

断面形状を変化させたトンネル掘削モデル試験

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○ 山崎 久義
 名古屋工業大学 正会員 中井 照夫
 名古屋工業大学学部生 松原 央

地盤内に局所的な沈下が生じた時、その影響は地盤内に広がり土被り厚さや、地盤の材料特性などが大きく関わってくる。本研究では、地盤内の局所的な変位が生じた場合をトンネル掘削問題を例にして、モデル試験と解析を行った。

1).モデル試験の概要 モデル試験機の概略をFig.1に示す。試験機底面中央に降下床ブロックがあり、これを降下させることにより地盤材料に変位を与え、トンネル掘削による地盤の緩みを表現する。地表面に現れた沈下の様子は、超音波式変位計とスライドシャフトの上を移動するレーザー式変位計を用いて計測する。地盤材料は $\phi=3.0\text{mm}$ と 1.6mm のアルミ棒積層体を用いた。トンネル断面の形状の違いによる影響を知るため、降下床に直径8cmの円筒を半分にした形のブロックを取り付けて試験を行った。

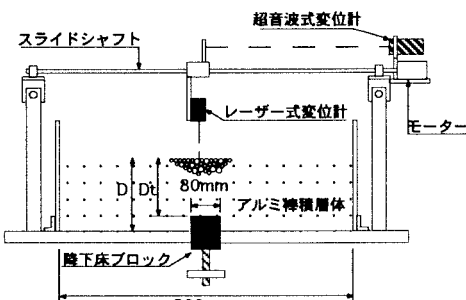


Fig.1 Sketch of the model test

Fig.2に示す3通りの条件で試験を実施した。いずれの試験でも降下床を基盤面から4cm上げた状態から試験を行っている。CASE 2とCASE 3では降下床の上に半円形のブロックを取り付けて試験を行った。アルミ棒積層体の深さはCASE 1では20cm(D)とし、この場合降下床天端からの深さは16cm(D_t)となる。CASE 2ではD=20cm、D_t=12cmとし、CASE3では深さを大きくしてD=24cm、D_t=16cmとした。

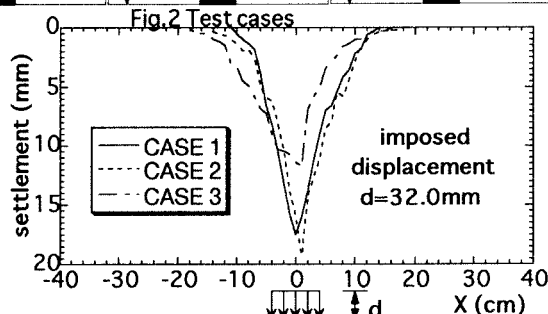
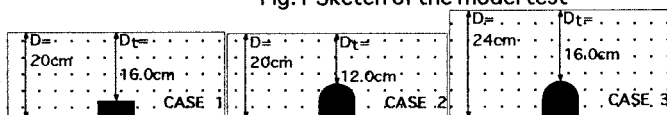


Fig.3 Observed surface settlement profiles

2).モデル試験結果と考察 降下床を32.0mm降下させたときの地表面沈下の形状をFig.3に示す。降下量に比べ地表面の沈下量は小さく、土層の最も厚いCASE 3の場合では地表面の沈下量は、降下床の降下量の半以下となっている。局所的な沈下の影響が地盤内で吸収されていることがわかる。CASE 1とCASE 2で沈下の形状はよく似ているが、影響の及ぶ範囲はCASE 2の方が若干広いようである。

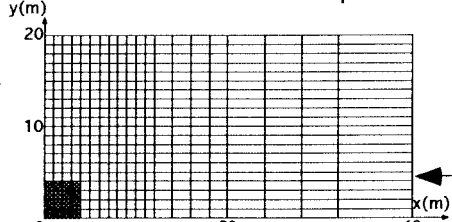


Fig.4 FEM mesh

3).解析 モデル試験の100倍のスケールで砂地盤、粘土地盤について2次元弾塑性有限要素解析を行った。地盤材料の構成モデルには、等方硬化型の t_{ij} -sand modelと t_{ij} -clay modelを用いている。Fig.4は解析で用いたメッシュで、y軸を対称面と考え地盤の右半面を対象として解析した。左下の黒く塗られた要素が降下床ブロックで、これを下げる事により降下床ブロックの降下を表現する。解析では、降下床面を基盤面と同じ高さから降下させた場合と、今回行ったモデル試験のように降下床面を上げた状態から降下させた

