

III-468 二次覆工で補強されたシールドトンネルの挙動について

早稲田大学 村上 博智・岡田 洋
 東洋大学 小泉 淳
 東京電力株式会社 坂本 邦隆

1. まえがき

二次覆工が耐荷能力を発揮出来るようになった後に荷重が累加されたり、減少する場合には一次覆工と二次覆工とは協力して荷重の変化に対応するものと考えられる。

前回までに模型セグメントを用いた実験結果とその結果を説明出来る解析モデルについてはすでに報告した^{(1)~(4)}。本報告は、実物セグメントを用いた明るみでの載荷試験結果とその解析結果についての概要である。

2. 試験の概要

試験に用いられたセグメントは、 $D_o = 5100\text{mm}$ 、 $h = 200\text{mm}$ 、 $B = 900\text{mm}$ の鉄筋コンクリート製で、これを水平にリング（ $3A + 2B + K$ ）に組み、その上下に標準セグメントを二つ割りにした幅 450mm のセグメントを2リング1サイクルの千鳥に組み、その内側に厚さ 225mm の鉄筋コンクリートの二次覆工を打設し、さらに一直径方向に厚さ 425mm の隔壁を打設して試験体は作成されている。セグメントに用いられたコンクリートは、 $E_c = 3.7 \times 10^5 \text{kgf/cm}^2$ 、 $\sigma_{cu} = 587 \text{kgf/cm}^2$ 、二次覆工と隔壁のそれはそれぞれ $2.1 \times 10^5 \text{kgf/cm}^2$ 、 271kgf/cm^2 であった。載荷方法は図1に示すような隔壁方向に直交した方向の直径方向集中荷重と半円形空間の片側に作用させた内水圧の二種類である。

測定項目はダイヤルゲージによる半径方向変位とひずみゲージによるコンクリートの表面ひずみなどである。

3. 解析モデル

今回の試験では一次覆工と二次覆工の間にジベルなどのずれ止めを設けていないため、両覆工は重ね構造として挙動するものと考えられる。そこで解析は、前回の報告で提示した千鳥組された一次覆工をセグメント継ぎ手による剛性低下を考慮した剛性一様リングに置換し、その剛性一様リングと二次覆工が重ね構造として挙動するものと考え解析する方法と、今回新たに開発した解析モデルにより解析する方法の二つの方法により行なった。

新たに開発した解析モデルは図2に示すように、セグメント継ぎ手を評価する回転ばねを有する一次覆工を想定した三つのリングと二次覆工を想定した一つのリングから構成されている。一次覆工リング相互間の力のやりとりは、リング継ぎボルト位置に付した接線方向と半径方向のばねにより行なわれるものとした。この位置ではずれが生じないものと考えて、そのばね定数は数値計算上無限大に近い値とした。また一次覆

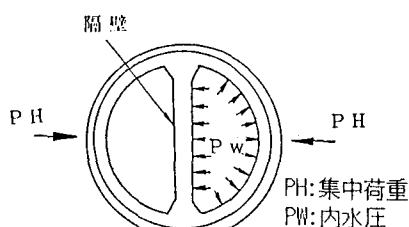


FIG.1 載荷方法

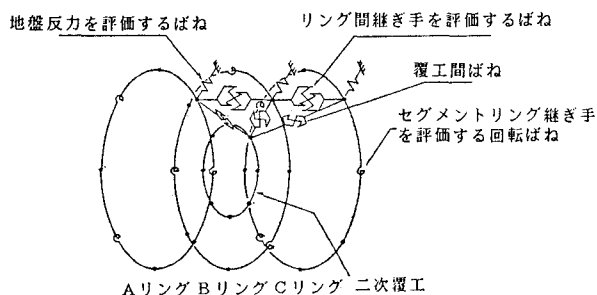


FIG.2 新解析モデル

工と二次覆工の間の力のやりとりは従来の重ね構造解析モデルと同様に両覆工の対応する各節点間に付した接線方向と半径方向のばねを通して行なわれると考え、そのばね定数は両覆工が離間しない節点では数値計算上無限大に近い値とし、離間する節点では零とした。

