

III-11 台形セグメント継手の力学特性について

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	野本 寿

1. はじめに

シールドのキーセグメントとしては、下側から挿入する形式のものが広く使われてきたが、シールドの大型化や深度の増大に伴う高水圧化によって、下側挿入式のキーセグメントでは安全性に不安の残る場合が出てきており、これに替わって前方からキーセグメントを挿入するくさび形のキーセグメントが多く使われるようになってきている。また、セグメント継手をトンネル軸に平行ではなく斜めにして、台形のセグメントとしてセグメントの種類を一つにしたり、組み立てを簡略化する手法が検討されるようになってきている。くさび形のセグメント継手はリング面に直交せず傾きを持っているため、セグメントの主要な断面力であるリング面内の曲げモーメントに対して幅を持って接合される形となり、ある程度の曲げモーメントを伝達することが可能な形状となっている。そこで、光弾性実験によりくさび形セグメント継手部を検討したので報告する。

2. 実験方法

くさび形セグメントはトンネル軸方向に形状が変化し、平面問題として取り扱うことができないため、3次元光弾性応力凍結法により行った。対象としたセグメントは4ピースおよび6ピースで1リングを構成する台形セグメントとし、剛性一様リングおよび6ピースの多ヒンジリングについても実験を行い特性を比較した。台形セグメントは小口径のシールドのセグメントを合理化するためのもので、6ピースセグメントの形状を図-1に示す。実験方法は図-2に示すように上下2点に線荷重を載荷して、応力を凍結した後、中心を挟んだ10mmのスライスを切り出し解析した。光弾性材料は、高温硬化エポキシ樹脂であるアラルダイトB(CT 200)と硬化剤HT 901を100対30の割合で混合した注型用樹脂である。光弾性感度は40mm/kgfである。また、モデルの外径は100mm、内径84mmで、載荷した荷重は0.5kgfである。なお、4,6ピースのセグメントはそのままではリングとして不安定な構造になるので、全ての供試体に厚さ1.5mmのシリコンシート4層のリングを被せ軸力を導入した。これによって導入される軸力は4.2次の繰返しに相当する。

3. 実験結果

6ピース多ヒンジリング、4ピース台形セグメントの等色線写真、6ピースの台形セグメントの内外縁の繰回数分布を図-3～5に示す。各図中L-N-P₁₃で示される曲線は剛性一様リングすなわち継手のない場合の結果である。図-3の多ヒンジリングの場合にはヒンジの影響がはっきり現れているが、単純ではなく、内縁では繰回数が全体に減少しているが外縁では全体的に大きくなり、特に継手部では応力集中している様子がわかる。図-5は6ピースの台形セグメントの結果であるが、内外縁の応力分布は剛性一様リングの場合と良く似ており、継手の影響が少ない結果となっている。なお、4ピース台形セグメントについては図-4に剛性一様リングの結果とともに、剛性一様リングと同様の分布となっており、6ピースの場合と同様の結果となっている。

4. まとめ

トンネル軸と平行でない継手面となる台形セグメントの継手の挙動を光弾性実験によって調べた。その結果、実験の荷重条件のもとでは台形セグメントは剛性一様リングの場合と良く似た内外縁の応力分布を示し、継手の弱点が現れず、継手として優れた特性を持つことを示唆する結果が得られた。しかし、継手の挙動は荷重条件によって複雑であり、今後さらに検討する必要がある。また、光弾性実験によると接触部の挙動が把握し易くこの種の問題の有効な検討手法であり、軸力の導入方法など更に検討を進める予定でいる。

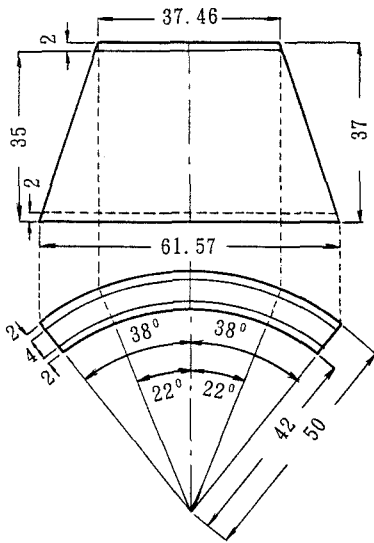


図-1 台形セグメント
（6ピース）

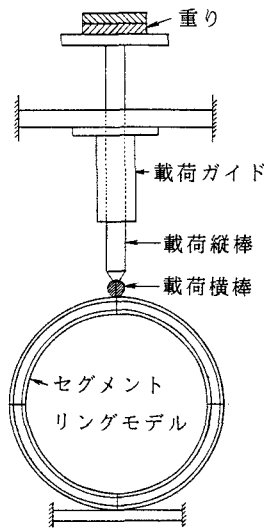


図-2 载荷装置

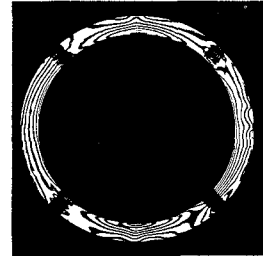
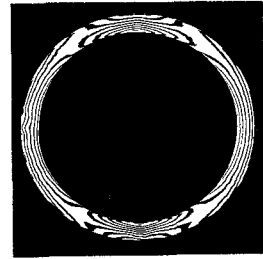


図-4 剛性一様および4ピース台形セグメントの等色線写真

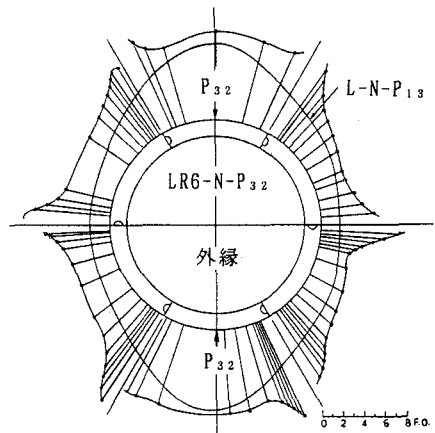
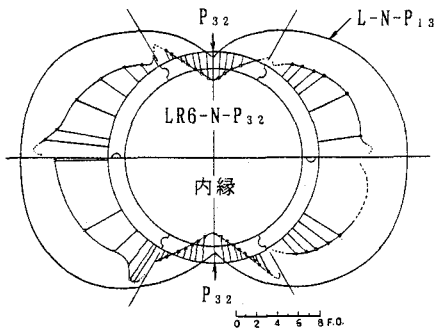


図-3 多ヒンジセグメントの編次数分布

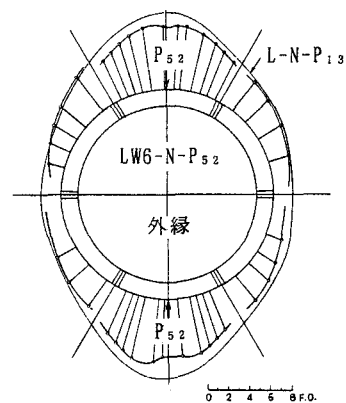
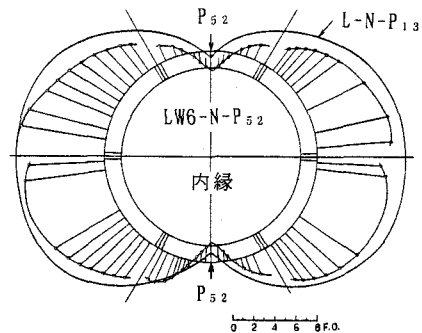


図-5 6ヒンジ台形セグメントの編次数分布