

軟弱地盤着底式の人工干潟土留め潜堤の破壊モードに関する遠心模型実験

五洋建設 正会員 ○上野一彦

正会員 山田耕一

港湾空港技術研究所 正会員 渡部要一

1. はじめに

浚渫土による人工干潟の造成は自然再生型の事業であると同時に、浚渫土を有効活用できることから注目されている。人工干潟は予定地の外周を土留め潜堤で囲み、その内側に浚渫土を投入して造成される。潜堤を築堤する際には、支持力を得るために地盤改良を施すことが一般的である。干潟潜堤は他の港湾構造物と異なり、干潟土砂の流出や崩壊を防ぐことができれば、多少の変形や沈下は許容できるものとし、工期およびコスト縮減を目的として、筆者らは地盤改良が不要な軟弱地盤着底式の土留め潜堤(軟着潜堤)を提案している。軟着潜堤は接地圧を抑えた土留め壁として逆 L 型ブロックを用い、土木シートを併用することで滑動抵抗力が向上することを期待している。軟着潜堤を実用化するには破壊モードを的確に求め、安定検討を行う必要がある。本論文では、軟着潜堤の破壊モードを把握するために実施した遠心模型実験について述べる。

2. 実験概要

図-1 に軟着潜堤の実規模モデル断面を示す。層厚 9m の沖積粘土層の上に天端高 4m の土留め潜堤を築堤し、その背面に浚渫粘土(干潟材)を投入して人工干潟とした。モデルを簡素化するため干潟の覆砂は省いた。なお、潜堤の形状は図-1 に反映させていない。実験ケースと共に後述する。実規模モデルに対し、1/50 スケールの遠心モデル地盤を図-2 に示す。実験は潜堤の形状をパラメタとして 3 ケース行った。表-1 に実験ケースを示す。case1 は単位長さ当たりの接地面積が 9cm^2 (実規模モデルで 4.5m^2) の逆 L 型ブロック単体を潜堤として利用した。逆 L 型ブロックの模型は単位体積重量が 21kN/m^3 となるようにモルタルで製作している。case2 は case1 に対し、逆 L 型ブロックの背面下端に単位長さ当たり 8cm^2 の土木シートを取り付けた。なお、土木シートは地盤への追従性を優先してガーゼで代用した。case3 は case2 に対し土木シートの長さを 2 倍の 16cm に設定した。粘土層および干潟材には初期含水比 $w_0=100\%$ に調整した海成粘土 U(土粒子の密度 $\rho_s=2.583\text{g/cm}^3$ 、液性限界 $w_L=102\%$)を用いた。まず、土槽底部に排水層として 7号碎石を 3cm 厚で敷き、その上に海成粘土 U を層厚 21cm となるように詰めた。続いて 50g の遠心力場において、粘土層が正規圧密状態(粘土層厚が約 18cm)になるまで自重圧密させた。圧密終了時の含水比深度分布を図-3 に示す。この時の粘土地盤表層のベーンせん断強さ τ_v は case1, 2, 3 で 2.57, 2.86, 2.92kN/m^2 であった。圧密が終了した時点で、一旦、モデル地盤を 1g 場に戻し、粘土層側面のマーキング(カオリンの

