

片側にヒンジを有する開閉式木橋の水没時の挙動に関する研究

熊本県 正会員 上月 裕
福岡大学 正会員 渡辺 浩

1. はじめに

地域産材の有効利用を目的として、公共施設に木材が多く使用されるようになってきている。木橋はその代表例であり、長支間の道路橋の事例も多数報告されているが、数の上で大多数を占めているのは小規模な歩道橋である。これらの木橋は公園の水辺に多い。屋外で風雨に暴露される使用環境から適切な維持管理が必要とされるが、小規模であるため作業性は一般に良好である。ただし、遊水池等に設置されるものでは桁下空間が小さく、重要となる桁下からの点検が極めて難しい場合も少なくない。写真-1 は一見するとごく一般的な木橋であるが、図-1 のように片側の支点部にヒンジ構造を有している¹⁾。このことで、点検時に跳ね上げると桁下面も容易に点検できる。また洪水時には自ら浮き上がることで余分な力の発生を抑えられる上、洪水後は自動的に元に戻るため流れ橋のような復旧の労力を必要としない。本報告ではこのような特徴を有する橋を実際に水没させてスムーズに開閉するかを検証するとともに、水没時の水位と傾斜角の関係を調べてその挙動を把握することを目的とする。

2. 水位上昇にともなう橋の開閉メカニズム

水位の上昇により桁が傾斜した場合の力の作用を図-2 に示す。なお、以後の検討では簡単のため断面の図心は部材の軸線上にあるとし、さらに断面の拡がりは無視するものとする。

$0^\circ < \theta < 90^\circ$ のとき、

$$H = L' \cdot \sin \theta \quad (1)$$

H : 水位 L' : 水中に沈む部分の長さ θ : 傾斜角

A 点に作用するモーメントは、

$$Mo = W \cdot \frac{L}{2} \cdot \cos \theta - B \cdot \frac{L'}{2} \cdot \cos \theta = 0 \quad (2)$$

W : 桁の重量 ($= \rho_t \cdot A \cdot L$)

ρ_t : 木材の単位体積重量

B : 桁に作用する浮力 ($= \rho_w \cdot A \cdot L'$)

ρ_w : 水の単位体積重量

A : 断面積

L : 桁の長さ

すなわち

$$L' = \sqrt{\frac{W \times L}{\rho_w \times A}} = L \cdot \sqrt{\frac{\rho_t}{\rho_w}} \quad (3)$$



写真-1 モデル橋

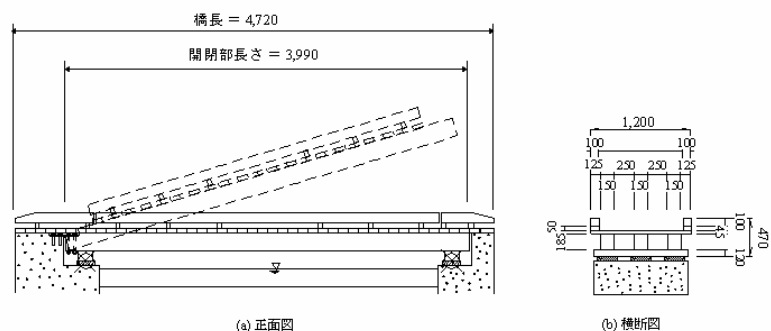


図-1 モデル橋の一般図 (単位 mm)

したがって、 L' は L によつてのみ決まり、水位や部材の傾斜に関わらず一定となる。

橋の断面は一定ではないが、ここでは便宜上体積を橋長で除して求めた平均の断面積で一様であると仮定した。また使用材料はスギ材、ボルト等の金物、遮水ゴムシート等と様々であるが、それらの重量と体積から求めた平均の単位容積質量 474kg/m^3 で一様であるとした。なお、地覆は外して実験を行った。

図-3 はモデル橋における水位と傾斜角の関係である。水位が $L'=2.91\text{m}$ を超えると桁は直立する。

3. 水没浮上実験

架設場所は写真-1 のような窪地であるため、流出口を塞いでポンプにより河川の水を取り入れることで、水位を上昇させた。傾斜角は図-4 のように2個の巻き取り式変位計の結果から求めた。写真-2 は実験の様子である。

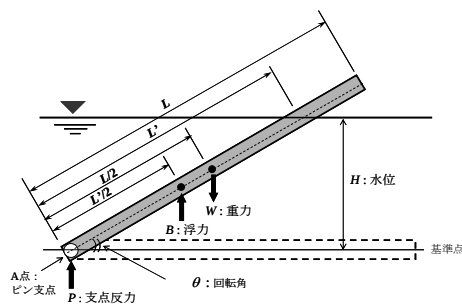


図-2 橋が傾斜した場合の力の作用

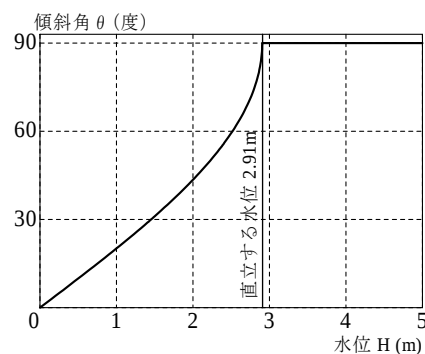


図-3 水位と傾斜角の計算結果

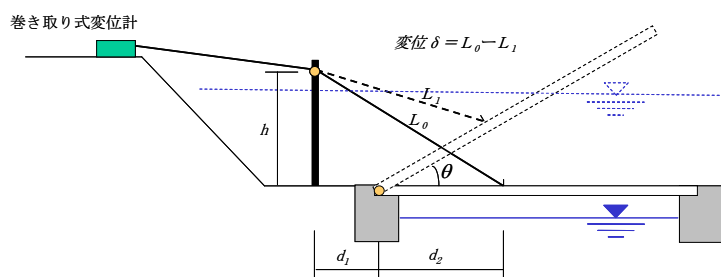


図-4 静水時のモデル橋の挙動試験の概要



写真-2 水没試験の様子

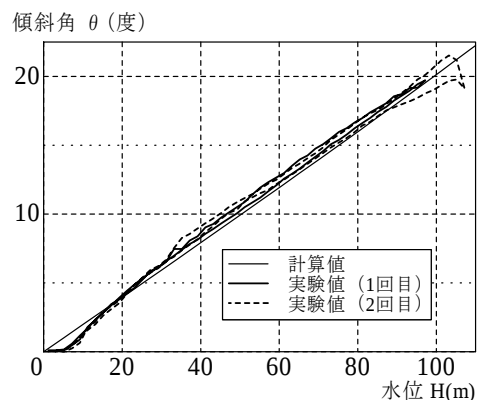


図-5 水位と傾斜角の測定結果

図-5 は、実験値と計算値の水位と角度の関係を示している。設置場所の制約から実験では最高水位が約 1m であったため図-3 の一部のみ検証可能であるが、その範囲内では測定結果は計算値とよく一致している。水位が小さい場合に実験値では角度が小さくなる傾向があるが、これは計算におけるいくつかの仮定、すなわち断面と単位容積質量を一様とし、断面の広がりを無視したことによると考えられる。

4. 結論

片側の支点部にヒンジを有するスギ製桁橋を対象に水没試験を行った。その結果、スムーズな開閉が可能であること、また水没下の挙動は力の釣り合いから求めた計算結果から把握できることが明らかになった。

参考文献

- 1) 上月 裕, 渡辺 浩, 山尾 敏孝, 土木学会 構造工学論文集, Vol.52A, pp.845-852, 2006.3.