

## Ⅲ-632

## リングシールド工法の開発（その10）

## —— トンネル軸方向の設計方法について ——

住友建設（株） 正員 金子 正士      東急建設（株） 正員 高松 伸行  
 東急建設（株） 正員 浅上 裕司      早稲田大学 正員 小泉 淳

## 1. はじめに

リングシールド工法で用いる鋼コンクリート合成セグメントのリング継手は、通常のシールド工法とは異なり、セグメント円周方向に順次セグメントを送り出して組み立てを行うことから、そのガイドとしての機能を持たせるためにC形鋼と溝形鋼とを組合わせた特殊な形状をしている<sup>1)</sup>。このため、トンネル軸方向の設計にあたっては、リング継手の合理的なモデル化が必要となる。これまでに行った一連の载荷実験<sup>2)~4)</sup>から、トンネル横断方向の基本的設計方法が明らかとなっており、その中でリング継手に充填したモルタルが圧壊しない範囲内であれば継手せん断ばね定数を推定するモデルが得られている。本報告はその知見を基として、トンネル軸方向の設計モデルを提案するものである。

## 2. セグメント本体の断面剛性

## 1) 軸剛性

セグメント本体の設計において、その軸剛性は図-1に示すようにトンネルに作用する軸力の方  
 向により以下の2つの考え方に基づいて定める。

①軸引張力が作用する場合には中詰めコンクリートの剛性を無視し、図-1a)の太線で表される鋼殻部のみを有効断面と考える。

②軸圧縮力が作用する場合には、図-1b)で表されるコンクリートおよび鋼殻を全断面有効と考える。

## 2) 曲げ剛性

セグメントリングの曲げ剛性は、曲げ圧縮が作用する部分は1)で定めた軸圧縮剛性を適用し、曲げ引張が作用する部分には軸引張剛性を適用して、力のつりあいと変形の適合条件から定める<sup>5)</sup>。

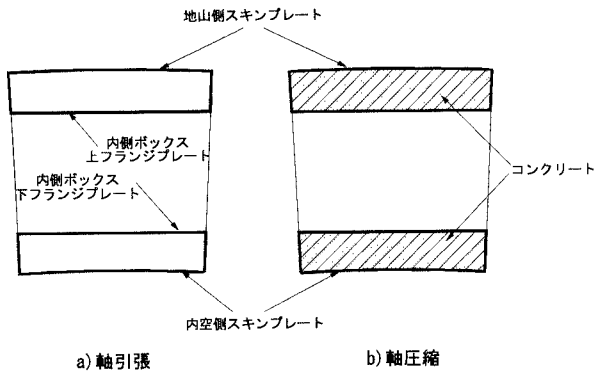


図-1 設計断面（軸方向）

## 3. リング継手のモデル化

## 1) 軸ばね定数

リング継手の軸ばね定数は、セグメント本体の軸剛性と同様に、継手部に軸引張力が作用する場合と軸圧縮力が作用する場合とで異なると考えられる。そこでこれらを分けて以下のようにモデル化した。

## ①軸圧縮ばね定数

軸圧縮力に対しては、リング継手部の構造からリング継手面での変位はないと推定されるため、リング継手の軸圧縮ばね定数は無限大とする。

## ②軸引張ばね定数

軸引張力が作用する場合、リング継手の軸引張ばね定数はC形鋼のウェブが溶接されている側板の挙動により2つの考え方に分けて定める。

まず、側板にジベルなどが溶接されており側板とセグメント内部のコンクリートとがはく離しない場合には図-2b)に示すように軸力NがC形鋼ウェブ先端に作用するものとして軸引張ばね定数 $k_u$ を定める。

また、側板とセグメント内部のコンクリートとがはく離する場合には、図-2c)に示すように側板の端部をローラーと考え、それぞれのローラー部に $N/2$ を作用させて軸引張ばね定数 $k_u$ を定める。

なお、図-2a)に示すように、注入モルタルの圧縮有効域はセグメント本体のガイド部とC T形鋼フランジ部とに挟まれる部分と仮定し、この有効域をばねに置換するものとする。