隔壁は、前回報告した解析方法においては二次覆工の隔壁との接合部の半径方向変位を拘束することにより評価し、新しい解析方法においては隔壁を梁部材として解析モデルに組み込むことにより評価した。

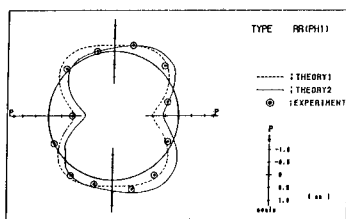
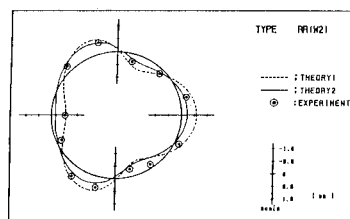
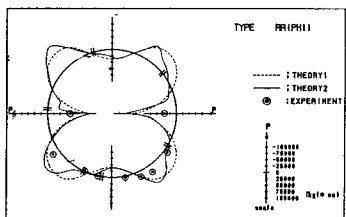
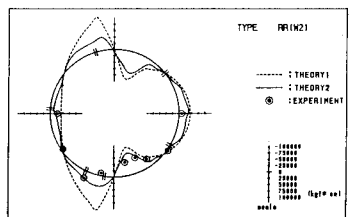
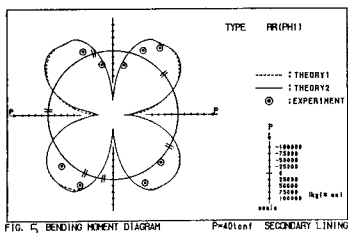
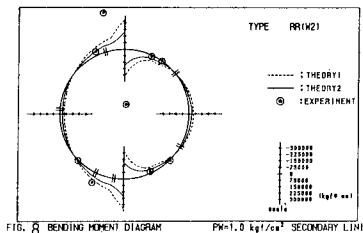
4. 載荷試験及び解析結果

集中荷重のケースの $P = 40 \text{ tf}$ における変位図及び両覆工の曲げモーメント図を図3～図5に、内水圧のケースの $P_w = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ における各図を図6～図8に示す。一次覆工の曲げモーメント図はAリングに対するものであり、二次覆工のそれは幅45 cmあたりに生ずる曲げモーメントを表わしている。図中破線は前回報告した方法による解析値であり、実線は新しい解析方法による解析値である。また曲げモーメント図中の記号ⅡはAリングのセグメント継ぎ手位置を示している。

変位図及び二次覆工の曲げモーメント図については、いずれの解析値も試験結果をよく説明しているといえる。一次覆工の曲げモーメント図については、新しい方法による解析値がセグメント継ぎ手位置の曲げモーメントの低下をもよく説明しているといえる。

5. むすび

以上に述べたように二次覆工で補強されたシールドトンネルの挙動を説明する解析モデルとして今回新たに提示した解析モデルが妥当であることが確認された。

FIG. 3 DISPLACEMENT DIAGRAM $P=40 \text{ tonf}$ FIG. 6 DISPLACEMENT DIAGRAM $P_w=1.0 \text{ kgf/cm}^2$ FIG. 4 BENDING MOMENT DIAGRAM (A-RING) $P=40 \text{ tonf}$ SEGMENTFIG. 7 BENDING MOMENT DIAGRAM (A-RING) $P_w=1.0 \text{ kgf/cm}^2$ SEGMENTFIG. 5 BENDING MOMENT DIAGRAM $P=40 \text{ tonf}$ SECONDARY LININGFIG. 8 BENDING MOMENT DIAGRAM $P_w=1.0 \text{ kgf/cm}^2$ SECONDARY LINING

（参考文献）(1)～(6)：村上 博智，小泉 淳 ほか『二次覆工で補強されたシールドトンネルの挙動について』

土木学会第37, 38, 39, 40, 41, 42回

年次学術講演会講演概要集37-Ⅲ-199, 38-Ⅲ-85, 39-Ⅲ-312

40-Ⅲ-175, 41-Ⅲ-423, 42-Ⅲ-301