

アーチカルバートの基礎処理幅に関する検討

(財)地域地盤環境研究所 正会員 足立紀尚  
 京都大学工学研究科 正会員 木村亮, 岸田潔  
 京都大学工学研究科 学生員 川内啓輔

1.はじめに 軟弱地盤上にカルバートを建設する際には、建設後の脚部沈下を避けるために、基礎地盤に安定処理が施される。その場合、安定処理を施した地盤に対して未処理地盤が相対的に不同沈下を起こす可能性があり、これに伴って周辺地盤内の応力状態は変化し、カルバートに偏圧が作用することになる。その対策として、処理幅を拡げることによって不同沈下の影響を抑えることができると考える。本研究では、模型実験により基礎地盤の安定処理幅がカルバートの部材力に及ぼす影響を把握を試みた。

2.模型実験概要 地盤材料には、砂質土を想定した直径 1.6 mm および 3.0 mm の 2 種類のアリミ棒を重量比 3:2 で混合したもの(単位体積重量  $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$  , 内部摩擦角  $\phi = 30^\circ$  , 粘着力  $c = 0 \text{ kN/m}^2$  )を用いた<sup>1)</sup>。

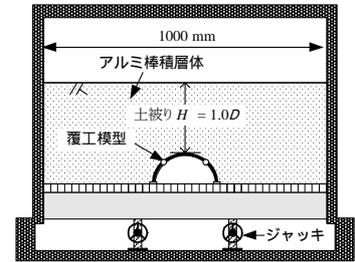
実験装置を図-1<sup>2)</sup>に示す。装置の底面には 40 個のアリミ製ブロックが配置されており、底面に取付けたロードセルにより、覆工脚部の軸力および周辺地山に作用する鉛直荷重を計測できる。

実験には左右肩部にヒンジを設けた 2 ヒンジアーチカルバート模型を用いた。なお、覆工はアクリル製(弾性係数  $E = 2.5 \times 10^3 \text{ MPa}$  )の半円筒形状(覆工幅  $D = 200 \text{ mm}$  )であり、脚部は装置底面に接着剤で固定した。また、ヒンジは真鍮製の蝶番でモデル化した。覆工各部の表側と裏側にはひずみゲージを貼り付けており、計測されたひずみの値より曲げモーメント  $M$  を算出した。

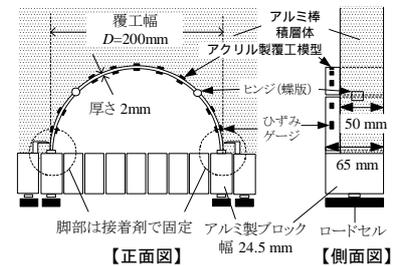
実験は、図-2 に示すように安定処理幅  $B = 1.0, 2.0, 3.0$  の 3 パターンについて、処理幅をパラメータとして行った。なお、今回は覆工天端からの高さ  $H$  を  $1.0D$  とした。周辺地山沈下は、アリミ棒を積み上げた後、さらに外側の 4 ブロック(幅  $0.5D$  )の周辺地盤をジャッキにより下降させることで模擬した。

3.実験結果 覆工の鉛直土圧と沈下量の関係を図-3 に示す。なお、縦軸に示した規準化土圧は、沈下後の覆工鉛直土圧を沈下前の値で除した値であり、覆工鉛直土圧は、覆工の両脚部で計測された鉛直土圧の平均値を用いた。同図より、処理幅  $1.0D$  の場合には、周辺地盤沈下初期に急激に覆工鉛直土圧が増加するのに対して、処理幅を拡げるほどその増加を抑制できることがわかる。

沈下時の曲げモーメント分布を図-4 に示す。曲げモーメントは、覆工内側が引張りを受けるように変形する場合を正としている。同キーワード：アーチカルバート、周辺地盤沈下、安定処理

