

URUP工法に用いるSFRCセグメントの開発(2)

—リング間部分ほぞ継手せん断試験—

(株)大林組 正会員 〇屋代 勉 正会員 吉田 公宏
 正会員 蛭子 延彦 正会員 西森 昭博
 石川島建材工業(株) 岡山 奨

1. はじめに

URUP (Ultra Rapid Under Pass) 工法で想定している都市部のトンネルのうち、図-1 に示すような内空断面を有効に利用できる複合アーチ断面や矩形断面が適用されることがある。これらの断面形状では曲げモーメントが支配的となり、セグメント継手の曲げ剛性の低下を補うために、リング継手には添接効果を十分に発揮できる構造が求められる。そこで、せん断補強効果を有する SFRC セグメントのリング継手として部分ほぞ継手に着目し、せん断試験を行ったので、その概要および結果について報告する。

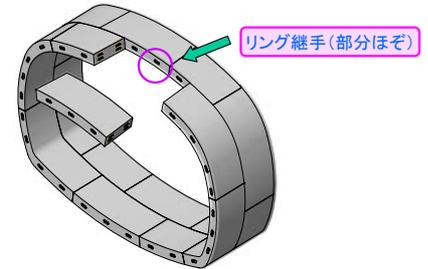


図-1 複合アーチ断面トンネル

表-1 供試体の仕様

断面寸法 (高さmm×幅mm)	h500×b850
中央供試体長さ (mm)	1700
端部供試体長さ (mm)	750
外面側鉄筋 (本数×径)	14×D22 (SD345)
内面側鉄筋 (本数×径)	14×D25 (SD345)
ほぞ部の内幅 (mm)	80
ほぞ部の外幅 (mm)	200
ほぞの中心深さ (mm)	250
シアーストリップ材質	ブチルゴム

2. 試験の目的

これまで、リング継手を全周ほぞ継手としてせん断試験を行った結果、SFRCセグメントは従来のRCセグメントの約1.7倍のせん断耐力を有することを確認している¹⁾。今回は、リング継手を部分ほぞ継手としてせん断試験を行い、部分ほぞ継手のせん断耐力を確認する。

3. 試験概要

供試体の仕様を表-1、供試体の概要を図-2 に示す。供試体は、分割された3ピース(以下、中央部の供試体を供試体①、両端の供試体をそれぞれ供試体②、供試体③と呼称)からなる平板状とし、コンクリートは設計基準強度 $f'_{ck}=42\text{N/mm}^2$ 、鋼繊維混入率 0.6vol% とした。部分ほぞは小判型形状とし、ほぞの向きが同方向となるように各継手面に1組設置した。ほぞの接触面にはブチルゴム製のシアーストリップを2枚配置し、支圧幅を200mm とした(写真-1)。

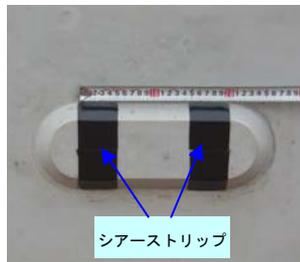


写真-1 部分ほぞ継手

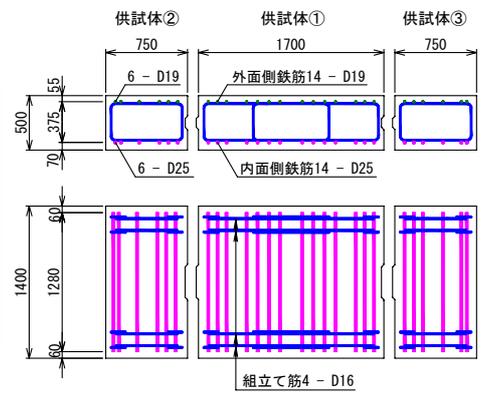


図-2 供試体概要図

載荷位置、計測位置を図-3 に、試験装置を写真-2 に示す。載荷は供試体②、供試体③を受け台にボルトで固定し、供試体①を押し抜く方法で行った。分割された供試体間には100kNの軸力を導入し、載荷位置は、部分ほぞのせん断抵抗面の範囲外となる供試体の両端部とした。載荷ピッチは40kNとし、破壊まで荷重を加えた。

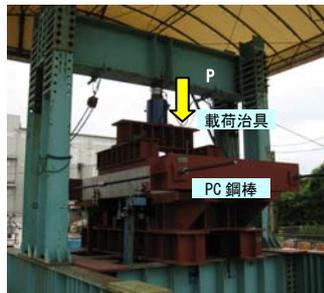


写真-2 試験装置

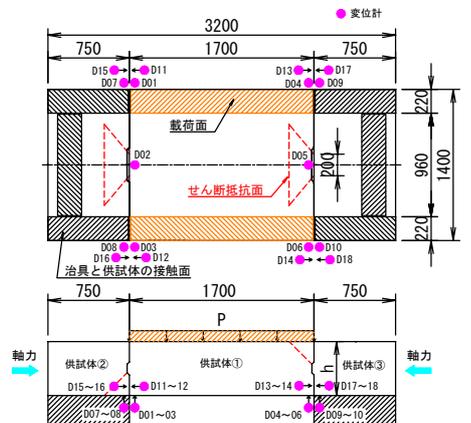


図-3 載荷位置および計測位置図

キーワード シールドトンネル, SFRCセグメント, ほぞ継手, せん断耐力, URUP工法, リング継手
 連絡先 〒108-8502 東京都港区港南2-15-2 (株)大林組 生産技術本部 TEL03-5769-1318

