

画像解析による杭基礎模型直下地盤における粒子破碎計測

東京大学 学生会員 ○濱口隼人
 中央開発 非会員 毛無衛
 東京大学 フェロー会員 古関潤一

1. はじめに

杭直下地盤における杭貫入の影響を画像解析によって計測することで、杭貫入による破碎粒子の発生と移動の過程を検討している。前報¹⁾では、直径40mmの模型杭が30mmから40mm貫入する間に発生する粒子破碎についてAE計測結果と比較した。本研究では、杭が20mmから30mm貫入する間に発生する粒子破碎についての検討を新たに行った。また、粒子破碎に対する画像解析法の有用性を確認するために、杭貫入後の杭直下地盤における破碎粒子分布の計測も追加して行った。

2. 実験・画像解析概要

前報で詳述した手法¹⁾に基づき、図-1-aに示す装置を用いて杭貫入試験を行い、杭直下地盤における杭貫入の影響を画像解析により計測した。本研究では、杭の貫入量を20mm、30mm、40mmの3通りに設定した。

画像解析による杭直下地盤における粒子破碎計測は、3つの段階から成る。Step 1およびStep 2では、杭貫入後の杭直下地盤の水平断面(図-1-b)および鉛直断面(図-1-c)を画像解析することで、破碎粒子分布および杭直下地盤移動量を得る。Step 3では、Step 2の結果を用いて、Step 1で得られた破碎粒子分布から杭貫入に伴う地盤移動の影響を除去し、そこで得られた破碎粒子分布の差を取ることで、異なる杭貫入量間に発生した粒子破碎を求める。これをAE法による非破壊計測結果²⁾と比較することで、杭貫入に伴う破碎粒子の発生と移動の過程を説明する。なお、本研究で用いたデータは、図-2に示す杭貫入試験より得られたものである。

3. Step 1：水平断面計測結果

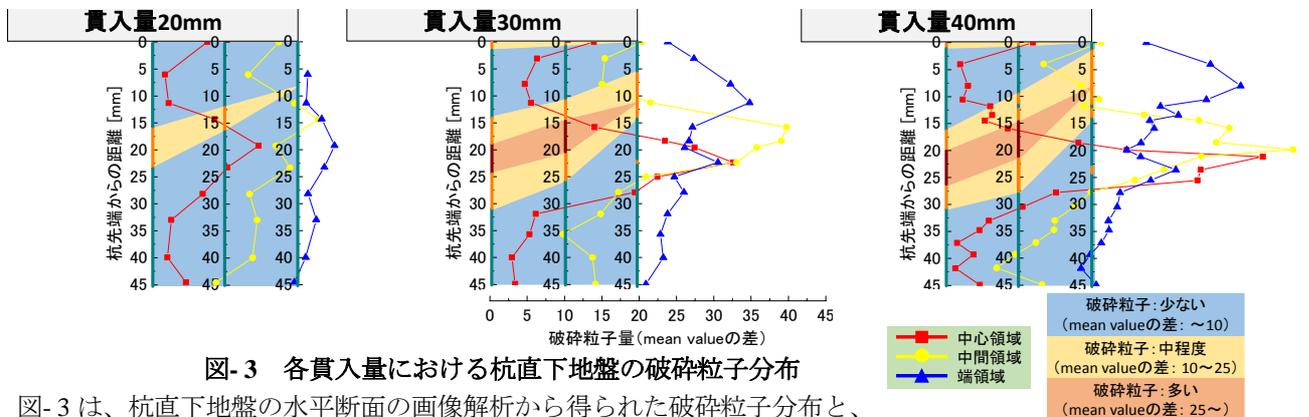


図-3 各貫入量における杭直下地盤の破碎粒子分布

図-3は、杭直下地盤の水平断面の画像解析から得られた破碎粒子分布と、その結果に基づいて各計測領域間の破碎粒子分布状況を補間したものである。補間は、図-3に示す閾値を設定し、各計測領域の破碎粒子分布を3つに区分し、その境界を直線で結ぶことで行った。これより、画像解析によって、

