

III-448 リング継手のばね定数がセグメントリングの断面力におよぼす影響

佐藤工業㈱○正会員 今野 裕喜

佐藤工業㈱ 正会員 矢田 敬

東洋大学 正会員 小泉 淳

1. はじめに

近年、都市部において過密化が進み、輸送力増強がより一層必要になってきており、地下深部で、大口径のシールドトンネルが計画されるようになってきている。これらのトンネルをより安全に、かつ経済的に構築するためには、セグメントに発生する応力を適確に評価することが重要な課題になってくる。現在までに数々のセグメントの設計法が提案され、比較検討もなされている¹⁾。その中の1つに村上と著者の1人が提案するセグメント継手を回転ばねとしてセグメントリングをモデル化し、数値解析的な手法を用いてセグメントに発生する断面力を算定する方法がある²⁾。この方法は、セグメント継手の回転ばね定数 k_{θ} を解析的に求め、セグメントリングを千鳥組みした場合について、セグメント本体、継手部各々の断面力を求めることができるという特徴がある。しかし、リング継手については剛体あるいはせん断ばねにモデル化しているが、リング継手のせん断ばね定数 k_{rs} の解析的な求め方が確立されていないのが現状である。本報告ではセグメントの組合せ角度を2種類設定し、地盤を沖積層、洪積層とした場合について、リング継手のせん断ばね定数が計算結果におよぼす影響について検討する。

2. 計算条件

計算に用いるセグメントリングの諸元を表1に、荷重条件を図1に示す。また、セグメントリングは2リング千鳥組みとする。計算ケースは、Kセグメントの振れ角 θ を 14.4° と 43.2° 、周辺地山を沖積層(地盤反力係数 $k=0.01 \text{ kgf/cm}^2$)と洪積層($k=5.0 \text{ kgf/cm}^2$)の合計4ケースとする。また、慣用計算法に用いる曲げ剛性の有効率 η と曲げモーメントの割増し率 ζ は、 $\eta=0.8$ 、 $\zeta=0.3$ から $\eta=0.6$ 、 $\zeta=0.5$ の範囲に設定する。

3. 計算結果(図2～図5参照)

(1) リング継手のせん断ばね定数による比較: ① 本体部のコンクリート圧縮応力、鉄筋の引張応力は、沖積層において $k_{rs}=10^3 \sim 10^5 \text{ kgf/cm}$ 付近で急激に変化しており、 $k_{rs}=10 \text{ kgf/cm}$ では $k_{rs}=\infty$ の29～43%の値に減少している。② 継手部のコンクリート圧縮応力、ボルトの引張応力は、本体部と逆の傾向を示しており、沖積層において $k_{rs}=10 \text{ kgf/cm}$ 付近で大きな応力値を示している。また、本体部、継手部ともに洪積層での変化は少ない。

(2) Kセグメントの振れ角の違いによる比較: ① 継手部のコンクリート圧縮応力は、振れ角の小さい方が大きな応力が発生する。沖積層においては k_{rs}

表1 計算モデルの諸元

セグメント継手の数	7
リング継手の数	25
リングの外径	365 cm
リングの図心半径	350 cm
セグメントの曲げ剛性	$7.08 \times 10^{10} \text{ kgf cm}$
セグメントの軸剛性	$9.45 \times 10^8 \text{ kgf}$
セグメント幅	90 cm
回転ばね定数 k_{θ} (正)	$2.51 \times 10^8 \text{ kgf cm/rad}$
回転ばね定数 k_{θ} (負)	$1.27 \times 10^8 \text{ kgf cm/rad}$

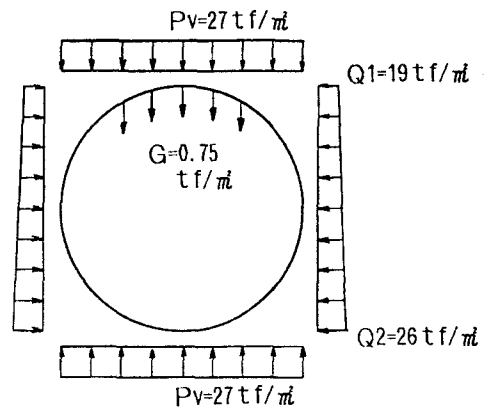


図1 荷重条件

が小さくなるにしたがって差が大きくなる傾向があるが、洪積層ではその傾向は認められない。②ボルト引張応力は、沖積層では約1000kgf/cm²の差となっており、振れ角の小さい方が応力が大きくなっている。

