

III-603

カルバートの土圧軽減に関する検討

日本道路公団 前田 良文

日本道路公団 大中 英揮

○ 正員 ㈱建設技術研究所 関 一 弘

1. はじめに

一般に、ボックスカルバート頂版に作用する鉛直土圧は、周辺地盤とカルバートとの相対沈下量の差によって、土被り自重 γD (γ :土の単位体積重量, D :土被り厚) よりも大きくなる。これは、周辺地盤の沈下量がカルバート部に比べ大きいことに起因している。これに対して、カルバート部の沈下量を周辺地盤よりも大きくすることにより、鉛直土圧を土被り自重以下にすることも可能であり、その効果については日本道路公団試験研究所で行った、頂版を強制的に沈下させる模型実験で確認している。

カルバート部の沈下量を大きくさせる工法として、発砲スチロール(以下EPSという)を頂版上に設置する工法が考えられ、今回この工法の土圧軽減効果について、FEM解析による検討を行ったので、その結果について報告する。

2. 検討内容

(1) EPSを設置しない場合

カルバートの幅を10mとし、これに対して土被り厚を10m, 30m, 50m ($D/B=1, 3, 5$)と変えて、頂版に作用する鉛直土圧の比較を行った。

計算には弾性FEM解析を用い、頂版の高さまでの盛土を初期応力解析し、そこから10段階(1m, 3m, 5m毎)に分けて解析を行った。弾性解析であるので、カルバート側面の摩擦をきるための軟弱層(薄層)を設けた。基礎は直接基礎とした。支持地盤については、鉛直土圧が弾性的場合よりも大きくなることを、計算により確認したうえで剛体とした。

解析モデル及び物性値を図1に示す。

(2) EPSを設置した場合

EPSを頂版に設置する場合、図2に示す全面設置と部分設置の2つが考えられる。部分設置は、頂版中央部の土圧が軽減され、その分が端部に集中する。全面設置は、カルバート部と盛土部との相対沈下量が吸収され、頂版全体の土圧を軽減させる。この場合、相対沈下量を把握しておく必要がある。

今回は、頂版幅の80%の範囲にEPSを設置した時の効果と、盛土の物性値(C , ϕ)及びEPSの弾性係数を变化させた場合の影響について調べた。

計算には弾塑性FEM解析を用い、EPSを弾性体(図3参照)、盛土を弾塑性体として解析を行った。解析ステップは、頂版上面までの盛土の初期応力解析と、その後は段階盛土の影響を考慮せずに5mを一括盛土($D/B=1$)した状態の2ステップとした。

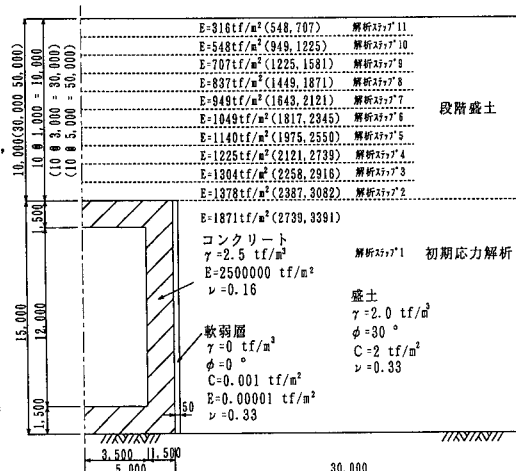


図1 解析条件 EPSなし

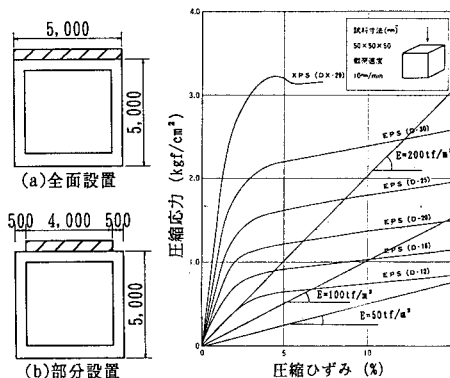


図2 EPSの設置方法 図3 EPSの弾性係数

3. 検討結果

計算により得られた鉛直土圧 (P_v) から求めた鉛直土圧係数 ($\alpha = P_v / \gamma D$) と実測値との比較を図4に示す。図中の実戦は設計要領における設計値を示してある。計算値 (EPSなし) と設計値の傾向が良く対応しているのが判る。

