

III-201 円環二層構造の力学的挙動に関する実験 その1 (試験結果)
—— 東北新幹線上野トンネル ——

パシフィック・C 正員 渡辺 浩
国鉄 東京第一工務局 正員 小山幸則
同 上 正員 藤森伸一

§1 まえがき

従来、シールドトンネル覆工の設計は、全設計荷重に対してセグメントリングのみで抵抗し得るように設計し、二次覆工は特殊な場合を除いて補助的な機能をもたせるのみであった。ところが最近、シールドの大径化等によりセグメントが大断面となっており、二次覆工をセグメントの補強材として考える等の合理的な設計が必要となってきた。本報告は、シールド覆工の挙動を解明し、合理的な覆工の設計を行うための研究の基礎試験としてRC円環二層供試体の載荷試験を実施した結果について報告するものである。

§2 供試体および載荷方法

供試体は、①完全一体構造（一体打設）と二層構造の挙動の相違、②外側円環（セグメントリングに相当する）の初期応力の有無による挙動の相違、③外側円環の継手の有無による挙動の相違。を把握するために表-1に示したA、B₁、B₂、Cの4つの供試体の載荷試験を実施した。供試体形状および載荷装置は図-1に、供試体の配筋は図-2に示しており、目視観察による初期ひびわれ発生まで載荷（ステップⅠ）し、一目除荷した後、再度供試体が破壊するまでの載荷（ステップⅡ）を行なった。

§3 試験結果

載荷ステップⅠ：Ⅱの荷重（P）と鉛直方向の直径変化量（ΔD_r）の関係を図-3、4に示した。図-3より、B₁、C供試体はA供試体と比較するとP=5~6²で変形量が増大しており、供試体の剛性が急激に低下したことがわかる。また、図-4より、B₂供試体（外側円環初期荷重P=

表-1 試験の種類

種類	一体円環構造	二層円環構造		
		基本モデル	初期応力導入	継手構造設置
記号	A	B ₁	B ₂	C
供試体形状				
測定項目	コンクリートひずみ 鉄筋ひずみ 鉛直変位 水平変位	コンクリート、鉄筋ひずみ 鉛直、水平変位 接合部すべり変位 接合部開口量		

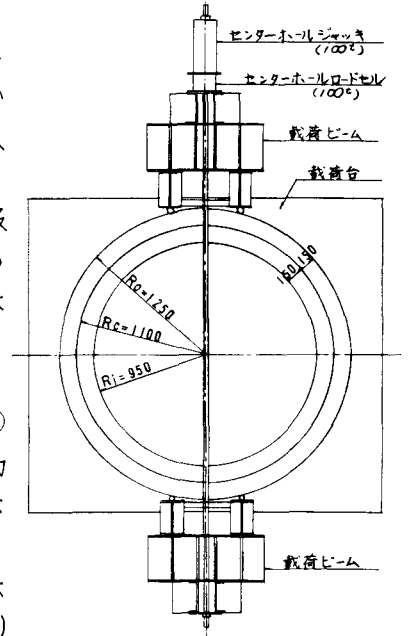
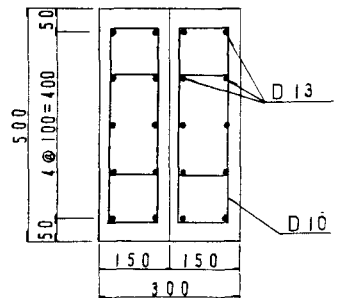


図-1 供試体形状および載荷装置



C供試体継手部

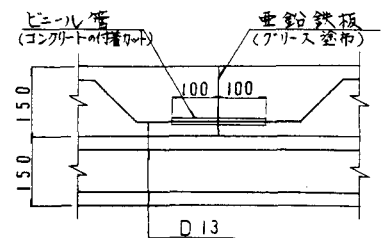


図-2 供試体の配筋

3.3²)は、A供試体と比較すると $P_f = 8^t$ より徐々に変形量が増大し、 $P_f = 20^t$ では、B1, C供試体と同程度の直径変化量となっており、さらに終局的な変形量をみれば初期荷重の $P_f = 3.5^t$ を考慮してもB1, B2, Cの3供試体の直径変化量はほとんど同じであることがわかる。図-5, 6は、実測のコンクリート縁ひずみおよび鉄筋ひずみより算入曲げモーメントを算出し、外側円環・内側円環の曲げモーメントの分担率と荷重の関係を表わしたものである。分担率(%)は次式で表わされる。

$$M_T = M_o + M_i + (N_o - N_i) \times \frac{1}{2}$$

$$\alpha_o = M_o / M_T, \quad \alpha_i = M_i / M_T$$

ここに添字O: 外側, i: 内側, T: 合成を表わす。この図より、図-3, 4の変形量の急激な増大と一致して曲げモーメントの分担率に変化が生じており、 $\theta = 0^\circ$ をみると終局的には外側円環と内側円環が1/2ずつ分担していることがわかる。

