

I-548 シールドトンネルの耐震性能に関するプレストレス導入効果 —（その1）RCセグメント模型を用いた軸方向交番載荷試験—

機関組技術研究所 正会員 辻田 満 正会員 脇田 和試
同 上 正会員 三原 正哉 正会員 松原 勝己
同 上 正会員 新井 伸夫

1. まえがき

大地震時にシールドトンネルには大きな軸方向引張力が発生し、セグメントリング間継手部に大きなひずみが生ずる可能性がある。このようなことから軸方向のシールドトンネルの耐震性の検討が行われているが、¹⁾ 今後はさらにシールドトンネルの耐震補強について検討する必要がある。耐震補強対策としては一次覆工部の強化策と二次覆工部の強化策が考えられる。筆者らは一次覆工部の強化策に着目し、一次覆工軸方向にプレストレスを導入することの検討を行っている。本報は直方体RCセグメント模型を用いた、プレストレス導入効果の確認実験について述べるものである。

2. シールドトンネルの耐震性能に関するプレストレス導入効果の概念

プレストレス導入のない場合には引張外力に対してセグメント継手部とコンクリート部の引張剛性が最初から発現される。これに対し、一次覆工軸方向にプレストレスを導入した場合にはプレストレスによって導入された初期圧縮力が失われる範囲までは引張外力に対してセグメントの圧縮剛性でトンネルが変形し、その後、セグメントリング間継手部とコンクリートの引張剛性が発現される。このため、同一の変形に対してもプレストレスが導入された場合は導入されない場合に対して継手部に導入されるひずみ量は小さくなると考えられる。また、プレストレス導入のある場合には、みかけ上の引張剛性増大によってプレストレス導入のない場合に比べ、地震時の変形が押えられる。これらのことからプレストレス導入によって引張外力に対する継手部の応力分担が減少する効果が期待できる。

図-1に継手部の応力分担の減少効果の概念図を示す。

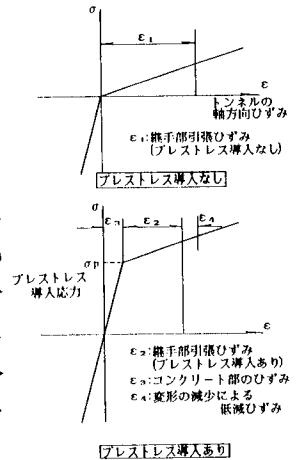


図-1 継手部応力分担の減少効果の概念

3. 実験概要

実験は直方体RCセグメントを3個連結し、軸方向にプレストレスを導入しない場合（ケース1）と導入する場合（ケース2）の軸方向交番載荷試験とした。これら両者の結果を比較することにより、プレストレス導入による引張剛性増大と、引張外力に対する継手部の応力分担の減少効果を確認することとした。図-2および図-3にそれぞれ載荷装置図および直方体RCセグメントモデルを示す。

実験に際しては3個の直方体セグメントの両端に載荷プレートと定着アンカーが施された載荷部供試体を連結させ、載荷プレートの周囲と載荷桁を溶接した。また、プレストレス導入に際しては載荷プレートのプレストレス定着部を箱抜きし、プレストレス定着部に引張・圧縮交番外力が載荷されるのを回避した。

ケース1、2とも実験に先立ち、シールドの推進を模擬するため初期圧縮力24tfを載荷し、ボルト増し締め(1.5tf/本)を行った後、除荷した。ケース2にお

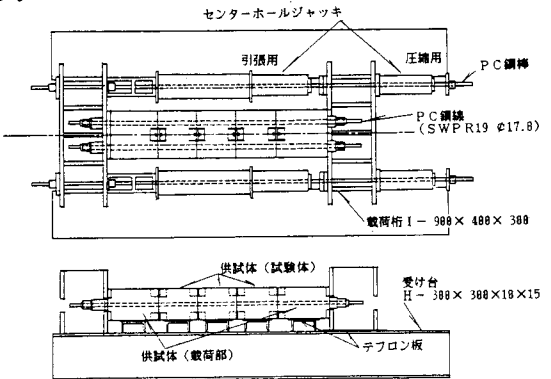


図-2 載荷装置図

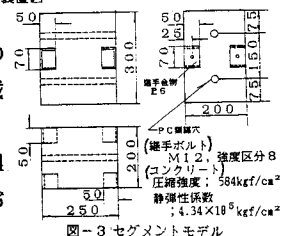


図-3 セグメントモデル

ける導入プレストレスはコンクリート圧縮応力 45kgf/cm^2 を目安とし、 27tf (13.5tf /本)とした。

主な測定項目は直方体RCセグメントの軸方向変位、供試体間の目開き量、継手ボルトの応力、導入プレストレスとした。また、供試体のひずみ分布を把握するため、供試体表面にひずみゲージを取り付け、中央部供試体の鉄筋に鉄筋ゲージを配置した。

