

高被圧帯水地盤での揚水・復水工法の適用

住友建設（株）	正会員	大谷 賢司
	正会員	山地 斉
首都高速道路公団		濱本 泰弘
	正会員	島田 伸一
		竹鼻 淳志

1. はじめに

東京日本橋から北に約30km、埼玉県浦和市・大宮市・与野市地区では、業務核都市と位置づけられる「さいたま新都心」の建設が進んでいる。その錯綜する工事の中で、新都心の周辺道路とアクセスする首都高速道路大宮線も同地区の地下部に建設されている。当該地区の地形地質は、図-1に示すように標高約TP+11mの洪積世の砂層と粘性土層の互層地盤であり、複数の被圧帯水層が存在するため開削工事では盤ぶくれ対策が必要となる。0E26(1)トンネル工事は、柱列式中連続壁工法による山留め壁を採用した掘削深約35m、幅35m、延長100mの大規模開削工事であり、掘削底面の盤ぶくれ対策としてディ・プウェルによる地下水低下工法を、その揚水処理にリチャ・ジウェルによる復水工法を適用したのでその概要を報告する。

2. 基礎的な原位置試験

盤ぶくれの対象となる第三帯水層における基礎的水理定数を求めるために、原位置での段階揚水試験、段階注水試験および連続注水試験を実施した。なお、これらの試験は、柱列式中連続壁の影響を受けない締め切り外のものである。

(1) 段階揚水試験

揚水井から揚水量を8段階(50~400ℓ/min, 50ℓ間隔)に変化させて揚水し、観測井の水位変動を観測する。最初は順次揚水量を増加させて水位の降下を測定し、次に揚水量を減少させて水位の上昇を測定した。その結果、図-2に示すように限界揚水量は、250ℓ/min、適正揚水量は150ℓ/min、Dg層の透水係数は $k=1.0E-1\text{cm/sec}$ 程度であり、既往の試験結果および隣接工区の試験結果と比較しても妥当であると考えられた。

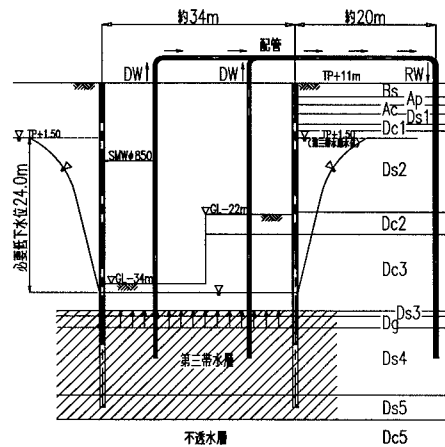


図-1 地盤構成と盤ぶくれ対策

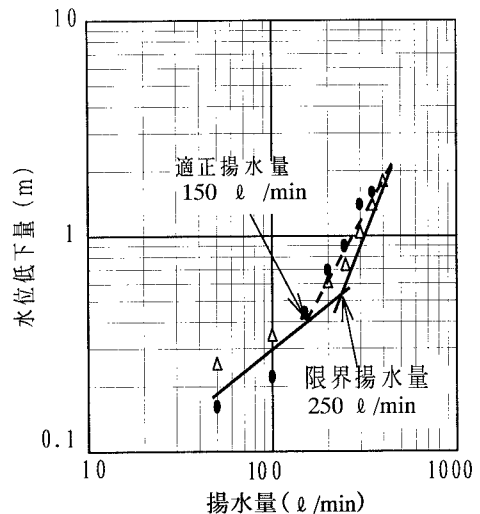


図-2 揚水量と水位低下曲線

山留め 地下水位低下工法 ディ・プウェル リチャ・ジウェル 揚水試験 注水試験

〒160 東京都新宿区荒木町13番地の4 住友建設株式会社 TEL 03-3225-5133 FAX 03-3353-6656

(2) 段階注水試験

リチャージウェルを利用した注水井に段階的に注水量を変化させて注水し、その水位変動を観測する。注水量は、7段階（50～350 ℓ/min）に変化させ1段階あたり100分注水を継続したが、300 ℓ/minの段階で目詰まり現象による急激な水位の上昇を観測したので試験を中止した。限界注水量は、これ以下と推定される。

