

Ⅲ－B101

セグメントの継手を考慮した矩形シールドトンネルの
力学的挙動について

西松建設㈱ 正会員 小林 正典
早稲田大学 学生員 田中 学
早稲田大学 春名 晃宏
早稲田大学 正会員 小泉 淳

1. はじめに

現在，都市における地下構造物は開削工法やシールド工法などで構築されている．開削工法には現場打ちコンクリートが多く用いられていること，施工性がよいこと，断面が有効に使えることなどから矩形断面が採用されている．一方シールド工法ではプレキャスト部材であるセグメントを利用することや，未固結の滞水土砂地山がその対象であり，力学的に優位なこと，また機械掘削に適していることなどから，円形断面が用いられている．

トンネルの断面形状はその利用目的に適したものが望ましいことは言うまでもないが，過密化した大都市では既設の地下構造物により地下利用に制約を受けるケースも増加し，掘削によって発生する土の処理も大きな問題である．これらの事情からトンネルの用途に応じて不要な掘削断面を減少できる非円形断面のシールド工法の開発が進められている．

本研究は非円形断面を有するシールドトンネルの力学的挙動を明らかにしようとする一連の研究のうち，矩形断面を対象にはり一ばねモデル計算法によるパラメータスタディを行い，その結果に考察を加えたものである．本年度は昨年度の結果を基に，とくにトンネルの隅角部の半径に着目して解析を行った．

2. 解析条件および検討方法

解析の対象とした矩形断面トンネル用のセグメントは，厚さ 300mm、幅 1000mm のRC平板型セグメントである．トンネルの高さは 8.0m と一定にし，トンネルの横幅 a とトンネルの高さ b との比 a/b （トンネルの縦横比と呼ぶ）が 0.8 となるケースを解析対象とした．また，隅角部の半径 r は 0.5m から 2.0m まで 0.1m 刻みで 16 ケースを設定した．図 1 は，トンネル断面の概要を示したもので，黒丸はセグメント継手の位置を示している．

地盤条件は表

1 に示すとおり

で，地盤反力係

数 k および

PH/PV 比（水

平荷重と鉛直荷重との比）をパラメータとして解析を行った．土かぶりは $H=2b$ と一定にしている．

計算にははり一ばねモデル計算法を用いた．トンネルを曲がりばりおよび直線ばりに，またセグメント継手およびリング継手は各々回転ばねとせん断ばねにモデル化し，地盤反力は受働的な地盤ばねに評価して解析している．なお継手部のばね定数のうち，せん断ばね定数 k_s は無限大とし，回転ばね定数 k_θ は 0、1.0、5.0、10、20、50、100（MN・m/rad）と 7 ケースを設定して計算を行った．

キーワード：矩形シールドトンネル，はり一ばねモデル計算法，セグメント継手

連絡先：東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学小泉研究室 tel(03)3204-1894 FAX(03)3204-1946

表 1. 地盤条件

解析ケース 土かぶり(固定) $k=2, 20(\text{MN}/\text{m}^3)$					
縦横比(a/b)	PH/PV比(鉛直荷重PVと水平荷重の平均値PHとの比)				
0.8	0.6	0.64	0.7	0.8	0.9

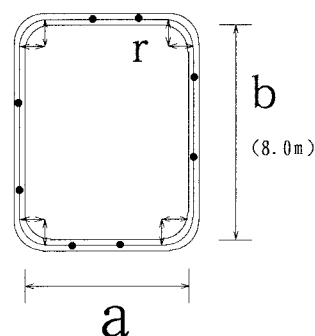


図 1. トンネル断面のモデル

3. 解析結果とその考察

図2～図4はそれぞれPH/PV比=0.64、0.7、0.8のケースの解析結果であり、縦横比 $a/b=0.8$ 、回転ばね定数 $k_{\theta}=10$ （MN・m/rad）、地盤反力係数 $k=2, 20$ （MN/m³）とした場合の隅角部の半径と最大曲げモーメントとの関係を示した一例である。図の実線は正の最大曲げモーメントを示し、点線は負の最大曲げモーメントの絶対値を示している。

