

## 液状化に伴う戸建て住宅の沈下挙動について

保坂 吉則

### 1. はじめに

東日本大震災では、東京湾岸の埋立て地や利根川下流域で生じた液状化による宅地関連の被害が注目された。戸建て住宅や小規模なライフラインでは十分な液状化対策が講じられていないためである。液状化想定層全体を対策することは費用の面から容易ではないこともあり、部分的に液状化を許容しつつ居住に支障が出る深刻な被害を低減する方策が有効となる。この場合に問題となる影響は主に基礎の沈下であり、沈下量をできるだけ小さくすることと、不同沈下による傾きを発生させないことが対策の要点となる。

### 2. 研究の目的

液状化した地盤が完全な液体であれば、船のように偏心が少ない構造が有効であるが、周辺が完全液状化しても、建物基礎直下では液状化に至らず剛性が残る場合があるといわれており、そのことが沈下挙動に影響する可能性がある。本研究では、戸建て住宅の基礎地盤で生ずる液状化と基礎の沈下挙動を明らかにすることを目的に、2次元モデルによる液状化解析と1G場の振動台模型実験を実施して検討を進めた。

### 3. 液状化解析

新潟県中越地震で液状化被害のあった長岡ニュータウンの事例1)を参考に、解析コードFLIPを用いて2次元液状化解析を行った。現地の地盤条件をモデル化し、中越地震の観測波から入力地震動を設定し、基礎の条件を当該建物と同じベタ基礎としたものと、基礎の拡副や表層改良等を施した場合とで効果を検討した。本報告では基礎下の液状化に伴う間隙水圧分布に注目し、図1にその一例を示す。建物周辺では間隙水圧比が100%まで上昇して完全に液状化しているが、建物基礎の下部には水圧比が低い碗状の領域が存在しており、完全液状化に至っていないことがわかる。また、基礎の中央直下にはとくに水圧比が低い柱状の領域も見られる。

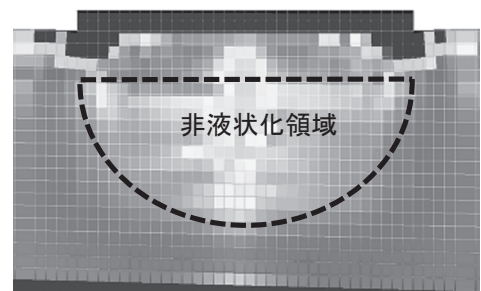


図1 ベタ基礎下の間隙水圧比分布  
(被害事例の解析結果)

#### 4. 模型実験で観察した砂粒子の流動

模型液状化実験は、幅40cm、長さ90cmの土槽に阿賀野川砂を入れて厚さ40cmの砂地盤（地下水位：G.L.-10cm）を作製し、6Hz、300galの正弦波で行った。1辺15cmまたは20cmの立方体アクリルボックスに、戸建て住宅相当の接地圧（8～20kN/m<sup>3</sup>）となるように鉛玉を詰めて重量を調節した構造物模型を、ベタ基礎想定の場合根入れ1cm、または表層改良想定の場合5cmの条件で地盤に設置した。

いずれの条件でも、液状化に至るとまず模型がストンと沈下し、その後少しずつ沈下が進むのと並行して模型周囲に噴砂が発生した。このとき透明アクリルボックス底面を通し基礎下を観察すると、細粒の砂が底面に沿って中央から外側に向かって流れる状況が確認できた。ただし、この流動量はわずかで粗粒分は残っていた。また、アクリル土槽側壁に接して模型を置き、2次元的に砂の動きを観察したところ、模型直下の少し深い部分から地表面の模型外周部に向かって液状化した砂が沸き上がっていく状況が確認できた。模型実験のスケールで解析した間隙水圧比の最終状態は図2の通りである。実地盤の解析と同様、基礎下には液状化に至っていない領域が形成されており、実験で見られたボイリング流動は、この非液状化領域の下面に沿って生じたものと考えられる。

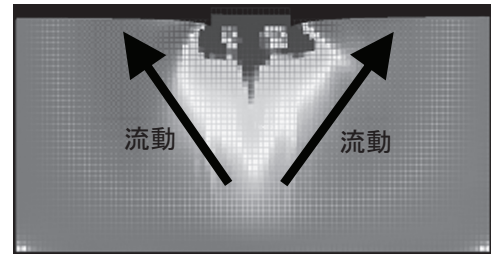


図2 水圧比分布（模型実験の解析）

#### 5. 不同沈下のメカニズムに関する考察とまとめ

模型に偏心荷重を与えると不同沈下が顕著となったが、このとき、噴砂が片側に偏在する傾向が見られた。解析から得られる非液状化領域は図3のように非対称となった。流動距離の短い偏心側で動水勾配が大きくなって液状化砂の流動量が増加し、流出した砂の量に応じて沈下が大きくなったものと考えられる。

個々の模型に偏心が無い条件でも、2棟を近接させると不同沈下が発生した。解析では建物近接部直下にも非液状化領域が現れたが、この領域で流動が抑制されたことが不同沈下の一要因と考えられる。実験では、近接建物が無い側で砂の流動量が多くなる状況が確認できた。

以上の2例の検討から、非液状化領域の下面で生ずる液状化砂の流動が、両側で均等に生ずる場合は水平を保持して沈下するが、偏って生ずる場合は不同沈下が著しくなることがわかった。したがって、このような基礎下で生ずる砂の流動を制御することで沈下が低減できるとともに、不同沈下の抑制にも効果がある可能性が示された。

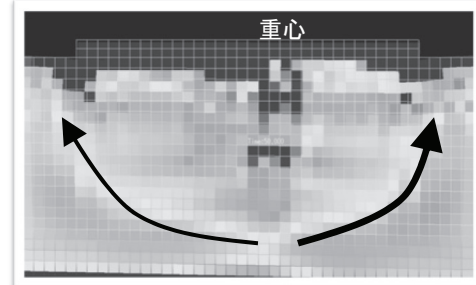


図3 偏心がある場合の非液状化領域と想定される流動経路

#### 参考文献

- 1) 橋本隆雄，宮島昌克：2004 年新潟県中越地震による液状化が発生した高盛土上宅地地盤条件の分析，土木学会地震工学論文集，Vol.28，No.160，CD-ROM，2005