

VI-88

異形断面シールド技術に関する研究(その1)

—— トンネル形状と断面力(1) ——

○ 竹中土木 正員 藤井 義文
 新日本製鐵 正員 中村 稔
 東急建設 正員 佐藤 康夫

1. はじめに

異形断面シールド技術に関する研究は、建設省が実施している総合技術開発プロジェクト「地下空間の利用技術の開発」の一環として実施している。本報告は、都市部の道路トンネルを対象として、円形以外の断面形状をもつシールドトンネルの可能性について覆工面から検討したものである。

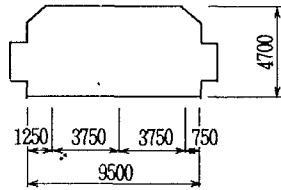


図-1 2車線トンネルの建築限界

表-1 土質条件

項目	洪積砂質土	沖積粘性土
地下水位	GL-5m	GL-1m
土の単体重量	1.8 tf/m ³	1.5 tf/m ³
土の水中重量	0.8 tf/m ³	—
側方土圧係数	0.4	0.7
地盤反力係数	4 kgf/cm ³	0

2. トンネル断面形状の検討

2車線道路を対象に、円形・楕円形・馬蹄形・矩形断面の覆工に発生する断面力について比較検討した。建築限界は道路区分を第2種第1級として図-1のように設定した。楕円形と馬蹄形の偏平率(短径/長径)は0.8程度とした。

(1) 土質条件

対象地盤を洪積砂質土および沖積粘性土とし、それぞれ地層構成を1層にモデル化した。各定数を表-1に示す。

(2) 荷重および計算条件

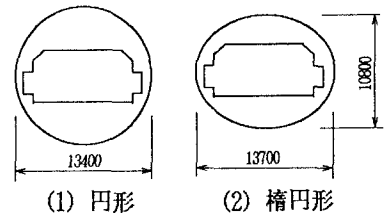
土被りを30mとし、覆工に作用する荷重は洪積砂質土においてはゆるみ土圧、沖積粘性土においては全土被り圧とした。また、計算方法は、砂質土で土水分離、粘性土で土水一体とした。ゆるみ土圧はトンネル形状に関係なく、ゆるみ高さをトンネル幅の1.5倍として求めた。

(3) 検討対象断面

検討対象断面を図-2に示す。楕円形は正規の楕円形に近い2種類の半径をもつ4つの円弧、馬蹄形は3種類の半径をもつ4つの円弧の組合せとした。また、矩形断面は本線の両側に構造壁を設置し、覆工と壁との取付部をピンとした。

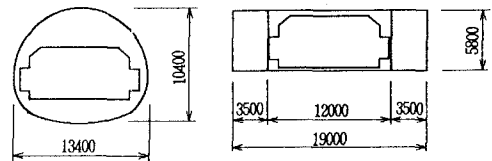
(4) 計算結果

各形状の断面力の計算結果を図-3に示す。図中の曲げモーメントの値は計算結果のうち正負絶対値の大きい方をプロットし割増率は考慮していない。また、軸力は最大曲げモーメント発生位置



(1) 円形

(2) 楕円形



(3) 馬蹄形

(4) 矩形

図-2 検討対象断面形状

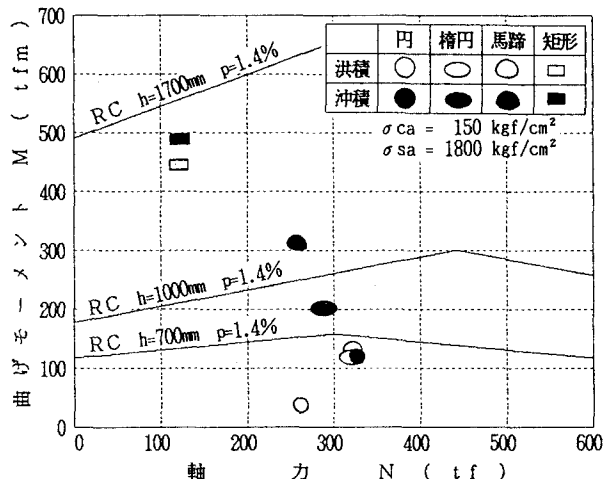


図-3 トンネル形状と断面力

での値である。図中には鉄筋量 1.4%、桁高 70, 100, 170cm の RC セグメントで覆工可能な限界線を示している。図より ①矩形断面は軸力が小さく曲げモーメントが卓越し、RCでの桁高が約 1.7 m にもなるため、2 車線道路を対象とした大断面の覆工には適さない

