

小規模建築物を対象とした液状化対策の設計法に関する研究 (その1)

正 ○ 高田 徹 1* 正 真島 正人 1*
 正 磯部 有作 2* 正 里 優 2*
 正 松下 克也 3*

戸建住宅 液状化 地盤調査
 地盤補強工法 液状化対策

1. はじめに

過去の小規模建築物の地震被災事例を見ると、人命を損なわないまでも不同沈下が生じて沈下修正工事を余儀なくされた建物が数多く見られている。これは、小規模建築物の場合、一般の建物と異なって、液状化を精度よく予測したり補強対策を実施することが経済的に困難なためである。よって、今後液状化に対して、経済性を考慮した地盤調査から補強対策までの検討法が必要と言える。しかし最近改定された小規模建築物基礎設計指針¹⁾を見てもわかるように、詳細な検討手順や方策が見当たらないのが実状である。

以上の背景のもと、筆者らは、小規模建築物を対象とした液状化の調査から補強対策の設計法について研究している²⁾。本稿(その1)では地盤調査から液状化対策の必要性の判断フローと補強対策法を提案しそれについて論じる。また、その2では、液状化対策の効果について、有限要素法(FEM)による有効応力動的解析を実施し、過去に液状化によって不同沈下した建物の被害事例と比較検証した。

2. 液状化対策の設計

2.1 液状化の調査から対策までの流れ

宅地の液状化危険度評価から対策立案までの概略フローを図1に示す。まず、既存の資料と通常実施するスウェーデン式サウンディング(SWS)に基づいて液状化の可能性を大まかに評価し、これらでは判断できない場合に限り、液状化の判定が可能な地盤調査を実施する。次に、地盤調査結果に基づいて、液状化判定と液状化危険度を評価し、液状化による被害が予想される場合には、液状化の程度や基礎条件に応じて対策を立案・設計する。

2.2 液状化の危険度調査と評価の流れ

図2に、既存資料とSWSに基づく液状化危険度の調査フローを示す。図は概略調査であり、まず、地形・地質図、地盤図、近隣ボーリングデータ、地方公共団体が発行する地域防災マップなどから、同図の*1)の項目に該当するか否かを判断する。次に、地下水位、砂層の厚さや深度などから液状化危険度を大まかに判断する。

