

アラミド繊維を混入した FFU 切削セグメントの性能確認試験—その 1

西松建設(株) 正会員 ○ 大江 郁夫
 久住 真也
 積水化学工業(株) 坂本 博明
 西松・戸田・奥村 JV 正会員 坪井 広美

1. はじめに

近年、大断面のシールド工事が計画されているが、大都市圏では大規模な発進基地用地が不足している。横浜湘南道路シールド工事は、**図-1**に示すように発進基地を道路線形とは別の箇所に設けて、別のシールド機でセグメントを切削撤去しながら地中でトンネル同士を接合する計画である。

切削用のセグメントは、炭素繊維系、ガラス繊維系のものが提案されている。しかし、実績があるものは機内から発進する目的の直接切削壁タイプで、**図-1**に示すような多リングに亘り切削する工事での実績はない。

筆者らは、筋材にガラス繊維ロッドを用い、また、軽量骨材にアラミド繊維 0.5vol%混入させた“切削セグメント”（外径 ϕ 3.55m、桁高 200mm）の構造試験や切削実験を行い、RCセグメントと同等の耐力と変形性能を有し、かつ、一般的なトルク（ $\alpha=29.3$ ）と回転数（最外周速度=4.7m/min）の面板でも 20~30mm/min で切削掘進できることを確認した¹⁾²⁾。

今回、大断面道路工事の実施にあたりガラスロッド材を FFU 材³⁾を筋材として利用した大断面用 FFU コンクリートセグメントを開発したので、報告する。

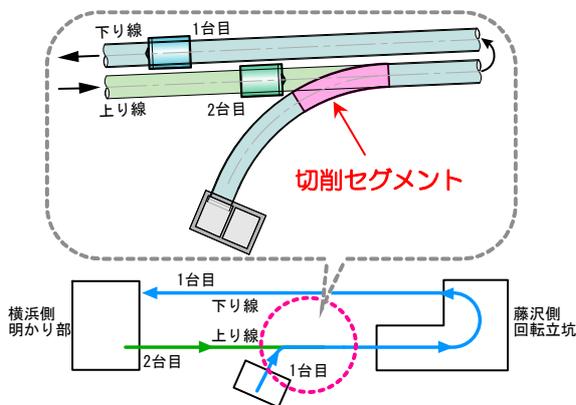


図-1 切削セグメントの適用箇所

2. 試験供試体

(1) 材料

- ① FFU 筋材 (FFU74) : 硬質発泡ウレタンをガラス長繊維で補強した複合材料である。付着性能の向上を目的に、突起を設けた (**図-2**) 上で砂付け処理を行った。

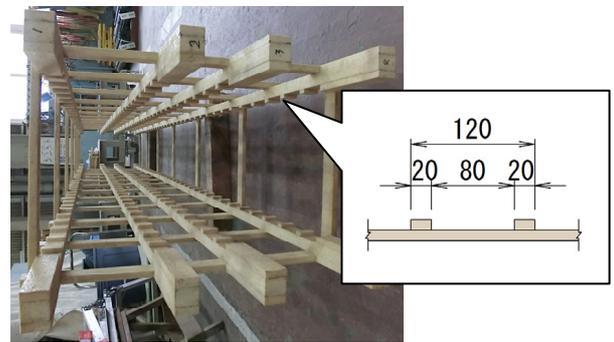


図-2 供試体筋材およびFFU突起形状

- ② アラミド繊維 : コンクリートのひび割れ分散性向上、引張性能向上のためアラミド繊維（長さ 35mm、径 0.5mm）を、既往の実験¹⁾²⁾を基に 0.5 vol%混入することとした。
- ③ 軽量骨材コンクリート : 粗骨材寸法 15mm とした。また、 $\sigma_{ck}=42 \text{ N/mm}^2$ とした。

(2) 供試体形状

実物大の性能を確認するため、桁高 515mm、幅 750mm の平板形セグメントとした。また、比較のため、普通骨材の RC セグメントも製作した。RC セグメントと FFU コンクリートセグメント供試体の概要を表-1、**図-3**に示す。

表-1 供試体概要

供試体	コンクリート	筋材	
	設計基準強度	本数-形状	仕様
RC	42 N/mm ²	6-D19	SD345
FFU		4-29t×40w	FFU74 ^{注)}

