

国鉄 東京第一工務局	正員	藤森伸一
国鉄 本社	正員	半谷哲夫
国鉄 東京第一工務局	正員	小山幸則

§1 まえがき

本報告は、同名報告(その1)のRC二層円環供試体を梁理論に基づいてモデル化し、その挙動を解析的に検討した結果の報告である。

§2 供試体のモデル化

二層円環供試体のモデル化は図-1に示したように二本の平行な梁要素と、内・外の梁要素の相対変位により応力伝達が行われる部材間バネ要素を考えた。梁要素の応力-歪関係は、コンクリートを放物線と直線、鉄筋はバイリニア型の応力-歪関係とした。部材間バネ要素は接合面の法線方向の応力を伝達する反力バネ K_R と接線方向の応力を伝達するせん断バネ K_S 、さらにC供試体について継手部の曲げモーメントを伝達する回転バネ K_θ を考えた。このうち、 K_S は接合面直接せん断試験より得られた結果より $\tau_0 = 0.73 \times R + 0.22$ (kg/cm^2)までは相対ずれ変位 δ_s に応じてせん断力 S を生じるが、 τ_0 で限界となるように設定した。また、 K_θ については、継手部曲げ試験結果より、 $M\theta = 2.9 \text{ t}\cdot\text{m}$ までは $K_{\theta 1} = 1/100 \text{ t}\cdot\text{m}/\text{rad}$ とし、それ以降 $K_{\theta 2} = 30.2 \text{ t}\cdot\text{m}/\text{rad}$ の回転バネ要素として与えた。以上、モデルの全ての要素は非線形要素として設定した。

§3 モデルの適合性

載荷試験結果と解析結果とを比較することによって、今回設定したモデルの適合について述べる。

図-2, 3は、B1およびC供試体の荷重(P_f)と鉛直方向の直径変化関係を示したものであり、計算結果の方が多少小さな値となっているものの概ね良く一致している。また最大荷重は計算結果は80%程度小さくなっている。これは、コンクリートおよび鉄筋強度はテストピースによる材料強度試験結果を用いているのであるがこのテストピースと供試体の強度に相異がある事によって生ずるものではないかと考えられる。

図-4に円周にわたる接合面のずれ量について試験結果と計算結果を示した。値としては多少相異があるが良好な一致を示している。

図-5, 6は、同名報告(その1)に示した外側円環、内側円環の曲げモーメントの分担率を示したものである。

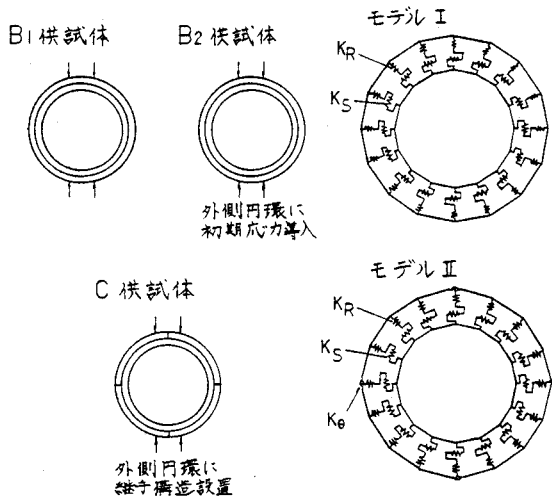


図-1 供試体のモデル化

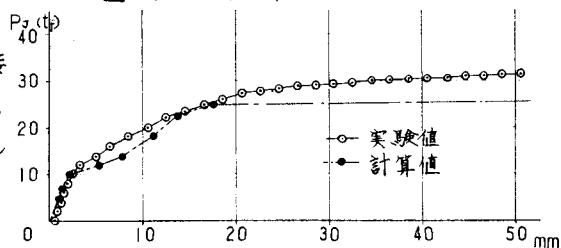


図-2 B1供試体 荷重-鉛直直径変化量

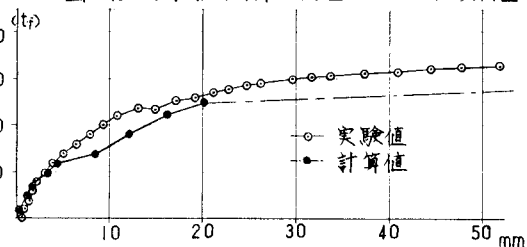


図-3 C供試体 荷重-鉛直直径変化量

$\theta = 0^\circ$ については接合面のずれ発生後BI $P_J = 18\text{ t}$ は良好な一致を示している。 $\theta = 90^\circ$

については計算結果の方が大きく、内側・外側の軸力差で分担している率が高い。これは、接合面のずれが発生していない部分があることにより、挙動が非対称となっていることによるものと考えられる。また、 $P_J = 10\text{ t}$ 程度で分担率に変化がみられるが、これは

