刑

b

隅角部における L 字型泥水掘削溝の安定性に関する検討

中央大学 学生会員 〇成瀬 徹 中央大学研究開発機構 正会員 石井 武司 中央大学 正会員 金澤 伸一 中央大学 正会員 齋藤 邦夫

解析対象

地盤

解析モデル

L

<u>1.はじめに</u>

連続地中壁工法で構築する連続地中壁の平面形状は一般に矩 形が基本で、それらを構成する要素として直線部と隅角部に区 分できる.特に隅角部は、構造体の剛性を確保するために重要 な要素と考えられる. 隅角部は施工の現場で最も崩壊が懸念さ れる箇所にも関わらず、その安定性に関する研究は限られたものとな っている. そのため泥水掘削溝壁の安定性は, 直線形状を対象とした 評価手法しか開発されていない. そこで本研究では, 隅角部形状が安 定性に与える影響を数値計算および模型実験を用いて直線部との比 較によって調べた.主な着目点は、隅角部短辺掘削長の変化に伴う安 全率および地表面沈下量である.

2. 数値計算

2.1 計算手法

泥水掘削溝直線部での安定計算では従来の極限平衡法(LEM)が用い られるが、隅角部では取り扱いが困難とされている. せん断強度低減 有限要素法 (SSR-FEM) はすべり面を仮定することなくすべり面と系 全体の安全率を求めること

が可能である. そのため,計 算手法として SSR-FEM を適用 した. また, この手法は既に 実務でも使用されており¹⁾, 既往の研究2)により有用性 も検討されている.

2.2 解析モデルと計算条件

連壁隅角部はL 字型, T 字型, コ字型, 十字型に分類されるが対 称性からL字型に単純化できるため,図-1に示す様に基本的解析 モデルをL型とする.計算に用いた地盤及び安定液の条件を表-2 に示した.また、実際の施工においては先行壁というコンクリート 壁を構築後に隅角部を掘削する.このことを考慮し先行壁の物性値 を表-3の様に設定した.図-2に示すL字型解析モデル寸法を表 -1に示す.また、図-3に示したメッシュは溝壁付近を密に、Z 方向を1mごととした.モデル寸法に示す他項目は以下のとおりで

キーワード 隅角 連続地中壁 SSR-FEM 掘削短辺 変形

掘削溝 先行壁 隅角部再現モデル 図-1 L_2 表-1 モデル寸法 解析モデルのX方向範囲:A 15m Zp 解析モデルのY方向範囲:B 15m 解析モデルのZ方向範囲:Z 22m 先行壁 掘削溝深さ:Z 20m 掘削溝幅b 1m 地下水と安定液の水位差: ∕Н 1.0m Β $L=L_1+L_2$

L字型

T字型

図-2 L字型解析モデル 表-2 地盤及び安定液の条件

材料	物性	設定値	
砂地盤	単位体積重量:γ _。	18.0kN/m ³	
	ヤング係数:E ₅₀	67,500kN/m ²	
	ポアソン比:v '	0.3	
	せん断抵抗角:φ	35°	
安定液	単位体積重量:γ "	10.30kN/m ³	
	水位差: <u>∕</u> H	1.0m	

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部都市環境学科 TEL03-3817-1812

ある.L[m]:直線部,L₁[m]:隅角部の長辺掘削長,L₂[m]: 隅角部の短辺掘削長,L₁+L₂[m]:隅角部総掘削長,L₂/L₁: 掘削長比,∠H[m]:地下水と安定液の水位差とする.

2.3 計算ケース

既往の研究³⁾によりFsに与える影響として△Hは関係性に 変化はみとめられないことから△Hは1.0mに設定した. 隅角部 と直線部を比較できるよう表-4に示すケースで計算を行った.

2.4 計算結果

数値計算により求めた結果を以下に示す.まず直線部の安全率 を掘削長との関係で図-4に示す. 掘削長が長くなるにつれ安全 率は低下し、二次元の安全率に漸近する傾向を示した.以下では、 この直線部を基本とし、隅角部の安定性を検討する. 図-5で隅 角部と直線部の安全率の変化を示す、ここで、プロットを中抜き したL₂/L₁=0が直線部を表している. 隅角部では、L₁が長くな るとともに安全率は低下する.これは直線部に似た特性である. また、L2が長くなりL₂/L₁=1に近づくに従って安全率はよ り低くなっていく.L₂/L₁=1の隅角部の安全率と直線部の安 全率とを比較すると、L1と同じ掘削長の直線部との安全率はほ ぼ同一となる.一方、LがL₁+L₂の時との比較では掘削長が長 くなるに伴い大きな差がみとめられ,最大で4割程度の低下と なった.この結果を隅角部と直線部の安全率の比をとり、まと めたものが図-6である.次に沈下量についての結果を示す. 次に、形状の変化による沈下量の変化を図-7に示した. L₁ が長くなるにつれ沈下量は大きくなる.また、L2が長くなりL ッ/L1=1に近づくにつれ沈下量はより大きくなる傾向がみと められる.L₂/L₁=1の際の隅角部の沈下量は直線部に比べL ₁=1m及び2mでは2割程度, L₁=3m, 4mでは3割程度 大きく沈下した. 図-5及び図-7で示した掘削短辺の変化と 安全率, 沈下量の関係を比較すると, 傾向は似たものとなって いる. つまり, 掘削短辺の変化に伴う安全率の低下と沈下量の





