

国鉄 本 社 正員 半谷 哲夫
 国鉄 東京第一工事局 正員 小山 幸則
 ○ 国鉄 同 上 正員 土井 博巳

3.1 まえがき

シールドトンネルにおける二次覆工は、特殊な場合を除き、主に漏水防水あるいは防振対策等を目的として施工されている。この二次覆工をセグメントの補強材と考えシールド覆工を合理的に設計するため、RC円環2層構造の力学的挙動についての試験・解析を進めてきた。

基礎試験の結果、外環と内環の接合面を平滑とした場合、接合面はすれ易く、二次覆工の補強材としての効果は十分には発揮できないことが判明した。そこで今回、接合面に凹凸を設け、コンクリートの凹凸により一体化させることを試みた。

本報告は、凹凸を設けたセグメントに二次覆工を施工した覆工供試体の載荷試験結果について報告するものである。

3.2 接合面の凹凸

コンクリートの凹凸の破壊形態としては、凸部付け根でせん断破壊する場合と、凹凸の接触部において二次覆工側のコンクリートが圧潰する場合があります。この破壊形態は凹凸の大きさや形状ならび形状ならびにコンクリート強度により決定されることが報告されている。今回、リング供試体製作に先立ち、凹凸の大きさ、形状を変えたせん断試験を実施し、その結果とセグメントの製作性、二次覆工コンクリートの施工性を考え合せ、図-1に示した凹凸を設けることとした。

3.3 供試体形状及び載荷方法

供試体は、図-1に示したように外径4,300mmのシールド工用標準コンクリート系セグメント(NO.16)を使用し、表-1に示した4種類のものと考えた。載荷は、鉛直方向1に対し水平方向0.5の比率で2方向から行い、セグメントリングのみの載荷と、二次覆工後の載荷試験を実施し、各種変形量と鉄筋ひずみの計測を行った。

表-1 供試体の種類

供試体	接合面処理	セグメント継ぎ手	先行応力の有無
R ₁	平滑	標準	無
R ₂	凹凸	"	"
R ₃	"	剛性小 (合成ゴム挿入)	"
R ₄	"	標準	有

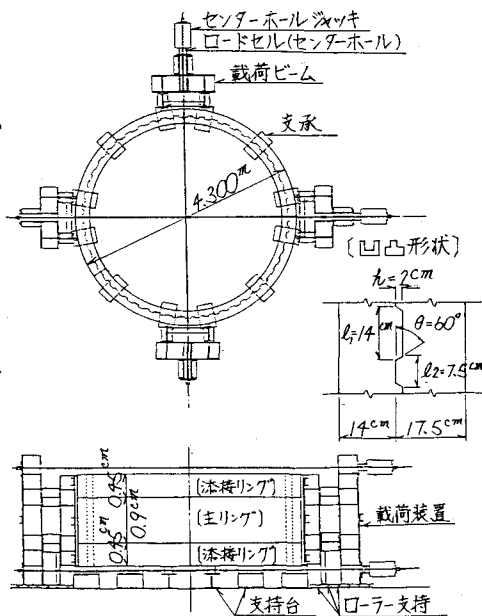


図-1 供試体形状図

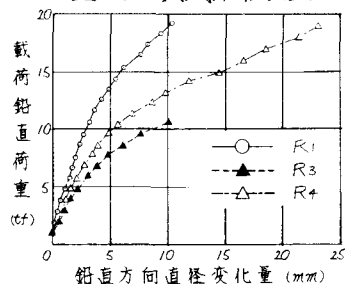


図-2 セグメントの変形

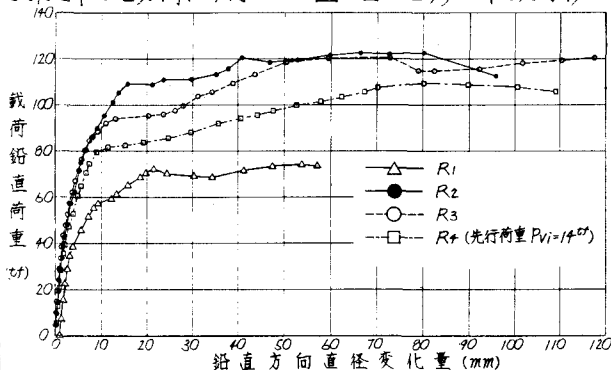


図-3 二層リングの変形

§4 試験の結果

図-2, 3は、セグメントリングと二層リングの載荷鉛直荷重方向の直径変化量を表わしたものであり、図-4, 5は、 $\theta = 22.5^\circ$ の接合部ずれ変位及び $\theta = 0^\circ$ （載荷点中央）の開口変位と荷重との関係を表わしたものである。

