

Ⅱ-120 トンネル式放流設備内の流木挙動に関する調査

石川島播磨重工業 正会員 石井 通博
水資源開発公団 正会員 薬師寺 公文
建設省土木研究所 正会員 柏井 条介

1. はじめに

堤体中に洪水吐きを設けることができないフィルダムでは、洪水吐きを堤体から分離し、左右岸の岩盤を基礎にして、開水路として設けることが多いが、相当量の掘削と広大な掘削法面の発生を伴うことが多く、経済性や景観の面からも好ましくない。このため、経済性、景観に優れたトンネル式洪水吐きへの期待が大きくなるものと考えられる。一方、トンネル式の洪水吐きでは閉空間内となっているため、洪水時等での流木の流下による閉塞が構造的に懸念される。しかし、閉塞についての調査は十分なされていないのが現状である。そこで本調査では、トンネル式洪水吐きの管路部、特に鉛直面内に曲がりを持つ管路について、管路内に流木が流入したときの流木挙動及び流木の停留条件について調査した。

なお、本調査において、停留とは流木が管路内に完全に留まった状態を言い、停留率とは同一条件で10回の投入に対する停留数の割合を言うものとする。

2. 調査方法

2. 1 管路及び流木モデル形状

本調査では、図-1に示す形状および寸法の管路模型を使用した。ただし管径 D は200mmとし、その他の寸法は管径 D を用いて表した。流木モデルは気乾比重約0.7（国産広葉樹とほぼ同程度）、直径 $d=0.05D$ の円筒形の木材を、図-2に示すような形状に主材（水流に平行な流木）と副材（水流に直角な流木）を組み合わせて使用した。

2. 2 実験条件

2. 2. 1 流量

流量は、管断面積の概ね3/4が流積となるよう設定し、 $Q=571/s$ とした。また、停留率が高くなった流木形状に対しては1/2流量の $Q'=281/s$ についても調査を行った。

2. 2. 2 流入位置

図-3は流入部における流木流入位置を示したものである。左右非対称の流木モデル（流木形状E, F）については、流入位置を中央、右側（主材中央寄り）、左側（主材側壁寄り）の3通り、左右対称の流木モデル（流木形状A, B, C, D）については流入位置を中央、端部の2通りとした。

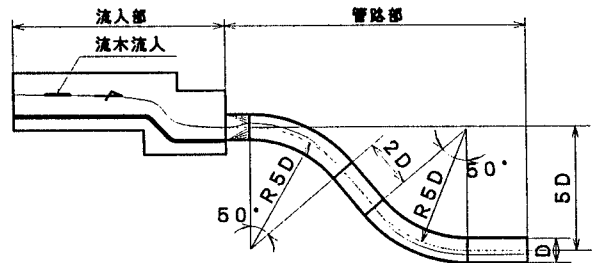


図-1 管路模型概略図

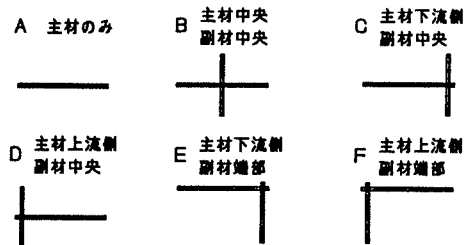


図-2 流木モデル形状

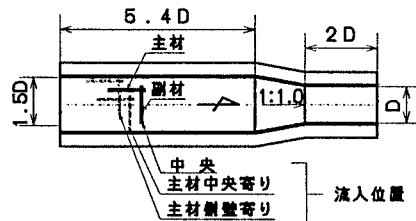


図-3 流入位置

キーワード：トンネル式洪水吐き、流木

〒135 東京都江東区豊洲3-1-15 TEL 03-3534-3177 FAX 03-3534-3182

3. 調査結果

図-4～図-6は流量 $Q=571/s$ において流木流入位置を変化させたときの停留率および停留位置を示したものである。図中の数値は主材長さを表したものである。また、図-7～図-9は $Q=571/s$ において停留率の高かった流木形状C, D, E, Fに対して、流量 $Q'=281/s$ としたときの流入位置別停留率を示したものである。

