

III-26 二次覆工されたシールドトンネルの不等沈下時の挙動に関する模型実験

東急建設（株） 高松伸行
村上博智
早稲田大学 小泉 淳

1. はじめに

二次覆工が直打ちされたシールドトンネル模型の地上における曲げ実験と土中に埋設して上載荷重を作用させた実験の挙動は、両覆工間の相互作用をばねで評価し二次覆工継目を回転ばねで評価した解析モデルにより説明することができた^{1), 2)}。本報告は、上載荷重を作用させた実験に引続いて行った土槽下面の一部を沈下させた実験におけるトンネル模型の挙動を調べこれに考察を加えたものである。

2. 実験概要

図-1は実験概要図である。文献2)に示す実験の最終荷重状態において計測項目のすべての値を零として、実験土槽下面の一部を落し戸を用いて沈下させる実験を行った。落し戸の形状は一辺が67cmの正方形で、沈下量は0.5mmずつ5mmまでである。模型の種類は、文献1)および文献2)で用いたものと同じで、表-1に示すとおりである。計測項目は二次覆工内面上部のたわみ、両覆工のひずみ分布および土槽底面に作用する土圧である。土圧は、図-2に示すように土槽底面にロードセルを設置し測定した。

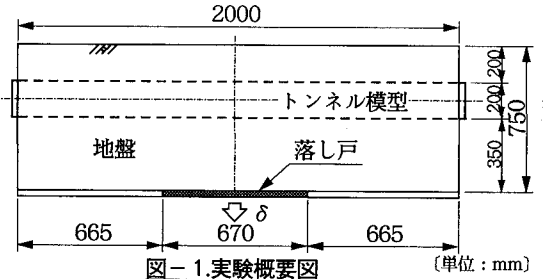


図-1. 実験概要図

〔単位：mm〕

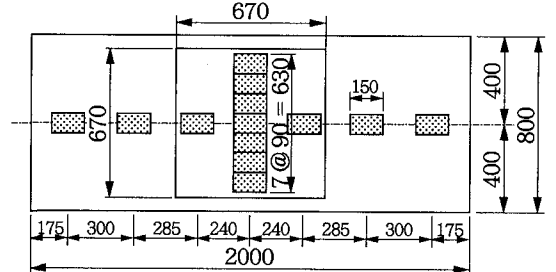


図-2. ロードセル配置図

〔単位：mm〕

表-1. トンネル模型の種類

二次覆工の継目間隔 (cm)	継目なし		
	25	45	
実験名	OD00	OD25	OD45

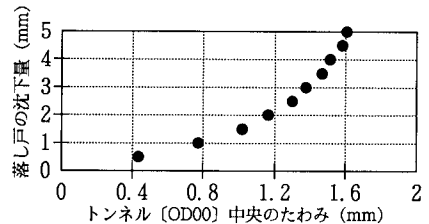
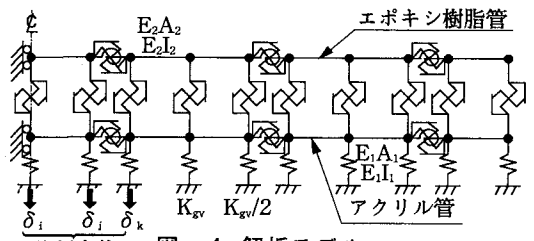


図-3. 落し戸の沈下量とトンネルのたわみとの関係

図-3は、落し戸の沈下量と二次覆工に継目がない場合（OD00）のトンネル中央のたわみとの関係を示したものである。図から明らかなように、落し戸の沈下量とトンネルのたわみとは線形関係にない。また、トンネルの軸ひずみの測定結果も同様であった。実験は、各トンネル模型に対して3回ずつ行ったがいずれも同様な結果となった。このことは、図-4に示す地盤-トンネル系の解析モデルにおいて地盤を表すばねのばね定数 K_{gv} が、落し戸の沈下量の増加とともに変化したためと考えられる。図-5は、落し戸の沈下量が3mmのときの土槽底面の土圧の測定結果の一例である（OD00）。図中、正の土圧はトンネル底部地盤に圧縮応力が作用したことを示している。この図とトンネルを埋設せずに行った実験の土圧測定結果から地盤の滑り面における摩擦力の影響を取り除き、トンネル底部地盤に発生する内部応力を求めた。これと各土圧測定点で落し戸を1mmずつ沈下させたときの地盤の相対変形量（落し戸の変位量からトンネル変位を差し引いたもの）から地盤反力係数を求めた。表-2は落し戸の沈



