

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

株式会社大林組 正会員 ○伊藤 克也
 株式会社大林組 正会員 吉田 陽一
 石川島建材工業株式会社 正会員 峯崎 晃洋

1. はじめに

近年、都市部の交差点や踏切における交通渋滞解消を目的とした立体交差事業の計画が増えつつあり、特に景観への影響が小さいアンダーパスに対するニーズは高い。一方で、開削や推進など一部非開削を伴う従来工法によるアンダーパスは、工期が長いことおよび工事に伴う二次交通渋滞や騒音・振動といった周辺環境への負荷が大きいという問題がある。そこで、工期短縮と周辺環境への影響を最小限にすることが可能な URUP (Ultra Rapid Under Pass : ユーラップ) 工法を開発した¹⁾。この工法は、図-1 に示すように立坑を必要としない世界初のシールド工法であり、専用に開発したマトリックスシールドで、図-2 に示すアンダーパスの矩形断面を地上から連続的に施工することを特徴とする。本稿では、URUP 工法のセグメントに適用す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²⁾）に対するせん断試験について報告する。

2. 試験の目的

URUP 工法では、掘削断面をマトリックスシールドを用いた矩形とすることで掘削延長及び掘削量の低減を図っている。しかし、矩形断面とすることにより、シールドの一般形状である円形の場合よりも大きな曲げモーメントおよびせん断力が発生する。一方で鋼繊維混入により部材のせん断耐力が増加することは一般的に知られており、URUP 工法のセグメントとして SFRC セグメントを採用した。

指針案³⁾では、鋼繊維補強コンクリートのせん断耐力を $(1+\kappa)V_{cd}$ （ここで V_{cd} は土木学会コンクリート標準示方書⁴⁾における V_{cd} を示している）として評価し、まだ十分なせん断試験データの蓄積がないことから、安全側に $\kappa=1$ という値を採用している。本試験は、実大のセグメントに相当する試験体を用いたせん断試験を行うことにより、新たにせん断試験データを得ることを目的として実施した。

3. 試験方法

試験体の仕様を表-1、形状を図-3 に示す。試験体は2体とし、形状・配筋ともに同一とした。なお、せん断スパン内にせん断補強筋は用いず、荷重位置及び支点位置に D16 の鉄筋を組立筋として配置している。鋼繊維は、両端フック付結束

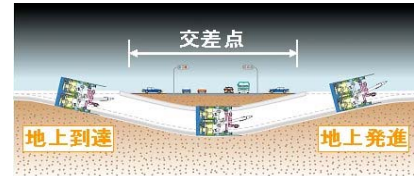


図-1 URUP 工法概要図

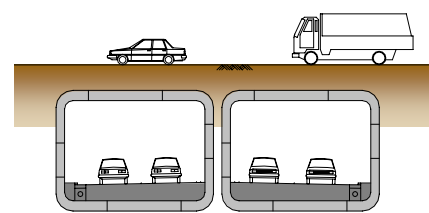


図-2 URUP 工法セグメント概要図

表-1 試験体の仕様

断面寸法(高さmm×幅mm)	h600×b1200
有効高さ d(mm)	525
せん断スパン長 a(mm)	1500
せん断スパン比 a/d(mm)	2.86
圧縮鉄筋(本数×径)	5×D19 (SD345)
引張鉄筋(本数×径)	11×D41 (SD390)
引張鉄筋比 p (%)	2.89

圧縮鉄筋位置は断面上端から60mmとした。

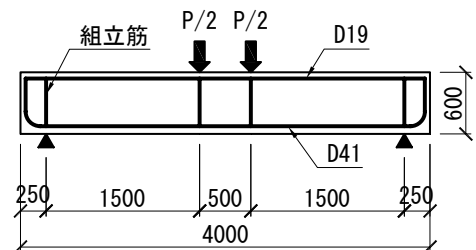


図-3 試験体形状及び荷重方法



写真-1 荷重状況

キーワード アンダーパス、シールド工法、せん断耐力、鋼繊維補強、セグメント

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 土木技術本部 設計第一部 TEL 03-5769-1305

型で径 0.6mm, 繊維長さ 30mm を, 体積比で 0.8vol% 混入した. 載荷は, 写真-1 に示すように, 試験体を単純支持し, 5000kN 油圧ジャッキと載荷治具を用いて, 支間中央 2 点への単調載荷とした.

