

鉛直土圧軽減工法に用いる EPS の圧縮特性

広島大学工学部 正会員 佐々木 康
大牟田市 正会員 小畑 修次
広島大学大学院 学生会員 ○村川 奉嗣
四国道路エンジニア株式会社 正会員 島田 忠則

1.背景および目的

盛土で高速道路などを建設する際、その下を横断する道路、水路などの空間を得るために、盛土内に剛性カルバートを設置する。山岳地などのように、高盛土になる場合には、カルバート直上部と周辺部での盛土の相対的な圧縮量の差によって生まれる下向きの摩擦力により、盛土高さから算定した土被り圧よりも大きい鉛直土圧が作用する。これによってカルバートの設計土圧は、最大で土被り圧の 1.6 倍割増しすることとなり、建設費は増大する。これに対処するため、EPS（発泡スチロール）を用いた工法が試験的に行われている（図 1）。この工法はカルバート上に発泡スチロールを敷設してその圧縮性により、剛性カルバートを見かけ上たわみ性の地中構造物として鉛直土圧を軽減させる工法である。この工法の試験施工例は増加しており、データが蓄積されてきたが EPS の材質や厚さの選定に関する設計法は、現段階では十分確立されていない。

そこで本研究では、EPS の材質や厚さの選定のための基礎資料となる EPS の圧縮特性を明らかにするため、EPS の圧縮メカニズムとクリープ特性を解明することを目的とする。

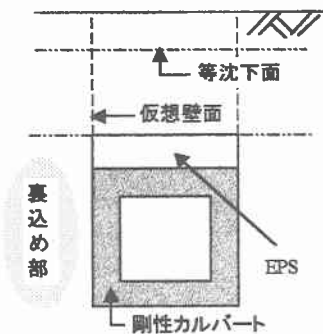


図 1 鉛直土圧軽減工法適用の場合

2.現場収集データの整理結果

カルバートを設置した試験施工の全事例（31 件）について、EPS の有無により、現場データを整理した結果を以下に示す。

図 2 は鉛直土圧係数 α （＝計測土圧／土被り圧）の分布を表したものである。通常（EPS：無）の場合 α はほとんど 1.0 より大きい値を示すのに対し、土圧軽減工法（EPS：有）を適用した場合は α が 1.0 より小さい値を示しており本工法の効果が顕著に表れている。

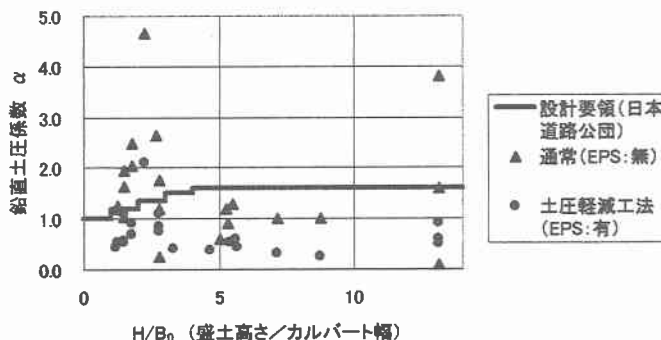


図 2 鉛直土圧係数 α の分布

3.EPS 圧縮試験の方法

ひずみ制御と荷重制御により EPS の圧縮試験を行った。前者は、一軸圧縮試験機により載荷速度 1%/min で行い、荷重をロードセルで、変位を変位計で計測した。また、カメラにより供試体全体と局部を 2 分毎に撮影した。後者は、基本的に土の段階載荷による圧縮試験（JIS A 1217）に準拠して行ったが、以下の点については、試験方法を変更した。

- ・ 24 時間載荷ではなく、各段階においてクリープの収束が確認された時点で次の段階の載荷を行う。

4.実験結果および考察

ひずみ制御による圧縮試験から得られた画像データおよびそれを整理した結果を図 3、図 4 に示す。これらは密度が 20kg/m³ で供試体寸法が高さ 5cm、幅 20cm、奥行き 10cm についてのものである。なお、供試体側面には図 5 のように格子状に線を描いており、これらの番号は図 4 の番号と対応している。図 3 は応力と各要素の鉛直ひずみ関係である。上下部の鉛直ひずみは中央部の鉛直ひずみより小さく、中央部では全体の鉛直ひずみよりも大きくなっていることが分かる。また、図 4 は、図 5 において太線で示した範囲を CCD カメラで撮影した画像である。これにより、EPS は軸方向圧縮を受けると、横方向に収縮することが確認され、その割合は左右の端部が極端に大きいことが分かった。