ひびわれの発生（部分的な剛性の低下）により応力の分担に変化があったためである。

以上、試験結果と計算結果を比較すると多少の相違はみられるものの概ね良く一致しており、本解析方法は接合面間の応力伝達ならびに0.5二層円環構造の荷重分担機構をうまく表現できていることがわかる。

§4 鉛直・水平方向荷重の同時載荷

今回の試験は一方向の2英集中載荷によるものであるが、実際のシールドトンネルにおいては、鉛直方向のみならず水平方向の荷重も同時に作用することとなるため、その影響について解析モデルにおいて、 $P_H = \frac{1}{2} \cdot P_V$ なる2英集中荷重を加えて計算した。計算結果の荷重(P_V)と直径変化量の関係は図-7に示したとおりであり、二層構造の剛性は一体構造に比べて非常に低くなっており、接合面のずれによる重ね構造への移行がみられる。

§5 まとめ

今回報告した解析モデルを用いると円環二層構造の変形・応力分布および応力分担について概ね予想できる。また、一方向荷重、2方向荷重等の荷重の種類に関係なく、接合面に無処理であるとずれは発生しやすく、重ね構造に近い挙動となることがわかった。

今後はモデル解析により、接合面の処理方法の検討を行い、さらに実際のシールドトンネル覆工の挙動を考え、セグメントリング間の応力伝達を表現できるモデルを作成する予定である。

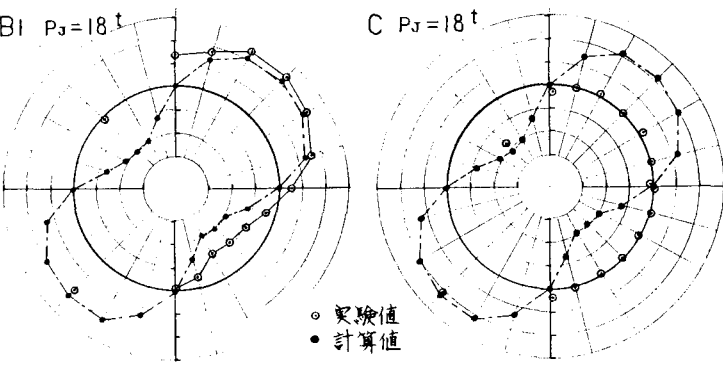


図-4 接合面ずれ変位の分布

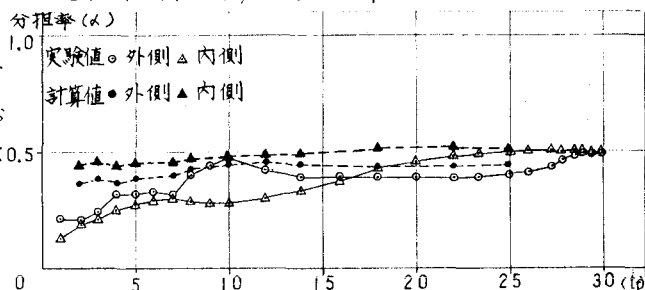


図-5 曲げモーメントの分担率の変化($\theta = 0^\circ$)

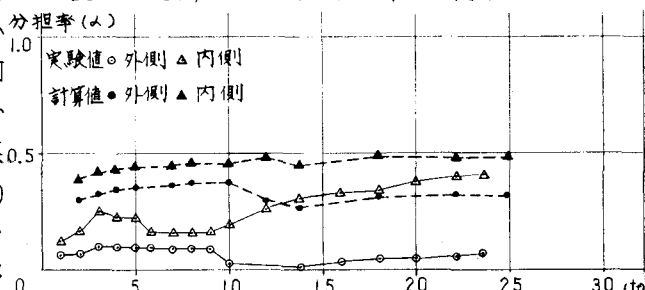
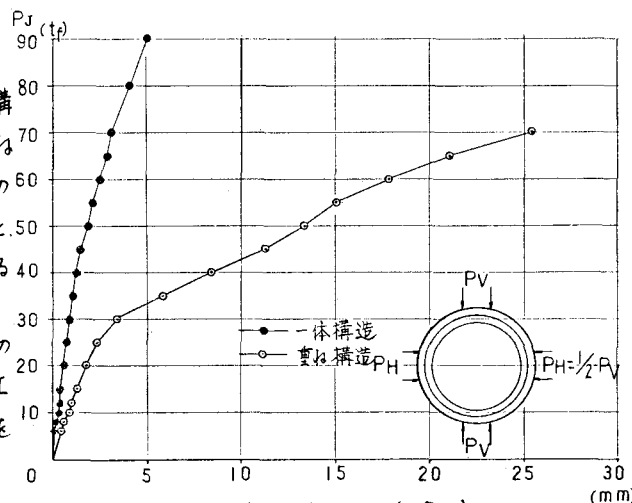


図-6 曲げモーメントの分担率の変化($\theta = 90^\circ$)



直径変化量 (ΔD_V)
図-7 鉛直・水平荷重作用時の変形量