

## 複数の不連続面に作用するケーブルボルトの支保効果に関する実験検討

関西電力 正会員 ○波多野眞司, 小林靖典  
 ニュージェック 正会員 白井義朗, 中村 真

### 1. はじめに

近年、地下構造物における支保部材としてケーブルボルト（以下 CB と略す）が使用される事例が増えてきているが、CB による支保効果については未解明な部分が多いのが現状である。著者らは、CB を打設した模擬岩盤不連続面のせん断試験<sup>1)</sup>や、地下発電所試掘坑坑内の試験空洞側壁近傍に存在する破碎帯に対する CB の支保効果検証試験<sup>2)</sup>等を実施してきた。ところが、実際の岩盤中に打設された CB には、図-1 に示すように複数の不連続面で引張とせん断が同時に作用していると予想されるが、現在得られている知見はあくまでも単独の不連続面を対象としたものである。

そこで本研究では、二面の不連続面を対象に簡単なモデルにおける実用 CB を用いた室内試験により付着特性の定量評価を行い、より複雑なモデルについては数値シミュレーション (DEM 解析) により付着切れのメカニズムについて検討する。ここでは、室内試験について報告する。

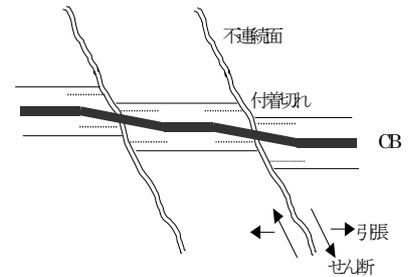


図-1 不連続性岩盤に打設されたCBの挙動のイメージ

### 2. 試験概要

試験では、図-1 に示す岩盤挙動のイメージにおいて不連続面と CB が  $90^\circ$  で交差する場合をモデル化し、鋼管により岩盤の拘束剛性を再現することとした。鋼管の選定は、厚肉円筒理論の半径方向剛性  $K_r$  をパラメータとして検討された結果<sup>3)</sup>を参照して、直径 44mm、肉厚 2.3mm の炭素鋼管を用いることにした。試験装置を図-2 に示す。既実施の CB 引張試験で CB の破断時に 1.5m の定着長があれば付着切れを生じなかったことから、二面のせん断試験はせん断面間のグラウトと CB の付着切れが連続する場合としない場合を想定して、せん断面間隔を 3.0m と 1.5m の 2 ケース実施した。

測定は、ロードセルにより載荷重を 2 箇所、ポイントゲージにより変位を 2 箇所、CB 内に設置したエクステンソメータ型ひずみ計 (SMART) に対して実施した。なお、試験時の載荷速度は 1.0tf/min である。

