

(株) 福田組技術部 正会員 ○目黒 和則

同 上 正会員 高橋由紀夫

同 上 正会員 小泉 善弘

1. はじめに

一辺が数十メートルを超える大型ニューマチックケーソン工法を広い地下空間の構築に採用する場合、経済的に施工するにはケーソン施工時の仮隔壁（ケーソン沈設後に撤去）の数、部材厚を極力少なくする必要がある。そこで、ケーソン施工過程において躯体応力を最小限にし、精度良く沈設するには特に刃先地盤の反力分布を正確に把握し、ケーソンを常に刃先地盤全域で支持する様な施工法が望まれる。このケーソン沈設管理上、特に重要となる刃先地盤の支持力について、過去に刃先反力が先端部に集中する傾向にあることが報告されているが明確に検証した例は少ない。そこで本報告では刃先地盤の支持力について実験を通じて考察した。

2. 実験概要

密度の様な自然砂地盤（新潟砂丘地）において、図1に示す刃先先端幅10cm、刃先角度 60° の1/2模型を用い

① 刃先根入長 D_f ($D_f = 10, 20, 30, 40\text{cm}$)

② 刃先掘残し勾配 $1:n$ ($n=1:\infty, 1:2.0, 1:1.5$) を変化させ、沈下速度を一定 (3.3mm/min) として載荷沈設時の荷重、刃先反力、沈下量を計測した。表1に計測機器一欄を示す。

表1 計測機器一覧表

記号	計 器	仕様	測点数	備 考
○	土圧計	50 tf/m ²	8	刃先反力
☒	荷重計	20 tf	4	油圧ジャッキ
⊕	沈下計	0~200 mm	4	ダイヤルゲージ

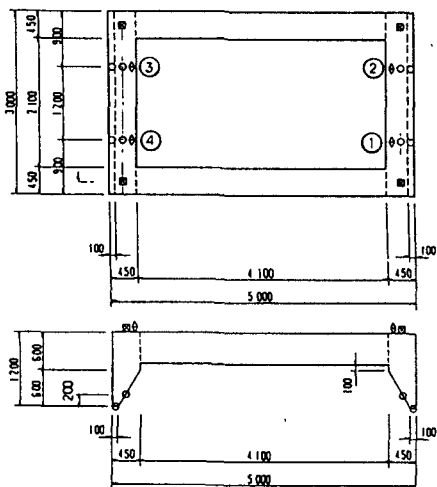


図1 実験模型寸法図

計測例として図2～図3に、根入長 $D_f=20\text{cm}$ 、掘残し勾配 $1:\infty$ の時の荷重、刃先反力-沈下曲線を示すが、荷重、刃先反力ともに地盤破壊時に明確なピーク（極限值）を示している。

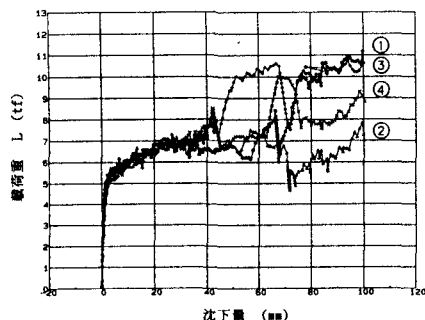


図2 荷重-沈下曲線

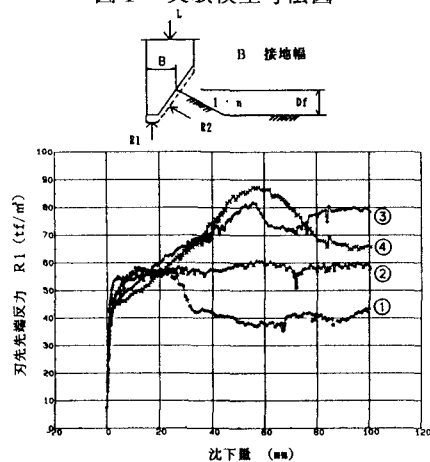


図3 刃先反力-沈下曲線

3. 根入長, 掘残し勾配と支持力の関係

各ケースでの荷重-沈下曲線をもとに根入長 D_f , 掘残し勾配 $1:n$ と極限支持力の関係を図4に示す。図には平板载荷試験により得られたデータをもとに先端が平坦な基礎の場合の極限支持力計算値を()内で表してあるが、これより刃先が傾斜した場合の極限支持力は底面が平坦な通常の基礎での支持力よりかなり小さいこと(実験結果では75~52%程度)。また、掘残し勾配が急なほど支持力は低下することがわかる。

