

1. はじめに

片持ばり式擁壁は道路建設や宅地造成等によく使われる土木構造物である。この構造物の設計は通常、1) 剛体と考えた安定計算、2) 各部材をRCばりと考えた応力計算に分けられ作業される。このため最適な寸法は単に安定条件を満たすだけでなく、応力条件をも考慮する必要がある。そこで、本論は応力条件を満たす最適断面はつりあい鉄筋比で設計されるRCばり断面であると考え、この断面で安定計算することにより、応力および安定条件を満たす最適な寸法を求め、得られた寸法について考察したものである。ここで、最適化は擁壁に使われるコンクリート量が最小になることと仮定し、目的関数は擁壁断面積とした。

2. 計算モデルと設計条件

本論で計算した逆T型擁壁の計算モデルを図1に示す。設計変数を少なくするため、鉛直壁、底版とも長方形とした。土圧はランキン土圧を考え、地震時は考慮していない。

1) 応力条件：壁厚、底版厚の決定

壁厚、底版厚は、各部の最大曲げモーメントとつりあい鉄筋比で設計される有効高に、それぞれ7cm、10cmをかぶりとして加えた値とした。底版厚はつまさき側とかかと側の大きい方の曲げモーメントから設計した。ここで鉄筋の引張許容応力、コンクリートの曲げ圧縮許容応力はそれぞれ1800、および70kgf/cm²とした。

2) 安定条件

安定条件としては、滑動条件（滑動安全率=1.5）とミドルサードの条件の2条件としている。

また、鉄筋コンクリートの単位体積重量は2.5tf/m³、土の単位体積重量 γ は裏込め土の内部摩擦角 ϕ によって異なるものとし、次式で計算した。

$$\gamma \text{ (tf/m}^3\text{)} = 1.6 + 0.01 * \phi \quad (1)$$

3. 計算結果と考察

片持ばり式擁壁の通常使われている高さが3-7mであるため、高さHを5mとし、また、裏込め土の内部摩擦角 $\phi = 15^\circ - 45^\circ$ 、底版下面の摩擦係数 $\mu = 0.2 - 0.8$ について計算した結果について述べる。

1) つまさき幅

最適つまさき幅を決定している安定条件を検討するため図2を示す。図2は $\phi = 30^\circ$ 、 $\mu = 0.3, 0.5, 0.7$ の時のつまさき幅と各安定条件を満たす最小擁壁断面積Aの関係を示したものである。 μ によって滑動条件を満たすAは異なるが、ミドルサードの条件から必要とされるAは変わらない。両条件を満たしAが最小となるのが最適解であるから、 $\mu = 0.3, 0.5, 0.7$ ではそれぞれ図中a、b、b'点が最適となる。また、 ϕ 、 μ のいずれも大きい場合、例えば図3は、 $\phi = 40^\circ$ 、 $\mu = 0.7$ の時のつまさき幅と擁壁断面積の関係を示しているが、この時の最適解は図のc点で決定されている。このため、最適つま

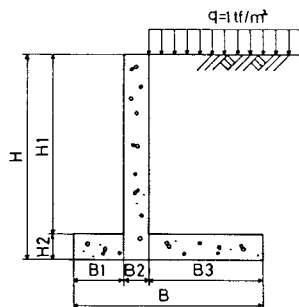


図1. 計算モデル

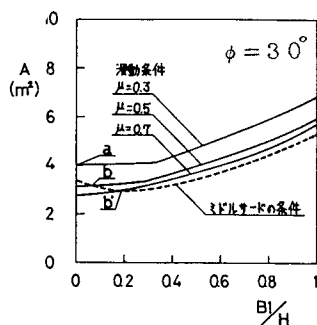


図2. つまさき幅と安定条件

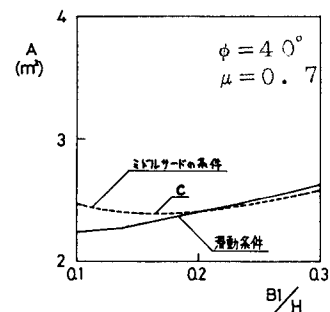


図3. つまさき幅と安定条件

さき幅は ϕ が変わらない時はこのc点より大きくなることはない。以下、この点のつまさき幅を限界つまさき幅と言う。

図4は ϕ 、 μ に対する最適つまさき幅を示したものである。 ϕ 、 μ が小さい範囲ではつまさを設けないほうが良く、 ϕ 、 μ が大きくなるに伴いつまさき幅を大きくすることが最適である。しかし、 ϕ 、 μ いずれも非常に大きい場合は、 μ がある値になると限界つまさき幅が最適となり、これを超える μ に対しても最適つまさき幅は変わらない。

