

履歴復元力を持つ構造物基礎の振動性状について

京大工学部 正員 吉原 進, 京大大学院 学生員 北浦 勝
 公明新聞社 正員 太田昭宏, 京大大学院 学生員 宮脇幸治郎

1. はしがき 土木構造物は地盤中にその基礎を有することが多く、その耐震性の究明にあたっては、地盤—構造物基礎系の振動時の挙動を把握することが重要である。構造物基礎の挙動に大きな影響を及ぼす地盤の復元力は、構造物と地盤が相互に関連し合っただ複雑な現象を呈す。また復元力は、基礎の変位が微小であっても履歴を有する非線形となると言われている。そこで本研究は、まず構造物基礎模型に働く地盤の水平復元力を基礎模型との関連において連続な振動数領域においてとらえ、特に砂地盤と粘土地盤との差異、動的な実験と静的な実験との比較、かつ測定方法などに注目して考察を加えたものである。また復元力を模式表示して振動解析を行ない、その妥当性についても検討を加えた。

2. 実験装置および方法 振動時の構造物基礎に働く力の計測は簡単でない。本実験においては復元力は構造物基礎表面に働く地盤の接触応力あるいは地盤の反力で評価できるとであろうと考えた。そこで、回転運動のみが可能な基礎模型表面の振動土圧と、模型頂部に加える集中力（近似的に復元力とみなせる）を計測した。図-1に示すのが実験装置の概略であって、(a)は模型に荷重計を介して隣接する振動台より強制変位を与え、模型に働く地盤の反力を計測しようとするものである（これをCase Iと名づける）。しかるにこの場合は地盤自身は静止していても実験現象とは異なっている。そこで(b)に示すように砂槽を振動台上に設置し、地盤全体を振動させて前者との比較を試みた（Case II）。(c)は応用的な実験で、模型頂部に重錘を付し、上部を固定せず、その挙動を回転角と加速度あるいは振動土圧によって測定した（Case III）。なお実験には乾燥した野洲川砂の2mmフルイを通過したものと、含水比約40%の粘土を用いた。

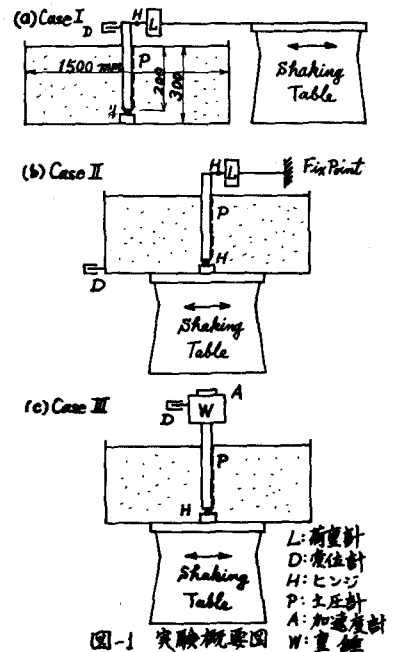


図-1 実験概要図

3. 実験結果と考察 得られた結果のうち代表的なものを図に示す。図-2は履歴曲線の一例である。砂の場合は摩擦の効いたスリップ型であるのに対し、粘土の場合はスリップのない摩擦型の履歴を描いている。最大点曲線は砂では軟化ばね型の傾向を有しており、粘土では振動振幅が小さい間は曲線が直線、それ以後はよりこう配の小さい直線となっている。図-3はCase IとCase IIの比較であり、IIの方が摩擦の影響が小さく出ている。地盤全体を振動させた方が砂のせん断抵抗や、粘土と基礎模型間の粘性減衰がより低下するからであろう。土圧の深さ方向の分布を示したのが図-4である。地盤の種類によって形状が

なり異なっている。なお試験方法によっても異なっていることが確かめられた。図-5は5秒おきに一定の強制変位を加えた場合の復元力曲線である。一連の実験において極めて低速度の実験は静的実験とみなしうるので、同図(a)のA-curveが従来の静的実験に相当し、同図(b)のB-curveが従来の動的実験であると考えられる。この両者には当然のことながら差があるので、静的変位載荷試験より得た復元力曲線を振動解析などに用いる際には十分な考慮を払うべきであろう。図-6は模型回転角と振動土圧との関係を示したものであり、振動土圧も軟化の傾向を有していることがわかる。粘土の場合には圧縮力と同程度に引張力が現われていて、砂とは大きく異なっている。土圧計は片側のみにとりつけたので、模型に実際に働く土圧は反対側を想定し合成した図となるはずである。これは荷重計で測定した復元力曲線と類似しており、このことから土圧によって復元力を評価しうると言えよう。以上の結果をもとにして復元力の模式表示を試み、理論的な共振曲線を計算した。図-7(a)が実験結果、(b)が計算結果である。模式表示に用いる定数を適当に選べば実際の挙動に近づくるので、この表示法は振動解析に有用であると考えられる。詳細は講演時に報告する。

1) 後藤・吉原・北浦：乾燥砂中にある構造物基礎の水平復元力に関する実験的研究，土木学会論文報告集（投稿中）

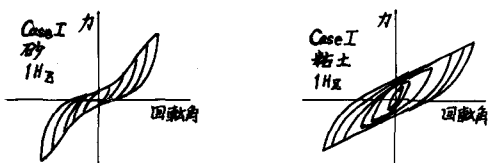


図-2 復元力曲線

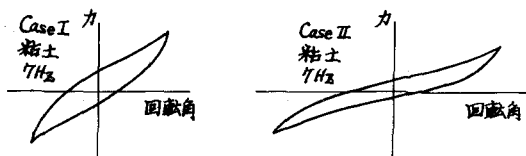


図-3 Case I と Case II の比較

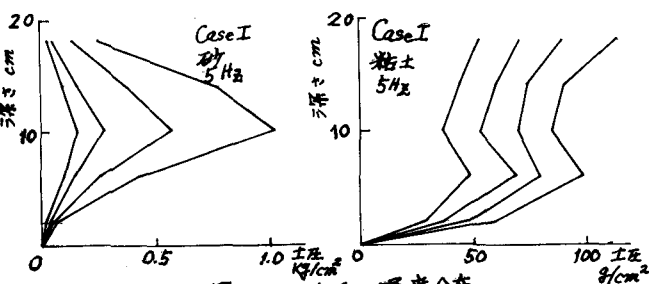


図-4 土圧の深度分布

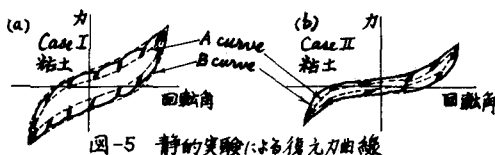


図-5 静的実験による復元力曲線

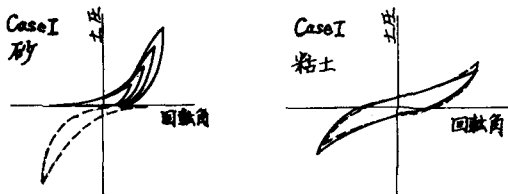


図-6 回転角と振動土圧の関係

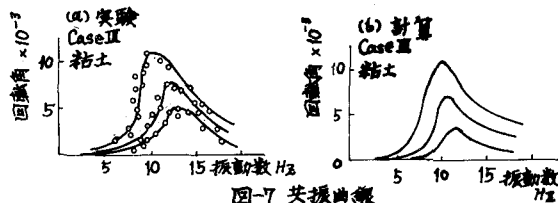


図-7 共振曲線