

農業用水路トンネルに対する二方向载荷試験における背面空洞による影響 Influence of void on irrigation tunnels under bi-directional loading

○立石翼*, 柴田俊文*, 田本敏之**, 西村伸一*, 珠玖隆行*

Tsubasa Tateishi*, Toshifumi Shibata*, Toshiyuki Tamoto**, Shin-ichi Nishimura* and Takayuki Shuku*

1. 研究背景と研究目的

国内における農業用水路トンネルの多くは老朽化によりその機能が低下しつつあるため、正確な機能診断と補修・補強を行うことが課題となっている。特に、矢板工法を用いて施工されたトンネル覆工背面とその周囲の地山との間には空洞（以下、背面空洞）が生じやすく、地山の崩落および不均一な地圧の作用により、覆工に致命的な損傷を与える危険性が高い。本研究では、トンネル覆工と背面空洞を含む模擬地山に対し、鉛直および水平の二方向を拘束条件の下、両方向から同時に荷重を作用させ（以下、二方向载荷試験）、供試体が示す挙動、また、その変状・劣化状態を検証することを目的としている。

2. 試験方法

Fig. 1 に示した試験装置を用いて二方向载荷試験を実施する。模擬地山の寸法については、Fig. 2 を参照されたい。Fig. 3 に示した背面空洞は、覆工の中心からの天端部に対する角度 θ で表し、 0° （空洞なし）、 45° 、 90° の 3 種類を作製する。(1)非接触式変位計は覆工の内空変位、(2)接触式変位計は载荷板変位、(3)荷重計は载荷荷重、(4)ひずみゲージは覆工内面のひずみ、(5)非接触式変位計は背面空洞変位を測定する(Fig. 1)。载荷方法は、二方向等速载荷、鉛直方向卓越载荷、水平方向卓越载荷の 3 種類とする。油圧ポンプの駆動頻度は、等速载荷および卓越载荷における卓越方向が 5 秒に 1 回、卓越载荷における非卓越方向が 10 秒に 1 回である。

3. 試験結果

Fig. 4-6 に各载荷方法における内空変位量の時間推移を示す。鉛直・水平方向とも 0° における内空変位量は概ね縮小傾向を示した。一方、背面空洞を有する場合、水平方向内空変位量は概ね縮小傾向、鉛直方向内空変位量は概ね拡大傾向を示した (Fig. 6 鉛直方向 45° を除く)。これは、水平方向からの载荷によりトンネル覆工が水平方向に押され、その影響が背面空洞を有するトンネル覆工の天端部に曲げ変形として現れるためであると考えられる。

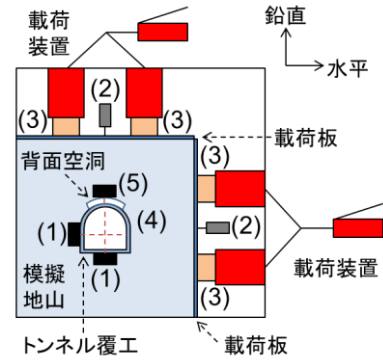


Fig. 1 二方向载荷試験装置
Model test apparatus for bi-directional loading

(単位：mm)

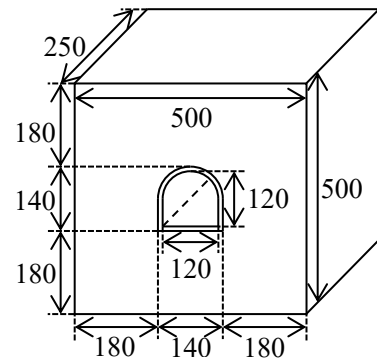


Fig. 2 模擬地山の寸法
Sample size of ground

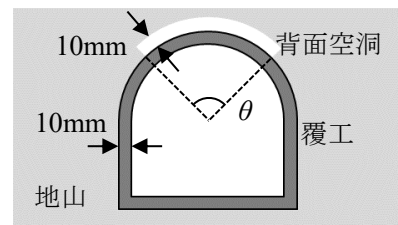


Fig. 3 背面空洞の設定
Setting of void

所属：岡山大学大学院環境生命科学研究科 Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama Univ.*, 日化エンジニアリング Nikka Engineering**, キーワード：農業用水路トンネル, 背面空洞, 二方向载荷試験

