

ケーソン刃口の刃先形状に関する試解析（その2）

大林組 正会員 ○稲川 雄宣
 大林組 正会員 中村 清志
 大林組 正会員 柳 東雲

1. はじめに

函内の土砂を掘削し、重力を利用して沈設するケーソン工法では、安全かつ確実に沈設させるために刃口の刃先形状は重要なファクターの一つである。刃先形状は通常沈設対象層の地質を勘案して一義的に形状が決められているのが一般的である。ただし、刃先形状が各地質の沈下掘削においてどのような効果をもたらしているかについての研究は少ない。そこで筆者らは各刃先形状がもたらす沈下掘削時の影響について、個別要素法を用いた数値解析を行い、考察を試みた。なお、本報告では粘性土地盤をモデル化した解析結果について報告する。

2. 沈下掘削解析について

沈下掘削解析は前報¹⁾と同様に4種類の刃先仕様をモデル化した刃口のケーソン壁要素を高さ4m幅15mの箱に入った地盤要素（約16,000個）に一定の速度で徐々に貫入させ、ある一定の荷重（ $P_{max}=500kN$ ）がかかり、平衡が保たれた時点で終了とした。表-1に粘性土地盤での入力定数を示す。なお、本定数での二軸圧縮試験から算定された強度定数は粘着力 $70kN/m^2$ 、内部摩擦角 20° である。

表-1 入力定数一覧（粘性土）

定数	入力値
法線バネ係数	kn 5e7(N/m)
接触バネ係数	ks 5e7(N/m)
摩擦係数	fric 0.4
法線減衰係数	dp_nratio 0.5
接線減衰係数	dp_sratio 0.5
引張強度	cb_tenf 25e3(N)
せん断強度	cb_shearf 25e3(N)
粒子半径	radius 0.02-0.04(m)
密度	density 2650(kg/m3)

3. 解析結果

図-1に地盤の変位分布および入力荷重の沈下の関係を示す。ケーソン内の変位分布については一般仕様①（100mm）が最も影響範囲が大きく、広範囲で変位が生じていることが確認できる。また、ケーソン外側への影響についても一般仕様①、②に若干変位が見られ、砂礫仕様については、砂質土地盤と同様にケーソン外側への影響は小さい。

次に入力荷重と沈下の関係であるが、広範囲で変位が生じている一般仕様①については、沈下につれて荷重の上下が大きく発生しており、荷重の増加に伴い、基底すべり破壊（粒子間の接触力が切れる）が生じて数回のすべり破壊で貫入しているものと推察される。

本荷重における最終沈下量は順に0.53m、0.81m、0.51m、0.31mであった。先端に角度がついて貫入しやすい砂礫仕様より、一般仕様①（100mm）の沈下量が多くなって

