

建設省土木研究所 久峯 勝行
同 上 護摩堂 満
同 上 ○竹内 辰典

1. まえがき

本報告の摩擦杭工法は、ある程度のカルバートの等沈下を許容させながら、杭の周辺摩擦による支持力と水平抵抗力によって、カルバートの不同沈下を軽減させることを目的としている。そこで、地盤の変形に対する摩擦杭の効果をみるために、人工の軟弱地盤に摩擦杭をもつカルバートを設置し、その上に盛土荷重を加えてカルバートの不同沈下を調べる模型実験を行なった。さらに、地盤の側方流動による影響を小さくするための摩擦杭と矢板を組み合わせた対策工法についても、カルバートの不同沈下の軽減効果を調べたので、その結果を以下に報告する。

2. 実験方法

実験は、図-1 に示す幅3m、高さ60cm、奥行き60cmの前面ガラス張りの土槽を用いて行った。まず、土槽内に人工の軟弱地盤として、含水比60%程度の粘性土（クレイサンド、液性限界31%）を用いて厚さ40cmの粘土層を築造した。次に、粘土地盤上に幅5cm、高さ7cm、長さ20cmの亚克力製のカルバート模型を3個隣接させて設置した。このとき、継手部は結合せず自由端とした。カルバートに取り付ける摩擦杭は、直径1cmの亚克力棒を利用した。また、矢板は厚さ0.5mmの剛性の低い亚克力板を用い、カルバートの側壁と平行に敷設した。次に、カルバートの設置後、盛土を20cmの高さまで5段階に分けて築造した。盛土の材料は、荷重を大きくするために、砂鉄に直径1mmの鉛玉を混合したものを用いた。盛土築造時に各層の密度を測定したが、そのときの密度は平均して約2.9 g/cm³であった。観測の項目は、カルバートおよび地盤の変形量、カルバートと摩擦杭に作用する応力などであり、それぞれの計測器は、図-1 に示すような位置に設置した。実験条件としては、表-1 に示すように摩擦杭の長さや配置、矢板の有無、矢板の長さなどを変化させた合計13ケースで、それぞれの実験条件に対して、主としてカルバートの変形状況がどのように変化するかを調べた。

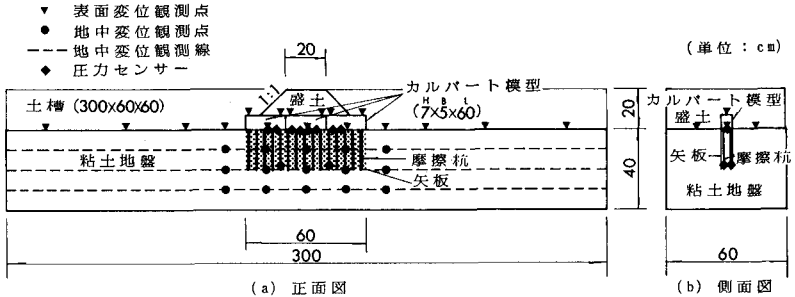


図-1 実験概要図

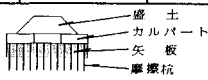
表-1 実験条件一覧表

実験条件 実験ケース	実験条件概要	摩擦杭の 長さ 本数（配置）	矢板の 有無 長さ	実験条件 実験ケース	実験条件概要	摩擦杭の 長さ 本数（配置）	矢板の 有無 長さ
ケース①		なし	なし	ケース⑧		20cm 60本（均一）	あり 20cm
ケース②		20cm 24本（均一）	なし	ケース⑨		10cm 24本（均一）	あり 10cm
ケース③		20cm 60本（均一）	なし	ケース⑩		30cm 24本（均一）	あり 30cm
ケース④		30cm 24本（均一）	なし	ケース⑪		20cm 24本（盛土荷重に対応）	あり 20cm
ケース⑤		なし	あり 20cm	ケース⑫		20cm 36本（中央部が密）	あり 20cm
ケース⑥		20cm 24本（均一）	あり 20cm	ケース⑬		20cm 24本（均一）	あり 10cm
ケース⑦		20 12本（均一）	あり 20cm				

3. 実験結果

図-2 は、主な実験ケースにおける盛土終了時のカルバートの変形状況を示したものである。ケース1が杭を設置しない無処理の場合であり、ケース2とケース4が摩擦杭を設置した場合、ケース5～ケース11が摩擦杭と矢板を設置した場合である。なお、図においては、各実験ケースにおけるカルバートの変形状況を同一の条件で比較するために、カルバートの沈下量及び水平変位量を、地盤の最大沈下量に対する比で表わした。

まず、図-2 のケース1、2、4を比較すると、摩擦杭を設置したことによる効果が、顕著に表われているとはいえない。ケース1では、カルバート



が地盤の沈下の形状とほぼ同様な形で沈下しており、大きな不同沈下量が発生している。ケース2、ケース4についても、摩擦杭を設置したことによって、中央部のカルバートに比べ両端部のカルバートの沈下が小さくなってはいるが、不同沈下は軽減されているとはいえない。このように、摩擦杭を用いてもカルバートの不同沈下量をあまり軽減できないのは、盛土による地盤の側方流動によって、杭と一緒に引きずり込まれるためであり、地盤の側方流動を押さええない限り杭の長さ、配置により多少の違いは生ずるものの、不同沈下の軽減効果をあまり期待できないといえる。しかし今回の実験は、地盤のせん断変形のみを扱ったものであることから、地盤の圧密沈下に対しての効果についてはさらに検討が必要である。

