

# 洪水時の河川堤防における盤ぶくれ現象に関する遠心模型実験

愛知工業大学 学生会員 ○増田 雄太  
愛知工業大学 正会員 奥村 哲夫, 成田 国朝

## 1.はじめに

難透水性基礎地盤上の河川堤防では、洪水時に水位の上昇によって、川裏法尻近傍で揚圧力が発生し、難透水性地盤が持ち上げられる、いわゆる盤ぶくれによる破壊が起こると考えられ、その対策として鉛直ドレーンの設置が有効であるとされている。しかし、河川堤防に沿って連続的にドレーンを設置することは施工時間がかかり、費用の面においても現実的ではない。

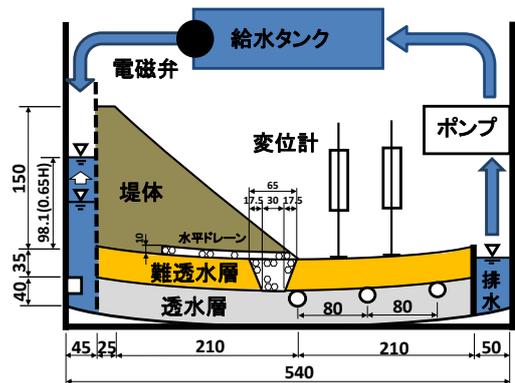
本研究では、盤ぶくれの発生を抑制する最も効率のよい鉛直ドレーンの有効設置間隔を見出すことを目的として3次元遠心載荷模型実験を行った。

## 2.実験概要

実験模型の概略を図-1に示す。実験に使用した土槽はアルミ製で、内寸法は幅 540mm×奥行 410mm×高さ 375mmであり、堤体底面のどの位置においても遠心加速度が同一になるように円弧型のスペーサーが底面に設けてある。実験に使用した試料は、堤体部には礫質砂、透水層には砂（珪砂6号）、難透水層には粘土、ドレーン材は礫（珪砂1号）を用いた。

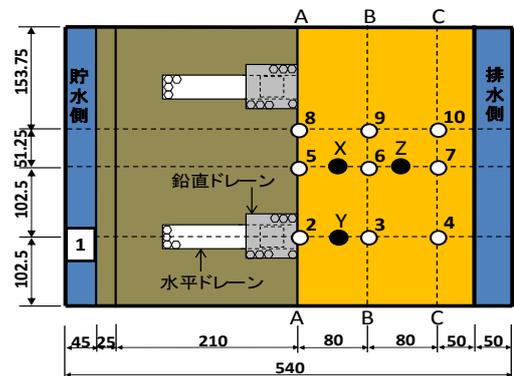
計器の配置図を図-2に示す。各実験のドレーン間隔は、水平及び鉛直ドレーンを1個設置した場合（ドレーン間隔 40.0cm, 実物換算  $S=12.0\text{m}$ ）、2個設置した場合（20.0cm,  $S=6.00\text{m}$ ）、3個設置した場合（13.3cm,  $S=4.0\text{m}$ ）、4個設置した場合（10.3cm,  $S=3.0\text{m}$ ）、及び鉛直ドレーン無しの5ケースについて行った。 $S=12, 6, 4\text{m}$ と鉛直ドレーン無しの4ケースについては間隙水圧計2~10と変位計X, Yを使用、 $S=3\text{m}$ は間隙水圧計の9を無くし変位計Zを追加で使用した。

実験手順は、基礎部底面に対して10G, 20G, 30Gと遠心加速度を上げ、30G一定となった後、貯水を開始する。貯水は給水タンクに固定された電磁弁を操作し行う。水位が中間水位(目標 4.91cm), 高水位 (目標 9.81cm) に達した時点で、自動で水位を調節し一定に保つ。そして、目標水位のもとで間隙水圧計の値が一定になったときを定常状態とみなし(約 8分/実物換算 5日)、遠心載荷装置を停止する。



