

III-B 159

施工過程を考慮したシールド遠心模型実験（その2）

ーテールボイド比の違いによる覆工土圧ー

西松建設技術研究所 正会員 今村眞一郎
西松建設土木設計部 正会員 三戸憲二

西松建設技術研究所 正会員 野本 寿
宇都宮大学工学部 正会員 上野勝利
広島大学工学部 正会員 日下部 治

1. はじめに

本報では、その1に引き続き、テールボイド比の違いが覆工土圧に与える影響について、シールド実験結果をもとに考察したので報告する。

2. 結果および考察

(1) 鉛直土圧

土被り比とトンネル頂部（0°）に作用する土圧との関係を図-1 (a), (b) に示す。この覆工土圧の整理に当たっては、回転半径の影響についての補正を行っている。 $v=1\text{mm}$ および 2mm 実験（記号については、その1参照）の傾向はほぼ同様であり、テールボイドおよびシールド実験では土被り2D以上で緩み土圧となっていることが判る。なお、この図には Terzaghi の緩み土圧計算式を用い覆工設計で用いられる係数（ $K=1.00$ ）とシールド実験で得られた掘進前の地盤内における地中土圧計測¹⁾ から求めた K 値（図-2参照）を用い内部摩擦角 $\phi=42^\circ$ を共通にして緩み土圧を比較しているが、実測値に基づく緩み土圧の方が実験結果との対応が良いことが判る。また、シールド実験ではバラツキはあるものの、土被り1Dにおいては埋設管と同程度の土圧が作用することになる。このように、高い土圧となった理由は、覆工管の剛性が高いこと、滑管であることが原因と考えられる²⁾。

次に、土被り1～4D、 $v=1\text{mm}$ (1) 実験2回目の覆工管上部半断面に設置した土圧計に作用する鉛直土圧成分を算出したものを図-3に示す。鉛直土圧は土被りに関わらず管頂で最大値を示し、その分布形状はほぼ同一形状を示す。これを等分布荷重として平均したものを図-4に示す。また、この図には標準セグメント（土木学会・下水道協会）の設計で緩み土圧が期待される地盤条件での鉛直土圧の設計最低値を示している。すなわち、緩み土圧が少なく算出されてもこの図に示す点線の値を最小限鉛直土圧として作用させることにしている。したがって、標準セグメントの設計法は、水平土圧の考え方にもよるが、安全側となるよう大きな鉛直土圧を採用していると考えられる。

(2) 水平土圧

$v=1\text{mm}$ 、 2mm 実験でのシールドの側方から作用する土圧について考察する。この場合、管下部半断面の覆工土圧計には覆工管の自重が作用しているため、自重補正された計測値の水平成分を水平土圧とし、各土圧計設置位置の鉛直方向土圧（管頂に作用する覆工土圧+管頂から

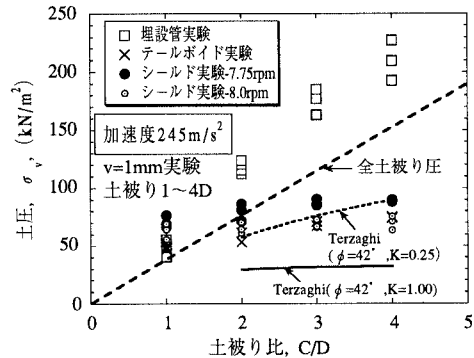


図-1 (a) 土被り比とトンネル頂部覆工土圧の関係

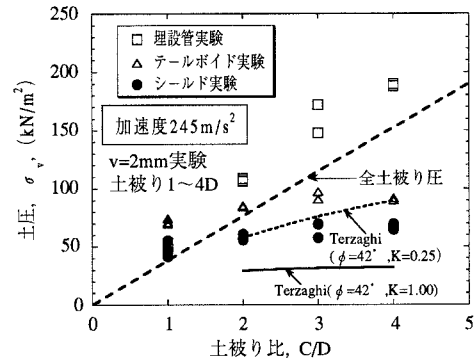
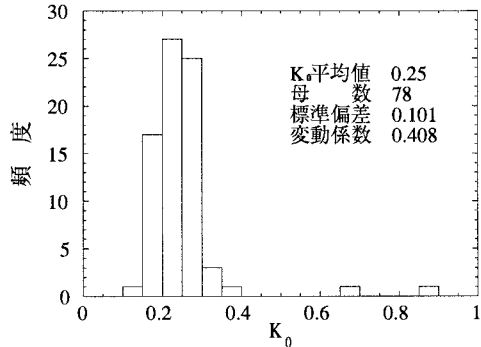