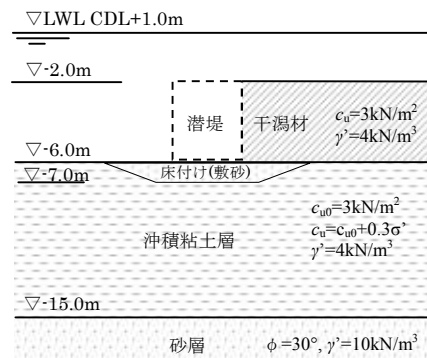


図-1 軟着潜堤の実規模モデル

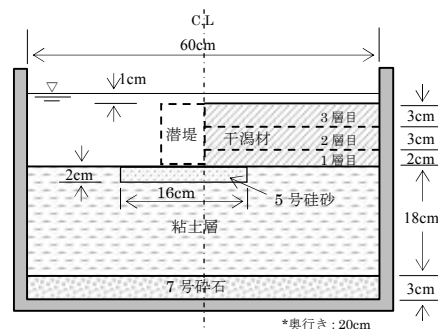


図-2 1/50 遠心モデル地盤

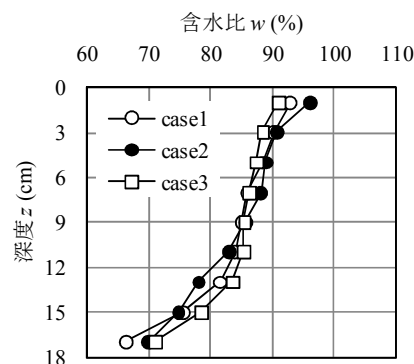


図-3 粘土層の含水比の深度分布

表-1 実験ケース(軟着潜堤の断面形状)

case 1	case 2	case 3
逆 L 型ブロック	case1 + 土木シート 8cm	case1 + 土木シート 16cm

キーワード 人工干潟 潜堤 遠心模型実験 破壊モード

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1 五洋建設(株)技術研究所 TEL 0287-39-2116

撒き出し), 床付け(5号珪砂, 2cm厚)を施工した。これを原地盤として, 次に示す手順により, 軟着潜堤の設置および干潟土砂の投入を行い, アクリル製の土槽側面を通して CCD カメラにより破壊モードを観察した。① 軟着潜堤を原地盤上に設置し, $50g$ の遠心力場にて 30 分間(実規模モデルの約 2 カ月に相当)静置。② 回転を止め, $1g$ 場にて干潟材を 1 層分投入し, 再度 $50g$ の遠心力場にて 30 分間静置。③ ②を 3 層分まで繰り返す。④干潟材を 3 層まで投入しても破壊線が明確に表れない場合は, 破壊するまで遠心加速度を段階的に上げていく(最大 $90g$ まで)。

3. 実験結果

図-4 に CCD カメラによるモデル地盤断面の観測状況を示す。まず, 図-4(a)の軟着潜堤を設置した段階で, いずれのケースも接地圧が最も大きくなる鉛直壁下端部を中心に, 地盤沈下が生じているが, 破壊には至っていない。しかし, 沈下が大きくなると, 潜堤が背面側に転倒する恐れもある。実際の施工では, 逆 T 型のように接地圧分布を均衡あるいは分散させるか, 敷砂層を厚くするなどの工夫が必要になると考える。次に, 図-4(b)の干潟材 1 層目投入後では, case1 において局所的に破壊線が確認できる。一方, case2,

3 においては, 図-4(a)と比較して沈下量は大きくなっているが, 破壊線は確認できない。干潟材を投入するにつれて, この傾向は大きくなっており, 図-4(d)の干潟材 3 層目投入後において, case1 は完全に円弧すべりにより破壊していることが確認できる。case2, 3 は図-4(a)に比べ, 護岸法線が前面に押し出されているが, 破壊には至らなかった。図-4(e)に干潟材 3 層目投入後, 遠心加速度を段階的に $80g$ まで上げたときの状況を示す。case2, 3 ともに破壊線が確認できる。遠心加速度を上げ, モデルの縮尺が合っていないため, 単純に比較はできないが, case1(図-4(d))は円弧すべりであるのに対し, case2, 3(図-4(e))では複合すべり(円弧+直線)となった。

4. まとめ

遠心模型実験により軟着地盤着底式潜堤の破壊モードを示した。今後は, 潜堤に作用する地盤反力や潜堤と土木シートおよび地盤の相互挙動などを詳細に調べるとともに, 本実験結果を基に設計手法を検討する予定である。

