

### 地下水位低下により液状化対策を施した箇所の降雨時の水位

東京電機大学理工学部 フェロー会員 ○安田 進  
 国土館大学理工学部 正会員 橋本隆雄  
 (株)千代田コンサルタント 非会員 内田秀明

#### 1. はじめに

2011年東日本大震災で液状化した都市のうち、5つの都市において対象地区全体の地下水位を低下する方法によって、市街地液状化対策事業による対策工事が進められている。潮来市や神栖市ではすでに排水管敷設工事が終了し、地下水位を実際に下げる段階にきており、他の都市でも排水管の敷設が進められている。これらの都市ではGL-3m程度の深さまで地下水位を下げるように工事が進められているが、それに先立って、代表的な区域で実証実験が行われ、地下水位の季節変動が詳細に測定されている。その結果によると、降雨によって地下水位が一時的に上昇することや、排水によって地下水位を低下している区域内では周囲の一般部に比べてその上昇量は小さいことが明らかになってきている<sup>1) 2)</sup>。この点に関し、地下水位上の表層の飽和度に着目して、降雨時の地下水位の上昇量に関して定量的な評価を行って見た。

#### 2. 検討に用いた実証実験の箇所と実験の概要

今回検討に用いた実証実験は2012年～2014年に神栖市<sup>3)</sup>と千葉市<sup>4)</sup>で行われたものである。神栖市では長さ55mの排水管を46mの間隔で2列敷設し、周囲は止水矢板で囲まない条件で実験が行われた。千葉市では43.2m×22mの範囲を止水矢板で囲み、その中に長さ20mの排水管を39m間隔で2列敷設して実験が行われた。それぞれ、排水管間および周囲の数箇所地下水位の経時変化の測定が行われ、千葉市ではさらに矢板の外でも測定が行われた。

千葉市において排水開始後の2列の排水管間の地下水位低下状況を図1に示す<sup>2)</sup>。これに見られるように排水管が39m離れているといえども80日程度経つと矢板間の地下水位はほぼ平らに近い分布まで下がった。千葉市の測定は約1年間継続され、その間に大雨や台風、降雪にも見舞われ、その数日間に地下水位が上昇する記録が得られた。そこで、降水時の数日間の短期累積降水量と地下水位の上昇の関係をプロットしてみると図2のような結果が得られた<sup>1)</sup>。これによると、200mmの短期累積降水量に対し、地下水位低下させた矢板内（降雨前地下水位はGL-3m程度）では30～40cm程度、地下水位を低下させていない矢板外側（降雨前地下水位はGL-1m程度）では1m弱ほど地下水位が上昇する結果となっていた。

一方、神栖市の実証実験において、2013年10月15日～16日に台風によって362.5mmの大雨が降った前後における、排水管間の地下水位の分布を図3に示す。神栖市の場合は周囲を止水矢板で囲っていないため、台風前でも地下水位はGL-3mまでは完全には下がりきっていないと、また、中央が少し高い凸状の分布になっていた。そして、台風によって地下水位が中央部で70cm程

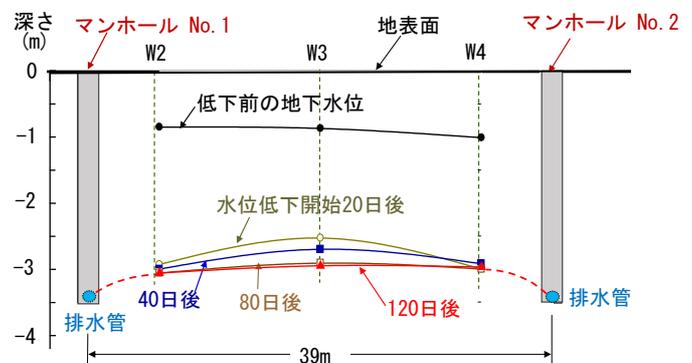


図1 千葉市の実験における矢板内の地下水位の変化<sup>2)</sup>

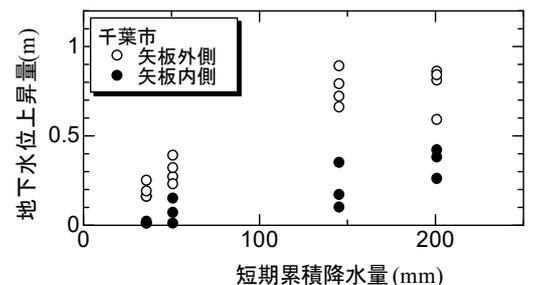


図2 千葉市の実験における矢板内外の短期累積降水量と地下水水位上昇量<sup>1)</sup>

度上昇した。

### 3. 地下水位上の表層の飽和度と降雨時の地下水位上昇に関する考察

図2に見られるように矢板内外では降水時の地下水位上昇量が大きく異なった。ここは海岸の埋立地に位置し、地下水位は周囲の海水位より高く、表層の地下水は降水によって供給されていると考えられる。矢板外側では地表から浸透した降水は周囲に流れていき、護岸から海に流れ出していると考えられる。一方、矢板内ではその降水を排水管から常時排水している。そのため、地下水面上の層の飽和度は両者で異なり、矢板内の方が飽和度は低く、矢板内では降水量に対して地下水位が上がり難いのではないかと考えられた。そこで、地下水位上昇量から飽和度を推定してみた。

