

大深度円形立坑地中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 正会員 岩波 基

1. はじめに

現在、大都市の浅い地下空間はインフラ施設が集中して過密状態であるため、大深度地下を利用することが多くなってきている。大深度地下に構造物を建設するためには、アクセストンネルとして大深度円形立坑が必要となり、その際に土留めを目的とした地中連続壁（以下、連壁と称す）が構築されている。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が、偏側圧に対しては耐荷力が小さいことが挙げられる。大深度円形立坑連壁に設置された土圧計と水圧計の計測結果より、大深度で作用する偏側圧は偏水圧がその多くを占めるということが指摘されている。具体的には、首都圏外郭放水路第一立坑（以下、第一立坑と称す）の、連壁に発生したひび割れから漏水が確認されており、一部で水圧が低下して偏水圧を生じた可能性がある。本研究では、第一立坑とその周辺地盤を3次元でモデル化し、浸透流解析を行い、連壁全体に作用する水圧に偏りが生じた原因を推測することを目的とした。

2. 構造諸元と施工状況

第一立坑の連壁の構造諸元を表1に示す。図1は連壁の断面図であり、黒の部分はひび割れを生じた部分を示している。これらのひび割れは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断面付近ではひび割れの生じたエレメントが多く、B断面の計測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。このことから、一部の水圧の減少により、ひび割れの発生していない部分との水圧差を生じると推測される。

3. 解析

3次元浸透流解析に用いた解析モデルを図2に示す。このモデルは地盤と連壁をソリッド要素で表現し、要素数は97540、節点数は103744である。表2は連壁とマッドケーキの透水係数を示したものである。ひび割れが生じた連壁の透水係数は渡部らの研究¹⁾による実験値を用い、安定液固化剤等で構成されるマッドケーキのそれは深見らの研究²⁾を参考にして決定し、厚さは5cmとした。解析モデルは地層毎に分けて作成し、各地層の透水係数は事前の地質調査結果に基づいて設定した。粘性土層の透水係数は $1.0 \times 10^{-6} \text{cm/sec}^3$ と一律の値とした。表3は各地層の透水係数を示すものである。

4. 解析値と計測値の比較

図3は連壁背面側のA～D断面における水圧の計測値と解析値を比較したものである。解析値は全ての断面で静水圧よりも小さく、特に深度70m以深で全ての断面において大きな低下が見られた。また、深度70m以深のD断面の解析値は他の3断面に見られるような急激な低下は見られなかった。これは、D断面のエレメントにひび割れ

表1 連壁の構造諸元

連壁長(m)	131
内径(m)	36.6
壁厚(m)	2.1
掘削深度(m)	72.6
根入れ長(m)	58.4

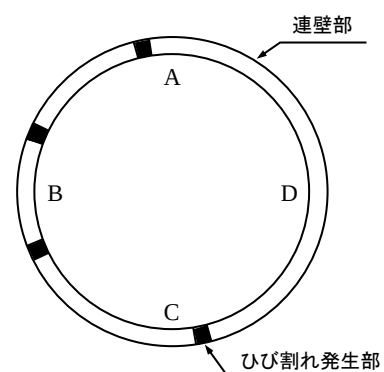


図1 連壁断面図

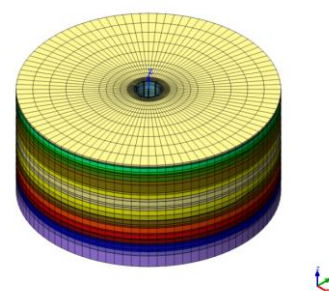


図2 解析モデル

表2 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	5.9×10^{-4}
連壁一般部	1.0×10^{-7}
後行エレメントひび割れ発生部	2.5×10^{-5}

キーワード 浸透流解析, 地中連続壁, 立坑, 大深度, 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 3 各地盤部の透水係数

地質記号	深度(m)	透水係数(cm/sec)
Ac	3.25	1.0×10^{-6}
As	5.5	1.0×10^{-5}
Ds1	12.6	6.59×10^{-4}
Dc1	16.7	1.0×10^{-6}
Ds2	18.8	6.56×10^{-3}
Dc2	21.3	1.0×10^{-6}
Ds3	29.4	4.61×10^{-3}
Dc3	36	1.0×10^{-6}
Ds4	49.1	4.86×10^{-3}
Dc4	52.4	1.0×10^{-6}
Ds5	60	2.56×10^{-3}
Dg0	64.7	1.68×10^{-3}
Ds5	75.6	2.56×10^{-3}
Dc5	79.85	1.0×10^{-6}
Ds6	88.75	5.82×10^{-5}
Dc6	95.4	1.0×10^{-6}
Ds7	96.35	2.41×10^{-3}
Dc7	103.15	1.0×10^{-6}
Dg1	107.5	1.18×10^{-3}
Ds9	110.3	2.41×10^{-3}
Dc8	119.7	1.0×10^{-6}
Ds10	122	2.41×10^{-3}
Dc9	130.05	1.0×10^{-6}
Ds10	131	9.85×10^{-4}
Dc10	136	1.0×10^{-6}
Ds11	141	2.41×10^{-3}
Dc11	146	1.0×10^{-6}
Ds12	151	2.41×10^{-3}
Dg2	171	1.43×10^{-3}

