シールドトンネル掘進時の施工時荷重を模擬した覆工模型載荷実験

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員

村井 稔生* 焼田 真司* 津野 究* 新井 泰* (株) フジタ 正会員 吉川 和行**

1. はじめに

シールドトンネルの覆工に発生しているひび割れの発生 要因を把握することは、維持管理する上で重要である、ま た、ひび割れの中には施工に起因したものも含まれている ことが想定される。今回、シールド掘進時の施工時荷重の うち、ジャッキ推力やマシンテール部のせりによるひび割 れの発生を実験により再現することを試みたので、実験の 概要及び実験結果の一例について報告する.

実験概要

シールドトンネルの覆工模型に、シールドジャッキ推力 を模擬した鉛直荷重を作用させ、その後水平荷重を作用さ せて曲線区間掘進時におけるシールドマシンテール部とセ グメントリングのせりが発生している状況を再現させた. 図 1 に本実験で想定した、曲線区間でテール部においてせ りが発生する状態の概念図を示す.

覆工模型の材料として、単線鉄道シールドトンネルの外 径のおよそ 1/20 である下水道用鉄筋コンクリート管(外径 330mm, 肉厚 30mm)を使用した. 覆工は, 管を高さ 10cm 程度の輪切り状に切断し、採取したリングを 6 段積み重ね ることにより形成した. 各リングの切断面は, 無収縮モル タルにて成形し、積み重ねた際の不陸の影響を低減した. なお, セグメント継手やリング継手はモデル化せず, リン グ間は摩擦のみ作用する構造とした.



図1 曲線区間でのせり発生概念図



実験装置の概要図を図2に示す、実験装置は、鉛直方向の載荷ジャッキ4本及び水平方向の載荷ジャッキ 1 本を装備した. 鉛直方向ジャッキはジャッキ推力を模擬し,覆工模型上面に設置した鋼板を介して鉛直荷 重を均等に載荷できる構造とした、水平方向ジャッキは、曲線区間掘進時における曲線内方側のテール部と セグメントリングとのせり力を模擬しており、下から5段目のリングに対して90°の範囲に水平荷重を円周 状に載荷できる構造とした.また,曲線外方側のテール部がセグメントリングに接触している状況を模擬し, 6 段目リングに水平ジャッキと反対側に反力体を円周状(90°範囲)に設置した.なお、実験装置に覆工模 型を設置した後,覆工模型の1段目リング下端部を無収縮モルタルにて拘束することにより,ずれが生じな い構造とした.

実験の手順としては,まず鉛直荷重をジャッキ1本当たり 20kN 載荷し,載荷状態を維持したまま,水平 方向の載荷を押込み量 0.1mm/step の変位制御で段階的に載荷した. 各ステップでは 2 分間程度荷重を保持 し、ひび割れの発生等の変状観察・計測を実施した.なお、計測は、ロードセル(鉛直・水平方向載荷ジャ ッキ),変位計(載荷点変位,リング変位,内空変位),目違い計,目開き計,ひずみ計(リング内外面での 水平方向及び鉛直方向のひずみ)を設置し実施した.

1.00

ē

龟

miA

包

内空変

-444

3. 実験結果

(1) 内空変位

4・5・6 段目リングの内空変位の推移を図3 に示す. 水 平方向ジャッキの押し込み量の増加に伴い、内空変位量は 載荷方向は内空が縮小しており、載荷直角方向は内空が拡 大していることが分かる. また, 水平方向ジャッキにて載 荷した5段目と反力体を設置した6段目の変位量はほぼ同 様の変化傾向が見られるが、4段目は5、6段目よりも緩や かであった.

(2) ひび割れ発生状況

図4に発生したひび割れの状況,図5に水平方向ジャッ キと展開図との位置関係を示す.発生したひび割れは,覆 工模型のトンネル軸方向に発生している傾向が見られる. また、鉛直方向ジャッキの載荷側から発生し進展している ものと上から下まで貫通して発生する傾向が確認できた.

各リングに発生したひび割れは、水平方向ジャッキにて 載荷した5段目が14箇所と最も多く、次いで4段目及び 反力体を設置した6段目が10箇所であった.また,2段目 及び3段目は共に5箇所と4段目より上部と比べて減少し ており、無収縮モルタルで下端部を拘束した1段目はひび 割れは発生しなかった.

ひび割れは,覆工内面では,5段目の水平方向ジャッキ



載荷位置である 0°を中心に ±45°の範囲及び6段目の反 力体設置位置である 180°を 中心に±45°の範囲で発生し た、また、覆工外面では、水 平載荷の直角方向となる 90°を中心に±45°の範囲及 び 270°を中心に±45°の範 囲の位置に8割以上のひび割 れが集中した.

4 おわりに

本稿では、曲線区間におけるシールド掘進時のジャッキ推力やマシンテー 水平方向ジャッキ ル部とのせりを模擬した荷重を載荷する模型実験について、実験の概要及び 結果について述べた.本実験により得られた知見を以下に示す.

内空変位量について、各リングの変位量増加の傾向を把握することができた。



今回、基本となるケースを実施し報告したが、今後地盤ばねを想定した模擬地盤を設置した場合やシール ドジャッキ推力が偏圧となる場合等を想定したケースについて実施すると共に、各ケースで計測した応力や ひずみについても分析を行う予定である.





(b) 水平方向ジャッキ載荷直角方向 図 3 内空変位量推移

(5段目)

_覆工模型

270

展開図との位置関係

180

0 °