

開水路改修工法 (FFUトラフィンサート工法) の開発と水理性能確認実験

セキスイ管材テクニクス(株) 正会員 ○ 東 俊司
 セキスイ管材テクニクス(株) 正会員 渡邊 賢一郎
 (有) 管材技研 正会員 奥村 信夫

1. はじめに

土木構造物で多く見られる開水路のコンクリート構造物は、現在施工後数十年を経て、補修・改修が必要とされています。こうした背景より経済性・施工性・耐久性に優れた開水路の改築工法として積水化学工業株式会社では、「FFUトラフィンサート工法」を開発しました。この工法は、既設水路を取り壊すことなくFFUトラフをインサートし、必要に応じて裏込め材を注入するものです。できるかぎり有効断面積を大きく改修したいために既設水路と更生材の隙間は小さくなります。特殊モルタルがその小さい隙間に充填される状況の実証およびこの裏込め時の施工の安全性を確認した。また、既設水路の流量を確保することの確認として実河川を用いて水理実験を行い、粗度係数を計測しましたので以下に報告する。



写真-1 FFU 素材



写真-2 FFUトラフ改修事例

2. 概要

FFUトラフィンサート工法は、素材としてFFUという熱硬化性樹脂発泡体(硬質ウレタン樹脂)をガラス繊維で強化したものを使用しております。従いまして表面は滑らかで掃流性に優れていますので既設水路の流量を確保することができます。開水路の流量計算に用いる粗度係数は、一般のプラスチック製品で使用されている0.010であり、今回FFUトラフについて水理実験によりどの程度のものとなっているかを確認しました。

3. 実験内容

(1) 裏込め材充填に対する安全性検証

図-1に示す約1m×1mの水路を使用して裏込め材充填実験を実施した。図-2に示すひずみ位置で充填前後の測定を通してFFUトラフの安全性を確認した。FFU 長手方向曲げ強度55N/mm²に対して10倍程度の安全率を有していることが確認できた。このときのアンカ・留めのピッチは500mmで大きなそり等もなく良好な底面・側面の施工性を確認できた。

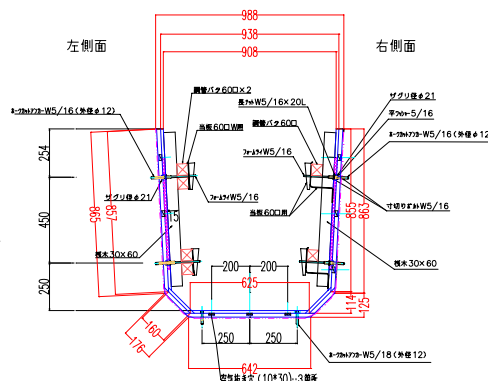


図-1 実験断面図

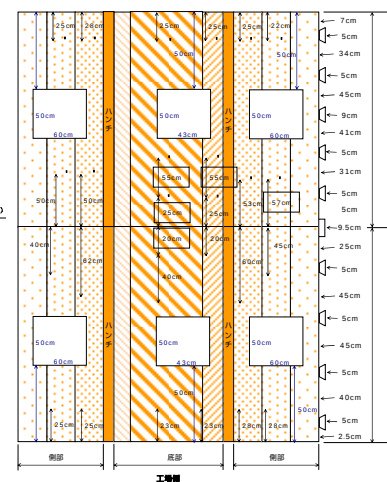


図-2 ひずみゲージ貼付位置展開図



写真-3 測定状況



写真-4 側面充填状況

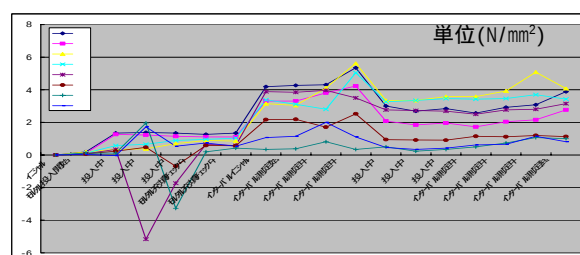


図-3 充填実験応力図

キーワード FFU (Fiber Reinforced Foamed Urethane), 開水路, 改修工法

連絡先 *〒520-3081 滋賀県栗東市野尻 75

TEL077-553-4106 FAX077-553-1379

(2) 水理性能確認実験

滋賀県湖南市石橋川におきまして写真-5 にあるような粗度係数測定装置を設置した。粗度係数(n)は、測定した水路勾配、流量、水深(潤辺長)から、式(1)を用いて算出する。計算式は、次の通りである。

$$n = 1 / V \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots \dots \text{式(1)}$$

