

北海道開発局開発土木研究所 正会員 ○松田泰明

〃 〃 西川純一

〃 〃 三原慎弘

1. まえがき

高盛土下に施工するカルバートや杭基礎のカルバートでは、盛土の相対沈下差によって鉛直土圧がその直上の土被り圧より大きくなるため、施工費が土被り厚に比べて割高となる^{1) 2)}。また、最近の高規格道路の建設に伴い、このような高盛土下に施工するカルバートが増えている。そこで盛土の相対沈下差を少なくし、鉛直土圧を軽減する目的でカルバートの上部に圧縮性材料のEPSを設置する工法を検討した^{3) 4)}。すでに模型実験により本工法の有効性について確認を得ているが⁵⁾、本報文では実施工における土圧軽減効果を知るための試験施工を行ったのでこれについて報告する⁶⁾。

2. 試験施工

2.1 工事概要

試験は、図-1に示す高規格幹線道路旭川紋別自動車道の奥白滝工区に施工する水路カルバートで行った。カルバートの縦断面図を図-2に、断面と計測器の配置を図-3に示す。カルバートは直接基礎で、土被り厚 $h=24.50\text{m}$ 、鉛直土圧係数は $\alpha=1.2$ であり、設計断面は鉛直土圧の軽減を考慮しない断面とした。また、EPSは道路中心の直下に設置し、その両側を無対策とした。盛土材の湿潤密度は 1.84g/cm^3 のシルト混じり礫質土である。EPSの密度は 20kg/m^3 で、その圧縮特性は図-4に示すように、ひずみ1~2%を境に弾性変形と塑性変形の領域に分けらるが、本試験では塑性領域まで変形する設計である。なお、平成5年度の盛土は土被り厚9.3mで完了した。

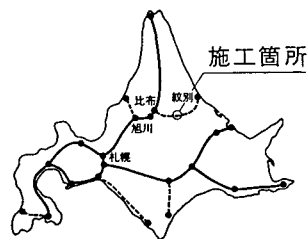


図-1 位置図

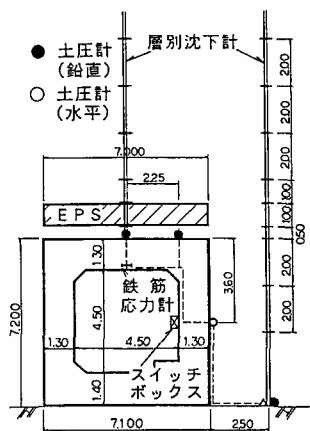


図-3 断面および計測器配置

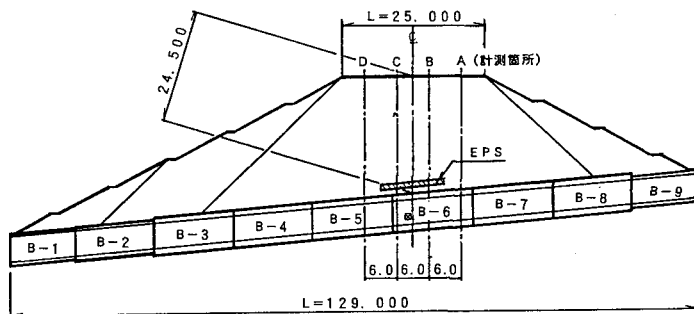


図-2 カルバート縦断面図

2.2 測定結果（鉛直土圧とEPSの圧縮量）

図-5に土被り厚9.3mまでのB・D箇所の右側の鉛直土圧と、EPS中央の圧縮量を示す。無対策箇所でのカルバートに作用する鉛直土圧は、土被り厚が増加するに従って大きくなり、9.3mでの鉛直土圧係数は $\alpha=1.43$ となった。これに対しEPS設置箇所では、EPSの圧縮量の増加に伴い鉛直土圧の増加は極めて小さくなり、その値は土被り圧よりも小さく $\alpha=0.95$ となった。

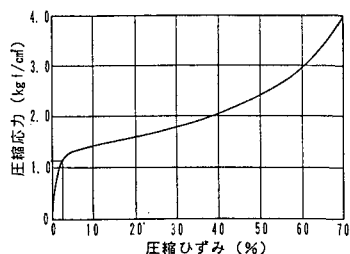


図-4 EPS圧縮特性

また、ここには示していないが他の計測箇所でもこれと同様の傾向を示し、土被り厚9.3mでのEPSの置換厚さを考慮した平均の鉛直土圧の比{(EBS箇所/無対策箇所)×100%}はカルバート中央で66%、右側で50%となり土圧の軽減効果が確認できた。このことは、EPSが土被り圧によって圧縮し、盛土の相対沈下差が小さくなったためと考えられる。

