

早稲田大学 理工学部 ○学生員 田中常夫
同 上 正 員 村上博智

1. はじめに

都市の交通、通信、電力及び上下水道などの施設は漸次地下化されつつあり、その構築方法はシールド工方による場合が多い。現在それらシールドトンネルを構築するセグメント巾は一般的には90cmであるが、シールドトンネル横断面内の強度計算はセグメントを棒部材にモデル化して断面力の算定を行っているのが現状である。RC平板型セグメントでは更に、応力度はセグメント全巾を巾とする長方形断面部材として計算を行っている。一方シールドトンネルの施工効率の向上のためセグメント巾を90cmより大きくとりたいといった要望は現場から強く出されている。

セグメント巾を90cmより大きくすることは、工場設備やその規模にも影響を与えるであろうが、本研究は力学的な立場から、RC平板型セグメントを対象として数値実験を行ったものである。

2. 解析モデル

二リングサイクルに千鳥組みされたセグメントリングの代表的性状は、図-1に示すようにセグメント巾の半分の巾を持つAリングに挟まれたBリングによって示されるものと考えた。

セグメントのモデル化にあたっては、セグメントを図-2に示すような円筒シェル要素に、セグメント継手及びリング継手をバネ要素に置き換えた立体モデルとし、有限要素法を用いて数値実験を行った。

尚継手は鋼製継手板をボルトで締め付ける形式を想定し、その力学的特性を図-3に示すようにモデル化すれば、継手一ヶ所あたりの引張に対するバネ定数(K_j)及び曲げに対するバネ定数(K_θ)は次のように示される。

$$K_j = \frac{12DK}{24D + KL^3} \quad K_\theta = \frac{K_j \cdot d^2}{2} \quad (1)$$

ここにDは継手板の曲げ剛性、Kはボルトの軸剛性を示すものである。

3. 解析結果及び考察

本研究ではケーススタディとして、比較的悪い地盤条件(粘土層)に対して数値実験し検討を加えた。

計算条件

セグメント外径 $D_o = 4.55\text{m}$ 、セグメント厚さ 20cm
土被り $H = 2D_o = 9.1\text{m}$ 、側方土圧係数 $\lambda = 0.7$

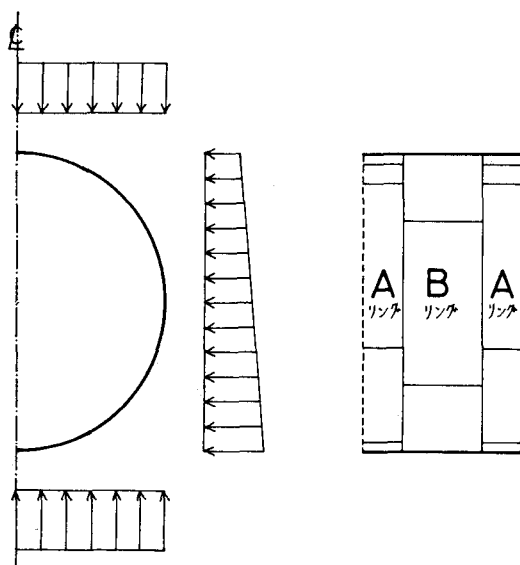


Fig. 1 解析モデル

134	118	102	86	70	54
135	119	103	87	71	55
136	120	104	88	72	56
137	121	105	89	73	57
138	132	106	90	74	58
139	123	107	91	75	59

————— セグメント巾 —————

Fig. 2 要素分割の一例

解析結果の一例として、水平直径点付近におけるセグメント巾90cmに対する曲げ応力度の分布を示したものが図-4である。図から明らかなように、曲げ応力度は継手が存在するためトンネル軸方向には一様とはならない。この傾向はセグメント巾が大きくなっても基本的には変わらない。

図-5はセグメントに生ずる曲げ応力度の平均値に対する最大及び最小応力度の増分の比（増分比と呼ぶ）を示したものである。

この図から以下のことが云える。

- (1) セグメント巾が大きくなるに従って、増分比はほぼ直線的に大きくなる。
- (2) 曲げ応力度が最大となるのは要素番号57、58付近であり、要素番号58における増分比はセグメント巾90cmで最大12%程度であるのに対して、120cmでは17%程度となる。

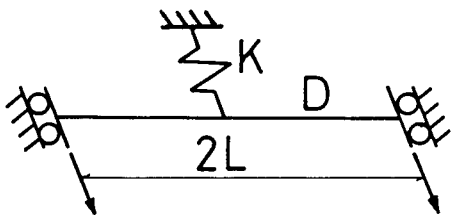


Fig. 3 継手のモデル

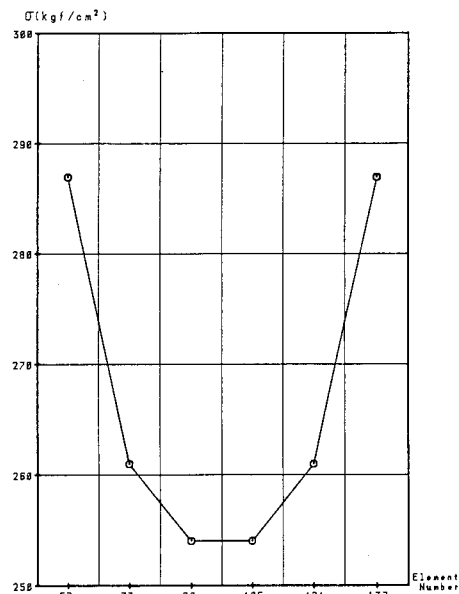


Fig. 4 RELATIONSHIP between ELEMENT and BENDING STRESS

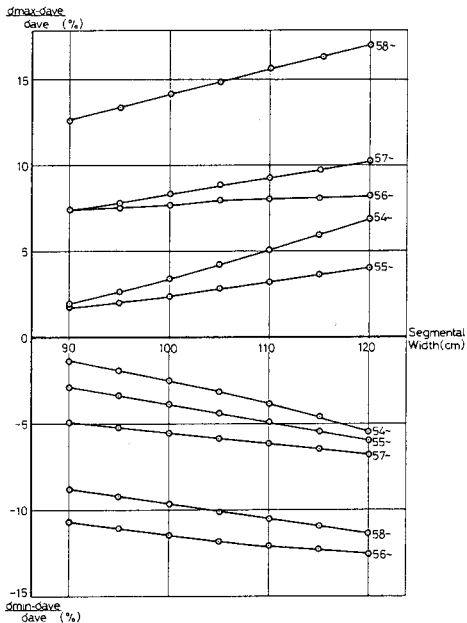


Fig. 5 RELATIONSHIP between WIDTH and BENDING STRESS RATIO

4. まとめ

以上の数値実験は、RC平板型セグメントを剛性一様な円筒シェルにモデル化して、3に示す計算条件に対して、セグメント巾と増分比の関係について検討したものである。この増分比は必ずしも大とは云い難いが、セグメント巾の増大とともに大となるので、設計にあたって留意すべき点であると思われる。今後各種の地盤条件についても検討を加え、定量的な設計資料を得るよう努めるつもりである。