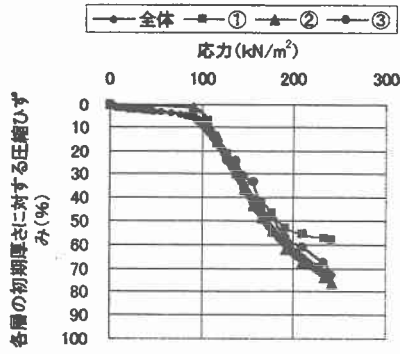


図3 応力～各要素の鉛直ひずみ関係

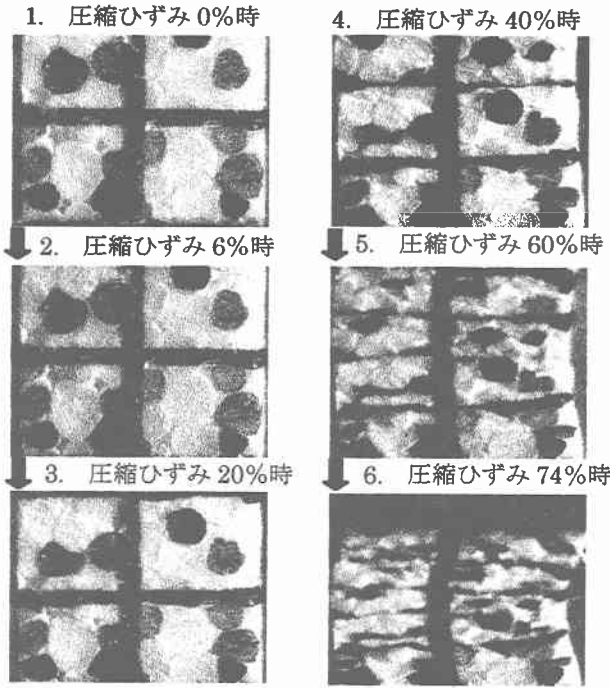


図4 EPS 圧縮の様子

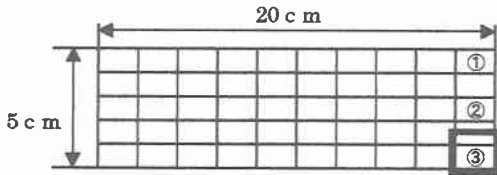


図5 供試体の分割

次に、図6はあるひずみ時の領域面積を100%としてその時のEPS粒子、空隙の面積の割合をひずみの進行に沿って表したものである。図3の全体のもとと照らし合わせてみると、EPSの圧縮は図7のように降伏する辺りまでの領域Ⅰ（粒子のひずみが空隙のひずみと比較して大きくなる）、その後の応力～ひずみ関係の変曲点までの領域Ⅱ（空隙のひずみが比較的大きくなる）、変曲点以降の領域Ⅲ（粒子のひずみが比較的大きくなる）に分けられると考えられる。

また図8に応力制御による圧縮試験から得られた経過時間～ひずみ関係を示す。これによりEPSを設計する

際、載荷圧が小さいときには、長期クリープを考慮する必要は無いが、載荷圧がある値を超えて大きくなると、クリープの影響が大きいため、考慮に入れる必要があることが分かる。

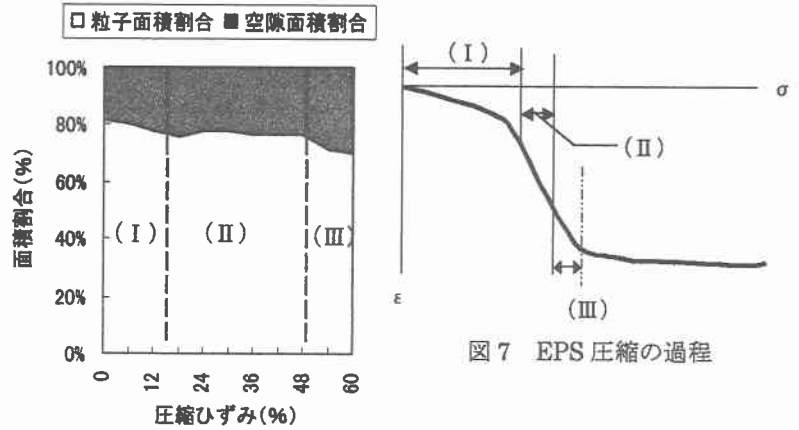


図6 あるひずみ時の領域面積に対する粒子、空隙面積の割合

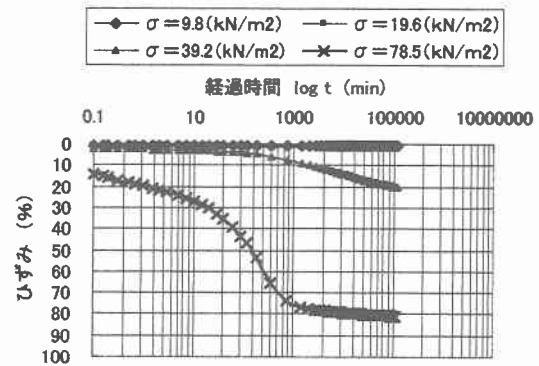


図8 経過時間 (log t) ～ひずみ (ε) 関係

5. 結論

- 1) EPSは軸方向圧縮を受けると横方向に収縮するという性質をもっている。
- 2) 画像データより、軸方向圧縮を受けるEPS表面の圧縮ひずみ分布が明らかになった。鉛直ひずみはEPSの上下端部が小さく、水平ひずみは左右端部が大きいといった、圧縮ひずみの非一様性がみられた。
- 3) EPSの圧縮は、EPS粒子自身の圧縮とEPS粒子間の空隙の圧縮から構成され、それぞれの圧縮成分は応力レベルによって異なることが分かり、EPSの圧縮過程を3つの領域に分類する考えを提示した。
- 4) EPSを設計する際は、長期クリープの影響が大きいため、これを考慮する必要があることが分かった。