

プロジェクト紹介【寄稿】

ネコヤナギによる既設護岸水辺の環境改善について

松本邦男

MATSUMOTO Kunio

松本技術コンサルタント株式会社
代表取締役社長
技術士(建設部門)



帆足建八

HOASHI Kenpachi

松本技術コンサルタント株式会社
技術顧問
技術士(建設部門)
環境カウンセラー(業務)



工藤真之助

KUDOU Sinnosuke

松本技術コンサルタント株式会社
技術顧問
技術士(建設部門)



はじめに

平成9年5月に改正された河川法に基づく河川整備は、従来からの「治水」「利水」に「河川環境(水質、景観、生態系等)」の整備と保全が加えられており、新たな発想の下での事業計画が必要とされている。しかしながら、護岸整備に着目した場合、新規(災害復旧を含む)整備については環境対応資器材等の利用によって環境対策が行われるようになってきているものの、既設の護岸に対する対応は殆ど手が着けられていない現状であり、写真1のような無機質なコンク



写真1 ブロック積の既設護岸

リート面の連続や単調化した河岸並びに護岸面からの乱反射等による景観への影響、更には生物にとって極めて重要な機能を持つ水辺環境の喪失等の問題に対して、各分野の専門家等から改善要望が寄せられている。一方、既設護岸に対する環境改善技術は、コンクリートという壁に阻まれて発想の転換が行われ難かったことと、護岸に手を加えることによる構造的な懸念や費用面の問題、また水辺が生態系に極めて重要な機能を持っているという認識が関係者において一般的に低かったこと等から開発が遅れていた。ここで紹介する「ネコヤナギによるコンクリート護岸水辺の環境改善工法(以下、本工法)」は、以上のような課題に対応することと、これまで河川行政に携わって来た我々の反省を含めて、平成20年1月に開発に着手し、

11月にはNETISへの登録、翌年5月には特許権の取得までを行い、世の中で初めての工法として実用化したものである。以下に、その開発内容とこれまでの実績に基づく機能評価について述べる。

工法の改善機能と基本理念

地形の急峻な我が国の河川では防災上河岸に手を加える構造物とせざるを得ない場所が多く、コンクリート製護岸が永年にわたり構築されて来ている。しかし、これら護岸の中には周辺の社会環境の変遷等に整合させるべく河岸の改善を必要とする場所も多い。その改善形態は現地の条件によって様々に異なっており、それらに対応可能なように配慮することも必要で、本工法では護岸水辺の環境改善機能を図1の左側に示すように景観・生態系環境・安全対策の3つの形態について設定し、それぞれの機能目的に対して更に陸上域と水中域の両面から機能改善や回復が図れるようにした。また、その工法開発に対する基本理念としては、図1の右側に示すように護岸の安全性確保・天然素材の活用・施工の簡易化・経済性並びに先人の知恵の活用等に対応し

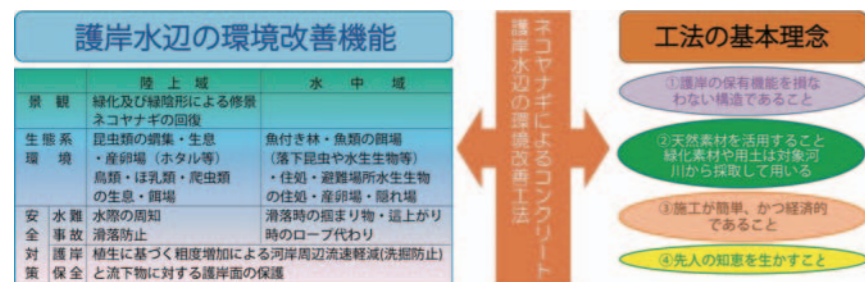


図1 工法の開発に関する環境改善機能と基本理念



写真2 穿孔機 写真3 ネコヤナギの成木 写真4 ネコヤナギの樹径 写真5 ネコヤナギの細根



写真6 洪水時の倒伏状況 写真7 枝に発生した水中根 写真8 竹ポット構造体 写真9 竹楔による一次固定

た内容となるように配慮した。

基本理念に対する検討

護岸への植栽工法を説明する場合、多くの技術者が最も懸念する点が護岸の安全性である。これについては、護岸への穿孔方法、植栽樹種の選定、植栽構造の3点についてが課題となり、国土交通省で施工の既設護岸を利用した試験施工と社内試験ヤードでの植栽等から、解決策を検討した。