頂版上面における土圧分布を、図5 (EPSなし) および図6 (EPSあり) に示す。EPSを設置した場合の土圧は、中央部分が軽減され、その結果頂版のモーメントは減少する。ただし、端部付近 (EPSを設置していない部分) に土圧が集中しているため、側壁の軸力は変わらない。

また、EPSを設置して頂版の土圧を軽減させた場合、軽減された土圧の一部をカルバート側面の盛土で受け持つことになり、カルバート側壁に作用する水平土圧が大きくなる。今回の計算 (部分設置) においては、約3割程度の増加がみられた。全面設置した場合には、軽減された土圧を全てカルバート側面の盛土で受け持つため、さらに水平土圧が大きくなると予想される。

盛土の物性値を変化させ、鉛直土圧係数を比較したものを図7に示す。(a)は粘着力、(b)は内部摩擦角、(c)はEPSの弾性係数による影響を比較している。盛土の強度が大きくなるに伴い鉛直土圧係数は小さくなる傾向を示すが、その効果は顕著ではない。EPSの弾性係数が小さくなるに伴い土圧係数が小さくなり、図3に示すEPSの強度による影響が大きい。

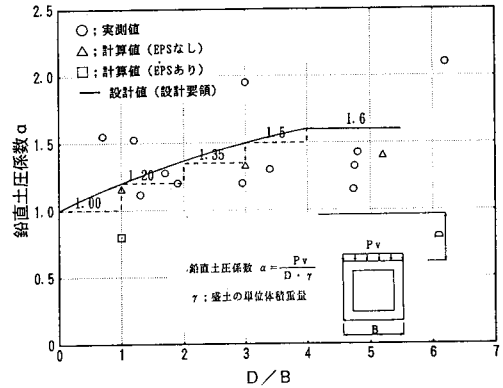


図4 鉛直土圧係数の実測値と計算値との比較

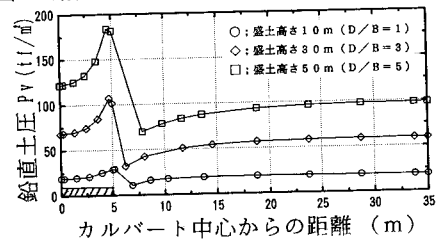


図5 頂版上面位置における鉛直土圧 (EPSなし)

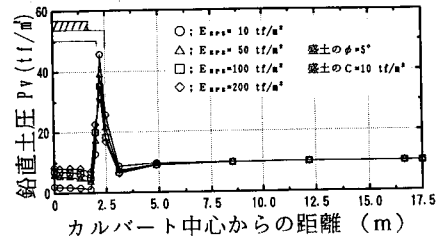
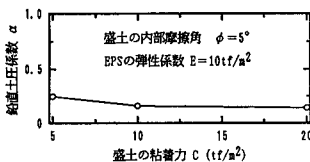
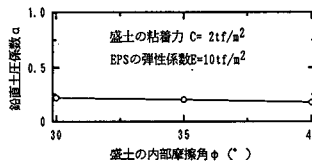


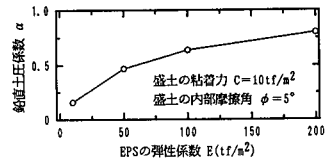
図6 頂版上面位置における鉛直土圧 (EPSあり)



(a) 盛土の粘着力との関係



(b) 盛土の内部摩擦角との関係



(c) EPSの弾性係数との関係

図7 盛土及びEPSの物性値と鉛直土圧係数との関係

4. おわりに

EPSを頂版上に部分的に設置した場合、頂版支間に作用する鉛直土圧が軽減され、側壁に作用する水平土圧が増加することが判った。また土圧軽減効果は、盛土の物性による影響をほとんど受けず、EPSの弾性係数が小さいほど大きくなる。

検討課題として、合理的なEPSの設置幅及び強度、側壁に作用する水平土圧の増加による影響、及び長期安定性等が挙げられる。今後現地試験施工等を行い検討していきたい。

最後に、本検討に際し、ご指導を頂いた群馬大学鶴飼恵三教授に謝意を表します。

<参考文献>1) 松田・前田・持田・五瀬・下島;「ボックスカルバートの鉛直土圧軽減に関する実験報告」;

第28回土質工学研究発表会, 1993.