

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

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

地中埋設管にかかる土圧は、その管周辺の地盤条件によってことなる。例えば、図-2の(a)と(b)では(b)が土圧は小さい。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置くことによって土圧の軽減が考えられる。本研究では、埋設管に作用する土圧の軽減工法として、溝型の工法、発泡スチロール材（以下 EPS と呼ぶ）、発泡ウレタン材（以下 ECS と呼ぶ）等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。また、室内模型実験をもとに実物大の現場実験を行い、現場での土圧軽減工法の有効性について検討を行うものである。

2. 実験方法

室内実験は土槽(1000×690×295 mm)内に埋設管(塩化ビニールパイプ φ110mm)を土槽底板部中央に据えた(図-1参照)。試料には豊浦標準砂を使用し、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の計測を行った。実験ケースは図-2に示すもので、(a)突出型、(b)溝型、(c)クッション型、について土圧軽減効果の検討を行った。なお、クッション材として EPS 材と圧縮性の高い ECS 材を使用した。

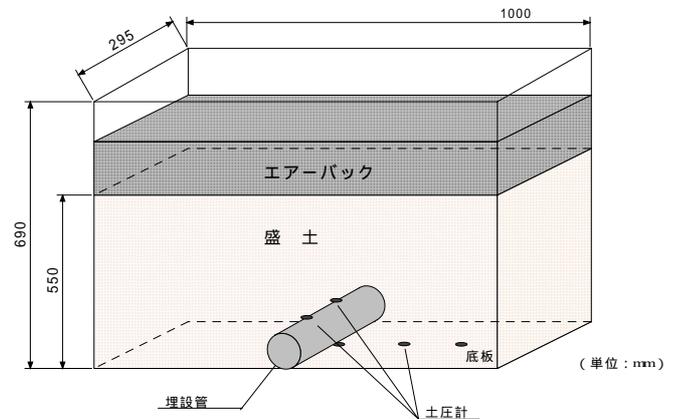


図-1 実験装置概要図(室内土槽)

現場実験では(2×1.6×1.6m)の海砂地盤を作成して(a)～(c)の工法を行い、(c)クッション型は EPS 材、ECS 材を使用した。

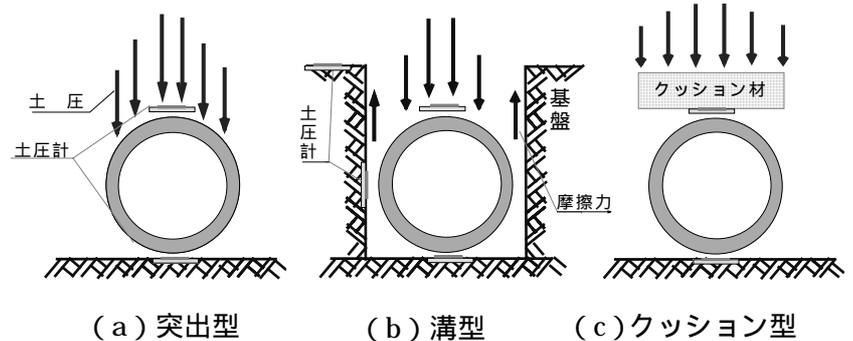


図-2 実験ケース

3. 実験結果と考察

室内実験では溝型の掘込み深さを埋設管パイプの直径(D)を基準に、D(等倍)、1.5D、2.0D、3.0D の4条件実験を行い、EPS・ECSともに30mmと50mmの厚さのものを使用した。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 : 突出型の最終値

P_2 : 溝型・クッション型の最終値

この結果より、D、1.5D では軽減が望めず、2.0D、3.0D と設置が深くなるにつれ軽減が見られた。クッション型の EPS 設置は溝型 3.0D とほぼ同じ値となった。一方の ECS 材は最も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形して、アーチアクションが発生したためと考えられる。

キーワード： クッション材、鉛直土圧軽減、模型実験、アーチアクション、埋設管

連絡先：〒813-8503 福岡市東区松香台 2-3-1 TEL 092-673-5685 FAX 092-673-5699

盛土の進行に伴う土かぶり圧の増加過程と土被り圧の計算値 P_{vc} (盛土の単位体積重量 × 土被り厚さ)、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。また、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。しかし、溝型の D、1.5D では初期段階から計算値を大幅に超えていることから軽減効果が望めずに、むしろ応力集中となり不利となることがわかった。

また、溝型の鉛直土圧計算値 P_{vc} は次式で求めた。

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

ここで、 $K\mu p$: 相対変位面に作用する摩擦力、 γ : 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、 H_e : 管頂部より等沈下面までの高さ、 B 溝幅、 μ : 溝の側面と埋め戻し土との摩擦係数、 K : 水平土圧係数。