〔凹凸による一体化の効果〕 R_1 供試体は、鉛直荷重で30~40tfで接合部がずれ始め、60tfで開口が発生し、73tfでずれ変位が急増して破壊に至っている。一方、凹凸を設けた R_2 供試体は、接合面のずれは90tf程度からであり、110tfに達して開口が発生している。耐荷力は122tfであり、 R_1 供試体の1.67倍であった。

〔セグメントリングの継ぎの影響〕 R_3 供試体は、 R_2 供試体に対してピース間継ぎ剛性が小さくなるように合成ゴムを挿入したものである。セグメントリングのみの場合と二層リングの場合の曲げモーメントの発生状況を図-5, 6に示した。セグメントリングのみの場合は継ぎ剛性の大小により曲げモーメントはかなりの違いを示すが、二次覆工を一体合成するとほとんど同一の曲げモーメントを示す。また、耐荷力も継ぎ剛性の大小にかかわらず同一の値を示した。

〔先行応力の影響〕 R_4 供試体は、セグメントリングに $P_R = 14$ tf, $P_H = 7$ tfの先行荷重を載荷した状態で二次覆工を施したものであるが、その耐荷力は、先行荷重分を加えると R_2 と一致している。（ $P_{Ru} = 110$ tf + 14 tf = 124 tf）

なお、破壊に至る外環、内環の曲げモーメント分担の状況は図-8に示した。分担率(α)は次式で表わされる。

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

$$M_T = M_o + M_i + N_o \times H_o / 2 - N_i \times H_i / 2$$

ここに添字 O : 外環, i : 内環, T : 合成を示す。

§5 まとめ

今回の載荷試験の結果、①接合面に凹凸を設けるだけで一次二次覆工の一体合成が可能である。②一次覆工の先行荷重の有無は構造全体の耐荷力を低下させない。③一次覆工の曲げ耐力が同一である場合、継ぎの曲げ剛性の相違は、二層合成構造の耐力にはほとんど影響しないことが結論づけられ、凹凸を設けることより二次覆工を活用した覆工の設計が可能となった。今後、更に検討を加え、実際の設計に生かす予定である。

〔参考文献〕

1) 後藤・長滝、コンクリート接合部のせん断耐力に関する基礎研究。

土木学会論文報告集 No. 254 1976. 10

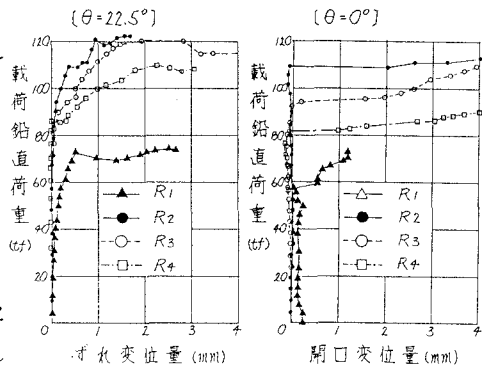


図-4 接合面ずれ変位 図-5 接合面開口変位

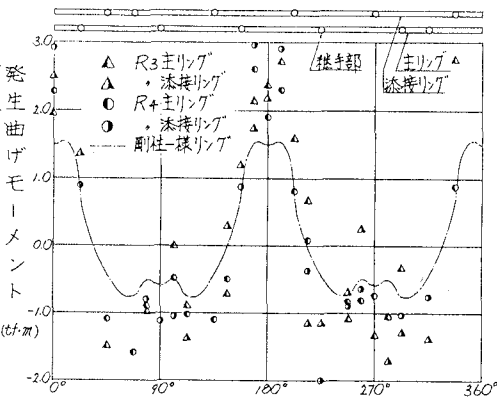


図-6 発生曲げモーメント(セグメントリング)

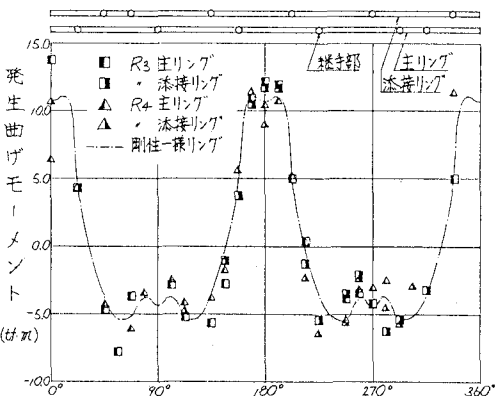


図-7 発生曲げモーメント(二層リング)

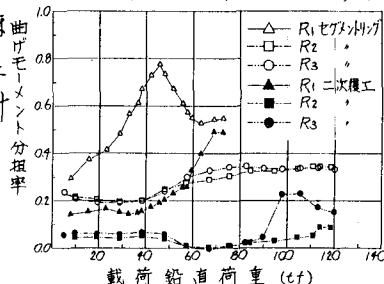


図-8 曲げモーメント分担率($\theta = 0^\circ$)