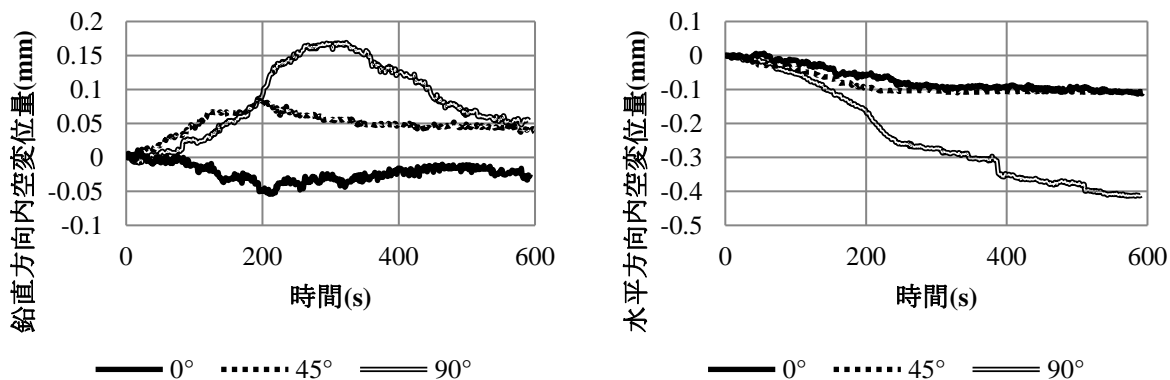


Fig. 4 二方向等速载荷時における鉛直および水平方向の内空変位量

Vertical and horizontal convergence under bi-directional loading with equal velocity in each direction

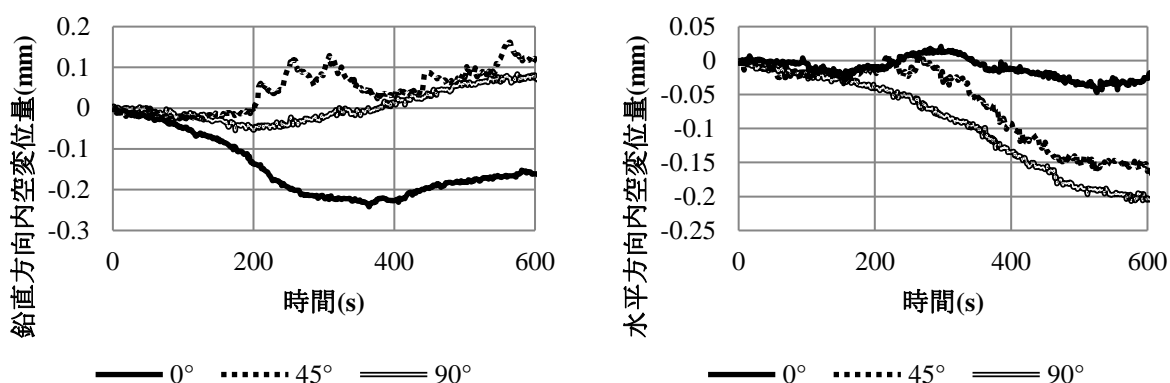


Fig. 5 鉛直方向卓越载荷時における鉛直および水平方向の内空変位量

Vertical and horizontal convergence under bi-directional loading with high velocity in vertical direction

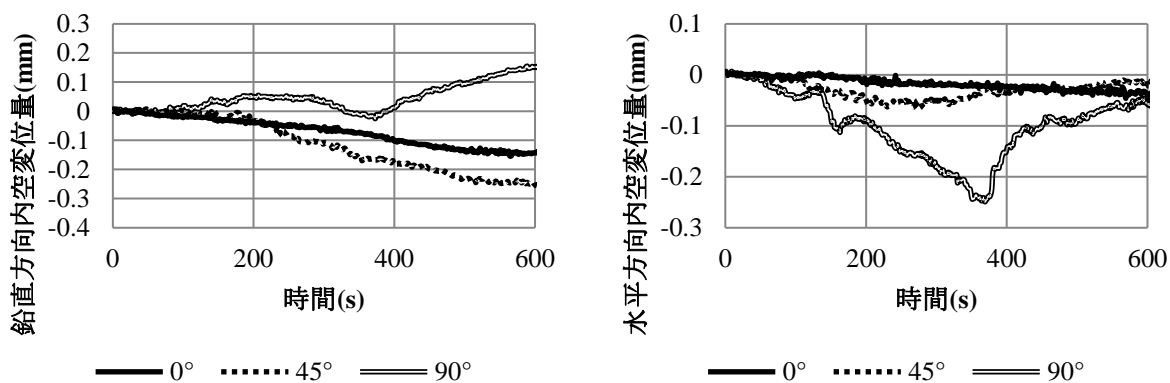


Fig. 6 水平方向卓越载荷時における鉛直および水平方向の内空変位量

Vertical and horizontal convergence under bi-directional loading with high velocity in horizontal direction

4. まとめ

背面空洞を有する模擬地山の場合，継続的な荷重の载荷によりトンネル覆工の天端部は背面側へ曲げ変形を起こすことが多く，その延長として顕著なひび割れが発生することもある．覆工における天端部背面側への曲げ変形やひび割れは，背面空洞の設定角度が大きいほどその発現が顕著であることが確認された．また，二方向载荷試験では，鉛直および水平の両方向に対して拘束圧が作用するため，一方向载荷試験と比較すると極端な偏圧はかかりにくいと考えられる．