

圧縮材を用いた鉛直土圧軽減化と土圧分布の均等化

(財)地域 地盤 環境 研究所 正 ○ 田村 恵 本郷隆夫 福田光治 長屋淳一
日本道路公団 松山裕幸

1. はじめに

圧縮材を用いたボックスカルバートに作用する鉛直土圧軽減化工法では、圧縮材の圧縮性が大きくなればその効果は大きくなるが、土被圧が高くなると逆に早く効果が低減し、突出型土圧に移行することを解析的に明らかにしてきた¹⁾。この移行過程では、カルバート中央部で最も早く土圧低減効果が消失し、平均的には土圧軽減効果が確認されながら、局所的には土圧係数が上昇する。この現象は軽減効果がある土被り圧を評価する上で混乱を招くことになる。本研究は補強材を組み合わせた土圧軽減化工法の合理的評価とメカニズムを検討をする基礎資料とするため、圧縮材の上にさらに土圧分布を平均化することを目指して敷設した剛性盤の効果を確認する目的で、FEM 解析を用いた分析を実施している。本論文ではこのうち剛性盤の剛性、盛土条件等と土圧分布の関係を示したものである。

2. 圧縮材の圧縮性と土圧分布

本研究ではボックスカルバートと EPS を組み合わせた鉛直土圧軽減化工法を研究対象としている。図-1 は、本研究で用いた EPS の $e \sim \log P$ 関係を示している。図-2 は解析モデルで、ボックスカルバートの形状は $B=7m$ 、 $D=7m$ 、EPS の厚さは $50cm$ とし、全幅に敷設した。剛性盤は EPS の上端から $25cm$ 上に敷設するが、その敷設幅 b はカルバートの幅を B とすれば約 $B/2$ 、 B 、 $1.5B$ とした。盛土高さは最大 $40.5m$ とした。盛土条件の検討をするため段階盛土と即時盛土で载荷した。これらの盛土形状と表-1 に示す盛土材のパラメータは変えずに剛性盤のパラメータを変えたパラメトリック解析を行い、その効果を調べた。図-3、4 は低、中盛土と高盛土3ケースの鉛直土圧係数の分布を示した。ここに低土被圧は EPS 上 $0.5m$ の盛土、中盛土は $10.5m$ 、高盛土は $40.5m$ の盛土厚さとした。鉛直土圧係数を 1 とした時のこれらの土被圧は低盛土の場合 $9.5kN/m^2$ 、中盛土 $199.5kN/m^2$ 、高盛土は $769.5kN/m^2$ になる。図-1 では低盛土は降伏応力より小さく、中盛土は D20 の圧縮ひずみ 80% 、高盛土は圧縮ひずみ 90% 以上に達している载荷レベルである。両図より低～中盛土では D20 の鉛直土被圧は溝型に転じ、鉛直土圧係数比は $\alpha=1.0 \rightarrow 0.6$ 付近になるがカルバート直上で(×)土被り圧 $9.5kN/m^2$ を除いてほぼ一定であることを示している。これに対し図-4 に示す高盛土では EPS の圧縮ひずみが 90% を越える荷重レベルになると、盛土中央部の鉛直土圧係数が上昇しはじめるこの現象は剛性盤の敷設幅にかかわらず類似している。

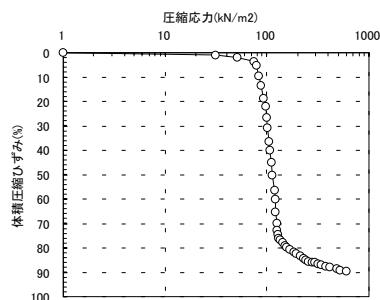


図-1 EPS の $e \sim \log P$

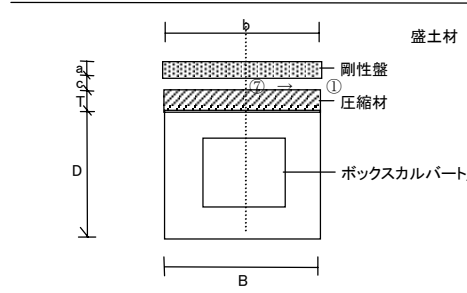


図-2 解析モデル

表-1 盛土材のパラメータ

解析 ケース	圧縮 指数 λ	膨潤 指数 κ	先行 圧密荷重 $p_0 (kN/m^2)$	破壊 応力比 M	ポアソン 比 ν	初期 間隙比 e_0
盛土	0.2	0.015	1000	1.80	0.33	0.667