強制変位

図-4. 解析モデル

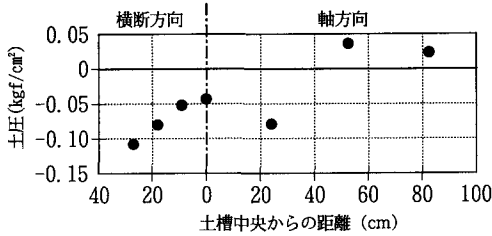


図-5. 土槽底面の土圧分布 (OD00)

表-2. 地盤反力係数 (OD00) [単位: kgf/cm³]

土槽中心からの距離 (cm)	落し戸の沈下量 (mm)				
	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5
0.0	1.40	0.47	0.27	0.19	0.14
24.0	1.58	0.51	0.28	0.19	0.14
52.5	0.53	0.36	0.28	0.24	0.21
82.5	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94

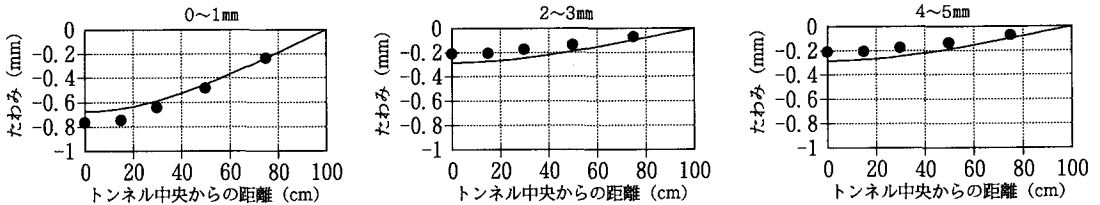


図-6. たわみ曲線 (OD00)

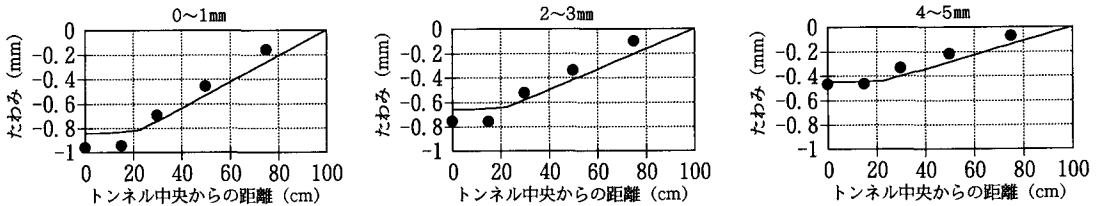


図-7. たわみ曲線 (OD45)

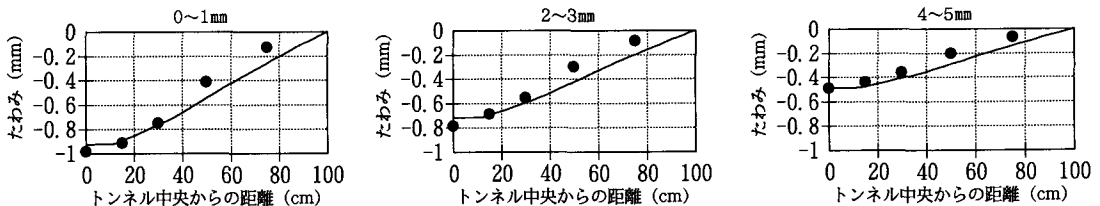


図-8. たわみ曲線 (OD25)

下量と地盤反力係数の計算結果の一例である (OD00)。これらの地盤反力係数を図-4に示す解析モデルの地盤ばねに用い、1mmずつ地盤ばねに強制変位を与えた場合の解析値を求めた。なお、強制変位は、落し戸の沈下量に地盤ばね定数をかけた値を外力として、地盤ばねがある節点にその外力を作用させることで評価した。

4. 実験結果と考察

図-6~8は、各実験において、落し戸を0~1mm、2~3mm、4~5mm沈下させた場合のその区間でのトンネルのたわみの実験値（丸印）と解析値（実線）を示したものである。実験値と解析値とは良く符合している。

5. おわりに

以上に述べたように、二次覆工されたシールドトンネル模型の土中における挙動は、図-4に示す解析モデルを用いて説明することができた。

参考文献

- 1) 栗山・村上・小泉ら：二次覆工されたシールドトンネル模型の曲げ実験について、土木学会第46回年次学術講演会講演概要集、pp. 52~53、1991年9月。
- 2) 高松・村上・小泉ら：二次覆工されたシールドトンネル模型の土中実験について、土木学会第46回年次学術講演会講演概要集、pp. 54~55、1991年9月。