地盤と地下構造物の動的相互作用による地表面沈下に関する研究 -その2 模型振動実験における液状化地盤内の体積ひずみの推定-

港湾空港技術研究所 正会員 〇大矢 陽介, 小濱英司

1. 目的

2011 年東北地方太平洋沖地震の際,空港誘導路において地下構造物周辺の直上地盤で局所的な沈下被害が 発生した¹⁾. 被害は埋戻し土の液状化が原因であるが,埋戻しの範囲と沈下の範囲が対応しておらず,原地盤 も液状化した可能性があることから,地下構造物との動的相互作用による構造物周辺地盤の変形が,局所的な 沈下の原因と考えられる.本研究は,このような地下構造物周辺で発生した沈下被害について,メカニズムの 解明,予測手法の確立を目的とする.本稿では,砂地盤内に地下構造物模型を設置した 1g 場模型振動実験で 得られた地盤内のせん断ひずみ履歴より体積ひずみを推定し,地表面沈下量について実験値と比較した.

2. 模型実験

実験は高さ 2m, 幅 4m, 奥行き 1.4m の鋼製剛土槽を用い, 模型の縮尺比は検討対象の地下構造物の寸法, 液状化層厚を参考に 1/15 とした(図 1). 対象施設では構造物の浮き上がりや沈下といった変位が確認されな かったため,構造物直下地盤が液状化せずに変形が小さい条件を想定し,構造物模型は振動台に固定した.加 振実験はステップ加振とし,工学基盤におけるレベル 2 地震動相当の波形を基準に振幅を 0.7 倍, 1.0 倍, 1.5 倍に調整した波形を用いた(表 1). 加速度振幅が最も小さな Step1 においても,砂層全域で液状化が発生し, 加速度波形の減衰が確認できた(図 2).

既報²⁾より,加速度時刻歴より算出した地盤内の累加せん断ひずみおよび最大せん断ひずみは,地盤と地下 構造物の動的相互作用により,地下構造物近傍で大きくなること(図3),沈下量が大きくなり表層地盤が引 張破壊すると,地盤のひずみ分布に対応した地表面の沈下分布になることが分かった(図4).

3. 体積ひずみの推定

砂層の体積ひずみは、模型地盤の試料を用いた室内試験を参考に2つの方法で推定した.一つ目は、文献³⁾ を参考に図5に示す最大せん断ひずみと体積ひずみの関係より求めた.室内試験は相対密度50%程度で実施し た結果であるが、模型地盤は相対密度が40%台であることから、文献の相対密度40%の結果を用いた.同図 には模型実験の加速度時刻歴の最大せん断ひずみから求めた体積ひずみをプロットしているが、室内試験とひ ずみレベルの違いが明らかである.

二つ目は、図6に示す累加せん断ひずみと体積ひずみの関係を双曲線で表した式より求めた.双曲線のパラ メータは、室内試験結果を参考とした.模型実験の累加せん断ひずみから求めた体積ひずみをプロットしてい るが、室内試験の累加せん断ひずみとひずみレベルは同程度である.

推定した体積ひずみに加速度センサー間の層厚を掛け,砂層の3区間分を合算した値を地表面の沈下量として、模型実験と比較した.そのため、表層や基層の沈下、表層の側方変位の影響は考慮していない.



キーワード 液状化,模型振動実験,地震被害,地下構造物,空港舗装 連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 港湾空港技術研究所 TEL:046-844-5058

-135



	振幅倍率	最大加速度 (計測値)
Step1	0.7 倍	333Gal
Step2	1.0 倍 (2E 波相当)	480Gal
Step3	1.5 倍	746Gal



累加せん断ひずみと最大せん 断ひずみの分布



200



4. 模型実験の地表面沈下量との比較

最大せん断ひずみおよび累加せん断ひずみから推定した体積ひずみより求めた地表面の鉛直変位の分布を, 図7および図8にそれぞれ示す.最大せん断ひずみから求めた鉛直変位は実験値と比較してかなり小さくなり, 一方,累加せん断ひずみから求めた鉛直変位は実験値と同程度となった.2つの方法で求めた地下構造物近傍 の沈下量は、表層の影響を考慮していないため Step1 から局所的に大きくなった.実験がステップ加振である ため、ステップが増えるたびに地盤が密実化し、沈下量は小さくなる.一方、累加せん断ひずみは加速度時刻 歴から求めているため入力地震動の振幅増加に対応して大きくなり、推定した鉛直変位も大きくなるため、模 型実験と地盤内のひずみ履歴からの推定値に違いが現れたと考えられる.

5. まとめ

最大せん断ひずみより累加せん断ひずみの方が、模型実験の地表面沈下量の推定精度が高かった.また、地 盤内のひずみ履歴を評価することで,地下構造物近傍の地表面沈下量が局所的に大きくなる実験結果を再現で きた. 今後, 地盤のせん断ひずみ量と体積収縮量の関係を室内試験より検討する予定である.

参考文献 1) 坪川将丈,水上純一,畑伊織,前川亮太:平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震による 仙台空港の舗装に関する被害報告,国土技術政策総合研究所資料,No. 680, 20pp., 2012.2) 大矢陽介,小 濱英司, 佐伯嘉隆, 佐藤成: 地盤と地下構造物の動的相互作用による地表面沈下に関する研究-地盤のひずみ 履歴に関する模型振動実験-,第51回地盤工学研究発表会,2016.(投稿中) 3) Ishihara, K. and Yoshimine, M.: Evaluation of settlements in sand deposits following liquefaction during earthquakes, Soils and Foundations, Vol.32, pp.173-188, 1992.