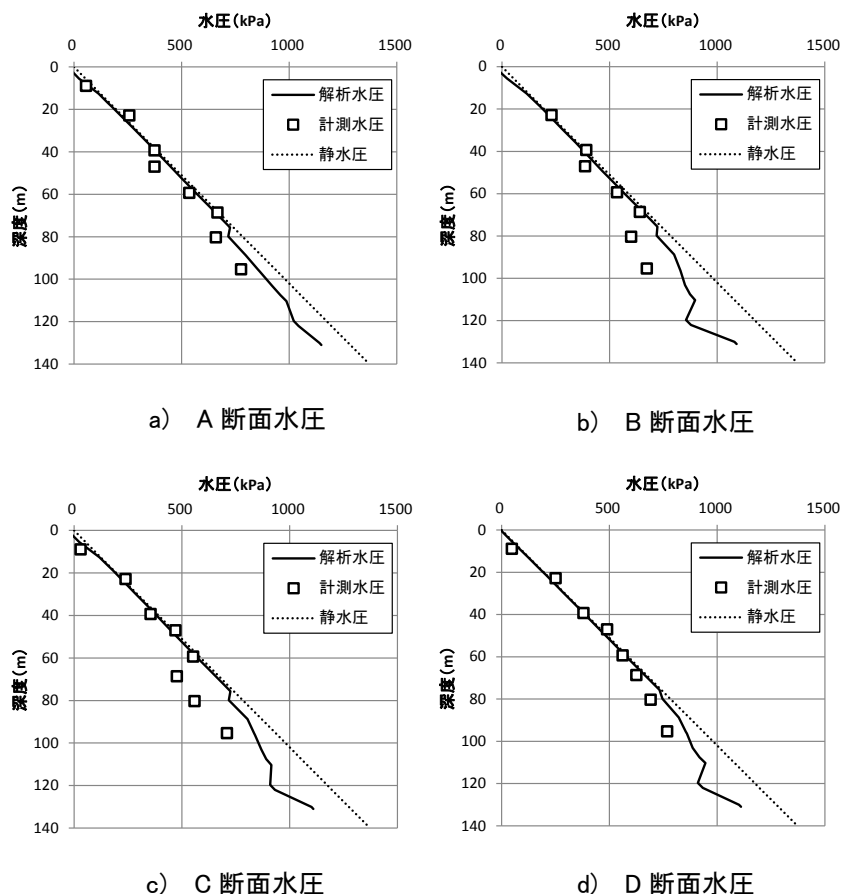


図 3 水圧の計測値と解析値のグラフ

がほとんど生じていないため、水圧が低下しなかったと推測される。

図 3 に示すように、深度 60m 以浅では計測値も解析値も静水圧分布に近く、両者の値はほぼ一致している。特に A 断面については、解析値は計測値と同様の傾向を示した。しかし、B 断面では深度 80m で計測値が静水圧から大きく低下しているのに対して、解析値はその傾向を表現しているものの低下量は計測値の半分程度であった。C 断面でも深度 70m 以深で計測値が大きく減少しているが、解析値は深度 80m で減少し始めており、その挙動を表現することはできなかった。また、深度 80m において C 断面の解析値の低下量は計測値に比べると 1/3 程度となっている。これは、事前の地質調査の結果で Ds6 層は厚さ約 9m の中に粘性土の薄層が混じっていたことにより、この層の透水係数にばらつきがあったためであると考えられる。D 断面の解析値に関しても B 断面と C 断面での傾向が同じであり、深度 70m 付近までは計測値とほぼ一致するが、深度 80m から解析値の低下量は計測値に比べると半分程度となっている。

5. 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十分には再現することはできなかった。この要因として、立坑直径が約 40m と大きいために解析モデルに入力したような透水係数が同一層内で実際には均一であるとは限らないという可能性が挙げられる。また、マッドケーキの厚さを 5cm と設定したことが実際の現場の状況と異なるなどの可能性も考えられる。

【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) 根切り工事と地下水 -調査・設計から施工まで- 土質工学会, 1991