

III-202 セグメントリングの耐荷機構について

早稲田大学 大学院 学生員 小泉 淳
早稲田大学 理工学部 正員 村上博智

1. まえがき 従来より行なわれているセグメントリングの断面力の算定法としては、トンネルを構成する一リングを対象として、2通りの方法がある。一つは曲げ剛性一様リングと考える方法であり、いま一つは多ヒンジ系リングと考える方法である。この両者の考え方の相違は主として継手の力学的取扱い方と、リングの変形に伴って生じる抵抗土圧の評価方法の違いに基づいている。筆者らは現実のセグメントリングを考えた上で、継手は上記の両者の考えを包含できるように、曲げモーメントに対する回転バネに評価し、トンネル軸方向の剛性も合わせて考慮した。又、荷重は慣用計算法に準拠し、リングの変形に伴って生じる抵抗土圧は、トンネル周囲の地盤がWinklerの仮定に従うものと考えて、これをリングの半径方向及び接線方向の変位に比例するバネとして構造系に組み入れた。この報告はいわゆる“イモ継ぎ”状態、二リング及び三リングサイクルの4, 8組状態を対象として、土木学会・下水道協会“シールド工用標準セグメント”を用いて数値実験を行い、それらの断面力と変位ならびに曲げ剛性の有効率と曲げモーメント割増率等を比較し、検討を加えたものである。

2. 解析 解析に用いた構造系と荷重系の概略は図1に示す通りである。これらのモデル化及び解析方法の詳細は、参考文献1に示す。解析はマトリックス法を用いた。尚、解析の諸条件は次の通りである。

セグメント：“シールド工用標準鋼製セグメント” No. 58 (外径 3,800 mm)

土被り比： $H/D_0 = 2.0$

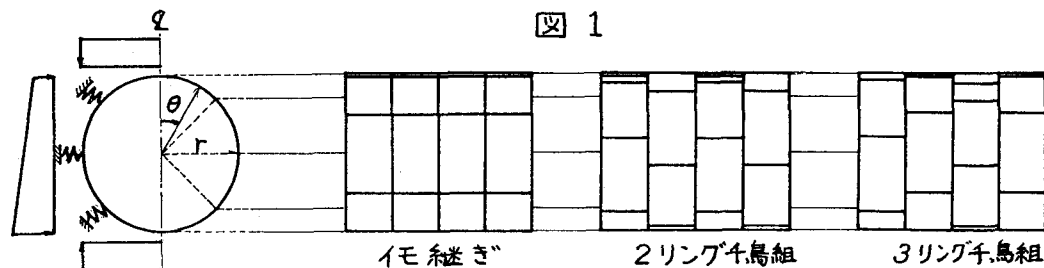
土質条件：粘性土及び砂質土(水なし)

側方土圧係数： $\lambda = 0.7$

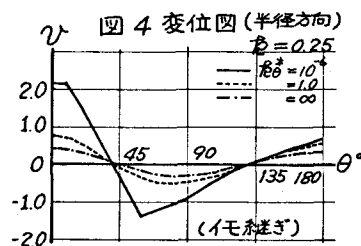
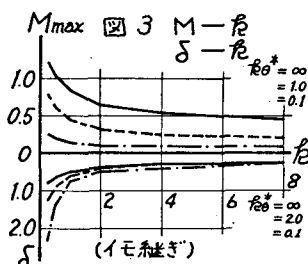
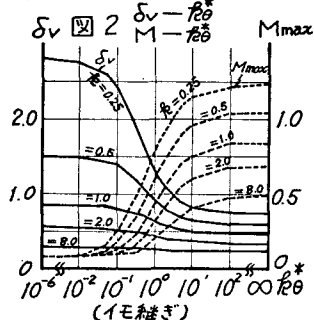
地盤反力係数： $k_u = k_v = k_r = 0.25 \sim 8.0 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$

無次元化した回転バネ定数： $k_{\theta}^* = k_{\theta} \cdot r / EI$ (ただし k_{θ} : 回転バネ定数 $[\text{kg} \cdot \text{cm} / \text{rad}] = 10^6 \sim 10^8 \cdot \infty$)