○:間隙水圧計 □:水位計測用水圧計 奥行410mm (mm)

図-1 模型の概略図



○:間隙水圧計 □:水位計測用水圧計 ●:変位計 (mm)

図-2 計器の配置図

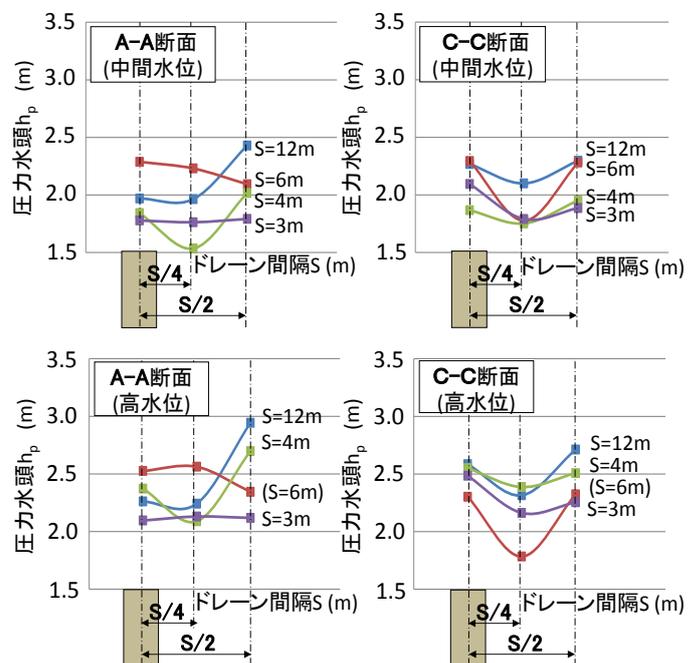


図-3 圧力水頭  $h_p$  とドレーン間隔  $S$  の関係  
(ドレーン間の1/2平面)

### 3.実験結果と考察

圧力水頭  $h_p$  とドレーン間隔  $S$  の関係を図-3 に示す。中間水位、高水位ともに法尻部の A-A 断面はおおよそではあるがドレーン中心線上からドレーン間中央( $S/2$ )にかけて  $h_p$  が高くなっていることが分かる。これはドレーンから離れることにより、ドレーンの影響が低くなったからであると考えられる。しかし、C-C 断面はこのような傾向は見られない。C-C 断面は法尻から離れているためドレーンの影響が、A-A 断面のように明瞭に現れないからである。また、中間水位においてはドレーン間隔が広くなるにつれて  $h_p$  が高くなっていることがわかる。これも、ドレーンから離れることにより、ドレーンの影響が低くなったからである。

膨張量とドレーン間隔  $S$  の関係を図-4 に示す。中間水位では、ドレーン間隔が広がるにつれて膨張量が増加していることがわかる。また高水位でもドレーン中心線上に設置した変位計(■印)による膨張量はドレーン間隔が広がるにつれて 0.4mm, 11mm, 34mm と膨張量が増加している。これも同様に、ドレーンから離れることにより揚圧力が高まったためだと考えられる。

図-5 は膨張量と変位計付近の間隙水圧を平均し求めた平均圧力水頭  $h_p'$  の関係である。変位計 X に対し間隙水圧計の 5, 6, Y に対し 2, 3, Z に対し 6, 7 の間隙水圧を平均した。本研究では安全率(=難透水層の有効土被り圧/揚圧力)が 1.0 となる圧力水頭  $h_p$  は 1.75m であるが、中間水位、高水位ともに  $h_p' \approx 2.23m$  付近(安全率  $\approx 0.78$ )から大きく膨張していることがわかる。