現場実験では室内模型実験の結果をもとに、突出型、溝型 (2D)、EPS 材・ECS 材ともに (厚さ 3cm、5cm、10cm、15cm) 4 ケース、計 10 ケースを行った。図-5 は各ケースの土圧の最終値を示す。これより突出型と比較して溝型 (2D) は土圧の軽減がみられたが、EPS 材は突出型に比べて全てのケースで高い値を示した。これは周辺地盤のたわみよりも EPS 材の変形量が小さく支保的役目となったことで、応力が集中したものと考えられる。図-6 は土圧の軽減率を示す。溝型 (2D) は 50% の軽減がみられた。EPS 材は全てのケースがマイナスの値となったが、ECS 材は全てのケースが 90% と高い軽減効果が望めるという結果となった。

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 2D 以上掘込まなければ土圧軽減は望めなかった。また、ECS をクッションとして用いると特に土圧の軽減が図られる。同様に現場実験でも ECS が最も軽減できており、厚さ 50mm 以上であればさらに高い軽減が得られることがわかった。盛土の土質や土被り条件によってクッション材の材質や厚さを設計する必要がある。今後は、クッションの敷設位置を変えるなど、経済性・施工性などからもより良いケースをみいだして行く予定である。

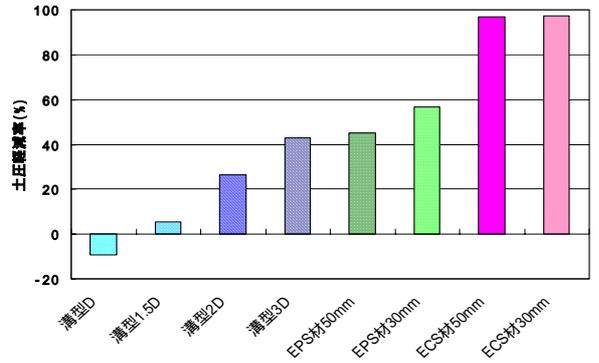


図-3 土圧の軽減率(室内)

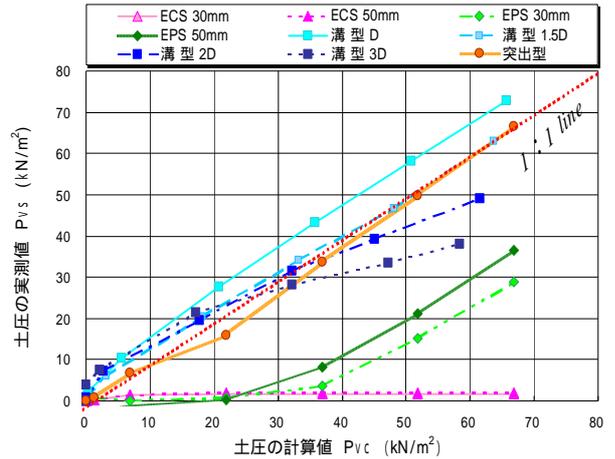


図-4 鉛直土圧の計算値と実測値の関係(室内)

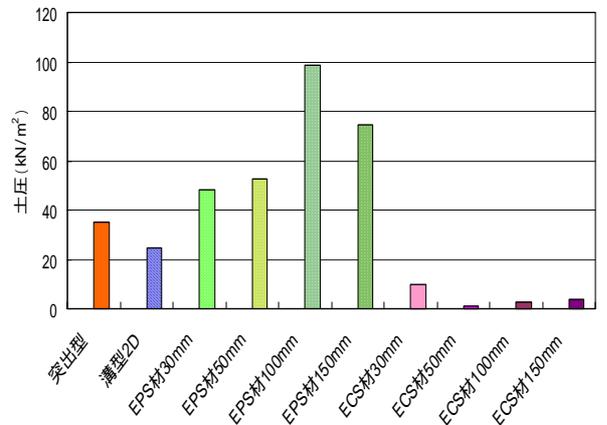


図-5 土圧の最終値(現場)

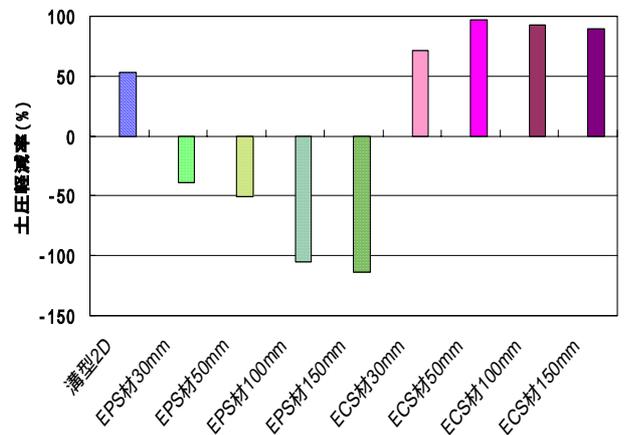


図-6 土圧の軽減率(現場)