

Ⅲ-604

台形セグメントおよび凸型セグメントの 力学特性について

東京都下水道局	正会員	高橋 賢一
東京都立大学	正会員	今田 徹
東京都立大学	正会員	山崎 良一
西松建設（株）	正会員	三戸 憲二

1. はじめに

本研究は、シールド工法の施工性の改善とコストの削減のために、シールドトンネルの主要構造物であるセグメントの合理性を追求する方法として、セグメントの継手をトンネル軸に平行な従来型の継手方式に替わって、トンネル軸に対して斜め方向に継手を持つ台形セグメントの検討を行った。従来型セグメントはセグメントを組み立てる際に3種類のセグメントが必要であるのに対し、台形セグメントは基本的に1種類のセグメントで対応できる。そこで、斜め方向に継手を持つ台形セグメントの継手部の力学特性を明らかにすることを目的として、継手の挙動を表現しやすいRBSM（剛体-バネモデル）を用いて数値解析により評価を行った。

その結果、継手幅が広いほど構造的に有利であるという結果が得られた。しかし、継手幅を広くしすぎると（トンネル軸との角度を大きくする）図-1に示すように①継手部のアンカーが角度を持つためボルトの配置が困難になる。②先端部が欠けるなどの問題点が生じる。そこで、これらの欠点を解消し、継手幅を持つ継手として、図-2に示す凸型セグメントの力学特性を検討した。これらの結果について報告する。

2. 解析方法

解析ケースは、継手幅が60cmの台形セグメントと凸型セグメントについてRBSMの弾性計算を用いて検討を行った。解析条件は、コンクリートの断面条件は全断面有効とし、継手部の条件は、ボルト（M24 $A_b=4.524\text{cm}^2$ ）を2本配置し締め付け力を与え、継手部のコンクリートの引張のヤング率は0とした。載荷した荷重は、 $P=5.0\text{t}$ で、そのときの継手部（図-3の太線部）の曲げモーメント、せん断力、上面歪（圧縮歪）、下面歪（目開き量を歪で示した値）についての比較検討を行った。

解析モデルは、図-3に示すとおり平板型の供試体でモデル化を行った。セグメントの寸法および荷重の位置は、支点間の距離380cm、幅100cm、厚さ25cmとした。荷重位置はセグメント中央部からそれぞれ長さ方向60cmの位置で2.5tの値を載荷した。また、ボルトの締め付け位置は、中心から幅方向22.5cmの位置とした。

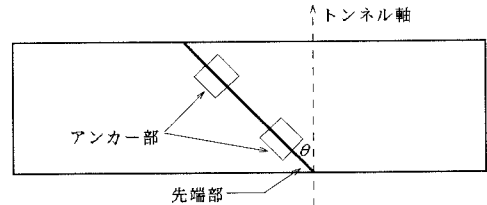


図-1 継手幅を広くした台形セグメント

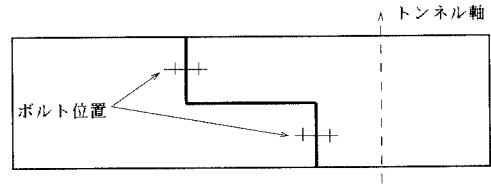
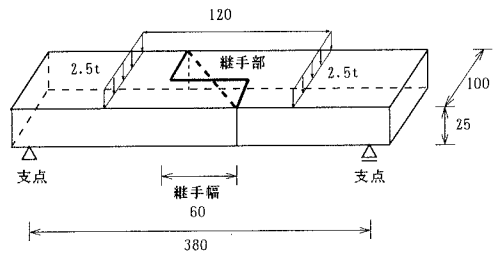


図-2 凸型セグメントの概念図



※図の太線の実線部は凸型セグメント、点線部は台形セグメントを示す。

図-3 解析モデル

3. 解析結果

図-4は、継手幅60cmの台形セグメントおよび凸型セグメントの継手部の曲げモーメントの分布を示している。また、横軸の値は、A点からのセグメントの幅方向の位置を示したものである。図より、凸型セグメントは台形セグメントに比べてボルトの位置で大きく、中央部で小さくなっている。継手部全体の曲げモーメントの分布は、台形セグメントの方が変化が小さくなった。また、値が大きくなっているところはボルトの締め付け位置である。

