

# 水平荷を受ける部分拡幅杭に作用する土圧の検討

## Earth Pressure for a Pile with Multiple Stepped Two Diameters under Lateral Load

正田大輔\*・ 内田一徳\*\*・ 河端俊典\*\*・ 小原亜季\*\*・ 灘本優太\*\*

Daisuke SHODA, Kazunori UCHIDA, Toshinori KAWABATA, Aki OHARA and Yuta NADAMOTO

### 1. はじめに

著者ら(2006)<sup>1)</sup>は、均質な乾燥砂地盤において Fig.1 に示すような部分拡幅杭の鉛直荷重実験を行い、鉛直支持力成分や地盤への荷重伝播特性などを明らかにした。しかしながら、水平荷重時の挙動については、未だ解明されていないのが現状である。

本報では、部分拡幅杭を用いた水平荷重実験を行い、荷重時に杭に作用する土圧からその基本的な水平荷重時挙動について検討を行った。

### 2. 実験装置及び土質材料

模型実験は、Fig.2 に示す幅 600mm × 奥行 400mm × 高さ 500mm の鋼板製土槽を用いて、杭下深さ 150mm・根入れ長さ 300mm で行われ、模型地盤は、相対密度が 94% になるよう空中落下法で作製した。荷重速度 0.35mm (杭径の 1%) /min. で、地盤表面から高さ 60mm の位置を電動ジャッキにより水平変位させた。また、水平荷重と水平変位量、杭に作用する土圧をそれぞれ計測するために、荷重高さ位置にロードセル・変位計と Fig.2 に示す深さ位置に土圧計が取り付けられた。

模型地盤には、東海産 6-7 混合珪砂を使用した。砂の物理特性は土粒子密度 2.64g/cm<sup>3</sup>、最大間隙比 1.14、最小間隙比 0.68、最大乾燥密度 1.58g/cm<sup>3</sup>、最小乾燥密度 1.24/cm<sup>3</sup> である。

模型部分拡幅杭は鋼製で、凸部直径 35mm、凹部直径 25mm であり、p7\_3 (杭長 100mm を凹部：凸部=7：3 の比で作製。以下同じ。)、p5\_5、p3\_7 の 3 種類の模型杭を使用した。なお、比較のために使用した直杭(図中表記 c\_pile)は 35mm 径とした。

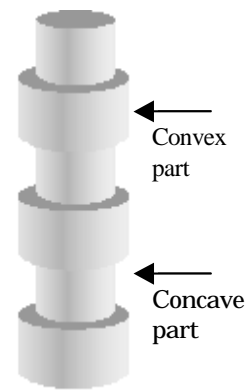


Fig.1 部分拡幅杭  
Pile with multi-stepped  
two diameters

### 3. 結果及び考察

Fig.3 に支圧応力 (水平方向支持力/杭の水平投影面積) と変位率 (水平変位量/拡大部径) の関係を示す。この結果から、支圧応力と部分拡幅杭の凹凸比の間に明確な関係は見られないものの、もっとも投影面積の大きな直杭よりも部分拡幅杭のほうが大きな支圧応力を発揮することがわかる。

Figs.4, 5 に変位率 5% と 35% 時における地表面からの深さと杭に作用する土圧の関係を示す。いずれの図とも、Fig.2 に示す No.4 の位置における土圧が、直杭より部分拡幅杭の方が大きくなっていることがわかる。このことから、杭の水平荷重時に凸部底面にある砂粒子が押込まれることで、Fig.6 に示すようにこの部分の

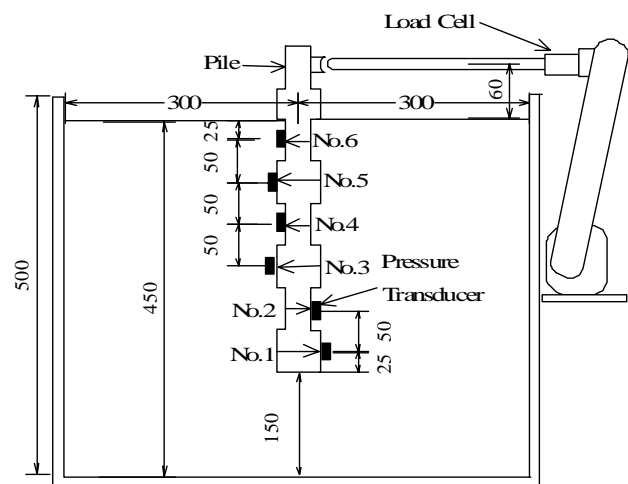


Fig.2 実験土層概略図  
Schematic view of experimental set-up

地盤が相対的に密になり，変位の大小にかかわらず土圧が増加すると考えられる．

また，Figs.4, 5 の Fig.2 に示す No.2 の位置における土圧が，いずれの杭においてもほぼ 0kPa である．このことから，5%変位時すなわち荷初期段階から深さ 225mm あたりに回転の中心が存在すると考えられる．

