

# クッション材を用いた埋設管鉛直土圧の軽減工法に関する実験 (第3報)

九州産業大学大学院 学生会員 立部 大喜  
 九州産業大学工学部 正会員 奥園 誠之  
 九州産業大学工学部 正会員 松尾 雄治

## 1. はじめに

地中埋設管に作用する鉛直土圧は、管周辺の地盤の条件によって異なる。例えば、図-1の(a)と(b)では後者は溝壁に生じる摩擦力により土圧が小さくなる。しかし、これは基盤を掘込む必要があり施工性から不利である。そこで、突出型の管上部にクッション材を敷設することによる土圧の軽減法が考えられる。本研究では、埋設管に作用する鉛直土圧の軽減法として、発泡スチロール材(以下 EPS と呼ぶ)や発泡ウレタン材(以下 ECS と呼ぶ)の、クッション材を敷設する工法に着目し、室内模型実験により地盤内部に生じる土圧の変化を計測したもので、土圧軽減工法の有効性について検討した。

## 2. 実験方法

室内実験は土槽(2080×942×495 mm)内に埋設管(塩化ビニールパイプ D=115mm)を土槽底板部に等間隔に2本据え、土圧計を各所に設置した。(図-2参照)。試料には2mm 通過分の沓岐産海砂を使用し、多重ふるい空中落下法で盛土地盤を作製した。さらに、土被り荷重を増すために、エアバックによる空気圧を段階的に載荷して、土圧変化を24時間計測した。実験ケースは図-1に示すもので、溝型の掘り込み深さ、クッション型の敷設厚さと材質に変化を与えた。クッション材として EPS 材とこれより圧縮性の高い ECS 材を使用した。

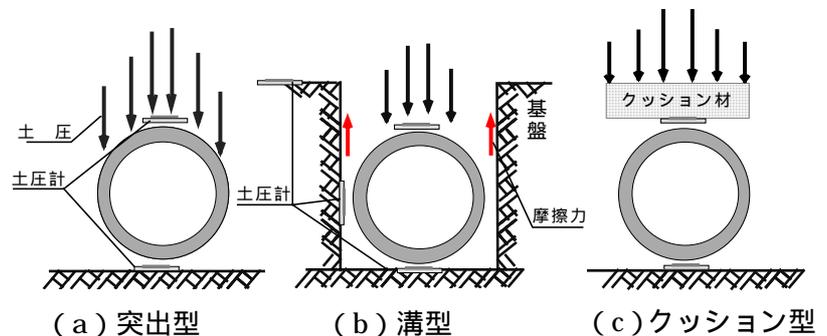


図-1 実験ケース概念図

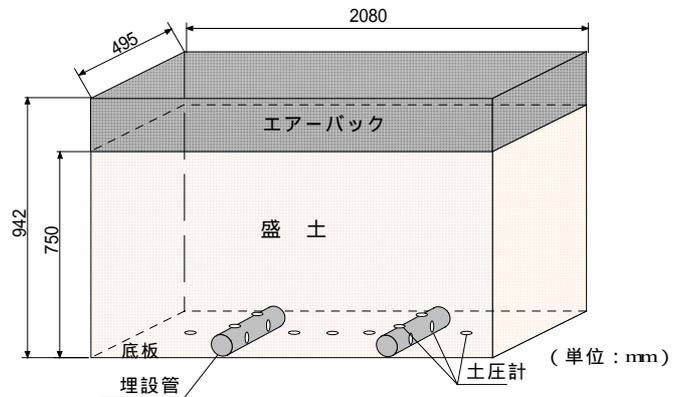


図-2 実験土槽の概略図

## 3. 実験結果と考察

室内実験では溝型の掘り込み深さを埋設管パイプの直径 D を基準に、1.0D (等倍)、2.0D、3.0D の3条件の実験を行い、EPS と ECS の厚さはそれぞれ 30mm と 50mm を使用した。図-3 に全ケースの土圧軽減率を示す。また、軽減率は次式より求めた。

$$RR = \frac{P_1 - P_2}{P} \times 100$$

ここで、 $P_1$  : 突出型の鉛直土圧最終値  
 $P_2$  : 溝型・クッション型の鉛直土圧最終値

これより、溝型では 2.0D、3.0D と深くなるにつれ軽減率が大きくなることが分かった。クッション型の EPS 敷設の場合はクッション材の厚さ 30mm と 50mm の差が少ないものの、溝型 2.0D とほぼ同じ値にまで低減できた。一方の ECS 材も 30mm と 50mm の厚さでは軽減効果に差は少ないものの、いずれも 90% を超える高い軽減率となった。これは、ECS が圧縮されたことにより管上部の土が移動変位して、アーチアクションが発生したためと考えられる。

盛土の進行に伴う土被り圧の増加過程と土被り圧の計算値  $P_v \alpha$  (盛土の単位体積重量 × 土被り厚さ + 空気

圧)と鉛直土圧の実測値  $P_{vs}$  との関係を図-4 に示す。突出型の場合、鉛直土圧が盛土の初期段階から 1:1 ラインとほぼ同じ変化をしており、土被り圧が埋設管に直接作用していることがわかる。一方、埋設管上部にクッション材を敷設することで EPS 材・ECS 材ともに鉛直土圧の軽減が図られていることがわかる。しかし、溝型の 1.0D では初期段階から計算値とほぼ同じ値となった。