図 1

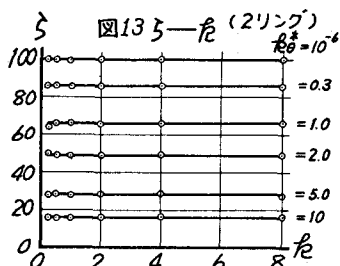
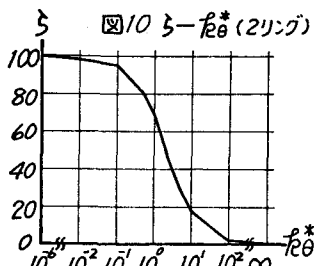
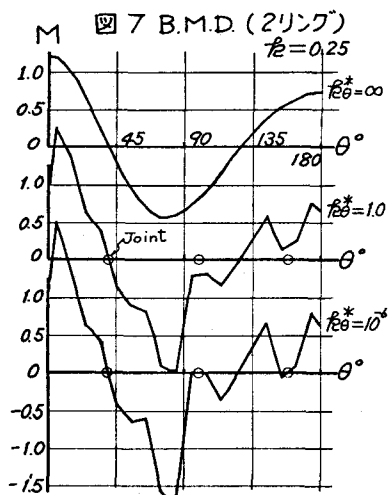
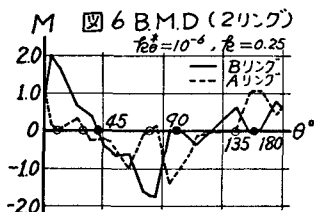
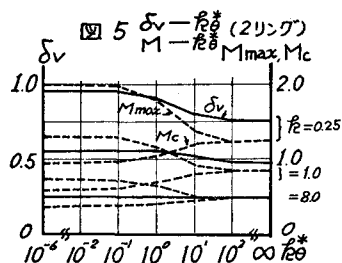
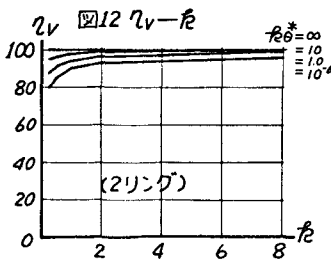
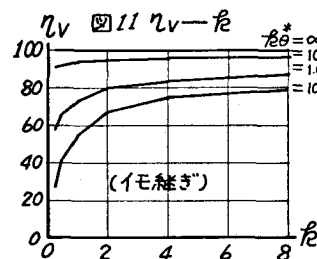
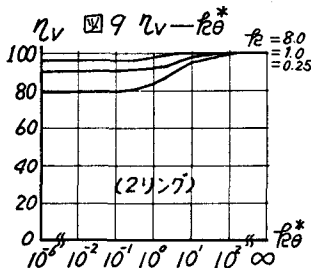
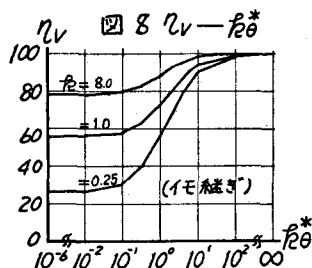


3. 解析結果 (図中の単位: M [t·m], δ [cm], k_r [kg/cm²], η [%], ζ [%])



	断面力 M と変位 δ	有効率 η と割増率 λ
イモ継ぎ	M_{max} , $\delta_v - t_{\theta}^*$, t_{θ} の関係は、図2に示すとうりである。 t_{θ} が大きいと M, δ は比較的 t_{θ}^* に依らず小さい。(図3) t_{θ}^* , t_{θ} がともに小さいと、 δ は大で継手の回転による。(図4) M_{max} は大部分 Crownに生じる。	η は実状の継手($t_{\theta}^*=1.0 \sim 10$)で60~90%。ヒンジに近い継手で30~80%。(図8) η は t_{θ} に大きく依存する。(図11)
2リング	M_{max} , $\delta_v - t_{\theta}^*$, t_{θ} の関係は、図5に示す。ここに M_{c1} はCrownのモーメントを示す。 継手が弱くなると、隣接セグメントによる添接効果が生じ、局所的なモーメントが発生する(図6,7) δ は添接効果のため比較的小さい。 $M - t_{\theta} - t_{\theta}^*$ の関係はイモ継ぎの場合と同様のことが言える。	η は実状の継手で85~100%、ヒンジに近い継手で80~95%で添接効果がよくわかる。又、 t_{θ} の影響も若干うける。(図9,12) η は実状の継手で20~70%。 t_{θ} に依らず、継手の強さに依存している。(図10,13) λ は三リングとの比較により、リングの組み方に若干影響される。
3リング	ほぼ2リングの場合と同じであるが、全体的に M は小さく、 δ は大きい。これは力の伝達が2リングの場合よりもスムーズであるためと考えられる。	η は実状の継手で80~95%、ヒンジに近い継手で75~95%。 λ は実状の継手で15~60%で、 t_{θ} に依らない。

* 軸力とせん断力はリングの組み方、 t_{θ}^* , t_{θ} 等の影響が比較的小さいので、曲げモーメントで代表した。



参考文献1: 村上・小泉「セグメントリングの耐荷機構について」第30回

学術講演会 I-84, 「同上」第28回 I-83, 「同上」第27回 I-236, 「同上」第29回 I-12 等。