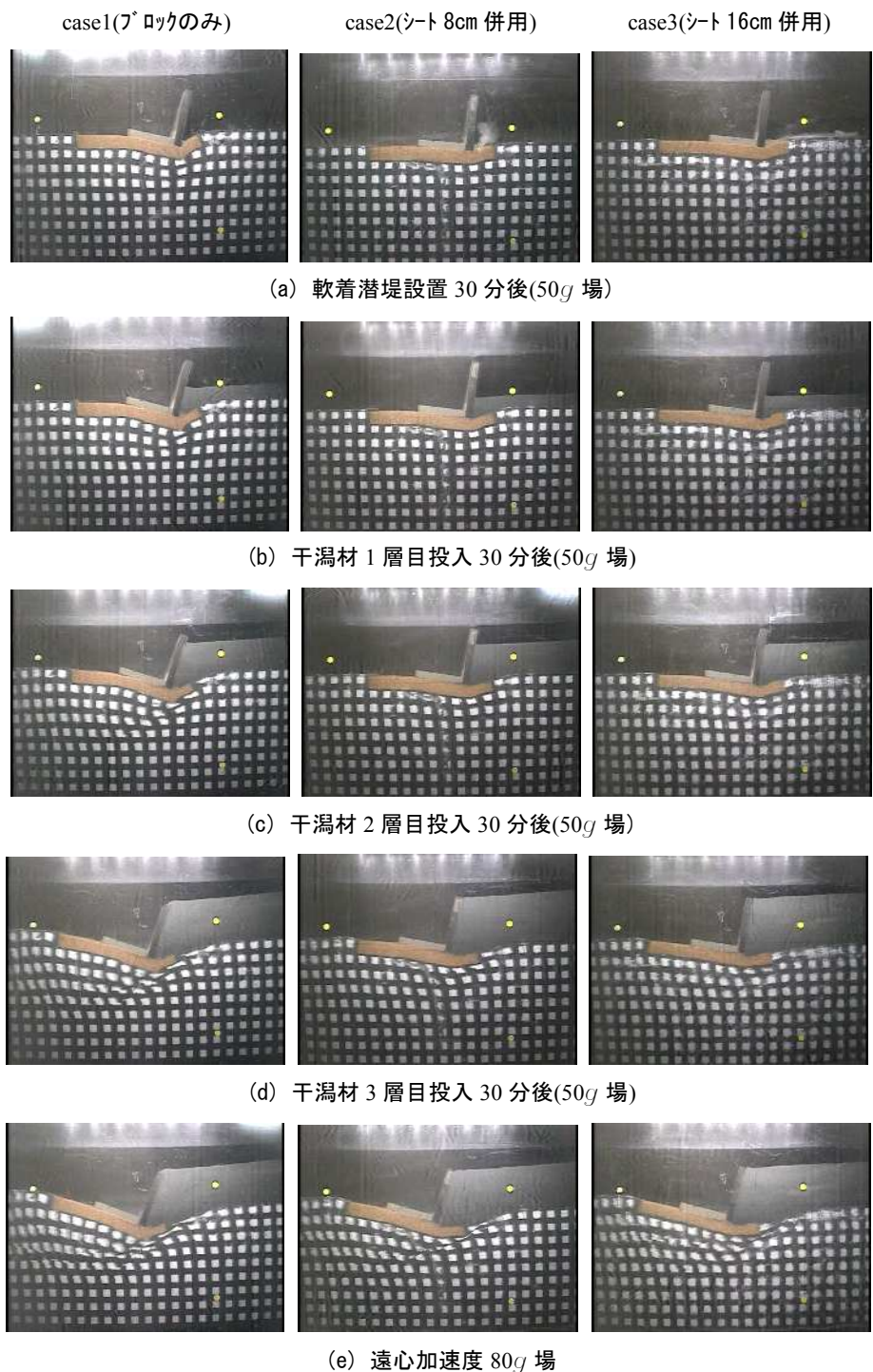


図-4 軟着潜堤の破壊モード