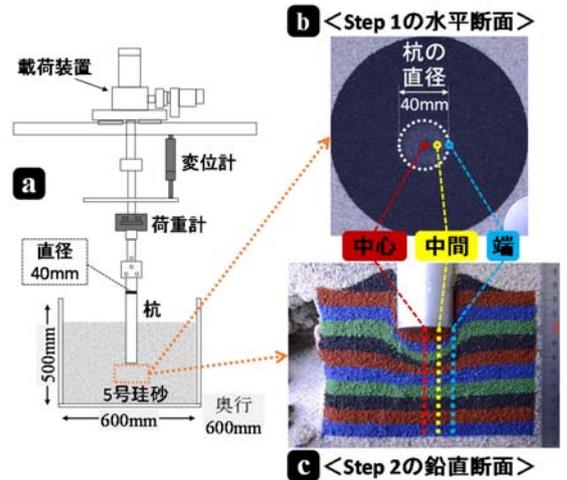


図-1 a:実験装置の概念図、b, c:水平および鉛直断面の例

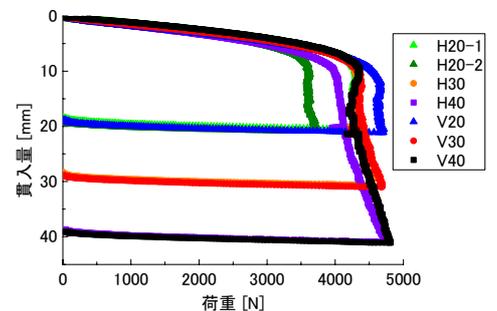


図-2 全実験の荷重沈下曲線

杭基礎 粒子破碎 画像解析

東京大学工学部社会基盤学科土質/地盤研究室

113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

TEL 03-5841-6120

FAX 03-5841-8504

杭直下地盤における破碎粒子はノーズコーン状に分布する³⁾ことが確認できた。

4. Step 2:鉛直断面計測結果

図-4は、杭直下中心領域における地盤の鉛直移動量を計測した結果である。杭に近い(初期位置が浅い)ほど、鉛直移動量が大きかった。

5. Step 1とStep 2の統合結果とAE法による結果との比較

本研究でStep 1とStep 2を統合した結果とAE法による結果²⁾の比較を図-5と図-6に示す。図-5は、貫入量20mmから30mmの間に発生する粒子破碎で、画像解析の方は、2回実施したStep 1の貫入量20mmの杭貫入試験(図-2におけるH20-1とH20-2)で得られたデータから導かれた2つの分布を示してある。これら2つの試験を比較すると、ピーク位置はほぼ等しく、試験結果の再現性を確認できた。一方で、画像解析とAE法を比較すると、画像解析の結果の方がAE法の結果よりピークが浅い位置にあり、また、杭の中心軸から離れるほど両手法の結果の差が大きくなった。これは、計測限界と考えられる端領域を除いて、貫入量30mmから40mmの間に発生する粒子破碎についての比較結果(図-6)と一致傾向が異なる。

このような違いの理由として、計測上の誤差に加えて、貫入量20-30mmと貫入量30-40mmの間には異なる現象が生じていることが考えられる。特に、ピーク位置のずれは、杭貫入に伴う破碎粒子の挙動が周辺地盤と同一でない(Step 2の地盤移動量を用いてはならない)ことによる可能性がある。比較するにあたって、画像解析もAE法もStep 2の結果を用いて杭貫入に伴う地盤移動の影響を除去しているが、画像解析の方は全ての破碎粒子が貫入終了時点の位置から初期位置に同様に変換されるのに対し、AE法の方は各破碎粒子が破碎した位置から初期位置に各々変換されるという違いがある。つまり、ある破碎粒子を考えると、画像解析法は破碎後に杭貫入に伴って移動したものを位置変換するのに対し、AE法は破碎直後に位置変換するため、破碎後の杭貫入に伴う移動の影響を含むか否かで両手法の結果は異なる。破碎後の杭貫入に伴う破碎粒子の移動が未破碎粒子のものより小さい場合、画像解析のピーク位置はAE法のものよりも浅い位置に出ることになる。また、本研究では、杭直下地盤の移動を鉛直方向に限定して考えたことから、実際には存在する地盤の水平方向移動が影響している可能性がある。一方で、AE法による結果の再現性に問題がある可能性もある。