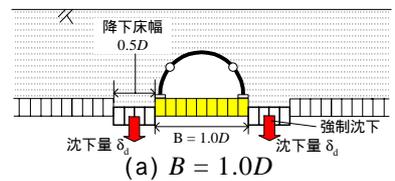


(a)全体図

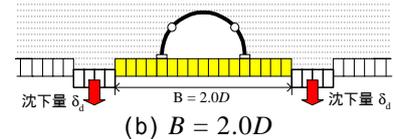


(b)覆工周辺の詳細図

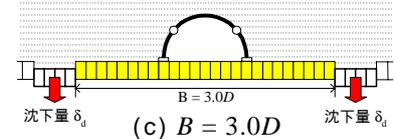
図-1 実験装置の模式図<sup>2)</sup>



(a)  $B = 1.0D$



(b)  $B = 2.0D$



(c)  $B = 3.0D$

図-2 実験パターン

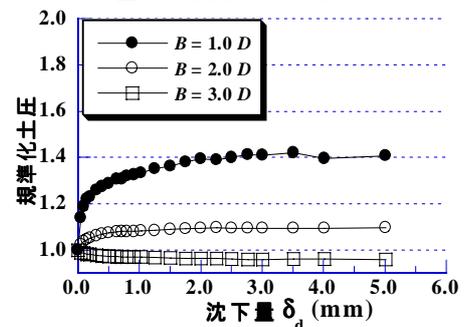


図-3 覆工鉛直土圧の推移

連絡先 : 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 京都大学大学院工学研究科 TEL 075-753-5106

図より、 $B = 1.0D$  の場合には沈下量の増加に伴って覆工の肩部下方付近の曲げモーメント分布に大きな変化が見られるが、 $B = 2.0D, 3.0D$  の場合にはほとんど変化がみられない。これは  $B = 1.0D$  場合では、未処理地盤の沈下に伴って覆工側方の地盤にゆるみ領域が広がるため、 $B = 2.0D, 3.0D$  の場合に比べ、覆工の側方の地盤から覆工に作用する側方拘束応力（水平土圧）が大きく減少するためと考えられる。

沈下時に覆工に発生する軸力  $\bar{N}$  と最大曲げモーメント  $|M|_{\max}$  の関係を図-5 に示す。ここで、軸力  $\bar{N}$  は覆工周方向について均一になると仮定して脚部の軸力、最大曲げモーメント  $|M|_{\max}$  は各部で計測された曲げモーメントの絶対値の最大値である。図中の破線は積み上げ時の挙動を、一点鎖線は許容引張応力度線を示す。許容応力度線は、本実験で用いた覆工模型と同じ曲げ剛性 ( $EI$ ) で覆工厚のみが異なるコンクリート覆工模型を想定し、一般的なコンクリートの設計基準強度に基づいて、許容圧縮応力 40 MPa、許容引張応力 4 MPa を用いて算出したものであり、この線と比較することにより、覆工への影響を把握することができる。なお、許容圧縮応力度線は図-5 の上部外側に位置する。同図より、 $B = 1.0D$  の場合には沈下量の増加に伴い、軸力、最大曲げモーメントはともに増加するが、 $B = 2.0D, 3.0D$  の場合には軸力および最大曲げモーメントはほとんど増加しない。ところで、許容応力度線を見ると、軸力の増加が部材の安定性に与える影響は少なく、最大曲げモーメントが増加すると部材は危険側へ近づく。そこで、沈下前から 5mm 沈下後の最大曲げモーメント  $|M|_{\max}$  の増加量を図-6 に示す。同図より最大曲げモーメントの増加量は、処理幅  $B$  が  $1.0D$  の場合に比べ  $2.0D$  以上では最大曲げモーメントの増加量は非常に小さく、 $2.0D$  以上ではパターンによる差異はほとんどみられない。よって、最大曲げモーメントという観点から見ると、処理幅  $B$  を  $1.0D$  から  $2.0D$  に拡げることによって未処理地盤の沈下による覆工への負担を大きく減らすことができるが、 $2.0D$  から  $3.0D$  に拡げることによる効果は少ないといえる。

