

Ⅲ-489

カルバートに作用する鉛直土圧の軽減工法

ー試験施工と数値解析ー

北海道開発局開発土木研究所 正会員 ○松田泰明

〃 〃 西川純一

〃 〃 大江祐一

1. まえがき

最近、高規格道路の建設に伴い、高盛土下のカルバートが増えている。土被りの大きなカルバートや杭基礎のそれでは、盛土の相対沈下差によって直上の土被り圧よりも大きな鉛直土圧がカルバートに作用するが、これには不明な点も多く、土被り10mを越える場合の設計法は確立されていない¹⁾。また、実際に設計よりも大きな土圧が作用している例も少なくない^{2)~4)}。そこでカルバート上部にEPSを設置して、この相対沈下差を少なくし、鉛直土圧を軽減する工法について検討した。これまでに、模型実験と数値解析によってその有効性を確認した後、試験施工を行い土被り9.3mまでの試験結果について報告してきたが^{5)~7)}、本報文では、その後、土被り18.5mまでの施工を行ったのでこれについて報告する。

2. 試験施工

2.1 試験概要

試験は、高規格道路・旭川紋別自動車道の奥白滝工区の水路カルバートで行った。EPSは盛土中心に設置し、その両側を無対策として比較した(図-1)。盛土の物性を表-1に、計測器の配置を図-2に示す。カルバートは軟岩上の直接基礎で完成土被り $h=24.50\text{m}$ 、設計断面は鉛直土圧の軽減を考慮しない断面とした(設計鉛直土圧係数 $\alpha=1.2$ ⁸⁾)。またEPSは、ひずみ1~2%を越えると塑性変形をおこすが、本工法ではEPSを塑性領域まで変形させる設計である。なお、盛土施工はH5年度に土被り9.3mまで、H6年度に18.5mまで終了している。

表-1 盛土の物性

土 質	シルト混じり礫質土
湿潤密度	1.84 g/cm ³
EPS	密度 20kg/m ³

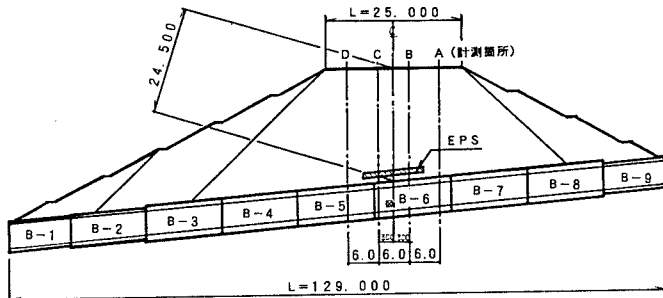


図-1 盛土横断面図とEPS設置箇所

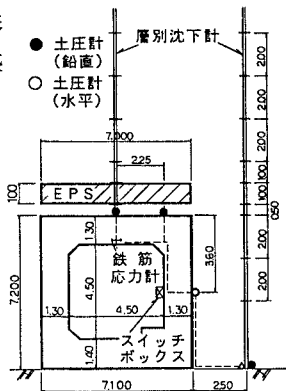


図-2 計測器の配置

2.2 計測結果

図-3~5に土被り18.5mまでの計測結果を示すが、無対策箇所Aの土圧計は故障のため測定できなかった。無対策箇所Dでのカルバート中央に作用する鉛直土圧は、施工終了後も増加し土圧係数は土被り9.3mで $\alpha=1.65$ 、土被り18.5mで $\alpha=1.55$ となった。また、図示していないが右端の土圧計ではさらに大きな値となった($\alpha=1.83, 1.85$)。これに対しEPS設置箇所B・CでのEPSの置換厚さを考慮した土圧係数は、土被り9.3mで

