噴砂を伴う湧水の地下水調査事例

㈱藤井基礎設計事務所　○　岡　淳一
石原　剛
藤井　次郎

1.　はじめに

平成 25 年 8 月 23 日～25 日にかけて総雨量 382㎜ の大雨を記録し、法面の法尻部に噴砂を含む大量の湧水が発生し、舗装面が膨れ上がる現象が発生した（写真①参照）。本法面は谷部にあたり、地下水が集積しやすい地形であると考え、地下水の集積原因を究明するための調査として、調査ボーリングおよび孔内水位観測を行った。当初、湧水は地形的な素因と豪雨による地下水上昇により発生したと考えていたが、調査を進めるにつれて、別の原因が懸念されるようになり、追加調査を行いその原因を究明した。

2.　地質概要

本調査地は、日本海に面した平野の奥に位置し、標高 50m 程度のなだらかな丘陵地が広がり、海からの風によって形成された風成砂が堆積している。調査地周辺には、新第三紀中新世の砂岩、礫岩、泥質岩が分布している。

3.　噴砂を伴う湧水の状況

法尻付近に噴砂を伴う湧水が噴出し、舗装面が膨れ上がっている。

写真①. 噴砂を伴う湧水跡（上）と
舗装面の膨れ上り（右）

4. 当初の想定

地形形状から、調査地の上流部は低地になっており、表面水の集まり易い環境を呈している。法尻付近の桝には常時湧水がみられる。基盤の第三紀層は起伏しており、湧水箇所は、たまたま集積部（水みち）に位置していると考えられる。法面上部の駐車場のアスファルトに小規模のクラックが発生していることから、図-1のような沈下と末端部の膨れ上りを想定した。

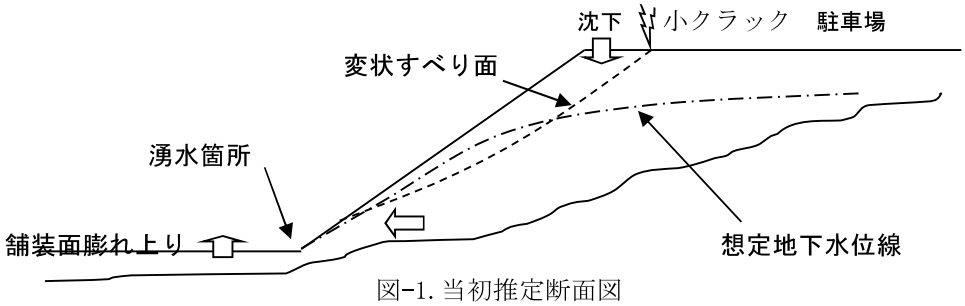


図-1. 当初推定断面図

5. 調査ボーリング及び水位観測結果

図-2の平面図に示すように、調査ボーリングを4本実施した。測線 No.1の地質横断図を図-3に示す。ボーリングの結果、中新統の砂岩を基盤に上位に向かって、沖積粘土（層厚約4m）、風成砂（層厚約10m）、盛土（層厚約10m）が確認された。法面は盛土であり、風成砂層は想定よりもかなり厚いことが明らかになった。また、法尻の桝に常時湧水がみられるのに、地下水位は膨れ上りのみられた舗装面より5m 程度低い位置にあった。

