

を先に掘削してコンクリート壁で作られる．これを先行壁という．その後隅角部を掘削する．このことを考慮し先行壁の物性値を表-3のように設定した．図-2にL字型解析モデルの寸法を表-1に示す．有限要素分割は，20節点六面体要素を適用することを踏まえて，図-3のように溝壁付近を密にし，Z方向には1m間隔とした．モデル寸法を表す各用語の定義は次のとおりである． L [m]：直線部， $L1$ [m]：隅角部長辺掘削長， $L2$ [m]：隅角部短辺掘削長， $L12$ [m]：隅角部総延長， $L2/L1$ ：溝長さ比， ΔH [m]：地下水と安定液の差とする．

表-1 モデル寸法

A [m]	15
B [m]	15
Zp [m]	22
Z [m]	20
b [m]	1.5

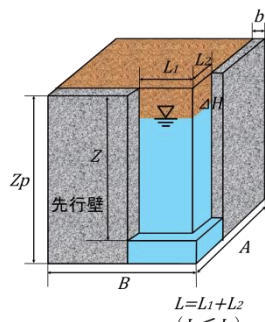


図-2 L字型解析モデル

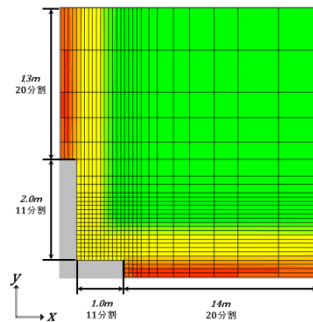


図-3 解析に用いたメッシュ

表-2 地盤および安定液の条件

材料	物性	設定値
砂地盤	単位体積重量： γ_s	18.0kN/m ³
	ヤング係数： E_{50}	67,500kN/m ²
	ポアソン比： ν'	0.3
	せん断抵抗角： ϕ	35°
安定液	単位体積重量： γ_m	10.30kN/m ³
	水位差： ΔH	1.5m

表-3 先行壁の物性値

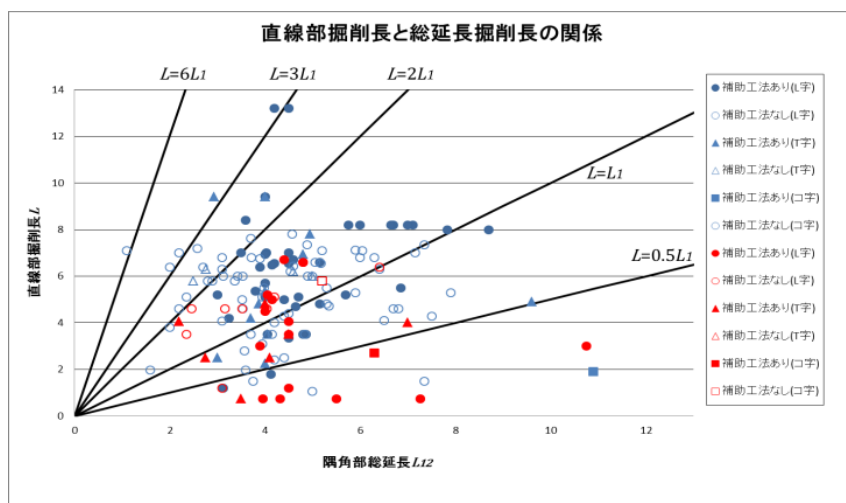
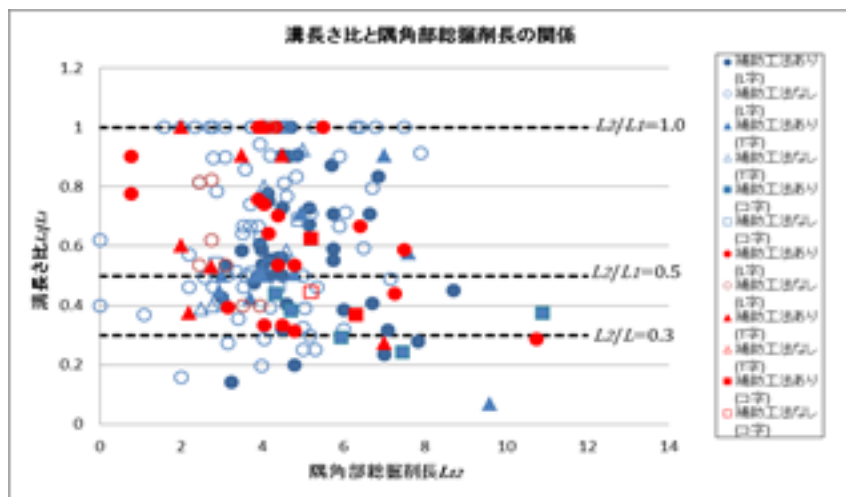
材料	物性	設定値
先行壁	単位体積重量： γ_s	24.0kN/m ³
	ヤング係数： E_{50}	2,000,000kN/m ²
	ポアソン比： ν'	0.333
	せん断抵抗角： ϕ	35°
	粘着力： c	10,000kN/m ²

