

発泡スチロール減容リサイクル材の地盤工学的有効利用に関する検討 —地下構造物の埋め戻し土としての有効性について—

九州大学工学部 学○真田 昌美 九州大学大学院 F 落合 英俊 正 安福 規之
正 山田 正太郎 正 中島 通夫

1. はじめに

廃棄物の排出量は年々増加傾向にあり、その処理が社会問題となっている。このような社会背景の中、私達の生活において大量に利用されている発泡スチロール（以下 EPS）に着目し地盤材料として有効利用することを考える。廃棄 EPS の処理は、熱熔融固化後その殆どが中国への輸出に頼っている現状にある¹⁾。しかし、将来的に廃棄物の輸出に対する規制が行われる恐れがあることから、国内での用途開発が望まれている。

本研究では、廃棄 EPS を熱熔融固化した後に破碎した粒状材料（以下 HCCE 材）と土砂を混合して得られる軽量土（以下混合軽量土）を、地下埋設物の埋め戻し土として適用した場合の有効性の検討を目的とする。カルバートボックス頂板上に、たわみ性材料を設置し頂板上の沈下を盛土部の沈下より大きくすることにより、盛土内の不同沈下を抑制し、土圧を軽減する工法がある²⁾。その代表的な工法として板状の EPS を利用するものがあるが、排水施設の設置やストックヤードの確保などの問題点が指摘されている^{1) 3)}。そこで、透水性が良く³⁾、軽量の粒状材料である HCCE 材の圧縮特性に着目して、土槽模型実験を行い、地下構造物に作用する土圧軽減効果について検討し、HCCE 材の埋め戻し土としての有効性について考察する。

2. HCCE 材の圧縮特性

HCCE 材の原料は発泡スチロールであり、その粒子自体に多量の空隙が存在し、粒子自体が変形する材料だと考えられている。この HCCE 材の圧縮特性を調べるために一次元圧縮試験を行った。試料は、HCCE 材の豊浦砂に対する混合率を重量比で 0, 25, 50, 75, 100% に変化させて準備し、各混合率に対しモールド側面を 1 層につき 100 回打撃して 6 層詰めたものと、1 層を 12 回打撃し相対的にゆるく詰めたものを用意した。

図-1, 2 は、各混合率の試料をゆるく詰めた場合と密に詰めた場合の圧縮挙動である。これらの図から、混合率を変えるにつれ圧縮性も徐々に変化しているが、特に混合率 100% では他の試料に比べて格段に圧縮性が高いことがわかる。締固め密度にさほど影響されず HCCE 材の圧縮性が高いのは HCCE 材の粒子自身が圧縮するためであると考えられる。図 1, 2 の結果から、HCCE 材混合率 100% の場合は締固めの程度によらず圧縮性が比較的高いことがわかる。

以下では、この HCCE 材の持つ圧縮特性に着目し、その特性を活かしたカルバートに作用する鉛直土圧の効率的な軽減方法について実験的に検討した。

3. HCCE 材を用いたカルバートボックスにかかる鉛直土圧軽減

3-1. 土槽模型実験概要

図-3 に示すように、土槽（100cm×85cm×15cm）の底板中央部に 10cm×10cm×15cm の鋼鉄製のボックスを設置した。図中の斜線領域には粒径 2mm 以下の HCCE 材と豊浦砂を混合率 0, 25, 50, 75, 100% で混合した軽量土を盛り立て、それ以外の領域には乾燥状態の

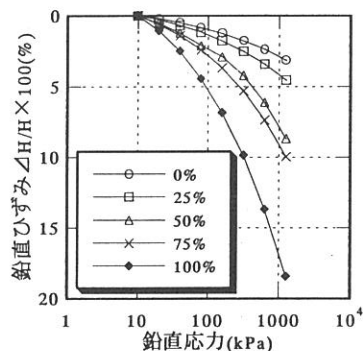


図-1 ゆるい試料の圧縮挙動

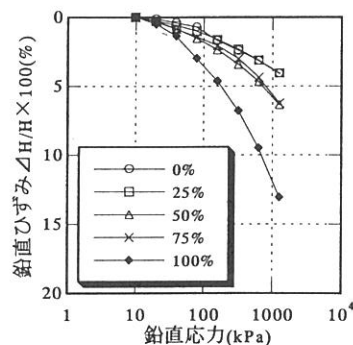


図-2 密な試料の圧縮挙動

豊浦砂を空中落下させ盛土を作製した。底板から 90cm まで盛土した後、5 台のエアシリンダーにより更に 150kPa まで 5 段階に分けて載荷して、各段階での模型カルバートボックスの頂部における土圧を測定した。また、軽量土は、ボックス上部に case1: 10cm×10cm×15cm、case2: 4cm×17cm×15cm、case3: 4cm×10cm×15cm の範囲に、周辺の豊浦砂が混入しないようラバーメンブレンにより作製した袋に詰めて敷設した。

