河川護岸に適用した連続繊維補強土工の水生生物への影響

日特建設　正会員 ○玉木和之
日特建設　正会員　菊地洋司
日特建設　正会員　飯塚孝之

1.はじめに

連続繊維補強土工は，砂質土とポリエステル繊維をそれぞれ二方向から同時に吹付けることで，三次元的に繊維が引張補強材として混入され，擬似的な粘着力を砂質土に付与することで，せん断破壊に強い補強土を造成する工法である。この工法は，「地山補強土工」および「植生工」が併用されて，連続繊維複合補強土工法（ジオファイバー工法）として，のり面での実績が多い。最近，コンクリート護岸工から土構造物による多自然護岸づくりへの改善機運の高まりから，この工法が様々な河川において，護岸での法覆工として採用され始めてきている[1),2)]。しかし，補強に使用しているポリエステル繊維の藻類付着による効果や魚類など水生生物への影響は充分に分かっていないのが現状である。そこで，連続繊維補強土工を河川護岸へ適用した場合の影響を確認するため，水槽に模擬護岸を設置して魚類等を飼育し，繊維への付着藻類の調査と魚類の生存状況を検討した。

2.方法

(1) 実験装置

内寸法 0.8×1.15×0.2m の 4 個の木箱に，表－1 に示す配合の連続繊維補強土を造成した。連続繊維補強土吹付け後の表面には，通常，3cm 厚の厚層基材吹付工を施工するが，当実験においては，繊維の生物への直接的な影響を確認するために連続繊維補強土工施工後，そのままの状態（繊維の一部が露出している状態）で，井戸水により湛水した。1：1.5 の勾配になるように製作したステンレス製架台を内寸法 1.8m×3.6m×1.2m の FRP 製水槽に設置し，さらにこの架台の上に 4 分割した木箱に施工した連続繊維補強土を設置した。実験装置全体の構成は，図－1 に示すとおりである。この水槽に埼玉県内の河川より採捕したコイ,フナ，オイカワ，アブラハヤ，モツゴを計 132 匹およびアメリカザリガニ 2 匹を入れた。餌としては，養魚用の飼料を与えた。水質維持のために,糸状生物担体を充填したろ過槽を通すことと，定期的な水替えを実施した。なお，夏場に予想される水温の上昇や，藻類の異常繁殖に対応するため，遮光ネットをかけた循環水貯留水槽と養魚水槽との水を循環させた。

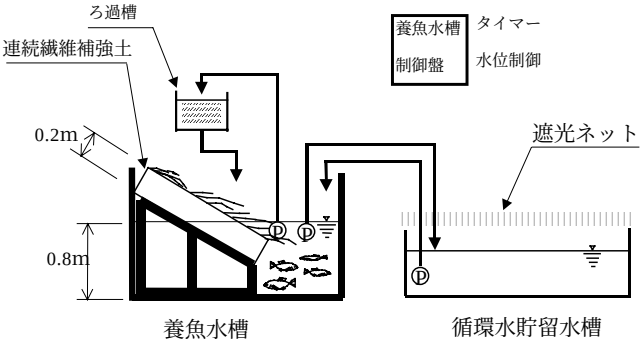
表-1　供試した連続繊維補強土工の配合

（仕上り 1.0m³ 当り）

名称	仕様	使用量	備考
砂質土		1.0m³	仕上がり
連続繊維	ポリエステル 17tex(150d)	3.3kg	
添加材	早強ポルトランドセメント	20kg	

表-2　主な実験工程

年月日	実施内容	備考
平成 11 年 6 月 29 日	水槽設置,湛水	
平成 11 年 8 月 7 日 ～ 平成 11 年 10 月 12 日	魚やザリガニの飼育開始	計 134 匹
平成 11 年 11 月 5 日	付着藻類試料採取	
平成 12 年 10 月 7 日	魚類個体数調査	



図－1 実験装置概略図

(2) 調査内容

1) 補強繊維の付着生物調査

湛水後約 4 ヶ月経過した平成 11 年 11 月に, 模擬斜面の湛水部中央から 100×100mm 相当面積の補強繊維を採取した。これを，10%のホルマリン溶液（アンモニアで pH7 に中和）に浸漬し，付着生物の同定と計数を行った。

キーワード：連続繊維補強土工，水生生物，魚類，河川，ポリエステル繊維
連絡先：〒346-0113 埼玉県南埼玉郡菖蒲町下栢間 2059 日特建設㈱ 技術本部 開発部
Tel 0480-85-5771・Fax 0480-85-4993

