

改良試行くさび法を適用した大型逆T型擁壁の設計

高知県土木部道路課

濱田耕二

(株)第一コンサルタンツ 正員

右城 猛

(株)第一コンサルタンツ 正員

○片岡寛志

(有)高南測量設計 正員

簡井秀樹

1. まえがき

建設省では使用頻度の高いブロック積み、もたれ式、重力式、U型、逆T型、L型の各擁壁について標準設計が整備されている。高知県においても、道路建設事業における設計・施工・積算・契約業務等の簡素化ならびに設計の質の向上を図るため、建設省制定の標準設計が広く利用されている。しかしながら、高知県の山岳道路では、建設省制定の標準設計に収録されていない高さ9mを超える大規模な逆T型擁壁を必要とするケースが多い。こうしたことから、高さ9mから15mまでの逆T型擁壁を対象に設計を行ったので、その概要を紹介する。

2. 設計条件

設計条件は、これまでの施工実績を考慮して図-1のように決定した。

3. 土圧評価式

建設省制定標準設計では、土圧評価式に道路土工指針の試行くさび法を採用している。しかしながら、試行くさび法を適用して安定計算を行い、必要底版幅を算定すると、図-2に示すように、ある嵩上げ盛土高さの時に極大値を示し、極めて不合理な結果が得られる。一方、右城らが提案する改良試行くさび法を適用すれば、必要底版幅は、嵩上げ盛土高 H_0 および擁壁高 H に応じてほぼ線形的に増加する。しかも、底版幅を小さくすることが可能となる。このことから、改良試行くさび法を採用することにした。

4. 最適部材断面

曲げモーメント M を受ける鉄筋コンクリート部材の最適断面（コンクリートと鉄筋の費用の和が最小となる断面）の有効高さ d は(1)式で与えられる。

$$d = [\alpha \cdot f_s \cdot M / (\sigma_{ss} \cdot j \cdot f_c)]^{1/2} \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 α :全鉄筋量と引張主鉄筋量との比、 f_s :鉄筋の単価、 f_c :コンクリートの単価、 σ_{ss} :鉄筋の許容引張応力度である。

通常規模の逆T型擁壁では $\alpha=1.6\sim 2.5$ である。 $\sigma_{ss}=1600\cdot 0.9=1440\text{kgf/cm}^2$ 、 $j=0.9$ 、 $f_s=120\text{円/kgf}\cdot 7.85\cdot 10^{-3}\text{kgf/cm}^3=0.94\text{円/cm}^3$ 、 $f_c=0.017\text{円/cm}^3$ とすれば、(1)式は次のようになり、鉄筋コンクリートの設計というバランス断面とほぼ一致する。

