

剛性カルバートに作用する土圧の軽減法に関する研究

高知工業高等専門学校 正会員○岡林宏二郎

同 上 正会員 大谷 亘

同 上 秋山幸二郎

1. まえがき

突出型の剛性カルバート設計における鉛直土圧は、現設計では高盛土の様に土被り厚がおおきくなると割増が必要となり、工費がかさむのが一般的である。我々の研究室では、これらの問題点の解決および土粒子のアーチ機能を調べるため、たわみ性材料の設置による土圧軽減効果について一連の研究を行ってきた。今回はボックスカルバート頂版下方に「たわみ性材料」を設置した場合の土圧の軽減効果の実験を遠心载荷実験と光弾性実験で行ったので、ここに報告する。

2. 遠心载荷実験

(1) 実験概要

実験ケースと実験条件を表-1に示し、図-1に模型供試体の作成図をしめす。地盤材料は標準砂を用い、ボックスカルバートは剛な硬質アルミ(6cm×6cm)を、たわみ性材料は発砲スチロール(厚さ10mm、幅176mm)を用いた。土圧計(容量10Kg f/cm²)はカルバート頂版上中央(A)と端部(B)および側版中央(C)に設置した。

また、カルバート前面にはラバーを貼り、後面にはスポンジを貼った。沈下状況を観るためターゲットを2cmおよび4cmピッチに埋めた。実験方法は、模型供試体に遠心加速度を10g毎に段階的に増加させる方法で行った。

(2) 実験結果および考察

ケース1の場合は、カルバート上部より側面の沈下が大きく突出状態を示していた。ケース2～4ではたわみ性材料の変形によりカルバート上部の沈下量が側方の沈下量を上回り溝型状態を示していた。すなわち、たわみ性材料の設置により突出状態から溝型状態へ挙動が変わることが確認できた。

図-2は、土圧計位置A、Bの鉛直土圧 P_v を土かぶり圧で割った鉛直土圧係数($P_v/\gamma H$)と遠心加速度の関係を示したものである。また、図の横軸には遠心加速度を加えたことに相当する盛土高も示した。この図よりケース1の突出状態では土圧計位置AよりBの鉛直土圧が大きいことがわかる。たわみ性材料を設置したケース2～ケース4では、鉛直土圧はA、Bとも軽減されている。

図-3は、土圧計位置Cの水平土圧 P_h を静止土圧 $K\gamma H$ で割った水平土圧係数($P_h/K\gamma H$)と遠心加速度の関係を示したものである。Kの値は道路土工指針と標準設計で用いられている0.5とした。水平土圧係数はケース1とケ

表-1 実験ケースと条件

実験ケース	実験条件
ケース1	たわみ性材料なし
ケース2	たわみ性材料試料容器底
ケース3	たわみ性材料カルバートから2cm下
ケース4	たわみ性材料カルバート直下