3-2. 土圧軽減効果の比較

図-4 は、軽量土敷設領域の違いによる鉛直土圧の比較を、混合率 100% の場合に絞って行ったものである。この図から、鉛直土圧軽減には、軽量土の敷設幅を大きくする(case2)よりも敷設高さを大きくした方(case1)が効果的であることがわかる。また case3 では、軽量土の占める体積は case1 の半分以下になっているにも関わらず、その鉛直土圧にあまり差のないことから、わずかな改良でも敷設の仕方によっては土圧軽減に効果のあることが言える。

図-5 には、case1 における頂上面中央部での土圧の変化を示す。混合率を変化させた場合、HCCE 材の混合率の増加とともに土圧軽減の効果が得られているが、中でも混合率 100% では特に顕著に鉛直土圧が軽減されていることがわかる。このことは、土圧軽減効果が材料の軽量化だけではなく、その材料が持つ圧縮性と深く関係することを示唆する。図-5 の結果で特徴的なこととして、HCCE 材の混合率が 75% 以下では、カルバートにかかる土圧 > 載荷応力であるのに対し、100% の場合には、カルバートにかかる土圧 < 載荷応力であることが挙げられる。この結果は、カルバートボックス周囲の地盤の圧縮性と HCCE 材を含むカルバートボックス上部の地盤の圧縮性との相対的な違いによるものと考えられ、鉛直土圧軽減に材料の圧縮性が大きく影響することが示される。

4. おわりに

- (1) 混合率 100% の HCCE 材は、締め固めの度合いによらず豊浦砂と混合した試料に比べて高い圧縮性を有している材料であることを示した。
- (2) HCCE 材はその圧縮性から、地下構造物に作用する鉛直土圧を軽減するためのたわみ性材料として有効であると考えられる。
- (3) HCCE 材の敷設パターンについては、単純に広範囲に敷設すれば良いというわけではなく、周囲の地盤とカルバート上の土との圧縮性の違いを考慮すれば、効率的な土圧軽減が可能であると推測される。

〔参考文献〕 1) 塚本英樹, 丸山健吉, 日吉祐一, 大滝恒雄: EPS 減容リサイクル材の現況と裏込め材への適用, 基礎工, 1998.11 2) 佐藤嘉平, 岩崎洋一郎: 高盛土下の剛性カルバートに作用する鉛直土圧の軽減工法について, 土と基礎, pp.3-7, 1981.12 3) 末次大輔ら: 廃棄 EPS インゴット破碎材の混入による地盤材料の透水性の改善, 平成 10 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.490-491, 1999

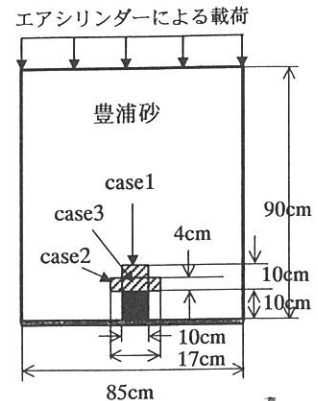


図-3 実験装置図

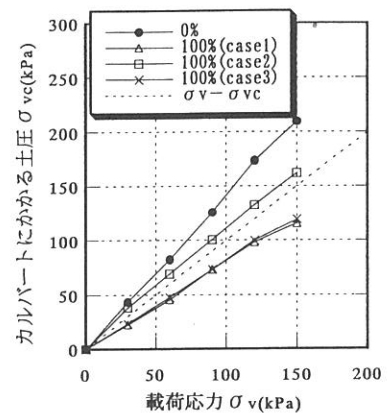


図-4 各 case での土圧(100%)

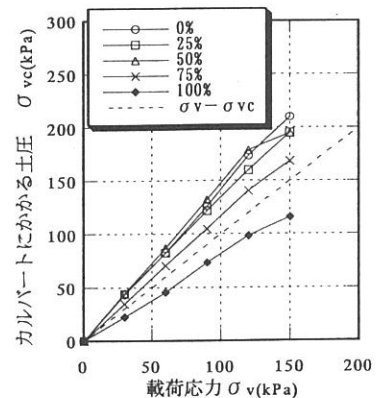


図-5 頂板での土圧(case1)