ここで、土被り厚7.7mのときのEPSに作用する鉛直応力 $\{\sigma = (7.7\text{m} - 1.5\text{m}) \times 1.84\text{g/cm}^3 = 1.14\text{kgf/cm}^2\}$ と圧縮量25mm(ひずみ換算2.5%)の関係をみると、図-4の応力ひずみ関係と良く一致することが分かる。

3. FEM解析

3.1 解析概要

試験施工の土被り厚9.3m時点でのFEM解析を試みた。表-1に入力定数を示す。解析モデルは単純化して右半断面での解析とし、基礎地盤は軟岩であるがY軸固定とした。また、EPSの圧縮特性を的確に表現するため、EPSを弾塑性体として扱い、Huber-Von Mises 弾塑性体モデルで解析した。さらにEPSおよびカルバートと盛土の境界条件は、滑動を考慮したジョイント要素を取り入れた。

3.2 解析結果

EPS設置箇所と無対策箇所のカルバートに作用する鉛直土圧の解析の結果と実測値を図-6に示す。ただし、無対策区間のカルバート中央の土圧計は故障のため測定値できなかった。解析の結果は、無対策・EPS設置箇所とも実測に近い値が得られ、カルバート中央では実測値とはほぼ一致した。本工法の設計にあたっては、基礎形式、カルバート断面、土被り厚、盛土材の土質、地盤などの条件によって、EPSの圧縮強度、置換形状、設置位置が求まる設計要領の確立が必要となるが、FEM解析はこれら複雑な設計条件での設計検討に利用できると考えられる。

4. まとめ

盛土施工の途中であるが、今回の試験施工およびFEM解析により次のような結果を得た。

- ①実施工において、EPSを圧縮性材料として用いて鉛直土圧の割増しを軽減する工法の有効性が確認した。
- ②異なる材料間の滑動を考慮した弾塑性モデルのFEM解析は、実測値と比較的良好一致を示したことから本工法の設計検討に利用できる。

5. あとがき

試験施工では今年度の盛土施工、さらに供用開始後の計測を行うことにより本工法の有効性を実証し、新しい設計法の提案を行いたい。

最後に本報文にご協力をしていただいた網走開発建設部遠軽道路建設事業所の関係各位に謝意を表す。

一参考文献一

- 1) 北海道開発局; 道路工事設計施工要領, 1991年4月。
- 2) (社)日本道路協会; 道路土工-擁壁・カルバート・仮設構造物工指針-, 1987年5月。
- 3) 佐藤・岩崎; 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年12月。
- 4) 島田; カルバート設計における鉛直土圧係数の改訂提言, 日本道路公団技術情報第94号, 1988年10月。
- 5) 松田・三原・西川; EPSを用いた高盛土下におけるカルバートの土圧軽減, 土木学会第48回講演会要集, 1993年9月。
- 6) 三原・松田・西川; 高盛土下のカルバートに作用する鉛直土圧の軽減工法, 第29回土質工学研究発表会講演集, 1994年6月。

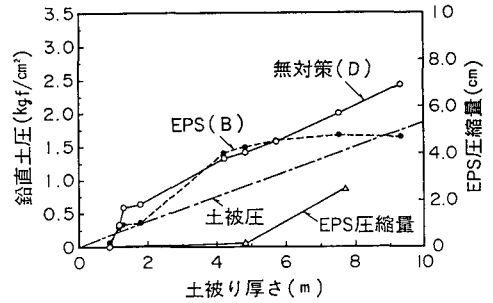


図-5 鉛直土圧とEPS圧縮量

表-1 FEM解析に用いた入力定数

	弾性係数 (kgf/cm²)	ポアソン比 (-)	比重 (-)	圧縮強さ (kgf/cm²)	硬化パラメータ (-)
盛土	300	0.3	1.84	-	-
EPS	59	0.12	0.020	8.2	0.012
カルバート	235,000	0.167	2.50	-	-

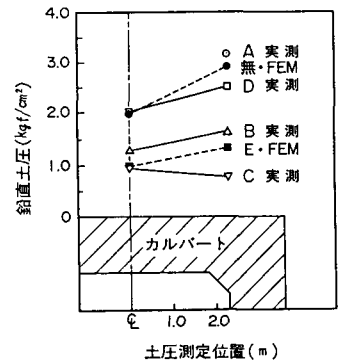


図-6 解析結果と実測値