

盛土による側方流動圧を軽減するドレーンの効果

国土交通省関東地方整備局 正会員 ○大内香織
 広島大学大学院工学研究科 フェロー会員 佐々木康
 広島大学大学院工学研究科 正会員 土田 孝
 高知県庁 正会員 弥勒昌史

1. はじめに

軟弱地盤上に道路や河川堤防等の盛土を行う場合、地盤は鉛直方向の沈下とともに水平方向の側方変位が発生する。その影響は、盛土部のみならず、周辺地盤にもおよび、場合によっては近接する構造物にも被害が生じることがある。軟弱地盤上に盛土を施工した場合の側方流動圧は、せん断応力の増加に伴う負のダイレイタンスによって発生する過剰間隙水圧が含まれる。したがって、盛土载荷によって発生する過剰間隙水圧の消散を促進させることにより、側方流動圧を軽減できると考えられるが、その設計法は確立されていない。

そこで遠心模型実験を行い、盛土载荷による過剰間隙水圧と側方流動圧をドレーン打設のケースと無対策のケースで比較する。本研究では、ドレーン打設のケースにおいて、ドレーンの打設深さ、打設範囲の異なるケースで実験を実施し、側方流動圧の軽減に有効なドレーンのパターンについて検討した。

2. 実験方法

遠心载荷装置を用いて、5種類のパターンでドレーンを打設した粘土地盤に盛土を载荷する模型実験を行う。初期含水比を調整したスラリーから層厚が6cmになるように335rpm(40G)で4時間、その後、529rpm(100G)で16時間の予圧密を行う。この際、排水条件は両面排水である。そして、遠心载荷装置を529rpm(100G)で回転させたままで盛土を7分間（プロトタイプに換算すると約1.6ヶ月）で载荷し、400分間（7.6年間）、図-1のように盛土法尻下、盛土中央下に取り付けた土圧計および間隙水圧計により、側方流動圧および過剰間隙水圧を計測する。また、図-1は、全面に深さ4.5cmに打設したケースであり、法面下のみ打設のケースは、図中の点線で囲みである部分のみの打設となる。実験ケースを、表-1に示す。

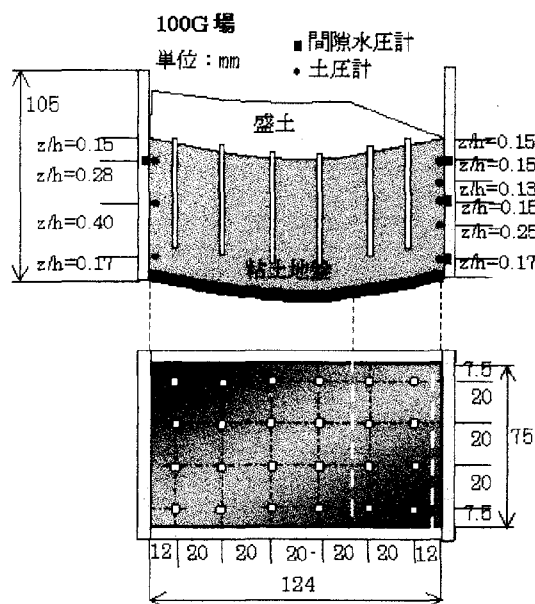


図-1 遠心模型実験・地盤容器

3. 実験結果および考察

表面沈下量、側方流動圧と過剰間隙水圧の経時変化、深度方向分布より、ドレーンによる過剰間隙水圧の消散、側方流動圧の軽減について検討する。なお、経時変化において、盛土载荷開始時を $\Delta t = 0$ とし、深さは地盤の初期層厚で正規化した深度 z/h で表す。また、模型縮尺は1/100であるために、実際の時間に換算するには100倍する必要がある。図-2は、無対策のケースの盛土法尻下における過剰間隙水圧の経時変化を示しており、深度 $z/h = 0.17, 0.43, 0.83$ の3点で計測している。盛土载荷後、急激に上昇し、時間の経過とともに収束している。図-3、図-4に無対策のケースでの盛土法尻下における過剰間隙水圧と側方流動圧の深度方向分布を示している。ここで、側方流動圧と過剰間隙水圧は载荷重で除し

表-1 実験ケース

Case	勾配	層厚 (cm)	载荷重 (kPa)	ドレーン(深さ)
1	1:1.6	6.38	32	無対策
2	1:1.5	6.19	36.1	法面下(1.5cm)
3	1:1.4	6.11	31.4	法面下(3.0cm)
4	1:1.6	6.3	34.1	法面下(4.5cm)
5	1:1.6	6.49	33.5	全面(1.5cm)
6	1:1.4	6.23	36.7	全面(4.5cm)

て正規化している。側方流動圧と過剰間隙水圧の深度方向分布は $z/h=0.4$ 付近を最大値とした三角形分布であり、時間の経過とともに分布の最大値と最小値の差が小さくなり、最終的にはほぼ直線状になる。このことから、側方流動圧と過剰間隙水圧は粘土層の中央深さで大きく発生することがわかる。以上のことから、ドレーンを、過剰間隙水圧が大きく発生すると考えられる粘土層の中央深さまで打設するならば、ピーク付近の排水距離が短くなり、過剰間隙水圧の消散促進が期待でき、側方流動圧が低減できると考えられる。また、実験においても側方流動圧の軽減効果がみられた全面に4.5cm打設したケースと法面下に打設したケースの比較では、側方流動圧においては、全面に4.5cm打設したケースのほうが小さい値を示しているが、過剰間隙水圧に関しては、ほぼ同程度の消散効果がみられた。図-5は、打設したドレーンの総延長と、正規化側方流動圧(ドレーン打設のケースのピーク値と無対策のケースのピーク値の比率)の関係である。ドレーンを打設したことにより、無対策の約8割程度まで側方流動圧を低減できる。ここで、全面打設したケースは、法面下に打設したケースに比べ、総延長が約4倍以上であるにも関わらず、側方流動圧はほぼ同程度であることから、コスト削減、工期短縮を考えると、法面下に粘土地盤中央深さ付近まで打設すればよいと考えられる。