図-5は、継手部が受けるせん断力を示している。図より、両者とも中央付近ではほぼ一様に分布しているが、先端部で受ける台形セグメントのせん断力大きさは、凸型セグメントの10倍近い値になった。

図-6は、継手部に発生する上面歪を示している。図より、曲げモーメントと同様に台形セグメントの方が継手部全体の上面歪の分布が一定になっている。

図-7は、継手部に発生する下面歪を示している。図より、凸型セグメントの方が下面歪の分布は一定になっているが、両者とも似たような挙動を示した。また、値の小さくなっているところはボルトの締め付け位置である。

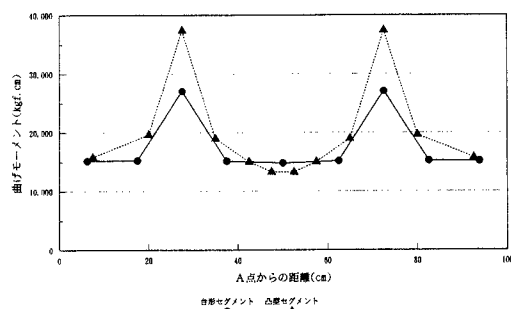


図-4 曲げモーメント

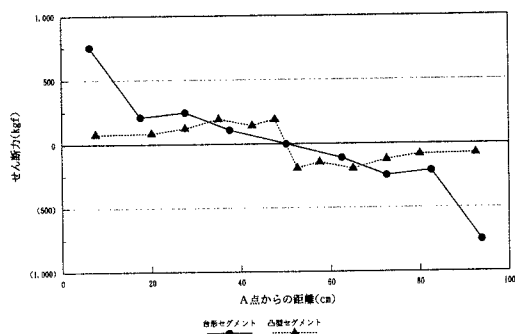


図-5 せん断力

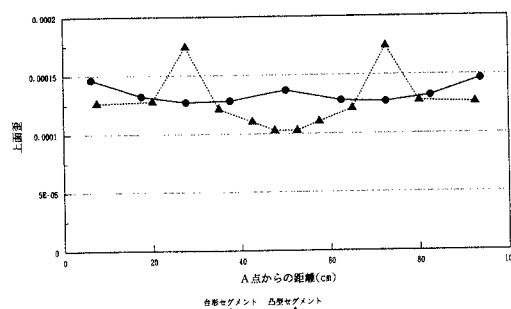


図-6 上面歪

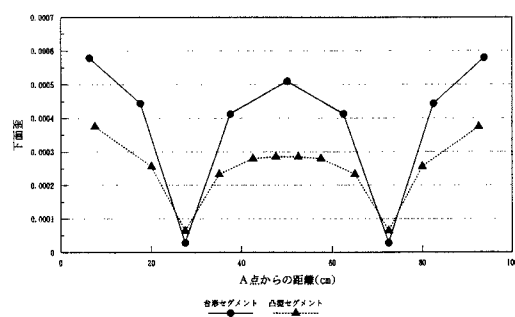


図-7 下面歪

4. まとめ

本研究は、台形セグメントおよび凸型セグメントの継手部の挙動を明らかにするためにRBSMを用いて検討を行った。その結果、せん断力については凸型セグメント、曲げモーメントの伝達、上面・下面の歪分布については台形セグメントの方が構造的に若干有利な結果が得られた。そこで、製作および組立てをしやすくするために、凸型セグメントの継手部にある程度傾きを持たせたセグメントを用いることが望ましいと考えられる。また、検討は平板のモデルで軸力なしの条件で行った。従って、今後は軸力の導入、曲がり梁、セグメントを円形に組み立てた場合などの検討を行い総合評価をする必要がある。