

東海大学 正員 森田定市

, , 太田正彦

, , ○本間重雄

1. まえがき

地下水位の高い透水性地盤において建設工事を行なう場合、ドライワークを可能にするために地下水位を低下させることがあるが、地下水位の低下が広範囲に及ぶことにより、周辺の地域に井戸枯や地盤沈下などの建設公害がしばしば発生している。このような建設公害の防止する工法の1つとして、揚水地点の近傍に注水することにより地下水位低下の範囲を限定する、いわゆる“復水工法”が有望視されてきている。

筆者らは、この復水工法の効果を研究するため2次元砂モデルを使って復水を伴う揚水実験を実施した。実験は目下継続中であるが、現在までの実験で観察された揚水時の地下水面形状に与え復水の影響について若干の考察を加えて報告する。

2. 実験概要

(1) 実験装置

実験装置は長さ3.0m、高さ1.0m、幅60cmの鋼製水槽で前面には強化ガラスを、底面及び背面には格子状にピエゾメーターを設置して、それより直接視認による水位観測及び砂層各部におけるポテンシャル測定を可能にしている。

復水は、設置位置、設置深さ(復水井の貫入深さ)を自由に变化させることができる幅4.0cmのステンレスメッシュ張り中間スリットを通じて行なう。

充填試料は $D_{max} = 2.0\text{mm}$ 、 $D_{50} = 0.75\text{mm}$ 、 $D_{10} = 0.35\text{mm}$ 、均等係数2.09の川砂である。

図-1は、実験装置の全体構成を模式的に示したものである。

(2) 実験ケース

実験ケースは、給水側水位 H_1 は一定とし、揚水側水位 h 、復水井の位置 L_r 、復水井の貫入深さ D_r 、復水位置での維持水位 H_r を実験変数として下記のとおりに変化させて51ケースを設定した。

L_r : 103, 63 cm

D_r : 70, 52.5, 35, 17.5 cm

H_r : 70, 65, 60, 55, 45 cm

これらのケースにおいて設定した条件が保たれるよう定量揚水と復水を行ない、定常状態にあらついた時点で揚水量 Q_d 、復水量 Q_r 、地下水面形、およびピエゾメーターのポテンシャル指示値を観測した。

3. 実験結果及び考察

(1) 復水時の水面形状及び流線網の特徴

実験の結果得られた水面形は復水位置において曲率が不連続になるものの全部のケースにおいて上に凸の放物線形を示した。図-2(a)は、 H_1 、 h 、 L_r 、 D_r を同条件とする実験ケースのうち H_r をそれぞれ55.0cm、65.0cmにしたケースの流線網を対比して示したものである。図-2(a)にみられるように H_r が小さい場合には、復水井の前後における流線網の変化は少なく、水面形状も復水を伴わない単独揚水時の水面形に近い。図-2(b)のように H_r が h に近いケースの場合では、復水井前後の流線の変化は著しく、上流側では流線の停滞し、下流側で

