

I-521

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3) RCセグメント模型を用いた軸方向交番載荷試験(二次覆工を考慮した場合) -

機関組技術研究所 正会員 脇田和試

同 上 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軸方向引張力が発生し、セグメントリング間継手部にひずみが集中する可能性がある。筆者らは既に、一次覆工のみを考慮したRCセグメント模型を用いた軸方向交番載荷試験を実施し、一次覆工軸方向プレストレス導入によって引張変位に対する継手部のひずみの分担が減少できる効果を明らかにした。¹⁾ 本報は、二次覆工を考慮したRCセグメント模型による軸方向交番載荷試験で検討したプレストレス導入効果を述べるものである。

2. 実験概要

試験ケースは、プレストレスを導入しない場合(ケース4)と、一次覆工軸方向にプレストレスを導入する場合(ケース5)の2ケースとした。なお、プレストレスの導入は二次覆工部の打設に先立って実施した。プレストレスの導入は29tf(14.5tf/本)であり、コンクリートの圧縮応力に換算すると48.3kgf/cm²となる。一次覆工として用いた直方体RCセグメントおよび継手ボルトは、一次覆工のみを考慮した実験と同一のものを用いた。¹⁾ 二次覆工は、直方体RCセグメントの両側にそれぞれ8cm幅で施した。両側ともD10の鉄筋を主筋として2本配置した。鉄筋比は0.6%である。材料試験で得られた二次覆工コンクリートの静弾性係数、引張強度は、それぞれ、 3.1×10^5 kgf/cm² および 32 kgf/cm² である。図-1に荷重装置図を示す。

3. 実験結果

3.1 荷重～変位曲線

図-2、図-3に、荷重～変位曲線を示す。ケース5では、導入プレストレスが解放する変位 0.122mm(ひずみに換算すると 1.63×10^{-4})まで、ケース4に比べ引張剛性が増大している。これは、ケース5においては、一次覆工部の引張剛性として主にコンクリートの圧縮剛性が発揮されるためと考えられる。またケース5では、導入プレストレス解放後の変位レベルにおいても、ケース4に比べ引張剛性が大きくなっている。これは、ケース5においては、PC鋼線が並列バネとして加算されていることが主原因と考えられる。さらにケース5においては、二次覆工鉄筋降伏変位 0.755mm(ひずみに換算すると 1×10^{-3})を超える変位レベルにおいて、ケース4に比べ残留変位が小さくなっている。

3.2 供試体目開き量および継手ボルト応力

図-4、図-5に供試体目開き量を示す。また、図-6、図-7に継手ボルト応力を示す。ケース5では、ケース4に比べ残留目開き量が小さくなっている。また、継手ボルト応力の残留量は、ケース5では、ほぼゼロあるいは、圧縮側の値となっている。

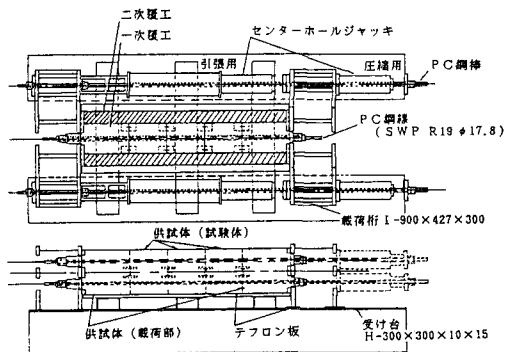


図-1 荷重装置図

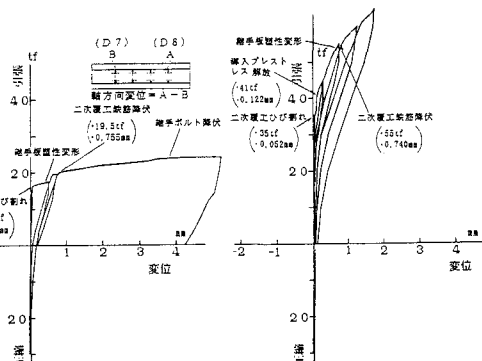


図-2 供試体軸方向変位(ケース4)

図-3 供試体軸方向変位(ケース5)

のに対し、ケース4では、大変形に対し、引張側に残留量が生じている。

図-8、図-9にそれぞれ、軸方向変位～供試体目開き量関係および、軸方向変位～継手ボルト応力関係を示す。図-8、図-9より、ケース5では、導入プレストレスが解放する変位0.122mm付近までは、供試体目開き量および継手ボルト応力の発生が押さえられており、プレストレス導入によって引張変位に対する継手部ひずみの分担が減少できる効果が明らかとなる。

