

URUP工法に用いるSFRCセグメントの開発(1)

- せん断試験 -

(株)大林組 正会員 ○三倉 寛明 正会員 吉田 公宏
 正会員 大井 和憲 正会員 西森 昭博
 石川島建材工業(株) 正会員 橋本 博英

1. はじめに

URUP (Ultra Rapid Under Pass) 工法は、図-1に示すとおりアンダーパストンネルを地上発進-地上到達によるシールドで施工する工法であり、大幅な工期短縮が可能となる。都市部の小土被りの条件下では既存の埋設物の制約を受けることが多く、必要な建築限界を確保するために図-2に示すような複合アーチ断面や矩形断面トンネルが合理的となる場合がある。しかし、これらの断面は隅部を有するため、円形断面に比べ大きなせん断力が発生する。本稿は、せん断補強効果のある鋼繊維補強高流動コンクリートセグメント(以下、SFRCセグメント)を複合アーチ断面に適用するために実施したせん断試験の結果を報告するものである。

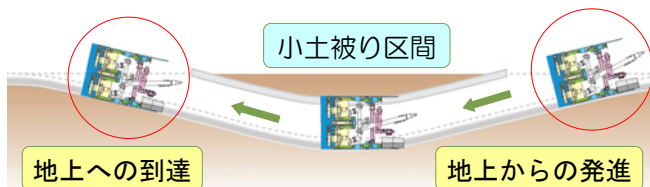


図-1 URUP 工法概要図

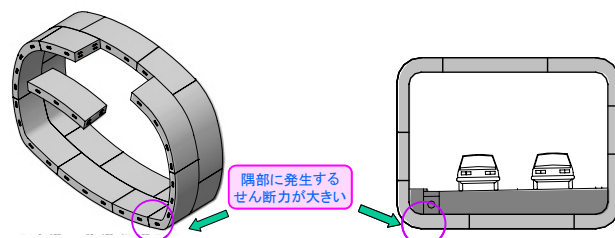


図-2 複合アーチ断面および矩形断面トンネル

2. 試験の目的

鋼繊維(写真-1)を混入することにより部材のせん断耐力が増加することは一般に知られている。鋼繊維指針案¹⁾では鋼繊維補強コンクリートのせん断耐力を $(1+\kappa)V_{cd}$ として評価し、 $\kappa=1.0$ とすれば十分に耐力を担保できるとしている。平成19年の実験²⁾では、鋼繊維混入率 0.8vol% の場合、無補強時の2倍以上の耐力があることを確認している。今回、新たに鋼繊維混入率 0.6vol% の SFRC セグメントのせん断耐力を確認するため、せん断試験を行った。



写真-1 鋼繊維

3. 試験概要

供試体の仕様を表-1、概要図を図-3に示す。供試体は、断面高さ 500mm、断面幅 850mm、長さ 3500mm の平板状とした。コンクリートは設計基準強度 42N/mm² (実圧縮強度 73.4N/mm²)、鋼繊維混入率 0.6vol% とした。せん断破壊先行とするため引張側に D41×8 本の鉄筋を配置し、主筋の抜け出し破壊を防止するため端部はフックを設けて圧縮側に定着させた。圧縮側には D22×7 本を配置し、配力筋・せん断補強筋は省略した。また、組立用鉄筋としてせん断スパンの外側に D16×4 本を配置した。

表-1 供試体の仕様

断面寸法 (高さmm×幅mm)	h500×b850
有効高さ d (mm)	430
せん断スパン長 a (mm)	1200
せん断スパン比 a/d	2.79
圧縮鉄筋 (本数×径)	7×D22 (SD345)
引張鉄筋 (本数×径)	8×D41 (SD345)
引張鉄筋比 p (%)	2.93

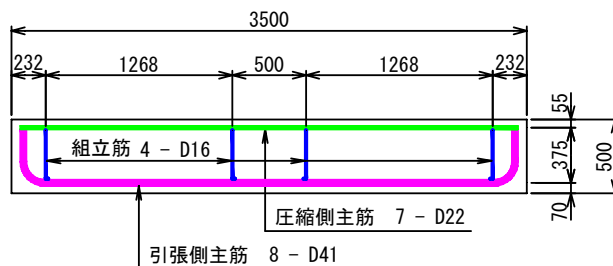


図-3 供試体概要図

キーワード シールドトンネル, SFRCセグメント, せん断耐力, 鋼繊維, URUP工法, 小土被り
 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 TEL 03-5769-1318