Fig.5 (35%時) において，部分拡幅杭間での No.4 の値を比較すると，p7\_3 と p5\_5 より p3\_7 の土圧が小さく，さらに 5%時よりその差が顕著になっていることがわかる．このことから，凹部長の短い p3\_7 は，Fig.6 に示すように凹部直下の凸部上面が下方方向に変位して，この部分の砂粒子が抜け落ちることで，地盤が相対的に疎になり土圧が小さくなると思われる．

一方，Fig.5 より杭の長さ方向に作用する土圧分布は，直杭・部分拡幅杭とともに深さ 0mm から 125mm まで単調増加し，125mm から 225mm まで単調減少した後，225mm から 300mm までは杭の背面に土圧が作用するという分布形状を示した．

#### 4. 結論

本報では，部分拡幅杭を用いた水平荷重実験を行い，杭に作用する土圧などについて検討を行った結果，以下の結論を得た．(1) もっとも投影面積の大きな直杭よりも部分拡幅杭のほうが大きな支圧応力を発揮する．(2) 本報の条件下では，回転中心の深さが，いずれの杭においても 225mm であった．(3) 杭の水平荷重時に凸部底面にある砂粒子が押し込まれることで，杭に作用する土圧が増加する．この土圧増加が，部分拡幅杭の水平支持力に寄与していると考えられる．また，杭凹部長が短くなると砂粒子の抜け落ちにより，杭に作用する土圧が減少すると考えられる．(4) 杭の長さ方向に作用する土圧分布は，直杭・部分拡幅杭とも同じような形状であった．

参考文献；1) 正田大輔他 (2006)，部分拡幅杭の鉛直支持機構，農業土木学会論文集，Vol.241，pp.79-85．

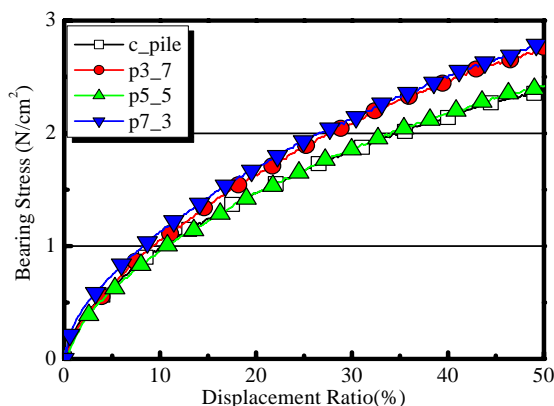


Fig.3 支圧応力 - 変位率の関係  
Bearing stress - displacement ratio curve

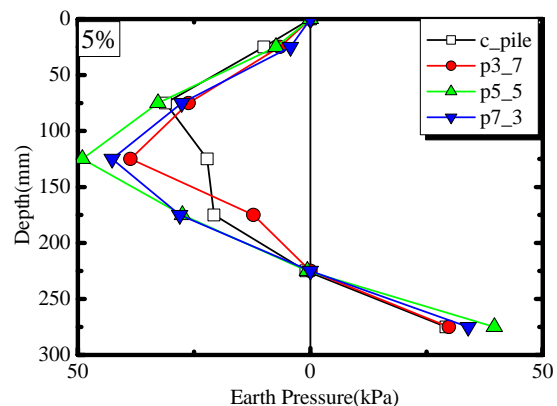


Fig.4 5%変位時における土圧分布  
Earth pressure distribution along piles at 5%

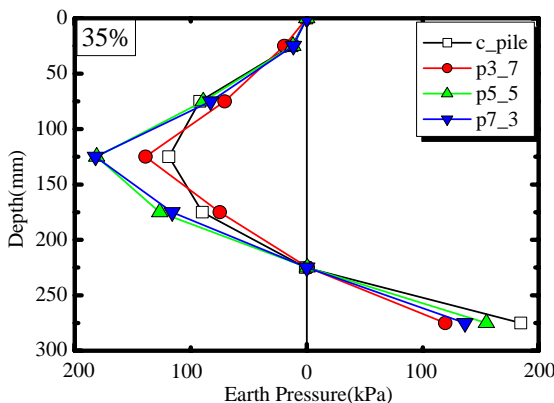


Fig.5 35%変位時における土圧分布  
Earth pressure distribution along piles at 35%

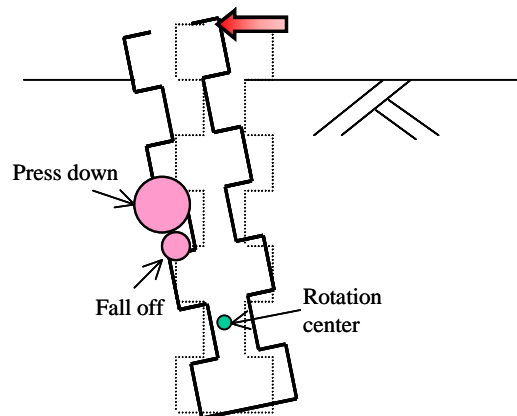


Fig.6 水平荷重時における凸部の効果  
Effect of convex part under lateral load