

縁切鋼矢板を考慮した動的なニューマチックケーソン沈設解析

清水建設(株)土木技術本部 正会員 遠藤 和雄, Ko Donghee, ○小林 聖二
清水建設(株)技術研究所 正会員 桐山 貴俊

1. はじめに 近年ニューマチックケーソン工事は、大規模・大深度化が進んでおり、地盤変状の影響範囲の拡大が懸念され、より広範囲な近隣構造物・地下埋設物への影響評価が必要とされる。ケーソン沈下に伴う主要な地盤変状のひとつに、ケーソン躯体が周囲地盤を引き込むことにより生じる地盤沈下がある。著者らは、ニューマチックケーソン施工に伴う地盤変形量を予測するために、数値計算法として変形性能に優れ、動的な解析手法である粒子・要素混合法を開発し、その適用性を検討してきた^{1)~3)}。本稿では、ケーソン沈設に伴う地表面変形に対して抑制効果がある縁切鋼矢板を新たに設置した検討を行ったため、その解析結果を報告する。

2. 縁切鋼矢板を考慮した動的なニューマチックケーソン沈設解析

(1) 解析条件および解析モデル 表-1に解析条件、図-1に解析モデルを示す。本稿では、大規模・大深度ニューマチックケーソンとして、平面寸法：幅 50(m)×奥行 30(m)、掘削深さ 60(m)を想定し沈設解析を行った。数値解析は著者らが開発した粒子・要素混合法を用いて実施する。解析対象地盤は、ケーソン着底時深度より下方に 70(m)、側方に 125(m)の範囲を対象とし、格子寸法 0.5m×0.5m の計算格子を計算空間全域に配置した。着目箇所であるケーソン近傍に、半径 0.25m の粒子を配置し、その外周に、計算負荷を軽減するために任意形状粒子(要素)を配置した。配置した粒子総数は約 42,000 個である。ケーソン外壁から 1(m)離れた位置に縁切鋼矢板を設置した。矢板は外周地盤と同様に、任意形状粒子(要素)でモデル化し、該当する要素(幅 1m×深さ 20m)に、矢板断面性能の内、曲げ剛性が等価となるよう材料定数を付与した。矢板内の地盤は実状に合わせて 2(m)盤下げした。通常ニューマチックケーソンは地上で逐次構築され沈設するが、数値計算上は予めすべての構造物をモデル化した。沈設解析の各構築段階で、有効重量が実状と等しくなるようケーソンの単位体積重量を更新することで、モデル化による差異を調整した。掘削は、ケーソン直下を 1(m)毎に G.L.-60(m)まで掘削した。ケーソンおよび周辺地盤の境界にはフリクションカットが作用する。その効果を考慮するために、ケーソンと隣接する地盤の強度定数を物性変更条件を付与することで低下させた。

(2) 解析結果 図-2(a), (b)に矢板無し, (c), (d)に矢板有りの沈設解析結果を示す。図-2(a), (c)に示す最大せん断ひずみ分布から、沈設初期段階において、矢板無しモデル(図-2(a))では、ケーソン近傍地盤および地層境界においてせん断変形を生じるが、矢板有りモデル(図-2(c))では、矢板により外周地盤へのせん断変形が抑制されている。矢板有りモデルでは、沈設を進めると、矢板がケーソン側へ倒れ込む。これは矢板内側の地盤が引きずり込まれ、矢板の背面土圧が矢板を押しこみたわみを生じさせていることによる。

図-2(b), (d)の鉛直変位分布から、沈設初期段階において、矢板無しモデル(図-2(b))では、地表面の隆起が確認できるが、矢板有りモデル(図-2(d))では、地表面の隆起は抑制され、側方への鉛直変

表-1 解析条件

項目	値
計算領域[m]	幅 150×高さ 190
躯体寸法[m]	幅 50×奥行 30×高さ 60
最小格子[m]	0.5×0.5
最小粒子径[m]	0.25
粒子総数[個]	約 42,000

