

建設省土木研究所 正員 久 柴 勝 行

同 上 正員 ○ 護 摩 堂 満

同 上 竹 内 辰 典

1. まえがき

軟弱地盤上につくられた杭基礎のカルバートに作用する土圧は、一般にマーストンのいう突出型の条件があてはまると考えられている。したがって、カルバートと盛土との不同沈下によってカルバートに作用する土圧は、土かぶり圧よりも大きくなるといわれている。しかしながら、盛土高が高くなったり、不同沈下量が大きくなった場合の作用土圧については、なお不明確な点が残されているので、筆者らは現地観測や数値解析を通じて、杭基礎のカルバートに作用する土圧について検討を加えてきている¹⁾。今回、カルバートと盛土との不同沈下を模型実験により再現し、主に土かぶり高と作用土圧との関係について検討を加えたので、その結果をここに報告する。

2. 実験方法

実験に用いた装置を図-1に示す。

装置は、高さ1.0m、幅3.0m、奥行き0.5mの大きさをもつ、前面が透明のアクリル張りの土槽と、土槽の底部に取り付けた沈下装置とから成る。土槽の底盤は8分割されており、それぞれの底盤に取り付けた手動のスクリージャッキによって、最大10cmまで任意の速度で沈下させることが可能である。カルバートの模型は、幅10cm、高さ15cm、奥行き50cmの大きさをもつもので、図-1に示すように土槽の中央部に設置し、4本の杭で支持して移動しないようにしている。なお、カルバートの表面にはサンドペーパーを張り付けて、コンクリートの粗度とほぼ等しくなるようにした。また、カルバートと盛土との不同沈下は、8組の沈下板を1mm/minの速度で同時に沈下させることにより生じさせた。

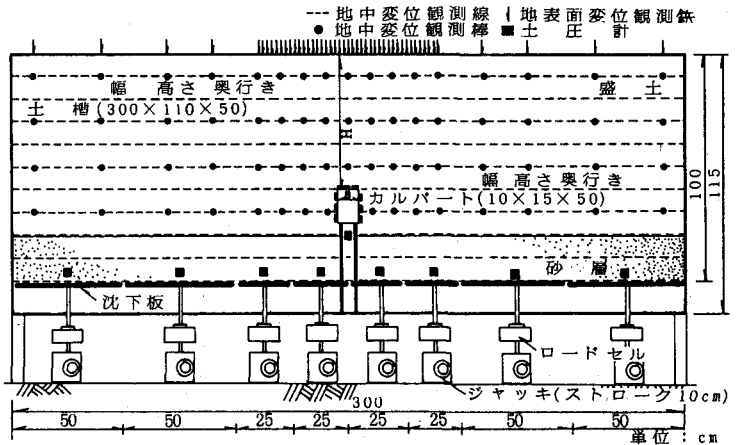


図-1 実験装置および計測器の設置位置

置し、4本の杭で支持して移動しないようにしている。なお、カルバートの表面にはサンドペーパーを張り付けて、コンクリートの粗度とほぼ等しくなるようにした。また、カルバートと盛土との不同沈下は、8組の沈下板を1mm/minの速度で同時に沈下させることにより生じさせた。

実験に用いた盛土は、まず土槽内に標準砂を十分締固めながら20cmの深さまで埋戻し、基礎地盤を造成した。次に、基礎地盤の上に試料土を10cmごとに一定の密度となるように締固めながら埋戻し、所定の高さまで盛土を築造した。この際、図-1に示すように10cmごとに土中変位を観測するための観測線および観測棒を埋設すると共に、地表面に変位観測線を設置して、実験中の変位を経時的に観測できるようにした。

カルバートに作用する土圧を計測するための土圧計は、カルバート上面に3台、側面に左右3台ずつ合計9台を設置した。また、基礎地盤に土圧計を埋設して、実験中の土圧分布を明らかにした。

実験には、気乾状態の豊浦標準砂を用いたが、盛土作成時の単位体積重量は1.6g/cm³であった。実験条件として、カルバートの土かぶり高Hとカルバート幅Bとの比H/Bを6ケースに変化させて、実験を行った。なお、カルバートと盛土との不同沈下量は、最終で10cmとし、不同沈下量と作用土圧との関係を経時的に計測した。

3. 実験結果

図-2は、H/Bが2、4、6について、カルバートに作用する鉛直土圧が最大となったときの土圧の分布形状を示したものである。図中に示した鉛直土圧と水平土圧は、ともに初期の土かぶり圧に対する比をとって、それぞれ鉛直土圧割増係数 α_v と水平土圧割増係数 α_h で表した。カルバートに作用する鉛直土圧の割増係数 α_v について

みると、 H/B の増加に伴って大きくなっているといえる。また、鉛直土圧の分布は、3ケースともカルバートの両端部に大きく中央部で小さいという凹型の分布形状を示しており、分布形状に対する H/B の影響は少ないようである。次に、水平土圧の割増係数 α_h は、3ケースとも0.5以下と、初期の水平土圧の半分にも満たない大きさに減少している。特に鉛直土圧の増大割合の大きい $H/B=6$ の場合に、水平土圧の減少割合が大きいことが注目される。これは、カルバートの上部に応力が集中したために、カルバートの側方部に力のみが生じたことによる影響であると思われる。

