

U型擁壁底版の剛性評価に関する一考察

(株) 高 南 テ ッ ク 正員 ○筒井 秀樹

(株) 第一コンサルタンツ 正員 右城 猛

1. まえがき

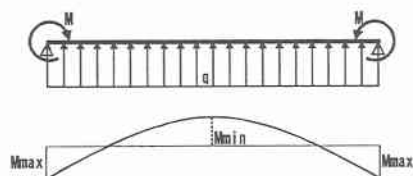
U型擁壁は両側の側壁と底版を一体化した構造で、一般に偏土圧を受けないことから比較的軟弱な地盤でも直接基礎で対応できることや、非常に地盤条件が悪く杭基礎となる場合においても、逆T型擁壁などに比べ経済的となることがあるため、橋梁へのアプローチ部や立体交差の掘割部等に数多く採用されている。

このU型擁壁の設計基準としては、道路土工・擁壁・カルバート・仮設構造物工指針があり、1987年の改定時に追加規定されている。土工指針ではU型擁壁底版の設計は、「底版を弾性床上の梁として設計するのがよい。」と記載されているものの、底版を弾性床上の梁として解析を行うことは煩雑であるため、比較的小規模なU型擁壁の多くは底版を剛体と仮定し、両側の側壁部を支点とした単純梁として断面力を算出する慣用法によって設計が行われている。しかしながら、底版を剛体と仮定する根拠があいまいで、多くの場合、剛体としての判定を行わずに慣用法を適用している。

本論文では、道路橋示方書・同解説（IV下部構造編）に示されているフーチングを剛体とみなせる厚さの判定法をU型擁壁に適用し、その判定法の妥当性を検証するとともに、慣用法により断面力を算出する場合の適用条件について考察を行うものである。

2. 慣用法

この方法は、図-1に示すように底版の両端に作用する側壁の自重および土圧や水圧の鉛直成分による集中荷重が、地盤反力として等分布に作用するものと仮定し、底版両側の側壁部を支点とした単純梁として断面力の算出を行うものである。しかしながら、この仮定が成り立つためには、底版の剛性が地盤の剛性に比べて非常に大きく、底版を剛体と見なせる場合に限られる。



曲げモーメント図
図-1 慣用法

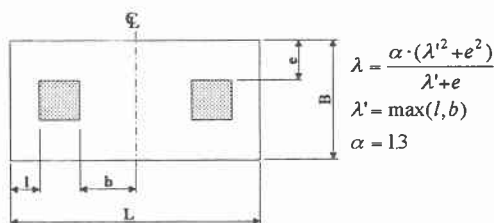


図-2 剛性評価法

底版の剛性評価法としては道路橋示方書・同解説（IV下部構造編）に示されるフーチングを剛体とみなせる厚さの判定法がある。評価法を（1）式に示す。

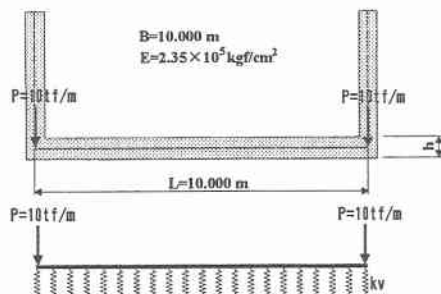
$$\beta \cdot \lambda \leq 1.0 \quad \text{----- (1)}$$

ここで β は底版の特性値、 λ は図-3に示す換算突出長であり、 $\beta \cdot L$ が1.0以下ならばフーチングを剛体とみなして良いとされている。U型擁壁の場合には $l=0, e=0, b=L/2$ であるため、（1）式は（2）式のように表すことができる。

$$\beta \cdot L \leq 1.54 \quad \text{----- (2)}$$

4. 剛性評価法の検証

底版を剛体とみなせるかあるいは弾性体とみなすかは、底版と地盤との相対剛性を評価する必要がある。そこで、弾性床上の梁理論によりU型擁壁の底版厚 h および離散型の等分布バネ



曲げモーメント図
図-3 弾性床上梁法

定数 k_v を種々変化させ、底版の特性長 $\beta \cdot L$ と底版中央での最大曲げモーメントの関係を求めることにより剛性評価法の検証を行った。

計算に用いたU型擁壁は図-3に示す底版幅 $L=10.0\text{m}$ 、奥行き $B=10.0\text{m}$ の擁壁を用い、両側壁部には鉛直荷重として $P=10.0\text{tf/m}$ を作用させるものとした。なお、側壁の曲げモーメントについては考慮していない。また、離散型の等分布バネ定数 k_v および梁の特性値 β は(3)、(4)式により求めた。

$$k_v = 0.33929 \sqrt{\frac{(\alpha \cdot E_0)^{32}}{(E \cdot I)^3 \cdot B^9}} = 13.429 \sqrt{\frac{N^{32}}{(E \cdot I)^3 \cdot B^9}} \quad (3)$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k_v \cdot B}{4E \cdot I}} \quad (4)$$

