

III-270

埋設管における地震時地盤バネ定数の評価について

東京電力 正員○福田 聡之
正員 安保 秀範

1. まえがき

昭和39年の新潟地震では、液状化に起因したと考えられる埋設管の被害を多く受けた。現在、地震時の埋設管の設計については、まず、地盤の変位分布を求め、管軸および管軸直角方向の地盤のバネを介して埋設管に発生する応力を求める方法が一般的に取られている。この際、液状化の可能性のある砂質地盤では、地盤のバネ定数を、液状化に対する安全率、埋設深度等に応じて低減させている。ここでは、模型実験を実施し、液状化の程度、土の種類、締固めの程度が地盤のバネ定数に及ぼす影響について、既往の研究成果と比較した結果を報告する。

2. 実験概要

図-1に示すような、飽和した模型砂地盤を作成し、地震時の地盤中に発生する過剰間隙水圧を土層下部からの注水および加振により発生させ、地盤中で埋設管(PLP鋼管100A)を管軸方向および管軸直角方向に変位させることにより、埋設管に作用するバネ定数を測定した。¹⁾

試料は、図-2に示す豊浦砂、千葉砂を用い、締固めの程度としてゆる詰め($D_r=30\sim60\%$)と中密詰め($D_r=70\sim80\%$)の地盤を作成して行なった。載荷は変位制御とし、変位は1mm、3mm、10mm、30mmの4段階とし、載荷速度は0.5mm/秒とした。

- (1) 拘束圧を与えた実験 : 埋設深度がバネ定数に及ぼす影響を把握するため、エアーバックで拘束圧を与えた状態で管軸方向の載荷試験を行なった。拘束圧は0.1, 0.2, 及び0.4kgf/cm²とした。
- (2) 注水実験 : 図-1に示す通り、土槽下部から注水させて過剰間隙水圧を制御するもので、過剰間隙水圧比は0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 及び1.0の6段階とし、管軸方向の載荷試験を行なった。
- (3) 加振実験 : 図-1に示す通り、振動台による正弦波加振(3Hz)を行い液状化させた状態で管軸方向及び直角方向の載荷試験を行なった。過剰間隙水圧比は0.4 および1.0とした。

3. 実験結果及び考察

図-3に示す通り、荷重～変位曲線の初期接線勾配から地盤バネ定数(K_1)を求め、過剰間隙水圧が発生していない地盤バネ定数(K_0)との比(低減率: K_1/K_0)と過剰間隙水圧比との関係を整理した。

- (1) 拘束圧力を与えた実験 : 拘束圧力を与えた場合の初期接線勾配 K_{0p} と拘束圧力を与えない場合の初期接線勾配 K_0 の比と拘束圧の関係は図-4に示す通りであり、初期接線勾配は拘束圧が増加するにつれて大きくなるのがわかる。
- (2) 注水と加振実験との比較 : 図-5に示す通り、管軸方向載荷試験において、注水と加振実験から得られたバネ定数の低減率には、加振実験のバネ定数の低減率 $=0.4 \times$ 注水実験のバネ定数の低減率の関係が認められた。これは、液状化発生メカニズムの違いによるもので、同じ過剰間隙水圧比でも、下から上への浸透流による現象と振動による地盤のせん断変形により過剰間隙水圧が発生する現象では、埋設管と地盤とのバネ定数の値も異なるものと思われる。
- (3) 管軸方向 : 図-6に示す通り、管軸方向の地盤バネ定数は、過剰間隙水圧比の増加に伴い低下しており、下に凸の形状となっている。地盤バネ定数の低減率は、砂の種類による差はほとんどないが、締固めの程度による差異は認められた。また、常田らの実験結果²⁾に比べて、載荷方向は異なるが、過剰間隙水圧の上昇が小さい状態では、低減率が大きくなっており、傾向が異なることが注目される。
- (4) 管軸直角方向 : 図-7に示す通り、管軸直角方向の地盤バネ定数は、過剰間隙水圧比が0.4~0.5を上回ると急激に低下しており、上に凸の形状となっている。管軸方向同様、砂の種類により差はほとんどないが、締固めの程度による差異は認められた。

4. おわりに

埋設管の設計にあたり、地盤のバネ定数の地震時の低減率が、管軸方向と管軸直角方向では異なることが実験により確認できた。今後は、管径、管表面の粗度等他の考えられる影響要因について検討を進めて行きたい。なお、実験にあたりいろいろお世話になりました九州工業大学安田進助教授、規矩大義氏、基礎地盤コンサルタンツの岡田進氏他に感謝の意を表します。

