## 柱状剛体基礎の水平支持力特性

九州共立大学	学	北崎誠	正	前田良刀
(株)白石	ΤĒ	大石雅彦	正	佐々木智

## 1.はじめに

大地震時には基礎に大きな水平力が作用し,基礎の耐震 性能を照査する場合,水平支持力の把握が重要である.本 文では剛な柱状体基礎を対象とし,アルミ棒を積層した試 験地盤と模型杭を用いて水平載荷試験を行い,その支持力 特性を考察している.また,試験結果の破壊メカニズムを もとに,水平方向の地盤反力~変位関係を提案し,載荷試 験の解析を実施している.

## 2.試験概要

載荷試験は写真-1 に示すように,横幅 W=1500mm,深さ H=900m,奥行き L=50mm の二次元の土層に,土粒子を模 したアルミ棒を積層して試験地盤として実施している.ア ルミ棒は径1.6 mm と3 mm を3対2の割合で混合しており, 単位体積重量 d=16.7kN/m<sup>3</sup>,内部摩擦角はせん断試験か ら =21°が得られている.

荷重はエアーシリンダーにより剛な載荷ロッドを介して 基礎模型の頂部に伝達され,載荷速度は7.5N/min としてい る.また,荷重と変位の測定は載荷ロッド上部の載荷点位 置で,ロードセルと変位計により測定する.基礎模型は剛 な板厚 t=50 mm,奥行き L=50 mmのアルミ角棒であり,表-1 に示すように,根入れ長 D<sub>f</sub> と突出長さhを変化させ,6ケ ースの載荷試験を実施している.

## 3.試験結果

写真-2は実施したケースで平均的な根入れ深さの Case-3 (D<sub>f</sub>=280mm)におけるアルミ地盤の変位状況である.表 層部において前面側と背面側の挙動の違いがみられ,前面 側では地盤が盛り上がることで受働破壊が,背面側では主 働破壊が確認された.

図-1 は Case-3 の各荷重段階での模型変位を示したもの である.模型は剛体挙動を示し,荷重が増加しても回転中 心位置は変化していない.Case-3の回転中心位置は根入れ 深さの0.8倍となっている.図-2は画像解析ソフトを用い て地盤の挙動を示したものである.地表面付近では,地盤 は地表面に対して約34.5°(= /4- /2)で移動している.

キーワード ケーソン基礎,水平支持力,地盤反力





写真-1 試験装置 表-1 試験ケース

Case	根入れ長 $D_f$ (mm)	突出長h (mm)
1	325	325
2	240	410
3	280	370
4	195	455
5	360	290
6	270	380



写真-2 Case 3 (Df=280mm)の地盤破壊状況



一方,模型の回転中心付近では,地盤はほぼ水平方向に移 動している.これらの地盤の挙動をもとに図中には地盤の 破壊線を示している.破壊線はクーロン土圧の前提となる 直線ではなく、模型付近では曲線となることがわかる.こ の傾向は全てのケースで確認できた.基礎と地盤には摩擦 が存在することからクーロン土圧のような直線の破壊線と ならないため,遷移領域を考慮した受働土圧で水平支持力 を評価する必要があるといえる.

図-3 に全ケースの荷重~変位関係を示す.模型の根入れ 深さが増加するにのに従い水平支持力は大きくなっている が,終局荷重は明確ではない.

4.試験結果の解析

模型試験の観察結果から図-4 に示す破壊メカニズムを 仮定すると, 速度場法により求めた粘着力の無い受働土圧 係数は次式のようになる.

$$K_{p} = \frac{1}{9\tan^{2}\phi + 1} \left[ \exp(3\omega \tan\phi) \{ 3\tan\phi\sin\omega - \cos\omega \} + 1 \right] \\ + \left\{ \sin\omega + \cos\omega \tan\left(\frac{\pi}{2} + \phi - \omega\right) \right\} \cos\omega \\ \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} - \omega\right) \exp(3\omega \tan\phi)$$
(1)

地盤反力 p~変位関係 を次式に示すワイブル曲線と仮 定し,式(1)から求めた受働土圧を終局強度 puとする.

> $p = p_{u} \{ 1 - exp(-\delta/\delta_{v} \cdot m) \}$ ----- (2)

ここで,降伏変位 yは基礎幅の1%とし,係数 m は次 式から求める.

> $m = \delta_{y} / p_{u} \cdot k$ ----- (3)

ここに, k は初期地盤反力係数であり, Case-1 (D<sub>f</sub>=325mm)の結果から逆算した.

以上の方法で解析した Case-3 (D<sub>f</sub>=280mm)の水平荷重 ~ 変位関係が図-5 である.図には道路橋示方書による解析 結果も示している.道路橋示方書による地盤反力~変位関 係は,二次勾配の無いバイリニア関係(終局強度はクーロ ン土圧)である.本提案法によれば,道路橋示方書の解析 法に比べて模型試験結果に近い荷重~変位関係を与えてい る.

5.まとめ

以下に本文での成果をまとめる. 回転中心位置は水平 荷重が増加しても変化しない. 遷移領域を伴う受働破壊 が確認できた.水平地盤反力~変位関係を遷移領域を考 慮した受働土圧をもとにワイブル曲線で評価すると,模型 試験結果をよくシミュレートできる.



図-5 Case 3 (D<sub>f</sub>=280mm)の水平荷重~変位関係

水平変位(mm)

0