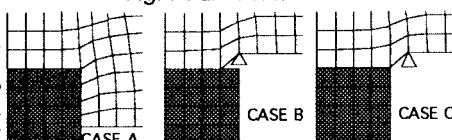


Fig.5 Analysis cases

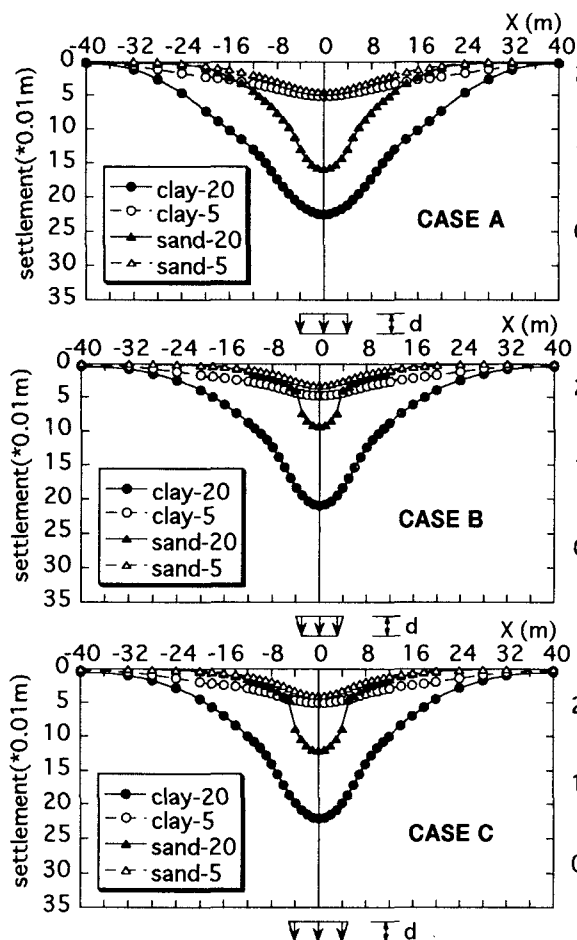


Fig.6 Surface settlement profiles

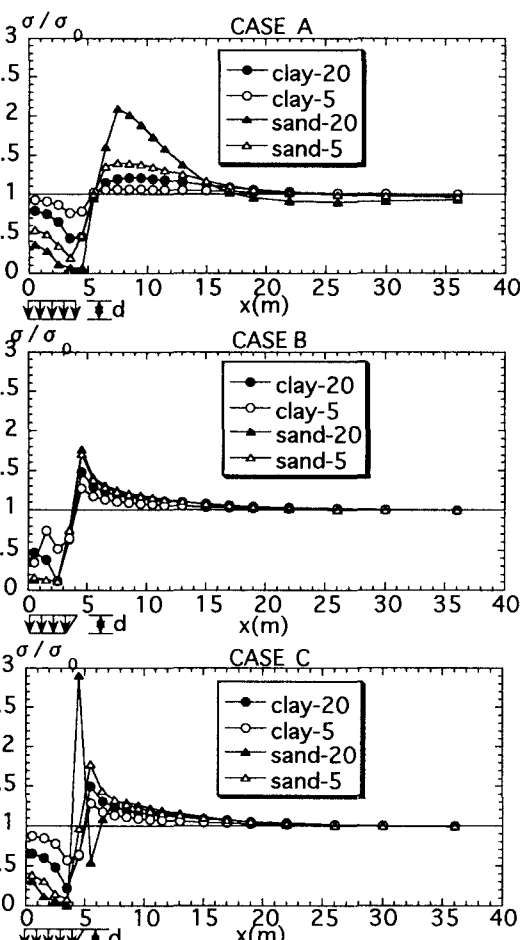


Fig.7 Pressure distributions

場合との違いを見ることに着目した。Fig.5は解析で与える降下床部の変位条件を模式的に表したものである。CASE Aが今回行ったモデル試験に対応しており、CASE B、CASE Cが降下床側面の土層の影響を考慮しない、つまり降下床を基盤面と同じ高さから降下させたケースを表している。

4) 解析結果と考察 降下床を0.05m、0.20m降下させたときの地表面の様子をFig.6にそれぞれのケースごとに整理した。CASE Aにおいて沈下の大きさ、範囲の広さともに最も大きくなっていて、その差は特に砂地盤において顕著に現れている。Fig.7はFig.4の矢印で示した列の要素に働く鉛直荷重について整理したもので、初期の鉛直荷重で除する事により無次元化している。CASE B、CASE Cはどちらもグラフが切り立っているのに対し、CASE Aではそれがなめらかになっている。降下床ブロック側方部の地盤の有限な剛性により、応力が降下床の周辺部に集中することが緩和されていることが分かる。

参考文献

- 1) Nakai, T. (1989): An isotropic hardening elastoplastic model for sand considering the stress path dependency in three-dimensional stresses, *Soils and Foundations*, 29(1), 119-137
- 2) Nakai, T. and Matsuoka, H. (1986): A generalised elastoplastic constitutive model for clay in three-dimensional stresses, *Soil and Foundations*, 26(3), 81-98
- 3) 徐連民・中井照夫・山崎久義 (1995): 3次元降下床問題のモデル試験と解析, 第30回土質工学研究発表会論文集, 1323-1326