なお、溝型の鉛直土圧計算値  $P_{vc}$  は次式で求めた。

$$= \pm \gamma B \frac{e^{\pm 2K\mu He/B} - 1}{2K} \gamma (H - He) e^{\pm 2K\mu He/B}$$

ここで、 $K\mu p$  : 相対変位面に作用する摩擦力、 $\gamma$  : 埋戻し土の単位体積重量、 $H$  : 管頂部より地表面までの高さ、 $He$  : 管頂部より等沈下面までの高さ、 $B$  : 溝幅、 $\mu$  : 溝の側面と埋戻し土との摩擦係数、 $K$  : 水平土圧係数である。

図-5 は各ケースの最終値より、鉛直土圧係数  $\alpha = P_{vs}/P_{vc}$  を比較したものである。突出型と溝型 1.0D は 1.0 以上の値となるのに対し、他の全てのケースは 1.0 以下となった。溝型は掘り込み深さが深くなるにつれ  $\alpha$  の値も小さくなった。これより、EPS と ECS は鉛直土圧の軽減効果が期待できる結果が確認できたが、30mm と 50mm では値に差はなく今回の実験では、厚さの違いによる軽減効果はさほどみられなかった。また、EPS30mm と 50mm の  $\alpha$  の値は 0.7 付近に対し、ECS はともに 0.05 付近となり極めて小さい値となった。表-1 に現場規模との相対性を示す。本実験を実規模に換算すると管直径が 23cm の埋設管に対し、土被り厚さが 5.4m の盛土に相当する。また、クッション材の厚さは 6cm、10cm となる。今回の結果より、EPS、ECS それぞれ 6cm 以上の敷設で十分な鉛直土圧軽減効果が期待できる。

4. まとめ

土圧の軽減工法に関する室内模型実験の結果より、溝型では 2.0D 以上掘り込まなければ土圧軽減は望めなかった。また、EPS 30mm と 50mm は溝型 2.0D と同程度の土圧軽減が確認できた。また、ECS をクッション材として用いると特に土圧の軽減が図られるが、クッション材の厚さによる効果の差はそれほど顕著には表れなかった。施工にあたり、盛土の土質や土被り条件に応じてクッション材の材質や厚さを設計する必要があるものといえる。

参考文献：立部・奥園・松尾、「クッション材を用いた埋設管鉛直土圧の軽減工法に関する実験」

土木学会平成 17 年度全国大会第 60 回年次学術講演会 2005.9

謝辞：本実験を行うにあたり、卒業研究生の上田勝也、木村慎一郎に感謝の意を表したい。

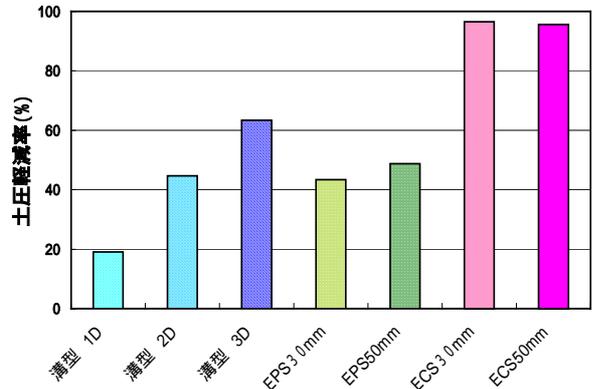


図-3 土圧の軽減率

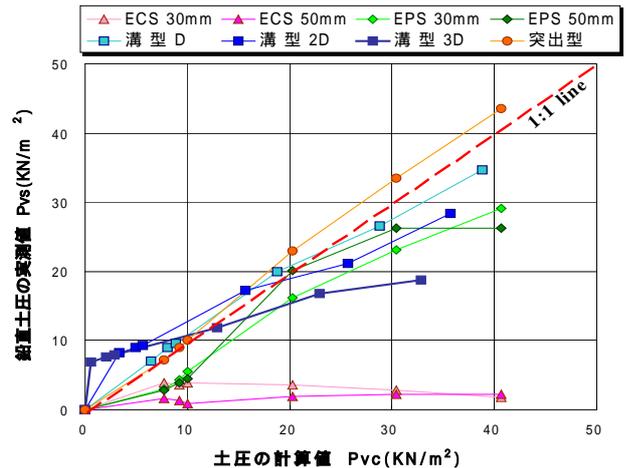


図-4 鉛直土圧の計算値と実測値の関係

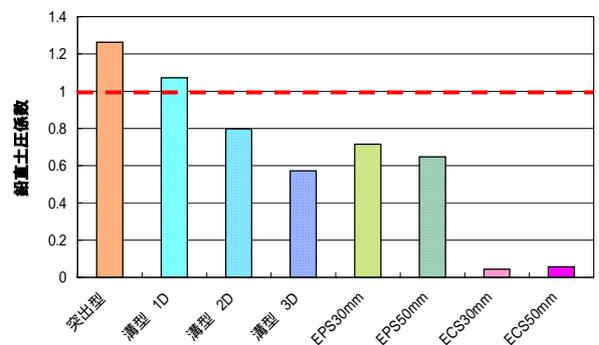


図-5 鉛直土圧係数 の比較

表-1 現場規模との相対性

項目	本実験	倍率	現場
埋設管直径	11.5 (cm)	× 2	23 (cm)
クッション材厚さ	3 (cm) 5 (cm)	× 2	6 (cm) 10 (cm)
土被り厚さ	盛土重量を高さ に換算 0.75 (m) 載荷圧を高さ に換算 1.95 (m)	× 2	5.4 (m)