

圧縮材を用いた地中埋設物に作用する土圧軽減工法のメカニズム

(株)オリエンタルコンサルタンツ (正) ○真田昌美
九州大学 (正) 落合英俊, (正) 安福規之, (正) 山田正太郎

1. はじめに

地中埋設物に作用する土圧の軽減方法には少なくとも二通りの方法がある。一つは土被り圧そのものを小さくするという方法であり、もう一つは土被り圧が地中埋設物に直接作用しないよう力のつり合い状態の変化を図る方法である。前者は実際によく用いられる方法で、軽量地盤材料を用いることで実現される。後者は、地中埋設物直上に比較的圧縮性の良い材料（以下、圧縮材と呼ぶ）を敷設する方法である¹⁾。後者の施工事例として、高さ70mの高盛土内に埋設されたボックスカルバートの直上に、僅か50cmの圧縮材を敷設しただけで、土圧が半分以下にまで軽減されたという報告²⁾もある。またその持続的な効果も確認されている³⁾。本文では、圧縮材を用いた土圧の軽減メカニズムについて考える。

2. 圧縮材敷設による土圧軽減メカニズムの直感的な理解

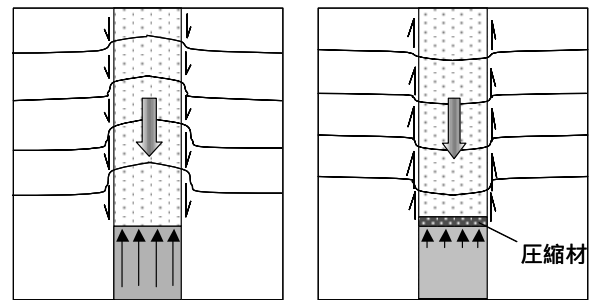
はじめに、圧縮材敷設による土圧軽減メカニズムの直感的な理解を示す。図-1(a)のように、埋設物を設置した状態で盛土を構築すると、埋設物上の土よりその両側の土の方が大きく沈下する。それに伴い埋設物上の土塊にはそれ自体の自重の他に、側面に下向きのせん断応力が作用して、埋設物天端には土被り圧以上の力がかかることになる。一方、圧縮材を図-1(b)のように置くと埋設物上の土がその両側よりも沈下することと関連して、埋設物上の土塊にはその自重の他に、側面に上向きのせん断応力が作用する。そのため、天端に作用する土圧は土被り圧よりも小さくなると考えられる。以下では、このことを、線形弾性有限要素解析により確認する。

3. 線形弾性有限要素解析によるメカニズムの確認

解析に用いた材料定数は表-1のとおりである。圧縮材のヤング率は盛土材のヤング率の1/10とした。また、軽さの効果により土圧が軽減されないよう、両者の単位体積重量は同じにした。図-2に境界条件を示す。与えた外力は地盤の自重のみである。なお、解析結果は図-2の太線で囲った埋設物に近い部分について示す。

図-3に a_1 - a_2 断面における地盤内での沈下量を示す。この図から、先程の推論のとおり、圧縮材を用いない場合は両側の土が、圧縮材を用いた場合には埋設物上の土が、余計に沈下している様子が読み取れる。また、図-4は b_1 - b_2 断面に作用するせん断応力を、下向きを正として表したものである。圧縮材を用いない場合は下向きに働いていたせん断応力が、圧縮材を用いることで上向きに作用するようになったことが分かる。図-5は、天端に作用する土圧を、圧縮材がある場合と無い場合とで比較したものであるが、圧縮材が無い場合は土被り圧以上の土圧が作用しているのに対し、圧縮材を用いた場合は土被り圧よりも小さな値にまで土圧が軽減されていることがわかる。

図-6は主応力ベクトル図（主応力の大きさを線の長さで、主応力軸の方向を線の方角で表している）であるが、圧縮材を用いない場合は、埋設物の天端に向かって力が集中している様子が伺える。一方で、圧縮材を用いると、逆に埋設物からそれていくように力が伝わり、周囲の土が力を支えている様子が伺える。圧縮材を用いると、埋設物の天端に向かって集中していた力が分散されるため土圧が軽減されると解釈することもできる。