一方、周辺地盤とカルバート直下の領域を矢板によって分離したケース5～ケース11では、不同沈下の軽減効果がよく表われているものが多いといえる。例えば、矢板と摩擦杭を用いたケース8についてみると、3分割されているカルバート模型が、ほぼ一体となって沈下しており、摩擦杭と矢板による不同沈下軽減効果が顕著に表われているといえる。これは、矢板で囲まれた領域が地盤の側方流動が起きている領域と切り離されて静止領域ができあがり、摩擦杭による鉛直支持力と水平移動に対する抵抗力が、そのまま期待できたことによる効果であると思われる。その他のケースについても、摩擦杭と矢板による不同沈下の軽減効果が良く表われており、特に杭の本数を多くした場合や杭を長くした場合及び盛土荷重に応じて杭の配置を変えた場合に、その軽減効果が大きいといえる。

そこで、以上の実験ケースについて、それぞれの不同沈下の軽減効果を比較したものが、図-3である。図において、横軸と縦軸は、それぞれカルバートの最大沈下量 S_{max} とカルバートの最大不同沈下量 ΔS_{max} を、地盤の最大沈下量 S_{omax} に対する比で表わしている。図から、摩擦杭のみの領域では、無処理の場合よりも $\Delta S_{max} / S_{omax}$ と S_{max} / S_{omax} が、若干減少している程度であり、不同沈下の軽減効果は小さいといえる。一方、摩擦杭と矢板を併用した場合の領域では、 $\Delta S_{max} / S_{omax}$ と S_{max} / S_{omax} がともに大きく減少しており、特に杭の本数を多くした場合や杭の配置を盛土荷重に対応させた場合の効果が大きいいえる。以上の結果から、摩擦杭と矢板を併用した対策工は、カルバートの等沈下をある程度許しながら、カルバートの不同沈下を軽減するという効果が、十分期待できると考えられる。

4. まとめ

今回、カルバートの不同沈下を軽減する対策工として、基礎に摩擦杭を用いる方法を提案し、その効果を模型実験を通じて検討を加えた。その結果、摩擦杭と矢板を組み合わせる用いた場合には、矢板による周辺地盤との縁切りと摩擦杭の効果によって不同沈下をうまく軽減できることが明らかとなった。今後は、摩擦杭の長期的な圧密沈下に対する摩擦杭の効果と摩擦杭をもつカルバートの合理的な設計法について、さらに検討を加えていくつもりである。

凡 例

S_{max} : カルバートの最大沈下量 h : カルバートの水平変位量
 ΔS_{max} : カルバートの最大不同沈下量 S_{omax} : 地盤の最大沈下量
 S : カルバートの沈下量

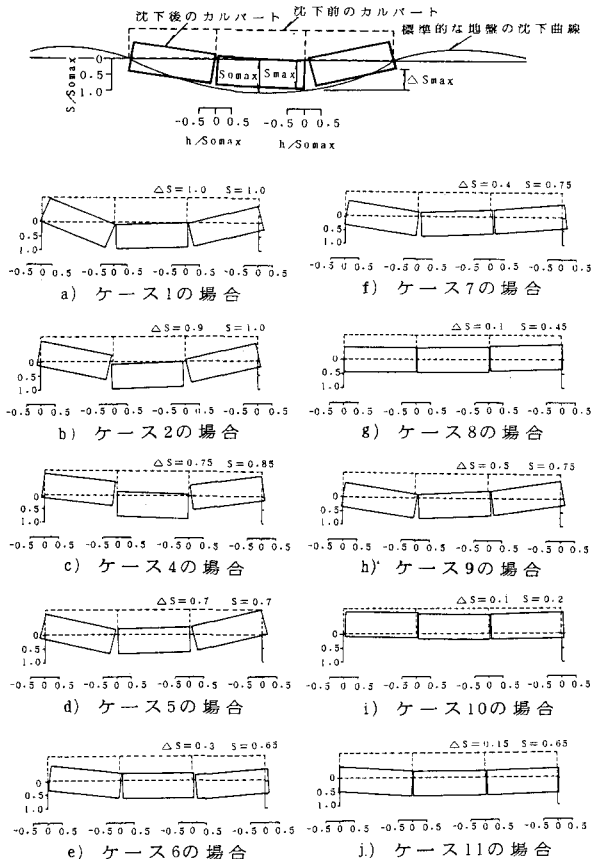


図-2 カルバートの変形状況

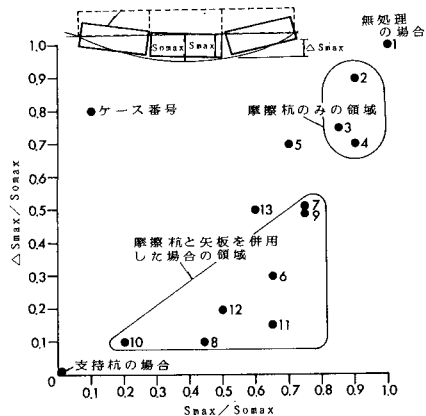


図-3 不同沈下の軽減効果