

Ⅲ - B101 縦2連シールドトンネルの作用土圧評価に関する遠心模型実験

鹿島技術研究所 正会員 杉原 靖彦
 同 上 正会員 五十嵐寛昌
 同 上 正会員 笹倉 剛

1. はじめに

近年、都市地下空間を有効活用する目的で、複合円シールドトンネル(横3連、縦2連など、以下複合円トンネル)が採用されている。しかしながら、複合円トンネルは従来の単円シールドトンネルに比較して横あるいは縦方向に扁平な断面形状をしていることから、覆工作用土圧の評価方法について検討する必要がある。筆者らは、すでに横3連シールドを対象にした遠心模型実験結果に対して Terzaghi の式による作用土圧評価法の適用性を評価し、横3連シールドの作用土圧は Terzaghi のゆるみ土圧と全土被り圧の間にあることを報告した。¹⁾

今回、縦2連シールドを対象にシールド掘進を模擬した遠心模型実験を行い、土圧評価についての検討を実施したので報告する。

表-1 実験条件

項 目	CASE1	CASE2	CASE3
トンネル幅 D_w (mm)	48		
トンネル高さ D_h (mm)	81		
テールボイド厚さ t (mm)	3		
引き抜き速度 v (mm/min)	30.0		
遠心加速度 n (G)	140		
土被り H (mm)	13	144	240
土被り比 H / D_w	0.3	3.0	5.0

2. 実験概要

実験装置を図-1に示す。図に示すように、シールドトンネルをマシン部(外筒、肉厚:3mm)とセグメント部(内筒)でモデル化し、所定の遠心力場で外筒を土槽奥行き方向に引き抜くことによりシールド掘進時のテールボイド発生をシミュレートした。また、模擬地盤には豊浦標準砂を用い、乾燥砂を空中落下法により所定の密度(相対密度 $Dr=90 \sim 95\%$)になるように堆積させ、その後脱気水を通水し飽和地盤とした。

実験条件は表-1に示すとおりであり、主として土被り比をパラメータとして実験を行い、セグメント部の奥行き方向中央に設置したひずみゲージ式土圧計による覆工面への作用土圧、地表に設置したレーザ式変位計による地表面沈下、および地中鉛直変位を測定した。ここで、地中鉛直変位はあらかじめ地盤中に1~3cm間隔で設置した色砂層を切り出し、土圧計設置断面において撮影した写真を読み取り測定した。(測定精度:0.5mm)

3. 実験結果および考察

(1) 地盤変形

CASE2,3のテールボイド発生により生じた鉛直変位分布を図-2、図-3にそれぞれ示す。これらの図から、いずれのケースにおいても、トンネル天端から地表方向に2~3cmの領域ではトンネル直上よりもトンネル端部の変位が大きく、地表付近の領域ではトンネル直上の変位が最も大きいことがわかる。また、変位量がゼロとなる高さをゆるみ高さ H_i とすると、CASE2の場合は $H_i=144\text{mm}$

Key Words : シールドトンネル, 遠心模型実験, 作用土圧

連絡先: 東京都調布市飛田給2-19-1, tel 0424-85-1111, fax 0424-89-7034

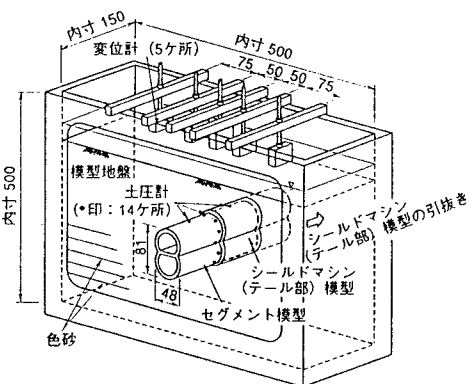


図-1 実験装置

($H_1/H=1$)となり土被りと等しくなり、CASE3 の場合は $H_1=152.5\text{mm}$ ($H_1/H=0.64$)となった。

(2) 作用土圧

テールボイド発生直後の有効応力表示のトンネルクラウン部作用土圧 σ'_r を、 H/Dw と $\sigma'_r/n\rho'Dw$ (n : 遠心加速度(G), ρ' : 水中密度(g/cm^3))の関係に直したものを図-4に示す。この図から、CASE1では土被り圧が、CASE2では土被り圧の約87%が、CASE3では土被り圧の約49%が、それぞれトンネルに作用していることがわかる。これらの結果は、先程求めたゆるみ高さと同様な傾向を示しており、 $H/Dw < 2.5 \sim 3$ まではトンネルに土被り圧が作用するが、さらに深くなるとゆるみ領域が上部に閉じた形状となり、アーチングが生じ、ゆるみ土圧が作用すると考えられる。