このように定めたセグメント1ピースあたりのリング継手部軸引張ばね定数 $k_u$ を用いて、リング継手断面の軸引張ばね定数 $K_u$ は次式により算定する<sup>6)</sup>。

$$K_u = n \cdot k_u + n' \cdot k_u'$$

ここに、 $n$ はセグメントリング1リングあたりのリング部セグメントの総数を、 $n'$ は作業坑部リング継手の総数を、また、 $k_u'$ は作業坑部リング継手の軸引張ばね定数を表し、小泉・村上・西野の方法<sup>6)</sup>による通常のセグメントリングのリング継手軸引張ばね定数の定め方にしたがう。

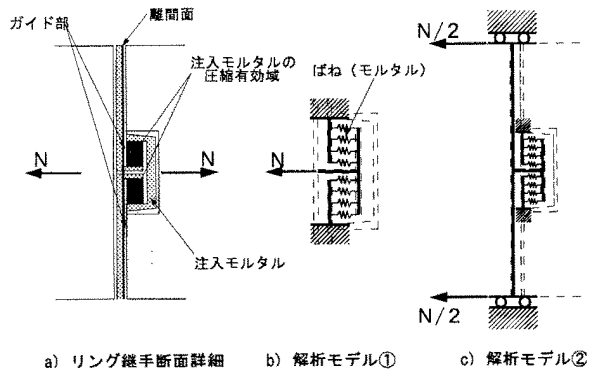


図-2 リング継手の軸引張変形に関する解析モデル

## 2) 回転ばね定数

リング継手断面に曲げモーメントが作用する場合には、曲げ圧縮力が作用する部分は、セグメント本体の軸圧縮剛性をもった断面と考え、曲げ引張力が作用する断面はリング継手の軸引張ばねを配置し、力のつりあいと変形の適合条件とからリング継手断面の回転ばね定数を定める。

## 3) せん断ばね定数

セグメントリング法線方向のせん断ばね定数は、文献4)に示される解析モデルによる。またセグメントリング接線方向のせん断ばね定数は、C T形鋼の周辺がすべて注入モルタルにより充填されることから、C T形鋼と周囲のモルタルとの摩擦抵抗はかなり大きいものとなることが推定されるため、無限大とする。

## 4. おわりに

リングシールド工法は、丘陵部だけでなく都市部の軟弱地盤に作られる大断面トンネルも対象としており、不等沈下や地震の影響に対してトンネル軸方向の設計も重要となる。今回提案した横断方向<sup>2)~4)</sup>および軸方向の構造解析モデルを用いて、今後はリ-ばねモデル解析を実施しトンネル全体としての挙動を検討してゆく予定である。なお、本研究はリングシールド工法研究会〔五洋建設(株)、住友建設(株)、(株)錢高組、東急建設(株)、日本国土開発(株)、不動建設(株)、三菱重工業(株)、住友金属工業(株)〕の共同研究として実施したものである。

## 《参考文献》

- 1) 毎田敏郎：リングシールド工法，建設機械，vol130 No. 8, pp. 67~73, 1994年8月。
- 2) 岩橋ほか：リングシールド工法の開発（その7），土木学会第50回年次学術講演会講演概要集，1995年9月（投稿中）。
- 3) 阿部ほか：リングシールド工法の開発（その8），土木学会第50回年次学術講演会講演概要集，1995年9月（投稿中）。
- 4) 高松ほか：リングシールド工法の開発（その9），土木学会第50回年次学術講演会講演概要集，1995年9月（投稿中）。
- 5) 小泉 淳・村上博智・石田智朗・高松伸行：急曲線施工用セグメントの設計法について，土木学会論文集，No. 448, III-19, pp. 111~120, 1992年6月。
- 6) 小泉 淳・村上博智・西野健三：シールドトンネルの軸方向特性のモデル化について，土木学会論文集，No. 394, III-9, pp. 79~88, 1988年6月。