

## U型土留めによる不連続面を有するインバートの構造安定性に関する実験的検討

三井住友建設株式会社 正会員 ○小出 孝明  
 国立研究開発法人土木研究所 正会員 日下 敦  
 国立研究開発法人土木研究所 正会員 巽 義知  
 国立研究開発法人土木研究所 正会員 菊地 浩貴

## 1. はじめに

道路トンネルでは、盤膨れ等の変状に対してインバートの改築や追加設置が実施されている。このような工事では、車輛の通行を確保するために道路の中央に土留め壁を設置し、インバートを片側1車線ずつ分割施工する(図-1)場合があるが、狭いスペースでの煩雑な作業により工期や工費が増加する傾向がある。また、長期間の交通規制による社会的影響や経済損失も生じている。このような課題に対して、施工効率化による工期短縮を目的として、メッセルシールド機とU型土留めを用いて土留め工と掘削工を同時施工する工法(図-2)を研究・開発している<sup>1)</sup>。本工法では、U型土留めの本体利用によりインバートに不連続面が2面生じ、構造の安定性への影響が懸念されるため、载荷実験を実施して影響の程度について検証した。

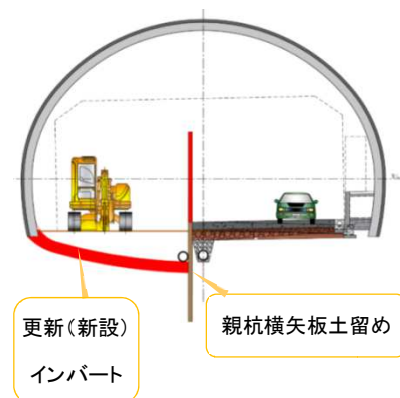


図-1 従来工法の概要

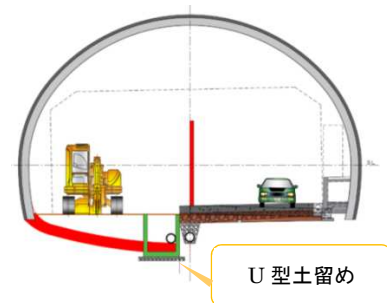


図-2 急速化工法の概要



図-2 急速化工法の概要

## 2. 実験の内容

载荷実験は実物と同程度の規模で実施するために、土木研究所が有する実大载荷装置(図-3)を用いた。不連続面の影響評価を、平成28年の覆工载荷実験(以降、H28実験)の結果<sup>2)</sup>との比較分析で行うため、実験条件がH28実験と可能な限り一致するように設定した(表-1)。供試体の仕様はコンクリート強度 $23\text{N/mm}^2$ 、 $t=300\text{mm}$ 、 $R=4,550\text{mm}$ とした上で、中央にU型土留め(コンクリート強度 $30\text{N/mm}^2$ 、 $t=150\text{mm}$ 、 $W=1,000\text{mm}$ 、 $H=750\text{mm}$ 、配筋 $D10@180\text{mm}$ )を一体化した供試体(図-3)とした。载荷方法は変位制御として、下方からの盤膨れを想定し、最も厳しい条件と考えられるU型土留め周辺への集中载荷とした。供試体外周の $10^\circ\sim 170^\circ$ 範囲に $10^\circ$ 間隔で配置された全17箇所の油圧ジャッキの内、 $80^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $100^\circ$ 位置のジャッキで载荷し、残りのジャッキは供試体が外側に変形した場合に $400\text{kN/mm}$ 相当の地盤バネ反力が作用するように制御した。载荷中は、ひずみと変位を測定するとともに、各载荷ステップ毎に供試体表面に生じるひび割れを観察した。