3. 3 計算ケース

数値実験の計算ケースで設定すべきものは，物性値，水位差，および隅角部の寸法である．物性値は既往の研究^{3) 4)}との整合性を図ることから，それらと同じ数値を用いた．表-2に地盤と安定液の物性値を，表-3に先行壁の物性値をそれぞれ示す．水位差 ΔH は1.5mとした．既往の研究⁴⁾によれば，隅角部寸法と安全率 F_s との関係曲線の形状は水位差で大きく変わることがない．よって，水位差にはその代表値として安全率が1.0以上となる1.5mを採用した．隅角部の寸法を原尾らの事例分析結果¹⁾より図-3の直線部掘削長 L と隅角部総掘削長 $L12$ ，表-4の隅角部総掘削長 $L12$ と溝長さ比 $L2/L1$ の関係ならびに表-5の直線部掘削長 L と隅角部長辺掘削長 $L1$ に基づいて設定した．また，安定性（安全率）に与える地盤と安定液の物性値や水位ならびに溝長さの影響を溝壁直線部で評価し，隅角部の安定性に及ぼす形状効果を， $[\text{隅角部の安全率}] / [\text{直線部の安全率}]$ で検討した．

数値実験を大きく2つのシリーズに分

けて設定した．シリーズ1は，図-4の $L12$ に着目している．この図によると，事例の多くは3～8mの区間に

図-4 直線部掘削長 L と隅角部総延長 $L12$ の関係図-5 溝長さ比 $L2/L1$ と隅角部総掘削長 $L12$ の関係

分布する。また、溝長さ比 $L2/L1$ では、多くの事例が $0.3 \sim 1.0$ の範囲にあり、特に 0.5 の付近に集中する。

そこで、 $L12$ を 3m 、 4m 、 5m 、 6m 、ならびに 8m に選定した。その溝長さ比 $L2/L1$ は 0.3 、 0.5 および 1.0 とした。それらのケースを表-4 に示す。シリーズ 2 では、長辺掘削長 $L1$ に着目し、短辺掘削長 $L2$ を $1 \sim 5\text{m}$ の範囲で 1m 単位ごとに溝形状を表-5 のように設定した。

4. 解析結果

シリーズ 1 の解析結果はこのようになった。それらの結果を図-7 に示す。既往の研究³⁾⁴⁾より隅角部の安定性は、直線部と同様に掘削する長さが長くなるごとに低下することが分かる。また、掘削する長さに拘らず、溝形状の中で長辺掘削長 $L1$ と短辺掘削長 $L2$ の比に着目すると $L1:L2$ が $1:3$ の時最も高い安全率を示すことが分かった。直線部と比較してみると、 $1:2.5 \sim 1:4$ の間については、直線部よりも高い安全率を示していることが分かった。これは、既往の研究では隅角部よりも直線部の方が安全率が高いとされてきた

が、この間については直線部の方よりも高い安全率を示すことが確認できた。シリーズ 2 の解析結果はこのようになった。それらの結果を図-8 に示す。シリーズ 1 と同様、掘削の長さが長くなるごとに安全率は低下していくことが分かる。また、長辺掘削長 $L1$ を固定し、短辺掘削長 $L2$ を伸ばしていくと、長辺掘削長 $L1$ と短辺掘削長 $L2$ が $1:1$ になるにつれて安全率が 1.0 へと近づいていく傾向が見られた。