②今回の洪積砂質土を対象とした計算条件では、円形断面の桁高が 70cm 程度に対し、楕円形および馬蹄形断面は円形と同じ程度で覆工可能である

ことがわかった。以上の結果および実施におけるセグメントの種類、縦楕円への応用、シールド機械の対応などを勘案し、道路トンネルの異形断面形状の基本を楕円形とした。

3. 楕円形断面とその適用性

(1) 計算条件

楕円形断面の 3 車線、2 車線 + 2 車線（並列、上下）などへの適用性について検討した。土質定数、荷重条件および計算条件は前述と同じである。3 車線トンネルの建築限界を図-4、検討した断面形状を図-5 に示す。

(2) 計算結果

断面力の計算結果を図-6 に示す。図より以下のことがわかった。

① 2 車線 + 2 車線（上下）の断面は、曲げモーメントがあまり大きくならず、円形と同程度の桁高で覆工が可能である

② 3 車線や 2 車線 + 2 車線（並列）の断面は、今回の洪積砂質土を対象とした計算条件では桁高 70~100cm の RC セグメントで覆工が可能である

4. おわりに

道路用シールドトンネルの円形以外の断面形状として、楕円形は発生断面力が矩形、馬蹄形より小さいこと、2 車線、3 車線、2 車線 + 2 車線などの種々の建築限界への適応性があること、横楕円では同じ幅でも掘削断面を小さくできることなど種々の利点をもつことがわかった。また、楕円形は覆工に対する実現性が高いだけでなく、縦楕円では限られた用地幅でも換気断面を確保できること、開発された技術が馬蹄形などへも適用できることなどから、本研究の対象断面を楕円形とした。

なお、本研究は建設省土木研究所、先端建設技術センターおよび民間 7 社（大林組、鴻池組、新日本製鐵、大成建設、竹中土木、東急建設、三菱重工業）の共同研究で実施したものの 1 部である。

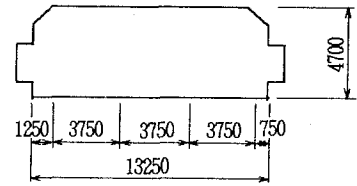
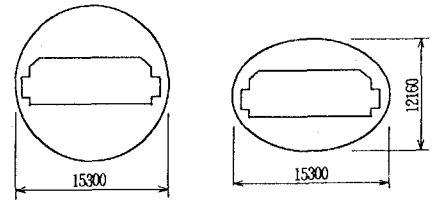
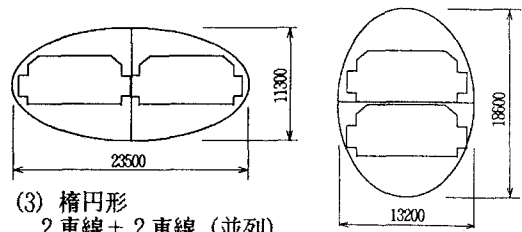


図-4 3車線トンネルの建築限界



(1) 円形 (3車線) (2) 縦楕円形 (3車線)



(3) 楕円形 2車線 + 2車線 (並列) (4) 縦楕円形 2車線 + 2車線 (上下)

図-5 検討対象断面形状

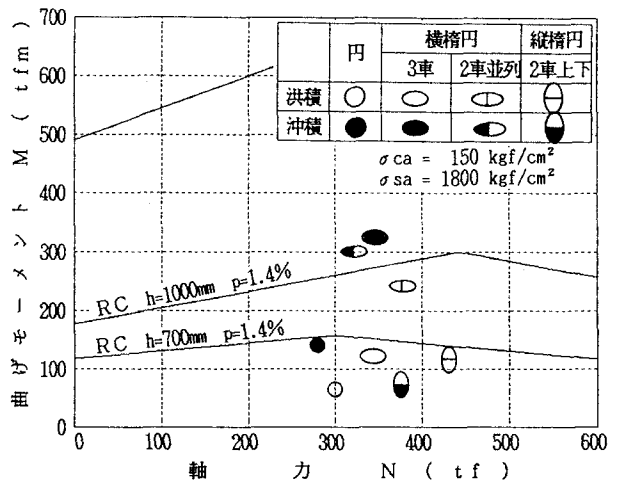


図-6 トンネル形状と断面力