

法面保護工を利用したため池堤体の安定化 Stabilization of Embankment for Reservoir Using Slope Protection

○前田真宏* 村上 章** 藤澤和謙**

MAEDA Masahiro, MURAKAMI Akira, FUJISAWA Kazunori

1. はじめに

全国に数多く存在するため池の地震時の堤体安定化は喫緊の課題であり、低コストによる安定対策のニーズが高くなっている。本報告ではため池に波浪による侵食防止の目的で設置され、通常は安定計算に考慮されない法面保護工に着目し、法面保護工を利用した堤体安定化のための保護工材料と敷設方法を提案し、メカニズムの定式化を試みる。

2. 法面保護工を利用した堤体安定化の方策

通常の方法面保護工の敷設方法では堤体安定性に与える影響は期待できない。法面保護工を利用した堤体安定化の方策として、軟弱地盤上の盛土補強工法¹⁾(図 1)を参考に、一体成型型のブロックマット工や布製型枠保護工の上下端部を土中に固定して必要な定着を確保した敷設方法を提案し、法面保護工の引張剛性による抵抗を期待することとした(図 2)。

3. 遠心模型実験による効果の確認

端部を固定した法面保護工による堤体安定化に対する効果を明らかにするために、遠心模型実験を行った。実験は、40 G の遠心場で図 3(実寸法。40 G で堤高 8 m.)の模型にて、無対策時と保護工設置時の 2 ケースを実施した。保護工は引張剛性の大きい布製型枠とした。なお、図 4(1 G 場換算)に示すように段階的に大きくなる加速度を与え、堤体にすべりが発生した時点の加速度が求まるようにした。図 4には実験結果の天端沈下量と変形率も示す。

図 4 から、保護工設置時の方が天端沈下量、変形率共に抑えられており、保護工を設置することで堤体の安定化が図れることが分かる。すべりが生じ始めた堤体中央部の加速度は、無対

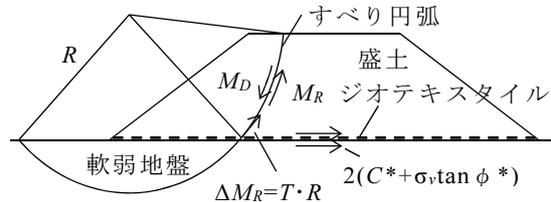


図 1 軟弱地盤上の盛土補強工法
Fig. 1 Reinforcement banking construction by geotextile on the soft ground

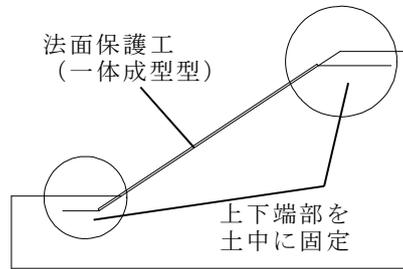


図 2 端部を固定した保護工の敷設
Fig. 2 Laying of slope protection that fixed both edges

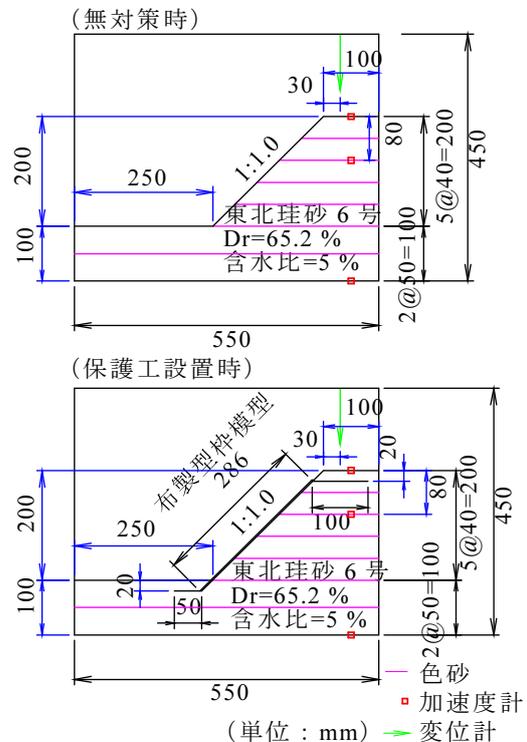


図 3 遠心模型実験模型
Fig. 3 Models of centrifugal experiment

* 内外エンジニアリング(株), Naigai Engineering Co.,Ltd.