注) FFUの引張強さと降伏点は同値で、100N/mm²である。

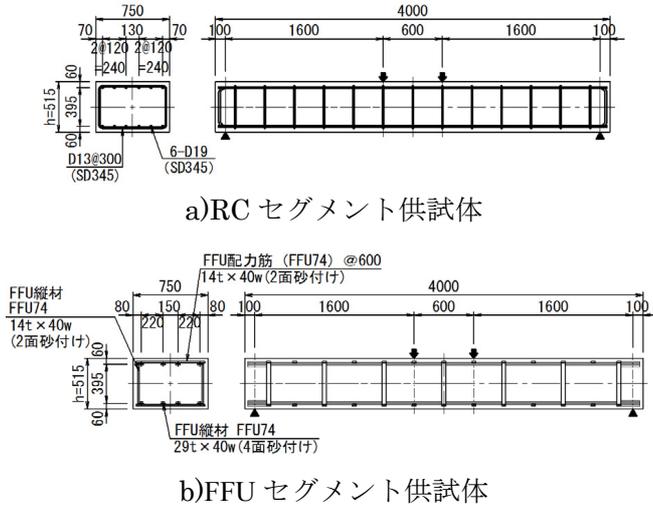
キーワード アラミド繊維, FFU 切削セグメント, 単体曲げ試験

連絡先 〒105-8401 東京都港区虎ノ門1-23-1 虎ノ門ヒルズ森タワー10F

西松建設(株)土木設計部 TEL03-3502-7560

3. 試験方法

試験方法は、支持スパン3800mm、荷重スパン600mmの2点荷重、両端可動支持の単純曲げ試験とした(図-3)。



a)RC セグメント供試体

b)FFU セグメント供試体

図-3 供試体形状

4. 試験結果

表-2に終局曲げモーメント相当荷重の設計値と試験結果を示す。変位～荷重の試験結果を図-6に、引張側筋材のひずみ試験結果を図-5に、破壊後のFFUコンクリートセグメントを写真-1に示す。

適切な突起をFFUに設けることで、付着力が向上し、アラミド繊維を混入することも相まってひび割れを適切に分散できたと判断した。その結果、FFU筋材の耐力を十分に発揮させることができた。

表-2 試験結果のまとめ

	設計値		試験結果
	短期許容荷重	終局荷重 ^{注)}	
RC	262 kN	343 kN	405 kN
FFU	126 kN	255 kN	350 kN

注) 材料係数などを1.0として算出。

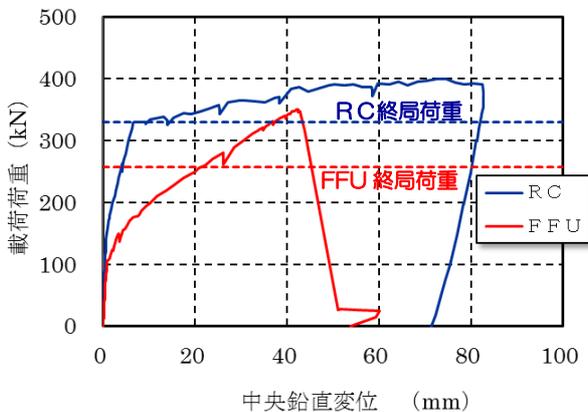
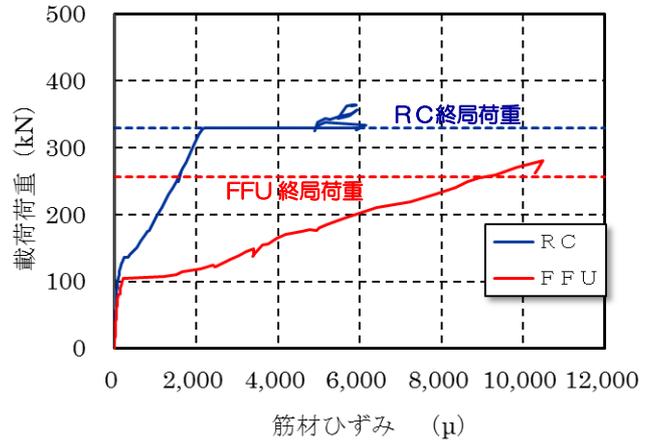


図-4 試験結果 (変位～荷重)



注) いずれも引張側筋材で、中央の2本の平均値を示している。

図-5 試験結果 (引張側筋材ひずみ～荷重)



a)RC セグメント供試体



b)FFU コンクリートセグメント供試体

写真-1 供試体の破壊状況

5. おわりに

大断面用のFFUコンクリートセグメントはFFU筋材に突起を設けることで十分な付着力を確保でき、その結果、大断面を模擬した実物大供試体は十分な曲げ耐力および変形性能を有していることを実験で確認できた。

また、FFU筋材を用いてもRC理論で設計できることを確認することができた。

謝辞

本研究は元京都大学小山幸則教授の指導を頂いたものであり、ここに深く感謝申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 村上賢治, 大江郁夫ほか: シールド機で切削可能なセグメントの開発 (その1), 土木学会第69回年次学術講演会, VI-594, 2014.9
- 2) 小林正典, 大江郁夫ほか: シールド機で切削可能なセグメントの開発 (その2), 土木学会第69回年次学術講演会, VI-595, 2014.9
- 3) 一般財団法人土木研究センター: 建設技術審査証明報告書 (建技審証第0113号) シールド直接発進到達工法「SEW工法」, p.19, 2012.10