水圧計測におけるボーリング孔内処理方法の提案

清水建設（株）技術研究所　正会員　○白石　知成　佐藤　春香
岡山大学大学院　正会員　　西垣　誠

１．はじめに

地下水の調査にあたっては、井戸あるいはボーリングの掘削が必須となっている。特に近年では、深部岩盤内の地下水流動を把握するために間隙水圧の計測を実施する場合も多くなっている。しかし、計測区間長が長い場合などは、ボーリング孔内での地下水の上下流動が発生するため、計測されている水圧が計測区間の平均的な水圧となることなど、ボーリング掘削の影響については十分考慮されていない場合も考えられる。

ボーリング孔の影響を小さくするためには、低透水性の材料で孔内を充てんすればよいと考えられるが、水圧計測部に対して従来は低透水性材料ではなく高透水材料での充てん（埋め戻し）が行われてきた。これは水圧計測のレスポンスを考慮しての設定と考えられるが、低透水性材料でも問題がなければ、ボーリング掘削の地下水流動場への影響を低減することができる。本研究は、水圧計測を目的としたボーリング孔内処理の方法について、地下水流動解析手法を用いた感度解析結果から提案を行うものである。

２．検討条件

ボーリング孔掘削の影響について、図-1 に示す軸対象モデルにより検討を行った。検討ケースを表-1 に示す。

定常解析については、ボーリング孔掘削の影響を把握することを目的としており、非定常解析に関しては、境界条件の経時変化に対するボーリング孔内の水頭変化と埋戻材の透水性、比貯留係数の影響を把握することを目的とした。

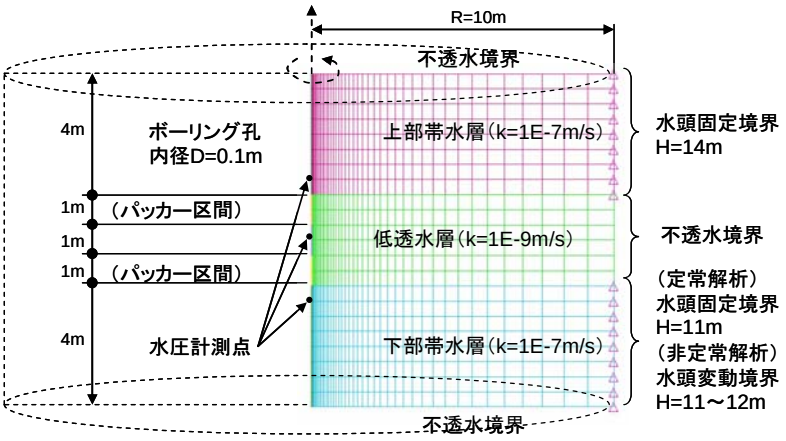

図-1　軸対象解析モデル図

表-1　解析ケース一覧表

ケース名	検討条件
定常1	ボーリング掘削なしの場合
定常2	ボーリング孔掘削ケース(k=1E-3m/s：孔内高透水の場合)
定常3	ボーリング孔掘削ケース(k=1E-10m/s：孔内低透水の場合)
定常4	定常2＋パッカー(k=1E-20m/s)設置ケース
非定常1	定常4条件＋比貯留係数(全て1E-6m^{-1})＋境界条件の経時変化(図-2)
非定常2	非定常1→ボーリング孔(k=1E-10m/s,Ss=1E-4m-1)埋め戻しケース
非定常3	非定常1→比貯留係数(全て1E-4m-1)

３．ボーリング孔掘削影響

図-3 に定常解析結果の流速ベクトル図を示す。ボーリング孔内の透水性が大きい場合にはボーリング孔内を下向きに流動するが、孔内が低透水性材料で埋め戻される場合や、パッカーで区切ることにより、ボーリング孔内の上下流動は抑制されるため、ボーリング孔掘削の周辺地下水流動への影響を低減あるいは排除することができる。

４．孔内埋戻材料の影響

図-4～6 に非定常解析での水頭値の経時変化を示す。これらより以下がわかる。

①図-4 の非定常１ケースの結果より、全ての比貯留係数が小さい場合、ボーリング孔内の水頭変化は境界条件の変化とほぼ同時であり、時間遅れ等は見られない。

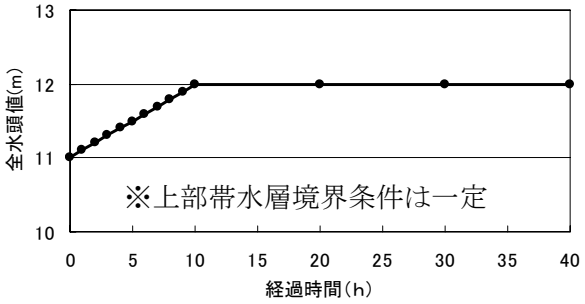

図-2　下部帯水層境界条件の経時変化(非定常解析時)

キーワード　間隙水圧、水圧計測、ボーリング孔、埋め戻し、地下水流動解析
連絡先　　〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設（株）技術研究所 TEL(03)3820-5476

②図-5 の非定常２ケースの結果から、孔内の埋戻材料の透水性が小さく、比貯留係数が大きくても、孔内の水頭変化は境界条件に追従する。すなわち、水圧応答に対してボーリング孔内の埋戻材料の物性の影響は小さい。

③図-6 の非定常３ケースの結果から、岩盤の比貯留係数が大きい場合は、ボーリング孔内の水頭変化に時間遅れが発生することがわかる。すなわち、水圧応答の時間遅れは、岩盤の比貯留係数に依存している。

④これらより、ボーリング孔を用いた水圧計測の際に、ボーリング孔内を低透水性材料で埋め戻すことにより、周辺地下水流動に対するボーリング孔掘削の影響を低減するとともに、水圧計測も適切に実施できる。