** 京都大学大学院農学研究科, Graduate School of Agriculture, Kyoto University

[キーワード]ため池, 法面保護工, 堤体安定, 布製型枠

策時が 270 gal ($t=9$ s), 保護工設置時が 570 gal ($t=19$ s) であった。

5. 安定化メカニズムの定式化

軟弱地盤上の盛土補強工法の数式を参考に, 力の釣り合いから保護工による抵抗 P を抵抗モーメント M_R に付加する数式を提案する. 保護工による抵抗は, [保護工の引張剛性 T], [上部の引抜き抵抗力 P_{u1} + 摩擦抵抗力 P_{u2}], [下部の引抜き抵抗力 ($P_{d1} + P_{d2}$) + 摩擦抵抗力 P_{d3}] の最小値となる. 図 5 に補強効果模式図を, 式(1)~(6)に法面保護工による抵抗力を, 式(7)に堤体のすべり安全率計算式を示す.

$$P \cdot \cos\theta_1 = \min(T, \frac{P_{u1}}{\cos\theta_2} + P_{u2}, \frac{P_{d1}}{\cos\theta_2} + P_{d2} + P_{d3}) \quad \text{式(1)}$$

$$P_{u1} = 2(C^* + \sigma_{v1} \tan \phi^*) L_1 \quad \text{式(2)}$$

$$P_{u2} = (W \cos \theta_2 - Wk \sin \theta_2) \cdot \mu \cdot L_2 \quad \text{式(3)}$$

$$P_{d1} = 2(C^* + \sigma_{v2} \tan \phi^*) L_3 \quad \text{式(4)}$$

$$P_{d2} = 2(C^* + \sigma_{v3} \tan \phi^*) L_4 \quad \text{式(5)}$$

$$P_{d3} = (W \cos \theta_2 - Wk \sin \theta_2) \cdot \mu \cdot L_5 \quad \text{式(6)}$$

$$F_S = \frac{M_R + P \cdot R}{M_D} \quad \text{式(7)}$$

この式により, 実験を行った形状について安全率が 1.0 を下回る際の水平震度 k を求めると無対策時には 0.29, 保護工設置時には 0.55 となり, 実験時にすべりが発生した加速度とほぼ合致する結果となった。

ここに, C^* は法面保護工と土との粘着力 = 4.6 kN/m² (土の粘着力の 1/2 として設定), ϕ^* は法面保護工と土との内部摩擦角 = 37.8°, W は法面保護工の単位面積当たり重量 = 2.254 kN/m², μ は法面保護工の摩擦係数 = 0.5, σ_{v1} , σ_{v2} , σ_{v3} は法面保護工と土との接触面における鉛直応力 (kN/m²) (土の単位体積重量を 16.38 kN/m³ で計算), L_1 , L_2 , L_3 , L_4 , L_5 は図に示す保護工の各延長で, $L_1=4$ m, $L_2=9.865$ m, $L_3=2$ m, $L_4=1.131$ m, $L_5=0.317$ m, すべり円弧の半径 $R=10.8$ m, 布製型枠保護工の引張剛性は, 布材の引張剛性 + コンクリートの引張剛性として 179.4 kN/m で計算した。

6. まとめ

法面保護工を一体成型型とし, 上下端部を固定する設置方法とすることで, 地震時のため池堤体の安定化を図ることができ, 定式化によりその効果を定量的に明らかにすることができた. 今後の課題として, 保護工と土との粘着力の評価, 保護工の引張剛性の評価等が挙げられる。

参考文献 1) ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル 第二回改訂版, (財) 土木研究センター

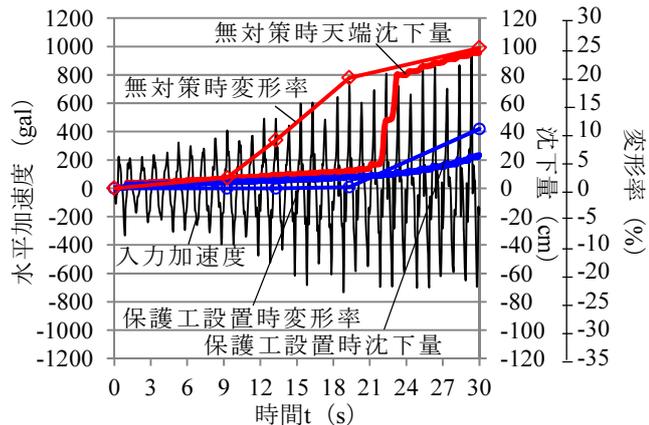


図 4 入力加速度と天端沈下量, 変形率
Fig. 4 Input acceleration, crest settlement and deformation ratio

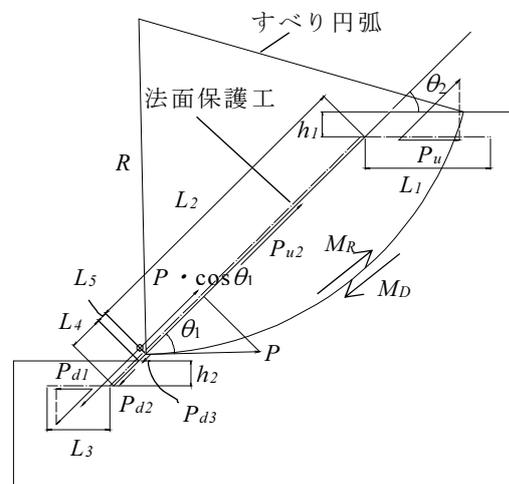


図 5 法面保護工による補強効果模式図
Fig. 5 Pattern diagram of reinforcement effects trough slope protection