このように、最適つまさき幅の決定には次の3ケースがある。

ケースa) 図2のa点で決定する場合で、滑動条件がアクティブでミドルサードの条件に対しては余裕がある。この時最適つまさき幅 $B_1 = 0$ となり、L型擁壁とするのが最適である。この理由は、 μ が小さい時滑動抵抗力の多くを占める裏込め土重量を大きくすることが良く、そのためには多少底版厚が大きくなっても、かかと幅 B_3 を大きく取り、底版全体がかかと側に移動した方が最適となるからである。

ケースb) 図2のb点、すなわち滑動とミドルサードの2条件がアクティブとなって決定される。図4では、g線とf線に囲まれた領域がこのケースの設計となっている。3ケースの中で最も広い範囲を占めることから、実設計の多くはこの状態で決定すれば最適と考えられる。

ケースc) 図3のc点のように限界つまさき幅が最適となる時で、ミドルサードの条件がアクティブとなっており、滑動条件に対しては余裕がある設計である。このため、 μ が大きくなっても最適解を与える設計変数はいずれも変化しない。これは、ミドルサードを満足するため、ある程度までつまさき幅を大きくすることが良いが、限界つまさき幅を超えると、かかと側にかかる裏込め土による転倒抵抗モーメントを確保できなくなると同時につまさき側設計曲げモーメントが増大し底版厚が大きくなるからである。

2) 底版幅、壁厚および底版厚

ϕ 、 μ に対する最適底版幅、壁厚および底版厚をそれぞれ図5、6、7に示す。それぞれの図の中で、先に述べた3ケースの領域が見られる。図6、7によると、壁厚は ϕ によって変化するが、 μ によっての変化はほとんど見られない。これに対し底版厚は μ が小さい範囲では ϕ によってのみ変化するが、 μ が大きい時は ϕ と同時に μ によっても変えたと最適断面となる。

4. おわりに

本計算によって、裏込め土の内部摩擦角 ϕ と底版下面の摩擦係数 μ に対する片持ばり式擁壁の最適寸法が求められた。最適つまさき幅に関する考察から、 $\mu < -0.067\phi + 0.63$ となる時はL型擁壁とし、これより大きい μ の時は逆T型擁壁とするのが最適であることを示した。

本論で述べた数値は擁壁の高さを5mとして計算した結果、得られたものであるが、今後は異なる高さに対して同様の計算を行ない、片持ばり式擁壁の最適寸法の特性を検討したいと考えている。

<参考文献>

- 1) 諸戸靖史、擁壁の安定寸法と工費、土と基礎、33-8(331)、1985
- 2) 建設省制定土木構造物標準設計2、全日本建設技術協会、昭和55年

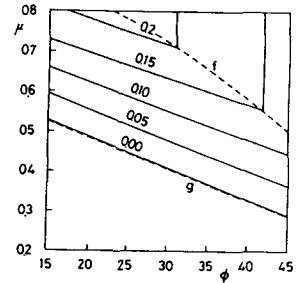


図4. 最適つまさき幅 (B1/H)

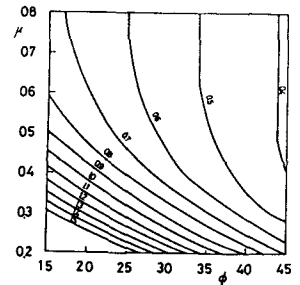


図5. 最適底版幅 (B/H)

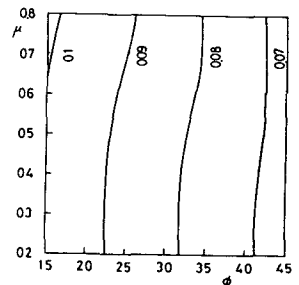


図6. 最適鉛直壁厚 (B2/H)

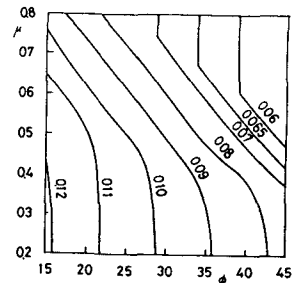


図7. 最適底版厚 (H2/H)