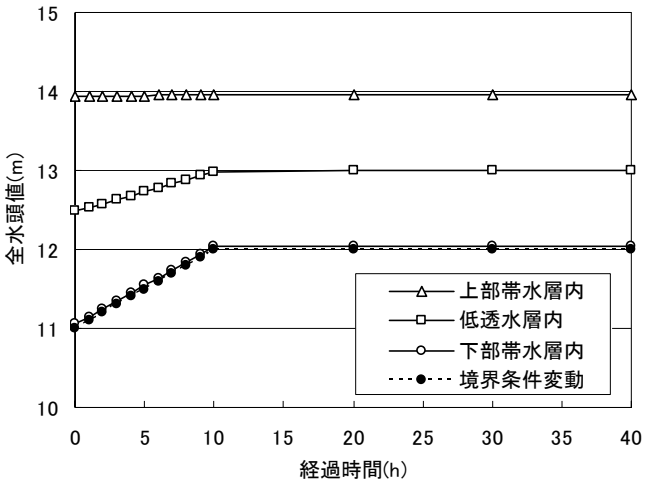

図-4 水圧計測点での経時変化(非定常1ケース)
※ボーリング孔内高透水材埋め戻しの場合

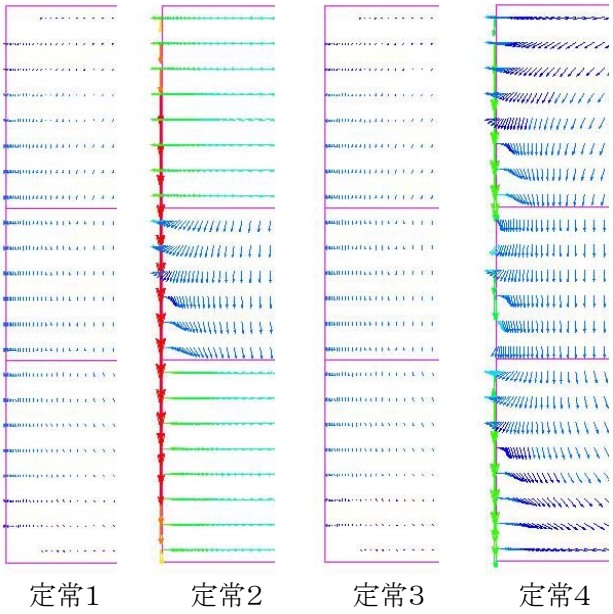

図-3 定常解析結果:流速ベクトル分布

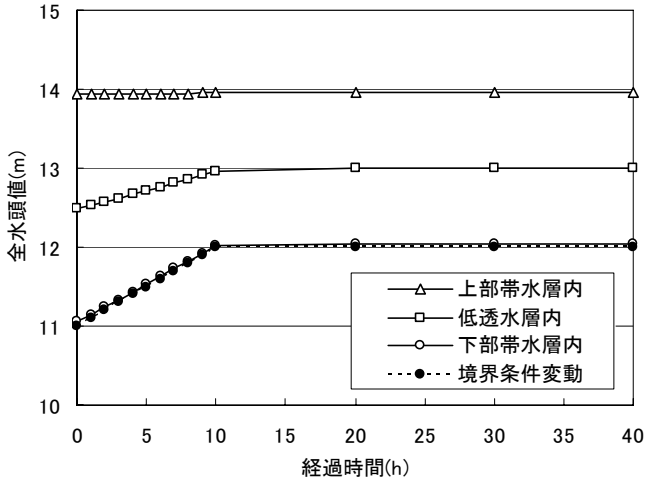

図-5 水圧計測点での経時変化(非定常2ケース)
※ボーリング孔内低透水材埋め戻しの場合

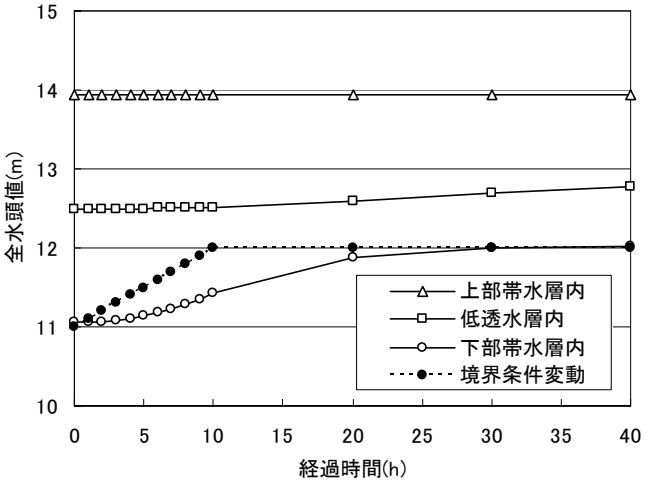

図-6 水圧計測点での経時変化(非定常3ケース)
※岩盤の比貯留係数が大きい場合

５．まとめ

地下水調査に用いられるボーリング孔の影響は、長尺であるほどボーリング孔内の上下流動により周辺地下水流動に対して影響を及ぼす可能性がある。できるだけ低透水性材料を用いて埋め戻すことによりこの影響を排除できるとともに、水圧計測の際にも同様の処理を施すことにより水圧計測に悪影響を与えることなくデータを取得できることが確認された。（本研究では、地下水流動解析にあたってD-transu2D-ELコード[1)] を用いた。）

参考文献

1)西垣ほか、オイラリアン・ラグランジアン飽和・不飽和浸透流－移流・分散解析プログラムデータ入力マニュアル(Ver.1.11)、D-transu2D-EL、平成 14 年 5 月.