	$L_1(m)$	L ₂ (m)	$L_1 + L_2(m)$	形状
case1	1	0	1	直線
case2	1	0.5	1.5	隅角
case3	1	1	2	隅角
case4	2	0	2	直線
case5	2	0.5	2.5	隅角
case6	2	1	3	隅角
case7	2	1.5	3.5	隅角
case8	2	2	4	隅角
case9	3	0	3	直線
case10	3	1	4	隅角
case11	3	1.5	4.5	隅角
case12	3	2	5	隅角
case13	3	3	6	隅角
case14	4	0	4	直線
case15	4	1	5	隅角
case16	4	2	6	隅角
case17	4	3	7	隅角
case18	4	4	8	隅角
case19	6	0	6	直線
000020	0	0	0	古幼



図-5 L2/L1における安全率の変化

増加は互いに大きな影響を与えることがわかる.続いて,直線部において掘削に伴う沈下が発生した領域を図-8 に示す.図-9には隅角部でのそれを示した.この領域は最も大きな沈下量の1%以上沈下していた範囲を表した ものである.直線部の沈下領域は対称性を持つことがみとめられた.この対称性から直線部の領域を基本とし,掘 削短辺の変化に伴う沈下領域の変化を図-10に示した.L₂の変化に伴い沈下領域は増加し,やがて直線部の2倍 程の領域の扇形の様になることがわかった.



<u>3. 模型実験</u>

SSR-FEM を用いた隅角部の安定性の検討手法が実地盤でも適応できるかについての確認のため、模型実験を行い、 挙動との整合性を検討する.

3.1 実験試料の特性

模型実験の地盤材料にはクロマイトサンド(酸化クロム鉄 Cr0₂を 46.5%以上含有するもの)を用いる.クロマイトサンドは表 – 5 に示す特性を持つ試料である.土粒子密度 ρ_s =4.489(g/cm³)は豊浦砂の土粒子密度 ρ_s =2.643(g/cm³)の 1.7 倍のため大きな自重効果が期待できる.そのため、相似則により実際よりも深度の深い模型実験を想定することが可能である.

表-5 クロマイトサンドの物理特性

土粒子密度 ρ_s	最小密度 ρ_{\min}	最大密度 ρ_{max}	平均粒径D ₅₀	せん断抵抗角φ		
4.489 g/cm^3	2.508 g/cm^3	2.963 g/cm^3	0.18 mm	33.2°		

3.2 実験方法

模型実験の概要を図-11に示す. 模型地盤の作製にあたっては, まず泥膜を模したビニールシートを土槽内に

設置し空中落下法によりクロマイ トサンドを土槽内に堆積させ、地 盤を作成する.この時,模型地盤 表面部の崩壊を防ぐために掘削溝 と地盤の間にガイドウォールを設 け地盤の溝側への変位を抑制する. その後地盤を乱さないように微小 な水頭差を保ちながら底面から水 を浸透させ地盤内を飽和させる. その後,毎分30mmで安定液が低下 する流量に調整を行い,安定液を 排出させ地盤を崩壊させる. 地盤 の崩壊挙動を把握するために図 -11 の様に設置した水圧計,変位 計で掘削溝内の安定液水位, 地盤 内水位, 地表面沈下量の測定を行 う.

3.3 実験ケース

本模型実験では溝形状をL字型 とした.総掘削長及び掘削長比に ついては数値計算の結果を参考に 設定した.L₂を変化させたL₂/L $_1=1.0$ の Case1 およびL₂/L₁= 0.5のCase2の2ケースを行う.ま た,比較のため実施済みの直線部 の実験を Case0 とする.



3.4 実験結果

今後行う模型実験及び SSR-FEM を用いた数値解析の結果を比較し,崩壊挙動の確認を行い,発表当日に結果等を 発表する.

4. まとめ

SSR-FEMによる数値計算の結果から以下の知見を得た.

1)安全率は掘削短辺のL₂が長くなるとともに低下し、その低下量は掘削長辺L₁が長くなるにつれ大きくなる.

2) 沈下量は掘削短辺の L₂が長くなるのに伴って大きくなり、その増分は掘削長辺 L₁が長くなるにつれ増加する.

3) 安全率と沈下量の間には関係性がみとめられた. 安全率の低下傾向と沈下量の増加傾向は類似するとわかった.

4) 沈下の領域は, 隅角部が直線部の領域に比べ広がりがみられ, 掘削短辺L₂の変化との関係性がみとめられた.

<u>5. 今後の課題</u>

今後の課題として、L字型掘削溝の崩壊挙動及び安定性評価手法の確認のため、重力場における模型実験を行う. 模型実験では自重効果の高い試料を用い、より実地盤の条件に近い形で安定性を検討する.

【参考文献】

1) 東日本旅客鉄道株式会社:地下連続壁の溝壁安定の設計施工の手引き,2003

2)本田敦久: 泥水掘削における隅角部の安定性, 地盤工学会 第50 回地盤シンポジウム, pp. 377~384, 2005.

3) 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.