

せん断波速度による地盤と構造物の動的相互作用の影響

佐賀大学大学院工学系研究科 学生会員 ○森 秀子
 正会員 荒牧軍治
 正会員 古賀勝喜
 正会員 大塚哲哉

1. まえがき

杭基礎を有する橋梁において、地盤と構造物の動的相互作用問題を考える場合、上部構造（橋脚を含む）慣性力の影響と地盤変位の影響がある。特に軟弱地盤においては地盤変位の影響は大きい。本研究では、軟弱地盤のパラメータをせん断波速度に着目し、せん断波速度が与える地盤と構造物の動的相互作用について等価線形化法による2次元有限要素法で解析を行った。

2. 解析モデルおよび解析方法

構造物と地盤を一体化したモデルとして本研究では、等価線形化法による2次元FEM解析(FLUSH)を使用する。対象橋脚は、上部工は4径間連続PC中空床版橋とし、下部工は杭基礎（場所打ち杭 $\phi 1\text{m}$ ）を有する張出式橋脚（ $H=9.5\text{m}$ ）の試設計モデルとした。地層構成は図1に示すように軟弱層2層（土質1、土質2）、支持層（土質3）に分類したものをを用い、それぞれの地盤特性を表1に示す。解析では、杭の断面諸元はそのままとし、表層の軟弱粘土（土質1）の V_s を50~130m/sまで変化させ、その影響を見る。

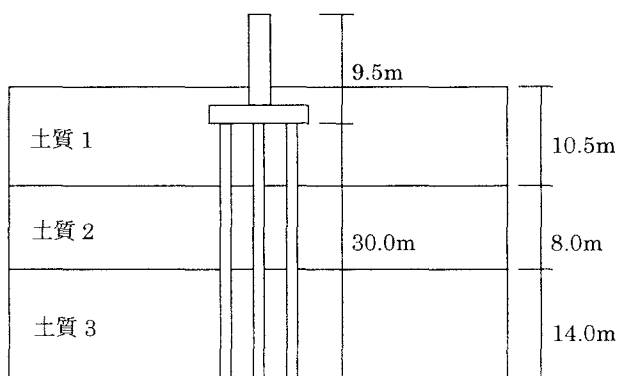


図1 地盤構成

表1 地盤特性

	地盤種類	層厚 (m)	S波速度 (m/s)	単位体積重 量 $\gamma(\text{kN/m}^3)$
土質1	有明粘土 (浅部)	10.5	50~130	14.5
土質2	有明粘土 (深部)	8.0	130	15.0
土質3	洪積粘性土	14.0	300	18.0

地震波については表2に示す4波を使用する。地震波はコンクリート標準示方書¹⁾のサンプル地震波（基盤波）と道路橋示方書²⁾のサンプル地震波（地表波）を使用する。

表2 地震波

なお、道路橋示方書Ⅰ-Ⅲ-Ⅰは、基盤までの引戻し計算として、重複反射理論（SHAKE）を使用した。

地震波	
レベル1	コンクリート標準示方書
レベル2	道路橋示方書Ⅰ-Ⅲ-Ⅰ（引戻し波）
	コンクリート標準示方書 海洋型②
	コンクリート標準示方書 内陸型②

3.解析結果

それぞれの地震波ごとに、土質 1 の V_s を $V_s=50, 70, 100, 130\text{m/s}$ の時の杭の最大曲げモーメント、杭の最大変位を図 2～5 に、また、杭頭部分の最大曲げモーメント、最大変位の変化を図 6 に示す。

