

# ボックスカルバートに作用する応力の低減法について

高知高専 正員 ○岡林宏二郎  
高知高専 正員 吉田 泰治  
高知高専 正員 大谷 亘  
高知高専 秋山幸二郎

## 1. はじめに

ボックスカルバート設計における鉛直土圧係数 $\alpha$ は、各地域の実測値からすると、現設計で定められている値は妥当なものであると思われるが、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であるため、極めて大きな部材のカルバート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、1987年度の文部省特別設備費にて遠心力载荷装置が設置されたのを機に、ボックスカルバート頂版上に「たわみ性材料」を設置することによる土圧の低減効果に関する実験を行ったので、ここに報告する。

## 2. 実験装置の概要

実験に使用した遠心力载荷実験装置の諸言はつぎのとうりである。

試料容器寸法 (内寸) : 460×250×300 (mm) 最大加速度 : 200 (g)

回転中心から容器底までの距離 : 170、25 (cm) 最大積載重量 : 146 (kgf)

写真-1は、模型供試体の写真である。模型は、原型の1/100程度の二次元模型であり地盤材料としてはデータの再現性を重視して標準砂を用い地盤条件は同一とした。ボックスカルバートには、剛な硬質アルミ (6 cm×3 cm) を用い、カルバート両側に沈下を強制的に発生させるため5 mm厚のたわみ性材料を敷いた。土圧計は、カルバート頂版上中央と端部 (容量10 kgf/cm<sup>2</sup>) および側版中央 (5 kgf/cm<sup>2</sup>) 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。なお、沈下状況を観るためターゲットを3 cmピッチに埋めておいた。

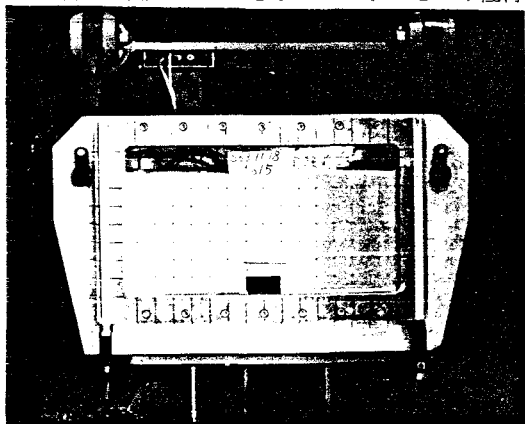


写真-1 模型供試体

## 3. 実験方法と実験ケース

実験方法は、模型供試体に遠心加速度を10 g毎に段階的に150 gまで増加させる方法で行った。検出器で得られた値は、回転アームのスイッチボックスよりスリップリングを介し、デジタル歪測定器へ導かれパソコンで解析処理され、デジタイザーあるいはプリンターに表示される。また、遠心加速度設定後に測定土圧が安定するのをまち、写真撮影およびビデオグラフィックプリンターへの出力を行った。

実験ケースは、カルバート頂版の上方にたわみ性材料を設置しない場合1ケース、たわみ性材料厚さ1 cm幅6 cmのものをカルバート頂版から1 cm、2 cm、3 cm、の位置に設置した場合の3ケース、たわみ性材料幅8 cmについても同様に3ケース、以上の7ケースの実験を行った。

## 4. 実験結果と考察

図-1は、カルバート上方にたわみ性材料を設置していない場合の実験後のターゲットの沈下状況の図で

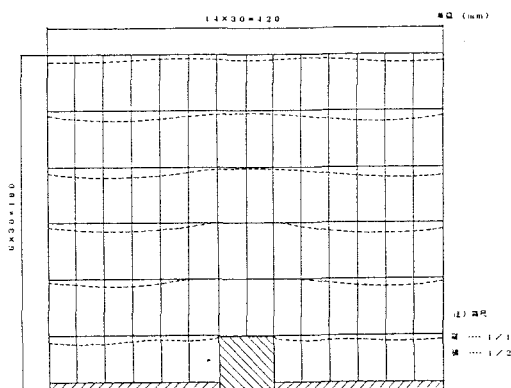


図-1 ターゲット沈下図 (たわみ性材料を設置していない場合)

ある。この図では、カルバート上部とその側方とで不同沈下が生じることによりカルバート上方へ周辺土圧が巻きこまれており、突出状態を示している。

図-2は、カルバート頂版から2 cmの位置に厚さ1 cm幅6 cmのたわみ性材料を設置した場合の実験後のターゲットの沈下状況の図である。この図では、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周辺土圧が巻きこまれておらず、溝型状態を示している。

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り周辺土圧の巻き込みがなくなること示しており、たわみ性材料設置することの有効性が確認できる。

