## 既設シールドトンネル覆工のひび割れと地上の荷重変動に関する基礎的研究

芝浦工業	大学	学生会員	〇竹内	将紘
前田建設工業	(株)	正会員	白根	勇二
<b>岑浦丁娄十</b> 学	フィ	ローへ目	<b>鱼</b> 木	健人

#### 1.背景·目的

近年、シールドトンネル覆工の点検においてひび割れデータの採取が基本となっている。しかし、ひび割れ の原因(材料的、施工不良、外力)を判別することは難しく、曖昧に判別されているのが現状である。特に外 力による変状は大きな被害をもたらす可能性が高く、適切な対応を迅速に講じる必要があることから、外力に よって発生したひび割れを明確に判定することが重要であると考えられる。そこで本研究では、地上に上載荷 重が作用した時の既設シールドトンネル覆工に発生するひび割れ位置とその挙動を明らかにすることを目的 に、シールドトンネルを模擬した小型の室内模型実験と3次元有限要素法による解析を実施し、供用中に上載 荷重が作用した既設シールドトンネルの実地調査結果との比較を行った。

#### 2. 模型実験とその解析

実構造物の解析を行うにあたり、解析結果への 影響が大きい、地盤条件の設定が重要である。解 析ではヤング率とポアソン比が入力データとして 必要であるが、実地盤の情報はN値となっている。 N 値からヤング率を算定する推定式がいくつか提 案されているが、条件によってばらつきを有して いる。従って、解析に使用する推定式を選定する ために模型実験とその解析を実施した。なお、模



#### 2.1 小型模型実験

模型実験は地盤を標準砂、シールドトンネルを塩ビ管(VU-40)で模擬し、上載荷重を与えることで実施し た(図-1)。塩ビ管の外側円周方向(上・横・下の3ヶ所)にひずみゲージを貼り、上載荷重作用時の荷重直 下の断面のひずみを計測した。載荷点の地盤上面に 70mm×100mm の載荷板を置き、その上に質量 1.2kg の鉄 板を1枚ずつ載せていき、最大236.2Nまで載荷した。

## 2.2 模型実験による解析

模型地盤についてポータブルコーン貫入試験を実施したところ、上面から 12.5 cmの位置で N 値は平均値 14.69 であった。吉中ら<sup>1)</sup>は、N値とEの関係式として E=3.83+0.44N — (式-1)(ポアソン比 0.41 時成立) を提案している。本研究でも(式-1)を用いて N 値から E を推定し、E=10.3N/mm<sup>2</sup>、ポアソン比は 0.41 を解 析パラメータとし、模型実験のモデル化を行い、解析を実施した。



キーワード シールドトンネル 変状 洞道 ひび割れ

## 2.3 結果の比較

解析結果と実験結果を比較したところ図-2 に示すように良い相関を得られた。従って、実構造物の解析にお ける地盤パラメータの設定に(式-1)が信頼できるものとし、これを用いることとする。

## 3. 実構造物の解析と結果

供用中のシールドトンネ ル直上に堤防が建設された 場合を想定し、3次元有限要 素法による解析を行った。実 構造物では、シールドトンネ ル直上に堤防が建設され、こ の荷重が原因となりひび割 れが発生したことが報告さ れている。従って、堤防の荷

表-1 実構造物の解析 に使用したパラメータ				
	ヤング率	ポアソン比		
コンクリート	28000[N/mm <sup>2</sup> ]	0.2		
鋼製セグメント	205800[N/mm²]	0.3		
粘性土1	3.78[N/mm²]	0.47		
粘性土2	2.65[N/mm²]	0.47		
粘性土3	9.43[N/mm²]	0.47		
粘性土4	11.69[N/mm²]	0.47		
砂質土1	4.71[N/mm <sup>2</sup> ]	0.41		
砂質土2	17.03[N/mm²]	0.41		

重が原因となり、発生が予想されるひび割れの特徴について 解析結果を基にまとめた。

堤防直下にあたる区間 A ではトンネル内側の覆エコンクリ ートに天端水平方向の引張主応力が卓越する傾向にある(図-4下-中)。これは、 トンネル天端軸方向にひび割れが入る可能性が高いことを示唆している(図-5-右)。またこの時、トンネル真下から真横にかけてトンネル軸方向の引張主応 力も卓越する傾向にある(図-4下-右)。これは、真下から真横まで 伸びる円周方向のひび割れが入る可能性が高いことを示唆してい る(図-5右)。堤防直下ではないが影響を受けると考えられる区間 B では天端軸方向の引張主応力が卓越する傾向にある(図-4 下-左)。これは、トンネル天端から側壁まで伸びる円周方向のひび 割れが入る可能性が高いことを示唆している(図-5 左)。堤 防の直下ではトンネルの沈下量が実測と解析でほ ぼ一致したことから沈下の原因として堤防の荷重 が大きな割合を占めていると考えられる(図-6)。

#### 4. まとめ

3次元有限要素法による解析から既設シールド トンネルの直上に新たな荷重が作用した時、その 上載荷重が原因で発生すると考えられるひび割れ の特徴についてまとめることができた。トンネル の沈下量については実測値に近く、良い傾向の解析結果となっ

たことから、解析による実構造 物の再現性についても良好な 結果が得られた。本研究では上 載荷重載荷直後の弾性挙動に 着目したが、中・長期的な挙動 に影響を与える場合が考えら れるため今後の課題としたい。



# [参考文献]



図-4 上"構造物緒元 下"主応カベクトル図

載荷距離