

山岳トンネルの制水工法による地表面沈下対策（その2）

（株）熊谷組 正会員 ○中出 剛
 （株）熊谷組 正会員 緒方 明彦
 （株）熊谷組 尾畑 洋

1. はじめに

本工事は変電所直下を土被り 45m で掘削する山岳トンネル工事であるが、地下水位の低下に伴う地表面沈下対策として、トンネル周囲を薬液注入により改良することで地下水位低下抑制を図る制水工法を採用した。¹⁾ 対策区間の施工にあたっては地下水位等の動態観測による挙動分析を行うとともに、予測手法の高度化を図りながら施工を進め、そこで得られた知見を踏まえて対策工完了位置を設定した。

本報告は、対策工完了位置の設定方法とその確認試験の結果について報告するものである。

2. 対策工完了位置の検討

当初の検討では変電所端部から 50m の位置までを対策範囲と設定し、先行して施工された下り線については当初設定位置まで対策工を実施した。これに対し上り線については、施工中の挙動分析結果を踏まえて対策区間の完了位置について再検討し、対策区間の短縮化を図った。

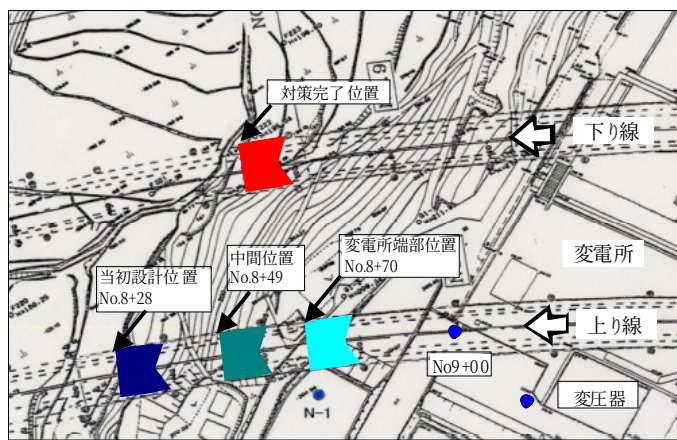
(1) 浸透・沈下解析による予測

図－1に示すように、当初設計位置に対して対策完了位置を変電所端部までとした場合、両者の中間位置とした場合について浸透・沈下解析による比較予測を実施した。図－2に予測沈下量の経時変化図を示す。変電所端部の No.9+00 においては、当初設計位置まで対策工を実施する場合のみ沈下量の目標値(50mm)を満足する結果となったが、重要設備である変圧器近傍位置ではいずれの完了位置でも目標値を満足する結果が得られており、変電所内のその他の位置においても同様の傾向を示した。

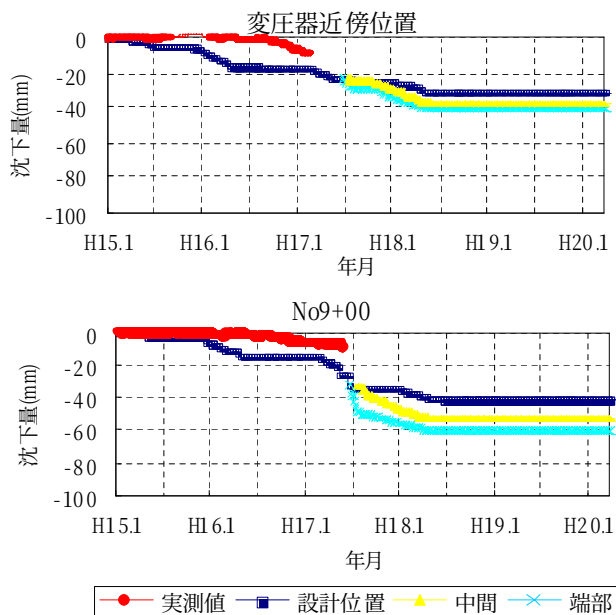
(2) 対策工完了位置の設定

対策工完了位置を中間位置及び変電所端部位置とした場合、No.9+00 において目標値を超過する可能性があるものの、設備機器への影響は少ないものと考えられた。

一方、先行した下り線における地下水位挙動から、比較的高標高にある変電所端部位置で対策を終了した場合、背面の変電所側から広範囲に地下水を引き込むことが懸念された。経済性も含めこれらの点を総合的に評価した結果、ここでは中間位置を対策工完了の基本位置と設定し、無対策区間への移行にあたっては確認試験を実施して安全性を評価することとした。



図－1 検討位置図



図－2 予測沈下量経時変化図

キーワード 山岳トンネル、地下水位低下、地表面沈下

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1 熊谷組土木事業本部土木設計部 TEL03-3235-8622

3. 確認試験

(1) 確認試験の概要

確認試験では切羽前方に削孔深度 23m の水抜きボーリングを行い、各観測井における地下水位挙動や湧水量、電気伝導度等について計測することで、無対策区間に移行した場合の変電所への影響を評価した。水抜きボーリング位置は図-3に示す5箇所であり、①最終1シフト手前施工時、②最終シフト施工時、の2ステップで試験を実施し、各ステップにおいて動態観測結果の評価を行った。