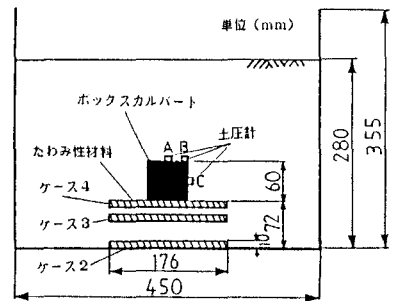


図-1 模型の作成状況

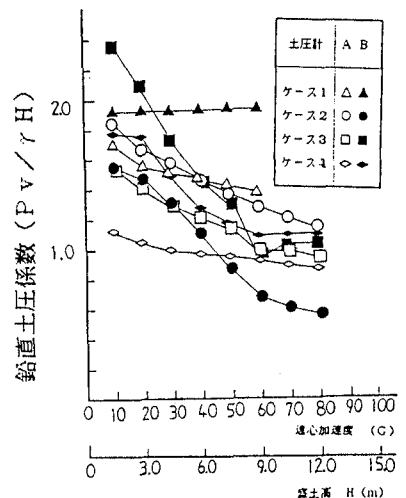


図-2 鉛直土圧係数と遠心加速度

ース4では殆ど変化ないが、ケース2とケース3では、たわみ性材料の沈下がおわる30Gの遠心加速度まで増加した。

3、光弾性実験

(1) 実験概要

原地盤とカルバートの部分をエポキシ板で作製し、盛土全体を、エポキシ丸棒を最も密な正六角形配置に並べた2次元粒状体で構成した。カルバートの部分と原地盤の部分は6mm厚のエポキシ板を用いている。また、盛土部分の粒状体として、直径4mm 長さ6mmのエポキシ丸棒を用いた。エポキシ丸棒の光弾性感度は $\alpha = 1.06 \text{ mm/kgf}$ 粒状体の内部摩擦角は $\phi = 25.5^\circ$ である。盛土の深い地中の土圧を得るために、水銀柱による外部荷重($\sigma = 2.64 \text{ kgf/cm}^2$)を上方から加えている。たわみ性材料は、発泡ウレタンを用いた。たわみ性材料やカルバートの寸法比および実験ケースは、遠心载荷実験と合わせている。

(2) 実験結果および考察

実験結果の一例として、軽減効果が最も高かったケース4についてしめす。

写真-1はケース4の光弾性写真である。写真において、明るく写っている丸棒は強く外力を受けているものであるが、そのうち丸棒内部に縞模様のみられるものは特に強く外力を受けているものである。一方、内部が黒く写っている丸棒は、ほとんど外部からの外力を受けていないものである。また、カルバートおよび原地盤部分のエポキシ板においても、明るく写っている箇所および縞模様の生じている箇所は強く外力を受けている箇所である。

写真-1より、たわみ性材料の上方および下方に、等脚台形状の、強く外力を受けている丸棒の連なりが現れ、その内部の丸棒が無応力状態になっていることがわかる。カルバートはこの無応力状態の丸棒の集まりの中に位置している。

図-4に粒状体内部の応力状態を、図-5にカルバート壁面と原地盤上の反力を計算して図示する。カルバート周面と原地盤上面の一部では反力は殆ど認められず、荷重が大幅に軽減されていることがわかる。一方、たわみ性材料左右の原地盤上では等脚台形状の丸棒の連なっている延長線上で反力が増大していることがわかる。

以上のような粒状体内部とカルバートと原地盤上での力の再配分は、たわみ性材料が圧縮されたことによって生じた粒状体のゆるみが周辺部に及ばないように、丸棒が強く押しあって閉塞し、その結果、閉塞した丸棒の延長線上の原地盤上の反力が増大したことを示している。アーチ機能により力が再配分されたと考えてよい。

なお、全ケースの結果を遠心载荷実験と比較したところ、定性的によい一致がみられた。

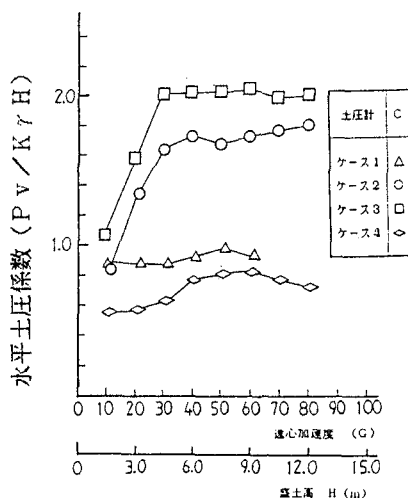


図-3 水平土圧係数と遠心加速度

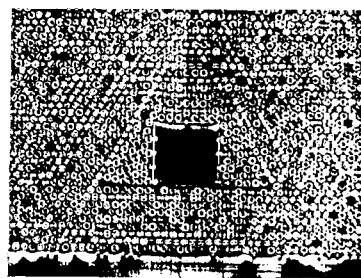


写真-1 ケース4の光弾性写真

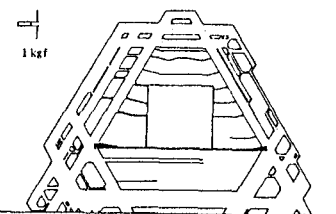


図-4 粒状体内部の応力状態

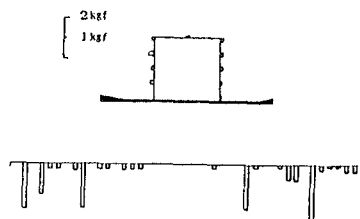


図-5 原地盤とカルバート反力