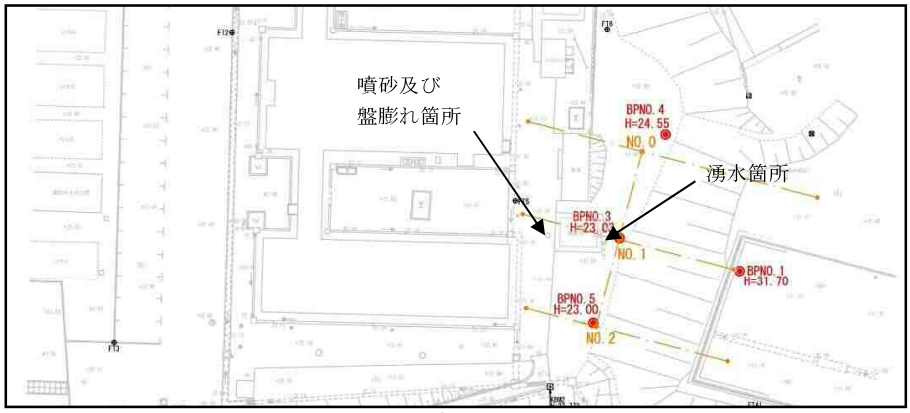


図-2. 調査位置平面図

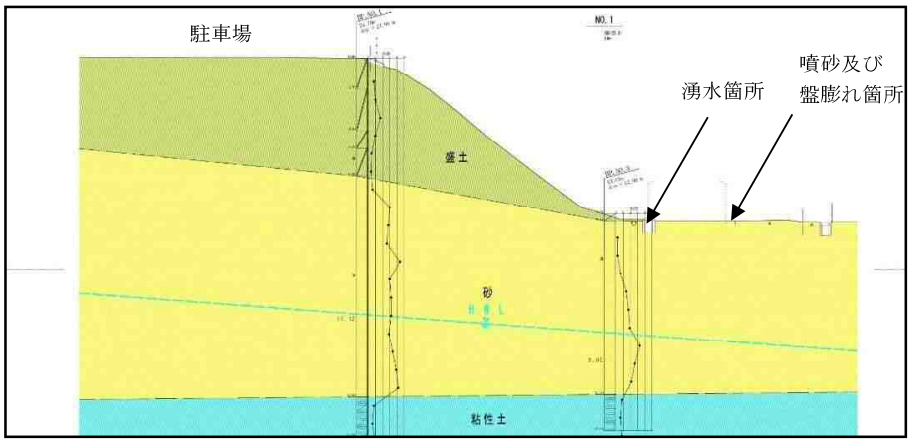


図-3. 地質横断図（測線 No. 1）

図-4に各ボーリング孔内の水位観測結果を示す。孔内水位が想定よりもかなり低いことから、削孔時の孔壁保護に使用したベントナイトの影響を考え、観測期間中に孔壁洗浄剤による孔内洗浄を行っている。

地下水位変動は、BP.3のみ降雨と鋭敏に反応し、最大4m 程度の水位上昇がみられた。他孔の水位変動は最大1m 程度で、降雨による明瞭な水位変動は確認できなかった。降雨時の BP.3の水位は背後の BP.1より高くなっており、地質構造は一様であることから、孔内水位の上昇は、地下水位の上昇とは別の原因があると考え、追加調査を実施した。

