

056 木製流路工の評価について

宮崎大学農学部 ○谷口義信・清水 収

1. はじめに

最近、我が国においても山地・溪流の景観や環境の保全に対する関心の高まりから、山地・溪流保全施設に環境負荷の少ない木材を積極的に取り入れていこうとする動きがある。特に、間伐材の有効利用による林業の維持・発展、その結果としての森林の公益的機能の増進という面から関心が持たれている。ただ、この場合最大のネックとなっているのが木材の強度と耐久性である。特に間伐材のような未成熟材は腐朽も速く、強度低下に対する懸念が強い”。そこで本研究では、間伐材を用いた施工4年後の木製流路工の環境保全機能としての植生による土砂補足固定効果について調べるとともに、最も懸念されている材の腐朽度について調べた。

2. 調査対象地の概況

本調査研究の対象とした構造物は、宮崎県南西部に位置する都城市関之尾町佐土平の庄内川支川内の木製流路工（平成9年度施工）である。佐土平地域の平均傾斜は27.2%、5°～15°の傾斜が72%、15°～30°の傾斜が28%である。同地域は主に更新世後期の始良火砕流の軽石凝灰岩（シラス）・流紋岩溶結凝灰岩で形成されており、この中を流れる庄内川沿いは完新世沖積層の礫・砂・シルト・粘土で形成されている”。

3. 調査方法及び調査結果

木製流路工の土砂調節機能を調べるために河床平面測量、縦断測量、横断測量を行った。流路工の総延長距離は82.04m、平均勾配は5.0%である。なお、流路工幅は3.3mで、流路工内には4m～7m間隔に落差約30cmの木製床止工（横断工）が設けられている。河床横断図から流路工内の堆積土砂量を求めた結果、2001年時点における本流路工内の河床堆積総土砂量は66.28m³であった。

溪流荒廃地では植生の有無、すなわち根系の量が土砂移動に大きく影響すると考えられるので、ここでは植生工施工部位によって木製護岸、無植栽、コンクリート護岸の3つに分けて土壌試料を採取し、この中に含まれる根系の容積割合を測定した。その結果を示したのが図-1である。

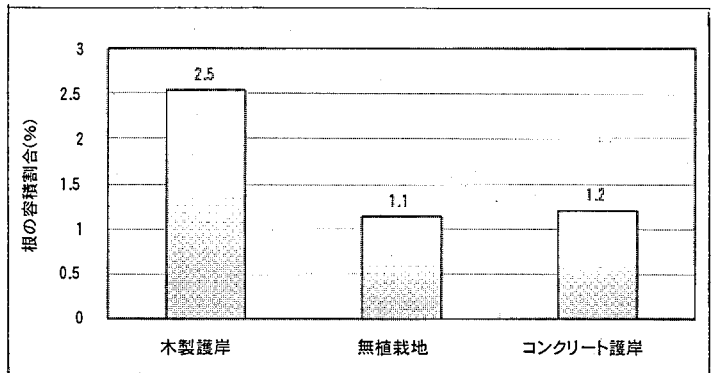


図-1 根系の容積割合

つぎに木製流路工の腐朽度を調査するため、木材の浸水程度によって常時あり、時々あり、無しの3つに分け、全乾比重による方法と鉄棒の打ち込み抵抗による方法の2つの方法を用いて調べた。全乾比重による方法は、成長錐を用い表面から40mm～50mmまでの木材のサンプルを採取し、その体積、乾燥重量を測定することにより、全乾比重を算定するものである”。その結果を示したのが図-2である。一方、鉄棒の打ち込み抵抗による方法は、直径が5.8mm、先端幅7mm、厚さ1.4mmのマイナスドライバーを一種の釘として、これを重さ400gの金属ハンマーで打ち込み、抵抗が大きく変化するときまでの打ち込み深さを測定するものである。

96試料の木材の腐朽部の長さの測定結果を示したものが表-1である。

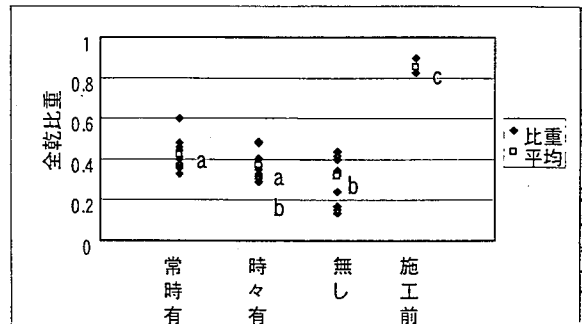
表-1 部位別腐朽量調査結果

| 部位 | 腐朽量 (mm) | | | |
|----|----------|------|------|------|
| | 下段 | 中段 | 上段 | 柵工 |
| 右岸 | 17.0 | 25.5 | 24.9 | 25.8 |
| 左岸 | 16.7 | 21.9 | 22.8 | 20.2 |

