

下流斜面表層を補強したため池堤体の越流実験 Overflow failure tests for small earth dams reinforced on downstream slopes

○堀俊和* 毛利栄征* 松島健一* 有吉充*

HORI Toshikazu*, MOHRI Yoshiyuki* MATSUSHIMA Kenichi* and ARIYOSHI Mitsuru*

1. はじめに 2004年台風23号によって淡路島における181個のため池が決壊した。このうち、多くで堤体上に越流が発生して崩壊に至ったと報告されている。築造年代が古いため池では、200年確率の降雨に対して洪水吐の放水能力が小さいものが多く、これらのため池の洪水吐を全て改修するには、多大な改修コストと期間が必要である。そこで、本研究では、既存の洪水吐では放水しきれない一時的な洪水を安定的に越流させるために、堤体の表層を簡易に補強した二次的な洪水吐を開発することを目的として、補強模型地盤を用いた越流実験を行った。補強材として長繊維補強工法およびソイルセメントについて検討を行った。

2. 実験方法 実験に用いた模型の概要図を Fig.1 に示す。この模型はため池堤体の下流斜面だけを取り出したモデルとなっている。長さ4m、幅50cm、角度30°の土槽内に地盤および補強材を作製した後、上流端から2通りの方法で模型地盤に越流を作用させ、浸食量を測定した。一つ目は Fig.1(a) に示すように整流状態で流し始める方法（以後、越流実験とよぶ）、もう一つは Fig.1(b) に示すように、堤体天端から越流水が堤体表面から剥離し落下流となって下流斜面に激突することを想定して、ジャンプ台から水を落下させる方法（以後、落下流実験とよぶ）である。越流量は越流実験、落下流実験ともに、28.4、66.6、100、200、260L/sec/mの流量を30分後ごとに段階的に作用させた。最大流量はため池で発生しうる最大の越流水深30cm以上を想定して設定した（Matsushimaら,2008）。Table1に流量と越流水深の関係を示す。

3. 実験ケース 実験ケースは、Case1:無補強（裸地）、Case2:長繊維補強工法、Case3:ソイルセメントによる補強の3ケースである。無補強堤体は笠間赤土を締め度85%で高さ40cmに作成した。長繊維補強工法の補強体の1m³当たりの配合は、セメント15kg、砂200kg、水220L、長繊維3.05kgである。また、ソイルセメント補強は笠間赤土1m³当たりのセメント量を100kgとした。

4. 実験結果 Case1の無補強堤体の越流実験後の浸食深さの分布を Fig.2 に示す。Fig.2(a)に示すように、28.4 L/sec/mの少ない越流段階で浸食が発生し始め、一旦浸食が始まると局所的に浸食が進行した。越流量を66.6L/sec/mに上昇すると約30分で模型地盤の深さ40cmに達して崩

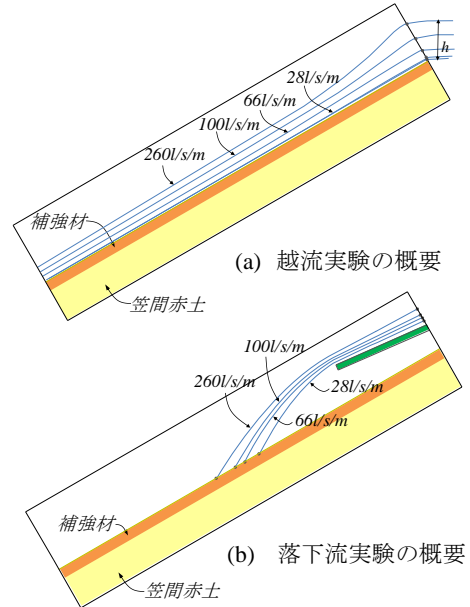


Fig.1 模型実験の概要図

Table1 流量と越流水深の関係

流量(L/sec/m)	越流水深 h_j (cm)
28.4	3.8
66.6	10.9
100.0	14.6
200.0	23.7
260.0	36.7



Photo1 越流実験



Photo2 落下流実験

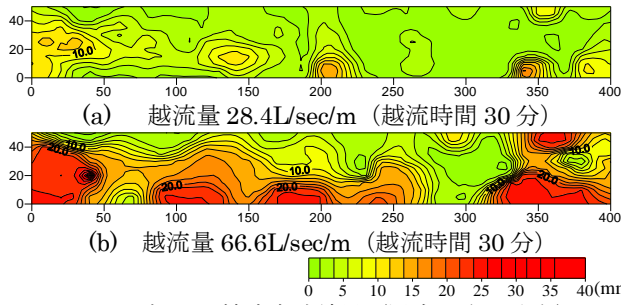


Fig.2 裸地の越流実験結果 (浸食深さの分布)