また、トンネル標準示方書²⁾の B_1 を参考に図-5に示すように B_1' を定義し、Terzaghi の式によるゆるみ土圧を求め図-4に併記した。この図によると、実験値は Terzaghi の式によるゆるみ土圧に比べ大きく、全土被り圧より小さいことがわかる。この結果は、横3連シールドトンネルの作用土圧²⁾と同様の傾向である。

4. おわりに

縦2連シールドの土圧を評価した結果、 $H/Dw < 2.5 \sim 3$ までは土被り圧が、さらに深くなるとゆるみ土圧がトンネルクラウン部に作用することがわかった。また、この結果と従来の土圧評価法と比較すると、作用土圧は Terzaghi の式によるゆるみ土圧に比べ大きく、全土被り圧より小さくなることがわかった。

参考文献

- 1) 杉原靖彦, 五十嵐寛昌, 藤崎勝利: 3連シールドトンネルの土圧評価に関する遠心模型実験, 土木学会第50回年次学術講演会, 1995, pp.1254 ~ 1255.
- 2) 土木学会, トンネル標準示方書(シールド工法編)・同解説, 1996, pp.42 ~ 44.

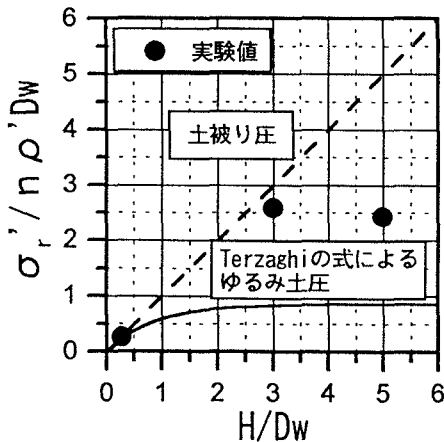


図-4 $\sigma'_r / n \rho' Dw \sim H/Dw$ 関係

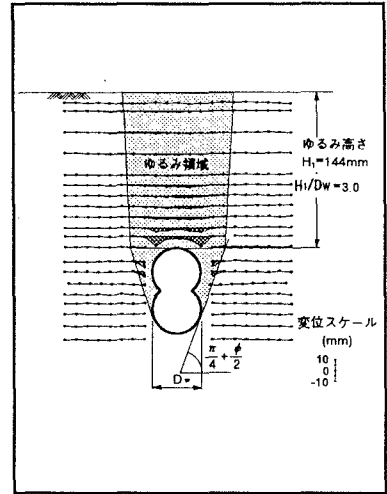


図-2 CASE2 の鉛直変位分布

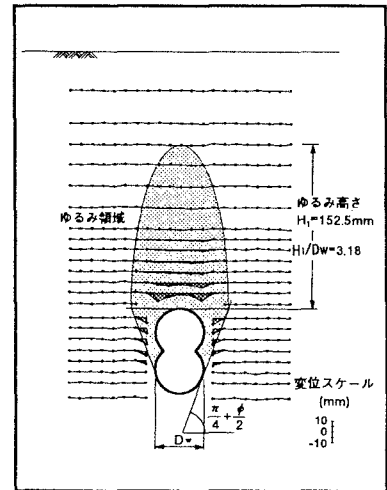


図-3 CASE3 の鉛直変位分布

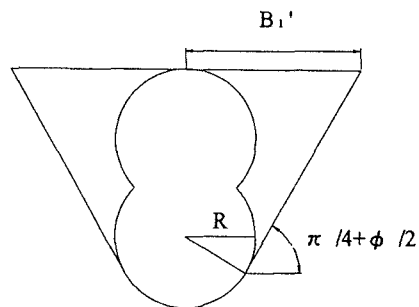


図-5 B_1' の定義