

軟弱地盤の沈下・変形対策のための模型実験装置の開発

九州大学 工学部 正〇梅崎健夫 正 落合英俊
 正 林 重徳
 建設省 九地建 菊池川工事事務所 若田洋男
 熊本工事事務所 渡部秀之
 応用地質株式会社 吉長健二

1. まえがき 軟弱地盤における堤防盛土の築造に際しては、築堤時のすべり破壊は言うまでもなく、築堤後長期にわたって発生する圧密沈下や側方流動などの周辺地盤への影響が問題となる。中でも、有明海沿岸の護岸堤防や河川堤防の多くは軟弱で鋭敏な有明粘土地盤上に築造される上に、我国でも最も大きい干満の潮位差による繰返し荷重を受けており¹⁾、地盤の沈下・変形挙動を更に複雑なものにしている。

当研究室では、このような環境下における地盤の沈下・変形挙動を把握し、有効な対策工法を選定すること、さらに、新工法の開発を目的として、地盤の作成から対策工の施工および築堤に至るまでをモデル化し、再現できる模型実験装置(写真-1)を設計・製作したので、その概要と特徴を報告する。

2. 従来の模型実験装置の問題点 軟弱地盤を対象とした従来の模型実験の多くは、まず、スラリー状の試料を実荷重等により予圧密しモデル地盤を作成した後、予圧密応力を除荷した過圧密地盤の表面に部分荷重を載荷するものであった。周知の通り、粘土は正規圧密状態か否かによって強度・変形特性が大きく異なり、拘束圧の影響も無視し得ない。また、モデル地盤の作成においては、壁面の摩擦が重要な問題である。摩擦が大きく圧密応力が底部まで十分に伝達されていない場合は、モデル地盤は、強度が深さ方向に弱くなり、通常地盤とは異なったものとなる。さらに、盛土荷重等の外力の載荷においては、剛板による等分布の帯荷重の場合が多く、盛土の断面形状を考慮したものは少ないようである。

3. 模型実験装置の概要 上述の問題点を解決し、さらに、対策工を施すことの可能な中型の模型実験装置を開発した。装置は、図-1, 2に示すように、平面ひずみ実験土槽(236(L)×40(W)×70(D)cm)と盛土荷重載荷装置(最大盛土幅36cm)とから構成される。

3.1 平面ひずみ実験土槽

(1) 予圧密応力および拘束圧載荷機構: 予圧密応力の負荷は、図-1に示すように、堤内地および堤外地にそれぞれ10個(5個×2列)、堤体

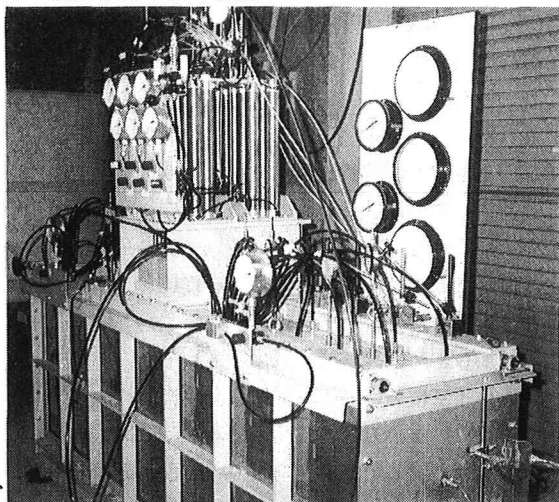


写真-1 模型実験装置

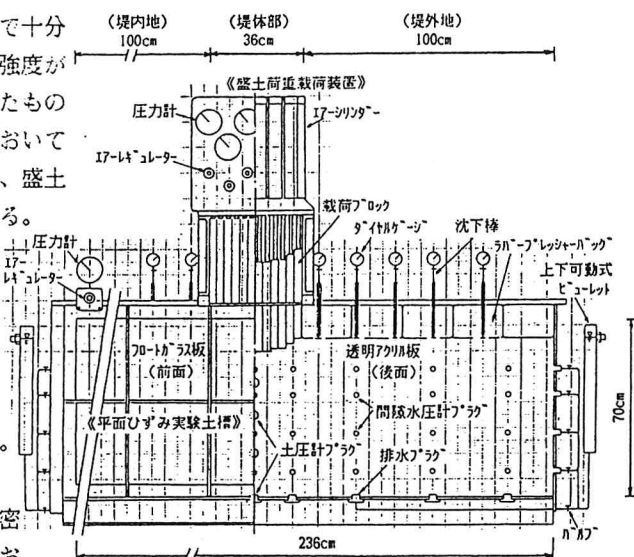


図-1 実験装置の概要(正面図)