(3) 連続注水試験

注水井に前述の段階揚水試験から得られた適正揚水量150 ℓ/minを連続で注水し、目詰まりを生じる過程を観測した。水位上昇の過程は、図-3に示すように、①注水開始から約6日目までは定常的な注水状態で水位は緩やかな上昇を示す②7日から約10日目までは目詰まり発生への移行期間となる③11日以降は急激な目詰まりが発生する一である。これより、リチャージウェルの機能を維持するための洗浄サイクルは、1週間程度が妥当であると想定された。

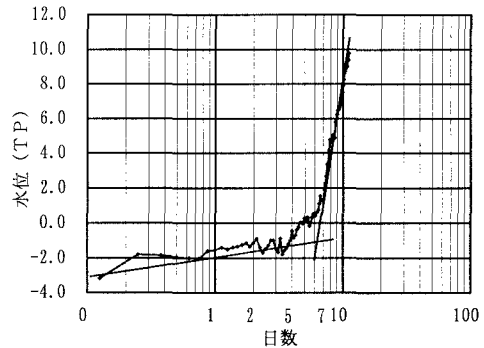


図-3 連続注水試験での水位変動

3. 必要揚水量の推定とディープウェル・リチャージウェル本数の決定

揚水試験の結果、既往の地質調査および先行工区の全体揚水試験結果を用いて、盤ぶくれを防止するための必要揚水量をFEM浸透流解析によって推定した。締め切り全体を仮想井戸と仮定して、底面からの浸透流量は等価面積半径を、壁からの浸透流量は等価周長半径により、軸対象モデルによる定常解析を行った。また、柱列式中連続壁の透水係数は $k=1.0E-5$ cm/sec、必要低下水位は24.0mとし、リチャージウェルからの復水の影響も考慮している。その結果、必要揚水量は1860m³/日、ディープウェル($\phi=350$ mm)は9本、維持管理と確実な復水効果を図るため、リチャージウェル($\phi=400$ mm)は、ディープウェル2本あたり3本とし14本とした。

4. 全体揚水試験

所定のディープウェルを設置した後、必要な地下水位の低下を確認するために全体揚水試験を実施した。地下水の低下の状態を12本の観測井とディープウェル孔内水位で観測した結果、先行工区との境界部で所定の地下水位まで低下できない場所が存在することが判明した（図-4）。これは、施工時期の相違より第三帯水層部で柱列式中連続壁が連続していないためであり、薬液注入工法で遮水対策を講じた。遮水対策後、食塩水を利用したトレーサ試験により薬液注入効果を確認している。

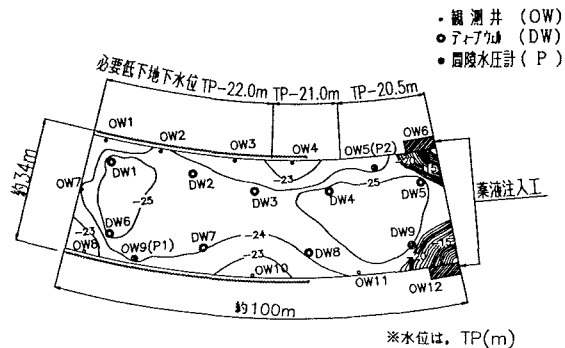


図-4 全体揚水試験での地下水位低下等高線図

5. おわりに

施工管理においては、地下水低下の状態を把握することが重要なポイントとなる。そのため、観測井での間隙水圧をリアルタイムに観測でき、異常時の警報装置を備えた地下水観測システムを構築するとともに、停電時に備えて自動的に作動する非常電源施設を完備した。またリチャージウェルは、毎週金曜日に洗浄を行い復水効果の維持管理に努めた。