4. まとめ 本研究より、基礎地盤の安定処理の幅を覆工幅から両脚部外側に  $0.5D$  ( $B = 2.0D$ ) 程度拡げれば、沈下時の最大曲げモーメントの増加が減少することで未処理地盤の沈下による覆工への負担は大きく減る。処理幅を 2.0 以上にすることによる効果はあまりみられない。

参考文献 1) 足立ら：アルミ棒積層体を用いた降下床実験とその解析に関する研究，第 23 回土質工学研究発表会講演集，pp.1891-1894，1988。

2) 足立ら：落とし戸実験における土圧分布，第 29 回土質工学研究発表会講演集，pp.1989-1992，1994。

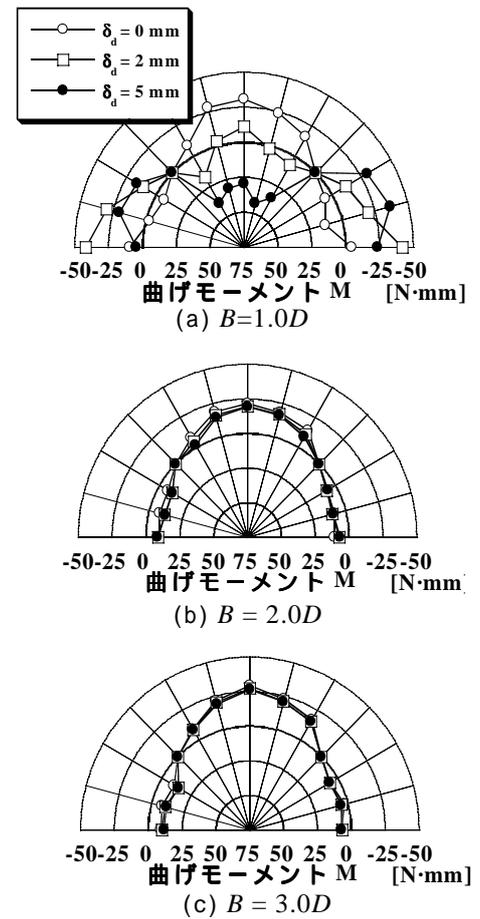


図-4 曲げモーメント分布

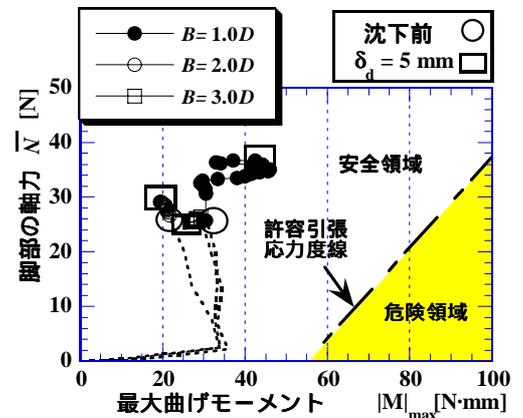


図-5 最大曲げモーメントと軸力の関係

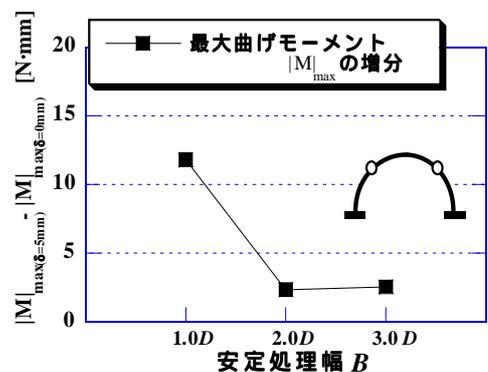


図-6 5mm 沈下による最大曲げモーメントの増加