-290

大深度円形立坑の地下連続壁に作用する水圧分布に関する一考察

長岡工業高等専門学校	学生会員	○板場	建太
長岡工業高等専門学校	学生会員	Bat-E	rdene Boloi
長岡工業高等専門学校	正会員	岩波	基

1. はじめに

大深度に建築構造物を構築するためには、アクセストンネルとして大深 度の立坑が必要となる.その土留めには地下連続壁(以下,連壁と称す) が採用され,円形の形状が一般的である.円形立坑の特徴として,等側圧 に対しては十分な強度と剛性を有する構造であるが、偏側圧に対しては比 較的に耐荷力が低いという問題がある.しかし、そのような連壁の設計方 法は中浅深度のものを踏襲しており、学術的な根拠に基づく裏付けはない. 現場に設置された土圧計と水圧計の計測結果から、このような特徴を持つ 連壁に大深度では偏側圧が作用することが判明した。特に水圧の偏り(以 下, 偏水圧と称す) による偏水圧は大きかった. 偏水圧の要因として, 偏 った配置や揚水量のディープウェル(以下, DW と称す)実施の他, 連壁 に発生したひび割れから漏水し、局所的な水圧低下により、水圧差が生じ ることも考えられる.本論文では、ひび割れが生じた大深度円形立坑の連 壁の水圧分布とそれに伴って発生する断面力を確認することを目的とした.

2. 検討対象の円形立坑の構造諸元と地盤状況

検討対象の大深度円形立坑の連壁は首都圏外郭放水路第一立坑(以下, 第一立坑と称す)である.表1に連壁の構造諸元を示し、図1に連壁の断 面図を示す. DW は連壁背面側から 3m 離れた地点に NDW-1~4の4つ が設置されている.また、連壁内の黒く塗りつぶされた部分はひび割れ部 を示している. これらのひび割れは後行エレメントにのみ発生しているこ とから, 先行エレメントによる外部拘束を受け, 温度応力が発生したこと が主な原因であると考えられる.特に B 断面はひび割れの生じたエレメ ントに挟まれており, B 断面の計測された水圧が他の断面のそれと比べて

小さいことが確認されている.これより, その部分の水圧が減少し、ひび割れの発 生していない連壁部分との水圧差を生じ ると考えられる.

3. 解析と解析結果

3 次元浸透流解析には, FEM 解析ソフ トウェアの Soil Plus Flow を用いた. 作成 した解析モデルを図2に示す.表2の各 地盤部の透水係数は事前の調査結果に基 づいて設定した.ひび割れが生じた連壁 の透水係数は渡部らの研究1)による実験

キーワード 地下連続壁,大深度,立坑,浸透流解析,マッドケーキ

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888 番地 長岡工業高等専門学校環境都市工学科 TEL&FAX 0258-34-9273

表1 連壁の構造諸元

連壁長 (m)	131.0
掘削長 (m)	72.6
根入れ長 (m)	58.4
内径 (m)	36.6
壁厚 (m)	2.1



図 1 連壁の断面図



図2 解析モデル図

衣2 谷地密部の遊水係	数
-------------	---

衣 2 谷地盛部の透水係数					
地質記号	深度(m)	透水係数(cm/sec)	地質記号	深度(m)	透水係数(cm/sec)
Ac	3.25	1.00×10^{-7}	Dc6	95.4	1.00×10^{-7}
As	5.5	1.00×10^{-5}	Ds7	96.35	1.50×10^{-6}
Ds1	12.6	6.59×10^{-4}	Dc7	103.15	1.00×10^{-7}
Dc1	16.7	1.00×10^{-7}	Dg1	107.5	1.18×10^{-5}
Ds2	18.8	6.56×10^{-3}	Ds9	110.3	2.41×10^{-5}
Dc2	21.3	1.00×10^{-7}	Dc8	119.7	1.00×10^{-7}
Ds3	29.4	4.61×10^{-3}	Ds10	122	2.41×10^{-5}
Dc3	36	1.00×10^{-7}	Dc9	130.05	1.00×10^{-7}
Ds4	49.1	2.50×10^{-4}	Ds10	137.8	2.41 × 10 ⁻⁵
Dc4	52.4	1.00×10^{-7}	Dc10	142.8	1.00×10^{-7}
Ds5	60	5.00×10^{-4}	Ds11	147.8	2.41×10^{-5}
Dg0	64.7	1.68×10^{-3}	Dc11	152.8	1.00×10^{-7}
Ds5	75.6	5.00×10^{-4}	Ds12	157.8	2.41 × 10 ^{−5}
Dc5	79.85	1.00×10^{-7}	Dg2	177.8	1.43×10^{-3}
Ds6	88.75	1.13×10^{-6}			

-579-

NDW-2

NDW-3

NDW-4

表3 連壁とマッドケーキの透水係数

	透水係数(cm/sec)
マッドケーキ	5.90×10^{-4}
連壁一般部	1.00×10^{-7}
後行エレメントひび割れ発生部	2.50×10^{-5}



732

336

233

511

表5 床付け位置での曲げモーメント

/	床付け位置での曲げモーメント(kN・m)
設計値	7310.10
計測値	2886.50
提案値	3125.60
水圧のみ	10334.34



値を用い,安定液固化材等で構成されるマッドケーキの透水係数は大林組の深見らの研究²⁾を参考にして決定 し、厚さは5cmとした.連壁とマッドケーキの透水係数を表3に示す.また、表4には各DWの揚水量を示 す.計測結果に従い、DWはDs11層から揚水を行っているものとした.連壁に作用する断面力の算定は、ノ ンテンションバネを考慮した骨組解析によって実施した.

図3~図6に3次元浸透流解析の各鉛直断面の結果を示す.各断面の水圧の解析値は水圧の計測値を概ね表 現している.既往の研究より,第一立坑の最大圧縮応力度は深度 49.1m 地点で計測された.この地点の水平断 面の水圧分布を図7に示す.ひび割れが近い位置での水圧低下が確認できる.また、床付け位置での水平断面 の水圧分布を図8に示す.C断面付近での大きな水圧低下が確認でき、ここでもひび割れが近い位置での水圧 低下が確認できる.床付け位置での水平断面の水圧のみの断面力と Bolor ら³⁾の床付け位置での側圧による断 面力を比較したものを表5に示す.床付け位置での曲げモーメントを比較すると,水圧のみの場合の曲げモー メントは Bolor らがまとめた全ての曲げモーメントよりも大きくなった.特に設計値と比較すると,水圧のみ の曲げモーメントは約1.41倍となり,現行の設計基準では危険側になるという可能性があることがわかった.

4. おわりに

今回の検討では、計測された水圧分布を解析により、概ね表現することができた.水圧のみにより発生する 断面力を考えると、現行の設計基準のままでは、危険側である可能性がある.

【参考文献】

- 1) 発電所廃棄物陸地貯蔵・処分用コンクリートピットの水密性に関する研究,渡部直人
- 2) 連続地中壁背面の泥水浸透特性と透水性について(その2) 深見秀樹,須藤賢,上野孝之,土木学会第 54 回年次講演会Ⅲ-A284, p568~p569, 1999
- 3) 大深度円形立坑土留め壁の仕様に関する検討, Bat-Erdene Bolor, 板場建太, 岩波基, 第48回地盤工学研 究発表会, 2013 (投稿中)