4. 試験結果

試験結果の一覧を表-2 に示す. 最大せん断力は試験体自重による発生せん断力の影響を考慮して算出した値, せん断強度は土木学会コンクリート標準示方書⁴⁾に基づき, 有効高さ, 引張鉄筋比の影響を考慮し, 材料係数, 部材係数を 1.0 として算出した値である.

図-4 に試験体 2 体の荷重-変位関係を示す. 2 体とも同じ荷重-変位関係を示しており, 本試験における挙動の再現性が高かったことがわかる.

両試験体とも, 載荷重約 1000kN で曲げひび割れが発生し, その後, 約 1700kN で曲げひび割れが梁の中央で斜め方向へと進展し始めた. そして, 最大荷重の 60%である約 2000kN で, 載荷点と支点を結ぶ斜め方向のせん断ひび割れとなり, 最終的に 3300kN を越えたところでせん断破壊に至った. せん断破壊後の試験体の状況を写真-2 に示す. これらから, 鋼繊維を混入することで, せん断補強鉄筋がなくとも, せん断ひび割れ発生後にただちにせん断破壊することなく, 変形性能が確保できることを確認できた. 破壊後のひび割れ面における鋼繊維の状況を写真-3 に示す.

今回の試験結果では, 破壊時のせん断応力度が通常の鉄筋コンクリート部材のせん断強度に比べ約 2.2 倍と大きく増加している. 指針案³⁾は鋼繊維混入率 1.0 ~ 1.5vol% の鋼繊維補強鉄筋コンクリート部材を対象としたものであるが, 0.8vol% でも, κ は 1.0 以上となり, 鋼繊維混入の効果が十分に発揮されることがわかった.

5. まとめ

アンダーパスの急速施工法に用いるセグメントを想定して, 鋼繊維補強コンクリートに対するせん断試験を実施した. その結果, 0.8vol% の鋼繊維混入により, 無補強時の約 2.2 倍のせん断耐力増加及び変形性能向上が図れることが確認され, SFRC セグメントのせん断耐力に関する有益なデータを得ることができた.

参考文献

1)井澤, 三木, 横溝, 吉田, 林: アンダーパスの急速施工法 (URUP 工法) 開発の概要, 第 61 回年次学術講演会, 2006 年 9 月. 2)土橋, 小西, 吉田, 松原, 林, 藤井: 鋼繊維補強コンクリートのシールドセグメントへの適用, 構造工学論文集, 2006 年 3 月. 3)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. 4)コンクリート標準示方書 [構造性能照査編], 土木学会, 2002 年 3 月

表-2 試験結果の一覧

試験体	No.1	No.2
最大荷重P(kN)	3326	3312
最大せん断力 V_u (kN)	1703	1696
最大荷重時変位 δ_u (mm)	10.9	10.9
最大せん断応力度 $v_u(=V_u/b \cdot d)$ (N/mm ²)	2.70	2.69
コンクリート圧縮強度 f_c (N/mm ²)	55.3	59.7
せん断強度 $v_c(=\beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot f_{vc})$ (N/mm ²)	1.19	1.22
最大せん断応力度 v_u /せん断強度 $v_c(=1+\kappa)$	2.27	2.21
κ	1.27	1.21

$f_{vc}=0.20^3 \sqrt{f_c}$ (N/mm²)

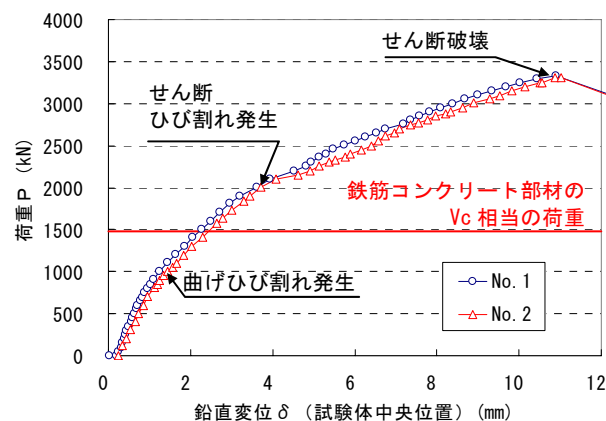


図-4 荷重-変位関係



写真-2 せん断破壊状況 (No.1)



写真-3 ひび割れ部における鋼繊維の状況