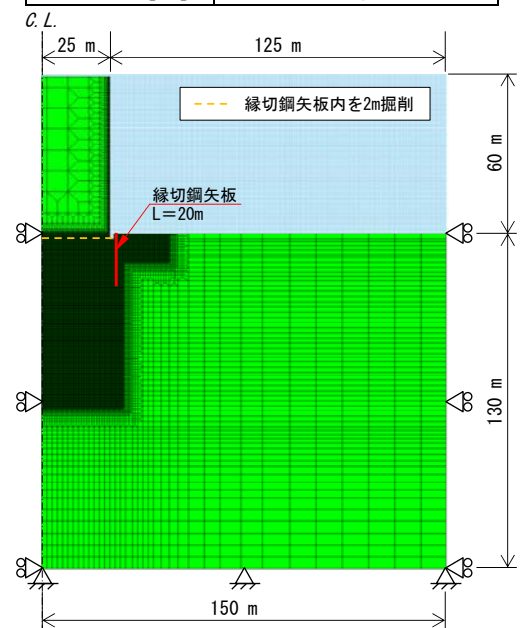


図-1 解析モデル

キーワード ニューマチックケーソン, 沈設解析, 粒子法, MPM

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 清水建設株式会社 TEL: 03-3561-3898

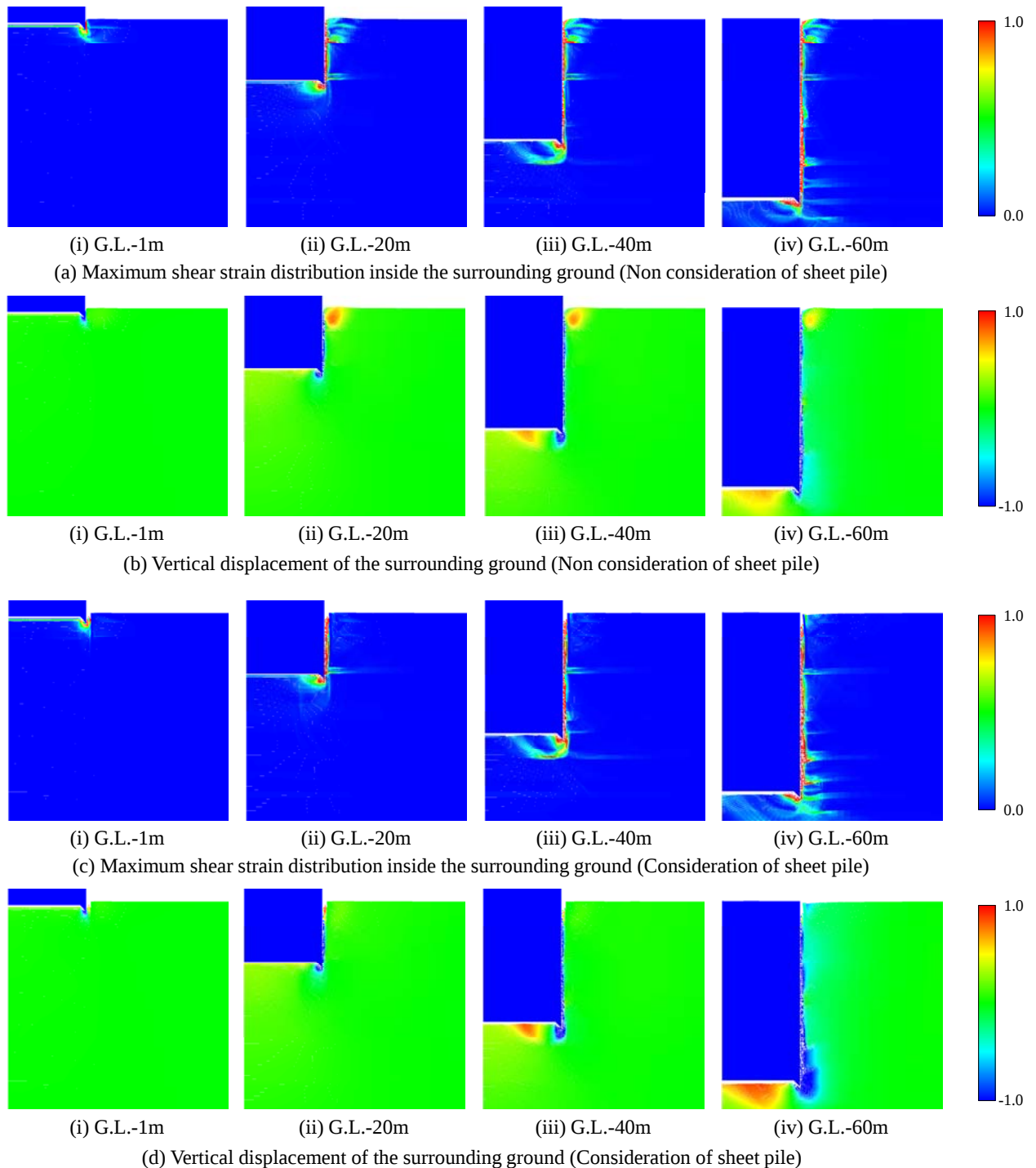


図-2 ニューマチックケーソン沈設過程における周辺地盤内の最大せん断ひずみおよび鉛直変位

位の影響範囲は小さくなっている。沈設完了直前において矢板有りモデル（図-2(d)-(iv)）では、矢板無しモデル（図-2(b)-(iv)）より刃先外側から側方への鉛直変位やケーソン直下地盤のリバウンドが大きく確認される。両モデルにおいて、矢板以深の地盤物性は同一である。この差異の原因は究明中である。

3. まとめ 本稿では、縁切鋼矢板設置によるケーソン周辺地盤変位の予測結果を報告した。矢板のモデル化を示すと共に、矢板を考慮したことによる沈設初期段階における変形の抑制効果が解析的に確認された。今後は、初期沈設時における地盤挙動に着目し、詳細な施工過程を考慮した検討を実施する予定である。

参考文献 1) ニューマチックケーソン施工時の影響解析に対する粒子法の適用性, 小林聖二ら, 土木学会 第72回土木学会年次学術講演会, VI-250, 2017 2) 粒子・要素混合法を用いたニューマチックケーソンの沈設解析, 桐山貴俊ら, 第14回地盤工学会関東支部発表会, 2017 3) 粒子配置の粗密を考慮したMPMのニューマチックケーソンの沈設解析, 小林聖二ら, 土木学会 第45回関東支部技術研究発表会, VI-8, 2018