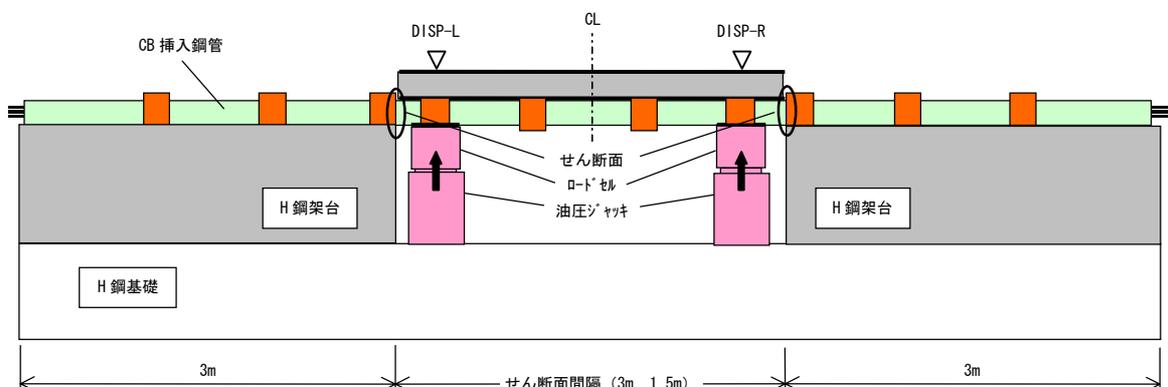


図-2 試験装置

キーワード：不連続性岩盤，ケーブルボルト，支保効果，二面のせん断試験

連絡先：〒542-0082 大阪市中央区島之内 1-20-19 ニュージェック Tel/Fax06-6245-4901/06-6251-2565

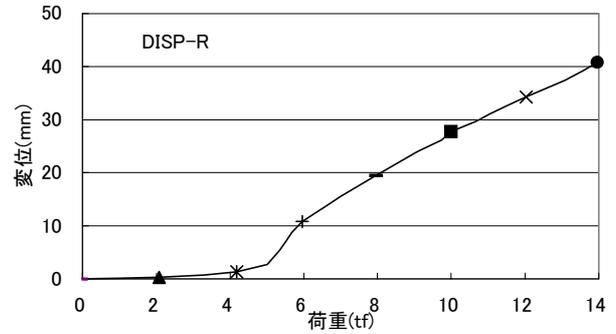
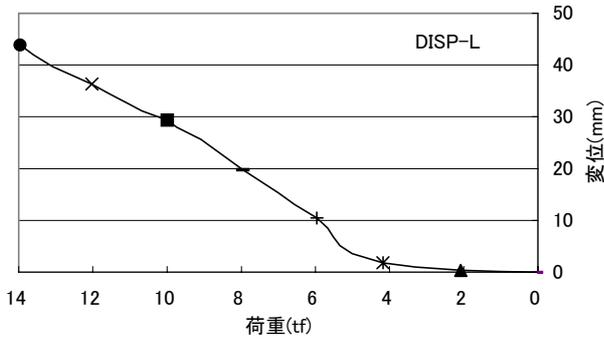


図-3 せん断方向変位測定結果(せん断面間隔 3.0m)

本試験で用いた SMART (Stretch Measurement to Assess Reinforcement Tension) は、埋め込み式ひずみ計で、7本より線の芯線に電気抵抗線を埋め込んだものである。本器はケーブル本体の付着を損なうことなく計測を行うことが出来るのが最大の長所である。SMARTは、一つの Electric readout head で head と任意の 6 点間のひずみが測定できる。本試験では本器を CB の両側に設置し、せん断面近傍の測定を精度よく行なえるように、計 12 点測点を配置した。

3. 試験結果

二面のせん断面間隔が 3.0m のケースのせん断方向変位測定結果を図-3 に示す。左右両方ともに、載荷重 5tf 付近から変位が増加しており、CB が破断した 14tf 程度まではほぼ左右対称の挙動を呈している。

図-4 および図-5 では、各ケースの両側の SMART の測定結果から得られた 50cm 区間変位を、せん断方向変位の挙動が対称であることから、片側半分に重ね合わせて評価した。直接測定した値は実線で、対称位置から採用した値は破線とした。せん断面間隔 1.5m のケースでは、片側のジャッキの荷重が 14tf に達する前にもう一方のせん断面で CB が破断して試験を終了したため 12tf までをプロットした。この 2 ケースではせん断面間のグラウトと CB の付着切れが連続する場合と連続しない場合とで、分布形状もほとんど変わらないことがわかった。

4. まとめ

複数の不連続面を模擬した室内試験により、岩盤が変形した場合の CB の付着切れの有無、ひずみ分布等を測定し、数値シミュレーションの基礎資料を得た。今後、本試験結果を参考にして複雑なモデルについて数値シミュレーションを実施する。

参考文献

- 1)土井智史・袋井肇・平川芳明・中村真：ケーブルボルト打設模擬岩盤不連続面のせん断試験による補強効果の評価，土木学会第 55 回年次学術講演会，Ⅲ-A274，2000。
- 2)柿原満・中村真・袋井肇・波多野真司・西内元弘：岩盤不連続面の变形抑制に関するケーブルボルトの支保効果の研究，土木学会第 56 回年次学術講演会，Ⅲ-A271，2001。
- 3)木梨秀雄・大内一・大西有三：付着応力分布に基づくケーブルボルトの引抜定着特性に関する研究，トンネル工学研究発表会論文・報告集，第 9 巻，1999。

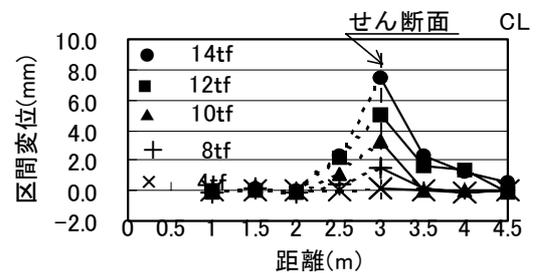


図-4 SMART 測定結果（せん断面間隔 3.0m）

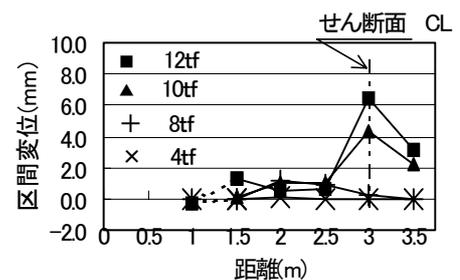


図-5 SMART 測定結果（せん断面間隔 1.5m）