● 植栽孔の開削方法

護岸への植栽孔の設置方法は、φ35、50、75、100mmの穿孔径と護岸ブロック1個抜きする場合に対して施工機械を選定し、各々の作業時間・騒音・振動・粉塵・濁水等の計測を行って施工性、環境適応性、経済性の総合評価から写真2に示すφ75mmのコンクリート穿孔機による方法とした。なお、この径を採用した理由はネコヤナギの成木樹径(最大80mm程度)、孔内への根張り空間の確保、竹ポット構造体(後述)の施工性、護岸の安全性から小孔径を考慮した結果であり、施工実績でも妥当性を確認している。また、植栽孔は護岸ブロックの裏込め部にまで貫通

させて、根張りの範囲拡大によって植栽の固定度を向上させるよう配慮した。

● 植栽樹種の選定

植栽樹種は先人の知恵として古くから利用されて来たヤナギ類に着目し、それらの中から以下のような特性を考慮して写真3に示すネコヤナギを選定した。

- ・ 広く自生しており、寿命も30年程度は期待できる。
- ・ 過酷な生育場所でも活着する。
- ・ 挿し木で容易に活着し、成長が旺盛で短期間で繁茂する。
- ・ 低木で細径、細根で多量に発生し強力な根張り力があり、護岸構造への作用力も生じない。
- ・ 多枝性で柔軟性のため倒伏性や起立性、洪水流への耐力を有し、損傷に対する回復力が早い。
- ・ 水中の枝には水中根が発生し、水生生物等の生息環境を提供する。
- ・ 枝葉には昆虫類が餌集しやすく、落下昆虫や落ち葉は魚類や生物の餌となる。
- ・ 天然の救命具として利用可能な強度を持つ(写真17~19)。

● 植栽構造

植栽方法は、植栽孔への直接

植栽とポット等による間接植栽方法について試験施工で検討したが、ネコヤナギの植付け期間が12~3月と短く、かつ厳冬期であることから現場作業の省力化を第一義とし、全体的な作業の手間を軽減することで経済化を図った。

その結果は写真8に示す竹ポット構造体を用いる方法である。1節の竹筒、ネコヤナギの挿し木、植付け用土、その他可能な限り天然素材で構成する自然還元型とし、側面には3本のスリット、底面にはキリ孔を設けることで挿し木からの不定根を植栽孔内や裏込め部に根張りさせる役目と、水分補給路の役目を担わせた。

なお、構造体のセット方法は、図2のように植栽孔へ挿入し、その周囲並びに裏込め部への根張りが進行するまでの期間は竹楔^{くさび}での一次固定(写真9)、その後は根張り効果によって恒久的な固定を図ることとしており、施工実績でも確認している。

次に、植栽間隔や高さは、写真2に示すネコヤナギの成木調査に基づいて図3のように設定した。間隔はその樹幅を参考に200~300cmを標準、高さは平水位上

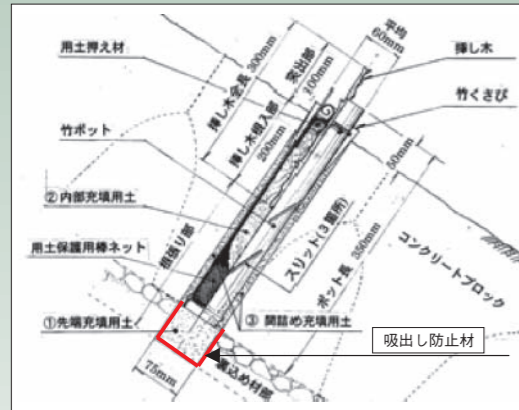


図2 植栽孔へのセット方法

50cmの範囲を標準とした。これは植栽孔の先端を平水位と整合させ、植栽の初期段階において挿し木への水分補給が十分確保されるように考慮した結果であり、毛細管現象により用土材の間隙を上昇する高さの範囲を検証した結果に基づいている。

