

ニューマチックケーソン工法に伴う井戸・地下室調査の事例

中央開発株式会社 ○下松 匠, 矢野 晴彦

1. はじめに

ニューマチックケーソン工法は、図-1に示す通り躯体の最下部に高圧の空気を送ることで地下水の浸入を防ぎ、地上と同じような状態で掘削・沈設ができる工法である。当工法は、周辺地下水への影響が少なく、施工に必要なスペースも通常のオープンケーソンより狭い工法ではあるが、圧気の過程で酸欠空気が噴出する恐れがあることから、周辺の井戸・配管等について酸素濃度を調査することが労働安全衛生法（酸素欠乏症等防止規則第二十四条）にて定められている。ケーソンを対象とした酸素濃度測定の手法は、公表事例が少なく不明瞭な点も多いため、本稿では、本事業で採用された調査方針、調査結果（現在調査中のため、中間結果である）を紹介する。

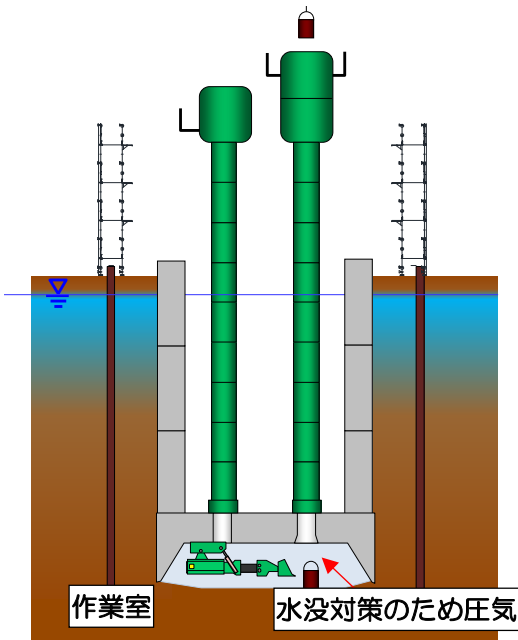


図-1 ニューマチックケーソン工法の概要図

2. 酸素欠乏症等防止規則(第二十四条)の内容

酸素欠乏症等防止規則¹⁾では、圧気工法を行う場合に以下の調査の実施が定められている。

事業者は、令別表第六第一号イ若しくはロに掲げる地層が存在する箇所又はこれに隣接する箇所において圧気工法による作業を行うときは、適時、当該作業により酸素欠乏の空気が漏出するおそれのある井戸又は配管について、空気の漏出の有無、その程度及びその空気中の酸素の濃度を調査しなければならない。

【令別表第六第一号】

- イ 上層に不透水層がある砂礫層のうち含水もしくは湧（ゆう）水がなく、又は少ない部分
- ロ 第一鉄塩類又は第一マンガン塩類を含有している地層

調査対象は、沖積低地に計画された3基の橋脚である。調査地の周辺の地盤は、図-2に示す通り砂質土層と粘性土層（不透水層）の互層地盤であり、上記の「イ」に該当する状況であった。

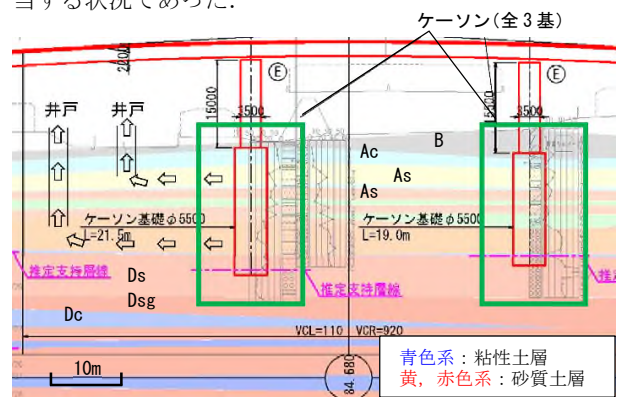


図-2 調査地周辺の地質状況

3. 酸欠空気噴出に関するメカニズム

調査計画の立案に当たっては、酸欠空気噴出に関するメカニズムの把握が不可欠である。圧気工法に伴う酸欠空気の噴出過程は、以下の機構が考えられる。

- ①地層変化等に伴う圧力調整で漏気が生じる。漏気は、透水性の高い砂礫層等の地下水を押し分けて周辺地盤に侵入する。その際、砂礫層の含水が少ない（被圧水頭が低い）場合、間隙を通じて空気が移動しやすい。
- ②漏れ出た空気は、地盤中を移動する。地盤中に第一鉄塩類、第一マンガン塩類等の鉱物が含まれる場合、酸化還元反応が起こり、空気中の酸素が奪われる。
- ③酸欠空気が井戸や地下室に噴出し、最悪の場合は意識喪失等の人的事故が生じる可能性がある。