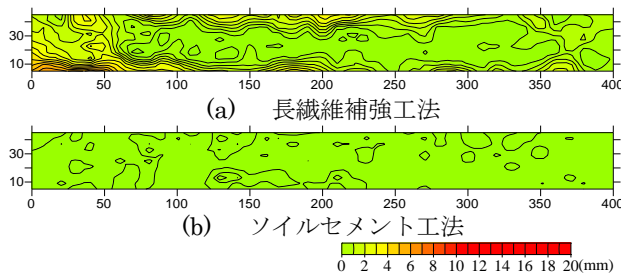


Fig.3 越流量 260L/sec/m (時間 30分) の浸食深さ分布

越流実験後の浸食深さの分布を Fig.3 に示す。Case2,3 とともに越流実験では最大流量の 260 L/sec/m でも目立った浸食は発生せず、また局所的な浸食の進行も認められなかった。

Case2 (長繊維)、Case3 (ソイルセメント) の落下流実験の結果を Figs.4,5 に示す。Fig.4(a) のように、長繊維補強では 100 L/sec/m まで目立った浸食は見られなかったが、Fig.4(b) に示すように 200 L/sec/m の落下流で大きな浸食が始まり、最終的に模型地盤の約 3 分の 1 が流失して一気に崩壊した。一方、ソイルセメント工法では、Fig.5 に示すように、260 L/sec/m の落下流を 6 時間作用させてもほとんど浸食はなく、非常に高い耐浸食性を持っていることが分かった。

5. 補強効果の評価 越流実験において単位幅当たりの総越流量と単位幅当たりの浸食量の関係を Fig.6 に示す。これらの関係はほぼ直線で近似できることが分かる。補強材の浸食深さが 20cm に達したときを破壊とし、その時間を t_{20} (sec)、単位時間当たり越流量を q (m³/sec/m) とすると、

$$t_{20} = 64.9Pd / q$$

と表せる。ここで P_d は無補強の近似勾配に対する補強工法の近似勾配の比の逆数であり、耐浸食係数と定義する。耐浸食係数 P_d を用いて越流水深が 30cm (越流量 220L/sec/m) で浸食深さが 20cm に達する時間を外挿して求めると、Table2 のようになる。この評価法によれば無補強 (裸地) に対して、長繊維補強は 69 倍、ソイルセメントが 1565 倍の耐久性を持つ。このようにして、補強工法の越流に対する耐浸食性を評価することが可能である。

落下流実験では、越流実験の約半分の流量で長繊維補強工法が崩壊に至っている。落下流実験は最終的に現地適用する場合の確認実験として用いることができる。今回の実験では、ソイルセメント工法が越流および落下流に対して非常に高い耐久性があることが分かった。

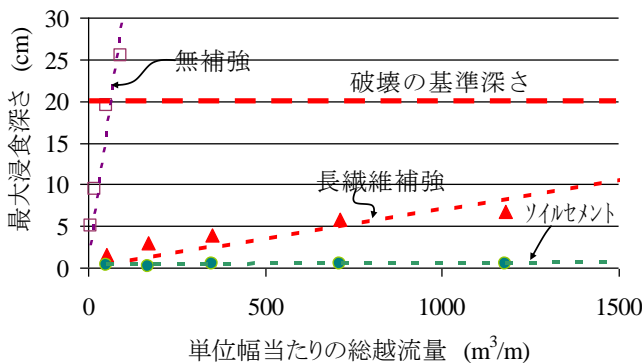


Fig.6 単位幅当たりの総越流量と最大浸食深さの関係

[参考文献] Matsushima.et al (2008):Large-scale overflow failure tests on embankments using soil bags anchored with gesynthetic reinforcements, IS-Kyushu'07, pp881-888

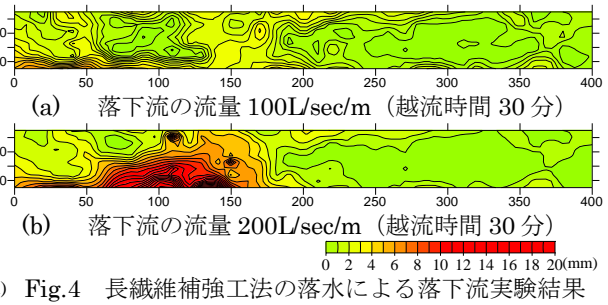


Fig.4 長繊維補強工法の落水による落下流実験結果

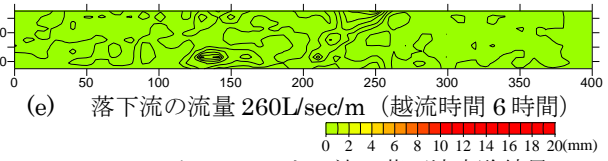


Fig.5 ソイルセメント工法の落下流実験結果

壊し、Fig.2(b)に示すように地盤表面が波打ったような形状となった。Case2 (長繊維補強) と Case3 (ソイルセメント) の越流実験後の浸食深さの分布を Fig.3 に示す。Case2,3 とともに越流実験では最大流量の 260 L/sec/m でも目立った浸食は発生せず、また局所的な浸食の進行も認められなかった。

Table2 越流水深 30cm で破壊に至る時間

斜面の種類	耐浸食係数 P_d	浸食深さ20cmに達する時間(hour)
無補強 (裸地)	1.00	0.08
長繊維補強工法	69	5.7
ソイルセメント工法	1565	128