

93 単壁式木製堰堤の水平載荷試験

京都府立大学 ○朝田 瑞樹, 石川 芳治, 水原 邦夫

1. はじめに

近年, わが国においても溪流の景観や環境保全に対する関心が高まり, それを可能にする砂防・治山施設の設置が望まれている。そのため, 従来のコンクリートや鋼材ではなく木材, 特に間伐材の利用が検討されてきている。しかし, このような木材を用いた砂防・治山施設, 特に木製堰堤については安定性, 設計法, 施工性, 維持管理手法等に関する検討課題が多い。そこで, 木製堰堤を実際に施工して水平載荷試験を実施することにより安定性, 施工性について検討を行った。

2. 試験施工と水平載荷試験の概要

単壁式木製堰堤は 1999 年 6 月末の豪雨により斜面崩壊が発生した京都府立大学農学部附属大枝演習林(京都市西京区大枝沓掛町)の小溪流(流域面積 0.01 km²)に設置した。木製堰堤の高さは本体部が 1.45m, 水通し部が 0.6m, 袖を含む長さが 5.80m, 堤体の全幅は 2.0m である(図-1)。材料は平均直径 15cm, 長さ 4.0 ~ 5.0m のヒノキ間伐材を約 80 本用い, 木材の連結用に径 16mm のボルトを用いた。中詰土砂は現地の床掘りした細流土砂を用いた。施工は全て人力で行った。

木製堰堤の現地施工に要した延べ人数は水平載荷試験を含めて 68 人・日であった(写真-1)。設計・施工に関しては, 単壁式であるため木材の太さに差が生じても容易に対処でき, 構造が単純であるので施工性は良好であった。

水平載荷試験は本体部左岸側(高さ 1.2m, 長さ 2.15m)が施工された段階で実施し, 載荷地点は堤敷より高さ 0.6m(1 回目)および 0.4m(2 回目)の上流側 2 地点とした。ジャッキで約 0.5tf 毎に段階的に載荷していき, 各段階での水平変位量を 0.3, 0.46, 0.75, 1.02, 1.3m の高さで測定した(図-2)。