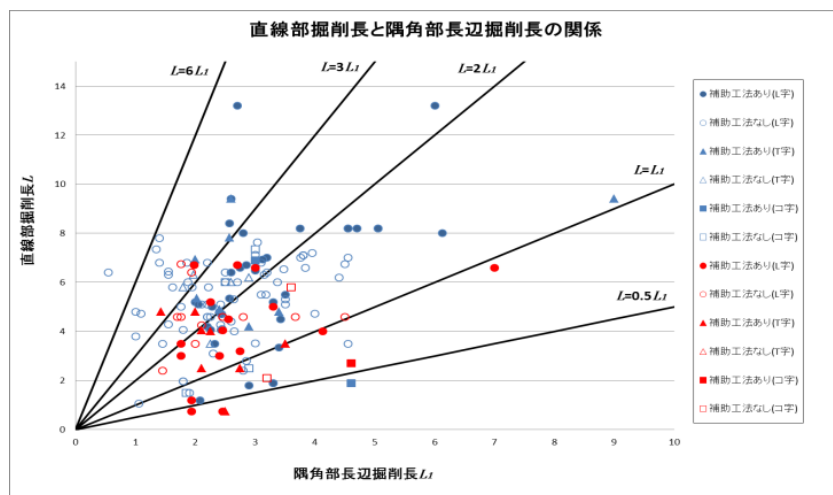


図-6 直線部掘削長 L と隅角部長辺掘削長 $L1$ の関係

表-4 シリーズ 1

$\phi=35^\circ$ $Z=15\text{m}$	$L1[\text{m}]$	$L1[\text{m}]$	$L2[\text{m}]$
case1	3	1.5	1.5
case2		2.0	1.0
case3		1.5	0.5
case4	4	2.0	2.0
case5		2.7	1.3
case6		3.0	1.0
case7	5	2.5	2.5
case8		3.3	1.7
case9		3.8	1.2
case10	6	3.0	3.0
case11		4.0	2.0
case12		4.5	1.5
case13	8	4.0	4.0
case14		5.4	2.6
case15		6.0	2.0

表-5 シリーズ 2

		長辺掘削長[m] $L1$			
		2	3	4	5
短辺掘削長[m] $L2$	1	○	○	○	○
	2	○	○	○	○
	3	—	○	○	○
	4	—	—	○	○
	5	—	—	—	○

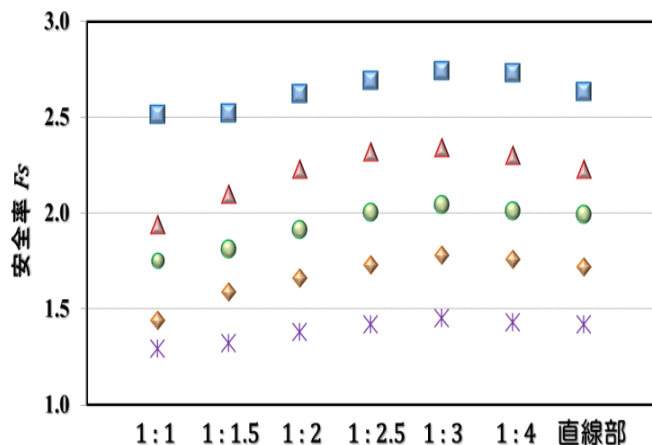


図-7 溝形状と安全率の関係

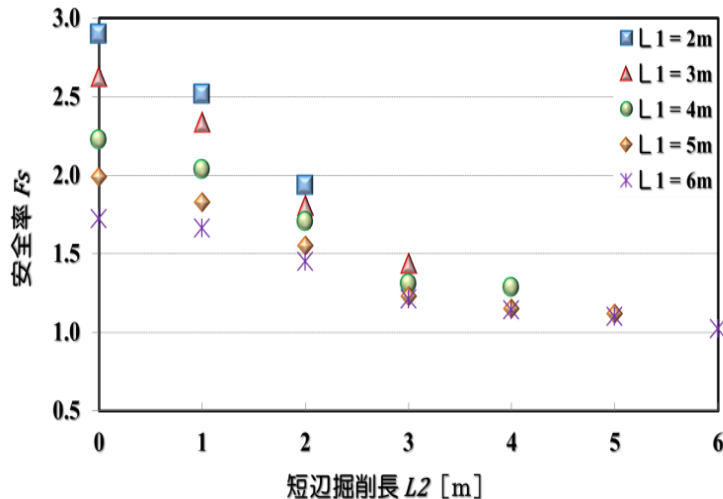


図-8 溝形状と安全率の関係

5. まとめ

本研究では、数値実験を実施することで施工実績や経験などに基づいて施工されてきた隅角部の安定性に対して明確な根拠を与えることを目的としてきた。砂地盤中に構築された溝壁の安定性を評価するための手法として SSR-FEM を使い検討した。以下に主要な結論をまとめる。

- (1) 隅角部では、形状の違いにより安定性に影響を及ぼすことが確認できた。
- (2) 掘削する長さが長くなるにつれて、安全率は低下していくことが分かった。

これ以降の研究の成果については、発表当日に報告するとする。

【参考文献】

- 1) 原尾智博：施工事例から見た泥水掘削溝壁の隅角部の形状，第 11 回地盤工学会関東支部発表会，2014
- 2) 東日本旅客鉄道株式会社：地下連壁の溝壁安定の設計施工の手引き（2003）
- 3) 本田敦久：泥水掘削隅角部の安定性に関する研究，地盤工学会 第 50 回地盤シンポジウム，pp.377～384，2005.
- 4) 田沼憲一：泥水掘削溝壁の隅角部安定性に関する検討，第 39 回土木学会関東支部技術研究発表会，2012
- 5) 樋口，他（1994）：砂地盤に築造される泥水掘削溝の新しい計算法，土と基礎，Vol142

Numerical experiments on the stability of mud
drilling groove corners

ASAI, Hirotaka Chuo University
SAITO, Kunio Chuo University
ISHII, Takeshi Chuo University