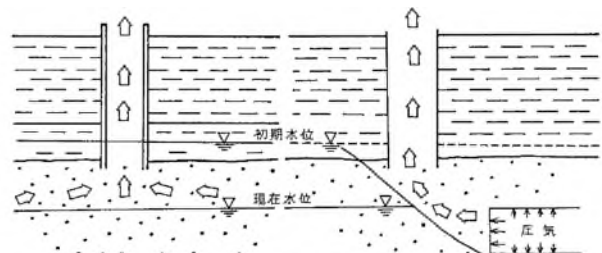


図-3 圧気工法に伴う酸欠空気噴出の模式イメージ²⁾

4. 調査方針

前述したメカニズムと調査地の地盤状況を考慮した上で、発注者及び施工業者と密に打合せを行い、調査方針を決定した。

(1) 調査の必要性と調査対象

圧気対象の地層が、前述した「イ、ロ」の条件に当てはまらないと断定するためには、相当に密な間隔で透水試験や鉍物の含有試験を行う必要がある。本調査地においては、①沖積及び洪積の粘性土層・砂質土層が複雑に互層状に分布し、数m離れた地点では地層構成が大きく異なる可能性があったこと、②透水試験は一部の地層のみでしか実施されておらず、各地層の透水性や被圧水頭が不明であること、③含有鉍物の試験は全く実施されていなかったことを踏まえ、調査が必要と判断した。

調査対象は井戸及び地下室とし、マンホール及び下水、雨水、上水等の配管は除いた（マンホール等の点検では、点検業者自身に酸素濃度の測定が義務付けられている）。

(2) 調査頻度

調査頻度について、酸素欠乏症等防止規則に示される「圧気開始から一週間以内の測定、圧気一週間後から一カ月以内の測定」は少なくとも実施する必要がある。その後の調査については、規則上の決まりはないが、過去には、圧気を開始して数カ月後に400m離れた地点で空気の噴出が生じた事例³⁾も存在することから、各橋脚の圧気完了後のタイミングにも、調査を実施する方針とした。

5. 調査方法

(1) 井戸・地下室調査 A

主に井戸・地下室の有無を確認する調査として井戸・地下室調査 A を実施した。対象件数が約3000件と膨大であることから、アンケート形式を採用した。

(2) 井戸・地下室調査 B

井戸・地下室調査 B では、井戸・地下室台帳の作成、施工前の酸素濃度等の測定を行った。地下室調査における測定箇所は、以下の方針で選定した。

- ①地下空間と繋がる空気穴・換気孔等があるものは最優先箇所として設定した。
- ②コンクリート中にひび割れや劣化したような跡が認められるものは優先箇所として設定した。
- ③上記①、②が認められない場合、所有者が頻繁に立ち入るエリアの壁際に設定した。

(3) 酸素濃度測定

施工中のモニタリングとして、酸素濃度、地下水位・水質測定を行った。酸素濃度測定では、地層中にその他ガスが滞留している可能性も考えられたため、一酸化炭素、硫化水素、メタンについても測定を行った。



図-4 測定状況例（左：井戸，右：地下室）

6. 調査結果

調査地の井戸は浅井戸が主体である。大半の井戸については、大気中と同様の値(20.9%)で推移し、特筆すべき傾向は認められない。一部、マンホール型の井戸や長期間使用されていない井戸では大気中より低い酸素濃度が記録されているが、事前調査の段階で低い値を示していた箇所と同様であり、値についても安全限界（18%）を上回る値となっている。地下水やその他ガスの測定結果についても、現在まで明瞭な異常は確認されていない。

調査結果から、マンホール型の井戸や長期間使用されていない井戸、水枯れが生じている井戸については、酸素濃度が低下しやすい傾向にあると推測される。該当井戸については、事前調査やモニタリングにおいてより慎重な対応が必要になる。

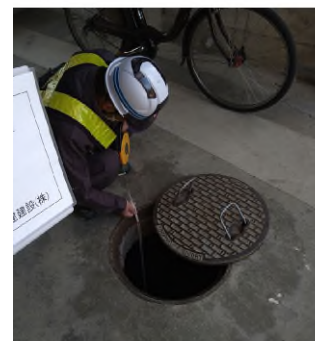


図-5 マンホール型の井戸

7. おわりに

圧気工法に伴う井戸・地下室調査の事例を紹介した。近年は漏気対策も進歩しており、工事影響が生じることは極めて稀である。しかし、2018年に東名 JCT のシールド工事で酸欠空気が噴出した事例があるように、全く工事影響が無くなったわけではない。今後も同種工事において同様の調査が求められる可能性があり、本事例が調査計画の一助になれば幸いである。

《引用・参考文献》

- 1) 厚生労働省法令等データサービス（最終閲覧日2023年6月2日），
<https://www.mhlw.go.jp/hourei/index.html>
- 2) 栗原和夫(1974) 基礎工学, 10月, p. 34, ※大井幸雄(1980) 酸欠地層の予測調査法 応用地質 第21巻 p41
- 3) 榎本 博行 (2009) : 国土交通省国土技術研究会, 国道26号橋梁下部工事再開に向けた地元説明事例について