環境改善機能の評価

本項では、設定した環境改善機能が、施工実績で目的どおり改善

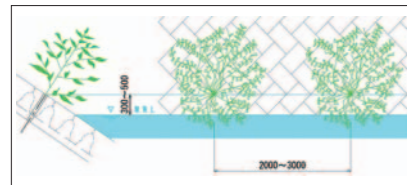


図3 植栽間隔と高さの標準



写真10 植栽施工直後の状態



写真11 3年6ヶ月経過時の繁茂状態

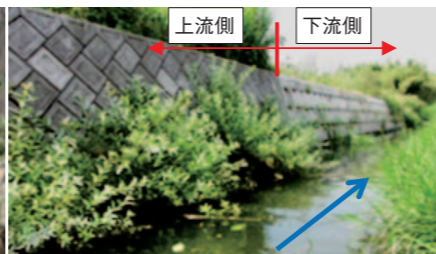


写真12 緑化事例の比較



写真13 稚・仔魚の育成環境

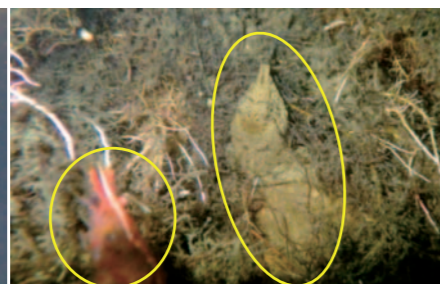


写真14 水中根の中に生息するエビやスッポン等



写真15 緑陰のホタルの休息

されているかを評価する。なお、ここでの評価は主として目視によるもので、詳細な採捕調査による定量的分析と評価は、今後の課題である。

● 景観について

写真10～11は、鹿児島県の川内川鶴田地区(国土交通省川内川河川事務所施工)における右岸側護岸の植栽施工直

後(平成22年1月)と現在(平成25年7月)の状況である。現在では護岸面積の約40%程度が緑化されており、水辺景観の改善には効果がある。

また、写真12は災害復旧箇所における緑化事例の比較であり、上流側は被災しなかった既設護岸にネコヤナギの植栽を行って3年後の状況で、下流側は環境型ブロックを利用した復旧護岸の状況である。護岸周辺の改善効果は、本工法による場合の方が極めて良好である。

● 生態系環境について

“ヤナギの下に鮎”の諺の源と思われるネコヤナギの利用効果は、施工実績の多くの水辺に魚付

き林を創出するとともに、水中に伸びた枝には水中根が発生し(写真7)、水辺の生態系の生息環境を作り出している。鶴田地区においても写真13のような稚・仔魚の育成場所や、写真14のようなエビ類やスッポン等の生息場所となっている。

ここでは、植栽有りとなしとの両区間を設定して生態系調査を行っている。

魚類個体数は、植栽有り区間が無しの区間に対して10倍(昼間)～30倍(夜間)となっており、その効果は歴然である。

また、当地はホタルの名所であり、昼間は写真15のように緑陰がホタルの休息場所となっている。

一方、福岡県豊前市に位置する岩岳川の植栽(豊前土木事務所施工)における水中根の採捕調査では、写真16及び図4に示すような多種類の生物個体が確認されており、水生生物の生息環境の創出の効果についても良好な結果が得られている。