図-1 (b) 土被り比とトンネル頂部覆工土圧の関係

図-2 シールド実験 K 値の分布

土圧計までの理論土圧）で除して側圧係数（ λ ）を求めたものを土被り2Dで代表して図-5（a），（b）に示す。計測位置および実験条件によって λ に多少のバラツキがあるため、90°、270°の位置に作用する水平土圧に着目する。各土被りにおける水平土圧から平均側圧係数 λ を求めると $v=1\text{mm}$ （2）実験では、土被り1Dで $\lambda=0.676$ 、2Dで $\lambda=0.635$ 、3Dで $\lambda=0.646$ 、4Dで $\lambda=0.625$ とほぼ同じ値となる。 $v=2\text{mm}$ 実験では、土被り1Dで $\lambda=0.198$ 、2Dで $\lambda=0.120$ 、3Dで $\lambda=0.129$ 、4Dで $\lambda=0.146$ と値を示し $v=1\text{mm}$ 実験に比べ1/4～1/3程度の低い値となる。このことから、裏込め注入未施工に相当する $v=2\text{mm}$ 実験では低い側圧係数となり、覆工構造上危険側になっていることが判る。また、今回の実験結果は裏込め注入の充填率を向上させることにより側圧係数を高くすることが可能なことを示唆している。但し、今回の実験における $v=1\text{mm}$ 実験では側方押し抜け圧の影響もあり高めの側圧係数になっている可能性もあるため、この結果を覆工土圧設計に直接流用することはできない。

今後掘削条件、テールボイド量等についてパラメトリックな実験を積み重ねることにより設計定数を求めることが可能と考えられる。

3. まとめ

- (1) シールド実験では、 $v=1\text{mm}$ および 2mm 実験ともテールボイド実験同様、土被り2D以上では緩み土圧の発生が認められた。
- (2) シールド実験・管頂部に作用する緩み土圧は、模型地盤内の初期状態のK値を用いてTerzaghiの式に代入して算定した土圧と実験実測値がほぼ一致する。
- (3) シールド実験・管上半部に作用する鉛直方向土圧を平均すると土被り厚さに関わらず約1.0D相当の土圧となる。標準セグメントでは、土被り2D以上で緩み土圧を考慮する場合管上部に作用させる最低鉛直土圧を2D相当とすることから、安全側の設計をしているものと考えられる。
- (4) シールド実験・ $v=1\text{mm}$ 実験の水平土圧は鉛直土圧で規準化するとほぼ一定の側圧係数となっており、今後の実験で設計定数を求めることが可能なことを示唆している。

今後は掘削機構を改良し、掘削条件、テールボイド量、表面粗さ等についてパラメトリックな実験を行い、実設計への適用を検討していく予定である。

【参考文献】

- 1) 野本ら：施工過程を考慮したシールド遠心模型実験（その4）—地中土圧計測—，土木学会第51回年次学術講演会，1996（投稿中）。
- 2) 東田ら：遠心模型実験による剛性埋設管の土圧の検討，土木学会論文集，第376号/Ⅲ-6，pp.171～180，1986。

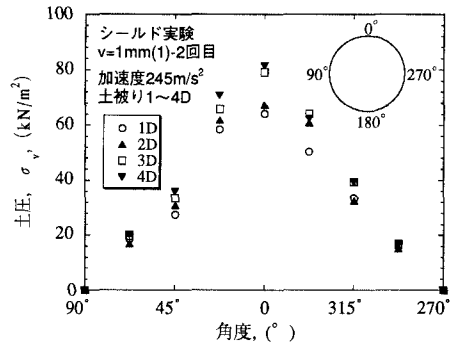


図-3 覆工上半断面における鉛直土圧成分

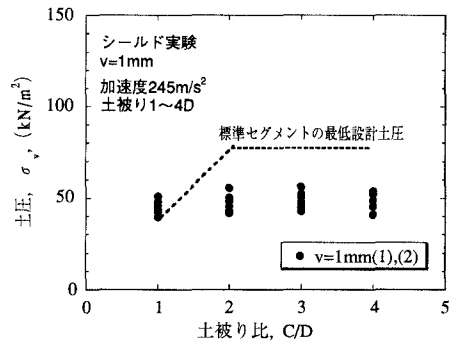
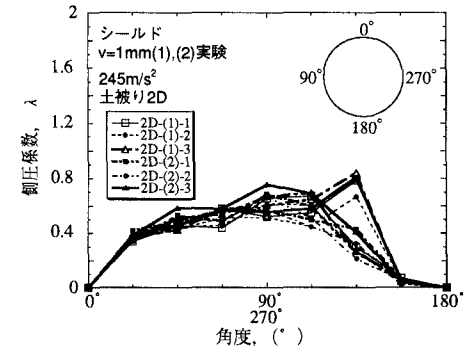
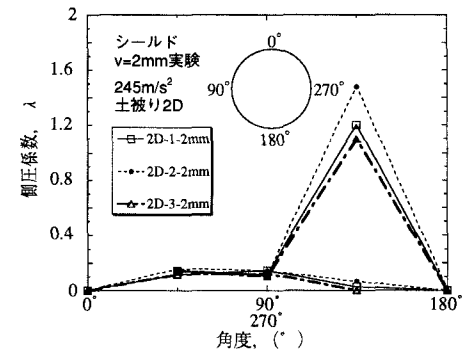


図-4 最低設計土圧と上半部平均土圧の比較



(a) $v=1\text{mm}(1), (2)$, 土被り2D



(b) $v=2\text{mm}$, 土被り2D

図-5 側圧係数