図-3は、カルバートの鉛直土圧が最大値を示した直後のせん断面の発生状況を示したものである。図より、せん断面はカルバートの側壁から外側に傾いた形で生じていることがわかる。それぞれの土かぶり高でのせん断面の形状を比較すると、 H/B の増加に伴ってせん断面の傾きが小さくなっているといえる。したがって、せん断面の内側の静止領域の体積が、カルバートに作用する鉛直土圧に影響を与えると考えると、土圧の増加割合が H/B の増加に伴って鈍化することが予測される。

全ケースについて、カルバートに作用する鉛直土圧の平均割増係数 $\bar{\alpha}_v$ と H/B との関係を調べてみたものが図-4である。図中には、マーストンの式による計算値と有限要素法を用いたno tension解析による計算結果を比較のために合わせて示した。図から、実験値は、 H/B が3までは H/B が大きくなるにしたがって $\bar{\alpha}_v$ も増大しているが、それ以上になると $\bar{\alpha}_v$ はほぼ3.0に漸近してくることがわかる。このことは、先に述べた図-3のせん断面の形状から予測される土圧の増加割合の鈍化と合致する傾向を示しているといえる。ここで、実験値とマーストンの式による計算値とを比較すると、実験値の割増係数が全体的に大きな値を示している。しかし、これまでの観測結果によると、不同沈下の生じている現場で、かつ H/B が4以下のカルバートに作用する鉛直土圧の割増係数は、大きいもので2程度である。したがって、実験値の割増係数は大きいといえるが、この原因としては、スケールファクターによる応力集中の影響などが考えられる。なお、no tension解析による割増係数は、 H/B の増加に伴って一定値に漸近する傾向を示しており、実験値の傾向と一致している。

4. まとめ

今回、模型実験により、カルバートに作用する土圧と土かぶり高との関係を検討した。その結果、図-3に示したせん断面の影響で、カルバートと盛土との不同沈下に伴う土圧の割増係数 $\bar{\alpha}_v$ は、 H/B に比例して増加せず、 H/B が3以上になると増加割合が小さくなり、ある値に漸近することが明らかとなった。今後は、粘性土系の土についても同様の検討を行っていきたいと考えている。

(参考文献) 1)久泉、満徳、竹内：軟弱地盤上のカルバートに作用する土圧、土基礎、Vol. 32, No. 6, 1984 (投稿中)

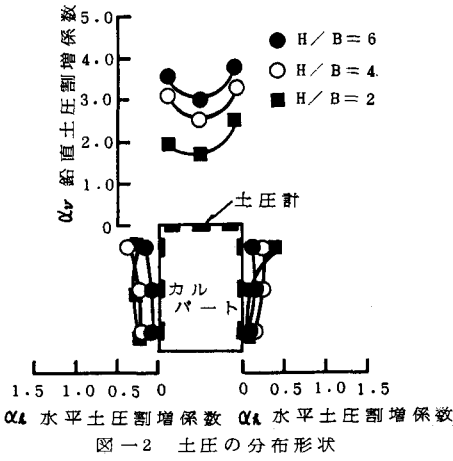


図-2 土圧の分布形状

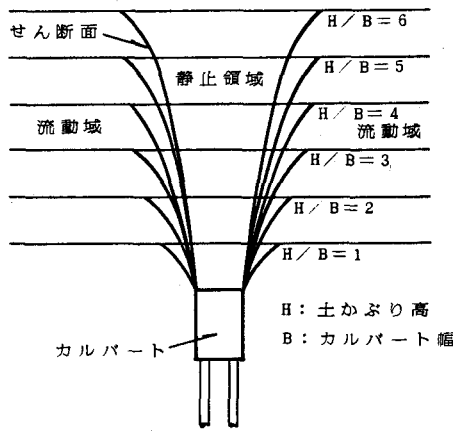


図-3 せん断面の発生状況

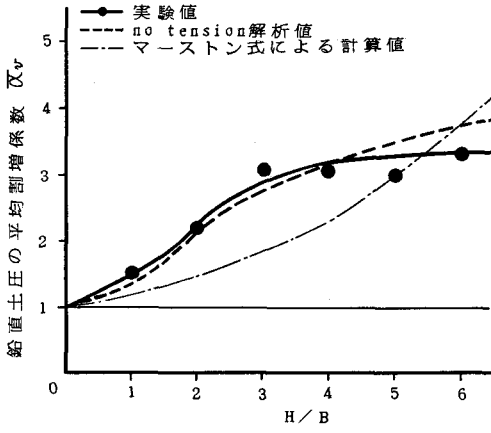


図-4 鉛直土圧の平均割増係数 $\bar{\alpha}_v$ と H/B の関係