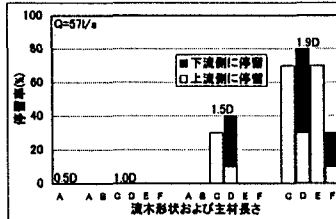


図-4 中央から流入した場合の停留率

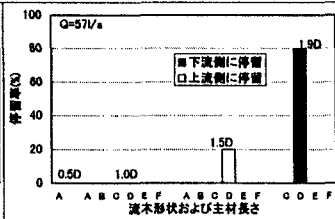


図-5 右側から流入した場合の停留率

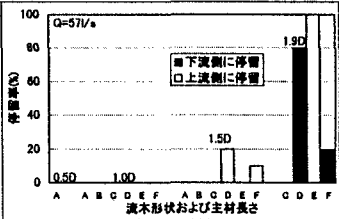


図-6 左側から流入した場合の停留率

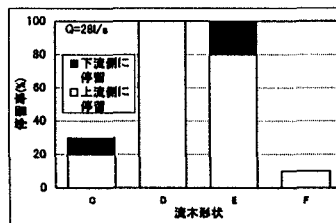


図-7 中央から流入した場合の停留率

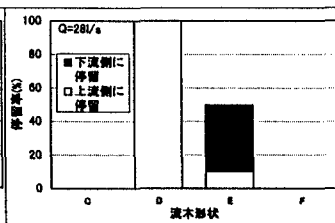


図-8 右側から流入した場合の停留率

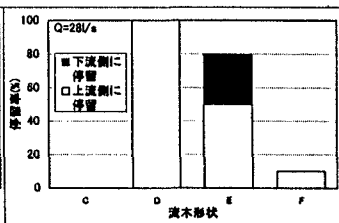


図-9 左側から流入した場合の停留率

図-4～図-6より、主材のみ（流木形状A）が流入した場合、停留は発生しないことがわかる。このことより、停留は副材によって引き起こされると考えられる。また、副材が同じ長さでも主材が長くなるほど停留率は高くなっている。これは、副材（長さ1.0D）が管軸に対して直角になった場合のみ停留が発生するため、主材が流れに対して平行になる確率が高いものの、すなわち主材が長いものほど停留率が高くなっていると考えられる。

図-4において流木形状C, D, E, Fを比較すると、左右対称の流木モデル（流木形状C, D）が、左右非対称の流木モデル（流木形状E, F）より高い停留率を示す傾向があることがわかる。左右非対称の場合、副材は流れに対して斜めになった状態で管路内に流入し、そのままの状態でも管路下流端まで達する場合が多いため、停留率が低くなっていると考えられる。

図-5, 図-6を比較すると、左右非対称の流木モデルの場合、流入位置により停留率が大幅に変化していることがわかる。特に流木形状Eにおいて顕著な差が現れ、右側（主材中央寄り）から流入した場合停留は発生しないが、左側（主材側壁寄り）から流入した場合は100%の停留率を示した。これは、端部から流入した場合、流入部側壁形状が、流木流入時の角度に影響を及ぼしているためと考えられる。

流木形状別に停留位置を見た場合、主材の下流側に副材を配置した場合（流木形状C, E）、すべて上流側曲管部に停留し、主材の上流側に副材を配置した場合（流木形状D, F）、下流側曲管部に停留する割合が高くなっていることがわかる。この傾向は投入位置を変化させた場合においても、ほぼ同様である。

流量別に比較すると、流木形状Dの場合、停留位置に変化が生じていることがわかる。これは、水深の低下に伴って流水が流木に及ぼす影響は減少し、流木は下流側曲管部まで達することができないためであると考えられる。また、流量 $Q=281/s$ では流木形状Eにおいて、右側（主材中央寄り）から流入したものに停留が発生した。これは、水深の低下によって、主材を軸にした回転が発生したためであると考えられる。

4. 終わりに

本調査により、流木停留の有無を決定する要因がある程度把握することができた。最も重要なのは流入時における流木の角度であり、流木の角度を決定する条件としては、流木形状、流入部形状、流入位置、流量が考えられる。今後は本調査の結果を流木の流入防止対策を検討する上で役立てていきたいと考える。