部に4個(2個x2列)備えたラバークレッシュャーバッグ($t=0.5\text{mm}$)を用いて、空気圧により行う。ラバークレッシュャーバッグは圧密過程での試料の大きな変形に十分追従可能であり、盛土荷重載荷過程においては、一定の拘束圧を負荷した状態で、側方流動などの地盤の変形にフレキシブルに対応できる。さらに、スラリー状の試料を予圧密する際の載荷面の安定と平面ひずみ条件の実現のために、ラバークレッシュャーバッグの下にアルミパイプ($\phi=1\text{cm}$)を敷き詰めることを考案した。

(2)壁面摩擦の軽減機構：主に砂地盤を対象とした場合、土槽の壁面にシリコングリースを塗布し、メンブレンを張付けることで壁面の摩擦を軽減する²⁾。この方法はモデル地盤作成後の地盤の変形に対しては有効であるが、予圧密過程においては、メンブレンの変形が試料の非常に大きな変形に対して追従できない。そこで、図-3に示すような、壁面摩擦の軽減機構を考案した。シリコングリースとラバークレッシュャーシートを用いることは同じであるが、土槽の前・後面にラバークレッシュャーシートの巻上げ機構を設けた。すなわち、あらかじめ予想される試料の圧密沈下量の分だけラバークレッシュャーシートを巻上げ伸ばしておき、沈下量に合わせて戻していくための機構である。これによりラバークレッシュャーシートは、たるむことなく数十cmの沈下量に対しても追従できる。

(3)排水経路と水頭差の制御：排水は、図-1, 2に示すように、底板のポーラスストーン付き排水プラグと側面のポーラスメタルを介して上下可動式のビューレットより行う。堤内地の地下水位と河川水位に水頭差を与えることにより潮汐の影響を考慮することができる。

3.2盛土荷重載荷装置 図-1, 2に示すように、載荷装置は、盛土部分を $3\text{cm} \times 40\text{cm}$ の12個の載荷ブロック(塩ビ板製)に分割し、各々2本のエアースリンダー(最大ストローク 30cm)を介し予圧密応力または盛土荷重を個々に制御できる。また、各載荷ブロック間にはシリコングリースを塗布し相互の摩擦を軽減した。これにより、実際の盛土の断面形状を模擬した荷重を、しかも、築堤の施工過程を考慮した段階的な漸増荷重として載荷することが可能である。また、12個の載荷ブロックに分割して載荷することで、盛土幅を $36\text{cm}(=3\text{cm} \times 12)$ を最大に任意に設定できる。盛土下の地盤の変形を許すことかできる。さらに、載荷ブロックを板状にすることで、ラバークレッシュャーのはみ出しを防止でき、拘束圧を負荷した正規圧密状態で載荷試験を行うことができる。

3.3測定方法 応力制御により載荷した盛土荷重に対する地盤の変形挙動を以下のようにして測定する。図-1に示すように、地表面の変位は、堤体部においては各載荷ブロックの変位を、堤内地および堤外地においてはそれぞれ5個の沈下棒の変位をダイヤルゲージにより測定する。また、側方流動などの地盤内の変位は、壁面摩擦の軽減のためのラバークレッシュャーシートに記した標点の変位を前面のフロートガラス($t=1.5\text{cm}$)に張付けた透明な方眼紙にプロットすることにより測定する。また、後面の透明アクリル板($t=2.5\text{cm}$)と底板に合計13箇所の土圧計取付けプラグを、後面に36箇所の間隙水圧計の取付けプラグを設けた。

4. あとがき 現在、本装置を用いた軟弱地盤上の築堤実験を実施中である。本装置は圧密過程、盛土荷重載荷過程ともに期待通りに作動し、実験は良い結果が得られている。

参考文献 1)梅崎他：土木学会西部支部研究発表会, pp.344-345, 1988. 2)生原他：第19回土質工学研究発表会, pp.967-970, 1984.

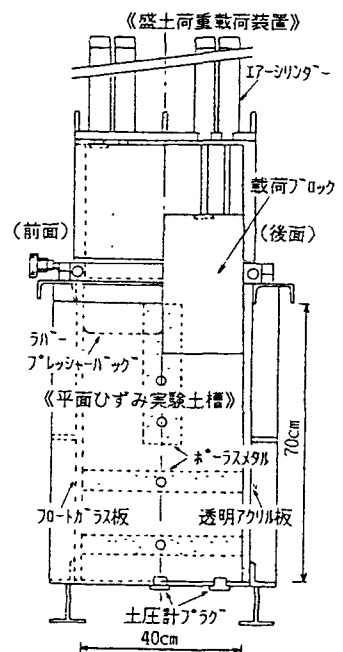


図-2 実験装置の概要(側面図)

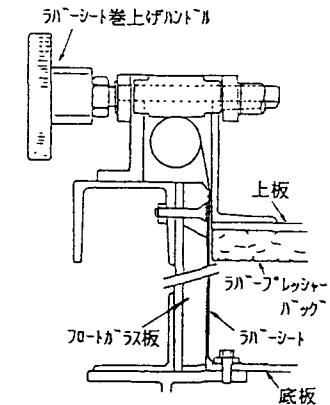


図-3 壁面摩擦の軽減機構