4. 考察

図-1から明らかなように、クヌギ、ハギ、セイヨウカヤリグサ、ヤナギなどを植栽した護岸は他の工区に比べ2倍くらい根系の分布密度が高く、次いでヤナギ、カヤを植栽したコンクリート護岸工が多くなっている。しかし、コンクリート護岸工と植栽をしていないところとの差はほとんどない。このことは、植生を導入したところでは短期間で根系の土砂固定が図れることを示している。佐土平流路工の河床堆積土砂量の増加は植生の導入効果によるものと考え、ここで施工4年後の河床勾配(i)と施工時の勾配(i₀)との差から植生導入効果について考察を加える。

流路工内の河床堆積土砂の平均勾配は2.6°であった。本溪流におけるシラスの自然堆砂平均勾配は1°～2°である。したがって、ここで流水によるシラスの自然堆砂勾配を1°～2°とすると、本流路工では植生によって堆砂勾配が0.6°～1.6°上昇したことになる。この+0.6°～+1.6°が植生による土砂補足・固定効果と考えられる。流路幅Bは一定とし、Lを流路工区間の長さとする、勾配の増加による堆砂量の増加はΔVは



同一アルファベット(小文字)は有意水準5%で平均値に差がないことを示す。(検定)

図-2 全乾比重法による腐朽度

$$\Delta V=(L_{tani}-L_{tani_0})B \quad (1)$$

となる。これとシラスの自然堆砂勾配に対する比を植生による土砂補足・固定効果として、これを E_V で表せば

$$E_V=(L_{tani}-L_{tani_0})B/(L_{tani_0}B)=(tani/tani_0)-1 \quad (2)$$

本流路工における河床堆積土砂平均勾配 2.6° 、本溪流のシラスの自然堆砂勾配 $1^\circ \sim 2^\circ$ を式(2)に代入すると、植生導入による本流路工の土砂補足・固定効果は $0.6 \sim 1.6$ となる。

図-2に示すように調査対象となった木製流路工の27箇所から採取した材片試料の全乾比重から流水の影響についてみると、施工前の元の新鮮な材に比べ常時有りは 0.49 倍、時々有りは 0.44 倍、無しは 0.38 倍となる。有意水準 5% で t 検定を行ったところ常時有り時々有り、時々有り無しでは有意差がみられなかったが($p > 0.05$)、常時有り無しでは有意差がみられた($p < 0.05$)。よって常時有りの部位は無しの部位に比べて腐朽があまり進行せず、こうしたところには木材を溪流構造物材料として用いてもよいのではないかと考えられる。

つぎに、鋼材の打ち込み深さの測定結果について検討する。材の直径は部材応力に直接関係する因子である。ここで流路工部材を一種のはりと考えれば、一般にはりのような部材の内部に発生する応力は曲げモーメントと、断面2次モーメントおよび直径の関数で表される。 σ_0 を腐朽前の元の材の許容応力、 σ を腐朽材の許容応力とすれば、両者の比は次のようになる。

$$\sigma/\sigma_0=(MY/I)/(MY_0/I_0)=\{M/(\pi d^4/64)\}(d/2)/\{M/(\pi d_0^4/64)\}(d_0/2)\}=(d_0/d)^3 \quad (3)$$

ここに、 d_0 :腐朽前の材の直径、 I_0 :腐朽前の材の断面2次モーメント、 Y_0 :腐朽前の材の半径、 d :腐朽材の中の未腐朽部の直径、 I :未腐朽材の断面2次モーメント、 Y :未腐朽材の半径である。