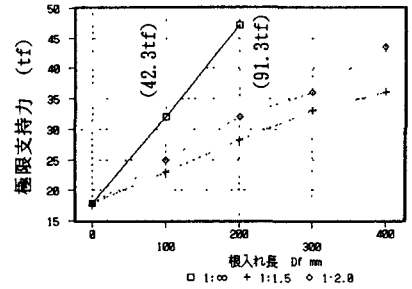


図4 根入長, 掘残し勾配と極限支持力の関係

4. 刃先先端と刃先根入部周辺との支持力分担比

各ケースでの極限状態で実測された先端反力 R_s と、荷重-沈下曲線から得られた極限支持力を刃先地盤接地面積(BL)で除した平均反力 R との比を反力集中係数 R_s/R とした場合の、根入長, 掘残し勾配と集中係数 R_s/R の関係を図5に表す。これより、ケーソンの様に刃先が鋭角な場合、地盤反力の分担は刃先先端部に集中し、ある根入長までは集中係数が急増する傾向にある。実験での集中係数は最大で1.6程度である。この挙動を弾塑性FEM解析にてシュミレーションした結果、図5に示す様に集中係数の計算値は実測値と近似している。図6にFEM解析結果(反力分布図)を示すが、反力分布が刃先部分に集中していることが確認できる。

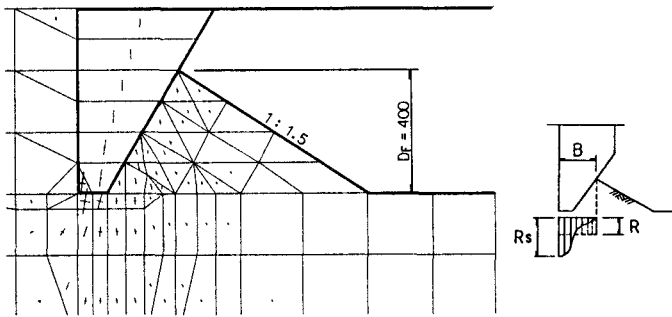


図6 FEM解析結果(反力分布図)

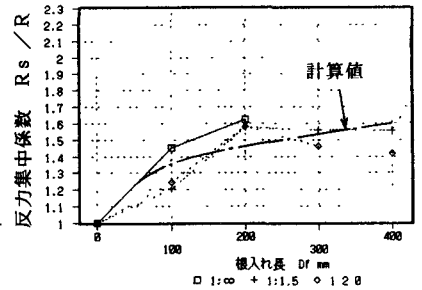


図5 根入長, 掘残し勾配と反力集中係数の関係

5. 一定荷重载荷状態にて刃先地盤を掘削した場合の刃先反力の変動

一定荷重を载荷したまま刃先地盤を掘削してケーソンを沈下させた場合の刃先反力の変動を図7に示す。この図より砂地盤の場合、ケーソンが沈下する直前に刃先反力が急増しているのがわかる。これより、刃先反力計の変動をみることにより沈下時期を予測することが可能である。

6. おわりに

実験を通じて以下のことが確認された。

- ① ケーソン刃先地盤の支持力は根入長はもとより、掘残し勾配によっても変動する。
- ② 刃先反力は先端部に集中し、反力集中係数で表すことが出来る。図7 一定荷重・刃先掘削時の先端反力の変動
- ③ ケーソン沈下直前に先端反力が急増する。

現在、新亀田ごみ焼却場にて大型ニューマチックケーソンを施工中であるが、今回の実験結果を踏まえ、施工時データを解析することによって、より精度の高い沈下管理をおこなって行きたい。