(a) 圧縮材を用いない場合 (b) 圧縮材を用いる場合

図-1 埋設物上の土塊に作用する力のつり合い

表-1 材料定数

	盛土材	圧縮材
ヤング率 E (kPa)	3.0×10^5	3.0×10^4
ポアソン比 ν	0.3	0.3
単位体積質量 γ (g/cm ³)	1.5	1.5

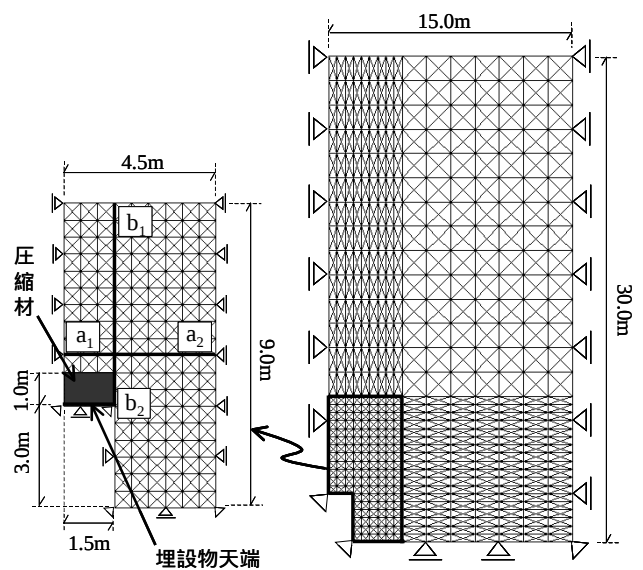


図-2 境界条件

キーワード 土圧軽減, 高盛土, 地中埋設物, 圧縮材, 線形弾性解析

連絡先 〒812-0053 福岡県福岡市東区箱崎6丁目10-1 九州大学大学院工学研究院 TEL 092-642-3285

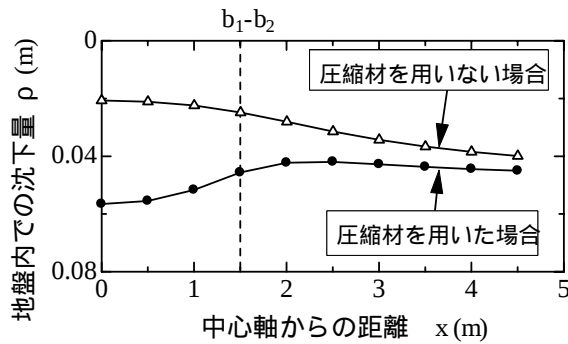
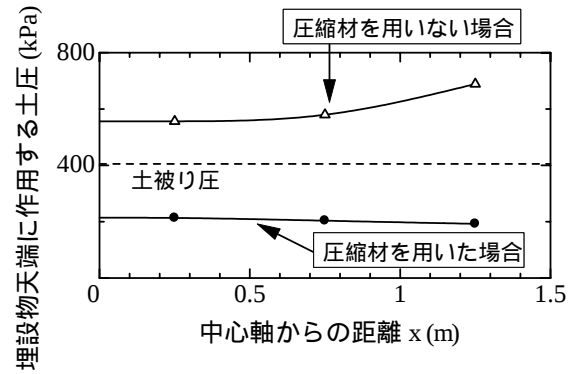
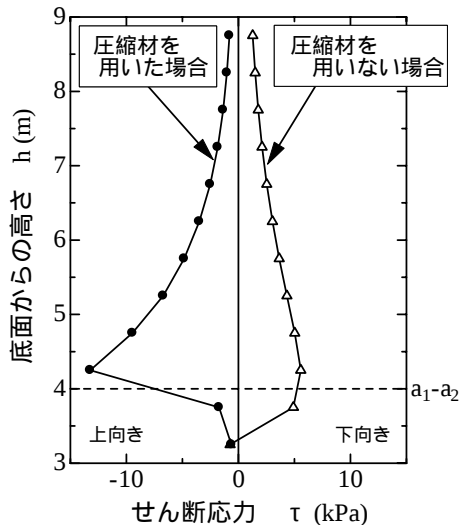
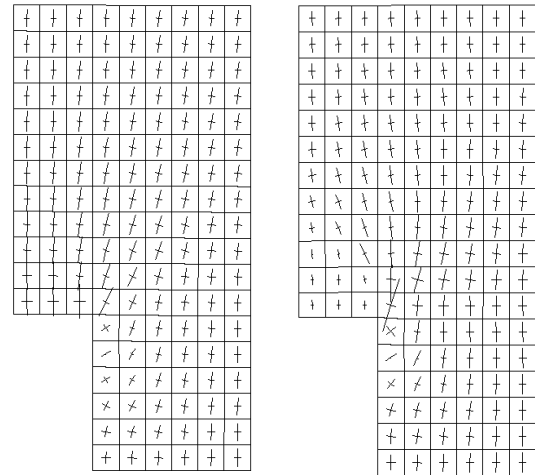
図 - 3 地盤内での沈下量 (a_1 - a_2 断面)

