

III-54 楕円形断面シールドトンネルの 横断面内の挙動に関する研究

清水建設（株） 村上和也
早稲田大学 小泉 淳
村上博智

1 はじめに

従来のシールドトンネルは、その安全性と施工性の有利さから円形断面が主流であった。近年、トンネルの掘削断面の有効性を高める見地から異形断面シールドトンネルが注目され、鉄道用トンネルとしては複円形断面シールドトンネル（MF、DOT）が施工された例がある。

都市内のシールドトンネルは、一般に公道下に設けられるので、トンネルの要求する容積と公道幅を考慮すれば縦偏平楕円形シールドトンネルの必要性が注目されてくる。一般的に考えられているシールドトンネルに作用する外力に対しては円形断面シールドトンネルより、むしろ縦偏平楕円シールドトンネルの方が構造的には合理的であると考えられる。

本研究は、縦偏平楕円トンネルの横断面内の挙動を解析するとともにこれに検討を加えたものである。

2 解析方法

楕円形トンネルの解析には円形トンネルに対する村上・小泉法¹⁾を準用し、昨年の縦偏平楕円形トンネル²⁾と同様に楕円をそのままの形でモデル化した。

一次覆工では楕円形セグメントを楕円棒部材、セグメント継手を回転ばね、リング継手をせん断ばねで評価した（図-1）。

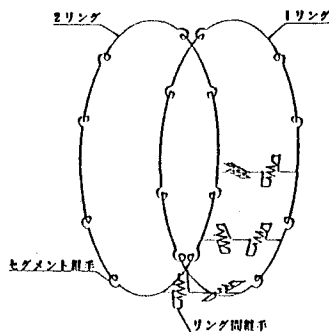


図-1 一次覆工解析モデル

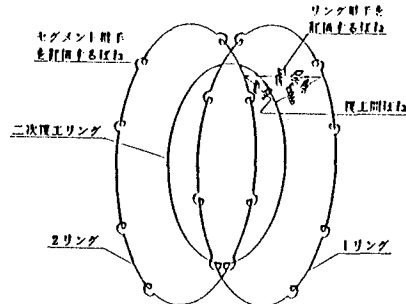


図-2 二次覆工解析モデル

また、二次覆工は剛性様なリングとし、両覆工間の相互作用は法線方向ばねおよび接線方向ばねで評価して両覆工は重ね構造的に挙動するものと考えた（図-2）。

3 解析条件

検討の対象とした楕円形トンネルは下水道用および道路用である。それぞれの諸条件は表-1および表-2に示す通りである。なお、二次覆工が強度をもつようになった後に 20 tf/m^2 の上載荷重が作用した場合を想定している。また、鉛直土圧の算定は土木学会・日本下水道協会共編の「シールド工用標準セグメント」を準用した。

表-1 土質条件

		CASE1	CASE2
地盤の種類		砂質土	粘性土
地盤ばね定数 k (tf/m^3)		5000	500
側方土圧係数 λ		0.4	0.7
トンネル の上被り (m)	下水	5	5
	浅部 道路	26	26
	深部 道路	50	50

〔ただし、浅部道路での鉛直荷重の換算高さは26m、
深部道路では偏平比0.3で43.7m、0.2で40.5m〕

表-2 解析条件

	下水	道路
一次覆工厚 (cm)	60	CASE1 60 CASE2 80
二次覆工厚 (cm)	20	40
幅 (cm)	150	150
回転ばね定数 α (tf-m/rad)	1.0×10^4	1.6680×10^5
せん断ばね定数	0.5×10^4	0.6992×10^5
	∞	∞

検討の結果を要約すれば、下水道用楕円形トンネルにおける最大曲げモーメントはトンネル内の水位が0になった場合、一次覆工（図-3）、二次覆工（図-4）ともにインバートに発生する。