(3) 慣用計算法との比較：①krs=10~10² kgf/cmのボルトの引張応力は慣用計算法の値が約半分の値になっている。②沖積層においてkrs=∞では、本体部の応力は慣用計算法の方が小さく、継手部では慣用計算法の方が大きくなっている。また、krs が小さくなるにしたがって、その傾向は逆転する。③洪積層では、慣用計算法の方が全て大きな値になっている。

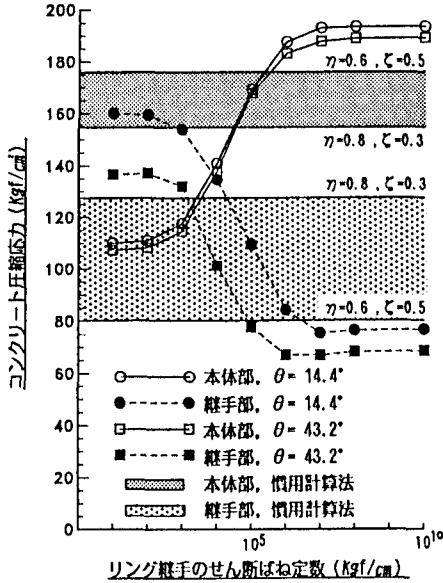


図2 沖積層におけるコンクリート圧縮応力

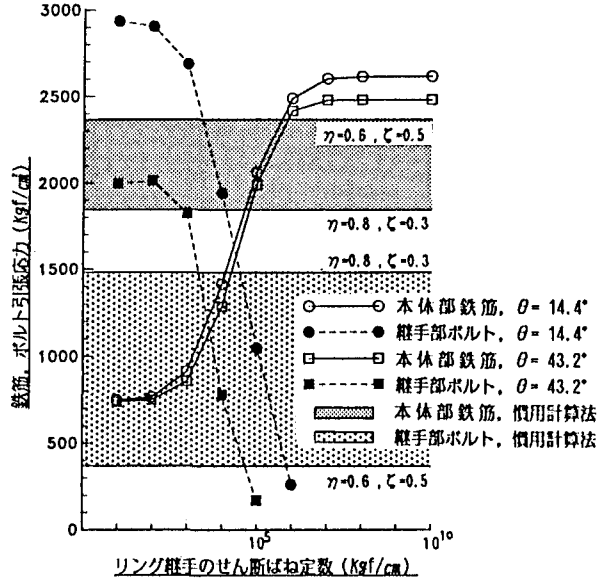


図3 沖積層における鉄筋、ボルト引張応力

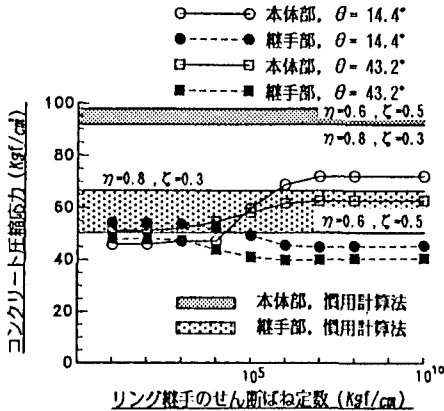


図4 洪積層におけるコンクリート圧縮応力

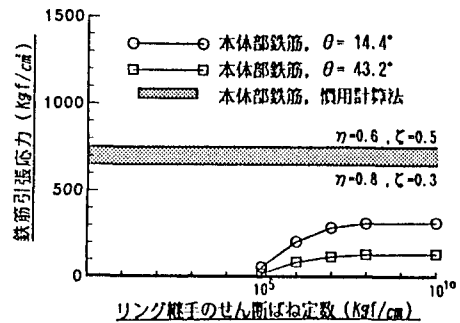


図5 洪積層における鉄筋引張応力

4. おわりに

地盤条件が悪いほどkrs の値によりセグメントに発生する応力が変化し、特にkrs<10⁴ kgf/cmでは、継手部のボルトに過大な応力が集中する等の結果が得られた。今後、krs の設定方法について検討していく所存である。

参考文献1)河田他、セグメントリング各種設計法の比較、土木学会第33回年次学術講演会概要集Ⅲ-220

2)村上他、シールド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、1978,4