

鋼管林立式透過型砂防堰堤等の実現可能性

共生機構株式会社 ○鴻上宏子・遠藤康多佳・中村徹・坂場義雄
政策研究大学院大学 水山高久

1. まえがき

最近では、土石流対策の最下流堰堤でも透過型が主流となってきた。また、部分透過型のように開口部高の低い堰堤も増加傾向にある。

これまでの透過型堰堤の構造型式では、とくに堤高が低い場合には構造が複雑すぎる傾向にある。そのため、構造を単純化して設計施工の合理化を図ることが望まれている。

本研究では、まず鋼管林立式透過型堰堤の基本構造と自立鋼管柱の曲げ抵抗特性を示し、つぎに長尺鋼管柱の形成を通常使用されているフランジ継手構造ではなく鞘管継手構造によることを紹介する。

また、土石流捕捉のための鋼管柱間隔を既往の水理実験にもとづいて設定したこと、および堰堤構造そのものではないものの同種構造の事例を紹介する。

2. 堰堤基本構造と自立鋼管柱の曲げ抵抗性

2.1 構造の特徴

鋼管林立式透過型堰堤は、図-1に示すように堤軸方向に一定間隔を設けてジグザグ配置した鋼管柱と、それを支持する底版コンクリートによる、逆T型複合構造である。自立鋼管柱は、底版コンクリートに設置された基礎鞘鋼管さし込むだけの単純支持の片持ち梁構造である。なお、鋼管柱の曲げ変形に抵抗するため、鞘鋼管には上流側に延びるC形のアンカー鉄筋を抱かせている。

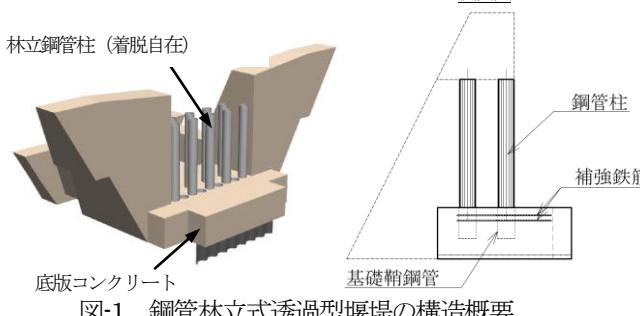
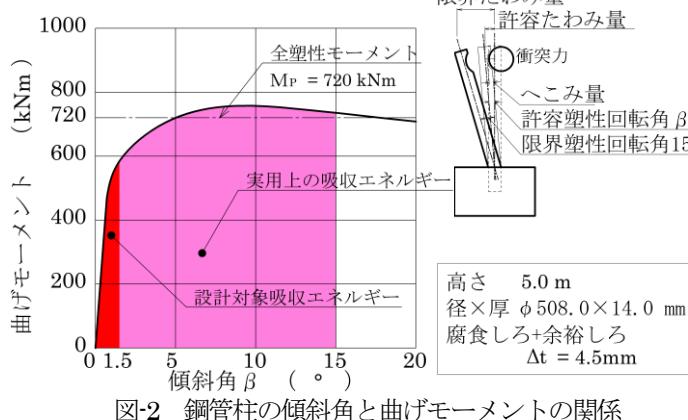


図-1 鋼管林立式透過型堰堤の構造概要



鋼管柱の脱着が可能な支持構造によって開口部の開放も可能となり、堆積後の土石流の除石も容易となる。また、万が一鋼管柱が損傷した場合でも交換が容易であることなど維持管理面での便宜性は高い。

2.2 構造の安定性

透過型堰堤の全体安定性は、通常の透過型堰堤と同様の考え方にもとづく。鋼管柱の構造安定性は、流体力作用時と礫衝突時を対象にし、片持梁モデルを想定した鋼管柱について照査する。

図-2は、鋼管柱天端に水平荷重が作用した場合の、荷重の大きさと天端水平変位の関係を示したものである。設計における鋼管柱の許容塑性回転角は1.5°程度である。仮に、落石防護柵の支柱で設けられている許容最大変位角 $\beta = 15^\circ$ を限界塑性回転角とすれば、鋼管柱の実用上の吸収エネルギーレベルは設計におけるその8倍程度も大きいものになる。

3. 長尺鋼管柱の鞘管継手構造

開口部が高くなり長尺鋼管柱としたい場合、中央高付近に鞘管継手を設けることになる。その構造は相対的に若干径の大きい下部鋼管を鞘管として上部鋼管をさし込むものである。鞘管部分の上部鋼管との間にはセメントペーストなどを充填して上部鋼管を固定する。

充填方法としては、下部鋼管内に所定の高さまで砂

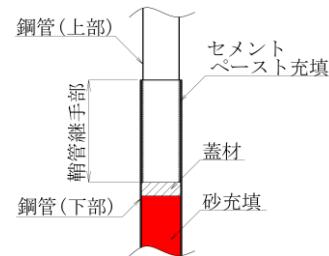


図-3 長尺鋼管での鞘管継手構造

<解析条件>

鋼管：

上部 $\phi 508 \times 12 \text{ mm}$

下部 $\phi 558.8 \times 12 \text{ mm}$

継手部：

鞘管継手 長さ 1m

フランジ継手 高力ボルト M22-16 本

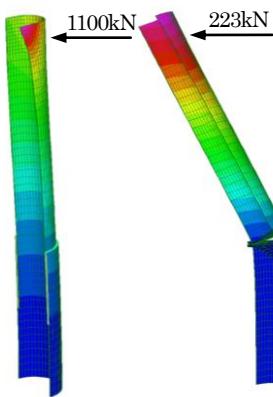


図-4 鞘管継手とフランジ継手の粘り強さによる対比 (FEM 解析)