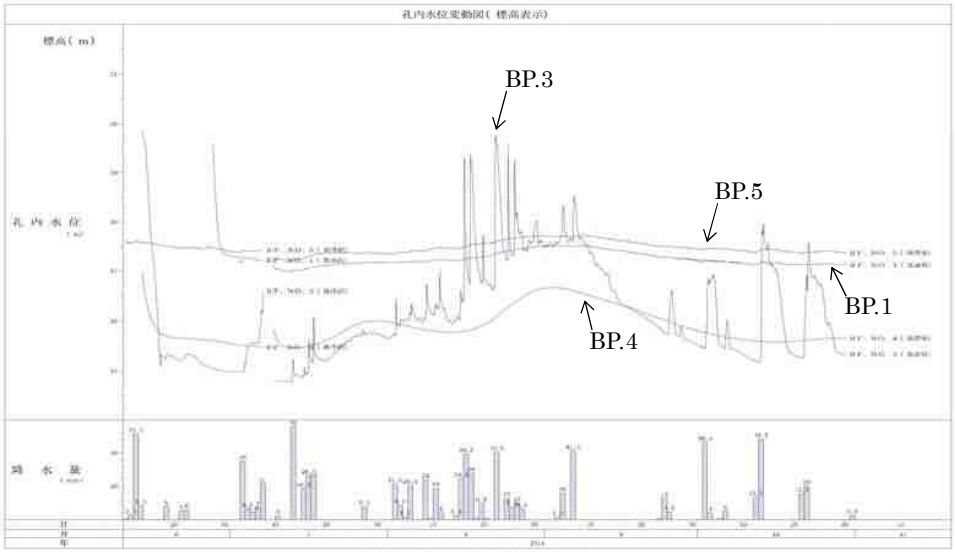


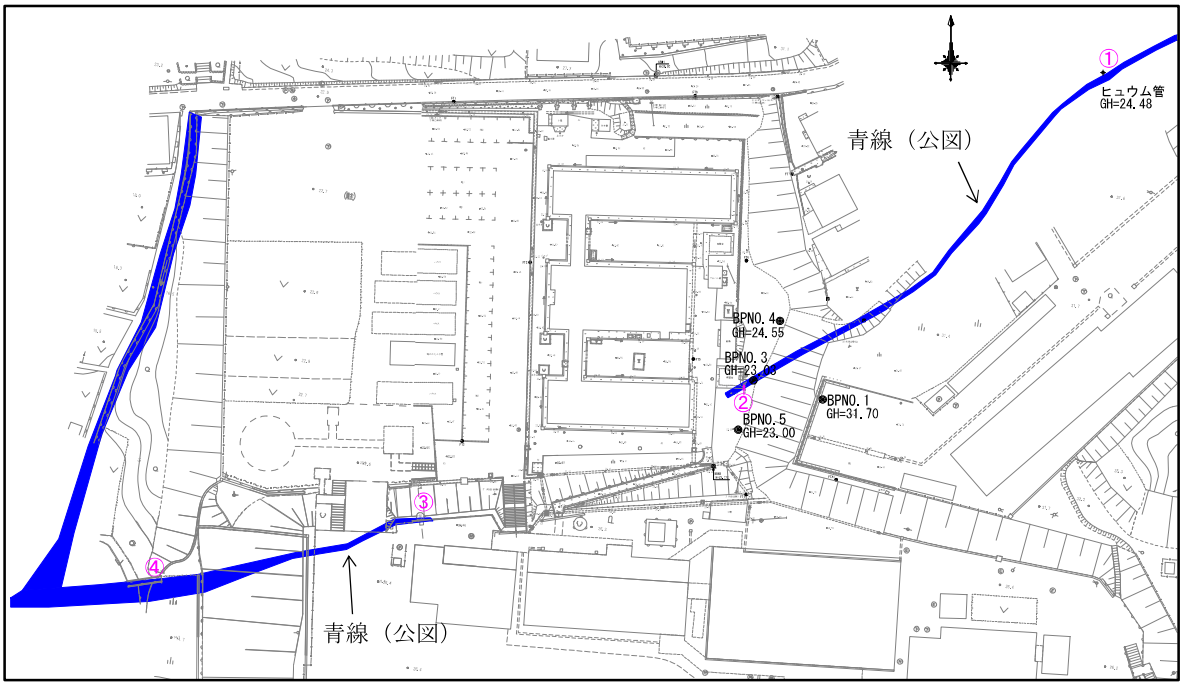
図-4. 水位観測結果図(標高合わせ)

6. 追加調査

○公図による調査

調査ボーリングより、法面は盛土であることが判明したため、まず公図による調査を行った。図-5に平面図に公図の青線を重ねたものを示す。青線は上流部から BP. 3付近に向かっており、BP. 3付近で一旦途切れ、再び③の縦樋から下流に向っている。よって、盛土の下に埋設管が存在する可能性が考えられ、青線付近を詳細に踏査した結果、①の位置でヒューム管（φ500）の呑口部を確認した。

写真-①. ヒューム管の呑口部(φ500)



①:呑口部(ヒューム管 φ500)　　③:縦樋

②:湧水箇所　　④:流末部(3面張水路+床版蓋)

図-5. 平面図と公図の重ね合わせ図（青線は公図）

○トレーサー（食塩水）による地下水流動調査

①の呑口部からトレーサー（食塩水）を投入し、②の湧水箇所に地下水検層用のゾンデを沈めて計測した。計測結果を図-6に示す。食塩水投入後、約30分で到達していることがわかる。よって、埋設管が湧水箇所付近で漏水している可能性が高いことがわかった。

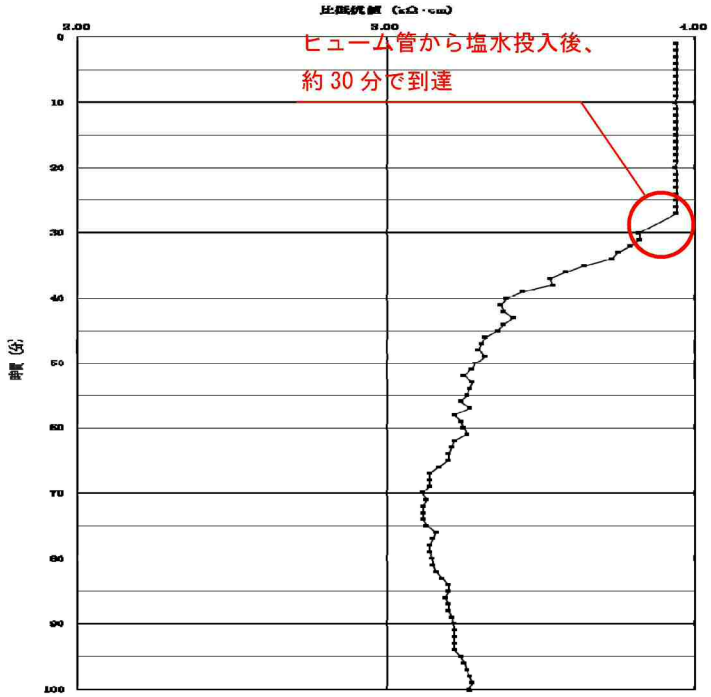


図-6. 食塩水投入後の経過時間と比抵抗値

○試掘調査

以上の結果を踏まえ、湧水箇所付近で試掘調査を実施した。

試掘調査状況を以下に整理する。

・試掘調査をした結果、写真-④に示すように、ヒューム管φ500を確認した。

・ヒューム管上面は破損しており、管内の半分以上、土砂が堆積している状況であった。

・写真-②に示すように、撤去した桝底に塩ビパイプが確認されており、この塩ビパイプにより、ヒューム管と桝底が接続されていたと予想される。

・以上より、湧水は上流からの流下水によるものであることが確認でき、本業務の目的である湧水及び砂の噴砂現象の原因は、上流部からの埋設管の漏水によるものと判断することができた。

