

プレキャストセグメント構造沈埋トンネルの沈下応答解析

鹿島 土木設計本部 正会員 ○金坂 果林 正会員 太鼓地 敏夫
早稲田大学理工学部 フェロー会員 清宮 理
運輸省港湾技術研究所 正会員 横田 弘

1. はじめに

プレキャストセグメント構造沈埋函は、矩形セグメントを長手方向に連結してPC鋼材で一体化した構造の沈埋函である。工費低減・工期短縮が期待できる構造形式として海外において施工実績が増えているが、国内の実績はほとんどない。今回、軟弱な未圧密の沖積粘土層と洪積粘土層を想定した不等沈下の大きい地点での当方式の沈埋トンネルの適用性を検討する目的で、縦断方向の沈下応答解析を行ったので報告する。

2. 沈下応答解析

(1) 不等沈下量

対象とする沈埋トンネルは圧密沈下が進行中の埋立地間に設置されるため、陸上トンネルとの接続部には大きな不等沈下が生じる。トンネル縦断方向の不等沈下量を図-1に示す。不等沈下量は最大で 0.8m である。この沈下量は、トンネル軸方向の各地点で一次元の圧密解析で行い、50年後を想定したものである。

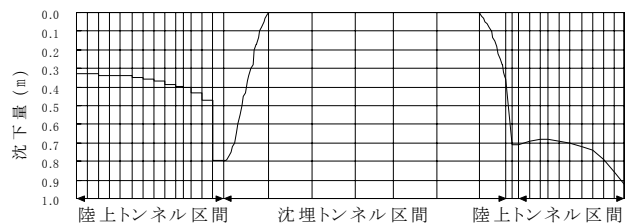


図-1 不等沈下量分布

(2) 解析モデル

函体を梁要素としたフレームモデル(図-2)で、トンネル全体系の非線形沈下応答解析を行う。函体コンクリートはファイバー要素を用いた梁部材、PC鋼材は軸力のみを受け持つ線形の弦部材とする。土被り圧及びトンネル自重は梁要素に分布荷重として载荷し、不等沈下量は地盤バネを介して強制変位として与える(図-3)。地盤バネは鉛直方向についてのみ考慮し、トンネルと地盤との相対変位(引張り)が生じた場合には、バネ反力が生じないようにモデル化する(図-4)。

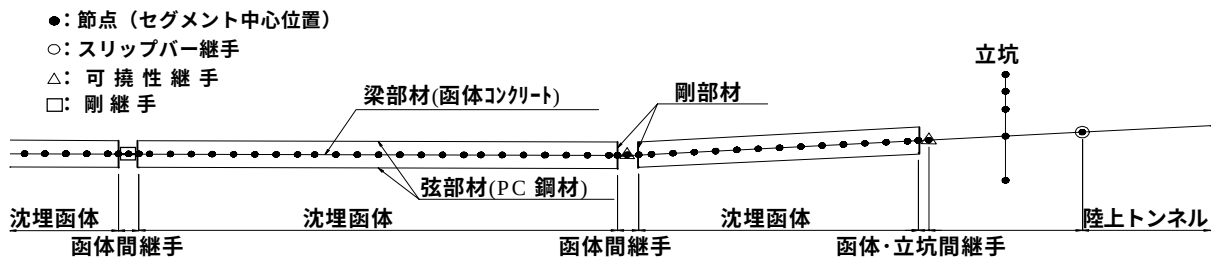


図-2 フレーム解析モデル

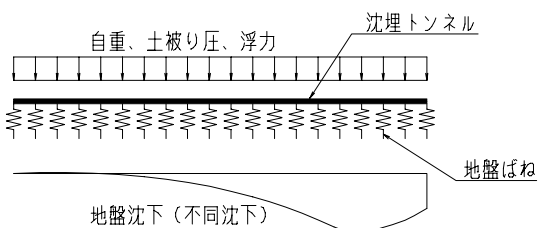


図-3 不同沈下による変形概念図

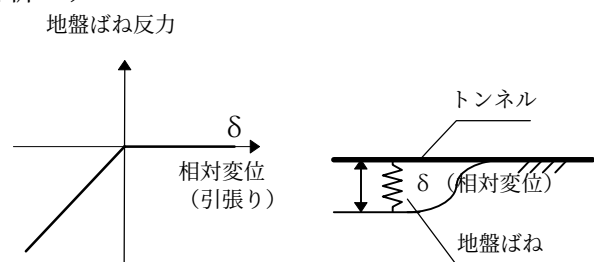


図-4 地盤ばねの荷重-変位モデル

セグメント間の目開きは、函体コンクリートに発生する引張ひずみに相当する変形が、セグメント間継手に集中して生じると考えて下式により評価する。

$$\delta = \varepsilon \times l \quad (\delta: \text{目開き量}, \varepsilon: \text{セグメント間に生じる引張ひずみ}, l: \text{セグメント長})$$