昨年度までの解析的な研究で「正の最大曲げモーメントを最小にさせるのに最適なPH/PV比は、剛性一様なトンネルモデルでは縦横比の二乗の値に一致したときであるが、セグメント継手を考慮したトンネルモデルでは縦横比の二乗の値よりも若干大きな値をとる。」との結論が得られていた。その結果を今回のケースに適用するとPH/PVは0.7付近となる。これらの図をみると、負の最大曲げモーメントに比べ正の最大曲げモーメントは隅角部の半径の変化に応じてその変化の割合が大きく変化するところがあるが、全体的にみると隅角部の増加にともない減少していることがわかる。正の最大曲げモーメントの不連続な変化は継手の位置や地盤ばねの付く位置による影響と思われる。負の最大曲げモーメントは隅角部に継手がないことから剛性一様なモデルにおける解析の傾向に一致し、隅角部の半径が大きくなるにつれて単調に減少している。

4. おわりに

セグメントの設計においては正、負両方の最大曲げモーメントの大きさを小さくすることが望ましく、またそれらの大きさが同じ程度になることが望ましい。これらのことを考えて断面形状を設定することが合理的である。今後はセグメント継手の位置や地盤ばねの位置に対して着目した解析を行っていく予定である。

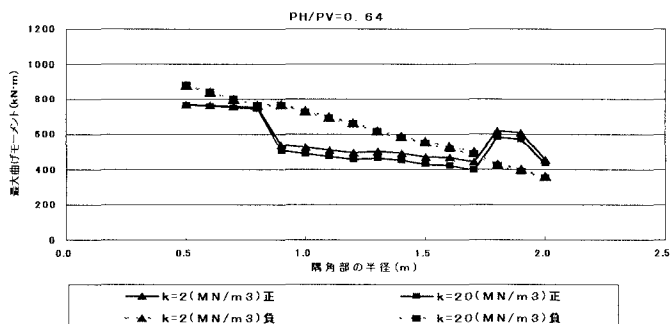


図2. 隅角部の半径と最大モーメントとの関係（PH/PV=0.64）

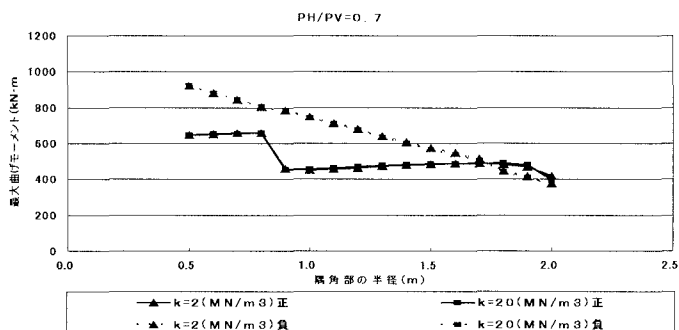


図3. 隅角部の半径と最大モーメントとの関係（PH/PV=0.7）

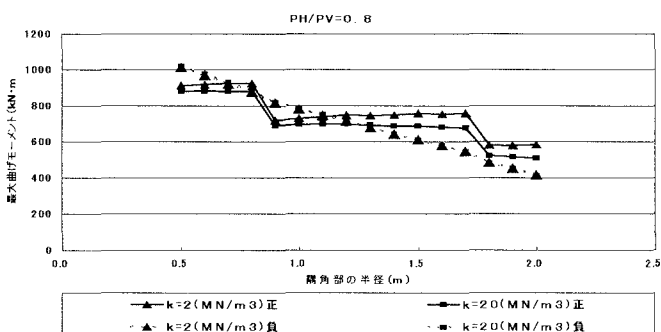


図4. 隅角部の半径と最大モーメントとの関係（PH/PV=0.8）

参考文献：1）田中，小林，小泉：セグメント継手を考慮した矩形シールドトンネルの力学的挙動について

2）土木学会年次学術講演会第53回（Ⅲ-B178），関東支部第25回（Ⅲ-83）