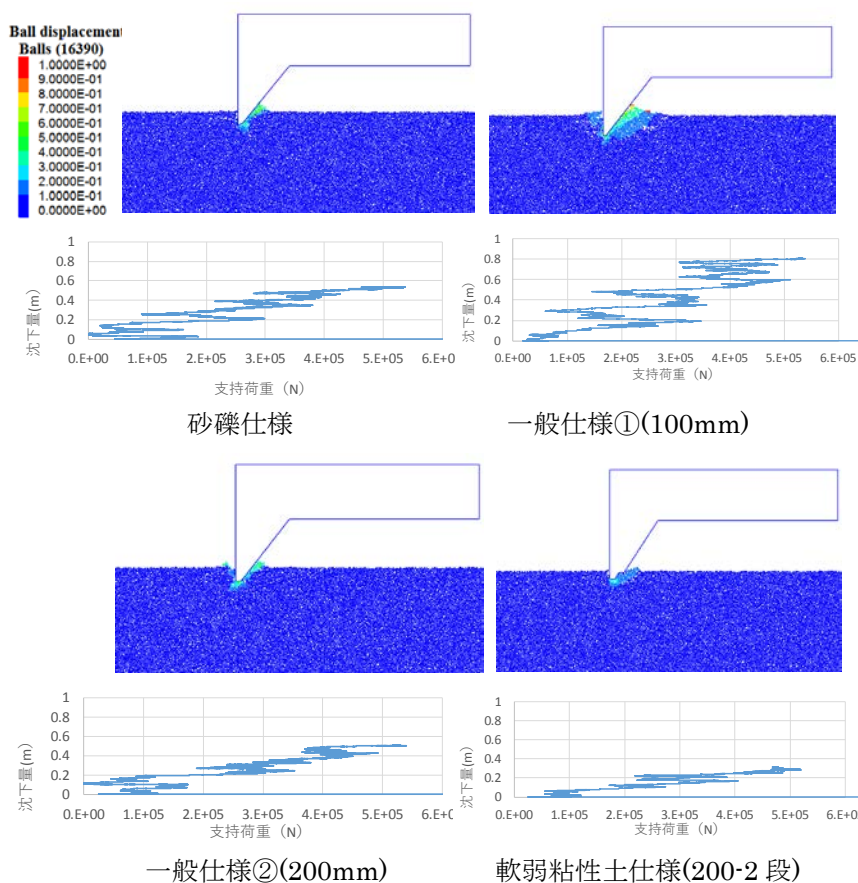


図-1 地盤の変位分布および入力荷重と沈下の関係

キーワード ケーソン工法, 沈下掘削, 個別要素法

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 TEL 03-5769-1322

いる。また、砂質土地盤の結果と比較すると 2 番目に沈下が大きかった軟弱地盤仕様が粘性土地盤では最も沈下量が小さい結果となった。

図-2 に解析終了時の粒子間力の分布を示す。砂礫仕様、一般仕様②、軟弱地盤仕様については刃先先端に粒子間力が集中しており、一般仕様①にはケーソン刃口の函内面にも粒子間力が働いた状態であった。砂質土地盤では函内面にも粒子間力が働いたほうが地盤拘束効果により刃口の抵抗力が増加し、沈下抑制に寄与していると推察されたが本ケースでは効果が見られなかった。

図-3 に各仕様の粒子間力の大きさをベクトルで表現した図を示す。砂礫仕様一般仕様①、軟弱地盤仕様については先端に大きな粒子間力が発生しており、主に先端でケーソンを支持しているもの推察された。一方、一般仕様①は先端の粒子間力+ケーソンの内側面で支持しているようであるが、内側面の支持力（粒子間力）の大きさは限定的である。

5. 本体支持における刃先形状の影響について

各刃先形状の支持機構については砂礫用が貫入時、地盤の乱れが生じにくい。ため、刃先先端の破壊が限定的となり、先端部の支持力が発揮される結果となった。また、一般仕様①については先端が水平でかつ面積（ $w=100$ ）が小さいため、刃口函内面に破壊領域が発生して、先端の支持力が低下した。また、刃口テーパ一部の地盤拘束による支持力についても粘性土地盤であるため、破壊された領域の拘束力は小さく、数回のすべり破壊を生じながら、沈下が生じたものと推察される。一般仕様②や軟弱地盤仕様は先端の面積が一般仕様①と比べて 2~4 倍と広がったため、粘性土地盤の粒子の固結力が、広範囲で破壊されず、先端での支持力が発揮された結果となった。ただし、上載荷重や粒子の固結力によって、破壊領域が広範囲に変化する可能性もあり、各刃先仕様の沈下量の大小にも影響を与えるものと思われる。また、砂質地盤に比べて、粘性土地盤は固結強度の破壊により抵抗力が急激に下がる為、刃先形状による地盤破壊形態の違いがより沈下量（=支持力）に影響を及ぼす結果となった。

6. まとめ

個別要素法を用いて、粘性土地盤での各刃口形状の沈下掘削の試解析を実施し、刃先形状の違いがケーソン支持力に与える影響について検討を試みた。今後は地盤粒子径の影響等を確認するとともに、沈下掘削における刃先形状の影響について引続き検討していきたい。