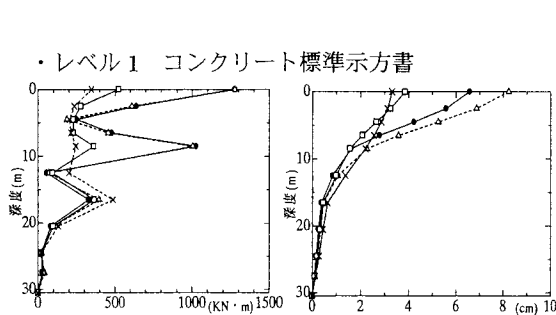


図 2 曲げモーメントと変位

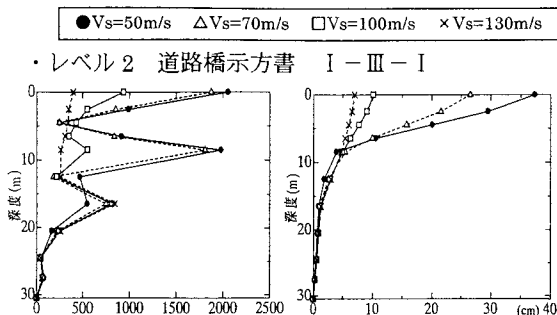


図 3 曲げモーメントと変位

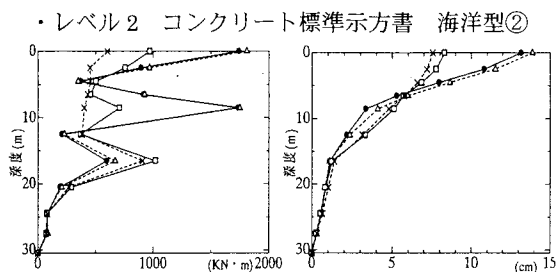


図 4 曲げモーメントと変位

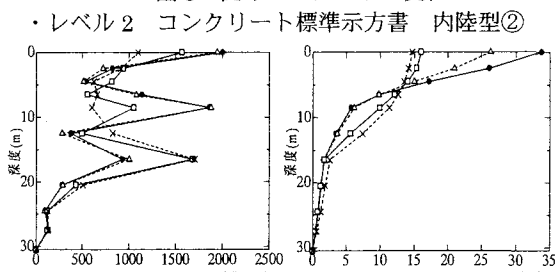


図 5 曲げモーメントと変位

図 2～5 を見ると、 $V_s=100\text{m/s}$ を境として、応答値が大きく異なってくるのが分かる。表層地盤のせん断波速度が $V_s=100\text{m/s}$ 以下となると地盤の非線形性は一気に強くなり、杭に生じる最大曲げモーメント、および最大変位は大きくなる。また、地盤変位の影響を大きく受けることにより、杭頭付近のみならず、杭の中間部でも、大きな曲げモーメントが生じている。図 6 では、杭頭変位変化を見ると、レベル 1 地震動では応答値の変化に大きな差は見られないものの、レベル 2 地震動になると大きな差が見られ、 $V_s=100\text{m/s}$ 付近より V_s が大きくなると、杭頭変位の変化は小さくなるのが分かる。

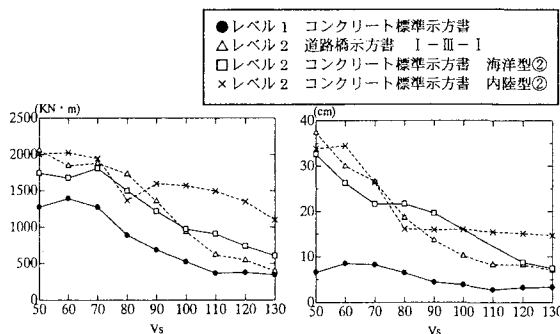


図 6 曲げモーメントと変位

4.まとめ

軟弱地盤の構造物（杭基礎を含む）と地盤の動的相互作用を考えた場合、地盤変位の増大は杭基礎に大きな影響を与え、杭の中間部に大きな断面力が生じる。解析結果より、杭の曲げモーメント、変位は地盤の非線形性の影響を受け、非線形性が強ければ、慣性力の影響が小さく、地盤変位の影響が大きくなり、杭頭に大きな曲げモーメントが発生する。逆に非線形性が弱ければ慣性力の影響が大きくなり、地盤変位の影響が小さくなり、杭頭の曲げモーメントも大きく減少する。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書 耐震性能照査編 平成 14 年 12 月
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 編耐震設計編 平成 14 年 3 月