このためには地下水面上の表層内の飽和度の深度分布が分からないといけないが、そのようなデータがないので、簡単化のために図4に示すように、深度方向に飽和度が一定と仮定してみた。さらに間隙比は0.85と仮定し、飽和度が0%、25%、50%、75%として試算してみると図5(1)、(2)となった。ただし、降水量が全部地下浸透する場合と道路の舗装などで半分程度浸透する場合で試算してある。これに見られるように飽和度によって地下水位上昇量が大きく異なると考えられる。実験サイトは舗装されていないので図5(1)に該当するとし、図2と比較して見ると、矢板外側は飽和度50%、矢板内部での関係は飽和度0%の線とほぼ一致している。したがって、排水がきちんと行われていると、矢板内部における地下水位上の層は、平均的にほぼ飽和度0%になっているのではないかと考えられる。また、神栖の中央部では362.5mmの降雨量で70cm程度上がったとみなすと、図5(1)より、地下水面上の土の飽和度はやはりゼロに近い値になっていたのではないかと考えられる。

### 4. まとめ

市街地液状化対策事業の中で地下水位を下げる実証実験が行われた時の降雨時の地下水位データをもとに、地下水面上の表層の飽和度を推定してみた。その結果、排水管で地下水位を低下させているとその表層の飽和度はゼロに近い値となっていて、大雨が降ってもあまり地下水位は上がらないことが説明できた。道路が舗装されている住宅地では地下浸透量が少ないため、実験結果よりさらに上昇量は小さくなると考えられる。

参考文献：1) 安田進・橋本隆雄・内田秀明：地下水位低下による液状化対策地盤における降雨と水位の関係，第12回地盤工学会関東支部発表会，pp.246-249，2015。 2) 安田進・橋本隆雄：市街地液状化対策事業の地下水位低下実証実験で分かってきたこと，51回地盤工学研究発表会講演集，pp.1819-1820，2016。 3) 橋本隆雄・竹内弘人：神栖市における地下水位低下による液状化対策工法の実験検証について，地盤工学会特別シンポジウム—東日本大震災を乗り越えて，pp.588-596，2014。 4) 千葉市：千葉市液状化対策推進委員会資料，2014。

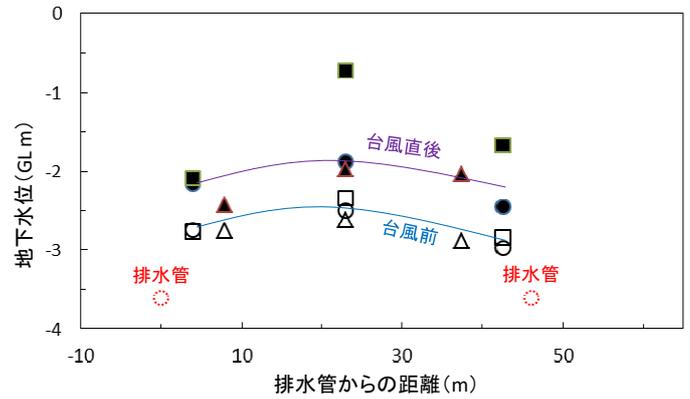


図3 神栖市の実験における台風前後の地下水位の比較

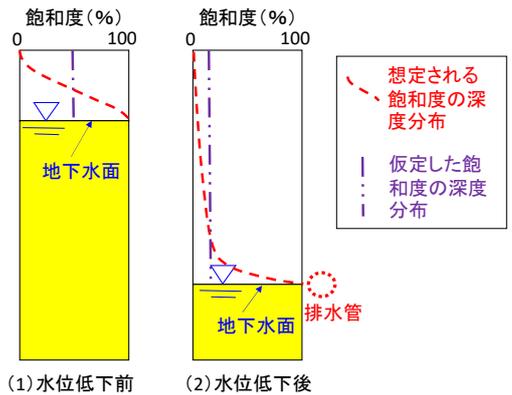
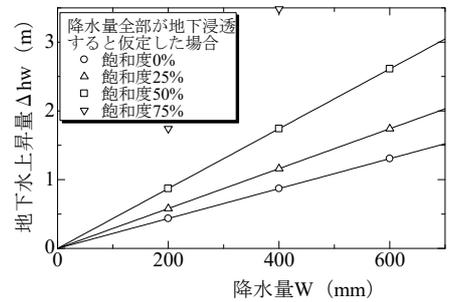
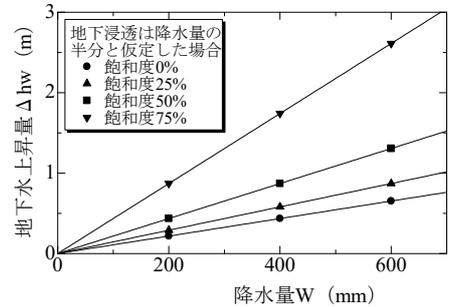


図4 地下水面上の表層における飽和度の深度分布の仮定



(1) 降水量全部が地下浸透する場合



(2) 降水量の半分が地下浸透する場合

図5 降水量と飽和度が地下水位上昇量に与える影響の試算結果