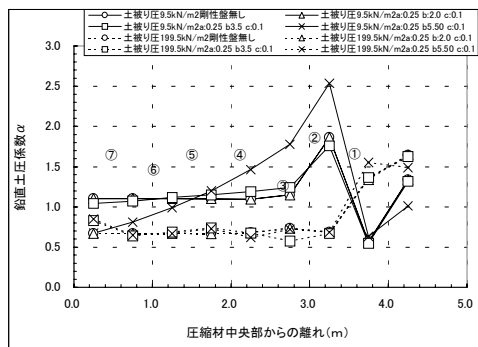


図-3 低土被圧下の鉛直土圧係数

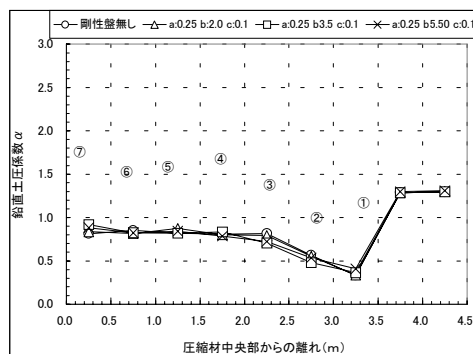


図-4 高盛土下の鉛直土圧係数

圧縮, ショシンセティック, 土圧, 盛土, 有限要素法

連絡先 大阪府大阪市西区立売堀 4-3-2 Tel:06-6539-2971 Fax:06-6578-6560

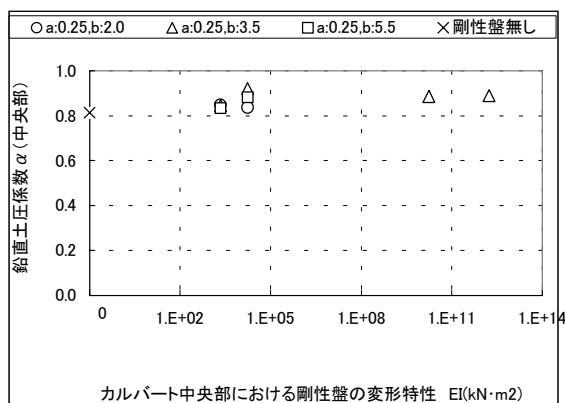


図-5 剛性盤の剛性とボックスカルバート中央部の鉛直土圧係数

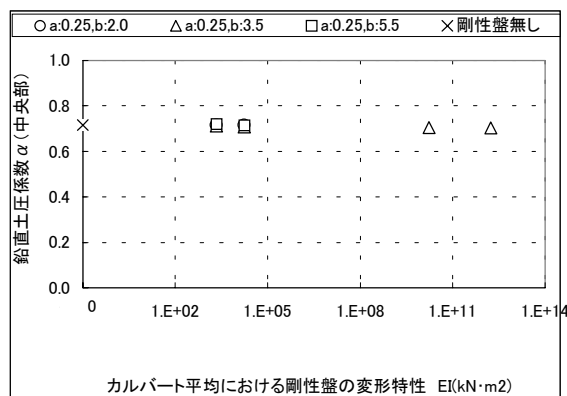


図-6 剛性盤の剛性と平均鉛直土圧係数

3. 剛性盤の変形特性と土圧分布の均等化

EPS D20 を対象にして、土圧の均等化を行うための補助的補強工を検討した。剛性盤の敷設幅と剛性が土圧分布の均等化に果たす効果は既に発表している¹⁾。その結果を高盛土に対して整理したのが図-5, 6 である。図-5 はカルバート中央部の EPS に作用する鉛直土圧係数, 図-6 は平均鉛直土圧係数を対象にして整理した。この結果 1) 平均的には高盛土でも鉛直土圧係数約 0.7 であるが, カルバート中央部では平均鉛直土圧係数 0.8 以上になり, 突出型への移行を示している。2) 剛性盤の土圧均等化への効果は少ないことがわかる。剛性盤の剛性は EI で評価している。本研究では剛性盤の基本的特性として厚さ 10cm の鉄板を想定した。この結果 $EI=17430\text{kN/m}^2$ が基準になる。なお, 鉄板の弾性係数を $E=2.1 \times 10^{13}\text{kN/m}^2$ としているので, 解析はトラス構造的な断面二次モーメントが大きい形状の領域まで対象になっていることになる。