載荷位置および計測位置の概要を図-4 に示す。載荷スパン 600mm の 2 点載荷，支持スパン 3000mm の両端可動支持方式とし，50kN の載荷ピッチで破壊まで載荷した。供試体の中央部および支点部で変位の計測を行い，中央部と支点部の相対変位の平均値を変位量とした。

4. 試験結果および考察

荷重と変位の関係を図-5 に，試験結果の一覧を表-2 に示す。載荷重 350kN で供試体中央下面に曲げひび割れが発生した。その後，1950kN で載荷点と支点を結ぶ斜め方向のせん断ひび割れ（写真-2）が発生し，最終的に 2655kN でせん断破壊に至った。せん断破壊後の供試体の状況を写真-3 に示す。鋼繊維の補強効果により，せん断ひび割れ発生後ただちにせん断破壊しないことが確認できた。せん断ひび割れ発生荷重は，せん断破壊荷重の 74%であった。

今回の試験結果では，0.6vol% の鋼繊維混入率の SFRC セグメントは，せん断補強筋を用いない RC 部材の設計せん断耐力 V_{cd} （実強度 73.4N/mm^2 ）に対して約 2.5 倍のせん断耐力を有していることを確認した。平成 19 年の実験²⁾の 0.8vol% に続き，0.6vol% の場合においても κ は 1.0 以上となり，鋼繊維混入によるせん断補強効果が十分に発揮されることが確認できた。

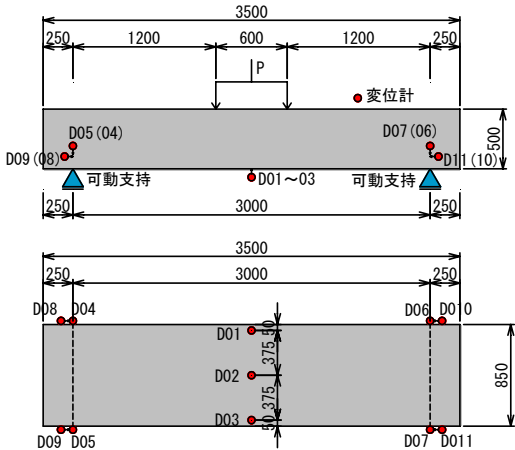


図-4 載荷位置および計測位置図

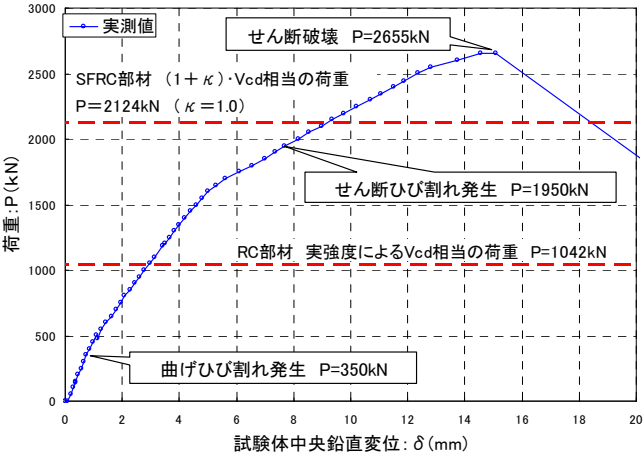


図-5 荷重－変位関係図

表-2 試験結果の一覧

最大荷重	P	2655kN
載荷治具重量	J	7kN
供試体自重	W	39kN
最大せん断力	V_{cu}	1348kN
最大荷重時変位	δ_u	15.1mm
コンクリート実圧縮強度	σ'_c	73.4N/mm^2
RCの設計せん断耐力	$V_{cd} (= \beta_d \beta_p \beta_n f_{vc} b_w d)$	541kN
最大せん断応力度 V_{cu} / せん断強度 $V_{cd} (= 1 + \kappa)$		2.49
せん断強度の増加を考慮する係数	κ	1.49

5. おわりに

SFRC セグメントは鋼繊維の補強効果によりせん断耐力を向上することができる。今回の試験では，0.6vol% の鋼繊維混入率においてもせん断ひび割れ発生後ただちにせん断破壊せず，通常の RC 部材に比べて 2 倍以上のせん断耐力を有することが確認できた。今後は複合アーチ断面の他，SFRC セグメント全般へ展開していく予定である。

参考文献

1) 鋼繊維補強鉄筋コンクリート柱部材の設計指針（案） 土木学会 1999 年 11 月
 2) 伊藤，吉田，峯崎 アンダーパスの急速施工法（URUP 工法）用セグメントのせん断耐力の検証 第 62 回年次学術講演会（平成 19 年 9 月）



写真-2 せん断ひびわれ発生状況



写真-3 せん断破壊状況