

4. 理論解の問題把握

4.1 検証ケース

表.1 に示す3 ケースで仮定条件の有無が地盤変位に与える影響を調べると共に Limanov の解を再現するモデル化を検討する。

4.2 モデル化手法

<解析ケース I>

解析ケース I では非重力場で図.3 より掘削壁面に一様に掘削を模擬する引張内圧 $P = \gamma h_0$ を与える。

<解析ケース II と III>

解析ケース II と III では自重から地盤内に初期応力場を形成し、掘削で生じる変位量から初期変位を引き、掘削解析を行う。このとき解析ケース II は条件 b) のみで、解析ケース III は上載荷重を与えてトンネル壁面での応力を条件 c) の γh_0 にする (図.4, 図.5)。

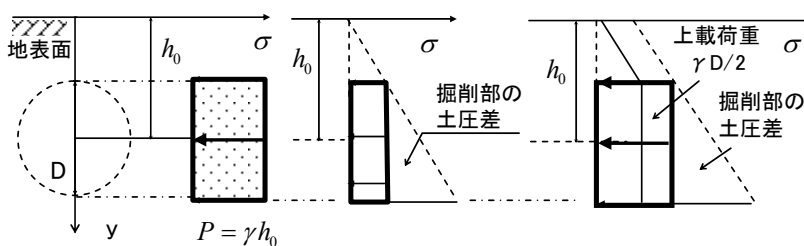


図3 解析ケース I

図4 解析ケース II

図5 解析ケース III

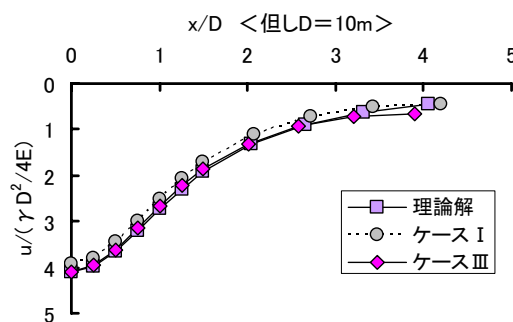


図6 地表面沈下の分布曲線

4.3 検証結果

条件 b), c) を含むケース I, III で地表面沈下量の変位分布を比較する (図.6)。横軸はトンネル中心軸からの距離をトンネル直径で除し、縦軸は変位量 u を単位体積重量 γ 、トンネル径 D 、弾性係数 E を用いて無次元化した値を用いている。

この結果、トンネル中心軸から $x/D=3$ 以内では、解析ケース III は完全に Limanov の解に一致することが判明し、一方ケース I は $x/D=2$ まで理論解と 5% の誤差を有し、端部で誤差が理論解に近づく傾向を見せた。

この結果ケース III より、Limanov の近似解は自重による地盤内の初期応力場から掘削土塊重量を無視し、上載荷重をトンネル半径分の土圧だけ加えることで再現できるとことが判った。

次にケース II, III の差から上載荷重の有無による $x/D=0$ の地表面沈下量の差は -1.5 になり、理論式の誘導中に用いられる地盤の鉛直剛体変位 (隆起) にほぼ一致する。よって上載荷重が剛体変位抑制の役目になり、仮定条件 a) を包含する可能性が推測できる。

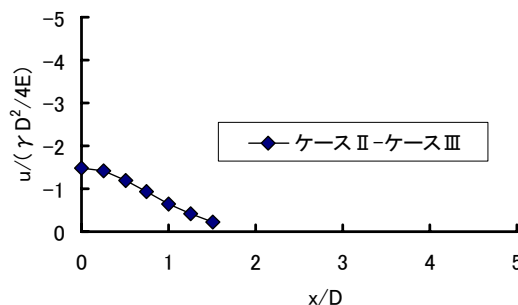


図7 地表面沈下量の差 ($x/D=1.5$ までの値)

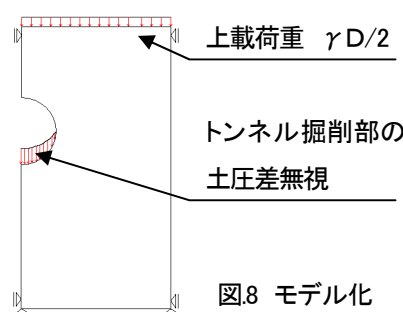


図8 モデル化

5. まとめ

Limanov の理論解の仮定条件を含む解析解は図.8 により再現できることが判った。今後、以上の結果と照らし合わせることで、Limanov の解の改良が行えるものと考え。

- 1) 田村, 足立: トンネル掘削解析における領域設定について, 土木学会論文集, No. 701/III-58, pp. 231-242, 2002
- 2) 久武, 山崎: トンネル沈下の FEM 結果に及ぼす解析領域の影響, トンネルと地下, 第 32 巻 11 号, pp. 45-50, 2001
- 3) 木山, 藤森: 地下浅所のトンネル掘削に伴う地表面沈下の弾性解, 土質工学会論文報告集, Vol. 22, No. 3, pp. 161-169, 1982