3. 結果と考察

設計における荷重については, 合力の作用線がミドルサードに入っていることより, 転倒に対しては安全である。また, 上流, 下流端の垂直応力はそれぞれ 0.35

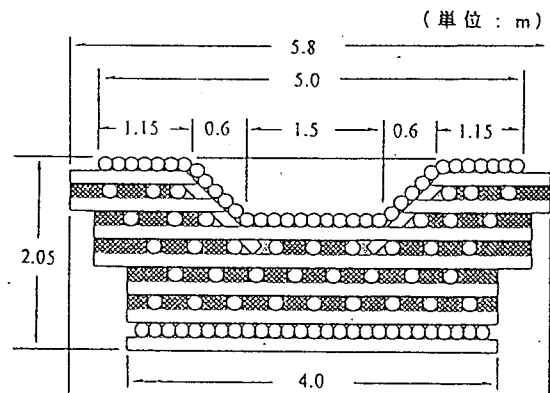


図-1 木製堰堤正面図

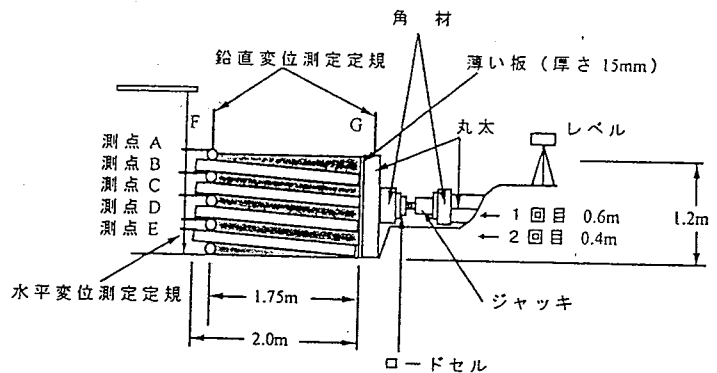


図-2 水平載荷試験装置模式図

(tf/m^2), $4.42(\text{tf}/\text{m}^2)$ であり, 地盤の許容支持力 $20\text{tf}/\text{m}^2$ に対して安全である。水平載荷試験の結果を図-3, 図-4に示す。1回目の載荷で転倒が始まったが, その時の最大水平モーメントは $2.9\text{tf}\cdot\text{m}/2.15\text{m}$ であり, 2回目の載荷では滑動が生じたが, その時の最大載荷荷重は $6.4\text{tf}/2.15\text{m}$ であった。この結果から, 滑動時の水平方向最大荷重 $R_H = 6.4(\text{tf})$ および自重 $R_V = 6.14(\text{tf})$ より, 摩擦係数 $f = 1.04$ が得られた。これを用いた滑動に対する安全率は2.34であり, 滑動に対しては十分に安全である。さらに, 鋼製砂防構造物の設計に用いられている中詰石材の外力によるせん断変形に対する抵抗の計算式を用いて, せん断変形に対する抵抗モーメントを求めると $M_r = 0.772\text{tf}\cdot\text{m}/\text{m}$ であり, 水平載荷試験において載荷した単位幅あたりの最大水平モーメントは $M_t = 1.34\text{tf}\cdot\text{m}/\text{m}$ であることより, 実際の M_t は計算により求めた M_r の1.85倍の抵抗モーメントが発揮されたこととなる。設計水平モーメント ($1.04\text{tf}\cdot\text{m}/\text{m}$)以上の水平モーメント ($1.35\text{tf}\cdot\text{m}/\text{m}$)を試験で作用させても試験後の外観が健全であることより堰堤全体としても安全であることが確認された。

4. おわりに

現地施工および水平載荷試験により単壁式木製堰堤の安定性が証明できた。今後はさらに異なった構造の木製堰堤についての調査・研究を行っていくことで, 木材の特性がより活かされる新しい構造の木製堰堤を開発していくことも必要となる。

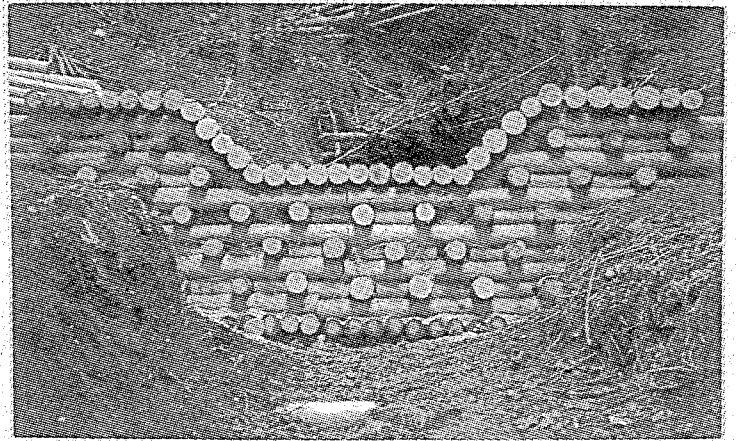


写真-1 木製堰堤の完成写真

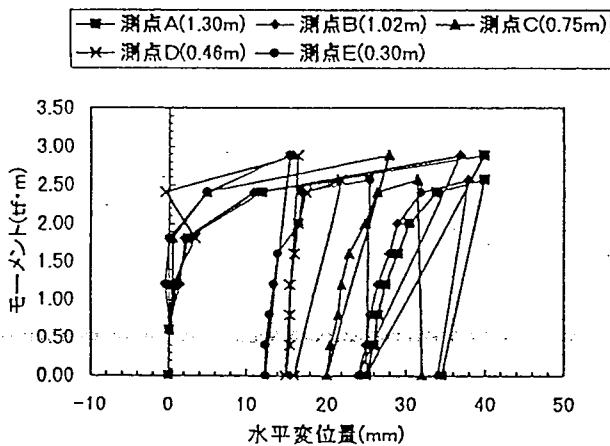


図-3 水平変位量とモーメント

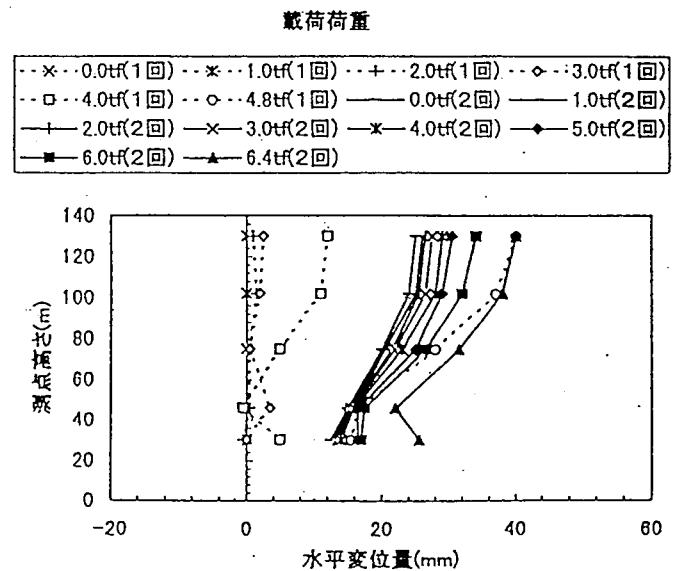


図-4 載荷荷重と水平変位量