● 安全対策について

安全対策は、滑落事故対策と護岸構造の保全対策の2面がある。ネコヤナギの植栽は3年経過する



写真16 水中根の中の生物類

と写真11のような繁茂状態となり、河岸位置の告知による滑落予防と滑落した際の引っ掛かり、あるいは掴まり物や這い上りの際のロープ代り等として活用でき、天然素材のため維持管理も省力化できて有利である。写真17～19は実際の護岸における試験員による転がり、掴まり、這い上がりに対する試験状況であり、その効果も確認している。なお、写真20～21は人工素材による救命具の設置事例であるが、このような施設の場合、その取扱い方の周知徹底や使用素材の劣化及び紛失等維持管理上の難点が多い。



写真17 転がり試験



写真18 滑落時の掴まり試験



写真19 這い上がり試験



写真20 人工物の浮き輪等



写真21 人工物での救命ロープ

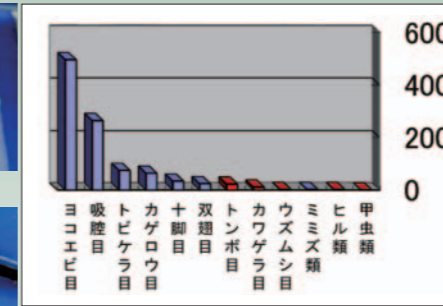


図4 採捕した個体数の状況

護岸の保全対策の場合、繁茂したネコヤナギの枝葉により、護岸周辺の流速の低減が期待できる。

図5は岩岳川において植栽有りの区間となしとの区間について流速を計測した結果である。護岸水際から40cmの点に着目し、それ以上離れた点との比較を行うと、植栽無しの区間では、当然流速は大きくなるが各点での流速変化は比較的小さい。これに対して植栽有りの区間では、ネコヤナギの影響によって流速も小さくなっており、各点でも複雑に変化する傾向にある。すなわち、岩岳川の調査場所では水際の流速が30～50%程度減少しており、護岸基礎部の洗掘予防等が期待できる。

また、岸辺の流速低減は、洪水時における魚類等の避難場所としての効果も期待できる。

● 経済性について

本工法の施工費は、NETISで公

表されている直接工事費(材料及び加工費、穿孔及び植付け費、1回の剪定及び再植栽等の管理費、特許権料等を含む)で816,000円/25箇所である。1箇所当りでは32,640円、2m間隔に植栽し水辺から護岸面上方の緑化範囲を3mと考えると、5,440円/m²となり安価である。

■ 本工法の適用場所

本工法の適用場所は、実績を踏まえて以下を原則としている。

- ・ネコヤナギの自生河川
- ・感潮区域は対象外
- ・激しい水衝部とならない区間
- ・穿孔作業の可能な護岸

■ あとがき

本工法による既設コンクリート護岸の環境改善は、これまでの九州内を主とした施工実績に対し、学界関係者、内水面漁協関係者、施工事業者から良好な評価を得て、目的に対応可能であることを検証した。しかし、公的な機関による詳細な調査と分析による評価が待たれており、それが実現した暁には広い展開を図りたく、関係者の活用を期待している。

<参考文献>

- 1) 応用生態学会発表論文:ネコヤナギによる既設コンクリート護岸の緑化工法の開発:帆足、工藤:2010年9月23日
- 2) 河川技術論文集第17巻:ネコヤナギによる既設コンクリート護岸の緑化工法の開発:帆足、松本、工藤、島谷:2011年7月

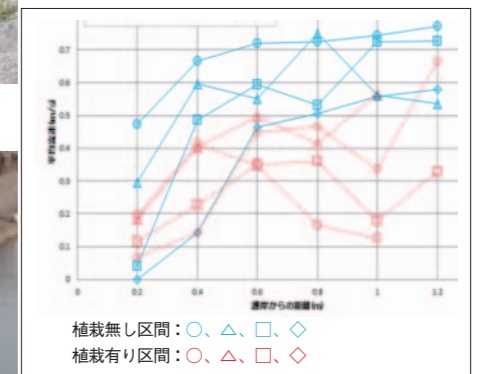


図5 護岸周辺の流速測定結果