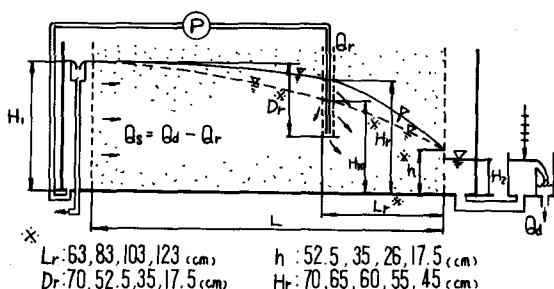


図-1

は流速が増大する様子がうかがわれる。

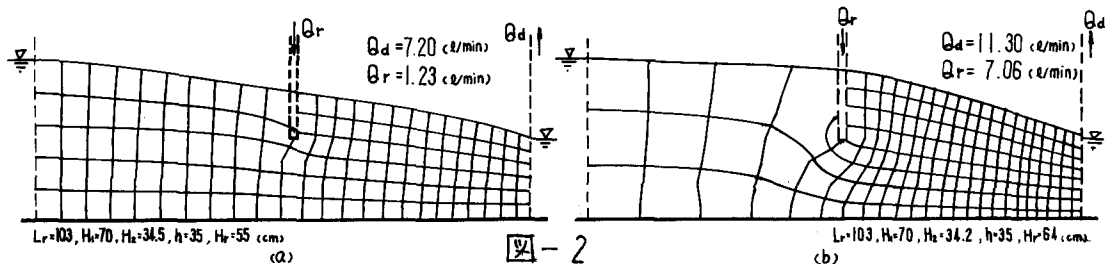


図-2

(2) 復水に伴う揚水量の変化

図-3は、単純揚水時 ($Q_r = 0$) にあいて得られた揚水側水位 h (h/H_1 で表示) と揚水量 Q_d の関係を示したものである。図-4および図-5は、復水位置 L_r がそれぞれ 63 cm 、および 103 cm の場合の維持水位 H_r (H_r/H_1 で表示) と揚水量 Q_d (Q_d/Q_{d0} で表示) の関係、並びに H_r/H_1 と復水量 Q_r (Q_r/Q_{d0} で表示) の関係を示したものである。これにより Q_d 、および Q_r は、維持水位 H_r に対してほぼ直線的に増加し、 H_r を H_1 に保つ場合には、 h には関係なく $L_r = 63\text{ cm}$ で $Q_d = Q_r = 3Q_{d0}$ 、 $L_r = 103\text{ cm}$ で $Q_d = Q_r = 2Q_{d0}$ の値に収斂することが観察された。 $H_r/H_1 = 1.0$ のときの Q_d の増加傾向は、 h/H_1 に対して図-6に示すような関係がみられる。

なお、 $L_r = 103\text{ cm}$ の場合 Q_d 、 Q_r に復水井の貫入率の影響らしき傾向が現れているが、実験誤差の可能性もあるの、今後更に確かめたい。

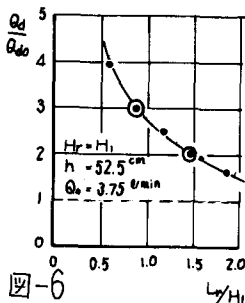


図-6

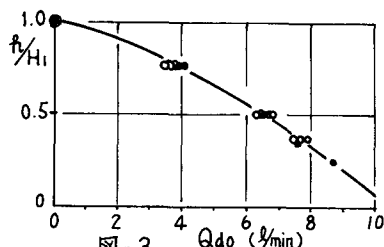


図-3

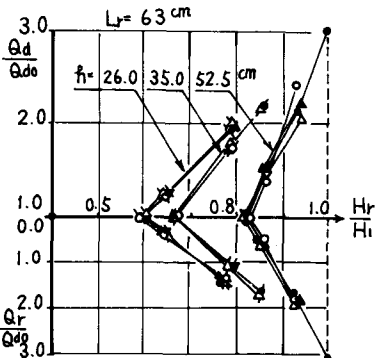


図-4

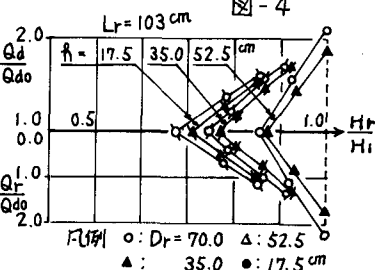


図-5

(3) 復水時の水面形 復水時の水面形は、復水位置より絶水側では単純揚水時より緩勾配となり、揚水側では急勾配となる。しかし、水の部分も上に凸の放物線形を呈しているため水面形を $y = a_0x^2 + a_1x + a_2$ (ここに y : 水位、 x : 給水源からの水平距離) なる代数式に近似してみると非常に高い相関性を示した。水面形の曲率を支配する a_0 の流量に対する変化をみまみると、復水位置より上流側部分では、 a_0 は、 $Q_d = Q_d - Q_r$ の値に対して、下流側部分では Q_d に対して、それぞれ異なる関係を示すことが明らかとなった。図-6は、その一例として復水井が完全貫入時で $H_r = H_1$ のときの a_0 を Q_d についてプロットしたものである。これは、第2回土木学会に発表した単純揚水時の Q_d と Q の関係に非常に類似している。以上のような傾向を利用して復水時の水面形を簡単な代数式を使って近似表現する可能性がある。

4. あとがき

本研究を行なうにあたり指導をたまわった日本大学 最上教授、ならびに 東海大学 福田教授に深く感謝いたします。

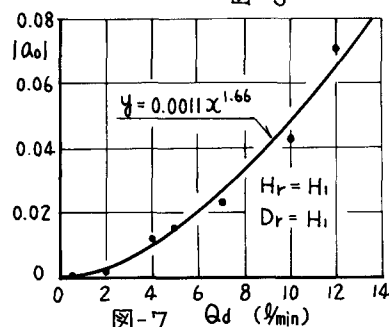


図-7