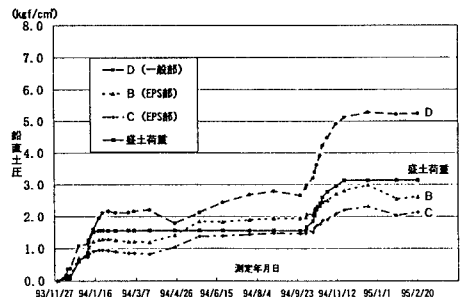


図-3 鉛直土圧

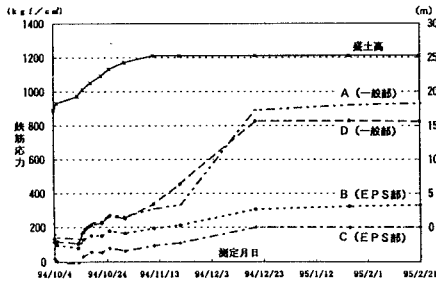


図-4 鉄筋応力

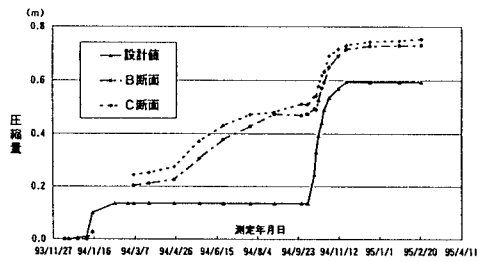


図-5 EPSの圧縮量

$\alpha=0.94, 1.26$ 、土被り18.5mで $\alpha=0.68, 0.86$ であった。この値から求めた鉛直土圧の比(無対策箇所/EPS設置箇所)は、カルバート中央で約2倍となり土圧軽減効果が確認できた。さらに鉄筋応力図からもEPSによる土圧軽減に効果があることが分かる(図-5)。図-6の盛土施工に伴うEPSの圧縮量は、B・C箇所とも同様の傾向を示し、土被り18.5mで70%以上となった。しかし、施工休止期間もEPSの圧縮量は増加し、クリープ変形していることが分かる。計測された圧縮量が、カルバートに作用している鉛直応力から計算した値よりも大きいのは、このことが影響している。図示していないが、このEPSの圧縮によりカルバート側方部分が沈下しているにもかかわらず、EPSより上の盛土ではカルバート上部の沈下量のほうが相対的に大きくなった。これによりカルバートに作用する鉛直土圧が軽減されたと言える。

3. FEM解析

3.1 解析概要

土被り18.5mでのFEM解析を試みた。表-1に入力定数を示す。解析は、EPSの圧縮量に応じて弾性係数を選択した弾性体モデルとして行った。モデルは単純化して右半断面とし、基礎地盤は軟岩であるがY軸固定とした。また、EPSおよびカルバートと盛土の境界は、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

解析結果と実測値を図-6に示す。無対策・EPS設置箇所とも実測値に比較的近い土圧が得られたが、これは実際のEPSの圧縮量から求めた弾性係数を用いたことも関係している。

本工法の設計には、基礎形式・カルバート断面・土被り・盛土材の土質・地盤などの条件によって、適用するEPSの圧縮強度・厚さ・置換範囲などが求まる設計要領の確立が必要となるが、EPSの圧縮特性は応力レベルにより大きく変わるため、解析方法をさらに検討する必要がある。

4. あとがき

今後、盛土完成まで計測を継続するとともに、FEM解析の検討および現在おこなっている遠心力载荷試験装置を用いた模型実験の結果も参考にして、本工法の設計法の提案を行う予定である。最後に、試験施工にあたって御協力頂いた北海道開発局網走開発建設部遠軽道路建設事業所の方々に感謝の意を表します。

—参考文献—

- (1) (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。
- (2) 田中他; カルバートに作用する鉛直土圧の評価, 北海道開発局土木試験所月報, No. 402, 1986年11月。
- (3) 佐藤他; 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) 松田他; 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回講演会要覧, 1993年9月。
- (6) 三原他; 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。
- (7) 松田他; カルバートに作用する鉛直土圧の軽減工法, 土木学会第49回講演会要覧, 1994年9月。
- (8) 北海道開発局; 道路工事設計施工要領, 1991年4月。

表-2 FEM解析の入力定数

材 料	弾性係数 (kgf/cm ²)	#777比 (—)	比重 (—)
盛 土	300	0.3	1.84
E P S	25	0.12	0.02
カルバート	235,000	0.167	2.50

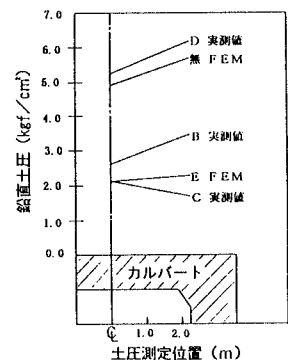


図-6 解析結果と実測値