(3) 解析結果

解析はP C鋼材とコンクリートの付着の有無の影響を見るため、アンボンドタイプとボンドタイプについて行った。図-5に沈下終了時の変形図を示す。

安全性の照査は、別途行った地震応答解析結果に今回の沈下応答解析結果を重ね合せて行う。P C鋼材引張力及び目開き量を図-7に示す。陸上トンネルとの接続部においては目開き量が大きくなるものの止水ゴム性能の許容できる範囲である。また、アンボンドタイプに比べてボンドタイプでは目開きを低減できることが示された。

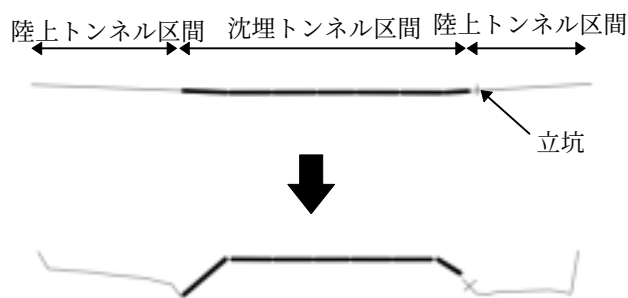


図-5 沈下終了時の変形図 (ボンドタイプ)

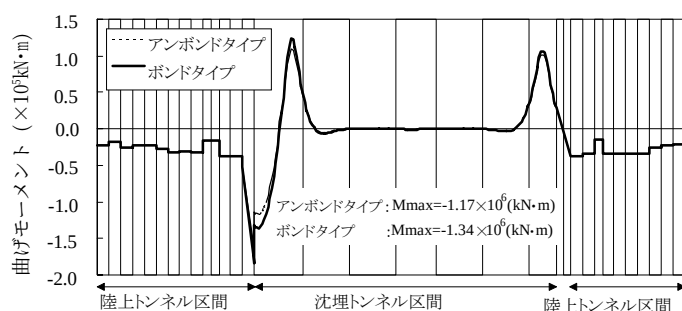
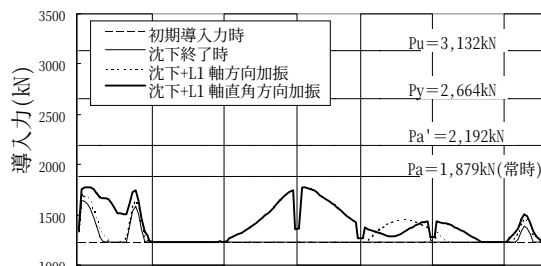


図-6 最大曲げモーメント分布

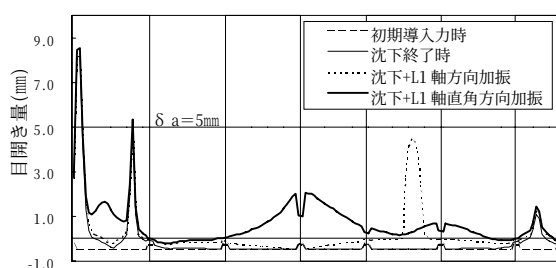


(アンボンドタイプ)

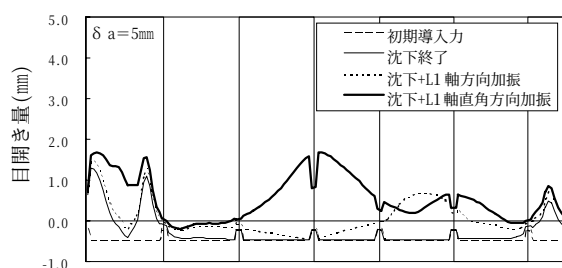


(ボンドタイプ)

(a) P C鋼材引張力分布



(アンボンドタイプ)



(ボンドタイプ)

(b)目開き量分布

図-7 照査結果

3. まとめ

非常に大きい圧密沈下が予想される地点を対象に、プレキャストセグメント構造沈埋トンネルの沈下応答解析を実施し、耐力及び止水性ともに安全性を確保できることを確認した。現在、継手構造の耐力及び止水性について実証実験を行っており、順次報告したい。なお、本研究は鹿島建設、早稲田大学及び運輸省港湾技術研究所の共同研究として実施したものである。