図 - 5 埋設物天端に作用する土圧分布

図 - 4 せん断応力分布 (b_1 - b_2 断面)

(a) 圧縮材を用いない場合

(b) 圧縮材を用いる場合

図 - 6 主応力ベクトル図

4. 圧縮材の敷設高さの違いが土圧軽減効果へ及ぼす影響

圧縮材の高さと土圧軽減効果の関係について検討する。図 - 7 は、圧縮材の高さと土圧軽減効果との関係を示している。図の横軸には（埋設物上の土を対象とした）盛土材から圧縮材への置換率（＝圧縮材の敷設高さ／土被り高さ）を、縦軸には圧縮材を用いない場合に対する土圧軽減率（＝ $1 - \text{圧縮材を用いる場合に作用する土圧} / \text{圧縮材を用いない場合に作用する土圧}$ ）を用いている。この図より、圧縮材を高く積んでも一定値以上の土圧軽減効果は示さず、圧縮材を高く積むほど単純に土圧が軽減されるというものでないことが読み取れる。実験でも同様の傾向を確認することは出来るが⁴⁾、このような傾向は、埋設物の強度および価格との兼ね合いで、適切な圧縮材の敷設高さを決定することができることを示唆している。

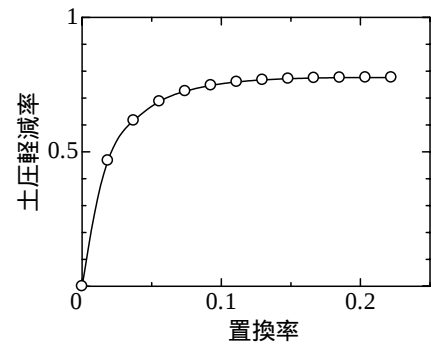


図 - 7 圧縮材の敷設高さによる影響

5. おわりに

本文では、数値解析により、圧縮材を用いた土圧軽減工法のメカニズムについて考察した。はじめにも述べたが、このような工法が実際に効くことは現場における実測で確認されているし、また、我々は室内実験において効果を確認している⁴⁾。なお、圧縮材としては様々な材料が考えられるが、その一つとして廃棄発泡スチロールの減容リサイクル材を粒状材料にしたものの有用性についてこれまでに検討しているので、そちらも参照されたい⁴⁾。

参考文献

- 1) 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, vol.29, No.12, pp3-7, 1981
- 2) 相良昌男・田口善文・水谷敏彦・平野訓相・橋詰哲治: 超高盛土における EPS を用いた土圧軽減カルバートの現場計測, 土木学会第 52 回年次学術講演会, pp324-325, 1997
- 3) 安松敏雄・中須誠・小野塚和博・田口善文・吉川和行: 発泡スチロールを敷設したカルバートの土圧軽減効果の追跡調査, 土木学会第 53 回年次学術講演会, pp458-459, 1998
- 4) 真田昌美・落合英俊・安福規之・山田正太郎: 廃棄発泡スチロール減容リサイクル材の圧縮性を活かした土圧軽減に関する検討, 第 5 回環境地盤工学シンポジウム論文集, 2003 (投稿中)