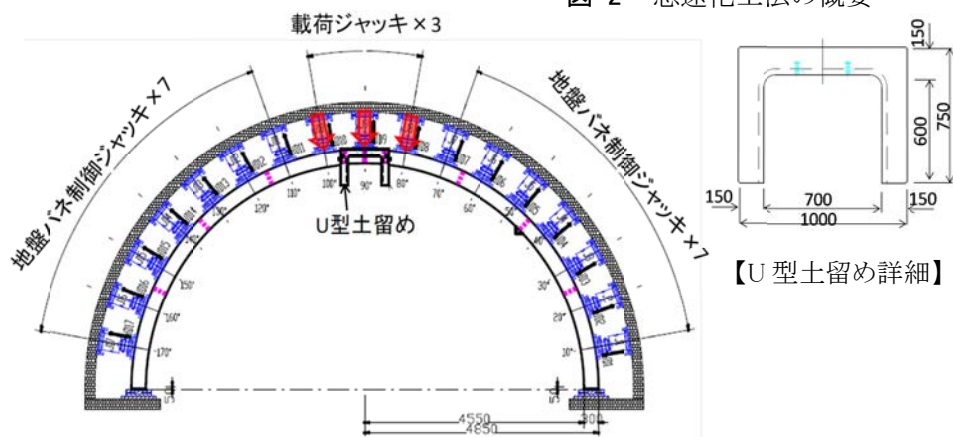


図-3 実験の概要

キーワード 道路トンネル, 更新, インバート, 不連続面, 構造安定性

連絡先 〒104-0051 東京都中央区佃2丁目1番6号 三井住友建設株式会社 TEL 03-4582-3060

### 3. 実験の結果と分析

不連続面の目視観察では破壊まで密着を保っていた。ズレ変位の最大値は左面で0.05mm、右面で0.07mmと極めて微小であった。続いて、本実験の結果をH28実験の結果と比較分析する。荷重変位曲線(図-4)について、合計荷重の曲線に着目すると両実験ともに2,000kNまでは、傾きが概ね一定の完全に一致した挙動を示していた。その後、両実験ともに傾きが緩やかになるが、本実験の傾きの変化率の方が大きい。最大荷重について、H28実験の2,421kNに対して、本実験は2,243kNとなり、7%低い結果となった。最大荷重の差は供試体の圧縮強度の差に起因すると推定する。荷重変位曲線の傾きの変化率の差は、U型土留めによる不連続面や剛性の変化が複合的に影響していると推定する。続いて、それぞれの载荷ジャッキの曲線に着目すると、両実験ともに90°ジャッキの荷重が80°、100°の荷重よりも大きいが、その割合が異なる。H28実験では90°に対して80°、100°は60%程度、本実験では20%程度であった。この差について、高強度で鉄筋補強されているU型土留めの剛性が現場打ち部よりも大きく変位抵抗性が強いいため、変位制御による载荷では、90°がより大きな荷重になったと推定する。

最大荷重時の供試体中心の周方向のひずみ分布(図-5)を比較すると、内面では両実験ともに、圧壊の予兆が確認された70°と圧壊した110°の圧縮ひずみが卓越していた。また、本実験のひずみが25%程度大きかった。一方で、外面では圧壊した110°の引張ひずみと90°の圧縮ひずみが卓越していたが、内面とは逆に本実験のひずみが30%程度小さかった。これらの差については、U型土留めの剛性が現場打ち部よりも大きいことから、90°付近の変形が抑制されることで周辺の変形の傾向が変化したと考える。

以上、両実験の差を比較して不連続面がインバートの構造安定性に与える影響について比較分析したが、構造が不安定になると判断するほどの有意な差は生じなかった。

### 4. まとめ

本実験では不連続面は破壊するまで密着していた。また、本実験とH28実験の結果の比較では、荷重変位曲線やひずみ分布曲線は概ね一致していた。U型土留め周辺の変形の傾向に若干の変化が生じたが、インバート構造が不連続面を有することにより不安定になると判断する有意な差は確認されなかった。今後は、接続部を鉄筋等で補強した場合も検討し、U型土留め周辺の変形の傾向について確認していきたい。

### 参考文献

- 1)小出孝明, 鷹賀智司, 日下敦, 巽義知: 一車線を確保した状態でインバートを更新する工事の急速化に関する実験的検討, 第33回日本道路会議, 2019
- 2)石村利明, 砂金伸治, 日下敦: 炭素繊維を鋼材により固定した場合のトンネル補強効果に関する実験的検討, 土木学会第72回全国大会年次学術講演会概要集, 2017

表-1 供試体の仕様の比較

	不連続面	コンクリート種別	厚さ (mm)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 (GPa)	ポアソン比
本実験	2面	無筋コンクリート	300	23.20	17.92	0.154
平成28年実験	無し	無筋コンクリート	300	25.37	19.31	0.152

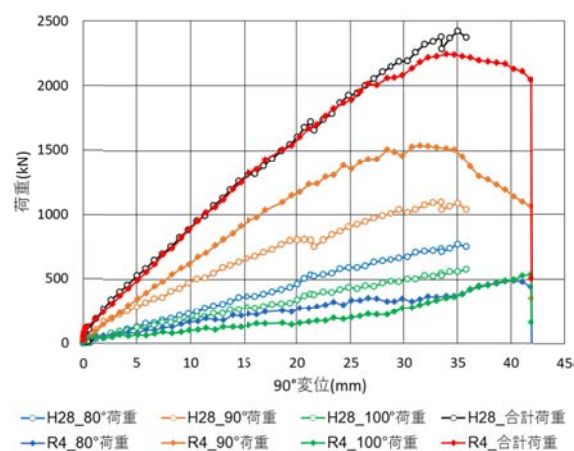


図-4 荷重変位曲線

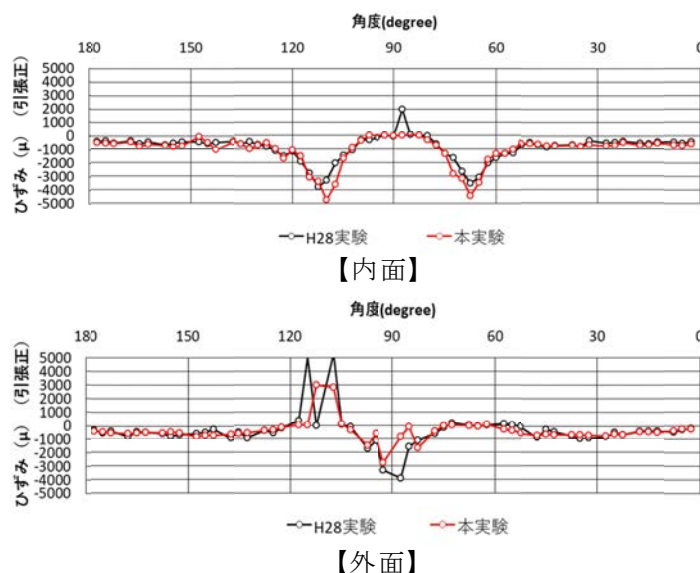


図-5 ひずみ分布曲線