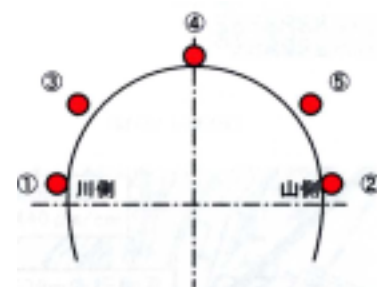


図-3 水抜きボーリング位置図

(2) 水位挙動の管理指標

確認試験では管理対象井戸の水位挙動を主要な評価指標とし、水抜きに伴う経時的な水位低下量の管理目安値を設定した。

管理目安値は図-4に示す試験位置近傍の局所的なモデルを用いた3次元非定常浸透流解析により求めたが、このときの水理定数は前述の浸透・沈下解析と同様とし、初期水位状態のみ試験時期近傍の地下水位計測結果から再現した。水抜き位置からの湧水量をパラメータとして100, 200, 300 リットル/min の場合の経時的な地下水位変化を求め、実湧水量に対してそれらの補完値を用いることとした。地下水位挙動の管理グラフ例を図-5に示す。ここで実測値が事前解析で想定された地下水位低下曲線より上方にある場合をレベルⅠとし、特に問題のない範囲とした。また、試験前の水位における実測値と予測値の余裕分を限界地下水位低下量とし、これより大きな地下水低下量の範囲をレベルⅢとした。レベルⅢの範囲における挙動が計測された場合は確認試験を即時中止することとし、レベルⅠとレベルⅢの間の範囲（レベルⅡ）については総合的な評価のうえ施工続行を判断する領域とした。

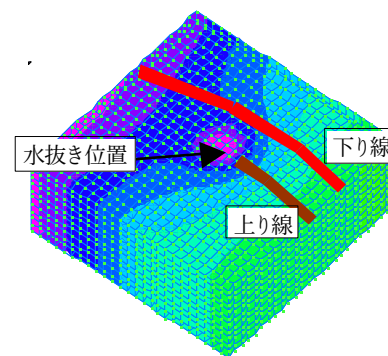


図-4 浸透流解析モデル

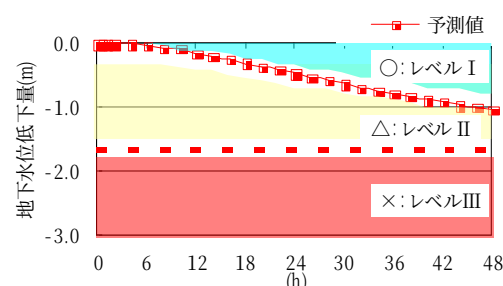


図-5 地下水位挙動の管理グラフ例

(3) 確認試験の結果

第1ステップにおける地下水位の経時的な挙動について図-6に示す。水抜きボーリングに伴う地下水位低下挙動は、事前の予測値とほぼ一致していることがわかる。また他の観測井戸での計測結果についても全てレベルⅠの管理値内にあり、水抜きによる影響範囲は100m程度と推定された。

この結果から事前検討で用いた水理特性により水位挙動を精度良く再現できていると考えられ、今後は予測に近い挙動を示すものと評価されることから、当該切羽位置 (TD681m) から注入ゾーンのない地山状態で掘削を行っても問題はないと判断した。

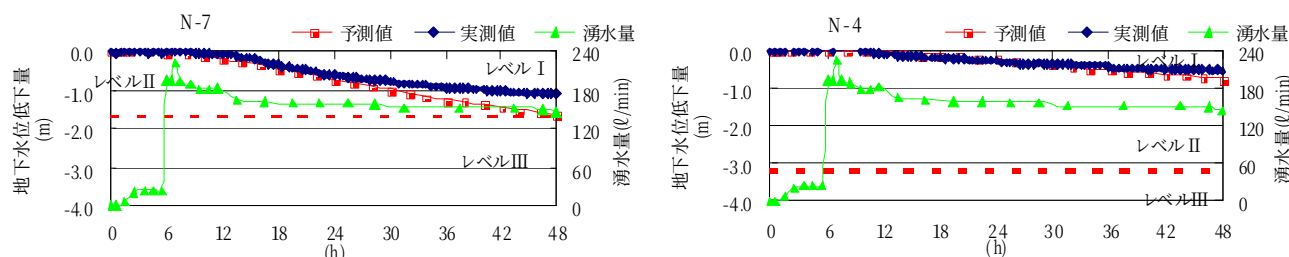


図-6 地下水位低下量と湧水量の経時変化

4. まとめ

対策区間以降の施工においても急激な地下水位の変化はみられず、目標とする地表面沈下量を満足して無事施工を終了することができた。対策区間以降の地下水挙動についても今後検討のうえ報告する予定である。

参考文献

鬘谷, 中出, 緒方: 山岳トンネルの制水工法による地表面沈下対策 (その1), 土木学会第61回年次学術講演会講演概要集 (投稿中), 2006.9