埋設管に作用する鉛直土圧の軽減工法に関する研究

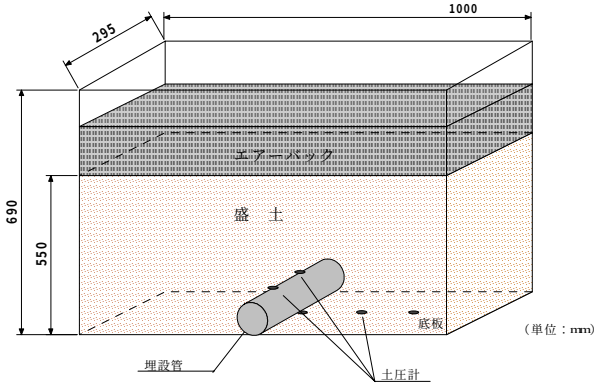
九州産業大学大学院　学生会員　○立部　大喜
九州産業大学工学部　正会員　奥園　誠之
九州産業大学工学部　正会員　松尾　雄治

１．はじめに

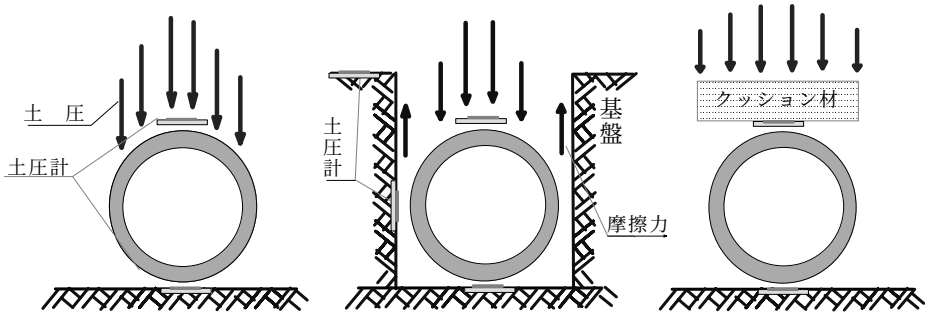
地中埋設管にかかる土圧は、その管周辺の地盤条件によってことなる。例えば、図-2 の（a）と（b）では（b）が土圧は小さい。しかしこれは基盤を掘込む必要があり、施工性から不利である。そこで、突出型の管上部にクッション材を置くことによって土圧の軽減が考えられる。本研究では、埋設管に作用する土圧の軽減工法として、溝型の工法、EPS（Expanded Poly-styrol 以下省略）、ECS（発泡ウレタン材以下省略）等のクッション材を敷設する工法に着目し、室内模型実験により地盤内部に生じる土圧の変化を計測した。また、室内模型実験をもとに実物大の現場実験を行い、現場での土圧軽減工法の有効性について検討を行うものである。

２．実験方法

実験は土槽（1000×690×295 ㎜）内に埋設管（塩化ビニールパイプφ=110mm）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、エアーバックによる空気圧を段階的に載荷して計測を行った。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圧縮性の高い ECS を使用した。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－１　実験装置概要図



（a）突出型　（b）溝型　（c）クッション型

図-2　実験ケース

３．実験結果と考察

溝型では掘り込み高さを埋設管パイプの直径（D）を基準に、D（等倍）、1.5D、2.0D の 3 条件の実験を行った。図-3 に土圧の最終値を示す。この結果より、2.0D がどこの箇所でも土圧が低くなっていることから、2.0D を基準として他のケースと比較する。図-4 に実験ケースにおける土圧の最終値を示す。突出型と比較すると、クッション型は管上部の土圧が軽減されており、同時に、突出型ほどではないが底面部の土圧も軽減していることからスポンジが圧縮されたことにより管上部の土が変形して、アーチアクションが起きたためだと考えられる。逆に、溝型では上部土圧また、

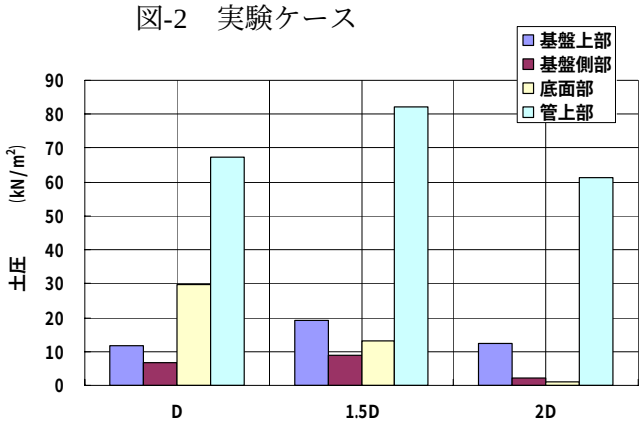


図-3　溝型土圧最終値の比較

管下部の土圧ともに突出型と同等の値となった。

次に、盛土の進行に伴う土かぶり圧の増加過程を土被り圧の計算値 Pvc（盛土の単位体積重量×土被り厚さ）として、鉛直土圧の実測値 Pvs との関係を図-5 に示す。この時に突出型の鉛直土圧が盛土の初期段階より 1：1 ラインとほぼ同じ動きをしている。このことから、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鉛直土圧の軽減が図られている。しかし、溝型（2D）では初期段階から計算値を大幅に超えていることから 2D ほどの掘り込みでは軽減効果が望めず、逆に応力集中となり不利となる。