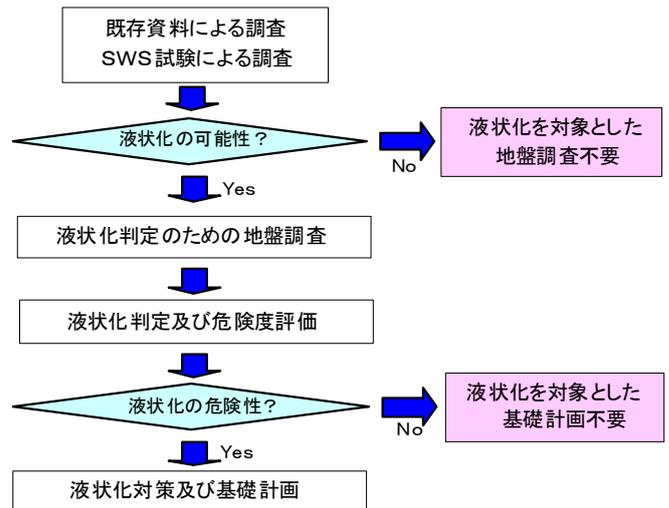


図1 液状化の調査から対策までの概略フロー

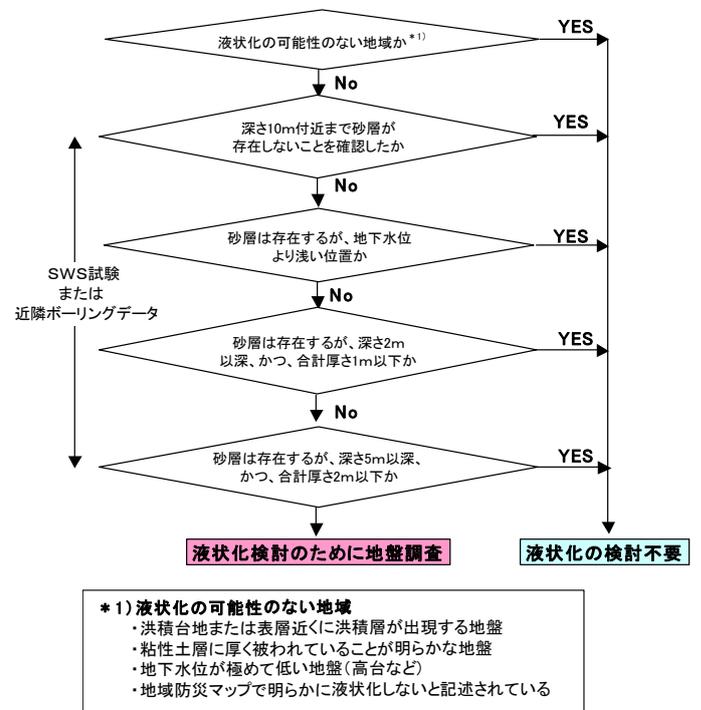


図2 宅地の液状化調査フロー

液状化検討のための地盤調査

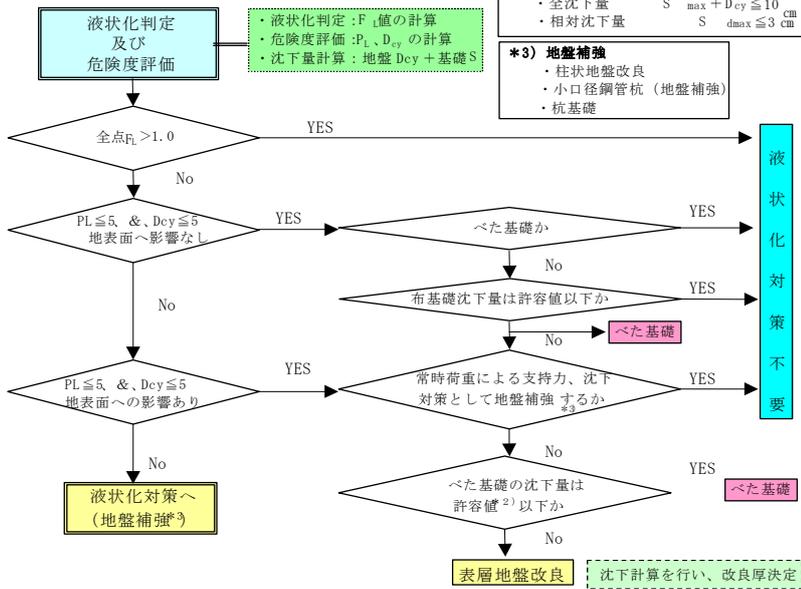


図 3 液状化判定から対策立案までの概略フロー

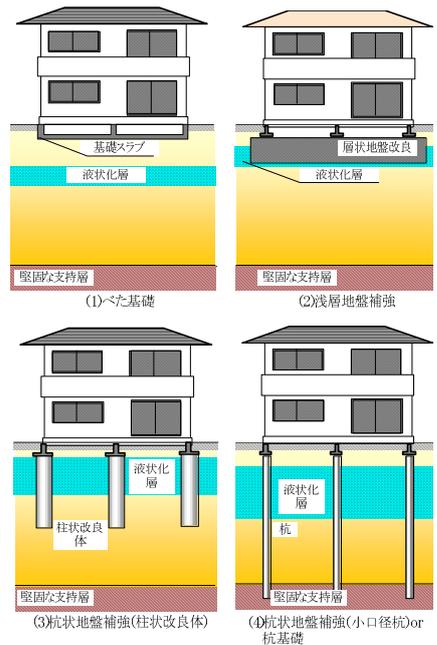


図 4 戸建住宅基礎の液状化の補強対策

図 2 で液状化検討を要する地盤に対しては、図 3 の液状化の判定から対策立案までのフローへと進む。液状化による建物への危険度を評価するには、標準貫入試験と粒度試験、または三成分コーン貫入試験などを実施し、 F_L 、 D_{cy} ³⁾、液状化指数 P_L ⁴⁾、および液状化に伴う地盤沈下量と基礎のめり込み量を求める。これらの数値をもとに、図 3 のフローに従って液状化対策の必要性、および、対策が必要な場合には対策方法を選択する。

2.3 液状化対策方法の選定と計画

小規模建築物では経済性や敷地の制約上、液状化の発生を防止するような抜本的対策（例えば、締固め工法や密度増大工法など）は採用しにくい。よって液状化が生じても建物へ影響しないように抵抗する対策が望まれる。図 4 は戸建住宅に適用可能な対策と、表 1 はその対策の選定基準と設計上の目安を示したものである。ここでは戸建住宅の液状化対策として、(1)布基礎からべた基礎への変更、(2)浅層地盤補強、(3)杭状地盤補強（柱状改良体）、(4)杭状地盤補強（小口径鋼管杭）、(5)杭基礎を考えた。

上記の対策(1)は基礎剛性を高めて不同沈下を抑制し、対策(2)は、液状化層の一部または全体を改良して液状化層厚を減少させ、かつ地盤剛性の向上を目的とする。両者とも液状化による地表面への影響が小さければ、対応できると考えられる。

対策(3)、(4)は、戸建住宅用の改良長が 7~8 m 以下となることが多いので、改良体先端地盤が液状化せず、かつ、

表 1 対策法選定基準の目安

補強工法	項目