$$d = (0.25\sim 0.36)M^{1/2} \approx 0.32M^{1/2} \dots\dots\dots (2)$$

5. 縦壁の厚さ

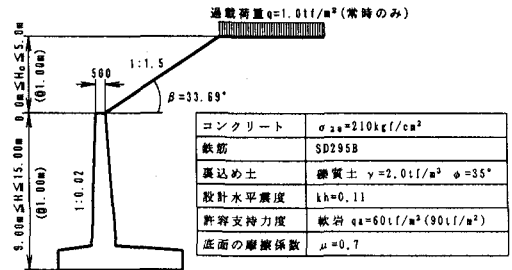


図-1 設計条件

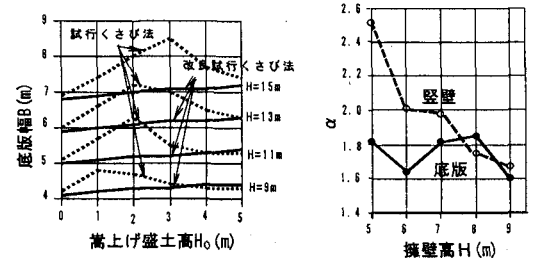


図-2 土圧評価法と底版幅

図-3 逆T型擁壁の α 値

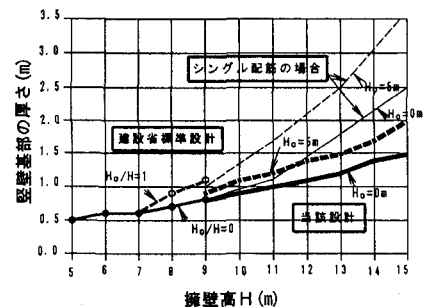


図-4 縦壁基部の厚さ

頂部の厚さは、建設省の標準設計では擁壁高に応じて0.35m~0.40mとしているが、当該設計では $9\text{m} \leq H \leq 15\text{m}$ の範囲の大型擁壁を対象にしていることから一律0.5mに決定した。図-4は擁壁高と基部の厚さの関係を示したものである。建設省の標準設計では縦壁の引張側主鉄筋をシングル配筋として断面決定されている。しかし、擁壁高が9mを超える規模のものにシングル配筋を採用すると、部材断面は最適断面からかけ離れ、極めて不経済なものになる。このことから、当該設計では(2)式によって部材の有効高さを決定し、主鉄筋量がD32@100mmで不足する場合にはダブル配筋を採用するものとした。

6. 底版幅

逆T型擁壁の底版はつま先版とかかと版から構成されており、かかと版は転倒と滑動防止に有効に機能する。一方、つま先版は転倒防止に有効に機能するが滑動に対しては殆ど効果がない。このため、まず、つま先版の長さを1:0mと仮定し、かかと版の長さを変化させ、滑動に対する安定条件を満たす底版幅を決定した。次に、かかと版の長さを固定し、つま先版の長さを変化させ、転倒に対する安定条件から底版幅を決定した。

図-5に擁壁高とつま先版長の関係を示す。建設省標準設計の場合、つま先版長は擁壁高の1/6程度であるが、当該設計では1/5程度になっている。図-6には擁壁高と底版幅の関係を示した。底版幅は擁壁高の約1/2で、嵩上げ盛土がある場合の底版幅は建設省標準設計に比べて著しく小さくなっている。この原因は以下の理由による。

- ①建設省標準設計は砂礫地盤を対象としており、滑動に対する摩擦係数として0.6を採用している。これに対して当該設計では、岩盤に支持させることを前提とし、0.7の摩擦係数を用いている。
- ②建設省標準設計では試行くさび法で土圧を算定しているが、当該設計は改良試行くさび法を採用している。

7. 底版の厚さ

建設省標準設計では、かかと版長が2m以下の場合には底版を等厚としているが、当該設計では対象とする擁壁規模が大きいことから、全ての場合においてかかと版、つま先版ともにその上面にテーパを付けるものとした。テーパの最大勾配は施工性を考慮して20%とした。

底版基部の厚さは、施工性を考慮してシングル配筋とし、曲げ応力度およびせん断応力度から断面決定するものとした。

部材のせん断耐力はせん断スパンの影響を受けるため、せん断スパンが小さくなる底版付け根付近では許容応力度の割り増しを行うか、作用荷重を軽減させるのが一般的である。ところが、建設省標準設計では、底版付け根のせん断応力照査において、許容せん断応力度に対する割り増しが考慮されていない。これは、対象とする擁壁の規模が小さく、底版断面が曲げ応力度で決定されるためであり、擁壁高が10mを超える規模のものに対して建設省標準設計と同様のせん断応力照査法を適用するのは問題がある。せん断スパンの影響を考慮した照査方法には、道路橋示方書(IV)下部構造編の方法、コンクリート標準示方書の方法などがあるが、当該設計では道路土工指針に規定されているボックスカルバートに対する照査方法を準用した。

8. あとがき

逆T型擁壁の設計に、筆者らの提案する改良試行くさび法を適用すれば、より合理的で経済的な設計が可能となる。また、大型の逆T型擁壁擁壁では縦壁をダブル配筋にすること、底版のせん断応力度照査には、せん断スパンの影響を考慮した評価を行うことが、経済性を高める上で必要なことが明らかになった。

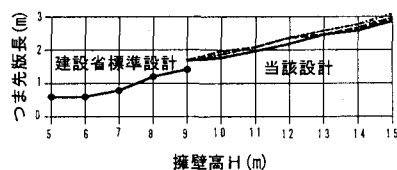


図-5 擁壁高とつま先版長の関係

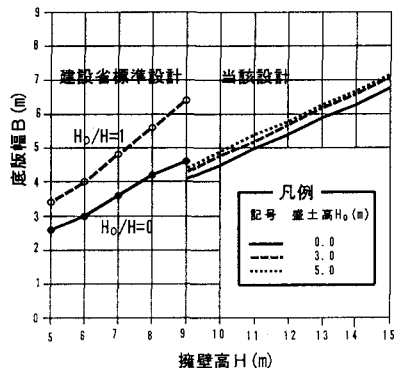


図-6 擁壁高と底版幅の関係