腐朽材が破壊を起こさないようにするためには、式(3)から腐朽前に比べて腐朽した場合の許容荷重は $1/(d_0/d)^3$ に相当するだけ小さくしなければならない。すなわち強度は $1/(d_0/d)^3$ だけ低下する。この値は木材の健全度を表す一種の指標と考えられる。したがって、これを木材の非腐朽度と呼ぶこととし、これを E_0 で表すと

$$E_0=1/(d_0/d)^3 \quad (4)$$

式(4)に鋼材の打ち込み長さの測定結果を入れて非腐朽度を計算したものが図-3である。

図-3から明らかなように、流水の影響が常時有り(下段)の非腐朽度ははばらつきはあるものの、平均すると他に比べてかなり高くなっている。有意水準 5% で t 検定を行ったところ、常時有り(下段)は時々有り(中段)および無し(上段)、無し(柵工)とで平均値に有意差がみられ($p < 0.05$)、時々有り(中段)、無し(上段)、無し(柵工)は有意差がみられなかった($p > 0.05$)。平均値を相対比較すると常時有りは無しの約2倍となっている。以上のことから明らかなように鋼材の打ち込み抵抗による木材腐朽度の評価法は、前述の全乾比重による評価法よりもその差がはっきり現れるようである、この方法は非常に簡便で、安価に短時間で多数の試料が収集できる。これは今後こうした調査には適用しうるのではないかと考えられる。特に測定が簡単で、整理結果が直接強度低下を表すところは有利な点と言えよう。

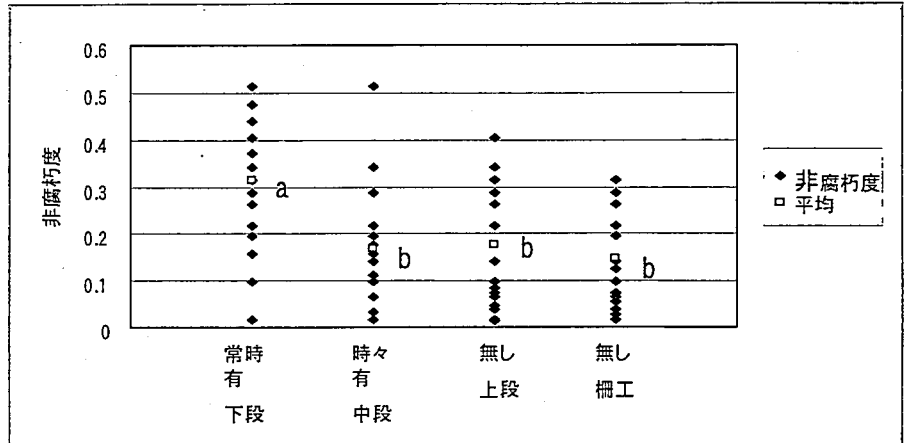
5. まとめ

本研究では間伐材を用いた木製流路工について、流路工内への植生の侵入による土砂捕捉固定効果と木製流路工の耐久性を検討することを目的として、縦横断測量による堆積土砂量、根系分布量調査および流路工部位ごとの材の腐朽度調査を行なった。以下にその結果をまとめる。

本木製流路工内では一般的に見られるシラスが溪流で作る自然勾配($1^\circ \sim 2^\circ$)以上の勾配を形成している。これは流路工内に導入した植生が根を張り、河床土砂を捕捉固定したためと考えられる。全乾比重及び鋼材打ち込み抵抗による木材の腐朽度調査では、流水の影響が常時有りの部位は無しの部位に比べて強度が大きく、腐朽があまり急速には進行しないと判断される。このことから、こうした部分には積極的に木材を使用してもよいのではないかとと思われる。流水の影響が時々有り無しでは腐朽度の差はほとんどなく、流水の影響が常時有るところ以外は、腐朽は大体同じ速さで進行していくものといえる。強度的には木材は鋼材に劣るが、流水のあるところで外力がそれほど大きくないところでは小規模構造物として木材は優れた材料であるといえる。特に、材が腐朽してしまった後、コンクリート構造物に替わって根系の土砂固定機能が完全に発揮できるような部位には、木材を構造物として用いることは環境面からみても非常に好ましいことである。なお、本研究は宮崎県治山林道協会の協力を得て行われたものである。記して謝意を表す。

引用文献

- 1), 3) 石川芳治: 間伐材を利用した小型木製治山ダムの導入に関する調査研究, 1-10, 2000
- 2) 都城市: 地形分類による自然条件の調査, 28-29, 1991



同一アルファベット(小文字)は有意水準 5% で平均値に差がないことを示す。(t検定)

図-3 鋼材の打ち込み抵抗法による非腐朽度