土圧均等化には様々な材料が考えられる。本研究ではカルバート中央部の剛性盤の応力伝達方法として, 自由端及び固定端の 2 つの条件を検討した。図-7 がその結果であるが, 端部の固定条件は解析結果には明確な効果はあらわれていない。これらの原因として, 実際上の現象か解析的な問題かを究明することは今後の課題である。

4. 盛土条件と鉛直土圧軽減効果

本解析では実際の盛土過程を考慮して, 段階盛土を基本条件としている。この場合, アーチアクション効果が充分期待できず, 形成されたアーチアクションが盛土過程で消失していく可能性も考えられる。このため, 鉛直土圧軽減化効果のメカニズムを究明し, また, こうした問題に対する FEM 解析手法の有効性を確認するために段階载荷に対して, 全形状を即時的に载荷する条件でも解析を行ってみた。この結果が図-8 である。この結果, 概略的には鉛直土圧係数は即時载荷条件で減少する傾向になることがわかったが, 盛土方法の影響は小さいことが分かった。

5. おわりに

本研究では, 圧縮性に作用する鉛直土圧係数の局所的分布の均等化を目指し, その中で鉛直土圧軽減のメカニズムを検討したものである。解析的手法の有効性についてはデータ不足で触れることは出来ないが, 均等化を目指した剛性盤敷設の効果は少ないことが予想される結果になった。

(参考文献)

- 1) 本郷隆夫, 福田光治, 長屋淳一, 田村恵, 松山裕幸: カルバート直上圧縮材の土圧低減分布と平滑化, 第 37 回地盤工学会研究発表会講演概要集投稿中

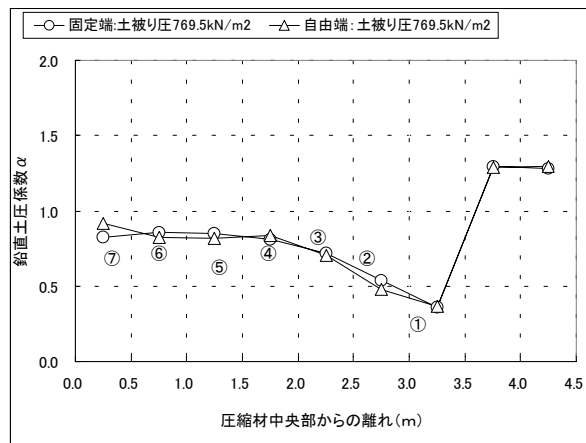


図-7 剛性盤の応力伝達と土圧変化効果

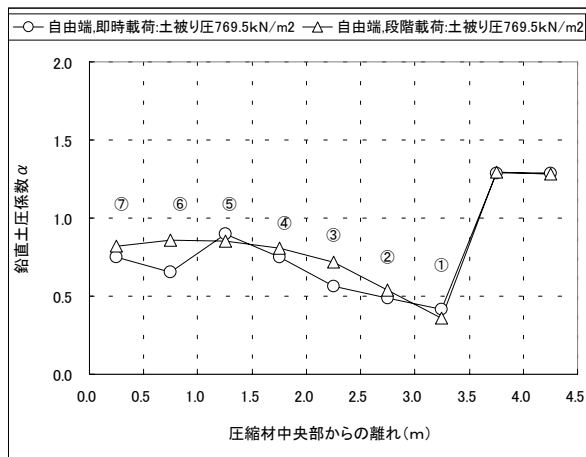


図-8 段階载荷と即時载荷による土圧軽減効果