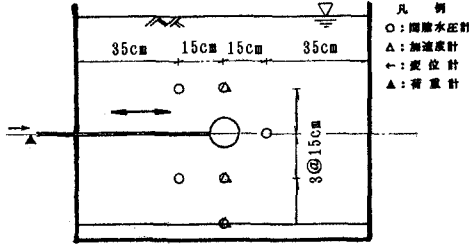
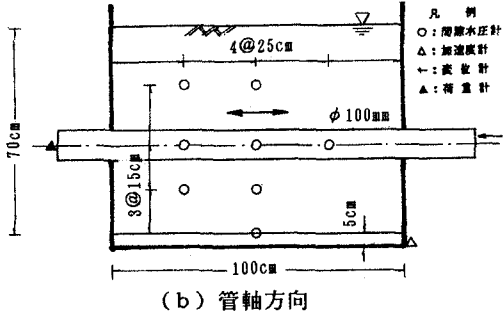


図-1 実験装置

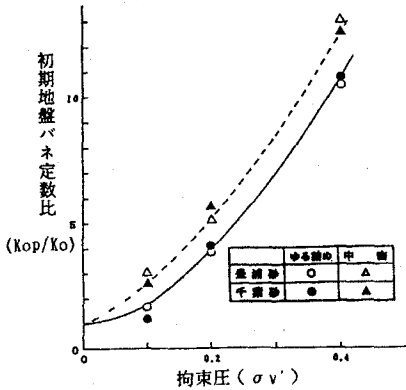


図-4 拘束圧が地盤ポネ定数に及ぼす影響

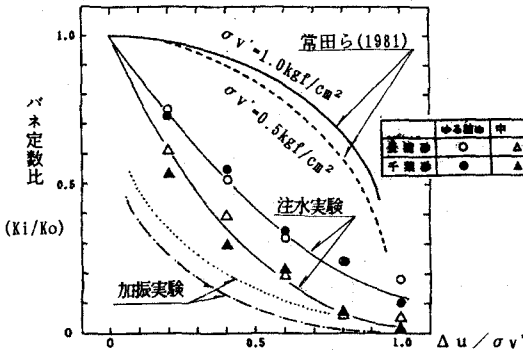


図-6 管軸方向の地盤ポネ定数

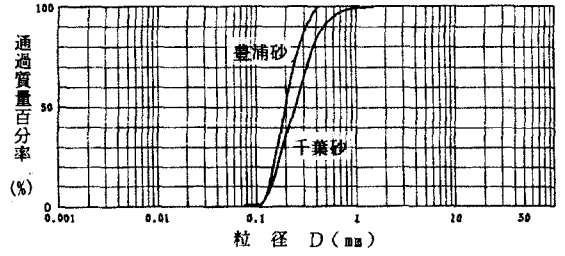


図-2 粒径加積曲線

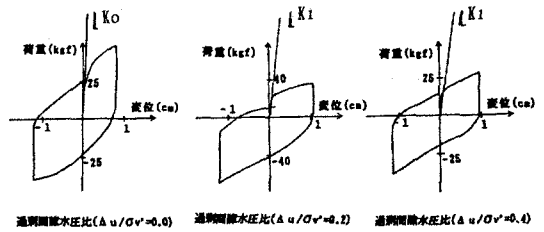


図-3 荷重～変位関係

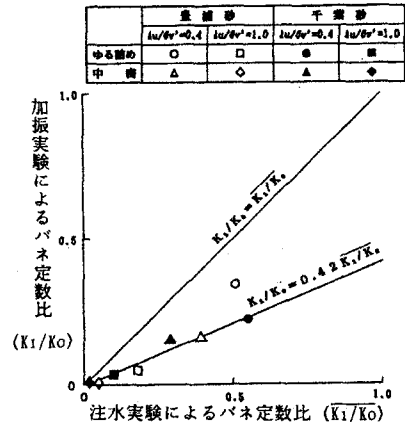


図-5 注水と加振による地盤ポネ定数の比較

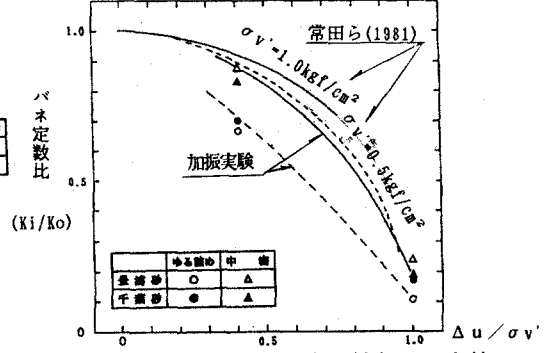


図-7 管軸直角方向の地盤ポネ定数

参考文献

- 1) 安田他；埋設管に対する液状化地盤の拘束力，第19回地震工学研究発表会(1987)
- 2) 常田他；地盤の流動化特性およびその影響に関する実験的検討，第16回土質工学研究発表会(1984)