4. まとめ

側方流動圧と過剰間隙水圧は、盛土載荷後急激に上昇し、時間の経過とともに収束する。最大値を示す時間は、盛土載荷完了時とほぼ一致している。基礎地盤上部、中央部でせん断変形が大きく、負のダイレイタンスによる過剰間隙水圧の発生が大きいと考えられる。深度方向分布は、 $z/h=0.4$ 付近を最大値とする三角形分布であり、最終的にはほぼ直線状になる。ドレーンを打設することにより排水距離が短くなり、過剰間隙水圧の消散が促進され、側方流動圧が軽減される。打設深さについては、負のダイレイタンスによる過剰間隙水圧が大きく発生する基礎地盤中央深さ付近まで到達するケースで効果がみられる。また、打設するドレーンの総延長と正規化側方流動圧の関係から、打設範囲に関わらず、法面下さえ打設すれば、側方流動圧はほぼ8~9割程度まで軽減できることがわかる。よって、コスト削減、工期短縮を考えると、法面下に基礎地盤中央深さ付近まで打設するのがよいと考えられる。

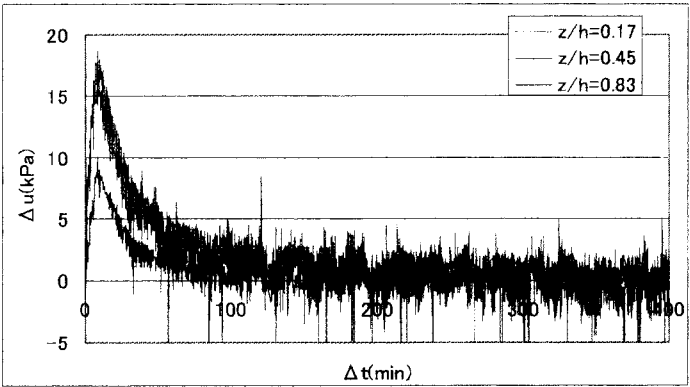


図-2 過剰間隙水圧の経時変化 (盛土法況下)

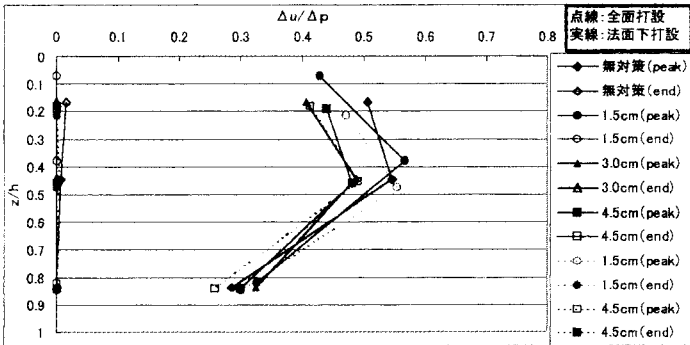


図-3 過剰間隙水圧の深度方向分布 (盛土法況下)

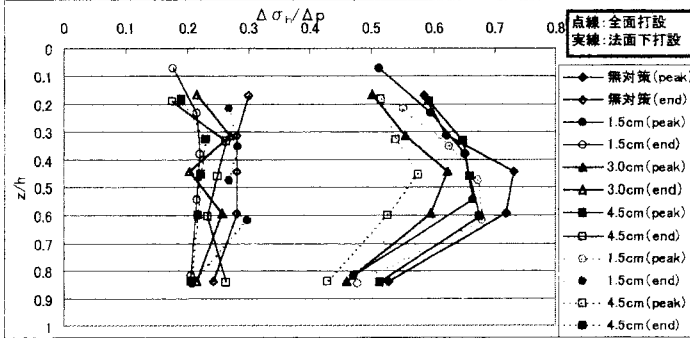


図-4 側方流動圧の深度方向分布 (盛土法況下)

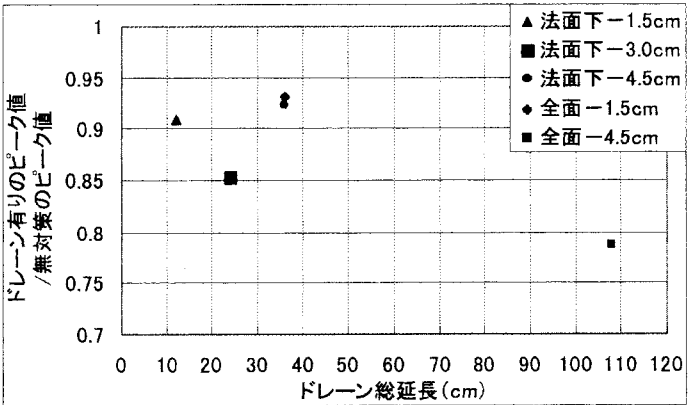


図-5 ドレーン総延長と無対策の側方流動圧に対するピークの割合