

1) 構造研究グループ

1) - 1 宅地の液状化対策技術に関する研究【安全・安心】

Study on Remedial Measures against Soil Liquefaction in Housing Land

(研究開発期間 令和4～7年度)

構造研究グループ
Dept. of Structural Engineering

新井 洋
ARAI Hiroshi
田村 修次
TAMURA Shuji

鈴木 比呂子
SUZUKI Hiroko
田屋 裕司
TAYA Yuuji

久世 直哉
KUZE Naoya
浅香 美治
ASAKA Yoshiharu

柏 尚稔
KASHIWA Hisatoshi

The following two conclusions are made in this study. 1) A house with spread foundation could be designed for soil liquefaction by using the safety index suggested from Tokimatsu (2019). 2) To examine effects of remedial measures against soil liquefaction, a portable testing system is presented by observing the excess pore water pressure caused due to a small vibrator installed in ground.

【研究開発の目的と内容】

近年の大地震では、宅地液状化の被害が社会で大きく注目され、その対策に関するさまざまな検討が進められてきた。一方で、大地震時でも宅地の液状化を全く許容しない直接基礎の設計は過度に不経済と思われる。また、宅地の液状化対策工の効果を適切に評価できる方法も現時点では見あたらない。

これらの問題の解消に向けて、①直接基礎の住宅設計が可能な宅地の液状化クライテリアの明確化および②宅地の液状化対策工の効果を検証する地盤試験システムの構築に係る検討を行った。

【研究開発の結果】

①宅地の液状化クライテリア

今まで、地下水位が3m以深であれば戸建住宅の液状化被害の程度は小さい、と言われてきたが、その地盤工学的根拠は乏しい。これに対して、時松ら(2019)は、液状化地盤における建物の鉛直荷重に対する沈下・傾斜に係る安全度指標を提案している(図1)。この指標は、簡単な四則演算により算定できる。

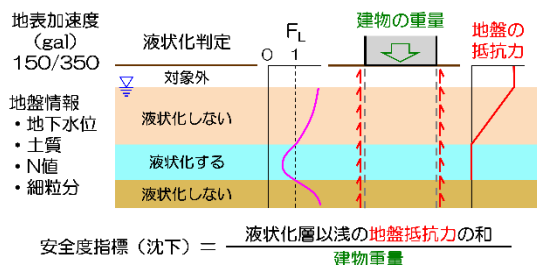


図1 時松ら(2019)の安全度指標の概要

1) 中地震動(地表加速度150gal程度)に対する検討

2011年東北地方太平洋沖地震と2024年能登半島地震

の浦安と新潟の戸建住宅被害のうち、近傍の地盤情報入手できた19件の事例を用いた。地下水位が浅いほど、また、安全度指標が小さいほど、被害程度が大きい傾向が見られる(図2)。

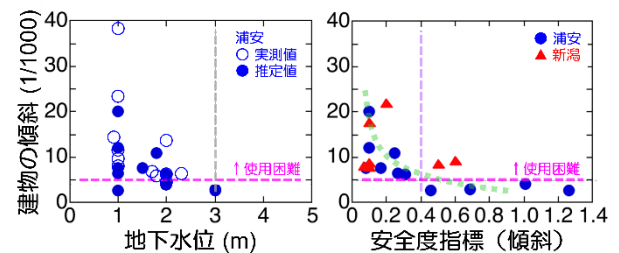


図2 戸建住宅の傾斜と地下水位・安全度指標の関係(中地震動:実被害事例による)

2) 大地震動(地表加速度400gal程度)に対する検討

過去に宅地の液状化震災経験がないため、縮小模型を用いた遠心振動実験によった(図3)。実験装置は、建築研究所と竹中工務店技術研究所の施設を使用した。住宅模型は、平面形状6m×6mとし、接地圧40kN/m²と60kN/m²の2種類を用いた。地下水位は2mから5mまで1m刻みで変化させた。

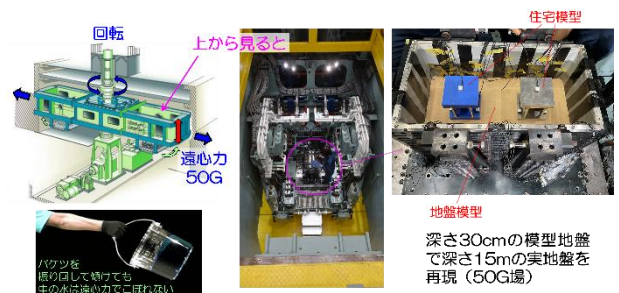


図3 遠心振動実験の装置と概要

実験結果（図4）から、地下水位が3m以上あっても、建物に使用困難となる傾斜・沈下が生じている。一方で、安全度指標が0.4程度を下回ると、建物に使用困難となる傾斜・沈下が生じている。これは、中地震動に対する検討結果（図2）とも、よく対応している。

以上より、直接基礎の住宅設計が可能な宅地の液状化クライテリアは、時松ら（2019）の安全度指標が0.4程度を下回ること、と言える。この値が0.4程度を上回る場合、地盤改良など何らかの工法による液状化対策を行うことが推奨される。

