

ダムにおける側壁の転倒照査法に関する研究

日進コンサルタント(株) 正会員 鐘 廣喜
 日進コンサルタント(株) 非会員 橋内 和文

1. はじめに

ダムにおける側壁の転倒照査は、これまでに一般の擁壁転倒照査法と同様に行われている。しかし、高峻地における側壁の大型化及び切土法面の長大化に伴うコスト増大の問題や環境問題がしばしば発生している。

そこで本研究は、ダム側壁のつま先に位置する水叩きの転倒抑止作用を考慮した転倒照査法を新たに提案する。また、試算により従来の照査法と比較し、提案した照査法の側壁天端幅及び躯体断面に対する縮小効果を確認し、それに伴うコスト縮減効果を予測した。

2. 安全率を用いた従来の転倒照査法 (“a”点法)

擁壁の転倒照査に使う安全率法の計算式は

$$F_m = M_r / M_o \cdots (\text{式} - 1)$$

で表す(図-1)。ここに、 F_m : 転倒安全率で、常時 1.5、異常時 1.2 以上であれば安全とする。 M_r : つま先 (“a”点) 回りの抵抗モーメント、 M_o : つま先回りの転倒モーメント

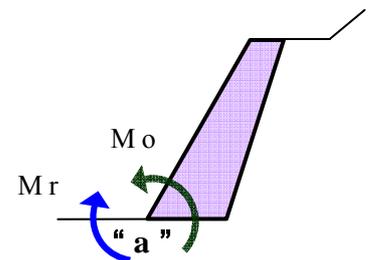


図-1 従来の転倒照査法 (“a”点法)

3. 水叩きの転倒抑止効果を考慮した転倒照査法の提案 (“b”点法)

ダム側壁前面に水叩きが存在している。そのため、側壁の滑動に対する水叩きの抑止作用を考慮し、設計指針においては、側壁の滑動照査は不要となっているが、転倒照査は通常の擁壁と同様に行うこととなっている。

しかし、ダム側壁のつま先がくさびのような形で水叩きの端部下に入っているため、水叩きが側壁の転倒に対しても抑止作用を有している。その結果、転倒中心はつま先の “a” 点から水叩き上面との接点 “b” に移ることになる(図-2)。

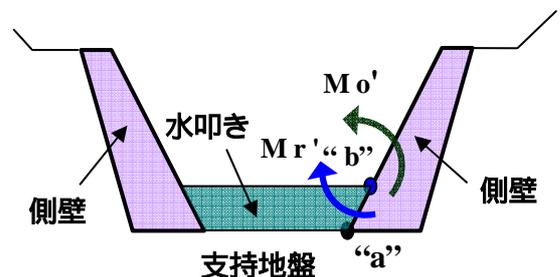


図-2 提案する転倒照査法 (“b”点法)

この転倒中心点の移動により、側壁自重による抵抗モーメントは減少するものの、土圧による転倒モーメントはそれ以上に減少するため、その比としての安全率の増加が期待できる。従って、この水叩きの転倒抑止効果を転倒照査に取り入れれば、より合理的・経済的な設計が可能と考えられる(この照査法を仮に “b” 点法と称する)。その計算式は $F_m' = M_r' / M_o' \cdots (\text{式} - 2)$

で表す。ここに、 F_m' : “b”点法の転倒安全率、 M_r' : “b”点回りの抵抗モーメント、 M_o' : “b”点回りの転倒モーメント

4. “a”点法と“b”点法の換算関係 (図-3)

$$F_m' = \frac{M_r'}{M_o'} = \frac{M_r - ntV}{M_o - tH} \cdots (\text{式} - 3)$$

ここに、 V : 鉛直合力、 H : 水平合力、 t : 水叩き厚さ、 n : 側壁前面勾配、 M_r : “a”点回りの抵抗モーメント、 M_o : “a”点回りの転倒モーメント

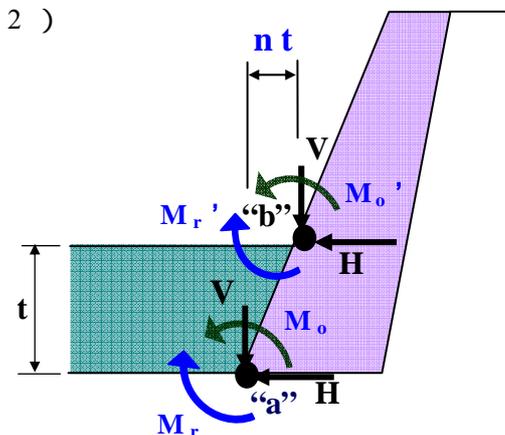


図-3 “a”点法と“b”点法の換算関係図

5. “b”点法の効果に関する検証

転倒照査に”b”点法を用いる場合、“a”点法に比べ、安全率はどの程度増加できるか、側壁天端幅及び側壁断面はどの程度の縮小が可能になるかを検証するために、下記の4ケースについて、“a”点法と“b”点法をそれぞれ用いて、試算を行った(図-4)。

表-1 試算ケース条件表

Case		1	2	3	4
側壁高 h (m)		5	5	8	8
法面	土質	砂	礫	砂	礫
	単重 γ (kN/m ³)	19	20	19	20
	摩擦角 ϕ (°)	30	35	30	35
	勾配 N (1:N)	1.5	1.0	1.5	1.0

