

ケーソン刃口の刃先形状に関する試解析（その1）

大林組 正会員 ○柳 東雲

大林組 正会員 中村 清志

大林組 正会員 稲川 雄宣

1. はじめに

ケーソン工法は主に鉄筋コンクリートでできた枠を、その内部から土砂を掘削しながら重力を利用して沈下させ、所定の支持地盤に着盤させる基礎工法である。枠の先端には刃口がついており、その刃口周りを掘削することにより、地盤から受ける反力が減少し、ケーソン本体が沈設される。ケーソン刃口の刃先形状は沈設対象層の地質を勘案して一義的に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¹⁾。そこで筆者らは各刃先形状が沈下掘削にもたらす影響について、個別要素法を用いた数値解析を行い、考察を試みた。なお、本報告では砂質土地盤をモデル化した解析結果について報告する。

2. 刃口の刃先形状について

刃口はケーソンの貫入抵抗を小さくするために、先端が細く、根元が太いテーパ形状となっている。ケーソンが自然沈下する場合、刃口が地盤に貫入するにしたがって、刃口部の反力が増加することになり、ケーソンの急激な沈下を防げるような形状となっている。また、図-1に示すようにケーソン刃口の先端形状は各地盤に対応したものが一般に用いられている。

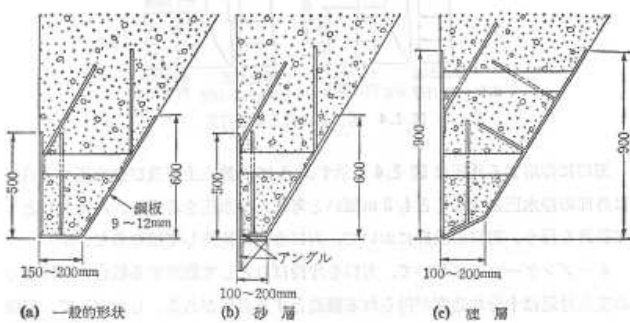


図-1 刃口の形状例²⁾

3. 解析モデルおよび沈下掘削解析について

ケーソンの沈下掘削モデルを図-2に示す。解析ケースについては図-1の形状を参考に以下の4ケースについて実施した。先端部分に角度をつけた砂礫仕様（図-2）、先端に幅 100mm および 200mm の平部を設置した砂質土、粘性土（一般形状）仕様、先端を 2 段形状（各 200mm）とした軟弱粘性土仕様である。沈下掘削解析はこれら仕様の刃口形状がついているケーソンを模擬した壁要素を高さ 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。なお、地盤定数については粒子間の摩擦係数、回転抵抗係数、固着強度を変えた二軸圧縮試験シミュレーション解析を実施し、算定結果から砂質土および粘性土を選定し、以後の掘削解析における地盤の入力定数とした。表-1に砂質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 $20kN/m^2$ 、内部摩擦角 25° である。

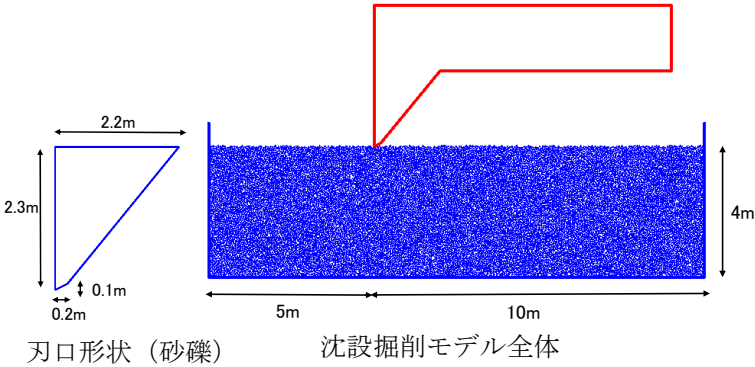


図-2 沈下掘削モデル

表-1 入力定数一覧（砂質土）

定数		入力値
法線バネ係数	kn	5e7 (N/m)
接線バネ係数	ks	5e7 (N/m)
摩擦係数	fric	0.6
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	15e3 (N)
せん断強度	cb_shearf	15e3 (N)
粒子半径	radius	0.02 - 0.04 (m)
密度	density	2650 (kg/m3)

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

4. 解析結果

図-3 に地盤の変位分布および支持荷重と沈下の関係を示す。ケーソン内側の変位分布については砂礫仕様が最も影響範囲が小さく、軟弱地盤仕様が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も先端に角度がついている砂礫仕様はほとんど生じていないが、先端の平部の面積に比例して影響が大きくなっている。

次に入力荷重と沈下の関係であるが、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、沈下につれて荷重の上下が発生している。軟弱粘性土仕様については荷重の上下が激しく、刃口反力が安定していない。これは下段の面で主働破壊から形成される遷移領域と受働領域の破壊領域を上段の面での破壊領域が干渉し、受働領域が制限されたためと推察される。

同荷重における最終沈下量は順に 1.27m, 1.46m, 1.24m, 1.39m 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）・軟弱粘性土仕様の沈下量が多い。また、一般仕様②（200mm）に比べて底面積が2倍である軟弱地盤仕様の沈下量が多くなっている。