溝型の鉛直土圧 P は次式で求めた。

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

ここで、Kμp：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、He：管頂部より等沈下面までの高さ、B 溝幅、μ：摩擦係数、K：水平土圧係数。

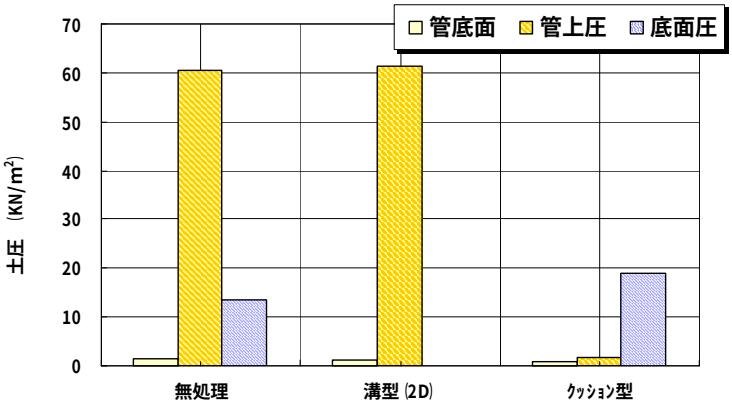


図 4-土圧の最終値比較

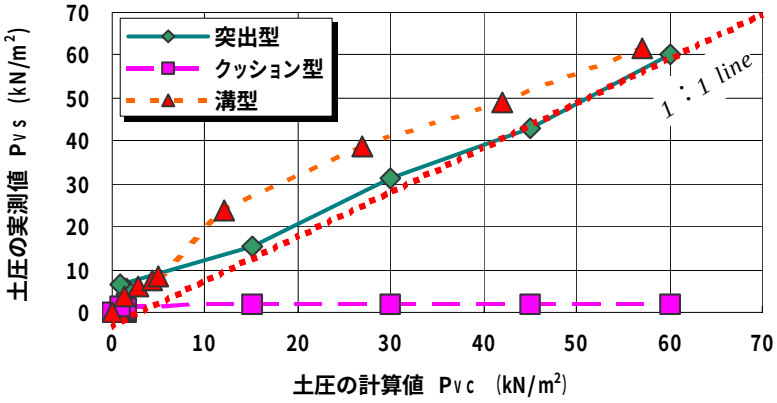


図 5-鉛直土圧の計算値と実測値の関係

現場実験では室内模型実験で出た結果をもとに、突出型、溝型（2R）、EPS 材（厚さ 5cm、10cm、15cm）3 ケース、ECS 材（3cm、5cm、10cm）3 ケースの計 8 ケースを行った。図-6 はその一部を示すものであり、突出型、溝型（2D）、EPS 5cm 、10cm、ECS 3cm、5cm のグラフである。これより ECS 5cm が最も土圧軽減が出ており、次に ECS 3cm の軽減が大きい。これに比べ EPS 材では土圧の軽減はできておらず、EPS 10cm は逆に土圧が大きくなっている。これは周辺地盤のたわみよりＥＰＳの変形量が小さく支保的役目となり、応力集中したものと考えられる。

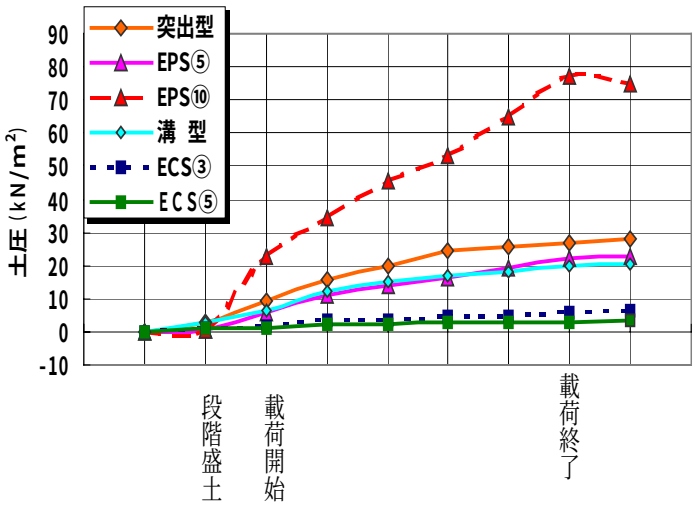


図-6 現場実験の鉛直土圧変動

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 ECS を軽減材として用いる場合が特に土圧の軽減が図られる。同様に現場実験でも ECS が最も軽減出来ている。今後は、クッションの厚さ敷設位置を変えるなど、現場実験の残りのケースを行い経済性・施工性などからもより良いケースをみいだして行く。

謝辞： 本研究を行うにあたり、卒業研究生の上林君，國武君，津吉君に感謝の意を表したい。