道路用楕円形トンネルにおいては、一次覆工、二次覆工とも中央の床板に自動車荷重を作用させているので、図-5および図-6における床板と楕円セグメントの接合部に最大曲げモーメントが発生する。

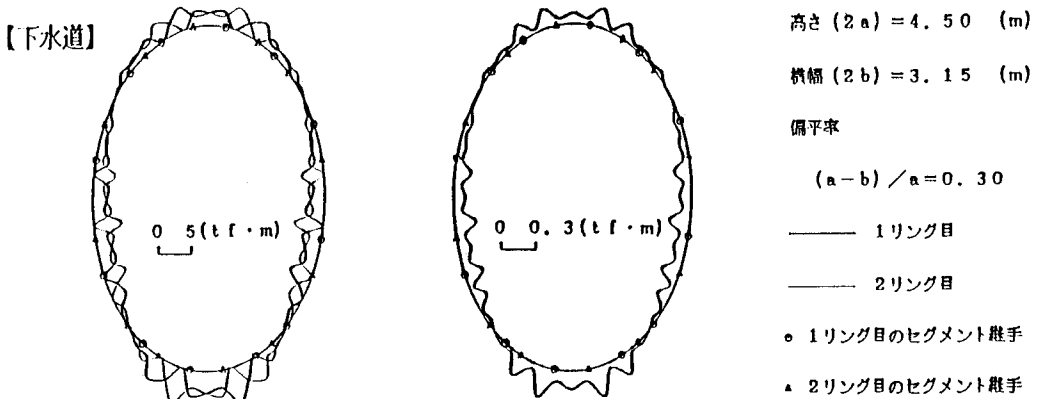


図-3 曲げモーメント図（一次覆工） 図-4 曲げモーメント図（二次覆工）

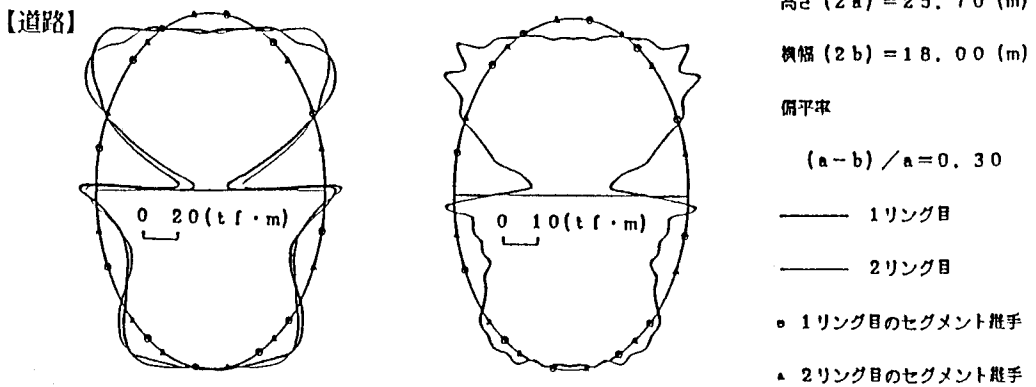


図-5 曲げモーメント図（一次覆工） 図-6 曲げモーメント図（二次覆工）

5 結論

縦楕円形トンネルと円形トンネルを比較すると、前者はその偏平率によっては一次覆工においてクラウン、インバートの部分に負の曲げモーメントが発生するのに対し、後者は正の曲げモーメントが発生する。また、スプリングングの部分においては逆に、前者は正の曲げモーメントが発生するのに対し、後者は負の曲げモーメントが発生する。

これらのことから、土質条件などに応じた適切な偏平率を採用すれば、曲げモーメントを最小とするトンネル形状が定め得ることがわかる。

《参考文献》

- 1) 村上博智・小泉 淳：『セグメントリングの耐荷機構について』土木学会論文報告集 第272号 1978
- 2) 小泉 淳・村上博智・東出成記：『楕円形断面シールドトンネルの解析法に関する研究』トンネルと地下 1991.8