図-4 に解析終了時の粒子間力の分布を示す。砂礫仕様にはケーソン内面にも大きな粒子間力が働いており、粒子の変位領域が限定された分だけ、粒子の固着強度が切れずに拘束による抵抗力が発生していると推察される。一方、軟弱粘性土仕様については先端付近に限定して、大きな粒子間力が働いており、先に述べたように2段による破壊領域の干渉により、粒子間力が底面下方のみに限定されたものと推察される。

5. まとめ

個別要素法を用いて、砂質土地盤での各刃口形状の沈下掘削の試験解析を実施した。各刃口形状により、破壊形態に違いが表れ、沈下量に差が生じた。その原因は各刃口形状により生じる地盤の破壊機構によるものと推察され、支持機構に違いが生じる結果となった。今後も粒子径の影響も含め、形状の支持機構について検討していきたい。

参考文献

- 1) 泉 清水 東田：圧入ケーソンの刃先抵抗に関する基礎研究，名城大学理工学部研究報告，pp127-133，1985
- 2) 土質工学会：ケーソン工法の調査・設計から施工まで

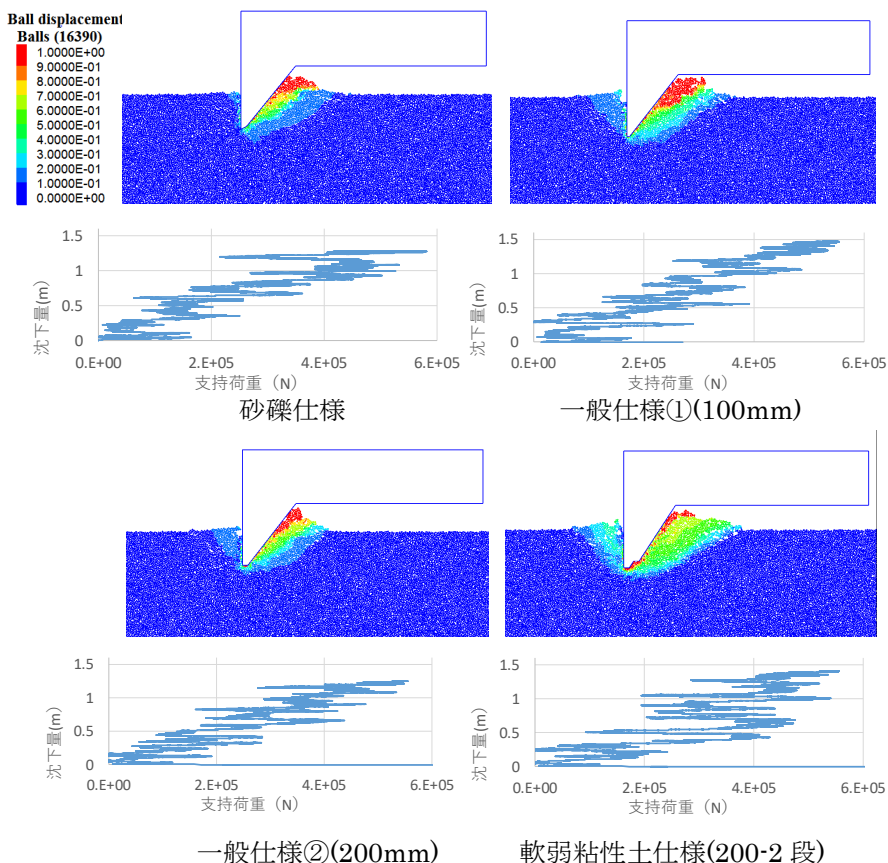


図-3 地盤の変位分布および入力荷重と沈下の関係

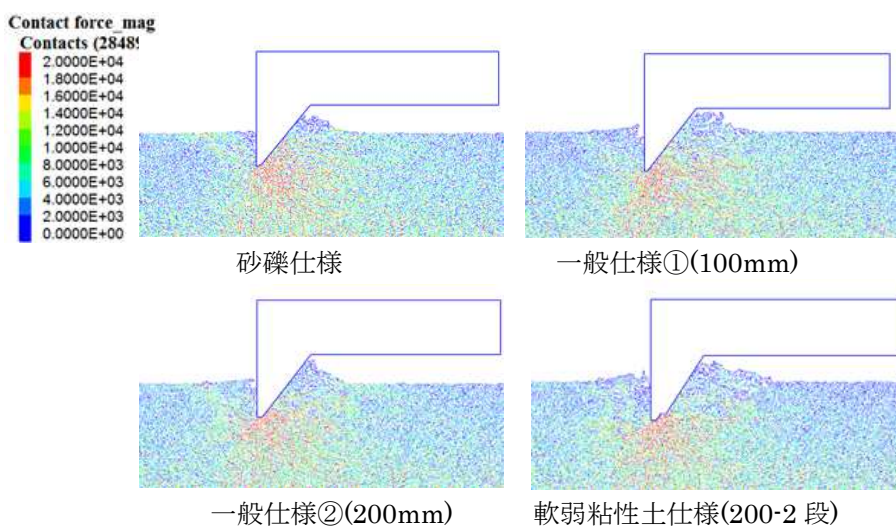


図-4 地盤の変位分布および入力荷重と沈下の関係