① マス撤去前

② マス撤去時(その 2)･･･マス下面に塩ビ管

③ マス撤去後(湧水を確認)

④ 仮排水後(ヒューム管φ500 を確認)

○管内テレビカメラ調査

管内テレビカメラ調査は、縦樋（図-4の③）内の流入・流出管路の確認及び埋設管等の健全度評価を行うために実施した。埋設管の健全度評価については、本発表では省略する。

本調査前は、縦樋底に試掘箇所及び上流部呑口部で確認したヒューム管が接続していると推定(図-7参照)していたが、本調査では、縦樋底面には急角度(勾配60°)の水路（写真-①）があり、その上面のボックスカルバート(500×500)に接続されていることを確認した。しかし、ボックスカルバートでテレビカメラ撮影を行ったが、5m で行き止まりになっており（写真-②）、上流のヒューム管とは接続していないことを確認した(図-8参照)。

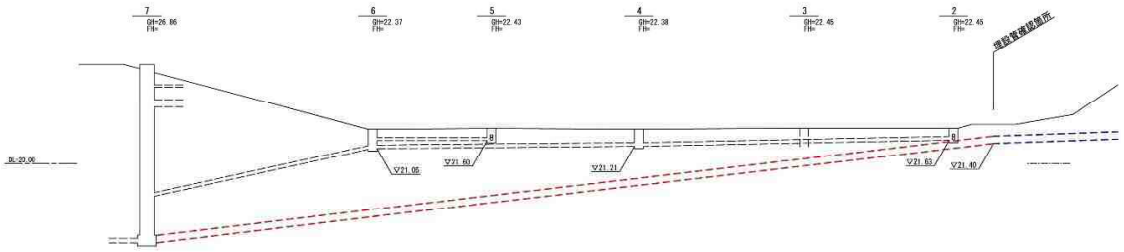


図-7. 埋設管路縦断図(調査前推定)

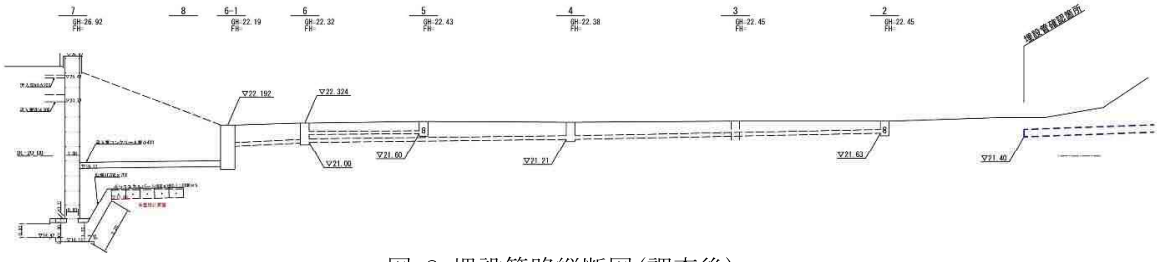


図-8. 埋設管路縦断図(調査後)

① 縦樋底面の落差工

② ボックスカルバート上流端

7. 結論

調査の結果、噴砂を伴う湧水は、豪雨による地下水上昇が原因ではなく、上流からの排水をヒューム管を通じ直接、風成砂層に流していたため、豪雨時は浸透量より供給量が大幅に上回り、地表面に噴出したと考えられる。

対策工は、埋設管確認箇所に接続桝を新設し、縦樋までヒューム管(φ500)で接続する案を採用した。

8. おわりに

調査後に振り返ると、法尻の桝付近には常時湧水があり、噴砂箇所もその付近であることから、埋設管が存在し破損している可能性を推測することもできたと思われる。しかしながら、調査ボーリング前は盛土であることや、地下水位が低いことは予測できなかったので、地質調査・地下水調査をしなければわからなかったとも言える。

本事例を教訓に、思い込みに囚われないように、幅広い視点を持って現地を確認し、調査提案、実施することが大切であると感じた。