試算の結果、“b”点法を用いて転倒照査を行った場合は、“a”点法に比べて、

- 1) 転倒安全率は1.5 ~ 13倍となり、且つ側壁高が低いほど、法面が高峻ほど、その増大がより顕著である。また、4ケースの内、3ケースが同一ケースにおいて法面高に関らず、ほぼ一定値である(図-5)。
- 2) 側壁天端幅は概ね20 ~ 70cm程度、側壁断面は概ね2 ~ 4割程度の縮小が確認された(図-6、7)。
- 3) “b”点法使用による側壁の断面縮小は、地盤反力を増大させ許容値を超えさせてしまうこともあるため、地盤許容支持力の制限を受けて安全率増加倍率が高くても側壁規模は必ずしも縮小できない場合がある。

6. まとめ

本研究は、転倒に対する水叩きの抑止作用を取り入れた側壁転倒照査法(”b”点法)を提案した。また、試算により、以下の知見が得られた:

- 1) 提案した照査法は、従来の照査法に比べ、一般的に約5割以上の安全率の増大、20~70cmの側壁天端幅の縮小、2~3.5割程度の側壁断面縮小効果が得られるため概ね2 ~ 5割程度のコスト縮減が可能と考える。
- 2) 今後、実験や実績による更なる検証を踏まえ、コスト縮減及び環境保全に向けた実用化が期待される。

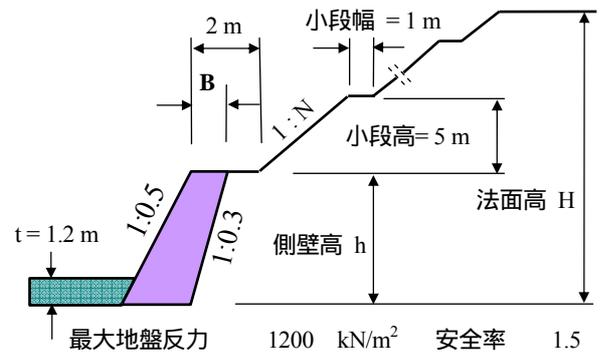


図-4 試算用モデル

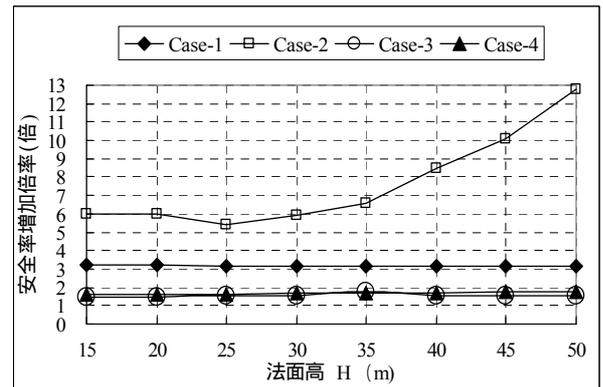


図-5 ”b”点法による安全率の増加倍率 (F_m'/F_m)

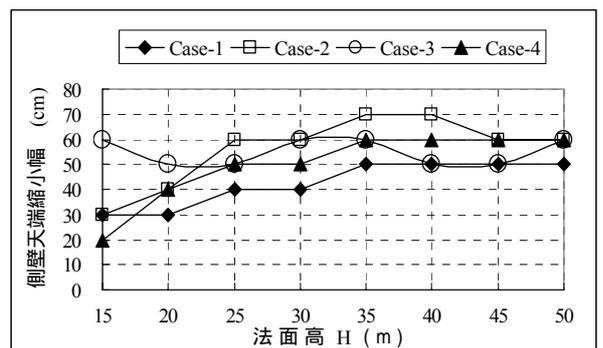


図-6 ”b”点法による側壁天端縮小幅 (cm)

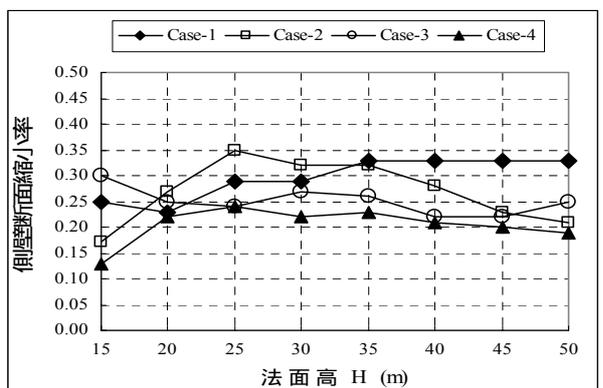


図-7 ”b”点法による側壁断面縮小率 ($1 - A'/A$)

謝辞 本研究は大分県土木建築部砂防課による受託研究の一環として実施したものである。本研究の実施に当たり、同課亀井 敏和氏、加崎 史啓氏には多大のご協力をいただいた。記して感謝の意を表します。

参考文献 1) 大分県土木建築部：砂激特委第1-5号設計委託 H19年、2) 大分県土木建築部：砂防技術基準 H15年 3) 日本道路協会：道路土工 擁壁工指針 H11年3月、4) 右城 猛：新・擁壁の設計法と計算例 理工図書 1998年 5) 右城 猛：続・擁壁の設計法と計算例 理工図書 1998年