大林組 〇正会員 木梨 秀雄 7II-会員 大内 一 正会員 丹生屋純夫

1.はじめに

ケーブルボルトは、近年大規模地下空洞や大断面トンネルにおける先行支保やPSアンカーの代替工法への適用 が検討されている。これまでに、室内および現場での引抜き試験による定着特性の評価、単一不連続面のせん断試 験による補強効果の検討、空洞支保効果の解析などを行った。トンネル、地下空洞の合理的な支保設計に際して は、ケーブルボルトの支保効果を定量的に反映することが重要と考えられる。現場計測などによりケーブルボルト の支保効果を把握は重要と考えられるが、本研究では原位置に比べ不連続面の分布や境界条件が単純な模型実験を 実施し、ケーブルボルトの基本的な作用機構を検証した。

2.模型試験体と試験方法

試験体の概要を図.1に示す。本試験体は不連続ブロックの集合体であり、一軸圧縮強度60N/mm2・W/C=34%のモル タルで作成した。各ブロックの周囲にはBartonら1)のジョイントプロファイルのType3(JRC4 ~ 6)を基に型枠を作 成し、モルタルを打設した。図.1のように不連続面は傾斜角45°であり、太実線を想定滑り面とした。また、想定 滑り面で滑るように試験体内部をD13異形鉄筋で補強している。図.1のように空洞周囲の赤点線がケーブルボルト を模擬したPC鋼線であり、想定滑り面を補強する配置となっている。使用したPC鋼線は 2.6mm単線(降伏荷重7kN) である。なお、PC鋼線は奥行き方向に2段埋め込んだ。比較のため、PC鋼線を用いない無補強ケースも実施した。完 成した試験体は図.1の様に立てて加力した。図.1の青点線のように 26mmPC鋼棒を試験体内部孔に通し、センターホール ジャッキにより境界応力が一定になるように漸増載荷した。変位計測器の配置およびPC鋼線のひずみゲージ配置を図.2、

図.3に示す。数字は鋼線No.である。加力による試験体のマク ロな変位は、図.2の を固定点としてブロック間の相対変位 (D1 ~ D13)として計測し、局所変位としては相対滑り面に沿っ たせん断(S1 ~ S7)および開口変位(V1 ~ V7)を計測した。また、 図.3 で示したひずみゲージにより、加力にともなう鋼線の軸 力を把握した。



図.1 模型試験体の概要



図.2 変位計の配置



図.3 ひずみゲージの配置

3.実験結果と考察

載荷に伴う鉛直荷重と鉛直相対変位(図.2のD9)の関係を図.4に、 鉛直荷重と不連続面のせん断変位の関係を図.5に示す。ここで、鉛直 荷重はジャッキ1台あたりの荷重である。両ケースとも空洞の左手側 の想定滑り面がせん断した(写真.1参照)。図.4のように、無補強の 場合は荷重が5kN程度で大きなすべりを生じた。また、図.5のように 無補強の場合、すべり出すまでのせん断変位がほとんどなかった。一 方、ケ-ブ は ルケ-スでは、最大荷重が42kN、無補強の約8倍程度で、そ の後は荷重が低下して相対変位、せん断変位ともに増加する。空洞左 側の鋼線は、せん断変位が約13mmのところで順次破断した。2ケース の開口変位を比較したものが図.6であるが、ケ-ブ は ルケ-スでは開口変 位が抑制されている。次に、鋼線の軸力分布の遷移を図.7に示す。図 中の丸数字は図.5の数字と一致する。また、赤矢印は想定滑り面との 交差位置を示し、凡例の数値は鉛直荷重である。 ~ では軸力は小 さいが、不連続面降伏後の ~ で軸力が大きく増大する。最大荷重

の時点では軸力が2kN程度でこれは鋼線の降伏荷重の3割程度であ る。また、軸力分布から判断すると、鋼線が降伏するまで付着力が 残っている。既存の単一不連続面要素せん断実験結果と、本試験の不 連続面せん断強度を比較すると図.8の様になる。要素せん断試験は、 本試験の1ブロックと同寸法で同じ粗さで実施した。ケーブはいトケースで は拘束圧を鋼線軸力の拘束成分としてプロットした。図.8によれば、 今回の実験では、不連続面のせん断強度が既存データのばらつきの下 限側にあることがわかる。





写真.1 試験後の状況(無支保)

今後は、不連続体解析によりケーブルボルトの支保機能を検証する予定である。



参考文献

1) Barton, .m., Choubey, V.: The shear strength of rock joints in theory and practice, Rock Mechanics, Vol.10, pp.1-54, 1977