3. 3 二次覆工クラック幅

図-10、図-11に、二次覆工クラック幅を示す。二次覆工クラックは、継手部位置に集中して発生した。ケース5では、ケース4に比べ、大変形時の残留クラック幅が小さくなっている。

3. 4 二次覆工鉄筋応力

図-12に、軸方向変位～二次覆工鉄筋応力関係を示す。図-12は、継手部位置の二次覆工鉄筋応力を示したものである。ケース4、ケース5とも、二次覆工鉄筋応力は同程度となっている。これより、プレストレスのある場合には、図-2、図-3に示したように、同一変位に対するトンネルの全体の断面力は増大するが、二次覆工の負担断面力は増大せず、全体の断面力増大分は、主にPC鋼線が負担していると考えられる。

4. まとめ

今回の実験で、軸方向プレストレス導入効果として以下のことが明らかとなった。

- ① 10^{-4} レベルの導入ひずみに対しては、継手部のひずみの分担が減少できる。
- ② $10^{-3} \sim 10^{-2}$ レベルの導入ひずみに対しては、継手部の目開き量、継手ボルト応力、二次覆工クラック幅の残留量を小さくできる。

5. あとがき

今回の試験は、アンボンドタイプのプレストレス導入状態で実施したものである。今後はボンドタイプのプレストレス導入状態の試験も実施する予定である。

参考文献

- 1) 辻田、脇田、三原、松原、新井：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荷重試験－，土木学会第43回年次学術講演概要集第1部門，PP.1146～1147，昭和63年10月

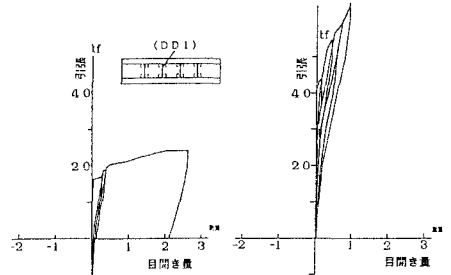


図-4 供試体目開き量（ケース4）

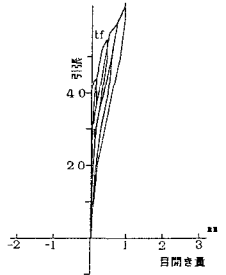


図-5 供試体目開き量（ケース5）

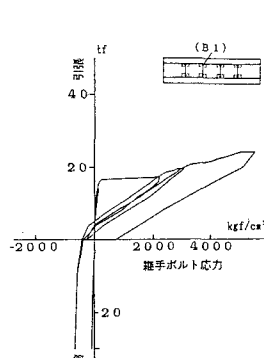


図-6 継手ボルト応力（ケース4）

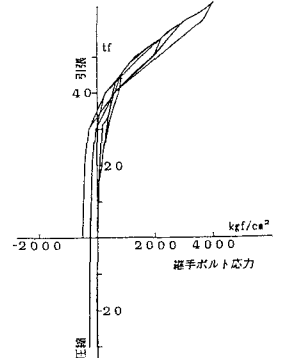


図-7 継手ボルト応力（ケース5）

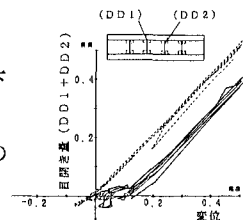


図-8 軸方向変位～供試体目開き量

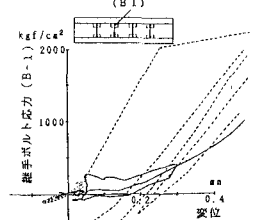


図-9 軸方向変位～継手ボルト応力

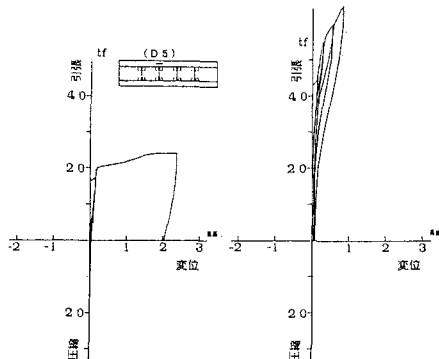


図-10 二次覆工クラック幅（ケース4）

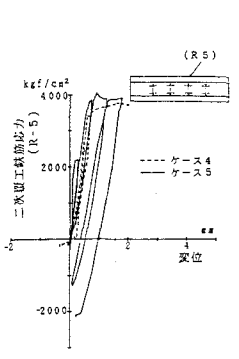


図-11 二次覆工クラック幅（ケース5）

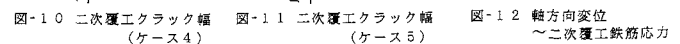


図-12 軸方向変位～二次覆工鉄筋応力