### 4.まとめ

3次元の遠心载荷模型実験を行い、盤ぶくれが発生せず最も効率のよい鉛直ドレーンの有効間隔について以下のことが確認された。

- 1) 圧力水頭とドレーン間隔については法尻部においてはドレーンから離れるほど圧力水頭が高くなる傾向がみられる。また、ドレーン間隔が広がると、圧力水頭が高くなる。
- 2) ドレーン間隔と盤ぶくれの関係については、ドレーン間隔が広がるにつれて、膨張量が増加する傾向にある。しかし、具体的な間隔については実験精度を高める必要がある。
- 3) 膨張量と平均圧力水頭の関係については、圧力水頭が 2.23m (安全率  $\approx 0.78$ ) 付近から大きな膨張が発生することがわかった。

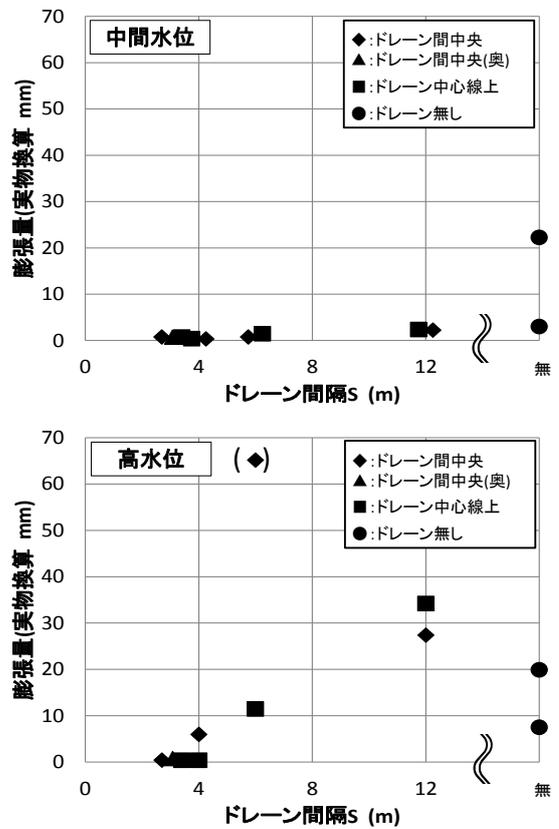


図-4 膨張量とドレーン間隔  $S$  の関係

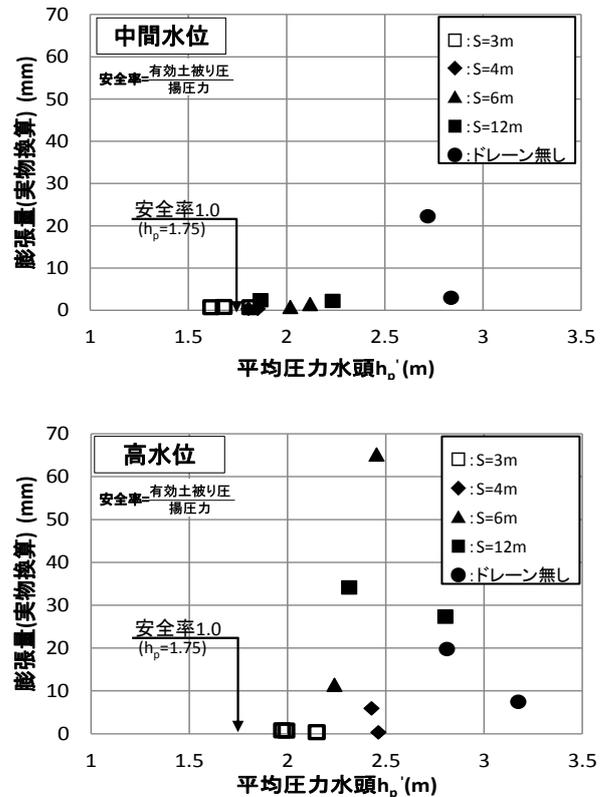


図-5 膨張量と平均圧力水頭  $h_p'$  の関係

### <参考文献>

- 1) 奥村哲夫・木村勝行・成田国朝・中村吉男：河川堤防の揚圧力対策に関する 3次元遠心模型実験, 土木学会第 68 回年次学術講習会 (2013)