この分担率の変化に至るまでの接合面のずれおよび開口は、図-7に示した順序で発生している。

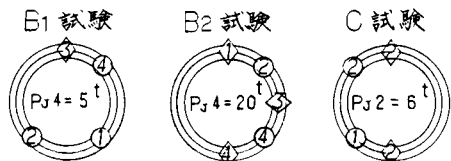


図-7 接合面ずれ・開口の発生

§4 まとめ

今回の供試体載荷試験においては①円環二層構造の耐力は一体構造の60%程度であった。

②終局的に耐力は内・外で1/2ずつ分担する、いわゆる重ね構造となった。

③耐力が部材断面の曲げ耐力に依存するものと考えられ、

そこに至る経過(初期耐力の有無)は無視して分担率(%)

ることが結論づけられ、接合面を無処理とした

場合はずれ易く、耐力を増大させるためには、

接合面に発生するずれせん断耐力に抵抗し得る

ように何らかの処理を施し、一体構造に近いものとする必要がある。なお、この接合面の処理

方法を含め、実際のシールド覆工の挙動についてさらに検討をすすめる計画であり、今後、機

会をみて発表する予定である。

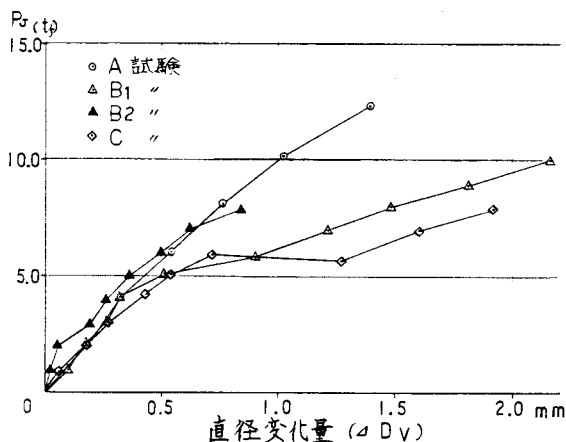


図-3 荷重-直径変化量(載荷ステップI)

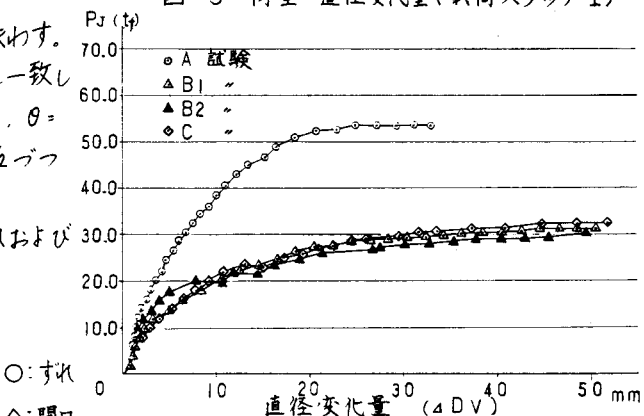


図-4 荷重-直径変化量(載荷ステップII)

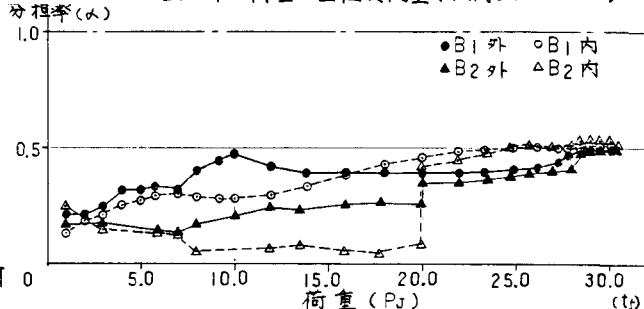


図-5 曲げモーメント分担率の変化($\theta = 0^\circ$)

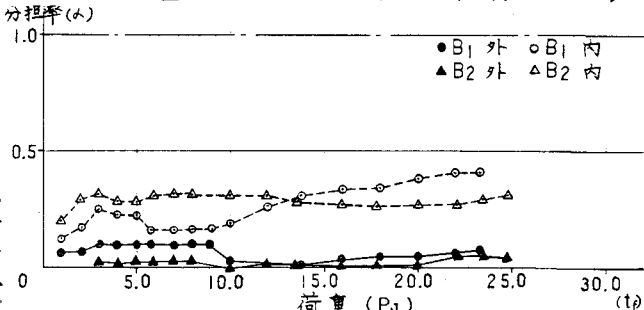


図-6 曲げモーメント分担率の変化($\theta = 90^\circ$)