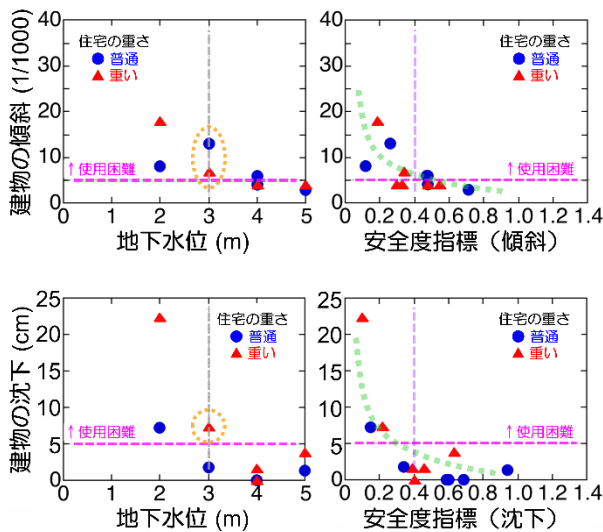


図4 戸建住宅の傾斜・沈下と地下水位・安全度指標の関係（大地震動：遠心振動実験による）

②液状化対策工の効果を実証する地盤試験システム

小型の地中起振源（パイブレータ）により発生する過剰間隙水圧を計測することで、液状化対策工法の効果を検証する現場実験を試みた（図5）。この際、実験孔の掘削に際し、小型の自走式ボーリングマシン（パイプロドリル）を用いることで、より簡便で可搬性の高い実験システムとした。

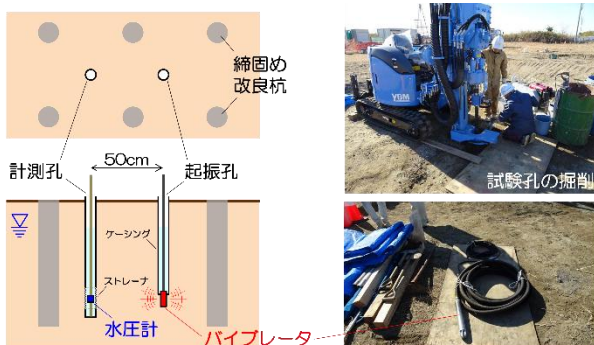


図5 現場実験の装置と概要

液状化対策工法として、締固め系2工法（TS-improver工法：大成建設ほか、CSV工法：旭化成建材）と排水1工法（もやいドレーン：岐阜大学ほか）を対象とし、各工法の開発者らの協力を得て、それぞれ現場実験を行った。実験の結果（図6）から、締固め系工法では、液状化の可能性が高い深さにおいて、対策範囲で生じた過剰間隙水圧は無対策範囲のそれに比べて格段に小さい傾向が明瞭に見られる。一方、排水工法では、そのような傾向は見られない。

以上より、締固め系の液状化対策工法について、提案する現場試験を行うことで、その効果を実際に検証できると考えられる。今後、この試験方法を液状化対策工法の評定や技術審査証明などに導入するための検討を、継続して進めて参りたい。

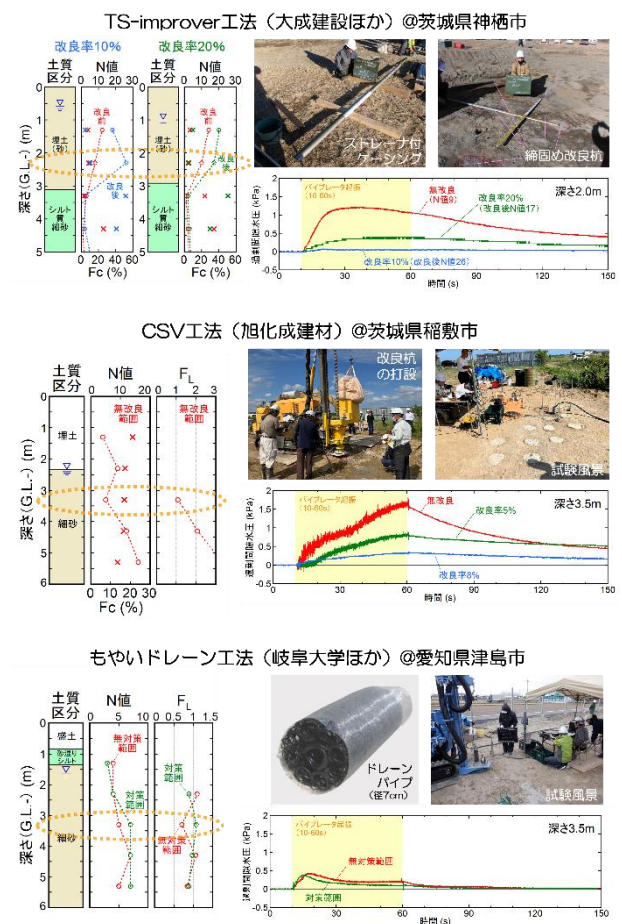


図6 現場実験の結果

【参考文献】

Tokimatsu, K. et al.: Liquefaction-induced settlement and tilting of buildings with shallow foundations based on field and laboratory observation, *SDEE*, **124**, 268-279, 2019.