表層地盤改良	<ul style="list-style-type: none"> 液状化層が深さ 3 m 以内、改良厚さが 2 m 以内。 沈下量が許容値以内。
柱状地盤改良	<ul style="list-style-type: none"> 液状化層が深さ 5 m 以内。 改良体の先端地盤が液状化しない。 液状化層の摩擦抵抗を無視しても、作用軸力が短期許容支持力以下。 改良長を液状化深さの 1.5 倍以上確保できる。
小口径鋼管杭基礎	<ul style="list-style-type: none"> 杭先端地盤が液状化しない 液状化層の摩擦抵抗を無視しても、作用軸力が短期許容支持力以下。 液状化層の水平地盤反力を無視しても、杭の曲げモーメント、せん断力が許容値以下。

液状化層の周面摩擦抵抗を無視しても鉛直支持力を確保できれば、十分対応できると考えられる。ただし、鋼管杭の場合は、柱状改良よりも深くまで設置することが多く、長さ径比や、杭頭部で生じる水平変位に対して十分な配慮が必要となる。対策(5)は一般の建物と同様、建築基礎設計指針³⁾に準じた考え方で設計する必要があると判断される。

3. おわりに

本稿では小規模建築物を対象とした液状化の調査から補強対策の概略を述べた。なお補強対策の概略は、その 2 の解析結果を参考としている。

参考文献

- 1) 日本建築学会編：小規模建築物基礎設計指針，2008。
- 2) 例えば、松下他：戸建住宅における宅地の液状化危険度評価（その 1. 2007 年新潟県中越沖地震による液状化被害調査），日本建築学会大会学術講演便覧集，pp.495-496，2008。
- 3) 日本建築学会編：建築基礎構造設計指針，日本建築学会，1988。
- 4) 岩崎他：地震時地盤液状化の程度と予測について，土と基礎，1980。

*1 設計室ソイル

*2 地層科学研究所

*3 ミサワホーム総合研究所

*1 Soil Design Inc.

*2 Geoscience Research Laboratory Co., Ltd.

*3 Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.