Q : 流量 (m³/s) R : 径深 (m) = A / P
 A : 流水の断面積 (m²) P : 潤辺 (m)
 V : 流速 (m/s) I : 勾配 (1/1000 とする)
 n : 粗度係数 (「下水道施設計画・設計指針と解説」より)

表-1 に示す測定項目を計測することにより粗度係数を計測できる。写真-5 に示すとおりに計測器を設置した。

表-1 測定項目

測定内容	測定方法	参照番号
塩ビ管の流量測定	超音波流量計	
FFU水路の水位測定(3点測定)	ポイントゲージ	
三角堰の水位測定(3点測定)	スケール	

表-2 には、水路勾配 4.102‰のときの計測結果で超音波流量

でも三角堰でもほぼ同様の流量を測定でき、粗度係数も 0.063 ~ 0.069 という優れた水理性能を発揮した。今回の水理実験計測結果より F F U トラフは高い水理性能を有している事が分かった。

今回の F F U 水理性能実験の結果を図-3 に示す。各 9 ケースの粗度係数の値 (n 値) は、平均値で n = 0.006、最大でも n = 0.0085 である事が確認できた。これにより一般のプラスチック品の粗度係数設計値 n = 0.010 であると考ええる。一例としてトラフインサート工法による水路改修前後の流下可能量 (マンニング公式による) の比較例を表-3 に示す。(水路断面は図-5 とする)

表-3 流量比較

	水路の材料	n	断面積 A (m ²)	流速 V (m/s)	流量 Q (m ³ /s)
既設水路	現場打ち・工場製品 コンクリートリウム	0.013	0.800	1.109	0.887
改修水路	FFU トラフ	0.010	0.699	1.373	0.960

4. まとめ

(1)FFU トラフインサート工法において裏込材充填のクリアランスは、部分的には最小 15mm となりますが、1m × 1m 程度の三面水路の実規模実験において問題なく充填ができることを確認できた。また、浮力に対して 500mm ピッチのアンカ - 留めにより安全な施工ができることが分かった。

(2)FFU トラフインサート工法は、片側の断面縮小を 40mm で設計するが、コンクリート構造物の粗度係数 n=0.013 に対して粗度係数 n=0.010 であれば設計流量を確保できる。また、今回の水理実験により平均で n=0.006 レベルであることを確認した。

5. 謝辞

今回の F F U トラフ水理実験にあたり、普通河川石橋川の占用許可ならびに実験にたいして御協力いただきました、湖南市産業建設部長谷口忠一様はじめ関係職員の皆さんに心より御礼申し上げます。おかげ様で貴重な水理実験データを得ることができました。今後は、この実験結果を地域社会に役立てるべく努力する所存でございます。



写真-5 粗度係数測定現場

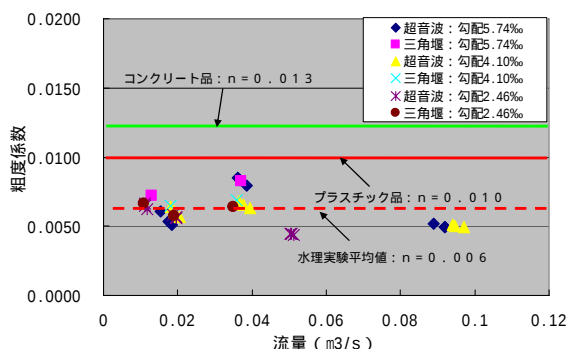


図-4 粗度係数算出結果

表-2 水理実験結果流量表

水深 H (m)	計算上					超音波流量計
	径深 R (m)	粗度係数 n	流水断面積 A (m ²)	流速 V (m/s)	流量 Q (m ³ /s)	流量 Q (m ³ /s)
0.105	0.057	0.0068	0.02625	1.388	0.0364	0.03644
	0.057	0.0066	0.02625	1.439	0.0378	0.03778
	0.057	0.0063	0.02625	1.504	0.0395	0.03947
	計算上					三角堰
	径深 R (m)	粗度係数 n	流水断面積 A (m ²)	流速 V (m/s)	流量 Q (m ³ /s)	流量 Q (m ³ /s)
	0.057	0.0069	0.02625	1.371	0.0360	0.036

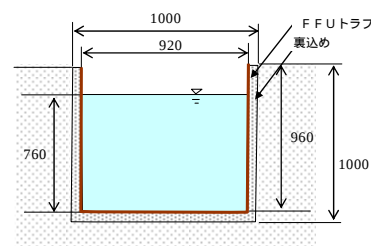


図-5 断面縮小例