ここで、 E_0 は地盤の変形係数、 α はの E_0 求め方に対する係数、 N は N 値である。

以上の方法で得られた結果を図-4に示す。道路橋示方書による底版を剛体とみなせる特性長の上限值 $\beta \cdot L=1.54$ での曲げモーメントは $M=248.6\text{tf} \cdot \text{m}$ となり、慣用法で求めた曲げモーメント $M=250.0\text{tf} \cdot \text{m}$ とほぼ同等の値となることが確認された。

5. 考察

図-5は、底版幅 $L=2.0\text{m}, 5.0\text{m}, 10.0\text{m}$ における $\beta \cdot L$ と底版厚の関係を示したものである。ここで、底版を剛体とみなせる厚さは、底版幅 2.0m の場合 N 値 10 で底版厚 $h=0.9\text{m}$ 程度、 N 値 50 で $h=1.5\text{m}$ 程度必要となる。同様に $L=5.0\text{m}$ では N 値 10 で $h=2.6\text{m}$ 程度、 N 値 50 で $h=4.6\text{m}$ 、 $L=10.0\text{m}$ では N 値 10 の場合でも $h=5.0\text{m}$ 以上必要となる。したがって、道路橋示方書による剛性評価法では、一般的な底版厚のU型擁壁の場合すべて弾性体と評価される。

しかしながら、比較的小規模なU型擁壁においては、以下の理由により $\beta \cdot L \leq 3.0$ 程度ならば慣用法を適用しても良いと考えられる。

- ① 慣用法は、弾性床土上の梁として求められた曲げモーメントに対して大きめの値が得られるため安全側の設計となる。
- ② $\beta \cdot L=3.0$ での慣用法と弾性床土上の梁として求められた曲げモーメントの誤差は 10%程度であり、底版の部材厚および鉄筋量に対する影響は軽微で実務上問題が無いと考えられる。

6. あとがき

本論文ではU型擁壁底版の剛性評価法および慣用法の適用性について考察を行った。今回の検証では直接基礎についてのみの解析であったが、今後は杭基礎に対するU型擁壁底版の剛性評価法についても解析を行い検討して行く予定である。

【参考文献】

- 1) 日本道路協会: 道路土工-擁壁・カルバート・仮設構造物工指針, 1987年5月
- 2) 右城, 山岡, 瀧石: グラウンドアンカー付き法枠の設計法に関する一考察, 土木学会中国四国支部研究発表会, 1993年

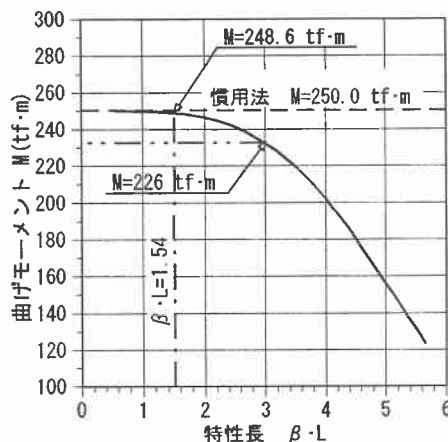


図-4 検証結果

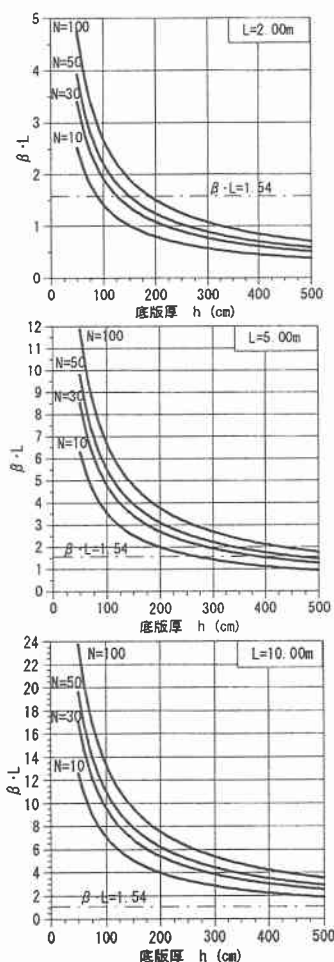


図-5 $\beta \cdot L$ と底版厚の関係