結果