参考文献

- 1) 柳 中村 稲川：ケーソン刃口の刃先形状に関する試解析（その 1）第 73 回土木学会年次学術講演会投稿中，2018

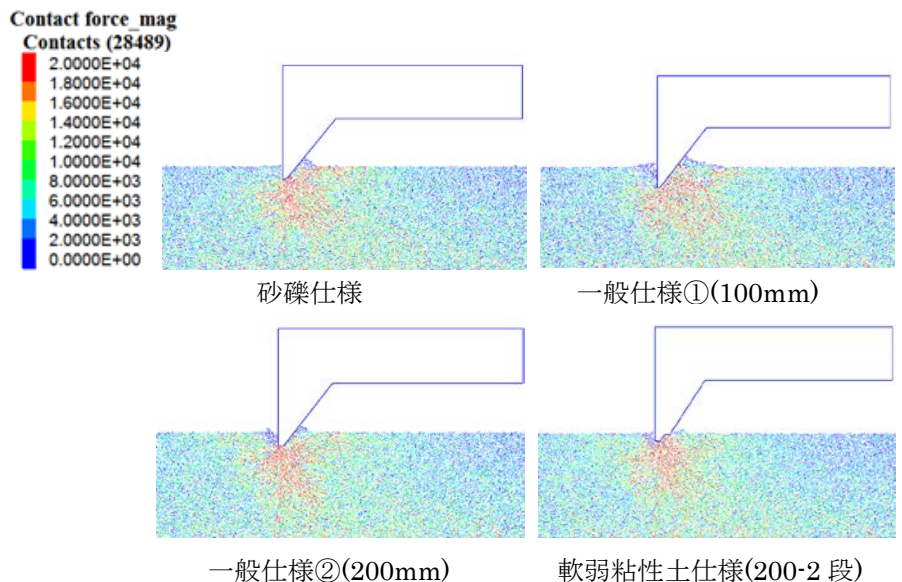


図-2 粒子間力分布（解析終了時）

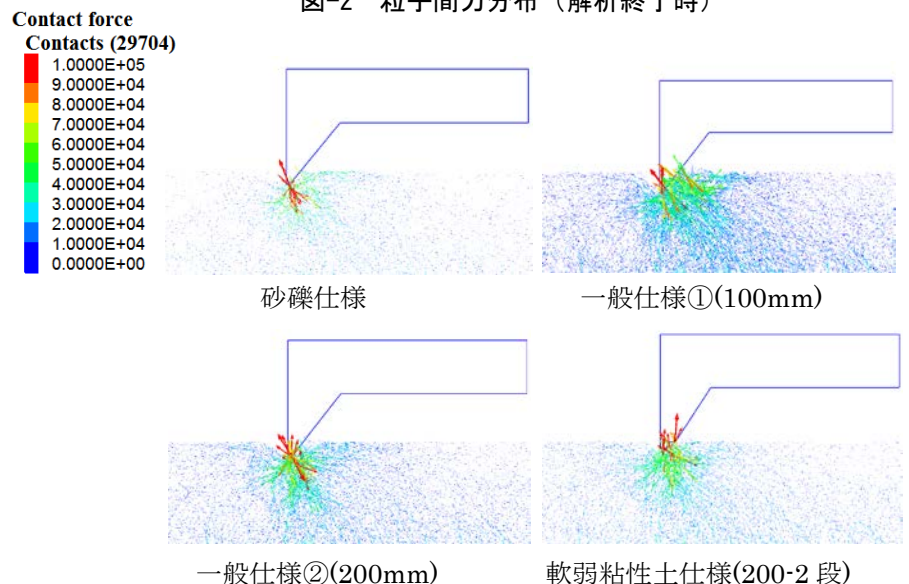


図-3 粒子間力分布（ベクトル）