6. 結論

本研究で得られた知見を以下にまとめる。

- ▶画像解析により、杭直下地盤におけるノーズコーン状の破碎粒子分布を計測できた。
- ▶杭貫入に伴い発生する杭直下地盤の粒子破碎について、画像解析とAE法では、貫入量30-40mmでは結果が一致したが、貫入量20-30mmではピーク位置が異なった。

参考文献 1) 濱口ら: 鉛直荷重を受ける杭基礎模型直下地盤における粒子破碎特性, 地盤工学研究発表会, 2016 2) Mao, W.: Experimental study on acoustic emissions during pile penetration in sand, Doctoral Thesis, Department of Civil Engineering, Univ. of Tokyo, 2015. 3) White, D. J., & Bolton, M. D.: Displacement and strain paths during plane-strain model pile installation in sand, Géotechnique, 54(6), 375-397, 2004.

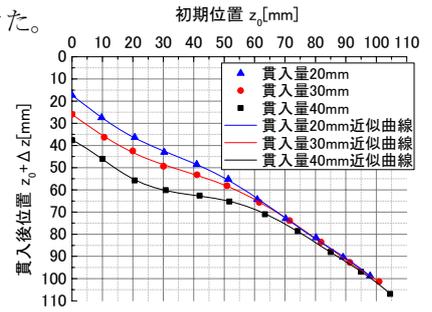


図-4 杭貫入量と杭直下地盤移動量の関係(中心領域の場合)

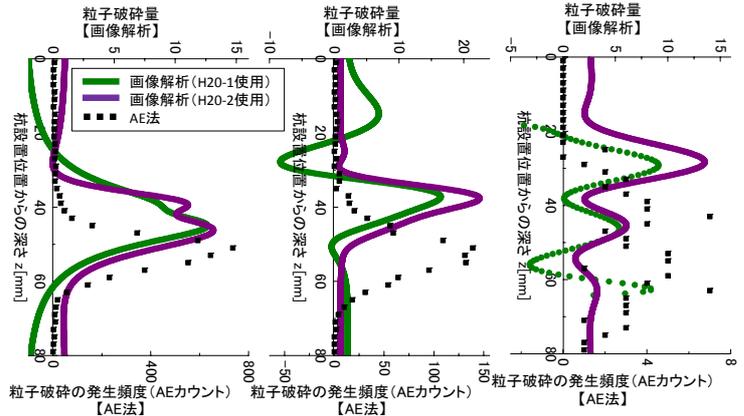


図-5 貫入量20-30mmで破碎する粒子の貫入量20mm時点での分布(左から順に中心、中間、端領域のもの)

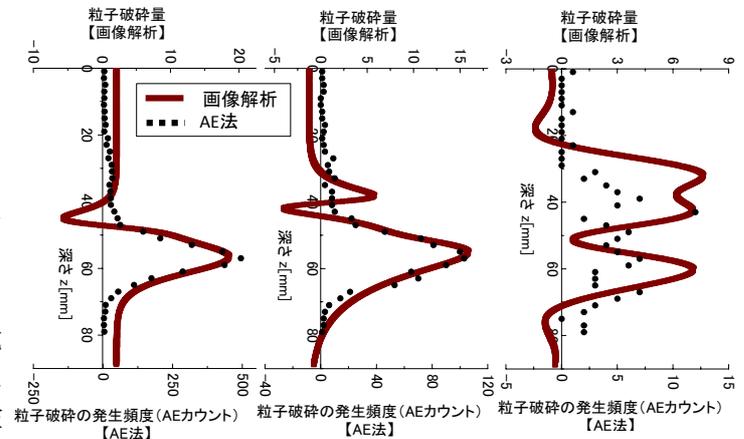


図-6 貫入量30-40mmで破碎する粒子の貫入量30mm時点での分布(左から順に中心、中間、端領域のもの)¹⁾