4. 試験結果および考察

荷重と鉛直変位の関係を図-4に、荷重と目開き量の関係を図-5に示す。鉛直変位が約2mmまでは荷重-変位の勾配は小さく、目開きもほとんど生じていない。ここまでの変位は、シアーストリップのつぶれに伴うクリアランスの減少によるもので、抵抗荷重は主に、初期に導入した軸力に伴う継手面の摩擦力によるものと推測される。

載荷重約100kNで荷重-変位の勾配が変化する。この勾配変化点は、ほぞの凹凸がシアーストリップを介してほぼ直接接触した状態と考えられ、ここから供試体①-②間に目開きが発生している。鉛直変位と目開き量が同様の動きを示していることから、荷重に伴い供試体①が供試体②のほぞの接触面のテーパ形状に沿って変位しているものと考えられる。一方、供試体①-③間においては、供試体①が供試体③側に変位し、供試体同士が密着していると考えられ、目開きはほとんど生じていない。

供試体①-②間の部分ほぞ継手は、鉛直変位が約5mmとなったときに荷重のピークを迎え、鉛直変位が9mmに達するまで900kN以上を維持した。最大荷重に達した後もただちにせん断破壊することなく変位量が増加しており、これは鋼繊維の補強効果によるものと考えられる。部分ほぞ継手のせん断破壊は写真-2のような状況で生じており、ほぼ想定した形状であった。

部分ほぞ継手の押抜きせん断破壊の照査断面を図-6に示す。実験結果より、治具重量と自重を考慮したSFRCセグメントの部分ほぞ継手の最大押抜きせん断力は $V_{pcu}=517kN$ であったのに対して、実強度を用いて算出したRC部材のほぞの設計押抜きせん断耐力は $V_{pcd}=287kN$ であり、SFRCセグメントは従来のRCセグメントの約1.8倍の押抜きせん断耐力を有することが確認できた。試験結果一覧を表-2に示す。

表-2 試験結果一覧

最大荷重	P	983kN
治具重量+自重	P_j+P_{self}	50kN
最大せん断力	V_{pcu}	517kN
コンクリート圧縮強度	σ'_c	66.6N/mm ²
RCの押抜きせん断耐力	$V_{pcd} (= \beta_d \beta_p \beta_r f_{pcd} u_p d)$	287kN
SFRCの最大せん断力 V_{pcu} /RCの押抜きせん断耐力 V_{pcd}		1.80

5. おわりに

今回実施したせん断試験により、鋼繊維を0.6vol%混入したSFRCセグメントの部分ほぞ継手のせん断耐力は従来のRCセグメントの約1.8倍であり、最大荷重に達した後もただちにせん断破壊を生じないことを確認した。このことから、SFRCセグメントに部分ほぞ継手を用いることは、曲げモーメントが支配的な断面においても有効であると考えられる。

参考文献 1) 建設技術審査証明事業 (一般土木工法) 高機能SFRCセグメント(株)大林組 平成20年11月 財団法人国土技術研究センター

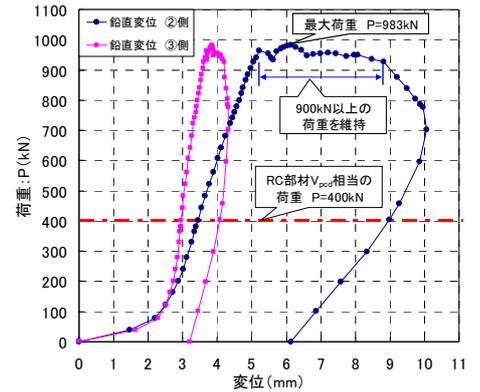


図-4 荷重-鉛直変位関係

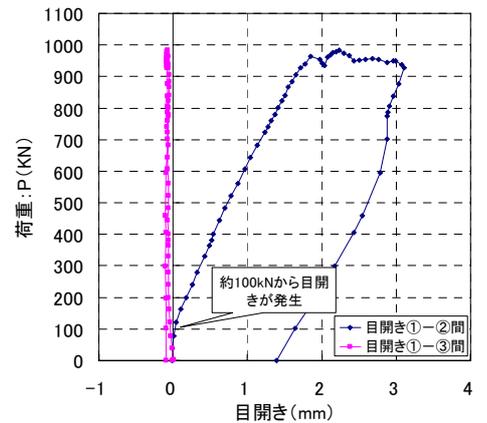


図-5 荷重-目開き関係



写真-2 せん断破壊状況

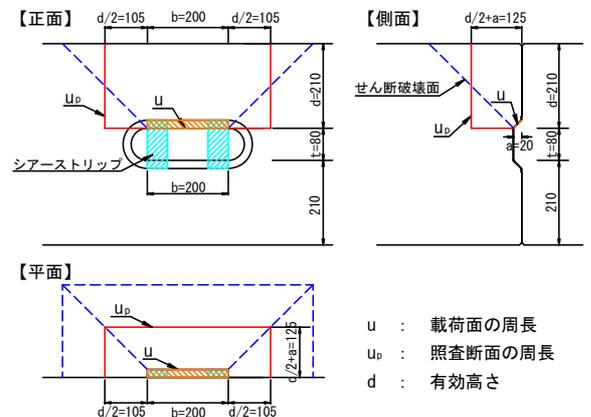


図-6 部分ほぞ継手の押抜きせん断破壊照査断面