2) 魚類の個体数調査

約 1 年間にわたって魚類を飼育し, 目視や水中ビデオカメラにより，魚類の生存状況調査および魚類の生存数の計数を行った。

3.結果および考察

(1) 繊維の生物生息場としての効果

付着生物調査の結果は，表-3，4 に示すとおりで，植物種では珪藻類の *Nitzschia amphibia* が優占し，動物種では輪虫類の *Philodinidae* が優占していた。この実験は，自然の河川で行われたものではないので，優占種の種類を考察してもあまり意味がないが，いずれにしても相当量の珪藻類や輪虫類が付着しているため，補強土築造後の表面に残った補強繊維は，河川生態上，食物連鎖の基となる藻類の付着基体となり，水生生物への安定した生息場を提供するものと思われる。

(2) 繊維の魚類等への影響の把握

ほぼ 1 年間の飼育期間中, 魚やザリガニが糸に絡まるような現象は全く認められなかった。産卵については、目視では確認できなかったが，循環水貯留槽においてモツゴの稚魚を確認したので，養魚水槽で産卵したものが循環ポンプで運ばれたものと考えられる。養魚水槽では稚魚の確認はできず，成魚による捕食によるものと思われる。

魚類,ザリガニの実験前後における個体数変化は，表-5 のとおりである。最終的に 35 匹減少したが，そのうちの 4 割（14 匹）は，中流域に生息するアブラハヤであり，夏季の高温のために死亡したものと考えられる。さらに 4 割（15 匹）は，小型のモツゴであり大型魚のコイの餌となった可能性が考えられる。アメリカザリガニについては，2 匹のうち 1 匹は 6 ヶ月目まで生存が確認されたが，残りの 1 匹は 1 ヶ月以内に存在の確認ができなくなった。以上より，魚類およびアメリカザリガニの 1 年間の生存率は 74%であったものの，高温に弱い魚種や，他の魚種の餌となりやすい小型魚を除く，コイ，フナ，オイカワでは 90%以上であるので，補強繊維等の影響はなかったものと言える。

表－3　付着生物（植物）調査結果

No.	種　名		（細胞数または糸状体数／cm^2）
1	藍藻類	*Lyngbya sp.* *	2,400
2	珪藻類	*Nitzschia amphibia*　他	4,730,000
3	褐色鞭毛藻類	*Cryptomonas sp.* +	4,800
4	ミドリムシ藻類	*Euglena sp.* +	4,800
5	緑藻類	*Cosmarium spp.* +　他	1,040,000
	細胞数または糸状体数合計		5,782,000
	種　類　数　合　計		18

（注）　*：糸状体数，　+：浮遊性種

表－4　付着生物（動物）調査結果

No.	種　名		（個体数／cm^2）
1	根足虫類	*Euglypha sp.*他	4.5
2	繊毛虫類	*Peritrichida*　他	105
3	輪虫類	*Philodinidae*	394
4	昆虫類	*Chironomidae*	3.5
	個 体 数 合 計		507
	種 類 数 合 計		9

表－5 魚類等の個体数変化

No.	魚 種	開始時（1999 年 10 月）		実験経過後（2000 年 10 月）		生存率（%）
		大きさ (cm)	個体数	大きさ (cm)	個体数	
1	コイ	5～15	25	10～27	24	96
2	フナ	5～10	29	9～18	26	90
3	オイカワ	5～7	5	10～17	5	100
4	アブラハヤ	4～6	14	—	0	0
5	モツゴ	4～5	59	6～10	44	75
6	アメリカザリガニ	12～13	2	—	0	0
	合　計		134		99	74

4.おわりに

(1) 繊維の生物生息場としての効果

補強繊維への珪藻の付着量が比較的多く，補強繊維は，食物連鎖の基となる藻類の付着基体となり，水生生物の安定した生息場を提供するものと思われる。

(2) 繊維の魚類等への影響

1 年間にわたり中下流域の魚類を，斜面に補強繊維が水中で浮遊する条件で飼育した結果，魚が繊維に絡まるような現象が認められなかったので，補強繊維が魚類等に及ぼす影響はなかったものと言える。

参考文献: 1）堀江直樹，笹谷達也，横塚亨：湛水条件域における連続繊維複合補強土工法の適用，日本緑化工学会誌，25（4）,445～448，2000　2）笹谷達也，堀江直樹：湛水条件域における連続繊維複合補強土工法の追跡調査，日本緑化工学会誌，25（4）,449～452，2000