図-5 鋼管林立構造例①
(一の谷土石流捕捉工<仮設>)

をつめ、そこにセメントペーストを入れ上部鋼管の重量でセメントペーストを隙間に押し上げて充填する。

図-4は、鞘管継手とフランジ継手の粘り強さを、FEM解析によって対比したものである。鞘管継手が粘り強いのは、一口でいうとボルト接合のような断面急変部をもたず破断形態が起きないからである。

4. 土石流捕捉のための鋼管柱間隔

钢管林立式堰堤の钢管柱間隔は、既存の透過型堰堤と同等レベルの土石流捕捉機能を確保するために、その純間隔を最大礫径 D_{95} の 1.0 倍としている。これについては、以下に示す既往の水理模型実験結果にもとづいて設定している。

- ① 横梁部材のみで形成される HBBO+型堰堤では、鉛直純間隔を D_{95} の 1.0 倍としても、土石流のピーク減少率は 0.83 となり十分な土石流捕捉機能を発揮する。
- ② 縦柱部材のみの縦長透過部の方が、横梁部材のみの横長部材よりも土砂捕捉率は大きくなる。
- ③ 縦柱部材をジグザグに配置すると、水流方向の鉛直投影透過率が小さくなるので土石流捕捉効果が大きい。

5. 鋼管林立構造の適用例

① 一の谷堰堤における工事用土石流捕捉工(大阪府)

この堰堤の下流には寺院があり、工事中の安全を確保するための土石流対策として 1 列配置の钢管柱列が設置された。現場はタワークレーンを据えるのがようやくなほど狭く、コンパクトで施工の単純な構造が求められた。

钢管柱は、中央部に鞘管継手を設けることによって長

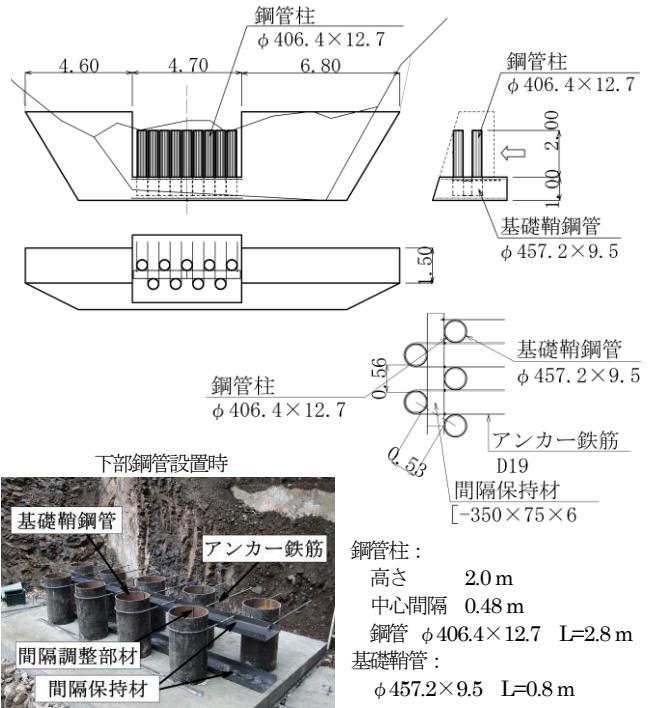


図-6 鋼管林立構造例②
(神の川林道保全対策工)

尺にした。下部钢管内部に取り付けた異形棒鋼のストッパーによって上部钢管を支える継手構造である。工事終盤には取り外して、本体のビーム材として転用することも可能である。

② 神の川林道保全対策工 (神奈川県)

林道わきの沢地形から流出する土砂を捕捉するため、すでに満杯であった 3 段の既設柵の最下段を撤去し、ジグザグ配置の林立钢管柱を設置した。

脱着機能を備える钢管林立構造であるから、土砂流出の多いこのような場所での除石作業を容易にでき、維持管理のしやすい構造物であるといえる。

6. おわりに

钢管林立式透過型砂防堰堤は、いわゆる「Simple is Best」の構造体といえそうである。見た目によらず土石流荷重に対して粘り強い抵抗性を発揮する。その特性が長尺の钢管柱でも変わらないのは、鞘管継手を使用しているからである。そのような長所を持つ上、コストも従来の CBBO 型と比べて 20% 程度縮減できる。

今後、土砂災害対策用の堰堤は、透過型が主流化し規模や場所に限定されることなくコンパクトで収まりのよい構造が求められている。しかも設計施工面からの合理化も図られておりコスト縮減面や維持管理面でも優れている必要がある。钢管林立式透過型はそのような要望に十分応えていける有力な堰堤構造である。

参考文献

- 1) 時任基弘・宮本健史・依田隆春 (2016) : 鋼管林立形による不透過型砂防堰堤の実現可能性、平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集