図-3は、カルバート上方にたわみ性材料を設置していない場合と、カルバート頂版から2 cmの位置に厚さ1 cmで幅6 cm、8 cmのたわみ性材料をそれぞれ設置した場合の土圧計位置A、B、Cにおける土圧と遠心加速度の関係を示したものである。図の横軸には、遠心加速度を加えたことに相当する土盛り圧も示した。また、図中には $P_v = \gamma h$ による鉛直土圧を示した。土圧の値は、B、A、Cの順に大きく、たわみ性材料の設置により全ての位置で軽減されている。その軽減効果は、30～70%であり現場計測値とほぼ一致している。また、遠心加速度30～40 gから軽減効果が著しくなるが、これは、30～40 gでたわみ性材料が弾性変形から塑性変形に移り変わっていると考えられる。たわみ性材料幅で比較すると土圧計位置Aでは6 cm、Bでは8 cmが軽減効果が高く、Cでは殆ど等しい。

表-1は、遠心加速度70 gにおける土圧と軽減率を全実験ケースについてまとめた表である。表中の軽減率(%)は、

$$(1 - \text{たわみ性材料設置時の土圧} / \text{ないときの土圧}) \times 100$$

より求めた値である。表-1からたわみ性材料の設置幅と設置位置の影響をみると、土圧計位置AとBとも、幅6 cmの場合は2 cmの位置、幅8 cmの場合は3 cmの位置で最も土圧が軽減されている。このうち、最大の土圧が作用する土圧計位置Bで軽減効果が最も高いのは、幅8 cm位置3 cmである。土圧計位置Cでは、幅6 cm、8 cmとも2 cmの位置では軽減されているが、3 cmの位置になると幅6 cmのときは、土圧が増加している。これは、たわみ性材料設置によりその上部でアーチアクションが形成され、カルバートの側面に伝達されたためであろうと推定される。以上を要約すると、たわみ性材料は、カルバート頂版から(カルバート幅/2)程度の位置に設置し、その幅は形成されたアーチアクションが側面に伝達されない程度に大きくするのが望ましいようである。

参考文献 佐藤ら：高盛土下の剛性カルバートに作用する鉛直土圧の軽減工法について、土と基礎、1981.12

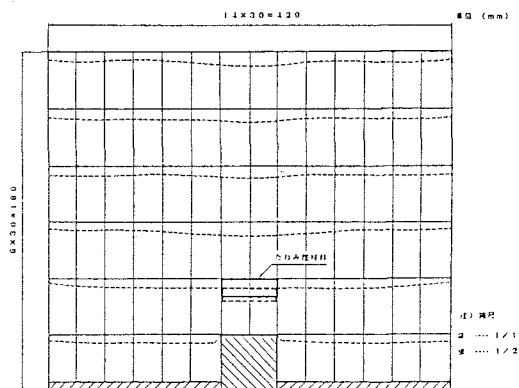


図-2 ターゲット沈下図(たわみ性材料を設置した場合)

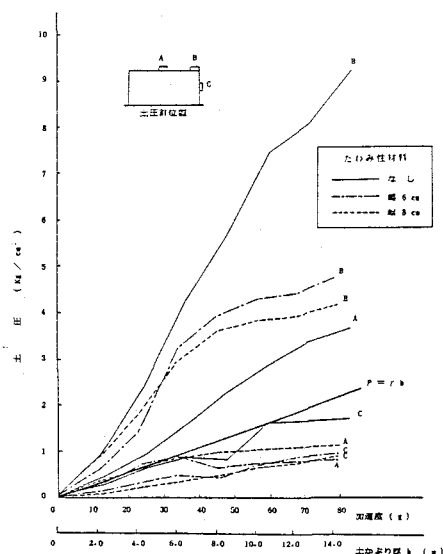


図-3 加加速度と土圧の関係

表-1 土圧と軽減率

(遠心加速度 = 70 G)

| 位置 | なし             | 1 (cm)         |            | 2 (cm)         |            | 3 (cm)         |            |
|----|----------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|
|    | 土圧<br>(kg/cm²) | 土圧<br>(kg/cm²) | 軽減率<br>(%) | 土圧<br>(kg/cm²) | 軽減率<br>(%) | 土圧<br>(kg/cm²) | 軽減率<br>(%) |
| A  | 3.396          | 1.536          | 54.8       | 0.891          | 76.4       | 1.026          | 69.8       |
|    |                | 1.818          | 46.5       | 1.153          | 66.0       | 0.961          | 71.7       |
| B  | 8.097          | 4.572          | 43.5       | 4.480          | 44.7       | 5.992          | 26.0       |
|    |                | 3.410          | 57.9       | 3.949          | 51.2       | 3.224          | 60.2       |
| C  | 1.718          | 1.234          | 28.2       | 0.887          | 48.4       | 2.643          | 33.8       |
|    |                | 1.235          | 28.1       | 0.748          | 56.5       | 1.573          | 8.4        |

位置：たわみ性材料設置位置 市：たわみ性材料市 土圧計：土圧計位置