4. 実験結果

4.1 荷重～変位曲線

図-4および図-5にケース1およびケース2における供試体軸方向変位量を示す。ケース2ではケース1に比べ引張力の剛性がプレストレス導入荷重付近まで増大し、ほぼ圧縮側の剛性に等しくなっている。なおケース1では圧縮側6mm程度まで圧縮剛性が低くなっているが、これは供試体の製作精度、載荷装置のなじみが影響していると考えられる。

4.2 荷重～供試体目開き量曲線

図-6および図-7にケース1およびケース2における供試体間の目開き量を示す。ケース1では引張外力に対し最初から目開き量が発生しているのに対し、ケース2では引張外力に対しプレストレス導入荷重付近に対応する変位レベルまでは目開きは小さく、この部分の変位レベルに対しては継手部の荷重分担が小さいことがうかがえる。

4.3 荷重～継手ボルト応力曲線

図-8および図-9にケース1およびケース2における継手ボルトの応力を示す。ケース1では引張外力に対し3tf程度(ボルトの増し締め力程度)からボルトに応力が発生しているのに対し、ケース2では引張外力に対し、(プレストレス導入荷重+ボルトの増し締め力)付近に対応する変位レベルまでは継手ボルトの応力は小さく、この部分の変位レベルに対しては継手部ボルトの荷重分担が小さいことがうかがえる。

5. まとめ

今回の実験で以下のことが明らかとなった。

- ① シールドトンネル一次覆工軸方向にプレストレスを導入することによって引張剛性が増大する。
- ② 引張剛性増大は、プレストレス導入によるコンクリートの圧縮剛性発現が主原因であり、この剛性による変形に対しては継手部は継手板、ボルトとも応力分担が小さい。このため引張外力に対して継手部の応力分担の減少が期待できる。

6. あとがき

今回の実験は、一次覆工軸方向にプレストレスを導入する効果を定性的に確認した基礎実験である。また現在シールド材の影響とプレストレスの経時変化を知る目的で長期載荷試験を実施中である。今後は2次覆工の影響やプレストレス導入に関する施工法の検討を実施する予定である。

参考文献

- 1) 大日方、川島、加納、志波：接続したRCシールドセグメントの載荷実験、土木学会第42回年次学術講演会講演概要集第I部門、PP.1070～1071、昭和62年9月

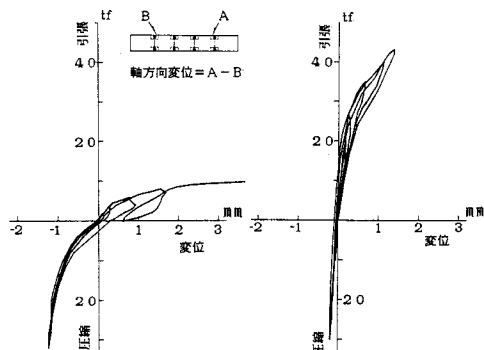


図-4 供試体軸方向変位(ケース1) 図-5 供試体軸方向変位(ケース2)

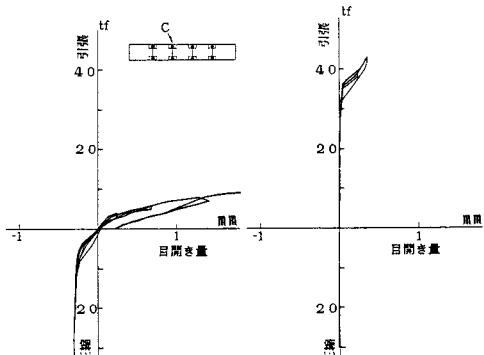


図-6 供試体目開き量(ケース1) 図-7 供試体目開き量(ケース2)

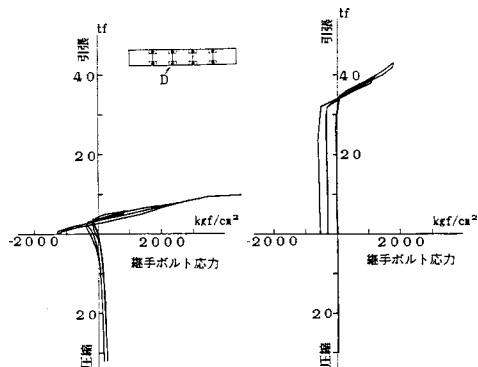


図-8 継手ボルト応力(ケース1) 図-9 継手ボルト応力(ケース2)